

И. Ф. ПРАВДИН

доктор биологических наук профессор

ВЛИЯНИЕ СПЛАВА ЛЕСА И СТОКОВ БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА БИОЛОГИЮ РЫБ¹

Предлагаемая статья кратко излагает некоторые результаты научно-исследовательских работ, проведенных под руководством автора на водоемах Северо-Западного края СССР для установления влияния лесосплава и стоков целлюлозно-бумажных заводов на рыб и рыбный промысел. В исследовании участвовали сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института озерного и рыбного хозяйства (ВНИОРХ), сотрудники Карело-Финского отделения ВНИОРХ и сотрудники Петергофского биологического института Ленинградского гос. университета.

1. Сплав леса

Вопросы, связанные со сплавом леса, изучались на реке Сяси, впадающей в южную часть Ладожского озера, на ее притоках и на р. Ковде, впадающей в западную часть Белого моря. Обе названные реки являются лесосплавными, обе — реки лососевые: в Сяси идет ладожский лосось, в Ковду — семга, но обе весьма различны по своим гидрологическим условиям.

Река Сясь тянется на 240 км и своими верховьями связывается с бассейном р. Волги. Верхняя часть Сяси наиболее богата чистыми, прозрачными ключевыми водами многих притоков; самые значительные притоки Сяси, Тихвинка и Воложба, текут тоже в этом участке. Течение притоков верхнего участка Сяси и р. Тихвинки в общем быстрое, на реках много порогов, природные условия этих рек благоприятны для пребывания и размножения в них лосося, озерной и ручьевой форели, сига и хариуса. Обычны и другие рыбы: плотва, елец, язь, гольян, пескарь, укля, лещ, щука, окунь, налим, очень редко судак и др. Порожистый и каменистый характер р. Сяси сохраняется и в ее среднем течении. Нижний участок беден притоками и отличается тихим, ровным течением, большими глубинами, а при

¹ Доклад, представленный Карело-Финской Базой АН СССР на Гидрологическую конференцию Академии Наук Украинской ССР

впадении в Ладожское озеро река имеет песчаные мели, еще более замедляющие течение. В эту часть реки входят, помимо упомянутых лососевых рыб, корюшка, сырть, много речная и др.

Сясь в прошлом столетии считалась одной из наиболее рыбных рек, о чем упоминает и Кесслер (1864). Этот же автор упоминает, что в Сясь нередко заходит осетр. В настоящее время промысловое значение реки признается сниженным, и причину этого снижения многие видят в том, что река засорена сплавом леса.

При обсуждении вопроса о вреде для рыб и промысла сплава леса обычно делаются ссылки на работы шведского исследователя Альма (Alm), который пришел к выводу, что сплав леса имеет тройное влияние на рыб: а) изменяет флору и фауну водоема и тем самым изменяет пищевой режим рыб, б) имеет биологическое воздействие на рыб и в) вредит лову рыбы. Сплав леса, именно продукты гниения затонувшей древесины и ее коры, загрязняет места нерестилищ и нередко икра рыб заражается бактериями и плесневыми грибами, скопляющимися на древесных материалах. Опытным путем было доказано, что пользование на рыбоводных заводах водой, где много еловой и сосновой коры, приводит к гибели до 92% лососевой икры. Сплав леса препятствует ходу рыб и нередко разрушает рыболовные снасти и сооружения.

Наши работы велись на всем протяжении р. Сяси и, таким образом, можно было проследить факторы загрязнения в разных гидрологических условиях. Особенно различны результаты наблюдений в зависимости от быстроты речного потока. Сплав леса в бассейне р. Сяси при нашей работе был настолько велик, что в весенние месяцы многие участки реки и ее притоков сплошь закрывались лесом на несколько километров. Было обнаружено снижение свободного кислорода в воде и повышение окисляемости, особенно в тех участках, где такие скопления леса были в тиховодных местах и засоренных корой (елевой).

Более существенные результаты получены при изучении влияния сплава леса на реке Ковде (работы Б. Я. Слободчикова, А. П. Чумаченко и М. А. Правдиной).

Ковда является типичной беломорской рекой, имеющей большое падение, обуславливающее быстрый поток реки, ложе реки почти всюду выложено сплошным камнем. Вода обладает высокой прозрачностью (до 4 метров). Быстрое порожистое течение способствует тому, что вода имеет полное насыщение кислородом, а каменистое ложе реки не может содействовать процессам гниения. В годы наших наблюдений на реке Ковде был очень интенсивный сплав леса, и в некоторых участках реки были огромные нагромождения леса. Количество кислорода в реке колебалось от 84,5 до 117% (от 6,33 до 8,05 куб. см на литр воды). Анализы воды в участке, где в продолжение всего года были лесные запаны, также не обнаружили недостатка кислорода: его было от 96 до 103%. Это явление мы объясняли тем, что запаны находились на большом течении, которое уносило отсюда могущие окисляться вещества (главным образом, отпадавшую с бревен кору). Но стоило отойти с главного русла реки на соединенные с нею озера, которые, в сущности, не озера, а заливы реки, свободно с нею соединенные, и были получены другие результаты: кислорода было меньше, несмотря на то, что лес туда почти не заходил. Это снижение мы отнесли за счет поступающих сюда бо-

лотных вод. Болотные же воды мы сочли и главным фактором повышения окисляемости воды в некоторых участках (в среднем до 10 мг на литр воды). Наибольшую окисляемость воды дали пробы, взятые в устье реки, у подножия порога, где было скопление принесенной щепы и коры, и где была лесная запань. Окисляемость достигала до 19,96 мг на литр. Все же и такую окисляемость нельзя было принять за могущую оказать на рыб губительное воздействие. Активная реакция воды почти всюду была от 6,8 до 7,0.

Общий вывод из подобных анализов таков. Река Ковда на всем протяжении богата кислородом, углекислоты в ее воде сравнительно мало, активная реакция от слабо кислой до нейтральной. Содержание органических веществ в реке невысокое. Приведенные данные показывают, что Ковда, несмотря на сильный сплав по ней леса, со стороны газового и солевого режима должна быть признана благополучной по отношению к пребыванию в ней даже таких требовательных рыб, как рыбы лососевые. В действительности в Ковду идет и семга и сиги. Количества этих рыб в Ковде незначительны, но это никак нельзя считать следствием неблагоприятного химизма воды.

Очевидно и другие реки беломорского побережья, где также издавна идет большой сплав леса, имеют те же показатели по кислороду, окисляемости, углекислоте и по концентрации водородных ионов, т. е. и они в этом отношении благополучны. Колоссальное количество леса сплавляется по реке Кеми, но она продолжает оставаться главной семожей рекой западного побережья Белого моря.

Сильнейший сплав леса был развит финнами на всех реках северной, бывш. финской, половине Ладожского озера, и со стороны финских исследователей слышались жалобы на оскудение этих рек лососем, но причиной тому было не ухудшение химизма речной воды, а установка на всех лососевых реках высоких плотин, преградивших путь лососям для прохода их на нерестилища, лежавшие обычно за плотинами. Реки северного Приладожья имеют быстрое течение и твердое ложе.

Рассмотрим механическое воздействие на водоемы сплава леса, причем оставляем в стороне такое воздействие как разрушение плывущим лесом ловецких орудий, выставляемых в реках, а остановимся только на том механическом воздействии, которое имеет непосредственную связь с биологией рыб.

Я имел возможность провести длительное наблюдение над сплавом леса в самой реке Сяси и по ее многочисленным притокам, начиная с верхних участков и вплоть до впадения ее в Ладожское озеро. Самая главная для прохода ладожской форели река Воложба, через которую форель идет на свои нерестилища, находящиеся на речке Пярдомле, во время напряженного лесосплава (а таковой в тот год, как и в многие другие годы, был все лето, до осени) представляла сплошной плот. В одних местах видны были огромнейшие лесные завалы, где лес забивал в беспорядке все течение реки, в других, напр., у мельниц, лес шел только узким (в 5—7 метров) проходом, открытым в мельничной плотине. На лесных заторах и местная и проходная рыба, особенно местная (наблюдения велись весной в период нереста рыб), подвергалась механическому действию леса. Рыба бросалась с места на место, случалось и выпрыгивание рыбы на плоты. Нерестилища, затопленные кусты, где была икра рыб, ломались и выкорчевывались, а мелководные места перекатов и островков

вспахивались лесом. Там, где мальки рыб собирались стайками, их лесом не только разгоняло, но и уничтожало. В узких проходах мельничных плотин во время лесосплава проходная рыба совершенно не могла идти, иначе здесь ее ждала бы гибель, потому что такие проходы были сплошь заняты лесом. Озерная форель во время сильного лесосплава совсем приостанавливает свой ход там, где созданы лесные преграды только что указанного типа. Огромные лесные завалы мы видели во многих других местах и Сяси, и ее притоков. Там где сплав леса протекает быстро, ограничиваясь только несколькими сутками, ход рыбы идет более или менее нормально.

К числу механического воздействия сплава леса на рыб нужно отнести и влияние чрезмерных колебаний уровней сплавных рек. Такие колебания вызываются шлюзованием рек. Для сплава леса речные шлюзы то закрываются для накопления воды, то открываются при пропуске леса. Вследствие этого происходит или затопление берегов или их осушение. На реке Тихвинке я наблюдал гибель икры на осушенных берегах, когда икра очутилась под теплыми солнечными лучами. Следовательно, названное воздействие сплава леса имеет вполне отрицательный характер.

В 1947 году Н. А. Остроумов опубликовал интересную работу — „Значение лесосплава в рыбном хозяйстве равнинных рек“. Основываясь на своих наблюдениях над лесосплавом на больших реках: Северной Двине, Вычегде, Сыsole и отчасти Печоре, автор пришел к выводу, что в этих условиях лесосплав имеет положительное значение, так как его отходы (кора и щепа) при наличии течения повышают биомассу, создавая на древесном субстрате большие колонии личинок трихоптер, эфемерид и тендипедид. На основании такого вывода Остроумов ставит „вопрос об изучении возможности повышения биомассы в северных реках путем планомерного внесения древесины в водоем“.

Выводы Остроумова, несомненно, справедливы в отношении увеличения, вернее концентрации, кормовых ресурсов для рыб в местах присутствия древесины. На это имеются указания и в работах других авторов. Упомяну мало кому известную работу Ф. Ю. Фридолина (работа из-за смерти автора осталась неопубликованной). Фридолин подверг тщательному исследованию фауну беспозвоночных в местах, где было (в оз. Выгозере) затоплено после спилки леса до поднятия уровня озера огромное количество пней. Оказалось, что эти пни явились пристанищем множества личинок и взрослых насекомых и ракообразных, служащих пищей для рыб, что и дало повод Фридолину говорить о дополнительной кормовой площади, созданной в Выгозере затопленными пнями. Обильное население ракушки (*Pisidium*), поедаемой сигами, мы наблюдали в Логмоозере, сильно засоренном утонувшим лесом и его отходами и представляющем собою засоренную часть реки Шун.

Однако едва ли можно рекомендовать производить подобное засорение промысловых вод в интересах получения дополнительного корма для рыб. Прежде всего составит чрезмерные трудности удержание подобного субстрата на определенных местах: течение реки и слабое и, тем более, быстрое, будет перемещать древесные продукты и откладывать их в местах, где их присутствие никем не может быть оспариваемо как вредный для жизни рыб фактор. Кора и щепа может очутиться в зоне отложенной икры, и обильно разви-

вающаяся грибная флора затонувшей коры убийственно подействует на икру и на мальков рыб.

Таким образом, при решении вопроса о вреде или „пользе“ для рыб сплава леса необходимо иметь данные о гидрологическом режиме сплавной реки, не упуская из виду, что в быстротекущих реках, особенно при твердых грунтах, отрицательное воздействие сплава неизмеримо слабее выражается, чем в реках тиховодных. Поэтому выводы для того и другого типа рек не могут быть тождественными. Засорение корой и щепой нерестилищ рыб должно быть признано, безусловно, вредно влияющим на развитие отложенной икры. Реки тиховодные пассивны к самоочищению, и загрязненные древесиной участки обычно из года в год могут расширяться и образовывать большие загрязнения, вовсе нарушая нерестилища рыб.

Что касается указаний, что затонувшая древесина содействует увеличению корма для рыб, — это пока не следует считать положительным фактором влияния сплава леса: общезвестно, что обилие кормов в водоеме вместе с тем служит причиной даже заморов водоема.

II. Стоки бумажного производства

Исследованиями влияния на рыб стоков целлюлозных и бумажных заводов занимался ВНИОРХ, Петергофский биологический институт и К-Ф отделение ВНИОРХ^а. Работы велись и на водоемах, т. е. в естественных условиях, и в лабораториях, причем изучалось влияние стоков на икру рыб, на молодь и на взрослых рыб.

Все работы дали сходные результаты в том смысле, что наиболее вредным влиянием обладают стоки целлюлозных фабрик, эти стоки условно называем „целлюлозными“; стоки бумажных заводов, „бумажные“ стоки, значительно менее вредны.

Целлюлозные воды с заводов поступают в водоем или через канал или непосредственно в открытую часть реки, губы или озера. Во всех исследованных нами случаях такие стоки при поступлении в водоем не имели свободного кислорода и несли в себе большее или меньшее количество взвешенных веществ в виде ватообразной древесной массы. Имеются данные, показывающие, что на тонну выработанной целлюлозы в отработанный щелок переходит большое количество продуктов древесины, а также серной кислоты и едкой извести. Целлюлозный щелок, поступая в водоем, снижает в воде содержание кислорода и снижает концентрацию водородных ионов. Нахождение рыб в целлюлозной воде быстро приводит их к гибели. Невозможным становится существование рыб даже в тех участках водоема, озера или реки, где находится выход целлюлозных вод, которые, имея особый удельный вес, не так быстро смешиваются с водами природными. Особенно быстро погибает в таких участках молодь рыб. Но всякая рыба чутко реагирует на присутствие целлюлозной воды и покидает такие места. Поэтому названные здесь факты гибели рыб относятся к случаям, когда рыба отсаживалась (для опыта) в такие воды. Однако в редких случаях наблюдалась гибель рыб и вне опытных условий. Когда целлюлозные воды при быстрой перемене ветра были прижаты к берегу, они губили молодь рыб, пасущуюся здесь.

В зоне целлюлозных вод утрачивают свое значение нерестилища рыб: мы не наблюдали, чтобы рыба откладывала икру в загрязнен-

ных целлюлозными стоками участках, но возможно, что откладывание икры и здесь происходит в момент, когда присутствие стоков неощутимо (стоки могут поступать с перерывами). Наши лабораторные экспериментальные работы такие случаи учитывали, и, как дальше будет сказано, мы ставили опыты по развитию икры рыб в целлюлозной воде той концентрации, в какой она стекает из фабрики в водоем.

Стоки бумажных заводов, бумажная вода содержит колоссальное количество древесной массы, которая выносится в водоем и здесь отлагается в виде толстого, достигающего нескольких метров толщины, войлока. Масса эта гниет, вызывая брожение и отдавая в водоем сероводород. Прямого губительного влияния на рыб бумажная вода не имеет. У нас нет таких наблюдений, хотя нужно допускать, что целлюлозное волокно засоряет жаберный аппарат рыб и может вызывать удушье.

Представляют интерес опыты по выдерживанию разных видов рыб в садках, которые ставились в речных и озерных участках, где было присутствие целлюлозных вод. Оказалось, что в четырех километрах от места спуска в водоем целлюлозных стоков рыбы в садках жили значительно более короткие сроки, чем в садках, поставленных в чистой воде. Такие же результаты получены и в опытах, проводившихся и в озере и в реке. Установлено, что рыбы по-разному относятся к целлюлозному загрязнению в зависимости от своей возрастной и видовой группировки. Опыты показали, что более чувствительны к целлюлозному щелоку молодые рыбы, и из взрослых — форель, ерш, судак, укляя, лещ и плотва. Дольше других загрязнение щелоком переносили: налим, карась и щиповка, последнее мы ставим в связь с тем, что целлюлозная вода более концентрированной бывает в поверхностных слоях воды, где налим, карась и щиповка обычно не присутствуют. Рыбами наиболее чувствительными к бумажной воде являются плотва и укляя. Плохо переносит бумажную воду и лещ.

Выдерживанием рыб в аквариумах при различной концентрации целлюлозных щелочков установлено, что разбавление щелочков до 250 (1:250) можно считать летальным и для молоди и для взрослых рыб, тогда как разбавление 1:500 не приводило рыб к гибели. Действие целлюлозной воды усиливается при незначительном повышении температуры.

Еще более поучительны опыты по развитию икры рыб в целлюлозных водах. Оплодотворение яиц может происходить даже в щелочке высокой (натуральной) концентрации, но развитие наблюдается только в первых стадиях дробления яиц, не достигая личиночной стадии. Личинки выходили лишь при разбавлении щелочка 1:100. В воде разбавления 1:50 развитие хотя и происходит, но наблюдается слишком большой процент гибели яиц в стадии дробления, гаструляции и формирования эмбриона. Для опытов бралась икра ерша, окуня, леща, корюшки и других рыб. Отличаясь между собой в деталях, общее течение развития икры у всех подопытных рыб сходно. Вредное действие щелочка ослаблялось при введении в воду воздуха (путем продувания).

Приведенные факты показывают, что целлюлозные стоки для рыб губительны. Однако еще многие вопросы в этой области остаются неразрешенными и требуют дальнейших исследований. Так, например,

приходилось наблюдать, что над затонувшей древесной массой, вернее, над затонувшей целлюлозой, поступившей в водоем со стоками бумажной фабрики, собирались стайки молоди (мальков) рыб. Затем при вынужденном бездействии целлюлозных заводов, что было во время войны, на местах, где во время работы заводов никакая рыба не собиралась из-за загрязнения этих мест целлюлозными стоками, там происходили скопления взрослых рыб, и здесь даже происходил лов этой рыбы. Однако такие факты ничуть не говорят за то, что целлюлозные стоки рыбе безвредны. Но все же необходимо продолжать исследования.

При современном быстром расширении сети целлюлозных заводов в таких районах, как К-ФССР и Ленинградская область вопросы о загрязнении промысловых водоемов, несомненно, будут приобретать все большую и большую остроту. Потребуется много забот о сохранении чистоты водоемов в интересах и рыбного хозяйства, и в интересах здоровья прибрежных жителей.

Речное гидростроительство, хотя обычно и не имеет прямого отношения к загрязнению водоемов, но оно также является фактором, изменяющим нормальный режим рек, поэтому и гидростроительные мероприятия должны входить в сферу научных наблюдений. Изученность рек СССР в гидрологическом и биологическом отношении находится в зачаточном состоянии и требует большого внимания со стороны научно-исследовательских организаций. Совершенно необходимо провести учет всех рек, находящихся под воздействием того или иного загрязнения.

III. Возможные мероприятия по борьбе с загрязнением водоемов

Мы остановились на двух наиболее значительных и наиболее затрагивающих интересы рыбного хозяйства формах загрязнения водоемов. Общеизвестны и другие виды и причины загрязнений, но на них нет надобности останавливаться. Для нас важно было поставить на обсуждение проблему возможности согласования интересов двух разнохарактерных хозяйств. При развитии одного хозяйства (лесопромышленного, включая лесосплав и целлюлозно-бумажное производство) обычно снижаются интересы другого (рыбного хозяйства, включая лов рыбы и сбережение рыбных запасов).

Само собой понятно, что при социалистических формах хозяйства ни лесосплав, ни бумажная промышленность не должны тормозиться такими требованиями со стороны рыболовства, которые идут вразрез с лесным делом, но и лесное дело не должно игнорировать интересы рыболовства. Не по линии борьбы, а по линии согласования должны идти взаимоотношения того и другого хозяйства. Часто бывает, что об отрицательном воздействии загрязнения на водоем поднимаются дебаты лишь тогда, когда уже поздно, или трудно, или невозможно бывает устранить причины загрязнений. Поздно говорить об отведении стоков целлюлозной фабрики, когда эти стоки спускаются в водоем при помощи целой системы сооружений, для этой цели воздвигнутых. Согласовывать интересы рыбного хозяйства и интересы водопользования необходимо прежде, чем возводится бумажная или другая фабрика.

В существующих правилах рыболовства как будто имеется специальный параграф, требующий, чтобы при проектировании промыш-

ленных предприятий на берегах водоемов (лесопильных, целлюлозных, бумажных и др. подобных промышленных предприятий) учитывались интересы рыбного хозяйства. На практике такое согласование обычно не делается. Нужно добиться, чтобы подобный параграф рыболовных правил соблюдался в полной мере. Не мало примеров, когда спускные воды бумажных фабрик могли быть отведены, не затрагивая промысловых водоемов. Строителям целлюлозных заводов еще до возведения таких заводов можно предложить такую конструкцию спускных лотков, которая допускала бы наивысшую возможную аэрацию спускных вод. Лесосплавные организации, несомненно, учтут предложения рыбопромысловых хозяйственников, если последние заблаговременно сделают предложения об устройстве отводных каналов и лотков для прохода леса. Во многих местах реки имеют раздвоенное русло, один рукав можно бы оставить свободным от сплава леса: это даст рыбе возможность спокойно подниматься к нерестилищам. Мне представляется возможным согласование интересов рыбного хозяйства с интересами сплава леса даже в таком сложном деле, как установление сроков спуска речных вод в шлюзованных участках.

Научно-исследовательские организации такого типа, как организации Академии Наук, также и организации ихтиологические обязаны в значительной мере наблюдать за влиянием на рыбное население и вообще на животный и растительный мир водоемов поступающих в эти водоемы всякого рода загрязнений. При этом нужно иметь в виду, чтобы наблюдения над газовым и солевым режимом водоемов всегда сопровождалась наблюдениями гидробиологическими и ихтиологическими. Во многих случаях гидробиологические наблюдения могут дать результаты более скорые и более нужные, чем результаты химических исследований. Коротко говоря, совершенно необходим научный контроль над водоемами, в первую очередь над реками.

Методика исследований по загрязнению водоемов должна быть однородной для всех мест СССР.

В настоящее время снова оживился большой интерес к охране природы. Возрождаются старые и возникают новые общественные организации по защите растений и животных. Своевременно поднять вопрос о защите водных угодий от разного рода загрязнений. Одни административные меры в этом деле пока не могут дать желаемых результатов. Совершенно ясно, что нужна самая интенсивная пропаганда идеи сохранения чистоты водоемов. Нужно разъяснить, насколько вредно и опасно загрязнение вод и в отношении рыбного хозяйства и в отношении здоровья населения. Эту полезную общественную миссию должны принять на себя не только природоохранные, но и научно-исследовательские организации. Еще лучших результатов в деле охранения чистоты водоемов можно добиться путем создания специального органа, который мог бы вести постоянные наблюдения над водоемами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доброхотов В. И. и Правдина М. А. Материалы по гидрологии и рыболовству р. Ковды. Рыбное хозяйство Карелии, в. 2, 1933.
2. Климova А. В. Влияние стоков Кондопожского бумажного комбината на рыб Кондопожской губы Онежского озера. Тр. К-Ф отд. ВНИОРХ, П., 1946.

3. Она же. Экспериментальное исследование влияния стоков целлюлозного производства на развитие икры рыб. Там же.
4. Кожин Н. И. и Трифонов А. К. Результаты исследования влияния лесосплава на химический состав воды. Экономика и статистика Карелии, 1928, № 2.
5. Малышенко П. Г. Опыт гидрoхимической характеристики сточных вод Кондопожского бумажного производства, Тр. К-Ф отд. ВНИОРХ, П., 1946.
6. Мешков М. М. Экспериментальные исследования влияния на рыб стоков целлюлозного производства. Там же.
7. Остроумов Н. А. Значение лесосплава в рыбном хозяйстве северных равнинных рек. Докл. АН СССР 56, № 1, 1947.
8. Правдин И. Ф. Очерк рыбного хозяйства в Волховской губе Ладожского озера и в реке Сяси. Изв. ВНИОРХ, XII, 2, 1931.
9. Рудольф З. Мероприятия против загрязнения вод в Польше. 1933.
10. Таусон А. С. Ядовитое действие отдельных компонентов сточных вод на рыб и некоторых беспозвоночных. Уч. Зап. Молотовского университета, VI, в. I, 1947.
11. A. I. m. Virkesflötningens inverkan på fisket, 1923.

J. F. Pravdin.

PUUTAVARAN UITON JA PAPERITEOLLISUUDEN JÄTTEIDEN VAIKUTUS KALABIOLOGIAAN YHTEENVETO

Vesistöissä ja laboratorioissa suoritettut kokeet ovat osoittaneet, että puutavaran uitto nopeajuoksuissa ja kivikkopohjaisissa joissa ei vaikuta tuhoisasti kaloihin mikäli tällaisten jokien hydro-kemialliset olot jäävät normaaleiksi. Puutavaran uitto tällaisissa joissa vaikuttaa kielteisesti kalojen lisääntymiseen.

Selluloosajätteet ovat vahingollisia ja tuhoisia sekä pohjaanlasketun kalanmädin kehitykselle kuin myöskin nuorille ja varttuneille kaloille. Paperin jäteaineilla on heikosti kielteinen vaikutus kaloihin.