



A61F 13/49 (2006.01),  
A61F 13/15 (2006.01),  
A61F 13/53 (2006.01),  
A61K 41/00 (2006.01),  
A61N 5/06 (2006.01),  
A61L 2/08 (2006.01),  
C08J 7/12 (2006.01)

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 01165

(22) Data de depozit: 22/12/2017

(41) Data publicării cererii:  
27/04/2018 BOPI nr. 4/2018

(71) Solicitant:  
• BUCUREȘTEANU RĂZVAN CĂTĂLIN,  
STR. PEȘTERA SCĂRIȘOARA NR.1A,  
BL.701A, SC.A, AP.26, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• BUCUREȘTEANU RĂZVAN CĂTĂLIN,  
STR. PEȘTERA SCĂRIȘOARA NR.1A,  
BL.701A, SC.A, AP.26, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO

*Această publicație include și modificările descrierii,  
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35,  
alin. (20), din HG nr.547/2008.*

(54) **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE  
ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE  
ȘI DIN INCINTE CU RISC BIOLOGIC**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă fotochimică pentru dezinfecție și controlul infecțiilor nosocomiale din spitale și incinte cu risc biologic. Metoda, conform invenției, constă în expunerea microorganismelor prezente în aerul din incinte la acțiunea cuantelor de lumină emise de un corp de iluminat ce are o structură optică alcătuită din mai multe tipuri de diode led, fiecare tip de diodă emițând cuante de lumină cu proprietăți biocide, având lungimea de undă monocromatică aleasă din una din următoarele valori: 760 nm ( $\pm 20$  nm) sau 690 nm ( $\pm 20$  nm), sau 660 nm ( $\pm 20$  nm), sau 630 nm

( $\pm 20$  nm), sau 580 nm ( $\pm 20$  nm), sau 530 nm ( $\pm 20$  nm), sau 470 nm ( $\pm 20$  nm), funcționarea corpului de iluminat fiind continuă; metoda nu este nocivă pentru om și acționează asupra microorganismelor prin două mecanisme fizice, absorbția cuantelor de către porfirinele din structura bacteriilor, urmată de distrugerea lor și generarea de specii reactive de molecule cu efect biocid.

Revendicări inițiale: 7  
Revendicări amendate: 7



## METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC

Prezenta invenție se referă la o **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC**, metodă ce folosește emisia combinată și concomitentă de cuante de energie sub formă de radiații electromagnetice cu lungimi de undă diferite, ce acționează prin procese de absorbție și de excitare moleculară fotochimică asupra moleculelor din aer, transformând oxigenul molecular liber, aflat în starea cuantică de triplet ( $O_2^3\Sigma_g^-$ ), în specii excitate cuantic chimic de tip singlet **ROS** (numite și specii reactive ale oxigenului singlet tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ). Aceste specii chimice de tip singlet au proprietăți biocide asupra microorganismelor patogene cu care vin în contact direct. Oxigenul molecular liber din aer are termenul fundamental spectral de tip triplet cu notație  $O_2^3\Sigma_g^-$ . Prin interacția moleculelor din aer cu radiațiile electromagnetice de lungimi de undă diferită și energii specifice, descrise în prezenta invenție, au loc procese fotochimice de transfer a energiei fotonilor din cuantele radiațiilor electromagnetice către moleculele cu care interacționează, fenomene fiind însoțite de tranziții electronice și modificări în nivele vibraționale și rotaționale ale legăturilor chimice covalente moleculare. Electronii de pe orbitalii electronici moleculari degenerați  $2\pi p_g^*$ , participanți în aceste legături, își modifică nivelul energetic corespunzător energiei primite de la fotonii implicați în aceste procese de transfer energetic fotochimic. În urma acestor procese fotochimice de transfer cuantic se modifică diagrama energetică a moleculei de oxigen aflat în starea fundamentală de triplet ( $O_2^3\Sigma_g^-$ ). În aceste procese fotochimice de excitare și transfer energetic apar stări excitate molecular având termeni spectrali fundamentali de tip oxigen singlet (tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ) cu proprietăți energetice și de reactivitate crescute față de oxigenul molecular cu termen spectral fundamental de tip triplet  $O_2^3\Sigma_g^-$ . Radiațiile electromagnetice folosite în această metodă au energii și lungimi de undă ce respectă legea fotochimiei **Grotthuss-Draper**. Lungimile de undă ale acestor radiații electromagnetice, descrise și folosite în prezenta invenție, sunt cuprinse în domeniul spectral **760nm (750nm-780nm), 687nm (680 – 700nm), 630nm (620nm-640nm), 577nm (570nm-590nm), 530nm (520nm-540nm), 477nm (470nm-490nm)**. Aceste spectre de emisie ale radiațiilor electromagnetice sunt plasate în domeniul vizibil, nu sunt periculoase pentru om și pot fi folosite la iluminarea incintelor. Sursa de emisie a radiațiilor electromagnetice cu lungimi de undă diferite, folosite în această metoda de dezinfecție și control al infecțiilor nosocomiale, este formată din dispozitive de iluminat cu LED-uri care au proprietatea de a emite radiația electromagnetică sub formă de radiații luminoase cu lungimi de undă stricte. Utilizarea mai multor tipuri de LED-uri în cadrul unui dispozitiv luminos permite controlul spectrului luminos al

sursei de emisie obținându-se un mediu de emisie al radiatiilor electromagnetice controlat, adaptat pentru realizarea funcției de dezinfectie și control al infecțiilor nosocomiale. Sursele de emisie de tip LED a radiatiilor electromagnetice folosite în prezenta metodă asigură o putere radiată incidentă pe unitate de suprafață, la care să se producă fenomenele fotochimice de tranziție electronică descrise în prezenta invenție, de **minimum 60 J/cm<sup>2</sup> măsurat la o distanță de 1,5 m față de sursa de emisie**. Prin emisia simultană de radiații cu lungimi de undă diferite de către surse diferite de tip LED, fiecare emitând doar într-un spectru îngust din cele descrise mai sus, se obține și o iluminare adecvată a incintei respective, la un confort optim pentru om. Dispozitivele de iluminat sunt fie mobile, fie fixate pe tavanul sau pereții incintelor respective și asigură atât funcția de iluminare a incintelor cât și funcția de dezinfectie continuă a incintei, prin emisia combinată și concomitentă a radiației electromagnetice cu lungimi de undă diferite. Speciile excitate cuantic chimic de tip singlet **ROS** (specii reactive ale oxigenului singlet tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ) formate în urma proceselor fotochimice de excitare ce au loc prin aplicarea prezentei metode, prezintă o reactivitate chimic crescută față de oxigenul molecular aflat în starea de triplet de tip  $O_2^3\Sigma_g^-$ , și acționează asupra pereților bacteriilor patogene și a componentelor structurale din biofilmele microbiene. Electronii aflați pe orbitele fundamentale degenerate  $2\pi p_g^*$  ale acestor specii chimice reactive de tip oxigen singlet (tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ), specii chimice reactive ce se formează în urma aplicării metodei descrise în prezenta invenție, se află pe nivele energetice superioare față de termenul spectral fundamental al oxigenului triplet de tip  $O_2^3\Sigma_g^-$ , stabil chimic și cu reactivitate chimică moderată. Ca atare, electronii excitați cuantic de pe orbitalii moleculari degenerați de tip  $2\pi p_g^*$  pot fi cedați ușor și pot scinda prin reacții chimice la care participă legăturile chimice covalente ale constituienților biochimici din structura agenților patogeni, urmat de deteriorarea și distrugerea acestora precum și a structurii de fibre din biofilme.

Se cunosc metode ce folosesc lămpi fluorescente pe bază de radiații UV pentru dezinfectia și controlul infecțiilor nosocomiale din spitale și incinte supuse riscului biologic. Dezavantajul acestor metode este dat de folosirea radiațiilor din spectrul UV care sunt periculoase pentru om. Dezinfectia cu radiații UV a incintelor supuse riscului biologic se poate face doar în absența umană, și nu se poate realiza o dezinfectie continuă. De asemenea, aceste echipamente sunt scumpe, iar lămpile fluorescente au o durată limitată în timp.

Se cunosc metode de dezinfectie a incintelor și sterilizare prin aplicarea unui colorant cu rol de fotosensibilizator, cum ar fi albastru de metilen, albastru de toluidină, polimixină B sau combinații ale acestora, în zona de infecție sau zona care urmează a fi sterilizată și expunerea zonei tratate cu fotosensibilizant la radiație electromagnetică având o lungime de undă a luminii și energia necesară activării cuantice a colorantului din fotosensibilizator. Dezavantajul acestor metode este

12

dat de folosirea unui fotosensibilizator ce are o perioadă scurtă de funcționare.

Se cunosc efectele biocide ale speciilor moleculare de oxigen singlet reactiv de tip **ROS** (de tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ), specii chimice reactive ce pot distruge pereții microorganismelor și biofilmele microbiene. Termenul de specii reactive de oxigen singlet - *reactive oxygen species* - **ROS** (de tip singlet  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ), se referă la specii chimice care conțin oxigen în stare cuantică excitată și au o reactivitate chimică mai mare decât a oxigenului molecular din starea cuantică fundamentală cu termenul spectral de triplet ( $O_2^3\Sigma_g^-$ ). Reactivitatea chimică crescută a acestor specii cuantice de oxigen excitate, cu termen spectral de singlet, se explică pe baza principiilor mecanicii cuantice. În urma proceselor de ciocnire a electronilor cu fotonii absorbiți la nivel molecular, fotonii cedează energia lor electronilor aflați pe straturile orbitale moleculare degenerate  $2\pi_g^*$ , iar aceștia trec pe stări energetice superioare, cu trecerea moleculei în stări excitate cu termen spectral de tip singlet, și în acest fel diagrama energetică a legăturii chimice se modifică, iar reactivitatea chimică a speciei moleculare de oxigen cu termen spectral de singlet crește față de starea cuantică fundamentală. Din spectroscopia de absorbție se cunosc mecanismele, energia și lungimile de undă specifice ale radiațiilor electromagnetice la care, prin ciocnirea cuantelor de energie cu moleculele de oxigen molecular liber din aer, are loc fenomenul de absorbție a fotonilor la nivel molecular, excitarea cuantică a oxigenului și trecerea oxigenului molecular în stări chimice cuantice excitate, metastabile, formându-se în acest fel specii chimice reactive de oxigen singlet de tip **ROS** ( $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ). Reactivitatea chimică ridicată a acestor specii chimice de oxigen singlet le conferă rol biocid prin acțiuni chimice asupra pereților microorganismelor sau biofilmelor microbiene.

Se cunosc numeroase studii efectuate prin care s-a demonstrat capacitatea radiațiilor electromagnetice din spectrul vizibil și infraroșu apropiat de a genera molecule de oxigen singlet în atmosferă, în urma ciocnirilor dintre radiația electromagnetică și moleculele din aer. Aceste specii reactive au rol bactericid și bacteriostatic asupra agenților patogeni.

**Greenblatt G. D.** și colab. este printre primii care publică un studiu despre formarea speciilor de oxigen reactiv de tip oxigen singlet și arată în articolul *Absorption Measurements of Oxygen Between 330 and 1140 nm* - (JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 95, NO. D11, PAGES 18,577-18,582, OCTOBER 20, 1990) – și explică mecanismele de formare a speciilor de tip ROS și lungimile de undă la care apar.

**Takehiro Hidemori** în studiul său din 2012 *Visible and Near-IR Spectroscopic Study on Creation and Relaxation of Singlet Oxygen in the Gas Phase* discută și arată mecanismelor cinetice de formarea a oxigenului singlet în faza gazoasă. Alte studii care demonstrează formarea oxigenului singlet de către radiații electromagnetice de anumite lungimi de unde sunt *Observation*

Anwar

*of collision-induced near-IR emission of singlet oxygen  $O_2\ ^1\Delta_g$  generated by visible light excitation of gaseous  $O_2$  dimol (2009)* de Eiji Furui sau *Kinetic study on the photoabsorption process of gaseous  $O_2$  dimol at 630 nm in a wide pressure range (2010)* de Akira Ida și colab.

Violet Vakunseh Bumah și colab. în studiul *The bactericidal effect of 470-nm light and hyperbaric oxygen on methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) (DOI: 10.1007/s10103-015-1722-9 – 2015)* și în studiul *Optimization of the Antimicrobial Effect of Blue Light on Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) In Vitro (DOI: 10.1002/ism.22327)* demonstrează efectul biocid al radiației electromagnetice cu lungimea de undă de 470 nm.

Anat Lipovsky și colab în articolul *Sensitivity of Staphylococcus aureus Strains to Broadband Visible Light (DOI: 10.1111/j.1751-1097.2008.00429.x – 2009)* descrie sensibilitatea germenilor Gram pozitivi la diferite radiații de lungimi de undă

Sang Woo Kim și colab în studiul din 2013 *In Vitro Bactericidal Effects of 625, 525, and 425 nm Wavelength (Red, Green, and Blue) Light-Emitting Diode Irradiation (DOI: 10.1089/pho.2012.3343)* au evaluat relația dintre radiația de anumite lungimi de undă din domeniul vizibil și efectul bactericid asupra unor germeni patogeni.

Brevetul US 6.251.127 descrie un procedeu fotodinamic pentru inactivarea bacteriilor și infecțiilor cu plăgi fungice folosind albastru de metilen sau albastru de toluiden. Dezavantajul acestei aplicații este dat de necesitatea aplicării colorantului fotosensibilizator pe zona țintă în care se găsesc bacteriile ce urmează să fie inactivate. Și în brevetul US2005/0049228 se descrie de asemenea o metodă de dezinfecție folosind un fotosensibilizator ce este activat de radiația luminoasă din domeniul de la 500 nm la 580 nm și al cărei dezavantaj este dat tot de aplicarea fotosensibilizatorului.

În brevetul EP 2554583 A1 se descrie o sursă LED cu capacitate de dezinfecție în mediu închis ce folosește radiație electromagnetică în domeniul ultravioletoarelor. Astfel de lungimi de undă din domeniul spectral ultraviolet nu sunt potrivite pentru iluminarea generală din cauza efectelor negative ale luminii UV asupra oamenilor.

În brevetele US 9039966 și US 8398264 B2 se descrie o metodă de inactivare a bacteriilor Gram pozitive respectiv a *Staphylococcus aureus*, inclusiv varianta meticilin-rezistentă a *Staphylococcus aureus (MRSA)*, a bacteriilor coagulazo-negativi *Staphylococcus*, a speciilor *Streptococcus*, *Enterococcus* și *Clostridium* folosind o radiație luminoasă cu lungimea de undă de 405 nm, respectiv în spectrul 400nm-420nm. Primul dezavantaj al acestei metode este dat de lungimea de undă foarte apropiată de limita UV și care ar putea produce afectări ale pielii la persoanele sensibile sau la nivelul retinei ochiului uman. Al doilea dezavantaj al acestei metode este

dat de faptul că acțiunea lor se manifestă în principal asupra microorganismelor Gram pozitive. Ca procedeu fotochimic, radiațiile electromagnetice cu lungimea de undă de 405 nm din brevetele sus menționate, penetrează cu ușurință peretele microorganismelor, acționează și excită moleculele de porfirină prezente în bacterii, porfire care funcționează precum un fotosensibilizant și produce specii de oxigen reactiv intracelular, urmat de distrugerea celulelor de către speciile reactive ale oxigenului produse intracelular prin această metodă. Radiațiile electromagnetice de 405 nm descrise nu produc specii reactive de oxigen, au acțiune doar asupra moleculelor porfirină și de ARN intrabacterial și, ca atare, nu pot acționa asupra sporilor de microorganisme sau a biofilmelor formate de către microorganisme.

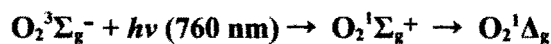
În brevetul US 20170014538 se descrie o structura LED și un corp de iluminat pentru dezinfecție continuă a incintelor pe bază de lumină albă, dar utilizând ca radiație biocidă radiația electromagnetică cu lungime de undă de 405 nm. Deși elimină efectul deranjant al radiației de 405 nm, totuși emite flux consistent de radiație periculoasă ce poate dăuna în special retinei ochiului.

Se cunosc numeroase studii efectuate prin care s-a demonstrat efectul bactericid și bacteriostatic al radiațiilor electromagnetice cu spectrul cuprins în domeniul vizibil și infraroșu apropiat. Gillespie J.B. și colab. în studiul *Development of an Antimicrobial Blended White LED System Containing Pulsed 405-nm LEDs for Decontamination Applications* detaliază proiectarea, construirea și testarea unui prototip de unitate de lumină albă cu efect antimicrobial care conține LED-uri ce emit pulsuri de lungime de undă de 405nm

Prezenta invenție **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC** înlătură dezavantajele mai sus menționate și descrie o metoda pentru dezinfecție și controlul infecțiilor nosocomiale prin fenomene fotochimice realizate de emisia combinată și concomitentă de cuante de energie sub formă de radiații electromagnetice cu lungimi de undă diferite de **760nm (750nm-780nm), 687nm (680 – 700nm), 630nm (620nm-640nm), 577nm (570nm-590nm), 530nm (520nm-540nm), 477nm (470nm-490nm)**, iar energia acestor radiații electromagnetice folosite în această metodă și la care se produc fenomenele fotochimice descrise în prezenta invenție, este de **minimum 60 J/cm<sup>2</sup> măsurat la o distanță de 1,5 m față de sursa de emisie**. Sursa de emisie a radiațiilor electromagnetice cu lungimi de undă diferite, folosite în această metoda de dezinfecție și control al infecțiilor nosocomiale, este formată din dispozitive de iluminat cu LED-uri pe care se montează combinat leduri diferite, ce asigură simultan necesarul de radiații electromagnetice cu vârfuri spectrale de emisie la lungimile de undă diferite, putându-se astfel realiza metoda de dezinfecție și control al infecțiilor nosocomiale descrisă în această invenție. Aceste dispozitive de tip LED sunt formate din dispozitivele de iluminat ale incintelor, care sunt fie

mobile, fie fixate pe tavanul sau pereții incintelor, asigurând atât funcția de iluminare a incintelor cât și funcția de dezinfecție continuă a incintei, prin emisia combinată și concomitentă a radiație electromagnetice cu lungimile de undă descrise în prezenta invenție. Cuantele energetice ale radiațiilor electromagnetice cu lungimi de undă diferite, descrise în prezenta invenție, prin propagarea lor în spațiul incintelor, acționează asupra oxigenul molecular din aer prin procese de absorbție fizică și fotoexcitare chimică, iar prin proces fotochimic indus de aceste cuante energetice, are loc transformarea oxigenului molecular din aer, aflat în stare cuantică fundamentală cu termen spectral de triplet ( $O_2^3\Sigma_g^-$ ), în specii chimice de oxigen reactiv cu termen spectral de singlet **ROS** (de tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ), specii ce apar în urma fenomenului de excitare cuantică. Oxigenul molecular din aer este una din puținele specii chimice care în stare fundamentală are termenul spectral de triplet ( $O_2^3\Sigma_g^-$ ). Fotonii din cuantele de energie a radiațiilor electromagnetice, cu lungimile de undă descrise mai sus sunt absorbite la nivelul moleculelor din aer și au o energie suficient de mare ca ei să excite electronii din starea fundamentală de pe cei doi orbitali moleculari degenerați de antilegătură  $\pi_{pg}^*$ , orbital molecular electronic  $\pi_{pgx}^*$  și orbital molecular electronic  $\pi_{pgy}^*$ . Tranziția electronică datorată absorbției fotonului este însoțită de modificări în nivelele vibraționale și de rotație a moleculei. Se induce prin transfer energetic la nivelul moleculei de oxigen fenomene cuantice de excitare și tranziție a electronilor pe stări energetice superioare, stări electronice corespunzătoare energiei cedate de fotoni în urma proceselor de absorbție și ciocnire. Procesele de excitare cuantică, în urma aplicării prezentei invenții, se datorează atât ciocnirii și absorbției unui foton la nivelul unei molecule de oxigen, conform legii fotochimiei **Grotthuss-Draper**, cât și în urma excitării moleculare datorată ciocniri moleculei de oxigen, aflată în stare fundamentală, cu molecule de azot și oxigen excitate de radiațiile electromagnetice la lungimile de undă descrise în prezenta invenție. Fenomenele de excitare cuantică a electronilor ce formează speciile moleculare reactive de oxigen de tip **ROS** ce au termeni spectrali de singlet (de tip  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ ). Oxigenul molecular liber din aer -  $O_2$  - are 16 electroni pe orbitalii moleculari cu următoarea configurație electronică - diagramă electronică:  $(1\sigma_{sg})^2 (1\sigma_{su})^2 (2\sigma_{sg})^2 (2\sigma_{su})^2 (2\sigma_{zpg})^2 (2\pi_{pux})^2 (2\pi_{puy})^2 (2\pi_{pgx})^2 (2\pi_{pgy})^2$ . În starea fundamentală a moleculei de oxigen liber din aer, cei doi orbitali moleculari degenerați de antilegătură  $2\pi_{pg}^*$ , orbital molecular  $2\pi_{pgx}^*$  și orbital molecular  $2\pi_{pgy}^*$ , sunt ocupați fiecare cu câte un electron de valență ce au spinii electronici paraleli și orientați în același sens. În conformitate cu legile mecanicii cuantice, starea fundamentală a moleculei de oxigen liber din aer este stare de triplet, cu termen fundamental spectral triplet și notație de tip  $^3\Sigma_g^-$ . Prin absorbția unui foton de către electronii moleculei de oxigen, cei doi electroni de pe orbitalii moleculari degenerați de antilegătură  $2\pi_{pg}^*$  suferă tranziții electronice în urma cedării energiei

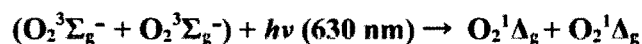
fotonului absorbit și are loc procesul de excitație electronică cu modificarea stării energetice a electronilor. Modificarea stării energetice a electronilor de pe orbitalii de antilegătură  $2\pi_{pg}^*$  se poate face în mai multe moduri, fiecare definind un termen spectral de singlet. Astfel, prin transferul energiei unui foton, electronii de pe orbitalii moleculari degenerați  $2\pi_{pgx}^*$  și  $2\pi_{pgy}^*$  își pot modifica orientarea spinilor electronici care devin de sensuri opuse (antiparaleli), dar fiecare orbital molecular degenerat de tip  $2\pi_{pgx}^*$  și tip  $2\pi_{pgy}^*$  rămâne ocupat cu un electron, termenul fundamental spectral în această situație se modifică la stare de singlet molecular cu notația spectrală de  $O_2^1\Sigma_g^+$ . În acest caz discutăm tot de un termen spectral de tip singlet deoarece se respectă regula de notație  $2S+1$ , chiar dacă avem câte un singur electron neîmperecheat pe fiecare orbital molecular degenerat de tip  $2\pi_{pgx}^*$  și tip  $2\pi_{pgy}^*$ , dar ei au spinii orientați în sensuri opuse și termenul  $2S+1$  devine termen de singlet (Peter Atkins *Tratat de Chimie fizică* editura Agir 2003). Această specie chimică este instabilă și are un timp de viață foarte scurt de ordinul zecilor de milisecunde. O altă modificare a stării fundamentale spectrale a oxigenului molecular apare atunci când, prin absorbția unui foton, ambii electroni de pe orbitali moleculari degenerați de tip  $2\pi_{pg}^*$ , își modifică starea cuantică prin excitație electronică și se cuplează pe un singur orbital molecular degenerat de tip  $2\pi_{pg}^*$ , cuplarea electronică se face pe orbital molecular degenerat  $2\pi_{pgx}^*$ , iar spinii electronici prin cuplare devin antiparaleli (sunt opuși). În acest caz avem termenul fundamental spectral de singlet cu notația  $O_2^1\Delta_g$  (termenul spectral în acest caz este  $\Delta_g$  deoarece ambii electroni ocupă un singur orbital molecular degenerat  $2\pi_{pg}^*$  și au spini opuși). Specia chimică de oxigen singlet cu termenul fundamental spectral  $^1\Delta_g$  este metastabila, are o durată de viață între 15 minute și 30 de minute după unele surse, iar cuplarea electronilor pe un singur orbital degenerat  $2\pi_{pg}^*$  explică reactivitatea chimică ridicată a acestei specii moleculare de singlet. Cuantele de energie din radiațiile electromagnetice cu lungimile de undă descrise în prezenta invenție, la propagarea prin spațiul incintelor, ciocnesc moleculele din aer. Absorbția moleculară a fotonilor din cuantele de energie este urmată de tranziție electronică și însoțită de modificări în nivele vibraționale și rotaționale a legăturilor covalente a moleculei, se modifică nivelele cuantice ale orbitalilor moleculari. Unele radiații electromagnetice descrise în prezenta invenție și care au lungimi de undă în special în domeniul **760nm (750nm-780nm)**, determină excitația directă a moleculelor de oxigen și apariția speciilor de oxigen singlet  $O_2^1\Delta_g$  prin absorbția fotonilor din radiațiile electromagnetice după schema



În alte cazuri, pentru anumite lungimi de undă, au loc ciocniri ale radiației electromagnetice cu molecule de azot sau oxigen din aer, urmate de modificare stării vibraționale și de rotație ale



legaturilor moleculare. Când două molecule de oxigen se ciocnesc se formează un dimol și au loc procese de excitare cuantică prin absorbția fotonilor din radiațiile electromagnetice, în special pentru radiațiile din domeniul vizibil cu lungimea de undă cuprinsă în spectrele 687nm (680 – 700nm), 630nm (620nm-640nm), 577nm (570nm-590nm), 530nm (520nm-540nm), 477nm (470nm-490nm) ceea ce corespunde simultan tranzițiilor duble de electroni la  $O_2$  tip dimol și se ajunge în stare excitată  $O_2^1\Delta_g$  sau  $O_2^1\Sigma_g^+$ . Procesul de absorbție la nivelul unui dimol de  $O_2$  este notat astfel



Dimolul  $O_2$  este definit în literatura de specialitate ca "o pereche de  $O_2^3\Sigma_g^-$ ", ce poate absorbi radiația electromagnetică cu lungime de undă în domeniul vizibil. Procesul de coliziune și fotoexcitare a dimolul  $O_2$  ( $O_2^3\Sigma_g^-:O_2^3\Sigma_g^-$ ) cu formare de specii reactive de oxigen singlet are loc în trei etape: a) formarea dimerului stabil  $O_2$  ( $O_2^3\Sigma_g^- - O_2^3\Sigma_g^-$ ), b) formarea complexul de coliziune metastabilă și c) apariția perechii de coliziune liberă formată din două molecule de singlet  $O_2^1\Delta_g$ . Lucrări recente au raportat că dimolul  $O_2$  ( $O_2^3\Sigma_g^-:O_2^3\Sigma_g^-$ ) la temperatura camerei avem un procent de circa 30% din complexul de coliziune dimer legat și metastabil (componenta legată/metastabilă) și 70% din perechea de  $O_2^3\Sigma_g^-$  liberă (componentă liberă). (după Takehiro Hidemori - *Visible and Near-IR Spectroscopic Study on Creation and Relaxation of Singlet Oxygen in the Gas Phase*)

Speciile reactive de oxigen singlet astfel formate în aer prezintă o reactivitate chimică crescută față de starea fundamentală de triplet a moleculei de oxigen. Această reactivitate crescută este explicată prin poziționarea electronilor pe orbitali moleculari excitați, lucru reflectat și prin diferența de lungime a legăturii moleculare la cele două specii de oxigen. Lungimea legăturii covalente la oxigenul aflat în stare fundamentală de triplet este de 1.2074 Å, iar la specia chimică de oxigen singlet  $O_2^1\Delta_g$  lungimea legăturii moleculare covalente este mai mare având 1.255 Å și energia moleculei este de 0.98 eV față de starea fundamentală. În acest fel speciile moleculare de oxigen singlet au o afinitate ridicată, în special pentru legăturile nesaturate ale proteinelor din structura biochimică a pereților bacteriilor. Ele acționează asupra agenților patogeni din aer și de pe suprafețele expuse, prin acțiuni asupra pereților bacterieni distrugând legăturile chimice din structura lor - indiferent că sunt Gram pozitivi, Gram negativi sau fungi cu sau fără rezistență la acțiunea antibioticelor, sau distrug legăturile chimice din structura rețelei biofilmelor și acționând astfel și direct asupra bacteriilor.

Prin aplicarea acestei metode fotochimice pentru dezinfecție și controlul infecțiilor nosocomiale din spitale și incinte cu risc biologic se obține o dezinfecție continuă și un control

6

eficient și permanent al acestor infecții nosocomiale, metodă având eficiență inclusiv asupra speciilor bacteriene rezistente la acțiunea antibioticelor. Metoda este o metodă ecologică, fără riscuri asupra mediului înconjurător, iar riscurile asupra omului sunt nule, deoarece se folosesc radiații din domeniul vizibil ce nu au acțiune asupra porfirinelor sau a acizilor nucleici ce ar produce leziuni celulare. De asemenea, dispozitivele de iluminat folosite în prezenta invenție și montate în incintele pentru care asigură funcția de dezinfecție și control al infecțiilor nosocomiale prin emisia concomitentă și combinată a radiațiilor electromagnetice la lungimile de undă diferite folosite descrise în metoda de mai sus, au și rolul de a asigura un confort optic asupra activității umane, furnizând o lumină albă compusă din spectrele radiațiilor electromagnetice cu lungimile de undă descrise în prezenta invenție.

#### EXEMPLE DE REALIZARE A INVENȚIEI.

Radiațiile electromagnetice cu lungimi de unde diferite cu spectrele de emisie **760nm (750nm-780nm), 687nm (680 – 700nm), 630nm (620nm-640nm), 577nm (570nm-590nm), 530nm (520nm-540nm), 477nm (470nm-490nm)**, sunt emise combinat și concomitent de către dispozitivele de iluminat folosite și la iluminarea incintelor în care se aplică metoda de dezinfecție și control al infecțiilor nosocomiale descrisă în prezenta invenție. Aceste dispozitive de iluminat sunt forma din surse de emisie pe bază de LED ce emit cuante luminoase în spectrele de emisie ale radiațiilor electromagnetice folosite la aplicarea prezentei invenții. Se folosesc surse de emisie tip LED deoarece au proprietatea de a emite radiația electromagnetică sub formă de radiații luminoase ce au strict anumite lungimi de undă. Utilizarea mai multor tipuri de LED-uri în cadrul unui dispozitiv luminos permite controlul spectrului luminos al sursei de emisie și se realizează un mediu luminos controlat, adaptat pentru realizarea funcției de dezinfecție și control al infecțiilor nosocomiale. Sursele de emisie de tip LED a radiațiilor electromagnetice folosite în prezenta metodă trebuie să asigure o densitate de putere – adică puterea radiată incidentă pe unitate de suprafață - a cuantelor de energie la care să se producă fenomenele fotochimice de tranziție electronică descrise în prezenta invenție de **minimum 60 J/cm<sup>2</sup> măsurat la o distanță de 1,5 m față de sursa de emisie**. Prin emisia simultană de radiații cu lungimi de undă diferite de către surse diferite de tip LED, fiecare emitând doar într-un spectru îngust din cele descrise mai sus, se obține și o iluminare adecvată a incintei respective, la un confort optim pentru om. Mai multe surse de emisie de tip LED, fiecare emițând într-una din gama de lungimi de unde de mai sus, sunt grupate împreună formând corpuri de iluminat ce emit concomitent și combinat radiațiile electromagnetice la lungimile de undă folosite și descrise în prezenta invenție. Aceste corpuri de iluminat pot fi mobile sau fixe, se pot realiza într-o gamă variată de modele geometrice: benzi de iluminat, corpuri fixe sau mobile dreptunghiulare, pătrate ovale, în general în orice formă geometrică adaptată



cerințelor și standartelor în vigoare, casetate sau necasetate.

#### Exemplul 1 de realizare a invenție

Se prezintă modul de construcție al unui corp de iluminat casetat, tip Armstrong 600x600 mm, ce poate fi folosit atât pentru iluminat cât și pentru realizarea dezinfecției și a controlul infecțiilor nosocomiale. El se montează pe tavanul camerelor din facilităților medicale, incinte ce pot fi un salon de spital, fie saloane ATI sau pre- ori post.operatorii, sală de consultatii medicale, holuri de spital, săli de așteptare a pacienților, în general în orice incintă în care există riscul apariției și propagării infecțiilor nosocomiale. Corpul de iluminat casetat cu dimensiunile standart de 600x600 mm este confecționat dintr-o carcasă ce poate fi de plastic sau dintr-un metal ca oțelul ambutisat sau aluminiu. Suprafața de emisie a acestor corpuri este plană sau concavă. Pe ea se montează în matrice LED-uri cu următoarea configurație: 15% să emită în spectrul 750nm-780nm cu vârful de emisie spectrală la 760nm, 10% să emită în spectrul 687nm (680 – 700nm) cu vârful de emisie spectrală la 690 nm, 25% să emită în spectrul 630nm (620nm-640nm) cu vârful de emisie spectrală la 630nm, 15% să emită în spectrul 577nm (570nm-590nm) cu vârful de emisie spectrală la 577nm, 10% să emită în spectrul 530nm (520nm-540nm) cu vârful de emisie spectrală la 530 nm, 25% să emită în spectrul 477nm (470nm-490nm) cu vârful de emisie spectrală la 477 nm. Repartiția surselor LED implantate pe matricea de pe suprafață acestui corp se face în așa fel încât el să asigure o densitate de putere a radiațiilor electromagnetice emise, adică puterea radiată incidentă pe unitate de suprafață și la care să se producă fenomenele fotochimice descrise în prezenta invenție, să fie de **minimum 60 J/cm<sup>2</sup> măsurat la o distanță de 1,5 m față de sursa de emisie**

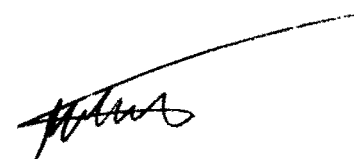
#### Exemplul 2 de realizare a invenției

Se prezintă modul de construcție al unui corp de iluminat montat pe un stativ mobil și folosit pentru a dezinfecța și preveni apariția infecțiilor nosocomiale, atunci când situația o impune, în industria alimentară, în zonele de prelucrare a alimentelor, în școli, în incintele facilităților medicale ca salon de spital, fie saloane ATI sau pre- ori post.operatorii, sală de consultatii medicale, holuri de spital, săli de așteptare a pacienților, în general în orice incintă în care există riscul apariției și propagării infecțiilor nosocomiale. Corpul de iluminat casetat are formă dreptunghiulară cu lungimea de minim standart de 600 mm confecționat dintr-o carcasă de metal ca oțelul ambutisat sau aluminiu. Suprafața de emisie a acestor corpuri este plană sau concavă. Pe ea se montează în matrice LED-uri cu următoarea configurație: 30% să emită în spectrul 750nm-780nm cu vârful de emisie spectrală la 760nm, 10% să emită în spectrul 687nm (680 – 700nm) cu vârful de emisie spectrală la 690 nm, 10% să emită în spectrul 577nm (570nm-590nm) cu vârful de emisie spectrală

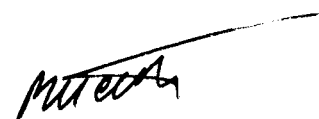
la 577nm, 30% să emită în spectrul **530nm (520nm-540nm)** cu vârful de emisie spectrală la 530 nm, 20% să emită în spectrul **477nm (470nm-490nm)** cu vârful de emisie spectrală la 477 nm. Repartiția surselor LED implantate pe matricea de pe suprafață acestui corp se face în așa fel încât el să asigure o densitate de putere a radiațiilor electromagnetice emise, adică puterea radiată incidentă pe unitate de suprafață și la care să se producă fenomenele fotochimice descrise în prezenta invenție, să fie de **minim 60 J/cm<sup>2</sup> măsurat la o distanță de 1,5 m față de sursa de emisie.**

**REVEDICĂRI**

1. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITAL ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC caracterizată prin aceea că folosește radiații electromagnetice cu lungimi de unde diferite cu spectrele de emisie 760nm (750nm-780nm), 687nm (680 – 700nm), 630nm (620nm-640nm), 577nm (570nm-590nm), 530nm (520nm-540nm), 477nm (470nm-490nm) emise combinat și concomitent de către dispozitivele de iluminat folosite și la iluminarea incintelor în care se aplică metoda de dezinfecție și control al infecțiilor nosocomiale descrisă în prezenta invenție.**
2. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC conform revendicării 1 caracterizată prin aceea că radiațiile electromagnetice descrise sunt emise de surse tip LED, diode luminoase tip LED sau diode laser cu emisie continuă sau pulsată.**
3. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC conform revendicării 1 caracterizată prin aceea că radiațiile electromagnetice sunt emise concomitent și combinat în cadrul unei dispozitiv luminos realizat prin montarea pe aceeași suprafață de emisie a mai multor tipuri de LED-uri, cu spectre de emisie diferite fiecare, și se permite astfel controlul spectrului luminos al dispozitivului de emisie realizându-se un mediu luminos controlat, adaptat pentru realizarea funcției de dezinfecție și control al infecțiilor nosocomiale.**
4. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC conform revendicării 1 caracterizată prin aceea că radiațiile electromagnetice sunt emise de dispozitive tip LED care trebuie să asigure o densitate de putere de **minimum 60 J/cm<sup>2</sup> măsurat la o distanță de 1,5 m față de sursa de emisie.****
5. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC conform revendicării 1 caracterizată prin aceea că radiațiile electromagnetice utilizate în facilități medicale ca salon de spital, saloane ATI sau preo- ori post-operatorii, sală de consultații medicale, holuri de spital, săli de așteptare a pacienților, respectiv în industria alimentară, respectiv în școli și instituții de învățământ, respectiv în orice incintă în care există un risc crescut de apariție și transmitere a infecțiilor nosocomiale**



6. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC conform revendicării 1 caracterizată prin aceea că radițiile electromagnetice sunt emise de dispozite de iluminat tip LED ce asigură și iluminarea adecvată a incintelor în care se asigura de această metodă dezinfecția și controlul infecțiilor nosocomiale, la un confort optim pentru activitatea umană**
7. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC conform revendicării 1 caracterizată prin aceea că dispozitivelor de iluminat tip LED folosite pentru dezinfecția și controlul infecțiilor nosocomiale pot fi fixe sau mobile, pot avea orice formă geometrică care să asigure o iradiere adecvată a incintelor**



## **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC**

### **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC**

conform invenției constă în expunerea microorganismelor patogene sau potențial patogene prezente în aerul din incinte la acțiunea biocidă a unor cuante de lumină emise de un corp de iluminat artificial folosit în această metodă. Corpul de iluminat are integrată o structură optică specializată alcătuită din mai multe tipuri de diode LED, fiecare tip de diodă emite cuante de lumină cu proprietăți biocide având lungimea de undă monocromatică aleasă din una din următoarele valori: **760nm ( $\pm 20$ nm)** sau **690 nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **660nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **630nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **580nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **530nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **470nm ( $\pm 20$ nm)**. Expunând microorganismelor la acțiunea undelor emise de corpul de iluminat se inhibă dezvoltarea și transmiterea infecțiilor prin aer. Funcționarea corpului de iluminat descris în prezenta metodă poate fi continuă, inclusiv în prezența omului deoarece folosește cuante de lumină cu lungime de undă mare. Metoda descrisă nu este nocivă om și inhibă dezvoltarea germenilor patogeni prezenți în aer și care pot fi transmiși pe calea aerului sau prin contact cu suprafețele. Acțiunea biocidă a metodei din prezenta invenție se aplică prin iluminarea artificială a incintelor din unităților sanitare, a facilităților medicale ce pot fi un salon de spital, fie saloane ATI sau pre- ori postoperatorii, sală de consultații medicale, holuri de spital, săli de așteptare a pacienților, în general în orice incintă în care există riscul apariției și propagării infecțiilor nosocomiale precum școli, grădinițe, săli de cantină, depozite și magazine alimentare.

Este cunoscut faptul că pentru reducerea încărcăturii microbiene din incinte medicale sau în zonele în care există riscul transmiterii germenilor patogeni pe calea aerului se folosesc lămpi cu emisie în ultraviolet. Se cunosc metode și dispozitive ce folosesc lămpi fluorescente cu radiații UV pentru dezinfecția și controlul infecțiilor nosocomiale din spitale și incinte supuse riscului biologic.

În brevetul **EP 2554583 A1** se descrie o sursă LED cu capacitate de dezinfecție în mediu închis ce folosește radiație electromagnetică în domeniul ultravioletelor. Astfel de lungimi de undă din domeniul spectral ultraviolet nu sunt potrivite pentru iluminarea generală din cauza efectelor negative ale luminii UV asupra oamenilor.

**Brevetul CN 104056289 A** descrie o sursă de lumină care combină LED-uri cu o lampă cu radiații UV. O asemenea metodă este inadecvată pentru iluminarea generală datorită efectelor dăunătoare ale luminii UV asupra oamenilor.

**Brevetul US2005/0049228** se descrie o metodă de dezinfecție folosind un fotosensibilizator

ce este activat de radiația luminoasă din domeniul de la 500 nm la 580 nm și al cărei dezavantaj este dat tot de aplicarea fotosensibilizatorului, având o perioadă scurtă de aplicare.

Deși efectul bactericid este mai puțin puternic la lungimile de undă violete, acesta este exploatat în lumini de dezinfectie care funcționează în mod continuu. Lumina de 405 nm este bine cunoscută că generează generarea de reacții de specii de oxigen (ROS) în celule. Acești ioni de oxigen încărcăți negativ, la rândul lor, împiedică metabolismul celular și suprimă în mod eficient, de exemplu, creșterea coloniilor bacteriene

În brevetele **US 9039966** **US 8398264 B2** și **US 20170014538** sunt descrise metode de inactivare a bacteriilor folosind o structura LED și un corp de iluminat pentru dezinfectie continuă folosind o radiație luminoasă cu lungimea de undă de 405 nm, respectiv în spectrul 400nm-420nm. Primul dezavantaj al acestei metode este dat de lungimea de undă foarte apropiată de limita UV și care ar putea produce afectări ale pielii sau la nivelul retinei ochiului uman.

Metodele descrise mai sus prezintă dezavantajul major al folosirii emisiei de radiații din spectrul ultraviolet cu lungime de undă mică, radiații care au efect nociv asupra omului, conducând prin expunere la radiații UV la apariția de arsuri grave ale pielii, iar în cazul folosirii îndelungate pot apărea cazuri de cancer de piele. Din această cauză dezinfectia aerului cu radiațiile ultraviolete se realizează doar în absența umană din incintele respective. Metodele existente în acest stadiu al tehnicii nu pot realiza o dezinfectie continuă pentru a împiedica transmiterea germenilor patogeni pe calea aerului. De asemenea aceste echipamente sunt scumpe, iar lămpile UV folosite în dezinfectarea aerului au o durată mică de funcționare

Pentru a rezolva problemele tehnice de mai sus se folosește în metoda descrisă din prezenta invenție un corp de iluminat ce are integrată o structură optică specializată alcătuită din mai multe tipuri de diode LED monocromatice prin care se realizează expunerea în mod continuu a microorganismelor din aer la acțiunea biocidă a cuantelor de lumină emisă de corpul de iluminat. În structura optică a corpului de iluminat sunt integrate unul sau mai multe tipuri de diode LED monocromatice alese în așa fel încât să fiecare diodă emite doar o anumită radiație monocromatică cu lungimea de undă aleasă doar din una din următoarele valori: **760nm ( $\pm 20$ nm)** sau **690 nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **660nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **630nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **580nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **530nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **470nm ( $\pm 20$ nm)**. Metoda realizează astfel inhibarea dezvoltării și distrugerea microorganismelor din aer ce sunt expuse la acțiunea cuantelor de lumină emise ce către corpul de iluminat. Cuantele de lumină având oricare din lungimile de undă descrise mai sus și care sunt emise de corpul de iluminat folosit în metoda din prezenta invenție acționează asupra microorganismelor prin două mecanisme fizice: absorbiția cuantelor de porfirinele din structura bacteriilor urmată de distrugerea lor și generarea de specii reactive de molecule cu efect biocid.



Prima problemă tehnică pe care o rezolva prezenta invenție este că folosind lungimi de undă mai mari emisia de cuante cu rol de dezinfectie nu este nocivă pentru om, se elimină sistemele de protecție la intrarea accidentală a personalului în incintă.

A doua problemă tehnică rezolvată de prezenta invenție este că se poate realiza astfel o metoda de dezinfectie continuă nefiind necesar oprirea ei în momentul în care în incintă pătrunde omul sau este necesar să se desfășoare o activitate umană în aceea incintă. În acest fel încărcătura microbiană din incintă este menținută permanent sub control, și nu mai este necesar să se evacueze personalul din incintă pentru realizarea dezinfectiei.

A treia problema tehnică pe care o rezolva prezenta invenție că prin folosirea de diode emițătoare de tip LED ce au o durată mare de viață, peste 50.000 de ore de funcționare, cu un consum energetic mic scad cheltuielile cu întreținerea sistemului de dezinfectie.

Se prezintă exemple de realizare a invenției

#### **EXEMPLU 1 DE REALIZARE** a corpului de iluminat

Se confecționează un corp de iluminat format din trei părți distincte:

- Armătura externă
- Sistemul de drive electronice de control al LED-urilor
- Sistemul optic specializat pe care se află integrate LED-urile de emisie

Armătura externă este confecționat din otel sau plastic și are rolul de a fixa corpul de iluminat de tavanul sau pereții incintei care urmează a fi iluminată artificial și tot odată are și rol de a proteja circuite și sistemul optic al corpului. Are diferite forme geometrice și dimensiuni adaptate funcției și locului unde se montează. Sistemul de drive electronice asigură și controlează alimentarea LED-urilor cu energie electrică. Sistemul optic specializat pe care se află integrate diodele LED formează echipamentul de emisie a cuantelor de lumină și asigură atât iluminarea artificială cât și funcționalitatea de dezinfectie al corpului de iluminat. Diodele LED emit lumină monocromatică, și vor fi alese în așa fel încât lungime de undă a cuantelor se selectează doar din unul din următoarele domenii spectrale: **760nm ( $\pm 20$ nm)** sau **690 nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **660nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **630nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **580nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **530nm ( $\pm 20$ nm)**. Fiecare linie spectrală de mai sus este emisă doar de un singur tip de diode care sunt montate în sistemul optic al copului de iluminat.

Corpul de iluminat se poate realiza fie static, fixat pe tavanele sau pereți incintelor pe care le iluminează, fie se pot monta pe stative mobile, caz în care au posibilitatea de a fi deplasate și amplasate să execute funcția de dezinfectie într-o anumită zonă țintă.

**EXEMPLU DE REALIZARE A METODEI FOTOCHIMICE PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITALE ȘI**

## INCINTE CU RISC BIOLOGIC.

În structura optică a corpului de iluminat sunt integrate mai multe tipuri de diode LED monocromatice, fiecare tip de diodă LED fiind aleasă să emită cuante monocromatice cu valoarea lungimii de undă selectată doar din următoarele domenii spectrale: **760nm ( $\pm 20$ nm)** sau **690 nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **660nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **630nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **580nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **530nm ( $\pm 20$ nm)**, sau **470nm ( $\pm 20$ nm)**. Într-o variantă de realizare a metodei, structura optică specială de LED-uri a corpului de iluminat poate fi alcătuită numai din combinarea de la patru până la șapte tipuri de diode LED monocromatice, fiecare tip de diodă având o valoare proprie a lungimii de undă selectate din cele de mai sus. Prin suprapunerea lungimilor de undă diferită apare o senzație de emisie de lumină albă la nivelul ochiului și a pereților. Corpul de iluminat astfel format se fixează pe tavanul sau pereții incintei în așa fel încât fluxul de radiație emis să aibe o valoare de minim **50 mW/cm<sup>2</sup>** la o distanță de 1.5 metrii de zona de emisie. Se pornește corpul de iluminat și se asigură astfel iluminatul în zona țintă care se dorește a fi dezinfectată. Structura integrată asigură o distribuție spațială a cuantelor de lumină cu lungimile de undă de mai sus și care acționează asupra microorganismelor prezente în aer prin două mecanisme fizice: absorbiția de către porfirinele din structura bacteriilor a cuantelor și generarea de specii reactive de molecule cu efect biocid în imediata vecinătate a sursei de lumină.

Într-o altă variantă de realizare a metodei, structura optică specială de LED-uri a corpului de iluminat este formată dintr-un ansamblu ce integrează LED-uri cu emisie albă alterneate cu LED-uri de emisie monocromatică, fiind folosite între două până la patru tipuri diferite de diode LED monocromatice, fiecare tip de diodă monocromatică având propria valoare a lungimii de undă selectate din cele de mai sus. LED-urile se montează în așa mod încât să asigure un flux luminos cu puterea de **50 mW/cm<sup>2</sup>** distribuit uniform la o distanță medie de 1.5 metri față de sursa de emisie. Corpul de iluminat se montează pe un stativ mobil. Se poate amplasa în orice zonă în care există suspiciunea unei apariții de încărcare microbiană în aer. Corpul de iluminat emite cuante de lumină la lungimile de undă de mai sus, cu efect biocid acționând asupra microorganismelor prezente în aer prin două mecanisme fizice: absorbiția de către porfirinele din structura bacteriilor a cuantelor și generarea de specii reactive de molecule cu efect biocid în imediata vecinătate a sursei de lumină.

## REVENDICĂRI

1. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITAL ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC** ce folosește un corp de iluminat **caracterizată prin aceea că** în structura optică a corpului de iluminat sunt integrate mai multe tipuri de diode LED monocromatice alese în așa fel încât fiecare tip de diodă să emită doar o anumită radiație monocromatică cu lungimea de undă selectată doar din una din următoarele valori spectrale: **760nm ( $\pm 20$ nm) sau 690 nm ( $\pm 20$ nm), sau 660nm ( $\pm 20$ nm), sau 630nm ( $\pm 20$ nm), sau 580nm ( $\pm 20$ nm), sau 530nm ( $\pm 20$ nm), sau 470nm ( $\pm 20$ nm)**
2. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITAL ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC** **caracterizată prin aceea că** se realizează expunerea în mod continuu a microorganismelor din aer la acțiunea biocidă a mai multor tipuri de cuante de lumină monocromatice emise de corpul de iluminat definit la revendicarea 1 și care au lungimile de undă doar din una din următoarele valori spectrale: **760nm ( $\pm 20$ nm) sau 690 nm ( $\pm 20$ nm), sau 660nm ( $\pm 20$ nm), sau 630nm ( $\pm 20$ nm), sau 580nm ( $\pm 20$ nm), sau 530nm ( $\pm 20$ nm), sau 470nm ( $\pm 20$ nm)**
3. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITAL ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC** **caracterizată prin aceea că** prin expunerea în mod continuu a microorganismelor din aer la acțiunea tipurilor de cuante de lumină monocromatice emise de corpul de iluminat definit în revendicarea 1 și care au lungimile de undă doar din una din valori spectrale definite în revendicarea 2 se realizează dezinfecția aerului prin absorbiția de către porfirinele din structura bacteriilor a cuantelor de lumină ce au lungimea de undă definită la revendicarea 2 și este urmată de distrugerea microorganismelor precum și generarea de specii reactive de molecule cu efect biocid
4. **METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITAL ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC** **caracterizată prin aceea că** structura optică de emisie cu diode LED a corpului de iluminat poate fi alcătuită numai din combinarea de la patru până la șapte tipuri de diode LED monocromatice, fiecare tip de diodă având doar o valoare proprie a lungimii de undă selectate din valorile spectrale definite la revendicarea 2

- 5. METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITAL ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC** caracterizată prin aceea că structura optică de emisie cu diode LED a corpului de iluminat poate fi realizat prin integrarea unui ansamblu de diode LED-uri cu emisie albă alternate cu două până la șapte tipuri diferite de diode LED monocromatice iar fiecare tip de diodă LED monocromatică are doar o valoare proprie de emisie a lungimii de undă care este selectată din valorile spectrale definite la revendicarea 2
- 6. METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITAL ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC** caracterizată prin aceea că în prezenta invenție se folosesc cuante de lumină cu lungimi de undă mari care au efecte bactericide și nu sunt nocive pentru om și se poate realiza dezinfecția în mod continuu, inclusiv în prezența omului care desfășoară activități lucrative în incintele ce sunt dezinfectate în mod continuu prin această metodă.
- 7. METODĂ FOTOCHIMICĂ PENTRU DEZINFECȚIE ȘI CONTROLUL INFECȚIILOR NOSOCOMIALE DIN SPITAL ȘI INCINTE CU RISC BIOLOGIC** caracterizată prin aceea că metoda din prezenta invenție permite realizarea iluminării artificiale cu corpul de iluminat definit în revendicarea 1 pentru a se obține dezinfecția în mod continuu a aerului din interiorul incintelor unităților sanitare, a facilităților medicale ce pot fi un salon de spital, fie saloane ATI sau pre- ori postoperatorii, sală de consultații medicale, holuri de spital, săli de așteptare a pacienților, în general în orice incintă în care există riscul apariției și propagării infecțiilor nosocomiale precum școli, grădinițe, săli de cantină, depozite și magazine alimentare.