

ACȚIUNEA ACRILONITRILULUI ASUPRA METABOLISMULUI ENERGETIC LA *CARASSIUS AURATUS GIBELIO* BLOCH ÎN RAPORT CU TEMPERATURA DE ADAPTARE

O. DRĂGHICI, AL. G. MARINESCU

De un interes deosebit în domeniul efectelor biologice ale poluării apelor se bucură în ultimii ani cercetările întreprinse în vederea evidențierii modificărilor de ordin fiziologic la nivelul organismelor acvatice sub acțiunea diferiților agenți chimici de natură anorganică și organică (Wohlschlag și colab., 1968; Lee, 1969; Pora și colab., 1970; Scott, 1971; O'Hara, 1971; McLeod, 1973; Leonte, 1973; Marinescu și colab., 1974 etc.). Cu foarte puține excepții (McLeod și Pessah, 1973; Marinescu și colab., 1974) lipsesc preocupările privind relația noxă metabolism în diferite condiții de temperatură.

Ne-am propus în eperimentul ce face obiectul prezentei lucrări să urmărim acțiunea unui compus chimic (acrilonitrilul), care are un coeficient de solubilitate înalt și manifestă o toxicitate deosebit de ridicată, doza letală pentru om și animalele cu sînge cald fiind de numai aproximativ 30 ori mai mare decît aceea a acidului cianhidric, iar limita maximă admisă în ape (2 mg/l) de 20 ori mai mare decît a acestuia (0,1 mg/l) (Bespamiatnov și colab., 1972).

MATERIAL ȘI METODĂ

Au fost utilizate pentru realizarea acestui experiment exemplare de caras (*Carassius auratus gibelio* Bloch), provenite dintr-un iaz al C.A.P. din satul Furduești, județul Argeș, care au fost menținute în laborator în acvarii cu apă curentă timp de 2 săptămîni în condiții de inaniție.

Experiențele s-au desfășurat în trei variante, corespunzător celor 3 nivele termice alese pentru evidențierea acțiunii acrilonitrilului :

— varianta 1 pentru temperatura de 5°C (2 loturi a câte 8 exemplare) ;

— varianta a 2-a pentru temperatura de 20°C (2 loturi a câte 8 exemplare) ;

— varianta a 3-a pentru temperatura de 30°C (2 loturi a câte 10 exemplare).

În cadrul fiecărei temperaturi de experimentare (ET — potrivit terminologiei lui Precht, 1949) au fost utilizate două doze (2 mg/l și

¹ Au fost utilizate parțial unele materiale donate de Fundația Alex. von Humboldt (R.F.G.).

respectiv, 5 mg/l), prima constituind limita maximă în apele naturale, iar cea de a doua, reprezentând concentrația limită de substanță determinată pe baza influenței asupra regimului sanitar al apei curgătoare (microflora saprofită, necesarul biologic de oxigen etc.) (Zabejianskaia și Bryk, 1960), cit. în B e s p a m i a t n o v și colab., 1972

Primul nivel termic (5°C) a fost realizat într-o cameră specială frigorifică (la Institutul de Științe Biologice București), iar nivelele celelalte (20 și 30°C), utilizând o instalație de termostatare, alcătuită dintr-o rezistență electrică introdusă în tub de sticlă, un releu și un termometru de contact.

Pregătirea animalelor de experiență s-a făcut în așa fel încât anterior experimentării se realiza o „aclimație“ (Fry, 1967) a fiecărui lot în parte la temperatura respectivă (timp de 1 săptămână) (AT = ET). Pentru trecerea peștilor de la temperatura laboratorului la cele 2 temperaturi extreme s-a procedat înainte de începerea experimentului la o conținere a loturilor timp de 24 ore la o treaptă termică intermediară (12°C pentru varianta 1 și, respectiv, 24°C pentru varianta a 3-a) pentru evitarea efectelor unui eventual șoc termic (Precht și colab., 1973; Șanta și Marinescu, 1970).

La fiecare animal supus experimentului s-a determinat consumul de oxigen ca indice al metabolismului energetic, la temperatura corespunzătoare fiecărei variante (valoare martor) și apoi la 3, 6, 24, 48 și 96 ore de la introducerea peștilor în acvariul cu apă ce conținea doza de acrilonitril.

La temperatura de 30°C, pe lângă consumul de oxigen a fost determinată și frecvența mișcărilor operculare.

Determinarea consumului de oxigen s-a făcut în condițiile camerei respiratorii „închise“ (fără circuit de apă) pentru varianta de la 5°C și, pentru temperaturile superioare, utilizând o instalație de construcție originală (sistem „deschis“), alcătuită din 4 camere respiratorii așezate într-o baie și alimentate cu apă a cărei temperatură era reglabilă cu ajutorul unui termostat U-10 și menținută la un debit constant (sistem prea-plin).

Dozarea oxigenului conținut în apă s-a făcut potrivit metodei Winkler, iar datele obținute au fost prelucrate statistic.

REZULTATE

În fig. 1 sînt prezentate datele obținute în prima variantă experimentală, în care a fost investigată acțiunea celor două doze de acrilonitril (2 mg/l și 5 mg/l) la temperatura de 5°C.

Raportînd valorile medii ale consumului de oxigen al peștilor din lotul nr. 1, obținute după administrarea dozei de 2 mg/l, la valoarea medie a consumului de oxigen anterioare expunerii la acțiunea noxei (martor) se constată următoarele: după 3 ore de la acțiunea substanței, media consumului de oxigen ($25,73 \pm 3,79$) este mai mică ($-24,78\%$) decît media inițială ($34,21 \pm 4,35$), scăderea nefiind însă semnificativă din punct de vedere statistic. După celelalte intervale de timp cercetate s-au înregistrat valori medii ale consumului de oxigen sensibil scăzute față de media inițială ($31,29 \pm 3,89$ la 6 ore; $29,86 \pm 2,06$ la 24 de ore și $31,41 \pm 2,74$ la 48 de ore, exprimate în procente aceste scăderi fiind de $-8,53\%$,

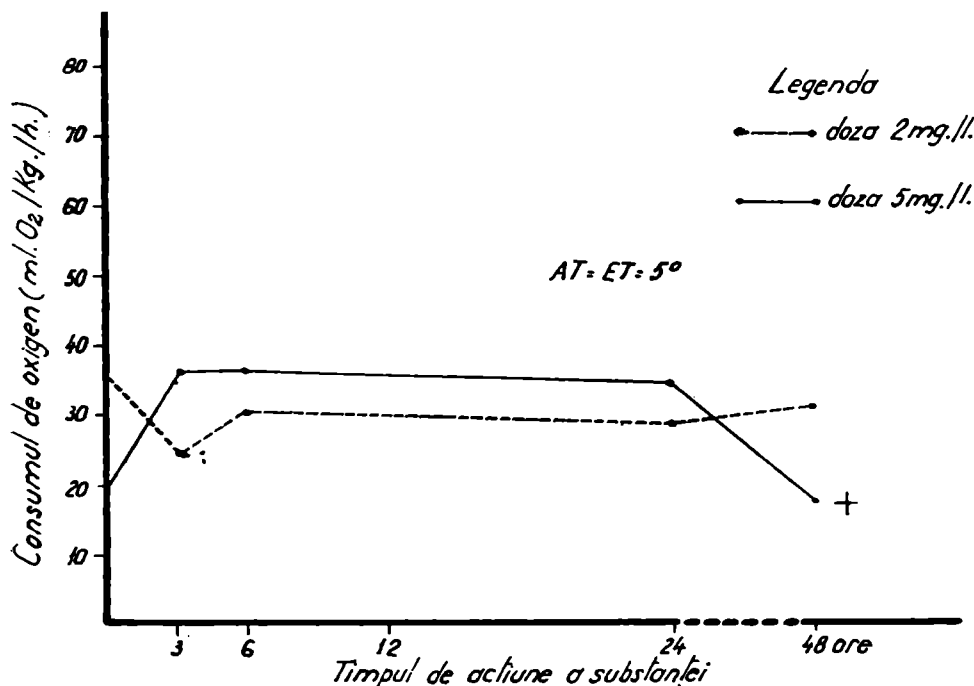


Fig. 1 — Acțiunea a două doze de acrilonitril (2 mg/l și 5 mg/l) asupra consumului de oxigen la temperatura de 5°C

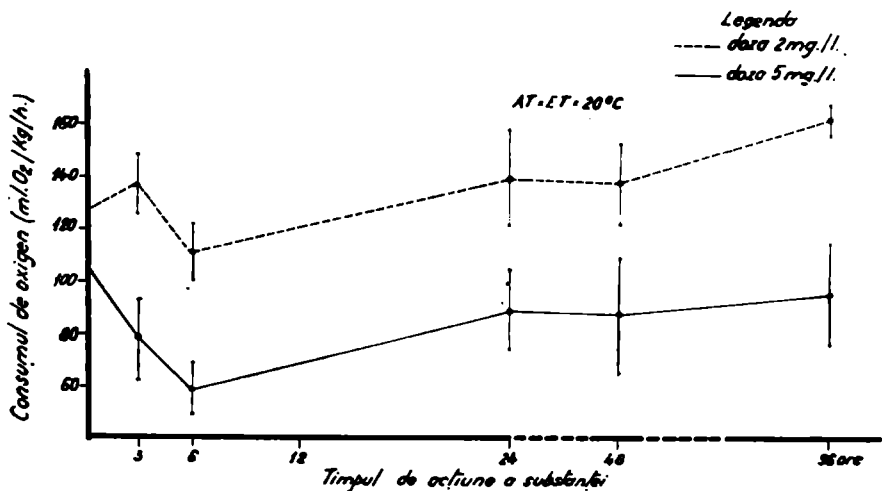


Fig. 2 — Acțiunea a două doze de acrilonitril (2 mg/l și 5 mg/l) asupra consumului de oxigen la temperatura de 20°C

—12,71% respectiv —8,18%, de asemeni statistic nesemnificative. De menționat tendința de revenire a metabolismului spre valoarea inițială după 48 de ore de la administrarea substanței.

Din analiza curbei consumului de oxigen al peștilor lotului nr. 2 cărora li s-a administrat doza de 5 mg/l acrilonitril în aceleași condiții termice se constată că : după 3 ore de la administrarea substanței, media

consumului de oxigen ($37,17 \pm 6,26$) depășește cu $79,82\%$ media inițială ($20,67 \pm 2,40$). Din punct de vedere statistic această creștere este semnificativă.

O creștere ușor mai pronunțată se înregistrează și după 6 ore de la administrarea substanței, media consumului de oxigen ($37,33 \pm 2,73$) la acest interval de timp fiind cu $80,59\%$ mai mare decât media inițială și foarte semnificativă din punct de vedere statistic. Între 24 și 48 ore, 4 din cele 8 exemplare au murit. (TL_{50} la temperatura de 5°C este mai mare de 24 de ore și mai mic de 48 de ore.)

Analizând graficul din figura 2, remarcăm că doza de 2 mg/l determină o sensibilă creștere a consumului de oxigen $+15,61\%$ după 3 ore de la administrarea substanței, media fiind de $67,02 \pm 14,95$ față de media inițială $57,97 \pm 16,23$. După 6 ore media consumului de oxigen scade cu $28,70\%$ față de valoarea inițială, revine apoi peste această valoare $+18,70\%$ după 24 de ore, creșterea menținându-se în limitele acestor valori și la 48 de ore ($+15,69\%$). Nici una din aceste oscilații față de valoarea inițială nu este semnificativă din punct de vedere statistic. O creștere mult mai pronunțată de $+57,34\%$, se înregistrează după 96 de ore la administrarea substanței media consumului de oxigen la acest interval de timp fiind de $91,21 \pm 4,98$.

Doza de 5 mg/l acrilonitril administrată lotului nr. 4 la acest nivel termic (20°C), determină după toate intervalele de timp cercetate scăderi ale consumului de oxigen, față de media inițială ($106,55 \pm 31,24$). Astfel după 3 ore media consumului de oxigen ($78,39 \pm 15,73$) este cu $-26,42\%$ mai mică decât valoarea inițială, dar ne semnificativă din punct de vedere statistic. O scădere mai accentuată a consumului de oxigen de $-43,88\%$ se obține la 6 ore după administrarea noxei, media la acest interval de timp fiind de $59,79 \pm 9,32$ și semnificativă din punct de vedere statistic. După celelalte intervale de timp cercetate (24, 48 și 96 ore) se constată o tendință de revenire a consumului de oxigen aproape de valoarea inițială cu toate că media acestui consum este cu $-15,85\%$, $-18,36\%$ și respectiv cu $-11,68\%$ mai mică decât consumul standard.

Rezultatele obținute în a III-a variantă experimentală în care am cercetat acțiunea celor două doze de acrilonitril asupra consumului de

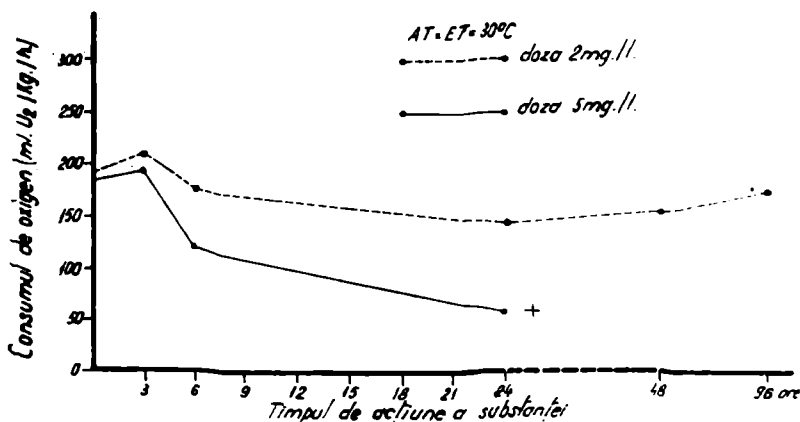


Fig. 3 — Influența a două doze de acrilonitril (2 mg/l și 5 mg/l) asupra consumului de oxigen la *Carassius auratus gibelio* Bloch la temperatura de 30°C

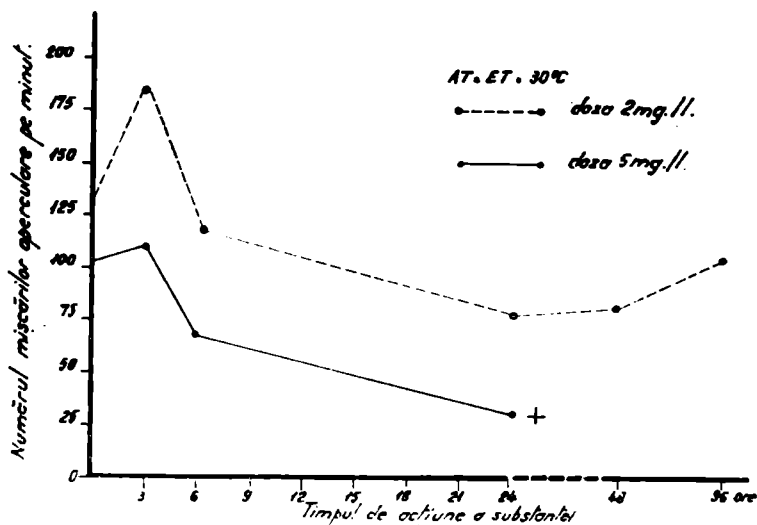


Fig. 4 — Influența a două doze de acrilonitril (2 mg/ și 5 mg/l) asupra frecvenței aperlurii la *Carassius auratus gibelio* Bloch la temperatura de 30°C

oxigen și mișcărilor operculare în condițiile temperaturilor de 30°C sînt prezentate în graficile din figurile 3 și 4.

Analizînd graficul 3 se evidențiază că doza de 2 mg/l acrilonitril provoacă de această dată cu excepția intervalului de 3 ore scăderi ale consumului de oxigen față de media inițială ($193,99 \pm 17,53$). La 3 ore după introducerea animalelor în acrilonitril, media acestui consum ($209,72 \pm 19,76$) este cu +8,10% mai mare decît valoarea standard și este nesemnificativă din punct de vedere statistic. Mediile consumului de oxigen obținute la 6 ore ($140,74 \pm 5,90$) la 24 ore ($151,17 \pm 11,27$) la 48 ore și ($174,59 \pm 12,01$) la 96 ore, sînt cu -9,26%, -27,44%, -22,07% respectiv -10% mai mici decît consumul inițial. Din punct de vedere statistic este semnificativă numai scăderea de -27,44% înregistrată la 24 ore și cea de -22,07% obținută la 48 de ore.

Urmărind curba consumului de oxigen al lotului 4, înainte și după introducerea animalelor în apă cu 5 mg/l acrilonitril se constată că după 3 ore valoarea medie ($194,80 \pm 19,27$) este sensibil mai mare +3,68% față de valoarea inițială, $187,88 \pm 7,67$. La intervalul de 6 ore de la introducerea animalelor în apa conținînd doza respectivă de poluant se observă o scădere fabuloasă de -35,64% a mediei consumului de oxigen ($120,91 \pm 9,71$) față de valoarea martor. Această scădere este foarte semnificativă din punct de vedere statistic. Diminuarea consumului de oxigen continuă și la intervalul de timp de 24 de ore cînd 6 din cele 10 exemplare au murit. Nici unul din animalele acestui lot n-a supraviețuit la intervalul de 48 ore, TL_{50} fiind mai mic de 24 ore în condițiile temperaturilor de 30°C.

Modificarea valorilor consumului de oxigen sub influența celor 2 doze de acrilonitril este însoțită de modificări corespunzătoare ale numărului de mișcări operculare pe minut (fig. 4).

DISCUȚIA REZULTATELOR

Pentru a avea o imagine mai clară asupra acțiunii noxei utilizate în cercetările noastre la cele trei nivele termice, am alcătuit pe baza datelor obținute grafice sintetice, prezentate în figurile 5 și 6. În acest mod avem posibilitatea interpretării comparative a relației efect — doză și efect — durată pe de o parte, iar pe de altă parte a evidențierii dependenței de temperatură a acestui relații.

Se constată că doza de 2 mg/l nu este letală la niciunul dintre nivelele termice la care s-au făcut experimentele, ceea ce corespunde limitei de admisibilitate. În condiții de hipotermie (5°C) această doză determină un efect metabolic de mică amploare, la toate intervalele de timp cercetate de noi.

Remarcăm însă faptul că la temperaturile superioare (în special la 20°C), doza de 2 mg/l determină o creștere a valorilor metabolismului respirator. Explicarea acestui comportament diferit poate fi pusă în legătură cu reactivitatea diferențiată a organismului respectiv la acțiunea unui agent oarecare în funcție de nivelul termic. Asemenea rezultate au fost menționate recent în literatura de specialitate (Luessem și Schlimme, 1971; Marinescu, 1971).

Doza superioară de 5 mg/l (fig. 6) evidențiază de asemenea un comportament diferențiat al acestei specii în raport cu nivelul termic la

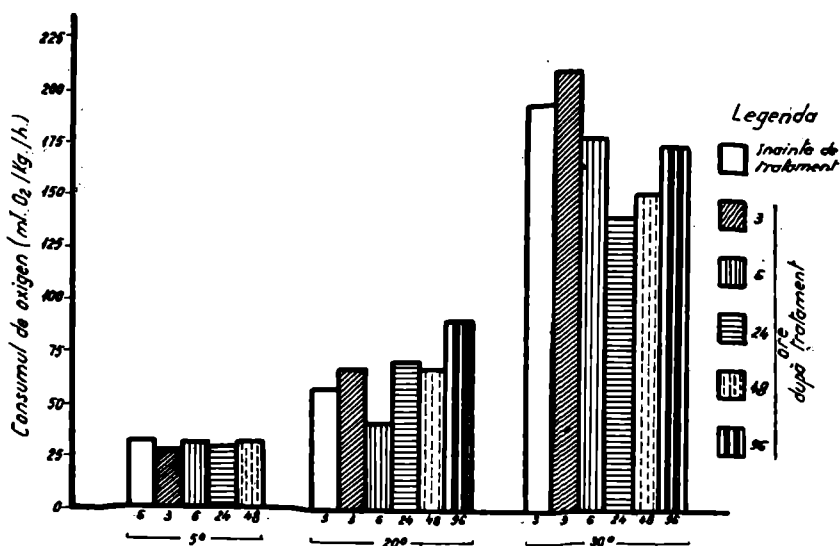


Fig. 5 — Acțiunea acrilonitrilului în doze de 2 mg/l asupra consumului de oxigen la *Carassius auratus gibelio* Bloch la trei nivele termice

care s-au făcut experimentele. În timp ce la 5°C și 30°C (temperaturi extreme pentru sezonul respectiv în mediul natural: mai-iunie), acrilonitrilul s-a dovedit a fi letal, la temperatura de 20°C peștii au manifestat o rezistență evidentă la acțiunea noxei. Similar cu constatarea făcută de unul dintre noi anterior (Marinescu, 1971) într-un experiment în care a fost urmărită acțiunea adrenalinei asupra metabolismului respirator la o specie marină (*Gobius mellanostomus*) în raport cu temperatura

mediului ambiant în două sezoane ale anului, explicația fenomenului constatat de noi în prezenta lucrare, trebuie căutată în relația organism — temperatură de adaptare (temperatura din mediul natural care constituie nivelul termic optim pentru existența speciei respective).

Este interesant de remarcat că la ambele temperaturi, la care acrilonitrilul s-a dovedit a avea un efect letal (5 și 30°C), în primele ore de

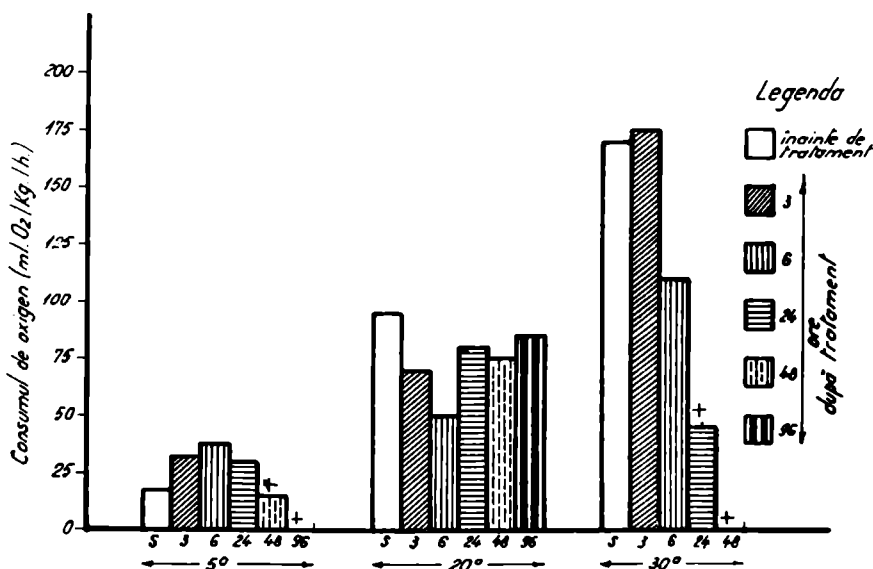


Fig. 6 — Acțiunea acrilonitrilului în doză de 5 mg/l asupra consumului de oxigen la *Carassius auratus gibelio* Bloch, la trei nivele termice

la plasarea peștilor în mediul cu noxă s-a înregistrat o creștere a nivelului metabolismului energetic, în contrast cu situația de la 20°C, unde valorile consumului de oxigen au rămas tot timpul sub nivelul inițial, manifestând o tendință de revenire, care totuși după 96 ore nu era completă. Potrivit accepțiunii actuale în conceptul de stress (Selye, 1950) evoluția metabolismului respirator ar putea indica o adaptare la noxă prin diminuarea schimburilor energetice la organisme ce rămân cel puțin aparent neafectate de acțiunea acrilonitrilului (Kinne, 1963; Gronow, 1974).

Frecvența mișcărilor operculare la peștii expuși acțiunii acrilonitrilului la temperatura de 30°C (fig. 4) indică în cazul ambelor doze un comportament similar: după 3 ore se înregistrează o creștere semnificativă, după care ritmul mișcărilor scade pînă la 24 ore. Pentru doza de 2 mg/l, urmează o perioadă de revenire, încît la 96 ore ritmul respirației revine la valoarea inițială. Semnificativ ne apare faptul că evoluțiile consumului de oxigen și mișcărilor operculare sînt foarte asemănătoare. Este evident că în acest caz nu putem vorbi de o stare de hipoxie, determinată de o blocare a schimbului gazos la nivelul branhiilor (Doudoroff, 1957) sau de depășirea capacității maxime de ventilare (Skidmore, 1970), ci de o acțiune directă asupra centrilor nervoși. Rămîne pentru cercetările viitoare stabilirea exactă a naturii acestei influențe.

CONCLUZII

1. Doza de 2 mg acrilonitril/litru apă s-a dovedit a nu avea un efect letal la niciuna dintre cele 3 temperaturi de adaptare (5, 20 și 30°C).
2. Acțiunea toxică (letală) a dozei de 5 mg/l depinde de temperatura mediului ambiant: este prezentă la 5 și 30°C, lipsind la 20°C.
3. Pentru acest comportament diferit se recomandă reducerea limitelor de 5 mg/l, considerată a fi concentrația limită de substanță, determinată pe baza influenței asupra regimului sanitar al apelor.
4. Evoluția similară a valorilor consumului de oxigen și a frecvenței mișcărilor operculare indică o acțiune directă a acestei noxe asupra centrilor nervoși.

BIBLIOGRAFIE

1. BANDT H. J., *Phenolabwässer und Abwasserphenole, ihre Entstehung, Schadwirkung und abwassertechnische Behandlung — Eine monographische Studie*, Berlin, 1958.
2. BESPAMIATNOV G. P., BOGUSEVSKAIA K. K., BESPAMIATNOVA A. B., KROTOV A., ZELENSKAIA L. A., PLEHOTKIN V. F., SMIRNOV G. G., Leningrad, izd. Himia, 2, p. 202—244, 1972.
3. DOUDORFF P., *Water Wiality Requiermenta of Fishes and Effects of Toxic Substances*. In: *The Physiology of Fishes* M. E. Brown (Ed.), Acad. Press Inc. Publ. New York, vol. I, 22—62, 1957.
4. DRĂGHICI O., Societatea de științe biologice din R.S.R., Comunicări de fiziologie animală, p. 115—122, 1971.
5. FRY, F. E. J., *Thermobiology*, ed. A. H. Rose, Acad. Press, London and New York, p. 375—409, 1967.
6. KATZ M., *Effects of Water Quality and Water Pollution on Fish*, J. Water Poll. Contr. Fed., 44, 6, 1—69, 1972.
7. KINNE O., *Adaptation, a Primary Mechanism of Evolution*, Museum of Comparative Zoology, Special Publ., 27—49, 1963.
8. LEONTE E., B. I. Cerc. Pisc., 137—144, 1973.
9. MARINESCU A. G., St. cerc. Biol., Ser. Zool., 23, p. 6, 1971.
10. Mc LEOD J. C., PRESSAH E. J., Fish. Res. Bd. Canada, 30, 4, 485—492, 1973.
11. O'HARA J., Water Res., 5, 6, 321—327, 1971.
12. PORA E. A., REJEP A., OROS I., SCHWARTZ A., Bul. I. C. P. București, 16, 1, p. 82—86, 1957.
13. PICOS C. A., SCHMIDT D., POPOVICI I., Zeitsch. f. Vergl. Physiol. 63, p. 146—150, 1969.
14. PRECHT H., Zeitschr. Naturforsch., 46, p. 26—35, 1949.
15. SANTA N., MARINESCU AL. G., Rev. Roum. Biol. Serie Zool., 15, 6, p. 416—425, 1970.
16. SELYE, H., *Textbook of Endocrinology*, 2nd. ed. Acta Endocrinologica, Montreal, p. 1—914, 1949.
17. WOHLSCHLAG D. E., CAMERON J. N., CECH J. J., Contr. Marine Science, 13, 89—104, 1968.

L'ACTION D'ACRYLONITRIL SUR LE MÉTABOLISME ÉNERGETIQUE
À *CARASSIUS AURATUS GIBELIO* BLOCH. EN RAPPORT
AVEC LA TEMPÉRATURE D'ADAPTATION

R é s u m é

Les auteurs ont étudié l'action de l'acrylonitril en dose de 2 mg/l et de 5 mg/l sur le métabolisme énergétique des poissons, à trois niveaux thermiques (5°C, 20°C et 30°C).

La dose de 2 mg/l, expérimentée à chacune des trois températures n'a pas eu d'effet toxique (létal), déterminant des effets métaboliques de petite ampleur à des températures baissées (5°C) et des augmentations des valeurs du métabolisme respirateur, à des températures élevées, notamment à 20°C.

La dose de 5 mg/l a une action toxique (létale) qui dépend de la température du milieu environnement, étant présente à 5°C et 30°C et absente à 20°C.

Facultatea de învățămînt pedagogic Pitești
Primit în redacție la 15 mai 1978