

**METODY WYKORZYSTYWANE DO WIZUALIZACJI
ŚLADÓW LINII PAPILARNYCH**

**METHODS USED TO VIZUALIZE LATENT
FINGERPRINTS**

**Emilia Karolina Kołek-Kaczanowska, Joanna Kreczko,
Zbigniew Maćkiewicz**

*Wydział Chemii, Pracownia Chemii Polipeptydów, Uniwersytet Gdański
ul. Wita Stwosza 63, 80-952 Gdańsk*

Abstract

Wykaz stosowanych skrótów

Wprowadzenie

1. Rodzaje śladów linii papilarnych
2. Skład substancji potowo-tłuszczowej
3. Metody chemiczne
4. Metody fizyczne
5. Metody fizykochemiczne

Uwagi końcowe

Piśmiennictwo cytowane

Mgr Emilia Karolina Kołek-Kaczanowska – urodziła się w 1982 roku w Nowym Dworze Gdańskim. W latach 2001–2006 studiowała chemię na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego. W 2006 roku uzyskała tytuł magistra chemii i rozpoczęła służbę w Policji. W 2008 roku podjęła pracę w Laboratorium Kryminalistycznym Komendy Wojewódzkiej Policji w Gdańsku. Obecnie jest słuchaczką Studiów Doktoranckich chemii i biochemii przy Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego w Pracowni Chemii Polipeptydów, gdzie pod kierunkiem prof. dr hab. Zbigniewa Maćkiewicza prowadzi badania nad zastosowaniem barwników fluorescencyjnych do kontrastowania śladów linii papilarnych ujawnionych metodą cyjanoakrylową.

Mgr Joanna Kreczko – urodzona w 1984 roku, absolwentka pięcioletnich studiów magisterskich na kierunku Ochrona Środowiska na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego. Dyplom magistra obroniła w 2008 roku. Ponadto ukończyła Międzywydziałowe Studia Podyplomowe – Współczesne metody analityki z elementami diagnostyki molekularnej (dyplom uzyskany w 2010 roku). Obecnie doktorantka na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego.

Prof. dr hab. Zbigniew Maćkiewicz – urodził się w 1953 roku. W październiku 1973 roku rozpoczął studia na Wydziale Mat-Fiz-Chem na kierunku chemia. Od 1977 roku jest pracownikiem Katedry Chemii Organicznej. Obecnie jest kierownik Pracowni Chemii Polipeptydów na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego. Prof. dr hab. Zbigniew Maćkiewicz jest autorem i współautorem około 100 publikacji oraz ponad 200 komunikatów, był opiekunem 10 prac doktorskich.

ABSTRACT

Dactyloscopy as one of the branches of forensic science deals with fingerprints identification of the individual human being. Fingerprints are in general invisible, therefore in order to set about the identification, we have to make them evident. To reveal hidden fingerprints, criminological technology uses physical methods, chemical reactions and even some biological processes. In this review, we present a set of methods that is being used in criminology to reveal fingerprints and other hidden traces.

In search for potential fingerprints, objects are exposed to natural and artificial light sources since visual methods are most commonly used by criminology technicians. Further methods for revealing fingerprints are selected on the basis of type of surface, the trace was left on, and the substance forming the fingerprint. In his article we present the set of methods, commonly used to reveal fingerprints, featuring physical, chemical and physicochemical approaches [6].

Chemical methods: DFO, 1,2-IND and Ninhydrin used for revealing fingerprints on absorptive surfaces, Amido Black, Hungarian Red, DAB and LCV used for detecting bloody fingerprints, DMAC used for revealing fingerprints on temperature-felt papers, RTX dioxide of ruthenium used to absorptive and nonabsorptive surfaces [9, 11, 14, 19, 22, 24, 26, 28, 30].

Next, we present physical methods among others optical methods which are helpful in revealing fingerprints for the naked eye and (if needed) enlarging optical devices. To achieve acceptable visibility, criminologists use various kinds of lamps and filters. Subsequently we present methods based on adhesion, that are based on adjoining the powder or suspension to sudoral-fatty substance. We present here methods based on the use of dactyloscopic powders, crystal violet which is appearing in the form of dark-green powder, SPR (Small Particle Reagent) – suspension of black MoS₂ powder, Sticky-side Powder which composition is accessing iron oxide and aluminum, Wet Powder Black, composed of iron oxide and Wet Powder White (titanium dioxide). Tape-Glo (ready-made red-orange solution), Sudan Black B (in the solid state it is a powder of the black colour), Liquid-drox (yellow solution), fluorescent dyes: Ardrex P133D, Safranin O, chelate of europium and Basic Yellow 40 [31, 34–38].

The other methods are physicochemical methods: cyanoacrylate, iodine, physical developer and multi metal deposition [42, 45, 46].

As a result of technological development newer methods of visualizing latent fingerprints appear, replacing those previously used. Improvement of the methods of revealing latent fingerprints leads to better readability and in effect, makes police work easier.

Keywords: fingerprints, dactyloscopy, revealing, visualization

Słowa kluczowe: ślady linii papilarnych, daktyloskopia, ujawnianie, wizualizacja

WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW

DAB	- tetrachlorowodorek 3,3'-diaminobenzydyny (ang. <i>3,3'-biphenyltetramine tetrahydrochloride</i>)
DFO	- 1,8-diazafluoren-9-on (ang. <i>1,8-diazafluoren-9-one</i>)
DMAC	- aldehyd 4-dimetyloaminocynamonowy (ang. <i>4-dimethylaminocinnamaldehyde</i>)
ECA	- 2-cyanoakrylan etylu (ang. <i>ethyl-2-cyanoacrylate</i>)
LCV	- fiolet leukokrystaliczny (ang. <i>leucocrystal violet</i>)
MCA	- 2- cyanoakrylan metylu (ang. <i>methyl-2-cyanoacrylate</i>)
MMD	- osadzanie wielometalowe (ang. <i>multi metal deposition</i>)
PD	- wywoływacz fizyczny (ang. <i>physical developer</i>)
RTX	- tetratlenek rutenu(VIII) (ang. <i>ruthenium tetroxide</i>)
SPC	- środek powierzchniowo czynny
SPR	- disiarczek molibdenu(IV) (ang. <i>small particle reagent</i>)
TEC	- chelat europu (ang. <i>thenoyl europium chelate</i>)
TTA	- 5-tienoilotrifluoroaceton (ang. <i>5-thenoyltrifluoroacetone</i>)
1,2-IND	- 1,2-indandion (ang. <i>1,2-indandione</i>)
5-MTN	- 5-metylotioninhydryna (ang. <i>5-methyltioninhydrin</i>)

WPROWADZENIE

Daktyloskopia jest jednym z działów kryminalistyki zajmującym się identyfikacją tożsamości człowieka na podstawie linii papilarnych występujących na wewnętrznych powierzchniach palców, dłoni oraz stóp. Linie papilarne to charakterystyczne układy (rysunki) listewek skórnych, rozdzielonych równoległe biegnącymi bruzdami. Różnią się między sobą długością, kierunkiem przebiegu, szerokością i kształtem.

W procesie identyfikacji przestępcy daktyloskopia wydaje się być niezastąpiona, a ślady linii papilarnych są niepodważalnym dowodem obecności sprawcy na miejscu przestępstwa. Daktyloskopia jest przy tym nauką, która wciąż się rozwija i dostarcza nowych informacji.

Aby można było przystąpić do identyfikacji daktyloskopijnej w pierwszej kolejności należy uwidocznić ślady linii papilarnych pozostawione przez przestępcę na miejscu zdarzenia. Na czytelność śladów linii papilarnych pozostawionych na miejscu przestępstwa ma wpływ rodzaj podłoża, ilość i jakość substancji potowo-tłuszczowej, sposób naniesienia śladu linii papilarnych na podłoże, warunki środowiskowe, jak również czas, jaki upłynął od powstania śladu do czasu jego ujawnienia i zabezpieczenia.

Większość śladów linii papilarnych naniesiona jest substancją potowo-tłuszczową, która wraz z biegiem czasu ulega wyschnięciu i traci właściwości adhezyjne. Na skutek tego, ślady tracą czytelność i pod wpływem czasu ulegają zanikaniu. W takich przypadkach konieczne jest uwidocznienie śladów linii papilarnych, do takiego stopnia, aby poprawić ich czytelność, która umożliwiłaby na swobodną analizę i ich badanie.

Do ujawniania śladów daktyloskopijnych stosowane są różnorodne metody, których działanie oparte jest na zjawiskach fizycznych, chemicznych i fizykochemicznych. Dobór odpowiedniej metody uzależniony jest, m.in. od rodzaju podłoża, na którym naniesione są ślady oraz rodzaju substancji tworzącej ślad.

Do metod ujawniania śladów linii papilarnych zalicza się metody chemiczne, fizyczne wśród, których wyodrębnia się zjawiska optyczne polegające na absorpcji, odbiciu światła, rozproszeniu światła i luminescencji jak i zjawisko oparte na adhezji oraz metody fizyko-chemiczne.

1. RODZAJE ŚLADÓW LINII PAPILARNYCH

Według Jana Sehna „*śladem kryminalistycznym nazywamy zmiany w obiektywnej rzeczywistości, które jako spostrzegalne znamiona po zdarzeniach będących przedmiotem postępowania mogą stanowić podstawę do odtworzenia i ustalenia przebiegu tych zdarzeń zgodnie z rzeczywistością*”, czyli śladem może być każda pozostałość po zdarzeniu, którą można spostrzec i wykorzystać do celów postępowania karnego.

Na podstawie podziału Jana Sehna ślady kryminalistyczne dzielą się na ślady materialne i ślady idealne czyli pamięciowe [1].

Standardowo wyodrębnia się następujące rodzaje śladów linii papilarnych:

- a) nawarstwione:
 - naniesione substancją potowo-tłuszczową;
 - naniesione innymi substancjami śladotwórczymi;
- b) odwarstwione;
- c) wgłębione.

Ślady nawarstwione naniesione substancją potowo-tłuszczową powstają na skutek odłączenia się od skóry i osadzenia się substancji potowo-tłuszczowej na dotykanej powierzchni przedmiotu.

Ślady nawarstwione naniesione innymi substancjami śladotwórczymi niż potowo-tłuszczowa powstają na skutek odłączenia się od skóry substancji śladotwórczej, np. krwi, smaru, kleju, sadzy i osadzenia się jej na dotykanej powierzchni przedmiotu.

Z kolei ślady odwarstwione powstają podczas dotykania powierzchni pokrytej kurzem, smarem, sadzą lub innymi substancjami. W takiej sytuacji linie papilarne zbierają substancję pokrywającą przedmiot w miejscu kontaktu z podłożem.

Tymczasem ślady wgłębione powstają podczas kontaktu palców, dłoni, stóp i innych części ciała z miękkimi podłożami, takimi jak wosk, kit, świeża farba.

2. SKŁAD SUBSTACJI POTOWO-TŁUSZCZOWEJ

Ilość i skład potu (prawidłowe wydzielanie potu nie powinno przekroczyć ok. 0,5 l dziennie) zależy od indywidualnych skłonności, stanu organizmu, wieku, diety – sposobu odżywiania, poziomu hormonów, schorzeń, chorób (przyjmowanie niektórych leków, menopauza, otyłość, zaburzenia endokrynologiczne, choroby układu nerwowego, w tym choroba Parkinsona, niektóre nowotwory i inne), płci, rasy, stresu, a także zatrucia środkami ochrony roślin, pory dnia – temperatury otoczenia, wysiłku fizycznego, liczby i rozmieszczenia kanalików potowych oraz stanu emocjonalnego [2]. Skład substancji potowo-tłuszczowej i zmiany jakie w nim zachodzą są niezwykle ważne do opracowywania coraz skuteczniejszych metod ujawniania śladów linii papilarnych.

W skład substancji potowo-tłuszczowej w największej mierze wchodzi woda około 98% a na pozostałe 2% szacuje się, aż 350 różnych związków [3].

Tabela 1. Zmodyfikowana tabela przedstawiająca organiczny skład potu ekrynowego wg Olsena [4]
 Table 1. Modified table showing organic composition of eccrine sweat according to Olsen [4]

Lp.	Nazwa związku	zawartość
1	Kwasy tłuszczowe	0,01–0,1 µg/l
2	Związki zawierające azot: A. Amoniak B. Mocznik C. Kwas moczowy D. Cholina E. Kreatyna F. Kreatynina G. Aminokwasy	0,5–8 mM 10–15 mM 0,3–2,59 mg/l
3	Lipidy: A. Proste a) Tłuszcze właściwe b) Woski B. Złożone a) Fosfolipidy b) Glikolipidy c) Inne lipidy złożone	0,01–0,1 µg/ml
4	Sterole, m.in. cholesterol, 7-dehydrocholesterol, estry cholesterolu	0,01–0,12 µg/ml
5	Witaminy rozpuszczalne w wodzie: C, B1, B2, B6, B11, B12, H1, PP	> 0,1 mg/100 ml

Ponadto w pocie występuje kwas pirogronowy, kwas mlekowy i glikogen, które pojawiają się w pierwszym etapie pocenia [5].

Stężenie mocznika, kwasu moczowego i aminokwasów w pocie zależy od ilości wydzielanego potu i maleje w czasie obfitego pocenia się. W skład potu wchodzi także związki nieorganiczne w postaci soli głównie chlorków sodu i potasu. Stężenie chlorku sodu to około 43–266 mg/l potu [6].

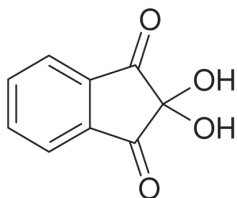
Drugim składnikiem substancji potowo-tłuszczowej jest wydzielina gruczołów łojowych, którą stanowią kwasy tłuszczowe, w tym oleinowy, stearynowy, palmitynowy oraz lipidy. Ilość lipidów na powierzchni skóry zależy od okolic ciała. Największa ich ilość występuje na twarzy i skórze głowy, natomiast na pozostałych częściach ciała więcej jest trójglicerydów i kwasów tłuszczowych pochodzących z gruczołów ekrynowych [6].

Bardzo duże znaczenie na ujawnienie śladów linii papilarnych naniesionych substancją potowo-tłuszczową ma czynnik czasu i warunki środowiskowe [7]. Jeżeli naniesiony ślad linii papilarnych na podłoże pozostaje nie ujawniony przez długi czas to środowisko powoduje odparowanie wody – głównego składnika potu i utlenianie się innych składników chemicznych. Na dodatek bakterie z rodzaju *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Propionibacterium* oraz *Corynebacterium* powodują degradację składników biologicznych. Z tego powodu ujawnienie śladu linii papilarnych nadającego się do identyfikacji daktyloskopijnej jest niezmiernie trudne w miarę upływu czasu [8].

3. METODY CHEMICZNE

Metody chemiczne ujawniania śladów linii papilarnych polegają na wykorzystaniu reakcji chemicznych, które zachodzą pomiędzy odczynnikami, związkami chemicznymi a składnikami substancji potowo-tłuszczowej lub krwi. W wyniku zachodzących reakcji otrzymuje się efekty barwne w postaci śladów linii papilarnych widoczne w świetle naturalnym bądź przy użyciu odpowiednich filtrów krańcowych długofalowych.

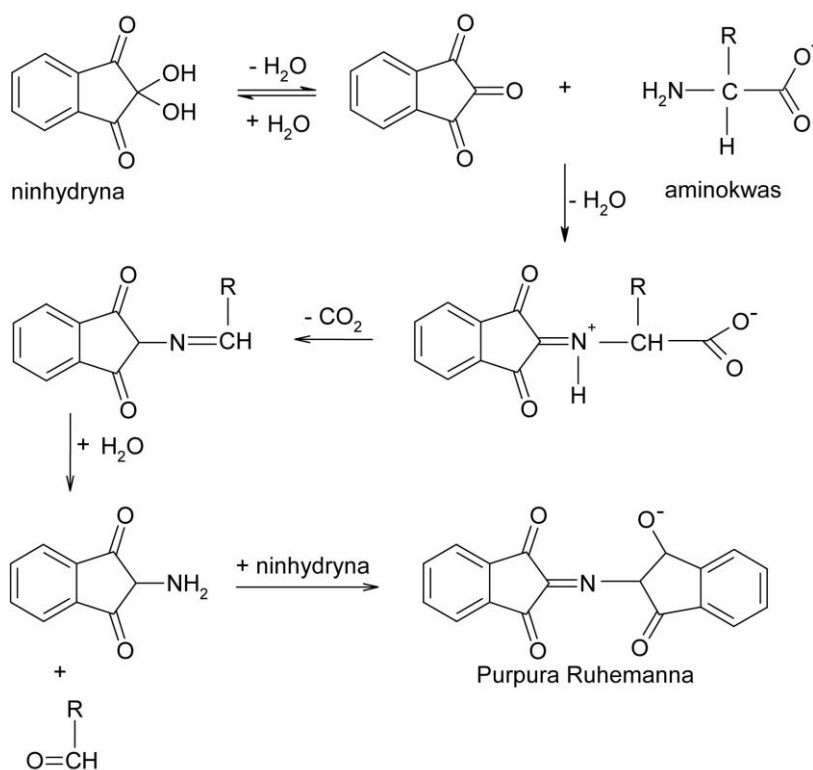
NINHYDRYNA (wodzian triketohydrindanu)



Rysunek 1. Wzór strukturalny ninhydriny
Figure 1. Chemical structure of Ninhydrin

Ninhydrina (Rys. 1) o wzorze sumarycznym $C_9H_6O_4$ została opisana pierwszy raz w 1910 roku przez Siegfrieda Ruhemanna, który zauważył, że ten nowy związek chemiczny reaguje z aminokwasami dając purpurowy, fioletowo-niebieski produkt [9]. Na podstawie tego odkrycia wydał szereg publikacji wyszczególniając poniższą reakcję (Rys. 2), której produkt znany jest dziś pod nazwą purpury Ruhemanna [140–142]. Mechanizm reakcji ninhydriny z aminokwasami opisał Friedmana i Williama, a jej reakcja pozwala jakościowo i ilościowo oznaczać aminokwasy [13].

Aminokwasy w reakcji ninhydriny ulegają utlenieniu, dekarboksylacji a później deaminacji. Przejściowo powstaje imina, zwana zasadą Schiffa i zredukowana ninhydrina. Następnie iminokwas w wieloetapowej reakcji przekształca się w aldehyd uboższy o jeden atom węgla w postaci 2-amino-3-hydrokso-1*H*-inden-1-onu, uwalnia się CO_2 oraz amoniak czyli aminokwasy w tym procesie tracą grupę aminową i ulegają dekarboksylacji do aldehydów krótszych o jeden atom węgla. Powstała pochodna aminoindenu reaguje z kolejną cząsteczką ninhydriny, tworząc kolejną zasadę Schiffa, tzw. purpurę Ruhemanna [14].



Rysunek 2. Schemat przebiegu reakcji ninhydryny z aminokwasami
 Figure 2. Scheme of the reaction ninhydrin with amino acid

Zależnie od rodzaju aminokwasu różna jest intensywność i odcień powstającego zabarwienia. Reakcja ninhydrynowa jest czuła i dokładna. Dodatni jej wynik dają wszystkie wolne aminokwasy w środowisku o pH > 4, dlatego reakcja ta jest powszechnie stosowana do wykazania rozdzielanych aminokwasów metodą chromatograficzną. Natężenie zabarwienia jest proporcjonalne do stężenia aminokwasów, dlatego reakcja ninhydrynowa stanowi podstawę metody kolorymetrycznej, ilościowego oznaczania wolnych aminokwasów. Dodatni odczyn ninhydrynowy dają również inne związki, które zawierają grupę aminową, czyli sole amonowe, aminocukry, amoniak.

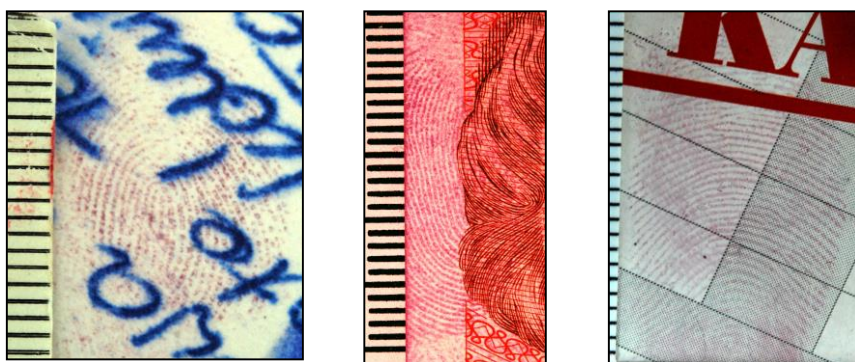
Reakcja jest charakterystyczna dla wszystkich aminokwasów oprócz:

- proliny – kolor żółty,
- hydroksyproliny – kolor różowy.

W 1954 roku dwóch szwedzkich naukowców Odén i von Hofsten wykorzystali ninhydrynę do ujawniania śladów linii papilarnych na podłożach papierowych (chłonnych) [15]. W Polsce metodę tę zaczęto stosować od 1957 roku.

Ninhydrina jest organicznym, bezbarwnym, tworzącym kryształowy związek chemiczny, która w daktyloskopii wykorzystywana jest do ujawniania śladów linii

papilarnych pozostawionych na powierzchniach chłonnych, tj. papier, tektura tynk, surowe drewno. Ślady linii papilarnych ujawniają się w postaci fioletowo-niebieskich odwzorowań widocznych w świetle białym (Rys. 3–5). W pocie występuje wiele rodzajów aminokwasów i z każdym z nich reakcja ninhydrynowa ma różną czułość. W związku z tym powstałe zabarwienia posiadają różną intensywność koloru świadcząca o różnorodności i ilości aminokwasów znajdujących się w substancji potowo-tłuszczowej [16].



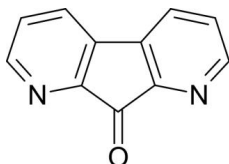
Rysunki 3–5. Odwzorowania linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione roztworem ninhydryny sfotografowane w świetle białym. Źródło – opracowanie własne

Figures 3–5. Fingerprints in repeated zoom visualized Ninhydrin, photographed in the white light. Reference – own study

Tworzenie barwnika zaczyna się w zależności od jakości śladu po około 0,5 h, biorąc pod uwagę temperaturę 20–30°C i wilgotność 50–75%. Czas ujawniania wynosi co najmniej 24 h i wydłuża się wraz z wiekiem śladów linii papilarnych. W niższych temperaturach i suchym powietrzu proces niekiedy wcale nie daje efektów barwnych. Z kolei w warunkach zbyt wilgotnych następuje rozmycie śladów w podłożu. Przyspieszenie reakcji przez podgrzewanie do 90°C lub naświetlanie promieniowaniem ultrafioletowym przyspiesza reakcję powodując szybkie ujawnienie śladów linii papilarnych. Następuje wtedy denaturacja białek prowadząca do zmian ich właściwości, w tym również reaktywności, na skutek rozpadu na krótsze łańcuchy, uwolnienia i uaktywnienia aminokwasów

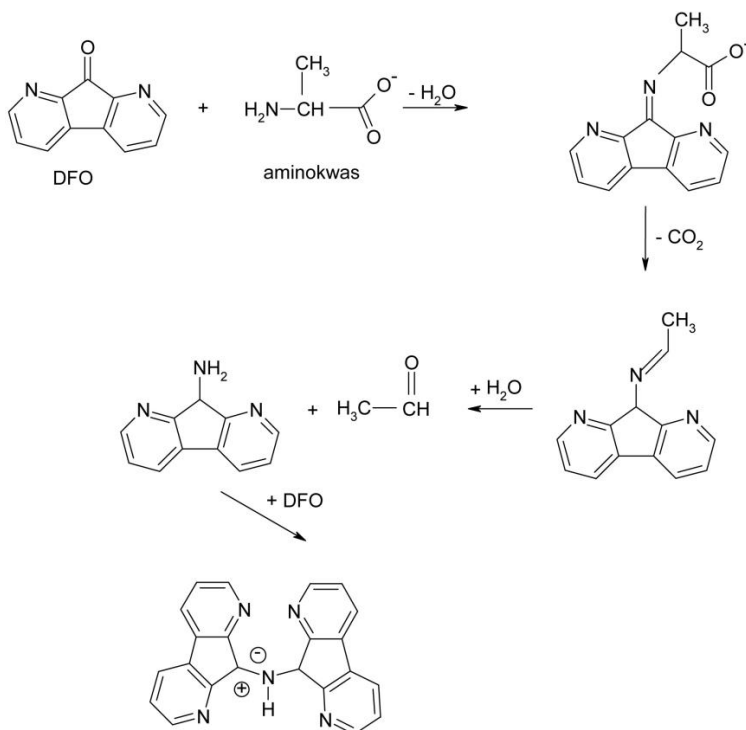
Według opublikowanych wyników badań metoda ninhydrynowa nie ma istotnego wpływu na skuteczność oznaczania DNA z próbek krwi, wobec tego nie powinna utrudnić przeprowadzenia badań biologicznych po wcześniej przeprowadzonych badaniach daktyloskopijnych [17].

DFO
(1,8-diazafluoren-9-on)



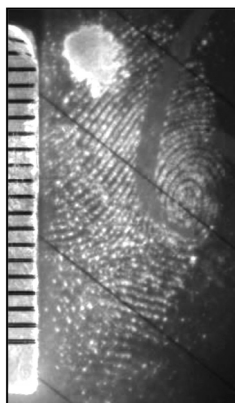
Rysunek 6. Wzór strukturalny 1,8 diazafluoren-9-on (DFO)
Figure 6. Chemical structure of DFO

Związek chemiczny 1,8-diazafluoren-9-on (Rys. 6) o wzorze sumarycznym $C_{11}H_6N_2O$ nazywany w skrócie DFO został po raz pierwszy zsyntetyzowany w 1950 roku, ale jego reaktywność z aminokwasami została odkryta dopiero w latach 90. ubiegłego stulecia [18]. DFO w stanie stałym ma postać krystaliczną, żółtą barwę i jest produktem przejściowym powstającym przy syntezie pochodnej ninhydryny. Związek ten reaguje z aminokwasami zawartymi w substancji potowo-tłuszczowej (Rys. 7), tworząc podobny do purpury Ruhemanna czerwony produkt reakcji. Czasem ślady są widoczne w świetle białym w postaci bładoróżowych odwzorowań.



Rysunek 7. Schemat przebiegu reakcji DFO z aminokwasami [19]
Figure 7. Scheme of the reaction DFO with amino acid [19].

Prawidłowe wykonanie procesu wymaga podwyższonej temperatury (90–100°C) oraz niskiej wilgotności. Reakcja zachodzi również w temperaturze pokojowej, lecz w zdecydowanie dłuższym czasie. Związek ten wykazuje fluorescencję przy wzbudzeniu promieniowaniem niebiesko-zielonym o długości fali 470–560 nm i obserwuje się przez filtr krawędziowy długofalowy jako żółto-pomarańczowy obraz śladu (Rys. 8) [19, 20].

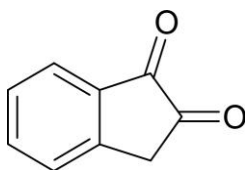


Rysunek 8. Odzworowanie linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione roztworem DFO sfotografowane w świetle niebiesko-zielonym przy wykorzystaniu filtra krawędziowego długofalowego.
Źródło – opracowanie własne

Figure 8. Fingerprint in repeated zoom visualized DFO, photographed in the blue-green light using goggle.
Reference – own study

Badania nad DFO udowodniły, że jest związkiem o wiele bardziej skutecznym przy ujawnianiu śladów linii papilarnych niż ninhydryna, dlatego zaleca się stosowanie DFO w sekwencji metod przed ninhydryną.

1,2-IND
(1,2-indandion)

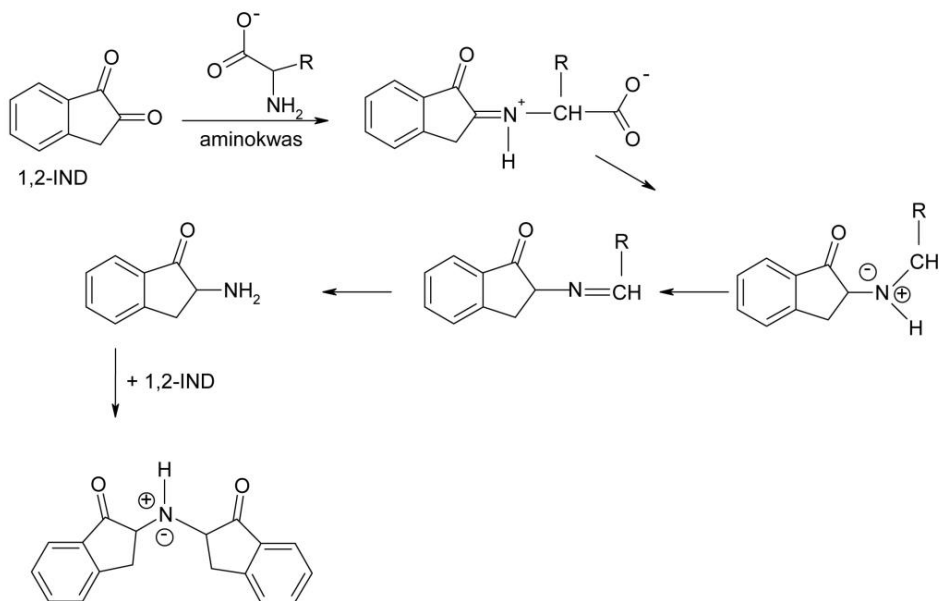


Rysunek 9. Wzór strukturalny 1,2-indandionu (1,2-IND)

Figure 9. Chemical structure of 1,2-IND

1,2-IND (Rys. 9) o wzorze sumarycznym $C_9H_6O_2$ został zsyntetyzowany w 1997 roku jako produkt przejściowy w reakcji otrzymywania pochodnej ninhydryny,

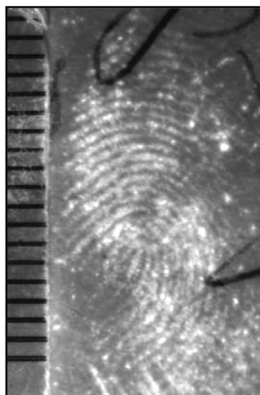
5-metylotioninhydryny (5-MTN) i wykorzystany do ujawniania śladów linii papilarnych na podłożach chłonnych. 1,2-IND podobnie jak DFO i ninhydryna reaguje z aminokwasami będącymi składnikami substancji potowo-tłuszczowej (Rys. 10) [21].



Rysunek 10. Schemat przebiegu reakcji 1,2-IND-u z aminokwasami [19]

Figure 10. Scheme of the reaction 1,2-IND with amino acid [19]

W rezultacie zachodzi reakcja w wyniku, której powstaje produkt wykazujący fluorescencję przy wzbudzeniu promieniowaniem niebiesko-zielonym o długości fali 505–530 nm, który można obserwować przy zastosowaniu filtra krawędziowego długofalowego (570–590 nm) jako żółto-pomarańczowy obraz śladu linii papilarnych (Rys. 11).



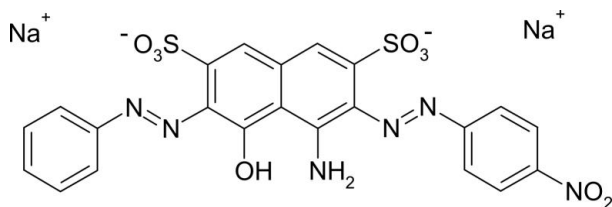
Rysunek 11. Odwzorowanie linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione roztworem 1,2-IND sfotografowane w świetle niebiesko-zielonym przy wykorzystaniu filtra krawędziowego długofalowego. Źródło – opracowanie własne

Figure 11. Fingerprint in repeated zoom visualized 1,2-IND, photographed in the blue-green light using goggle. Reference – own study

Podobnie jak w DFO, może pojawić się różowe zabarwienie śladów widzialne w świetle białym, lecz znacznie słabe [22].

Niewielka różnica w działaniu DFO i 1,2-IND powoduje, że nie ma przeszkód na traktowanie 1,2-IND jako zamiennika DFO.

AMIDO BLACK

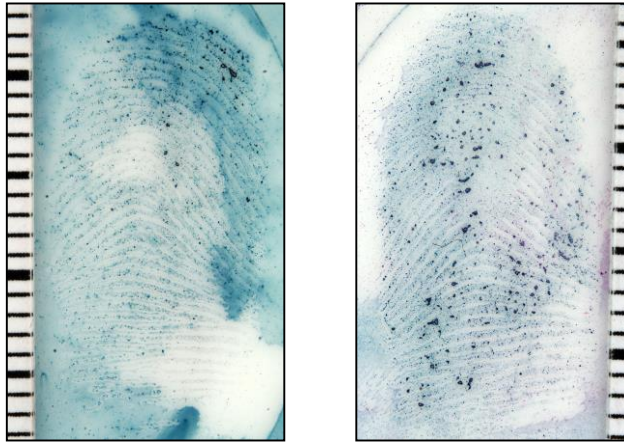


Rysunek 12. Wzór strukturalny czerni amidowej

Figure 12. Chemical structure of Amido Black

Amido Black (Rys. 12) czyli czerni amidowa o wzorze sumarycznym $C_{22}H_{14}N_6Na_2O_9S_2$ to sól disodowa kwasu disulfonowego 4-amino-5-hydroksy-3-[(4-nitrofenyl)azo]-6-(fenylazo)-2,7-naftalenu. Związek ten stosowany jest do ujawniania lub wzmacniania śladów linii papilarnych pozostawionych krwią lub innym płynem ustrojowym. Czerni amidowa reaguje z cząsteczkami białek będącymi składnikami osocza krwi oraz innych płynów ustrojowych. Ślady linii papilarnych ujawniają się w postaci ciemnoniebieskich odwzorowań (Rys. 13–14). Metoda ta umożli-

liwia ujawnianie śladów linii papilarnych na dowolnych powierzchniach chłonnych i niechłonnych [23].



Rysunek 13–14. Odwzorowania linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione roztworem Amido Black sfotografowane w świetle białym. Źródło – opracowanie własne
Figures 13–14. Fingerprints in repeated zoom visualized Amido Black, photographed in the white light. Reference – own study

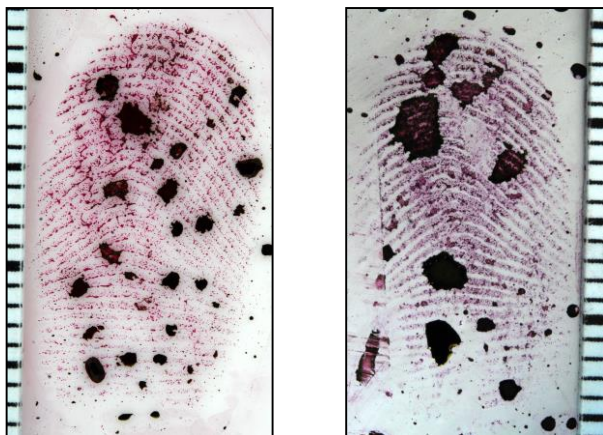
Zastosowanie czerni amidowej do kontrastowania krwawych śladów linii papilarnych datuje się na koniec lat 80. XX wieku, kiedy to Hussain oraz Pounds wykorzystali ją po raz pierwszy [24]. Czernią amidową nie wchodzi w reakcje z substancją potowo-tłuszczową znajdującą się na listewkach skórnych, dlatego też metoda ta powinna być stosowana po ujawnieniu ewentualnych śladów potowo-tłuszczowych innymi metodami [25].

HUNGARIAN RED

Czerwień węgierska to nazwa handlowa roztworu barwy purpurowej produkowanego przez firmę Bvda Internatiomal b.v. z Holandii, który pojawił się na rynku w połowie lat 90. XX wieku. Związek ten zawiera barwnik rozpuszczony w mieszaninie wody i kwasu octowego reagujący z białkami znajdującymi się w osoczu krwi. W wyniku reakcji powstaje związek kompleksowy, który ujawnia krwawe ślady linii papilarnych barwy purpurowej. Roztwór ten stosowany jest do ujawniania śladów linii papilarnych na powierzchniach chłonnych i niechłonnych.

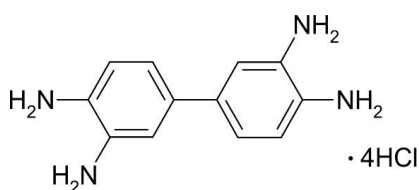
Czerwień węgierska wykazuje fluorescencję w zakresie 515–560 nm, a ślady obserwuje się przy zastosowaniu filtra krawędziowego długofalowego 600 nm. Po zastosowaniu czerwieni węgierskiej ślady również są widoczne w świetle białym (Rys. 15–16). Związek ten tak samo jak czernią amidową nie wchodzi w reakcję z substancją potowo-tłuszczową, dlatego też zaleca się przed zastosowaniem tej metody ujawnić ewentu-

alne ślady potowo-tłuszczowe. Reakcja ta przebiega w dwóch etapach w zależności od podłoża. W podłożu chłonnym ślady krwawe są utrwalane roztworem kwasu 5-sulfosalicylowego, a następnie kontrastowane roztworem czerwieni węgierskiej. Odnośnie podłoży niechłonnych czynność ta jest odwrotna [6].



Rysunek 15–16. Odzworowania linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione roztworem Hungarian Red sfotografowane w świetle białym. Źródło – opracowanie własne
 Figure 15–16. Fingerprints in repeated zoom visualized Hungarian Red, photographed in the white light. Reference – own study

DAB
(tetrachlorowodorek 3,3'-diaminobenzyny)

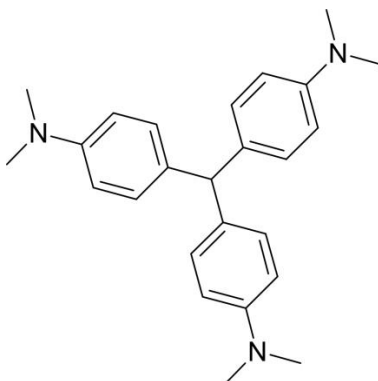


Rysunek 17. Wzór strukturalny DAB
 Figure 17. Chemical structure of DAB

DAB (Rys. 17) o wzorze sumarycznym $C_{14}H_{10}Cl_4$ w reakcji katalizowanej hemoglobina w obecności nadtlenu wodoru ulega utlenianiu co prowadzi do powstania ciemnobrązowej barwy produktu. Metoda ta służy do ujawniania lub wzmacniania krwawych śladów linii papilarnych na podłożach chłonnych i niechłonnych. Pierwsze informacje o tej metodzie pojawiły się na początku lat 90. XX wieku, kiedy to Sahs opublikował raport pt. „An Advancement in Blood Print Detection” w *Journal of Forensic Identification*. Artykuł dotyczył metodologii i wyników używania

3,3'-diaminobenzzydiny służącej do uwydatnienia krwawych śladów linii papilarnych. Związek ten tak samo jak czerń amidowa i czerwień węgierska nie reaguje ze składnikami substancji potowo-tłuszczowej [6].

LCV
(fiolet leukokrystaliczny)

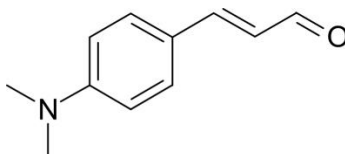


Rysunek 18. Wzór strukturalny fioletu leukokrystalicznego

Figure 18. Chemical structure of LCV

Fiolet leukokrystaliczny (Rys. 18) ulega reakcji utleniania przez nadtlenek wodoru. LCV w obecności hemoglobiny prowadzi do powstania barwnego produktu barwy jasnoniebieskiej. Związek ten wykorzystuje się zarówno do ujawniania jak i kontrastowania krwawych śladów linii papilarnych. Metodę tę po raz pierwszy wykorzystano w połowie lat 90. XX wieku [26]. LCV nie reaguje ze składnikami substancji potowo-tłuszczowej, w związku z tym należy zastosować inne metody do ujawniania ewentualnych śladów potowo-tłuszczowych. Metoda ta skuteczna jest zarówno na podłożach chłonnych jak i niechłonnych.

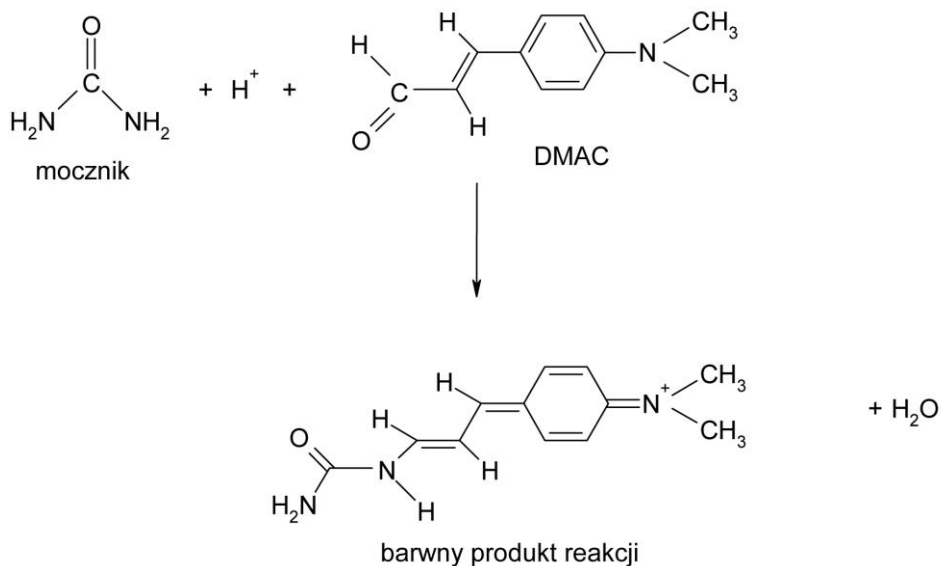
DMAC
(aldehyd 4-dimetyloaminocynamonowy)



Rysunek 19. Wzór sumaryczny DMAC

Figure 19. Chemical structure of DMAC

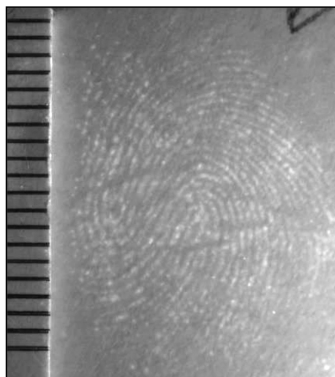
DMAC (Rys. 19) o wzorze sumarycznym $C_{11}H_{13}NO$ reagujący z mocznikiem i aminami wchodzącymi w skład substancji potowo-tłuszczowej (Rys. 20), który został opisany po raz pierwszy 1973 roku przez Morrisa [27].



Rysunek 20. Schemat przebiegu reakcji DMAC z mocznikiem

Figure 20. Scheme of the reaction DMAC with Urea

DMAC daje produkt reakcji wykazujący fluorescencję przy wzbudzeniu promieniowaniem w zakresie 450–505 nm, który obserwuje się i rejestruje przy zastosowaniu filtru krawędziowego długofalowego 590 nm. Ślady linii papilarnych są widoczne w postaci żółtego (pomarańczowego) koloru (Rys. 21). Związek ten jest stosowany do ujawniania śladów linii papilarnych naniesionych substancją potowo-tłuszczową na podłożach papierowych (chłonnych) pokrytych emulsją termoczułą, np. wydruki z bankomatu, paragony z kasy fiskalnej.



Rysunek 21. Odwzorowanie linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione roztworem DMAC sfotografowane w świetle niebiesko-zielonym przy wykorzystaniu filtra krawędziowego długofalowego. Źródło – opracowanie własne

Figure 21. Fingerprint in repeated zoom visualized DMAC, photographed in the blue-green light using goggle. Reference – own study

Przed zastosowaniem DMAC należy zwrócić uwagę czy badane podłoże było narażone na działanie niekorzystnych czynników atmosferycznych w postaci podwyższonej temperatury oraz wysokiej wilgotności. Warunki środowiskowe mogą obniżyć skuteczność metody na skutek rozpuszczenia związków reagujących z DMAC [28].

RTX (tetra tlenek rutenu VIII)

Mechanizm działania RTX polega na redukcji RuO_4 w kontakcie z substancją potowo-tłuszczową zawierającą, m.in. nienasycone kwasy tłuszczowe (Rys. 22). Ujawnione ślady dają obraz czarny, ciemnoszary lub ciemnobrązowy widoczny w świetle białym.

Metoda ta po raz pierwszy została opisana przez Roberta Olsena w 1978 roku i polegała na ogrzaniu stałego RuO_4 na łaźni wodnej w celu uzyskania par, które osadzały się na substancji potowo-tłuszczowej uwidaczniając w ten sposób ślady linii papilarnych [29]. Mając na uwadze wydłużony czas oczekiwania na osadzenie się tlenku rutenu(VIII) na śladach linii papilarnych oraz niebezpieczeństwo wybuchu wynikające z ogrzewania RuO_4 do temperatury powyżej 50°C nie zaczęto jej stosować w praktyce. W latach 90. XX wieku Kenzo Mashiko, japoński naukowiec opisał nowy sposób otrzymania gazowego tetratlenku rutenu poprzez zmieszanie wodnego RuO_4 z wodnym roztworem azotanu amonu ceru $(\text{NH}_4)_2[\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]$. W wyniku tej reakcji powstają pary RuO_4 , które unoszą się nad roztworem, a następnie osadzają się na śladach. RTX można stosować na papierach zwykłych i termoczulych, two-

nia śladów linii papilarnych i przyczynia się do poprawy kontrastu i czytelności ujawnionych śladów.

PROSZKI DAKTYLOSKOPIJNE

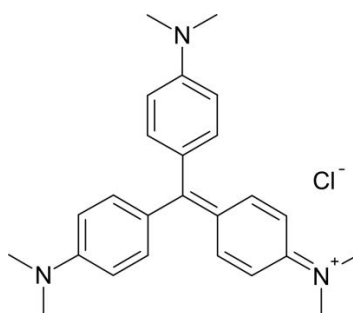
W praktyce daktyloskopijnej do ujawniania śladów linii papilarnych stosuje się różnego rodzaju adhezyjne proszki daktyloskopijne. Dobór uwarunkowany jest od kontrastu powstałego między śladem a podłożem. W niektórych wypadkach kontrast uzyskuje się dopiero po przeniesieniu śladu na folię daktyloskopijną, z którą kontrastuje stosowany proszek przylegający do ujawnionego śladu.

Proszki daktyloskopijne nanoszone są za pomocą pędzla z włosia naturalnego (np. wiewiórki, bobra), włókna szklanego lub puchu marabuta oraz pędzla magnetycznego. Kiedy pojawi się zarys śladu wykonuje się rejestrację fotograficzną przy wykorzystaniu skalówki i przenosi się ślad na folię daktyloskopijną, którą dobiera się w oparciu o zasadę kontrastowości.

Proszki daktyloskopijne można podzielić na:

- zwykłe: argentorat (stop aluminium), sadza angielska (tlenek żelaza, tlenek manganu, kalafonia), grafit;
- ferromagnetyczne (tlenek żelaza, sproszkowane żelazo);
- fluorescencyjne (powstają na bazie proszków zwykłych lub ferromagnetycznych poprzez dodanie barwnika fluorescencyjnego).

FIOLET KRystaliczny (chlorek tris (4-(dimetyloamino)fenylo)metylu)

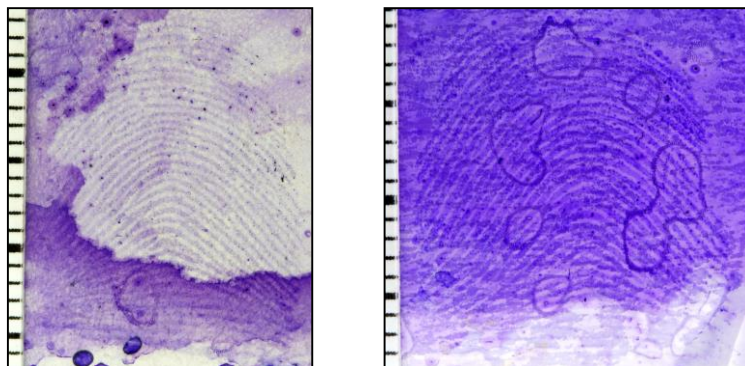


Rysunek 23. Wzór strukturalny fioletu krystalicznego

Figure 23. Chemical structure of Crystal Violet

Fiolet krystaliczny (Ryc. 23) o wzorze sumarycznym $C_{25}H_{30}N_3Cl$, który występuje w postaci ciemnozielonego proszku lub kryształów. Związek ten stosowany jest do kontrastowania śladów linii papilarnych ujawnionych metodą cyjanoakry-

lową, śladów krwawych, na klejącej stronie taśm samoprzylepnych, powierzchniach zabrudzonych klejami i smarami. Barwi podłoże (w przypadku tłustego podłoża można zaobserwować, że to właśnie podłoże zostanie zabarwione na fioletowo a substancja śladotwórcza pozostanie bez zmian) lub substancję śladotwórczą na kolor fioletowy (Rys. 24–25), nadając im kontrast, który umożliwia rejestrację fotograficzną w świetle białym.



Rysunek 24–25. Odzworowania linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu, ujawnione fioletem krystalicznym, sfotografowane w świetle białym. Źródło – opracowanie własne
Figure 24–25. Fingerprints in repeated zoom visualized Crystal Violet, photographed in the white light. Reference – own study

Metoda ta jest zalecana w przypadku jasnych podłoży, ponieważ w przypadku podłoży ciemnych nie daje właściwych wyników ze względu na brak kontrastu substancji śladotwórczej z podłożem. Ujawnianie polega na zanurzeniu badanego przedmiotu w roztworze fioletu krystalicznego do momentu uzyskania kontrastu śladu z podłożem [31].

SPR (Small Particle Reagent)

SPR jest wodną zawiesiną drobnocząsteczkowego czarnego proszku disiarczku molibdenu(IV) o wzorze sumarycznym MoS_2 z dodatkiem środka powierzchniowo czynnego (SPC). Preparat ten charakteryzuje się występowaniem części hydrofilowej i hydrofobowej umożliwiającą zmieszanie dwóch niemieszających się ze sobą cieczy, np. wody i oleju [32]. Do wizualizacji śladów linii papilarnych stosuje się środki powierzchniowo czynne o nazwach handlowych Tergitol typ NP-7 oraz Photo-Flo 200. SPR stosowany jest do ujawniania śladów linii papilarnych na podłożach niechłonnych, m.in. metale, szkło, tworzywa sztuczne. Daje dobre wyniki szczególnie na podłożach mokrych i natłuszczonych. Cząsteczki disiarczku molibdenu(IV) przylegają do substancji śladotwórczej pozostawiając szary nalot (Rys. 26–27) [33].



Rysunek 26–27. Odzworowania linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione SPR, sfotografowane w świetle białym. Źródło – opracowanie własne

Figure 26–27. Fingerprints in repeated zoom visualized SPR, photographed in the white light. Reference – own study

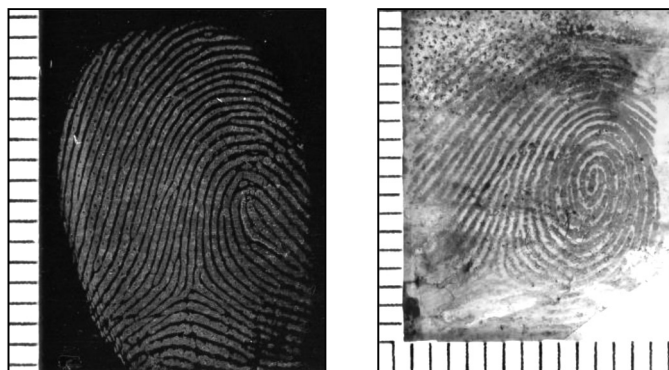
Small Particie Reagent jako metodę do wizualizacji śladów linii papilarnych opisano po raz pierwszy w 1979 roku przez Morrisona i Wellsa, którzy pracowali w Atomic Weapons Research Establishment w Aldermaston w Wielkiej Brytanii. SPR jest proszkiem daktyloskopijnym występującym w postaci ciekłej tworzący zawiesinę i na ogół dużo bardziej skutecznym od proszków daktyloskopijnych.

STICKY-SIDE

Sticky-side to proszek barwy grafitowej z metalicznym połyskiem, którego pierwsze wzmianki o zastosowaniu datuje się na lata 90. XX wieku w Japonii [34]. Produkt ten stosowany jest do ujawniania śladów linii papilarnych na klejących stronach taśm samoprzylepnych naniesionych substancją potowo-tłuszczową oferowany przez firmę Bvda, w którego skład wchodzi tlenek żelaza i płatki aluminium. Zasada działania polega na adsorpcji cząstek proszku na substancji potowo-tłuszczowej śladu linii papilarnych, który nanosi się pędzlem na stronę klejącą taśmy i delikatnie zmywa jego nadmiar pod bieżącą wodą. Po ujawnieniu śladów linii papilarnych oględziny oraz rejestrację fotograficzną przeprowadza się w świetle białym.

WET POWDER (White & Black)

Wet Powder to nazwa handlowa środka służącego do ujawniania śladów linii papilarnych na podłożach niechłonnych pokrytych klejem (taśmy samoprzylepne) [35]. Wet Powder jest zawiesiną proszku barwy białej (Rys. 28) bądź czarnej, której zastosowanie zależy od barwy podłoża (Rys. 29).



Rysunek 28–29. Odzworowania linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione zawiesiną Wet Powder White (po lewej stronie) i Wet Powder Black (po prawej stronie), sfotografowane w świetle białym. Źródło – opracowanie własne

Figure 28–29. Fingerprints in repeated zoom visualized Wet Powder White and Wet Powder Black, photographed in the white light. Reference – own study

Skład Wet Powder Black opiera się na tlenku żelaza, a Wet Powder White na dwutlenku tytan.

TAPE-GLO

Tape-Glo to roztwór barwy czerwono-pomarańczowej, który zawiera w swoim składzie barwnik fluorescencyjny osadzający się na miejscu występowania substancji potowo-tłuszczowej (jego skład jest objęty tajemnicą handlową i jest dostępny jako gotowy produkt oferowany przez firmę Lightning Powder Company Inc. z USA) na powierzchniach klejących, m.in. na taśmach samoprzylepnych. Ujawnianie śladów linii papilarnych przy zastosowaniu Tape-Glo polega na naniesieniu środka przy użyciu pędzla na badane podłoże i zmyciu wodą jego nadmiar. Ujawnione ślady linii papilarnych fluoryzują przy wzbudzeniu promieniowaniem w zakresie 505–530 nm, a ich obserwacji i rejestracji fotograficznej dokonuje się przy użyciu filtrów krawędziowych długofalowych 590 nm (Rys. 30).

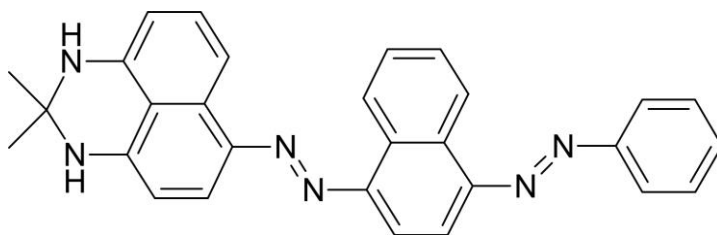


Rysunek 30. Odwzorowanie linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione Tape-Glo, sfotografowane w świetle niebiesko-zielonym przy użyciu filtra krawędziowego długofalowego. Źródło – opracowanie własne

Figure 30. Fingerprint in repeated zoom visualized Tape-Glo, photographed in the blue-green light using goggle. Reference – own study

SUDAN BLACK B

(2,2-dimethyl-1,3-dihydroperimidin-6-yl)-(4-phenylazo-1-naphthyl)diazene

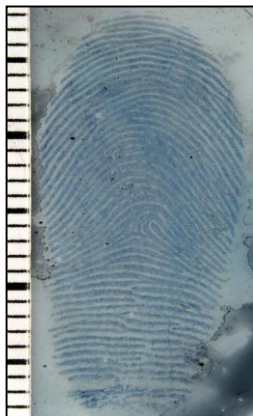


Rysunek 31. Wzór strukturalny Sudan Black B

Figure 31. Chemical structure of Sudan Black B

Sudan Black B (Rys. 31) czyli czerń sudanowa o wzorze sumarycznym $C_{29}H_{24}N_6$. Stosowana jest głównie do kontrastowania śladów na powierzchniach zabrudzonych smarami, artykułami spożywczymi i śladów potowo-tłuszczowych ujawnionych metodą cyjanoakrylową. W stanie stałym jest czarnym, drobnym proszkiem, natomiast w stanie rozpuszczonym posiada barwę ciemnogniatową i takie też zabarwienie uzyskują ujawnione nim ślady linii papilarnych (Rys. 32). Zasada działania polega na naniesieniu spryskiwaczem lub zanurzeniu w roztworze badanego

przedmiotu, a następnie spłukanie wodą nadmiaru barwnika, który osadza się na śladzie. Oględziny i rejestrację fotograficzną dokonuje się w świetle białym [36].

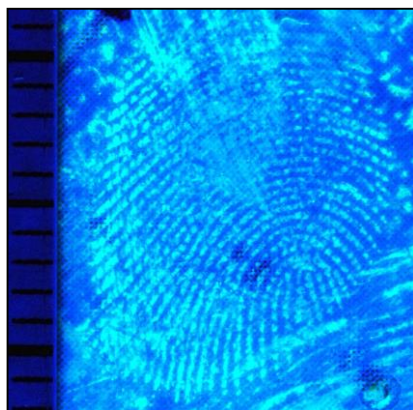


Rysunek 32. Odwzorowanie linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione Sudan Black B, sfotografowane w świetle białym. Źródło – opracowanie własne

Figure 32. Fingerprint in repeated zoom visualized Sudan Black B, photographed in the white light. Reference – own study

LIQUI-DROX

W skład roztworu Liqui-drox wchodzi mieszanina bezfosforanowego detergentu o nazwie handlowej Liqui-nox firmy Alconox Inc z USA, Ardroux P133D (barwnik fluorescencyjny) i wody destylowanej. Mieszanina ta jest roztworem o żółtym zabarwieniu. Roztwór ten stosowany jest do kontrastowania śladów linii papilarnych ujawnionych metodą cyjanoakrylową zarówno na stronie klejącej jak i nieklejącej taśm samoprzylepnych koloru ciemnego. Obecność detergentu Liqui-nox w roztworze Liqui-drox ułatwia proces osadzania barwnika. Nadmiar roztworu łatwo wmywany jest wodą. Ujawnione ślady linii papilarnych fluoryzują przy wzbudzeniu promieniowaniem ultrafioletowym (Rys. 33) [37].



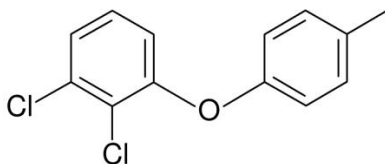
Rysunek 33. Odwzorowanie linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione Liqui-drox, sfotografowane w świetle ultrafioletowym. Źródło – opracowanie własne

Figure 33. Fingerprint in repeated zoom visualized cyanoacrylate contrasted by Liqui-drox, photographed in the ultraviolet light. Reference – own study

BARWIENIE CYJANOARYLANÓW

Barwienie cyjanoakrylanów to metoda polegająca na powinowactwie fizycznym substancji tworzącej ślad z odczynnikiem ujawniającym, polegająca na przyleganiu barwnika do substancji śladotwórczej lub podłoża.

ARDROX P133D (1,2-dichloro-3-(2-metylofenoksy)benzenu)



Rysunek 34. Wzór strukturalny Ardrexu P133D

Figure 34. Chemical structure of Ardrex P133D

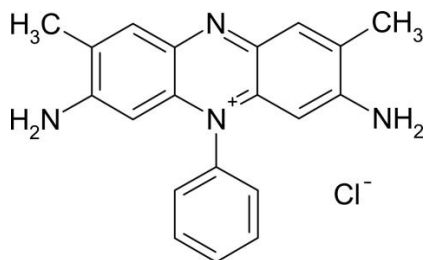
Ardrex P133D (Rys. 34) to barwnik fluorescencyjny o wzorze sumarycznym $C_{13}H_{10}Cl_2O$ stosowany do kontrastowania śladów linii papilarnych ujawnionych na podłożach niechłonnych metodą cyjanoakrylową, który jest silnie adsorbowany przez polimer cyjanoakrylowy. Barwnik ten wykazuje fluorescencję przy wzbudzeniu promieniowaniem w zakresie 350 nm (Rys. 35). Roztwór ten występuje w postaci żółtej cieczy, która łatwo wymywana jest wodą [38].



Rysunek 35. Odzworowanie linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione Ardroxem P133D sfotografowane w świetle ultrafioletowym. Źródło – opracowanie własne

Figure 35. Fingerprint in repeated zoom visualized cyanoacrylate contrasted by Ardrox P133D, photographed in the ultraviolet light. Reference – own study

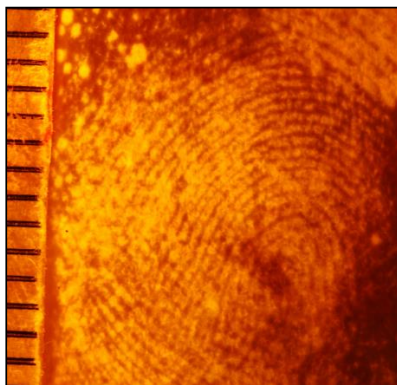
SAFRANINA O
(chlorek 3,7-dimetylo-10-fenylofenazyn-10-ilo-2,8-diaminy)



Rysunek 36. Wzór strukturalny Safraniny O

Figure 36. Chemical structure of Safranin O

Safranina O (Rys. 36) o wzorze sumarycznym $C_{20}H_{19}ClN_4$ jest organicznym barwnikiem fluorescencyjnym występującym w postaci proszku barwy bordowej. Jego zastosowaniem jest kontrastowanie śladów linii papilarnych ujawnionych na powierzchniach niechłonnych metodą cyjanoakrylową.

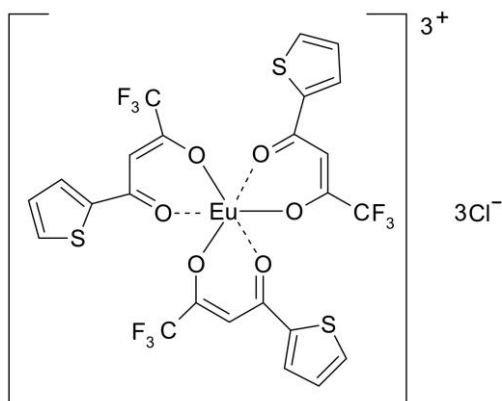


Rysunek 37. Odwzorowanie linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione Safraniną O sfotografowane w świetle niebiesko-zielonym przy wykorzystaniu filtra krawędziowego długofalowego. Źródło – opracowanie własne

Figure 37. Fingerprint in repeated zoom visualized Safranin O photographed in the blue-green light using goggle. Reference – own study

Nadmiar barwnika wypłukiwany jest wodą. Wykazuje fluorescencje przy wzbudzeniu promieniowaniem w zakresie 505 nm, a obserwację i rejestrację śladów linii papilarnych dokonuje się przy użyciu filtrów krawędziowych długofalowych 590 nm (Rys. 37) [39].

TEC
(chylat europu z tienoilotrifluoroacetnem)

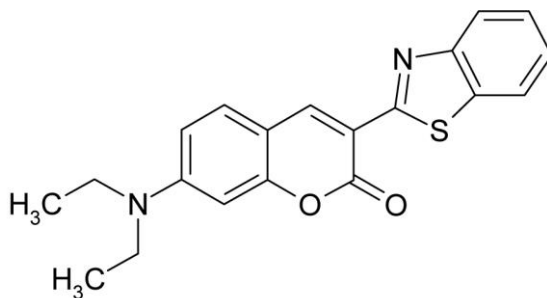


Rysunek 38. Wzór strukturalny chylatu europu z tienoilotrifluoroacetnem

Figure 38. Chemical structure of Thenoyl Europium Chelate

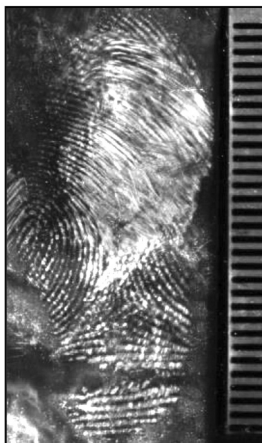
Trzy cząsteczki 5-tienoilotrifluoroacetonu (TTA) wiążą w roztworze jeden atom europu tworząc chelat europu (TEC) (Rys. 38). TEC jest barwnikiem posiadającym właściwości fluorescencyjne, stosowanym do kontrastowania śladów linii papilarnych ujawnionych na podłożach niechłonnych metodą cyjanoakrylową. Roztwór chylatu europu jest bezbarwny i mocno absorbuje promieniowanie w zakresie ultrafioletowy. Z kolei wąskie pasmo emisji występuje przy około 614 nm. Chylat europu jest przykładem metody charakteryzującej się emisją fluorescencji o dużym przesunięciu Stokesa w stosunku do promieniowania wzbudzającego. Początki wykorzystania TEC to lata 90. XX wieku, kiedy Misner, Wilkinson i Watkin opublikowali możliwość zastosowania TEC jako barwnika fluorescencyjnego do kontrastowania śladów linii papilarnych [40].

BASIC YELLOW 40
(3-(2-benzotiazol)-7-dietyloamino kumaryny)



Rysunek 39. Wzór strukturalny Basic Yellow 40
Figure 39. Chemical structure of Basic Yellow 40

Basic Yellow 40 (Rys. 39) to barwnik fluorescencyjny o wzorze sumarycznym $C_{20}H_{18}N_2O_2S$, który jest intensywnie adsorbowany przez polimer cyjanoakrylowy [41]. Wykazuje fluorescencję przy wzbudzeniu promieniowaniem w zakresie 350-505 nm, zatem ślady linii papilarnych można obserwować w świetle ultrafioletowym oraz pomarańczowym (Rys. 40). Należy pamiętać, że przy wzbudzeniu w zakresie ~505 nm obserwacji i rejestracji dokonuje się przy użyciu filtrów krawędziowych długofalowych 590 nm [6].



Rysunek 40. Odwzorowanie linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione Basic Yellow 40 sfotografowane w świetle ultrafioletowym. Źródło – opracowanie własne

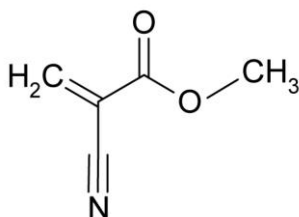
Figure 40. Fingerprint in repeated zoom visualized cyanoacrylate contrasted by Basic Yellow 40 photographed in the ultraviolet light. Reference – own study

5. METODY FIZYKOCHEMICZNE

Do wizualizacji śladów linii papilarnych wykorzystuje się również metody fizykochemiczne, w których występują zarówno zjawiska fizyczne, jak i reakcje chemiczne. W takim przypadku proces ten przebiega etapowo.

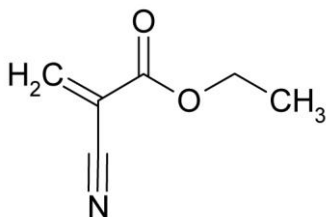
CYJANOAKRYLAN

Cyanoakrylan to klej cyanoakrylowy powszechnie stosowany jako szybko schnący, występujący w handlu pod nazwą Super Glue, Cyjanopan czy Kropelka. W jego skład wchodzi 2-cyanoakrylan metylu (MCA) $C_5H_5NO_2$ (Rys. 41) bądź 2-cyanoakrylan etylu (ECA) $C_6H_7NO_2$ (Rys. 42) [199, 200].



Rysunek 41. Wzór strukturalny 2-cyanoakrylanu metylu (MCA)

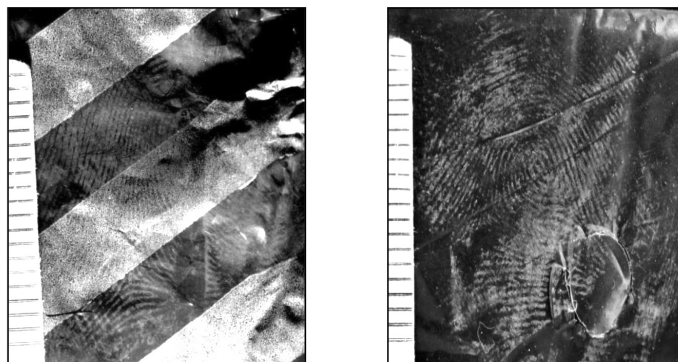
Figure 41. Chemical structure of methyl-2-cyanoacrylate



Rysunek 42. Wzór strukturalny 2-cyanoakrylanu etylu (ECA)

Figure 42. Chemical structure of ethyl-2-cyanoacrylate

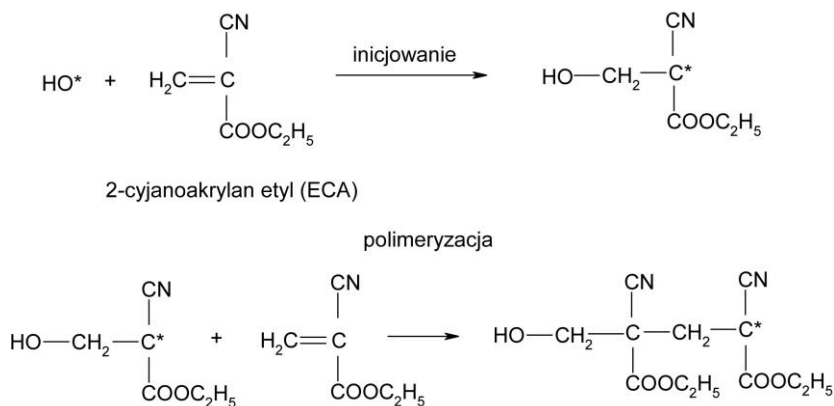
Metoda cyjanoakrylowa została opracowana w 1978 r. w Oddziale Identyfikacji Kryminalnej Japońskiej Policji Narodowej. Polega ona na polimeryzacji estrów kwasu 2-cyanoakrylowego katalizowanego składnikami wydzieliną potowo-tłuszczową tworzącej ślady daktyloskopijne. W procesie ujawniania śladów linii papilarnych wykorzystuje się działanie par estrów kwasu 2-cyanoakrylowego, które osiadając się na grzbietach listewek skórnych ulegają polimeryzacji tworząc białoszary nalot (Rys. 43–44) [42, 43].



Rysunek 43–44. Odwzorowania linii papilarnych w kilkakrotnym powiększeniu ujawnione cyjanoakrylanem sfotografowane w świetle białym. Źródło – opracowanie własne

Figure 43–44. Fingerprints in repeated zoom visualized cyanoacrylate, photographed in the white light. Reference – own study

Wydłużenie łańcuch polimeru katalizowane jest przez jony hydroksylowe (Rys. 45). Metoda cyjanoakrylowa w procesie ujawniania śladów linii papilarnych wykorzystuje zdolność par estrów do polimeryzacji anionowej, kationowej lub rodnikowej. Powstały polimer przylega do powierzchni polarnych [44].



Rysunek 45. Schemat przebiegu reakcji polimeryzacji 2-cyjanoakrylanu etylu
 Figure 45. Scheme of the reaction of the polymerization cyanoacrylate

Polimer cyjanoakrylowy można skonstruować barwnikami fluorescencyjnymi (Ardrox P133D, Safranina O, Basic Yellow 40) lub innymi związkami chemicznymi przeznaczonymi do wzmocnienia widoczności śladów linii papilarnych ujawnionych cyjanoakrylanem, np. fiolet krystaliczny.

Proces polimeryzacji musi być przez cały czas obserwowany przez eksperta kryminalistyki, gdyż zbyt duże osadzenie się opar kleju na śladach linii papilarnych może spowodować nieodwracalne zatarcie śladu.

Do ujawniania metodą cyjanoakrylową wykorzystuje się powszechnie dostępne na rynku kleje, takie jak: *Cyjanopan*, *Super Glue* lub specjalnie produkowane do celów kryminalistycznych preparaty o większej lotności niż kleje, m.in. tzw. folie cyjanoakrylowe.

Metoda cyjanoakrylowa jest skuteczna na powierzchniach niechłonnych: metale, szkło, tworzywa sztuczne, drewno lakierowane, a także na powierzchniach chłonnych o gładkiej i błyszczącej powierzchni. Najnowsze badania donoszą, że ujawnianie śladów linii papilarnych parami estru cyjanoakrylowego stosuje się do śladów pozostawionych na powierzchniach klejących, takich jak taśmy samoprzylepne [45]. Jest ona znacznie skuteczniejsza od proszków daktyloskopijnych i daje wiele możliwości późniejszego kontrastowania.

Zaletą metody cyjanoakrylowej jest fakt, iż nie wpływa negatywnie na przeprowadzenie późniejszych badań biologicznych, a nawet ułatwia wykonanie tego rodzaju badań. Poprzez osadzenie par estru cyjanoakrylowego na substancji potowo-tłuszczowej w postaci biało-szarego nalotu, który widać bez konieczności wykorzystania powiększających przyrządów optycznych. Zawęza to obszar działania sprawcy zdarzenia, z którego należałoby pobrać wymazy do badań biologicznych.

Laboratoria Kryminalistyczne Policji posiadają specjalistyczne komory cyjanoakrylowe przystosowane do ujawniania śladów linii papilarnych metodą cyjanoakrylową, które wyposażone w klimatyzację, termostat oraz nawilżacz powietrza

z regulowaną wilgotnością (optymalna 80%) i temperaturą podgrzewacza (140°C) oraz wentylatorem zapewniającym równą cyrkulację par w całej komorze (Rys. 46).



Rysunek 46. Komora cyanoakrylowa Model Safefume CATRI firmy Air Science z USA. Zbudowana z trzech oddzielnych komór z niezależnym systemem sterowania oraz bezkanałowym system filtrów węglowych

Figure 46. Cyanoacrylate chamber Model Safefume CATRI of the Air Science company from the USA

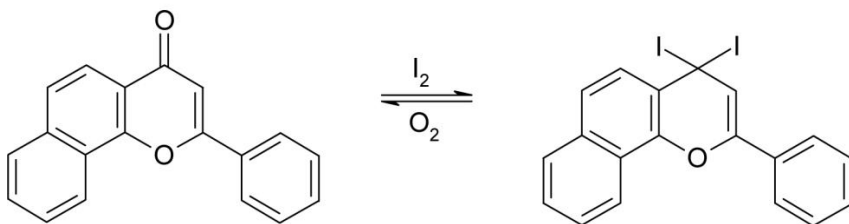
Ze względu na fakt, że komory cyanoakrylowe dysponują ograniczoną pojemnością, problemem jest ujawnianie śladów daktyloskopijnych tą metodą na przedmiotach wielkogabarytowych. Utrudnienie to zostało zażegnane za pośrednictwem Instytutu Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”, Centralnego Laboratorium Kryminalistyczne Policji, przedsiębiorstwa sprzętu ochronnego Maskpol S.A. oraz firmy STANIMEX S.J., którzy zrealizowali projekt na opracowanie technologii namiotu do ujawniania śladów parami estru kwasu cyanoakrylowego (NUS). Następnym projektem jest nowoczesny namiot pneumatyczny o lekkiej i stabilnej konstrukcji z możliwością łączenia segmentowego wraz z osprzętem, który może być wykorzystany w różnych warunkach środowiskowych na miejscu zdarzenia. Perspektywa ujawniania śladów linii papilarnych na przedmiotach wielkogabarytowych z możliwości bezpośredniego wykorzystania na miejscu zdarzenia przyczyni się do skrócenia czasu prowadzonych czynności procesowych.

JOD (I₂)

Opary jodu stosowane są do ujawniania śladów linii papilarnych naniesionych substancją potowo-tłuszczową na podłożach chłonnych i niechłonnych.

Metoda ujawniania polega absorbowaniu par sublimującego jodu głównie przez substancje tłuszczowe występujące w pocie. W rezultacie tego powstaje ciemnobrązowy obraz śladu. Ujawnione ślady szybko zanikają w skutek dalszej sublimacji jodu. Metoda ta jest jedną z najstarszych metod ujawniania niewidocznych odcisków, której początki datuje się na lata 30. XX wieku [46].

Opary jodu można stosować jedynie do śladów świeżych, które nie utraciły jeszcze lepkości na skutek przemiany substancji potowo-tłuszczowej. Ponadto metod ta wymaga szybkiej rejestracji fotograficznej ujawnionego śladu, ponieważ ze względu na właściwości jodu następuje szybki jego zanik. Ujawnione ślady można poddać utrwaleniu. Jako utrwalacz wykorzystuje się, m.in. skrobię w postaci sypkiej, zawiesiny w wodzie oraz pasty, poza tym roztwór 7,8-benzoflawnu oraz α -naftoflawnu (Rys. 47) [47].



Rysunek 47. Schemat przebiegu reakcji jodu z α -naftoflawnem

Figure 47. Scheme of the reaction of iodine with α -naphthoflavone

Pary jodu są sprawdzoną metodą pozyskiwania śladów linii papilarnych pozostawionych na ludzkiej skórze [48].

UWAGI KOŃCOWE

W następstwie rozwoju technicznego oraz kolejnymi badaniami ukazują się coraz to nowsze metody wizualizacji śladów linii papilarnych, które zastępują dotychczas stosowane. Doskonalenie metod ujawniania śladów linii papilarnych prowadzące do poprawy czytelności, umożliwią przeprowadzenie badań identyfikacyjnych służących do wykrycia sprawcy przestępstwa. Należy pamiętać, że daktyloskopia wciąż się rozwija a jej możliwości wykorzystania są niezwykle różnorodne.

PIŚMIENICTWO CYTOWANE

- [1] J. Sehn, *Ślady kryminalistyczne. Z zagadnień kryminalistyki*, 1960, t. 1.
- [2] T. Janus, K. Borowiak, B. Potocka-Banaś, *Ann. Acad. Med. Stein.*, 2007, **53** (2), 175.
- [3] U. Bernier, D. Barnard, C. Schesck, R. Yost, *Anal. Chem.*, 2000, **72**(4), 747.
- [4] R. Olsena, *Fingerprint and Ident. Mag.*, 1972, **10**, 3.
- [5] M. Miklaszewska, *Pol. Med. J.*, 1968, **7**, 617.
- [6] M. Rybczyńska-Królik, M. Pękała, *Przewodnik po metodach wizualizacji śladów daktyloskopijnych*, Wyd. CLK KGP Warszawa 2006.
- [7] M. Kulicki, V. Kwiatkowska-Darul, L. Stęпка, *Kryminalistyka Wybrane zagadnienia teorii i praktyki śledczo-sądowej*, Wyd. UMK Toruń 2005.
- [8] A.V. Alekseyenko, G.I. Perez-Perez, A. De Souza, B. Strober, Z. Gao, M. Bihan, K. Li, B.A. Methé, M.J. Blaser, *Microbiome*, 2013, **1**(1), 31.
- [9] S. Ruhemann, *J. Chem. Soc. Trans.*, 1911, **97**, 2025.
- [10] R. Grigg, J.F. Malone, *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, 1986, **5**, 421.
- [11] C.J. Lennard, P.A. Margot, M. Stoilovic, R.N. Warrenner, *Forensic Sci. Soc.*, 1986, **26**(5), 323.
- [12] C. Dent, *Biochem. J.*, 1948, **43**, 169.
- [13] M. Friedman, L.D. Williams, *Bioorg. Chem.*, 1974, **3**, 267.
- [14] N.D. Petraco, G. Proni, J.J. Jackiw, A.M. Sapse, *J. Forensic Sci.*, 2006, **51**(6), 1267.
- [15] S. Oden, B. von Hosten, *Nature*, 1954, **173**, 449.
- [16] A.V. Petruncio, *J. Forens. Ident.*, 2000, **50**(5), 462.
- [17] C.J. Fregeau, O. Germain, R.M. Fourney, *J. Forens. Sci.*, 2000, **45**(2), 354.
- [18] J. Druey, P. Schmidt, *Helv. Chim. Acta*, 1950, **33**(4), 1080.
- [19] D. Wilkinson, *Forensic Sci. Int.*, 2000, **109**(2), 87.
- [20] R. Grigg, T. Mongkolaussavaratana, C.A. Pounds, *J. Forensic Sci.*, 1990, **35**(1), 169.
- [21] D.B. Hauze, O. Petrovskaia, B. Taylor, M.M. Joullie, R. Ramotowski, A.A. Cantu, *J. Forensic Sci.*, 1998, **43**(4), 744.
- [22] R. Ramotowski, A.A. Cantu, M.M. Joullie, O. Petrovskaia, *Fingerprint Whorld*, 1997, **23**(90), 131.
- [23] V.G. Sears, T.M. Prizeman, *J. Forensic Ident.*, 2000, **50**(5), 470.
- [24] J.I. Hussain, C.A. Pounds, *Forensic Sci Service UK, Report 649*, London 1989: Home Office.
- [25] P. Warric, *J. Forensic Ident.*, 2000, **50**, 20.
- [26] W.J. Bodziak, *Forensic Sci. Int.*, 1996, **82**(1), 45.
- [27] J.R. Morris, G.C. Goode, J.W. Godsell, *Police Research Bull.*, 1973, **21**, 31.
- [28] J. Brennan, S. Bramble, S. Crabtree, G. Wright, *J. Forens. Ident.*, 1995, **45**, 373.
- [29] R.D. Olsen, *Fingerprint Ident.*, 1975, **56**(7), 3.
- [30] K. Mashiko, T. Miyamoto, *J. Forensic Ident.*, 1998, **48**(3), 279.
- [31] M.L. Gray, *J. Forensic Ident.*, 1996, **46**(3), 268.
- [32] P. Cuce, G. Polimeni, A.P. Lazzaro, G. De Fulvio, *Forensic Sci. Int.*, 2004, **146**, 7.
- [33] A. Frank, J. Almog, *J. Forensic Ident.*, 1993, **43**(3), 240.
- [34] D.S. Burns, *J. Forensic Ident.*, 1994, **44**(2), 133.
- [35] T. Kulczyk, T. Szczepanski, *Problem Krym.*, 2007, **258**, 63.
- [36] M. Rybczyńska-Królik, J. Moszczyński, *Problem Krym.*, 1997, **217**, 217.
- [37] M. Hollars, T. Trozzi, B. Barron, *J. Forensic Ident.*, 2000, **50**(4), 357.
- [38] D.A. Wilkinson, A. Misner, *J. Forensic Ident.*, 1994, **44**(4), 387.
- [39] S.K. Ghosh, S.C. Bhattacharya, *Chem. Phys. Lipids*, 2004, **131**(2), 151.
- [40] E.R. Lock, W.D. Mazzella, P. Margot, *J. Forensic Sci.*, 1995, **40**(4), 654.
- [41] J.I. Thorton, *J. Forensic Sci.*, 1979, **23**(3), 536.
- [42] L. Lewis, *J. Forensic Sci.*, 2001, **46**, 241.

- [43] S.P. Wargacki, J. Forensic Sci., 2008, **53**, 1138.
- [44] H. Cummins, T. Rroozzi, *J. Forensic Ident.*, 1993, **43(3)**, 221.
- [45] E. Kołek-Kaczanowska, E. Rogoża, Drzewiecka K.: *Problem Krym* 2013, **281(3)**, 47.
- [46] A.R. Borne, *Sci. Am.* 1936., **155**, 274.
- [47] D.A. Wilkinson, J.E. Watkin, A.H. Misner, *J. Forens. Ident.*, 1996, **46(4)**, 432.
- [48] J.M. Adcock, *J. Forens. Sci.*, 1977, **22(3)**, 599.

Praca wpłynęła do Redakcji 11 lutego 2014

