

---

TEZA DE DOCTORAT

# **Material de ambalare activă pentru prelungirea termenului de valabilitate al peștelui proaspăt**

**(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)**

---

Doctorand **Maria-Ioana Morar**

---

Conducător de doctorat **Prof.dr.habil. Dan C. Vodnar**

---





## REZUMAT

### Introducere

Peștele joacă un rol important în dieta nutrițională și echilibrată, iar consumul acestuia a fost de mult timp asociat cu anumite beneficii asupra sănătății. Acest produs este o sursă importantă de proteine și acizi grași polinesaturați cu catenă lungă *omega-3* (cum este acidul eicosapentaenoic-EPA și acidul docosahexaenoic-DHA). Cu toate acestea, peștele este un produs alimentar perisabil datorită nivelului ridicat al activității apei libere ( $a_w$ ), a pH-ului neutru, a conținutului redus de țesut conjunctiv și a prezenței enzimelor autolitice care determină apariția rapidă a unor mirosuri neplăcute. Așadar, este nevoie de un tratament corespunzător pentru a menține calitatea acestui produs vulnerabil și pentru a reduce alterarea acestuia cât mai mult timp posibil.

Interesul pentru utilizarea materialelor de ambalare activă pentru pește și produse din pește a crescut în ultimii ani. Rolul tradițional al ambalajelor alimentare continuă să evolueze ca răspuns la nevoile pieței. După cum sunt definite de Regulamentul (CE) 450/2009, materialele active sunt "*materiale care sunt destinate să prelungească durata de conservare, să mențină sau să îmbunătățească starea produselor alimentare ambalate; acestea sunt proiectate să încorporeze deliberat componente care ar elibera substanțe în produsele alimentare ambalate sau în mediul în care se află produsele alimentare sau care ar absorbi substanțe din produsele alimentare ambalate sau din mediul în care se află produsele alimentare*". Deși se desfășoară cercetări ample privind tehnologiile de ambalare activă, multe dintre acestea nu au fost încă implementate în sistemele comerciale de ambalare a alimentelor. Popularizarea beneficiilor acestora în aplicații alimentare va facilita dezvoltarea cu succes și introducerea pe piață.

Pierderile și risipa de alimente reprezintă o provocare globală. Potrivit Organizației Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură (FAO), aproximativ o treime din totalitatea alimentelor produse în întreaga lume se pierd sau se risipesc pe parcursul circuitului „de la fermă la consumator”. Lipsa tehnologiilor moderne de procesare, practicile deficitare de depozitare și manipulare, distanțele mari de deplasare către piețe și absența infrastructurii din piețe sunt citate frecvent drept cauze ale pierderilor și risipei de pește în lanțul agro-alimentar.

Calitatea peștelui este afectată de mai mulți factori, precum specia, vârsta, compoziția chimică, zona de pescuit, anotimpul și statusul nutrițional al peștelui. Cu toate acestea, prospețimea peștelui este considerată cel mai important parametru de calitate, deoarece este direct legată de atributele senzoriale percepute de către consumatori, cum ar fi aspectul, textura, mirosul și gustul. Prospețimea este esențială pentru calitatea produsului finit întrucât acest parametru de calitate este afectat de mai mulți factori, cum ar fi rigor mortis, procesele de autoliză și alterarea microbiologică post-mortem.

Determinarea calității peștelui se poate realiza prin metode instrumentale și senzoriale. Metodele fizice, chimice și biochimice utilizate pentru evaluarea calității acestora se bazează pe determinarea pH-ului, a conductivității electrice (EC), analiza

texturii; determinarea azotului bazic volatil total (TB-N) și a altor amine volatile (cum sunt amoniacul, dimetilamina-DMA și trimetilamina-TMA), a aminelor biogene (ca histamina, putrescina, agmatina, cadaverina, tiramina, triptamina și 2-feniletilamina), a cataboliților nucleotidici (de exemplu, inozin monofosfatul-IMP, inozina-Ino, hipoxantina-Hx), a etanolului, indicelui de peroxid (PV) precum și a substanțelor reactive cu acidul tiobarbituric (TBARS). În ceea ce privește metodele senzoriale, metodele cele mai utilizate pentru determinarea prospețimii peștelui au fost aplicate în mod tradițional pentru a determina unele atribute (inclusiv aspectul, culoarea, mirosul, aroma, textura și gustul) percepute cu simțurile umane.

Prezenta teză de doctorat abordează problema alterării peștelui pe parcursul depozitării în condiții de refrigerare. Datorită compoziției sale biologice, peștele proaspăt este un aliment foarte perisabil. La depozitarea în condiții normale de refrigerare, perioada sa de valabilitate este limitată de alterarea enzimatică și microbiologică. Peștele proaspăt depozitat pe gheață, în condiții aerobe, are un termen de valabilitate scurt. Bacteriile psihrotrofe domină flora de alterare a peștelui păstrat pe gheață, *Pseudomonas* spp. și *Shewanella putrefaciens* fiind bacteriile specifice de alterare. La nivel global, pierderile de pește cauzate de alterare reprezintă aproximativ 10% (10 până la 12 milioane tone pe an) din producția totală obținută din pescuit și acvacultură. Pierderile de pește post-recoltare cauzate de alterarea microbiană reprezintă o problemă de mare importanță pentru industria pescuitului. Deșeurile alimentare cauzate de deteriorarea calității peștelui duc la pierderi economice enorme pentru comercianții de pește și retailerii.

O metodă mai eficientă de conservare a peștelui proaspăt ar reduce cantitatea de deșeuri și costurile în lanțul de aprovizionare. Prin cercetările prezentei teze de doctorat se intenționează găsirea unei soluții tehnologice capabilă să încetinească dezvoltarea microorganismelor de alterare în peștele refrigerat pe durata depozitării acestuia.

## Scopul și obiectivele

Scopul acestei teze de doctorat a constat în dezvoltarea unui material de ambalare activă care să prelungească termenul de valabilitate al peștelui proaspăt. În acest sens, cercetările tezei au avut două obiective pentru care au fost concepute două studii independente:

**(01)** Dezvoltarea unui film antimicrobian pe bază de izolat proteic din zer și ulei esențial de tarhon-UET.

Studiul urmărit caracterizarea comparativă a filmelor pe bază de izolat proteic din zer (WPI) obținute din soluții formatoare de film tratate termic (HT) și netratate (UNT), cu diferite concentrații de UET incorporate (0.5 (F0), 1.0 (F1), 1.5 (F1.5), 2.0 (F2) și 2.5% (F2.5), m/m).

**(02)** Investigarea eficacității filmului dezvoltat în menținerea calității și extinderea termenului de valabilitate al păstravului fântânel refrigerat.

## Material de ambalare activă pentru prelungirea termenului de valabilitate al peștelui proaspăt

În cel ce-al doilea studiu au fost preparate filme din soluții de izolat proteic din zer denaturate termic, cu (WPIf+2.5%UET) și fără ulei esențial de tarhon (WPIf). Acestea au fost folosite pentru a acoperi probele de păstrăv fântânel, înalte de a fi depozitate la 4°C timp de 15 zile.

Rezultatele acestei teze au fost publicate într-un articol de tip review (jurnal ISI cu FI 2.330 - Coatings) și două articole de tip cercetare originală (jurnale ISI cu FI 3.426 - Polymers, FI 4.092 - Foods).

### **Metodologia generală**

Prezenta teză de doctorat cuprinde un studiu de literatură amplu, prezentat în stadiul actual al cunoașterii, și oferă informații de actualitate în ceea ce privește dezvoltarea materialelor de ambalare activă și eficacitatea lor când sunt aplicate pe pește proaspăt.

Contribuțiile proprii au constat în: (1) dezvoltarea unui film pe bază de izolat proteic din zer incorporat cu diferite cantități de ulei esențial de tarhon (C-filmul control; F0.5-filmul cu 0.5% ulei esențial de tarhon; F1-filmul cu 1% ulei esențial de tarhon; F1.5-filmul cu 1.5% ulei esențial de tarhon; F2-filmul cu 2% ulei esențial de tarhon; F2.5-filmul cu 2.5% ulei esențial de tarhon), identificându-se varianta cu cele mai bune proprietăți fizice și mecanice., și (2) aplicarea celei mai promițătoare variante de film pe peștele proaspăt în vederea evaluării eficacității acesteia în încetinirea activității enzimatică și inhibarea dezvoltării microorganismelor.

În primul studiu au fost investigate efectele tratamentului termic și adaosului de ulei esențial de tarhon asupra proprietăților fizice și mecanice ale filmelor preparate cu 5% izolat proteic din zer (WPI) și 5% glicerol. Studiul s-a axat pe (1) caracterizarea uleiului esențial extras din frunze uscate de tarhon prin determinarea conținutului său fenolic total, a constituenților volatili, a capacității antioxidante și a activității antibacteriene față de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, respectiv *Listeria monocytogenes* și (2) caracterizarea filmelor obținute prin determinarea grosimii, umidității, gradului de gonflare, solubilității în apă, permeabilității la vapori de apă (WVP), culorii, transmitanței luminii, transparenței, rezistenței la perforare (PR) și deformării prin perforare (PD).

Tratamentul termic al soluției formatoare de film a determinat creșteri ale grosimii, umidității, gradului de gonflare, permeabilității la vapori de apă (WVP), valorii  $b^*$ , valorii  $\Delta E^*$ , valorilor transmitanței în intervalul 200-300 nm, transparenței și rezistenței la perforare a filmului, dar scăderi ale solubilității în apă, valorii  $L^*$ , valorii  $a^*$ , valorilor transmitanței în intervalul 350-800 nm și deformarea prin perforare. Atunci când sunt încorporate cu ulei esențial de tarhon, filmele tratate termic au potențialul de a fi utilizate ca ambalaje antimicrobiene pentru alimente. Adaosul de ulei esențial de tarhon în soluția formatoare de film a determinat creșteri ale umidității, solubilității în apă, permeabilității la vapori de apă, valorii  $a^*$ , valorii  $b^*$ , valorii  $\Delta E^*$  și transparenței filmului; scăderi ale valorilor transmitanței în intervalul 600-800 nm, respectiv variații ale gradului de gonflare, valorii  $L^*$ , valorilor

transmitanței în intervalul 300-550 nm, rezistenței la perforare și deformării prin perforare. Cu toate acestea, s-au observat tendințe diferite la filmele netratate (UNT) și tratate termic (HT) în ceea ce privește transparența, transmitanța luminii, rezistența la perforare și deformarea prin perforare.

În al doilea proiect de cercetare a fost studiată eficiența filmelor comestibile preparate din soluții de izolat proteic din zer denaturate termic, cu ulei esențial de tarhon (WPIf+2,5% TEO) și fără ulei esențial de tarhon (WPIf), asupra calității și termenului de valabilitate al probelor de păstrăv fântânel pe durata depozitării la 4°C. Probele de pește control (neacoperite) și acoperite au fost evaluate periodic (la 3 zile) pe parcursul a 15 zile de depozitare pentru proprietățile fizico-chimice [pH, conductivitate electrică (EC), azot bazic volatil total (TVB-N), substanțele reactive ale acidului tiobarbituric (TBARS) și culoare], microbiologice [numărul total de germeni (TVC), numărul total al bacteriilor psihrotrofe (PTC), bacteriile lactice (LAB) și bacteriile producătoare de H<sub>2</sub>S] și senzoriale (modificări ale culorii, mirosul și acceptabilitate generală). WPIf + 2.5%UET a dovedit efecte de conservare a calității îmbunătățite în comparație cu WPIf, arătând valori mai mici pentru parametrii fizico-chimici, încărcătura microbiană mai mică și scoruri senzoriale mai mari în probele de pește. Toate aceste efecte au dus la o prelungire a termenului de valabilitate a probei.

### **Concluzii generale și recomandări**

Peștele reprezintă unul dintre cele mai tranzacționate segmente ale sectorului alimentar mondial. Prin urmare, există o cerere mare pentru ambalarea acestui produs. Producția industrială și comercializarea materialelor de ambalare antimicrobiene pentru pește proaspăt ar putea constitui un sector exploatabil de către industria ambalajelor.

Conform primului studiu, axat pe îndeplinirea primului obiectiv, uleiul esențial de tarhon a arătat că posedă atât activitate antioxidantă, cât și activitate antibacteriană. Filmul pe bază de WPI a fost afectat de tratamentul termic al soluției formatoare de film. Filmul HT a arătat proprietăți fizice și mecanice îmbunătățite, fiind mai transparent, mai puțin solubil în apă, mai protector față de lumină în intervalul 350-800 nm și mai rezistent la penetrarea mecanică. Prin urmare, este mai potrivit pentru anumite aplicații de utilizare finală.

În ceea ce privește cel de-al doilea obiectiv privind eficacitatea filmului la menținerea calității și extinderea termenului de valabilitate al păstrăvului fântânel, filmul pe bază de WPI incorporat cu 2.5% ulei esențial de tarhon s-a dovedit a fi eficient pe durata depozitării la 4°C. Uleiul esențial de tarhon din matricea filmului a determinat întârzieri ale reacțiilor chimice și multiplicării microorganismelor în proba de pește, conducând astfel la menținerea atributelor senzoriale dezirabile pentru o perioadă mai îndelungată. În același timp, datorită nivelului scăzut de incorporare, uleiul esențial de tarhon nu a afectat proprietățile organoleptice ale probei de pește. Pe

### **Material de ambalare activă pentru prelungirea termenului de valabilitate al peștelui proaspăt**

scurt, acest material activ de ambalare are un potențial bun de aplicare industrială pentru extinderea termenului de valabilitate al peștelui proaspăt.

Filmul pe bază de izolat proteic din zer incorporat cu ulei esențial de tarhon dezvoltat în urma cercetărilor întreprinse prin prezenta teză de doctorat are un potențial ridicat de producere la nivel industrial. Pentru a obține efectul antimicrobian și antioxidant aici demonstrat, se recomandă adaosul unei cantități de minim 2.5 g ulei esențial de tarhon la 100 g soluție formatoare de film. Este important totuși de menționat că la concentrații mai mari de ulei esențial, filmul ar putea conferi gust și miros de tarhon produsului pe care se aplică. Având în vedere proprietățile bune de barieră în domeniul luminii vizibile, ar putea fi folosit cu succes pentru ambalarea produselor cu un conținut ridicat de lipide. Cu toate acestea, solubilitatea ridicată în apă a filmului limitează aplicarea lui pe matrici alimentare cu un conținut ridicat de apă.

### **Originalitate și contribuții personale**

Rezultatele obținute în urma acestor cercetări pot fi considerate utile atât pentru procesatorii și comercianții de pește precum și pentru producătorii de ambalaje alimentare.

Această teză de doctorat cuprinde un studiu de literatură amplu cu privire la filmele și învelișurile capabile să încetinească activitatea enzimatică și dezvoltarea microorganismelor din peștele proaspăt, oferind informații de actualitate în ceea ce privește dezvoltarea materialelor de ambalare activă.

Caracterizarea comparativă a filmelor pe bază de izolat proteic din zer obținute din soluții formatoare de film netratate și tratate termic, cu diferite concentrații de ulei esențial de tarhon incorporate, a scos în evidență faptul că tratamentul termic al soluției formatoare de film îmbunătățește considerabil proprietățile fizico-chimice și mecanice ale filmului.

Investigarea eficacității filmului pe bază de izolat proteic din zer incorporat cu 2.5% ulei esențial de tarhon în menținerea calității păstrăvului fântânel refrigerat a arătat o extindere a termenului de valabilitate cu 3 zile. La nivel industrial acest lucru înseamnă o reducere semnificativă a pierderilor și risipei de pește deci un impact major asupra costurilor de producție.