

ANNA KUŁAK

**Katedra Materiałoznawstwa, Towaroznawstwa
i Metrologii Włókienniczej Politechniki Łódzkiej**

BADANIA WŁÓKIEN I TEKSTYLIÓW W ASPEKCIE ICH WŁAŚCIWOŚCI ALERGENNYCH

Promotor: **prof. dr hab. inż. Barbara Lipp-Symonowicz**

Recenzenci: **prof. dr hab. inż. Izabella Krucińska**
prof. dr hab. n. med. Marek Kowalski

Prace badawcze poprowadzono w kierunku analizy uwarunkowań oddziaływania alergennego tekstyliów. Uwagę skoncentrowano na poznaniu przyczyn nadwrażliwości kontaktowej, wywołanej przez włókna i tekstylia, w aspekcie wpływu budowy chemicznej tworzywa włóknotwórczego oraz wpływu budowy morfologicznej i makroskopowej – jako czynnika mechanicznego podrażnienia skóry.

Przedmiotem badań były naturalne włókna białkowe: włókna wełny i włókna z jedwabiu naturalnego oraz włókna syntetyczne – włókna poliakrylonitrylowe, stanowiące substytut włókna wełny w wyrobach włókienniczych oraz włókna poliamidowe – jako substytut włókien jedwabiu naturalnego.

Alergenne oddziaływanie włókien i tekstyliów analizowano również w aspekcie ewentualnych zmian budowy tworzywa włóknotwórczego badanych włókien oraz charakteru ich powierzchni pod wpływem działania czynników zewnętrznych. W badaniach uwzględniono takie czynniki, jak wydzielinę organizmu ludzkiego zwanego tłuszczopotem, w tym pot kwaśny, alkaliczny, łój skórny oraz oddziaływanie promieniowania słonecznego (promieniowanie UV), ciepła i wilgoci.

W badaniach uwzględniono również możliwość oddziaływania alergennego tekstyliów, jako podłoża korzystnego dla rozwoju roztoczy kurzu domowego.

Nadwrażliwość kontaktową skóry, wywołaną przez włókna i tekstylia oceniono na podstawie dermatologicznego testu działania drażniącego – przy bezpośrednim kontakcie włókien i tekstyliów ze skórą pacjenta oraz immunoenzymatycznej metody ELISA – oznaczenia stężenia antygeny Der p1, w wyciągach z kurzu pobranego z włókien i tekstyliów.

1. WPROWADZENIE

Pierwsze przypadki uczuleń wywołanych przez tekstylia zostały zaobserwowane w 1868 r. [1]. W latach 50. ubiegłego stulecia zwrócono uwagę w literaturze światowej na niekorzystne reakcje skórne, wywołane przez elementy odzieży takie jak rajstopy nylonowe [1,2]. Stwierdzono [1], że reakcja alergiczna została wywołana przez komponent budowy cząsteczek barwników dyspersyjnych, którą jest p-fenylenodiamina oznaczana symbolem PPD. W zakresie alergii kontaktowej wywołanej przez barwniki, p-fenylenodiamina stanowi główny alergen. Wśród badanych pacjentów około 20% jest na nią uczulonych. Proces reakcji alergicznej jest zintensyfikowany zwiększoną migracją cząsteczek barwnika w środowisku wilgotnym [1,3].

Według Klaschka [2] problem alergii odniesiony do tekstyliów dotyczy w większości przypadków alergii na substancje chemiczne, używane w procesach wykończalniczych tekstyliów, których zestawienie obejmuje 7000 nazw produktów [2], wśród których 2000 stanowią barwniki i pigmenty [2-13]. Autor wskazuje na reakcje alergiczne typu natychmiastowego lub opóźnionego, wywołane kontaktem z użytymi środkami wykończalniczymi, bądź pomocniczymi stosowanymi w procesach chemicznej obróbki włókna.

Jednym z głównych środków, wywołujących odczyny alergiczne na skórze był formaldehyd, stosowany zarówno przy wytwarzaniu włókien chemicznych [5-14], jak i w wykończeniu tkanin z włókien naturalnych.

Na przełomie lat 80. i 90. XX wieku nastąpił znaczny wzrost zainteresowania problematyką oddziaływania alergennego tekstyliów [1-2]. Prowadzono badania w kierunku niekorzystnych reakcji skóry, wywołanych bezpośrednim kontaktem z włóknami i tekstyliami, a w szczególności kontaktem z naturalnymi włóknami białkowymi. Sformułowano przypuszczenie, że oddziaływania alergiczne spowodowane są, w przypadku włókna wełny, chemicznym podrażnieniem skóry [2,15], a w przypadku jedwabiu naturalnego zaobserwowano nadwrażliwość skóry na serycynę (reakcja I typu).

Stworzono listę alergenów (*Industries and Asthmagens Associated with Work – Related Asthma*) [16], pochodzących ze wszystkich gałęzi przemysłowych, wywołujących choroby astmatyczne oraz irytację skóry. Wśród wszystkich alergenów wyróżniono „włókna naturalne i serycynę” jako alergeny występujące w przemyśle włókienniczym.

Z punktu widzenia dermatologicznego wyróżnia się szczególne miejsca występowania objawów uczuleń na ciele człowieka, powstające w obszarach styku z odzieżą, do których należą: czoło, szyja, pachy, zgięcia w łokciach i kolanach, przednia i tylna część ud oraz stopy. Efekty typu świąd czy egzema występują zwykle w czasie bezpośredniego kontaktu odzieży ze skórą np. w czasie użytkowania skarpet, streczowych rajstop, „legginsów”, halek, bluzek wykonanych szczególnie z materiałów syntetycznych oraz kontaktu z materiałami podszew-

kowymi [1, 17]. Literatura podaje również przypadki uczuleń na stroje kąpielowe, które wywołują fototoksyczną łuszczycę. W wyniku oddziaływania promieniowania UV światła słonecznego dochodzi do intensyfikowania fotochemicznych reakcji skórnych.

Występowanie częstych objawów alergii, nasilone w ostatnich latach, jest przyczyną wielu uporczywych dolegliwości i schorzeń [18-21]. Duże znaczenie ma atopowe zapalenie skóry [22], które jest przewlekłą i nawrotową dermatozą o podłożu zapalnym, należąca do grupy chorób atopowych. Choroba ta występuje obecnie u około 12% populacji, a w zależności od obszaru geograficznego naszego kontynentu odsetek ten waha się od 9 do 24%.

Istotną rolę w poznaniu problemu alergii kontaktowej odgrywa scharakteryzowanie mechanizmów wywołujących niepożądane efekty skórne [2], do których należą:

- fizyczna irreakcja (uczucie pieczenia i świądu) w wyniku tarcia i nacisku – dotyczy odzieży zawodowej lub ochronnej;
- chemiczno-toksyczne podrażnienie;
- intolerancja skóry tzw. „pseudo-alergia” (Ekzeme mikrobiellen);
- reakcja alergiczna – nadwrażliwość organizmu (atopowe zapalenie skóry).

2. ALERGIA JAKO ZAGADNIENIE ODPOWIEDZI UKŁADU IMMUNOLOGICZNEGO ORGANIZMU

Alergia oznacza zmienioną i nadmierną odpowiedź układu immunologicznego na kontakt z czynnikami środowiskowymi, alergenami [22]. Skutkiem reakcji alergicznej może być uszkodzenie tkanek, objawiające się przejściowymi lub długotrwałymi zaburzeniami anatomicznymi i funkcjonalnymi budowy i funkcji narządu objętego reakcją, lub całego organizmu.

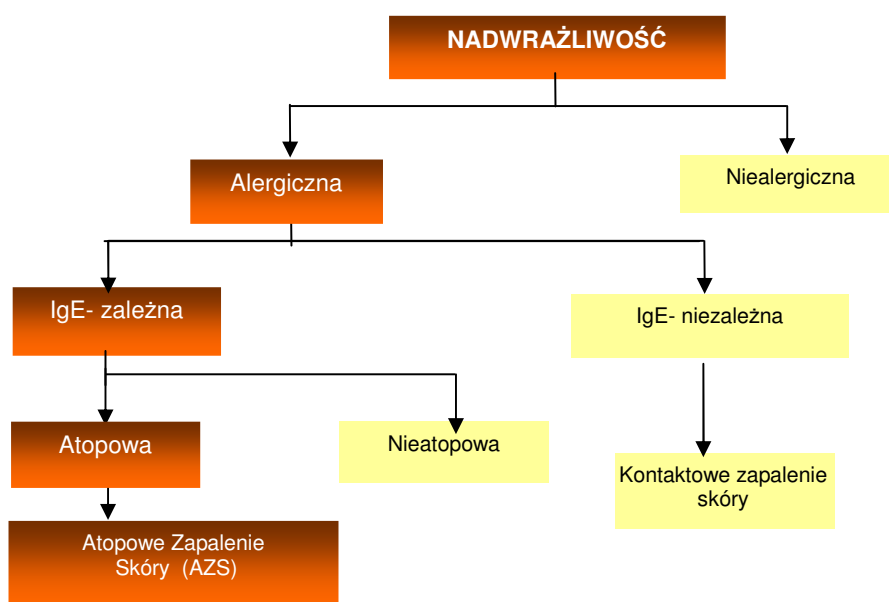
Odpowiedź immunologiczna jest odpowiedzią odpornościową, podczas której zachodzi proces obrony organizmu przed inwazją obcych substancji. Obrona przejawia się rozpoznaniem antygeny, ich neutralizacją, lub eliminacją [22].

Zagrożenie może pochodzić ze strony:

- mikroorganizmów – wirusów, bakterii, grzybów, pasożytów;
- egzogennych cząsteczek organicznych np. enzymów, pyłków;
- egzogennych cząsteczek nieorganicznych np. leków;
- czynników endogennych – komórek własnych zmienionych nowotworowo, lub zakażonych wirusem.

Rozpoznanie antygeny (mikroorganizmu) przez układ immunologiczny w warunkach prawidłowych prowadzić powinno do jego eliminacji, a cały proces nie powinien powodować ujemnych skutków dla organizmu. Jednakże w określonych sytuacjach reakcja immunologiczna skierowana zostaje przeciw tkankom własnego organizmu, czego wynikiem jest ich uszkodzenie i często zapoczątko-

wanie przewlekłego procesu chorobowego. Tego typu zjawiska, prowadzące do uszkodzenia tkanek organizmu, określa się mianem nadwrażliwości (rys. 1). Wyróżnia się cztery typy reakcji nadwrażliwości (tab. 1), w zależności od udziału w nich poszczególnych elementów układu immunologicznego [23]. Pierwsze trzy typy dotyczą reakcji humoralnych, w których antygen stymuluje produkcję swoistych przeciwciał, a typ czwarty jest reakcją komórkową, w której antygen rozpoznawany jest przez uczulone limfocyty T. Układ immunologiczny odpowiada na antygen kompleksowo z udziałem wielu elementów, choć nie wszystkie są zaangażowane w danym momencie reakcji, co powoduje, że w wielu chorobach uczestniczy więcej niż jeden mechanizm nadwrażliwości. Z punktu widzenia założonych w pracy badań istotne jest rozważenie nadwrażliwości typu I i IV.



Rys. 1. Podział nadwrażliwości zgodny z postanowieniem EAACI z 2001 r. [24]

W procesie eliminacji antygenów biorą również udział mechanizmy nieswoiste – zarówno humoralne (dopełniacz), jak i komórkowe (fagocytoza). Udział tych mechanizmów w procesie eliminacji obcych antygenów jest związany z rozwojem zapalenia.

Tabela 1. Mechanizmy nadwrażliwości i ich udział w immunopatologii chorób podział według Gella i Coombsa [25]

TYP REAKCJI NADWRAŻLIWOŚCI	MECHANIZMY	CHOROBY I ZESPOŁY CHOROBOWE
Typ I (natychmiastowy, anafilaktyczny)	Swoiste przeciwciała IgE Aktywacja komórek tucznych Udział eozynofili	Alergie atopowe (astma oskrzelowa, alergiczny nieżyt nosa, alergiczne zapalenie spojówek, atopowe zapalenie skóry) Pokrzywki Analifilaksja
Typ II (cytotoksyczny)	Przeciwciała IgG, IgM obecne na komórkach Pobudzenie dopełniacza Cytotoksyczność limfocytów, NK	Reakcje potransfuzyjne Choroba hemolityczna noworodków Anemia hemolityczna Cyloopenie polekowe (anemia, leukopenia, trombocytopenia) Choroby autoimmunologiczne – miastenia – zespół Goodpasture'a – pęcherzyca
Typ III (kompleksów immunologicznych)	Przeciwciała IgG tworzące kompleksy immunologiczne Pobudzenie dopełniacza	Choroba posurowicza Alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych (Płuco farmera) Choroby autoimmunologiczne – kłębuszkowe zapalenia nerek – toczень układowy – zapalenia naczyń – RZS
Typ IV (opóźniony)	Swoiste limfocyty CD4+ (Th1) Cytokiny, makrofagi, bazofile Tworzenie ziarniaków	Alergia kontaktowa Reakcje odczucia przeszczepu Gruźlica Trąd

Typ I – nadwrażliwość natychmiastowa (anafilaktyczna)

Ten typ nadwrażliwości charakteryzuje reakcja alergiczna występująca natychmiast po kontakcie z antygenem, określanym mianem alergenem.

Kliniczne objawy nadwrażliwości typu I, na pospolite alergeny środowiskowe to: alergiczny nieżyt nosa i spojówek, astma, pokrzywka i alergia pokarmowa. Występują one zazwyczaj u osób z predyspozycją genetyczną, w postaci bąblowo-rumieniowych odczynów skórnych. Przy nadwrażliwości natychmiastowej bierze udział immunoglobulina IgE, a reakcje nadwrażliwości typu I są wynikiem pobudzeń przez alergen komórek tucznych opłaszczonych przeciwciałami IgE.

Typ IV – nadwrażliwość opóźniona

Reakcje nadwrażliwości typu IV (opóźnione) stwierdzane są po kilkunastu godzinach, osiągają maksimum w ciągu 24-48 godzinach i obejmują reakcje immunologiczne typu komórkowego z udziałem limfocytów T oraz komórek dendrytycznych, makrofagów i wydzielanych cytokin, które wywołują zmiany zapalne po kontakcie z alergenem. Wyodrębniono trzy odmiany reakcji nadwrażliwości typu IV (tab. 2).

Nadwrażliwość kontaktowa i nadwrażliwość typu tuberkulinowego, występuje w ciągu 72 godzin po wywołującej dawce antygeny. Reakcje nadwrażliwości ziarniniakowej rozwijają się przez okres 21-28 dni: ziarniniaki tworzą się przez nagromadzenie i proliferację makrofagów, i mogą utrzymywać się przez kilka tygodni- jest to najważniejszy rodzaj nadwrażliwości typu IV. Po pojedynczej, wywołującej efekt dawce antygeny może występować więcej niż jeden typ reakcji, które mogą nakładać się na siebie.

Tabela 2. Odmiany nadwrażliwości opóźnionej [26]

REAKCJA OPÓŹNIONA	MAKSYMALNY CZAS REAKCJI
kontaktowa	48-72 godziny
tuberkulinowa	48-72 godziny
ziarniniakowa	21-28 dni

Nadwrażliwość kontaktową charakteryzuje reakcja wypryskowa w miejscu kontaktu z alergenem. Często jest widoczna w następstwie kontaktu z czynnikami, takimi jak: nikiel, chromiany, kosmetyki, leki stosowane w maściach, i okładach, przyspieszacz wulkanizacji i pentadekan katechiny (stwierdzany w truciźnie bluszczu). Aktywne immunologicznie czynniki wymienione powyżej są nazywane haptunami.

3. CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy było poznanie przyczyn nadwrażliwości kontaktowej, wywołanej przez włókna i tekstylia, w oparciu o badania:

- wpływu budowy chemicznej tworzywa włóknotwórczego w aspekcie oddziaływania alergennego ze względu na specyfikę budowy chemicznej, oddziaływania związanego z procesem możliwej przebudowy tworzywa włókna, tzw. „starzeniem” pod wpływem warunków użytkowania oraz jako czynnika sprzyjającego rozwojowi roztoczy,
- wpływu budowy morfologicznej i makroskopowej – jako czynnika mechanicznego podrażnienia skóry.

Założono następujące kierunki badań:

- A – Analizę zmian budowy tworzywa włóknotwórczego pod wpływem czynników zewnętrznych – promieniowania słonecznego, działania ciepła, działania wilgoci oraz oddziaływania wydzieliny skóry – w postaci potu i specyficznych substancji tłuszczowych.
- B – Analizę stopnia podrażnienia skóry w wyniku mechanicznego oddziaływania powierzchni włókien o różnym stopniu gładkości powierzchni.

4. CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁU BADAWCZEGO

Przedmiotem badań były naturalne włókna białkowe: **włókna wełny** i **włókna z jedwabiu naturalnego** oraz włókna syntetyczne – **włókna poliakrylonitrylowe**, stanowiące substytut włókna wełny w wyrobach włókienniczych oraz **włókna poliamidowe** (substytut włókien jedwabiu naturalnego), używane w wyrobach bezpośrednio kontaktujących się ze skórą użytkownika (rajstopy, skarpety, bielizna).

Badane próby włókna wełny to – prane włókna w stanie luźnym oraz tkanina wełniana, utworzona w 100% z włókien wełny. Włókno i tkaninę poddano wstępnie procesowi prania w celu usunięcia tłuszczopotu i nie zastosowano żadnych obróbek wykończalniczych. Zarówno włókna jak i tkanina są pochodzenia krajowego z gatunku owiec górskich, których producentem jest firma „East West Spinning” Sp. z o.o. z Łodzi.

Ze względu na założoną w badaniach analizę wpływu budowy powierzchniowej włókien, dobrano włókna zróżnicowane pod względem gładkości powierzchni, o grubości 19,5 mm oraz 25,8 mm.

Biorąc pod uwagę fakt, możliwości niecałkowitego usunięcia z włókien PAN rozpuszczalników polimeru oraz substancji stosowanych w kąpielach koagulacyjnych, wynikających z różnic technologicznych wytwarzania włókien [91], wybrano do badań dwa rodzaje włókien poliakrylonitrylowych, wytworzonych metodą rodankową (Courtoolds), firmy „Polimir” z Białorusi oraz firmy z Ukrainy. Włókna o następujących nazwach handlowych zróżnicowane były pod względem stopnia połysku:

- Nitron – włókno błysk i półmat (3,3 dtex/110 ktex),
- Bulana – włókno półmat (3,4 dtex/108 ktex).

Wymienione włókna poliakrylonitrylowe są stosowane przez Przędzalnię Czesankową „Polanil” w Łodzi, do wytworzenia przędz akrylowych – dziewiarskich i tkackich.

W przypadku włókien poliamidowych do badań zastosowano ciągłe włókna z poliamidu 6, o wysokim połysku, w postaci multifilamentu o grubości 78 dtex i liczbie filamentów f18, który jest stosowany przez firmę „Martis” z Aleksandrowa Łódzkiego do typowych wyrobów pończosznico-bieliznianych i podszewkowych.

Symulacja czynników zewnętrznych oddziałujących na badane włókna w warunkach użytkowania tekstyliów z nich wykonanych, w aspekcie oddziaływania alergennego

Celem badań była analiza ewentualnych zmian budowy tworzywa włóknotwórczego badanych włókien oraz powierzchni włókien pod wpływem działania czynników zewnętrznych oraz ocena ich wpływu na skórę ludzką, w aspekcie oddziaływania alergennego. Dobór czynników zewnętrznych do badań, został dokonany na podstawie oceny mikroklimatu powstającego w trakcie użytkowania odzieży, przy jej bezpośrednim kontakcie ze skórą ludzką.

W badaniach uwzględniono oddziaływanie wydzieliny organizmu ludzkiego zwanego tłuszczopotem na włókna i tekstylia, w tym potu kwaśnego, alkalicznego oraz łju skórniego.

W zakresie bilansu cieplnego wynikającego z kontaktu skóry z odzieżą oceniano wpływ wydzielonego ciepła i wilgoci na przebudowę chemiczną tworzywa włóknotwórczego.

Kolejnym czynnikiem wywołującym negatywne efekty we włóknach i w skórze ludzkiej jest działanie promieniowania słonecznego. Zawarte w nim promieniowanie UV może powodować częściowe uszkodzenia włókien, szczególnie warstw powierzchniowych, jak również niekorzystną przebudowę tworzywa włóknotwórczego [27-29].

5. METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w kierunku analizy uwarunkowań oddziaływania alergennego tekstyliów i rozpatrzono w zakresie:

- **budowy tworzywa włóknotwórczego** w aspekcie jego negatywnego oddziaływania na skórę, ze względu na specyfikę budowy chemicznej, oddziaływania związanego z procesem przebudowy tworzywa włókna tzw. „starzeniem”, pod wpływem różnych czynników oraz jako podłoża sprzyjającego rozwojowi roztoczy;
- **specyfiki budowy morfologicznej i makroskopowej** – jako czynnika mechanicznego podrażnienia skóry.

W pracy zastosowano instrumentalne metody wykorzystywane w Fizyce Włókna w zakresie oceny zmian budowy cząsteczkowej włókna, jak i zmian charakterystyki jego powierzchni:

- metodę spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni – w celu oceny charakteru przebudowy tworzywa włóknotwórczego pod wpływem działania czynników zewnętrznych, tj.: promieniowania słonecznego, działania ciepła i wilgoci, wydzieliny skóry – potu i łju skórniego;
- metodę scanningowej mikroskopii elektronowej i optycznej – przedstawiającej charakterystykę budowy powierzchni włókna.

W kolejnym etapie prac doświadczalnych zbadano nadwrażliwość kontaktową wywołaną przez włókna i tekstylia, i oceniono ją na podstawie metod medycznych:

- dermatologicznej oceny działania drażniącego przy kontakcie włókien i tekstyliów, ze skórą pacjentów,
- immunoenzymatycznej metody ELISA, dla oznaczenia stężenia antygeny Der p1, w wyciągach z kurzu pobranego z włókien i tekstyliów.

Ocena podrażnienia skóry została przeprowadzona zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Grupy Badającej Wyprysk Kontaktowy ICDRG [30-32]. Metoda ta została wybrana ze względu na bezpośredni charakter kontaktu tekstyliów ze skórą. Ocena podrażnienia skóry jest dokonywana zgodnie z normą PN-EN ISO 10993-10:2003 (U) *Biologiczna ocena wyrobów medycznych – część 10: Badania działania drażniącego i uczulającego* [33]. Badania przeprowadzono w warunkach bezpośredniego kontaktu z wyrobami włókienniczymi. Badania zrealizowano w Pracowni Dermatologicznej Ośrodka Alergii Zawodowej i Zdrowia Środowiskowego IMP w Łodzi.

Badanie stężenia antygenów Der p1 przeprowadzono na próbkach włókien i tekstyliów, poddanych działaniu czynników zewnętrznych, tj.: promieniowania słonecznego, wydzieliny skóry – potu, specyficznych substancji tłuszczowych oraz działaniu ciepła i wilgoci oraz próbkach poddanych modyfikacji powierzchniowej włókien polimerem bioaktywnym. Materiał kontrolny stanowiła surowa tkanina bawełniana.

Badanie stężenia antygenów roztoczy kurzu domowego na próbkach włókien i tekstyliów przeprowadzono w trzech rodzajach budynków mieszkalnych [34]:

- w wielorodzinnym budynku mieszkalnym o technologii tradycyjnej,
- w jednorodzinym budynku mieszkalnym o technologii tradycyjnej,
- w wielorodzinnym budynku mieszkalnym o technologii wielkiej płyty.

Badania przebiegały w następujących dwóch etapach:

- I. Badane próbki o masie od 1 do 3 g umieszczono między prześcieradłem a materacem, i poddano ekspozycji na okres dwóch miesięcy, w celu rozwoju roztoczy kurzu domowego w warunkach naturalnych.
- II. Na próbki z badanych włókien i tekstyliów o masie od 1-3 g naniesiono kurz, następnie próby poddano ważeniu i ekspozycji na czas jednego miesiąca.

Oceny stężenia antygenów Der p1 w wyciągach kurzu, pobranych z próbek dokonano w Klinice Immunologii, Reumatologii i Alergii na Uniwersytecie Medycznym w Łodzi.

6. OMÓWIENIE I INTERPRETACJA WYNIKÓW BADAŃ

Analiza zmian budowy włókien pod wpływem działania czynników zewnętrznych, w aspekcie nasilania reakcji podrażnień skóry

W analizie zmian budowy cząsteczkowej badanych włókien, pod wpływem działania wytypowanych czynników zewnętrznych, występujących w warunkach użytkowania wyrobów z tych włókien, przyjęto jako podstawę do tej analizy charakterystyczne grupy chemiczne poszczególnych tworzyw włóknotwórczych, występujące zarówno w trzonie łańcucha makrocząsteczki, jak i w jej podstawnikach bocznych.

Mając na uwadze fakt, zróżnicowanej budowy powierzchni włókien i różnego oddziaływania wybranych czynników zewnętrznych na poszczególne rodzaje włókien, jak również ze względu na bezpośredni kontakt powierzchni włókien ze skórą, jako technikę badań spektroskopowych IR, wybrano technikę badań odbiciowych (ATR).

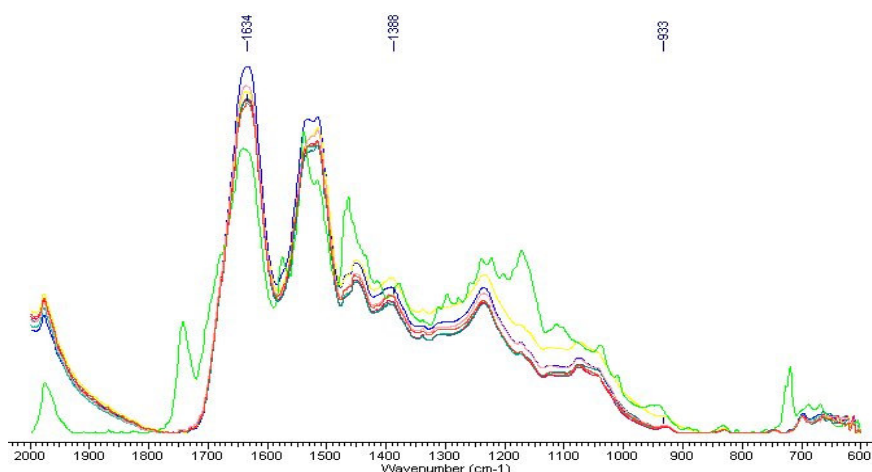
Dla wybranych rodzajów włókien, uwzględniając fakt objętościowego oddziaływania na nie zastosowanych czynników, przeprowadzono badania spektroskopowe IR techniką prześwietleniową, odzwierciedlającą zmiany ich budowy cząsteczkowej w ujęciu globalnym tj. warstw powierzchniowych włókien oraz w całej objętości tworzywa, przyjmując wybrane w technice odbiciowej pasma absorbcyjne, skorelowane z charakterystycznymi dla danego tworzywa grupami.

Analiza zmian budowy cząsteczkowej warstwy powierzchniowej włókien techniką ATR

Budowa cząsteczkowa warstwy powierzchniowej włókien wełny i jej zmiany pod wpływem zastosowanych czynników zewnętrznych

Wyniki badań trzech rodzajów włókna wełny – różniących się grubością, wskazują na wyraźnie różną budowę cząsteczkową ich warstwy powierzchniowej. Włókna cieńsze o grubości 15,5 μm oraz o grubości 19,5 μm , wykazują zbliżoną budowę, co wynika z porównywalnych wartości absorpcji pasm absorbcyjnych skorelowanych z ugrupowaniem peptydowym, charakterystycznym dla tworzywa keratynowego.

Znacznie niższa wartość absorpcji pasma skorelowanego z ugrupowaniem peptydowym dla włókna o większej grubości (25,5 μm) wskazuje na mniejszy udział w jego warstwie powierzchniowej keratyny. Jak należy sądzić, wynika to z bardziej rozbudowanej warstwy kutikuli (większe i grube łuski), w których budowie uczestniczą poza keratyną w większej ilości inne substancje chemiczne np. lipidy.



Legenda	
■	Włókno wyjściowe
■	Włókno i pot kwaśny
■	Włókno i pot alkaliczny
■	Włókno i Temp. 37,5 i wilgotność 25%
■	Włókno i Temp. 37,5 i wilgotność 65%
■	Włókno i łój skórny
■	Włókno i promieniowanie UV 2sezony

Rys. 2. Widma absorpcyjne skorygowane włókien wełny pod wpływem działania czynników zewnętrznych

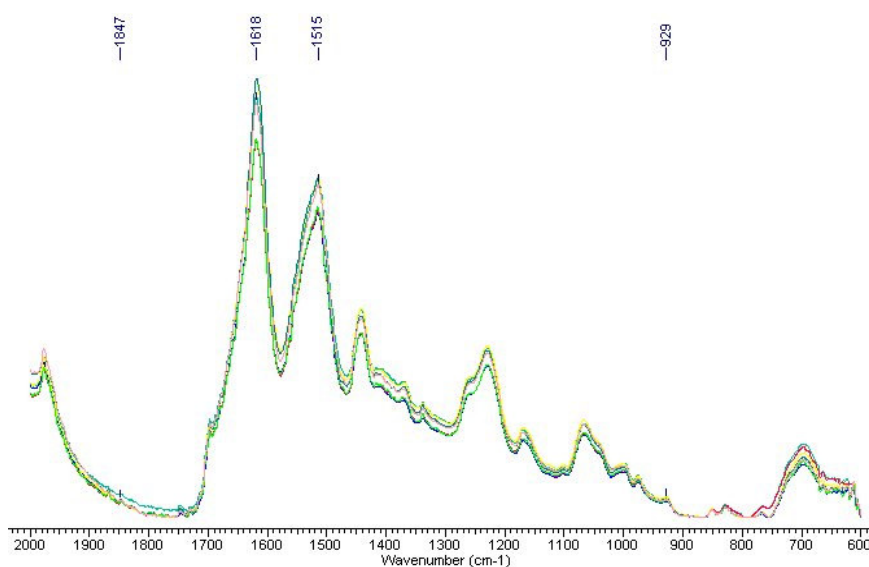
Wpływ zastosowanych czynników zewnętrznych ujawnia się w minimalnym stopniu w depolimeryzacji keratyny, na co wskazuje małe zróżnicowanie wartości A w stosunku do wartości absorbancji pasma absorpcyjnego ugrupowania –CO-NH- włókna wyjściowego. Najsilniejsze oddziaływanie w kierunku zmian budowy cząsteczkowej tworzywa keratyny wykazuje pot kwaśny oraz ciepło przy wilgotności względnej powietrza 65%.

W przypadku włókien cieńszych, wymienionym zmianom obniżenia wartości absorbancji pasma absorpcyjnego skorelowanego z ugrupowaniem peptydowym, nie zawsze towarzyszy zwiększenie ilości grup: -COOH i NH_2 . Można zatem sądzić, że proces przebudowy molekularnej jest bardziej złożony i dotyczy przede wszystkim grup występujących w podstawnikach reszt α -aminokwasów o charakterze kwasowym i zasadowym, wynikającym prawdopodobnie ze zmiany ich stanu energetycznego jako rezultatu zmian oddziaływań międzycząsteczkowych w wyniku np. rozpadu lub tworzenia się nowych wiązań międzycząsteczkowych, jak również towarzyszących im przemian konformacyjnych, a nawet ich stanu elektrycznego (zmiana zakresu punktu izoelektrycznego).

W przypadku włókien grubych, przy niewielkim wzroście liczby grup $-NH-CO-$, na co wskazuje zwiększenie intensywności odpowiadającego im pasma absorpcyjnego (zwiększenie wartości A), następuje wyraźne zwiększenie ilości grup o charakterze kwasowym i zasadowym.

Niemożliwość dokonania jednoznacznej interpretacji zmian budowy cząsteczkowej badanych włókien wełny, upoważnia jednak do wyprowadzenia wniosku, że zmiany te mają miejsce. Można zatem sądzić, że bez względu na ich charakter mogą mieć one wpływ na efekt oddziaływania włókna na skórę, ze względu np. na zmianę zakresu charakterystycznego dla włókien polipeptydowych punktu izoelektrycznego, a więc pojawienie się określonego mniej lub bardziej korzystnego oddziaływania, wynikającego z amfoteryczności keratyny.

Budowa cząsteczkowa warstwy powierzchniowej włókien jedwabiu naturalnego i jej zmiany pod wpływem zastosowanych czynników zewnętrznych



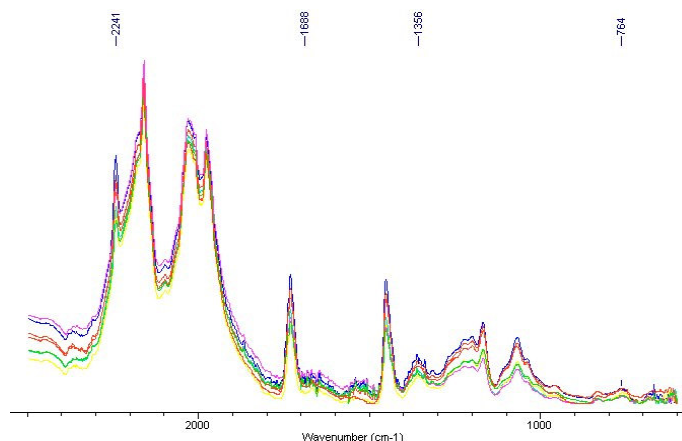
Legenda	
	Włókno wyjściowe
	Włókno i pot kwaśny
	Włókno i pot alkaliczny
	Włókno i Temp. 37,5 i wilgotność 25%
	Włókno i Temp. 37,5 i wilgotność 65%
	Włókno i łój skórny
	Włókno i promieniowanie UV 2sezony

Rys. 3. Widma absorpcyjne skorygowane włókien jedwabiu naturalnego pod wpływem działania czynników zewnętrznych

Małe różnice w wartościach absorbancji pasm absorpcyjnych, skorelowanych z ugrupowaniem $-CO.NH-$, wskazuje na słabe oddziaływanie zastosowanych czynników zewnętrznych na proces depolimeryzacji tworzywa fibroinowego. Wyraźne oddziaływanie zastosowanych czynników dotyczy wiązań międzycząsteczkowych, co przejawia się szczególnie dużym wzrostem obecności grup o charakterze kwasowym. Towarzyszy temu silnie zróżnicowane, w zależności od działającego czynnika, zwiększenie ilości grup o charakterze zasadowym (grup aminowych), co potwierdzają wartości absorbancji pasm absorpcyjnych skorelowanych z tymi grupami (1630 cm^{-1} i 1861 cm^{-1}).

Ze względu jednak na małą zawartość w tworzywie fibroiny reszt α -aminokwasów zasadowych, lepiej relacje zmian pod wpływem zastosowanych czynników wydaje się odzwierciedlać pasmo absorpcyjne, występuje przy wartości liczby falowej 1861 cm^{-1} .

Budowa cząsteczkowa warstwy powierzchniowej włókien poliakrylonitrylowych i jej zmiany pod wpływem zastosowanych czynników zewnętrznych



Legenda	
■	Włókno wyjściowe
■	Włókno i pot kwaśny
■	Włókno i pot alkaliczny
■	Włókno i Temp. 37,5 i wilgotność 25%
■	Włókno i Temp. 37,5 i wilgotność 65%
■	Włókno i łój skórny
■	Włókno i promieniowanie UV 2sezony

Rys. 4. Widma absorpcyjne skorygowane włókien poliakrylonitrylowych pod wpływem działania czynników zewnętrznych

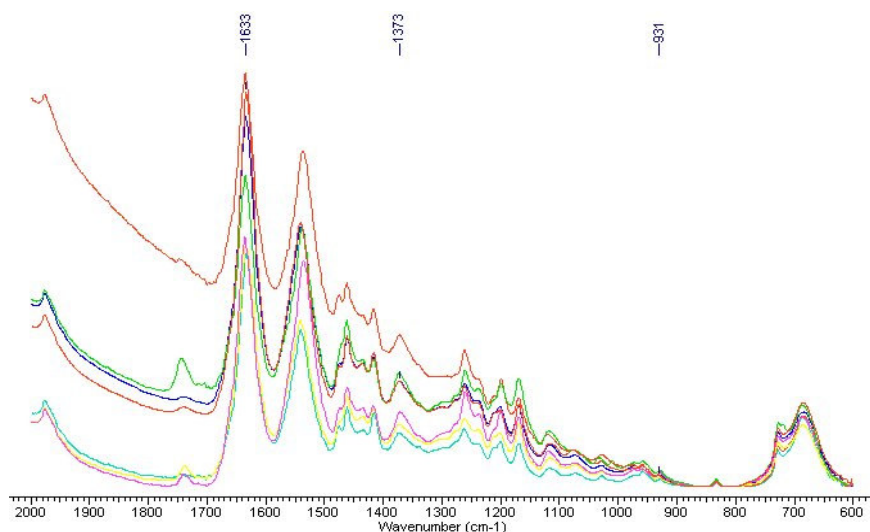
W przypadku badanych rodzajów włókien poliakrylonitrylowych zmiana budowy cząsteczkowej ich warstwy powierzchniowej, sprowadza się do rozpadu łańcuchów makrocząsteczek, na co wskazuje obniżenie wartości absorpcji pasma absorpcyjnego, występującego przy wartości liczby falowej 778 cm^{-1} .

Dalsza przebudowa tworzywa włókien dotyczy zmian ilościowych, związanych z obecnością grup chemicznych komonomerów oraz ogniw merowych akrylonitrylu. Pod wpływem zastosowanych czynników zaznacza się obniżenie ilości tych grup. Można przypuszczać, że następuje ich rozkład z wydzieleniem określonych produktów. Praktycznie dla wszystkich badanych włókien, kierunek zmian, a nawet ich zakres jest zbliżony.

Budowa cząsteczkowa warstwy powierzchniowej włókien poliamidowych i jej zmiany pod wpływem zastosowanych czynników zewnętrznych

Zmiany budowy warstwy powierzchniowej badanych włókien poliamidowych układają się w sposób odmienny w stosunku do pozostałych włókien. Przyjęte zasady interpretacji w przypadku tych włókien zawodzą, pomimo relatywnie nieskomplikowanej budowy chemicznej poliamidu. Ta odmienność zachowania się włókien poliamidowych pod wpływem zastosowanych czynników, jak należy sądzić, wynika z występowania i nakładania się na budowę cząsteczkową parametrów fizycznej mikrostruktury włókna, a szczególnie wysokiego stopnia krystalizowania jego tworzywa. Efekty oddziaływania będą różne w stosunku do znajdującego się w warstwie powierzchniowej włókna tworzywa amorficznego i krystalicznego. Obniżenie wartości absorpcji wszystkich badanych pasm absorpcyjnych w stosunku do A pasm włókna wyjściowego dla oddziaływania potu alkalicznego, można wiązać z silnym „trawieniem” przez pot alkaliczny tworzywa amorficznego warstwy powierzchniowej.

Pot kwaśny, wykazujący działanie spęczniające tworzywo poliamidowe [35], będzie powodował przebudowę tworzywa krystalicznego w niekrystaliczne, uwalniając charakterystyczne ugrupowania z oddziaływań międzycząsteczkowych, co ujawni się we wzroście intensywności pasm skorelowanych z tymi grupami. Złożony mechanizm oddziaływania na przebudowę warstwy powierzchniowej włókien PA 6, dotyczy ciepła i wilgoci. Można tu przyjąć, że przy niższej wilgotności oddziaływanie sprowadza się do usuwania z powierzchni włókna frakcji niskocząsteczkowych tworzywa, a w zakresie wysokiej wilgotności dochodzi do przebudowy tworzywa krystalicznego, z uwalnianiem grup z oddziaływań międzycząsteczkowych.



Legenda	
■	Włókno wyjściowe
■	Włókno i pot kwaśny
■	Włókno i pot alkaliczny
■	Włókno i Temp. 37,5 i wilgotność 25%
■	Włókno i Temp. 37,5 i wilgotność 65%
■	Włókno i łój skórny
■	Włókno i promieniowanie UV 2sezony

Rys. 5. Widma absorpcyjne skorygowane włókien poliamidowych pod wpływem działania czynników zewnętrznych

Analiza zmian budowy włókien techniką prześwietleniową

Wyniki badań prześwietleniowych, przeprowadzone dla wybranych rodzajów włókien, potwierdzają zasadność interpretacji zmian budowy cząsteczkowej warstw powierzchniowych badanych włókien. Stwierdzone różnice w budowie i jej zmianach pod wpływem zastosowania czynników w przypadku włókien wełny o różnej grubości, wyraźnie wyrównują się, na co wskazują zbliżone dla tych włókien wartości absorbancji oraz kilkukrotny ich wzrost, ze względu na wyższe stężenie analizowanych grup w całej objętości włókien.

W przypadku pozostałych badanych techniką prześwietleniową włókien, tj. włókien poliakrylonitrylowych i poliamidowych, potwierdza się kierunek zmian budowy cząsteczkowej, sprowadzający się do nieznacznego skrócenia łańcuchów makrocząsteczek, przy dość znacznym obniżeniu stężenia, charakterystycznych podstawników, zwłaszcza w ogniwach merowych komonomerów.

Dla włókien poliamidowych zarysowuje się wyraźnie przebiegający proces skracania łańcuchów makrocząsteczek, na co wskazuje silne obniżenie wartości absorbancji pasma skorelowanego z wiązaniami peptydowymi, któremu towarzyszy zwiększenie ilości grup końcowych, zarówno $-COOH$, jak i $-NH_2$, co nie ujawnia się w sposób jednoznaczny, podczas badań zmian budowy cząsteczkowej warstwy powierzchniowej tych włókien, ze względu na wzmiankowaną specyfikę budowy nadcząsteczkowej tych włókien.

Elektrono-mikroskopowa analiza zmian budowy powierzchniowej włókien metodą skaningowej mikroskopii elektronowej SEM, w aspekcie nasilenia reakcji podrażnienia skóry

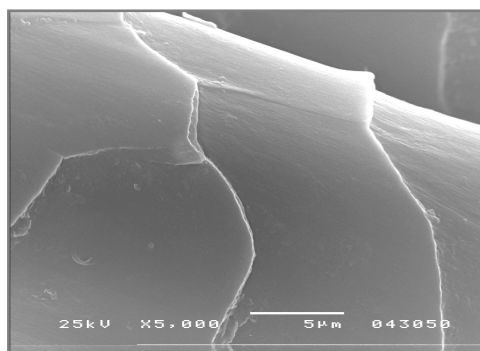
Analiza zmian budowy powierzchniowej włókien wełny pod wpływem działania czynników zewnętrznych.

Obrazy elektronomikroskopowe SEM powierzchni badanych włókien wełny, wskazują na wyraźne różnice w budowie ich powierzchni i efektach zmian tej budowy pod wpływem zastosowanych czynników.

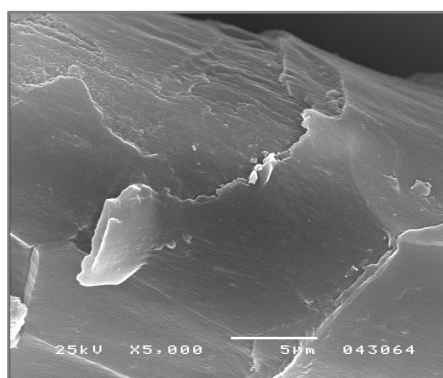
Dla włókien pochodzących z tkaniny (rys. 6), stan uszkodzenia powierzchni jest największy w przypadku działania na włókno potu alkalicznego oraz działania promieniowania UV. Obraz włókna poddanego działaniu łoju skórniego, wyraźnie odbiega od pozostałych, ze względu na zamaskowanie łuskowatej powierzchni włókna obecnością trudno usuwalnej powłoki tłuszczowej.

Włókno wełny o grubości 19,5 μm najmniejsze uszkodzenie powierzchni wykazuje w przypadku oddziaływania potu kwaśnego. Powierzchnia i obrzeża łusek są praktycznie niezmienione w stosunku do włókna wyjściowego o delikatnie zarysowanych łuskach o budowie pierścieniowej. W przypadku oddziaływania potu alkalicznego uszkodzenie powierzchni włókien jest znaczne i porównywalne z uszkodzeniem włókna pod wpływem działania ciepła i wilgoci.

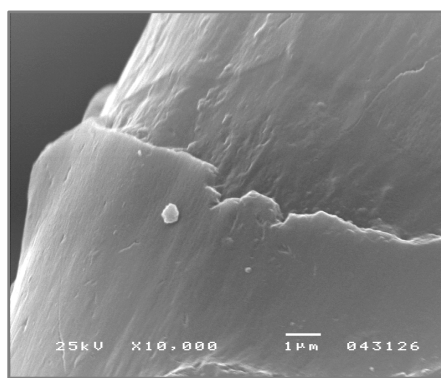
Włókno wełny o grubości 25,5 μm wykazuje silne uszkodzenie powierzchni pod wpływem działania potu alkalicznego, jak również w przypadku zastosowanych pozostałych czynników, szczególnie oddziaływania promieniowania UV. Najmniejsze uszkodzenie powierzchni włókna występuje dla oddziaływania sebum, które wyraźnie maskuje łuskowatą powierzchnię włókna, pokrywając ją cienką warstwą tłuszczu.



a)



b)

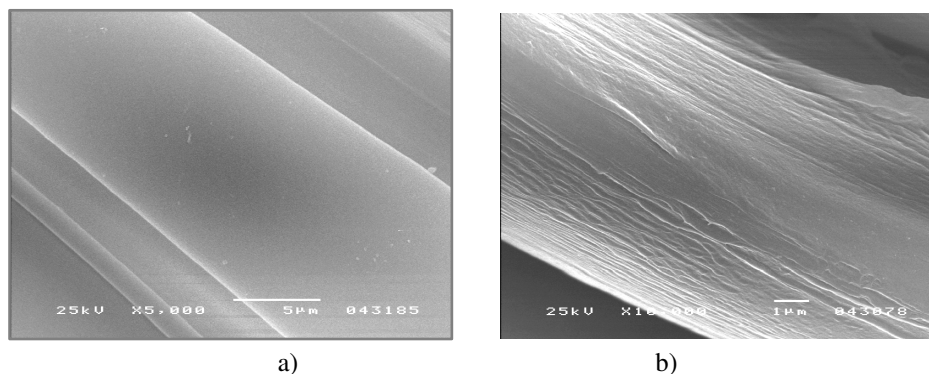


c)

Rys. 6. Obraz elektronomikroskopowy włókna z tkaniny wełnianej a) nie poddanej działaniu czynnika zewnętrznego, b) poddanej działaniu potu alkalicznego, c) poddanej działaniu promieniowaniu UV (2 sezony naświetlania).

Analiza zmian budowy powierzchniowej włókien jedwabiu naturalnego pod wpływem działania czynników zewnętrznych

Powierzchnia włókna wyjściowego, niepoddanego oddziaływaniu jakichkolwiek czynników, charakteryzuje się dużą gładkością, rys. 7. Poddanie włókna oddziaływaniu symulowanych warunków użytkowania prowadzi do zmiany charakteru powierzchni, na której występują wyraźnie zaznaczone wzłużne układy fibrylarne, szczególnie silnie zarysowane na powierzchni włókna poddanego oddziaływaniu promieniowania UV. Sebum, podobnie jak w przypadku włókien wełny, zabezpiecza powierzchnię włókna przed procesem powierzchniowej fibrylizacji.



Rys. 7. Obraz elektronomikroskopowy włókien z tkaniny jedwabnej: a) nie poddanej działaniu czynnika zewnętrznego, b) poddanej działaniu promieniowaniu UV (2 sezony naświetlania)

Analiza zmian budowy powierzchniowej włókien poliakrylonitrylowych pod wpływem działania czynników zewnętrznych

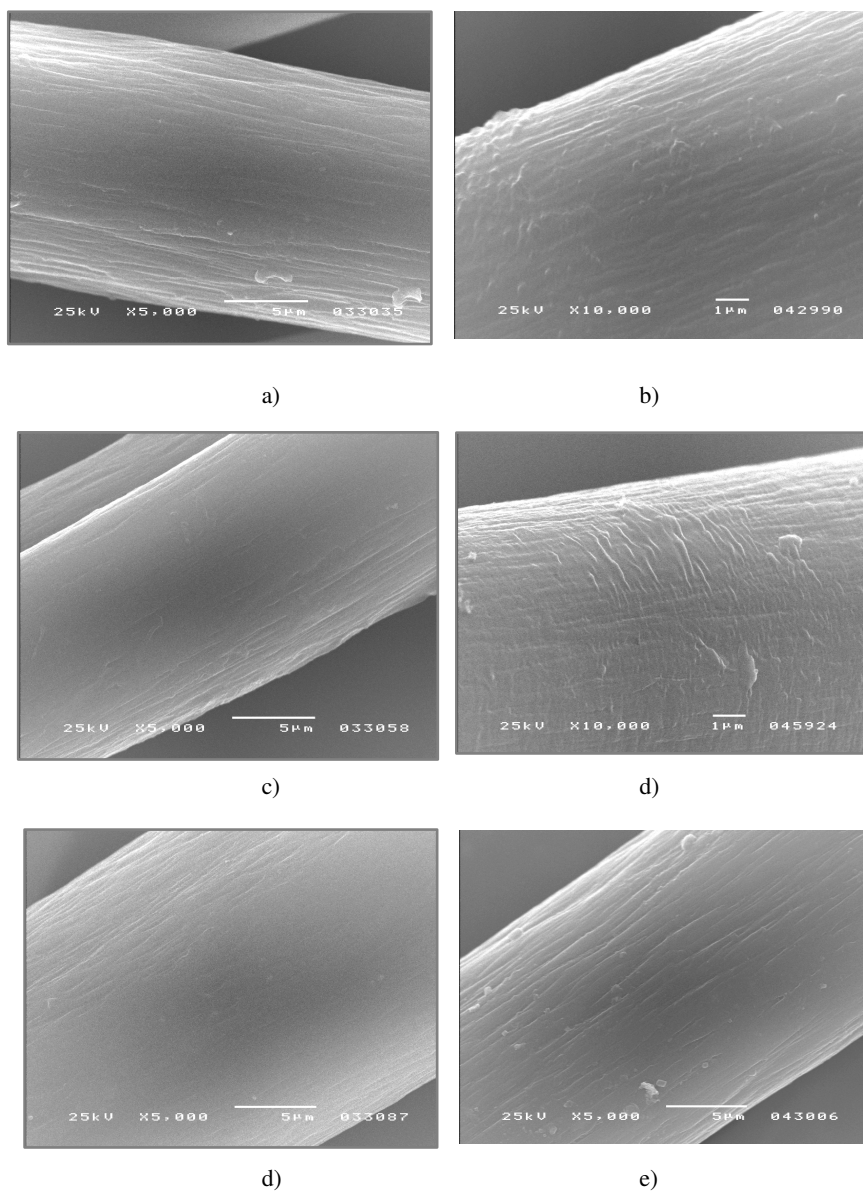
Obrazy elektronomikroskopowe badanych włókien PAN, zilustrowane na rysunku 7, wskazują na wyraźne różnice w ukształtowaniu ich powierzchni.

Włókno wyjściowe Nitron „półmat” charakteryzuje się powierzchnią z wyraźnie zarysowanym wzdłużnym układem fibryl, włókno Nitron „błysk” wykazuje powierzchnię o dużym stopniu gładkości, na powierzchni włókna Bulana można dostrzec wzdłużny układ fibrylarny, słabiej zarysowany niż w przypadku włókna Nitron „półmat”.

Oddziaływanie na włókna czynnikami, symulującymi warunki użytkowania, prowadzi do zmian charakteru ich powierzchni. W przypadku włókien Nitron „półmat” (rys. 8a,b) wyraźniej uwypukla się zarys struktury fibrylarniej praktycznie dla wszystkich oddziaływujących czynników (poza sebum), a oddziaływanie potu alkalicznego i kwaśnego odkrywa cząstki środka matującego, nasilając chropowatość powierzchni.

Obrazy powierzchni włókna Nitron „błysk” (rys. 8c,d), poddanego oddziaływaniu przyjętych w symulacji warunków użytkowania czynników, ujawniają największe zróżnicowanie w ukształtowaniu powierzchni. Wyraźnie zarysowany układ fibrylarny na powierzchni włókna występuje w przypadku oddziaływania na włókno potu kwaśnego i alkalicznego. Sebum tworzy na powierzchni włókna warstewkę silnie pofałdowaną prostopadle do osi włókna, natomiast włókno poddane oddziaływaniu promieniowania UV, wykazuje nierównomiernie rozmieszczone wypukłości maskujące strukturę fibrylarną i zwiększające znacznie „chropowatość” jej ukształtowania.

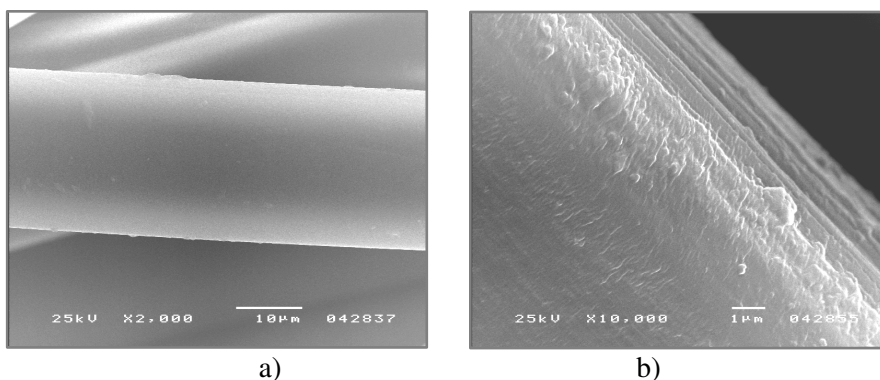
Wyniki badań zmian budowy powierzchni włókien Bulana (rys. 8e,f), w przypadku wszystkich oddziaływań uwypuklają strukturę fibrylarną.



Rys. 8. Obraz elektronmikroskopowy włókien poliakrylonitrylowych: a) Włókno PAN Nitron pólmat – niepoddane działaniu czynnika zewnętrznego, b) Włókno PAN Nitron pólmat – poddanego działaniu potu alkalicznego, c) Włókno PAN Nitron błysk – niepoddane działaniu czynnika zewnętrznego, d) Włókno PAN Nitron błysk – poddanego działaniu łoju skórniego, e) Włókno PAN Bulana pólmat – niepoddane działaniu czynnika zewnętrznego, f) Włókno PAN Bulana pólmat – poddanego działaniu potu kwaśnego

Analiza zmian budowy powierzchniowej włókien poliamidowych pod wpływem działania czynników zewnętrznych

Obrazy powierzchni włókien poliamidowych poddawanych oddziaływaniu symulowanych warunków użytkowania – odniesione do włókna wyjściowego (rys. 9) wskazują na silną zmianę charakterystyki ich powierzchni pod wpływem potu alkalicznego, działania ciepła i wilgoci oraz drastycznie dużą pod wpływem naświetlania promieniowaniem UV. Charakter zmian jest różny od występującego w przypadku włókien poliakrylonitrylowych. Poza ujawnioną strukturą fibrylarną, występują wyraźne mikrowgłębienia i wypukłości, co szczególnie silnie zaznacza się w przypadku włókien poddanych działaniu promieniowania UV.



Rys. 9. Obraz elektronomikroskopowy włókna poliamidowego: a) nie poddanego działaniu czynnika zewnętrznego, b) poddanego działaniu promieniowania UV (2 sezony naświetlania)

Ocena nadwrażliwości skóry w wyniku jej kontaktu z włóknami i tekstyliami

Oddziaływanie drażniące badanych włókien w aspekcie testu dermatologicznego – bezpośredniego kontaktu próbki włókien ze skórą pacjenta

Wyniki testu (tab. 3) wskazują na brak działania drażniącego w przypadku wszystkich badanych prób włókien.

Stwierdzona, przebudowa molekularna warstw powierzchniowych włókien pod wpływem oddziaływania symulowanych czynników zewnętrznych w warunkach użytkowania wyrobów z badanych włókien oraz wyraźna zmiana charakterystyki fizycznej powierzchni włókien (mikrotopografii) sugerowałyby możliwość podrażnień skóry zarówno pod wpływem wzmiankowanej przebudowy molekularnej tworzywa badanych włókien, jak i zmian charakterystyki fizycznej powierzchni włókien w kierunku zwiększenia jej chropowatości, a więc zarówno pod wpływem czynnika chemicznego jak i fizycznego.

Tabela 3. Wyniki testów naskórkowych dla prób wyjściowych i poddanych działaniu czynników zewnętrznych

Ochotnicy	Reakcja po zdjęciu próby	Reakcja po 48 godzinach
Kobiety, n = 10	0	0
Mężczyźni, n = 10	0	0
Ogółem, n = 20	0	0

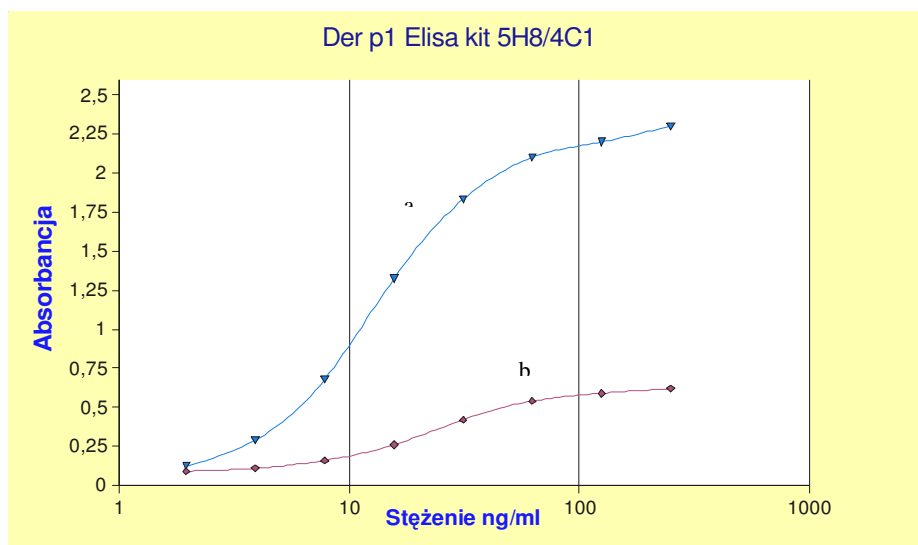
Ujemny wynik (brak podrażnień skóry) testu, może nasuwać przypuszczenie, że warunki przeprowadzenia testu odbiegają od występujących w procesie użytkowania wyrobów i kontaktu włókien ze skórą użytkownika. Test prowadzony jest w układzie statystycznego oddziaływania próbki włókien ze skórą, gdy podczas użytkowania wyrobów występuje ustawicznie tarcie powierzchni włókien o skórę, które może prowadzić nie tylko do mechanicznego podrażnienia, ale również do intensyfikowania wydzielania się z włókna, produktów przebudowy molekularnej warstw powierzchniowych tworzywa, nasilając podrażnienie o charakterze fizycznym. Zdaniem Autorki pracy, wskazane byłoby prowadzenie dalszych badań, dotyczących modyfikacji testów skórnych w kierunku odejścia od badań w układzie statycznym.

Omówienie i interpretacja wyników badań nad stężeniem antygeny Der p1 na włóknach i tekstyliach

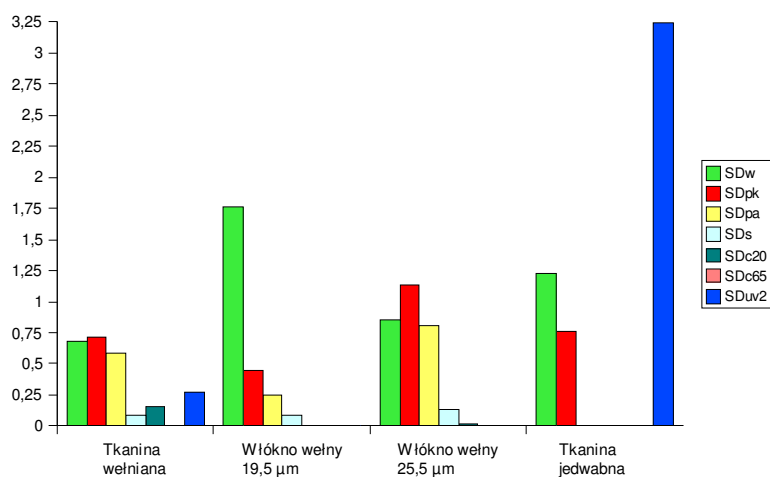
Badanie nad rozwojem roztoczy kurzu domowego w warunkach naturalnych na włóknach i tekstyliach wykazało, że stężenia antygeny Der p1 we włóknach i tekstyliach osiągają wartości w przedziale od 0,015 do 3,240 $\mu\text{g/g}$. Można zaobserwować już w początkowym stadium rozwoju roztoczy kurzu domowego na włóknach pewne różnice w stężeniach antygeny Der p1 między rodzajami badanych włókien oraz w zależności pomiędzy włóknami w stanie luźnym, a tkaninami.

Na podstawie badań włókien wyjściowych można zaobserwować skłonność do rozwoju roztoczy zarówno na włóknach białkowych jak i syntetycznych. Największe wartości stężeń uzyskano dla włókna wełny 1,76 $\mu\text{g/g}$. Jedwab naturalny jest również podatny na rozwój mikroorganizmów i dla próbki tkaniny jedwabnej otrzymano wysokie stężenie antygeny Der p1 – 1,23 $\mu\text{g/g}$. W przypadku włókien syntetycznych bardziej podatne na rozwój roztoczy okazały się włókna poliakrylonitrylowe niż włókna poliamidowe.

Dla włókien PAN uzyskano wartości stężenia antygeny Der p1 na zbliżonym poziomie jak dla włókna wełny (włókno Nitron „półmat” 1,65 $\mu\text{g/g}$). Dla włókien poliamidowych obserwuje się wysoką odporność na działanie mikroorganizmów, przejawiającą się wartością stężeń antygeny Der p1 poniżej granicy czułości metody Elisa.



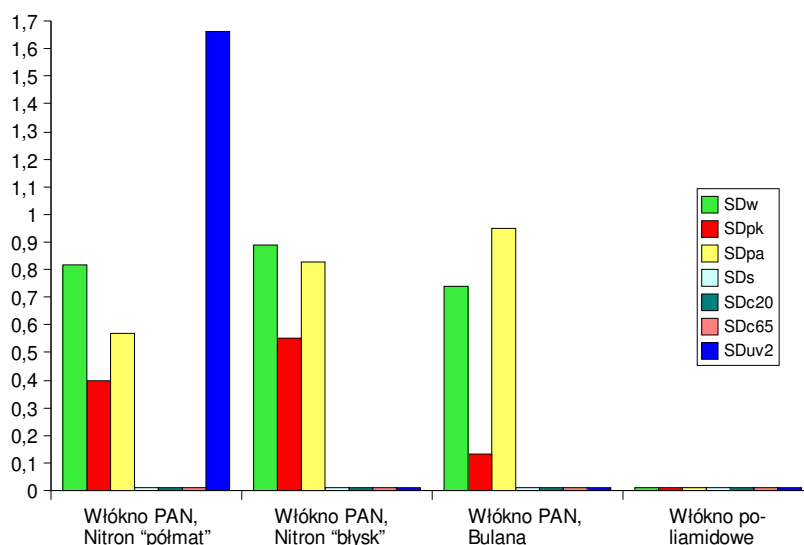
Wykres 1. Krzywe kontrolne standardu Der p1 dla zestawu komponentów – Kit 5H8/4C1, do testu Elisa: a) krzywa wyznaczona przez producenta zestawu komponentów do testu Elisa, Firma „Indoor Biotechnologies”, b) krzywa wyznaczona w warunkach laboratoryjnych w Klinice Immunologii, Reumatologii i Alergii na Uniwersytecie Medycznym w Łodzi



Rys. 10. Średnie stężenie antygeny Der p 1 dla włókien wyjściowych naturalnych i poddanych działaniu czynników zewnętrznych oraz ekspozycji na działanie roztoczy z naniesionego kurzu domowego przypadające na 1g próbki

Na podstawie badań włókien wyjściowych można zaobserwować skłonność do rozwoju roztoczy zarówno na włóknach białkowych jak i syntetycznych. Największe wartości stężeń uzyskano dla włókna wełny 1,76 $\mu\text{g/g}$. Jedwab naturalny jest również podatny na rozwój mikroorganizmów i dla próbki tkaniny jedwabnej otrzymano wysokie stężenie antygeny Der p1 – 1,23 $\mu\text{g/g}$. W przypadku włókien syntetycznych bardziej podatne na rozwój roztoczy okazały się włókna poliakrylonitrylowe niż włókna poliamidowe.

Dla włókien PAN uzyskano wartości stężenia antygeny Der p1 na zbliżonym poziomie jak dla włókna wełny (włókno Nitron „półmat” 1,65 $\mu\text{g/g}$). Dla włókien poliamidowych obserwuje się wysoką odporność na działanie mikroorganizmów, przejawiającą się wartością stężeń antygeny Der p1 poniżej granicy czułości metody Elisa.



Rys. 11. Średnie stężenie antygeny Der p 1 dla włókien wyjściowych syntetycznych i poddanych działaniu czynników zewnętrznych oraz ekspozycji na działanie roztoczy z naniesionego kurzu domowego przypadające na 1g próbki

Na podstawie wyników badań średniego stężenia antygeny Der p1 dla włókien i tekstyliów, poddanych działaniu czynników zewnętrznych i ekspozycji na działanie roztoczy z naniesionego kurzu domowego przedstawionych na rysunkach 10, 11 można wyprowadzić następujące wnioski:

- Najdogodniejsze warunki dla rozwoju roztoczy stwarzają włókna zarówno wyjściowe, jak i poddane oddziaływaniu potu kwaśnego i alkalicznego. Oddziaływanie łożu skórniego oraz ciepła i wilgoci na badane włókna wełny, jak

również promieniowania UV wyraźnie ogranicza proces rozwoju roztoczy. Z włókien wełny w stanie wyjściowym najwyższe stężenie antygeny Der p1 wystąpiło w przypadku wełny o grubości 19,5 μm , natomiast w przypadku wełny o grubości 25,5 μm , stężenie antygeny wyraźnie zwiększa się po oddziaływaniu na włókno potu kwaśnego. Znaczące stężenia antygeny Der p1 występują dla wszystkich badanych włókien poddanych działaniu potu alkalicznego, a w przypadku wełny o grubości 25,5 μm również poddanej działaniu promieniowania UV.

- Porównywalne wartości stężenia antygeny Der p1 w stosunku do włókna wełny uzyskano dla włókna jedwabiu naturalnego – wyjściowego oraz poddanego działaniu potu kwaśnego. Drastycznie wysokie stężenie antygeny Der p1 wystąpiło dla włókna jedwabiu poddanego działaniu promieniowania UV.
- Włókna poliakrylonitrylowe – wyjściowe oraz poddane działaniu zwłaszcza potu alkalicznego, wykazują wartości stężenia antygeny Der p1 bardzo zbliżone do występujących dla włókien wełny.
- Włókna poliamidowe – zarówno wyjściowe jak i poddane działaniu symulowanych warunków zewnętrznych nie sprzyjają w pełni rozwojowi roztoczy. Stężenie antygeny Der p1 dla wszystkich badanych prób włókien wykazuje wartość zerową.

7. WNIOSKI

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań włókien i tekstyliów, w aspekcie ich oddziaływania alergennego przy kontakcie ze skórą człowieka, można wyprowadzić następujące wnioski:

- Stwierdzone w badaniach istotne zmiany budowy cząsteczkowej warstwy powierzchniowej włókien oraz ich charakterystyki fizycznej (topografii powierzchni), pod wpływem czynników występujących w warunkach użytkowania tekstyliów, w powszechnie stosowanym teście dermatologicznym w układzie statycznym, nie wskazują na uzależnienie oddziaływania alergennego włókien od specyfiki budowy chemicznej tworzywa włókna oraz stanu jego powierzchni.
- Analiza oddziaływania alergennego włókien i tekstyliów, rozpatrywana w aspekcie włókien jako podłoża dla rozwoju roztoczy kurzu domowego, na podstawie oceny stężenia antygenów roztoczy Der p1 przy zastosowaniu metody ELISA, wskazuje na intensyfikowanie tego procesu przez obecność badanych włókien.
- Zintensyfikowanie procesu rozwoju roztoczy kurzu domowego przez obecność włókien, zarówno w postaci wyjściowej jak i po symulowanym oddziaływaniu na włókna czynników występujących w warunkach ich użytkowania, potwierdza wzrost wartości stężenia antygeny Der p1.

- Wzrost wartości stężenia antygeny Der p1 jest szczególnie wysoki dla badanych włókien białkowych zarówno w postaci wyjściowej, jak i poddanych działaniu czynników występujących w warunkach użytkowania, a szczególnie poddanych działaniu potu kwaśnego i alkalicznego. Również oddziaływanie na włókna promieniowania UV prowadzi do znacznego wzrostu wartości stężenia antygeny Der p1.
- Z badanych włókien chemicznych, jedynie obecności włókien poliakrylonitrylowych, towarzyszy rozwój roztoczy, jednak znacznie mniej intensywny niż w przypadku badanych włókien naturalnych. Natomiast dla włókien poliamidowych stężenie antygeny Der p1 wykazuje wartości zerowe.
- Uwzględniając odmienną warunków użytkowania tekstyliów z badanych włókien i warunków przeprowadzenia testu dermatologicznego, można wyrazić przypuszczenie, że realizacja testu dermatologicznego w ujęciu kinetycznym, mogłaby ujawnić efekt podrażnienia skóry.

Badania zrealizowano w ramach grantu promotorskiego Nr N508 022 32/1795 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

LITERATURA

- [1] **Kalcklösch M., Wohlgemuth H., Kunze M.:** Textilallergie, Umweltreihe Heft 15, Berlin Institut für Analytik und Umweltvorschung e.V, 1999.
- [2] **Klaschka F.:** Textilien und die menschliche Fiktionen Haut, Fakten und eine Situationsbeschreibung aus dermatologischer Sicht, Melliand Textilberichte 3/1994, s. 193-202.
- [3] **Kuhn D., Paulus J.:** Ökotoxikologische Untersuchungsmethoden zur Schadstoffbestimmung von Textilien, Melliand-Textilberichte, 79(7-8): 1998; 550-551.
- [4] **Hartman W.D.:** Pro und kontra Öko-Label aus human - ökologischer Sicht, Textilveredlung 29 nr. 4, 1994, s. 80-85.
- [5] **Hundeiker C., Kohl W., Wahle B.:** Ausrüstungsmittel- ausloeser von Hautirritationen oder Vermittler von Trageeigenschaften?, Melliand-Textilberichte 81(10)2000, s. 858-863.
- [6] **Bille H.:** Formaldehyd in der Textilausrüstung- muss das sein?, Melliand-Textilberichte 62: No. 10, 1981, s. 811-817.
- [7] **Krejci V.:** Transfer of chemicals from clothing to skin, Textile-Research-Journal, 52: No. 6, 1982, 370-376.
- [8] **Rieländer M.:** Mehr Chemie als Natur, TW Dermatologie 21, 1991, s. 526-529.
- [9] **Dornig D.:** Verhalten von schadstoffgeprüften Damenstrumpfwaren während des Trageprocesses, Melliand Textilberichte 7-8/ 1995.
- [10] **Herzog W.:** Ist das EG – Umweltzeichen für Textilien realisierbar, Textilveredlung 29 nr. 4, 1994, s. 86.
- [11] **Frahne D.:** Chemie im Kleiderschrank, Textilveredlung 3/4, 2000.
- [12] **Platzek T.:** Wie groß ist die gesundheitliche Gefährdung durch Textilien wirklich?, Melliand Textilberichte 11/1996, s. 774 -778.

- [13] **Herzog W.:** Schadstofffrei nach OeTN 100, Melliand-Textilberichte 73(3):1992; 294-295.
- [14] **Bertrand U.:** Keine gute Masche, Öko-Test Magazin 10/1996.
- [15] **Wortmann G., Korner A., Peters KP., Buch T., Fohles J., Heese A., Wortmann F.-J., Hocker H.:** Molecular chemistry allergy and mechanical studies on the skin compatibility of wool, (AIF No. 8713), DWI-Reports No. 115, 1995.
- [16] Industries and Asthmagens Associated with Work – Realated Asthma-Occupational health Service.
- [17] **Elsner P.:** Unverträglichkeit am Hautorgan durch Textilien, Textilveredlung, 29(4):1994; s. 98-101.
- [18] **Lisboa C. Barros A. Azenha A.:** Contact dermatitis from textile dyes, Contact Dermatitis 31/1994, s. 9-10.
- [19] **Wortmann G., Peters K.P., Wortmann F.J.:** WOOL ALLERGY – FACT OR FICTION, AUTEX 2009 World Textile Conference, 26-28 Maj, 2009, Izmir, Turcja, s. 955-958.
- [20] **Hornstein OP.:** Textitvertraeglichkeit bei Hautkrankheiten, Melliand-Textilberichte, Nr. 3 (70): 1989; s. 222-227.
- [21] **Wollina U., Heide M., Muller-Litz W.:** Stellen Medizin und Gesundheitswesen neue Anforderungen an die Textilqualität?, Melliand-Textilberichte, 79(7-8): 1998, s. 552-553.
- [22] **Kowalski M.:** Immunologia kliniczna, Wydawnictwo Mediton, Łódź 2000, wyd. 1.
- [23] Rozwój odpowiedzi immunologicznej, na podstawie doniesień internetowych: Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walters P. Molecular Biology of the Cell-Fifth Edition, New York and London: Garland Science, 2002.
- [24] **Gell P.G.H., Coombs R.R.A., Lachman R.:** Clinical Aspects of Immunology, 3rd ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1975.
- [25] Zmodyfikowana terminologia alergologiczna, Stanowisko Europejskiej Akademii Alergologii i Immunologii Klinicznej (EAACI).
- [26] **Roitt J., Brostoff J., Male D.:** Immunologia, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, wyd. 2, Warszawa 2000.
- [27] **Okoniewski M.:** Przegląd Włókienniczy, 12/1965; 3/1966.
- [28] **Tomaszewski L., Łysek E.:** Przegląd Włókienniczy, nr 2, 1970.
- [29] **Egerton G.S.:** The mechanism of the photochemical degradation of the textile materials, Dyers a colour 65, 1949.
- [30] **York M., Griffiths H.A., Basketter D.A.:** Evaluation of human patch test for the identification and classification of skin irritation potential, Contact Dermatitis 1996, 34, 204-2212.
- [31] **Basketter D.A., Griffiths H.A., Wang X.M., Wilhelm K., A. McFadden J.:** Individual ethnic and seasonal variability in irritant susceptibility of skin: the implication for predictive human patch test” Contact Dermatitis 1996, 35, 208-213.
- [32] **Fregert S.:** Manual of contact dermatitis, 2nd edition, Munksgaard, Copenhagen, 1981.
- [33] PN-EN ISO 10993-10:2003 (U), Biologiczna ocena wyrobów medycznych – część 10: Badania działania drażniącego i uczulającego.
- [34] PN-ISO 6707-2:2000, Budownictwo – Terminologia – Terminy stosowane w umowach.
- [35] **Peters R.H.:** Textile chemistry. Volume I. The chemistry of fibres, Elsevier Publishing Company, Amsterdam/ London/ New York, 1963.

THE INVESTIGATION OF FIBRES AND TEXTILES IN THE ASPECT OF ALLERGIC PROPERTIES

Summary

The research was conducted to analyse the factors determining the allergenic properties of textiles. Attention was focused on identifications of the causes of contact hypersensitivity induced by fibres and textiles, in the aspect of effect exerted by chemical structure of the fibre material, as well as by its morphological and macroscopic structure – as a mechanical skin-irritating factor.

The study was carried out on natural protein fibres: wool and natural silk, as well as synthetic ones –polyacrylnitrile fibres, used as wool substitute in textile products, and polyamide fibres – used as natural silk substitute.

The allergenic effect of fibres and textiles were also analysed in the aspect of potential changes in fibre material structure and surface characteristics as a result of exposure to extrinsic factors. Such factors as natural excretion of the human organism, referred to as suint, including acid and alkaline sweat, sebum and effect of exposure to sunlight (UV radiation), heat and humidity were also taken into consideration.

The study addressed also the possibility of allergenic effect of textiles as a medium favourable for the development of house dust mites.

Contact hypersensitivity of the skin induced by fibres and textiles was assessed on the basis of a dermal irritation test – in direct contact of fibres and textiles with the patient's skin, and with ELISA immunoenzymatic method – used to determine the concentration of Der p1 antigen in dust extracts obtained from fibres and textiles.

**Technical University of Lodz
Department of Material and Commodity Sciences
and Textile Metrology**