

Mieczysław JÓZEFIK

**Laboratoryjne próby stosowania elektrorepelentów dla ochrony sadów, lotnisk
i innych obiektów przed ptakami**

Лабораторные опыты по применению электрорепеллентов для охраны садов, аэродромов и других объектов перед птицами

**Laboratory tests of electrorepellents for protecting orchards, airports and other
objects against birds**

[Z 2 rysunkami oraz 4 wykresami w tekście]

Abstract. The use of electrorepellents for protecting orchards, airports and other objects against birds was tested in laboratory experiments. Multipoint electrodes with pulses 2–15 kV and 1–1500 Hz were used. The retention of negative impulses by birds and its association with the prop signalling these impulses was examined. The basic conception of using electrorepellents with respect to large populations of birds all over the continent is given. Summary – pages 338 – 341.

Założenia ogólne
Metodyka, materiał i aparatura
Wyniki doświadczeń
Piśmiennictwo

ZAŁOŻENIA OGÓLNE

Dotychczas stosowane repelenty

Środki odstraszenia ptaków – repelenty znajdują dziś szerokie zastosowanie nie tylko w komunikacji lotniczej, lecz również w sadownictwie, rolnictwie, ochronie obiektów strategicznych i przemysłowych (anten nadawcze, linie przesyłowe, obiekty architektoniczne). Znamienne, że skuteczność w pierwszej fazie stosowania zadowalająca w późniejszym okresie stopniowo maleje – ptaki przyzwyczajają się do rekwizytu odstrasżającego, doskonale

w późniejszych etapach odróżniając go od naturalnych czynników zagrożenia. Stosowanie akustycznych repelentów (odtwarzane z taśmy różne szумы i hałasy, różnego typu detonacje, wystrzały z amatek karbidowych, wykorzystywanie generatorów ultradźwiękowych o częstotliwościach 18–40 kHz) dawało bardzo krótkotrwały efekt (JACOBI, 1969; KUHRING, 1965; SEUBERT, 1965; WRIGHT, 1965). Lepsze stosunkowo wyniki uzyskiwano w doświadczeniach z odtwarzaniem z taśmy głosów przestraschu, trwogi i sygnałów niebezpieczeństwa poszczególnych gatunków ptaków, lecz i ta metoda na dłuższy dystans przedstawiała być skuteczna – ptaki stopniowo uczyły się rozróżniać naturalne źródła tych sygnałów od odtwarzanych (BLOCK, 1966; BROWN, 1962; BROUGH, 1965; RYLSKIJ, JACOBI, 1967). Również repelenty pirotechniczne i chemiczne nie pozwalały osiągnąć spodziewanych rezultatów (JACOBI, 1969; KEIL, 1965; WRIGHT, 1965). Wykorzystanie do odstraszenia wypchanych ptaków i atrap naśladowujących ptaki drapieżne, a także atrap psów i sylwetek myśliwych z bronią, wykładanie martwych ptaków w efekcie było mało skuteczne (JACOBI, 1969; SAUL, 1967; WRIGHT, 1965). Brak stałego oddziaływania negatywnego bodźca przy równoczesnym występowaniu jego atrybutów (rekwizyty odstraszające) jest zasadniczą przyczyną znacznego obniżania się efektywności wykorzystywanych dotychczas repelentów i błędem podstawowych założeń ich stosowania.

Behavior ptaków a podstawowe założenia stosowania elektropolepentów

Podjmując temat „Stosowanie elektropolepentów” w pierwszym rzędzie przyjąłem założenie: rekwizyt sygnalizujący bodziec negatywny w każdym przypadku musi sprzęgać się z rzeczywistym oddziaływaniem tegoż bodźca. Pozwoli to w dalszych etapach na wypracowanie u poszczególnych osobników trwałego zespołu odruchów warunkowych oraz przekazanie go jako doświadczenia osobniczego innym osobnikom z populacji, które z elektropolepentami jeszcze się nie zetknęły. W ten sposób, w układzie międzynarodowym, można będzie zmusić populacje zamieszkujące znaczne przestrzenie do przekazywania młodszym generacjom „tradycji” unikania obiektów i całych obszarów oznakowanych rekwizytami sygnalizującymi zagrożenie (występowanie bodźca negatywnego). Jako rekwizytu proponuję zastosować zawieszanie szklanych, srebrzonych od wewnątrz oraz barwionych na czerwono kul, które równocześnie byłyby ostrzeżeniem łatwo dostrzegalnym dla człowieka. Tak więc, w przeciwieństwie do obecnie stosowanych repelentów, gdzie po określonym czasie ptaki uczą się rozróżniać stosowane przez człowieka rekwizyty od naturalnych sygnałów zagrożenia, zastosowanie elektropolepentów będzie się wiązało ze stopniowym zwiększeniem się ich skuteczności, w miarę tego, jak ptaki nauczą się kojarzyć elektropolepent z rekwizytem sygnalizującym go. Również, w przeciwieństwie do obecnych metod odstraszenia, należy oczekiwać, że im szersze będzie stosowanie elektropolepentów (np. w obrębie kontynentu) tym bardziej skuteczna okaże się ta metoda.

Zakres stosowania

Głównym przeznaczeniem jest: 1) ochrona sadów wiśniowo-czereśniowych, winnic, plantacji krzewów jagodowych przed szpakami; 2) ochrona lotnisk

przed kawką, gawronem, szpakiem, mewami; 3) zabezpieczenie linii przesyłowych przed zwarciami powodowanymi przez ptaki; 4) ochrona anten nadawczych przed masowym obsiadaniem przez ptaki wędrownie; 5) ochrona obiektów architektonicznych i zabytkowych przed niszczeniem przez ptaki; 6) ochrona magazynów żywnościowych, paszowych itp. przed gryzoniami.

Założenia funkcjonalne

Projektowane urządzenie, tzw. „Avirepelentor”, można będzie stosować jako stacjonarne, zasilane z sieci oraz jako przenośne, użytkowane sezonowo, zasilane z akumulatorów 12–24 V lub baterii anodowych. Składać się ono będzie z generatora impulsów wysokiego napięcia, linii przekaźnikowej oraz zespołu elektrod wielopunktowych mających postać sznura, pręta, taśmy, maty, kraty itd. Nie powodując uśmiercenia zwierzęcia, ani nie szkodząc jego zdrowiu, wstrząsy elektryczne w zestawieniu z rekwizytem sygnalizującym elektrorepelent (błyszczące czerwone kule) pozwolą, sądząc z niżej przeprowadzonych doświadczeń, na bardzo szybkie wypracowanie odruchu unikania miejsc oznakowanych rekwizytem.

Wstępne założenia techniczne

Generator impulsów 8–20 kV (transformatorowy) o czasie impulsów nie dłuższym od 0,1 sek., natężeniu szczytowym ok. 100 mA, sterowany przez regulowany impulsator 1–10 Hz. Elektrody wielopunktowe (rys. 2), w odróżnieniu od wszystkich dotychczas stosowanych tego typu urządzeń, pozwalają porażać przy kontaktowaniu się nawet z bardzo małą powierzchnią ciała. Są miedziane, srebrzone, bądź chromowane.

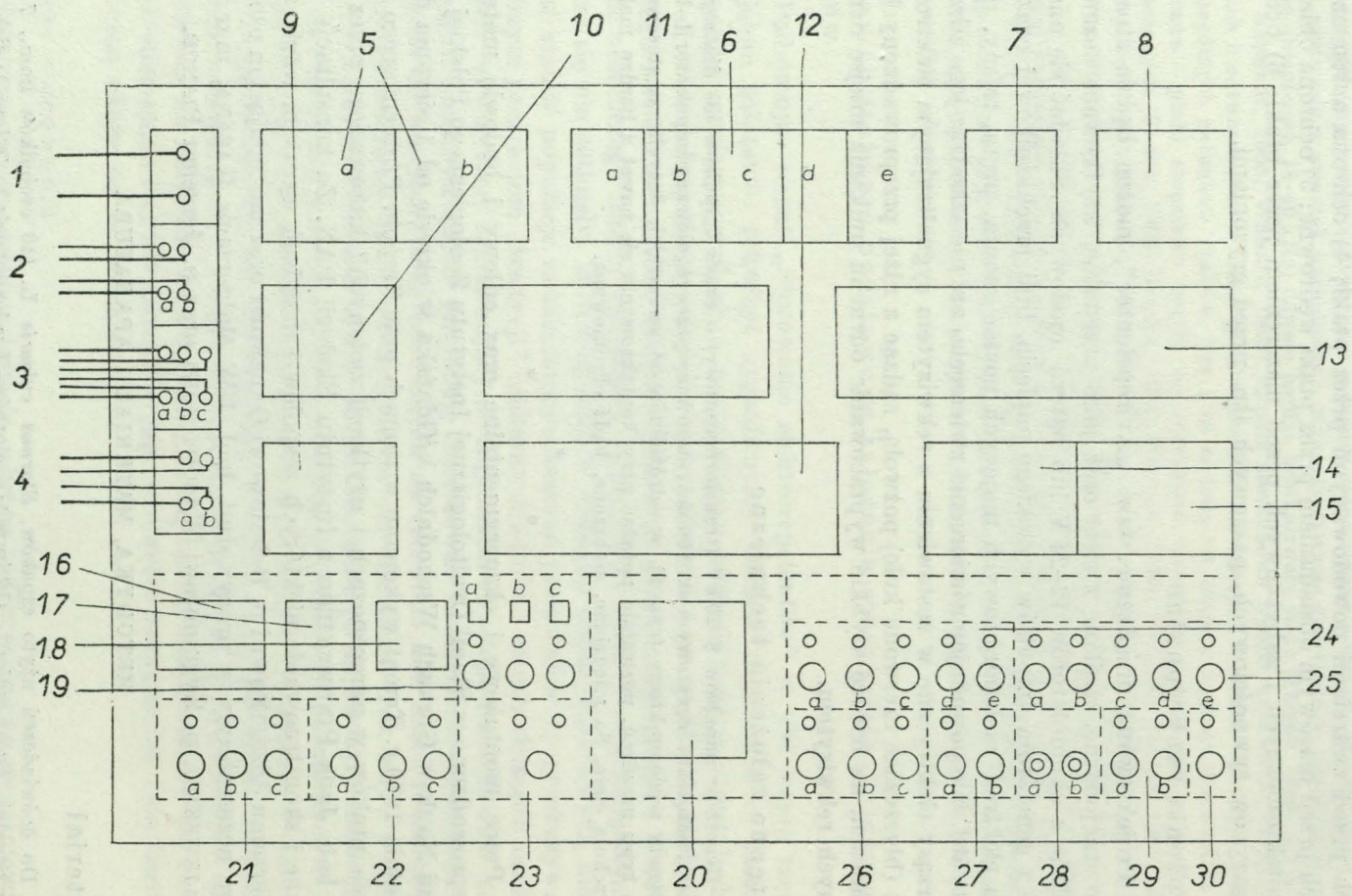
*
* *
*

Prace montażowe i eksperymentalne oraz odłowy i hodowle materiału przeprowadzono w Stacji Ornitologicznej Instytutu Zoologicznego Polskiej Akademii Nauk w Górkach Wschodnich k/Gdańska w okresie od 1 sierpnia do 14 września 1970 r. Temat wykonano w ramach prac Zespołu Problemowego PAN „Rola ptaków w agrocenozach i użytkach zielonych” kierowanego przez doc. dra hab. Jana PINOWSKIEGO z Instytutu Ekologii PAN. Za konsultacje techniczne i skonstruowanie niektórych zespołów i urządzeń wyrażam wdzięczność p. Jerzemu JÓZEFIKOWI i p. Bolesławowi GALEROWI oraz następującym osobom, które uczestniczyły w pracy: stud. biol. UW Małgorzacie KAZANA, mgr Ewie KRAJEWSKIEJ, p. Zygmuntowi WĄSOWICZOWI oraz p. Jerzemu PIANCE.

METODYKA, MATERIAŁ I APARATURA

Materiał

Do doświadczeń użyto szpaków, *Sturnus vulgaris* L. (40 osobników imm., 7 ad.); sikor bogatek, *Parus major* L. (12 imm.); gąsiorków, *Lanius collurio* L. (5 imm.); zięb, *Fringilla coelebs* L. (2 ad.); muchołówek żalobnych, *Ficedula hypoleuca* (PALL.) (3 imm., 1 ad.);



rudzików, *Erithacus rubecula* (L.) (5 imm.) oraz chomików syryjskich, *Mesocricetus auratus* (WATERHOUSE) (2 ad., 2 imm.).

Podstawowe eksperymenty przeprowadzone zostały głównie na szpakach, które przez okres eksperymentowania przetrzymywane były w dwóch wolierych w ogrodzie Stacji. Wszystkie osobniki oznakowane były obrączkami Stacji, po zakończeniu prac i dokładnych oględzinach, celem wykrycia ewentualnych oparzeń i innych uszkodzeń, zostały wypuszczone.

Aparatura i urządzenia

Całość urządzeń zaprojektowana i wykonana we własnym zakresie składała się: z pulpitu sterowniczego, aparatury rejestracyjnej, zasilaczy prądu stałego, generatora wysokiego napięcia oraz klatek i woliery na wolnym powietrzu z wmontowanymi elektrodami wielopunktowymi.

Pulpit sterowniczy (rys. 1) wyposażony w system lampek kontrolnych, woltomierz i amperomierz do pomiarów na obwodach pierwotnych oraz neonówek na obwodach wtórnych, przez system wyłączników i przełączników wielokanałowych umożliwiał włączanie poszczególnych klatek i agregatów w sposób łatwy, zapewniający dostateczny stopień bezpieczeństwa. Jeden z dwóch pro-

Rys. 1. Schemat blokowy pulpitu sterowniczego użytego do doświadczeń nad zastosowaniem elektropelentów. 1 — wejście z sieci 220 V; 2 — wyjście 18 V do lamp ostrzegaczy wysokiego napięcia umieszczonych na klatkach nr 1 i nr 2; 3 — wyjście wysokiego napięcia: a) do klatki nr 1, b) do klatki nr 2, c) do woliery; 4 — wejście z klatki nr 1: a) do licznika skoków na drążki neutralne, b) do licznika skoków na drążki elektryzujące oraz do przekaźników: włączenia licznika czasowego oraz przekaźnika włączania obwodów pierwotnych cewek indukcyjnych; 5 — prostowniki 24 V: a) — 2,5 A, b) 1,5 A; 6 — zespół cewek indukcyjnych; 7 — przetwornica tranzystorowa 250 V; 8 — bateria kondensatorów elektrolitycznych 1000 μ F; 9 — przekaźnik do licznika czasowego; 10 — przekaźnik do uzwojeń pierwotnych cewek; 11 — opornice suwnicowe; 12 — tablica rozdzielcza wraz z zespołem bezpieczników uzwojeń pierwotnych; 13 — zestaw baterii anodowych; 14 — impulsator tranzystorowy 1–20 Hz; 15 — impulsator elektromagnetyczny (do 1500 Hz); 16 — licznik sumujący czas przebywania na drążkach elektryzujących; 17 — licznik sumujący liczbę skoków na drążki elektryzujące; 18 — licznik sumujący skoki na drążki neutralne; 19 — wyłączniki obwodów wys. napięcia z zespołem lamp kontrolnych i neonówek: a) do klatki nr 1, b) do klatki nr 2, c) do woliery; 20 — amperomierz-woltomierz do pomiarów na obwodach pierwotnych; 21 — zespół włączników z lampami kontrolnymi: a) ogólny sieci 220 V, b) prostownika 2,5 A, c) prostownika 1,5 A; 22 — zespół włączników z lampami kontrolnymi: a) licznika czasowego, b) licznika skoków na elektrody, c) na drążki neutralne; 23 — przełącznik: voltaż-amperaż z dwoma lampami kontrolnymi; 24 — zespół włączników i lamp kontrolnych poszczególnych cewek indukcyjnych; 25 — zespół włączników i lamp kontrolnych napięć baterii anodowych: a) 15 V, b) 30 V, c) 60 V, d) 120 V, e) 240 V; 26 — włączniki i lampy kontrolne baterii kondensatorów elektrolitycznych: a) 200 μ F, b) 400 μ F, c) 400 μ F; 27 — włączniki i lampy kontrolne: a) przetwornicy tranzystorowej, b) baterii anodowych; 28 — pokrętła regulatorów impulsatora tranzystorowego: a) częstotliwości impulsów, b) stosunku przerwy do czasu trwania impulsu; 29 — włączniki i lampy kontrolne: a) impulsatora tranzystorowego, b) impulsatora elektromagnetycznego; 30 — wyłącznik awaryjny do zasilania sieciowego i anodowego.

stowników selenowych (24 V, 2,5 A) zasiliał wyłącznie zespół cewek indukcyjnych. Drugi — (24 V, 1,5 A) zasiliał system rejestrujący, lampki kontrolne, ostrzegacze i impulsatory. Cewki indukcyjne o wzrastającej indukcyjności mogły być włączane pojedynczo, bądź równolegle po dwie równocześnie. Zasilane były z prostownika, bądź z zespołu baterii anodowych. Wyjście z prostowników regulowane było przez opornice suwnicowe (np. system lamp kontrolnych pracował na napięciu 18 V). Aby przebadać również wpływ impulsów o niskim napięciu i większej mocy użyto baterii kondensatorów elektrolitycznych zasilanych z przetwornicy tranzystorowej (ok. 250 V, 1000 μ F).

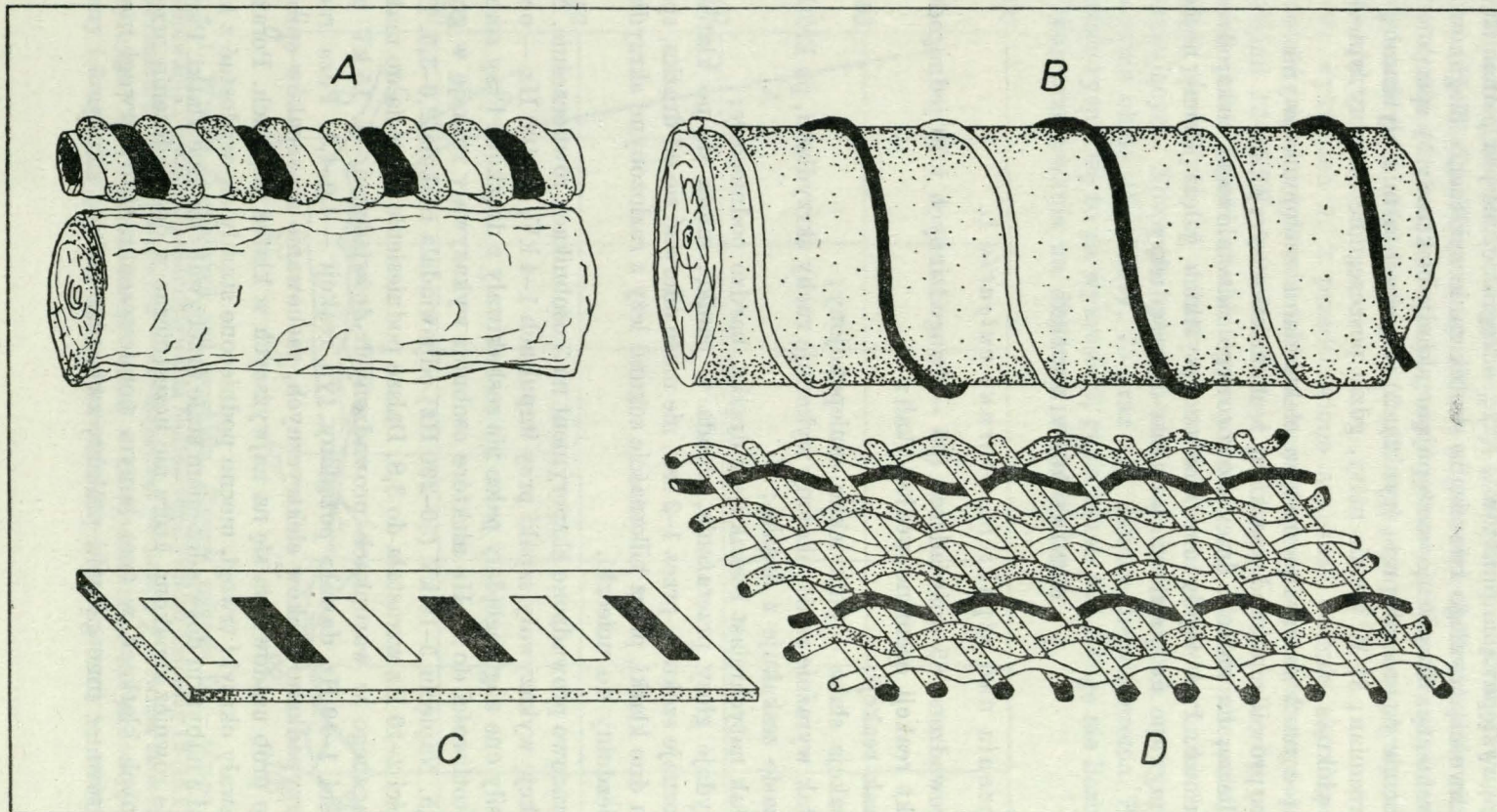
Klatka eksperymentalna nr 1 (140 \times 70 \times 70 cm) zaopatrzona była w trzy ruchome drążki z wmontowanymi elektrodami wielopunktowymi oraz dwa również ruchome drążki pozbawione elektryzacji. Każdy skok ptaka na drążki elektryzujące (pomalowane na czerwono) rejestrowany był przez: a) sumujący dla wszystkich 3 drążków licznik skoków oraz b) również sumujący licznik czasu przebywania ptaków na tych drążkach (chronometraż). Licznik czasowy włączany za pośrednictwem przekaźnika elektromagnetycznego zasilany był baterią 6 V. Skoki na drążki nieelektryzujące (koloru białego) sumowane były na osobnym liczniku. Odczytując co 5 minut stan 3 liczników uzyskiwano obraz czasowy zachowania się ptaków w trakcie doświadczenia.

Klatka nr 2 przeznaczona do doświadczeń z elektrodami w formie maty nie miała urządzeń rejestrujących.

Woliera (180 \times 200 \times 200 cm) wybudowana w ogrodzie Stacji wyposażona była jedynie w model małego drzewa, którego gałęzie pokryte zostały sznurami elektrod wielopunktowych. Ptaki siadały więc wyłącznie na gałązkach, na których mogły zostać porażone, bądź na ziemi. Woliera nie była wyposażona w rejestraty.

Funkejonowanie klatki nr 1 i urządzeń miało następujący przebieg: ptak skacząc po drążkach nieelektryzujących uruchamiał jedynie licznik skoków. Skok na drążek elektryzujący powodował: 1) uruchomienie licznika skoków, 2) za pośrednictwem przekaźnika uruchomienie licznika czasowego, 3) w zależności od zaprogramowania na pulpicie sterowniczym: a) uruchomienie impulsatora tranzystorowego, który za pośrednictwem przekaźnika włączał obwód pierwotny jednej z cewek indukcyjnych (uzyskiwano impulsy rzędu 1–20 Hz), b) impulsatora elektromagnetycznego (do 1500 Hz). Z uzwojeń wtórnych cewek impulsy wysokiego napięcia przekazywane były bezpośrednio do wielopunktowych elektrod porażających (czas trwania impulsu do 0,1 sek.). Tak więc impulsy wysokiego napięcia były indukowane automatycznie jedynie w momencie przebywania ptaka na drążkach elektryzujących i kontrolowane przez błyski neonówki. Intensywność jej świecenia pozwalała sądzić o powstaniu przebiegów bądź upływów na elektrodach.

Wielopunktowa elektroda (rys. 2), w odróżnieniu od wszystkich dotychczas stosowanych systemów elektryzowania, poraża bez uziemiania w momencie, gdy ptak lub gryzoń zetknie się z nią nawet na nieznacznej powierzchni ciała.



Rys. 2. Elektrody wielopunktowe: *A* – sznurowa, *B* – w postaci pręta, *C* – taśmy, *D* – maty (kolorem czarnym oznakowano „+”, białym – „-”).

Zagęszczenie występowania punktów „+”, „-” ograniczone jest jednak iskrzeniem i możliwością trwałego zwarcia na skutek zanieczyszczenia biegunów np. przez ekskrementy. Stosowano następujące układy elektrod: 1) spiralnie nawijane w formie sznura lub pręta (rys. 2); 2) w postaci taśm z płytkami „+”, „-” na przemian; 3) W formie maty, gdzie poszczególne bieguny wplecione były jako włókna.

W klatce nr 2 stosowano matę z elektrodami wielopunktowymi — doświadczenia prowadzono nad szpakiem i chomikiem syryjskim.

W wolierze, na modelu drzewa owocowego zainstalowano elektrody spiralne, sznurowe. Przebiegały one wzdłuż wszystkich gałęzi. Ocenę napięcia w kV dokonywano na podstawie pomiaru długości iskry.

WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

Doświadczenia nad szpakiem, *Sturnus vulgaris* L.

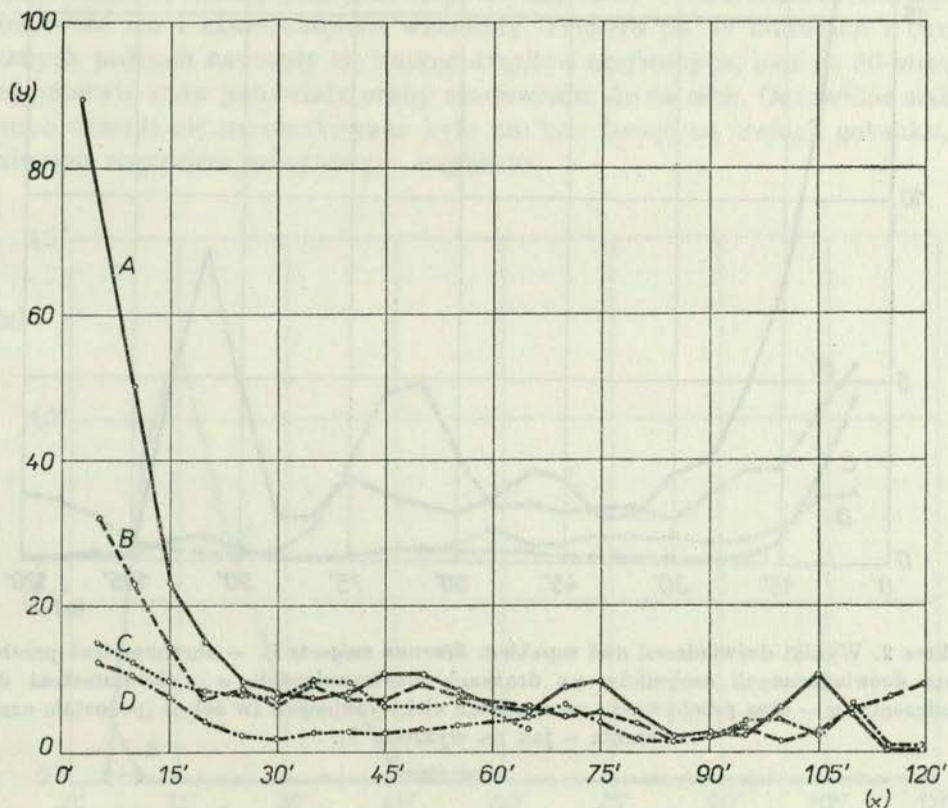
Przeprowadzono 85 doświadczeń (65 — dwugodzinnych i 20 jednogodzinnych). Efekt reakcji oceniano według skali:

- 0 — brak reakcji;
- 1 — reakcja słaba — ptak lekko zaniepokojony;
- 2 — ptak wyraźnie zaniepokojony wykonuje ruchy skrzydłami, po krótkim czasie zeskakuje z drążka;
- 3 — ptak natychmiast zeskakuje z drążka, bardzo podniecony;
- 4 — wydaje głosy przerażenia, wpada w panikę, miota się po klatce;
- 5 — doznaje szoku — przez 1–2 sek. nie może oderwać się od drążka, spada na dno klatki, przez kilkanaście sekund leży z rozłożonymi skrzydłami niezdolny do ucieczki.

Każdorazowo prowadzono eksperyment na 3 osobnikach równocześnie. Najsłabszą reakcję wykazywały szpaki przy impulsach 1–4 kV, 20–100 Hz — ocena 0,5. Podnosiły one nogi, oglądały palce nie zeskakiwały z drążków. Przy zmniejszeniu częstotliwości do 10 Hz niektóre osobniki wykazywały reakcję w granicach 1,0–1,5. Napięciu 5–10 kV (50–200 Hz) odpowiadała reakcja 2,0–3,5. Przy częstotliwości 2–10 Hz wzrastała do 3,8. Dalsze podniesienie napięcia do maksymalnie osiąganego w warunkach prowadzonych doświadczeń, tj. 15 kV przy częstotliwości 1–10 Hz dawało pożądany typ reakcji — 4,0–4,3. Poza raczej rzadkimi przypadkami szoków elektrycznych, zachowanie się szpaków sprowadzało się do prób usadowienia się na najwyższych w klatce drążkach. Porażone ptaki wydawały okrzyki trwogi, mocno podniecone starały się wydostać z klatki. Osobniki z nabytym doświadczeniem stale przebywały na dnie klatki. Panika udzielała się również szpakom, które nie uczestnicząc w doświadczeniu przebywały w innych klatkach w tym samym pomieszczeniu. Głosy trwogi mocno niepokoiły również inne gatunki ptaków, zwłaszcza zięby i sikory.

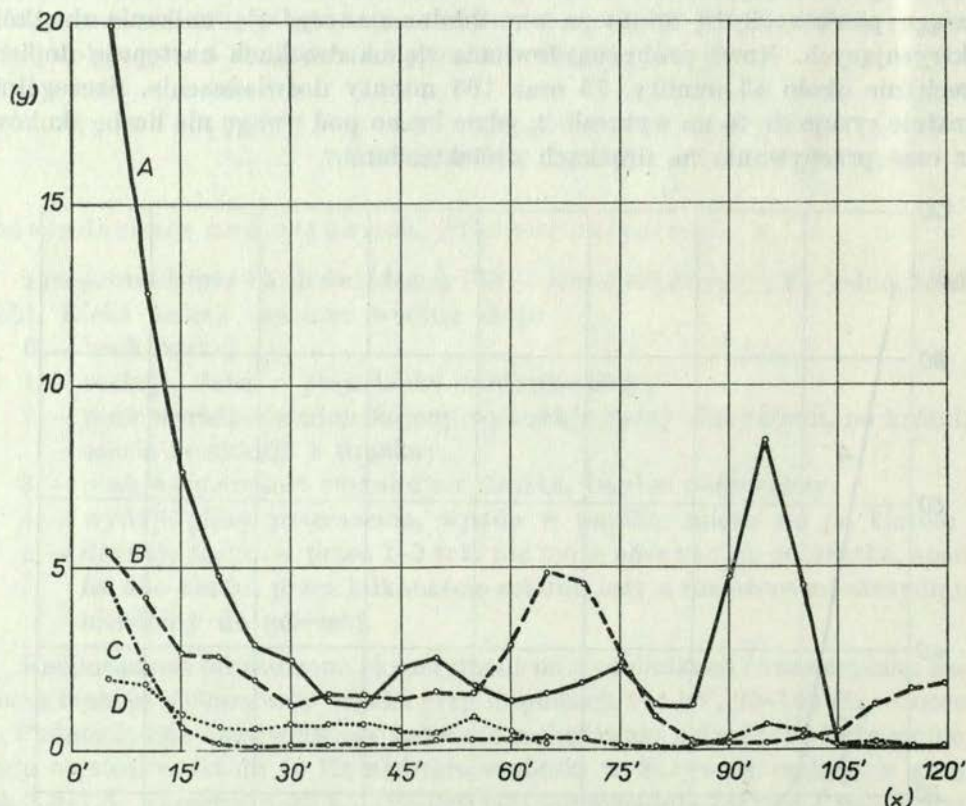
Wspomniane efekty osiągano przy stosunkowo wysokiej wilgotności powietrza (75–98 %). Wraz ze spadkiem wilgotności efekt znacznie malał. Optymalne wyniki osiągano podczas pogody deszczowej. W wolierze podczas deszczu nawilgocenie gałęzi drzewa eksperymentalnego powodowało upływy prądu i osłabienie efektu.

Na wykresach 1, 2 przedstawiono szybkość uczenia się rozpoznawania i trwałość zapamiętywania bodźca negatywnego wywołwanego porażeniem impulsami 12–15 kV, 1–20 Hz. Biorąc pod uwagę jedynie liczbę porażzeń doznanych przez szpaki uczestniczące pierwszy raz w doświadczeniu, widać, że w ciągu pierwszych 10 minut są one zdolne nauczyć się unikania drażków elektryzujących. Nowe próby usadowienia się na drażkach następują dopiero przeciętnie około 45 minuty, 75 oraz 105 minuty doświadczenia. Szczególnie wyraźnie rysuje się to na wykresie 2, gdzie brano pod uwagę nie liczbę skoków, lecz czas przebywania na drażkach z elektrodami.



Wykres 1. Wyniki doświadczeń nad szpakiem, *Sturnus vulgaris* L. – tempo uczenia się rozpoznawania i trwałości zapamiętywania bodźca negatywnego (impulsy 12–15 kV, 1–20 Hz; 60 doświadczeń, 47 osobników). x – chronometraż (w min.); y – liczba skoków na drażki elektryzujące; A – osobniki biorące udział w doświadczeniu po raz pierwszy; B – po raz pierwszy i drugi; C – po raz drugi – czwarty; D – po raz czwarty – szósty.

W grupie ptaków biorących w eksperymencie udział po raz drugi były też kilka razy osobniki doświadczane po raz pierwszy. Reakcja stadna w momencie zagrożenia jest tu na tyle silna, że zachowywały się one identycznie, jak szpaki mające już doświadczenie z elektrorepelentami. Doświadczenia z osobnikami biorącymi udział po raz 2, 3 oraz 4 nie różnią się między sobą (wykresy 1, 2). Zaznaczyć należy, że przerwy między poszczególnymi doświadczeniami, w których uczestniczył dany osobnik wynosiły minimum 24 godziny, a z reguły trwały 2–3 doby.



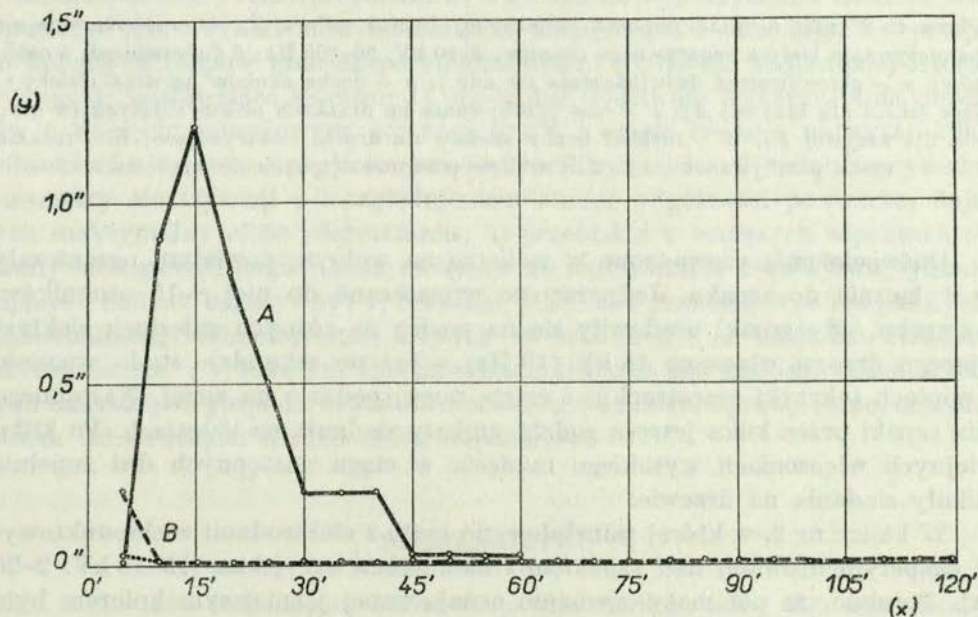
Wykres 2. Wyniki doświadczeń nad szpakiem *Sturnus vulgaris* L. — chronometraż przebywania doświadczanych osobników na drążkach elektryzujących. x — chronometraż doświadczenia, y — czas przebywania na drążkach elektryzujących (w sek.); (pozostałe oznaczenia — jak na wykresie 1).

Charakterystyczne jest dla szpaka, w odróżnieniu od sikor i zięby, po każdym porażeniu unikanie zarówno drążków czerwonych (elektryzujących), jak i białych (neutralnych) — przebywały one na dnie klatki, nawet już zupełnie uspokojone. Drążek występował tu jako rekwizyt sygnalizujący bodziec negatywny. Jest to o tyle korzystne, że w przypadku ewentualnego zastosowa-

nia elektrorepelentów w sadownictwie istnieje duża szansa, by gatunek ten nie nauczył się kojarzyć zagrożenia z samą elektrodą, lecz z rekwizytem bardziej wyrazistym, np. błyszczącą szklaną kulą zawieszoną nad koroną drzewa. Zagadnienie to wymaga jeszcze bardzo gruntownego przepracowania eksperymentalnego.

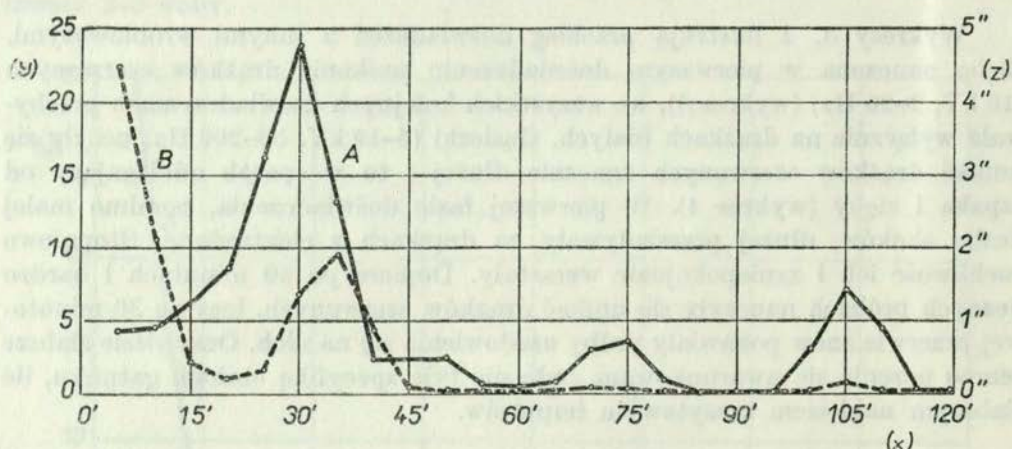
Doświadczenia nad innymi gatunkami *Passeres*

Wykresy 3, 4 ilustrują przebieg doświadczeń z innymi wróblowatymi. Zięba nauczona w pierwszym doświadczeniu unikania drążków czerwonych (10 kV, 2–20 Hz) (wykres 3), we wszystkich kolejnych doświadczeniach przebywała wyłącznie na drążkach białych. Gąsiorzki (5–10 kV, 50–200 Hz) uczyły się unikać drążków czerwonych znacznie dłużej i to w sposób odbiegający od szpaka i zięby (wykres 4). W pierwszej fazie doświadczenia, pomimo małej liczby skoków, dłużej przesiadywały na drążkach z elektrodami. Stopniowo ruchliwość ich i zaniepokojenie wzrastały. Dopiero po 40 minutach i bardzo licznych próbach nauczyły się unikać drążków czerwonych, lecz po 30-minutowej przerwie znów ponawiały próby usadowienia się na nich. Oczywiście słabsze tempo uczenia się uwarunkowane było nie tyle specyfiką etologii gatunku, ile słabszym napięciem szczytowym impulsów.



Wykres 3. Wyniki doświadczeń nad ziębą, *Fringilla coelebs* L. — chronometrą przebywania doświadczanych osobników na drążkach elektryzujących (10 kV, 2–20 Hz, 3 doświadczenia, 2 osobniki). x — chronometrą doświadczenia (w min.); y — czas przebywania na drążkach elektryzujących (w sek.); A — I doświadczenie, B — II, C — III.

Pozostałe gatunki doświadczane w klatce nr 1 w zależności od parametrów stosowanych impulsów oraz wilgotności powietrza wykazywały szybsze lub wolniejsze tempo uczenia się. Stwierdzono w różnym stopniu utrwalone pamięciowo rozpoznawanie rekwizytu sygnalizującego bodziec negatywny. Sikorki bogatki, w porównaniu z muchołówką żalobną i rudzikiem, wyróżniały się wyjątkowo dobrą pamięcią i szybkością kojarzenia zagrożenia z rekwizytem.



Wykres 4. Wyniki doświadczeń nad gąsiorkiem, *Lanius collurio* L. — tempo uczenia się zapamiętywania bodźca negatywnego (impulsy 5–10 kV, 50–200 Hz; 6 doświadczeń, 5 osobników). x — chronometraż doświadczenia (w min.); y — liczba skoków na drążki elektryzujące (skala dla krzywej A); z — czas przebywania na drążkach elektryzujących (w sek., skala dla krzywej B); A — rozkład liczby skoków na drążki elektryzujące; B — rozkład czasu przebywania na nich w trakcie przeprowadzonych doświadczeń.

Doświadczenia prowadzone w wolierze na wolnym powietrzu ograniczały się wyłącznie do szpaka. Jednorazowo wpuszczano do niej 8–15 osobników. O zmroku, gdy szpaki usadowiły się na nocleg na różnych gałęziach elektryzującego drzewa włączano 15 kV (10 Hz) — już po sekundzie stado wpadało w popłoch (okrzyki przestraszu) i resztę nocy spędzało na ziemi. Następnego dnia szpaki przez kilka jeszcze godzin unikały siadania na gałęziach. Po kilku kolejnych włączeniach wysokiego napięcia w ciągu następnych dni zupełnie unikały siadania na drzewie.

W klatce nr 2, w której zainstalowano matę z elektrodami wielopunktowymi eksperymentowano nad szpakiem i chomikiem syryjskim (10–15 kV, 2–20 Hz). Pomimo, że pół maty wyraźnie oznakowanej jaśniejszym kolorem było bez elektrod, szpaki po 4 seansach 15-minutowych nauczyły się kojarzyć dno klatki z zagrożeniem i w późniejszych doświadczeniach po wpuszczeniu do klatki, nawet gdy napięcie zupełnie nie było włączane, natychmiast obsiadały metalowe ścianki klatki.

Doświadczenia nad chomikiem syryjskim, *Mesocricetus auratus* (WATERHOUSE)

Przeprowadzono 5 dwudziestominutowych seansów doświadczalnych i stwierdzono, że gryzonie te są o wiele bardziej wrażliwe na wysokie napięcie niż ptaki. Gwałtowną reakcję, połączoną z natychmiastową ucieczką wykazywały już przy 5–7 kV. Po jednej stronie maty z elektrodami położono pożywienie, po drugiej przebywały chomiki. Wszelkie próby pokonania maty po dnie klatki kończyły się gwałtowną ucieczką z pola zagrożenia. W ciągu 5 seansów nie nauczyły się kojarzyć wstrząsów elektrycznych z ich zlokalizowaniem w określonej strefie klatki.

Szczegółowe oględziny nóg ptaków i gryzoni bezpośrednio po zakończeniu doświadczeń, a także po upływie kilku dni nie pozwoliły wykryć jakichkolwiek zmian spowodowanych porażeniem prądem. Szpaki, z których każdy osobnik przeszedł przez wiele doświadczeń, po zakończeniu prac wypuszczono na wolność. Po wypuszczeniu starały się one przedostać na powrót do woliery, w której były w ogrodzie przetrzymywane i karmione. Przez kilka dni obserwowano je jeszcze w pobliżu — wykazywały znakomitą kondycję fizyczną.

Postulaty dalszych badań

W opisanych doświadczeniach zweryfikowano zaledwie koncepcję możliwości zastosowania elektrorepelentów, a zwłaszcza wykorzystania elektrod wielopunktowych. Wyniki zdecydowanie są zachęcające i skłaniają, by przejść do kolejnych etapów prac eksperymentalnych, w których najbardziej istotne wydają się następujące kwestie: 1) przebadać możliwość wykorzystania impulsów o napięciu szczytowym powyżej 15 kV i czasie trwania najwyżej kilku milisekund z ładunkiem wyjściowym do 10 mikulombów; 2) ustalić optymalne parametry elektryzacji z uwzględnieniem zmian wilgotności powietrza, dających maksymalny efekt odstraszenia; 3) przebadać w szerszych aspektach od strony etologicznej zagadnienia związane ze stosowaniem rekwizytów sygnalizujących bodziec negatywny; 4) rozwinąć prace nad skonstruowaniem prostych, niezawodnych, technologicznie łatwych w produkcji i w obsłudze urządzeń „Avirepelentor”; 5) rozwinąć specjalistyczne badania nad zastosowaniem w różnych dziedzinach gospodarki (sadownictwo, ogrodnictwo, uprawy rolne, ochrona lotnisk itd.) różnych modeli elektrorepelentów.

PIŚMIENNICTWO

- BLOCK B. C. 1966. Williamsport, Pennsylvania tries Starling control with distress calls. *Pest Control*, 34, 8: 24–28.
- BROWN G. B. 1962. The reaction of Gulls (*Laridae*) to distress calls. *Ann. epiph.*, 13: 153–155.
- BROUGH T. 1965. Field trials with the acoustical scaring apparatus in Britain. *Probl. Oiseaux aerodr. Symp. Nice 1963, Paris*: 153–155.
- ČERNOBROVINA S. M. 1969. Elektrofizičeskij sposob zaščity sadov. Kišinev.

- JACOBI V. E. 1969. Biologičeskije osnovy preduprežđženija stolknovenij ptic s samoletami. Itogi Nauki, Zoologija 1967, Moskva: 52–87.
- KEIL W. 1965. Bisherige Versuche auf Flughafen der Bundesrepublik Deutschland zur Vertreibung von Vögeln mit phonoakustischen Methoden. Probl. Oiseaux aerodr. Symp. Nice 1963, Paris: 287–292.
- KUHRING M. S. 1965. On outline of the bird problem in Canada and what is being done about it. Probl. Oiseaux aerodr. Symp. Nice 1963, Paris: 95–102.
- RYLSKIJ G., JACOBI V. 1967. Ostorožno: po kursu pticy. Aviacija i Kosmonavtika, 8: 49–52.
- SAUL E. K. 1967. Birds and aircraft: a problem at Auckland's New International Airport. Journ. Roy. Aeron. Soc. 71; 366–376.
- SEUBERT J. L. 1965. Biological studies of the problem of bird hazard to aircraft. Probl. Oiseaux aerodr. Symp. Nice 1963, Paris: 143–172.
- WRIGHT E. N. 1965. A review of bird scaring methods used on British airfields. Probl. Oiseaux aerodr. Symp. Nice 1963; Paris: 113–120.

Przyjęto do druku: 26 XI 1971

Adres autora: Instytut Zoologiczny PAN,
Warszawa, Wileza 64

РЕЗЮМЕ

Рассматривая материалы касающиеся применяемых до настоящего времени репеллентов (средства отпугивания) для защиты от птиц различных объектов (напр., садов, аэродромов и т. п.), автор развивает концепцию применения электрорепеллентов. Основным принципом этого метода должно быть, по мнению автора, постоянное сочетание реквизита являющегося сигналом отрицательного (болевого) раздражителя с действительным воздействием этого раздражителя. Несоблюдение этого условия в практике применения различных репеллентов было причиной снижения со временем их эффективности. В качестве реквизита болевого раздражителя автор предлагает развешивание стеклянных посеребренных внутри шаров, выкрашенных в красный цвет, и выдвигает предположение, что эффективность электрорепеллентов по мере все более широкого их применения в международном масштабе (напр., в границах континента) будет постоянно возрастать. В популяциях вредителей выработается передаваемая из поколения в поколение „традиция” избегания территорий и объектов, обозначенных предлагаемым реквизитом. Автор описывает также функциональные и технические основы электрорепеллентов, т. е. установки (так наз. „Авирепеллентора”), которая должна состоять из трансформаторного генератора импульсов с максимальным напряжением 8–20 kV, продолжительностью отдельных импульсов максимум до 0,1 сек, максимальной силой тока около 100 mA и частотой до 1–10 Hz, из линии передачи и поражающих электродов. Новостью в установке автора было применение многоточечных электродов (рис. 2), которые в зависимости от характера охраняемого объекта могут иметь вид шнура, стержня, ленты, мата, решетки и т. п. Касаясь многоточечного электрода незначительной даже поверхностью тела (ногами, клювом) птица испытывает настолько

болезненное поражение, что издавая крик страха улетает, что является одновременно сигналом бегства для всего стада.

Затем автор описывает ход экспериментов, которые были им проведены в период с 1 августа по 14 сентября 1970 г. на Орнитологической станции Зоологического института Польской Академии Наук в Гурках Восточных под Гданьском. Была смонтирована установка, состоящая из: пульпита управления (рис. 1), регистрирующей аппаратуры, выпрямителей переменного тока, генераторов импульсов высокого напряжения, импульсаторов, экспериментальных клеток и вольер на открытом воздухе. Как в клетке, так и в вольере были заложены многоточечные электроды — в клетке в виде стержня с подвижными насестами, соединенными с регистраторами, и мата (в клетке для опытов над грызунами), в вольере с деревом — в виде шнура оплетающего ветви дерева. Автор описывает технические детали и функционирование аппаратуры и установки в целом. Эксперименты были проведены главным образом на скворцах (перечень материала — стр. 3).

В разделе, посвященном рассмотрению результатов работы, автор приводит 6-балльную шкалу, согласно которой оценивалась реакция животных на поражение импульсным током высокого напряжения. Скворцы при первом же опыте научились очень быстро различать локализацию отрицательного раздражителя, а в последующих опытах, повторяемых каждые 2–3 дня проявляли прекрасную память, тщательно избегая насестов с многоточечными электродами (граф. 1 и 2). Это подтвердилось в опытах проведенных в вольере над стадами (8–15 особей в стаде). Будучи раз пораженными птицы больше не делали попыток садиться в сумерки на ночлег на ветви, покрытые электродами, а ночевали на земле.

В экспериментах над другими видами птиц установлено, что эффект отпугивания и способность ассоциации реквизита с локализацией раздражителя в большей степени зависит от напряжения и частоты импульсов, а также от условий влажности воздуха, чем от этологической специфики отдельных видов. В тексте работы этот вопрос рассматривается более подробно (граф. 3 и 4), а также описываются опыты, проведенные на представителе грызунов — закавказском хомяке. Применение электрорепеллентов, как констатирует автор, не вредит здоровью птиц, не вызывает ожогов даже у особей перенесших электрический шок (каждый из 47 экспериментальных скворцов 6-кратно принимал участие в эксперименте, длящимся 2 часа, и после окончания работ птицы были в отличном физическом состоянии).

В заключении автор выдвигает ряд предложений относительно: дальнейших исследований по электрорепеллентам и сконструированию дешевого и безотказно работающего устройства для практического применения (Авирепеллентор), углубления с точки зрения этологии некоторых вопросов, связанных с применением реквизитов сигнализирующих отрицательный раздражитель.

Объяснения к рисункам и графикам:

Рис. 1. Блок-схема примененного в экспериментах по применению электрорепеллентов пульпита управления. 1 — вход из сети 220 V; 2 — выход 18V к сигнальным лампам высокого напряжения установленных на клетках № 1 и № 2; 3 — выход высокого напряжения а) к клетке № 1, б) к клет-

ке № 2, с) к вольтеру; 4 — вход из клетки № 1: а) к счетчику числа прыжков на нейтральные насесты, б) к счетчику числа прыжков на электрические насесты и к реле: включения счетчика времени и реле включения первичных обмоток индукционных катушек; 5 — выпрямители 24V: а) 2,5 А, б) 1,5 А; 6 — блок индукционных катушек; 7 — транзисторный преобразователь 250V; 8 — батарея электролитических конденсаторов 1000 μ F; 9 — реле счетчика времени; 10 — реле первичных катушечных обмоток; 11 — ступенчатый реостат; 12 — распределительная доска с блоком предохранителей первичных обмоток; 13 — блок анодных батарей; 14 — транзисторный импульсатор 1 — 20 Hz; 15 — электромагнитный импульсатор (до 1500 Hz); 16 — счетчик суммирующий время пребывания на электрических насестах; 17 — счетчик суммирующий число прыжков на электрические насесты; 18 — счетчик суммирующий число прыжков на нейтральные насесты; 19 — выключатели цепей высокого напряжения с блоком контрольных ламп и неоновых ламп: а) к клетке № 1, б) к клетке № 2, с) в вольтеру; 20 — амперметр-вольтметр для измерений в первичных обмотках; 21 — блок выключателей с контрольными лампами: а) общий сети 220 V, б) выпрямителя 2,5 А, с) выпрямителя 1,5 А; 22 — блок выключателей с контрольными лампами: а) счетчика времени, б) счетчика числа прыжков на электроды, с) на нейтральные насесты; 23 — переключатель напряжение-сила тока с двумя контрольными лампами; 24 — блок выключателей и контрольных ламп отдельных индукционных катушек; 25 — блок выключателей и контрольных ламп напряжений анодных батарей: а) 15 V, б) 30 V, с) 60V, d) 120 V, e) 240 V; 26 — выключатели и контрольные лампы батареи электролитических конденсаторов: а) 200 μ F, б) 400 μ F, с) 400 μ F; 27 — выключатели и контрольные лампы: а) транзисторного преобразователя, б) анодных батарей; 28 — вороток регуляторов транзисторного импульсатора: а) частота импульсов, б) соотношения промежутка к продолжительности импульса; 29 — выключатели и контрольные лампы: а) транзисторного импульсатора, б) электромагнитного импульсатора; 30 — аварийный выключатель питания сети и анодных батарей.

Рис. 2. Многоточечные электроды: А — шнур, В — стержень, С — лента, D — мат (черным цветом обозначен „+“, белым — „-“).

График 1. Результаты опытов над скворцом, *Sturnus vulgaris* L. — скорость, с какой птицы учатся распознавать, и длительность запоминания отрицательного раздражителя (импульсы 12–15 kV, 1–20 Hz, 60 опытов, 47 особей). x — длительность опыта (в мин.); y — число прыжков на электрические насесты; А — особи участвующие в опыте впервые; В — 1-ый — 2-ой раз; С — 2-ой — 4-ый раз; D — 4-ый — 6-ой раз.

График 2. Результаты опытов над скворцом — время пребывания экспериментальных особей на электрических насестах. x — длительность опыта (в мин.); y — время пребывания на электрических насестах (в сек.), (остальные обозначения — как на графике 1).

График 3. Результаты опытов над зябликом, *Fringilla coelebs* L. — время пребывания экспериментальных особей на электрических насестах (10 kV, 2–20 Hz, 3 опыта, 2 особи). x — длительность опыта (в мин.); y — время пребывания на электрических насестах (в сек.) А — 1-ый опыт; В — 2-ой; С — 3-й.

График 4. Результаты опытов над жуланом, *Lanius collurio* L. — скорость, с какой птицы учатся запоминать отрицательный раздражитель (импульсы 5–10 kV, 50–200 Hz, 6 опытов, 5 особей). x — длительность опыта (в мин.); y — число прыжков на электрический насест (шкала для кривой А); z — время пребывания на электрических насестах (в сек., шкала для кривой В); А — распределение числа прыжков на электрические насесты; В — распределение времени пребывания на них во время проведенных опытов.

SUMMARY

Against a background of the critical review of the repellents used up to now for protection of various objects (e.g. orchards, airports and so on) against birds the author presents his conception of using electrorepellents. The basic

assumptions are as follows: a prop signalling negative impulse must be constantly connected with real influence of this very impulse. Luck of this condition in up-to-day practice of using various repellents was the reason of reducing in course of time their efficiency. The author proposes using as the prop signalling the electrorepellent red glass balls (silvery inside) hanging up above the protected object. His proposition is following: the efficiency of electrorepellents will increase as they are more widely use (withim the continent). In population of avian pests "the tradition" passed from generation to generation to avoid the territories and objects marked with proposed props will be form. The author gives technical and functional description of electrorepellents, a mechanism (so called Avirepellentor), which consists of the transformer pulse generator with the peak voltage 8–20 kV, pulse duration maximally up to 0,1 sec., peak intensity about 100 mA and frequency 1–10 Hz, transmtion line and electrifying electrodes. As a novum the author proposes the use of the so called multipoint electrodes (fig. 2) the shape of which depends on the kind of prevented object and can take a form of string, tape, mat, lattice and so on. The bird by touching multipoint electrode, even on the small surface of its body (legs, beak) is getting a shock so painful that it gives a cry and escapes. It is also a signal for escape for the whole flock.

In the next chapter the author describes the exeperiments carried out at the Ornithological Station of Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences at Górkki Wschodnie (near Gdańsk) from 1st August to 14th September 1970. The author erected the device consisting of a control desk (fig. 1), recording system, direct current supplies, high voltage pulse generators, pulsars, experimental cages and aviary in open air. Multipoint electrodes in the shape of a stick (in cage with moving rods connected with recorders), mats (in cage for experiments with rodents) and strings (in aviary with a tree, the branches of which were covered with electrodes) were installed in them. The author describes technical details and the function of the whole apparatus and devices. Experiments were mainly carried on Starlings (list of material – page 3).

In chapter on the results the author gives a six-grade scale of reaction for shock with the high voltage pulses. During the experiment Starlings were learning very quickly the localization of negative impulses, in the next experiments repeated in gaps of 2–3 days, they proved to have an excellent retention, carefully avoiding rods with multipoint electrodes (diagrams 1, 2). This was confirmed by experiments with flocks (8–15 Starlings) in the aviary. The flock shocked in the evening, never tried again to sit on the branches covered with electrodes for night lodging (they spent the night on the ground).

Experiments with other species of birds proved that effect of frightening away and ability of associating of prop localization with impulses depends much more on the peak pulse voltage and frequency, and also condition of air humidity, them on ethological features of the species. In the text those dependences are described in greater detail (diagrams 3, 4). The description

of the experiments on the Syrian Hamster is also given. The use of the electro-repellents, as the author stresses do not harm birds, does not cause scalds even if the bird got the electric shock (e.g. each of the 47 experimental Starlings six times took part in two-hours long experiments — after finishing them the birds were in excellent physical condition).

In conclusion the author gives in a few points suggestions for further research on electrorepellents, on the construction of simple, cheap and reliable devices for use in practice (Avirepellentor), and increasing knowledge from the ethological side of some of the problems connected with the use of props signaling the negative impulse or threat.

Legend to figures and diagrams:

Fig. 1. The block-diagram of the control desk used for experiments with electrorepellents. 1 — input from network 220 V; 2 — 18 V output to the lamps of warners placed on cage nr 1 and nr 2; 3 — high voltage output: a) — to the cage nr 1, b) to cage nr 2, c) to the aviary; 4 — input from the cage nr 1: a) to the meter of jumps on the neutral rods, b) to the meter of jumps on the electrifying rods and to the relays of the switching the time meter on and to the relay of the switching on of the primary circuits of the induction coils; 5 — 24 V rectifiers: a) 2,5 A, b) 1,5 A; 6 — the induction coils system; 7 — 250 V transistor converter; 8 — 1000 μ F electrolytic capacitors battery; 9 — the time meter relay; 10 — primary windings relay; 11 — slide resistances; 12 — distributing board together with the primary windings cut out system; 13 — anode batteries unit; 14 — transistor pulser 1–20 Hz; 15 — electromagnetic pulser; 16 — summation meter of the time of staying birds on the electrifying sticks; 17 — summation meter of number of jumps on the electrifying sticks; 18 — summation meter of jumps on neutral sticks; 19 — high voltage circuit-breakers with the system of the control lamps and neon tuber: a) to the cage nr 1, b) to the cage nr 2, c) to the aviary; 20 — ammeter-voltmeter for the measurement in the primary circuits; 21 — switch-key system with control lamps: a) general of the network 220 V, b) of the 2,5 A rectifier, c) of the 1,5 A rectifier; 22 — switch-key system with control lamps: a) of the time meter, b) of the meter of jumps on the electrodes, c) on the neutral sticks; 23 — „voltage-intensity” switch-key with two control lamps; 24 — switch-keys and control lamps system of the separate induction coils; 25 — switch-keys voltage control lamps system of the anode batteries: a) 15 V, b) 30 V, c) 60 V, d) 120 V, e) 240 V; 26 — switch-keys and control lamps of the electrolytic capacitors battery: a) 200 μ F, b) 400 μ F; c) 400 μ F; 27 — switch-keys and control lamps: a) of the transistor converter, b) of the anode batteries; 28 — knobs of the regulators of transistor pulser: a) of the pulse rate, b) of the ratio of the interval to the pulse duration; 29 — switch-keys and control lamps: a) of the transistor pulser, b) of the electromagnetic pulser; 30 — network and anodic supply emergency switch off.

Fig. 2. Multipoint electrodes: a) cord electrodes, b) electrodes in form of rod, c) tape, d) mate. Black colour marks „+”, white — “-”.

Diagram 1. The results of the experiments with the Starling, *Sturnus vulgaris* L. — speed of learning of recognising and constancy of memorising of the negative impulses (pulse 12–15 kV, 1–20 Hz, 60 experiments, 47 birds). *x* — time measurement (in minutes); *y* — the number of jumps on the electrifying sticks; *A* — birds taking part in the experiment for the first time; *B* — for the first and second time; *C* — for the second — fourth time; *D* — for the fourth — sixth time.

Diagram 2. The results of the experiments with Starling, *Sturnus vulgaris* L. — time measurements of staying of birds taking part in the experiment on the electrifying sticks. x — time measurement of the experiment; y — time of staying on the electrifying sticks (in seconds), (the rest of designations as in diagr. 1).

Diagram 3. The results of the experiments with the Chaffinch, *Fringilla coelebs* L. — time staying on the electrifying sticks (10 kV, 2–20 Hz, 3 experiments with 2 birds). x — time measurement (in minutes); y — time (in seconds); A — 1st experiment; B — 2nd; C — 3rd.

Diagram 4. The results of the experiments with Red-backed Shrike, *Lanius collurio* L. — speed of learning and memorising of the negative impulse (pulse 5–10 kV, 50–200 Hz, 6 experiments with 5 birds). x — time measurements (in minutes); y — the number of jumps on the electrifying sticks (scale for the curve A); z — time of staying on the electrifying sticks (in seconds) (scale for curve B); A — the distribution of number of jumps on the electrifying sticks; B — the time-table of staying on them in course of experiments.

Redaktor pracy — mgr Z. Swirski

Państwowe wydawnictwo Naukowe — Warszawa 1972
Nakład 955+90 egz. Ark. wyd. 1,5; druk. 1,25 Papier druk. sat. kl. III 80 g B1. Cena zł 10, —
Nr zam. 24/72—F-8 — Wrcelawska Drukarnia Naukowa