

Emilia Szabłowska-Gnap

specjalista badawczo-techniczny w Zakładzie Biologii CLKP

Joanna Dąbrowska

zastępca kierownika w Zakładzie Biologii CLKP

dr Kamil Januszkiewicz

specjalista badawczo-techniczny w Zakładzie Biologii CLKP

Wpływ wybranych tkanin na wygląd śladów krwawych

Streszczenie

Właściwości podłoża, na których naniesiona zostanie krew, mają kluczowe znaczenie dla charakteru powstających na nich krwawych śladów. Dotyczy to w szczególności powierzchni chłonnych, które mogą istotnie wpływać lub zmieniać wygląd tego rodzaju śladów. Doświadczenia dowodzą, że zmiany te powodują zarówno rodzaj tkaniny, jak również jej faktura czy splot. Dowiedziono, że istotne znaczenie ma wcześniejsze pranie tkanin oraz zmoczenie konkretnego materiału wodą. Mając na uwadze, jak wiele czynników może mieć wpływ na zmiany wyglądu plam krwawych, niezbędnym jest, aby biegły podczas opiniowania na podstawie tego rodzaju śladów odpowiednio zaplanował i przeprowadził doświadczenia obrazujące sposób zachowania się krwi na analizowanych podłożach. Pomocnym narzędziem ułatwiającym wnioskowanie może okazać się również powstała w ramach projektu badawczo-rozwojowego, realizowanego m.in. przez Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji, baza danych śladów krwawych, pozwalająca na ocenę wpływu konkretnych podłoży na wygląd plam krwi.

Słowa kluczowe analiza plam krwawych, ślady krwawe, podłoża chłonne, baza danych śladów krwawych, projekt badawczo-rozwojowy

W przypadku najcięższych zbrodni bardzo często zabezpieczanym materiałem dowodowym w trakcie oględzin tego rodzaju miejsca zdarzenia są ślady biologiczne w postaci krwi. Niejednokrotnie ślady te technicy kryminalistyki ujawniają na podłożach chłonnych, tj. odzież, obicia mebli czy dywany. Niestety analiza tego rodzaju śladów przysparza biegłym wielu problemów podczas ich interpretacji, ponieważ właściwości chłonne tkanin w znacznym stopniu wpływają na zmianę pierwotnego wyglądu plam krwawych. Nie bez znaczenia pozostaje również fakt, że obecnie na rynku dostępnych jest wiele rodzajów tkanin, które wykazują znaczące różnice nie tylko w składzie, ale również w rodzaju splotu stosowanego podczas produkcji. Dlatego też analiza plam krwawych znajdujących się na powierzchni tkanin powinna, poza określeniem wyglądu poszczególnych plam krwi (tj. wielkości, kształtu, stopnia wnikanie w głąb tkaniny), uwzględniać również charakterystykę materiału, na którym te ślady zostały ujawnione. Nie należy również zapominać, że krew swoimi właściwościami przypomina bardziej emulsję niż ciecz. W literaturze

krew porównywana jest do nienewtonowskich, wiskoelastycznych płynów, a zatem nie spełnia liniowej zależności naprężenia ścinającego od szybkości ścinania. Oznacza to, że współczynnik lepkości nie jest stały, lecz jest funkcją gradientu prędkości. Należy również pamiętać, że lepkość krwi jest zależna od szeregu innych czynników, do których zaliczane są m.in.: czas, temperatura, poziom hematokrytu czy szybkość krzepnięcia [2]. Mając na względzie to, jak duża ilość zmiennych wpływa na wygląd plam krwawych, biegły, analizujący tego rodzaju ślady, powinien w miarę możliwości potwierdzać wyniki swoich analiz poprzez przeprowadzenie doświadczeń obrazujących zachowanie się krwi na badanych podłożach. Trudności w interpretacji śladów krwi na tkaninach przyczyniły się do tego, że od wielu lat na świecie prowadzone są specjalistyczne szkolenia z tego zakresu stanowiące oddzielny obszerny panel, w którym udział rekomendowany jest dla osób posiadających już doświadczenie w prowadzeniu analizy śladów krwawych. Tematyka tych kursów obejmuje nie tylko wskazanie różnic w wyglądzie plam

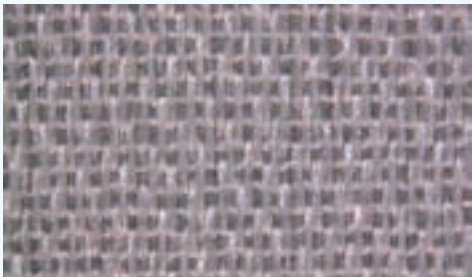
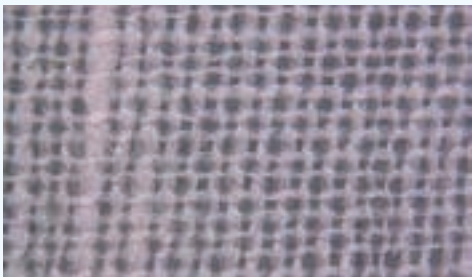
krwawych znajdujących na tkaninach, ale również wyjaśnia ich przyczyny. Powyższe kursy, według rekomendacji IABPA (*International Association of Bloodstain Pattern Analysts*), obejmują minimum 40 godzin intensywnego treningu, który składa się zarówno z części teoretycznej, jak i praktycznej. Podczas szkolenia uczestnicy dokonują oględzin odzieży metodą tradycyjną, a następnie ten sam materiał oglądany jest przy wykorzystaniu mikroskopii, która pozwala na weryfikację i przyporządkowanie plam krwi do konkretnej grupy. Na zakończenie kursu słuchacze opracowują własną opinię z zakresu analizy plam krwawych, którą przedstawiają w trakcie rozprawy sądowej zainscenizowanej na potrzeby kursu [3].

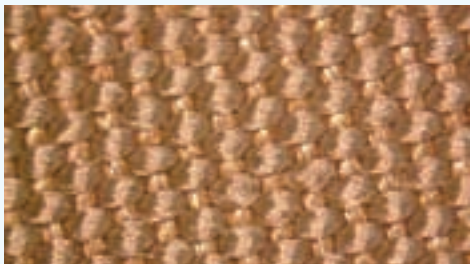
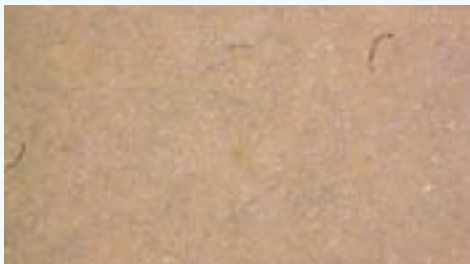
W celu przedstawienia kilku wybranych czynników mających wpływ na wygląd plam krwawych na podłożach chłonnych autorzy niniejszej publikacji zaprojektowali i przeprowadzili kilka doświadczeń. Do tego celu wybranych zostało siedem rodzajów popularnych w branży odzieżowej tkanin, które wykorzystywane są do produkcji odzieży lub innych materiałów obecnych na miejscu zdarzenia [1]. Do przeprowadzenia doświadczeń wykorzystano krew ludzką, która pobrana została do próbek zawierających EDTA, czyli kwas przeciwdziałający krzepnięciu krwi. Testy przeprowadzono w temperaturze pokojowej na stanowisku wyposażonym w statyw laboratoryjny z dołączoną automatyczną pipetą, przy pomocy której наносzono na badane podłoża

pojedyncze krople krwi tworzące tzw. skapnięcia. Do doświadczeń wybrane zostały tkaniny w jasnych kolorach ułatwiających wizualizację nanoszonych śladów. Dodatkowa selekcja tkanin opierała się na wyborze tych, które cechowały się istotnymi różnicami w ich składzie i strukturze, wynikającymi głównie z pochodzenia włókna, które zostało użyte do produkcji tkaniny. Przemysł włókienniczy dzieli włókna na dwie grupy, tj. włókna naturalne, które mogą być pochodzenia roślinnego (bawełna, len), zwierzęcego (wełna) i mineralnego (azbest) oraz włókna chemiczne (organiczne i nieorganiczne). Produkcja konkretnych tkanin polega na przeplataniu ze sobą nitki osnowy i wątku, których połączenie według ustalonego porządku (splotu) tworzy strukturę tkaniny. Rodzaj zastosowanego splotu decyduje o właściwościach tkaniny, tj. o jej grubości, masie powierzchniowej, elastyczności, przepuszczalności itp. Wszystkie powyżej przedstawione właściwości oraz rodzaj użytych do produkcji włókien istotnie wpływają na wygląd plam krwi nanoszonych na powierzchnię w wyniku zastosowania podobnego mechanizmu.

W celu przedstawienia różnic w wyglądzie poszczególnych tkanin przed przystąpieniem do doświadczeń obraz wszystkich badanych podłoży został zarejestrowany za pomocą aparatu fotograficznego dołączonego do mikroskopu stereoskopowego firmy OLYMPUS, model SZX12. Wygląd powyższych tkanin oraz ich skład przedstawiono w tabeli nr 1.

Tabela 1. Wykaz tkanin wytypowanych do doświadczeń oraz ich wygląd pod mikroskopem (oprac. własne).

Nazwa handlowa tkaniny	Skład tkaniny	Kolor tkaniny	Dystrybutor	Wygląd tkanin pod mikroskopem stereoskopowym
jedwab ślubny	100% jedwab	biały	Bemax SC (Poznań)	 Ryc. 1. Jedwab ślubny w powiększeniu 10x (materiały własne)
len	100% len	biały	Bemax SC (Poznań)	 Ryc. 2. Len w powiększeniu 10x (materiały własne)

Nazwa handlowa tkaniny	Skład tkaniny	Kolor tkaniny	Dystrybutor	Wygląd tkanin pod mikroskopem stereoskopowym
wiskoza massimo	52% wiskoza, 45% poliester, 3% spandex	biały	Bemax SC (Poznań)	 Ryc. 3. Wiskoza massimo w powiększeniu 16x (materiały własne)
bawełna prestige	97% bawełna, 3% elastan	biały	Bemax SC (Poznań)	 Ryc. 4. Bawełna prestige w powiększeniu 16x (materiały własne)
wełna asti	60% wełna, 40% poliester	beżowy	Bemax SC (Poznań)	 Ryc. 5. Wełna asti w powiększeniu 16x (materiały własne)
tafta gładka	100% poliester	jasnobrązowy	Bemax SC (Poznań)	 Ryc. 6. Tafta gładka w powiększeniu 32x (materiały własne)
polar dwustronny 200	100% przędza poliestrowa	ecru	PPH Kilian Łódź	 Ryc. 7. Polar dwustronny 200 w powiększeniu 16x (materiały własne)

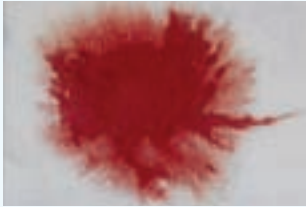
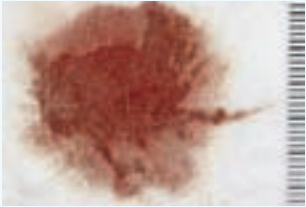
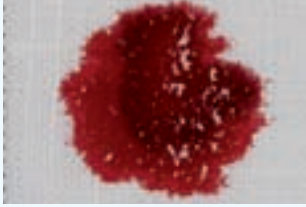
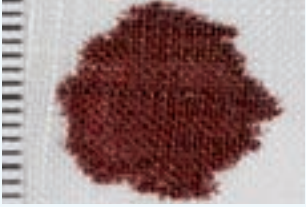
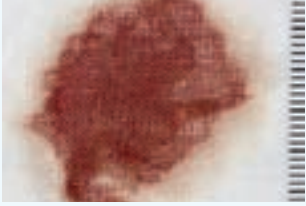
Doświadczenie nr 1: „Wpływ rodzaju i struktury tkaniny na wygląd plam krwawych z uwzględnieniem podłoż suchych i mokrych”.

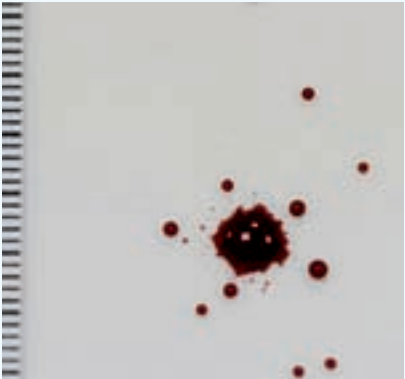
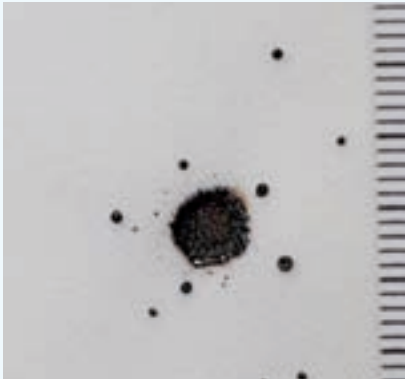
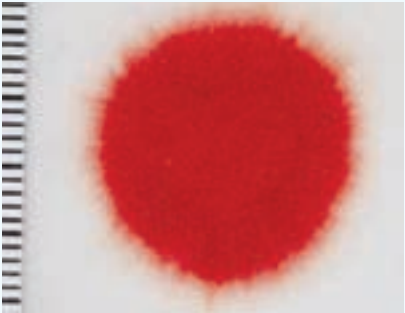
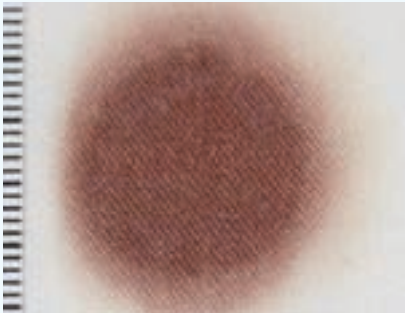
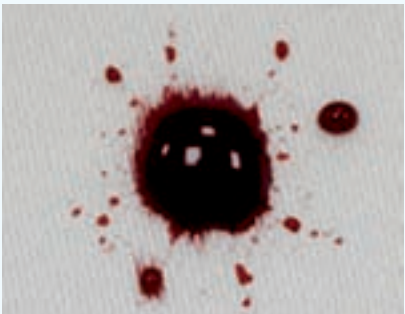
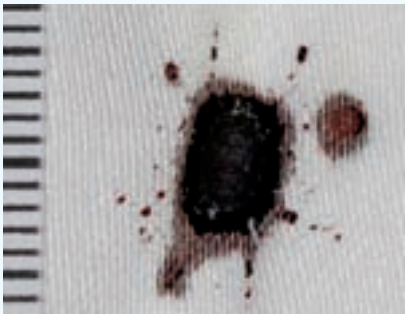
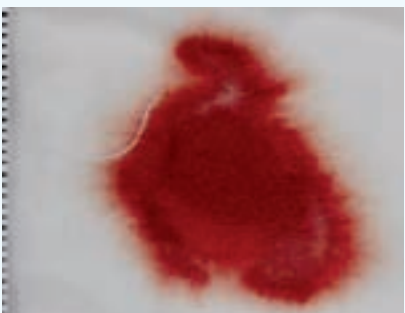
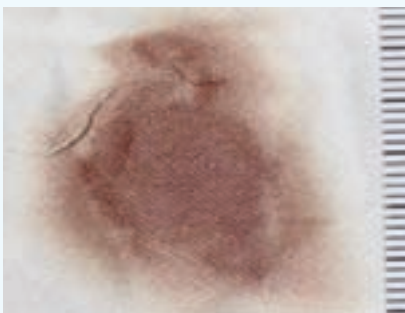
Materiały i metody

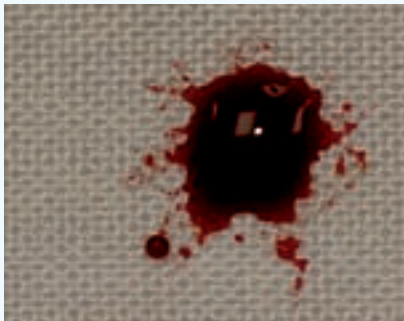
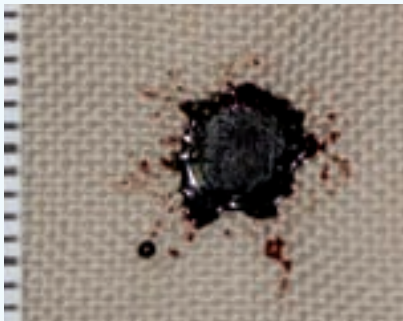
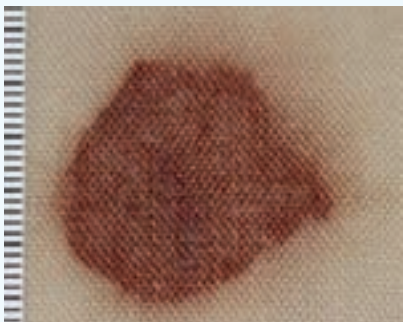
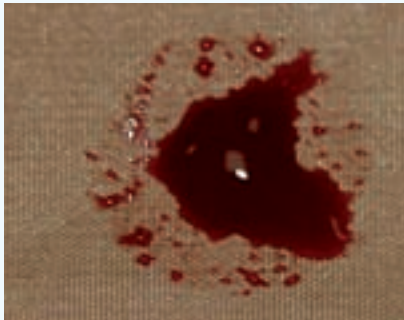
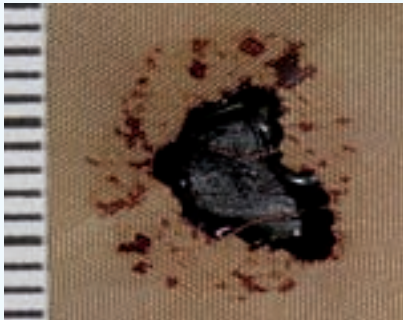
Doświadczenie przeprowadzono na siedmiu rodzajach fabrycznie nowych tkanin wyszczególnionych w tabeli nr 1, które przed przystąpieniem do badań pocięto na odpowiedniej wielkości fragmenty. Tak przygotowane podłoża podzielono na dwie grupy, z których pierwsza pozostała sucha, drugą natomiast zamoczono w wodzie. Na każdy fragment tkaniny stosowano ten sam mechanizm nanoszenia kropli krwi ludzkiej (z EDTA) o objętości około 40 µl z wysokości 20 cm,

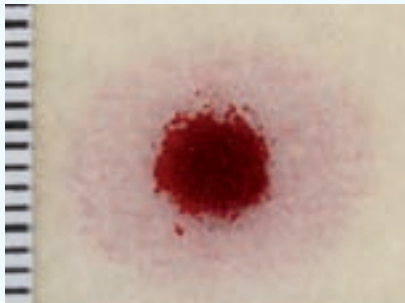
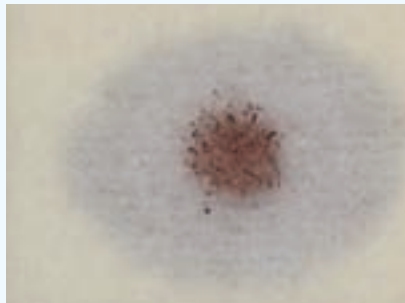
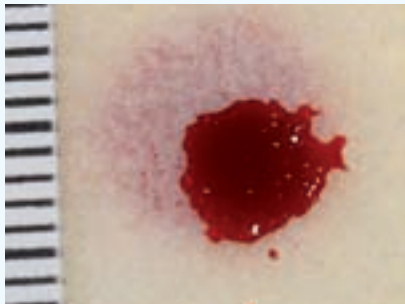
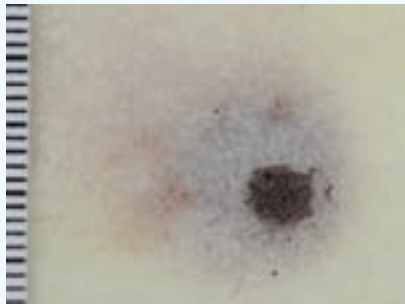
pod kątem 90° względem podłoża. Dla każdej z prób wykonywano trzykrotne powtórzenia, które następnie zostały utrwalone fotograficznie bezpośrednio po nakropieniu, a następnie – po trzech dobach schnięcia w temperaturze pokojowej. Zdjęcia ze skalówką poszczególnych plam wykonano za pomocą aparatu Canon EOS 7D i obiektywu makro 100 mm. Poza utrwaleniem fotograficznym każda plama została dodatkowo zwymiarowana bezpośrednio po nakropieniu i wysuszeniu. W związku ze stwierdzeniem powtarzalności uzyskanych wyników dla poszczególnych prób w publikacji zamieszczono wybrane, reprezentatywne plamy krwi na danym rodzaju tkaniny, które przedstawiono w tabeli nr 2.

Tabela 2. Wygląd pojedynczych plam krwi na wytypowanych tkaninach suchych i mokrych (oprac. własne).

Nazwa handlowa tkaniny (skład)	Zastosowana tkanina	Plama krwi bezpośrednio po nakropieniu	Plama krwi po trzech dobach wysychania w temperaturze pokojowej
jedwab ślubny (100% jedwab)	tkanina sucha	 Ryc. 8. Plama o średnicy ok. 1,4 cm (materiały własne)	 Ryc. 9. Plama o średnicy ok. 1,5 cm (materiały własne)
	tkanina mokra	 Ryc. 10. Plama o średnicy ok. 2,8 cm (materiały własne)	 Ryc. 11. Plama o średnicy ok. 2,9 cm (materiały własne)
len (100% len)	tkanina sucha	 Ryc. 12. Plama o średnicy ok. 1,4 cm (materiały własne)	 Ryc. 13. Plama o średnicy ok. 1,5 cm (materiały własne)
	tkanina mokra	 Ryc. 14. Plama o wymiarach ok. 3 x 2,5 cm (materiały własne)	 Ryc. 15. Plama o wymiarach ok. 3 x 2,5 cm (materiały własne)

Nazwa handlowa tkaniny (skład)	Zastosowana tkanina	Plama krwi bezpośrednio po nakropieniu	Plama krwi po trzech dobach wysychania w temperaturze pokojowej
wiskoza massimo (52% wiskoza, 45% poliester, 3% spandex)	tkanina sucha	 Ryc. 16. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar plam satelitarnych ok. 3,5 x 1,9 cm (materiały własne)	 Ryc. 17. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar plam satelitarnych ok. 3,5 x 1,9 cm (materiały własne)
	tkanina mokra	 Ryc. 18. Plama o średnicy ok. 2,1 cm (materiały własne)	 Ryc. 19. Plama o średnicy ok. 2,1 cm (materiały własne)
bawełna prestige (97% bawełna, 3% elastan)	tkanina sucha	 Ryc. 20. Plama główna o średnicy ok. 0,7 cm, obszar plam satelitarnych ok. 1,2 x 1,2 cm (materiały własne)	 Ryc. 21. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar plam satelitarnych ok. 1,2 x 1 cm (materiały własne)
	tkanina mokra	 Ryc. 22. Plama o wymiarach ok. 2,7 x 2,4 cm (materiały własne)	 Ryc. 23. Plama o wymiarach ok. 3 x 2,8 cm (materiały własne)

Nazwa handlowa tkaniny (skład)	Zastosowana tkanina	Plama krwi bezpośrednio po nakropieniu	Plama krwi po trzech dobach wysychania w temperaturze pokojowej
wełna asti (60% wełna, 40% poliester)	tkanina sucha	 Ryc. 24. Plama główna o średnicy ok. 0,8 cm, obszar plam satelitarnych ok. 1,2 x 1,1 cm (materiały własne)	 Ryc. 25. Plama główna o średnicy ok. 0,7 cm, obszar plam satelitarnych ok. 1,2 x 1,1 cm (materiały własne)
	tkanina mokra	 Ryc. 26. Plama o średnicy ok. 2 cm (materiały własne)	 Ryc. 27. Plama o średnicy ok. 2,3 cm (materiały własne)
tafta gładka (100% poliester)	tkanina sucha	 Ryc. 28. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar widma o średnicy ok. 1,3 cm (materiały własne)	 Ryc. 29. Plama główna o średnicy ok. 0,5 cm, obszar widma o średnicy ok. 1,3 cm (materiały własne)
	tkanina mokra	 Ryc. 30. Plama główna o wymiarach ok. 1 x 0,8 cm, obszar widma o wymiarach ok. 1,1 x 1,2 cm (materiały własne)	 Ryc. 31. Plama główna o wymiarach ok. 0,8 x 0,7 cm, obszar widma o wymiarach ok. 1,1 x 1,2 cm (materiały własne)

Nazwa handlowa tkaniny (skład)	Zastosowana tkanina	Plama krwi bezpośrednio po nakropieniu	Plama krwi po trzech dobach wysychania w temperaturze pokojowej
polar dwustronny 200 (100% polar)	tkanina sucha	 Ryc. 32. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar widma o wymiarach ok. 1,5 x 1,2 cm (materiały własne)	 Ryc. 33. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar widma o wymiarach ok. 2,1 x 1,6 cm (materiały własne)
	tkanina mokra	 Ryc. 34. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar widma o wymiarach ok. 0,8 x 0,9 cm (materiały własne)	 Ryc. 35. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar widma o wymiarach ok. 1,4 x 1,5 cm (materiały własne)

Uzyskane wyniki

Przeprowadzone doświadczenie potwierdziło, że skład i struktura tkaniny mają istotny wpływ na wygląd plam krwi. Zmiany w wyglądzie plam krwawych obserwowano również na tkaninach suchych i mokrych. Największe różnice zaobserwowano na materiałach wykonanych z włókien sztucznych (np. tafta gładka, polar) i tkaninach pochodzenia naturalnego (np. jedwab, len), co wynikało m.in. z chłonności danego podłoża. Na badanych tkaninach syntetycznych (tafta gładka i polar) plamy krwi przyjmują kształt okrągławy (plama główna) o niewielkiej średnicy wynoszącej ok. 0,5 cm, wokół której obserwuje się większych rozmiarów, słabiej wysyconego swego rodzaju „widmo” plamy głównej o kształcie okrągławym lub eliptycznym (ryc. 28, 29, 32, 33). W przypadku tkaniny w postaci tafty gładkiej zaobserwowano dodatkowo, że plama główna w bardzo niewielkim stopniu wnika w strukturę tkaniny, tworząc na powierzchni „bańkę”, widoczną bezpośrednio po nakropieniu (ryc. 28). Odwrotną sytuację zaobserwowano w przypadku plam krwi znajdujących się na tkaninach pochodzenia naturalnego (jedwab ślubny, len), gdzie wyraźnie widoczna jest tendencja wnikania krwi w strukturę tkaniny, co powoduje jej „rozlewanie” się na powierzchni, w wyniku czego powstają plamy

o kształtach okrągławych o prawie trzykrotnie większej średnicy (ryc. 8, 9, 12, 13) w porównaniu z tkaninami syntetycznymi. Doświadczenie wykazało ponadto, że w przypadku tkanin mieszanych (wiskoza massimo, bawełna prestige, wełna asti) naniesiona kropla krwi rozchlapuje się, tworząc oprócz plamy głównej również niewielkich rozmiarów plamy satelitarne widoczne, w zależności od podłoża, na mniejszym lub większym obszarze (ryc. 16, 17, 20, 21, 24, 25).

Poza rodzajem włókien na stopień wnikania krwi w głąb struktury istotny wpływ ma również rodzaj splotu zastosowanego do produkcji tkaniny. Luźniejszy splot (jedwab ślubny, len) powoduje łatwiejsze wnikanie krwi w podłoże, czego wynikiem jest powstawanie plam o większych rozmiarach (ryc. 8, 9, 12, 13), w przeciwieństwie do tkanin o bardziej „ciasnym” splocie (wiskoza massimo, bawełna prestige, wełna asti, tafta gładka), na których plamy przyjmują widocznie mniejsze rozmiary (ryc. 16, 17, 20, 21, 24, 25, 28, 29).

Dodatkowo zaobserwowano, że spośród badanych tkanin plamy krwi powstające na powierzchni polaru wyróżnia bardzo charakterystyczny wygląd. Stwierdzono, że pojedyncze krople krwi tworzą plamę główną wraz z wyraźnie słabiej wysyconym „widmem” (ryc. 32), które w miarę upływu czasu powiększa swoje rozmiary, osiągając ostatecznie

wymiar o ok. 1/3 większy w stosunku do „widma” plamy mierzonej bezpośrednio po nakropieniu (ryc. 33). Charakterystyczny wygląd tej plamy może wynikać ze specyficznej technologii produkcji polaru, która polega na splocie tysięcy pustych w środku włókien w charakterystyczne trzy warstwy, tworzące tkaninę o znacznie grubszej strukturze w porównaniu z tradycyjnymi tkaninami odzieżowymi (ryc. 36) [4]. Specyficzny wygląd struktury polaru z fragmentem plamy krwi utrwalono fotograficznie przy wykorzystaniu mikroskopu stereoskopowego Leica M205C w powiększeniu 163x.



Ryc. 36. Zbliżenie na strukturę polaru wraz z fragmentem plamy krwi w powiększeniu 163x (materiały własne).

Jak udowodniono w przeprowadzonym doświadczeniu, na wygląd plam krwi w znacznym stopniu wpływa również to, czy tkanina jest sucha, czy mokra. W większości przypadków na podłożach mokrych zaobserwowano tendencję do przyjmowania przez plamy krwi większych rozmiarów oraz w – większości przypadków – kształtów nieregularnych w porównaniu z plamami naniesionymi na podłoża suche. Dodatkowo plamy powstałe na niektórych podłożach (np. jedwab, len, wiskoza, bawełna prestige, wełna asti) posiadały nierównomierne, wyraźnie „rozmyte” brzegi. Powyższe różnice w wyglądzie plam krwi na podłożach mokrych wynikają w głównej mierze z kontaktu kropli krwi z wodą, co powoduje,

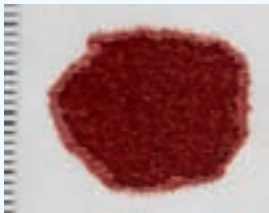
że właściwości krwi zmieniają się zarówno w wyniku jej rozcieńczenia, jak również szybszej penetracji wewnątrz zwilżonej wstępnie tkaniny. Dodatkowo przeprowadzone doświadczenie wykazało, że rozmiary plam krwi na mokrych tkaninach naturalnych (jedwab, len) lub z domieszką włókien pochodzenia naturalnego (bawełna prestige, wełna asti) są większe w porównaniu do plam krwi naniesionych na mokre tkaniny syntetyczne (ryc. 10, 11, 14, 15, 22, 23, 26, 27, 30, 31, 34, 35). Zaobserwowano również różnice w kształtach tych plam, co może wynikać z faktu, że tkaniny pochodzenia naturalnego (np. jedwab, len, bawełna) wykazują większe właściwości higroskopijne w porównaniu z tkaninami syntetycznymi (np. poliester), które mają raczej hydrofobowy charakter.

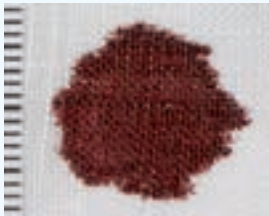
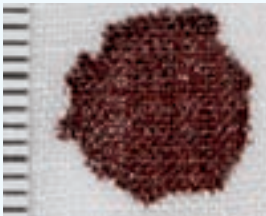
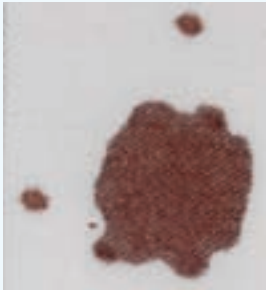
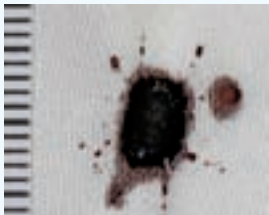
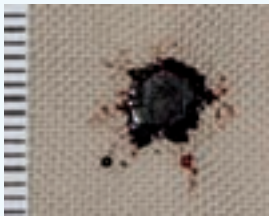
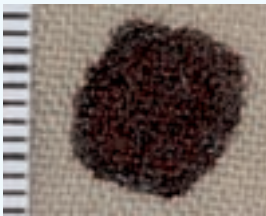
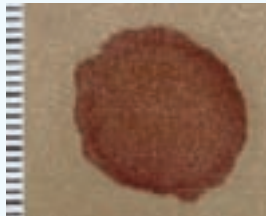
Doświadczenie nr 2: „Wpływ prania tkanin na wygląd plam krwawych”.

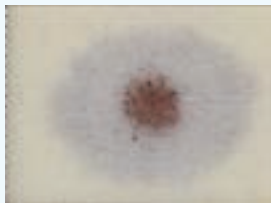
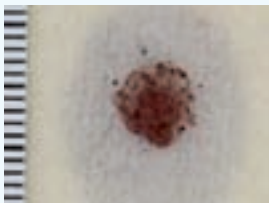
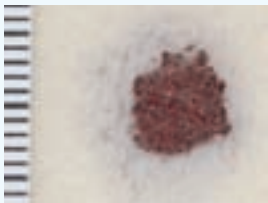
Materiały i metody

Doświadczenie przeprowadzono na siedmiu rodzajach tkanin, które wykorzystane zostały w doświadczeniu nr 1. Testy wykonano na wcześniej przygotowanych fragmentach tkanin, tj. fabrycznie nowych, jednokrotnie i trzykrotnie wypranych. Pranie tkanin przeprowadzono w pralce automatycznej z wykorzystaniem tradycyjnych środków piorących (proszek do prania) oraz płynu do zmiękczenia tkanin w temperaturze ok. 50°C. Na każdy fragment suchej tkaniny, przed i po praniu, stosowano ten sam mechanizm nanoszenia kropli krwi ludzkiej (z EDTA) o objętości około 40 µl z wysokości 20 cm i kąta 90° względem podłoża. Dla każdej z prób wykonywano trzykrotne powtórzenia, które następnie zostały utrwalone fotograficznie po trzech dobach schnięcia w temperaturze pokojowej. Zdjęcia ze skalówką poszczególnych plam wykonano za pomocą aparatu Canon EOS 7D i obiektywu makro 100 mm. Poza utrwaleniem fotograficznym każda plama po wysuszeniu została zwymiarowana. W związku ze stwierdzeniem powtarzalności uzyskanych wyników dla poszczególnych prób w publikacji zamieszczono obrazy pojedynczych plam na danym rodzaju tkaniny, które przedstawiono w tabeli nr 3.

Tabela 3. Wygląd pojedynczych plam krwi na wytypowanych tkaninach nieupranych i upranych (oprac. własne).

Nazwa handlowa tkaniny (skład)	Plama krwi na podłożu nieuprany	Plama krwi na podłożu uprany 1x	Plama krwi na podłożu uprany 3x
jedwab ślubny (100% jedwab)	 Ryc. 37. Plama o średnicy ok. 1,6 cm (materiały własne)	 Ryc. 38. Plama o średnicy ok. 1,6 cm (materiały własne)	 Ryc. 39. Plama o średnicy ok. 1,5 cm (materiały własne)

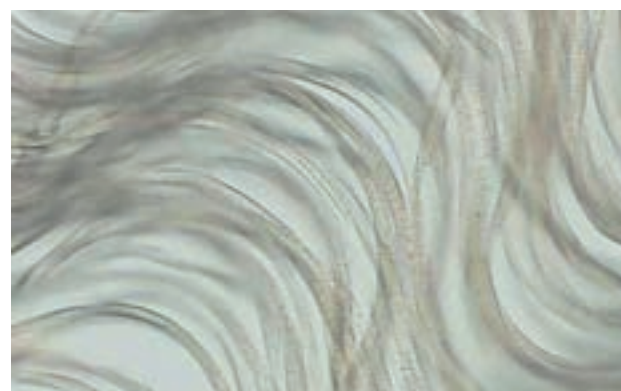
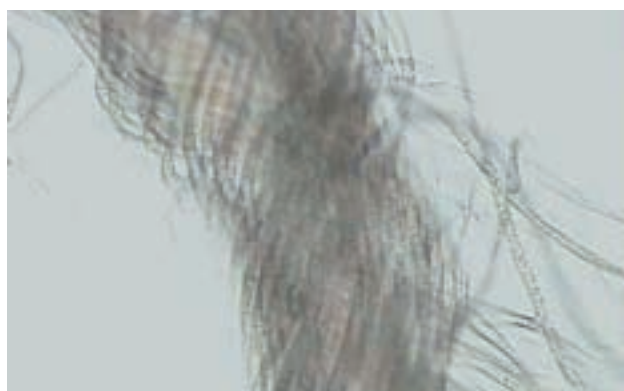
Nazwa handlowa tkaniny (skład)	Plama krwi na podłożu nieupranym	Plama krwi na podłożu upranym 1x	Plama krwi na podłożu upranym 3x
len (100% len)	 Ryc. 40. Plama o średnicy ok. 1,4 cm (materiały własne)	 Ryc. 41. Plama o średnicy ok. 1,7 cm (materiały własne)	 Ryc. 42. Plama o średnicy ok. 1,3 cm (materiały własne)
wiskoza massimo (52% wiskoza, 45% poliester, 3% spandex)	 Ryc. 43. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar plam satelitarnych ok. 3,5 x 1,9 cm (materiały własne)	 Ryc. 44. Plama główna o średnicy ok. 1,4 cm wraz z dwoma plamami satelitarnymi (materiały własne)	 Ryc. 45. Plama główna o średnicy ok. 1,5 cm wraz z dwoma plamami satelitarnymi (materiały własne)
bawełna prestige (97% bawełna, 3% elastan)	 Ryc. 46. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar plam satelitarnych ok. 1,2 x 1 cm (materiały własne)	 Ryc. 47. Plama o wymiarach ok. 1,7 x 1 cm (materiały własne)	 Ryc. 48. Plama o średnicy ok. 1,2 cm (materiały własne)
wełna asti (60% wełna, 40% poliester)	 Ryc. 49. Plama główna o średnicy ok. 0,7 cm, obszar plam satelitarnych ok. 1,2 x 1,1 cm (materiały własne)	 Ryc. 50. Plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar plam satelitarnych ok. 0,8 x 0,7 cm (materiały własne)	 Ryc. 51. Plama o średnicy ok. 1 cm (materiały własne)
tafta gładka (100% poliester)	 Ryc. 52. Plama główna o średnicy ok. 0,5 cm, obszar widma o średnicy ok. 1,3 cm (materiały własne)	 Ryc. 53. Plama główna o średnicy ok. 0,8 cm, obszar widma o średnicy ok. 1,2 cm (materiały własne)	 Ryc. 54. Plama o średnicy ok. 1,7 cm (materiały własne)

Nazwa handlowa tkaniny (skład)	Plama krwi na podłożu nieupranym	Plama krwi na podłożu upranym 1x	Plama krwi na podłożu upranym 3x
polar dwustronny 200 (100% polar)	 Ryc. 55. plama główna o średnicy ok. 0,6 cm, obszar widma o wymiarach ok. 2,1 x 1,6 cm (materiały własne)	 Ryc. 56. Plama główna o średnicy ok. 0,7 cm, obszar widma o wymiarach ok. 1,8 x 1,4 cm (materiały własne)	 Ryc. 57. Plama główna o średnicy ok. 0,7 cm, obszar widma o średnicy ok. 1,2 cm (materiały własne)

Uzyskane wyniki

Doświadczenie wykazało, że w niektórych przypadkach pranie tkanin miało istotny wpływ na wygląd plam krwawych. Na tkaninach z włókien syntetycznych lub z ich domieszką widoczne różnice obserwowano po pierwszym (ryc. 44, 47) lub po trzecim praniu (ryc. 51, 54, 57), które polegały głównie na większym „rozlewaniu” się krwi na powierzchni tkaniny, powodując tym samym generowanie plam większych rozmiarów. Zmiany w wyglądzie plam krwi wynikają głównie z „rozluźnienia” pojedynczych włókien tkaniny na skutek ich prania, co powoduje łatwiejsze przenikanie krwi w głąb struktury

materiału. Nie można wykluczyć, że niektóre badane tkaniny w trakcie procesu produkcji zabezpieczone zostały również substancjami zmniejszającymi ich przepuszczalność. Pranie niewątpliwie spowodowało częściowe usunięcie tych substancji, co w znacznym stopniu wpłynęło na zwiększenie chłonności podłoża. W celu uwidocznienia „rozluźnienia” pojedynczych włókien w nitkach wybranych tkanin wykonano preparaty mikroskopowe, które następnie oglądano pod mikroskopem badawczym firmy OLYMPUS (model AX70) w powiększeniu 100x. Zarejestrowany obraz nitek, pobranych z wybranych tkanin przed i po trzykrotnym praniu, przedstawiono na rycinie 58-65.



Ryc. 58, 59. Wygląd pojedynczych nitek wiskozy massimo (52% wiskoza, 45% poliester, 3% spandex) pod mikroskopem badawczym w powiększeniu 100x. Od lewej tkanina fabrycznie nowa, tkanina po trzykrotnym praniu (materiały własne).



Ryc. 60, 61. Wygląd pojedynczych nitek bawełny prestige (97% bawełna, 3% elastan) pod mikroskopem badawczym w powiększeniu 100x. Od lewej tkanina fabrycznie nowa, tkanina po trzykrotnym praniu (materiały własne).



Ryc. 62, 63. Wygląd pojedynczych nitki wełny asti (60% wełna, 40% poliestru) pod mikroskopem badawczym w powiększeniu 100x. Od lewej tkanina fabrycznie nowa, tkanina po trzykrotnym praniu (materiały własne).



Ryc. 64, 65. Wygląd pojedynczych nitki poliestru (100% poliestru) pod mikroskopem badawczym w powiększeniu 100x. Od lewej tkanina fabrycznie nowa, tkanina po trzykrotnym praniu (materiały własne).

Powyższe doświadczenie wykazało brak znaczących różnic w wyglądzie i wielkości plam krwi na powierzchniach fabrycznie nowych i upranych tkanin naturalnych, tj. jedwabiu ślubnego, lnu (ryc. 37-42).

Podsumowanie

Przeprowadzone w ramach niniejszej publikacji doświadczenia stanowią podstawę do wyciągnięcia następujących wniosków:

- rodzaj tkaniny, struktura oraz spłot powodują znaczne różnice w wyglądzie plam krwi, polegające na powstawaniu plam o różnych kształtach, rozmiarach i stopniu wnikania krwi w głąb struktury. Zaobserwowano wyraźną tendencję do osiągania większych rozmiarów plam krwawych na powierzchni tkanin pochodzenia naturalnego;
- mokre podłoża powodują większe „rozlewanie” się plam krwi na tkaninach naturalnych i mieszanych w porównaniu z mokrymi tkaninami syntetycznymi. Powyższe spostrzeżenie wynika z faktu, że tkaniny naturalne wykazują większe właściwości higroskopijne/hydrofilowe, a dodatkowe ich wstępne zwilżenie może mieć wpływ na większą migrację krwi

wewnątrz struktury. Nie bez znaczenia pozostaje również fakt, że zamoczenie tkanin powoduje rozcieńczenie zawiesiny krwi, a tym samym zaburzenie procesu jej krzepnięcia. Udowodniono ponadto, że mokre tkaniny „maskują” cechy charakterystyczne śladów krwawych, co uniemożliwia przyporządkowanie ich do danej grupy plam;

- pranie tkanin mieszanych i syntetycznych wpływa na rozluźnienie pojedynczych włókien w nitkach oraz na usunięcie ewentualnych substancji zabezpieczających używanych w trakcie produkcji, powodując większą przepuszczalność tkanin, co ułatwia przenikanie krwi w głąb jej struktury;
- faktura, czyli „chropowatość” niektórych tkanin powodowała powstawanie w obrębie plamy głównej krwi dodatkowo niewielkich rozmiarów plam satelitarnych zajmujących, w zależności od podłoża, mniejszą bądź większą powierzchnię;
- powyżej opisane czynniki miały najmniejszy wpływ na wygląd plam krwi nanoszonych na powierzchnię polaru, co może wynikać z charakterystycznej budowy tej tkaniny wynikającej m.in. ze specyficznej technologii jego produkcji.

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń potwierdziły, jak ważne znaczenie podczas opiniowania ma

przeprowadzenie testów sprawdzających zachowanie się krwi na badanym podłożu. Niewątpliwie niezwykle pomocnym narzędziem dla biegłego może okazać się baza danych, zawierająca zbiór różnego rodzaju tkanin wraz z naniesionymi na ich powierzchnię plamami krwawymi. Mając na uwadze, jak wiele problemów przysparza biegłym analiza plam krwawych na podłożach chłonnych, autorzy niniejszej publikacji w ramach projektu finansowanego przez NCBR tworzą narzędzie analityczne, które może okazać się pomocne podczas pracy biegłego. Baza śladów krwawych zawiera – poza obrazem 2D konkretnych plam w postaci tradycyjnej fotografii – również ich wizualizację 3D. Z całą pewnością powstała baza danych nie pozwoli na dokładne określenie kształtu/wyglądu pierwotnego śladu krwi, jednakże pomoże biegłemu w ocenie, w jak znaczący sposób zmienia się wygląd krwawej plamy na badanym podłożu.

Przedstawione doświadczenia potwierdzają fakt, iż w przypadku zabezpieczania śladów krwi na podłożach chłonnych należy zachować szczególną ostrożność. Szalenie ważne jest, aby w przypadku zabezpieczania śladów krwi na różnego rodzaju tkaninach od razu wykonać bardzo dokładną dokumentację fotograficzną stanu zastanego, co pozwoli na przynajmniej częściowe wyeliminowanie z właściwej analizy śladów wtórnych powstałych w trakcie pakowania i transportu szczególnie wilgotnych tkanin.

Przeprowadzone doświadczenia finansowane były ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu nr DOBR/0006/R/ID1/2012/03 pt. „Rekonstrukcja przebiegu zdarzenia na podstawie wyglądu śladów krwawych”. Autorzy publikacji składają serdeczne podziękowania dla biegłej z Zakładu Chemii

CLKP, podinsp. Katarzyny Razarenkow, za pomoc przy utrwalaniu obrazów tkanin z wykorzystaniem mikroskopów: stereoskopowego (OLYMPUS, model SZX12) i badawczego (OLYMPUS, model AX70).

Źródła rycin i tabel: autorzy

Bibliografia

1. Holbrook M., *Evaluation of Blood Deposition on Fabric: Distinguishing Spatter and Transfer Stain*, "Journal of Bloodstain Pattern Analysis" – The Official Publication of the IAPBA, vol. 26, Nr 1, March 2010.
2. Wonder A. Y., *Blood Dynamics*, Academic Press, 2001.
3. Źródło: <http://www.iabpa.org>.
4. Źródło: <http://hanex.siedziba.pl/material.htm>.

Projekt nr DOBR/0006/R/ID1/2012/03 pt. „Rekonstrukcja przebiegu zdarzenia na podstawie wyglądu śladów krwawych” sfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach konkursu nr 3/2012 na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa.



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju