

Katarzyna Drzewiecka
Ewa Rogoża
Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji

Kontrastowanie śladów linii papilarnych barwnikiem Basic Yellow 40 – algorytm postępowania

Streszczenie

Basic Yellow 40 jest barwnikiem fluorescencyjnym stosowanym do kontrastowania śladów linii papilarnych ujawnionych metodą cyjanoakrylową. Występuje on w postaci żółtego, krystalicznego, fluorescencyjnego proszku. Na potrzeby badań wizualizacyjnych Basic Yellow 40 stosuje się w postaci roztworu, który otrzymuje się po rozpuszczeniu sproszkowanej substancji w alkoholu lub wodzie. Roztwór nanosi się na podłoże przez polanie, natrysk, zanurzanie lub aplikację pędzlem. Jego nadmiar można spłukać z podłoża wodą lub w szczególnych przypadkach alkoholem. W laboratoriach kryminalistycznych praktykuje się zarówno spłukiwanie Basic Yellow 40 z podłoża wodą, jak i pozostawienie podłoża do wyschnięcia bez spłukiwania. Celem niniejszej pracy było ustalenie algorytmu postępowania z Basic Yellow 40 przy kontrastowaniu śladów linii papilarnych naniesionych na podłoża z tworzywa sztucznego. Badania wykazały, że optymalnym sposobem postępowania jest pozostawienie Basic Yellow 40 bez spłukiwania, przeprowadzenie badań makroskopowych materiału dowodowego, a następnie w razie konieczności spłukanie nadmiaru barwnika wodą.

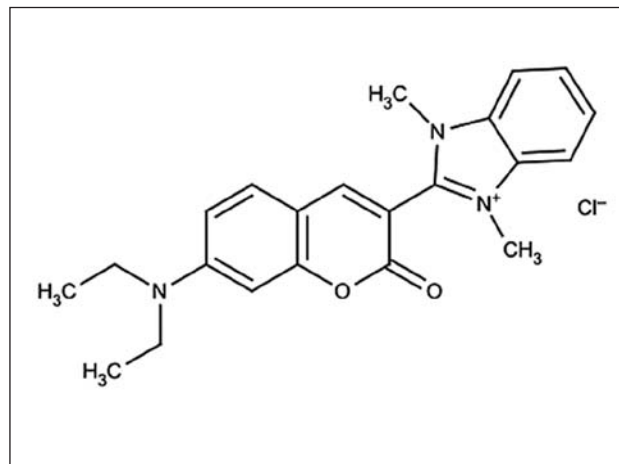
Słowa kluczowe: Basic Yellow 40, ujawnianie śladów linii papilarnych, polimeryzacja cyjanoakrylanów

Basic Yellow 40 jest jednym z najczęściej stosowanych z szerokiej gamy barwników fluorescencyjnych służących do kontrastowania śladów linii papilarnych, ujawnionych metodą cyjanoakrylową. Występuje on w postaci żółtego, krystalicznego, fluorescencyjnego proszku (ryc. 1).



Ryc. 1. Basic Yellow 40.

Nazwa chemiczna Basic Yellow 40 to: 2-[7-(diethylamino)-2-oxo-2H-1-benzopyran-3-yl]-1,3-dimethyl-1H-benzimidazolium chloride, masa molowa 397,5 gram/mol, wzór sumaryczny $C_{22}H_{24}N_3O_2Cl$, wzór strukturalny przedstawia rycina 2.



Ryc. 2. Wzór strukturalny Basic Yellow 40.

Basic Yellow 40 znany jest również pod nazwą Coumarin 40 lub Keyazine Brilliant Flavine 10G. Oznaczenie numeryczne Basic Yellow 40, przypisywane substancjom chemicznym przez amerykańską organizację Chemical Abstracts Service (CAS), to 29556-33-0, natomiast numer WE, przypisywany w Europejskim Wykazie Istniejących Substancji o Znaczeniu Komercyjnym – 249-694-9.

Basic Yellow 40 zaliczany jest do substancji organicznych. Należy go przechowywać w szczelnie zamkniętym pojemniku, w chłodnym, suchym, dobrze wentylowanym pomieszczeniu. Klasyfikacja Basic Yellow 40: Xn; R22 zgodna z dyrektywą 67/548/EWG Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej i dyrektywą 1999/45/WE Parlamentu Europejskiego wskazuje na to, że jest on niebezpieczny po połknięciu, a oznaczenie Xi; R36 charakteryzuje go jako substancję podrażniającą oczy.

Na potrzeby badań wizualizacyjnych Basic Yellow 40 stosuje się w postaci roztworu, który otrzymuje się po rozpuszczeniu sproszkowanej substancji w alkoholu lub wodzie. Należy podkreślić, że przy kontrastowaniu śladów linii papilarnych roztwór wodny jest mniej efektywny niż alkoholowy. Znajduje on jednak zastosowanie w razie konieczności zachowania nadruków na przedmiocie, gdyż roztwór alkoholowy powoduje wymywanie tuszu, lub w przypadku prawdopodobieństwa uszkodzenia powierzchni materiału dowodowego, np. zmycia powłoki lakieru z drewnianych podłoży. Roztwór wodny można również wykorzystać na miejscu oględzin, gdy użycie roztworu alkoholowego, ze względu na jego łatwopalność, mogłoby stanowić zagrożenie dla ludzkiego życia i zdrowia.

Najintensywniejszą fluorescencją Basic Yellow 40 wykazuje w świetle ultrafioletowym i niebieskim. Dodatkową jego zaletą jest to, że oko ludzkie jest bardziej czułe w ww. zakresie światła niż np. w świetle zielonym, którego używa się przy badaniach makroskopowych po zastosowaniu roztworu Basic Red 14 (safraniny). Dzięki temu z punktu widzenia obserwatora ślady mają lepszy kontrast z podłożem, a minucje są czytelniejsze.

Basic Yellow 40 nanosi się na podłoże przez polanie, natrysk, zanurzenie lub aplikację pędzlem. Nanoszenie roztworu Basic Yellow 40 kontynuuje się przez 15–20 sekund w przypadku roztworu alkoholowego lub przez minutę w przypadku roztworu wodnego. Następnie jego nadmiar sflukuje się wodą do momentu usunięcia barwnika z podłoża. Barwnik można również pozostawić bez sflukiwania. W szczególnych przypadkach, przy występowaniu intensywnej fluorescencji podłoża, do płukania stosuje się alkohol.

W laboratoriach kryminalistycznych praktykuje się zarówno sflukiwanie wodą barwnika Basic Yellow 40 z podłoża, jak i pozostawianie podłoża bez sflukiwania wodą.

Jarosław Moszczyński w publikacji *Daktyloskopia: zarys teorii i praktyki* (Moszczyński, 1997), opisując sposób postępowania z barwnikami cyjanoakrylanu,

zaleca ich sflukiwanie wodą tylko w razie potrzeby. *Przewodnik po metodach wizualizacji śladów daktyloskopijnych* (Rybczyńska-Królik, Pękała, 2006) płukanie wodą opisuje jako czynność obligatoryjną. Angielski przewodnik *Fingermark Visualisation Manual* (Bandey, 2014) również zaleca sflukiwanie podłoży wodą, a w szczególnych przypadkach nawet etanolem.

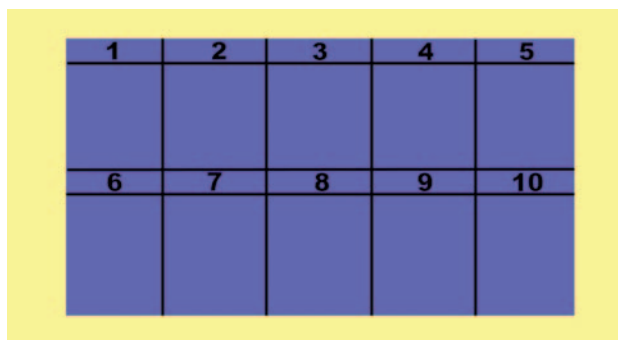
Cel badań

Ze względu na różnice w sposobie postępowania z Basic Yellow 40 celem niniejszej pracy była ocena efektywności w poprawie czytelności śladów linii papilarnych ujawnionych na podłożu z tworzywa sztucznego za pomocą cyjanoakrylanu i kontrastowanych ww. barwnikiem z opcją sflukiwania go wodą i bez sflukiwania z podłoża.

Przeprowadzone badania pozwoliły na rekomendowanie jednej z dwóch proponowanych opcji postępowania z Basic Yellow 40.

Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowiło 600 śladów linii papilarnych naniesionych na podłoże z tworzywa sztucznego (ryc. 3). Użycie dużej liczby śladów zapewniło wskazanie wyraźnej tendencji co do wyboru algorytmu postępowania z Basic Yellow 40.



Ryc. 3. Podłoże z tworzywa sztucznego wykorzystane w badaniach.

Sposób pobrania materiału badawczego

Sześćdziesiąt osób (dawców) pozostawiło na podłożu niechłonnym z tworzywa sztucznego ślady linii papilarnych pochodzące od dziesięciu opuszek palców. Ślady zostały pozostawione naturalną substancją potowotłuszczową. Przed naniesieniem śladów dawcy myli ręce i przez 45 minut wykonywali typowe czynności, po czym nanosili ślady na podłoże, starając się zachować jednakowy nacisk opuszek na podłożu i taki sam czas kontaktu z podłożem. Opisany sposób pobierania materiału badawczego dał możliwość utrzymania pod kontrolą zmiennych związanych z jakością i ilością nanoszonej substancji śladotwórczej. Wykorzystanie „naturalnych” śladów, pobranych od dawców zachowujących swój rutynowy porządek dnia, pozwoliło na

uzyskanie próbek podobnych do tych, z którymi mamy do czynienia podczas badań wizualizacyjnych materiału dowodowego.

Podłoża z naniesionymi śladami przechowywano w warunkach pokojowych przez miesiąc.

Sposób postępowania podczas badań

Ślady linii papilarnych ujawniano cyjanoakrylanem w komorze Foster & Freeman MVC 3000/D, z nastawioną temperaturą płytki grzejnej 120°C i wilgotnością względną RH 80%. Proces parowania cyjanoakrylanu kontynuowano przez 5 minut.

Po zakończeniu procesu ujawniania śladów cyjanoakrylanem alkoholowy roztwór Basic Yellow 40 (ryc. 4) наносono na podłoża przez polanie i próbki pozostawiano do wyschnięcia.

Roztwór Basic Yellow 40 sporządzono przez rozpuszczenie 2 g proszku w 1000 ml etanolu.

Ślady poddano ocenie, stosując skalę 0–1:

- 0 – brak śladów lub ujawniono ślady nienadające się do identyfikacji,
- 1 – ujawniono ślady, które zakwalifikowano do identyfikacji.

Badania makroskopowe przeprowadzano w zakresie światła niebieskiego o długości fali 415 nm i z zastosowaniem żółtego filtra oględzinowego.



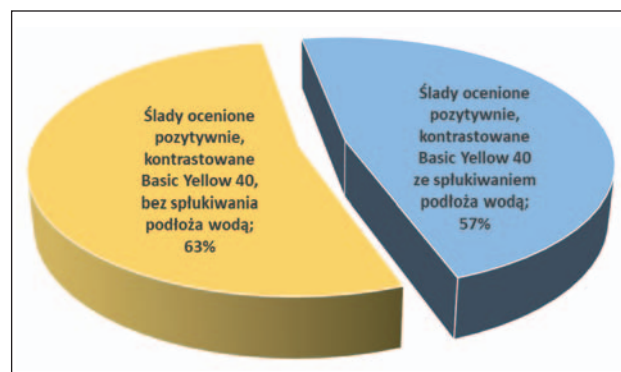
Ryc. 4. Roztwór Basic Yellow 40.

W dalszej kolejności próbki sflukiwano wodą, pozostawiano do wyschnięcia, następnie ponownie poddawano badaniom makroskopowym i oceniano jak wyżej.

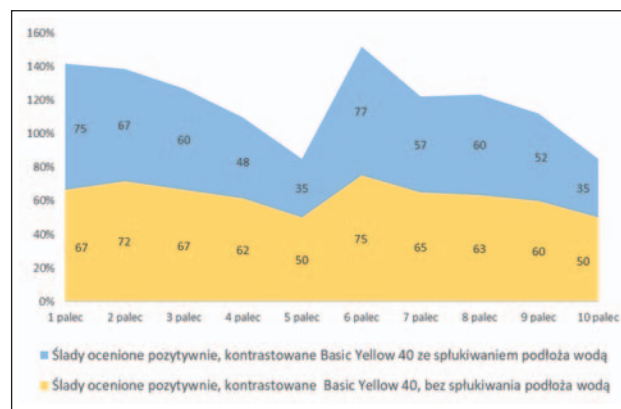
Wyniki badań i opracowania statystyczne

W arkuszach kalkulacyjnych zapisano otrzymane wyniki (tab. 1, 2) i dokonano ich analizy statystycznej (ryc. 5, 6).

Rycina 5 prezentuje dane dotyczące śladów linii papilarnych ocenionych jako nadające się do identyfikacji, bez sflukiwania Basic Yellow 40 wodą, co oznaczono na diagramie kolorem żółtym, i ze sflukiwaniem (kolor niebieski). Z przedstawionego diagramu wynika, że 63% śladów, tj. 378 z 600 śladów, zostało ocenionych pozytywnie w przypadku polania podłoża roztworem Basic Yellow 40 i pozostawienia materiału do wyschnięcia. Po zastosowaniu opcji sflukiwania podłoża wodą 57% śladów, tj. 342 z 600 śladów, zostało uznanych za nadające się do identyfikacji. Różnica w efektywności kontrastowania śladów roztworem Basic Yellow 40 z opcją jego sflukiwania i bez sflukiwania wodą z podłoża wynosi 6%, tj. o 36 więcej pozytywnie ocenionych na korzyść opcji bez sflukiwania podłoża wodą.



Ryc. 5. Porównanie czytelności śladów kontrastowanych roztworem Basic Yellow 40, z opcją sflukiwania podłoża wodą i bez sflukiwania.



Ryc. 6. Porównanie czytelności śladów kontrastowanych roztworem Basic Yellow 40, z opcją sflukiwania podłoża wodą i bez sflukiwania, w rozłożeniu na poszczególne opuszki palców.

Tabela 1. Arkusz oceny śladów kontrastowanych Basic Yellow 40, z opcją bez spłukiwania podłoża wodą.

Dawca nr	Ocena śladów kontrastowanych Basic Yellow 40, z opcją bez spłukiwania podłoża wodą										Liczba śladów nadających się do identyfikacji po zastosowaniu Basic Yellow 40 w ujęciu (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	90,00
03	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	80,00
04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	90,00
05	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	60,00
06	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	60,00
07	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	60,00
08	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	70,00
09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
11	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	90,00
12	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	60,00
13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10,00
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	90,00
15	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	60,00
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
19	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	70,00
20	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	20,00
21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10,00
22	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	60,00
23	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	50,00
24	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	60,00
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
27	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	70,00
28	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	60,00
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
30	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	40,00
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
34	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10,00
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
37	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	90,00
38	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90,00
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
40	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	80,00
41	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	40,00
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
43	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	30,00
44	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90,00
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
46	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	30,00
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
48	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10,00
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,00
51	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	60,00
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
54	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
58	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	80,00
59	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	20,00
60	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	80,00

Tabela 2. Arkusz oceny śladów kontrastowanych Basic Yellow 40, z opcją sptukiwania podłoża wodą.

Dawca nr	Ocena śladów ujawnionych Basic Yellow 40, z opcją sptukiwania podłoża wodą										Liczba śladów nadających się do identyfikacji po zastosowaniu Basic Yellow 40 w ujęciu (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
01	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	60,00
02	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	60,00
03	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	50,00
04	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	70,00
05	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10,00
06	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	30,00
07	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	60,00
08	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	70,00
09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
11	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	50,00
12	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	30,00
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
14	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	50,00
15	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	70,00
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
18	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	90,00
19	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	80,00
20	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	30,00
21	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	30,00
22	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	60,00
23	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	60,00
24	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	70,00
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
27	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	70,00
28	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	60,00
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
30	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	50,00
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
34	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10,00
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
37	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	90,00
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	90,00
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
40	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	70,00
41	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	40,00
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	90,00
43	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10,00
44	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	80,00
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
46	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	20,00
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
51	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	40,00
52	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	20,00
53	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10,00
54	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	80,00
55	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	90,00
56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00
58	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	50,00
59	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	30,00
60	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	60,00

Rycina 6 prezentuje dane dotyczące oceny śladów naniesionych przez kolejne opuszki palców. Z analizy zamieszczonych na diagramie danych wynika, że najwyższe zostały ocenione ślady pozostawione pierwszą i szóstą opuszką palca, czyli kciukami, najniższe – palcem piątym i dziesiątym, czyli małymi. Z przedstawionego diagramu można również wywnioskować, że w przypadku śladów pozostawionych kciukami, palcami wskazującymi i środkowymi, w odniesieniu do których siła nacisku palców na podłoże jest z reguły większa niż w przypadku palców serdecznych i małych, efektywność ujawniania śladów jest również większa. Ponadto warto zauważyć, że po sflukiwaniu Basic Yellow 40 z podłoża wodą jakość śladów pozostawionych palcami serdecznymi i małymi w znaczący sposób się obniża.

Podsumowanie i wnioski

Ze względu na różnice w sposobie postępowania z Basic Yellow 40, a mianowicie z opcją sflukiwania barwnika wodą i bez sflukiwania z podłoża, przeprowadzono badania porównujące obie możliwości postępowania. Badania wykonano na 600 śladach linii papilarnych pozostawionych przez 60 dawców na podłożu wykonanym z tworzywa sztucznego.

Ślady poddano ocenie, a uzyskane wyniki analizie statystycznej. Z otrzymanych danych wynika, że w przypadku śladów pozostawionych na podłożach z tworzywa sztucznego i kontrastowanych Basic Yellow 40 lepszą ich czytelność uzyskuje się bez sflukiwania barwnika z podłoża. W razie potrzeby, po przeprowadzeniu badań makroskopowych, można sflukać go wodą.

Dodatkową zaletą takiego sposobu postępowania jest skrócenie czasu badań. Alkoholowy roztwór Basic Yellow 40 odparowuje z podłoża w ciągu kilkunastu minut, natomiast woda zastosowana do wypłukiwania ww. barwnika paruje z podłoża w ciągu kilkadziesiąt minut, a nawet kilku godzin, w zależności od rodzaju podłoża.

Ponadto zastosowanie Basic Yellow 40 bez sflukiwania wodą, gdy po badaniach daktyloskopijnych konieczne jest pobranie próbek do badań genetycznych, daje szansę na uzyskanie większej ilości materiału biologicznego, wymywanie podłoża zaś powoduje jego utratę.

Źródła rycin i tabel: autorzy

Bibliografia

1. Bandey, H.L. (red.) (2014). *Fingermark Visualisation Manual*. London: Home Office, Centre for Applied Science and Technology (CAST).
2. Bowman, V. (red.) (2004). *Manual of Fingerprint Development Techniques* (2nd ed.). Sandridge, UK: Home Office, Police Scientific Development Branch.
3. Kołek-Kaczanowska, E., Rogoża, E., Drzewiecka, K. (2013). Zastosowanie Ardrosu, Safraniny O i Basic Yellow 40 do kontrastowania śladów linii papilarnych na obu stronach taśm samoprzylepnych. *Problemy Kryminalistyki*, 281.
4. Lee, H.C., Gaensslen, R.E. (red.) (2001). *Advances in Fingerprint Technology* (2nd ed.). New York: CRC Press.
5. Moszczyński, J. (1997). *Daktyloskopia: zarys teorii i praktyki*. Warszawa: Wydawnictwo Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego KGP.
6. Quinche, N., Margot, P. (2010). Coulier, Paul-Jean (1824–1890): A precursor in the history of fingerprints detection and their potential use for identifying their source (1853). *Journal of Forensic Identification*, 60(2).
7. Rybczyńska-Królik, M., Pękała, M. (red.) (2006). *Przewodnik po metodach wizualizacji śladów daktyloskopijnych*. Warszawa: Wydawnictwo Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego KGP.
8. Sears, V.G., Bleay, S.M., Bandey, H.L., Bowman, V.J. (2012). A methodology for finger mark research. *Science and Justice*, 52.