

*Słowa kluczowe: ekotoksykologia, ekologiczna profilaktyka, stadia wrażliwe, teratogeneza, choroba Minamata, skupiska białaczek, skażenia łańcuchów pokarmowych, monitoring komórkowy, komputerowa analiza obrazu, biotechnologia laserowa, bioremediacja, monitoring biologiczny*

Jan W. DOBROWOLSKI\*, Katarzyna GOWIN\*, Mateusz JAKUBIAK\*,  
Piotr LEWICKI\*, Robert MAZUR\*, Anna ŚLAZAK\*, Małgorzata ŚLIWKA\*,  
Agnieszka ZIELIŃSKA-LOEK\*

## **EKOTOKSYKOLOGICZNE PRZESŁANKI DLA PROFILAKTYKI ŚRODOWISKOWYCH ZAGROŻEŃ DLA ZDROWIA I OCHRONY BIORÓŻNORODNOŚCI W RELACJI DO BIOTECHNOLOGII ŚRODOWISKOWEJ**

Kierownik zespołu (JWD) rozwija metody wczesnego wykrywania biologicznych skutków środowiskowych zanieczyszczeń oraz ekologiczną profilaktyką teratogennych zmian i ochroną bioróżnorodności i prawidłowej reprodukcji składników ekosystemów wodnych. Twórca ekotoksykologii prof. R. Truhaut zalecał łączenie oceny ekotoksykologicznej w terenie z doświadczeniami laboratoryjnymi nad jakościowymi i ilościowymi zmianami ksenobiotyków w łańcuchach pokarmowych. Prekursor interdyscyplinarnych badań nad ekologiczną profilaktyką białaczek i nowotworów prof. J. Aleksandrowicz zaproponował ocenę wpływu nadmiaru lub niedoboru określonych metali w łańcuchu pokarmowym i stężenia tych pierwiastków w pojedynczych komórkach krwi. Cel ten osiągnięto przez stosowanie SEM wraz z mikroanalizą Rtg w odniesieniu do prawidłowych i białaczkowych komórek krwi u ludzi, oraz u bydła. Wykazano też wpływ skażeń łańcuchów pokarmowych Pb, Cd, Hg, Ni, Cr na zawartość tych metali w erytrocytach. Użyto komputerową analizę obrazu w celu wykrycia morfologicznych i kinetycznych zaburzeń wywoływanych przez częste zanieczyszczenia we wczesnym rozwoju bezkręgowców wodnych np. *Limnea stagnalis*, *Daphnia magna*, *Tubifex tubifex*. Wykryto też korelacje między ekspozycją wrażliwych roślin na zanieczyszczenia motoryzacyjne oceniana przy użyciu próbników Amaya-Krochmala, a zawartością Cd, Pb, Ni np. *Marchantia polymorpha*, oraz *Petunia hybrida*. Zaproponowane przez JWD proekologiczne zastosowania fotostymulacji laserowej roślin mogą zwiększyć bioremediację w oczyszczalniach hydrobotanicznych (z *Lemna minor*, *Phragmites australis*), przyspieszać formowania pasów zwartej roślinności wzdłuż dróg, rekultywację terenów skażonych metalami, oraz zasolonych.

Komplementarne badania wraz z biotechnologią laserową tworzą nowe przesłanki dla ekologicznej profilaktyki opartej o oceny ekotoksykologiczne.

---

\* Dobrowolski Wincenty Jan, dobrowol@agh.edu.pl, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

## 1. WSTĘP

Prekursor zrównoważonego-ekologicznie, trwałego rozwoju prof. W. Goetel uznał za jego podstawę zabezpieczenie trwałości użytkowania zasobów przyrody. Warunkiem dla zapewnienia surowcowych podstaw gospodarki jest zapewnienie takiego stanu środowiska przyrodniczego, który umożliwi prawidłową reprodukcję zasobów biologicznych. Jest to zarazem warunek ochrony bioróżnorodności, ponieważ najbardziej zagrożone przez antropogeniczną degradację środowiska są właśnie gatunki rzadkie i wrażliwe na zanieczyszczenia. Określenie zakresu dopuszczalnych zmian w ekosystemach wymaga adekwatnych badań ekotoksykologicznych. Bardziej skuteczne działania zapobiegawcze powinny oprzeć się o połączenie ocen ekotoksykologicznych z szerszym stosowaniem nowych metod biotechnologii środowiskowej.

Wprowadzono szczególnie czułe kryteria embriologiczne dla wyjaśnienia wpływu synergistycznych efektów różnorodnych zanieczyszczeń wód na zmniejszenie udziału osobników młodych w populacjach różnych gatunków zwierząt [JWD 2,3]. W najnowszych badaniach w tym zakresie zastosowano programy komputerowe zarówno do obiektywnej oceny zmian morfologicznych jak też zaburzeń kinetycznych w stadiach juwenilnych wywoływanych w rozwoju np. *Limnea stagnalis* przez testowane detergenty, chlorki i czynniki powodujące zakwaszenie wód [2,3,23]. Ze względów bioetycznych doskonalone są testy na bezkręgowcach np. na *Daphnia magna* w porównaniu z biotestem dotyczącym wpływu różnych czynników fizycznych i chemicznych na wczesny rozwój *Xenopus laevis* i *Tubifex tubifex* [2,3] rozwiniętych w badaniach nad toksycznością ostrą przez Mazura [23]. W celu bardziej skutecznego zapobiegania eutrofizacji ekosystemów wodnych wprowadzono nową biotechnologię do oczyszczania ścieków, a mianowicie stymulację spójnym światłem laserowym takich roślin stosowanych w oczyszczalniach hydrobotanicznych jak *Lemna minor*, *Phragmites australis* i *Salix sp.* Ekologiczna efektywność tej biostymulacji laserowej weryfikowano przy użyciu biotestów [17,24,25,23]. Jest to kontynuacja prekursorskiej w skali międzynarodowej inicjatywy kierownika zespołu (JWD), który w połowie lat siedemdziesiątych zainicjował proekologiczne zastosowania biotechnologii laserowej [10,4,9]. Przez szereg lat Dobrowolski i jego wychowankowie (m.in. Różanowski, Zielińska-Loek, Śliwka, Ślęzak, Jakubiak, Zakrzewska, Knast, Słoniec) rozwijali badania laboratoryjne i terenowe pod kątem optymalizacji metod fotostymulacji laserowej różnych roślin i ich różnorodnych zastosowań w rekultywacji trudnych do rewitalizacji terenów przemysłowych [10,11,12,13,14,17]. Innym kierunkiem zastosowań biostymulacji laserowej roślin było przyspieszenie formowania pasów zieleni ochronnej wzdłuż głównych dróg (m.in. przy zastosowaniu różnych gatunków wierzby *Salix sp.*, oraz ślazuwca pensylwańskiego *Sida hermaphrodita*) i zagospodarowanie terenów skażonych np. przez motoryzacje zgodnie z wymaganiami ekotoksykologii, ekologicznej profilaktyki i zrównoważonego rozwoju [13,14]. Po odpowiednim naświetleniu zrzezów ślazuwca

tanią diodą laserową nastąpiło znaczne przyspieszenie jego wzrostu w środowisku skażonym przez motoryzację [16]. Istotne różnice w zawartości m.in. Cd, Zn, Pb u roślin nienasświetlonych i poddanych fotostymulacji wykazano przy pomocy SEM i mikroanalizy Rtg. Porównawcze analizy wykonano też przy optymalizacji algorytmów stymulacji laserowej m. in. zrzeczów różnych odmian *Salix viminalis* w celu przyspieszenia formowania pasów ochronnych roślinności wzdłuż dróg i na gruntach zasolonych [13,14]. Zastosowano też skojarzony monitoring pasywny NO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub> przy użyciu próbników Amaya-Krochmala oraz monitoring biologiczny przy ekspozycji w miejscach o różnym skażeniu *Marchantia polymorpha* oraz hodowli komórek *Petunia hybrida* (Gowin - praca doktorska). W rejonach silnie skażonych motoryzacyjnego wykryto zwiększona zawartość w materiale roślinnym Pb, Cd, Ni. Wykazano też, że zawartość Cd, Pb można znacznie obniżyć w roślinach w wyniku zastosowania odpowiedniej fotostymulacji laserowej [9,12,13,14]. Własną metodę monitoringu zawartości metali w pojedynczych komórkach krwi zastosowano u ludzi i bydła w rejonach kontrolnych i skupiskach białaczek i nowotworów. Wykazano korelacje między zawartością np. Pb, Cd, Hg, Ni, Cr oraz innych metali w łańcuchach pokarmowych oraz w erytrocytach [5,6,16]. Istotne różnice stwierdzono w próbkach krwi i włosów ludzi i zwierząt hodowlanych w rejonach Huty im. Sendzimira i Huty Katowice o różnym skażeniu Pb, Cd, Zn i Fe [6]. Ze skażeniami środowiska wodnego, oraz łańcucha pokarmowego człowieka związkami rtęci wiąże się etiologia nieuleczalnych wad wrodzonych cywilizacyjnej choroby Minamata, stanowiącej przedmiot wieloletnich badań prof. M. Harada [3,16]. Twórca ekotoksykologii prof. R. Truhaut zalecał nawiązywanie w badaniach laboratoryjnych do zagrożeń związa-nych z synergistycznymi efektami występujących w środowisku przyrodniczym różnych szkodliwych czynników chemicznych, fizycznych i biologicznych [3,5,6,7]. W połączeniu z doświadczeniami dotyczącymi zarówno teratogenezy jak też ontogenezy środowiskowej prace te tworzyły naukowe podstawy dla bardziej skutecznego zapobiegania zarówno wadom wrodzonym jak też nowotworom [3,5,6,7,9,16]. Truhaut wykazał konieczność uwzględniania w ocenach ekotoksykologicznych zmian charakteru związków chemicznych, oraz ich stężeń, które zachodzą w łańcuchach pokarmowych. Badania tego rodzaju stanowią swoiste *conditio sine qua non* dla żywieniowej profilaktyki zdrowia społeczeństwa. Interdyscyplinarne badania i szerokie działania aplikacyjne inicjował w tym zakresie w Polsce prof. Julian Aleksandrowicz, którego 20-to lecie śmierci przypada właśnie w 2008 r. Inspirował on kierunki badawcze dla bardziej skutecznego zapobieganie przede wszystkim białaczkom, oraz nowotworom, [1,6,8,16]. Wszystkie te interdyscyplinarne prace dostarczały przesłanek dla propozycji profilaktycznych ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań proekologicznych biotechnologii laserowej. Zastosowania te nie tylko mogą w sposób bardzo istotny zmniejszyć skażenie powietrza, wody, gleby i łańcucha pokarmowego człowieka [3,5,6], ale mogą też przyczynić się do lepszej realizacji żywieniowej profilaktyki opartej o przesłanki

ekotoksykologii i elementologii medycznej [16]. Wobec niemożliwości wyeliminowania ze środowiska i pożywienia człowieka wszystkich zanieczyszczeń ważnym działaniem jest zabezpieczenie prawidłowej zawartości w diecie składników zwiększających odporność na różnorodne patogeny środowiskowe. Odpowiednia fotostymulacja laserowa nasion roślin uprawnych może znacznie zwiększyć zawartość w produktach spożywczych selenu [4,6,1]. Posiada to znaczenie dla zapobiegania różnym postaciom zaburzeń czynności układu krążenia i nowotworom [16], a nawet chorobie Minamata [5,6]. Połączenie przesłanek ekotoksykologicznych i biotechnologii umożliwiło też polskim specjalistom udzielenie skutecznej pomocy ofiarom straszliwej katastrofy ekologicznej związanej z zaniedbaniami w zakresie inżynierii środowiska w wielkiej fabryce chemicznej w Bhopalu w 1984 r. Interdyscyplinarne badania, oraz wdrożenie nowoczesnej apikultury i biotechnologii produkcji preparatów z propolisu, oraz pierzgi dostarczyły przesłanek naukowo-technicznych dla istotnego ograniczenia stopnia pogorszenia zdrowia mieszkańców rejonu skażonego związkami cyjanku (Belsare niepublikowany referat w 1985 r.). Polskie prace inspirowały też współpracę międzynarodową w tym zakresie (Dobrowolski, Vohora i wsp., Dobrowolski, Belsare wsp) [16], oraz cykl prac doktorskich hinduskich naukowców nt. oceny własności ekotoksykologicznej i terapeutycznych tych produktów. Polskie doświadczenia w zakresie nowoczesnej apikultury były podstawą dla opracowania koncepcji tworzenia miejsc pracy i zrównoważonego rozwoju tego regionu Indii. Przytoczone będą przykłady innowacyjnych kierunków badań ekotoksykologicznych i prac w zakresie biotechnologii środowiskowej.

## 2. ZASTOSOWANIE ANALIZY OBRAZU W EMBRIOTESTACH EKOTOKSYKOLOGICZNYCH JAKO NOWA METODA MONITORINGU BIOLOGICZNEGO WÓD

Wprowadzenie przez Dobrowolskiego kryteriów embriologicznych do oceny biologicznych skutków skażeń środowiska dostarczyło naukowych przesłanek dla bardziej skutecznej ochrony bioróżnorodności i trwałości użytkowania zasobów biologicznych [2,3,23]. Autorzy wykazali, że ocena wpływu różnorodnych zanieczyszczeń wód na stadia zarodkowe i juwenilne *Lymnaea stagnalis* znacznie zwiększa czułość biotestu z użyciem tego składnika ekosystemów słodkowodnych. Dlatego też badania Mazura mogą być przydatne dla oceny ekotoksykologicznej. Zastosowanie analizy obrazu zwiększa obiektywizację oceny zaburzeń wczesnego rozwoju wywoływanych już przez niskie stężenia ksenobiotyków oraz zmiany pH i temperatury. Stanowią one istotne ulepszenie dotychczas stosowanych biologicznych metod oceny jakości wód np. testu toksyczności ostrej na *Daphnia magna*. Autorzy automatycznej ocenie poddali żywotność embrionów, analizując parametry kinetyczne toksykantów. Opracowana komputerowa metoda umożliwia precyzyjną jakościową

i ilościową ocenę wpływu ksenobiotyków na śmiertelność zarodków w teście toksyczności ostrej.

### 3. WYKORZYSTANIE KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU W MONITORINGU ŚRODOWISKA DLA POTRZEB EKOTOKSYKOLOGII

Dynamiczny rozwój nowoczesnych technik i technologii stworzył zupełnie nowe możliwości skwantyfikowanego badania i obserwacji obiektów biologicznych. Dotyczy to głównie obiektywizacji, oraz precyzji oceny zmian morfofizjologicznych. Jednak pełne wykorzystanie tych możliwości wymaga posiadania specjalistycznej, interdyscyplinarnej wiedzy i zastosowania m. in. metod komputerowej analizy obrazu [26]. Metody te zostały z dobrym skutkiem użyte w monitoringu wód w biotestach [18,19,20,21,22,23]. Większość klasycznych biotestów wymaga prowadzenia systematycznych obserwacji i oceny wizualnej, która jest oceną jakościową, obciążoną błędem subiektywnym eksperymentatora. Zastosowanie automatycznej analizy obrazu umożliwiło pomiar wpływu zanieczyszczeń wód na kinetykę rozwiłitek [22]. Dostarcza to nowego kryterium umożliwiającego na znacznie wcześniejsze wykrycie toksyny. Metody komputerowe umożliwiły nieinwazyjny pomiar wpływu zanieczyszczeń na przyrost biomasy rzęsie *Lemna minor* podczas trwania testu, który był niemożliwy przy porównywaniu suchej masy [18,19]. Nowe, obiektywne kryteria komputerowej oceny zmian morfofizjologicznych zastosowano też w bioteście ze stulbią *Hydra sp.* [19,20].

### 4. WPŁYW FOTOSTYMULACJI LASEROWEJ NA ROŚLINY W OCZYSZCZALNIACH HYDROBOTANICZNYCH

Badania wpływu stymulacji laserowej m.in. na rzęś *Lemna minor* wykazały, że odpowiednia ekspozycja na laser Ar najbardziej zwiększa kumulację pierwiastków biogennych (N i P) co wskazuje na przydatność stosowanej metody do zwiększenia skuteczności oczyszczania ścieków metodą Lemna [24,25]. Fotostymulacja laserowa obniża też zawartość fitotoksycznych metali w biomase *Lemna minor*. Przyczynia się to do poprawy efektywności tych szeroko rekomendowanych oczyszczalni.

### 5. ZASTOSOWANIE FOTOSTYMULACJI LASEROWEJ ZRZEZÓW WIERZB DO REKULTYWACJI

Wyniki pomiarów przyrostu masy oraz ocena rozwoju liści i długości pędów pozwalają stwierdzić, iż zastosowanie fotostymulacji wpływa korzystnie na zwiększenie tolerancji na wybrane zanieczyszczenia środowiska [4,9,11,12,17]. Odpowiednio dobrany algorytm naświetlania wierzb może istotnie przyspieszyć rozwój pędów i korzeni. W odmianach *Salix viminalis* Turbo jak i *Salix*

*viminalis* var. *gigantea*, stymulowanych światłem spójnym o długości fali  $\lambda=670\text{nm}$ , uzyskano w hodowli hydroponicznej w 2% roztworze NaCl dwukrotne zwiększenie przyrostu długości pędów. W badaniach laboratoryjnych i terenowych na glebach zasolonych kondycja liści była lepsza niż w grupach kontrolnych. W doświadczeniach hydroponicznych fotostymulacja ta znacznie zwiększała przyrost biomasy korzeni, szczególnie w początkowej fazie wzrostu roślin. W tych grupach doświadczalnych nie tylko był wiekszy przyrost biomasy, ale także zasolenie roztworu hydroponicznego obniżało się szybciej (Jakubiak – praca doktorska).

Reasumując można stwierdzić, że oparcie o wyniki badań ekotoksykologicznych nowych metod biologicznego monitoringu, oraz innowacyjnej biotechnologii laserowej wydają się uzasadniać nadzieje na bardziej skuteczne działania służące prawidłowemu funkcjonowaniu ekosystemów, a zarazem zapobieganiu skażeniom łańcuchów pokarmowych i ochronie zdrowia konsumentów [9,11,13,16].

#### LITERATURA

- [1] Aleksandrowicz J.1979.Sumienie ekologiczne, WP, Omega,t.350, Warszawa.
- [2] Dobrowolski J.W.1976.Embryological aspects of environmental toxicology,, Environmental Quality and Safety, New York, Academic Press, vol.5;78-81.
- [3] Dobrowolski J.W.1976.New aspects of environmental protection against developmental malformations and the cancer incidence. W: Science for Better Environment, Y. Fukushima et al., eds, HESC, Sci. Council of Japan,Asahi,Tokyo,517-527.
- [4] Dobrowolski J.W.1996.The influence of laser photostimulation of plants on bioaccumulation of elements, W: New Perspectives in the Research of Hardly Known Trace Elements, I. Pais ed, University of Horticulture and Food Industry, Budapest, 47-52.
- [5] Dobrowolski J.W.1981.Badania nad środowiskowymi uwarunkowaniami chorób proliferacyjnych ze szczególnym uwzględnieniem białaczek bydła, Zeszyty Naukowe AGH, Kraków, Ser. Sozologia i Sozotechnika, 16:1-140.
- [6] Dobrowolski J.W.1982.Application of X-ray microanalysis of single cells in geocancerology and other new methods in comparative study of normal and neoplastic cells in the evolution of the risk factors related to exposure to environmental carcinogenesis and in prevention, W: Medicine, Biologie, Environment M.Peeters ed, Intl.Congress on Environment and Geocancerology, EIEC, Brussels,10:43-52.
- [7] Dobrowolski J.W.1985.The application of ecotoxicology in studies on environmental carcinogenesis, leucosogenesis and in protective zones, W: Proc.Cent Singuantieme Anniversaire de la Creation de la Chaire de R.Toxicologie, Univ.T.R. Descartes, Paris, 678-673.
- [8] Dobrowolski J.W.1999.Dorobek Juliana Aleksandrowicza w zakresie elementologii medycznej i ekologicznej profilaktyki oraz jego kontynuacja I rozwój,Mat.Krajowego Kongresu Magnezjologicznego, K. Skibniewska red., AR-T, Pol. Tow. Magnezjologiczne, Olsztyn,34-41.
- [9] Dobrowolski J.W.2001.Ecototoxicology-medical elementology-laser biotechnology and primary prevention of environmental Heath hazard,Proc.3rd Intl.Symposium on Trace Elements in Humans:New Perspectives, S.Ermidou-Pollet, S.Pollet, eds, University of Athens, 135-143.

- [10] Dobrowolski J.W., Aleksandrowicz J.1976.Lazerowa biostymulacja a profilaktyka leukoza, W: Problemy Bioenergetyki Organizma i Stymulacja Pazernym Izluczeniem, W.M. Injuszin i in.,red, Kaz. Gos. Uniwersitet, Alma-Ata, 31-32.
- [11] Dobrowolski J.W., Borkowski J., Szymczyk S.1987.Laser stimulation of cumulation of Elenium in tomato fruits,W;Photon Emission from Biological Systems, B.Jerzowska-Trzebiatowska et al,eds, World Scientific, Singapure, 187-195.
- [12] Dobrowolski J.W., Rózanowski B.1998. The influence of laser light on accumulation of selected macro-, trace-and ultra elements by some plants, Menegenund Spurenelemente, Friedrich-Schiller-Universitat, Jena, 18:147-156.
- [13] Dobrowolski J.W., Rózanowski B., Zielińska-Loek A. 1999.Zastosowanie biostymulacji laserowej w biotechnologii środowiskowej, Biotechnologia Środowiskowa, Politechnika Wrocławska, AR,Wrocław, 313-320.
- [14] Dobrowolski J.W., Rózanowski B., Zielińska-Loek A., Śliwka M., Gowin K., Mazur R.Lewicki P., Zakrzewska A., Ślązak A.2004.Perspectives of application of laser biostimulation for more efficient bioremediation of soi land waste water, Intl.Conference on Bioremediation of Soil and Groundwater, K.Miksch et al. eds, Environmental Biotechnology Dep., Silesian Univ.tech., Gliwice:133-148.
- [15] Dobrowolski J.W., Wąchalewski T., Smyk B., Barabasz W.1996. Experiments on the influence of laser light on some biological elements of natural environment. Environmental Management and Health, 8/4; 136-140.
- [16] Dobrowolski J.W., Vohora S.B.,red.1989. Ekologizm w ochronie zdrowia, Kom. Ochrony Zdrowia Społecznego PAN, Ossolineum, Wrocław, Kraków, Warszawa.
- [17] Jakubiak M., Śliwka M.2006.The application of laser biostimulation for more efficient phytoremediation of soi land waste water, Pol.J.Environmental Studies 15/5C: 176-178.
- [18] Lewicki.P. 2006. The Application of the Methods of the Computer Image Analysis in the Biotest Based on Common Duckweed Lemna minor. Polish Journal Environmental Studies 15/5C: 171-172.
- [19] Lewicki P.2006. Komputerowa analiza obrazu w wybranych biotestach dla oceny jakości wód, Praca Doktorska AGH.
- [20] Lewicki P.2002. Możliwości wykorzystania analizy obrazu w ekotoksykologii. Inżynieria Środowiska 7/ 2:233-240 .
- [21] Mazur R.2008.Monitoring wybranych zanieczyszczeń wód przy zastosowaniu nowych kryteriów ekotoksykologicznych, Praca Doktorska AGH.
- [22] Mazur R., Kawa R., Lewicki R.2007. The monitoring of selected pollutants of waters with the application of the selected eco-toxicological criteria; Polish Journal of Environmental Studies, 16/ 3B: 334 – 338.
- [23] Mazur R.2002. Embryo-Tests, Polish Journal of Environmental Studies, 15/5C:173-175.
- [24] Śliwka M.2004.The application of laser biostimulation of duckweed (Lemna minor) for purification of sewage treatment process, Pol.J.Environmental Studies 13: 55-59.
- [25] Śliwka M.2008.Zastosowanie biostymulacji laserowej wybranych gatunków hydrofitów do zwiększenia ich zdolności bioremediacyjnych, Praca Doktorska AGH.
- [26] Wojnar L. Kurzydłowski K.J. Szala J. 2002. Praktyka analizy obrazu, Polskie Towarzystwo Stereologiczne, Kraków.

ECOTOXICOLOGICAL STUDY FOR PRIMARY PREVENTION OF ENVIRONMENTAL  
HEALTH HAZARD AND PROTECTION OF THE BIODIVERSITY IN RELATION TO  
ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY

The head of the team (JWD) introduced embryological and other sensitive biological criteria for early detection environmental pollutants for primary prevention against terathogenic changes and protection of proper reproduction of elements of aquatic ecosystems and biodiversity. The founder of ecotoxicology prof. R. Truhaut recommended linkage between ecotoxicological survey in the fields and laboratory experiments focused on qualitative and quantitative changes of xenobiotics in the trophic chains. The precursor of interdisciplinary study on primary prevention of leukaemia and cancer incidence prof. J. Aleksandrowicz proposed case study on the influence of excess or deficiency of selected trace metals in the food chain and concentration of these elements in single blood cells, under SEM, computer image analyses for detection morphological and kinetic disturbance induced by common pollutants during early development of aquatic Invertebrates. There were some correlation between exposition of sensitive plants to traffic output and amount of Cd, Pb, Ni. Innovative laser photostimulation of some plants could increase bioremediation in hydrobotanic sewage-treatment plants, as well as reclamation of areas alongside main roads contaminated by toxic metals as well as salty land. Linkage between ecotoxicology and laser biotechnology may be useful for protection food chains against contamination.