

METODYKA

KAZIMIERZ TARWID

Zakład Ekologii PAN
WarszawaOcena sprzężonych liczebności populacji
ekologicznych

W badaniach ekologicznych przywykło się traktować wyniki prawidłowo stosowanej metody ilościowego połowu jako pełny wyraz liczebności badanej populacji, zmiany wyników odłowu — jako zmiany liczebności populacji. Nie zawsze to jest słuszne. Nie jest to słuszne, np. gdy dana metoda obejmuje część niszy ekologicznej danej populacji, a proporcje rozkładu liczby osobników między poszczególnymi częściami są zmienne, zależnie od okoliczności.

Literatura dostarcza wielu przykładów pozwalających przypuszczać, że populacje zwierzęce w terenie nie są na ogół zbiorowiskami jednolitymi. Ich nisze ekologiczne są rozczłonkowane, a same populacje odpowiednio zróżnicowane. Nasze metody połowu albo oceny liczebności często ogarniają tylko część tej rozczłonkowanej niszy. Przytaczam kilka przykładów.

Komary leśne w pogodny dzień znajdują się częściowo w spoczynku w trawie, częściowo przelatują z miejsca na miejsce. Czerpak ilościowy wychwytuje tylko pierwszą część komarów — siedzącą, połów na przynętę głównie drugą — latającą. Proporcje rozkładu populacji między tymi częściami są różne. W pewnych sytuacjach w trawie może siedzieć prawie cała populacja, w innych tylko nieznaczna jej część (Tarwid 1952, Dąbrowska-Prot 1959, Dąbrowska-Prot 1961).

Populacje myszy leśnych rozpadają się na część osiadłą i migracyjną. Pułapki żywołowne rejestrują przypuszczalnie całość grupy osiadłej i jakąś nieznaczną frakcję grupy migrującej (Andrzejewski i Wierzbowska 1960).

Żaby (*Rana terrestris* Andr.) na lądzie częściowo pędzi żywot osiadły, częściowo wędrują. Rejestracja ilościowa dokonana systemem marszowym na czas ujawnia głównie drugą ruchliwą część populacji. Połów na czas połączony z przeszukiwaniem określonej przestrzeni — ujmuje obie części, ale proporcje między obiema częściami ulegają odkształceniu (Tarwid 1961).

Wśród *Carabidae* chwytaných w pułapki glebowe w lesie wyróżniają się dwie odrębne frakcje: chrząszcze miejscowe, osiadłe i chrząszcze przechodnie na danym terenie (Grüm w druku).

Populacja *Homoptera* na łące (*Tetigella viridis* L., a także inne) składa się z części zamieszkującej w ściółce i części przebywającej w trawie (Andrzejewska w druku). Większość metod z natury rzeczy wychwytuje tylko jedną lub drugą frakcję. A nawet za pomocą tych metod, które obejmują oba fragmenty środowiska, jak np. wybieranie z trawy

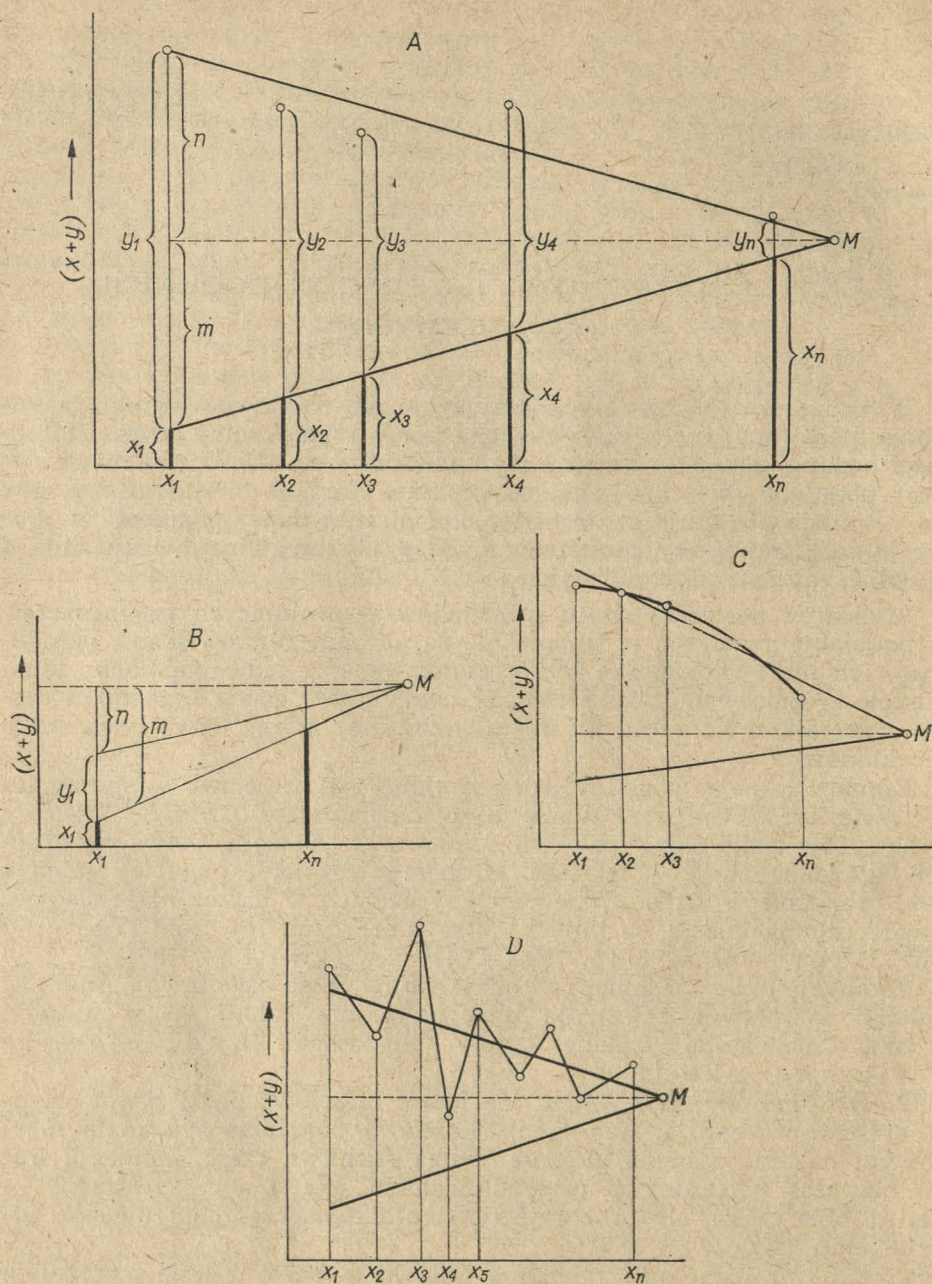


Fig. 1. A — schemat ilustrujący graficzny sposób dopasowania nasilenia jednej metody połowu do drugiej tak, by informowały one łącznie o wielkości populacji, B — schemat w przypadku, gdy metoda uzupełniająca została zastosowana w zbyt słabym nasileniu, C — ten sam schemat, gdy wyniki połowów są prawidłową funkcją krzywolinijną, D — ten sam schemat, gdy wyniki połowów są bardzo zmienne. Objaśnienia w tekście

i ze ściółki owadów przykrytych kloszem „biocenometru“, w żadnym przypadku nie eksploruje się obu części niszy z jednakową intensywnością i proporcje ilościowe między nimi ulegają zmianie.

Również muchy (*Acalypterata*) na łące częściowo trzymają się wierzchołków traw, częściowo przebywają głębiej. Czerpak różnie stosowany ujmuje jakieś frakcje tych części (Frydlewicz-Ciesielski 1961).

Nie ma potrzeby dalej mnożyć przykładów. Ich różnorodność zdaje się upoważniać do wnioskowania o tym, że rozmaite formy różnicowania populacji zwierzęcych w terenie są zjawiskiem powszechnym, lub co najmniej bardzo rozpowszechnionym. W przypadku zmiennych proporcji między poszczególnymi częściami populacji, gdy zależnie od okoliczności zwierzęta przechodzą z jednej części do drugiej, metoda nie obejmująca wszystkich części w odpowiednich proporcjach (gdy daje zmienne liczby wyników), nie musi informować o zmienności całej populacji. Mogą to być np. zmiany wywołane przesunięciami mas między członami zróżnicowanej populacji objętymi połowem i innymi członami. Na przykład *T. viridis* jesienią (Andrzejewska w druku), komary w różnych środowiskach (Dąbrowska-Prot 1961), żaby leśne w różnych okresach (Tarwid 1961).

W takim właśnie układzie warunków liczebność jednego członu populacji i liczebność drugiego (lub drugich) nazywam „liczebnościami sprzężonymi“. W przypadkach liczebności sprzężonych prawidłową ocenę wielkości całej populacji uzyskuje się z łącznego traktowania obu liczebności.

Powyższe proste rozstrzygnięcie napotyka w realizacji na poważne trudności. Na ogół bowiem nie ma metod, które by automatycznie ujmowały poszczególne fragmenty populacji we właściwych proporcjach. A tymczasem tylko pod tym warunkiem wolno by było sumować wyniki liczbowe różnych metod, gdy jak np. dla komarów, za pomocą jednej wychwytuje się część zalegającą w trawie, a za pomocą drugiej — część latającą. Również nie można sumować liczb uzyskanych jedną metodą, ale wychwytną frakcje populacji w niejednakowym stopniu, jak to ma miejsce np. w przypadku myszy leśnych, gdy pułapki żywołowne wychwytyją część osiadłą i jakąś nieznaczną część myszy wędrujących.

Dąbrowska-Prot (1961) w oparciu o wieloletnie doświadczenie i tysiące dokonanych połowów oceniła równoważność 2 metod połowu komarów: 1) czerpaka ilościowego w nasileniu: 10 połowów po 25 uderzeń czarpaka każdy, 2) połowu „na przynętę“ przez 30 minut. Sumując odpowiednie dane z połowu czerpakiem i „na przynętę“, traktowanych jak wyżej, Prot uzyskała liczbę wskaźnikową, która pozwala porównywać ze sobą populacje w różnych warunkach ekologicznych.

Dane te budzą zaufanie. Uzyskuje się przy ich pomocy wartościowe informacje o dwóch populacjach komarów. Można się spodziewać, że do-

c.d. podpisu Fig. 1.

A — plan illustrating the graphic means of fitting the intensity of one method to that of another so that jointly they give a correct picture of the size of the population, B — plan showing a case in which the supplementary method was used with too weak an intensity, C — the same plan, when the results of captures form a curvilinear function, D — the same plan, when the results of captures vary considerably. Explanations in text

świadczony, wytrawny specjalista na ogół potrafi dobrać metody połowu tak, by dały się one odpowiednio sumować z wynikami innej standardowej metody.

Nie zawsze jednak dysponuje się wystarczająco dużym materiałem i doświadczeniem. Można zaproponować metodę doraźnej oceny właściwych proporcji nasilenia dwóch metod badawczych ujmujących odpowiednio dwie liczebności sprzężone, składające się na charakterystykę populacji.

Wyobraźmy sobie, że mamy metodę „A” ujmującą część populacji w jakiejś nieznannej nam, właściwej sobie proporcji. Stosujemy ją w nasileniu α . Dla podstawowej jednostki stosowania metody połowów dałoby to liczby: $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, przy nasileniu metody rzędu α wynik odpowiednio uległ zmianie dając: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$.

$$\text{Ogólnie: } x = f(\alpha, a). \quad (1)$$

Na ogół dla większości naszych metod, w jakimś zakresie ich stosowania, wzrost wyniku połowu jest w przybliżeniu proporcjonalny do wzrostu intensywności stosowania danej metody.

$$\text{Wtedy: } x = \alpha \cdot a. \quad (2)$$

Podobnie inna metoda „B” ujmuje dopełniającą część populacji, dając wielkości $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$, przy nasileniu metody rzędu β . Dokonujemy w naszej populacji szeregu par połowów obu metodami w warunkach, które zmieniają proporcje między częścią populacji objętą metodą „A” i częścią populacji objętą metodą „B”. Połowów tych dokonujemy jednocześnie w takim czasie i w takich warunkach, by mieć wystarczającą pewność, że populacja w całości w tym czasie, w zasadzie nie zmienia swej liczebności. Wtedy sumy odpowiadających par połowów obu metod muszą być równe, jeżeli zastosowano odpowiednie wskaźniki nasilenia obu metod.

$$\text{Zatem: } (x_1 + y_1) \cong (x_2 + y_2) \cong (x_3 + y_3) \cong \dots (x_n + y_n). \quad (3)$$

$$\text{Czyli: } (\alpha a_1 + \beta b_1) \cong (\alpha a_2 + \beta b_2) \cong (\alpha a_3 + \beta b_3) \cong \dots (\alpha a_n + \beta b_n). \quad (4)$$

Gdy np. metodę „A” stosujemy w sposób standardowy, czyli gdy $\alpha = 1$, zadanie sprowadza się do dobrania takiego nasilenia metody „B”, by wyniki uzupełniały metodę „A” spełniając warunek stałości par sumowanych połowów, czyli spełniały równość (4). Chodziłoby zatem o obliczenie odpowiedniej wielkości β , co jest już prostym rachunkiem.

W przypadku gdyby odpowiedni rachunek przedstawiał jakieś trudności, można wskazać prostą metodę graficzną wyznaczenia właściwej wielkości dla β .

Wyniki połowów dały nam ciąg par liczb: $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_n, y_n)$. Porządkujemy te pary wg wzrastających wielkości x (czyli wyniku uzyskanego za pomocą metody uznanej za standardową).

Na osi x wykresu znajdujemy kolejno wartości dla $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ (fig. 1 A). Od każdej z nich wyprowadzamy pionowo odpowiednie sumy: $(x_1 + y_1), (x_2 + y_2), (x_3 + y_3), \dots, (x_n + y_n)$. Punkty końcowe części odcinków pionowych, które odpowiadają składowym $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, leżą zawsze na linii prostej. Punkty końcowe całych odcinków pionowych „mniej więcej” wyznaczają swoją prostą (fig. 1 A). Przedłużenie obu prostych daje

punkt ich przecięcia M . Pozioma wyprowadzona z punktu M (na rysunku linia przerywana) przecina odcinek $x_1 + y_1$, wyznaczając wielkości — m i n . Jeśli, pobierając próby, założymy, że w tym czasie wielkość całej populacji się nie zmienia, to linia pozioma odcina nam wielkości m , które uzyskałoby się z metody „B”, gdyby była stosowana z intensywnością odpowiednią dla metody „A”. Z wykresu znajdujemy łatwo tę właściwą intensywność: po zmierzeniu odcinków m i n , obliczamy:

$$\beta_x = \beta_0 \cdot \frac{m}{m+n} \quad (5)$$

gdzie: β_x — szukane nasilenie metody „B”, β_0 — nasilenie metody „B” zastosowane w serii próbnej.

Możliwa jest postać wykresu jak na rysunku następnym (fig. 1 B). Odpowiedni wzór wyliczeniowy przybiera postać:

$$\beta_x = \beta_0 \frac{m}{m-n} \quad (6)$$

Górne punkty odcinków, które „mniej więcej” wyznaczają prostą, mogą się czasami układać, jak na rysunku następnym (fig. 1 C) dając prawidłowe odchylenie od prostej lub też (fig. 1 D) tworzyć liczne i znaczne załamania. W obu przypadkach zaznaczono prostą linią sieczną przebieg prostej, wyznaczający potrzebny nam punkt M . Gdy krzywa (fig. 1 C) nie jest znacznie wygięta, to w granicach przybliżeń stosowanych w takich pracach można ją traktować jako prostą. W przypadku, przedstawionym na rysunku ostatnim (fig. 1 D), wahania krzywej są wynikiem zmienności losowej i w znacznej mierze zależą od precyzji samych metod.

PIŚMIENNICTWO

- Andrzejewska, L. (w druku — in press) — Zróżnicowanie populacji *Tetigella viridis* L. w środowisku łąkowym — Pol. Pismo ent.
- Andrzejewski, R. and Wierzbowska T. 1960 — On the degree of residency and migrancy in population of small rodents — Bull. Ac. Pol. Sci. cl. 2, 8: 293.
- Dąbrowska, E. 1959 — Aktywność dobowa komarów i czynniki ją regulujące — Ekol. Pol. A, 7: 221—254.
- Dąbrowska-Prot, E. 1961 — Activity as an indication of the distribution of mosquitoes — Bull. Ac. Pol. Sci. cl. 2, 9: 485—490.
- Frydlewicz-Ciesielska, Z. 1961 — Porównanie fauny *Diptera* na łąkach sztucznych i naturalnych w okolicy Kuwasów nad Biebrzą — Ekol. Pol. A, 9: 317—341.
- Grüm, L. (w druku — in press) — Z badań nad migracjami u *Carabidae* — Ekol. Pol. A.
- Tarwid, K. 1952 — Próba charakterystyki zespołu komarów Puszczy Kampinoskiej — Stud. Soc. Sci. toruniensis s. E, 3: 27—53.
- Tarwid, K. 1961 — Zróżnicowanie niszy ekologicznej gatunku jako wskaźnik jego roli w biocenozie (na przykładzie *Rana terrestris* Andr.) — Ekol. Pol. B, 7: 13—21.

AN ASSESSMENT OF THE COMPLEMENTARY NUMBERS
OF ECOLOGICAL POPULATIONS

Summary

The author applies the term „complementary numbers“ to results of two (or more) quantitative captures made by different methods, yielding information about parts only of the given population, but which together compose a picture of the whole population. Thus only the joint treatment of both complementary numbers enables conclusions to be reached as to population size. The combining of the results of two different methods will produce a correct answer only when the correct choice has been made of the corresponding intensities of capture by the two methods. This may be successfully determined by a research worker with a good knowledge of both methods and sufficiently extensive experience, or may be calculated by means of the computing manipulations set out by the author.