

Влияние глубины водоёмов на их биоэкологические параметры

Д.К. Кожаева, к.б.н., С.Ч. Казанчев, д.с.-х.н., профессор, Д.В. Жантеголов, аспирант, Кабардино-Балкарский ГАУ

Значение рыбоводства во внутренних водоёмах возрастает в связи со значительным снижением запасов наиболее ценных в пищевом отношении морских рыб.

В связи с этим перед прудовым рыбоводством стоит задача дальнейшего наращивания высокоинтенсивных ресурсосберегающих технологий, позволяющих значительно увеличить производство прудовой рыбы с единицы площади, без особого ввода в эксплуатацию новых площадей.

Рыбопродуктивность определяется комплексом факторов, которые особенно тесно связаны с глубиной и температурой воды.

Глубина водоёмов обуславливает многие физические и химические факторы, которые в свою очередь влияют на продукционно-биологические процессы различных водных организмов.

Проблема повышения биоэкологической продуктивности водоёмов в условиях плотных посадок вызывает необходимость определения оптимальных глубин водоёмов для каждой эколого-фенологической рыбоводной зоны Кабардино-Балкарской Республики.

Выбор критерия оценки природных ресурсов является сложной и ответственной задачей. От того, какой критерий выбран для оценки, зависят возможности её практического применения. В республике основной рыбой традиционного прудового рыбоводства является карп. В связи с этим объектом нашей оценки являются все рыбоводные карповые пруды, что весьма актуально.

Цель исследования — произвести оценку прудов, которая способствовала бы получению с каждого гектара как можно большего количества рыбной продукции.

В задачи исследований входила объективная оценка основных биоэкологических факторов, обуславливающих эффективность прудового рыбоводства.

Материалы и методы исследования. Для оценки биоэкологических факторов, обуславливающих эффективность прудового рыбоводства республики, были подобраны хозяйства с типичными для региона прудами, представляющие все пять эколого-фенологических рыбоводных зон (республика поделена на пять эколого-фенологических рыбоводных зон) [1], со средним уровнем ведения рыбоводства.

Среднюю рыбопродуктивность прудов определяли по данным за период не менее пяти лет, поскольку климатические условия в разные годы неодинаковые.

Колебания температуры воздуха изучали в течение пяти лет.

Для определения значимости отдельных факторов в комплексе данные обрабатывали методом многофакторной корреляции.

В качестве подопытного материала служили сеголетки и двухлетки карповых рыб (*Cyprinus carpio* L.).

Температуру воды измеряли специальным водным термометром три раза в сутки — в 8, 14 и 20 час. на глубине от 5 до 200 см. Ежедневно определяли уровень воды в прудах, при снижении уровня усиливали подачу воды [2].

Выращивание товарной рыбы проводили в монокультуре. Плотность посадки — от 3 до 5 тыс. экз/га.

Темп роста рыб на протяжении вегетационного сезона два раза в месяц изучали путём проведения контрольных отловов, при этом определяли весовые и линейные показатели [3]. Упитанность рыб определяли по Фультону.

Данные, полученные в результате исследований, подвергали вариационно-статистической обработке [4]. На их основе определяли влияние указанных факторов на биопроductивность водоёмов и сформулировали выводы и предложения.

Результаты исследований. Среднесуточная температура зоны является очень важным показателем при определении глубины прудов, однако остаются неучтёнными другие показатели, которые имеют большое значение, такие, как скорость ветров, климат, количество и характер осадков. В связи с этим этот фактор мы расценили как климатический и делали на него ставку, исходя из высказывания: «... при повышении температуры воды на 10°C жизненные процессы у рыб увеличиваются в 2–3 раза» [5].

Наши исследования, проведённые в 2000–2011 гг., показали, что в августе при сильном ветре и пасмурной погоде температура воды у поверхности пруда и на глубине 200 см была почти одинаковой во всех эколого-фенологических рыбоводных зонах (I–V). В июле при штилевой жаркой погоде у спускного монаха температура воды на глубине 1,0 м в 20 ч. снижалась на 3,9–6,9 в I–II зонах, а на глубине 1,5–2,0 м — на 5–5,9°C (табл. 1). В глубоком пруду (IV–V) при оптимальной температуре воды у поверхности (26–29°C) температура воды у дна может быть значительно ниже (15–18°C).

Такое снижение температуры воды в условиях республики может существенно сказываться на росте карпа.

В тёплой воде — 20–28°C (V зона), просвечиваемой прямыми лучами солнца, наиболее интенсивно развивается фитопланктон. Такая температура

1. Температура воды в водоёмах на различной глубине, °C ($X \pm S_x$)

Эколого-фенологическая рыбоводная зона	Глубина измерения, см	Время измерения, час			Средняя за вегетационный период
		8	14	20	
I	5	20,5±0,41	25,8±0,17	22,3±0,29	22,8±0,29
	50	18,3±0,31	22,6±0,13	21,4±0,16	20,7±0,21
	100	16,4±0,70	21,3±0,18	20,4±0,65	19,4±0,51
	150	15,1±0,65	21,0±0,91	19,5±0,14	18,5±0,55
	200	14,2±0,44	20,6±0,85	18,1±0,13	17,6±0,47
II	5	21,4±0,52	26,5±0,91	23,1±0,11	23,6±0,99
	50	20,6±0,21	25,1±0,19	22,2±0,10	22,6±0,16
	100	19,5±0,17	24,3±0,65	22,0±0,17	21,9±0,33
	150	18,1±0,23	22,9±0,62	21,2±0,70	20,7±0,52
	200	17,9±0,31	21,0±0,14	20,1±0,65	19,6±0,36
III	5	22,6±0,36	29,1±0,15	19,1±0,45	16,1±0,32
	50	21,2±0,42	28,3±0,12	26,7±0,64	25,4±0,39
	100	20,4±0,13	27,1±0,21	24,5±0,17	24,0±0,17
	150	19,8±0,27	25,2±0,41	24,1±0,65	23,0±0,44
	200	19,4±0,36	21,3±0,57	19,1±0,67	19,9±0,53
IV	5	25,1±0,14	30,5±0,18	28,1±0,17	28,0±0,16
	50	24,8±0,21	30,0±0,76	27,5±0,81	27,4±0,60
	100	24,1±0,31	29,5±0,51	26,3±0,42	26,6±0,41
	150	23,8±0,72	29,1±0,35	26,0±0,37	26,3±0,48
	200	19,6±0,67	28,3±0,41	28,2±0,72	26,5±0,60
V	5	26,5±0,81	31,5±0,19	28,3±0,18	82,7±0,40
	50	25,1±0,77	31,3±0,61	28,1±0,61	28,2±0,66
	100	24,0±0,61	31,1±0,53	27,4±0,37	27,5±0,50
	150	22,0±0,61	30,6±0,35	27,1±0,54	26,5±0,70
	200	20,0±0,18	27,9±0,27	26,5±0,65	24,8±0,36

наиболее благоприятна и для большинства форм зоопланктона. Максимальная интенсивность фотосинтеза наблюдается на глубине до 22 см [6].

Наиболее высокий градиент падения освещённости отмечен нами на глубине до 42 см.

При интенсивном выращивании двухлеток и трёхлеток карпа плотность посадки по количеству и биомассе рыб на единицу площади сильно увеличивается. Крупные карпы глубоко роют дно водоёма, взмучивают воду, поднимая частицы ила в толщу воды. В воде увеличивается количество мелких несъедобных фракций трофа, сильно увеличивается масса экскрементов. Все эти вещества, окисляясь, поглощают много кислорода. При таких обстоятельствах большое значение приобретает объём воды, который с увеличением глубины водоёма увеличивается.

При большей глубине водоёмов и, следовательно, объёме воды в расчёте на 1 га площади водоёма больше будет и валовое количество содержащихся в воде кислорода, биогенных веществ и, по-видимому, пищевых организмов.

Мы, исходя из того, что в водоёме оптимальный ионный обмен между почвой и водой возможен лишь при хорошем перемешивании водных масс, средние глубины водоёмов определяли с учётом скорости ветров данной зоны и площади водоёмов.

Видимо, оптимальные величины показателей морфометрических факторов (площадь, глубина и месторасположение водоёма) в определённой мере связаны между собой. Они в большей или меньшей мере обуславливаются комплексом местных метеорологических условий зоны: силой и направлением преобладающих ветров в месяцы вегетационного периода выращивания рыб, а также количеством получаемого тепла солнечной радиации, степень поглощения которой в воде сильно изменяется в зависимости от её волнения, испарения, развития фитопланктона и пр.

Расчёты, сделанные нами, основаны на средней скорости ветров в республике, развивающейся при этом длине волн. Рассчитанная таким образом для водоёмов близкой к квадрату формы глубина перемешивания воды колеблется от 1,2 м для водоёма площадью 1 га до 3,6 м при площади 50 га.

Нет никакого сомнения в том, что указанное воздействие ветров на глубину перемешивания воды является весьма важным фактором. Однако в данном случае немаловажное значение приобретают и такие факторы, как форма водоёма, положение продольной оси водоёма к направлению преобладающих ветров в данной зоне, количество и характер осадков, месторасположение водоёма, высота дамб над горизонтом воды.

В Кабардино-Балкарской Республике глубоких водоёмов мало, за исключением голубых озёр (3) и водохранилищ (2), средняя глубина которых составляет от 300 до 30 м соответственно, где нет возможности вести какие-либо научно-исследовательские работы, а остальные рыбноводные водоёмы — от 0,8 до 1,6 м. Биопродуктивность водоёмов с глубиной 0,8 м и ниже лимитируется ограниченностью увеличения плотности посадки, поскольку при уменьшении объёма воды

2. Влияние глубины водоёмов на их продуктивность

Эколого-фенологическая рыбоводная зона	Категория водоёма	Количество водоёмов	Глубина, м	Биопродуктивность, ц/га	Выход рыб, %	Штучная масса, г
I	нагульные выростные II порядка	5	1	3,36	80,0	305
		3	0,8	2,05	72,4	21,1
II	нагульные выростные II порядка	5	1	3,85	83,1	380
		3	0,8	2,15	74,2	22,7
III	нагульные нагульные выростные	4	1,5	9,05	85,0	400
		6	2,0	9,30	87,5	420
		5	1,2	2,35	78,8	25,1
IV	нагульные нагульные выростные	4	1,5	12,90	86,9	450
		6	2,6	13,80	88,5	480
		5	1,2	2,75	77,1	28,4
V	нагульные нагульные выростные	4	2,5	17,84	87,5	500
		6	3,0	20,15	89,5	560
		5	1,2	3,50	79,1	32,2

на одну рыбу усиливается опасность заморных явлений. Кроме того, водоёмы такой глубины очень быстро зарастают водной растительностью, вследствие чего перемешивание водной массы затрудняется.

Проведённые в 2000–2013 гг. исследования показали, что с увеличением средней глубины рыбоводных водоёмов биоэкологическая продуктивность увеличивается (табл. 2).

Такая закономерность, однако, не всегда наблюдается в выростных водоёмах II порядка, что, видимо, объясняется малочисленностью этих водоёмов, незначительной вариабельностью их глубины и влиянием ряда других факторов (плотность посадки, выход рыбы и обеспеченность трофической цепи), уровень которых несколько варьировал в отдельных водоёмах.

Тем не менее анализ наших исследований даёт некоторое основание полагать, что в условиях республики оптимальная глубина выростных водоёмов II порядка должна составлять 0,9–1,2 м во всех эколого-фенологических рыбоводных зонах, а нагульных водоёмов путём увеличения их средней глубины (в I–II эколого-фенологических рыбоводных зонах – в пределах 1,5–2,3 м, в III – 2,0–2,5 м, в IV – 2,5–3,0 м и в V – выше 3,0 м).

Статистическая обработка данных выявила зависимость биоэкологической продуктивности выростных II порядка и нагульных водоёмов от их глубины (табл. 2). При проведении парного корреляционного анализа была вычислена средняя за указанный период биопродуктивность водоёмов. При этом исключались водоёмы или отдельные годы, где и когда биопродуктивность сильно снижалась ввиду субъективных причин (большой отход рыб вследствие заболеваний, заморы и др.).

При расчёте критерия значимости нами было найдено соотношение коэффициента регрессии (a_i) и его ошибки (sa_i), т.е.: $r = a_i : sa_i$. Ошибка коэффициента регрессии вычислена по формуле:

$$sa_i = \frac{\sum(Y_i - Y)^2}{\sum X_i^2 - X \sum X_i} \cdot \frac{n-2}{n}$$

где Y – рыбопродуктивность, (кг/га);
 X – глубина водоёма (см);
 r – коэффициент корреляции;
 t – критерий значительности Стьюдента-Фишера.

Рассчитанные нами значения t при вероятности 95% значительно больше табличных. Следовательно, коэффициенты регрессии существенны и при оценке водоёмов следует учитывать их глубину.

Выводы.

1. Выведенные нами формулы действительны только для конкретных условий республики, где максимальная средняя глубина лишь немногих нагульных водоёмов превышает 1,5–1,6 м, а минимальная – 0,4–0,5 м. В этих пределах с увеличением глубины водоёма биопродуктивность повышается.

2. При дальнейшем увеличении или уменьшении глубины с достижением определённого предела биопродуктивность начала бы снижаться, однако данных для количественной характеристики этой тенденции в республике пока не имеется.

3. На основе математической обработки фактических данных нами определена биоэкологическая продуктивность водоёмов, их оптимальная средняя глубина, теоретически рассчитанная нами.

4. Следовательно, при дальнейшем увеличении средней глубины выростных и нагульных водоёмов теоретически можно ожидать снижение их биоэкологической продуктивности.

Литература

1. Казанчев С.Ч., Казанчева Л.А. Характеристика зональных особенностей эколого-гидрохимического режима водоёмов КБР. Нальчик, 2003. С. 163.
2. Бессонов Н.М., Превезенцев Ю.А. Рыбохозяйственная гидрохимия. М.: Агропромиздат, 1987. С. 140–145.
3. Превезенцев Ю.А. Выращивание рыб в малых водоёмах. М.: Пищевая промышленность, 2000. С. 5–9.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1973. С. 51–60.
5. Вант Гофф. Суточный ритм питания молоди карпа // Изд. ТихНИИРХО, 2001. Вып. 29. С. 117–121.
6. Арчакова А.А. Объёмно-видовая характеристика фитопланктона Нижнего Днепра. М., 2003. С. 30–35.