

Michał Szeremeta, Witold Pepiński, Anna Niemcunowicz-Janica, Małgorzata Skawrońska, Adam Sackiewicz, Iwona Ptaszyńska-Sarosiek, Magdalena Okłota

Ocena wizualizacji śladów biologicznych z użyciem alternatywnego źródła światła (ALS) w aspekcie ich identyfikacji genetycznej.

Część I. Analiza śladów krwi i śliny*

Evaluation of visualization of biological stains with the use of alternative light source (ALS) for the purpose of genetic identification. Part I. Blood and saliva stains analysis.

Z Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku
Kierownik: dr hab. med. A. Niemcunowicz-Janica

Celem pracy była ocena przydatności wizualizacji śladów krwi i śliny ludzkiej przy użyciu alternatywnego źródła światła (ALS) w aspekcie ich identyfikacji genetycznej. Przeprowadzone badania wykazały, że doświadczalne zaplamienia krwi, znajdujące się na jasnym materiale, są najlepiej widoczne w świetle dziennym oraz w zakresie widma lampy łukowej do wartości rozcieńczenia krwi w stosunku 1:600. Pełne profile DNA *loci* zestawu AmpFISTR SGM Plus uzyskano z plam wykonanych z próbek krwi rozcieńczonych w proporcji 1:1500, natomiast dla rozcieńczeń 1:1750 i 1:2000 stwierdzono częściowe profile DNA. Zaplamienia śliną wykonane na jasnym materiale, są całkowicie niewidoczne w świetle dziennym, podobnie jak w pełnym widmie światła lampy łukowej. Stosując długości fali z przedziału 300-415 nm oraz filtr żółty, jak również długości fali z przedziału 300-455 nm i filtr pomarańczowy uwidoczniono plamy wykonane kroplą śliny do wartości rozcieńczenia w stosunku 1:600. Pełne profile DNA *loci* zestawu AmpFISTR SGM Plus uzyskano z plam wykonanych z próbek rozcieńczonych w proporcji 1:1750, natomiast dla rozcieńczeń 1:2000 stwierdzono częściowe profile DNA. Stosując długości fali 455 nm i filtr pomarańczowy, a także widmo światła CSS i filtr czerwony uzyskano najlepszy efekt wizualizacji zatartej plamy krwi na ciemnym niekontrastowym materiale, natomiast w przypadku zatartej plamy

śliny na jasnym niekontrastowym materiale najlepsze warunki do wizualizacji wystąpiły dla długości fali w przedziale 300-415 nm i filtra żółtego oraz długości fali w przedziale 300-455 nm i widma światła CSS przy użyciu filtrów pomarańczowego oraz czerwonego.

The objective of the investigation was evaluation of visualization of human blood and saliva stains with the use of alternative light source for the purpose of genetic identification. Experimental bloodstains on the bright base were the most clearly seen in the natural light and white light, up to blood dilution of 1:600. Complete typeability of AmpFISTR SGM Plus kit profiles was obtained from bloodstains at dilution 1:1500. Partial AmpFISTR SGM Plus kit profiles were typed from bloodstains at dilutions 1:1750 and 1:2000. Experimental saliva stains on the light-colored base were completely invisible in the natural light and white light, while they were visualized at wavelength range 300-415 nm through yellow goggles, and at wavelength range 300-455 nm through orange goggles at saliva dilution 1:600. Complete typeability of AmpFISTR SGM Plus kit *loci* was obtained from saliva stains at dilution 1:1750. Partial AmpFISTR SGM Plus kit profiles were typed from saliva stains at dilution 1:2000. The wavelength of 455 nm and orange goggles were the optimal set for visualization of

* Poszerzona wersja referatu, przedstawionego podczas XV Zjazdu Naukowego PTMSiK, Gdańsk 16-18.09.2010.

bloodstains on various, noncontrasting materials. Other useful wavelength/combinations of goggles were CSS light/red goggles. In case of saliva, the most useful general condition for visualization of stains on various, non-contrasting materials was with the wavelength set to 300-415 nm, while wearing yellow goggles. Other useful combinations of wavelength/goggles were 300-455 nm/orange or red goggles, and also CSS light/orange or red goggles.

Słowa kluczowe:

alternatywne źródło światła, ślady krwi, ślady śliny, identyfikacja genetyczna

Key words:

alternative light source, bloodstains, saliva stains, genetic identification

WSTĘP

Z doświadczenia kryminalistycznego i sądowo-lekarskiego wynika, że śladami biologicznymi, najczęściej obserwowanymi na miejscu zdarzenia przestępczego, są zaplamienia krwi i śliny [1]. Obecność krwi lub śliny ofiary na narzędziu przestępstwa, odzieży czy też na ciele napastnika lub ofiary pozwala na ustalenie związku przyczynowo-skutkowego pomiędzy podejrzanym a dokonanym przestępstwem, co często stanowi jedyny dowód działania sprawcy. Podobnie ujawnienie krwi lub śliny podejrzanego w miejscu popełnienia zbrodni może wskazywać na powiązanie czasoprzestrzenne sprawcy z zabronionym czynem. Tym samym ślady krwi i śliny posiadają duży potencjał dowodowy, który wymaga specyficznych metod ujawniania, identyfikacji i dokumentowania [2]. Podczas oględzin miejsca zdarzenia, narzędzi użytych do popełnienia przestępstwa, oględzin sprawców czy też osób pokrzywdzonych, często zdarza się, że ślady biologiczne są niewidoczne „gołym okiem”. Taki stan rzeczy jest związany z małą ilością pozostawionego na miejscu zdarzenia materiału, bądź też z zacieraniem w sposób celowy lub przypadkowy pozostawionych śladów. W tego typu sytuacjach istnieje potrzeba odpowiedniego uwidocznienia śladów biologicznych oraz ukazania najbardziej odpowiednich miejsc do ich pobrania dla potrzeb późniejszej identyfikacji genetycznej. Jedną z nowo-

czesniejszych metod ujawniania śladów biologicznych jest ich wizualizacja w świetle o specyficznym zakresie długości fali z użyciem odpowiednich filtrów odcinających. Zaletami tej metody są relatywnie niskie koszty, a także możliwość przeprowadzenia nieniszczących badań na praktycznie nieskończonej powierzchni miejsca zdarzenia lub badanego dowodu, bez konieczności używania związków chemicznych jak luminol, czy Bluestar Forensic (Bluestar).

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły próbki krwi i śliny ludzkiej. Probki krwi pobierano z żyły odfokciowej do probówki z wersenianem sodu (EDTA-K2). Probki śliny pobierano po 15 minutach od higienicznego wyszczotkowania zębów, przy użyciu szczoteczki stomatologicznej i pasty „Signal” oraz po dwukrotnym (w piątej i dziesiątej minucie po szczotkowaniu) wyplukaniu jamy ustnej wodą. Z zabezpieczonego materiału biologicznego wykonano po dwie serie zaplamień eksperymentalnych na wybranych podłożach. Określoną objętość krwi oraz śliny rozcieńczono w proporcjach: 1:2, 1:5, 1:10, 1:50, 1:100, 1:200, 1:400, 1:600, 1:800, 1:1000, 1:1250, 1:1500, 1:1750, 1:2000. Przygotowane rozcieńczenia naniesiono na jałową gazę chirurgiczną koloru białego, będącą podłożem kontrastowym dla materiału biologicznego. Przygotowane zaplamienia poddano suszeniu w temperaturze około 21°C. Równoległe takie same rozcieńczenia krwi i śliny naniesiono na materiały niekontrastowe, jak: skórzany pasek koloru brązowego, ciemna bawełniana koszulka, ciemny dywanik samochodowy, wzorzysta sukienka i także poddano suszeniu w temperaturze około 21°C. Po jednej z wykonanych serii zaplamień z krwi i śliny, na podłożu kontrastowym oraz na podłożach niekontrastowych, poddano je działaniu czynników zacierających: moczenie w wodzie, czyszczenie powierzchniowe (zacieranie), pranie w różnych temperaturach kąpieli piorących, przy użyciu powszechnie dostępnych środków piorąco-czyszczących. Zatarte ślady biologiczne uwidoczniono za pomocą alternatywnego źródła światła (ALS) o długościach fali: pełnego zakresu widma lampy łukowej, światła UV 300-400 nm, światła VIS – 415, 455, 515, 535, 555 nm oraz w trybie CSS, emitowanych przez urządzenie

Mini-CrimeScope 400 (SPEX Forensics), stosując zestawy filtrów optycznych dla obserwatora: żółtego, ciemno-żółtego, pomarańczowego i czerwonego [3]. Tryb CSS obejmuje jednoczasową emisję różnych długości fali świetlnej w celu wykrycia słabo widocznych lub niewidocznych śladów. Obecność materiału biologicznego pochodzenia ludzkiego, w wytypowanych metodą optyczną śladach, to jest w maksymalnym rozcieńczeniu dla krwi i śliny 1:600, potwierdzono jakościowo przy użyciu testu immunochromatograficznego HemCheck-1 (Veda-Lab) i testu RSID-Saliva (IFI) [4]. Izolację DNA z miejsc zaplamionych przeprowadzono przy użyciu zestawu PrepFiler™ oraz metodą organiczną [5, 6]. W przypadku plam śliny proces izolacji poprzedzono rozcieńczeniem śladu w 1 ml H₂O, który następnie inkubowano przez 30 min w temperaturze pokojowej. Dalsze etapy izolacji przebiegły identycznie, jak przy izolacji śladów krwawych. Ilościową ocenę poziomu DNA w śladach przeprowadzono metodą Real Time PCR przy użyciu zestawu Quantifiler® Human DNA Quantification Kit i aparatu 7500 Real Time PCR System (Applied Biosystems) [7]. Amplifikację DNA przeprowadzono w aparacie GeneAmp PCR System 9700 stosując zestaw AmpFISTR SGM Plus PCR Amplification Kit (Applied Biosystems). Genotypowanie przeprowadzono przy użyciu analizatora genetycznego ABI 3130 (Applied Biosystems). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej i przedstawiono w formie opisowej oraz udokumentowano na fotografiach.

WYNIKI

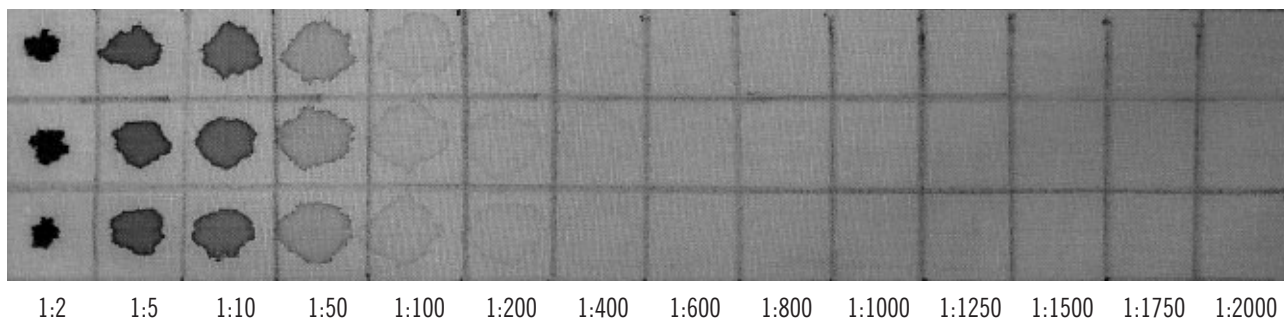
Wykonane doświadczalnie zaplamienia krwi na jasnym materiale w świetle dziennym oraz w zakresie widma lampy łukowej są widoczne przy rozcieńczeniu krwi w stosunku 1:600 (ryc. 1 i 2). Stosując długości fali 455 nm i filtr pomarańczowy, a także widmo światła CSS i filtr czerwony uwidoczniono zatartą plamę krwi na ciemnym niekontrastowym materiale (ryc. 3, 4, 5). Stężenia DNA w badanych rozcieńczeniach plam krwawych zawierały się w przedziale około 1,375-1500 ng. Pełne profile DNA *loci* zestawu AmpFISTR SGM Plus uzyskano z plam wykonanych z próbek krwi rozcieńczonych w proporcji 1:1500, natomiast dla rozcieńczeń 1:1750 i 1:2000 stwierdzono czę-

ściowe profile DNA. Plamy śliny naniesione na białe, płócienne podłoże są zupełnie niewidoczne w zwykłym świetle jarzeniowym, podobnie jak w pełnym widmie światła lampy łukowej urządzenia Mini-CrimeScope. Stosując długości fali z przedziału 300-415 nm oraz filtr żółty, jak również długości fali z przedziału 300-455 nm i filtr pomarańczowy uwidoczniono plamy wykonane kroplą śliny rozcieńczoną w stosunku 1:600 (ryc. 6 i 7). Natomiast po zastosowaniu długości fali w przedziale 300-415 nm i filtra żółtego uwidoczniono zatartą plamę śliny na jasnym niekontrastowym materiale. Podobne wyniki uzyskano stosując długość fali w przedziale 300-455 nm oraz widmo światła CSS przy użyciu filtrów pomarańczowego i czerwonego (ryc. 8, 9, 10, 11). Stężenia DNA w badanych rozcieńczeniach plam śliny zawierały się w przedziale około 1,7-1800 ng. Pełne profile DNA *loci* zestawu AmpFISTR SGM Plus uzyskano z plam wykonanych z próbek rozcieńczonych w proporcji 1:1750, natomiast dla rozcieńczenia 1:2000 stwierdzono częściowe profile DNA.

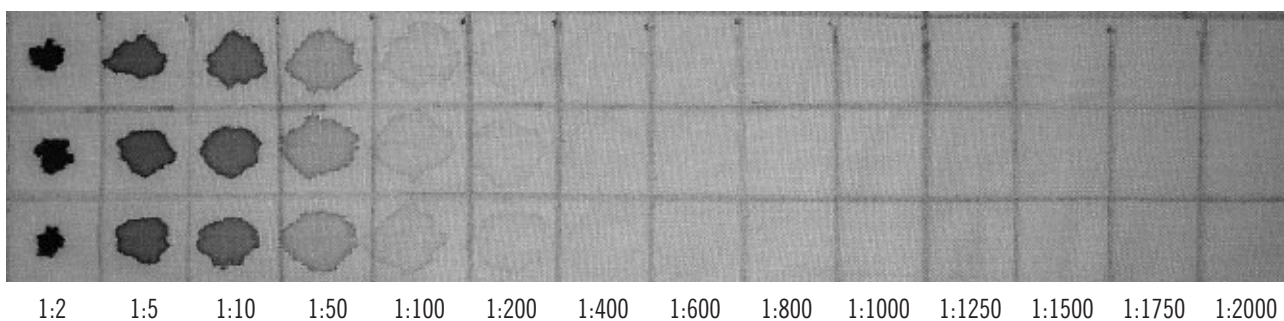
DYSKUSJA

Z wizualizacją śladów krwi lub śliny przy użyciu alternatywnego źródła światła (ALS) związane są podstawowe zjawiska fizyczne: absorpcja oraz fluorescencja. Zawarta we krwi hemoglobina pochłania energię fali elektromagnetycznej, co przy zastosowaniu światła o długości fali około 450 nm z odpowiednimi filtrami odcinającymi pozwala na uwidocznienie śladu krwi w postaci ciemnej, o nierównych obrysach, nieznacznie kontrastującej się z ciemnym otoczeniem plamy [8]. Oświetlenie śladu śliny falą o długości 300-455 nm przy zastosowaniu odpowiednich filtrów odcinających pozwala na emitowanie światła przez wzbudzone cząsteczki badanego śladu. Obserwowana w tym przypadku fluorescencja widoczna jest w postaci przybierającej różne odcienie bieli, o wyraźnie zaznaczonych konturach plamy.

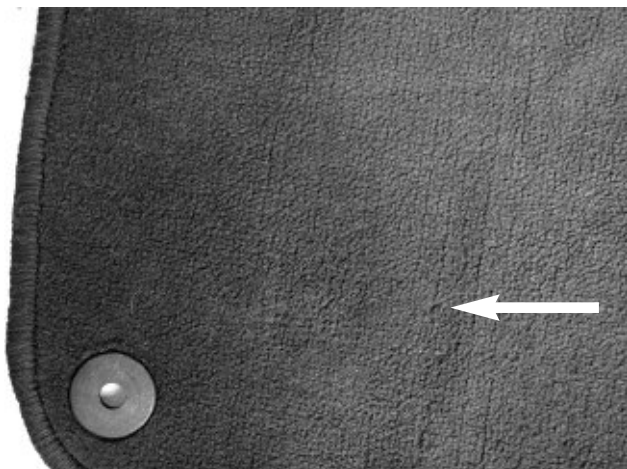
Widoczny w ostatnim dziesięcioleciu gwałtowny rozwój metod wykorzystywanych do badania profilu DNA pozwala na uzyskanie zadowalających wyników już z kilku komórek, z których każda zawiera przeciętnie około 6 pg DNA [9, 10]. Tak duży potencjał badawczy wymaga jednak odpowiedniego ujawnienia i zabezpieczenia materiału biologicznego



Ryc. 1. Wizualizacja doświadczalnych plam krwawych na jasnym materiale w świetle dziennym.
Fig. 1. Visualization of experimental bloodstains on the bright base in the natural light.

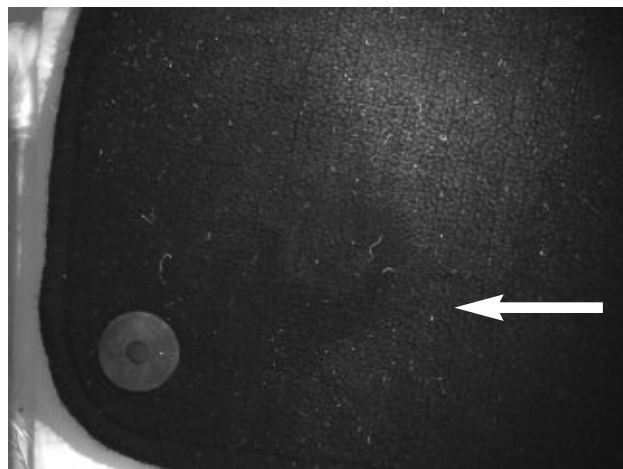


Ryc. 2. Wizualizacja doświadczalnych plam krwawych na jasnym materiale w zakresie widma lampy łukowej.
Fig. 2. Visualization of experimental bloodstains on the bright base in the white light.



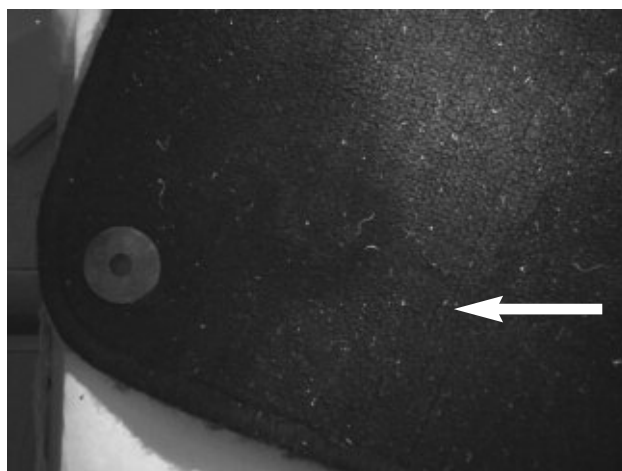
Ryc. 3. *Zatarty ślad krwi na czarnym dywaniku samochodowym w świetle dziennym.*

Fig. 3. *Effaced bloodstain situated on the black car mat in the natural light.*



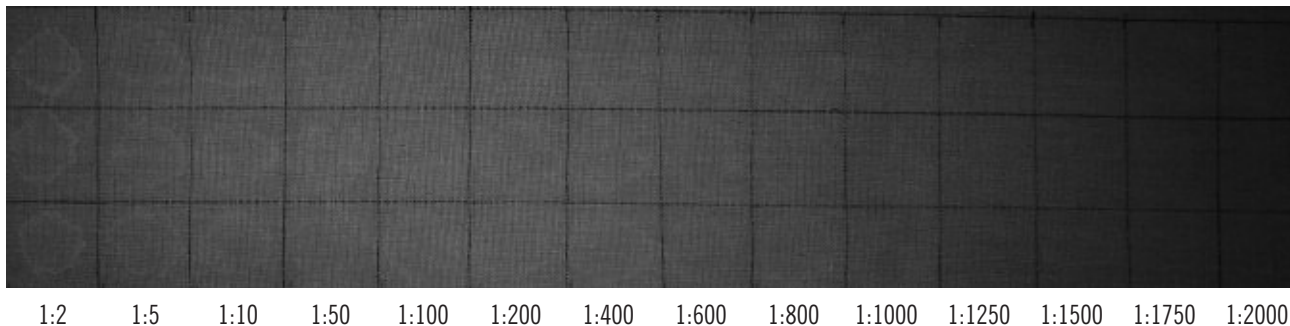
Ryc. 4. *Zatarty ślad krwi na czarnym dywaniku samochodowym w świetle o długości fali 455 nm, przy zastosowaniu filtra pomarańczowego.*

Fig. 4. *Effaced bloodstain situated on the black cars mat with the combination of wavelength/goggles: 455 nm/orange goggles.*



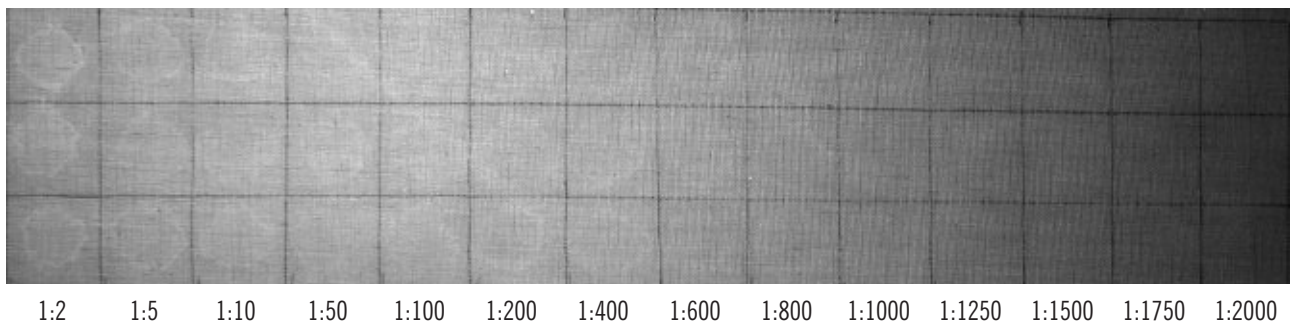
Ryc. 5. *Zatarty ślad krwi na czarnym dywaniku samochodowym w świetle CSS, przy zastosowaniu filtra czerwonego.*

Fig. 5. *Effaced bloodstain situated on the black car mat with the combination of wavelength/goggles: CSS light/red goggles.*



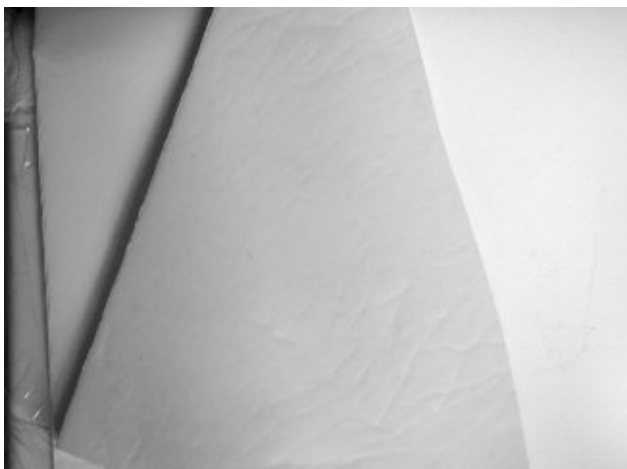
Ryc. 6. Wizualizacja śladów śliny na niekontrastowym materiale w świetle o długości fali 415 nm, przy zastosowaniu filtra żółtego.

Fig. 6. Visualization of experimental saliva stains on the bright base with the combination of wavelength/goggles: 415 nm/yellow goggles.

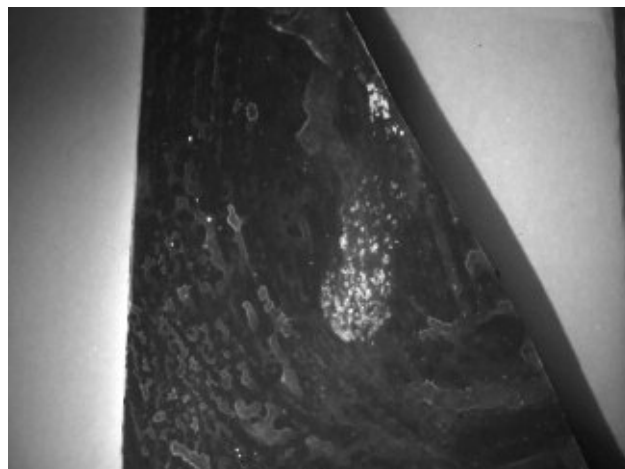


Ryc. 7. Wizualizacja śladów śliny na niekontrastowym materiale w świetle o długości fali 455 nm, przy zastosowaniu filtra pomarańczowego.

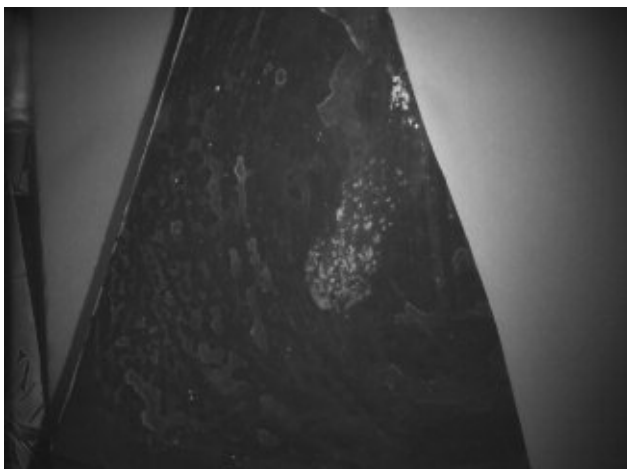
Fig. 7. Visualization of experimental saliva stains on the bright base with the combination of wavelength/goggles: 455 nm/orange goggles.



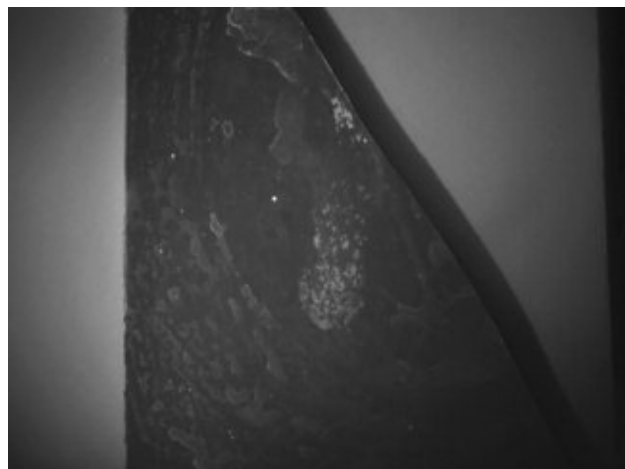
Ryc. 8. *Zatarty ślad śliny na białej płytce ceramicznej w świetle dziennym.*
Fig. 8. *Effaced saliva stain situated on the white, non-contrasting ceramic tile in the natural light.*



Ryc. 9. *Zatarty ślad śliny na białej płytce ceramicznej w świetle o długości fali 415 nm, przy zastosowaniu filtra żółtego.*
Fig. 9. *Effaced saliva stain situated on the white, non-contrasting ceramic tile with the combination of wavelength/goggles: 415 nm/yellow goggles.*



Ryc. 10. *Zatarty ślad śliny na białej płytce ceramicznej w świetle o długości fali 300-455 nm, przy zastosowaniu filtra pomarańczowego.*
Fig. 10. *Effaced saliva stain situated on the white, non-contrasting ceramic tile with the combination of wavelength/goggles: 300-455 nm/orange goggles.*



Ryc. 11. *Zatarty ślad śliny na białej płytce ceramicznej w świetle o długości fali 455 nm, przy zastosowaniu filtra czerwonego.*
Fig. 11. *Effaced saliva stain situated on the white, non-contrasting ceramic tile with the combination of wavelength/goggles: 455 nm/red goggles.*

na miejscu zdarzenia w celu przeprowadzenia dalszych badań. Ze względu na trudności w różnicowaniu istotnych dla dochodzenia śladów, od różnych substancji biologicznych stanowiących tło miejsca zdarzenia, potrzebne jest zastosowanie odpowiednio czułych i szybkich metod przesiewowych. Początkowo prowadzone próby wizualizacji śladów biologicznych przy użyciu światła białego, ultrafioletowego czy laserowego nie przynosiły spodziewanych efektów. Podobnie zastosowanie wysokospecjalistycznej aparatury, jak jonowy laser argonowy nie znalazło praktycznego zastosowania w ujawnianiu śladów [11]. Obecnie jednym z najbardziej rozpowszechnionych oraz użytecznych metod ujawniania śladów biologicznych na miejscu zdarzenia jest ich wizualizacja przy użyciu alternatywnego źródła światła (ALS). Jedne z pierwszych badań, dotyczących praktycznego wywoływania luminescencji przy użyciu ALS w procesie ujawniania śladów biologicznych, pojawiły się już na początku lat 90 XX wieku, kiedy to wydział Policji Federalnej w australijskim mieście Canberra badał możliwości wizualizacji krwi oraz nasienia [12]. W chwili obecnej stosowanie alternatywnego źródła światła stanowi istotne narzędzie pomocnicze w zabezpieczaniu śladów na miejscu zdarzenia oraz w tworzeniu interdyscyplinarnych i złożonych ekspertyz. Ujawnione i zabezpieczone ślady pozwalają, między innymi, na poszerzenie diagnostyki dotyczącej rekonstrukcji wypadków drogowych [13].

Podczas prowadzonych dotychczas badań pobudzenia oraz emisji widma plam krwawych stwierdzono, że krew nie wykazuje istotnej fluorescencji. Posiada za to silną absorpcję w zakresie długości fali świetlnej 395-435 nm, z maksimum wynoszącym 415 nm [12]. W badaniach prowadzonych przez Vandenbergę i wsp. najkorzystniejszy obraz plamy krwawej uzyskano dla długości fali świetlnej 450 nm oraz filtra pomarańczowego, a także dla

długości fali 415 nm z filtrem żółtym [8]. Podobnie dobry efekt wizualizacji zatartych plam krwawych uzyskaliśmy stosując długość fali 455 nm z filtrem pomarańczowym, a także widmo światła CSS przy zastosowaniu filtra czerwonego. W przypadku śliny, najlepsze wyniki fluorescencji zatartych plam na jasnym niekontrastowym materiale uzyskaliśmy po zastosowaniu długości fali w przedziale 300-415 nm i filtra żółtego, a także dla długości fali w przedziale 300-455 nm oraz widma światła CSS przy użyciu filtrów pomarańczowego i czerwonego. Przeprowadzone dotychczas w innych niezależnych ośrodkach badania wskazują, że podobnie dobry efekt wizualizacji jest możliwy do zaobserwowania w świetle ultrafioletowym, o długości fali w zakresie 200-320 nm [14], a także w świetle o długości fali 450 nm z filtrem pomarańczowym [8]. Stosowane w ostatnich latach nowoczesne metody emitujące wiązkę światła laserowego, czy też łukowa lampa rtęciowa, pozwoliły na zaobserwowanie fluorescencji śladowej ilości śliny w zakresie długości fali 320-400 nm bez zastosowania filtrów odcinających [15].

WNIOSKI

1. Ocena materiału przy pomocy wizualizacji z wykorzystaniem alternatywnego źródła światła stanowi szybki i czuły sposób na wstępne rozpoznanie oraz wytypowanie do dalszych badań identyfikacyjnych niewidocznych śladów biologicznych pochodzenia ludzkiego.
2. Barwa i struktura podłoża, na którym występują ślady wpływają na ich wygląd w świetle dziennym, w świetle alternatywnym oraz na intensywność fluorescencji i absorpcji.
3. Zatarcia śladów krwi i śliny nie stanowią przeszkody w ich wizualizacji i zabezpieczeniu pełnowartościowego materiału genetycznego.

Tabela I. Ilościowa ocena DNA wyizolowanego z poszczególnych zaplamień krwi przy użyciu zestawu Quantifiler.

Table I. DNA yields from serially diluted blood samples extracted using Quantifiler kit.

Rozcieńczenia krwi Blood dilutions	Uzyskane DNA (ng) Prepfilier DNA yields (ng) Prepfilier	Uzyskane DNA (ng) metoda organiczna DNA yields (ng) organic method
1:2	1375,00	1500,00
1:5	550,00	600,00
1:10	275,00	300,00
1:50	55,00	60,00
1:100	27,50	30,00
1:200	13,75	15,00
1:400	6,88	7,50
1:600	4,58	5,00
1:800	3,43	3,75
1:1000	2,75	3,00
1:1250	2,20	2,40
1:1500	1,83	2,00
1:1750	1,57	1,75
1:2000	1,38	1,50

Tabela II. Ilościowa ocena DNA wyizolowanego z poszczególnych zaplamień śliny przy użyciu zestawu Quantifiler.

Table II. DNA yields from serially diluted saliva samples extracted using Quantifiler kit.

Rozcieńczenia śliny Saliva dilutions	Uzyskane DNA (ng) Prepfilier DNA yields (ng) Prepfilier	Uzyskane DNA (ng) metoda organiczna DNA yields (ng) organic method
1:2	1700,00	1800,00
1:5	680,00	720,00
1:10	340,00	360,00
1:50	68,00	72,00
1:100	34,00	36,00
1:200	17,00	18,00
1:400	8,50	9,00
1:600	5,60	6,00
1:800	4,25	4,50
1:1000	3,40	3,60
1:1250	2,70	2,88
1:1500	2,30	2,40
1:1750	1,90	2,00
1:2000	1,70	1,80

PIŚMIENNICTWO

1. Branicki W., Kupiec T., Wolańska-Nowak P.: Badania DNA dla celów sądowych. Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych im. Prof. Dra Jana Shena w Krakowie. Kraków 2008.

2. Goc M., Moszczyński J.: Ślady kryminalistyczne. Ujawnianie, zabezpieczanie, wykorzystanie. Centrum Doradztwa i Informacji sp. z o.o. Warszawa 2007.

3. Schulz M. M., Wehner F., Wehner H. D.: The

use of a tunable light source (Mini-Crimescope MCS-400, SPEX Forensics) in dissecting microscopic detection of cryptic epithelial particles. *J Forensic Sci* 2007; 52: 879-883.

4. Old J. B., Schweers B. A., Boonlayangoor P. W., Reich K. A.: Developmental validation of RSID-saliva: a lateral flow immunochromatographic strip test for the forensic detection of saliva. *J Forensic Sci* 2009; 54: 866-873.

5. Montpetit S. A., Fitch I. T., O'Donnell P. T.: A simple automated instrument for DNA extraction in

forensic casework. *J Forensic Sci* 2005; 50: 555-563.

6. Donovan J., Brown P., Reeves J. P., Reeves P. A.: Introduction to basic mouse handling techniques. *Curr Protoc Hum Genet*. 2003 May; Appendix 3: Appendix 3L.

7. Kitchen R. R., Kubista M., Tichopad A.: Statistical aspects of quantitative real-time PCR experiment design. *Methods* 2010; 50: 231-236.

8. Vandenberg N., van Oorschot R.: The use of Polilight® in the detection of seminal fluid, saliva, and bloodstains and comparison with conventional chemical-based screening tests. *J Forensic Sci* 2006; 51: 361-370.

9. Thorogate R., Moreira J. C. S., Jickells S., Miele M. M. P., Daniel B.: A novel fluorescence-based method in forensic science for the detection of blood in situ. *Forensic Sci Int: Genetics* 2008; 2: 363-371.

10. Bär W.: DNA profiling: evaluation of the evidentiary value. *Leg. Med.* 2003; 5: 41-44.

11. Auvdel M. J.: Comparison of laser and ultraviolet techniques used in the detection of body secretions. *J Forensic Sci* 1987; 32: 326-345.

12. Stoilovic M.: Detection of semen and blood stains using the Polilight as a light source. *Forensic Sci Int* 1991; 51: 289-296.

13. Grubwieser P., Pavlic M., Günther M., Rabl W.: Airbag contact in traffic accidents: DNA detection to determine the driver identity. *Int J Legal Med* 2004; 118: 9-13.

14. Soukos N. S., Crowley K., Bamberg M. P., Gillies R., Doukas A. G., Evans R., Kollias N.: A rapid method to detect dried saliva stains swabbed from human skin using fluorescence spectroscopy. *Forensic Sci Int* 2000; 114: 133-138.

15. Seidl S., Hausmann R., Betz P.: Comparison of laser and mercury-arc lamp for the detection of body fluids on different substrates. *Int J Legal Med* 2008; 122: 241-244.

Adres do korespondencji:

Michał Szeremeta

Zakład Medycyny Sądowej

Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku

ul. Kilińskiego 1

15-089 Białystok