

УДК 639.03

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ПРУДОВ И ЕЕ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ

Морузи И.В., Пищенко Е.В., Осинцева Л.А., Незавитин А.Г., Мисейко Г.Н.

ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет»,

Новосибирск, e-mail: moryzi@ngs.ru

В России основной культурой рыб, выращиваемой в рыбоводных прудах, является карп. Его выращивают чаще всего с кормлением комбикормами или зерном. Часть корма поступает в воду и служит частично органическим удобрением. При этом переваренные и непереваренные искусственные корма, используемые для карпа, входят в круговорот органического вещества в водоеме, стимулируют уровень развития зеленых водорослей, а они в свою очередь являются превосходной пищей для сиговых планктонофагов, к примеру пеляди (*Coregonus peled* (Gmelin)). Частично органическое вещество накапливается в воде прудов и может вызвать дефицит кислорода. Для оптимизации условий содержания в воду вносят известь в виде суспензии 1 раз в 3 дня. Все эти мероприятия направлены на то, чтобы создать в водоеме устойчивый уровень растворенного в воде кислорода не менее 4 мг/л, т.к. его содержание обеспечивает биологическую продуктивность водоема.

Ключевые слова: пруды, карп, пелядь, кормление, комбикорм, первичная продукция, кислород, вода, зоопланктон, зообентос, рыбопродуктивность

PRIMARY PRODUCTION OF PONDS AND ITS TRANSFORMATION AT FISH CULTIVATION IN POLYCULTURE

Moruzi I.V., Pischenko E.V., Osintseva L.A., Nezavitin A.G., Misyko G.N.

Novosibirsk state agrarian university, Novosibirsk, e-mail: moryzi@ngs.ru

In Russia the basic culture of fish grown in fishing ponds is the carp. It grows more often with feeding by mixed fodders or grain. The feedstuff part arrives water and serves particulate as organic fertilizer. Thus digested and not digested artificial feedstuff used for a carp, enters into circulation organic in a basin, stimulates a level of development of cabbage-weeds, and they in turn are excellent nutrition for sigovых plankton-fag, for example peled (*Coregonus peled* (Gmelin)). Particulate organic substance is accumulated in water of ponds and can call deficiency of oxygen. For optimisation of conditions of the content in water lead lime in the form of suspension of 1 times in 3 days. All these measures are directed on creating in a basin stable level of the oxygen solved in water not less than 4 mg/l since its content ensures a biological efficiency of a basin.

Keywords: ponds, carp, peled, feeding, mixed fodder, a primary production, oxygen, water, a zooplankton, zoobenthos, fish capacity

Традиционной культурой, выращиваемой в рыбоводных прудах России, является зеркальный карп (*Suiprimus carpio* L.). Остатки кормов, используемых для его кормления, частично поступают в воду и служат органическими загрязнителями воды. Для рыбоводства используются пруды образованные перегораживанием рек, вода из таких прудов сливается в реки и вызывает повышение уровня эвтрофикации вод. С целью повышения уровня трансформации органического вещества возможно выращивание рыбы в поликультуре. При этом переваренные искусственные корма, используемые для карпа, входят в круговорот органического вещества в водоеме, стимулируют уровень развития зеленых водорослей, а они в свою очередь являются превосходной пищей для сиговых планктонофагов, к примеру пеляди (*Coregonus peled* (Gmelin)). Наивысших результатов удается достичь при одновременном внесении минеральных удобрений и извести. Норма внесения рассчитывается с учетом суммы солей азота 2 мг/л, солей фосфора (P_2O_5) 0,5 мг/л и извести (CaO) 80–100 мг/л [5].

Цель работы – установить взаимосвязь между уровнем развития первичной продукции, кислородным режимом и температурой воды и рыбопродуктивностью.

Материалы и методы исследования

Исследования были проведены на нагульных прудах рыбхоза «Зеркальный» Павловского района Алтайского края. Кислородный режим был изучен при его определении 3 раза в день. Первичная продукция изучалась скляночным методом по методике в кислородной модификации Г.Г. Винберга [3]. Биомасса зоопланктона изучалась по общепринятым методикам с использованием определителей А.А. Бенинга [2], В.М. Рылова [12]. Количественная обработка проведена по Богорову и Гензену (цит. Морузи, Моисеев, Пищенко, Костомахин [10]).

Результаты исследования и их обсуждение

Алтайский край расположен на юге Западной Сибири, климат здесь резко континентальный с суровой и продолжительной зимой до 8 месяцев и низкими температурами до –40–45 °С и коротким (100–120 дней) жарким летом. Период с температурой воды

выше +20°C составляет от 25 до 50 дней. Сумма тепла положительных температур 1800-2280 градусо-дней. Количество биогенных веществ в естественных водах невелико. Оно колеблется в пределах солей азота от 0,01 до 1 мг/л, фосфатов около 0,027 мг/л, кальция (СаО) до 25–30 мг/л. Рыбоводные карповые пруды в зоне Алтайского края имеют ряд экологических особенностей. Это небольшие по площади, мелководные, хорошо прогреваемые, периодически осушаемые, водоемы с высокой загруженностью органическим веществом (окисляемость от 30 до 60 мгО₂/л и выше). При высоком уровне интенсификации кислородный режим приобретает первостепенное значение. Особое значение имеет кислородный режим при выращивании сиговых рыб, чувствительных к количеству растворенного в воде кислорода. Пороговая концентрация кислорода для байкальского омуля лежит в пределах от 2,5 до 3,6 мг/л, для пеляди – от 1,5 до 2,2 мг/л и зависит от возраста рыб и температуры воды [11, 13].

Особенности кислородного баланса рыбоводных прудов в ряде регионов изучали многие авторы. В Западной Сибири аналогичные исследования проводили В.Н. Злоказов [4], З.А. Иванова, И.В. Моружи, Р.И. Огнева [5].

Отмечается неустойчивость кислородного режима рыбоводных прудов Моружи 2004, 2011 [8, 9]. В течение лета бывает два минимума концентрации растворенного в воде кислорода – в конце июля и начале

августа. Изучение динамики кислородного режима и процессов фотосинтеза водорослей позволило установить, что вода получает 80% растворенного в ней кислорода за счет фотосинтеза, Моружи и др. 2010, 2011 [3, 15, 16]. В рыбоводных прудах удается поддерживать необходимые гидрохимические нормативы только при внесении минеральных удобрений. Частота внесения 3 дня. Гашеную известь вносят в виде суспензии, расчет нормы внесения рассчитывается из биологической потребности по результатам химического анализа, в среднем на гектар вносят 80–120 кг. Однако норма азота до 2 мг/л поддерживается устойчиво, а норма фосфатов всегда низкая, в среднем 0,019 мг/л (табл. 1).

Все эти мероприятия направлены на то, чтобы создать в водоеме устойчивый уровень растворенного в воде кислорода не менее 4 мг/л.

Наши наблюдения за кислородным балансом прудов показали, что для него характерно резкое падение во второй и третьей декадах июля и в конце августа.

Отмечается взаимосвязь между величиной первичной продукции и содержанием растворенного в воде кислорода (рис. 1 и 2). В июне-июле величина первичной продукции наибольшая, в это время отмечается наиболее высокая концентрация кислорода в воде. В первой декаде августа значение этих величин снижается. Причем имеют место различия по прудам, которые удобрялись неодинаково.

Таблица 1

Количество солей азота и фосфора в воде рыбоводных прудов, мг/л

Ингредиенты	Неудобряемые	Удобряемые
	М ± m	М ± m
Сумма солей азота (нитриты, нитраты, аммиачный азот)	0,162 ± 0,016	1,25 ± 0,21
Фосфаты (P ₂ O ₅)	0,027 ± 0,02	0,019 ± 0,0003

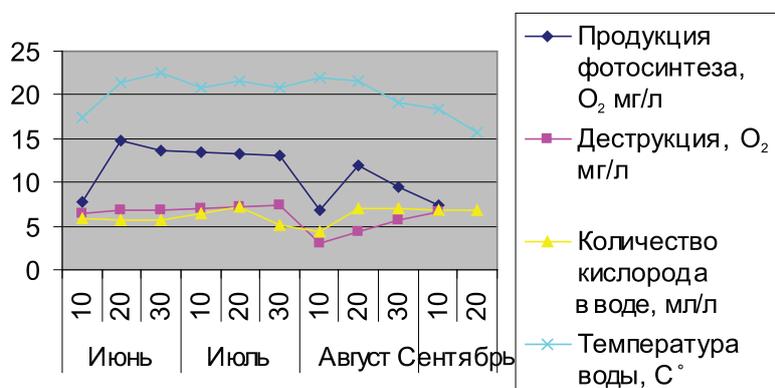


Рис. 1. Первичная продукция удобряемого пруда

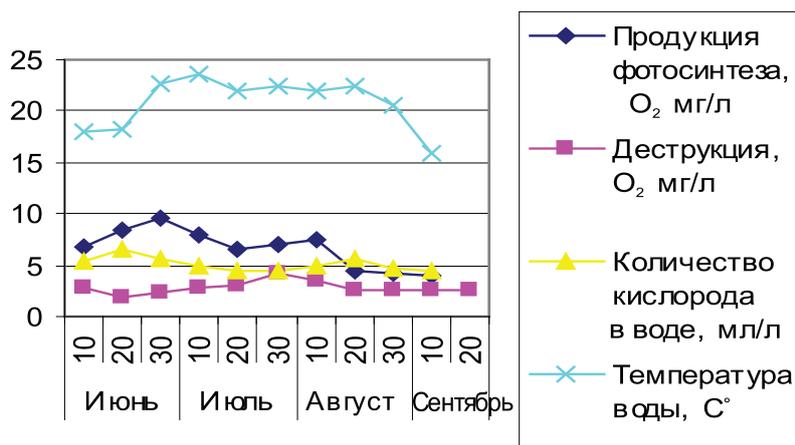


Рис. 2. Первичная продукция удобряемого пруда

В июне-июле систематически вносили в пруды комплекс удобрений (азот, фосфор, кальций). Затем с начала августа и до конца сезона в один из прудов удобрения не вносили (рис. 1), а в другой пруд удобрения вносили равномерно до конца сезона (рис. 2).

Снижение интенсивности фотосинтеза к началу августа связано в неудобряемых нагульных прудах с отмиранием сине-зеленых водорослей, что отмечала и Е.Я. Андросова [1] для выростных прудов. В это время наблюдается наиболее низкое содержание растворенного в воде кислорода. В пруду, в который вносили удобрения (№ 1) с 10 августа отмечаем новый прирост первичной продукции, связанный, видимо, с пополнением биогенными веществами при удобрении.

Резкое снижение количества растворенного в воде кислорода в конце июля – начале августа весьма характерно для эвтрофных водоемов и прудов в других географических зонах [6, 15].

Наименьшее содержание кислорода в воде при изучении суточного хода кислородного режима в удобряемых прудах отмечалось нами в среднем от 22 до 6 часов (табл. 2).

Утреннее повышение кислорода в воде начинается в 8 часов, и наивысший подъем бывает в 14–18 ч, а затем снижение. В июне-июле резкое падение количества растворенного в воде кислорода ночью не отмечалось. Количество растворенного в воде кислорода определяет биологическую продуктивность водоема. Он обеспечивает сбалансированный уровень развития и потребления органического вещества на разных трофических уровнях в водоеме. Являясь необходимым условием существования рыбы как конечной продукции водоема, кислород входит в диалектически связанную цепь (пища – кислород – промысловая продукция). Накопление органического вещества в водоеме сопровождается потреблением кислорода

на окислительные процессы при минерализации органического вещества. При умеренном накоплении органических веществ биологическая продуктивность водоема возрастает. Переход накопления органических веществ через некоторую критическую точку в корне меняет кислородный режим, уменьшает кормность, снижает биологическую продуктивность. Все это делает необходимым тщательное изучение особенностей кислородного режима рыбоводных прудов, вода которых имеет высокую степень насыщения органическими веществами.

Интенсивность продукционных процессов рассматривалась нами во взаимосвязи с интенсивностью фотосинтеза. Применение рекомендуемой технологии применения удобрений обеспечивает высокий уровень фотосинтеза в воде прудов. Наша работа была проведена с учетом того, что мы знали – кислородный баланс прудов резко понижается во второй или третьей декаде июля и в конце августа. Эта особенность характерна для эвтрофных водоемов в других географических зонах этих широт.

В удобряемых прудах валовая суточная первичная продукция составила в июне 5,54 мгО₂/л, в июле – 8,87, августе – 8,79 и сентябре 1,56 мгО₂/л (табл. 3).

Наиболее высокой продуктивностью отличаются водоемы, в которых имеется очаг постепенного поступления питательных веществ в биогенный круговорот. При возрастающем выходе рыбной продукции, из водоема извлекается большое количество биогенных веществ. При выращивании рыбы ставится главная задача – обеспечить экологическую систему прудов питательными веществами в количествах, необходимых для нормального обмена веществ в организмах рыб. При этом биогенные вещества должны поступать непрерывно и в достаточных количествах. При этой

технологии ускоряется процесс минерализации органических веществ и способствует реэрации воды и ускоряется круговорот азота, фосфора, углерода и кальция, необходимых для ускоренного прироста микроводорослей, водных беспозвоночных и рыб. Нами установлено, что коэффициент корреляции между количеством кислорода, растворенного в воде, и кальцием колеблется в пределах 0,45–0,81. Систематическое применение извести в карповых прудах позволяет поддерживать оптимальный кислородный режим в прудах. Он обеспечивает

достаточно высокий уровень развития гидробионтов в различных биотопах пруда. О высоком уровне развития микроводорослей, которые служат пищей ракообразным и частично зообентосу, говорит высокий уровень продукции фотосинтеза, равный 2463–4279 ккал/м². Фитопланктон был представлен в основном зелеными и диатомовыми водорослями. Количество фитопланктона обеспечивало высокий уровень развития зоопланктона и зообентоса. Биомасса зоопланктона в прудах была в пределах 4,72–22,19 г/м³ (табл. 4).

Таблица 2

Суточный ход кислородного режима нагульного пруда рыбхоза «Зеркальный» Павловского района Алтайского края

Часы	Содержание кислорода в воде, в мл/л					Σ	M ± m	Σ	Cv, %
	30.6.81	15.7.81	5.8.81	17.8.81	10.9.81				
0	7,47	7,59	2,65	5,04	6,42	29,17	5,83 ± 0,37	0,82	14,07
2	6,81	7,01	4,05	5,24	6,42	29,53	5,91 ± 0,22	0,49	8,30
4	6,03	7,12	4,05	6,45	6,18	29,83	5,96 ± 0,23	0,51	8,56
6	4,19	7,24	4,25	6,75	6,95	28,38	6,68 ± 0,23	0,51	8,98
8	3,67	6,77	4,38	6,85	7,14	28,81	5,76 ± 0,26	0,58	10,07
10	4,45	8,06	4,78	7,35	7,14	31,18	6,24 ± 0,28	0,60	9,62
12	4,85	6,66	5,58	8,06	5,47	30,62	6,12 ± 0,24	0,54	8,82
14	4,98	8,18	6,50	8,48	6,66	34,79	6,56 ± 0,25	0,58	8,33
16	5,93	7,01	6,77	9,47	8,57	37,75	7,75 ± 0,26	0,59	7,81
18	5,34	7,94	4,91	9,87	9,52	37,58	7,52 ± 0,37	0,83	11,04
20	7,42	8,41	3,18	6,04	10,23	35,28	7,06 ± 0,53	1,18	16,71
22	7,47	7,94	3,05	6,04	7,62	32,12	6,42 ± 0,37	0,82	12,77
24	7,47	7,59	2,64	5,04	6,42	29,17	5,83 ± 0,37	0,82	14,07

Таблица 3

Продукция фитопланктона нагульных прудов Павловского района Алтайского края

Месяц	В сутки				В месяц		
	млО ₂ /л	мгО ₂ /л	ккал/м ²	ккал/м ²	г/м ²	кг/га	кг на пруд
Пруд № 1							
Июнь	5,54	7,79	27,09	818,70	233,7	1271,5	76290
Июль	8,87	12,39	43,41	1330,86	371,7	2493,0	149580
Август	8,79	12,56	44,00	1348,56	376,8	2544,0	152640
Сентябрь	1,56	2,23	7,81	781,0	22,3	15,0	936
Валовая продукция 4279,12							
Пруд № 4							
Июнь	6,38	10,54	36,99	1109,70	316,2	2146,6	75127
Июль	5,59	7,99	28,04	814,20	249,7	1608,0	56260
Август	2,65	3,79	13,30	399,0	113,7	783,0	27406
Сентябрь	0,93	1,33	4,67	140,10	13,3	88,0	308
Валовая продукция 2463,00							

Таблица 4

Биомасса зоопланктона в исследованных прудах

Виды доминанты		Численность, экз./м ³	Биомасса, г/м ³	Встречаемость, %	Индекс встречаемости
Пруд № 1	<i>Daphnia pulex</i>	10441	1,02	56,3	57,43
	<i>D. longispina</i>	453497	3,16	95,3	301,15
	<i>Cyclops strenuus</i>	31080	0,31	96,9	30,04
	<i>Arctodiaptomus bacilifer</i>	12141	0,23	95,3	21,92
	Сумма		4,72		410,54
Пруд № 4	<i>Daphnia pulex</i>	27965	16,68	73,33	1221,63
	<i>D. longispina</i>	42994	2,91	93,33	271,59
	<i>D. cucullata</i>	52850	1,73	66,67	115,33
	<i>Ceriodaphnia quadrangular</i>	12136	0,21	100	20,63
	<i>Bosmina longilostriis</i>	190133	0,42	100	41,82
	<i>Cyclops strenuus</i>	36334	0,26	93,33	24,00
	Сумма		22,19		1683,00

Высокий уровень развития зоопланктона дал возможность выращивать совместно с карпом пелядь товарной массой до 30–50 г. Плотность посадки карпа 5–8 тыс. га и личинок пеляди 5–10 тыс./га. При этом рыбопродуктивность карпа 952–1800 кг/га и пеляди 48–200 кг/га.

Карпа перестают кормить с 15 сентября при установлении дневной температуры воды +10°C. В это же время пелядь продолжает активно питаться зоопланктоном, снижая поступление органики в биогенный круговорот за счет прироста собственной массы. Трансформация органического вещества в воде прудов при выращивании рыбы в поликультуре достаточно высокая за счет интенсивного потребления органического вещества гидробионтами и выноса органического вещества с выловленной рыбой. Таким образом, уровень накопления органики в воде снижается. Качество сбросной воды из прудов незначительно отличается от качества воды в принимающих реках.

Применение технологии совместного выращивания карпа и пеляди способствует самоочищению воды в рыбоводных прудах и снижает антропогенное влияние на реки. Её применение делает возможным получать 1000–2000 кг с гектара товарной рыбы.

Выводы

1. Применение извести ускоряет процесс минерализации органических веществ и способствует реэрации воды, ускоряется круговорот азота, фосфора, углерода

и кальция, необходимых для ускоренного прироста микроводорослей, водных беспозвоночных и рыб. Коэффициент корреляция между количеством кислорода, растворенного в воде, и кальцием колеблется в пределах 0,45–0,81.

2. Фитопланктон был представлен в основном зелеными и диатомовыми водорослями. Количество фитопланктона обеспечивало высокий уровень развития зоопланктона и зообентоса. Биомасса зоопланктона в прудах была в пределах 4,72–22,19 г/м³, зообентоса – 94,95 г/м².

3. Высокий уровень развития зоопланктона дал возможность выращивать совместно с карпом пелядь товарной массой до 30–50 г. Плотность посадки карпа 5–8 тыс. га и личинок пеляди 5–10 тыс./га. Рыбопродуктивность карпа 952–1800 кг/га и пеляди 48–200 кг/га.

Список литературы

1. Андросова Е. О влиянии удобрений на фитопланктон выростных прудов Кемеровского рыбопитомника // Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. – Новосибирск, 1969. – С. 118–129.
2. Бенинг А.Л. Кладочера Кавказа. – Тбилиси: Грузмедгиз, 1941. – 384 с.
3. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. – Минск.: Изд-во АН БССР, 1965. – 329 с.
4. Злоказов В.Н. Особенности экологии карпа и биотехника прудового рыбоводства в южных районах Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1968. – 24 с.
5. Иванова З.А., Морузи И.В., Огнева Р.И. Способ удобрения рыбоводных прудов // Патент SU 1199223. – 1983.
6. Йошев Л. Основы гидрохимических показателей и технологическое значение за интенсивное рыбоводство // Рыбное хозяйство. – 1979. – № 8. – С. 8–9.

7. Коненко Г.Д., Підгайко М.Л., Радзинский Д.О. Ставки лісостепових, степових на гірських районах в Україні. – Киев: Наукова думка, 1965. – 143 с.
8. Кудлина Е.А. Пелядь в озерах Омской области // Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. – Томск, 1973. – С. 88–89.
9. Морузи И.В., Пищенко Е.В. Эффективность выращивания рыб в поликультуре в карповых рыбоводных прудах юга Западной Сибири // Международная научно-практическая конференция .Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы и сотрудничества. – Улан-Уде, оз. Байкал, 1–7 августа 2011. – С. 129–131.
10. Морузи И.В., Моисеев Н.Н., Пищенко Е.В., Иванова З.А., Костомахин Н.М. Рыбоводство: учебник для вузов. – М.: Колос, 2010. – С. 295.
11. Морузи И.В., Кропачев Д.В., Пищенко Е.В., Севастеев С.В. Зоопланктон малых озер Краснозерского района Новосибирской области // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – Новосибирск, 2011. – Вып. 3(15). – С. 88–92.
12. Сяра Я.И. Особенности гидрохимического режима прудов с уплотненными посадками рыб (на примере опытного хозяйства в «Великий Любень») // Рыбное хозяйство. – Киев, 1975. – С. 51–55.
13. Рылов В.М. Свободноживущие веслоногие ракообразные (Copepoda) // Жизнь пресных вод. – 1940. – Т. 1. – С. 373–380.
14. Топорков И.Г. Итоги изучения биологии молодежи байкальского омуля // Гидробиологические исследования в Восточной Сибири. – Иркутск, 1977. – С. 91–98.
15. Фельдман М.Б., Суховий А.В. Влияние минеральных удобрений на гидрохимический режим прудов // Первичная продукция морей и внутренних вод. – Минск, 1971. – С. 165–172.
5. Ivanova Z.A., Moruzi I.V., Ogneva R.I. Sposob udobrenija rybovodnyh prudov // Patent SU 1199223. 1983.
6. Joshev L. Osnovy gidrohimičeskikh pokazatelej i tehnologičeskoe značenie za intensivnoe rybovodstvo // Rybnoe stepanstvo. 1979. no. 8. pp. 8–9.
7. Konenko G.D., Pidgajko M.L., Radzinskij D.O. Stavki lisostepovih, stepovih na girskih rajoniv v Ukraini. Kiev: Naukova dumka, 1965. 143 p.
8. Kudlina E.A. Peljad v ozerah Omskoj oblasti // Vodoe-my Sibiri i perspektivy ih rybohozajstvennogo ispolzovanija. Tomsk, 1973. pp. 88–89.
9. Moruzi I.V., Pishhenko E.V. Jefferektivnost vyrashhivaniya ryb v polikulture v karpovyh rybovodnyh prudah juga Zapadnoj Sibiri // Mezhdunarodnaja nauchno-praktičeskaja konferencija .Akvakultura Evropy i Azii: realii i perspektivy i sotrudničestva. Ulan-Ude, oz. Bajkal, 1–7 avgusta 2011. pp. 129–131.
10. Moruzi I.V., Moiseev N.N., Pishhenko E.V., Ivanova Z.A., Kostomahin N.M. Rybovodstvo: uchebnik dlja vuzov. M.: Kolos, 2010. pp. 295.
11. Moruzi I.V., Kropachev D.V., Pishhenko E.V., Sevasteev S.V. Zooplankton malyh ozer Krasnozerskogo rajona Novosibirskoj oblasti // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Novosibirsk, 2011. Vyp. 3(15). pp. 88–92.
12. Sjara Ja.I. Osobennosti gidrohimičeskogo rezhima prudov s uplotnennymi posadkami ryb (na primere opytnogo hozjajstva v «Velikij Ljuben») // Rybnoe hozjajstvo. Kiev, 1975. pp. 51–55.
13. Rylov V.M. Svobodnozhivushhie veslonogie rakoo-braznye (Copepoda) // Zhizn presnyh vod. 1940. T. 1. pp. 373–380.
14. Toporkov I.G. Itogi izuchenija biologii molodi bajkalskogo omulja // Gidrobiologičeskije issledovanija v Vostočnoj Sibiri. Irkutsk, 1977. pp. 91–98.
15. Feldman M.B., Suhovij A.V. Vlijanie mineralnyh udobrenij na gidrohimičeskij rezhim prudov // Pervičnaja produkcija morej i vnutrennih vod. Minsk, 1971. pp. 165–172.

References

1. Androsova E. O vlijanii udobrenij na fitoplankton vyrostnyh prudov Kemerovskogo rybopitomnika // Rybnoe hozjajstvo vodoemov južnoj zony Zapadnoj Sibiri. Novosibirsk, 1969. pp. 118–129.
2. Bening A.L. Kladocera Kavkaza. Tbilisi: Gruzmed-giz, 1941. 384 p.
3. Vinberg G.G. Pervičnaja produkcija vodoemov. Minsk.: Izd-vo AN BSSR, 1965. 329 p.
4. Zlokazov V.N. Osobennosti jekologii karpa i biotehnika prudovogo rybovodstva v južnyh rajonah Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. L., 1968. 24 p.

Рецензенты:

- Веснина Л.В., д.б.н., профессор, директор, Алтайский филиал Госрыбцентра, г. Барнаул;
- Романов В.И., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой гидробиологии и ихтиологии, Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск.
- Работа поступила в редакцию 18.03.2015.