

- Skąd wiadomo, kiedy ktoś zmarł?
- Dlaczego ciało zmienia kolor?
- Skąd bierze się charakterystyczny zapach rozkładu?
- Czy wspólnie rozwiążemy zagadkę pewnego morderstwa?

.....



Śmierć to koniec życia biologicznego, ale początek intensywnych procesów biochemicznych i chemicznych

Tuż po śmierci

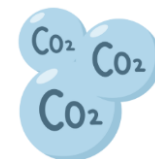


~~Fosforylacja
oksydacyjna
ATP~~

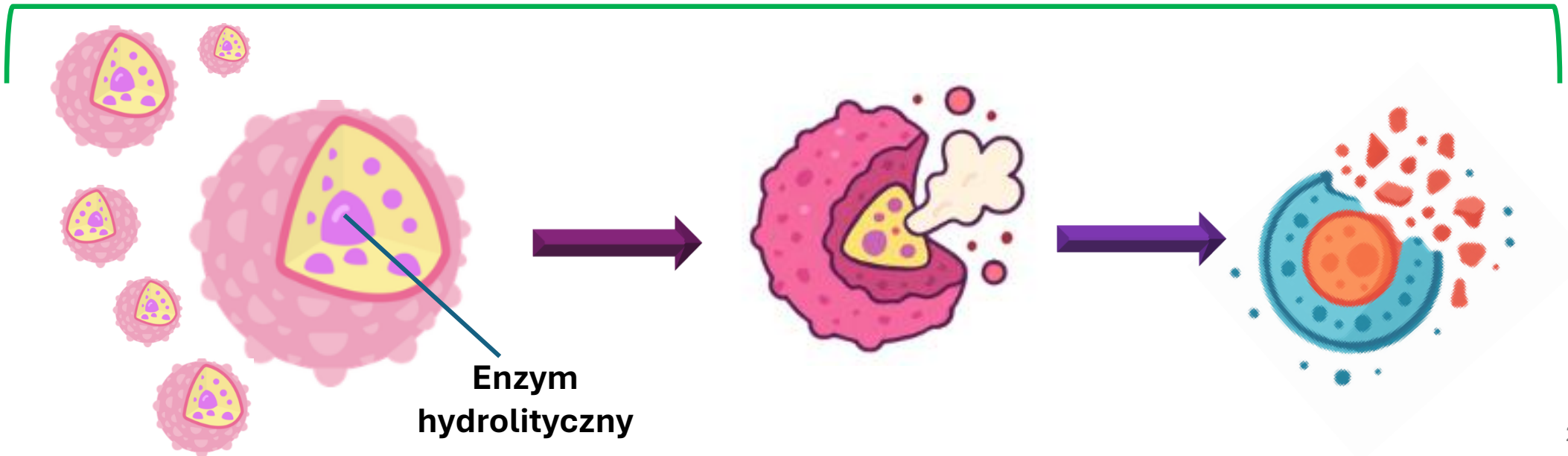
Metabolizm
beztlenowy



Lactic acid



ROZPAD
KOMÓREK



Tanatologia

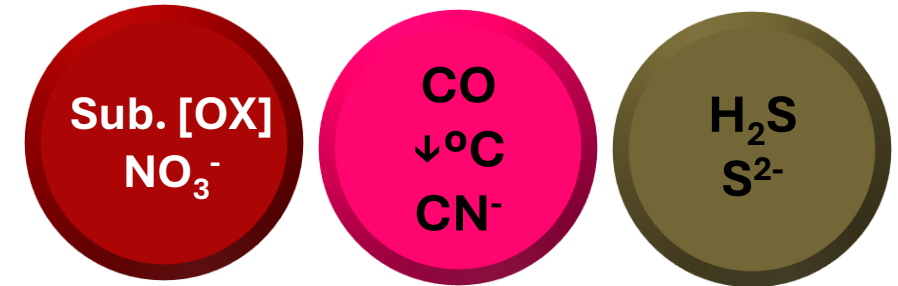
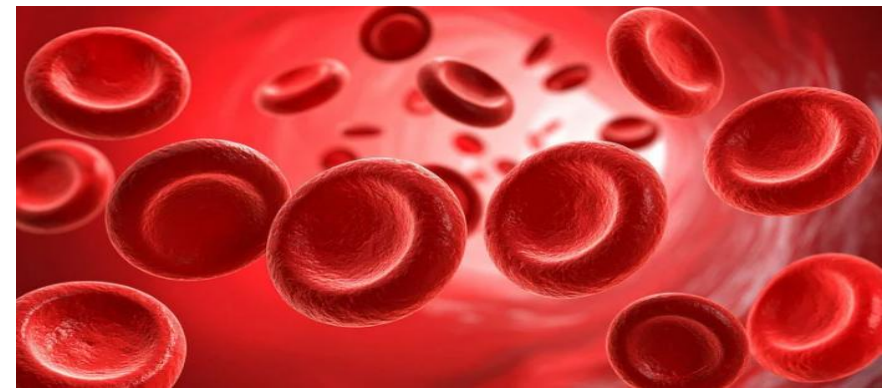
- z greckiego: *thánatos* (śmierć) + *lógos* (nauka)
- interdyscyplinarność (historyczna, filozoficzna, medyczna)
- medycyna sądowa

Nauka zajmująca się umieraniem i tematyką śmierci, a także zachodzącymi w organizmie zjawiskami, które następują na skutek zgonu.

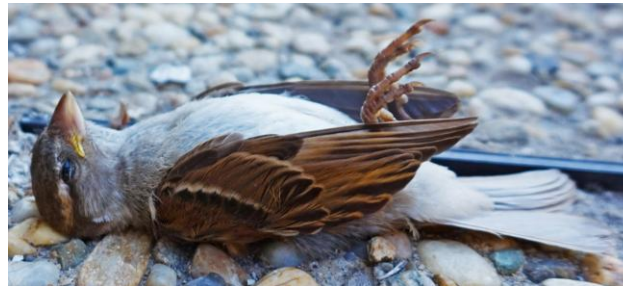


Ustalanie czasu zgonu (PMI, *post mortem intervallum*)

- Plamy opadowe (*livores mortis*)
- Stężenie pośmiertne (*rigor mortis*)
- Temperatura ciała
- Zmiany rozkładowe
- Stężenie potasu w cieple szklistym oka
- Badanie zawartości żołądka
- Obecność owadów żerujących.



- 2-4 h – pełne wykształcenie
- 10-12 h – utrata możliwości przemieszczania (hemoliza krwi)
 - przenoszenie ciała

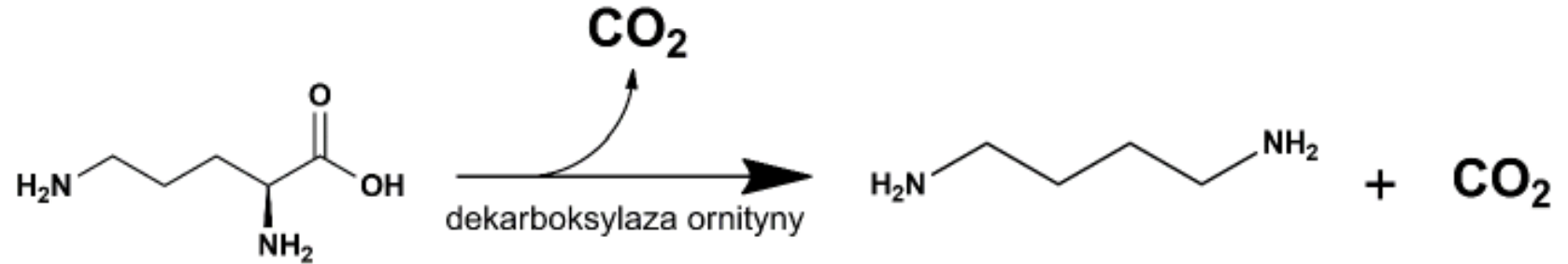


- 2-4 h – zwykle
- natychmiast – wysięk, gorączka, drgawki
- Ustąpienie – 3-4 dni – rozkład mięśni

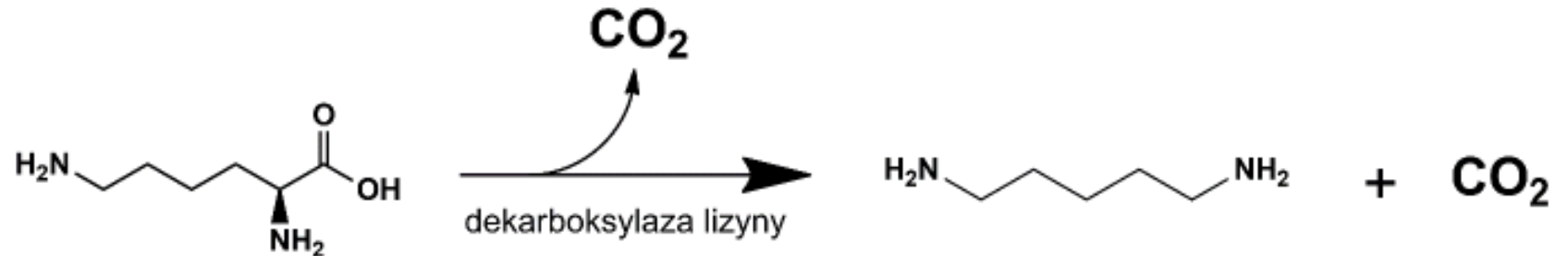
Zapach rozkładu (*odor mortis*)

Autoliza
tkanek
→
VOCs

- Beztlenowy rozkład aminokwasów siarkowych (cysteina, metionina)
- Rozkład białek i aminokwasów nie siarkowych
- Przemiany mikrobiologiczne (np. fermentacja)
- Procesy gnilne



Schemat 1. Reakcja dekarboksylacji ornityny, prowadząca do otrzymania putrescyny.

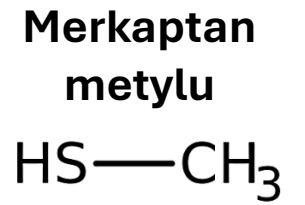
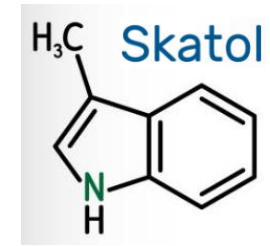


Schemat 2. Reakcja dekarboksylacji lizyny, prowadząca do otrzymania kadaweryny.

Mieszanka lotnych związków organicznych:

- Związki siarki (merkaptany, tiole, metylosiarczki)
 - Aminy biogenne (putrescyna, kadaweryna)
 - Indol, skatol, kwas masłowy, różnego rodzaju ketony, aldehydy, alkohole czy węglowodory

Ptomainy (trupi jad)



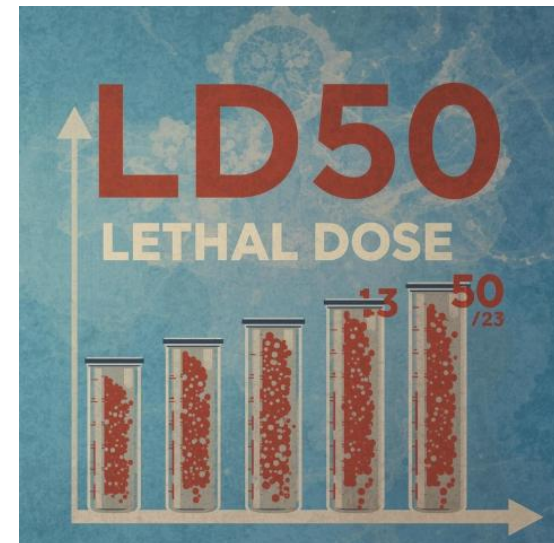
MIT

FAKTY

- Toksyny bakteryjne
- Kadaweryna LD₅₀: 5000 mg/kg; Putrescyna LD₅₀: 2000 mg/kg
- Silny, nieprzyjemny zapach
- Produkty procesów gnilnych białek – dekarboksylacja aminokwasów
- Występują także w żywności
- Aminy biogenne



SILNIE TOKSYCZNE



JEST TAM JESZCZE:



TEN ROBAK ?

Nekrofagi (trupojady, padlinożercy)

Organizmy żerujące, które odżywiają się zwłokami ludzi lub zwierząt. Stanowią one jedną z grup destruentów.

Nauka oraz dział kryminalistyki zajmujący się badaniami owadów (głównie muchówek i chrząszczy), w celu ustalenia czasu, przyczyny lub miejsca zgonu.



Tabela 1. Podsumowanie dotychczasowej wiedzy uzyskanej z wybranych analiz entomotoksykologicznych, z uwzględnieniem rodzaju substancji i jej wpływu na owady żerujące na zwłokach.

Substancja chemiczna	Gatunek i stadium rozwojowe	Wpływ na metabolizm owada	Literatura
diazepam	larwy, poczwarki i osobniki dorosłe <i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819) <i>Chrysomya putoria</i> (Wiedemann, 1830)	przyspiesza rozwój larw	Carvalho i in., 2001
kokaina	larwy <i>Sarcophaga peregrina</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	przyspiesza rozwój larw	Goff i in., 1989
	larwy <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826) i <i>Cynomyopsis cadaverina</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	przyspiesza rozwój larw	Lord, 1990
heroina	larwy <i>Sarcophaga peregrina</i>	przyspiesza rozwój larw, ale przepoczwarczenie przebiega wolniej	Goff i in., 1991
metamfetamina	larwy <i>Sarcophaga ruficornis</i> (Fabricius, 1794)	przyspiesza rozwój larw, jednak ostatecznie larwy są mniejsze niż próba kontrolna	Goff i in., 1992
	larwy <i>Calliphora stygia</i> (Fabricius, 1781)	przyspiesza rozwój larw	Mullany i in., 2014
ketamina	larwy <i>Lucilia sericata</i>	przyspiesza rozwój larw	Zou i in., 2013
	larwy <i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)	brak zależności	Lü i in., 2014
morfina	larwy <i>Lucilia sericata</i>	opóźnia rozwój larw	Bourel i in., 1999
	larwy <i>Chrysomya megacephala</i>	przyspiesza rozwój larw	Bourel i in., 1999
hydrokortyzon	larwy <i>Sarcophaga tibialis</i> (Macquart, 1851)	przyspiesza rozwój larw	Musvasva i in., 2001
paracetamol	larwy <i>Calliphora vicina</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	brak zależności	O'Brien, Turner, 2004
fencyklidyna	larwy <i>Sarcophaga ruficornis</i>	brak wpływu na wzrost larw, ale przepoczwarczenie przebiega znacznie dłużej	Goff i in., 1994
malation (insektycyd)	larwy <i>Chrysomya megacephala</i> i <i>Chrysomya rufifacies</i> (Macquart, 1842)	spowalnia wzrost larw, opóźnia składanie jaj przez owady dorosłe	Gunatilake, Goff, 1989



Substancja chemiczna	Gatunek i stadium rozwojowe	Wpływ na metabolizm owada	Literatura
kadm	larwy, poczwarki i osobniki dorosłe <i>Lucilia sericata</i>	spowalnia rozwój larw, wydłuża czas przepoczwarczania, waga ciał larw, poczwarek i osobników dorosłych ulega redukcji	Simkiss i in., 1993
ołów ☠	larwy, poczwarki i osobniki dorosłe <i>Calliphora dubia</i> ☠ (Macquart, 1855)	wysoka użyteczność w wykrywaniu różnych koncentracji ołowiu, brak danych na temat wpływu na rozwój larw	Roeterdink i in., 2004
cynek, żelazo, miedź, wapń	larwy <i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)	brak danych na temat wpływu na rozwój larw	Sohal, Lamb, 1977, 1979
rtęć	larwy, poczwarki i osobniki dorosłe Calliphoridae oraz osobniki dorosłe <i>Creophilus maxillosus</i> (Linnaeus, 1758)	akumulacja ksenobiotyków w całym łańcuchu pokarmowym (nie tylko w tkankach larw muchówek, ale i żywiących się nimi chrząszczy), brak danych na temat wpływu na rozwój larw	Nuorteva, Nuorteva, 1982
N, N-Dietylo-meta-toluamid (DEET, środek owadobójczy)	larwy i osobniki dorosłe <i>Lucilia sericata</i> i <i>Blaesoxipha plinthopyga</i> (Wiedemann, 1830)	opóźnia składanie jaj na zwłokach, opóźnia rozwój i zwalnia wzrost larw	Shelomi i in., 2012
flunitrazepam („pigulka gwałtu”)	larwy, poczwarki i osobniki dorosłe <i>Chrysomya megacephala</i>	nie wpływa na tempo rozwoju larw, wpływa znacząco na wagę poczwarek i osobników dorosłych	Baia i in., 2016a
	larwy <i>Chrysomya megacephala</i> , <i>Chrysomya albiceps</i> i <i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius, 1775)	wysoka użyteczność w wykrywaniu flunitrazepamu	Baia i in., 2016b





sarcophaga peregrina



Kokaina



lucilia sericata



Morfina



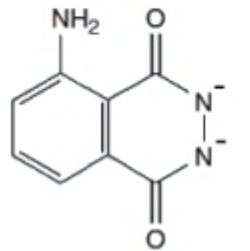
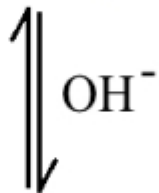
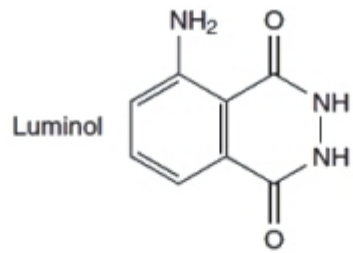
calliphora dubia



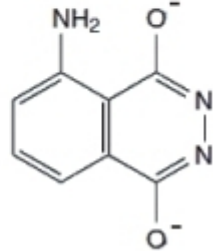
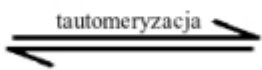
Ołów

Analiza krwi

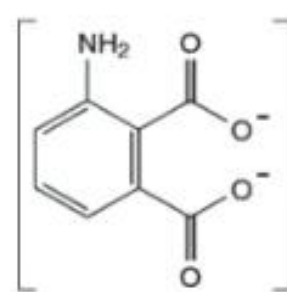
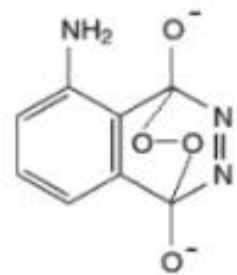
→ Testy wstępne → Luminol



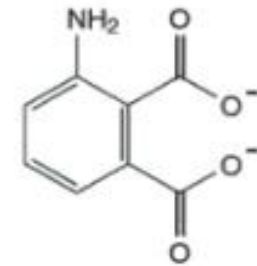
forma ketonowa



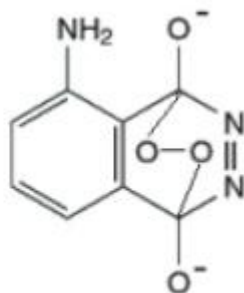
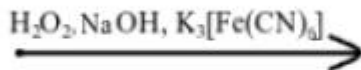
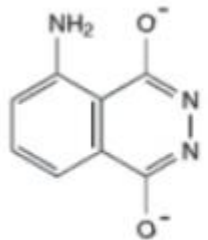
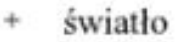
forma enolowa



wzbudzony
3-aminoftalan



3-aminoftalan w
stanie podstawowym



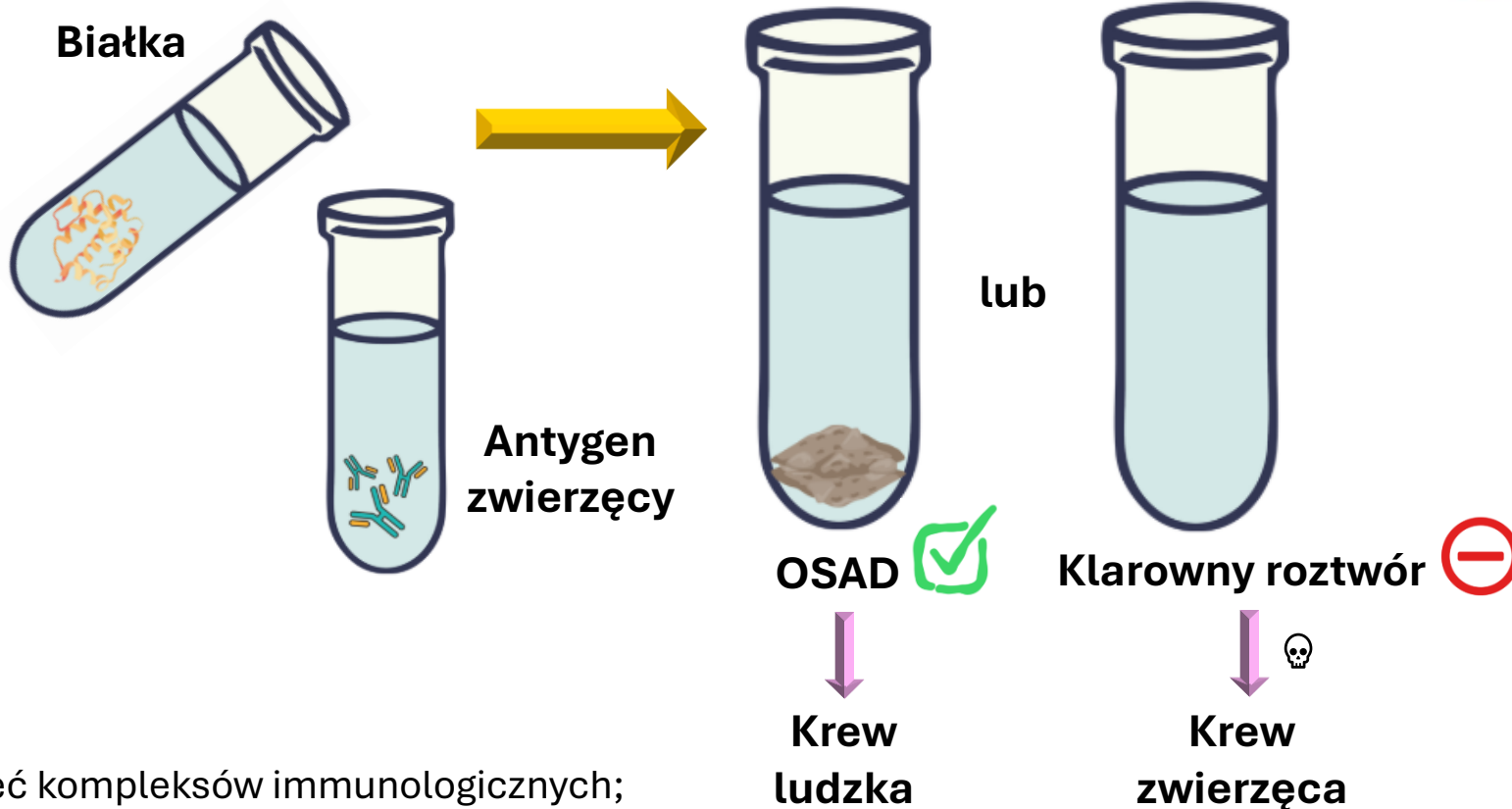
cykliczny nadtlenek



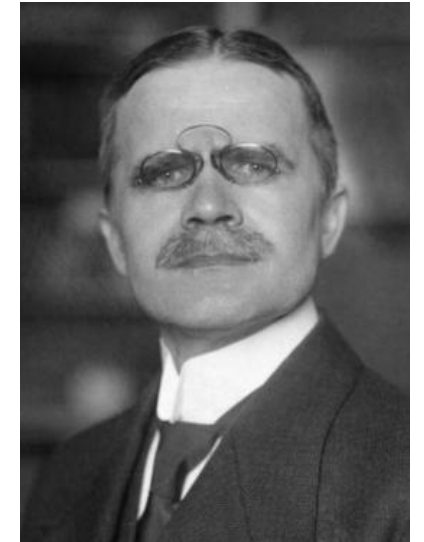
Analiza krwi

→ Test precypitynowy

- Klasyczna metoda immunologiczna;
- Wykorzystuje przeciwciała, które reagują tylko z białkami ludzkiej krwi;
- Charakterystyczna reakcja – wytrącenie – ludzka krew;
- Brak reakcji – krew zwierzęca.



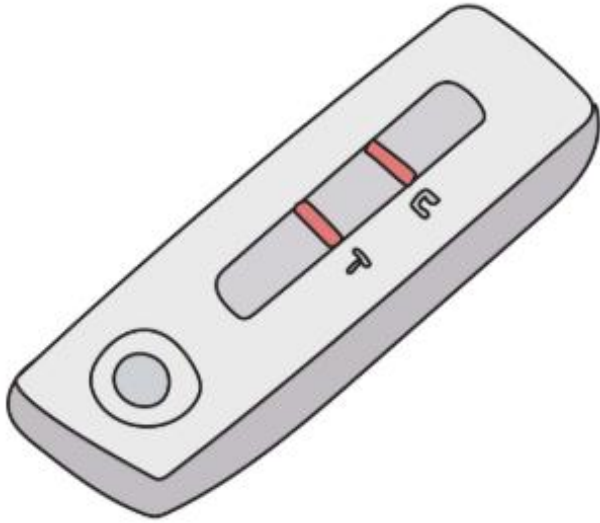
- Sieć kompleksów immunologicznych;
- Kompleksy stają się nierozpuszczalne;
- Widoczny precypitat;
- Obecnie – metody immunologiczne i molekularne.



Paul Uhlenhuth

- Niemiecki biolog, immunolog;
- 1898r. i 1901r.;
- Wyspa Rugia – głośne morderstwo;
- Ludwik Tessnow – stolarz;
- Test Uhlenhutha;
- Rozwiązanie zagadki – kafa śmierci.

Testy immunochromatograficzne



- Wykorzystują przeciwciała specyficzne dla ludzkiej hemoglobiny;
- Dobra czułość;
- Łatwe do wykonania i szybkie;
- PSA, troponina, COVID a nawet HIV;
- Zwykle samodzielne.

Testy immunoenzymatyczne



- Tzw. Testy ELISA;
- Specyficznie wykrywają określone białka;
- Wysoka czułość;
- Wykonywane w laboratorium;
- Bardzo wysoka specyficzność;
- Dobre przy starszych, częściowo zdegradowanych próbkach.

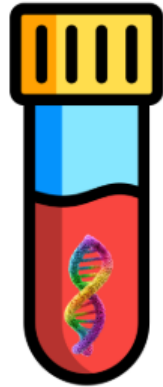
Testy molekularne (PCR)



- Bardzo zaawansowane;
- Wykrywa DNA i RNA;
- Wysoka czułość;
- Wykonywane w laboratorium;
- Bardzo wysoka specyficzność;
- Wykonywane, gdy: immunologia nie podołała, próbka jest bardzo mała lub sprawa ma dużą wagę dowodową.

Analiza krwi

→ Analiza DNA



Izolacja DNA z próbki krwi

Pozyskanie materiału



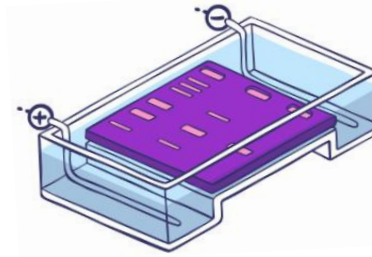
Test PCR na pochodzenia DNA

Człowiek lub zwierzę



Amplifikacja STR

Analiza fragmentów DNA



Elektroforeza kapilarna

Stworzenie profilu genetycznego



Porównanie z bazą danych

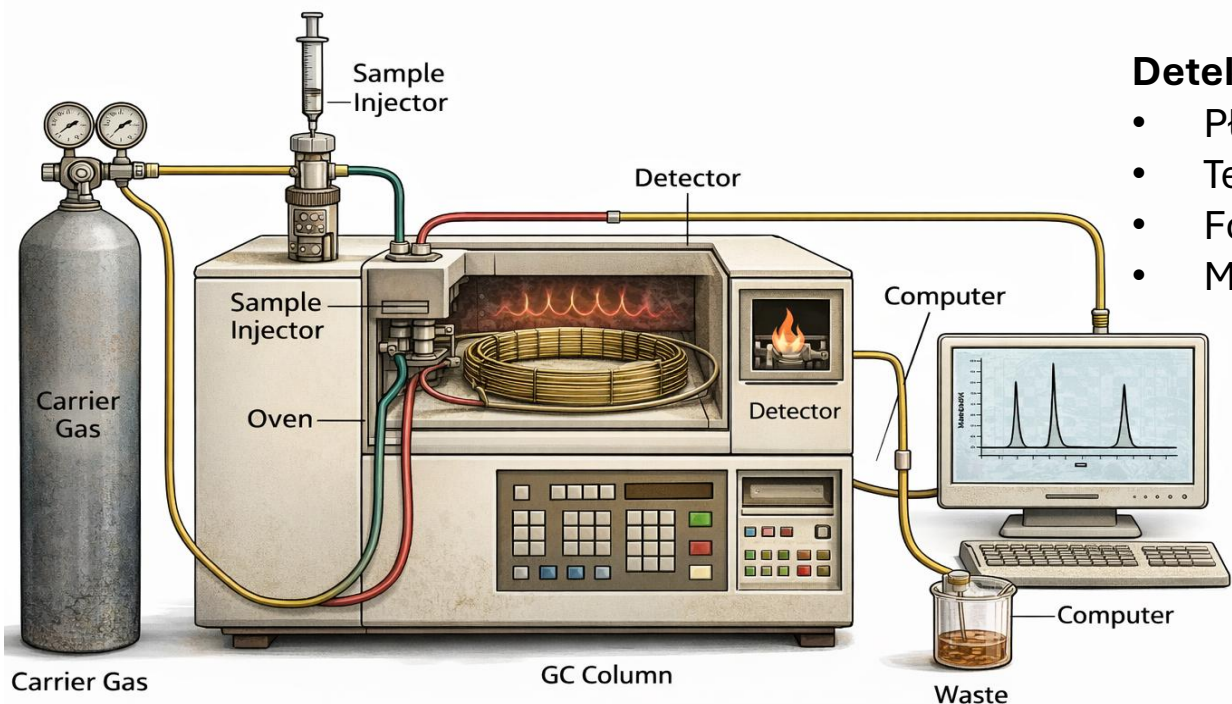
Identyfikacja



- Test PCR – wysoce czuła metoda wykorzystująca reakcję łańcuchową polimerazy – wykrywa DNA lub RNA;
- STR – krótkie powtórzenie tandemowe – laboratoryjne powielanie specyficznych, wysoce zmiennych sekwencji DNA za pomocą techniki PCR. Umożliwia to stworzenie profilu genetycznego z niewielkiej ilości materiału.

Metody chemiczne stosowane w kryminalistyce

Chromatografia gazowa (GC)



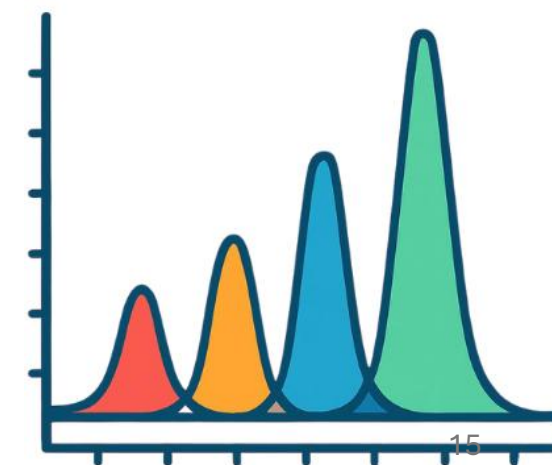
Detektory:

- Płomieniowo- jonizacyjny (FID)
- Termokonduktometryczny (TCD)
- Foto-jonizacyjny (PID)
- Masowy (MSD)



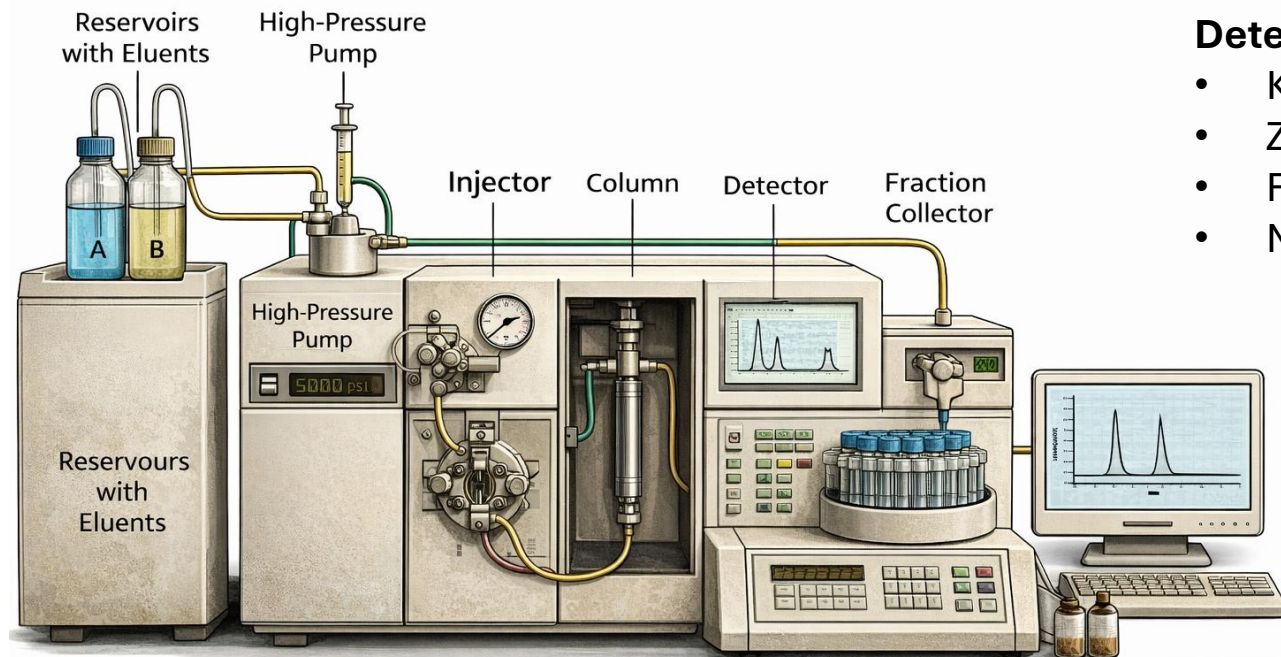
Zastosowanie w kryminalistyce:

- Analiza próbek krwi, moczu i innych wydzielin;
- Analiza przemycanego alkoholu;
- Analiza próbek narkotyków i dopalaczy;
- Analiza lotnych trucizn.



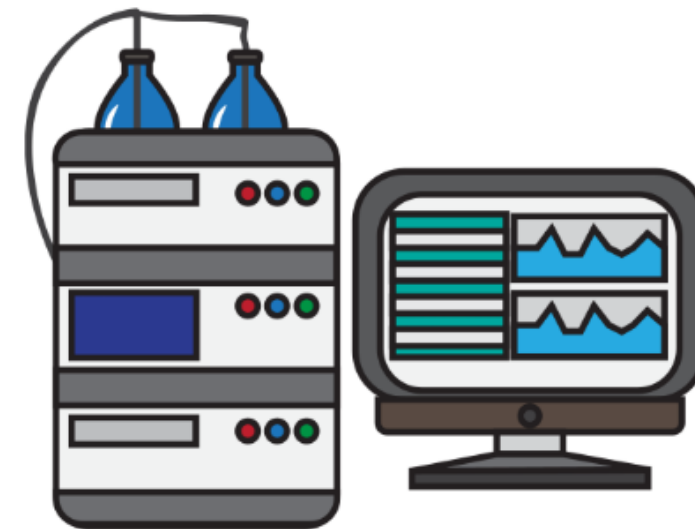
Metody chemiczne stosowane w kryminalistyce

Chromatografia cieczowa (LC)



Detektory:

- Klasyczny UV-Vis
- Z matrycą diod (DAD)
- Fluorescencyjny (FLD)
- Masowy (MSD)



Zastosowanie w kryminalistyce:

- Analiza próbek krwi, moczu i innych wydzielin;
- Analiza próbek narkotyków i dopalaczy;
- Analiza substancji psychoaktywnych i trucizn;
- Toksykologia.



Metody chemiczne stosowane w kryminalistyce

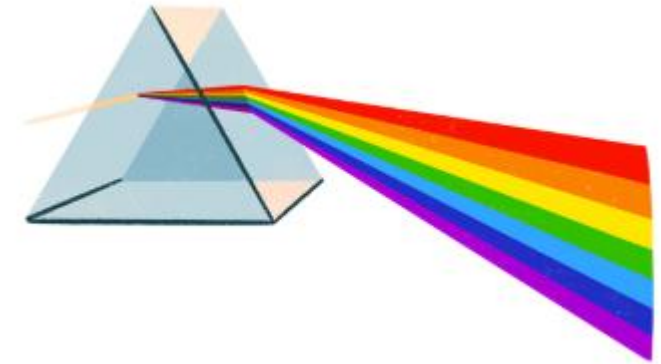
Spektroskopia – wszechstronna, niedestrukcyjna metoda analityczna badająca oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią (absorpcja, emisja, rozpraszanie). Pozwala na identyfikację składu chemicznego, struktury molekularnej i ilościowe oznaczanie substancji w chemii, medycynie i innych naukach pokrewnych.

Techniki:

- Spektroskopia w podczerwieni (IR)
- Spektroskopia Ramana
- Atomowa Spektroskopia Absorpcyjna (ASA)
- Emisyjna spektroskopia atomowa (ESA)
- Spektroskopia UV-Vis
- Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR)
- Spektroskopia ruchliwości jonów (IMS)

Zastosowanie w kryminalistyce:

- Identyfikacja narkotyków;
- Analiza lakierów, pigmentów i tuszów;
- Identyfikacja materiałów wybuchowych;
- Oznaczanie metali;
- Balistyka;
- Analiza gleby;
- Określanie wieku zwłok.



Metody chemiczne stosowane w kryminalistyce



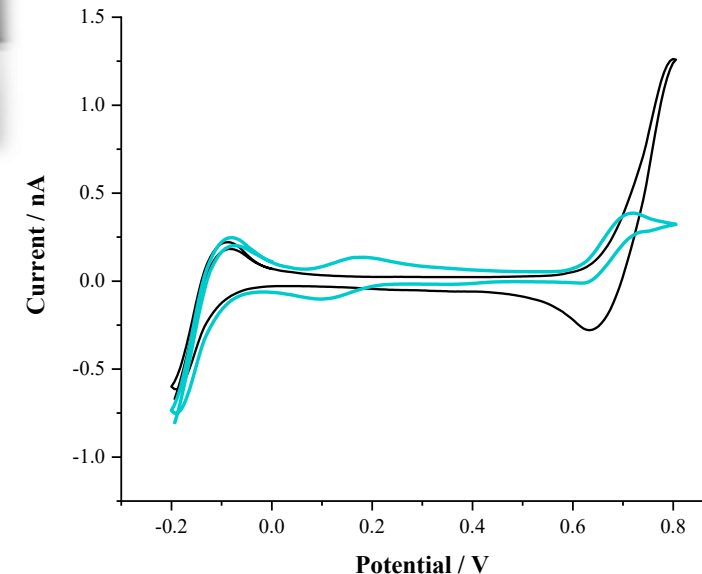
Elektrochemia – dział chemii fizycznej badający wzajemne relacje między reakcjami chemicznymi (głównie redoks) a przepływem prądu elektrycznego.

Techniki:

- Woltamperometria cykliczna (CV)
- Woltamperometria fali prostokątnej (SWV)
- Woltamperometria pulsowa-różnicowa (DPV)
- Woltamperometria adsorpcyjna (AdSV)
- Kulometria
- Potencjometria
- Konduktometria





Zastosowanie w kryminalistyce:


- Identyfikacja narkotyków;
- Analiza barwników;
- Analiza trucizn i pestycydów;
- Oszustwa producenckie;
- Badanie śladów metali;
- Testy na narkotyki;
- Analiza materiałów wybuchowych;
- Analiza środków farmaceutycznych.








Electrochemical study of ephedrine at the polarized liquid-liquid interface supported with a 3D printed cell

Lukasz Poltorak ^a  , Konrad Rudnicki ^a, Viliam Kolivoška ^b  , Táňa Sebechlebská ^{b,c}, Paweł Krzyczmonik ^a, Sławomira Skrzypek ^a

Show more 

 Add to Mendeley  Share  Cite

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123411>

[Get rights and content](#) 


scientific reports

[Explore content](#)  [About the journal](#)  [Publish with us](#) 

[nature](#) > [scientific reports](#) > [articles](#) > [article](#)

Article | [Open access](#) | Published: 03 November 2022

Heroin detection in a droplet hosted in a 3D printed support at the miniaturized electrified liquid-liquid interface





[Paulina Borgul](#), [Karolina Sobczak](#), [Karolina Sipa](#), [Konrad Rudnicki](#), [Sławomira Skrzypek](#), [Anna Trynda](#) & [Lukasz Poltorak](#) 


[Scientific Reports](#) **12**, Article number: 18615 (2022) | [Cite this article](#)




2878 Accesses | **21** Citations | **6** Altmetric | [Metrics](#)



Determination of quinine in tonic water at the miniaturized and polarized liquid-liquid interface


Konrad Rudnicki ^a  , [Karolina Sobczak](#), [Paulina Borgul](#), [Sławomira Skrzypek](#), [Lukasz Poltorak](#)  

Show more 

 Add to Mendeley  Share  Cite

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130417>



[Get rights and content](#) 


[Under a Creative Commons license](#) 




 [Open access](#)




Determination of hordenine in beer samples and bodybuilding supplement at the electrified liquid-liquid interface


Konrad Rudnicki ^a  , [Emilia Powałka](#) ^a, [Karolina Marciniak](#) ^a, [Mohammad Rizwan](#) ^a, [Paweł Stelmaszczyk](#) ^b, [Renata Wietecha-Postuszny](#) ^b, [Lukasz Poltorak](#) ^a


Show more 


 Add to Mendeley  Share  Cite

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143734>

[Get rights and content](#) 

[Under a Creative Commons license](#) 

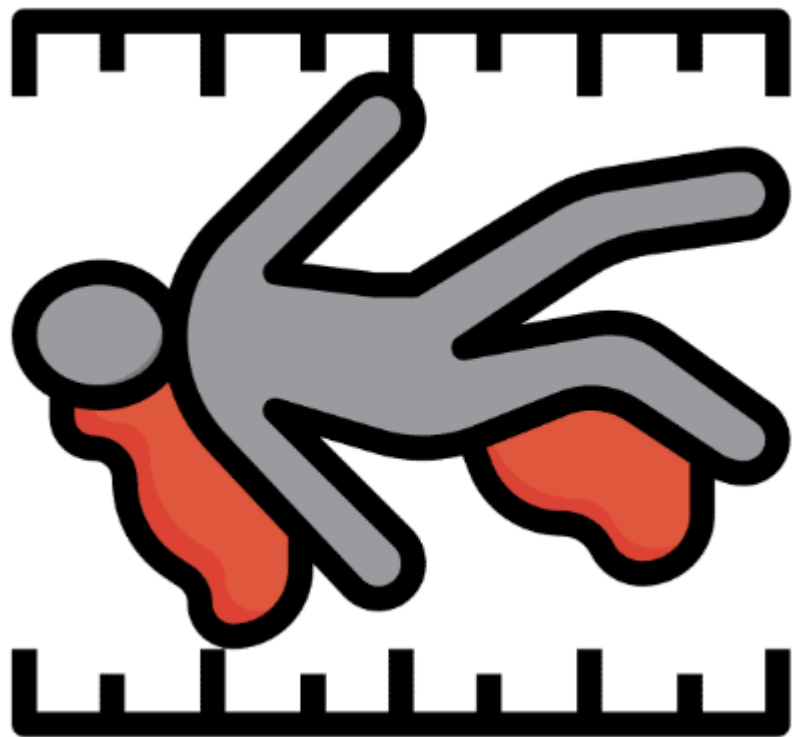
19
 [Open access](#)



CZĘŚĆ INTERAKTYWNA - ŚLEDZTWO

JAK ZMOBILIZOWAĆ PUBLICZNOŚĆ?

Tajemnica pewnego morderstwa



Literatura

- Vincent J. DiMaio, Dominik DiMaio: *Forensic Pathology*, Second Edition. 2001.
- Nauka o śmierci. W: Andrzej Jakliński, Jan Kobiela, Kazimierz Jaegermann, Zdzisław Marek, Zofia Tomaszewska: *Medycyna sądowa*. Warszawa: PZWL, 1979.
- Vincent J. DiMaio, Dominik DiMaio: *Medycyna sądowa*. Wrocław: Edra Urban & Partner, 2003.
- Cieśla J. i in. (2023) *The smell of death. State-of-the-art and future research directions* (przeгляд; PMC)
- Traczyk W., *Fizjologia człowieka w zarysie*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2007.
- Ganong W., *Fizjologia*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2017.
- Stojak J., *Zastosowanie entomotoksykologii w szacowaniu czasu i ustaleniu przyczyny zgonu*, Problemy Kryminalistyki, 2017.
- Til, H.P.; Falke, H.E.; Prinsen, M.K.; Willems, M.I. (1997). "Acute and subacute toxicity of tyramine, spermidine, spermine, putrescine and cadaverine in rats". *Food and Chemical Toxicology*. 35 (3–4): 337–348.
- <https://abo.com.pl/>
- <https://weirdscience.eu/>
- <https://www.wikipedia.en>

Podziękowania



dr hab. Sylwia Smarzewska



lic. Aleksandra Grzeszczak



Magdalena Mussur