Parazitologija

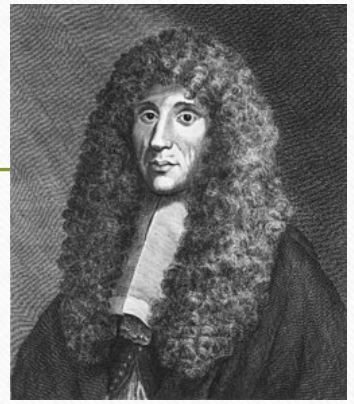
Maria Špoljar

Renata Matoničkin Kepčija

Organizacija nastave, obaveze

- predavanja
- praktikumi
- seminari

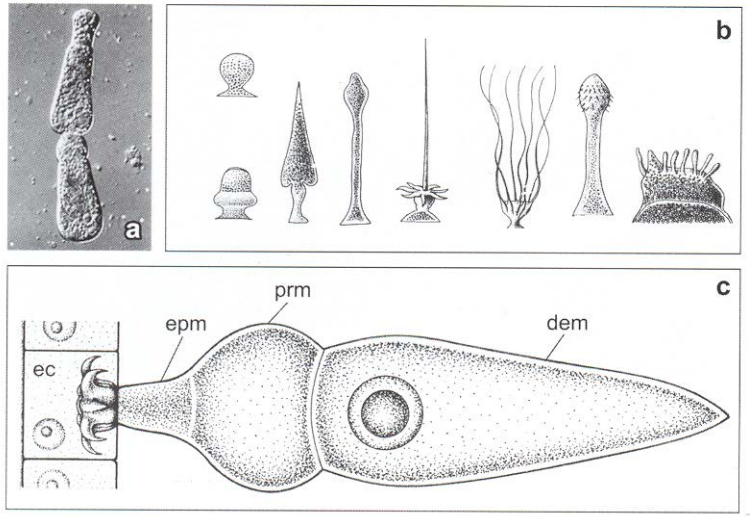
Počeci parazitologije i definicija



- počeci izučavanja u 17. stoljeću, uz starije zapise
- niz otkrića u 19. stoljeću

Francesco Redi
- otac parazitologije

- **Nametnik** je organizam koji živi na ili u drugom organizmu (**domadaru, nositelju**), od njega uzima dio ili svu potrebnu hranu koju treba, kao i ostale životne potrebe i uobičajeno šteti domadaru.
- Šira definicija: bliski odnos dvaju organizama u kojem nametnik ovisi o domadaru od kojeg ima neku korist (često izvor hrane), a nametnik ne uzrokuje uvijek štetu domadaru
- Tradicionalno se termini parazitologija i nametnik (parazit) odnose na eukariote kao nametnike.
- Neki nametnici su **patogeni**; uzrokuju patološke promjene, odnosno **bolest** kod domadara.



Gregarina sp.



Plasmodium sp.

Definicije

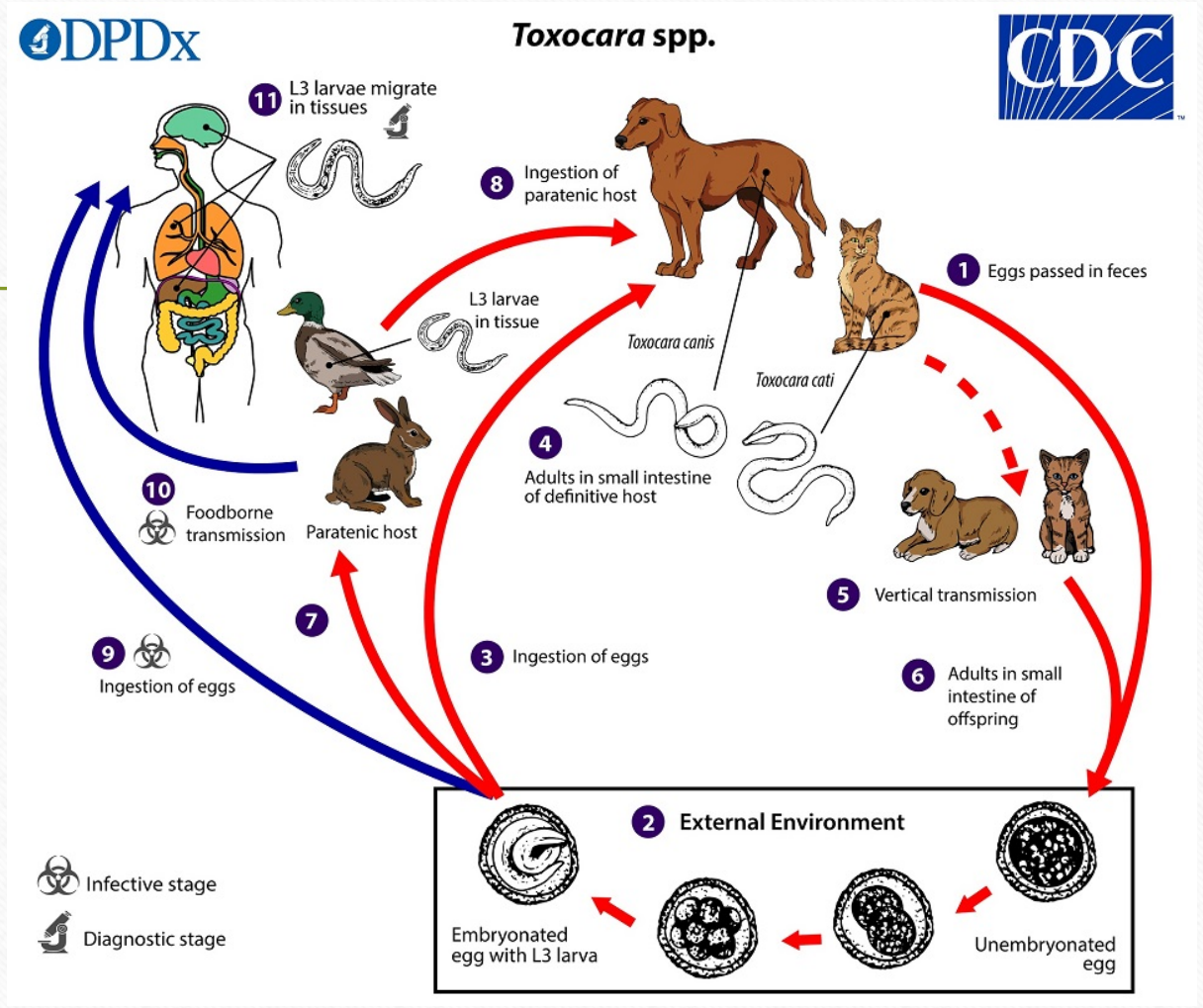
- **Infekcija** – označava unos i razmnožavanje nametnika u domadaru koja može dovesti do kliničkih znakova. Tada se javlja **infektivna bolest**.
- **Infestacija** – označava naseljavanje nametnika **na** domadara
- **Virulencija** – mjera vjerojatnosti da nametnik uzrokuje bolest ili smrtni ishod; sposobnost nametnika da smanji fitnes domadara
- **Konačni domadar** – domadar u kojem nametnik spolno sazrijeva i obično se spolno razmnožava
- **Međudomadar** – domadar u kojem se nametnik ne razmnožava spolno, a može se razmnožavati nespolno
- **Paratenični domadar** – domadar u kojem se nametnih ne razmnožava, a služi za prijenos do drugog domadara

Definicije

- **Slučajni domadar** - organizam koji se slučajno zarazi nametnikom koji inače ne pripada njegovu uobičajenom životnom ciklusu
- **Rezervoar –** domadar u kojem nametnik živi te se iz njega može prenijeti na drugog domadara
- **Zoonoza** je bolest koju uzrokuje nametnik u životinja, a može se prenijeti na ljude (primjer: malarija koju uzrokuje *Plasmodium knowlesi*)
- **Vektor** je u širem smislu bilo koji transportni mehanizam kojim nametnik dolazi do domadara. U užem smislu je to organizam koji prenosi nametnika do domadara. **Mehanički vektor** je organizam u kojem se nametnik ne razmnožava, a **biološki vektor** označava organizam u kojem nametnik prolazi dio životnog ciklusa.
- **Vanjsko razdoblje inkubacije** je vrijeme koje je potrebno da se nametnik razvije, transformira ili umnoži unutar biološkog vektora kako bi taj vektor postao sposoban prenijeti infekciju na novog domaćina.

Slučajni domadar

- čovjek kao slučajni domadar *Toxocara canis* i *T. cati*
- *larva migrans*



https://www.cdc.gov/

Međudomadari

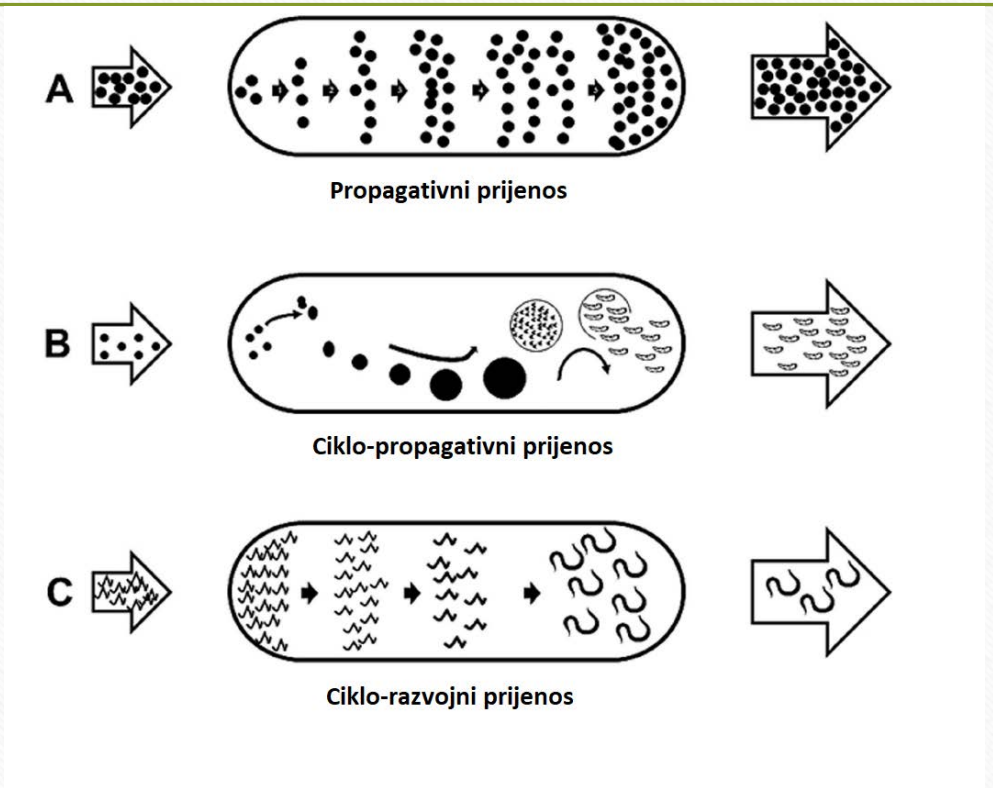
- često puževi, rakovi i kukci



Vector	Trematode
Lymnaea luteola 	*Schistosoma spindale, S. indicum, S. nasale, S. incognitum, Fasciola gigantica, F. hepatica, Clinostomum giganticum, Echinostomum revolutum, Orientobilharzia dattae, Echinoparyphium bugula*
Lymnaea auricularia 	*Fasciola gigantica, F. hepatica, Clinostomum complanatum, Echinostomum revolutum, Orientobilharzia turkestanica, Trichobilharzia franki, T. ocellata, Notocotylus attenuatus*

https://www.slideshare.net/slideshow/snail-vector-of-trematode/76977616#8

Tipovi razvoja u međudomadaru



Prilagođeno iz Bolek i sur. 2024.

Trajanje odnosa parazit-domadar

- Može biti dugo (krvni metilji)
- Može biti kratko (glohidija)

Oblici parazitizma

- ektoparaziti (npr. krpelji, buhe)
- endoparaziti (npr. dječja glista, *Plasmodium*)

- intracelularni nametnici
- ekstracelularni nametnici

- obligatni nametnici (npr. trakavice)
- fakultativni nametnici (npr. neki dvokrilci, fakultativna mijaza)
- oportunistički nametnici



Lucilia sericata (zelena zujara)

Oblici parazitizma

- permanentni nametnici (npr. metilji, trakavice)
- temporarni nametnici (npr. pijavice)
- ličinački nametnici (npr. glohidije)
- nametnici u odraslom obliku
- periodični nametnici
- intraspecijski nametnici



Bonellia viridis – zeleni zvjezdan



Auchmeromyia luteola – kongoanska podna muha

Oblici parazitizma

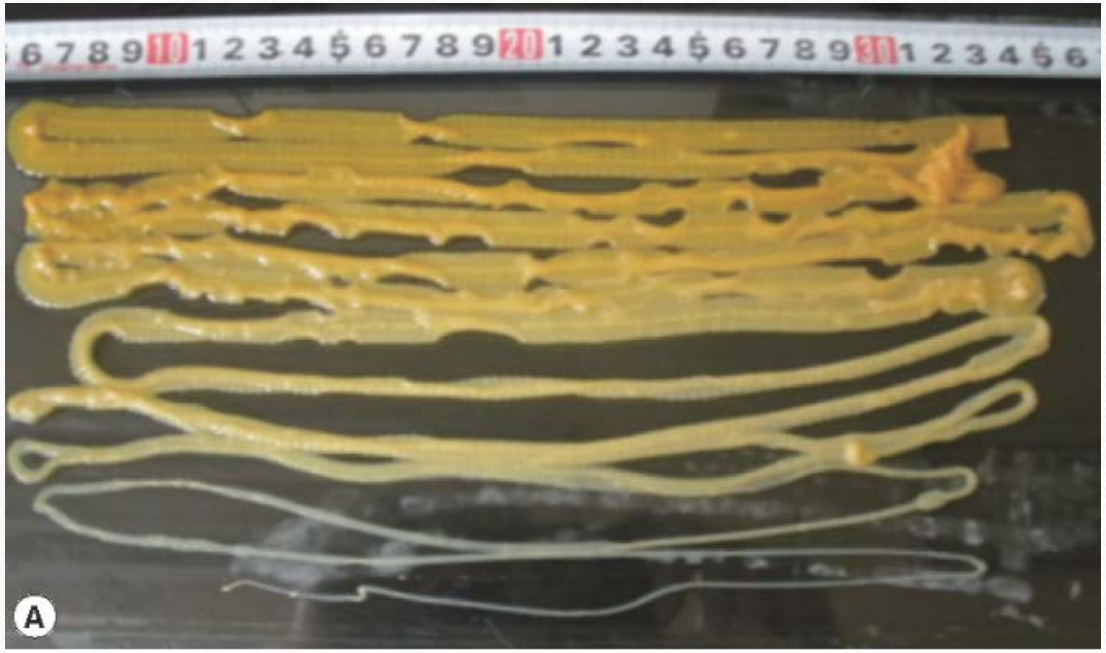
- parazitoidi (npr. mnogi opnokrilci)
- hiperparazitizam (primarni, sekundarni, tercijarni) – paraziti parazita (npr. *Histomonas meleagridis* u oblićima)
- kleptoparazitizam (uzimanje hrane koje su druge vrste prikupile; tjeranje drugih jedinki da ispuste ili povraćaju hranu)
- parazitiranje legla (npr. kukavičje pčele)
- socijalni parazitizam



Oblici parazitizma

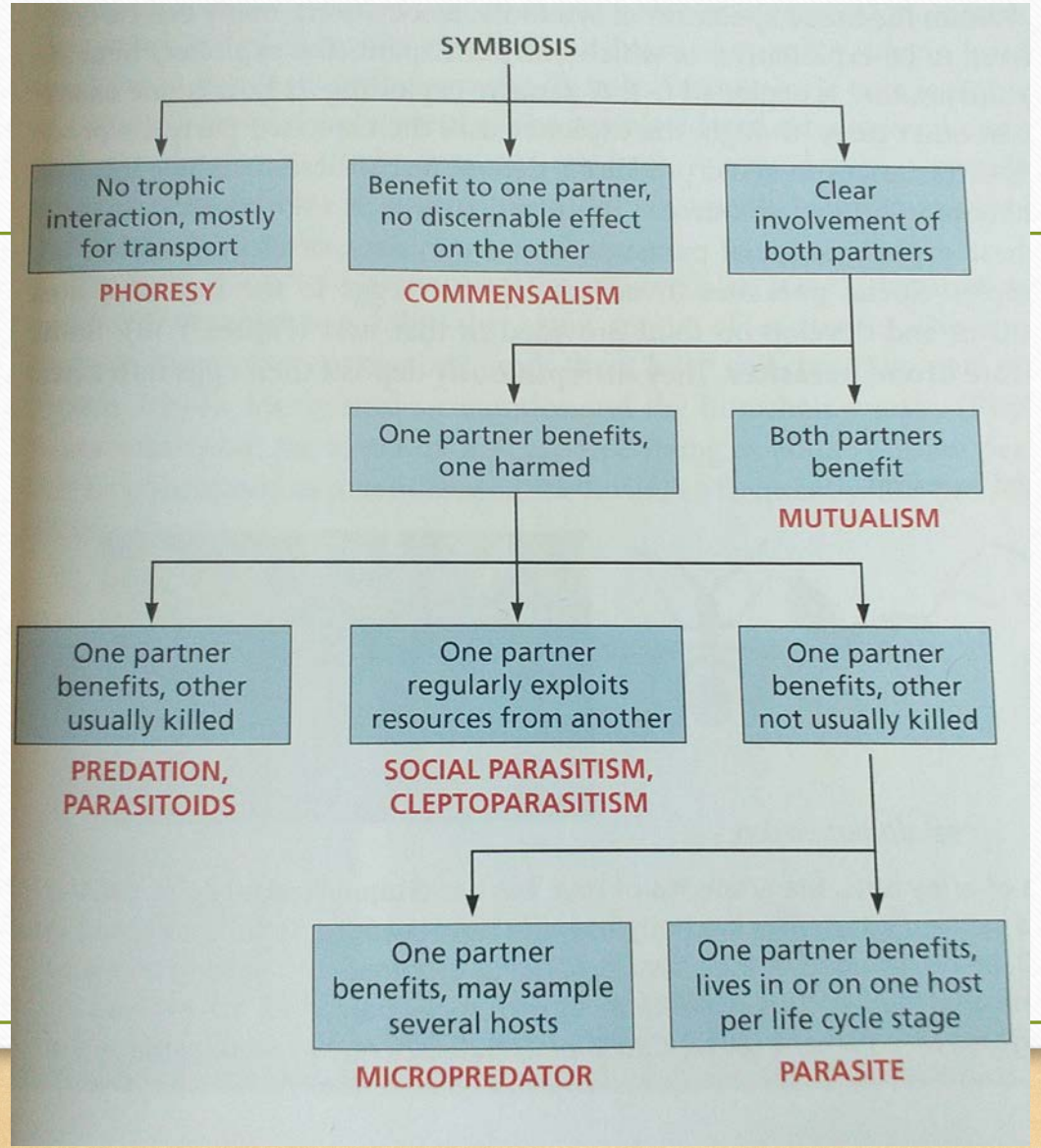
- autogeni nametnici
- alogeni nametnici

- mikronametnici
- makronametnici



Diphyllobothrium nihonkaiense (iz Kim i sur. 2014.)

Parazitizam kao tip simbioze



Loker i Hofkin, 2023)

Može li isti organizam biti nametnik i komenzal?

- *Entamoeba hystolitica*
- primarno živi u stražnjem crijevu čovjeka kao komenzal (Mortimer i sur. 2010)
- kompleksna i dinamična interakcija patogena i domadara
- nametnik–domaćin–mikrobiom (Moran i sur. 2023)

Može li isti organizam biti nametnik i mutualist?

- Grenlandski morski pas (*Somniosus microcephalus*) i veslonožac *Ommatokoita elongata*



https://www.threads.com/

Mehanizmi infekcije

- kontaktom
- ingestija (trofičkog oblika, ciste, oplođenih jaja, spora, međudomadara,…)
- prodiranje kroz površinu tijela
- udisanje
- preko sluznice ili rane
- inokulacijom preko vektora
- poljupcem
- spolnim odnosom
- preko posteljice

Adaptacije na parazitizam

- prilagodba na domadara (raspon domadara za pojedinu vrstu, specifičnost prema domadaru)
- često su hermafroditi
- nespolno razmnožavanje
- poliembrionija
- programirana stanična smrt
- imunosupresija i imunomodulacija
- utjecaj na ponašanje domadara

Životni ciklusi

- direktni životni ciklus: jedan domadar u kojem su i juvenilni i odrasli stadiji
- indirektni životni ciklus: kompleksni ciklusi s jednim konačnim domadarom i jednim ili više međudomadara

Raspodjela nametnika u populacijama domadara i raspodjela domadara

- agregirana raspodjela nametnika

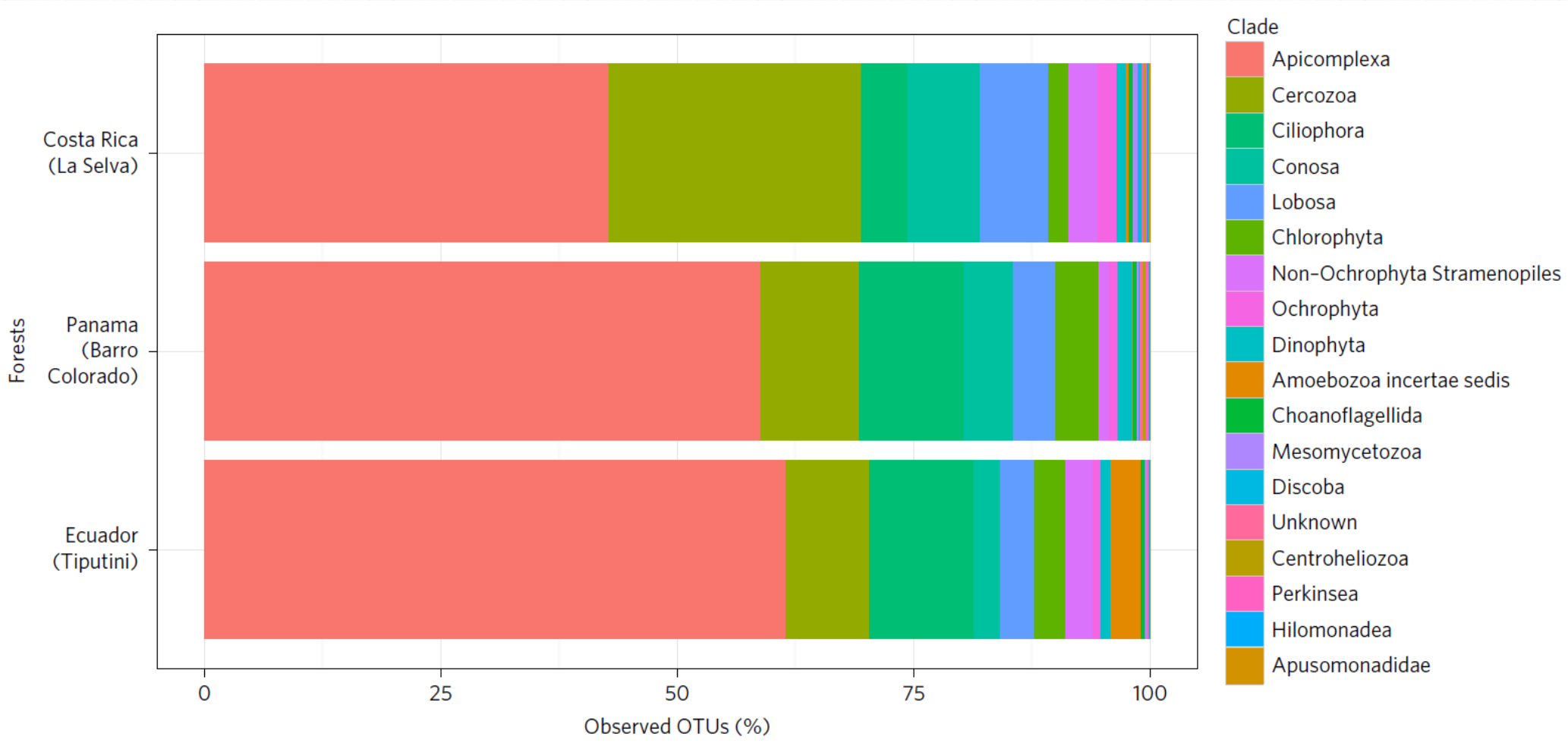
- domadar kao stanište: diskontinuirano, varijabilno, prolazno

Andrew Polaszek [1],
Andrew Polaszek [1],

Udio nametnika u živom svijetu

- Smatra se da je vjerojatno da svaka vrsta ima bar jednog nametnika koji je specifičan za tu vrstu.
- Moguće je da pola živog svijeta čine nametnici!
- „Pola britanske faune čine nametnici” (Price, 1977)

- parazitoidne ose (Polaszek i Vilhemsen, 2023)



Mahe i sur. 2017

Virulencija nametnika

- stupanj štete koju nametnik nanosi domadaru
- dva evolucijska trenda:
  - što manja šteta za domadara
  - oslabiti domadara

Dollov zakon ireverzibilnosti

- Smatra se da se vrsta ne može „vratiti” u ranije evolucijsko stanje tj. u slučaju nametnika ponovno postati slobodno-živući organizam
- dolazi do gubitka gena i struktura

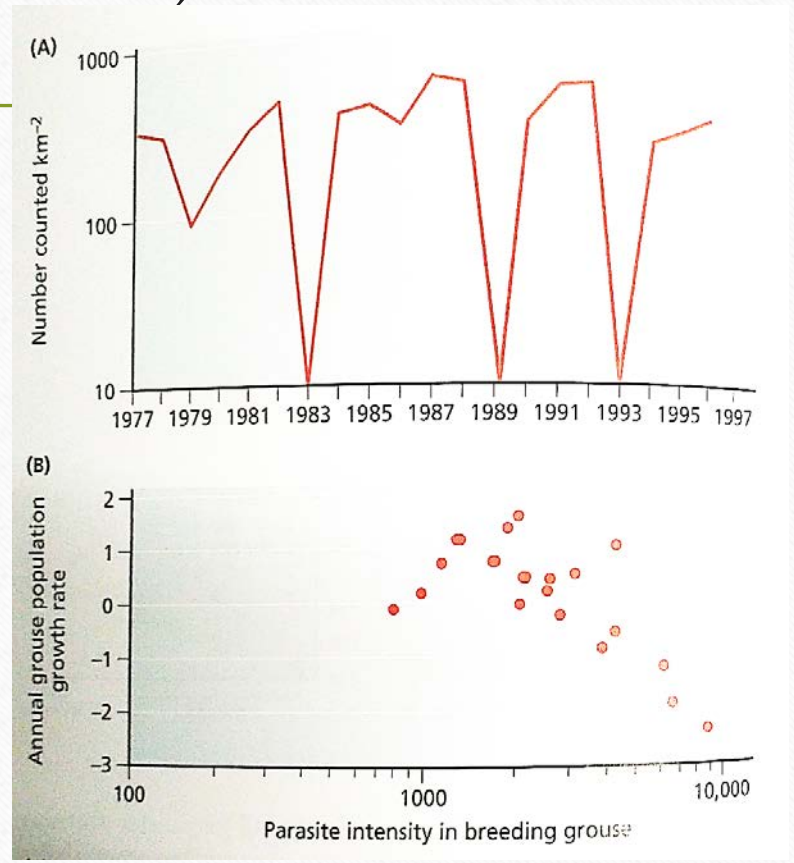
- postoje iznimke: sekundarno slobodno-živuće vrste
  - *Trepomonas*
  - neke grinje (Klimov i O’Connor, 2013.)

Genska raznolikost nametničkih vrsta

- Intraspecijska varijabilnost
- *Toxoplasma gondii*
  - na Sjevernoj polutci zaraza uglavnom preko mesa (klonalne linije)
  - u Južnoj Americi ciklus preko mačaka i redoviti ciklusi spolnog razmnožavanja
- *Giardia duodenalis*
  - iznimno velika varijabilnost koja ukazuje na različite vrste

Utjecaj nametnika na populacije domadara

- Primjer crvenog tetrijeba (*Lagopus lagopus scoticus*) i oblića *Trichostrongylus tenuis*
- strongiloza



Loker i Hofkin, 2022.

Regulacija zaraze od strane populacija

- brašnari
- kanibalizam



https://www.theguardian.com/

Štokholmska paradigma

- Ekološka i evolucijska teorija koja objašnjava da klimatske promjene uzrokuju pojavu novih zaraznih bolesti (Brooks i sur. 2019)
- novopojavne zarazne bolesti *emerging infectious diseases* (EIDs)
- Djelovanje čovjeka dovodi do:
  - visokih emisija ugljikovog dioksida i klimatskih promjena
  - migracija ljudi i hiper-urbanizacije
  - prenaseljenosti
  - narušavanja biosfere

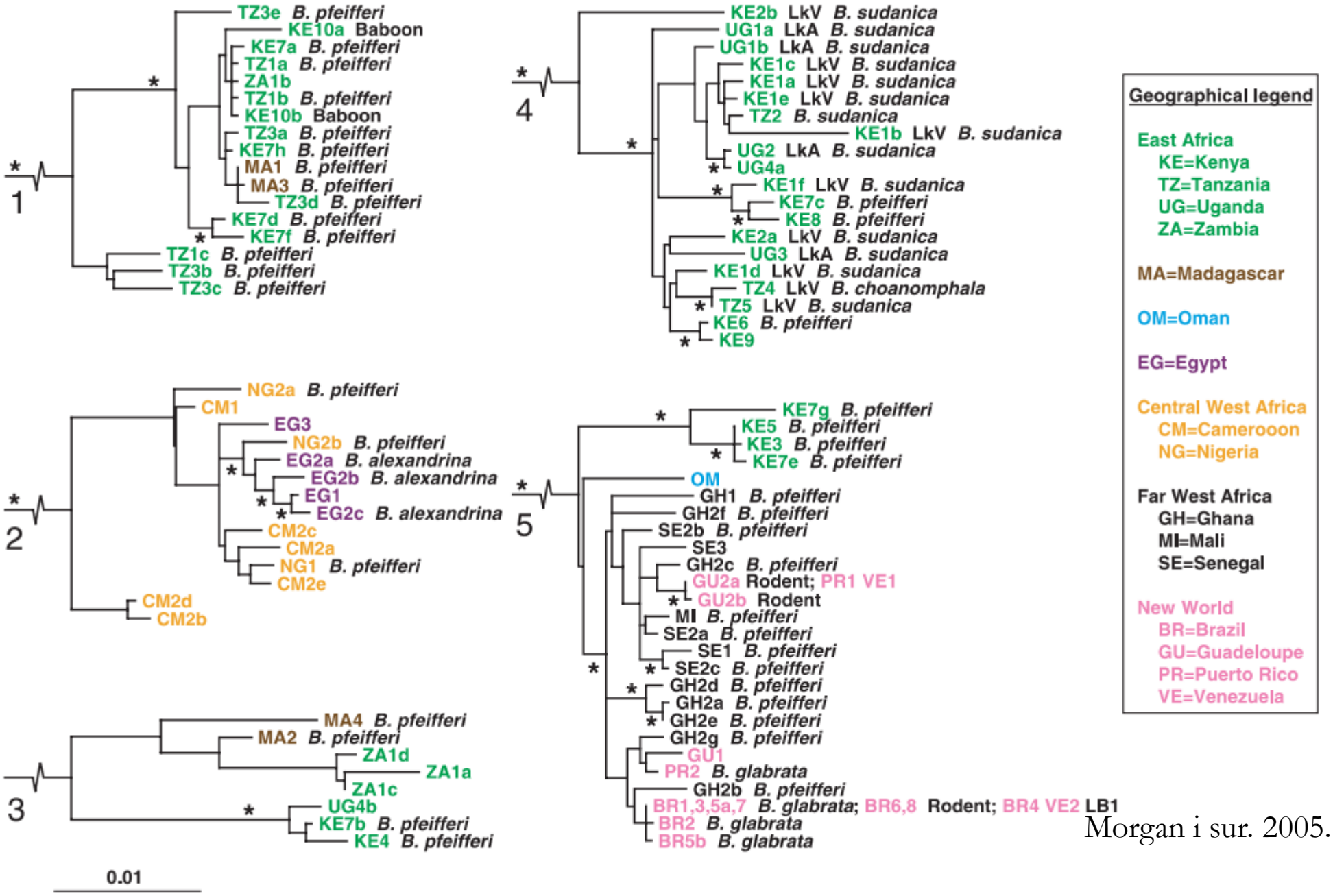
Štokholmska paradigma

- promjena domadara (host-switching)
- Nametnike se smatra visoko specijaliziranima.
- evolucijska „slijepa ulica”?

- Paradoks nametnika: kako visoko specijalizirani nametnici uopće mijenjaju domadara?
- Nametnici zadržavaju kapacitet da reagiraju na nove uvjete okoliša, uključujući mogućnost promjene domadara.

Štokholmska paradigma

- Nametnici su specijalizirani na određene resurse, a ne vrste.
- Ovi resursi mogu biti filogenetski konzervirani u nizu vrsta koji potječu od zajedničkog pretka.
- Nametnici imaju kapacitet da koriste bilo koju vrstu koja ima određene resurse ukoliko imaju priliku (*ecological fitting*).
- Štokholmska paradigma tvrdi da se može predvidjeti kada i gdje će se pojaviti EIDs *(emergent infectious disease)* na osnovu saznanja o konzervativnim svojstvima nametnika i domadara te predlaže proaktivni pristup.

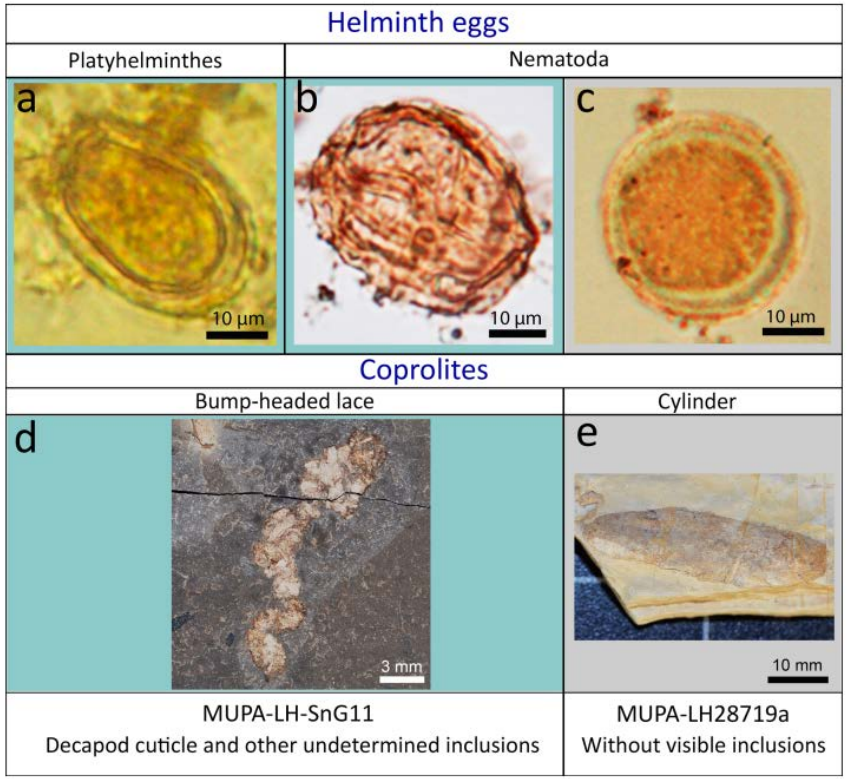


Morgan i sur. 2005.

Fosilni tragovi

- koproliti
- primjer iz Španjolske: jaja Ascaridida u koprolitima Crocodylomorpha





Barrios-de Pedro i sur. 2020.

DAMA protokol

- DAMA (*Document, Assess, Monitor, Act*)
- nastavak Štokholmske paradigme, tj. okvir za djelovanje
- cilj je spriječiti bar neke EIDs, a ako se i pojave spriječiti pandemije

Neslavna rang-lista

Bolest	**Uzročnik**	**Procijenjeni broj umrlih godišnje**
Malarija	*Plasmodium* spp.	oko 600 000
Šistosomijaza	*Schistosoma* spp.	oko 14 000 (vjerojatno i do 200 000)
Amebna dizenterija	*Entamoeba hystolitica*	40 000 – 100 000
Chagasova bolest	*Trypanosoma cruzi*	oko 20 000– 40 000
Askarijaza	*Ascaris lumbricoides*	oko 4 000–6 000
Visceralna lišmanijaza (kala-azar)	*Leishmania donovani, L. infantum*	nekoliko tisuća

Literatura

- Barrios-de Pedro, S., Osuna, A., & Buscalioni, Á. D. (2020). Helminth eggs from early cretaceous faeces. *Scientific Reports*, *10*(1), 18747.
- Brooks, D. R., Hoberg, E. P., & Boeger, W. A. (2019). *The Stockholm paradigm: climate change and emerging disease*. University of Chicago Press.
- Bolek, M., Gustafson, K. D., & Langford, G. J. (2024). Parasites in relation to other organisms: Hosts, reservoirs, and vectors. *Concepts in parasitology*, 40-46.
- Kim, H. J., Eom, K. S., & Seo, M. (2014). Three cases of Diphyllobothrium nihonkaiense infection in Korea. *The Korean Journal of Parasitology*, *52*(6), 673.
- Klimov, P. B., & OConnor, B. (2013). Is permanent parasitism reversible?—Critical evidence from early evolution of house dust mites. *Systematic biology*, *62*(3), 411-423.
- Loker, E. S., & Hofkin, B. V. (2022). *Parasitology: a conceptual approach*. CRC Press.
- Morán, P., Serrano-Vázquez, A., Rojas-Velázquez, L., González, E., Pérez-Juárez, H., Hernández, E. G., ... & Ximénez, C. (2023). Amoebiasis: advances in diagnosis, treatment, immunology features and the interaction with the intestinal ecosystem. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(14), 11755.
- Morgan, J. A., Dejong, R. J., Adeoye, G. O., Ansa, E. D., Barbosa, C. S., Brémond, P., ... & Loker, E. S. (2005). Origin and diversification of the human parasite Schistosoma mansoni. *Molecular ecology*, *14*(12), 3889-3902.
- Mortimer, L., & Chadee, K. (2010). The immunopathogenesis of Entamoeba histolytica. *Experimental parasitology*, *126*(3), 366-380.
- Polaszek, A., & Vilhemsen, L. (2023). Biodiversity of hymenopteran parasitoids. *Current Opinion in Insect Science*, *56*, 101026.
- Price, P. W. (1977). General concepts on the evolutionary biology of parasites. *Evolution*, 405-420.