

Cercetări Marine	I. R. C. M.	Nr. 4	211-218	1972
------------------	-------------	-------	---------	------

L'ACTION DE L'ARSENE, EN TANT QU'ÉLÉMENT POLLUANT SUR LES POISSONS D'EAU DOUCE

**Octavian Şerbănescu, Radu Mihnea,
Icmet Bilal et Elvira Cuingioglu**

Institut Roumain de Recherches Marines - Constantza

ABSTRACT

Data concerning the influence of the arsenic ions, which may appear in fishing basins from the waste waters of a chemical plant, upon the fresh water fishes are presented in the paper. Experiments were carried out on two races of carp (Cyprinus carpio and Cyprinus carpio galititanus), than on Rutilus rutilus carpathorossicus, and on Perca fluviatilis fluviatilis, with tri-valent and pentavalent arsenic salts. The authors check the toxicity of each type of ion, taking into account the solubility of the respective salts. The behaviour of the fish at various concentrations between 0,5 and 100 ppm As was observed.

La présence de l'arsène dans les eaux naturelles se réduit généralement au niveau de traces, mais il peut atteindre toutefois des valeurs jusqu'à 1 mg/l; il est associé dans la plupart des cas au fer, avec

lequel il précipite et se dépose sur le lit des eaux (MALACEA, 1969).

Dans les eaux piscicoles naturelles l'arsène se trouve dissocié - sous forme d' AsO_4^{3-} , mais les quantités ne dépassent pas 0,03-0,10 mg/l. On estime en générale que les concentrations inférieures à 0,2-0,5 mg/l As, ou 0,2 mg/l As_2O_3 n'entraînent pas de dérèglages dans les processus physiologiques des poissons. Il est à noter que la limite maxima admise pour l'eau potable est de 0,23 mg As_2O_3 /l (GAVRILESCU, 1953; GARBY, 1948; RAKESTRAW, 1933).

L'arsène présent dans des quantités polluantes dans les eaux piscicoles, a des provenances très variées: fabriques d'engrais, cellulose et acide sulfurique, tanneries, teintureries, les eaux usées fournies par l'industrie charbonnière etc.

Matériel et méthode de travail

Les recherches ont été effectuées en conditions de laboratoire dans des aquariums de 460 l contenant de l'eau bien aérée. Le matériel biologique a été constitué par les poissons Cyprinus carpio, Perca fluviatilis fluviatilis, Cyprinus carpio de la race galicienne et Rutilus rutilus carpathorossicus, âgés d'un à deux ans et provenant d'élevages.

L'emploi au cours de ces expériences de sels de l' As^{3+} et de l' As^{5+} a permis de vérifier la toxicité de chaque ion à part et d'établir les effets produits sur les poissons, aussi bien dans le temps, que sur différents échelons de l'intoxication.

Nos expériences ont comporté trois séries distinctes, suivant le matériel étudié: le Cyprinus carpio de la race galicienne - dans la première série; le Cyprinus carpio - dans la deuxième; le Rutilus rutilus carpathorossicus et le Perca fluviatilis fluviatilis - dans la troisième. Le matériel provenait d'élevages - dans le cas des deux premières séries - et du lac Siutghiol pour la troisième. On a utilisé pour chaque espèce des sels d' As^{3+} et d' As^{5+} , à des concentrations variant entre 0,5 et 100 mg/l.

Pour toutes les expériences le pH s'est trouvé entre 7,0 et 8,5 et la température de l'eau n'a jamais dépassé 21°C. En considérant ces

valeurs on peut estimer que les principaux facteurs caractérisant les conditions dans les aquariums ont été maintenues dans de limites normales, surtout si l'on tient compte que l'eau utilisée a été prise dans les mêmes bassins que les poissons soumis aux expériences.

Résultats originaux

On a essayé dès le début de trouver la concentration qui s'avérât la plus toxique. Après plusieurs tâtonnements concernant le méta-arsénite de potassium ($KAsO_2$) - un sel parfaitement soluble et contenant de l' As^{3+} - nous avons constaté qu'à partir d'une concentration de 30 mg/l et jusqu'à 100 mg/l, les poissons étudiés devenaient - après 3-4 heures - très lents et toujours moins mobiles, en manifestant par surcroît d'évidentes difficultés pour maintenir leur position de nage normale; pendant les heures qui suivaient les poissons devenaient rigides, totalement immobiles au fond de l'eau, position où survenait la mort - après 42 heures environ.

Cet intervalle de temps varie toujours en fonction de plusieurs facteurs: l'âge, l'espèce et, même, le lieu où les poissons vivaient avant l'expérience. Pour cette étape des expériences nous avons considéré la concentration de 30 mg/As/l comme la valeur toxique recherchée (voir le tableau no.1). In paraît également digne d'être remarqué le fait qu'il n'y a eu même un seul des poissons morts qui fût revenu - le ventre retourné - à la surface de l'eau. Cela a été attribué à l'action destructive de l'arsène sur la flore bactérienne du trajet digestif du poisson, qui, une fois interrompue, n'a pas pu produire les gaz de décomposition qui font généralement monter les poissons morts à la surface de l'eau.

A de concentrations de 10-15-20 mg/l As^{3+} , les poissons vivaient dans des conditions normales, sans présenter quelque genre de modification, à l'exception de la torpeur survenue après 120-160 heures.

Il y a toutefois un phénomène intéressant à signaler, apparu après avoir remis ces exemplaires en eau fraîche. En effet, 3 à 5 jours après la sortie du milieu toxique, les poissons avaient recouvré leur

Tableau 1

La variation du temps de survie en fonction de la concentration d'arsène

Concentration As/mg/l	Temps de survie, en heures		
	<u>Cyprinus carpio</u> en eau d'élevage	<u>Cyprinus carpio</u> dans l'eau de Stutghiol	<u>Rutilus rutilus</u> <u>carpathorossicus</u> dans l'eau pro- venant du Delta du Danube
30	42	41	43
40	22,5	35	34
50	14	21,5	19,3
60	10	15	11,2
75	9	12	12,5
85	8	9	9,3
100	7	8,7	9

mobilité mais ne se nourrissaient pas; on a constaté de plus quelques nouvelles manifestations: exophtalmie prononcée, apparition d'une membrane blanche, corneuse, couvrant les yeux (fig.1) et provoquant la cécité; dans d'autres cas, on a constaté la résorption totale des yeux, des plaies sur la tête et le corps (chez le Cyprinus Carpio de la race galicienne), ou bien l'apparition de zones démunies d'écaillés (chez le Cyprinus Carpio et Rutilus rutilus carpathorossicus). On a également constaté la diminution par macération des raies de la nageoire caudale, ce qui réduisait considérablement l'équilibre dans l'eau et les possibilités de mouvement des poissons dans l'aquarium (fig.2).

L'arsène a agi aussi sur la configuration de la bouche, qui a été presque totalement rongée (fig.3a et 3b), surtout chez le Rutilus rutilus carpathorossicus.

En continuant les observations, nous avons constaté que les poissons commençaient à manger seulement après 15 jours à partir de l'apparition des symptômes décrits ci-dessus. La cicatrisation des plaies commençait après 20 jours environ.

La régénération des raies et la membrane détruites a commencé beaucoup plus tard - après 40 jours environ - mais le phénomène progressa assez rapidement. La régénération totale survint après 110 jours environ.

En vue de vérifier l'action de l'arsène sur d'autres poissons aussi, nous avons également expérimenté des exemplaires de Rutilus rutilus carpathorossicus et de Perca fluviatilis fluviatilis provenant du lac de Siutghiol. En principe, l'action toxique a été la même et s'est manifestée tant sur les raies que sur la bouche, particulièrement chez le Rutilus rutilus carpathorossicus (fig. 3 b).

A de concentrations plus faibles (1-2-3-4-5- mgAs), la durée de survie est beaucoup plus grande chez le Cyprinus carpio (15 jours et plus) pour les exemplaires âgés de deux ans, et 3-4 jours pour les exemplaires âgés d'un an, pendant que les exemplaires de Rutilus rutilus carpathorossicus meurent après 60 heures environ.

Ceci signifie que les effets de l'intoxication à l'arsène ne dépendent pas uniquement de l'espèce et de concentration, mais aussi de l'âge des poissons, c'est à dire, d'un certain métabolisme et, par conséquent, d'une certaine sensibilité organique.

Des essais comportant la neutralisation de l'arsène présent dans des concentrations plus faibles que 5 mg/l, au lait de chaux (pH = 8,5-7,0), ont permis de constater le prolongement de la durée de survie à plus de 15 jours, comme résultat de l'élimination - par précipitation - de l'arsène du milieu de vie des poissons. Il est à noter qu'à une concentration d'arsène égale, mais sans ajouter du lait de chaux, Rutilus rutilus carpathorossicus est mort après 70 heures environ.

Dans le cas des expériences utilisant l'As⁵⁺ nous n'avons constaté aucun symptôme d'intoxication, bien que les concentrations s'étendaient entre 0,5 et 100 mg/l. Ceci a été attribué au fait que le FeAsO₄ utilisé aux expériences est un sel insoluble qui se dépose sur le fond du bassin avant que l'arsène puisse entrer dans le circuit métabolique.

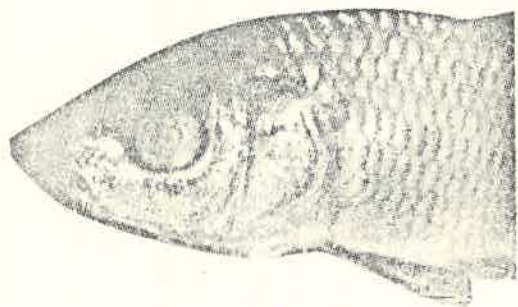


Fig. 1. Oeil de Cyprinus carpio devenu opaque

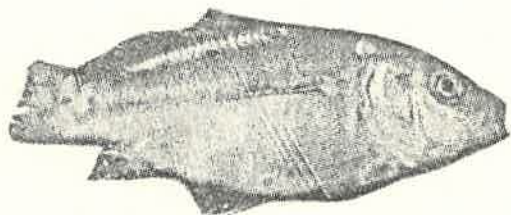


Fig. 2. Rayons macérés de la nageoire caudale

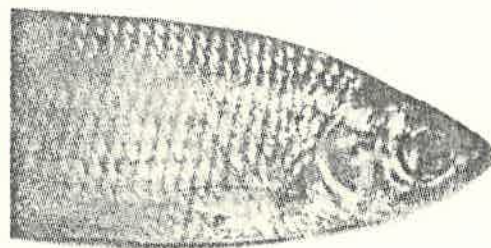


Fig. 3.a. Exemple de Rutilus rutilus carpathorossicus
à bouche normale

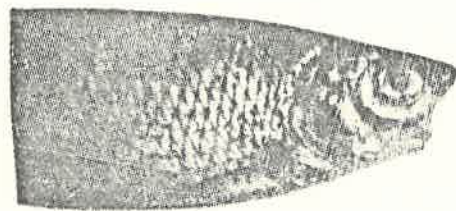


Fig. 3.b. Exemple de Rutilus rutilus carpathorossicus
à bouche modifiée

Conclusions

1. L'arsène peut être un polluant des eaux piscicoles, et sa toxicité augmente proportionnellement au taux de concentration dans l'eau.

2. La toxicité de l'arsène varie en fonction de la valence et de la solubilité, c'est à dire, de certaines propriétés du composé à partir d'arsène.

3. L'action biologique de l'arsène est liée à plusieurs facteurs, à savoir: la dose, la race, l'espèce, l'âge, l'état général de l'organisme; elle dépend également de la présence ou l'absence dans le milieu environnant d'ions susceptibles à réagir à l'arsène.

4. La sensibilité des poissons à l'arsène est d'autant plus grande que l'âge est plus réduit; les plants sont les plus sensibles.

5. Dans le cas des eaux à faible teneur en arsène, les poissons ne présentent pas de symptômes d'intoxication chronique; cependant ils apparaissent pendant les premiers jours après la remise des poissons dans un milieu propre, épuré d'arsène.

6. Pendant que certains effets de l'action de l'arsène sont rémediés par l'organisme-même (la régénération des raies et des membranes, la cicatrisation des plaies et la croissance des écailles), d'autres - particulièrement la cécité - sont irréparables.

7. Bien que la durée de survie des poissons puisse être prolongée dans le cas des concentrations plus faibles, il ne faut pas perdre de vue le phénomène de concentration dans le corps des poissons. Etant donnée que l'arsène peut être concentré jusqu'à 10^2 fois par rapport aux taux présent dans le milieu ambiant, il est facile de se représenter le danger constitué par la présence de l'arsène dans l'eau, même à des concentrations particulièrement faibles.

8. Indépendamment de la source, une fois arrivés dans l'eau, l'arsène et ses composés deviennent des toxiques puissants à l'action résorptive, l'effet sur l'organisme étant déterminé par le degré de solubilité du composé et la dose. Les composés insolubles ne semblent pas être toxiques pour l'organisme.

Bibliographie

1. JOHNSON, D., PILSON, M. - 1972. Arsenate in the western North Atlantic and Adjacent Regions. Jour.Mar.Research, 30, n.1, pp. 140-149.
 2. GARGY, S., RAKESTRAW, N., FOX, D. - 1948. Arsenic in the sea. Jour.Mar.Research, 7, pp. 22-31.
 3. GAVRILESCU, N., POPOVICI, P. - Analiza chimică aplicată la hidrobiologie și ape piscicole. Ed.de stat București, pp.27.
 4. GOODMAN, L.S., GILMAN, A. - 1965. Bazele farmacologice ale teraputicii. Ed.medicală București, pp.805-808.
 5. MALACEA, I. - 1969. Biologia apelor ir purificate. Ed.Academiei R.S.R., pp.182.
 6. PORTMANN, J.E., RILEY, J.P. - 1964. Determination of arsenic in sea water, marine plants and silicate and carbonate sediment. Anal. chim.Acta, 31, pp. 509-519.
 7. RAKESTRAW, J.E., LUTZ, F.B. - 1933. Arsenic in sea water. Biol. Bull.woods Hole, 63, pp.397-401.
 8. SURBER, F.W., MEEHAN, O.L. - 1931. Lethal concentrations of arsenic for certain aquatic organisme. Amer. Fish. Soc. Trans. 61, pp. 226.
 9. - 1970. Rapport du "Comitee on Water Anality Criteria Federal Water Pollution Control Administration U.S. Department of the Interior Washington D.C." E.U. FAO Fisheries Technical Paper no.94, Roma, pp.89.
-