EURO4SCIENCE

Exploring science and transdisciplinary learning through forensics

EDUKACYJNY ZESTAW KRYMINALISTYCZNY

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein. Grant Agreement nr: 2014-1-PT01-KA200-001012

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI 2

FABUŁA 4

PRZYPADEK 1 4

PRZYPADEK 2 6

I. WSTĘP 8

KRYMINALISTYKA – CO TO JEST? 9

HISTORIA KRYMINALISTYKI 9

Odciski palców 9

Entomologia 10

Toksykologia 11

Hematologia 11

Balistyka 12

Badanie DNA 12

DZIEDZINY KRYMINALISTYKI 13

II. IDENTYFIKACJA POJEDYNCZEJ OSOBY 16

ANALIZA KRWI 17

Skład ludzkiej krwi 17

Oznaczanie grupy krwi 18

Kryminalistyczna Analiza Krwi 19

Testy domniemania 19

Wzory Rozprysków Krwi 20

ODCISKI PALCÓW 24

Cechy Charakterystyczne Odcisków Palców 24

Rodzaje Odcisków Palców 25

PROFILOWANIE DNA 27

Struktura i Funkcja DNA 27

Profilowanie DNA w Kryminalistyce 28

PLAN ĆWICZEŃ 30

Ćwiczenia II–A: Czy to naprawdę krew? 30

Ćwiczenie II–B: Analiza Grupy Krwi 36

Ćwiczenie II–C: Wzory krwi 42

Ćwiczenie II–D: Zbadaj swoje odciski palców *51*
Ćwiczenie II–E: Opylanie przy użyciu pędzelka i zdejmowanie ukrytych odcisków palców *56*
Ćwiczenie II–F: Ujawnianie Ukrytych Odcisków Palców przy użyciu Oparów Jodu *60*
Ćwiczenie II–G: Profilowanie DNA – Elektroforeza *63*

III. NAUKA CHEMICZNA 70

POLIMERY NA MIEJSCU ZBRODNI 71
Polimery *71*
Włókna materiałowe *72*
Klasyfikacja włókien 72
Identyfikacja włókien 74
Dowody w Postaci Dokumentów *76*
Atrament 76
Papier 78
Metody analizy dokumentu 78
TOKSYKOLOGIA KRYMINALISTYCZNA 81
Doping krwi *83*
PLAN ĆWICZEŃ 85
Ćwiczenie III–A: Fizyczne i Chemiczne Testy Włókien *85*
Ćwiczenie III–B: Niewidzialny atrament *92*
Ćwiczenie III–C: Kolor Winy – Chromatografia *96*
Ćwiczenie III–D: Doping krwi *103*

FABUŁA

PRZYPADEK 1

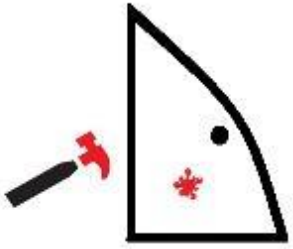
W kuchni w parterowym domu znaleziono zwłoki: 27-letniego mężczyznę. Wczesnym rankiem, sąsiad z naprzeciwka zapukał do drzwi, aby coś pożyczyć, i zastał je delikatnie otwarte. Otworzył je wołając panią domu, Józefinę, ale nie otrzymał odpowiedzi. Kiedy zamierzał już wychodzić, zauważył czerowne plamy na drzwiach kuchennych. Zaniepokojony ruszył do przodu i znalazł martwego mężczyznę. Opuścił dom i natychmiast powiadomił policję.

Ofiara mieszkała ze swoją matką, która rozwiodła się z ojcem, panem Charlesem kilka lat temu. Pan Charles mieszka niedaleko i zwykł widywać swojego syna dosyć często, mimo że ich relacje nigdy nie były dobre.

Na miejscu zbrodni, lekarz medycyny sądowej odkrył, że ofiara ma rany głowy wykonane jakimś przedmiotem i określił możliwy czas popełnienia zbrodni na 23:45. W pobliżu ciała były kałuże krwi oraz stwierdzono oznaki walki (obrażenia powstałe w obronie własnej).

'Zespół CSI' oznaczył i spakował różnorodne przedmioty do analizy: próbki plam krwi znalezione na podłodze (Dwoód#1) i na podłodze kuchennej (Dowód#2); młotek, który był za drzwiami kuchennymi (Dowód#3); nóż będący na stole kuchennym (Dowód#4) oraz ręcznik znaleziony pod ławką niedaleko zlewu w kuchni (Dowód#5). Wszystkie przedmioty miały czerwone plamy. Odciski palców zostały znalezione na nożu i młotku. Ogółem, zostały pobrane dwa różne rodzaje odcisków i po ich przetworzeniu określono, że jedne z nich pasowały do ofiary a te drugie nie.

W pokoju, 'zespół CSI' znalazł ślady nieporządku wskazujące na kradzież lub poszukiwanie czegoś konkretnego, mogącego interesować sprawcę. Jednakże, niczego nie brakowało. Podejrzani to: ojciec, którego relacja z synem była konfliktowa (Podejrzany 1); matka leczona na schizofrenię, która najwidoczniej nie zażywała leków regularnie (Podejrzany 2); i kuzyn, który więcej niż jeden raz obrabował dom, ale kradł tylko mniej wartościowe rzeczy (Podejrzany3).


Kitchen Door

PRZYPADEK 2

W szatni obiektu sportowego, 23-letni sportowiec został znaleziony martwy o 8:40 rano, kiedy pracownik udał, się aby otworzyć budynek i aby zacząć codzienne sprzątanie. Ofiara został znaleziona twarzą do podłogi i w ubraniach, których używała do treningu.

Niektórzy sportowcy powiedzieli, że dziewczyna przygotowywała się do wymagających zawodów, które miały odbyć się za 2 tygodnie. Inspektorzy zdecydowali się przeszukać jej szafkę w szatni oraz dom. Nie znaleźli niczego podejrzanego w domu, ale w szafce znaleźli pudełko z kilkoma substancjami oraz fragment tkanki przyklejony do drzwi szafki (Dowód#6), który musiał być wysłany do analizy.

W torbie dziewczyny, znaleziono puste kartki (niektóre złożone, inne podarte) tylko z jej imieniem (Dowód#7) oraz czarny długopis (Dowód#8). Eksperci wysłali kartki do laboratorium do dalszej analizy oraz znaleźli wiadomości zawierające groźby skierowane do ofiary, jak również odciski palców ofiary i innej oosby.

W prosektorium, lekarz medycyny sądowej przeprowadził toksykologiczne testy krwi (Dowód#9) i potwierdził obecność substancji w ilości uważanej za śmiertelną.

Przesłuchano rodziców ofiary, 3 sportowców uczestniczących w zawodach i trenera, znanego z trenowania swoich podopiecznych ‘ponad siły’. Niektórzy sportowcy pytani o trenera, przyjmowali obronną postawę bez ujawniania wielu szczegółów, co wzbudziło podejrzenia Inspektora Policji.

Analizy toksykologiczne zostały przeprowadzone u 3 sportowców w celu zidentyfikowania obecności nielegalnych substancji (Dowód#10). Później znaleziono nielegalne substancje i czarny długopis (dowód#11) w osobistej szafce trenera, co zaprowadziło do analizy odcisków palców.

I. Wstęp

KRYMINALISTYKA – CO TO JEST?

Kryminalistyka jest praktycznym zastosowaniem naukowych metod i narzędzi w celu zbadania zbrodni i postawienia podejrzanych przed sądem. Angielskie określenie 'forensic' (kryminalistyczny) pochodzi od łacińskiego sowa *forensus* oznaczającego 'z forum'. W starożytnym Rzymie, forum było salą sądową, gdzie ludzie debatowali w publicznym miejscu spotkań nad kwestiami dot. prawa.

Rzeczywiste śledztwo kryminalne prawie nigdy nie jest tak szybkie i proste jak pokazywane jest to w programach telewizyjnych czy filmach. W telewizji testy DNA są wykonywane prawie natychmiast, ale w rzeczywistości moga one zabrać parę dni, tygodni czy nawet miesięcy. Śledzczy, którzy pracują w laboratoriach, badając dowody z miejsc zbrodni, nie zawsze potrafią znaleźć idealne dopasowanie do odciska palców czy kosmyka włosów.

Czy wiedziałeś?

Pierwsze na świecie laboratorium kryminalistyczne zostało utworzone przez Edmonda Locarda, jednego z pionierów kryminalistyki. Locard stał się znany jako "francuski Sherlock Holmes".

HISTORIA KRYMINALISTYKI

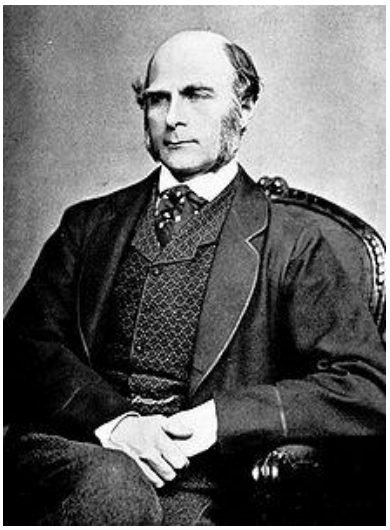
Fascynacja kryminalistyką uzasadnia popularność wielu programów telewizyjnych, filmów i książek. Jednak, przestępczość i nauka były ze sobą powiązane przez długi czas.

Odciski palców

Historia kryminalistyki sięga już tysięcy lat wstecz i zdejmowanie odcisków palców było jedną z pierwszych wykorzystywanych nauk. Pierwsze zastosowanie odcisków palców miało miejsce w starożytnym Babilonie (przed 700

Rysunek 1 – Starożytna pieczęć z odciskiem palców.

r. p.n.e.), gdzie były one używane na glinianych tablicach przeznaczanych do transakcji binzesowych (Rysunek 1). W 1686, Marcelo Malpighi po raz pierwszy wspomniał o krawędziach, wirach oraz pętlach w odciskach palców.



Rysunek 2 – Sir Francis Galton, uważany za 'Ojca zdejmowania odcisków palców'

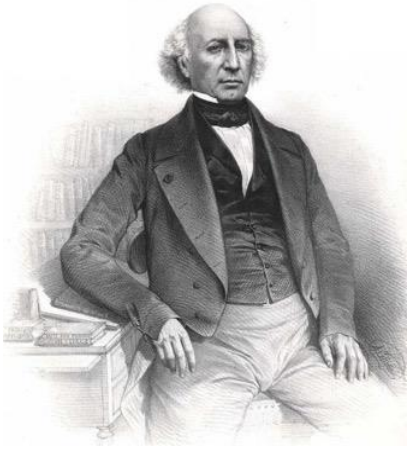
Jednak, odciski palców nie były używane jako metoda identyfikacji przestępców aż do XIX wieku. W 1892 roku, Sir Francis Galton opublikował książkę 'Odciski palców', ustanawiając indywidualność odcisków palców i pierwszy system ich klasyfikacji. W 1896 roku, Sir Edward Richard Henry, komisarz metropolitalnej policji w Londynie, opracował system klasyfikacji odcisków palców (oparty na kierunku, przepływie i innych cechach charakterystycznych w odciskach palców), który był później używany w Europie i Ameryce Północnej. W 1910 roku, Edmond Locard założył pierwsze laboratorium kryminalistyczne w Lyons, we Francji i sformułował 'Zasadę Wymiany Locarda': teorii mówiącej, że kiedy przestępca wchodzi w kontakt z przedmiotem lub osobą, następuje transfer krzyżowy dowodów i przestępca albo usuwa coś z miejsca przestępstwa albo coś w nim pozostawia. 8 lat później, w 1918 roku, Edmond Locard zaproponował 12 punktów dopasowania jako pozytywną identyfikację odcisków palców. W 1977, FBI wprowadziło początki Systemu Zautomatyzowanej Identyfikacji Odcisków Palców (AFIS) z pierwszymi skomputeryzowanymi skanami odcisków palców.

Entomologia

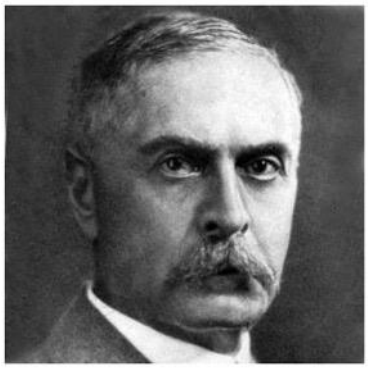
Kolejną dobrze znaną dziedziną kryminalistyki jest entomologia. Pierwszy udokumentowany przypadek entomologii kryminalistycznej został zgłoszony przez chińskiego prawnika i śledczego Sung Tz'u w 1235 roku. Opisuje on przypadek pchnięcia sierpiem w pobliżu pola ryżowego. Wszystkim tym, którzy w wiosce posiadali sierp kazano je przynieść i wystawić na słońce. Muchy zebrały się na jednym z narzędzi, identyfikując tym samym broń mordercy.

Toksykologia

Aż do końca XVII wieku, skazania kojarzone z ‘zabójczym’ zatruciem były raczej oparte na okolicznościowych (poszlakowych) dowodach niż na identyfikacji rzeczywistej substancji toksycznej w ciele ofiary. W 1781 roku, Joseph Plenic stwierdził, że wykrycie i identyfikacja trucizny w organach zmarłych była jedyną prawdziwą oznaką zatrucia. Lata później, w 1814 roku, Mathieu Orfila (uważany za ‘Ojca Toksykologii’) opublikował pierwszą kompletną pracę badawczą na temat wykrywania trucizn i legalnych leków. Kolejny przełom nastąpił w 1836 roku kiedy angielski chemik James Marsh odkrył dokładny sposób wykrycia arszeniku w ciele, znany jak test Marsh’a i był on pierwszą mtodą wykorzystywaną w rozprawie sądowej.



Rysunek 3 – Mathieu Joseph Bonaventure Orfila.



Rysunek 4 – Karl Landsteiner, “Ojciec immunologii”.

Hematologia

Ludzka krew również stała się częścią kryminalistyki, kiedy Karl Landsteiner w 1901 roku odkrył, że ludzka krew może być pogrupowana w 4 różnych kategoriach (A, B, AB i 0). Dzięki odkryciu grup krwi i rozwojowi systemu ABO, Landsteiner wygrał Nagrodę Nobla. W 1915 roku, Leone Lattes opublikował pracę badawczą, która przedstawiła wartość kryminalistyczną ówczesnej techniki oznaczania grup krwi w systemie ABO przy badaniu plam krwi. Mimo, że opublikowana 15 lat po tym jak Landsteiner po raz pierwszy opisał system grup krwi ABO w organiźmie człowieka, to ta właśnie publikacja jest pierwszym opracowaniem oznaczania suchej krwi w systemie ABO dla celów kryminalistycznych.

Nawet przed odkryciem systemu ABO, niemiecki naukowiec Schönbein w 1863 roku pierwszy zidentyfikował zdolność hemoglobiny do utleniania nadtlenku wodoru.

To zaowocowało pierwszym testem domniemania w badaniu krwi. W 1937 roku, Walter Specht opracował wykorzystanie odczynnika - Luminolu jako testu domniemania w analizie krwi.

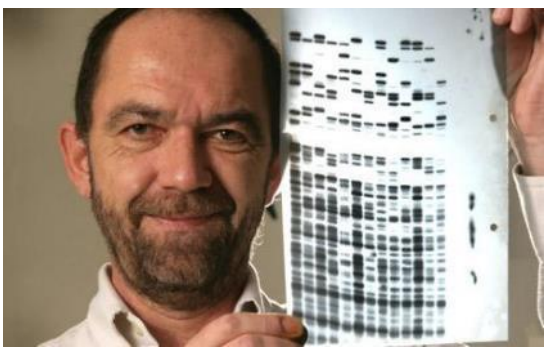
Balistyka

Balistyka kryminalistyczna jest następnym istotnym obszarem w kryminalistyce. Henry Goddard był pierwszą osobą, która w 1835 roku użyła analizy fizycznej, aby powiązać pocisk z bronią mordercy. Porównanie zostało oparte na widocznej wadzie w pocisku, której źródło zostało odnalezione w odlewie. Badanie pocisku stało się bardziej precyzyjne w latach 20-tych XX wieku, kiedy fizyk Calvin Goddard stworzył mikroskop porównawczy, aby lepiej określić, które pociski wyszły z konkretnych łusek. W latach 70-tych tego samego wieku, zespół naukowców w Korporacji Przestrzeni Kosmicznej w Kalifornii opracował metodę wykrywania pozostałości po wystrzale przy wykorzystaniu elektronowych mikroskopów skaningowych. Ostatnio został opracowany system obrazowania nazwany Zintegorwanym Systemem Balistycznej Identyfikacji dla porównywania śladów pozostawionych na wystrzelonych pociskach czy łuskach nabojów.

Figure 5 – koroner Calvin Hooker Goddard z mikroskopem porównawczym.

Badanie DNA

Identyfikacja struktury DNA Jamesa Watsona i Francisa Cricka z roku 1953 spowodowała ogromną zmianę w prawie karnym.



Rysunek 6 – Profesor Sir Alec John Jeffreys, brytyjski genetyk.

Profilowanie (analiza) DNA, w takiej formie jaką znamy dzisiaj zostało rozwinięte dzięki dwóm niezależnym odkryciom w biologii molekularnej, które pojawiły się w tym samym czasie. W roku 1983 Kary Mullis odkrył reakcję łańcuchową polimerazy (PCR), a w roku

1985 Sir Alec Jeffreys metodę identyfikacji jednostek z DNA, nazywaną analizą genetycznego odcisku palca (ang. *DNA fingerprinting*). Profilowanie DNA początkowo zostało opracowane jako metoda badania ojcostwa, aby określić czy dwie osoby są spokrewnione w linii rodzic-dziecko. W 1986 roku, policja Anglii poprosiła Aleca Jeffreysa, który zaczął badać użycie DNA w kryminalistyce, aby wykorzystał je w celu weryfikacji przyznania się do winy 17-letniego chłopaka w dwóch morderstwach na tle seksualnym w regionie Anglii Środkowej (English Midlands).

Testy udowodniły, że nastolatek nie był w rzeczywistości sprawcą i prawdziwy napastnik został ostatecznie schwytany. W 1995 roku w Wielkiej Brytanii została uruchomiona pierwsza narodowa baza DNA o zasięgu światowym. Wraz z nadejściem badań DNA w 1985 roku, materiał biologiczny (skóra, włosy, krew i inne płyny ustrojowe) wyłoniły się jako najbardziej wiarygodny fizyczny dowód w miejscu zbrodni.

DZIEDZINY KRYMINALISTYKI

Kryminalistyka jest wielokierunkowa i zawiera szeroki zakres mniejszych specjalności, które są wykorzystywane w naukach tradycyjnych. Musi być ona rozumiana jako zestaw całej naukowej i technicznej wiedzy, która jest używana w kwestiach prawnych o charakterze cywilnym lub kryminalnym. Najbardziej powszechne dziedziny kryminalistyki to: Biologia, Toksykologia, Chemia, Patologia, Pobieranie Odcisków Palców i Balistyka. Jadnakże, są również inne obszary, które mogą uzupełnić czyjeś śledztwo, takie jak Antropologia, Odontologia (dentystyka kryminalistyczna), Entomologia, Botanika, Informatyka, Analiza Wzoru Plam Krwi, Psychologia czy Analiza Dokumentów. W tabelce 1 znajduje się krótki opis niektórych dziedzin w kryminalistyce.

Tabelka 1 – Dziedziny Kryminalistyki.

Obszary	Opis
Antropologia Kryminalistyczna	Zastosowanie antropologii fizycznej w sądowym otoczeniu, zazwyczaj dla odwzorowania/odzyskania i identyfikacji skostniałych ludzkich szczątków.

Odontologia kryminalistyczna	Badanie unikalności uzębienia, znane lepiej pod nazwą analiza zębów. Odontolodzy kryminalistyczni mogą zidentyfikować ludzkie szczątki, które nie mogą być określone za pomocą innych metod, zidentyfikować ciała z katastrof lotniczych, źródła ran w skutek ugryzienia oraz oszacować wiek pozostałości szkieletowych.
Entomologia Kryminalistyczna	Badanie owadów w, na lub w pobliżu ludzkich szątków, aby wspomóc proces określenia czasu lub miejsca śmierci.
Patologia Kryminalistyczna	Skupia się na wyznaczaniu przyczyny śmierci poprzez badanie zwłok lub ran/uszkodzeń w kontekście dochodzenia sądowego.
Biologia Kryminalistyczna	Zastosowanie metod analizy biologicznej, zwłaszcza analizy DNA w dochodzeniach. Analiza DNA zawiera badanie płynów ustrojowych, które mogą być znalezione w miejscu zbrodni, w szczególności krwi, nasienia, śliny.
Botanika Kryminalistyczna	Badanie roślin i pozostałości roślin w kontekście śledztwa. Ta dziedzina zawiera w sobie analizę drewna, owoców, nasion, gałęzi, liści, włosków roślinnych, pyłków, zarodników i komórek wodorostów.
Kryminalistyka Cyfrowa	Polega na odzyskaniu i badaniu materiału znalezionego na urządzeniach cyfrowych w celu identyfikacji, zachowania, odzyskania, zanalizowania i zaprezentowania faktów dot. informacji cyfrowych.
Analiza Wzoru Plam Krwi	Analiza plam krwi może dostarczyć wartościowych wskazówek odnośnie danego zdarzenia. Pomyślna interpretacja wzoru plam krwi może być źródłem tropu w odniesieniu do charakteru przestępstwa, możliwego ciągu wydarzeń, jakiegokolwiek zakłócenia mogącego powstać w miejscu zbrodni, a nawet pozycji osób i przedmiotów podczas incydentu.
Chemia Kryminalistyczna	Zastosowanie chemii w egzekwowaniu prawa. Wiele różnorodnych metod analitycznych może być użytych w celu odkrycia jakie zmiany chemiczne wydarzyły się podczas incydentu i w ten sposób mogą one pomóc zrekonstruować kolejność/ciąg zdarzeń.
Psychologia Kryminalistyczna	Skrzyżowanie pomiędzy psychologią, a systemem sprawiedliwości. Dotyczy zrozumienia podstawowych zasad prawa, zwłaszcza zeznań świadków.
Balistyka	Nauka dot. mechaniki, która zajmuje się rozpoczęciem, lotem, zachowaniem i skutkami pocisków, zwłaszcza kul z broni, bomb grawitacyjnych czy rakiet.

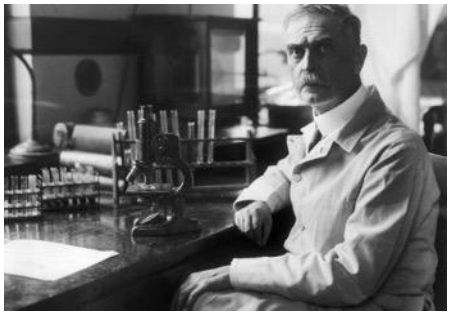
Odciski Palców	Szczegółowe badanie istniejących rysunków linii papilarnych.
Toksykologia Kryminalistyczna	Zestaw wielu dziedzin poza toksykologią (takich jak chemia analityczna, farmakologia i chemia kliniczna) w celu wsparcia, pod kątem medycznym i sądowym, śledztwa dot. śmierci np. w przypadkach zatrucia czy nadużycia/przedawkowania narkotyków.
Analiza Dokumentów	Badanie pisma ręcznego, pisma maszynowego, dokumentów z odciskami palców, zmian, tuszu, papieru i narzędzi do pisania. Nadrzędnym celem jest zdobycie możliwie jak najwięcej informacji dotyczących dokumentu, bez uszkodzenia czy zmiany danego dokumentu (w miarę możliwości).

II. Identyfikacja pojedynczej osoby

ANALIZA KRWI

Krew pozostawiona w miejscu zbrodni może być zanalizowana na różne sposoby przez oficera śledczego.

Wraz z odkryciem systemu ABO przez Landsteinera w 1901 roku, wiedza o identyfikacji ludzkiej krwi znacznie się poszerzyła. Odkąd więcej niż jedna osoba ma tę samą grupę krwi, jej oznaczanie może dostarczyć dowodów, które mogą być powiązane z grupą ludzi, ale nie konkretną osobą. Po wprowadzeniu technologii analizy DNA w latach 80-tych XX wieku i ponieważ białe krwinki zawierają DNA, poszczególna plama krwi może być teraz określona za pomocą genetycznej odmiany na poziomie cząsteczki.



Rysunek 7 – Karl Landsteiner.

Plamy krwi często stanowią główny fizyczny dowód w dochodzeniu i często znajduje się je w różnych rodzajach miejsc zbrodni, na przykład, w zabójstwie, ucieczce z miejsca wypadku, napadzie, rabunku i włamaniu. W badaniu dowodów z krwi, pytania na które musi odpowiedzieć specjalista w dziedzinie kryminalistyki to: Czy to jest krew? Czy pochodzi ona od człowieka? Czyja to jest krew?

Skład ludzkiej krwi

Krew jest złożoną tkanką płynną i zawiera dwa główne składniki: osocze (in English: plasma) i składniki komórkowe (in English: formed elements). Osocze jest podobne w składzie do słonej wody, z mieszanką rozpuszczonych białek, soli i innych substancji chemicznych. Są trzy główne rodzaje składników komórkowych (nazywanych również krwinkami), które pełnią różne funkcje: czerwone krwinki (erytrocyty), które są nośnikiem gazów oddechowych, głównie tlenu i dwutlenku węgla; białe

Rysunek 8 - Skład ludzkiej krwi

krwinki (leukocyty), które zwalczają infekcje, usuwają martwe/umierające komórki oraz niszczą komórki rakowe; i płytki krwi (trombocyty), które wspierają krzepnięcie krwi i biorą udział w naprawie zniszczonych naczyń krwionośnych.

Oznaczanie grupy krwi

Grupy krwi są klasyfikacją krwi opartą na obecności lub braku substancji antygenicznych na powierzchni czerwonych krwinek (erytrocytów). Przed testowaniem DNA, oznaczanie grupy krwi było metodą wykorzystywaną w celu dopasowania lub wyłączenia określonych podejrzanych z miejsca zbrodni porzez badanie reakcji typu antygen-przeciwciało.

System klasyfikacji grup krwi ABO wykorzystuje obecność lub brak antygenów A i B, aby sklasyfikować krew w 4 grupach: A, B, AB i 0 (Tabelka 2). Oprócz badania antygenów A i B, może być również określony czynnik Rh, który jest określany poprzez obecność lub brak białka Rh. Każda grupa krwi jest albo Rh+, jeśli ma antygeny Rh, lub Rh- , jeśli nie posiada danych antygenów. Badanie tych dwóch cech charakterystycznych umożliwia dokładniejszą identyfikację krwi.

Czy wiedziałeś?

Najrzadsza grupa krwi to AB (Rh -) i najwięcej ludzi, około 85%, ma antygeny Rh.

Tabelka 2 – grupy krwi ABO.

Grupa	Antygen Obecny	Przeciwciała Obecne
Grupa A	Tylko Antygen A na czerwonych krwinkach	przeciwciała B w osoczu
Group B	Tylko antygen B na czerwonych krwinkach	Przeciwciała A w osoczu
Group AB	Zarówno antygeny A i B na krwinkach czerwonych	Brak przeciwciał A i B w osoczu
Group O	Brak antygenów A i B na krwinkach czerownych	Zarówno przeciwciała A i B są w osoczu

Testy grup krwi są używane, aby określić grupę krwi, na przykład zanim osoba będzie miała transfuzję krwi, żeby sprawdzić grupę krwi kobiety w ciąży w celu sprawdzenia prawdopodobieństwa pokrewieństwa dwojga ludzi lub, aby oznaczyć grupę krwi próbki znalezionej w miejscu zbrodni.

Na miejscu zbrodni, jeśli grupa krwi podejrzanego różni się od tej wykrytej, osoba ta prawdopodobnie nie popełniła przestępstwa. Ale jeśli grupa krwi podejrzanego jest taka sama jak ta znaleziona w miejscu popełnienia przestępstwa, to wtedy ta osoba może być przestępcą. W takiej sytuacji tylko test DNA może potwierdzić czy którykolwiek z pozostałych podejrzanych jest tym rzeczywistym, który popełnił przestępstwo.

Kryminalistyczna Analiza Krwi

Testy domniemania

Na rozległym obszarze miejsca zbrodni i czasami na 'posprzątanej' powierzchni, może nie od razu okazać się oczywiste, gdzie zacząć szukać ukrytych plam krwi i czasami trudno jest je zobaczyć gołym okiem. W takich przypadkach, konieczne jest użycie testów chemicznych w celu ujawnienia ich obecności.

W laboratoriach kryminalistycznych są dwa główne rodzaje testów określania krwi: testy domniemania i testy potwierdzające. Testy domniemania wskazują możliwość występowania krwi, ale tylko testy potwierdzające pozwalają na wniosek, że krew jest obecna. Testy domniemania takie jak test z Luminolem czy test Kastle-Meyera, są zazwyczaj oparte na zmianie koloru lub chemiluminescencji (zjawiska emisji fal świetlnych) poszczególnego odczynnika, kiedy dochodzi do kontaktu z hemoglobiną we krwi. Testy potwierdzające są konieczne dla wykrycia fałszywych faktów pozytywnych stwierdzonych podczas testów domniemania oraz dla określenia pochodzenia gatunku w oparciu o interakcje typu antygen/przeciwciała.

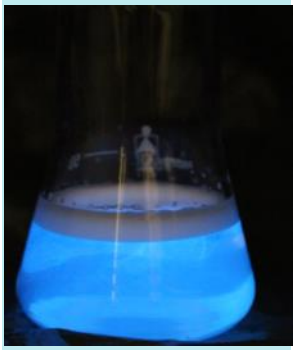
Luminol

Luminol jest substancją chemiczną, która w określonych okolicznościach wykaże niebieskie światło, kiedy zostanie zmieszana z odpowiednim utlenionym czynnikiem,

takim jak nadtlenek wodoru. Luminol jest używany jako test domniemania, aby wykryć śladowe ilości krwi pozostawione w miejscu zbrodni, ponieważ reaguje on z żelazem znajdującym się w hemoglobinie.

Luminol jest wysoce wrażliwy na obecność małych sladów krwi, dając pozytywne rezultaty przy roztworach sięgające rzędu 100 000 000:1. Jednakże, tej wysokiej wrażliwości towarzyszy niska selektywność. Wiele materiałów, takie jak wybielacz do prania, wiele artykułów żywieniowych, żelazo i inne metale powodują fałszywe reakcje pozytywne, które są nie do odróżnienia od pozytywnych wyników wywołanych przez prawdziwą krew.

Luminol, przynajmniej w wodnym roztworze, jest uważany za środek, który nie przynosi szkód i nie zakłóca dalszej analizy DNA.



Czy wiedziałeś?

W artykule z 1937 roku, niemiecki chemik Walter Specht jako pierwszy zasugerował użycie Luminolu jako testu domniemania dla wykrywania krwi w kryminalistyce.

Test Kastle-Meyera

Test Kastle-Meyera lub fenoloftaleiny jest kolejnym testem domniemania badającym krew, który wykorzystuje zasadowy roztwór fenoloftaleiny w celu wykrycia możliwej obecności hemoglobiny. Test ten jest katalitycznym testem koloru, który generuje jasny różowy kolor, kiedy fenoloftaleina i nadtlenek wodoru reagują z cząsteczkami żelaza w hemoglobinie.

Test nie przynosi szkód próbce, która następnie może być użyta w testach laboratoryjnych, ponieważ mała ilość próbki krwi jest pobierana w wymazie.

Czy wiedziałeś?

Test Kastle-Meyera został wprowadzony w 1901 roku przez Kastle'go i ulepszony w 1903 przez Meyera.

Wzory Rozprysków Krwi

Kiedy zadana jest rana i krew wycieka z organizmu, może utworzyć się jej określony wzór. Poszczególna plama lub kropla nie stanowi rozprysku, jednak stanowi go pewna kombinacja plam krwi.

Fizyczny charakter plam krwi zawiera cenną informację. Wzory plam krwi są początkowo badane wizualnie, aby ocenić fizyczne cechy plam np. rozmiar, kształt, rozmieszczenie, umiejscowienie i ich skupienie. W oparciu o te cechy, kryminolodzy są w stanie określić możliwe powody lub scenariusze odpowiedzialne za stworzenie konkretnego wzoru. Wzory krwi są przydatne w rekonstrukcji wydarzeń, która z kolei może być bardzo pomocna w śledztwie.

Interpretowanie wzorów

Kiedy krew jest uderzona przedmiotem, kropelki są rozproszone w powietrzu. Kiedy uderzają one powierzchnię, kształ plamy zmienia się w zależności od ilości siły, kierunku ruchu, kąta siły uderzenia, przemierzonej odległości i rodzaju powierzchni. Generalnie, kształt plamy będzie się zmieniać od owalnego do okragłego, z ogonkami lub grzbietami wydłużającymi się w kierunku przebytej drogi.

Kształt jest jednym z głównych źródeł informacji w przypadku plam krwi. Dokładna analiza kształtu plamy pozwoli oficerowi śledczemu określić kierunek, z którego nadeszła krew.

Kropla krwi, która spada na płaską powierzchnię nie będzie całkowicie spłaszczona – będzie ona miała powierzchnię zaokrągloną. Przyczyną tego będzie zwarty charakter krwi. Krew ma tendencję do zbierania się na skutek spajających sił, które stawiają opór przez spłaszczeniem się na powierzchni. Rezultat jest taki, że powierzchnia krwi jest elastyczna nadając wierzchniej częsci rozprysku krwi kulisty (sferyczny) wygląd. Jeśli jakakolwiek część krwi przełamie tę zwartość i oddzieli się od głównej kropelki krwi to wtedy utworzy małe drugorzędne kropelki określane jako satelity.

Wysokość

Rozmiar średnicy plamy krwi wytworzony poprzez swobodnie spadającą krew zwiększa się wraz z odległością, z której ona spadła – im wyższa wysokość, tym większa średnica plamy krwi i liczba satelit wokół. Jeśli dwie krople o podobnym rozmiarze spadają z różnych wysokości, wynikające z tego plamy mają różne wielkości, ponieważ prędkość kropelki będzie tym większa im dłużej kropelka znajduje się w powietrzu (dopóki nie osiągnie końcowej prędkości). W jakimkolwiek spadaniu z wysokości powyżej 2 metrów, jest mała zmiana w średnicy plamy krwi.

Siła, Prędkość i Rozmiar Kropelki

Rozmiar i wygląd plam krwi zależy od siły, która została użyta do ich utworzenia. Kiedy przedmiot wchodzi w kontakt z krwią, siła przedmiotu ją porusza. Są 3 podstawowe kategorie grup plam oparte o rozmiar plamy krwi w porównaniu z wielkością siły, która działa na krew i tworzy poszczególny wzór.

1) **Rozprysk krwi wywołany siłą uderzenia o niskiej prędkości**

Niska prędkość jest zazwyczaj wynikiem kapania krwi. Siła uderzenia jest 1,5m/s lub mniejsza, a powstała plama jest względnie duża, zazwyczaj 4 mm średnicy lub większa.

2) **Rozprysk krwi wywołany siłą uderzenia o średniej prędkości**

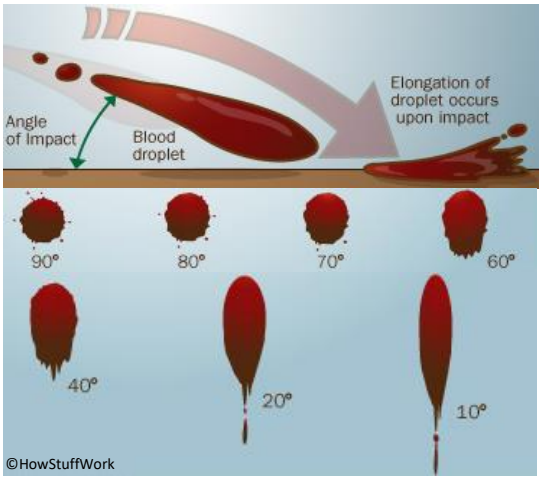
Średnia prędkość jest brana pod uwagę, kiedy źródło krwi jest poddane sile 5-50m/s. Powstała plama ma od 1 do 4 mm średnicy.

3) **Rozprysk krwi wywołany siłą uderzenia o wysokiej prędkości**

Plamy krwi powstałe na skutek wysokiej prędkości są tworzone, kiedy źródło krwi jest poddane sile o prędkości większej niż 50m/s. Powstała plama jest przeważnie mniejsza niż 1 mm średnicy mimo, że mniejsze lub większe plamy mogą zostać zauważone.

Kąt siły uderzenia

Kąt, pod którym kropelka krwi uderza powierzchnię, może pomóc określić skąd ona pochodzi. Kąt siły uderzenia (angle of impact) jest ostrym kątem, który jest tworzony pomiędzy kierunkiem kropli krwi (blood droplet), a powierzchnią, którą uderza (Rysunek 9). Jest to ważny pomiar ponieważ jest używany, aby określić obszar zbieżności i obszar źródła.



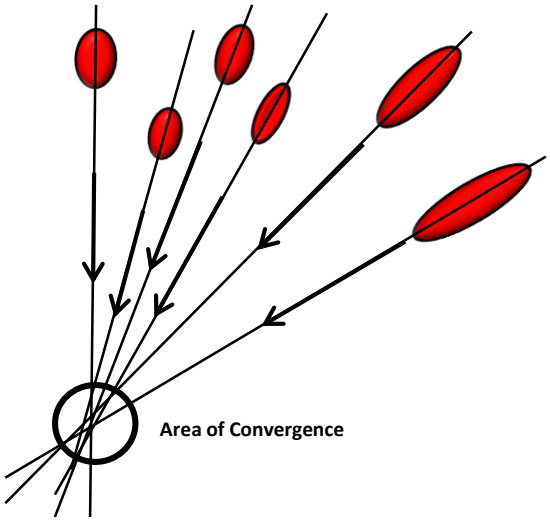
Rysunek 9 – Wydłużenie kropli krwi (Blood drop elongation) pokazujące kąt siły uderzenia, Źródło: HowStuffWorks

Na kształty rozpryskanych plam ma wpływ kąt siły uderzenia. Kiedy kropla pionowo spada na powierzchnię idealnie lub pod kątem 90^{o}, tworzy się okrągła plama (szerokość i długość są równe). Wraz ze

zmiejszaniem się kąta siły uderzenia, kropla krwi staje się dłuższa z owalnym wyglądem (dłuższa i cieńsza), i tworzy ‘ogon’. Ogon kropelki jest istotnym narzędziem podczas rekonstrukcji wzorów plam krwi, ponieważ wskazuje on kierunek przebytej drogi, jaką pokonała kropelka, kiedy weszła w kontakt z powierzchnią.

Obszar Zbieżności i Obszar Źródła

Miejsce źródła krwi może być określone, jeśli są przynajmniej 2 krople rozpryśniętej krwi. Poprzez narysowanie linii (linii zbieżności) z centrum długiej osi z każdej pojedynczej plamy krwi i poszerzeniu ich, aż linie z poszczególnych plam się spotkają, punkt zetknięcia się linii jest nazywany Obszarem Zbieżności (Rysunek 10). Obszar zbieżności pokazuje punkt, gdzie zdarzyło się wydarzenie (tzn. Siła uderzenia), które doprowadziło do dalszego rozproszenia się krwi. Ten obszar jest tylko dwuwymiarowym wyjaśnieniem (pozycja X i Y) i nie określa jak daleko od tego obszaru incydent miał źródło.



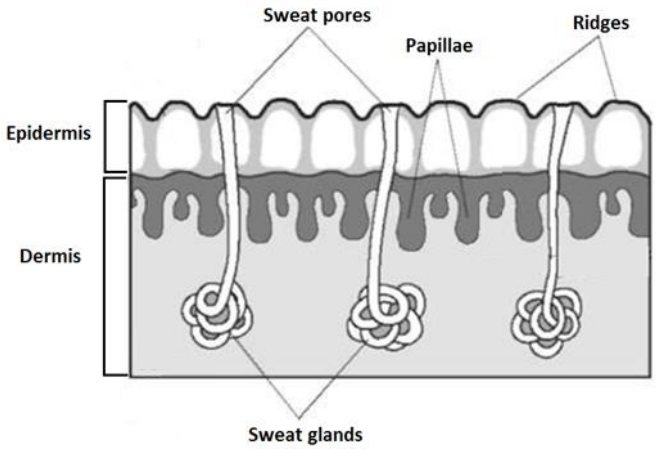
Rysunek 10 – Dwu-wymiarowy obszar zbieżności (area of convergence) pojedynczych plam w obrębie wzoru.

W celu uzyskania informacji dot. względnej pozycji ofiary (pozycja stojąca, klęcząca, siedząca czy leżąca) konieczne jest, aby określić obszar źródła. Obszar źródła jest zestawieniem dwuwymiarowego obszaru zbieżności plus określenie kąta siły uderzenia dla każdej z wybranych plam krwi. Kąt siły uderzenia dodaje trzeci wymiar w oznaczeniu obszaru zbieżności, tworząc przestrzenną reprezentację miejsca źródła krwi.

ODCISKI PALCÓW

Odciski palców były głównym przełomem w kryminalistyce, dostarczając w egzekwowaniu prawa na całym świecie nowy instrument do pomocy w śledztwie.

Odcisk palców, który jest unikalny dla każdego człowieka, jest zazwyczaj zdefiniowany jako ślad pozostawiony przez grzbiety skórne (lub tarcia). Grzbiety tarcia (ang. friction ridges) są to podwyższone części naskórka (ang. epidermis), umiejscowione na wewnętrznej częsci powierzchni dłoni lub podeszwach stóp, ułożonych w połączone jednostki skóry z grzbietami tarcia (Rysunek 11). Grzbiety te są małymi przedłużeniami skóry właściwej (ang. dermis) w naskórek, co pomaga nam chwytać przedmioty, których dotykamy.



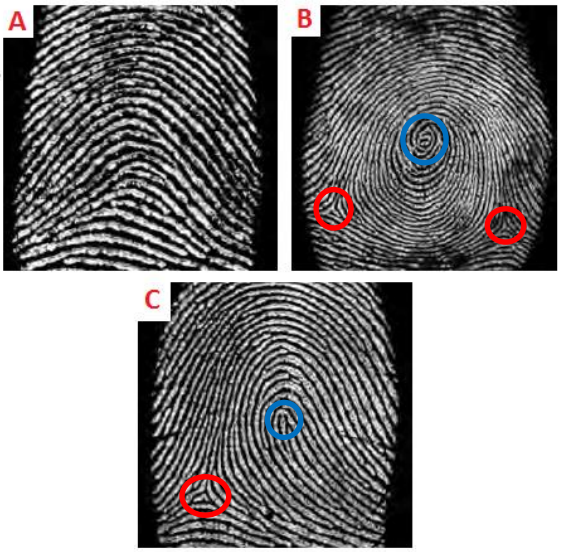
rysunek 11 –Schematyczne przedstawienie warstw ludzkiej skóry i grzbietów tarcia.

Ślad odcisków palców składa się z naturalnych wydzielin potu z gruczołów ekrynowych, które są obecne w grzbietach tarcia skóry. Wydzieliny są głównie mieszanką wody, tłuszczy i soli, ale zawierają też brud pochodzący z codziennych czynności.

Cechy Charakterystyczne Odcisków Palców

Odciski palców biorą swoją nazwę od ich ogólnego wizualnego wyglądu i wzorów. Są to łuki, wiry i pętle. Łuki, najprostszy wzór (tylko 5% ludności je posiada) charakteryzują się liniami grzbietów, które wchodzą z jednej strony odciska i wychodzą z drugiej oraz mają wzniesienie na środku. Wiry wyglądają jak oko byka z dwiema deltami (30% ludności je posiada). Pętle charakteryzują się liniami grzbietów, które wchodzą z jednej strony, prawej lub lewej, zawijają się i wychodzą z tej samej strony, którą weszły (ponad 65% całkowitej ludności je posiada) (Rysunek 12).

Kiedy specjalista-kryminolog szuka odcisku palców widzi 2 rzeczy: obecność rdzenia i delty. Rdzeń jest centralną częścią pętli lub wiru, a delta jest trójkątnym obszarem umiejscowionym w pobliżu pętli.



Rysunek 12 –Wzory odcisków palców.
A: Łuki; B: Wiry i C: Pętle.
Czerowone koła – Delta; Niebieskie koła– Rdzeń.

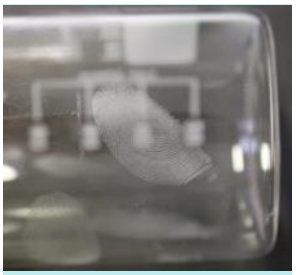
Rodzaje Odcisków Palców

Mogą być 3 rodzaje odcisków palców: jawne, plastyczne i ukryte. Jawne, lub widoczne odciski palców są pozostawione na gładkiej powierzchni kiedy krew, atrament lub inna ciecz wchodzi w kontakt z rękoma i jest następnie przeniesiona na daną powierzchnię. Plastyczne odciski palców są wgłębieniami pozostawionymi na miękkim materiale, takim jak glina, kit czy wosk i są również widoczne. Ukryte odciski palców są spowodowane przeniesieniem tłuszczy/łoju czy innych wydzielin ciała na powierzchnię i mogą wymagać pewnych zabiegów w celu ich uwidocznienia.

Proces wykrycia ukrytych odcisków palców może być złożony i zazwyczaj wymaga użycia proszku lub chemicznego odczynnika w celu wywołania wysokiego stopnia widocznego kontrastu pomiędzy wzorem grzbietów, a powierzchnią, na której odcisk został złożony. Badanie wizualne jest zawsze pierwszym krokiem w ujawnianiu odcisków palców poprzez wykorzystanie jasnego oświetlenia, które nie powoduje żadnych szkód. Po takim badaniu można użyć innych metod, aby uwidocznić odciski palców. Specjalne proszki, opary jodu i azotan srebra uważane są za ‘klasyczne’ metody, ponieważ są w użyciu już od XIX wieku. Jednakże, są tez inne sposoby często używane, takie jak stosowanie oparów ‘Superkleju’ (cyjanoakrylatu).

Jedną z najbardziej powszechnych metod odkrywania i zbierania ukrytych odcisków palców są specjalne proszki wykorzystywane w tym konkretnym celu (czarny ziarnisty, płatki aluminium, czarny magnetyczny itd.), których używa się głównie do opylenia za pomocą pędzelka nieporowatych powierzchni, takich jak szkło czy polerowany metal. Często wykorzystuje się je do ujawnienia ukrytych odcisków na przedmiotach nieruchomych w miejscu zbrodni.

Od momentu jego odkrycia w 1976 roku, puszczanie oparów superkleju, nazywanego inaczej cyjanoakrylatem, który jest głównym składnikiem superkleju, stało się jednym z najczęściej używanych procesów w opracowywaniu ukrytych odcisków palców. Jest on również wykorzystywany przy nieporowatych powierzchniach takich jak szkło, plastik i polerowany metal.



Czy wiedziałeś?

Zastosowanie oparów Superkleju zostało odkryte przypadkiem w 1976 roku kiedy Masao Soba zauważył białe odciski palców na powierzchni pojemnika z klejem. W 1980 roku, Frank Kendall ulepszył proces i zaadaptował go do użycia przy ukrytych odciskach palców.

PROFILOWANIE DNA

Każdy z nas, za wyjątkiem identycznych bliźniaków, ma inne DNA. W ostatnich 20-stu latach, analiza DNA rozwinęła się od względnie niewielkiej specjalności kryminalistycznej do istotnych rozmiarów części pracy w każdym laboratorium kryminalistycznym. Od pojawienia się profilowania DNA w latach 80-tych XX wieku, DNA jest używane do prowadzenia dochodzenia, ustalania ojcostwa i identyfikowania ofiar wojny czy katastrof o dużym zasięgu. Ponieważ każdy człowiek jest unikalny, dowód DNA z miejsca zbrodni czy ze niezidentyfikowanego ciała może posłużyć odnalezieniu źródła przestępstwa czy wyeliminowaniu podejrzanego.

Czy wiedziałeś?

99.9% z naszej sekwencji DNA jest takie samo jak innych ludzi.

Jest kilka typów dowodu biologicznego używanego powszechnie w laboratorium kryminalistycznym do celów analizy DNA, takich jak: krew, ślina, nasienie, skóra, mocz i włosy.

Czy wiedziałeś?

Jeśli rozwiniesz całe DNA, które masz we wszystkich swoich komórkach, mógłbyś dotrzeć do księżyca 6000 razy.

Struktura i Funkcja DNA

Żeby zrozumieć jak analizuje się DNA w kryminalistyce, ważnym jest, aby mieć wiedzę na temat jego struktury i funkcji. DNA (kwas deoksyrybonukleinowy) jest cząsteczką, która składa się z 2 łańcuchów nukleotydowych połączonych razem wiązaniami wodorowymi w kształcie spirali. Cząsteczka nukleotydowa zawiera grupę trisfosforanową, cukier-deoksyrybozę i jedną z czterech zasad azotowych (adenina, guanina, tymina i cytozyna).

DNA jest zasadniczo cząsteczką, która zawiera w sobie wszystkie informacje i instrukcje potrzebne organizmowi. Ważną właściwością DNA jest jego umiejętność replikacji (tzn. może kopiować samego siebie).

Informacja genetyczna jest przechowywana w cząsteczkach DNA tworzących struktury o nazwie chromosomy. Genom ludzki jest złożony z ponad 3 milionów par zasad z informacjami zorganizowanymi w 23 parach (razem 46) chromosomów w jądrze większości ludzkich organizmów. Jeden chromosom w każdej parze jest dziedziczony po matce, a drugi po ojcu. DNA w chromosomach nazywa się DNA jądrowym i jest praktycznie identyczne we wszystkich komórkach ludzkiego ciała. Inny rodzaj DNA znajduje się w mitochondriach komórki. DNA mitochondrialny istnieje w formie okrągłej pętli i, inaczej niż jądrowy DNA, jest przekazywany następnym pokoleniom przez matkę. Dlatego też, jest on taki sam jak DNA mitochondrialny matki. DNA mitochondrialny jest używane w kryminalistyce z kilku powodów, ponieważ występuje w większych ilościach niże jądrowy DNA.

Profilowanie DNA w Kryminalistyce

Profilowanie DNA w kryminalistyce jest techniką stosowaną przez specjalistów w kryminalistyce, aby zidentyfikować poszczególne osoby wykorzystując cechy charakterystyczne ich DNA.

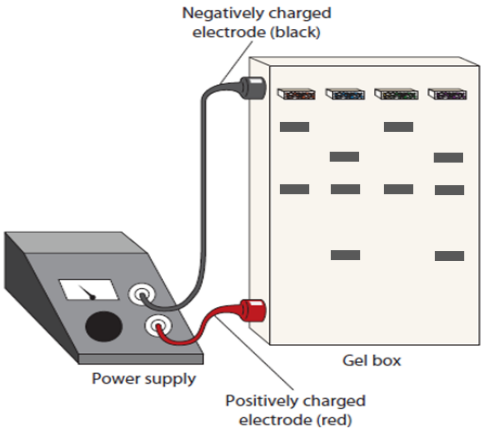
Koniecznych jest kilka kroków zanim próbki DNA mogą być zanalizowane i porównane. Pierwszym krokiem w przygotowaniu próbki do profilowania DNA jest wyłączenie DNA z jądra komórki. Komórki są odizolowane od tkanki i następnie przerywane w celu uwolnienia DNA z jądra i błony komórkowej jak również białek i innych składników komórki. Następnym krokiem jest powielenie DNA przy użyciu reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR), która zwiększa ilość poszczególnych części DNA. Trzecim i ostatnim krokiem jest elektroforeza.

Elektroforeza jest metodą rozdzielania cząsteczek pod wpływem pola elektrycznego w oparciu o rozmiar fragmentów DNA.

Jednym z najbardziej znanych procesów elektroforezy jest elektroforeza żelowa. Jest ona porowatą matrycą, która jest używana w celu rozdzielenia cząsteczek DNA. Ten rodzaj matrycy (najbardziej powszechne to aragoza lub poliakrylamid) zależy od rozmiaru fragmentów DNA, które mają być zwizualizowane. Na skutek różnicy w

rozmiarze porów takich matryc, używany jest zazwyczaj żel agarozowy, żeby odseparować fragmenty o wielkości 0.2 kb – 50 kb (1 kb =1000 par zasadowych), a żel poliakrylamidowy wykorzystywany jest w przypadku małych fragmentów do 1 kb.

Jak już DNA jest naładowany ujemnie (każdy nukleotyd ma ujemnie naładowany fosforan dołączony do siebie), będzie on poruszał się w kierunku elektrody dodatniej pod wpływem pola elektrycznego. Większe cząsteczki poruszają się w żelu wolniej, podczas gdy mniejsze mogą prześlizgnąć się przez pory szybciej. W ten sposób, fragmenty będą ułożone według rozmiaru, z tymi mniejszymi przesuniętymi dalej w kierunku pola dodatniego. Ponieważ DNA migruje, różne fragmenty będą tworzyć pasma, które składają się z wielu identycznych kopii części DNA poszczególnego rozmiaru (Rysunek 13).



Rysunek 13 – Diagram przedstawiający aparat do elektroforezy.

PLAN ĆWICZEŃ

Ćwiczenia II–A: Czy to naprawdę krew?

Środki Bezpieczeństwa:

Załóż rękawice i ubrania ochronne, okulary ochronne i maski laboratoryjne.

Przyjmij, że wszystkie czerwone roztwory są krwią i działaj zgodnie z zasadami bezpieczeństwa.

Po zużyciu materiałów użyj zbiornika do odpadów biologicznych, żeby je wyrzucić.

Podstawowe Informacje:

Obecność lub brak plam krwi często dostarcza ważnych informacji dla osoób badających przypadki przestępstwa. Dlatego, kryminolodzy są często wzywani, aby określić czy poszczególna plama jest krwią czy nie. Używają oni chemicznych prób/analiz, takich jak testy domniemania, aby ujawnić obecność krwi.

Chemia stosowana w takich testach to reakcja redukcji-utleniania (reakcja Redoks) skatalizowana przez cząsteczkę hem (żelazoporfirynę), składnik hemoglobiny. Cząsteczka ta katalizuje różnorodne bezbarwne substraty, aby zaszła reakcja utleniania, której wynikiem jest zmiana koloru lub chemiluminescencja.

Reakcja redukcji-utleniania zawiera w sobie zmiany stanu utleniania. Dokładniej, utlenianie cząsteczki oznacza, że straciła ona elektrony, a jej redukcja oznacza uzyskanie elektronów. W testach domniemania, nadtlenek wodoru jest zazwyczaj stosowany jako utleniacz, a cząsteczka hem służy jako katalizator do reakcji redukcji-utleniania. Katalizatorem jest substancja, która zwiększa prędkość reakcji chemicznej, ale nie jest poddana wpływowi lub zmianie przez daną reakcję.

Co się dzieje?

W teście z Luminolem, mieszanka Luminolu jest rozpylona na podejrzanym obszarze i kiedy Luminol wchodzi w kontakt z plamą krwi następuje wydzielanie się jasnego niebieskiego światła. Ta chemiczna reakcja jest przykładem chemiluminescencji. Z drugiej strony, w teście Kastle-Meyera, kiedy bezbarwny roztwór Kastle-Meyera jest dodany do czerwonej plamy, jego barwa zmieni się na głęboki różowy kolor jeśli obecna jest krew.

Jak to działa?

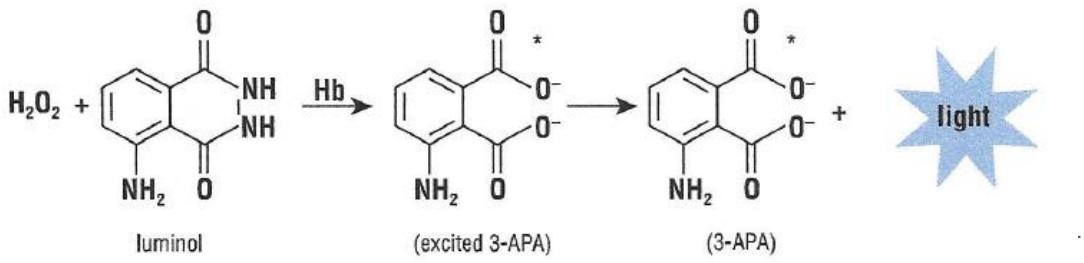
Luminol:

Luminol jest substancją chemiczną, która ma specjalną właściwość wydzielania światła, kiedy jest utleniona przez utleniacz, zazwyczaj nadtlenek wodoru, w alkalicznym (zasadowym) roztworze. Jednakże, reakcja nie zajdzie dopóki nie ma katalizatora; w luminolu, katalizatorem jest żelazo zawarte w cząsteczce hem.

Reakcja luminolu jest przykładem chemiluminescencji.

Luminol + nadtlenek wodoru → (Katalizator w cząsteczce hem) utleniony luminol + ŚWIATŁO

Kiedy luminol reaguje z nadtlenkiem wodoru (H_2O_2), tworzy się dianion (anion z dwoma ładunkami ujemnymi). Tlen wytworzony przez nadtlenek wodoru następnie reaguje z dianionem luminolu. Produkt tej reakcji, organiczny nadtlenek, jest bardzo niestały i natychmiast rozpada się tracąc azot tworząc w ten sposób kwas 3-aminoftalowy (3-APA) w stanie wzbudzonym. Podczas gdy 3-APA się uspokaja, uwalnia widoczne niebieskie światło (Rysunek 14).



Rysunek 14 – Reakcja chemiczna pomiędzy nadtlenkiem wodoru a luminolem przy obecności hemoglobin.

Kastle-Meyer:

Roztwór Kastle-Meyera składa się ze zredukowanej formy fenoloftaleiny i nadtlenku wodoru, które reagują ze sobą i wytwarzają różowy roztwór złożony z wody i jonu fenoloftaleiny.

Hem + nadtlenek wodoru + zredukowana fenoloftaleina (bezbarwny) → hem + woda + fenoloftaleina (różowy)

LUB

$$\text{Hem (katalizator)} + H_2O_2 + C_{20}H_{12}O_4 \longrightarrow \text{hem(katalizator)} + 2H_2O_2 + C_{20}H_{12}O_4^{2-}$$

Fenoloftaleina jest poddana modyfikacji w swojej konwencjonalnej formie poprzez redukcję i wcześniejsze rozpuszczenie w roztworze alkalicznym, co nadaje jej słaby żółty kolor. Następnie, przy obecności nadtlenku wodoru (H_2O_2) w roztworze alkalicznym, hemoglobina we krwi katalizuje utlenianie takiej formy fenoloftaleiny do jej normalnej postaci ($C_{20}H_{12}O_4^{2-}$), co generuje intensywny różowy kolor.

Procedura dla Testu z Luminolem

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Otwórz butelkę wody destylowanej w spreju i dodaj obie kryminalistyczne tabletki Bluestar®.
3. Zakręć mocno aplikator w spreju.
4. Delikatnie wymieszaj sprej w butlce okrężnym ruchem ręki, aż tabletki się całkowicie rozpuszczą.

Uwaga: NIE potrząsaj butelką do góry nogami.

5. W ciemnym pokoju, rozpyl sprej na próbkach z roztworem luminolu (kontrola dodatnia, kontrola ujemna, Dowód 1#, Dowód 2# I Dowód 5#). Próbki powinny być poddane testowi pojedynczo.
6. Potwierdzające niebieskie światło pojawi się natychmiast jak tylko obecna jest krew.
7. Zapisz swoje wyniki w Tabelce Danych/Wyników nr 3.

Tabelka 3 – Tabelka z wynikami testu.

Plamy	Wyniki	Interpretacja wyników
Plama krwi (kontrola dodatnia)		
Ketchup (kontrola ujemna)		
Dowód#1		
Dowód#2		
Dowód#5		

Procedura dla Testu Kastle-Meyera

1. Załóż rękawice i odzież ochronna.
2. Zmocz patyczek higieniczny dwiema kroplami 96-procentowego etanolu i delikatnie pocieraj nim znaną plamę krwi (przygotowaną przez nauczyciela).
3. Upuść 3 krople roztworu Kastle-Meyera na patyczek.
4. Upuść 3 krople nadtlenku wodoru na patyczek.
5. Twierdzący różowy kolor pojawi się w przeciągu sekund jeśli obecna jest krew.
6. Używając czystych patyczków, powtórz kroki 2-4 dla plamy z ketchup i Dowodu#1, Dowodu#2 i Dowodu#5.
7. Zapisz swoje wyniki w Tabelce Danych nr 4.

Tabelka 4 – Tabelka z wynikami testu.

Plamy	Wyniki	Interpretacja wyników
Plama krwi (kontrla pozytywna)		
Ketchup (kontrola negatywna)		
Dowód#1		
Dowód#2		
Dowód#5		

Pytania:

1. Wyjaśnij dlaczego musisz użyć zarówno kontroli pozytywnej jak i negatywnej przed testowaniem nieznanych plam:
   a. Kontrola Pozytywna

      _____

   b. Kontrola negatywna

      _____

2. Wyjaśnij jak możliwe jest uzyskanie pozytywnej reakcji z testem Kastle-Meyera i z testem z Luminolem przy użyciu krwi pochodzącej od świni, jeśli krew zwierzęca jest inna od krwi ludzkiej.

3. Wyjaśnij dlaczego w teście Kastle-Meyera odczynniki nie są aplikowane bezpośrednio na pierwotną plamę krwi.

4. W teście Kastle-Meyera kolor różowy powinien być najpierw widoczny:
   a. podczas stosowania roztworu Kastle-Meyera na patyczek.
   b. podczas stsowania nadtlenku wodoru na patyczek.

   Wyjaśnij swoją odpowiedź:

   _____

   _____

Ćwiczenie II–B: Analiza Grupy Krwi

Środki Bezpieczeństwa:

Załóż rękawice i ubrania ochronne, okulary ochronne i maski laboratoryjne.

Przyjmij, że wszystkie czerwone roztwory są krwią i działaj zgodnie z zasadami bezpieczeństwa.

Po zużyciu materiałów użyj zbiornika do odpadów biologicznych, żeby je wyrzucić.

Informacje podstawowe:

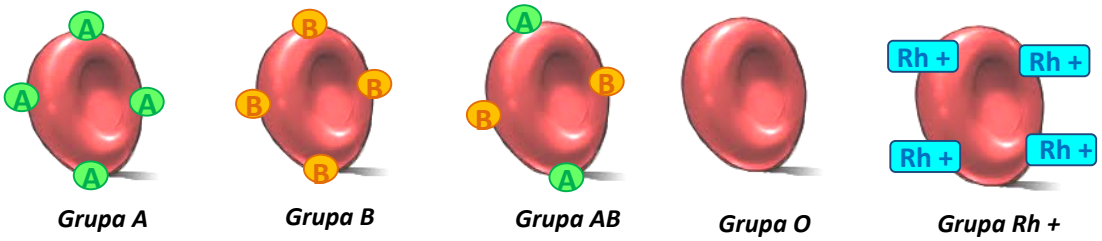
Krew jest zazwyczaj głównym śladem znalezionym na miejscu zbrodni i składa się ona z części płynnej nazywanej osoczem, które zawiera przede wszystkim wodę razem z rozpuszczonymi substancjami odżywczymi, minerałami i tlenem. W osoczu unosi się materiał o stałej postaci składający się głównie z kilku rodzajów komórek: czerwone krwinki, białe krwinki i płytki krwi.

Krew jest uważana za dowód klasowy, ponieważ wiele różnych osób ma tę samą grupę krwi. Poprzez oznaczanie grupy krwi znalezionej na miejscu zbrodni możliwe jest powiązanie podejrzanego z miejscem zbrodni lub jego wykluczenie. Jednakże, dopasowywanie grup krwi nie udowadnia winy, ponieważ wiele osób ma tę samą grupę krwi.

Grupa krwi konkretnej osoby zależy od obecności antygenów lub ich braku (zazwyczaj białko) znalezionych osadzonych w komórce lub w błonach osocza czerwonych krwinek.

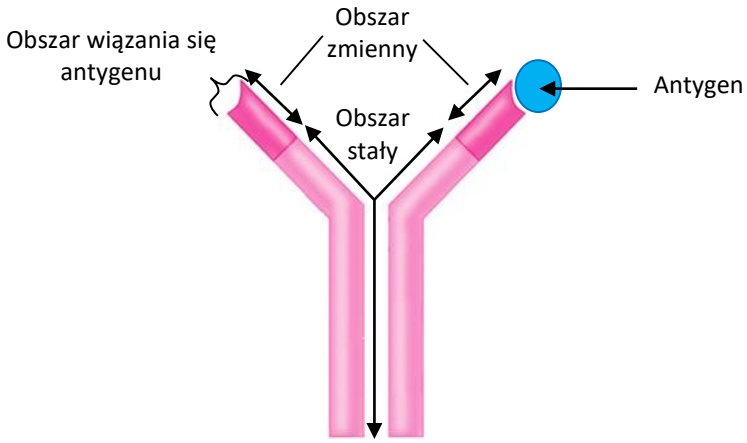
Jak to działa?

Obecność lub brak antygenów A i B na powierzchni czerwonych krwinek określa grupę krwi ABO danej osoby. To prowadzi do identyfikacji 4 głównych grup krwi: A, B, AB (kiedy oba antygeny są obecne) i 0 (kiedy żaden z antygenów nie jest obecny). Trzecim ważnym antygenem krwi jest czynnik Rh. Ludzie z tym czynnikiem są Rh dodatni a ci, którzy go nie mają, są Rh ujemni (Rysunek 15).



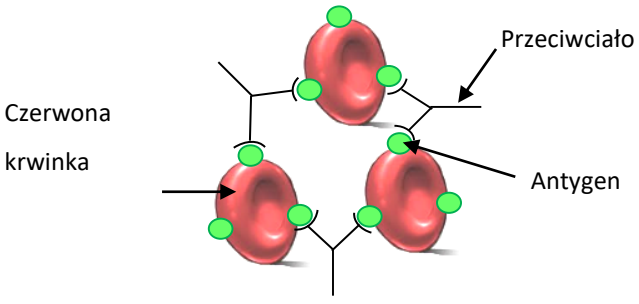
Rysunek 15 – Graficzne przedstwienie antygenów dla różnych grup krwi człowieka wg systemu ABO i czynnika Rh.

Grupy krwi są określone poprzez użycie przeciwciał (takich jak Anty-A, Anty-B i Anty-Rh), które wyraźnie reagują z antygenami A, B i Rh. Przeciwciała, znane również jako immunoglobuliny, są dużymi cząsteczkami białka w kształcie litery Y wytwarzanymi przez komórki osocza i wykorzystywanymi w systemie immunologicznym. Przeciwciała wiążą się z cząsteczkowym kształtem antygenu, wpasowując się do siebie jak dwa uzupełniające się kawałki puzli (Rysunek 16).



Rysunek 16 – Ogólna struktura przeciwciała z antygenem na obszarze tworzenia wiązania.

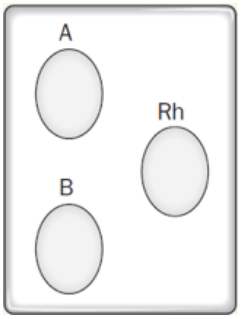
Kiedy przeciwciała i antygeny tego samego rodzaju (np. anty-A i antygen A) łączą się, jedno ramię przeciwciała w kształcie litery Y dołącza sie do komórki czerwonej krwinki, a drugie ramię Y do kolejnej komórki czerwonej krwinki i ma miejsce aglutynacja (sklejanie), inaczej tworzenie grudek, czerownych krwinek (Rysunek 17).



Rysunek 17 – Rekacja aglutynacji pomiędzy przeciwciałami a antygenami na powierzchni krwinek.

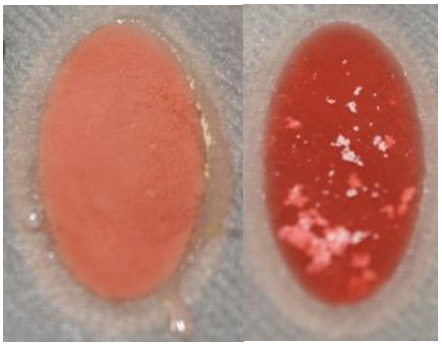
Procedura

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Użyj permanetnych markerów, aby oznaczyć 6 tacek z krwią w następujący sposób:
    a. Tacka1: Dowód#4
    b. Tacka 2: Dowód#5
    c. Tacka 3: Ofiara
    d. Tacka 4: Podejrzany 1
    e. Tacka 5: Podejrzany 2
    f. Tacka 6: Podejrzany 3
3. Również oznacz studzienki (dołki) jak pokazano na rysunku:



4. Aby okreslić grupę krwi znalezioną w Dwodzie#4 umieść 4 krople sztucznej krwi Dowodu#4 w każdej studzience A, B i Rh na tacce 1.
5. Powtórz process dla kazdego z podejrzanych 1, 2, 3, na szkiełku Ofiary oraz dla w Dwodu#5.
6. Dla Dowodu#5 umieść kawałek materiału poplamionego krwią (ok. 1cm x 1cm) w każdej ze studzienek A, B i Rh na tacce 2.
7. Dodaj 4 krople surowicy anty-A (niebieska butelka) do każdej z 6-ciu studzienek oznaczonych A.
8. Dodaj 4 krople surowicy Anty-B (żółta butelka) do każdej z 6-ciu studzienek oznaczonych B.
9. Dodaj 4 krople surowicy Anty-Rh (zielona butelka) do kazdej z 6-ciu studzienek oznaczonych Rh.
10. Weź 3 wykałaczki do każdego szkiełka. Wymieszaj każdą próbkę antysurowicy i krwi osobną czystą wykałaczką przez 30 sekund. Aby uniknąć rozpryskania się sztucznej krwi, nie naciskaj zbyt mocno na tackę.
11. Obserwuj każdą tackę i zapisz swoje wyniki w Tabelce nr 5. W oparciu o aglutynację, określ i zanotuj każdą grupę krwi.

Możliwe wyniki:



Aglutynacja

Brak aglutynacji

Tabelka 5 – Tabelka z wynikami testu.

Plamy	Wyniki	Interpretacja wyników
Dowód#4		
Dowód#5		
Ofiara		
Podejrzany 1		
Podejrzany 2		
Podejrzany 3		

Pytania:

1. W oparciu o twoje wyniki, czy krew z Dowódu#4 pasuje do ktoregoś z trójki podejrzanych lub ofiary?

   Tak ☐ Nie ☐

   Wyjaśnij swoją odpowiedź:

   _____

2. W oparciu o twoje wyniki, czy krew z Dowodu#5 pasuje do któregoś z trójki podejrzanych lub ofiary?

   Tak ☐ Nie ☐

   Wyjaśnij swoją odpowiedź:

   _____

3. Wyjaśnij następujące zdanie: 'Kiedy krew jednego z podejrzanych pasuje do krwi z miejsca zbrodni to nie dowodzi to, że podejrzany jest winny'.

   _____

   _____

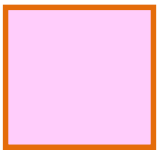
4. Grupy krwi są określane poprzez obecność antygentów znajdujących się na:
   a) Wszystkich krwinkach
   b) Krwinkach białych
   c) Limfocytach Th
   d) Krwinkach czerownych

5. Jeśli oosba ma grupę 0+ to wtedy ma:
   a) Antygeny A i B, ale nie ma antygenu Rh
   b) Antigen 0 ale nie ma antygenu Rh
   c) Nie ma ani antygenów ABO ani antygenu Rh
   d) Antygen Rh ale nie ma antygenów A czy B

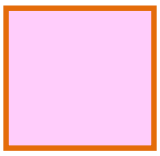
6. Dla następującego pytania, określ grupę krwi, która jest badana. Wskaż czy osoba ma grupę A, B, AB czy 0. Pamiętaj o wskazaniu czy osoba jest Rh+ czy Rh- dla każdego testu pokazanego poniżej.

Grupa: _____

Przeciwciała A



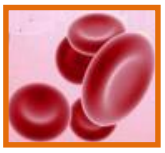
Przeciwciała B



Przeciwciała Rh

Grupa: _____

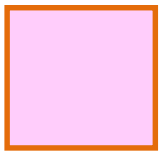
Przeciwciała A



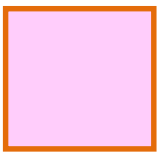
Przeciwciała B

Przeciwciała Rh

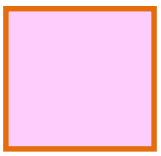
Grupa: _____



Przeciwciała A



Przeciwciała A



Przeciwciała A

7. Wyjaśnij dlaczego jest to konieczne, aby oznaczyć krew ofiary, kiedy próbujemy określić czy jakakolwiek z krwi znalezionej na miejscu zbrodni należy do poszczególnego podejrzanego.

_____

_____

Ćwiczenie II–C: Wzory krwi

Środki Bezpieczeństwa:

Załóż rękawice i ubrania ochronne, okulary ochronne i maski laboratoryjne.

Przyjmij, że wszystkie czerwone roztwory są krwią i działaj zgodnie z zasadami bezpieczeństwa.

Po zużyciu materiałów użyj zbiornika do odpadów biologicznych, żeby je wyrzucić.

Informacje Podstawowe:

Analiza rozprysku krwi jest potężnym narzędziem w kryminalistyce. Wzory rozprysku pozwalają śledczym zrekonstruować to co się wydarzyło na miejscu zbrodni. Wzory rozprysku pomagają 'opowiedzieć historię' przestępstwa i pomagają prowadzącym badanie określić czy relacje świadków naocznych są spójne z dowodami.

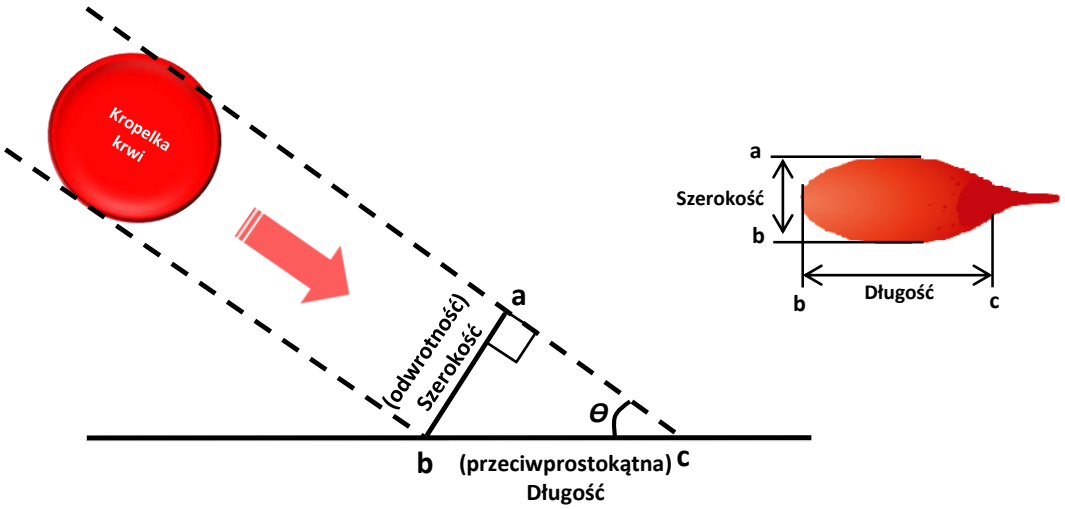
Eksperymenty z krwią pokazały, że kropla krwi wykazuje tendencję do obracania się w kulę (sferę) w locie, co jest wynikiem naprężenia powierzchni, która wiąże razem cząsteczki. Kulisty kształt krwi w locie jest istotny dla wyliczenia kątu siły uderzenia rozprysku krwi, kiedy uderza on powierzchnię. Kąt ten będzie wykorzystany w celu określenia obszaru, z którego krew pochodzi: obszaru źródła.

Jak to działa?

Kąt siły uderzenia

Kąt siły uderzenia może być określony matematycznie w oparciu o owalny (eliptyczny) wygląd plamy kulistego (sferycznego) rozprysku krwi. Za pomocą dokładnego pomiaru długości i szerokości plamy krwi, możliwe jest wyliczenie kątu siły uderzenia przy użyciu odwrotnej funkcji sin (arcsin lub $\sin^{-1}$):

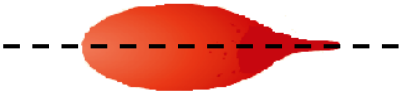
$$\textbf{Kąt siły uderzenia} = \frac{\text{odwrotność}}{\text{przeciwprostokątna}} = \arcsin \frac{\text{szerokość (a-b)}}{\text{długość (b-c)}}$$



Wartość arcsin, którą dostarcza kąt siły uderzenia może być określony z tabeli trygonometrycznych lub poprzez użycie kalkualtora naukowego, który posiada funkcję arcsin (oznaczoną jako $\sin^{-1}$).

Obszar zbieżności

Obszar zbieżności może być określony na podstawie geometrycznego wyglądu plam krwi w obrębie wzoru rozprysku krwi. Kilka pojedynczych, dobrze określonych plam jest wybranych ze wszystkich 'stron' wzoru i poprzez narysowanie prostej linii poprowadzonej przez długą oś plam krwi, podążającą za linią ich ogonków. Skrzyżowanie tych linii jest obszarem zbieżności.

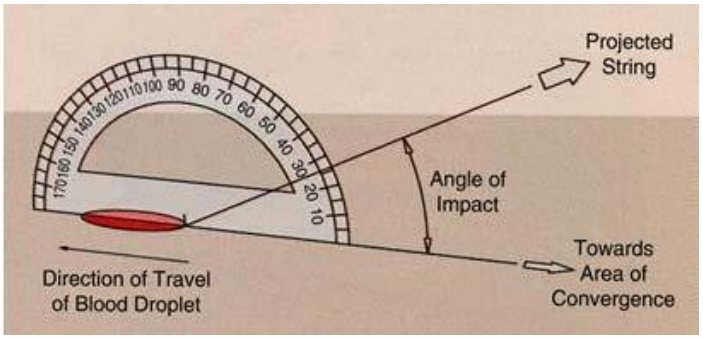


Obszar źródła

Obszar źródła jest trójwymiarowym przedstawieniem w przestrzeni i, za pomocą użycia prostej trygonometrii, może być okreslony w oparciu o pomiary wielorakich wydłużonych plam rozprysku w kombinacji z kątem siły uderzenia. To oznaczenie moze być dokonane poprzez zastosowanie metody sznurka, tangensa i analizy obliczeniowej.

Najbardziej powszechną metodą określenia obszaru źródła na miejscu zbrodni jest metoda sznurka. Polega ona na umieszczeniu sznurka u podstawy każdej plamy krwi i rzutowaniu tych sznurków w kierunku obszaru zbieżności. Jest to wykonywane poprzez

umieszczenie na sznurku kątomierza i następnie unoszeniu go do momentu, aż odpowiada wczesniej określonemu kątowi siły uderzenia (Rysunek 18). Sznurek jest następnie przymocowany do osi umieszczonej pod kątem 90° względem obszaru zbieżności. Jest to powtórzone dla każdej z wybranych plam krwi.



Rysunek 18 – Pozycjonowanie kątomierza przy plamie.

Procedura

Część 1: Wykazywanie powiązania pomiędzy średnicą kropli krwi a odległością spadania

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Rozłóż gazetę na podłodze na obszarze roboczym.
3. Przygotuj karty, które będą użuwane w eksperymencie, wycinając ze zwykłego papieru karty o wielkości 10 x 15 cm.
4. Przygotuj 2 karty dla każdej wysokości użytej w kropli krwi.
5. Oznacz prawy górny róg każdej karty wysokością kropli krwi.
6. Umieść oznaczoną kartę na gazecie.
7. Użyj miarki/linijki, aby zmierzyć odległość nad kartą.
8. Trzymając linijkę pionowo, ustaw butelkę kroplomierza w pozycji 25cm od podłogi i rozdziel jedną kroplę sztucznej krwi na jedną z kart.
9. Powtórz ten proces przygotowując drugą kartę trzymaną przy 25cm.
10. Powtórz kroki 5-8 od upuszczenia krwi z wysokości 50, 100, 150, 200 i 220 cm.
11. Pozwól kartom wyschnąć. Nie ruszaj kart dopóki nie są wysuszone (przynajmniej 20 min). Kiedy poruszasz karty, nie obracaj ich na strony, ponieważ grawitacja może wpłynąć na krew.
12. Używając suwmiarki albo linijki, zmierz średnicę każdej kropli krwi i zapisz te pomiary w tabelce 6. Pobierz pomiary przy najszerszej części głównej kropli. Nie uwzględniaj satelit czy szpikulcy/czubków w obrębie twojego pomiaru.
13. Określ przeciętną średnicę dla rozprysku krwi dla każdej wysokości i zanotuj ją w Tabelce z danymi nr 6.

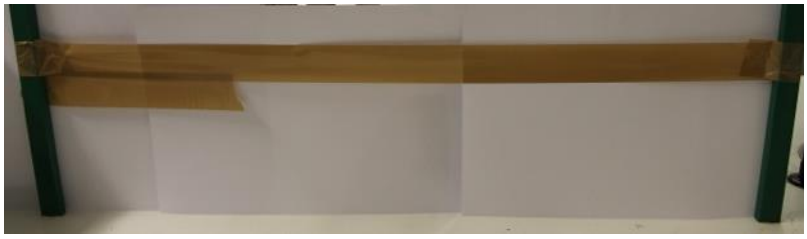
Tabelka 6 – Wpływ wysokości na średnicę kropli krwi.

Wysokość kropli (cm)	Średnica kropli (cm)	Średnica kropli (cm)	Przeciętna średnica (cm)
25			
50			
100			
150			

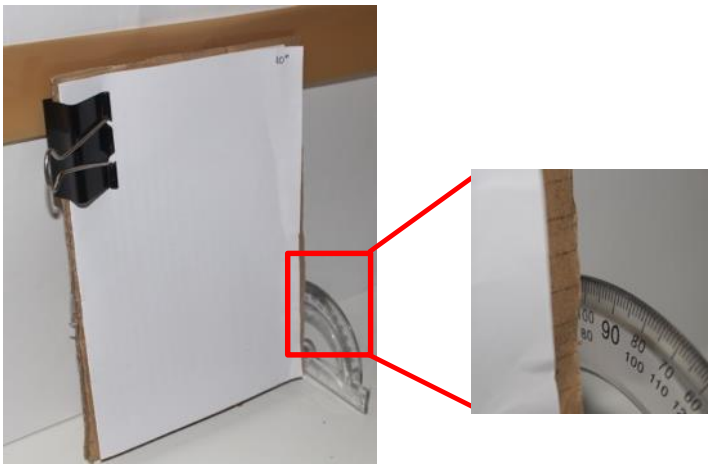
200			
220			

Część 2: Tworzenie rozprysku krwi pod różnymi kątami siły uderzenia

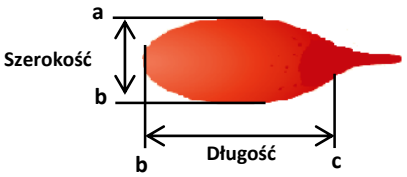
1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Przygotuj karty do użycia w eksperymencie, wycinając ze zwykłego papieru karty o wielkości 15 x 21 cm (papier A4 podzielony na równe części).
3. Przygotuj również 5 podkładek do pisania do użycia jako podparcie dla kart, wycinając podkładkę o rozmiarze 17 x 22 cm z płaskiej części tektury lub papieru o podobnej fakturze.
4. Oznacz kartę, idetyfukując kąt siły uderzenia, którego będziesz używać.
5. Klipsem biurowym przytrzymaj kartę przy podkładce.
6. Używając dwóch osi jako podparcia, umieść taśmę do opakowań rozciągając od jednej strony do drugiej (strona klejąca przodem) i przyklej podkładkę do taśmy, aby utrzymać ją w miejscu.



   a. Ustaw swój kątomierz w punkcie zero na końcu podkładki w kontakcie z podłogą.
   b. Aby wyliczyć pożądany kąt siły uderzenia, ustaw kątomierz czytając 90 stopni minus pożądany kąt (90 - 10 = 80).



7. Rozpocznij z kątem 10°. Wylicz ustawienie kątomierza.
8. Z wysokości 30cm upuść dwie krople sztucznej krwi na kartę.
9. Podczas wysychania pierwszej karty przygotuj drugą podkładkę i kartę i powtórz kroki 5-6 dla następnego kąta.
10. Pozwól kartom wyschnąć całkowicie. Nie poruszaj ani nie podnoś kart przez przynajmniej 20 minut.
11. Zmierz długość i szerokość każdej kropelki w milimetrach jak wskazane poniżej. Nie bierz pod uwagę wydłużonego ogona krwi. Zmierz tylko główny kształt przypominający piłkę.



12. Określ wartość R poprzez podzielenie długości i szerokości twoich kropelek krwi.
13. Używając kalkulatora określ rzeczywisty kąt siły uderzenia w oparciu o twoje ślady rozprysku krwi wykorzystując wzór:

Kąt siły uderzenia = $\sin^{-1}$ $\frac{\text{Szerokość}}{\text{Długość}}$

14. Zapisz wszystkie informacje w Tabelce 7.

Tabelka 7 – Tabelka z wynikami testu.

Oczekiwany kąt siły uderzenia	Długość (mm)			Szerokość (mm)			R=Szer./Dł.	Rzeczywisty kąt siły uderzenia
	Pierwsza kropla	Druga kropla	Średnia długość	Pierwsza kropla	Druga kropla	Średnia szerokość	Średnia Szer./Dł.	
10°								
20°								
30°								
40°								
50°								
60°								

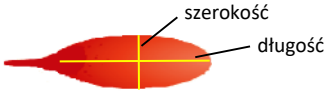
70°								
80°								
90°								

Część 3: Badanie miejsca zbrodni

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Z kilku kropli krwi określ obszar źródła:
   a. Zidentyfikuj 6 głównych kropli krwi za pomocą liczb.
   b. Określ kierunek, w którym każdy rozprysk krwi się porusza poprzez zlokalizowanie ogona rozprysku.

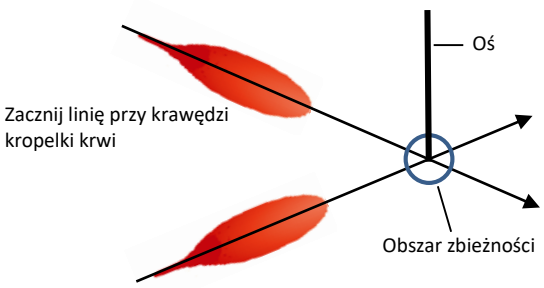
Kierunek ruchu

   c. Określ kąt siły uderzenia dla kropli krwi (Tabelka 8). Aby wyliczyć kąt, musisz użyć Twierdzenia Sinusów. Pamiętaj, kiedy mierzysz długość kropelki krwi, nie uwzględniaj cienkiego rozszerzenia poprowadzonej krawędzi.

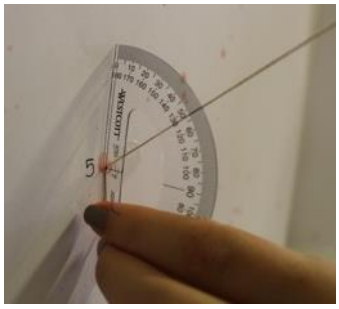


$$\text{Kąt siły uderzenia} = \sin^{-1}\frac{\text{Szerokość}}{\text{Długość}}$$

   d. Używając sznurków narysuj linię przez środek długiej osi każdej kropli krwi w kierunku przeciwnym do tego, w który się poruszała.
   e. Zacznij linię przy wiodącej krawędzi kropli krwi (obok ogona) i przyklej taśmą sznurek na początku.
   f. Tam gdzie wszystkie linie się krzyżują (obszar zbieżności) umieść oś pod kątem 90° względem plamy krwi.



g. Umieść kątomierz na sznurku przyklejonym wcześniej taśmą przy wiodącej krawędzi kropli krwi.



h. Unieś sznurek aż do momentu kiedy będzie odpowiadał wcześniej określonemu kątowi siły uderzenia.

i. Umocuj sznurek przy osi umieszczonej w obszarze zbieżności.

Tabelka 8 – Tabelka z wynikami testu.

Krople Krwi	Długość (mm)	Szerokość (mm)	Kąt siły uderzenia
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Pytania:

1. Wyjaśnij związek pomiędzy wysokością, z której krew została upuszczona, a rozmiarem kropelek rozprysku krwi.

   _____

   _____

2. Podczas gdy wysokość, z której krew spada, zwiększa się, rozmiar rozprysku krwi rośnie.

   Prawda ☐ Fałsz ☐

   _____

   _____

3. Podaj przykład tego jak wiedza dot. rzeczywistego kąta siły uderzenia pomaga śledczym rozwiązać sprawę przestępstwa.

   _____

   _____

4. Czy jest to możliwe, aby określić obszar źródła bez oznaczania obszaru zbieżności i kąta siły uderzenia?

   Tak ☐ Nie ☐

   Wyjaśnij swoją odpowiedź:

   _____

   _____

Ćwiczenie II-D: Zbadaj swoje odciski palców

Środki Bezpieczeństwa:

Brak.

Informacje Podstawowe:

Wiele wzorów i cech charakterystycznych jest wykorzystywanych do indywidualnego rozróżnienia i zidentyfikownia ludzi. Odciski palców – ślady obecne na koniuszkach ludzkich palców – mogą być użyte w celach identyfikacji.

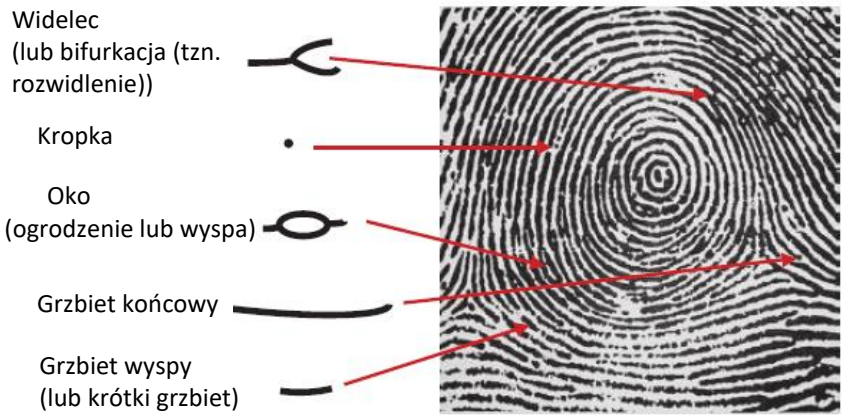
Odciski palców są statyczne i nie zmieniają sie z wiekiem, więc człowiek będzie miał te same odciski od okresu niemowlęctwa do dorosłości. Wzór grzbietu tarcia pojedynczej osoby tworzy się pomiędzy 10-tym a 24-tym tygodniem rozwoju płodu. Ułożenie grzbietów jest określone przez linie papilarne, wartwę komórek, która rozdziela zewnętrzną powłokę skóry (naskórek) od umieszczonej poniżej skóry właściwej. Kiedy ciało rośnie, wzór zmienia rozmiar, ale nie kształt. Ponieważ każda osoba ma unikalny zestaw odcisków palców, nawet identyczne bliźniaki, mogą one być użyte do indywidualnej identyfikacji.

Główne grzbiety w każdym palcu tworzą wzór. Występują 3 podstawowe rodzaje wzorów: łuk (ang. arch), wir (ang. whirl) i pętla (ang. loop). Wzory te są pogrupowane w oparciu o obecność lub brak delt (Rysunek 19).

Rysunek 19 – Wzory odcisków palców.

Unikalność odcisku palców nie jest określona przez ogólny kształt lub wzór, ale poprzez dokładne badanie cech charakterystycznych jego grzbietu (Rysunek 20). Tożsamość, liczba, i względne położenie cech charakterystycznych nadaje odciskowi palców wyjątkowości. Jeśli 2 odciski palców mają do siebie pasować, muszą wykazać

cechy, które nie tylko są identyczne, ale również mają względne położenie wobec siebie w odcisku.



Rysunek 20 – Niektóre szczegóły wzoru używane w analizie odcisków palców.

Co się dzieje?

Atrament jest najbardziej powszechną metodą rejestracji skóry grzbietów tarcia. Odciski palców poplamione atramentem są zarejestrowane na kartach zbiorczych. Każdy odcisk palców jest odcisnięty w atramencie i następnie odciśnięty w odpowiednim polu na karcie zbiorczej. Palec jest odcisnięty dokładnie na całej swojej powierzchni (‘od paznokcia do paznokcia’), aby uchwycić całkowity grzbiet tarcia. To oznacza, że palec musi być odciśnięty od jednej jego strony (przy paznokciu) przez całą długość do drugiej strony paznokcia. Odcisk palca odcisnięty w ten sposób powinien mieć mniej więcej kształt prostokątny.

Procedura

Część 1: Użycie ołówka do stworzenia grafitowej podkładki

1. Na czystej kartce papieru zetrzyj ołowek grafitowy ruchem przód-tył stwarzając w ten sposób płat grafitu rozmiaru 5-7 cm.
2. Potrzyj swoim palcem wskazującym po polu grafitu delikatnie rolując od jednej strony do drugiej, tak aby opuszka palca pokryła się w graficie od pierwszego stawu w palcu do opuszka i od jednej krawędzi paznokcia do drugiej.
3. Taśmą znajdującą się w Zestawie, delikatnie naciskaj stroną klejącą taśmy na palec od krawędzi paznokcia w poprzek palca do drugiej strony paznokcia.
4. Delikatnie usuń taśmę.
5. Naciskaj taśmę, stroną klejącą do dołu, na karcie zbiorczej z Zestawu.
6. Zbadaj swój odcisk palca przy użyciu szkła powiększającego.
7. Porównaj swój odcisk z próbkami przedstawionymi na zdjęciach.
8. Zidentyfikuj rodzaj wzoru swojego odcisku (pętla, łuk, wir) i innymi wzorami szczegółów (widelec, kropka, oko, krawędź końcowa czy krawędź wyspowa).

Część 2: Użycie prawdziwej poduszeczki do tuszu

1. Potrzyj swój prawy palec wskazujący o poduszeczkę, odciskając od jednej strony do drugiej naciskając tak, aby koniuszek palca był pokryty atramentem od pierwszego stawu w palcu do jego opuszka i od jednej krawędzi paznokcia do drugiej.
2. W karcie identyfikacji, dostępnej w Zestawie, delikatnie odciskaj swój palec w polu oznaczonym jako prawy palec wskazujący z jednej krawędzi paznokcia do drugiej.
3. Powtórz kroki 1 i 2 dla pozostałych palców, dla obu rąk.
4. Zbadaj swoje odciski przy użyciu szkła powiększającego.
5. Porównaj swoje odciski z próbkami na zdjęciach.
6. Zidentyfikuj rodzaj wzoru swojego palca (pętla, łuk czy wir) i wzory szczegołów (widelec, kropka, oko, krawędź końcowa czy krawędź wyspowa).

Arches Whorls Loops

Część 3: Zbiór danych z klasy

1. Policz ilość uczniów wykazujących każdy z trzech rodzajów wzorów odcisków palców (dla kciuka) i umieść te liczby w Tabelce 9.
2. Uzupełnij resztę Tabelki z Danymi nr 9 wymaganymi informacjami.

Tabelka 9 – Zbiór danych z klasy.

	Pętla	**Wir**	**Łuk**
Ilość uczniów wykazujących cechę			
Całkowita wielkość klasy (Będzie to taka sama liczba całkowita dla każdej z kolumn)			
Procent klasy wykazujący cechę (Podziel liczbę uczniów przez całkowitą ilość w klasie, następnie pomnóż przez 100%)			
Eksperci mówią, że ten procent powinien wynosić	**65%**	**30%**	**5%**

Pytania:

1. Czy odsetek uczniów zgadza się z wartością podaną przez ekspertów?
   Tak ☐ Nie ☐
   Wyjaśnij swoją odpowiedź używając danych dla jej poparcia:

   _____

   _____

2. Wyjaśnij dlaczego odciski palców są skutecznym środkiem identyfikacji.

   _____

   _____

3. Odciski palców tworzą się:
   a. Tuż po urodzeniu
   b. W wieku ok. 2 lat
   c. Pomiędzy 10 I 24 tygodniem ciąży
   d. W 30-tym tygodniu ciąży

4. Czy bliźnięta identyczne mają takie same odciski palców?
   Tak ☐ Nie ☐

5. 3 główne rodzaje odcisków palców są sklasyfikowane jako:
   a. Pętle, wiry i delty
   b. Wiry, rozwidlenia i łuki
   c. Petle, wiry i łuki
   d. Łuki, rdzenie i delty

6. Wyjaśnij dlaczego odciski palców pomazane atramentem są odciskane ‘od paznokcia do paznokcia’.

   _____

   _____

7. Sklasyfikuj każdy z następujących odcisków jako pętla, wir czy łuk.

Rodzaj: ***Wir***

Rodzaj: ***Łuk***

Rodzaj: ***Pętla***

Ćwiczenie II–E: Opylanie przy użyciu pędzelka i zdejmowanie ukrytych odcisków palców

Środki Bezpieczeństwa:

Pokry obszar roboczy papierem malarskim lub gazetą.

Obchodź się ostrożnie ze specjalnym proszkiem, ponieważ może być on bardzo kłopotliwy.

Informacje Podstawowe:

Odciski palców są jednymi z najważniejszych wskazówek znalezionych na miejscu zbrodni. Ślady pozostawione przez odciski palców mogą być trzech rodzajów: Widoczne (odciski placów pozostawione przez substrat taki jak krew czy farba), Plastyczne (odciski pozostawione na materiale dającym się formować) i Ukryte (odciski utworzone przez pot i tłuszcze skóry).

Ukryte odciski palców są rodzajem śladu najczęściej poszukiwanym przez kryminologów i muszą być zwizualizowane przy użyciu odpowiednich technik ich opracowywania (w zależności od rodzaju powierzchni) przezd porównaniem i możliwą identyfikacją.

Najstarszą metodą opracowywania odcisku palców jest opylanie go za pomocą pędzelka. Jest to metoda wzmacniania ukrytych odcisków za pomocą zastosowania specjalnego proszku wobec pozostałości odciska i w ten sposób sprawiając, że są widoczne. Ziarenka proszku przywierają do linii potu i tłuszczu pozostawionych przez grzbiet odcisku. Opylanie przy użyciu pędzelka miejsca zbrodni czy przedmiotu dowodowego specjalnym proszkiem jest bardziej metodą fizycznego przetwarzania niż reakcją chemiczną.

Proszki wykorzystywane przy identyfikacji odcisku placów są używane przede wszystkim do opylania nieporowatych powierzchni, takich jak szkło czy metal polerowany, najczęściej do ujawnienia ukrytych odcisków na przedmiotach

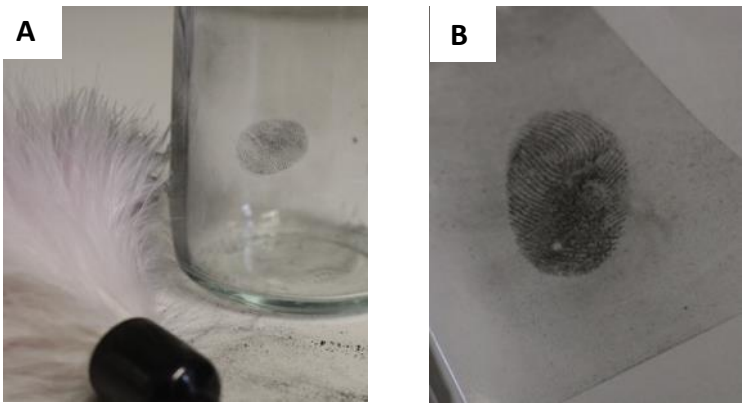
nieruchomych będących na miejscu zbrodni. Mimo że czarny proszek jest najczęściej używanym materiałem, proszki innych kolorów mogą być użyte w celu wzmocnienia kontrastu odcisku wobec tła innych odcieni.

Co się dzieje?

Proces opracowywania ukrytych odcisków palców powinien zostać rozpoczęty nieszkodliwym wizualnym badaniem przedmiotu przy użyciu ukośnego oświetlenia (strumień białego światła pod skośnym kątem względem powierzchni). Takie światło pozwala na obserwację szczegółów na powierzchni, gdzie światło i cienie są tworzone przez wiązkę światła.

Po wizualnym badaniu odcisków palców, zostaną one ujawnione dzięki opylaniu. Proces ten polega na użyciu miękkiego pędzelka w celu delikatnego pokrycia powierzchni, na której jest odcisk, specjalnym proszkiem (zrobionym z drobno zmielonego węgla, węgla do rysowania, tytanu lub aluminium) i może on dostarczyć świetne rezultaty, jeśli jest umiejętnie wykonany. Jeśli nie, opylanie może z łatwością uszkodzić lub zniszczyć ukryte odciski obecne na miesjcu zbrodni, więc pędzelek jest poruszany po powierzchni przedmiotu nie dotykając go. To pozwala na to, aby proszek przyległ do powierzchni pozostałości odcisku, ale bez dostawania się w pęknięcia w powierzchni (Rysunek 21 – A).

Uwidoczniony odcisk placa może być zdjęty za pomocą przyczepnego materiału, takiego jak taśma do pobierania odcisków i umieszczony na karcie papieru lub arkuszu folii w celu jego utrwalenia (Rysunek 21 – B).



Rysunek 21 –Odcisk palca ujawniony za pomocą pędzla (A) i zebrany za pomocą specjalnej taśmy (B).

Procedura

1. Przykryj stół do pracy papierem malarskim lub gazetą.
2. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
3. Nałóż czarny proszek do opylania na Dowód#4 i specjalnym pędzelkiem umieszczonym pomiędzy dłońmi, delikatnie obracaj tak, aby piórka obracając się usunęły nadmiar proszku w pobliżu powierzchni opylanego przedmiotu. Ukryty odcisk palca powinien zacząć się pojawiać. Kontynuuj opylanie, dotykając powierzchni dopóki nie odsłonisz możliwie jak największej ilości odcisku.
4. Taśmę dostępną w Zestawie, umieść nad odciskiem i dociśnij.
5. Oderwij taśmę i umieść ją na karcie zbiorczej, dostępnej w Zestawie. Ten process nazywa się zdejmowaniem odcisku.
6. Zbadaj odcisk placa przy użyciu szkła powiększającego.
7. Zidentyfikuj rodzaj wzoru odcisku palca (pętla, łuk czy wir).

Pytania:

1. Wskaż który rodzaj powierzchni jest lepszy do procesu opylania.

   _____

   _____

2. Kolor proszku używanego w celu opylenia ocisków palców będzie się różnił w zależności od koloru powierzchni.

   Prawda ☐ Fałsz ☐

3. Wyjaśnij czym jest ukośne światło.

   _____

   _____

4. Plastyczne odciski palców muszą być opylone lub opracowane, aby zidentyfikować wzory grzbietów.

   Prawda ☐ Fałsz ☐

5. Odciski palców złożone za pomocą substratu takiego jak krew lub farba nazywane są:

   a. plastycznymi odciskami
   b. jawnymi odciskami
   c. ukrytymi odciskami
   d. wgnieconymi odciskami

Ćwiczenie II–F: Ujawnianie Ukrytych Odcisków Palców przy użyciu Oparów Jodu

Środki Bezpieczeństwa:

Nałóż rękawice ochronne i maski laboratoryjne.

Kryształy jodu są toksyczne, korozyjne oraz plamią skórę i odzież. Opary z jodu są toksyczne i podrażniające.

Podstawowe Informacje:

Na miejscu zbrodni, śledzczy szukają jakichkolwiek wskazówek, które mogą pomóc im zidentyfikować przestępcę. Jednym z najważniejszych rodzajów wskazówek są odciski palców.Niektóre odciski są widoczne natychmiast, a inne nie. Te niewidoczne sa opisywane jako ukryte.

Ukryty odcisk palców to ten pozostawiony na powierzchni w wyniku działania tłuszczy i potu z porów na palcu. Głównym składnikiem ukrytego odcisku jest zwykły pot. Pot to w większości woda i wyschnie po dosyć krótkim okresie czasu. Inne składniki ukrytych odcisków są przede wszystkim trwałe i mogą pozostać na powierzchni przez o wiele dłuższy czas. Te komponenty zawierają związki organiczne takie jak aminokwasy, glukoza, kwas mlekowy, peptydy, amoniak, ryboflawina, izoaglutynogen, jak również nieorganiczne substancje chemiczne jak potas, sód, trójtlenek węgla czy chlor.

Odciski te muszą zostać zwizualizowane przy użyciu odpowiednich technik przed porównaniem i możliwą identyfikacją. Jest wiele metod chemicznych, które sparwiaja iż ukryte odciski stają się widoczne, i jedną z nich jest stosowanie oparów jodu. Metoda te oparte jest na reakcji chemicznej pomiędzy oparami a cząsteczkami, które tworzą odciski palców.

Metoda jodu jest nieszkodliwą techniką, która stosuje opary jodu dla uwodocznienia ukrytych odcisków palców na porowatych i nieporowatych powierzchniach, takich jak papier, karty katalogowe, magazyny czy tektura.

Co się dzieje?

W metodzie z jodem, przedmiot, na którym są ukryte odciski, jest zawieszony w zamkniętej komorze, w której ogrzane kryształy jodu zmieniają się bezpośrdnio w parę (proces sublimacji), wypełniając powietrze w komorze. Rezultatem są brązowawe odciski palców.

Jak to działa?

Jod w temperaturze pokojowej występuje w formie stałej. Podczas podgrzewania dochodzi do procesu sublimacji (zmienia się bezpośrednio ze stanu stałego w gazowy). Kiedy opary jodu są uwolnione na pozostałości odcisku palca, zwłaszcza na lipidy i tłuszcze znajdujące się w resztkach, zachodzi reakcja i tworzy się brązowawy obraz odcisku palca (Rysunek 22). Obraz ten jest tylko tymczasowy, ponieważ jod będzie cały czas przechodził reakcję sublimacji i będzie parował w powietrze jako gaz, ponownie pozostawiając odcisk palca niewidocznym czy ukrytym .

Rysunek 22 – Ukryty odcisk placa ujawniony za pomocą oparów jodu.

Procedura

Odzyskiwanie ukrytych odcisków palca za pomocą oparów jodu

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Przenieś pęsetą Dowód#7 i cztery malutkie kryształy jodu do przezroczystej torby.
3. Rozszerz torbę tak, aby zawierała troche przestrzeni z powietrzem i wtedy zamknij ją taśmą przylepną.

4. Kryształki zaczynają natychmiast sublimować, wypełniając torbę parą jodu. W zależności od rozmiaru torby i próbki, ilości użytego jodu, i tego jak paruje, ukryte odciski palca powinny stawać się widoczne w przeciągu kilku sekund do kilku minut jako słabe pomarańczowe smugi na próbce.
5. Zbadaj odcisk palca używając szkła powiększającego.

Pytania:

1. Wyjaśnij czym jest ukryty odcisk palca:

   _____

   _____

2. Wyjaśnij dla jakich rodzajów powierzchni odpowiednie jest stosowanie oparów jodu:

   _____

   _____

3. Opisz wygląd odcisku palca, kiedy reaguje on z oparami jodu:

   _____

   _____

Ćwiczenie II–G: Profilowanie DNA – Elektroforeza

Środki Bezpieczeństwa:

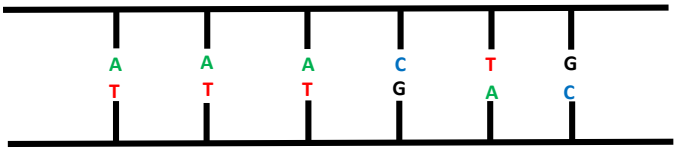
Żadna z substancji chemicznych użyta w tym zadaniu nie stanowi określonego niebezpieczeństwa/ryzyka, ale nadal zaleca się jako dobrą parktykę, aby nałożyć rękawice i odzież ochronną w trakcie pracy z jakąkolwiek substancją chemiczną.

Stos baterii użyty w żelowej elektroforezie wykazuje potencjalne niebezpieczne napięcie i stanowi ryzyko pożaru, jeśli pozwolisz dodatnim i ujemnym kabelkom na kontakt ze sobą.

Informacje Podstawowe:

Kwas deoksyrybonukleinowy (DNA) jest dużą cząsteczką polimeryczną obecną w jądrze praktycznie każdej komórki w ciele, za wyjątkiem czerwonych krwinek i komórek nerwowych.

Każdy DNA składa sie z 2 łańcuchów nukleotydów (nazywanych również zasadami), które zawijają się wokół siebie nawzajem, aby utworzyć podwójną spiralę. Każdy łańcuch jest złożony z jednego nukleotydu, który dołącza się do drugiego łańcucha pośrodku tworząc parę zasadową. Te pary zasad są złożone z następujących zestawów: Adenina (A)-Tymina (T) or Guanina (G)-Cytozyna (C) (Rysunek 23).



Rysunek 23 – Ciąg/sekwencja pary zasadowej.

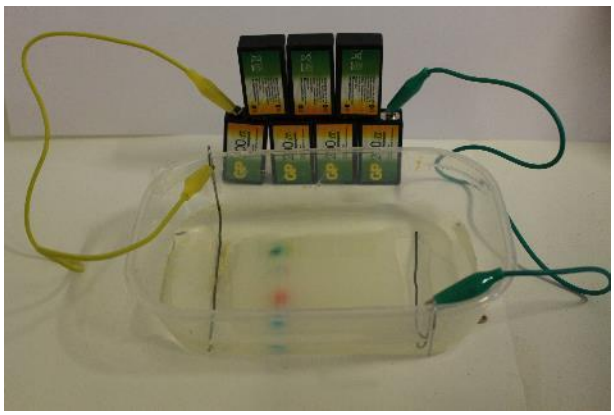
Każda nić DNA składa się z łańcuchów nukleotydowych, z których jedna połowa została ‘ofiarowana’ przez matkę, a drugaprzez ojca. Z powodu sposobu, w jaki komórki się dzielą, DNA jest unikalny dla każdej pojedynczej osoby, bardzo podobnie do odcisków palców. Prawdopodobieństwo, że dwoje ludzi odziedziczy tę samą kombinację nukleotydów jest bardzo nikłe. Dlatego ”genetyczne odciski” DNA mogą być użyte w celu zidentyfikowania jednostek.

Profilowanie DNA może być wykonane na DNA wydobytym z relatywnie małych próbek komórek, takich jak krople krwi, ślina, mieszki włosa, skóra czy nasienie. Jest to metoda rozróżniania pomiędzy pojedynczymi osobami za pomocą analizowania wzorów w ich DNA. Wykonane we właściwie kontrolowanych warunkach i dokładnie zinterpretowane, profilowanie DNA może powiązać lub wykluczyć podejrzanego z poszczególnego wydarzenia.

Aby stowrzyć "genetyczny odcisk" DNA naukowcy najpierw tną cząsteczkę na krótsze odcinki używając reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) i następnie te odcinki DNA są rozdzielone według rozmiaru na żelu agarozowym w procesie żelowej elektroforezy. Elektroforeza żelowa jest koncepcyjnie podobna do chromatografii, ale ma nieznacznie inny cel. Zazwyczaj jest ona używana w celu odseparowania od mieszaniny różnych związków chemicznych. W żelowej elektroforezie DNA celem jest rozdzielenie fragmentów DNA o różnych rozmiarach.

Co się dzieje?

Aby zwizualizować różne fragmenty DNA, przeprowadzana jest elektroforeza żelowa i ich próbki są wkładane w żel aragozowy i umieszczane w roztworze soli. Na żelu, zastosowany jest prąd elektryczny, powodując migrację DNA przez żel (Rysunek 24). Elektroforeza żelowa rozdziela fragmenty DNA według rozmiaru, ponieważ krótsze fragmenty poruszają się szybciej niż te większe przez pokrzyżowaną strukturę żelu.

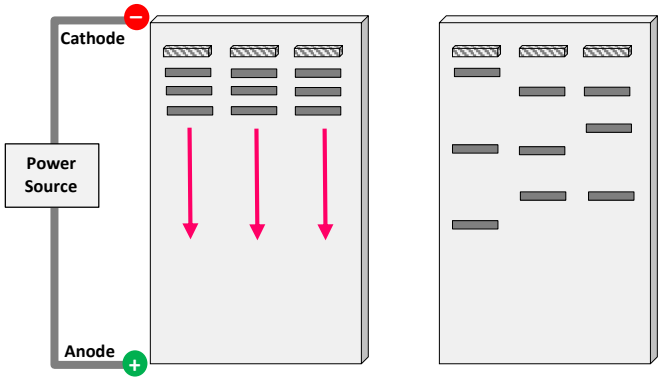


Rysunek 24 – Aparat do żelowej elektroforezy.

Jak to działa?

W elektroforezie żelowej, próbki DNA (wygenerowane za pomoca reakcji PCR) mające być poddane analizie są włożone w studzienki uformowane w żelu (uformowanym z materiału podobnego do żelu, takiego jak agaroza). Żel jest następnie zanurzony w roztwór buforowy, który utrzymuje pH i jest nośnikiem prądu elektrycznego, i jest poddany działaniu prądu. Ponieważ fragmenty DNA mają negatywny ładunek w swoich grupach fosforanowych, są przyciągane do dodatnich elektrod (anod), które poruszają się w żelu. Dodatnia elektroda jest umiejscowiona na samym końcu żelu daleko od studzienek, które zawierają roztwór DNA.

Żel selektywnie opóźnia migrację fragmentów DNA w kierunku elektrody dodatniej. Małe fragmenty DNA przechodzą przez żel stosunkowo nie napotykając przeszkód i tak docierają do niej szybko. Większe fragmenty poruszają się proporcjonalnie wolniej, ponieważ żel dostarcza ich ruchowi większego oporu. Pozycje różnych fragmentów zapewniają graficzną mapę rozmieszczenia według rozmiaru w danej próbce (Rysunek 25).



Rysunek 25 – Fragmenty DNA rozdzielone według rozmiaru.

Procedura

Część 1: Przygotowanie żelu

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Przygotuj bufor wodorowęglanowy sodu ważąc w szkiełku zegarowym 3 g wodorowęglanu sodu i mierząc w menzurce 300 mL wody destylowanej.
3. Przygotuj tackę na żel używając pojemnika na masło (dostępne w Zestawie). Przy użyciu nożyczek natnij 4 rogi do momentu aż dosięgniesz dno pudełka.
4. Używając nożyczek i ok 1cm z górnego rogu pudełka zrób 2 nacięcia o głębokości ok. 2cm na przeciwnych stronach tak aby były wystarczająco duże, aby grzebień mógł wejść w żel. Grzebień nie może dotknąć dna pudełka.

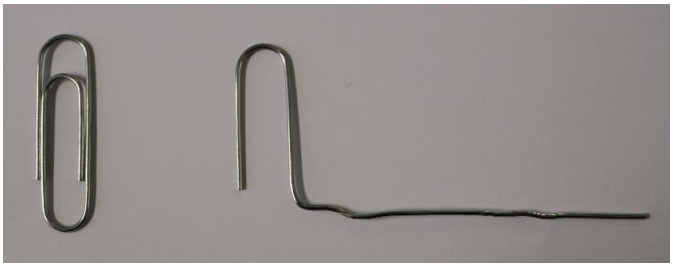
5. Przy użyciu pokrywki z pudełka masła, wytnij prostokąt o szer. 6cm i dł. 8cm do wykorzystania przy wygładzeniu powierzchni żelu.
6. Używając taśmy przylepnej zamknij 4 nacięcia rogów, zapewniając w ten sposób, że żel się nie wydostanie.
7. Przenieś 60 mL, wcześniej przygotowanego, buforu wodorowęglanowego sodu do menzurki.
8. Odważ 7.8 g mąki kukurydzianej w szklanej zlewce i zmieszaj z 30 mL buforu wodorowęglanowego sodu, dodaj kolejne 30 mL po tym jak mąka kukurydziana się rozpuści.
9. Włóż mieszaninę do mikrofalówki na 30 sekund i następnie wymieszaj szpatułką. Włóż z powrotem do mikrofalówki i zatrzymuj, żeby mieszać za każdym razem jak mieszanina rośnie. Powtórz proces przez 60 sekund, dopóki mieszanina nie jest wystarczająco gęsta i nie spada ze szpatułki.

Ostrzeżenie: podczas tego kroku użyj rękawic kuchennych, żeby przytrzymać szklaną zlewkę jak już stanie się ona zbyt gorąca.

10. Włóż podgrzaną mieszaninę do pudełka po maśle i wygładź powierzchnię szpatułką. Uzyskuje się lepsze wyniki, kiedy wygładza sie powierzchnię palcami, ale ten krok poiwninen być wykonany przez nauczyciela.
11. Umieść grzebień na nacięciach i upewnij się, że mieszanina jest pomiędzy zębami grzebienia.
12. Na wierzchu żelu, ostrożnie postaw prostokąt wycięty wcześniej z pokrywki pudełka po maśle.
13. Umieść żel w zamrażarce na 20 minut w temperaturze -20º C.
14. Po 20 minutach sprawdź dno pudełka, żeby zobaczyć czy jest nadal ciepłe. Jeśli jest, trzymaj w zamarażarce 5 minut dłużej.
15. Po wyjęciu żelu z zamrażarki, delikatnie usuń grzebień i plastikowy prostokąt.
16. Skalpelem odetnij taśmę z 4 nacięć rogów i upewnij się, że żel nie jest połączony ze stronami pudełka.
17. Ostrożnie usuń plastikowy prostokąt i natnij 3cm od dna żelu.
18. Pipetą, namocz dno żelu buforem wodorowęglanowego sodu, żeby ułatwić ruch żelu, a plastikowym prostokątem nasączonym buforem, usuń żel i umieść go na plastikowym pudełku (zapewnionym w Zestawie).

Część 2: Nanieś i wpraw w ruch próbki DNA

1. Zegnij spinacze, tak aby przypominały ten na obrazku.



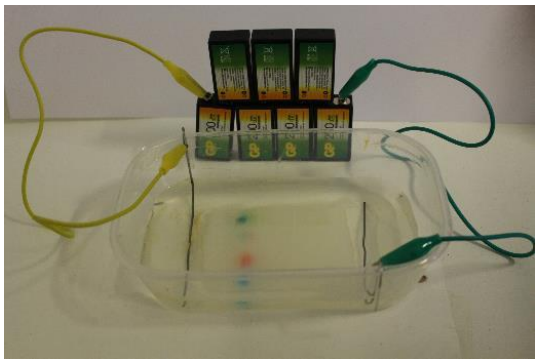
2. Połóż metalowe spinacze na końcach plastikowego pudełka i przyklej je do stron używając taśmy przylepnej. Spinacze muszą być oddalone 1.5 cm od żelu.

Ostrzeżenie: Spinacze nie mogą dotykać dna plastikowego pudełka.

3. Pęsetą zanurz kwadraty papieru w próbkach DNA (dostępne w Zestawie), usuń nadmiar DNA papierem i umieść je w środku studzienek żelowych.

   Ostrzeżenie: Wyczyść pęsetę pomiędzy próbkami alkoholem, aby zapobiec zanieczyszczeniu.

4. Ostrożnie wypełnij pudełko buforem wodorowęglanowego sodu aż do momentu, kiedy powierzchnia żelu jest całkowicie zaurzona w buforze, z poziomem buforu kilka milimetrów nad powierzchnią żelu. Nie wlewaj buforu bezpośrednio na powierzchnię żelu, w przeciwnym razie możesz podnieść probki DNA ze studzienek.
5. Połącz 5 lub 7 baterii 9V w szeregach.
6. Podłącz zasilanie do aparatu do elektroforezy, upewniając się, że przewód dodatniego źródła zasilania podłączony jest do dodatniego przyłącza w aparacie, a kabel ujemnego źródła zasilania do ujemnego przyłącza.



7. W przeciągu kilku minut powinieneś być w stanie zobaczyć barwniki migrujące ze studzienek (ujemna strona przyłącza) w kierunku dalekiego końca żelu (strona dodatniego przyłącza). Kontynuuj obserwację postępu prze około 45 minut, aż do momentu, kiedy rozpoznanie pasków będzie możliwe.
8. Zapisz wyniki w tabelce 10.

Tabelka 10 – Tabelka z wynikami testu.

Próbki	Wyniki	Interpretacja wyników
Dowód#4		
Ofiara		
Podejrzany 1		
Podejrzany 3		

Pytania:

1. W oparciu o twoje wyniki, czy któraś z badanych próbek ma takie samo profilowanie DNA jak Dowód#4?

   Tak ☐ Nie ☐

   Wyjaśnij swoją odpowiedź.

   _____

   _____

2. Elektroforeza żelowa:
   a. Nie może rozdzielać fragmentów DNA
   b. Jest podobna do chromatografii gazowej
   c. Ma bardzo cienką rubrykę dla fazy stacjonarnej
   d. Wykorzystuje prąd elektryczny jako fazę ruchomą
3. Wyjaśnij cel elektroforezy żelowej.

   _____

   _____

4. Wyjaśniej funkcję grzebienia podczas elektroforezy żelowej.

   _____

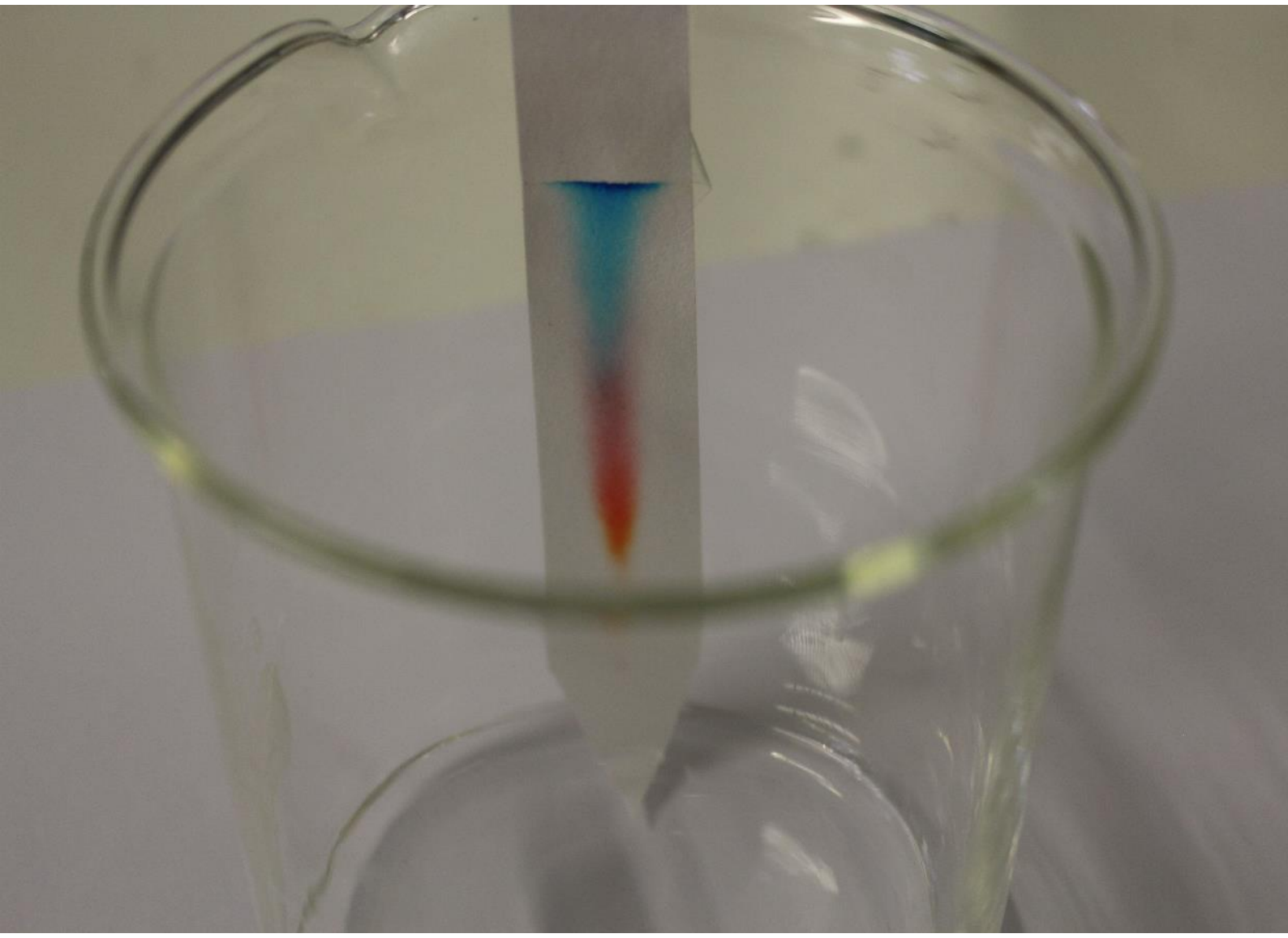
   _____

5. Wyjaśnij funkcję zasilania podczas elektroforezy żelowej.

   _____

   _____

III. Nauka Chemiczna

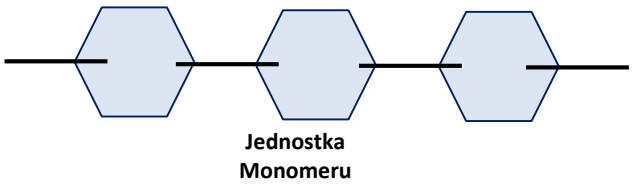


POLIMERY NA MIEJSCU ZBRODNI

Niezależnie czy naturalne czy syntetyczne, polimery odgrywają ważną rolę w naszym codziennym życiu i są bardzo powszechne w naszym otoczeniu. Polimery reprezentują ważną kategorię dowodu śladowego (małe ale dające się zmierzyć ilości fizycznego lub biologicznego materiału znalezionego na miejscu zbrodni). Główne rodzaje dowodu w postaci polimerów to włókna materiałowe i farby. Występują również rzadziej napotykane polimery takie jak plastiki, gumy i produkty farbopodobne takie jak lakier, szelak, plamy i nawet pewne rodzaje atramentu.

Polimery

Polimer jest dużą cząsteczką (makromolekułą) złożoną z powtarzających się jednostek strukturalnych zazwyczaj połączonych wiązaniami chemicznymi (Rysunek 26). Jednostki, nazywane również monomerami, są małymi cząsteczkami, które są w stanie łączyć się razem w powtarzający się sposób, aby utworzyć bardziej złożone cząsteczki, Reakcja chemiczna, która wiąże monomery w celu zbudowania polimeru nnazywa się polimeryzacją.



Rysunek 26 – Ogólna chemiczna struktuta polimeru.

Nazewnictwo dot. polimeru generalnie opiera się na poozstałościach monomeru wchodzącego w skład polimeru. Polimery, które zawierają tylko pojedynczy rodzaj jednotski powtarzającej się są znane jako homopolimery, podczas gdy polimery zawierające dwa (lub więcej) monomery to kopolimery lub heteropolimery.

Zgodnie z ich pochodzeniem, polimery mogą być sklasyfikowane jako naturalne lub syntetyczne. Polimery naturalne to te, które pojawiają się w przyrodzie i mogą być wydobyte, jak jedwab, białko, bawełna, len i wełna. Syntetyczne natomiast są wytwarzane przez człowieka poprzez szereg reakcji chemicznych np. polipropylen, akryl, guma do żucia, guma i nylon.

Włókna materiałowe

Z powodu ich różnorodnego fizycznego i chemicznego charakteru, włókna materiałowe odgrywają istotną rolę w kryminalistyce. Są używane w produkcji odzieży, siedzeń samochodowych i dywanów, wyposażeniu domu i przy produkcji wielu innych przedmiotów.

Pojedyncze włókna tekstylne są często znajdowane i mogą być bardzo przydatne przy tworzeniu powiązania pomiędzy przestępstwem a podejrzanym. Włókna dostarczają wielu cech jakościowych i ilościowych do celów porównawczych. Są one często wytwarzane do poszczególnych produktów finalnych, a te z kolei prowadzą do różnorodnych dyskretnych cech zaprojektowanych wewnątz włókien. Rzadko znajduje się losowo 2 włókna, które wykazują te same mikroskopijne cechy charakterystyczne i optyczne właściwości.

Na miejscu zbrodni, włókna mogą być przeniesione bezpośrednio z ofiary na podejrzanego lub odwrotnie, co nazywane jest bezpośrednim przeniesieniem. Jeśli ofiara ma włókna, które podniosła i następnie przeniosła na podejrzanego, wtedy mowa jest o drugorzędnym przeniesieniu. Może ono się również pojawić, kiedy włókna są przeniesione ze żródła pierwotnego na podejrzanego a następnie na ofiarę.

Klasyfikacja włókien

Włókna mogą być pogrupowane na podstawie swojego pochodzenia i składu. Zgodnie ze swoim pochodzeniem, rozróżniamy włókna naturalne i syntetyczne (sztuczne).

Włókna naturalne

Włókna naturalne to te, które pojawiają się w przyrodzie i pochodzą od zwierząt, roślin i minerałów, które są wydobywane z ziemii. Zazwyczaj mają krótkie włókna. Wyjątkiem jest jedwab, włókno naturalne, którego ciągnące się nitki mają do 2 km długości.

Włókna zwierzęce składają się z poszczególnych białek i obejmują owczą wełnę, włosy różnych zwierząt (kozy, kozy kaszmirskiej i królika, alpaki, wikunii, lamy,

wielbłada itd.) i jedwab. Są używane w odzieży, dywanach, tkaninach dekoracyjnych takich jak zasłony czy pościel.

Włókna roślinne to wyspecjalizowane komórki roślinne. Są pogrupowane według części rośliny, od której pochodzą: może to być nasiono (bawełna, kapok), łodyga (len zwyczajny, konopie, juta) czy włókna liściowe (sizal). Włókna roślinne różnią się znacznie w swoich właściwościach fizycznych: niektóre są bardzo grube i sztywne, natomiast inne są bardzo gładkie, delikatne i elastyczne. Jednakże, wszystkie włókna roślinne mają cechę wspólną – zawierają tę samą celulozę polimerową. Celuloza ta jest polimerem, który składa się z prostych jednostek glukozy i nie jest białkiem. Włókna roślinne są zazwyczaj krótkie, 2-5 cm długości i stają się kruche wraz z upływem czasu.

Czy wiedziałeś?

Kokony jedwabiu mają długość 2.5cm i są zrobione z jednego włókna, które może mierzyć 1-2 km długości! Jednakże, trzeba wziąć 3000 takich kokonów, aby zrobić 1m^2 materiału.

Włókna mineralne nie są ani proteinami ani celulozą. Mogą nawet nie być długimi, powtarzającymi sie polimerami. Jedynym włóknem mineralnym występującym naturalnie jest azbest, minerały hydratu krzemianu magnesu, które są obecne w różnych rodzajach skał o strukturze krystalicznej składające się z długich, cienkich włókien. Są wykorzystywane w pokryciach dla rur, okładzinach ściernych szczęk hamulcowych, płytach używanych przy sufitach podwieszanych, płytkach podłogowych, odzieży roboczej odpornej na ogień, sajdingu i materiałach izolacyjnych stosowanych w budownictwie.

Włókna sztuczne

Włókna sztuczne lub pół-syntetyczne są uzyskiwane poprzez wykorzystywanie przez człowieka naturanie występujących polimerów jako materiału bazowego. Te naturalne składniki do produkcji sztucznych włokien mogą mieć pochodznie zwierzęce lub roślinne. Najważniejsze włókna sztuczne pochodzą z celulozy. Przykładem włókna sztucznego jest Rayon, znany róznież jako wiskoza. Rayon to włókno, które może imitować włókna naturane oraz jest gładki i jedwabisty w dotyku/wyglądzie.

Włókna syntetyczne

Włókna syntetyczne są tworzone przez człowieka zazwyczaj ze źródeł chemicznych. Są to ciągłe włókna niciowe, co oznacza że włókna są długie i nie muszą być zawinięte w formie włóczki. Są to np. sztuczny jedwab, włókno oktanowe, nylon, akryl i poliestry. Najbardziej powszechnym włóknem syntetycznym znajdowanym na miejscu zbrodni są poliestry, akryle i poliamidy, ponieważ są one szeroko używane w produkcji ubrań i materiałów.

Włókna syntetyczne pochodzą od produktów ropnych (ropa naftowa) i są włóknami nieopartymi na celulozie. Są to włókna całkowicie wytworzone przez człowieka, które nie spełniają żadnego innego celu jak tylko ten, aby być wplecionym w materiały, sznury i tym podobne.

Identyfikacja włókien

Identyfikacja włókien materiałowych jest ważnym i wymagającym, ambitnym zadaniem. Jest wiele testów fizycznych i chemicznych służących identyfikacji włókien tekstylnych. Mogą one być zidentyfikowane za pomocą jednego lub większej ilości testów w połączeniu, takich jak mikroskopowy wygląd zewnętrzny, test spalania, analiza mikroskopowa, test rozpuszczalności, test barwienia czy analiza właściwości fizycznych.

Najprostszym i najbardziej oczywistym sposobem zidentyfikowania włókna jest obejrzenie go. Ponieważ wygląd zewnętrzny włókien różni się od siebie, zapewnia to wstępną identyfikację włókna. Jednak jest to metoda subiektywna, ponieważ wynika z osobistej oceny i jest często niewystarczająca dla całkowitego rozróżnienia.

Analiza mikroskopowa

Mikroskop jest podstawowym narzędziem do analizy włókien i jest niezastąpiony dla procesu identyfikacji kilku rodzajów włókien roślinnych i zwierzęcych, jak również do odróżnienia tych włókien od tych syntetycznych i pół syntetycznych. Ogólne cechy charakterystyczne włókna, takie jak kolor, długość, średnica czy kształt przekrojowy mogą być zaobserwowane za pomocą mikroskopu.

Analiza mikroskopowa jest szczególnie przydatna w pracy kryminalistycznej, ponieważ jest nieszkodliwa. Testowanie mikroskopowe jest bardzo skuteczne w analizie naturalnych włókien. Można napotkać trudności podczas testowania włókien syntetycznych, ponieważ wiele z nich ma podobny wygląd.

Test Spalania

Po analizie mikroskopowej, test spalania jest pierwszym krokiem w identyfikacji włókna (Rysunek 27). Opiera się na fakcie, że skład chemiczny włókna w dużym stopniu określi jego zachowanie podczas działania płomienia. Zachowanie włókna przy obecności płomienia jest zmienne, włączając spalanie, kurczenie się, tworzenie twardej końcówki, rodzaj wydzielanego zapachu i charakter pozostającego popiołu. Ta metoda jest bardzo szybka i może być wykonywana prawie wszędzie. Jednakże test jest subiektywny, szkodliwy, pochłania znaczną ilość materiału i może wytwarzać szkodliwe opary (np. przy włóknach akrylowych). Jeśli odzyskana jest tylko ograniczona ilość włókien z miejsca zbrodni to wtedy te testy moga okazać się niemożliwymi do przeprowadzenia.

Rysunek 27 – Test spalania.

Rozpuszczalność lub Test Chemiczny

Pospolite rodzaje włókien są identyfikowane poprzez ich rozpuszczalność w różnorodnych odczynnikach i porównywaniu danych do znanej rozpuszczalności kilku włókien. Reaktywność włókien tekstylnych na różne rozpuszczalniki jest inna w zależności od składu chemicznego tych włókien. Niektóre włókna są rozpuszczane całkowicie przez niektóre rozpuszczalniki, natomiast niektóre rozpuszczalniki mogą powodować uszkodzenia strukturalne włókien lub tylko rozpuszczać je częściowo.

Test Barwienia

Skład chemiczny i reaktywność różnych rodzajów włókien powoduje, że mają one poszczególne tendencje wobec określonych barwników czy typów barw. To

doprowadziło do opracowania mieszanin barwników, które są specjalnie przygotowane jako barwy identyfikacji włókien i które generują określone kolory dla poszczególnych rodzajów włókien.

Głównym ograniczeniem testów barwienia jest fakt, że mogą być one używane na niebarwionym materiale, a uszkodzenie chemiczne może również wpływać na charakter barwienia. Nie mniej jednak, testy barwienia mogą być bardzo przydatne, zwłaszcza jeśli połączone są z delikatnym mikroskopowym badaniem.

Dowody w Postaci Dokumentów

Dokumenty coraz częściej są przeglądane elektronicznie w komputerach i krążą w cyberprzestrzeni. Istnieją one też nadal w w świecie rzeczywistym i są dobrze znaną formą dowodów.

Czy wiedziałeś?

Badanie kwestionowanego dokumentu jest zawodem przynajmniej od 1870 roku.

Analiza dokumentów, w szerokim znaczeniu w dziedzinie kryminalistyki, jest badaniem i porównaniem kwestionowanych dokumentów ze znanym materiałem. Kwestionowany dokument jest oryginalnym, ważnym dokumentem, który został w jakiś sposób zmeniony i może być to podpis, charakter pisma, pismo maszynowe czy jakiś inny pisemny znak. Przykładem takich dokmentów są sfałszowane czeki, certyfikaty, paszporty, licencje, pieniądze, listy, umowy, sporne testamenty, notatki samobójcze, zmienione przepisy i nawet zmienione losy loteryjne.

Materiały polimeryczne, które mogą być zanalizowane na dokumentach to atrament i papier.

Atrament

Atrament jest jednym z najbardziej powszechnych materiałów uzywanych w tworzeniu dokumentu. Jest wiele różnych rodzajów przyrządów do pisania, które mogą być użyte w przygotowaniu ręcznie napisanych dokumentów i każdy z nich jest kojarzony z określonym rodzajem atramentu. Te najbardzie popularne to atrament w

piórze czy zwykłych długopisach, mimo że inne rodzaje np. atrament w długopisie żelowym, zyskują coraz większą popularność.

Analiza atramentu użytego w kwestionowanych dokumentach może dostarczyć różnorodnego rodzaju przydatnej informacji dla badaczy dokumentacji. Te analizy mogą określić czy 2 atramenty pochodzą z tego samego źródła, czy były zrobione przez tego samego producenta lub kiedy dany atrament został wyprodukowany.

Skład Atramentu

Atrament jest kompleksowym środkiem do przekazywania koloru i może zawierać substancje barwiące, rozpuszczalniki i żywice. Wszystkie atramenty, w ich podstawowej formie, są głównie złożone z barwnika(ów), zawieszonych w substancji (rozpuszczalnikach i żywicach). Są też inne organiczne i nieorganiczne składniki, które mogą występować w atramentach takie jak np. przeciwutleniacze, środki konserwujące, substancje zwilżające, lubrykanty i pierwiastki śladowe (mikroelementy), ale zazwyczaj stanowią one małe ułamki całkowitego preparatu.

Substancje barwiące są istotną częścią wszystkich atramentów, ponieważ bez nich nie byłyby one możliwe do zaobserwowania pod widocznym światłem. W zależności od substancji i jej interakcji z barwnikiem, mogą byc użyte dwa rodzaje substancji barwiących: barwniki i/lub pigmenty. Główna odróżniająca cecha pomiędzy nimi jest taka, że pigmenty składają sie z drobnych cząsteczek nierozpuszczalnego materiału, który jest zawieszony w substancji. Są one ogólnie uważane za bardziej stabilne i trwałe niż barwniki, ponieważ są one mniej podatne na foto-rozkład (nie płowieją wystawione na działanie światła) i są nierozpuszczalne w wodzie. Ich kolor może być uzyskany ze związku kompleksowego (kompleksu) posiadającego centralny atom metalu (kompleksu) i jest generalnie mniej jaskrawy niż barwniki. Dodatkowo, pigmenty są bardziej mętne niż barwniki, więc substancja barwiąca jest bardziej wydajna w maskowaniu jakiegokolwiek materiału będącego poniżej.

Część ciekła atramentu, która zawiesza i dostarcza substratowi substancji barwiącej jest nazywana substancją-nośnikiem. Są one konieczne, aby przenieść kolor z naboju na papier. Jak już kolor znajdzie się na papierze, rozpuszczalnik przechodzi szereg zmian w określonym przedziale czasowym, poowdując że substancja barwiąca wysycha

na papierze. Żywice, naturalne lub syntetyczne, są polimerami, które są włączone w atramenty w celu zapewnienia im pożądanej kleistości oraz są środkiem wiążącym atrament i papier w trakcie wysychania atramentu. Zazwyczaj, substancja żywicowa rozpuszcza się w substancji-nośniku, aby stworzyć roztwór, w którym mogą być dodane substancje barwiące.

Papier

Obecnie, większość dokumentów jest tworzona na papierze tradycyjnym i w konsekwencji tego analiza papieru jest istotną częścią pracy podejmowanej przez osoby badające ten materiał. „Biuro bez papieru", mimo że mówi się o nim wiele, gdzie większość lub wszystkie informacje są przechowywane i przekazywane elektronicznie stało się rzeczywistością tylko w nielicznych specjalistycznych dzieidzinach. Użycie papieru nadal stanowi preferowaną opcję dla wielu rodzajów dokumentacji.

Papier jest zazwyczaj zrobiony z substancji roślinnej, której głównym składnikiem są włókna celulozowe, a drewno jest podstawowym źródłem tych włókien. Podczas produkcji papieru, odczynniki gruntujące są zazwyczaj dodawane, aby uczynić składnik celulozowy bardziej hydrofobicznym (wykazującym małą lub żadną tendencję do wchodzenia w reakcję z wodą) w celu uniknięcia farbowania atramentu. Szereg minerałów, żywica i substancje barwiące mogą być obecne w papierze i jako, że skład ppaieru jest zróżnicowany pomiędzy producentami, chemia papiernicza może być wykorzystana w celu powiązania próbki papieru ze źródłem.

Metody analizy dokumentu

Specjaliści badający papier w kryminalistyce stosują szereg metod, aby określić ważność kwestionowanego dokumentu. Pierwszym krokiem jest zawsze zbadanie dokumentu gołym okiem. Zaskakująco duży odsetek fałszerstw jest tak prymitywnie wykonanych, że fałszerstwo jest oczywiste nawet podczas szybkiej analizy. Jesli cokolwiek zostało wykryte w dokumencie, istnieją inne dostępne metody, takie jak alternatywne źródła światła, analiza chemiczna i mikroskopowa.

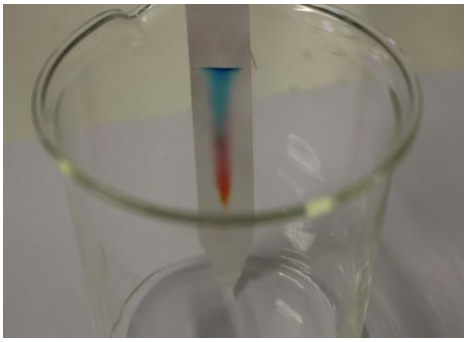
Alternatywne żródła światła

Papier i atrament, które są nie do rozpoznania w białym świetle mogą mieć inny wygląd będąc poddane działaniu światła ultrafioletowego (UV) czy podczerwonego (IR). Niektóre wymazane rzeczy lub inne modyfikacje, które wyglądałoby normalnie w białym świetle mogą się odznaczać w oświetleniu UV lub IR. Światło podczerwone wykrywa różne atramenty i barwniki. Częstotliwość tego światła poowduje, że zdrapane lub wymazane słowa można z łatwością odczytać. Światło ultrafioletowe uwidacznia oleje i substancje chemiczne.

Badanie przy użyciu alternatywnego źródła światła (ALS) jest zazwyczaj pierwszym krokiem w analizie dokumentu. Często, nie ma potrzeby wykonywania innych kroków, aby ujawnić zmany.

Analiza chemiczna

Analiza chemicznego składu dokumentów dostarcza informacji o pochodzeniu i czy zostały wykonane modyfikacje. Badacze dokumentu stosują liczne testy chemiczne, aby porównać atrament i papier.



Rysunek 28 – Przykład cienko-warstwowej chromatografii.

Analiza chemicznego składu atramentu obecnego na dokumentach może zweryfikować czy wiadome i kwestionowane dokumenty były napisane tym samym długopisem. Jedną z najszerzej używanych i ogólnie akceptowanych metodologii stosowanych w porównaniu i scharakteryzowaniu atramentu jest Chromatografia Cienko-Warstwowa (TLC). Jest ona skuteczną i wydajną metodą do rozdzielenia i zidentyfikowania substancji barwiących (Rysunek 28). Bardziej komercyjne atramenty, zwłaszcza te stosowane w długopisach, są tak naprawdę mieszaninami kilku organicznych barwników. Wzór rozdzielenia składowych barwników jest wyraźnie inny dla atramentów z różnymi składami barwników i w ten sposób zapewnia wiele punktów porównania pomiędzy wiadomym a kwestionowanym atramentem.

Analiza mikroskopowa

W analizie mikroskopowej, główną częścią składową jest analiza charakteru pisma. Badanie wizualne pisma na dokumencie, przy użyciu mikroskopu o niskim zasilaniu, może dostarczyć ogólnej informacji o rodzaju atramentu i tym samym o rodzaju narzędzia użytego podczas pisania. Atramenty długopisowe bazują albo na wodzie albo na oleju. Atramenty bazujące na wodzie są używane np. w wiecznych piórach i pisakach cienkopiszących. Atramenty bazujące na olejach są wykorzystywane w długopisach z wkładem, które są najczęściej napotykane podczas badania spraw. Interakcja pomiędzy atramentami bazującymi na wodzie a powierzchnią kawałka papieru rózni się od interakcji w przypadku atramentu bazującego na olejach. Dzieje się tak, ponieważ powierzchnia papieru jest włóknista i chłonna i atrament bazujący na wodzie będzie miał tendencję do przebiegania wzdłuż włókien na powierzchni papieru, co się nie zdarza przy atramentach oleistych. Te z kolei często wydają się osiadać na powierzchni papieru i mają połysk, natomiast atramenty bazujące na wodzie wyglądają bardziej matowo (nie błyszczą się).

TOKSYKOLOGIA KRYMINALISTYCZNA

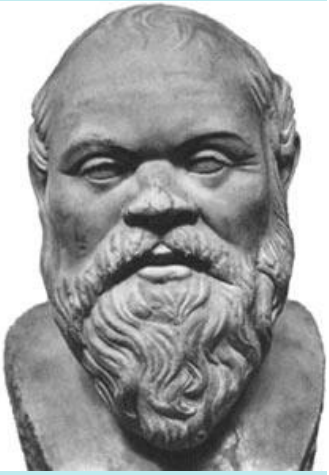
Rysunek 29 – Paracelsus.

Ponad 400 lat temu, szwajcarski alchemik i lekarz Paracelsus powiedział:”Wszystkie substancje są truciznami, nie ma żadnej, która nią nie jest. Odpowiednia dawka odróżnia truciznę od lekarstwa.” Był on pierwszą osobą, która potwierdziła, że substancje uważane za toksyczne są nieszkodliwe w małych dawkach. Podobnie, również stwierdził, że generalnie nieszkodliwa substancja kiedy jest brana w dużych ilościach może być śmiertelna. Tym stwierdzeniem uformował teorię toksykologii.

Toksykologia jest nauką, która bada trucizny i identyfikuje narokotyki i inne substancje, które osoba używa dla celów medycznych, rekreacyjnych lub przestępczych. Również analizuje szkodliwe efekty trucizn i narkotyków w ciele.

Toksykologia kryminalistyczna jest nowoczesną nauką, która może być uważana za naukę wielodyscyplinarną, obejmującą szeroki zakres wiedzy i opartą na głównych zasadach nowoczesnej toksykologii ukierunkowaną na pomoc w sprawach dochodzeń sądowych i użycia narkotyków. Nauka kryminalistyczna skupia się przede wszystkim na rozpoznaniu, identyfikacji i ujęciu ilościowym skutków u człowieka wywołanych toksycznymi związkami chemicznymi. W wielu przypadkach, wszystkie te procedury są realizowane po otwarciu śledztwa, co ostatecznie ma zweryfikować przed sądem prawdę dotyczącą określonego faktu.

Początkowo, Toksykologia Kryminalistyczna była stosowana tylko w badaniach zwłok, gdzie przeprowadzano bezpośrednią analizę. W wyniku takiej analizy, toksykolodzy kryminalistyczni byli wtedy w stanie okreslić toksyczne pochodzenie danego przestępstwa. Razem z patologami i lekarzami medycyny sądowej, toksykolodzy są kluczowymi członkiami zespołu, który pomaga śledzczym określić przyczynę i czas śmierci z dokładnością, trafnością i solidnością.



Czy wiedziałeś?

Zatrucie Sokratesa (470-399 p.n.e) poprzez wypicie cykuty jest jednym z najbardziej znanych przypadków egzekucji przy użyciu trucizny.

Są 4 obszary w obrębie Toksykologii Kryminalistycznej: Pośmiertna toksykologia kryminalistyczna (toksykologia dot. badania śmierci), toksykologia dot. ludzkiego działania, dot. testowania na obecność narkotyków w miejscu pracy i ta dot. kontroli dopingowej.

Toksykologia pośmiertna wykorzystuje różną wiedzę i zasoby, aby zdefiniować z pełną pewnością przyczynę i czas śmierci. Toksykologia dot. działania ludzkiego jest związana ze skutkami i konsekwencjami alkoholu i narkotyków w czynnościach i zachowaniu człowieka. Testowanie na obecność narkotyków w miejscu parcy dotyczy bezpieczeństwa w tychże miejscach, ponieważ użycie narkotyków może wywołać konsekwencje ekonomiczne. W obecnych czasach powszechne jest, że kandydat na dane stanowisko wykonuje test na obecność narkotyków. Jest również często spotykane, że firma, bez ostrzeżenia, wykonuje takie testy w trakcie dnia pracy, aby zobaczyć czy ktoś zażywa narkotyki. Toksykologia Kryminalistyczna jest rónież szeroko stosowana w kontroli antydopingowej, zwłaszcza poprzez przeprowadzanie testów toksykologicznych, które czynią możliwym określenie użycia i konsumpcji niedozwolonych substancji.

Wykrycie substancji w ludzkim ciele jest możliwe przy użyciu różnorodnych płynów ustrojowych: m.in. krwi, moczu, śliny, włosów, potu. Mogą być one zanalizowane za

pomocą różnych metod analitycznych, takich jak chromatografia-spektrometria mas (LC-MS) i chromatografia gazowa-spektrometria mas (GC-MS).

Doping krwi

Doping krwi przedstawia zjawisko, które charkteryzuje się użyciem pewnych technik i/lub substancji w celu zwiększenia ilości czerwonych krwinek w krwiobiegu. W rezultacie, ciało będzie w stanie przetransportować więcej tlenu do mięśni i w ten sposób wzrośnie poziom energii i osiągnięć.

Są 3 szeroko znane nielegalne substancje lub metody używane w dopingu krwi:

- **Erytropoetyna (EPO)**: jest hormonem peptydowym produkowanym naturalnie przez ludzki organizm. EPO może być tworzone i oczyszczane za pomocą metod rekombinantowych (laboratoryjnych, dających rezultaty niespotykane w naturalnym środowisku).
- **Syntetyczne nośniki tlenu:** są oczyszczonymi białkami lub substancjami chemicznymi posiadającymi zdolność transporotwania tlenu, np. nośnik tlenu oparty na hemoglobinie (HBOCs) czy perfluorowęglowodory (PFCs).
- **Transfuzje krwi:** moga być tradycyjnie sklasyfikowane jako autologiczne, gdzie sportowiec otrzymuje swoją własną krew, która była przechowywana (schłodzona lub zamrożona) dopóki nie była potrzebna, lub homologiczna (pokrewna), gdzie krew jest pobrana od innego człowieka mającego tę samą grupę krwi.

Czy wiedziałeś?

Najbardziej znanym przypadkiem dopingu krwi jest ten dotyczący kolarza Lance'a Armstronga, który w 2013 roku przyznał się do stosowania erytropoetyny i innych narkotyków zwiększających jego osiągnięcia.

Użycie tych substancji czy metod jest odpowiedzialne za kilka szkód w organiźmie (takich jak udary) i obecnie jest zakazane na mocy „Listy Zakazanych Substancji i Metod" ustanowionej przez Światową Agencję Antydopingową (WADA), Międzynarodowy Komitet Olimpijski (IOC) i Międzynarodową Federację Władz Wyścigów Konnych (IFHA).

Rozwój technik mających kontrolować doping u sportowców (ludzi czy zwierząt) wiąże się z rozwojem technik mających na celu oszukiwanie w wynikach. W niektórych sportach, takich jak kolarstwo (dyscyplina dla czlowieka) i wyścigi kone (dyscyplina dla zwierząt), sportowcy posiadają paszport biologiczny. Fundamentalną zasadą Sporotwego Paszportu Biologicznego (ABP) jest uwzględnianie różnorodnych bilogicznych zmiennych i monitorowanie ich w czasie w celu wykrycia dopingu.

PLAN ĆWICZEŃ

Ćwiczenie III–A: Fizyczne i Chemiczne Testy Włókien

Środki Bezpieczeństwa:

Nałóż rękawice i ubrania ochronne, okulary ochronne i maski laboratoryjne.

Obchodź się niezwykle strożnie ze źródłem płomienia. Włókna zapłoną nagle i palą się szybko w wysokiej temperaturze. Powinno unikać się wdychania oparów spalania.

Informacje Podstawowe:

Włókna są zaliczane do najbardziej pwszechnie znajdowanych śladów dowodowych na miejscu zbrodni. Są wszędzie. Znajduje się je na jakimkolwiek przedmiocie z tekstyliami, np. odzież, dywany, pościel, ręczniki, meble tapicerowane lub jakikolwiek inny przedmiot zawierający tkaninę.

W laboratoium kryminalistycznym, kryminolodzy używają kilku narzędzi i testów, aby zidentyfikować nieznaną tkaninę. Każde naturalne włókno i grupa włókien syntetycznych mają określone cechy charakterystyczne, które pomagają w ich rozpoznaniu.

Badanie wizualne (wzrokowe) i mikroskopowe są to podstawowe metody identyfikacji włókien. Badanie mikroskopowe skupia się przede wszystkim na pojedynczych włóknach niż tkaninach, ale może dostarczyć przydatnych informacji o materiałach, które są trudne lub niemożliwe do rozróżnienia w trakcie badania makroskopowego (‘gołym okiem’). Po analizie mikroskopowej, test spalania jest pierwszym krokiem w identyfikacji włókna. Jest on najstarszym i najprostszym testem wykorzystywanym w rozpoznawaniu włókien i wymaga tylko palnika Bunsena.

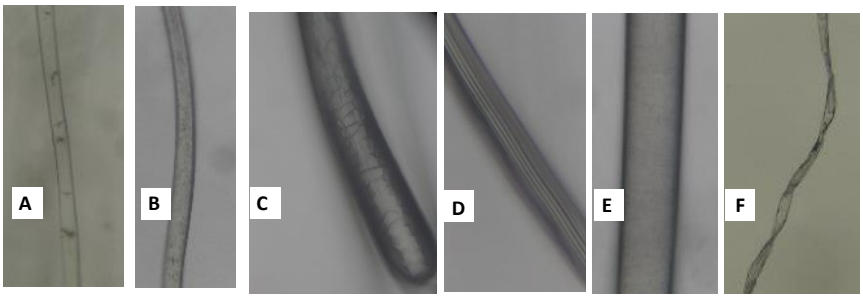
Jak to działa?

Badanie mikroskopowe:

Badanie przy użyciu prostego optyczego mikroskopu może dostarczyć znaczących informacji i może z łatwością rozróżnić włókna naturalne od tych syntetycznych.

Wiele włókien naturalnych takich jak wełna, bawełna, len mają charakterystyczny wygląd, który moze być wykryty pod mikroskopem. Wełna, będąc włosem zwierzęcym, ma wzór powierzchniowych łusek (mimo że wełna która jest ponownie używana może stracić łuski poweirzchniowe podczas jej przetwarzania). Bawełna ma skręty we włóknach o kształcie wstążki. A len ma długie nieregularne włókna wyglądające raczej jak bambus oznaczony krzyżykami (Rysunek 30).

Jedwab i większość włókien syntetycznych, które są wytwrzane poprzez wyciąganie i stężanie cieczy, mają gładkie powwierzchnie (Rysunek 30). Te cechy sprawiają, że trudno jest odróżnić jedne od drugich po prostu patrząc na nie pod mikroskopem w normalnym świetle.



Rysunek 30 – Różnorodne rodzaje włókien zwizualizowanych pod mikroskopem.
A: Len; B: Poliester; C: Wełna, D: Sztuczny jedwab; E: Nylon; F: Bawełna

Test spalania dotyczy zachowania włókna, kiedy jest ono przybliżane do płomienia, na płomieniu, oddalone od płomienia, jego zapachu i pozostałości. Jest to prosty i niezawodny sposób oceny rodziny włókna (celuloza, białko czy syntetyk).

Włókna celulozowe (bawełna, len i sztuczny jedwab) płoną i palą się szybko, wydzielają woń palącego się papieru i pozostawiają resztki będące szarym popiołem. Widoczny jest również rozżażony węgielek po ugaszeniu płomienia. Natomiast włókna białkowe (jedwab i wełna) palą się wolno i kurczą lub zawijają z dala od płomienia. Te włókna wygaszają sie same i mają woń palących się włosów (wełna) lub piór (jedwab). Uzyskane resztki to końcówka (na kształt koralika), która jest krucha i może być

zgnieciona. Włókno syntetyczne (nylon czy poliester) zapala się i pali szybko i może nadal płonąć jak już usuniemy płomień. Włókna te zawijają się z dala od płomienia i roztapiają się. Zapach jest chemiczny, a pozostałością jest twarda końcówka, która nie daje się skruszyć.

Barwa włókna ma mały bądź żadny dostrzegalny skutek na test spalania. Nawet mocno zafarbowane tkaniny zawierają w ujęciu procentowym relatywnie mało koloru, więc barwa rzadko wpływa w zauważalny sposób na woń, kiedy palona jest próbka.

Procedura

Część 1: Mikroskopowe Badanie Włókien

1. Oznacz jedną stronę szkiełka podstawowego mikroskopu identyfikatorem (np. bawełna, nylon, poliester, sztuczny jedwab, wełna czy Dowód#6).
2. Używając aplikatora/pędzelka do lakieru do paznokci, umieść kilka kropli płynu pośrodku szkiełka.
3. Przy użyciu szczypcy, umieść włókno w bezbarwnym lakierze do paznokci. **Uwaga:** Aby zaoszczędzić przy korzystaniu ze szkiełka, możesz na jednym umieścić do trzech różnych próbek tego samego rodzaju włókna.
4. Ostrożnie umieść szkiełko nakrywkowe na włóknie. Może bedziesz musiał delikatnie nacisnąć palcem na wierzchnią część szkiełka, żeby rozprzestrzenić lakier pod szkiełkiem. Unikaj wprowadzenia pęcherzyków. Pozwól płynowi wyschnąć całkowicie zanim przystąpisz do kolejnego kroku.
5. Powtórz ten proces na innych rodzajach włókien i Dowodzie#6.
6. Umieść swoje stałe szkiełko na stoliku mikroskopowym i obejrzyj próbkę przy najmniejszym zasilaniu. Reguluj poziom światła tak jak to tylko konieczne, aby uzyskać obraz wyrazisty i z dobrem kontrastem.
7. Zapisz swoje wyniki w Tabelce z Danymi nr 11.

Tabelka 11 – Tabela wyników.

Włókno	Obserwacje
Bawełna	
Len	
Nylon	
Poliester	
Ztuczny jedwab	
Wełna	
Dowód#6	

Część 2: Porównywanie włókien z twojej odzieży

1. Zrób pętlę z taśmy klejącej (strona przylepna na zewnątrz), do której będziesz mógł wygodnie włożyć 2 lub 3 palce. Naciskaj kilka razy pętlę z taśmy (strona przylepna na zewnątrz) na ubranie górnej częsci ciała (np. koszuli).

2. Z pętlą na palcach, przyciskaj stronę przylepną do powierzchni czystego szkiełka. Używając permanentnego mazaka, oznacz szkiełko, żeby zidentyfikowac ubranie, z którego pochodzi włókno.
3. Wyjmij swoje palce z pętli i przytnij nożyczkami nadmiar taśmy nie przylegający do szkiełka.
4. Powtórz kroki 1-3 dla próbek z ubrań poniżej talii (np. spodni) i dla obuwia.
5. Umieść jedno z przygotowanych szkiełek na stoliku mikroskopu i obejrzyj próbki przy najniższej mocy. Reguluj poziom światła jesli tylko jest to konieczne dla optymalnego zobrazowania próbki.
6. Zanotuj swoje wyniki w Tabelce z Danymi nr 12.

Tabelka 12 – Tabelka z danymi.

Powierzchnia przykryta odzieżą	Opis twojej odzieży/obuwia i koloru/ów przeważającego/cych	Opis włókien ujawnionych podczas badania mikroskopowego
Górna część ciała		
Dolna część ciała		
Obuwie		

Część 3: Analiza Włókien z Testu Spalania

1. Używając małej świeczki lub palnika Bunsena jako źródła ciepła, zanalizuj reakcję każdego rodzaju włókna na ogrzewanie i spalanie.
2. Napełnij do połowy zlewkę wodą, aby jej użyć do gaszenia.
3. Zanalizuj każdy rodzaj włókna przy użyciu poniższej metody, zapisując co obserwujesz za pomoca wzroku, węchu czy dotyku.
    a. Uzywając szczypcy, przybliż każde włókno do płomienia, ale bez dotykania go. Zauważ jak reagują włókna na obecność ogrzewania. Zapisz swoje obserwacje w Tabelce 13.
    b. Umieść włókno w płomieniu i zanotuj jak szybko się spala oraz opisz wygląd płomienia.
    c. Szybko wyciągnij włókno z płomienia; zapisz czy samo się zgasiło czy nie. Jeśli nie, zdmuchnij płomień. Zwróć uwagę na woń spalonego włókna i zapisz co przypomina w Tabelce 13.
    d. Po schłodzeniu, zbadaj pozostałości spalonego włókna (czy jest caarne, brązowe, białe, płatkowate, usmolone, twarde, kruche itd.) i opisz to w Tabelce 13.

Tabelka 13 – Włókna w teście spalania.

Włókno	Blisko płomienia	W płomieniu	Poza płomieniem	Zapach	Pozostałości
Bawełna					
Len					
Nylon					
Poliester					
Sztuczny jedwab					
Wełna					
Dowód#6					

Pytania:

1. W oparciu o testy wskaż rodzaj włókna w Dowodzie#6. Wyjaśnij swoją odpowiedź. Wskaż główne rodzaje włókien.

   _____

   _____

2. Włókna naturalne mogą być uzyskane z:
   a. roślin i zwierząt
   b. tylko z roślin
   c. tylko ze zwierząt
   d. rośin, zwierząt i minerałów

3. Opisz 3 źródła włókien naturalnych. Podaj przykład każdego rodzaju naturalnego włókna.

   _____

   _____

4. Wszystkie z następujących informacji są cechami włókien syntetycznych, **za wyjątkiem:**
   a. Tworzą się one poprzez łączenie monomerycznych związków chemicznych w cząsteczki polimerowe.
   b. Są wytwarzane przez człowieka.
   c. Są używane w produkcji włókien dywanowych.
   d. Nie zawierają żadnych włókien naturalnych.

   Wyjaśnij swoją odpowiedź:

   _____

   _____

5. Które z następujących obserwacji są wykorzystywane w celu identyfikacji poszczególnego włókna?
   a. zapach spalonego włókna
   b. jak włókno zachowuje się w reakcji z płomieniem
   c. kolor i struktura resztek po tym jak włókno się spali
   d. wszystkie z powyższych

Ćwiczenie III–B: Niewidzialny atrament

Środki Bezpieczeństwa:

Nałóż ochronne rękawice i odzież, okulary ochronne i maski laboratoryjne.

Obchódź się niezwykle ostrożnie z otwartym płomieniem.

Wdychanie oparów ze spalania powinno byc unikane.

Informacje Podstawowe:

Kryminalistyczne badanie dokumentu, nazywane również badaniem kwestionowanego dokumentu, jest gałęzią kryminalistyki, która polega na zbadaniu papieru, atramentu, pisma maszynowego i przyrządów do pisania.

Analiza atramentu jest istotną częścią badania kwestionowanych dokumentów. Jednakże, atrament może być często ukryty (niewidoczny), co czyni go trudnym do zanalizowania.

Ukryty bądź niewidoczny atrament jest wytworzony z rónzych substancji i jest szeroko wykorzystywany w schematach steganograficznych (praktyka ukrywania pliku, wiadomości lub obrazu w innym pliku, wiadomości lub obrazie), tak aby tajne wiadomości mogły być niewidoczne napisane na papierze. Z grubsza, niewidzialne atramenty moga być pogrupowane jako: organiczne i sympatyczne. Organiczne są ‘naturalne’, takie jak sok z cytryny, ocet, mleko, pot, ślina czy sok z cebuli. Atramenty sympatyczne to chemiczne roztwory, które zawierają więcej niż jedną substancję chemiczną.

Ukryte wiadomości napisane niewidzialnym atramentem mogą być uwidocznione poprzez proces ujawniający w zależności od rodzaju niewidzialnego atramentu. Organiczne niewidzialne atramenty moga być wykryte przy użyciu ciepła, takiego jak ogień, żelazko lub żarówki, a niektóre możemy zobaczyć kiedy zostaną umieszczone pod światłem ultrafioletowym. Atramenty sympatyczne wymagają zastosowania specjalnej substancji chemicznej (nazwanej odczynnikiem chemicznym), takich jak inna substancja chemiczna lub mieszanina.

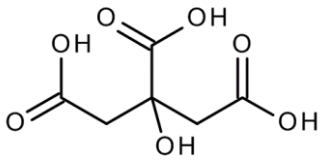
Poszukiwanie znaków napisanych w dokumencie w tajemnicy jest praktyką, która pochodzi już od czasów starożytnych np. wykrycie szpiegostwa w okresie wojny czy komunikacja więźniów ze światem zewnętrznym.

Jak to działa?

Atramenty organiczne są najbardziej używanym rodzajem i mogą być ujawnione za pomocą ciepła lub światła ultrafioletowego.

W procesie ogrzewania, atramenty organiczne zmieniają włókna papieru (osłabiają je), tak że utajone pismo ma niższą temperaturę spalania i robi się brązowe szybciej niż otaczający je papier podczas ekspozycji na ciepło. Atramenty tak wykryte są zazwyczaj kwasowe, ponieważ zmieniają skład chemiczny papieru i również utleniają się podczas ogrzewania (tzn. związki, które wchodzą w skład płynu tracą niektóre elektrony zmieniając w ten sposób ich skład chemiczny), a utlenianie zmienia kolor tych związków na brązowy.

Sok z cytryny może być użyty jako niewidzialny atrament i jest początkowo niewidoczny gołym okiem, ponieważ składa sie z cukru, wody i kwasu cytrynowego. Zadne z tych składników nie zawiera dużo koloru i tak wydaja się być ‘niewidoczne’ po tym jak sok wyschnie na papierze. Kwas cytrynowy również wykazuje utlenianie innych składników, powstrzymując sok przed brązowieniem. Jednakże, sok cytrynowy może być uwidoczniony za pomocą ogrzewania, co powoduje, że kwas cytrynowy się rozkłada, a sok w rezultacie się utlenia (Rysunek 31).



Rysunek 31 – Struktura chemiczna kwasu cytrynowego ($C_6H_8O_7$).

Z drugiej strony, pewne atramenty niewidoczne dla gołego oka stają się widoczne w świetle ultrafioletowym (światło w obrębie 100-400 mm). Niewidzialne atramenty zawierają substancje, które fluoryzują przy źródle światła UV. Materiał wchłania część energii i wydziela fluorescencyjne światło w widocznym zakresie podczas pobudzania oświetleniem UV. Wiele związków organicznych tak działa, takich jak proszki do prania czy kremy przeciwsłoneczne.

Krem z filtrami UV składa się z nieorganicznych (nie bazujących na węglu) i organicznych (bazujących na węglu) substancji, które fluoryzują kiedy są poddane działaniu światła UV. Substancje nieorganiczne to tlenek cynku (składnik, który poowduje, że krem jest biały) i dwutlenek tytanu. One fizycznie blokują promienie UV i odbijają, rozpraszają i wchłaniają światło UV. Z drugiej strony, substancje organiczne działają chemicznie wchłaniając światło UV za pomoca ich wiązań chemicznych. Podczas gdy wiązania wchłaniają promieniowanie UV, składniki kremu pomału się rozpadają i uwalniają ciepło.

Procedura

Część 1: Analiza nieznanej próbki

1. Nałóż ochronne rękawice i odzież.
2. Przy pomocy światła UV dostępnego w Zestawie, sprawdź czy jest jakaś wiadomość napisana w Dowodzie#7.

Inne plany działania:

Część 2: Sok z cytryny jako niewidzialny atrament

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Nożem ostrożnie przekrój cytrynę na pół i wyciśnij sok do probówki 50 mL typu Falcon.
3. Zanurz patyczek higieniczny w soku z cytryny dopóki nie jest on pkryty sokiem (twoim “atramentem”). Usuń nadmiar soku delikatnie obracając patyczek na ręczniku papierowym.
4. “Atramentem” z patyczka, napisz lub narysuj coś na białym papierze. Możesz potrzebować powtórzyć krok trzeci parę razy, aby ukończyć swoją wiadomość lub rysunek.
5. Poczekaj 5 minut, aby papier wysechł. Jak już jest suchy, będziesz miał coś co wygląda jak czysty arkusz papieru.
6. Trzymaj papier równolegle do źródła ciepła i ruszaj go tak, żeby płomień przechodził przez wiadomość. Wiadomość powinna pojawić się natychmiast.

Ostrzeżenie: nie trzymaj papieru zbyt blisko płomienia, poniewaz może on

łatwo zapłonąć.

Część 3: Krem z filtrem UV jako niewidzialny atrament

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. W menzurce odmierz 20 ml kremu przeciwsłonecznego i 40 ml wody (rozcieńczenie 2:10).
3. Zmieszaj roztwór.
4. Zanurz patyczek w roztworze kremu do momentu aż jest on pokryty kremem (twój "atrament"). Usuń nadmiar kremu, delikatnie obracając patyczek na ręczniku papierowym.
5. Atramentem z patyczka napisz lub narysuj coś na białym papierze. Być może będziesz potrzebować powtórzyć krok trzeci parę razy, aby ukończyć swoją wiadomość lub rysunek.
6. Poczekaj 5 minut, aby papier wysechł. Jak jest już suchy będziesz miał coś co wygląda jak czysta kartka papieru.
7. Światłem UV dostępnym w Zestawie zwizualizuj wiadomość.

Pytania:

1. Wskaż i wyjaśnij różne rodzaje niewidzialnego atramentu.

   _____

   _____

2. Wskaż 3 metody ujawniania niewidzialnego atramentu.

   _____

   _____

   _____

3. Zakres światła UV to:
   a. 100 nm - 400 nm
   b. 400 nm - 800 nm
   c. 800 nm - 1 mm
   d. Żaden z powyższych
4. Wyjaśnij funkcję kwasu cytrynowego.

   _____

   _____

Ćwiczenie III–C: Kolor Winy – Chromatografia

Środki Bezpieczeństwa:

Nałóż ochronne rękawice i odzież, okulary ochronne i maski laboratoryjne.

Etanol (alkohol etylowy) jest łatwopalny.

Informacje Podstawowe:

W badaniu kwestionowanych dokumentów, analiza atramentu stanowi ważny krok. Ponieważ atrament jest używany do pisania, malowania i rysosowania, jego analiza może dostarczyć informacji o kwestionowanym dokumencie. Głównym aspektem badania atramentu jest określenie jej jako substancji.

W analizie atramentu odseparowanie jej składników jest wykonywane przy użyciu techniki chromatografii. Chromatografia rozdziela substancje w mieszaninie w oparciu o jej fizyczne właściwości.

W chromatografii, składniki mieszaniny są rozpuszczone w rozpuszczalniku (faza ruchoma) i różne składniki są rozdzielone zgodnie z tym jak oddziałują z substancją fazy stacjonarnej. Są różnorodne procesy rozdzielania, które mogą być podzielone na 3 kategorie:

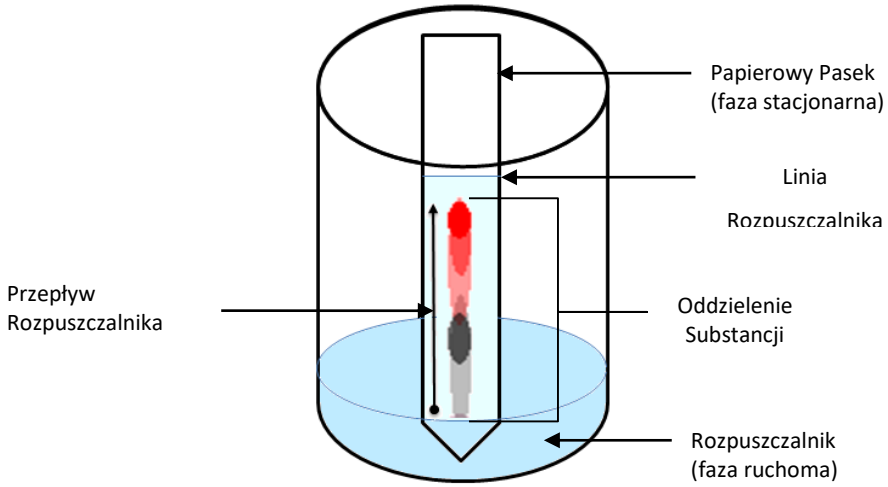
1. Chromatografia cienko-warstowowa (TLC) – nazywana również chromatografią papierową, faza stacjonarna jest cienką warstwą substancji wspartej na szkle lub płytce aluminowej;
2. Chromatografia płynna – roztwór zawierający mieszaninę jest wtłoczony przez cienką kolumnę nabitą substancją fazy stacjonarnej;
3. Chromatografia gazowa – testowana mieszanina jest w stanie gazowym i przechodzi przez wąską kolumnę, której powierzchnia jest pokryta substancją fazy stacjonarnej.

Najbardziej powszechną metodą kryminalistyczną analizy atramentu z dokumentów jest chromatografia cienko-warstowowa. TLC jest prostą techniką

chromatograficzną używaną w celu rozdzielenia nie-zmiennych mieszanin z szybką reakcją.

TLC działa według tej samej zasady jak wszytkie techniki chromatografii: substancja będzie mieć różne tendencje do łączenia się dla fazy ruchomej i stacjonarnej i to wpływa na prędkość z jaką ona się przemieszcza. Celem TLC jest uzyskanie wyraźnie określonych i rozdzielonych plamek (tzn. plama atramentu jest rozdzielona na różne składniki barwiące, co jest widoczne jako różnie ubarwione pasma/smugi).

Rezultat chromatografii to chromatogram. Chromatogram pokazuje jak daleko rozpuszczalnik się przemieszcza, a substancje, które były rozpuszczone w początkowej mieszaninie tworzą wzór koloru (Rysunek 32).



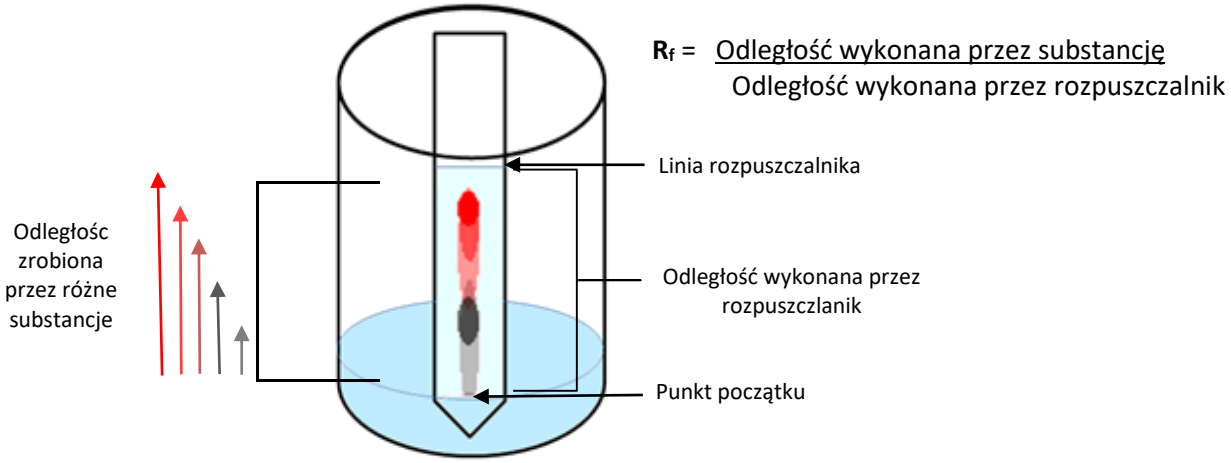
Rysunek 32 – Przykład rozdzielnia substancji atramentu przy użyciu TLC.

Jak to działa?

W chromatografii papierowej mała ilość atramentu jest usunięta z dokumentu i umieszczona na pasku papieru wchłaniającego, który jest następnie zanurzony w rozpuszczalniku, takim jak woda, alkohol czy aceton. Rozpuszczalnik podnosi się przez papier (faza stacjonarna) poprzez zjawisko kapilarne (ruch rozpuszczalnika na papierze na skutek przyciągania cząsteczek rozpuszczlanika do cząsteczek papieru). Podczas gdy rozpuszczalnik porusza się do góry przez papier, rozpuszcza on mieszaninę. Substancje w mieszaninie, które są mocno przyciągnięte do papieru spędzają więcej czasu wchłonięte przez papier i mało czasu rozpuszczone przez rozpuszczalnik, więc poruszają się wolno i pozostawiają ubarwione plamki na papierze. Substancje mniej

przyciągane do papieru spędzają więcej czasu rozpuszczone w rozpuszczalniku i poruszją się szybciej w kierunku papieru.

Różne substancje w mieszaninie są rozdzielone poprzez pozostawienie ubarwionych plamek na różnych poziomach papieru. Mogą być one zidentyfikowane poprzez stosunek wykonanej odległości do odległości zrobionej przez rozpuszczalnik, co nazywa się współczynnikiem opóźnienia (R_f) (Rysunek 33).



Rysunek 33 – Procedura dla wyliczenia wartości R_f w chromatografii papieru.

Rzeczywiste odległości wykonane przez substancje i rozpuszczalnik mogą się różnić pomiędzy eksperymentami, ale wartość R_f pozostaje stała dla poszczególnej substancji. Dlatego też, substancje identyczne mają te same wartości R_f.

Wartości R_f są uzależnione mocno od charakteru rozpuszczlanika. Wartość ta jest mała kiedy substancja jest mocno przyciągana do adsorbenta i nie porusza się bardzo daleko od punktu początkowego. Wzrost w biegunowości rozpuszczalnika prawdopodobnie zwiększyłby przyciąganie substancji dla rozpuszczalnika i substancja poruszałaby się dalej do góry po płytce, co powodowałoby większą wartość R_f. Idealny rozpuszczalnik to taki, który zapewnia najlepsze rozdzielenie.

Procedura

Część 1: Oddzielanie atramentu długopisowego przy użyciu chromatografii

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Używając Dowodu#8, narysuj kropkę o rozmiarze 2-3 mm 2 cm od szpiczastego końca paska (ten punkt będzie dotykał rozpuszczalnika). Powtórz proces dla Dowodu#11 przy użyciu kolejnego paska.

3. Oznacz swoje paski na wierzchu ołówkiem, tak żeby można je było odróżnić.
4. Do zlewki, wlej 30 ml etanolu I 10 ml wody (rozcieńczenie 7.5:10).
5. Włóż paski do zlewki i przyklej je taśmą przylepną do górnej części zlewki, tak aby się one nie poruszyły. Pasek powinien być w kontakcie z roztworem przy zachowaniu kropki nad poziomem rozpuszczalnika i jednoczesnym niedotykaniu ścianek zlewki.
6. Przykryj zlewkę szkiełkiem zegrowym lub jakimś innym przedmiotem.

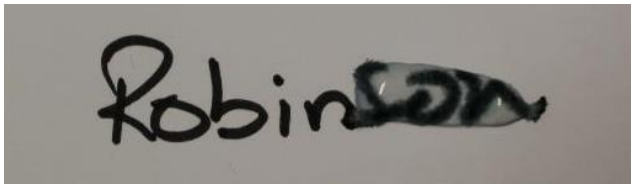
7. Poczekaj 35 minut, żeby pasek mógł nasiąknąć rozpuszczalnikiem.
8. Po tym czasie usuń paski ze zlewki i zrób ślad w miejscu, do którego dotarł rozpuszczalnik.
9. Zanotuj wyniki swojej pracy w Tabelce 14.

Tabelka 14 – Tabelka z wynikami testu.

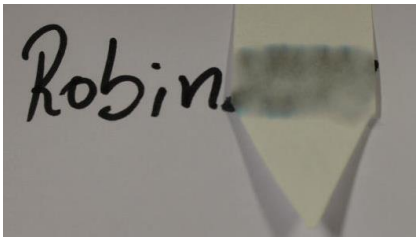
Próbka	Dowód#8			Dowód#11		
	Odległość wykonana przez substancję (cm)	Odległość wykonana przez rozpuszczalnik (cm)	R_f wartość	Odległość wykonana przez substancję (cm)	Odległość wykonana przez rozpuszczalnik (cm)	R_f Wartość
Substancja 1						
Substancja 2						
Substancja 3						
Substancja 4						

Część 2: Badanie dowodu w postaci dokumentu za pomocą chromatografii

1. Nałóż rękawice i odzież ochronną.
2. Używając Dowodu#7, upuść 4 krople wody na 3 ostatnie litery imienia ofiary i ręcznikiem papierowym delikatnie usuń nadmiar wody bez dotykania atramentu.



3. 2 cm od szpiczastego końca paska, nałóż papier chromatograficzny na wierzchu mokrych liter, aby wchłonąć atrament z papieru i delikatnie naciśnij palcami papier chromatograficzny.



4. Dla Dowodu#8 i Dowodu#11 napisz na kartce papieru to samo co przy Dowodzie#7. Kartka powinna być podobna do podejrzanego dokumentu.
5. Powtórz kroki 2-3.

6. Oznacz swoje paski na wierzchu ołówkiem, tak abyś mógł je rozróżnić.
8. Do zlewki wlej 30 ml etanolu i 10 ml wody (rozcieńczenie 7.5:10).
7. Włóż paski do zlewki i przyklej je taśmą przylepną do górnej części zlewki, tak żeby nie mogły się ruszyć. Pasek powinien być w kontakcie z roztworem przy zachowaniu kropki nad poziomem rozpuszczalnika i jednoczesnym niedotykaniu ścianek zlewki.
8. Przykryj zlewkę szkiełkiem zegarkowym lub jakimś innym przedmiotem.
9. Poczekaj 35 minut, aby pasek mógł nasiąknąć rozpuszczalnikiem.
10. Po tym czasie usuń paski ze zlewki i zrób ślad w miejscu, do którego dotarł rozpuszczalnik.
11. Zapisz swoją pracę w Tabelce 15.

Tabelka 15 – Tabelka z wynikami testu.

Próbka	Dowód#7			Dowód#8			Dowód#11		
	Odległość wykonana przez substancję (cm)	Odległość wykonana przez rozpuszczalnik (cm)	R_f Wartość	Odległość wykonana przez substancję (cm)	Odległość wykonana przez rozpuszczalnik (cm)	R_f Wartość	Odległość wykonana przez substancję (cm)	Odległość wykonana przez rozpuszczalnik (cm)	R_f Wartość
Substancja 1									
Substancja 2									
Substancja 3									

Pytania:

1. Wskaż rodzaje chromatografii.

   _____

   _____

2. Wyjaśnij podstawową zasadę TLC (chromatografii papierowej).

   _____

   _____

   _____

3. Wyjaśnij dlaczego jest to konieczne, aby przykryć komorę podczas wywoływania reakcji papieru.

   _____

   _____

Ćwiczenie III–D: Doping krwi

Środki Bezpieczeństwa:

Nałóż ochronne rękawice i ubrania, okulary ochronne i maski laboratoryjne.

Obchodź się z próbkami krwi zgodnie z zasadami bezpieczeństwa.

Informacje Podstawowe:

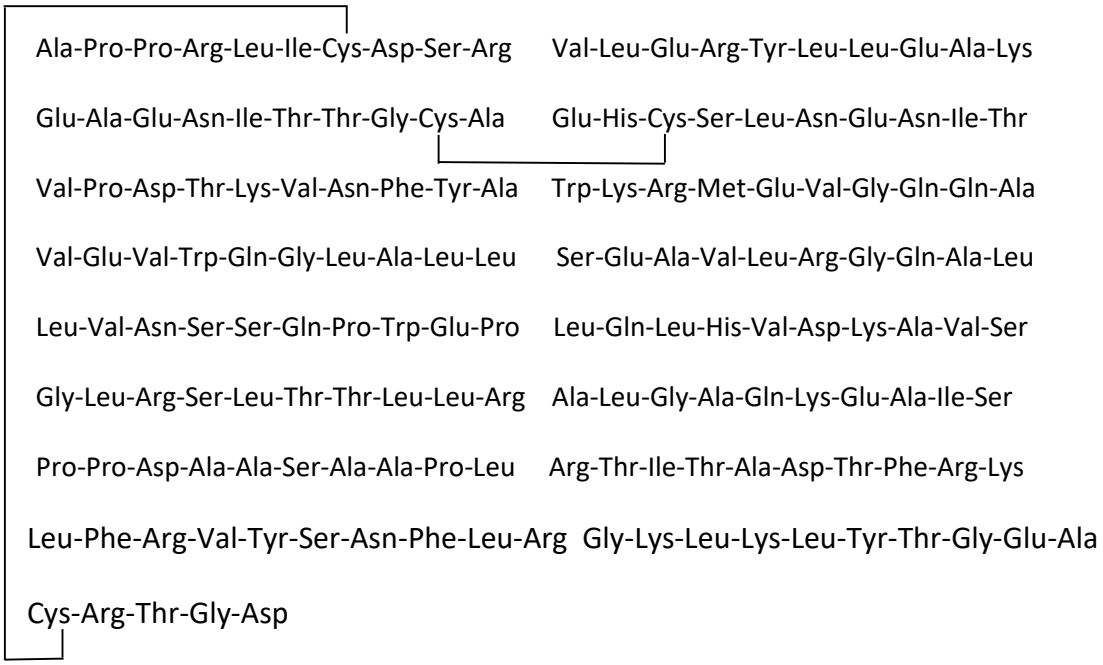
Doping krwi jest niedozwoloną metodą używaną w celu powiększenia ilości (stężenia) czerwonych krwinek w krwiobiegu, aby zwiększyć sportowe dokonania, zwłaszcza w długodystansowych wydarzeniach, takich jak biegi czy kolarstwo. Ponieważ krwinki transportują tlen z płuc do mięśni, wyższe stężenie we krwi może poprawić zdolność tlenową sportowca i jego wytrzymałość.

Jedną znajbardziej powszechnych metod dopingu krwi jest użycie erytropoetyny (EPO). EPO jest naturalnym hormonem, który jest wytwarzany w organizmie ludzkim. Jest on wydzielany z nerek i wpływa na szpik kostny, pobudzając produkcję czerwonych krwinek. Zwiększenie w poziomie czerwonych krwinek poprawia ilość tlenu, którą krew może przetransporotwać do mięsni w ciele.

Ludzka erytropoetyna (o chemicznym wzorze $C_{815}H_{1317}N_{233}O_{241S5}$) jest zwięzłą kulistą strukturą, która zawiera około 40% węglowodanów i pozostałe 60% jest powiązane pojedynczym łańcuchem polipeptydowym z 165-oma aminokwasami z dwoma wiązaniami wewnątrzcząsteczkowymi dwusiarczku (Rysunek 34).

Rysunek 34 –Amino-kwasowa sekwencja tworząca structurę erytropoetyny

Ala – Alanine, **Pro** – Proline, **Arg** – Arginine, **Leu** – Leucine, **Ile** – Isoleucine, **Cys** – Cysteine, **Asp** –Aspartic acid, **Ser** – Serine, **Val** – Valine, **Glu** – Glutamic acid, **Tyr** – Tyrosine, **His** – Histidine, **Lys** –Lysine, **Asn** – Asparagine, **Thr** – Threonine, **Gly** – Glycine, **Trp** – Tryptophan, **Gln** – Glutamine, **Phe** – Phenylalanine, **Met** – Methionine.



Erytropoetyna może być wykryta za pomocą oceny poziomu hormonów poprzez podliczenie czerwonych krwinek obecnych w próbce krwi. Normalne poziomy erytropoetyny wahają się od 4 do 24 mU/ml (mili-jednostki na mililitr). Odbiegający od normy poziom erytropoetyny może sugerować możliwość choroby szpiku kostnego lub nerki lub jej nadużycie. EPO ma krótki okres aktywności czasowej w organizmie (48 godzin), ale biologiczne skutki, pozytywne efekty dla wydolności/osiągnięć mogą trwać przez tygodnie czy miesiące.

Użycie erytropoetyny jest bardzo niebezpieczne dla zdrowia, ponieważ powiększona ilość czerwonych krwinek zwiększa lepkość (gęstość) krwi i wtedy sercu trudno jest ją pompować do reszty organizmu. To może spowodować udar lub zakrzep krwi.

Procedura

1. Umieść Dowód#9 na stoliku mikroskopowym. Obejrzyj próbkę w kwadratowej przestrzeni, przy najmniejszym zasilaniu.
2. Reguluj poziom światła tak jak to konieczne do stworzenia wyrazistego obrazu z dobrym kontrastem.
3. Ostrożnie obracaj obiektyw do następnego poziomu powiększenia. Używając śruby mikrometrycznej, dokonaj regulacji w celu wyostrzenia obrazu.
4. Powtórz kroki 1-3 dla Dowodu#10 – A. Dowodu#10 – B i Dowodu#10 - C.
5. Zanotuj swoje wyniki w Tabelce z Danymi nr 16.

Tabelka 16 – Tabelka z danymi.

Próbki	Wyniki	Interpretacja wyników
Dowód#9		
Dowód#10 – A		
Dowód#10 – B		
Dowód#10 – C		

Pytania:

1. Wyjaśnij czym jest doping krwi.

   _____

   _____

   _____

   _____

2. Wyjaśnij czym jest erytropoetyna jest i jaka jest jej funkcja.

   _____

   _____

   _____

3. Erytropoetyna może być wykryta poprzez:
   a. ilość białych krwinek
   b. ilość czerwonych krwinek
   c. ilość czerwonych i białych krwinek
   d. żadne z powyższych