

**ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ БЕСТЕРА
В ПРУДАХ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ
С РАСТИТЕЛЬНОВАДНЫМИ РЫБАМИ**

Л. М. ВАСИЛЬЕВА, Н. В. СУДАКОВА,
С. С. АСТАФЬЕВА, А. З. АНОХИНА, С. А. ГУЦУЛЯК

*Научно-образовательный центр «Осетроводство»,
Астраханский государственный университет,
ул. Татищева, 20 А, г. Астрахань, Россия,
e-mail: bios94@mail.ru*

**FEATURES OF CULTIVATION BESTER IN PONDS
IN POLY CULTURE WITH HERBIVOROUS FISH**

L. M. VASILIEVA, N. V. SUDAKOVA, S. S. ASTAFIEVA,
A. Z. ANOKHINA, S. A. GUTSULYAK

*Scientific and educational center "Sturgeon Breeding",
Astrakhan state University*

Аннотация. Прудовой метод выращивания ценных видов рыб, таких как осетровые, не получил широкого развития из-за малоэффективности, поэтому предложения по интенсификации биотехнологических процессов в прудах востребовано. Показано, что выращивание бестера в поликультуре с растительноядными рыбами способствует улучшению гидрохимического и гидробиологического режимов в прудах, что приводит к возрастанию рыбоводных показателей осетровых рыб. Так, при плотности посадки 2500 шт./га бестера и 800 шт./га растительноядных рыб увеличивается процент выхода, средняя масса и рыбопродуктивность осетровых рыб, и дополнительно получается товарная продукция белого, пестрого толстолобика и белого амура.

Ключевые слова: бестер, пруды, поликультура, растительноядные рыбы, комбикорма, плотность посадки, гидробиологические исследования, рыбопродуктивность

Abstract. The pond method of cultivation of valuable species of fish, such as sturgeon, has not been widely developed due to low efficiency, so proposals for the intensification of biotechnological processes in ponds are in demand. It is shown that the cultivation of Bester in polyculture with herbivorous fish contributes to the improvement of hydrochemical and hydrobiological regimes in ponds, which

leads to an increase in fish-breeding indicators of sturgeon. Thus, with a planting density of 2500 piece/ha of Bester and 800 piece/ha of herbivorous fish, the percentage of output, average weight and fish productivity of sturgeon fish increases, and in addition, commercial products of white, motley carp and grass carp are obtained.

Keywords: Bester, ponds, polyculture, herbivorous fish, feed, planting density, hydrobiological studies, fish productivity

Введение. Для интенсификации биотехнических процессов при выращивании осетровых рыб и более полного использования прудовых площадей возможно содержание бестера в поликультуре с растительноядными рыбами – белым, пестрым толстолобиком и белым амуром. Присутствие последних позволяет утилизировать значительную часть первичной продукции, образующейся в водоеме, и создавать чрезвычайно важную в биоэнергетическом и хозяйственном отношении экосистему, в которой товарная продукция растительноядных рыб получается уже на втором звене трофической цепи [2–6, 12]. При выращивании бестера в прудах с применением интенсивных методов кормления полнорационными гранулированными комбикормами частично остается корм и выделяемые экскременты, которые служат основой для образования естественной кормовой базы для растительноядных рыб. Для рационального использования этой кормовой базы, а также с целью улучшения гидрохимических показателей в прудах проводили исследования по совместному выращиванию бестера и растительноядных рыб.

Материалы и методы исследований. Работы проводились с апреля по сентябрь 2016 г. в прудовом хозяйстве Астраханской области, были задействованы три выростных пруда площадью по 0,8 га. Объектом исследований явились годовики бестера с начальной массой 320 г, белый толстолобик (БТ), пестрый толстолобик (ПТ) с начальной массой 30 г и белый амур (БА) – 40 г. Исследования проводились в двух вариантах: первый – пруд № 2 зарыблялся бестером с плотностью посадки 2500 шт./га, выращивался совместно с растительноядными рыбами с плотностью посадки 800 шт./га, в том числе белый амур – 50, белый толстолобик – 500 и пестрый толстолобик – 250 шт./га, второй – пруд № 3 зарыблялся бестером в том же количестве, плотность

растительных рыб была увеличена до 1200 шт./га, в том числе белый амур – 50, белый толстолобик – 750 и пестрый толстолобик – 400 шт./га. В качестве контроля было принят пруд № 1, в котором бестер выращивался в монокультуре, с плотностью посадки 2500 шт./га. Схема зарыбления прудов представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Схема зарыбления прудов при выращивании бестера в поликультуре с растительными рыбами

Варианты	Вид рыбы	Плотность посадки, шт./га	Средняя масса, г
Контроль (пруд № 1)	Бестер	2500	320
1-й вариант (пруд № 2)	Бестер	2500	320
	Растительные:	800, в том числе:	
	белый толстолобик	500	30
	пестрый толстолобик	250	30
	белый амур	50	40
2-й вариант (пруд № 3)	Бестер	2500	320
	Растительные:	1200, в том числе:	
	белый толстолобик	750	30
	пестрый толстолобик	400	30
	белый амур	50	40

В экспериментальных прудах регулярно осуществлялся контроль за температурой и гидрохимическим режимом. Температуру воды и содержание в ней кислорода измеряли термооксиметром MultiLine P4 (Германия), рН – с помощью прибора рН-метра или экспресс-методом с универсальным индикатором, окисляемость определяли по перманганатному методу (метод Кубеля) [6]. Гидробиологические исследования выполнялись согласно инструкции «Руководство по методам гидробиологического...», принятой в системе Госкомгидромета [7, 9]. Для качественной обработки проб фито-зоопланктона и зообентоса использовали определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части [8], определитель пресноводных беспозвоночных России. Сбор проб молоди растительных рыб и обработка пита-

ния проводились по общепринятой методике Степанова, Горянинова [10].

Кормление бестера в контрольном и опытных прудах осуществляли комбикормами фирмы «Провими» (Нидерланды), «Аквастарт» (Дания), «Крафт» (Германия).

Результаты исследований и обсуждение. Изменения температуры воды в прудах в период наблюдений характеризовалось ростом от мая к августу. Максимальный прогрев (30 °С) воды был отмечен в конце июля – в первой половине августа и сохранялся продолжительное время (2,5 недели), что было неблагоприятно для роста и развития рыб, но во второй половине августа начинался процесс постепенного снижения температуры воды и к концу месяца она опустилась до 23–25 °С. В первой половине сентября температура воды достигла значений (21–23 °С), что способствовало интенсивному развитию бестера, к концу месяца она опустилась до 15–17 °С.

Гидрохимический режим в прудах в период выращивания рыб изменялся в широком диапазоне (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Гидрохимический режим опытных прудов

Дата	Пруд № 1 (контроль)			Пруд № 2			Пруд № 3		
	O ₂ мг/л	Окисляемость мгO ₂ /л	pH	O ₂ мг/л	Окисляемость мгO ₂ /л	pH	O ₂ мг/л	Окисляемость мгO ₂ /л	pH
20.04	7,2	12,3	7,2	7,4	11,2	7,4	7,6	10,6	7,3
05.05	8,4	14,4	7,4	8,5	13,5	7,6	8,9	12,8	7,4
20.05	8,1	16,6	7,6	8,7	15,8	7,2	9,0	14,4	7,4
05.06	7,9	18,9	8,0	8,9	17,9	7,8	9,2	18,7	7,8
20.06	6,7	21,2	7,8	8,4	19,7	8,0	8,2	20,2	7,6
05.07	5,8	24,5	8,2	7,6	22,6	7,8	7,4	21,6	8,0
20.07	5,4	27,8	8,0	7,4	23,4	8,2	7,8	24,4	8,2
05.08	4,8	30,6	7,9	7,2	25,5	8,0	7,4	24,9	8,0
20.08	4,9	28,3	8,4	6,8	27,6	8,2	6,4	26,3	8,3
05.09	6,8	22,7	8,1	8,2	19,4	8,0	7,8	18,5	8,2
20.09	7,3	18,4	8,0	8,9	16,3	8,2	9,1	14,0	8,4
За сезон	6,7	21,4	7,9	8,0	19,3	7,8	8,1	18,8	7,9

Среднесезонное содержание кислорода в контрольном пруду № 1 было на 20 % ниже, чем в экспериментальных прудах № 2 и № 3, где выращивался бестер совместно с растительноядными рыбами, например, 20 июня 6,7 против 8,4 и 8,2 мг/л. Особо следует отметить, что в период неблагоприятных критических температур воды (июль–август) содержание кислорода в трех экспериментальных водоемах снижалось, но при этом в прудах с растительноядными рыбами было выше на 38,5 %, чем в пруде, где выращивался бестер в монокультуре, так 5 августа 4,8 против 7,2 и 7,4 мг/л.

Величина рН в контрольном и опытных прудах соответствовала рыбоводным требованиям и колебалась в пределах 7,2–8,4, минимальные значения отмечались весной в начале сезона и достигали максимума в конце рыбоводного сезона, осенью.

Перманганатная окисляемость воды, являющаяся показателем органической нагрузки на водоем, в экспериментальных прудах с начала рыбоводного сезона до конца мая была в пределах допустимых значений (15 мг O_2 /л), а затем наблюдался ее рост до значений, превышающих нормы в 1,5–1,8 раза. Максимальные значения окисляемости также приходились на неблагоприятный период – июль и август, к концу вегетационного периода (сентябрь) происходило снижение органической нагрузки на водоем. Средние значения перманганатной окисляемости воды в экспериментальных прудах были выше допустимого и составили 19,3 и 18,8 мг O_2 /л соответственно.

В контрольном водоеме показатель перманганатной окисляемости воды практически весь рыбоводный сезон превышал допустимые значения, особенно в критический период (конец июля – начало августа), его превышение было почти в 2 раза, так 5 августа этот показатель составил 30,6 мг O_2 /л., и даже в конце вегетационного периода, в сентябре, был довольно высок – 18,4 мг O_2 /л. Среднее значение окисляемости в контроле было выше нормы, чем в опытных прудах, и составило 21,4 мг O_2 /л. Увеличение окисляемости в августе происходит за счет накопления органических веществ от вносимых комбикормов, концентрации метаболитов, повышения температуры воды.

Все это способствовало усилению окислительно-восстановительных процессов в воде [1]. Гидрохимические исследования показали повышенную минерализацию воды в контрольном и экспериментальных прудах. Общая жесткость находилась в пределах 5,5–11,7 мг-экв/л, понижаясь к концу сезона. Минерализация воды в прудах составляла 0,4–4,0 г/л, по составу основных ионов вода относится к хлоридно-сульфатному классу группы кальция.

Таким образом, выполненные исследования показали, что гидрохимический режим в прудах в период наблюдений имел существенные различия по показателям – содержание кислорода и перманганатная окисляемость, лучшие условия для роста и развития рыб были отмечены в экспериментальных прудах, где выращивались годовики бестера в поликультуре с растительными рыбами, чем в контроле – бестер в монокультуре.

Гидробиологические исследования выявили также различные значения состава планктонных и бентосных организмов в контрольном и экспериментальных прудах (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Состав планктонных и бентосных организмов в контрольном и опытных прудах

Дата	Пруд № 1(контроль)			Пруд № 2			Пруд № 3		
	Зоопл. мг/л	Фитопл. мг/л	Бентос г/м ²	Зоопл. мг/л	Фитопл. мг/л	Бентос г/м ²	Зоопл. мг/л	Фитопл. мг/л	Бентос г/м ²
20.04	0,15	4,60	2,8	0,35	4,02	1,9	0,47	4,42	1,5
05.05	0,22	5,64	3,1	0,16	3,62	2,2	0,22	2,62	1,6
20.05	0,26	7,25	1,6	0,09	4,16	1,2	0,16	3,24	1,8
05.06	1,88	6,77	0,9	0,84	3,66	0,8	0,34	2,48	1,2
20.06	2,07	9,56	0,4	1,06	4,78	1,4	0,68	3,56	–
05.07	0,68	4,25	–	0,42	2,18	0,6	0,56	2,44	–
20.07	0,75	6,35	–	0,28	3,26	–	0,20	1,78	–
05.08	0,30	3,28	–	0,18	1,82	–	0,12	0,92	0,6
20.08	0,21	2,48	–	0,09	1,48	–	0,10	1,06	–
05.09	0,08	1,24	–	0,04	0,62	–	0,08	0,44	–
20.09	0,04	4,64	–	0,02	2,44	–	0,04	2,78	–
сезон	0,60	5,10	0,8	0,32	2,91	0,7	0,27	2,34	0,6

Естественная кормовая база в прудах специально не создавалась, а образовывалась и развивалась только за счет остатков корма и жизнедеятельности выращиваемого бестера, поэтому численность и биомасса фитопланктона в течение сезона были невысокими. Среднесезонная биомасса фитопланктона в контрольном пруду № 1 была почти в 2 раза выше, чем в прудах № 2 и № 3 (5,1 против 2,91 и 2,34 мг/л). Основная масса фитопланктона состояла из протококковых и диатомовых водорослей, на долю которых приходилось 80 % от средней биомассы за сезон.

Динамика развития фитопланктона характеризовалась ростом биомассы в мае–июне, затем снижением роста в летний период (июль–август) и некоторое увеличение в сентябре. Ведущими видами из диатомовых были *Cyclotellameneghinina*, *Melosirasp.*, *Nitzschiaacicularia*, из протококковых массовыми формами были *Scenedesmusarcuatis*, *Pediastrumduplex*, *Tetracoccusbotruoides*.

Среднесезонная биомасса зоопланктона в пруду № 1 была в два раза выше, чем в прудах № 2 и № 3 (0,6 против 0,32 и 0,27 мг/л). Максимальная биомасса отмечалась 20 июня, когда в пруду № 1 составила 2,07 мг/л. Это был период развития популяции *Daphniamagma*, на долю которой приходилось 96 % от общей биомассы. В дальнейшем происходит постоянное снижение биомассы зоопланктона, доля *Copepoda* и *Cladocera* сводится к минимуму и возрастает значение *Rotatoria*. В сентябре во всех прудах отмечаются наиболее низкие биомассы зоопланктона, не превышающие 0,2–0,4 мг/л. Преобладающими видами из *Cladocera* были *Daphniamagma* и *Moinaveberi*, *Copepoda* были представлены только циклопами и их науплиальными стадиями.

Содержание бентоса в прудах отмечалось весной и в начале лета, причем его численность была выше в контроле по сравнению с экспериментальными прудами. Среднесезонная масса бентоса в контроле составляла 0,8 г/м², а в экспериментальных прудах № 1 и № 2 фиксировалась на уровне 0,7 и 0,6 г/м². В период критических летних температур воды (5 августа) бентос был отмечен только в экспериментальном пруду № 3. В тече-

ние всего рыбоводного сезона биомасса фитопланктона была недостаточной для обеспечения пищевых потребностей белого толстолобика, его основной пищей были детрит и взвешенные частицы комбикорма (до 96,8 %) и лишь 3,2 % состава пищевого комка приходилось на фитопланктон, в котором до середины июля преобладали диатомовые и протококковые водоросли, а в дальнейшем – синезеленые.

Среднесезонный индекс наполнения желудка составлял $303\%_{000}$, максимальный – был отмечен в конце августа.

Основную роль в питании пестрого толстолобика играет детрит и остатки комбикорма. По мере роста пестрого толстолобика доля комбикорма в питании увеличивается, в августе–сентябре доля детрита снижается, на долю остатков комбикорма приходится 18 %. Это указывает на то, что пестрый толстолобик концентрировался, в основном, в придонном слое воды, что объясняет наличие в пище остатков комбикорма. Следует отметить, что в пищевом комке пестрого толстолобика постоянно встречались представители фитопланктона, в частности перифитонные диатомеи *Nitzschiaabtusa*, *Pleurosigmaasuminatus*, *Cyrosigmaclougatum*, составляя до 1 % от пищевого комка, в пище белого толстолобика они не встречались.

Результаты выполненных исследований, представленные в табл. 4, свидетельствуют, что выращивание годовиков бестера в поликультуре с растительными рыбами, положительно сказалось на его росте и развитии.

Т а б л и ц а 4. Результаты выращивания бестера в поликультуре с растительными рыбами

№ пруда	Вид рыбы	Посажено, шт./га	Начальная средняя масса, г	Выход рыбы, %	Конечная средняя масса, г	Рыбопродуктивность, ц/га
1	бестер	2500	320	91	1750±63,2	39,81
2	бестер	2500	320	94	1920±58,1*	45,12
	БТ	500	30	86	850±32,1	3,65
	ПТ	250	30	88	720±24,6	1,58
	БА	50	40	92	1100±42,1	0,5
	Итого				50,85	

№ пруда	Вид рыбы	Посажено, шт./га	Начальная средняя масса, г	Выход рыбы, %	Конечная средняя масса, г	Рыбопродуктивность, ц/га
3	бестер	2500	320	95	1890±48,6	44,89
	БГ	750	30	89	635±24,9	4,24
	ПТ	400	30	87	605±32,5	2,10
	БА	50	40	91	950±25,1	0,43
	Итого				51,66	

* П р и м е ч а н и е: – $p \leq 0,05$.

Рыбопродуктивность по бестеру в прудах с растительноядными рыбами оказалась на 5,08–5,31 ц/га выше, чем при выращивании бестера в монокультуре. Это можно объяснить тем, что растительноядные рыбы из-за бедности кормовой базы питались в основном детритом и взвешенными остатками рыбного фарша, выполняя роль санитаров. Подтверждением этого могут служить результаты гидрохимических исследований в прудах. В прудах № 2 и № 3, где выращивались растительноядные рыбы, показатели по кислороду были выше, а перманганатной окисляемости – ниже, чем в контрольном пруду, особенно в критические летние дни. В этот период суточные нормы кормления бестера, выращиваемого в монокультуре, снижались на 50–60 %, а в экспериментальных прудах № 2 и № 3, из-за лучшего кислородного режима, снижение было в 2 раза меньше.

Выход количества бестера из контрольного пруда был меньше, и его средняя масса была почти на 10 % ниже, чем в экспериментальных прудах, и составила 1750 г по сравнению с 1920 г (пруд № 2) и 1890 г (пруд № 3). Причем различия по средней массе бестера между контрольным и экспериментальным прудом № 2 были достоверными ($p \leq 0,05$).

Следует отметить и тот факт, что выращивание бестера в поликультуре дает дополнительную продукцию в объеме 5,7–6,7 ц/га растительноядных рыб. Плотность посадки растительноядных рыб 800 шт./га можно считать оптимальной, так как ее увеличение до 1200 шт./га приводит к снижению средней массы белого толстолобика на 25–35, а пестрого толстолобика

на 16 %, а такая рыба не пользуется большим спросом у населения. К тому же увеличение плотности посадки растительноядных рыб на 50 % приводит к незначительному увеличению рыбопродуктивности, всего на 18,1 %.

Заключение. Выполненные исследования показали, что выращивание годовиков бестера в выростных прудах с кормлением комбикормами в поликультуре с растительноядными рыбами весьма эффективно. Присутствие белого, пестрого толстолобика и белого амура в прудах способствует улучшению гидрохимического режима и создает благоприятные условия для роста и развития бестера, что подтверждается улучшением их основных рыбоводных показателей. К тому же появляется возможность дополнительного получения товарной продукции растительноядных рыб без затрат на корм. Эксперимент показал, что оптимальной плотностью посадки растительноядных рыб следует принимать 800 шт./га, что позволяет увеличить конечную среднюю массу бестера до 1920 г и ее рыбопродуктивность увеличить до 45,12 ц/га. Средняя конечная масса растительноядных рыб средней массой оказалась почти на 200 г больше при плотности посадки 800 шт/га, чем при – 1200 шт/га.

Список использованных источников

1. Александрийская, А. В. К вопросу о накоплении органических веществ в ложе выростных прудов / А. В. Александрийская // Тр. ВНИИПР. – 1967. – Т. 15. – С. 240–244.
2. Боруцкий, Е. В. Питание белого и пестрого толстолобиков в естественных водоемах и прудах СССР / Е. В. Боруцкий // Трофология водных животных. – М., 1973. – С. 299–322.
3. Виноградов, В. К. Поликультура в товарном рыбоводстве / В. К. Виноградов. – М. : ЦНИИТЭИРХ, 1985. – 45 с.
4. Вовк, П. С. Биология дальневосточных растительноядных рыб и их хозяйственное использование в водоемах Украины / П. С. Вовк. – Киев, 1976. – 245 с.
5. Данченко, А. Д. Повышение уровня интенсификации рыбоводства в прудовых хозяйствах Краснодарского рыбопромышленного треста / А. Д. Данченко // Прудовое рыбоводство СССР : материалы Всесоюзн. совещ. по пруд. рыбоводству. – М., 1968. – С. 110–120.
6. Методические указания по гидрохимическим исследованиям проб из рыбохозяйственных водоемов. – Минсельхоз СССР, 1977.

7. Методическое пособие по сбору и обработке гидробиологических проб и материала по питанию молоди в прудах осетровых рыбоводных заводов Каспийского бассейна / Главрыбвод. – М., 1988. – С. 45.

8. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. – Л. : Гидрометеиздат, 1978. – С. 510.

9. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.

10. Савина, Р. А. Фильтрационное питание белого толстолобика / Р. А. Савина // Вопр. ихтиологии. – 1965. –Т. 5, вып. 1. – С. 135–140.

11. Степанов, В. Д. Элементы гидрохимического режима интенсивно эксплуатируемых нагульных прудов / В. Д. Степанов, Л. А. Эрман // Тр. ВНИИПРХ. – 1970. – Т. 3. – С. 113–130.

12. Суховерхов, Ф. М. Результаты опытов и перспективы использования белого амура, белого и пестрого толстолобиков в прудовом рыбоводстве Европейской части РСФСР / Ф. М. Суховерхов // Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоемах СССР. – Ашхабад : АН ТССР, 1963. – С. 48–59.