

## **PN-III-P2-2.1-PED2019-3863**

**Materiale biodegradabile și comestibile pentru industria cărnii, produse de importanța majoră în implementarea conceptului de economie verde**

**Cod proiect : PN-III-P2-2.1-PED2019-3863**

**Contract: 273PED/2020**

**Acronim : MatCARN**

Prezentul proiect are următoarele obiective specifice:

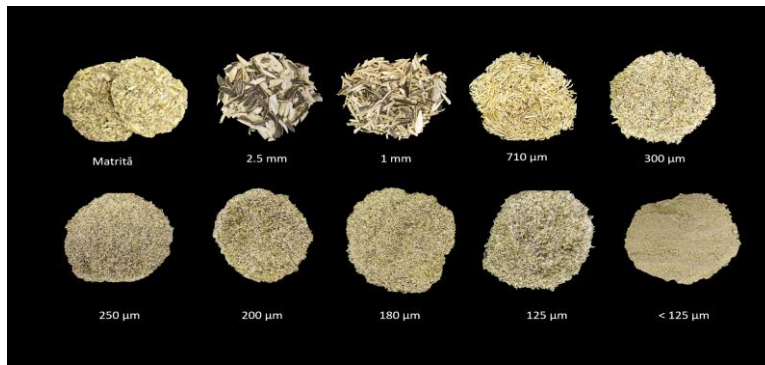
1. Realizarea practică a propunerilor de invenție, publicată în BOPI, care au ca scop testarea materialelor biodegradabile și comestibile prin acțiunea lichidelor apoase și încălzite. **Obiectiv realizat în prima etapă-2020.**
2. Cercetări pentru stabilirea soluțiilor optime pentru dezvoltarea a două categorii de noi materiale de ambalare pentru produsele din carne, respectiv ambalaje comestibile și ambalaje biodegradabile pe termen scurt.
3. Realizarea ambalajelor comestibile pentru produse din carne semiuscate. **Obiectiv realizat-2021**
4. Realizarea de ambalaje biodegradabile pentru tăvi suport de greutate mică pentru produse din carne. **Obiectiv realizat-2021**
5. Realizarea de ambalaje comestibile sau biodegradabile pentru folie deasupra tăvilor de susținere care conțin produse din carne. **Obiectiv realizat-2021**
6. Protecția industrială a rezultatelor cercetării fundamentale aplicate prin Brevete: minim 3 Brevete, dintre care cel puțin o propunere EUROPATENT. **Obiectiv realizat -2021**
7. Popularizarea rezultatelor cercetării prin cel puțin 3 lucrări publicate în reviste listate în baza de date ISI Web of Science, cel puțin 2 participări la simpozioane internaționale, cu publicarea de lucrări în baza de date ISI, o conferință internațională în țară, organizarea a două mese rotunde cu tema ambalajelor comestibile și biodegradabile pentru alimente. **Obiectiv realizat- 2021** cu excepția meselor rotunde care vor avea loc **în etapa III.**

**Etapa a II a-2021** a avut ca obiective realizarea unui material biodegradabil care să acopere tăvițele cu preparate din carne și materiale biodegradabile și comestibile cu care să se acopere feliile din preparate din carne. Aceste membrane reprezintă ambalaje moderne care se înscriu în economia circulară, definită generic prin: “Nimic nu se arde nimic nu se îngroapă, totul se refolosește” și sunt structuri de polimeri naturali obținute din componente alimentare, care pe lângă funcția de bază a oricărui ambalaj pot îndeplini prin aditivare și pe cel de supliment alimentar aducând un aport de substanțe nutritive importante pentru organism. Realizarea unor astfel de ambalaje este în prezent o necesitate având în vedere consumul mare de ambalaje provenite din hidrocarburi și faptul că acestea nu sunt biodegradabile determină acumularea lor în mediu fiind o amenințare pentru existența vieții pe pământ.

Prima categorie de ambalaje cuprinde materiale care să acopere tăvile cu produse alimentare și care să înlocuiască polietilena sau polipropilenă utilizate majoritar în industria alimentară pentru ambalare. Biopolimerii utilizați au fost agarul, amidonul, alginatul, iar ca plastifianți s-au utilizat glicerolul și apa. Materialul de acoperire trebuie

să prezinte rezistență la rupere pentru a putea fi întins pe tăvițe fără să se rupă, elasticitate pentru a rezista manipulării de către comercianți, dar și de către consumatori care preiau tăvițele prin apăsare pe fața ambalajului, care nu trebuie să se perforzeze. Pentru a împiedica acțiunea radiațiilor UV asupra produselor alimentare, care modifică culoarea acestora și favorizează reacțiile de oxidare, mai ales în cazul preparatelor din carne, foliile de acoperire trebuie să aibă un anumit grad de opacitate. Transparența foliilor trebuie să asigure și accesul vizual al cumpărătorului la aliment, pentru formarea unei prime impresii și a deciziei de achiziție.

De asemenea, în această etapă s-au analizat cojile de semințe care provin ca deșeu din industria de panificație, precum și cojile de semințe din turtele rezultate la extracția uleiului. Pentru confecționarea tăvilor s-au luat în analiză cojile semințelor de floarea-soarelui utilizate în panificație și patiserie precum și șroturile de la fabricile de ulei. Prima categorie de semințe au fost măcinate și apoi sortate rezultând fracțiunile din fig. 1, repartizate în 9 clase granulometrice. Utilizând fracțiunile rezultate, în proporții de 30, 20, 20, 10, 5, 5, 5, 5% și un amestec adeziv din făina și apă, s-a obținut materialul denumit matriță în fig.1, foarte rezistent, foarte uscat, nehigroscopic, care după un an de la obținere prezintă toate proprietățile necesare confecționării tăvițelor pentru preparate. Având o umiditate  $U=5,6\%$  și  $a_w=3,0120$ , materialul prezintă siguranță pentru orice tip de produs alimentar.



Pentru materialele provenite din șrotul rămas de la extracția uleiului s-au realizat analize de micotoxine, precum și analize fizico-chimice precum: umiditate, conținut de substanțe grase, conținut de proteine, conținut de minerale, conținut de fibre.


















Valorificarea cojilor de semințe de floarea soarelui s-a realizat și prin extracția cu ultrasunete a polifenolilor în apă, alcool etilic, metilic și eteri, extractele fiind utilizate pentru obținerea de membrane biodegradabile pentru acoperirea tăvițelor. Extractele obținute au îmbunătățit nu numai proprietățile de rezistență a membranelor, opacitatea și capacitatea de barieră a acestora, dar au avut și un efect pozitiv asupra stabilității acestora la acțiunea microorganismelor, efect favorabil asupra siguranței produsului ce va fi ambalat. *Biopolymer-based active packaging materials, a possibility to reduce the use of plastics by the food industry.*[lucrare in curs de publicare].

Analizele efectuate au demonstrat siguranța utilizării acestor deșeuri precum și importanța lor în obținerea de produse biodegradabile, cu valoare adăugată ridicată pentru industria alimentară. Rezultatele au fost diseminate în lucrarea, *Oil Press-Cakes and Meals. Valorization through Circular Economy Approaches: A Review*, Appl. Sci. 2020,10, autori *Petraru Ancuța, Amariei Sonia\**,7432; <https://doi:10.3390/app10217432>, [www.mdpi.com/journal/applsci](http://www.mdpi.com/journal/applsci) și *Nutritional Characteristics Assessment of Sunflower Seeds, Oil and Cake. Perspective of Using Sunflower Oilcakes as a Functional Ingredient. Plants 2021, 10, 2487.* autori *Petraru, A.; Ursachi, F.; Amariei, S\**. <https://doi.org/10.3390/plants10112487>

**Materiale biodegradabile și comestibile.** Au fost realizate pentru a fi consumate odată cu produsele din carne. Au fost dezvoltate, testate și caracterizate 15 filme, obținute din biopolimeri precum agar (0,5-3 g), alginat (0,5-3 g), glicerol (0,5-1 g) și apă (150 ml). Foliile obținute sunt complet comestibile și biodegradabile, ecologice și generează zero deșeuri. S-au efectuat următoarele analize ale materialelor obținute: microstructura, grosime, raportul de retracție, culoarea, transmisia, opacitatea, rezistența la tracțiune și alungirea. Analizele microbiologice specifice precum: numărul total de germeni, enterobacterii, bacterii coliforme, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* și drojdii și mucegaiuri au demonstrat siguranța microbiologică a materialelor utilizate. Niciunul dintre microorganismele testate nu s-a dezvoltat pe materiale datorită activității apei a cărei valoare este sub limita la care acestea se pot dezvolta. Rezultatele au fost diseminate la conferința SGEM 2021, *New approaches in the development of biopolymers based -materials used for food packaging*, autori *Roxana GHEORGHITA, Liliana Anchin NOROCEL*, XXI<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying, Geology and Mining, Ecology and Management – SGEM 2021, 22-27 August 2021, Albena, Bulgaria și la Conferința internațională

**Tabel nr.1.** Descrierea membranelor biopolimerice folosite la ambalarea preparatelor din carne

Probă	Compoziție* (%)	Imagine	Descriere	Probă	Compoziție* (%)	Imagine	Descriere
S1	44.45: 33.33: 22.22		Fără miros sau gust, fără pori sau fisuri vizibile, margini definite	S2	33.33: 44.45: 22.22		Foarte moale, fără pori sau fisuri, margini definite, adezivitate medie
S3	38.89: 38.89: 22.22		Flexibilă, plăcută la atingere, margini uniforme, adezivitate medie	S4**	66.67: 11.11: 22.22		Folie foarte moale, cu miros specific, gust dulce ușor perceptibil, adezivitate medie
S5	11.11: 66.67: 22.22		Adezivitate medie, moale, inodor, margini regulate, fără pori sau crăpături vizibile	S6	41.67: 41.67: 16.66		Margini definite, adezivitate medie, inodoră, flexibilă
S7	55.56: 27.78: 16.66		Adezivitate medie, margini definite, flexibile și lucioase	S8**	27.78: 55.56: 16.66		Foarte lucioasă, uniformă, margini definite, adezivitate medie, fără pori sau fisuri
S9	72.23: 11.11: 16.66		Rigidă, aderență medie, inodor, margini nedefinite, fără pori sau crăpături	S10	11.11: 72.23: 16.66		Moale, fără pori sau crăpături, fără miros, margini regulate, adezivitate medie
S11	44.44: 44.45: 11.11		Foarte moale, adezivitate medie, margini definite, inodora, fără gust	S12	22.23: 66.66: 11.11		Tendență de rulare, margini regulate, adezivitate medie, inodoră, insipidă, uniformă
S13	66.67: 22.22: 11.11		Fină și lucioasă, uniformă, margini regulate, fără pori sau crăpături, fără miros, fără gust	S14	55.56: 33.33: 11.11		Ușor abrazivă, suprafața exterioară flexibilă, margini regulate, fără pori sau crăpături, fără gust
S15	33.33: 55.56: 11.11		Fără pori sau fisuri, adezivitate medie, miros specific, fără gust				

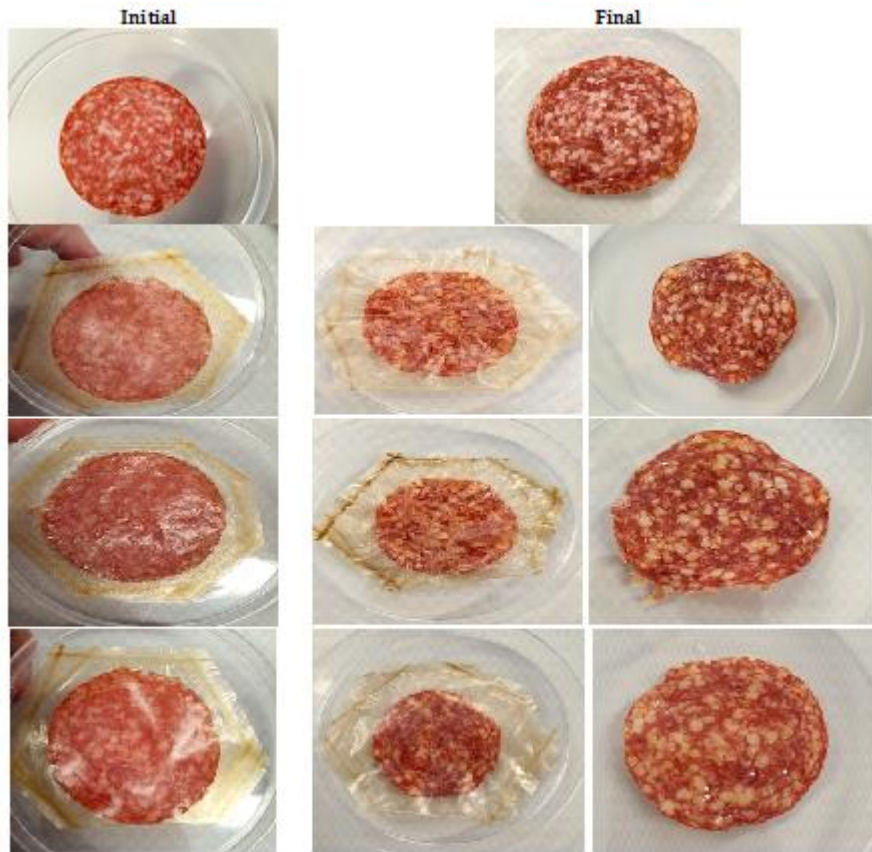
\*Compoziție - raportul agar: alginat: glicerol

\*\*Foliile cu cele mai bune caracteristici, utilizate pentru ambalarea produselor

Materialele obținute au fost folosite pentru ambalarea feliilor de salam, fig.2. S-au efectuat analizele probelor din ambalajul convențional și a celor din materiale biopolimerice, astfel: aciditatea, culoarea, numărul de microorganisme, care au aratat că membranele biopolimerice corespund ca materiale de ambalare pentru acest tip de produse. Materialele realizate au fost utilizate pentru ambalarea individuală a feliilor de salam, pentru ca celelalte felii să nu-si modifice proprietățile organoleptice în contact cu mediul înconjurător, la descoperirea tăviței. Programarea experimentelor și analiza statistica a datelor obținute a permis stabilirea celor mai bune compoziții și rapoarte între agar/alginat/glicerina, pentru materialele de ambalare și anume: S4(3/0.5/1), S8(1.25/2/0.75), S13(3/1/0.5). Rezultatele au fost diseminate în lucrarea, *Strategies and Challenges for Successful Implementation of Green Economy Concept: Edible Materials for Meat Products Packaging*, *Foods* 2021, 10(12), 3035; <https://doi.org/10.3390/foods10123035> I.F=4.350(Q2) autori, Roxana Gheorghita Puscaselu, Liliana Anchin Norocel, Ancuta Petraru, Florin Ursachi si în lucrarea *New Strategies of the Green Economy Concept: Edible Materials Based on Biopolymers and Essential Oils, Used for Packaging Meat Products*, 6th ASIA PACIFIC International Modern Sciences Congress, December 15-16, 2021/Delhi, India Mata Sundri College for



Women, University of Delhi, autori Roxana Gheorghita Puscaselu, Liliana Anchidin-Norocel,

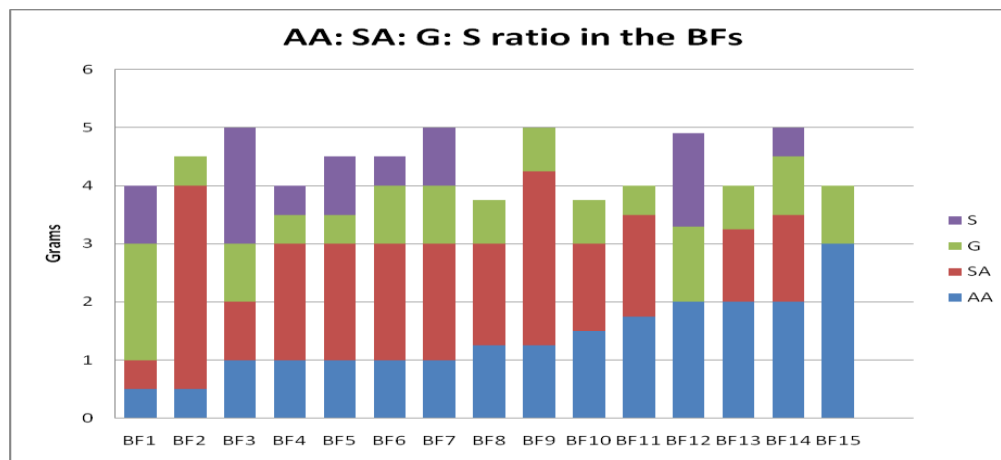


**Fig.2** Preparate din carne ambalate în folii biopolimerice.

**Materiale pentru membrane de acoperire a tăvițelor pentru preparate din carne.** Această categorie de ambalaje cuprinde materiale care să acopere tăvițele cu produse alimentare și care să înlocuiască polietilena sau polipropilena utilizate majoritar în industria alimentară pentru ambalare. Biopolimerii utilizați au fost agarul, amidonul, alginatul, iar ca plastifianți s-au utilizat glicerolul și apa. Materialul de acoperire trebuie să prezinte rezistență la rupere pentru a putea fi întins pe tăvițe fără să se rupă, elasticitate pentru a rezista manipulării de către comercianți, dar și de către consumatori, care preiau tăvițele prin apăsare pe fața ambalajului, care nu trebuie să se perforoze. Pentru a împiedica acțiunea radiațiilor UV asupra produselor alimentare, care modifică culoarea acestora și favorizează reacțiile de oxidare, mai ales în cazul preparatelor din carne, foliile de acoperire trebuie să aibă un anumit grad de opacitate. Transparența foliilor trebuie să asigure și accesul vizual al cumpărătorului la aliment, pentru formarea unei prime impresii și a deciziei de achiziție.

O altă categorie de filme biodegradabile, cele pentru acoperirea tăvițelor, care trebuie să prezinte proprietăți mecanice bune, să fie bariere în calea transferului de apă, oxigen și grăsimi din produsele alimentare și spre acestea, au fost obținute folosind trei biopolimeri, amidon, agar, alginat de sodiu, în proporții diferite, iar plastifianții folosiți

au fost apa și glicerolul, fig.3. Rezultatele cercetărilor au fost prezentate la Conference on Sustainable Development, *Mass transfer through biodegradable and edible membranes important factor in the stability of meat preparations*, autori, Sonia Amariei, Ionuț Avramia, Florin Ursachi, Ancuța Chetrariu, *4th Multidisciplinary Conference on Sustainable Development, 20 –21 May 2021, Timisoara, Section: Food Chemistry, Engineering & Technology, Book abstract, pag.19, [https://www.usabtm.ro/utilizatori/tpa/file/conferinta/2021/Book%20of%20Abstract\\_Multidisciplinary%20%20Conference%20on%20Sustainable%20Development\\_FIA\\_v02.pdf](https://www.usabtm.ro/utilizatori/tpa/file/conferinta/2021/Book%20of%20Abstract_Multidisciplinary%20%20Conference%20on%20Sustainable%20Development_FIA_v02.pdf)*



**Fig.3.** Rapoartele între masele de biopolimeri din compoziția membranelor

Au fost determinate proprietăți precum grosimea peliculei, rezistența la tracțiune (TS), alungirea, densitatea, viteza de transmitere a vaporilor de apă (WVTR), permeabilitatea la vapori de apă (WVP), activitatea apei (aw) și duritatea. Cea mai mică grosime au avut-o membranele cu cantitatea cea mai mică de amidon, iar cea mai mare valoare s-a înregistrat la membranele cu cantități egale de agar și alginat și cea mai mică cantitate de glicerol. Rezistența la tracțiune cea mai bună au avut-o membranele cu cea mai mare cantitate de alginat și cea mai mică de agar, iar cea mai mică s-a înregistrat la membranele cu cantități egale de agar și alginat și cu cea mai mare cantitate de glicerol. Alungirea cea mai bună s-a înregistrat la probele cu cantitate de agar și alginat aproximativ egale și cea mai mică cantitate de glicerol. Duritatea cea mai mică s-a înregistrat la probele cu agar și glicerol, iar cea mai mare la probele cu cantități aproximativ egale de agar și alginat. Pentru densitate, cea mai mică valoare a fost la probele cu cantitatea cea mai mică de agar și alginat și cea mai mare de glicerol, în timp ce cea mai mare valoare a fost la probele cu cea mai mare cantitate de amidon și cea mai mica cantitate de alginat. Rezultatele au fost prezentate în lucrarea, *Biodegradable and edible membranes a viable alternative for the traditional non-biodegradable plastic packaging*, autori, Sonia Amariei, Ionuț Avramia, Florin Ursachi, Ancuța Chetrariu, *The 16th International Conference Constructive and technological design optimization in the machines building field OPROTEH-2021, ISSN 2457 – 3388, <https://oproteh.ub.ro/assets/abstracts.pdf?v=8439f13s>*

**Proprietățile de barieră pentru vaporii de apă** s-au apreciat prin valorile permeabilității la vapori de apă (WVP) și viteza de transmitere a vaporilor de apă (WVTr) prin membrane. Membranele care prezintă cea mai bună barieră pentru vaporii

de apă sunt cele cu cantități egale de alginat și agar și fără amidon. Cea mai mare valoare pentru WVP s-a înregistrat la probele cu cantități egale de glicerină și amidon și cantități mai mari de alginat decât de agar. Rezultatele au fost prezentate în lucrarea, *The development of biodegradable films for food packaging* Sonia AMARIEI, Vasile-Florin URSACHI, Ionut AVRĂMIA, XXI<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying, Geology and Mining, Ecology and Management – SGEM 2021, 22-27 August 2021, Albena, Bulgaria.

Viteza de transmitere a vaporilor de apă a fost cea mai redusă la membranele fără amidon și cea mai ridicată la membranele cu un conținut dublu de agar față de cel de alginat. Valoarea activității apei  $a_w$  fiind mai mică de 0.38 la toate probele, se poate concluziona că membranele sunt sigure din punct de vedere microbiologic și pot fi folosite cu succes pentru ambalarea alimentelor. Toate mărimile ce caracterizează proprietățile de barieră a membranelor precum umiditate, activitatea apei, viteza de transfer a apei și permeabilitatea la vapori de apă au demonstrat că rapoartele între componenții amestecului de biopolimeri au fost corect stabilite, toate membranele având capacitatea de a proteja produsul. Rezultatele au fost prezentate în lucrarea, *Mass transfer through biodegradable and edible membranes important factor in the stability of meat preparations*, autori, Sonia Amariei, Ionuț Avramia, Florin Ursachi, Ancuța Chetrariu, 4th Multidisciplinary Conference on Sustainable Development 20 – 21 May 2021, Timisoara Multidisciplinary Conference on Sustainable Development Section: Food Chemistry, Engineering & Technology, autori, \*Sonia AMARIEI, Ionut AVRĂMIA, Florin URSACHI, Ancuta CHETRARIU, Ancuta, PETRARU, *Biopolymers: a solution for replacing polyethylene in food packaging*, The International Conference “Biotechnologies, Present and Perspectives” Suceava, Romania, 8th Edition, 5th November 2021, pag. 81, ISSN 2068 – 0819 .

Rezultatele obtinute pentru aceste mărimi corespund valorilor din literatura de specialitate pentru membrane biodegradabile din diferite materiale naturale.

**Proprietățile de barieră pentru oxigen** s-au determinat prin măsurarea cantității de oxigen care poate pătrunde prin membrane. Rezultatele obținute au demonstrat că oxigenul nu pătrunde prin niciuna din membrane, protecția la oxidare a grăsimilor din produsele din carne fiind asigurată [*Biopolymer-based active packaging materials, a possibility to reduce the use of plastics by the food industry, lucrare în curs de publicare*]

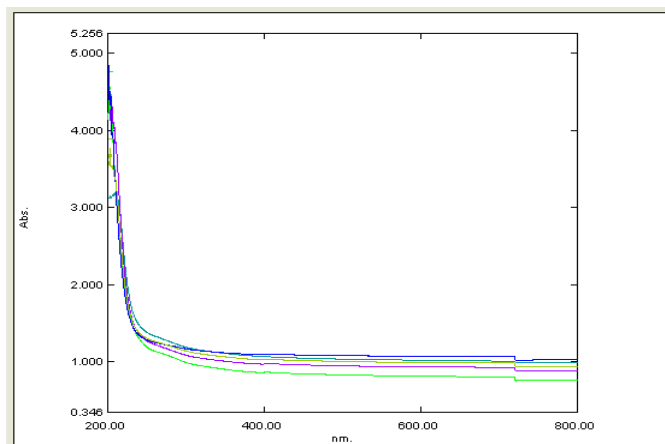
**Proprietățile de barieră pentru grăsimi** determinate la membranele cu compozițiile propuse pentru acoperirea tăvițelor au demonstrat că acestea nu permit pătrunderea grăsimilor în ambalaje și protejează produsele din carne împotriva modificării calității acestora datorită oxidării. *Biopolymer-based active packaging materials, a possibility to reduce the use of plastics by the food industry.*[*lucrare în curs de publicare*].

Proprietățile ambalajelor realizate au fost îmbunătățite prin adaosul unor aditivi, ambalajele devenind în acest caz active. S-au adăugat clorura de calciu și acid ascorbic și s-au analizat toate proprietățile menționate la ambalajele fără aceste adaosuri realizându-se o analiză a eficienței adaosului acestor aditivi.

Utilizarea clorurii de calciu are un efect semnificativ asupra proprietăților mecanice și de barieră ale membranelor față de mediu prin formarea de legături încrucișate între ionii de  $\text{Ca}^{2+}$  și cele două grupări carboxil pe lanțurile polimerice adiacente din alginatul de sodiu. Inafara îmbunătățirii proprietăților mecanice și de bariera față de factorii de mediu, alginatul de calciu care se formează are capacitate antivirală și antibacteriană, proprietate

foarte importantă pentru materialele de ambalare a alimentelor, care devin astfel materiale active. *Biopolymer-based active packaging materials, a possibility to reduce the use of plastics by the food industry.*[lucrare in curs de publicare].

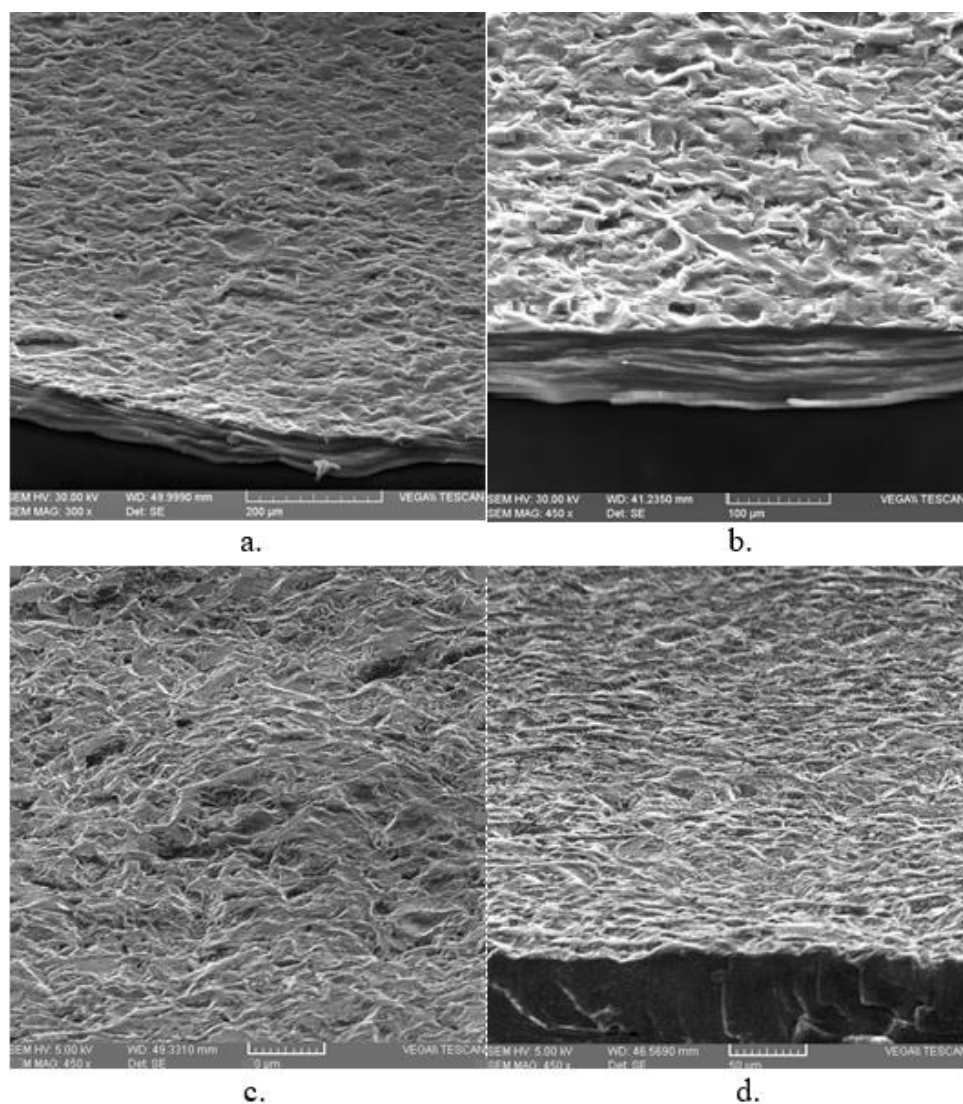
Cel de-al doilea aditiv, acidul ascorbic, un acid slab, solubil în apă, are proprietăți antioxidante foarte bune și a îmbunătățește menținerea culorii, are capacitatea de a preveni oxidarea lipidelor prezente în preparatele din carne. Ambalajul activ realizat prin adăugarea de acid ascorbic a crescut transparența membranelor de biopolimeri și a îmbunătățit proprietatea antimicrobiană a acestora împotriva *Escherichia coli* (*E. coli*) și *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). S-au determinat cele mai potrivite concentrații de acid ascorbic și clorură de calciu în compoziția membranelor care pot fi utilizate la acoperirea tăvilor cu preparate din carne. Principalele funcții ale acestui tip de ambalaj alimentar pentru preparatele din carne sunt: protecția împotriva mediului exterior, praf, microorganisme, dăunători și radiațiile UV care pot provoca oxidarea compușilor lipidici, și decolorarea produselor din carne care le face mai puțin atractive pentru consumatori. Rezultatul cercetării a fost realizarea de compoziții pentru un ambalaje alimentare active folosind cei doi aditivi, care prezintă siguranța pentru ambalarea preparatelor din carne pe toată perioada de valabilitate și care sunt biodegradabile. Așa cum se observă din figura 4, toate membranele realizate au absorbție mare în domeniul UV protejând produsele și mai mică în domeniul vizibil permițând cumpărătorul să aprecieze vizual alimentele.



**Fig.4.** Absorbția luminii la diferite lungimi de undă(nm) pentru ambele tipuri de membrane.

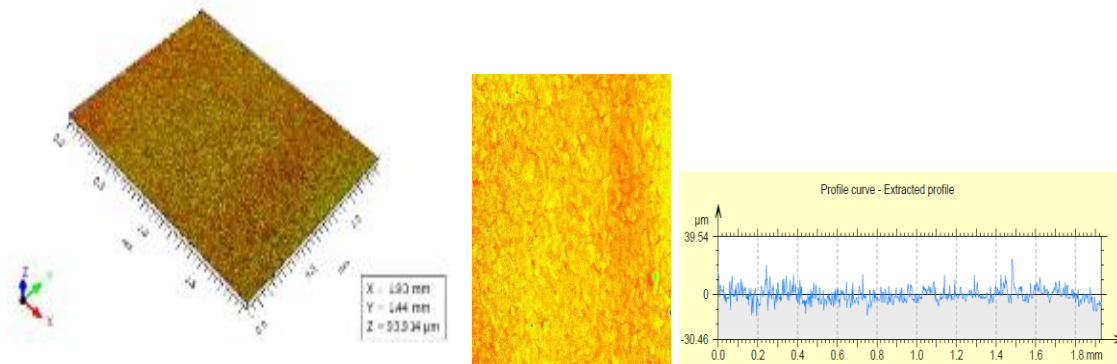
Imaginile membranelor cu cele mai bune valori ale mărimilor mecanice și optice care vor fi utilizate ca ambalaj pentru tăvițele cu preparate din carne.





**Fig.5.** Imagini de suprafață și în secțiune ale membranelor obținute prin SEM, a și b - aditiv acid ascorbic, c și d – aditiv clorura de calciu.

Analiza SEM este folosită în mod obișnuit pentru analiza suprafeței materialelor de ambalare, descriind omogenitatea și integritatea acestora. După cum se observă în imaginile SEM, din fig.5, suprafața membranelor este fină, netedă, suprafața continuă, fără găuri sau zone friabile, secțiunea transversală este compactă. Membranele au o structură de rețea compactă și densă, ceea ce le face să aibă rezistența mecanică și elasticitatea necesară precum și dispersie și refracție mai scăzute a luminii, pentru protecția alimentelor. Analizele de rugozitate au demonstrat finețea materialelor obținute, rugozitatea prezentând valori mici atât pe fața liberă, de unde apa se evaporă ușor cât și pe fața în contact cu suprafața siliconică pe care s-au turnat. Rugozitatea medie pe suprafața în contact cu mediul este de  $4,53\mu\text{m}$ , iar pe fața netedă în contact cu suprafața siliconică, de  $3,13\mu\text{m}$ , valori foarte bune pentru materialele obținute.



**Fig.6.** Rugozitatea probei cu cele mai bune valori ale TS, E după analiza spațială și de suprafața a probei.

#### **Tăvițele acoperite cu membrane biodegradabile.**

Tăvițele cu preparate din carne sunt acoperite cu membrane biopolimerice aditivate cu acid ascorbic sau clorură de calciu, care prezintă cea mai bună rezistență mecanică, elasticitate, absorbție ridicată în UV pentru protecția culorii preparatelor și împiedicarea procesului de oxidare a grăsimilor.



a) Membrana cu aditiv A:A

b) Membrana cu aditiv  $\text{CaCl}_2$

În etapa a II a, ca rezultat al determinărilor efectuate cu mijloacele existente, dar și a necesității de procedee și mijloace de investigație specifice acestui tip de ambalaje, s-a propus o metodă nouă de determinare a rezistenței la plesnire, caracteristică ce trebuie să fie îndeplinită de aceste ambalaje având în vedere solicitarea la care sunt supuse pe



timpul ambalării, a depozitării pe raft, dar și a manipulării acestor ambalaje de către consumator. Comportarea acestor membrane la solicitări mecanice este diferită de cea a membranelor necomestibile realizate din polimeri de sinteză din resurse neregenerabile, folosite la scară largă pentru ambalarea produselor alimentare, ca atare necesită procedee și echipamente specifice de testare. Din analiza acestor ambalaje, a mărimilor ce permit caracterizarea lor precum și a echipamentelor disponibile pentru testare a rezultat o propunere de invenție pentru determinarea rezistenței la plesnire.

Invenția are la bază un procedeu și un echipament folosite ca mijloc principal pentru determinarea rezistenței la plesnire a membranelor comestibile. Principiul care stă la baza procedeuului și a echipamentului aferent permit, afară de determinarea valorii rezistenței la plesnire și a valorii modulului de elasticitate și a valorii lucrului mecanic de deformare. Aceste mărimi fizice constituie mijloace avansate și rapide pentru stabilirea reacției membranelor comestibile la solicitări mecanice și folosesc la caracterizarea avansată a acestora din punct de vedere al comportării lor în timpul ambalării, a transportului și a consumului lor odată cu alimentul ambalat.

Invenția se referă la un procedeu și la un echipament folosite pentru determinarea valorilor rezistenței  $\sigma_{pm}$  la plesnire, a modulului de elasticitate  $E_{ms}$  specific și a lucrului mecanic  $W_{ms}$  specific de deformare pentru eșantioane disc realizate din membrane comestibile folosite la rândul lor la ambalarea alimentelor.

Procedeul conform invenției constă în aplicarea unei presiuni uniforme de aer, liniar crescătoare în timp, pe toată suprafața unui eșantion disc obținut din membrana supusă testării. În timpul testării se înregistrează continuu evoluția valorilor presiunii exercitate pe membrană, a valorilor înălțimii  $h_m$  a calotei sferice, rezultată din deformarea membranei ca urmare a creșterii presiunii, a valorilor timpului  $t$  și a valorilor temperaturii  $T$  a eșantionului disc. Propunerea de invenție a fost înregistrată atât la OSIM București cât și la EPO-Munchen.

*AMARIEI Sonia, GUTT Gheorghe, PROCEDEU ȘI ECHIPAMENT PENTRU DETERMINAREA UNOR MĂRIMI FIZICE CARACTERISTICE MEMBRANELOR COMESTIBILE DOSAR OSIM A00459/03.08.2021*

*AMARIEI Sonia, GUTT Gheorghe, VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG VON MATERIAL KENNWERTEN FÜR ESSBARE MEMBRANE, Nr. 21000204.4/ EP 21000204/26.07.2021*

O alta proprietate, necesară a se determina în cazul ambalajelor biodegradabile și comestibile este tensiunea superficială a lichidelor, care oferă informații despre caracterul hidrofil sau hidrofob al unui ambalaj. Această caracteristică, foarte importantă pentru transferul lichidelor prin ambalaje, influențează stabilitatea produsului alimentar, posibilitatea contaminării lui cu microorganisme și în final, siguranța în consum a acestuia. Metoda propusă și sistemul senzorial asociat utilizat pentru a determina tensiunea superficială a unui lichid investigat se bazează pe măsurarea creșterii ariei unei picături vibrante sinusoidal. Rezultatele cercetărilor au fost prezentate la Dresda, conferința Sensors 2021, în lucrarea *Method and Sensory System for Determination of the Liquids Surface Tension*, autori Sonia Amariei, Gutt Gheorghe, Norocel Liliana, *Sensors, Dresda, 2021*, <https://doi.org/10.3390/I3S2021Dresden-10101>, <https://www.mdpi.com/2673-4591/6/1/82>

**Director proiect,**  
Prof. univ. dr.ing. Sonia Amariei

