

ELIZA DĄBROWSKA-PROT

Ekologiczne skutki uprzemysłowienia terenu *

W ostatnich latach bardzo intensywnie rozwijane są badania nad wpływem uprzemysłowienia na środowisko przyrodnicze. Głównym celem tych badań jest ocena kierunków i intensywności przemian zachodzących w strukturze i funkcjonowaniu biocenoz na obszarach przekształconych przez przemysł. Praktyczny aspekt tego typu badań polega na opracowywaniu prostych, ale skutecznych metod prognozowania zmian zachodzących w przyrodzie oraz zapobieganiu ich skutkom, niekorzystnym dla trwałości i produktywności ekosystemów.

Nasza znajomość przemian zachodzących w środowisku fizycznym i biocenozach terenów uprzemysłowionych jest dość fragmentaryczna. Literatura dotycząca tego problemu, znacznie wzbogacona w ostatnich latach, jest ciągle jeszcze na etapie szczegółowych opisów zmian zachodzących w środowisku, a w ich następstwie w organizmach i populacjach, rzadziej w biocenozach i ekosystemach.

Odształcenia zachodzące w biocenozach, formujących się na obszarach uprzemysłowionych, analizowane są głównie z punktu widzenia zmian w liczebności i biomase zwierząt i roślin oraz w strukturze jakościowej, dominacyjnej i troficznej (Odum 1963, Hellawell 1978, Trojan 1980). A więc uproszczenie struktury jakościowej biocenoz, spadek biomasy i liczebności organizmów oraz wzrost udziału w faunie roślinożerców, to powszechnie oczekiwane przez badaczy zmiany w faunie i florze terenów uprzemysłowionych. Na analizie intensywności tych zmian skupiona jest uwaga specjalistów, szczególnie biocenologów. Oczekują oni, że intensywność tych zmian będzie proporcjonalna do stopnia skażenia czy też przekształcenia środowiska. Wskazuje na to stosowana zwykle metodyka badań, oparta na analizie zjawisk przyrodniczych w gradiencie wielkości zanieczyszczeń, uzyskiwanym najczęściej przez zróżnicowanie położenia stanowisk obserwacyjnych w stosunku do źródeł emisji.

* Referat wygłoszony na XXXVIII Zjeździe Polskiego Towarzystwa Entomologicznego, Warszawa 16-18 IX 1983 r.

Badania terenów uprzemysłowionych, nasilone w ostatnich latach, wymagają ustosunkowania się do wielu problemów nie tylko metodycznych, ale przede wszystkim metodologicznych i teoretycznych. Już sama charakterystyka krajobrazu przemysłowego oraz ocena stopnia jego przekształcenia, stanowiąca przecież podstawę analiz porównawczych, stwarza badaczom ogromne trudności.

Nierzadko w pracach szczegółowych mamy do czynienia z faktem, że autorzy wykazują zupełnie różne reakcje tej samej grupy organizmów na czynniki środowiska przemysłowego. Tak np. Wiąckowski (1979) stwierdził, że pewne grupy drapieżców, a między nimi chrząszczy z rodziny *Coccinellidae*, występują licznie w strefie średniego skażenia przemysłowego, ale nie unikają również środowisk silnie skażonych. Gałęcka (1980) w swoich badaniach na Śląsku stwierdziła, że nawet na terenach stosunkowo słabo przekształconych gatunki z rodziny *Coccinellidae* wykazywały duże zubożenie, manifestujące się trzykrotnie niższą, niż w innych terenach, ich liczebnością i mniejszą liczbą gatunków. Uproszczenie struktury jakościowej biedronek, spowodowane spadkiem liczby gatunków sięgającym 40%, wzmocnione było przez znaczny wzrost dominacji (do 86%) eurytopowego gatunku *Coccinella septempunctata* L. Trudno w świetle tych danych mówić o słabej reakcji zespołu *Coccinellidae* na uprzemysłowienie. Autorka sądzi nawet, że dzięki ich dużej wrażliwości na warunki środowiska, przejawiające się zmiany w dyspersji i w sezonowych migracjach, mogą stanowić dobry bioindykator stanu środowiska.

Podobnie Puszkar (1979), badając obszary przekształcone przez przemysł azotowy, siarkowy i cementowy, stwierdził, że najlepszymi bioindykatorami zmian zachodzących w biocenozach tych terenów są biegacze (*Carabidae*), mrówki (*Formicoidae*) oraz pająki (*Araneae*). Te ostatnie wyraźnie negatywnie reagowały na środowiska silnie przekształcone przez przemysł zmianami zagęszczenia i frekwencji oraz stopnia ich łożności. Dane te stoją w pewnej sprzeczności z wynikami badań Łuczakowej (1980), która stwierdziła stosunkowo słabą ilościową i jakościową reakcję pajaków na degradację środowiska przemysłowego na Śląsku. Podane wyniki są zgodne z wyrażanym przez wielu autorów poglądem na temat znacznej odporności pajaków na różne formy antropopresji (Łuczak 1979).

Powstaje więc pytanie, czy biedronki i pająki są, czy też nie są wrażliwe na wpływy przemysłowe i czy mogą być bioindykatorami stanu środowiska?

Wymienieni tu autorzy opierali swoje wyobrażenia na konkretnych faktach uzyskiwanych w toku kilkuletnich badań. Jeśli wykluczmy różnice metodyczne, to przyczyny sprzeczności w uzyskanych wynikach

musimy szukać w nieporównywalności badanych warunków przyrodniczych, mimo ich pozornego podobieństwa, np. w ilości i jakości emitowanych pyłów i gazów czy też w stopniu i charakterze przekształcenia krajobrazu przemysłowego. Dotykamy tu problemu etapowości zmian zachodzących w ekosystemach pod wpływem przemysłu. Jest niewątpliwe, że mamy do czynienia z procesem ciągłego nasilania się w czasie oddziaływania przemysłu na środowisko oraz odpowiedniej, zmieniającej się również w czasie, reakcji organizmów. Reakcja ta nie musi być proporcjonalna do wielkości emisji, bo przecież zwierzęta wykazują, przynajmniej w pewnym zakresie, zdolność adaptowania się do warunków środowiska nawet degradowanego. Uproszczenie jakościowe fauny i spadek jej liczebności należałoby potraktować w tym ciągu zmian środowiska i biocenozy jako jeden z końcowych etapów przemian.

Należałoby tu przypomnieć pogląd, który traktuje zmiany zachodzące w przyrodzie pod wpływem uprzemysłowienia jako naturalną, postępującą reakcję układów przyrodniczych na jeden z wielu niekorzystnych, ale w danych warunkach dominujący czynnik środowiskowy. Kończącym etapem sukcesyjnych przemian roślinności, idących za zmianami środowiska, jest industrioklimaks, czyli stan pełnego zrównoważenia wykształcającej się roślinności z panującymi warunkami środowiska przemysłowego.

Tę etapowość rozwoju sytuacji w krajobrazie przemysłowym szczególnie ostro widzi Borman (1982). Przeprowadził on badania nad zmianami zachodzącymi w krajobrazie leśnym Nowej Anglii pod wpływem emisji przemysłowych. Traktuje te zmiany jako serię następujących po sobie etapów prowadzących do całkowitego zniszczenia ekosystemów. W pierwszym etapie uprzemysłowienia terenu ekosystem leśny wychwytuje i utylizuje emitowane do atmosfery pyły i gazy, nie wykazując żadnych zmian ilościowych i jakościowych. W następnym etapie wzrastający poziom zanieczyszczenia środowiska jest już odczuwalny dla organizmów bardziej wrażliwych. Wywołuje to pewne niekorzystne zjawiska, jak np. zmianę układów konkurencyjnych w zespołach roślin i zwierząt, redukcję fotosyntezy, spadek odporności pewnych gatunków roślin na żerowanie owadów i porażenie przez grzyby, osłabienie reprodukcji, zmiany w cyklach nutrientów.

W miarę nasilania się stresu przemysłowego, następują dalsze etapy zmian, charakteryzujące się przewagą procesów selekcji nad konkurencją, prowadzące do przebudowy jakościowej zespołów w wyniku zanikania gatunków wrażliwszych. W miarę zwiększania się emisji obserwuje się już duże zmiany w strukturze roślinności, powstające w wyniku stopniowego zanikania drzew, wyższych krzewów, a wreszcie małych krzewów i ziół. Zmniejsza się znacznie zdolność ekosystemu do regulacji

cykli biogeochemicznych i obserwuje się w związku z tym ucieczkę nutrientów, zwiększoną przez silną erozję gleb. Zmieniają się lokalne warunki mikroklimatyczne. W ostatnim etapie duże zanieczyszczenie środowiska prowadzi do kompletnej degradacji ekosystemów i całkowitego ich zniszczenia.

Borman analizuje głównie reakcje roślin, jako łatwiejszy niż zwierzęta obiekt obserwacyjny. Widzi też ogromne trudności tego typu badań ze względu na synergizm działania różnych czynników środowiskowych i biocenotycznych, stopniową kumulację zanieczyszczeń i ich oddziaływanie. A na te efekty nakłada się ponadto naturalna zmienność przestrzenna i czasowa ekosystemów, utrudniająca prawidłową analizę sytuacji.

W artykule Bormana za najcenniejszy wniosek należy uznać wskazanie na różnice w reakcjach układów przyrodniczych w miarę wzrostu uprzemysłowienia. Można powiedzieć, że w pierwszych etapach rozwoju sytuacji reakcje te są głównie typu jakościowego: zmiana układów konkurencyjnych, poziomu procesów osobniczych i populacyjnych (fotosynteza, odporność, płodność). Dopiero w następnych etapach zachodzą poważne zmiany strukturalno-jakościowe: wypadanie gatunków, zmniejszanie się liczebności w populacjach, upraszczanie struktury ekosystemu itd.

Należy sądzić, że etap zmian jakościowych jest szczególnie ważny, ponieważ poprzedza etap załamania się, często nieodwracalnego, układów przyrodniczych. W związku z tym może być sygnałem niebezpieczeństwa zmian zachodzących w biocenozie. Jest to etap trudny do uchwycenia, wymagający specjalnych technik badawczych, stosunkowo krótkotrwały w warunkach silnej presji przemysłowej, a różne elementy biocenozy mogą przechodzić go z różną intensywnością.

Badania prowadzone od 1977 r. przez Instytut Ekologii na Śląsku w Rybnickim Okręgu Węglowym dostarczyły interesujących danych na temat etapów, kierunków i intensywności zmian zachodzących w biocenozach w wyniku przekształcenia środowiska przez przemysł węglowy i energetyczny. W badaniach tych element czasu zastąpiono serią środowisk zróżnicowanych pod względem intensywności przekształcenia przez przemysł.

Analizowano elementy fauny glebowej i naziemnej w trzech układach krajobrazowych (las, zadrzewienie śródpolne, łąka, rośliny w wieloletniej uprawie oraz rośliny jednoroczne zbożowe i okopowe, miedze), rozłożonych na przestrzeni 20 km między Rybnikiem a Knurówem. Jeden z badanych terenów pozostawał pod zasięgiem bezpośredniego oddziaływania zakładów przemysłowych (teren Książenic), drugi zanieczyszczany był emisjami pyłów i gazów oraz niszczonej gospodarką wydobywczą działającej

od 20 lat kopalni węgla (teren Szczygłowic) oraz trzeci, najbardziej przekształcony i zanieczyszczony w wyniku 80-letniej działalności kopalni węgla, koksowni i Zakładów Przetwórczych Kruszyw (teren Gierałtowic), z najbardziej zapyłanym i zdegradowanym terenem leśnym, przylegającym bezpośrednio do tych zakładów przemysłowych (las Aniołki).

Tereny badawcze różniły się wielkością i jakością emisji przemysłowych (Paplińska 1985), stopniem zaburzenia stosunków wodnych, przekształcenia gleby i reliefu (Ożóg 1982) oraz degradacją roślinności (Celiński, Wika, Baron 1982). Wartość poszczególnych składników emisji przekraczały prawie na całym obszarze dopuszczalne normy, a w najbardziej zanieczyszczonym terenie przekroczyły je kilka-, a nawet kilkusetkrotnie (Biuletyn Woj. Stacji Sanitarnej-Epidemiologicznej w Katowicach 1982).

Stan biocenozy testowano przez analizę cech strukturalnych i funkcjonalnych wybranych zespołów zwierzęcych i roślinnych. Oceniano takie wskaźniki strukturalne, jak liczebność, biomasa, liczba gatunków, struktura płciowa i wiekowa oraz dominacyjna i troficzna. Wśród cech funkcjonalnych analizowano migracje, dyspersję, płodność, metabolizm osobniczy, stosunki drapieżca — ofiara i roślinożerca — roślina, rozkład materii organicznej w glebie oraz udział w tym procesie mikroorganizmów i fauny glebowej.

Wbrew oczekiwaniom, na badanym obszarze nie obserwowano, proporcjonalnych do stopnia degradacji środowiska, oznak ubożenia fauny i osłabienia jej procesów życiowych. Tylko pewne grupy organizmów wykazywały negatywną reakcję na najbardziej przekształcony teren Gierałtowic, a szczególnie na silnie zdegradowane środowisko leśne (las Aniołki). I tak np. około 4-krotnie malała w tym terenie liczebność i biomasa mrówek w koloniach w porównaniu z najmniej przekształconym (Petal 1980). Obniżała się również liczebność i różnorodność gatunkowa *Coccinellidae* (Gałęcka 1980) i glebowych *Protozoa* (Sztrantowicz 1980), a u tych ostatnich wzrastał ponadto udział form przetrwalnikowych. Charakter tych zmian oraz ich intensywność sugerują, że zarówno *Coccinellidae*, jak i *Protozoa* mogą stanowić podstawę monitoringu ekologicznego.

Jednak u większości grup zwierząt w badanych warunkach nie obserwowano oznak degradacji ilościowej i jakościowej, nawet w porównaniu z innymi obszarami Polski (Dąbrowska-Prot 1982). Zwracały uwagę przede wszystkim reakcje populacji o charakterze adaptacyjnym, jak zmiana organizacji przestrzennej, zmiany kierunków migracji jesiennych i miejsc zimowania, czy przebudowa jakościowa zespołu zwierząt, przy zachowaniu pełnej ich różnorodności gatunkowej, prowadząca zwykle do zwiększenia eurytopowości fauny. W wielu przypadkach obserwowano

nawet zjawiska stymulacji wzrostu ilościowego pewnych grup zwierząt lub też zwiększenia intensywności ich procesów życiowych.

A oto kilka przykładów wymienionych tu zjawisk. Zmiany dyspersji w krajobrazie obserwowano u pajaków i muchówek (Łuczak 1980, Dąbrowska-Prot 1980). Pająki w terenie najintensywniej przekształcanym przez przemysł słabiej niż w innych terenach zasiedlały środowiska otwarte, takie jak łąki i pola. Muchówki natomiast bardziej równomiernie opanowały silnie zdegradowany teren i w związku z tym zmniejszały się różnice w zespołach *Diptera* poszczególnych ekosystemów. Podobne zjawisko upodabniania się zespołów zwierzęcych różnych typów łąk w rejonie huty Katowice wykazał Klimaszewski i in. (1980) na przykładzie grup roślinożerców z rzędów *Heteroptera* i *Homoptera*.

Obserwowane na obszarze Gierałtowic zmiany w dyspersji pajaków i muchówek powodowały zwiększenie mijania się przestrzenno-czasowego tych ważnych drapieżców i ich potencjalnych ofiar. Może to być jeden z mechanizmów ograniczających redukcję naturalną przedstawicieli *Diptera*, a szczególnie muchówek fitofagicznych.

Zarówno w populacjach wielu gatunków pajaków (np. u *Tetragnatha montana* Sim. i *Linyphia hortensis* Sund.), jak i mrówek w najbardziej zdegradowanym ekosystemie leśnym (las Aniołki), zwiększał się udział form młodych (Łuczak 1980, Petal 1980, Zimakowska-Gnoińska 1985), powodowany zapewne zwiększoną śmiertelnością, ale także i intensywną emigracją z tego środowiska osobników dorosłych.

W terenie najintensywniej przekształcanym przez przemysł (Gierałtowice) zachodziła jakościowa przebudowa wielu elementów fauny, jednak bez widomych oznak jej ubożenia. Prowadziła ona np. u *Araneae* i *Diptera* do zmniejszenia specyficzności fauny a zwiększenia jej eurytopowości (Łuczak 1985, Dąbrowska-Prot 1985). Zwiększał się ponadto w faunie *Diptera* tego terenu udział form roślinożernych, które jednak wycyfywały się z najbardziej zdewastowanego ekosystemu leśnego.

Pewnym zaskoczeniem było występowanie na obszarze intensywnie zanieczyszczanym (Gierałtowice) zjawiska stymulacji pewnych procesów ekologicznych. Obserwowano tam znacznie wyższy, niż w pozostałych badanych terenach, poziom liczebności wielu grup zwierząt. I tak liczebność pajaków była tam o 13% wyższa niż w najmniej przekształconym terenie (Łuczak 1985), natomiast owadów, a wśród nich muchówek o około 20% (Dąbrowska-Prot mat. niepubl.) i biegaczy o około 50% wyższa (Kabacik-Wasylik 1980), roztoczy glebowych zaś o 40% wyższa (Wasylik 1980). Podobne zjawisko obserwowano u drobnych gryzoni, które w tym terenie wykazywały szczególnie wysoką liczebność w okresie letniego szczytu rozmnażania się (Walkowa, Adamczyk, Chełkowska 1982).

Jednocześnie na obszarze Gierałtowic obserwowano intensywniejsze, niż na pozostałych terenach, tempo sezonowych zmian liczebności zwierząt, które w przypadku przedstawicieli owadów, a m.in. muchówek, było 2-4 razy intensywniejsze aniżeli na innych badanych terenach Śląska. Podobnie Klimaszewski et al. (1980) stwierdził większą zmienność dynamiki sezonowej piewików przy hucie Katowice niż 7 km dalej od emitora.

Na obszarze Gierałtowic obserwowano również wzrost intensywności procesów populacyjnych, takich jak wzrost produkcji kwiatów i owoców u borówki *Vaccinium myrtillus* L., który wynosił około 90% w stosunku do najbardziej zdegradowanego ekosystemu leśnego, a ponad 20% w stosunku do najczystszej (Baron 1985). Zjawisko takie już wcześniej stwierdzono przy hucie cynku, gdzie np. w odległości 1000 m od huty produkcja kwiatów u borówki była o 35% wyższa niż w kontroli, o 25% wyższa niż przy emitorze i o 16% wyższa niż 4500 m od emitora. W przypadku owoców różnice sięgały 50%.

W najbardziej przekształconym ekosystemie leśnym obserwowano nie tylko spadek produkcji kwiatów i owoców u borówki, ale również zmiany w fenologii tego gatunku, jak również innego, badanego gatunku, a mianowicie kruszyny. Opóźnienie wiosennego rozwoju tego ostatniego gatunku powodowało zaburzenia w ewolucyjnie wykształconej synchronizacji cykli rozwojowych kruszyny i na niej rozwijających się mszyc oraz wpływało na poziom liczebności tych owadów (Gałęcka 1985).

Na terenie silnie przekształcanym przez przemysł (Gierałtowice) w porównaniu z terenem Szczygłowic, wzrastał 2-krotnie minimalny poziom płodności (liczby jaj w kokonach) u gatunku *Enoplognatha ovata* Clerck, jednego z dominantów w zespołach pajaków badanego rejonu, spadał natomiast około 1,5-krotnie maksymalny poziom płodności (Tarwid w druku). Zmieniało to zróżnicowanie liczby jaj w kokonach: było ono około 8-krotne, podczas gdy w terenie słabiej zapyłanym aż 15-krotne. Można przypuszczać, że w środowiskach silnie przekształcanych przez przemysł eliminowany jest w znacznym stopniu wpływ czynników przypadkowych na płodność pajaków. W związku z tym wielkość kokonów jest dość wyrównana, ale jednocześnie środowisko stymuluje wzrost minimalnej liczby składanych jaj.

Stwierdzono również stymulację procesów metabolizmu u pajaków i biedronek, u których respiracja wzrastała o około 30% na obszarach najbardziej przekształconych (Zimakowska-Gnoińska 1985).

Omówione tu zjawiska wykazują, jak skomplikowane i różnorodne są reakcje biocenozy na czynniki uprzemysłowienia, a jej ubożenie jakościowe i ilościowe jest jednym z końcowych etapów przemian. Przy pewnym poziomie emisji przemysłowych i stopniu przekształcenia środowi-

ska, biocenozy są w stanie zachować swoją stabilność strukturalną i funkcjonalną. W miarę wzrostu uprzemysłowienia pojawiają się reakcje adaptacyjne, takie jak np. zmiana dyspersji zwierząt, migracje sezonowe, przebudowa gatunkowa zespołów roślin i zwierząt, zmiany w strukturze troficznej i fenologii organizmów. Pociągają one za sobą skutki wtórne w postaci osłabienia pewnych typów stosunków biocenotycznych niekorzystnych dla człowieka, jeśli dotyczą osłabienia naturalnej redukcji szkodników, natomiast korzystnych, gdy ograniczają kontakty szkodliwych zwierząt z rośliną żywicielską.

Dalszy wzrost stresu przemysłowego wyzwała oznaki zaburzenia równowagi ekosystemów, które mogą przejawiać się m.in. zwiększeniem intensywności pewnych procesów, np. populacyjnych (masowe pojawy, wzrost płodności) i osobniczych (wzrost respiracji), wskazujących na osłabienie mechanizmów regulacyjnych. Są to pierwsze symptomy zbliżającej się degradacji jakościowej i ilościowej biocenoz. Dalsze oddziaływanie przemysłu prowadzi do ubożenia biocenoz, osłabienia procesów życiowych roślin i zwierząt, zaburzenia procesów krążenia materii w ekosystemie.

Zapobieganie degradacji środowiska przemysłowego wymaga opracowania całego systemu ostrzegania, opartego na ekologicznych wskaźnikach stanu środowiska. Powinny one charakteryzować przede wszystkim etapy adaptacji układów przyrodniczych do panujących warunków oraz kierunku i intensywności ich przekształcania się, a nie wyłącznie etapy ich degradacji, mierzone stopniem ubożenia jakościowego i ilościowego fauny i flory.

-PIŚMIENNICTWO

- Baron H. 1985. Wpływ zanieczyszczenia przemysłowego środowiska na fenologię dwu gatunków borówki *Vaccinium myrtillus* L. i *Vaccinium vitis-idaea* L. w zespole Pino-Quercetum Kozł. 1925. Pol. ecol. Stud., 10 (1984), 1 (w druku).
- Borman F. H. 1982. The effects of air pollution on the New England landscape. *Ambio, Journ. of the human environment, Royal. Swedish Ak. Sc.*, 9, 6: 338 - 346.
- Celiński F., Wika S., Baron H. 1982. Vegetation of Knurów town and its surroundings with trends of multiannual changes. *Pol. ecol. Stud.*, 8, 3-4: 241 - 258.
- Dąbrowska-Prot E. 1980. Ecological analysis of *Diptera* communities in the agricultural region of the Masurian Lakeland and the industrial region of Silesia. *Pol. ecol. Stud.*, 6, 4: 685 - 716.
- Dąbrowska-Prot E. 1982. Structural and functional characteristics of biocenoses in industrial region exemplified by surroundings of the town of Knurów. *Pol. ecol. Stud.*, 8, 3-4: 259 - 288.

- Dąbrowska-Prot E. 1985. Structural and functional characteristics of *Chloropidae* community in the industrial landscape. Pol. ecol. Stud., 10 (1984), 1 (w druku).
- Gałęcka B. 1980. Structure and functioning of community of *Coccinellidae* (Coleoptera) in industrial and agricultural — forest regions. Pol. ecol. Stud., 6, 4: 717-734.
- Gałęcka B. 1985. Opóźnienie rozwoju fenologicznego kruszyny (*Frangula alnus* Mill.) w terenie uprzemysłowionym, a liczebność żerujących na niej mszyc *Aphis frangulae* Kalt. Pol. ecol. Stud., 10 (1984), 1 (w druku).
- Hellawell J. M. 1978. Biological surveillance of rivers. A biological monitoring handbook. Water Research Centre, Stevenage, England, Stevenage Laboratory. 331 pp.
- Kabacik-Wasylik D. 1980. *Carabidae* communities of potato and cereal crops in industrial environment of Silesia. Pol. ecol. Stud., 6, 4: 673-684.
- Klimaszewski S. M., Wojciechowski W., Gębicki C., Czyłok A., Jasińska J., Głowacka E. 1980a. Ugrupowania owadów ssących (*Homoptera* i *Heteroptera*) zbiorowisk trawiastych i zielnych w rejonie huty „Katowice”. Acta Biol., Katowice, T. 8, (Prace Uniw. Śląsk. Nr 348): 9-21.
- Łuczak J. 1979. Spider in agrocenoses. Pol. ecol. Stud., 5, 1: 151-200.
- Łuczak J. 1980. Spider communities in crop fields and forests of different landscape of Poland. Pol. ecol. Stud., 6, 4: 735-762.
- Łuczak J. 1985. Pajaki terenów uprzemysłowionych. Pol. ecol. Stud., 10 (1984), 1 (w druku).
- Odum E. P. 1963. Podstawy ekologii (Fundamentals of Ecology). PWRiL, Warszawa, 559 ss.
- Ożóg M. 1982. Landscape evolution and its influence on a habitat characteristics near Knurów. Pol. ecol. stud., 8, 3-4: 201-229.
- Paplińska E. 1985. Warunki środowiskowe rejonu Knurowa. Pol. ecol. Stud., 10 (1984), 1 (w druku).
- Pętał J. 1980. The effect of industrial pollution of Silesia on populations of ants. Pol. ecol. stud., 6, 4: 665-672.
- Puszkarski T. 1979. Epigeal fauna as a bioindicator of changes in environment in areas of high industrial pressure. Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Biol., 27, 11: 925-931.
- Sztrantowicz H. 1980. Structure and numbers of soil *Protozoa* on industrial areas of Silesia. Pol. ecol. Stud., 6, 4: 607-624.
- Tarwid M. 1985. Płodność samic pająka *Enoplognatha ovata* Cl. w warunkach uprzemysłowienia. Pol. ecol. Stud., 10 (1984), 1 (w druku).
- Trojan P. 1980. Homeostaza ekosystemów. Zakł. Nauk. im. Oss. Wyd. PAN, 149 ss.
- Walkowa W., Adamczyk K., Chełchowska H. 1982. Numbers and structure of rodent communities in the forest environment of Silesia. Pol. ecol. Stud., 8, 3-4: 305-330.
- Wasylik A. 1980. Occurrence and vertical distribution of soil mites in potato fields. Pol. ecol. Stud., 6, 4: 655-663.
- Więckowski S. 1979. Antropopresja w rejonach uprzemysłowionych a zmiany w entomofaunie leśnej. W I Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych nt. „Reakcje bezkręgowców na prasje antropogeniczne w środowisku leśnym” (Rogów 19-20 XI 1979), s. 25-36. Wydawn. SGGW, Warszawa.
- Woj. Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna. 1982. Zanieczyszczenia atmosfery. Katowice, 177 ss.

- Zimakowska-Gnoińska D. 1981. The effect of industrial pollution on bio-energetic indices and on chemical composition of polyphages predators — Araneae. Pol. ecol. Stud., 7, 1: 61-76.
- Zimakowska-Gnoińska D. 1985. Respiration and energetic value of a *Coccinella septempunctata* L. in degraded area by coal mining industry. Pol. ecol. Stud., 10 (1984), 1 (w druku).

Instytut Ekologii PAN
Dziekanów Leśny k. Warszawy
05-150 Łomianki