

Wykład podsumowujący

Biomanipulację stosuje się w celu przekształcenia jezior eutroficzných w oligotroficzne, które są dla nas korzystniejsze chociażby ze względów rekreacyjnych (albo wody pitnej). Od tego jak intensywne są procesy produkcji zależy wiele cech ekosystemów, np. uważa się, że różnorodność biologiczna ma ścisły związek z produktywnością. Jakie są czynniki decydujące o różnorodności? Na pewno **produktywność wyznacza górną granicę liczby gatunków, jaka może egzystować w ekosystemie**. Rozumowanie to wywodzi się od Hutchinsona i polega na tym, że każdy osobnik danego gatunku potrzebuje jakiegoś minimum energii aby przeżyć i się rozmnażać. Każda populacja musi mieć pewną minimalną liczbę osobników aby przetrwać (MVP – minimum viable population). Jeżeli pomnożymy tę liczbę osobników przez zapotrzebowanie energetyczne jednego osobnika to widać, że jest pewna minimalna ilość energii potrzebna aby gatunek istniał. Im większa produktywność ekosystemów tym więcej gatunków może w nich żyć (oczywiście zależy to też np. od wielkości osobników gatunku – większe potrzebują więcej energii). Jedne gatunki eliminują inne, ponieważ nie ma dość energii aby obsłużyć wszystkie. Liczba gatunków nie może rosnać w nieskończoność niezależnie od procesów specjacji.

Od produktywności zależy też prawdopodobnie liczba poziomów troficznych w ekosystemach. Straty energii z jednego poziomu troficznego na drugi sięgają 90%. Więc łańcuchy troficzne nie mogą być za długie, bo będzie za mało energii by utrzymać tego konsumenta na samym szczycie, musiałby on mieć do dyspozycji ogromny obszar, aby pozyskiwać odpowiednią ilość energii. Można oczekiwać, że w ekosystemach najmniej produktywnych będzie się utrzymywało najmniej poziomów troficznych.

Opis modelu (oś pozioma rosnąca – produktywność, oś pionowa – biomasa producentów pierwotnych)

etap I: ekosystem mało produktywny, bez konsumentów jak np. mchy w początkowych stadiach sukcesji na skałach; biomasa roślin powoli rośnie;

etap II: stopniowo produktywność wzrasta, i po przekroczeniu jakiegoś poziomu produktywności zaczynają się pojawiać roślinożercy. Nie ma drapieżników, więc biomasa roślinożerców jest jedynie ograniczona przez zasoby. Biomasa roślin nie jest już zależna od zasobów, ale od presji roślinożerców. Dalsza produktywność roślin nie powoduje już wzrostu biomasy roślin tylko z przyrostem biomasy roślin (stabilizacja), rośnie biomasa roślinożerców;

etap III: Są już 2 poziomy troficzne. Wreszcie jest tyle roślinożerców, że można już wyżywić drapieżniki. Nie mają one własnych drapieżników, więc ich biomasa jest też ograniczona tylko przez ilość zasobów (czyli ilość roślinożerców). Natomiast roślinożercy zaczynają być ograniczani przez drapieżników. Więc biomasa roślin może znowu rosnać, bo nie są one już tak ograniczane przez roślinożerców;

etap IV: gdy pojawia się kolejny poziom drapieżników, to znowu uwalniani są nieco roślinożercy spod presji swoich drapieżników i znowu ograniczana jest biomasa roślin (stabilizacja). Są 4 poziomy troficzne. I tak dalej.

Model ten pokazuje, że biomasa producentów pierwotnych np. w pelagialu jezior biomasa fitoplanktonu jest kontrolowana od dołu (bottom-up), przez ilość dostępnych biogenów, gdy nie ma konsumentów. Jeśli są konsumenci to biomasa roślin jest kontrolowana od góry (top-down). Jeśli mamy 3 poziomy troficzne to produkcja roślinna znowu zależy od zasobów. Przy 4 poziomach, znowu wielkość produkcji zależy od presji roślinożerców, czyli kontrola jest od góry, przez spasanie. A więc **biomasa roślin jest kontrolowana od dołu gdy liczba poziomów troficznych jest nieparzysta**.

Wykres – związek między produktywnością środowiska a biomasą glonów jeziora, im więcej fosforu tym większa jest biomasa glonów (tym więcej chlorofilu). Ale rozrzut punktów jest bardzo duży. Dlatego, że przy tej samej produktywności może być bardzo różna biomasa glonów co zależy właśnie od liczby poziomów troficznych, od sposobu kontroli. Daje to duże możliwości manipulacji (usuwanie czy dodawanie drapieżników zmienia znacząco sytuację). W jeziorach eutroficznym często występuje zjawisko przyduszy – niedobór tlenu powodujący giniecie ryb, np. pod lodem. Wtedy na wiosnę mamy zupełnie zmienioną strukturę troficzną. Znikają drapieżnicy, zostaje tylko zooplankton i fitoplankton, robi się 2-piętrowa struktura. Biomasa glonów zaczyna być kontrolowana od góry i ich ilość może się utrzymywać na niewielkim poziomie.

Program rekultywacji jezior przez biomanipulację – stosuje się ją gdy trudno opanować zewnętrzne dopływy fosforu; albo jezioro jest zbyt obciążone biogenami i odcięcie ich dopływu nie pomaga; bądź też w jeziorze jest dużo glonów, ich rozkład powoduje że jest mało tlenu – zachodzi recyrkulacja fosforu, co powoduje, że jest jeszcze więcej glonów. Taki cykl się sam napędza i może trwać długo. Można więc oddziaływać nie na źródło fosforu, ale na konsumentów glonów. **Manipuluje się biomasą ryb tak, aby zmniejszyć presję ryb na zooplankton (czyli usuwa się te ryby), aby zooplankton eliminował więcej glonów.**

Biomanipulacja wykorzystuje też zjawisko kaskady troficznej, czyli tych dużych strat energii na kolejnych poziomach troficznych, które powodują, że konsument musi dużo zjadać – wrzucamy 1kg szczupaka, usuwa on 10kg ryb planktonożernych, 10kg usuniętych ryb roślinożernych pozostawia 100kg niezjedzonego zooplanktonu który może usunąć 1000kg fitoplanktonu (jest to więc łatwy i tani zabieg). Zooplankton mineralizuje te glony, dekompozycja zooplanktonu jest mniej destruktywna dla środowiska niż rozkład fitoplanktonu, m.in. bo jest go mniej.

Jednak wiele doświadczeń biomanipulacyjnych kończyło się porażką. Według jednej publikacji oceniającej sukces różnych biomanipulacji, na poziomie ryb się jeszcze udawało (zwiększenie liczebności ryb drapieżnych powodowało redukcję ryb planktonożernych), ale na poziomie interakcji ryby-zooplankton już gorzej, chociaż sporo nadal się udało, i efekt był (ale czasami efekt był odwrotny). Na poziomie zoo-fitoplanktonu (przezroczystości wody) już mniejszość eksperymentów przyniosła pozytywne wyniki a większość niejasne lub odwrotne. Istnieją powody, dlaczego biomanipulacja może zawodzić. Sieci troficzne i przepływ energii przez ekosystemy nie dokonuje się na prostej zasadzie jak przepływ informacji przez systemy łączności. Każde ogniwo łańcucha nie działa jak przekaźnik energii, a raczej jak hamulec na drodze energii. Każdy osobnik chce zachować ją dla siebie a nie przekazywać. Na każdym poziomie troficznym osobniki mają więc mechanizmy chroniące przed przekazaniem tej energii, czyli po prostu przed zjedzeniem. (Dylemat „obiad vs życie” – dla lisa wyścig z królikiem to kwestia obiadu dla królika – kwestia życia, więc dobór powinien silniej działać na ofiary i ich mechanizmy obronne niż na drapieżniki w kwestii doskonalenia mechanizmów polowania.) Poza tym drapieżca działający od góry czy inna presja, może zależeć od produktywności ekosystemu – straty mogą być kompensowane przez wysoce wydajną produktywność. Glon mogą się bronić przed wyjadaniem i trwać w dużej ilości mimo presji zooplanktonu.

Doświadczenie: próbowano biomanipulować – oczyścić jezioro wpuszczając ryby drapieżne (narybek szczupaka), ale sytuacja tylko się pogarszała. Efekt był dopiero gdy wytruto wszystkie ryby. Dlaczego zarybianie szczupakiem nic nie dawało? Miało to wyeliminować rekrutację płoci (przez zjedanie jej narybku). Wprawdzie okazało się skuteczne ograniczenie rekrutacji płoci (narybek rzeczywiście był zjadany) i pewnie po dłuższym czasie efekt byłby dobry, ale w jeziorze zostało dużo dorosłych płoci, które nie były zjadane przez małe szczupaki. Szczupaki jak zjadły narybek płoci to zjadały siebie nawzajem i za bardzo nie pozostawały do przyszłego roku, te duże płocie wystarczały do utrzymania presji na

zooplankton. Należałoby więc po prostu przez kilka lat zarybiać tym szczupakiem aż znikłyby duże płocie i nie byłoby już małych.

W behaviorze ryb są zjawiska które mogą takie efekty zarybienia jeszcze zwiększyć – strach przed drapieżcą (zapachem – kajromonem).

Biomanipulowanie za pomocą kajromonów? W doświadczeniu po wpuszczeniu tylko kilku sandaczy wszystkie ryby przestraszyły się ich i uciekły do litoralu. W pelagialu mógł wtedy spokojnie żyć zooplankton. Eksperyment w wieżach planktonowych pokazał, że po wpuszczeniu zmielonych drapieżników (kajromon) ryby uciekały w głąb jeziora. Epilimnion wolny od drapieżników, a więc efekt biomanipulacyjny właściwie pożądanym.

Można więc manipulować behaviorzem ryb, aby powodować wzrost ilości zooplanktonu, ale efekty tego są krótkotrwałe bo ryby powracają nocą kiedy się nie boją i żerują wtedy bez problemów, rekompensując to czego nie zjadły w dzień.

Jednak przy presji drapieżnika nawet jak zooplanktonu zostaje dużo, to najmniejsze gatunki tylko zostają, co z kolei powoduje, że przeżywają glony o większych rozmiarach, co lekko poprawia przezroczystość wody. Zmienił się też po biomanipulacji skład gatunkowy fitoplanktonu – po biomanipulacji zaczęły dominować sinice, co nie jest korzystne, a ustąpiły okrzemki.

Niedostateczna redukcja zagęszczenia ryb planktonożernych może doprowadzić do sprzecznych efektów, ustępują duże wioślarki i wzrasta drobny zooplankton, który niekorzystnie zmienia skład fitoplanktonu (sinice). **Usunięcie wszystkich ryb niemal zawsze przynosi dobre efekty, ale jest to trudne do osiągnięcia** (albo zmniejszyć przynajmniej o 75%) i najlepiej jeśli uda się zarazem ograniczyć zasilanie w biogeny i ustabilizować efekty biomanipulacji co jest prawdopodobnie możliwe do osiągnięcia tylko w płytkich jeziorach, gdzie dno mogą porosnąć makrofity, są one wtedy skuteczną konkurencją dla fitoplanktonu. Produktywność jest istotna z punktu widzenia ich struktury, różnorodności biologicznej i typu kontroli. Strukturą można manipulować w ten sposób żeby osiągnąć biomasa producentów pierwotnych niezgodną z możliwościami ekosystemu. Tak aby ekosystemy bardzo żyzne miały niewielką biomasa roślin. Hipoteza HSS – ziemia jest zielona, bo łańcuchy troficzne są 3-poziomowe i roślinożerców nie jest wystarczająco dużo aby zjeść wszystkie rośliny. I jeśli tylko zasobów wystarczy to biomasa roślin może być duża.