



ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ

Distr.
RESTRICTED

EB.AIR/WG.1/R.118
26 April 1996

RUSSIAN
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПО КОНВЕНЦИИ
О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА
НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ

Рабочая группа по воздействию
(Пятнадцатая сессия, Женева, 3-5 июля 1996 года)
Пункт 5 b) предварительной повестки дня

ПОДКИСЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЕВРОПЕ: ДОЗА/ОТВЕТНАЯ
РЕАКЦИЯ ВОДНОЙ ФАУНЫ И ДОЛГОСРОЧНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ*

* Итоговый доклад по результатам, достигнутым Международной совместной программой по оценке и мониторингу подкисления рек и озер, подготовленный при содействии г-на Г.Р. Раддума, Зоологический институт, Бергенский университет, Норвегия.

Документы, подготовленные под руководством или по просьбе Исполнительного органа по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, предназначены для СЛУЖЕБНОГО пользования правительствами и организациями, принимающими участие в работе Исполнительного органа, и могут передаваться газетам или периодическим изданиям только в том случае, если Исполнительный орган СНИМАЕТ ОГРАНИЧЕНИЕ с их распространения.

І. ВВЕДЕНИЕ

1. Международная совместная программа по оценке и мониторингу подкисления рек и озер (МСП по водам), учрежденная в 1985 году в качестве одной из составных частей программы, ориентированной на воздействие деятельности по Конвенции, функционирует в рамках системы мониторинга, предназначенной для оценки экологического воздействия кислотных осадений на поверхностные воды и прогнозирования будущих изменений в экосистемах на основе различных сценариев осадения. Центр Программы и ее база данных находятся в Норвежском научно-исследовательском институте по водным проблемам (НИВА); налажено тесное сотрудничество с Зоологическим институтом и Бергенским университетом Норвегии.

2. Эта программа, осуществляемая на основе проводимых национальных мероприятий в различных участвующих странах и на их участках мониторинга, реализуется в рамках сотрудничества, налаженного между определенными национальными лабораториями и институтами. Процедуры мониторинга изменяются с точки зрения временных рядов и характера анализа в зависимости от той или иной страны. В Норвегии соответствующие ряды данных биологического мониторинга существуют с 1981 года; в Германии, Ирландии и Швеции биологический мониторинг осуществляется также в течение ряда лет. В целом биологические и химические данные, которые могут использоваться для установления зависимостей доза/реакция, были собраны на 108 участках. Кроме того, в Норвегии имеются данные по беспозвоночным и рыбам, собранные соответственно на 165 и 1 095 участках, которые не охвачены мониторингом на регулярной основе.

3. Беспозвоночные реагируют на присутствие различных соединений в воде. В подкисленных районах основной причиной сокращения численности видов является токсическое воздействие низких концентраций рН или рН в сочетании с алюминием (Raddum and Fjellheim, 1984; Engblom and Lingdell, 1984; Herrmann *et al.*, 1993; and Larsen *et al.*, в печати). Токсическое воздействие уменьшается при повышении концентрации Са и гуминовой кислоты (Lien *et al.*, 1996).

4. Воздействие подкисления на беспозвоночных определяется посредством использования модели, основывающейся на определении наличия/отсутствия видов/таксонов, которые являются чувствительными или устойчивыми к воздействию подкисленной воды. Виды-индикаторы распределяются по четырем категориям в зависимости от степени их устойчивости к воздействию. Разработана модель, рассчитанная на норвежскую фауну, где некоторые виды полностью отсутствовали до понижения уровня рН ниже отметки 5,5. При наличии наиболее чувствительных видов в конкретном месте это место относится к категории малоподкисленных или неподкисленных участков и имеет балльный показатель 1. В случае отсутствия в конкретном месте этих видов, но при наличии видов, которые переносят концентрацию рН на уровне 5,0, это место относится к категории умеренно подкисленных участков и имеет балльный показатель 0,5. Балльный показатель подкисления, равный 0,25, присваивается тем участкам, где отсутствуют все вышеупомянутые восприимчивые виды, но присутствуют виды, способные переносить

концентрацию рН на уровне 4,7. И наконец, если в конкретном месте присутствуют лишь весьма устойчивые виды, которые способны переносить концентрацию рН ниже уровня 4,7, то это место относится к категории сильно подкисленных участков и имеет балльный показатель 0. В этой ступенчатой модели не учитываются сублетальные эффекты.

5. Однако следует учитывать, что отсутствие тех или иных видов может быть обусловлено не только наличием подкисленной воды. Поэтому применение описанной выше модели может быть малоэффективным, особенно на начальной стадии подкисления. Для решения этой проблемы использовались многомерные численные методы расчета зависимости между присутствием беспозвоночных и наличием важных для качества воды соединений. Кроме того, изучение предсказуемых свойств беспозвоночных в отношении от рН позволило выявить новые виды-индикаторы.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ

6. Степень и географические масштабы биологического ущерба, обусловленного подкислением, неодинаковы в различных районах Европы и зависят от буферного потенциала коренной породы и характера осадений. В районах, где преобладают олиготрофные водоемы с низким содержанием кальция, что характерно для Норвегии, особенностью фауны является наличие незначительного числа как чувствительных, так и устойчивых видов. Это объясняется неспособностью многих видов приспособиться к этим условиям. Фауна в водоемах с высокой ионной силой и богатых кальцием водах обычно характеризуется большим разнообразием, чем в олиготрофных водоемах. Виды, приспособленные к насыщенным ионами водам, обычно хуже переносят низкую концентрацию рН.

7. Это можно продемонстрировать на примере сопоставления озер, имеющих балльный показатель (с низким уровнем подкисления) в Норвегии и Германии. В Норвегии средний уровень рН в местах, где в большей степени представлены чувствительные виды, составил 5,8, в то время как в соответствующих местах в Германии уровень рН достиг 6,8. Средний кислотонейтрализующий потенциал (КНП) составил 10 и 150 мк.экв./л. Следовательно, в олиготрофных водах с низкой концентрацией Са, колеблющейся в пределах 0,3–2 мг/л, для охраны рыб и беспозвоночных в районах кислотных осадений рекомендуется обеспечение КНП на уровне 20 мк.экв./л. В насыщенных ионном водоемах с высокой концентрацией Са, колеблющейся в пределах 3–6 мг/л или более, критический предел КНП должен быть выше. Однако определить этот предел КНП не так просто с учетом значительных изменений данных химии воды. Вместе с тем можно отметить, что наиболее чувствительные представители фауны довольно редко обнаруживаются в этих водах, где показатель рН достигает 6. Исходя из этого, предельный уровень КНП был определен на основе установления корреляционной зависимости между уровнями рН и КНП, согласно которой уровень рН, равный 6, соответствует показателю КНП, составляющему 50 мк.экв./л. Таким образом, в подкисленных районах Центральной Европы для охраны наиболее чувствительных организмов

предлагается поддержание критического предельного показателя КНП на уровне 50 мк.экв./л. Этот предел должен быть также установлен и в других районах водосборных бассейнов, богатых кальцием, что характерно для многих участков мониторинга в Швеции.

8. Подкисление и сокращение численности видов оказалось наиболее значительным в районах, изначально характеризовавшихся большим разнообразием видов. Это было обусловлено тем, что доля чувствительных видов в этих сообществах значительно больше, чем в сообществах с меньшим разнообразием видов. В этой связи сильно подкисленным районам в Швеции и в центральной части Европы причинен относительно большой ущерб с учетом процентной доли исчезнувших видов, чем, например, подкисленным районам в Норвегии и Ирландии.

9. Для количественной оценки взаимосвязи между видами и компонентами химии воды, включая рН, кальций, КНП, общий показатель концентрации алюминия и проводимость, использовался многомерный численный анализ. Результаты анализа канонических соответствий с исключенным трендом (АКСИТ) свидетельствуют о значительной корреляции показателей рН и концентрации алюминия (ось 1), которые таким образом являются наиболее важными факторами происходящих в фауне изменений. Кроме того, проводимость и КНП являются существенными показателями, от которых зависят происходящие в фауне изменения по оси 1. По оси 2 единственным существенным фактором изменений, происходящих в сообществах беспозвоночных, оказался кальций.

10. Предсказуемые свойства беспозвоночных в отношении рН изучались посредством определения среднего взвешенного (СВ) регрессии и калибровки и среднего взвешенного частичной наименьшей квадратической регрессии (СВ-ЧНК). Результаты анализа свидетельствуют о хороших предсказуемых свойствах беспозвоночных ($RMSEP_{boot}$ для СВ = 0,309 единиц рН), исходя из чего по результатам анализов состояния фауны можно предсказывать уровень рН в том или ином районе с точностью до $\pm 0,3$ единиц рН. Таким образом, беспозвоночные имеют такие же предсказуемые свойства, как и диатомеи. Таксон-индикатор для рН был найден с помощью регрессии Госяна. Было установлено, что численность многих видов возрастает по мере уменьшения уровня рН, в то же время при повышении уровня рН наблюдается рост численности других видов. Таким образом было выявлено множество видов, свидетельствующих о низком или же высоком уровне рН. Результаты этих анализов необходимы для проверки устойчивости видов-индикаторов, используемых при определении балльных показателей простейшим методом, о котором говорилось выше. Результаты этих анализов позволили также выявить новые виды-индикаторы.

11. Для определения долгосрочных тенденций в отношении фауны беспозвоночных использовались балльные показатели подкисления водосборов, охваченных в течение длительного периода мониторингом, проводившимся на регулярной основе. Мониторинг некоторых речных систем Норвегии проводится начиная с 1981 года. Полученные данные свидетельствуют о том, что весенние пробы имеют, как правило, наиболее высокий

уровень подкисления (низкий балльный показатель), что обусловлено выделением кислот в процессе таяния снегов. В осенний период уровень кислотности ниже (высокий балльный показатель). Учитывая эту межсезонную разницу, анализ тенденций осуществляется на основе раздельного изучения весенних и осенних данных. Значительное повышение балльного показателя (при пониженной кислотности) было зарегистрировано в осеннее время в период 1989-1994 годов на двух из охваченных мониторингом водосборах. В весеннее время значительное повышение балльного показателя было зарегистрировано в период 1982-1988 годов на водосборах с наиболее низким уровнем кислотных осадений. Наблюдающееся увеличение балльного показателя является, вероятно, результатом снижения уровня кислотных осадений в Норвегии. До настоящего времени наблюдалось улучшение положения прежде всего в районах, которые изначально лишь незначительно пострадали от подкисления, в то же время в районах с высоким уровнем подкисления с течением времени наблюдаются лишь незначительные изменения.

Справочные материалы*

Engblom, E. and P.-E. Lingdell, 1984. The mapping of short-term acidification with the help of biological pH indicators. Rap. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 61: 60-69.

Herrmann, J., E. Degerman, A. Gerhardt, C. Johansson, P.E. Lingdell and I.P. Muniz. 1993. Acid-stress effects on stream biology. Ambio 22: 298-307.

Larsen, J., H.J.B. Birks, G.G. Raddum and A. Fjellheim, 1996. Quantitative relationships of invertebrates to pH in Norwegian river systems. (Hydrobiol. в печати).

Lien, L., G.G. Raddum, A. Fjellheim and A. Henriksen, 1996. Critical limits for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrates. The Science of the Total Environment 117, 173-193.

Raddum, G.G. and A. Fjellheim. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in western Norway. Verh. Int. Verein. Limnol. 22: 1973-1980.

* Эти материалы воспроизведены в том виде, в каком они были получены секретариатом.