

Układ trachealny w rozwoju postembrionalnym u owadów holometabolicznych na przykładzie chrząszcza *Tenebrio molitor* L.

Marcin Raś

Streszczenie

Wykorzystanie bezinwazyjnej techniki mikrotomografii komputerowej pozwoliło na uzyskanie trójwymiarowych wizualizacji układu trachealnego wszystkich stadiów rozwojowych (larwa, poczwarka, owad dorosły) chrząszcza *Tenebrio molitor* L. Modele te posłużyły do przedstawienia oryginalnego opisu układu trachealnego uwzględniającego jego strukturę przestrzenną oraz strefy połączeń z poszczególnymi narządami i przydatkami ciała (zespoły trachealno-narządowe).

Założenie o homologii podstawowych elementów budowy układu trachealnego (przetchniki, przedsionki oraz główne pnie tchawkowe) pozwoliło na zdefiniowanie modułu trachealnego, podstawowej jednostki strukturalnej i funkcjonalnej badanego układu.

Uwzględniając przeobrażenia larwa/poczwarka oraz poczwarka/postać dorosła przeprowadzono analizę dynamiki zmian struktury układu trachealnego zachodzących podczas metamorfozy w oparciu o następujące parametry: położenie przetchniek, wielkość przedsionków tchawkowych, objętość układu trachealnego, rozkład wartości średnicy tchawek, długość tchawek wisceralnych oraz przestrzenny rozkład.

Analiza hierarchicznej budowy układu trachealnego (moduły tchawkowe, grupy modułarne) i funkcji (zespoły trachealno-narządowe) poszczególnych części układu, pozwoliły na wydzielenie trzech tagm oddechowych: głowowo-przedtułowiowej, lokomotorycznej i wegetatywnej. Porównanie wyników analiz rozkładu hipotetycznego zagęszczenia przestrzennego układu trachealnego, rozmieszczenia podobieństwa powiązanych w klastry punktów odwzorowujących układ trachealny oraz średniej wartości indeksu wymiaru fraktalnego potwierdziło istnienie procesu tagmatyzacji.

Budowa systemu trachealnego skrzydeł, pokryw oraz odwłoka wykazuje istnienie tchawek, których modyfikacja podlega procesom genetycznym, opisanym jako koncepcja rozwoju homologów serialnych. Badania porównawcze budowy układu trachealnego podczas metamorfozy dostarczają dowodów pozwalających na potwierdzenie koncepcji rozwoju ewolucyjnego, opisującego proces powstawania skrzydeł u owadów jako wypadkowej teorii paranotalnej i epikoksalnej.

Tracheal system in post-embryonic development of holometabolous insects: a case study using *Tenebrio molitor* L.

Marcin Raś

Abstract

Three-dimensional models of tracheal system for all postembryonic developmental stages (larva, pupa, and imago) of *Tenebrio molitor* L. were obtained using non-invasive techniques of microcomputed tomography. Based on these visualizations a detailed description of the whole respiratory system was performed. This include general characterization of topology and relation of tracheal system with selected organs (e.g. brain, flight muscles, terminalia) and body appendages (e.g. legs, wings).

The assumption of a homology between basic elements of tracheal system (spiracles, tracheal vestibules major longitudinal trunks) enabled designation of tracheal modules – basic structural and functional unit. Dynamics of tracheal system modification through metamorphosis were investigated by studying larva-pupa and pupa-imago transitions and the following parameters: spatial location of spiracles, volume of tracheal vestibules and the whole body, length of visceral tracheae, trachea diameter distribution and general three-dimensional structure.

Investigation of the hierarchical structure of the whole tracheal system (tracheal modules and their groups) and functionality of its parts enabled designation of three following respiratory tagmata: cephalo-pronotal, locomotoric and vegetative. Tagmatization of the tracheal system was further supported by clustering and density estimation using Gaussian Finite Mixture Models and also fractal dimension analysis.

Detailed analysis of the trachea structure within elytra, wings and abdomen revealed the existence of trunks which were interpreted here as serial homologues. Postembryonic development of these tracheae provides support for combined paranotal and epikoksal theories of wing origin.