



LRI™

Environmental Solutions

Efectul Purificatoarelor de Aer Oreck asupra microorganismelor

Raport Nr. 8092-06-R1

August 11, 2006

Preparat pentru

Oreck Manufacturing Company

21180 Johnson Road
Long Beach, MS 39560

de

Kerby F. Fannin, M.P.H., Ph.D., CES
Specialist Certificat in Probleme de Mediu

Limitari si Exonerare de Raspundere:

LRI Environmental Solutions Division of Life's Resources, Inc. (LRI) a efectuat teste asupra produselor descrise aici.

Rezultatele testelor efectuate in alte conditii pot varia. LRI nu face niciun fel de referire sau afirmatie cu privire la utilitatea sau potrivirea acestor produse pentru orice fel de aplicatii sau in orice fel de conditii.

LRI nu face niciun fel de referire sau afirmatie cu privire la acordul acestor produse cu legile federale, statale sau locale sau ordonante privind folosirea sau aplicarea lor.

Continut

1.0 INTRODUCERE.....	5
1.1 SCOP.....	5
1.2 OBIECTIV SPECIFIC.....	5
1.3 MICROORGANISME	
TESTATE.....	5
2.0 TEST ECHIPAMENT SI METODE.....	7
2.1 TEST PURIFICATOARE AER.....	7
2.2 TEST APARAT SI PROCEDURA	8
2.2.1 Camera de Recipient	8
2.2.2 Plasarea Microorganismelor in Purificatoarele de Aer	
.....	9
2.2.3 Procedura Testului de Control.....	10
2.2.4 Conditii de Mediu	10
2.3 METODELE TESTULUI CU MICROORGANISME	
.....	11
2.3.1 Bacterii Gram-Negative	11
2.3.2 Bacterii Gram-Pozitive	11
2.3.3 Mucegai.....	12
2.3.4 Virusuri.....	13
3.0 REZULTATE.....	14
3.1 BACTERIA <i>SERRATIA MARCESCENS</i>	14
3.2 BACTERIA <i>BACILLUS SUBTILIS</i>	15
3.3 MUCEGAI <i>PENICILLIUM FUNICULOSUM</i>	17
3.4 BACTERIOFAG MS2	18
4.0 CONCLUZII.....	21

Lista cu Figuri

Figura 1. Oreck□Test Purificator Aer	
A.....	7
Figura 2. Oreck□Test Purificator Aer	
B.....	8
Figura 3. Test Aparat.....	9
Figura 4. Plasarea Filtrului Continand Microorganisme pe Paletele Purificatorului de Aer.....	10
Figura 5. <i>Serratia Marcescens</i> Colonii de Bacterii: Purificatorul de Aer A Test vs. Control.....	14
Figura 6. <i>Serratia Marcescens</i> Colonii de Bacterii: Purificatorul de Aer B Test vs. Control.....	15
Figura 7. <i>Bacillus subtilis</i> Colonii de Bacterii: Purificatorul de Aer A Test vs. Control.....	16
Figura 8. <i>Bacillus subtilis</i> Colonii de Bacterii: Purificatorul de Aer B Test vs. Control.....	16
Figura 9. <i>Penicillium funiculosum</i> Colonii de Mucegai: Purificatorul de Aer A Test vs. Control.....	17
Figura 10. <i>Penicillium funiculosum</i> Colonii de Mucegai: Purificatorul de Aer B Test vs. Control.....	18
Figura 11. MS2 Bacteriofag Unitati Formatoare de Pete: Purificatorul de Aer A Test vs. Control.....	19
Figura 12. MS2 Bacteriofag Unitati Formatoare de Pete: Purificatorul de Aer B Test vs. Control.....	20

1.0 Introducere

1.1 Scop

Scopul acestor teste a fost sa determine efectul a doua Purificatoare de Aer Oreck asupra microorganismelor aflate pe paletele de colectare.

1.2 Obiectivul Specific

Obiectivul specific al acestor teste a fost sa compare microorganismele aflate in purificatoarele de aer cu cele aflate inafara acestora.

1.3 Microorganismele Testate

Au fost testate patru feluri diferite de microorganisme. Aceste organisme au fost selectate ca si reprezentative pentru grupele de organisme care au caracteristici diferite de supravietuire. Acestea au inclus doua bacterii, una cu flagel Gram-negativa si una cu flagel Gram-pozitiva, un virus bacteriofag si un fungus reprezentativ pentru mucegaiul obisnuit. Fiecare dintre aceste organisme a fost folosit pentru studiile privind supravietuirea microorganismelor in mediul inconjurator.

Abilitatea peretilor bacterieni de a accepta un colorant este o tehnica des folosita pentru clasificarea generala a bacteriilor. Folosind o procedura formata din patru parti, cunoscuta sub denumirea de "patarea Gram-urilor", bacteriilor Gram-pozitive le este data o culoare albastru-violet, in timp ce bacteriile Gram-negative iau o culoare roz. Observarea microscopica a organismelor "patate" confera o distinctie clara intre bacteriile Gram-pozitive si cele Gram-negative.

Bacteria Gram-negativa folosita in aceste teste a fost *Serratia marcescens*. Este o bacterie in forma de flagel din familia Enterobacteriaceae. Incluse in aceasta familie mai sunt bacterii ca *Escherichia*, *Salmonella*, *Arizona*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus* si *Providencia*. Unele din aceste specii din grupele de organisme sunt patogene bine cunoscute si care se transmit prin cai variate. Pe langa patogenitatea relativ scazuta, culoarea rosie caracteristica prezentata de *Serratia marcescens* sub anumite conditii

a facut-o un indicator folositor pentru supravietuirea altor bacterii aflate in aer avand caracteristici similare.

Bacteria Gram-pozitiva, *Bacillus subtilis*, este de-asemena un organism in forma de flagel. In functie de conditiile de dezvoltare, aceste bacterii evolueaza fie in celule vegetative, fie in spori.. Cand se formeaza sporii, organismele sunt extrem de rezistente si pot supravietui pentru perioade lungi de timp in conditii potrivnice de mediu. Organismele au fost folosite in forma vegetativa pentru aceste teste.

Penicillium funiculosum este folosit pentru testarea nivelului de supravietuire a mucegaiului in mediul inconjurator. De exemplu, a fost folosit ca si organism model pentru a evalua efectele de dezinfectare a aerului in biblioteci.¹ Acest mucegai este de-asemena reprezentativ pentru clase mai evolute de mucegai care demonstreaza reactii alergice si/sau patogenice la oameni.

Bacteriofagele au fost folosite si studiate ca si modele ale supravietuirii virusurilor animale si umane.² MS2 colifag a fost folosit drept model pentru stabilitatea virusurilor in aer.³ A fost folosit in studii pentru a examina comportamentul virusului „Norwalk” in mediul inconjurator. ⁴

¹Malalanirina W. Rakotonirainy et al., “Cercetare asupra Fungicidelor pentru Dezinfectarea Aerului prin Aburi Termali in Biblioteci si Arhive,” *International Biodeterioration & Biodegradation*, 1999, 44, pp. 133-139.

²K.F. Fannin et al., “Studii de Teren asupra Colifagelor si Coliformelor ca Indicatori pentru Contaminarea prin Aer a Animalelor, din Institutele de Tratare a Apei,” *Water Research*, 1977, 11, pp. 181-188.

³Edward J. Dubovi and Thomas G. Akers, “Stabilitatea in Aer a Virusurilor Bacterieni S-13 si MS-2,” *Applied Microbiology*, 1970, pp. 674-628.

⁴Redman, J.A. et al., “Filtrarea Particulelor Recombinate a Virusului Norwalk si Bacteriofagul MS2 in Nisip – Quartz „, Imporanta Interactiunilor Electrostatice,” *Environmental Science Technology*, 1997, 31, pp. 3378-3383

2.0 Echipamentul si Metodele de Testare

2.1 Purificatoarele de Aer Testate

Purificatorul de Aer A a fost denumit „Oreck Tower Series” asa cum se vede si in Figura 1. Purificatorul de Aer B a fost denumit „Oreck Advanced Table Top” asa cum se vede si in Figura 2. Unitatile de testare au fost puse la dispozitie de „Oreck Manufacturing Company”, Long Beach, Mississippi.



Figura 1. Oreck Purificatorul de Aer A



Figura 2. Oreck Purificatorul de Aer B

Principiul modului de operare al purificatoarelor de aer a fost constituit dintr-o incarcatura pozitiva care a fost impartita particulelor din aer care intrau in purificatoare. Particulele au fost apoi atrase catre paletele de colectare din aluminiu care erau incarcate negativ si erau cuprinse intre celulele electrice.

2.2 Aparatura si Procedura de Testare

2.2.1 Camera de Recipient

Testele au fost efectuate intr-o camera de recipient, asa cum se vede in Figura 3. Aerul care intra in camera era filtrat in permanenta printr-un aparat de filtrare HEPA, iar aerul evacuat a fost filtrat printr-un sistem de filtrare HEPA germicid cu lumina ultravioleta. Gurrile de intrare si iesire a aerului au fost ajustate in asa fel incat sa mentina o presiune usor negativa in camera.



Figura 3. Aparatura de Testare

2.2.2 Plasarea Microorganismelor in Purificatoarele de Aer

Filtrele care contineau microorganisme au fost plasate pe paletele de colectare a purificatorului de aer, asa cum se vede in Figura 4. Petru a reduce probabilitatea de pierdere a filtrarii cauzata de miscarea aerului in timpul operatiunii de purificare, o margine a fiecarui filtru a fost asigurata la paleta purificatorului de aer folosind doua clipsuri sterile de nailon. Dupa ce filtrele care contineau microorganisme au fost plasate pe paletele purificatorului de aer, celulele de colectare au fost inlocuite si invelisul a fost asigurat pentru operatiunea de purificare a aerului. Testele au fost efectuate la cea mai mare viteza de operare.



Figura 4. Plasarea Filtrelor care contin Microorganisme pe Paletele Purificatorului de Aer

2.2.3 Procedura Testului de Control

Teste de control au fost efectuate folosind aceeași concentrație de microorganisme și același timp de expunere ca și la celelalte purificatoare de aer testate. Filtrele care conțineau microorganisme au fost expuse aerului dintr-o capsula sterilă de plastic pentru aceeași perioadă de timp ca și la celelalte purificatoare de aer. La sfârșitul perioadei specifice de expunere, microorganismele din purificatorul de aer și din testul de control au fost puse la incubare.

2.2.4 Condițiile de Mediu

Testele au fost efectuate la temperatura ambientală și în condiții de umiditate relativă într-o clădire cu aer condiționat.

2.3 Metodele de Testare a Microorganismelor

2.3.1 Bacterii Gram-Negative

Bacterii gram-negative *Serratia marcescens* (Colectia de Cultura Tip Americana (ATCC) Nr.14756) au fost folosite in aceste teste. Inaintea fiecarei serii de testare, bacteriile testate au fost puse la incubat peste noapte la 30°C in substanta nutritiva

(Difco). Solutii diluate din culturile de organisme au fost facute in apa tamponata cu fosfat. Solutiile diluate selectate din organismele testate au fost inoculate in filtrele de testare folosind o procedura de filtrare printr-o membrana si apoi clatite cu apa tamponata cu fosfat. Filtrele inoculate au fost plasate in conditii de asepsie pe suprafata paletelor de colectare din purificatoarele de aer testate si asigurate cu clipsuri de nailon, cum am precizat si mai sus. Un filtru asemanator a fost plasat intr-o capsula sterila de plastic. Celulele cu paletele de colectare au fost plasate in purificatorul de aer testat. Purificatorul de aer a fost alimentat la viteza maxima pana cand luminile indicatoare au aratat operatiunea adecvata. Fiecare test a fost efectuat pe o perioada de patru ore.

In urma expunerii la conditiile specificate, filtrele inoculate prin membrana au fost inlaturate in conditii de asepsie de pe suprafata paletelor de colectare a purificatorului de aer folosind pensete sterile. Filtrele cu membrana au fost apoi plasate in capsule pe o suprafata cu agar nutritiv. In urma incubarii la 30°C pentru o perioada de 24h, culturile *Serratia marcescens* au fost expuse la temperatura camerei pana cand a inceput pigmentarea cu culoarea rosie. Numerotarea coloniilor in urma incubarii adecvate a folosit la determinarea viabilitatii organismelor. Procentul de supravietuire al organismelor a fost calculat comparand numerotarea culturilor din purificatoarele de aer testate cu culturile de control.

2.3.2 Bacterii Gram-Pozitive

Bacteriile gram-pozitive *Bacillus subtilis* (ATCC Nr. 9372) au fost folosite in acest test. Inaintea fiecarei serii de teste, bacteriile testate au fost puse la incubat pentru o perioada de 12h la temperatura de 35°C in substanta nutritiva (Difco). Solutii diluate din culturile de organisme au fost facute in apa tamponata cu fosfat. Solutiile diluate selectate din organismele testate au fost inoculate in filtrele de testare folosind o procedura de filtrare printr-o membrana si apoi clatite cu apa tamponata cu fosfat. Filtrele inoculate au fost plasate in conditii de asepsie pe suprafata paletelor de colectare din purificatoarele de aer testate si asigurate cu

clipsuri de nailon, cum am precizat si mai sus. Un filtru asemanator a fost plasat intr-o capsula sterila de plastic. Celulele cu paletetele de colectare au fost plasate in purificatorul de aer testat. Purificatorul de aer a fost alimentat la viteza maxima pana cand luminile indicatoare au aratat operatiunea adecvata. Fiecare test a fost efectuat pe o perioada de patru ore.

In urma expunerii la conditiile specificate, filtrele inoculate prin membrana au fost inlaturate in conditii de asepsie de pe suprafata paletetelor de colectare a purificatorului de aer folosind pensete sterile. Filtrele cu membrana au fost apoi plasate in capsule pe o suprafata cu agar nutritiv. In urma incubarii la 35°C pentru o perioada de 24h, numerotarea coloniilor a folosit la determinarea viabilitatii organismelor. Procentul de supravietuire al organismelor a fost calculat comparand numerotarea culturilor din purificatoarele de aer testate cu culturile de control.

2.3.3 Mucegai

Penicillium funiculosum (ATCC 11797) a fost incubat in substanta din dextroza de cartofi (Difco) la o temperatura de 24°C. Solutii diluate din culturile de organisme au fost facute in apa tamponata cu fosfat. Solutiile diluate selectate din organismele testate au fost inoculate in filtrele de testare folosind o procedura de filtrare

printr-o membrana si clatite apa tamponata cu fosfat.

Filtrele inoculate au fost plasate in conditii de asepsie pe suprafata paletetelor de colectare din purificatoarele de aer testate si asigurate cu clipsuri de nailon, cum am precizat si mai sus. Un filtru asemanator a fost plasat intr-o capsula sterila de plastic. Celulele cu paletetele de colectare au fost plasate in purificatorul de aer testat. Purificatorul de aer a fost alimentat la viteza maxima pana cand luminile indicatoare au aratat operatiunea adecvata. Fiecare test a fost efectuat pe o perioada de patru ore.

In urma expunerii la conditiile specificate, filtrele inoculate prin membrana au fost inlaturate in conditii de asepsie de pe suprafata paletetelor de colectare a purificatorului de aer folosind pensete sterile.

Filtrele inoculate prin membrana au fost apoi plasate pe suprafata unor capsule continand substanta din dextroza de cartofi pentru testare. Procentul de supravietuire al organismelor a fost calculat comparand numerotarea culturilor din purificatoarele de aer testate cu culturile de control.

2.3.4 Virusuri

Escherichia coli bacteriofag MS2 (ATCC 15597-B1), un virus bacterial, a fost incubat într-o cultura-gazda de *Escherichia coli* C3000 (ATCC 15597) celule bacteriale la o temperatura de 35°C. Mediul pentru incubarea gazdei *Escherichia coli* a fost preparat prin adaugarea a 10.0 g tripton, 1.0 g extract de drojdie, 8.0 g NaCl, 10 mL de 10% solutie de glucoza si 1.0 mL de 1M solutie de CaCl₂ per litru de apa distilata. Paletele cu agar de la baza au fost preparate adaugand 15-g/L agar (Difco) mediului. Stratul superior de agar a fost preparat prin adaugarea 7.0-g/L agar (Difco) mediului.

Au fost efectuate teste privind supravietuirea virusului inoculand 0.25 mL de solutie diluata din virus pe filtre din membrana sterile cuprinse in capsule sterile de plastic. Filtre inoculate au fost plasate in stare de asepsie pe suprafata paletii de colectare din purificatorul de aer respectiv. Un filtru asemanator a fost plasat într-o capsula sterila de plastic goala. Paletele cu celule care contin filtre au fost plasate in purificatorul de aer testat. Purificatorul de aer a fost alimentat la viteza maxima pana cand luminile indicatoare au aratat operatiunea adecvata. Fiecare test a fost efectuat pentru o perioada de patru ore.

Filtrele inoculate cu virus au fost indepartate din purificatorul de aer testat si din capsula de control si plasate pe suprafata paletelor cu agar de la baza. Filtrele au fost apoi suprapuse cu o parte din bacteria gazda folosind agar moale tinut la aproximativ 45°C. Paletele au fost apoi incubate la o temperatura de 35°C pentru o perioada de 12h si examinata pentru scaderea continua a temperaturii celulelor asa cum demonstreaza formarea petelor, care sunt zone libere in compozitia bacteriei-gazda.

3.0 Rezultate

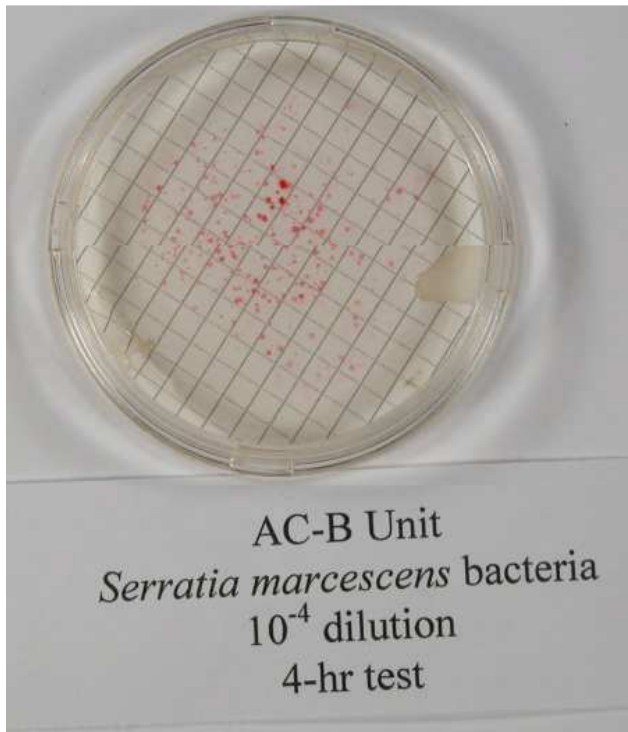
3.1 Bacteriile *Serratia marcescens*

Rezultatele testelor cu bacteriile *Serratia marcescens* in urma expunerii pentru o perioada de 4h sunt aratate in Figurele 5 si 6.

Numerotarea culturilor unitatilor formatoare de colonii (CFU) dintr-o inoculare de 1 mL de 10^{-4} solutie diluata este aratata in aceste fotografii. In urma expunerii in Purificatorul de Aer A pentru o perioada de 4h, numarul bacteriilor numarate a fost 47 CFU in comparatie cu cele 2595 CFU din cultura de control. Numarul CFU al bacteriilor *Serratia marcescens* a fost redus cu 98% in Purificatorul de Aer A. In urma expunerii in Purificatorul de Aer B pentru o perioada de 4h, numarul bacteriilor a fost de 268 CFU. Bacteriile de control, care au fost numarate la a 10^{-6} diluare, a fost de 836 CFU. Comparand numaratoarele dintre aparatele testate si culturile de control, observam ca numarul bacteriilor *Serratia marcescens* a fost redus cu mai mult de 99% in Purificatorul de Aer B.



Purificatorul de Aer Control
Figura 5. Coloniile Bacteriale *Serratia Marcescens* : Purificatorul de Aer A Test vs. Control



Purificatorul de Aer Control
Figura 6. Coloniile Bacteriale *Serratia Marcescens* : Purificatoarele de Aer B Test vs. Control

3.2 Bacteriile *Bacillus subtilis*

Rezultatele testelor cu bacteriile *Bacillus subtilis* in urma unei expuneri de 4h sunt aratate in Figurile 7 si 8. Dupa o expunere de 4h in Purificatorul de Aer A bacteriile numarate la a 10^{-3} diluare au fost 5 CFU in comparatie cu 339 CFU la aceeasi diluare in cultura de control. Numarul bacteriilor CFU *Bacillus subtilis* a fost redus cu aproximativ 99% (98.5%) in Purificatorul de Aer A. In urma unei expuneri pentru o perioada de 4h in Purificatorul de Aer B, numaratoarea bacteriala la a 10^{-3} diluare a fost de 9 CFU in comparatie cu 124 CFU in mostra de control, care a fost numarata la a 10^{-4} diluare. Numarul bacteriilor CFU *Bacillus subtilis* a fost redus cu aproximativ 99% in Purificatorul de Aer B.



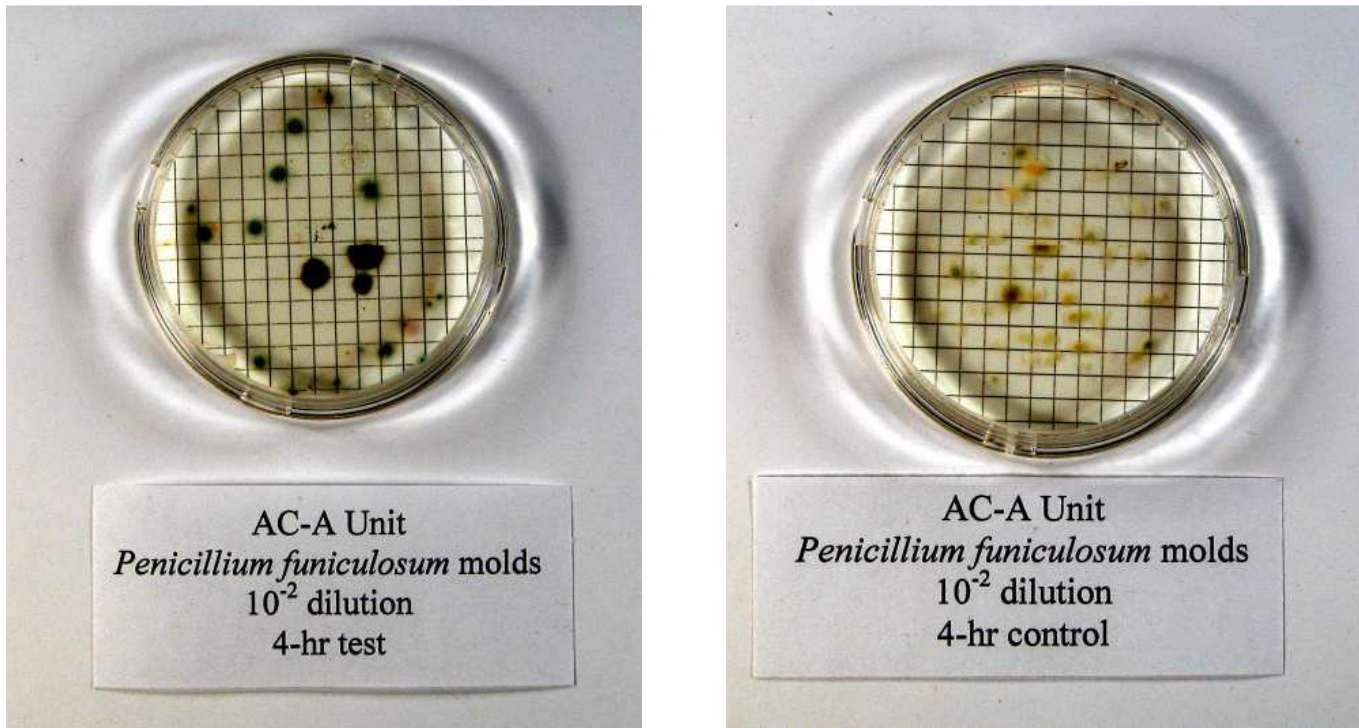
Purificatorul de Aer Control
Figura 7. Coloniile Bacteriale *Bacillus subtilis* : Purificatorul de Aer A Test vs. Control



Figura 8. Coloniile Bacteriale *Bacillus subtilis* : Purificatorul de Aer B Test vs. Control

3.3 Mucegai *Penicillium funiculosum*

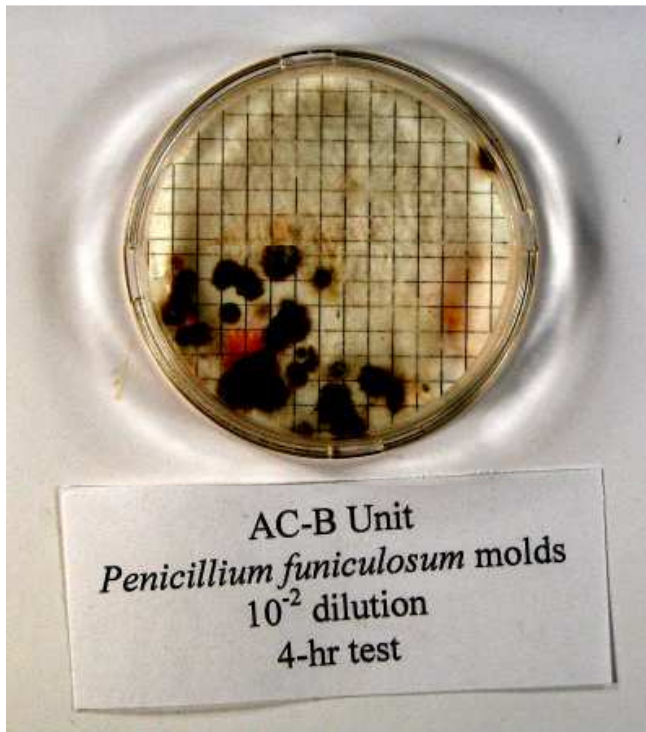
Rezultatele testelor cu mucegaiul reprezentativ *Penicillium funiculosum* in urma unei expuneri pe o perioada de 4h in purificatoarele de aer aratate in Figurile 9 si 10. Dupa expunerea de 4h in Purificatorul de Aer A, numarul mucegaiului *Penicillium funiculosum* la a 10^{-2} diluare a fost de 22 CFU in comparatie cu cele 48 CFU la aceeași diluare in cultura de control. Numarul mucegaiului in CFU a fost redus cu aproximativ 54% in Purificatorul de Aer A. Dupa expunerea de 4h in Purificatorul de Aer B, numarul mucegaiului *Penicillium funiculosum* la a 10^{-2} diluare a fost de 32 CFU in comparatie c cele 78 CFU la aceeași diluare in cultura de control. Numarul mucegaiului in CFU a fost redus cu aproximativ 59% in Purificatorul de Aer B.



Purificatorul de Aer

Control

Figura 9. Coloniile de Mucegai *Penicillium funiculosum* : Purificatorul de Aer A Test vs. Control



Purificatorul de Aer



Control

Figura 10. Coloniile de Mucegai *Penicillium funiculosum*: Purificatorul de Aer B Test vs. Control

3.4 Bacteriofagul MS2

Rezultatele testelor bacteriofagului reprezentativ pentru MS2 in Purificatorul de Aer A in urma expunerii de 4h sunt aratate in Figura 11. Numaratoarea culturilor cu unitati care formeaza pete la a 10⁻² diluare a aratat 30 PFU per cultura dupa o expunere de 4h in purificatorul de aer testat in comparatie cu 111 PFU per cultura, numarata la a 10⁻³ diluare, dupa o expune similara la aerul din afara purificatorului. Numarul in PFU bacteriofagului MS2 a fost redus cu mai mult de 99% in comparatie cu varianta de control din Purificatorul de Aer A.



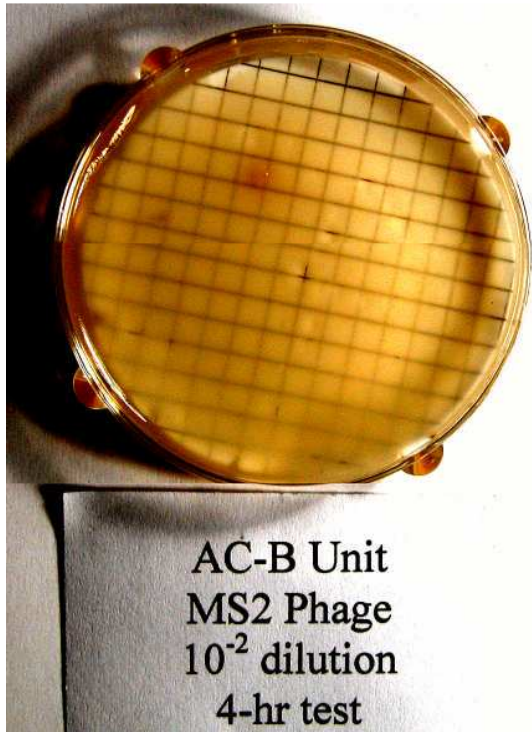
Purificatorul de Aer



Control

Figura 11. Bacteriofagul MS2 Unitati de Formare a Petelor: Purificatorul de Aer A Test vs. Control

Rezultatele testelor pentru reprezentantul bacteriofagului MS2 in Purificatorul de Aer B in urma expunerii sunt aratate in Figura 12. Numaratoarea culturilor de unitati formatoare de pete (PFU) la a 10^{-2} diluare arata 10 PFU per cultura dupa o expunere de 4h in purificatorul de aer testat in comparatie cu cele 110 PFU per cultura, numarate la a 10^{-3} diluare, dupa o expunere similara la aerul din afara purificatorului. Numarul in PFU a bacteriofagului MS2 a fost redus cu mai mult de 99% in Purificatorul de Aer B.



Purificatorul de Aer



Control

Figura 12. Unitati Formatoare de Pete a Bacteriofagului MS2: Purificatorul de Aer B Test vs. Control

4.0 Concluzii

Rezultatele au aratat ca bacteriile, mucegaiul si virusurile de pe paletele de colectare de pe doua purificatoare de aer Oreck au fost substantial reduse in comparatie cu cele care au fost expuse pentru o perioada similara de timp inafara acestora.

Testele care au fost efectuate pe perioade de 4h in conditiile ambientale au aratat ca numerele bacteriilor *Serratia*

marcescens au fost reduse cu 98% in Purificatorul de Aer A si cu mai mult de 99% in Purificatorul de Aer B.

Testele au aratat de asemenea ca numarul bacteriilor *Bacillus subtilis* a fost redus cu aproximativ 99% in ambele Purificatoare de Aer A si B. Numarul mucegaiului *Penicillium funiculosum* a fost redus cu aproximativ 54 si respectiv 59 de procente in Purificatoarele de Aer A si B. Numarul unitatilor formatoare de pete ale bacteriofagului MS2 a fost redus cu mai mult de 99% in ambele Purificatoare de Aer A si B.

