

## ENTOMOLOGIA SĄDOWA – PRÓBA WERYFIKACJI DOTYCHCZASOWYCH ZAŁOŻEŃ<sup>2</sup>

### Forensic entomology – an attempted review of the previous assumptions

#### Wprowadzenie

Entomologia sądowa jako interdyscyplinarna dziedzina wiedzy wykorzystywana jest w naukach sądowych już od czasów średniowiecznych<sup>3</sup>, choć nie dysponowała ona takimi możliwościami jak współcześnie. Postęp technologiczny i zdobycze biologii, chemii oraz fizyki znacząco rozwinęły jej wachlarz metodyczny, czyniąc z entomologii sądowej nieocenioną sztukę na całym świecie. Specjaliści nieustannie rozwijający tę specyficzną gałąź wiedzy są zgodni co do podstawowych założeń i możliwości entomologii<sup>4</sup> oraz – widząc jej dalsze osiągnięcia – dążą do profesjonalizacji i ekonomizacji korzystania

---

<sup>1</sup> Student V roku Prawa Wydziału Prawa i Administracji UW.

<sup>2</sup> Badania wykorzystane w pracy oraz jej pierwotna wersja zostały przygotowane w ramach zajęć z kryminalistyki ogólnej, realizowanych w roku akademickim 2016/2017 przez dr. hab. Pawła Waszkiewicza na WPiA UW (P. Waszkiewicz, *From criminalistics to CSI: Warsaw. Practical methods of teaching criminalistics at the Department of Criminalistics, University of Warsaw*, „Studia Iuridica” 2018, nr 72, s. 309–322).

<sup>3</sup> K. Siemienkiewicz, *Entomologia sądowa*, w: B. Nowak, M. Maciąg (red.), *Przegląd badań z zakresu kryminalistyki i medycyny sądowej*, Wydawnictwo Naukowe Tygiel, Lublin 2017; N.H. Haskell, *Forensic entomology*, w: S. S. Sanbar (red.), *Legal Medicine*, Mosby Elsevier, Philadelphia 2007.

<sup>4</sup> R. Skowronek, C. Chowaniec, *Polska entomologia sądowa – rys historyczny, stan obecny i perspektywy na przyszłość*, „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii” 2010, nr 60; A. Lemmonier, S. Reguardati, *Datation par la méthode entomologique*, Muséumnational d'histoire naturelle académie, Paris 2012; J. Amendt, R. Zehner, R. Krettek, *Insektenauf Leichen: Forensische Entomologie*, „Biologie in unserer Zeit” 2005, nr 35 (4), s. 232–240; J. Amendt, *Forensische Entomologie*, w: B. Herrmann, K.S. Saternus (red.), *Biologische Spurenkunde*. Band 1: *Kriminalbiologie*, Springer, Berlin 2007, s. 221–243; H. Schroeder, H. Klotzbach, K. Püschel, *Insects' colonization of human corpses in warm and cold season*, „Legal Medicine” 2003, nr 5, s. 372–374; P. Listos, M. Gryzińska, J. Batkowska, K. Czepiel-Mil, P. Marczevska, *Badania z zakresu entomologii sądowo-lekarskiej w aspekcie ustalenia czasu śmierci zwierząt*, „Życie Weterynaryjne” 2015, nr 90 (11), s. 724–728.

z metod owadoznawstwa już nie tylko w kryminalistyce<sup>5</sup>. Szereg pytań, na które udało się odpowiedzieć, rodzi kolejne, zmuszając naukowców do weryfikacji wcześniej postawionych tez. Celem niniejszej pracy jest więc prezentacja dotychczasowych zdobyczy entomologii sądowej, częściowa próba ich rewizji na podstawie przeprowadzonego doświadczenia, a także nakreślenie podstawowych metod zabezpieczania materiału entomologicznego jako gwaranta należyte przeprowadzonej ekspertyzy oraz jej późniejszego wykorzystania.

## Na pograniczu entomologii i tanatologii

Zanim przejdę do omówienia praktycznego zastosowania entomologii sądowej w kryminalistyce, zwrócę uwagę na kilka zagadnień o szczególnym znaczeniu dla dalszej części pracy. Podstawą bowiem zrozumienia znaczenia entomologii sądowej w świetle próby rewizji jej podstawowych tez jest problematyka śmierci w ujęciu tanatologii sądowo-lekarskiej<sup>6</sup>, jej powiązanie z pośmiertnymi zmianami biologicznymi zwłok ludzkich jako swoistego środowiska rozwoju stawonogów.

Tanatologia sądowo-lekarska obejmuje m.in. zagadnienia:

- momentu śmierci człowieka,
- procesu zamierania poszczególnych części organizmu, który – wbrew pozorom – jest rozłożony w czasie;
- reakcji interletalnych, czyli pośmiertnych reakcji organizmu na bodźce zewnętrzne, tzw. *vita intermedia*<sup>7</sup>;
- śmierci pozornej, czyli okresu, w którym można przywrócić organizm do prawidłowego funkcjonowania (*vis minima*);
- zmian pośmiertnych zwłok (*stigmata mortis*)<sup>8</sup>, czyli m.in. stężenia pośmiertnego czy plam opadowych<sup>9</sup>;
- ran zadanych podczas popełnienia czynu zabronionego;

<sup>5</sup> R. Skowronek, *Wykorzystanie entomologii w kryminalistyce i medycynie sądowej*, w: P. Migula, M. Nakonieczny (red.), *Problemy środowiska i jego ochrony*, t. 20, Centrum Studiów nad Człowiekiem i Środowiskiem Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2012.

<sup>6</sup> T. Marcinkowski, *Medycyna sądowa dla prawników*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, Szczytno 2010, s. 128 i nast.

<sup>7</sup> R. Prabucki, *Czas zgonu w kontekście nauk penalnych*, „Zeszyty Naukowe Ruchu Studenckiego” 2016, nr 1, s. 31.

<sup>8</sup> Również: T. Hanausek, *Kryminalistyka. Zarys wykładu*, WoltersKluwer, Warszawa 2009, s. 96.

<sup>9</sup> Ang. *early postmortem changes* – zob. B.M. Wolff, *A Review of 'Body Farm' Facilities Across America with a Focus on Policy and the Impacts When Dealing with Decompositional Changes in Human Remains*, University of Texas, Arlington 2015, s. 5 – jako zmiany w ciele człowieka poprzedzające dekompozycję i rozkład zwłok. Znaczenie plam opadowych dla określania czasu zgonu przykładowo w: M. Kaliszan, *Próba określenia czasu zgonu na podstawie ograniczonych danych z miejsca ujawnienia zwłok*, „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii” 2012, nr LXII, s. 203–207.

- procesu przemian chemicznych zwłok ludzkich, np. autolizy czy rozkładu gnilnego;
- przyczyn śmierci, np. gwałtownej czy naturalnej.

Patrząc z kolei okiem entomologa na okres od śmierci człowieka do jego całkowitego rozkładu, da się zauważyć powiązanie pomiędzy poszczególnymi etapami obumierania zwłok a rozwojem entomofauny. Wyróżnia się bowiem:

- stadium świeżych zwłok, w czasie którego ujawniają się znamiona śmierci;
- stadium wzdęcia zwłok, co spowodowane jest działalnością flory bakteryjnej jamy brzusznej oraz kumulacją gazów gnilnych, odpowiedzialnych za odór wabiący różne gatunki stawonogów;
- stadium aktywnego i zaawansowanego rozkładu, w którym następują po sobie kolejne ogniwa sukcesji owadów;
- stadium suchych szczątków<sup>10</sup>.

Zestawienie tych dwóch skorelowanych ze sobą procesów pozwala wysnuć wniosek, iż intensywność, czas oraz różnorodność rozwoju entomofauny zależy od procesów fizykochemicznych zachodzących w zwłokach ludzkich, następujących w określonych warunkach środowiskowych i klimatycznych. To właśnie od czasu, jaki upłynął od śmierci, i stopnia rozkładu ciała zależy rodzaj owadów rozwijających się na szczątkach ludzkich oraz kolejność ich występowania. Przykładowo dla klimatu umiarkowanego obserwuje się 8 ogniw sukcesji owadów na zwłokach niepogrzebanych i wyeksponowanych (tabela 1), zupełnie inaczej wygląda to w przypadku zwłok zagrzebanych czy zanurzonych w wodzie<sup>11</sup>.

Biorąc natomiast pod uwagę różnorodność entomofauny, na zwłokach ludzkich można spotkać następujące grupy stawonogów<sup>12</sup>:

- nekrofagi (I i II rzędu), które żerują na różnego rodzaju tkankach ludzkich, np. muchówki – w szczególności z rodziny plujkowatych oraz ścierwico-watych;
- drapieżcy i pasożyty gatunków nekrofagicznych, np. chrząszcze<sup>13</sup> z rodziny gniliwowatych;
- gatunki wszystkożerne, czyli np. osy, mrówki;

<sup>10</sup> P. Masselin, *Entomologie medico-legale*, „Insectes”1995, nr 97, s. 7; B. Bass, J. Jefferson, *Trupiafarma. Sekrety legendarnego laboratorium sądowego, gdzie zmarli opowiadają swoje historie*, przeł. J. Ochab, Instytut Wydawniczy Znak, Kraków 2017, s. 137.

<sup>11</sup> T. Marcinkowski, *Medycyna sądowa...*, op. cit., s. 153: „Zwłoki przebywające na powierzchni gniją 2 razy szybciej niż w wodzie i 8 razy szybciej niż w ziemi”.

<sup>12</sup> A. Draber-Mońko, E. Kaczorowska, *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009, s. 23; P. Listos i inni, *Badania z zakresu entomologii sądowo-lekarskiej...*, op. cit., s. 726.

<sup>13</sup> Więcejna ten temat: P. Kulshrestha, D.K. Satpathy, *Use of beetles in forensic entomology*, „Forensic Science International” 2001, nr 120, s. 15–17.

- gatunki przypadkowe, czyli takie, dla których zwłoki nie stanowią głównego źródła pożywienia, ale znalazły się przy nich z racji zasiedlania sąsiednich terenów.

Praca biegłego entomologa polega więc na całościowej analizie<sup>14</sup> pobranego śladu entomologicznego<sup>15</sup> oraz wskazaniu jego powiązań z danych zdarzeniem, przede wszystkim czasu, poprzez zestawienie takich danych jak: gatunki stawonogów, zaobserwowanych na zwłokach, warunki klimatyczne rozwoju entomofauny, a w szczególności temperatura otoczenia, typ siedliska, wilgotność, ekspozycja na światło, obecność ubioru czy innych materiałów<sup>16</sup>, stadia rozwoju larwalnego owadów, owipozycja, czyli złożenie jaj, a nawet badania toksykologiczne larw. Warto ponadto zauważyć, że entomolog nie pracuje w oderwaniu od ustaleń innych dziedzin nauki. Punktem wyjściowym są dla niego nie tylko materiał bezpośrednio pobrany z miejsca zdarzenia, ale również ustalenia patomorfologów oraz medyków sądowych, których wnioski mogą rzutować na treść ekspertyzy entomologicznej.

**Tab. 1. Etapy sukcesji owadów na zwłokach**

<b>Etap (ogniwo sukcesji)</b>	<b>Czas od momentu zgonu</b>	<b>Stadium rozkładu</b>	<b>Stwierdzane owady</b>
I	pierwsze 3 miesiące	rozpoczęcie procesów litycznych (okres zwłok świeżych)	muchówki reprezentujące rodzinę <i>Cliphoridae</i> oraz <i>Musca domestica</i> , <i>Musca autumnalis</i>
II	pierwsze 3 miesiące	rozpoczęcie procesów gnilnych (zwłoki zaczynają wydzielać odór wabiący owady)	muchy z rodzaju <i>Lucilla</i> , <i>Protophormia</i> i <i>Cynomya mortuorum</i> , <i>Sacrophaga</i>

<sup>14</sup> Więcej na ten temat: K. Siemienkiewicz, *Entomologia sądowa*, op. cit., s. 129; K. Witkowska, *Procesowe, kryminalistyczne i sądowo-lekarskie aspekty oględzin zwłok*, „Prokuratura i Prawo” 2012, nr 6, s. 160 (sprawdzanie obecności owadów w ramach oględzin zewnętrznych zwłok); R. Mróz, *Oględziny zwłok na miejscu zdarzenia*, „Edukacja Prawnicza” 2018, nr 2, s. 32; D. Charabidze, *Etude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale*, Université du Droit et de la Santé – Lille II, Français 2008, s. 183.

<sup>15</sup> Ślady entomologiczne „obejmują ślady biologiczne będące owadami albo pochodzące od owadów, w tym: żywe i martwe owady, ich części oraz ślady aktywności” (zob. S. Matyszewski, *Katalog owadów przydatnych do ustalania czasu śmierci w lasach Polski. Część 1: Wprowadzenie*, „Problemy Kryminalistyki” 2010, nr 267, s. 5).

<sup>16</sup> R. Skowronek, *Wykorzystanie entomologii w kryminalistyce i medycynie sądowej*, op. cit., s. 123.

<b>Etap (ogniwo sukcesji)</b>	<b>Czas od momentu zgonu</b>	<b>Stadium rozkładu</b>	<b>Stwierdzane owady</b>
III	pierwsze 3 miesiące	przemiany tłuszczów i uwalnianie kwasu masłowego	chrząszcze z rodzaju <i>Dermestes</i> oraz motyle <i>Aglossa</i>
IV	od końca 3 do 6 miesiąca	rozkład białek i wydzielanie tyraminy	muchy <i>Piophilacasei</i> , <i>Fannia</i> , <i>Teichomyza</i> oraz chrząszcze z rodzajów <i>Corynes</i> i <i>Necrobia</i>
V	od 4 do 8 miesiąca	wydzielanie amoniaku, parowanie płynów ustrojowych	muchówki z rodziny <i>Muscidae</i> i <i>Phoridae</i> , niektóre gatunki chrząszczy
VI	od 6 do 12 miesiąca	początek wysychania zwłok	roztocza reprezentowane przez rodzaje <i>Uropoda</i> , <i>Trachynotus</i> , <i>Serator</i>
VII	po roku	zwłoki kompletnie wysuszone	owady-szkodniki oraz niektóre gatunki chrząszczy
VIII	po około 3 latach	zeszkieletowanie	chrząszcze z rodziny <i>Ptinidae</i> i <i>Tenebrionidae</i>

Źródło: opracowano na podstawie: R. Skowronek, *Wykorzystanie entomologii w kryminalistyce i medycynie sądowej*, op. cit., s. 123–124; P. Masselin, *Entomologie medico-legale*, op. cit., s. 9.

## Entomologia w służbie kryminalistyki

Przechodząc już *stricto* do znaczenia entomologii w kryminalistyce, należy wskazać jej podstawowe zastosowania:

- określanie czasu zgonu oraz tzw. PMI (łac. *post mortem intervallum*, interwał pośmiertny), czyli okresu od śmierci do ujawnienia zwłok, co ma duże znaczenie dla prowadzenia postępowania karnego i odtworzenia okoliczności analizowanego zdarzenia<sup>17</sup>;
- odtworzenie pewnych zdarzeń, np. przez wykazanie, że entomofauna żerująca na zwłokach występuje naturalnie na różnych obszarach, co mogło być następstwem np. przemieszczenia zwłok<sup>18</sup>;
- wykorzystanie owadów w stadium larwalnym jako alternatywnego źródła materiału genetycznego, np. w przypadku braku zwłok i obecności wykarmionych larw;

<sup>17</sup> J. Amendt, C.P. Campobasso, E. Gaudry, C. Reiter, H.N. LeBlanc, M.J. Hall, *Best practice in forensic entomology – standards and guidelines*, „International Journal of Legal Medicine” 2007, nr 121(2), s. 90–104.

<sup>18</sup> P. Listos i inni, *Badania z zakresu entomologii sądowo-lekarskiej...*, op. cit., s. 725.

- badanie wpływu ksenobiotyków (związków chemicznych pochodzących spoza organizmu) na tempo i różnorodność rozwoju entomofauny, czym zajmuje się entomotoksykologia sądowa<sup>19</sup>.

Badanie czasu zgonu polega na wykorzystaniu metody jakościowej oraz metody ilościowej stawonogów. Pierwsza z nich umożliwia bieglemu z zakresu entomologii „oszacowanie minimalnego PMI, czyli minimalnego czasu, jaki upłynął od momentu śmierci do momentu ujawnienia zwłok”<sup>20</sup>. Natomiast druga metoda polega na obserwacji kolejności oraz czasu trwania następujących po sobie sukcesji i pozwala na określenie zarówno minimalnego, jak i maksymalnego PMI. Warto zauważyć, że PMI nie jest równoznaczne z PIA (ang. *period of insectactivity*), czyli okresem aktywności owadów<sup>21</sup>, które mogą zasiedlić zwłoki jakiś czas po śmierci, a w szczególnych przypadkach również przed śmiercią.

Wykorzystywanie larw jako alternatywnego źródła materiału genetycznego stanowi przedmiot nieustannych badań. Entomolodzy są jednak zgodni, że materiał badawczy odpowiednio pobrany z wola, czyli odcinka jelita przedniego larwy, może być cennym źródłem nieprzekształconego materiału DNA<sup>22</sup>. Specjaliści<sup>23</sup> najczęściej wybierają III stadia larwalne ze względu na wielkość osobników oraz ilość pokarmu przechowywanego w wolach. Pobranie materiału polega na właściwej preparatyce wola i uzyskaniu jak najczystszej postaci DNA. W tym procesie olbrzymie znaczenie ma również czas, treść wola bowiem, choć nieprzetwarzana przez enzymy, ulega powolnemu, aczkolwiek ciągłemu rozkładowi.

Entomotoksykologia sądowa to dziedzina wiedzy dość młoda<sup>24</sup>, co nie umniejsza szans dla rozwoju kryminalistyki, jakie niesie jej stosowanie. Odpowiada ona na pytania, czy na podstawie entomofauny można wnioskować o obecności ksenobiotyków w ciele oraz czy ślady entomologiczne można traktować jako alternatywny materiał do analizy toksykologiczno-sądowej<sup>25</sup>. Należy w tym przypadku zwrócić uwagę na kilka obserwacji:

<sup>19</sup> J. Amendt, R. Zehner, R. Krettek, *Insekten auf Leichen*, op. cit., s. 238.

<sup>20</sup> S. Matuszewski, D. Bejerlein, S. Konwerski, K. Szpila, *Entomologia sądowa w Polsce*, „Wiadomości Entomologiczne” 2008, nr 1, s. 49 i 50.

<sup>21</sup> J. Amendt in., *Best practice in forensic entomology – standards and guidelines*, op. cit., s. 95.

<sup>22</sup> R. Skowronek, M. Tomsia, K. Drożdżok, J. Kabiesz, *Owady żerujące na zwłokach jako alternatywne źródło ludzkiego materiału genetycznego*, „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii” 2014, nr 4, s. 254; K. Siemienkiewicz, *Entomologia sądowa*, op. cit., s. 132.

<sup>23</sup> Ibidem.

<sup>24</sup> F. Introna, C.P. Campobasso, M.L. Goff, *Entomototoxicology*, „Forensic Science International” 2001, nr 120 (1–2), s. 42–47.

<sup>25</sup> J. Stojak, *Zastosowanie entomotoksykologii w szacowaniu czasu i ustaleniu przyczyny zgonu*, „Problemy Kryminalistyki” 2017, nr 295(1), s. 18–25; G. Martin, A. Jens, *Forensische En-*

- ksenobiotyki mogą przyspieszać, opóźniać rozwój larwalny lub być neutralne w stosunku do niego (tabela 2);
- do analizy entomotoksykologicznej mogą być stosowane owady reprezentujące wszystkie stadia rozwoju – larwy, kokony, poczwarki czy osobniki dorosłe<sup>26</sup>;
- ksenobiotyki w organizmie owada może na dłużej zachować swoje właściwości niż w rozkładających się zwłokach;
- przeprowadzenie poprawnej analizy entomotoksykologicznej wymaga wiedzy o poszczególnych gatunkach owadów i ich reakcji na różnego rodzaju substancje.

**Tab. 2. Przykłady ksenobiotyków mających wpływ na rozwój larwalny**

Nazwa ksenobiotyku	Wpływ ksenobiotyku na rozwój owadów
	reakcja
kokaina	przyspieszenie rozwoju larwalnego
paracetamol	przyspieszenie rozwoju larwalnego
morfina	wpływa hamująco na rozwój owadów (choć istnieją wyjątki) – nie wpływa na poczwarki
hydrokortyzon	wpływa hamująco na rozwój owadów
heroina	możliwe działanie przyspieszające lub hamujące
metamfetamina	możliwe działanie przyspieszające lub hamujące
relanium	możliwe działanie przyspieszające lub hamujące
tlenek węgla (czad)	wpływa hamująco na rozwój larw

Źródło: opracowano na podstawie: R. Skowronek, *Wykorzystanie entomologii w kryminalistyce i medycynie sądowej*, op. cit., s. 127; F. Unger, *Forensische Entomologie*, München 2014, s. 26.

## Okiem praktyka

W celu lepszego zrozumienia potencjalnych korzyści płynących z zastosowania entomologii w kryminalistyce oraz dążąc do konfrontacji powszechnie przyjmowanych tez entomologicznych z praktyką, na potrzeby niniejszej pracy przeprowadzono dwa doświadczenia zaprezentowane zbiorczo w tabeli 3. Badania były prowadzone z uwzględnieniem dorobku naukowego entomologii, czego dowodem jest zestawienie okoliczności oraz danych obu doświadczeń,

*tomologie*, w: H. Aspöck (red.), *Krank durch Arthropoden. Denisia 30*, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz 2010, s. 855.

<sup>26</sup> R. Skowronek, *Wykorzystanie entomologii w kryminalistyce i medycynie sądowej*, op. cit., s. 128.

znamiennych w kontekście sporządzania potencjalnej ekspertyzy oraz kryminalistycznego wykorzystania rozwoju entomofauny.

Doświadczenia polegały na poddaniu dwóch materiałów badawczych zróżnicowanym czynnikom atmosferycznym oraz na następczej obserwacji zmian, które dokonały się w ramach wykorzystanego materiału. Zostały one oznaczone symbolami D1 oraz D2 (zgodnie z tabelą) w celu skrótowego przedstawienia wyników doświadczenia. Każdorazowe powołanie w pracy jednego z symboli będzie odnosiło się wprost do danych doświadczenia tożsamo oznaczonego w tabeli. W zaprezentowanych badaniach wzięto pod uwagę wpływ takich czynników oraz zmiennych jak: czas trwania eksperymentu, temperatura powietrza (dzienna oraz nocna), ekspozycja materiału badawczego, dostępność materiału badawczego dla entomofauny czy obecność ksenobiotyku. Obserwacje poczynione w ramach D1 oraz D2 zostały następnie ze sobą skonfrontowane, a wyniki porównania opisane w dalszych częściach pracy.

Celem przeprowadzonych doświadczeń jest wskazanie wpływu okoliczności zewnętrznych na rozkład zwłok i ich zasiedlenie przez owady (znaczenie zarówno wpływu, jak i jego natężenia), a także próba odpowiedzi na pytanie, czy wnioski płynące z odpowiednio zastosowanych metod badawczych entomologii sądowej mogą stanowić wyłączną podstawę decyzji procesowych organów powołanych do ścigania przestępstw.

**Tab. 3. Badanie rozwoju entomofauny**

<b>Badanie rozwoju entomofauny – doświadczenia wykonywane na tkankach pobranych od świni domowej (<i>Sus scrofa f. domestica</i>)</b>		
Cechy materiału badawczego/ warunki klimatyczne/ zaobserwowane zmiany	<u>Doświadczenie nr 1</u> <b>D1</b>	<u>Doświadczenie nr 2</u> <b>D2</b>
Czas trwania doświadczenia	14.04.2017 – 07.05.2017 (24 dni)	29.04.2017 – 07.05.2017 (9 dni)
Średnia temp. powietrza w dzień	8,84 °C	12,89 °C
Średnia temp. powietrza w nocy	2,31°C (również temperatury ujemne)	6,44°C (brak temperatur ujemnych)
Ekspozycja materiału badawczego	strona południowa, dostępność światła słonecznego i powietrza zewnętrznego	strona południowa, półcienista, dostępność światła słonecznego i powietrza zewnętrznego



<b>Badanie rozwoju entomofauny – doświadczenia wykonywane na tkankach pobranych od świni domowej (<i>Sus scrofa f. domestica</i>)</b>		
Dostępność materiału badawczego	materiał badawczy osłonięty, brak źródeł rozwoju entomofauny w pobliżu, zabudowania gospodarstwa wiejskiego, teren niezalesiony, brak kontaktu z gruntem, brak sztucznych źródeł energii/światła	materiał badawczy nieosłonięty, położony w sąsiedztwie źródeł rozwoju entomofauny, teren gospodarstwa wiejskiego, całościowy kontakt z gruntem, teren niezalesiony, brak sztucznych źródeł energii/światła
Rodzaj materiału badawczego	fragment tuszy wieprzowej pochodzącej z uboju masarskiego, oczyszczony, pozbawiony skóry/owłosienia, silnie przetworzony	racice wieprzowe pochodzące z uboju masarskiego, poddane wstępnemu przetworzeniu, niepozbawione skóry, włosów ani innych naturalnych wytworów naskórka
Obecność ksenobiotyku	brak	brak
Zaobserwowane gatunki owadów	brak	– mucha serowa ( <i>Piophilacasei</i> ), pot. sernica; – plujka burczało ( <i>Calliphora vomitoria</i> ); – plujka pospolita ( <i>Calliphora vicina</i> ); – trupnica padlinówka ( <i>Cynomya mortuorum</i> )
Zmiany zewnętrzne materiału badawczego zaobserwowane podczas eksperymentu	materiał badawczy z powodu bezpośredniego nasłonecznienia, braku stałej wilgotności, niskich temperatur powietrza i swoich niewielkich rozmiarów uległ całkowitemu wysuszeniu; nie zaobserwowano zmian gnilnych ani nie odnotowano charakterystycznego odoru towarzyszącemu zazwyczaj rozkładowi mięsa, powyższe okoliczności wpłynęły na niskie zainteresowanie owadów materiałem badawczym	materiał badawczy z powodu nieznacznego przetworzenia masarskiego, wyższych temperatur dziennych i nocnych oraz średnich opadów deszczu, jak również na skutek bezpośredniego kontaktu z podłożem szybko uległ zepsuciu, czego dowodem był charakterystyczny odór, który przyciągnął przedstawicieli rodziny plujkowatych i sernicowatych, zawierające procesy gnilne doprowadziły do zrogowacenia powierzchni racic, a w rezultacie do wytworzenia naturalnych miejsc owipozycyjnych

<b>Badanie rozwoju entomofauny – doświadczenia wykonywane na tkankach pobranych od świni domowej (<i>Sus scrofa f. domestica</i>)</b>		
Owipozycja	brak	w sprzyjających warunkach klimatycznych (wymienionych powyżej) – po ok. 36–48 godzinach; jaja liczne, małe, białe, wrzecionowate o słabych osłonkach, zebrane w skupiska, dostrzegalne ludzkim wzrokiem, dość mocno przytwierdzone do naskórka
Miejsce owipozycji	brak	zrogowacenia skóry, wgłębienia skórne, pęknięcia spowodowane wewnętrznymi postępującymi procesami gnilnymi oraz nasłonecznieniem materiału okolice mieszków włosowych
Rozwój larwalny	brak	po ok. 7 dniach od rozpoczęcia doświadczenia zaobserwowano pierwsze larwy I stadium o długości ok. 2–3 mm, aktywnie żerujące na materiale badawczym; wyróżnia się trzy stadia – w zależności od wielkości i ich rozwoju; zamknięcie doświadczenia uniemożliwiło dalsze prowadzenie obserwacji

Źródło: badania własne.

Tytułem wprowadzenia do analizy przeprowadzonych doświadczeń należy zaznaczyć, co udowodnił w swoich pracach Niezabitowski – pionier polskiej entomologii sądowej – że „fauna zwłok ludzkich i zwierząt bezkręgowych nie wykazuje istotnych różnic: skład gatunkowy jest zbliżony, a etapy [rozkładu i rozwoju entomofauny – przyp. autora] są analogiczne”<sup>27</sup>. Ponadto warto dodać, że wykonywanie doświadczeń entomologicznych na zwłokach ludzkich może budzić zastrzeżenia natury etycznej, czego wynikiem były wprowadzone na terenie krajów Europy zastrzeżenia prawne<sup>28</sup>.

<sup>27</sup> R. Skowronek, C. Chowaniec, *Polska entomologia sądowa – rys historyczny, stan obecny i perspektywy na przyszłość*, op. cit., s. 56.

<sup>28</sup> D. Charabidze, B. Bourel, *Entomologie medico-legale: les insectes au service de la justice*, „Insectes” 2007, nr 147, s. 30.

Dlatego też powszechnie wykorzystywanym materiałem badawczym są zwłoki świni domowej<sup>29</sup>.

## Temperatura

Analiza danych zestawionych w tabeli pozwala wnioskować o fundamentalnym znaczeniu warunków środowiskowo-klimatycznych dla rozkładu zwłok oraz rozwoju entomofauny. Teza ta znajduje potwierdzenie w licznych badaniach prowadzonych przez entomologów w Polsce i za granicą<sup>30</sup>, czego owocem jest również stwierdzenie zależności pomiędzy temperaturą a nasileniem omawianych procesów. Okazuje się bowiem, że im większa temperatura powietrza, tym szybciej przebiegają poszczególne formy rozrodu owadów – złożenie jaj, wylęg, stadia larwalne, poczwarka oraz *imago*, czyli postać dorosła<sup>31</sup>. Jest to silnie związane ze zmiennocieplnością tej grupy zwierząt, uzależniająca rozwój, a tym samym namnażanie owadów, od temperatury środowiska, w którym przebywają. Warto ponadto zwrócić uwagę, iż temperatura odgrywa drugą rolę – jest katalizatorem procesów chemicznych następujących po śmierci tkanek. Wyższa temperatura przyspiesza rozkład zwłok przede wszystkim poprzez stymulowanie namnażania się bakterii i grzybów. Konfrontacja powyższych założeń z przeprowadzonymi doświadczeniami pokazuje, że są one w pełni zasadne, gdyż:

- niskie temperatury powietrza w dzień i minusowe w nocy odnotowane podczas D1 zahamowały rozkład gnilny materiału badawczego oraz zmniejszyły stawonogi do zasiedlenia tkanek, a także żerowania na nich;
- w D1 nie odnotowano charakterystycznego odoru towarzyszącemu psuciu się mięsa, mającego znamienne wpływy na przywabienie owadów<sup>32</sup>;
- późniejsze wysuszenie tkanek mięsnych w D1 udaremniło możliwość namnożenia się insektów;
- wyższe temperatury podczas D2 zadecydowały o przyspieszeniu rozkładu i zwabieniu owadów, odnotowano bowiem charakterystyczny odór sku-

<sup>29</sup> M. Grassberger, J. Amendt, *Forensische Entomologie*, op. cit., s. 846; S. Matuszewski, *Katalog owadów przydatnych do ustalania czasu śmierci...*, op. cit., s. 10–14.

<sup>30</sup> A. Lemmonier, S. de Reguardati, *Datation par la méthode entomologique*, op. cit., s. 7; M. Grassberger, J. Amendt, *Forensische Entomologie*, op. cit., s. 847.

<sup>31</sup> Należy jednak zawsze pamiętać, że wraz z osiągnięciem pewnej temperatury rozwój zostanie zahamowany, co wynika z przystosowania owadów do rozwoju w danym zakresie temperatury i niekorzystnego wpływu odpowiednio wyższej. Podana zależność dotyczy temperatury, w której rozród owadów jest możliwy. Zob. M. Grassberger, J. Amendt, *Forensische Entomologie*, op. cit., s. 847.

<sup>32</sup> P. Masselin, *Entomologie medico-legale*, op. cit., s. 8.

tecznie zachęcający stawonogi do składania jaj, a larwy do żerowania na tkankach mięsnych.

Omawiając wpływ i znaczenie temperatury, warto wspomnieć o tzw. *maggot mass temperature*<sup>33</sup>, czyli o podwyższeniu – względem otoczenia – temperatury będącej wytworem dużej liczby larw żerujących obok siebie. W ten sposób niewykształcone stawonogi są zdolne nadać swojemu miejscu nieco inne warunki, utrzymując przy sobie nie tylko duże ilości ciepła, ale również wilgoć.

### Warunki pogodowe, wilgotność powietrza

Oprócz temperatury do składników ekosystemu – a tym samym czynników o szczególnym znaczeniu dla entomologa – należy bezsprzecznie zaliczyć także pogodę oraz wilgotność powietrza. Wspólnie tworzą one warunki przesądzające o funkcjonowaniu istot żywych na kuli ziemskiej. Nic więc dziwnego, że podobnie jak temperatura, będą miały wpływ na stopień i czas rozkładu zwłok oraz nasilenie rozwoju entomofauny. Również w tym przypadku wskazuje się na zależność – im większa wilgotność powietrza, tym szybszy proces rozkładu zwłok<sup>34</sup>. Ma to związek z właściwościami wody jako podstawowej substancji w przyrodzie, będącej katalizatorem przemian chemicznych i środowiskiem sprzyjającym rozwijaniu się grzybów oraz bakterii. Warto ponadto nadmienić, iż wilgotność ma duży wpływ na rozmieszczenie miejsc owipozycyjnych. Badania wykazały, że stawonogi chętniej składają jaja w pobliżu tkanek miękkich oraz niewyschniętych nie tylko ze względu na delikatność jaj<sup>35</sup>, ale także z uwagi na potencjalne miejsce żerowania przyszłych larw. Dlatego bardzo częstym miejscem owipozycyjnym są gałki oczne<sup>36</sup>. Toteż w D2 jaja były umiejscowione w zagłębieniach skórnych, które stanowiły naturalną osłonę przed warunkami zewnętrznymi, a także utrzymywały wilgotność jaj. W przypadku D1 materiał badawczy był osłonięty i chroniony przed deszczem.

<sup>33</sup> N. H. Haskell, *Forensic Entomology*, op. cit., s. 650.

<sup>34</sup> B. Bass, J. Jefferson, *Trupiafarma*, op. cit., s. 124. Wskazana pozycja książkowa nie ma ściśle charakteru naukowego, niemniej jednak relacjonuje spostrzeżenia dr. W. Bassa, światowej sławy antropologa sądowego, dotyczące wpływu warunków pogodowych w Kansas oraz w Tennessee na proces rozkładu zwłok. Suchy klimat Kansas powodował stosunkowo szybką mumifikację, natomiast częste opady deszczu w Tennessee skutkowały nawodnieniem zwłok i ich podatnością na zasiedlanie przez owady.

<sup>35</sup> M. Olszowska, *Owady nekrofagiczne i koprofagiczne – odrażające czy piękne?*, „Wszechświat” 2015, nr 116 (01–03). Autorka zauważa, że odpowiedni wybór miejsca owipozycyjnego jest jednym z mechanizmów wpisanych w proces reprodukcyjny muchówek.

<sup>36</sup> T. Bonacci, V. Vercillo, M. Benecke, *A forensic entomological case of neglect of an elderly man in Calabria, Southern Italy*, w: *14<sup>th</sup> Meeting EAFE 2017*, Treviso 2017, s. 39; M. Benecke, E. Josephi, R. Zweifhoff, *Neglect of the elderly: Forensic entomology cases and consideration*, „Forensic Science International” 2004, nr 146, s. 195.

Niska wilgotność powietrza oraz wystawienie na bezpośrednie światło zahamowały proces rozkładu i spowodowały wyschnięcie materiału badawczego. Natomiast w przypadku D2 racice nie były osłonięte i miały kontakt z podłożem, co wraz z wyższymi temperaturami, półcieniem oraz wysoką wilgotnością spowodowało dość szybki rozkład materiału i zwabienie owadów. Przykładem obrazującym wpływ temperatury oraz wilgotności siedliska na zachowania rozrodcze stawonogów może być przypadek opisany przez M. Benecke<sup>37</sup>, w którym specjalista rozważa przyczyny przemieszczenia się larw z lewego oczodołu do prawego w następstwie długotrwałego ogrzewania połowy twarzy lampą biurową.

### **Wielkość materiału badawczego**

Szereg wniosków wiąże się również z zależnością między wielkością użytego materiału badawczego a szybkością procesów rozkładu, a tym samym rozwoju entomofauny. Należy przede wszystkim zwrócić uwagę, iż w przypadku niewielkiej ilości tkanki poddanej doświadczeniu warunki pogodowe będą miały decydujące znaczenie dla procesu rozkładu i konkurującego z nim wysuszenia materiału<sup>38</sup>. Przedmiotem badań w D1 był niewielki fragment tuszy, co łącznie z bezpośrednim nasłonecznieniem oraz osłoną przed deszczem przyczyniło się do jej całkowitego wyschnięcia. W drugim przypadku racice nie były poddane uprzedniej obróbce, w związku z czym proces rozkładu przebiegał szybciej. Obecność skóry i jej naturalnych elementów (włosów, paznokci) zadecydowała o utrzymaniu wilgotności materiału i przyspieszeniu rozkładu. Znamienny jest również fakt, że w D1 nie występował odór, natomiast w D2 był on powodem zwabienia plujkowatych.

### **Dostępność materiału badawczego**

Okolicznością znaną dla entomologa jest również ekspozycja materiału badawczego oraz to, co znajduje się w jego bezpośrednim sąsiedztwie.

<sup>37</sup> M. Benecke, *Rein einseitiges Auftreten von Schmeissfliegenmaden im Gesicht einer Faulleiche*, „Archiv für Kriminologie” 2001, nr 208, s. 182–185. Na podstawie oględzin częściowo z mumifikowanych zwłok autor szuka wyjaśnienia, dlaczego larwy much zostały znalezione jedynie w prawym oczodole zwłok, które przez 7 tygodni naświetlane były lampą biurową, zazwyczaj bowiem stroną one od bezpośredniego światła, wybierając miejsca ocienione i wilgotne. Wysuwa zatem przypuszczenie, że w pierwszej kolejności larwy zadomowiły się w nieoświetlonym oczodole, a wraz z przyspieszającą mumifikacją ciała musiały przenieść się do najbliższego możliwego źródła pożywienia – prawego oświetlonego oczodołu.

<sup>38</sup> Zob. T. Kozłowski, M. Krajewska, *Mumifikacja ciała ludzkiego – wstępne wyniki badań antropologicznych pochówków w kryptach kościoła pw. imienia NMP w Szczuczynie*, w: M. Grupa, T. Dudziński (red.), *Tajemnice szczuczynskich krypt*, t. I, Towarzystwo Przyjaciół 9 PSK, Grajewo 2013, s. 83.

Warto w tym przypadku przytoczyć badania prowadzone przez znanych biologów na zwłokach ludzkich znalezionych w kontenerach na śmieci<sup>39</sup>. Polegały one na analizie biologiczno-chemicznej pobranego materiału po upływie 3 lat (1 przypadek) oraz po upływie 6 miesięcy (2 przypadek). Okazało się, że niedostępność szczątków oraz obecność półpłynnych fekaliów w drugim przypadku przyspieszyły rozwój entomofauny. Wspomniane badania wykazały również, jak wiele pytań dotyczących określania PMI pozostaje bez konkretnych odpowiedzi ze względu na upływ czasu i szeroką gamę możliwości potencjalnego przebiegu wydarzeń. Odnosząc się do doświadczenia przeprowadzonego na potrzeby niniejszej pracy, należy wyjaśnić, że dostępność materiału badawczego nie pozostała bez wpływu na jego wynik. W D1 fragment tuszy był osłonięty i jednocześnie wystawiony na bezpośrednie działanie warunków pogodowych, co – jak wspomniano wcześniej – doprowadziło do wyschnięcia próbki mięsa. Zgoła odmienne warunki składały się na D2. Racice nie były osłonięte oraz miały kontakt z podłożem, co umożliwiło szybkie zasiedlenie materiału przez pierwsze insekty.

### Owipozycja i stadia larwalne

Specyficzny proces rozwoju owadów – obejmujący następujące po sobie etapy i metamorfozy – rzutuje na ich cały cykl rozwojowy<sup>40</sup>. Dorosłe osobniki, aby utrzymać ciągłość gatunku, zmuszone są więc w odpowiednim czasie wyszukać miejsce nadające się do złożenia jaj, a w konsekwencji sprzyjające wylęglym larwom do momentu ich przepoczwarczenia. W świetle niniejszej pracy takim lokum mogą być zwłoki ludzkie, a w szczególności ich otwory naturalne (oczy, uszy, nos). Można zatem postawić tezę, że owipozycja stanowi punkt przełomowy – świadczy o zaistnieniu określonych warunków i gotowości owadów do rozrodu. Nie powinny zatem dziwić zainteresowania entomologów tym okresem. Ponadto każdy gatunek owada cechuje się innymi wymogami środowiskowymi, czasem wylęgu oraz liczbą składanych jaj. Każda z tych danych jest brana pod uwagę przy sporządzaniu ekspertyzy<sup>41</sup>, co przesądza rów-

<sup>39</sup> S. Reibe, M. Strehler, F. Mayer, L. Althaus, B. Madea, M. Benecke, *Leichen – „Entsorgung” in einer Biotonne – zwei forensisch-entomologische Fallberichte*, „Archiv für Kriminologie” 2009, nr 222, s. 195–201.

<sup>40</sup> M. Grassberger, J. Amendt, *Forensische Entomologie*, op. cit., s. 845. Mowa o formach preimaginalnych poprzedzających etap dorosłego osobnika (*imago*). Wcześniejsze stadia obejmują okres dojrzewania jaj, trzy stadia larwalne oraz przeobrażenie – poczwarkę (*puparium*). Zob. też M. Olszowska, *Owady nekrofagiczne i koprofagiczne – odrażające czy piękne?*, op. cit., s. 61.

<sup>41</sup> Warto przy tym wspomnieć o rodzącej się metodzie klasyfikowania owadów na potrzeby entomologii sądowej zwanej „metkowaniem”. *Gros* czynników, które entomolog musi wziąć

niez o problemach, jakie wiążą się z kryminalistycznym wykorzystaniem entomologii.

Podczas D1 nie stwierdzono występowania jaj ani owadów, natomiast w D2 doszło do intensywnego rozwoju entomofauny. Zaobserwowano bowiem liczne gatunki much z rodziny plujkowatych, co zgadzałoby się z wnioskami przedstawianymi przez entomologów co do pierwszeństwa tej grupy owadów. Sprzyjające warunki środowiskowe skłoniły owady do złożenia jaj w przemysłany sposób, zostały one bowiem przytwierdzone do skóry i jej elementów, tak by przetrwały deszcze czy przeniesienie materiału. Umieszczenie jaj przedstawiono na poniższych zdjęciach. Dla ułatwienia miejsca owipozycji obwiedziono linią.



**Ryc. 1. Miejsce owipozycji w zagłębieniach skórnych.**

Źródło: badania własne.

---

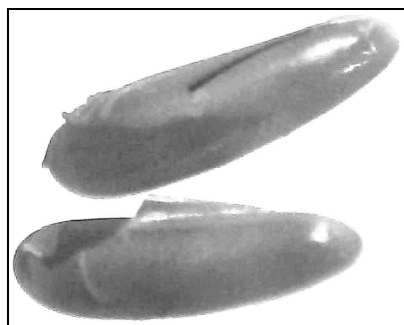
pod uwagę, każdorazowo będzie podważać niezawodność takiej ekspertyzy. Aby uniknąć błędów w poprawnym zakwalifikowaniu śladu entomologicznego do danego gatunku, naukowcy na podstawie odpowiednio wyselekcjonowanego DNA poszczególnych osobników sporządzają ich genetyczne „mapy”, co umożliwi późniejsze zaklasyfikowanie ujawnionych śladów. Zob. K. Siemienkiewicz, *Entomologia sądowa*, op. cit., s. 132; F. Unger, *Forensische Entomologie*, op. cit., s. 17.



**Ryc. 2. Miejsce owipozycji pomiędzy wytworami skóry.**

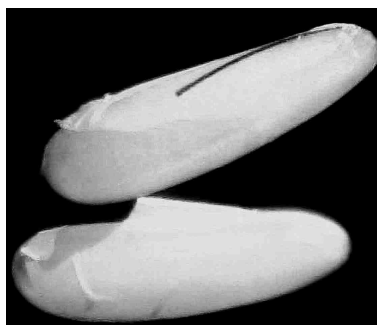
Źródło: badania własne.

Badania objęły również obserwację mikroskopową (mikroskop Bresser-Biolux NV) jaj i larw pobranych z materiału badawczego.



**Ryc. 3. Jaja pobrane z materiału badawczego D2.**

Źródło: badania własne.



**Ryc. 4. Jaja pobrane z materiału badawczego D2 – zmiana mikroskopowego filtra świetlnego.**

Źródło: badania własne.

Analizując powyższe fotografie, należy zwrócić uwagę na budowę jaj – niewielkie rozmiary, bez dodatkowych osłon czy wytworów przyczepnych. Takie cechy sprawiają, że jaja muszą zostać umieszczone w osłoniętych miej-



scach, możliwie jak najbliżej potencjalnego pokarmu, co potwierdza wcześniej postawione tezy.

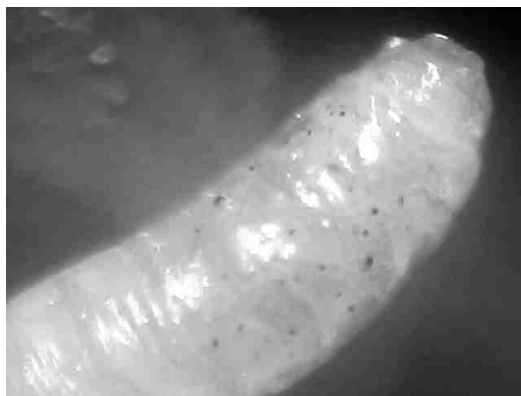
Po kilku dniach na racicach zaczęły się pojawiać larwy I stadium plujki burczało (*Calliphora vomitoria*<sup>42</sup>).



**Ryc. 5. Larwa I stadium plujki burczało – przednia część wraz z aparatem gębowym.**

Źródło: badania własne.

Dalszymi postaciami byłyby stadia larwalne II i III stopnia, następnie poczwarka jako stadium pośrednie między okresem larwalnym a formą dorosłą owada.



**Ryc. 6. Larwa I stadium plujki burczało – tylna część wraz z treścią przewodu pokarmowego.**

Źródło: badania własne.

<sup>42</sup> A. Draber-Mońko, E. Kaczorowska, *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, op. cit., s. 254.

Warto zwrócić uwagę na ciemniejsze zabarwienie w okolicach odbytniczych larwy. Można przypuszczać, że jest to pokarm, który przesunął się już w układzie pokarmowym. Gdy larwa wejdzie w III stadium, przełyk ulegnie zmianie i wykształci się obszerne wole, mogące gromadzić duże ilości niestrawionego materiału DNA, o czym była mowa już wcześniej.

### Zabezpieczanie materiału entomologicznego

Odpowiednie zabezpieczenie materiału entomologicznego będzie stanowiło punkt wyjściowy dla pracy entomologa przygotowującego ekspertyzę<sup>43</sup>. Trzeba podkreślić, iż w przypadku tego rodzaju śladów należy pamiętać o ich biologicznym pochodzeniu i nietrwałości. Zebrane owady w dowolnej fazie rozwoju mogą zostać nieodwracalnie zniszczone przez ich niewłaściwe przechowywanie czy wystawienie na wpływ czynników niepożądanych. Czynności na miejscu zdarzenia można zatem podzielić na te dotyczące miejsca ujawnienia śladów entomologicznych oraz związane *stricte* z zabezpieczeniem owadów w różnych stadiach rozwoju. Do pierwszej grupy zaliczymy<sup>44</sup>:

- dokonanie pomiaru temperatury powietrza (pomieszczenia), gruntu oraz tzw. *mass magot temperature* – co ułatwi powiązanie uzyskanych danych z rozwojem entomofauny; ponadto znamienne może być również – zwłaszcza w przestrzeniach zamkniętych – odnotowanie w protokole oględzin miejsca zdarzenia obecności sztucznych źródeł ciepła, dopływu świeżego powietrza czy kondycji technicznej drzwi lub okien<sup>45</sup>;
- pobranie próbek gleby, jeżeli jest obecna – w celu wykazania obecności toksyn lub innych substancji mogących mieć wpływ na rozwój entomofauny;
- zabezpieczenie innych substancji znalezionych na miejscu zdarzenia w celu ewentualnego powiązania ich obecności z wpływem na rozród owadów; warto nadmienić, że pozyskany w ten sposób materiał może być wykorzystany również do ekspertyzy entomotoksykologicznej, o czym była mowa wyżej;

Z kolei do drugiej grupy czynności zaliczymy:

- zabezpieczenie owadów w fazie dorosłej, obecnych na miejscu zdarzenia, za pomocą siatki – dzięki temu entomolog będzie wiedział, jakie gatunki much zaobserwowano oraz jakie czynniki rozwojowe ma wziąć pod uwagę; warto zastrzec, że jest to bardzo istotne dla ekspertyzy entomologicz-

<sup>43</sup> K. Siemienkiewicz, *Entomologia sądowa*, op. cit., s. 129.

<sup>44</sup> M. Grassberger, J. Amendt, *Forensische Entomologie*, op. cit., s. 857.

<sup>45</sup> S. Matuszewski, *Ekspertyza entomologiczna*, w: M. Kała, D. Wilk, J. Wójcikiewicz (red.), *Ekspertyza sądowa*, Wolters Kluwer, Warszawa 2017, s. 262–263.

- nej ze względu na wewnątrzgatunkowe różnice w rozwoju, preferowanym środowisku, a przede wszystkim czasie, w jakim następują po sobie kolejne fazy dorastania insektów;
- zabezpieczenie larw – ze względu na ich szczególne wartości czynność ta obejmuje zarówno pobranie żywych, aktywnie żerujących larw, umieszczenie ich w pojemnikach z otworami oraz przechowywanie w chłodnych (5–10°C<sup>46</sup>) warunkach, jak i odpowiednie spreparowanie uśmierconych za pomocą wrzątku<sup>47</sup> larw oraz ich przechowywanie w 70%–95% roztworze etanolu; przyjmuje się, że pobrane w ten sposób próbki powinny zostać przekazane specjalście w ciągu 24 h<sup>48</sup>, dzięki temu możliwa będzie późniejsza ekspertyza biologiczno-toksykologiczna;
  - zabezpieczenie poczwerek oraz kokonów – podobnie zarówno w formie wolnej (przechowywanie w specjalnych pojemnikach), jak i spreparowanej za pomocą alkoholu; warto w tym przypadku nadmienić, że bardzo często przepoczwarczenie nie zachodzi bezpośrednio na zwłokach, ale w innych miejscach zdarzenia, w szczególności pod dywanem czy meblami (w pomieszczeniu) lub w pobliskiej roślinności czy pod kamieniami (na wolnej przestrzeni).

Poza szczególną ostrożnością przy zabezpieczaniu materiału entomologicznego i uwzględnianiu jego biologicznego pochodzenia obowiązują oczywiście ponadto wszelkie zasady związane z właściwym postępowaniem na miejscu zdarzenia<sup>49</sup>. Mowa tutaj chociażby o odzieży ochronnej w celu uniknięcia kontaminacji<sup>50</sup>, umiejscowieniu ujawnionych śladów entomologicznych na szkicach sporządzanych w toku przeprowadzanych czynności, a także o właściwym etykietowaniu pobranych próbek. Kierowanie się powyższymi wskazówkami, jak również racjonalna organizacja zadań na miejscu zdarzenia, powinny ustrzec przed błędami spowodowanymi niewłaściwym zabezpieczeniem czy przechowywaniem.

---

<sup>46</sup> M. Grassberger, J. Amendt, *Forensische Entomologie*, op. cit., s. 857. Inne źródła wskazują na 2–6°C (J. Amendt i in., *Best practice in forensic entomology – standards and guidelines*, op. cit., s. 91).

<sup>47</sup> S. Matuszewski, *Katalog owadów przydatnych...*, op. cit., s. 14.

<sup>48</sup> J. Amendt i in., *Best practice in forensic entomology – standards and guidelines*, op. cit., s. 91.

<sup>49</sup> B. Hołyst, *Kryminalistyka*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2018, s. 201 i n. Autor kreśli ramy proceduralne przeprowadzania oględzin na podstawie *Procedury postępowania Policji podczas organizowania i przeprowadzania oględzin miejsca przestępstwa*, Warszawa 2001 (załącznik do pisma KGP nr Ad-1078/2001 z dnia 7 sierpnia 2001 r.).

<sup>50</sup> J. Amendt i in., *Best practice in forensic entomology – standards and guidelines*, op. cit., s. 91.

## Podsumowanie

Entomologia sądowa to bardzo rozwojowa dziedzina wiedzy. Łączy dorobek wielu nauk na potrzeby prawa, szczególnie kryminalistyki i procesu karnego. Jej zasługi dla wymiaru sprawiedliwości są liczne, o czym świadczyć może również zwiększające się zainteresowanie środowisk naukowych tą dziedziną wiedzy. W świetle niniejszej pracy natomiast zasadne jest uwypuklenie pewnych obserwacji.

Przed wszystkim entomologia na gruncie kryminalistyki nie powinna stanowić samoistnego i ostatecznego źródła co do ustaleń poczynionych na miejscu zdarzenia. Raczej winno się przypisywać jej funkcje pomocnicze względem innych metod szacowania czasu zgonu czy potencjalnych zmian zaszyłych w zwłokach ludzkich. Wiąże się to przede wszystkim z szerokim zakresem informacji i ustaleń odnoszących się do żywotności owadów, zmian klimatycznych, gatunków stawonogów itd., koniecznych do uwzględnienia przy sporządzaniu ekspertyzy. Podanie definitywnych, sztywno określonych informacji czy dat „co do dnia” jest niemalże niewykonalne. Wniosek ten zdają się potwierdzać przede wszystkim przeprowadzone na potrzeby pracy badania, które dopiero po całościowej analizie pozwoliły na postawienie tezy co do wpływu różnych czynników na rozwój entomofauny. Należy przy tym zauważyć, iż na gruncie zaprezentowanych badań udało się jedynie wskazać zależności między obecnymi czynnikami a nasileniem zmian entomologicznych. W przypadku zaś oględzin np. miejsca odnalezienia zwłok, gdy organom ścigania nie są znane dotychczasowe losy zwłok, niezwykle niebezpieczne może być szacowanie czasu zgonu jedynie na podstawie zabezpieczonych śladów entomologicznych.

Natomiast z drugiej strony entomologia sądowa otwiera nowe możliwości – badania wpływu ksenobiotyków jedynie na podstawie pobranego śladu entomologicznego czy szansę odczytu informacji DNA pochodzących ze spreparowanego wola larw. Choć podane kierunki rozwoju przynoszą tyle samo odpowiedzi, co stawiają pytań, to nieustanny rozwój technologii i nauki niestrudzenie zapełnia białe plamy na mapie kryminalistycznych metod wielopłaszczyznowej analizy zwłok ludzkich. Powyższe zdają się potwierdzać słowa Rafała Skowronka wypowiedziane podczas wywiadu – „im więcej wiemy, tym więcej pojawia się nowych pytań i kolejnych problemów do zbadania”<sup>51</sup>. Potrzeba tylko czasu.

---

<sup>51</sup> R. Skowronek, <http://gazetasledcza.pl/2016/03/o-owadach-zwlokach-okiem-medykasadowego/#.WQm9H30VzIU> (dostęp: 18.07.2018).

## Streszczenie

Współczesne zdobycze technologii i nauki umożliwiły rozwój entomologii sądowej na szeroką skalę. Pozwala ona obecnie nie tylko szacować datę zgonu (*post mortem intervalum*), ale również wskazywać możliwe przyczyny śmierci denata. Następuje to dzięki analizie pośmiertnej aktywności owadów i ich stadiów larwalnych, które następnie poddaje się analizie toksykologicznej (entomotoksykologia) bądź bada je jako alternatywne źródło materiału DNA. Celem artykułu jest zaprezentowanie funkcjonujących i naukowo opisywanych metod badawczych entomologii sądowej, próba ustosunkowania się do jej głównych założeń przez przedstawienie wyników przeprowadzonego doświadczenia oraz wskazanie podstawowych mechanizmów zabezpieczania śladów entomologicznych jako praktycznej wskazówki dla kryminalistyków. Pracę zakończy odpowiedź na pytanie, czy ustalenia poczynione z zastosowaniem entomologii sądowej mogą stanowić wyłączne źródło decyzji organów powołanych do ścigania przestępstw.

**Słowa kluczowe:** entomologia sądowa, tanatologia sądowa, entomotoksykologia, rozwój entomofauny, materiał entomologiczny

## Summary

Modern scientific advances have enabled a large-scale development of the forensic entomology. Currently it gives a possibility not only to determine the postmortem interval, but also indicate the potential causes of the death. That is because the postmortem insects' activity and their larval stages, that can be analyzed as an entomotoxicological evidence or – as an alternative source of the DNA. The aim of this article is to present actual and scientifically determined research methods within the forensic entomology, attempt to respond to its main assumptions through presenting the results of realized experiment and indicating the basic methods of securing entomological traces, as a practical clue for forensic technicians. This work will be ended with the answer to question whether the conclusions based on entomological research methods can be the sole source of decisions undertaken by the law enforcement authorities.

**Keywords:** forensic entomology, forensic thanatology, entomotoxicology, entomofauna's expansion, entomological evidence

## Bibliografia

### Literatura

- Amendt J., *Forensische Entomologie*, w: B. Herrmann, K. S. Saternus (red.), *Biologische Spurenkunde*. Band 1: *Kriminalbiologie*, Springer, Berlin 2007.
- Amendt J., Campobasso C.P., Gaudry E., Reiter C., LeBlanc H. N., Hall M. J., *Best practice in forensic entomology – standards and guidelines*, „International Journal of Legal Medicine” 2007, nr 121 (2).
- Amendt J., Zehner R., Krettek R., *Insekten auf Leichen: Forensische Entomologie*, „Biologie in unserer Zeit” 2005, nr 35 (4).

- Bass B., Jefferson J., *Trupiafarma. Sekrety legendarnego laboratorium sądowego, gdzie zmarli opowiadają swoje historie*, przeł. J. Ochab, Społeczny Instytut Wydawniczy Znak, Kraków 2017.
- Benecke M., *A brief history of forensic entomology*, „Forensic Science International” 2001, nr 120 (1–2).
- Benecke M., *Rein einseitiges Auftreten von Schmeißfliegenmaden im Gesicht einer Faulleiche (Mit 2 Abbildungen)*, „Archiv für Kriminologie” 2001, nr 208(5/6).
- Benecke M., *Arthropods and corpses*, w: M. Tsokos (red.), *Forensic Pathology Reviews*. Vol. 2, Humana Press, Totowa 2005.
- Benecke M., Josephi E., Zweihoff R., *Neglect of the elderly: Forensic entomology cases and considerations*, „Forensic Science International” 2004, nr 146.
- Bonacci T., Vercillo V., Benecke M., *Flies and ants: A forensic entomological neglect case of an elderly man in Calabria, Southern Italy*, „Romanian Journal of Legal Medicine” 2017, nr 25 (3).
- Charabidze D., *Etude de la biologie des insectes nécrophages et application à l'expertise en entomologie médico-légale* (Doctoral dissertation, Université du Droit et de la Santé-Lille II 2008).
- Charabidze D., Bourel B., *Entomologie médico-légale: les insectes au service de la justice*, „Insectes” 2007, nr 147 (4).
- DiMaio V.J., DiMaio D., *Medycyna sądowa*, przeł. T. Jurek i in., Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2010.
- Draber-Mońko A., Kaczorowska E., *Wprowadzenie do entomologii sądowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009.
- Grassberger M., Amendt J., *Forensische Entomologie*, w: H. Aspöck (red.), *Krank durch Arthropoden. Denisia 30*, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz 2010.
- Hanausek T., *Kryminalistyka. Zarys wykładu*, Wolters Kluwer, Warszawa 2009.
- Haskell N.H., *Forensic entomology*, w: S. S. Sanbar (red.), *Legal Medicine*, Mosby Elsevier, Philadelphia 2007.
- Hołyst B., *Kryminalistyka*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2018.
- Introna F., Campobasso C. P., Goff M. L., *Entomotxicology*, „Forensic Science International” 2001, nr 120(1–2).
- Kaliszan M., *Próba określenia czasu zgonu na podstawie ograniczonych danych z miejsca ujawnienia zwłok*, „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii” 2012, nr 62 (3).
- Kozłowski T., Krajewska M., *Mumifikacja ciała ludzkiego – wstępne wyniki badań antropologicznych pochówków w kryptach kościoła pw. imienia NMP w Szczuczynie*, w: M. Grupa, T. Dudziński (red.), *Tajemnice szczuczynskich krypt*, t. I, Towarzystwo Przyjaciół 9 PSK, Grajewo 2013.
- Kulshrestha P., Satpathy D. K., *Use of beetles in forensic entomology*, „Forensic Science International” 2001, nr 120 (1–2).
- Lemmonier A., de Reguardati S., *Datation par la méthode entomologique*, Muséum national d'histoire naturelle académie, Paris 2012.
- Listos P., Gryzińska M., Batkowska J., Czepiel-Mil K., Marczevska P., *Badania z zakresu entomologii sądowo-lekarskiej w aspekcie ustalenia czasu śmierci zwierząt*, „Życie Weterynaryjne” 2015, nr 90 (11).

- Marcinkowski T., *Medycyna sądowa dla prawników*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, Szczytno 2010.
- Masselin P., *Entomologie et médecine légale*, „Insects” 1995, nr 97 (2).
- Matuszewski S., *Ekspertyza entomologiczna*, w: M. Kała, D. Wilk, J. Wójcikiewicz (red.), *Ekspertyza sądowa*, Wolters Kluwer, Warszawa 2017.
- Matuszewski S., *Katalog owadów przydatnych do ustalania czasu śmierci w lasach Polski. Część I: Wprowadzenie*, „Problemy Kryminalistyki” 2010, nr 267.
- Matuszewski S., Bejerlein D., Konwerski S., Szpila K., *Entomologia sądowa w Polsce*, „Wiadomości Entomologiczne” 2008, nr 1.
- Mról R., *Oględziny zwłok na miejscu zdarzenia*, „Edukacja Prawnicza” 2018, nr 2.
- Olszowska M., *Owady nekrofagiczne i koprofagiczne – odrażające czy piękne?*, „Wszechświat” 2015, nr 116 (01–03).
- Prabucki R., *Czas zgonu w kontekście nauk penalnych*, „Zeszyty Naukowe Ruchu Studentckiego” 2016, nr 1.
- Reibe S., Strehler M., Mayer F., Althaus L., Madea B., Benecke M., *Leichen – „Entsorgung” in einer Biotonne – zwei forensisch-entomologische Fallberichte*, „Archiv für Kriminologie” 2009, nr 222.
- Schroeder H., Klotzbach H., Püschel K., *Insects’ colonization of human corpses in warm and cold season*, „Legal Medicine” 2003, nr 5.
- Siemienkiewicz K., *Entomologia sądowa*, w: B. Nowak, M. Maciąg (red.), *Przegląd badań z zakresu kryminalistyki i medycyny sądowej*, Wydawnictwo Naukowe Tygiel, Lublin 2017.
- Skowronek R., *Recenzja książki Elżbiety Kaczorowskiej i Agnieszki Draber-Mońko „Wprowadzenie do entomologii sądowej”*, „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii” 2001, nr LXI.
- Skowronek R., *Wykorzystanie entomologii w kryminalistyce i medycynie sądowej*, w: P. Migula, M. Nakonieczny (red.), *Problemy środowiska i jego ochrony*, t. 20, Centrum Studiów nad Człowiekiem i Środowiskiem Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2012.
- Skowronek R., Chowaniec C., *Polska entomologia sądowa – rys historyczny, stan obecny i perspektywy na przyszłość*, „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii” 2010, nr 60.
- Skowronek R., Tomsia M., Drożdżiak K., Kabiesz J., *Owady żerujące na zwłokach jako alternatywne źródło ludzkiego materiału genetycznego*, „Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii” 2014, nr 64 (4).
- Smith K., *A Manul of Forensic Entomology*, British Museum, London 1986.
- Stojak J., *Zastosowanie entomotoksykologii w szacowaniu czasu i ustaleniu przyczyny zgonu*, „Problemy Kryminalistyki” 2017, nr 295 (1).
- Waszkiewicz P., *From criminalistics to CSI: Warsaw. Practical methods of teaching criminalistics at the Department of Criminalistics, University of Warsaw*, „Studia Iuridica” 2018, nr 72.
- Witkowska K., *Procesowe, kryminalistyczne i sądowo-lekarskie aspekty oględzin zwłok*, „Prokuratura i Prawo” 2012, nr 6.

Wolff B. M., *A Review of 'Body Farm' Research Facilities Across America with a Focus on Policy and the Impacts When Dealing with Decompositional Changes in Human Remains*, University of Texas, Arlington 2015.

Internet

Skowronek R., <http://gazetasledcza.pl/2016/03/o-owadach-zwlokach-okiem-medyka-sadowego/#.WQm9H30VzIU> (dostęp: 18.07.2018).