

## Ujawnianie śladów linii papilarnych na podłożach chłonnych i papierach termoczułych metodą kontaktową przy użyciu aldehydu 4-dwumetyloaminocynamonowego DMAC

Aldehyd 4-dwumetyloaminocynamonowy (DMAC) stosuje się do ujawniania śladów linii papilarnych przy użyciu oparów w Metropolitan Police Forensic Science Laboratory w Londynie już od 1995 roku [1]. W sieci internetowej można znaleźć informacje o możliwości zastosowania metody DMAC z zastosowaniem tzw. techniki kontaktowej. Zaletą tej techniki w porównaniu z dotychczas stosowanymi metodami jest wyeliminowanie rozpuszczalników, mających negatywny wpływ na środki kryjące (rozmywanie) oraz podłoże (ciemnienie papierów termoczułych). Znaczną część dowodów dostarczanych do laboratoriów kryminalistycznych w celu ujawnienia śladów daktyloskopijnych stanowią materiały o podłożach chłonnych oraz coraz częściej papiery termoczułe. Uzupełnienie dotychczas stosowanych technik na podłożach chłonnych o metodę DMAC, a także możliwość zastosowania jej na papierach termoczułych otwiera nowe możliwości ujawniania śladów linii papilarnych.

Na skórze człowieka może znajdować się substancja potowo-tłuszczowa wydzielana przez trzy rodzaje gruczołów: potowych ekrynowych, potowych apokrynowych oraz łojowych. Skład poszczególnych wydzielin jest zróżnicowany i zawiera wiele związków organicznych i nieorganicznych. Dodatkowym składnikiem poza wydzielinami gruczołów skórnych mogą być zanieczyszczenia pochodzące z otoczenia, a także produkty rozkładu substancji potowo-tłuszczowej na powierzchni skóry [2]. Ujawnianie śladów linii papilar-

nych metodami chemicznymi polega na specyficznej reakcji chemicznej składnika bądź składników substancji potowo-tłuszczowej z zastosowanym związkiem chemicznym. Aldehyd 4-dwumetyloaminocynamonowy (DMAC) reaguje z grupą aminową związków chemicznych (aminy, mocznik) zawartych w substancji potowej wydzielanej przez gruczoły ekrynowe, tworząc produkt wykazujący silną fluorescencję. Zastosowanie DMAC metodą kontaktową stwarza nowe możliwości ujawniania śladów linii papilarnych na podłożach, na których ograniczone było stosowanie metod takich, jak DFO, ninhydryna, dotyczy to zwłaszcza papierów termoczułych wymagających specjalnych metod ujawniania.

### Ujawnianie śladów linii papilarnych na podłożach chłonnych

Na podłożach chłonnych do ujawniania śladów linii papilarnych najczęściej stosuje się związki chemiczne reagujące z aminokwasami. Wynika to z wysokiej stabilności aminokwasów, migrujących we włóknistą strukturę papieru. Najstarszym i powszechnie używanym związkiem jest ninhydryna (2,2-dihydroksyindan-1,3-dion), która reaguje z aminokwasami tworząc barwny produkt zwany purpurą Ruhemanna. Do wzmocnienia ujawnionych śladów metodą ninhydrynową stosuje się jony cynku, które tworzą z purpurą Ruhemanna związek kompleksowy wykazujący fluorescencję, zwłaszcza po oziębieniu do temperatury ciekłego azotu. Specy-

ficznymi wobec aminokwasów są także inne związki stosowane do ujawniania śladów linii papilarnych na podłożach chłonnych takie, jak: DFO, 1,2-indandione, pochodne ninhydryny [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Zastosowanie na podłożach chłonnych związków chemicznych, czułych na inne składniki substancji potowo-tłuszczowej ma znacznie mniejsze zastosowanie. Można wymienić jod, czterotlenek rutenu ( $\text{RuO}_4$ ), wywołувач fizyczny (PD) czuły na światło lub reagujący głównie z tłuszczowymi składnikami oraz azotan srebra reagujący z chlorkami obecnymi w substancji potowej [2, 11, 12, 13, 14, 15]. Należy dodać, że czas rozkładu substancji tłuszczowej (utlenianie, wysychanie) znacznie ogranicza możliwość ujawnienia czytelnych linii papilarnych.

### Ujawnianie śladów linii papilarnych na papierach termoczułych

Papiery termoczułe są specyficznymi podłożami do ujawniania śladów linii papilarnych. Budowa papieru termoczułego i właściwości termoczułej emulsji znacznie ograniczają możliwość uwidocznienia śladów linii papilarnych tradycyjnymi metodami z zastosowaniem rozpuszczalników oraz wygrzewania w komorach przy metodach takich, jak DFO i ninhydryna. Termoczuła emulsja, którą papiery termiczne są pokryte po stronie do wydruku, wymaga zastosowania specjalnych technik takich, jak: sublimacja aldehydu 4-dwumetyloaminocynamonowego, opary kwasów (solny

lub azotowy) lub alkilowe pochodne ninhydryny, np.: o-(trimetylo-1-heksylo)-ninhidryna rozpuszczalne w rozpuszczalnikach niepolarnych [1, 16, 17]. Można zastosować także metody specyficzne dla tłuszczowych składników substancji potowo-tłuszczowej: np. czterotlenek rutenu (RTX) i wywoławcz fizyczny (PD) [11, 12, 13, 14, 15].

## Techniki ujawniania

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na ujawnianie śladów linii papilarnych na podłożach chłonnych jest sposób doprowadzenia do kontaktu odczynnika ujawniającego ze składnikami substancji potowo-tłuszczowej. Jedną z najczęściej stosowanych technik jest bezpośrednie zadziaływanie odczynnika ujawniającego rozpuszczonego w rozpuszczalniku odparowującym z miejsca reakcji. Przy doborze rozpuszczalnika należy się pod uwagę takie cechy, jak: dobra rozpuszczalność w nim odczynnika ujawniającego, lotność, napięcie powierzchniowe, lepkość, rozmywanie środków kryjących oraz wpływ na środowisko naturalne. W praktyce stosowane są receptury zawierające w swoim składzie rozpuszczalniki takie, jak: aceton, eter naftowy, metanol, etanol, kwas octowy, octan etylu, heptan, a ostatnio także rozpuszczalnik HFE-7100 (producent firma 3M). Ma on dodatkowo korzystne cechy takie, jak: niska toksyczność, niepalność oraz brak negatywnego wpływu na zawartość ozonu w atmosferze [18, 19, 20, 21].

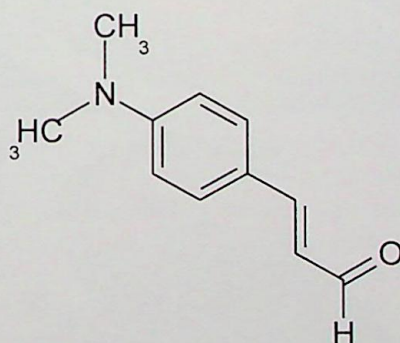
Kolejną techniką ujawniania jest wykorzystywanie zdolności odczynnika ujawniającego do sublimacji, czyli bezpośredniego przejścia ze stanu stałego do gazowego. Zjawisko to można wykorzystać stosując aldehyd 4-dwumetyloaminocynamonowy, jod, ninhydrynę. W przypadku ninhydryny stosuje się dodatkowo obniżanie ciśnienia, podobnie jak w przypadku metody cyjanoakrylowej z wykorzy-

staniem komory próżniowej [1, 2, 22]. Natomiast przy metodzie RTX (czterotlenek rutenu) przeprowadza się reakcję chemiczną, której jednym z produktów jest lotny czterotlenek rutenu [10].

Inną techniką ujawniania jest dostarczenie odczynnika ujawniającego do miejsca reakcji z zastosowaniem arkusza transferowego, tzw. metoda kontaktowa. Arkusze takie nasąca się przygotowanym roztworem odczynnika ujawniającego i przykładają bezpośrednio do ujawnianej powierzchni. Metodą taką można zastępować np. DFO, IND [23].

## DMAC

Aldehyd 4-dwumetyloaminocynamonowy reaguje z grupą aminową składników substancji potowej (aminy, mocznik) tworząc produkt wykazujący silną fluorescencję przy wzbudzeniu promieniowaniem w zakresie 450–530 nm. Brennan ze współpracownikami [1] zastosowali aldehyd 4-dwumetyloaminocynamonowy (DMAC) do ujawniania śladów linii papilarnych na zwykłym papierze, papierze faksowym, kartonie, aluminiowych puszkach oraz polietylenowych torbach z wykorzystaniem sublimacji DMAC. Umieszczali około 40 mg DMAC na płytce grzejnej ogrzewanej do 175°C. Przedmiot, na którym ujawniano ślady linii papilarnych, sytuowali około 10 cm nad płytką



Ryc. 1. Wzór strukturalny aldehydu 4-dwumetyloaminocynamonowego (DMAC)  
Fig. 1. DMAC structural formula

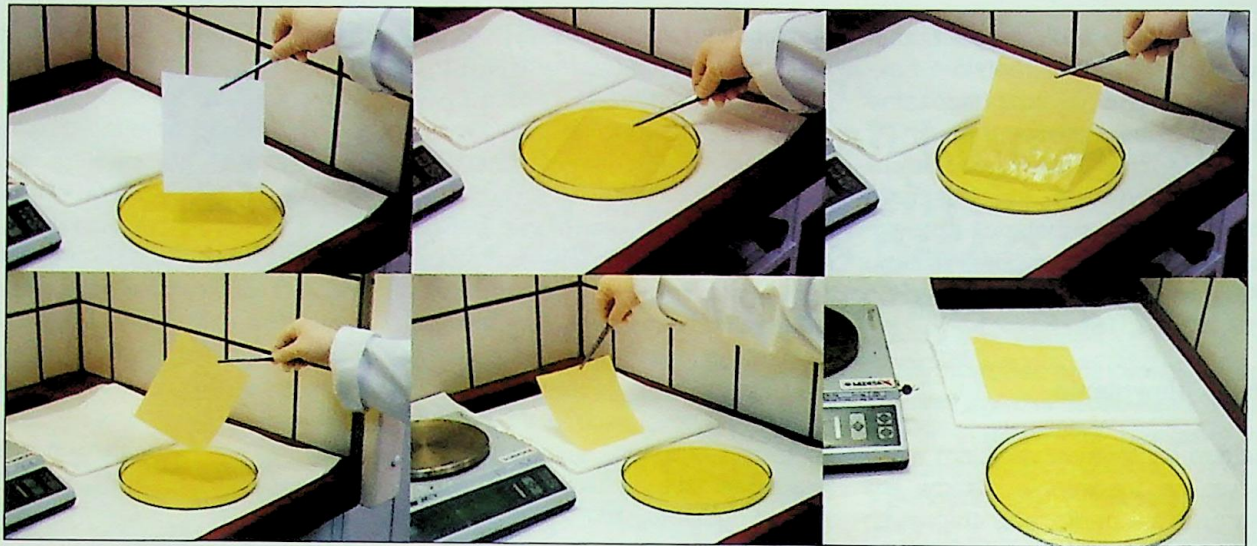
grzejącą z DMAC. Fluorescencję śladów linii papilarnych wzbudzali światłem o długości fali 530 nm oświetlającą kryminalistycznego Polilight (Rofin, Australia) lub laserem argonowym, wykorzystując linię emisji 488 nm i 514 nm. Do odcięcia promieniowania wzbudzającego wykorzystywali filtr 550 nm. Z powodzeniem ujawniali 4-miesięczne ślady linii papilarnych [1]. W niniejszej pracy zastosowano do ujawniania metodę kontaktową przy użyciu arkuszy transferowych nasączanych metanolem roztworem DMAC (ryc. 1).

## Odczynniki, materiały i przygotowanie śladów

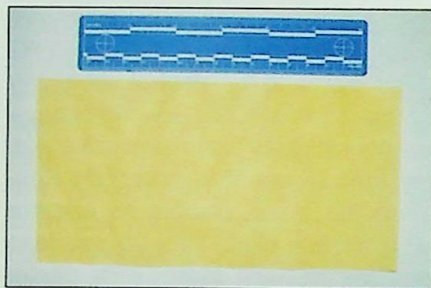
Wykorzystany w badaniach aldehyd 4-dwumetyloaminocynamonowy (DMAC) pochodził z firmy Sigma-Aldrich Sp. z o.o., alkohol metylowy cz.d.a. z firmy POCH S.A. Do przygotowania arkuszy transferowych wykorzystano bibułę filtracyjną firmy Konstans Sp. z o.o. pociętą na arkusze o wymiarach około 10 x 20 cm. Jako podłoża testowe stosowano: papier kserograficzny, papier termoczuły do kas fiskalnych oraz wydruki z kas fiskalnych. Ślady linii papilarnych widoczne na rycinach lekko dociskano palcem do podłoża i przechowywano w pomieszczeniu o temperaturze około 20°C i wilgotności około 20% RH przez 1 dzień.

## Przygotowywanie arkuszy transferowych

Roztwór służący do nasączania arkuszy przygotowywano rozpuszczając 0,25 g DMAC w 100 ml alkoholu metylowego używając do tego mieszadła magnetycznego. Po całkowitym rozpuszczeniu DMAC roztwór przelewano do szalki Petriego o wymiarach zbliżonych do arkuszy transferowych wyciętych z bibuły filtracyjnej. Arkusze zanurzano w roztworze na kilka sekund, po wyjęciu pozwalano na odcieknięcie nadmiaru



Ryc. 2. Przygotowywanie arkuszy transferowych DMAC  
Fig. 2. Preparation of DMAC transfer sheets



Ryc. 3. Arkusz transferowy DMAC  
Fig. 3. DMAC transfer sheet

roztworu i układano na bibule do całkowitego wyschnięcia. Tak przygotowane arkusze umieszczano w torebkach z zapięciem strunowym i przechowywano w zamrażalniku do czasu wykorzystania przez 1 tydzień (ryc. 2, 3).

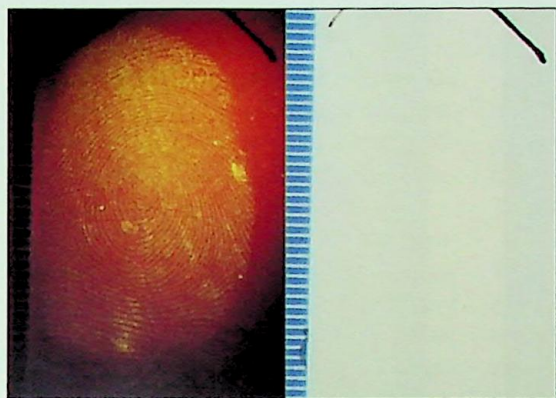
## Ujawnianie śladów linii papilarnych

Ślady linii papilarnych ujawniano umieszczając powierzchnię, na której

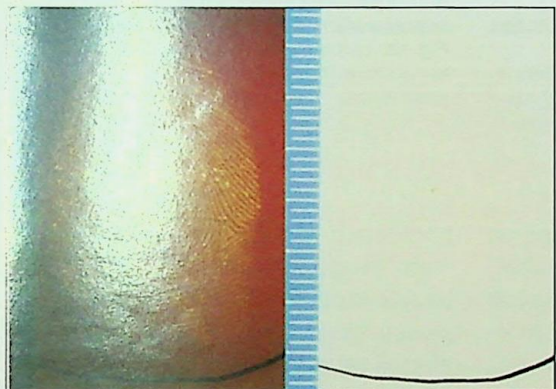
pozostawiono ślady linii papilarnych między dwoma arkuszami transferowymi DMAC. Następnie przygotowany pakiet owijano szczelnie folią aluminiową i zapewniano dokładny kontakt badanej powierzchni i arkuszy DMAC dociskając (w badaniach użyto do tego celu obciążenia o masie około 5 kg) przez 16 godzin. Podczas ujawniania w pomieszczeniu panowała temperatura około 20°C i wilgotność około 20% RH (ryc. 4).



Ryc. 4. Ujawnianie śladów linii papilarnych przy użyciu arkuszy transferowych DMAC  
Fig. 4. Development of latents with DMAC transfer sheets



**Ryc. 5.** Ślad linii papilarnych ujawniony metodą DMAC na papierze kserograficznym: światło wzbudzenia 505 nm, pomarańczowy filtr oględzinowy (lewa część) oraz ta sama powierzchnia widziana w świetle białym (prawa część)  
**Fig. 5.** Latent fingerprint developed with DMAC method on photocopying paper: excitement light of 505 nm, orange viewing filter (left side) and the same surface seen in white light (right side)



**Ryc. 6.** Ślad linii papilarnych ujawniony metodą DMAC na papierze termoczułym do kas fiskalnych: światło wzbudzenia 505 nm, pomarańczowy filtr oględzinowy (lewa część) oraz ta sama powierzchnia widziana w świetle białym (prawa część)  
**Fig. 6.** Latent fingerprint developed with DMAC method on thermal paper: excitement light of 505 nm, orange viewing filter (left side) and the same surface seen in white light (right side)

Fluorescencję śladów wzbudzano oświetlaczem kryminalistycznym Polilight PL10 (Rofin, Australia) w zakresie 505 nm, a obserwację prowadzono przy użyciu pomarańczowego filtra (570 nm). W świetle białym obserwowano lekkie zażółcenie całej badanej powierzchni papierowej. W miejscach silnej fluorescencji (ślady linii papilarnych) widoczne w świetle białym zażółcenie było większe. Prowadzone w Pracowni Wizualizacji Wydziału Daktyloskopii CLK KGP badania wykazały skuteczność metody



**Ryc. 7.** Ślad linii papilarnych ujawniony metodą DMAC na wydruku z kasy fiskalnej: światło wzbudzenia 505 nm, pomarańczowy filtr oględzinowy  
**Fig. 7.** Latent fingerprint developed with DMAC method on a printout (receipt): excitement light of 505 nm, orange viewing filter



**Ryc. 8.** Ślad linii papilarnych ujawniony metodą DMAC na wydruku z kasy fiskalnej: światło wzbudzenia 505 nm, pomarańczowy filtr oględzinowy  
**Fig. 8.** Latent fingerprint developed with DMAC method on a printout (receipt): excitement light of 505 nm, orange viewing filter

dla śladów kilkumiesięcznych (ryc. 5, 6, 7, 8).

## Wpływ DMAC na ujawnianie metodami DFO i ninhydryną

Wyeliminowanie z metody DMAC rozpuszczalników i zastosowanie suchej metody kontaktowej w przypadku papierów umożliwia późniejsze zastosowanie standar-

dowych metod ujawniania śladów linii papilarnych na podłożach chłonnych (DFO, ninhydryna). Zastosowanie DMAC po DFO lub ninhydrynie nie przynosi pozytywnych rezultatów. W przypadku linii papilarnych ujawnionych ninhydryną późniejsze zastosowanie DMAC nie wywołało fluorescencji śladu mimo obserwowanego lekkiego zażółcenia powierzchni papieru (ryc. 9). W przypadku śladów ujawnionych DFO i następnie zastosowaniu DMAC nie można jednoznacznie stwierdzić skuteczności



**Ryc. 9.** Ślad linii papilarnych ujawniony na papierze metodą ninhydryną i późniejszym zastosowaniu DMAC: światło wzbudzenia 505 nm, pomarańczowy filtr oględzinowy  
**Fig. 9.** Latent fingerprint developed on paper with ninhydrin method followed by DMAC application: excitement light of 505 nm, orange viewing filter

metody z powodu występowania fluorescencji produktu reakcji aminokwasy – DFO. Sytuację odwrotną, kiedy jako pierwsza została zastosowana metoda DMAC, a następnie



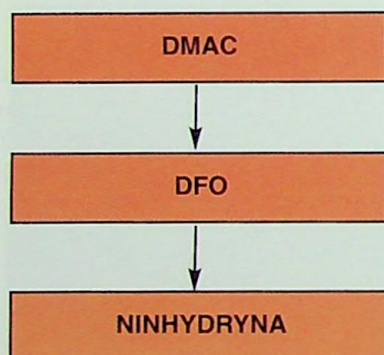
Ryc. 10. Ślad linii papilarnych ujawniony metodą DMAC na papierze kserograficznym: światło wzbudzenia 505 nm, pomarańczowy filtr oględzinowy  
Fig. 10. Latent fingerprint developed with DMAC method on photocopying paper: excitement light 505 nm, orange viewing filter



Ryc. 11. Ślad linii papilarnych ujawniony metodą DFO na papierze kserograficznym po zastosowaniu metody DMAC: światło wzbudzenia 505 nm, pomarańczowy filtr oględzinowy  
Fig. 11. Latent fingerprint developed with DFO method on photocopying paper after DMAC has been applied: excitement light 505 nm, orange viewing filter



Ryc. 12. Ślad linii papilarnych ujawniony metodą ninhydrynową na papierze kserograficznym po zastosowaniu metody DMAC, DFO: światło białe  
Fig. 12. Latent fingerprint developed with ninhydrin method on photocopying paper following the use of DMAC, DFO: white light



Ryc. 13. Proponowane miejsce włączenia metody DMAC do sekwencji metod ujawniania na podłożach chłonnych z DFO i ninhydryną  
Fig. 13. Proposed inclusion of DMAC method in sequence of developing methods on absorptive backgrounds with DFO and ninhydrin

DFO i ninhydryna przedstawiają kolejno ryciny 10, 11, 12, 13.

## Bezpieczeństwo i higiena pracy

Zagrożenia przy ujawnianiu śladów linii papilarnych metodą DMAC są ściśle związane ze stosowanymi odczynnikami. Przed przystąpieniem

do ujawniania należy bezwzględnie zapoznać się z treścią kart charakterystyk substancji niebezpiecznych dotyczących metanolu i aldehydu 4-dwumetyloaminocynamonowego. Arkusze transferowe należy przygotowywać pod wyciągiem, stosując fartuch, rękawice i okulary ochronne. Metanol jest substancją wysoko łatwopalną, działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu zagraża powstaniem bardzo poważnych, nieodwracalnych zmian w organizmie człowieka. Aldehyd 4-dwumetyloaminocynamonowy działa drażniąco na oczy, układ oddechowy i skórę.

## Wnioski

Aldehyd 4-dwumetyloaminocynamonowy (DMAC) można skutecznie stosować do ujawniania śladów linii papilarnych na podłożach chłonnych. Metoda jest szczególnie polecana do papierów termoczułych. W porównaniu z innymi metodami ujawniania na

podłożach chłonnych z zastosowaniem rozpuszczalników, DMAC wykazuje korzystne cechy, jak np.: możliwość zastosowania na podłoża papierów termoczułych bez zniszczenia powierzchni po stronie emulsji termoczułej, brak negatywnego wpływu na środki kryjące, fluorescencję śladów prawie niewidocznych w białym świetle oraz możliwość późniejszego zastosowania na papierach zwykłych metod DFO i ninhydryny.

Tomasz Szczepański

## BIBLIOGRAFIA

1. Brennan J., Bramble S., Crabtree S., Wright G.: Fuming of latent fingerprint using dimethylaminocinnamaldehyde, J. Forensic Ident. 1995; 45 (4): 373–380.
2. Moszczyński J.: Daktyloskopia. Zarys teorii i praktyki, Wydawnictwo CLK KGP, Warszawa 1997.
3. Liberti A., Calabro G., Chiarotti M.: Storage effects on ninhydrin-developed fingerprints enhanced by zinc

complexation, „Forensic Sci. Internat.” 1995; 72: 161–169.

4. **Conn C., Ramsay G., Roux C., Lennard C.:** The effect of metal salt treatment on the photoluminescence of DFO-treated fingerprints, „Forensic Sci. Internat.” 2001; 116: 117–123.

5. **Pounds C. A., Grigg R., Mongkolassavaratana T.:** The use of 1,8-diazafluoren-9-one (DFO) for the fluorescent detection of latent fingerprints on paper. A preliminary evaluation, „J. Forensic Sci.” 1990; 35 (1): 169–175.

6. **Roux C., Jones N., Lennard C., Stoilovic M.:** Evaluation of 1,2-indanedi-one and 5,6-dimethoxy-1,2-indanedione for the detection of latent fingerprints on porous surfaces, „J. Forensic Sci.” 2000; 45 (4): 761–769.

7. **Gardner S., Hewlett D.:** Optimization and initial evaluation of 1,2-indanedi-

one as a reagent for fingerprint detection, „J. Forensic Sci.” 2003; 48 (3): 1–5.

8. **Elber R., Frank A., Almog J.:** Chemical development of latent fingerprints: computational design of ninhydrin analogues, „J. Forensic Sci.” 2000; 45 (4): 757–760.

9. **Kobus H., Pigou J., Jahangiri S., Taylor B.:** Evaluation of some oxygen, sulfur, and selenium substituted ninhydrin analogues, nitrophenylninhydrin and benzo[f]furoninhydrin, „J. Forensic Sci.” 2002; 47 (2): 254–259.

10. **Cantu A., Leben D., Joullie M., Heffner R., Hark R.:** A comparative examination of several amino acid reagents for visualizing amino acid (glycine) on paper, „J. Forensic Ident.” 1993; 43 (1): 44–66.

11. **Mashiko K., German E.R., Motojima K., Colman C.D.:** RTX: a new ruthenium tetroxide fuming procedure, „J. Forensic Ident.” 1991; 41 (6): 429–436.

12. **Mashiko K., Miyamoto T.:** Latent fingerprint processing by ruthenium tetroxide method, „J. Forensic Ident.” 1998; 48 (3): 279–290.

13. **Burow D., Seifert D., Cantu A.:** Modifications to the silver physical developer, „J. Forensic Sci.” 2003; 48 (5): 1–7.

14. **Ramotowski R.:** A comparison of different physical developer systems and acid pre-treatments and their effects on developing latent prints, „J. Forensic Ident.” 2000; 50 (4): 363–383.

15. **Phillips C., Cole D., Jones G.:** Physical developer: a practical and productive latent print developer, „J. Forensic Ident.” 1990; 40 (3): 135–147.

16. **Szczepanik P., Szczepański T., Ziemnicki Ł.:** Ujawnianie śladów daktyloskopijnych na papierach termoczulych oparami kwasów azotowego i solnego, „Problemy Kryminalistyki” 2004; 243: 44–46.

17. **Materiały firmy Wako Chemicals GmbH, Niemcy.**

18. **Hewlett D., Sears V.:** Replacements for CFC113 in the ninhydrin process: part 1, „J. Forensic Ident.” 1997; 47 (3): 287–299.

19. **Hewlett D., Sears V., Suzuki S.:** Replacements for CFC113 in the ninhydrin process: part 2, „J. Forensic Ident.” 1997; 47 (3): 300–306.

20. **Hewlett D., Sears V.:** An operational trial of two non-ozone depleting ninhydrin formulations for latent fingerprint detection, „J. Forensic Ident.” 1999; 49 (4): 388–396.

21. **Merrick S., Gardner S., Sears V., Hewlett D.:** An operational trial of ozone-friendly DFO and 1,2-indanedione formulations for latent fingerprint detection, „J. Forensic Ident.” 2002; 52 (5): 595–606.

22. **Schwarz L., Ferichs I.:** Advanced solvent-free application of ninhydrin for detection of latent fingerprints on thermal paper and other surfaces, „J. Forensic Sci.” 2002; 47 (6): 1–4.

23. **Bratton R., Juhala J.:** DFO-dry, „J. Forensic Ident.” 1995; 45 (2): 169–172.

## W Bibliotece CLK KGP można skorzystać z następujących czasopism zagranicznych

Archiv fuer Kriminologie  
Computers and Security  
Deutsches Waffen – Journal  
Elektor Electronics  
Fingerprint Whorld  
Forensic Science Review  
Foto Magazin  
Guide to Copiers CD-ROM  
Guide to Laserprinters CD-ROM  
International Journal of Legal Medicine  
Internationales Waffen-Magazin  
Jane's International Defense Review  
Journal of Forensic Identification  
Journal of Forensic Sciences  
Masterruzhie  
Science and Justice  
Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik  
Wirtschaftsschutz und Sicherheitstechnik

Biblioteka czynna jest codziennie  
w godz. 8<sup>15</sup>–12<sup>15</sup>, tel. 601-45-30