

**ТРУДЫ
ВНИРО**

ТОМ СХVI

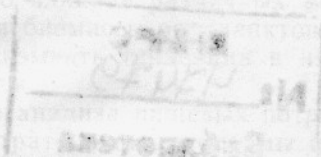
**Рыбное хозяйство
в условиях
комплексного
использования
водных ресурсов**

FISHERIES
UNDER CONDITION
OF COMPLEX UTILIZATION
OF WATER RESOURCES

ISSUE II

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

ВЫПУСК 2

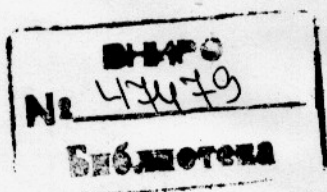


Редакционная коллегия:

Н. Е. Сальников (ответственный редактор),
А. М. Бронфман, Г. Н. Пинус, Н. А. Тимофеев

EDITORIAL BOARD:

N. E. Salnikov (Chief Editor), A. M. Bronfman,
G. N. Pinus, N. A. Timofeev



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Бронфман А. М. Влияние загрязнения бентали моря на кислородный режим придонных вод	7
Сальников Н. Е., Аксенова Е. И., Гуртовая А. П., Идрисова Н. Х. Особенности влияния удобрений на фитопланктон и первичную продукцию рыбохозяйственных водоемов в условиях зарастания их высшей водной растительностью	12
Тимофеев Н. А. О некоторых результатах исследования влияния стока Волги на ежегодные изменения биомассы зоопланктона Северного Каспия	19
Сальников Н. Е., Стахорская Н. И. Новые данные о зоопланктоне Тиглигульского лимана	24
Санина Л. В. Обеспеченность пищей популяции церастодермы (<i>Cerastoderma Lamarcki</i> Reeve) Северного Каспия	32
Сказкина Е. П., Данилевский Н. Н. Об использовании хамсой кормовой базы Черного моря	36
Спивак Э. Г. Условия нагула рыб в заливах Каховского водохранилища и пути их рыбохозяйственного использования	42
Сальников Н. Е., Идрисова Н. Х., Пинус Г. Н., Сентищева С. В. Некоторые аспекты формирования популяций леща в низовьях рек при зарегулировании их стока	48
Орлова Л. В. Влияние зарегулирования стока и других антропогенных факторов на биологию и промысел леща в Днестровском лимане	59
Сальников Н. Е., Кукурадзе А. М., Савина В. К. О воспроизводстве стада дунайского леща (<i>Abramis brama</i> L)	75
Саппо Г. Б. Некоторые морфо-физиологические показатели леща из зоны теплых вод, сбрасываемых Конаковской ГРЭС	81
Спивак Э. Г. О размножении плотвы в условиях зарегулированного стока	88
Фильчагов Л. П. Основные закономерности попадания рыбы в водозаборные сооружения ирригационных систем	94
Рефераты	98

CONTENTS

Preface	
Bronfman, A. M. Influence of pollution observed in the benthic zone of the Azov Sea on the oxygen content in the off-bottom layer	7
Salnikov, N. E., E. I. Aksenova, A. P. Gurtovaya, N. H. Idrisova. Influence of fertilizer on phytoplankton and primary production of water bodies grown with macrophytes	12
Timofoeev, N. A. Some results of investigations of the influence of the Volga runoff on annual fluctuations in the biomass of zooplankton from the North Caspian Sea	19
Salnikov, N. E., N. I. Stakhorskaya. New data on zooplankton from the Tiligulsk lagoon	24
Sanina, L. V. Availability of food for Cerastoderma lamarcki Reeve from the North Caspian Sea.	39
Skazkina, E. P., N. N. Danilevsky. On utilization of food resources by anchovy from the Caspian Sea.	36
Spivak, E. G. Feeding conditions for fish from bays of the Kakhovsk reservoir and ways of their utilization	42
Salnikov, N. E., N. H. Idrisova, G. N. Pinus, S. V. Sentishcheva. Some aspects of formation of bream populations in downstream of rivers after their regulation	48
Orlova, L. V. Effect of regulation of the Dniester flow and other anthropogenic factors on the biology and fishery for bream in the Dniester lagoon	59
Salnikov, N. E., A. M. Kukuradze, V. K. Savina. On reproduction of the stock of Danube bream	75
Sappo, G. B. Some morpho-physiological indices of bream from the zone of heated water discharged from the Konakovskaya hydropower station	81
Spivak, E. G. On reproduction of roach after regulation of rivers	88
Filchagov, L. P. Main regularities of entries of fish into irrigational water intakes	94
Abstracts	98

ПРЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО
В УСЛОВИЯХ КОММУНАЛЬНОГО
ИСПОЛЗОВАНИЯ ВОДНЫХ ПЕЧЕРСОВ
БЕЛОРУСЬ

ТРАДИЦИОННОЕ ХОЗЯЙСТВО

Под редакцией Л. А. Кривенко
Тех. редактор Т. Е. Лавренко
Корректор И. Т. Заварова

ОТД. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ БИПНО

Получено в печать 28.VII.1972
Одн. экз. 65 р. а
Тираж 600 экз.
Цена 46 коп.

1 экз. 11
Одн. экз. 70 коп. а
Тираж 60 экз.
Цена 86 коп.

Одн. экз. 70 коп. а
Тираж 60 экз.
Цена 86 коп.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник посвящен влиянию эколого-географических и биологических последствий сокращения и преобразования речного стока на южные моря СССР и их бассейны, на рыбное хозяйство. Бассейны южных морей СССР расположены в зонах недостаточного увлажнения и характеризуются высокой концентрацией и интенсивностью развития водоемных отраслей промышленности и хозяйства, особенно орошаемого земледелия. Значительное место в сборнике занимают проблемы комплексного использования водных ресурсов с учетом интересов рыбного хозяйства.

Центральное место в сборнике занимают статьи о современных проблемах Каспийского, Азовского и Черного морей и путях их решения. Азовское море, как известно, является одним из важнейших рыбохозяйственных внутренних водоемов СССР. В результате сокращения пресного стока, загрязнений изменились физико-химический и биологический режимы Азовского моря, которые повлияли на условия нагула полупроходных и проходных рыб, особенно их молоди.

Развитие кормовой базы и условия нагула рыб во многом зависят от кислородного режима. В сборнике даны количественные оценки уменьшения кислорода в бентали Азовского моря в результате загрязнения ее нефтепродуктами и детергентами, которые могут быть использованы в прогностических целях (работа А. М. Бронфмана).

В число мероприятий по восстановлению рыбохозяйственного значения Азовского моря входят регулирование водообмена Азовского моря с Черным через Керченский пролив, переброска в бассейн Азовского моря части волжского стока, водно-транспортная реконструкция Нижнего Дона, меры по борьбе с загрязнением вод бассейна и другие.

Биологическая и рыбная продуктивность Каспийского моря находится в прямой зависимости от стока рек его бассейна, прежде всего Волги. В статье Н. А. Тимофеева показано влияние различных элементов паводка Волги на ежегодные изменения биомассы зоопланктона Северного Каспия. Работа позволяет предсказывать тенденции в изменении биомассы зоопланктона в различные годы.

В работе Л. В. Саниной на примере анализа пищевых потребностей популяции каспийского моллюска-фильтратора *двустолбчатка* показано, что в условиях современного режима Северного Каспия биомасса фитопланктона недостаточна для удовлетворения пищевых нужд моллюска.

Зарегулирование и сокращение пресного стока Днепра привели к осолонению Тилигульского лимана, одного из крупнейших в северо-западной части Черного моря. Приведены новые данные о современном составе и биомассе зоопланктона в лимане, его кормовом значении (Н. Е. Сальников, Н. И. Стахорская), которые могут служить биологическим обоснованием для вселения в лиман планктоноядных рыб и повышения его рыбной продуктивности.

Приведены данные по балансу энергии у одной из ведущих промысловых рыб в Черном море — хамсы. Даны расчеты рациона хамсы разных возрастов для различных сезонов года в сопоставлении их с биомассой зоопланктона (работа Е. П. Сказкиной и Н. Н. Данилевского).

В ряде статей (Н. Е. Сальников и др.; В. К. Савина и др.; Г. Б. Саппо; Л. В. Орлова) показано влияние зарегулирования стока рек, обвалования пойменных земель и сброса в рыбохозяйственные водоемы теплых вод на экологию, биологию и рыбохозяйственное значение леща, одной из основных и наиболее ценных промысловых рыб внутренних водоемов. Даны рекомендации по увеличению запасов леща, регулированию его промысла.

Рассматриваются условия нагула рыб в заливах Каховского водохранилища и дается биологическое обоснование для организации на базе заливов нагульных товарных рыбных хозяйств. Приводятся данные об особенностях размножения плотвы в условиях зарегулированного стока (работы Э. Г. Спивака).

Рыбная продуктивность сильно заросших рыбохозяйственных водоемов может быть увеличена при увеличении дозы вносимых удобрений. В сборнике дается биологическое обоснование влияния удобрений на фитопланктон и первичную продукцию рыбохозяйственных водоемов в условиях зарастания их высшей водной растительностью (статья Е. И. Аксеновой и др.).

В сборнике публикуются материалы об основных закономерностях попадания рыбы в водозаборные сооружения ирригационных систем (работа Л. П. Фильчагова).

Разработка научных основ ведения рыбного хозяйства в условиях зарегулирования стока рек, безвозвратных отъемов воды, комплексного использования водных ресурсов, территориального перераспределения стока — важнейшая задача рыбохозяйственной науки.

PREFACE

The issue embraces papers devoted to ecological, geographical and biological effects of the regulation and transformation of the river runoff on the southern seas of the USSR, their basins and fisheries. The problem of complex utilization of water resources by various industries including the fishing industry is discussed.

As a result of a certain reduction in the river runoff and pollution substantial changes have occurred in the physical, chemical and biological regimes, which have affected adversely the feeding grounds of semi-anadromous and anadromous species of fish.

Food resources and feeding conditions for fish are also dependent upon the oxygen content. The decrease observed in the oxygen content in the benthic zone of the Azov Sea due to pollution with oil products and detergents has been estimated and may be useful for forecasting purposes.

Prospects for restoration of the Azov Sea are outlined. They include such measures as regulation of the water exchange between the Azov and Black Seas through the Kerch Strait, water-transportation reconstruction of the Don River, preventive steps against pollution etc.

The investigations of the Volga floods allows for forecasting trends in fluctuations in the biomass of zooplankton.

The analysis of food requirements of the population of the Caspian mollusc *Cerastoderma lamarcki* has indicated that the biomass of phytoplankton available in the North Caspian Sea is insufficient for the mollusc population.

The regulation of the Dnieper River has affected the salinity in the Tiligulsk lagoon. Data are presented on the biomass of zooplankton in the lagoon. Substantiations are suggested for introduction of plankton-eating species of fish aimed at increasing fish production.

Data on the energetic expenditure in anchovy from the Black Sea are presented. The estimates of rations for anchovy from various age groups and by seasons are shown in parallel with estimates of the biomass of zooplankton.

The effect of heated water discharged from the hydropower electric station on the ecology and biology of bream is demonstrated. Some recommendations are given on regulation of the fishery for bream and increase in their stock.

Reviewing the feeding conditions for fish in the Kakhovsk reservoir recommendations are suggested for establishment of rearing farms in the shallows.

Some information is presented on the effect of fertilizers introduced into water bodies grown with macrophytes on the development of phytoplankton.

The problem of protection of fish at irrigational water intakes is discussed.

УДК (551.46.09:628.5+551.464.621).001.57

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БЕНТАЛИ МОРЯ НА КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ ПРИДОННЫХ ВОД

А. М. Бронфман

В современных условиях в моря во все возрастающих количествах поступают органические шлаки хозяйственной деятельности и урбанизации на водосборе. Включение этих веществ в процессы биотического круговорота, помимо других экологических последствий, проявляется в существенном нарушении кислородного баланса моря. В Балтийском море, например, на окисление органического вещества только бытовых сточных вод ежегодно расходуется около 3,6 млн. т кислорода (Oertzen, 1972).

Наиболее резких деформаций в кислородном режиме при этом следует ожидать в бентали моря, являющейся областью накопления органических веществ и в то же время характеризующейся наименее активной динамической и фотосинтетической аэрацией вод. Это особенно опасно потому, что придонные слои моря служат экологической нишей для зообентоса и популяций многих промысловых рыб; здесь, в контактной зоне «вода — грунт», протекают физико-химические и биохимические процессы, имеющие принципиальное значение для формирования химических параметров и продуктивности пелагиали.

Очевидно, угнетение кислородного режима придонных вод связано не только с органическим загрязнением бентали, но и со стагнированием вод в результате ослабления конвективного перемешивания, депрессией ветровой активности или увеличения плотностной стратификации водных масс, изменением валовой первичной продукции органического вещества и т. д. Современная океанография располагает методами анализа, позволяющими предвидеть возможные нарушения кислородного режима при изменении этих факторов, однако до сих пор нет объективных оценок влияния загрязнения водной среды веществами органического происхождения.

В предлагаемой работе делается попытка решить эту задачу для нефтепродуктов и детергентов, — наиболее распространенных органических примесей с четко выраженным негативным влиянием на кислородный режим и способностью активно аккумулироваться в бентали моря. Кроме того, исследовать детергенты важно еще и потому, что их широко применяют для борьбы с попавшей в море нефтью.

Несомненно, количественная информация о влиянии нефтепродуктов и детергентов на содержание растворенного кислорода может быть получена с помощью моделирования *in vitro*, однако в этом случае экстраполяция результатов опыта на реальные условия конкретного водоема сопряжена с риском значительных ошибок. Наиболее конкретно поставленная задача может быть решена только на основании на-

туральных измерений, позволяющих прямо либо косвенно учесть целый ряд важных элементов физико-химического режима моря, моделировать которые в эксперименте в настоящее время невозможно.

В нашем исследовании такой основой послужили результаты сезонных наблюдений в Азовском море. При этом был использован метод множественного регрессионного анализа — один из немногих количественных способов, позволяющих учитывать одновременное действие многих параметров на зависимую переменную, определять относительное влияние каждого параметра, а также измерять полный эффект с помощью расчетных коэффициентов.

С помощью указанного метода были исследованы следующие эмпирические модели:

$$K_{O_2} = f[E, (БПК_1)_{гр}, H_v, H_{гр}, D_v, D_{гр}],$$

$$K_{O_2} = f[E, (БПК_1)_{гр}, H_v, H_{гр}],$$

$$K_{O_2} = f[E, (БПК_1)_{гр}, D_v, D_{гр}],$$

где K_{O_2} — содержание растворенного кислорода в слое 0,5 м от дна;

E — вертикальная устойчивость вод;

$(БПК_1)_{гр}$ — суточная величина биохимического потребления кислорода поверхностным слоем донных отложений;

H_v, D_v — соответственно содержание нефтепродуктов и детергентов в придонном слое моря;

$H_{гр}, D_{гр}$ — то же для поверхностного слоя осадка.

Исходным материалом служили результаты 97 наблюдений, выполненных в широком интервале изменений исследуемых параметров (таблица). Диапазон температуры, для которого получена исходная информация, составил 5—25° при среднем значении 16,3°.

Некоторые статистические характеристики параметров модели
в пределах исследуемой выборки

	$K_{O_2}, \text{мг/л}$	$E, \text{усл. ед.}$	$(БПК_1)_{гр}, \text{гO}_2/\text{м}^2 \text{ в сутки}$	$H_v, \text{мг/л}$	$H_{гр}, \text{мг/л}$	$D_v, \text{мг/л}$	$D_{гр}, \text{мг/л}$
Среднее	6,29	2704	3,77	0,52	4,57	0,125	1,011
Максимум	9,80	19720	10,09	1,25	9,35	0,260	4,570
Минимум	0,21	—3850	0,50	0,00	0,06	0,000	0,010
Среднеквадратичное отклонение	1,36	5138	1,89	0,35	2,07	0,065	1,092

Исследование избранных моделей на ЭВМ «Одра-1204» показало, что они удовлетворительно аппроксимируют фактически регистрируемые изменения в содержании растворенного кислорода. Коэффициенты множественной корреляции оказались равными соответственно 0,874, 0,627 и 0,643, а вычисленные значения дисперсионного отношения Фишера (F), составившие 6,67, 8,77 и 11,11, при заданных степенях свободы превосходят даже 99%-ный уровень критических значений распределения F .

Структурные схемы исследуемых моделей представлены на рис. 1, 2 и 3; их анализ позволяет сделать следующие основные выводы.

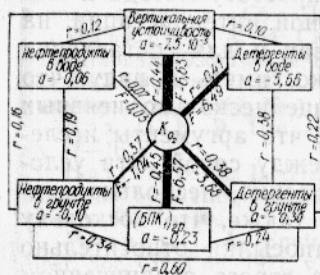


Рис. 1

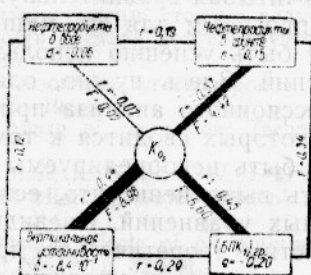


Рис. 2

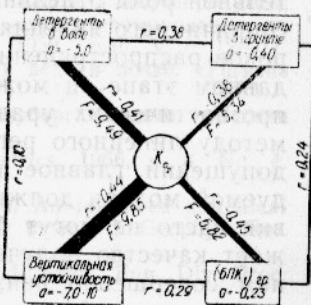


Рис. 3

1. Исходя из степени значимости (F), определенной с помощью дисперсионного отношения Фишера, ведущими факторами в исследуемых моделях являются: вертикальная устойчивость вод ($F=6,63 \div 9,85$), и величина биохимического потребления кислорода поверхностным слоем осадка ($F=6,57 \div 6,82$). Далее, в порядке убывания относительной роли следуют детергенты, находящиеся в придонных слоях моря ($F=6,49 \div 9,49$) и, наконец, нефтепродукты, аккумулированные в контактной зоне осадка ($F=3,68 \div 5,34$ и $1,04 \div 4,42$). Нефтепродукты, содержащиеся в придонном слое, оказывают незначительное влияние на его кислородный режим и согласно избранному критерию не являются значимым фактором ($F=0,02 \div 0,03$).

2. Судя по значениям коэффициентов регрессии (a) в диапазоне изменения параметров исследуемой выборки, увеличение содержания нефтепродуктов и детергентов в придонных слоях воды на $0,1 \text{ мг/л}$ приводит к падению концентрации растворенного в них кислорода соответственно на $0,006$ и $0,50-0,57 \text{ мг/л}$. Изменение количества нефтепродуктов и детергентов в грунте проявляется в кислородном режиме относительно слабее — каждый миллиграмм рассматриваемых веществ, аккумулированных в 1 г грунта, уменьшает содержание кислорода в придонном слое соответственно на $0,10-0,15$ и $0,30-0,40 \text{ мг/л}$. Если следовать выводам Бокса (1966) относительно смысловой роли коэффициентов регрессии, можно полагать, что указанные оценки опосредствованно учитывают также и эффект от общего нарушения кислородного баланса вследствие других проявлений нефтяного и детергентного загрязнения моря (образование поверхностных пленок, угнетение фотосинтеза, повышенное потребление кислорода в пелагиали, т. е. на пути его переноса в глубинные слои и др.).

Сравнительно слабое влияние нефтепродуктов на кислородный режим придонных вод не уменьшает экологической опасности нефтяного загрязнения. Относительно медленное разрушение нефтепродуктов, ранее показанное А. И. Изъюровой (1950), Е. И. Розановой (1967), М. Т. Голубевой (1960), Марфи (Murfy, 1971) и подтверждаемое нашими данными, способствует их накоплению в бентали моря и усилению токсического воздействия на донные биоценозы и демерсальных рыб.

Помимо прямого токсикоза, загрязнение нефтепродуктами и детергентами способно воздействовать на органическую жизнь бентали также вследствие угнетения кислородного режима придонных вод. Так, в зонах максимального загрязнения (см. таблицу), которые обычно совпадают в пространстве, отрицательные аномалии в содержании кислорода могут достигать $4,0 \text{ мг/л}$, т. е. величин, достаточных для того чтобы вызвать угнетение, асфиксию, а в определенных ситуациях (летнее стагнирование вод) и гибель оксифильных организмов дна.

В построениях нами использованы лишь те возможности линейного регрессионного анализа, которые открываются при выяснении относительной роли отдельных факторов в формировании того или иного многопричинного явления. Учитывая сравнительную простоту метода и широкое распространение программ для его машинной интерпретации, на данном этапе он может быть успешно использован и для составления прогностических уравнений. Здесь нужно, однако, иметь в виду, что методу линейного регрессионного анализа присуще несколько неявных допущений, главное из которых сводится к тому, что аргументы исследуемой модели должны быть некоррелируемы между собой. Эти условия часто не могут быть выполнены, что, естественно, несколько снижает качество полученных уравнений. Очевидно также, что поскольку нам совершенно неизвестны теоретические предпосылки относительно вида изучаемой зависимости, поиск уравнения в строго ограниченном классе функций (в данном случае линейных) не всегда может дать удовлетворительный результат.

В последнее время в работах американских гидрологов (Harris and all, 1961; Snayder, 1962) применен новый, более совершенный метод многомерного статистического анализа, в котором выбор аргументов модели организован так, что вводимые в расчет переменные не коррелируются (ортогональны) между собой. Поиск зависимости при этом осуществляется в более широком классе функций, что повышает аппроксимирующую способность получаемых уравнений.

Методика расчета по данному методу, представляющая собой новизну метода итераций, удобна для применения на ЭВМ и впервые была реализована на машине ИБМ-650 Бюро мелиорации Департамента внутренних дел США. В нашей работе были использованы программы ортогонализации, разработанные для ЭВМ БЭСМ-4 сотрудником Института механики и прикладной математики Северо-Кавказского Центра Высшей школы Ф. А. Сурковым.

В результате расчетов получен следующий ряд уравнений, которые могут быть использованы для прогноза содержания кислорода в придонных слоях загрязненного детергентами и нефтепродуктами моря.

$$K_{O_2} = 6,29 - 0,489 [\hat{D}_v^2 (\hat{BPK}_1)_{гр} - 0,047] - 0,412\hat{E} - 0,242\hat{D}_r;$$

$$K_{O_2} = 6,29 - 0,613 (\hat{BPK}_1)_{гр} - 0,413\hat{E} - 0,0459 [\hat{H}_v \cdot (\hat{BPK}_1)_{гр} E - 0,03] + 0,270 [\hat{H}_v \hat{H}_{гр} (\hat{BPK}_1)_{гр} - 0,045] = 0,228\hat{H}_{гр}.$$

Ввиду ограниченности диапазонов представления чисел в ЭВМ и с целью повышения точности расчета все независимые переменные, входящие в состав уравнений, нормированы, т. е. представлены в виде разности заданных и средних величин, отнесенной к среднеквадратичному их отклонению $(\hat{x} = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma})$.

Проверка приведенных уравнений для условий Азовского моря показала, что они обеспечивают достаточно хорошо точность аппроксимации — коэффициенты множественной корреляции составили соответственно 0,684 и 0,636.

Возможно, что специфика морфометрии и режима других морских акваторий повлияет на качество прогноза, получаемого с помощью приведенных уравнений. Проверка этого положения и разработка более универсальных или по крайней мере региональных прогностических уравнений должны стать задачей будущих исследований.

Голубева М. Т. Влияние сточных вод, содержащих нефть и нефтепродукты, на санитарное состояние водоемов и обоснование гигиенического нормирования их в воде водоемов. Сб. «Производственные сточные воды», 1960, вып. V, с. 12—17.

Изъюрова А. И. Скорость распада нефтепродуктов в воде и почве. «Гигиена и санитария», 1956, № 1, с. 8—16.

Розанова Е. П. Использование углеводов микроорганизмами. «Успехи микробиологии», 1967, № 4, с. 15—19.

Box, G. E. P. Use and abuse of regression. Technometrics, 1966, v. 8, No. 4, pp. 12—16.

Harris, B., A. L. Sharp, A. E. Gibbs, W. I. Owen. An improved statistical model for evaluating parameters affecting water yield of river basins. J. Geophys. Res. 1961, v. 66, No. 10.

Murphy, T. A. Environmental effects of oil pollution. J. Sanit. Eng. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng. 1971, v. 97, No. 3, pp. 32—41.

Oertzen, J.-A. Die Meeresverschmutzung ein Problem der Meeresbiologie. Biol. Rdsch. 1972, v. 10, No. 1.

Snayder, W. M. Some possibilities for multivariate analysis in hydrologic studies. J. Geophys. Res. 1962, v. 67, pp. 21—26.

*Influence of pollution observed in the benthic zone
of the Azov Sea on the oxygen content in the off-bottom layer*

A. M. Broniman

SUMMARY

Applying the multivariate statistical analysis the oceanographic data obtained have been processed at the computer. The results have revealed and estimated a decrease in the oxygen content occurred in the benthic zone due to pollution with oil products and detergents. The method and regression equations may contribute to forecasting.

УДК 631.8:639.3.043.2

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ФИТОПЛАНКТОН И ПЕРВИЧНУЮ ПРОДУКЦИЮ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В УСЛОВИЯХ ЗАРАСТАНИЯ ИХ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Н. Е. Сальников, Е. И. Аксенова,
А. П. Гуртовая, Н. Х. Идрисова

Одним из наиболее распространенных методов повышения рыбопродуктивности внутренних водоемов является внесение минеральных удобрений. Однако рекомендации по внесению удобрений разработаны для небольших свободных от высшей растительности водоемов, а используют их в большинстве хозяйств для выращивания товарной рыбы в многогектарных прудах, значительная часть которых обычно бывает покрыта высшей растительностью.

Цель предлагаемой работы — выяснить условия эффективного применения минеральных удобрений в рыбохозяйственных водоемах со значительным развитием макрофитов.

Для повышения биологической продуктивности и улучшения кормовой базы в два выростных пруда рыбхоза «Новочеркасский» (по 15 га каждый), на 50—70% заросших высшей водной растительностью и зарыбленных сеголетками карпа (43 и 56 тыс. шт./га), белого толстолобика (6 тыс. шт./га) и пестрого толстолобика (10 тыс. шт./га), вносились минеральные удобрения: в пруд № 5 — 50 кг/га суперфосфата и 50 кг/га селитры (по инструкции ВНИИПРХ), а в пруд № 4 — на 50—70% больше.

Чтобы выяснить, как влияет закачиваемая в пруды донская вода на формирование их режима ежедневно в прудах и водоподающем канале определяли температуру воды, окисляемость, биогенный режим, численность, биомассу, продукцию фитопланктона; содержание хлорофилла в воде устанавливали в день залития прудов, затем каждые 5 дней, а через 20 дней — еженедельно до конца наблюдений. Все пробы отбирали в пяти точках водоема и осредняли.

Альгологические пробы отбирали 0,5-л батометром-бутылкой, концентрировали отстойным методом (Киселев, 1958; Усачев, 1961; Гусева, 1959) и просчитывали под микроскопом в камере Наботта объемом 0,1 см³, используя для вычисления биомассы водорослей индивидуальные объемы, приведенные в некоторых работах (Сретенская, 1961; Гринь, 1963; Макарова, Пичкилы, 1970; Аксенова, Полтинников, 1972), а также вычисленные нами.

Первичную продукцию определяли скляночным методом в кислородной модификации (Винберг, 1937, 1960) с экспозицией в течение 24 ч (склянки устанавливали у поверхности и у дна).

Чтобы уточнить данные по биомассе и продукции фитопланктона, определяли содержание хлорофилла в воде. Пробу объемом 500 мл центрифугировали и экстрагировали безводным ацетоном. Содержание хлорофилла определяли спектрофотометрически по поглощению света вытяжкой (Винберг, 1960; Винберг и др., 1961) на спектрофотометре СФ-10, а затем рассчитывали по формуле, принятой ЮНЕСКО (Финенко, Ланская, 1968).

При расчете продукции высшей водной растительности по методике Катанской (1956) Р/В-коэффициент принимали равным 1,25 (Винберг, 1970).

В обоих выростных прудах было зарегистрировано 95 видов и разновидностей водорослей семи отделов; 11 сине-зеленых, 44 диатомовых, 8 эвгленовых, 2 золотистых, 2 пиропитовых, 1 желто-зеленых. В водоподводящем канале было 65 видов водорослей, относящихся к тем же семи отделам. Все три водоема имели большое количество общих форм (до 40), в том числе *Skeletonema subsalsum*, *Gyrosigma fasciola*, *Melosira granulata* — из диатомовых; *Scenedesmus quadricauda*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Tetrastrum glabrum*, *Pandorina morum* — из зеленых.

Количественное развитие фитопланктона связано с динамикой минеральных форм биогенных элементов. Концентрация суммарного минерального азота (0,10—0,23 мг/л в воде, поступающей из канала) обеспечивала потребности в нем только диатомовых водорослей, а в воде прудов его концентрация до внесения удобрений была примерно такой же. С внесением удобрений концентрация азота достигала иногда 5—6 мг/л и стала достаточной для развития всех групп водорослей. Основная часть минерального азота была представлена аммонийной формой, которой питались автотрофы. Развитие фитопланктона лимитировалось недостаточностью минерального фосфора, содержание которого в воде на протяжении большей части наблюдений не превышало 0,010—0,012 мг/л, а также высокой степенью зарастания прудов макрофитами.

В обоих прудах количественное развитие фитопланктона достигало максимума в июне — начале июля и в начале сентября. Первый подъем (биомасса до 8,2 мг/л в пруду № 4 и до 5,5 мг/л в пруду № 5) был вызван массовым развитием диатомовых (80—92% от общей биомассы); второй (биомасса до 12,1 мг/л в пруду № 4 и до 4,3 мг/л в пруду № 5) — одновременным развитием диатомовых, эвгленовых, пиропитовых и зеленых водорослей.

Биомасса фитопланктона в канале колебалась от 0,2 до 1,4 мг/л, на протяжении всего вегетационного периода доминировали диатомовые.

Средняя за сезон биомасса была выше в пруду № 4 (табл. 1), в который минеральных удобрений вносили на 50—70% больше, чем в пруд № 5, за счет чего условия для формирования альгофлоры и первичной продукции в пруду № 4 были более благоприятными.

По содержанию в воде хлорофилла рассчитано количество в ней хлорофиллсодержащего органического вещества (табл. 2); содержание хлорофилла в сухом органическом веществе было принято равным 4% (Винберг, 1961, 1970). Концентрация хлорофилла в пруду № 4 колебалась от 0,048 до 0,430 мг/л, в пруду № 5 — от 0,029 до 0,921 мг/л. Близкие к нашим величинам (от 0,05 до 1,0 мг/л) отмечены Н. Ф. Лавровской (1969) в рыбоводных прудах. В канале концентрация хлорофилла была ниже (от 0,029 до 0,057 мг/л), что близко к величинам, наблюдаемым на Дону на этом участке.

По разнице между общей биомассой органического вещества, определенного по хлорофиллу, и биомассой живого фитопланктона, определенного счетным методом, было рассчитано количество мертвого хлорофиллсодержащего вещества (Аксенова, 1971). Между биомассой живого

Таблица 1

Среднесезонная численность (числитель) и биомасса (знаменатель) основных групп водорослей в планктоне выростных прудов и в водоподающем канале

Группа водорослей	Водоёмы					
	водоподающий канал		пруд № 4		пруд № 5	
	I	II	I	II	I	II
Сине-зеленые	$\frac{955,6}{0,0197}$	0,4	$\frac{3599,3}{0,1867}$	4,7	$\frac{5682,0}{0,2176}$	8,0
Диатомовые	$\frac{677,2}{0,3709}$	44,2	$\frac{3355}{2,1805}$	55,1	$\frac{2000,0}{1,3850}$	54,0
Эвгленовые	$\frac{75,7}{0,0655}$	0,2	$\frac{176,2}{0,5336}$	13,5	$\frac{123,0}{0,3066}$	12,0
Пиритовые	$\frac{20,4}{0,1720}$	22,1	$\frac{169,0}{0,4240}$	10,7	$\frac{56,0}{0,2523}$	10,0
Золотистые	—	—	$\frac{120,3}{0,0196}$	0,5	$\frac{40}{0,0028}$	0,7
Желто-зеленые	$\frac{0,4}{0,0002}$	<0,1	$\frac{4,7}{0,0022}$	<0,1	—	—
Зеленые	$\frac{502,6}{0,2797}$	33,1	$\frac{2424,0}{0,6105}$	15,4	$\frac{2001,0}{0,3931}$	15,3
Прочие	$\frac{40,0}{0,0001}$	<0,01	$\frac{18,0}{0,0006}$	<0,01	$\frac{2,0}{0,0001}$	<0,01
Всего	$\frac{2236,0}{0,9083}$	100	$\frac{9892,0}{3,9580}$	100	$\frac{9904,0}{2,5576}$	100

Примечание. I — абсолютное количество (числитель в тыс. кл./л, знаменатель в мл/л); II — относительное количество в %.

фитопланктона и биомассой органического вещества, определенного по хлорофиллу, прямой зависимости не установлено, что объясняется присутствием в воде большого количества мертвого органического вещества фитогенного происхождения. Аналогичное явление отмечено и другими исследователями (Винберг, 1961; Винберг и др., 1961; Vallentyne, 1957; Аксенова, 1970). За счет этого общая биомасса органического вещества, определенного по хлорофиллу, в большинстве случаев была значительно выше, чем биомасса живого фитопланктона, вычисленного счетным методом (табл. 3). Лишь в начале июля, когда шло интенсивное размножение водорослей, количество хлорофиллосодержащего органического вещества определялось биомассой живого фитопланктона. В среднем за период наблюдений доля живого фитопланктона составляла в прудах 4—5%, а в канале 8%.

Результаты определения первичной продукции, представленные в табл. 3 и 4, свидетельствуют о том, что в исследуемых прудах на протяжении всего периода наблюдений интенсивность первичного продуцирования у поверхности была выше, чем в придонном слое. Чистая

Динамика содержания хлорофилла, органического вещества, рассчитанного по хлорофиллу, и биомассы фитопланктона в исследуемых водоемах в 1974 г. (в мг/л)

Показатели	Дата наблюдений								Сред- нее	%
	25/V	28/VI	3/VII	9/VII	13/VII	18/VII	28/VII	8/VIII		
Водоподающий канал										
Концентрация хлорофилла	0,03	0,03	0,05	0,05	0,03	0,03	—	—	0,04	—
Биомасса органического вещества по хлорофиллу	7,2	7,7	14,2	13,2	8,5	8,2	—	—	9,9	100
по фитопланктону	1,08	0,44	0,20	1,02	0,55	0,96	—	—	0,70	7,91
мертвого	6,12	7,26	14,0	12,18	7,95	7,36	—	—	9,20	92,09
Пруд № 4										
Концентрация хлорофилла	0,05	0,21	0,08	0,35	0,21	0,23	0,43	0,43	0,25	—
Биомасса органического вещества по хлорофиллу	12	52,5	2	87,5	52,5	57,5	107,5	107,5	58,1	100
по фитопланктону	0,95	3,27	8,23	3,83	0,96	1,33	1,64	2,24	2,80	4,9
мертвого	11,05	49,23	0,0	83,67	51,54	56,17	105,86	105,26	55,3	95,1
Пруд № 5										
Концентрация по хлорофиллу	0,03	0,07	0,03	0,11	0,10	0,21	0,93	0,24	0,21	—
Биомасса органического вещества по хлорофиллу	7,2	16,7	8,0	26,8	26,2	52,2	232,0	61,2	53,08	100
по фитопланктону	0,38	5,52	2,23	2,03	0,59	2,04	3,54	2,91	2,40	4,4
мертвого	6,8	11,2	5,8	24,77	25,6	50,2	228,5	58,3	50,7	95,6

Примечание: Содержание мертвого хлорофиллсодержащего вещества рассчитывалось по разнице между общей биомассой органического вещества, определенного по хлорофиллу, и биомассой живого фитопланктона, определенного счетным методом.

продукция в большинстве случаев у дна выражалась отрицательными величинами. Следовательно, в водоемах подобного типа продуцирующим является в основном поверхностный слой (0,0—0,25 м).

Таблица 3

Продукция (Ф) и деструкция (Д) фитопланктона
исследуемых водоемов Новочеркасского рыбхоза в 1974 г. (в мг О₂/л)

Дата	Исходная проба	Ф	Д	Ф—Д	Ф	Д	Ф—Д
					Среднее для всей толщи		
Пруд № 5							
25/VI	7,0	<u>0,05</u>	<u>1,05</u>	<u>—1,0</u>	0,6	1,02	—0,42
		1,15	1,0	0,15			
4/VII	7,7	<u>4,05</u>	<u>4,9</u>	<u>—0,85</u>	4,15	4,05	—0,10
		4,25	3,2	1,05			
9/VII	8,5	<u>2,35</u>	<u>1,0</u>	<u>1,35</u>	2,42	1,61	0,81
		2,50	2,23	0,27			
30/VII	5,2	<u>0,2</u>	<u>4,9</u>	<u>—4,7</u>	—0,95	4,85	—3,90
		1,7	4,8	—3,1			
8/VIII	10,13	<u>1,25</u>	<u>7,88</u>	<u>—6,63</u>	1,73	6,41	—4,68
		2,22	4,95	—2,73			
Пруд № 4							
9/VII	9,9	<u>5,70</u>	<u>5,35</u>	<u>0,35</u>	10,07	6,20	3,87
		14,45	7,05	7,40			
30/VII	6,7	<u>0,7</u>	<u>6,1</u>	<u>—5,4</u>	2,45	5,85	—3,40
		4,2	6,6	—1,4			
8/VIII	6,85	<u>3,35</u>	<u>6,35</u>	<u>—3,0</u>	5,20	6,40	—1,20
		7,05	6,45	0,60			

Примечание. В дробях: числитель — дно, знаменатель — поверхность.

Таблица 4

Биомасса и продукция фитопланктона исследуемых прудов в 1974 г.
(в мг/л сухого органического вещества)

25/VI			9/VII			30/VII			8/VIII		
Б	Ф	Ф/Б	Б	Ф	Ф/Б	Б	Ф	Ф/Б	Б	Ф	Ф/Б
Пруд № 4											
0,09	0,44	4,60	0,38	7,45	19,00	0,16	1,81	16,00	0,22	3,84	18,40
Среднее за сезон — 0,21; 3,36 и 14,50											
Пруд № 5											
0,04	0,44	11,00	0,20	1,79	8,00	0,35	0,70	2,00	0,29	1,27	4,00

Среднее за сезон — 0,22; 1,05 и 8,70

Принимая, что 1 мг О₂ эквивалентен 3,5 кал и 0,37 мг С (Винберг и др., 1960) и что количество С в органическом веществе составляет 50% (Дацко, 1959; Сорокин и др., 1959), рассчитали, что первичная продукция за 120 дней составила в пруду № 5 (при глубине 0,8 м) 570 ккал/м², или 120,4 г/м² сухого органического вещества. В пруду № 4 с большей дозировкой удобрений (при средней глубине 1 м) первичная продукция составила 1717 ккал/м², или 362,6 г/м² сухого вещества.

Следуя классификации Винберга, пруд № 4 по величине первичной продукции водорослей можно отнести к эвтрофным, а пруд № 5 — к мезотрофным, что свидетельствует о стимулирующем действии удобрений на первичную продукцию, тем более что коэффициент Ф/Б в пруду № 4 выше, чем в пруду № 5 (табл. 4).

Сопоставление величины первичной продукции, образованной макрофитами, с первичной продукцией фитопланктона показало, что в пруду № 4 61% всей продукции образовано макрофитами, а 39% планктонными водорослями, а в пруду № 5 — 78 и 22% соответственно.

Сравнение эффекта воздействия удобрений на первое и конечное звенья пищевой цепи выявило прямую зависимость. В пруду № 4, куда вносили на 60% удобрений больше, общая рыбопродуктивность возросла на 53%, а по карпу на 69,5% больше, чем в менее удобряемом пруду № 5 (табл. 5).

Таблица 5

Изменение продуктивности в зависимости от дозы удобрений

Показатели продуктивности за рыбоводный сезон (90 дней)	Пруд № 5	Пруд № 4	Изменения по сравнению с прудом № 5, %
Удобрение, кг/га селитра суперфосфат	150 150	250 250	60
Первичная продукция, кг/м ² фитопланктон макрофиты	0,90 3,14 4,04	2,72 4,56 7,28	202 45,2 80,2
Рыбопродуктивность, ц/га карп толстолобик белый пестрый	4,6 1,9 0,9	7,8 2,4 1,1	69,5 26,3 22,2
Итого	7,4	11,3	52,8

Выводы

1. Развитие альгофлоры в рыбоводных прудах частично лимитируется низкими концентрациями биогенных элементов в поступающей речной воде и высокой зарастаемостью этих водоемов макрофитами (50—70% акватории).

2. Увеличить рыбопродуктивность таких заросших водоемов можно внесением минеральных удобрений.

3. Дозировку минеральных удобрений необходимо определять в зависимости от степени зарастания водоемов макрофитами.

4. Увеличение дозы удобрений на 50—70% по сравнению с рекомендованной для прудов, свободных от высшей водной растительности, позволяет повысить первичную продукцию фитопланктона сильно заросших водоемов на 200% и увеличить их рыбопродуктивность на 53%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксенова Е. И. О сравнительном аспекте использования хлорофильного метода. «Гидробиол. журн.», 1971, № 6. с. 86—90.
- Аксенова Е. И., Полтинников В. И. О расчете численности и биомассы фитопланктона при помощи электронно-вычислительных машин. Тр. ВНИРО, т. XXXIX, с. 209—226.
- Винберг Г. Г. Наблюдения над интенсивностью дыхания и фотосинтеза планктона в Косине, 1937, т. 21, с. 61—79.
- Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960, с. 1—328.
- Винберг Г. Г., Сивко Т. Н., Ковалевская Р. З. Методы определения содержания хлорофилла в планктоне, некоторые итоги их применения. Сб. «Первичная продукция морей и внутренних вод», 1961, с. 231—241.
- Винберг Г. Г., Ляхнович В. П. Удобрение прудов. М. «Пищевая пром-сть», 1965, с. 57—140.
- Винберг Г. Г. Общие особенности экологической системы оз. Дривяты. Сб. «Биологическая продуктивность эвтрофного озера». М., 1970, с. 185—196.
- Гринь В. Г. Объемно-ваговая характеристика проводящих видов в фитопланктоне Нижнего Днпра. Киев, 1963, с. 98—120.
- Гусева К. А. К методике учета фитопланктона. Тр. ин-та биол. водохр. АН СССР 1959, вып. 2 (5), с. 4—49.
- Давко В. Г. Органическое вещество в водах южных морей СССР. Изд. АН СССР, 1959, с. 87—135.
- Катанская В. М. Метод исследования высшей водной растительности «Жизнь пресных вод СССР», т. IV, ч. I, гл. 36, М.-Л., изд-во АН СССР, 1956, с. 160—182.
- Киселев И. А. Методы исследования планктона. «Жизнь пресных вод СССР», т. 41, гл. 37, М.-Л., изд-во АН СССР, 1956, с. 183—253.
- Лавровская Н. Ф. Динамика содержания хлорофилла сестона и окисляемости органического вещества в воде нагульных прудов в зависимости от разных методов внесения удобрений. «Вопросы прудового рыбоводства». Т. XVI, 1969, с. 28—46.
- Макарова И. В., Пичкилы Л. О. К некоторым вопросам методики вычисления биомассы фитопланктона. «Ботан. журн.», 1970, т. 55, № 10, с. 1488—1495.
- Сорокин Ю. И., Розанова Е. П., Соколова Г. А. Изучение первичной продукции в Горьковском водохранилище с применением C^{14} . Тр. ВГБО, т. IX, 1959, с. 45—59.
- Сретенская Н. И. Объем и веса руководящих форм прудового фитопланктона рыбного хозяйства Белорусского Полесья. ДАН БССР, 1961, т. V, № 1, с. 225—236.
- Усачев П. И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ-ва, 1961, т. 11, с. 411—416.
- Финенко З. З., Ланская А. А. Содержание пигмента в морских планктонных водорослях, «Океанология», 1968, т. 8, вып. 5, с. 839—841.
- Vallentyne, J. R. the molecular nature of organic matter in lakes and oceans, with lesser reference to sewage and terrestrial soils. J. Fish. Res. Board., Canada, 14, 1957, 1, pp. 33—82.

Influence of fertilizers on phytoplankton and primary production of water bodies grown with macrophytes

N. E. Salnikov, E. I. Aksenova,
A. P. Gurtovaya, N. H. Idrisova

SUMMARY

The experiments were made in two rearing ponds with the area of 15 ha each. They were grown by 50—70% with macrophytes and stocked with one-summer-old carp, silver carp and bighead. Saltpetre and superphosphate were equally introduced into one pond at the rate of 50 kg/ha and the second pond was fertilized by 50—70% more.

The limiting factors of the development of algae in ponds are low concentrations of mineral forms of biogenic elements in supplying water and a high rate of growth of macrophytes. The effect of introduction of mineral fertilizers on the biogenic regime, algal flora and primary production in rearing ponds is dependent upon the growth rate of macrophytes. The increase in the recommended dose of fertilizers introduced into ponds which are free from macrophytes by 50—70% will boost the primary production of phytoplankton by 200% and thus the fish production by 53%.

УДК 551.482.243.4:591.524.12(262.81)

О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СТОКА ВОЛГИ НА ЕЖЕГОДНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОМАССЫ ЗООПЛАНКТОНА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Н. А. Тимофеев

Неоднократно указывалось, что сток Волги значительно влияет на количественное развитие зоопланктона Северного Каспия (Чугунов, 1923; Лесников, Матвеева, 1959; Кун, 1965; Курашова, 1971). Были сделаны попытки дать количественные оценки связей изменения биомассы зоопланктона с некоторыми элементами стока Волги — с величиной максимального уровня половодья ($r=0,64$), со стоком минерального растворенного фосфора ($r=0,71$) и азота ($r=0,67$), со стоком органических соединений азота ($r=0,72$) и фосфора ($r=0,44$) (Лесников, Матвеева, 1959; Курашова, 1971; «Биологическая продуктивность Каспийского моря», 1974). М. С. Кун (1965) на основе графического анализа сделала вывод о том, что ранневесенний сток Волги (в марте) положительно влияет на количественное развитие зоопланктона в июне и что отмеченная Лесниковым и Матвеевой отрицательная связь со стоком Волги в половодье в период с 1955 по 1961 г. не подтвердилась, но если «по отдельным годам здесь наблюдается скорее обратная зависимость, то общая тенденция к уменьшению биомассы (зоопланктона) в связи с уменьшением стока от 1955 к 1961 г. отмечена...».

Из приведенных суждений, по нашему мнению, вытекают следующие заключения.

1. Количественных характеристик влияния тех или иных элементов стока Волги на биомассу зоопланктона Северного Каспия слишком мало, чтобы составить полное представление о том, какой из них (или группа) является ведущим (определяющим, основным) в этом плане.

2. Приводимые связи могут не отражать действительных явлений (влияния), так как, с одной стороны, большинство из приводимых численных характеристик близки по величине, а с другой стороны, многие элементы стока (паводка) взаимосвязаны и говорить о преимущественном влиянии какого-либо из них без рассмотрения всего комплекса этих элементов, трудно. Это не просто и при комплексном рассмотрении, но в этом случае можно выделить (с количественной стороны) какой-то элемент стока как наиболее эффективный параметр, характеризующий изменение биомассы зоопланктона.

3. Необходимо отдельно рассматривать ежегодные и многолетние изменения биомассы зоопланктона и факторов, их определяющих, так как коэффициент корреляции и сопутствующие ему параметрические оценки не могут быть объективными для ограниченных временных рядов и, тем более — для рядов с резко выраженными однонаправленными отклонениями за короткий период времени.

Была сделана попытка, во-первых, выделить влияние различных элементов стока Волги на ежегодные изменения биомассы зоопланктона Северного Каспия, и, во-вторых, рассмотреть это влияние в комплексном виде. Поскольку выделить ежегодные изменения строгими математическими методами при пропусках в рядах наблюдений трудно, сопоставляли ряды изменений биомассы зоопланктона и элементов стока Волги в тенденциях отклонений каждого данного года от предыдущего, а тесноту связи сравниваемых характеристик выражали числом вероятности совпадения или несовпадения этих тенденций (таблица).

Комплексность рассмотрения влияния элементов стока на изменение биомассы зоопланктона была достигнута матричной формой записи величин вероятностей, характеризующих однонаправленность или разнонаправленность влияния того или иного элемента стока на ежегодные изменения биомассы зоопланктона. Количественные изменения зоопланктона характеризовались изменением его средней биомассы в июне и августе, на западе, востоке и в среднем по Северному Каспию.

Матричная форма записи величин вероятности позволила получить и некоторые статистические характеристики, полезные именно при комплексном рассмотрении влияния различных элементов стока Волги на изменения биомассы зоопланктона Северного Каспия. Например, подсчитанные по вертикали средние абсолютные величины вероятностей могут говорить о степени влияния того или иного элемента стока Волги на изменения всей группы характеристик зоопланктона. Количество случаев связей с положительным и отрицательным знаками ($n+$ и $n-$), суммы вероятностей $P+$ и $P-$ позволяет судить о преобладании положительного или отрицательного влияния того или иного элемента стока, а отношение сумм положительных и отрицательных вероятностей — о степени этого преобладания.

Те же величины, подсчитанные по горизонталям, характеризуют степень и направленность влияния всех рассматриваемых элементов стока Волги на конкретную характеристику зоопланктона.

Все исходные данные и сведения относительно количественных изменений зоопланктона Северного Каспия и их причин взяты из работ Чугунова (1923), Лесникова, Матвеевой (1959), Кун (1967), Курашовой (1971).

Большое количество числовых характеристик связей позволило группировать их по тем или иным признакам. Лучший результат, как видно из таблицы, дала территориальная и сезонная группировка. Этот факт говорит о том, что в большинстве случаев ежегодные изменения основных элементов стока Волги вызывают однонаправленные изменения основных групп зоопланктона Северного Каспия; ранее было установлено, что это же происходит и с многолетними изменениями (Тимофеев, 1972).

Из таблицы видно, что лишь в очень немногих случаях вероятности совпадения или несовпадения тенденций достигает 80%. Тем не менее почти для каждой характеристики зоопланктона можно подобрать параметр стока, на 70—80% определяющий ее ежегодные изменения (см. таблицу). Так, изменение биомассы копепоид на западе в июне в 78% случаев связано отрицательно с ранним началом половодья и положительно — со скоростью спада паводковой волны, кладоцер — в 78% случаев — со скоростью подъема паводковой волны и т. д. Подробнее конкретные связи рассматривать, видимо, не стоит, так как в таблице все они охарактеризованы. Прокомментируем действие каждого параметра стока на все группы зоопланктона. Наибольший интерес при этом представляет ранжирование параметров стока по их действию на зоопланктон.

Район	Зоопланктон	№ п/п	Сток Вол							
			в марте	за год	величина	начало	конец	продолжи- тельность	пик	
									величина	дата
			1	2	2	4	5	6	7	8
Северный Каспий	Июнь									
	Копеподы	1	-61	-65	-70	-65			-61	50
	Кладоцеры	2	-65	-56	50	-57			50	-72
	Коловратки	3	-56	50	50	50			50	50
	Всего	4	-65	50	50	+56			50	-66
	Копеподы	5	+55	-70	-74	-64			-69	50
	Кладоцеры	6	-74	-59	-64	-55			-56	-56
	Коловратки	7	+55	-59	-64	-59			-64	-59
	Всего	8	-55	-70	-75	50			-74	50
	Копеподы	9	50	-65	-70	-70			-70	50
	Кладоцеры	10	-61	50	50	-57			+56	-65
	Коловратки	11	-70	50	+57	50			+57	-65
	Всего	12	50	+57	50	50			50	-57
Северный Каспий	Август									
	Копеподы	13	+64	-64	-75	-60	-70	-74	-56	-67
	Кладоцеры	14	+64	-55	-55	50	-70	-55	-55	+56
	Коловратки	15	+59	50	-65	+55	-67	+56	-70	-55
	Всего	16	+80	50	-60	+60	-64	50	50	50
	Копеподы	17	-56	-67	-56	-61	50	-60	-67	50
	Кладоцеры	18	-61	-56	+55	50	50	+55	-67	50
	Коловратки	19	+56	-72	-72	-56	50	-61	-72	+56
	Всего	20	-56	-61	+56	-56	+61	+56	-67	-60
	Копеподы	21	+60	-68	-65	-64	-64	-77	-64	-56
	Кладоцеры	22	+55	+55	50	+55	-61	+56	-56	-56
	Коловратки	23	50	50	-64	-59	-56	-55	+55	-64
	Всего	24	+59	-60	-60	-64	-70	-64	+55	-60
	$ \bar{P} _{1-24}$	25	59,9	58,7	60,7	57,2	61,1	59,9	60,0	56,8
	n+	26	10	2	3	4	1	4	4	2
	n-	27	11	15	15	13	8	7	15	14
	$\Sigma P+$	28	607	112	168	226	61	223	223	112
	$\bar{P}+$	29	60,7	56,0	56,0	56,6	61,0	55,8	55,8	56,0
	$\Sigma P-$	30	680	947	989	847	522	446	968	851
	$\bar{P}-$	31	61,8	63,1	65,9	65,2	65,2	63,8	64,5	60,8
	$\Sigma P \pm / \Sigma P \pm$	32	-1,1	-8,4	-5,9	-3,7	-8,6	-2,0	-4,3	-7,6

поводье														
подъем		спад		продолжи- тельность залива- ния 50%	сток									
сутки	см/сутки	сутки	см/сутки		P-PO ₄	взвешен- ных ве- ществ	$\bar{P}$	n+	n-	ΣP^+	$\bar{P}^+$	ΣP^-	$\bar{P}^-$	$\Sigma P^{\pm}/\Sigma P^{\mp}$
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
50	-56	-65	+78	-67	50	-57	61,2	1	9	78	78,0	567	63,0	-7,3
50	-70	50	-56	-56	+60	-67	57,6	1	8	60	60,0	489	61,1	-8,2
50	+56	+56	50	50	-60	+56	52,6	3	2	168	56,0	116	58,0	+1,4
+70	-61	+57	50	-56	+56	+61	57,5	5	4	300	60,0	248	62,0	-1,2
-55	-65	-65	+76	+60	-55	-77	64,2	3	9	191	63,6	594	66,0	-3,1
50	-59	-60	-55	50	50	-70	58,3	0	10	0	0	608	60,8	-∞
+55	-74	-64	+73	-64	+55	-76	63,2	4	9	238	58,5	583	64,8	-2,4
-55	-64	-64	+72	-74	+55	-70	63,7	2	9	127	63,5	601	66,6	-4,7
50	-64	-64	+74	-70	50	-72	63,0	1	8	74	74,0	545	68,1	-7,4
50	-65	50	-56	-66	50	-62	56,8	1	7	56	56,0	432	61,7	-7,7
+56	50	+56	-55	-56	50	50	55,5	4	4	226	56,5	246	61,5	-1,1
+62	-61	+56	50	50	50	-56	53,8	3	3	175	58,3	174	58,0	1,0
+56	-55	-73	+64	-70	-59	-71	64,7	3	12	184	61,3	787	65,6	-4,3
+56	+56	-61	-56	-60	+55	50	56,9	5	8	287	57,4	466	58,2	-1,6
+55	-64	50	-55	-60	-70	-58	59,3	3	10	169	56,3	620	62,0	-3,7
+60	50	-56	50	-57	-60	50	56,5	3	5	200	66,7	297	59,4	-1,5
-56	-56	-61	-61	-61	-72	-61	59,7	0	13	0	0	795	61,2	-∞
50	-56	+56	-73	50	-56	+61	57,1	4	6	227	56,8	379	63,2	-1,7
-67	50	-61	-56	-67	-78	-78	63,5	2	11	112	56,0	740	67,3	-6,6
50	-56	+56	-67	50	-61	50	57,5	4	8	229	57,2	484	60,5	-2,1
+56	-65	-78	+65	-67	+60	-71	65,0	4	11	241	60,2	734	66,7	-3,0
+68	-55	-60	-57	50	+55	+57	56,4	7	6	401	57,3	345	57,5	+1,2
+68	-78	-67	50	-55	50	-60	58,8	2	9	123	61,5	559	62,1	-4,5
+59	-64	-82	+68	-64	+65	-70	64,3	5	10	306	61,2	658	65,8	-2,2
56,4	60,4	61,0	61,1	59,5	58,0	62,5								
12	2	6	8	1	8	4								
4	19	15	11	17	9	16								
721	112	337	570	60	461	235								
60,1	56,0	56,2	71,2	60,0	57,6	58,8								
233	1188	976	647	1070	582	1067								
58,2	62,5	65,1	58,8	62,9	64,6	66,6								
+3,1	-10,6	-2,9	-1,1	-17,8	-1,3	-4,5								

Анализируя численные характеристики связей, мы имели в виду, что сток Волги может влиять на количественное развитие зоопланктона Северного Каспия в основном через вынос в море волжского детрита и живого фитопланктона, через влияние на количественное развитие фитопланктона Северного Каспия и через скорость потока волжских вод. Понятно, что чем интенсивнее развивается половодье, т. е. чем больше скорость подъема и спада паводковой волны, тем быстрее и в большем количестве волжские воды выносятся в Средний Каспий, что лишает акваторию Северного Каспия (особенно его восточную часть) их положительного влияния.

Из таблицы следует, что увеличение стока в марте почти во всех случаях вызывает уменьшение биомассы зоопланктона в июне, а на востоке и в августе и увеличение ее на западе в августе. Таким образом, вывод Кун (1965) о положительном влиянии увеличения стока Волги в марте на биомассу зоопланктона в июне не подтверждается. Различие действия этого фактора в июне и августе проявляется настолько четко, что не может быть случайным. Однако обосновать его мы пока не можем. Тем не менее, величины вероятностей позволяют говорить о возможности по величине мартовского стока Волги предсказывать тенденции изменения биомассы зоопланктона в августе в западной части моря или в целом по Северному Каспию.

Характеристики связей ежегодных изменений биомассы зоопланктона с величиной паводка Волги показывают, что вывод Лесникова и Матвеевой (1959) об отрицательном влиянии увеличения стока Волги в половодье на количественное развитие зоопланктона во всех случаях подтверждается только для копепоид, а для других групп — на востоке в июне и в большинстве случаев в августе. Изменения биомассы кладоцер, коловраток и суммарной биомассы бентоса в июне на западе и по Северному Каспию в целом не связаны с величиной паводка Волги. В то же время из концепции Лесникова и Матвеевой следует, что при увеличении паводка биомасса зоопланктона уменьшается в основном из-за размывания продуктивной зоны усиливающимся потоком волжских вод и выносом зоопланктона в Средний Каспий. Понятно, что этот эффект не закономерен для восточной части моря, где прямой поток волжских вод почти отсутствует, и августовского планктона, развивающегося вне прямого влияния паводковых вод. Наши же расчеты показали, по существу, обратную картину, т. е. отсутствие влияния величины волжского паводка в июне на западе (за исключением копепоид) и отрицательные связи в июне на востоке и в августе — по всему району.

Не подтвердилось и мнение Кун (1965) о том, что увеличение стока в половодье положительно влияет на количественное развитие зоопланктона. Отсутствие связей в июне на западе можно, видимо, объяснить нейтрализующим действием положительных и отрицательных черт половодья. Отрицательные же связи на востоке в июне и по всему району в августе можно объяснить только тем, что положительное влияние паводка Волги в этом случае невелико и перекрывается действием других факторов.

Начало паводка Волги, как показывают величины вероятностей (положительными считались отклонения в сторону более раннего паводка), в большинстве случаев не оказывает значительного влияния на ежегодные изменения биомасс зоопланктона. Со времени же окончания половодья (естественно, что влияние его может сказываться на биомассе зоопланктона только в августе) связь между этими изменениями на западе оказалась отрицательной. На востоке эта связь не проявляется. Связь (отрицательная) изменения биомасс зоопланктона с величиной пика половодья наиболее четкой оказалась как раз на востоке. Время

наступления максимальных уровней половодья, очевидно, не играет существенной роли в развитии зоопланктона, но преобладает отрицательное влияние раннего пика.

Как и предполагалось, длительность подъема воды в половодье и меньшая его скорость положительно влияют на количественное развитие зоопланктона. Влияние спада здесь во многих случаях обратное.

Сколько-нибудь заметной положительной связи количественного развития зоопланктона со стоком минерального фосфора в ежегодном аспекте обнаружено не было. Довольно четко проявляются отрицательные связи между развитием зоопланктона и стоком взвешенных веществ. Очевидно, роль органического вещества, выносимого волжскими водами в половодье со взвесями, в питании зоопланктона невелика по сравнению с фитопланктоном Северного Каспия.

Ранжирование элементов паводка по их абсолютному влиянию на все рассматриваемые группы зоопланктона (по средним абсолютным величинам вероятностей) позволило поставить на первые места сток взвешенных веществ, конец половодья, интенсивность спада и подъема паводковой волны и величину стока Волги в половодье (гр. 25); по положительному влиянию — скорость спада половодья и продолжительность подъема воды (гр. 29); по отрицательному влиянию — сток взвешенных веществ, величину половодья, конец половодья и продолжительность спада паводковой волны (гр. 31). По преобладанию отрицательного влияния, как и предполагалось, первое место занимает скорость подъема паводковой волны (гр. 27, 32).

Оценка совокупного действия всех рассматриваемых элементов паводка на отдельные группы зоопланктона (гр. 16—23) показала также преобладание отрицательного влияния (гр. 17, 18, 23). В наибольшей мере комплексному воздействию стока Волги (по абсолютной величине) подвержены копеподы на западе в августе, на востоке в июне, коловратки на востоке в июне и августе. Все или почти все элементы паводка отрицательно влияют на изменение биомасс: на востоке — кладоцер в июне и копепод в августе; на западе и по Северному Каспию в целом — копепод и кладоцер в июне. В наибольшей степени этому влиянию подвержены копеподы Северного Каспия в июне и августе (гр. 22).

Выводы

1. Сопоставление тенденций ежегодных изменений биомасс зоопланктона Северного Каспия и различных элементов стока Волги в половодье позволило получить эффективные числовые оценки связей этих изменений, дающих возможность предсказывать тенденцию изменения биомассы какой-либо группы или вида зоопланктона в отдельных районах или по всему Северному Каспию в июне и августе.

2. Матричная форма записи величин вероятностей, характеризующих процент совпадения или несовпадения тенденций, позволила выполнить ранжирование элементов стока по величине их абсолютного, положительного и отрицательного влияния на изменение биомасс всего комплекса рассматриваемых видов и групп зоопланктона, а также ранжирование видов и групп зоопланктона по величине воздействия на них всех рассматриваемых элементов стока Волги.

3. В значительном большинстве случаев связи ежегодных изменений биомасс зоопланктона Северного Каспия и различных элементов стока Волги оказались отрицательными.

4. Наиболее четко выраженное отрицательное влияние на изменение биомасс зоопланктона Северного Каспия оказывает увеличение скорости подъема паводковой волны.

5. В наибольшей степени отрицательному влиянию паводка Волги подвержены копеподы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Кун М. С. Планктон Каспийского моря в условиях зарегулирования стока Волги. В кн. «Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия» М., «Наука», 1965, с. 54—98.

Курашова Е. К. Состояние зоопланктона Северного Каспия за период с 1962 по 1967 г. Труды КаспНИРХ, 1971, т. 26, с. 83—99.

Лесников Л. А., Р. П. Матвеева. О характере влияния волжского стока на зоопланктон Северного Каспия. Труды ВНИРО, 1959, т. 38, вып. 1, с. 161—203.

Тимофеев Н. А. О влиянии абиотических условий на зоопланктон Северного Каспия. Труды ВНИРО, 1972, т. 87, с. 51—58.

Чугунов Н. Л. Опыт количественного исследования продуктивности донной фауны в Северном Каспии и типичных водоемах дельты Волги. Труды Астраханской ихтиологической лаборатории, 1923, т. 5, вып. 1, с. 4—36.

On some results of investigations of the influence of the Volga runoff on annual fluctuations in the biomass of zooplankton from the North Caspian Sea

N. A. Timofeev

SUMMARY

The comparison of trends showing annual fluctuations in the biomass of zooplankton from the North Caspian Sea and elements of the Volga runoff in high water has resulted in effective evaluation of the relationship between the fluctuations which makes it possible to predict trends in fluctuations in a group or species of zooplankton in certain areas or all over the North Caspian Sea in June and August.

The matrix form of registration of probability values which characterize the percentage of agreement or disagreement among trends allows for ranging elements of the Volga runoff according to the values of the their absolute, positive or negative effects on fluctuations in the biomass of the whole complex of the species and groups of zooplankton under consideration as well as for ranging species and groups of zooplankton according to the extent of influence inflicted by all elements of the Volga runoff. In most cases the relationships of annual fluctuations in the biomass of zooplankton and runoff elements have been found to be negative. The most distinct negative effect on changes in the biomass of zooplankton of the North Caspian Sea inflicts acceleration of the speed of rise of the flood wave and copepods are most drastically affected by the Volga flood.

УДК 591.524.12

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЗООПЛАНКТОНЕ ТИЛИГУЛЬСКОГО ЛИМАНА

Н. Е. Сальников, Н. И. Стахорская

Длина Тилигульского лимана в настоящее время около 75 км, площадь 16 000 га, максимальные глубины 21—23 м (район Исаево — Тишкэвка), преобладают глубины 4—10 м. Грунты в вершине и побережье представлены серыми илами, в низовье илисто-песчаные с ракушей. Наиболее глубокие участки заняты черными илами. Ширина пересыпи, отделяющей лиман от Черного моря, — 5—6 км; лиман с морем соединяется каналом, однако он функционирует периодически: или во время паводков, или если его расчистить, так как он быстро заносится песком.

Соленость Тилигульского лимана изменялась в пределах от 40‰ (Шманкевич, 1973) до 4—7‰ (Загоровский, 1927; Бурксер, 1928; Борисенко, 1938; Кротов, 1948; Розенгургт, Бесфамильная, Людвинский, 1965).

В пятидесятые годы началось осолонение лимана. В 1963—1967 гг. в его вершине (северная часть) соленость была 4—6‰, а в низовье (южная часть) — 12—13‰ (Стахорская, 1970). В 1974 г., по нашим наблюдениям, во всем лимане соленость достигала уже 13—15‰.

Температура воздуха в районе лимана бывает положительной в течение 9—12 мес. Максимальная температура воды отмечается в июле — августе (24—26°C), минимальная — в январе — марте. В это время возможен ледостав в течение 2—2,5 мес. Толщина ледового покрова может достигать 0,4—1 м. Температурная стратификация бывает очень кратковременной в начале лета на максимальных глубинах, затем по вертикали устанавливается гомотермия. При рано и быстро устанавливаемом ледоставе в январе на глубинах 10—12 м температура остается положительной (2—4°). При отсутствии ледостава или при его образовании в конце зимы температура воды бывает одинаковой от дна до поверхности (минус 0,5—1,5°).

Застойные явления в лимане отмечаются только на максимальных глубинах с черными илами, особенно зимой при длительном ледоставе, иногда возникают заморные явления, которые могут еще усугубляться во время осолонения, вызванного поступлением морской воды (Розенгургт, Бесфамильная, Людвинский, 1965).

В лиманах, в частности Тилигульском, биогенные элементы накапливаются зимой с максимумом в начале весны и полностью расходуются летом. Весной 1963—1967 гг. основные биогенные элементы распределялись следующим образом: нитраты до 1,33 мг/л, кремний до 0,2 мг/л, фосфаты — следы. При поступлении биогенов с материковыми и бытовыми стоками эти показатели увеличиваются. Содержание растворенного органического вещества достигает 0,5—3,4 мг O₂/л, увеличиваясь от весны к осени.

Таким образом, содержание биогенных элементов в Тилигульском лимане невелико в отличие от других лиманов, например Хаджибейского, где в избытке имеются фосфаты, кремний, нитраты и обнаруживается аммиак.

Тилигульский лиман подвержен воздействию морских вод. Примыкающий к лиману участок моря характеризуется плотными песчаными и каменистыми грунтами. Летом и осенью прибрежная полоса моря опреснена. В июне 1974 г. в этом районе отмечена соленость 14—15‰, в начале августа на поверхности — 12—13‰, на глубине 10 м — до 16‰; в октябре на поверхности — 12‰, у дна — 15—16‰.

Цель предлагаемого исследования — показать влияние осолонения Тилигульского лимана, вызванного зарегулированием стока рек на качественный и количественный состав зоопланктона и условия нагула рыб планктофагов.

Зоопланктон собран сетью Апштейна диаметром входного отверстия 20 см из газа № 50 путем вертикальных тотальных ловов. В вершине лимана сделаны три станции по продольной оси лимана, начиная с расширенной части лимана ниже села Калиновки и до Кошар-Коблево сделано четыре разреза перпендикулярно продольной оси лимана по три станции на каждом разрезе. Сборы зоопланктона произведены в августе, сентябре и октябре на всей исследуемой акватории, а в конце июля — в вершине и средней части.

В приустьевой части моря сделано два разреза по четыре станции на каждом; начиная от 500 до 2000 м от берега через каждые 500 м отбирались пробы. Всего собрано и обработано 45 проб зоопланктона из Тилигульского лимана и 8 проб из приустьевого района моря (октябрь).

Сбор, фиксация и количественная обработка зоопланктона проводились по общепринятой методике. Биомасса вычислена по средним весам организмов, приводимых в работах Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1954) и Т. С. Петипа (1957).

Характеристика зоопланктона

В списке за 1974 г. приводится 38 форм зоопланктона (табл. 1). В лимане в период исследований преобладают личиночные стадии полихет, баянусов, моллюсков, значительна также роль коловраток в вершине и средней части лимана. Из копепод преобладают акарция и гарпактициды (последние в вершине и средней части, акарция в средней части). В верхней части лимана отмечены в значительных количествах мизиды *Mesopodopsis slabberi* (табл. 2, 3) и медузы *Blackfordia virginica* (до 14 000 экз/м³).

Основу зоопланктона Тилигульского лимана составляют гетеротопные формы (организмы, имеющие донную и планктонную фазы развития), мезопланктонные (личинки донных животных), нектобентические — гарпактициды, мизиды, кумацен, остракода, гамморида и др. Биомасса мизид может достигать 600 мг/м³ (табл. 3).

В зоопланктоне Тилигульского лимана имеются морские формы — акарция, мизиды, гарпактициды и личинки донных организмов; солоноватоводные и пресноводные, выносящие повышенную соленость — каланиппеда, эвритемора, циклопы, коловратки *Brachionus plicatilis*, *Brachionus quadridentatus*. Такая генетическая неоднородность зоопланктона вообще характерна для всех лиманов (Стахорская, 1962, 1969).

Список организмов, обнаруженных в планктоне Тилигульского лимана

Вид	1963— —1967 гг.	1974 г.		
		август	октябрь	октябрь (приустьев- ный район моря)
1. Noctiluca miliaris	—	—	—	×
2. Favella ehrenbergi	—	—	—	×
3. Tintinnopsis kofoidi	×	—	—	—
4. Tintinnopsis sp.	—	×	×	—
5. Blackfordia virginica	—	×	×	—
6. Coryne tubulosa	×	—	—	—
7. Oligochaeta, planaria	—	—	×	—
8. Brachionus quadridentatus	×	—	×	—
9. Brachionus plicatilis	×	×	—	—
10. Synchaeta baltica	×	×	—	×
11. Synchaeta vorax	×	×	—	×
12. Synchaeta grimpei	—	—	—	×
13. Synchaeta sp.	—	—	×	—
14. Notholca sp.	—	—	×	—
15. Membranipora cyphonautas	—	—	×	—
16. Polychaeta, larvae	×	×	×	×
17. Pleopsis polyphenoides	×	—	×	×
18. Penilia avirostris	—	—	—	×
19. Balanus improvisus, larvae	×	×	×	×
20. Ostracoda sp. sp.	—	×	×	—
21. Oithona minuta	—	—	—	×
22. Halicyclops rotundipes	×	—	×	—
23. Cyclopina gracilis	×	—	×	—
24. Canuella perplexa	×	×	×	×
25. Cyclops sp.	×	×	×	—
26. Ectinosoma melaniceps	×	×	×	—
27. Microarthridion littorale	×	—	×	—
28. Nitocra lacustris	×	—	×	—
29. Mesochra pygmaea	×	×	—	—
30. Ameira parvula	×	—	×	×
31. Laophonte setosa	×	×	—	—
32. Amphiascopsiscinctus	×	—	×	—
33. Calanipeda aquae-dulcis	×	×	—	—
34. Eurytemora affinis	—	×	—	—
35. Acartia clausi	×	×	×	×
36. Centropages krøjeri	×	×	—	—
37. Mesopodopsis slabberi	×	×	—	—
38. Decapoda, larvae	×	×	—	—
39. Copepoda parasitica	×	×	—	—
40. Gastropoda, larvae	×	×	×	×
41. Bivalvia, larvae	×	×	×	×
42. Gammaridae juv.	×	×	×	—
43. Iphinoe maeotica	×	—	×	×
44. Oicopleura dioica	×	—	—	×
45. Pisces, larvae	×	×	—	—

Численность и биомасса (в экз. м³) зоопланктона в 1974 г.

Вид	Тилигульский лиман		Вид	Участок моря, прилегающий к лиману	
	вершина	средняя часть		Р I	Р II
	Июль			Октябрь	
Гидромедузы	Много	Много	Ноктилюка	720	945
		30		36,0	47,2
Коловратки	—	0	Тинтинны	30	10
				0	0
Личинки баян- сов	600	4420	Синхеты	310	290
	10,2	88,7		0,7	1,0
Циклопы	40	—	Личинки поли- хет	5080	4210
	0,5			50,8	42,0
Гарпактициды	910	520	Плеопсис	135	840
	9,1	5,2		1,1	8,0
Гетерокопс	360	—	Пенилия	35	255
	11,5			1,1	9,0
Акация	270	—	Личинки бая- нусов	565	1100
	3,7			1,1	2,2
Науплиусы весло- ногих	125	2940	Ойтона	710	1155
	0,1	1,5		2,0	3,7
Мизиды	290	—	Акация	1790	4690
	150,0			17,7	81,3
Кумацен	—	10	Личинки брю- хоногих	45	140
		7,0		0,5	1,4
Личинки декапод	10	—	Личинки дву- створчатых	135	260
	7,5			0,7	1,3
			Ойкоплеура	10	140
				0,1	1,4
			Личинки рыб	—	30
Всего	2885	9140	Всего	9565	14065
	188,5	114,6		111,8	198,5

Среднее для вершины и центральной части — $\frac{6012}{152,5}$

Среднее по участку моря, прилегающему к лиману — $\frac{11815}{155,1}$

Состав зоопланктона почти не изменился с 1963—1967 по 1974 г., новой формой является только медуза *Blackfordia virginica*. Изменилось несколько количественное соотношение видов и распределение их на акватории лимана. Так, пресноводная коловратка *B. quadrideutatus* в 1963—1967 гг. распространялась ниже села Калиновки, а в 1974 г.

Численность и биомасса (в $\frac{\text{экз.}}{\text{мг}}$ м^3) зоопланктона в Тилигульском лимане
(данные за 1974 г.)

Вид	Вершина		Средняя часть		Низовье
	Р I	Р II	Р III	Р IV	Р V
Август					
Тинтинны	<u>8820</u> 8,8	—	<u>3190</u> 3,2	<u>45</u> 0	—
Гидромедузы	<u>480</u>	<u>5150</u>	<u>640</u>	<u>240</u>	<u>250</u>
Синхеты	<u>730</u> 1,7	<u>700</u> 1,6	<u>15</u> 0	<u>60</u> 0	—
Брахиионус	<u>42140</u> 42,0	<u>8070</u> 7,5	<u>49300</u> 44,6	<u>580</u> 0,8	<u>180</u> 0
Личинки полихет	<u>2920</u> 29,2	<u>1250</u> 12,5	<u>1350</u> 13,5	<u>2170</u> 21,7	<u>120</u> 1,2
балабусов	<u>830</u> 1,6	<u>2000</u> 4,0	<u>750</u> 1,5	<u>40</u> 0	<u>330</u> 0,7
Каланипеда	<u>4000</u> 2,5	<u>400</u> 0,3	<u>10</u> 0	<u>700</u> 3,0	<u>1440</u> 1,0
Эвритемора	<u>1200</u> 6,1	<u>130</u> 0,7	<u>5</u> 0,1	<u>40</u> 0,5	—
Акация	<u>1320</u> 6,3	<u>2100</u> 7,0	<u>11400</u> 10,0	<u>15000</u> 45,0	<u>4130</u> 4,0
Гарпактициды	<u>510</u> 5,1	<u>3100</u> 8,2	<u>3650</u> 2,2	<u>40</u> 0	<u>1550</u> 1,0
Центропагес	—	—	—	<u>120</u> 0,1	—
Остракода	<u>800</u> 4,0	—	—	—	—
Мизиды	<u>400</u> 200,0	—	—	—	—
Личинки брюхоногих	<u>14100</u> 141,0	<u>1400</u> 14,0	<u>450</u> 4,5	<u>75</u> 0,8	<u>50</u> 0,5
двустворчатых	<u>3500</u> 18,0	<u>5300</u> 26,5	<u>7600</u> 38,0	<u>6500</u> 32,5	<u>1100</u> 5,5
Всего	<u>91750</u> 466,3	<u>29600</u> 82,3	<u>78360</u> 97,6	<u>24160</u> 103,4	<u>9150</u> 14,0

Вид	Вершина		Средняя часть		Низовье
	Р I	Р II	Р III	Р IV	Р V
Октябрь					
Гидромедузы	160	65	10	140	—
Личинки мшанок	—	80	—	—	—
Браххионусы	5210	—	—	—	—
	11,0				
Синхеты	—	110	—	—	—
		0,2			
Планарии	1400	—	—	—	—
	1,4				
Олигохеты	170	—	—	—	—
	1,7				
Личинки полихет	1660	3250	1440	830	8250
	16,3	32,1	14,4	8,2	81,0
Плеопсис	20	—	—	—	—
	0				
Личинки баянусов	9730	120	4440	350	5900
	29,2	2,4	78,0	7,0	146,8
Циклопы	80	10	—	—	—
	0,3	0,2			
Личинки брюхоногих	70	100	60	30	600
	0,7	1,0	0,6	0,3	6,0
двухстворчатых	70	170	1820	350	1050
	0,3	0,9	9,0	2,0	5,0
Всего	21800	4025	8690	1880	19850
	65,7	37,0	104,0	18,0	279,3

Среднее по лиману: за август — $\frac{46604}{152,6}$, за октябрь — $\frac{11245}{101,0}$

район ее обитания значительно сузился (Гуляево-Сахарово). Наоборот рачок акарция, который в 1963—1967 гг. встречался только в нижней части лимана, распространился теперь по всему лиману, что является положительным моментом, так как он наряду с гарпактицидами составляет основу копеподного планктона. В предыдущие годы копеподы в лимане были развиты очень слабо (калянипеда, эвритемора, циклопы и в нижней части акарция). По всему лиману также распространились кардиум, синдесмия и полихеты, баянусы, чего не наблюдалось в предыдущие годы.

Наиболее высокая биомасса зоопланктона наблюдается в верхней и средней частях лимана (см. табл. 2, 3). В 1963—1967 гг. биомасса зоопланктона в мае—июне достигала 200—250 мг/м³, численность — 106 600 экз/м³ (в основном за счет коловраток и личинок донных жи-

вотных), в августе 1974 г. средняя биомасса по лиману достигала 150 мг/м^3 , численность $45\,590 \text{ экз/м}^3$, т. е. была несколько ниже, чем в 1963—1967 гг. (см. табл. 2, 3).

Зоопланктон в приустьевом районе моря на участке, примыкающем к Тилигульскому лиману, собран в октябре 1974 г. Зоопланктон представлен морскими формами тепловодного комплекса, что характерно для верхнего прогретого слоя воды и прибрежной полосы летом. Подобный состав зоопланктона отмечен в прибрежной зоне между Тилигульским лиманом и Одессой. Общими формами для моря и Тилигульского лимана являются личинки моллюсков, полихет, баянусов, коловратки, синхеты, акарции. Средняя биомасса зоопланктона в приустьевом районе — 155 мг/м^3 , т. е. почти в два раза больше, чем в Тилигульском лимане в это же время (см. табл. 2 и 3).

Зоопланктон Тилигульского лимана как кормовая база рыб

Для лиманов характерен одновершинный (весенне-летний) или двухвершинный (весенний и осенний) максимумы развития зоопланктона. По материалам 1974 г., в Тилигульском лимане отмечается нарастание биомассы зоопланктона от июля к августу и затем ее снижение к октябрю (см. табл. 2 и 3).

Молодь рыб, обитающих в лиманах (бычки, камбала-гlossa) или заходящих в лиман для нагула (кефали), питается зоопланктоном в период его весеннего развития. Переход молоди рыб на питание донными организмами совпадает с минимальным количеством зоопланктона (Стахорская, 1970).

Из взрослых рыб зоопланктон в солончатых лиманах потребляет тюлька (круглогодично) и ферина (сезонно). Таким образом, основным потребителем зоопланктона является молодь промысловых рыб.

Личинки рыб могут потреблять только микрозоопланктон: науплиусов, коловраток, личинок донных животных, молодь — мезопланктон: копепоид, ветвистоусых. Минимально доступными концентрациями зоопланктона для молоди являются $45\text{—}60 \text{ экз./л}$, оптимальными — $750\text{—}1000 \text{ экз./л}$ (Ивлев, 1961; Панов, Сорокин, 1967). Летом 1974 г. в среднем численность зоопланктона Тилигульского лимана находилась на уровне низкой пороговой концентрации (см. табл. 2, 3). В. С. Ивлев приводит средние величины концентрации зоопланктона для Черного моря ($7\text{—}25 \text{ экз./л}$) и указывает на роль неравномерного распределения зоопланктона в питании молоди рыб. На некоторых станциях (см. табл. 3) количество зоопланктона достигало 150 экз./л , что значительно превышает пороговую концентрацию.

Суточная ритмика питания молоди зависит от суточных вертикальных перемещений акарции, гарпантицид, мизид, корофиид, гаммарид; перед заходом солнца и ночью количество этих организмов в толще воды может увеличиваться более чем в 100 раз (Стахорская, 1970); Когда осенью численность зоопланктона снижается, планктофаги, например тюлька, потребляют нектобентические организмы — гарпантициды, мизиды, гаммариды, личинки тендипедид (Кукурадзе, Стахорская, 1975).

Выводы

1. Положительным в формировании зоопланктона лимана является увеличение роли копепоид.
2. Состояние кормовой базы (зоопланктона) для молоди рыб в лимане удовлетворительно. Планктоноядные рыбы осенью при уменьшении биомассы зоопланктона переходят на питание нектобентосом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Борисенко А. Рационально использовать Тилигульский лиман. «Рыбное хозяйство», 1938, № 12, с. 29—31.
- Бурксер Е. С. Солон лимани та озера України. Праці фіз.-мат. відділу ВУАН, 8, 1, 1928, с. 23—46.
- Загоровский Н. А. Материалы к физико-географическому описанию лиманов. Укр. бальнеол. сб. 1, II—III, в. 2, 1927, с. 12—26.
- Ивлев В. С. Метод оценки обеспеченности рыб пищей. Труды совещ. ихтиологической комиссии, 1961, вып. 13, с. 330—336.
- Кротов А. В. Рыбохозяйственное использование Черноморских лиманов. Тр. АзчерНИРО, 1948, вып. 7, с. 19—21.
- Кукурадзе А. М., Стахорская Н. И. Питание и пищевые взаимоотношения молоди рыб в некоторых пойменных водоемах р. Дунай. Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотоков Украины, 1975, с. 171—172.
- Мордухай-Болтовский Ф. Д. Материалы по среднему весу беспозвоночных бассейна Дона. Труды пробл. и тематич. совещ., 1954, вып. 2, с. 223—241.
- Петица Т. С. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря. Труды СБС, 1957, т. IX, с. 39—57.
- Панов Д. А., Сорокин Ю. А. Определение пороговой концентрации пищи личинок рыб «Вопр. ихт.», 1967, т. 7, вып. 1 (42), с. 121—128.
- Розенгарт М. Ш., Бесфамильная Р. М., Людвицкий В. Н. О сероводородной зараженности Хаджибейского и Тилигульского лиманов. «Гидробиол. журн.», 1965, т. I, № 5, с. 9—15.
- Стахорская Н. И. Зоопланктон зимовалов Шаболатского лимана и питание молоди кефали. Труды ОГУ, 1962, т. 152, Вып. II, с. 77—85.
- Стахорская Н. И. К изучению биологии зоопланктона соленых лиманов и лагун северо-западного Причерноморья. Конф. по изучению рыбопродуктивности водоемов Юга СССР, Кишинев, 1969, с. 115—117.
- Стахорская Н. И. Зоопланктон соленых лиманов и лагун северо-западной части Черного моря. Автореф. дисс., 1970, 22 с.

New data on zooplankton from the Tiligulsk lagoon

N. E. Salnikov, N. I. Stakhorskaya

SUMMARY

The biogenic elements are entirely consumed in the Tiligulsk lagoon in spring and summer. The lagoon is about 75 km long and 10—20 m deep, its area is 16 000 ha and salinity is 13—15‰. Dull phenomena are observed in the period of stable ice in open water and during saline stratification.

The qualitative composition of zooplankton has changed due to demineralization of water in the lagoon. Zooplankton is mainly represented by marine forms: Acartia, Synchaeta, larvae of Polychaeta, Balanus and molluscs. The fresh- and brackish water forms (Calanipeda, Cyclop and Brachyonus) are pressed back to demineralized places. The quantitative indices in spring and summer average 11 245—46 600 specimens per cu. m. Food resources for the young and plankton-eating species of fish are available in the lagoon.

Вид	Весна	Лето	Осень	Зима
Acartia	10.102	18.112	11.121	8.101
Synchaeta	14.118	0.110	23.110	0.110
Polychaeta	14.118	0.110	23.110	0.110
Balanus	14.118	0.110	23.110	0.110
Molluscs	14.118	0.110	23.110	0.110
Calanipeda	14.118	0.110	23.110	0.110
Cyclop	14.118	0.110	23.110	0.110
Brachyonus	14.118	0.110	23.110	0.110
Среднее	10.102	18.112	11.121	8.101

УДК 594:581.526.325 (232.81)

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПИЩЕЙ ПОПУЛЯЦИИ ЦЕРАСТОДЕРМЫ (*CERASTODERMA LAMARCKII* REEVE) СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Л. В. Санина

При исследовании влияния концентрации взвеси водорослей на скорость фильтрации разноразмерных групп церастодермы были выявлены концентрации взвеси, при которых моллюск пропускает наибольший или наименьший объем суспензии. В наших опытах интервал концентрации составлял от 18 до 270 тыс. кл./мл, что соответствует 1,24—18,63 мг сухого вещества в литре. Для церастодермы, так же как и для других моллюсков-фильтраторов, получена прямая зависимость скорости фильтрации от веса (размера) животного и обратная — от концентрации взвеси в среде. Сделана попытка определить, каковы должны быть концентрации питательных веществ в среде, которые удовлетворяли бы пищевые потребности моллюсков при максимальной (при концентрации равной 18 тыс. кл./мл) и минимальной (270 тыс. кл./мл) скоростях фильтрации.

Принято, что биомасса популяции в пятне составляет около 50 г/м² (Осадчих, 1968). При общем среднем весе данной популяции, равном 125 мг, численность моллюсков составит 400 экз./м². Вес моллюсков определяли по зависимости (табл. 1).

$$W_{\text{сух}} = 0,0036L^{3,27},$$

где $W_{\text{сух}}$ — сухой вес тела;

L — длина.

Таблица 1

Численность и биомасса разноразмерных групп церастодермы

Средняя длина моллюсков, мм	Численность n		Вес тела W , мг		Биомасса $W \cdot n$, мг/м ²	
	%	экз./м ²	сухой	сырой	сухая	сырая
2,0	13,7	54,8	0,03	0,28	1,64	15,34
4,0	23,0	92,0	0,70	6,68	64,40	613,64
6,0	41,7	166,8	1,27	12,11	211,84	2019,95
8,0	14,4	57,6	3,26	31,08	187,78	1793,21
10,5	7,2	28,8	7,23	75,60	228,38	2177,28
		400,0			694,04	

Переводить сухой вес тела в сырой было нетрудно, так как было установлено соотношение этих весов (9,54%).

Величину фильтрации моллюсков в рассматриваемой популяции определяли при помощи следующих уравнений (Санина, 1976).

$$F_{\max} = 11,66 W^{0,954} \text{ и } F_{\min} = 5,74 W^{0,567}.$$

Далее, используя связь сырого веса тела моллюсков со скоростью потребления кислорода (Иванова, 1973), определили траты на обмен. Энергетические траты на обмен могут быть рассчитаны по уравнению

$$R = Q \cdot 3,51,$$

где R — энергетические траты, кал;

Q — потребление кислорода, мг/экз./ч при 20°C;

3,15 — оксикалорийный коэффициент.

Для расчета общих трат на обмен предполагали, что K_2 , или отношение прироста P к ассимилированной пище ($K_2 = \frac{P}{P+R}$), равно 0,5,

т. е. количество калорий ассимилированной пищи равно удвоенным тратам на обмен ($A=2R$). Усвояемость корма принимаем равной 0,7 (Цихон-Луканина, Солдатова, 1973; Paine, 1971; Widdows and Bayne,

1971). Тогда рацион (C) равен $\frac{A}{0,7}$, или

$$C = \frac{P+R}{0,7} = \frac{2R}{0,7}.$$

Полученные данные о пищевых потребностях и скоростях фильтрации для одного экземпляра и для всей популяции моллюсков представлены в табл. 2.

Таблица 2

Пищевые потребности популяции церастодермы при различных скоростях фильтрации

Длина моллюсков, мм	Численность n , экз./м ²	Скорость фильтрации F , мл/ч				Пищевые потребности C , кал/ч	
		максимальная		минимальная			
		экз.	$n \cdot \text{экз.}$	экз.	$n \cdot \text{экз.}$	экз.	$n \cdot \text{экз.}$
2,0	54,8	0,14	26,00	0,86	46,90	0,006	0,329
4,0	92,0	4,13	380,33	3,10	285,02	0,045	4,140
6,0	166,8	14,67	2446,96	6,58	1097,04	0,066	11,009
8,0	57,6	36,00	2073,60	11,21	645,70	0,120	6,912
10,5	28,8	84,18	2424,38	18,58	535,10	0,211	6,077
			7351,27		2609,76		28,467

Биомассу корма, необходимого для удовлетворения пищевых потребностей популяции церастодермы B_0 , определяли по уравнению, предложенному Г. Г. Винбергом (1974).

$$B_0 = \frac{c}{f},$$

где c — относительная величина рациона, мг/ч;

f — относительная величина скорости фильтрации, мл/ч, т. е.

$$c = \frac{C}{W \cdot n}, \text{ а } f = \frac{F}{W \cdot n}.$$

Калорийность 1 мг сухого вещества водорослей принята равной 4 кал. Тогда

$$c = \frac{7,117}{694,04} = 0,0102 \text{ мг/ч};$$

$$f_{\max} = \frac{7351,27}{694,04} = 10,59 \text{ мл/ч};$$

$$f_{\min} = \frac{2609,76}{694,04} = 3,76 \text{ мл/ч};$$

$$\frac{c}{f_{\max}} = 0,963 \text{ мг/л}, \quad \frac{c}{f_{\min}} = 2,712 \text{ мг/л}.$$

Следовательно, биомасса пищи при максимальной скорости фильтрации должна быть не менее 0,96 мг/л, а при минимальной — около 3 мг/л.

По данным В. Д. Левшаковой (1967), в Северном Каспии в местах обитания церастодермы средняя биомасса фитопланктона составляет около 3 мг/л, т. е. 0,3 мг/л сухого вещества водорослей. Как видно из наших данных, биомассы фитопланктона недостаточно для удовлетворения пищевых потребностей популяции церастодермы. Видимо, рацион моллюсков складывается еще за счет детрита и бактерий. По данным Т. А. Хачатуровой (1974), во взвешях центральной части Северного Каспия содержится в среднем около 2,4 мг/л органического углерода, или 4,32 мг/л органического вещества. В этом случае моллюски, даже при наименьшей скорости фильтрации, могут быть обеспечены пищей, если все частицы взвешенного вещества доступны для их фильтрационного аппарата.

Выводы

1. При наибольшей скорости фильтрации северо-каспийскому моллюску-фильтратору церастодерме требуется 0,96 мг/л сухого веса корма, а при наименьшей — 2,71 мг/л.

2. Биомассы фитопланктона в северном Каспии в местах обитания моллюсков (0,3 мг/л сухого вещества водорослей) недостаточно для удовлетворения пищевых потребностей моллюсков. Их рацион, видимо, также складывается еще за счет детрита и бактерий. Имеющееся количество общего органического вещества (4,32 мг/л) или органического углерода (2,4 мг/л) может обеспечить популяцию церастодермы пищей, если все частицы взвешенного вещества доступны для их фильтрационного аппарата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Винберг Г. Г. Некоторые общие соотношения между биомассой планктонных фильтраторов и их пищи. «Гидроб. журн.», 1974, т. X, № 5, с. 109—112.
Иванова Л. М. Скорость потребления кислорода донными беспозвоночными Северного Каспия. Труды ВНИРО, 1973, т. 80, с. 159—172.
Левшакова В. Д. Многолетние изменения весеннего фитопланктона Северного Каспия. Труды КаспНИРХ, 1967, т. 23, с. 25—58.
Осадчих В. Ф. Изменение биомассы бентоса в Северном Каспии за последнее десятилетие. Труды КаспНИРХ, 1968, т. XXIV, с. 100—112.

Санина Л. В. О связи скорости фильтрации и питания с весом тела при различных концентрациях корма у каспийского кардиума. «Гидроб. журн.», 1976, т. XII, № 1, с. 108—112.

Хачатурова Т. А. Взвешенные вещества Каспийского моря. Научн. доклад по теме № 1. М., ОНТИ ВНИРО, 1974, с. 60.

Цихон-Луканина Е. А., Солдатов И. Н. Усвоение пищи водными беспозвоночными. В кн. «Трофология водных животных», М., 1973, с. 108—121.

Paine, R. T.—Energy flow in a natural population of the herbivorous gastropod *Tegula finebralis*. J. Limnol. Oceanogr. v. 16, N 1, 1971, pp. 86—98.

Widdows, J., Bayne, B. Z.—Temperature acclimation of *Mytilus edulis* with reference to its energy budget. J. Mar. Biol. Ass. U. K., v. 51, N 4, 1971, pp. 827—843.

*Availability of food for Cerastoderma lamarcki Reeve
from the North Caspian Sea*

L. V. Sanina

SUMMARY

Data on food requirements for the population of the filtering mollusc *Cerastoderma lamarcki* from the Caspian Sea determined at various filtration rates are presented. The availability of phytoplankton and organic matter for the mollusc is discussed. The results obtained may contribute to the solution of trophic dynamics problems of the Caspian Sea.

УДК 597.553.1:597—153(262.5)

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХАМСЫ КОРМОВОЙ БАЗЫ
ЧЕРНОГО МОРЯ****Е. П. Сказкина, Н. Н. Данилевский**

Хамса *Engraulis encrasicolus* L.— массовый планктофаг Черного моря. Ее запасы в настоящее время оцениваются в 3—5 млн. ц; а ежегодный вылов составляет в среднем 650 тыс. ц (Данилевский, 1973). Многолетними систематическими исследованиями АзчерНИРО установлены основные закономерности динамики численности популяции черноморской хамсы, ее роста, размножения, питания (Майорова, 1961; Данилевский, 1969; Павловская, 1963; Сиротенко и др., 1973). Отрывочность же сведений по энергетическому обмену и пищевым потребностям не позволяют оценить роль хамсы в экосистеме пелагиали Черного моря.

Задача данного исследования — выяснить пищевые потребности и оценить выедание зоопланктона популяцией хамсы в Черном море на основании изучения ее энергетического обмена, соматического и генеративного роста.

Рост хамсы. Материалы о размерном, весовом и возрастном составе хамсы были собраны в майском и октябрьском учетных рейсах экспедиционных судов АзчерНИРО в Черном море в 1972 г. Численность и весовой запас определены по обычной методике с учетом уловистости трала по результатам майской съемки. Суточные приросты хамсы рассчитаны по среднемесячным массам за вегетационный период, с мая по октябрь.

Количество икры, выметанной в течение нерестового сезона, определено на основании среднесуточных данных о рабочей плодовитости рыб разного возраста. Так как количество половых продуктов, продуцируемых самцами хамсы, не исследовано, было принято, что затраты на генеративный обмен у самцов и самок одинаковы. Хамса выметывает несколько порций икры и нерест популяции продолжается с конца мая по август. Поэтому генеративные траты мы отнесли к этим трем месяцам с максимумом в июле.

Хамса относится к короткоцикловым рыбам, созревающим на втором году жизни с максимальным возрастом 5—6 лет. Основную массу в уловах 1972 г. составляли двух- и трехлетние рыбы. Наиболее интенсивен весовой рост у двухлетков хамсы, абсолютный прирост которых составил 7,2 г. У трех- и четырехлетков он был значительно ниже (2,6—1,4 г). Среднесуточный прирост двухлетков с мая по октябрь равен 0,8%, трех- и четырехлетков — 0,15 и 0,1% от веса тела. Такое резкое снижение прироста, очевидно, объясняется приближением к дефинитивному размеру (табл. 1).

Плодовитость хамсы с возрастом увеличивается: двухлетки выметывают в течение нереста в среднем 6,4 г икры, трехлетки и четырехлетки 11,5—14,1 г. Соответственно затраты на размножение у двухлетков

примерно в два раза ниже, чем у старших возрастных групп рыб. Энергия, затрачиваемая на пластический обмен (прирост тела и продуцирование икры), почти не меняется в течение жизни. Перераспределение затрат с соматического роста на генеративный происходит очень резко. На втором году жизни затраты на прирост тела составляют 63%, а на четвертом — всего 13%. Траты на продуцирование икры с возрастом увеличиваются от 37 до 87%, что, очевидно, характерно для рано созревающих короткоцикловых рыб. У бычка-кругляка траты на размножение также увеличиваются с возрастом, однако на четвертом году жизни они не превышают 50% от общих, так как бычки еще продолжают расти (Сказкина, 1968).

Таблица 1

Соотношение соматического и генеративного роста у хамсы разного возраста с мая по октябрь 1972 г.

Возраст	Прирост		Икра		Всего, ккал	Использовано, %	
	г	ккал	г	ккал		на прирост	на икру
Двухлетки	7,2	12,2	6,4	7,0	19,2	63	37
Трехлетки	2,6	4,4	11,5	12,6	17,0	26	74
Четырехлетки	1,4	2,4	14,1	15,5	17,9	13	87

Энергетический обмен. Материалом для опытов по энергетическому обмену служила хамса в возрасте от одного до пяти лет, длиной 55—170 мм, весом 0,9—18 г (табл. 2).

Эксперименты проводили в аквариальной АзчерНИРО при температуре 17—25° и солености 14—18‰. Хамсу доставляли из ставного невода и выдерживали в аквариумах 3—4 суток до прекращения отхода. При соблюдении необходимых предосторожностей при транспортировке и пересаживании в бассейны ее выживание в аквариальных условиях было вполне удовлетворительным (отход 0,5—1%). За сутки до опыта кормление прекращали. Респирометрами служили банки с притертыми крышками емкостью 1—7 л. Содержание кислорода в конце опыта снижалось по сравнению с начальным на 25—45% и не подавляло интенсивности дыхания рыб. Всего было поставлено 325 опытов, результаты которых по специальной программе обработаны на ЭВМ «Минск-22» (Горкавенко, Краснова, Сказкина, 1972).

Величину энергетического обмена устанавливали по экспериментальным данным об интенсивности потребления кислорода хамсой при температуре 17—25°C. Статистическая обработка показала, что скорость дыхания хамсы находится в степенной зависимости от веса и может быть выражена уравнением:

$$R = A\omega^k,$$

где R — обмен одной рыбы, мл/ч;

ω — ее вес, г;

Таблица 2

Энергетический обмен хамсы при температуре 17—25°C

T°C	r	A	$K \pm \sigma$	n
17	0,912	0,831	$0,832 \pm 0,028$	90
19	0,842	0,929	$0,854 \pm 0,047$	80
23	0,775	1,096	$0,742 \pm 0,107$	79
25	0,837	1,178	$0,721 \pm 0,059$	76

K — константа, показывающая, с какой скоростью изменяется обмен при возрастании веса;

A — коэффициент, численно равный обмену рыбы весом в 1 г.

Минимальное значение A в исследуемом интервале температуры отмечено при 17°C, максимальное — при 25°C; коэффициент K несколько снижается с возрастанием температуры до 25° (табл. 2).

Установлена связь уровня энергетического обмена хамсы со стайным образом жизни. Показана необходимость учета группового эффекта при установлении величины среднего уровня энергетического обмена и продукционных расчетов для стайных рыб (Сказкина, 1975).

При расчете трат на поддерживающий обмен вводили поправку на групповой эффект, равную 60% от величины A .

Пищевые рационы и использование пищи на рост. Пищевые рационы были рассчитаны на основе данных по соматическому и генеративному росту и обмену по формуле балансового равенства (Винберг, 1956). Усвояемость пищи принималась равной 0,8; оксикалорийный коэффициент — 4,86 кал/мл O_2 .

Для расчетов энергетических трат хамсы на прирост и продуцирование половых продуктов использованы данные о среднегодовой калорийности хамсы и ее икры — соответственно 1700 и 1100 кал на 1 г сырого веса (Шульман, 1960; Клейменов, 1962).

Калорийность пищи хамсы, рассчитанная по среднегодовому соотношению отдельных организмов в пищевом комке (материалы М. Д. Сиротенко) и по их калорийности (Петипа, Павлова, Миронов, 1970), составляет 600 кал на 1 г сырого веса.

Пищевые потребности хамсы составляют от 0,72 до 2,1 г планктона в сутки в зависимости от размера рыб и температуры воды (табл. 3). Мелкие рыбы в возрасте от года до двух лет потребляют пищу в размере 11,7—15% от веса тела. У более крупных рыб старшего возраста суточные рационы несколько меньше: от 7,9 до 11,8% от веса тела. Максимальные пищевые потребности у каждой из трех возрастных групп приходятся на июль — август при температуре воды 25°C, когда максимальные траты на обмен суммируются с максимальными тратами на размножение. Рассчитанные нами пищевые потребности черноморской хамсы очень близки к рационам азовской хамсы, полученным методом азотного баланса (Шульман, 1962) и в полтора раза выше рассчитанных по формуле Байкова на основании индексов наполнения желудков (Окул, 1940; Никитин, 1946).

Таблица 3

Суточные рационы хамсы в Черном море в 1972 г.

Месяц	Т°С	Средний вес W , г	Прирост, кал	Икра, кал	Энергетический обмен		Ассимилирование пищи, кал	Рацион	
					мл O_2	кал		г	от W %
Май	17	6,15	84	—	Двухлетки		346	0,72	11,7
Июнь					54,0	262			
Июль	23	8,0	109	58	73,8	359	526	1,10	13,8
	25	9,8	133	115	93,8	456	704	1,47	15,0
Август	23	11,5	156	58	96,6	470	684	1,43	12,4
Сентябрь	19	13,3	181	—	124,8	606	787	1,64	12,3
Октябрь									

Месяц	Т° С	Средний вес W, г	Прирост, кал	Икра, кал	Энергетический обмен		Ассимилируемая пища, кал	Рацион	
					млО ₂	кал		г	% от W
Трехлетки									
Май	17	14,7	33	—	111,5	558	591	1,23	8,4
Июнь	23	15,3	34	105	119,5	581	720	1,50	9,8
Июль	25	16,0	36	210	135,6	659	905	1,88	11,8
Август	23	16,8	38	105	128,0	622	765	1,59	9,5
Сентябрь	19	17,3	39	—	156,0	758	797	1,66	9,6
Октябрь									
Четырехлетки									
Май	17	16,9	29	—	125,1	608	637	1,33	7,9
Июнь	23	17,2	29	130	130,4	634	793	1,65	9,6
Июль	25	17,6	30	260	145,6	708	998	2,08	11,9
Август	23	17,8	30	130	133,4	648	808	1,68	9,4
Сентябрь	19	18,5	31	—	164,9	801	832	1,73	9,3
Октябрь									

Большая часть энергии пищи расходуется хамсой на поддерживающий обмен (80—90%). Энергия, используемая на генеративный обмен, составляет 5—9% с максимумом у старших возрастных групп и минимумом у двухлетков. Затраты на соматический рост уменьшаются с возрастом от 11% у двухлетков до 3—1,6% у старших рыб.

Низкие приросты, расходование значительной части энергии пищи на генеративный обмен у рыб старшего возраста обуславливают высокие кормовые коэффициенты хамсы (табл. 4).

Коэффициент использования на рост ассимилированной пищи K_2 с увеличением возраста рыб резко снижается (от 22 до 2%), что еще раз подчеркивает своеобразие роста хамсы и относительно раннее достижение ею максимального веса. Подобное явление отмечено для пресноводного короткоциклового планктофага верховки, у которой в возрасте четырех лет кормовой коэффициент превышает 80 (Яблонская, 1951). У рыб с большей продолжительностью жизни и созреванием на третьем — пятом году (пикша, североморская сельдь, треска) с увеличением возраста кормовые коэффициенты нарастают и K_2 снижается более плавно (Шевченко и др., 1974; Steele, 1965; Daan, 1975).

Автор пользуется случаем, чтобы выразить благодарность Р. М. Павловской и М. Д. Сиротенко, предоставившим данные по плодовитости хамсы и составу ее пищи.

Использование хамсой планктона Черного моря. Зная численность черноморской хамсы в 1972 г. (15,6 млрд. экз.) и соотношение возрастных групп в популяции, мы рассчитали потребление корма за вегетационный период с мая по октябрь (3,4 млн. т кормового зоопланктона).

Таблица 4
Использование пищи на рост у хамсы с мая по октябрь 1972 г.

Коэффициент	Возраст		
	1+	2+	3+
Кормовой	16	65	95
K_2 , %	22	5	2

Средняя биомасса кормовых ракообразных вместе с *Sagitta*, по данным В. Н. Грезе (1971), составляет около 3,5 млн. т, продукция — 122 млн. т. Использование хамсой зоопланктона составляет 94% от биомассы и 2,5% от годовой продукции. В годы с более высокой численностью хамсы (1967, 1975 и др.) выедание зоопланктона может достигать величин, в 2—4 раза превышающих его биомассу и составляющих до 10% от его продукции.

Полученные оценки дают ориентировочное представление о роли хамсы в трансформации вещества и энергии в пелагиали Черного моря.

Выводы

1. Изучение энергетического обмена, соматического и генеративного роста черноморской хамсы в условиях обитания позволило рассчитать ее пищевые потребности.

2. Суточные рационы хамсы за вегетационный период с мая по октябрь составляют 11,7—15% у двухлетков и 7,9—11,8% от веса тела у трех- и четырехлетков.

3. Большая часть энергии пищи (80—90%) расходуется на поддержание жизни. Траты на продуцирование икры составляют 5—9% с максимумом у старших возрастных групп. Расход энергии на соматический рост уменьшается с возрастом от 11 до 1,6%.

4. Кормовые коэффициенты хамсы велики (16 у двухлетков, 65 и 95 у трех- и четырехлетков). Коэффициент использования на рост ассимилированной пищи с размером и возрастом снижается от 22 до 2%.

5. Популяция хамсы за вегетационный период с мая по октябрь 1972 г. потребила около 3,4 млн. т кормового зоопланктона, что составляет 94% от его биомассы и 2,5% от годовой продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Изд-во Бел. гос. ун-та, Минск, 1956, 253 с.

Грезе В. Н. Продуктивность биологических систем в южных морях. В сб. Вопросы продукционной, санитарной, технической гидробиологии южных морей. АН УССР, ИнБИОМ, Киев, «Наукова думка», 1971, с. 5—8.

Горковенко В. П., Е. А. Краснова, Е. П. Сказкина. Методика «Алгоритм и программа статистической обработки экспериментальных данных по энергетическому обмену рыб в связи с вопросами акклиматизации и рыбоводства». М., ОНТИ ВНИРО, 1972, 23 с.

Данилевский Н. Н. Современное состояние запасов черноморской хамсы и перспективы его использования. Труды АзчерНИРО, 1969, вып. 26, с. 3—13.

Данилевский Н. Н. Колебания запаса черноморского анчоуса и методы прогнозирования его возможного улова. Труды ВНИТО, 1973, т. ХСІ, с. 132—142.

Майорова А. А. Колебания численности основных промысловых рыб Черного моря. Труды АзчерНИРО, 1961, вып. 19, с. 87—97.

Никитин В. Н. Питание хамсы *Engraulis encrasicolus* L. в Черном море у берегов Грузии. Труды Зоол. ин-та Груз. АН ССР, Тбилиси, 1946, с. 1—59.

Окул А. В. Питание и пища планктоноядных рыб Азовского моря. Труды АзчерНИРО, 1940, вып. 12, ч. 2, с. 97—148.

Павловская Б. М. Основные прогнозы колебаний урожайности поколений черноморской хамсы. Сб. НТИ, ВНИРО, вып. 19, 1963, с. 23—35.

Петипа Т. С., Е. В. Павлова, Г. Н. Миронов. Структура пищевых сетей, передача и использование вещества и энергии в планктонных сообществах Черного моря. В сб. «Биология моря», вып. 19, Киев, «Наукова думка», 1970, с. 3—43.

Сказкина Е. П. Энергетический обмен хамсы *Engraulis encrasicolus* L. при групповом и одиночном содержании и наркотизировании хинальдином. ДАН СССР, 1975, т. 225, вып. 1, с. 238—240.

Сказкина Е. П., В. А. Костюченко. Пищевые рационы азовского бычка-кругляка. «Вопросы ихтиологии», 1968, т. 8, вып. 2 (49), с. 303—311.

Сиротенко М. Д., Н. Н. Данилевский. Питание и обеспеченность пищевой хамсы и барабули в Черном море. Труды ВНИРО, 1973, т. XCIV, с. 40—56.

Шевченко В. В., А. С. Полонский, М. И. Шатуновский. Биопродукционные исследования пикши Северного моря. ОНТИ ВНИРО, 1974, 80 с.

Шульман Г. Е. Динамика химического состава азовской хамсы в связи с особенностями ее биологии. Труды АзчерНИРО, 1960. 1.18, с. 130—144.

Шульман Г. Е. Элементы азотного баланса и пищевые рационы азовской хамсы *Engraulis encrasicolus maeoticus* Pusanov. ДАН СССР, 1962, т. 147, вып. 3, с. 724—726.

Яблонская Е. А. Некоторые данные о росте и обмене веществ у верховки *Leucaspis delineatus* L. в период нереста. Труды ВГБО, т. III, 1951, с. 140—154.

Daan, N. Consumption and production in North Sea cod *Gadus morhua*: an assessment of the ecological status of the stock. Netherlands J. of Sea Res. v. 9, N 1, May 1975, pp. 24—55.

Steele, J. N. Some problems in the study of marine resources. ICNAF Spec. Publ. vol. 6, 1965, pp. 463—476.

On utilization of food resources by anchovy from the Caspian Sea

E. P. Skazkina, N. N. Danilevsky

SUMMARY

The food ration of anchovy from the Black Sea is estimated on the basis of data collected on their abundance, age, weight and energetic metabolism. The daily food ration in the period of intensive feeding (May—October) constitutes 8—15% of the body weight. The most part of food energy is spent on keeping up life. Energetic expenditure on reproduction increases with age, but less energy is required for increment in weight. The food coefficient in anchovy amounts to 95. K_2 decreases from 22% to 2% with age. Anchovy consume 2—10% of annual production of food zooplankton in the Black Sea.

УДК 639.3.043.2(282.247.32)

УСЛОВИЯ НАГУЛА РЫБ В ЗАЛИВАХ КАХОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ПУТИ ИХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Э. Г. Спивак

Множество заливов Каховского водохранилища (Васильевский, Алексеевский, Республиканский, Гавриловский, Рогачикский, Осокоровский, Дудчанский, Чертомлыкский, Золотая балка, Каирский, Новокаирский, Михайловский, Миловский и др.) имеют большое значение: в их мелководной зоне нерестится большинство промысловых рыб, нагуливается молодь и частично взрослые рыбы.

Эти заливы, кроме того, могут быть использованы для строительства рыбных хозяйств различного назначения, что позволит сэкономить значительные площади ценных сельскохозяйственных земель.

Заливы Каховского водохранилища можно подразделить на два основных типа — пойменные, мелководные (затопленные естественные понижения бывшей поймы Днепра) и балочные, более глубокие, образовавшиеся в результате заполнения водой оврагов на второй террасе Днепра.

В Рогачикском заливе пойменного типа и в Осокоровском — балочного — летом (август) и осенью (сентябрь — октябрь) 1973 г. собрано и обработано 50 проб планктона и 100 — бентоса. Для сбора планктона использовали планктонную сетку (газ № 77), отфильтровывая через нее 100 л воды в каждой точке забора проб, потом делали пересчеты. Бентос собирали ковшомым дночерпателем площадью 0,025 м². Сборы проводили в прибрежной зоне на глубине от 0,7 до 1,5 м. Пробы обрабатывали в лаборатории.

Зоопланктон мелководий в основном представлен ветвистоусыми (42 вида) и веслоногими ракообразными, а также коловратками, олигохетами (пелагические стадии) и другими организмами. В состав бентоса входят черви-олигохеты и полихеты, личинки хирономид, моллюски и другие кормовые организмы.

Наиболее высокой биомасса зоопланктона была в 1956—1957 гг., зообентоса — в 1957—1958 гг. После 1957—1958 гг. биомасса зоопланктона и зообентоса снизилась, затем несколько повысилась.

Численность и биомасса планктона и бентоса изменяются по годам и районам водохранилища.

Зоопланктон заливов. Основу биомассы зоопланктона в заливах пойменного типа составляют ветвистоусые (табл. 1).

Летом 1973 г. в Рогачикском заливе они составляли — 0,339 из 0,757 г/м³ общей биомассы. В заливах балочного типа основными организмами были коловратки: летом 1973 г. в Осокоровском заливе они составляли 2,207 из 3,177 г/м³ общей биомассы.

Таблица 1

Биомасса зоопланктона (в $г/м^3$) по группам на мелководьях заливов Каховского водохранилища летом

Залив	Коловрат- ки	Весло- ногие	Ветвисто- усые	Личинки дрейсен	Всего
1963 г. (Щеб и др., 1967)					
Васильевский	0,015	0,680	3,280	—	4,114
Чертомлыкский	0,001	0,226	18,110	0,112	18,449
Миловский	0,001	0,073	0,680	0,050	0,804
Рогачикский	0,005	0,011	0,378	0,001	0,385
1973 г. (данные автора)					
Рогачикский	0,289	0,062	0,339	0,067	0,757
Осокоровский	2,207	0,689	0,269	0,012	3,177

С момента образования водохранилища (1955 г.) и далее по годам биомасса зоопланктона неоднократно изменялась.

По данным Я. Я. Щеба, Г. А. Оливари, С. Л. Гусынской (1967), биомасса зоопланктона в заливах в 1956—1957 гг. находилась на высоком уровне, затем после 1957 г. она снизилась. В Рогачикском заливе она составляла по годам: в 1956 г. — $5,375 г/м^3$; в 1957 — $6,9$; в 1959 — $0,442$; в 1963 — $0,385 г/м^3$ (табл. 2).

Таблица 2

Средняя биомасса летнего зоопланктона заливов Каховского водохранилища (в $г/м^3$)

Залив	1956 г.	1957 г.	1959 г.	1963 г.	1966— 1967 г.	1970 г.	1973 г.
Васильевский	—	—	17,400	4,114	—	5,380	—
Чертомлыкский	6,089	6,172	3,789	18,400	—	6,610	—
Рогачикский	5,375	6,904	0,442	0,385	0,020	4,470	0,757
Миловский	3,151	8,629	3,331	0,804	1,195	—	—
Осокоровский	—	1,940	0,428	1,647	—	—	3,177
Новокаирский	—	—	—	—	6,190	—	—
Гавриловский	—	—	—	—	0,019	—	—

По данным А. А. Небрат (1968), в 1966—1967 гг. еще более, чем в предыдущие годы стало заметным обеднение состава и численности зоопланктона в водохранилище. Общая биомасса его в заливах составляла $0,054 г/м^3$. Наиболее богаты зоопланктоном в эти годы были Новокаирский и Миловский заливы, самые бедные — Гавриловский и Рогачикский.

С течением времени стала намечаться тенденция к повышению продуктивности зоопланктона. Так, уже в 1963 г. в Осокоровском заливе биомасса выросла по сравнению с 1959 г. до $1,647 г/м^3$. По данным Т. В. Луговой (1972), в 1970 г. биомасса летнего зоопланктона в некоторых заливах возросла, причем, в Рогачикском — значительно.

Наши данные (1973) подтверждают наметившуюся общую тенденцию к повышению продуктивности зоопланктона; в 1973 г. биомасса летнего зоопланктона в Осокоровском заливе возросла; в Рогачикском показатели ее ниже, чем в 1970 г., но намного выше, чем в 1959—1970 гг. (см. табл. 2).

Качественно и количественно зоопланктон в Рогачикском заливе богаче, чем в Осокоровском. Это объясняется, по-видимому, большей площадью мелководий и наличием значительной зарослевой зоны. Вероятно и другие заливы пойменного и балочного типа так же отличаются друг от друга, как Рогачикский от Осокоровского.

В Рогачикском заливе обнаружено 78, а в Осокоровском — 50 видов и подвидов зоопланктонных организмов.

По-видимому, по продуктивности зоопланктона, особенно в зарослевой зоне, и наличию большого количества растительности в прибрежье, заливы пойменного типа более пригодны для воспроизводства рыб как места нагула и убежищ молоди. Заливы балочного типа со скудной зарослевой зоной и хорошей продуктивностью зоопланктона (см. табл. 1, 2) рыбы используют слабо из-за недостатка нерестовых субстратов.

Зообентос заливов. Ведущими формами зообентоса в заливах пойменного типа являются олигохеты, личинки хирономид и моллюски; в заливах балочного типа — олигохеты и личинки хирономид (табл. 3).

Таблица 3

Численность и биомасса зообентоса Рогачикского и Осокоровского заливов (данные Цееба и др. (1967) и автора (1973))

Группы животных	Рогачикский залив				Осокоровский залив		
	1963 г.	1963 г.	1973 г.		1963 г.	1973 г.	
	август	сентябрь	август	сентябрь— октябрь	август	август	сентябрь— октябрь
Олигохеты	$\frac{680}{0,94}$	$\frac{1280}{0,92}$	$\frac{641}{0,78}$	$\frac{1668}{2,06}$	$\frac{2060}{3,94}$	$\frac{1858}{2,90}$	$\frac{5518}{1,50}$
Ракообраз- ные	—	—	$\frac{169}{0,34}$	$\frac{108}{0,33}$	—	—	—
Личинки хи- рономид	$\frac{552}{6,63}$	$\frac{2880}{13,00}$	$\frac{1209}{2,42}$	$\frac{2489}{1,50}$	$\frac{1900}{11,96}$	$\frac{7142}{40,35}$	$\frac{14959}{31,49}$
Моллюски	—	—	$\frac{42}{22,10}$	$\frac{73}{74,10}$	—	—	$\frac{7}{0,40}$
Прочие	—	—	$\frac{85}{0,28}$	$\frac{180}{0,60}$	—	$\frac{191}{0,59}$	$\frac{75}{0,22}$
Всего	$\frac{1232}{7,57}$	$\frac{4160}{13,92}$	$\frac{2105}{3,82}$	$\frac{4445}{4,49}$	$\frac{3960}{15,90}$	$\frac{9191}{43,84}$	$\frac{20553}{37,18}$
«мягкого» бентоса	$\frac{1232}{7,57}$	$\frac{4160}{13,92}$	$\frac{2147}{25,92}$	$\frac{4518}{78,59}$	$\frac{3960}{15,90}$	$\frac{9191}{43,84}$	$\frac{20560}{37,58}$
бентоса							

Примечание. В дробях: числитель — численность в шт.; знаменатель — биомасса в г/м².

Несколько ранее (в 1963—1964 гг.) Я. Я. Цееб, Г. А. Оливари, С. Л. Гусынская (1967) также указывали на преобладание в заливах личинок хирономид (40—90% биомассы) и олигохет.

По сравнению с предшествующими годами, бентос в заливах в 1963 и 1964 г. был более продуктивен. Это видно из приведенных ниже средних биомасс «мягкого»* бентоса: в 1956 г. — 2,05; в 1957 — 75; в 1958 — 6,15; в 1959 г. — 2,29; в 1963 — 9,18; в 1964 г. — от 5,26 до 13,98 г/м². В Осокоровском заливе так же, как и в Рогачикском, особенно многочисленны были олигохеты и личинки хирономид, причем, в Осокоровском заливе летом численность и биомасса их значительно выше, чем в Рогачикском за тот же период (Цееб, Оливари, Гусынская, 1967).

По нашим материалам, в 1973 г. в заливах картина развития бентоса, была несколько иной, чем в 1963—1964 гг. (Оливари, 1964). Как видно из табл. 3, количественное развитие личинок хирономид по годам значительно колебалось. Так, в 1973 г. биомасса их в Рогачикском заливе была в 2,7—8,7 раза меньше, чем в 1963—1964 гг. В Осокоровском заливе, биомасса личинок хирономид была значительно выше: летом 1973 г. она достигала 40,4 г/м², т. е. была в 3,5 раза больше, чем в 1963 г.

Биомасса олигохет в обоих исследованных заливах в 1973 г. была несколько ниже, чем в 1963—1964 гг., за исключением осени.

В отличие от 1963—1964 гг. в Рогачикском заливе в 1973 г. обнаружены моллюски. В составе зообентоса по весу они составляют 85,2%. Кроме того, в 1973 г. в бентосе отмечены ракообразные (Сипасеа, Amphipoda).

В общем, в Рогачикском заливе в 1973 г. биомасса «мягкого» бентоса была значительно ниже, чем в 1963 и 1964 г. особенно биомасса личинок хирономид. Количество и биомасса олигохет летом 1963 и 1973 гг. находилась примерно на одном уровне, а осенью они были более высокими в 1973 г., чем в 1964 г.

По данным Т. В. Луговой (1972), летом 1970 г. численность и биомасса олигохет составляли $\frac{200 \text{ экз/м}^2}{2,6 \text{ г/м}^2}$, личинок хирономид $\frac{3700 \text{ экз/м}^2}{4,6 \text{ г/м}^2}$, т. е. численности обеих групп животных ниже, чем летом 1963 и 1973 г.; биомасса олигохет выше, а личинок хирономид занимает промежуточное положение, что подтверждается данными Я. Я. Цееба и др. (1967) и нашими (1973) (см. табл. 3).

В 1973 г. в Осокоровском заливе численность и биомасса бентоса была значительно выше, чем в Рогачикском, в связи с тем что там гораздо меньше рыбы (по нашим контрольным ловам сетями и мальковой волокушей). Особенно это видно при сравнении показателей «мягкого» бентоса и личинок хирономид; лишь осенью биомасса всего зообентоса в Рогачикском заливе значительно выше, чем в Осокоровском, за счет моллюсков.

Таким образом, заливы «балочного» типа могут быть использованы для нагула не только молоди, но и взрослых рыб. Их можно использовать для организации нагульных товарных рыбных хозяйств.

Отдельные части заливов пойменного типа (не играющих существенной роли в воспроизводстве), можно использовать в качестве нагульных, если на этом участке достаточна кормовая база, или в качестве нерестово-выростных хозяйств.

Видовой состав донных животных в Рогачикском заливе значительно богаче, за счет ракообразных. Только по количеству видов личинок хирономид Осокоровский залив приближается к Рогачикскому. В Рогачикском заливе обнаружено 61, а в Осокоровском — 29 видов и подвигов донных животных.

* «Мягкий» бентос — донные животные без учета моллюсков.

Мелководья заливов играют большую роль в питании рыб, особенно молоди, которая держится на местах своего «рождения». Очень важно, чтобы в первый год, наиболее критический в жизни рыб, молодь была обеспечена пищей, так как от этого зависит и выживаемость.

Молодь большинства видов рыб, за исключением судака, частично тюльки и бычков, нагуливается на мелководьях заливов Каховского водохранилища.

Сеголетки плотвы, леща, сазана и густеры придерживаются, преимущественно, прибрежной зоны в пределах трехметровой изобаты. Их привлекает обилие зоопланктона, более теплые воды и наличие убежищ в прибрежных зарослях.

Молодь судака только на самых ранних этапах жизни держится в прибрежных участках, питаясь зоопланктоном. С переходом на хищное питание (при длине тела около 14 мм) они начинают отходить от берегов. В конце лета сеголетки судака держатся в открытых участках, питаясь молодью и взрослыми формами тюльки, бычков и атерины.

Наиболее интенсивно молодь рыб питается в июле — августе. Как правило, заливы водохранилища имеют достаточно высокую кормовую базу и являются хорошими нагульными участками для молоди рыб, «родившейся» здесь.

За счет мелководной зоны обогащается кормовая база рыб, нагуливающих на более глубоководных открытых участках водохранилища.

Выводы

1. Для повышения рационального использования кормовых ресурсов заливов, в особенности зоопланктона в заливах «балочного» типа, целесообразны следующие мероприятия:

для увеличения численности молоди искусственные нерестовые «гнезда» нужно устанавливать параллельно берегам, а не с одного берега на другой, как это делается сейчас;

«гнезда» следует ставить на тех же глубинах, что и в естественных условиях во время нереста;

между нерестовыми «гнездами» и берегом целесообразно выставить в воду большое количество крепко связанных веток, сучьев, кукурузных стеблей, играющих роль искусственной зарослевой зоны.

Заливы Каховского водохранилища имеют большое значение для нагула промысловых рыб.

2. Кормовая база заливов представлена ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, коловратками, олигохетами, личинками хирономид и моллюсками.

3. В заливах водохранилища, особенно балочного типа, кормовая база используется недостаточно, особенно в последние годы, характеризующиеся ростом биомасс как зоопланктона, так и бентоса.

4. Искусственные нерестовые «гнезда» могли бы при умелой их установке значительно повысить эффективность естественного размножения и использования молодью рыб, «родившейся» здесь, кормовых ресурсов.

5. Для более полного и рационального использования кормовых ресурсов на базе отдельных участков заливов целесообразно организовать нагульные товарные хозяйства. При зарыблении молодью ценных видов рыб за счет естественной кормовой базы можно получать до 200—300 кг/га рыбы.

Луговая Т. В. Кормовая база и питание сеголеток сазана в Каховском водохранилище.— Республиканский межведомственный тематический научный сборник «Рыбное хозяйство». В. 15, Киев, 1972, с. 24—29.

Небрат А. А. Характеристика літнього зоопланктону заток Каховського водоймища за 11 років його існування— Матеріали 3-ї наукової конференції молодих вчених Інституту гідробіології АН УРСР. Київ, «Наукова думка» (укр.), 1968.

Оливари Г. А. 6-я глава в кн. «Каховське водоймище». Київ, «Наукова Думка» (укр.), 1964, с. 68—73.

Цееб Я. Я., Оливари Г. А., Гусынская С. Л. Кормовая база рыб Каховского и Кременчугского водохранилищ и возможности рыбохозяйственного использования их мелководий— в кн. «Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока». Киев, «Наукова думка», 1967, с. 31—38.

*Feeding conditions for fish from bays of the Kakhovsk reservoir
and ways of their utilization*

E. G. Spivak

SUMMARY

The food resources of the shallows of the Kakhovsk reservoir are represented on the main by Copepoda, Cladocera and Rotatoria. The mean biomass of summer zooplankton in Rogachinsk Bay and Osokorovsk Bay in 1973 amounted to 0.757 and 177 g/m³, respectively. In autumn they were 78.59 and 37.58 g/m³. It is recommended that rearing farms should be established in some shallow bays to utilize better the food resources. The yield of valuable species of fish stocked may reach 200—300 kg/ha on the basis of natural food resources.

УДК 626.88:597.554.3 (282.247.32)

О ФОРМИРОВАНИИ ПОПУЛЯЦИЙ ЛЕЩА В НИЗОВЬЯХ РЕК ПРИ ЗАРЕГУЛИРОВАНИИ ИХ СТОКА

Н. Е. Сальников, Н. Х. Идрисова,
Г. Н. Пинус, С. В. Сентищева

Зарегулирование стока крупных равнинных рек и образование на них водохранилищ привело к изменению исходного состава ихтиофауны и количественного соотношения отдельных видов. Некоторые аборигены речных систем (прежде всего щука, язь, синец, сазан, чехонь и др.) оказались более консервативными, не смогли адаптироваться к существованию в водохранилищах (речь идет прежде всего об условиях размножения), и численность рыб этих видов в водохранилищах Днепровского каскада почти повсеместно резко упала. Другие рыбы (прежде всего лещ, судак, плотва, частично густера) оказались экологически более пластичными и в условиях водохранилищ, резко отличающихся от режима реки, приспособились к воспроизводству вида и образовали в этих водоемах многочисленные популяции.

В настоящее время одной из наиболее массовых и ценных промысловых рыб днепровских водохранилищ является лещ. В 1975 г. в водохранилищах Днепра его было выловлено 60,5 тыс. *ц* (28% общего улова). Рост численности леща в водохранилищах, как уже отмечалось, объясняется прежде всего тем, что этот вид нашел в них относительно благоприятные условия для размножения.

Рассмотрим закономерности формирования популяции леща в Каховском водохранилище после зарегулирования стока нижнего течения Днепра плотиной Каховской ГЭС, так как они носят общий характер для низовий и других рек, связанных с лиманами и морем, где в составе рыбного населения встречаются как полупроходные, так и жилые, туводные формы рыб.

В нижнем течении Днепра до зарегулирования его стока плотиной Каховской ГЭС лещ был представлен двумя формами: полупроходной, заходившей в реку из Днепровско-Бугского лимана на размножение, и туводной, жилой формой, постоянно обитавшей в реке и ее придаточных водоемах (Егерман, 1929; Сыроватский, 1929 и др.).

Сооружение плотины Каховской ГЭС (июль 1955 г.) в 90 км от устья Днепра и образование в низовьях реки обширного водохранилища (площадь при НПУ 215,5 тыс. га) с относительно большими глубинами (в среднем 8,4 м) и очень ограниченной площадью мелководий (около 5% акватории) существенным образом изменило условия жизни обеих форм леща.

Каховское водохранилище существует двадцать лет. Несмотря на то что это очень короткий срок, проследим, как повлияло изменение условий жизни на эффективность размножения леща — один из решающих факторов, влияющих на динамику численности рыб. Кроме того, необходимо обосновать оптимальный режим рыболовства. С этой целью

в 1972—1973 и частично в 1974 гг. была исследована биология размножения леща в Каховском водохранилище: сроки наступления половой зрелости, плодовитость, состав нерестового стада, места, сроки и условия размножения леща. При этом использовались методики, принятые во ВНИРО при аналогичных исследованиях. Материал был собран в основном в Рогачикском заливе (нижняя часть водохранилища), а также в районе с. Ленинское (средняя часть водохранилища) и с. Попово (верхняя часть).

Популяция леща Каховского водохранилища в начальный период его существования формировалась за счет туводной формы и некоторой части нерестового стада полупроходной формы, оказавшейся отрезанной плотиной Каховской ГЭС сразу после перекрытия Днепра в 1955 г. Кроме того, небольшое количество полупроходного леща ежегодно проходит в водохранилище через судоходный шлюз Каховской плотины. Во всех случаях в водохранилище полупроходная и туводная формы леща смешались на одних и тех же нерестилищах и в настоящее время, по-видимому, образуют одно общее стадо. Ската производителей и молоди леща в нижний бьеф Каховской ГЭС не наблюдается. Поэтому, попадая в водохранилище, где условия для размножения и нагула благоприятны, полупроходной лещ превращается в жилую форму.

Условия размножения леща в Каховском водохранилище осложняются ограниченным количеством нерестовых субстратов, неравномерным подъемом и колебаниями уровня воды, значительными сгонно-нагонными явлениями, медленным и неравномерным прогревом воды весной, загрязнением водохранилища сточными водами (преимущественно его верхней части) и другими явлениями. Крайне отрицательно сказалось на условиях размножения леща и других фитофильных рыб отсутствие в Каховском водохранилище летних сработок уровня воды, связанное главным образом с тем, что вода из водохранилища поступает в Северо-Крымский канал пока только самотеком при определенных отметках уровня воды. Значительные резервы воды в водохранилищах необходимы также для работы Каховской и Северо-Рогачикской оросительной систем, хотя они пока и не эксплуатируются на полную мощность. Вот почему незначительная сработка водохранилища проводится только в осенне-зимнее время (ноябрь—февраль), в марте начинается подъем уровня воды, в мае он достигает НПУ и держится на высоких отметках до поздней осени.

Половое созревание. Впервые созревающие особи леща в водохранилище встречаются в четырехгодовалом возрасте, а среди шестигодовиков все рыбы — половозрелые.

Соотношение половозрелых и неполовозрелых рыб (в %) в различных возрастных группах леща в Каховском водохранилище дано ниже.

Возраст	Полово- зрелые	Неполо- возрелые
Двухгодовики	—	100
Трехгодовики	—	100
Четырехгодовики	53,8	46,2
Пятигодовики	98,5	1,5
Шестигодовики	1,5	—

Наши материалы в общем соответствуют данным В. И. Владимиров и других исследователей (1963), которые отмечали, что и в первые годы существования Каховского водохранилища лещ созревал здесь в возрасте 4—5 лет. Л. Г. Симонова (1969) также приводит сведения о созревании леща в Каховском водохранилище на четвертом году жизни.

В нижнем течении Днепра половозрелые особи леща встречались уже на третьем году жизни, а на четвертом году происходило его массовое созревание. Среди пятилетков неполовозрелых рыб было всего 5% (Великохатко, 1941). другие исследователи (Белый, 1948; Павлов, 1956) пишут, что до зарегулирования стока лещ созревал в возрасте 4—6 лет.

Следовательно, в отличие от многих других видов рыб (плотва, красноперка, щука, судак и др.) сроки созревания леща в Каховском водохранилище по сравнению с рекой до зарегулирования стока практически не изменились — в основном половое созревание происходит здесь на 4-5-ом годах жизни.

Первые половозрелые лещи (самцы и самки) были зарегистрированы при длине 24 см, что отмечали и другие авторы (Владимиров и др., 1963; Бруенко, Дячук, 1971).

Таблица 1

Соотношение половозрелых и неполовозрелых рыб (в %) в различных размерных группах леща Каховского водохранилища

Состояние	Длина рыб, см					
	24	28	32	36	40	44
Половозрелые	24,1	91,7	99,7	100	100	
Неполовозрелые	75,9	8,3	0,3	—	—	

Из табл. 1 видно, что среди рыб длиной 24—28 см половозрелые составили лишь 24,1%, 28—32 см — 91,7% и длиной 32—36 см — 99,7%. Все исследованные лещи в Каховском водохранилище, длина которых превышала 36 см, были половозрелы.

Правилами рыболовства в Каховском водохранилище разрешен промысел леща длиной не менее 32 см (от кончика рыла до конца чешуйного покрова). Подав-

ляющее число рыб при такой длине обычно уже половозрелы, однако большинство из них нерестится только впервые. Исследования В. Л. Брюзгина (1972) показали, что впервые созревающие особи дают не только менее многочисленное, но и нежизнеспособное потомство. В связи с этим промысел леща в Каховском водохранилище, осуществляемый в соответствии с Правилами рыболовства, устанавливающими меру, равную 32 см, уже привел к значительному омоложению популяции этой рыбы, что отрицательно отразилось не только на его воспроизводительной способности, но также на его запахах и уловах, особенно в последние пять лет (табл. 2).

Таблица 2

Уловы леща в Каховском водохранилище

Год	Уловы		Год	Уловы	
	тыс. т	% от общего		тыс. т	% от общего
1964	3039,2	33,0	1970	2879,3	36,3
1965	3769,1	47,0	1971	2709,3	31,8
1966	3535,8	41,3	1972	3373,6	34,0
1967	4373,0	46,0	1973	2255,8	26,3
1968	3764,0	42,5	1974	1498,1	17,4
1969	3885,2	52,5	1975	2492,1	33,7

Каховский лещ начинает впервые созреть при массе 300—350 г (25% от числа исследованных рыб). В весовой группе 350—400 г на долю половозрелых рыб приходится уже 33,4%, а в группе 600—650 г и более — 100% (табл. 3).

Таблица 3

Соотношение половозрелых (числитель) и неполовозрелых (знаменатель) рыб (в %) в различных весовых группах леща в Каховском водохранилище

Весовые группы, г																												
50	—	100	—	150	—	200	—	250	—	300	—	350	—	400	—	450												
$\frac{—}{100}$		$\frac{—}{100}$		$\frac{—}{100}$		$\frac{—}{100}$		$\frac{—}{100}$		$\frac{25}{75}$		$\frac{33,4}{66,6}$		$\frac{44}{56}$														
														450	—	500	—	550	—	600	—	650	—	700	—	507	—	800
														$\frac{54}{46}$		$\frac{61}{39}$		$\frac{80}{20}$		$\frac{100}{—}$		$\frac{100}{—}$		$\frac{100}{—}$		$\frac{100}{—}$		$\frac{100}{—}$

Плодовитость. Средняя абсолютная плодовитость леща в водохранилище, по нашим данным, в 1972 г. колебалась от 65,7 тыс. икринок (длина самки 25 см) до 600,5 тыс. икринок (длина самки 53 см).

В низовьях Днепра до зарегулирования стока абсолютная плодовитость озимой полупроходной формы леща колебалась в пределах 103 270—586 530 икринок, а яровой — 64 480—209 590 икринок. В табл. 4 показана зависимость плодовитости леща от длины самок. По данным Ф. Д. Великохатко (1941), диаметр икринок леща колебался от 1,13 до 1,48 мм, а масса — от 0,5 до 0,8 мг. Близкие величины были получены и нами.

Таблица 4

Зависимость абсолютной плодовитости леща от длины самок (в тыс. шт.)

Длина самок, см	Средняя абсолютная плодовитости	Колебание плодовитости	Число рыб
25—30	120,4	65,7—204,5	8
30—35	213,0	80,5—284,5	106
35—40	305,7	102,1—426,0	92
40—45	398,3	105,7—498,3	32
45—50	490,9	292,5—524,6	18
50—55	583,6	562,7—600,5	4

Наименьшей плодовитостью характеризуются самки леща весом 300—600 г, наибольшей — 3000—3300 г. В табл. 5 достаточно четко прослеживается прямая зависимость величины плодовитости от веса тела производителей, что соответствует выводам Б. Г. Иоганзена (1955).

В настоящее время (при промысловой мере 32 см) в Каховском водохранилище в основном вылавливается лещ массой 650—950 г, абсолютная плодовитость которого ниже, чем у крупных производителей (см. табл. 4 и 5).

Таблица 5

Зависимость плодовитости Каховского леща (в тыс. шт.)
от веса и возраста самок

Показатели	Абсолютная плодовитость	Число рыб
Вес, г		
300— 600	95,0	6
600— 900	126,0	94
900—1200	153,5	60
1200—1500	213,1	46
1500—1800	259,8	18
1800—2100	325,5	12
2100—2400	374,3	4
2400—2700	439,2	10
2700—3000	460,3	4
3000—3300	566,7	2
3300—3600	600,5	2
Возраст, годы		
4	111,2	46
5	119,5	68
6	179,4	76
7	248,6	34
8	275,9	4
9	323,1	2
10	424,3	4
11	256,3	10
12	429,5	6
13	—	—
14	566,7	2
15	—	—
16	600,5	2

Из данных, приведенных в табл. 5, видно, что у 4—5—6-годовалых самок самые низкие показатели плодовитости. В настоящее время именно на этой группе рыб в основном и базируется промысел леща в водохранилище.

В Днепре до зарегулирования стока абсолютная плодовитость леща была, по-видимому, несколько выше, чем в настоящее время в водохранилище. Так, по данным Ф. Д. Великохатко (1941), абсолютная плодовитость 11-летней самки леща — 586 530 икринок, а шестилетней — 332 850 икринок, что значительно выше средних величин абсолютной плодовитости леща в Каховском водохранилище.

Нерестовое стадо. Соотношение самцов и самок на нерестилищах в Каховском водохранилище несколько колеблется, но как в преднерестовый, так и в посленерестовый периоды преобладают самцы (табл. 6),

так как они, по-видимому, раньше самок приходят на нерестилища и позже покидают их.

Таблица 6

Соотношение самцов и самок в нерестовом стаде леща на нерестилищах Каховского водохранилища (1972 г.)

Характер скопления	Самцы		Самки		Число рыб
	шт.	%	шт.	%	
Преднерестовое	254	64,5	140	35,5	394
Нерестовое	350	52,6	312	47,5	662
Посленерестовое	224	63,3	130	36,7	354
Всего	828	58,7	582	41,3	1410

Среди производителей леща молодого и среднего возраста в водохранилище доминируют самцы, начиная с 11-летнего возраста — самки. Среди рыб старше 13 лет самцы в материале вообще не встречались (табл. 7), так как темпы естественной смертности у самцов выше, чем у самок: самцы леща живут на несколько лет меньше, чем самки.

Таблица 7

Соотношение полов (в %) среди одновозрастных производителей и по размерным группам леща в Каховском водохранилище

Показатели	Самки	Самцы
Возраст, годы		
4	37,9	62,1
5	33,2	66,8
6	43,3	56,7
7	41,3	58,7
8	26,0	74,0
9	20,0	80,0
10	27,2	72,8
11	58,3	41,7
12	57,1	42,9
13	50,0	50,0
14	100,0	0
15	100,0	0
16	100,0	0
Длина, см		
24—28	36,8	63,2
28—32	42,0	58,0
32—36	43,9	56,1
36—40	48,5	51,5
40—44	43,8	56,2
44—48	51,5	48,5
48—52	71,4	28,6
52—56	100,0	—

В стаде производителей Каховского леща среди рыб длиной 24—44 см преобладали самцы. По мере увеличения длины рыб относительное количество самцов уменьшается, а самок — увеличивается. Начиная с размерной группы 44—48 см самки преобладают над самцами, а среди производителей длиной 52—56 см и более самцов в уловах вообще не было.

Среди производителей леща массой от 350 до 1850 г в нашем материале (1972 г.) преобладали самцы; в весовой группе 1850—2150 г доминировали самки. Среди рыб весом 3050—3950 г и более самок вообще не было.

Как видно из табл. 8, в среднем размеры и масса производителей в 1972 и 1973 гг. были однородными. Самки были крупнее самцов.

Таблица 8

Размерный и весовой состав производителей леща в Каховском водохранилище

Пол	1972 г.		1973 г.	
	Длина, см	Вес, г	Длина, см	Вес, г
Самки	24—53,5	333—3900	20—52,0	350—1850
	33,5	855,4	32,0	950
	24—48,0	280—2900	28—52,0	350—1550
Самцы	32,8	801,5	32,0	650

Примечание. Числитель — колебания, знаменатель — среднее.

В нерестовом стаде леща в Каховском водохранилище в 1972 г. встречались рыбы от 4 до 16 лет, но преобладали пятигодовики (40,1%). Четырех-, шести- и семигодовики соответственно составили 13,8; 22 и 11,5%. Производители старше семи лет в нерестовом стаде были малочисленны. В 1973 г. материал о составе нерестового стада леща был получен только в Рогачикском заливе Каховского водохранилища (табл. 9).

Таблица 9

Возрастной состав нерестового стада леща (в %)

Возраст, годы	Количество производителей	Возраст, годы	Количество производителей
Каховское водохранилище (1972 г.)			
4	13,8	11	2,4
5	40,1	12	1,4
6	22,0	13	0,4
7	11,5	14	0,4
8	4,6	15	—
9	0,9	16	0,4
10	2,1		
Рогачикский залив Каховского водохранилища (1973 г.)			
4	2,1	9	2,1
5	27,3	10	1,1
6	40,0	11	—
7	20,0	12	—
8	7,4		

В составе нерестового стада этого залива доминировали шестигодовики (40%), а также пяти- и семигодовики. Вызывает беспокойство незначительное количество (2,1%) четырехгодовиков. Кроме того, в материале 1973 г. не было рыб старше 10 лет. Как в 1972, так и в 1973 г. основу нерестового стада леща в водохранилище составляли впервые перестывшиеся рыбы и рыбы, отнерестившиеся не более одного-двух раз.

С точки зрения рационального рыбного хозяйства такая структура нерестового стада леща в водохранилище мало благоприятна и свидетельствует о высокой интенсивности рыболовства. Качественный состав доминирующей массы производителей, по-видимому, не может обеспечить оптимальный уровень воспроизводства запасов леща в Каховском водохранилище.

Места, сроки и условия размножения. Как уже отмечалось, в нижнем течении Днепра до зарегулирования стока реки плотиной Каховской ГЭС встречались как полупроходная, так и жилая (местная) формы леща. Полупроходной лещ заходил в Днепр из Днепро-Бугского лимана осенью и весной (Сыроватский, 1929; Великохатко, 1941). Осенний ход наблюдался в конце сентября — октябре, весенний — в марте, массовый — во второй половине апреля. Заходы леща в Днепр начинались при температуре воды 8—10°. После перекрытия Днепра плотиной Каховской ГЭС осенний ход леща резко сократился (особенно после 1969 г.) и сейчас почти не наблюдается.

Нерестилища полупроходного леща до зарегулирования стока Нижнего Днепра располагались от устья реки до плотины ДнепроГЭС (Амброз, 1956). Однако основная масса полупроходного леща нерестилась в дельте Днепра, придаточных водоемах — озерах и лиманах, на разливах поймы.

После сооружения плотины Каховской ГЭС нерестовый ареал днепро-бугского полупроходного леща резко сократился. В связи с изменившимся гидрологическим режимом в низовьях Днепра, в нижнем бьефе Каховской ГЭС, скапливается относительно небольшое количество производителей леща (Владимиров и др., 1963). По-видимому, незначительное количество производителей леща во время нерестового хода постоянно проникает через судоходный шлюз в Каховское водохранилище и большей частью идет на размножение в Рогачикский залив. По данным Владимирова (1955), лещ в Нижнем Днепре до зарегулирования стока нерестился при температуре 10,6—17,5° в местах со слабым течением, на глубине от 0,5 до 2 м. Обычным субстратом служила залитая луговая или мягкая подводная растительность на разливах поймы.

В Каховском водохранилище лещ обычно начинает нереститься в третьей декаде апреля, а кончает в начале июня. В реке до зарегулирования нерест начинался примерно в эти же сроки, но заканчивался, как правило, в конце мая. Чаще всего массовый нерест леща в водохранилище наблюдается между 10 и 20 мая при температуре воды 16—18°.

Одним из важнейших показателей состояния половых продуктов леща является коэффициент зрелости. Из табл. 10 видно, что с 21 по 30 апреля коэффициент зрелости лещей в водохранилище колебался от 7 до 22,9% (в среднем 12,6%). С 1 по 10 мая он достигал 9,3—25,7%

Таблица 10

Изменение коэффициента зрелости леща в Каховском водохранилище в 1972 г.

Период наблюдений	Коэффициент зрелости		
	мин.	макс.	средний
21—30/IV	7,0	22,9	12,6
1—10/V	9,3	25,7	16,2
11—20/V	5,0	25,1	12,4
21—30/V	7,4	21,4	13,4
31/V—10/VI	7,6	15,3	11,4

(в среднем 16,2%). С 11 по 20 мая среднее значение коэффициента зрелости снижалось до 12,4% (при колебании 5—25,1%), так как в этот период многие самки уже отнерестились.

До зарегулирования стока нижнего течения Днепра лещ выметывал две-три порции икры (Великохатко, 1941). В первые годы существования Каховского водохранилища у леща также отмечали порционное икрометание и изменение числа порций по годам (Владимиров и др., 1963). По нашим наблюдениям, в последние годы для леща в Каховском водохранилище характерен только единовременный нерест. Еще раньше на это указывала Л. Г. Симонова (1969).

Основные нерестилища леща в Каховском водохранилище находятся в его верхней мелководной части (район бывших Конкских плавней) и в многочисленных заливах на защищенных от ветров и штормов тихих участках. Одним из наиболее важных нерестилищ леща в водохранилище является Рогачикский залив. В отличие от щуки, синца, сазана, чехони и других видов рыб лещ достаточно хорошо приспособился к размножению в условиях Каховского водохранилища. Так как луговых нерестовых субстратов почти не осталось, а мягкая водная растительность представлена преимущественно рдестами, лещ широко использует для икрометания подмытые корни ивы, ветви полузатопленных деревьев, расположенных вдоль уреза воды, отмершие остатки прошлогодней растительности (стебли и корневища тростника, рогоза и другие) и даже раковины отмерших моллюсков (преимущественно дрейссены). Он откладывает икру в водохранилище примерно на той же глубине, что и в реке до зарегулирования стока: обычно у дна на глубинах 0,5—2 м (иногда и глубже, особенно на искусственных нерестовых гнездах). Это обеспечивает нормальную инкубацию икры, несмотря на колебания уровня воды, связанные с работой ГЭС и ветровыми сгонно-нагонными явлениями. Лещ охотно откладывает икру на искусственные нерестовые гнезда, что дает возможность улучшить условия его естественного размножения, прежде всего в заливах нижней части Каховского водохранилища, глубоких и почти лишенных нерестовых субстратов.

Личинки леща появляются на нерестилищах среди подмытых корневищ и опущенных в воду ветках ивы, около зарослей прошлогоднего тростника и в других тихих местах, преимущественно в заливах. Вообще заливы водохранилища являются своеобразными естественными питомниками для леща.

Неподалеку от нерестилищ держатся и сеголетки, которые к октябрю—ноябрю начинают отходить с прибрежных мелководий на более глубокие места, где и зимуют.

Скату молоди леща из верхнего в нижний бьеф Каховского водохранилища, по-видимому, препятствуют крайне малые градиенты сточного течения в водохранилище, где более четко выражены ветровые течения переменных румбов. Все это дезориентирует молодь леща в ее перемещениях в водохранилище.

Лимнофильный характер режима водохранилища способствовал формированию единого стада леща, хотя по своему происхождению, как уже отмечалось, это стадо неоднородно.

Выводы

1. Популяция леща в Каховском водохранилище после перекрытия Днепра плотиной Каховской ГЭС сформировалась за счет его полупроходной формы и местной жилой озерно-речной, населявшей реку и ее придаточные водоемы в зоне затопления водохранилища. За два-

дцать лет существования этого водоема в нем образовалось единое ту-водное стадо леща, генетически неоднородное, хотя рыбы в нем приобрели ряд общих черт биологии.

2. Темп увеличения численности популяций рыб (это относится и к каховскому лещу) в водохранилищах и величины их продукции зависят от численности исходного стада производителей того или иного вида рыб к моменту образования водохранилища и наличия в нем благоприятных условий для размножения и нагула.

3. Лещ, обладая высоким адаптационным потенциалом, нашел в Каховском водохранилище благоприятные условия размножения, благодаря чему при хорошей обеспеченности пищей воспроизводится здесь удовлетворительно. Это одна из наиболее многочисленных и ценных промысловых рыб водохранилища.

4. После зарегулирования стока Днепра сроки нереста стали более растянутыми, икрометание — единовременным. Лещ в массе стал откладывать икру на подмытые корни ивы, полузатопленные ветви деревьев, отмершие корни и стебли тростника, рогоза, раковины моллюсков и другие новые для него субстраты. Ската молоди в нижний бьеф Каховской ГЭС не наблюдается.

5. На численность и запасы леща в Каховском водохранилище отрицательно влияет ухудшение воспроизводительной способности этого вида, связанное здесь с омоложением стада производителей; вследствие того, что в основном вылавливаются впервые созревающие особи и производители младшего возраста. Целесообразно увеличить промысловую меру на леща с 32 до 36 см.

6. Численность леща в водохранилище может быть увеличена за счет посадки деревьев и кустарников вдоль уреза воды, применения искусственных нерестовых гнезд и других искусственных нерестилищ, особенно в глубоких, лишенных растительности заливах, мелiorации нерестилищ и оптимизации уловенного режима.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Амброз А. И. Рыбы Днепра, Южного Буга и Днестровско-Бугского лимана. Изд. АН УССР, 1956, 407 с.

Белый Н. Д. Размер, возраст и темп роста леща р. Днепр. Тр. Института гидробиологии АН УССР, 1948, с. 28—36.

Бруенко В. П., Дячук И. Е. Структура нерестовых стад, рост и половое созревание леща (*Abramis brama* L.) Кременчугского водохранилища. «Вопросы ихтиологии», т. 11, вып. 6, 1971, с. 955—968.

Брюзгин В. Л. Промысловая мера на рыбу. «Вопросы ихтиологии», т. 12, вып. 4, 1972, с. 618—628.

Великохатко Ф. Д. Материалы к познанию леща из р. Днепра. «Зоол. журн», т. 20, вып. 1, 1941, с. 101—117.

Владимиров В. И. Условия размножения рыб в нижнем Днепре и Каховское гидростроительство. Изд. АН УССР, 1955, 147 с.

Владимиров В. И., Сухойван П. Г., Бугай К. С. Размножение рыб в условиях зарегулированного стока реки (на примере Днепра). Изд. АН УССР, 1963, 395 с.

Егерман Ф. Ф. Современное рыболовство р. Днепр в районе от порога Вильно до устья р. Ингульца (1925—1927 гг.). Тр. Гос. ихтиологич. опытн. станции, т. 5, вып. 1, 1929, 234 с.

Иоганзен Б. Г. Плодовитость рыб и определяющие ее факторы. «Вопросы ихтиологии», т. 2, вып. 3, 1955, 57—68 с.

Павлов П. И. Придунайский лещ в сравнении с днепровским. «Зоол. журн», т. 35, вып. 6, 1956, с. 891—896.

Сыроватский И. Я. Рыболовство дельты Днепра. Тр. Гос. ихтиологич. опытн. станции, т. 4, вып. 2, 1929, 78 с.

Симонова Л. Г. Некоторые вопросы биологии леща и его промысла в Кременчугском водохранилище. «Рыбн. хоз.», вып. 8, Киев, «Урожай», 1969 с. 23—27.

*Some aspects of formation of bream populations
in downstream of rivers after regulation*

N. E. Salnikov, N. H. Idrisova, G. N. Pinus, S. V. Sentishcheva

SUMMARY

The population of bream in the Kakhovsk reservoir has originated from semi-anadromous and local forms, inhabiting the Dnieper River and its basin in the area flooded. Within 20 years a single but genetically heterogeneous river stock of bream has been formed.

After the regulation of the flow spawning time has extended, eggs are liberated in one batch on new substrates, such as roots of willow, flooded branches of trees etc.

The stock of bream is adversely affected by excessive fishing intensity when young and first-time spawners are caught. The abundance of bream may increase on account of improvement of conditions of natural reproduction owing to development of artificial spawning grounds, planting trees and shrubbery near the water front and optimization of the level of water.

УДК 626.88:597.554.3:639.215 (282.247.31)

**ВЛИЯНИЕ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА
И ДРУГИХ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ
НА БИОЛОГИЮ И ПРОМЫСЕЛ ЛЕЩА
В ДНЕСТРОВСКОМ ЛИМАНЕ****Л. В. Орлова**

Днестровский лиман (площадь около 42 тыс. га) — один из перспективных водоемов для развития рыбного хозяйства на юге Украины, что определяется мелководностью лимана, теплым климатом и длительным вегетационным периодом, наличием в составе ихтиофауны ценных промысловых видов рыб и т. д. Кроме того, намечены переброска в Днестровский лиман части стока Дуная, отделение этого лимана от моря и другие рыбохозяйственные мероприятия.

В последние десятилетия режим низовьев Днестра и Днестровского лимана существенно изменился вследствие зарегулирования (и годового перераспределения) стока Днестра, обвалования поймы в низовьях реки, сокращения пресного стока в результате ежегодно возрастающего расхода днестровской воды на орошение и обводнение сельскохозяйственных земель. Кроме того, воды лимана загрязняются и вследствие углубления судоходного канала осолоняются. Все это, естественно, изменило условия жизни промысловых видов рыб, сказалось на их биологии, распределении, численности и промысле.

В настоящее время в низовьях Днестра* и в Днестровском лимане ежегодно в среднем вылавливают 8 тыс. ц рыбы (1965—1974 гг.), в том числе леща — 1642 ц, судака — 452 ц, щуки — 286 ц, чехони — 264 ц, тарани — 152 ц. Таким образом, наиболее массовой и ценной промысловой рыбой в низовьях Днестра и Днестровском лимане является лещ, уловы которого за последние три года резко возросли и достигли в 1974 г. 4598 ц.

Для изучения закономерностей влияния зарегулирования стока и других антропогенных факторов на биологию и промысел леща были проведены специальные исследования в Днестровском лимане. Материал собирали в 1972—1974 гг. на различных участках этого водоема от устья Днестра до морского канала по всей его акватории.

Для лова леща были использованы дрифтерные сети с различным шагом ячеи от 32 до 60 мм. Порядок из 4—6 сетей, длиной 50—55 м (в посадке) каждая, закреплялся с каждого конца на баркасах, которые дрейфовали в течение 2—2,5 ч под парусами.

Кроме того, леща ловили ставными щипковыми сетями с шагом ячеи от 40 до 60 мм длиной 50 м (в посадке). В каждом порядке устанавливалось до 10 сетей при расстоянии между порядками не более 600 м. Для лова молоди также использовались вентери (шаг ячеи

* Под «Низовьем Днестра» принимаем район Днестра ниже Кугурганского лимана.

40—36—30 мм). Обычно на каждом исследуемом участке устанавливали от двух до шести пар вентерей при расстоянии между порядками 600 м.

Пойманную рыбу подвергали полному биологическому анализу, а также массовому промеру в соответствии с рекомендациями, изложенными в «Руководстве по изучению рыб» И. Ф. Правдина (1966), и инструкциями ВНИРО. При изучении биологии размножения леща использовали методические указания А. Ф. Коблицкой (1963). Возраст леща определяли по чешуе с помощью микропроектора 5 ПО-1, пользуясь рекомендациями Н. И. Чугуновой (1959) и В. Л. Брюзгина (1969), а рост — по изменению средней длины рыбы различного возраста.

Распределение и промысел леща в лимане изучали по данным контрольных и промысловых уловов, по результатам мечения леща весной 1974 г., взятым из материалов промысловой статистики за многолетний период. Полному биологическому анализу подвергнуто 2184 рыбы, массовому промеру — 3150 рыб, возраст определен у 2184 рыб.

Некоторые особенности размножения леща в новых условиях

Численность популяции леща в Днестровском лимане в значительной степени зависит от условий размножения этой рыбы.

В Днестровском лимане обитает полупроходная форма леща, нерестящаяся в дельте Днестра и выше. Кроме того, в низовьях Днестра обитала и его местная жилая форма, весь жизненный цикл которой проходил в реке; нерестился лещ во время половодья на заливных лугах, а также в пойменных озерах, связанных с рекой.

Однако после обвалования значительной части поймы Днестра в низовьях реки большая часть этих нерестилищ была утрачена. Изменился режим на нерестилищах в дельте реки (небольшой подъем уровня, поздний паводок и т. д.) в результате зарегулирования стока Днестра плотиной Дубоссарской ГЭС.

В настоящее время нерестилища леща расположены не только на пойме реки и в дельте, но и лимане (рис. 1). Лещ откладывает икру в основном в вершине Днестровского лимана и Гарагольском заливе. Часть стада леща нерестится на разливах поймы и протоках низовьев рек Днестра и Турунчук и плавневых озерах (Тудорово, Путрино, Белое и др.).

Субстратом для нереста леща в лимане служат подводные части камыша (*Scirpus lacustris* L.), рдеста (*Potamogeton* sp.), рогульника (*Typha pataus* L.), роголистника (*Ceratophyllum demersum* L.) и др. Нерест проходит на глубине от 0,5 до 2 м и более (например, весной 1974 г.): в северной части лимана отмечено восемь кладок икры леща на искусственных гнездах на глубине 1,8—2,1 м на жесткой и мягкой водной, а также свежей луговой и отмерших остатках прошлогодней растительности. Икра развивается в прикрепленном состоянии. Откладывание икры на большой глубине способствует нормальному развитию икры и выживанию личинок в условиях сгонно-нагонных явлений и колебания уровня воды. Это является своеобразной адаптацией днестровского леща к новым условиям размножения в лимане.

На нерестилища особи леща подходят ранней весной. Первые текущие самцы появляются уже в начале апреля, самки — в середине апреля. Нерест обычно начинается при температуре 11—12°C. Разгар нереста в 1974 г. отмечен при температуре 13—14°C с 11 по 15 мая. Заканчивается нерест леща чаще всего при 17—18°C в конце мая (табл. 1).

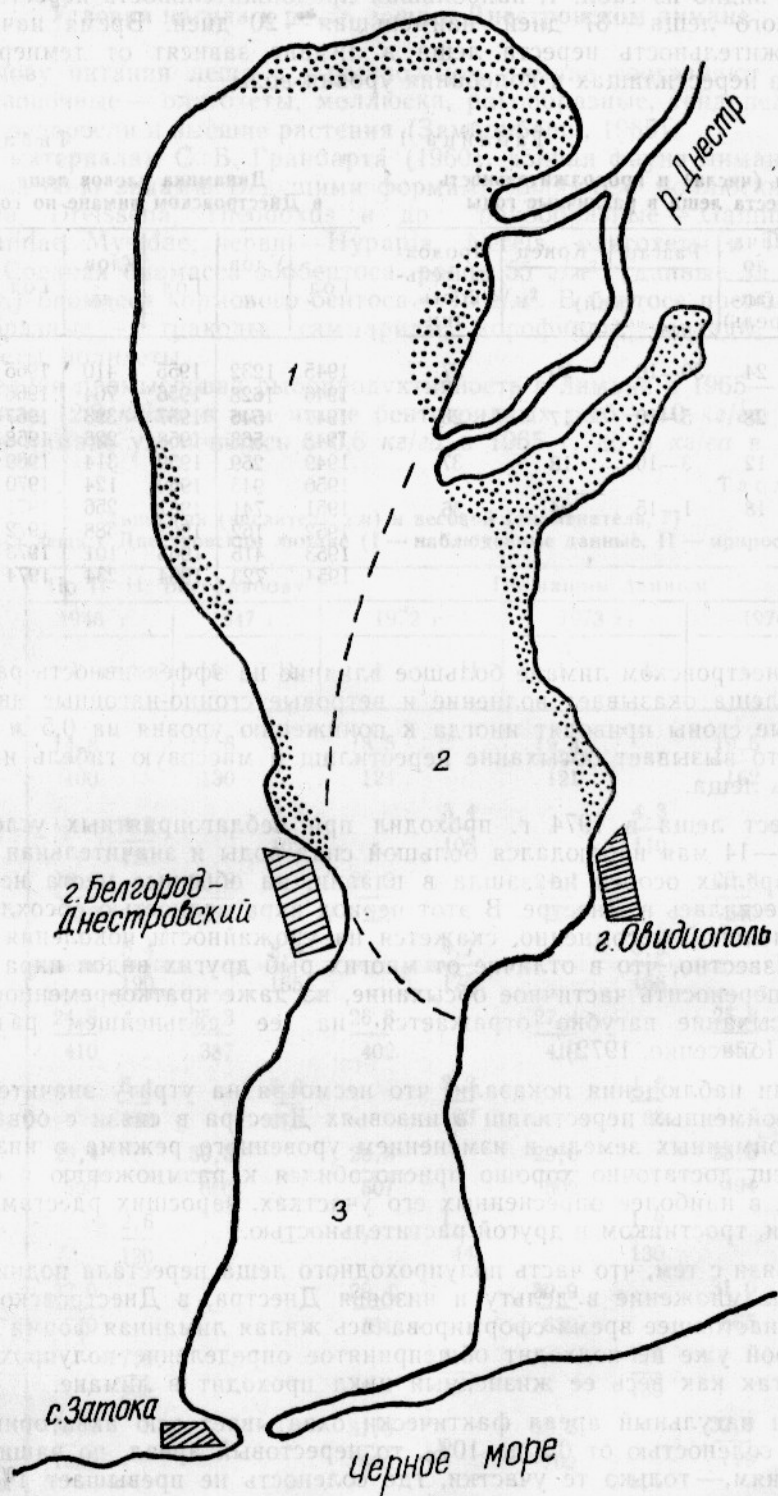


Рис. 1. Схема промысловых районов и мест нереста леща в Днестровском лимане:
 ———— места нереста леща; ———— граница промысловых районов; 1 — северо-западная часть; 2 — северо-восточная часть; 3 — южная часть

Как видно из табл. 1, наибольшая продолжительность нереста Днестровского леща — 37 дней, наименьшая — 20 дней. Время начала и продолжительность нереста леща в лимане зависят от температуры воды на нерестилищах и колебания уровня воды.

Таблица 1

Сроки (числа) и продолжительность нереста леща в различные годы

Год	Начало	Разгар	Конец	Продолжительность, дни
	(апрель)	(май)		
1971	24	30—10	20	27
1972	28	5—10	17	20
1973	12	3—10	18	37
1974	18	1—15	24	36

Таблица 2

Динамика уловов леща в Днестровском лимане по годам

Год	Улов, ц	Год	Улов, ц	Год	Улов, ц
1945	1232	1955	410	1965	222
1946	1628	1956	704	1966	464
1947	546	1957	393	1967	1038
1948	563	1958	226	1968	579
1949	259	1959	314	1969	670
1950	943	1960	124	1970	488
1951	741	1961	256	1971	513
1952	162	1962	388	1972	1404
1953	415	1963	101	1973	2673
1954	723	1964	234	1974	3254

В Днестровском лимане большое влияние на эффективность размножения леща оказывает волнение и ветровые сгонно-нагонные явления (сильные сгоны приводят иногда к понижению уровня на 0,5 м и более). Это вызывает обсыхание нерестилищ и массовую гибель икры и личинок леща.

Нерест леща в 1974 г. проходил при неблагоприятных условиях. Так, 10—14 мая наблюдался большой спад воды и значительная часть половозрелых особей не зашла в плавни, на обычные места нереста, а отнерестилась в Днестре. В этот период икра полностью обсохла, что в дальнейшем, несомненно, скажется на урожайности поколения этого года. Известно, что в отличие от многих рыб других видов икра леща может переносить частичное обсыхание, но даже кратковременное полное обсыхание пагубно отражается на ее дальнейшем развитии (В. А. Понасенко, 1972).

Наши наблюдения показали, что несмотря на утрату значительной части пойменных нерестилищ в низовьях Днестра в связи с обвалованием пойменных земель и изменением уровня режима в низовьях реки лещ достаточно хорошо приспособился к размножению в самом лимане, в наиболее опресненных его участках, заросших рдестами, камышами, тростником и другой растительностью.

В связи с тем, что часть полупроходного леща перестала подниматься на размножение в дельту и низовья Днестра, в Днестровском лимане в настоящее время сформировалась жилая лиманная форма леща, к которой уже не подходит общепринятое определение полупроходной рыбы, так как весь ее жизненный цикл проходит в лимане.

Если нагульный ареал фактически охватывает всю акваторию лимана с соленостью от 0,2 до 10‰, то нерестовый ареал, по нашим наблюдениям, — только те участки, где соленость не превышает 1‰.

Благодаря экологической пластичности леща численность его в лимане после осуществления комплекса водохозяйственных мероприятий не только не уменьшилась, но имеет тенденцию к росту, что подтверждается уловами (табл. 2).

Условия нагула и роста леща в Днестровском лимане

Основу питания леща в Днестровском лимане составляют донные беспозвоночные — олигохеты, моллюски, ракообразные, тендипедиды, а также водоросли и высшие растения (Замбриборщ, 1965).

По материалам С. Б. Гринбарта (1960), донная фауна лимана представлена 80-ю видами. Ведущими формами являются: моллюски — *Monodonta*, *Dreissena*, *Theodoxus* и др.; ракообразные — *Gammaridae*, *Corophiidae*, *Mysidae*; черви — *Hypania*, *Nereis*, олигохеты и *Tendipedidae*. Средняя биомасса зообентоса равна 55 г/м^2 (данные за 1948—1949 гг.) биомасса кормового бентоса — 15 г/м^2 . В бентосе преобладают ракообразные — остракоды, гаммариды, корофииды, мизиды, черви-олигохеты, полихеты.

Средняя промысловая рыбопродуктивность в лимане в 1965—1974 гг. составила $12,8 \text{ кг/га}$, в том числе бентосоядных рыб — 10 кг/га . Уловы леща в лимане увеличились с $0,6 \text{ кг/га}$ в 1965 г. до 8 кг/га в 1974 г.

Таблица 3

Линейный (числитель, см) и весовой (знаменатель, г)
рост леща в Днестровском лимане (I — наблюдаемые данные, II — прирост)

Возрастные группы	По П. И. Бессарабову				По нашим данным					
	1946 г.		1947 г.		1972 г.		1973 г.		1974 г.	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1+	14,8		17,6		18,5		19,8		19,5	
	100		130		124		121		162	
		4,1		9,3		3,4		4,3		2,8
2+		120		102		103		110		78
	18,9		26,9		21,9		24,1		22,3	
	220		232		227		231		240	
3+		5,4		8,4		4,7		3,3		3,5
		190		155		175		188		117
	24,3		25,3		26,6		27,4		25,8	
4+	410		387		402		419		357	
		5,1		5,0		2,2		1,6		2,7
		180		273		103		83		143
5+	29,4		30,3		28,8		29,0		28,5	
	590		660		507		502		494	
		2,6		—		1,4		1,9		2,5
6+		120		—		44		130		171
	32,0		—		29,4		30,9		31,0	
	710		—		551		632		665	
7+		7,6		—		1,6		1,6		1,9
		290		—		139		130		134
	39,6		—		31,0		32,5		32,9	
8+	1000		—		690		762		799	
		—		—		—		1,1		—
								147		—
9+							33,6		—	
							909			

Как видим, выход рыбной продукции в Днестровском лимане увеличивается за счет бентосоядных рыб, в первую очередь леща.

В 1974 г. для изучения распределения леща в период нагула гидростатическими метками ВНИРО было помечено 574 леща (в основном, половозрелого). Возврат меток — 19 шт. (3,5% от числа меченых рыб). Большинство рыб, помеченных в мае 1974 г. на нерестилищах близ р. Турунчук в северной части лимана, были вторично пойманы в его центральной и южной частях.

Иногда лещ в короткие сроки проходил относительно большие расстояния от мест мечения. Например, лещ, помеченный 7 июня в районе устья Турунчука, был пойман 14 июня в районе поселка Затока, пройдя свыше 30 км. Лещ нагуливается по всей акватории лимана, за исключением наиболее осолоненных его участков, где летом соленость достигает 12‰. Это подтверждают и результаты мечения леща.

Углубление в 1970 г. судоходного канала, соединяющего море с лиманом, привело к увеличению поступления морских соленых вод в Днестровский лиман и повышению его солености, особенно в западных участках. Так, даже в районе порта Белгород-Днестровский в июне 1974 г., соленость у поверхности равна 5,6, у дна — 11,5‰. Повышение солености лимана приводит к сокращению не только нерестового, но и нагульного ареалов леща.

Рост леща в лимане связан с численностью его популяции, с обеспеченностью пищей, температурными условиями и газовым режимом. Из данных о росте леща в лимане в различные годы, приведенных в табл. 3, видно, что наибольший средний линейный рост наблюдается в первые годы жизни (1973 г. — 19,8 см, 1974 г. — 19,5 см), максимальный прирост массы тела — на четвертом году (1972 г. — 175 г, 1973 г. — 188 г). Из сравнения наших данных с данными П. И. Бессарабова (1948) и Ф. С. Замбриборща (1953) видно, что с 1946 по 1974 г. длина и вес леща в одновозрастных группах мало изменились, следовательно условия для его нагула благоприятны. Исключение представляют рыбы в возрасте 4+, 5+, 6+, средняя длина и вес которых в 1972—1974 гг. по сравнению с 1946 и 1947 г. несколько снизились, что, возможно, связано с некоторыми различиями методик.

Из табл. 4, в которой приведены линейные размеры и вес самок и самцов леща соответствующих возрастных групп из уловов 1972—1973 гг., следует, что самки несколько крупнее самцов. В первые два года жизни темп роста самок и самок леща одинаков, с третьего года самки растут несколько быстрее. У рыб, достигших половой зрелости, линейный рост замедляется, а темп весового роста возрастает.

Одним из показателей условий жизни и характеристики водоема является коэффициент упитанности, который, по данным Замбриборща (1953), осенью 1951 г. для леща в Днестровском лимане колебался в пределах 1,95—2,26 (по Фультону), а по нашим данным осенью 1974 г. — в пределах 1,97—2,46 (средний 2,16).

Таким образом, несмотря на резкое увеличение численности леща в последние годы, темп роста, средняя длина, вес и коэффициент упитанности его остаются высокими, что указывает на благоприятные условия нагула и хорошее состояние кормовой базы.

Уловы леща в 1974 г. составили 77% от общего вылова бентосоядных рыб (табл. 5).

Сокращение запасов бычка (с 1972 г. его практически не добывают, в то время как в 1965 г. уловы его составили около 3 тыс. ц), ерша, густеры и других трофических конкурентов леща приводит к недостаточному использованию кормового бентоса *, что дает возможность уве-

* Следует также учитывать и то, что кормовой коэффициент у тугорослых бентосоядных рыб выше, чем у леща.

лечить численность и уловы леща за счет рыбоводных и рыбоводно-мелиоративных мероприятий, в частности, за счет улучшения условий естественного нереста (мелиорация нерестилищ, постановка искусственных гнезд) и массового зарыбления лимана полноценной молодью леща.

Таблица 4

Соотношение между весом, длиной и возрастом леща
в осенних уловах в северо-западной части Днестровского лимана

Возраст, годы	Самки			Самцы		
	длина, см	вес, г	n	длина, см	вес, г	n
Сентябрь — октябрь 1972 г.						
2+	—	—		21,9 18,0—24,1	226,9 108—396	29
3+	27,8 25,4—29,7	455,4 337—585	46	26,3 22,0—29,0	384,1 185—518	80
4+	29,0 26,4—32,3	528,8 389—735	50	28,4 22,8—31,0	482,1 220—667	61
5+	29,9 26,5—33,6	584,5 402—870	18	28,9 25,2—32,0	526,0 324—660	13
6+	30,4 29,8—31,0	591,5 564—619	2	30,5 27,0—34,0	586,5 404—777	2
Сентябрь — ноябрь 1973 г.						
3+	27,7 27,0—29,0	444 405—488	39	27,4 26,5—29,0	425 380—484	42
4+	29,1 26,5—30,5	507 390—588	82	28,8 27,5—31,0	502 400—625	103
5+	31,2 29,5—33,5	655 504—875	75	30,5 28,5—33,0	602 510—755	54
6+	32,7 30,0—34,5	785 594—985	26	32,0 30,0—34,0	704 625—805	10
7+	32,6 27,5—35,0	809 635—930	6	—	—	—

Примечание. В числителе — средние; в знаменателе — колебания.

Таблица 5

Динамика вылова бентосоядных рыб в Днестровском лимане (в и)

Рыба	Годы									
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Лещ	222	464	1038	579	670	488	513	1404	2673	3254
Сазан	2	—	—	23	6	17	46	6	5	5
Тарань	26	31	48	34	432	613	171	41	122	896
5—867										

Рыба	Годы									
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Линь	—	—	13	—	7	—	—	—	—	—
Карась	—	—	—	3	9	40	285	56	20	29
Бычок	2997	1508	1777	1222	366	10	22	—	—	—
Густера	296	143	449	444	1078	1537	360	270	117	—
Окунь	274	78	12	26	9	68	96	136	32	6
Ерш	1074	680	312	1958	1845	923	2461	—	834	10
Плотва	638	246	162	102	204	137	27	22	186	28
Вьюн	—	—	4	—	26	—	—	1715	—	—
Всего	5529	3150	3815	4391	4652	2833	3981	3650	3981	4228

Состояние и перспективы промысла леща

Способы и орудия лова, размер ячеи, места и сроки промысла могут влиять на численность стада леща в Днестровском лимане, а следовательно, на его запасы и состояние рыболовства. В этой связи рассмотрим современное состояние и перспективы промысла леща в лимане.

Леща в Днестровском лимане ловят главным образом в летне-осеннее время (рис. 2), в основном в северной, северо-западной и северо-восточной частях лимана, вентерями (шаг ячеи 30—36—40 мм) и ставными сетями (шаг ячеи 55—60 мм). Количество вентерей и сетей в 1974 г. составили соответственно 800 и 646 (табл. 6).

Таблица 6

Количество орудий лова по районам промысла леща в Днестровском лимане

Часть лимана	Число		Улов, кг		Число		Улов, кг	
	сетей	вентерей	на сетку	на вентерь	сетей	вентерей	на сетку	на вентерь
	1971 г.				1972 г.			
Северо-западная	100	110	36,5	321,0	260	350	93,0	106
Северо-восточная	15	280	4,4	13,5	10	280	6,5	123
Южная	120	100	8,3	68,4	150	100	62,4	104
Всего по лиману	235	490			420	730		
	1973 г.				1974 г.			
Северо-западная	380	360	71,7	247	300	400	163	319
Северо-восточная	30	280	50,7	218	25	300	78	227
Южная	220	100	76,0	144	321	100	69	133
Всего по лиману	630	740			646	800		

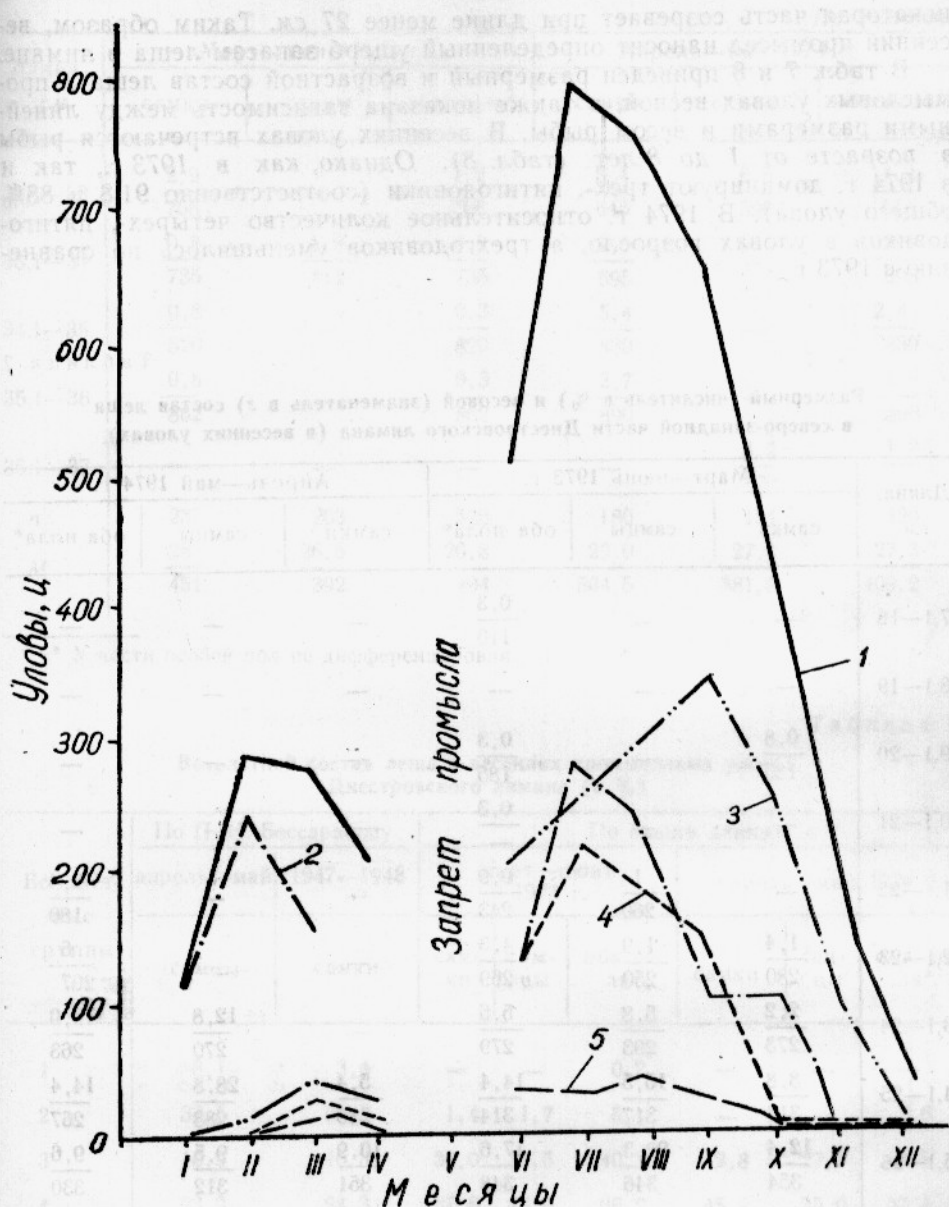


Рис. 2. Динамика уловов леща в Днестровском лимане и низовьях Днестра в 1974 г.: 1 — по лиману и низовью Днестра; 2 — по низовью Днестра; 3 — по северо-западной части лимана; 4 — по северо-восточной части лимана; 5 — по южной части лимана

Весной (до запрета на рыболовство) преимущественно вылавливают половозрелых рыб, хотя в уловах встречается и молодь леща. Так, средняя длина леща в весенних уловах 1973 г. составила 26,8 см (от 17 до 36 см), средний вес — 404 г (от 110 до 862 г), а в 1974 г. соответственно 27,3 см (от 21 до 37 см) и 409,2 г (от 180 до 890 г) (табл. 7). В целом в рассматриваемые годы вылавливался лещ примерно одного и того же размера. При промысловой мере 27 см около половины лещей, вылавливаемых весной, относится к неполовозрелым рыбам, хотя

некоторая часть созревает при длине менее 27 см. Таким образом, весенний промысел наносит определенный ущерб запасам леща в лимане.

В табл. 7 и 8 приведен размерный и возрастной состав леща в промысловых уловах весной, а также показана зависимость между линейными размерами и весом рыбы. В весенних уловах встречаются рыбы в возрасте от 1 до 8 лет (табл. 8). Однако, как в 1973 г., так и в 1974 г. доминируют трех-, пятигодовики (соответственно 91,8 и 88% общего улова). В 1974 г. относительное количество четырех-, пятигодовиков в уловах возросло, а трехгодовиков уменьшилось по сравнению с 1973 г.

Таблица 7

Размерный (числитель в %) и весовой (знаменатель в г) состав леща в северо-западной части Днестровского лимана (в весенних уловах)

Длина, см	Март—июнь 1973 г.			Апрель—май 1974 г.		
	самки	самцы	оба пола*	самки	самцы	оба пола*
17,1—18	—	—	$\frac{0,3}{110}$	—	—	—
18,1—19	—	—	—	—	—	—
19,1—20	$\frac{0,8}{185}$	—	$\frac{0,3}{185}$	—	—	—
20,1—21	—	—	$\frac{0,3}{—}$	—	—	—
21,1—22	—	$\frac{1}{260}$	$\frac{0,9}{243}$	—	—	$\frac{2,4}{180}$
22,1—23	$\frac{1,4}{280}$	$\frac{1,9}{250}$	$\frac{4,3}{269}$	—	—	$\frac{6}{207}$
23,1—24	$\frac{2,2}{273}$	$\frac{5,8}{293}$	$\frac{5,6}{279}$	—	$\frac{12,8}{270}$	$\frac{12,0}{263}$
24,1—25	$\frac{8,8}{313}$	$\frac{15,5}{317}$	$\frac{14,4}{314}$	$\frac{5,4}{285}$	$\frac{28,8}{288}$	$\frac{14,4}{267}$
25,1—26	$\frac{12,4}{354}$	$\frac{22,3}{346}$	$\frac{17,6}{348}$	$\frac{10,9}{351}$	$\frac{9,5}{312}$	$\frac{9,6}{330}$
26,1—27	$\frac{21,8}{393}$	$\frac{16,6}{369}$	$\frac{19,5}{386}$	$\frac{10,8}{400}$	$\frac{16,2}{380}$	$\frac{10,8}{389}$
27,1—28	$\frac{13,8}{441}$	$\frac{13,6}{432}$	$\frac{12,4}{432}$	$\frac{19,5}{464}$	$\frac{9,7}{438}$	$\frac{13,4}{455}$
28,1—29	$\frac{11,6}{467}$	$\frac{8,7}{452}$	$\frac{8,9}{465}$	$\frac{11,8}{495}$	$\frac{6,5}{425}$	$\frac{7,4}{472}$
29,1—30	$\frac{8,0}{512}$	$\frac{10,6}{499}$	$\frac{6,7}{505}$	$\frac{14,0}{523}$	—	$\frac{6,0}{523}$
30,1—31	$\frac{8,8}{584}$	$\frac{1,0}{600}$	$\frac{4,0}{589}$	$\frac{2,7}{640}$	$\frac{3,3}{500}$	$\frac{2,4}{570}$
31,1—32	$\frac{5,1}{698}$	$\frac{1,0}{620}$	$\frac{2,1}{688}$	$\frac{5,8}{533}$	$\frac{3,5}{460}$	$\frac{3,6}{508}$

Длина, см	Март—июнь 1973 г.			Апрель—май 1974 г.		
	самки	самцы	оба пола*	самки	самцы	оба пола*
32,1—33	<u>2,9</u> 706	—	<u>1,2</u> 706	<u>5,4</u> 645	<u>6,5</u> 590	<u>4,8</u> 618
33,1—34	<u>0,8</u> 735	<u>1,9</u> 812	<u>0,9</u> 735	<u>5,6</u> 695	—	<u>2,4</u> 695
34,1—35	<u>0,8</u> 820	—	<u>0,3</u> 820	<u>5,4</u> 830	—	<u>2,4</u> 830
35,1—36	<u>0,8</u> 862	—	<u>0,3</u> 862	<u>2,7</u> 890	—	<u>1,2</u> 890
36,1—37	—	—	—	—	<u>3,2</u> 820	<u>1,2</u> —
n	237	203	525	180	154	420
M	<u>28</u> 451	<u>26,5</u> 392	<u>26,8</u> 404	<u>29,0</u> 504,5	<u>27,1</u> 381,5	<u>27,3</u> 409,2

* У части особей пол не дифференцирован.

Таблица 8

**Возрастной состав леща в весенних промысловых уловах
Днестровского лимана (в %)**

Возраст- ные группы	По П. И. Бессарабову		По нашим данным					
	апрель—май	1947—1948	март—июнь 1973 г.			апрель—май 1974 г.		
	самцы	самки	сам- ки	сам- цы	оба по- ла*	самки	сам- цы	оба по- ла*
1	3,1	3,4	—	—	0,2	—	—	—
2	38,6	56,5	1,4	1,7	5,1	—	—	3,6
3	16,9	10,3	36,0	34,5	40,3	2,8	27,6	22,8
4	23,9	24,3	37,6	40,6	36,2	45,9	35,0	37,4
5	15,1	4,1	19,9	19,9	15,3	35,1	34,0	27,8
6	1,6	1,4	4,4	2,5	2,5	13,5	3,4	7,2
7	0,8	—	0,7	0,8	0,4	—	—	—
8	—	—	—	—	—	2,7	—	1,2
n	126	143	136	116	354	180	154	420

* У части особей пол не дифференцирован.

Введение более жестких правил рыболовства, несмотря на отмеченные выше недостатки, улучшило положение с весенним промыслом по сравнению с 1947—1948 гг., когда промыслом преимущественно вылав-

Размерный состав леща Днестровского лимана в промысловых уловах осенью (в %)

Длина, см	По Б. И. Бессара- бову	По нашим данным								
		сентябрь-октябрь 1972 г.			сентябрь-ноябрь 1973 г.			сентябрь-октябрь 1974 г.		
		самки	самцы	оба пола *	самки	самцы	оба пола *	самки	самцы	оба пола *
7,1—11	0,7									
11,1—13	2,0									
13,1—14	1,8									
14,1—15	4,1						0,3			
15,1—16	3,1									
16,1—17	5,8						0,3			
17,1—18	6,1		1,1	0,4						
18,1—19	4,3		1,1	0,8			0,6			
19,1—20	5,0		1,1	0,6						3,8
20,1—21	6,2		0,6	0,6			0,9			2,2
21,1—22	8,1		6,0	3,1						
22,1—23	8,2		4,9	4,1			1,2			
23,1—24	4,9		5,5	3,4			0,9		4,5	1,9
24,1—25	5,9		4,4	4,8			1,2			2,1
25,1—26	5,0	2,0	14,3	12,1	0,7	0,7	1,2		4,5	4,0
26,1—27	4,4	7,6	14,8	12,7	7,5	10,6	9,6	2,6	9,0	6,0

27,1—28	5,2	30,0	14,8	19,8	11,5	11,2	15,9	2,6	4,7	4,2
28,1—29	5,3	25,0	15,4	16,9	23,9	23,9	21,8	9,3	18,0	11,8
29,1—30	5,2	16,0	8,3	10,0	16,3	23,3	17,9	—	9,0	4,0
30,1—31	4,2	13,6	6,4	7,3	14,9	11,2	12,4	27,0	18,0	20,0
31,1—32	2,1	2,0	0,6	1,8	10,2	4,9	6,9	18,0	18,0	16,0
32,1—33	0,9	0,9	—	0,3	6,1	2,8	4,0	22,5	9,0	14,2
33,1—34	0,7	0,8	0,5	0,8	6,1	0,7	3,1	18,0	5,3	9,8
34,1—35	0,7				1,4		0,9			
35,1—36	0,1				1,4		0,6			
36,1—37	0,2									
37,1—41	0,2				0,7		0,3			
45,1—46		0,8		0,2						
<i>n</i>	2648	118	182	520	247	242	521	108	108	250
Средние длина	22,7	28,7	26,1	27,2	28,0	26,5	26,9	31,2	29,2	29,1
вес		512,3	397	435,6	578	524	525	684	563	575

* У части особей пол не дифференцирован.

ливались двухгодовики (см. табл. 8), что привело к падению запасов и уловов леща.

Из сопоставления данных о связи длины и веса (см. табл. 7) следует, что как и у большинства других карповых рыб, самки у днестровского леща значительно крупнее (тяжелее) самцов.

Из данных о размерном и возрастном составе днестровского леща в осенних уловах, представленных в табл. 9 и 10, видно, что длина леща колебалась от 14 до 41 см, а вес от 60 до 1220 г. Отмечен единственный экземпляр длиной 46 см при весе 2030 г.

Таблица 10

Возрастной состав леща Днестровского лимана
в осенних уловах в различные годы в (%)

Возрастные группы	По Б. И. Бес-сарабову		По Ф. С. Зам-бриборщу	По нашим данным								
	1946 г.	1947 г.		1972 г.			1973 г.			1974 г.		
				оба по-ла*	самки	самцы	оба по-ла*	самки	самцы	оба по-ла*	самки	самцы
1+	5,2	37,7	—	0,6	—	—	2,2	—	—	4,0	—	—
2+	6,4	52,9	16,1	10,3	—	15,7	4,9	—	—	4,0	—	4,8
3+	17,5	8,4	77,2	47,7	39,3	43,3	20,2	17,9	20,2	15,5	9,2	9,8
4+	48,6	1,0	6,7	32,9	42,7	33,0	37,3	35,2	48,7	16,5	9,4	25,2
5+	21,9	—	—	7,5	15,4	7,0	25,9	32,0	25,6	42,8	52,8	50,2
6+	1,0	—	—	0,8	1,7	1,0	7,9	11,8	5,5	17,2	28,6	10,0
7+	—	—	—	0,2	0,9	—	1,6	3,1	—	—	—	—
Все-го, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
n	251	382		522	117	185	467	228	209	250	108	108

*У части особей пол не дифференцирован.

В уловах трех последних лет преобладали особи от 25 до 32 см (до 80%). Средняя длина в осенних уловах 1972 г. — 27,2 см, вес 435,6 г; 1973 г. — 26,9 см и 525 г; 1974 г. — 29,1 см и 575 г. Самки значительно крупнее самцов (см. табл. 9).

Прилов молоди в осенних уловах был значительно меньшим, чем в весенних, и составил: в 1972 г. около 30%; 1973 г. — 15%; 1974 г. — 16%. В осенних уловах 1945—1948 гг. лещ непромысловых размеров (до 27 см) составлял около 70%, так как с 1945 по 1954 г. на промысле в Днестровском лимане было чрезмерно много мелкочейных орудий лова, что привело к подрыву запасов леща и других ценных видов рыб. Введение новых правил рыболовства (1955, 1969 гг.) дало возможность регулировать промысел рыбы в лимане.

При сопоставлении наших данных с материалами П. И. Бессарабова (1948) и Ф. С. Замбриборща (1953) можно видеть, что в настоящее время осенний промысел в лимане базируется в основном на вылове четырех-, пяти-, шестилетнего леща (в 1972—1974 гг. — от 88 до 92%); в 1947 г., например, промысел базировался на двух-, трехлетних (90%), а в 1951 г. — на четырехлетних рыбах (77%).

В настоящее время омоложения промыслового стада леща в Днестровском лимане не наблюдается, нет снижения его средней длины и среднего веса, что свидетельствует о благоприятном состоянии запасов леща.

Уловы леща в лимане можно повысить за счет увеличения его численности путем массового зарыбления разновозрастной молодью из нерестово-выростных хозяйств и рыбопитомников, мелиорации естественных нерестилищ и широкого использования искусственных нерестовых субстратов (штормоустойчивых нерестовых сетных полотен, нерестовых гнезд и т. д.), а также дальнейшего совершенствования режима и правил рыболовства.

Выводы

1. Зарегулирование и сокращение пресного стока Днестра, обвалование его поймы, изменили условия жизни леща, прежде всего условия воспроизводства его полупроходной формы.

2. Численность и запасы леща в лимане находятся в удовлетворительном состоянии благодаря тому, что лещ приспособился к размножению в новых условиях режима лимана (сформировалась местная жилая форма леща), хорошей обеспеченности кормовой базой и проведению комплекса рыбоохранных мер.

3. Лещ в последние годы, после зарегулирования стока Днестра и обвалования его поймы, широко освоил новые нерестовые участки в собственно лимане. Он откладывает икру на подводные части *Scirpus lacustris* L., *Potamogeton* sp., *Trapa natans* L., *Ceratophyllum demersum* L. и др. Приспособлением к условиям лимана является откладывание икры на большей глубине (до 1,5—2 м), что обеспечивает более высокую выживаемость икры в условиях сгонно-нагонных явлений, колебаний уровня воды в Днестровском лимане.

4. В связи с сокращением численности бычков и сазана, а также других потребителей бентоса, запасы кормового бентоса в лимане используются недостаточно. Для более рационального использования запасов кормового бентоса целесообразно увеличить в Днестровском лимане численность леща, для чего необходима мелиорация естественных нерестилищ, а также более широкое применение искусственных нерестовых субстратов (гнезда, нерестовые штормоустойчивые полотна и др.) и массовое зарыбление лимана разновозрастной молодью леща.

5. До осуществления этих мероприятий целесообразно ограничить промысел леща в лимане до 3 тыс. ц в год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бессарабов П. И., А. П. Амброз. Материалы по биологии и промыслу рыб Днестровского лимана и водоемов низовий реки Днестра. Отчет Одесской научно-исследовательской станции. Одесса, 1948, с. 204—205.

Гринбарт С. Б. Зообентос лиманов северо-западного Причерноморья как кормовая база промысловых рыб. Труды I ихтиологической конференции по изучению морских лиманов северо-западной части Черного моря. Кишинев, 1960, с. 135—147.

Замбриборщ Ф. С. Состояние запасов основных промысловых рыб дельты Днестра и Днестровского лимана и пути их воспроизводства. Одесский гос. ун-т. Сборник статей по Днестровскому лиману и низовьям Днестра, 1953, вып. 2, с. 103—135.

Замбриборщ Ф. С. Рыбы низовьев рек и приморских водоемов северо-западной части Черного моря и условия их существования. Автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра биол. наук. Одесса, 1965, 28 с.

Панасенко В. А. Лещ (*Abramis brama*) Куршского и Вислинского заливов и пути рационального использования его запасов. Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук. Калининград, 1972, 26 с.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М., «Пищевая промышленность», 1966, 376 с.

Коблицкая А. Ф. Изучение нереста пресноводных рыб. М., «Пищевая промышленность», 1963, 110 с.

Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959, 35 с.

*Effect of regulation of the Dniester flow and other anthropogenic factors
on the biology and fishery for bream in the Dniester lagoon*

L. V. Orlova

SUMMARY

The regulation of the Dniester flow, damming up of its floodplain has resulted in some loss of spawning grounds of the semi-anadromous form of bream in the Dniester floodplain. A new landlocked form of bream has been formed in the lagoon. Their whole life cycle takes place there.

The resources of benthos are used inadequately in the lagoon, so the abundance and catches of bream may increase on account of fish-cultural and meliorative arrangements. At present the stock is on a satisfactory level. Before the fish-cultural and meliorative scheme is implemented and lagoon is stocked with viable juveniles the catches of bream should be not more than 300 tons per annum.

УДК 597.554.3+597—116(282.243.7)

О ВОСПРОИЗВОДСТВЕ СТАДА ДУНАЙСКОГО ЛЕЩА (ABRAMIS BRAMA L.)

Н. Е. Сальников,
ВНИРО

А. М. Кукурадзе,
Одесское отделение АзчерНИРО
В. К. Савина

Одесское областное общество охраны природы

В прошлом Дунай в низовьях, его пойма и озера представляли собой единую экосистему, в которой проходили все этапы жизненного цикла обитающих здесь рыб. Воспроизводство и «урожай» молоди рыб в значительной степени зависели от характера весеннего половодья. В годы с высокими уровнями воды, продолжительным затоплением поймы и хорошей связью реки с озерами при прочих благоприятных условиях обычно формировались высокоурожайные поколения рыб, которые в течение ряда лет обеспечивали стабильные уловы.

Обвалование берегов Дуная и озер, зарегулирование каналов и проток, соединяющих реку и озера шлюзами, нарушило нерестовые миграционные пути, привело к изменению условий естественного воспроизводства, особенно озерно-речных рыб: сазана, жереха, рыбака, сома и других, которые раньше составляли основу уловов.

В новых условиях в отличие от многих других видов (сазан, щука и др.) значительную экологическую пластичность проявил лещ, численность и уловы которого, особенно в последние пять лет, заметно возросли. Если в 1964—1968 гг. его в среднем в год вылавливали 91 т (6%), то в 1969—1973 гг. — 184 т (12% общего улова рыбы на советском участке Дуная).

Лещ — типичный бентофаг. В придунайских озерах средний запас организмов кормового зообентоса — около 40 тыс. т, а годовая продукция — около 100 тыс. т. Наибольшие кормовые ресурсы для бентосоядных рыб — в озерах Катлабуг, Ялпуг, Кугурлуй и Кагул.

В связи с недостаточным использованием кормового зообентоса в озерах и в Килийской дельте Дуная численность рыб, его потребителей, может быть увеличена не только путем зарыбления этих водоемов карпом (сазаном), что уже в небольших масштабах делается, но и за счет увеличения в них стада леща. Тем более, что запасы кормового бентоса можно наиболее рационально использовать только при наличии в придунайских водоемах различных видов рыб — бентофагов, имеющих разновозрастную структуру своих промысловых стад.

Увеличить численность леща в низовьях Дуная можно, во-первых, улучшением условий его естественного размножения за счет массового применения искусственных нерестилищ (в частности, типа нерестовых «гнезд») и мелиорации естественных нерестилищ, и во-вторых, — разведением молоди леща в рыбопитомниках и зарыблением ею рыбохозяйственных водоемов.

Для этого необходимо хорошо знать биологию размножения леща.

В 1962—1973 гг. нами была исследована биология размножения леща в Старо-Стамбульском гирле Килийской дельты Дуная и в придунайских озерах (проанализировано 9040 лещей).

Половое созревание леща растянуто: впервые созревающих особей можно встретить среди рыб в возрасте 2—4 лет при длине 15—23 см.

В нерестовом стаде леща в придунайских озерах Кугурлуй, Ялпуг, Кагул) встречаются рыбы в возрасте от 2 до 7 лет, хотя в основном преобладают трех- и частично четырехгодовики. Роль других возрастных групп незначительна (табл. 1).

Таблица 1

Возрастной состав нерестового стада дунайского леща по годам (в %)

Год	Возраст								Число рыб
	2	3	4	5	6	7	8	9	
Кугурлуй — Ялпуг									
1962	1,5	77,8	19,6	0,9	—	0,2	—	—	1220
1963	—	85,6	13,3	0,9	—	0,2	—	—	550
1966	—	78,8	20,0	1,2	—	—	—	—	520
1967	0,2	60,0	28,7	6,7	2,6	2,0	—	—	502
Кагул									
1966	—	86,6	9,2	3,6	0,2	0,4	—	—	500
1972	21,9	48,5	25,5	4,1	—	—	—	—	196
1973	18,4	45,6	20,5	8,2	2,3	1,4	0,4	0,2	270
Дельта Дуная									
1972	12,2	47,3	30,8	6,3	1,7	1,0	0,3	0,3	732
1973	2,8	11,8	19,8	35,6	18,4	7,5	2,0	1,3	300

Примечание. 10-годовики встречены только в 1973 г. (0,8%), тринадцатигодовики — в 1972 г. (0,1%).

В Килийской дельте Дуная производители в нерестовом стаде имеют более широкий возрастной ряд: от 2 до 13 лет, что, по-видимому, связано с меньшей интенсивностью промысла леща по сравнению с озерами (основная часть рыбаков в марте-июне занята ловом дунайской сельди). Однако доминируют все же в 1972 г. трех- и четырехгодовики, а в 1973 г. — 4,5 — и шестигодовики (см. табл. 1).

Таким образом, в настоящее время, особенно в озерах, промыслом в значительной степени используются впервые созревающие особи, что неблагоприятно сказывается на естественном воспроизводстве дунайского леща.

Важный показатель условий жизни и воспроизводительной способности леща — плодовитость. Средняя абсолютная плодовитость дунайского леща 122 тыс. икринок, самая низкая плодовитость (21 тыс. ик-

ринок) отмечена у трехлетней самки длиной 18,5 см, самая высокая (329 тыс.) — у шестилетней самки длиной 35 см.

У леща низовьев Дуная, как и у других рыб, абсолютная плодовитость увеличивается по мере увеличения линейных размеров самок (табл. 2). При увеличении длины рыбы на 2 см, абсолютная плодовитость возрастает в среднем на 30 тыс. икринок.

Таблица 2

Изменение абсолютной плодовитости леща в зависимости от длины рыбы

Длина, см	Плодовитость, тыс. икринок			Число рыб
	средняя	минимальная	максимальная	
18,1—20	22	20	23	2
20,1—22	33	24	50	10
22,1—24	57	24	112	7
24,1—26	61	32	102	14
26,1—28	103	75	129	8
28,1—30	118	114	122	2
30,1—32	183	133	234	2
32,1—34	194	175	216	5
34,1—36	247	171	329	7
36,1—38	289	238	327	6
38,1—40	321	321	321	1

В табл. 3 показана зависимость плодовитости леща от веса рыбы.

С увеличением веса тела на каждые 100 г абсолютная плодовитость в среднем повышается на 23 тыс. икринок.

Таблица 3

Изменение абсолютной плодовитости леща в зависимости от веса рыбы

Вес рыбы, г	Плодовитость, тыс. икринок			Число рыб
	средняя	минимальная	максимальная	
100—200	26	20	35	6
201—300	50	24	112	16
301—400	60	24	86	17
401—500	102	70	119	8
501—600	136	122	157	3
601—700	154	133	175	2
701—800	202	181	234	5

Вес рыбы, г	Плодовитость, тыс. икринок			Число рыб
	средняя	минималь- ная	максималь- ная	
801—900	206	171	233	3
901—1000	263	222	330	5
1001—1100	281	243	327	4
1101—1200	281	238	327	3
1201—1300	—	—	—	—
1301—1400	321	321	321	1

Располагая данными, приведенными в таблицах, можно приближенно определить плодовитость производителей леща, используемого при рыбоводных работах.

Данные зависимости между плодовитостью и возрастом леща представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Изменение абсолютной плодовитости леща в зависимости
от возраста самок**

Показатели	Год жизни				
	третий	четвер- тый	пятый	шестой	седьмой
Средняя длина рыбы, см	23	27	32	35	38
Плодовитость, тыс. икринок					
средняя	50	95	197	250	306
прирост	50	45	102	53	56

В связи с тем что на долю трех- и четырехгодовиков приходится большая часть впервые созревающих особей, вполне закономерна невысокая средняя плодовитость у рыб этого возраста. Максимальный прирост плодовитости отмечен у пятигодовиков. Эта возрастная группа представлена только повторно созревающими особями, плодовитость которых, как правило, выше, чем у впервые созревающих рыб. В дальнейшем, с увеличением возраста производителей, прирост плодовитости стабилизируется.

Нерестилища дунайского леща, как и других фитофильных рыб (сазан, линь, карась и др.), расположены на пойменных участках реки, в озерах, а также окружающих их плавнях.

В связи с обвалованием и использованием пойменных земель в низовьях Дуная под сельскохозяйственные угодья нерестовые площади леща сократились почти на 70% по сравнению с бытовым режимом реки.

Наиболее интенсивен нерест леща при температуре воды 25—17°, что обычно наблюдается между 15—20 апреля. При отсутствии резких колебаний температуры и уровня воды общая продолжительность нерестового периода у леща не превышает 7—14 дней.

В различные годы и в различных водоемах низовьев Дуная сроки нереста леща могут несколько сдвигаться во времени. Как правило, на 2—6 дней раньше лещ нерестится в мелководных, хорошо прогреваемых водоемах (озера Кугурлуй, Катлабуг, Сафьян и др.).

К сожалению, в настоящее время в низовьях Дуная не обеспечена в должной мере охрана леща на нерестилищах: весенний запрет на рыболовство вводится только с 25 апреля. В результате этого нерестовое стадо леща интенсивно облавливается, чем наносится серьезный ущерб воспроизводству этого ценного вида. По-видимому, заинтересованным сторонам в рамках Смешанной Комиссии по выполнению Соглашения о рыболовстве в водах Дуная, целесообразно рассмотреть этот вопрос и внести соответствующие коррективы в Правила рыболовства.

Лещ нерестится небольшими группами (стаями) на участках с интенсивно развивающейся в это время преимущественно жесткой растительностью (рогоз, тростник, и др.).

Икра откладывается как на отмерших остатках прошлогодней растительности (подмытые корневища, стебли), так и на вегетирующие молодые растения. Глубина в местах икрометания колеблется от 0,3 до 1,2 м, грунт — обычно твердый, прозрачность — до дна.

Ухудшение условий размножения рыб в низовьях Дуная, в том числе и леща, сказалось на их половых циклах. До сих пор считалось, что дунайский лещ нерестится одновременно, хотя М. Напрейчиков (1958) уже отмечал различный диаметр икринок в ястыках. Микроскопически ми исследованиями гонад нами обнаружено, что у дунайского леща большинство самок (65%) откладывает икру в один, а остальные — в два приема. В яичниках самок с порционным икрометанием, готовых к нересту, четко выражены две генерации ооцитов, предназначенных к овуляции в наступающем сезоне. На долю первой порции у дунайского леща приходится 66,2% всех икринок (диаметр 1,25 мк), второй — 33,8% (диаметр 0,82). Порционность икрометания у части особей дунайского леща — приспособительная реакция вида на ухудшение условий естественного размножения, связанных с потерей значительной части нерестилищ.

Выводы

1. Обвалование поймы в низовьях Дуная, зарегулирование водообмена между рекой и озерами привело к потере большей части нерестилищ леща и ухудшению условий его естественного воспроизводства.

2. В результате сокращения площадей нерестилищ и ухудшения условий размножения у дунайского леща развились положительные адаптации к ним: у значительной части самок отмечена порционность икрометания (две порции икры), большинство самок стали откладывать икру на большей глубине (до 1,2 м), используя в качестве субстратов не только вегетирующие растения, но также корневища и стебли прошлогодней растительности (рогоз, тростник и др.).

3. Запасы и продукция зообентоса в придунайских озерах позволяют увеличить в них численность рыб — бентофагов, в том числе и леща — одной из наиболее ценных рыб низовьев Дуная.

С этой целью необходимо:

улучшить условия естественного воспроизводства леща путем использования искусственных нерестилищ типа нерестовых гнезд, а также мелиорации природных нерестилищ;

и организовать промышленное зарыбление озер жизнестойкой молодью
леща, выращенной в рыбопитомниках;

для обеспечения охраны леща в нерестовый период (разгар нереста
между 15—20 апреля) рассмотреть возможность изменения сроков на-
чала весеннего запрета на рыболовство в низовьях Дуная.

On reproduction of the stock of Danube bream

N. E. Salnikov, A. M. Kukuradze, V. K. Savina

SUMMARY

The maturation of the Danube bream is extensive in time. They attain maturity
at the age 2—4 when their length is 15—23 cm. The spawning stock in lakes com-
prises specimens at the age 2—7, three-year-olds and partly four-year-olds prevailing.
Spawners at the age 2—13 occur on the spawning grounds of the Kiliiskaya delta
of the Danube. Bream lay eggs at the depth of 0.3—1.2 m on the remains of vegeta-
tion and vegetating plants. Some females (35%) liberate eggs by two batches which
is their adaptive ability to poorer conditions of natural reproduction.

Due to high intensity of fisheries in the pre-Danube lakes some first-time spaw-
ners occur in the catches which affects reproduction. The intensive spawning takes place
at the temperature of water of 17—25°C on April 15—20. The spawning lasts 7—
14 days. The spawning stock of bream is intensively fished in spring and the fishery is
prohibited only on April 25.

УДК 226.88:597.554.3

**НЕКОТОРЫЕ МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕЩА
ABRAMIS BRAMA (LINNE)
ИЗ ЗОНЫ ТЕПЛЫХ ВОД,
СБРАСЫВАЕМЫХ КОНАКОВСКОЙ ГРЭС**

Г. Б. Саппо

Цель предлагаемой работы — изучить характер изменений веса органов, а также некоторых показателей крови леща из Иваньковского водохранилища в связи с поступлением в него большого количества теплых вод Конаковской ГРЭС, под влиянием которых изменились гидрологический (Буторин, Курдина, 1971), гидрохимический (Флейс, 1970, 1972; Саппо, 1973) и гидробиологический (Ривьер, 1972; Горобий, 1973) режимы водохранилища.

У рыб из зоны сильного подогрева летом (июль) увеличивался относительный вес печени и уменьшался вес сердца и мышц; распределение эритроцитов по площади отклонялось от нормы, увеличился процент фагоцитарных форм (моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов). Для оценки морфо-физиологических особенностей исследуемой рыбы были определены весовые индексы мозга, сердца, печени, внутренних органов и жабр, а также размеры эритроцитов, лейкоцитарная формула крови леща из тепловодной зоны и контрольного участка.

В течение 1974 г. исследовали лещей в возрасте 5—6 лет (всего 100 экз.) из двух участков Иваньковского водохранилища: Мошковичского (зона сильного воздействия теплых вод) и Сухаринского (контрольный участок) заливов (Саппо, 1973). Внутренние органы свежих лещей тщательно обсушивали фильтровальной бумагой, освобождали от ступков крови и взвешивали на лабораторных квадрантных весах с точностью до 2 мг. Кровь для приготовления мазков брали из хвостовой артерии способом каудэктомии. Мазки крови окрашивали по Панненгейму. Промеры, подсчет и фотографирование клеток крови выполнены под микроскопом при увеличении 15×90 . Поверхность эритроцитов рассчитана по формуле А. Л. Чижевского (1959)

$$S = 2ab + lh,$$

где l — длина окружности эритроцита;

ab — длина оси эритроцита;

h — высота (толщина) эритроцита,

$h = 1,8 \pm 0,0915 \cdot (d - 75)$.

Из сопоставления данных (табл. 1) можно заключить, что показатели лещей из зоны сильного воздействия теплых вод и контрольного участка различаются.

Относительный вес мозга леща из Мошковичского залива в июле увеличивается. Ранее было установлено, что рост леща в зоне сильного подогрева летом резко замедляется, несмотря на высокую интенсив-

ность питания (Задорожная, Саппо, 1974). Полученные данные свидетельствуют о том, что вес мозга в отличие от веса тела рыбы слабо реагирует на изменение условий. На это же указывают А. А. Добринская и А. Б. Баймуратов (1974). Очевидно, независимо от условий вес мозга наследственно обусловлен увеличиваться в расчете на обслуживание большей массы тела (Шварц, 1968).

Таблица 1

Относительный вес некоторых органов пяти- шестилетних самок леща
Иваньковского водохранилища, находящихся на II стадии зрелости
($n=15$)

Вес	Месяц		
	май	июль	сентябрь
Мошковичский залив			
Общий, г	227,7—374,6 305,0	192,25—356,0 276,0	255,55—395,0 330,0
Относительный, % к весу тела			
мозг	0,135 ± 0,007	0,146 ± 0,006	0,127 ± 0,03
сердце	0,137 ± 0,007	0,119 ± 0,06	0,110 ± 0,007
печень	1,58 ± 0,14	2,25 ± 0,05	1,81 ± 0,007
мышцы	65,95 ± 0,47	61,2 ± 0,58	68,83 ± 0,20
скелет	7,25 ± 0,24	6,95 ± 0,36	7,30 ± 0,14
Сухаринский залив			
Общий, г	222,25—387,2 325,74	244,5—388,70 344,0	256,4—405,32 364,28
Относительный, % к весу тела			
мозг	0,129 ± 0,007	0,100 ± 0,01	0,111 ± 0,009
сердце	0,123 ± 0,007	0,122 ± 0,01	0,133 ± 0,025
печень	2,63 ± 0,15	2,06 ± 0,11	2,28 ± 0,051
мышцы	70,0 ± 0,73	74,49 ± 0,33	80,89 ± 0,87
скелет	4,31 ± 0,26	4,97 ± 0,18	5,51 ± 0,089

По данным А. А. Добринской, А. Б. Баймуратова (1974), вес сердца рыб также продолжает расти при уменьшении веса тела; по нашим данным, относительный вес сердца леща из Мошковичского залива снижается к июлю при замедлении роста в этот период. Обнаруживается связь между двигательной активностью и относительным весом сердца. По нашему мнению, двигательная активность леща, обитающего в зоне сильного подогрева, при высоких температурах воды уменьшается. В. М. Назаров и В. С. Творовский (1974) отмечают, что лещ из водоема-охладителя Змиевской ГРЭС (озера Лиман) характеризуется меньшим относительным весом сердца.

По некоторым признакам можно судить о степени жизнеспособности рыб из двух районов. Изменение веса печени рыб, например, отражает сложнейшие биохимические изменения в организме в зависимости от интенсивности метаболических процессов в течение сезонов. В печени некоторых рыб и животных обнаружены сезонные изменения содержания жира (Макарова, 1973; Лаугасте, 1969), гликогена (Хаберман и др., 1968), белка (Масленникова, 1970) и количества резервного ви-

тамина А. Из наших данных видно, что относительный вес печени у леща из Мошковичского залива меньше (за исключением июля), чем у леща из контрольного участка. Повышение весового индекса печени у леща из зоны сильного подогрева в июле можно объяснить интенсивностью питания и увеличением активности обмена веществ вследствие высокой температуры воды. В это время активизируется жировой обмен, в результате жирность печени у леща из Мошковичского залива выше, чем у леща из контроля (по данным В. В. Филон (1974) 28,76 и 26,25% соответственно). Повышение жирности, а следовательно и относительного веса печени леща из зоны подогрева в июле, свидетельствуют о повышенной способности рыбы противостоять ухудшению условий существования в этот период.

Относительный вес мышц у рыб из зоны подогрева меньше, чем у рыб с контрольных участков. Как видно из рис. 1, относительный вес мышц, а также их жирность у рыбы из Мошковичского залива в июле

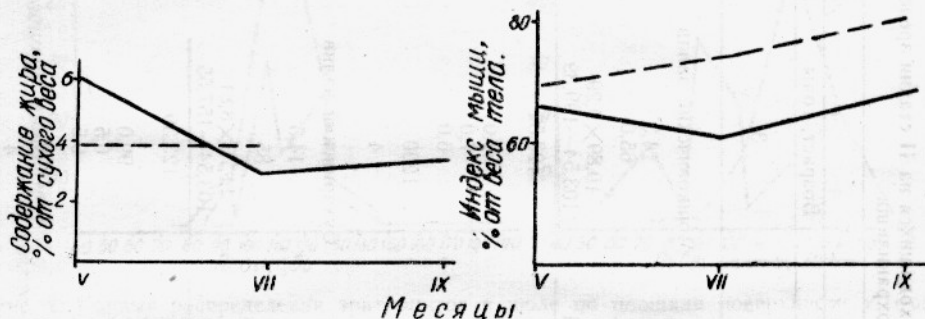


Рис. 1. Изменение относительного веса мышц и жирности у леща Ивановского водохранилища;
 — зона сильного подогрева; — — — — контрольный участок.

падает в результате ухудшения условий ее обитания. Обмен веществ у леща вследствие высокой температуры воды в Мошковичском заливе становится настолько интенсивным, что даже богатый кормовой бентос не может покрыть энергетические затраты рыбы. В результате этого относительный вес мышц в этот период снижается. Таким образом, у леща из тепловодной зоны летом весовой индекс мозга и печени выше, чем у контрольного, а весовой индекс сердца ниже.

Сбрасываемые теплые воды существенно меняют гидрохимию, кормовые условия, пищевые взаимоотношения, которые влияют на жизненные отправления рыб. Картина крови отражает состояние организма, а также дает косвенное представление об уровне обмена веществ, реакций на изменения условий среды, вызванных сбросом теплых вод. Данные о морфологии крови леща из водоемов с измененным термическим режимом в литературе отсутствуют.

Из данных табл. 2 следует, что размеры и площади поверхности эритроцитов в мае у рыб из Мошковичского залива и контрольного участка одинаковы, разница прослеживается летом. Так, у пятилетних лещей из зоны сильного подогрева размер и площадь поверхности эритроцитов меньше, чем у рыбы из контрольного участка. Уменьшение размеров и площади поверхности клеток у рыб из Мошковичского залива в июле говорит о том, что количество эритроцитов у леща из этого района возрастает. Предварительное определение интенсивности кроветворения по мазкам крови леща показало, что в мае красная кровь рыб из обоих участков состоит в основном из зрелых клеток продолговатой формы. В июле в крови леща из зоны подогрева количество молодых форм эритроцитов увеличивается до 20%. Усиление интенсивности кроветворения у леща из Мошковичского залива вызва-

Некоторые показатели крови самок леща, находящихся на II стадии зрелости
из Ивановского водохранилища

Показатели	Май		Июль		
			Возраст, годы		
	5	6	3	4	5
Мошковичский залив					
Длина тела	22,5	24,0	14,5	20,0	22,5
Вес рыб, г	210,0	250,0	65,0	166,0	205,0
Размер эритроцитов, мк	11,32×8,48	11,35×9,63	10,89×9,29	11,44×8,34	9,63×7,43
Площадь поверхности эритроцитов, мк ²	72,62—139,71	89,40—175,11	103,54—199,89	72,62—157,55	41,94—121,83
Лейкоцитарная формула, %	110,9	116,44	123,54	114,12	94,94
лимфоциты	98,0	98,7	87,0	89,0	86,0
моноциты	1,49	1,3	7,0	9,5	14,0
полиморфоядерные	0,51	—	6,0	1,5	—
Число просмотренных клеток	1500	300	1200	1500	900
Число рыб	5	1	4	5	3
Сухаринский залив					
Длина тела	23,0	24,5	14,5	—	24,5
Вес рыб, г	245	300	85	—	298
Размер эритроцитов, мк	11,15×8,21	11,63×7,87	11,75×8,81	—	12,75×8,47
Площадь поверхности эритроцитов, мк ²	89,40—139,81	89,40—139,81	103,54—157,55	—	121,04—157,55
Лейкоцитарная формула, %	111,25	111,61	123,39	—	126,85
лимфоциты	99,0	99,5	99,0	—	98,5
моноциты	1,0	0,5	0,5	—	1,5
полиморфоядерные	—	—	0,5	—	—
Число просмотренных клеток	1500	1500	1200	—	1200
Число рыб	5	5	4	—	4

но энергетическими затратами на повышение интенсивности питания рыб в июле.

Были рассмотрены эритроцитометрические кривые рыб из двух районов водоема летом. Известно (Ляхович, Леоненко, 1971), что симметричная форма кривой свидетельствует о нормализации процессов, о том, что в этот период в кровеносную систему рыб равномерно поступают эритроциты. У леща из контрольного участка (рис. 2) кривая правильная, у леща из зоны подогрева — отклоняется от нормы. Различия показателей крови по площади поверхности эритроцитов можно объяснить неблагоприятными условиями для леща из Мошковичского залива летом.

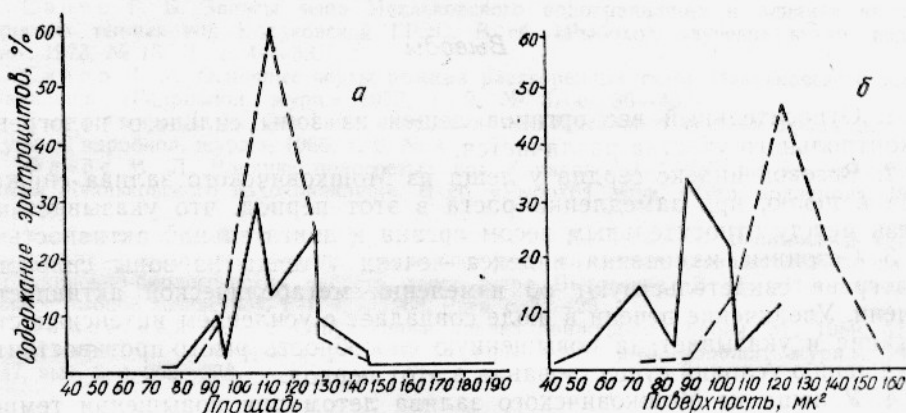


Рис. 2. Кривые распределения эритроцитов в июле по площади поверхности у лещей из Мошковичского (— — —) и Сухаринского (—) заливов: а — у трехлетних; б — у пятилетних

Лейкоцитарная формула довольно точно отражает физиологическое состояние рыб. Многие исследователи (Смирнова, 1966; Гончаров, 1959; Кудрявцев, Кудрявцева, Привольнев, 1969 и др.) отмечали, что увеличение процента фагоцитарных форм (моноцитов и полиморфно-ядерных лейкоцитов) говорит об ухудшении условий жизни рыб. Лейкоцитарная формула лещей из Мошковичского залива указывала на реакцию рыб на изменение условий летом (июль). У леща из зоны сильного подогрева увеличилось количество моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов. На рис. 3 отмечено увеличение молодых форм лимфо-

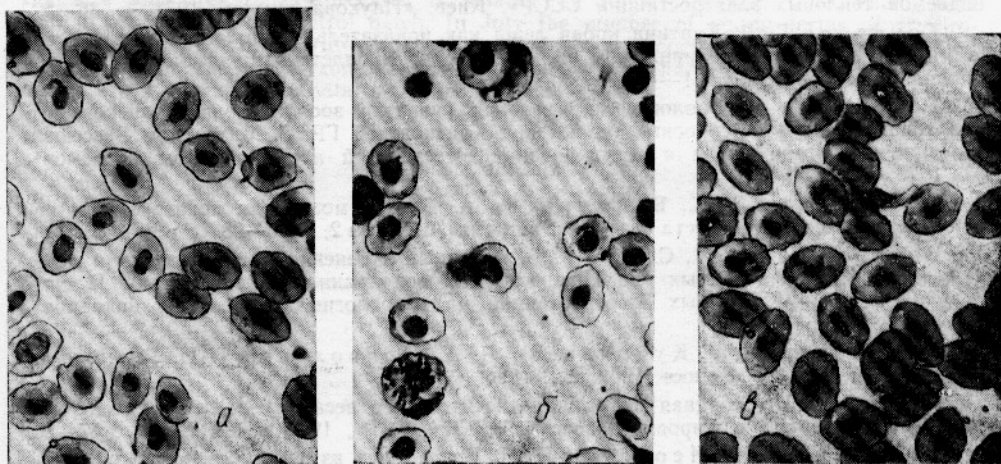


Рис. 3. Картина крови у леща из зоны сильного подогрева (а — в мае, б — в июле) и из контрольного участка (в — в июле)

цитов у рыб из Мошковичского залива, что также указывает на высокую интенсивность питания.

Таким образом, у леща из зоны сильного подогрева увеличение форм лейкоцитов в июле можно считать физиологической реакцией на ухудшение условий в данном районе летом. Показатели физиологического состояния лещей из Мошковичского залива в сопоставлении с контрольным участком и данные по темпу роста (Саппо, 1973) свидетельствуют о том, что сбрасываемые теплые воды (в зону сильного подогрева) отрицательно влияют на жизненные процессы рыбы летом.

Выводы

1. Относительный вес органов лещей из зоны сильного подогрева и контрольного участка различается.

2. Весовой индекс сердца у леща из Мошковичского залива снижается к июлю, при замедлении роста в этот период, что указывает на связь между относительным весом органа и двигательной активностью.

3. Сезонные изменения индекса печени у леща из зоны сильного подогрева свидетельствуют об изменении метаболической активности печени. Увеличение печени в июле совпадает с усилением интенсивности питания и указывает на повышенную способность рыбы противостоять ухудшению условий существования в этот период.

4. У леща из Мошковичского залива летом при повышении температуры воды размер и площадь поверхности эритроцитов меньше, чем из контрольного участка. У леща из зоны подогрева кривая распределения эритроцитов по площади отклоняется от нормы.

5. В крови рыб из зоны подогрева в июле увеличивается количество молодых форм эритроцитов, а также процент фагоцитарных форм (моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов), что является физиологическим следствием реакции на ухудшение условий в этот период.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Буторин Н. В., Курдина Т. Н. О температурном воздействии Конаковской ГРЭС на воды Ивановского водохранилища. Сб. «Гидрохимия и гидробиология водоемов тепловых электростанций СССР», Киев, «Наукова думка», 1971, с. 36—57.

Гончаров Г. Д. Картина крови леща как показатель физиологического его состояния в Камском водохранилище осенью 1957 г. «Бюллетень ин-та биологии водохранилищ», 1959, № 4, с. 41—43.

Горобий А. Н. Экологические условия развития зоопланктона Ивановского водохранилища в зоне сбросных теплых вод Конаковской ГРЭС. Материалы Всесоюз. совещания «Формирование и регулирование естественной кормовой базы водоемов», М., 1973, с. 169—171.

Добринская Л. А., Баймуратов А. Б. Вес мозга как показатель потенциальных возможностей роста сазана. «Экология», 1974, № 2, с. 96—98.

Задорожная Е. А., Саппо Г. Б. Сезонные изменения роста и питания леща из зоны воздействия теплых вод Ивановского водохранилища. Материалы II симпозиума «Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов». Борок, 1974, с. 68—72.

Кудрявцев А. А., Кудрявцева Л. А., Привольнев Т. И. Гематология животных и рыб. М., «Колос», 1969, с. 3—296.

Лаугасте К. Сезонная динамика относительного веса печени леща и содержания в ней гликогена и жиров. «Известия АН Эст. ССР», 1959, т. 18, № 4, с. 17—20.

Ляхнович В. П., Леоненко Е. Н. Возрастные изменения некоторых характеристик крови белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.), белого амура *Stenopharyngodon idella* (Val.) и карпа *Cyprinus carpio* «Вопр. ихтиологии», 1971, т. II, вып. 5 (70), с. 860—867.

Макарова Н. П. Сезонные изменения некоторых физиологических показателей окуня Ивановского водохранилища. «Вопр. ихтиологии», 1973, т. 13, вып. 5 (82), с. 888—899.

Масленникова Н. В. Содержание свободных аминокислот в мышцах, печени и гонадах балтийской трески при созревании. «Вопр. ихтиологии», 1970, т. 10, вып. 4 (63), с. 756—761.

Назаров В. М., Творовский В. О. Рост, созревание и некоторые морфологические показатели леща водоема-охладителя Змиевской ГРЭС — оз. Лиман. Материалы II симпозиума «Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов», Борок, 1974, с. 110—112.

Ривьер И. И. Поведенческие реакции рачков в зоне наибольшего влияния сбросных вод Конаковской ГРЭС. Материалы I симпозиума, Борок, 1972, с. 117—124.

Саппо Г. Б. Запасы леща Ивановского водохранилища и влияние на них сбросных теплых вод Конаковской ГРЭС. В сб. «Рыбохоз. изучение внутр. водоемов», 1973, № 13, Л., с. 44—53.

Саппо Л. М. Основные черты режима растворенных газов Ивановского водохранилища. «Гидробиол. журн.» 1973, т. 9, № 5, с. 36—40.

Смирнова Л. И. Сезонные изменения лейкоцитарного состава крови леща и окуня. «Гидробиол. журн.», 1966, т. 2, № 4, с. 71—73.

Флейс М. Л. Влияние подогретых вод Конаковской ГРЭС на температурный режим Ивановского водохранилища. В сб. «Рыбохоз. изуч. внутр. водоемов», 1972, № 8, Л.

Хаберман Х., Кирсипуу А., Лаугасте К., Тель Х. Взаимосвязь гистохимических показателей печени, биохимико-физиологических показателей крови и продукционно-биологических свойств леща озера Выртьярв. В сб. «Ихтиология и озерное рыбное хозяйство», т. I, ч. I, 1968, Рига, с. 22—29.

Чижевский А. Л. Структурный анализ движущейся крови. М., 1959, 474 с.

Шварц С. С. Скорость роста и размеры мозга рыб. «Зоол. журн.», 1968, т. 47, вып. 6, с. 202—208.

Some morpho-physiological indices of bream from the zone of heated water discharged from the Konakovskaya hydropower station

G. B. Sappo

SUMMARY

The hydrological, hydrochemical and hydrobiological regimes in the Konakovsky reservoir have changed due to heated water discharged from the hydropower station. With regard to the habitat, growth rate, feeding habits, metabolism and locomotive activity specimens have different weight indices of their organs. Some indices may change by seasons. For example, in July the weight of the liver increases while those of heart and muscles decrease in specimens taken from the zone of highly heated waters. The size and area of erythrocytes is smaller in 5-year-olds from the heated zone than in those from the control batch. In July the number of young forms of erythrocytes (up to 20%), monocytes and polymorphonuclear leucocytes increase in the blood of bream from the heated zone. Thus, heated waters discharged from the hydropower station affect adversely the vital processes of fish.

УДК 626.88:597.554.3:597—117

О РАЗМНОЖЕНИИ ПЛОТВЫ В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАННОГО СТОКА

Э. Г. Спивак

Зарегулирование стока рек в связи с развитием гидроэнергетики сильно изменило условия жизни рыб, в частности размножения, что влияет на формирование запасов рыб и развитие рыбного хозяйства.

На Днепре, где в настоящее время существует шесть крупных водохранилищ (общая площадь около 700 тыс. га), одни рыбы (плотва, лещ, тюлька судак) сумели приспособиться к новым условиям существования, другие (густера, сазан) оказались менее приспособленными, третьи (щука, синец, линь, чехонь, рыбец, язь и др.) не сумели приспособиться и постепенно исчезают.

Проследим эти изменения и их влияние на воспроизводство рыб на примере плотвы некоторых заливов Каховского водохранилища, различных по своему происхождению, в так называемых пойменных (подтопленные естественные понижения бывшей поймы Днепра), и «балочного» типа, образовавшихся в результате заполнения водой балок (оврагов) на второй террасе Днепра. Заливы первого типа имеют обширную мелководную зону, второго — лишь небольшие мелководные участки. В 1972—1973 гг. были исследованы места и условия размножения плотвы в Рогачикском заливе (пойменный), наиболее крупном в нижней части водохранилища и Осокоровском («балочный»), расположенном в средней части.

В. И. Владимиров (1953, 1955) писал, что рыбная продуктивность Каховского водохранилища в значительной степени будет лимитироваться условиями размножения рыб, прежде всего недостатком мест, пригодных для нереста и колебаниями уровня воды в период размножения. Как показал П. Г. Сухойван (1962), эти прогнозы в значительной мере оправдались, в том числе и в отношении плотвы.

Начало нереста плотвы в условиях водохранилища прежде всего зависит от температуры воды, а также от наличия нерестовых субстратов. Продолжительность нереста обычно обуславливается ходом прогрева и колебаниями уровня воды. Если прогрев воды и подъем ее уровня происходит равномерно, то нерест проходит дружно, в сжатые сроки, если наблюдаются резкие перепады уровня и температуры воды, то сроки нереста плотвы растягиваются и эффективность его, как правило, падает.

Важным показателем готовности рыбы к нересту является коэффициент зрелости. Для характеристики степени созревания половых продуктов плотвы был использован коэффициент зрелости (Мейен, 1939, 1940; Никольский, 1939), который выражается отношением веса гонад к весу тела рыбы (в %).

Коэффициент зрелости является более наглядным показателем зрелости половых продуктов по сравнению с такими, как диаметр ооцитов, количество икры в 1 г или в 1 см³ (Дрягин, 1949). Изменения

коэффициента зрелости гонад рыб в течение года связаны с развитием половых желез.

Как показали наши исследования в Рогачикском заливе, коэффициент зрелости плотвы достигает максимума у большинства рыб в апреле, характерно что он возрастает по мере увеличения возраста рыб (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент зрелости половых желез плотвы Рогачикского залива различных возрастных групп в 1972—1973 гг (в %)

Возраст, годы	1972 г.		1973 г.	
	апрель	май	апрель	май
3	—	—	16,3	13,8
4	8,4	20,0	17,5	—
5	14,7	14,1	18,3	—
6	21,7	—	21,6	—
7	21,3	16,4	21,6	—
8	22,2	24,6	22,1	—
9	22,2	22,0	24,4	—
10	21,0	32,8	—	—
В среднем	20,5	20,4	19,8	13,8
n	49	11	167	5

Коэффициент зрелости яичников плотвы возрастает также и при увеличении линейных размеров рыбы. Из табл. 2 видно, что если среди самок длиной 16—18 см коэффициент зрелости яичников в 1972 и 1973 г. составлял 7,69 и 14,10%, то у рыб размером 34,1—36 см — соответственно 21,83 и 21,62%.

Таблица 2

Коэффициент зрелости половых желез плотвы Рогачикского залива в различных размерных группах (апрель — май) 1972—1973 гг. (в %)

Длина рыб, см	1972 г.		1973 г.	
	коэффициент зрелости	число исследованных рыб	коэффициент зрелости	число исследованных рыб
16,1—18	7,69	1	14,10	2
18,1—20	13,31	3	14,60	6
20,1—22	12,29	3	15,40	22
22,1—24	19,68	2	17,20	20
24,1—26	20,00	8	17,30	20
26,1—28	22,38	4	21,22	22
28,1—30	21,51	4	21,34	22
30,1—32	20,66	10	22,56	22
32,1—34	23,56	14	22,68	20
34,1—36	21,83	10	21,62	15
36,1—38	22,33	1	25,10	1

Таким образом, из данных, приведенных в табл. 1 и 2, видно, что в Рогачикском заливе наиболее зрелой, готовой к нересту плотва бывает в апреле.

Рогачикский залив. По нашим данным, впервые созревшие самцы плотвы в заливе встречались в возрасте 3, а самки 4 лет, при длине соответственно 17 и 19,6 см.

В 1972 г. первые текущие самцы и самки (V стадия зрелости) в заливе отмечены 15 апреля в защищенных от ветра и хорошо прогреваемых мелководных участках, где температура воды достигала 10—11° (табл. 3).

Таблица 3

Условия нереста плотвы и его продолжительность
в заливах Каховского водохранилища в 1972—1973 гг.

Показатели	1972 г.	1973 г.	1972 г.	1973 г.
	Рогачикский залив		Осокоровский залив	
Диапазон глубин, м	12—91	0—64	0—19	0—24
Температура, °C	11—15	8—16	11—15	13
Нерест				
начало	15/IV	9/IV	15/IV	10/IV
разгар	29/IV	29/IV	26/IV	10/V
конец	30/V	21/V	20/V	19/V

В это время в открытых участках залива температура воды не превышала 7—8°. В 1972 г. разгар нереста приходился на 26—29 апреля при температуре воды 15°C. Последний текущий самец (V стадия зрелости) был пойман 20 мая, две последние текущие самки пойманы 22 мая; примерно в это время в основном нерест закончился. 30 мая были пойманы две самки с гонадами на IV стадии зрелости, что позволяет говорить о том, что сроки нереста небольшого количества плотвы в 1972 г. растянулись до конца первой декады июня.

В 1973 г. нерест плотвы начался раньше, чем в 1972 г. Так, уже 9 апреля были пойманы текущие (V стадия зрелости) самец и самка плотвы при температуре воды на мелководьях 7—8°. Хотя в открытых частях залива температура была 6—7°, пик нереста, как и в 1972 г., приходится на 29 апреля при температуре 11°. 21 мая в заливе была поймана последняя текущая самка. В это время нерест, очевидно, и прекратился (см. табл. 1 и 2). Примерно в те же сроки и при сходных температурах плотва нерестится в Кременчугском водохранилище (Вятчина, Озинковская, 1974).

Нерест плотвы был наиболее интенсивным утром (обычно с 6 часов) и в основном заканчивался днем (около 14 часов).

Плотва в заливе откладывает икру в местах с довольно широким интервалом глубин (табл. 3). Вероятно, это является приспособлением к условиям колеблющегося уровня воды, предохраняет икру от высыхания, повышает эффективность нереста (Сухойван, 1962). При сгонно-нагонных ветровых явлениях, когда уровень воды резко падает, икра плотвы менее икры других видов рыб страдает от обсыхания.

На гнездах икра плотвы была на глубинах свыше 3,5 м.

Нерестилища в заливе расположены в основном в узкой прибрежной полосе (в пределах изобаты 1 м), в местах, где по берегам тянутся лесопосадки, а вдоль уреза воды имеются заросли ивы.

В отличие от речных условий, когда плотва на нерест выходила на пойму и откладывала икру преимущественно на свежесалитую луговую растительность (Владимиров, 1955), в Каховском водохранилище эта рыба в качестве нерестовых субстратов в основном использует подмытые корни обыкновенной и трехтычинковой ивы, предпочитая иву обыкновенную, у которой корневая система сильно разветвлена. У ивы трехтычинковой на подмытых корнях мелкие корешки расположены гораздо реже. В этих же местах плотва откладывала икру также и на плавающих прошлогодних стеблях и корнях тростника. Таким образом, субстраты, которые в речных условиях плотва почти не использовала, стали для нее основными.

В местах нереста грунт, как правило, илистый с битой ракушей или песчано-илистый, реже глинистый и чисто песчаный. Однако икра плотвы обычно не заиливается, так как действие прибой на нерестилищах в Рогачикском заливе ослаблено: со стороны берега они защищены от ветра плотной лесозащитной полосой, а со стороны открытой части залива — полосой зарослей тростника шириной от 5 до 40 м, обычно удаленной от берега на некоторое расстояние. Так как эти нерестилища мелководны, они быстро прогреваются. Таким образом, в Рогачикском заливе условия для развития икры и личинок плотвы благоприятны: вследствие слабого действия прибоя икра и личинки меньше подвержены механическим повреждениям, их развитие идет нормально, выживаемость выше, чем в других местах.

Осокоровский залив. По нашим материалам, впервые созревающие самцы плотвы в заливе встречаются в возрасте двух лет, самки — трех, при длине соответственно 12 и 19 см.

В 1972 г. в Осокоровском заливе, как и в Рогачикском, начало и разгар нереста плотвы, а также нерестовые температуры совпадают. Кладки икры плотвы находились в местах с глубинами не более 19 см (см. табл. 3).

В 1973 г. нерест начался 10 апреля при температуре 13°, в разгар нереста (10 мая) температура доходила до 15° (см. табл. 3). Последние текущие особи ловились 14 мая, а 19 мая нерест прекратился. Икру плотва откладывала на глубинах не более 24 см.

В Осокоровском заливе плотва нерестилась меньше, чем в Рогачикском, что объясняется меньшим количеством нерестовых субстратов из-за отсутствия древесно-кустарниковой растительности вдоль берегов залива, а также зарослей тростника. С другой стороны, прибрежная полоса Осокоровского залива совершенно не защищена от воздействия ветров, поэтому во время прибоя здесь сильно взмучивается вода, икра заиливается, а личинки травмируются, что снижает эффективность размножения рыб в этом заливе.

Условия размножения плотвы в Рогачикском и Осокоровском заливах, в заливах пойменного и «балочного» типов имеют лишь некоторые общие черты: сроки нереста, грунты на нерестилищах, субстраты. Различия же между ними существенны. В Рогачикском заливе основными субстратами служат корни ивы трехтычинковой, плавающие корни, листья и стебли прошлогоднего тростника, стебли молодого вегетирующего тростника, кроме того, корни ивы обыкновенной, акации и тополя. В Осокоровском заливе основным субстратом для плотвы служат корни ивы обыкновенной, но ее здесь гораздо меньше, чем в Рогачикском.

В Рогачикском заливе плотва нерестится в местах с более широким диапазоном глубин, чем в Осокоровском, вследствие постепенного увеличения глубин от берега и быстрого прогревания воды в местах

нереста. В Осокоровском заливе мелководная зона незначительна и глубины у берегов резко увеличиваются.

Как видим, условия воспроизводства плотвы в заливах пойменного типа несравненно выше, чем в заливах «балочного».

Выводы

1. Плотва в Каховском водохранилище в мелководных заливах пойменного типа нашла наиболее благоприятные условия для своего размножения.

2. Плотва откладывает икру в прибрежной мелководной полосе с глубинами до 1 м на корни ивы, на плавающие остатки прошлогодних стеблей и корней тростника и на стебли молодого вегетирующего тростника.

3. Лесопосадки и древесно-кустарниковая растительность по берегам и тростниковые заросли у берегов защищают нерестилища от действия ветров и прибоя и повышают эффективность нереста.

4. Для улучшения условий естественного воспроизводства плотвы в заливах необходимо продолжать посадки по берегам древесно-кустарниковой растительности, в первую очередь ивы обыкновенной; увеличить число искусственных нерестовых гнезд, особенно в заливах «балочного» типа.

5. Целесообразно также в заливах «балочного» типа, не имеющих прибрежной зарослевой зоны, выставлять в мелководной зоне большое количество веток, сучьев, кукурузных стеблей и других материалов, способных в какой-то мере имитировать естественную зарослевую зону.

6. Необходимо регулировать уровенный режим Каховского водохранилища, проводя ежегодную летнюю сработку уровня воды, что даст дополнительное количество нерестовых субстратов за счет развития растительности в осушаемой зоне и будет препятствовать заболачиванию мелководий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Владимиров В. И. Условия размножения рыб в Нижнем Днепре и прогноз воспроизводства их запасов в связи со строительством Каховского гидроузла. Труды института гидробиологии АН УССР, 1953, № 31, Киев, с. 121.

Владимиров В. И. Условия размножения рыб в Нижнем Днепре и Каховское гидростроительство. Изд-во АН УССР, Киев, 1955, 122 с.

Вятчанина Л. И., Озинковская С. Л. К вопросу о влиянии некоторых абиотических факторов на эффективность размножения плотвы в Кременчугском водохранилище. «Рыбное хоз-во». Респ. межвед. темат. науч. сб., 1974, Киев, «Урожай», вып. 19, с. 84.

Дрягин П. А. Половые циклы и нерест рыб. Изв. ВНИОРХ, 1949, т. 28, Л., 3 с.

Мейен В. А. К вопросу о годовом цикле изменений яичников костистых. Изв. АН СССР, 1939, вып. 3, с. 42.

Мейен В. А. Годовой цикл изменения яичников воibly Северного Каспия. Труды ВНИРО, 1940, т. XI, М., 99 с.

Никольский Г. В. Инструкция по инвентаризации фауны рыб в заповедниках. «Научно-методич. зап». Гл. упр. по заповедн. 1939, т. V, вып. 5, с. 33.

Сухойван П. Г. Условия размножения рыб в Каховском водохранилище. Труды Зонал. совещ. по типологии и биологич. обоснов. рыбохоз. использ. внутр. (пресноводных) водоемов Южной зоны СССР. Кишинев, 1962, с. 375.

SUMMARY

The reproduction conditions for roach have changed in the Kakhovsk reservoir. As a result the biology of reproduction has also changed and many species are subject to extinction.

However the abundant population of roach has found favourable conditions for reproduction. Before the regulation of the flow roach laid eggs on newly-flooded meadow vegetation. Now they use roots of willow, stems of reed in shallow places of the reservoir. In spring, when the level of water is unstable the eggs of roach are more resistant than those of other species of fish.

УДК 626.88+639.3.6

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОПАДАНИЯ РЫБЫ В ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Л. П. Фильчагов

Растущая мелиорация земель Украины резко влияет на биоценозы и условия обитания гидробионтов за счет регулирования стока, а также забора воды из рыбохозяйственных водоемов, так как вместе с водой в водозаборы попадает как взрослая рыба, так и ее молодь.

Постановлениями партии и правительства предусмотрены мероприятия, направленные на уменьшение попадания рыбы в водозаборные сооружения, в основном строительство на водозаборах рыбозащитных устройств (РЗУ).

При выборе типа РЗУ необходимо учитывать биологические требования к месту водозабора, экономическую целесообразность строительства, эффективность эксплуатации РЗУ и конструктивные особенности водозаборного сооружения. Однако РЗУ необходимы не всегда. Например, самотечные каналы, пропускающие круглый год большие количества воды, — это большие искусственные реки, с отличной кормовой базой, не нуждающиеся в головной части в рыбозащитных установках. Их необходимо ставить на водозаборах целевого назначения, где вода из этих каналов забирается для нужд сельского хозяйства и промышленности.

Так, насосы головной насосной станции (ГНС) Каховской оросительной системы подают воду в магистральный канал длиной 129 км и шириной по верху 89 м, рассчитанный на пропуск 530 м³/сек воды, что больше расходов Днепра в створе Киева в межень. Хорошая кормовая база в каналах из-за малого количества рыбы используется недостаточно. Поэтому здесь необходимо искусственное зарыбление.

По наблюдениям 1974—1975 гг., молодь рыбы свободно проходит через агрегаты насосной станции, не травмируется и в дальнейшем рассредоточивается по всей длине канала. Попадание молоди ценных видов (леща, сазана, судака и др.) в канал, на наш взгляд, будет способствовать его зарыблению.

Рыба в Каховском магистральном канале хорошо растет и быстро достигает промысловых размеров. В 1973 г. в канал были выпущены сеголетки карпа средней массой 10—15 г. В 1974 г. его масса составляла 0,7—0,8 кг, а уже в 1975 г. некоторые особи весили 3,5—3,8 кг. Отлавливать рыбу из канала нетрудно.

При выборе типа РЗУ на ГНС Каховской оросительной системы (для пропуска полного расчетного расхода воды) необходимо учитывать только размеры рыбы; крупные особи, проходя через насосные агрегаты, травмируются и гибнут.

Существует три принципа защиты рыбы от попаданий в водозаборные сооружения: экологический, поведенческий и физический (Павлов, Пахоруков, 1973).

Экологический принцип предполагает выбор места водозабора с учетом сведений о миграционных путях и местах концентраций рыб.

При строительстве наибольшего количества существующих в настоящее время РЗУ (всевозможные фильтры, сетки с рыбоотводами и без них, барабаны и др.) учтен поведенческий принцип защиты рыбы.

Эффект рыбозащиты РЗУ типа плоской сетки с рыбоотводом, разработанного и испытанного ГосНИОРХом (Ленинград), в лабораторных условиях составлял 90—100%, в натуральных условиях — гораздо ниже: при исследованиях, проведенных сотрудниками Укррыбвода в 1974 г. на водозаборе Никопольской оросительной системы, оборудованной таким РЗУ, он равен примерно 30%.

В результате наблюдений, проведенных сотрудниками Центрального управления по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по охране и воспроизводству рыбных запасов (ЦУРЭН), на водозаборах, оборудованных РЗУ типа струереактивных самоочищающихся барабанов (ССРЗ), эффект составил около 40%. Малый эффект рыбозащиты обусловлен конструктивными недостатками, нарушениями технологии строительства и условий эксплуатации. Он может быть также несколько заниженным в результате неверной методики исследований.

РЗУ не всегда устанавливаются по назначению. На наш взгляд, для задержания молоди рыб на ранних стадиях развития РЗУ типа ССРЗ, МСРЗ, плоских сеток с рыбоотводом и без них могут работать эффективно лишь там, где у водозабора есть или можно искусственно создать транзитный поток. Для правильного выбора типа РЗУ, ячеи его сетного полотна и скорости течения воды, когда работа флейты будет сводиться лишь к смыву мусора, а иногда и направлению рыб в рыбоотвод, необходимо верно определить место водозабора и знать размеры рыб. Часто стараются создать минимальные скорости у сетного полотна РЗУ, что на наш взгляд, неверно биологически и не оправдано экономически.

Исследованиями как в натуральных, так и в лабораторных условиях было подтверждено, что только при скоростях, вызывающих у рыбы реореакцию, рыба держится на определенном расстоянии от сетного полотна и старается выйти из зоны водозабора. На полотне оказывается только травмированная и больная рыба. При малых скоростях, не вызывающих реореакции, рыба плавает у сетного полотна, стараясь проникнуть за сетку. В экспериментах при любом повреждении сетного полотна все или почти все рыбы проникали за сетку.

Многими исследователями отмечен суточный ритм попадания рыбы в водозаборы, с пиком в сумеречно-ночное время (Верзин, 1971; Нусенбаум, Кулиш, 1960), что объясняется потерей зрительной ориентации у рыбы в водоеме.

Аналогичные данные получены и при суточных ловах на р. Шиянке (Запорожское водохранилище имени В. И. Ленина), водозаборах Каховской и Северо-Рогачикской оросительных систем, расположенных на Каховском водохранилище. В ставную ловушку в сумеречно-ночное время соответственно попадало 82,3; 80; 70% рыбы.

Лабораторные исследования (гидроканал ИНБЮМа, Севастополь) показали, что при создании затемненных зон и полного затемнения канала в течение от нескольких минут, до нескольких часов количество рыбы, попадающей в водозабор, увеличивалось незначительно (верховка, пескарь, карась, шемая — длиной 20—80 мм). Явление суточного попадания рыбы в водозабор нельзя объяснить только потерей у рыбы зрительной ориентации (Павлов, Пахоруков, 1973). Как и высокоорга-

низованные позвоночные животные, рыба находится в течение суток в различных по энергетической активности стадиях, что и влияет в основном на ее попадание в водозабор.

На гидродинамическом канале в ИНБЮМе испытывались круглая и прямоугольная модель «Зонтика» при различных режимах работы (всасывающая труба диаметром 90 мм, круглый «Зонтик» диаметром 156 мм, высотой 160 мм; плоский — $200 \times 160 \times 160$ мм).

Поведение рыбы у РЗУ фиксировали при определенных отбираемых расходах воды. При скорости воды у РЗУ (аналогично для двух моделей) 0,13 м/сек рыба совершенно спокойно плавала в канале; при 0,22 м/сек — не реагировала на ток воды, свободно заходила в водозабор и выплывала оттуда. При попадании во всасывающую трубу, где скорость воды в это время была более 0,3 м/сек, рыба броском выплывала из трубы и покидала водозабор. При скорости воды 0,5 м/сек рыба активно подходила к водозабору и шла в него. Сопротивление току воды оказывали лишь некоторые особи длиной 50—80 мм. При скорости 0,9 м/сек рыба, направленная головой к водозабору, попадала в водозабор, а ориентированная к водозабору хвостом, резко уходила из зоны «подсоса». Большинство рыб зону «подсоса» проходило по касательной, воспринимая ток воды боковой линией (Дислер, 1960).

В результате исследования поведения рыб в зоне РЗУ типа «Зонтик» было установлено следующее.

1. Основным органом, «воспринимающим» водозаборное сооружение, необходимо считать боковую линию, улавливающую изменения скоростей течения воды. Зрительная ориентация — это одна из многих реакций рыбы на водозабор.

2. РЗУ отсекает водозаборный оголовок от верхних и боковых слоев воды, чем препятствует попаданию в него рыбы.

3. РЗУ гасит поток, разбивая его на малые составляющие, которые в дальнейшем не затягивают рыбу в водозабор.

Нуждается в тщательной проверке фактор «влекущих» скоростей, при которых рыба (в частности, шемая) сама направляется в водозабор.

Под нашим наблюдением находится крупнейшее в СССР рыбозащитное устройство типа воздушно-пузырьковой завесы (ВПЗ), расположенное на водозаборе Каховской оросительной системы. Различные авторы по-разному трактуют факторы рыбозащиты данного РЗУ (Кузнецов, 1969; Соколов, Николаев, 1966; Kupfer, Gordan, 1966). Наблюдения в натурных и лабораторных условиях показали, что основным фактором рыбозащиты ВПЗ нужно считать физический. Молодь рыбы подхватывается восходящим током воды, образующимся в результате движения вверх пузырьков воздуха, выходящего из труб РЗУ под давлением. В этой зоне в приповерхностных слоях нужно предусмотреть устройство, обеспечивающее транспортировку рыбы из зоны действия водозабора.

Выводы

1. Основным фактором рыбозащиты на водозаборах является экологический. Лишь выбор правильного места водозабора — гарантия наименьшего попадания в него рыбы.

2. При создании того или иного типа РЗУ, изменяющего поведение рыб, скорость на РЗУ должна быть равной величине пороговой скорости, вызывающей реореакции у рыб. При меньшей скорости рыба может проникнуть в водозабор.

3. При установке РЗУ типа «Зонтик» скорость входа воды в водозабор должна быть не более 0,2—0,4 м/сек, так как при скорости 0,5 м/сек в наших исследованиях рыба сама вовлекалась во всасывающее отверстие.

4. Применение ВПЗ, на наш взгляд, целесообразно в комплексе с другим типом РЗУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Верзин Ю. Н. Вынос молоди рыб в Генераловскую оросительную систему из Цимлянского водохранилища. Материалы симпозиума. Биологические основы управления поведением рыб в связи с применением рыбозащитных и рыбопропускных сооружений. Тезисы М., изд. Минводхоза СССР, 1971, с. 3—5.

Дислер Н. Н. Органы чувств системы боковой линии и их значение в поведении рыб. М., изд-во АН СССР, 1960, 309 с.

Кузнецов Ю. А. Влияние воздушных завес на поведение рыб. «Рыбное хозяйство», 1969, № 9, с. 53—55.

Нусенбаум Л. М., Кулиш А. П. О суточном ритме ската молоди рыб в связи с ее попаданием в водозаборные сооружения.— «Научно-техн. бюлл. ГосНИОРХ», 1960, № 11, с. 64—67.

Павлов Д. С., Пахоруков А. М. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения М., «Пищевая промышленность», 1973, с. 208.

Симоненко А. И. К вопросу определения показателя эффективности струереактивного рыбозаградителя.— В кн.: Материалы симпозиума и биологические основы управления поведением рыб в связи с применением рыбозащитных и рыбопропускных сооружений. Тезисы М., изд. Минводхоза СССР, 1971, с. 23—24.

Соколов И. М., Николаев В. А. О поведении рыб под влиянием воздушной завесы.— «Труды ВНИРО», 1966, т. 61, с. 173—183.

Kupfer, G. A., Gordon, W. G. An evaluation of the air bubble curtain as a barrier to alewives. «Comm. Fish. Rev.», 1966, v. 28, N 9, 1—9.

Main regularities of entries of fish into irrigational water intakes

L. P. Filchagov

SUMMARY

Water intakes should be equipped with fish-protective devices. Most devices in use (screens, drums, filters etc.) are constructed on the basis of behavioural responses of fish: the rated velocity is not less than the threshold velocity which induces responses in fish. The main responding organ in fish is the lateral line. The fish-protective device of umbrella type dies out the flow entering the intake and cuts off the intake headband from the upper and side layers of water and thus prevents fish from entering the intake. The design provides that the velocity of water near the intake should be in the range of 0.2—0.4 m/sec. It is expedient that the umbrella device should be used in set with other fish-protective devices.

РЕФЕРАТЫ

УДК (551.46.09:628.5+551.464.621).001.57

Влияние загрязнения бентали моря на кислородный режим придонных вод. Бронфман А. М. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 7.

Обработка комплексных океанографических наблюдений на ЭВМ с помощью методов многомерного статистического анализа позволила выделить и количественно оценить уменьшение кислорода в бентической зоне моря в результате ее загрязнения нефтепродуктами и детергентами. Полученные количественные оценки и уравнения регрессии могут быть использованы в прогностических целях.

Табл. 1, илл. 2, библ. 8.

УДК 631.8:639.3.043.2

Особенности влияния удобрений на фитопланктон и первичную продукцию рыбохозяйственных водоемов в условиях зарастания их высшей водной растительностью. Сальников Н. Е., Аксенова Е. И., Гуртовая А. П., Идрисова Н. Х. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 12.

В два выростных пруда рыбхоза «Новочеркасский», по 15 га каждый, на 50—70% заросших высшей водной растительностью и зарыбленных сеголетками карпа, а также белого и пестрого толстолобиков, вносили селитру и суперфосфат: в один из расчета по 50 кг/га, в другой на 50—70% больше.

Развитие альгофлоры в прудах лимитируется низкими концентрациями минеральных форм биогенных элементов в поступающей воде и высокой зарастаемостью макрофитами.

Воздействие минеральных удобрений на биогенный режим, альгофлору и первичную продукцию рыбоводных прудов зависит от степени их зарастаемости макрофитами.

Увеличение дозы удобрений на 50—70% по сравнению с рекомендованной для прудов, свободных от высшей водной растительности, позволяет повысить первичную продукцию фитопланктона на 200%, доведя ее до уровня эвтрофных водоемов, и одновременно увеличить рыбопродуктивность в среднем на 53%.

Табл. 5, библ. 19.

УДК 551.482.243.4:591.524.12 (262.81)

О некоторых результатах исследования влияния стока Волги на ежегодные изменения биомассы зоопланктона Северного Каспия. Тимофеев Н. А. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 19.

Сопоставление тенденций ежегодных изменений биомассы зоопланктона Северного Каспия и элементов стока Волги в половодье позволило получить эффективные численные оценки связей этих изменений, дающие возможность предсказывать тенденцию изменения группы или вида зоопланктона в отдельных районах или по всему Северному Каспию в июне и августе.

Матричная форма записи величин вероятности, характеризующих процент совпадения или несовпадения тенденций, позволила выполнить ранжирование элементов стока Волги по величине их абсолютного, положительного и отрицательного воздействия на изменение биомассы всего комплекса рассматриваемых видов и групп зоопланктона, а также ранжирование видов и групп зоопланктона по величине воздействия на них всех элементов стока Волги. В значительном большинстве случаев связи ежегодных изменений биомассы зоопланктона и элементов стока оказались отрицательными. Наиболее четко выраженное отрицательное влияние на изменение биомассы зоопланктона Северного Каспия оказывает увеличение скорости подъема паводковой волны, а в наибольшей степени отрицательному влиянию паводка Волги подвержены копеподы.

Табл. 1, библ. 5.

УДК 591.524.12

Новые данные о зоопланктоне Тилигульского лимана. Сальников Н. Е., Стархорская Н. И. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 24.

В Тилигульском лимане длиной около 75 км, площадью 16 тыс. га, глубиной 10—20 м, соленостью 13—15‰ биогенные элементы полностью расходуются в весенне-летний период. Здесь отмечаются застойные явления в периоды ледостава и во время солевой стратификации.

Качественный состав зоопланктона изменился в связи с осолонением лимана. Зоопланктон в основном представлен морскими формами — акаррия, синхеты, личинки баянусов, полихет, моллюсков. Пресноводные и солоноватоводные формы отеснены в опресненные участки — каланиледа, брахионусы, циклопы. Количественные показатели в весенне-летний период достигали (в среднем по лиману) 11245—46600 экз/м³, биомасса — 101—155 мг/м³. Кормовая база молоди и планктоноядных рыб лимана удовлетворительна.

Табл. 3, библ. 13.

УДК 594.581.526.325 (262.81)

Обеспеченность пищей популяции церастодермы (*Cerastoderma Lamarcki* Reeve) Северного Каспия. Санина Л. В. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 32.

Определены концентрации питательных веществ в среде, которые удовлетворяли бы пищевые потребности моллюсков при наибольшей и наименьшей скоростях фильтрации. При наибольшей скорости фильтрации популяции церастодермы требуется 0,96 мг/л сухого вещества корма, а при наименьшей — 2,71 мг/л. Биомасса фитопланктона (0,3 мг/л сухого веса водорослей) в Северном Каспии в местах распределения моллюсков не удовлетворяет пищевых потребностей животных. Видимо, церастодерма использует для питания также детрит и бактерии. Общее содержание органического вещества (4,32 мг/л) или органического углерода (2,4 мг/л) может обеспечить моллюсков пищей, если все частицы взвешенного вещества доступны для их фильтрационного аппарата.

Табл. 2, библ. 9.

УДК 597.553.1:597—153 (262.5)

Об использовании хамсой кормовой базы Черного моря. Сказкина Е. П., Данилевский Н. Н. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 36.

Данные по численности, возрасту, весу и энергетическому обмену азово-черноморской хамсы легли в основу расчета ее пищевых рационов. Суточные рационы в период активного питания с мая по октябрь составляют 8—15% от веса тела. Большая часть энергии пищи расходуется на поддержание жизни. С увеличением возраста траты на размножение возрастают, а на прирост — уменьшаются. Кормовые коэффициенты хамсы достигают 95. Содержание K_2 с увеличением возраста снижается от 22 до 2%. Выедание популяцией хамсы кормового зоопланктона достигает 2—10% от его годовой продукции в Черном море.

Табл. 4, библ. 18.

УДК 639.3.043.2 (282.247.32)

Условия нагула рыб в заливах Каховского водохранилища и пути их рыбохозяйственного использования. Спивак Э. Г. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 42.

Кормовая база мелководий заливов Каховского водохранилища представлена в основном ветвистыми и веслоногими ракообразными и коловратками. Средняя биомасса летнего зоопланктона в 1973 г. в Рогачикском заливе составляла 0,757, в Осокоровском — 3,177 г/м³, осеннего соответственно 78,59 и 37,58 г/м³.

Для лучшего использования кормовой базы целесообразно организовать в некоторых заливах или их частях нагульные товарные хозяйства. На естественной кормовой базе при зарыблении молодью ценных видов рыб можно получать не менее 200—300 кг/га рыбы.

Табл. 2, библ. 4.

УДК 626.88:597.554.3 (282.247.32)

О формировании популяции леща в низовьях рек при зарегулировании их стока. Сальников Н. Е., Идрисова Н. Х., Пинус Г. Н., Сентихеев С. В. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 48.

Популяция леща в Каховском водохранилище сформировалась за счет полупроходной и местной, жилой озерно-речной формы, населявшей Днепр и его придаточные водоемы в зоне затопления водохранилища. За двадцать лет существования этого водоема в нем образовалось единое туводное, но генетически неоднородное стадо леща.

После зарегулирования стока Днепра сроки нереста стали более растянутыми, икрометание единовременным. Лещ в массе стал откладывать икру на новые для него субстраты — подмытые корни ивы, подтопленные ветви деревьев, на отмершие корни и др.

На численность и запасы леща негативное влияние оказывает нерациональный промысел, при котором в основном вылавливаются впервые созревающие особи и производители младшего возраста.

Численность леща в водохранилище может быть увеличена за счет улучшения условий естественного размножения путем посадки древесно-кустарниковой растительности вдоль уреза воды, применения искусственных нерестилищ и оптимизации уровня режима.

Табл. 14, библ. 12.

УДК 626.88:597.554.3:639.215(282.247.31)

Влияние зарегулирования стока и других антропогенных факторов на биологию и промысел леща в Днестровском лимане. Орлова Л. В. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 59.

Зарегулирование стока Днестра, обвалование его поймы привели к потере большей части нерестилищ полупроходной формы леща в пойме Днестра. В лимане сформировалась жилия лиманная форма леща, весь жизненный цикл которой проходит в этом водоеме.

Кормовая база бентоса в лимане используется недостаточно, что позволяет увеличить численность и уловы леща за счет рыбоводных и рыбоводно-мелиоративных мероприятий.

В настоящее время состояние запасов леща в лимане находится в удовлетворительном состоянии. Вылов леща до мелиорации естественных нерестилищ и широкого применения искусственных, а также до зарыбления лимана жизнестойкой молодью не должен превышать 3 тыс. ц в год.

Табл. 10, илл. 2, библи. 8.

УДК 597.554.3+597—116(282.243.7)

О воспроизводстве стада дунайского леща. Сальников Н. Е., Кукурадзе А. М., Савина В. К. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 75.

Половое созревание леща растянуто. Половая зрелость наступает при длине 15—23 см в возрасте 2—4 лет. В нерестовом стаде в озерах представлены рыбы в возрасте 2—7 лет (преобладают трехгодовики, частично и четырехгодовики). В Килийской дельте Дуная на нерестилищах встречаются производители в возрасте от 2 до 13 лет. Икру лещ откладывает на глубине 0,3—1,2 м на отмерших остатках прошлогодней растительности и на вегетирующих растениях. Часть самок (35%) откладывает икру в два приема, что является адаптацией к ухудшившимся условиям естественного размножения.

В связи с высокой интенсивностью промысла в придунайских озерах вылавливаются впервые созревающие особи леща, что неблагоприятно сказывается на его воспроизводстве. Наиболее интенсивно нерестится лещ обычно при температуре воды 17—25°C, чаще всего между 15—20 апреля. При благоприятных условиях, продолжительность нереста леща не превышает 7—14 дней. Нерест раньше наступает в мелководных озерах: Кугурлуй, Картал, Сафьян и др.

Нерестовое стадо леща весной интенсивно облавливается, так как по существующим правилам рыболовства запрет на промысел в низовьях Дуная вводится только с 25 апреля.

Табл. 4, библи. 3.

УДК 226.88:597.554.3

Некоторые морфо-физиологические показатели леща из зоны теплых вод, сбрасываемых Конаковской ГРЭС. Саппо Г. Б. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 81.

Под влиянием сбросных теплых вод ГРЭС изменились гидрологические, гидрохимические и гидробиологические режимы водохранилища.

В зависимости от места обитания, роста, характера питания, уровня обмена веществ, двигательной активности, весовые показатели органов лещей из зоны сильного воздействия теплых вод и контрольного участка различаются.

Некоторые показатели изменяются в течение года по сезонам. Летом (июль) у леща из зоны сильного подогрева увеличивается вес печени и уменьшается вес сердца и мышц. В июле у пятилетних рыб из зоны подогрева размер и площадь поверхности эритроцитов меньше, чем из контрольного участка. Летом (июль) в крови леща из зоны подогрева увеличивается количество молодых форм эритроцитов (до 20%), а также количество моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов.

Сбрасываемые теплые воды в зоне сильного подогрева отрицательно влияют на жизненные процессы рыб.

Табл. 2, илл. 3, библи. 19.

УДК 626.88:597.554.3:597—117

О размножении плотвы в условиях зарегулированного стока. Спивак Э. Г. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 88.

В Каховском водохранилище по сравнению с Нижним Днестром до зарегулирования условия размножения рыб изменились, что привело к изменениям в биологии размножения и даже исчезновению многих видов.

Одним из видов рыб, играющих заметную роль в промысле, является плотва, так как она сумела найти благоприятные условия для размножения. До зарегулирования реки плотва откладывала икру на свежезалитую луговую растительность, в водохранилище она стала использовать в качестве нерестовых субстратов подмытые корни ив, стебли тростника в мелководных местах.

Весной в условиях водохранилищного режима, когда возможны изменения уровня воды, икра плотвы страдает меньше, чем икра рыб других видов.

Табл. 3, библи. 8.

Основные закономерности попадания рыбы в водозаборные сооружения ирригационных систем. Фильчагов Л. П. Труды ВНИРО, т. CXVI, 1976, с. 94.

Для предупреждения попадания рыбы водозаборные сооружения должны быть оборудованы рыбозащитными устройствами (РЗУ), построенными с учетом экологического фактора.

Наибольшее количество РЗУ существующих типов (сетки, барабаны, фильтры и др.) построены с учетом поведенческой реакции рыб: расчетные скорости на РЗУ должны быть не меньше пороговых скоростей, вызывающих реореакцию у рыбы.

Основным «воспринимающим» органом следует считать боковую линию рыбы. РЗУ типа «Зонтик» отсекает водозаборный оголовок от верхних и боковых слоев воды, препятствуя попаданию рыбы в водозабор. В то же время он гасит поток воды, направленный в водозабор.

При расчетах такого РЗУ скорости входа воды в водозабор должны быть 0,2—0,4 м/сек. Применять ВПЗ целесообразно в комплексе с другими типами РЗУ.

Библ. 8.

