

Badania nad cyklami chemicznymi w glebie

Użyteczne cykle



Prof. dr hab. Lech Wojciech Szajdak zajmuje się związkami biologicznie czynnymi w glebach. Jest przewodniczącym Międzynarodowej Komisji ds. Wykorzystania Torfów i Torfowisk w Rolnictwie w ramach Międzynarodowego Towarzystwa Torfowego

LECH WOJCIECH SZAJDAK

Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego, Poznań
Polska Akademia Nauk
szajlech@man.poznan.pl

Poznanie złożonych procesów i mechanizmów zachodzących w ekosystemach jest możliwe dzięki rozwojowi nowej dziedziny nauki – biogeochemii

Rozwój badań nad ekosystemami, który nastąpił w XX wieku, przyczynił się do poznania zaledwie kilku ekosystemów wodnych. Przyczyna tak niewielkiego postępu jest związana z większą jednorodnością ekosystemów wodnych w porównaniu z lądowymi. Ekosystemy wodne okazały się za

to łatwiejsze do badania, a uzyskane rezultaty prostsze do oceny oraz interpretacji. Dla pełnego obrazu bardzo istotne są jednak szczegółowe badania nad ekosystemami glebowymi.

Poznanie procesów i mechanizmów zachodzących w ekosystemach jest możliwe między innymi dzięki badaniom cykli biogeochemicznych. Należy jednak zdawać sobie sprawę, iż poszczególne fazy cykli w różnych ekosystemach cechuje odmienna szybkość reakcji chemicznych. Dotyczy to krążenia pierwiastków chemicznych, które w strukturach związków nieorganicznych i organicznych przemieszczają się z organizmów żywych do środowiska nieożywionego w ramach specyficznych torów metabolicznych. Związki mineralne i niskocząsteczkowe sub-

Właściwości fizykochemiczne gleby, które decydują o jej żyzności, przyczyniają się do ograniczenia migracji jonów i akumulacji związków chemicznych w glebie



John Nyberg, www.sxc.hu

John Nyberg, www.sxc.hu



Zadrzewienia śródpolne pełnią ważną funkcję w migracji i zatrzymywaniu związków mineralnych i organicznych przemieszczających się wodą gruntową między ekosystemami krajobrazu rolniczego. Wpływają na czystość i jakość wód gruntowych

stancje organiczne przechodzą z gleby do roślin oraz organizmów i mikroorganizmów glebowych. Po śmierci tych organizmów substancje ponownie ulegają rozproszeniu w glebie. Proces ten przebiega za pośrednictwem złożonych przemian prowadzących do dalszego włączenia tych substancji w obieg cykli biogeochemicznych. Utworzony w trakcie procesu w glebie związek chemiczny staje się substratem do kolejnych przemian chemicznych i biochemicznych.

Postęp badań nad związkami chemicznymi znajdującymi się w glebie w nieustanym obiegu doprowadził do wyodrębnienia się nowej dziedziny nauki – biogeochemii.

Kluczowe procesy

Cykle biogeochemiczne charakteryzują się regularnością jedynie wówczas, kiedy stężenia związków w cyklu są zbliżone do zawartych w roztworach glebowych, a określanych w chemii jako rzeczywiste. W warunkach, w których materia organiczna gleby ulega znacznej kumulacji, czasem jedynie okresowej, obserwuje się znaczne spowolnienie szybkości procesów przemian. Obniżenie szybkości reakcji chemicznych i biochemicznych, będące rezultatem podwyższonych stężeń związków, jest najwyraźniejsze w warstwie katotelmu torfów znajdującej się 0,5 m pod powierzchnią.

Kluczowe znaczenie mają cykle węgla, azotu, fosforu, siarki, a także obieg wody. Pomimo znacznego postępu biogeochemii całe cykle i poszczególne procesy jednostkowe wciąż są mało poznane. Wiąże się to z faktem, iż zachodzą one w ekosystemach stosunkowo słabo zbadanych, których cechą jest występowanie tzw. cykli wtórnych. Mają miejsce w złożonych warunkach, w których dochodzi do połączenia i współdziałania cyklu w kilku powiązanych ze sobą ekosystemach. Inny powód to niewystarczające wykorzystanie w badaniach chemii i biochemii gleby nowych specyficznych, rozdzielczych i selektywnych metod analitycznych.

Ze względu na lokalne warunki geoklimatyczne, uprawiane rośliny, zawartość materii organicznej, natlenienie, zasolenie, kwasowość różne cykle w glebach charakteryzują się odmienną szybkością. Niemniej jednak w złożonych warunkach występujących w glebie można wskazać istniejące prawidłowości oraz dostrzec podobieństwa w procesach chemicznych i biochemicznych. Najlepiej poznanymi cyklami glebowymi są obieg fosforu i siarki. Cykl siarki w glebie przedstawić można z dużym prawdopodobieństwem, uwzględniając w nim związki organiczne zawierające ugrupowania tiolowe, sulfenowe, sulfinowe, sulfonowe

Badania nad cyklami chemicznymi w glebie

oraz układy enzymatyczne stymulujące poszczególne procesy przemian. Obieg ten jest zbliżony do występującego w organizmach żywych. W najmniejszym stopniu poznany jest cykl azotu w glebie. Wielość połączeń organicznych tego pierwiastka występująca w materii organicznej gleby, a także znaczna liczba form lotnych oraz nadmierne znaczenie przypisywane jedynie formom nieorganicznym tego pierwiastka z pewnością opóźniają postęp w tej dziedzinie.

Między polami

Badania nad cyklami w glebie mają ogromne znaczenie praktyczne. Spektakularnym przykładem jest badanie wpływu zadrzewień śródpolnych na przeciwdziałanie zanieczyszczeniom obszarowym w krajobrazie rolniczym. Zadrzewienia śródpolne rozpropagowane w Wielkopolsce w pierwszej połowie XIX wieku przez generała Dezyderego Chłapowskiego spełniają efektywną funkcję w ochronie krajobrazu rolniczego. Mają wiele zalet. Jedną z nich jest pełnienie funkcji wiatrochronnych. Zmniejszeniu prędkości wiatru towarzyszy obniżenie parowania wody oraz tworzenie mikroklimatu powietrza i gleby sprzyjającego produkcji rolniczej. Zadrzewienia ograniczają też erozję

wodną, zwłaszcza powierzchniową. Są bardzo efektywnymi barierami biogeochemicznymi, zmniejszającymi migrację związków chemicznych i biochemicznych, w tym nawozów oraz środków ochrony roślin spływających z pól uprawnych wodą gruntową. Tym samym pełnią niezwykle ważną funkcję, przeciwdziałając rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń obszarowych. Okazało się, że dyspersja na dużych obszarach krajobrazu rolniczego składników mineralnych i organicznych, w tym środków ochrony roślin, jest niezwykle trudna do zminimalizowania, lecz może być skutecznie ograniczona poprzez system barier biogeochemicznych, jaki tworzą między innymi zadrzewienia śródpolne, pasy łąk oraz torfowiska. Zadrzewienia biorą udział w migracji, zatrzymywaniu i unieruchamianiu związków mineralnych i organicznych przemieszczających się wodą gruntową między ekosystemami krajobrazu rolniczego.

Właściwości próchnicy

Dotychczas opracowano kilka teorii pozwalających w dużym przybliżeniu wyjaśnić przyczynę obniżenia stężeń związków w wodzie gruntowej przepływającej z pól uprawnych pod zadrzewieniami. Jedną z nich zakłada udział w tym procesie dobrze rozwiniętego systemu korzeniowego drzew, w którego zasięgu występuje więcej wody gruntowej niż w wypadku korzeni roślin uprawnych. Drzewa, dzięki większej o 34% transpiracji wody w porównaniu z roślinami pól, mogą również znacznie silniej pobierać składniki odżywcze. Tym samym wpływają one na zmianę stężeń związków chemicznych w wodzie gruntowej. Korzenie, działając jak pompa ssąca-tłocząca, pobierają związki mineralne i niskocząsteczkowe związki organiczne znajdujące się w otoczeniu. Te złożone procesy odbywają się w specyficznych warunkach powietrznych i wodnych, przy odpowiednim potencjale redox i udziale enzymów. Prowadzą do wytworzenia substancji humusowych o specyficznej strukturze chemicznej.

Znaczenie w ograniczeniu migracji jonów wodą gruntową przypisuje się właściwościom fizykochemicznym gleby decydującym o jej żyzności. Przyczyniają się one do akumulacji składników chemicznych w glebie i pobierania ich przez roślinę. Ważną

W najmniejszym stopniu poznany jest cykl azotu w glebie ze względu na liczbę połączeń organicznych tego pierwiastka występująca w materii organicznej gleby i występowanie wielu form lotnych



Thomas Rittsche, www.soc.hu



Herman Brinkman, www.sxc.hu

funkcję pełni także kompleks sorpcyjny reprezentujący koloidalną część fazy stałej gleby wraz z zaadsorbowanymi wymiennie jonami. Koloidy glebowe tworzące kompleks sorpcyjny są nośnikami ładunków ujemnych. Dlatego kompleks sorpcyjny ma zdolności kationowymienne. Ważną funkcję w sorpcji wymiennej pełnią próchnica glebowa oraz minerały ilaste. Zdolności sorpcyjne próchnicy glebowej znacznie przewyższają zdolności minerałów ilastych. Jest to związane z jej większą powierzchnią właściwą. Adsorbuje ona znaczne ilości jonów wodorowych i amonowych oraz kationy magnezu i wapnia, a także metali ciężkich. Kationy wymienne adsorbowane przez próchnicę są znacznie łatwiej wypierane z fazy stałej gleby. To zwiększa ich mobilność w porównaniu z kationami adsorbowanymi przez mineralną część kompleksu sorpcyjnego.

Ważna denitryfikacja

Jednym z mechanizmów przemian form azotu w glebach pod zadrzewieniami jest denitryfikacja, czyli redukcja azotanów do azotynów, prowadząca do uwalniania związków lotnych do atmosfery w postaci N_2O oraz N_2 . Proces denitryfikacji jest szybszy

w glebach pod zadrzewieniami niż w polu uprawnym. Jest to możliwe dzięki większej zawartości materii organicznej. Ta prowadzi z kolei do większej wilgotności gleb zadrzewień w porównaniu z przyległym polem uprawnym. Oba te czynniki stwarzają korzystniejsze warunki do przebiegu procesu denitryfikacji w glebach zadrzewień. Minusem tego zjawiska są znaczne straty związków azotowych w glebie.

Zadrzewienia śródpolne obniżają do 70% stężenia związków chemicznych (azotanów, jonów amonowych, azotu ogólnego, węgla organicznego, jonów magnezowych oraz wapniowych) w wodach gruntowych. Tym samym przyczyniają się do podniesienia jakości i czystości wód. Idea, która przyświecała generałowi Dezyderemu Chłapowskiemu w XIX wieku, zyskała więc nowe, nieoczekiwane znaczenie w warunkach rolnictwa intensywnego. ■

Szybkość cykli w glebie może być różna ze względu na lokalne warunki biogeochemiczne

Chcesz wiedzieć więcej?

- Bendig D.K., Nieder R. (2003). Handbook of processes and modeling in the soil-plant system. Food Products Press, *The Haworth Reference Press*, 762.
Magdoff F., Weil R.R. (2004). Soil organic matter in sustainable agriculture. CRC Press, *Boca Raton*, 398.