

## NUNAJ PROBLEMOJ DE BIRDOMIGRADO: ORIENTADO DE BIRDOJ

MARIJA KOZAMERNIK (Jugoslavio)

Estas al ni bone konataj la kantbirdoj kiuj printempe vivigas tutan Eŭropon. Dum la printempaj monatoj ili konstruas al si nestojn, kreas idaron, kaj poste fariĝas malkvietaj ĝis iutage ili komencas formigri. Dum kelkaj semajnoj ĉiuj migrobirdoj forlasas Eŭropon. En pli fruaj tempoj la meteorologoj ofte prognozis vintron laŭ tio kiel la birdoj forlasis sian nordan restadejon. Pruviĝis ke la birdoj ne povas antaŭsenti la veteron. Tamen montriĝis ke ili estas sentemaj al aŭtunaj malvarmiĝoj, ĉar ili forflugas kelkfoje tre frue. Tamen kelkfoje kelkaj familioj entute ne formigras.

Al la demando: kien la birdoj migras? la ornitologoj jam frue respondis. Ili sekvis ilin kaj konstatis, ke la migrovojoj de la birdoj direktiĝas de nordo al la sudo. Tiu vojo estas longa milojn da kilometroj.

Altrudiĝas la demando: kial la birdoj migras? Hesse donis jenan klarigon: La birdoj serĉas la manĝaĵon dumtage. Kiam ili formigras suden tie ili havas pli favorajn kondiĉojn klimatajn ĉar la tago tie daŭras 12 horojn. Ni devas depreni 3—4 horojn pro tagmeza varmego. Tiam restas al la birdoj 8—9 horoj tage por serĉi la manĝaĵon. Dum ili ne devas zorgi pri la idaro, tio sufiĉas. Tial ili flugas norden kiam ili devas krei idaron, ĉar dumsomere la tago daŭras en kelkaj regionoj eĉ 18 horojn.

Nun ekestas demando: kiamaniere ili trovas sian travintrejon kaj kiamaniere ili orientiĝas sur tiu vojo?

Pri tiuj birdospecioj, kiuj migras arope, oni opiniis ke ili estas gvidataj de gvidanto kiu ellernis la vojon de pli fruaj flugoj.

Sed kiel respondi al la demando: kiamaniere trovas la vojon tiuj kantbirdoj, kiuj flugas unuope?! Multaj maljunaj birdoj formigras nur post la idaro, kaj la birdidoj same tiel sekure kaj precize atingas sian celon kiel pli maljunaj generacioj. Kvankam la kantbirdoj estas iomete malriĉaj je instinktoj, ili tamen trovas la lokon destinitan. Tiu demando vekis la intereson de esploristoj jam dum tuta jarcento. Ĝis nun ni posedas literaturon kun bona dokumentado kaj kelkajn hipotezojn.

Oni opiniis ke la birdoj sekvas la aerfluojn kaj ventojn. La eksperimentoj montris, ke la vento povas influi al la rapideco de flugo kaj se ĝi estas sufiĉe forta, influas ankaŭ la direkton. Tamen gvidanto ĝi ne povas esti ĉar la konstantaj migrovojoj tre ofte kruciĝas kun la ventoj.

Dum longa tempo oni konjektis, ke elektro-magnetaj fenomenoj influas al la birdoj. Oni uzis la eksperimentojn de Stimmelmayer kun metalaj kaĝoj de Faraday. Dum migrado la birdoj en metalaj kaĝoj kon-

dutis pli kviete ol en la lignaj, sed tio certe ne pravas ion, ĉar al birdoj en kaĝoj influas ankaŭ aliaj faktoroj (kaptiteco). Estis starigitaj ankaŭ pluraj aliaj hipotezoj, ekz. ke la birdoj havas denaskan senton por ĝusta vojo kaj memoron por distingi reliefon.

Ĉar la kantbirdoj vojaĝas ĉefe dumnokte, jam antaŭ duona jarcento nevole altrudiĝis la demando: Ĉu eble la birdoj orientiĝas laŭ la steloj. Oni faris diversajn eksperimentojn, kiuj treege surprizis la esploristojn. Werner Rüppel prenis la sturnon el la nesto ie proksime de Berlino kaj forportis ĝin malproksimen. Ĝi revenis tre baldaŭ en sian neston. Oni konstatis, ke estas tute egale en kiun direkton ĝi estis forportata, eĉ se la distanco estis 2000 km-ojn longa, la sturno trovis la vojon hejmen.

Ankoraŭ pli surprizis la esploristojn la mara birdo **pufino** (*Puffinus puffinus*). Oni prenis ĝin de la okcidentangla marbordo kaj transportis per aviadilo al Boston. De tie ĝi trovis la vojon reen, la vojon kiu estis longa preskaŭ 5000 kilometrojn trans Atlantikon. Dum nuraj 12 tagoj ĝi revenis Anglujon. **Pluvialis apricarius** estas hejme en Norda Kanado. Ĉiun aŭtunon ĝi translokiĝas al Havajo. Kelkajn semajnojn ĝi devas senĉese flugi, por trapasi milojn da kilometroj, ĉar ĝi ne povas ripozi kiel la akvobirdoj sur la akvo.

Ĉiam pli granda nombro da ornitologoj emas kredi, ke verŝajne la steloj servas dumnokte kaj la suno dumtage por orientiĝo de la birdoj.

Komence de la jaro 1950 la eksperimentoj donis interesajn rezultojn. Gustav Kramer el Germanio kaj Matthews el Anglio sendepende unu de la alia konvikiĝis, ke hejmaj kolomboj kaj sovaĝaj birdoj povas utiligi la sunon kiel orientadan rimedon kaj ke ili havas senton por fiziologia tempo.

La kantbirdoj vojaĝas ĉefe dumnokte. Kian metodon ili uzas por trovi sian vojon tra proksimume duono de la tero? Antaŭ kelkaj jaroj oni komencis en Freiburg sisteme studi tiun problemon en aparte signitaj kaĝoj en la birdejo.

Oni rimarkis malpaciencon ĉe tiuj malgrandaj mondvojaĝantoj pro migroinstinktoj en certaj tagoj de somero. Oni elovigis kaj edukis la kantbirdojn en plene fermitaj kameroj kiuj ne allasas la sonon. Tie ili vivis en iluzio de ĉiama somero dum la tuta jaro. Tamen malgraŭ tio, ke ili ne sentis eksterajn ŝanĝiĝojn, la birdoj en aŭtuno komencis malkviete movi la flugilojn flugante de branĉo al branĉo kaj senĉese flugil-svingis de nokto al nokto sur siaj vergetoj. Tio ripetiĝis proksimume tiom longe kiom da tempo ili bezonus por sia flugo ĝis Afriko. Post tio ili denove kviete dormis dumnokte. Printempe kiam ili kutimas migri el Afriko al Eŭropo, la birdoj en kaĝoj travivis denove malkvietajn noktojn. Aspektis kvazaŭ ili havas la senton por la tempo, kiu montras al ili kiam venis la momento por migri al nordaj, respektive sudaj partoj de la hemisfero.

Por detalaj esploroj pri orientiĝo oni uzis ĉefe tri speciojn de silviedoj: 1. silvion nigrakapan (*Sylvia atricapilla*), 2. ĝardensilvion (*Sylvia borin*), 3. kurukon (*Sylvia curruca*).

Por esplori la demandon de orientiĝo oni lokigis la kantbirdojn en rondan kaĝon kun vitro supre, tiel ke ili povis vidi parteton de la ĉielo, sed nenion alian el sia ĉirkaŭaĵo. Kiam alvenis la tempo por migrado denove ili komencis movi la flugilojn kaj ĉiu specio prenis certan situon konforman al la geografia direkto. Ankaŭ se oni turnis la kaĝon kaj per tio volis embarasi la birdojn, tiuj ĉiam reprenis sian direkton. En ĉiu okazo la direkto estis karakteriza por koncerna specio. La silvio nigrakapa kaj la ĝardensilvio turniĝis al sudokcidento; la kuruko al sudoriento. Tia direkto estas en aŭtuno. En printempo ĝi estas inversa. La kuruko komencas sian vojaĝon al sudoriento kaj migras tra Balkano, poste ĝi turniĝas al sudo ĝis la valo de Nilo; la aliaj specioj flugas al sudokcidento kaj traflugas Hispanion kaj Gibraltaron.

La birdoj en la kaĝo sendepende unu de la alia prenis la ĝustan flugdirekton. Kiamaniere ili sciis la direkton? La sola ebleco estis la stelluma ĉielo super ili. Oni provis esplori la aferon per diversaj eksperimentoj. Oni konstatis ke la birdoj restas plene neorientitaj se la stelojn kaŝas densaj nuboj. Embarasiĝas se atingas ilin difuzita aŭ akre polarizita lumo tra nuboj. Por reteni la certan direkton ili bezonas rigardi la stelluman ĉielon. La birdoj observas la ĉielon tiel atenteme, ke ilin povas erarigi meteoro, kiu kaŭzas, ke ili momente ŝanĝas sian direkton.

Por ankoraŭ pli severe kontrolitaj esploroj oni lokis la kaĝon kun birdoj en planedaron (t.e. la spaco kun kupolo, prezentanta artefaritan stelluman ĉielon). Felto, kiu atingas de la kaĝo ĝis la planko, malebligas enireblon al la lumo de sube. Se la kupolo estis prilumita kun difuzita lumo, la birdoj ne estis kapablaj preni la ĝustan pozicion. Sed se la planedaria ĉielo akordiĝis kun la ĉielo de Germanio, la birdoj okupis la ĝustan direkton, same kiel se ili estus vidintaj la naturan ĉielon.

La artefarita kupolo permesis movon de steloj. Ĉe aliigo de norda kaj suda dekliniĝoj de steloj oni facile aliigis la koncernan latitudon kaj per tio oni atingis tion, ke la birdoj havis senton troviĝi pli norde aŭ sude ol ili fakte estis. Analoge per movo de ĉielo en orienta kaj okcidenta direktoj oni facile erarigis la birdojn rilate la longitudon. Kiel ili kondukis sub tiaj kondiĉoj?

Por ilustrati la rezultojn oni priskribis kelkajn eksperimentojn kun kuruko, kiun oni nomis »Johnny«. La eksperimentoj montris: ĝis kiam la planedaria ĉielo estis konforma al la germana, Johnny prenis la atenditan pozicion en sudorienta direkto. Sed se oni aliigis la ĉielon, kiu imitis pli sudajn latitudojn, la birdo inklinis turniĝi ĉiam pli kaj pli al la sudo.

Alivorte, Johnny, kiu travivis tutan sian vivon en la kaĝo kaj neniam vojaĝis sub la natura ĉielo, uzis la denaskajn kapablojn orientiĝi laŭ steloj kaj sekvi la kutiman vojon de sia specio. Ĝi estas kapabla adaptiĝi al ĉiu proponita latitudo.

Kio okazis se oni movis la planedarian ĉielon en longituda senco. Iun nokton, kiam Johnny »flugis« en sudorientan direkton momente oni metis lin sub reen movitan ĉielon. Rilate la ĉielon ĝia situacio estis konforma momente al punkto proksime de Bajkalo en Siberio. La birdo subite montris, ke ĝi estas ege ĝenata. Ĝi aspektis ekscitita sub nekonnata ĉielo kaj preskaŭ tutan minuton ĝi staris sendecide. Poste ĝi finfine turniĝis kaj prenis la okcidentan direkton. Per tio ĝi korektis sian translokiĝon kaj turnis sin al la komenca migropunkto en Germanio. Kiam oni reduktis la translokiĝon, la birdo movis sian direkton de okcidento iom pli al la sudo.

La konduto de Johnny, pli bone argumentita per eksperimentoj kun aliaj birdoj, ne permesas ian iajn dubon, ke la kantbirdoj posedas treege senteman mekanismon por orientiĝi pere de steloj. Sekuran orientiĝon ebligas al ili preciza imagaĵo pri la situo de steloj, akompanata de sento pri la tempo kaj la jarsezono. Per sia unua rigardo al la ĉielo la birdoj aŭtomate konas la ĝustan direkton, ne utiligante iajn aliajn helpilojn krom la steloj.

La kantbirdoj ĉe orientiĝo ne baziĝas nur al la situo de steloj. Dumtage ili orientiĝas ankaŭ helpe de la suno. Dum noktoj senstelaj ili iomete helpas sin laŭ la promontoroj, bordoj kaj riveroj de kiuj la lunlumo rebrilas. Nur en preskaŭ plena mallumo, kiam densaj nuboj kovras la ĉielon, la birdoj troviĝas en malfacila situacio, krozas senhelpe kaj kelkfoje kolektiĝas ĉe lumturoj.

Estas necesa ankoraŭ plua studado de orientiĝo en detaloj, same kiel pri la sistemo de orientiĝo mem. Pli malfacile estas respondi al la demando: Kiamaniere la birdoj entute venis al tio, ke ili orientiĝu pere de steloj kaj kiel entute evoluis tiu lerteco. La eksperimentoj montris, ke ankaŭ aliaj animalaj grupoj orientiĝas laŭ la suno kaj steloj, ekz. insektoj, sed kia evolucia proceso alkondukis la animalojn al tio, ke ili facile orientiĝu tiamaniere, ne estas ankoraŭ konate.