

ZBIGNIEW T. DĄBROWSKI  
Instytut Ochrony Roślin AR  
Warszawa-Ursynów

## Cechy roślin decydujące o ich atrakcyjności lub repelentności dla roślinożernych roztoczy i owadów

Plant characters responsible for attraction  
or repellency of phytophagous mites and insects

### 1. Ogólna charakterystyka powiązań między roślinami a stawonogami

Obserwowane obecnie powiązania pomiędzy roślinożernymi roztoczami i owadami a ich roślinami żywicielskimi są wynikiem wieloletniego i nadal trwającego procesu ewolucyjnego. Odrzucając nagle powstałe mutacje, możemy stwierdzić, że jakiegokolwiek zmiany ewolucyjne w tym układzie powiązań są ograniczane z jednej strony rozwojem mechanizmów obronnych w roślinach, a z drugiej przeciwdziałającym im adaptacjom owadów (B r u e s 1920).

Podstawowe zależności pomiędzy roślinami żywicielskimi a szkodnikami opierają się na zjawisku zaspokajania przez roślinę żywicielską specyficznych wymagań pokarmowych i ekologicznych danego gatunku szkodnika w takim zakresie, w jakim nie oferują mu inne gatunki roślin. Owad, z kolei, rozpoznaje swoją roślinę żywicielską dzięki posiadaniu specyficznego „instynktu botanicznego” i wybiera ją w warunkach naturalnych w sposób zadziwiająco nieomylny. Mechanizmy działania bodźców roślinnych i reakcji owadów, które warunkują ów „botaniczny instynkt”, były przedmiotem zainteresowań wielu badaczy. Już B r u e s (1920) wskazał, że botaniczny instynkt owadów są to czułe reakcje danego gatunku na kompleks fizycznych i chemicznych bodźców pochodzących z roślin.

Informacje na temat wyboru roślin żywicielskiej przez roztocze (*Acarina*) są jeszcze nieliczne. O s a k a b e (1963) wyróżnia 2 fazy w zachowaniu się przedziorków (na przykładzie *Tetranychus kanzawai* Kis.) przy odnajdywaniu rośliny żywicielskiej: a) faza poszukiwania pokarmu i b) faza akceptacji pokarmu. Uważał on, że dopiero w fazie akceptacji pokarmu następuje ostateczny wybór rośliny żywicielskiej, a więc podobnie u owadów. Potwierdziły to w pełni prace R o d r i g u e z a et al. (1971), Dąbrowskiego i R o d r i g u e z a (1971, 1972) i Dąbrowskiego (1971b, 1973a, 1973b).

Wybór rośliny żywicielskiej dokonywany przez owady z pewnej odległości następuje w wyniku „prób i błędów” lub też w wyniku przycią-

gającego działania pokarmu. W drugim przypadku roślina żywicielska działa na owada poprzez bodźce wizualne (zabarwienie czy intensywność odbitego światła), dotykowe przy zetknięciu się ciała owadów z powierzchnią rośliny i chemiczne (zapachowe i smakowe) (Brues 1920). Bodźce takie nie działają zwykle pojedynczo, ale tworzą łańcuchowe bodźce, które wywołują specyficzne zachowanie się (behavior) owada, w którym każda reakcja odnosi się do poszczególnych bodźców wydzielanych przez roślinę lub jej część (Richardson 1925, Kennedy 1927, Uvarov 1933). Wyraźnie ilustrują to schematy przedstawiające wybór rośliny żywicielskiej przez owady (de Wilde, Brader, Ficheler 1965, Dąbrowski 1970).

Owady poszukują rośliny żywicielskiej w celu złożenia jaj, odżywiania się i ukrycia. Przyczyny te mogą działać pojedynczo w przypadku gatunków, u których osobnik dojrzały pobiera inny pokarm niż formy młodociane (motyle, *Lepidoptera*; dwuskrzydłe, *Diptera*) lub też mogą działać w kombinacjach pomiędzy sobą, między innymi u pluskwiaków (*Homoptera* i *Heteroptera*) i chrząszczy (*Coleoptera*) (Cripps 1947, Murpey i Burbutis 1967). Na przykład wiele chrząszczy kieruje się do rośliny żywicielskiej w celu złożenia jaj i pobrania pokarmu. Szereg właściwości roślin pozwala owadom na zlokalizowanie odpowiedniej rośliny żywicielskiej.

Mechanizmy pozwalające owadom na znalezienie właściwej rośliny żywicielskiej w celu żerowania i składania jaj mogą być reakcją na takie same lub różne bodźce wydzielane przez rośliny. Na przykład ta sama roślina służy jako pokarm zarówno stadium larwalnym jak i osobnikom dorosłym w przypadku większości owadów o rozwoju niezupełnym i u wielu gatunków chrząszczy. Przyciąganie dojrzałych owadów do pokarmu lub w celu składania jaj może więc być wynikiem działania przynajmniej części tych samych bodźców. Zjawisko takie jest natomiast rzadziej spotykane u motyli, dwuskrzydłowych lub błonkówek (*Hymenoptera*). Owady dorosłe w przypadku gatunków z tych rzędów odżywiają się z reguły nektarem lub innymi wydzielinami roślin, znacznie różniącymi się od pokarmu larw. Wraz z dojrzewaniem gruczołów płciowych u postaci dorosłych, szczególnie u samic, pojawia się zdolność ukierunkowanych reakcji na różne podniety wydzielane przez roślinę żywicielską larw, których wynikiem końcowym jest złożenie jaj w pobliżu lub na tych roślinach. Figura 1 obrazuje kierunki lotów nasionnicy jabłoniowej, *Rhagoletis pomonella* (Walsh), która się odżywia rosą miodową, nektarem itp. substancjami, a składa jaja na jabłkach. Zachownie jej musi być modyfikowane działaniem zupełnie odmiennych bodźców, gdy porusza się ona w koronie drzew i na terenie otwartym.

## 2. Wpływ zabarwienia roślin

Rozpatrując cechy roślin wywołujące reakcje roztoczy i owadów musimy pamiętać, że organizmy te żyją w świecie odmiennym od naszego i zmysły ich są bardzo różne od naszych, dlatego otaczające przedmioty widzą one odmiennie.

Reakcje owadów na barwy roślin wiążą się z ich właściwościami odbioru różnych fal świetlnych od powierzchni roślin. Owady dodatnio reagują na fale świetlne w szerokim zakresie ich długości: od około 3 600 Å (ultrafiolet) do 7 200 Å (czerwień). Cechą charakterystyczną jest tu wyd-

łużenie widzialnego widma w kierunku krótkich fal świetlnych, a więc czerwień jest przez wiele owadów odbierana jako ciemność. Weiss i współpracownicy (Weiss, McCoy, Boyd 1944) zbadali w laboratorium reakcje ponad 1 500 owadów, należących do ponad 50 gatunków z kilku rzędów, na różne długości fali świetlnej. Stwierdzili oni, że na ogół maksymalną wrażliwość na fale świetlne, przy tej samej intensywności osiągało przy długości fali w ultrafiolecie. Fal tych oko ludzkie nie odbiera i nie

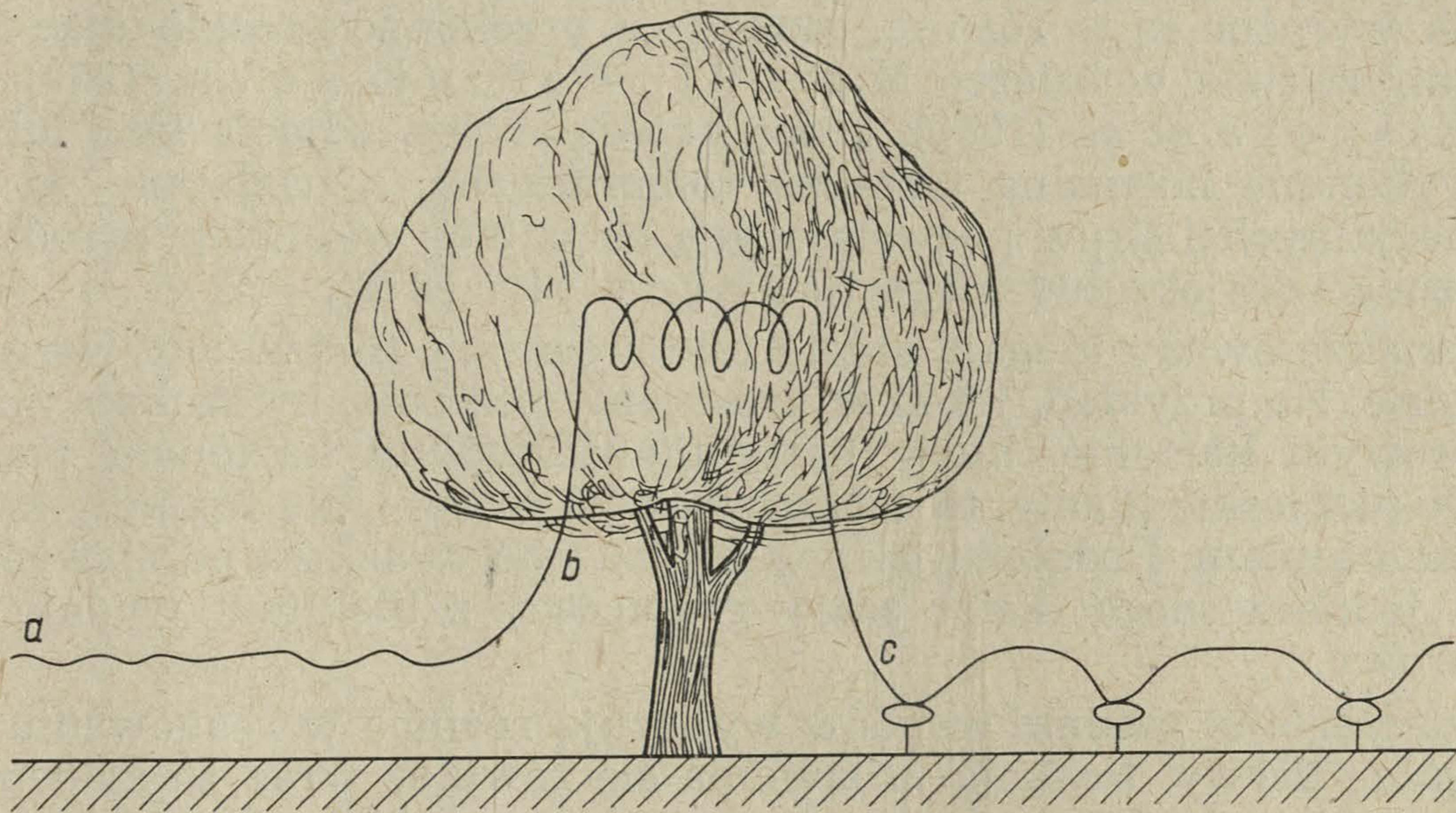


Fig. 1. Charakterystyka lotu dorosłych osobników nasionnicy jabłoniowej, *Rhagoletis pomonella*

a — poziom lotu po okresie żerowania na terenie otwartym, b — poziom lotu po natrafieniu na drzewo (faza reagowania na figury okrągłe, ciemno zabarwione), c — poziom lotu głodnych samic po złożeniu jaj (faza reagowania na barwę żółtą) (wg Kringa 1969)

Schematic representation of the three behavioural stages of adult apple maggot flies, *Rhagoletis pomonella*

a — level of flight of adults after feeding on an open field, b — change in flight behaviour after the flies encounter a tree (the phase of response to dark, sphere figures), c — the level of flight of hungry flies after laying their eggs (after Kring 1969)

wiemy, czy owady widzą ultrafiolet jako określoną barwę, czy też jako cienie o innej głębokości. Owady reagują również stosunkowo silnie na fale o długości od 4 920 do 5 150 Å (niebieska do niebiesko-zielonej), chociaż znacznie słabiej. Pewne gatunki nie odróżniają czerwieni od czerni. Dlatego też stwierdzono, że ważniejsza od wrażliwości organów wzroku owadów na różne typy promieniowania jest zdolność do rozróżniania pomiędzy różnymi intensywnościami promieniowania (Mazohin-Poršnjakov 1956).

Pszczoly odznaczają się silnym astygmatyzmem i znacznie mniejszą ostrością wzroku niż człowiek. Nie odróżniają czerwieni, mylą ją z czernią, tak jak błękit z zielenią, za to ultrafiolet widzą jako barwę (von Frisch 1967). Pszczoła żyje w świetle mniej lub bardziej gęstych cieni, które w miarę poruszania się stają się wyraźniejsze, co wiąże się z budową jej oczu. Dla pszczoły nie istnieją kwiaty białe, czy żółte, które w różnym stopniu odbijają promieniowanie ultrafioletowe (Chauvin 1956). Pszczoły i wiele innych owadów rozróżniają różne rodzaje bieli, zależnie od stopnia odbijania ultrafioletu. Z tego powodu światło, które pada przez

szklaną szybę, wydaje się im barwne, gdyż żadne szkło nie przepuszcza całkowicie ultrafioletu. Bezządlą pszczołę (*Trigonia*) wypuszczano na podłoże pomalowane w pasy dwiema białymi farbami, z których tylko jedna odbijała promieniowanie ultrafioletowe. Owady poruszały się dokładnie po granicy dwóch odmian bieli, których oko ludzkie nie potrafi rozróżnić.

Niejednokrotnie stwierdzono, że zdolność rozdzielcza barw u owadów i ludzi jest odmienna. Wskazuje to na niezbędną ostrożność przy ocenie zachowania się owadów, gdy odnosimy go do barwy rośliny lub jej części. Jak wyraźne są te różnice, można się przekonać przeglądając ilustracje zamieszczone w książce *M a z o h i n - P o r š n j a k o v a* (1969) i artykule *E i s n e r a et al.* (1969), które przedstawiają zdjęcia liści lub kwiatów wykonane normalną techniką fotograficzną, a następnie po założeniu specjalnych filtrów pozwalających na odbiór widma, poprzednio niewidocznego dla oka ludzkiego (*D a b r o w s k i* 1970).

Jednakże owady ulegają często takim samym złudzeniom wzrokowym jak ludzie. Na przykład, jeżeli wytresujemy pszczołę, by szukała miodu na purpurowym kartonie, który następnie zastąpimy kartonem szarym w okrągłe niebieskie plamy, to usiądzie ona na szarym, ale tuż przy krawędzi niebieskich plam. Podobnie jak ludzie jest ona wrażliwa na zjawisko kontrastu jednoczesnego: kolor szary graniczący z błękitem wydaje się jej purpurowy.

Poszczególne gatunki owadów wykazują różnice w reagowaniu na poszczególne barwy. Reakcja ta zmienia się również wraz ze stanem fizjologicznym owada. Stwierdzono, że ruch larw motyli uwarunkowany jest raczej przez bodźce wizualne (barwa i kształt przedmiotów), niż przez bodźce zapachowe, czy też przez próbowanie smaku przypadkowo napotkanych roślin. Gąsienice motyli *Vanessa io* (L.) *Vanessa urticae* (L.) i bielinka kapustnika, *Pieris brassicae* (L.) były przyciągane podczas żerowania do zielonego arkusza papieru. Reakcję tę utracą na krótko przed zapoczwarczeniem się. *I l s e* (1937), podała, że samice bielinka kapustnika w czasie składania jaj leciały do różnych roślin żywicielskich i usiadły na nich bębniły pierwszą parą odnóży o podłoże. Taką samą reakcję wywoływały arkusze papieru o kilku barwach wahających się od szmaragdowej zieleni do zielonego błękitu, ale nigdy żółte. Samice zawisaków były przyciągane do zielonych arkuszy, siadały również na żółtych, ale lekcewały niebiesko-zielone. Jednak i w tym przypadku sama barwa nie wystarczała do zainicjowania składania jaj. Do tego potrzebne były specyficzne bodźce zapachowe. *P r o k o p y* (1968a) stwierdził istotne zróżnicowanie reakcji samic nasionnicy jabłoniowej na przedmioty o różnym zabarwieniu. Ponad 4-krotnie więcej samic było przyciąganych przez czerwone sztuczne owoce, niż żółte. 3-4-krotnie więcej samic siadało na jasno i ciemnopomarańczowych sztucznych owocach niż na żółtych (tab. I). Odmiennie wyniki uzyskano badając reakcje na barwne prostokąty.

Zamroczniki (*Deilephila*), które odwiedzają kwiaty szałwi, odznaczają się niezwykle wrażliwością na kolor czerwono-fioletowy. Nie mylą go nigdy z niebiesko-zielonym, nawet przy bardzo słabym świetle, gdy np. oko ludzkie nie rozróżnia już barw.

Powszechnie znanym faktem jest odławianie mszyc i chrząszczy na żółte naczynia. Nie wszystkie jednak gatunki mszyc reagują na barwę żółtą, a te które uważa się za wrażliwe, reagują na nie tylko w pewnych okresach (*K r i n g* 1967). Fakt siadania na żółtych naczyniach świadczy, że mszyce znajdują się w stanie fizjologicznym zmuszającym je do zmiany

Tabela I

Atrakcyjność różnych barw dla dorosłych much nasionnicy jabłoniowej, *Rhagoletis pomonella* (Walsh) (Prokopy 1968)Response of apple maggot flies, *Rhagoletis pomonella* (Walsh) to coloured rectangles and spheres (Prokopy 1968)

A. Prostokąty o wymiarach 30×40 cm — Rectangles 30×40 cm					B. Kule o śred. 7,5 cm — Spheres 7,5 cm in diameter		
Nr testu —series	Zabarwienie- colour	średnie liczby much wylapywanych na 1 barwną płyte— mean numbers of flies trapped onto 1 colored rectangles			średnie liczby much wylapywanych na 1 barwną kulę — mean numbers of flies trapped onto 1 coloured spheres		
		samice-females	samce-males	razem-total	samice-females	samce-male	razem-total
1	Żółte — Yellow	9,0 <sub>a</sub>	3,8 <sub>a</sub>	12,8 <sub>a</sub>	33,5 <sub>c</sub>	36,3 <sub>c</sub>	69,8 <sub>c</sub>
	Jasnozielone — Light green	1,0 <sub>b</sub>	0,8 <sub>b</sub>	1,8 <sub>b</sub>	57,8 <sub>b</sub>	68,3 <sub>b</sub>	126,1 <sub>b</sub>
	Ciemnozielone — Dark green	1,0 <sub>b</sub>	0,8 <sub>b</sub>	1,8 <sub>b</sub>	58,0 <sub>b</sub>	83,3 <sub>b</sub>	141,3 <sub>b</sub>
	Niebieskie — Blue	0,3 <sub>b</sub>	0,5 <sub>b</sub>	0,8 <sub>b</sub>	74,8 <sub>a</sub>	146,8 <sub>a</sub>	221,6 <sub>a</sub>
2	Żółte — Yellow	16,8 <sub>a</sub>	8,0 <sub>a</sub>	24,8 <sub>a</sub>	27,3 <sub>c</sub>	18,3 <sub>c</sub>	45,6 <sub>c</sub>
	Jasnopomarańczowe — Light orange	2,0 <sub>b</sub>	1,3 <sub>b</sub>	3,3 <sub>b</sub>	56,5 <sub>b</sub>	67,8 <sub>b</sub>	124,3 <sub>b</sub>
	Ciemnopomarańczowe — Dark orange	1,3 <sub>b</sub>	1,3 <sub>b</sub>	2,6 <sub>b</sub>	71,8 <sub>a</sub>	125,0 <sub>a</sub>	196,8 <sub>a</sub>
	Czerwone — Red	0,8 <sub>b</sub>	0,8 <sub>b</sub>	1,6 <sub>b</sub>	77,8 <sub>a</sub>	132,8 <sub>a</sub>	210,6 <sub>a</sub>
3	Czerwone — Red	1,3 <sub>a</sub>	0,8 <sub>a</sub>	2,1 <sub>a</sub>	77,8 <sub>a</sub>	130,8 <sub>a</sub>	208,6 <sub>a</sub>
	Jasnofioletowe — Light violet	0,8 <sub>a</sub>	0,5 <sub>a</sub>	1,3 <sub>a</sub>	69,8 <sub>a</sub>	109,0 <sub>a</sub>	178,8 <sub>a</sub>
	Ciemnofioletowe — Dark violet	0,5 <sub>a</sub>	0,8 <sub>a</sub>	1,3 <sub>a</sub>	73,3 <sub>a</sub>	116,0 <sub>a</sub>	189,3 <sub>a</sub>
	Niebieskie — Blue	0,8 <sub>a</sub>	1,0 <sub>a</sub>	1,8 <sub>a</sub>	71,0 <sub>a</sub>	120,8 <sub>a</sub>	191,8 <sub>a</sub>

Jeżeli dwie średnie w danej serii w jednej kolumnie są oznaczone taką samą literą, to znaczy, że nie są one statystycznie istotne przy poziomie wiarygodności 5% (obliczenia według testu Duncana).

Any 2 means in each column in each series followed by the same letter are not significantly different at the 5% level (the analysis made by Duncan's multiple range test).

danej rośliny żywicielskiej i przelotów. Tym samym przenoszą one wtedy wirusy na inne rośliny żywicielskie.

Odmiany pszenicy różniły się ilościami jaj składanych na nich przez muchówkę *Meromyza americana* Fitch. Wpływ reakcji wizualnych na składanie jaj u tej muchówki zbadano w doświadczeniach szklarniowych, w których naturalne światło przepuszczano przez selektywne filtry (Horber 1955). W takich warunkach następowała względna zmiana atrakcyjności tych odmian, co utwierdziło Horbera w przekonaniu, że jakość odbitego światła od rośliny wpływa istotnie na wybór danej rośliny przez muchy. Dążność samic sówki *Heliothis zea* (Boddie) do roślin kukurydzy była zmieniana przez fale świetlne i intensywność światła odbitego od liści rośliny żywicielskiej (Callahan 1970, 1971).

Szwejda (dane nieopublikowane) wykazał, że dorosłe osobniki śmietki kapuścianej, *Hylemya brassicae* (Bche) wyraźnie preferowały kolor żółty i biały, a więc kolory większości kwiatów, z których pobierają one nektar. W następnej kolejności reakcja na kolor jasnozielony była zbliżona do reakcji na kolor brązowy. Kolor jasnozielony był zbliżony do koloru liści wczesnej odmiany kapusty białej — Ditmarska. Unikały one natomiast innych barw (tab. II) (Szwejda, dane nieopublikowane).

Istotny wydaje się również fakt, że pasożyty i drapieżce określonych gatunków szkodników reagują na takie same barwy jak ich ofiary. Z tego względu musiano poniechać wyławiania wybranych szkodników sadów na lepne pułapki o żółtym zabarwieniu.

Tabela II

Atrakcyjność różnych barw dla dorosłych much śmietki kapuścianej, *Hylemya brassicae* Bche (Szwejda, dane nieopublikowane)

Response of cabbage maggot flies, *Hylemya brassicae* Bche to various colours (Szwejda, unpublished)

Zabarwienie: Colours:	Żółte Yellow	Białe White	Jasnozielone Light green	Brązowe Brown	Ciemnozielone Dark green	Niebieskie Blue	Czarne Black	Czerwone Red	Fioletowe Violet	Mozaika wszystkich barw Mixture of all colours	Przedział ufności przy P=0,05 L. S. D. at P=0,05
Liczby much wyłowionych na 1 płytkę Numbers of flies trapped onto one dish	91	74	58	51	49	38	34	23	21	42	
Procenty much wyłowionych na 1 płytkę Percentage of flies trapped onto one dish	22,7	18,5	14,5	12,7	12,2	9,4	8,5	5,7	5,2	10,4	7,1

Badania wykonane nad szeregiem gatunków z rodziny *Noctuidae*, *Arctiidae* i *Sphingidae* pozwoliły stwierdzić, że sygnalizują one ruchami czułków, ssawki lub zmianą poruszania się odbieranie bardzo niskich intensywności światła podczerwonego. Oczy takich owadów są mozaikowatymi radiometrami cieplnymi odbierającymi bodźce optyczne i elektromagnetyczne, a przyoczką są imersyjnymi detektorami, pozwalającymi owadom na odnalezienie roślin żywicielskich wysyłających promienie podczerwone (Callahan 1965a). Zjawisko to wyjaśnia częściowo mechanizm odnajdywania roślin żywicielskich czy też osobników płci przeciwnej w nocy, a więc w okresie, kiedy motyle te są aktywne. Możliwość spostrzegania barw i kształtów przez te owady przy świetle dziennym sugeruje, że oczy ich mogą odbierać różne długości fal świetlnych (Callahan 1965b). Oczywiście różne rośliny lub różne części danej rośliny mogą imitować promienie podczerwone o różnym nasileniu (Callahan 1968, 1971).

Owady mogą reagować nie tylko na barwy roślin, ale również na różnice w intensywności odbitego światła od zmieniającej się powierzchni liści (Poop i Brown 1936). Włoski, woski, żywice, które pokrywają powierzchnię liści, mogą zwiększać lub zmniejszać odbicie promieni świetlnych. Wielokrotnie dowiedziono, że na owłosionych odmianach roślin motylkowych i bawełnic występuje mniej skoczaków (*Heteroptera*) niż na odmianach o gładkich liściach (Painter 1951).

### 3. Wpływ kształtów i budowy morfologicznej roślin

Wiele owadów roślinożernych może rozróżniać jednocześnie kontrast pomiędzy figurą a tłem, mniejszą lub większą różnicę podziału między nimi i cechy charakterystyczne konturu. U pszczoł i innych gatunków wyraźnie zaznacza się preferencja do figur silnie rozczłonowanych. Jest to prawdopodobnie przyczyną, iż owady te odwiedzają przede wszystkim rośliny chwiejące się na wietrze lub w laboratorium papierowe kwiaty, poruszane przez eksperymentatora.

Ciekawe wyniki uzyskano nad spostrzeganiem kształtów przez szkodnika jabłoni — nasionnicę jabłoniową. Gdy porównano atrakcyjność barwnych kul w stosunku do krążków wyciętych z papieru okazało się, że 7 razy więcej much zostało odłowionych na kule niż na krążki o tej samej barwie. Obiekty te wieszano na drzewach w sadzie jabłoniowym i obserwowano dynamikę nalatywania much. Powstałe różnice w atrakcyjności obu typów pułapek nie można przypisywać różnicom w wielkości powierzchni, jakie istnieją pomiędzy tymi dwoma badanymi obiektami. Powierzchnia testowanej kuli była tylko 1,8 raza większa niż powierzchnia koła. Gdy obiekty te umieszczono w izolatorach w warunkach laboratoryjnych, wszystkie muchy wybrały kule (Kring 1970) (fig. 2).

Przedmioty okrągłe były zawsze bardziej atrakcyjne dla samic nasionnicy jabłoniowej niż sześciiany, prostopadłościiany, ostrosłupy czy też stożki (Prokopy 1967). Jednakże, gdy oferowano muchom coraz to większe obiekty, to przestawały je rozróżniać i preferować kule. Wraz ze wzrostem kształtu kuli muchy zmieniały swoją preferencję od ciemnych kul wielkości naturalnej jabłka do dużych żółtych kul (Prokopy 1968b).

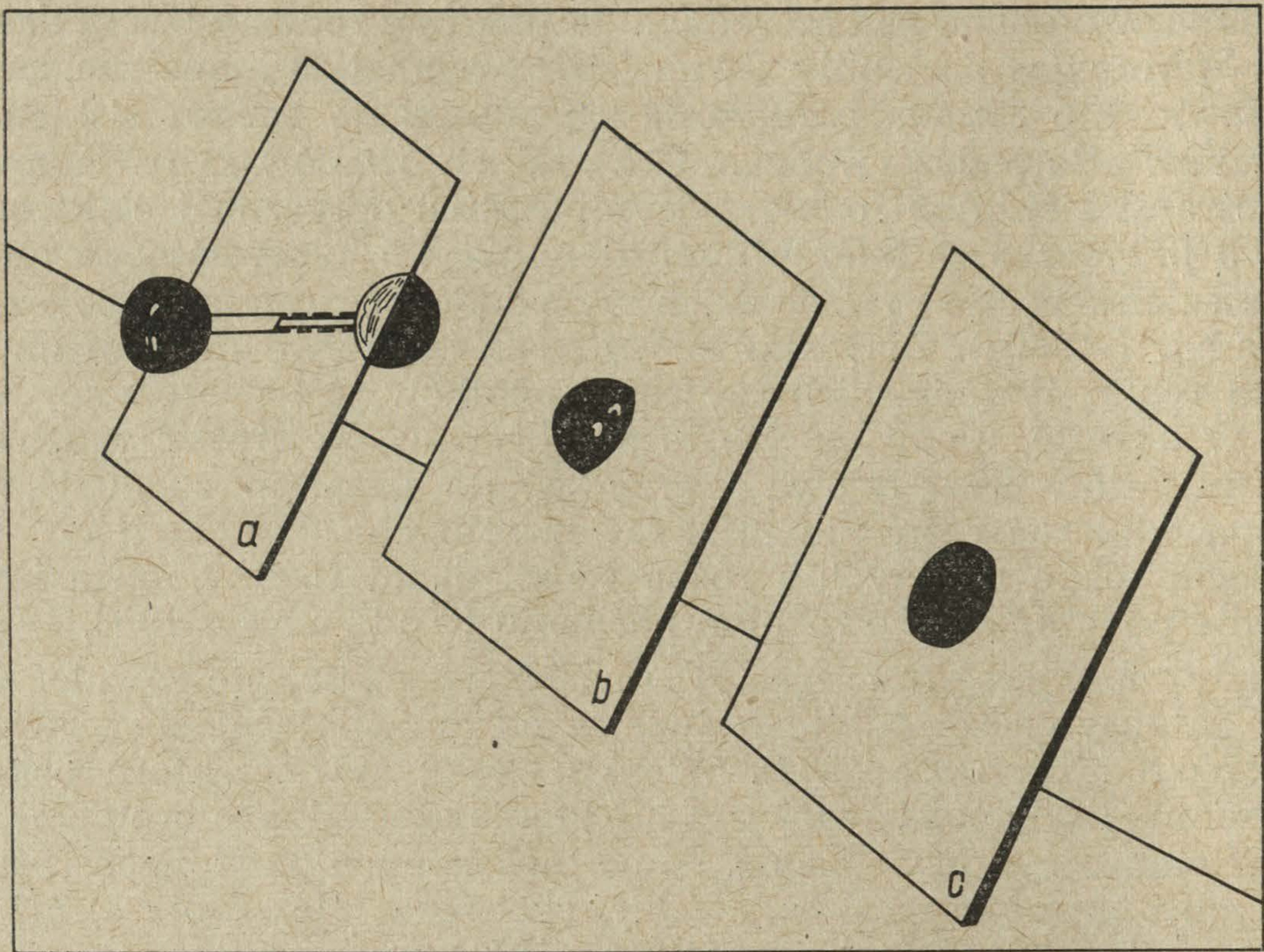


Fig. 2. Pułapki chwytne do wyławiania much nasionnicy jabłoniowej

a — ciemnozabarwiona kula na tle żółtej płyty, b — ciemnozabarwiona półkula wystająca z żółtej płyty, c — koło zamalowane na ciemno na żółtej płycie, stosowane w badaniach nad postrzeganiem kształtów przez muchy nasionnicy jabłoniowej (wg K r i n g a 1970)

#### Traps for apple maggot flies

a — round wooden dowel inserted through the center of yellow panel, b — a red hemisphere nailed to each side of yellow panel, c — a round, red spot painted in the center of yellow panel, used in study of the flies' response to various shapes (after K r i n g 1970)

Podobne wyniki otrzymano w doświadczeniach nad widzeniem kształtów u motyli. Dostójka malinowiec, *Argynnis paphia* L. i pawik dzienny *Vanessa io* (L.) rozwijają ssawkę, gdy pokazuje się im różne figury (I l s e 1937). Dla tych gatunków bardziej pociągające były figury ciemne, odznaczające się skomplikowanym konturem. Istniała jednak pewna optymalna wielkość powierzchni przynęty, która czyniła ją bardziej atrakcyjną.

Nasionnica jabłoniowa jest przyciągana przez 50% roztwór octanu amonu zmieszanego z 3% roztworem zhydrolizowanego białka. Atraktantem tym posmarowano powierzchnię testowanych stożków i porównywano ich atrakcyjność z kulami bez atraktantów chemicznych. Znacznie większe ilości much były zwabiane do kul, a więc bodźce związane z kształtem obiektu działały silniej niż bodźce chemiczne.

Nasionnica jabłoniowa jest odławiana albo na żółte płyty (S t i l l 1960, O a t m a n 1964, P r o k o p y 1967, M a x w e l l 1968) lub na ciemno pomalowane kule pokryte lepem (O a t m a n 1964, P r o k o p y 1967, 1968a). Sądzi się, że te dwa rodzaje pułapek chwytnych opierają się na dwóch oddzielnych reakcjach behawioralnych tego szkodnika. Żółte zabarwienie jest atrakcyjne dla dorosłych much jako podłoża będącego ewentualnym źródłem pokarmu (rosa miodowa, nektar), a ciemno zabarwione kule jako



miejsca kopulacji i składania jaj (fig. 1). Dlatego też żółte płyty silnie przyciągają muchy na początku okresu wegetacyjnego, natomiast w ciągu sezonu ich atrakcyjność spada (Tab. III) (K r i n g 1970).

Tabela III

Zmiana w atrakcyjności czerwonych kul i żółtych płyt zastosowanych jako pułapki lepowe typu kule-płyty dla nasionnicy jabłoniowej w okresie wegetacji (Kring 1970)

Change in relative attractiveness of the red spheres and yellow panels on the sticky sphere-panel trap with the season (Kring 1970)

Typ pułapki—Trap	Liczby złowionych much—Numbers of apple maggot flies trapped				
	lipiec-July				suma — total
	8	12	15	26	
Czerwone kule —Red spheres	5	5	12	59	81
Żółte płyty —Yellow panels	11	16	4	42	73
	sierpień-August				suma-total
	8	12	15	26	
Czerwone kule —Red spheres	22	33	37	60	152
Żółte płyty — Yellow panels	8	17	14	19	58

Najlepszymi pułapkami chwytynymi dla nasionnicy jabłoniowej są kule o średnicy 7,5 cm umieszczone na tle 30×30 lub 30×40 cm żółtych płyt (fig. 3). Takie pułapki są bardziej skuteczne niż same tylko żółte płyty, gdyż są naśladowaniem naturalnego rozmieszczenia ciemnych owoców na tle liści. A więc kształt owocu jest decydującym czynnikiem w wyborze miejsca składania jaj przez muchy. Podobne wyniki otrzymano w Polsce dla nasionnicy trześniówki, *Rhagoletis cerasi* L. (P r o k o p y 1969).

Analizując schemat zachowania się takich szkodników jak imagines *Stephanoderes hampei* Ferr. i *Xyloborus compactus* Eichh. w czasie żerowania i składania jaj można stwierdzić, że bodźce kontaktowe różnych struktur powierzchni roślin są ważnym elementem w wyborze rośliny żywicielskiej przez pewne owady (d e W i l d e, B r a d e r, T i c h e l e r 1965, B o c z e k, D a b r o w s k i 1972). Działanie struktur fizycznych i powierzchni roślin nie ogranicza się tylko do modyfikowania stopnia odbicia promieni świetlnych. Struktury te wyzwalają różne reakcje owadów poprzez mechaniczne podniety.

Mechanizm podrażnienia następuje zwykle poprzez szczecinki i włoski pokrywające wiele części ciała owadów. Najczęściej pokryte są nimi czułki i pokładełko. Ciągły ruch czułków owadów, obserwowany u wielu gatunków, wydaje się sposobem, w jaki owady poznają swoje otoczenie. Czynniki dotykowe stanowią jedno z ogniw behawioru składania jaj i żerowania wielu gatunków owadów. Ploniarka zbożówka, *Oscinella frit* L. w procesie składania jaj wymaga działania zarówno bodźców chemicznych jak i kontaktowych (I b b o t s o n 1960). Wybór odpowiedniej rośliny jest

determinowany w tym przypadku również przez wiek i morfologiczne właściwości rośliny.

Sówka *Heliothis zea* (Boddie) w swoim łańcuchu behawioralnym składania jaj, wymaga działania bodźców kontaktowych z kosmatym podłożem, na które może złożyć jaja (Callahan 1957). Motyle w czasie składania jaj mocno trzymają się tego podłoża. W warunkach naturalnych wymaga-

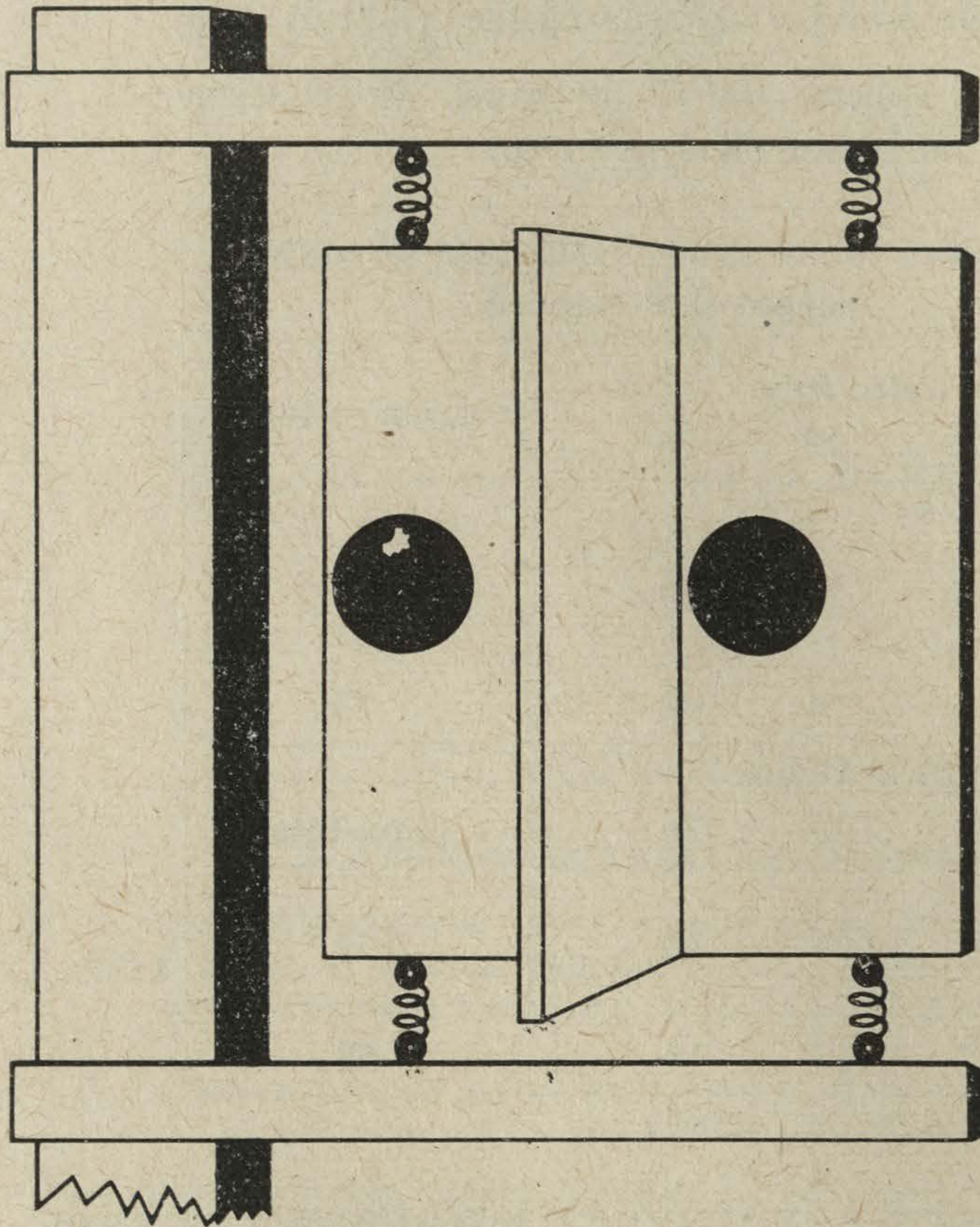


Fig. 3. Pułapki chwytne zbudowane z 2 żółtych płyt i 4 ciemnozabarwionych kul używane do wyławiania much nasionnicy jabłoniowej w sadach jabłoniowych (wg Kringa 1970)

Apple maggot fly trap composed of 2 yellow panels and 4 spheres placed on a stand in an orchard (Kring 1970)

nia te są zaspokajane przez włoski kolb i przez liście licznych gatunków roślin. Gupta i Thorsteinson (1960) stwierdzili, że również w czasie składania jaj przez samice tantnisia krzyżowiaczka, *Plutella maculipennis* Curtis ważną rolę odgrywają właściwości powierzchni roślin.

Motyle *Grapholitha glicinivorella* Mat. składały więcej jaj na liściach roślin posiadających owłosione strąki niż na roślinach ze strąkami o gładkich łuszczykach. Gdy z poletek z roślinami o owłosionych i gładkich strąkach usunięto wszystkie strąki, to okazało się, że na badanych odmianach były składane takie same ilości jaj (Nishijim 1960).

#### 4. Wpływ biochemicznych składników roślin

Reakcje roślinożernych roztoczy i owadów na związki chemiczne występujące w roślinach określono dla wielu gatunków tych stawonogów jako główne mechanizmy warunkujące zlokalizowanie właściwej rośliny żywicielskiej. Mogą one działać jako specyficzne zapachy lub też charakterystyczny smak rośliny.

##### 4.1. Reakcja roślinożernych roztoczy

W badaniach Dąbrowskiego i Rodrigueza (1971) stwierdzono, że niektóre substancje roślinne działają swoim zapachem odpychająco lub przyciągająco na samice przędziorka chmielowca, *Tetranychus ur-*

*ticae* Koch. Dlatego też wydaje się, że przedziorki unikają roślin, u których dominuje zapach o działaniu odstraszającym; tak np. niektóre olejki eteryczne wydzielane z liści truskawek odstraszają przedziorka chmielowca i samice przedziorka *Tetranychus turkestanii* U. i N. (Dąbrowski i Rodriguez 1971). Wśród 11 olejków eterycznych tworzących charakterystyczny zapach liści odmiany Citation wydzielono 4 grupy związków o działaniu: a) przyciągającym w niskich stężeniach, a odpychającym w wysokim (np. trans-2-hexen-1-ol), b) bez istotnego działania na przedziorki w niższych stężeniach, ale o odstraszającym w wyższych (np. aldehyd nonylowy), c) odstraszające we wszystkich stężeniach (np. linalool i kwas pelargoniowy dla *T. urticae* a alkohol octylowy dla *T. turkestanii*) i d) bez istotnego działania na przedziorki (np. furfural,  $\alpha$ -terpineol dla *T. urticae* a kwas pelargoniowy dla *T. turkestanii*) (fig. 4). Jednakże gdy zmieszano ze sobą dwa związki zaliczone do czwartej grupy, a więc bez istotnego wpły-

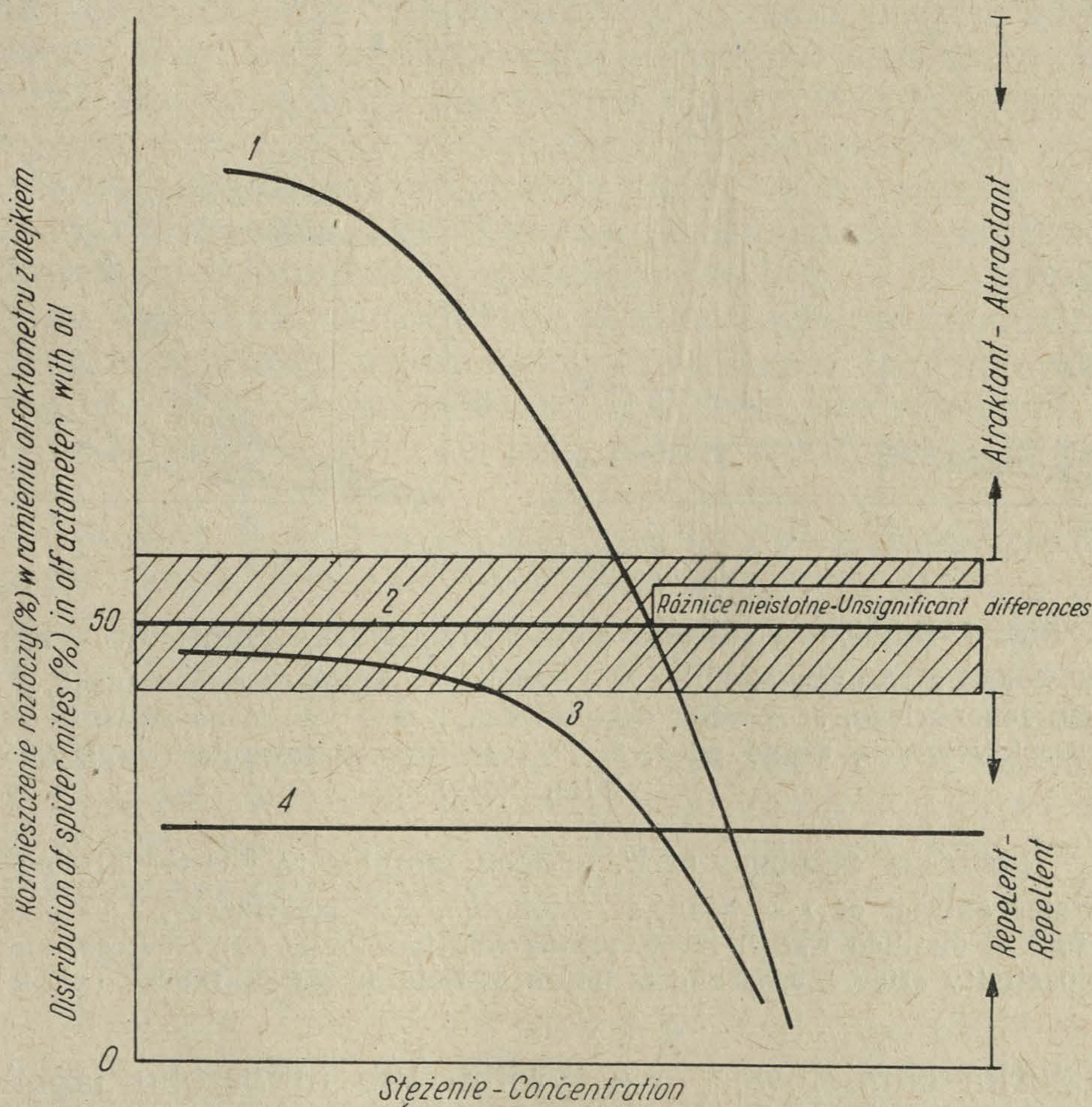


Fig. 4. Schematyczna klasyfikacja działania wybranych olejków eterycznych na zachowanie się samic przedziorków: *Tetranychus urticae* i *Tetranychus turkestanii* (wg Dąbrowskiego i Rodrigueza 1971)

Działanie na samice: 1 — przyciągające w niskich stężeniach, odpychające w wysokich, 2 — nieistotne we wszystkich stężeniach, 3 — nieistotne w niskich stężeniach, ale odpychające w wyższych, 4 — odpychające we wszystkich testowych stężeniach

Schematic grouping of essential oils according to a generalized pattern of *Tetranychus urticae* and *Tetranychus turkestanii* females' response to odor stimuli from the oils (after Dąbrowski, Rodriguez 1971)

1 — attractant in low concentrations, repellent in high concentrations, 2 — not significant, 3 — not significant in low concentrations, but repellent in high concentrations, 4 — repellent in all concentrations tested

wu na zachowanie się przedziorków, to okazało się, że działanie pewnych mieszanin na samice przedziorka chmielowca było silnie odpychające. Reakcje przedziorków na działanie tych wonnych substancji analizowano w specjalnych olfaktometrach wykonanych ze szklanej rurki (Dąbrowski, Rodriguez 1971, Dąbrowski 1971a, 1972).

Najsilniejszą reakcję przedziorków na atrakcyjne właściwości roślin można było zaobserwować w fazie wstępnego żerowania, kiedy działają substancje smakowe. Dąbrowski (1973a) stwierdził, że wodne ekstrakty różnych roślin istotnie determinują intensywność żerowania przedziorków (fig. 5A). Wyciągi wodne z fasoli i truskawek stymulują żerowa-

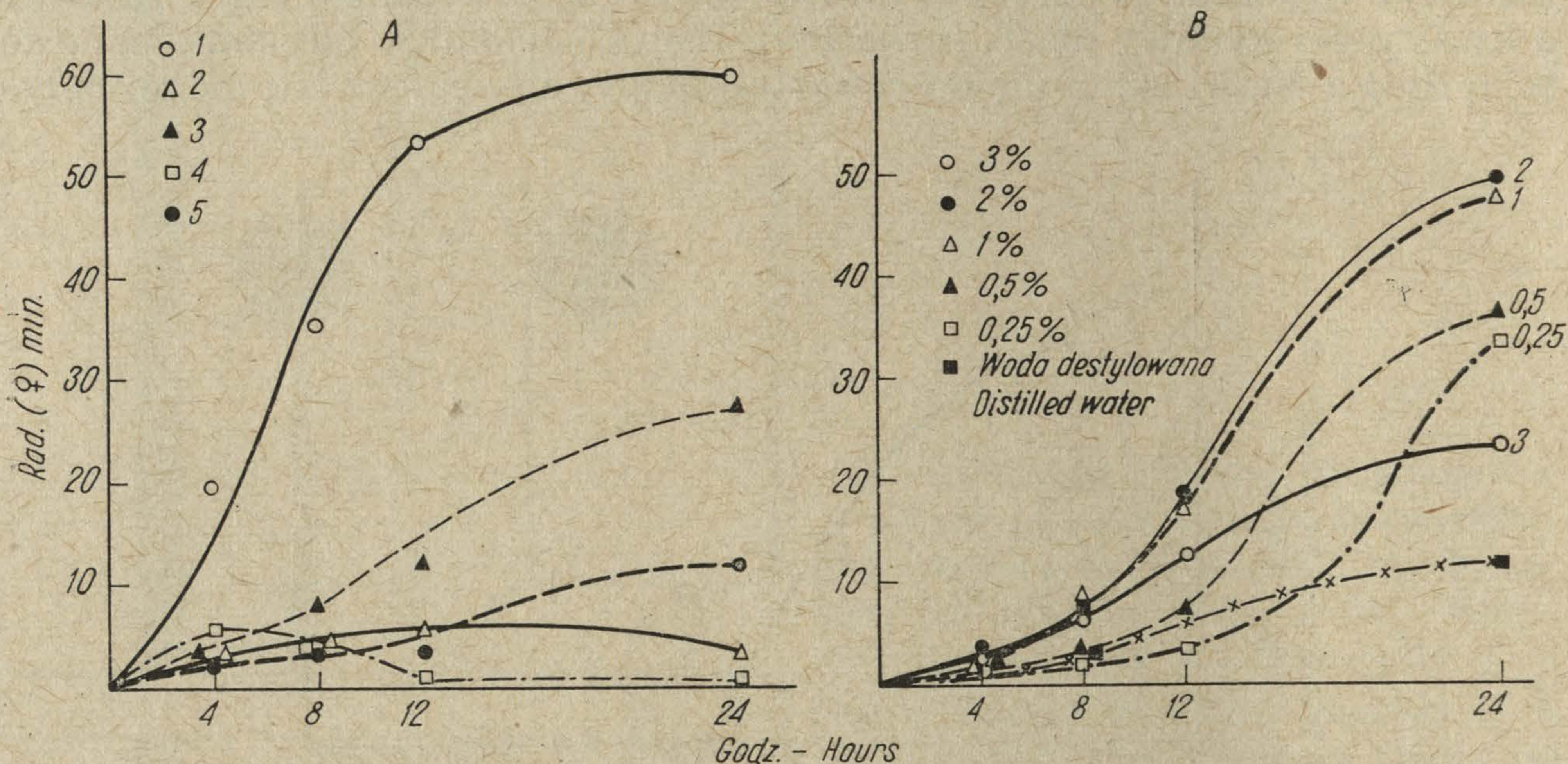


Fig. 5. Smakowa reakcja samic przedziorka chmielowca na:

A — wyciągi wodne z różnych roślin; 1 — z fasoli, 2 — tytoniu szlachetnego, 3 — truskawek, 4 — miłorzębu japońskiego, 5 — woda destylowana i B — na różne stężenia D (—) fruktozy, mierzona radioaktywnością samic po 4, 8, 12 i 24 godz. żerowania (wg Dąbrowskiego 1973a, 1973b)

#### Gustatory response of *T. urticae* females to $^{32}\text{P}$ — labeled

A — leaf water extract of 1 — bean, 2 — tobacco, 3 — strawberry, 4 — ginkgo foliage in comparison to 5 — distilled water; B — various solutions of D (—) fructose, measured by the females' radioactivity after 4, 8, 12 and 24 hours of feeding (after Dąbrowski 1973a, 1973b)

nie przedziorka chmielowca, a z tytoniu lub miłorzębu japońskiego hamują. Stymulacyjne działanie można częściowo przypisać węglowodanom występującym w soku komórkowym tych liści. D(—)-fruktoza lub D(+)-sacharoza silnie stymulowały żerowanie przedziorków (Dąbrowski 1973b) (fig. 5B). Hamujący wpływ należy przypisywać występowaniu w liściach tytoniu toksycznych alkaloidów, a w innych odpornych roślinach związków fenolowych (Dąbrowski, Rodriguez 1972).

#### 4.2. Reakcje owadów roślinożernych

Przez długi okres nie umiano sprecyzować, jakie związki, występujące w roślinach, są głównymi czynnikami pozwalającymi owadom na zlokalizowanie i rozpoznanie właściwej rośliny żywicielskiej. Paech (1950) oświadczył, że „drugorzędne” lub „dodatkowe” związki występujące we

wszystkich grupach roślin, które nie mają wyraźnego znaczenia dla samych roślin, determinują wybór poszczególnych roślin przez owady. W okresie ostatnich 20 lat wielu czołowych badaczy pracujących nad powiązaniem owadów z roślinami modyfikowało pojęcie wprowadzone przez Paecha. Fraenkel (1953 i 1958) wykazał, że ponieważ zielone liście różnych gatunków roślinnych niewiele się różnią pod względem zawartości składników pokarmowych, te wymagania pokarmowe owadów nie mogą być czynnikiem determinującym specyficzność rośliny żywicielskiej. Jego zdaniem specyficzność i odporność roślin musi się opierać na występowaniu tych dodatkowych lub drugorzędnych składników biochemicznych w tkankach roślinnych. Takie związki chemiczne (olejki eteryczne, alkaloidy czy glikozydy) wywołują powstawanie podniet, na które owad reaguje i dlatego można je nazwać „charakterystycznymi bodźcami” (token stimuli).

Zarówno Dethier (1954) jak i Fraenkel (1959) powracali w swych pracach, poświęconych ewolucji preferencji roślin żywicielskich przez owady, do teorii znaczenia dodatkowych substancji chemicznych w roślinach. Twierdzili oni, że rośliny pierwotnie wytworzyły te substancje jako ochronne repelenty przeciwko wzrastającej liczbie owadów w środowisku. W drodze ewolucji owady przystosowały się do tych bodźców (najczęściej zapachowych) i dzięki selekcji genetycznej rozwinęła się preferencja w stosunku do dawnych składników repelentnych. Jednak w okresie dalszej ewolucji szereg gatunków owadów nie zdołało rozwinąć mechanizmów do przewyciężenia odporności roślin wywołanej przez te drugorzędne substancje chemiczne i do wykorzystania ich jako specyficznych bodźców zapachowych identyfikujących ich jako roślinę żywicielską (Fraenkel 1959).

Przeciwny pogląd na proces selekcji rośliny żywicielskiej przez owady głosił, że specyficzność żywiciela jest determinowana głównie przez wymagania pokarmowe owadów. Stwierdzono, że związki powszechnie występujące w roślinach, jak na przykład glukoza czy asparagina, przyciągały owady polifagiczne (Thorpe et al. 1947). Jednak i drugorzędne, charakterystyczne związki chemiczne występujące w roślinach, możemy rozpatrywać z punktu widzenia ich znaczenia w odżywianiu owadów. Tego nie uwzględniały jednak teorie charakterystycznych bodźców wywoływanych przez drugorzędne substancje roślinne (Fraenkel 1953 i 1959, Lipke, Fraenkel 1956). Zlokalizowanie rośliny i zapoczątkowanie żerowania czy składania jaj istotnie może być wywołane przez te charakterystyczne substancje. Jednak nie można pominąć znaczenia stymulatorów żerowania działających na poziomie tkanki wykorzystywanej jako pokarm przez dany gatunek owada (a więc w soku komórkowym lub sokach przewodzonych w wiązki naczyniowo-sitowych), na żerowanie czy składanie jaj przez ten gatunek. Stymulatory żerowania są często substancjami ważnymi pokarmowo. Liczne cukry, aminokwasy, sterole, fosfolipidy, kwas askorbinowy i kilka witamin z kompleksu B działają jako stymulatory żerowania na jeden lub kilka gatunków roślinożernych owadów (Thorpe et al. 1947, Nuerteva 1952 i 1962, Beck 1956a i 1956b, Thorsteinson 1958a, 1958b, Beck i Haneč 1958, Ito 1961a i 1961b, Nayar i Fraenkel 1962 i 1963).

Ogólna charakterystyka chemotaksji. U owadów dosyć trudno odróżnić wrażenia smakowe od węchowych. Narządy smaku i węchu składają się z włosków chitynowych, czasami umieszczonych na dnie jamki (sensillia basiconica, s. m. coeloconica itp.). Dethier (1947) rozróżnia chemorecep-

cję kontaktową, kiedy reakcja zachodzi w niewielkiej odległości od bodźca liwości. Jednak stosunkowo czułe reakcje można zauważyć w tych przypadkach (czyli zbliżonych od wrażeń węchowych).

Reakcje owadów na zapachy często nie mają szerokiego zakresu wrażliwości. Jednak stosunkowo czułe reakcje można zauważyć w tych przypadkach, w których organy zmysłu są dostosowane do danego związku. Częściowo to samo można powiedzieć o reakcjach smakowych.

Owady mogą rozpoznać smak słony, słodki, kwaśny, gorzki za pomocą receptorów znajdujących się w jamie gębowej (m.in. pszczoła), na czułkach (inne błonkówki), na głaszczkach (wiele chrząszczy) i na stopie (muchówki), na zuchwach i czułkach (motyle), przy czym u danego owada receptory te znajdują się często na kilku z wymienionych miejsc (Schoonhoven 1967, 1969).

Owady wykrywają zapachy głównie za pomocą sensilli na czułkach i w mniejszym stopniu na głaszczkach. Narządy „ogólnego zmysłu chemicznego”, które reagują na ostre zapachy, występują w wielu miejscach ciała.

Morita i Yamashita (1961) określili wielkość działania bodźca zapachowego i potencjał wybranych komórek sensorycznych (sensillia braconica) na czułkach larw jedwabnika morwowego, *Bombyx mori* L. Korzystali oni z metod elektrofizjologicznych. Takie związki jak m.in.  $\beta, \gamma$ -hexanol, kwas octowy, kwas butylowy i n-hexanol występujące w liściach morwy stymulowały wybrane komórki sensoryczne, co wskazuje na istnienie specyficznych różnic w budowie i funkcji tych komórek. Następnie stwierdzili oni, że wraz ze wzrostem częstotliwości impulsów pewnych komórek przy wzroście stężenia danego związku następowało hamowanie aktywności innych komórek.

Przepuszczając koło czułków szarańczy *Schistocerca gregaria* (Fors.) strumień gazów z chromatografu gazowego, niosącego kolejne frakcje tworzące zapach traw, stwierdzono, że tylko niektóre z wonnych związków wzbudzały aktywność komórek sensorycznych. Podobną reakcję obserwowano u termitów, gdy działano na ich czułki różnymi olejkami eterycznymi (David, Gardiner 1962).

W przypadku szarańczy wędrowniej, *Locusta migratoria migratoroides* R. i F. stwierdzono, że pojedyncze komórki sensoryczne (sensillia coelonica) na czułkach były wrażliwe na działanie wybranych kwasów tłuszczowych i szeregu pochodnych hexanu i hexenu (Boeckh, Kaisling, Schneider 1966). Również niektóre z tych związków działały na komórki sensoryczne jedwabnika morwowego, chociaż istniały pewne różnice (Morita i Yamashita 1961). Na przykład n-hexanol stymulował receptory jedwabnika morwowego, ale nie działał na szarańczę.

Znaczenie substancji zapachowych w zachowaniu owadów związanym ze składaniem jaj. Jak poprzednio zaznaczono, owad poszukuje rośliny żywicielskiej w celu żerowania, składania jaj i ukrycia się. Zjawisko składania jaj nie jest pojedynczym prostym aktem, lecz obejmuje szereg czynności behawioralnych. Pierwszym ogniwem tego łańcucha jest rozpoznanie rośliny i skierowanie się do niej. Następnie samica wybiera różne części rośliny lub też opuszcza daną roślinę. Różne właściwości roślin mogą wpływać na zapoczątkowanie i ukończenie każdej z tych czynności.

Początkową orientację samicy w kierunku ewentualnej rośliny żywicielskiej wywołują chemoreceptory i w wielu przypadkach bodźce wizualne. Określono, że lotne związki chemiczne wydzielane przez liście kukurydzy odgrywają pewną rolę w odnalezieniu właściwych roślin przez

omacnicę prosowiankę, *Pyrausta nubilalis* Hbn. (Moore 1928). Na rośliny kukurydzy o różnym podłożu genetycznym były składane różne ilości jaj.

Behawioralny łańcuch składania jaj powoduje, że samica po odnalezieniu rośliny żywicielskiej (w drodze przypadku lub reagowaniu na bodźce wizualne i zapachowe) jest przygotowana do reagowania na dalsze podniepty roślinne. Owady najczęściej składają jaja na wybranych charakterystycznych dla gatunku, częściach rośliny. Wybór miejsca może zmieniać się w pewnych przypadkach, zależnie od stanu fizjologicznego rośliny (Brazzeli Martin 1957, Byrne 1969). W wyborze tym biorą udział narządy dotyku, chemotaksje i czynniki wizualne. Gupta i Thorsteinson (1960) stwierdzili, że jaja tantnisia krzyżowiaczka, *Plutella maculipennis* Curtis były wybiórczo składane w małych zagłębieniach roślin, które zawierały izotiocyjanidynę. Motyle można było zwabić do innych roślin, gdy traktowano je izotiocyjanem alilu lub sokiem z liści gorczycy. Stwierdzili oni również, że składanie jaj przez samice tantnisia jest warunkowane przez dodatnie i ujemne (ich brak) bodźce chemiczne, w przypadkach gdy samica znajduje się na innych gatunkach roślinnych.

Znaczenie substancji chemicznych w procesie żerowania owadów. Zjawisko żerowania obejmuje również łańcuch kolejno następujących po sobie czynności behawioralnych (Thorpe et al. 1947, Dethier 1953, de Wilde 1958, Thorsteinson 1960, Beck 1965). Kolejnymi stopniami w procesie żerowania owadów są: a) rozpoznanie i siadanie na roślinie żywicielskiej, b) wstępne żerowanie lub nakłuwanie rośliny, c) utrzymanie żerowania i d) zaprzestanie żerowania. Każda z tych wrodzonych reakcji owada objawia się tylko w obecności działania właściwych bodźców roślinnych i wewnętrznych reakcji wywołanych przez pobrany pokarm.

Dethier, Barton-Browne, Smith (1960) i Thorsteinson (1958a) zaproponowali terminologię reakcji związanych z żerowaniem owadów i innych reakcji chemosensorycznych. Nomenklaturę polską tych zjawisk podali Boczek i Dąbrowski (1972). Owad odnajduje roślinę w wyniku działania atraktantów (I stopień). „Atraktantem” określono bodźce fizyczne lub chemiczne, które sprawiają, że owad wyraźnie zmierza w kierunku źródła działania bodźca. „Repelenty” wywołują zorientowany ruch owadów, ale w przeciwnym kierunku — od źródła działania bodźca. „Czynnikiem zatrzymującym” (arrestant) jest bodziec, który powoduje, że owad ogranicza swoje ruchy do powierzchni ściśle przylegającej do źródła działania danego czynnika. Następną reakcją jest wstępne nakłuwanie lub nadgryzanie rośliny. Wywołują ją „stymulatory żerowania”, a zapobiegają „czynnikami zapobiegające żerowaniu”. Określenie poszczególnych substancji warunkujących pierwsze reakcje wymaga wykorzystania specjalnych technik (fig. 6 i 7).

Larwy omacnicy prosowianki są przyciągane przez wyciągi z liści kukurydzy (Beck 1960). Atraktantami wpływającymi na tę fazę zachowania się gąsienic były związki powszechnie występujące w liściach roślin: alkohol  $\beta$ - $\gamma$ -hexanol i aldehyd  $\alpha$ - $\beta$  hexanal (Maltais, Auclair 1962). W przypadku braku chemicznych atraktantów larwy poruszały się bez określonego kierunku, a pokarm odnajdywały tylko przypadkowo. Następne fazy behawioru żerowania larw omacnicy również zależały od występowania specyficznych substancji w soku roślinnym. Stymulatorami żerowania było szeregi cukrów i aminokwasów (Beck i Haneč 1958).

Inny szkodnik polifagiczny, chrząszcz popilia japońska, *Popilia japonica* Newm. jest przyciągana przez rośliny żywicielskie dzięki zawartości w ich tkankach geraniolu. Składnik ten powszechnie występuje u wielu gatunków roślin. Obecnie znamy wiele innych, znacznie silniej działają-

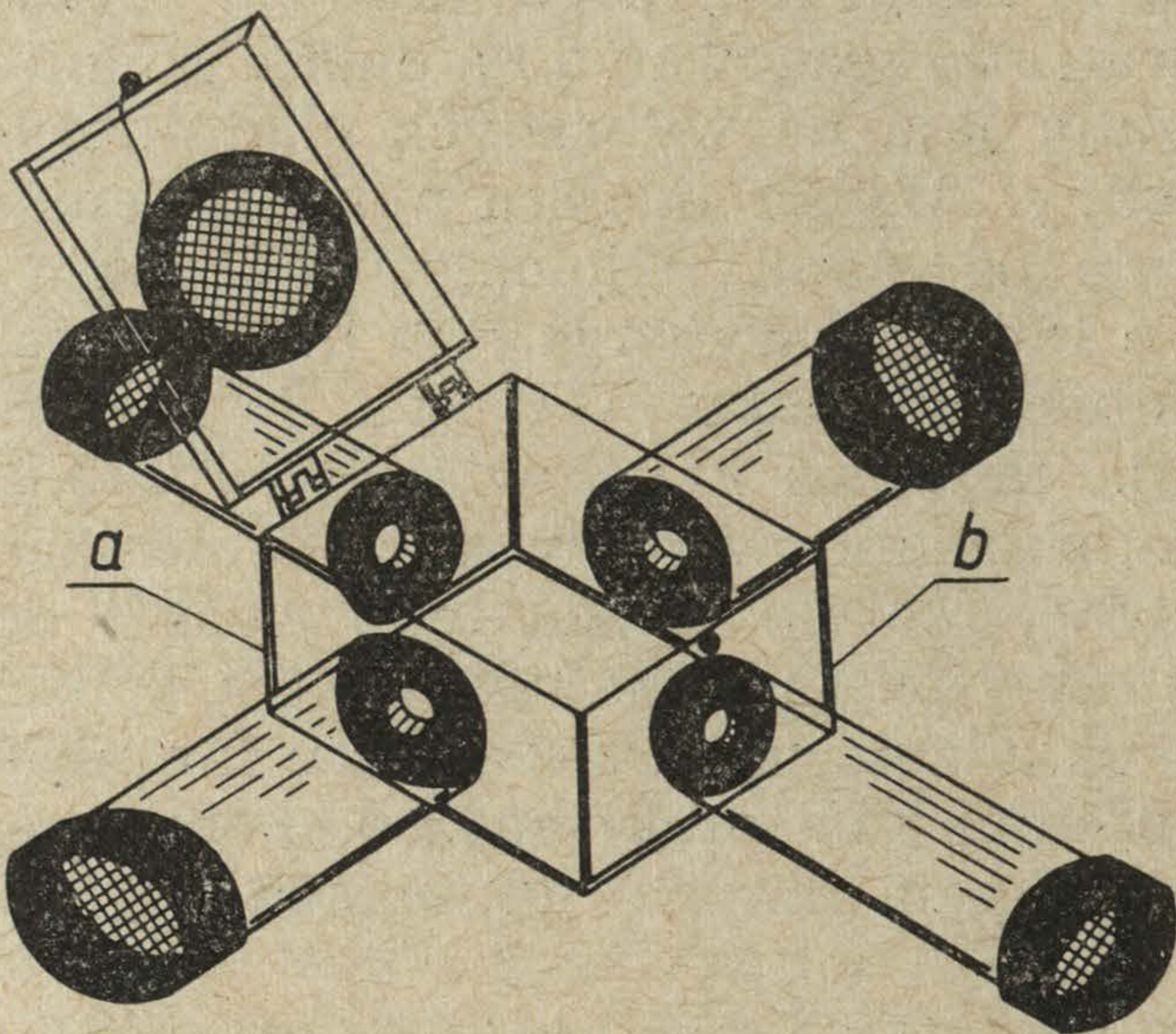


Fig. 6. Olfaktometr zbudowany z plastikowego pudełka i rurek stosowany do określania reakcji owadów na różne substancje zapachowe; strzałki a i b wskazują ruch powietrza (wg Colburna i Asquitha 1970)

Olfactometer used for study of insect response to various odours; arrows a and b show air movement (after Colburn and Asquith 1970)

cych na tego szkodnika atraktantów (Schwartz, Hamilton, Townsend 1970).

Owady oligofagiczne wymagają bardziej specyficznych substancji chemicznych jako atraktantów. Glikozydy olejku gorczycznego działały zarówno jako atraktanty przyciągające larwy tantnisia krzyżowiaczka przez rośliny jak i czynniki wywołujące rozpoczęcie żerowania. Były to następujące glikozydy: progoitryna, synigrina, synalbina, glukoheiolina, glukokongringlina, glukoerucyna, glukotropeolina, glukonasturtyna (Thorsteinson 1958a, Gupta i Thorsteinson 1960, Nayar i Fraenkel 1963). Wystarczyło liście różnych roślin pokryć synigriną, aby wzbudzić reakcję nadgryzania przez larwy tantnisia krzyżowiaczka.

Jermy (1971) na przykładzie stonki ziemniaczanej, *Leptinotarsa decemlineata* Say wyróżnia stadia migrujące i osiadłe owadów o odmiennych reakcjach chemosensorycznych, które odmiennie zachowują się w czasie działania negatywnych bodźców roślinnych. Formy migrujące (np. chrząszcze stonki) są przystosowane neurofizjologicznie do opuszczania krzewów ziemniaków i do odszukania ich w innym miejscu. Negatywnie działające na system nerwowy owada bodźce pozwalają mu na „seleksję roślin”, a raczej na „unikanie roślin nieżywicielskich” i zmuszają go do ruchu. Na stadia te można stosunkowo łatwo działać czynnikami zapobiegającymi żerowaniu (antifedants).

Odmienne warunki neurofizjologiczne sprawiają, że stadia niemigrujące reagują odmiennie na bodźce roślinne (np. larwy stonki). Wszystkie negatywne bodźce wywołują u nich odpoczywanie, i znacznie słabiej wzmożony ruch. Są one więc behawioralnie znacznie silniej związane z daną rośliną żywicielską. Formy te nie opuszczają roślin traktowanych czynnikami zapobiegającymi żerowaniu lub też opuszczają je znacznie później niż formy migrujące (Jermy 1971). Jest to o tyle zrozumiałe, że przecież ewolucyjnie samica jest przystosowana do wyboru właściwej rośliny żywicielskiej, na której może złożyć jaja.

Według Yamamoto i Fraenkela (1959) glikozydy (jeszcze nie zidentyfikowane) warunkują atrakcyjność roślin żywicielskich dla chrzą-



szczy stonki ziemniaczanej. Gdy głodne chrząszcze umieści się pojedynczo w szalkach Petriego, a następnie włoży listek ziemniaka jadalnego, to można zaobserwować następujące stereotypowe zachowanie się: po krótkim okresie bezruchu chrząszcze zaczynają poruszać czułkami ze wzra-

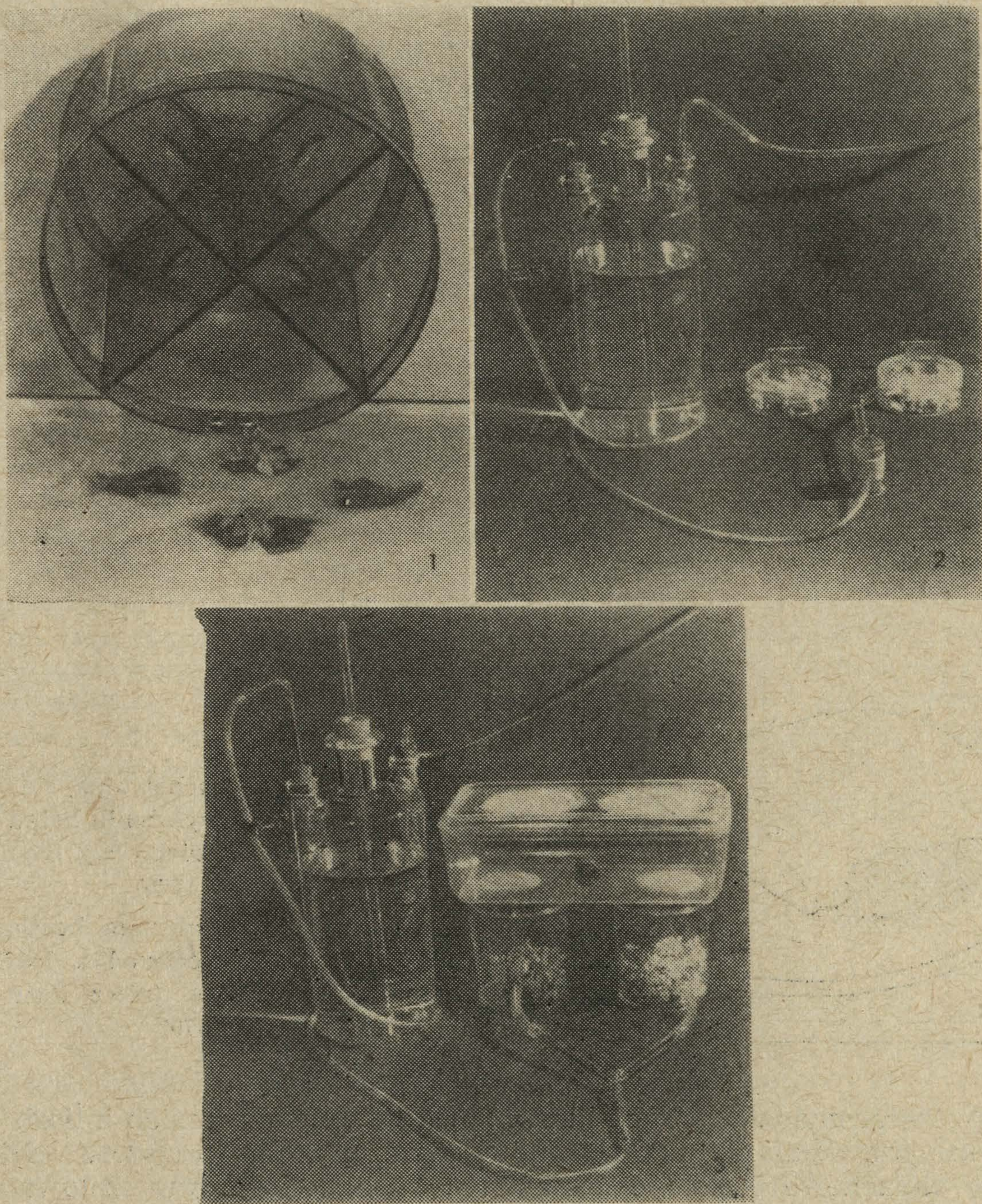


Fig. 7. Trzy różne olfaktometry stosowane do badań nad reakcją owadów na zapachy wydzielane przez liście i kwiaty jabłoni. Powietrze jest wyciągane przez pompę próżniową (wg Fauvela 1972)

Three different olfactometers used for study of insect response to odours emanated by apple leaves and flowers (after Fauvel 1972)

stającą częstotliwością, następnie odwracają się i przechodzą w prostej linii do listków (fig. 8, Bongers 1970). Schanz (1953) zamalował oczy chrząszczom i następnie obserwował zachowanie się owadów w obecności listków ziemniaka. Jednak już po ok. 4 minutach chrząszcze odnajdywały pokarm. Po odcięciu 3 segmentów czułków potrzebowały one już 10 min.

na odszukanie pokarmu, a po odcięciu 4 lub większej liczby segmentów, nie mogły odnaleźć oferowanych im listków ziemniaków.

Bongers (1970) twierdzi, że poszukiwanie pokarmu przez głodne chrząszcze stonki ziemniaczanej jest wywołane przez bodźce zapachowe wydzielane przez rośliny, a następnie owady kierują się bodźcami wizualnymi. W testach wykonywanych w olfaktometrach odizolowanych od warunków zewnętrznych działano na chrząszcze stonki dwoma strumieniami powietrza (niosącego zapachy liści ziemniaków i bez zapachu tych liści).

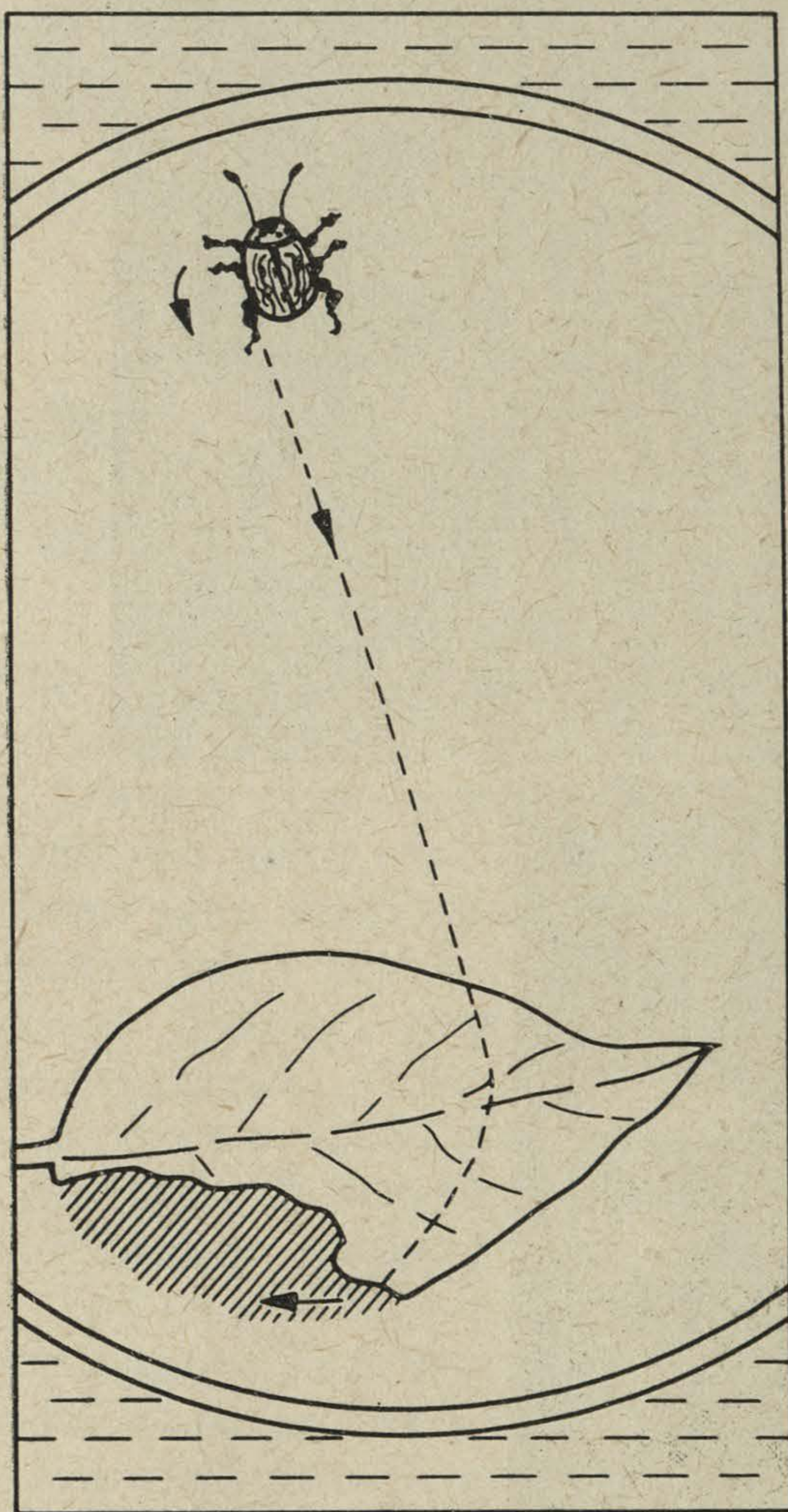


Fig. 8. Schemat zachowania się stonki ziemniaczanej po wyłożeniu listka ziemniaka do szalki Petriego (wg Bongersa 1970)

Behaviour of a Colorado beetle in a Petri dish, when offered a leaflet of *Solanum tuberosum* (after Bongers 1970)

Chrząszcze gromadziły się w miejscu, gdzie dochodził zapach z liści. Jeszcze silniejsze działanie stwierdzono wtedy, gdy na chrząszcze działały bodźce zapachowe i zielone zabarwienie liści (liście były izolowane od naczyń z chrząszczami przezroczystą folią). Wskazuje to na fakt, że zapach wydzielany przez liście ziemniaka jadalnego wywołuje u chrząszczy chemotaksję związaną z poszukiwaniem pokarmu, a więc jako związek zatrzymujący (arrestant) chrząszcze w pobliżu powierzchni wydzielającej ten bodziec.

Kumaryna działała jako związek zatrzymujący uskrzydłone dorosłe osobniki ryjkowca *Sitona cylindricollis* Fahr. na powierzchni wydzielającej ten związek (Heidweg, Thorsteinson 1961). W behawiorze żerowania kwieciaka bawełnowca wyróżniono fazę wrażliwości na działanie atraktantów (Keller et al. 1963), związków zatrzymujących i stymulatorów żerowania (Keller, Maxwell, Jenkins 1962 i Maxwell, Jenkins, Keller 1963). Dalsze badania wykazały, że poszczególne

części rośliny bawełny różnią się znacznie zawartością tych substancji. Analizy wykazały, że w pewnych częściach występują również repelenty (Maxwell et al. 1963).

Analiza zachowania się chrząszcza *Bruchophagus roddi* (Gussak.) w olfaktometrze w stosunku do 95 związków występujących w lucernie wykazała, że 38 substancji działa jako atraktanty, 9 jako repelenty, a 48 związków wykazywało działanie obojętne (Kamm, Fronk 1964). Z roślin ryżu wyizolowano atraktant dla szkodnika pędów ryżu, *Chilo suppressalis* (Walker) (Manakata et al. 1959). Seidel (1957) otrzymał patent na metodę wykorzystania ekstraktów ze zbóż do wyłapywania szeregu gatunków szkodników magazynowych.

Atrakcyjne właściwości sosny *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. dla chrząszczy *Cryphalus fulvus* Nijima i *Blastophagus pineperda* (L.) wiążą się z występowaniem kwasu benzoowego (Yasunaga, Oshima, Kinoshita 1963).

Chemiczne atraktanty nie odgrywają większej roli w zlokalizowaniu przez mszyce rośliny żywicielskiej. Natomiast wysokość i pokrój roślin, intensywność i jakość odbitego światła wpływają na reakcję siadania przelatujących mszyc na podłożu (Kennedy, Stoyan 1959, Auclair 1963). Następnie samice dokonywały próbnego żerowania. Wybór rośliny żywicielskiej był uzależniony od bodźców działających na te owady w wyniku kontaktu z liśćmi i bodźców odbieranych przez części aparatu gębowego w czasie próbnego żerowania (Ibbotson, Kennedy 1959). Jednak na fazę ciągłego żerowania działały już chemiczne związki występujące w soku komórkowym (Kennedy, Booth 1951, Kennedy 1953). Pewne aminokwasy i cukry działały w tym przypadku jako stymulatory żerowania. Składniki pokarmowe działają więc w przypadku mszyc jako substancje ważne w procesie odżywiania się i jako bezpośrednie bodźce sensoryczne, warunkujące powstawanie charakterystycznych bodźców do żerowania (Kennedy 1958, Mittler, Dadd 1965).

## 5. Wnioski

Badania nad działaniem atraktantów i repelentów na roślinożerne roztocze i owady są podstawą do prowadzenia dalszych prac w wielu dyscyplinach entomologii i opracowania szeregu metod pomocnych przy zwalczaniu szkodników. Wyniki tych prac można wykorzystać: 1) w badaniach nad mechanizmami warunkującymi naturalną odporność roślin na szkodniki, 2) przy opracowywaniu pułapek chwytnych do wyłapywania określonych gatunków szkodników w celu ograniczenia ich populacji lub też przy opracowaniach ekologicznych nad liczebnościami populacji różnych grup owadów na badanym obszarze, 3) przy zwiększaniu efektu działania feromonów — gdy atraktanty płciowe umieścimy na tle barwnych tablic lub w sąsiedztwie atraktantów zapachowych, 4) przy hodowli owadów w izolowanych warunkach na sztucznych substratach i 5) przy zwalczaniu szkodników po wymieszaniu atraktantów chemicznych, związków zatrzymujących lub związków wyzwalających żerowanie z insektycydami.

Badania nad powiązaniem między roślinami a stawonogami są dynamicznie rozwijającą się dyscypliną w entomologii, w jej dziedzinach podstawowych i w entomologii stosowanej. Prowadzenie prac z tego zakresu nie jest jednak łatwe. Wymagają one znacznych nakładów na apa-

raturę, odczynniki i przede wszystkim opracowania technik badawczych, za pomocą których będzie można ujawnić charakterystyczne reakcje poszczególnych stawonogów. Pomimo trudności, jakie czekają każdego, kto zajmie się tymi zagadnieniami, należy je prowadzić i popierać.

### Piśmiennictwo

- A u c l a i r J. L. 1963 — Aphid feeding and nutrition — *Ann. Rev. Ent.* 8: 439—490.
- B e c k S. D. 1956a — Nutrition of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (Hüb.), IV. Feeding reactions of first instar larvae — *Ann. ent. Soc. Amer.* 49: 399—405.
- B e c k S. D. 1956b — The European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (Hüb.), and its principal host plant, I. Orientation and feeding behavior of the larva on the corn plant — *Ann. ent. Soc. Amer.* 49: 552—558.
- B e c k S. D. 1960 — The European corn borer *Pyrausta nubilalis* (Hüb.), and its principal host plant, VII. Larval feeding behavior and host plant resistance — *Ann. ent. Soc. Amer.* 53: 206—212.
- B e c k S. D. 1965 — Resistance of plants to insects — *Ann. Rev. Ent.* 10: 207—232.
- B e c k S. D., H a n e c W. 1958 — Effects of amino acids on feeding behavior of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (Hüb.) — *J. Insect Physiol.* 2: 85—96.
- B o c z e k J., D ą b r o w s k i Z. T. 1972 — Wartość i metodyka badań nad zachowaniem się roztoczy i owadów w entomologii stosowanej — *Biul. Inst. Ochr. Rośl.* 52: 289—317.
- B o e c k h J., K a i s s l i n g K. E., S c h n e i d e r D. 1966 — Insect olfactory receptors — *Cold Spring Harb. Symp. quant. Biol.* 30: 263—280.
- B o n g e r s W. 1970 — Aspects of host-plant relationship of the Colorado beetle — *Meded. Landbouw. Wegeningen* 70—10: 77 pp.
- B r a z z e l J. R., M a r t i n D. F. 1957 — Oviposition sites of the pink bollworm on the cotton plant — *J. econ. Ent.* 50: 122—124.
- B r u e s C. F. 1920 — The selection of food-plants by insects with special reference to lepidopterous larvae — *Amer. Natur.* 54: 313—322.
- B y r n e H. D. 1969 — The oviposition response of the alfalfa weevil *Hypera postica* (Gyllenhal) — *Bull. Univ. Maryland agric. exper. Sta.* A-160: 41 pp.
- C a l l a h a n P. S. 1965a — Far infra-red emission and detection by night-flying moths — *Nature*, 207: 1172—1173.
- C a l l a h a n P. S. 1965b — Intermediate and far infrared sensing of nocturnal insects. Part I. Evidences for a far infrared (FIR) electromagnetic theory of communication and sensing in moths and its relationship to the limiting biosphere of the corn earworm — *Ann. Ent. Soc. Amer.* 58: 727—745.
- C a l l a h a n P. S. 1968 — A high frequency dielectric waveguide on the antennae of night-flying moths (*Saturnidae*) — *Appl. Optics* 7: 1425—1430.
- C a l l a h a n P. S. 1971 — Insects and the unsensed environment — *Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Animal Contr. by Habit. Manag.* Febr. 26—28, 1970: 248—258.
- C a l l a h a n P. S. 1971 — Insects and the unsensed environment — *Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Animal Contr. by Habit. Manag.* Febr. 25—27, 1971: 85—96.
- C h a u v i n R. 1956 — *Physiologie de l'insecte* — Paris, 916 pp.
- C o l b u r n R., A s q u i t h D. 1970 — A cage used to study the finding of a host by the ladybird beetle, *Stethorus punctum* — *J. econ. Ent.* 63: 1376—1377.
- C r i p p s C. 1947 — Scent perception in some African myrmecophilous *Lycaenidae* (*Lepidoptera: Rhopalocera*) — *Proc. roy. ent. Res.* 53: 95—109.
- D ą b r o w s k i Z. T. 1970 — Wybór roślin żywicielskich przez owady i związana z tym hodowla odpornych odmian roślin uprawnych — *Post. Nauk roln.* 4: 61—84.

- Dąbrowski Z. T. 1971a — Zapotrzebowanie pokarmowe przedziorków i czynniki wpływające na wartość odżywczą ich roślin żywicielskich — Pol. Pismo ent. 41: 439—458.
- Dąbrowski Z. T. 1971b — Feeding response of the two-spotted spider mite to some plant components — Proc. 3rd int. Congr. Acarol., Prague 1971: 211—215.
- Dąbrowski Z. T. 1972 — Methods in the study on plant resistance to spider mites — Adv. agr. Acar. in Europe — Zesz. Probl. Post. Nauk roln. 129: 303—319.
- Dąbrowski Z. T. 1973a — Studies on the relationships of *Tetranychus urticae* Koch and host plants. II. Gustatory effect of some plant extracts — Pol. Pismo ent. 43: 127—138.
- Dąbrowski Z. T. 1973b — Studies on the relationships of *Tetranychus urticae* Koch and host plants. II. Gustatory effect of some plant extracts — Pol. Pismo ent. 43.
- Dąbrowski Z. T., Rodriguez J. G. 1971 — Studies on resistance of strawberries to mites. 2. Preference and non preference responses of *Tetranychus urticae* and *T. turkestani* to essential oils of foliage — J. econ Ent. 64: 387—391.
- Dąbrowski Z. T., Rodriguez J. G. 1972 — Gustatory response of *Tetranychus urticae* Koch to phenolic compounds of strawberry foliage — Adv. agr. Acar. in Europe, Zesz. Probl. Post. Nauk roln. 129: 69—78.
- David W. A. L., Gardiner B. O. C. 1966 — Mustard oil glucosides as feeding stimulants for *Pieris brassicae* larvae in a semi-synthetic diet — Ent. exper. appl. 9: 247—255.
- Dethier V. G. 1947 — The role of the antennae in the orientation of carrion beetles to odors — J. N. Y. ent. Soc. 55: 285—293.
- Dethier V. G. 1953 — Host plant perception in phytophagous insects — Trans. 9th int. Congr. Ent. Amsterdam, 2: 81—88.
- Dethier V. G. 1954 — Evolution of feeding preferences in phytophagous insects — Evolution, 8: 33—51.
- Dethier V. G., Barton-Browne L., Smith C. N. 1960 — The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects — J. econ. Ent. 53: 134—136.
- Eisner T., Silberglie R. E., Aneshansley D., Carrel J. E., Howland H. C. 1969 — Ultraviolet video-viewing: The television camera as an insect eye — Science, 166—1172—1174.
- Fauvel G. 1972 — Facteurs de spécificité d'un anthocoride prédateur *Orius vicinus* Ribaut — Adv. agr. Acar. in Europe — Zesz. Probl. Post. Nauk roln. 129: 251—262.
- Fraenkel G. 1953 — The nutritional value of green plants for insects — Trans. 9th int. Congr. Ent. Amsterdam, 2: 90—100.
- Fraenkel G. 1958 — The chemistry of host-specificity of phytophagous insects — Proc. 4th int. Congr. Biochem. Vienna: 12—14.
- Fraenkel G. 1959 — The Raison d'Etre of secondary plant substances — Science 129: 1466—1470.
- Frisch K. von 1967 — The dance language and orientation of bees — Cambridge, Mass.: 276 pp.
- Gupta P. D., Thorsteinson A. J. 1960 — Food plant relationships of the diamond-back moth [*Plutella maculipennis* (Curt.)], II. Sensory regulation of oviposition of the adult female — Ent. exper. appl. 3: 305—314.
- Heidweg H., Thorsteinson A. J. 1961 — The influence of physical factors and host plant odour on the induction and termination of dispersal flights in *Sitona cylidricollis* Fahr. — Ent. exper. appl. 4 165—177.

- Horber E. 1955 — Oviposition preference of *Meromyza americana* Fitch for different small grain varieties under greenhouse conditions — J. econ. Ent. 48: 426—430.
- Ibbotson A. 1960 — Observations on the oviposition behaviour of frit fly (*Oscinella frit* L.) — Ent. exper. appl. 3: 84—92.
- Ibbotson A., Kennedy J. S. 1959 — Interaction between walking and probing in *Aphis fabae* Scop. — J. exper. Biol. 36: 377—390.
- Ilse D. — 1937 — New observations on responses to colours in egg laying butterflies — Nature 140: 544—545.
- Ito T. 1961a — Nutrition of the silkworm, *Bombyx mori*, III. Requirements for sterols and their effects on feeding — Bull. seric. exp. Stn. (Tokyo) 17: 91—117.
- Ito T. 1961b — Nutrition of the silkworm, *Bombyx mori*, IV. Effects of ascorbic acid — Bull. seric. exp. Stn. (Tokyo) 17: 119—136.
- Jermey T. 1971 — On some behavioural aspects of host selection in phytophagous insects — Proc. 13th int. Congr. Ent. Moscow 1: 390—391.
- Kamm J. A., Fronk W. D. 1964 — Olfactory response of the alfalfaseed chalcid, *Bruchophagous roddi* Guss., to chemicals found in alfalfa — Bull. Univ. Wyoming agr. exper. Sta. 413: 1—36.
- Keller J. C., Maxwell F. G., Jenkins J. N. 1962 — Cotton extracts as arrestants and feeding stimulants for the boll weevil — J. econ. Ent. 55: 800—801.
- Keller J. C., Maxwell F. G., Jenkins J. N., Davich T. B. 1963 — A boll weevil attractant from cotton — J. econ. Ent. 56: 110—111.
- Kennedy C. H. 1927 — Some non-nervous factors that condition the sensitivity of insects to moisture, temperature, light and odors — Ent. Soc. Amer. Ann. 20: 87—106.
- Kennedy J. S. 1953 — Host plant selection in Aphididae — Trans. 9th int. Congr. Ent. Amsterdam 2: 106—113.
- Kennedy J. S. 1958 — Physiological condition of the host plant and susceptibility, to aphid attack — Ent. exper. appl. 1: 50—65.
- Kennedy J. S., Booth C. O. 1951 — Host alternation in *Aphis fabae* Scop., I. Feeding preferences and fecundity in relation to age and kind of leaves — Ann. appl. Biol. 38: 25—64.
- Kennedy J. S., Stroyan H. L. G. 1959 — Biology of aphids — Ann. Rev. Ent. 4: 139—160.
- Kring J. B. 1967 — Alighting of aphids on colored cards in a flight chamber — J. econ. Ent. 60: 1207—1210.
- Kring J. B. 1969 — Insect behaviour as it relates to control — Chicago Meeting Ent. Soc. Amer., Dec. 1—4, 1969.
- Kring J. B. 1970 — Red spheres and yellow panels combined to attract apple maggot flies — J. econ. Ent. 63: 466—469.
- Lipke H., Fraenkel G. 1956 — Insect nutrition — Ann. Rev. Ent. 1: 17—44.
- Maltais J. B., Auclair J. L. 1962 — Free amino acid and amide composition of pea leaf juice, pea aphid haemolymph, and honeydew, following the rearing of aphids on single pea leaves treated with amino compounds — J. Insect Physiol. 8: 391—400.
- Maxwell E. W. 1968 — Interception of apple maggot adults on colored traps in an orchard — J. econ. Ent. 61: 1259—1260.
- Maxwell F. G., Jenkins J. W., Keller J. C. 1963 — A boll weevil repellent from the volatile substance of cotton — J. econ. Ent. 56: 894—895.
- Maxwell F. G., Jenkins J. N., Keller J. C., Parrot W. L. 1963 — An arrestant and feeding stimulant for the boll weevil in water extracts of cotton plant parts — J. econ. Ent. 56: 449—454.
- Mazohin-Porsnjakov G. A. 1956 — Zrenie nasekomych — Moskva, 262 pp.

- Mazohin-Porsnjakov G. A. 1969 — Insect vision — New York, 312 pp.
- Mittler T. E., Dadd R. H. 1965 — Differences in the probing responses of *Myzus persicae* (Sulzer) elicited by different feeding solutions behind a parafilm membrane — Ent. exp. appl. 8: 107—122.
- Moore R. H. 1928 — Odorous constituents of the corn plant in their relation to the European corn borer — Proc. Oklahoma Acad. Sci. 8: 16—18.
- Morita H., Yamashita S. 1961 — Receptor potentials recorded from sensilla basiconica on the antenna of silkworm larvae, *Bombyx mori* — J. exper. Biol. 38: 851—861.
- Munakata K., Saito T., Ogawa S., Ishii S. 1959 — Oryzanone, an attractant of the rice stem borer — Bull. agric. chem. Soc. Japan 23: 64—65.
- Murphey F. J., Burbutis P. P. 1967 — Straw infusion attractiveness to gravid female *Culex salinarius* — J. econ. Ent. 60: 156—161.
- Nayar J. K., Fraenkel G. 1962 — The chemical basis of host plant selection in the silkworm, *Bombyx mori* (L). — J. Insect Physiol. 8: 505—525.
- Nayar J. K., Fraenkel G. 1963 — The chemical basis of host selection in the Mexican bean beetle, *Epilachna varvivestris* — Ann. ent. Soc. Amer. 56: 174—178.
- Nishijima Y. 1960 — Host plant preference of the soybean pod borer, *Grapholitha glicinivorella* Matsumura, I. Oviposition site — Ent. exper. appl. 3: 38—47.
- Nuorteva P. 1952 — Host plant selection in insects in light of investigations made on leafhoppers — Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A IV, 19: 1—109.
- Nuorteva P. 1962 — Studies on the causes of the phytopathogenicity of *Calligypona pellucida* (F.) — Ann. Soc. zool.-botan. Fenn. Vanamo 23: 1—58.
- Oatman E. R. 1964 — Apple maggot trap and attractant studies — J. econ. Ent. 57: 529—531.
- Osakabe M. 1963 — Studies of resistance of tea plants to the tea red spider mite *Tetranychus Kanzawai* Koshida I. Food plant selection of the mite — Jap. J. appl. Ent. Zool. 7: 181—186.
- Painter R. H. 1951 — Insect resistance in crop plants — New York, 520 pp.
- Paech K. 1950 — Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe — Berlin, 268 pp.
- Popp H. W., Brown F. 1936 — Effect of different regions of the visible spectrum upon seed plants — in biological effects of radiation — New York, vol. II: 763—790.
- Prokopy R. J. 1967 — Wooden "apples" lure costly pest — Front. Plant Sci. 19: 4—5.
- Prokopy R. J. 1968a — Sticky spheres for estimating apple maggot abundance — J. econ. Ent. 61: 1082—1085.
- Prokopy R. J. 1968b — Visual responses of apple maggot flies, *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae): orchard studies — Ent. exper. appl. 11: 403—422.
- Prokopy R. J. 1969 — Visual responses of European cherry fruit flies — *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera Trypetidae) — Pol. Pismo ent. 39: 529—531.
- Richardson C. H. 1925 — The oviposition response of insects US Dept. Agr. Dept. Bull. 1324: 1—171.
- Rodriguez J. G., Dąbrowski Z. T., Stoltz L. P., Chaplin C. E., Smith W. O. Jr. 1971 — Studies on resistance of strawberries to mites. 2. Preference and nonpreference responses of *Tetranychus urticae* and *T. turkestanii* to water-soluble extracts of foliage — J. econ. Ent. 64: 383—387.
- Schanz M. 1953 — Der Geruchssinn des Kartoffelkäfers — Z. vergl. Physiol. 35: 353—379.
- Schwartz P. H., Hamilton D. H., Townshend B. G. 1970 — Mixtures of compounds as lures for the Japanese beetle — J. econ. Ent. 63: 41—43.

- Seidel K. 1957 — Verfahren zur Bekämpfung von Kornkäfern und anderen Getreideschädlingen — Ger. Patent 956, 365 (Jan. 17, 1957).
- Schoonhoven L. M. 1967 — Chemoreception of mustard oil glucosides in larvae of *Pieris brassicae* — Proc. K. ned. Akad. Wet. (C) 70: 556—568.
- Schoonhoven L. M. 1969 — Amino-acid receptor in larvae of *Pieris brassicae* (*Lepidoptera*) — Nature, 221: 1268.
- Still G. W. 1960 — An improved trap for deciduous tree fruit flies — J. econ. Ent. 53: 967.
- Thorpe W. H., Crombie A. C., Hill R., Darragh J. H. 1947 — The behaviour of wireworms in response to chemical stimulation — J. exper. Biol. 23: 234—266.
- Thorsteinson A. J. 1958a — Acceptability of plants for phytophagous insects — Proc. 10th int. Congr. Ent. Montreal, 2: 599—602.
- Thorsteinson A. J. 1958b — The chemotactic influence of plant constituents on feeding by phytophagous insects — Ent. exper. appl. 1: 23—27.
- Thorsteinson A. J. 1960 — Host selection in phytophagous insects — Ann. Rev. Ent. 5: 193—218.
- Uvarov B. P. 1933 — Conditioned reflexes in insect behavior — Proc. 5th int. Congr. Ent.: 353—360.
- Weiss H. B., McCoy E. E., Jr., Boyd W. M. 1944 — Group motor responses of adult and larval forms of insects to different wavelenghts of light — J. N. Y. ent. Soc. 52: 27—43.
- Wilde J. de 1958 — Host plant selection in the Colorado beetle larva (*Leptinotarsa decemlineata* Say) — Ent. exper. appl. 1: 14—22.
- Wilde J. de, Brader L., Ticheler J. 1965 — Factors affecting host plant acceptance in some *Coleoptera* — Proc. 12th int. Congr. Ent. London 1964: 550—552.
- Yamamoto R. T., Fraenkel G. 1959 — Common attractant for the tobacco hornworm, *Protoparce sexta* (Johan.), and the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say — Nature, 184: 206—207.
- Yasunaga K., Oshima Y., Kinoshita Y. 1963 — Studies on attractants of the pine bark beetles. III. Screening tests for attractancy and synergism of benzoic acid derivatives, higher fatty acids and their esters, and terpenoids — J. agric. chem. Soc. Japan 37: 642—644.

## Summary

Investigation of the characters in plants responsible for their choice and acceptance by phytophagous insects and spider mites is a field of studies in which close cooperation between entomologists working on basic and applied problems is indispensable.

The author has summarized and reviewed results and theories scattered widely in literature on the effect of plant properties upon the mechanism of plants being found, accepted or rejected by arthropods. The group of physical plant characters (colours surface structure, various shapes) and chemicals involved in plant attraction and repulsion of phytophagous species of insects and mites, and also the plant stimuli involved in host plant recognition and orientation, initiation of feeding and maintenance of feeding, are reviewed.

It has been stated that study on insect attractants, repellents, arrestants, incitants, suppressants, stimulants, and deterrents form a basis for developing further investigation in various fields of entomology and elaborating new methods of pest management. Results could be utilized as follows: 1) in research on mechanisms



governing plant resistance to pests; 2) to construct field traps for phytophagous insects to decrease their population in the field or to collect data for ecological study; 3) to increase the efficiency of traps with sex pheromones; 4) in mass rearing of phytophagous insects on artificial diets; 5) to control the pests after mixing attractants arrestants and incitants with insectides.

Studies on plant — arthropod relationships involve considerable expenditure on chemicals, apparatus and elaboration of new technics and study methods aimed at revealing the character of insect behaviour.