

## ANTIMICROBIAL TREATMENT ON TEXTILE SURFACES

### TRATAMENTE ANTIMICROBIENE PE SUPRAFEȚE TEXTILE

Gianina BROASCA, Daniela FARIMA

“Gh. Asachi” University of Iasi, Faculty of Textiles & Leather Engineering and Industrial Management, 53 Dimitrie Mangeron Avenue, 700050, Iasi, Romania, email: gbroasca@tex.tuiasi.ro

#### ANTIMICROBIAL TREATMENT ON TEXTILE SURFACES

**ABSTRACT.** The paper presents the methods used in textile materials for antimicrobial treatment, factors influencing the quality of treatment with inorganic compounds. By using fibers with antimicrobial properties that eliminate the appearance of pathogenic bacteria, the personal and collective hygiene are improved. Therefore, new antimicrobial agents such as chitosan- and triclosan-based compounds, compounds based on quaternary ammonium salts, polymeric phosphonates, N-amine compounds, which are deposited on the fiber during or after the process of spinning in rigorously controlled conditions. The active agent used in antimicrobial treatment may present itself in the form of microcapsules, microspheres, substances containing cyclic molecules. Depending on the product used and the method chosen for treatment, antimicrobial textiles may have the following characteristics: antimicrobial activity on a wide range of microorganisms, durability to wear and washing, lack of toxicity both for individuals and the environment.

**KEY WORDS:** antimicrobial treatments, microorganisms, textiles, active agents.

#### TRATAMENTE ANTIMICROBIENE PE SUPRAFEȚE TEXTILE

**REZUMAT.** Lucrarea prezintă cele mai utilizate metode de tratare antimicrobiană a materialelor textile, factorii de influență a calității tratării cu compuși anorganici. Prin folosirea unor fibre cu proprietăți antimicrobiene care elimină apariția unor bacterii patogene, se îmbunătățește igiena personală și colectivă. În consecință, au apărut noi agenți antimicrobieni, precum compușii pe bază de chitosan, triclosan, compuși pe bază de săruri cuaternare de amoniu, săruri polimerice fosfonice, compuși pe bază de N-amină, care se depun pe fibră în timpul sau după procesul de filare în condiții riguros controlate. Modul de prezentare al agentului activ folosit în tratamentele antimicrobiene poate fi sub formă de microcapsule, microsferă, substanțe cu conținut de molecule ciclice. În funcție de produsul folosit și de metoda aleasă pentru tratament, textilele antimicrobiene pot avea următoarele caracteristici: activitate antimicrobiană pe o gamă largă de microorganisme; durabilitate la purtare și spălare; lipsă de toxicitate atât pentru individ, cât și pentru mediu.

**CUVINTE CHEIE:** tratamente antimicrobiene, microorganisme, textile, agenți activi.

#### LES TRAITEMENTS ANTIMICROBIENS SUR LES SURFACES TEXTILES

**RÉSUMÉ.** Cet article présente les méthodes les plus utilisées de traitement antimicrobien des matières textiles, les facteurs influençant la qualité du traitement avec des composés inorganiques. En utilisant les fibres aux propriétés antimicrobiennes qui éliminent la présence de bactéries pathogènes, on améliore l'hygiène personnelle et collective. Par conséquent, de nouveaux agents antimicrobiens sont apparus, tels que les composés à base de chitosan, triclosan, les composés à base de sels d'ammonium quaternaire, les sels polymériques phosphonyle, composés N-alanine, qui sont déposés sur la fibre pendant ou après la filature dans des conditions rigoureusement contrôlées. L'agent actif utilisé dans le traitement antimicrobien peut être sous forme de microcapsules, microsphères, substances contenant des molécules cycliques. Selon le produit utilisé et la méthode choisie pour le traitement, les textiles antimicrobiens peuvent avoir les caractéristiques suivantes: une activité antimicrobienne sur un large éventail de micro-organismes, durabilité à l'usure et à laver, l'absence de toxicité pour l'individu et pour l'environnement.

**MOTS CLÉS:** traitements antimicrobiens, micro-organismes, textiles, agents actifs.

## INTRODUCTION

The use of antimicrobial fiber which reduces the danger of pathogenic bacteria leads to the development of better standards of hygiene in daily life. The increased interest in finding ways of creating new types of effective antimicrobial materials was determined by the fact that some antimicrobial agents are very irritating and toxic [1, 2].

## INTRODUCERE

Folosirea unor fibre antimicrobiene care diminuează pericolul dezvoltării unor bacterii patogene conduce la îmbunătățirea condițiilor de igienă în viața cotidiană. Interesul crescut în găsirea de modalități pentru a crea noi tipuri de materiale antimicrobiene eficiente a fost determinat de faptul că unii agenți antimicrobieni sunt extrem de iritanți și toxici [1, 2].

\* Correspondence to: Gianina BROASCA, “Gh. Asachi” University of Iasi, Faculty of Textiles & Leather Engineering and Industrial Management, 53 Dimitrie Mangeron Avenue, 700050, Iasi, Romania, email: gbroasca@tex.tuiasi.ro

The chemical treatments applied to textiles lead to antimicrobial effects with different ways of expression (Figure 1).

Prin tratamentele chimice aplicate textilelor se obțin efecte antimicrobiene cu diverse modalități de manifestare (Figura 1).

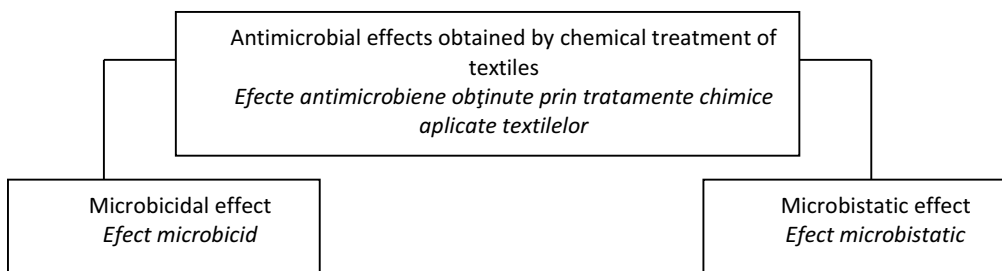


Figure 1. Antimicrobial effects obtained by chemical treatment of textiles  
 Figura 1. Efecte antimicrobiene obținute prin tratamente chimice aplicate textilelor

The microbicidal effect is an irreversible effect, killing microorganisms (bactericidal, virulicidal, fungicide, sporicidal); the microbistatic effect is reversible, temporarily inhibiting multiplication (bacteriostatic, fungistatic) [3].

Efectul microbicid este efectul ireversibil, de omorâre a microorganismului (bactericid, virulicid, fungicid, sporicid); efectul microbistatic este efectul reversibil, de inhibare temporară a multiplicării (bacteriostatic, fungistatic) [3].

**Mode of Action of Antimicrobial**

A fabric with antimicrobial properties may act in two distinct ways (Figure 2).

**Modul de acțiune a antimicrobienilor**

Un material textil cu proprietăți antimicrobiene poate acționa în două moduri distincte (Figura 2).

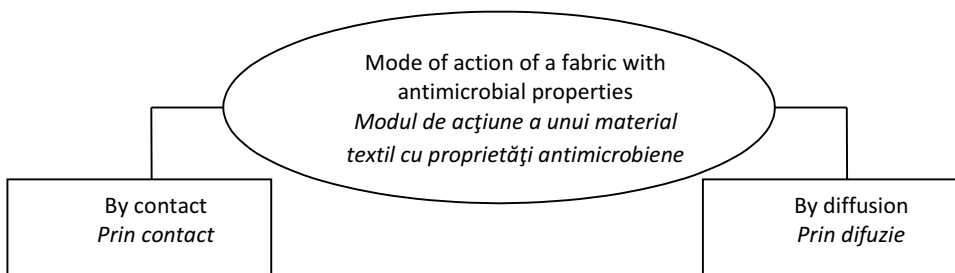


Figure 2. Mode of action of a fabric with antimicrobial properties  
 Figura 2. Modul de acțiune a unui material textil cu proprietăți antimicrobiene

Contact: antimicrobial agent placed on the fiber does not disperse and, in order to obtain antimicrobial action, microorganisms must be in contact with the fiber. Diffusion: antimicrobial agent placed on the fiber surface disperses quicker or slower in the moist external environment, to come into contact with microorganisms and to stop their growth / development.

Prin contact: agentul antimicrobian plasat pe fibră nu se dispersează și, pentru obținerea acțiunii antimicrobiene, microorganismele trebuie să se afle în contact cu fibra. Prin difuzie: agentul antimicrobian plasat pe suprafața fibrei se dispersează mai repede sau mai încet în mediul extern umed, pentru a intra în contact cu microorganismele și a le opri creșterea / dezvoltarea.

**Presentation of Active Agent**

The antimicrobial treatments that may be presented in various forms, as shown in Figure 3:

1. Microcapsules: the active agent forms a core surrounded by a barrier inert to diffusion;
2. Microspheres: active agent is dispersed or dissolved in an inert polymer;
3. Molecules with cyclic structure: the active agent is trapped inside of cyclic molecules (e.g., cyclodextrins) [4].

**Modul de prezentare al agentului activ**

În tratamentele antimicrobiene acesta poate fi prezentat sub diferite forme, după cum arată Figura 3:

1. Microcapsule: agentul activ formează un miez înconjurat de o barieră inertă la difuzie;
2. Microsfere: agentul activ este dispersat sau dizolvat într-un polimer inert;
3. Molecule cu structură ciclică: agentul activ este prins în interiorul unor molecule ciclice (de ex., ciclodextrinele) [4].

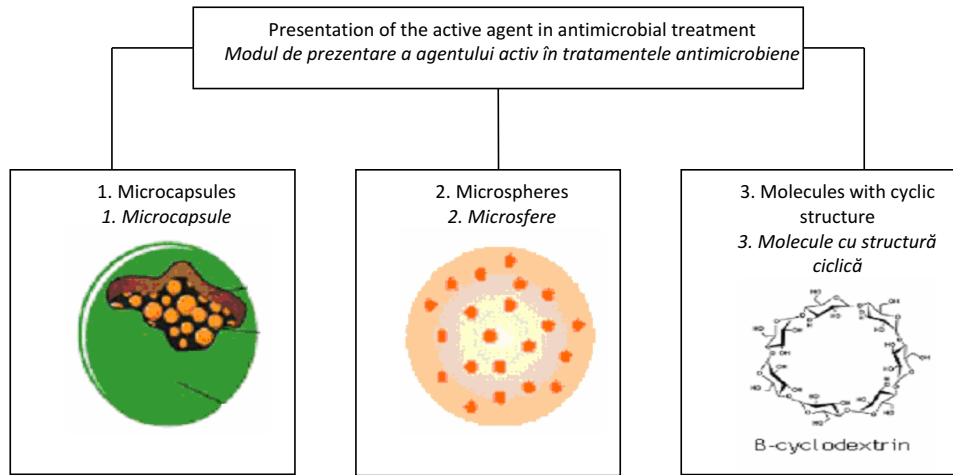


Figure 3. Presentation of the active agent in antimicrobial treatment  
Figura 3. Modul de prezentare a agentului activ în tratamentele antimicrobiene

Action methods of antibacterial treatment can be active and passive [5].

Passive methods of antibacterial treatment have the purpose of providing a hostile area to microbiological activity development, and active methods are for direct interaction by a molecular attack on microorganisms.

The main features of antimicrobial products for the textile industry are given schematically in Figure 4.

Metodele de acțiune a tratamentului antibacterian pot fi active și pasive [5].

Metodele pasive de tratament antibacterian sunt pentru a oferi o suprafață ostilă la dezvoltarea activității microbiologice, iar metodele active pentru interacționarea directă printr-un atac molecular cu microorganismele.

Principalele caracteristici pe care trebuie să le aibă produsele antimicrobiene pentru industria textilă sunt specificate schematic în Figura 4.

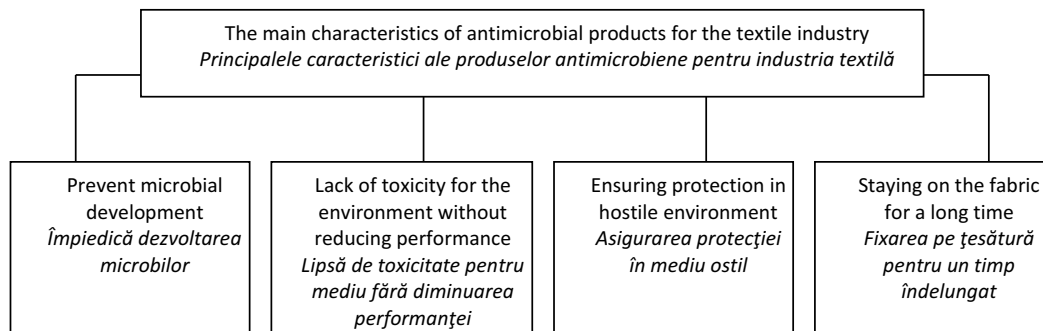


Figure 4. The main characteristics of antimicrobial products for the textile industry  
Figura 4. Principalele caracteristici ale produselor antimicrobiene pentru industria textilă

The main advantages for the user of antimicrobial clothing are specified schematically in Figure 5.

Principalele avantaje pentru utilizatorul de îmbrăcăminte antimicrobiană sunt specificate schematic în Figura 5.

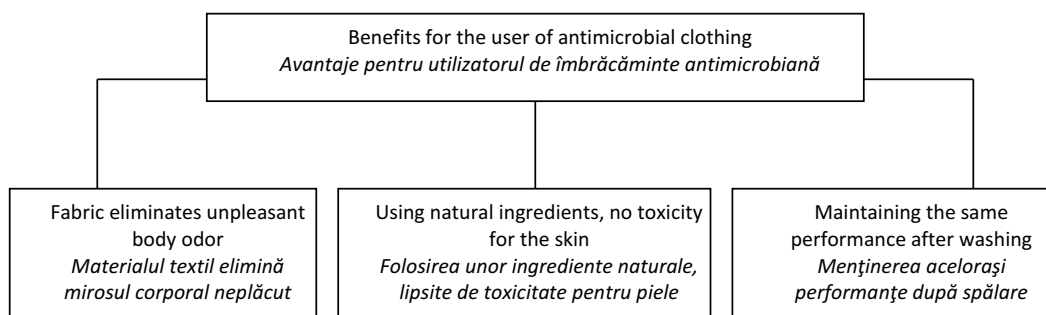


Figure 5. Benefits for the user of antimicrobial clothing  
Figura 5. Avantaje pentru utilizatorul de îmbrăcăminte antimicrobiană

### Antimicrobial Substances and Their Effect

Many antimicrobial agents used in the textile sector are known from food and cosmetics industry. A wide range of antimicrobial compounds are currently used, but differ in their mode of action.

Among inorganic antibacterial agents, silver and copper are well-known traditional antibacterial materials and metal oxides such as  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ , and  $\text{MgO}$  were also known as antibacterial agents [6].

Silver is considered the most effective antibacterial agent because of its superior efficacy against a wide range of bacteria (Gram-positive and Gram-negative), mushrooms and fungi, with a proven ability to act against a large number of pathogens [7].

In some cases, the fabrics are treated with solutions of silver – silver ions – where they are more or less permanently fastened to the fabric structure.

Incorporation of antimicrobial agents in polymer compounds can be achieved by the methods listed in Figure 6.

### Substanțe antimicrobiene și efectul lor

Mulți agenți antimicrobieni folosiți în industria textilă sunt cunoscuți din sectorul produselor alimentare și cosmetice. O gamă largă de compuși antimicrobieni sunt actualmente folosiți, dar diferă prin modul lor de acțiune.

Printre agenții anorganici antibacterieni, argintul și cuprul sunt materiale tradiționale antibacteriene bine-cunoscute, iar oxizii metalici, cum ar fi  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ , și  $\text{MgO}$ , au fost de asemenea recunoscuți ca agenți antibacterieni [6].

Argintul este considerat agentul antibacterian cel mai eficient, datorită eficacității sale superioare împotriva unei game largi de bacterii (Gram pozitive și Gram negative), ciuperci, și fungi, cu o capacitate dovedită de a acționa împotriva unui număr mare de agenți patogeni [7].

În unele cazuri, țesăturile sunt tratate cu soluții de argint – ioni de argint – unde aceștia sunt legați mai mult sau mai puțin permanent la structura țesăturii.

Încorporarea agenților antimicrobieni în compuși polimerici poate fi realizată prin metodele enumerate în Figura 6.

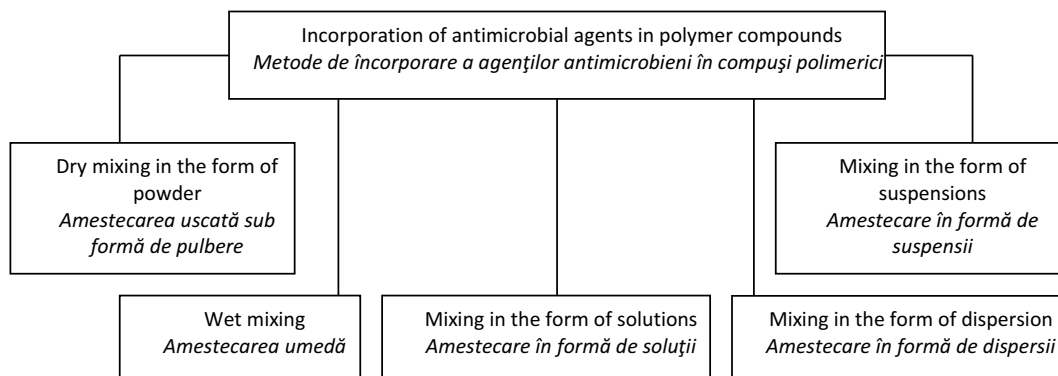


Figure 6. Incorporation of antimicrobial agents in polymer compounds  
Figura 6. Metode de încorporare a agenților antimicrobieni în compuși polimerici

When nano-silver contact with bacteria or fungi occurs, it will adversely affect microorganisms, inhibiting their multiplication or development, in which case the absence of these actions could lead to infection, odor, itching and sores.

Suspensions or powders of  $\text{TiO}_2$  and ZnO doped with silver particles can be used in cosmetic products, having antimicrobial or regenerative effect [8].

Besides silver metal, there is another product based on silver salts with natural antimicrobial properties. Therefore, when applied on textiles, it acts on bacterial cell membrane, leading to the prevention of bacteria culture growth and reproduction of bacteria responsible for unpleasant odors, also providing a feeling of appropriate comfort. Measurements related to particle size and distribution show that it is outside the range of nano-particles [9].

Copper ions, as individual elements or molecular complex, have been used for centuries for disinfection. In the 50s copper was used in cotton fabrics for tents and tarpaulins to prevent growth of fungi. This treatment produces materials that are vulnerable to water exposure.

Cupron, an American company, has managed to develop a method by which copper is chemically attached on different natural or synthetic fibers [10].

A fabric containing copper wire offers resistance to microorganisms in a proportion of 99.9%. The main advantage of copper oxide wire is washing and oxidation stability.

Technologies developed by Cupron (applied on polyester, nylon, cotton and polypropylene fabric), provide protection against Gram-positive and Gram-negative bacteria, fungi, mites and mold.

Professor Kazuhito Hashimoto of Tokyo Center for Advanced Technologies points out that there are three characteristics of  $\text{TiO}_2$ : high photocatalytic efficiency, high stability and low production costs.

$\text{TiO}_2$  treatments include water, anti-bacterial, anti-static resistance and UV protection, flame resistance, improved durability, etc.

The combination of titanium dioxide and zinc oxide is also used as an antibacterial agent. It is considered that some of the oxygen in air or water becomes active oxygen by catalyzing with metal ions, thus dissolving organic substances to create a sterilizing effect [11].

Când are loc contactul nano-argintului cu bacterii sau ciuperci, acesta va afecta negativ microorganismele, inhibând multiplicarea sau creșterea acestora, caz în care, în lipsa acestor acțiuni ar putea conduce la infecții, miros, prurit și răni.

Suspensiile sau pulberile de  $\text{TiO}_2$  sau ZnO dopate cu particule de argint se pot folosi în produsele cosmetice, având efect antimicrobian sau regenerativ [8].

În afara argintului aplicat sub formă de metal, există un alt produs pe bază de săruri de argint cu proprietăți antimicrobiene naturale. Prin urmare, atunci când este aplicat pe materiale textile, acesta acționează asupra membranei celulelor bacteriene, ceea ce duce la prevenirea dezvoltării culturilor bacteriene și la împiedicarea reproducerii bacteriilor responsabile de apariția mirosurilor neplăcute, oferind totodată o senzație de confort corespunzător. Măsurătorile privitoare la mărimea și distribuția particulelor arată că acesta se situează în afara gamei particulelor nano [9].

Ionii de cupru, elemente individuale sau în formă moleculară complexă, au fost folosiți de secole pentru dezinfectare. În anii '50 cuprul a fost folosit în țesăturile din bumbac pentru corturi și prelate, pentru a împiedica dezvoltarea ciupercilor. Acest tip de tratament produce materiale care sunt vulnerabile la expunerea la apă.

Cupron, o companie americană, a reușit să dezvolte o metodă prin care se atașează chimic cuprul pe diferite fibre, naturale sau sintetice [10].

O țesătură care conține fire de cupru oferă o rezistență la microorganisme într-o proporție de 99,9%. Principalul avantaj al firelor de oxid de cupru este stabilitatea la spălări și oxidare.

Tehnologiile dezvoltate de Cupron (aplicate pe țesături din poliester, nailon, bumbac și polipropilenă), oferă protecție împotriva bacteriilor Gram pozitive și Gram negative, ciuperci, acarieni și mușegai.

Despre dioxidul de titan  $\text{TiO}_2$ , profesorul Kazuhito Hashimoto de la Centrul de Tehnologii Avansate Tokyo atrage atenția că există trei caracteristici: randament ridicat fotocatalitic, stabilitate mare și costuri reduse de producție.

Tratamentele cu  $\text{TiO}_2$  includ rezistența la apă, anti-bacterii, anti-statică și protecție UV, rezistență la flacără, îmbunătățirea durabilității etc.

Combi-nația de dioxid de titan și oxid de zinc este de asemenea utilizată ca agent antibacterian. Se consideră că o parte din oxigenul din aer sau apă se transformă în oxigen activ, prin catalizarea cu ioni metalici, dizolvând astfel substanțe organice pentru crearea unui efect de sterilizare [11].

## CONCLUSIONS

Initially, antimicrobial treatments were introduced to protect textiles from biological degradation, but more recently, a selection of these has been made that should be taken into account when using an antimicrobial treatment [8]:

- Adopting an antimicrobial technology with a proven history of use;
- Adopting a non-leak antimicrobial with no risk of crossing the skin barrier and creating adaptivity for resistant microorganisms;
- Adopting an antimicrobial technology that is registered with the EPA, EU and other regulatory agencies for certain products;
  - A quality assurance program should be a key component of any process of implementation;
  - Adopting an antimicrobial technology that has technical and marketing support.

### Acknowledgement

This paper was written with the support of EURODOC “Doctoral Scholarships for Research Performance at European Level” project, financed by the European Social Found and Romanian Government.

## REFERENCES

1. Coman, D., Oancea, S., Vrinceanu, N., “Biofunctionalization of Textile Materials by Antimicrobial Treatments”, *Rom. Biotechnol. Lett.*, **2010**, 15(1).
2. Stanciulescu, D., Biophotonic Clothes – A Chance for Human Health, Performantica Publishing House, Iasi, **2008**.
3. General Bacteriology (University of Medicine and Pharmacy Targu Mures) – course **2005**.
4. Intelligent Textile Structures – Application, Production & Testing, 12-13/5/**2005**, Thessaloniki, Greece.
5. <http://tri-sis.ca/antimicrobial.html>
6. *Proceedings of the National Conference III on Nanotechnology*, NANO **2009**, vol. 116.
7. <http://www.laboratorios-argenol.com/plastii.htm>
8. <http://diligensscripturae.wordpress.com/2010/01/05/nanoparticule-si-modificari-genetice/>
9. *Textile Industry*, **2009**, 60(4).
10. <http://www.fibre2fashion.com/>
11. <http://www.aegisasia.com/Comparision-of-antimicrobials.html>

## CONCLUZII

Inițial tratamentele antimicrobiene au fost introduse pentru a proteja textilele de degradare biologică, însă mai nou, s-a făcut o selecție a acestora, de care ar trebui să se țină cont atunci când se utilizează un tratament antimicrobian [8]:

- Adoptarea unei tehnologii antimicrobiene cu un istoric dovedit de utilizare;
- Adoptarea unui antimicrobian non-scurgere care nu prezintă riscul de trecere a barierei cutanate și de a crea adaptivitate microorganismelor rezistente;
- Adoptarea unei tehnologii antimicrobiene care este înregistrată la EPA, UE, și alte agenții de reglementare pentru anumite produse;
  - Un program de asigurare a calității ar trebui să fie o componentă cheie a oricărui proces de aplicare;
  - Adoptarea unei tehnologii antimicrobiene care are tehnică și sprijin de marketing.

### Mulțumiri

Această lucrare a fost realizată cu suportul financiar al proiectului EURODOC „Burse doctorale pentru performanță în cercetare la nivel european”, finanțat de către Fondul Social European și Guvernul României.