

УДК 639.314:626/628

## РАСЧЕТ УДЕЛЬНОГО ПОСТУПЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОВАРНОЙ РЫБЫ В САДКАХ НА ВОДОЕМАХ-ОХЛАДИТЕЛЯХ

**Старко Н. В.** – научный сотрудник научно-исследовательского учреждения «Украинский НИИ экологических проблем»

Целью работы является определение удельного поступления загрязняющих веществ при выращивании рыбы в садках на акватории водоемов-охладителей. Установлено, что выращивание в садках товарной рыбы (в основном карпа) сопровождается поступлением в водоем-охладитель в среднем 9800 кг (сырой вес) взвешенных веществ; 91,3 кг азота; 9,2 кг фосфора и 56,0 кг/экв. солей жесткости. Полученные результаты могут быть использованы в расчетах экологической емкости водоемов-охладителей для садкового рыбоводства.

**Ключевые слова:** садковые рыбные хозяйства, водоемы-охладители, кормление рыбы, биогенные элементы, загрязняющие вещества

**Старко М.В. Розрахунок питомого надходження забруднюючих речовин при вирощуванні товарної риби в садках на водоймах-охолоджувачах**

Метою роботи є визначення питомого надходження забруднюючих речовин при вирощуванні риби в садках на акваторії водойм-охолоджувачів. Встановлено, що вирощування в садках товарної риби (в головному коропі) спричиняє надходження у водойму-охолоджувач у середньому 9800 кг (сирого ваги) зважених речовин; 91,3 кг азоту; 9,2 кг фосфору й 56,0 кг/екв. солей твердості. Отримані результати можуть бути використані в розрахунках екологічної ємкості водойм-охолоджувачів для садкового рибництва.

**Ключові слова:** садкові рибні господарства, водойми-охолоджувачі, годування риби, біогенні елементи, забруднюючі речовини.

**Starko M.V. Calculation of specific input of contaminants when rearing marketable fish in cages in water cooling reservoirs**

The aim of the work was to determine the specific input of contaminants when rearing marketable fish in cages in water-cooling reservoirs. It was found that rearing of marketable fish in cages (mainly carp) results in an input on average of 9800 kg (wet weight) of suspended matter into the water-cooling reservoir; 91.3 kg of nitrogen, 9.2 kg of phosphorus and 56.0 kg/eq. of hardness salts. The obtained results can be used in the calculations of ecological capacity of water-cooling reservoirs for cage aquaculture.

**Key words:** cage fish farms, water-cooling reservoirs, contaminants.

**Постановка проблемы.** Необходимость определения удельного поступления загрязняющих веществ при садковом выращивании рыбы обусловлена задачами регламентации возможности создания и развития садковых рыбных хозяйств на акватории водоемов-охладителей. Интенсификация производственных процессов в садковых рыбных хозяйствах на теплых водах обуславливает то, что они могут становиться одним из существенных негативных факторов влияния на экологическое состояние водоемов-охладителей. При этом зачастую наблюдаются заморы рыбы в садках и др., что было установлено уже в первые годы функционирования таких хозяйств [1-3] и подтверждено в дальнейшем результатами наших исследований [4,5].

**Состояние изучения проблемы.** Анализ литературы показывает, что самые первые исследования по оценке влияния рыбных кормов и продуктов метаболизма рыб на качество водной среды были проведены в Украинском

НИИ рыбного хозяйства Г. И. Шпетом и М. Б. Фельдман [6,7]. В дальнейшем эти исследования были продолжены в том же НИИ А. Ф. Антипчук, Н.Н. Харитоновой и др. [8-10].

В настоящее время экспериментов по непосредственной оценке воздействия отходов рыбоводства на качество воды практически не проводится. Исследования с кормами проводятся, в основном, с целью определения потерь их питательной ценности в воде [11].

Сейчас нагрузку на водоем получают путем вычитания из содержащегося в корме количества питательных веществ того объема питательных веществ, который израсходуется на прирост рыбы. Из последних работ можно отметить исследования в Беларуси [12], РФ – в Карелии [13,14], Канаде [15] и Таиланде [16].

Формирование экологического состояния водоемов-охладителей имеет свои особенности, связанные, в частности, с повышенными температурами и гидрохимическими особенностями, например, величиной рН, минерализацией и др. Балансовые расчеты поступления веществ от садков этого не учитывают. Поэтому наши эксперименты с кормами и смесью остатков кормов и фекалий рыб проводились с использованием воды конкретного водоема-охладителя. Температура воды в зоне расположения садков в период выращивания рыбы была выше таковой условий проведения экспериментов. Поэтому полученные результаты пересчитывались с учетом температурной поправки, найденной Г. И. Шпетом и А. Ф. Антипчук [6,9].

Целью настоящей работы является определение удельного (на 1т выращенной рыбы) поступления загрязняющих веществ при выращивании рыбы в садках на акватории водоемов-охладителей. Сразу же следует отметить, что представленные материалы показывают поступление загрязняющих на 1т прироста рыбы. В то же время, учитывая незначительную долю веса зарыбка в весе выращенной рыба, а также для удобства проведения таких расчетов для условий конкретного водоема-охладителя, мы условно считали этот прирост весом выращенной рыбы.

**Материалы и методы исследований.** Оценку влияния на качество водной среды рыбных комбикормов и собранной под садками смеси остатков кормов и фекалий рыб проводили по принципам, применяемым в своих исследованиях Г. И. Шпетом, М. Б. Фельдман и А. Ф. Антипчук [6-9]. Для учета влияния метаболитов рыб (фекалий и жидких) использовались данные литературы [6-9,17]. Для определения выделения рыбами веществ с другими, кроме фекалий, метаболитами, по нормативным данным [18] рассчитывался средне-вегетационный вес рыбы, необходимой для получения 1т прироста рыбы.

Определение поступления из рыбоводных садков взвешенных веществ (смеси остатков кормов и фекалий рыб) проводилось путем подвешивания под рыбоводными садками ловушек оригинальной конструкции. Ловушки устанавливались в 3 точках садковой линии, где проводилось товарное выращивание рыбы, на глубине превышающей нижний край садка на 0,5м.

Для достоверности полученных результатов ловушки устанавливались между садками на 2 линиях - в центре садкового хозяйства и крайней (по циркуляционному течению в водоемах-охладителях). На каждой линии устанавливалось 3 ловушки – в 5м от каждого края и центре линии. Глубина их по-

гружения была ниже нижней поверхности садков и составляла 2,7-3,0м. Время экспозиции составляло 1 сутки. Исследования проводились в 2 повторностях.

Было выбрано время наибольшего внесения в садки кормов (и наибольшего привеса рыбы) – вторая половина выращивания рыбы.

Полученные данные впоследствии использовались для расчетов поступления отходов на единицу привеса рыбы. Для проведения расчетов использовались данные рыбхозов по динамике роста рыбы в садках. После определения сырого и воздушно-сухого веса отобранных проб проводился пересчет на общую площадь садков и единицу выращенной рыбы (1т).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведенные исследования позволили установить, что при выращивании 1т товарной рыбы (карпа) средний вынос взвешенных веществ из садков составляет по сырому весу 10251,7; воздушно – сухому – 2645,0; абсолютно-сухому - 2047,5кг (табл. 1).

**Таблица 1 – Поступление взвешенных веществ из садков на водоемах-охладителях Змиевской ТЭС и Курской АЭС I- II очереди**

Показатели		Водоем-охладитель			
		КАЭС		ЗМТЭС	
		Август 1985г.	Август 1985г.	Июль 1989 г.	Август 2008г.
		На 1м <sup>2</sup>			
Число рыб, экз		100	320	340	95
Среднесуточный прирост	1 экз., г	3,17	3,70	5,10	1,51
	Всего, кг	0,317	1,184	1,734	0,143
		Собрано взвесей, кг			
На 1м <sup>2</sup> , сырой вес		3,680	12,760	16,040	1,340
На 1т прироста	СВ	11608,8	10777,0	9250,3	9370,6
	BCB	2995,1	2780,5	2386,6	2417,6
	ACB	2240,4	2230,8	1979,6	1739,2

Примечания: СВ – сырой вес; BCB – воздушно-сухой вес; ACB – абсолютно-сухой вес.

Выносимые из садков взвешенные вещества состоят из остатков корма и фекалий рыб. Влияние каждой группы веществ на водную среду различно, поэтому необходимо определить долю каждой составляющей.

По сведениям Bureau D.P. с соавт. вес фекалий форели зависит от размера рыбы, температуры воды и состава корма и составляет 10-30% его веса [19]. У тилпии вес фекалий составляет 17,2% скормленного корма [16]. По данным Г. И. Шпета и М. Б. Федман вес фекалий карпа составляет в среднем 12,5 (12-13) % потребленного комбикорма [6].

Учитывая большую долю карпа среди выращиваемых в садках в Украине рыб, мы в своих расчетах считали, что 12,5% поступающих из садков твердых отходов составляет фекалии рыб, остальное количество представлено остатками искусственных кормов.

Данные по выносу из садков взвешенных веществ и результаты проведенных экспериментов по их влиянию на качество воды позволили рассчитать удельное (на 1т рыбы) наиболее важных с позиции функционирования водоемов-охладителей биогенных веществ и кальция (в пересчете на общую жесткость) за весь период выращивания - 180 суток. При этом расчеты проводились в 2 вариантах (табл.2).

**Таблица 2 – Средние величины поступления загрязняющих веществ при выращивании 1т рыбы (в основном карпа) в садках**

Вариант расчета	Источники	N <sub>мин</sub> , кг	P <sub>мин</sub> , кг	Солей жесткости, кг*экв
1	Остатки кормов; 2314,4кг	8,540	8,586	1,042
	Фекалии рыб; 330,6кг	1,150	0,255	0,757
	Выделение рыбами	100,692	21,145	57,394
	Всего	110,382	29,986	59,193
2	Смесь ост. кормов и фекалий 2645,0кг	22,456	2,883	1,428
	Выделение рыбами	100,692	21,145	57,394
	Всего	123,148	24,028	58,822
Среднее		116,765	27,007	59,008

Содержащиеся в теле рыбы вещества при ее отлове выносятся из экосистемы водного объекта. Поэтому объем поступающих в водоемы веществ нужно уменьшать на их количество в выращенной рыбе. Для расчетов привлекались данные литературы по содержанию в теле рыб исследуемых элементов [20-22]. Было оценено изъятие с рыбой азота, фосфора и кальция - в пересчете на соли жесткости (табл.3).

**Таблица 3 – Поступление веществ в водоем-охладитель при выращивании в садках 1 т рыбы, кг**

Вещество	Среднее поступление	Вынос с 1т рыбы		Остается в водоеме
		% сырого веса	Количество	
Взвешенные	9799,3	-	-	9799,3
Азот, кг	116,765	2,544	25,440	91,325
Фосфор, кг	27,007	1,785	17,850	9,157
Соли жестк., кг*экв	59,008	4,750 (кальций)	2,969	56,039

**Выводы.** Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что выращивание в садках товарной рыбы (в основном карпа) влечет за собой поступление водоем-охладитель в среднем 9800кг (сырой вес) взвешенных веществ; 91,3 кг азота; 9,2 кг фосфора и 56,6 кг\*экв солей жесткости. Полученные данные могут в дальнейшем использоваться для регламентации садкового рыбоводства на водоемах-охладителях.

Перспективами дальнейших исследований может быть изучение процессов трансформации поступающих от рыбоводных садков веществ в экосистеме водоемов-охладителей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сысолятина Т. Л. О некоторых гидрохимических показателях воды водоемов-охладителей ГРЭС №3 в связи с садковым выращиванием рыбы / Т.Л.Сысолятина // Вопросы прудового рыбоводства. Сб. научных тр. ВНИИПРХ, т.9. – М.: Пищепромиздат, 1972. - С. 86-103.
2. Корнеев А. Н. О влиянии интенсивного откорма карпа в садках на гидрохимический режим водоемов-охладителей ГРЭС/ А. Н. Корнеев, Л. А.

- Корнеева, В. П. Лобова // Рыбоводство в теплых водах СССР и за рубежом. – М., 1969. – С. – 173-179.
3. Сысолятина Т. Л. Условия среды при выращивании рыбы в садках на теплых водах водоемов-охладителей ГРЭС (на примере ГРЭС №3) / Т.Л.Сысолятина // Мат. Всес. совещ. мол. спец. «Развитие прудового рыбоводства и рациональное освоение водоемов и водохранилищ». – М., 1971. – С. 20-22.
  4. Старко Н. В. Формирование кислородного режима водоемов-охладителей в районах размещения садковых рыбных хозяйств / Н. В. Старко // Мат. Всес. конф. мол. уч. – К.: Институт гидробиологии АН Украины, 1990. – С. 150-151.
  5. Старко Н. В. Влияние садкового рыбоводства на экологическое состояние водоемов-охладителей / Н. В. Старко // Сб. науч. ст. IV Міжнар. наук.-практ. конф. “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення”, т. 1. – Харків, 2008. – С. 368-373.
  6. Шпет Г. Й. Кисневий режим ставів в умовах інтенсивного коропового господарства / Г. Й. Шпет, М. Б. Фельдман. – К.: Вид. Української академії с.-г. наук, 1961. – 127с.
  7. Фельдман М. Б. Влияние искусственных кормов и продуктов выделения рыб на кислородный режим прудов / М. Б. Фельдман, Г. И. Шпет // Тр. 6 Совещ. по биологическим основам прудового рыбоводства. – Москва-Ленинград: Издательство АН СССР, 1962. – С. 77-83.
  8. Антипчук А. Ф. Микробиологические и гидрохимические показатели процесса минерализации продуктов жизнедеятельности прудовых рыб / А. Ф. Антипчук, Н. Н. Харитоновна, Т. Г. Литвинова // Гидробиол. журн. Т.13. - №6. – К.: 1977. - С.46-51.
  9. Антипчук А. Ф. Микробиология рыбоводных прудов / А.Ф. Антипчук. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 145с.
  10. Харитоновна Н. Н. Биологические основы интенсификации прудового рыбоводства/ Н.Н.Харитоновна – К.: Наукова думка, 1984. – 196с.
  11. Желтов Ю. А. Организация кормления разновозрастного карпа в фермерских рыбных хозяйствах/ Ю.А.Желтов – К.: «Инкос», 2006. – 282с.
  12. Костоусов В. Г. Экологическая оценка состояния водоема - приемника и биогенной нагрузки на него при ведении садкового рыбоводства / В. Г. Костоусов Т.И. Попиначенко, Т.Л. Баран, В.Д. Сенникова // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. Вып. 30 - Минск, 2014. - С. 229-247.
  13. Китаев С. П. Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы/ С. П. Китаев, Н. В. Ильмаст, О. П. Стерлигова - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. - 40 с.
  14. Экологический справочник для рыбоводной промышленности Северо-Запада России/ Тапио Киуру, Йоуни Виелма, Юха-Пекка Турка [и др.]. - Нюкюпайно, Helsinki, 2013. – 112с.
  15. Freshwater cage aquaculture: ecosystems impacts from dissolved and particulate waste phosphorus / Canadian Science Advisory Secretariat Central and Arctic Region. - Science Advisory Report 2015/051. - December 2015. – 23 p.
-

16. Ferreira J.G. Analysis of production and environmental effects of Nile tilapia and white shrimp culture in Thailand / J.G. Ferreira, L. Falconer, J. Kittiwanch, L. Rossb, C. Saurel, K. Wellman, C.B. Zhuf, P. Suvanachai. - [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: Aquaculture (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.08.042>.
17. Рыбоводно-биологические нормативы по выращиванию карпа, форели в установках с замкнутым циклом водообеспечения/ ВНИИПРХ. – М., 1985. – 14с.
18. Технология выращивания товарного карпа в садках и бассейнах на теплых водах при ГРЭС, ТЭС и АЭС/ ВНИИПРХ. – М., 1987. – 23с.
19. Bureau D.P. Chemical composition and preliminary theoretical estimates of waste outputs of rainbow trout reared in commercial cage culture operations in Ontario / D.P. Bureau, S.J. Gunther, C.Y. Choy. N. Am. J. Aquacult. 65(1). - 2003. – P. 33–38.
20. Справочник по физиологии рыб / А. А. Яржомбек, В. В. Лиманский, Т. В. Щербина [и др.]. - Москва: Агропромиздат, 1986. - 192с.
21. Иванов А. И. Минеральный состав костной ткани рыб. Интенсивная технология в рыбоводстве / А. И. Иванов, В. А. Власов // Сб. научных тр. ТСХА им. Тимирязева. - Москва: Изд-во МСХА, 1989. – С. 81-90.
22. Товстик В. Ф. Розведення та вирощування риби / В. Ф. Товстик, А. П. Бевзюк - Харків: Еспада, 2003. – 124с.

УДК 599.32:551.586 (477.7)

## БІОКЛІМАТИЧНИЙ ФОН ТА ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ У МОЗАІЧНОМУ АГРОЛАНДШАФТІ АРИДНО-СТЕПОВОЇ СМУГИ ТИЛИГУЛО-БУЗЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ

*Сушко С.В.* – аспірант,  
*Христич Ю.О.* – магістр,  
*Наконечний І.В.* - д.б.н., професор,  
Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського

*За результатами довготривалих досліджень та аналітичних узагальнень даних за 1945-2015 рр., показано факт зростання середньорічних температур на +1,0°C із одночасним зменшенням 30-50 мм річної суми опадів на території аридно-степової смуги Тилигуло-Бузького межиріччя. Поглиблення аридизації спричиняє загальне погіршення умов існування для наявного біотичного комплексу, а також суттєво впливає на сезонні умови існування мишоподібних гризунів у польовому агроландшафті, прямо і опосередковано лімітуючи стан їх популяцій.*

**Ключові слова:** *Північно-Західне Причорномор'я, аридні степи Причорноморської низини, біокліматичний комплекс Степу, мишоподібні гризуни, багаторічна динаміка чисельності популяцій.*

*Сушко С.В., Христич Ю.А., Наконечний І.В. Биоклиматический фон и динамика численности мышевидных грызунов мозаичного агроландшафта аридно-степной полосы Тилигул-Бугского междуречья*