



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01387**

(22) Data de depozit: **12/12/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2018** BOPI nr. **2/2018**

(41) Data publicării cererii:  
**30/07/2013** BOPI nr. **7/2013**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA**  
**"ALEXANDRU IOAN CUZA" DIN IAȘI,**  
**BD. CAROL I, NR.11, IAȘI, IS, RO**

(72) Inventatori:  
• **TUFESCU FLORIN MIHAI,**  
**STR. TEODOR CODRESCU NR.17, IAȘI, IS,**  
**RO;**  
• **CREANGA DORINA EMILIA, STR. CUCU**  
**NR. 17, BL. 302, SC. A, AP. 5, IAȘI, IS, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 122063 B1; RO 126764 A2**

(54) **METODĂ ȘI INSTALAȚIE PENTRU EXPUNEREA  
CONTROLATĂ LA RADIAȚII DE MICROUNDĂ A PROBELOR  
BIOLOGICE ÎN GHID DE UNDĂ**



# RO 128659 B1

1           Invenția se referă la o metodă și la o instalație de expunere a probelor biologice la  
2           radiații de microunde, utilizând un ghid de undă.

3           Este cunoscut faptul că în prezent se desfășoară numeroase studii privind influența  
4           microundelor asupra materialelor și sistemelor biologice, atât din punct de vedere al efectelor  
5           biologice, cât și al mecanismelor de interacțiune. Pentru evaluarea efectelor datorate expunerii  
6           la microunde, se studiază experimental atât organisme vii - expuneri *in vivo* - cât și probe  
7           biologice, eșantioane de țesut animal prelevate din diferite organe sau culturi de celule, probe  
8           sanguine, probe microbiologice ș.a. - expuneri *in vitro*. În investigarea mecanismelor de  
9           interacțiune, experimentele biologice utilizează expuneri *in vitro* ale unor preparate tisulare sau  
10          culturi celulare, iar evaluarea interacțiunii microundelor cu proba biologică necesită și  
11          determinarea proprietăților dielectrice ale preparatelor biologice expuse.

12          O problemă incomplet soluționată de metodele cunoscute este realizarea expunerii  
13          probei biologice la câmpul de microunde, cu asigurarea unei iradierii uniforme, cu o densitate  
14          de putere constant distribuită în întreg volumul probei biologice, și măsurarea precisă a puterii  
15          absorbite în probă. Problema apariției neuniformităților de expunere este datorată geometriei  
16          și principiului de funcționare a instalației de expunere. Existența reflexiilor în zona de expunere  
17          introduce în instalațiile utilizate în prezent erori importante, deoarece nu se realizează o  
18          adaptare a generatorului de microunde la probă.

19          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în asigurarea unei iradierii uniforme,  
20          cu o densitate de putere constant distribuită în întreg volumul probei biologice, și în măsurarea  
21          precisă a puterii absorbite în probă.

22          Metoda conform invenției utilizează, pentru expunerea controlată a probei biologice,  
23          introducerea acesteia într-o cavitate dielectrică, cu pierderi dielectrice reduse, ce se plasează în  
24          interiorul unui ghid de microunde. În ghid se trimite energie de la un generator de microunde  
25          cuplat la acesta prin intermediul unui cuplor direcțional și al unui reflectometru. Câmpul de  
26          microunde se propagă prin ghid și trece prin cuva dielectrică în care se află materialul biologic  
27          ce constituie proba supusă studiului. În spatele cuvei se află un piston de scurtcircuit reglabil,  
28          care permite, prin modificarea poziției sale în ghid, un transfer maxim de putere către probă,  
29          folosindu-se indicațiile reflectometrului, ce permite adaptarea cât mai corectă, și indică  
30          fracțiunea din putere care se reflectă. Prin această metodă se determină cu precizie puterea  
31          absorbită în probă. Cava cu proba biologică este de formă paralelipipedică, și construită din  
32          politetrafluoretilenă, cu pereți subțiri și dimensiunile exterioare transversale practic egale cu  
33          dimensiunile interioare ale ghidului utilizat. Aceasta este astfel prelucrată încât să poată fi  
34          introdusă prin alunecare în ghidul de măsură. Se previne astfel apariția erorilor de „lumină”,  
35          cunoscute în tehnicile de ghid la măsurarea materialelor dielectrice. Dimensiunea longitudinală  
36          a cuvei pe direcția de propagare a microundelor în ghid este aleasă mai mică decât  $\lambda_g/4$ , pentru  
37          a se asigura o variație neglijabilă a puterii în lungul probei, datorită atenuării.  $\lambda_g$  reprezintă  
38          lungimea de undă în ghid a radiației utilizate la expunere.

39          Instalația conform invenției este constituită dintr-un generator de microunde, alimentat  
40          de la o sursă de tensiune stabilizată de precizie, un cuplor direcțional cu un factor de divizare  
41          ridicat și cunoscut, pentru măsurarea puterii prin evaluarea unei fracțiuni din aceasta cu aparatul  
42          de măsură a puterii, un reflectometru realizat cu două cuploare direcționale și două detectoare,  
43          un tronson de ghid de măsură, în care se introduce cava cu proba de analizat, și un piston de  
44          scurtcircuit reglabil, deplasat de un motor pas cu pas; întreaga instalație este comandată de un  
45          microcontroler (MCMS) care face și achiziția datelor măsurate.

46          Prin folosirea metodei și a instalației, conform invenției, se obțin următoarele avantaje:  
47          - se realizează expunerea controlată a probei biologice la câmpul de microunde, aceasta  
48          aflându-se într-o cavitate dielectrică având pierderi reduse, situată în interiorul ghidului;

# RO 128659 B1

- se obține o adaptare maximă a câmpului de microunde la proba biologică aflată în 1  
cuvă, prin acționarea scurtcircuitului reglabil cu motorul pas cu pas, folosind indicațiile  
reflectometrului, prelucrate de microprocesorul MCMS; 3
  - se cunoaște cu precizie în orice moment puterea transferată probei, realizându-se o 5  
înregistrare în funcție de timp;
  - se poate face o expunere programată a probei biologice la diferite puteri și intervale 7  
de timp;
  - se pot utiliza puteri de expunere în limite largi, de la 1 nW la  $10^3$  W, fără pericol pentru 9  
personalul operator;
  - se obține o expunere uniformă la microunde a probelor biologice omogene și, în acest 11  
fel, se elimină necesitatea realizării unor studii dozimetrice complexe, privind distribuția  
densității de putere în proba expusă;
  - se elimină influența asupra probei biologice, datorată câmpurilor generate de alte 13  
surse;
  - costurile aplicării metodei sunt reduse în comparație cu alte sisteme de expunere 15  
controlată.
- Se prezintă în cele ce urmează realizarea invenției cu referire la figura în care este 17  
reprezentată instalația pentru expunerea controlată la radiații de microunde a probelor biologice  
în ghid de undă. 19
- Instalația conform invenției este constituită dintr-un generator **1** de microunde, alimentat 21  
de la o sursă **2** de tensiune stabilizată de precizie, un cuplor **3** direcțional, cu un factor de  
divizare ridicat și cunoscut, pentru măsurarea puterii prin evaluarea unei fracțiuni din aceasta  
cu un aparat **4** de măsură, un reflectometru realizat cu două cuploare **5** și **6** direcționale, și două 23  
detectoare **7** și **8**, un tronson **9** de ghid de măsură, în care se introduce cuva **10** cu proba de  
analizat, și un piston **11** de scurtcircuit, reglabil, deplasat de un motor **12** pas cu pas. Întreaga 25  
instalație este comandată de un microcontroler (MCMS) care face și achiziția datelor măsurate.
- Funcționarea instalației este următoarea: câmpul de microunde produs de generatorul 27  
**1** este transmis prin cuplorul **3** direcțional, din ieșirea **a**, prin reflectometru, spre ghidul care  
conține cuva **10** cu proba biologică supusă studiului. Semnalul măsurat de aparatul **4** de măsură 29  
a puterii, la ieșirea **b** a cuplorului **3** direcțional, indică puterea furnizată de generatorul **1**. La o  
frecvență dată și pentru o anumită probă introdusă în cuva **10** de expunere, sistemul MCMS, 31  
în urma analizei semnalelor de la reflectometru, acționează asupra pistonului **11** de scurtcircuit  
reglabil, prin intermediul motorului **12** pas cu pas, realizând adaptarea optimă și transferul 33  
maxim de putere în probă; același sistem înregistrează factorul de undă staționară, și determină  
puterea transmisă probei biologice în funcție de timp; totodată, poate efectua un transfer 35  
programat de putere către probă, comandând, prin intermediul sursei **2**, generatorul de  
microunde **1**. 37
- În continuare se dă un exemplu de utilizare a invenției.
- A fost realizată o instalație de expunere controlată a probelor biologice în ghid de undă 39  
cu funcționare în bandă X (domeniul de frecvențe cuprins, conform IEEE, în intervalul  
8,0...12,0 GHz). S-au construit mai multe cuve din politetrafluoretilenă (PTFE), material dielec- 41  
tric având  $\epsilon_r = 2,1$  și  $\text{tg}\delta < 5 \times 10^{-4}$  ( $\epsilon_r$  fiind permitivitatea relativă, iar  $\text{tg}\delta$  - tangenta unghiului  
de pierderi). Dimensiunea transversală a cuvelor din PTFE este de 22,86 mm x 10,12 mm, iar 43  
dimensiunile longitudinale sunt de: 3,0 mm; 4,0 mm; 5,0 mm și 6,0 mm. Grosimea pereților  
cuvelor este de 0,5 mm. Expunerile probelor biologice au fost făcute în cuve cu diferite dimen- 45  
siuni transversale, evaluându-se densitatea de putere obținută conform metodei. Pentru fiecare  
material biologic testat, expunerea la microunde a condus la rate de absorbție specifică (SAR) 47  
de valori practic identice pentru cuve de lungimi diferite. PTFE nu interacționează cu materialele  
biologice, și permite o spălare optimă a cuvei, la introducerea altor probe. 49

## RO 128659 B1

1           Cu metoda și instalația descrise au fost evaluate efectele expunerii la microunde cu  
frecvența de  $10,75 \pm 0,02$  GHz, și densitatea de putere de  $0,5 \text{ mW/cm}^2$ , pe durata de 2 h,  
3           asupra unor culturi de microorganisme aflate sub formă de suspensii celulare în mediu lichid  
de tip bulion nutritiv, folosind cuvele din PTFE, conform descrierii. Inițial toate probele au fost  
5           inoculate cu aceeași cantitate (0,01 ml) de inocul bacterian cu densitatea de  $10^8$  celule/ml, fiind  
testate trei tulpini microbiene din colecția americană ATCC: două tulpini Gram pozitive,  
7           respectiv, *Bacillus subtilis* ATCC 6633 și *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, și o tulpină  
Gram negativă, respectiv, *Escherichia coli* ATCC 25922. S-a măsurat densitatea de celule  
9           existentă după incubarea la  $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , pe durata de 18 h - conform metodelor standard din  
microbiologie, utilizând un spectrofotometru tip Shimadzu, fixat la lungimea de undă de 560 nm.  
11          Rezultatele medierii a cinci valori corespunzătoare la măsurători turbidimetrice efectuate pe  
cinci repetiții pentru fiecare tip de microorganism au arătat că probele de *S. aureus* au prezentat  
13          o scădere a densității de celule cu circa 24% față de martori (menținuți pentru aceeași durată  
de timp, în condiții identice de incubare, dar fără expunerea electromagnetică prealabilă); în  
15          cazul probelor de *B. subtilis*, efectul inhibitor al microundelor de mică densitate de putere asupra  
dezvoltării celulare a fost similar, respectiv, o scădere cu circa 28% față de martori, în condițiile  
17          în care deviația standard a fost aceeași, adică de aproximativ 6%; în cazul bacteriei Gram  
negative *E. coli*, efectul a fost mult mai puțin intens, respectiv, o scădere cu numai 8%; apli-  
19          carea testului f-Student a arătat că variațiile care au semnificația statistică (în raport cu pragul  
de semnificație de 0,05) sunt numai primele două, ceea ce este în corelație cu caracteristicile  
21          de rezistență sporită față de acțiunea factorilor de mediu a microorganismelor Gram negative.  
Studiul este util pentru aplicații tehnice legate de sterilizarea alimentelor prin expunere la  
23          microunde fără efecte termale (densitate de putere mică), cu inerentă încărcătură microbiană,  
rezultată din manipularea ingredientelor și din contactul cu instalațiile necesare procesării.

# RO 128659 B1

## Revendicări

1

1. Metodă pentru expunerea controlată la radiații de microunde a probelor biologice, **caracterizată prin aceea că** va consta în introducerea unei probe de material biologic într-o cuvă (10) dielectrică având pierderi reduse, care se plasează în interiorul unui tronson (9) de ghid de microunde în care se transmite energie de la un generator (1) de microunde, câmpul de microunde se propagă și trece prin cuva (10) dielectrică ce conține materialul biologic, iar în spatele cuvei se poziționează un piston (11) de scurtcircuit, reglabil, care permite, prin modificarea poziției sale în ghid, un transfer maxim de putere către probă, folosindu-se indicațiile unui reflectometru, permițând adaptarea cât mai corectă și indicând fracțiunea din putere care se reflectă.

11

2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, pentru expunerea probelor biologice, se utilizează o cuvă (10) de formă paralelipipedică, din politetrafluoretilenă, cu pereți subțiri și dimensiunile exterioare transversale practic egale cu dimensiunile interioare ale ghidului utilizat; se prelucrează cuva astfel încât să poată fi introdusă prin alunecare în tronsonul (9) de ghid de măsură, prevenindu-se apariția erorilor de lumină, cuva fiind aleasă mai mică decât  $\lambda_g/4$ , pentru a se asigura o variație neglijabilă a densității de putere în lungul probei, datorită atenuării.

17

3. Instalație pentru expunerea controlată la radiații de microunde a probelor biologice în ghid de undă, **caracterizată prin aceea că** este constituită dintr-un generator (1) de microunde, alimentat de la o sursă (2) de tensiune stabilizată de precizie, un cuplor (3) direcțional cu un factor de divizare ridicat, un aparat (4) pentru măsurarea puterii prin evaluarea unei fracțiuni din aceasta, un reflectometru realizat cu două cuploare (5 și 6) direcționale și două detectoare (7 și 8), un tronson (9) de ghid de măsură, în care se introduce cuva (10) cu proba de analizat, un piston (11) de scurtcircuit, reglabil, deplasat de un motor (12) pas cu pas, realizând adaptarea optimă și transferul maxim de putere în probă, și un microcontroler (MCMS) pentru comanda instalației și achiziția datelor măsurate.

27

4. Instalație conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că** permite utilizarea unor puteri de microunde chiar de valori ridicate, fără pericol pentru personalul care utilizează instalația.

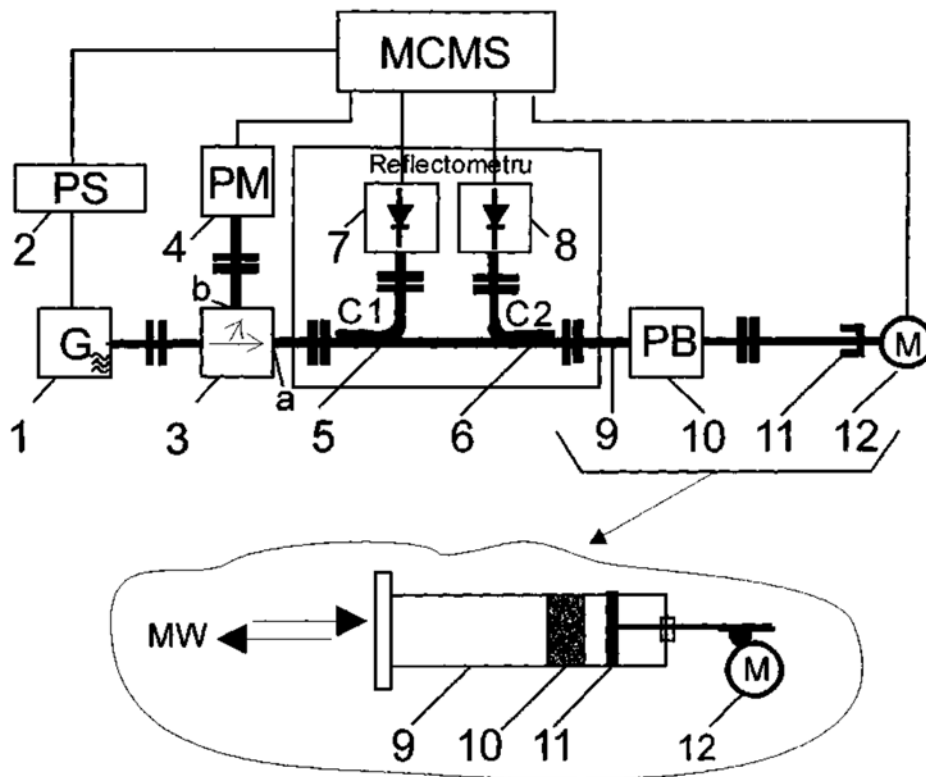
29

(51) Int.Cl.

G01N 22/00 (2006.01);

G01N 33/483 (2006.01);

C12M 1/42 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 80/2018