

receptor — nerw — ośrodek nerwowy jest kamieniem węgielnym aparatury poznawczej zwierzęcia.

Nasze wiadomości o zjawiskach psychicznych¹⁾ zwierzęcia są wtedy dopiero najpełniejsze, gdy opierają się szeroką bazą na analizie anatomicznej i fizjologicznej aparatury sensorycznej i efektorycznej; a rozbudowane są na wynikach badań specyficznie zoopsychologicznych. Różne zagadnienia badawcze narzucają odmienne proporcje zaangażowania tych dyscyplin.

Niniejsza praca poświęcona jest owadom z rzędu błonkoskrzydłych (*Hymenoptera*). Piśmiennictwo dotyczące tej grupy jest szczególnie obfite — i to zarówno morfologiczne i fizjologiczne²⁾, jak etologiczne i zoopsychologiczne³⁾. Badania te początkowo posiadały charakter, który można by nazwać statycznym. Nawet jeśli chodzi o doświadczenia psychologiczne, np. dotyczące wydolności zmysłów — na ogół starały się one wykazać, jakie elementy i jakości postrzegają badane zwierzęta, jakie odróżniają barwy, kształty i t.d. Nie zajmowano się natomiast specjalną selekcją, hierarchizacją tych cech, jaką wykazuje układ nerwowy tychże zwierząt. Jednak wśród tego panującego podejścia zjawilo się wkrótce inne, które można by nazwać dynamicznym. Podejście to w neurofizjologii zapoczątkował wielki uczony rosyjski Pawłow. On to podczas badań nad odruchami warunkowymi wykrył hierarchizację odru-

¹⁾ Pod określeniem „psychika zwierzęca” rozumiem zespół tego rodzaju dyspozycji i procesów, jak instynkty, taksje, zdolność do tworzenia nawyków oraz już wytworzone nawyki, możliwość plastycznego zachowania się, zdolność do odbierania wrażeń, skłonność do ich swoistej hierarchizacji (hierarchia zmysłów i cech), pamięć i ładunek pamięciowy zwierzęcia i t.p., które bez obawy popadnięcia w antropopatyzm można przypisywać zwierzętom o takiej komplikacji systemu nerwowego, jaką widzimy u owadów.

²⁾ Przykładem tego rodzaju prac mogą być: Alten 1910; Forel 1910; Jonescu 1909; Kenyon 1896; Mc Indoo 1920; Ziegler 1912.

³⁾ Jako przykład tego rodzaju prac można wymienić następujące: Bouvier 1900a, 1900b; Fabre 1923—1925; Frisch 1915; Graber 1884; Kühn 1927, Kühn et Fraenkel 1927, Kühn et Pohl 1921; Lubbock 1881; Minkiewicz 1931, 1932, 1933; Molitor 1931, 1932, 1933, 1934a, 1935, 1936a, 1937; 1944, 1934b, 1936b, 1938, 1939a; 1939b, 1940; Zerrahn 1933.

chów⁴). W zoopsychologii dynamiczne podejście reprezentowali m. i. Hertz, Ilse, Kruyt, Kugler⁵) — badacze zmysłów owadów.

Sposób pracy Tinbergena i Kruyta (1938) stał się wzorem niniejszej pracy, toteż poświęcę mu, jak i zagadnieniu przez nich postawionemu, więcej uwagi.

Jak wspomniano wyżej, na zespół wrażeń z otoczenia percypowanych przez zwierzę wpływa wiele czynników, jak budowa narządów zmysłowych, ich wzajemne powiązanie i t.p. Do tego dochodzi swoista zdolność układu nerwowego wyboru pewnych elementów dostarczanych przez zmysły, a pozostawiania innych bądź zupełnie bez wykorzystywania, bądź też wykorzystania ich na niższych szczeblach układu nerwowego. Zbliżamy się tu do zagadnienia, które można określić mianem hierarchizacji wrażeń. Ponieważ to uszeregowanie dotyczy wrażeń tak w odniesieniu do różnych zmysłów, jak i w obrębie poszczególnych zmysłów, wygodnie je podzielić na hierarchię zmysłów i hierarchię cech.

Hierarchia zmysłów jest to charakterystyczne dla danego zwierzęcia stopniowanie ważności zmysłów w ich roli informującej o otaczającym świecie. Naturalnie nie ma sensu mówienie o takiej hierarchii bez zaznaczenia, w odniesieniu do jakich okoliczności badamy dane zmysły. Tak np. samica *Philanthus triangulum* (F.) odnajduje zgubioną pszczołę kierując się węchem, zaś rola wzroku jest w tym działaniu znikoma; natomiast ten sam owad zaczynając polowanie na pszczoły reaguje wyłącznie na bodźce wzrokowe, zaś dane węchowe w tym stadium nie powodują żadnej reakcji (Tinbergen 1935).

Hierarchia cech — to uszeregowanie wartościowe znaczenia cech świata otaczającego w zakresie recepcyjnym jednego zmysłu. Wiadomości o niej zdobywamy na drodze analizy elementów rzeczywistości oddziałującej na dany zmysł, w połączeniu z równoczesną analizą reakcji zwierzęcia na tę rzeczywistość oraz przy modyfikującym wpływaniu na nią. Analogicznie do hierarchii

⁴) Np. odruch pokarmowy stoi hierarchicznie wyżej od odruchu obronnego, niżej jednakże od odruchu samozachowawczego (por. Pawłow 1951, str. 39-40).

⁵) Przykładem mogą służyć następujące prace: Beusekom 1948; Hertz 1929, 1930, 1931; Ilse 1928; Knoll 1921—1922; Kugler 1943; Tinbergen 1932, 1935, Tinbergen et Kruyt 1938, Tinbergen et Van der Linde 1938.

zmysłów jest to coś nadzwyczaj skonkretyzowanego. Inna więc będzie waga cech tej samej pszczoły dla samicy *Philanthus triangulum* (F.) znajdującej się w okresie poszukiwania łupu, a inna dla wracającej z upolowanym łupem do gniazda. Trudno to inaczej nazwać, jak nastawieniem funkcjonalnym.

Ogólnie biorąc hierarchia zmysłów i cech są zmiennymi funkcjami aktualnego nastawienia psychicznego zwierzęcia, zależnego od jego stanu biologicznego, historii życiowej, budowy anatomicznej oraz charakterystyki fizjologicznej. Dotychczasowe badania nad hierarchią cech wskazują na jej ścisły związek z etologią zwierzęcia, a za jej pośrednictwem z jego charakterystyką ekologiczną (por. Wojtusiak 1937, str. 271 i n.).

Wspomniana praca Tinbergena i Krüya (1938) dotyczyła właśnie hierarchii cech elementów otaczających gniazdo przy trafianiu do niego samicy *Philanthus triangulum* (Fabricius).

Interesujące mogłoby być sprawdzenie ewentualnej plastyczności gatunkowej hierarchii cech i zmysłów. Dałoby to pewne podstawy do analizy tego zjawiska psychicznego w aspekcie jego wrodzoności. Jest bowiem prawie niewątpliwe, że w rozwoju filogenetycznym rzeczy te ulegały zmianom, np. u gatunków synantropijnych. Dodatkowe naświetlenie tego może dać rozpatrzenie wspomnianego zagadnienia w jego zmianach ontogenetycznych (larwa, imago — u owadów). Przy tym może się okazać ciekawe prześledzenie tych ewentualnych zmian na zwierzętach młodych (owadach świeżo wyszłych z poczwarek), dojrzałych i starych.

Jak już wspomniano w toku powyższych rozważań, różne doświadczenia wykazały w wielu przypadkach istnienie związku między charakterystyką ekologiczną zwierzęcia z jednej strony, a jego etologią i dyspozycjami psychicznymi w ogóle — z drugiej strony. Ilse (1928), Knoll (1922—1926) stwierdzili, że niektóre motyle od chwili wyjścia z poczwarki wykazują wrodzoną predyspozycję do przekładania pewnych barw nad inne. Wiąże się to z barwą kwiatów, w których poszukują normalnie pokarmu. O ile porównanie tych preferencji u pokrewnych gatunków motyli (Knoll 1922—1926, Ilse 1928) wykazało, że bliskość systematyczna zwierząt nie stanowi bynajmniej o ich podobieństwach psychicznych, o tyle bardziej można się było spodziewać tych podobieństw u zwierząt nawet odległych systematycznie,

lecz pędzących zbliżony tryb życia w związku z zajmowanymi podobnymi lub pod jakimś względami pokrywającymi się niszą ekologicznymi. Potwierdzenie tych przypuszczeń dają porównawcze badania etologiczne nad owadami polującymi na piasku, należącymi do różnych rzędów, jak z rodzaju *Myrmeleo* L. (*Neuroptera*), *Vermileo* Macqu. i *Lampromyia* Macqu. (*Diptera*), które budują bardzo podobne lejki w piasku (Wheeler 1930).

Poszukiwanie tego związku było główną podstawą do prowadzenia niżej przedstawionych badań.

Środowiskiem, jakie postanowiłem rozpatrzeć, były piaski, zaś zwierzętami — owady tam się gnieźdzące i opuszczające swe gniazda oraz wracające do nich w ciągu dnia. Do takiej grupy owadów pod względem etologicznym należą *Sphagidae*, *Pompilidae*, oraz niektóre *Apidae*. Oczywiście, biorąc pod uwagę, że ich nisze ekologiczne zająbiają się głównie w związku z miejscem gniazdowania, podobieństw psychicznych między nimi również należałoby poszukiwać przede wszystkim na tle stosunku do gniazda. Pierwszym tematem tej analizy, jaki się nasunął w związku ze wspomnianymi wyżej pracami N. Tinbergena i W. Kruyta, była orientacja przestrzenna tych zwierząt w pobliżu gniazda: rozpoznawanie otoczenia gniazda. Naturalnie pod uwagę mogły tu być wzięte wyłącznie samice, samce bowiem nie dają się objąć tą metodą badawczą, opartą na instynkcie macierzyńskim samic. Rozpoznanie otoczenia gniazda posiada tę dobrą stronę, że — jeśli wolno ekstrapolować wyniki z innego materiału doświadczalnego, jak os i pszczoły (Rabaud 1927) — jest procesem dobrze wyodrębnionym pod względem psychologicznym z całości zjawisk powrotu owada do gniazda.

W świetle tego, co powiedziano wyżej o konkretności hierarchii zmysłów i cech wykazywanej przez zwierzę w odniesieniu do danych okoliczności życiowych, staje się oczywista dogodność analizowania tych spraw dla porównywania dyspozycji psychicznych zwierząt dla wykrywania między nimi zarówno podobieństw jak i różnic. Otóż ponieważ N. Tinbergen i W. Kruyt przeprowadzili swe badania nad samicami *Philanthus triangulum* (F.) z punktu widzenia analizy hierarchii cech otoczenia norki wykazywanej przez tę osę podczas jej powrotu do gniazda, postanowiłem wykorzystać

ich pracę jako pierwsze ogniwo w opracowaniu podobieństw psychicznych owadów mieszkających na piaskach.

Na początek wziąłem *Bembex rostrata* (L.), osę z tej samej, co wspomniany *Philanthus*, rodziny grzebaczowatych (*Sphegidae*), przy tym zamieszkującą ten sam biotop. Tematem niniejszej pracy jest właśnie omówienie wyników badań nad hierarchią zmysłów i cech grających rolę przy orientacji samic *Bembex rostrata* (L.) podczas powrotu do gniazda oraz porównanie ich z wynikami eksperymentów Tinbergena i Kruyta (1938) na samicach *Philanthus triangulum* (F.)

Badania te nie są jeszcze ukończone i w przyszłości sprawa powrotu samic *Bembex rostrata* (L.) do gniazda będzie przedmiotem dalszych doświadczeń. Po tym etapie porównywania owadów pokrewnych i zamieszkujących to samo środowisko przyjdą doświadczenia nad tym samym zagadnieniem u owadów bliskich pod względem systematycznym, zamieszkujących inne biotopy. Następnie dla wyraźnego rozgraniczenia roli pokrewieństwa i konwergencji ekologicznych w kształtowaniu psychiki owadów trzeba przeprowadzić analogiczne eksperymenty nad odległymi pod względem systematycznym owadami, żyjącymi w tych samych biotopach oraz pokrewnymi tym ostatnim, lecz zamieszkującymi odmienne środowiska.

Dopiero te trzy dalsze etapy badań mogą nam dać do ręki skalę, według której będzie można ocenić dostatecznie wyniki poniższej pracy.

Chciałbym wyrazić moje najgłębsze podziękowanie Panu Profesorowi Dr Tadeuszowi Jaczewskiemu, Kierownikowi Instytutu Zoologicznego U. W. za umożliwienie mi zrealizowania niniejszej pracy w tym Instytucie, jak również Panu Profesorowi Dr Romanowi J. Wojtusiakowi z Zakładu Psychologii i Etnologii Zwierząt U. J., który udzielił mi swego fachowego kierownictwa. Serdecznie dziękuję za cenne wskazówki Panu Profesorowi Dr Janowi Dembowskiemu, Panu Profesorowi Dr Janowi Noskiewiczowi oraz Panu Doc. Dr Kazimierzowi Tarwidowi.

2. Materiał i metodyka pracy

W niniejszej pracy metoda eksperymentalna polega na tresurze, której podstawą¹⁾ jest gniazdo. Posiada ona swe złe strony. Zasadniczą, charakterystyczną cechą, ograniczającą jej stosowalność, jest wspomniany już fakt, że obejmuje ona tylko zapłodnione samice w okresie budowy gniazda lub opieki nad potomstwem. Z drugiej jednak strony gwarantuje to w dużej mierze porównywalność uzyskiwanych w oparciu o tę metodę wyników. Chcąc w jak najpełniejszym stopniu umożliwić i ułatwić to porównywanie wyników eksperymentów przeprowadzanych nad *Bembex rostrata* (L.) z takimiż wynikami nad *Philanthus triangulum* (F.), starałem się, o ile możliwości, przerabiać nad nimi doświadczenia identyczne z testami, którym poddano *Philanthus*. W ślad za tą wzorcową pracą stosowałem dwa schematy postępowania tresurowego: metodę koncentrycznych pierścieni Kruyta i metodę naprzemianległych znaków orientacyjnych — Tinbergena²⁾.

Nim przystąpię do szczegółowego omówienia tych eksperymentów, chcę przytoczyć kilka szczegółów z biologii *Bembex rostrata* (Linné).

Wardzanki — *Bembex rostrata* (L.) — jako postacie dorosłe pojawiają się w okolicach Warszawy około połowy czerwca. Podczas moich obserwacji w r. 1951 w Konstancinie k/Warszawy pierwsze latające *imagines* widziałem dnia 12 czerwca³⁾. — W niedługim czasie⁴⁾ zapłodnione samice zaczynają budować gniazda. Sezon budowy gniazd trwa aż do połowy sierpnia w omawianym terenie. Gniazda te, kopane w piaszczystym podłożu (fig. 6—15), przedstawiają

¹⁾ Podstawą tresury nazywam bodziec bezwarunkowy przy tworzeniu odruchu warunkowego.

²⁾ Pełną analizę zalet tej metody znajdzie czytelnik w pracy Tinbergena i Kruyta (1938).

³⁾ Dla porównania warto wspomnieć, że w kolekcji Paula z Pomorza Zach., znajdującej się w Państw. Muzeum Zoologicznym w Warszawie, najwcześniejszy osobnik *Bembex rostrata* (L.), samiec, pochodzi z połowu z dnia 13 czerwca.

⁴⁾ Pierwszą kopiącą gniazdo w r. 1951 w Konstancinie k/W-wy zaobserwowałem dnia 23 czerwca.

prostą galerię z jedną komorą na końcu⁵⁾ (fig. 1.) Do tak zbudowanego gniazda *Bembex* przynosi upolowane muchówki — *Brachycera*, na ogół zabite. Po złożeniu w komorze pierwszego łupu składa na nim jajko⁶⁾. Zwykle, jak opisuje to Bouvier (1900 b), jajko jest przytwierdzone tylnym biegunem pod rozpostartym skrzydłem leżącej na grzbiecie muchy, w ten sposób, że jego część głowowa odstaje na zewnątrz. Wylęgająca się z jajka larwa żywi się przyniesionym łupem. Prowiantowanie gniazda odbywa się przez cały okres życia larwalnego potomka. Za każdym razem samiczka wychodząc zasypuje za sobą wejście do gniazda. Zamykania norki kamykiem, obserwowanego przez Wesenberga (por. Bischoff 1927, str. 203), podczas moich doświadczeń nie spotkałem.

Po dwutygodniowym wzroście, podczas którego larwa *Bembex* intensywnie się odżywia, zaczyna ona budować sobie oprzęd, który w stanie wykończonym ma postać jajowatą, długości 2 cm. W kokonie owad zimuje, tam też przekształca się początkowo w t. zw. pseudonimfę, a potem w poczwarkę.

Po tym krótkim omówieniu biologii *Bembex rostrata* (L.) zajmę się z powrotem metodyką eksperymentowania.

W przypadku stosowania metody Kruyta dla dokonania tresury układa się wokół norki podczas obecności w niej osy dwa koncentryczne pierścienie o przeciwstawnych cechach. Moment tresury, to chwila, gdy owad opuści norkę i odbywa nad nią oraz jej najbliższym otoczeniem lot orientacyjny, t.zw. „krzywe Turnera”. Wtedy to z bezwarunkowym bodźcem (czy warunkowym niższego rzędu), jakim jest samo gniazdo, kojarzą się dotąd obojętne bodźce otoczenia, które zyskują znaczenia bodźca warunkowego. Przy tego rodzaju doświadczeniach, celem wyeliminowania roli wielkości znaku orientacyjnego i jego odległości od norki — w jednym eksperymencie trzeba stosować dwie tresury, podczas których raz pierścień A jest na zewnątrz, a pierścień B wewnątrz (fig. 16a), zaś drugim razem odwrotnie (fig. 16b).

⁵⁾ „Nid simple, monaxial (=sans canaux, la loge prolongeant l'axe de la galerie), sans butte (=agcôlophe), l'animal la balayant au cours même de forage, et sans cheminée; à galerie simple, très longue, rectiligne et horizontale; à tampon provisoire profond et lâche (=proëmbolie durable), jamais ôté entièrement; à unique loge sessile (=unicameral)”. — Minkiewicz 1933, str. 213-214.

⁶⁾ „Nid subprotérove”. — Minkiewicz 1933, str. 214.

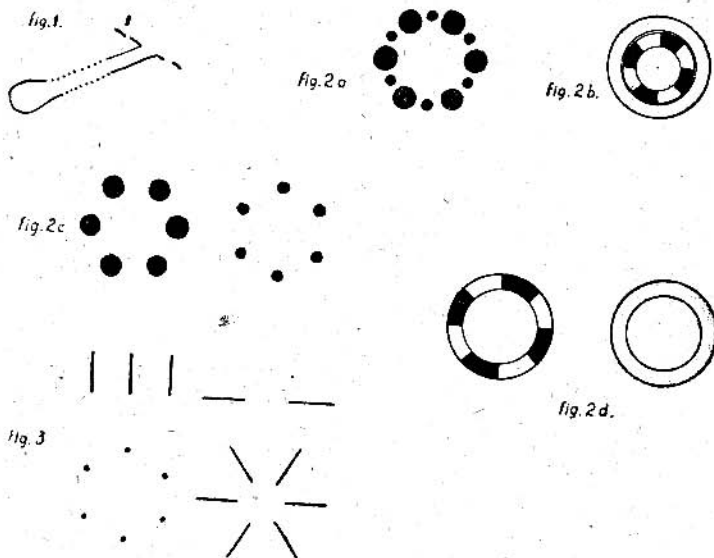


Fig. 1. Schemat budowy gniazda prostego (nid monaxial). Wg R. Minkiewicza.

Схема строения простого гнезда по Минкевичу.
 Structure of monaxial nest. After R. Minkiewicz.

Fig. 2a. Układ tresurowy według schematu Tinbergena.
 Система дрессировки по схеме Тинбергена.
 Training system after Tinbergen.

Fig. 2b. Układ tresurowy według schematu Kruyta.
 Система дрессировки по схеме Круйта.
 Training system after Kruyt.

Fig. 2c. Układ doświadczalny według schematu Tinbergena.
 Экспериментальная система по схеме Тинбергена.
 Experimental system after Tinbergen.

Fig. 2d. Układ doświadczalny według schematu Kruyta.
 Экспериментальная система по схеме Круйта.
 Experimental system after Kruyt.

Fig. 3. Układ doświadczalny do 16. doświadczenia.
 Экспериментальная система к 16. эксперименту.
 Experimental system of experiment 16.

Po przeprowadzeniu tresury kładłem pierwszy układ tresurowy w odległości ok. 0,5 m od prawdziwej norki, a to w celu sprawdzenia czy owad istotnie jest już wytresowany. Pozytywny wynik tej próby polega na przelocie owada nie do prawdziwej norki, lecz do wspomnianego układu znaków orientacyjnych. W niektórych wypadkach, dla oszczędzenia czasu, opuszczałem ten etap w przebiegu eksperymentu, gdyż i tak wynik tresury uwiadcza się w końcowej fazie doświadczenia. — Gdy tresura była przeprowadzona wadliwie, owad przylatuje do prawdziwej norki.

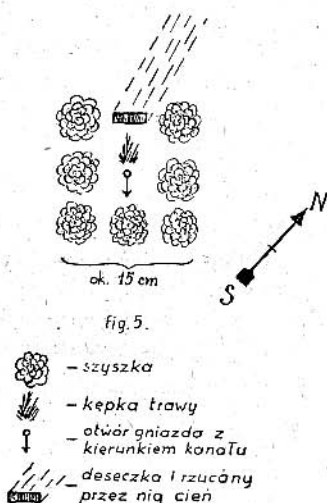
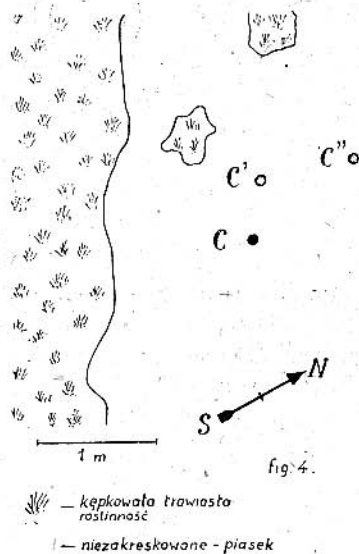


Fig. 4. Plan sytuacyjny do doświadczenia z dnia 10 lipca 1950 r. C — norka prawdziwa, C' i C'' — kolejne rzekome norki doświadczalne.

План к эксперименту 10 июля 1950 г. C — нorka настоящая, C' и C'' искусственные экспериментальные норки.

Plan for experiment of July 10, 1950. C — true nest, C' and C'' — subsequent false experimental nest.

Fig. 5. Układ znaków orientacyjnych w doświadczeniu z dnia 10 lipca 1950 r.

Система дрессировки в эксперименте 10 июля 1950 г.

Training system for experiment of July 10, 1950.

Faza końcowa polega na umieszczeniu obu pierścieni osobno (fig. 16 c, d). Zwykle żaden z nich nie leży na prawdziwej norce, a rzekome norki są usytuowane względem niej tak, by lecący pod

wiatr owad jedną znalazł z prawej, a drugą z lewej strony. Niekiedy jednak podczas trwania eksperymentu, gdy już zorientowałem się w charakterze wyboru osy — pierścień o małym znaczeniu orientacyjnym kładłem na norce. Jeśli nie podniosło to atrakcyjności wspomnianego pierścienia, miałem tym większą pewność co do różnic w przekładaniu przez zwierzę przeciwstawianych cech.

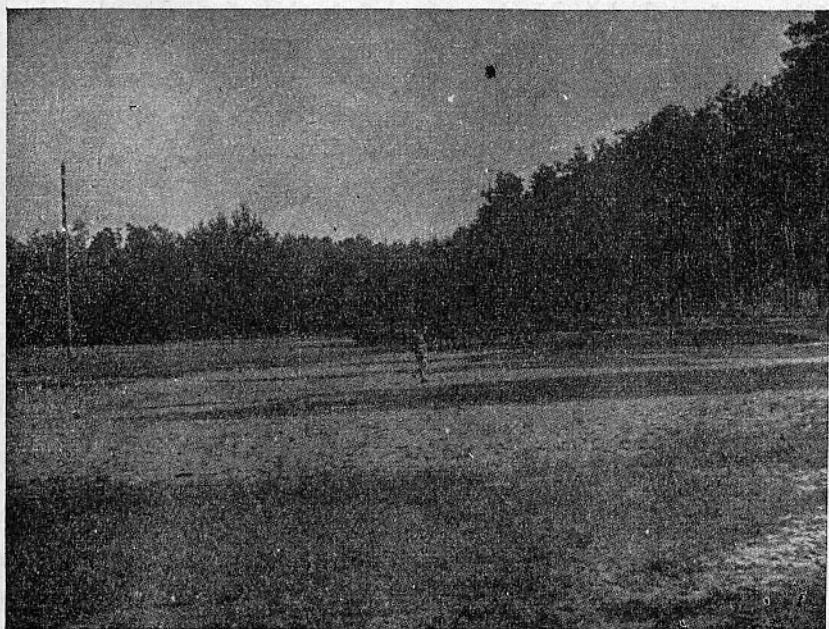


Fig. 6. Środowiska *Bembex rostrata* (L.): piaszczyste boisko w Konstancinie k/Warszawy.

Биотоп *Bembex rostrata* (L.): песчаная площадка в Констанцине около Варшавы.

Biotopes of *Bembex rostrata* (L.): sandy ground at Konstancin near Warsaw.

Bardziej uproszczone jest przeprowadzenie eksperymentów Tinbergenowskich. Układ tresurowy składa się tu z pewnej ilości znaków orientacyjnych dwu przeciwstawianych rodzajów (fig. 2 a), które rozmieszcza się na przemian wokół norki w postaci jednego pierścienia. W tym przypadku oczywiście nie istnieje kwestia różnic odległości od norki. Po drugim odlocie owada układa się rozłącznie — w postaci dwu okręgów — przeciwstawiane znaki orientacyjne (fig. 2c).

Zarówno przy Tinbergenowskich eksperymentach, jak i opartych na schemacie Kruyta, właściwy trzon eksperymentu — po omówionej wyżej tresurze — polega na wyraźnych przylotach osy do rozmieszczonych oddzielnie układów doświadczalnych. W niniejszej pracy notowano w tabelce każdy przylot osy do sygnału optycznego, zmuszając ją do wielokrotnego wyboru przez płoszenie jej na taką odległość, skąd mogła znów wybierać między obu układami doświadczalnymi.

Wspomniano wyżej o locie orientacyjnym *Bembex rostrata* (L.) Podczas obserwacji i eksperymentów zauważono dwa odrębne rodzaje tego lotu. — W terenie pozbawionym roślinności lub z roślinnością płozącą się, osy te odbywają lot orientacyjny podobnie jak osmyki (rodzaj *Cerceris* L atr.), zataczając krzywe coraz wyżej i coraz rozleglejsze, z głową zwróconą w stronę gniazda. Inne jest zachowanie tych owadów, gdy gniazdo znajduje się w terenie porośniętym kępami roślinności trawiastej (por. fig. 7 i 9). Wówczas osa, po stosunkowo krótkim unoszeniu się nad przedmiotami znajdującymi się w bezpośredniej bliskości norki, przelatuje długimi, prostymi pociągnięciami między kępami traw na wysokości 15—20 cm, jakby swego rodzaju drogami wśród traw. Podczas takich lotów *Bembex* oblatuje wokoło charakterystyczniejsze widocznie dla niej kępy traw, a nawet poszczególne, sterzące osobno, źdźbła. Usunięcie wspomnianych traw powoduje przede wszystkim dezorientację, a potem przestawienie się osy na pierwszy typ lotu orientacyjnego. Już powyższe stwierdzenia pozwalają na przypuszczenie dominującej roli wzroku w orientacji przestrzennej *Bembex rostrata* (L.) w pobliżu gniazda.

Pogoda często stwarza trudności dla eksperymentatora zamierzającego pracować nad *Bembex* (a ogólnie mówiąc, nad przedstawicielami rodziny *Sphęgidae*). — Doświadczenia omówionego typu udają się wyłącznie podczas pięknej pogody. Wystarczy zachmurzenie, aby loty grzebaczy tak się zmniejszyły, że przeprowadzenie doświadczenia jest zupełnie uniemożliwione.

Przy sprzyjających warunkach można zrobić kilka doświadczeń dziennie. Jedynie w środku lipca udawało się robić eksperymenty na *Bembex rostrata* (L.) od godz. 8³⁰ do 19, przeważnie jednak najowocniejsza była pierwsza połowa dnia, do godz. 14, w której średnio robiono po 3 eksperymenty dziennie. W drugiej połowie lipca

w ogóle aktywność samic *Bembex rostrata* (L.) obserwowano tylko do godz. 16, a potem tylko do godz. 13—14. Z innych *Sphegidae* — u *Philanthus triangulum* (F.) dzienna wydajność eksperymentowania wynosi 1—3 doświadczeń (Tinbergen et Kruyt 1938). Podobną wydajność można uzyskać na *Cerceris arenaria* (L.), *C. rybyensis* (L.) i *Mellinus arvensis* (L.) (*Sphegidae*), o czym przekonałem się podczas badań w Konstancinie i Skolimowie w latach 1950 i 1951.

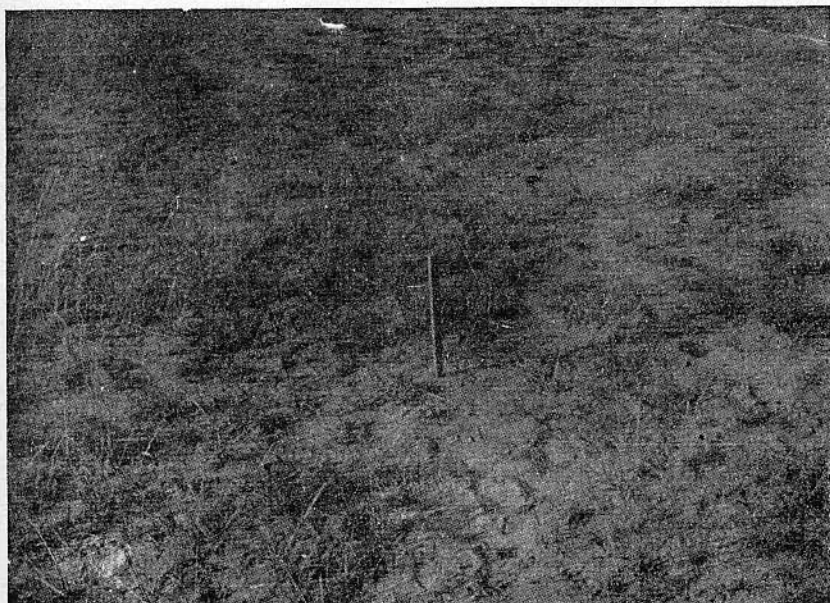


Fig. 7. Środowiska *Bembex rostrata* (L.): wydma piaszczysta z gęstymi kępkami traw. Whita w piasek drewniana listewka dług. 25 cm oznacza norkę *Bembex rostrata* (L.).

Биотоп *Bembex rostrata* (L.): песчаная дюна с густыми пучками травы. Вбитая в песок деревянная планка длины 25 см обозначает гнездо *Bembex rostrata* (L.).

Biotopes of *Bembex rostrata* (L.): sandy dune covered densely by tufts of grass. Ledge 25 cm long marking the nest of *Bembex rostrata* (L.).

3. Doświadczenia własne

Pierwszym zadaniem, które należało rozwiązać było stwierdzenie, czy przypuszczenie, że w orientacji przestrzennej samic *Bembex rostrata* (L.) w pobliżu norki, podczas ich powrotu do gniazda

gra przeważająca rolę wzrok, co można było wnosić na podstawie analogii z *Philanthus triangulum* (F.) oraz innych gatunków *Sphegidae*, m. i. *Bembex labiatus* F. (Bouvier 1900 b), jest słuszne. Dokonano tego na drodze eksperymentalnej dn. 10 lipca 1950 r. Poza tym podczas eksperymentów w r. 1951 niejednokrotnie można było stwierdzić słuszność tego założenia. Wszystkie doświadczenia opisane dalej również przemawiają za tym dzięki pozytywnym wynikom, jakie przyniosły.



Fig. 8. Środowiska *Bembex rostrata* (L.): piasek porastany przez niską, kępkowatą roślinność trawiastą.

Биотоп *Bembex rostrata* (L.) песок поросший низкой пучковатой травяной растительностью.

Biotopes of *Bembex rostrata* (L.): sand covered by law tufts of grass.

Wyjątki z protokołu z dn. 10 lipca 1950 r. z doświadczeń nad samicą *Bembex rostrata* (L.) B_B przedstawiają się następująco:

10^h 50^m. Osa B_B zaczęła kopać gniazdo na piaszczystej drodze (fig. 4 — C.). Pod kilkucentymetrową warstwą pyłu znajduje się wilgotny piasek. B_B kopie w kierunku SE. Przed norką rośnie niska kępka trawy. Przed nią, na m/w 7 cm na NW od norki,

wbito sosnową deseczkę, szerokości 2 cm, wystającą nad ziemię ok. 25 cm. Podczas umieszczania deseczki owad się spłoszył i gwałtownie odleciał w powietrze bez zakreślenia krzywych orientacyjnych.

Po chwili latał w pobliżu norki (C), lecz nie osiadł u jej wejścia.

Po trzykrotnym oblatywaniu okolicy gniazda przez B_B usunięto deseczkę.

Owad bezbłędnie odnalazł norkę.

Rozważając powyższe doświadczenie widzimy, że w przypadku gwałtownego odlotu osy z gniazda, obraz jego otoczenia nie zdołał się u niej utrwalić jako sygnał towarzyszący gniazdu. Toteż gdy owad, który miał skojarzone istnienie gniazda z okolicznościami występującymi przed rozpoczęciem doświadczenia, wrócił i zastał nowy dla siebie element optyczny w postaci deseczki — wystąpiło u niego hamowanie. Należy tu podkreślić, że inne szczegóły nie uległy tu zmianie, a w szczególności ewentualna swoista woń norki. Hamującą rolę deseczki wyraźnie podkreślił fakt natychmiastowego osiągnięcia gniazda przez osę, skoro tylko deseczka została usunięta. Niżej przytaczam analogiczne doświadczenie z tego samego protokołu, w którym zamiast deseczki zastosowano szyszki.

11^h 28^m. B_B odleciała. Wokół norki umieszczono w kwadrat szyszki (przed wejściem osy była już z powrotem umieszczona deseczka). (Układ ten przedstawia fig. 5.).

11^h 35^m. B_B lata wokół norki, nie może jednak do niej trafić.

11^h 41^m. Usunięto szyszki; osa od razu trafiła i weszła do gniazda. Wówczas znów ułożono komplet szyszek. Pozwolono osie trzy razy odlatywać i wracać do norki. Tym razem nie stwierdzono żadnych zakłóceń orientacji.

11^h 55^m. Po opuszczeniu norki przez B_B po raz trzeci, przeniesiono układ znaków orientacyjnych o 0,5 m na NW, w pobliże kępki trawy (C' na fig. 4).

11^h 56^m. Osa B_B przylatywała tam 11 razy.

12^h 00^m. Odpędzono ją i „w jej oczach” przeniesiono cały kompleks na miejsce C''. Mimo to owad zaraz potem 4 razy odpędzany przylatywał na miejsce C''.

W drugiej części omawianego doświadczenia, od 11^h 41^m, kiedy szyszki były położone wokół norki podczas obecności w niej osy,

a co za tym idzie — gdy osa odlatując, podczas zataczania krzywych orientacyjnych, mogła sobie zapamiętać zmienione otoczenie gniazda — nie tylko nie widzimy zakłóceń podczas powrotu, lecz obserwujemy całkowite poleganie owada na nowo wprowadzonych znakach orientacyjnych w postaci przylotów do rzekomych norek C' i C''. Tutaj również trzeba zwrócić uwagę, że ewentualne bodźce węchowe idące z prawdziwej norki nie spełniają widocznie żadnej większej roli w orientacji przestrzennej samic *Bembex rostrata* (L.) w etapie odnajdywania miejsca położenia gniazda. Nie jest nato-

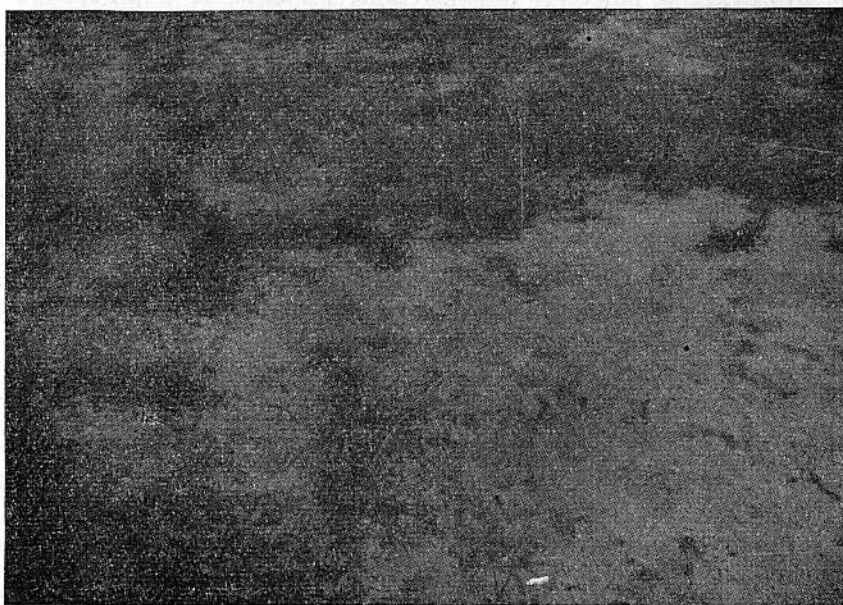


Fig. 9. Środowiska *Bembex rostrata* (L.): polanka wśród traw.

Биотоп *Bembex rostrata* (L.): поляна среди травы.

Biotopes of *Bembex rostrata* (L.): open sandy place among grass.

miast wykluczona decydująca rola węchu w następnym etapie rozpoznawania własnego gniazda (por. Rabaud 1927).

Niżej podaję jeszcze jeden przykład dezorientacji omawianej osy po wprowadzeniu dodatkowych elementów optycznych do otoczenia norki.

23 lipca 1951 r. 11^h 33^m. Samica *Bembex rostrata* (L.) B₄₁ znajduje się w norce. Ułożono tresurowy układ znaków orientacyjnych.

Błonkówka wyszła, zamykała norkę i spłaszczona podczas tej czynności uciekła nie dokonując lotu orientacyjnego. Po pewnym czasie B_{41} przyleciała i nie trafiła do norki.

Zdjęto oznaczenia.

11^h 52^m. B_{41} przyleciała do norki (sic.)

Podobnie usunięcie trawy lub innych elementów otoczenia gniazda podczas nieobecności osy może spowodować całkowitą dezorientację owada.

Powyższe obserwacje wskazują wyraźnie na dominację orientacji wzrokowej u samic *Bembex rostrata* (L.) podczas odnajdywania gniazda. Można więc było zająć się badaniem hierarchii optycznych cech przedmiotów znajdujących się w pobliżu norki, jaką wykazują te błonkówki podczas powrotu do gniazda.

Jak to już zaznaczono w poprzednim rozdziale, doświadczenia nad samicami *Bembex rostrata* (L.) miały w myśl pierwotego założenia być powtórzeniem na tym gatunku eksperymentów Tinbergena i Kruyta (1938), bądź też przerobieniem nowych testów zoopsychologicznych. Celem ułatwienia porównywania wyników niniejszej pracy z danymi uzyskanymi przez Tinbergena i Kruyta, zastosowano podobną kolejność stawiania zagadnień, odstępując od tego jedynie tam, gdzie istotnie było to bardziej korzystne dla zrozumienia całości.

Poddano więc analizie następujące cechy elementów otoczenia gniazda:

1. rozczłonkowanie barwne płaszczyzny,
2. wielkość płaszczyzny i bryły,
3. brylowatość,
4. cień rzucany przez znaki orientacyjne,
5. oddalenie od gniazda.

Analizę tę przeprowadzono w 19 testach, na które składało się 13 testów Tinbergena, 4 Kruyta i 2 testy nowe.

Doświadczenia z dn. 10 lipca 1950 r., które zamieszczono powyżej, przeprowadzono na piaszczystej drodze przebiegającej przez polanę w Konstancinie (fig. 17); zaś pozostałe eksperymenty w ilości 53, w 1951 r. — na piaszczystej polanie w Skolimowie oraz głównie na wspomnianej polanie konstancińskiej i przyległym do niej boisku sportowym (fig. 6).



Fig. 10. Środowiska *Bembex rostrata* (L.): droga w Skolimowie k/Warszawy.
 Биотоп *Bembex rostrata* (L.): дорога в Сколимове около Варшавы.
 Biotopes of *Bembex rostrata* (L.): sandy road at Skolimów near Warsaw

W sezonie r. 1951, od 23 czerwca, kiedy zaobserwowałem pierwszy okaz *Bembex rostrata* (L.), do 16 sierpnia — dnia obserwacji ostatniego w tym roku, poświęciłem uwagę 49 osobnikom tego gatunku. Na 20 z nich przeprowadzono 53 udane eksperymenty¹⁾, a mianowicie:

¹⁾ Podano tylko doświadczenia objęte zakresem niniejszej pracy.

<i>Bembex rostrata</i> (L.) ¹⁾	Ліце удачных эксперыментов Число удачных экспериментов Number of successfull experiments
<i>B</i> ₁	1
<i>B</i> ₁₁	1
<i>B</i> ₁₃	1
<i>B</i> ₁₇	2
<i>B</i> ₂₀	1
<i>B</i> ₂₃	2
<i>B</i> ₂₄	1
<i>B</i> ₂₇	2
<i>B</i> ₂₈	11
<i>B</i> ₂₉	1
<i>B</i> ₃₀	4
<i>B</i> ₃₃	6
<i>B</i> ₃₆	4
<i>B</i> ₃₇	1
<i>B</i> ₄₀	1
<i>B</i> ₄₃	6
<i>B</i> ₄₄	4
<i>B</i> ₄₅	1
<i>B</i> ₄₆	2
<i>B</i> ₄₈	1
<hr/>	
20 <i>B</i>	53

Przez eksperyment udany rozumiem doświadczenie, w którym przeprowadzono z pomyślnym skutkiem tresurę i uzyskano wyniki z wyboru między układami doświadczalnymi, tak jak to

¹⁾ Ze względów praktycznych obserwowane błonkówki określono symbolami, utworzonymi z pierwszej litery nazwy rodzajowej — u os, które pod Warszawą występują w postaci jednego tylko gatunku, np. *B* — od *Bembex rostrata* (L.), *P* — od *Philanthus triangulum* (F.) Gdy występuje więcej gatunków, wykorzystanem pierwszą literę nazwy gatunkowej, np. *CA* — *Cerceris arenaria* (L.), *CR* — *C. rybyensis* (L.), *MA* — *Mellinus arvensis* (L.), *MS* — *M. sabulosus* (F.), *VG* — *Vespa germanica* F.

Kolejne osobniki badane r. 1950 opatrywano cechami „A, B...” i t. d., np. *CA*_A, *CA*_B, zaś badane w 1951 r. liczbami kolejnymi, np. *B*₁, *B*₂; *VG*₁, *VG*₂ i t. d.

opisano w poprzednim rozdziale. Wszystkie te doświadczenia, wymienione w powyższym wykazie, są wykorzystane w niniejszej pracy.

Pierwszym testem, któremu poddano *Bembex rostrata* (L.) było zbadanie reakcji tych owadów na barwy czarną i żółtą, ponieważ prawie wszystkie znaki orientacyjne stosowane w dalszych doświadczeniach posiadały bądź jedną z tych barw, bądź też deseń utworzony z obu. Kolory te zastosowano za Tinbergenem i Kruytem.

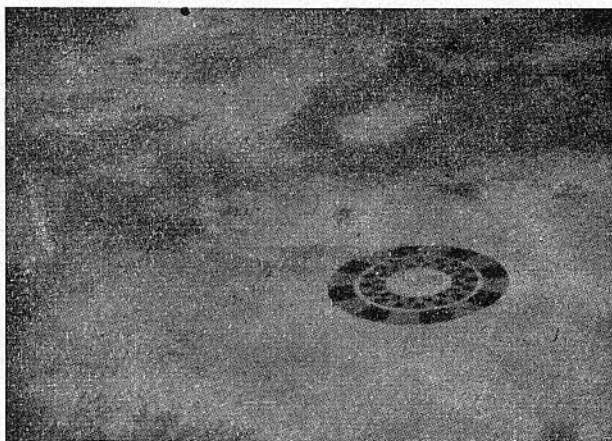


Fig. 11. Układ tresurowy do 3. doświadczenia. Norka znajduje się na małej, piaszczystej polance wśród traw. Drewniana listewka dług. 25 cm wskazuje odległość znaków orientacyjnych od najbliższych traw, przy której tresura jeszcze może się udać.

Система дрессировки к 3. эксперименту. Норка находится на малой песчаной площадке среди травы. Деревянная планка длины 25 см показывает расстояние ориентирующих знаков от самой близкой травы, при котором дрессировка может еще удаваться.

Training system of experiment 3. Nest on sandy place among grass. Ledge 25 cm long indicates the shortest distance of the training marks from the nearest grasses which allows to make successful experiments.

Zarówno w omawianiu tego doświadczenia, jak i następnych, podane są w tabelce wyniki eksperymentów własnych nad *Bembex rostrata* (L.) oraz dla porównania wyniki analogicznego doświadczenia nad *Philanthus triangulum* (F.) Tinbergena i Kruyta (1938).

Często zacytowano też własny wynik z przeprowadzenia omawianego doświadczenia na innej błonkowiec, z rodzaju *Cerceris* Latr.

1. Doświadczenie (odpowiadające 8. doświadczeniu Tinbergena i Kruyta 1938).

Эксперимент 1. (отвечающий 8. эксперименту Тинбергена и Круйта 1938).

Experiment 1. (corresponding to experiment 8. of Tinbergen and Kruyt 1938).

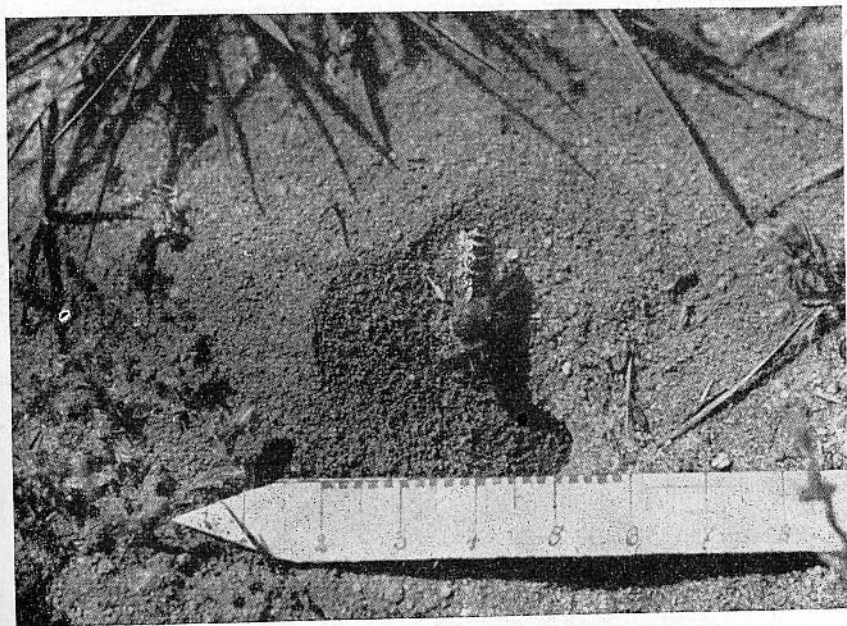


Fig. 12. Widok z góry na samicę *Bembex rostrata* (L.) odgarniającą piasek z gniazda (1:1).

Вид сверху на самку *Bembex rostrata* (L.) отбрасывающую песок из гнезда (1:1).

Female of *Bembex rostrata* (L.) shoving sand of the nest, seen from above (1:1).

Tresuje się owada na czarne i żółte, koncentryczne, wypukłe pierścienie, umieszczone wokół norki (fig. 16 a, b). Układ eksperymentalny polega na oddzielnie rozmieszczonych jednakowej wielkości pierścieniach (fig. 16 c, d).

Wymiary pierścieni tresurowych:

- a) $R = 16$ cm, $r = 11,5$ cm, $h = 2$ cm;
 b) $R' = 10,5$ cm, $r' = 6$ cm, $h = 2$ cm.

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		czarny pierścień черное кольцо black ring	żółty pierścień желтое кольцо yellow ring
B_1	23—VI—1951	9	9
B_{23}	11—VII—1951	6	7
B_{43}	31—VII—1951	6	4
		21	20

3 zbadane osobniki *Bembex rostrata* (L.) dały tu analogiczną reakcję do zachowania się ♀♀ *Philanthus triangulum* (F.) z pracy Tinbergena i Kruyta:

osy 31 i 32	12	10
-------------	----	----

Natomiast dziwnie odmienne było zachowanie się *Cerceris arenaria* (L.) ♀:

CA_4	22—VI—1951	2	9
--------	------------	---	---

Podobne różnice zachowania się osmyków (z rodzaju *Cerceris* Latr.) zobaczymy również dalej.

Rozczłonkowanie barwne płaszczyzny

Цветное расчленение плоскости

Division of surface into coloured sectors

Wzorem Tinbergena i Kruyta przeprowadzono następujące doświadczenia.

2. Doświadczenie (odpowiadające 9. doświadczeniu z pracy T. et K.)

Эксперимент 2. (отвечающий 9. эксперименту Т. и К.)

Experiment 2. (corresponding to experiment 9. of T. et K.)



Fig. 13. Kopanie gniazda przez *Bembex rostrata* (L.) ♀ (1:1).
Bembex rostrata (L.) ♀ роющая гнездо (1:1).
Female of *Bembex rostrata* (L.) digging the nest (1:1).

W tym doświadczeniu przeciwstawiany jest płaski pierścień z 4 czarnymi i 4 żółtymi sektorami pierścieniowi z 16 czarnymi i 16 żółtymi sektorami (fig. 18).

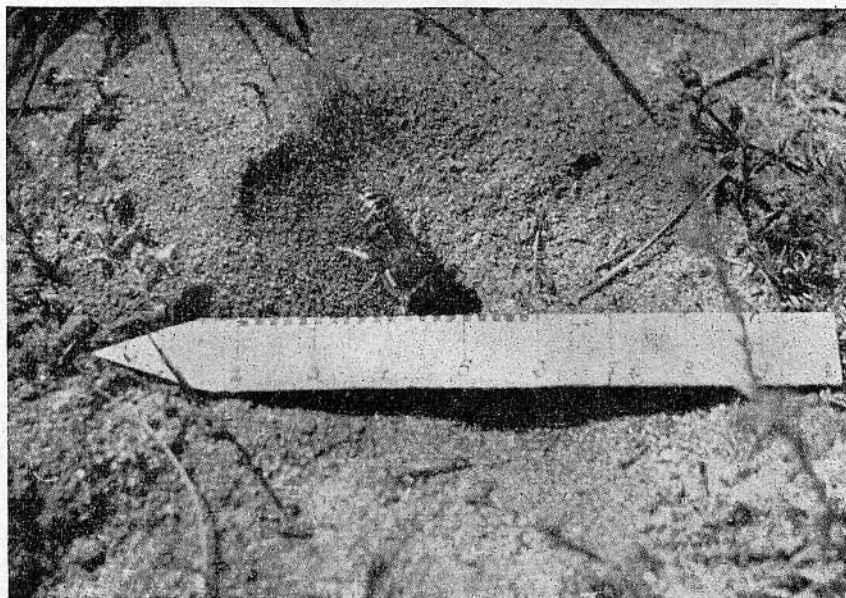


Fig. 14. Vide fig. 13

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		4 sektory 4 сектора 4 sectors	16 sektorów 16 секторов 16 sectors
B_{11}	3-VII-1951	0	7
B_{17}	9-VII-1951	10	10
B_{20}	9-VII-1951	2	10
B_{23}	11-VII-1951	2	13
		14	40

Odpowiedni wynik dla *Philanthus triangulum* (F.) z pracy T. et K. przedstawiał się następująco:

Osy 33, 34, 35

13

15

Odcinające się od tła zachowanie B_{17} prawdopodobnie było spowodowane dezorientacją pochodzącą z faktu, że gniazdo jej znajdowało się wśród traw, które oczywiście usuwano oraz maskowano przez kładzenie gałązek sosny podczas trwania eksperymentu.



Fig. 15. Otwarta norka *Bembex rostrata* (L.). Jako skala służy zegarek o ϕ 5 cm.
 Открытая норка *Bembex rostrata* (L.). Как масштаб служат часы диаметром в 5 см.
 Open nest of *Bembex rostrata* (L.). Watch 5 cm in diameter.

Gdyby B_{17} nie brać pod uwagę, sumaryczny wynik byłby:

4

30

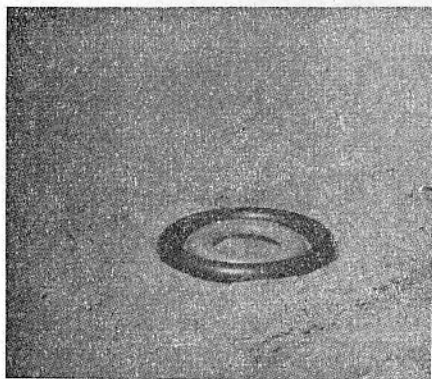
Następne doświadczenia można traktować jako uzupełnienie powyższego.

3. Doświadczenie (odpowiadające 11. doświadczeniu z pracy T. et K.)

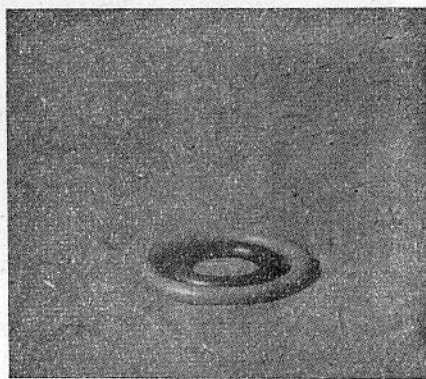
Эксперимент 3. (отвечающий 11. эксперименту Т. и К.)
 Experiment 3. (corresponding to experiment 11. of T. et K.)

Plaski pierścień z 8 czarnymi i 8 żółtymi sektorami przeciwstawiono płaskiemu pierścieniowi z 32 polami czarnymi i tyluż żółtymi — w dwu rzędach (fig. 11).

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		8 sektorów 8 секторов 8 sectors	32 pola 32 поля 32 fields
B_{13}	4—VII—1951	3	11
B_{17}	9—VII—1951	18	18
B_{24}	11—VII—1951	4	11
B_{45}	30—VII—1951	3	11
		28	51



a



b

Fig. 16a, b. Doświadczenie 1.: układy tresurowe.

Эксперимент 1.: системы дрессировок.

Experiment 1.: training systems.

Gdy, jak w poprzednim eksperymencie, nie uwzględnić osy B_{17} , uzyskamy wynik:

10

33

Niniejsze doświadczenie na B_{17} było przeprowadzone w tym samym miejscu, co poprzednie.

Na *Philanthus triangulum* (F.) Tinbergen i Kruyt otrzymali odpowiednio:

osy 37, 38

35

67

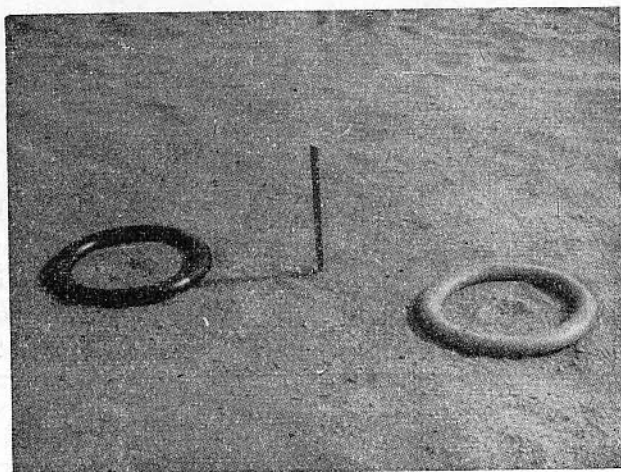
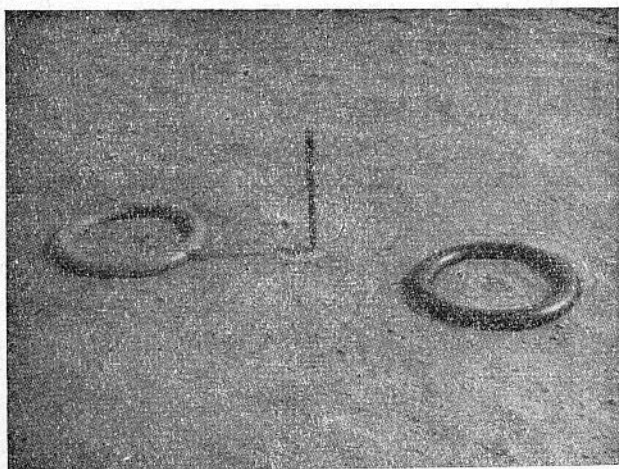


Fig. 16c, d. Doświadczenie 1.: układy doświadczalne. Tu i niżej: wbita w piasek deseczka oznacza prawdziwą norkę *Bembex rostrata* (L.).

Эксперимент 1: системы дрессировок. Здесь и ниже вбитая в песок планка обозначает настоящую норку *Bembex rostrata* (L.).
 Experiment 1.: experimental systems. Ledge in this and followings figures marks the true nest.

Natomiast znów niepojęte było zachowanie ♀ *Cerceris arenaria* (L.):

CA ₁₁	25-VI-1951	12	0
------------------	------------	----	---

Jeśli oba powyższe doświadczenia rozpatrzymy łącznie, uzyskamy następujący wynik (z pominięciem B₁₇):

	mniej rozczłonek, barwnie меньшее цветное рас- членение less differentiated in colour	bardziej rozczłonek, barwnie большее цветное рас- членение more differentiated in colour
6 os	14	63

Zatem samice *Bembex rastrata* (L.) analogicznie do samic *Philanthus triangulum* (F.) wybierają „chętniej” znaki orientacyjne bardziej rozczłonkowane barwnie.

Rola wielkości

Роль величины
Importance of size

Rola wielkości znaków orientacyjnych była badana w trzech Tinbergenowskich doświadczeniach.

4. Doświadczenie. — Эксперимент 4. — Experiment 4.

6 matowoczarnych krążków o promieniu $r=2,8$ cm przeciw 6 krążkom tejże barwy o promieniu $r'=5$ cm.

Promień $r=2,8$ cm został obrany ze względu na następne doświadczenia, gdzie chodziło o krążki o polu powierzchni równym polu powierzchni górnej półkuli o promieniu 2 cm. Jak wynika z rachunku, promień takiego krążka wynosić powinien $2\sqrt{2}$ cm = 2,8 cm.

Osa Oca Wasp	Date Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		małe малые small	duże большие large
B ₂₈	17-VII-1951	1	5
B ₃₈	18-VII-1951	0	10
		1	15

Widzimy zdecydowane przekładanie przez *Bembex rostrata* (L.) analogicznie do *Philanthus triangulum* (F.) większych znaków orientacyjnych. Aby zdobyć większą pewność przeprowadzono jeszcze następne doświadczenie, w którym poza różnym polem górnej, poziomej powierzchni, wprowadzony jest czynnik wysokości.

5. Doświadczenie (odpowiadające 45. doświadczeniu T et K.)
 Эксперимент 5. (отвечающий 45. эксперименту Т. и К.)
 Experiment 5. (corresponding to experiment 45. of T. et K.)

4 drewniane, czarne prostopadłościowy o wymiarach $8 \times 8 \times 4$ cm przeciw 4 czarnym sześciom $4 \times 4 \times 4$ cm rozmieszczonym w jednakowej, m/w 15 cm, odległości od gniazda (fig. 19).

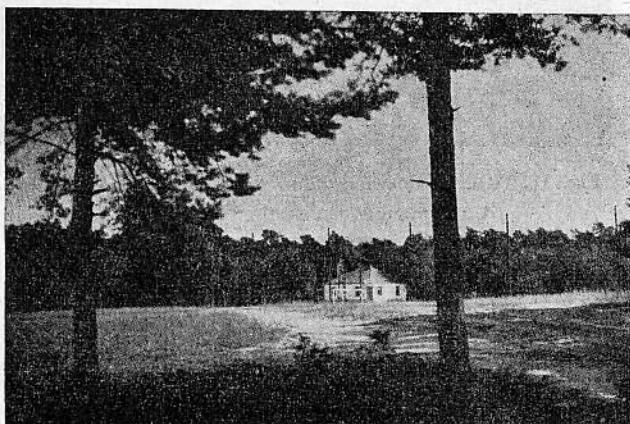


Fig. 17. Konstancin k/Warszawy: widok z NW na polanę i boisko sportowe.
 Констанцин около Варшавы: вид с NW на поляну и спортивную площадку.
 Konstancin near Warsaw: sandy sporting ground seen from NW.

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		$4 \times 4 \times 4$ cm	$8 \times 8 \times 4$ cm
<i>B</i> ₂₈	13—VII—1951	23	17
<i>B</i> ₃₆	18—VII—1951	0	10
<i>B</i> ₄₃	31—VII—1951	1	10
		24	37

Wprowadzony tu element bryłowatości znaków orientacyjnych wnosi bezsprzecznie nowe walory. Wydaje się, że spośród nich może posiadać znaczenie powierzchnia płaszczyzn zwróconych ku

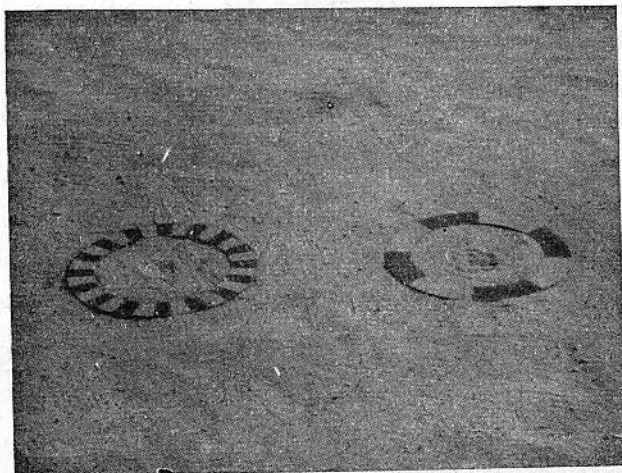


Fig. 18. Układ doświadczalny do 2. doświadczenia.
Экспериментальная система ко 2. эксперименту.
Training system for experiment 2.

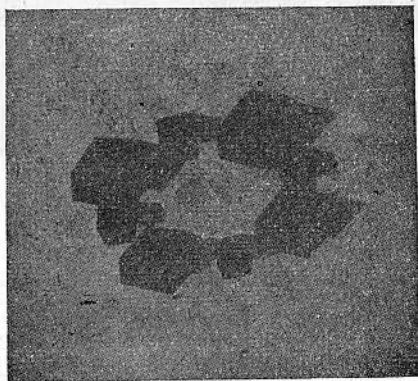


Fig. 19. Układ tresurowy do 5. doświadczenia.
Система дрессировки к 5. эксперименту.
Training system for experiment 5.

centrum figury orientacyjnej. Prostopadłościany $8 \times 8 \times 4$ cm posiadają dwukrotnie większe pole powierzchni tych płaszczyzn od sześcianów $4 \times 4 \times 4$ cm.

Należy zwrócić uwagę na dziwne zachowanie się *Bembex rostrata* (L.) B_{28} . Aby je zrozumieć, trzeba sięgnąć do protokółów. Otóż powyższy eksperyment przeprowadzono na niej bezpośrednio po 21-szym (odpowiadającym 53-mu z pracy Tinbergena i Kruyta). W tamtym doświadczeniu osa wybierała mniejsze sześciany. Być może, iż grała tu rolę pewna „bezwładność psychiczna” — wpływ poprzednich prób. Może zresztą wpłynęły na to jakieś inne czynniki. Ta sprawa wymaga jeszcze dalszego zbadania. Sumaryczny wynik 23:17 u B_{28} kształtował się następująco:

	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
	4×4×4 cm	8×8×4 cm
12 ^b 56m Układ tresurowy. Система дрессировки. Training system.		
13 ^b 08m Układ doświadczalny; wybór: Экспериментальная система; выбор: Experiment system; choice:	4	11
13 ^b 10m " "	6	2
13 ^b 12m Ponownie układ tresurowy. Снова система дрессировки. Training system again.		
13 ^b 26m Układ doświadczalny; wybór: Экспериментальная система; выбор: Experiment system; choice:	13	4
	23	17

Jeżeli wyliminujemy z naszych rozważań wynik z B_{28} , tabelka przybierze następujący wygląd:

1	20
---	----

Powyższy wynik w zupełności odpowiada uzyskanemu na *Philanthus triangulum* (F.) przez Tinbergena i Kruyta:

	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
	4×4×4 cm	8×8×8 cm
osy 123, 124	0	12

6. Doświadczenie (odpowiadające 44. doświadczeniu z pracy T. et K.)

Эксперимент 6. (отвечающий 44. эксперименту Т. и К.)

Experiment 6. (corresponding to experiment 44. of T. et K.)

4 żółte, drewniane sześciiany o wymiarach 4×4×4 cm przeciw 6 żółtym sześciansom o wymiarach 8×8×8 cm (fig. 20).

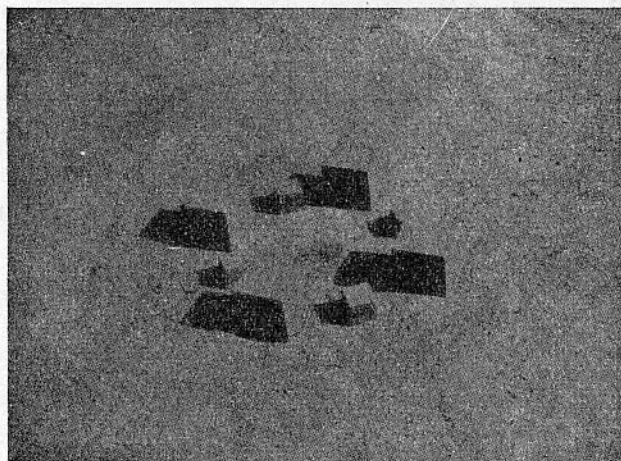


Fig. 20. Układ tresurowy do 6. doświadczenia.

Система дрессировки к 6. эксперименту.
Training system for experiment 6.

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		4×4×4 cm	8×8×8 cm
B ₂₈	14-VII-1951	1	13
B ₄₃	1-VIII-1951	0	11
		1	24

Odpowiednie wyniki na *Philanthus triangulum* (F.) przedstawiały się następująco:

osy 121, 122

1

15

W tym teście można podejrzewać, że wysokość użytych przedmiotów wywiera pewien wpływ na orientację. Dalsze doświadczenia, szczególnie 7, 8, 9 i 10, naświetlają lepiej znaczenie pola górnej powierzchni przedmiotów w powiązaniu z ich wysokością i polem powierzchni widzianej od strony gniazda w omawianej orientacji przestrzennej samic *Bembex rostrata* (L.)

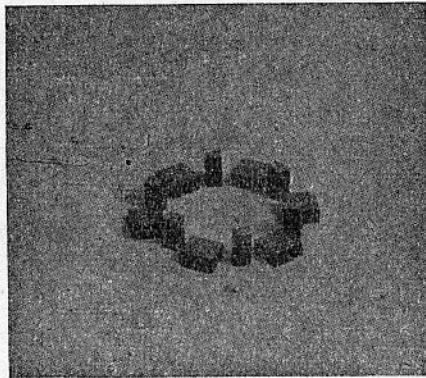


Fig. 21. Układ tresurowy do 7. doświadczenia.
Система дрессировки к 7. эксперименту.
Training system for experiment 7.

Bryłowatość

Глыбообразность

Bulk

Ten zespół doświadczeń miał na celu zbadanie roli bryłowatości, przy czym pewne z nich poświęcone były bądź wysokości, bądź też znaczeniu pola bocznej powierzchni znaków orientacyjnych, czy wreszcie roli rzucanego przez te przedmioty cienia.

7. Doświadczenie (odpowiadające 31. doświadczeniu T. et K.)

Эксперимент 7. (отвечающий 31. эксперименту Т. и К.)

Experiment 7. (corresponding to experiment 31. of T. et K.)

6 drewnianych, czarnych prostopadłościanów o wymiarach $4 \times 2 \times 2$ cm, stojących na kwadratowych bokach, przeciw

6 drewnianym, czarnym prostopadłościanom o wymiarach $4 \times 4 \times 2$ cm, leżącym również na kwadratowych bokach (fig. 21).

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice	
		$4 \times 2 \times 2$ cm	$4 \times 4 \times 2$ cm
B_{25}	13-VII-1951	0	15
B_{29}	13-VII-1951	8	17
B_{38}	16-VII-1951	3	24
B_{36}	18-VII-1951	2	13
B_{42}	31-VII-1951	3	13
		16	82

Uzyskanych w niniejszej pracy wyników z omawianego testu nie można bez zastrzeżeń porównywać z wynikami badań Tinbergena i Kruyta na *Philanthus triangulum* (F.):

osy 94-104	221	126
------------	-----	-----

bowiem doświadczenia moje przeprowadzone były w ciągu jednego dnia na danym osobniku, natomiast wymienieni autorzy sumowali w tym przypadku efekty kilkudniowych doświadczeń; czynili zaś to ze względu na to, że *Philanthus* podczas dłuższej tresury zmienia swą reakcję na elementy otoczenia gniazda. Porównać można tylko niektóre osy z pracy T. et K., krócej poddawane eksperymentowaniu wg testu Nr 7 (31):

osa 94	4	4
.. 98 ¹⁾	5	8
.. 99	4	5
.. 102	6	6
.. 104	6	2
	25	25

¹⁾ Wynik z dnia 14 lipca — w pierwszym dniu eksperymentu, v.: Tinbergen et Kruyt 1938, str. 326.

Jednakże powyższy wybór zawiera się u *Philanthus* całkowicie w granicach przypadkowości. Nie można tego powiedzieć o *Bembex*, które w sposób zdecydowany przekładały klocki o większej górnej powierzchni mimo ich mniejszej wysokości. Należy zwrócić uwagę na fakt, że pola pionowych płaszczyzn zwróconych do norki były u obu rodzajów prostopadłościanów jednakowe.

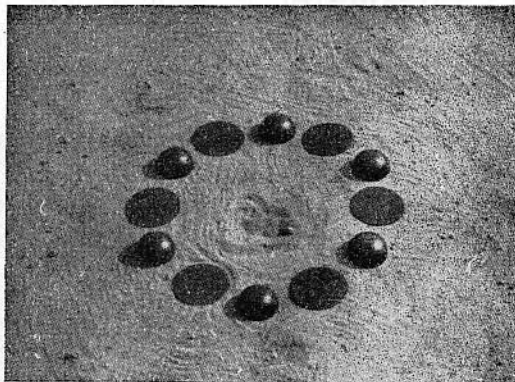


Fig. 22. Układ tresurowy do doświadczeń 8., 9., 11. i 15.

Система дрессировки к экспериментам 8., 9., 11. и 15.

Training system for experiments 8., 9., 11. and 15.

8. Doświadczenie (odpowiadające fragmentowi 27. doświadczenia z pracy T. et K.)

Эксперимент 8. (отвечающий фрагменту 27. эксперимента Т. и К.)

Experiment 8. (corresponding in part to experiment 27. of T. et K.)

Po tresurze na 6 czarnych, drewnianych półkul o promieniu $r = 2$ cm i 6 czarnych krążków o promieniu $r' = 2,8$ cm (fig. 22), przeciwstawiano wspomnianym półkulom — 6 do połowy tkwiących w ziemi, czarnych krążków o promieniu $r = 2$ cm (fig. 23). Krążki te rozmieszczono stycznie do promieni wprowadzonych z centrum układu.

Osa Osa Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		półkola полукруги semicircles	półkule полушария hemispheres
<i>B</i> ₄₄	1 – VIII – 1951	0	14
<i>B</i> ₄₈	11 – VIII – 1951	1	9
		1	23

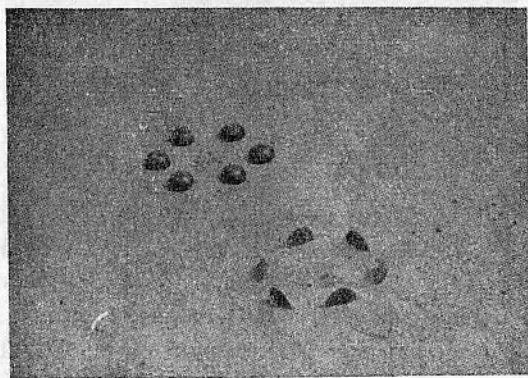


Fig. 23. Test 8.: układ doświadczalny.

Опыт 8.: экспериментальная система.

Test 8.: experimental system.

Odpowiednie wyniki z pracy T. et K. na *Philanthus triangulum* (F.) przedstawiają się następująco:

osy 43, 45, 46

8

5

Z liczb tych wynika, że górna powierzchnia znaku orientacyjnego gra przytłaczająco większą rolę w orientacji *Bembex rostrata* (L.) niż pole powierzchni widzianej od strony gniazda. Pozwala to na odpowiednią ocenę wyników doświadczeń 5-go i 6-go.

W następnym teście, któremu poddano *Bembex rostrata* (L.) mogła grać rolę różna powierzchnia z góry i boczna widziana od

strony centrum układu, natomiast w przeciwieństwie do poprzedniego, cień rzucany przez półkule i półkola jest jednakowy. Rolę cienia zbadano zresztą osobno, o czym niżej.

9. Doświadczenie (odpowiadające fragmentowi 27. doświadczenia z pracy T. et K.)

Эксперимент 9. (отвечающий фрагменту 27. эксперимента Т. и К.)

Experiment 9. (corresponding in part to experiment 27. of T. et K.)

Po tresurze na 6 czarnych, drewnianych półkul o promieniu $r=2$ cm i 6 czarnych krążków o promieniu $r'=2,8$ cm (fig. 22) przeciwstawiono te półkule 6 czarnym krążkom o promieniu $r=2$ cm, do połowy wbitym w ziemię w ten sposób, że rzucały maksymalny cień (fig. 24). Oczywiście doświadczenie to przeprowadzano tylko przy bezchmurnym niebie.

Osa Osa Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		półkola полукруги semicircles	półkule полусфера hemispheres
B_{43}	1-VIII-1951	0	10
B_{44}	1-VIII-1951	1	9
B_{46}	4-VIII-1951	1	11
		2	30

Samica *Philanthus triangulum* (F.) z pracy T. et K. wybrała:

osa 43	3	6
--------	---	---

Z porównania powyższych wyników widać, że dla *Bembex* pole górnej powierzchni przedmiotu posiada większe znaczenie w orientacji niż u *Philanthus*. Temu zagadnieniu poświęcono jeszcze następne doświadczenie.

10. Doświadczenie.

Эксперимент 10.

Experiment 10.

6 drewnianych, czarnych prostopadłościanów o wymiarach $4 \times 4 \times 2$ cm, leżących na większym boku przeciw 6 kwadratowi 4×4 cm tkwiącym pionowo, a zwróconym powierzchnią do środka układu tresurowego (fig. 25).

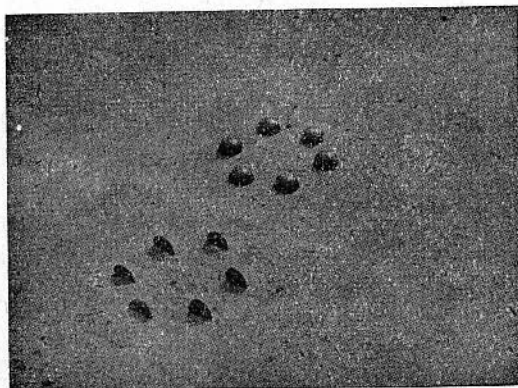


Fig. 24. Test 9.: układ doświadczalny.

Опыт 9: экспериментальная система.

Test 9.: experimental system.

Tutaj również osy wybierały znaki orientacyjne o większej powierzchni widzianej z góry:

Osa Оса Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru; Частота выбора; Frequency of choice:	
		kwadraty квадраты squares	prostopadłościany прямые параллелепипеды rectangular parallelepipeds
B_{33}	3-VIII-1951	0	11
B_{44}	3-VIII-1951	0	13
B_{46}	4-VIII-1951	1	11
		1	35

Spróbujmy łącznie potraktować powyższe 4 eksperymenty. W sumie poddano im 8 os. Ogólny wynik przedstawiałby się jak następuje:

Częstość wyboru; Частота выбора; Frequency of choice:	
mniejsza powierzchnia górna меньшая верхняя повер- хность smaller upper surface	większa powierzchnia górna большая верхняя повер- хность larger upper surface
20	170

Przy okazji test niniejszy daje pewien wkład do zrozumienia roli cienia. W tym bowiem przypadku kwadraty niewątpliwie dają dłuższe cienie, co jednak nie przeszkadza w przekładaniu przez *Bembex* prostopadłościanów.



Fig. 25. Test 10.: układ tresurowy.

Опыт 10: система дрессировки.

Test 10.: training system.

Wysokość, która zapewne odgrywa pewną rolę w testach 7 i 10, a także cień pominięty w rozpatrywaniu testów 8, 9 i 10, jak już wspomniano, będą zanalizowane dalej w eksperymentach specjalnie poświęconych tym cechom znaków orientacyjnych czy w innych doświadczeniach dających ubocznie tę możliwość.

Seria doświadczeń, które obecnie zostaną omówione, jest właśnie nastawiona na zanalizowanie ważności wysokości w bryłach dla orientacji wzrokowej *Bembex rostrata* (L.) Pierwsze z nich będą polegały na przeciwstawieniu bryłowatych znaków orientacyjnych płaskim znakom.

11. Doświadczenie (odpowiadające 16. doświadczeniu T. et K.)
 Эксперимент 11. (отвечающий 16. эксперименту Т. и К.)
 Experiment 11. (corresponding to experiment 16. of T. et K.)

6 czarnych, drewnianych półkul o promieniu $r=2$ cm przeciw 6 czarnym krążkom o równej powierzchni górnej ($r'=2\sqrt{2}$ cm = 2,8 cm) (fig. 25).

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		krążki кружки circles	półkule полушария hemispheres
<i>B</i> ₂₇	12-VII-1951	1	4
<i>B</i> ₂₈	13-VII-1951	2	11
<i>B</i> ₃₃	16-VII-1951	0	10
<i>B</i> ₃₇	17-VII-1951	1	10
		4	35

Ten wynik, wskazujący rolę wysokości w bryle, jest taki sam, jak uzyskany na *Ph. triangulum* (F.) przez Tinbergen a i Kruyta:

	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
	krążki кружки circles	półkule полушария hemispheres
osy 58, 59, 60, 61	4	48

Z tego doświadczenia widzimy zdecydowane przekładanie przez badane błonkówki brył nad płaskie znaki orientacyjne. W szczególności widać rolę wysokości w bryłowa-

tości. Z poprzednich jednak doświadczeń, jak 8-go i 10-go, wiemy że sama wysokość nie decyduje. Orientacja owada nie posiada takiej struktury, by można było ułożyć w jeden szereg wykorzystywane cechy według ich hierarchii. W najlepszym razie otrzymamy pewną ilość takich szeregów, wiążących się między sobą w niektórych punktach. Jest to oczywiste, gdyż np. do wyrażenia funkcji wielu zmiennych nie może wystarczyć jedna para współrzędnych — trzeba by do tego celu skonstruować model przestrzenny, względnie nawet i ten może się okazać niewystarczający do wyrażenia większej ilości zmiennych, a orientacja przestrzenna zwierzęcia jest czymś daleko bardziej skomplikowanym od danego przykładu, będąc przejawem życia.

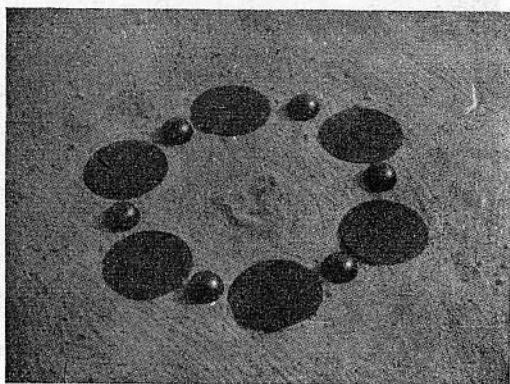


Fig. 26. Test 12.: układ tresurowy.
 Опыт 12: система дрессировки.
 Test 12.: training system.

W następnym doświadczeniu zbadano tę rolę wysokości.

12. Doświadczenie (odpowiadające 17. doświadczeniu z pracy T. et K.)

Эксперимент 12. (отвечающий 17. эксперименту Т. и К.)

Experiment 12. (corresponding to experiment 17. of T. et K.)

6 czarnych, drewnianych półkul o promieniu $r=2$ cm przecięw 6 czarnym, cynkowym krążkom o promieniu $r'=5$ cm (fig. 26).

Osa Osa Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		krażki кружки circles	półkule полушария hemispheres
<i>B</i> ₂₈	12-VII-1951	1	14
<i>B</i> ₃₀	14-VII-1951	2	8
<i>B</i> ₃₃	17-VII-1951	0	10
<i>B</i> ₃₆	18-VII-1951	1	6
		4	38

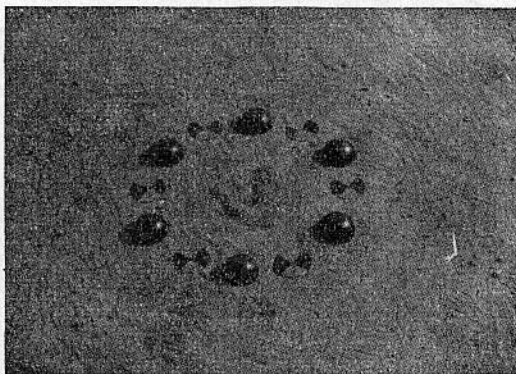


Fig. 27. Test 13.: układ tresurowy.

Опыт 13: система дрессировки.

Test 13.: training system.

Był to wynik podobny do uzyskanego przez Tinbergena i Kruyta na *Philanthus triangulum* (F.):

osy 62, 63, 64, 65

19

73

Wynik tego doświadczenia z *Bembex* zaskakuje po porównaniu go z doświadczeniem 7. Warto przy tym podkreślić, że tym testom poddano m. i. te same osobniki *B*₂₈, *B*₃₃, *B*₃₆. Wobec takiej „niekonsekwencji” owada, która zresztą popiera wyżej zamieszczony wywód o wielofunkcyjności orientacji zwierząt, możemy jedynie wyciągnąć wniosek, że widocznie dla *Bembex rostrata* (L.) pole górnej

powierzchni bryły przez to samo, że jest cechą bryły, posiada większe znaczenie niż pole powierzchni płaskiego znaku orientacyjnego. Bez wątpienia dominuje również nad polem bocznej powierzchni bryły widzianej od wejścia do norki, czy cieniem rzucanym przez przedmioty znajdujące się w pobliżu niej. O ile więc „sama” niejako wysokość, jak w doświadczeniu 10. jest cechą ustępującą, o tyle w połączeniu ze znaczniejszym polem górnej powierzchni, a więc w niewątpliwej bryle (w sensie praktycznym) — gra poważną rolę w orientacji *Bembex rostrata* (L.)

13. Doświadczenie (odpowiadające 18. doświadczeniu z pracy T. et K.)

Эксперимент 13. (отвечающий 18. эксперименту Т. и К.)

Experiment 13. (corresponding to experiment 18. of T. et K.)

6 czarnych, drewnianych półkul o promieniu $r = 2$ cm przeciw 6 cynkowym krążkom o promieniu $r' = 2$ cm z 4 czarnymi i 4 żółtymi sektorami (fig. 27).

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		krążki кружки circles	półkule полушария hemispheres
B_{28}	12—VII—1951	0	14
B_{33}	16—VII—1951	0	12
		0	26

Philanthus triangulum (F.) z pracy T. et K. dał wynik:

	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
	krążki кружки circles	półkule полушария hemispheres
osy 66, 67	6	33

14. Doświadczenie (odpowiadające 20. doświadczeniu z pracy T. et K.)

Эксперимент 14. (отвечающий 20. эксперименту Т. и К.)
Experiment 14. (corresponding to experiment 20. of T. et K.)

W tym doświadczeniu przeciwstawiono żółty, wypukły, drewniany pierścień o wysokości $h=2$ cm płaskiemu pierścieniowi z 16 czarnymi i 16 żółtymi sektorami (fig. 28 a, b).

Osa - Osa Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		płaski ПЛОСКИЕ plane	wypukły ВЫПУКЛЫЕ convex
B_{27}	12-VII-1951	2	13
B_{28}	12-VII-1951	6	21
B_{30}	14-VII-1951	1	11
B_{33}	17-VII-1951	1	14
		10	59

Philanthus triangulum (F.) z pracy T. et K. wybrał odpowiednio:

osy 71, 72	0	18
------------	---	----

Cerceris arenaria (L.) ♀:

CA_{13}	11-VII-1951	6	16
-----------	-------------	---	----

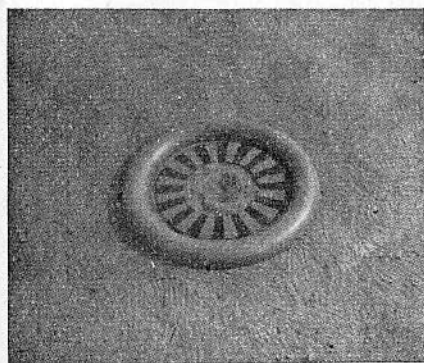
Wyniki tych dwu doświadczeń uzupełniają i potwierdzają wy-
ciągnięty wyżej wniosek o znaczeniu wysokości znaków orienta-
cyjnych dla wracających do gniazda samic *Bembex rostrata* (L.).
Wysokość jako cecha bryły o wystarczająco dużym polu górnej
powierzchni przeważa nad płaskimi znakami orientacyjnymi na-
wet wówczas gdy te ostatnie są rozczłonkowane barwnie, a bryły
jednostajnie zabarwione.

Rysuje się to wyraźnie, gdy skomasować wyniki doświadczeń 11.,
12., 13. i 14., uzyskane na 6 osobnikach *Bembex rostrata* (L.):

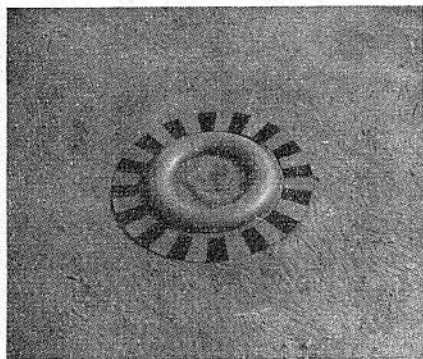
Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
plaskie плоские plane	bryłowate глыбообразные three-dimensional
18	158

Te wyniki są na ogół podobne do ogłoszonych odnośnie *Philanthus triangulum* (F).

W celu dalszego ustalenia znaczenia wysokości wśród innych cech znaków orientacyjnych podczas orientacji wzrokowej *Bembex*



a



b

Fig. 28a, b. Układy tresurowe do 14. doświadczenia.

Система дрессировки к 14. эксперименту.

Training systems for experiment 14.

rostrata (L.) w pobliżu gniazda przeprowadzono następujący eksperyment.

15. Doświadczenie (odpowiadające 23. doświadczeniu z pracy T. et K.)

Эксперимент 15. (отвечающий 23. эксперименту Т. и К).
Experiment 15. (corresponding to experiment 23. of T. et K).

Po tresurze na 6 czarnych, drewnianych półkul o promieniu $r=2$ cm i 6 czarnych krążków o promieniu $r'=2,8$ cm (fig. 22) przeciwstawiono wspomnianym krążkom białe, szare lub żółte półkule.

Test niniejszy jest modyfikacją eksperymentu 11-go. Dochodzi tu hamowanie wyboru półkul z powodu zmian barw tych półkul w układach doświadczalnych. Marginesowo zyskujemy poza tym pewien materiał do oceny wagi barw dla orientacji przestrzennej *Bembex rostrata* (L.)

Osa Oca Wasp	Data Дата Date		Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
			krażki кружки circles	półkule полусферы hemispheres
B_{23}	13—VII—1951	(białe) (белые) (white) (szare) (серые)	13	1
B_{33}	16—VII—1951	(szare) (серые) (grey) (żółte) (жёлтые)	12	1
B_{10}	23—VII—1951	(żółte) (жёлтые) (yellow)	9	3
			34	5

Otrzymane tu wyniki trzeba traktować ostrożnie, gdyż dysponujemy zbyt małym materiałem liczbowym. Sprawę znaczenia barwy sygnałów optycznych trzeba będzie opracować osobno w dalszych eksperymentach. Z wyników powyższego doświadczenia możemy wyciągnąć wniosek, że w orientacji *Bembex rostrata* (L.) podczas powrotu do gniazda barwa jest zapewne czynnikiem bardziej decydującym od bryłowatości, w przeciwieństwie do *Philanthus triangulum* (F.), który niezmiennie wybierał półkule (20:0).

Na zakończenie serii testów poświęconych roli wysokości znaków orientacyjnych przeprowadzono:

16. Doświadczenie (odpowiadające 32. doświadczeniu z pracy T. et K.)

Эксперимент 16. (отвечающий 32. эксперименту Т. и К.)
Experiment 16. (corresponding to experiment 32. of T. et K.)

W tym eksperymencie przeciwstawianych jest 6 pionowych patyków ($r=6$ mm, $l=12$ cm) 6 identycznym patykom leżącym promieniście w układzie gwiazdowym (fig. 3).

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		leżące лежащие lying	stojące стоящие standing
B_{28}	14-VII-1951	0	15
B_{30}	14-VII-1951	0	10
		0	25

W tym przypadku decydująca jest rola wysokości, zaś oddziaływanie powierzchni jest znikome.

Pozostaje nam jeszcze do rozpatrzenia rola cienia. Z tym elementem spotykaliśmy się już wielokrotnie, a ze szczególniejszą wyrazistością w doświadczeniach 9. i 10. Poniższe doświadczenie dzięki odpowiednio dobranym niezmiennym innym cechom pozwala na analizę znaczenia samego cienia.

17. Doświadczenie (odpowiadające 22. doświadczeniu z pracy T. et K., nieco zmodyfikowane).

Эксперимент 17. (отвечающий 22. эксперименту Т. и К., немного модифицированный).

Experiment 17. (corresponding to experiment 22. of T. et K. somewhat modified).

Po tresurze na 3 czarne, drewniane półkule o promieniu $r=2$ cm i 3 czarne krążki o promieniu $r'=2,8$ cm (fig. 29), przeciwstawiono 3 czarne krążki o promieniu $r'=2,8$ cm do połowy w białe w ziemię stycznie do kierunku padania promieni słonecznych takim samym trzem krążkom w ten sposób w białym w ziemię, że rzucały maksymalny cień (fig. 30).

Osa Oca Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		minimalny cień минимальная тьень minimal shadow	maksymalny cień максимальная тьень maximal shadow
B_{44}	3-VIII-1951	2	9

Wynik niniejszego doświadczenia zdaje się wskazywać na to, że w pewnych przypadkach, gdy nie wchodzi w rachubę inne, bardziej wygodne elementy otoczenia gniazda, *Bembex rostrata* (L.) może wykorzystywać do orientacji przestrzennej cień rzucany przez przedmioty.

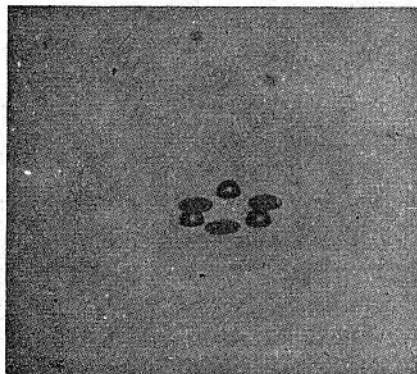


Fig. 29. Układ tresurowy do 17. doświadczenia.
Система дрессировки к 17. эксперименту.
Training system for experiment 17.



Fig. 30. Układ doświadczalny do 17. doświadczenia.
Экспериментальная система к 17. эксперименту.
Experimental system for experiment 17.

Oddalenie od gniazda

Отдаление от гнезда

Distance from nest

W celu uchwycenia roli oddalenia znaku orientacyjnego od gniazda dla orientacji przestrzennej wardzanek (*Bembex rostrata* (L.)), przeprowadzono następujące doświadczenie.

18. Doświadczenie (odpowiadające 53. doświadczeniu z pracy T. et K.)

Эксперимент 18. (отвечающий 53. эксперименту Т. и К.)
Experiment 21. (corresponding to experiment 53. of T. et K.)

4 żółte, drewniane sześciiany o wymiarach $4 \times 4 \times 4$ cm przeciw 4 żółtym sześciansom o wymiarach $8 \times 8 \times 8$ cm, leżącym w podwójnej odległości (ok. 24 cm) od środka układu (fig. 31, por. fig. 20).

Osa Osa Wasp	Data Дата Date	Częstość wyboru: Частота выбора: Frequency of choice:	
		bliższe ближайшие nearer	dalsze дальнейшие farther
B_{28}	13—VII—1951	15	6
B_{30}	14—VII—1951	7	0
		22	6

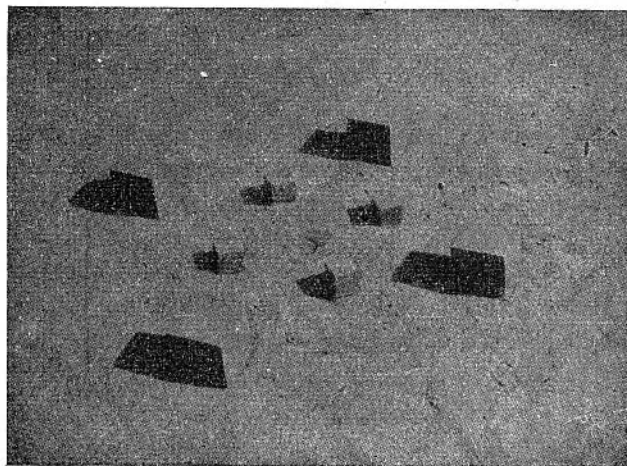


Fig. 31. Układ tresurowy do 18. doświadczenia.

Система дрессировки к 18. эксперименту.

Trainig system for experiment 18.

Odnośny wynik u *Philanthus triangulum* (F.) z pracy T. et K. był:

osy 156, 157

2

13

Z porównania tych danych wynikało by, że *Bembex* w odróżnieniu od *Philanthus* zwraca uwagę na bliższe gniazda przedmioty.

4. Omówienie wyników

Z porównywanych wyników przy omówionych wyżej doświadczeniach można się zorientować, jak wielkie podobieństwa psychiczne pod względem analizowanej przez nas orientacji przestrzennej wykazuje *Bembex rostrata* (L.) i *Philanthus triangulum* (F.) Uzasadnienia tego szukać należy przede wszystkim w bliskim stanowisku systematycznym tych gatunków, oraz w zbliżonych niszach ekologicznych, jakie zajmują odnośnie zakładania gniazda, a w związku z tym — w ich podobieństwach etologicznych.

Przede wszystkim więc stwierdzamy jednakową hierarchię zmysłów u obu omawianych gatunków podczas orientacji w pobliżu gniazda:

wzrok > inne zmysły¹⁾.

Niewielkie tylko różnice widzimy u nich w hierarchii cech odgrywających rolę we wzrokowej orientacji. Zestawienie porównawcze przebadanych cech jest podane na str. 61.

W oparciu o test 15. należy zwrócić uwagę na większą rolę zabarwienia znaku orientacyjnego w procesach rozpoznawczych *Bembex rostrata* (L.) niż *Philanthus triangulum* (F.) Cecha ta, jak poucza doświadczenie, może przeważać nad bryłowatością.

* * *

Na zakończenie dyskusji wyników przeprowadzonych doświadczeń należy zwrócić uwagę na stosunek tych wyników w odniesieniu do naturalnych warunków, w jakich żyją omawiane owady.

Prawie wszystkie testy, z wyjątkiem 16. oparte były na sztucznych znakach orientacyjnych. Jednakże transpozycja uzyskanych wyników na przedmioty naturalne, jak kamienie, liście i t.p. nie przedstawia zasadniczej trudności. Na ogół także znaczenie biologiczne hierarchii cech wydaje się niewątpliwe. Przedmioty większe,

¹⁾ Znaczek > zastosowano w tym ustępie na oznaczenie dominacji jednego z porównywanych elementów nad drugim. Przy wyborze cech $A \gg B$ znaczy że znak orientacyjny A jest wybitnie przekładany nad B.

GRUPA I — test 18;		oddalenie od gniazda	
<i>Bembex rostrata</i> (L.) ♀♀ (B.) . . .		bliższe (małe)	> dalsze (duże)
<i>Philanthus triangulum</i> (F.) ♀♀ (P.)		„	< „
GRUPA II — testy: 7, 5; 6; 16; 11, 12; 8, 9, 10; 17;		bryłowatość	
B.	duża powierzchnia górna; niskie	>	mała pow. górna; wysokie
P.	„	<	„
B.	wysokie (duża powierzchnia górna)	>	niskie (duża powierzchnia górna)
P.	„	>	„
B.	wysokie (wąskie)	>	niskie (wąskie)
P.	„	>	„
B.	bryłowe (mniejsza powierz. górna)	>	plaskie (nieco większa pow. górna)
P.	„	≅	„
B.	bryłowe mniejszy cień	≅	brak powierzchni górnej większy cień
P.	„	>	„
B.	maksymalny cień	>	minimalny cień
P.	„	>	„
GRUPA III — testy: 13, 14; 2, 3;		rozcłonkowanie barwne	
B.	wypukłe jednobar.	>	bardziej rozcłonk. barwne; płaskie
P.	„	>	„
B.		>	mniej rozcłonk. barw. pł.; (małe)
P.		>	„
B.		>	jednobar. pł.; (duże)
P.		>	„
GRUPA IV — test 4;		wielkość	
B.	duże (płaskie)	>	małe (płaskie)
P.	„	>	„

przekładane przez badane owady, są zarazem cięższe i tym samym stanowią bardziej trwałą element otoczenia gniazda. Niewielka znowu rola cienia w orientacji przestrzennej staje się zrozumiała, gdy uwzględnimy jego zmienny i okresowy charakter, nie mówiąc już o tym, że najczęściej spotykane w piaszczystym terenie cienie są rzucane przez brzegi zagłębień wyciśniętych w piasku przez przechodzące tamtędy zwierzęta. Oczywiście tego rodzaju elementy są nadzwyczaj nietrwałe.

*Instytut Zoologiczny Uniwersytetu Warszawskiego i Zakład Psychologii
i Etologii Zwierząt Uniwersytetu Jagiellońskiego*

*Зоологический Институт Варшавского Университета и Лаборатория
Психологии и Этологии Животных Ягеллонского Университета, Краков*
*Zoological Institute, Warsaw University and Department of Psychology
and Ethology of Animals, Jagellonian University, Cracow*

5. Streszczenie

Niniejsza praca stanowi przyczynek do badań porównawczych nad orientacją owadów żyjących na piaskach, jako jednego z zagadnień w ogólnym problemie poszukiwania związku między środowiskiem a psychiką zwierzęcia.

Doświadczenia przeprowadzono na wardzance, *Bembex rostrata* (Linneé), jako przedstawicielu owadów piaskowych. W zespole testów, jakim poddano tego owada, chodziło o zbadanie hierarchii zmysłów i cech środowiska posiadających znaczenie dla orientacji przestrzennej samicy *Bembex rostrata* (L.) w końcowym etapie ich powrotnej drogi do gniazda i porównanie ich z analogicznymi dyspozycjami taszczyzna, *Philanthus triangulum* (Fabricius) zbadanego już dawniej przez Tinbergena i Kruyta (1938).

Eksperymenty polegały na tresurze osy na dwa zespoły sygnałów optycznych umieszczonych przy norce, a następnie na rozmieszczaniu każdego z nich oddzielnie wokół dwu sztucznych nerek. — Odpowiednie kombinacje zostały przedstawione na fig. 2. Sygnałem optycznym był albo zespół „a”, albo „b”. W przypadku pierwszym dawał się rozłożyć na dwie grupy składowe „c”, w przypadku drugim — na dwie grupy składowe „d”. — Notowano, do którego układu doświadczalnego owady chętniej przylatują.

W doświadczeniach wstępnych stwierdzono, że ♀ *Bembex rostrata* (L.) podczas powrotu do gniazda odnajduje otoczenie norki w opar-

ciu przede wszystkim o wzrok, zaś jeśli chodzi o hierarchię cech elementów otoczenia gniazda przekłada:

- a) znaki orientacyjne leżące bliżej nad dalej położone;
- b) bryłowate nad płaskie;
- c) wśród sygnałów bryłowatych — przedmioty o większym polu górnej powierzchni nad znaki orientacyjne o mniejszej górnej powierzchni,
— wyższe znaki orientacyjne nad niższe;
- d) płaskie, bardziej rozczłonkowane barwnie nad płaskie mniej rozczłonkowane barwnie i nad równomiernie zabarwione;
- e) większe znaki orientacyjne nad mniejsze.
- f) podkreślić należy dużą rolę barwy znaku orientacyjnego. Ta cecha może przeważać nad bryłowatością.
- g) pewne znaczenie posiada także cień rzucany przez przedmioty leżące w pobliżu gniazda.

Z porównania wyników uzyskanych w niniejszej pracy z analogicznymi danymi otrzymanymi u *Philanthus triangulum* (F.) daje się zauważyć daleko idące podobieństwo między obu gatunkami błonkówek. W przeważającej większości testów wyniki były identyczne. Bezsprzecznie wynika to zarówno z niezmiernie podobnej etologii obu tych gatunków *Sphegidae*, jak i z ich pokrewieństwa, uwarunkowanego bliskim stanowiskiem w systemie naturalnym i związanych z tym podobieństw anatomiczno-fizjologicznych.

Dopiero dalsze badania nad owadami spokrewnionymi z powyższymi gatunkami, a różniącymi się behawiorem oraz nad podobnymi pod względem etologicznym owadami piaskowymi, należącymi do innych grup mogą rozświetlić kwestię, jakie elementy behawioru opierają się na pokrewieństwach filogenetycznych, a jakie są związane z zamieszkiwaniem biotopów piaszczystych.

6. Резюме

Настоящая работа дает некоторые материалы к сравнительным исследованиям ориентировки насекомых живущих на песках, как к одному из вопросов касающихся общей проблемы выявления связи между местом обитания и психикой животного.

Опыты производились на *Bembex rostrata* (Linné), как на представителе песчаных насекомых.

В сериях опытов, каким подвергалось это насекомое, исследовалась иерархия органов чувств и иерархия признаков среды имеющих значение для пространственной ориентировки самок *Bembex rostrata* (L.) в конечном этапе их возвратной дороги в гнездо и сравнение их поведения с аналогическим поведением *Philanthus triangulum* (Fabricius), который был исследован в свое время Тинбергеном и Круйтом (Tinbergen et Kruyt 1938).

В опытах проводилась дрессировка осы на двух комплексах оптических сигналов помещаемых около норки, а затем размещаемых каждый отдельно вокруг двух искусственных норок. Соответственные комбинации представлены на фиг. 2. Оптическим сигналом был, или комплекс „a”, или „b”. В первом случае можно его было разложить на две составные группы „c”, во втором случае на две составные группы „d”.

Отмечалось, к которой из употребляемых в опытах систем насекомые охотнее прилетали.

В предварительных опытах констатировано, что ♀ *Bembex rostrata* (L.) во время возврата в гнездо находит место норки опираясь прежде всего на зрение. Что касается иерархии признаков элементов среды гнезда, то она предпочитает:

- a) ближе расположенные знаки — расположенным дальше;
- b) глыбообразные — плоским;
- c) среди глыбообразных: — предметы с большей верхней поверхностью, — предметам с меньшей верхней поверхностью;
более высокие знаки — более низким;
- d) плоские с более расчлененной окраской, плоским с менее расчлененной окраской, или одноцветным;
- e) знаки больших размеров, знакам меньших размеров.
- f) следует подчеркнуть большую роль окраски ориентирующего знака. Этот признак может иметь большее значение чем глыбообразность предмета.

г) некоторое значение имеет тоже тень, которую бросают предметы лежащие вблизи гнезда.

Сравнивая полученные в настоящей работе результаты с аналогическими данными для *Philanthus triangulum* (F.) можно заметить большое сходство между обоими видами этих перепончатокрылых. В большинстве опытов результаты были тождественные. Несомненно это объясняется чрезвычайно сходной этиологией этих двух видов *Sphegidae*, а также их родством обусловленным близким положением в естественной системе и связанными с этим анатомо-физиологическими сходствами. Дальнейшие исследования над насекомыми родственными выше упомянутым видам, но отличающимися нравами, а с другой стороны над видами сходными с этологической точки зрения но принадлежащими к другим группам, могут выяснить вопрос, какие элементы поведения связаны с филогенетическим родством, а какие обусловлены проживанием в песчаных биотопах.

7. Summary

The aim of the present paper is to contribute to the comparative study of the orientation of animals living on sand treated as one of the aspects of a wider problem — that of determining the relation between the psychic of animals and their environment.

Bembex rostrata (Linné), family *Sphegidae*, a representative of the animals living on sand, was subjected to a series of tests in order to determine and classify the influence of the animal's senses and the various characteristics of its environment upon the orientation of the animal in the last stage of its return to the nest. The results were compared with those reached by Tinbergen and Kruyt (1938) in similar experiments on *Philanthus triangulum* (Fabricius).

The tests consisted in training the wasp by means of two sets of optical sings placed at the nest of the insects and subsequently each of them being placed at two artificial nests. The corresponding arrangements of sings are represented on fig. 2.

The optical sign consisted either of set „a” or set „b”. In the former case it was subdivided into two component parts „c”, in

the latter into two component parts „d”. It was recorded then, which of the above arrangements was most frequented by the wasps.

The preliminary experiments showed that it was mainly vision which enabled the insect to find the surroundings of the nest on its way back. The experiments showed further that among the various elements of the surroundings the insect preferred:

- a) objects placed near the nest to those placed farther;
- b) three-dimensional objects to plane ones;
- c) among three-dimensional objects — objects of a larger upper surface to those of a smaller upper surface,
— higher objects to lower ones;
- d) plane objects, more differentiated in colour, to those less differentiated in colour and to one-coloured objects;
- e) larger objects to smaller ones.
- f) Colour was found to be a very important factor, often of more significance than the three-dimensional shape of objects.
- g) The shadow of objects placed near the nest was found to have some significance too.

The comparison of the results arrived at in this paper with those of the experiments on *Philanthus triangulum* (Fabricius) shows a close resemblance of the two species of *Hymenoptera*. In most cases the results were identical. The resemblance arises obviously from a very similar ethology of the two species of *Sphagidae*, here in question, as well as from their close systematic relationship and the resulting anatomical and physiological affinities.

Future experiments on insects related systematically to the above species and differing in behaviour, as well as of other insects living on sand of similar ethology belonging, however, to other systematic groups, will show which elements of behaviour can be explained by phylogenetic relationship and which are connected with the mode of life in sand biotopes.

3. Piśmiennictwo

Литература — Literature

- Alten, H. v.: Zur Phylogenie des Hymenopterengehirns; Jen. Z. Naturw., Jena, 46, 1910, pp. 511—590, tt. 4.
- Beusekom, G. van: Some experiments on the optical orientation in *Philanthus triangulum* Fabr.; Behaviour, London, 1, 1948, pp. 195—225.
- Bischoff, H.: Biologie der Hymenopteren; Berlin, 1927, pp. 598, ff. 224.
- Bouvier, E. L.: La retour au nid chez les Hyménoptères prédateurs du genre *Bembex*; C. R. Soc. Biol., Paris, 52, 1900a, pp. 874—876.
— Les habitudes des *Bembex*. (Monographie biologique); L'Année Psychologique, 7, 1900b, pp. 1—68, ff. 4.
- Fabre, J. H.: Souvenirs entomologiques; Paris 1923—1925.
- Forel, A.: Das Sinnesleben der Insecten, München, 1910, pp. IV+393.
- Frisch, K. v.: Der Farbensinn und Formensinn der Biene; Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zool., Jena, 35, 1915, pp. 1—182, tt. 1—5, ff. 12.
- Graber, V.: Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere; Prag u. Leipzig, 1884, pp. 1—322.
- Hertz, M.: Die Organisation des optischen Feldes bei der Biene;
I. Z. vergl. Physiol., Berlin, 8, 1929, pp. 693—748.
II. Z. vergl. Physiol., Berlin, 11, 1930, pp. 107—145.
III. Z. vergl. Physiol., Berlin, 14, 1931, pp. 629—674.
- Ilse, D.: Über den Farbensinn der Tagfalter; Z. vergl. Physiol., Berlin, 8, 1928, pp. 658—692.
- Jonescu, C. N.: Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn der Honigbiene; Jen. Z. Naturw., Jena, 45, 1909, pp. 111—180, tt. 5.
- Kenyon, C. F.: The brain of the bee; J. Comp. Neurol., Philadelphia, 6, 1896, pp. 133—210, tt. 9.
- Knoll, F.: Insekten und Blumen; I—III. Abh. Zool.-bot. Ges., Wien, 12, 1921—1922—1926, pp. 1—645, tt. 10.
- Kugler, H.: Hummeln als Blütenbesucher; Ergebn. Biol., Berlin, 19, 1943, p. 143—323, ff. 85.
- Kühn, A.: Farbensinn der Bienen; Z. vergl. Physiol., Berlin, 5, 1927, pp. 762—800.
- Kühn, A. und Fraenkel, G.: Über das Unterscheidungsvermögen der Bienen für Wellenlängen im Spektrum; Nachr. Ges. Wiss. Göttingen Math.-Phys. Kl., Berlin, 1927, pp. 1—6.
- Kühn, A. und Pohl, R.: Dressurfähigkeit der Bienen auf Spektrallinien; Naturwissenschaften, Berlin, 1921.
- Lubbock, J.: On the sense of color among some of the lower animals; J. Linn. Soc. Zool., London, 16, 1881, pp. 121—127.
- Mc Indoo, N. E.: The senses of Insects; Ann. Rep. Smithson. Instrn., Washington, 1920 (1922), pp. 461—483, tt. 1, ff. 15.
- Minkiewicz, R.: Nids et proies des Sphégiens de Pologne;
I. Polsk. Pismo Ent., Lwów, 10, 1931, pp. 196—218, tt. 6.

- II. Polsk. Pismo Ent., Lwów, 11, 1932, pp. 98—112, tt. 1.
- III. Polsk. Pismo Ent., Lwów, 12, 1933, pp. 181—261, tt. 5, pl. 1, ff. 3.
- Molitor, A.: Neue Versuche und Beobachtungen an Grabwespen;
- I. Biol. Zbl., Leipzig, 51, 1931, pp. 412—424.
- II. Biol. Zbl., Leipzig 52, 1932, pp. 449—468.
- III. IV. Biol. Zbl., Leipzig, 53, 1933, pp. 160—165, 496—512, ff. 5.
- V, VI. Biol. Zbl., Leipzig, 54, 1934a, pp. 169—180, 450—466, ff. 1.
- VII. Biol. Zbl., Leipzig, 55, 1935, pp. 163—168.
- VIII. Biol. Zbl., Leipzig, 56, 1936a, pp. 189—198.
- IX. Biol. Zbl., Leipzig, 57, 1937, pp. 35—38.
- Neue Beobachtungen und Versuche mit Grabwespen. (Neue Folge); Mitt. deutsch. ent. Ges., Berlin, 12, 1944, pp. 35—39.
- Beiträge zur Ökologie und Ethologie der Hymenopteren; Boll. Lab. Ent, Bologna, 6, 1934b, pp. 151—163.
- Experimentelle Beiträge zur Ethologie der Hymenopteren; Biol. Zbl., Leipzig, 56, 1936b, pp. 518—532.
- Experimentelle Untersuchungen betreffend den Farbensinn der Sphegiden; Festschr. 60. Geburtst. E. Strand, Riga, 4, 1938, pp. 438—452.
- Zum Farbensinn der Faltenwespen; Zool. Anz., Leipzig, 126, 1939a, pp. 259—264.
- Das Verhalten der Räubwespen;
- I. Z. Tierpsychol., Berlin, 3, 1939b, pp. 60—74, ff. 4.
- II. Z. Tierpsychol., Berlin, 4, 1940, pp. 347—371.
- Rabaud, É.: L'orientation lointaine et la reconnaissance des lieux; Paris, 1927, pp. 112, ff. 30.
- Tieplow, B.: Psychologia; Warszawa, 1950, pp. 230, ff. 35.
- Tinbergen, N.: Über die Orientierung des Bienenwolfes (*Philanthus triangulum* Fabr.);
- I. Z. vergl. Physiol., Berlin, 16, 1932, pp. 305—334, ff. 19.
- II. Z. vergl. Physiol., Berlin, 21, 1935, pp. 699—716, ff. 5.
- Tinbergen, N. und Kruyt, W.: Über die Orientierung des Bienenwolfes (*Philanthus triangulum* Fabr.)
- III. Z. vergl. Physiol., Berlin, 25, 1938, pp. 292—334, ff. 38.
- Tinbergen, N. und Van der Linde, R. J.: Über die Orientierung des Bienenwolfes (*Philanthus triangulum* Fabr.)
- IV. Biol. Zbl., Leipzig, 58, 1933, pp. 425—435, ff. 5.
- Wheeler, W. M.: Demons of the dust; New York, 1930, pp. XVIII+378, ff. 48.
- Wojtusiak, R. J.: Rozróżnianie barw u zwierząt a barwy kwiatów; Kosmos B, Lwów, 62, 1937, pp. 259—284, ff. 5.
- Zerrahn, G.: Formdressur und Formunterscheidung bei der Honigbiene; Z. vergl. Physiol., Berlin, 20, 1933, pp. 117—150, ff. 20.
- Ziegler, H. E.: Über die Gehirne der Insekten; Naturw. Wochenschr., Jena, 27, 1912, pp. 433—442.