

Дулон Рой

ПОЛИКУЛЬТУРА КАРПОВЫХ РЫБ ПРИ ИХ БАСЕЙНОВОМ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАНГЛАДЕШ

Объектом исследования были карповые рыбы – сазан (*Cyprinus carpio*), зеркальный карп (*Cyprinus carpio carpio*), белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*) и белый амур (*Stenopharyngodon idella*) при их бассейновом выращивании в условиях Республики Бангладеш. В контрольном варианте плотность посадки рыбы составила 100 шт. на бассейн, в двух опытных группах – 150 шт. В первой опытной группе, в сравнении со второй, была увеличена доля белого толстолобика и уменьшена доля белого амура. Рыбу выращивали в течение 6 месяцев в бассейнах объемом по 17 м³, при 24-часовом водообмене и круглосуточной аэрации воды. Для кормления рыб использовали гранулированный комбикорм собственного производства. Исследования показали, что увеличение плотности посадки рыб в 1,5 раза не приводит к существенному снижению скорости роста рыб (различия от 1,5 до 5 %, в зависимости от вида). Скорость роста растительных рыб во всех вариантах опыта была на 18,0 % выше, чем у сазана и карпа. Выход рыбопродукции в опытных группах был одинаковым и почти на 40,0 % превышал показатель, полученный в контроле. Доля быстрорастущих белого амура и толстолобика в общей рыбопродукции составила от 41,5 до 49,0 %, несмотря на то, что плотность их посадки была в 1,5 раза ниже, чем плотность посадки сазана и карпа.

Ключевые слова: поликультура, карповые рыбы, сазан, белый толстолобик, зеркальный карп, белый амур, бассейновое выращивание, плотность посадки, скорость роста.

Введение

Поликультура является распространенной и экономически успешной технологией рыбоводства во многих странах мира. Концепция поликультуры основана на принципе возможно более полного использования различных трофических и пространственных ниш водоема для того, чтобы получать максимальное количество рыбопродукции с единицы водной площади. Основой современной поликультуры, как правило, служат рыбы из семейства карповые [1, 2], в том числе и в зонах с тропическим и субтропическим климатом [3].

Выращивание карповых рыб в Азии быстро прогрессирует. В течение двух последних десятилетий темпы увеличения производства составляют в среднем 12 % в год [4]. Карповые рыбы обеспечивают производство более 70 % объема аквакультуры не только в странах Азии, но и в мире, и рассматриваются в качестве основного источника получения рыбного белка [5].

В связи с постоянно растущим мировым спросом на рыбу повсеместно разрабатываются методы интенсификации аквакультуры, позволяющие увеличить нынешний уровень производства [6].

Хорошей альтернативой традиционному прудовому рыбоводству является выращивание рыбы в бассейнах, особенно в случае отсутствия нужных количеств воды и земельных площадей, необходимых для строительства рыбоводных прудов. Различные виды карповых (сазан, карп, белый толстолобик и белый амур) хорошо растут при использовании интенсивных технологий аквакультуры.

Интенсивное выращивание рыбы в бассейнах обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с традиционными технологиями. Бассейновое рыбоводство позволяет человеку контролировать параметры водной среды: температуру, концентрацию растворенного кислорода и углекислоты, величину рН, щелочность и т. д. Бассейны обеспечивают однородность среды и возможность регулирования скорости течения в соответствии с физиологическими потребностями культивируемых объектов.

Однако бассейновое выращивание рыбы не лишено недостатков, к которым, например, относятся отсутствие доступа выращиваемой рыбы к естественной пище, а также дополнительные энергозатраты на перекачку воды и работу систем аэрации. Себестоимость выращиваемой рыбы при этом увеличивается.

Материал и методы исследований

Бассейновое выращивание рыбы в поликультуре включает в себя несколько технологических этапов, начиная от подготовки бассейнов и заканчивая выловом товарной продукции.

Для проведения исследований были использованы три одинаковых круглых бетонных бассейна внутренним диаметром 5 м и высотой 1,5 м. Глубина слоя воды составляла один метр, рабочий объем емкости – около 17 м³. Отношение диаметра бассейна к его глубине находилось в рекомендуемом (от 1:5 до 1:10) диапазоне [7].

В качестве объектов культивирования были выбраны такие виды карповых рыб, которые способны быстро расти как при использовании естественных (природных) кормов, так и при выращивании на искусственных кормосмесях.

Во всех вариантах опыта использовалась комбинация из сазана (*Cyprinus carpio*), зеркального карпа (*Cyprinus carpio carpio*), белого амура (*Stenopharyngodon idella*) и белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*).

Из указанных видов сазан и карп являются преимущественно бентофагами, белый амур – макрофитофагом и белый толстолобик – типичным фитопланктофагом.

Использованная в эксперименте молодь рыб имела начальную массу 40–60 г и была распределена по опытным бассейнам методом случайной выборки.

В опытных бассейнах был установлен 24-часовой водообмен, в качестве подпитки использовалась прудовая вода, содержащая значительные количества фито- и зоопланктона. Все опытные бассейны имели также общую систему аэрации воды, состоящую из компрессора и диффузоров с EPDM-мембраной, опущенных в рыбоводные емкости. Работа системы аэрации была круглосуточной.

Плотность посадки рыбы существенно различалась по вариантам опыта (табл. 1). Контролем служил третий вариант, общая плотность посадки рыбы в котором составляла 100 шт. на бассейн. В опытных бассейнах количество рыбы увеличили в 1,5 раза – до 150 штук. Доля сазана и зеркального карпа по вариантам опыта не изменялась (30–33 %). Относительное количество белого амура и белого толстолобика во втором варианте и контроле было одинаковым (16,6–20,0 %), в первом варианте опыта доля белого толстолобика была в 1,5 раза выше, чем доля белого амура.

Таблица 1

Плотность посадки рыбы

Вид рыбы	Плотность посадки, шт. на бассейн		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3 (контроль)
Сазан	50 (33,0 %)	50 (33,0 %)	30 (30,0 %)
Зеркальный карп	50 (33,0 %)	50 (33,0 %)	30 (30,0 %)
Белый амур	20 (13,3 %)	25 (16,7 %)	20 (20,0 %)
Белый толстолобик	30 (20,0 %)	25 (16,7 %)	20 (20,0 %)
Всего	150	150	100

Для кормления рыбы в опытных бассейнах использовали гранулированный комбикорм собственного производства, состав которого приведен в табл. 2. Кормление рыбы осуществляли вручную, два раза в сутки. Норма кормления по вариантам опыта была одинаковой и рассчитывалась исходя из температуры воды и средней массы рыбы. В начале эксперимента норма кормления составляла около 7,0 %, к концу выращивания она снизилась до 5,0 %.

Таблица 2

Состав используемого корма

Ингредиент	Количество, г/кг	%
Пшеничные отруби	150	15
Рисовые отруби	250	25
Соевый жмых	300	30
Рыбная мука	200	20
Пшеничная мука	100	10

На протяжении эксперимента осуществлялся регулярный контроль гидрохимического режима бассейнов. Температуру воды и концентрацию растворенного кислорода определяли один раз в сутки в каждой емкости, для измерений использовали термооксиметр «DO8401». Ежедневно измеряли и величину рН, используя для этой цели электронный рН-метр «Ph 004».

Контрольные обловы проводились 1 раз в 15 суток, для контрольного взвешивания использовали всю выращиваемую рыбу. Каждый вид рыбы взвешивали отдельно. По результатам контрольных обловов рассчитывали среднюю массу рыбы, ее выживаемость, абсолютную и относительную скорость роста, а также коэффициент массонакопления.

Длительность эксперимента составила 6 месяцев. К концу опыта почти вся рыба достигла необходимой товарной массы при 98–99 %-ной выживаемости.

Результаты исследований

Наблюдения за гидрохимическим режимом показали, что качество воды по изучаемым показателям было оптимальным для выращивания рыбы (табл. 3).

Таблица 3

Результаты гидрохимических исследований

Вариант опыта	Параметр		
	Температура воды, °С	рН	Растворенный кислород, мг/л
1	27,4 ± 0,85	6,93 ± 0,36	6,91 ± 0,42
2	27,2 ± 0,98	7,25 ± 0,33	7,35 ± 0,31
3 (контроль)	27,6 ± 0,75	7,33 ± 0,31	7,74 ± 0,55

Температура воды изменялась в пределах 26–29 °С, величина рН составляла от 6,5 до 7,8, концентрация растворенного кислорода не опускалась ниже 6 мг/л. Существенных различий между опытными бассейнами по изучаемым параметрам отмечено не было.

Контрольные обловы показали, что средняя масса рыбы по вариантам опыта существенно различалась (табл. 4).

Таблица 4

Средняя масса рыбы, г

Вид рыбы	Вариант опыта	Сутки опыта						
		1	30	60	90	120	150	180
Сазан	1	49 ± 2,3	113 ± 6,3	180 ± 6,7	276 ± 6,0	344 ± 6,5	414 ± 5,2	503 ± 13,0
	2	43 ± 1,7	115 ± 5,4	184 ± 8,6	277 ± 10,0	347 ± 12,0	411 ± 11,5	508 ± 8,0
	3	54 ± 3,2	134 ± 6,5	194 ± 13,5	281 ± 8,4	350 ± 6,2	423 ± 7,3	525 ± 10,7
Зеркальный карп	1	41 ± 1,3	101 ± 6,2	163 ± 6,0	251 ± 6,0	315 ± 11,0	393 ± 8,0	465 ± 11,0
	2	38 ± 1,8	82 ± 4,3	149 ± 6,0	242 ± 4,0	315 ± 9,0	380 ± 6,0	460 ± 8,0
	3	47 ± 2,1	121 ± 7,5	170 ± 9,4	261 ± 6,6	331 ± 9,4	411 ± 9,6	500 ± 12,2
Белый амур	1	40 ± 2,1	134 ± 5,6	258 ± 5,8	370 ± 7,0	487 ± 11,0	610 ± 14,0	720 ± 16,5
	2	49 ± 5,2	134 ± 7,1	244 ± 6,1	350 ± 7,7	477 ± 8,0	569 ± 13,0	686 ± 17,0
	3	62 ± 2,2	180 ± 8,4	312 ± 13,7	428 ± 9,7	549 ± 11,8	656 ± 9,3	765 ± 9,6
Белый толстолобик	1	40 ± 4,3	121 ± 7,5	233 ± 11,0	339 ± 9,0	477 ± 9,0	574 ± 11,0	680 ± 10,0
	2	41 ± 1,6	130 ± 5,0	235 ± 6,0	351 ± 7,8	475 ± 8,5	587 ± 12,3	680 ± 12,6
	3	51 ± 2,1	158 ± 9,5	281 ± 19,7	373 ± 17,2	497 ± 16,8	612 ± 13,6	701 ± 9,2

В контрольном бассейне (третий вариант) все исследуемые виды рыб имели более высокую среднюю массу в сравнении с рыбами из опытных емкостей. Например, сазан в контроле достиг средней массы 525 г, а в опытных группах средняя масса рыбы уменьшилась до 503–508 г, т. е. на 3–4 %. У зеркального карпа наблюдали такую же тенденцию, но более выраженную – карпы опытных групп уступали карпам в контроле на 7–8 %. Наименьшие различия по массе были у белого толстолобика. Рыба из контрольной группы также была крупнее (701 г), однако различия с опытными группами были минимальными – менее 3 %. Самые большие расхождения по средней массе были отмечены у белого амура. В третьем варианте опыта он достиг веса 765 г, в первом варианте этот показатель был меньше на 6,0 %, а во втором – на 10,0 % в сравнении с контролем.

Таким образом, увеличение плотности посадки рыб в опытных бассейнах в 1,5 раза привело лишь к незначительному снижению их массы. Это неудивительно, т. к. основной прирост был получен за счет искусственных кормов, расход которых увеличивали пропорционально плотности посадки рыб. Что же касается белого толстолобика, не потреблявшего гранулы корма, то, по-видимому, количество фитопланктона в подаваемой воде было достаточным даже в варианте с максимальной плотностью посадки данного вида.

Скорость роста рыбы (табл. 5) различалась в зависимости от вида и плотности посадки, однако эти различия были меньше, чем разница в средней массе рыб.

Скорость роста рыбы

Вид рыбы	Вариант	Абсолютный прирост, г	Абсолютная скорость роста, г/сут	Относительная скорость роста, %	Коэффициент массонакопления
Сазан	1	454	2,52	0,91	0,072
	2	465	2,58	0,94	0,074
	3	471	2,62	0,90	0,071
Зеркальный карп	1	424	2,36	0,93	0,072
	2	422	2,34	0,94	0,073
	3	453	2,52	0,92	0,072
Белый амур	1	680	3,78	0,99	0,092
	2	637	3,54	0,96	0,086
	3	703	3,91	0,94	0,086
Белый толстолобик	1	640	3,56	0,99	0,090
	2	639	3,55	0,98	0,089
	3	650	3,61	0,96	0,086

Так как посадочный материал по вариантам опыта различался по массе, то наиболее эффективным показателем скорости роста в таких условиях является коэффициент массонакопления, не зависящий от массы сравниваемых рыб. Расчеты показали, что скорость роста рыбы сильно зависела от вида, но практически не зависела от используемой плотности посадки. Различия в скорости роста сазана не превышали 4,0 %, зеркального карпа – 1,5 %, растительноядных рыб (белого амура и белого толстолобика) – 5,0 %.

Максимальная видовая скорость роста, независимо от варианта опыта, получена для белого амура и белого толстолобика (среднее значение коэффициента массонакопления – 0,088). Сазан и зеркальный карп росли на 18,0 % медленнее, для них среднее значение коэффициента массонакопления составило 0,072. Превосходство растительноядных рыб над карпом по скорости роста отмечали и другие исследователи, проводившие опыты в сходных условиях [8, 9].

Увеличение плотности посадки рыб в опытных бассейнах, на фоне практически одинаковой скорости роста культивируемых видов, привело к резкому увеличению рыбопродуктивности (табл. 6).

Выход рыбопродукции

Вариант опыта	Вид рыбы	Выход		
		кг	%	кг/м ³
1	Сазан	25,0	26,3	1,47
	Зеркальный карп	23,3	24,6	1,37
	Белый амур	14,4	25,3	0,85
	белый толстолобик	20,4	23,8	1,20
	Всего	83,1	100,0	4,89
2	Сазан	25,4	30,7	1,49
	Зеркальный карп	23,0	27,8	1,35
	Белый амур	17,2	20,8	1,01
	белый толстолобик	17,0	20,7	1,00
	Всего	82,6	100,0	4,86
3 (контроль)	Сазан	15,8	26,2	0,93
	Зеркальный карп	15,0	25,0	0,88
	Белый амур	15,3	25,5	0,90
	белый толстолобик	14,0	23,3	0,82
	Всего	60,1	100,0	3,53

В конце эксперимента из опытных бассейнов было выловлено около 83 кг рыбы (4,9 кг/м³). Из контрольной емкости получили только 60 кг рыбы при выходе рыбопродукции 3,5 кг/м³. Это означает, что увеличение количества рыбы в опытных емкостях в 1,5 раза привело к росту рыбопродукции почти на 40,0 %. Существенных различий между рыбопродуктивностью первого и второго опытных вариантов отмечено не было, полученная разница была менее 1,0 %.

Несмотря на то, что плотность посадки растительноядных рыб была в 1,5 раза ниже, чем плотность посадки сазана и карпа, их доля в общей рыбопродукции по вариантам опыта изменялась от 41,5 % (второй вариант) до 49,0 % (первый вариант). Такие результаты получены из-за более высокой скорости роста и конечной массы растительноядных рыб, что и компенсировало низкую плотность их посадки.

Заключение

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Качество воды по изучаемым показателям было оптимальным для выращиваемых видов рыб, без существенных различий по вариантам опыта.
2. Увеличение плотности посадки рыбы в 1,5 раза по сравнению с контролем не привело к существенному снижению скорости ее роста. Различия не превышали 4,0 % для сазана, 1,5 % – для зеркального карпа и 5,0 % – для растительной рыбы.
3. Во всех вариантах опыта скорость роста белого амура и белого толстолобика была на 18 % выше в сравнении со скоростью роста карпа и сазана.
4. Увеличение плотности посадки рыбы позволило увеличить рыбопродуктивность опытных бассейнов почти на 40,0 %. При этом на долю растительной рыбы пришлось от 41,5 до 49,0 % от общего объема рыбопродукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yang H. Z. The biological effects of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) on filter-feeding and omnivorous fish in polyculture / H. Z. Yang, Y. X. Fang, Z. Y. Liu. In: R. Hirano and I. Hanyu (Eds.), The Second Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 1990. P. 197–200.
2. Li S. F., Mathias J. (Eds.). Fresh Water Fish Culture in China: Principles and Practices. Elsevier, Amsterdam, 1994. 445 p.
3. Shrestha M. K. Summer and winter growth of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) in a polyculture fed with napier grass (*Pennisetum purpureum*) in the subtropical climate of Nepal / M. K. Shrestha // *J. Aqua. Trop.* 1999. Vol. 14 (1). P. 57–64.
4. Dey M. M. Fish consumption and food security: a disaggregated analysis by types of fish and classes of consumers in selected Asian countries / M. M. Dey, M. A. Rab, F. J. Paraguas, S. Piumsombun, B. Ramachandr, M. F. Alam, A. Mahfuzuddin // *Aquac. Econ. Manag.* 2005. Vol. 9 (1/2). P. 89–111.
5. Acosta B. O. The status of introduced carp species in Asia. In Carp genetic resources for aquaculture in Asia / B. O. Acosta, M. V. Gupta. (Eds.) D. J. Penman, M. V. Gupta, M. M. Dey. The World Fish Center, Penang, Malaysia, 2005. P. 121–128.
6. Hussein M. S. Effect of feed, manure and their combination on the growth of *Cyprinus carpio* fry and fingerlings Egypt / M. S. J. Hussein. *Aquat. Biol. Fish.* 2012. Vol. 16 (2). P. 153–168.
7. Larmoyenux J. D. Evaluation of circular tanks for salmonid production / J. D. Larmoyenux, R. G. Piper, H. H. Chenoweth // *Progressive Fish-Culturist.* 1973. Vol. 35. P. 122–131.
8. Davis C. H. Fish production in managed farmers ponds with different feeding and stocking model / C. H. Davis, A. R. Bhuiyan, M. Amen // Proc. 4th Seminar, Maximum Livestock production from Minimum Land. BAU, Mymensingh, 1983. P. 111–129.
9. Jhingran V. G. Fish and fisheries of India / V. G. Jhingran. Hindustan Publishing Co. New Delhi, 1982. P. 394–450.

Статья поступила в редакцию 9.03.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Дулон Рой – Бангладеш; Дакка-1100; Джаганнат Университет, доцент кафедры «Зоология»; dulonroy@gmail.com.



Dulon Roy

**POLY CULTURE OF CARPS IN TANK REARING
IN CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BANGLADESH**

Abstract. The objects of the study were carps – common carp (*Cyprinus carpio*), mirror carp (*Cyprinus carpio carpio*), silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*).

godon idella) in conditions of tank rearing in the Republic of Bangladesh. In the control variant the stocking density of fish was 100 species in total numbers whereas 150 species were in two other experimental groups. In the first experimental group the proportion of silver carp was higher and the proportion of grass carp was lower in comparison with the second group. The fishes were grown for 6 months in the reservoirs with a volume of 17 m³, with 24-hour water exchange and water aeration. For fish feeding the granular feed of the domestic production was used. The studies have shown that increase in stocking density of fish by 1.5 times does not lead to a significant reduction in the growth rate of fishes (varies from 1.5 to 5.0 %, depending on the species). The growth rate of herbivorous fish in all kinds of the experiment was 18.0 % higher than that of the carps. The output of fish in the experimental groups was the same and almost 40.0 % higher than the growth rate obtained in the control group. The proportion of fast growing grass carp and silver carp in the total fish production amounted from 41.5 to 49.0 %, despite the fact, that their stocking density was 1.5 times lower in comparison with carp and mirror carp.

Key words: polyculture, carps, carp, silver carp, mirror carp, grass carp, tank rearing, stocking density, growth rate.

REFERENCES

1. Yang H. Z., Fang Y. X., Liu Z. Y. The biological effects of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) on filter-feeding and omnivorous fish in polyculture. In: R. Hirano, I. Hanyu (Eds.). *The Second Asian Fisheries Forum*. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 1990, pp. 197–200.
2. Li S. F., Mathias J. (Eds.). *Fresh Water Fish Culture in China: Principles and Practices*. Elsevier, Amsterdam, 1994. 445 p.
3. Shrestha M. K. Summer and winter growth of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) in a polyculture fed with napier grass (*Pennisetum purpureum*) in the subtropical climate of Nepal. *J. Aqua. Trop.*, 1999, vol. 14 (1), pp. 57–64.
4. Dey M. M., Rab M. A., Paraguas F. J., Piumsombun S., Ramachandra B., Alam M. F., Mahfuzuddin A. Fish consumption and food security: a disaggregated analysis by types of fish and classes of consumers in selected Asian countries. *Aquac. Econ. Manag.*, 2005, vol. 9 (1/2), pp. 89–111.
5. Acosta B. O., Gupta M. V. The status of introduced carp species in Asia. In: *Carp genetic resources for aquaculture in Asia* (Eds.) D. J. Penman, M. V. Gupta, M. M. Dey, The World Fish Center, Penang, Malaysia, 2005, pp. 121–128.
6. Hussein M. S. Effect of feed, manure and their combination on the growth of *Cyprinus carpio* fry and fingerlings Egypt. *J. Aquat. Biol. Fish.*, 2012, vol. 16 (2), pp. 153–168.
7. Larmoyenux J. D., Piper R. G., Chenoweth H. H. Evaluation of circular tanks for salmonid production. *Progressive Fish-Culturist*, 1973, vol. 35, pp. 122–131.
8. Davis C. H., Bhuiyan A. R., Amen M. Fish production in managed farmers ponds with different feeding and stocking model. *Proc. 4th Seminar, Maximum Livestock production from Minimum Land*. BAU, Mymensingh. 1983, pp. 111–129.
9. *Jhingran V. G.* Fish and fisheries of India / V. G. Jhingran. Hindustan Publishing Co. New Delhi, 1982. P. 394–450.

The article submitted to the editors 9.03.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Dulon Roy – Bangladesh; Dhaka-1100; Jagannath University, Master of Science; Assistant Professor of the Department "Zoology"; dulonroy@gmail.com.

