



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00089

(22) Data de depozit: 21/02/2020

(41) Data publicării cererii:  
30/08/2021 BOPI nr. 8/2021

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI  
RADIĂȚIEI-INFILPR, STR. ATOMIȘTILOR  
NR.409, MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:  
• BRAȘOVEANU MARIANA MIRELA,  
STR.CPT.N.LICĂREȚ NR.1, BL.33 B, SC.A,  
AP.40, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;  
• NEMȚANU MONICA-ROXANA,  
BD. TINERETULUI NR. 45, BL. 54, SC. A,  
AP. 34, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;  
• MATEI CONSTANTIN, STR.NUCȘOARA  
NR.5, BL.38, SC.1, ET.3, AP.12, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO

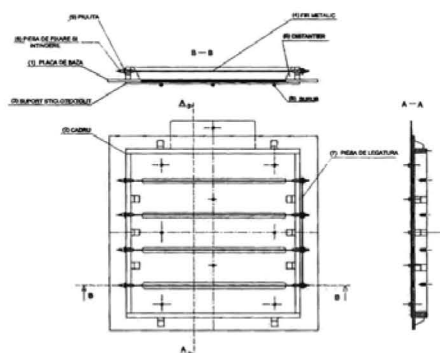
(54) AMIDON MODIFICAT ȘI PROCEDU DE OBȚINERE  
A ACESTUIA PRIN TRATAMENT COMBINAT  
CU DESCĂRCĂRI ELECTRICE CORONA ȘI FASCICUL  
DE ELECTRONI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la amidon modificat, având caracteristici funcționale îmbunătățite, la un procedeu de obținere a acestuia precum și la o incintă de tratare cu descărcări electrice corona. Procedeu de obținere a amidonului, conform invenției, constă într-o primă etapă în care amidonul nativ în formă solidă se pretratează cu descărcări electrice corona, la presiunea și temperatura camerei, la o diferență de potențial de 25kV, timp de 5 minute, urmată de o etapă de iradiere în câmp de electroni accelerați, cu energie medie de 6 MeV, în mediul ambiant, la presiunea și temperatura camerei, cu doze de iradiere de 10...30 kGy și un debit de doză de 2 kGy/min, obținându-se amidon modificat sub formă granulară, cu masă moleculară medie mai mică sau egală cu  $1,4 \times 10^5$  g/mol, vâscozitate aparentă mai mică sau egală cu 55 mPa x s în soluții apoase de 5% la 25°C, cu consistență gel mai mare sau egală cu 100 mm, claritate pastă mai mare sau egală cu 30% și pH cu valori de 6...7. Incinta pentru tratare cu descărcări electrice corona, conform invenției, este alcătuită din doi electrozi și un suport pentru materialul de tratat, în care suportul este realizat din plexiglas și cuprinde: o placă (1) de bază în care sunt perforate patru canale cu secțiune rectangulară și care se prinde cu șuruburi peste o placă-suport (3) de sticlotextolit, acoperită cu cupru, constituind unul dintre electrozi și un cadru (2) poziționat prin intermediul unor distanțiere (5) peste placa (1) de bază, pe două laturi opuse ale cadrului (2)

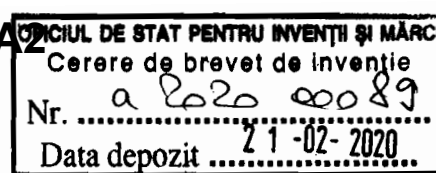
fiind prinse sisteme de fixare și întindere a unor fire (4) metalice de oțel sau cupru, cu diametru de 0,5 mm, cu rol de electrozi, astfel încât firele (4) să se suprapună peste canalele perforate în placa (1) de bază, capetele firelor (4) fiind fixate, pe una dintre laturi, cu piese (6) de fixare metalice, filetate, prin lipire cu argint sau alamă.

Revendicări: 3  
Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





## AMIDON MODIFICAT ȘI PROCEDEU DE OBTINERE A ACESTUIA PRIN TRATAMENT COMBINAT CU DESCĂRCĂRI ELECTRICE CORONA ȘI FASCICUL DE ELECTRONI

Invenția de față se referă la amidon modificat, având caracteristici funcționale îmbunătățite și la un procedeu de obținere a acestuia. Amidonul modificat conform invenției de față se realizează în două etape succesive – pre-tratarea amidonului nativ cu descărcări electrice corona și apoi tratarea prin iradiere cu electroni accelerați.

Amidonul este un biopolimer răspândit în natură, oferind o mulțime de aplicații alimentare și non-alimentare. În alimente, amidonul din diverse surse botanice este utilizat cu roluri variate, cum ar fi ca agent de îngroșare (pentru sosuri, supe creme, umpluturi), stabilizator coloidal (în dressing-uri pentru salate), agent de retenție de umiditate (în topping-uri pentru prăjituri), agent de formare a gelului (în dulciuri), lianți (în wafe, cornete pentru înghețată), agenți de acoperire și glazurare (în bomboane, nuci, alune glazurate) (Pomeranz, 1991). Pentru modificarea structurii chimice și a proprietăților funcționale ale amidonului și, prin urmare, pentru a-i lărgi gama de utilizare, acesta este supus diferitelor tratamente de modificare – chimice, fizice, enzimatice sau combinația lor.

Atât tratamentul cu descărcări în plasmă, cât și cel cu fascicule de electroni accelerați sunt metode fizice nepoluante, care pot modifica în general proprietățile polimerilor și în particular funcționalitatea amidonului (Brașoveanu & Nemțanu, 2018; Thirumdas, Kadam și Annapure, 2017; Zhu, 2017). Tratamentul cu descărcări electrice corona implică acțiunea diferitelor particule încărcate cu energie, prezente în plasma arcului electric, cum ar fi electroni, ioni, fotoni sau radicali liberi, asupra polimerilor (Sun, Zhang și Wadsworth, 1998; Zhang, Sun & Wadsworth, 1998) și induc în principal procesul de oxidare care conduce la scindarea lanțurilor polimerice. Cu toate acestea, descărcarea de tip corona poate provoca și fenomenul de reticulare, caracterizat prin creșterea masei moleculare a polimerului, în funcție de nivelul puterii (Sun, Zhang & Wadsworth, 1998). Scindarea și reticularea sunt procese competitive pe suprafața polimerilor și în zonele adiacente, în timpul tratamentului cu plasmă, astfel încât amidonul poate să fie depolimerizat până la dextrine (Lii et al., 2002a,b,c.; Lii et al., 2003; Zhang et al., 2014) sau reticulat (Deeyai et al., 2013; Nemtanu & Minea, 2006; Zou, Liu & Eliasson, 2004) în funcție de condițiile experimentale (atmosferă, presiune, nivel de putere, timp de expunere, etc.).

Tratamentul cu fascicul de electroni are capacitatea de a induce modificări fizico-chimice și structurale ale polimerilor prin acțiunea directă și indirectă a electronilor accelerați. Similar tratamentului cu plasmă, dar în interiorul materialului iradiat, în timpul iradierii se formează electroni, ioni și radicali liberi, care pot produce degradarea precum și reticularea lanțurilor polimerice în funcție de doza de iradiere. Iradierea în fascicule de electroni, la peste 10 kGy, a amidonului nativ a condus la modificări certe ale proprietăților fizico-chimice și structurale ale acestuia ca urmare a fenomenului de degradare care are loc în toata masa granulelor de amidon (Kamal et al., 2007; Nemtanu & Brasoveanu, 2012; Nemtanu et al., 2010; Nemtanu et al., 2007; Shishonok et al., 2007).

Amidonul este modificat cu precădere pentru a obține un comportament reologic convenabil al suspensiilor sale apoase pentru diferite aplicații. Tratamentele cu descărcări corona sunt mai rapide, ieftine și mai fezabil pentru aplicarea la scară industrială decât procedeele care implică controlul temperaturii și al presiunii (Kirk, Lyons și Walter, 1999). În general, descărcarea în plasmă, iar în particular tratamentul cu descărcări corona este frecvent utilizat ca pre-tratament în diferite aplicații industriale (matrici polimerice, plastice, textile, etc.) având capacitatea de a produce modificări în suprafața materialului și de a menține neschimbate proprietățile generale (Hirvikorpi et al., 2010; Slepicka, Michaljanicova & Svorcik, 2013; Xu et al., 2010). Pe de altă parte, iradierea cu electroni accelerați este, de asemenea, o tehnică rapidă și eficientă pentru modificarea structurală și a funcționalității materialelor pentru diferite aplicații industriale. Cu alte cuvinte, în tratarea unui material în câmp de electroni accelerați pentru modificarea proprietăților sale funcționale, utilizarea unui pre-tratament cu descărcări corona poate aduce modificări superficiale care să crească sensibilitatea materialului la tratament, totodată reducând doza de iradiere necesară și costurile aferente.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în îmbunătățirea caracteristicilor funcționale ale amidonului nativ, cum ar fi claritatea pastei, consistența gelului, vâscozitatea, prin utilizarea unei metode economice și ecologice, care combină descărcările electrice corona și câmpul de electroni accelerați. Prin aplicarea unui pre-tratament pe bază de descărcări electrice corona se reduce doza de iradiere aplicată, obținându-se un amidon care are o combinație unică de proprietăți fizico-chimice și funcționale.

Amidonul modificat, conform invenției, are ca sursă botanică porumbul și are proprietăți funcționale îmbunătățite ca rezultat al unei metode moderne, eficiente, economice și ecologice de tratare succesivă cu descărcări electrice corona și fascicul de electroni accelerați.

Procedeul de modificare a amidonului conform invenției, constă în două etape succesive: pre-tratarea amidonului nativ, în formă solidă (pulbere) cu descărcări electrice corona, la presiunea și temperatura camerei, la o diferență de potențial de 25 kV, timp de 5 minute, urmată de etapa de iradiere în câmp de electroni accelerați, cu energie medie de 6 MeV, în mediul ambiant, la presiunea și temperatura camerei, cu doze de iradiere de 10...30 kGy și un debit de doză de 2 kGy/min.

Amidonul modificat având proprietăți funcționale îmbunătățite, conform invenției, prezintă simultan următoarele avantaje:

- vîscozități aparentă și intrinsecă scăzute,
- claritate și consistență gel crescute,
- modificarea caracteristicilor funcționale rezultă din combinarea unor metode fizice care înlătură total utilizarea aditivilor, catalizatorilor sau a altor agenți poluanți, nu generează produși secundari nedorți, nu prezintă risc de contaminare radioactivă, este rapidă și permite controlul simplu și precis al parametrilor de procesare, permite ambalarea amidonului înaintea ultimei etape/secvențe de procesare.

Procedeul de modificare a amidonului nativ , conform invenției, se realizează în două etape:

1. pre-tratarea amidonului nativ cu descărcări electrice corona,
2. iradierea în fascicul de electroni accelerați a amidonului pre-tratat.

În prima etapă a procesului de modificare a amidonului, are loc tratarea amidonului nativ cu descărcări electrice corona, constând în descărcări pulsate repetitive produse (Georgescu et al., 2005; Georgescu et al., 2003) la o tensiune înaltă (25 kV) între electrozi, cu un curent de descărcare de vârf de 45 A. Pulsurile prezintă o frecvență de repetiție de 50 Hz, cu durata de 100 ns. Amidonul granular se introduce în incinta de tratare, aflată la presiunea mediului ambiant, unde va fi expus descărcărilor electrice corona timp de 5 minute.

Incinta de tratare este compusă din doi electrozi și un suport pentru materialul de tratat. Din punct de vedere constructiv, incinta se compune din suportul pentru amidon și sistemul de întindere a firelor metalice, cum este prezentat în Figura 1. Suportul este alcătuit dintr-o placă de bază (1), un cadru (2) și distanțiere (5), realizate din plexiglas. În placa de bază sunt perforate 4 canale cu secțiune rectangulară. Sub placa de bază se prinde cu șuruburi (8) o placă suport de sticlotextolit (3) acoperită cu cupru, care constituie unul dintre electrozi. Amidonul se așează în cele 4 canale, având la bază stratul de cupru. Cadrul de plexiglas (2) se

poziționează cu mai multe distanțiere (5) lipite pe placa de bază (1). Pe două laturi opuse ale cadrului sunt prinse sisteme de fixare și întindere a unor fire metalice de oțel sau cupru, cu diametru de 0,5 mm, cu rol de electrozi, astfel încât firele (4) să se suprapună, la o anumită înălțime, peste canalele perforate în placa de bază (1). Capetele firelor sunt fixate pe una din laturi cu piese de fixare metalice filetate (6), prin lipire cu argint sau alamă. O plăcuță de cupru, numită piesă de legătură (7), se prinde pe piesele de fixare (6) pentru a asigura aceeași tensiune de descărcare pe firele metalice (4). Întinderea firelor se face cu ajutorul unor piulițe M5 (9), aflate pe cealaltă latură a cadrului.

După tratarea amidonului cu descărcări corona, placa de baza (1) se desprinde de pe placa de sticlotextolit (3), iar amidonul pre-tratat se colectează și se ambalează pentru etapa următoare.

Amidonul pre-tratat se expune ulterior la iradiere în fascicul de electroni accelerați la temperatura și presiunea mediului ambiant, cu doză de iradiere în domeniul (10...30 kGy) și debitul de doză de 2 kGy/min. Tratamentul în fascicul de electroni pentru amidonul care face obiectul prezentei invenții s-a realizat cu un accelerator linear de electroni cu undă progresivă, care generează la ieșirea din structura de accelerare impulsuri de electroni de 3,5  $\mu$ s, cu frecvența de repetiție de 100 Hz, energie medie de aproximativ 6 MeV și curent în impuls de 75 mA (Martin et al., 2011).

Se prezintă în continuare cinci exemple de realizare a invenției, cu referire la modificarea caracteristicilor funcționale ale amidonului modificat prin tratarea combinată cu descărcări corona și fascicul de electroni accelerați.

Descrierea figurilor:

- Figura 1 reprezintă incinta pentru tratarea amidonului nativ cu descărcări electrice corona

#### **Exemplul 1: Modificarea acidității**

Aciditatea a fost evaluată prin determinarea pH-ului soluțiilor apoase de amidon 1%, la 25°C obținute prin dizolvarea amidonului în apă distilată cu agitare magnetică continuă la 85°C timp de 30 min, urmată de răcirea soluției obținute la 25°C.

Suspensia amidonului nativ a avut o valoare neutră (pH=7,6 $\pm$ 0,2). Tratamentul cu descărcări corona nu a produs nici o modificare ( $p>0,05$ ) în valoarea pH-ului soluției de amidon. Iradierea amidonului pre-tratat în fascicul de electroni accelerați a redus ( $p\leq 0,05$ )

nivelul pH-ului soluțiilor de amidon cu creșterea dozei de iradiere până la 50 kGy (Tabelul 1), datorită formării de compuși cu grupări chimice acide în urma fragmentării macromoleculei de amidon prin procese oxidative induse de iradiere.

### **Exemplul 2:** Modificarea clarității pastei

Claritatea pastei de amidon s-a determinat în conformitate cu metoda descrisă de Craig et al. (1989). Prepararea pastei de amidon s-a realizat prin dizolvarea amidonului în apă distilată cu agitare magnetică continuă la 85°C timp de 30 min, urmată de răcirea soluției obținute la temperatura camerei (25°C). Claritatea a fost măsurată pe paste apoase de amidon 1% și exprimată ca transmisia soluției (T%) la 620 nm. Măsurătorile au fost efectuate la temperatura camerei (25°C) în raport cu un etalon de apă distilată, cu ajutorul unui spectrofotometru.

Amidonul nativ a avut o claritate scăzută ( $T \sim 8\%$ ), care a scăzut ușor ( $p \leq 0,05$ ) până la  $T \sim 6,5\%$  după aplicarea pre-tratamentului cu descărcări electrice corona. Aplicarea ulterioară a iradierii în fascicul de electroni accelerați a amidonului pre-tratat a dus la o îmbunătățire semnificativă ( $p \leq 0,05$ ) a clarității pastei de amidon în comparație cu amidonul nativ (Tabelul 1). Ca rezultat al modificării structurii amidonului în urma tratamentelor aplicate, transmisia crește în medie cu 1-2% per kGy, arătând în mod evident îmbunătățirea clarității pastei de amidon cu creșterea dozei de iradiere.

### **Exemplul 3:** Modificarea consistenței gelului

Consistența gelului (CG) de amidon a fost determinată la temperatura camerei (25°C) pe gel de amidon 5% în KOH 0,2 N, fiind exprimată ca lungimea de curgere a unui mililitru de gel într-o eprubetă ținută în poziție orizontală timp de o oră, conform metodei descrise în Wu et al. (2002).

Valoarea consistenței gelului pentru amidonul nativ a scăzut nesemnificativ de la  $88 \pm 1$  mm la  $82 \pm 1$  mm după pre-tratare cu descărcări electrice corona. Iradierea amidonului pre-tratat în fascicul de electroni accelerați a condus la modificări semnificative ( $p \leq 0,05$ ) în valoarea consistenței gelului (Tabelul 1), în jurul valorii de 130 mm după 10 kGy și cu tendință de plafonare la aproximativ 150 mm după iradiere cu 20 kGy.

### **Exemplul 4:** Modificarea comportamentului reologic

Măsurările reologice au fost efectuate pe suspensie apoasă de amidon 5% la 25°C folosind un reovîscozimetru rotațional. Valorile vîscozităților aparente ( $\eta_a$ ) au fost calculate conform modelului reologic Ostwald de Waele ( $R^2 = 0,966 - 0,999$ ) pentru un efort tangențial de  $150 \text{ s}^{-1}$ .

Suspensia de amidon nativ a prezentat comportament tipic nenevtonian pseudoplastice. Comportamentul la curgere nu a fost afectat prin aplicarea tratamentului cu descărcări electrice timp de 5 min. Aplicarea iradierii cu fascicul de electroni asupra amidonului pre-tratat a afectat acest comportament către unul newtonian odată cu creșterea dozei de iradiere. Valorile indicilor de curgere au confirmat comportamentul pseudoplastice ( $n < 1$ ), având tendința către comportament Newtonian ( $n = 1$ ) după aplicarea tratamentului combinat pe măsura creșterii dozei de iradiere.

Valoarea vîscozității aparente a amidonului nativ a crescut ( $p \leq 0,05$ ) de la  $170 \pm 10$  mPa·s la  $255 \pm 15$  mPa·s după pre-tratamentul cu descărcări corona. Amidonul pre-tratat expus ulterior iradierii cu fascicul de electroni a prezentat o vîscozitate scăzută ( $p \leq 0,05$ ), atingând valori sub 50 mPa·s pentru doze de iradiere mai mari de 10 kGy (Tabelul 1).

#### **Exemplul 5:** Modificarea vîscozității intrinseci și a masei moleculare

Determinarea vîscozității intrinseci,  $[\eta]$ , s-a realizat pe soluții diluate de amidon în soluție de KOH 1N, la 25°C, folosind un vîscozimetru Hoppler. Vîscozitatea intrinsecă a fost obținută prin extrapolarea curbei vîscozităților reduse calculate în funcție de concentrațiile selectate. Masa moleculară medie s-a calculat cu ecuația Kuhn-Mark-Houwink-Sakurada:  $[\eta] = K \cdot M_v^a$ , unde:  $M_v$  este masa moleculară medie [g/mol],  $[\eta]$  este vîscozitatea intrinsecă [dl/g],  $K = 1,18 \times 10^{-5}$  [dl/g] și  $a = 0,89$  (Cowie, 1961).

Valoarea vîscozității intrinseci a amidonului nativ a crescut ( $p \leq 0,05$ ) de la  $0,78 \pm 0,07$  dL/g la  $0,91 \pm 0,09$  dL/g după tratarea cu descărcări electrice corona. După tratarea în fascicul de electroni accelerați a amidonului pre-tratat, s-a notat o valoare scăzută a vîscozității intrinseci, de  $0,45 \pm 0,03$  dL/g pentru doza de iradiere de 10 kGy, apropiindu-se de 0,25 dL/g pentru dozele de iradiere de 20 kGy și 30 kGy (Tabelul 1).

În consecință, valorile calculate pentru masa moleculară medie s-au redus corespunzător în urma tratamentului combinat, cu aproximativ 45% din valoarea inițială (a amidonului nativ) pentru iradierea cu 10 kGy, scăzând sub 30% din valoarea inițială pentru doze mai mari de 20 kGy, și justificând întregul comportament reologic al amidonului tratat conform invenției.

**Tabelul 1.** Proprietatile amidonului pre-tratat cu descărcări electrice corona și expus în câmp de electroni accelerați

Doza de iradiere [kGy]	pH	T%	CG [mm]	$\eta_a$ [mPa·s]	$[\eta]$ [dL/g]	$M_v \times 10^5$ [g/mol]
0 (nativ)	7.6±0.2 <sup>a</sup>	7.9±0.3 <sup>b</sup>	88±1 <sup>a</sup>	170±10 <sup>b</sup>	0.78±0.07 <sup>b</sup>	2.61±0.17 <sup>b</sup>
0 (pre-tratat)	7.5±0.1 <sup>a</sup>	6.6±0.3 <sup>a</sup>	82±1 <sup>a</sup>	255±15 <sup>a</sup>	0.91±0.09 <sup>a</sup>	3.09±0.35 <sup>a</sup>
10	6.7±0.2 <sup>b</sup>	27.8±0.4 <sup>c</sup>	128±3 <sup>b</sup>	53±3 <sup>c</sup>	0.45±0.03 <sup>c</sup>	1.41±0.10 <sup>c</sup>
20	6.5±0.1 <sup>b</sup>	40.9±0.1 <sup>d</sup>	146±6 <sup>c</sup>	18±1 <sup>d</sup>	0.28±0.03 <sup>c</sup>	0.83±0.09 <sup>d</sup>
30	6.3±0.1 <sup>bc</sup>	58.9±0.1 <sup>e</sup>	153±8 <sup>c</sup>	13±1 <sup>d</sup>	0.24±0.01 <sup>d</sup>	0.69±0.05 <sup>d</sup>
40	6.0±0.2 <sup>cd</sup>	68.7±0.3 <sup>f</sup>	155±7 <sup>c</sup>	7±1 <sup>d</sup>	0.19±0.02 <sup>d</sup>	0.52±0.07 <sup>d</sup>
50	5.9±0.2 <sup>d</sup>	70.7±0.2 <sup>g</sup>	158±5 <sup>c</sup>	6±1 <sup>d</sup>	0.18±0.02 <sup>d</sup>	0.49±0.07 <sup>d</sup>

### Bibliografie

Cowie, J.M.G. (1961). Studies on amylose and its derivatives. Part I. Molecular size and configuration of amylose in various solvents. *Macromolecular Chemistry*, 42, 230–247.

Craig, S.A.S., Maningat, C.C., Seib, P.A., & Hoseney, R.C. (1989). Starch paste clarity. *Cereal Chemistry*, 66, 173–182.

Brașoveanu, M., & Nemțanu, M.R. (2018). Aspects on starches modified by ionizing radiation processing. In Huicochea, E.F. & Rendon, R. (Eds.), *Applications of Modified Starches* (pp. 49-68). Croatia: IntechOpen.

Deeyai, P., Suphantharika, M., Wongsagonsup, R., & Dangtip, S. (2013). Characterization of modified tapioca starch in atmospheric argon plasma under diverse humidity by FTIR spectroscopy. *Chinese Physics Letters*, 30, 018103-1–018103-4.

Georgescu, N., Minea, R., Brasoveanu, M., & Nemtanu, M. (2005). Experiments with repetitive pulsed atmospheric pressure plasmas, for air/water pollution control. *Proceedings of XXVII International Conference on Phenomena in Ionized Gases (ICPIG 2005)*, Eindhoven, The Netherlands.

Georgescu, N., Vulpe, A., & Minea, R. (2003). A system for repetitive pulsed corona plasmas, with ecological applications. *14th IEEE International Pulsed Power Conference*, 1-2, 1223–1238.



- Hirvikorpi, T., Vaha-Nissi, M., Harlin, A., Marles, J., Miikkulainen, V., & Karppinen, M. (2010). Effect of corona pre-treatment on the performance of gas barrier layers applied by atomic layer deposition onto polymer-coated paperboard. *Applied Surface Science*, 257, 736–740.
- Kamal, H., Sabry G.M., Lotfy, S., Abdallah, N.M., Ulanski, P., Rosiak, J., & Hegazy, E.-S.A. (2007). Controlling of degradation effects in radiation processing of starch. *Journal of Macromolecular Sciences, Part A: Pure Applied Chemistry*, 44, 865–875.
- Kirk, S.M., Lyons, C.S., & Walter, R.L. (1999). Corona treatment of polymers. US Patent 5,972,176.
- Lii, C.-y., Liao, C.-d., Stobinski, L., & Tomasik, P. (2002a). Exposure of granular starches to low-pressure glow ethylene plasma. *European Polymer Journal*, 38, 1601–1606.
- Lii, C.-y., Liao, C.-d., Stobinski, L., & Tomasik, P. (2002b). Effects of hydrogen, oxygen, and ammonia low-pressure glow plasma on granular starches. *Carbohydrate Polymers*, 49, 449–456.
- Lii, C.-y., Liao, C.-d., Stobinski, L., & Tomasik, P. (2002c). Behaviour of granular starches in low-pressure glow plasma. *Carbohydrate Polymers*, 49, 499–507.
- Lii, C.-y., Liao, C.-d., Stobinski, L., & Tomasik, P. (2003). Effect of corona discharges on granular starches. *Food, Agriculture & Environment*, 1, 143–149.
- Martin, D., Ighigeanu, D., Toma, M., & Oproiu C. (2011). Constructive and functional peculiarities of electron linear accelerators used in conjunction with microwave sources. In Nemțanu, M.R. & Brașoveanu, M. (Eds.), *Practical Aspects and Applications of Electron Beam Irradiation* (pp. 1-16). India: Research Signpost/Transworld Research Network.
- Nemtanu, M.R., & Brasoveanu, M. (2012). Radio-sensitivity of some starches treated with accelerated electron beam. *Starch/Starke*, 64, 435–440.
- Nemtanu, M.R., Brasoveanu, M., & Iovu, H. (2010). Degradation rate of some electron beam irradiated starches. *U.P.B. Scientific Bulletin, Series B*, 72, 69–74.
- Nemtanu, M.R., Minea, R., Kahraman, K., Koksel, H., Ng, P.K.W., Popescu, M.I., & Mitru, E. (2007). Electron beam technology for modifying the functional properties of maize starch. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 580, 795–798.
- Nemtanu, M.R., & Minea, R. (2006). Functional properties of corn starch treated with corona electrical discharges. *Macromolecular Symposia*, 245-246, 525–528.
- Pomeranz, Y. (1991). *Functional properties of food components*. (2<sup>nd</sup> ed.). San Diego: Academic Press, Inc.

- Shishonok, M.V., Litvyak, V.V., Murshko, E.A., Grinyuk, E.V., Sal'nikov, L.I., Roginets, L.P., & Krul', L.P. (2007). Structure and properties of electron beam irradiated potato starch. *High Energy Chemistry*, 41, 425–429.
- Slepicka, P., Michaljanicova, I., & Svorcik, V. (2013). Controlled biopolymer roughness induced by plasma and excimer laser treatment. *eXPRESS Polymer Letters*, 7, 950–958.
- Sun, Q.C., Zhang, D.D., & Wadsworth, L.C. (1998). Corona treatment on polyolefin films. *Tappi Journal*, 81, 177–183.
- Thirumdas, R., Kadam, D., & Annapure, U.S. (2017). Cold Plasma: an alternative technology for the starch modification. *Food Biophysics*, 12, 129–139.
- Wu, D., Shu, Q., Wang, Z., & Xia, Y. (2002). Effect of gamma irradiation on starch viscosity and physicochemical properties of different rice. *Radiation Physics and Chemistry*, 55, 79–86.
- Xu, L., Fang, Z., Song, P., & Peng, M. (2010). Surface-initiated graft polymerization on multiwalled carbon nanotubes pretreated by corona discharge at atmospheric pressure. *Nanoscale*, 2, 389–393.
- Zhang, D., Sun, Q., & Wadsworth, L.C. (1998). Mechanism of corona treatment on polyolefin films. *Polymer Engineering and Science*, 38, 965–970.
- Zhang, B., Xiong, S., Li, X., Li, L., Xie, F., & Chen, L. (2014). Effect of oxygen glow plasma on supramolecular and molecular structures of starch and related mechanism. *Food Hydrocolloids*, 37, 69–76.
- Zhu, F. (2017). Plasma modification of starch. *Food Chemistry*, 232, 476–486.
- Zou, J.-J., Liu, C.-J., & Eliasson, B. (2004). Modification of starch by glow discharge plasma. *Carbohydrate Polymers*, 55, 23–26.

**REVENDICĂRI**

1. Amidon sub formă granulară modificat **caracterizat prin aceea că** prezintă masă moleculară medie  $M_v \leq 1,4 \times 10^5$  g/mol, vîscozitate aparentă  $\eta_o \leq 55$  mPa·s în soluții apoase 5% la 25°C, consistență gel  $CG \geq 100$  mm, claritate pastă  $T \geq 30\%$  și pH cu valori 6...7.
2. Procedeu de obținere a amidonului conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că** într-o primă etapă, amidonul nativ în formă solidă (pulbere) se pre-tratează cu descărcări electrice corona, la presiunea și temperatura camerei, la o diferență de potențial de 25 kV, timp de 5 minute, urmată de etapa de iradiere în câmp de electroni accelerați, cu energie medie de 6 MeV, în mediul ambiant, la presiunea și temperatura camerei, cu doze de iradiere de 10...30 kGy și un debit de doză de 2 kGy/min.
3. Incinta pentru tratare cu descărcări electrice corona conform revendicării 2, compusă din suport pentru materialul de tratat, realizat din plexiglas și alcătuit din: (1) o placă de bază în care sunt perforate 4 canale cu secțiune rectangulară și se prinde cu șuruburi peste o placă-suport de sticlotextolit acoperită cu cupru, constituind astfel unul dintre electrozi, (2) un cadru poziționat cu mai multe (3) distanțiere lipite peste placa de bază, și în care pe două laturi opuse ale cadrului sunt prinse sisteme de fixare și întindere a unor fire metalice de oțel sau cupru, cu diametru de 0,5 mm, cu rol de electrozi, astfel încât firele să se suprapună peste canalele perforate în placa de bază, capetele firelor fiind fixate pe una din laturi cu piese de fixare metalice filetate, prin lipire cu argint sau alamă.

## DESENE

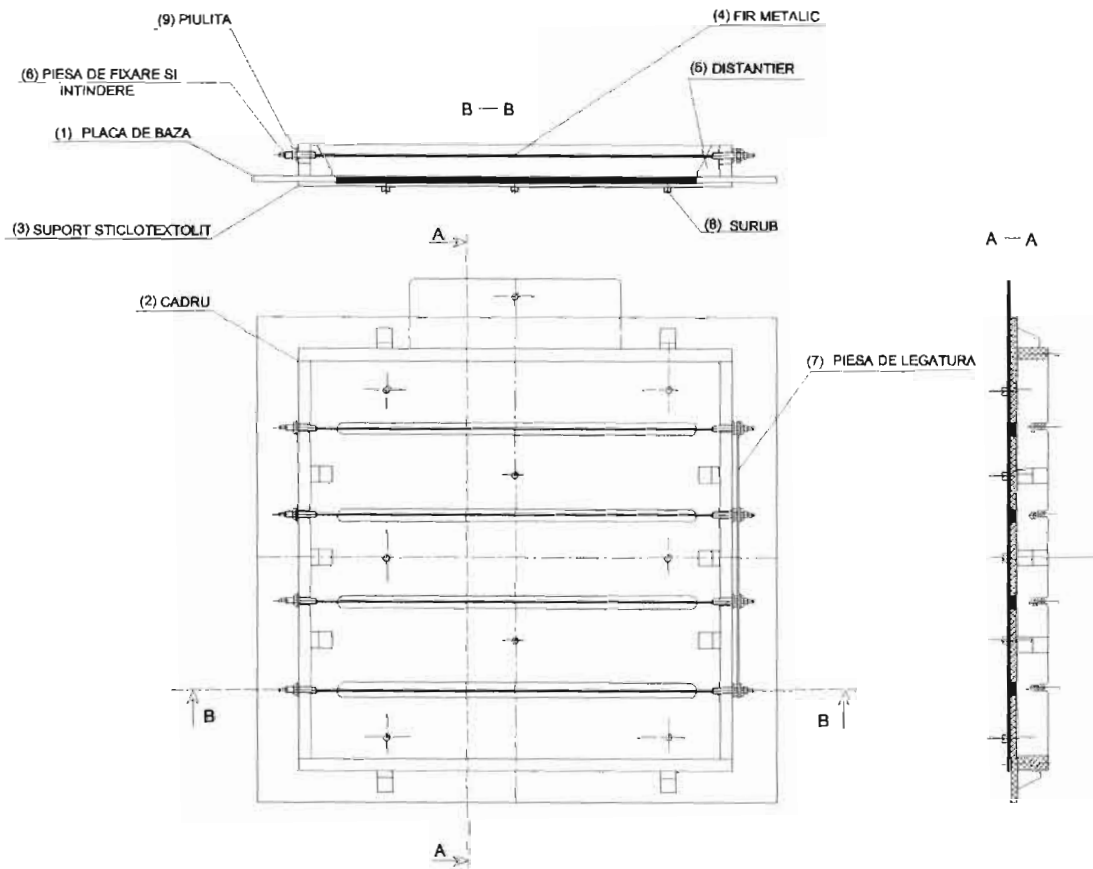


Fig. 1. Incinta pentru tratare cu descărcări electrice corona