

# Efekt zagađivanja voda na citogenetiku ribe (Kromosomske aberacije)

K. Al Sabti

Procjenjuje se da je čovjek od početka industrijske ere proizveo oko 50.000 kemijskih tvari. Danas se proizvodi oko 1.000 novih kemijskih tvari godišnje. Sve te tvari nađu se jednom u vodi, te su voda ili more konačni recipijenti svih kemikalija. Mnoge od navedenih tvari, kao na primjer, pesticidi, naftni derivati, klorirane organske molekule, strane su živim bićima. Takve kemijske tvari nazivamo ksenobiotici (grčki *xenos*=stran). Ksenobiotici se teško ili nikako ne razgrađuju u prirodi pa imaju osobinu gomilanja u okolišu. Zbog tog svojstva oni spadaju među najopasnija zagađivala vodenog ekosistema. Većina kseno-

biotika toksična je za organizme koji žive u tako zagađenoj vodi. Posebno je ugrožena riba, jer osim izravnog djelovanja toksične tvari iz vode, ona će biti izložena toj tvari i posredno, putem hrane. Riba se u vodenom ekosistemu nalazi na vrhu prehrambenog lanca, pa će hranom dobivati količine otrova kojeg su gomilali predstavnici nižih karika trofičnog lanca. Zbog toga je riba dobar indikatorski organizam ako se želi istraživati biološke efekte toksičnih tvari iz vode.

Neka kemijska tvar može ispoljiti svoj toksični efekt bilo na nivou organizma ili organa, stanice, staničnih organela pa sve do nivoa molekule. Nas su zanimale promjene koje nastaju u organelima stanične jezgre — na kromosomima. Kromosomi prenose nasljedna svojstva pa njihovo oštećenje, tkz. kromosomske

---

Dr Kabil Al Sabti, znan. asistent,  
Centar za istraživanje mora Zagreb,  
Institut »Ruđer Bošković«, Zagreb.

aberracije, predstavljaju zapravo genotoksični efekt nekog zagađivala. Kromosomske aberracije u stanicama ribe govore o patološkom oštećenju aparata za naseljavanje koji može imati teške posljedice za populaciju riba bilo iz uzgoja ili iz slobodnih voda. U oba slučaja radi se o strateški važnom materijalu (hrana, proteini), ali i o vrstama bez kojih se ne može zamisliti ekološka ravnoteža vodenog miljea. Osim navedenog, kromosomske aberracije u stanicama ribe ukazat će na prisustvo genotoksičnih zagađivala u vodi.

Zagađenje dovodi do relativno trajne promjene u vodenom okolišu, što neminovno dovodi do promjene u genetskom potencijalu populacija, koja im omogućuje ili da se održe u tom okolišu ili, isto tako neminovno, da nestanu (Warrren, 1971). Warren tvrdi da se novi genotipovi kontinuirano pojavljuju u populaciji zbog mutacija što dovodi do razlika u njenoj fenotipskoj ekspresiji. Rezistentnost na zagađivala istraživana je u postojećim populacijama riba u zapadnoj Njemačkoj s obzirom na mogućnost izolacije nekih favoriziranih polimorfizma (Reichenbach-Klinke, 1973). Pokazalo se da postoje značajne razlike ako je rezistentnost usmjerena »protiv« neke kemijske tvari, ili neke infektivne bolesti, ili smjese toksičnih zagađivala kakvu u praksi najčešće nalazimo. Prema tome, rezistentnost prema nekoj tvari može biti favorizirana.

Genetske promjene, koje se mogu pratiti morfološkim abnormalitetima na kromosomima tipizirane su u humanoj medicini kao kromosomske aberracije aneuploidnog tipa, strukturalne aberracije i kromosomske alteracije (Ford, 1973). Fischbein je 1979. godine pokazao na štakorima i kunićima efekt benzena na kromosomske aberracije u limfocitima periferne krvi. Opisane su i spontane aberracije kromosoma (Dyer, 1979) koje se uglavnom pripisuju pogreškama u diobi stanica. One nastaju kao pogreška u funkciji centromere ili vretena u aktivnoj fazi diobe.

Rezultati istraživanja o utjecaju izlaganja ribe *Umbra pygmaea* utjecaju vode rijeke Rajne (Prein, 1978) pokazala su, već izlaganje od 11 dana izaziva porast u lomovima kromosoma sa kontroliranih 8% na 30% u eksponiranih riba što je autor pripisao djelovanju danas vjerojatno rasprostranjenih zagađivala — aromatskih ugljikovodika. Slično su Sofradžija i sur. (1979 i 1980), istražujući djelovanje detergenata i pesticida (Lindan i Simazin), zamijetili 80%-tno smanjenje miotičke aktivnosti stanica bubrega u vrsta *Alburnus alburnus* i *Alburnoides bipunctatus*, uz istovremeno povećanje raznih tipova aberracija kromosoma (poliploidnost, aneuploidnost, atipične spiralizacije kromosoma i karakteristične promjene u morfologiji kromosoma).

U našem radu (Al-Sabti, 1982) prikazani su rezultati istraživanja citogenetskih promjena koje izazivaju neka uobičajena zagađivala vodenog ekosistema (benzen, detergenti, fenol, dekametrin, malation, neguvon i nafta). Ove promjene mjerene su opažanjem učestalosti aberracija kromosoma u epitelu

škrga i bubrega izloženih kalifornijskih pastrva (*Salmo gairdneri* Rich.). Pri tome je nađeno, da je potencijal indukcije kromosomskih aberracija najveći kod benzena, a zatim opada redom preko detergenata, fenola, dekametrina, nafte, malationa do neguvona. Istovremeno, učestalost pojedinih tipova aberracije tipična je za svaku od ispitivanih tvari.

## SUMMARY

### Effects of water pollution on fish cytogenetics (chromosome aberrations)

Cytotoxic effects of xenobiotic chemicals (as for example, pollutants) on the fish, more precisely their chromosomes, inducing chromosomal aberrations are discussed. The effects of these chemicals on the cells of the man, animals and plants are well documented. However, there is only a limited number of studies carried out on the effects of chemicals which are cytotoxic to the fish (Prein et al., 1978, Sofradžija, 1979, 1980, and Al-Sabti, 1982). Pollution leads to changes in the water environment, which in turn brings about cytogenetic changes in populations inhabiting these polluted environments. Cytotoxic chemicals also make changes in the food chains of the food chains of the aquatic animals (such as fish), and indirectly affect human beings causing tumour and cancer. Cytotoxic chemicals inducing chromosomal aberrations were found to have the same effect on the man, plant, and animal (fish) cells, yielding the same kind of aberrations.

## LITERATURA

- Al-Sabti, K. (1982): Utjecaj nekih kemijskih zagađivala na kromosome Kalifornijske pastrve (*Salmo gairdneri* Rich.). Disertacija, Veterinarski Fakultet u Zagrebu.
- Dyer, A. F. (1979): Investigating chromosome. Edward Arnold. London.
- Fischbein, L. (1979): Studies in environmental science 4: Potential industrial carcinogens and mutagens. Elsevier scientific publishing company, p.: 445-451.
- Ford, E. H. R. (1973): Human chromosomes. Academic press. London and New York.
- Prein, A. E., Thie, G. M., Alink, G. M. and Koeman, J. H. (1978): Cytogenetic changes in fish exposed to water of the river Rhine. The Science of the total Environment. 9:287-291.
- Reichenbach-Klinke, H.H. (1973): Genetic and mutagenesis of Fish By Schroder, J. H., Springer-Verlag.
- Sofradžija, A. and Vuković T. (1979): the influence of some pesticides, artificial manures and detergents on the chromosome aberration in fish. EEMS, ninth annual meeting of European Environmental Mutagen Society, Book of abstracts, Tučepi, Jugoslavija
- Sofradžija, A., Vuković, T. i Hadžiselimović, R. (1980): Efekti nekih pesticida i detergenata u kromosomskim garniturama riba — rezultati preliminarne istraživanja. Ivhthyologa, vol. 12, no. 1:71-76.
- Warren, C. E. (1971): Biology and water pollution control. W. B. Saunder Company.