

DYSKUSJA

„Populacja jako system ekologiczny” (dyskusja)*

KAZIMIERZ PETRUSEWICZ (Dziekanów Leśny k. Warszawy):
POPULACJA JEST SYSTEMEM ŻYWYM. Zabierając głos w dyskusji nad artykułem Romana Andrzejewskiego pt. „Populacja jako system ekologiczny”, chcę przede wszystkim wyrazić uznanie dla Redakcji „Wiadomości Ekologicznych” za pożyteczną inicjatywę zorganizowania dyskusji.

Zasadnicze tezy artykułu, że populacja jest systemem w rozumieniu cybernetycznym, mającym wejście i wyjście zarówno zasilania (asymilacja) jak i informacji, oraz że jest systemem, a nie sumą osobników, są oczywiście słuszne. Ta ostatnia teza jest już w ekologii szeroko choć nie powszechnie uznana. Ale tylko w ekologii; w biologii jest niedoceniana. Dobrze więc się stało, że powiedziano to raz jeszcze, gdyż wśród biologów dość powszechnie panuje jeszcze pogląd „organizmocentryczny”. Często w dyskusjach, zwłaszcza z fizjologami, słyszy się pogląd, że wystarczy poznać właściwości osobników, a będziemy znać doskonale właściwości populacji. Populacja w takim rozumieniu to suma osobników posiadających określone cechy. Fizjolog doskonale wie, że osobnik to nie suma komórek; wie również, że nie tylko właściwości organizmu zależą od ich składowych — komórek i tkanek, lecz i elementy osobnika — komórki i tkanki zależą od całości organizmu. Fizjolog doskonale rozumie, że organizm jest integronem; często jednak ten sam fizjolog nie dostrzega, że również i populacja jest integronem.

To, że populacja jest zorganizowaną całością (dziś określimy to systemem w rozumieniu cybernetycznym lub integronem), której właściwości nie wynikają bezpośrednio z sumowania właściwości elementów (osobników), jest szeroko choć nie zupełnie powszechnie przyjęte. Między innymi właśnie Polska Szkoła Ekologiczna przyczyniła się do wyjaśnienia, a nawet udokumentowania tego poglądu, zgodnego zresztą z licznymi poglądami filozoficznymi. W filozofii marksistowskiej wyrażone to jest w tezie o powstawaniu nowej jakości, w filozofii holizmu określane jako emergencja nowych właściwości, a w poglądach organizmalnych Woodgera jako „elaboration”.

Ujmowanie populacji jako integronu wiąże się ze strategią badawczą integracjonistyczną (kompozycyjną). Ujmowanie populacji jako sumy osobników wiąże się ze strategią badawczą redukcyjną. Redukcjo-

* Wypowiedzi na marginesie artykułu Romana Andrzejewskiego pod powyższym tytułem, opublikowanego w „Wiadomościach Ekologicznych”, tom XXIII, 1977, zeszyt 1.

nizm bowiem w biologii niekoniecznie musi prowadzić do fizyki i chemii. Może i często prowadzi do organizmu. Pogląd organizmocentryczny jest bowiem bardzo rozpowszechniony w biologii. Toteż dobrze, że autor raz jeszcze przedstawił populację jako zintegrowany system.

Populacja jest systemem żywym. Jak wszystko, co żyje, czy to będzie komórka, osobnik czy populacja, każdy system żywy jest i musi być pod względem materii i energii systemem otwartym. System żywy jest najwyższej uorganizowaną materią, a swój stan wysokiego zorganizowania, wbrew powszechnej dążności do entropii, może utrzymać tylko kosztem stałego dopływu (zasilania) materii i energii, a prawdopodobnie także i informacji, choć konkretnych prac na ten temat jeszcze nie ma.

Przypomnę pogląd Claude Bernarda: życie nie jawi się w organizmie a na styku organizm—środowisko. Teza o jedności: organizm—środowisko jest najogólniejszym paradygmatem biologii; życie może istnieć tylko w systemie organizm—środowisko. Trojan (1975) system organizm—środowisko określa terminem monocen. Mutatis mutandis żyć może tylko system: populacja—środowisko. Życie populacji zależy od ciągłego dopływu energii i materii.

Na marginesie chciałbym zwrócić uwagę, że umieszczanie w jednym szeregu poziomów organizacji: organizm—populacja—ekosystem, jak to uczynił Odum w pierwszym i drugim wydaniu swojej książki „Podstawy ekologii”, jest niesłuszne. Najwyższym szczeblem organizacji w szeregu: komórka—tkanka—organizm—populacja jest biocenoza; każdy poziom tego szeregu jest otwarty zarówno energetycznie, jak i pod względem materii. Ekosystem zaś jest otwarty pod względem energii; może być, przynajmniej teoretycznie, zamknięty pod względem materii.

Każda populacja jest więc systemem (integronem) otwartym. Kiedy więc w rozdziale 2.1 artykułu Andrzejewskiego przeczytałem w definicji populacji, że jest ona „systemem względnie izolowanym”, dodałem sobie w myśli: „od innych populacji tegoż gatunku”. Jednak zaraz dalej, w rozdziale 2.2 umieszczone są rozważania nad stopniem „względnej izolacji systemu od otoczenia lub inaczej stopniem zamknięcia (albo otwarcia) tego systemu...”. Z takim ujęciem nie można się zgodzić. Jest ono zresztą sprzeczne z innymi tezami artykułu mówiącymi o wejściach i wyjściach zasilania (rozdział 2.3) oraz wejściach i wyjściach sterowania (rozdział 2.4). Jeżeli są wejścia i wyjścia, to system jest otwarty, nie jest izolowany od środowiska. Można mówić o względnej lub całkowitej izolacji populacji od innych populacji tegoż gatunku, lecz nie można mówić o stopniu zamknięcia czy otwarcia w stosunku do środowiska, każdy bowiem system będący w stanie wysokiego uorganizowania jest otwarty w stosunku do energii, zaś system żywy jest systemem otwartym pod względem zasilania i informacji. Można natomiast mówić o stopniu zintegrowania populacji czy też o poziomie jej organizacji.

Autor zgodnie z zasadami cybernetyki rozróżnia zasilanie, tzn. dopływ materii i energii, od sterowania, tzn. regulacji populacji. Przy czym dalej — nie wiem, czy słusznie — rozróżnia regulację zasilania i regulację zagęszczenia.

Omawiając wejścia i wyjścia sterowania, autor — powołując się na Greniewskiego i Kempistego (1963) — wskazuje na częste trudności w rozróżnianiu kanałów zasilania od kanałów sterowania. Wydaje mi się, że w systemach żywych ta trudność jest specjalnie duża. Bardzo

często, o ile nie zwykle, wielkość (tempo) strumienia zasilania jest jednocześnie informacją. Zasilanie jest więc często nierozdzielne od zasobu informacji. Drapieżnik zabiwszy ofiarę niszczy całą informację zawartą w ofierze; informacja zaś ofiary nie wzbogaca informacji drapieżnika, jest tylko zasileniem. Tak więc zasób informacji w środowisku życia populacji jest zwykle nierozłącznie związany z zasobem pokarmu (zasilania).

Autor rozróżnia sterowanie zewnętrzne i wewnętrzne. Sterowanie zewnętrzne to powiązanie procesów populacyjnych z informacją ekosystemu; sterowanie wewnętrzne to informacyjne powiązania między osobnikami populacji. Sporo miejsca poświęca także autor teoretycznie możliwym sposobom regulacji (rozdziały 4, 5 i częściowo 6). Porządkuje przy tym i uściśla szereg pojęć (np. zasobność a dostępność pokarmu, lub też uzasadnia większą stabilność populacji od jej subsystemów) z zakresu organizacji populacji. Rozważania te uważam za cenne i wnoszące pewien ład teoretyczny. Tym niemniej nie ze wszystkimi wyrażonymi tam poglądami można się zgodzić. Niektóre z moich wątpliwości omówię poniżej.

Autor neguje możliwość sterującej roli zagęszczenia. Bardzo liczne badania empiryczne, ujęte w regułę Allee'go, mówią o wyraźnym sprzężeniu bardzo różnorodnych procesów życiowych z zagęszczeniem; znane są: różna konsumpcja, różna respiracja, inne typy metabolizmu, wzrost lub spadek rozrodczości i śmiertelności, różne proporcje płci itp., itd. Trudno więc negować regulacyjną zdolność zagęszczenia. W cytowanej przez autora mojej pracy z 1963 roku nie twierdziłem, że zagęszczenie nie może być czynnikiem regulacyjnym; twierdziłem jedynie, że nie tylko zagęszczenie jest czynnikiem kierującym dynamiką liczebności, oraz że są sytuacje, kiedy sterowanie dynamiki populacji jest wyraźnie niezależne od zagęszczenia, a zależne od organizacji populacji.

Dostrzeganie wewnętrznej i zewnętrznej regulacji wiąże się z problemem wielokrotnie dyskutowanym w Instytucie Ekologii PAN: co, kiedy i w jakich warunkach jest silniejsze — samoregulacja (sterowanie wewnętrzne), czy też regulacja (powiązanie sprzężeniami zwrotnymi z procesami ekosystemu). Te liczne dyskusje nie dały jednoznacznej odpowiedzi na powyższe pytania. Również Andrzejewski robi tu unik pisząc, że o zjawiskach i zależnościach wewnątrzpopulacyjnych zwierząt niższych tak mało wiemy, że trudno powiedzieć, o ile mniejsza jest ich precyzja informacyjna. Sprawę silniejszej czy słabszej integracji populacji omawiam szerzej w oddanej do druku książce „Osobnik, populacja, gatunek”; nie miejsce w tej dyskusji na szersze omówienie tak trudnego zagadnienia. Chcę na ten temat podać jedynie parę uwag.

Każdy osobnik dowolnej populacji podlega wpływom: swojej populacji, ekosystemu lub ekosystemów, w których żyje populacja, wreszcie czynnikiem klimatycznym.

W każdej populacji istnieją jakieś więzi wewnątrzpopulacyjne; choćby rozrodcze lub istotne przy pewnym zagęszczeniu, szeroko przez autora omówione, przekształcenie środowiska. Każda więc populacja ma jakiś — choćby mały, lecz zawsze istniejący — stopień integracji. Najbardziej nieprzekształcalne czynniki abiotyczne, jak mróz czy susza, mogą być nieraz modyfikowane przez organizację życia populacji, np. skupianie się jako ochrona od mrozu.

Czynniki ekosystemowe, jak pokarm czy drapieżnictwo, mogą oddziaływać bezpośrednio na osobniki, jednak oddziaływanie to również

może być modyfikowane przez organizację życia populacji (np. obrona stadna zamiast ucieczki).

Tak więc wszelkie oddziaływania na elementy populacji — osobniki — mogą być modyfikowane przez organizację życia integronu jakim jest populacja. Im silniej jest zintegrowana populacja, tym silniejsze jest modyfikowanie działania czynników zewnętrznych w stosunku do populacji. W krańcowych wypadkach, jak np. u wielu ssaków i ptaków lub owadów socjalnych, głównym mechanizmem homeostazy może być samoregulacja.

Na zakończenie pragnę ustosunkować się do punktu drugiego wniosków końcowych. Rola ekologiczna populacji zależy od wpływu, jaki ta populacja wywiera na niższe piętro troficzne, od tego ile „jako ofiara” może oferować piętru wyższemu i od zmian jakie wywołuje w środowisku. Te wszystkie procesy oczywiście zależą od dynamiki liczebności i produktywności populacji. Poznanie tych procesów pozostanie głównym celem badań populacyjnych. Natomiast poznanie procesu sterowania może być doskonałym narzędziem i może pozwolić nieporównanie głębiej poznać i zrozumieć dynamikę populacji. Może pozwolić — jeśli nauczymy się badać procesy sterowania i regulacji. O ile dzięki badaniom produkcyjnym mamy jako takie wyobrażenie o procesach zasilania, to nie znam jak dotąd pracy terenowej, która ujmowałaby ilościowo procesy sterowania.

Trojan P. 1975 — Ekologia ogólna — PWN, Warszawa, 419 pp.

KAZIMIERZ TARWID (Dziekanów Leśny k. Warszawy): POPULACYJNY UKŁAD EKOLOGICZNY JAKO SYSTEM CYBERNETYCZNY. Jak z tytułu niniejszego tekstu wynika, chcę odróżnić dwa pojęcia: „system cybernetyczny” i „układ ekologiczny”. Istotność takiego rozróżnienia wyniknie z dalszych wywodów. Wyeksponowanie zaś tego od razu w tytule wydaje mi się pożyteczne dla ewentualnej dalszej dyskusji.

Modelowanie matematyczne różnorodnych układów ekologicznych jest, jak wiadomo, intensywnie obecnie rozwijane. Na tle aktualnych poczynąń w tej materii bardzo na czasie jest studium Andrzejewskiego. A to z kilku względów. Po pierwsze, wśród różnorodnych prób modelowania matematycznego populacji, ta wyróżnia się bardzo dużym bogactwem i różnorodnością elementów składających się na zbiór interpretowanych zjawisk. Ma ona charakter pełnego studium podsumowującego wieloletni dorobek badaczy, ujęty oczywiście pod kątem określonego stanowiska teoretycznego. Tym samym stanowi dobry materiał do twórczej dyskusji. Jest wielką szkoda, że dla tzw. „szkoły warszawskiej” przychodzi on tak późno w swej pełnej postaci. Drugim względem, dla którego to studium, jak sądzę, jest na czasie, to jego „postać cybernetyczna”. Cybernetyka ma tendencję do jakiegoś „całościowania” swych modeli (przynajmniej w swej najczęściej spotykanej postaci). Ustawia to dyskusję o teorii populacji od razu in medias res kluczowych sporów. Cybernetyka ma jeszcze jedną bardzo aktualną dla tej dyskusji właściwość. Z istoty rzeczy jako konsekwencję swych modeli narzuca porządkowanie zbioru elementów składowych według jakichś (założonych niestety) różnicowań. Zmusza także do konsekwentnego rozmiesz-