

Ujawnianie śladów traseologicznych

mgr Karolina Kozdrój-Miler¹ ORCID 009-0000-8845-3239,
mgr Joanna Jędraszek^{1*} ORCID 0009-0004-9292-8021,
kom. dr Krzysztof Klemczak¹ ORCID 0000-0001-7488-7685

¹ Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji

* autor korespondencyjny: joanna.jedraszek@policja.gov.pl

Streszczenie

Współczesne techniki wizualizacji dają bardzo duże możliwości ujawniania śladów, zarówno dermatoskopijnych, jak i traseologicznych. Jednak w przypadku tych drugich możliwości te są wykorzystywane tylko w niewielkim stopniu. Niniejszy artykuł skierowany jest do techników kryminalistyki oraz biegłych z dziedziny traseologii i daktyloskopii i ma na celu przybliżenie oraz usystematyzowanie wiedzy dotyczącej kontrastowania, ujawniania i zabezpieczania najczęściej spotykanych śladów traseologicznych: śladów wgłębionych, „suchych” – pyłowych oraz „mokrych” – pozostawionych błotem/glebą, krwią lub moczem na podłożach różnego typu. Autorzy liczą, że zebrana w artykule wiedza pomoże zwiększyć liczbę ujawnianych i zabezpieczanych śladów traseologicznych.

Słowa kluczowe: wizualizacja, traseologia, błoto, krew, mocz

Wstęp

Współczesne techniki wizualizacji dają ogromne możliwości ujawniania śladów różnego typu – zarówno dermatoskopijnych, powstających podczas kontaktu skóry ludzkiej z podłożem, jak również pozostawionych przez rękawiczki lub obuwie. Mimo tego w przypadku śladów traseologicznych możliwości te są wykorzystywane jedynie w niewielkim stopniu. Niniejszy artykuł ma na celu zebranie i podsumowanie wiedzy dotyczącej ujawniania śladów traseologicznych, ale przede wszystkim zwrócenie uwagi techników kryminalistyki, biegłych z zakresu badań traseologicznych i daktyloskopijnych na możliwość współpracy, której efektem może być uzyskanie wielu „dodatkowych”, do tej pory pomijanych z powodu braku wiedzy i odpowiednich procedur postępowania, śladów traseologicznych.

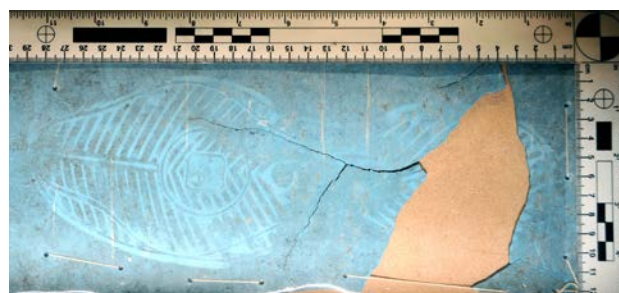
Rodzaje śladów traseologicznych

Ślady traseologiczne można podzielić na dwu- i trójwymiarowe (Rodowicz, 2000). Trójwymiarowe ślady to ślady wgłębione w podłożu. W przypadku śladów dwuwymiarowych mogą być to ślady nawarstwione na powierzchni – gdy podeszwa buta była zabrudzona lub zawilgocona (np. pyłem, błotem, krwią, rosą, farbą) i zabrudzenie zostało przeniesione na podłoże, lub odwarstwione – gdy zabrudzone było podłoże, a ślad powstał poprzez „zabranie” części zabrudzenia przez podeszwę buta. Ze względu na rodzaj substancji stanowiącej zabrudzenie ślady można podzielić na „suche” (ang. *dry origin*) i „mokre” (ang. *wet origin*). W przypadku ww. podziału nazwy w języku angielskim lepiej oddają znaczenie, ponieważ określenia „suchy” i „mokry” nie dotyczą stanu, w którym ślad

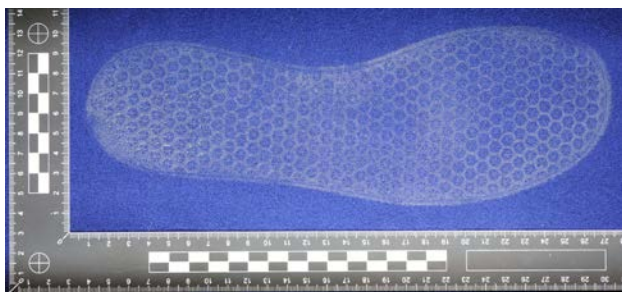
został znaleziony, tylko momentu, w którym był pozostawiony, tzn. czy został naniesiony suchą czy mokrą substancją śladotwórczą (lub odwarstwiony w suchej lub mokrej substancji) (SWGTHREAD, 2009; Bodziak, 2017). To oznacza, że ślad krwawy jest kwalifikowany jako „mokry”, mimo że w chwili znalezienia dawno już wysechł. Przykłady poszczególnych śladów przedstawiono na ryc. 1-5.



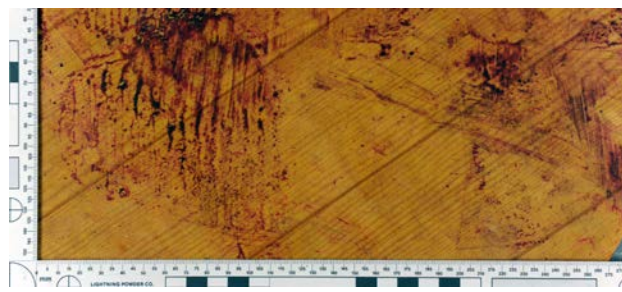
Ryc. 1. Ślad nawarstwiony na styropianie



Ryc. 2. Ślad odwarstwiony na linoleum



Ryc. 3. Ślad „suchy” na wykładzinie dywanowej



Ryc. 4. Ślad „mokry” na parkiecie drewnianym



Ryc. 5. Ślady wgłębione

Postępowanie ze śladami traseologicznymi

Aby możliwe było pozyskanie z miejsca zdarzenia jak największej liczby śladów traseologicznych nadających się do identyfikacji, konieczne jest zachowanie określonych zasad i postępowanie zgodnie z nimi (Bodziak, 2017).

By zwiększyć szanse na znalezienie śladów, miejsce zdarzenia powinno zostać zbadane zarówno w świetle białym kątowym (latarka), jak i w świetle ultrafioletowym (lampa UV). Optymalnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie dodatkowo latarek kryminalistycznych (światło fioletowe, niebieskie, niebieskozielone) z użyciem filtrów oględzinowych (żółtych i pomarańczowych).

W przypadku ujawnienia śladów należy je przede wszystkim sfotografować. Oprócz fotografii ogólnej, konieczne jest wykonanie fotografii kryminalistycznej ujawnionego śladu, pozwalającej (zwłaszcza wtedy, gdy śladu nie da się „zebrać” i przekazać do laboratorium) na przeprowadzenie późniejszej identyfikacji. Podczas wykonywania takiej fotografii skalówka powinna być umieszczona równoległe do osi wzdłużnej śladu i na tym samym poziomie co ślad (w przypadku śladów wgłębionych oznacza to konieczność wykopania obok śladu „rynienki” na skalówkę). Ślad powinien być oświetlony światłem ukośnym, padającym

pod kątem zapewniającym najlepszy kontrast. Fotografację należy wykonać aparatem umieszczonym na statywie tak, aby oś optyczna obiektywu ustawiona była prostopadle do powierzchni śladu i przechodziła przez jego środek (Rodowicz, 2000; Bodziak, 2017).

Nie należy zapominać, że ważnym źródłem śladów traseologicznych mogą być tzw. „stepped-on objects”, czyli wszystkie przedmioty, na które mógł nadepnąć sprawca, np. porzucane na ziemi kartki papieru, gazety, kartony, większe fragmenty szkła z rozbitych szyb. Przedmioty takie powinny zostać zabezpieczone w całości, przekazane do laboratorium i tam poddane procesowi wizualizacji (Bodziak, 2017).

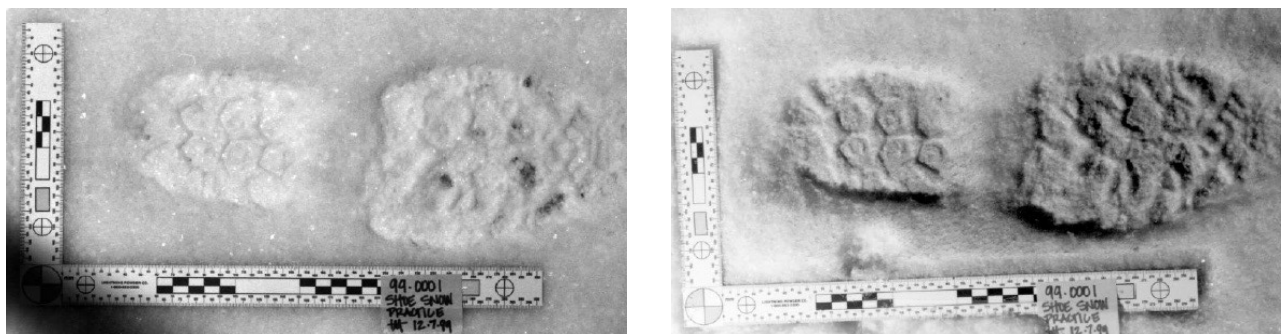
W przypadku śladów na powierzchniach, których nie da się przekazać do laboratorium, po wykonaniu fotografii należy zastosować którąś z technik wizualizacji pozwalających na ujawnianie na miejscu zdarzenia (np. luminol) lub – jeśli nie ma takiej możliwości – zabezpieczyć ślady przy użyciu folii żelatynowej (inne rodzaje folii są mało skuteczne w przypadku śladów traseologicznych), alginatu, silikonu (ślady nawarstwione/odwarstwione), lub wykonać odlew (ślady wgłębione). Jeśli sprawa jest szczególnie poważna i istnieje taka możliwość (np. ślad krwawy na linoleum w sprawie dotyczącej zabójstwa), należy rozważyć możliwość wycięcia fragmentu podłoża ze śladem i przekazania go do laboratorium (Bodziak, 2017).

Należy również pamiętać o tym, że procesowi ujawniania w warunkach laboratoryjnych mogą zostać poddane nie tylko ślady zabezpieczone wraz z podłożem, ale również ślady przeniesione na folie żelatynowe czy alginaty.

Ślady wgłębione – kontrastowanie

Ślady wgłębione są śladami widocznymi, w związku z czym nie wymagają ujawniania. Wyjątek stanowią ślady wgłębione w śniegu, które również są widoczne, jednak – w przypadku gdy oświetlenie kątowe nie przynosi zadowalających rezultatów – mogą wymagać skonstrastowania, żeby można je było zabezpieczyć fotograficznie. Można do tego celu użyć farby w spray'u lub specjalistycznych preparatów typu Snow Print (Wax lub Powder).

W przypadku zastosowania farby (ryc. 6, 7) należy ją rozpylać delikatnie i z odpowiedniej odległości, żeby nie zniszczyć śladu. Dodatkowo, jeśli dzień jest



Ryc. 6, 7. Ślad wglębiony w śniegu przed (po lewej) i po kontrastowaniu farbą (po prawej)



Ryc. 8, 9. Kontrastowanie śladu wglębionego w śniegu preparatem Snow Print Powder



Ryc. 10, 11. Ślad wglębiony w śniegu przed (po lewej) i po kontrastowaniu preparatem Snow Print Wax (po prawej)

słoneczny, trzeba również uważać, aby nie spowodować roztopienia śladu, ponieważ farby są zazwyczaj w ciemnych kolorach, dobrze pochłaniających światło (Hammer, Wolfe, 2003; Bodziak, 2017).

Preparatów typu Snow Print używa się zarówno do skontrastowania śladu przed jego sfotografowaniem, jak i do zabezpieczenia szczegółów śladu przed wykonaniem odlewu. Rodzaj użytego środka dobiera się w zależności od temperatury otoczenia i typu śniegu. Powder (ryc. 8, 9) jest zalecany do mocno

zmrózonego lub do mokrego, topniejącego śniegu (wchłania nadmiar wilgoci). Nie zaleca się go do świeżego, delikatnego/suchego śniegu, bo może zniszczyć ślad. Wax (ryc. 10, 11) to środek na bazie parafiny, który może być użyty do każdego rodzaju śladów. Zabezpiecza ślad przed „przeciekaniem” kamienia dentystrycznego (lub obecnie bardzo rzadko stosowanego gipsu), używanego do wykonania odlewu (Rodowicz, 2000; Bodziak, 2017).

Ślady nawarstwione – ujawnianie

Sposób ujawniania śladów nawarstwionych (lub odwarstwionych, w przypadku których można zastosować takie same techniki wizualizacji jak przy śladach nawarstwionych, z tą różnicą, że wybarwione zostanie tło, w związku z czym uzyskamy negatywowy obraz śladu) zależy w głównej mierze od rodzaju substancji śladotwórczej, którą ślady zostały pozostawione oraz typu podłoża. Najczęściej zabezpieczanymi śladami traseologicznymi są ślady pyłowe („suche”), ślady pozostawione błotem/glebą lub krwią („mokre”). Duże możliwości ujawniania dają również ślady powstałe w wyniku zabrudzenia podeszew butów moczem, choć w Polsce – prawdopodobnie z powodu braku wiedzy – ten typ śladów praktycznie nie jest zabezpieczany i nie trafia do laboratorium.

1. Ślady pyłowe

Podstawowym błędem popełnianym często przy ujawnianiu śladów pyłowych jest używanie proszków daktyloskopijnych. Działanie proszków jest oparte na zjawisku adhezji, czyli przylegania cząsteczek proszków do lepkich lub wilgotnych składników substancji śladotwórczej (CAST, 2014). W przypadku śladów pyłowych użycie proszków daktyloskopijnych jest próbą ujawnienia suchego pyłu innym rodzajem suchego pyłu. Jedyne, co można w ten sposób uzyskać, to zniszczenie śladu, który zostanie „zamielony” pędzlem użytym do aplikacji proszku. Prawidłowym sposobem

postępowania ze śladem pyłowym jest zabezpieczenie fotograficzne w odpowiednich warunkach oświetlenia (światło kątowe dające najlepszy kontrast między śladem a podłożem), a następnie przeniesienie na folię żelatynową. Proszki daktyloskopijne mogą zostać użyte wyłącznie do ujawniania śladów „mokrych” („*of wet origin*”), np. powstałych w wyniku przemieszczania się sprawcy w deszczu, po śniegu czy wilgotnej trawie, jednak też nie jako technika pierwszego wyboru. Ślady tego typu najczęściej trudno rozpoznać, dlatego nawet w przypadku silnego przekonania, że ma się do czynienia ze śladem „mokrym”, należy najpierw sprawdzić działanie proszku na niewielkim fragmencie śladu (Bodziak, 2017).

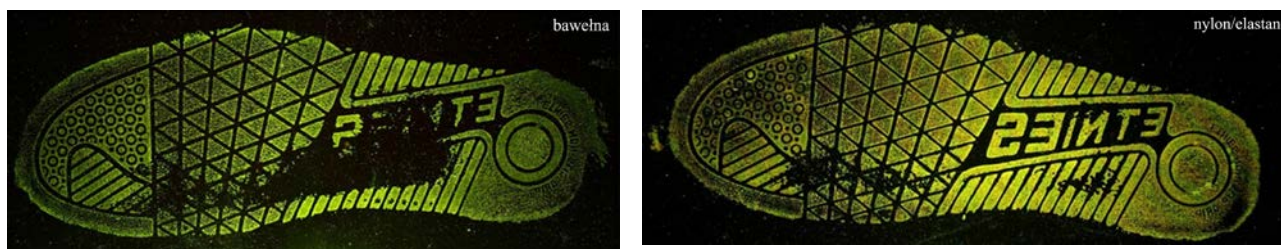
2. Ślady krwawe

W przypadku śladów pozostawionych krwią lub osoczem, mamy do wyboru szeroki wachlarz różnych odczynników, dzięki czemu istnieje możliwość dobrania środka działającego najskuteczniej na danym podłożu. Barwniki do ujawniania śladów krwawych można podzielić na (Farrugia i in., 2011a; Farrugia i in., 2011b; Farrugia i in., 2013b; CAST, 2014):

- „kwaśne” (ang. *Acid Dyes*): Acid Yellow 7, czerwień węgierska (Hungarian Red, Acid Violet 19), czerń amidowa (Amido Black, Acid Black 1),
- hemowe (peroksydazowe): fiolet leukokrystaliczny (LCV), luminol,
- aminokwasowe: DFO, 1,2-IND, ninhydryna, DMAC.



Ryc. 12, 13, 14. Ślad krwawy ujawniony Acid Yellow 7 widoczny w świetle białym (po lewej), we fluorescencji (w środku) i we fluorescencji po przeniesieniu z podłoża na folię żelatynową (po prawej)



Ryc. 15, 16. Ślady krwawe ujawnione Acid Yellow 7 na podłożach tekstylnych



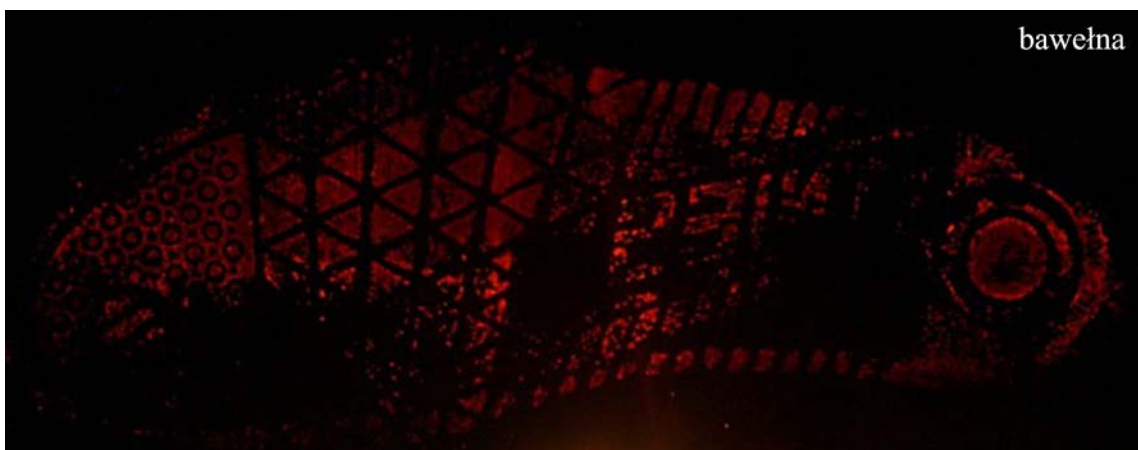
Ryc. 17, 18, 19. Ślad krwawy ujawniony czerwinią węgierską widoczny w świetle białym na podłożu (po lewej) oraz po przeniesieniu z podłoża na białą folię żelatynową widoczny w świetle białym (w środku) i we fluorescencji (po prawej)

Barwniki „kwaśne” reagują z białkami obecnymi we krwi i osoczu (ale też z innymi białkami – działają niespecyficznie), dając barwny i/lub fluorescencyjny produkt reakcji. Wymagają trzyetapowego procesu ujawniania: a) utrwalenia (jest konieczne, ponieważ białka są rozpuszczalne w wodzie i innych rozpuszczalnikach polarnych – bez tego etapu ślad rozpułnąłby się lub zmył z podłoża), b) barwienia, c) płukania. Są możliwe do zastosowania na większości spotykanych powierzchni (Farrugia i in., 2011b; CAST, 2014).

Acid Yellow 7 (ryc. 12, 13, 14) jest najskuteczniejszym barwnikiem „kwaśnym” dla podłoży niechłonnych (Velders, 2012; CAST, 2014). Nie można go natomiast stosować na klasyczne podłoża chłonne (np. papier, karton), ponieważ nie wyplukuje się

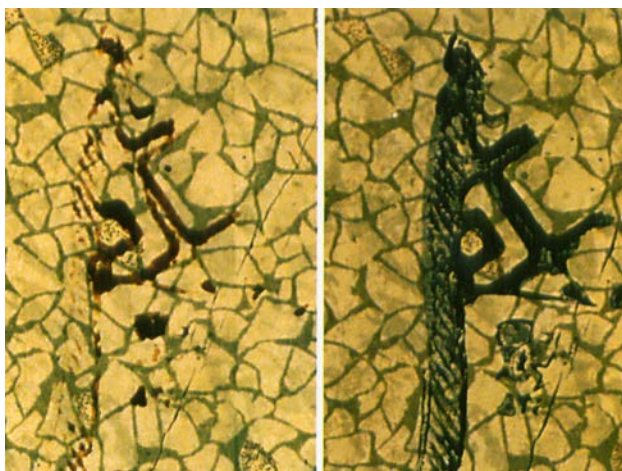
i bardzo silnie barwi tło. Mimo tego Acid Yellow 7 nadaje się do ujawniania na tkaninach i innych tekstyliach. Jest najlepszym barwnikiem do zastosowania na poliester, bawełnę, nylon i elastan (ryc. 15, 16) w ciemnych kolorach (Farrugia i in., 2011b). Ujawnione ślady są fluorescencyjne.

Czerwień węgierską (ryc. 17, 18, 19) można stosować na wszystkich rodzajach podłoży. Ślady po ujawnieniu są dobrze widoczne w świetle białym i wykazują fluorescencję (Velders, 2012). Czerwień jest barwnikiem szczególnie polecanym do ujawniania na podłożach tekstylnych w jasnych kolorach lub wielokolorowych (ryc. 20) (Farrugia i in., 2011b; Farrugia i in., 2013a).



Ryc. 20. Ślad krwawy ujawniony czerwinią węgierską na podłożu tekstylnym

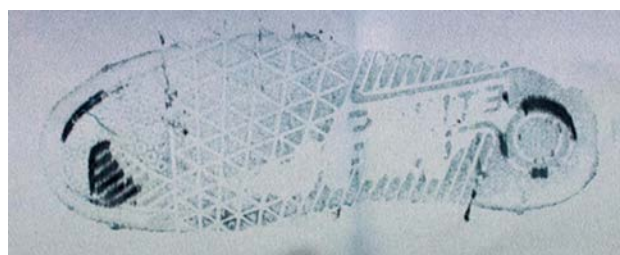
Czerń amidowa (ryc. 21, 22, 23, 24) nadaje się do zastosowania na wszystkie typy podłoży w jasnych kolorach, w tym również na jasne podłoża tekstylne (ryc. 25) (Farrugia i in., 2011b). Jest rekomendowana szczególnie do ujawniania krwawych śladów traseologicznych na papierze. Ślady po ujawnieniu są widoczne w świetle białym (nie wykazują fluorescencji) (Bodziak, 2017).



Ryc. 21, 22. Ślad krwawy na podłożu niechłonnym przed (po lewej) i po ujawnieniu czernią amidową (po prawej)



Ryc. 23, 24. Ślad krwawy na podłożu niechłonnym przed (po lewej) i po ujawnieniu czernią amidową (po prawej)



Ryc. 25. Ślad krwawy ujawniony czernią amidową na białej tkaninie bawełnianej

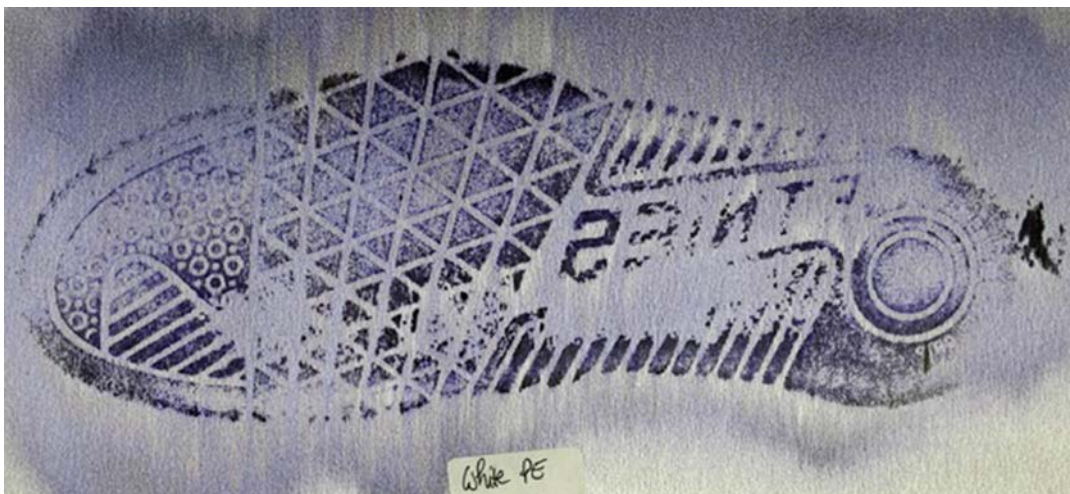
Barwniki hemowe reagują z grupą hemową w hemoglobinie (działają specyficznie – wykrywają wyłącznie krew), dając barwny i/lub luminescencyjny produkt reakcji. Proces ujawniania jest jednoetapowy, bez konieczności oddzielnego etapu utrwalania czy używania roztworu płuczącego (w przypadku silnego zabarwienia tła nadmiar odczynnika można spłukać wodą). Można je stosować na większości spotykanych powierzchni (Farrugia i in., 2011a).

Fiolet leukokrystaliczny (LCV) jest polecany do ujawniania śladów krwawych na jasnych podłożach tekstylnych oraz na podłożach skórzanych. Produktem reakcji LCV z krwią jest barwny i wykazujący fluorescencję fiolet krystaliczny (ryc. 26, 27, 28). Zabezpieczenie fotograficzne śladu musi jednak nastąpić jak najszybciej po ujawnieniu, ponieważ pod wpływem światła następuje powolne barwienie się całego tła, co powoduje obniżenie kontrastu między śladem a podłożem (ryc. 29). Dodatkową wadą jest to, że roztwór LCV jest wrażliwy na światło i temperaturę, w związku z czym przed każdym użyciem musi zostać sporządzony na nowo (Farrugia i in., 2011a).

Luminol jest najbardziej czułym odczynnikiem na ślady krwawe (ryc. 30) – jest szczególnie polecany do ujawniania śladów niewidocznych (takich, które były poddane czyszczeniu, ponieważ ktoś próbował je usunąć) (Velders, 2012). Według niektórych źródeł za pomocą luminolu można wykryć krew nawet pod czterema warstwami farby (Bily, Maldonado, 2006).



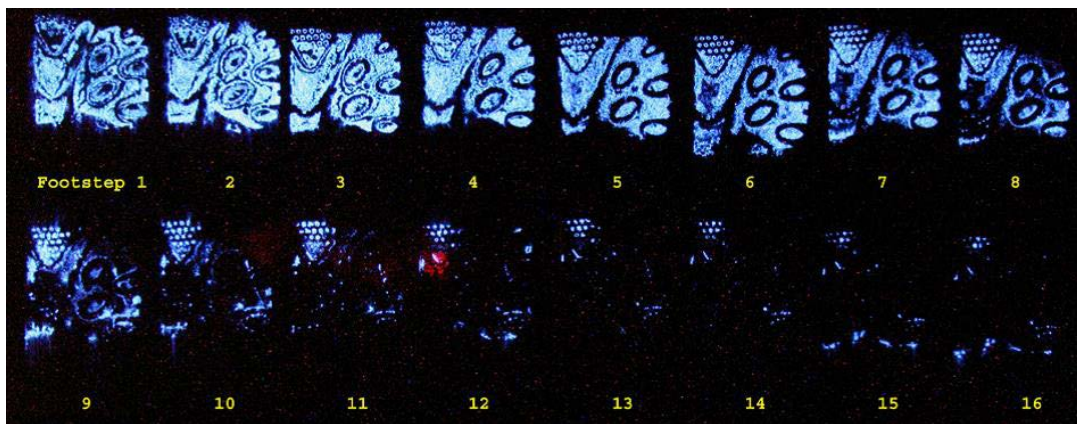
Ryc. 26, 27, 28. Ślad krwawy ujawniony LCV widoczny w świetle białym (po lewej), we fluorescencji (w środku) oraz we fluorescencji, gdy źródłem światła jest laser (po prawej)



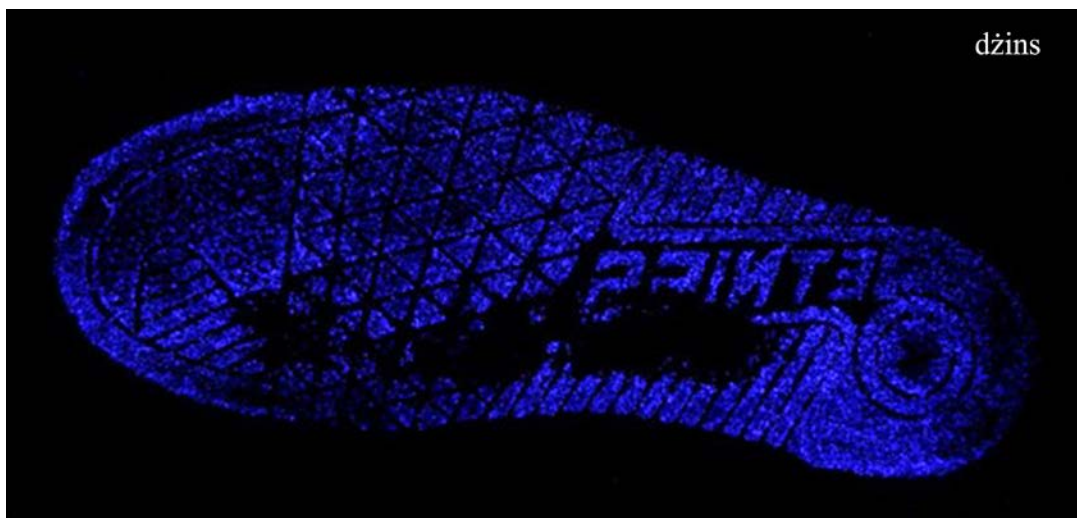
Ryc. 29. Ślad krwawy ujawniony LCV – zabarwienie tła pod wpływem światła

Produktem reakcji luminolu z krwią jest chemiluminescencja, w związku z czym nie jest potrzebne źródło światła, żeby obserwować „świecenie” ujawnionych śladów. Dodatkową zaletą luminolu jest możliwość stosowania go na wszystkich typach i kolorach podłoża tekstylnych, w tym na dżinsie (ryc. 31), z którym inne techniki radzą sobie bardzo słabo, a także na podłożach skórzanych (Farrugia i in., 2011a). Nano-szenie luminolu wymaga jednak dużej uwagi. Należy

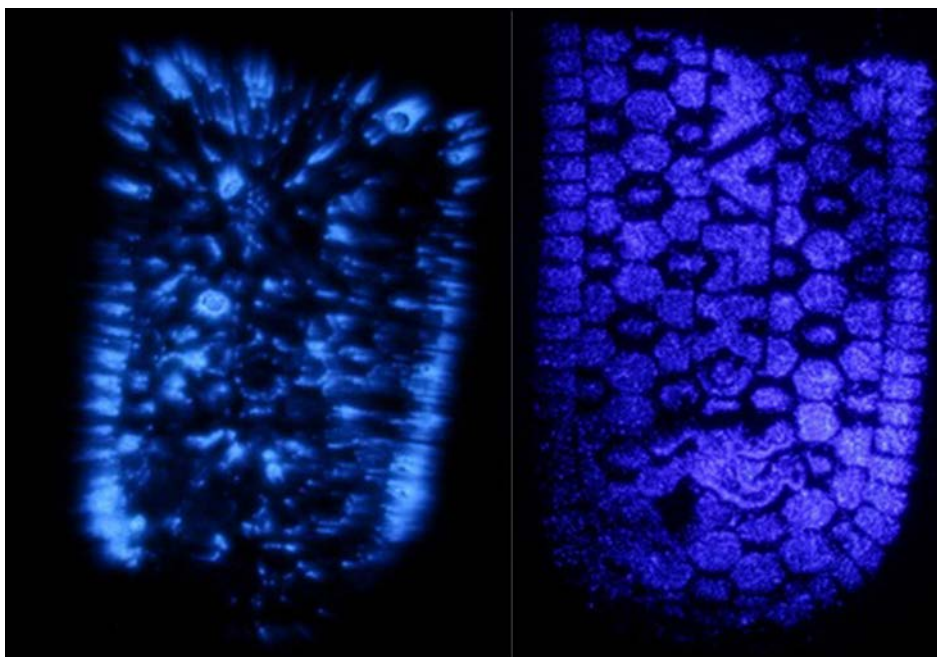
go używać wyłącznie z rozpylaczami tworzącymi bardzo drobną, delikatną mgiełkę, ponieważ w przeciwnym przypadku można spowodować rozmycie śladu (ryc. 32). Dodatkową trudność może stanowić fakt, że producenci dostarczają luminole różniące się parametrami, tj. długością i intensywnością luminescencji, w związku z czym przy każdej zmianie używanego produktu należy wykonać ponowną walidację techniki.



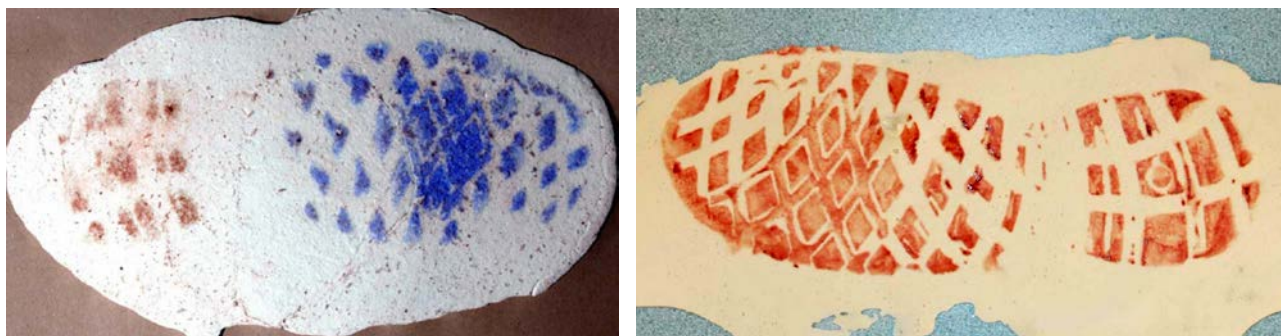
Ryc. 30. Seria szesnastu „słabnących śladów” ujawnionych luminolem. Widać, że luminol ujawnia dobrej jakości ślady do ósmego przyłożenia, a wykrywa ślady krwi do ostatniego, szesnastego przyłożenia



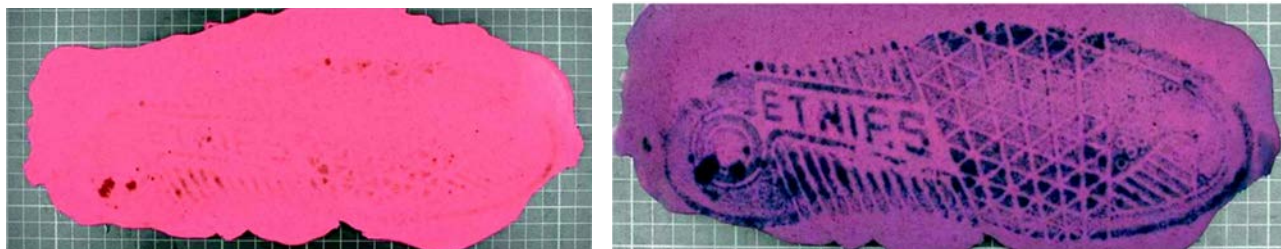
Ryc. 31. Ślad krwawy ujawniony luminolem na podłożu dżinsowym



Ryc. 32. Po lewej stronie ślad rozmyty z powodu nieprawidłowego ujawniania luminolem, po prawej stronie – ślad ujawniony z zachowaniem należytej staranności



Ryc. 33, 34. Ślady krwawe przeniesione na alginaty z betonu (po lewej) i ze skóry (po prawej)



Ryc. 35, 36. Ślad krwawy przeniesiony na alginat z bawelny (po lewej), a następnie ujawniony czernią amidową (po prawej)

W przypadku śladów krwawych należy wspomnieć jeszcze o dwóch możliwościach – barwnikach aminokwasowych i alginatach. Barwniki aminokwasowe reagują z aminokwasami obecnymi w płynach ustrojowych, w tym również w krwi i osoczu (CAST, 2014). Można je jednak zastosować wyłącznie na „słabe” ślady krwawe (mało wysycone lub pozostawione osoczem) i tylko na podłożach chłonnych (Farrugia i in., 2013b). Ponieważ proces ujawniania wymaga specjalnych warunków wilgotności i/lub temperatury, zastosowanie barwników aminokwasowych bezpośrednio na miejscu zdarzenia wymaga wcześniejszego przygotowania i może dać gorsze efekty niż uzyskane w laboratorium.

Alginaty doskonale nadają się do zabezpieczania śladów krwawych pozostawionych na trudnych podłożach – betonie, tkaninach, skórze ludzkiej itp. (ryc. 33, 34). Dodatkową zaletą jest możliwość chemicznego ujawniania śladów przed lub po zabezpieczeniu (ryc. 35, 36). Minusem jest natomiast konieczność szybkiego wykonania fotografii przeniesionego na alginat śladu, ponieważ podczas wysychania masy zaczyna się ona kurczyć, co zaburza rzeczywistą wielkość śladu (Adair, 2005; Farrugia i in., 2010).

3. Ślady z błota/gleby

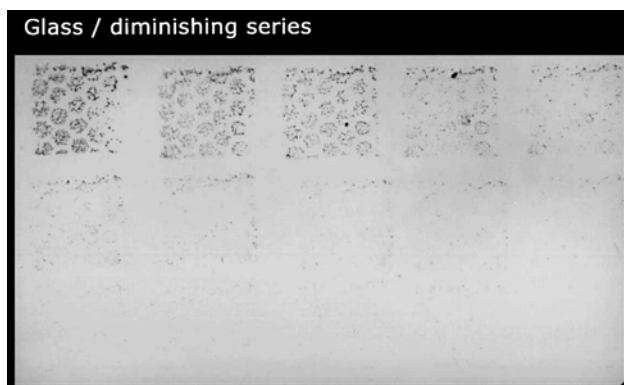
Obszerne badania na temat ujawniania śladów pozostawionych błotem na różnych typach podłoży przeprowadził w 2000 roku zespół z Holenderskiego Instytutu Kryminalistycznego (Theeuwes i in., 2001). Przebadano wówczas szereg odczynników, stosując je w różnych konfiguracjach na podłoża chłonne, niechłonne, semiporowate i tekstylne. Ponieważ chemiczny skład błota/gleby najczęściej nie jest znany i może

się znacznie różnić w przypadku poszczególnych śladów (Farrugia i in., 2012b), badacze nie kierowali się mechanizmem działania poszczególnych odczynników, tylko wypróbowywali wszelkiego typu techniki na różnorodnych podłożach, żeby ustalić, co przynosi najlepsze rezultaty. Dzięki przeprowadzonym badaniom, autorom udało się wskazać najskuteczniejsze techniki dla poszczególnych typów podłoży.

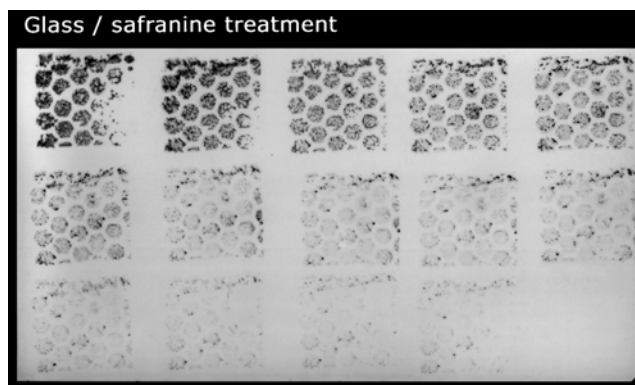
Dla podłoży niechłonnych najlepszym rozwiązaniem okazało się ujawnianie śladów safraniną (mechanizm oddziaływania safraniny z glebą/błotem nie został wyjaśniony), a następnie przeniesienie ich na białą folię żelatynową (ryc. 37, 38, 39). Porównywalnie dobrym sposobem było ujawnianie śladów fioletem krystalicznym. Trochę gorsze wyniki, ale nadal satysfakcjonujące, otrzymano dla zawiesiny Sticky Side Powder, wywoływacza fizycznego i czerni sudanowej, które reagowały prawdopodobnie z tłuszczowymi składnikami gleby.

W przypadku podłoży chłonnych najskuteczniej działało przeniesienie śladu na czarną folię żelatynową, a następnie ujawnienie go barwnikiem aminokwasowym DFO (prawdopodobnie aminokwasy z folii przechodzą do substancji śladotwórczej i to pozwala na wizualizację śladów ww. techniką). Dobre rezultaty dla klasycznych podłoży chłonnych otrzymano również przy zastosowaniu Sticky Side Powder i safraniny.

Dla podłoży semiporowatych najlepszymi technikami były safranina (jak w przypadku podłoży niechłonnych) oraz przeniesienie na czarną folię żelatynową i ujawnienie śladu DFO (jak w przypadku podłoży chłonnych).



Ryc. 37. Seria „słabnących śladów” pozostawiona błotem na szkle

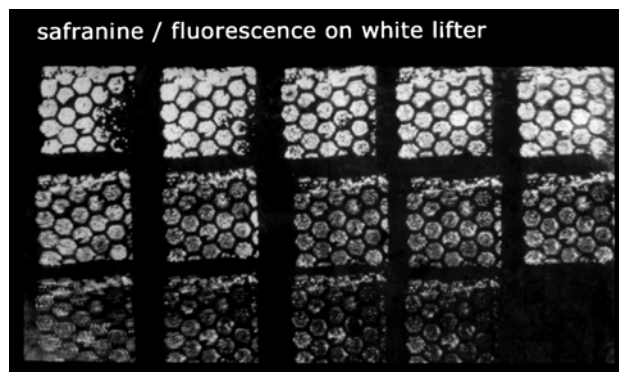


Ryc. 38. Seria „słabnących śladów” pozostawiona błotem na szkle po ujawnieniu safraniną – ślady widoczne w świetle białym

Połączenie czarnej folii żelatynowej z ujawnianiem DFO przynosiło też najlepsze efekty w przypadku podłoży tekstylnych. Inny zespół badaczy (Farrugia i in., 2012b) wskazał jako możliwy sposób ujawniania śladów pozostawionych błotem na podłożach tekstylnych 2,2'-bipirydynę, jednak efekty wizualizacji mocno się różniły w zależności od typu podłoża, były mniej przewidywalne i mniej zadowalające.

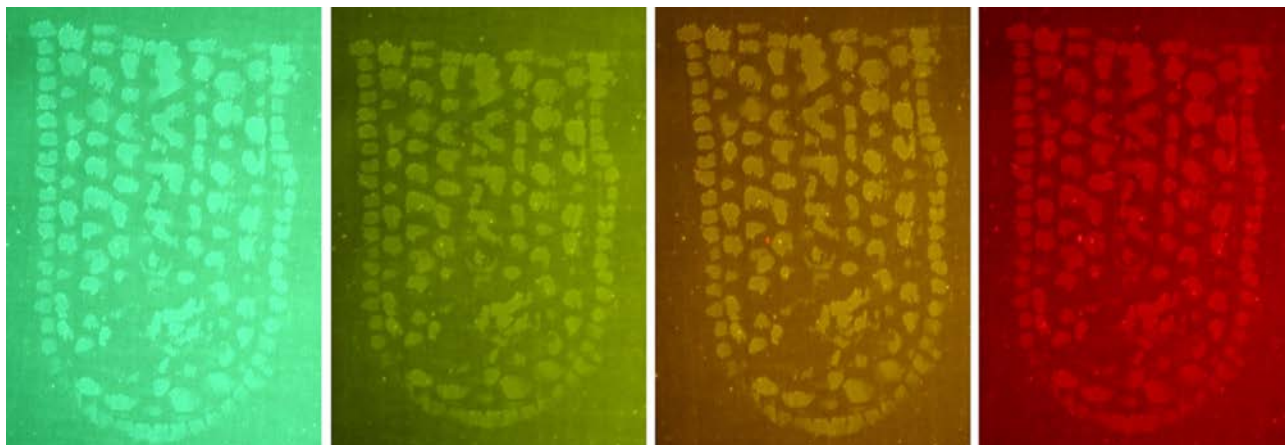
4. Ślady z uryny

Ślady pozostawione moczem są zabezpieczane bardzo rzadko, mimo że występują często. Można je znaleźć wszędzie tam, gdzie są publiczne toalety – w szkołach, urzędach, restauracjach, barach, pubach, dyskotekach, szaletach miejskich itp. Nie są też trudne do odkrycia, ponieważ nierozcieńczony mocz ludzki wykazuje fluorescencję w tzw. „krótkim” UV (długość fali 300-250 nm). Fluorescencja moczu w pozostałym zakresie światła jest cechą osobniczą, zależną od wielu czynników (np. płci, diety, przyjmowanych leków), ale u większości ludzi występuje i jest najsilniejsza przy wzbudzeniu światłem fioletowym (415 nm) z zastosowaniem żółtego filtra oględzinowego (ryc. 40, 41, 42, 43) (Farrugia i in., 2012a). Daje to możliwość ujawnienia śladów na miejscu zdarzenia i ich



Ryc. 39. Seria „słabnących śladów” pozostawiona błotem na szkle po ujawnieniu safraniną i przeniesieniu na folię żelatynową – ślady widoczne we fluorescencji

fotograficznego zabezpieczenia. Jeśli ślady nie są dobrze widoczne, można użyć do ich ujawniania barwników aminokwasowych. W przypadku śladów dających możliwość zabezpieczenia wraz z podłożem, np. pozostawionych na tzw. „stepped-on objects”, najlepszym rozwiązaniem jest przekazanie ich do laboratorium, gdzie mogą zostać poddane procesowi wizualizacji.



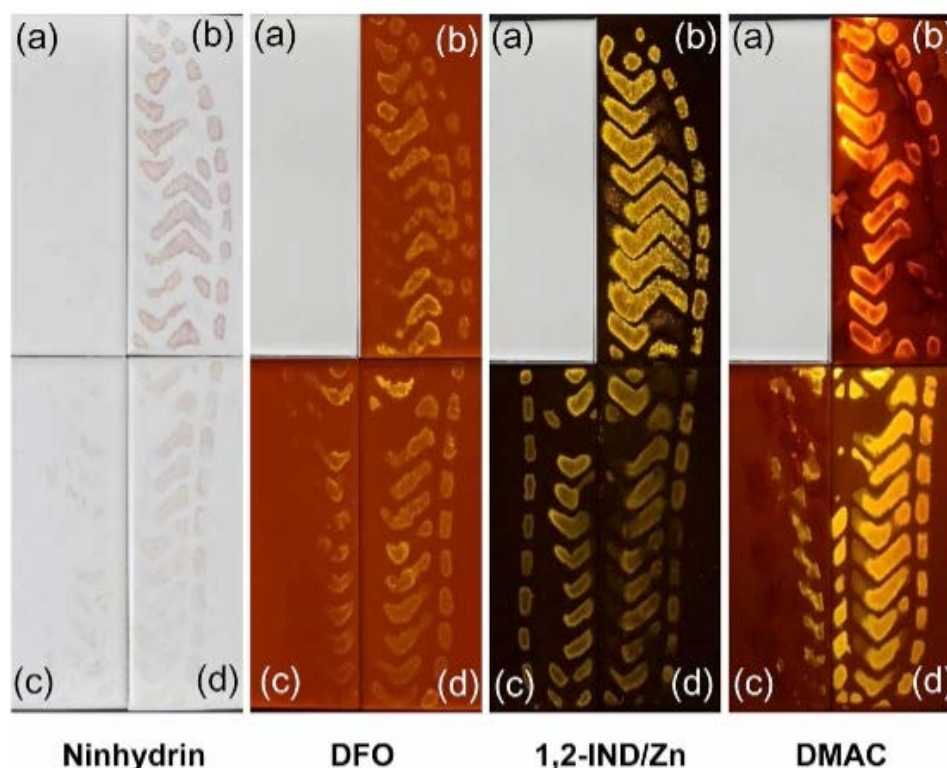
Ryc. 40, 41, 42, 43. Fluorescencja własna nierozcieńczonego moczu ludzkiego



Ryc. 44, 45, 46. Ślady pozostawione moczem na podłożach bawełnianych ujawnione DFO, widoczne w świetle białym (po lewej) i we fluorescencji (w środku i po prawej)



Ryc. 47, 48, 49. Przykłady śladów pozostawionych moczem na podłożach tekstylnych, ujawnionych DMAC



Ryc. 50. Porównanie działania metody natryskowej, z użyciem chusteczek oraz metody suchej do ujawniania śladów pozostawionych moczem na białych płytkach podłogowych: (a) kontrola, (b) metoda natryskowa, (c) użycie chusteczki, (d) metoda sucha

W przypadku podłoży chłonnych rekomendowanym odczynnikiem jest DFO, które daje najlepsze efekty ujawniania (ryc. 44, 45, 46), działa również na ślady „stare” oraz na ślady na podłożach tekstylnych (jasnych). 1,2-IND i ninhydryna dają słabsze wyniki, a dodatkowym ograniczeniem ninhydryny jest możliwość zastosowania wyłącznie na podłożach w jasnym kolorze. Efekty ujawniania DMAC są silnie uzależnione od rodzaju podłoża – w przypadku niektórych podłoży DMAC ujawnia ślady porównywalnej jakości do DFO (ryc. 47), w przypadku innych rozmywa ślady lub silnie barwi tło (ryc. 48, 49), dlatego podczas ujawniania tym odczynnikiem należy zachować szczególną ostrożność, a najlepiej wykonać wcześniej ślady testowe (Farrugia i in., 2012a).

Chociaż barwniki aminokwasowe są przeznaczone do śladów występujących na podłożach chłonnych i najlepsze wyniki ujawniania dają, gdy proces wizualizacji prowadzony jest w odpowiednich warunkach wilgotności i/lub temperatury, to koreańskiemu zespołowi badaczy udało się w 2019 roku uzyskać dobre efekty ujawniania ww. barwnikami na podłożach niechłonnych w postaci płytek podłogowych w toaletach (Kim, Hong, 2019). Odczynniki nanoszono trzema sposobami: poprzez natrysk, nakładanie na ślad chusteczki, którą następnie nasączało odczynnikiem, lub metodą suchą – poprzez przykładanie do śladu kartki papieru biurowego, nasączonej uprzednio stężonym

odczynnikiem i wysuszonej, a następnie ogrzewanie kartki żelazkiem nagrzanym do ok. 100°C. W wyniku przeprowadzonych doświadczeń ustalono, że najlepsze wyniki ujawniania daje nanoszenie na ślad ninhydryny i 1,2-IND poprzez natrysk oraz stosowanie metody suchej w przypadku DFO i DMAC (ryc. 50).

Podsumowanie

Mimo dużych możliwości wyboru odpowiedniej techniki lub sekwencji technik ujawniania, nie należy zapominać o dwóch najważniejszych zasadach wizualizacji. Ponieważ nigdy do końca nie wiadomo, jaki jest skład substancji śladotwórczej (sprawca mógł chodzić po wielu różnych podłożach i stworzyć na podeszwach niepowtarzalną mieszaninę zabrudzeń), ani – w przypadku podłoży chłonnych, a zwłaszcza tekstylnych – jak „zachowa się” podłoże (jakie związki chemiczne, wybielacze optyczne czy barwniki zawiera i jak zareagują one z odczynnikiem użytym do ujawniania, np. czy uda się wypłukać odczynnik z podłoża, czy nie zajdzie jakaś niespodziewana reakcja), zawsze przed rozpoczęciem procesu wizualizacji należy:

- zabezpieczyć fotograficznie ślad w prawidłowy sposób, tzn. taki, który pozwala na ewentualne późniejsze przeprowadzenie identyfikacji,
- wykonać próbę działania wybranej techniki ujawniania na podłożu (test najlepiej wykonać na małym fragmencie podłoża z dala od śladu).

Tab. 1. Zestawienie najskuteczniejszych technik ujawniania śladów traseologicznych w zależności od typu podłoża i substancji śladotwórczej

		Rodzaj podłoża			
		Podłoża niechłonne	Podłoża chłonne	Podłoża semiporowate	Podłoża tekstylne
Rodzaj substancji śladotwórczej	krew	Acid Yellow 7	Czerń amidowa/ Czerwień węgierska	Czerń amidowa/ Czerwień węgierska	Acid Yellow 7 (ciemne) Czerń amidowa/ Czerwień węgierska/ LCV (jasne) Luminol (dżins, skóra)
	mocz	DFO, DMAC (metoda sucha) 1,2-IND, ninhydryna (natrysk)	DFO	DFO, DMAC * (metoda sucha)	DFO (jasne)
	ślota	Safranina + biała folia żelatynowa Fiolet krystaliczny	Czarna folia żelatynowa + DFO	Czarna folia żelatynowa + DFO Safranina	Czarna folia żelatynowa + DFO

* brak danych literaturowych dotyczących podłoży semiporowatych, ale na podstawie wyników otrzymanych dla podłoży niechłonnych i chłonnych można przypuszczać, że wskazane techniki ujawniania będą najskuteczniejsze

Pamiętając o powyższych zasadach, można swobodnie korzystać z szerokiego wachlarza dostępnych technik wizualizacji.

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie najskuteczniejszych technik ujawniania w zależności od typu podłoża i substancji śladotwórczej.

Powyższe zestawienie pokazuje, jak wiele istnieje możliwości skutecznego ujawniania śladów traseologicznych. Żeby można było z tego skorzystać, konieczna jest jednak podstawowa wiedza o wizualizacji śladów traseologicznych i chęć współdziałania między technikami oraz biegłymi z dziedziny traseologii i daktyloskopii. Niniejszy artykuł powstał, żeby choć w części ułatwić zdobycie ww. wiedzy i zachęcić do współpracy, której efektem może być ujawnianie wielu nowych – dotychczas pomijanych – śladów traseologicznych.

Źródła zdjęć i tabel:

- Ryc. 33, 34:** Adair, T.W. (2005).
Ryc. 8-11, 21-24: Bodziak, W.J. (2017).
Ryc. 35, 36: Farrugia, K.J. i in. (2010).
Ryc. 26-29, 31, 32: Farrugia, K.J. i in. (2011a).

Ryc. 15, 16, 20: Farrugia, K.J. i in. (2011b).

Ryc. 40-49: Farrugia, K.J. i in. (2012a).

Ryc. 25: Farrugia, K.J. i in. (2013b).

Ryc. 6, 7: Hammer, L., Wolfe, J. (2003).

Ryc. 50: Kim, S.J., Hong, S. (2019).

Ryc. 37-39: Theeuwen, A. i in. (2001).

Ryc. 12-14, 17-19, 30: Velders, T. (2012).

Ryc. 1-5: Wydział Badań Daktyloskopijnych i Traseologicznych CLKP

Tab. 1: opracowanie własne

Bibliografia

- Adair, T.W. (2005). Casting Two-Dimensional Bloody Shoe Prints from Concrete, Fabric, and Human Skin: A Review of Several Methods with Recommendations, *I.A.B.P.A. NEWS*, 21(1), 4-8.
- Bily, Ch., & Maldonado, H. (2006). Application of Luminol to Bloodstains Concealed by Multiple Layers of Paint. *Journal of Forensic Identification*, 56(6).
- Bodziak, W.J. (2017). *Forensic Footwear Evidence*. CRC Press.

4. Farrugia, K.J., Bandey, H., Bleay, S., & Daeid, N.N. (2012a). Chemical enhancement of footwear impressions in urine on fabric. *Forensic Science International*, 214.
5. Farrugia, K.J., Bandey, H., & Daéid, N.N. (2013a). A Comparison of Enhancement Techniques for Footwear Impressions on Dark and Patterned Fabrics. *Journal of forensic sciences*, 58(6).
6. Farrugia, K.J., Bandey, H., Dawson, L., & Daeid, N.N. (2012b). Chemical enhancement of soil based footwear impressions on fabric. *Forensic Science International*, 219.
7. Farrugia, K.J., Bandey, H., Savage, K., & Daéid, N.N. (2013b). Chemical Enhancement of Footwear Impressions in Blood on Fabric – Part 3: Amino Acid Staining. *Science and Justice*, 53(1).
8. Farrugia, K.J., Daéid, N.N., Savage, K.A., & Bandey, H. (2010). Chemical enhancement of footwear impressions in blood deposited on fabric — Evaluating the use of alginate casting materials followed by chemical enhancement. *Science and Justice*, 50.
9. Farrugia, K.J., Savage, K.A, Bandey, H., Ciuksza, T., & Daéid, N.N. (2011a). Chemical enhancement of footwear impressions in blood on fabric — Part 2: Peroxidase reagents. *Science and Justice*, 51.
10. Farrugia, K.J., Savage, K.A., Bandey, H., & Daéid, N.N. (2011b) Chemical enhancement of footwear impressions in blood on fabric – Part 1: Protein stains. *Science and Justice*, 51.
11. Fingermark Visualisation Manual (2014). Home Office Centre for Applied Science and Technology (CAST). Wielka Brytania.
12. Hammer, L., & Wolfe, J. (2003). Shoe and Tire Impressions in Snow: Photography and Casting. *Journal of Forensic Identification*, 53.
13. Kim, S.J., & Hong, S. (2019). Chemical enhancement of footwear impressions in urine on the surface of tiles. *Analytical Science and Technology*, 32(3), 113-119.
14. Rodowicz, L. (2000). Kryminalistyczne badanie śladów obuwia, CLK KGP.
15. Standard for Terminology Used for Forensic Footwear and Tire Impression Evidence (2009). Scientific Working Group for Shoeprint and Tire Tread Evidence SWGTREAD.
16. Theeuwen, A., Van Barneveld, S., Drok, J., Kee-reweer, I., Lesger, B., Limborgh, J., Naber, M., Schrok,, R., & Velders T. (2001). Enhancement of muddy footwear impressions. *Forensic Science International*, 119.
17. Velders, T. (2012). New Insight into the Chemical Improvement of Shoeprints and Fingerprints Placed with Blood on Non-Porous Surfaces, Brabant South-East Department, Eindhoven, the Netherlands, Research Report 2011-2012.