

Weryfikacja skażenia mikrobiologicznego komercyjnych wyrobów ze skór naturalnych

Verification of microbial contamination of commercial leather products

Michalina Falkiewicz - Dulik*

Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Przemysłu Skórzanego

Streszczenie

Kluczowym parametrem w ocenie jakości materiałów i wyrobów (w tym odzieży skórzanej) oraz związanych z tym zagrożeń bezpieczeństwa człowieka jest kryterium mikrobiologiczne. Podatność materiałów na destrukcyjne działanie drobnoustrojów, przejawiająca się w określonych wymiarach czasowych, będzie zależna od warunków, w jakich materiał znajduje się i jak będzie używany. W pracy przedstawiono ocenę skażenia mikrobiologicznego odzieży futrzarskiej i skórzanej, która uległa zalaniu podczas przechowywania w sklepie. Na kozuchach i skórzanej sukience zostały zidentyfikowane następujące bakterie: *Bacillus altitudinis* i *Bacillus pumilus*, *Bacillus indicus*, *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp., *Staphylococcus hominis*, *Arthrobacter* sp., *Streptococcus parasanguinis*, gronkowiec kagulazoujemny oraz grzyby pleśniowe z gatunków: *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Penicillium* sp. 1, *Penicillium* sp. 2.

Abstract

The microbiological criterion is a key parameter in assessing the quality of materials and products (including leather clothing) and the related threats to human safety. The susceptibility of materials to the destructive action of microorganisms, manifested in specific time dimensions, will depend on the conditions in which the material is located and how it will be used.

The paper presents an assessment of microbiological contamination of fur and leather clothing that was flooded during storage in a store. On the sheepskin coat and leather dress, the following bacteria have been identified: *Bacillus altitudinis* and *Bacillus pumilus*, *Bacillus indicus*, *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp., *Staphylococcus hominis*, *Arthrobacter* sp., *Streptococcus parasanguinis*, Coagulase-negative *Staphylococcus*, and mold fungi of the species: *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Penicillium* sp. 1, and *Penicillium* sp. 2.

Słowa kluczowe: odzież ze skór futrzarskich, skażenie mikrobiologiczne odzieży, czystość mikrobiologiczna odzieży futrzarskiej i skórzanej

Keywords: fur clothing, microbial contamination of clothing, microbiological purity of fur and leather clothing

* autor korespondencyjny: mgr inż. Michalina Falkiewicz: Dulik: m.falkiewicz@ips.krakow.pl

1. Wprowadzenie

Odzież wykonana ze skóry, tak jak inne wyroby skórzane jest trwale narażona na zasiedlanie przez drobnoustroje. Surowce przeznaczone do produkcji odzieży podlegają procesowi chemicznej asymilacyjnej biodeterioracji: skóra naturalna, wełna, bawełna, degradowane są przez drobnoustroje z racji swych wartości odżywczych. Rozkład mikrobiologiczny objawia się zmianami powierzchniowymi. W początkowej fazie na elementach wyrobów najczęściej pojawiają się plamy i przebarwienia.

W wyniku działania drobnoustrojów w materiałach następują zmiany chemiczne, co powoduje zmiany ich właściwości fizycznych oraz obniżenie wytrzymałości mechanicznej, a tym samym trwałości użytkowej [1-2].

Najistotniejszym elementem zwalczania drobnoustrojów w odzieży ze skór futerkowych lub licowych, jest przestrzeganie zasad podczas jej użytkowania, systematyczne czyszczenie i konserwacja. Ważne jest również zabezpieczenie podczas magazynowania: nie można przechowywać odzieży skórzanej w warunkach wysokiej temperatury i wilgotności, przyjaznej dla rozwoju mikroobów, nawet przez krótki czas, ponieważ może nastąpić szybki ich wzrost.

2. Cel i zakres badań

Przedmiotem pracy badawczej była ekspertyza jakościowa odzieży, przeznaczonej do obrotu handlowego, po jej zalaniu w sklepie wskutek przeciekania wody przez strop magazynu sklepowego. Praca obejmowała ocenę organoleptyczną w zakresie powstałych zmian powierzchni i struktury wyrobów. Badania mikrobiologiczne zostały przeprowadzone w celu weryfikacji skażenia odzieży wykonanej ze skór futrzarskich i skóry licowej. Dokonano oceny mikrobiologicznej odzieży skórzanej pod względem czystości mikrobiologicznej na obecność drobnoustrojów patogennych i drobnoustrojów powodujących biodeteriorację skóry naturalnej lub okrywy włosowej.

Praca przedstawia wyniki badań wykonanych we współpracy Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytutu Przemysłu Skórzanego w Krakowie wraz z Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

3. Przedmiot i metodyka badań

Przedmiotem badań były trzy rodzaje zalanej odzieży:

- 1) kozuch z kapturem, wykonany ze skór owczych o wykończeniu nubukowym, w kolorze popielatym ze srebrnym nadrukiem;
- 2) kozuch z kapturem, wykonany ze skór owczych w kolorze brązowym;
- 3) sukienka wykonana ze skóry bydlęcej z wykończeniem licowym w kolorze czarnym.

W celu określenia zmian na powierzchni odzieży, spowodowanych zalaniem w sklepie dokonano oględzin i innych czynności niezbędnych do przeprowadzenia oceny organoleptycznej oraz badań mikrobiologicznych.

3.1. Metodologia badań mikrobiologicznych

Badania mikrobiologiczne zostały przeprowadzone dla trzech wyrobów (dwa kozuchy i jedna sukienka) w odniesieniu do grzybów i bakterii. Były to wymazy pobierane z trzech różnych miejsc zlokalizowanych na powierzchni badanych materiałów. Wymazy pobierano za pomocą sterylnych wiskozowych wymazówek zwilżanych w jałowej soli fizjologicznej, z następujących lokalizacji:

1. Kozuch popielato - srebrny:
 - 1.1. wymaz z zewnętrznej strony pleców kozucha,
 - 1.2. wymaz z zewnętrznej strony rękawa kozucha,
 - 1.3. wymaz z zewnętrznej strony kaptura kozucha.

2. Kożuch brązowy:

- 2.1. wymaz z zewnętrznej strony górnej części rękawa kożucha,
- 2.2. wymaz z zewnętrznej strony dolnej części rękawa kożucha,
- 2.3. wymaz z zewnętrznej strony dolnej części rękawa od strony proksymalnej.

3. Sukienka skórzana:

- 3.1. wymaz z zewnętrznej strony części tyłu sukienki,
- 3.2. wymaz z zewnętrznej strony części tyłu sukienki koło zamka,
- 3.3. wymaz z zewnętrznej strony części przodu sukienki.

4. Wyniki badań i ich omówienie

4.1. Ocena organoleptyczna

W wyniku przeprowadzonych oględzin zewnętrznych przekazanej odzieży stwierdzono:

- w przypadku kożuchów, na powierzchni skór nubukowych w miejscach, które były mokre wskutek zalania wodą po wyschnięciu powstały plamy, smugi, zacieki.
- na skórzanej sukience ze skóry licowej stwierdzono matowe plamy w postaci kropli, które były w największym skupieniu ilościowym usytuowane w tylnej części spódnicy wyrobu.

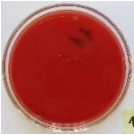
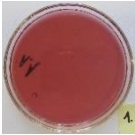
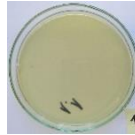
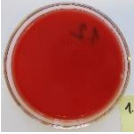
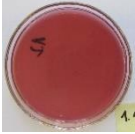

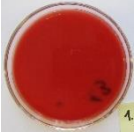




















4.2. Wyniki badań mikrobiologicznych

Szczegółowe wyniki badań przedstawiono w Tabeli 1, która obejmuje rodzaje drobnoustrojów zidentyfikowanych w poszczególnych wyrobach. Równocześnie dla każdej badanej próbki (pobranego wymazu) podano liczbę kolonii. W Tabeli 2 przedstawiono fotografie obrazujące wzrost mikrobów.

Tabela 1. Wyniki oznaczeń mikrobiologicznych wymazów z badanej odzieży [3]
(Ø - nie stwierdzono wzrostu drobnoustrojów, CoNS – gronkowce koaguloujemne)

Próbka	Podłoże					
	agar krwawy		agar McConkey'a		agar Sabourauda	
	liczba kolonii	ID	liczba kolonii	ID	liczba kolonii	ID
1.1	7 (3,5×10 ²)	CoNS <i>Bacillus</i> sp. Grzyb pleśniowy	Ø	Ø	2 (1,0×10 ²)	<i>Penicillium</i> sp. niezidentyfikowana pleśń
1.2	1 (0,5×10 ²)	<i>Bacillus</i> sp.	Ø	Ø	1 (0,5×10 ²)	<i>Cladosporium</i> sp.
1.3	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
2.1	1 (0,5×10 ²)	<i>Micrococcus</i> sp.	Ø	Ø	Ø	Ø
2.2	28 (1,4×10 ³)	<i>Bacillus</i> sp.	Ø	Ø	Ø	Ø
2.3	>1000 (>5×10 ⁴)	<i>Bacillus altitudinis</i> , <i>Bacillus pumilus</i>	Ø	Ø	26 (1,3×10 ³)	<i>Penicillium</i> sp. 1, <i>Cladosporium</i> sp., <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Penicillium</i> sp. 2, <i>Aspergillus niger</i>
3.1	>1000 (>5×10 ⁴)	<i>Staphylococcus Hominis</i> (CoNS), <i>Arthrobacter</i> sp., <i>Streptococcus parasanguinis</i>	Ø	Ø	Ø	Ø
3.2	3 (1,5×10 ²)	CoNS	Ø	Ø	Ø	Ø
3.3	20 (1×10 ³)	<i>Bacillus indicus</i>	Ø	Ø	41 (2,0×10 ³)	<i>Penicillium</i> sp.

Tabela 2. Fotografie obrazujące wzrost mikrobów

Numer próbki	Rodzaj podłoża		
	agar krwawy	agar McConkey'a	agar Sabourauda
1.1			
1.2			
1.3			
2.1			
2.2			
2.3			
3.1			
3.2			
3.3			

4.3. Omówienie wyników badań

Przeprowadzone badania mikrobiologiczne dla trzech sztuk odzieży futrzarskiej i skórzanej, która uległa zalaniu w sklepie, wykazały obecność wielu różnego rodzaju drobnoustrojów na powierzchni wszystkich tych wyrobów. Odzież podczas zalania została skażona bakteriami i grzybami pochodzącymi z brudnej wody. Zgodnie z wynikami badań zamieszczonymi powyżej w poszczególnym asortymencie badanej odzieży zidentyfikowano następujące drobnoustroje:

- W kożuchu popielato-srebrnym z kapturem (1), w miejscach pobrania wymazów tj. pleców, rękawa i kaptura, stwierdzono bakterie: 8 kolonii *Bacillus* sp., 7 kolonii CoNS gronkowce kolagulazoujemne i grzyby pleśniowe: 2 kolonie *Penicillium*, 1 kolonię *Cladosporium* sp. oraz niezidentyfikowaną pleśń.
- Z pobranych wymazów z powierzchni górnej i dolnych części rękawów kożucha z kapturem w kolorze brązowym (2) wyizolowano bakterie: powyżej 1000 kolonii *Bacillus altitudinis* i *Bacillus pumilus*, oraz 29 kolonii *Bacillus* sp., 1 kolonię *Micrococcus* sp. i 26 kolonii grzybów strzępkowych (pleśni) z gatunków: *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Penicillium* sp. 1, *Penicillium* sp. 2.
- Wymazy pobrane z części przodu i tyłu oraz w pobliżu zamka sukienki skórzanej (3) w kolorze czarnym wykazały skażenie bakteriami, których wyizolowano ponad 1000 kolonii. Były to gatunki *Staphylococcus hominis* (CoNS), *Arthrobacter* sp., *Streptococcus parasanguinis*, 20 kolonii *Bacillus indicus*, 3 kolonie (CoNS) gronkowca kagulazoujemnego oraz 41 kolonii pleśni *Penicillium* sp. [3].

Wymazy, w których zidentyfikowano wiele gatunków drobnoustrojów, były pobrane losowo z trzech miejsc każdego wyrobu, lecz nie z całej powierzchni zalanej odzieży. Fakt ten pozwala na wnioskowanie, że na powierzchni pozostałych części badanych wyrobów odzieżowych, jak również innej zalanej odzieży (znajdującej się wówczas w sklepie) mogą występować podobne lub inne rodzaje drobnoustrojów, które zasiedliły odzież podczas zalania.

W sprzyjających warunkach wilgotności i temperatury drobnoustroje, które zasiedliły odzież podczas zalania sklepu, będą mogły się rozwijać i będą stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka, jak również zagrożenie biodeterioracyjne dla futrzarskich i skórzanych wyrobów odzieżowych.

4.4. Zagrożenia powodowane drobnoustrojami zidentyfikowanymi na odzieży

Zagrożenia, które mogą powstać w związku ze skażeniem odzieży futrzarskiej i skórzanej w wyniku zalania, to:

- 1) Zagrożenia powodowane aktywnością życiową zidentyfikowanych bakterii:
 - Bakterie z rodzaju *Bacillus*, które zasiedliły wszystkie trzy badane wyroby mogą być przyczyną chorób u ludzi. Bakterie z dwu gatunków należące do rodzaju *Bacillus*: *B. subtilis* i *B. thuringiensis*, zostały zaliczone do drugiej grupy ryzyka zgodnie z klasyfikacją mikroorganizmów, będącą załącznikiem do obecnie obowiązującego w Polsce Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych. Obydwa gatunki bakterii mogą być przyczyną dolegliwości alergicznych.

Bakterie z rodzaju *Bacillus* są typowymi saprofitami żyjącymi głównie w glebie i wodzie. Cechą charakterystyczną całego rodzaju *Bacillus*, jest umiejętność wytwarzania przetrwalników (endospor). *Bacillus* mają olbrzymią zdolność do wytwarzania enzymów zewnątrzkomórkowych (m.in. hydrolaz depolimeryzujących substancje wielkocząsteczkowe), toksyn oraz innych metabolitów.

Bakterie te charakteryzuje bardzo duża zdolność adaptacyjna do zmieniających się warunków, co pozwala im długo przetrwać w niedogodnych warunkach [4-7].

- Bakteria *micrococcus* sp. została zidentyfikowana na kożuchu w kolorze brązowym. Mikrokokki nie posiadają otoczek, nie wytwarzają toksyn i dlatego uważane były powszechnie za drobnoustroje niechorobotwórcze. Coraz częściej jednak pojawiają się doniesienia o przypadkach wywołanych przez nie zakażeń. Zakażeniom takim sprzyja zmniejszona odporność organizmu wywołana inwazyjnością zabiegu operacyjnego, obecnością cewników i drenów, wcześniejszymi zakażeniami bakteryjnymi lub wirusowymi, czy chorobą nowotworową oraz stosowaniem leków immunosupresyjnych. Zakażenia spowodowane przez mikrokokki opisane w piśmiennictwie to m.in. zapalenie wsierdzia, bakteriemia, zapalenie płuc, rozpuszczenie warstwy rogowej naskórka, bakteryjne zapalenie stawów, zapalenie oka, wstrząs septyczny, zapalenie mózgu, zapalenie opon mózgowo – rdzeniowych, przewlekłe infekcje skórne [8-10].
- Paciorkowiec *Streptococcus parasanguinis* - został stwierdzony na skórzanej sukience. U człowieka paciorkowce wywołują zapalenie gardła, a także zapalenia: opon mózgowo-rdzeniowych, płuc, wsierdzia, różę i martwicze zapalenie powięzi [11].

2) Zagrożenia wynikające z działalności grzybów strzępkowych, zidentyfikowanych w badanej odzieży:

- Grzyby strzępkowe z rodzaju *Penicillium* zostały zidentyfikowane na powierzchni wszystkich badanych wyrobów. *Penicillium* może powodować zakażenia, szczególnie u osób z niedoborem odporności. Jest czynnikiem etiologicznym penicyliozy.

Grzyby strzępkowe z rodzaju *Penicillium* izolowane były od pacjentów z następującymi schorzeniami: zapaleniem rogówki, wewnętrznym zapaleniem gałki ocznej, martwiczym zapaleniem przełyku, zapaleniem płuc, zapaleniem wsierdza, zapaleniem otrzewnej, zakażeniem układu moczowego. Zakażenia rogówki wywołane przez *Penicillium* sp. są zwykle pourazowe. Grzyb wytwarza mikotoksyny [12].

- Grzyby strzępkowe z rodzaju *Cladosporium* zostały zidentyfikowane na powierzchni obu kozuchów. Są powszechnymi alergenami [13].
 - Grzyby strzępkowe z gatunku *Aspergillus niger* zostały zidentyfikowane na powierzchni kozucha w kolorze brązowym. *Aspergillus niger* u ludzi powoduje powszechnie infekcje ucha środkowego i zewnętrznego (*otomycosis*). Choroby wywołane przez grzyba kropidlaka mogą przebiegać pod postacią zapalenia płuc, alergicznej aspergilozy oskrzelowo-płucnej, aspergilozy ośrodkowego układu nerwowego, zapalenia zatok przynosowych i grzybicy paznokci [14].
 - Grzyby strzępkowe z gatunku *Aspergillus ochraceus* zostały zidentyfikowane na powierzchni kozucha w kolorze brązowym. W odniesieniu do człowieka opisano przypadek antromikozy, inwazji płucnej oraz onychomikozy [15].
- 3) Biodeterioracja skór i wyrobów skórzanych powodowana przez grzyby zidentyfikowane w badanej odzieży:
- W przypadku obecności zarodników grzybów strzępkowych na skórze wyprawionej i wyrobach ze skóry w warunkach podwyższonej wilgotności powietrza mogą rozwijać się pleśnie. Wyroby ze skór futerkowych oraz skór licowych w wyniku działalności tych drobnoustrojów podlegają procesowi biodeterioracji z powodu swej wartości odżywczej. Drobnoustroje na skórach powodują przebarwienie i różnokolorowe plamy, które jednoznacznie potwierdzają ich obecność.

W skórze następują zmiany chemiczne, co powoduje zmiany ich właściwości fizycznych oraz obniżenie wytrzymałości mechanicznych, a tym samym trwałości użytkowej. Dominującymi grzybami atakującymi skórę wyprawioną są *Pencillium* i *Aspergillus*. Zaobserwowano żółtobrunatne, ciemnobrunatne, szare lub zielonobrunatne przebarwienia pod wpływem grzybów z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium* na beżowej skórze [16]. Powstanie trwałych plam i pokrycie powierzchni wyrobów skórzanych pleśnią obniża ich walory estetyczne i trwałość w użytkowaniu. Grzyby nie niszczą bezpośrednio kolagenu skóry. Jednakże hydroliza garbników przez grzyby prowadzi do rozluźnienia włókien skóry. Grzyby rosnące na skórze rozszczepiają tłuszcze w zależności od gatunku pleśni porastających skórę. Następuje spadek zawartości tłuszczu, a równolegle ulega obniżeniu wartość pH. Skóra staje się mniej elastyczna, natomiast wzrasta sztywność skóry. Wytrzymałość skóry zmniejsza się wraz z czasem działania grzybów. Rzeczywistą przyczyną zmian właściwości skóry wykończonej jest rozrywanie wiązań peptydowych w kolagenie i zmiany zachodzące w garbnikach, co powoduje rozluźnienie struktury włókien oraz obniżenie właściwości wytrzymałościowych skóry [17-18]. Z upływem czasu podczas magazynowania lub użytkowania obecność drobnoustrojów na wyrobach futrzarskich i skórzanych może skutkować nie tylko pogorszeniem walorów estetycznych, ale także użytkowych. W procesie renowacji gotowej odzieży trudnym jest usunięcie wszystkich zarodników drobnoustrojów i przywrócenie całkowicie pierwotnych właściwości nowego produktu (futrarskiego, skózanego) w sposób trwały, które będą gwarantować zachowanie jego użyteczności w zakresie walorów estetycznych i trwałości użytkowej.

5. Wnioski

- I. W wyniku zalania wodą nastąpiło mikrobiologiczne skażenie odzieży futrzarskiej i skórzanej.
- II. Na kożuchach i sukience skórzanej zostały zidentyfikowane:
 - bakterie: *Bacillus altitudinis* i *Bacillus pumilus*, *Bacillus indicus*, *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp., *Staphylococcus hominis*, *Arthrobacter* sp., *Streptococcus parasanguinis*, gronkowiec kagulazoujemny,
 - grzyby pleśniowe z gatunków: *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Penicillium* sp. 1, *Penicillium* sp. 2.
- III. Zidentyfikowane drobnoustroje mogą powodować zagrożenie dla zdrowia człowieka.

Literatura

- [1] Zyska B.: *Mikrobiologiczny rozkład i korozja materiałów technicznych*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000.
- [2] Żakowska Z.: *Mikroorganizmy w procesie biodeterioracji i biodegradacji materiałów technicznych*, Ochrona przed Korozją **9s/A**, str. 12-15.
- [3] Falkiewicz - Dulik M.: *Określenie skażenia wyrobów futrzarskich i skórzanych, które zostały zalane w sklepie*, ekspertyza NCE - 4081-069/19, IPS Kraków, 2019.
- [4] Kozajda A., Szadkowska - Stańczyk I.: *Bakterie Bacillus subtilis jako problem legislacyjny higieny pracy w Polsce*, Medycyna Pracy **63** (1), 2012, str. 91-96.
- [5] Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki, DzU 81, poz. 716 z późniejszymi zmianami, 2005.
- [6] Szczęsna-Antczak M., Trzmiel T.: *Bakterie z rodzaju Bacillus*. w: Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z. [red.]. *Mikrobiologia techniczna - tom II*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
- [7] Murray P. R., Rosenthal K. S., Pfaller M. A.: *Bacillus*, w: Murray P. R., Rosenthal K. S., Pfaller M. A. [red.], *Mikrobiologia*, Elsevier Urban and Partner, Wrocław 2011.
- [8] Schlegel H. G.: *Mikrobiologia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- [9] Singleton P.: *Bakterie w biologii, biotechnologii i medycynie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- [10] Szczerba I.: *Mikrokoki jako etiologiczny czynnik zakażeń oportunistycznych*, Przegląd Epidemiologiczny **54**, 2000, str. 385-392.

- [11] Burnette-Curley D., Wells V., Viscount H., Munro C. L., Fenno J. Ch., Fives-Taylor P., Marcina F. M.: *FimA, a major virulence factor associated with Streptococcus parasanguis Endocarditis*, *Infection and Immunity* **63** (12), 1995, str. 4669-4674.
- [12] Grajewski J., Twarużek M.: *Zabójcze pleśnie*, *Wiedza i Życie* **5**, 2009, str. 22-26.
- [13] Ogórek R., Lejman A., Pusz W., Miłuch A., Miodyńska P.: *Characteristics and taxonomy of Cladosporium fungi*, *Mykologia Lekarska* **19** (2), 2012, str. 80-85.
- [14] <https://janus.net.pl> – dostęp dn. 11. 08. 2020.
- [15] Smith M., Mc Ginnis M. R.: *Mycotoxins and their effects on humus*, *Clinical Mycology*, 2009, str. 649-656.
- [16] Zyska B.: *Mikrobiologiczna korozja materiałów*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977.
- [17] Falkiewicz – Dulik M., Janda K., Wypych G.: *Handbook of material biodegradation, biodeterioration and biostabilization*, ChemTec Publishing, Toronto 2015.
- [18] Falkiewicz – Dulik M.: *Skóra, wyroby skórzane i pergamin*, [w]: Zyska B., Żakowska Z. [red]: *Mikrobiologia materiałów*, Politechnika Łódzka, Łódź 2005.