

Kiel citi: Pontes, WTP. 2017. Grandaj femaloj perdas pli da pezo ol malgrandaj femaloj.... Sci Rev ej001003

## Grandaj femaloj perdas pli da pezo ol malgrandaj femaloj dum metamorfozo en holometabolaj insektoj

Wendel J. Teles Pontes

(Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE – Brazilo)

Kontakto: pontes.wendel@gmail.com

### RESUMO

Femaloj investas pli da energion kaj materion en siaj gametoj ol maskloj. La nombro da ovoj rilatas al grandeco de femaloj, en holometabolaj insektoj. Dum pupa-fazo, la perdo je pezo signifas metabola agado por restrukturigo de la insekto. Ju pli granda la perdo je pezo, pli granda estas la metabola agado. Ĉar la perdo je pezo en femaloj estas pli grandaj ol en maskloj, kaj la perdo je pezo ankaŭ varias laŭ grandeco de la insekto-korpo, ni prognozas ke ju pli granda estas la femaloj, pli da pezo ĝi perdas dum pupa-fazo, kompare kun malgrandaj femaloj. Ĉi tiu rilato inter grandeco kaj perdo-pezo dum pupa-fazo estas ekskluziva al femaloj, kaj teorie ne okazas al maskloj

### Antaŭparolo

Femalaj insektoj investas multe pli da energio en ovoj ol maskloj investas en spermo (Hayward & Gillooly, 2011). Ĉi tiu fakto estas la bazo de la modernaj teorioj pri seksa-selekto kaj viv-historio de ĉiu vivanta estaĵo. Ĉar por femaloj la kosto je energio kaj tempo maturigi femalan gameton (ovo) estas multe pli granda ol maskloj produkti spermon, ĝi devas prizorgi ke nur alt-kvalitaj maskloj ĝin fekundigu. En insektoj, samkiel en multaj specioj, okazas anizogamio<sup>1</sup> (la gametoj de femaloj kaj maskloj estas malsame grandaj). Tiu diferenco eble estas pro la neegala investo fare de ĉiu en siaj propraj gametoj.

Klasikaj eksperimentoj de la Usona sciencisto Bateman, publikigitaj en faka scienca revuo en 1948 elmontris tion. Li kalkulis pri la reproduktiva sukceso en laboratoriaj kondiĉoj fare de la banan-muŝo *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae).

Dekomence, Bateman eltrovis tri gravaj aferoj pri la reproduktiva sukceso inter maskloj kaj femaloj:

1) Ju pli granda estas la nombro da femaloj kiun la maskloj kopulacias, des pli granda estas la gefiloj kiun li patras. Male, femaloj ne grandigas la nombron de siaj idoj ĉar ĝi kopulaciis kun multaj maskloj. Ekzemple, supozu ke en iu specio de muŝoj, la femaloj produktas entute cent ovojn. Se maskla muŝo kopulacias kun tri femalajn muŝojn, li patros ĉiun el iliajn ovojn (sume, tricent). Male, se femalo kiu kapablas produkti nur cent ovojn kopulacias kun multaj masklojn, la kompleta nombro da ovoj ne ŝanĝos pro tio.

2) La kvanto de gefiloj kiun la masklo patras ŝanĝas multe pli ol la kvanto de gefiloj kiun la femalo patrinis. Ni povas klarigi tion per simpla ekzemplo, simila al la antaŭa: kelkaj muŝo-femaloj povas produkti iom pli ol cent ovojn, kaj aliaj malpli ol tiu kvanto. Kaj konsideru ankaŭ ke nek ĉiuj ovoj de femaloj estas fekundigitaj de masklo, malgraŭ li kopulaciis kun ŝi. La cirkonstancoj

Kiel citi: Pontes, WTP. 2017. Grandaj femaloj perdas pli da pezo ol malgrandaj femaloj.... Sci Rev ej001003

tre varias por maskloj patri idojn. Sed en femaloj la aferoj ne tiom ŝanĝas. Ŝia entuta ovo-numero ne varias, kaj se muŝo-masklo ne sufiĉas por fekundigi ĉiujn ŝiajn ovojn, do ŝi re-kopulacios por plenumi ŝian ovodemetadon.

3) La nombro da kopulacioj ofte varias multe pli inter maskloj ol femaloj. Maskloj ofte kopulacias kun multaj femaloj, sed femaloj preferas kopulacii kun kelkaj aŭ nur unu masklo, kiu sufiĉar por ke ŝi fekundigu siajn proprajn ovojn.

Bateman konkludis ke tiuj karakterizoj montras ke la sekso kiu multe pli investas en la idoj fariĝas la limiganta rimedo, per kiu la alia sekso konkuras. Resume: la diferenco inter la kvanto da investo ĉiu sekso faras en siaj propraj gametoj difinas la sekson. Oni nomas **femalojn** tiuj individuoj kiu produktas grandajn, ofte nemoviĝeblajn kaj nutroplenajn gametojn. La individuoj kiuj produktas malgrandajn, moviĝemajn kaj multkvantajn gametojn estas la **masklo**.

Ĉar la femaloj produktas nutroplenan gameton, ŝi multe pli prizorgas ĝin ol maskloj prizorgas siajn gametojn. La granda, nutroplenaj kaj plenproteinaj femalaj gametoj estas produktitaj koste de multe da energio konsumita de la femaloj. Tial, ĉefe en holometabolaj<sup>2</sup> insektoj, la femaloj estas pli grandaj ol la maskloj, ĉar korpa grandeco pozitive rilatas al nombro da ovojn en femaloj (Honek, 1993).

## Perdo kaj gajno

La holometabolaj insektoj vivas du fazojn: raŭpo kaj plenkreskulo. La raŭpo-fazo karakteriziĝas per la konstanta manĝemo. Raŭpoj manĝadas cele akumuli sufiĉe da energio, nutraĵo kaj materio por trapasi alian gravan fazon: la metamorfozo.

La metamorfozo komenciĝas kiam la raŭpo finas manĝadon kaj ĉiuj siaj histoj aliformiĝas por krei novan strukturon: la adoltulon. Antaŭ fariĝi adolta, la raŭpo eniras alian specifan fazon, kiam ĝi simple transformiĝas: la pupo. La pupo-fazo karakteriziĝas

per tre delikata kaj senprotekta fazo. En tiu ĉi momento, ĉiu energio konsumita de la raŭpo estas uzita por malorganizigi la nuntempajn histojn cele reorganizigi ilin adekvate al la strukturo de la adoltulo. Ĝi estas unu el la plej malbone komprenataj fazoj de holometabolaj insektoj.

Dum pupo-fazo, granda kvanto da enzimoj ekfunkcias, por detru la nunajn histojn kaj aliformigi ilin. Ĉi tiu fazo karakteriziĝas per altigo de la metabola agado en la komenco de la fazo kaj en ĝia fino (Odell, 1998). Unu el la plej ordinara metodo kontroli la metabola agado dum metamorfozo estas per la mezurado de oksigenio-konsumo de la pupa-fazo (La Due, 1964).

Ankaŭ dum pupo-fazo, okazas akvo-perdo al la medio. Tio parte rilatas al granda metabola agado kiu okazas dum tiu fazo, kiu konsumas energio kaj perdigas pezon. La perdo je pezo dum pupo-fazo estas malsimilaj rilate al seksoj. La ĉefa kialoj oni atribuas al la malsimilecoj inter ili, rilate al siaj reproduktivaj organoj. Maskloj bezonas malmulte da materion por fari kaj konservi malgrandajn spermatozoojn. Aliflanke, femaloj necesas konservi akvon kaj materion por organizi grandajn kaj nutroplenajn ovojn. La perdo je akvo dum pupo varias laŭ sekso kaj reproduktiv-strategio de ĉiu specio (Molleman *et al*, 2011).

La perdo je pezo de pupoj devenas ĉefe el perdo je akvo kaj metabola agado. La konsumo de energio kaj akvo por metabolumo dum pupo-fazo, almenaŭ en holometabolaj insektoj, ŝajne estas absolute mas-specifa. Tio estas, grandaj korpoj postulas pli da energion por vivteni sin kompare kun rilate malgrandaj korpoj (Reim *et al*, 2009). Tio indikas, ke grandaj individuoj devas perdi iom pli da pezo ol malgrandaj individuoj. Inter masklojn kaj femalojn, tiu diferenco evidentiĝas. Maskloj atingas la pupo-fazon malpli grande ol femalojn (Testa *et al*, 2013).

Se femaloj perdas pli da pezo ol maskloj dum pupo-fazo, kaj tiu perdo rilatas al masspecifa-metabol-agad-konsumo, ni prognozas ke, almenaŭ por femalaj

Kiel citi: Pontes, WTP. 2017. Grandaj femaloj perdas pli da pezo ol malgrandaj femaloj.... Sci Rev ej001003

insektoj, la perdo je pezo dum pupo-fazo fariĝas ju pli granda des pli granda estas la grandeco de la femaloj, ĉar la restrukturigo de la reproduktiv-organoj postulas multe pli da energio kaj akvo-konservado ol maskloj. Se grandaj femaloj produktas multe pli da ovojn, do la grandaj femaloj perdas signife pli da pezo ol la malgrandaj femaloj. Je la kazo de maskloj, la perdo je pezo deveninta de metabola agado kaj perdo je akvo al medio ne devas sekvi ĉi tiun tendencon. Teorie, dum la grandaj femaloj perdas pli da pezo dum pupo-fazo ol la malgrandaj femaloj, la grandaj maskloj proporcie devas perdi la saman pezon kompare kun la malgrandaj maskloj.

Al ĉi tiu hipotezo mankas eksperimentan pravigon. Se grandaj femalaj individuoj de holometabolaj insektoj perdas pli da pezon ol malgrandaj, do ili bezonas pli da energion kaj manĝon por konsumi dum raŭpo-fazo. Ĉi tio povas klarigi kelkajn popol-dinamikajn strukturojn de insektoj kaj havi ekologian valoron por kompreno de seksa-korpo-dimorfismo<sup>3</sup> inter insektoj kaj nevertebruloj.

## Piednotoj:

[1] Anizogamio: (heterogamio) kiam femalaj kaj masklaj gametoj malsimilas inter si.

[2] Holometabolaj insektoj: insektoj kiu travivas almenaŭ tri fazojn dum sia ekzistado, la raŭpo, la pupo kaj la plenkreskulo aŭ adoltulo.

[3] Seksa-Korpo-Dimorfismo: malsimileco inter la grandeco de la korpo, inter maskloj kaj femaloj.

## Referencoj

Bateman, A.J. 1948. Intra-sexual selection in *Drosophila*. *Heredity* 2: 349-368.

Hayward, A. & J. F. Gillooly. 2011. The cost of sex: quantifying energetic investment in gamete production by males and females. *Plos-One* 6(1): 16557.

Honek, A. 1993. Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. *Oikos* 66(3): 483-492.

La Due, L. 1964. Oxygen consumption and metabolic rate of *Papilio zelicaon* pupae in a state of delayed eclosion. *Journal of Research on the Lepidoptera* 3(4): 197-206.

Molleman, F., J. Javois, T. Esperk, T. Teder, R.B. Davies & T. Tammaru. 2011. Sexual differences in weight loss upon eclosion are related to life history strategy in Lepidoptera. *Journal of Insect Physiology* 57: 712-722.

Odell, J. P. 1998. Energetics of metamorphosis in two holometabolous insect species: *Manduca sexta* (Lepidoptera: Sphingidae) and *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *The Journal of Experimental Zoology* 280: 344-353

Reim, C., C. Kaufmann & W. U. Blanckenhorn. 2009. Size-dependent energetic of metamorphosis of yellow dung fly, *Scathophaga stercoraria*. *Evolutionary Ecology Research* 11: 1111-1130.

Testa, N.D., S. M. Ghosh & A. W. Shingleton. 2011. Sex-specific weight loss mediates sexual size dimorphism in *Drosophila melanogaster*. *Plos-One* 8(3): e58936.