



## ENHANCEMENT OF FINGERPRINTS IN DILUTED BLOOD

David PETRETEI

*Hungarian University of National Services, Budapest, Hungary*

### Abstract

In this article an experiment is presented on common bloody fingerprint enhancement methods; amido black and Hungarian red were applied on water-diluted blood. Different dilution ratios were studied. Amido black had better results, as fingerprints in 9 : 1 water-blood dilution could be enhanced to show clear level II details, while Hungarian red could only enhance the contours of prints even at a 1 : 1 water-blood dilution ratio. Water dilution of blood – and hence the presence of fingerprints in diluted blood – can occur at crime scenes, and two of the most common enhancement dyes have different limitations when applied to diluted blood.

### Keywords

Fingerprint; Blood; Blood enhancement; Amido black; Hungarian red.

*Received 15 June 2020; accepted 8 October 2020*

### Introduction

Fingerprints in blood may play a crucial role in criminal investigations, especially in the case of the most serious violent crimes. The chemical enhancement methods for bloody prints (protein dyes and peroxidase enhancement) have been thoroughly researched and described in the forensic and crime scene processing literature (Penven, 2013; Theeuwens et al., 1998). Slightly fewer studies involve the enhancement of water-diluted blood (Hartley, Glynn, 2016) and most articles deal with diluted blood from the point of view of DNA analysis (Frégeau, Germain, Fournay, 2000; Hartley, Glynn, 2016). The results of the application of amido black and Hungarian red on fingerprints in water-diluted blood are presented herein.

Dilution of blood may occur naturally (e.g. due to rain or snow) or as a result of human activity (e.g. cleaning efforts made by the perpetrator). Hands covered in diluted blood may leave latent prints at a crime scene, which therefore need to be enhanced, developed, preserved, and recorded.

The problem of diluted blood enhancement and bloodstain dye enhancement of non-bloody prints – this term is used here in the sense that the prints were not visibly outlined in blood, (but blood may have been present) – arose in the course of a crime scene analysis of a murder case, during which a bloodstain pattern analysis was conducted. The primary task of the forensic advisor was to establish the time between the bleeding and the subsequent shifting of the corpse. Secondly, questions were raised about the amido black dyeing process and whether amido black would yield any results for non-bloody prints (e.g. shoeprint or fingerprint). The question emerged during a second crime scene processing, after the CSI used amido black on the floor and found shoeprints which had not been visible before, and they wondered whether the prints contained no blood or diluted blood.

The answer to the question was that chemical enhancement agents like amido black do not yield any results on “clean” latent prints, but may indeed yield results even when applied on diluted blood (a result itself does not prove it is blood; amido black may yield

results for other protein as well). An extemporaneous test was performed using amido black on the scene, and later the two main blood enhancement dyes used by the police force of Hungary (i.e. Hungarian red and amido black) were subjected to proper testing. The results thereof were presented at the ENFSI Scene of Crime Working Group Annual Meeting in Rome, 2019.

## Materials and methods

For the experiment, thumbprints were deposited on Menzel SuperFrost glass microscope slides. The author's own blood was used from a plastic syringe, containing no added anti-coagulant. Regular tap water was used for diluting.

One drop of blood was applied on the thumb, rubbed gently with the middle and index finger for 10 seconds while it coated the thumb in a thin smooth layer. The thumb was lightly pressed for one second onto the glass slide – the pressure could have been enough to hold the slide between the top of the thumb and the index finger. After each deposit, fingers were extensively washed with running tap water, common liquid soap, and were dried with a disposable paper towel.

The first glass slide was touched with “a clean thumb”, without any blood. The slide was labelled as “N” (no blood).

The second glass slide was touched with undiluted, clean blood on the thumb. The slide was labelled as “P” (pure blood). Other slides were labelled with numbers, as follows:

- “1” signifies 1 mL blood and 1 mL water (50%),
- “2” signifies 1 mL blood and 2 mL water (33%),
- “4” signifies 1 mL blood and 4 mL water (20%),
- “9” signifies 1 mL blood and 9 mL water (10%),
- “19” signifies 1 mL blood and 19 mL water (5%).

And for the second experiment:

- “4/1” signifies 4 mL blood and 1 mL water (80%),
- “4/2” signifies 4 mL blood and 2 mL water (66%),
- “4/3” signifies 4 mL blood and 3 mL water (~57%) (Percentages show V/V).

Hungarian red – product description and conditions: Fixative for Blood Spray (Product ID: LV513), and Hungarian Red Fluorescent Dye 500 ml spray (Product ID: LV5031) produced by Sirchie (Youngsville, NC). Hungarian red is actually acid fuchsin, dissolved in acetic acid and water. It is versatile, very effective, easy to use, easy to clean from the surface after enhancement, and safe to apply even on the skin of living people (Petretei, Angyal, 2016).

Application of Hungarian red: before dyeing, the bloody prints needed to be fixed with the above-mentioned “Fixative for Blood” (5% sulfosalicylic acid in water). The fixative was sprayed directly onto the prints from a considerable height (approx. 100 cm), allowing the spray to fall freely, and taking care not to wash the prints away. After 20 to 30 seconds, the staining solution was used, and after a further 10 to 20 seconds, the slides were rinsed with tap water. Both the fixative and the staining solution were sprayed; the tap water used for rinsing was running from the tap.

Amido black – product description and conditions: produced by BVDA (Haarlem, Holland, EU), methanol-based kit (product ID: B-89501) with amido dye dissolved in methanol, “A” rinsing solution (methanol and acetic acid), and “B” rinsing solution (acetic acid in water). Amido black is a chemical dye solution that binds to protein molecules in blood and yields a dark blue color (Warrick, 2000). In Hungary, amido black is commonly applied, and even though the toxicity of methanol limits the versatility and carries increased risks, amido black has proven to be highly effective.

Application of amido black: no fixative was used because the methanol-based amido black requires none. The dye was sprayed directly on the surface. After approx. 30 seconds, the methanol-acetic acid solution (“A” rinse) was sprayed for the first rinsing. After a further 10 to 15 seconds, the 5% aqueous acetic acid (“B” rinse) was used for the second rinsing, also applied by spray. After the second rinsing, the surface was washed under running tap water.

## Results

First, it should be noted that this study is primarily about fingerprints, so the “result” is understood in terms of the fingerprint quality. Although many studies (Frégeau, Germain, Fourney, 2000; Hartley, Glynn, 2016; Laberke, Ilg, Bieri, Hausmann, Balitzki, 2014) reported very high dilutions, even up to 1:1000, these did not emphasize fingerprint identifiability. In this study, “result” means at least level II fingerprint details.

Results of amido black are shown in Figure 1.

Clean prints (i.e. without blood) yielded no results whatsoever.

Prints of undiluted blood yielded perfect results (Figure 2.).

Dilution of 50%, 33%, 20%, and 10% yielded good results. Even the “9” (10%) was sufficient for identification: level II details were clearly visible, as is shown in Figure 3.

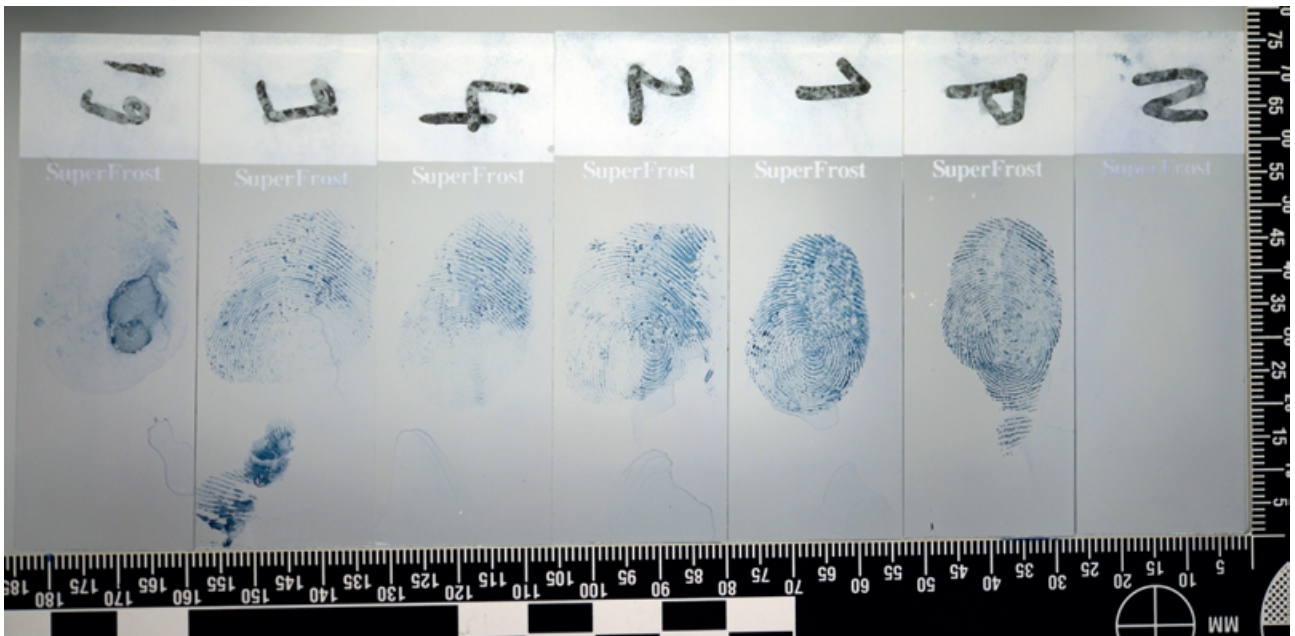


Figure 1. Amido black on “clean” print (“N”), undiluted bloody print (“P”), 50% diluted bloody print (“1”), 33% diluted bloody print (“2”), 20% diluted bloody print (“4”), 10% diluted bloody print (“9”) and 5% diluted bloody print (“19”).

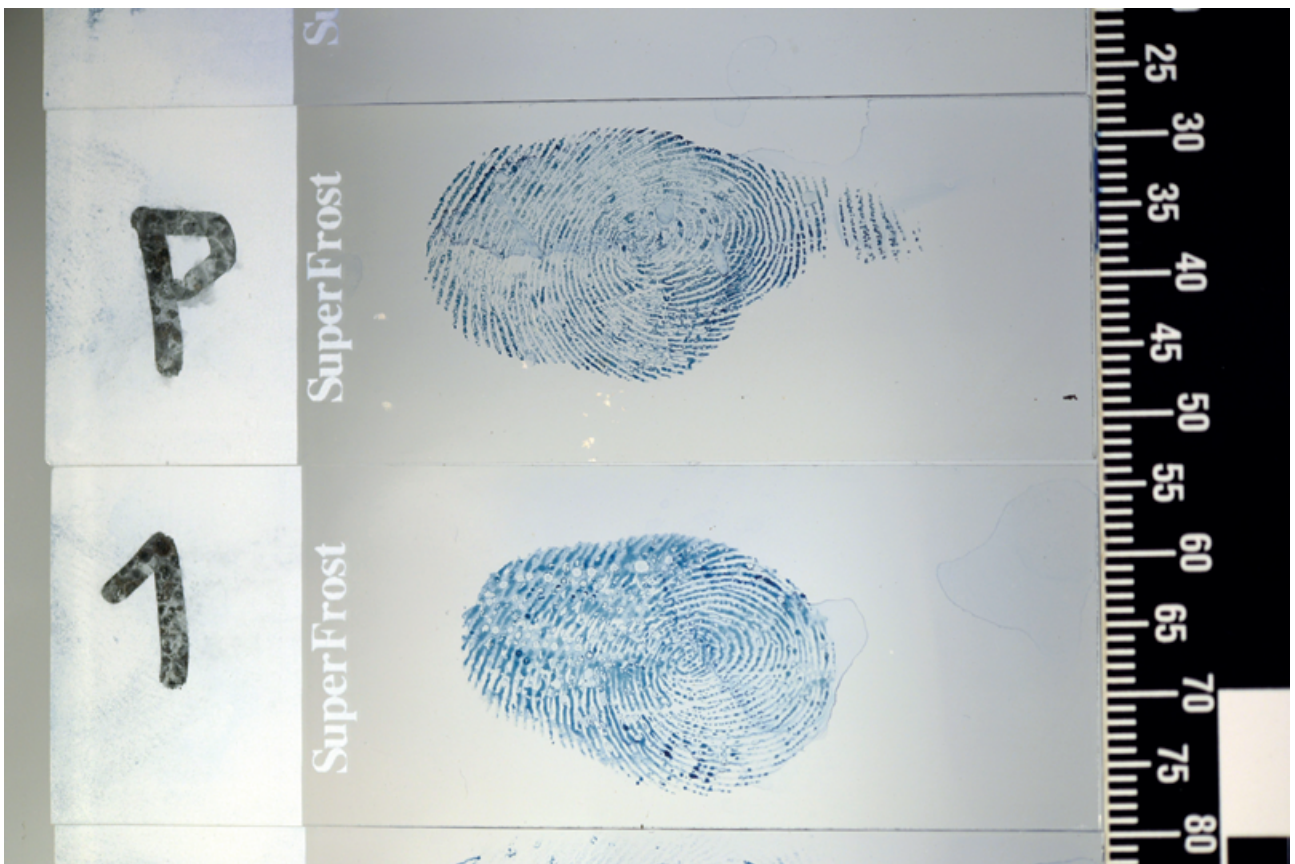


Figure 2. A close-up of amido black enhancement on undiluted bloody print (“P”) and 50% diluted bloody print (“1”).



The “19” (5%) was insufficient for identification on account of the missing friction ridge details; however, the contours of the fingerprint were still clearly recognizable.

The results of Hungarian red are shown in Figure 4 and 5.

Clean prints (i.e. without blood) yielded absolutely no results.

Prints of undiluted blood yielded a perfect result.

Dilution of 50% (“1”) was insufficient for identification on account of the missing friction ridge details; however, the contours of the fingerprint were still clearly recognizable.

Any dilution under 50% was insufficient for finding even the contours of the print.

Dilutions of 80% (“4/1”) and 66% (“4/2”) yielded good results on some parts of the fingerprint, while the rest of the print remained blurred. The clearly visible parts were sufficient for identification, as is shown in Figure 6.

Dilutions of ~57% (“4/3”) and 50% (“4/4”) were both insufficient for identification, on account of the missing friction ridge details; however, the fingerprint

contours were still clearly recognizable, as is shown in Figure 7.

The results are summarized in Table 1.

## Discussion

Amido black and Hungarian red both react with the protein component of the blood. Both are acid dyes: acid black 1 and acid violet 19 (Bleay et al., 2017).

Crime scene investigators have their own preferences concerning chemical enhancement, as for any other development techniques. In Hungary, Hungarian red and amido black are commonly applied, while acid yellow 7 and leucocrystal violet are not.

Comparison between Hungarian red and amido black:

Amido black needs to be rinsed with methanol and another rinsing solution, and then with water. The application of Hungarian red is more convenient, as it needs only one rinse instead of three. Hungarian red has no considerable toxicity, since it is acid fuchsin (acid violet 19) in water and acetic acid solution. In

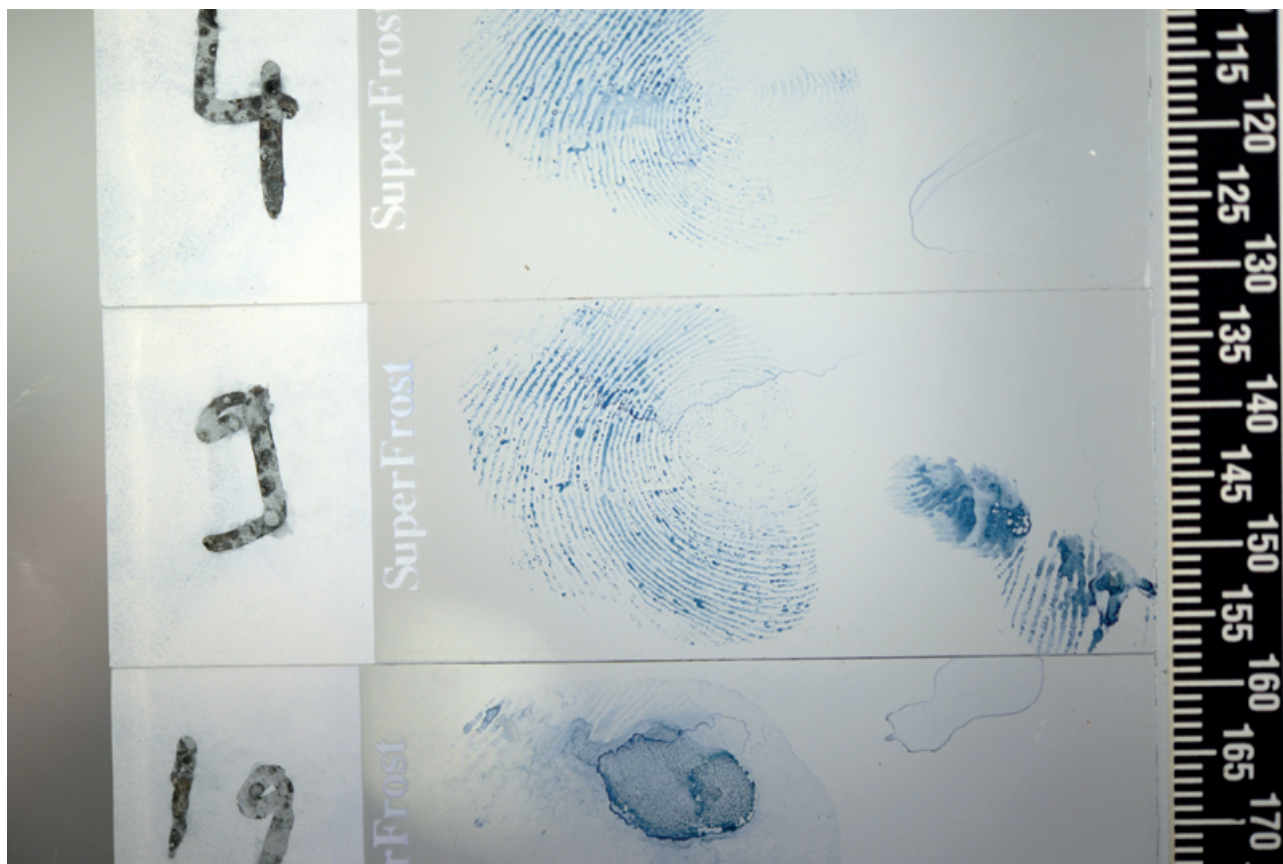


Figure 3. A close-up of amido black enhancement on 10% diluted bloody print (“9”).

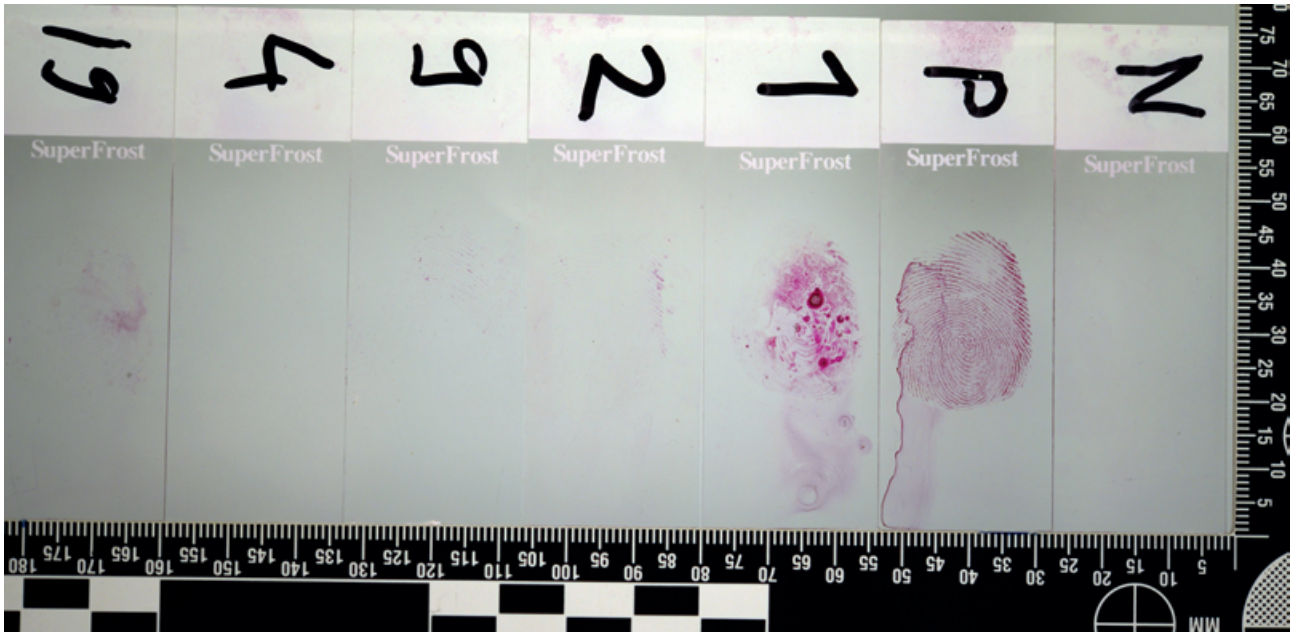


Figure 4. Hungarian red on “clean” print (“N”), undiluted bloody print (“P”), 50% diluted bloody print (“1”), 33% diluted bloody print (“2”), 20% diluted bloody print (“4”), 10% diluted bloody print (“9”) and 5% diluted bloody print (“19”).

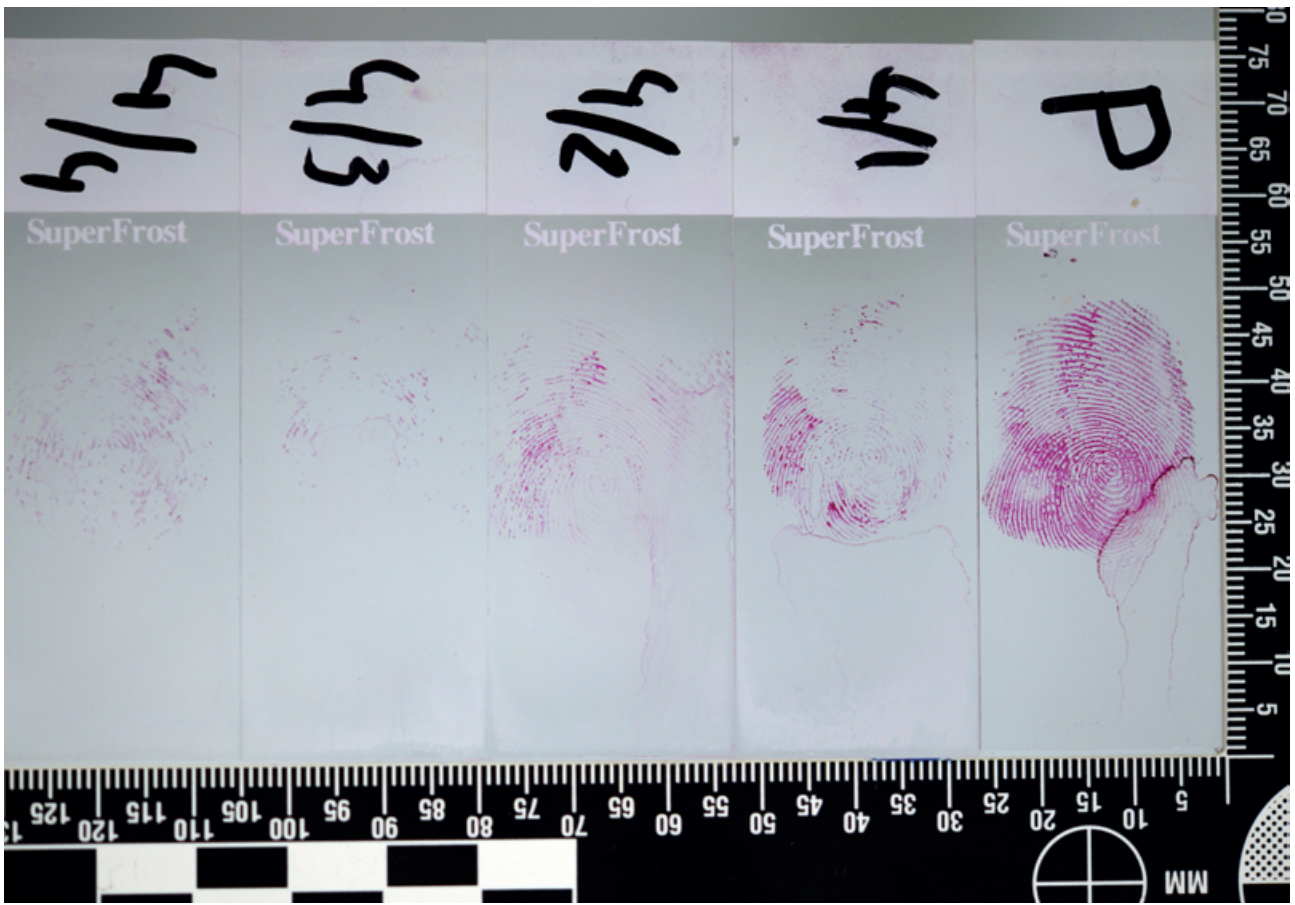


Figure 5. Hungarian red on undiluted bloody print (“P”), 80% diluted bloody print (“4/1”), 66% diluted bloody print (“4/2”), 57% diluted bloody print (“4/3”) and 50% diluted bloody print (“4/4”).



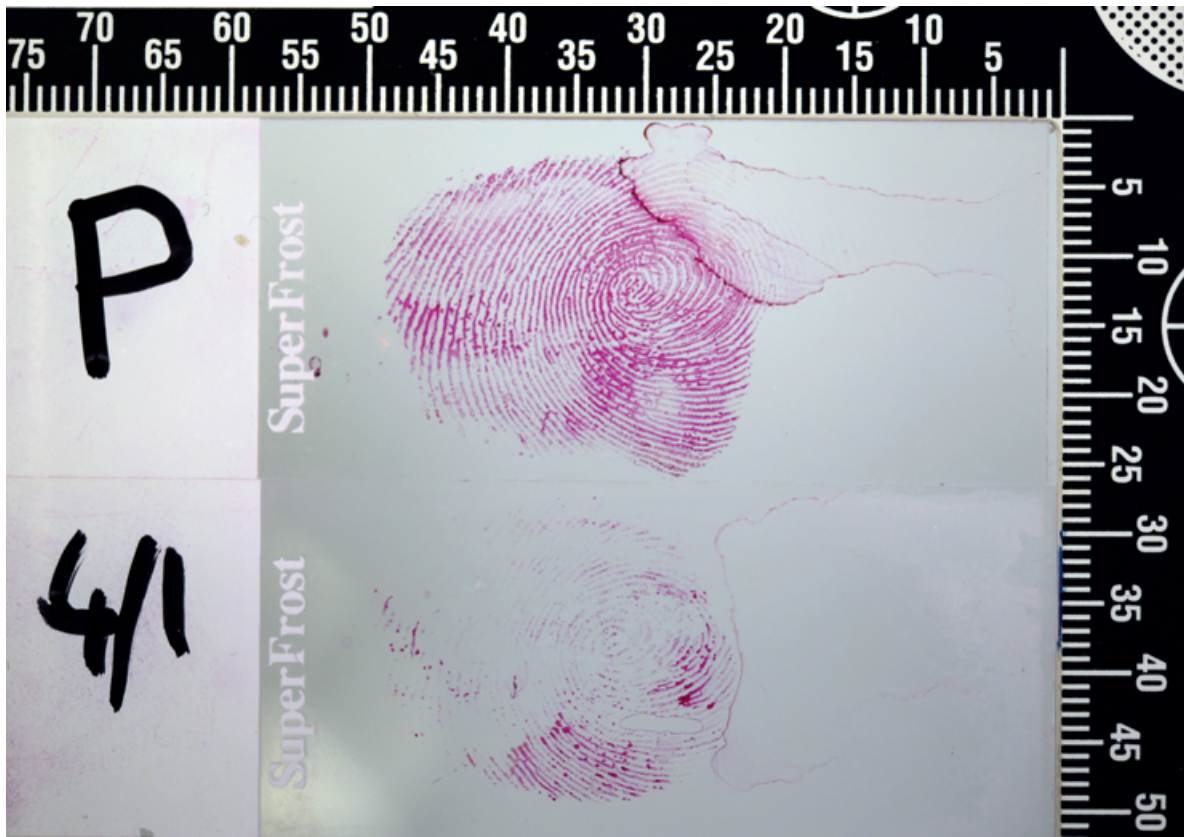


Figure 6. A close-up of Hungarian red enhancement on undiluted bloody print (“P”) and 80% diluted bloody print (“4/1”).

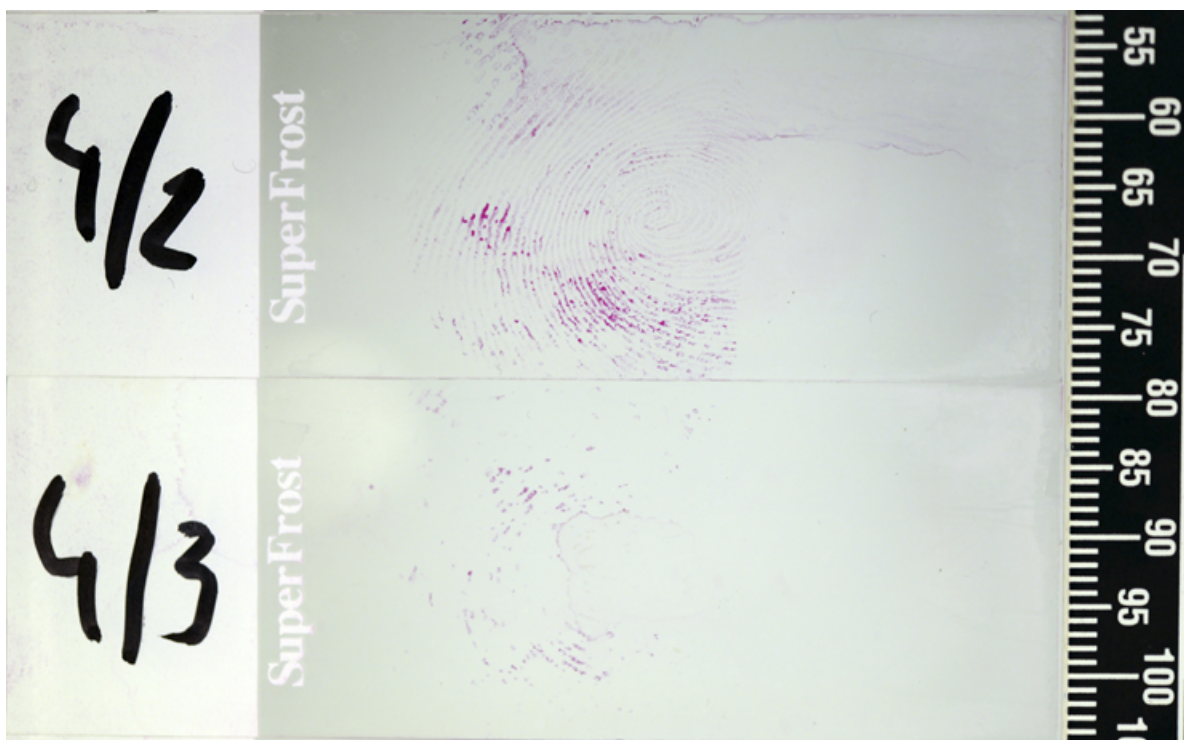


Figure 7. A close-up of Hungarian red enhancement on 66% diluted bloody print (“4/2”) and 57% diluted bloody print (“4/3”).

the course of previous experiments, it was applied to human skin without any irritation or other detrimental effects (Petretei, Angyal, 2015). The methanol-based amido black and its methanol-based rinsing liquid, on the other hand, is toxic and flammable, because of the methanol. Additionally, some articles state that the Hungarian red is slightly more sensitive to fingerprint details (Penven, 2013), though this was not observed during this research. Furthermore, the Hungarian red can be lifted by a gel lifter; after lifting it luminesces under green light (Velders, 2012). On the other hand, amido black works on semi-porous surfaces, while Hungarian red only works on non-porous surfaces.

The comparison is summarized in Table 2.

These experiments revealed a further important difference: amido black may be used on diluted blood, even at a 1 : 9 ratio (blood : water), for developing level II details, while the Hungarian red may not yield adequate results (level I details) even at a 1 : 1 ratio.

**Conclusion**

Neither amido black nor Hungarian red yielded results in the absence of blood in a fingerprint; therefore neither may be successfully applied on “regular” (non-bloody) latent prints. Consequently, if acid dyes yield results, it is an indication that the (latent) print does

Table 1

Summary of the results of Hungarian red and amido black on differently diluted blood. “No result” means no reaction. “Contours only” means the contours of the fingerprint are visible, without any friction ridge details. “No contours visible” means some dyed spots are visible but not even the contours of the fingerprint

	Amido black	Hungarian red
No blood (“N”)	No result	No result
Undiluted “pure” blood (“P”)	Level III details visible	Level III details visible
80% dilution (“4/1”)	–	Level II details visible
66% dilution (“4/2”)	–	Level II details visible
~57% dilution (“4/3”)	–	Contours only
50% dilution (“1” or “4/4”)	Level II details visible	Contours only
33% dilution (“2”)	Level II details visible	No contours visible
20% dilution (“4”)	Level II details visible	No contours visible
10% dilution (“9”)	Level II details visible	No contours visible
5% dilution (“19”)	Contours only	No contours visible

Table 2

Summarizing and comparing the properties of amido black and Hungarian red

	Amido black	Hungarian red
Dye for blood enhancement	Yes	Yes
Colour	Dark blue, almost black	Light purple, almost red
Usage	Common	Common
Applicable at the crime scene	Yes	Yes
Applicable on cadaver skin	Yes	Yes
Applicable to a living person	No	Yes
Toxic	Yes	No
Flammable	Yes	No
Cleaning from surface	With methanol only	With water
Can be lifted	No	Yes (gel lifters)
Luminescent	No	Yes (on gel lifter)
Applicable on porous surfaces	Yes, on semi-porous	No
Works on water-diluted blood	Yes, down to 10% (V/V)	Only down to 66% (V/V)

contain protein components in an amount that can react to the dye. However, protein dyes are susceptible to false positives. They react with certain proteins, but not specifically only blood proteins. Therefore, a positive reaction of a protein-dye alone cannot confirm the presence of blood.

Hungarian red very poorly develops identifiable latent prints on diluted blood; a 50% V/V mixture of blood and water prevents the enhancement of even level I details. Successful application (which, in this study, means the development of at least level II details) may require a relevant predominance of blood, i.e., over 66% V/V mixture.

Amido black worked well on diluted blood: even for a 10% V/V (blood : water) mixture, the development of level II details was possible. The applicability limit would be somewhere between 10% and 5%, since the 5% mixture did not develop even level I details.

It may therefore be concluded that if dealing with water-diluted bloody prints, the application of amido black is the recommended choice. Further research may be needed to reveal the applicability of water-based amido yellow 7 or acid yellow 7.

The experiment detailed herein focused only on water-diluted blood. Further research on and experimenting with other dilutions, with special regard to other bodily fluids (e.g. saliva), would be needed and encouraged, as finding the optimal enhancement method would arguably help crime scene investigations.

## References

1. Bleay, S., Sears, V., Downham, R., Bandey, H., Gibson, A., Bowman, V., Fitzgerald, L., Ciuksza, T., Ramadani, J., Selway C., (2017). *The fingerprint sourcebook v2.0*. London: Home Office CAST.
2. Frégeau, C. J., Germain, O., Fournay, R. M. (2000). Fingerprint enhancement revisited and the effects of blood enhancement chemicals on subsequent Profiler Plus™ fluorescent short tandem repeat DNA analysis of fresh and aged bloody fingerprints. *Journal of Forensic Sciences* 45(2), 354–380.
3. Hartley, G., Glynn, C. L. (2016). A comparative analysis of protein and peroxidase blood enhancement reagents following laundering and their impact on DNA recovery. *Journal of Forensic Research and Analysis*, 1(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.16966/2577-7262.101>.
4. Laberke, P. J., Ilg, S., Bieri, H.-P., Hausmann, R., Balitzki, B. (2014). Amido Black 10B in the forensic investigation of stain material. *Forensic Science Seminar* 4(1), 40–44. DOI: 2157118X.4.1.P3.
5. Penven, D. (2013). Latent blood prints – methods for chemical enhancement. Retrieved October 6, 2020 from <https://www.crime-scene-investigator.net/chemical-enhancementlatentbloodprints.html>.
6. Petretei, D. (2019). Fingerprint enhancement in diluted blood. Presented at the Annual Meeting of European Network of Forensic Sciences Institutes, Scene of Crime Working Group. Rome, Italy.
7. Petretei, D., Angyal, M. (2015). Recovery bloody fingerprints from skin. *Journal of Forensic Identification*, 65(5), 813–827.
8. Theeuwen, A. B. E., van Barneveld, S., Drok, J. W., Keereweer, I., Limborgh, J. C. M., Naber, W. M., Velders, T. (1998). Enhancement of footwear impressions in blood. *Forensic Science International*, 95(2), 133–151.
9. Velders, T. (2012). New insight into the chemical improvement of shoeprints and fingerprints placed with blood on non-porous surfaces. *Identification Canada*, 3(35), 80–102.
10. Warrick, P. (2000). Identification of blood prints on fabric using amido black and digital enhancement. *Journal of Forensic Identification*, 50(1), 20–32.

---

### Corresponding author

David Petretei  
 Hungarian University of National Services,  
 Faculty of Law Enforcement  
 Dioszegi S. u. 40  
 HU 1089 Budapest  
 e-mail: [petretei.david@uni-nke.hu](mailto:petretei.david@uni-nke.hu)

---



## KONTRASTOWANIE ŚLADÓW LINII PAPILARNYCH NANIESIONYCH ROZCIĘCZONĄ KRWIĄ

### Wstęp

Krwawe odciski linii papilarnych mogą odgrywać kluczową rolę w śledztwie, w szczególności w przypadku najcięższych przestępstw. Chemiczne metody kontrastowania śladów krwawych (barwniki białkowe i kontrastowanie za pomocą peroksydaz) zostały gruntownie przebadane w literaturze kryminalistycznej, a także przetestowane podczas zabezpieczania miejsc przestępstw (Penven, 2013; Theeuwens et al., 1998). Nieco mniejszą uwagę w pracach badawczych poświęcono zagadnieniu krwi rozcieńczonej wodą (Hartley, Glynn, 2016), a w większości z nich posłużyła ona jako materiał do badań DNA (Frégeau, Germain, Fournay, 2000; Hartley, Glynn, 2016). W niniejszym artykule omówiono wyniki zastosowania czerni amidowej i czerwieni węgierskiej do odcisków linii papilarnych naniesionych krwią rozcieńczoną w wodzie.

Rozcieńczenie krwi może nastąpić w sposób naturalny (np. pod wpływem opadów deszczu lub śniegu) albo w wyniku działalności człowieka (np. na skutek usuwania śladów przez sprawcę). Palce pokryte rozcieńczoną krwią mogą pozostawiać ślady linii papilarnych w miejscu przestępstwa, odciski te powinny zostać zebrane, skontrastowane i zapisane.

Problem kontrastowania śladów rozcieńczonej krwi i wybarwienia śladów niekrwawych za pomocą barwników do jej kontrastowania wystąpił podczas badania miejsca popełnienia morderstwa, w trakcie którego przeprowadzono analizę śladów krwi. Podstawowym zadaniem technika kryminalistyki było ustalenie czasu między początkiem krwawienia a późniejszym przemieszczeniem ciała ofiary. Pojawiły się także pytania dotyczące procesu wybarwienia śladów czernią amidową oraz tego, czy barwnik pozwoli na kontrastowanie śladów niekrwawych (np. odcisku podeszwy buta lub linii papilarnych). Problem ten wystąpił podczas drugiego badania miejsca przestępstwa, kiedy technik kryminalistyki, nałożywszy czernią amidową na podłogę, odkrył ślady podeszew butów. Nie były one wcześniej widoczne, dlatego uznano, że nie zawierały krwi lub musiała ona być rozcieńczona. Warto zauważyć, że wielu śledczych stosuje określenie „ślad krwawy” wyłącznie do widocznych śladów krwi.

Okazało się, że chemiczne środki kontrastujące, takie jak czernią amidowa, nie pozwalają na wykrycie „czystych” śladów linii papilarnych, natomiast mogą wykrywać ślady odcisnięte rozcieńczoną krwią. Jednak wynik sam w sobie nie przesądza o tym, że substancją, którą odcisnięto ślad, jest krew, ponieważ czernią amidowa wybarwia również inne białka. Przeprowadzono test polo-

wy z użyciem czerni amidowej, a następnie poddano dwa główne wykorzystywane przez węgierską policję barwniki kontrastujące krew (tzn. czerwienią węgierską i czernią amidową) pogłębianym badaniom w laboratorium. Wyniki tego badania zaprezentowano podczas dorocznego Zjazdu Grupy Roboczej ENFSI „Miejsce Zdarzenia” w Rzymie w 2019 r. (Petretei, 2019).

### Materiały i metody

Na potrzeby eksperymentu linie papilarne kciuka odcisnięto na szkiełkach mikroskopowych Menzel Super-Frost. Użyto własnej krwi autora, pobranej do plastikowej strzykawki niezawierającej środka antykoagulacyjnego. Do rozcieńczenia krwi użyto wody z kranu.

Na kciuk nałożono kroplę krwi, którą następnie delikatnie rozcierano palcem środkowym i wskazującym przez 10 sekund, pokrywając kciuk cienką, jednolitą warstwą. Kciuk delikatnie przyciśnięto na 1 sekundę do szkiełka mikroskopowego, używając siły wystarczającej do utrzymania szkiełka między kciukiem a palcem wskazującym. Po pobraniu odcisków palce zostały starannie umyte pod bieżącą wodą zwykłym mydłem w płynie i osuszone ręcznikiem papierowym.

Na pierwszym szkiełku mikroskopowym odcisnięto czysty palec bez krwi. Szkiełko to oznaczono jako „B” (bez krwi).

Na drugim szkiełku odcisnięto palec pokryty czystą, nierozcieńczoną krwią. Szkiełko to oznaczono jako „C” (czysta krew). Pozostałe szkiełka mikroskopowe oznaczono numerami w następujący sposób:

- „1” oznacza 1 ml krwi i 1 ml wody (50%)
- „2” oznacza 1 ml krwi i 2 ml wody (33%)
- „4” oznacza 1 ml krwi i 4 ml wody (20%)
- „9” oznacza 1 ml krwi i 9 ml wody (10%)
- „19” oznacza 1 ml krwi i 19 ml wody (5%)

- Na potrzeby drugiego eksperymentu:
- „4/1” oznacza 4 ml krwi i 1 ml wody (80%)
  - „4/2” oznacza 4 ml krwi i 2 ml wody (66%)
  - „4/3” oznacza 4 ml krwi i 3 ml wody (~57%)

Procenty oznaczają procentowe stężenie objęściowe.

Czerwień węgierska – opis i parametry: utrwalacz do krwi w aerozolu (identyfikator produktu: LV513) i czerwienią węgierską – barwnik fluorescencyjny w aerozolu 500 ml (identyfikator produktu: LV5031); producent: Sirchie (Youngsville, NC). Czerwień węgierska, czyli kwasowa fuksyna rozpuszczona w kwasie octowym i wodzie, odznacza się dużą uniwersalnością, skuteczno-

ścią, łatwością użycia oraz usuwania z powierzchni po wybarwieniu. Jest również bezpieczna dla skóry (Petretei, Angyal, 2016).

Sposób użycia czerwieni węgierskiej: przed wybarwieniem należy utwalić ślady krwawe za pomocą utrwalacza do krwi (5% roztwór kwasu sulfosalicylowego w wodzie). W trakcie badania utrwalacz rozpylono bezpośrednio na ślady linii papilarnych z dużej odległości (ok. 100 cm), pozwalając na swobodny opad aerozolu w taki sposób, aby nie splukać śladów. Po upływie 20–30 sekund zastosowano roztwór wybarwiający, a po kolejnych 10–20 sekundach szkiełka przepłukano wodą z kranu. Zarówno utrwalacz, jak i roztwór wybarwiający nałożono w postaci aerozolu. Woda pochodziła z kranu podłączonego do sieci wodociągowej.

Czerń amidowa – opis i parametry: zestaw metanowy (identyfikator produktu: B-89501) z barwnikiem amidowym rozpuszczonym w metanolu, roztwór płuczający „A” (metanol i kwas octowy) oraz roztwór płuczający „B” (kwas octowy w wodzie); producent: BVDA (Haarlem, Holandia). Czerń amidowa jest barwnikiem chemicznym, który wiąże się z cząsteczkami białka we krwi i wybarwia ją na ciemnoniebieski kolor (Warrick, 2000). Na Węgrzech czerń amidowa jest powszechnie stosowana. Mimo że toksyczność metanolu ogranicza jej uniwersalność i wiąże się ze zwiększonym ryzykiem stosowania, czerń amidowa wykazuje dużą skuteczność.

Sposób użycia czerni amidowej: podczas badania nie użyto utrwalacza, ponieważ czerń amidowa wykonana jest na bazie metanolu i nie wymaga utrwalania. Barwnik rozpylono bezpośrednio na powierzchnię. Po ok. 30 sekundach wykonano pierwsze płukanie, rozpylając roztwór metanolu i kwasu octowego (płuczka „A”). Po kolejnych 10–15 sekundach wykonano drugie płukanie, rozpylając pięcioprocentowy wodny roztwór kwasu octowego (płuczka „B”). Po drugim płukaniu powierzchnię obmyto pod bieżącą wodą z kranu.

## Wyniki

Należy zaznaczyć, że niniejsze badanie dotyczy śladów linii papilarnych, dlatego też „wynik” oznacza jakość wybarwionego śladu. W wielu badaniach (Frégeau, Germain, Fourney, 2000; Hartley, Glynn, 2016; Laberke, Ilg, Bieri, Hausmann, Balitzki, 2014) opisywano bardzo wysoki stopień rozcieńczenia, sięgający 1 : 1000, natomiast nie poruszano zagadnienia identyfikowalności śladów linii papilarnych. W niniejszym badaniu „wynik” oznacza co najmniej drugi poziom szczegółowości śladu linii papilarnych.

Wyniki testu z użyciem czerni amidowej przedstawiono na rys. 1.

Dla czystych śladów (tzn. bez krwi) nie uzyskano żadnego wyniku.

Ślady krwi nierozcieńczonej pozwoliły na uzyskanie perfekcyjnego wyniku (Rys. 2).

Dla rozcieńczeń wynoszących 50%, 33%, 20% i 10% uzyskano dobre wyniki. Nawet szkiełko „9” (10%) umożliwiło identyfikację – drugi poziom szczegółowości był wyraźnie widoczny, co pokazano na rys. 3.

Szkiełko „19” (5%) nie pozwoliło na identyfikację ze względu na brakujące szczegóły linii papilarnych. Kontur śladu linii papilarnych był jednak wyraźnie widoczny.

Wyniki uzyskane dla czerwieni węgierskiej przedstawiono na rys. 4 i 5.

Dla czystych śladów (tzn. bez krwi) nie uzyskano żadnego wyniku.

Ślady krwi nierozcieńczonej pozwoliły na uzyskanie perfekcyjnego wyniku.

Rozcieńczenie 50% („1”) nie pozwoliło na identyfikację ze względu na brakujące szczegóły linii papilarnych. Kontur śladu linii papilarnych był jednak wyraźnie widoczny.

Wszystkie rozcieńczenia krwi poniżej 50% były niewystarczające do uzyskania nawet konturów śladu linii papilarnych.

Dla rozcieńczeń 80% („4/1”) i 66% („4/2”) uzyskano dobre wyniki dla części śladu linii papilarnych, natomiast pozostała część śladu była rozmazana. Wyraźnie widoczne części śladu były wystarczające do identyfikacji, jak pokazano na rys. 6.

Rozcieńczenia ~57% („4/3”) i 50% („4/4”) nie pozwoliły na identyfikację ze względu na brakujące szczegóły linii papilarnych. Kontur śladu linii papilarnych był jednak wyraźnie widoczny, co pokazano na rys. 7.

## Dyskusja

Czerń amidowa i czerwień węgierska reagują z komponentem białkowym krwi. Oba barwniki (czerń kwasowa 1 i fiolet kwasowy 19) są barwnikami kwasowymi (Bleay i in., 2017).

Podobnie jak w przypadku innych technik śledczych technicy kryminalistyki mają własne preferencje dotyczące metod kontrastowania chemicznego. Na Węgrzech powszechnie stosowana jest czerwień węgierska i czerń amidowa, natomiast żółć kwasowa 7 i fiolet leukokryształiczny nie cieszą się popularnością.

Porównanie czerwieni węgierskiej i czerni amidowej:

Czerń amidowa wymaga splukania metanolem, roztworem płuczającym oraz wodą. Czerwień węgierska jest wygodniejsza w zastosowaniu, ponieważ wymaga tylko jednego płukania zamiast trzech. Nie wykazuje ona istotnej toksyczności, ponieważ jest kwasową fuksyną (fioletem kwasowym 19) w roztworze wody i kwasu octowego. We wcześniejszych badaniach wpływu tego barwnika na skórę człowieka nie odnotowano podrażnień ani innych negatywnych efektów (Petretei, Angyal,

2015). Z kolei wyprodukowana na bazie metanolu czerń amidowa i metanolowa płuczka są toksyczne i łatwopalne. Ponadto w niektórych pracach stwierdzono nieco większą czułość czerwieni węgierskiej – uwidoczniło dzięki niej więcej szczegółów w odciskach palców (Penven, 2013), natomiast nie zaobserwowano tego w niniejszym badaniu. Ślady linii papilarnych wybarwione czerwienią węgierską mogą być zdejmowane za pomocą żelatynowej folii daktyloskopijnej, na której są widoczne jako ślady świecące w świetle zielonym (Velders, 2012). Czerń amidowa działa za to na powierzchniach porowatych, podczas gdy czerwień węgierską można stosować wyłącznie na powierzchniach gładkich.

Porównanie właściwości barwników zestawiono w tabeli 2.

Przeprowadzone eksperymenty ujawniły istotną różnicę pomiędzy barwnikami: czerń amidowa może być wykorzystywana do śladów pochodzących z krwi rozcieńczonej nawet w stosunku 9 : 1, pozwalając na uzyskanie drugiego poziomu szczegółowości śladów, natomiast czerwień węgierska może nie dać odpowiednich wyników (pierwszy poziom szczegółowości) nawet w rozcieńczeniu w stosunku 1 : 1.

## Podsumowanie

Czerń amidowa i czerwień węgierska nie pozwalają na uzyskanie wyniku, jeżeli ślad linii papilarnych jest pozbawiony krwi, dlatego żaden z barwników nie nadaje się do „zwykłych” (niekrwawych) śladów. Jednocześnie oznacza to, że zastosowany barwnik kwasowy wybarwiający odcisk pozwala wykryć obecność w śladzie linii papilarnych komponentów białkowych w ilości reaguującej z barwnikiem. Ponieważ jednak barwniki białkowe są podatne na wyniki fałszywie dodatnie, bo reagują z różnymi białkami, nie tylko z krwią, dodatnia reakcja barwnika białkowego nie stanowi potwierdzenia obecności krwi.

Czerwień węgierska nie pozwala na kontrastowanie identyfikowalnych śladów linii papilarnych naniesionych rozcieńczoną krwią. Krew zmieszana z wodą w stężeniu 50% (obj.) uniemożliwia uzyskanie pierwszego poziomu szczegółowości. Uzyskanie wyniku (co w niniejszym badaniu oznacza co najmniej drugi poziom szczegółowości) wymaga obecności większej ilości krwi w stężeniu co najmniej 66% (obj.).

Czerń amidowa wybarwia prawidłowo krew rozcieńczoną – uzyskanie drugiego poziomu szczegółowości było możliwe nawet w mieszaninie o stężeniu 10% (obj.). Granica przydatności tego barwnika przypada na stężenie procentowe objętościowe poniżej 10%, a powyżej 5%, ponieważ dla drugiego z nich niemożliwe było uzyskanie nawet pierwszego poziomu szczegółowości śladu.

Można zatem stwierdzić, że w przypadku wykrywania śladów linii papilarnych naniesionych rozcieńczoną z wodą krwią zalecanym barwnikiem jest czerń amidowa. Konieczne są dalsze badania, które pozwoliłyby określić przydatność barwników wodnych, tzn. wodnej czerni amidowej lub żółci kwasowej 7.

Eksperyment opisany w niniejszym artykule koncentrował się wyłącznie na krwi rozcieńczonej w wodzie. Niezbędne są dalsze doświadczenia z rozcieńczaniem krwi w innych substancjach, ze szczególnym uwzględnieniem płynów ustrojowych (np. śliny), ponieważ wskazanie najbardziej optymalnej metody kontrastowania śladów usprawniłoby dochodzenia kryminalistyczne.