

Krzysztof Tomaszewski, Tomasz Szczepański
Tomasz Kulczyk, Anna Chyczewska, Krzysztof Klemczak

Optymalizacja warunków obserwacji i rejestracji śladów linii papilarnych ujawnionych metodą ninhydrynową na podstawie spektralnych różnic promieniowania odbitego w zakresie widzialnym

Wstęp

Wieloletnie stosowanie metody ninhydrynowej oraz upowszechnienie stosowania oświetlaczy kryminalistycznych w daktyloskopii spowodowało wypracowanie dobrej praktyki, a mianowicie wykorzystywania światła niebieskozielonego podczas obserwacji i rejestracji ujawnionych śladów. Ninhydryna używana jako odczynnik w różnego rodzaju testach biochemicznych reagujący między innymi z aminokwasami wykazuje maksymalną wartość absorpcji przy długości fali około 400 nm i 570 nm. Przeprowadzone badania miały zweryfikować zarówno doświadczenia praktyków daktyloskopii, jak i biochemików wykorzystujących ninhydrynę jako odczynnik reagujący z aminokwasami. Biorąc pod uwagę specyfikę badań daktyloskopijnych, skupiono się na próbie określenia optymalnych warunków obserwacji i rejestracji ujawnionych śladów linii papilarnych w odniesieniu do podłoża.

Cel pracy

Celem prowadzonych badań było wskazanie optymalnych warunków obserwacji i rejestracji śladów linii papilarnych ujawnionych metodą ninhydrynową oraz skonfrontowanie otrzymanych wyników zarówno z danymi dostępnymi w literaturze przedmiotu, jak też z praktyką.

Podstawy teoretyczne

Ślady linii papilarnych

Pierwsze badania nad „znakami ręki” prowadzili W. Herschel, H. Faulds, E. Henry, F. Galton i J. Vucetich. To ich badania dały podwaliny, nazwanej w 1893 roku przez argentyńskiego dziennikarza Francisco Latzina, daktyloskopii. Rok wcześniej w Argentynie po raz pierwszy oficjalnie zidentyfikowano sprawcę przestępstwa na podstawie pozostawionych przez niego śladów linii papilarnych na miejscu zdarzenia¹. Ten i kolejne

dowody skuteczności tej metody wpłynęły na jej upowszechnianie, a sprzyjały temu badania morfologii dermatoglify, sklasyfikowanie wzorów daktyloskopijnych oraz rozwój nauki i techniki. Dzięki wykorzystaniu osiągnięć naukowców innych dziedzin daktyloskopia przestała się kojarzyć wyłącznie z identyfikacją, ale również pojawiło się badanie materiału dowodowego w laboratorium kryminalistycznym z wykorzystaniem wiedzy biologicznej, fizycznej i chemicznej.

Ślady linii papilarnych są na ogół niewidoczne, aby poddać je badaniom identyfikacyjnym, konieczne jest ich uwidocznienie. W przypadku śladów widocznych gołym okiem możliwe jest poprawienie ich wyrazistości lub kontrastu z podłożem, a więc poprawa czytelności. Zastosowanie odpowiedniej metody uwarunkowane jest rodzajem podłoża, na którym pozostawiono ślad oraz substancją, którą został on naniesiony. Najbardziej powszechną substancją śladotwórczą jest substancja potowo-tłuszczowa występująca na powierzchni linii papilarnych palców i dłoni, będąca mieszaniną wydzielanych przez gruczoły skóry potu i tłuszczu. Substancją śladotwórczą może być również dowolna substancja, która w chwili kontaktu znajdzie się między stykającymi się powierzchniami i w wyniku działania sił adhezji zostanie przeniesiona z jednej z nich na drugą. Mogą to być substancje pyliste (mąka, pył wapienny, narkotyki), płynne lub półpłynne (krew, wydzieliny organizmu, farby, tłuszcze, smary itp.). W związku z wykorzystywaniem do ujawniania śladów metodami oraz ze względu na zachowanie się na nich substancji śladotwórczej podłoża dzielimy na chłonne, niechłonne oraz te o nietypowej powierzchni. Podłoża chłonne charakteryzują się luźną, porowatą, włóskową strukturą wewnętrzną, sprzyjającą stopniowemu wchłanianiu ciekłych składników substancji śladotwórczej (ich wsiąkanie), np. papier, karton, surowe drewno. Podłoża niechłonne z kolei odznaczają się niekapilarną zwartą strukturą, która uniemożliwia wnikięcie substancji śladotwórczej do środka, a więc pozostaje ona na powierzchni podłoża (szkło, polerowane metale, gładkie i błyszczące tworzywa sztuczne itp.). Trzecią grupą są podłoża o nietypowej powierzch-

ni, a mianowicie taśmy czy arkusze, których każda strona będzie charakteryzowała się innymi właściwościami, a tym samym stosowane metody ujawniania śladów na tych podłożach będą odmienne².

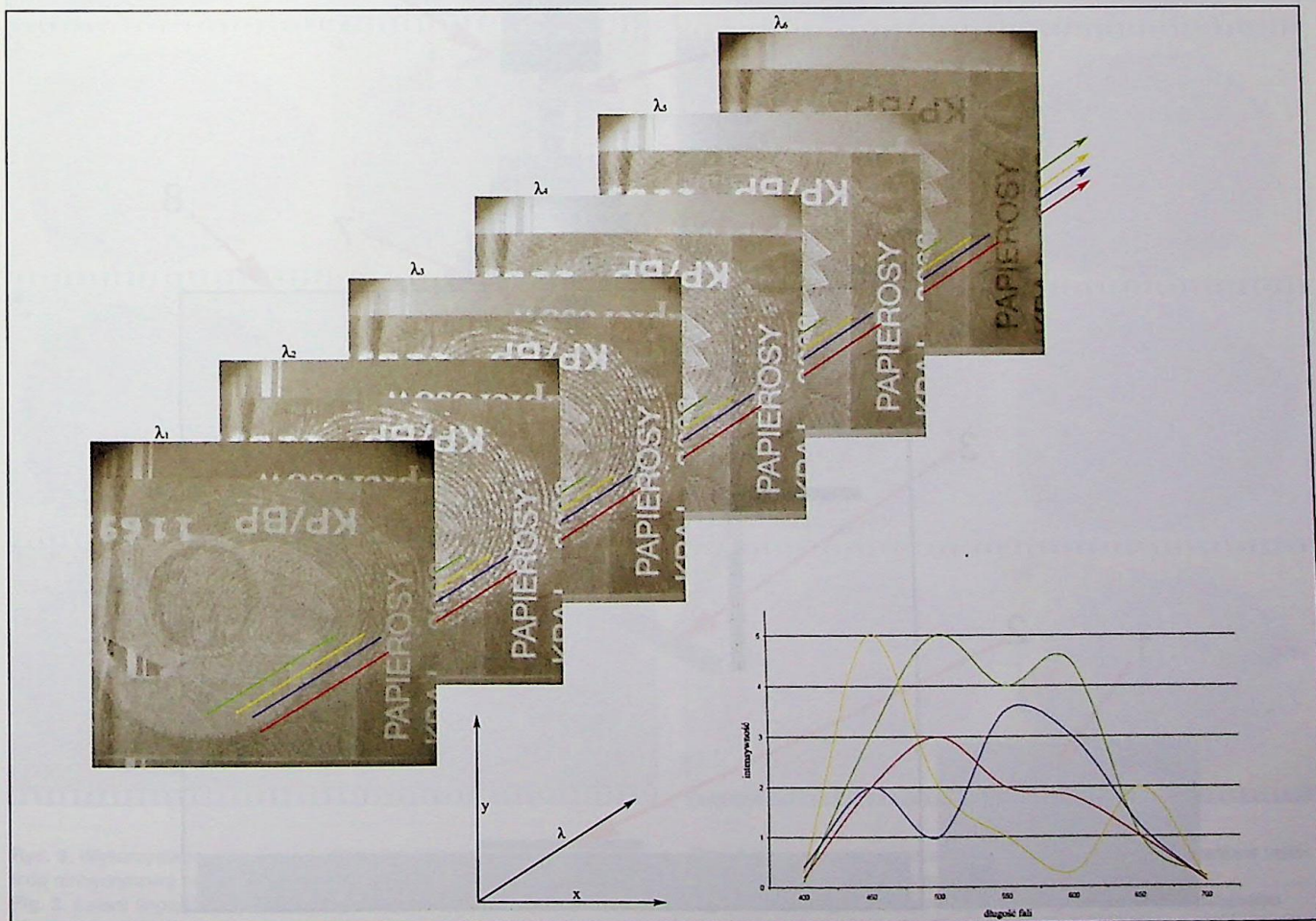
Ninhydryna

Metoda ninhydrynowa jest jedną z najdłużej stosowanych metod ujawniania śladów linii papilarnych na podłożach chłonnych. W pierwszej połowie XX wieku ninhydryna była stosowana jako odczynnik do detekcji aminokwasów i amin³. Po raz pierwszy ninhydrinę w celach kryminalistycznych zastosowali S. Oden oraz B. Hofsten w 1954 roku, a rok później Oden opatentował ten proces⁴. Ninhydryna reaguje z aminokwasami, tworząc barwny produkt reakcji – purpurę Ruhemanna. W przypadku większości aminokwasów produkt reakcji ma intensywne purpurowe zabarwienie, z wyjątkiem proliny, która daje kolor żółty⁵. O skuteczności metody ninhydrynowej może świadczyć fakt, że do chwili obecnej stosowana jest w laboratoriach kryminalistycznych jako standardowa metoda ujawniania śladów linii papi-

larnych na podłożach chłonnych. Ninhydryna jako odczynnik o mniejszej czułości stosowany jest w sekwencji po metodach: DFO, 1,2-indanedione. W celu zwiększenia skuteczności ujawniania śladów linii papilarnych metodą ninhydrynową stosuje się roztwór chlorku cynku⁶. W wyniku reakcji produkt purpura Ruhemanna tworzy związek kompleksowy z jonami cynku, a w efekcie zmienia zabarwienie śladu linii papilarnych z koloru purpurowego na pomarańczowy, dodatkowo wykazując fluorescencję przy wzbudzeniu promieniowaniem w zakresie około 450–530 nm i schłodzeniu przez zanurzenie w ciekłym azocie. W praktyce metodą ninhydrynową stosuje się przede wszystkim do ujawniania śladów linii papilarnych na różnego rodzaju papierach oraz innych podłożach o powierzchniach wykazujących właściwości chłonne.

Obrazowanie hiperspektralne *Chemical Imaging (CI)*

Określenie *Chemical Imaging (CI)* odnosi się do technologii obrazowania powierzchni, która łączy w so-



Ryc. 1. Schemat przedstawiający koncepcję rejestracji obrazów hiperspektralnych
źródło (ryc. 1, 3–17): autorzy

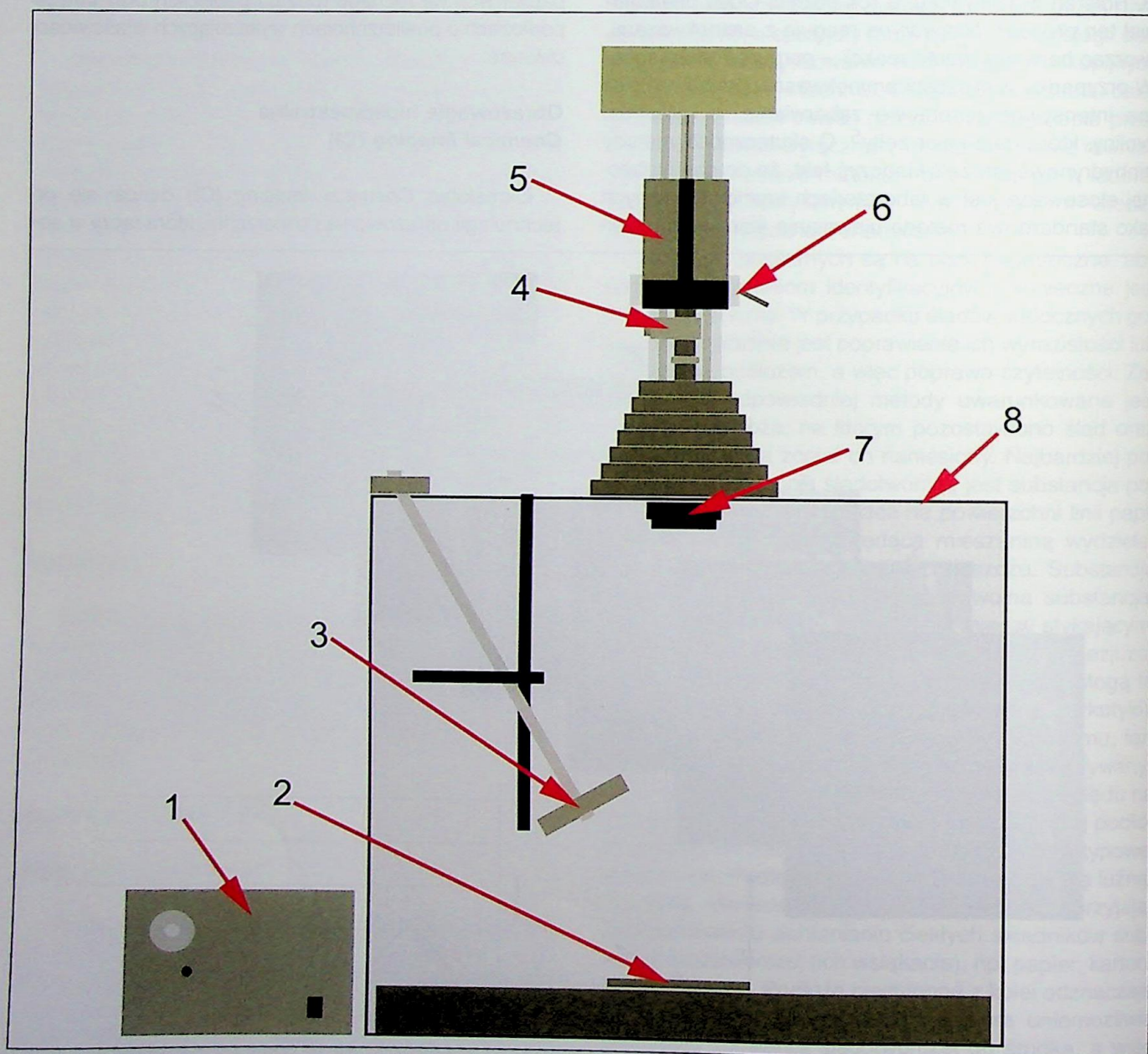
Fig. 1. Diagram of chemical imaging technique

bie funkcję cyfrowej rejestracji obrazu oraz molekularnej spektroskopii. W efekcie otrzymuje się obraz próbki zawierający oprócz danych przestrzennych badanej powierzchni ograniczonych do dwuwymiarowej płaszczyzny: x , y (*spatial data*) dodatkowo informacje dotyczące właściwości spektralnych powierzchni: x , y , λ (*spectral data*)⁷. Koncepcję rejestracji obrazów hiperspektralnych przedstawia rycina 1.

Schemat systemu do makroskopowej rejestracji hiperspektralnych obrazów zainstalowanego w Pracowni Wizualizacji Śladów Zakładu Daktyloskopii Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego Policji przedstawiono na rycinie 2.

System składa się z następujących elementów:

- 1 – źródło światła,
- 2 – płaszczyzna badawcza,
- 3 – zestaw filtrów umieszczonych na końcu światłowodu,
- 4 – dostrajalny ciekłokrystaliczny filtr obserwacyjny – LCTF,
- 5 – kamera CCD,
- 6 – ława optyczna,
- 7 – obiektyw typu ZOOM,
- 8 – komora światłoszczelna,
- 9 – komputer klasy PC z zainstalowanym oprogramowaniem ChemXpert.



Ryc. 2. Schemat przedstawiający system rejestracji hiperspektralnych obrazów firmy ChemImage (USA)
 źródło: autorzy na podstawie ChemImage Xpert Version 2.3 User Manual, ChemImage Corporation, Pittsburgh, 2008
 Fig. 2. Diagram of chemical imaging system

Materiały i metody

Podłoża

Do badań wytypowano dwadzieścia dwa podłoża papierowe o różnej strukturze oraz barwie. Podłoża oznaczone numerami 1–8, 9–16, 17–22 z ujawnionymi na nich metodą ninhydrynową śladami linii papilarnych zarejestrowano z użyciem aparatu cyfrowego Nikon D700 i przestawiono na rycinach 3–5, a także w skrócie scharakteryzowano w tabeli 1.

Próbki stanowiące podłoża w postaci: akcyzy (nr 20), fragmentu pudełka po papierosach (nr 21), banknotu o nominale 10 PLN (nr 22) z uwagi na wy-

stępowanie zróżnicowanej barwy nadruku dodatkowo podzielono. Próbkę nr 20 podzielono na trzy obszary i oznaczono 20-1 (obszar o największym nasyceniu barwą), 20-2 (obszar o najmniejszym nasyceniu barwą), 20-3 (obszar o średnim nasyceniu barwą w miejscach nadrukowanej kratki). Próbki nr 21 i 22 podzielono natomiast na dwa obszary, oznaczając je odpowiednio numerami: 21-1 (obszar pomiędzy nadrukowanymi liniami), 21-2 (obszar występowania nadrukowanych linii), 22-1 (obszar pomiędzy nadrukowanymi liniami), 22-2 (obszar występowania nadrukowanych linii). Sposób dokonania zróżnicowania wymienionych próbek przedstawiono na rycinach 6–8.



Ryc. 3. Wykorzystane w badaniach ślady linii papilarnych ujawnione metodą ninhydrynową na podłożach oznaczonych nr 1–8

Fig. 3. Latent fingerprints developed by ninhydrin method on substrates number 1 – 8 and used in the research



Ryc. 4. Wykorzystane w badaniach ślady linii papilarnych ujawnione metodą ninhydrynową na podłożach oznaczonych nr 9–16

Fig. 4. Latent fingerprints developed by ninhydrin method on substrates number 9 – 16 and used in the research



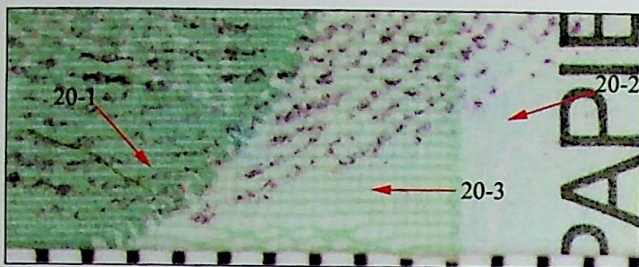
Ryc. 5. Wykorzystane w badaniach ślady linii papilarnych ujawnione metodą ninhydrynową na podłożach oznaczonych nr 17–22
 Fig. 5. Latent fingerprints developed by ninhydrin method on substrates number 17 – 22 and used in the research

Tabela 1

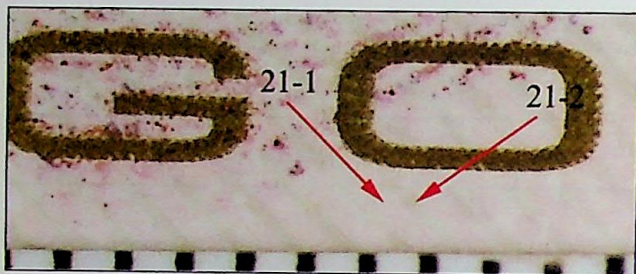
Opis wykorzystanych w badaniach podłoża
Description of substrates used in examinations

Numer podłoża	Charakterystyka podłoża	Przygotowany kształt i rozmiar podłoża
1	fragment kartki papieru do ksero	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
2	fragment kartki w kratkę z zeszytu	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
3	fragment kartki papieru z książki	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
4	fragment kartki papieru z książki telefonicznej	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
5	fragment papierowego ręcznika	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
6	fragment papieru toaletowego	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
7	fragment papieru pakowego	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
8	fragment papieru śniadaniowego	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
9	fragment papierowej warstwy koperty bąbelkowej	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
10	fragment papierowej teczki – strona zewnętrzna	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
11	fragment papierowej teczki – strona wewnętrzna	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
12	karteczka z bloczku	w całości
13	fragment gazety	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
14	fragment gazety o powierzchni uszlachetnionej	kwadrat o wym. ok. 5 x 5 cm
15	wizytówka	w całości
16	karteczka z bloczku (żółta)	w całości
17	karteczka z bloczku (zielona)	w całości
18	karteczka z bloczku (różowa, błyszcząca)	w całości
19	karteczka z bloczku (czerwona)	w całości
20	akcyza	w całości
21	fragment pudełka po papierosach	kwadrat o wym. ok. 3 x 3 cm
22	banknot o nominale 10 PLN	w całości

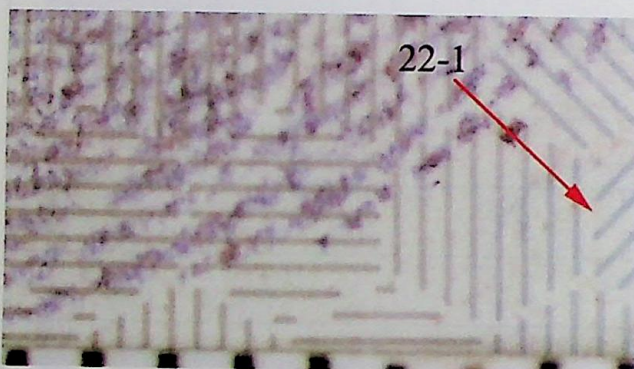
źródło (tab. 1–2): opracowanie własne na podstawie badań



Ryc. 6. Podział podłoża nr 20 na trzy próbki
Fig. 6. Division of substrate number 20 into three samples



Ryc. 7. Podział podłoża nr 21 na dwie próbki
Fig. 7. Division of substrate number 21 into two samples



Ryc. 8. Podział podłoża nr 22 na dwie próbki
Fig. 8. Division of substrate number 22 into two samples

Sposób pozostawiania śladów linii papilarnych

Ślady linii papilarnych na wszystkich próbkach pozostawiano w jednakowy sposób. Wielki palec prawej ręki jednej osoby przecierano płatkami kosmetycznymi nasączonymi 96% etanolem i pozostawiano do wyschnięcia (około 10 sekund). Suchy palec przykładano do poduszki daktyloskopijnej nasączonej tzw. sztuczną substancją potową (Latent Print Reference Pad – Amino Acid Based, Lightning Powder Co.), następnie przykładano otometr do palca i dociskano z siłą 10 N przez 2 sekundy. Następnie palec umieszczano na ponumerowanych od 1 do 22 próbkach i ponownie przykładano otometr do palca i dociskano z siłą 10 N przez 2 sekun-

dy. Przed każdym nanoszeniem śladu linii papilarnych na kolejne podłoża wewnętrzną powierzchnię palca przecierano płatkami kosmetycznymi nasączonymi 96% etanolem, a następnie pozostawiano do wyschnięcia (około 10 sekund).

Ujawnianie śladów linii papilarnych metodą ninhydrynową

Podłoża po 24 godzinach od pozostawienia śladów linii papilarnych poddano działaniu gotowego roztworu ninhydryny (producent: BVDA, nr kat. B-78500). Następnie próbki umieszczono w komorze Vindon Scientific, zapewniając optymalne warunki ujawniania śladów linii papilarnych, tj. temperaturę około 80°C i wilgotność względną około 65%, na 1 godzinę. Dalej próbki pozostawiono bez dostępu światła przez 24 godziny w temperaturze około 21°C i wilgotności 65%.

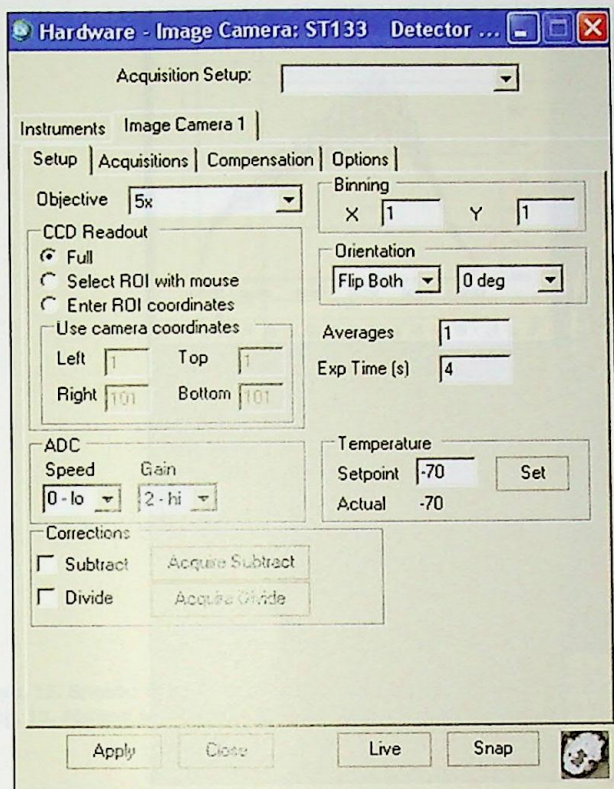
Rejestracja hiperspektralnych obrazów ujawnionych śladów linii papilarnych

Wszystkie próbki z ujawnionymi metodą ninhydrynową śladami linii papilarnych rejestrowano z użyciem systemu CONDOR (ChemImage Corp.) z oprogramowaniem ChemImage Xpert 2.4.5.24953 w zakresie 400–720 nm, przy rozdzielczości spektralnej 5 nm, z użyciem białego światła oświetlacza kryminalistycznego MiniCrimescope ustawionego na około 25% maksymalnej intensywności światła. W efekcie otrzymano hiperspektralne obrazy próbek, z których każda składała się z 66 pojedynczych ujęć. Parametry rejestracji obrazu przedstawiono na rycinach 9–10.

Wszystkie badane próbki rejestrowano w takich samych warunkach i przy takich samych parametrach urządzenia. W celu wyeliminowania wpływu nierównomiernego oświetlenia próbki, przy takich samych parametrach i warunkach oświetlenia zarejestrowano wzorec 99% odbicia (Labsphere). Następnie wszystkie zarejestrowane hiperspektralne obrazy próbek podzielono przez hiperspektralny obraz wzorca odbicia, wykorzystując matematyczną funkcję oprogramowania – DIVIDE. Tak otrzymane obrazy w celu przybliżenia minimalnych wartości do zera dalej poddano przekształceniu z użyciem funkcji – ZERO OFFSET. W celu otrzymania wykresów absorpcji otrzymane obrazy poddano przekształceniu funkcji – Log T/T0.

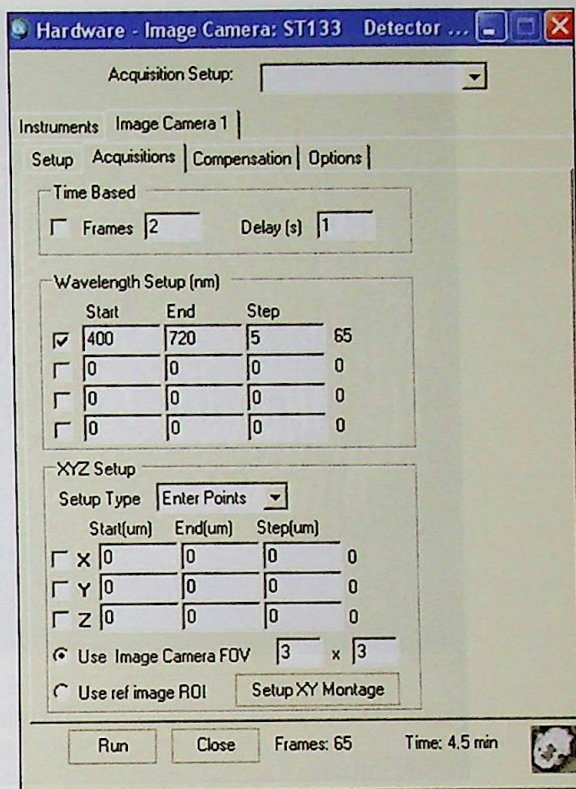
Zbieranie danych

Z każdego zarejestrowanego i wstępnie przetworzonego obrazu próbki losowo wytypowano do pomiaru 20 punktów znajdujących się w obrębie listewek skórnych



Ryc. 9. Ustawienia parametrów kamery w czasie rejestracji śladów linii papilarnych

Fig. 9. Camera parameters used to register latent fingerprints



Ryc. 10. Ustawienia parametrów filtru LCTF w czasie rejestracji śladów linii papilarnych

Fig. 10. LCTF filter parameters used to register latent fingerprints

oraz 20 punktów znajdujących się w obrębie bruzd i poza śladami linii papilarnych. Przykładowy sposób typowania punktów do pomiaru przedstawiono na rycinach 11–12. Następnie dane liczbowe z otrzymanych punktów pomiarowych przeniesiono do arkusza kalkulacyjnego programu Microsoft Excel. W arkuszu kalkulacyjnym wyliczono wartość mediany dla każdej z próbek, oddzielnie dla listewek oraz bruzd i podłoża. Z uwagi na występowanie zróżnicowanej barwy nadruku na próbkach oznaczonych nr 20, 21, 22 wyznaczano punkty pomiarowe podłoża na obszarach obrazu według podziału przedstawionego na rycinach 6–8. W celu wyrażenia wartości kontrastu pomiędzy produktem reakcji ninhydryna – substancja potowa w miejscach odbicia listewek skórnych oraz podłoża w miejscach występowania bruzd i poza odbitką wzoru obliczono różnicę pomiędzy wartościami absorpcji.

W celu wybrania optymalnego zakresu promieniowania elektromagnetycznego do obserwacji i rejestracji śladów linii papilarnych ujawnionych metodą ninhydrynową obliczono różnice absorpcji podłoża i śladów według równania (ryc. 13):

$$R = A_s - A_p$$

R – wartość wyrażająca kontrast pomiędzy produktem reakcji: ninhydryna – substancja potowa a podłożem.

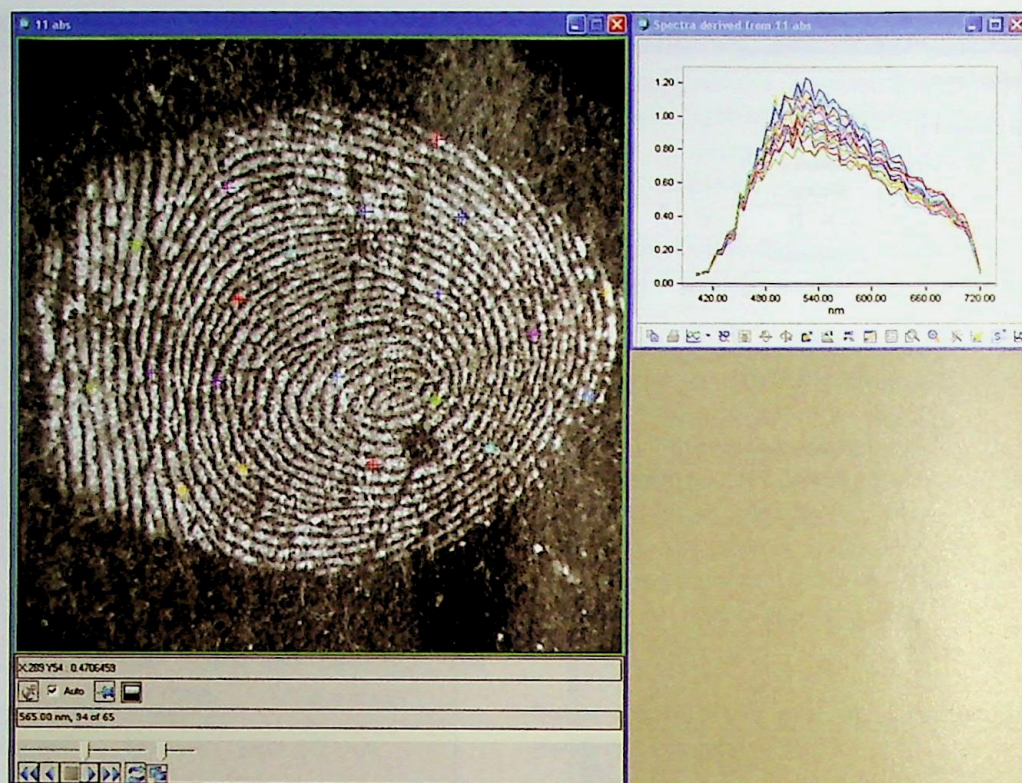
A_s – zmierzona i uśredniona wartość absorpcji powierzchni próbki w miejscu występowania odbitek listewek skórnych (ślady).

A_p – zmierzona i uśredniona wartość absorpcji powierzchni próbki w miejscu występowania (podłoża).

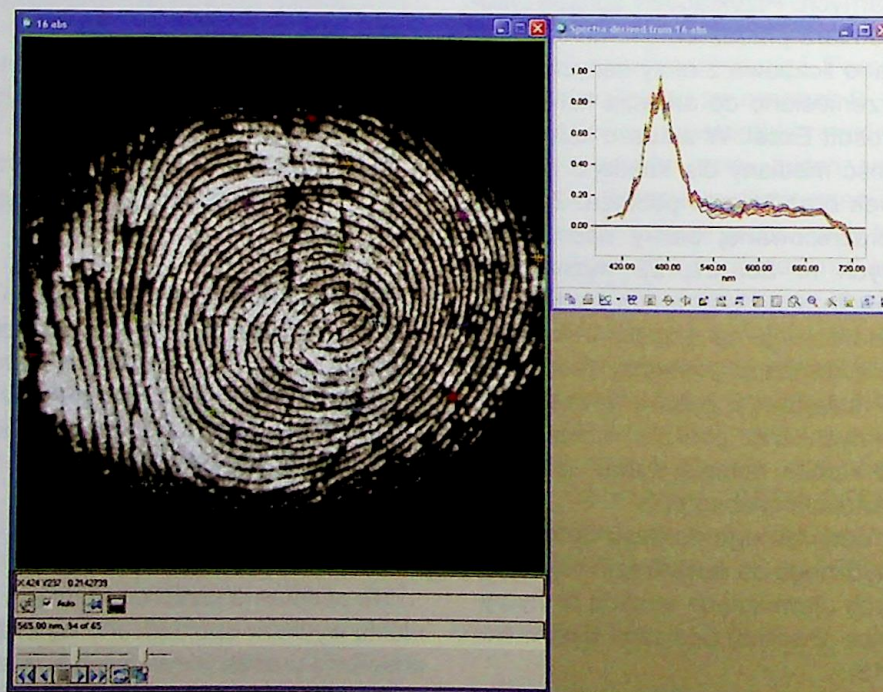
Za optymalny zakres obserwacji i rejestracji śladów linii papilarnych ujawnionych metodą ninhydrynową uznano zakres 11 punktów pomiarowych dla każdej próbki o największych wartościach w różnicy przebiegu krzywych absorpcji ujawnionych śladów i podłoża, co stanowi 10% wszystkich pomiarów.

Analiza wyników

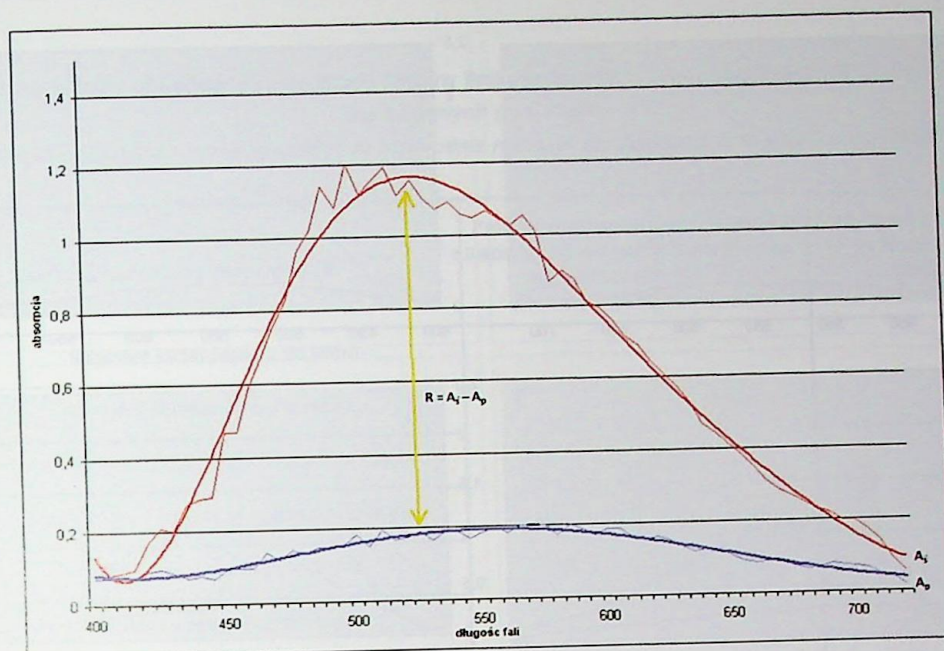
Na podstawie przeprowadzonych pomiarów i uśrednieniu wyników sporządzono wykresy przedstawiające absorpcję próbek w miejscach pozostawienia śladów linii papilarnych (listewki skórne) ujawnionych metodą ninhydrynową (niebieska linia) oraz bruzd i podłoża (czerwona linia) rycinach 14–16. Na rycinie 17 przed-



Ryc. 11. Sposób wyznaczania 20 punktów pomiarowych na powierzchni ujawnionego śladu
 Fig. 11. Method of setting 20 measuring points on developed print surfaces



Ryc. 12. Sposób wyznaczania 20 punktów pomiarowych na powierzchni podłoża
 Fig. 12. Method of setting 20 measuring points on substrate's surface



Ryc. 13. Sposób wyznaczania różnicy w przebiegu krzywych absorpcji śladów i podłoży
 Fig. 13. Method of marking difference, between absorption curves of prints and substrates

stawiono wykres absorpcji uśrednionych wartości dla wszystkich badanych próbek.

Optimalny zakres promieniowania dla obserwacji i rejestracji śladów ujawnionych metodą ninhydrynową na badanych podłożach przedstawiono w tabeli 2.

Podsumowanie

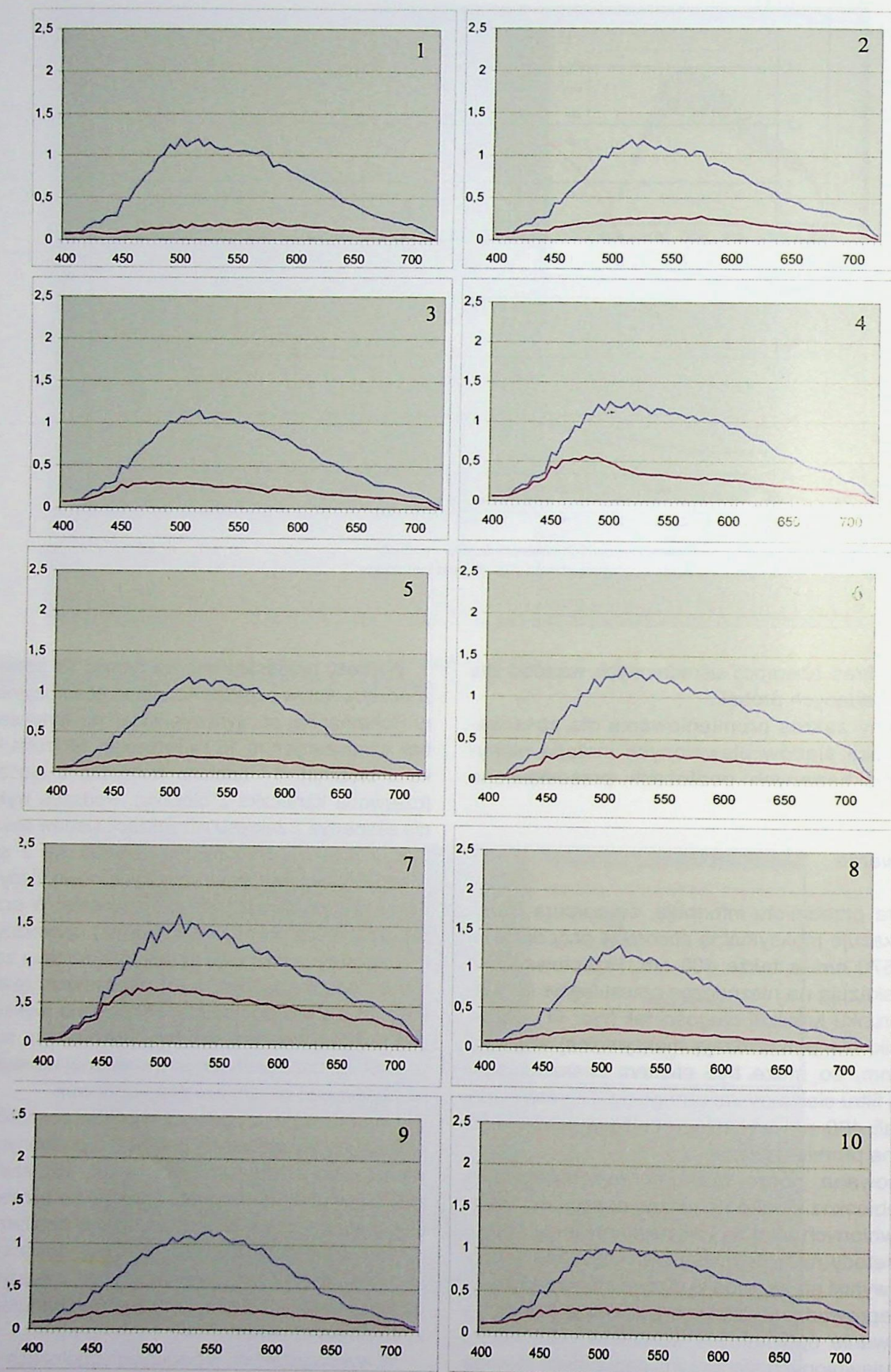
Literatura przedmiotu informuje, że purpura Ruhemanna wykazuje maksymalną absorpcję przy długości fali około 570 nm, a także 400 nm. Przeprowadzone badania wskazują na nieznaczne przesunięcie tej wartości w kierunku krótszej długości fali (ryc. 17). Otrzymane wyniki nie potwierdzają maksymalnej absorpcji przy 400 nm, co może być efektem charakterystyki spektralnej filtra ciekłokrystalicznego (LCTF), który przy długości fali 400 nm wykazuje obniżone właściwości transmisyjne promieniowania.

Wypracowana dobra praktyka wykorzystywania światła niebieskozielonego podczas obserwacji i rejestracji ujawnionych śladów linii papilarnych po zastosowaniu metody ninhydrynowej oraz uzyskane w czasie badań wyniki są ze sobą w dużym stopniu skorelowane. Przeprowadzone badania pozwalają jednak na doprecyzowanie optymalnych warunków obserwacji i rejestracji ujawnionych śladów linii papilarnych metodą ninhydrynową, co może skutkować uzyskaniem lepszego materiału badawczego do badań identyfikacyjnych.

Wykresy przedstawione na rycinie 15 potwierdzają znaczący wpływ podłoża na widmo absorpcyjne purpury Ruhemanna, co wyraźnie widać na wykresach próbek oznaczonych nr 15 (wizytówka), 16 (żółta karteczka z bloczku), 17 (zielona karteczka z bloczku), 19 (czerwona karteczka z bloczku). Podczas wykonywania ekspertyz z zakresu wizualizacji śladów linii papilarnych niejednokrotnie można spotkać się z sytuacją, w której ujawnione metodą ninhydrynową ślady linii papilarnych przybierają różne zabarwienie. W przypadku próbki oznaczonej nr 15 (wizytówka) ujawniony ślad linii papilarnych wykazuje wyraźną różnicę w zabarwieniu w stosunku do śladów linii papilarnych ujawnionych na pozostałych podłożach. Nie można wykluczyć, iż jest to spowodowane składem chemicznym substancji użytych do uszlachetnienia zewnętrznej warstwy papieru używanego do drukowania wizytówek.

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów wykorzystanych w badaniach podłoży o podobnym zabarwieniu – kolor żółty (próbki nr 4, 12, 16), stwierdzono znaczny wpływ intensywności barwy na przebieg krzywej absorpcji ujawnionych śladów linii papilarnych. Nie można stwierdzić, czy jest to spowodowane różnicą w intensywności zabarwienia, czy też uzależnione jest od właściwości podłoża. W przyszłych badaniach należy to przeanalizować.

W wykorzystanych w badaniach podłożach o neutralnym zabarwieniu nie widać znaczących różnic w przebiegu krzywych absorpcji purpury Ruhemanna. Jedyne, aczkolwiek znaczące odstępstwo, stanowi papier wyko-



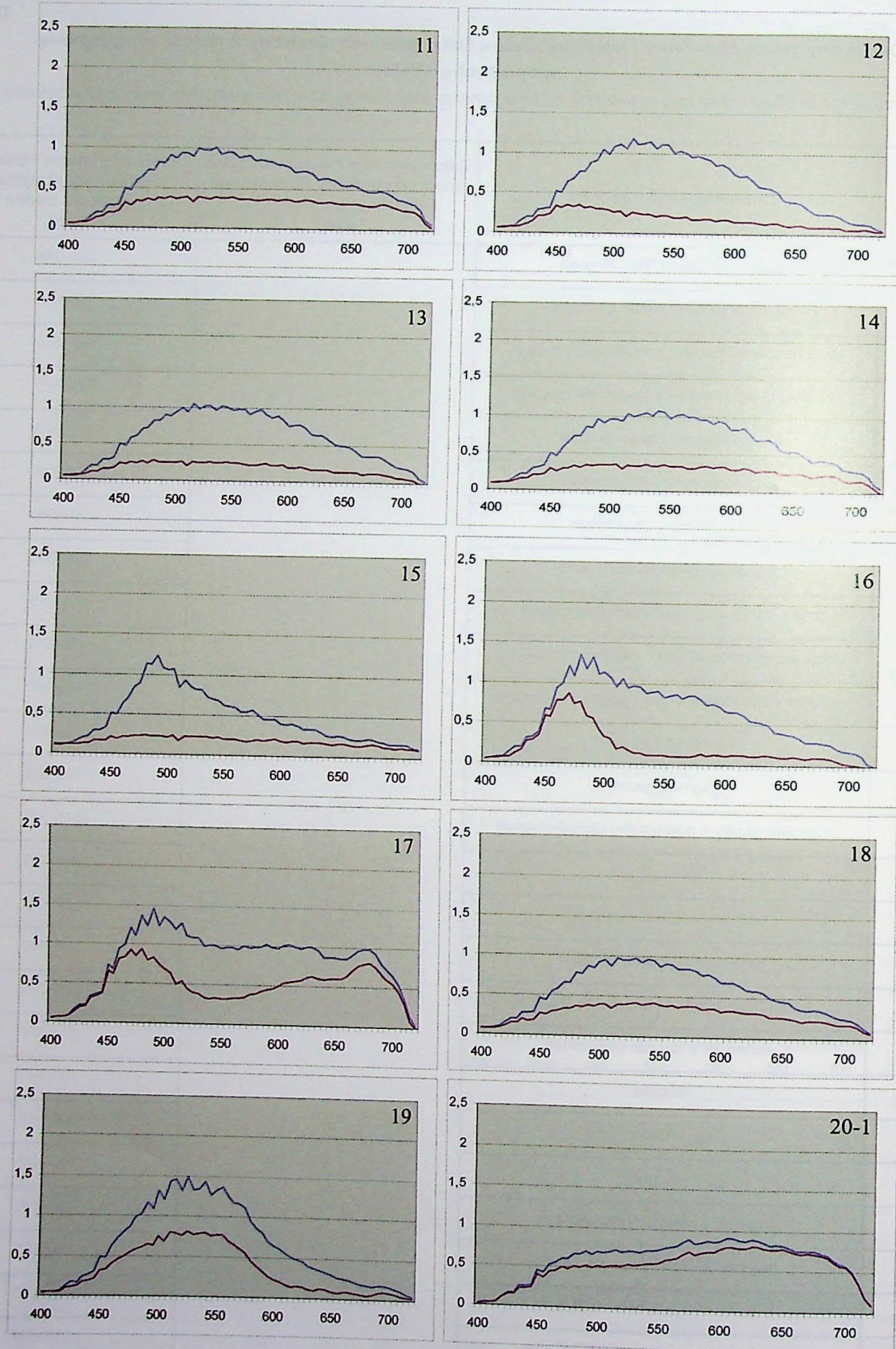
Ryc. 14. Wykresy przedstawiające krzywe absorpcji śladów ujawnionych metodą ninhydrynową i podłoży oznaczonych nr 1–10
 Fig. 14. Charts depicting absorption curves of prints developed by ninhydrin and substrates number 1–10

Tabela 2

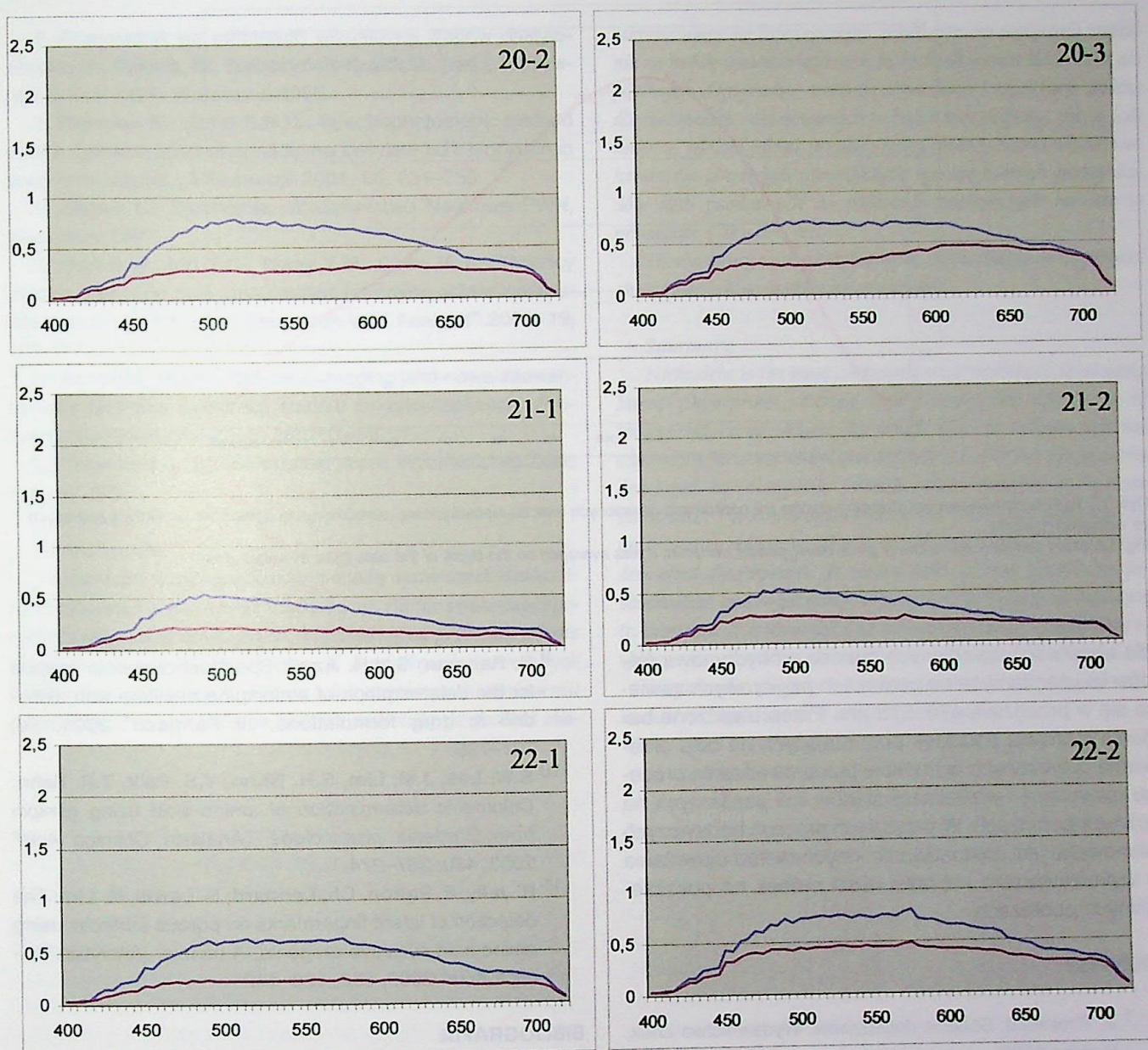
**Optymalny zakres obserwacji i rejestracji śladów linii papilarnych ujawnionych metodą ninhydrynową
na badanych podłożach**

Optimal range of observation and registration of fingerprints revealed using ninhydrin method on examined substrates

Numer próbki	Charakterystyka próbki	Zakres maksymalnych wartości absorpcji purpury Rubemanna wg literatury ^{8, 9, 10, 11} [nm]	Optymalny zakres obserwacji i rejestracji otrzymany podczas badań [nm]
1	fragment kartki papieru do ksero	570–595	490–545
2	fragment kartki w kratkę z zeszytu		500–560
3	fragment kartki papieru pochodzącej z książki		500–555
4	fragment kartki papieru z książki telefonicznej		500–575
5	fragment papierowego ręcznika		510–575
6	fragment papieru toaletowego		490–555
7	fragment papieru pakowego		500–560
8	fragment papieru śniadaniowego		490–545
9	fragment papierowej warstwy koperty bąbelkowej		515–575
10	fragment papierowej teczki – strona zewnętrzna		490–545
11	fragment papierowej teczki – strona wewnętrzna		500–560
12	karteczka z bloczku		500–555
13	fragment gazety		505–575
14	fragment gazety o powierzchni uszlachetnianej		515–570
15	wizytówka		470–520
16	karteczka z bloczku (żółta)		500–560
17	karteczka z bloczku (zielona)		500–570
18	karteczka z bloczku (różowa, błyszcząca)		500–555
19	karteczka z bloczku (czerwona)		500–575
20-1	akcyza		490–545
20-2	akcyza		500–555
20-3	akcyza		490–540
21-1	fragment pudełka po papierosach		480–530
21-2	fragment pudełka po papierosach		480–530
22-1	banknot o nominale 10 PLN		490–575
22-2	banknot o nominale 10 PLN		510–575



Ryc. 15. Wykresy przedstawiające krzywe absorpcji śladów ujawnionych metodą ninhydrynową i podłoża oznaczonych nr 11–20-1
 Fig. 15. Charts depicting absorption curves of prints developed by ninhydrin and substrates number 11–20-1



Ryc. 16. Wykresy przedstawiające krzywe absorpcji śladów ujawnionych metodą ninhydrynową i podłoża oznaczonych nr 20-2–22-2
 Fig. 16. Charts depicting absorption curves of prints developed by ninhydrin and substrates number 20-2–22-2

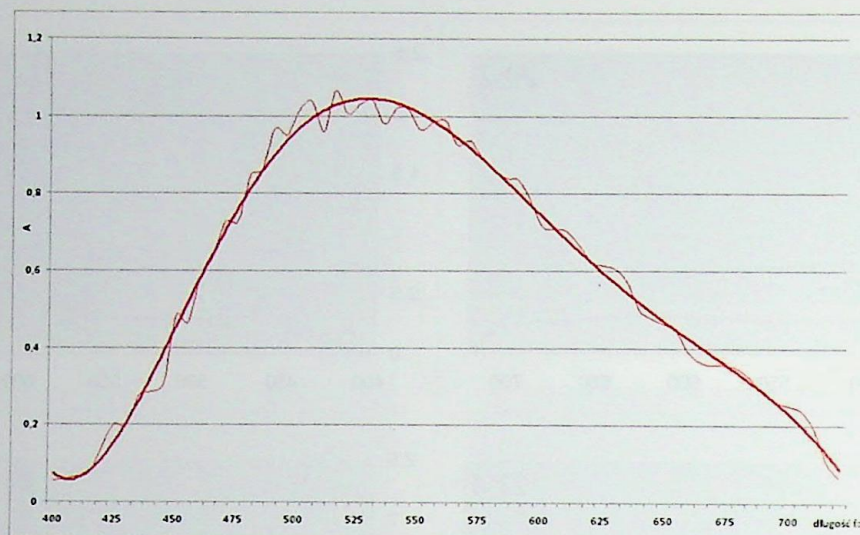
rzystywany do drukowania wizytówek. W przypadku podłoży papierowych różnej jakości i o różnym przeznaczeniu (np. papier do ksero, kartka z zeszytu, papier toaletowy, ręcznik papierowy) a neutralnym zabarwieniu również nie stwierdzono znaczących różnic w przebiegu krzywych absorpcji ujawnionych śladów linii papilarnych.

Otrzymane w przeprowadzonych badaniach wykresy absorpcji próbek o najintensywniejszej barwie podłoży, oznaczone nr 16 (karteczka z bloczku – żółta), nr 17 (karteczka z bloczku – zielona), nr 19 (karteczka z bloczku – czerwona), wyraźnie pokazują, które zakre-

sy promieniowania widzialnego są absorbowane, a które są obijane i rozpraszane przez powierzchnie.

Wnioski

Przeprowadzone badania wskazują, że podłoża charakteryzujące się intensywnym zabarwieniem wpływają znacznie na barwę ujawnionego metodą ninhydrynową śladu linii papilarnych. Optymalne warunki obserwacji i rejestracji śladów dla wszystkich zastosowanych w badaniach podłoży nie są jednakowe (tabela 2). Można przyjąć, że optymalny zakres promieniowania



Ryc. 17. Wykres przedstawiający absorpcję śladów linii papilarnych ujawnionych metodą ninhydrynową, uśredniony na podstawie wyników uzyskanych ze wszystkich podłoży

Fig. 17. Chart depicting absorption of prints developed by ninhydrin. It was averaged on the basis of the data from all substrates

dla obserwacji ujawnionych metodą ninhydrynową śladów linii papilarnych na podłożach papierowych zawiera się w przedziale 470–575 nm. Przeprowadzone badania stanowią początek prac mających na celu określenie optymalnych warunków przeprowadzenia procesu ujawniania i wizualizacji śladów linii papilarnych na różnych podłożach. W przyszłych pracach badawczych planowane jest zastosowanie innych metod ujawniania z wykorzystaniem większej ilości próbek na poszczególnych podłożach.

PRZYPISY

- ¹ J. Thorwald: Stulecie detektywów, Wydawnictwo Znak, Kraków 2009.
- ² Przewodnik po metodach wizualizacji śladów daktyloskopijnych, M. Pękała, M. Rybczyńska-Królik [red.], Wydawnictwo CLK KGP, Warszawa 2006.
- ³ D.J. McCaldin: The chemistry of ninhydrin, „Chem. Rev.” 1960, 60, 39.
- ⁴ H.C. Lee, R.E. Gaensslen, ed., Advanced in fingerprint technology, Second Edition, CRC Press, 2001.
- ⁵ L. Stryer: Biochemia, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997, s. 54.
- ⁶ Przewodnik po metodach... op.cit.
- ⁷ T. Szczepański: Chemical Imaging jako nowa zaawansowana technika rejestracji śladów daktyloskopijnych, „Problemy Kryminalistyki” 2008, 262, 51–58.
- ⁸ S.W. Sun, Y.C. Lin, Y.M. Weng, M.J. Chen: Efficiency improvements on ninhydrin method for amino acid quantification, „Journal of Food Composition and Analysis” 2006, 19, 112–117.

⁹ N. Rahman, S.N.H. Azmi: Spectrophotometric method for the determination of amlodipine besylate with ninhydrin in drug formulations, „Il Farmaco” 2001, 56, 731–735.

¹⁰ S.W. Lee, J.M. Lim, S.H. Bhoo, Y.S. Paik, T.R. Hahn: Colometric determination of amino acid using genipin from Gardenia jasminoides, „Analitica Chimica Acta” 2003, 480, 267–274.

¹¹ R. Jelly, E. Patton, Ch. Lennard, S. Lewis, K. Lim: The detection of latent fingermarks on porous surfaces using amino acid sensitive reagents, A review, „Analytica Chimica Acta” 2009, 652, 128–142.

BIBLIOGRAFIA

1. Advanced in fingerprint technology, Lee H.C., Gaensslen R.E., ed., Second Edition, CRC Press, 2001.
2. ChemImage Xpert Version 2.3 User Manual, ChemImage Corporation, Pittsburgh, 2008.
3. Jelly R., Patton E., Lennard Ch., Lewis S., Lim K.: The detection of latent fingermarks on porous surfaces using amino acid sensitive reagents: A review, „Analytica Chimica Acta” 2009, 652, 128–142.
4. Lee S.W., Lim J.M., Bhoo S.H., Paik Y.S., Hahn T.R.: Colometric determination of amino acid using genipin from Gardenia jasminoides, „Analitica Chimica Acta” 2003, 480, 267–274.
5. Manual of Fingerprints Development Techniques, Kent T., ed., 2nd ed., Police Scientific Development Branch (PSDB), Home Office, UK 1998.
6. McCaldin D.J.: The chemistry of ninhydrin, „Chem. Rev.” 1960, 39, 39–51.

7. Przewodnik po metodach wizualizacji śladów daktyloskopijnych, **Pękała, M., Rybczyński-Królik M.**, [red.], Wydawnictwo CLK KGP, Warszawa 2006.

8. **Rahman N., Azmi S.N.H.**: Spectrophotometric method for the determination of amlodipine besylate with ninhydrin in drug formulations, „Il Farmaco” 2001, 56, 731–735.

9. **Stryer L.**: Biochemia, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.

10. **Sun S.W., Lin Y.C., Weng Y.M., Chen M.J.**: Efficiency improvements on ninhydrin method for amino acid quantification, „Journal of Food Composition and Analysis” 2006, 19, 112–117.

11. **Szczepański T.**: *Chemical Imaging* jako nowa zaawansowana technika rejestracji śladów daktyloskopijnych, „Problemy Kryminalistyki” 2008, 262, 51–58.

12. **Thorwald J.**: Stulecie detektywów, Wydawnictwo Znak, Kraków 2009.

Streszczenie

Najbardziej rozpowszechnioną metodą ujawniania śladów linii papilarnych jest roztwór ninhydryny. Biorąc pod uwagę specyfikę badań daktyloskopijnych skupiono się na próbie określenia optymalnych warunków obserwacji i rejestracji ujawnionych śladów linii papilarnych metodą ninhydrynową w odniesieniu do podłoża. Przeprowadzone badania wskazują, że podłoża cha-

rakteryzujące się intensywnym zabarwieniem wpływają znacznie na barwę ujawnionego metodą ninhydrynową śladu linii papilarnych. Optymalne warunki obserwacji i rejestracji śladów dla wszystkich zastosowanych w badaniach podłoży, nie są jednakowe. Można jednak przyjąć, że optymalny zakres promieniowania dla obserwacji ujawnionych metodą ninhydrynową śladów linii papilarnych na podłożach papierowych zawiera w przedziale 470 – 575 nm.

Słowa kluczowe: daktyloskopia, wizualizacja, ninhydryna, obrazowanie hiperspektralne, absorpcja

Summary

Ninhydrin is the most commonly used method of developing latent fingerprints. Taking into account the specificity of fingerprint examinations, the article tries to indicate optimal conditions for observation and acquisition of latent fingerprints developed by ninhydrin method, with reference to various substrates. The conducted research indicates that substrates in an intensive colour are able to significantly affect the colour of developed fingerprints. It seems that optimal conditions for observation and registration of fingerprints vary from substrate to substrate. It is assumed that the optimal range of spectrum to observe fingerprints developed by Ninhydrin is 470-575 nm.

Keywords: fingerprint examinations, latent fingerprints, ninhydrin, hyperspectral imaging, absorption.