

**Aneta Mikołajczyk**

**FAUNA ZWŁOK  
– ENTOMOLOGIA I JEJ WYKORZYSTANIE  
W OSZACOWANIU CZASU ZGONU**

**Wstęp**

Jak co dzień rano wyszłam na spacer. Szłam swoją ulubioną ścieżką przez las. Z każdym krokiem czułam się jakoś nieswojo. Po chwili poczułam jakiś dziwny zapach, który z każdą chwilą i każdym krokiem wzrastał się. Mimo to szłam dalej, chciałam zobaczyć, co spowodowało ten stan. W końcu zapach stał się już nie do wytrzymania i zobaczyłam ... Ale to, co tam było, nie przypominało niczego, co wcześniej widziałam. Po chwili jednak dotarło do mnie – to ludzkie ciało, a raczej to, co z niego zostało...

Co zrobić w takiej sytuacji? Jak poznać tożsamość tego człowieka i przyczynę jego śmierci - jeśli rozkład ciała jest daleko posunięty i osoba ta nie posiada żadnych dokumentów. Tą sprawą zajmie się policja, prokuratura, ale także zleczone zostaną badania biegłym.<sup>1</sup>

W toku czynności zmierzających do wyjaśnienia sprawy sporządzane są wersje kryminalistyczne, które stanowią wyobrażenie o wyjaśnianym zdarzeniu – jego okolicznościach, przebiegu, zmierzające do wykrycia, kto był sprawcą, czyli odpowiedzi na 7 złotych pytań. Stanowią one próbę alternatywnego wyjaśnienia zdarzenia, dlatego jest zasadne sporządzenie kilku alternatywnych wersji. „Rozwiązanie sprawy” może znaleźć się gdzieś pomiędzy.<sup>2</sup>

Pierwsze wersje są tworzone w dość krótkim czasie od dokonanych czynności na miejscu zdarzenia. Podstawę stanowią szczątkowe informacje, które uzupełniane są w toku czynności śledztwa, dochodzenia. „Tworzenie wersji to przechodzenie od znanego do nieznanego, to dobieranie do znanego skutku – zjawisk poprzedzających i warunkujących to zdarzenie”<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Kodeks postępowania karnego stwierdza, że w przypadku okoliczności mających znaczenie dla sprawy można powołać biegłych i specjalistów - art. 193 i art. 205 k.p.k.

<sup>2</sup> Tadeusz Hanausek, *Kryminalistyka zarys wykładu*, Zakamycze, Kraków, 2005, s.48-49.

<sup>3</sup> E. Gruza, M. Goc, J. Moszczyński, *Kryminalistyka – czyli rzecz o metodach śledczych*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa, 2008, s. 81

## Oszacowanie czasu śmierci – zadanie dla ...

Określenie czasu, jaki upłynął od śmierci do ujawnienia zwłok, stanowi jedno z najważniejszych zadań dla medycyny sądowej. W tym zakresie stosuje się ocenę wszystkich znamion śmierci – wczesnych i późnych znamion pośmiertnych, m.in. pojawienie i zachowanie się plam opadowych, spadek temperatury ciała, gnicie.<sup>4</sup> Pomocne okazują się metody fizykochemiczne i biologiczne.<sup>5</sup> Ocena czasu śmierci jest tym łatwiejsza, im mniej czasu upłynęło od śmierci. Po pewnym czasie rozwój przemian pośmiertnych staje się tak znaczny, iż utrudnia możliwość określenia tego czasu.<sup>6</sup> Jednak nauka nie jest bezsilna w takich przypadkach, gdyż stanowi to spektrum działania entomologii.

„Ciało ludzki zaczyna się rozkładać cztery minuty po śmierci. Coś, co było kiedyś siedliskiem życia, przechodzi teraz ostatnią metamorfozę. Zaczyna trawić samo siebie. Komórki rozpuszczają się od środka. Tkanki zmieniają się w ciecz, potem w gaz. Już martwe ciało staje się stołem biesiadnym dla innych organizmów. Najpierw dla bakterii, potem dla owadów. Dla much. Muchy składają jaja, z jaj wylęgają się larwy. Larwy zjadają bogatą w składniki pokarmową pożywkę, następnie migrują. Opuszczają ciało w składnym szyku, w zwartym pochodzie, który podąża zawsze na południe. (...) zawarte w mięśniach białko zdążyło się już rozłożyć, wytwarzając silnie stężony chemiczny roztwór. Zabójczy dla roślinności, niszczący trawę, w której pełzną larwy, tworząc swoistą pępowinę śmierci ciągnącą się aż do miejsca, skąd wyszły.”<sup>7</sup>

W ten malowniczy i uproszczony sposób Simon Beckett opisuje proces rozkładu zwłok, nawiązując do entomologii. Jednak nie jest to fikcja literacka. Powołując się na Arpad A. Vass, to rzeczywiście już po kilku minutach po śmierci zaczyna proces rozkładu, na który niewątpliwy wpływ mają m.in. temperatura i wilgotność otoczenia, położenie geograficzne, owady, ubiór oraz ilość zadanych ran<sup>8</sup>.

---

<sup>4</sup> E. Kaczorowska, A. Draber-Mońko, *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 2009, s. 96-100.

<sup>5</sup> A.A. Vass., *Beyond the grave – understanding human decomposition*, *Microbiology Today*, nr 28/01, s. 191.

<sup>6</sup> E. Kaczorowska, A. Draber-Mońko, *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, op. cit., s. 101-104.

<sup>7</sup> S. Beckett, *Chemia śmierci*, Amber, Warszawa, 2008, s. 5.

<sup>8</sup> A.A. Vass, *Beyond the grave – understanding human decomposition*, op. cit., s. 190 – twierdzi, iż po 4 minutach od śmierci rozpoczyna się dekompozycja.

## Entomologia – „owady siłą napędową świata”<sup>9</sup>

Słowo „entomologia” pochodzi z języka greckiego od słów *entomon* - owady i *logos* – nauka, czyli jest to nauka o owadach.

Entomologię można podzielić na trzy gałęzie, jak podają Elżbieta Kaczorowska i Agnieszka Daber-Mońko: entomologię „miejską” zajmującą się owadami związanymi z człowiekiem jak również ze zwierzętami i pomieszczeniami hodowlanymi. Drugą jest entomologia produktów przechowywanych, zajmująca się owadami kolonizującymi np. spichlerze, magazyny. Trzecią jest właśnie entomologia medyczno-sądowa, określana również medyczno-kryminalną entomologią sądową.<sup>10</sup>

Swoją pracę chciałabym poświęcić głównie entomologii sądowej i metodach pozwalających na oszacowanie czasu zgonu. A czym zajmuje się entomologia? Otóż jest to nauka, dyscyplina prowadząca badania i wykorzystująca wiedzę dotyczącą wpływu owadów i innych stawonogów na potrzeby dowodowe wymiaru sprawiedliwości, których celem jest m.in. oszacowanie czasu zgonu rozkładających się zwłok.

Zwłoki stają się swoistym, zmieniającym się w czasie ekosystemem, do którego przybywa wiele gatunków stawonogów, a przede wszystkim owadów. Tuż po zgonie przybywają pierwsze muchówki, składają jaja we wszystkich otworach w ciele (m.in. w oczach, uszach, nosie, ranach). Dzięki temu zwłoki zostają oznaczone „markerem biologicznym” umożliwiającym odtworzenie daty zgonu. Każdy etap rozkładu charakteryzuje się własną fauną owadów, którą przybliże w dalszej części pracy<sup>11</sup>.

## Historia entomologii

Od kiedy znamy i posługujemy się wiedzą z zakresu entomologii? Mimo że od około trzydziestu lat jest wykorzystywana jako źródło w rozwiązywaniu spraw, to jej początki sięgają znacznie głębiej. Pierwsze wzmianki dotyczące wykorzystania jej pojawiły się w XIII wieku, w Chinach. Ówczesny prawnik i prowadzący śledztwo Sung Tz’u opisał zabójstwo niedaleko pola ryżowego. Dzień po zdarzeniu wszystkim zebranym pracownikom kazał położyć na ziemię sierpy – ich narzędzia pracy. Niemożliwe do zobaczenia ludzkim okiem ślady

<sup>9</sup> T.W. Adair, *Forensic Entomology: A Valuable Resource for Death Investigations*, in: Grover Maurice Godwin, *Criminal psychology and forensic technology*, CRS Press Boca Raton London New York Washington, 2001, s. 51.

<sup>10</sup> E. Kaczorowska, A. Daber-Mońko, *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, op. cit., s. 11

<sup>11</sup> M.I. Marchenko, *Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death*, *Forensic Science International*, Volume 120, Issue 1, 15 August 2001, s. 93.

krwi zwabiły muchy – wskazały potencjalnego zabójcę. Robotnik przyznał się i najprawdopodobniej został zabity.

Temat śmierci od zawsze był interesujący, toteż nie dziwi zainteresowanie nim przez artystów, już z okresu średniowiecza. Najstarszym i najbardziej znanym przedstawieniem wpływu owadów na rozkład ciała jest drzeworyt z XV wieku „Taniec śmierci”. Słynne, a także odzwierciedlające wpływ owadów na dekompozycję zwłok jest stwierdzenie Karola Linneusza, że „trzy muchy zjedzą konia tak szybko, jakby zrobił to lew”.<sup>12</sup>

Znaczący wpływ na rozwój entomologii sądowej wniósł francuski lekarz Bergeret. Określając czas zgonu zmumifikowanych zwłok dziecka, oparł się na oddziaływaniu na nie larw muchy i ćmy. Natomiast Jean Pierre Megnin w opublikowanej książce pt. „Fauna zwłok” zawarł dokładne opisy anatomii i cyklu życiowego owadów występujących na zwłokach, a także analizę przypadków opisujących użycie tej wiedzy. Praca Megnina upowszechniła i spopularyzowała wiedzę z zakresu entomologii. Niemiecki lekarz Reinhard po raz pierwszy opublikował systematyczne studium dotyczące tego tematu. Jego doświadczenia oparte zostały na ekshumowanych zwłokach w Saksonii. Opisał on także wpływ chrabąszczy na zwłoki znajdujące się w grobach starszych niż 15 lat.<sup>13</sup>

Również Polacy mieli swój udział w tej dziedzinie. Pierwsze publikacje dotyczące tego tematu wydali Stefan Horoszkiewicz i Edward Niezabitowski. Ten ostatni przeprowadził eksperyment, który może wydać się makabryczny. Otóż na parapecie okiennym instytutu na uniwersytecie w Krakowie ułożył truchła kotów, szczurów, lisów, kretów. Doświadczenie to miało pokazać wpływ owadów na rozkład zwłok. Jednak najważniejszym wnioskiem wyciągniętym z tego eksperymentu było stwierdzenie, że fauna żerująca na zwłokach ludzkich jest taka sama jak na zwierzęcych.<sup>14</sup>

W 1919 r. Hermann Merkel opisał przypadek zabójstwa rodziców przez syna, których zwłoki zostały znalezione po trzech tygodniach. Jednak stan dekompozycji zwłok był diametralnie różny. Korpulentne ciało matki było w fazie rozkładu, z obiema gałkami zniszczonymi przez larwy oraz larwami w tkance mózgowej. Organy wewnętrzne były zaś nietknięte. Nie zaobserwowano także larw w tkance tłuszczowej. Za to szczupłe ciało ojca było w całości zaatakowane przez larwy. Organy wewnętrzne były zniszczone, znaleziono także poczwarki. Za przyczynę tego stanu Merkel uznał fakt, że ciało ojca

<sup>12</sup> [http://www.edukacjaprawnicza.pl/index.php?cid=43&id=415&mod=m\\_aktualnosci](http://www.edukacjaprawnicza.pl/index.php?cid=43&id=415&mod=m_aktualnosci), 28.03.2011 r.

<sup>13</sup> M. Benecke, *A brief survey of the history of forensic entomology*, Acta Biologica Benrodis, 14/2008, s. 16-26.

<sup>14</sup> R. Skowronek, Cz. Chowaniec, *Polska entomologia sądowa – rys historyczny, stan obecny i perspektywy na przyszłość*, Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii, 1/2010, s. 55-56.

po zastrzeleniu było zmasakrowane. Wszelkie rany na ciele okazały się bardziej atrakcyjne dla owadów. Przykład ten pokazuje, iż na rozkład zwłok mają wpływ różnego rodzaju czynniki, które muszą być brane pod uwagę podczas oszacowywania czasu zgonu.

Po drugiej wojnie światowej entomologia zaczęła zyskiwać pozycję jednych z podstawowych badań w procesie śledczym. Obecnie zaś na dobre zagościła w kryminalistyce<sup>15</sup>.

## Entomolog

Proces gnicia rozpoczyna się w momencie zgonu i stwarza bodźce wabiące owady. Wówczas przybywa wiele owadów - muchówki, chrząszcze, motyle, szczerconogi, karaczany, skorki, pluskwiaki. Jednak nie dla wszystkich owadów ciało to stanowi pożywienie. Można podzielić je cztery grupy ekologiczne. Pierwszą i najważniejszą dla entomologii grupę stanowią nekrofagi, żywiące się rozkładającymi się tkankami – muchówki i chrząszcze. Druga to drapieżcy i pasożyty nekrofagiczne, trzecia – wielożerne osy, mrówki. Czwartą grupę stanowią gatunki przypadkowe, które przybywają na zwłoki z okolicznych roślin, podłoża.<sup>16</sup>

Należy podkreślić, że entomolog powinien uczestniczyć w każdym etapie śledztwa. Późniejsza jego praca byłaby ułatwiona, a także wynik przeprowadzonych badań szybszy i pewniejszy. Na miejscu zdarzenia, bez względu na rodzaj zwłok i ich lokalizację to entomolog powinien przeprowadzić oględziny wstępne, na które składają się: opis zwłok i występujące na nim owady, następnie zebranie stawonogów w otaczającym je środowisku. Owady należy zbierać przed zabranie ciała. Na miejscu zdarzenia entomolog zbiera postacie dorosłe i stadia rozwojowe. Nie należy przeszukiwać ubrania denata, ponieważ można uszkodzić zwłoki lub zatrzeć ślady. Po zabraniu zwłok zbiera się stawonogi z podłoża, na którym leżały zwłoki. Jest to konieczne, gdyż większość muchówek migruje ze zwłok do podłoża, by tam się przepoczwarzyć. Opis siedliska stanowi bardzo ważny element, ponieważ jest terenem występowania ściśle określonych grup zwierząt. W opisie powinna być zawarta ocena siedliska – plaża, szosa, mieszkanie; rodzaj podłoża - błotniste, kamieniste, piaszczyste, a także określenie typu roślinności. Pozwoli to na stwierdzenie, czy zwłoki były przenoszone, czy dokonano zabójstwa w miejscu ich znalezienia, np. znajdując osobę z głęboką raną ciętą na szyi można przypuszczać, że to ona stanowi przyczynę śmierci. Wówczas stężenie żelaza w podłożu powinno być znaczne; gdy jest niewielkie, świadczy to o przeniesieniu ciała z miejsca czynu do innego (tu miejscu znalezienia). Także pyłki roślinne, szczególnie gdy rośliny są spotykane

<sup>15</sup> M. Benecke, *A brief of the history of forensic entomology*, Forensic Science International Vol. 120/2001, s. 9-10.

<sup>16</sup> E. Kaczorowska, A. Draber-Mońko, *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, op. cit., s. 22-23.

na określonym terytorium, ułatwią rozpoznanie tego miejsca. Wiedza, czy miejsce znalezienia jest tożsame z miejscem czynu, jest istotna, gdyż można byłoby znaleźć i zabezpieczyć ślady związane z dokonanym zdarzeniem. Nie można zapominać o zebraniu danych meteorologicznych niezbędnych dla oszacowania czasu zgonu. Jako że owady to zwierzęta zmiennocieplne, potrzebujące do swojego rozwoju określonej ilości ciepła, to zebranie tych danych nie tylko ułatwi oszacowanie czasu śmierci, ale sprawi, że będzie można zawęzić go – uściślić. W trakcie badań należy także oszacować czas ekspozycji ciała w świetle dziennym i nocnym, a także wilgotność powietrza.<sup>17</sup>

Po wyjęciu zwłok z worka, powinien on być dokładnie przeszukany, ponieważ na jego wewnętrznej stronie mogą pojawić się postacie larwalne owadów, opuszczające zwłoki na skutek różnicy temperatur. Podczas autopsji należy zwrócić uwagę na ubranie denata, a po jego rozebraniu dokładnie je przeszukać.<sup>18</sup>

## Metody entomologiczne

Prowadzone badania służą m.in. oszacowaniu czasu i miejsca oraz przyczyn śmierci. Prowadzone są za pomocą dwóch metod. Pierwsza z nich to metoda analizy prawidłowości rozwoju stawonogów na zwłokach. Dzięki niej można określić wiek stadiów preimaginalnych zabezpieczonych na zwłokach i ich pobliżu. Umożliwiają one oszacowanie minimalnego PMI (*postmortem interval*), to znaczy minimalnego czasu, jaki upłynął od momentu śmierci do czasu ujawnienia ciała. Druga metoda opiera się na analizie sukcesji stawonogów na zwłokach. Pozwala ona na oszacowanie czasu, jaki upłynął od momentu śmierci do momentu zasiedlenia zwłok przez owady znalezione na zwłokach lub w ich pobliżu. Daje to możliwość oszacowania minimalnego jak również maksymalnego PMI.<sup>19</sup> Entomolog nie przesądza definitywnie o czasie zgonu, może jedynie podać przybliżony termin. Dodatkowe badania, a nawet czynności przeprowadzane przez policję, tj. zbieranie informacji o czasie ostatniego widzenia osoby, sprawią, iż możliwe jest zawężenie tego czasu.<sup>20</sup>

<sup>17</sup> E. Kaczorowska, *Zbieranie i hodowanie owadów nekrofagicznych, istotnych w odtwarzaniu daty śmierci metodą entomologiczną*, Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii, nr 4 /2002, [http://www.amsik.pl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=201](http://www.amsik.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=201), 28.03.2011r.

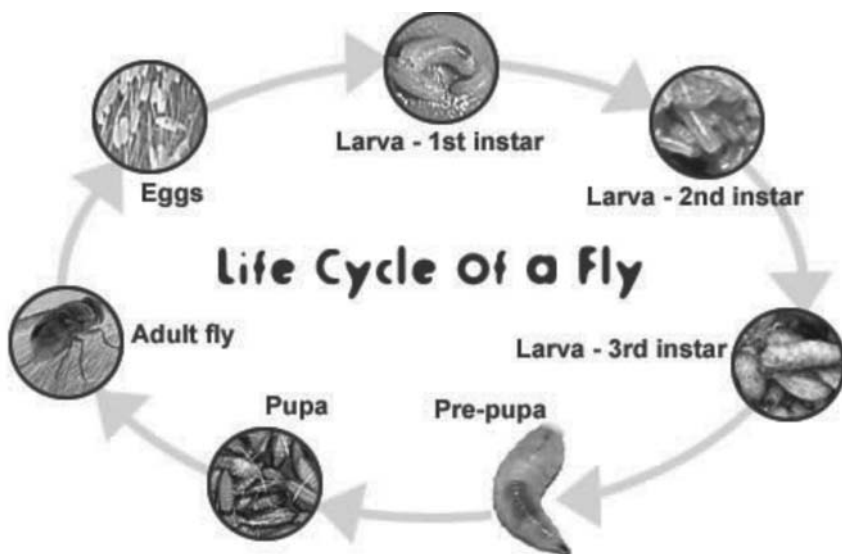
<sup>18</sup> Można przecież znaleźć ten wyjątkowy okaz, który ułatwi określenie miejsca dokonania np. zabójstwa, gdy z innych badań wiadomo, że miejscem zabójstwa nie jest miejsce ich znalezienia. Taki przykład można znaleźć w książce Simona Becketta pt. „Szepty”. W materiale wyścielającym trumnę znaleziono owada, tylko jednego, ale to dzięki niemu, *swamp darner*, zamieszkującemu zalesione mokradła udało się rozwiązać zagadkę.

<sup>19</sup> Sz. Matuszewski, D. Bajerlein, Szymon K., K. Szpila, *Entomologia sądowa w Polsce*, Wiadomości Entomologiczne nr 27, Poznań, 2008 r., s. 49-50.

<sup>20</sup> C.P. Campobasso, F. Introna, *The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role*, Forensic Science International, Volume 120, Issue 1, 15 August 2001, s. 132-139.

Powtarzając za Elżbietą Kraczkowską, w praktyce sądowej wykorzystywane są dwie metody entomologiczne, a ich wybór nie zależy od subiektywnego wyboru entomologa, ale od czasu, jaki upłynął od zgonu do znalezienia zwłok.<sup>21</sup>

Pierwsza z nich stosowana jest w przypadku znalezienia zwłok w pierwszym miesiącu po zgonie – zwłoki „świeże”. Istotna jest tu znajomość cykli rozwojowych owadów, a szczególności muchówek. Może być stosowana tylko do czasu zakończenia rozwoju pierwszego pokolenia tych zwierząt. W czasie pierwszych 30 dni od zgonu przylatują owady, które składają jaja we wszystkich otworach w ciele – w nosie, uszach, a także w ranach, z których wylęgają się larwy żerujące na zwłokach. Następnie migrują do podłoża, by tam się przepoczwaryć. Znając ich stadia preimagonalne oraz opierając się na danych m.in. meteorologicznych, możliwe jest wskazanie początku rozwoju poszczególnych gatunków na ciele, który do swojego rozwoju wymaga określonej ilości ciepła. Dlatego też przy określaniu tego czasu należy zwrócić uwagę na dolną granicę progową rozwoju osobniczego i temperaturę efektywnego rozwoju osobniczego.<sup>22</sup>



Rys. 1. Cykl życiowy muchy.<sup>23</sup>

<sup>21</sup> E. Kraczkowska, D. Pleśniak, Z. Szczerkowska, *Entomologiczne metody określenia czasu śmierci*, Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii, nr 4 /2002.

[http://www.amsik.pl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=197](http://www.amsik.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=197), 28.03.2011 r.

<sup>22</sup> E. Kraczkowska, D. Pleśniak, Z. Szczerkowska, *Entomologiczne metody określenia czasu śmierci*, op. cit., [http://www.amsik.pl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=197](http://www.amsik.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=197), 28.03.2011 r.; M. Barzdo, L. Żydek, M. Michalski, E. Meissner, J. Berent, *Wykorzystanie metod entomologicznych do oceny czasu zgonu – opis przypadków*, cz. II, Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii, nr 4 /2007, s. 351-352.

<sup>23</sup> <http://www.goldcitypestservices.com/lifecycleoffly.jpg>, 28.03.2011 r.

W przypadku znalezienia zwłok w czasie późniejszym niż miesiąc – zwłoki „stare”, zmiany fizyczne i chemiczne przywabiają określone grupy zwierząt. Określenie czasu zgonu, posługując się tylko metodami sądowo-lekarskimi w takim przypadku, gdy dodatkowo rozkład gnilny byłby zaawansowany, mogłoby być obarczone błędem. Zwłoki stają się specyficznym ekosystemem, w którym określenie poszczególnych gatunków umożliwi oszacowanie czasu zgonu. Jednak zależy to od wielu czynników, tj. pory roku, szerokości i długości geograficznej. Wiadomo, że wyższa temperatura przyspiesza rozkład, a co z ubraniami? Otóż ono stanowi swego rodzaju zaporę, gdyż owady najpierw tam się rozwijają, a dopiero przechodzą do ciała. Dlatego nagie zwłoki ulegają szybciej rozkładowi i są podatniejsze na działanie owadów. Niewątpliwie znaczenie ma lokalizacja zwłok, inaczej zachodzą procesy na zwłokach pogrzebanych, inaczej na wyeksponowanych i nie pogrzebanych, a jeszcze inna fauna pojawia się przy zwłokach zanurzonych w wodzie. Teraz chciałabym przedstawić ogniwa sukcesji owadów w zależności od lokalizacji zwłok.

### Sukcesja na zwłokach nieopogrzebanych

Sukcesja w niniejszej pracy rozumiana jest jako zasiedlenie zwłok przez różne gatunki owadów (w tym obecność jaj, larw, poczwerek i form dojrzałych), kolonizujące zwłoki w różnym okresie po śmierci.

Na zwłokach nieopogrzebanych i wyeksponowanych w warunkach klimatu umiarkowanego, co jest niewątpliwie bardzo ważne, obserwuje się osiem ogniw sukcesji.<sup>24</sup>

1. ogniwo sukcesji stanowią muchówki reprezentujące rodzinę *Calliphoridae*, takie jak *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Lucilla spp.* oraz *Musca domestica*, *Musca autumnalis* i *Muscina stabulans* z *Muscidae*.

Pojawianie się tych owadów odpowiada rozpoczęciu procesów litycznych zwłok.

2. ogniwo sukcesji stanowią muchy z rodzaju *Lucilla*, *Protophormia* i *Calliphoridae* oraz *Sarcophagidae*.

Pojawiają się w momencie rozpoczęcia procesów gnilnych.

Pierwsze dwa ogniwa występują w ciągu trzech pierwszych miesięcy od momentu zgonu.

---

<sup>24</sup> Powołując się na pracę *Entomologia sądowa w Polsce* Sz. Matuszewskiego, D. Bajerlein, Sz. Konwerskiego i K. Szpili można wskazać, iż w Polsce brak jest wystarczających badań eksperymentalnych dotyczących rozkładu zwłok i sukcesji stawonogów na obszarze naszego kraju, których rezultatem byłby model sukcesji przydatny w oszacowaniu czasu zgonu. To zagadnienie zostało już zauważone i w latach 2005-2008 przeprowadzony był projekt pt. „Sukcesja stawonogów na zwłokach świni domowej w wybranych typach środowisk leśnych”. Nie można w pełni polegać na badaniach prowadzonych w innych krajach, gdyż były one prowadzone w innym obszarze geograficznym.



3. ogniwo sukcesji związane jest z fermentacją masłową tłuszczów, podczas której uwalnia się kwas masłowy, przywabiający chrząszcze z rodzaju *Dermestes* (*Coleoptera*, *Dermestidae*) oraz motyle *Aglossa* (*Lepidoptera*, *Pyralidae*).
4. ogniwo sukcesji wiąże się z rozkładem białek i wydzielaniem tyraminy. Przywabia ona muchy *Piophilidae*, *Fannia*, *Eristalis*, *Teichomyza fusca*, przedstawicieli rodzin *Drosophilidae*, *Sepsidae*, *Sphaeroceridae* oraz chrząszczy z rodzajów *Corynes* i *Necrobia*.  
Oba kolejne ogniwa pojawiają się pod koniec trzeciego miesiąca i mogą trwać do szóstego miesiąca.
5. ogniwo sukcesji stanowią owady, które jako ostatnie korzystają z rozkładających się zwłok.  
Części miękkie ciała denata są w postaci czarnej papki, a jako jeden z końcowych produktów rozkładu wydzielają amoniak. Na podsychających zwłokach żerują muchówki zaliczane do rodzin *Muscidae* i *Phoridae* oraz chrząszcze z rodzajów *Nicrophorus*, *Silpha*, *Hister* i *Saprinus*, zaliczane do rodziny *Histeridae*.  
Etap ten trwać może od 4. do 8. miesiąca od czasu zgonu.
6. ogniwa sukcesji wyjątkowo nie stanowią owady, a drobne roztocza (*Acarina*), które pojawiają się, gdy zwłoki zaczynają wysychać. Roztocza te reprezentowane są przez rodzaje *Uropoda*, *Trachynotus*, *Glacyphagus* i *Serator*.  
Czas tego ogniwa trwa od 6. do 12. miesiąca od momentu śmierci.
7. ogniwo sukcesji następuje, gdy zwłoki są kompletnie wysuszone. Na resztkach ciała pojawiają się wtedy owady uważane jako szkodniki produktów zmagazynowanych i okazów muzealnych. Spotkać można chrząszcze *Attagenus pellio*, *Anthrenus museorum* i *Dermestes maculatus* oraz mole *Tineola biselliella* i *Tineola pellionella*.  
Następuje to po roku od daty zgonu.
8. ogniwo sukcesji rozpoczyna się po trzech latach od zgonu. Pojawiają się wtedy chrząszcze z rodzin *Ptinidae* i *Tenebrionidae*, likwidujące szczątki pozostawione przez poprzedników.<sup>25</sup>

### Sukcesja na zwłokach pogrzebanych

Pogrzebanie ciała może opóźnić procesy rozkładu i zmienić, ograniczyć ilość nekrofagów. Payne pracujący w USA, wskazał 5 ogniw sukcesji.

1. ogniwo reprezentowane jest przez mrówki żerujące na ciele w okolicach ust i uszu. Odpowiada ono zwłokom świeżym i trwa około trzech dni.

<sup>25</sup> E. Kraczkowska, D. Pleśniak, Z. Szczerkowska, *Entomologiczne metody określenia czasu śmierci*, op. cit., [http://www.amsik.pl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=197](http://www.amsik.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=197) 28.03.2011 r.; E. Kaczorowska, A. Draber-Mońko, *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, op. cit., s. 106-140.

2. ogniwo sukcesji zaczyna się trzeciego dnia od momentu zgonu, kiedy to na zwłoki przybywają dominujące od tej pory *Leptocera spp.* (*Sphaeroceridae*) oraz *Dohnniphora incisularis* i *Metopina subarcuata* (oba reprezentujące *Phoridae*). Piątego dnia pojawiają się muchówki zaliczane do rodziny *Psychodidae*, które będą żerować na zwłokach i składać tam jaja przez kolejne siedem dni aż do momentu usunięcia wszystkich gazów, powstałych w wyniku procesów rozkładu.
3. ogniwo sukcesji stanowią larwy wylęgające się z wcześniej złożonych jaj oraz chrząszcze *Oxytelus insignitus* i *Aleochara spp.*, żywiące się stadiami preimaginalnymi muchówek. Etap ten trwa przez 10 dni, podczas których postępuje rozkład zwłok.
4. ogniwo reprezentowane jest przez larwy muchówek z rodzin *Psychodidae*, *Phoridae* i *Sphaeroceridae*. Ponadto pojawiają się roztocza, skoczogonki (*Collembola*), chrząszcze z *Cryptophagidae* i muchówki z rodziny *Sciariidae*. Etap ten związany jest z rozpadem zwłok i przebiega między 30. a 60. dniem od momentu zgonu.
5. ogniwo sukcesji występuje wtedy, gdy zwłoki ulegają szkieletyzacji, a dominującą faunę stanowią mrówki, muchówki, skoczogonki i roztocza.<sup>26</sup>

### Sukcesja na zwłokach zanurzonych w wodzie

O ile w przypadku zwłok pogrzebanych i niepogrzebanych można mówić o faunie, to przy zwłokach zanurzonych może pojawić się flora. Otóż ciała zanurzone w wodzie pokryte zostaną m.in. glonami, ale także zwierzęta mają na nie wpływ. Zwierzęta żyjące w zbiorniku wodnym swym żerowaniem na zwłokach mogą utrudnić ustalenie nie tylko czasu śmierci, ale także i jej przyczyny. Ryby, owady wodne, skorupiaki wyjadają tkankę. Rozkład zwłok w wodzie jest przyspieszony, ponieważ ciepłota ciała jest tracona dwa razy szybciej niż na lądzie i już zaledwie po dwóch tygodniach przebywania w tym środowisku ciało jest bliskie szkieletyzacji. Pomocą w odpowiedzi na pytanie odnośnie czasu przebywania ich w wodzie mogą udzielić owady - pasożyty zewnętrzne człowieka. Pchły po dwunastogodzinnym przebywaniu w wodzie potrzebują godziny, aby dojść do pełnej ruchliwości, podczas gdy po 18-, 20-godzinnym zanurzeniu czas ten przedłuża się do 4-5 godzin. Wszy giną już po 12 godzinach od momentu zanurzenia zwłok.

---

<sup>26</sup> E. Kraczkowska, D. Pleśniak, Z. Szczerkowska, *Entomologiczne metody określenia czasu śmierci*, op. cit., [http://www.amsik.pl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=197](http://www.amsik.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=197) 28.03.2011 r.; E. Kaczorowska, A. Draber-Mońko, *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, op. cit., s. 140-146.

Payne oraz King podają sześć etapów sukcesji fauny na zwłokach zanurzonych w wodzie:

1. ogniwo sukcesji związane jest ze zwłokami świeżymi i całkowicie pograżonymi w wodzie. Wypłynięcie ciała może nastąpić po okresie 1-2 dni latem i po 2-3 tygodniach jesienią i zimą. Ten etap sukcesji reprezentowany jest jedynie przez wodne chrząszcze z rodziny *Hydrophilidae*.
2. ogniwo pojawia się w momencie wynurzenia się zwłok. Podczas wczesnego wypływania, na wyeksponowaną ponad powierzchnię wody część ciała jaja składają muchówki plujkowate, na których żerują drapieżne osy i szerszenie.
3. ogniwo sukcesji, rozpoczynające się trzeciego dnia od momentu wypłynięcia ciała, związane jest z wylęganiem się larw *Calliphoridae*, które żerując intensywnie, pozostawiają na eksponowanych powierzchniach ciała wiele małych otworków. Pojawiają się także drapieżne chrząszcze z rodzin *Staphylinidae*, *Silphidae* i *Histeridae*, przywabiane zapachem rozkładającego się ciała.
4. ogniwo trwa około siedem dni, podczas których na skutek żerowania larw muchówek i postępującego rozkładu powierzchnia zwłok ulega wyraźnemu zmniejszeniu, wskutek czego wiele larw migruje do wody. Tam też są zjadane przez chrząszcze z *Histeridae*, *Staphylinidae* i *Silphidae*.
5. ogniwo sukcesji reprezentowane jest przez chrząszcze z rodziny *Histeridae* oraz przez muchówki zaliczane do *Sphaeroceridae*, *Phoridae*, *Drosophilidae* i *Psychodidae*, które mogą odżywiać się resztkami zwłok. Etap ten trwa od 4 do 14 dni i kończy się wraz z zatapianiem się resztek ciała.
6. ogniwo sukcesji stanowią postaci dorosłe much z rodzin *Psychodidae*, *Sphaeroceridae* i *Chloropidae*, które żerują na martwych larwach pływających po powierzchni wody. Ze zwłok pozostają jedynie kości oraz fragmenty tkanek.

Fauna zwłok zanurzonych w wodzie wykazuje największe podobieństwo do owadów notowanych na ciałach niepogrzebanych. Na 102 gatunki owadów zaliczonych do 37 godzin, 93 były też spotykane na zwłokach wyeksponowanych na lądzie.<sup>27</sup>

## Zakończenie

Ważne jest, by poznać i zrozumieć proces rozkładu, ponieważ ma on wpływ na wyjaśnienie sprawy. Na każdym miejscu zdarzenia są zadawane pytania – co, gdzie, kiedy, dlaczego, kto, w jaki sposób, jakimi środkami – czyli siedem

<sup>27</sup> E. Kraczkowska, D. Pleśniak, Z. Szczerkowska, *Entomologiczne metody określenia czasu śmierci*, op. cit., [http://www.amsik.pl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=197](http://www.amsik.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=197) 28.03.2011 r.; E. Kaczorowska, A. Draber-Mońko, *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, op. cit., s. 146156.

złoty pytań. Badania nad dekompozycją i wpływem owadów na nią są niezmiernie pożyteczne przy ustaleniu czasu zgonu. Materiał entomologiczny, który jest zebrany ze zwłok, a także z ich bliskiego otoczenia, oznaczenie gatunków fauny, analiza stadiów rozwojów nekrofagów i ich rola w łańcuchu sukcesyjnym, jak również prawdopodobny termin żerowania mogą w niektórych przypadkach stanowić istotny wkład przy oszacowaniu czasu zdarzenia. Metoda ta ma istotne znaczenie w przypadku, gdy zwłoki są poddane procesom gnilnym, a metody sądowo-lekarskie mogą zawieść. Niestety, w praktyce nie sięga się po nią za często. Również może się zdarzyć, iż entomologia, a raczej działanie człowieka może utrudnić oszacowanie czasu zgonu, gdyż w sposób nieprawidłowy mogą zostać zabezpieczone znalezione owady, np. w niewłaściwym stężeniu alkoholu etylowego, który służy do zabezpieczenia małych okazów owadów.

Badania entomologiczne mają duże znaczenie, zwłaszcza gdy zwłoki poddane są procesom gnilnym, dlatego wydaje się zasadne jej stosowanie, jednak wydaje się również wskazane przeprowadzenie dalszych badań, jednakże tym razem w warunkach krajowych, by oznaczyć gatunki dla rodzimej fauny.