



(11) **RO 133743 B1**

(51) **Int.Cl.**
A23B 9/06 (2006.01);
A23L 3/54 (2006.01);
A61L 2/10 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00402**

(22) Data de depozit: **06/06/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/06/2024** BOPI nr. **6/2024**

(41) Data publicării cererii:
30/12/2019 BOPI nr. **12/2019**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS"**
DIN GALAȚI, STR.DOMNEASCĂ NR.47,
GALAȚI, GL, RO

(72) Inventatori:
• **TURTOI MARIA, STR.STĂVILARULUI**
NR.44-46, SIBIU, SB, RO;
• **RUMEUS IURIE, STR.V.STROESCU**
NR.45, AP.44, CAHUL, MD

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RU 2620831 C1; RU 2279806 C2;
RU 2602207 C1

(54) **METODĂ ȘI INSTALAȚIE PENTRU DECONTAMINAREA
PRODUSELOR ALIMENTARE GRANULARE CU LUMINĂ
ULTRAVIOLETĂ**



RO 133743 B1

1 Invenția se referă la o metodă și o instalație pentru decontaminarea cu lumină
ultravioletă a produselor alimentare granulare, și este aplicabilă în general în industria
3 alimentară și în special la prelucrarea produselor alimentare granulare, de exemplu cerealele
în industria morăritului sau condimentele boabe.

5 Lumina ultravioletă (UV) este o mică parte a undelor electromagnetice care traver-
sează spațiul, de la raze gamma cu lungimi de undă mai mici de 10^{-5} nm, la unde radio cu
7 lungimi de undă de un metru sau mai mari. Este parte componentă a radiației solare situată
între razele X și lumina vizibilă și constă din unde electromagnetice cu frecvențe invizibile
9 pentru oameni, dar vizibile pentru unele insecte, păsări și pești. Aceste frecvențe sunt mai
mari decât cele pe care ochiul uman le percepe ca având culoarea violet astfel că sunt
11 numite „ultraviolete”.

13 Lumina UV are lungimea de undă cuprinsă între 10 și 400 nm. În conformitate cu
standardul pentru determinarea iradierii solare (**ISO 21348-2007**), acest domeniu este divizat
în mai multe moduri. Majoritatea luminii UV este clasificată ca radiație neionizantă, doar
15 porțiunea dintre 10 nm și 100 nm fiind considerată ionizantă (I-UV). Lungimile de undă ale
luminii I-UV sunt absorbite de oxigen și alte gaze din aer, astfel că acestea au o traiectorie
17 scurtă în atmosfera terestră. Totuși, lumina UV are unele dintre caracteristicile biologice ale
radiației ionizate astfel că produce mai multe daune, prin încălzire, asupra multor sisteme
19 biologice.

21 Lumina UV vacuum (V-UV) este denumită astfel întrucât este absorbită puternic de
aer și de aproape toate substanțele. Domeniul de lungime de undă al luminii V-UV este situat
între 10 nm și 200 nm, adică include lumina I-UV. Oxigenul este absorbantul principal al
23 porțiunii cu lungimi de undă mari din această regiune, 150-200 nm.

25 Regiunea situată între 200 și 400 nm este împărțită în trei segmente, UV-A, UV-B și
UV-C, în funcție de efectele biologice pe care le provoacă lumina UV. Segmentul UV-A
conține unde UV lungi (315-400 nm) care produc bronzarea pielii. Segmentul UV-B conține
27 unde UV medii (280-315 nm) care pot produce arsuri ale pielii. O fracțiune mică din acest
segment (295-297 nm) este responsabilă de formarea vitaminei D în toate organismele care
29 sintetizează această vitamină, inclusiv oamenii. Segmentul UV-C conține unde UV scurte
(200-280 nm) care au efect germicid, fiind capabile să distrugă sau să inactiveze bacterii,
31 virusuri și fungi. Lumina UV-C este absorbită aproape complet după ce pătrunde în aer, în
câteva sute de metri astfel că nu este observată aproape niciodată în natură. Atunci când
33 fotonii UV-C se ciocnesc cu atomii de oxigen, schimbul de energie produce formarea ozonu-
lui. Prin urmare, atmosfera terestră acționează ca un mediu de filtrare a luminii UV, doar 3%
35 din energia totală a soarelui la zenit fiind dată de lumina UV, această fracție scăzând la alte
unghiuri ale poziției soarelui (**ISO 21348-2007; Koutchma et al., 2009, p.9**). Prin urmare,
37 lumina UV are efecte variate asupra oamenilor, atât benefice, cât și dăunătoare.

39 Datorită efectului germicid, lumina UV-C produsă artificial este utilizată pentru decon-
taminarea suprafețelor, a aerului din încăperi, a ustensilelor medicale, a apei potabile și
41 reziduale etc. prin inactivarea sau distrugerea microorganismelor (bacterii, drojdii, spori de
mucegai), virusurilor, protozoarelor, viermilor și a altor materiale biologice similare
(**Kowalski, 2009, p. 7-9**).

43 În industria alimentară, lumina UV-C este utilizată pentru decontaminarea suprafeței
utilajelor ca adaos la practicile bune de curățare și igienizare uzuale și pentru deconta-
45 minarea suprafeței ambalajelor, accesoriilor de ambalaj și materialelor de ambalaj precum
cutii, capace, butelii, cartoane, tuburi, folii și filme. Deși este eficientă pentru decontaminarea
47 suprafețelor netede, lumina UV-C are relativ puține aplicații la decontaminarea alimentelor.
Gama redusă de instalații disponibile comercial pentru decontaminarea materialelor solide
49 contribuie la limitarea utilizării luminii UV (**Koutchma et al., 2009, p. 9**).

RO 133743 B1

Lumina UV este letală pentru majoritatea tipurilor de microorganisme din aer, apă sau de pe suprafețe tari. Inactivarea celulelor se bazează pe deteriorarea acizilor nucleici și a unor proteine prin modificări fotochimice sub acțiunea luminii UV.

Inactivarea începe cu absorbția fotonilor UV în celula microorganismului. Pe măsură ce lumina UV cu 200-300 nm pătrunde într-un microorganism, este absorbită de diferite componente ale celulei, însă numai proteinele și nucleotidele componente ale ADN și ARN absorb o cantitate semnificativă de lumină UV în acest domeniu de lungimi de undă. Proteinele absorb cea mai mare parte a luminii UV sub 230 nm, iar peste această valoare absorbția este dominată de nucleotide. Aminoacizii care absorb semnificativ peste 210 nm sunt cei aromatici (triptofan, fenilalanină și tirozină), cu un pic mic de absorbție la 280 nm datorat în special triptofanului. Apa absoarbe puternic lumina UV sub 230 nm astfel că aceste lungimi de undă nu sunt disponibile pentru inactivarea microorganismelor (**Bolton & Cotton, 2008, p. 25**).

Întrucât lungimea căii optice într-o celulă este foarte mică ($< 1 \mu\text{m}$), mai puțin de 5% (de obicei $< 1-2\%$) din lumina incidentă pe un microorganism este absorbită. În aceste condiții, moleculele absorbante se comportă independent. Astfel, deși proteinele din straturile exterioare ale membranei celulare pot absorbi lumina UV, sunt necesare doze foarte mari de lumină UV pentru ruperea legăturilor din lanțurile de aminoacizi care să ducă la ruperea membranei și, în final, la moartea celulei ca urmare a scurgerii protoplasmei. Prin urmare, proteinele din straturile exterioare ale membranei celulare nu pot acționa ca un filtru pentru a proteja nucleul din interiorul celulei față de lumina UV. În schimb, la doze mai mici ale luminii UV, absorbția fotonilor UV de către ADN (sau ARN în unele virusuri) poate întrerupe capacitatea celulei de a se reproduce. În consecință, aproape toată inactivarea produsă de lumina UV rezultă din absorbția acesteia în nucleotide (**Bolton & Cotton, 2008, p. 25-26**).

Acizii nucleici sunt acidul dezoxiribonucleic (ADN) și acidul ribonucleic (ARN). Nucleul majorității celulelor este alcătuit din ADN dublu elicoidal. ADN conține informația necesară pentru sinteza ARN ribozomal, de transfer și mesager implicați în procesele metabolice de sinteză din celulă. Materialul genetic al virusurilor și bacteriofagilor este ADN sau ARN sub formă elicoidală simplă sau dublă (**Koutchma et al., 2009, p. 69**).

Acizii nucleici sunt macromolecule cu catenă lungă alcătuite din secvențe de nucleotide. Fiecare nucleotidă conține o grupare pentozo-fosfat (pentoză este riboză în ARN și dezoxiriboză în ADN) și o bază azotată. Bazele azotate sunt de două tipuri: purine și pirimidine. Bazele purinice sunt aceleași în ADN și ARN (adenina și guanina). Pirimidinele sunt diferite: timina și citozina în ADN, respectiv uracilul și citozina în ARN. Adenina formează pereche cu timina în ADN și cu uracilul în ARN, în timp ce guanina formează pereche cu citozina în ambii acizi nucleici (**Segal, 2006**).

Acizii nucleici absorb lumina UV cu lungimi de undă cuprinse între 200 și 310 nm. Lumina UV absorbită provoacă ruperea unor legături și formarea dimerilor pirimidinei care sunt legați între perechile adiacente de timină sau citozina în același lanț ADN sau ARN. Acești dimeri alterează structura elicoidală și previn replicarea celulelor astfel că microorganismele devin inactive și incapabile de reproducere (**Koutchma et al., 2009, p. 70**).

Toate nucleotidele din ADN și ARN absorb lumina UV în domeniul 200-300 nm, însă dintre cele patru nucleotide esențiale din ADN doar timina suferă o reacție fotochimică unică, în urma absorbției unui foton UV formându-se o legătură chimică între două timine cu obținerea unui dimer de timină. Formarea dimerilor de timină (și a altor dimeri asemănători) perturbă structura ADN-ului, astfel încât, dacă se formează un număr critic de dimeri, ADN-ul este deteriorat și nu se mai poate replica. Deteriorarea ADN-ului blochează transcripția și replicarea informației genetice astfel că microorganismul în cauză nu mai este capabil să se

RO 133743 B1

1 reproducă. Aceasta previne infecția întrucât celulele care nu se pot reproduce nu pot provoca
2 infecție. Fără capacitatea de reproducere, cuplată cu durata scurtă de viață a majorității
3 microorganismelor, mărirea populației din materialul tratat cu lumină UV-C se va reduce
4 rapid. Prin urmare, deteriorarea ADN-ului reprezintă mecanismul fundamental al dezinfecției
5 cu lumină UV (**Bolton & Cotton, 2008, p. 27; Rosenthal, 2000**).

6 Doza de lumină UV-C necesară pentru inactivarea bacteriilor în formă vegetativă, de
7 exemplu *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia*
8 *coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Pseudomonas aeruginosa*,
9 *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica* etc.
10 are valori mai mici de 25 mJ/cm². Pentru bacteriile sporulate, doza de lumină UV-C este mai
11 mare, de exemplu cel puțin 60 mJ/cm² pentru spori de *Bacillus subtilis* sau 80 mJ/cm² pentru
12 spori de *Bacillus anthracis* (**Bolton & Cotton, 2008, p. 35-36; Koutchma et al., 2009,**
13 **p. 73-75**).

14 Lumina UV-C are eficacitate germicidă maximă la lungimi de undă de aproximativ
15 260-265 nm. Acest maxim coincide cu maximum absorbției luminii UV de către nucleotidele
16 ADN-ului microorganismelor. Eficacitatea germicidă a luminii UV-C variază între specii
17 (**Kowalski, 2009, p. 17**).

18 Lumina UV-C artificială utilizată pentru decontaminare este furnizată de lămpi UV cu
19 mercur care conțin, în majoritatea cazurilor, o cantitate mică de mercur elementar (Hg) și un
20 gaz inert, de exemplu argon (Ar). În general, se utilizează trei tipuri de lămpi UV clasificate
21 în funcție de presiunea parțială de vapori a mercurului în timpul funcționării lămpii: lămpi cu
22 mercur de presiune joasă (LPM), lămpi cu mercur de presiune joasă și putere mare
23 (LPMHO) și lămpi cu mercur de presiune medie (MPM). Lămpile LPM și MPM sunt utilizate
24 la tratarea apei de peste 60 de ani (**Koutchma et al., 2009, p. 33**).

25 Lămpile LPM emit lumină UV-C cu lungimea de undă maximă 253,7 nm (254 nm)
26 care reprezintă circa 85% din intensitatea UV total emisă și este legată în mod direct de
27 efectul germicid întrucât este foarte aproape de maximum de absorbție al luminii UV-C de
28 către nucleotidele din ADN (**Koutchma et al., 2009, p. 37**).

29 Lumina UV acționează la suprafața materialelor supuse tratamentului. Excepție fac
30 lichidele, în care lumina UV poate pătrunde până la o adâncime de 1-2 mm în cele opace și
31 de maximum 9-10 mm în apă limpede. Prin urmare, în cazul produselor alimentare, cu
32 excepția celor lichide, lumina UV acționează de obicei la suprafață astfel că vor fi deconta-
33 minate doar microorganismele de pe suprafața la care ajunge lumina UV.

34 Între suprafața produselor și microorganismele prezente pe aceasta pot apărea
35 interacțiuni complexe, de exemplu efecte de ecranare față de lumina UV incidentă cauzate
36 de neregularitatea suprafeței (fisuri, crăpături, rugozitate, forme neregulate etc.). Prin urmare,
37 eficacitatea tratamentului cu lumină UV depinde de structura și topografia suprafeței și este
38 cu atât mai mare cu cât suprafața produsului tratat este mai netedă și mai regulată, respectiv
39 lumina UV ajunge pe toată suprafața produsului (**Koutchma et al., 2009, p. 9**).

40 Există mai multe brevete care descriu instalații de tratare cu lumină UV utilizate
41 pentru gaze, încăperi, suprafețe, apă potabilă, ape reziduale, ustensile medicale, produse
42 alimentare diverse. În continuare sunt discutate câteva dintre brevetele existente.

43 Mai este cunoscut un aparat de decontaminare a produselor alimentare și băuturilor
44 proaspete (**US 6150663**) utilizând mai multe etape de expunere la diferite lungimi de undă
45 ale luminii UV și infraroșii. Aparatul are trei configurații de bază cu platforme de expunere
speciale pentru categorii variate de produse alimentare: „solide” (fructe și legume proaspete

RO 133743 B1

tăiate, fructe cu sâmburi, fructe de pădure, carne), „fluide” sau vâscoase (compoziție pentru preprate din carne tocată - hamburgeri, cârnați etc., sosuri, siropuri și concentrate) și „lichide” (apă, sucuri și băuturi). 1
3

Platforma de expunere pentru alimentele „solide” permite tratarea în trei etape: a) fotoreglarea alimentelor realizată cu două lămpi cu xenon; b) inactivarea microorganismelor patogene realizată cu diferite aranjamente de până la 14 lămpi LPMHO răcite cu aer și c) fotoreactivarea prin expunere la o sursă policromatică apropiată de infraroșu pentru refacerea proprietăților organoleptice afectate posibil în etapa anterioară (**Rosenthal, 2000**). Celelalte două platforme nu prezintă interes într-o discuție referitoare la un tratament posibil al produselor alimentare granulare. 5
7
9

În **US 6461568 B1** sunt prezentate o metodă și un aparat portabil pentru sterilizarea obiectelor mici cu pulsuri de lumină asigurate de o lampă cu xenon care produce lumină UV, lumină vizibilă și unde infraroșii în domeniul 160-2000 nm. Sunt prezentate, de asemenea, variante în care lampa xenon este introdusă într-o carcasă din sticlă obișnuită pentru a nu permite trecerea luminii UV cu lungimi de undă sub 380 nm sau din sticlă de cuarț pentru a maximiza transmiterea luminii UV. Lumina emisă de lampa xenon în domeniul de lungimi de undă 380-2000 nm asigură energie pentru încălzirea instantanee a suprafeței obiectului care trebuie sterilizat fără a încălzi interiorul obiectului. Se obține o sterilizare mai eficientă într-un timp scurt și se utilizează mult mai puțină energie decât este necesară pentru încălzirea integrală a obiectului. De asemenea, metoda are un efect scăzut asupra integrității structurale a obiectului, evitându-se modificări nedorite cum ar fi cele provocate de topirea plasticului. 11
13
15
17
19
21

Această tehnică poate fi utilizată pentru a steriliza obiecte mici precum o suzetă sau un biberon cu o putere totală de 1-20 J folosind o lampă cu xenon care emite lumină UV sub formă de pulsuri în domeniul de lungimi de undă 160-380 nm. Alternativ, poate fi utilizată o lampă care emite continuu lumină UV în același domeniu, 160-380 nm (**Eckhardt, 2002**). 23
25

Existența unei singure lămpi care produce și lumină UV și dispunerea obiectelor supuse tratamentului într-un strat necesită întoarcerea lor pentru a fi expuse pe toate fețele la acțiunea luminii UV. Acest lucru este posibil pentru obiecte de dimensiuni reduse, cu forme regulate, însă este foarte dificil, aproape imposibil, pentru produse granulare. Prin urmare, metoda și aparatul prezentate în **US 6461568 B1** sunt nepotrivite pentru tratarea cu lumină UV a produselor alimentare granulare. 27
29
31

US 6670619 B2 prezintă un aparat pentru tratamentul rapid al unui obiect cu lumină UV la o lungime de undă UV selectată. Aparatul este alcătuit dintr-o carcasă cu o cameră interioară care conține mai multe surse de lumină UV, fiecare emițând la o anumită lungime de undă și una sau mai multe plăci de conversie care pot fi așezate între sursele de lumină și obiectul supus tratamentului astfel încât la acesta să ajungă o anumită lungime de undă (**Waluszko, 2003**). Acest aparat nu este potrivit pentru tratarea cu lumină UV a produselor alimentare granulare. 33
35
37

Aparatul pentru tratare cu lumină UV prezentat în **US 7511281 B2** este alcătuit dintr-o cameră închisă, captușită la interior cu un material care reflectă lumina UV, o lampă UV și un tub transparent prin care să pătrundă lumina UV la produsul fluid care circulă prin tub. Produsul supus tratamentului cu UV pentru sterilizare poate fi apă, aer, gaze utilizate în camere sterile, reactivi, componente ale sângelui (de exemplu hematii, leucocite, plasmă), băuturi pentru consum etc. (**Cooper, 2009**). 39
41
43

Ca material care reflectă lumina UV pot fi utilizate materiale diverse (**SU1010860**), de exemplu materiale plastice în care se dispersează sulfat de bariu (1-3%), silicat de sodiu (0,15-2,25%) și apă (diferența) pentru a crește coeficientul de reflexie și a îmbunătăți rezistența la lumină UV a materialului (**Guzov et al., 1997**). 45
47

RO 133743 B1

1 De asemenea, pot fi utilizate plăci de aluminiu lustruite sau aluminiu anodizat,
3 politetrafluoroetilenă (PTFE), politetrafluoroetilenă expandată (ePTFE) sau alte materiale
5 plastice. În orice formă ar fi, materialul care reflectă lumina UV trebuie să aibă un nivel ridicat
7 de reflexie, preferabil cuprins în intervalul 90-100%. De exemplu, o cameră acoperită cu
9 material reflectorizant cu nivelul de reflexie de 99% furnizează o doză de lumină UV de zece
11 ori mai mare în comparație cu o cameră acoperită cu un material reflectorizant cu nivelul de
13 reflexie de 90%. Tubul prin care circulă fluidul trebuie să fie confecționat dintr-un material
15 care să permită trecerea luminii UV. Pentru a se obține o eficiență maximă a camerei de tra-
17 tare, materialul din care este confecționat tubul trebuie să aibă coeficientul de transmisie de
19 100%. Când un coeficient de transmisie de 100% nu este posibil, se folosesc sticlă silicică
21 foarte transparentă, safir și sticlă silicică cu fluorină care au, de obicei, un coeficient de
23 transmisie mai mare de 80% la lungimi de undă mai mici de 300 nm (**Cooper, 2009**).

25 Deși aparatul descris în **US 7511281 B2** este destinat în mod special tratării mate-
27 rialelor lichide și gazoase, se menționează că varianta prezentată poate fi ușor adaptată
29 pentru tratarea materialelor solide cum ar fi particule în suspensie sau emulsie, alimente,
31 instrumente chirurgicale și alte obiecte similare. Adaptarea poate fi realizată prin îndepăr-
tarea tubului transparent la lumină UV, închiderea orificiilor de intrare și ieșire și introducerea
unui recipient pentru poziționarea materialului solid în vederea tratării cu lumină UV. Varianta
adaptată pentru tratarea cu UV a materialelor solide a aparatului descris în **US 7511281 B2**
prezintă dezavantajul tratamentului în strat fix care nu permite luminii UV să ajungă pe fețele
materialelor solide care nu sunt expuse direct la lumina UV produsă de sursă, acestea
nefiind decontaminate.

33 Acest dezavantaj este soluționat în **RU 2234944** care se referă la aparate pentru
35 dezinfectarea și sterilizarea obiectelor utilizate în medicină. Aparatul este alcătuit dintr-o
37 cameră de lucru în care sunt montate lămpi care produc pulsuri de lumină UV, grătare pe
39 care se așază obiectele supuse tratamentului și un dispozitiv de pulverizare a unei substanțe
41 antiseptice. Suprafața interioară a pereților camerei este căptușită cu un material care
43 reflectă lumina UV. Lămpile sunt aranjate pe rânduri, între grătare, cel puțin câte două pe
rând. Invenția prezintă o eficiență ridicată, permițând tratamentul cu pulsuri de lumină UV a
întregii suprafețe a obiectelor supuse dezinfectării și sterilizării într-un timp redus și la o
temperatură scăzută (**Sinajskij et al, 2004**).

45 Mai este cunoscută o instalație modulară pentru procesarea cerealelor vrac cu radiații
47 ultraviolete (**RU 2620831 C1**) care conține trei module montate în serie pe șase stâlpi.
Modulul constă dintr-un corp pătrat în care sunt dispuse orizontal, la o distanță egală (10 cm)
una de cealaltă, lămpi ultraviolete cu radiații de tip UVC. Fiecare lampă ultravioletă este
echipată cu o clapetă de protecție care se află în partea superioară a modulului deasupra
lămpilor. Modulul are un senzor de intensitate al radiației ultraviolete a lămpilor direcționate
către una dintre lămpile. Stâlpii sunt fixați pe un cadru echipat cu un mecanism de vibrații.
Mecanismul de vibrații cuprinde o bază și un motor de vibrații, fixat pe un cadru. Cadrul este
montat pe o bază cu ajutorul unui amortizor, de exemplu realizat sub formă de suporturi cu
arc și roți. Astfel, modulele primesc o vibrație, care asigură o scurgere uniformă a cerealelor
și absența blocajelor. Vibrația poate fi transmisă instalației de un motor electric fixat pe bază
printr-un mecanism de manivelă conectat la cadrul mai sus menționat.

De asemenea, mai este cunoscută o metodă și un dispozitiv pentru decontaminarea
materialelor vrac (**RU 2279806 C2**) cuprinzând o unitate de încărcare sub formă de dis-
tributor, un mijloc de transport al produsului decontaminat sub forma unui transportor vibra-
tor, care este un taler montat pe niște amortizoare. O îmbinare tubulară, atașată la talerul,

RO 133743 B1

oferă rigiditate părții vibratoare a transportorului și un vibrator cu direcție controlată a vibrațiilor. Deasupra talerului sunt instalate niște surse de radiații ultraviolete conectate la o sursă de alimentare. O stație de descărcare a produsului decontaminat poate fi realizat sub forma unui buncăr de colectare.

Mai sunt cunoscute o metodă și un dispozitiv pentru decontaminarea materialelor vrac (**RU 2602207 C1**) cuprinzând o unitate de încărcare sub forma unui buncăr, un mijloc de transport sub forma unui transportor cu bandă cu niște iluminatoare ultraviolete, o unitate de descărcare cu o unitate vibratoare atașată de partea de jos a unității de descărcare. În partea de sus a unității de descărcare sunt montate niște surse de radiații ultraviolete din care există cel puțin o sursă de ozon. De asemenea, în partea superioară a unității de descărcare, de pereții laterali ai iluminatorului UV, este atașat în jurul perimetrului un film de siguranță cu un strat reflectorizant intern. După măcinarea produsului în unitatea de încărcare, materialul cade pe mijlocul de transport unde este expus la decontaminare cu ajutorul iluminatoarelor ultraviolete. Apoi, materialul ajunge în unitatea de descărcare, unde cade de la orizontală în partea de jos înclinată, care este supusă vibrațiilor de către o unitate vibratoare și din nou supusă decontaminării cu ozon și radiații ultraviolete, generate de sursele de radiații ultraviolete și de sursa de ozon. Decontaminarea are loc de-a lungul perimetrului cuprins între pereții laterali ai iluminatorului UV în care este atașat filmul de siguranță care conține un strat reflectorizant.

Invenția este destinată dezinfectării și sterilizării ustensilelor medicale. Totuși, dacă se dorește utilizarea ei pentru alte produse, se constată că prezintă o serie de dezavantaje. Astfel, aparatul poate fi utilizat numai pentru tratarea unor obiecte cu anumite dimensiuni, medii și mari, tratamentul unor produse de dimensiuni mici, de exemplu materiale granulare, fiind ineficient din cauza acțiunii luminii UV numai în straturile superficiale, fără să ajungă la particulele din straturile centrale. De asemenea, grătarele trebuie să aibă ochiuri cu dimensiuni mai mici decât dimensiunile particulelor din stratul de material granular sau materialul granular trebuie așezat pe niște tăvi confecționate dintr-un material transparent la lumina UV. Dacă materialul granular ar fi așezat într-un singur strat, atunci particulele ar putea fi tratate pe aproape toată suprafața, însă eficiența tratamentului ar fi redusă întrucât s-ar trata cantități foarte mici de produs. În plus, substanțele antiseptice utilizate pentru ustensilele medicale nu pot fi utilizate pentru decontaminarea produselor alimentare.

Cea mai aproape din punct de vedere tehnic de invenția revendicată este instalația descrisă în **RU 2279806** destinată conservării semințelor comestibile. Această instalație este alcătuită dintr-un jgheab vibrator prevăzut cu racord de alimentare și racord de evacuare deasupra căruia sunt montate lămpi care produc pulsuri de lumină UV cu lungime de undă în domeniul 185-400 nm, cu durata unui puls de 1-10 ms și energia luminoasă asigurată de cel puțin 100 kW/m². Jgheabul este prevăzut la partea inferioară cu o sursă de vibrații cu posibilitatea reglării frecvenței vibrațiilor și cu amortizoare (**Arkhipov et al., 2006**).

Dezavantajul principal al acestei invenții constă în lipsa posibilității de reglare a distanței dintre lămpile UV și produsul supus tratamentului pentru a permite stabilirea dozei de lumină UV la valorile necesare unui anumit tratament.

Efectul letal al luminii UV asupra microorganismelor depinde de cantitatea de lumină UV transmisă către produsul supus tratamentului. Aceasta se măsoară ca energie incidentă pe unitatea de suprafață normală pe fasciculul de unde UV. Termenii utilizați sunt fluență (sau doză de lumină UV) și viteza fluenței. Fluența reprezintă cantitatea de energie radiantă absorbită pe o unitate de suprafață tratată și este exprimată în J/m² sau mJ/cm². Viteza fluenței reprezintă puterea totală radiantă care provine din toate direcțiile pe o sferă cu o arie a secțiunii transversale infinitezimală (sau fluența raportată la durata de expunere la UV) și

RO 133743 B1

1 este exprimată în W/m^2 sau mW/cm^2 . Pentru determinarea fluenței sau dozei de lumină UV
aplicate produsului trebuie măsurată viteza fluenței și înmulțită cu timpul de expunere la
3 lumină UV. Viteza fluenței trebuie determinată întotdeauna exact în locul în care a fost expus
produsul, respectiv microorganismul care trebuie inactivat (**Koutchma et al., 2009, p. 7**).

5 Legea descreșterii intensității luminii cu mărirea distanței până la sursa de lumină se
aplică și luminii UV. Rezultă că distanța dintre lampa UV și suprafața produsului tratat are
7 o influență semnificativă asupra eficacității inactivării microorganismelor de pe suprafața
produsului tratat cu lumină UV. Prin modificarea distanței dintre lampa UV și produs este
9 posibilă mărirea sau micșorarea fluenței luminii UV, respectiv a dozei de lumină UV absorbită
de microorganisme. Aceasta asigură flexibilitatea instalației, permițând realizarea inactivării
11 diferitelor tipuri de microorganisme la aceeași putere a lămpii UV. De exemplu, pentru
inactivarea bacteriilor în formă sporulată distanța între lampă și produs trebuie să fie destul
13 de mică deoarece aceste bacterii necesită o doză de iradiere mai mare decât cele în formă
vegetativă. În funcție de scopul utilizării (decontaminarea produsului contaminat cu bacterii
15 sporulate sau în formă vegetativă) este posibilă alegerea regimului potrivit pentru o decon-
taminare cât mai eficientă, respectiv valori optime pentru distanța dintre lampă și produs și
17 durata tratamentului.

Variația fluenței luminii UV prin modificarea poziției lămpilor influențează producti-
19 vitatea instalației. Astfel, la o distanță mai mică între lampa UV și produs, durata de expunere
a produsului pentru a se produce aceleași efecte ireversibile în microorganisme va fi mai
21 mică. Aceste constatări pot fi aplicate pentru optimizarea procesului.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este stabilirea unei metode și realizarea
23 unei instalații de tratare cu lumină UV-C (cu efect germicid) a produselor alimentare granu-
lare care să permită expunerea la lumină UV-C a întregii suprafețe a particulelor de produs
25 granular și utilizarea unor regimuri de tratament diferite prin modificarea fluenței luminii UV-C
și a duratei tratamentului.

27 Instalația de tratare cu lumină UV-C, conform invenției, elimină dezavantajele mențio-
nate mai sus prin introducerea în camera de lucru a unui dispozitiv oscilant-vibrator care
29 determină mișcarea particulelor de produs granular pe toată durata tratamentului și expu-
nerea întregii lor suprafețe la acțiunea luminii UV-C, respectiv prin montarea lămpilor UV-C
31 pe tije filetate a căror poziție poate fi reglată pentru a modifica distanța dintre lămpile UV-C
și produs. Instalația permite decontaminarea produsului granular într-un regim optim, în
33 funcție de gradul de contaminare și tipul microorganismelor care trebuie inactivate.

Instalația pentru decontaminarea produselor alimentare granulare cu lumină UV
35 (fig. 1) este prevăzută cu camera **106** de lucru așezată pe suporturile **101** care permit
reglarea poziției instalației pe orizontală. Pereții interiori ai camerei **106** de lucru sunt aco-
37 perțiți cu un material care reflectă lumina UV. Ușa **112** care permite accesul la interior este
fixată pe peretele din față al camerei **106** de lucru prin intermediul balamalei **111** și este
39 prevăzută cu mânerul **113**. În peretele orizontal de la partea superioară sunt prevăzute două
orificii în care sunt montate cele două tije **107** filetate, fixate în anumite poziții cu
41 piulițele-fluture **108**. La capătul inferior al tijelor **107** filetate este fixată placa **104** metalică cu
ajutorul piulițelor **105**. În placa **104** metalică este fixat, prin sistemul **109** de prindere
43 șurub-șaiabă-piuliță, ansamblul care conține lămpile UV-C alcătuit din carcasa **103** și două
lămpi **110** UV-C. Pentru tratamentul cu lumină UV-C în această instalație pot fi utilizate
45 ambele lămpi UV-C sau una singură. Sub lămpile UV-C este așezat dispozitivul **102**
oscilant-vibrator prevăzut cu piciorușe **201** de susținere îmbrăcate în suporturi din silicon
47 care se lipesc pe partea interioară a peretelui orizontal inferior al camerei **106** de lucru și
permit amplasarea într-o anumită poziție a dispozitivului.

RO 133743 B1

Dispozitivul oscilant-vibrator (fig. 2) este alcătuit din corpul **202** care adăpostește sistemul electric al dispozitivului, placa **204** perforată, recipientul **206**, motorul **208** electric, sistemul de fixare a plăcii perforate compus din conurile **212** din cauciuc și arcurile **211**, cârligele **205** și sistemul **207** de fixare tip șurub-șaiabă-piuliță a motorului **208** electric. În corpul **202** și placa **204** perforată sunt fixate cu șuruburi patru perechi de conuri **212** din cauciuc, câte una pe corpul **202** și una sub placa **204** perforată. Conurile pereche sunt îmbrăcate în câte un arc **211**. Cele patru ansambluri identice rezultate, con **212** din cauciuc - arc **211** - con **212** din cauciuc, sprijină partea mobilă a dispozitivului oscilant-vibrator și sunt răspunzătoare de mișcarea vibratoare transmisă particulelor de produs granular din recipientul **206** în timpul tratamentului cu lumină UV. Motorul **208** electric este fixat central, sub placa **204** perforată, prin sistemul **207** de fixare etanșă tip șurub-șaiabă-piuliță. Recipientul **206** în care se introduce produsul granular supus tratamentului cu lumină UV-C este așezat pe placa **204** perforată și fixat cu cârligele **205** care sunt filetate la capătul care trece prin placa **204** perforată și sunt strânse cu piulițele-fluture **203**. Această construcție - perforația suprafeței vibratoare și sistemul de prindere a recipientului **206** cu cârligele **205** - permite utilizarea unui recipient **206** de capacitate și formă diferite în funcție de cantitatea de produs granular supusă tratamentului. Recipientul **206** este confecționat din aluminiu cu suprafață netedă sau alt material ușor și acoperit cu un strat de material care reflectă lumina UV. Suprafața interioară a fundului recipientului **206** este prevăzută cu alveole (adâncituri) ceea ce permite repartizarea uniformă a produsului pe întreaga suprafață. Corpul **202** este prevăzut cu rozeta **210** cu ajutorul căreia se schimbă turația motorului electric. Conexiunea motorului **208** electric la sistemul electric adăpostit în corpul **202** este realizată prin fire flexibile (nu este arătată în desene).

Fig. 3 prezintă modul de fixare a excentricului **209** pe axul **301** al motorului **208** electric. Excentricul **209** este alcătuit din corpul **302** plin și șurubul **303** cu cap hexagonal pentru fixarea excentrică a corpului **302** plin pe axul **301** al motorului **208** electric astfel încât, atunci când motorul **208** electric funcționează, să determine mișcarea oscilantă a plăcii **204** perforate și a recipientului **206** care conține materialul granular supus tratamentului cu lumină UV.

Metoda de decontaminare a produselor alimentare granulare cu lumină UV, respectiv modul de funcționare a instalației prezentată anterior și care face obiectul invenției constă din următoarele etape:

a) pregătirea instalației de decontaminare cu lumină UV care cuprinde deschiderea ușii **112** a camerei **106** de lucru, fixarea recipientului **206**, cu ajutorul cârligelor **205**, pe suprafața vibratoare reprezentată de placa **204** perforată, închiderea ușii **112** a camerei **106** de lucru, aprinderea lămpilor **110** UV-C pentru decontaminarea suprafețelor și a aerului din interiorul camerei **106** de lucru, apoi stingerea lămpilor **110** UV-C;

b) pregătirea probei supusă tratamentului cu lumină UV pentru decontaminare care cuprinde deschiderea ușii **112** a camerei **106** de lucru, introducerea probei de produs granular în recipientul **206**, pornirea motorului **208** electric, stabilirea poziției rozetei **210** în funcție de valoarea turației de lucru și închiderea ușii **112** a camerei **106** de lucru;

c) realizarea tratamentului produsului cu lumină UV care cuprinde aprinderea lămpilor **110** UV-C și expunerea la lumină UV, pentru o durată de timp stabilită, a particulelor care alcătuiesc masa produsului, ca urmare a mișcării oscilant-vibratoare a plăcii **204** perforate. Astfel, rotația axului **301** al motorului **208** electric se transmite excentricului **209** fixat pe axul **301** ceea ce determină mișcarea oscilantă a plăcii **204** perforate. În același timp, sprijinirea plăcii **204** perforate pe cele patru ansambluri con **212** din cauciuc - arc **211** - con **212** din

RO 133743 B1

1 cauciuc determină mișcarea vibratoare a plăcii **204** perforate și a recipientului **106**. Produsul
granular trece repede din starea de „strat fix” în starea de „strat vibrofluidizat”, poziția par-
3 ticulelor de produs față de sursa de lumină UV se modifică încontinuu și se realizează expu-
nerea la lumină UV a întregii suprafețe a particulelor, astfel că decontaminarea suprafeței
5 produsului este foarte eficientă;

d) întreruperea tratamentului cu lumină UV după scurgerea duratei de timp stabilite
7 care cuprinde oprirea motorului **208** electric, stingerea lămpilor **110** UV-C, deschiderea ușii
112 a camerei **106** de lucru, defiletarea piulițelor-fluture **203** pentru înlăturarea cârligelor **205**
9 și evacuarea din camera **106** de lucru a recipientului **206** cu produsul granular tratat cu
lumină UV.

11 Întrucât inactivarea microorganismelor este în funcție de doza de lumină UV-C
absorbită care depinde, la rândul său, de fluență și durata tratamentului, se pot stabili
13 regimuri de tratare cu lumină UV-C variate prin modificarea poziției lămpilor UV-C, respectiv
a distanței dintre lămpi și probă. Astfel, prin defiletarea piulițelor-fluture **108** pe tijele **107**
15 filetate, lămpile **110** UV-C coboară către recipientul **206** cu produs granular, deci distanța se
micșorează, iar prin înfiletarea piulițelor-fluture **108** pe tijele **107** filetate, lămpile **110** UV-C
17 se înalță, depărtându-se de recipientul **206** cu produs granular, deci distanța se mărește.
Durata tratamentului se stabilește prin alegerea momentului opririi tratamentului cu lumină
19 UV. De asemenea, prin modificarea turației motorului **208** electric cu ajutorul rozetei **210** de
pe corpul **202** al dispozitivului oscilant-vibrator se reglează amplitudinea și frecvența
21 oscilațiilor sistemului oscilant-vibrator. Toate acestea permit stabilirea regimului de lucru
potrivit pentru diferite tipuri de produse granulare care se deosebesc prin masa, dimensiunile
23 și forma particulelor, respectiv în funcție de numărul inițial de microorganisme de pe
suprafața produselor supuse tratamentului și tipul acestora (microorganisme forme
25 vegetative sau sporulate).

Instalația, conform invenției, a fost proiectată, construită și testată utilizând ca mate-
27 rial granular boabe de grâu (*Triticum aestivum*) care au fost supuse tratamentului cu lumină
UV-C timp de 5-25 minute, distanțe de 5-15 cm între lămpile UV-C și produs și diferite turații
29 ale motorului electric al dispozitivului oscilant-vibrator. Numărul total de microorganisme,
numărul de fungi (drojdii și mucegaiuri) și numărul de bacterii sporulate aerobe mezofile de
31 pe suprafața boabelor de grâu a fost redus, față de proba martor, cu 1,51-log ufc/g, 1,87-log
ufc/g, respectiv 1,45-log ufc/g după 15 minute de expunere la lumină UV-C, durată con-
33 siderată optimă pentru distanța de 10 cm între lămpile UV-C și produs. În continuare, grâul
tratat a fost măcinat pentru a se obține făină integrală din care, după perioada cores-
35 punzătoare de minimum 14 zile necesară pentru maturare, s-au efectuat probe de coacere.
Pâinea obținută a fost analizată și s-a constatat că nu mai apar semne de apariție a bolii
37 întinderii, provocată de bacterii aerobe mezofile precum *Bacillus subtilis* sp. *mezentericus*,
nici după 72 ore, spre deosebire de proba martor, pâine obținută din făină din grâu netratat
39 la care primele semne ale bolii au apărut după 48 ore. Prin urmare, tratamentul boabelor de
grâu cu lumină UV-C prin metoda și în instalația care fac obiectul invenției în vederea
41 decontaminării este eficient.

Metoda și instalația, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

43 - asigură expunerea întregii suprafețe a particulelor de produs granular prin
antrenarea și menținerea acestora într-un strat „vibrofluidizat” pe toată durata tratamentului;
45 - asigură modificarea turației motorului electric al dispozitivului oscilant-vibrator ceea
ce permite adaptarea metodei de tratare cu lumină UV-C pentru diferite produse alimentare
47 granulare care se deosebesc prin masa, mărimea și forma particulelor;

RO 133743 B1

- asigură reglarea distanței dintre lămpile UV-C și produsul supus tratamentului prin modificarea poziției lămpilor, permițând astfel modificarea fluenței luminii UV-C;	1
- permite stabilirea unui regim optim pentru decontaminarea produselor granulare în funcție de gradul de încărcare cu microorganisme și tipul microorganismelor care trebuie inactivate.	3 5
Referințe bibliografice:	7
ISO 21348:2007. Space environment (natural and artificial) - Process for determining solar irradiances	9
Koutchma T.N., Forney L.J. & Moraru C.I. 2009. Ultraviolet light in food technology: Principles and Applications. CRC Press / Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA.	11
Kowalski W. 2009. Ultraviolet germicidal irradiation handbook: UVGI for air and surface disinfection. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.	13
Bolton J.R. & Cotton C.A. 2008. The ultraviolet disinfection handbook. American Water Works Association, Denver, CO.	15
Segal R. 2006. Biochimia produselor alimentare. Editura Academica, Galați.	
Rosenthal R.A. 2000. Food sanitizing apparatus. US 6150663.	17
Eckhardt R.A. 2002. Method and apparatus for sterilizing small objects. Patent no. US 6461568 B1.	19
Waluszko A. 2003. Transilluminator. Patent no. US 6670619 B2.	
Cooper J.R. 2009. Ultraviolet light treatment chamber. Patent no. US 7511281 B2.	21
Guzov LP., Punin V.T. & Khudikov N.M. 1997. Coating composition reflecting ultraviolet light. Patent no. SU1010860.	23
Sinajskij V.V., Silujanov V.V., Radchenko E.K. & Kirjukhina T.A. 2004. Apparatus for disinfecting and sterilizing of objects. Patent no. RU 2234944.	25
Arhipov V.P., Bazikov V.I., Kamrukov A.S., Kozlov N.P., Krylov A.I., Shashkovskij S.G.E. & Jalovik M.S. 2006. Method and device for disinfecting loose material. Patent nr. RU 2279806.	27
	29

RO 133743 B1

Revendicări

1

3 1. Metodă de decontaminare a produselor alimentare granulare cu lumină ultravioletă
(UV), **caracterizată prin aceea că** are următoarele etape:

5 a) pregătirea instalației de decontaminare cu lumină UV care cuprinde deschiderea
ușii (112) a camerei (106) de lucru, fixarea recipientului (206), cu ajutorul cârligelor (205), pe
7 suprafața vibratoare reprezentată de placa (204) perforată, închiderea ușii (112) a camerei
(106) de lucru, aprinderea lămpilor (110) UV-C pentru decontaminarea suprafețelor și a
9 aerului din interiorul camerei (106) de lucru, apoi stingerea lămpilor (110) UV-C;

11 b) pregătirea probei supusă tratamentului cu lumină UV pentru decontaminare care
cuprinde deschiderea ușii (112) a camerei (106) de lucru introducerea probei de produs
granular în recipientul (206), pornirea motorului (208) electric, stabilirea poziției rozetei (210)
13 în funcție de valoarea turației de lucru și închiderea ușii (112) a camerei (106) de lucru;

15 c) realizarea tratamentului produsului cu lumină UV care cuprinde aprinderea lămpilor
(110) UV-C și expunerea la lumină UV, pentru o durată de timp stabilită, a întregii suprafețe
a particulelor care alcătuiesc masa produsului, ca urmare a mișcării oscilante a plăcii (204)
17 perforate produsă de excentricul (209) fixat pe axul (301) motorului (208) electric aflat în
funcțiune și a mișcării vibratoare a plăcii (204) perforate, determinată de sprijinirea acesteia
19 pe cele patru ansambluri con (212) din cauciuc - arc (211) - con (212) din cauciuc;

21 d) întreruperea tratamentului cu lumină UV după scurgerea duratei de timp stabilite
care cuprinde oprirea motorului (208) electric, stingerea lămpilor (110) UV-C, deschiderea
ușii (112) a camerei (106) de lucru, defiletarea piulițelor-fluturi (203) pentru înlăturarea
23 cârligelor (205) și evacuarea din camera (106) de lucru a recipientului (206) cu produsul
granular tratat cu lumină UV.

25 2. Instalație de decontaminare cu lumină UV, **caracterizată prin aceea că** este
alcătuită dintr-o cameră (106) de lucru ai cărei pereți interiori sunt acoperiți cu un material
27 care reflectă lumina UV, un ansamblu care conține lămpile UV-C alcătuit dintr-o carcasă
(103) și două lămpi (110) UV-C, sub care este așezat un dispozitiv oscilant-vibrator (102),
29 ansamblul fiind fixat de placa (104) metalică, la capătul inferior a două tije (107) filetate
montate în partea superioară a camerei (106) de lucru și a căror poziție poate fi modificată
31 cu ajutorul piulițelor-fluturi (108) pentru variația distanței dintre lămpi și probă, respectiv
variația dozei de lumină UV care este absorbită de microorganisme și stabilirea unui regim
33 optim în funcție de gradul de contaminare și tipul microorganismelor care trebuie inactivate.

35 3. Instalație de decontaminare cu lumină UV, conform revendicării 2, **caracterizată**
prin aceea că dispozitivul oscilant-vibrator este alcătuit dintr-un corp (202) care adăpostește
sistemul electric, niște piciorușe (201) de susținere îmbrăcate în suporturi din silicon care
37 permit amplasarea corpului (202) în poziția necesară, o placă (204) perforată pe care se
așază recipientul (206) pentru produs, fixat cu ajutorul unor cârlige (205), filetate la capătul
39 care trece prin placa (204) perforată pentru a fi prinse cu niște piulițe-fluturi (203), un
ansamblu de patru perechi de conuri (212) de cauciuc îmbrăcate cu niște arcuri (211) pentru
41 a susține placa (204) perforată și a permite mișcarea oscilant-vibratoare, un motor (208)
electric fixat central, sub placa (204) perforată printr-un sistem (207) de fixare etanșă tip
43 șurub-șaiabă-piuliță și pe al cărui ax (301) este montat un excentric (209) și o rozetă (210) cu
care se reglează turația motorului și prin aceasta amplitudinea și frecvența oscilațiilor
45 sistemului vibrator, permițând stabilirea regimului de lucru potrivit pentru diferite tipuri de

RO 133743 B1

produse granulare care se deosebesc prin masa, dimensiunile și forma particulelor, respectiv în funcție de numărul inițial de microorganisme de pe suprafața produselor supuse tratamentului și tipul acestora (microorganisme forme vegetative sau sporulate).	1
4. Instalație de decontaminare cu lumină UV, conform revendicării 2, caracterizată prin aceea că excentricul (209) montat pe axul (301) al motorului (208) electric este alcătuit dintr-un corp (302) plin și un șurub (303) cu cap hexagonal pentru fixarea excentrică a corpului (302) plin pe axul (301) al motorului (208) electric astfel încât, atunci când motorul (208) electric funcționează, să determine mișcarea oscilantă a plăcii (204) perforate și a recipientului (206) care conține materialul granular supus tratamentului cu lumină UV.	3
	5
	7
	9

(51) Int.Cl.

A23B 9/06 (2006.01);

A23L 3/54 (2006.01);

A61L 2/10 (2006.01)

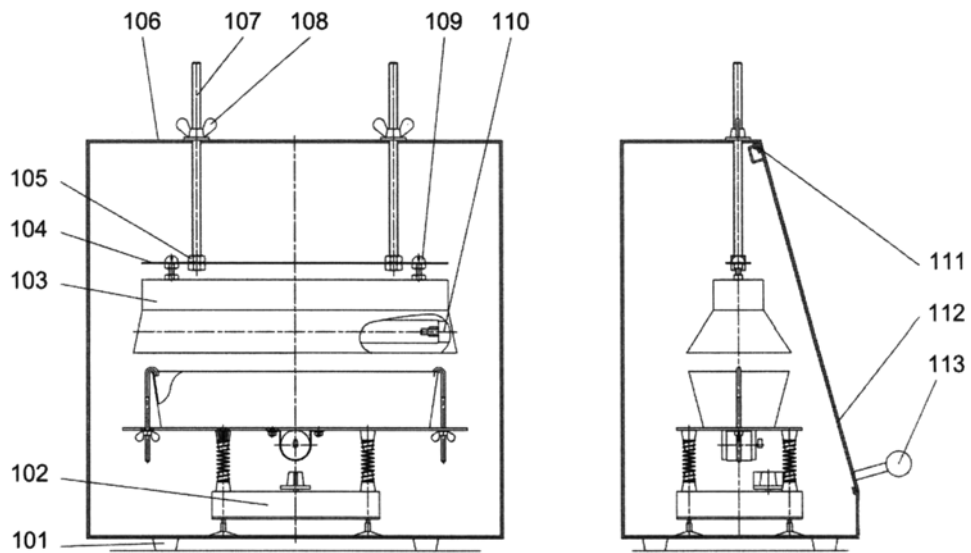


Fig. 1

(51) Int.Cl.

A23B 9/06 (2006.01);

A23L 3/54 (2006.01);

A61L 2/10 (2006.01)

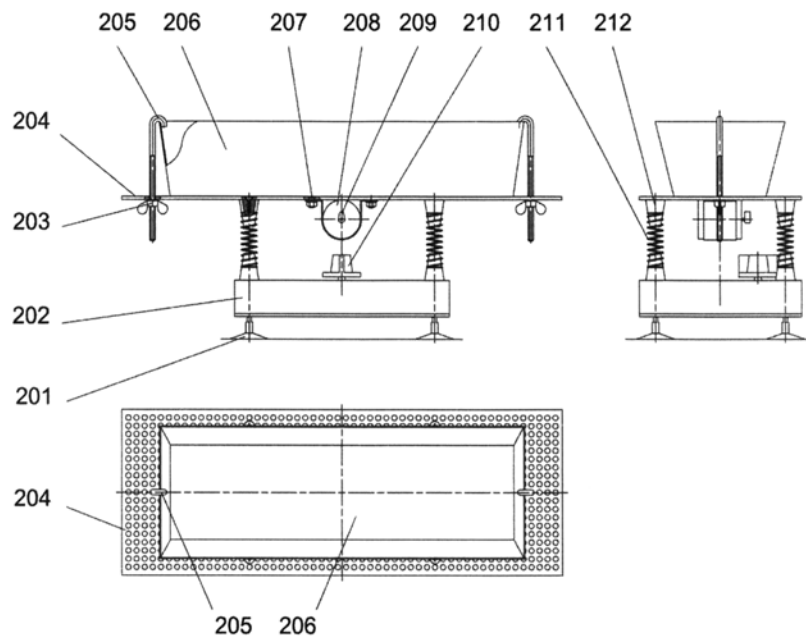


Fig. 2

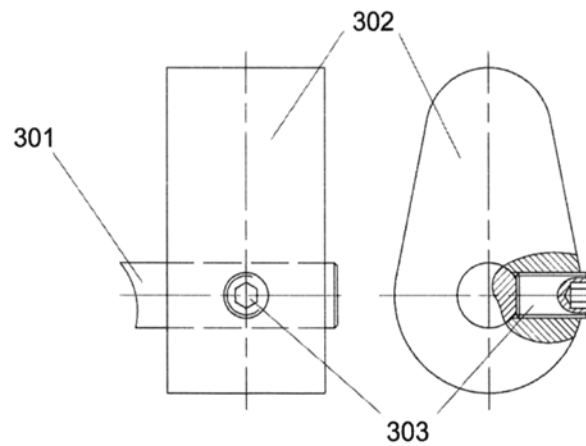


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 250/2024