

ALICJA BREYMEYER I ELIGIUSZ PIECZYŃSKI

Zakład Ekologii PAN
Warszawa

Przegląd stosowanych w Zakładzie Ekologii PAN metod badania migracji

Stosowane w Zakładzie Ekologii metody badania migracji można podzielić na następujące grupy:

- I. Znakowanie.
- II. Zagęszczanie lub rozrzedzanie populacji w danym wycinku środowiska.
- III. Wprowadzanie do środowiska nowego elementu podłoża.
- IV. Bezpośrednie obserwowanie migracji w laboratorium.
- V. Obserwacje terenowe.

I. Metoda znakowania

Przeprowadza się znakowanie poszczególnych osobników bądź grup osobników w populacji i śledzi dalsze ich losy, stosując różne metody obserwacji — przede wszystkim odławianie w pułapki. Jest to metoda bardzo powszechnie stosowana na całym szeregu różnych grup organizmów, które kolejno omówimy.

1. Grupowe znakowanie żyworódek (*Viviparus fasciatus* Müll.)

Próbie znakowania żyworódek przeprowadziła Stańczykowska (1959). Sposób postępowania był następujący: przez otworek w muszli (w odległości 2—4 mm od apertury) przeciągano izolowany drucik z umieszczonym na nim koralikiem średnicy 1,5—2,0 mm). Na wewnętrznej powierzchni muszli drucik gładko przylegał do ścianki i w ciągu kilkunastu dni pokrywał się warstwą hipostracum.

Na każdym z badanych stanowisk łachy wiślanej znakowano grupy osobników w różny sposób, stosując odmienne ułożenie, barwę lub kształt koralików (fig. 1). W 1955 r. oznakowano w ten sposób 436 żyworódek pochodzących ze skupień i 236 występujących pojedynczo. W roku



Fig. 1. Sposób znakowania osobników *Viviparus fasciatus* Müll.
Way in which individual *Viviparus fasciatus* Müll. were marked

następnym na wiosnę znaleziono 4 żywe, oznakowane osobniki pochodzące ze skupień, występujące na tych samych miejscach, na których występowały jesienią.

2. Grupowe znakowanie łąkowych skoczków (*Homoptera*)

Łąkowe *Homoptera* znakowała Andrzejewska (1960). Znakowania dokonywano przez obcinanie końców skrzydeł pierwszej pary. Przy użyciu tej metody badano trwałość sztucznie utworzonych skupień i rozrzedzeń skoczków na łąkach, szybkość i zasięg ich rozchodzenia się.

3. Indywidualne znakowanie biegaczowatych (*Carabidae*)

Stosował je w swoich pracach Grüm (1959, 1962). Badania prowadzono w Puszczy Kampinoskiej, gdzie w lesie sosnowym, na przestrzeni około 400 m² ustawiono w szachownicę 80 pułapek. Były to wkopane równo z powierzchnią ziemi słoiki, stale otwarte, kontrolowane co drugi lub co czwarty dzień przez kilka miesięcy. Podczas kontroli pułapek znalezione w nich *Carabidae* znakowano kolejnymi numerami i wypuszczano na wolność. Znakowanie polegało na nacinaniu pokryw skrzydłowych wg określonego schematu. Schemat znakowania przedstawiony jest na fig. 2.

Brzegi pokryw podzielono na cztery strefy. Wartość nacięcia w pierwszej strefie odpowiada liczbie 1, w drugiej strefie — liczbie 3, w trzeciej — liczbie 10 i w czwartej — 50. Korzystając z tego schematu można uzyskać kilkaset kolejnych numerów. Na przykład, dla otrzymania numeru 147 należy wykonać w pierwszej strefie jedno nacięcie ($1 \times 1 = 1$), w drugiej — dwa nacięcia ($2 \times 3 = 6$), w trzeciej — cztery ($4 \times 10 = 40$) oraz w czwartej — dwa ($2 \times 50 = 100$). Dodając powyższe wyniki otrzymuje się żądany numer 147.

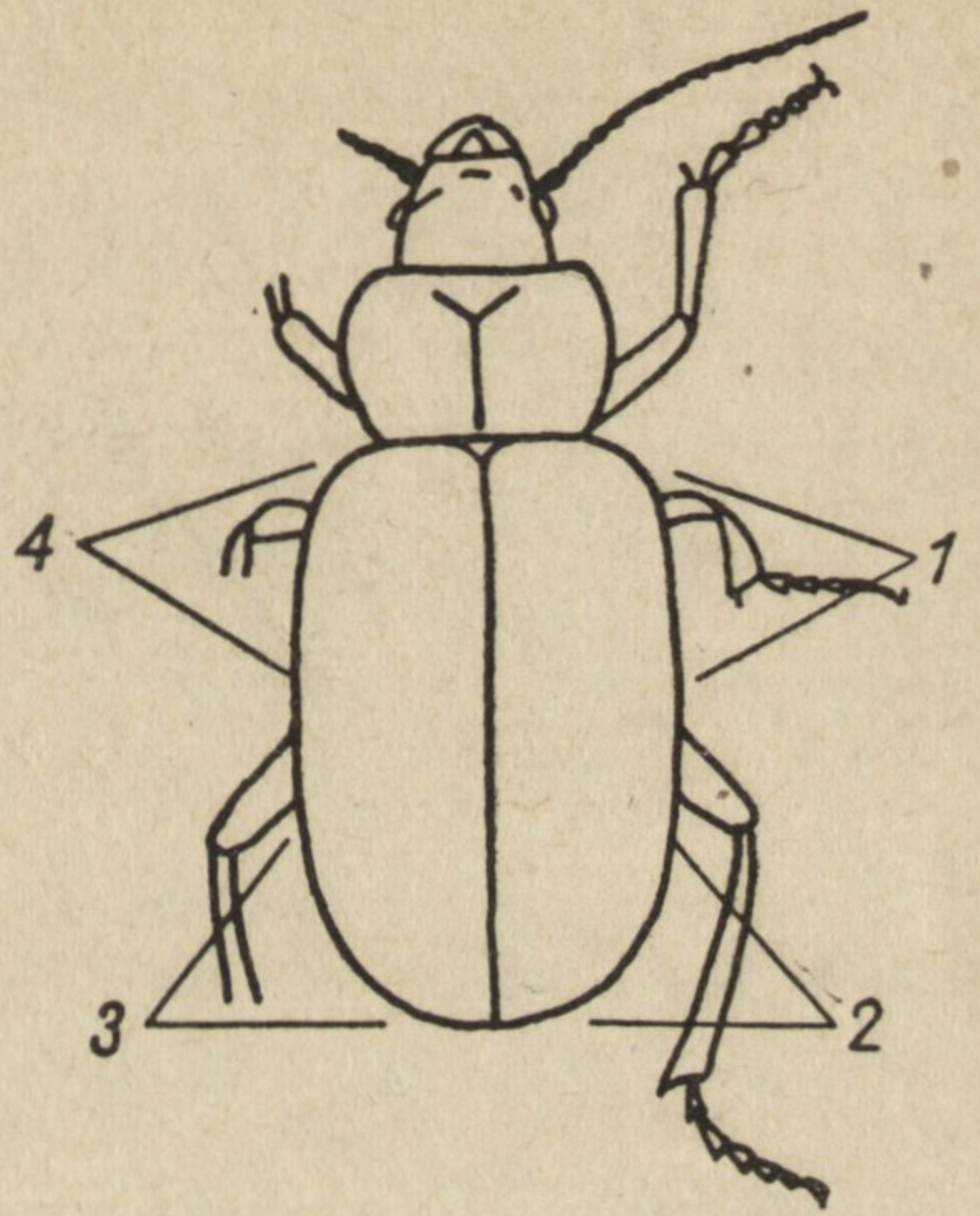
Fig. 2. Schemat znakowania *Carabidae*
(wg Gr ü m a 1959)

1, 2, 3, 4 — strefy nacinania pokryw

Plan of marking *Carabidae*

(acc. to Gr ü m 1959)

1, 2, 3, 4 — zones of incision in elytra



Posługując się wyżej omówioną metodą autor stwierdził okresowe, związane z cyklem fenologicznym migracje samic pewnych gatunków biegaczowatych.

4. Indywidualne znakowanie żab

Znakowanie żab stosował Tarwid (materiały w opracowaniu) w kilku środowiskach Puszczy Kampinoskiej. Znakowanie przeprowadzono przez obcinanie palców nóg wg schematu N a u m o v a (1951), umożliwiającego oznakowanie do 10 tysięcy okazów. Żaby odławiane były ręcznie oraz w cylindry wkopane w ziemię. Na tak zebranych materiałach badano rytmiczne przemieszczenia żab w obrębie areałów ich występowania oraz przesuwanie się populacji z terenów badanych i równoczesne nachodzenie na nie osobników nowych.

5. Indywidualne znakowanie żmij

P i e l o w s k i (1962) znakował żmije (*Vipera berus* L.) przy pomocy wąskich, metalowych klamerek z numerkami zaciskanych na ogonie gada. Środowiska, w których badania przeprowadzono, podzielono na określonej wielkości powierzchni. W ciągu trzech lat odławiano i znakowano na nich żmije; łącznie oznakowano ponad 100 okazów. W wyniku badań stwierdzono okresową wymianę osobników w obrębie populacji wywołaną zmianami trybu życia.

6. Indywidualne i grupowe znakowanie (obrączkowanie) ptaków

Pinowski (materiały w opracowaniu) oraz P i e l o w s k i i P i n o w s k i (1962) znakowali ptaki indywidualnie — przy pomocy numerowanych obrączek i grupowo — przy pomocy obrączek barwnych (fig. 3).

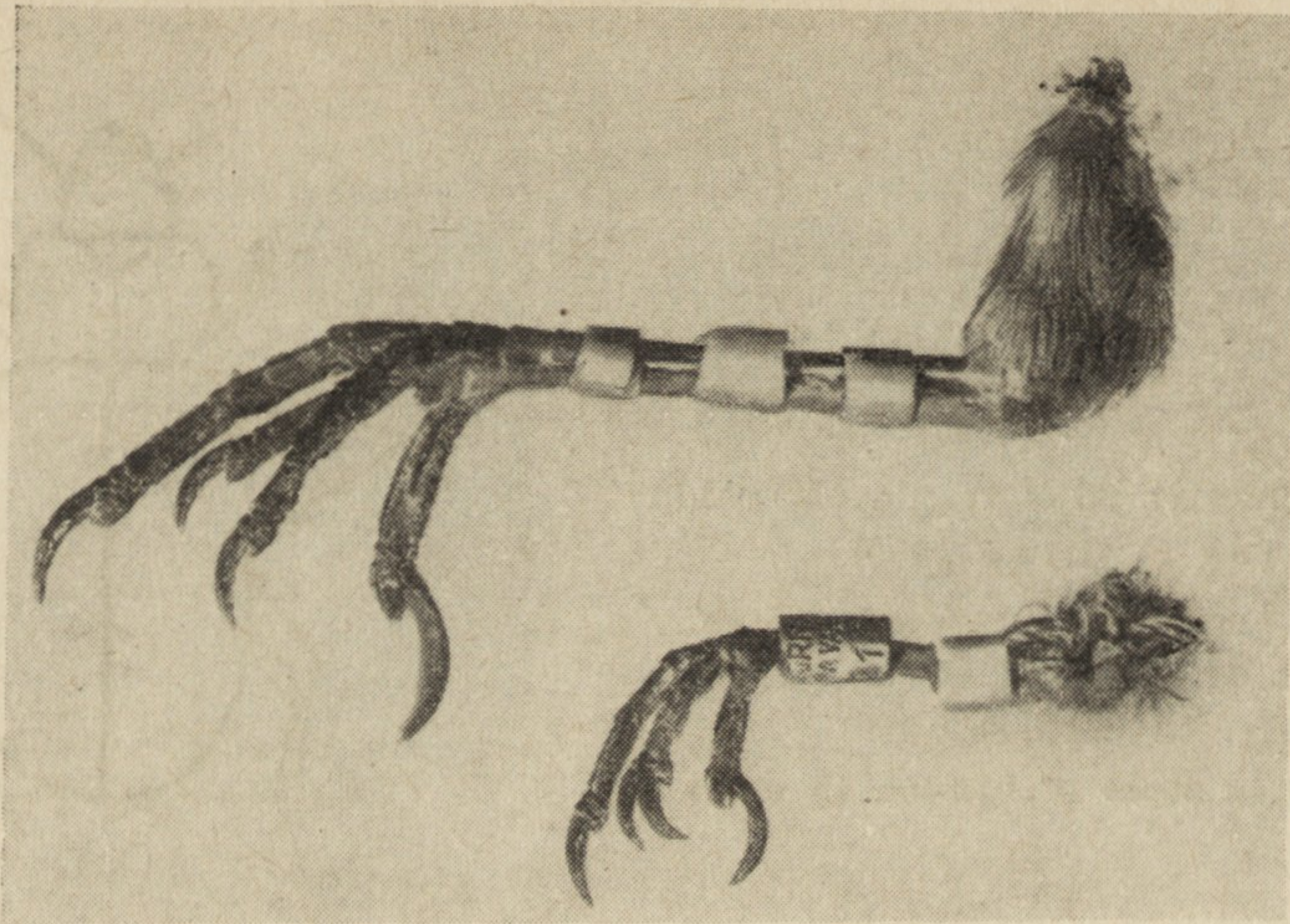


Fig. 3. Sposób znakowania ptaków (obrączki barwne i numerowane)
Way in which birds were marked (coloured and numbered rings)

Znakowanie przeprowadzano przy przeglądach budek lęgowych (znakowanie piskląt) oraz przy odłowach dorosłych ptaków. Losy ptaków znakowanych śledzono następnie przy pomocy obserwacji i powtórnych odłowów. Wieloletnie znakowanie ptaków okolic Dziekanowa pozwoliło na określenie tendencji do przemieszczeń i wędrówek różnych grup w populacji.

7. Indywidualne znakowanie drobnych gryzoni leśnych

Metodę tę stosuje się w Pracowni Populacyjnej Zakładu Ekologii w Dziekanowie Leśnym. Myszy odławia się w drewniane pułapki żywołowne z przynętą, którą jest wsypywany w niewielkich ilościach owies. Złowione myszy znakuje się na miejscu przez obcinanie palców i natychmiast wypuszcza, śledząc dalsze ich losy w czasie intensywnych powtórnych złowień. Schemat znakowania przyjęto za Naumovem (1951). Sposób dalszego opracowywania danych uzyskanych wyżej omówioną metodą (tzw. kalendarz złowień) przedstawiony zostanie w następnym referacie.

8. Indywidualne znakowanie nutrii

Metodę znakowania nutrii [*Myocastor coypus* (Molina)] stosował Ryszkowski (praca w przygotowaniu do druku). Nutrie odławiano w pułapki żywołowne z przynętą (owies). Kontrolę pułapek przeprowadzano rano i wieczorem; złowione osobniki znakowano numerowanymi kolczykami. Tą metodą analizowano między innymi rozmieszczenie przestrzenne nutrii, wykazując brak terytorializmu przy istnieniu przywiązania do określonych miejsc. Stwierdzono też, że natężenie migracyjności jest większe u dojrzałych samców niż u samic.

Znakowanie jest metodą posiadającą duże tradycje w badaniach migracji. Jedną z jej zalet jest fakt, że nie powoduje ona w zasadzie żadnych zakłóceń, mogących wpływać na przebieg obserwowanych zjawisk. Powszechnie stosuje się ją do badań migracji o dużym zasięgu, jak np. przeloty ptaków czy wędrówki ryb. W pracach Zakładu Ekologii stosuje się metodę znakowania przy analizie zjawisk migracyjnych zachodzących na znacznie mniejszych terenach, często w jakimś jednym środowisku lub nawet wycinku środowiska. Przy takim stosowaniu tej metody, zakres i stopień dokładności wnioskowania warunkowany jest przez intensywność obserwacji — nasilenie powtórnych złowień oznakowanych osobników. Opracowanie uzyskanych na tej drodze wyników wymaga niejednokrotnie zastosowania metod statystycznych.

II. Metoda zagęszczania lub rozrzedzania populacji w danym wycinku środowiska

Ta metoda eksperymentów terenowych pozwala prześledzić przebieg i intensywność procesu migracji.

1. Zagęszczanie populacji żyworódek

Zagadnienie to opracowywała S t a ń c z y k o w s k a (1959). Sztuczne zagęszczenia tworzone: a) na terenie nietypowym dla występowania żyworódek i b) na terenie, który wiosną był gęsto zasiedlony przez żyworódki, a w okresie późniejszym zamieszkały przez pojedyncze osobniki lub pozbawiony ich zupełnie. Stosowano różne zagęszczenia ślimaków na jednostkę powierzchni, między innymi takie, jak w naturalnych skupieniach. We wszystkich przypadkach skupienia nie utrzymywały się, nawet wtedy, gdy teren eksperymentalnego zagęszczenia ogradzano na dwa tygodnie drucianą siatką.

2. Zagęszczanie populacji pajaków

Doświadczenia z zagęszczaniem pajaków wykonała Łuczakowa (materiały w opracowaniu). Zagęszczeń dokonywano na terenach typowego i nietypowego dla pajaków środowiska. W pierwszym przypadku były to sosenki i wrzosy, w drugim — pole ziemniaczane. W wyniku doświadczeń otrzymywano większe od normalnie spotykanych zagęszczenia pajaków na sosenkach i wrzosach, natomiast skupienia na terenach nietypowych (pole ziemniaczane) szybko ulegały likwidacji.

3. Zagęszczanie i rozrzedzanie populacji łąkowych skoczków

Doświadczenia przeprowadziła A n d r z e j e w s k a (1960) na gatunku *Tetigella viridis* L. Wykonano dwa typy doświadczeń: a) z określonej powierzchni wybrano wszystkie osobniki tego gatunku, oznakowano i przeniesiono na sąsiadujący wycinek łąki, b) tworzone zagęszczenia oznakowanych osobników na izolowanych (klosze obszyte gazą) bądź nie-

izolowanych wycinkach łąki. Tak przeprowadzone doświadczenia umożliwiły ocenę stopnia migracyjności skoczków — wyróżnienie okresów o różnym nasileniu tendencji do poziomych i pionowych przemieszczeń populacji.

4. Tworzenie „luki” w zasiedleniu danego środowiska przez populację drobnych gryzoni

Zagadnieniem tym zajmowali się Andrzejewski i Wrocławek (1962). Doświadczenia przeprowadzono w trzech etapach: a) ustalenie składu ilościowego i rozmieszczenia zwierząt osiadłych na badanej powierzchni, b) usunięcie z powierzchni eksperymentalnej wszystkich złowionych zwierząt (75—95% osobników osiadłych), c) śledzenie procesu wypełniania się wytworzonej luki, czyli nachodzenia i osiedlania się nowych myszy. Zjawiska powyższe analizowano na szeregu powierzchni (eksperymentalnych i kontrolnych), a wyniki połowów zestawiono według kalendarza złowień. Stwierdzono, że regeneracja populacji trwa około 4 tygodni, przy czym tempo jej jest szybsze w okresach zwiększonej liczebności zwierząt. Proces wypełniania „luki” odbywa się kosztem myszy migrujących, a nie kosztem myszy osiedlonych na peryferiach terenu odławianego.

Omówiona na powyższych przykładach metoda badania migracji drogą sztucznego zagęszczania lub rozrzedzania populacji mieści w sobie bogate możliwości badawcze. Metoda ta niejako „prowokuje” migracje zwierząt przez zaburzenie istniejącej, naturalnej sytuacji w przyrodzie i może przyczynić się do poznania mechanizmów rządzących tym procesem.

III. Metoda wprowadzania do środowiska nowego elementu podłoża

Metoda ta, oparta również na eksperymentach terenowych, pozwala prześledzić charakter migracji oraz jej intensywność.

1. Wprowadzanie do różnych środowisk roślin nie zajętych przez pająki i obserwacje procesu zasiedlania

Kajak A. (1961) przeprowadziła doświadczenia polegające na umieszczaniu roślin dziurawca czterobocznego (*Hypericum maculatum* Cr.) w kilku środowiskach, w których uprzednio nie występowały i na obserwowaniu procesu zasiedlania ich przez pająki. Rośliny dziurawca (w liczbie od 50 do 100) umieszczano na łące i w sosnowym lesie. Przenoszenie odbywało się przed pojawieniem się nowych roślin (maj i czerwiec). Następnie dokonywano przeglądów roślin mniej więcej co tydzień przez kilka miesięcy. Dla kontroli analizowano liczebność pajaków na innych, sąsiadujących roślinach. Po kilkunastu dniach stopień zapełnienia wprowadzonych na łąkę dziurawców osiągnął ten sam poziom co na łące, z której przenoszono dziurawce, lub nawet go przewyższał. Natomiast w lesie sosnowym był stale niższy.

2. Umieszczanie w środowisku wodnym drewnianych palików i obserwacje migracji żyworódki paskowanej

Zagadnieniem tym zajmowała się Stańczykowska (1959). Umieszczając drewniane paliki (o średnicy 4—6 cm) na dnie o różnym zagęszczeniu żyworódek, obserwowano szybkie nachodzenie i trwałe osiedlanie się tych zwierząt. Stwierdzono pewną zależność między liczebnością żyworódek na palikach i na dnie zbiornika (materiały w opracowaniu).

3. Umieszczanie w środowisku wodnym kamieni i obserwacje procesu zasiedlania ich przez makrofaunę

Eksperymenty przeprowadzał Dusoge (praca w przygotowaniu do druku) w Jeziorze Mikołajskim. Wyjęte z jeziora kamienie dokładnie szorowano szczotką i ponownie układano na dnie na głębokości 30—40 cm w kilka grup po 6—10 kamieni. Następnie przez 1,5 do 2,5 miesięcy z kamieni tych, jak również z kamieni kontrolnych leżących obok, pobierano próby makrofauny. Zwierzęta żyjące na kamieniach podzielono na dwie grupy według tempa zasiedlania: a) zwierzęta zajmujące szybko i licznie oczyszczone kamienie (pijawki, ślimaki, wirki), b) zwierzęta pojawiające się na oczyszczonych kamieniach po dłuższym czasie i w małych ilościach (larwy owadów, skąposzczety, ośliczki, kielże). Zróżnicowanie na powyższe grupy, zdaniem autora, można tłumaczyć odrębnym trybem życia.

4. Wprowadzanie złoź jaj żywiciela na pola uprawne i badanie rozlotu kruszynka

Szybkość i zasięg rozlatywania się kruszynka (*Trichogramma evanescens* Westw.) na uprawach badał Kot (1960). W tym celu rozkładano na polach uprawnych złoź jaj żywiciela (*Sitotroga cerealella* Oliv.) w różnych od siebie odległościach. Następnie w środku pola wykładano 20 tysięcy imagines kruszynka i analizowano zasięg i szybkość jego rozlatywania się (docierania do złoź jaj żywiciela). Podobnie badano rozloty pionowe kruszynka, wykładając złoź jaj żywiciela na gałęziach drzew na różnych poziomach. Stwierdzono zależność szybkości i zasięgu rozlotów kruszynka od odległości między złożami jaj żywiciela.

Do tej grupy metod zaliczyć również można powszechnie stosowaną tzw. metodę szkiełkową. Przy jej użyciu bada się tempo osiedlania się i sukcesję organizmów perifitonowych. Metodę tę stosuje w Zakładzie Ekologii UW Pieczyńska (materiały w opracowaniu).

Omówiona grupa metod badania migracji poprzez wprowadzanie nowego elementu podłoża wykazuje wspólne cechy z poprzednio referowanym zagęszczaniem i rozrzedzaniem populacji. I w tym przypadku mamy do czynienia z „prowokowaniem“ zjawisk migracji.

IV. Metoda bezpośredniego obserwowania migracji w laboratorium

W eksperymentach laboratoryjnych analizuje się tendencje populacji różnych gatunków chrząszczy do przemieszczania się w środowisku lub opuszczania go.

1. Badania nad migracjami (*Tribolium confusum* Duval i *T. castaneum* Herbst)

Tendencje do opuszczania środowiska przez w.w. gatunki chrząszczy badali Prus i Rudzka (materiały w opracowaniu), w specjalnie do tego celu skonstruowanych urządzeniach (fig. 4). Od próbówki hodowlanej

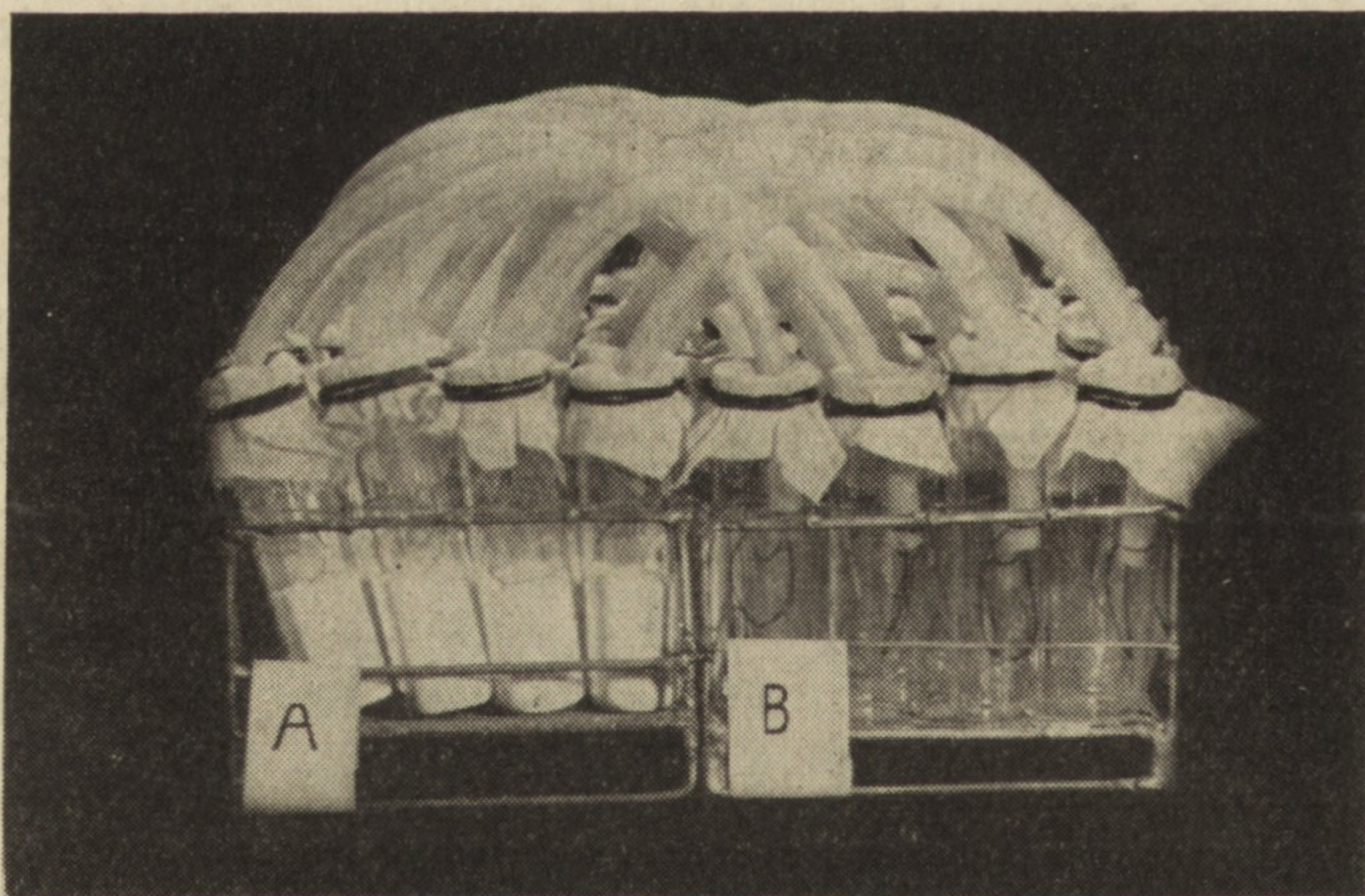


Fig. 4. Zestaw próbek do badania migracji *Tribolium confusum* Duval i *T. castaneum* Herbst

A — próbówki hodowlane z mąką, B — próbówki puste

Set of test tubes for investigating the migration of *Tribolium confusum* Duval and *T. castaneum* Herbst

A — culture test tubes containing flour, B — empty test tubes

przeprowadzano rurkę igielitową do próbówki bez chrząszczy. Przez rurkę przeciągano nitkę, która dotykała powierzchni mąki w próbówce hodowlanej, a w próbówce pustej zwisała swobodnie. Chrząszcze przechodziły po nitce z jednej próbówki do drugiej. Przy użyciu tej metody stwierdzano między innymi zależność tendencji migracyjnych chrząszczy od ich zagęszczenia.

2. Badania nad migracjami wołka zbożowego (*Calandra granaria* L.) i wołka ryżowego (*Sitophilus orizae* L.)

Wędrowniki pionowe tych szkodników spichrzowych badał S a n d n e r (1957). W tym celu skonstruowano specjalne pojemniki. Eksperyment z *Calandra granaria* przeprowadzano w drewnianych skrzyniach o wymiarach $100 \times 11 \times 12$ cm (fig. 5). W jedną ze ścian skrzyni wsuwane były prostopadle zasuwki blaszane, dzielące jej wnętrze na 10 przegród-

dek o pojemności 1000 cm³ każda. Badano tendencje do wędrówek wołka w trzech równoczesnych kombinacjach: a) do każdej przegródki wkładano po 50 chrząszczy, wyjmowano zasuwki na 65 dni, następnie zakładano je z powrotem i badano zawartość przegródek, b) 200 imagines

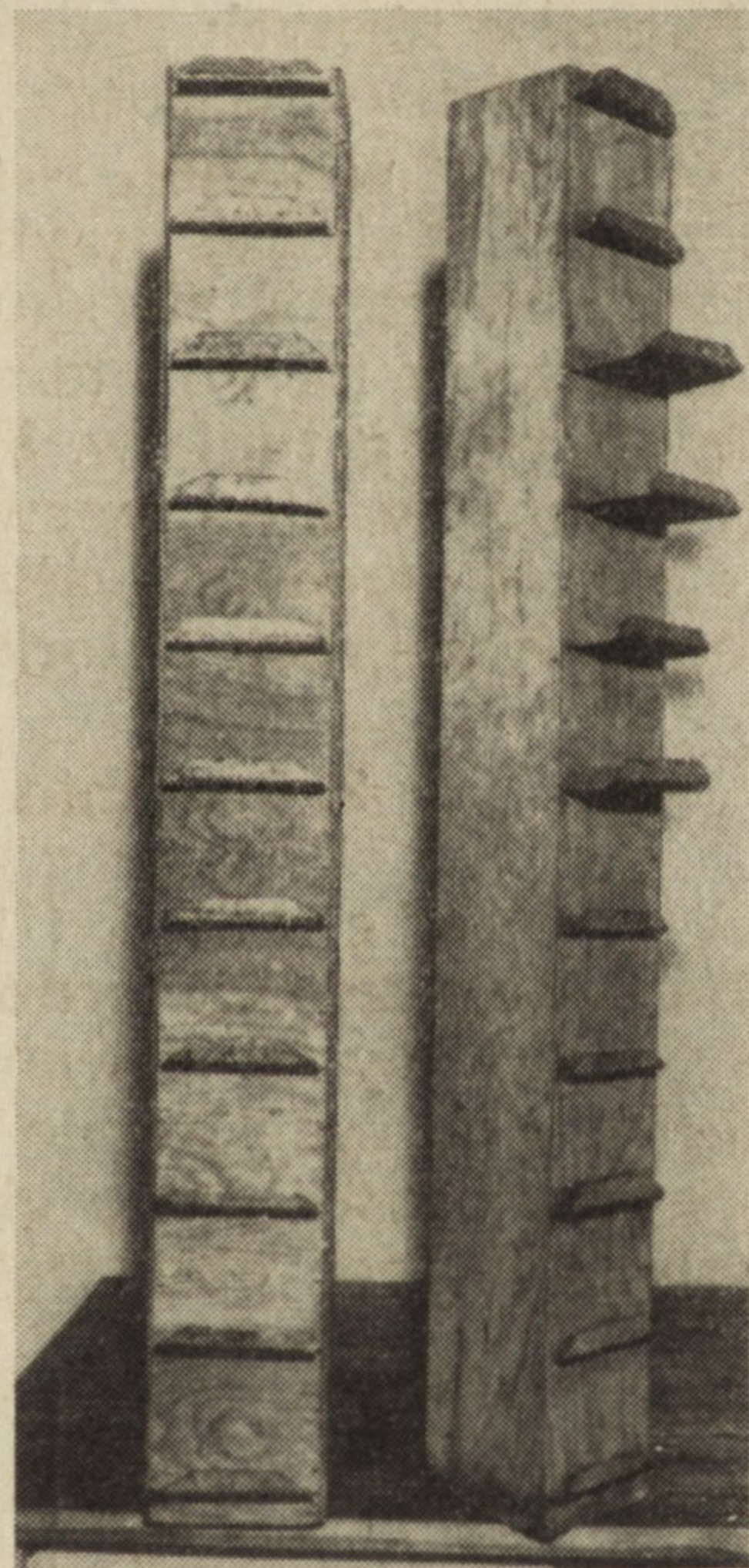


Fig. 5. Skrzynki do badania wędrówek pionowych *Calandra granaria* L. (wg Sandnera 1957)

Containers for investigating the vertical migration of *Calandra granaria* L. (acc. to Sandner 1957)

Calandra granaria wkładano do najwyższej przegródki skrzyni bez założonych zasuw. Po 65 dniach zakładano zasuwki i określano liczebność chrząszczy w przegródkach, c) 200 imagines wkładano do najniższej przegródki skrzyni bez założonych zasuw. Następnie postępowano jak w poprzednich kombinacjach.

Badania nad *Sitophilus oryzae* przeprowadzono w workach o średnicy 12 cm i długości 120 cm. Poszczególne porcje ziarna oddzielone były przesnurowaniami. Przeprowadzono tu także trzy równoległe kombinacje, umieszczając chrząszcze pod powierzchnią ziarna, w połowie długości worka i na jego dnie.

Na podstawie powyższych doświadczeń stwierdzono, że *Calandra granaria* ma wyraźne tendencje do wędrówek pionowych, natomiast *Sitophilus oryzae* pozostaje na ogół na poziomie, na którym go umieszczono.

Zalety wyżej omówionych metod obserwowania migracji w laboratorium polegają na możliwości bezpośredniego obserwowania przemieszczeń populacji w środowisku zbliżonym do naturalnego. Stąd też wyniki uzyskane za pomocą tych metod charakteryzuje duża „obiektywność“.

V. Obserwacje terenowe

W badaniach terenowych wielokrotnie stykano się z samorzutnymi, nieprovokowanymi migracjami różnych grup zwierząt. O istnieniu tych migracji wnioskuje się zazwyczaj na podstawie analizy zmian liczebności

populacji w różnych środowiskach, bądź na podstawie innych, pośrednich przesłanek.

1. Badania migracji mięczaków wodnych

Migracje różnych gatunków mięczaków z miejsc masowego występowania *Viviparus fasciatus* obserwowała S t a ń c z y k o w s k a (1963) na terenie łąki wiślanej. Na wiosnę rozmieszczenie wszystkich gatunków mięczaków w strefie przybrzeżnej łąki było dość równomierne. Latem w czasie tworzenia się skupień *V. fasciatus*, przy wzroście ilości żyworódek, ulegały na tym terenie równoczesnemu zmniejszeniu ilości osobników innych gatunków. Ponieważ w czasie zmniejszania się liczebności tych gatunków nie obserwowano równoczesnego wzrostu śmiertelności, przyjęto, iż wyemigrowały one poza skupienia. Jako ewentualną przyczynę tych migracji autorka wysuwa konkurencję o przestrzeń.

2. Badania migracji ślimaków lądowych

A n d r z e j e w s k a (1958) obserwowała masową migrację *Succinea putris* L. Migrację stwierdzono na terenie małej łąki. Wyznaczono na niej pasy obserwacyjne równoległe do przechodzącej skrajem łąki drogi. Obserwowano zwiększanie ilości ślimaków na pasach od środka łąki do drogi oraz bezpośrednio obserwowano je wędrujące w kierunku drogi. Powtórzenie tych obserwacji po skoszeniu łąki wykazało tendencje od-

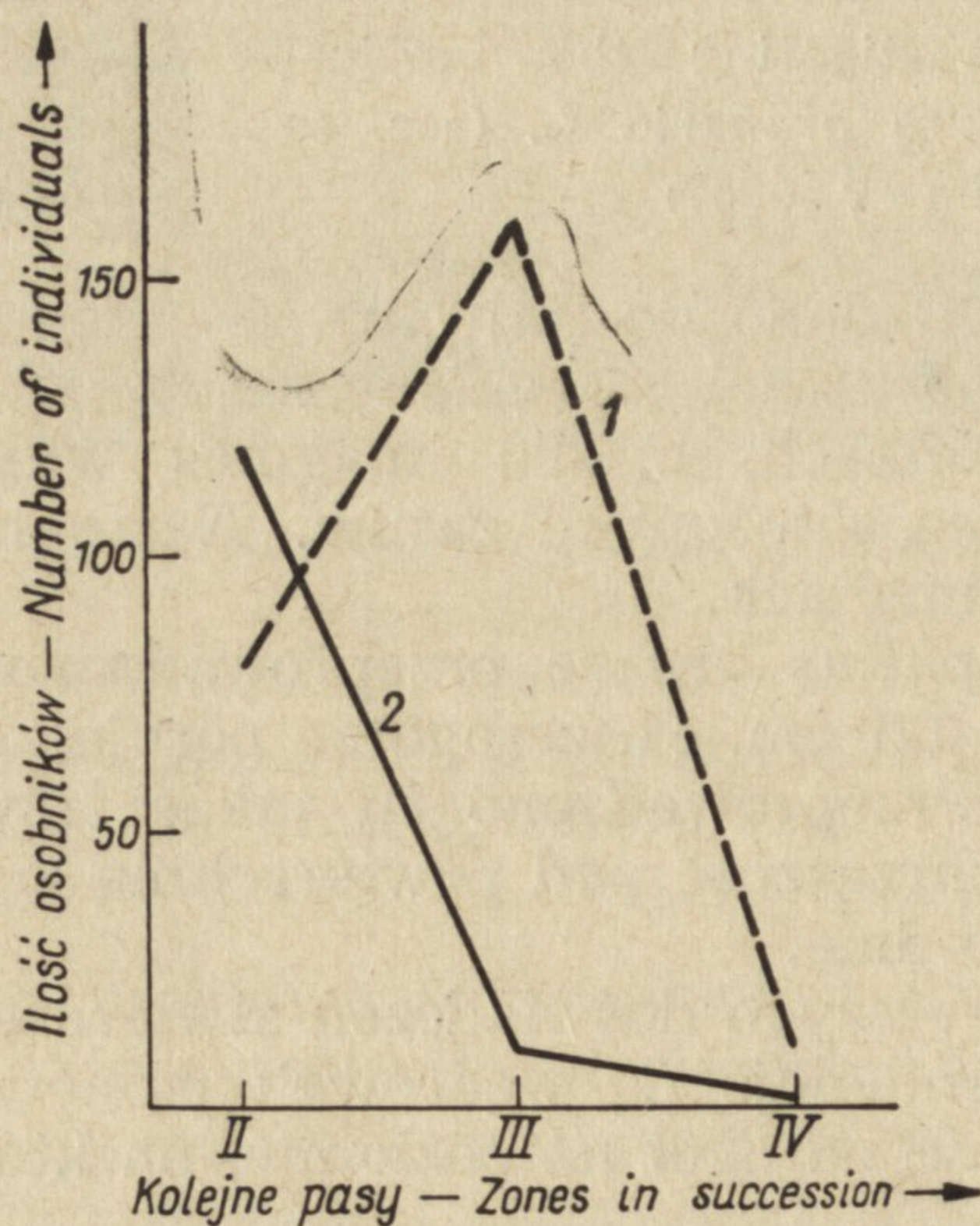


Fig. 6. Rozmieszczenie *Succinea putris* L. na łące przed i po skoszeniu trawy (wg Andrzejewskiej 1958)

1 — liczebność przed skoszeniem, 2 — liczebność po skoszeniu

Distribution of *Succinea putris* L. in a meadow before and after the grass was mown (acc. to Andrzejewska 1958)

1 — abundance before mowing, 2 — abundance after mowing

wrotne — ślimaki przemieszczały się z powrotem w głąb łąki (fig. 6). Migrujące ślimaki mierzono i stwierdzono, że były to osobniki największe w populacji. Populacje z innych terenów nie wykazywały w tym czasie

tendencji migracyjnych. Wnioskowano stąd o zorganizowanej, masowej migracji ślimaków powodowanej czynnikami wewnątrzpopulacyjnymi.

3. Badania migracji lądowych równonogów

Stachurski (materiały w opracowaniu), badając *Isopoda* różnych biotopów Puszczy Kampinoskiej, stwierdził okresowe ich migracje, związane z wysuszeniem środowisk. Materiały zbierano metodą przesiewania gleby i „przepatrywania“ ściółki. Pobierając równocześnie próby w suchszych i wilgotniejszych częściach biotopów stwierdzono w tych ostatnich zwiększenie się ilości *Isopoda* w okresach suszy. Analizy wieku i rozmiarów wykluczyły możliwość pojawiania się nowych pokoleń, które mogłyby powodować wyżej opisany wzrost liczebności. Wnioskowano, iż równonogi w okresach suszy przewędrują z suchszych do wilgotniejszych części biotopów.

4. Badania migracji mszyc

Zagadnieniem migracji mszyc zajmowała się Gałęcka (1961). Obserwacje prowadzono na polach ziemniaczanych sąsiadujących z lasem, w którym stwierdzono obecność krzewów kruszyny i szakłaku — podstawowych roślin żywicielskich dominujących gatunków mszyc. Analizując zmiany liczebności mszyc na tych krzewach i polach wykazano istnienie migracji wiosennych z krzewów na ziemniaki i jesiennych, z ziemniaków na krzewy. Migracja wiosenna, w odróżnieniu od jesiennej, zachodziła przy wysokim stanie liczebności mszyc.

5. Badania migracji komarów

Wyloty komarów z miejsc lęgu na tereny niezadrzewione i zagospodarowane badała Dąbrowska - Prot (1960). Połowy komarów przeprowadzano dwoma metodami — czerpakiem i „na przynętę“. Jednostką połowu była seria 25 uderzeń czerpaka. Odławianie „na przynętę“ trwało 30 minut. Przynętą był spokojnie siedzący człowiek. Połowów dokonywano w miejscach lęgów oraz w różnych od nich odległościach. Przez równoczesne stosowanie dwu wymienionych metod określano ilości komarów aktywnych (przynęta) i siedzących (czerpak), z czego wnioskowano o sposobie i tempie ich przemieszczeń. Stwierdzono, że charakter i intensywność rozlotów komarów zmienia się w ciągu sezonu.

6. Badania migracji stonki ziemniaczanej

Zagadnieniem lokalnych migracji stonki (*Leptinotarsa decemlineata* Say) zajmował się Kaczmarek (1955). Szczegółowo przeanalizowano nachodzenie stonki na 15 ha pole ziemniaczane, wyróżniając kilka stref o różnym jej zagęszczeniu. Badane pole jedną krawędzią stykało się z lasem sosnowym, pozostałymi przylegało do innych upraw, oddzielonych na pewnym odcinku przez rów melioracyjny. W wyniku przeprowadzonych analiz rozmieszczenia ognisk stonki, wnioskowano o wpływie poszczególnych czynników na charakter jej migracji — wpływie wiatru, sąsiedztwa zbiorników wodnych i lasu.

7. Badania migracji biegaczowatych

K a b a c i k (1957) analizowała migracje *Carabus arcensis* L. ze środowisk leśnych na porębę. Materiały zbierano przy pomocy wkopanych w ziemię pułapek (0,5 litrowe słoje Wecka) ustawionych w długie, około 400 m ciągi, przecinające kilka różnych środowisk. W lesie, maksimum występowania *C. arcensis* obserwuje się od maja do początków lipca, spadek liczby łowionych w pułapki osobników ma miejsce w połowie lipca.

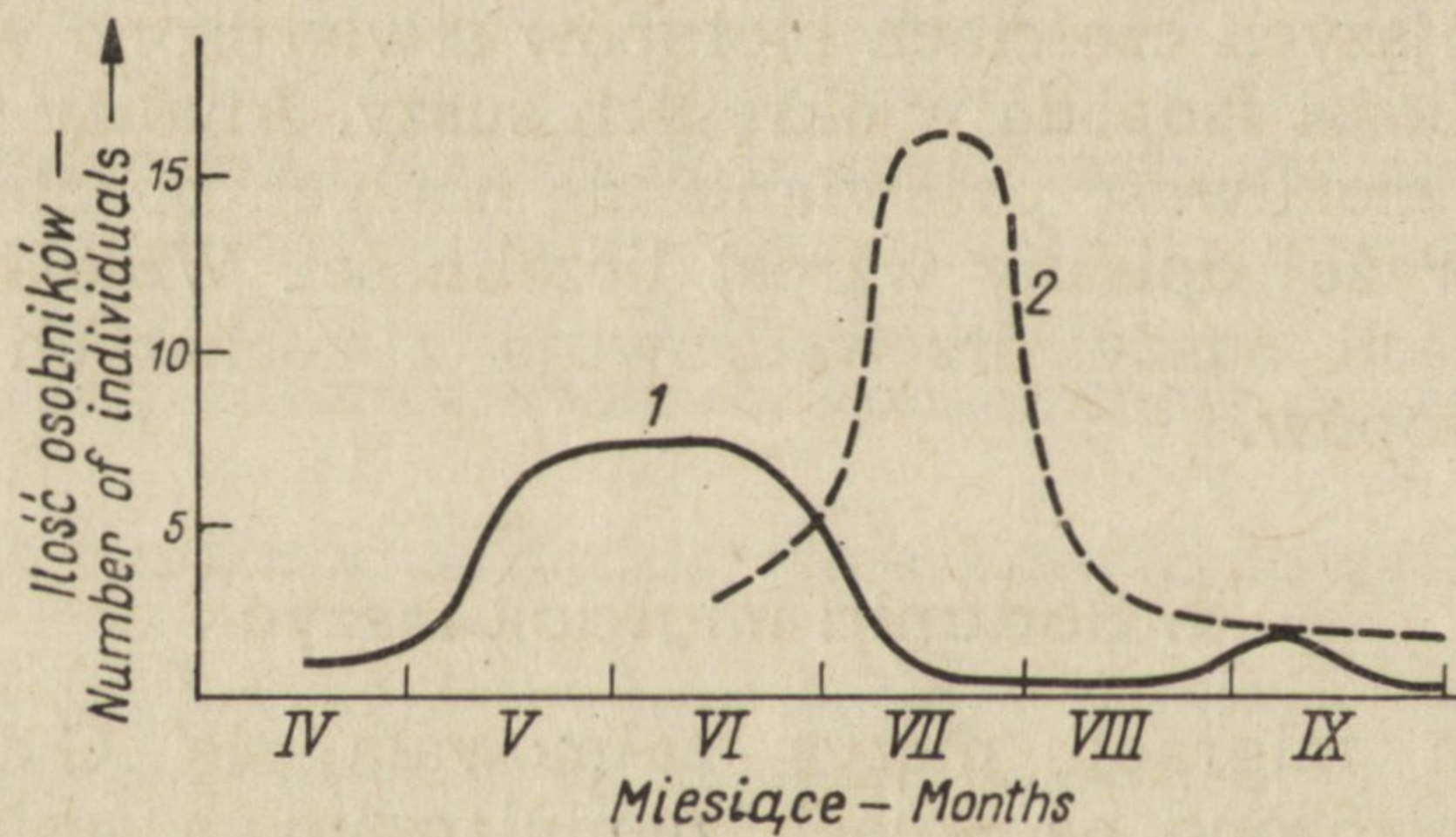


Fig. 7. Zmiany liczebności *Carabus arcensis* Hbst. w dwóch sąsiadujących ze sobą środowiskach

1 — las sosnowy, 2 — poręba

Variations in the numbers of *Carabus arcensis* Hbst. in two adjacent habitats

1 — pine wood, 2 — clearing in wood

Natomiast na porębie, przebieg sezonowych zmian liczebności jest odmienny — maksimum występuje pod koniec lipca i na początku sierpnia (fig. 7). Taki obraz zmian liczebności sugeruje migrację *C. arcensis* z lasu na porębę. Przemawia za tym również analiza przestrzenna występowania tego gatunku. Na początku lipca *C. arcensis* łowiony był liczniej w le-

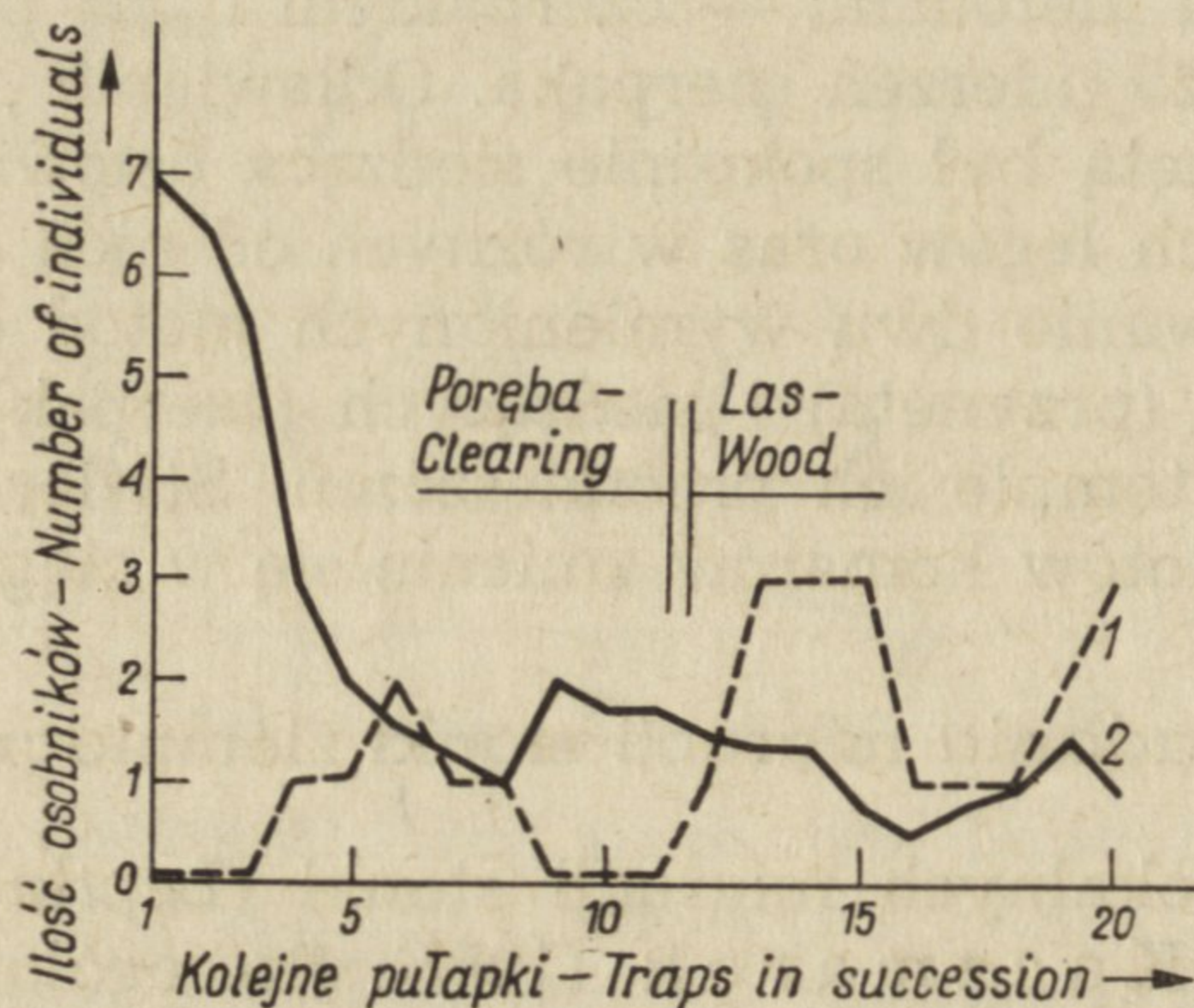


Fig. 8. Rozmieszczenie przestrzenne *Carabus arcensis* Hbst.

1 — 29.VI—11.VII, 2 — 11.VII—20.VIII

Distribution in space of *Carabus arcensis* Hbst.

1 — 29.VI—11.VII, 2 — 11.VII—20.VIII

się niż na porębie bezpośrednio do niej przylegającej. Od połowy lipca i w sierpniu nastąpił wyraźny spadek liczebności tego gatunku w lesie, a wzrost na porębie, tym większy im dalej od granicy środowisk (fig. 8).

Kabacik (materiały w opracowaniu) badała również migracje *Carabidae* z opryskanego Tritoxem pola ziemniaków. Pułapki (po 30 sztuk) umieszczone były także w długich rzędach przecinających różne pola uprawne — żyto, pszenicę, ziemniaki i buraki. Po opryskaniu ziemniaków Tritoxem stwierdzono nagły, około trzykrotny wzrost ilości biegaczowatych na przylegającym do ziemniaków polu pszenicy. Na innych, nie przylegających do ziemniaków uprawach, wzrostu tego nie stwierdzono. Wnioskowano stąd o migracji *Carabidae* z opryskanego pola.

8. Badania migracji ptaków leśnych

W a s i l e w s k i (1961) analizował rozmieszczenie przestrzenne oraz dynamikę liczebności ptaków w cyklu rocznym. Badania prowadzono w kilku środowiskach, wyraźnie różnych pod względem fizjonomii szaty roślinnej, uszeregowanych według gradientu wilgotności. Na podstawie dwuletnich obserwacji stwierdzono, że dynamika liczebności poszczególnych gatunków przebiega odmiennie w różnych środowiskach, a także może się różnić w dwu kolejnych latach w jednym biotopie. Różnice te tłumaczy autor lokalnymi migracjami części populacji z jednych biotopów do drugich.

Jak wynika z przytoczonych przykładów, do wykrycia powyżej omawianych migracji nie używano specjalnych, przystosowanych do tego celu metod, a wnioskowano pośrednio na podstawie analiz zmian liczebności. Specyficzne metody zastosowano natomiast przy próbie określenia rodzaju migracji u perifitonowych *Nematoda*. Zagadnienie to analizowała Pieczyńska (materiały w opracowaniu). Pobierając próby planktonowe

Tabela I

Wyniki wypłukiwania organizmów perifitonowych (w %) ze szkiełek umieszczonych w aparacie do wytwarzania fal
Results of washing periphyton organisms from glass slides placed in a wave-forming apparatus

Wiek perifitonu* Age of periphyton	Perifiton ogółem Total periphyton	<i>Nematoda</i>	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tendipedidae</i>
18	29,2	90,8	82,8	100,0
30	26,5	88,8	79,4	97,2
60	8,4	62,4	73,7	85,0
90	8,4	63,7	75,0	40,0
120	8,2	47,1	57,8	63,2

* Ilość dni od założenia szkiełek — No. of days setting up slides

w litoralu stwierdzono, że ilość nicieni w toni wodnej między trzcunami (gdzie normalnie nicienie nie występują) zależna jest od falowania — powiększa się wraz z jego wzrostem. Uznano więc, że falowanie wymywa nicienie z perifitonu, a tym samym umożliwia tym silnie związanym z podłożem organizmom zasiedlanie nowych środowisk na drodze bier-

nej migracji. Zagadnienie to analizowano następnie w doświadczeniach laboratoryjnych. W aparacie do sztucznego wywoływania fal (pomysłu Szczepańskiego) umieszczano szkiełka pokryte perifitonem o różnym wieku. Z jednej strony szkiełka perifiton zeskrobywano dla uzyskania próby kontrolnej. Następnie poddawano szkiełka działaniu określonej fali przez jednakowy za każdym razem okres. Stwierdzono, iż *Nematoda* i inne grupy organizmów perifitonowych ulegają znacznie słabszemu wypłukaniu z perifitonu starego w porównaniu z perifitonem młodym (tab. I). Wyniki powyższych badań wskazują na rolę biernej migracji w rozprzestrzenianiu się perifitonowych nicieni.

*
* *

W przedstawionym przez nas omówieniu metod badania migracji nie należy doszukiwać się pełnego, konsekwentnego przeglądu. Nie było to naszym zamiarem. Usiłowaliśmy jedynie zwrócić uwagę na stosowane w Zakładzie Ekologii metody, dające wyniki ciekawe z ekologicznego punktu widzenia. „Prowokowanie“ migracji przez zagęszczanie lub rozrzedzanie populacji w wycinkach środowiska, przez wprowadzanie do środowiska nowych, atrakcyjnych elementów, nadających się do zasiedlenia, przez zastosowanie urządzeń umożliwiających wyjście z populacji — to sposoby, które pozwolą z czasem na odpowiedź, czy migracje są „codziennym“, zwykłym zjawiskiem w populacji, czy też przygotowywanym dłużej zaburzeniem istniejącego stanu. Czy populacja „wyrzuca“ stale poza swój obręb pewną ilość osobników, czy dzieje się to w pewnych szczególnych i w jakich sytuacjach.

Wydaje się, że odpowiedź na takie i podobne pytania można osiągnąć drogą „ekologizowania“ badań migracji, a co za tym idzie — drogą stosowania odpowiednich metod. Kilka grup takich metod próbowaliśmy przedstawić w naszym referacie.

PIŚMIENNICTWO

1. Andrzejewska, L. 1958 — Przypadek masowej migracji *Succinea putris* L. — Ekol. Pol. B, 4: 63—66.
2. Andrzejewska, L. 1960 — Inactivity of a stabilized *Tetigella viridis* L. population in resettling of environments — Bull. Acad. Pol. Sci. cl. 2, 8: 581—585.
3. Andrzejewski, R. i Pielowski, Z. 1956 — Metodyka badań ekologicznych nad drobnymi gryzoniami w warunkach leśnych w oparciu o wykorzystanie przynęty, znakowanie i wypuszczanie złowionych zwierząt — Ekol. Pol. B, 2: 209—214.
4. Andrzejewski, R. i Wrocławek, H. 1962 — Settling by small rodents a terrain in which catching out had been performed — Acta theriol. 6: 257—274.
5. Dąbrowska-Prot, E. 1960 — Uwagi o rozmieszczeniu przestrzennym komarów w środowisku zagospodarowanym przez człowieka — Ekol. Pol. A, 3: 261—279.
6. Gałęcka, B. 1961 — Kilka spostrzeżeń dotyczących terminów przelotów mszyc ziemniaczanych na kruszynę i liczebności mszyc w tym okresie — Ekol. Pol. B, 7: 319—323.
7. Grüm, L. 1959 — Sezonowe zmiany aktywności biegaczowatych (*Carabidae*) — Ekol. Pol. A, 7: 255—268.

8. Grüm, L. 1962 — Horizontal distribution of larvae and imagines of some species of *Carabidae* — *Ekol. Pol. A*, 10: 73—84.
9. Kabacik, D. 1957 — Z badań nad biegaczowatymi (*Carabidae*) lasu sosnowego — *Ekol. Pol. B*, 3: 239—242.
10. Kaczmarek, W. 1955 — W sprawie czynników kształtujących lokalne migracje stonki ziemniaczanej *Leptinotarsa decemlineata* Say — *Ekol. Pol. A*, 3: 65—83.
11. Kajak, A. 1961 — Obserwacje nad zasiedlaniem dziurawca czterobocznego *Hypericum maculatum* Cr. przez pająki — *Ekol. Pol. A*, 9: 287—298.
12. Kot, J. 1960 — Rozlot kruszynka *Trichogramma evanescens* Westw. — *Pol. Pismo ent. B*, 1—2 (17—18): 23—30.
13. Naumov, N. N. 1951 — Novyj metod izučeniya ekologii melkich lesnych gryzunov (Fauna i ekologiya) — Moskva.
14. Pielowski, Z. 1962 — Untersuchungen über die Ökologie der Kreuzotter (*Vipera berus* L.) — *Zool. Jb. Syst.* 89: 479—500.
15. Pielowski, Z. and Pinowski, J. 1962 — Autumn sexual behaviour of tree sparrow — *Bird Study*, 9: 116—122.
16. Sandner, H. 1957 — Methodik und Ergebnisse von Untersuchungen über die Wanderungen und die Fruchtbarkeit des Kornkäfers (*Calandra granaria* L.) und des Reiskäfers (*Sitophilus oryzae* L.) — *Verh. IV Intern. Pflanzenschutz — Kongr. Hamburg*, 2: 1737—1741.
17. Stańczykowska, A. 1959 — Rozmieszczenie i dynamika liczebności żyworódki paskowanej *Viviparus fasciatus* Müll. na terenie łąchy Konfederatka — *Ekol. Pol. B*, 5: 55—60.
18. Stańczykowska, A. 1963 — The appearance of *Viviparus fasciatus* Müll. aggregations at the cause of migration of others mollusk species — *Bull. Acad. pol. Sci. cl. 2*, 11: 129—132.
19. Wasilewski, A. 1961 — Certain aspects of the habitat selection of birds — *Ekol. Pol. A*, 9: 111—137.

REVIEW OF METHODS USED IN THE INSTITUTE OF ECOLOGY,
POLISH ACADEMY OF SCIENCES, FOR INVESTIGATING MIGRATION

Summary

I. Method of marking

After individuals or groups of individuals in a population have been marked, they are kept under observation by means of various methods — chiefly by captures in traps. Included in this method are: 1) group marking of *Viviparus fasciatus* Müll., 2) group marking of meadow *Homoptera*, 3) individual marking of *Carabidae*, 4) individual marking of frogs, 5) individual marking of adders, 6) individual and group marking (ringing) of birds, 7) individual marking of small forest rodents and 8) individual marking of nutria.

II. The method of increasing or reducing population density in a given section of the habitat

This method of field experiment makes it possible to trace the course and intensity of the migration process. It includes: 1) increasing the population density of *Viviparus fasciatus*, 2) increasing the population density of spiders,

3) increasing or decreasing the population density of meadow *Homoptera* and
4) forming „gaps” in the settlement of a given habitat by a population of small rodents.

III. The method of introducing a new element into the ground layer of a habitat

This method, also based on field experiment, makes it possible to trace the character of migrations and their intensivity. It includes: 1) introducing into different habitats plants of *Hypericum maculatum* not occupied by spiders and observing the process of settlement, 2. placing wooden poles in a water habitat and observing the migration of *Viviparus fasciatus*, 3. placing stones previously cleaned of fauna in a water habitat and observing the process of their settlement by macrofauna, 4. introducing egg deposits of the host into cultivated fields and examining the dispersal flight of *Trichogramma*; the glass slide method, by means of which the rate of settlement and succession of periphyton organisms are investigated, may also be included here.

IV. The method of direct observation of migration under laboratory conditions

In laboratory experiments the tendencies of populations of different species of beetle to re-distribute themselves in the habitat, or to leave it, are investigated. This includes: 1) examination of the migrations of *Tribolium confusum* Duval and *T. castaneum* Herbst (using apparatus making it possible for the individuals to leave the habitat) and 2) examination of the migration of the grain weevil (*Calandra granaria* L.) and rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) — use of apparatus to record the vertical migrations of the beetles.

V. Field observations

This includes the spontaneous migrations of different groups of animals observed during field investigations. These are: 1) migrations of water molluscs, 2) migrations of land snails, 3) migrations of land *Isopoda*, 4) migrations of aphids, 5) migrations of mosquitos, 6) migrations of the Colorado beetle, 7) migrations of *Carabidae*, 8) migrations of forest birds. The assumption that these migrations take place is based chiefly on the analysis of variations in numbers. Investigation of passive migrations of periphyton *Nematoda* (checked by experiment) may be included here.

The groups of methods described above consisting in the “provoking” or facilitating of population migrations would seem to be particularly interesting from the ecological point of view. Their application may contribute to a better knowledge of the mechanisms governing the process of migration.