



О.М. Таврыкина, А.Г. Литвинова, Г.П. Воронова, С.И. Ракач

РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА УДОБРЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПРУДОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОВАРНОЙ РЫБЫ

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы по изучению влияния комплекса интенсификационных мероприятий на развитие естественной кормовой базы прудов при выращивании товарной рыбы. Изучались видовое разнообразие, численность, биомасса, продукция зоопланктона и зообентоса на протяжении вегетационного сезона, выявлен состав доминантных видов в сообществах. На экспериментальных прудах были изучены 4 варианта опыта по внесению органических, минеральных удобрений и кормов. Было установлено, что для развития трофической базы рыбоводных прудов самым эффективным и недорогим из примененных методов оказалось внесение в них в комплексе органических удобрений — пивной дробины и остаточных пивных дрожжей из расчета 1000 и 50 кг/га соответственно совместно с ограниченной дозой минеральных удобрений.

Ключевые слова: интенсификация рыбоводства, комплекс мер, рыбоводные пруды, удобрение прудов, корма, зерно, комбикорм, кормовая база, зоопланктон, зообентос, численность, биомасса, продукция, доминантные виды

O.M. Tavrykina, A.G. Litvinova, G.P. Voronova, S.I. Rakach

RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus

INFLUENCE OF A COMPLEX OF FERTILIZERS APPLICATION ON THE DEVELOPMENT OF THE FODDER BASE OF PONDS FOR GROWING MARKETABLE FISH

Abstract: The article is devoted to study, how does the using of various intensification measures in the fish cultivation influence of on the development



of the fodder base of ponds. The zooplankton and zoobenthos species diversity, abundance, biomass and production of in the season were studied, the dominant species, composition of these communities was detected. 4 variants of the experiment to bring in different organic, mineral fertilizers and feed to the experimental ponds were put. As a result, it was found that among the applied methods the most effective and inexpensive for the development of the trophic base of fish ponds was the introduction of complex of organic fertilizers into them — brewer's grains and residual brewer's yeast at the rate of 1000 and 50 kg/ha with a limited dose of mineral fertilizers.

Keywords: fish farming intensification, fish ponds, fertilization of fish ponds, fish feed, seed, compound feed, zooplankton, zoobenthos, amount, biomass, production, dominant species

Введение. Рыбное хозяйство традиционно заинтересовано в получении как можно большей конечной продукции при минимализации затрат. Основными направлениями повышения рыбопродуктивности прудов обычно являются поликультура рыб, их кормление и удобрение прудов [1]. Из вышеперечисленных интенсификационных мероприятий система удобрения прудов влияет на рост и развитие рыб за счет повышения трофности рыбоводных водоемов. Удобрения, вносимые в пруд, сначала создают условия для массового развития фито- и бактериопланктона, поскольку нивелируют недостаток биогенных элементов в воде, в первую очередь азота и фосфора. Они участвуют в формировании первичной продукции, которая далее утилизируется трофической цепью, так как увеличение численности и биомассы микроорганизмов способствует интенсивному развитию зоопланктона [2].

Для увеличения биомассы зоопланктона целесообразно внесение как минеральных, так и органических удобрений, а также микробных удобрений [3]. Например, описана целесообразность внесения по определенной схеме аммиачной селитры, монофосфата калия и хлористого калия для развития в прудах кормовых организмов [4].

Традиционными органическими удобрениями, используемыми в рыбоводстве, являются навоз и птичий помет. Так, украинскими исследователями описано, что внесение навоза из расчета 2 т/га стимулировало развитие зоопланктона и природное самоочищение водоемов [5], а птичий помет (из расчета 0,12 т/га) и перегной КРС способствовали развитию в прудах коловраток, повышая их биомассу в 3,6 раза [6].

В последние годы все большее применение в качестве органического удобрения прудов находят отходы пищевого производства: пивная



дробина, остаточные пивные дрожжи, спиртовая барда и др. [7–9]. Так, описано, что внесение барды из отстойников в дозировке 2–4 т/га весьма положительно сказывалось на развитии зоопланктона [5].

Еще ранее (1987 г., пруды «Белое», БССР) было описано, что внесение комбикормов как один из способов интенсификации, определяемое различными их объемами, довольно значительно влияет на таксономическую структуру зоопланктона, часто приводя к снижению в ней относительной доли веслоногих ракообразных [10]. К аналогичному выводу пришли в своей работе украинские ученые и в отношении внесения в пруды смеси комбикорма с бардой (20 %) [11].

Материалы и методика. Для проведения работ были выбраны 4 экспериментальных пруда ХРУ «Вилейка» одинаковой площадью около 0,24 га. Использовались различные комплексы интенсификационных мероприятий при выращивании товарной рыбы в них. Соответственно, проводились 4 варианта опыта, в каждый из 4 прудов удобрения и корма для рыб вносились по своей системе.

Все пруды были зарыблены в начале марта по одинаковой схеме двухгодовиками четырех видов рыб: *карп*, *нестрый толстолобик*, *белый амур* и *карась* с общей плотностью посадки 1541 экз./га.

Работы по внесению кормов и удобрений в пруды проводились с мая по сентябрь 2021 г. Вносились 3 вида *органических удобрений* (спиртовая барда, пивная дробина и остаточные пивные дрожжи), *минеральные удобрения* (аммиачная селитра (азотное удобрение) и аммофос (комплексное азотно-фосфорное удобрение), использовались *корма* (зерно и зерноотходы, а также комбикорм марки К-111). Минеральные и органические удобрения вносили в пруды по воде с дальнейшим распределением по всей поверхности пруда. В табл. 1 представлена схема опыта по внесению мелиорантов и кормов в рассматриваемые пруды.

В первых двух вариантах опыта упор делался на внесение различных видов органических удобрений. В первый пруд вносились барда и пивная дробина из расчета 375 и 1000 кг/га за сезон, во второй — пивная дробина и остаточные пивные дрожжи из расчета 1000 и 104 кг/га за сезон, в третий пруд вносились минеральные удобрения по 30 кг аммиачной селитры и аммофоса на пруд за сезон на фоне кормления рыбы зерном в количестве 2460 кг/га за сезон, в четвертом варианте опыта изучалось влияние внесения минеральных удобрений по 125 кг аммиачной селитры и аммофоса на пруд за сезон и кормления рыбы комбикормом 960 кг/га за сезон.

Таблица 1. Схема опытов по внесению органических, минеральных удобрений и кормов в экспериментальных прудах ХПУ «Вилейка», 2021 г.

Table 1. Scheme of experiments on the introduction of organic, mineral fertilizers and feed in the experimental ponds of the Vileika fish farm, 2021

№ ва-рианта, (пруда)	Органические удобрения кг/га за сезон			Минеральные удобрения, кг/га за сезон		Затраты корма кг/га	
	барда	пивная дробина	ост. пив-ные дрож-жи	аммиачная селитра	аммофос	комбикорм К-111	Зерно и зерно-отходы
1	375	1000	—	30	30	46	2460
2	—	1000	104	30	30	46	2460
3	—	—	—	125	125	46	2460
4	—	—	—	125	125	960	—

Оценка влияния комплекса мероприятий на продуктивность экспериментальных рыбоводных прудов проводилась по показателям развития сообществ зоопланктона и зообентоса. Отборы проб зоопланктона проведены 7-кратно, зообентоса — 6-кратно за сезон с мая по сентябрь, с периодичностью примерно 2—3 недели по стандартной методике их отбора.

При лабораторной обработке проб использовался бинокулярный микроскоп АУ-10 с увеличением Ч140 и счетная камера Богорова. При определении видового состава и таксономической принадлежности гидробионтов использовались определители зоопланктонных и бентосных организмов [12—14]. Биомасса зоопланктона определялась исходя из значений индивидуальных весов составляющих его видов. Продукция зоопланктона рассчитывалась по биомассам и известным из литературы Р/В коэффициентам. При определении биомассы бентоса использовались торзионные весы.

Целью работы является оценка влияния внесения комплекса различных органических удобрений и кормов на биологическую продуктивность рыбоводных прудов по показателям количественного развития зоопланктона и зообентоса.

Результаты исследований. Изучение количественного развития зоопланктона в прудах с различными вариантами их удобрения проводилось на основе анализа следующих показателей: численность (N, экз./л), биомасса (B, мг/л) и суточная продукция (P, г/м³*сут⁻¹). Их динамика в сезоне представлена в табл. 2.



Таблица 2. Динамика развития организмов зоопланктона в прудах ХРУ «Вилейка» за исследованный сезон
 Table 2. Zooplankton organisms' development dynamics in the ponds of the Vileika fish farm for the investigated season

Показатель	Дата	№ варианта (пруда)			
		1	2	3	4
N, экз./л	20.05.2021	328	298	601	205
	08.06.2021	16	496	273	201
	30.06.2021	86	157	86	173
	22.07.2021	70	300	221	508
	11.08.2021	218	391	82	214
	25.08.2021	328	-	150	451
	07.09.2021	136	988	203	158
B, мг/л	20.05.2021	4,06058	3,60950	4,94869	0,11314
	08.06.2021	0,00824	1,72821	5,08815	0,12006
	30.06.2021	0,02459	3,20572	1,74233	3,95565
	22.07.2021	0,37318	1,64948	1,76796	3,04474
	11.08.2021	1,23375	3,35396	0,77109	2,67483
	25.08.2021	0,94464	-	0,66321	1,40634
	07.09.2021	0,49813	3,69530	0,67739	0,59380
P, г/м ³ *сут ⁻¹	20.05.2021	0,545213	0,627296	1,057346	0,202711
	08.06.2021	0,002472	0,257230	0,723649	0,388617
	30.06.2021	0,280427	0,439924	0,240383	0,651058
	22.07.2021	0,097150	0,256572	0,278012	0,802192
	11.08.2021	0,335340	0,548527	0,150667	0,752409
	25.08.2021	0,244362	-	0,136241	0,382477
	07.09.2021	0,114919	0,561882	0,119531	0,151488

Примечание: знак прочерка указывает, что проба не была учтена; жирным выделены минимальные и максимальные значения показателя

Динамика продукционных показателей зоопланктона. В динамике численности зоопланктона первых двух прудов отмечались два максимума. Первый — в начале сезона исследований, т.е. в мае — начале июня: (328 экз./л — первый, 496 экз./л — второй вариант) — был связан с развитием в обоих прудах *Conochilus unicornis*. Второй — в конце лета — начале сентября: (вариант № 1 — 328 экз./л, вариант № 2 — 988 экз./л.) — связан с массовым развитием в обоих прудах коловраток *Brachionus angularis* и *Trichocerca cylindrica*. В третьем варианте численность имела 1 пик в конце мая, обусловленный развитием коловратки *Keratella*



cochlearis (601 экз./л). В четвертом варианте максимум численности (451–508 экз./л) отмечался во второй половине лета и был обусловлен массовым развитием брахионуса (*Brachionus diversicornis*).

Минимальное (16 экз./л) по всем четырем вариантам значение численности за сезон исследований зафиксировано в первом пруду 08.06, наибольшее (988 экз./л) — во втором пруду 07.09. Та же тенденция отмечалась и по среднесезонным показателям численности зоопланктона (рис. 1) с максимумом во втором варианте опыта (пруд № 2 — 448 экз./л) и минимумом — в первом (пруд № 1 — 169 экз./л).

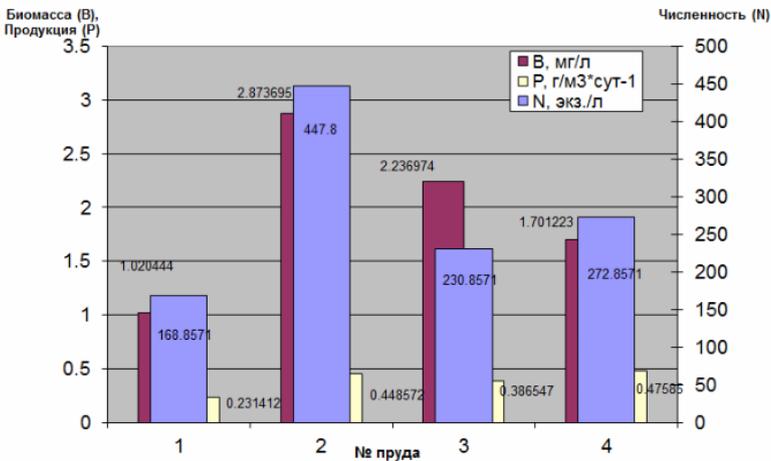


Рис. 1. Среднесезонные показатели развития организмов зоопланктона в прудах рыбхоза «Вилейка»

Fig. 1. Average season indexes of the zooplankton organisms development in the ponds of the Vileika fish farm

Таким образом, численность зоопланктона во всех экспериментальных прудах определялась группой коловраток, а ее максимумы в течение вегетационного периода (1–2) обуславливались развитием массовых видов коловраток, характерных для каждого пруда.

Средний по сезону показатель численности зоопланктона был максимален во втором варианте, где упор делался на внесение пивной дробины и остаточных и пивных дрожжей, минимален — в первом варианте, куда вносились барда и пивная дробина, и имел достаточно близкие значения в прудах третьего и четвертого вариантов опыта.



Максимумы биомассы и суточной продукции зоопланктонного сообщества в первом варианте совпали по времени с максимумами численности. Первый (20.05 — 4,06 мг/л) определялся копеподитными стадиями циклопов, второй (во второй половине августа — 0,94–1,23 мг/л) был сформирован как крупными коловратками *Brachionus diversicornis* и *Asplanchna priodonta*, так и копеподитами. Во втором пруду биомасса имела достаточно стабильные и высокие показатели на протяжении практически всего периода исследований (1,65–3,70 мг/л), определяясь преимущественно циклопными стадиями копеподитов. В третьем пруду, как и численность, показатель биомассы был максимален в конце мая — начале июня (4,95–5,1 мг/л), формируясь копеподитами циклопов, *Asplanchna priodonta* и представителем ветвистоусых ракообразных *Polyphemus pediculus*. В четвертом варианте биомасса была максимальной 30.06 (3,96 мг/л), определяясь копеподитами циклопов и ветвистоусым рачком *Ceriodaphnia quadrangula*, и 22.07 (3,04 мг/л), что было обусловлено развитием *Brachionus diversicornis*.

Минимальное по всем четырем вариантам опыта значение биомассы (0,0082 мг/л) и продукции (0,0025 г/м³*сут⁻¹) отмечено в первом пруду 08.06., наибольшее же (5–5,1 мг/л и 1,06 г/м³*сут⁻¹) — в третьем пруду в конце мая — начале июня.

Суточная продукция во втором пруду практически на протяжении всего исследованного сезона создавалась веслоногими и ветвистоусыми ракообразными, в остальных же прудах основу продукции зоопланктона в первой половине исследованного периода создавали веслоногие и ветвистоусые ракообразные, а со второй половины лета — преимущественно коловратки.

На рис. 1 выше представлены средние за сезон значения показателей по каждому из вариантов. Диаграмма свидетельствует о том, что среднесезонная биомасса зоопланктона была наибольшей во втором варианте опыта (пруд № 2 — 2,87 мг/л). Первый пруд имел самые низкие среднесезонные значения показателей (1,02 мг/л и 0,23 г/м³*сут⁻¹). Четвертый пруд имел более низкую биомассу (1,7 мг/л) по сравнению с третьим (2,2 мг/л). Средней за сезон показатель продукции зоопланктонного сообщества был практически равноценен для второго-четвертого вариантов опыта (0,39–0,48 г/м³*сут⁻¹).

Таким образом, в формировании биомассы всех четырех вариантов, и особенно второго, определяющее значение принадлежит копеподитным стадиям развития циклопов. Кроме того, в первом и четвертом



вариантах биомассу в значительной степени создавали коловратки (в первую очередь, *Asplanchna priodonta* и *Brachionus diversicornis*), а во втором-четвертом вариантах был достаточно значимым вклад представителей ветвистоусых ракообразных (второй пруд — *Ceriodaphnia quadrangula* и *Scapholeberis mucronata*, третий — *Polyphemus pediculus* и *Alona rectangula*, четвертый — *Ceriodaphnia quadrangula*). Как и численность, среднесезонный показатель биомассы был максимален во втором варианте, первый же вариант имел самые низкие биомассу и продукцию зоопланктонного сообщества в сезоне.

Доминантные виды зоопланктона. Необходимо отметить, что все четыре варианта характеризовались достаточно близким видовым составом зоопланктона, в котором на протяжении охваченного исследованиями периода (конец весны — начало осени) по числу видов доминирующей группой зоопланктона были коловратки (18 видов — первый, 15 видов — второй, 20 видов — третий и четвертый пруды соответственно). Веслоногие ракообразные были представлены незрелыми науплиальными и копепоидными стадиями развития на протяжении всего периода исследований, а группа ветвистоусых ракообразных насчитывала 7 (первый), 8 (второй) и 11 видов (третий и четвертый пруды).

В первом варианте численность определяли коловратки, они же полностью (08.06, 22.07 и 07.09) или преимущественно (11.08 и 25.08) формировали биомассу зоопланктона на протяжении сезона. Доминантным видом являлась *Asplanchna priodonta* (0,105–0,4 мг/л). Копепоидные стадии циклопов полностью формировали биомассу зоопланктона 20.05 (2,8 мг/л), 30.06 (0,48 мг/л) и составляли примерно 15–30 % его биомассы 11.08 и 25.08 (0,1–0,15 мг/л).

Во втором варианте численность определяли как коловратки, так и незрелые стадии развития циклопов. В отдельные даты вспышки численности создают такие виды коловраток, как: *Conochilus unicornis* (433 экз./л), *Brachionus angularis angularis* (97–226 экз./л) и *Trichocerca cylindrica* (242 экз./л). Биомассу же на протяжении всего исследованного сезона формируют циклопные копепоиды (0,35–1,8 мг/л), также в ней достаточно высока доля ветвистоусых ракообразных, в первую очередь *Ceriodaphnia quadrangula* (0,17–0,9 мг/л) и *Scapholeberis mucronata* (0,26–0,56 мг/л).

В третьем варианте по численности доминировали коловратки: *Keratella cochlearis* (27–280 экз./л), *Conochilus unicornis* (58–67 экз./л) и *Asplanchna priodonta* (98 экз./л), *Brachionus budapestinensis* (54 экз./л).



Биомассу в первую очередь формировали копеподитные стадии циклопов (0,15–2,75 мг/л), далее различные виды ветвистоусых ракообразных (*Polyphemus pediculus* — 0,6–1,02 мг/л), *Alona rectangula* (0,67 мг/л) и *Scapholeberis mucronata* (0,36 мг/л), а также коловратка (*Asplanchna priodonta* (0,17–2,06 мг/л).

В четвертом варианте коловратки составляли основу численности во все даты отбора (кроме 30.06, когда доминировали незрелые стадии циклопов и цериодафния). Это, в первую очередь, виды *Conochilus unicornis* (163 экз./л.), *Keratella cochlearis* (88 экз./л) *Brachionus diversicornis* (57–292 экз./л). Биомассу в первой половине исследованного сезона определяли копеподитные стадии циклопов (1–1,5 мг/л) и различные виды ветвистоусых ракообразных, в первую очередь *Ceriodaphnia quadrangula* (0,78 мг/л). Со второй половины лета наибольший вклад по биомассе вносили коловратки, в первую очередь *Brachionus diversicornis* (0,37–1,9 мг/л) и *Asplanchna priodonta* (0,21–1,1 мг/л).

Обобщив данные по численности и биомассе, можно утверждать, что в первом пруду, куда вносились барда и пивная дробина, в структуре зоопланктона был наиболее высоким вклад коловраток. Как мелкие представители, они не создавали в нем высокой биомассы. Три остальных опробованных комплекса мероприятий способствовали более высокому вкладу в структуру зоопланктона представителей веслоногих и ветвистоусых ракообразных, особенно во втором варианте, куда были внесены остаточные пивные дрожжи и где весь использованный комплекс мер создавал в итоге наиболее благоприятные условия для развития зоопланктона. В итоге можно выделить комплекс доминантных видов зоопланктона, характерный для каждого экспериментального пруда:

Первый вариант

Rotifera (Тип Коловратки): *Asplanchna priodonta*, *Brachionus diversicornis*

Второй вариант

Rotifera (Тип Коловратки): *Conochilus unicornis*, *Brachionus angularis*, *Trichocerca cylindrica*

Cladocera (Н/Отр. Ветвистоусые ракообразные): *Ceriodaphnia quadrangula*, *Scapholeberis mucronata*

Третий вариант

Rotifera (Тип Коловратки): *Brachionus budapestinensis*, *Keratella cochlearis*, *Conochilus unicornis*, *Asplanchna priodonta*

Cladocera (Н/Отр. Ветвистоусые ракообразные): *Polyphemus pediculus*



Четвертый вариант

Rotifera (Тип Коловратки): *Keratella cochlearis*, *Conochilus unicornis*, *Brachionus diversicornis*, *Asplanchna priodonta*

Cladocera (Н/Отр. Ветвистоусые ракообразные): *Ceriodaphnia quadrangula*

Показатели развития зообентоса. В зообентосе всех исследованных вариантов основную роль играли представители Сем. Chironomidae. Их видовое разнообразие было невысоким и составляло 4 (первый, второй и четвертый пруды) и 5 видов (третий пруд). В первом варианте видовой состав зообентоса ограничивался лишь группой хирономид. Во втором и третьем вариантах в конце июля — начале августа, когда видовое разнообразие бентоса было самым богатым, встречались представители олигохет (Кл. Oligochaeta), пиявок (Кл. Hirudinea) и личинки насекомых (Отрядов Odonata (Стрекозы) Ephemeroptera (Поденки) и Trichoptera (Ручейники). В четвертом варианте, помимо представителей хирономид, отмечено присутствие брюхоногих моллюсков (Тип Mollusca, Кл. Gastropoda). Таким образом, общее число видов представителей бентосной фауны составило 4 (первый пруд), 9 (второй пруд), 10 (третий пруд) и 5 видов (четвертый пруд).

Показатели количественного развития донной фауны в экспериментальных прудах представлены в табл. 3.

Таблица 3. Динамика численности (N) и биомассы (B) зообентоса в прудах ХРУ «Вилейка» за исследованный сезон

Table 3. Dynamics of the abundance (N) and biomass (B) of zoobenthos in the ponds of the Vileika fish farm for the investigated season

Показатель	Дата	№ варианта (пруда)			
		1	2	3	4
N, экз./л	20.05.2021	0	0	0	0
	08.06.2021	250	75	50	0
	30.06.2021	0	0	0	0
	22.07.2021	250	350	525	100
	11.08.2021	25	125	0	25
	25.08.2021	50	50	25	75
B, мг/л	20.05.2021	0	0	0	0
	08.06.2021	162,5	50,0	125,0	0
	30.06.2021	0	0	0	0
	22.07.2021	162,5	1212,5	4050,0	100,0
	11.08.2021	75,0	1725,0	0	62,5
	25.08.2021	487,5	37,5	50,0	875



Максимумы численности и биомассы зообентоса, отмеченные в прудах, свидетельствуют о развитии в них двух генераций хирономид за исследованный период. В первых трех прудах пики изученных показателей пришлись на 08.06 и 22.07. В четвертом пруду развитие представителей бентоса несколько отставало во времени и пики численности и биомассы пришлись, соответственно, на 22.07 и 25.08.

В первом и четвертом вариантах максимальные значения биомассы бентоса отмечены в конце летнего сезона (25.08): 488 мг/л — первый пруд, 875 мг/л — четвертый пруд. Они были связаны с развитием крупного вида хирономид *Chironomus plumosus*. В первом пруду в составе зообентоса на протяжении исследованного периода доминировал *Polypedilum scalaenum*, его численность достигала 225 экз./м². В составе и структуре бентоса четвертого варианта помимо вышеупомянутого *Chironomus plumosus* (50 экз./м²) также отмечены мелкий представитель хирономид *Microtendipes chloris* (50 экз./м²) и брюхоногие моллюски (Кл. Gastropoda). Во втором и третьем вариантах пики биомассы бентоса пришлись на несколько более ранний срок: 22.07 (1213 мг/м²) и 11.08 (1725 мг/л) — второй, 22.07 (4050 мг/л) — третий пруд, соответственно. Во втором варианте они были связаны, в первую очередь, с развитием представителей олигохет (до 50–100 экз./м²), а также *Chironomus plumosus* (50 экз./м²) и *Polypedilum scalaenum* (150 экз./м²). В третьем варианте 22.07 пик биомассы был связан с развитием таких видов хирономид, как: *Endochironomus sp.* (численность 125 экз./м²), *Polypedilum scalaenum* (100 экз./м²) и *Cryptochironomus viridulus* (100 экз./м²).

На рис. 3 представлены среднесезонные значения биомассы (В) и численности (N) бентоса исследованных прудов.

В соответствии с ними наиболее бедными на развитие бентоса были первый (96 экз./м², 147,9 мг/м²) и четвертый (33 экз./м², 172,9 мг/м²) варианты. Третий вариант отличался наибольшей биомассой зообентоса (704,2 мг/м²). Численность бентоса в 1–3 вариантах была практически равноценной (96–100 экз./м²).

Таким образом, видовое разнообразие зообентоса и его количественное развитие были наиболее богатыми во 2 и 3 вариантах. По численности доминировали различные представители хирономид (1 вариант — *Polypedilum scalaenum*; 2 пруд — *Glyptotendipes gripekoveni*, *Polypedilum scalaenum*; 3 пруд — *Cryptochironomus viridulus*, *Endochironomus sp.*, *Polypedilum scalaenum*; 4 пруд — *Chironomus plumosus*, *Microtendipes chloris*) и представители, олигохет (2 вариант).

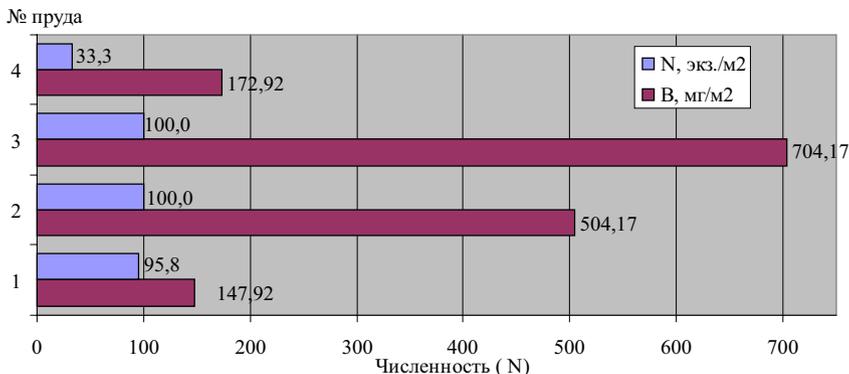


Рис. 3. Среднесезонные значения численности и биомассы зообентоса в прудах ХРУ «Вилейка»

Fig. 3. Average season values of the zoobenthos abundance and biomass in the ponds of the Vileika fish farm

Вообще же необходимо отметить, что все четыре экспериментальных пруда показали среднесезонные значения биомассы зоопланктона (1,0–2,9 мг/л) и зообентоса (0,2–0,7 г/м²), характерные для низкопродуктивных прудов. При этом в составе зоопланктонного комплекса не наблюдалось явного преобладания представителей ветвистоусых ракообразных, а веслоногие ракообразные были представлены незрелыми стадиями. Это можно объяснить схемой опыта, при которой пруды были зарыблены двухгодовиками карпа и растительноядных рыб. Рыбы данной возрастной группы выедают преимущественно крупных представителей зоопланктона, которые и создают основу биомассы, а также активно потребляют личинок хирономид.

Выводы. Исследовано влияние различных систем внесения органических, минеральных удобрений и кормов на развитие биопродуктивности рыбоводных прудов. Изучено их действие на группы организмов, составляющие основу пищевого рациона карповых рыб. Внесение в пруды пивной дробины и остаточных пивных дрожжей из расчета 1000 и 104 кг/га за сезон соответственно способствовало наибольшему развитию зоопланктонных организмов, численность и биомасса которых при этом составила 447,8 экз./л и 2,87 мг/л соответственно.

Внесение в пруды азотно-фосфорных удобрений (аммиачная селитра и аммофос) в дозе по 30 кг/га за сезон на фоне кормления рыбы зерном и зерноотходами (2460 кг/га за сезон) приводило к получению



более низких показателей развития зоопланктона, сопоставимых с аналогичным вариантом с внесением минеральных удобрений прудов на фоне кормления рыбы комбикормом (960 кг/га за сезон). В данных вариантах численность зоопланктона составила 230,9–272,9 экз./л, биомасса — 1,70–2,24 мг/л.

В формировании биомассы всех четырех исследуемых вариантов, и особенно второго, определяющее значение принадлежало копепоидным стадиям развития циклопов. В прудах с применением комплекса отходов пищевого производства биомассу в значительной степени создавали коловратки (в первую очередь, *Asplanchna priodonta* и *Brachionus diversicornis*), достаточно значимым был вклад представителей ветвистых ракообразных (*Ceriodaphnia quadrangula* и *Scapholeberis mucronata*).

Для развития бентоса прудов наиболее эффективным комплексом мер оказалось внесение минеральных удобрений на фоне кормления зерном и зерноотходами, а также совместное внесение пивной дробины и остаточных пивных дрожжей.

Таким образом, наиболее эффективными для развития кормовой базы поликультуры рыб оказались комплексы органических удобрений на основе отходов пищевого производства, где применялось совместное использование пивной дробины и остаточных пивных дрожжей и кормление зерном и зерноотходами. Вариант с применением минеральных удобрений менее предпочтителен для рекомендации к использованию в производстве по причине их высокой стоимости. В связи с этим, для развития трофической базы рыбоводных прудов в качестве эффективного и недорогого метода рекомендуется комплексное внесение органических удобрений — пивной дробины и остаточных пивных дрожжей из расчета 1000 и 50 кг/га за сезон соответственно совместно с ограниченной дозой минеральных удобрений.

Список использованных источников

1. Кожаева, Д.К. Экологические аспекты совместного выращивания сеголетков зообентофитофагов / Д.К. Кожаева [и др.] // Вестник ОГУ. — 2007. — № 12. — С. 48–50.
2. Кожаева, Д.К. Экологические аспекты влияния минеральных удобрений на биологическую продуктивность водоёмов // Д.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев, А.А. Казанчева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2013. — №. 1 (39). — С. 239–242.
3. Богданов, Н.И. Прудовое рыбоводство / Н.И. Богданов, А.Ю. Асанов. — Пенза: РИО ПГСХА, 2011. — 89 с.



4. Способ интенсификации естественной кормовой базы рыбоводных прудов: пат. RU 2366147 С1 / Г.В. Головкин, Г.И. Карпенко, Г.Н. Шевцова. — Опубл. 10.09.2009.
5. Цьонь, Н.І. Приклад застосування органічних добрив із збереженням високої якості води рибогосподарських ставів / Н.І. Цьонь [и др.] // Біологічний вісник МДПУ. — 2013. — № 2. С. 208–219.
6. Кражан, С.А. Формування бактеріо-зоопланктонної складової природної кормової бази вирощувальних ставів під впливом традиційних органічних добрив / С.А. Кражан, Н.М. Москаленко, С.А. Коба // Рибогосподарська наука України. — 2013. — № 4. — С. 59–65.
7. Цьонь, Н.І. Використання барди для культивування дафній / Н.І. Цьонь, М.І. Хижняк, Г.М. Добрянська // Рибогосподарська наука України. — 2009. — № 1. — С. 69–74.
8. Воронова, Г.П. Использование в рыбоводстве нетрадиционных видов удобренных / Г.П. Воронова // Вопросы рыбного хозяйства. Сб. науч. тр. — Минск, 2011. — Вып. 27. — С. 42–50.
9. Агеец, В.Ю. Применение отходов крахмального производства для увеличения продуктивности рыбоводных прудов / В.Ю. Агеец, Г.П. Воронова, О.М. Таврыкина, С.И. Ракач, Д.С. Павлович // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. — 2020. — № 36. — С. 93–98.
10. Мишель, С. Структура зоопланктонного сообщества прудов рыбокомбината «Белое» разной степени интенсификации / Саба Мишель // Вестник Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина. Сер. 2, Химия. Биология. География. — 1989. — № 3. — С. 38–41.
11. Грициняк, І.І. Зоопланктон вирощувальних ставів при експериментальному згодовуванні цьоголіткам коропа комбікорму з бардою в умовах лісостепової зони України / І.І. Грициняк, Н.І. Цьонь // Рибогосподарська наука України. — 2010. — № 2. — С. 115–121.
12. Кутикова, Л.А. Коловратки фауны СССР / Л.А. Кутикова. — Л. : Наука, 1970. — 744 с.
13. Вежновец, В.В. Ракообразные (Cladocera, Sclerocera) в водных экосистемах Беларуси: Каталог. Определительные таблицы / В.В. Вежновец. — Мн. : Бел. наука, 2005. — 150 с.
14. Кутикова, Л.А. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. — Л. : Гидрометеиздат, 1977. — 510 с.

Reference

1. Kozhaeva D.K. Ecological aspects of zoobenthophytophagous underyearlings cocultivation. *Vestnik OGU* [OSU Bulletin], 2007, no. 12, pp. 48–50 (in Russian).
2. Kozhaeva D.K. Kazanchev S.Ch., Kazancheva A.A. Environmental aspects of the mineral fertilizers impact on the biological productivity of water bodies. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University], 2013, no. 1 (39), pp. 96–101 (in Russian).



3. Bogdanov N.I., Asanov A.Yu. Pond fish farming. Penza, RIO PGSHA, 2011. 89 p. (in Russian).
4. Golovko G.V., Karpenko G.I., Shevcova G.N. Method for intensifying the natural fodder base of fish ponds: patent RU 2366147 C1, published 10.09.2009.
5. C'on' N.I. Example of using organic fertilizers while maintaining high water quality of fish ponds. *Biologicheskij vestnik MDPU* [Biological Bulletin MDPU], 2013, no. 2, pp. 208–219 (in Russian).
6. Krazhan S.A., Moskalenko N.M., Koba S.A. Formation of the bacterio-zooplankton component of the natural food base of growing ponds under the influence of traditional organic fertilizers. *Rybohozajstvennaya nauka Ukrainy* [Fisheries science of Ukraine], 2013, no. 4, pp. 59–65 (in Russian).
7. C'on' N.I., Hizhnyak M.I. Dobryans'ka G.M. Use of vinasse for *Daphnia* cultivation. *Rybohozajstvennaya nauka Ukrainy* [Fisheries science of Ukraine], 2009, no. 1, pp. 69–74 (in Russian).
8. Voronova G.P. Use of non-traditional types of fertilizers in fish farming. *Voprosy rybnogo hozjajstva* [Fisheries issues], 2011, issue 27, pp. 42–50 (in Russian).
9. Ageets V.Yu., Voronova G.P. Tavrykina O.M. Rakach S.I., Pavlovich D.S. Use of starch waste to increase the productivity of fish ponds. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi* [Fisheries in Belarus], 2020, no. 36, pp. 93–98 (in Russian).
10. Mishel' Saba. The structure of the zooplankton community in the ponds of the «Beloje» fish processing plant with different intensification degrees. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta imeni V.I. Lenina* [Bulletin of the V.I. Lenin Belarusian State University. Series. 2. Chemistry. Biology. Geography] 1989, no. 3, pp. 38–41 (in Russian).
11. Gricinyak I.I., C'on' N.I. Zooplankton of growing ponds during experimental feeding of carp underyearlings with combined fodder and bard in the forest-steppe zone of Ukraine *Rybohozajstvennaya nauka Ukrainy* [Fisheries science of Ukraine], 2010, no. 2, pp. 115–121 (in Russian).
12. Kutikova L.A. Rotifers of the USSR fauna. St. Petersburg, Science, 1970. 744 p. (in Russian).
13. Vezhnovec V.V. Crustaceans (Cladocera, Copepoda) in aquatic ecosystems of Belarus: Catalog. Definition tables. Minsk, Belarusian science, 2005. 150 p. (in Russian).
14. Kutikova L.A. Starobogatov Ya.I. Keys to freshwater invertebrates of the European part of the USSR (plankton and benthos). St. Petersburg, Hydrometeoizdat, 1977. 510 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Таврыкина Оксана Михайловна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая лабораторией гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tavrykina@mail.ru

Литвинова Анастасия Геннадьевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт



рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastya_litvinova_1986@mail.ru

Воронова Галина Петровна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Ракач Светлана Ивановна — научный сотрудник лаборатории гидробиологии и гидрохимии, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Information about authors

Tavrykina Oksana — Ph.D. (Agricultural Sciences), assistant professor, Head of Lab. Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: tavrykina@mail.ru

Litvinava Anastasiya — Ph.D. (Biology), Leading Researcher of Lab. Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry» (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: nastya_litvinova_1986@mail.ru

Voronova Galina P. — Ph.D. (Biology), Leading Researcher of Lab. Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Rakach Svetlana I. — Researcher of Lab. Hidrobiology and Hydrochemistry, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (220024, Minsk, st. Stebenev, 22, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by