

FUNKCJONOWANIE HOMEOSTAZY W EKOSYSTEMIE LEŚNYM,  
ZAGROŻONYM PRZEZ ANTROPOPRESJĘ

Tadeusz Przybylski

Katedra Ekologii Roślin UŚl, Katowice

Zdefiniowanie pojęcia homeostazy w odniesieniu do ekosystemu nie jest proste i przez różnych autorów różnie zostało potraktowane. Skala różnorodności waha się od bardzo szczegółowego, słownikowego wręcz określenia Jastrzębskiego, zawierającego około 100 słów [10] nawiązującego do modelowych układów cybernetycznych, po skrótowe, zwarte i jasne utożsamienie homeostazy ze stabilnością lub równowagą biologiczną Petruszewicza [13]. Sądzę zresztą, że subtelności definicji mają zasadnicze znaczenie przy rozważaniach metodycznych, natomiast na pierwszy plan wysuwają się zagadnienia styku teorii z praktyką codziennej rzeczywistości; konkretnie jak wygląda konfrontacja tego, co możemy dziś powiedzieć o badaniach środowiska przyrodniczego w obliczu katastrofy ekologicznej. Wielu ludzi, w tym również profesjonalistów, nie traktuje jeszcze tych zagrożeń z należytą uwagą. Tymczasem bez narażenia się na zarzut przesady można warunki środowiskowe Górnego Śląska określić jako skrajne nawet na skalę światową. Wystarczy dla ilustracji kilka tylko danych. Na powierzchni, która stanowi niewiele ponad 20% terytorium całego kraju koncentruje się 10% ludności /w tym 15% ludności miejskiej Polski/ i niemal 20% produkcji przemysłowej. Mieści się w tym 98% produkcji węgla kamiennego, 100% wydobycia i przetwarzania cynku i ołowiu, powstaje tutaj 1/3 energii elektrycznej itd. Na obszar woj. katowickiego przypada około 1/3 zanieczyszczeń atmosfery w Polsce [17]. Tego rodzaju danych statystycznych roczniki zawierają więcej. Dość liberalne polskie normy dopusz -

czalnych zanieczyszczeń są bardzo często przekraczane. Dla ekosystemów leśnych ma to podstawowe znaczenie. Na pozór sytuacja nie wydaje się być alarmująca; katowickie ma lesistość nieco przewyższającą średnią krajową /niemal 30%/. Rozmieszczenie lasów nie jest jednak równomierne. Centrum tego regionu, czyli GOP ze swą ogromną jak na polskie warunki konurbacją, wylesione zostało dość dokładnie. Oprócz bowiem charakterystycznego dla regionów uprzemysłowionych antagonizmu między naturalną szatą roślinną a urbanizacją i zabudową w ogóle, uwzględnić trzeba czynnik czasu. Przemysł wydobywczo-przetwórczy ołowiu i srebra sygnalizują na Górnym Śląsku kroniki z XII wieku. Dla ciągłej pracy jednej kuźnicy konieczne było wycięcie 250-500 ha lasu rocznie. Tu właśnie tkwi przyczyna wylesień i zagłady Puszczy Śląskiej. Dawna 80procentowa lesistość zmalała niemal do 1/3. W wieku XIX rolę nośnika energii przejął węgiel kamienny, wobec czego groźba wylesień, proporcjonalnych do tempa rozwoju przemysłu, została chwilowo zażegnana. Zachowało się więc sporo lasów na obrzeżach województwa, co daje w rezultacie lesistość aktualną o 2% wyższą niż przeciętna krajowa. Liczba ta jednak nie uprawnia do optymizmu. Urzędowe dane mówią o tym, że ponad 80% tych lasów jest uszkodzonych przez emisje przemysłowe. Oficjalne kryteria stosowane do oceny lasów są z konieczności sformalizowane, a więc nie zawsze odpowiadają dokładnie stanowi faktycznemu. Dlatego można przyjąć opinię, wyrażoną przez wielu leśników, że lasy górnośląskie są w różnym stopniu uszkodzone. Uszkodzone, to znaczy w ich funkcjonowaniu nastąpiły zmiany określane jako degradacyjne, oceniane ujemnie, wyrażające się przede wszystkim obniżeniem produkcji drewna.

Rozważania przyrodnicze powinny być poprzedzone wstępnymi wyjaśnieniami technicznymi. W naszej gospodarce dominują uproszczone poglądy ściśle produkcyjne pozbawione szerszego syntetycznego spojrzenia na całość środowiska. I tak lasy oceniane są z punktu widzenia drewna, natomiast ich pozaprodukcyjna rola jest często niedoceniana, również w kategoriach ściśle ekonomicznych. Średnia produktywność naszych lasów szacowana jest na około 2 m<sup>3</sup> przyrostu drewna na 1 ha rocznie. Daje to podstawy dla uzasadnionego pozyskiwania około 16-17 mln m<sup>3</sup> drewna rocznie. Roczniki statystyczne mówią o regularnym przekraczaniu tego limitu. Świadczy to o dużym zapotrzebowaniu oraz wyjaśnia, dlaczego redukcja przyrostu jest najłatwiej i przede wszystkim odczuwalnym skutkiem uszkadzania

nia lasów przez emisję. Pogląd, że wartość drewna jest tylko drobnym ułamkiem rzeczywistej wartości ogólnośrodowiskowej i społecznej lasu nie znalazł jeszcze powszechnego poparcia i w bilansach gospodarczych utraty ujmowane całościowo nie figurują. Ścisłe - oceniane są one w sposób znacznie zaniżony.

Ważnym elementem decydującym o wrażliwości lasów na antropopresję jest ich skład gatunkowy. Rośnie w naszym kraju, łącznie z pospolitymi egzotami, niewiele ponad 20 gatunków drzew. Wśród ważnych edyfikatorów drzewostanów pierwsze miejsce zajmuje natomiast *Pinus silvestris*, stanowiąc prawie 3/4 zasobów leśnych. Wszystkie gatunki szpilkowe mają ponad 80-procentowy udział w polskich lasach. W ocenie wrażliwości na emisje przemysłowe właśnie drzewa szpilkowe zajmują pierwsze miejsce. Tak więc taksony najwrażliwsze, najłatwiej padające ofiarą skażeń, decydują o składzie gatunkowym i produktywności lasów. Wspomnieć też trzeba, że gatunki te, przede wszystkim sosna zwyczajna, mają szeroką skalę ekologiczną i zajmują siedliska z reguły ubogie, na których bardzo trudno zastąpić je innymi drzewami, wymagającymi siedlisk bogatszych, żyzniejszych. Ważnym czynnikiem jest i to, że skutkiem stosowanych metod gospodarowania znaczny odsetek lasów przekształcony został w monokultury, co osłabia ich naturalną odporność.

Zagrożenie lasów polskich jest więc wynikiem kumulacji kilku czynników, a mianowicie:

- wyjątkowo silnego skażenia środowiska,
- niewielkiej odporności naturalnej drzewostanów, determinowanej przez ich skład gatunkowy /przewaga szpilkowych/,
- braku wartościowych gatunków zastępczych, przystosowanych do typowych, przeważnie ubogich siedlisk leśnych w naszym kraju,
- ogromnym zaniedbaniem w tej dziedzinie.

Problematykę homeostazy ekosystemów leśnych rozpatrywać trzeba na tak zarysowanym tle. Należałoby zdecydować się na przyjęcie określonej, może nie tyle podręcznikowej definicji pojęcia, ile na dominacji pewnych jej elementów. Różne ujęcia preferują bądź to „stan równowagi”, bądź też „mechanizmy, utrzymujące stan równowagi”. Z wielu względów broniłbym wariantu drugiego. Stwarza to niewątpliwie duże trudności metodyczne, oddala zapewne osiągnięcie celu, za jaki można by uznać zbudowanie modelu, wyjaśniającego mechanizmy i funkcje homeostazy, ale wydaje się bardziej racjonalne i uzasadnione niż próba opisanie stanu, a więc podejście statys-

tyczne. W tak wieloczynnikowym układzie, jakim jest ekosystem leśny stopień uogólnienia, obejmujący wszystkie lasy jest nieosiągalny. W jakimś sensie uzasadnia to nawiązywanie do konkretnej sytuacji lasów górnośląskich. Nie jesteśmy jeszcze w stanie opisać mechanizmu homeostazy w ujęciu syntetycznym. Można natomiast podjąć próbę przedstawienia kilku przynajmniej jej elementów reprezentowanych według jakiegoś schematu budowy środowiska leśnego.

Pierwszoplanowym jej elementem jest drzewostan. Antropopresja oddziałuje nań różnorodnie, natomiast jeśli wyeliminuje się z rozważań jej przejawy uboczne i pośrednie, a skoncentruje uwagę na emisjach, to reakcja drzew może przejawiać się w:

- osłabieniu żywotności osobników, o różnym nasileniu, aż do ich śmierci włącznie,

- eliminowaniu mniej odpornych populacji o różnej randze taksonomicznej, co może doprowadzić do zmiany puli genetycznej lub wręcz składu gatunkowego. W skrajnym przypadku cała formacja leśna przekształca się w zbiorowiska zaroślowe lub pustynnieje [18],

- powstawaniu warunków dla gradacji szkodników i rozwoju chorób.

Najważniejszym i bezpośrednim skutkiem tych zmian jest inny reżim świetlny całego zbiorowiska, pozbawienie bezpośredniej osłony przed emisjami wewnętrznych składników lasów, zmiana stosunków cieplnych i wilgotnościowych [3].

Mamy tu do czynienia z klasycznym przykładem uruchomienia procesu, który z czasem nabiera własnej dynamiki i z reguły stymulowany jest przez trwającą, a często nasilającą się emisję.

Zagadnieniom degradacji drzewostanów poświęcono sporo badań, głównie nad obniżeniem produktywności i jakości, czyli stratami plonu, nad mechanizmami eliminacji osobników czy taksonów. Z badań prowadzonych na Górnym Śląsku wymienić można prace Godzika, Greszty, Niemtura, Czuchajowskiej oraz Przybylskiego [5, 6, 8, 9, 12].

Drugim elementem, na jaki w omawianym ekosystemie należałoby zwrócić uwagę, jest szeroko rozumiane runo i podszyt. Celowo rozszerzam tu ściśle leśne pojęcia, które ze względów technicznych są precyzyjnie opisane. Otóż ten element świata roślinnego lasu poza drzewostanem reaguje bardzo specyficznie na antropopresję, ale w świetle ostatnich szczególnie badań jego reakcje są wtórne. Są jakby echem zmian zachodzących w drzewostanie. Z prac z tego

zakresu wymienić można badania Buszman, Czuchajowskiej, Lorek, Strączek, Ciepała i innych [3, 5], związanych zresztą częściowo z problemem 10.2. [14].

Reakcje różnych gatunków są bardzo charakterystyczne i obserwuje się zaburzenia i zmiany w przyrostach, trwałości, rytmach fenologicznych, reprodukcji generatywnej, dynamice populacyjnej lub regresie w sensie mikrozasiegów. Znakomita większość tych przejawów, to skutki zmian mikroklimatycznych w drzewostanie /stosunki świetlne, cieplne i wodne/, a także, choć głównie z powodu redukcji osłonowej roli drzewostanu, bezpośredniego działania skażeń.

Trzecim wreszcie elementem jest gleba, czy raczej szerzej ujmując - substrat, w którym wegetują rośliny wszystkich kategorii. Badaniom nad glebą poświęcone są prace Badury, Pachy i Śliwy [2].

Z dotychczasowych osiągnięć najważniejsze i zaskakujące jest stwierdzenie ogromnej zdolności do buforowania skutków emisji, jaką wykazują gleby ekosystemów, znajdujących się pod presją skażeń atmosfery. Niezależnie od badań mikrobiologicznych, również i w innych pracach wykazano, że mimo dopływu znacznych ilości metali ciężkich /Zn, Pb, Cd i inne/, mimo zmian pH o kilka jednostek w ciągu 5-6 lat gleby te zachowują jeszcze określoną sprawność i ich pojemność sorpcyjna na skażenia nie została jeszcze wysyciona [5]. Gleba okazuje się centralnym ogniwem, regulującym ośrodkiem bilansowania i równoważenia zmienionego przepływu i krążenia materii w ekosystemie, szczególnie w odniesieniu do metali ciężkich. Jednak z punktu widzenia bilansu i krążenia elementów mineralnych - a do takiego układu można sprowadzić skażenia - sytuacja taka tylko z pozoru wygląda zadowalająco. Przykłady ilustrujące ten stan i uzasadniające obawy nie trudno znaleźć na Górnym Śląsku. Klasycznym jest tu Miasteczko Śląskie i jego huty cynku. Intensywna działalność i związana z nią emisja skażeń jest ściśle określona w czasie. Można tu śledzić ten proces i jego skutki w roślinach. Badania Ciepała i Niemtura [4] wykazały wzrost koncentracji metali ciężkich w drewnie drzew rosnących w pobliżu, skorelowany z rozwojem huty. Analizy borówek i innych roślin prowadzone przez Lorek [11], Buszman [3] i innych pozwoliły na stwierdzenie zależności odwrotnie proporcjonalnych między koncentracją skażeń i odległością od emitora. Obserwujemy tutaj proces degradacyjny, uchwytyny dla kilkuletnich programów badawczych. Jeśli nawet dziś utrzymuje się jeszcze środowisko leśne, to kierunek i tempo zmian bu-

dzą uzasadnione obawy. Obliczono, że część tego strumienia metali ciężkich zawartych w ogólnej masie zanieczyszczeń może zostać u-  
nieruchomiona na kilkadziesiąt lat w drewnie. Ilości te sięgają  
4,5 kg Zn i 1,5 kg Pb na hektar [16]. Tymczasem emisje huty w Mia-  
steczku Śląskim dostarczają rocznie ponad 300 kg Zn i ponad 200 kg  
Pb na hektar. Znikoma część tych ilości na kilka lub kilkanaście  
lat blokowana jest w mniej trwałych elementach biomasy, część jest  
wymywana przez wodę. Nie istnieją pomiary tego bilansu dla nasze-  
go regionu, choć w innych krajach próby takie podjęto. Jednak na-  
wet bez dokładnych pomiarów można postawić tezę, że stały i zna-  
czny dopływ jakichkolwiek elementów musi wyczerpać naturalne ich  
zagospodarowanie przez ekosystem. Nie można pominąć tu roli świa-  
ta zwierząt, które zarówno w utrzymaniu równowagi krążenia materii,  
jak i jej burzeniu odgrywają ogromną rolę.

W tym aspekcie sprawą drugorzędną są poszczególne pozycje te-  
go bilansu: blokada w biomacie, przyspieszenie krążenia, eksport  
przez wymywanie czy sorpcja gleby. Konkluzja jest oczywista i jed-  
noznaczna.

Zdumiewająca i niespodziewana zdolność do utrzymywania homeo-  
stazy środowiska, przede wszystkim gleby, nie jest nieograniczona  
i musi w tej sytuacji osiągnąć kres. Próby pomiaru tej pojemności,  
ujmowanej zarówno od strony gleby, jak i roślin są przedmiotem  
aktualnych badań. Poznanie współzależności funkcjonowania już zna-  
nych elementów, stworzenie modelu da na pewno ważny efekt poznaw-  
czy. Natomiast najważniejszy wniosek już znamy. Brzmi on: „jedynym  
ratunkiem jest ograniczenie i likwidacja strumienia skażeń do ta-  
kiego poziomu, który ekosystem jest w stanie zbilansować, przy któ-  
rym ukształtowane na nowo mechanizmy homeostazy zachowają swą war-  
tość funkcjonalną na okres mający znaczenie dla rachunku czasu w  
skali przyrodniczej”. W sytuacji, gdy pięcioletni program pozwala  
stwierdzić zmiany kierunkowe w funkcjonowaniu ekosystemu, a dopływ  
zanieczyszczeń nie maleje, zdolności regulacyjne naturalnych ukła-  
dów szybko zostaną zniszczone.

#### LITERATURA

1. Badura L., Dzikowska M., Górska B., Knot A., Miniów E., Pacha  
J., Wasik J.: Acta Biol., Katowice, 9, 111-127, 1980.

2. Badura L., Pacha J., Śliwa U.: Wpływ cynku i miedzi na aktywność enzymatyczną gleby. *Acta Biol.*, Katowice, 9, 128-142, 1980.
3. Buszman B.: Badania nad biologią *Vaccinium myrtillus* L. i *V. vitis-idaea* L. rosnących w warunkach środowiska skażonego przez emisje przemysłowe. Praca doktorska Uniwersytet Śląski w Katowicach, 1982.
4. Ciepiał R., Niemtur S.: *Acta Biol.*, Katowice, 12, 1983.
5. Czuchajowska Z., Lorek E., Strączek T.: *Acta Soc. Bot. Pol.*, 49/3/ 339-348, 1980.
6. Czuchajowska Z., Przybylski T.: *Acad. Pol. Sci.*, 26/6/ 361-368, 1978.
7. Czuchajowska Z., Przybylski T.: *Bull. Acad. Pol. Sci.* 26/6/ 369-376, 1978.
8. Godzik S.: *Pr. Stud.* 16, 1-159, PAN, 1976.
9. Greszta J.: *Stud. Nat. Ser. A*, 10, 1-182, 1975.
10. Jastrzębski S.: *Nowy wzorzec cywilizacji - ochrona środowiska.* LSW, Warszawa 1981.
11. Lorek E.: Badanie składu chemicznego owoców borówek *Vaccinium myrtillus* L. i *V. vitis-idaea* L. jako wskaźnika stopnia zanieczyszczenia środowiska naturalnego w rejonie przemysłowym. Praca doktorska, Uniw. Śląski w Katowicach, 1978.
12. Niemtur S.: Badania nad wewnątrzgatunkowym zróżnicowaniem odporności sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) na emisje przemysłowe. Praca doktorska, Uniw. Śląski w Katowicach, 1979.
13. Petruszewicz K.: *Osobnik, populacja, gatunek.* PWN, Warszawa.
14. *Problem węzłowy 10.2. Podstawy ochrony i kształtowania środowiska człowieka w regionach przemysłowych /program na lata 1981-1985/.*
15. Przybylski T.: The study on scots pine growing in pulleted area in Upper Silesia. *Symp. on Scots Pine Forestry in the Future Papers.* Kórnik 29.09-4.10.1980.
16. Przybylski T.: *Krażenie i kumulacja metali ciężkich w ekosystemie leśnym /maszynopis - Uniw. Śląski w Katowicach/*, 1981.
17. *Rocznik Statystyczny woj. Katowickiego*, Katowice 1981.
18. Wolak J.: *Sylwan* 114/8/9/, 35-38, 1970.

Тадеуш Прибыльский

Функционирование гомеостаза в лесной экосистеме,  
находящейся под угрозой антропогенного пресса

Резюме

Верхнесилезские леса находятся под сильным прессом промышленности и урбанизации, поскольку во всем этом регионе с площадью, составляющей 2,2% общей площади страны, сосредотачивается около 20% польского промышленного производства, а его население составляет 10% общего населения страны /в том числе 15% сельского населения/. Здесь формируется одна треть всех загрязнений атмосферы.

Многолетние экологические исследования обнаружили выраженную способность блокировать загрязнения в сорбционной системе почвы, однако одновременно позволили установить процессы деструкции: уже возможные для определения изменения величины рН, отмирание деревьев и ослабление других видов лесной растительности /например снижающаяся продукция семян брусники/, а также синантропизация лесных сообществ. Это свидетельствует о снижающейся стабильности лесной экосистемы, а в некоторых местностях, в непосредственном соседстве промышленных предприятий сильно загрязняющих среду, носит характер экологического бедствия. Эту проблему можно решить только путем существенного сокращения загрязнений, поскольку ограниченная устойчивость экосистемы исключает сохранение актуального положения в течение более длительного времени.



Tadeusz Przybylski

HOMEOSTASIS OF A FOREST ECOSYSTEM  
FUNCTIONING UNDER ANTHROPOPRESSION

S u m m a r y

The forests of Upper Silesia are growing under hard pression of industry and urbanization, because this region /about 2,2% of total area of Poland/ gives about 20% of Polish industrial production and concentrates 10% of inhabitants. In the Silesian conurbation live 15% of Polish urban population. The regional industry produces about 1/3 country's air pollution. The ecological research, which begun many years ago, stated a relatively large ability of block the pollution by soil's sorption system, but demonstrated also some dangerous phenomena, like: high mortality of trees, diminishing of plant vitality /e.g. a significant reduction of seed yield of *Vaccinium*/, and a general synanthropization of forest vegetation. It means some kind of destabilization of forest ecosystem, and in some places, especially in a direct vicinity of polluting objects - an ecological disaster. The only solution of this problem is significant reduction of pollution, because the limited resistance of forest ecosystem excludes the sustaining of present situation in a really long period.