

## OPTIMALNA POTRAGA ZA PLIJENOM ( OPTIMAL FORAGING )

Tijekom potrage za plijenom životinja treba „odlučiti“ što, gdje i kada jesti. Ponašanje vezano za potragu za plijenom je kompleksno, no ipak sa može razložiti u jednostavne komponente, poput brzine pronalaženja plijena, manipulacije plijenom, vremena za traženje plijena, energetske dobitak po jedinici plijena, itd. Svaka komponenta se može eksperimentalno analizirati, a odnos među komponentama izraziti matematički. Dobiveni matematički odnosi mogu se sintetizirati u model, kojim opisujemo što se događa u prirodi. Valjanost modela može se eksperimentalno provjeriti, na ovaj način ispitujemo kvantitativna predviđanja modela. U ovoj vježbi ispitujemo komponente potrage za plijenom koristeći metodu sa ljudskim tragačem sa povezom preko očiju koji traži papirnate kvadratiće (Holling, 1959).

### **Materijali**

Svaki par studenata treba polje za traženje 50 x 50 cm; dva tipa papirnatih kvadratića (stranica = 15 mm) koji se mogu razlikovati dodiranjem (tip A – glatki papir, tip B – hrapavi papir); povez za oči; dvije plastične vrećice i štopericu.

### **Metoda izvodbe**

Za izvedbu ove vježbe studenti bi trebali raditi u parovima, jedan kao „tragač“ i drugi kao „brojač“. „Brojač“ postavlja papirnate kvadratiće odgovarajućeg tipa u odgovarajućim gustoćama unutar polja za traženje. „Tragač“ sa povezom na očima traži kvadratiće u odgovarajućem vremenskom intervalu, tapkajući kažiprstom po polju za traženje *konstantnom frekvencijom, jedan put u sekundi*. Kad „tragač“ naiđe na kvadratić, uzme ga i premjesti u najlon vrećicu. U trenutku kad „tragač“ podigne kvadratić, „brojač“ počinje mjeriti period od 5 sekunda, u toku kojeg „tragač“ ne nastavlja sa tapkanjem. Ovaj period odgovara vremenu za manipulaciju plijenom, i tapkanje se nastavlja kad istekne 5 sekunda. Da bi izbjegli efekt smanjenja gustoće plijena, „brojač“ tijekom ovih 5 sekunda postavlja

novi kvadratić istog tipa na polje za traženje. Po isteku vremena dogovorenog za traženje, „brojač“ obustavlja pokus i prebroji pronađene kvadratiće za tu gustoću plijena.

### 1. Funkcionalni odgovor (functional response)

Ovaj pokus prikazuje reakciju predatora na različite gustoće plijena (broj pojedenog plijena) – tzv. funkcionalni odgovor ili odnos gustoće predatora i plijena.

Stavite povez na oči „tragaču“. Pripremite polje za traženje. Razbacajte nepravilno 5 kvadratića glatkog papira (tip A) u polje. „Tragač“ traži kvadratiće 60 s (što uključuje i vrijeme za manipulaciju plijenom), po predhodno opisanom postupku. Prebrojte broj uzetih kvadratića. Ponovite pokus koristeći 25, 50 i 150 kvadratića. Upotrijebite rezultate cijele grupe za izračun prosječnog broja uzetih kvadratića za pojedinu gustoću. Prikažite rezultate grafički, usporedivši prosječni broj uzetih kvadratića sa odgovarajućom gustoćom kvadratića.

### 2. Odabir plijena

Ovim pokusom ispitujemo *odluku o potrazi* (foraging decision) životinje suočene sa dva tipa plijena koji se međusobno razlikuju po svojoj isplativosti (mjerenoj po količini dobivene energije). Koji tip plijena životinja uzima dijelom ovisi i o raspoloživosti tog tipa. Npr., ako je najisplativiji plijen rijedak, bolje je vrijeme i energiju upotrijebiti za lov na manje energetski isplativ plijen, ukoliko se takav nalazi u odgovarajućoj količini.

Upotrijebite dva tipa kvadratića, A (glatke) i B (hrapave). Rezultate ćete upotrijebiti za pronalaženje najbolje *strategije potrage* (foraging strategy) za različite gustoće dva tipa plijena. Za kvantifikaciju ovih podataka, morate dobiti ove podatke:

$T$  = ukupno vrijeme za potragu

$T_S$  = ukupno vrijeme za traženje (vrijeme za potragu – vrijeme za manipulaciju plijenom)

$h_A$  = vrijeme za manipulaciju plijenom tipa A

$h_B$  = vrijeme za manipulaciju plijenom tipa B

$\lambda_A$  = brzina pronalaženja plijena tipa A

$\lambda_B$  = brzina pronalaženja plijena tipa B

$E_A$  = energija dobivana od plijena tipa A

$E_B$  = energija dobivana od plijena tipa B

Kad uzima oba tipa plijena, ukupni energetska dobit predatora izračunava se po jednadžbi:

$$E/T = \frac{\lambda_A E_A + \lambda_B E_B}{1 + \lambda_A h_A + \lambda_B h_B} \quad (1)$$

$$E/T = \frac{\lambda_B E_B}{1 + \lambda_B h_B} \quad (2)$$

Dobitak energije za svaki od dva tipa plijena iznosi:

$$E_A = 1$$

$$E_B = 5$$

Ukupno vrijeme za traženje (uključujući i vrijeme za manipulaciju plijenom) trebalo bi iznositi 120 sekundi. Gustoću kvadratića tipa A održavajte konstantnom na 30, a gustoću kvadratića B mijenjajte po pokusu (1, 5, 10, 20 i 30). Za ovu vježbu grupu treba podijeliti u tri podgrupe:

*(a) Podgrupa A – Ne diskriminirajući predator*

„Tragači“ u ovoj podgrupi uzimaju kvadratiće neovisno o tipu. Po isteku vremena izbrojte uzete kvadratiće ovisno o tipu. Rezultati ove podgrupe koriste se za izračunavanje brzine proneleženja plijena tipa A i B, kao i za izračunavanje energetske dobiti kad predator ne bira između dva tipa plijena.

Izračunajte  $\lambda_A$  i  $\lambda_B$  za svaku gustoću tipa B upotrijebivši slijedeću jednadžbu:

$$T = 120$$

$$T_S = T - (h \times N) \quad \text{gdje je } h = \text{vrijeme za manipulaciju plijenom/kvadratiću (tj. 5 s)}$$

$$N = \text{ukupni broj uzetih kvadratića (oba tipa)}$$

$$\lambda_A = \frac{N_A}{T_S} \text{ gdje je } N_A = \text{ broj uzetih kvadratića tipa A}$$

$$\lambda_B = \frac{N_B}{T_S} \text{ gdje je } N_B = \text{ broj uzetih kvadratića tipa B}$$

Koristeći zajedničke rezultate, izračunajte srednju vrijednost  $\lambda_B$  i  $\lambda_A$ . Sada koristeći jednadžbu ( 1 ) izračunajte energetska dobit za svaku od gustoća plijena.

(b) Podgrupa B – Samo najisplativiji plijen

Izvođi se kao i u predhodnom pokusu, samo što „tragači“ uzimaju samo kvadratiće tipa B. Kvadratići tipa A se ostavljaju ukoliko se nađe na njih. Izračunajte srednju vrijednost energetske dobiti za podgrupu za svaku gustoću plijena upotrijebivši jednadžbu ( 2 ).

(c) Podgrupa C – Optimizers

„Tragači“ u ovoj podgrupi pokušavaju dobiti maksimalnu količinu energije za svaku od gustoća plijena B. Samo jedan pokušaj je dopušten za pojedinu gustoću plijena. Upotrijebite jednadžbe ( 1 ) ili ( 2 ), ovisno o taktici, za izračunavanje energetske dobiti za svaku gustoću plijena B.

Sve grupe

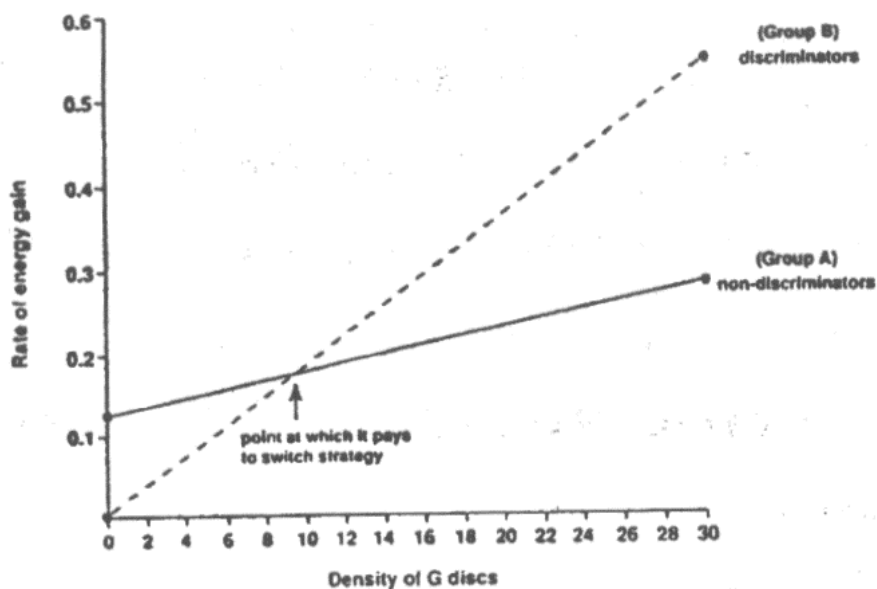
Za svaku gustoću plijena B, na istom grafu prikažite:

- Energetski dobitak koji predator dobiva kad uzima oba tipa plijena ( rezultati podgrupe A)
- Energetski dobitak koji predator dobiva kad uzima samo najisplativiji tip plijena ( rezultati podgrupe B)

**Pitanja:**

Ukoliko predator može dobiti neograničeni izvor hrane, hoće li činiti razliku među ponuđenim tipovima plijena?

Kako gustoća ponuđenog plijena utječe na odabir plijena?



Graf 1. Energetski dobitak za predatora u slučaju kad se uzimaju oba tipa plijena i kad se uzima samo najisplativiji plijen.

**Literatura:**

Holling, C.S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Entomol.*, 91, 385 – 398.

Krebs, J.R. and Davies, N.B. 1984. *Behavioural Ecology. An Evolutionary Approach*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.