

## ***Modele rozwoju chrząszcza nekrofilnego *Creophilus maxillosus* (L.) (Staphylinidae) – porównanie ich skuteczności w szacowaniu wieku form preimaginalnych***

Rozwój gatunków nekrofilnych chrząszczy o wykazanej użyteczności w entomologii sądowej jest słabo poznany. Brak modeli rozwoju dla tych gatunków często uniemożliwia wykorzystanie w praktyce entomologicznych metod szacowania czasu zgonu. Niewiele wiadomo także na temat czynników, które wpływają na jakość danych rozwojowych, a w konsekwencji na jakość modeli rozwoju. *Creophilus maxillosus* (Linnaeus, 1758) jest drapieżnym chrząszczem z rodziny kusakowatych (Staphylinidae) obecnym niemal zawsze na zwłokach dużych kręgowców w środowiskach naturalnych. Pojawia się na nich później niż muchówki z rodziny plujkowatych (Calliphoridae), które są owadami najczęściej wykorzystywanymi na potrzeby wymiaru sprawiedliwości. Późniejsza kolonizacja zwłok przez *C. maxillosus*, znacznie wydłuża okres po śmierci, w którym można wnioskować o czasie zgonu. W ramach pracy doktorskiej zrealizowane zostały następujące cele: 1) opracowanie, porównanie i częściowa walidacja temperaturowych modeli rozwoju (liniowych, nieliniowych i graficznych) *C. maxillosus*, 2) określenie wpływu rodzaju pokarmu na śmiertelność, wymiary ciała i czas rozwoju chrząszczy tego gatunku, 3) sprawdzenie, czy istnieje związek pomiędzy czasem całego rozwoju preimaginalnego, a płcią i rozmiarem imagines *C. maxillosus*, oraz czy cechy te mogą pomóc w dokładniejszym oszacowaniu wieku chrząszczy w momencie zakończenia rozwoju, 4) sprawdzenie, czy wielokrotne, przyżyciowe pomiary chrząszczy wpływają na ich rozwój.

Przeprowadzone zostały dwa eksperymenty. W ramach pierwszego, dokonywano pomiarów długości i masy ciała larw oraz masy poczwerek w trakcie rozwoju w 10 stałych temperaturach (10-32,5 °C; co 2,5 °C). Dla każdego osobnika określano czas potrzebny do osiągnięcia każdego z 5 punktów orientacyjnych w rozwoju (wylęganie larw, pierwsze linienie, drugie linienie, przepoczwarczenie, pojawienie się imago). Eksperyment drugi przeprowadzony został w stałej temperaturze 24 °C. Wszystkie chrząszcze były badane pod kątem czasu potrzebnego do osiągnięcia punktów orientacyjnych rozwoju. Ponadto mierzono i ważono larwy po przejściu do trzeciego stadium larwalnego i ważono poczwarki w momencie ich pojawienia się. Larwy *C. maxillosus* były karmione w tym eksperymencie jednym typem pokarmu (larwy trzeciego stadium lub puparia *Calliphora* sp. Robineau-Desvoidy lub *Lucilia* sp. Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae), mieszanka larw pierwszego i drugiego stadium chrząszcza *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758) (Silphidae)).

Badania wykazały, że żaden chrząszcz nie osiągnął stadium imago w 10, 12, i 32,5 °C. Najniższa śmiertelność występowała w 25 °C. Postać dorosła pojawiła się w hodowlach prowadzonych w siedmiu na dziesięć temperatur (15–30 °C). Całkowity czas rozwoju wahał się od około 122 dni w temperaturze 15°C do około 22 dni w temperaturze 30°C. Dolne progi rozwojowe wyprowadzone z modelu liniowego wahały się od  $8,1 \pm 0,4$  °C dla drugiego linienia do  $12,0 \pm 0,4$  °C dla przepoczwarczenia. Stałe cieplne ( $K$  (SE)) dla kolejnych punktów orientacyjnych rozwoju wyniosły: 49,2 (4,0), 81,7 (6,0), 122,9 (7,8), 274,8 (14,5), 405,2 (14,6). Podczas walidacji modeli sumowania cieplnego, największe błędy szacowania wieku stwierdzono dla chrząszczy hodowanych w temperaturach 10 i 12,5 °C (od 21 do 43% dla wszystkich punktów orientacyjnych rozwoju). Larwy *C. maxillosus* karmione stadiami larwalnymi *N. littoralis* wykazywały bardzo wysoką śmiertelność i żaden osobnik nie osiągnął

stadium imago. Najniższa śmiertelność była obserwowana, gdy larwy karmione były larwami muchówek, niezależnie od ich rodzaju. Całkowity czas rozwoju był najkrótszy, gdy larwy *C. maxillosus* karmione były poczwarkami *Lucilia* sp.. Wyniki wykazały, że samce rozwijają się istotnie dłużej niż samice. Mimo tych różnic, walidacja wykazała tylko małe i statystycznie nieistotne różnice w dokładności szacowania wieku owadów z wykorzystaniem modeli ogólnych i modeli specyficznych dla płci. Stwierdzono, że liczba jednostek cieplnych ( $K$ ), które owad musi skumulować żeby zakończyć rozwój, oszacowana w oparciu o rozmiar ciała osobnika dorosłego, jest istotnie bliższa rzeczywistemu  $K$  niż  $K$  uzyskane w oparciu o ogólny model rozwoju. Wykorzystanie rozmiaru owada dorosłego jako zmiennej predykcyjnej i osobnych modeli regresji dla samców i samic istotnie poprawiło dokładność oszacowania wieku w przypadku tego gatunku. Mierzone osobniki rozwijały się dłużej niż niemierzone. Opracowano modele dla osobników mierzonych oraz dla osobników niemierzonych, a następnie przeprowadzono ich walidację wykorzystując osobniki niemierzone. Dokładność oszacowania wieku była większa w przypadku użycia modelu opracowanego dla larw niemierzonych, a różnice w dokładności były bliskie istotnym statystycznie.

Podsumowując, w ramach pracy doktorskiej zbadalam rozwój drapieżnego chrząszcza nekrofilnego *C. maxillosus*, opracowałam ogólne modele rozwoju dla tego gatunku, a także modele uwzględniające czynniki mogące wpływać na ich jakość i porównałam ich skuteczność w szacowaniu wieku form preimaginalnych. Najważniejszym efektem moich badań są temperaturowe modele rozwoju gatunku *C. maxillosus*. Są to jedne z pierwszych modeli opracowanych dla europejskich gatunków chrząszczy nekrofilnych, a ich wykorzystanie na potrzeby entomologii sądowej jest możliwe w skali co najmniej środkowoeuropejskiej. Podkreślić należy, że modele rozwoju specyficzne dla płci owada są jednymi z pierwszych, a modele regresji dla zależności między rozmiarem imagines, a stałą  $K$ , pierwszymi w skali ogólnoświatowej. Ostatnim efektem są zaproponowane przeze mnie sposoby modyfikacji protokołu laboratoryjnego badań rozwojowych, które zostały opracowane w związku z wykazaniem szkodliwego wpływu wielokrotnych pomiarów na rozwój *C. maxillosus*.