

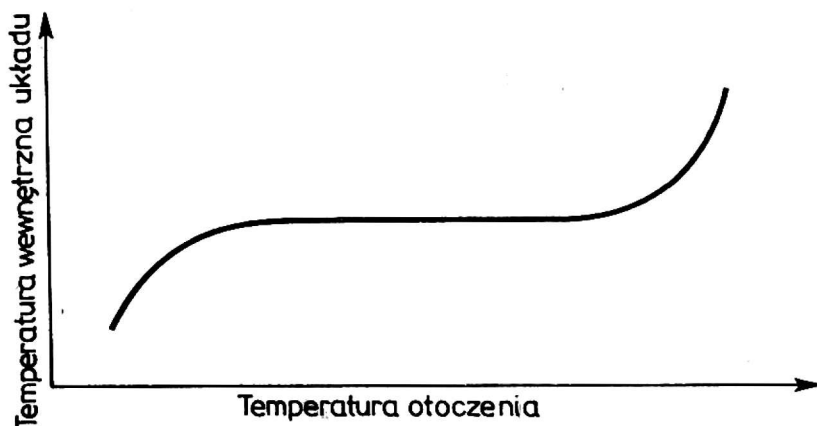
PEWNE ASPEKTY HOMEOSTAZY GLEBY

Jacek Malicki

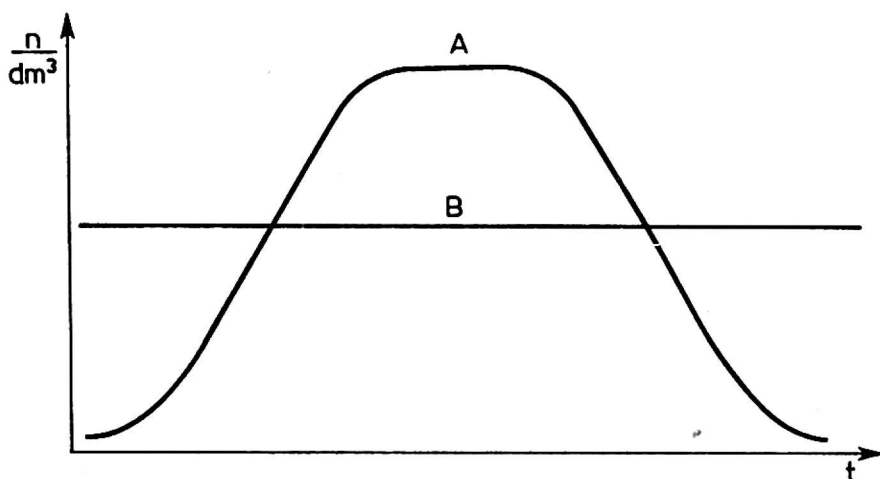
Politechnika Lubelska, Lublin

Termin homeostaza wynikł z potrzeby określenia stanu specyficznej równowagi żywego organizmu. Równowagi przejawiającej się stosunkowo małą wrażliwością organizmu na znaczne / oczywiście w określonych przedziałach / zmiany czynników otoczenia. Kilkunastostopniowe zmiany temperatury w ciągu / doby nie wpływają np. zasadniczo na zmianę temperatury wnętrza ciała, zwłaszcza u organizmów stałocieplnych [3]. Stałocieplność nie jest jedynym, chociaż najbardziej spektakularnym przejawem wspomnianych zdolności organizmów do przeciwstawiania się zmianom warunków zewnętrznych. Podobnie do temperatury regulowane są: ciśnienie osmotyczne komórki, poziom wody w osoczu, ciśnienie tlenu w tkankach itp. [2]. Parametry te podlegają, z wydatkowaniem energii [8], regulacji na drodze skomplikowanego współdziałania układów hormonalnego i nerwowego lub ich odpowiedników. Ponieważ uzyskiwana w ten sposób równowaga wewnętrznych warunków organizmu różni się nieco od zwyczajnej równowagi np. procesów chemicznych, wynikającej zwykle z reguły przekory sformułowanej przez Le Chateliera, Cannon [1] zaproponował dla równowagi tej termin homeostaza. Graficznie stan homeostazy najlepiej ilustruje tzw. krzywa homeostatyczna /rys. 1, 6/.

Regulacja powodująca wewnętrzną stabilność zapewniającą równowagę funkcjonalną pozwala organizmom zasiedlać środowiska o warunkach często znacznie odbiegających od optymalnych dla przebiegu procesów życiowych. Umożliwia również dyspersję i zwiększanie zasięgów znacznie poza terytorium powstania gatunku, niekiedy pozwala nawet na zasiedlenie środowisk ekstremalnych.



Rys. 1. Krzywa homeostatyczna



Rys. 2. Liczebność żywych osobników w układach hodowli stacjonarnej /A/ i ciągłej /B/

Szczególnie w środowiskach ekstremalnych łatwo zauważyć stany homeostazy wnętrza organizmów i większość opracowań dotyczy właśnie takich właśnie sytuacji. Uchodzą natomiast uwadze przypadki rzec można trywialne, kiedy organizm stabilizuje: temperaturę, ciśnienie osmotyczne, odczyn i podobne parametry wewnętrzne zmieniające się w wyniku metabolizmu. Kiedy sam proces życia zakłóca swoje otoczenie, zakłóca wewnętrzne warunki organizmu. Wydaje się prawdopodobne, że zdolność uzyskiwania stanu homeostazy pozwalająca na zachowanie równowagi funkcjonalnej, nastawiona jest raczej na niwelowanie właśnie wewnętrznych zakłóceń osobnika [2]. Jeśli organizm posiada ponadto pewien nadmiar możliwości regulacyjnych likwidujący dodatkowo zakłócenia zewnętrzne może mu to umożliwić ekspansję terytorialną lub utrzymanie się w mało stabilnym środowisku /jakim np. w porównaniu z wodą jest środowisko lądowe/. Że nadmiar możliwości regulacyjnych nie jest czymś powszechnym świadczyć może istnienie gatunków stenotopowych, a o tym że zdarza się nawet znaczny nadmiar zdolności regulacyjnych przekonują nas ubikwistyczne gatunki eurytopowe.

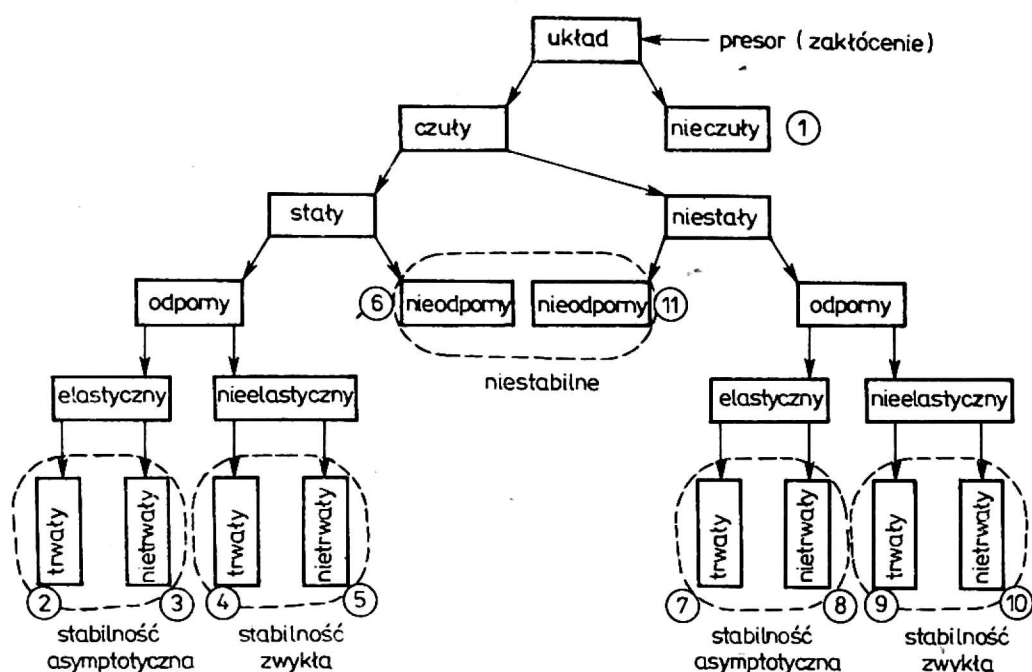
Termin homeostaza powołany do życia dla potrzeb fizjologii zwierząt z upływem czasu zaczął być wykorzystywany również w innych dziedzinach nauki. Zaadaptowany został przez cybernetykę „naukę o sterowaniu i przetwarzaniu informacji w zwierzęciu i maszynie” [5]. Wykorzystywany jest przez ekologów, często w odniesieniu do struktur nadosobniczych [7, 9].

Próby przeniesienia teorii samosterowania do ekologii na układy nadosobnicze /populacje, biocenozy/, a nawet ekosystemy, lub raczej subintegruny ekosystemów powodują jednak pewne komplikacje. W przypadku mikroorganizmów glebowych względy metodyczne pozwalają na stwierdzenie jak na poziomie populacyjnym wygląda w funkcji czasu regulacja hodowli stacjonarnej i ciągłej /rys. 2/, gdzie liczebność komórek, poziom wydzielania CO_2 , tempo pochłaniania C_2 , stężenie metabolitów mogą być traktowane jako indykatory obecności lub braku stanu homeostazy. Ale poziom ekosystemalny, przynajmniej do czasu wyjścia poza metody bakteriologiczne, pozostaje poza sferą naszych doświadczeń. Nie można z całą pewnością stwierdzić, który ze znanych modeli hodowli /stacjonarny czy ciągły/ realizowany jest w glebie w obrębie ekosystemu. Być może występują tam obydwa, lub żaden z nich. Pewne jest tylko, że jakieś mechanizmy regulacyjne, a więc i stany homeostazy muszą być przez układ realizowane, jeżeli stwierdza się fakt istnienia układu w czasie i jego trwałość pomimo tego, że wyposażony jest on w zdolność przemiany materii i energii powodującą zakłócenia jego środowiska wewnętrznego. Ponadto przemiany te mają poziom mniej więcej ustabilizowany i to na tyle, że gleby poszczególnych ekosystemów i biomów różnią się między sobą także poziomami realizacji funkcji metabolicznych.

Dodatkowe komplikacje /oprócz metodycznych/ wynikają przy adaptacji dla potrzeb ekologii mikroorganizmów terminu homeostaza właśnie z terminologii. W tym referacie użyte już zostały w związku z homeostazą i układem takie pojęcia, jak stabilność i trwałość. Ponadto w związku z homeostazą występują także takie terminy jak: stałość, elastyczność, czułość i odporność. Oczywiście każdy z nich [2, 4, 9] rozumiany intuicyjnie obejmuje pewien obszar zjawisk, znaczna jednak niedogodność wynika z faktu stosowania tych terminów w poszczególnych dziedzinach nauki nie zawsze z pokrywającymi się ze sobą zakresami, ponadto często traktowane są one jako synonimy. Ponieważ zakresy terminów i opisujących termi-

ny definicje w głównej mierze zależą od przyjętej konwencji wydaje się, że celowe może być przyjęcie jednoznacznej terminologii i zakresu jej stosowania. Poniżej przedkładam pod dyskusję próbę pewnego usystematyzowania terminologii związanej z problemem homeostazy układów, szczególnie w sytuacji stresu, gdy układ wchodzi w kontakt z działającymi z zewnątrz czynnikami środowiska /presorami/ o poziomie wyraźnie odbiegającym od stanu przeciętnego.

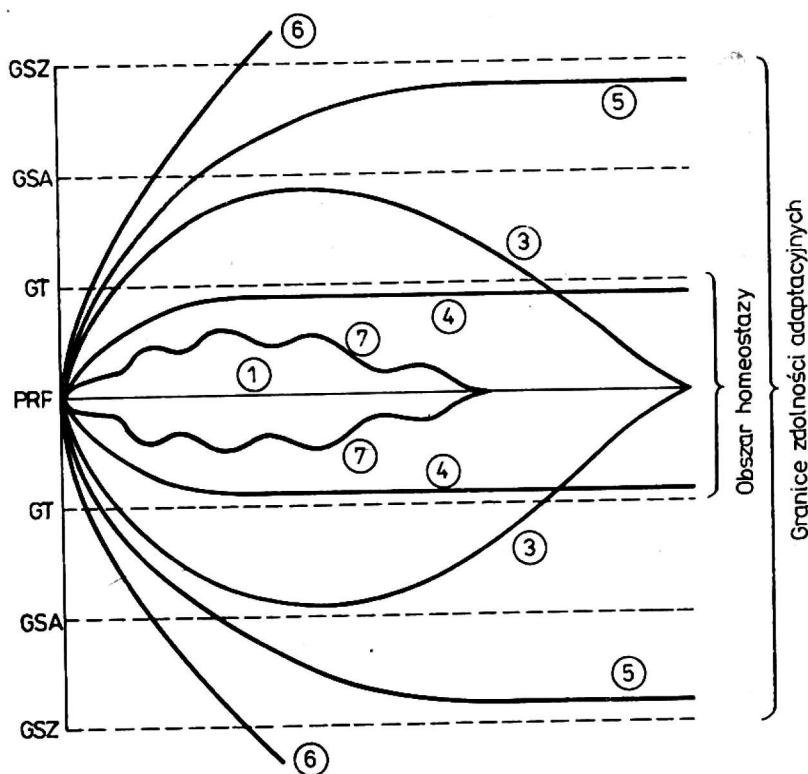
Przyjmując dla wygody podział dichotomiczny można układy stykające się z presorem podzielić na różne reagujące kategorie/rys. 3/. Na przykład w stosunku do rodzaju i natężenia bodźca układ może być: 1 - nieczuły, 2 - czuły, stały, odporny, elastyczny, trwały, oraz poprzez wszystkie przedstawione na rysunku czwartym kategorie; 11 - czuły, niestały, nieodporny.



Rys. 3. Kategorie reagowania układu na presję

Przy powyższej klasyfikacji czułość rozumiana jest jako zdolność układu do reagowania na presor i jeden z układów może reagować na niższy, a drugi na wyższy poziom zakłócenia. Stałość oznacza małą częstotliwość zmian poziomu czynnika wewnętrznego, a brak stałości przejawiać się będzie oscylacjami poziomu. Odporność może określać zdolność układu do przeciwstawiania się działaniu presora /przy takiej samej czułości dwa porównywane układy mogą być różnie odporne i jeden reaguje np. szybciej, a drugi wolniej/. Elastyczność jest zdolnością układu do przywrócenia poziomu wyjścio-

wego po ustaniu lub pomimo działania presora. Trwałość jest zdolnością układu do zachowania wyjściowej kompletności struktury; brak trwałości może między innymi przejawiać się w adaptacyjnej przebudowie układu. Proponowany podział umożliwia także wprowadzenie pojęcia stabilności, zarówno zwykłej jak i asymptotycznej /rys. 4/ oraz zdefiniowania układu niestabilnego.



Rys. 4. Niektóre warianty reagowania układu na presje w funkcji czasu; PRF - poziom równowagi funkcjonalnej, GT - granica trwałości struktury, GSA - granica stabilności asymptotycznej, GSZ granica stabilności zwykłej; oznaczenia cyfrowe odpowiadają układom z rys. 3

Stabilność asymptotyczna charakteryzuje się powrotem układu do stanu wyjściowego. Stabilność zwykła przejawia się przejściem układu pod wpływem presora na inny poziom na stałe. Brak stabilności przejawia się ciągłym wzrostem lub spadkiem poziomu czynnika wewnętrznego aż do rozprzęgnięcia funkcji układu. Powyższą klasyfikację i definicję pozwalam sobie zaproponować mając nadzieję, że pewne sformułowanie problemu pozwoli na jego kwantyfikację, co wydaje się być warunkiem koniecznym chociażby dla porównywania między sobą wyników badań poszczególnych układów, a zwłaszcza takich, jakimi są gleby z zasiedlającymi je zbiorowiskami organizmów.

LITERATURA

1. Cannon W.B.: The wisdom of the body. Kegan Paul Trench, Trubner and Co., London 1932.
2. Dawidowicz A.: Homeostaza a biologia XX wieku. Wiedza Powszechna, Warszawa 1971.
3. Hardy R.N.: Temperatura a życie zwierząt. PWN, Warszawa 1976.
4. Holling C.S.: Ann. Rev. Ecol. System. 4, 1-23, 1973.
5. Mazur M.: Cybernetyczna teoria układów samodzielnych. PWN, Warszawa 1966.
6. Novosielcev V.N.: Teorija upravlenija i biosystemy. Nauka, Moskwa 1978.
7. Richards B.N.: Wstęp do ekologii i gleby. PWN, Warszawa 1979.
8. Riegel J.A.: Energia i życie. PWN, Warszawa 1970.
9. Trojan P.: Homeostaza ekosystemów. Ossolineum, Wrocław - Warszawa - Kraków, Gdańsk 1980.

Яцек Малицки

Некоторые аспекты гомеостаза почвы

Резюме

В статье рассматриваются некоторые аспекты гомеостаза, т.е. его устойчивости, эластичности, восприимчивости и др., а также их взаимные соотношения.

Jacek Malicki

SOME ASPECTS OF SOIL HOMEOSTASIS

S u m m a r y

Some problems connected with the homeostasis e.g. the resistance, resilience, sensibility etc. as well as their mutual relations are presented in the paper.