

УДК 591.524.12:631.8

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ВЫРОСТНЫХ КАРПОВЫХ ПРУДАХ ЮЖНОГО УРАЛА

Т. С. ЛЮБИМОВА

(Уральское отделение СибрыбНИИпроект)

Внесение в выростные пруды азотно-фосфорных удобрений (азота 3 мг/л, фосфора 0,2 мг/л) на видовом составе зоопланктона почти не отражается. Существенные изменения отмечены в количественных показателях: в удобряемых прудах они значительно выше.

Многочисленные наблюдения [1, 3, 4, 6 и др.] показали, что внесение азотно-фосфорных удобрений стимулирует развитие зоопланктона в выростных прудах. Целью наших исследований было установить, как влияет на развитие зоопланктона таких прудов внесение в них оптимальных доз азотно-фосфорных удобрений. Такой дозой, обеспечивающей наилучшее развитие естественной кормовой базы рыб в исследуемых прудах, как показали наши предыдущие исследования, является концентрация азота 3 мг/л при концентрации фосфора 0,2 мг/л.

Опыты проводили в 1970 г. на выростных карповых прудах 2, 5, 6 и 7 Чесменского рыбхоза Челябинской области (площадь 5—16 га, средняя глубина 0,5 м). Расположены они ступенчато на пойменной террасе и питаются водой из Головного пруда.

Минеральные соли (аммиачную селитру и суперфосфат) вносили до расчетных концентраций семь раз в сезон. Кроме того, были внесены: в пруд 2 навоз по сухому ложу (перед заполнением), в середине июня и в конце июля; в пруд 7 по урезу воды свежескошенная прибрежная растительность в конце июля, в контрольный пруд 6 аммиачная селитра (из расчета 5 мг/л) в конце августа с целью снизить зараженность рыб моногенетическим сосальщиком *Dactylogyrus vastator*. Во всех прудах с начала августа до конца сезона молодь рыб подкармливали комбикормом, который, таким образом, отчасти служил органическим удобрением. Ниже приведена схема внесения удобрений в пруды.

	Суперфосфат		Аммиачная селитра		Органические удобрения	
	всего, ц	ц/га	всего, ц	ц/га	всего, ц	ц/га
Пруд 2	11,5	1,05	35	3,2	50	4,5
Пруд 5	5,5	1,83	18	6,0	—	—
Пруд 6 (контроль)	1	0,13	5	0,63	—	—
Пруд 7	6,1	1,52	21,5	5,37	8	2

Вода прудов, по данным производственной лаборатории Челябинского рыбтреста, пресная, гидрокарбонатно-натриево-кальциевая, умеренно жесткая (6,3—8,7 нем. град.); минерализация 230—480 мг/л, щелочная реакция среды (рН 7,93—9,22), окисляемость 5,1—23,0 мгО/л. Наибольшее количество органических веществ отмечено в прудах 2 и 7. Кислородный режим благоприятен для гидробионтов: содержание растворенного в воде кислорода колебалось в пределах 4,62—9,75 мг/л (51,2—157,1%). Температура воды не падала ниже 12,5° при максимуме 22,5° в конце июля — начале августа.

В результате систематического удобрения прудов среднее за лето содержание фосфора и минерального азота, особенно аммиачной и нитратной его форм (основ-

ные источники азота в питании водорослей), в них было значительно выше, чем в контрольном. Из удобряемых прудов наименьшим содержанием биогенов характеризовался пруд 2 (приведены средние данные, мг/л):

	NH ₄	NO ₂	NO ₃	P
Пруд 2	0,37	0,333	1,46	0,48
Пруд 5	0,76	0,045	1,63	0,061
Пруд 7	2,07	0,53	3,06	0,054
Пруд 6	0,40	0,001	0,77	0,024

Внесение минеральных удобрений положительно сказалось на первичной продукции*. Фотосинтез в удобряемых прудах проходил более интенсивно, улучшая трофические условия зоопланктона. Средняя за сезон валовая первичная продукция в них составляла 3,15—3,75 мгО₂/л·сутки (наименьшие показатели отмечены для пруда 2), в контрольном — 1,87 мгО₂/л·сутки. Скорость потребления кислорода во всех прудах была ниже величин фотосинтеза, поэтому баланс был положительным. Чистая продукция за то же время в удобряемых прудах достигла 1,34—1,59, в контрольном не превышала 0,97 мгО₂/л·сутки.

Зоопланктон (43 пробы) отбирали с 1. VII по 5. IX 1970 г. сетью Апштейна (газ № 11/46). Камеральная обработка сводилась к определению видового состава, подсчету организмов в камере Богорова и вычислению биомассы по таблицам стандартных весов [11, 15].

В период заполнения прудов в них обнаружено 12 видов зоопланктона, поступивших с водой из Головного пруда, а также развивавшихся из прошлогодних покоящихся в илах стадий: преобладали *Bosmina longirostris*, *Keratella quadrata*, *Conochilus unicornis* и науплии веслоногих ракообразных. В дальнейшем число их возросло до 29 (Cladocera — 8, Copepoda — 6, Rotatoria — 15) (табл. 1).

На протяжении лета во всех прудах обильно размножалась сравнительно мелкая форма — *B. longirostris*. Крупные ракообразные — *D. magna*, *D. longispina* и довольно редкий для Урала рачок *D. yamanacensis*. — являющиеся ценными пищевыми объектами рыб, обильно развивались в прудах с минеральными и органическими удобрениями (2 и 7), отличающихся наибольшим содержанием органического вещества (окисляемость в среднем за сезон 10,1—10,7 мгО/л).

С помощью ценологического анализа [5, 8, 10] выявлен один типично прудовой комплекс — босминный. В основу критерия определения структуры зоопланктического комплекса был положен индекс постоянства встречаемости [2]. Показатель значимости для *B. longirostris* во всех прудах был самым высоким. В удобряемых прудах 5 и 7 с наибольшей первичной продукцией ($\Phi=3,32-3,75$ мгО/л·сутки) он оказался максимальным. По максимальному показателю значимости в зависимости от специфики прудов в комплекс вошли и другие формы, образовавшие различные варианты (табл. 2). В удобряемых прудах доминантных видов было больше (3—4) и более высоким оказался общий показатель значимости их (219—574) по сравнению с контрольным (соответственно 2 и 132). Доминантом считали вид с показателем значимости не ниже 20.

Количественное развитие зоопланктона в исследуемых прудах было крайне неравномерным (рис. 1), что характерно для мелких водоемов и обусловлено биотическими и абиотическими факторами среды. Особенно резкие колебания наблюдались в прудах 2 (62—1074 тыс. экз/м³ и 0,4—13,1 г/м³) и 7 (64—2650 тыс. экз/м³ и 0,8—12,9 г/м³). Для них

* Первичная продукция определена М. И. Ярушиной методом склянок.

Виды-доминанты в зоопланктоне выростных прудов Чесменского рыбхоза

Месяц	Пруд 2	Пруд 5	Пруд 7	Пруд 6
Июль		<i>Bosmina longirostris</i> *		
	<i>Daphnia magna</i> **	<i>Keratella quadrata</i> <i>Brachionus angularis</i> <i>Mesocyclops leuckarti</i> ** <i>Cyclops vicinus</i> **	<i>Conochilus unicornis</i> <i>Cyclops strenuus</i> <i>Mesocyclops leuckarti</i> <i>Daphnia magna</i> ** <i>Asplanchna priodonta</i> ** <i>Daphnia longispina</i> **	<i>Brachionus angularis</i> <i>Cyclops vicinus</i> **
Август		<i>Bosmina longirostris</i> *		
	<i>Conochilus unicornis</i> <i>Mesocyclops leuckarti</i> **	<i>Brachionus angularis</i> * <i>Mesocyclops leuckarti</i>	<i>Filinia longiseta</i> <i>Mesocyclops leuckarti</i> ** <i>Eudiaptomus graciloides</i> *	<i>Polyarthra</i> sp. <i>Eudiaptomus graciloides</i> ** <i>Keratella cochlearis</i>
Сентябрь		<i>Diaptomus yamanacensis</i> **	<i>Daphnia longispina</i> **	
	<i>Eudiaptomus graciloides</i> **	<i>Bosmina longirostris</i> *		<i>Eudiaptomus graciloides</i> *
	<i>Euchlanis dilatata</i>	<i>Keratella quadrata</i> <i>Filinia longiseta</i> <i>Cyclops vicinus</i> **	<i>Cyclops vicinus</i> *	<i>Brachionus angularis</i>
	<i>Diaptomus yamanacensis</i> ** <i>Daphnia longispina</i> **	<i>Eudiaptomus graciloides</i> **		

Примечание. Виды, обозначенные *, доминировали по численности и биомассе, ** — по биомассе, прочие — по численности.

установлены три максимума общей численности (в начале июля, в начале августа и в конце сезона) и два — биомассы (июль и август). В пруду 5 общее количество организмов не падало ниже 604 тыс. экз/м³ и 4,1 г/м³; здесь отмечено два пика: в конце июля — начале августа (2193 тыс. экз/м³ и 10,0 г/м³) и в конце августа (1492 тыс. экз/м³ и 10,0 г/м³).

Таблица 2

Ценологические показатели вариантов зоопланктического комплекса *B. longirostris* в выростных прудах Чесменского рыбхоза

Вариант	Доминанты	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>p</i>	<i>bp</i>
I (пруд 2)	<i>B. longirostris</i>	260 922	1,5	100	150,0
	<i>D. yamanacensis</i>	6 125	0,6	63	37,8
	<i>E. graciloides</i>	17 420	0,5	63	31,5
					219,3
II (пруд 5)	<i>B. longirostris</i>	721 343	4,6	100	460,0
	<i>M. leuckarti</i>	50 366	0,5	90	45,0
	<i>C. vicinus</i>	7 782	0,5	90	45,0
	<i>E. graciloides</i>	7 744	0,3	81	24,3
				574,3	
III (пруд 7)	<i>Bosmina longirostris</i>	474 111	3,8	100	380,0
	<i>Daphnia longispina</i>	14 030	0,3	97	27,0
	<i>Eudiaptomus graciloides</i>	13 857	0,4	6,3	25,2
	<i>Asplanchna priodonta</i>	29 887	0,3	72	21,6
				453,8	
IV (пруд 6)	<i>Bosmina longirostris</i>	153 834	1,0	100	100
	<i>Eudiaptomus graciloides</i>	21 314	0,4	80	32,0
				132,0	

Примечание. *a*, *b* — средняя плотность (экз/м³) и биомасса (г/м³) популяции каждого вида; *p* — встречаемость вида, %; *bp* — индекс постоянства встречаемости, отражающий значение вида в комплексе.

В контрольном пруду зоопланктон развивался слабо в течение большей части лета. Лишь сразу после заполнения и в конце сезона после внесения удобрений наблюдалась кратковременная вспышка (соответственно 700 тыс. и 251 тыс. экз/м³, 6,2 и 3,2 г/м³).

На протяжении лета 71—99% общей биомассы зоопланктона составляли фильтраторы (рис. 2). Хищный комплекс наиболее интенсивно развивался в пруду 5 (29% общей биомассы в конце августа и 42% — в конце июля), что, по-видимому, было связано с большим развитием здесь мелкого фильтратора *B. longirostris*.

С точки зрения обеспеченности сеголетков кормовыми зоопланктерами определенный интерес представляет распределение их биомассы на протяжении лета. Характер кривой изменения общей биомассы зоопланктона наиболее отвечал пищевым потребностям рыб [6] в прудах 7 и 5, где самый высокий максимум биомассы (соответственно 12,9 и 10,7) наблюдался во второй половине лета. В пруду 2 наибольший пик отмечен в начале июля (13,1 г/м³, в августе — 7,5 г/м³), в контрольном пруду 6 — также в начале июля, однако общая биомасса не превышала 6,2 г/м³.

Высокая биомасса зоопланктона и изменение ее, удовлетворяющее пищевым потребностям молоди рыб на протяжении лета, обусловили

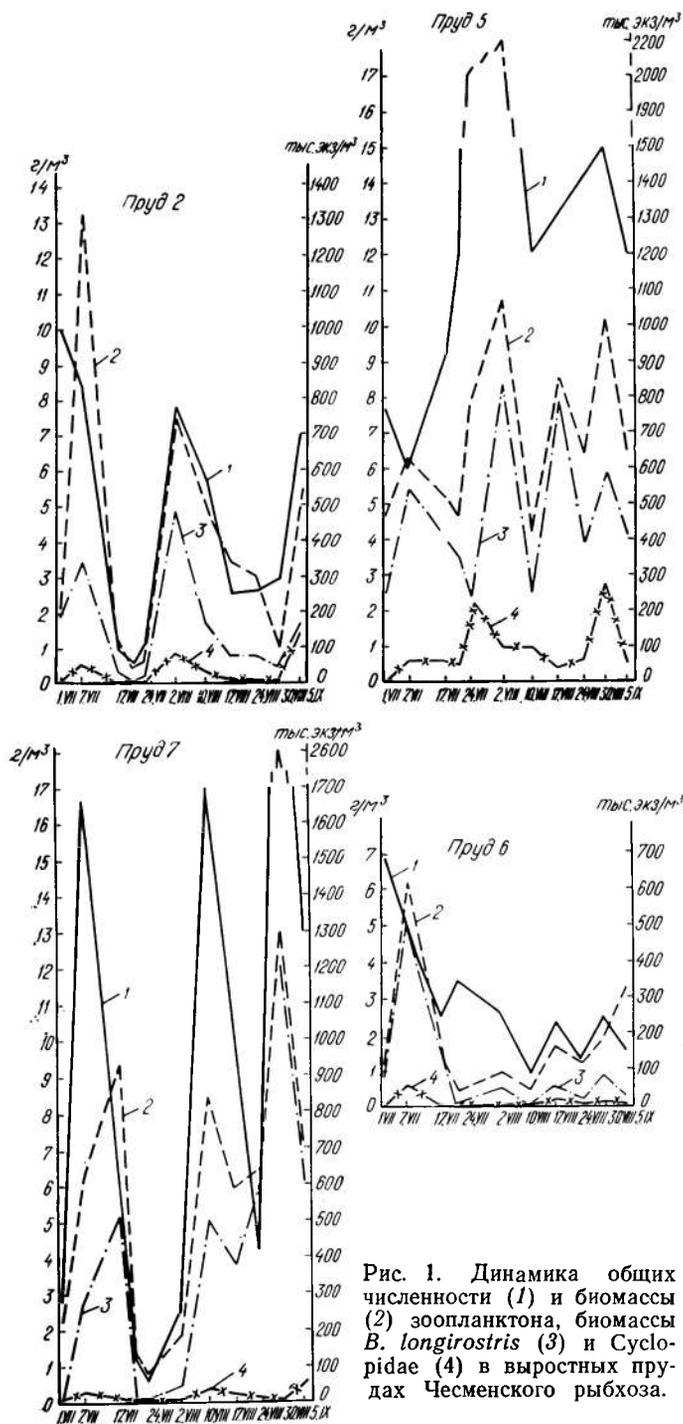


Рис. 1. Динамика общих численности (1) и биомассы (2) зоопланктона, биомассы *B. longirostris* (3) и Cyclopidae (4) в выростных прудах Чесменского рыбхоза.

в удобряемых прудах 5 и 7 наилучший темп роста сеголетков и самую высокую рыбопродуктивность:

Пруд	Средний вес		Общая продуктивность
	карпа	амура	
№ 2	6,1	10,0	319,0
№ 5	10,5	12,0	386,0
№ 7	8,1	11,0	420,0
№ 6 (контроль)	2,6	2,8	48,0

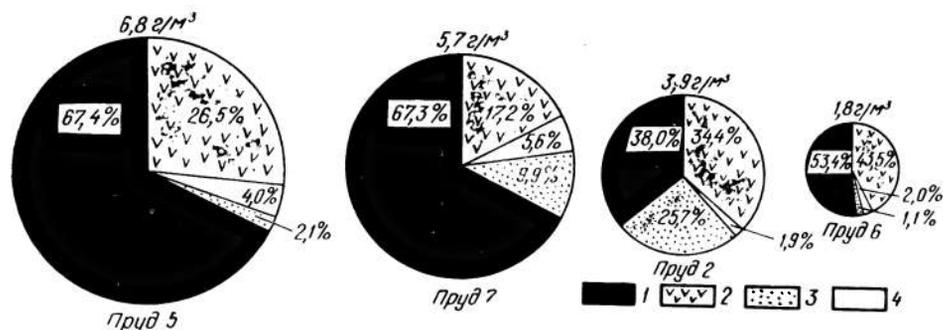


Рис. 2. Соотношение доминирующего вида *B. longirostris* (1) и основных групп зоопланктона в выростных прудах Чесменского рыбхоза: *B. longirostris* (1), Copepoda (2), прочие Cladocera (3), Rotatoria (4). (Цифры над диаграммой — средняя биомасса вида-доминанта).

Следует при этом отметить, что сеголетки карпа в течение всего лета интенсивно потребляли зоопланктон*. В кишечниках преобладали в основном виды, представленные в массе: *B. longirostris* и *Alona priodonta* в удобряемых прудах, *Chidorus* во всех прудах, дафнии в пруду 7, веслоногие ракообразные в прудах 2, 5 и 6. Роль зоопланктона в пищевом рационе молоди карпа несколько снизилась лишь в конце августа — начале сентября, когда сеголетков кормили комбикормом. Однако в питании сеголетков из пруда 5 планктон по-прежнему имел большое значение: в кишечниках просмотренных рыб были обнаружены *B. longirostris* (от 42 до 2 тыс. экз).

Сеголетки белого амура интенсивно питались зоопланктоном только в первой половине июля, затем они переходили на питание макрофитами, еще позднее — на комбикорм.

Таким образом, в выростных прудах Чесменского рыбхоза в течение очень короткого на Урале вегетационного периода обнаружено 29 видов зоопланктеров. Среди них преобладали коловратки (15), ветвистоусых было 8 видов и веслоногих — 6. Видовой состав зоопланктона удобряемых и контрольного прудов в основном был одинаков, существенные различия отмечены в количественных показателях.

Ценологический анализ показал, что в прудах развивался только один типично прудовой зоопланктинический комплекс — босминный. Показатель значимости популяции *B. longirostris* в удобряемых прудах был значительно выше (150—460), чем в контрольном (100). Выявлены четыре варианта с определенным видовым составом и структурой (см. табл. 2): варианты I, II и III, соответствующие прудам 2, 5 и 7, характеризуются наибольшим количеством доминирующих видов и бо-

* Содержимое кишечника молоди рыб просмотрено мл. научн. сотр. Уралсиб-рыбНИИпроект М. П. Ковальковой.

лее высоким показателем значимости по сравнению с IV вариантом — контрольный пруд 6. Основу вариантов составляли преимущественно фильтраторы, лишь во II — в числе доминирующих оказались хищники — *C. vicinus* и *M. leuckarti*, а в III — *A. priodonta* (роль последнего в комплексе невелика: $вр=21$).

Судя по среднесезонным количественным показателям, зоопланктон в удобряемых прудах развивался интенсивнее (447—122 тыс. экз/м³ и 3,9—6,8 г/м³), чем в контрольном (294 тыс. экз/м³ и 1,9 г/м³), где содержание основных биогенных элементов в течение всего сезона находилось в минимуме. Из удобряемых прудов наименьшие показатели отмечены для пруда 2 с более низкой, чем в двух других, концентрацией биогенов. Динамика общей биомассы зоопланктона в наибольшей мере отвечала пищевым потребностям сеголетков на протяжении всего лета в прудах 7 и 5, которые и были наиболее продуктивными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акатова Н. А. 1957. Влияние удобрений на развитие зоопланктона в прудах рыбцово-шемайного питомника. «Тр. пробл. и темат. совещ.», 7.
2. Битюков Э. П. 1961. Зоопланктон восточной части Финского залива и его значение для питания салаки. Автореф. дисс., Л.
3. Брагинский Л. П. 1956. Развитие зоопланктона при различных формах удобрений прудов. В сб. научн. раб. Укр. н.-и. ст. рыб-ва, 2.
4. Винберг Г. Г., Ляхнович В. П. 1965. Удобрение прудов. Изд-во «Пищепром.», М.
5. Воробьев В. П. 1949. Бентос Азовского моря. Тр. АзЧерНИРО, 13.
6. Дунке Н. А. 1958. Зоопланктон и бентос опытных прудов в 1955 г. и питание молоди амурского сазана. «Тр. биол. ст. на оз. Нарочь», 1.
7. Любимова Т. С. 1971. Зоопланктон выростных прудов Чесменского рыбхоза Челябинской области. Тр. УралСибНИИРХ, 8.
8. Марковский Ю. М. 1954. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути использования. Изд-во АН УССР, К.
9. Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1954. Материалы по сырому весу водных беспозвоночных бассейна Дона. «Тр. пробл. и темат. совещ.», 2. В кн.: «Пробл. гидробиол. внутр. вод.», Изд-во АН СССР, М.
10. Пидгайко М. Л. 1957. Зоопланктон придунайских водоемов. Изд-во АН УССР, К.
11. Его же. 1958. Материалы по сырому весу низших ракообразных из водоемов Урала. «Науч.-техн. бюлл. ВНИОРХ», 6—7.

Поступила 15. I 1973 г.

INFLUENCE OF THE FERTILIZERS APPLICATION ON THE ZOOPLANKTON DEVELOPMENT IN THE CARP NURSERY PONDS OF THE SOUTHERN URAL REGION

T. S. LYUBIMOVA

(Ural Division, Siberian Research Institute of Fish Industry Projecting, Sverdlovsk)

Summary

By means of coenological analysis, development of only one, typical for ponds, zooplanktic complex (with *Bosmina*) is established. In the trial this complex was presented by four varieties, and those according to the entire environment factors complex were characterized by higher number of dominating species and highest significance indice value. The most effective doses of mineral fertilizers for the Southern part of the Chelyabinsk region are 3 mg/l of nitrogen and 0.2 mg/l phosphorus. This concentration contributed to the best zooplankton development.