

## NIEKTÓRE ELEMENTY HOMEOSTAZY

Natalia Balicka

Katedra Mikrobiologii Rolnej AR, Wrocław

Słowo homeostaza zawiera definicję, ale nie przedstawia konkretnych zjawisk bezpośrednio wymierzalnych. Mówiąc o homeostazie łatwiej uwzględnić elementy, które ją zaburzają aniżeli te, które ją utrzymują. Jest to zrozumiałe, ponieważ czynnikami destabilizującymi dysponuje sam człowiek, który ma niewielki wpływ na przeciwstawiające się im mechanizmy. Środowisko glebowe broni się przed interwencją z zewnątrz, nawet jeżeli zmiany te są korzystne z punktu widzenia bardziej sprawnego funkcjonowania ekosystemu.

Czynniki stabilizujące homeostazę tworzą równocześnie mechanizmy „obronne” i zawierają bardzo różnorodne elementy. Jednym z nich jest rozkład i biotransformacja związków obcych dla środowiska glebowego, co pomaga mieszkańcom gleby na utrzymanie dotychczasowego stanu opartego m.in. na wzajemnych zależnościach w obrębie zespołów drobnoustrojów. Wydaje się, że mikroflora autochtoniczna stanowi jądro stabilizujące, natomiast mikroflora zymogeniczna jest elementem wspomagającym, dzięki szybkiemu przerabianiu materiału dopływającego z zewnątrz. Jeżeli dopływająca substancja będzie zanieczyszczeniem - związkiem obcym dla gleby, to powrót do stanu równowagi zostaje uzależniony od szybkości z jaką upora się z nią mikroflora glebowa.

Według Nikitina [3] gleby, które cechuje bardziej różnorodny skład drobnoustrojów, mają większą homeostazę, tj. możliwość przeciwstawiania się wpływom różnych czynników. Stabilność zespołów warunkowana jest ilością i poziomem zależności między poszczególnymi grupami drobnoustrojów w cyklu troficznym. Im ściślej po-

wiązania, tym większa stabilność i możliwości kompensacyjne. Naruszenie jednego ogniwa tego łańcucha, przenosi się na inne i chociaż cały system może nadal funkcjonować, to jego oporność na czynniki obce ulega osłabieniu.

Jeżeli przepływ energii w ekosystemie zostaje zakłócony, to funkcjonowanie całego ekosystemu zostaje zachwiane i gromadzą się metabolity pośrednie, nieraz o właściwościach inhibitorów. Stabilność populacji drobnoustrojów i ich zespołów, określana na podstawie ich zdolności do przetwarzania energii i substancji dostającej się do środowiska stanowi warunek stabilności ekosystemu.

Funkcjonowanie stabilności zespołów drobnoustrojów utrzymuje się, jeżeli przy różnym składzie gatunkowym ich sumaryczne właściwości pozostają na tym samym poziomie /wydzielanie  $\text{CO}_2$ , aktywność enzymatyczna itp./. Zmiany w obrębie zespołów nie prowadzą do destabilizacji biocenozy o ile zachowuje ona na niezmiennym poziomie zdolność do przenoszenia energii i przetwarzania dopływającego substratu oraz istnieje możliwość zastępowania się przedstawicieli poszczególnych gatunków i rodzajów w pełnieniu odpowiednich funkcji fizjologicznych. Każda populacja ma jednak swoje fazy rozwojowe, więc i ta stabilność ekosystemu jest względna - to tak jak stale krążąca reklama, składająca się z lampek mrugających różnymi kolorami, ale krążących stale tym samym torem. Te ustabilizowane zespoły drobnoustrojów „nie przyjmują” wprowadzonych z zewnątrz nowych kultur, które giną lub ich ilość znacznie się obniża.

Niektórzy autorzy wyrażają pogląd, że większość drobnoustrojów w glebie występuje w postaci przetrwalników, zarodników czy form spoczynkowych, co ogranicza ich bezpośrednią aktywność, stabilizując tym samym ekosystem glebowy.

Homeostaza gleby nie ulega zniszczeniu pod wpływem naturalnych czynników ekologicznych, jak odczyn, wilgotność, zawartość substancji pokarmowych, temperatury itp., ponieważ stanowią one stałe elementy ekosystemu, o ile nie osiągną poziomów ekstremalnych. Ekosystemy gleb podlegających działaniu stale powtarzającego się czynnika np. stosowanie pestycydów, monokultur lub różnych form antropopresji stają się bardziej uproszczone, mniej różnorodne w składzie jakościowym i dlatego mniej odporne na destabilizację; tam gdzie homeostaza została nadwyrężona, silnie odbija się niekorzystne działanie czynników klimatycznych jak susza, prze-

marzanie oraz zanieczyszczenia przemysłowe. Najbardziej stabilizowane biocenozy są w glebach nie podlegającym gwałtownym wpływom antropogenicznym: torfowiska, gleby bagienne, leśne.

Ważny jest udział metabolitów drobnoustrojowych i roślinnych w mechanizmach autoregulacyjnych zespołów drobnoustrojów. Na tym przypuszczalnie opiera się bakteriostaza, czyli autoinhibicja. Smith i Cook [4] przypisują duże znaczenie tworzeniu etylenu przez wiele drobnoustrojów a przede wszystkim bakterie beztlenowe; wykazuje on działanie fungistatyczne i regulujące stosunek tlenowców do beztlenowców. Również inne metabolity mogą być regulatorami wzrostu populacji drobnoustrojowych w mikroniszach ekologicznych; zwłaszcza metabolity lotne wydają się najskuteczniejsze pod tym względem. Wielu autorów zalicza do inhibitorów substancje lotne jak cyanidy, alkohole alifatyczne, aldehydy, kwasy, terpeny, amoniak, aczkolwiek niektóre z nich użyte w odpowiednim stężeniu mają działanie stymulujące. Metabolity normalnego metabolizmu w nieodpowiednich stężeniach mogą stawać się inhibitorami wzrostu, stąd też zwiększanie się biomasy drobnoustrojów może powodować nagromadzenie się tych związków, ale równocześnie neutralizujących je czynników. Zależności metabiotyczne stabilizują zespoły, gdzie ważną rolę spełniają m.in. oligonitrofile i oligotrofy, które korzystają z małych ilości trudno przyswajalnych związków.

Według Chudiakowa [2] cykliczność namnażania się i obumierania drobnoustrojów w zespołach powodowana jest zmianami w stężeniu czynników ekologicznych, fizycznych i chemicznych. Ewolucyjna zdolność każdego drobnoustroju zależy od jego zdolności do balansowania między stymulującymi i hamującymi czynnikami środowiska.

Zagadnienie homeostazy i autoregulacji można rozpatrywać też na poziomie komórkowym. Należy wówczas uwzględnić odległość przestrzenną i zagęszczenie populacji: stosunkowo bliskie rozmieszczenie kolonii oraz w obrębie kolonii stwarza możliwość kontaktu i oddziaływania komórek na siebie. Według Brocka [1] najmniejsza gęstość populacji, przy której zachodzi wzajemne oddziaływanie komórek na siebie wynosi  $3-5 \cdot 10^7$  komórek/ml. Za czynnik selekcyjny uważa on również rozmiary komórek. Podaje, że ta sama ilość pokarmu może zabezpieczyć byt  $10^9$  drobnych bakterii,  $10^8$  dużych bakterii,  $10^7$  drożdży i  $10^5$  ameb. Stąd też większe szanse przeżycia mają populacje o oszczędniejszym użytkowaniu substratu pokarmowego i energetycznego.

Bardzo trudno odpowiedzieć jest na pytanie, w jaki sposób charakteryzować homeostazę; czy da się na przykład wywołać określone reakcje środowiska działając określonymi bodźcami? Teoretycznie założenie jest prawidłowe, bo jeżeli działa się na ustabilizowany układ to można przewidzieć jego reakcję. Oporność na czynniki ekologiczne powinna wskazywać stopień stabilizacji ekosystemu.

Pośrednie metody określania homeostazy mogą opierać się na szybkości biodegradacji pestycydów i inaktywacji substancji pochodzenia przemysłowego, albo też pojawiania się lub namnażania populacji drobnoustrojów zdolnych do inaktywowania znanego zanieczyszczenia; będzie to znak, że zachodzi likwidacja obcej substancji i możliwość powrotu do wcześniejszego stanu równowagi. W ten sposób możemy sobie częściowo odpowiedzieć na postawione pytanie, ale daleko jeszcze do wyjaśnienia całkowitego nie tyle terminu homeostaza co nauczania się sposobów oceny jej poziomu i wartości w ekosystemie.

#### LITERATURA

1. Brock T.G.: Principles of microbial ecology. Prentice-Hall, 1966.
2. Chudiakow J.P.: Pieriodiczność mikrobiologicznych procesów w poczwie i jej przyczyny. „Woprosy czistelnosti biomasy i produktiwnosti poczwiennych mikroorganizmow”. Izd. Nauka, Moskwa 1972.
3. Nikitin D.I., Nikitina E.S.: Procesy samocziszczenija okrużajeszczej sredy i parazite bakterij. Izd. Nauka, Moskwa 1978.
4. Smith A.M., Cook R.J.: Nature, 252, 5485, 1974.

Наталья Балицка

Некоторые элементы гомеостаза

Резюме

Рассматриваются некоторые факторы поддерживающие гомеостаз почвы. К существенно эффективным принадлежит состав сообщества микроорганизмов и степень зависимости между их отдельными группами в трофическом цикле. Функциональная стабильность сообщества микро-

организмов сохраняется, если при различном видовом составе их суммарные свойства остаются на неизменном уровне. Важным является участие растительных и микробных метаболитов в саморегулирующихся механизмах сообщества микроорганизмов. Проблему гомеостаза и саморегулирования можно также рассматривать на уровне клетки, учитывая ее размеры и возможность непосредственного контакта.

Гомеостаз почвы не подвергается разрушению под влиянием природных экологических факторов, тогда как упрощение сообщества в результате воздействия человека снижает его устойчивость к действию дестабилизирующих факторов. Одним из методов определения функционирования гомеостаза может быть скорость биodeградации и инактивации чуждых веществ, загрязняющих почвенную среду, что указывает на возможность возврата к состоянию равновесия.

**Natalia Balicka**

## **SOME ELEMENTS OF HOMEOSTASIS**

### **S u m m a r y**

Some agents which might stabilize homeostasis of soil were discussed. One of the most important is the quantitative composition of microbial communities and their interrelationships. The communities keep their functional balance when the changes in species composition have no effect on summary activity of the system. Microbial and plant metabolites participate in autoregulatory mechanism of homeostasis. The shape of microbial cells and their direct contact could be also taken in consideration.

Soil homeostasis is not destroyed by natural ecological factors, but anthropopressure diminish the diversity of microbial communities and in this way reduce their resistance to the destabilization.