



Katalog owadów przydatnych do ustalania czasu śmierci w lasach Polski.

Część 1: Wprowadzenie

Wstęp

Entomologia sądowa jest jedną z najstarszych nauk sądowych. Jej początki sięgają pierwszej połowy XIX wieku, okres najbardziej dynamicznego rozwoju przypada jednak dopiero na ostatnie 30 lat [1, 2]. W obecnym kształcie dyscyplina ta dzielona jest na trzy subdyscypliny: entomologię produktów magazynowych (*stored products entomology*), entomologię miejską (*urban entomology*) oraz entomologię medyczno-kryminalną (*medicocriminal entomology*) [3]. Ta ostatnia nazywana jest również entomoskopią [4]. W praktyce wykrywczej i dowodowej entomoskopia angażowana jest zwykle do ustalania czasu śmierci, zdarza się jednak, że może być pomocna w ustalaniu innych okoliczności, np. przemieszczania zwłok lub przyczyny zgonu [4–6]. W Polsce entomoskopia wykorzystywana jest rzadko [7]. W ocenie autora główne przyczyny tego stanu rzeczy to:

- brak wyników badań podstawowych (modeli sukcesji i rozwoju), które nadawałyby się do ustalania czasu śmierci w naszym kraju,
- niewielka liczba biegłych,
- brak przygotowania techników kryminalistyki do ujawniania, zbierania i zabezpieczania śladów entomologicznych,
- opór organów procesowych przed wykorzystywaniem nietypowych metod wykrywczych i dowodowych,
- niewielka istotność czasu zgonu w niektórych sprawach karnych.

Prace nad katalogiem podjęto w zamiarze osłabienia negatywnego wpływu, jaki trzecia z wyliczonych powyżej przyczyn wywiera na praktykę entomoskopii. Katalog ma służyć technikom kryminalistyki, jako źródło wiedzy o śladach entomologicznych i zasadach postępowania z nimi.

W ramach entomologii sądowej wypracowano dwie metody ustalania czasu śmierci na podstawie śladów entomologicznych – metodę rozwojową oraz metodę sukcesyjną [8, 9].

Ustalanie czasu śmierci na podstawie śladów entomologicznych – podejście rozwojowe

Metoda rozwojowa to zespół czynności, których celem jest ustalenie wieku najstarszych obecnych na

zwłokach stadiów preimaginalnych owadów [8–10]. Ustalenie to daje podstawę do wniosku o tzw. minimalnym okresie pośmiertnym, czyli minimalnym czasie, jaki – według szacunków biegłego – upłynął od zgonu.

Określanie wieku stadiów preimaginalnych owadów opiera się na powtarzalności zmian wskaźników ich wieku. Powtarzalny jest ogólny wzorzec zmian oraz czas wymagany do osiągnięcia, w danych warunkach, poszczególnych wartości wskaźnika. Wskaźnikami wykorzystywanymi do ustalania wieku są stadium rozwoju [11, 12] oraz długość larw [12–15] i ich waga [16, 17].

Słownik wybranych pojęć entomologicznych

Chrząszcze (Coleoptera)	Rząd owadów o przednich skrzydłach przekształconych w twarde pokrywy osłaniające błoniaste skrzydła tylne i odwłok.
Muchówki (Diptera)	Rząd owadów o dobrze wykształconych przednich skrzydłach oraz skrzydłach tylnych przekształconych w przeźmianki, które stymulują i stabilizują lot.
Owady (Insecta)	Gromada zwierząt o segmentowanym ciele (z wyodrębnioną głową, tułowiem i odwłokiem), 3 parach odnóży i z reguły 2 parach skrzydeł.
Owady nekrofilne	Owady preferujące zwłoki jako miejsce żerowania. Do grupy tej zaliczamy przede wszystkim owady nekrofagiczne (owady żerujące na tkankach zwłok) oraz nekrofilne owady drapieżne (owady żerujące na innych owadach nekrofilnych).
Stadium rozwoju	Wyodrębniająca się część rozwoju organizmu. Gatunki ujęte w katalogu mają następujące stadia rozwoju: jajo , larwa (zwykle 3 stadia larwalne), poczwarka oraz owad dojrzały (czyli imago ; w liczbie mnogiej imagoes). Pierwsze 3 stadia nazywane są stadiami preimaginalnymi .
Ślady entomologiczne	Ślady biologiczne będące owadami albo pochodzące od owadów, w tym: żywe i martwe owady, ich części oraz ślady aktywności.
Takson	Kategoria w systematyce organizmów (np. gatunek , rodzaj , rodzina , rząd oraz gromada).

Chcąc ustalić czas wymagany do osiągnięcia konkretnej wartości wskaźnika, należy sięgnąć do modelu rozwoju, którym jest zwykle uogólnienie wyników eksperymentów nad rozwojem danego gatunku [9]. Ponieważ czas ten ściśle zależy od temperatury, w której przebiega rozwój, w wielu nowszych modelach rozwój opisywany jest pojęciami stopniodni lub stopniogodzin (*degree-days* oraz *degree-hours*) [np. 18, 19]. Pojęcia te wyrażają ilość ciepła skumulowaną w danej jednostce czasu i wykorzystywane są do wskazania, jaka ilość ciepła musi się skumulować, aby osiągnięta została dana wartość wskaźnika [20]. Zaczepniętą z modelu konkretną wartość np. stopniodni można wykorzystać do oszacowania, kiedy rozpoczął się rozwój okazu. Oczywiście tego rodzaju szacowanie wymaga dostępu do odpowiednich danych temperaturowych, a jego dokładność jest funkcją między innymi dokładności, z jaką odtworzona została temperatura, w której okaz się rozwijał.

Należy zaznaczyć, że ze względu na międzygatunkowe oraz wewnątrzgatunkowe różnice tempa rozwoju zalecane jest korzystanie z modeli rozwoju tych gatunków oraz tych populacji geograficznych danego gatunku, których okazy są przedmiotem ekspertyzy [8–10, 20]. Z tej perspektywy warto zauważyć, że modele rozwoju opracowano dla wielu gatunków muchówek występujących na terenie Polski. Co więcej, wiele z tych modeli stworzono w badaniach prowadzonych w Austrii [np. 13–15, 21] i Rosji [przegląd w 22], a więc na przedstawicielach bliskich geograficznie populacji. Dostępne są zatem modele, które można śmiało wykorzystywać w Polsce. O wiele gorzej przedstawia się sytuacja w przypadku chrząszczy. Żaden z gatunków europejskich nie doczekał się modelu rozwoju stworzonego specjalnie dla potrzeb szacowania czasu zgonu. Fragmentaryczne dane o niektórych gatunkach dostępne są tylko w klasycznych pracach entomologicznych [np. 23, 24]. Ponieważ jednak prace te nie były przygotowywane z

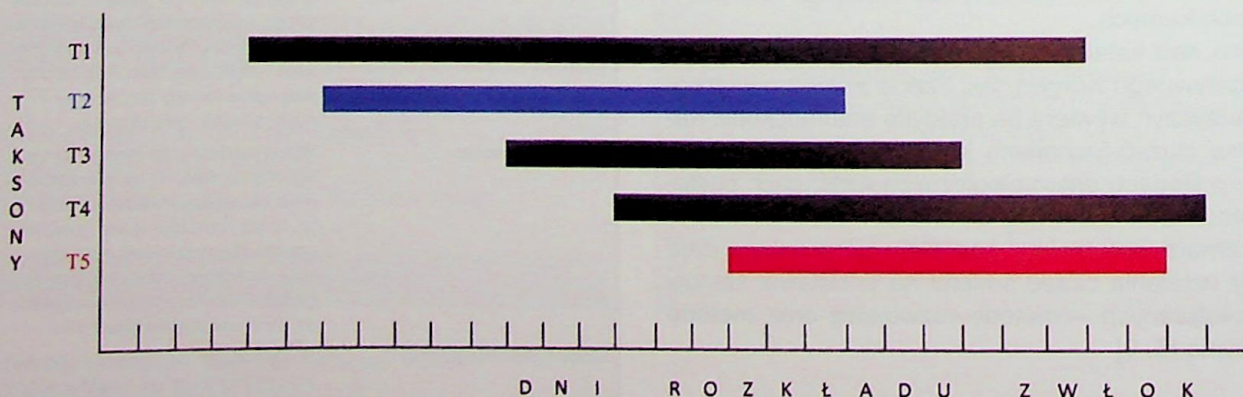
myślą o ich wykorzystywaniu w ustalaniu wieku stadiów preimaginalnych, ich przydatność do tego celu jest często znacznie ograniczona.

Ustalanie czasu śmierci na podstawie śladów entomologicznych – podejście sukcesyjne

Metoda sukcesyjna to zespół czynności, których celem jest ustalenie czasu obecności na zwłokach stwierdzonego zespołu taksonów [8, 9, 25, 26]. Ustalenie to daje podstawę do wniosku w przedmiocie zarówno minimalnego, jak i maksymalnego okresu pośmiertnego.

Metoda opiera się na powtarzalności sukcesji owadów na zwłokach. Powtarzalna jest kolejność pojawiania się poszczególnych taksonów oraz, w danych warunkach, czas ich pojawiania się i długość okresu obecności.

Chcąc ustalić czas obecności na zwłokach danego zespołu taksonów należy sięgnąć do modelu sukcesji, którym jest zwykle uogólnienie wyników eksperymentów nad sukcesją owadów na zwłokach [9]. Modele te pokazują, jak w trakcie rozkładu zmienia się skład i struktura fauny zwłok, często wykorzystując do tego celu matrycę obecności owadów na zwłokach [np. 27]. W metodzie sukcesyjnej w ujęciu zaproponowanym przez Schoenly'ego i współpracowników [25] czas obecności na zwłokach danego zespołu taksonów wyznaczany jest przez dwa, wchodzące w skład tego zespołu, tzw. taksony rozstrzygające (*definitive taxa*). Pierwszy z nich wyznacza dolną granicę obecności zespołu, a w konsekwencji minimalny okres pośmiertny [25]. W celu jego wyboru należy ustalić, który z obecnych na zwłokach taksonów ma – według modelu – najpóźniejszy czas pojawiania się (ryc. 1). Drugi takson rozstrzygający wyznacza górną granicę obecności zespołu, a w konsekwencji maksymalny



Ryc. 1. Uproszczony model sukcesji. Zakładając obecność na zwłokach pokazanych 5 taksonów (T1–T5), taksonami rozstrzygającymi byłyby T2 (wyznacza górną granicę obecności wszystkich 5 taksonów) oraz T5 (wyznacza dolną granicę obecności wszystkich 5 taksonów).

Fig. 1. Simplified model of succession. If 5 taxa presented here (T1–T5) are collected on a corpse, a definitive taxa in this case would be T2 (defines upper limit of all 5 taxa presence) and T5 (defines lower limit of all 5 taxa presence).

źródło (ryc. 1–6): autor

okres pośmiertny [25]. Chcąc go wybrać, należy ustalić, dla którego z obecnych na zwłokach taksonów suma czasu pojawiania się i długości okresu obecności jest – według modelu – najmniejsza (ryc. 1). Po wyborze taksonów rozstrzygających należy oszacować dolną i górną granicę czasu obecności danego zespołu taksonów, które to wartości będą wyznaczały minimalny i maksymalny okres pośmiertny. Oszacowania tego biegu dokonuje na podstawie modelu sukcesji, realiów sprawy oraz własnego doświadczenia [9, 25].

Podobnie jak w przypadku metody rozwojowej, dokładność szacunków metody sukcesyjnej istotnie zależy od adekwatności zastosowanego modelu sukcesji. Wybór modelu i – wobec nieistnienia modeli idealnie dopasowanych do realiów spraw – umiejętne posłużenie się nim to w zasadzie najważniejsze czynności rozpatrywanej metody. Z tej perspektywy należy pamiętać, że sukcesja owadów na zwłokach jest zjawiskiem o bardzo złożonej naturze. Jego zrozumienie i przewidywanie wymaga uwzględnienia wielu zmiennych wchodzących niejednokrotnie w złożone interakcje. Wybierając i posługując się modelem, należy zatem uwzględnić cały szereg zmiennych, wśród których najważniejsze to:

- obszar geograficzny [28],
- pora roku [29–33],
- typ środowiska [27, 31, 33–36],
- sposób wyeksponowania zwłok [37–40],
- waga zwłok [41, 42],
- poddanie zwłok szczególnym zabiegom [22, 43, 44].

Należy zaznaczyć, że dotychczas dla obszaru Polski opracowano eksperymentalne modele sukcesji przydatne do ustalania czasu zgonu w przypadku zwłok wyeksponowanych na powierzchni gruntu w trzech typach lasów nizinnych wiosną, latem i jesienią [27, 33]. Można również sięgać po modele opracowane w innych krajach Europy, w tym zwłaszcza Europy Środkowej [np. 36, 45]. Niestety liczba modeli eksperymentalnych stworzonych dla obszaru Europy Środkowej jest niewielka. Z tego powodu szersze wykorzystywanie metody sukcesyjnej w naszym kraju nadal niesie ze sobą ryzyko poważnych błędów w opiniowaniu.

Przydatność owadów do ustalania czasu śmierci – taksony wskaźnikowe

W klimacie umiarkowanym entomofaunę zwłok może tworzyć nawet kilkaset gatunków. W jednym z badań w trakcie całego rozkładu stwierdzono aż 422 gatunki owadów [46]. Oczywiście tylko niewielka część tej fauny to taksony wskaźnikowe, czyli taksony spełniające kryteria przydatności do ustalania czasu zgonu. Należy zauważyć, że inne kryteria są istotne w metodzie rozwojowej, a inne w metodzie sukcesyjnej. W przypadku metody rozwojowej za wskaźnikowe można uznać tak-

sony, których rozwój przebiega na zwłokach. Natomiast w metodzie sukcesyjnej postuluje się, aby za takowe uznawać taksony, które mają ograniczony okres obecności na zwłokach oraz pojawiają się na zwłokach regularnie w tym samym momencie rozkładu [32].

Gatunki owadów przydatne do ustalania czasu śmierci w lasach Polski

Do katalogu włączono tylko te gatunki, które można uznać przynajmniej w przypadku jednej metody za wskaźnikowe i które pojawiają się na zwłokach w lasach. Z grupy tej zdecydowano się jednak wyłączyć te, które wprawdzie stwierdzano na zwłokach w lasach, ale nie na tyle licznie, aby za realne uznać ich ujawnienie w konkretnej sprawie. Sporządzając listę gatunków, opierano się przede wszystkim na wynikach badań sukcesji owadów na zwłokach świni domowej, które realizowano w lasach Wielkopolski w latach 2005–2007 [27, 31–33]. Ponieważ badaniami tymi objęto zwłoki wyeksponowane na powierzchni gruntu, katalog jest w pełni użyteczny właśnie dla tej kategorii zwłok.

Las to w zasadzie każdy zwarty zespół drzew. W przyrodzie zespoły roślinności przechodzą jedne w drugie stopniowo, co skutkuje występowaniem stref przejściowych. Przykładem takiej strefy może być skraj lasu, gdzie na zwłokach obok owadów typowych dla lasów pojawiają się gatunki terenów otwartych [45]. Podobna mieszanka gatunków może występować na zwłokach w zadrzewieniach śródpolnych oraz parkach. Mając to na uwadze, należy zastrzec, że katalog jest w pełni użyteczny dla zwłok w lasach w czystej postaci.

Kierując się przyjętymi założeniami, do katalogu włączono 14 gatunków muchówek (tab. 1) i 16 gatunków chrząszczy (tab. 2).

Informacje zamieszczone w katalogu

Opisy gatunków poprzedzają uwagi o przydatności gatunku do ustalania czasu śmierci w podejściu rozwojowym oraz w podejściu sukcesyjnym. Przyjęto, że opisy te będą zawierać informacje z każdej z 9, opisanych poniżej, kategorii. Informacje z kategorii VII–IX często podawano jednak dla taksonów wyższego szczebla niż gatunek.

I. Stadia rozwoju występujące na zwłokach dużych kręgowców w lasach

Katalog obejmuje zarówno te stadia rozwoju, które przebiegają bezpośrednio na zwłokach, jak i te, które przebiegają w glebie w pobliżu zwłok, ale tylko w tych przypadkach, gdy ich obecność wynika z obecności zwłok. Oczywiście uwzględniono tylko te stadia, które

Tabela 1

Muchówki przydatne do ustalania czasu śmierci
w lasach Polski
*Flies useful for postmortem interval estimation
in forests of Poland*

Rodzina	Gatunek
Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830
	<i>Calliphora vomitoria</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)
	<i>Cynomya mortuorum</i> (Linnaeus, 1761)
	<i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Phormia regina</i> (Meigen, 1826)
Dryomyzidae	<i>Dryomyza flaveola</i> (Fabricius, 1794)
Fanniidae	<i>Fannia coracina</i> (Loew, 1873)
	<i>Fannia manicata</i> (Meigen, 1826)
Muscidae	<i>Hydrotaea aenescens</i> (Wiedemann, 1830)
	<i>Hydrotaea armipes</i> (Fallen, 1825)
	<i>Hydrotaea dentipes</i> (Fabricius, 1805)
	<i>Hydrotaea ignava</i> (Harris, 1780)
Piophilidae	<i>Stearibia nigriceps</i> (Meigen, 1826)

źródło (tab. 1–3): opracowanie własne

Tabela 2

Chrzęszcze przydatne do ustalania czasu śmierci
w lasach Polski
*Beetles useful for postmortem interval estimation
in forests of Poland*

Rodzina	Gatunek
Cleridae	<i>Necrobia violacea</i> (Linnaeus, 1758)
Dermestidae	<i>Dermestes murinus</i> Linnaeus, 1758
Histeridae	<i>Margarinotus brunneus</i> (Fabricius, 1775)
	<i>Saprinus planiusculus</i> Motschulsky, 1849
	<i>Saprinus semistriatus</i> (Scriba, 1790)
Nitidulidae	<i>Omosita depressa</i> (Linnaeus, 1758)
Silphidae	<i>Necrodes littoralis</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Nicrophorus vespilloides</i> Herbst, 1783
	<i>Oiceoptoma thoracicum</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Thanatophilus sinuatus</i> (Fabricius, 1775)
Staphylinidae	<i>Creophilus maxillosus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Omalius rivulare</i> (Paykull, 1789)
	<i>Aleochara curtula</i> (Goeze, 1777)
	<i>Philonthus politus</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Philonthus succicola</i> (Thomson, 1860)

mogą wystąpić na zwłokach dużych kręgowców. W tym względzie oparto się głównie na wynikach badań entomofauny zwłok świni domowej, albowiem nie różni się ona istotnie od entomofauny zwłok człowieka [47]. Jeżeli dostępne dane dotyczyły stadiów preimaginalnych poziomu rodzaju – a tak było w przypadku rodzajów *Dermestes*, *Margarinotus*, *Saprinus*, *Thanatophilus*, *Omalius* i *Philonthus* – w katalogu zamieszczano osobną tabelę z danymi o stadiach preimaginalnych tego rodzaju. Opisy gatunków zawierają wtedy informacje tylko o postaciach dojrzałych.

II, III. Pokrój imagines oraz larw

Ponieważ katalog ma ułatwić jedynie wstępne rozpoznanie obecnych na zwłokach owadów, zamieszczono w nim tylko zdjęcia pokroju larw i imagines, bez opisu ich cech diagnostycznych. Katalog nie może pełnić zatem roli klucza do oznaczania. W przypadku taksonów, których nie można odróżnić na podstawie takich zdjęć, zamieszczano zdjęcie tylko jednego przedstawiciela danej grupy. Zrezygnowano z zamieszczania przy poszczególnych gatunkach zdjęć jaj i poczwerek.

IV. Sezonowość występowania na zwłokach w lasach

Niektóre taksony wskaźnikowe wykazują wyraźną sezonowość występowania na zwłokach. Jest ona szczególnie wyraźna w przypadku stadiów preimaginalnych chrząszczy. Spośród 10 taksonów chrząszczy, jakie stwierdzono na zwłokach świni domowej w lasach Wielkopolski w stadium larwy, 6 występowało tylko w jednej porze roku [32]. Ponieważ informacje o sezonowości mogą być pomocne w trakcie ujawniania śladów entomologicznych, włączono je do katalogu.

V. Powtarzalność występowania na zwłokach w lasach

Taksony wskaźnikowe różnią się powtarzalnością występowania na zwłokach [32]. Niektóre pojawiają się licznie na wszystkich zwłokach w danej porze roku. Inne licznie występują tylko na niektórych zwłokach, innych nie zasiedlając w ogóle, a na jeszcze innych pojawiając się nielicznie. Jeszcze inne występują tylko incydentalnie. Ponieważ dane o powtarzalności występowania mogą być pomocne w toku ujawniania śladów entomologicznych, włączono je do katalogu. W tym zakresie przyjęto 3-wartościową skalę powtarzalności:

- niska: < 50% zwłok,
- średnia: < 50%–80% > zwłok,
- wysoka: > 80% zwłok.

Stosując skalę, brano pod uwagę tylko te zwłoki, na których stwierdzono co najmniej 10 okazów taksonu w trakcie całego okresu rozkładu [32].

VI. Czas pojawiania się na zwłokach w lasach (względem rozkładu)

Czas pojawiania się to moment rozkładu, w którym na zwłokach zwykle pojawiają się pierwsze okazy danego taksonu. Katalog zawiera zatem informację tylko o początku okresu obecności taksonu na zwłokach, nie informuje natomiast o tym jak długi jest ten okres. Wobec braku szczegółowych danych o jajach i poczwarkach, w katalogu zamieszczono tylko informacje o czasie pojawiania się imagines i larw.

W celu umożliwienia oceny w trakcie oględzin, czy dany takson może być obecny na zwłokach, jego czas pojawiania się wyrażono względem łatwo zauważalnych zjawisk w trakcie rozkładu. Zjawiskami tymi w przypadku zwłok rozkładających się na powierzchni gruntu są wzdęcie oraz aktywny i zaawansowany rozkład.

Wzdęcie to zwiększenie objętości zwłok spowodowane nagromadzeniem się gazów gnilnych (ryc. 2). Jest to jedna z oznak gnicia. Aktywny rozkład to rozkład tkanek miękkich zwłok przez żerujące w masie larwy owadów (głównie muchówek z rodziny Calliphoridae) (ryc. 3). Oznaką tego procesu są larwy żerujące w masie. Zaawansowany rozkład to rozkład pozostałości po aktywnym rozkładzie (głównie skóra oraz pochodne rozkładu tkanek miękkich) przez różne grupy organizmów (ryc. 4). Niestety proces ten (albo raczej zespół procesów) nie ma łatwo dostrzegalnych oznak. W pewnym uproszczeniu za jego oznakę można przyjąć obecność pozostałości po aktywnym rozkładzie. Tym, co odróżnia procesy rozkładu (czyli gnicie, aktywny i zaawansowany rozkład), są różne grupy organizmów, które procesy te napędzają (tab. 3). Jako oznakę zaawansowanego rozkładu można więc również traktować obecność na zwłokach właściwych dla tego procesu organizmów.

Procesy rozkładu są wzajemnie powiązane. W tym kontekście kluczowa jest rola aktywnego rozkładu. Na tych częściach zwłok, które objęte są aktywnym rozkładem zanikają procesy gnicia i usuwane są jego oznaki. Ponadto aktywny rozkład – poprzez wytworzenie produktów ubocznych (pozostałości) – warunkuje procesy zaawansowanego rozkładu. Proces ten zatem z jednej strony przerywa gnicie, a z drugiej leży u podstaw zaawansowanego rozkładu. Warto zaznaczyć, że aktywny rozkład bardzo rzadko obejmuje w danym momencie całe zwłoki. Zwykle jest tak, że rozpoczyna się w obrębie naturalnych otworów ciała zwłaszcza głowy, aby następnie objąć całość tej części ciała i stopniowo przejść na poszczególne części tułowia (ryc. 5) [31]. Skutkiem tego przesuwania się aktywnego rozkładu jest jednoczesna obecność oznak często dwóch, a czasami nawet trzech procesów rozkładu, np. zaawansowanego rozkładu w obrębie głowy oraz aktywnego rozkładu w obrębie tułowia (ryc. 6) [31]. Równoległość przebiegu procesów rozkładu określana jest mianem mozaikowatości rozkładu [31]. Wzdęcie i aktywny rozkład rozpoczynają się niezależnie od siebie. Latem początek obydwu procesów przypada zwykle w tym samym momencie rozkładu, wiosną i jesienią brak jednak w tym zakresie regularności (w niektórych przypadkach wzdęcie może rozpocząć się szybciej niż aktywny rozkład, w innych może natomiast wystąpić sytuacja odwrotna). Początek zaawansowanego rozkładu przypa-

da natomiast zawsze później niż początek aktywnego rozkładu [31]. Przebieg rozkładu zwłok świni domowej pokazano na rycinie 5.

Oczywiście owady nekrofilne pojawiają się na zwłokach w odpowiedzi na lotne związki organiczne uwalniane w trakcie rozkładu i to właśnie uwalnianie tych związków jest przyczyną pojawiania się owadów, a nie procesy rozkładu. Te ostatnie mogą jedynie lepiej czy gorzej korelować z okresami uwalniania rozpatrywanych związków. Dlatego katalogowe czasy pojawiania się na zwłokach winny być traktowane jako dane orientacyjne.

VII. Miejsce występowania na zwłokach

Wyodrębniono dziewięć miejsc występowania:

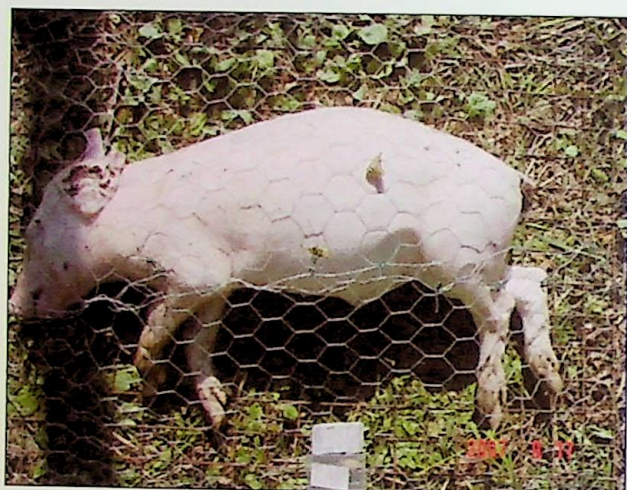
- powierzchnia zwłok,
- wnętrze zwłok,
- pochodne rozkładu tkanek miękkich,
- odsłonięte kości,
- roślinność w pobliżu zwłok,
- powierzchnia gleby w pobliżu zwłok,
- gleba w pobliżu zwłok,
- powierzchnia gleby pod zwłokami,
- gleba pod zwłokami.

Ponieważ zwłoki podlegają w toku rozkładu istotnym zmianom (ryc. 5), pewne miejsca zanikają, a inne pojawiają się dopiero na pewnym etapie rozkładu. Dla przykładu, pochodne rozkładu tkanek miękkich oraz odsłonięte kości pojawiają się dopiero w następstwie aktywnego rozkładu. Warto wskazać, że poza miejscami wyodrębnionymi w katalogu mogą pojawić się inne miejsca występowania taksonów wskaźnikowych. W tym kontekście przykładem niech będą miejsca, które można dodatkowo wyodrębnić na zwłokach ubranych (kieszenie, zawinięte rękawy, nogawki itp.).

Tabela 3

Organizmy napędzające procesy rozkładu *Organisms driving decompositional processes*

Proces rozkładu	Organizmy napędzające dany proces
Gnicie	Bakterie
Aktywny rozkład	Larwy owadów (głównie muchówek z rodziny Calliphoridae)
Zaawansowany rozkład	Larwy owadów, nicienie, grzyby



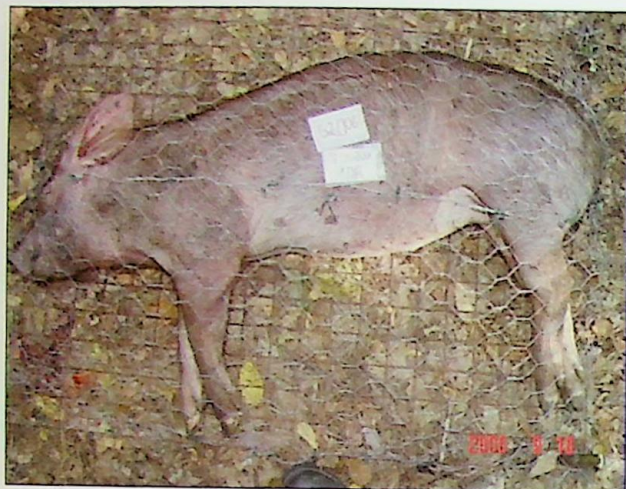
Ryc. 2. Wzdęcie. Zdjęcia tworzą 3 pary; każda para obejmuje zdjęcie zwłok w 2–3 godziny po śmierci (lewe zdjęcie z pary) oraz zdjęcie tych samych tylniej części tułowia.

Fig. 2. Bloating. Photos are arranged in 3 pairs; each pair includes a photo of a carcass about 2-3 hours after death (left) and a photo of the same carcass bloated in some part (right). Top pair shows bloating of the whole carcass, middle pair bloating of the trunk, lower pair-bloating of the posterior part of the trunk.



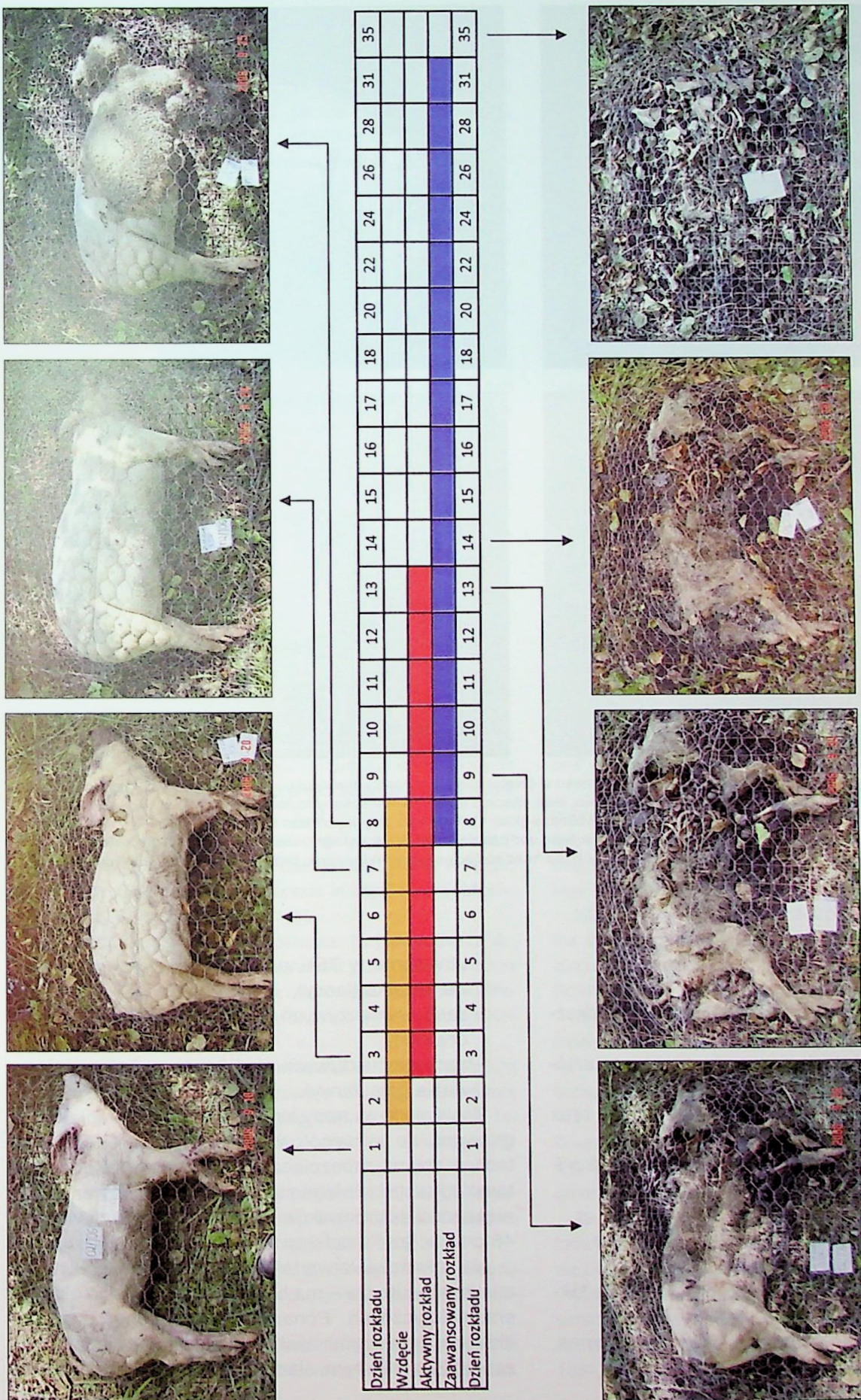
Ryc. 3. Aktywny rozkład. Zdjęcia tworzą 3 pary; każda para obejmuje zdjęcie zwłok w 2–3 godziny po śmierci (lewe zdjęcie z pary) oraz zdjęcie tych samych zwłok w jakiejś części objętych aktywnym rozkładem (prawe zdjęcie z pary). Górna para pokazuje aktywny rozkład w obrębie głowy, środkowa para aktywny rozkład niemal całych zwłok, dolna para aktywny rozkład w obrębie części tułowia.

Fig. 3. Active decay. Photos are arranged in 3 pairs; each pair includes a photo of a carcass about 2–3 hours after death (left) and a photo of the same carcass actively decaying in some part (right). Top pair shows active decay in the head, middle pair active decay of almost the whole carcass, lower pair active decay in the part of trunk.



Ryc. 4. Zaawansowany rozkład. Zdjęcia tworzą 3 pary; każda para obejmuje zdjęcie zwłok w 2–3 godziny po śmierci (lewe zdjęcie z pary) oraz zdjęcie tych samych zwłok w jakiejś części objętych zaawansowanym rozkładem (prawe zdjęcie z pary). Górna para pokazuje zaawansowany rozkład w obrębie głowy, środkowa para w obrębie głowy i części tułowia, dolna para w obrębie całych zwłok.

Fig. 4. Advanced decay. Photos are arranged in 3 pairs; each pair includes a photo of a carcass about 2-3 hours after death (left) and a photo of the same carcass in some part in advanced decay (right). Top pair shows advanced decay in the head, middle pair in the head and partially in the trunk, lower pair in the whole carcass.



Ryc. 5. Rozkład zwłok jesienią w olsie
 Fig. 5. Carcass decomposition during autumn in alder forest



Ryc. 6. Mozaikowość rozkładu. Lewe zdjęcie u góry – aktywny rozkład w obrębie głowy i wzdęcie tułowia; zdjęcie prawe u góry – zaawansowany rozkład w obrębie głowy, aktywny rozkład i wzdęcie w obrębie tułowia; lewe zdjęcie u dołu – zaawansowany rozkład w obrębie głowy i tułowia oraz aktywny rozkład w obrębie tułowia; prawe zdjęcie u dołu – zaawansowany rozkład w obrębie głowy i tułowia oraz aktywny rozkład w obrębie tułowia.

Fig. 6. Mosaic nature of decomposition. Top left – active decay in the head and bloating of the trunk; top right – advanced decay in the head, active decay and bloating in the trunk; bottom left photo – advanced decay in the head and trunk and active decay in the trunk; bottom right photo – advanced decay in the head and trunk and active decay in the trunk.

VIII. Sposób zbioru

Wyodrębniono trzy sposoby zbioru taksonów wskaźnikowych:

- zbiór siatką entomologiczną (imagines muchówek),
- zbiór pęsetą albo ręką (imagines chrząszczy oraz stadia preimaginalne),
- zbiór substratu występowania np. gleby bądź odśloniętych kości (stadia preimaginalne).

IX. Sposób zabezpieczenia

Wyodrębniono cztery sposoby zabezpieczenia taksonów wskaźnikowych:

- utrwalenie w 75% alkoholu etylowym (imagines, jaja i poczwarki),

- utrwalenie w 75% alkoholu etylowym po zabiciu we wrzółku (larwy),
- zachowanie żywych okazów w glebie (jaja, poczwarki),
- zachowanie żywych okazów na substracie żerowania (jaja, larwy).

Ze względu na ramy niniejszego opracowania zrezygnowano ze szczegółowego omawiania sposobów i technik zbioru, zabezpieczania i hodowania śladów entomologicznych. Informacje na ten temat zawarte są w większości podręczników do entomologii sądowej [np. 48 oraz w języku polskim 49].

Na zakończenie warto wskazać, że katalog – w zamierzeniu autorów – ma być źródłem wiedzy o śladach entomologicznych. Ponadto ma on stanowić pomoc dla techników kryminalistyki w ujawnianiu, zbieraniu i zabezpieczaniu tych śladów. W tym zakresie katalo-

giem można posługiwać się na dwa sposoby. Można go wykorzystać do wstępnego rozpoznania ujawnionych albo zebranych śladów. W tym przypadku może on również ukierunkowywać dalsze postępowanie ze śladami, poprzez pomoc w podjęciu decyzji o zabezpieczeniu oraz wskazanie jego sposobu. Ponadto katalog można próbować wykorzystać do ukierunkowania samego procesu ujawniania. Znajdują się w nim bowiem informacje o sezonowości i powtarzalności występowania, czasie pojawiania się oraz miejscu występowania na zwłokach taksonów wskaźnikowych. W trakcie oględzin zwłok w danej porze roku technik może zatem spróbować ustalić, jakie procesy rozkładu przebiegają na zwłokach i na jakim są etapie i na tej podstawie może następnie ustalić w katalogu, które taksony wskaźnikowe mogą być obecne na zwłokach i gdzie należy ich szukać. Oczywiście takie ukierunkowane ujawnianie i zbiór śladów entomologicznych wymagają sporego doświadczenia, są jednocześnie bardziej czasochłonne niż ujawnianie i zbiór nieukierunkowany. Wydaje się jednak, że ten sposób istotnie zmniejsza ryzyko przeoczenia taksonów wskaźnikowych.

BIBLIOGRAFIA

1. **Benecke M.**: A brief history of forensic entomology, „Forensic Science International” 2001, 120: 2.
2. **Klotzbach H., Krettek R., Bratzke H., Püschel K., Zehner R., Amendt J.**: The history of forensic entomology in German-speaking countries, „Forensic Science International” 2004, 144: 259.
3. **Hall R.D.**: Introduction. Perceptions and status of forensic entomology, [w:] **Byrd J.H., Castner J.L.** [red.], Forensic entomology. The utility of arthropods in legal investigations, CRC Press, Boca Raton 2001, 1–15.
4. **Matuszewski S.**: Entomoscopia, [w:] **Bulsiewicz A., Marek A., Kwiatkowska-Darul V.** [red.], *Doctrina multiplex veritas una*. Księga jubileuszowa ofiarowana Profesorowi Mariuszowi Kulickiemu, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2004, 271–280.
5. **Haskell N.H., Hall R.D., Cervenka V.J., Clark M.A.**: On the body: insects' life stage presence and their postmortem artifacts, [w:] **Haglund W.D., Sorg M.H.** [red.], Forensic taphonomy. The postmortem fate of human remains, CRC Press, Boca Raton 1997, 415–448.
6. **Goff M.L.**: Entomology, [w:] **Byard R., Corey T., Henderson C., Payne-James J.** [red.], Encyclopedia of forensic and legal medicine, Academic Press, 2005, 263–269.
7. **Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S., Szpila K.**: Entomologia sądowa w Polsce, „Wiadomości Entomologiczne” 2008, 27: 49.
8. **Catts E.P., Goff M.L.**: Forensic entomology in criminal investigations, „Annual Review in Entomology” 1992, 37: 253.
9. **Wells J.D., LaMotte L.R.**: Estimating the postmortem interval, [w:] **Byrd J.H., Castner J.L.** [red.], Forensic entomology. The utility of arthropods in legal investigations, CRC Press, Boca Raton 2001, 263–285.
10. **Amendt J., Campobasso C.P., Gaudry E., Reiter C., LeBlanc H., Hall M.**: Best practice in forensic entomology, „International Journal of Legal Medicine” 2007, 121: 90.
11. **Anderson G.S.**: Minimum and maximum development rates of some forensically important Calliphoridae (Diptera), „Journal of Forensic Sciences” 2000, 45: 824.
12. **Byrd J.H., Allen J.C.**: The development of the black blow fly, *Phormia regina* (Meigen), „Forensic Science International” 2001, 120: 79.
13. **Reiter C.**: Zum Wachstumsverhalten der Maden der blauen Schmeissfliege *Calliphora vicina*, „Zeitschrift für Rechtsmedizin” 1984, 91: 295.
14. **Grassberger M., Reiter C.**: Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen- and isomorphen-diagram, „Forensic Science International” 2001, 120: 32.
15. **Grassberger M., Reiter C.**: Effect of temperature on development of the forensically important holarctic blowfly *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae), „Forensic Science International” 2002, 128: 177.
16. **Williams H.**: A model for the aging of fly larvae in forensic entomology, „Forensic Science International” 1984, 25: 191.
17. **Wells J.D., LaMotte L.R.**: Estimating maggot age from weight using inverse prediction, „Journal of Forensic Sciences” 1995, 40: 585.
18. **Nabity P.D., Higley L.G., Heng-Moss T.M.**: Effects of temperature on development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) and use of developmental data in determining time intervals in forensic entomology, „Journal of Medical Entomology” 2006, 43: 1276.
19. **Velásquez Y., Vilorio A.L.**: Effects of temperature on the development of the Neotropical carrion beetle *Oxelytrum discicollae* (Brullé, 1840) (Coleoptera: Silphidae), „Forensic Science International” 2009, 185: 107.
20. **Higley L.G., Haskell N.H.**: Insect development and forensic entomology, [w:] **Byrd J.H., Castner J.L.** [red.], Forensic entomology. The utility of arthropods in legal investigations, CRC Press, Boca Raton 2001, s. 287–302.
21. **Grassberger M., Friedrich E., Reiter C.**: The blowfly *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) as a new forensic indicator in Central Europe, „International Journal of Legal Medicine” 2003, 117: 75.
22. **Marchenko M.I.**: Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death, „Forensic Science International” 2001, 120: 89.
23. **Heymons R., Lengerken H.v.**: Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Coleopt.) VII. *Oeceoptoma thoracica* L., „Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere” 1931, 20: 691.

24. **Lengerken H.v.:** Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Coleopt.) XI–XIII. *Thanatophilus sinuatus* F., *rugosus* L., *dispar* Hrbst., „Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere” 1938, 33: 654.
25. **Schoenly K., Goff M.L., Early M.:** A BASIC algorithm for calculating the postmortem interval from arthropod successional data, „Journal of Forensic Sciences” 1992, 37: 808.
26. **Schoenly K., Goff M.L., Wells J.D., Lord W.D.:** Quantifying statistical uncertainty in succession-based entomological estimates of the postmortem interval in death scene investigations: a simulation study, „American Entomologist” 1996, 42: 106.
27. **Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S., Szpila K.:** An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe, „Forensic Science International” 2008, 180: 61.
28. **Anderson G.S.:** Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death, [w:] **Byrd J.H., Castner J.L.** [red.], *Forensic entomology. The utility of arthropods in legal investigations*, CRC Press, Boca Raton 2001, 143–175.
29. **Tantawi T.I., El-Kady E.M., Greenberg B., El-Ghafar H.A.:** Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt, „Journal of Medical Entomology” 1996, 33: 566.
30. **Sharanowski B.J., Walker E.G., Anderson G.S.:** Insect succession and decomposition patterns on shaded and sunlit carrion in Saskatchewan in three different seasons, „Forensic Science International” 2008, 179: 219.
31. **Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S., Szpila K.:** Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 1: Pattern and rate of decomposition, „Forensic Science International” 2010, 194: 85.
32. **Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S., Szpila K.:** Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 2: Composition and residency patterns of carrion fauna, „Forensic Science International” 2010, 195: 42.
33. **Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S., Szpila K.:** Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 3: Succession of carrion fauna (w przygotowaniu).
34. **Richards E.N., Goff M.L.:** Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii island, Hawaii, „Journal of Medical Entomology” 1997, 34: 328.
35. **Hobischak N.R., Anderson G.S.:** Time of submergence using aquatic invertebrate succession and decomposition changes, „Journal of Forensic Sciences” 2002, 47: 142.
36. **Grassberger M., Frank C.:** Initial study of arthropod succession on pig carrion in a central european urban habitat, „Journal of Medical Entomology” 2004, 41: 511.
37. **Shean B.S., Messinger L., Papworth M.:** Observations of differential decomposition on sun exposed vs. shaded pig carrion in coastal Washington State, „Journal of Forensic Sciences” 1993, 38: 938.
38. **VanLaerhoven S.L., Anderson G.S.:** Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia, „Journal of Forensic Sciences” 1999, 44: 32.
39. **Shalaby O.A., deCarvalho L.M.L., Goff M.L.:** Comparison of patterns of decomposition in a hanging carcass and a carcass in contact with soil in a xerophytic habitat on the island of Oahu, Hawaii, „Journal of Forensic Sciences” 2000, 45: 1267.
40. **Voss S.C., Forbes S.L., Dadour I.R.:** Decomposition and insect succession on cadavers inside a vehicle environment, „Forensic Science, Medicine, and Pathology” 2008, 4: 22.
41. **Hewadikaram K.A., Goff M.L.:** Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns, „American Journal of Forensic Medicine and Pathology” 1991, 12: 235.
42. **Komar D., Beattie O.:** Effects of carcass size on decay rates of shade and sun exposed carrion, „Journal of the Canadian Society of Forensic Science” 1998, 31: 35.
43. **Avila F.W., Goff M.L.:** Arthropod succession patterns onto burnt carrion in two contrasting habitats in the Hawaiian Islands, „Journal of Forensic Sciences” 1998, 43: 581.
44. **Charabidze D., Bourel B., Hedouin V., Gosset D.:** Repellent effect of some household products on fly attraction to cadavers, „Forensic Science International” 2009, 189: 28.
45. **Fiedler A., Halbach M., Sinclair B., Benecke M.:** What is the edge of a forest? A diversity analysis of adult Diptera found on decomposing piglets inside and on the edge of a western german woodland inspired by a courtroom question, „Entomologie Heute” 2008, 20: 173.
46. **Payne J.A.:** A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus, „Ecology” 1965, 46: 592.
47. **Schoenly K.G., Haskell N.H., Hall R.D., Gbur J.B.:** Comparative performance and complementarity of four sampling methods and arthropod preference tests for human and porcine remains at the Forensic Anthropology Center in Knoxville, Tennessee, „Journal of Medical Entomology” 2007, 44: 881.
48. **Haskell N.H., Lord W.D., Byrd J.H.:** Collection of entomological evidence during death investigations, [w:] **Byrd J.H., Castner J.L.** [red.], *Forensic entomology. The utility of arthropods in legal investigations*, CRC Press, Boca Raton 2001, 263–285.
49. **Kaczorowska E., Draber-Mońko A.:** Wprowadzenie do entomologii sądowej, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009.

Streszczenie

Metody ustalania czasu śmierci na podstawie śladów entomologicznych są rzadko wykorzystywane w Polsce. Wynika to między innymi z braku przygotowania techników kryminalistyk do ujawniania, zbierania i zabezpieczania tej kategorii śladów.

W związku z tym opracowano katalog owadów przydatnych do ustalania czasu śmierci w lasach Polski. W artykule, będącym wprowadzeniem do zasadniczej części katalogu, przedstawiono krótką charakterystykę metod ustalania czasu śmierci na podstawie śladów entomologicznych. Ponadto zamieszczono wykaz gatunków muchówek i chrząszczy spełniających kryteria przydatności do ustalania czasu śmierci w lasach Polski oraz ogólnie scharakteryzowano zawartość katalogu.

Słowa kluczowe: entomologia sądowa; czas śmierci; ślady entomologiczne; gatunki wskaźnikowe; lasy.

Summary

Methods of postmortem interval (PMI) estimation from entomological evidence are rarely used in Poland. It results among others from the fact that crime scene technicians are not prepared to detect, collect and preserve this kind of evidence. For this reason a catalogue of insects useful for PMI estimation in forests of Poland was created. In this paper, which is an introduction to the main part of the catalogue, methods of PMI estimation from entomological evidence are shortly described. Moreover a list of species of flies and beetles meeting the criteria of usefulness for PMI estimation in forests of Poland is included and a content of the catalogue is generally presented.

Keywords: forensic entomology; postmortem interval; entomological evidence; indicative species; forests.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2005–2008 jako projekt badawczy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 2P04C10429 oraz z grantu Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu nr 06/2008/2009/WPA.

W następnym numerze

Zmodyfikowane kannabinoidy

– nowe groźne narkotyki

Bogdan Szukalski, Dariusz Błachut

Starzenie się

śladów daktyloskopijnych naniesionych tłuszczami

Marcin Mazurek

Analiza śladów kontaktowych.

Mikroślady narkotykowe

Iwona Perkowska, Łukasz Matyjasek

Katalog owadów

przydatnych do ustalenia czasu śmierci w lasach Polski.

Część 2. Muchówki

Szymon Matuszewski, Krzysztof Szpila

Podpisy podrobione

metodą odwzorowania

Mieczysław Goc, Jarosław Moszczyński

Metody pracy

informacyjno-wywiadowczej

policji politycznej

w okresie wojennym

Krzysztof Halicki