



UNIUNEA EUROPEANĂ



**IOSUD - UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS" DIN GALAȚI**

**Școala doctorală de Științe Fundamentale și Inginerești**

**Proiect cofinanțat din Fondul Social European Operațional Capital Uman 2014-2020**

---

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**SOLUȚII TEHNOLOGICE PENTRU PRELUNGIREA DURATEI DE VIAȚĂ A  
UNOR FRUCTE ȘI LEGUME PROASPETE**

**REZUMAT**

**Doctorand,  
PLEȘOIANU ALINA-MĂDĂLINA**

**Conducător științific,  
Prof. dr. ing. NOUR VIOLETA**

**Lucrare realizată în cadrul proiectului  
„Program pentru creșterea performanței și inovării în cercetarea doctorală și  
postdoctorală de excelență - PROINVENT”  
Contract nr: 62487/03.06.2022 POCU/993/6/13 - Cod SMIS: 153299**

**Seria 17 Ingineria produselor alimentare Nr. 20**

**GALAȚI**

**2023**



UNIUNEA EUROPEANĂ



---

**„Program pentru creșterea performanței și inovării în cercetarea doctorală și  
postdoctorală de excelență - PROINVENT”**

**IOSUD - UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI**  
**Școala doctorală de Științe Fundamentale și Inginerești**



**TEZĂ DE DOCTORAT**

**SOLUȚII TEHNOLOGICE PENTRU PRELUNGIREA DURATEI  
DE VIAȚĂ A UNOR FRUCTE ȘI LEGUME PROASPETE**

**REZUMAT**

**Doctorand**

**PLEȘOIANU ALINA-MĂDĂLINA**

<b>Președinte</b>	Prof univ.dr.ing. Bahrim Gabriela
<b>Conducător științific</b>	Prof univ.dr.ing. Nour Violeta
<b>Referinți științifici</b>	Prof univ.dr.ing. Popa Mona Elena Prof univ.dr.ing. Mironeasa Silvia Prof univ.dr.ing. Râpeanu Gabriela

**Seria 17 Ingineria produselor alimentare Nr. 20**

**GALAȚI**

**2023**



Parteneri:



Seriile tezelor de doctorat susținute public în UDJG începând cu 1 octombrie 2013 sunt:

**Domeniul fundamental ȘTIINȚE INGINEREȘTI**

- Seria I 1: **Biotehnologii**
- Seria I 2: **Calculatoare și tehnologia informației**
- Seria I 3: **Inginerie electrică**
- Seria I 4: **Inginerie industrială**
- Seria I 5: **Ingineria materialelor**
- Seria I 6: **Inginerie mecanică**
- Seria I 7: **Ingineria produselor alimentare**
- Seria I 8: **Ingineria sistemelor**
- Seria I 9: **Inginerie și management în agricultură și dezvoltare rurală**

**Domeniul fundamental ȘTIINȚE SOCIALE**

- Seria E 1: **Economie**
- Seria E 2: **Management**
- Seria E 3: **Marketing**
- Seria SSEF: **Știința sportului și educației fizice**
- Seria SJ: **Drept**

**Domeniul fundamental ȘTIINȚE UMANISTE**

- Seria U 1: **Filologie- Engleză**
- Seria U 2: **Filologie- Română**
- Seria U 3: **Istorie**
- Seria U 4: **Filologie- Franceză**

**Domeniul fundamental MATEMATICĂ ȘI ȘTIINȚE ALE NATURII**

- Seria C: **Chimie**

**Domeniul fundamental ȘTIINȚE BIOMEDICALE**

- Seria M: **Medicină**
- Seria F: **Farmacie**

## CUPRINS

I. INTRODUCERE.....	5
II. STUDIU DOCUMENTAR .....	9
CAPITOLUL 1 FIZIOLOGIA POST-RECOLTARE A FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR.....	9
1.1. ASPECTE HIDRICE .....	9
1.2. ACTIVITĂȚI METABOLICE .....	9
- <i>Respirația</i> .....	9
- <i>Biosinteza etilenei</i> .....	9
- <i>Oxidarea compușilor fenolici</i> .....	9
- <i>Senescența</i> .....	10
CAPITOLUL 2 FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ DURATA DE VIAȚĂ A FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR PROASPETE ȘI PROASPĂT TĂIATE .....	10
2.1. FACTORI PRE-RECOLTARE .....	10
2.2. FACTORI POST-RECOLTARE.....	10
CAPITOLUL 3 METODE DE CONSERVARE A FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR PROASPETE ȘI PROASPĂT TĂIATE.....	11
3.1. FOLOSIREA RADIAȚIILOR.....	11
3.2. CONSERVAREA CU ANTISEPTICI.....	12
3.3. FOLOSIREA ACOPERIRILOR COMESTIBILE .....	12
3.4. CONSERVAREA FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR PROASPETE ÎN ATMOSFERĂ CONTROLATĂ.....	12
3.5. AMBALAJE ACTIVE ȘI AMBALAJE INTELIGENTE PENTRU ALIMENTE	12
3.6. CONCLUZII.....	13
II. REZULTATE EXPERIMENTALE .....	14
CAPITOLUL 4 APLICAREA TRATAMENTELOR POST-RECOLTARE CU ACIZI ORGANICI PENTRU PRELUNGIREA DURATEI DE VIAȚĂ A AFINELOR.....	14
4.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI.....	14
4.2. MATERIALE ȘI METODE.....	14
4.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII .....	14
4.4. CONCLUZII PARȚIALE .....	17
CAPITOLUL 5 EFECTUL TRATAMENTELOR CU ACID BENZOIC, SORBIC ȘI CITRIC ASUPRA CARACTERISTICILOR FIZICO-CHIMICE ȘI DE CALITATE ALE PIERSICILOR ÎN TIMPUL PĂSTRĂRII ÎN STARE REFRIGERATĂ.....	18
5.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI.....	18
5.2. MATERIALE ȘI METODE.....	18

5.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII .....	18
5.4. CONCLUZII PARȚIALE .....	21
<b>CAPITOLUL 6 EFECTUL UNOR TRATAMENTE DE IGIENIZARE ASUPRA CALITĂȚII FRUCTELOR DE CĂPȘUN ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII.....</b>	<b>21</b>
6.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI.....	21
6.2. MATERIALE ȘI METODE.....	22
6.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII .....	22
6.4. CONCLUZII PARȚIALE .....	25
<b>CAPITOLUL 7 EFECTUL TRATAMENTELOR DE SPĂLARE CU ACIZI ORGANICI ȘI APĂ ELECTROLIZATĂ ACIDĂ COMBINATĂ CU IRADIEREA UV ASUPRA CALITĂȚII FRUCTELOR DE CĂPȘUN ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII .....</b>	<b>26</b>
7.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI .....	26
7.2. MATERIALE ȘI METODE.....	26
7.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII .....	26
7.4. CONCLUZII PARȚIALE .....	30
<b>CAPITOLUL 8 INFLUENȚA TRATAMENTELOR DE SPĂLARE PRIN IMERSIE ÎN ACIZI .....</b>	<b>31</b>
<b>ORGANICI ȘI APĂ ELECTROLIZATĂ ACIDĂ ASUPRA CALITĂȚII MERELOR PROASPĂT TĂIATE.....</b>	<b>31</b>
8.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI.....	31
8.2. MATERIALE ȘI METODE.....	31
8.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII .....	31
8.4. CONCLUZII PARȚIALE .....	35
<b>CAPITOLUL 9 ACOPERIRE COMESTIBILĂ PE BAZĂ DE PECTINĂ COMBINATĂ CU TRATAMENTE CU AGENȚI ANTIMICROBIENI ȘI AGENȚI ANTIÎMBRUNARE PENTRU A MENȚINE CALITATEA PERELOR PROASPETE TĂIATE.....</b>	<b>35</b>
9.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI .....	35
9.2. MATERIALE ȘI METODE.....	35
9.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII .....	36
9.4. CONCLUZII PARȚIALE .....	41
<b>CAPITOLUL 10 EFECTUL UNOR ACOPERIRI COMESTIBILE PE BAZĂ DE POLIZAHARIDE ASUPRA CALITĂȚII CIUPERCILOR BUTON ALBE (<i>AGARICUS BISPORUS</i>) ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII ÎN CONDIȚII DE REFRIGERARE .....</b>	<b>41</b>
10.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI.....	41
10.2. MATERIALE ȘI METODE.....	41
10.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII .....	42

---

<b>10.4. CONCLUZII PARȚIALE .....</b>	<b>46</b>
<b>CAPITOLUL 11 CONCLUZII FINALE .....</b>	<b>48</b>
<b>CAPITOLUL 12 CONTRIBUȚII ȘI PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR.....</b>	<b>51</b>
<b>CAPITOLUL 13 DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR EFECTUATE PE TEMATICA TEZEI DE DOCTORAT .....</b>	<b>54</b>
<b>ARTICOLE/STUDII PUBLICATE ÎN REVISTE COTATE ISI .....</b>	<b>54</b>
<b>ARTICOLE/STUDII PUBLICATE ÎN REVISTE ISI EMERGING.....</b>	<b>54</b>
<b>ARTICOLE/STUDII PUBLICATE ÎN REVISTE INDEXATE IN BAZE DE DATE INTERNATIONALE BDI.....</b>	<b>54</b>
<b>ARTICOLE COMUNICATE LA SESIUNI ȘTIINȚIFICE INTERNAȚIONALE .....</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>56</b>

## I. INTRODUCERE

Fructele și legumele sunt componente esențiale ale dietei umane și există dovezi considerabile ale beneficiilor pentru sănătate și nutriție asociate cu consumul lor [1,2]. Datorită conținutului lor ridicat de micronutrienți și fibre, consumul acestora este recomandat de multe organizații precum Organizația Mondială a Sănătății, Organizația pentru Alimentație și Agricultură și Autoritatea Europeană pentru Siguranța Alimentară, pentru a reduce riscul de boli cardiovasculare și cancer [3-6].

Ca răspuns la cererea consumatorilor pentru produse sănătoase, proaspete și ușor de preparat, împreună cu schimbările stilului de viață al consumatorilor, a fost dezvoltată o mare varietate de fructe și legume minim procesate [3,7-9].

Tehnicile de prelucrare minimă a alimentelor constituie tehnologii non-termice care garantează conservarea alimentelor și respectarea standardelor de siguranță, menținând, pe cât posibil, caracteristicile proaspete ale fructelor și legumelor [3,10]. Procesarea minimă urmărește să prelungească perioada de valabilitate a produselor până la 5-7 zile la 4 °C, asigurând în același timp siguranța alimentelor și menținând calitatea nutrițională și senzorială [11].

Comercializarea acestor tipuri de alimente continuă să crească în principal datorită proștețimii, manipulării economice și prezentării atractive [12]. Ele constituie o masă potrivită pentru stilul de viață actual, deoarece nu necesită pregătire și oferă o mare varietate de vitamine, minerale și alte substanțe fitochimice, care sunt importante pentru sănătatea umană [7].

Toate aceste tehnologii au un mare potențial în domeniul alimentelor minim procesate. Cu toate acestea, există o lipsă de informații disponibile cu privire la avantajele și limitările acestor tehnologii atunci când sunt aplicate la procesarea alimentelor. Eficiența proceselor depinde direct de combinația aliment/contaminant/proces și de caracteristicile de calitate importante de menținut.

Stilul de viață al consumatorilor moderni, împreună cu dorința de produse naturale care pretind beneficii pentru sănătate, au fost responsabile pentru creșterea actuală a producției și a consumului de fructe proaspete tăiate. Cu toate acestea, operațiunile mecanice în timpul prelucrării minime dăunează țesuturilor fructelor, ceea ce, la rândul său, limitează perioada de valabilitate a produselor. Mai sunt de făcut multe cercetări pentru a dezvolta produse sigure din fructe și legume proaspăt tăiate, cu o înaltă calitate senzorială și valoare nutritivă. Dezvoltarea de noi tehnici de procesare pentru conservarea fructelor proaspete trebuie să depășească unele dintre obstacolele în calea distribuției comerciale reușite a unor astfel de produse.

Îmbrunarea este, de asemenea, o preocupare majoră legată de prelungirea perioadei de valabilitate a fructelor proaspete tăiate și care afectează puternic decizia de achiziție a consumatorului. În mod tradițional, sulfiiți au fost folosiți pentru prevenirea îmbrunării. Cu toate acestea, utilizarea lor pe fructele și legumele proaspăt tăiate a fost interzisă în 1986 de Food and Drug Administration (FDA) din cauza pericolelor potențiale ale acestora pentru sănătate [13]. Astfel, au fost studiate diverse abordări alternative pentru a minimiza deteriorarea vizuală a

fructelor proaspete tăiate. Agenți reducători precum acidul citric, acidul ascorbic, acidul izoascorbic și erisorbatul de sodiu [14,15], aminoacizi care conțin tiol, cum ar fi N-acetilcisteina și glutatationul [16,17], acidul oxalic [18] și 4-hexilresorcinolul [19] au fost investigate pentru a preveni îmbrunarea. În plus, tratamentele cu calciu pot menține sau îmbunătăți fermitatea țesuturilor și crocanța fructelor proaspăt tăiate.

Tratamentele de suprafață care implică scufundarea bucăților de fructe în soluții apoase care conțin agenți antimicrobieni, antioxidanți, săruri de calciu sau ingrediente funcționale precum minerale și vitamine sunt practicate pe scară largă pentru a îmbunătăți calitatea fructelor și legumelor minim procesate și a celor proaspete tăiate. Cu toate acestea, eficacitatea acestor compuși ar putea fi mult îmbunătățită prin încorporarea lor în acoperiri comestibile. Aplicarea de acoperiri comestibile pentru a furniza substanțe active este unul dintre progresele majore recente realizate pentru a crește durata de valabilitate a produselor proaspete și proaspăt tăiate.

În contextul cercetărilor actuale, teza de doctorat și-a propus următoarele obiective științifice specifice:

- Investigarea efectelor tratamentelor post-recoltare cu acizi organici (citric, sorbic, benzoic, ascorbic) asupra modificărilor fizico-chimice, biochimice și microbiologice ale fructelor proaspete în timpul depozitării în condiții de refrigerare;
- Studiul efectelor tratamentelor chimice post-recoltare combinate cu iradierea UV-C asupra caracteristicilor de calitate ale fructelor, conținutului de compuși bioactivi și activității antioxidante pe parcursul depozitării lor în condiții de refrigerare;
- Investigarea efectelor imersiei în soluții de acizi organici (citric, benzoic, sorbic, ascorbic) și în apă electrolizată acidă asupra caracteristicilor de calitate ale fructelor proaspăt tăiate, ambalate în condiții atmosferice normale în timpul depozitării în condiții de refrigerare;
- Dezvoltarea de acoperiri comestibile active care încorporează substanțe antimicrobiene (sorbat de potasiu, benzoat de sodiu) și agenți anti-brunificare (N-acetil cisteină, acid ascorbic, acid citric) pentru menținerea calității fructelor și legumelor proaspete și a fructelor proaspăt tăiate în timpul depozitării în condiții de refrigerare.

Teza de doctorat este structurată în două părți, și 13 capitole, după cum urmează:

**I. STUDIUL DOCUMENTAR**, cuprinde trei capitole și prezintă sintetizat daterecente din literatura de specialitate privind fiziologia post-recoltare a fructelor și legumelor, factorii care influențează durata de viață a acestora și metodele de conservare a fructelor și legumelor proaspete și proaspăt tăiate,

**II. STUDIUL EXPERIMENTAL** cuprinde rezultatele studiilor de cercetare desfășurate pe întreaga durată a stagiului doctoral, și este alcătuit din șapte capitole prezentate succint în continuare:

**CAPITOLUL 4**, intitulat „APLICAREA TRATAMENTELOR POST-RECOLTARE CU ACIZI ORGANICI PENTRU PRELUNGIREA DURATEI DE VIAȚĂ A AFINELOR”, prezintă potențialul imersării post-recoltare în soluții de acizi



organici (acid citric 2%, acid benzoic 0,2% și acid sorbic 0,2%) în vederea păstrării calității afinelor după recoltare.

**CAPITOLUL 5**, intitulat „EFECTUL TRATAMENTELOR CU ACID BENZOIC, SORBIC ȘI CITRIC ASUPRA CARACTERISTICILOR FIZICO-CHIMICE ȘI DE CALITATE ALE PIERSICILOR ÎN TIMPUL PĂSTRĂRII ÎN STARE REFRIGERATĂ”, prezintă studierea efectele tratamentelor post-recoltare cu acizi organici (citric, sorbic și benzoic) asupra modificărilor fizico-chimice, biochimice și microbiologice ale piersicilor cv. Redhaven în timpul depozitării în condiții de refrigerare.

**CAPITOLUL 6**, intitulat „EFECTUL UNOR TRATAMENTE DE IGIENIZARE ASUPRA CALITĂȚII FRUCTELOR DE CĂPȘUN ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII”, prezintă investigarea efectelor tratamentelor de spălare cu acizi organici și apă electrolizată acidă asupra pierderii în greutate, fermității, acidității titrabile, conținutului total de substanțe solubile, compuși fenolici și antociani și activității antioxidante DPPH a soiului de căpșune „Malvina”. De asemenea, a fost examinată eficacitatea acestor tratamente în reducerea degradării fructelor de căpșun.

**CAPITOLUL 7**, intitulat „EFECTUL TRATAMENTELOR DE SPĂLARE CU ACIZI ORGANICI ȘI APĂ ELECTROLIZATĂ ACIDĂ COMBINATĂ CU IRADIEREA UV ASUPRA CALITĂȚII FRUCTELOR DE CĂPȘUN ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII”, prezintă studierea efectelor tratamentelor chimice postrecoltare urmate de iradiere UV-C asupra caracteristicilor de calitate ale fructelor de căpșun și activitatea antioxidantă a căpșunelor cultivarului „Malvina”. Eficacitatea acestor tratamente în reducerea degradării fructelor de căpșun a fost, de asemenea, examinată.

**CAPITOLUL 8**, intitulat „INFLUENȚA TRATAMENTELOR DE SPĂLARE PRIN IMERSIE ÎN ACIZI ORGANICI ȘI APĂ ELECTROLIZATĂ ACIDĂ ASUPRA CALITĂȚII MERELOR PROASPĂT TĂIATE”, prezintă efectele imersiei în soluții de acizi organici și în apă electrolizată acidă asupra caracteristicilor de calitate și a microbiotei de suprafață a merelor proaspăt tăiate din soiurile „Florina” și „Jonathan”.

**CAPITOLUL 9**, intitulat „ACOPERIRE COMESTIBILĂ PE BAZĂ DE PECTINĂ COMBINATĂ CU TRATAMENTE CU AGENȚI ANTIMICROBIENI ȘI AGENȚI ANTIÎMBRUNARE PENTRU A MENȚINE CALITATEA PERELOR PROASPETE TĂIATE”, prezintă studierea menținerii calității perelor proaspete tăiate în timpul depozitării la 8 °C, prin utilizarea unei acoperiri comestibile de pectină combinată cu tratamente chimice care conțin 0,2% sorbat de potasiu (PS) sau 0,2% benzoat de sodiu (SB) ca antimicrobieni și 1% N-acetil cisteină (N-AC) sau 1% acid ascorbic (AA) + 1% acid citric (CA) ca agenți antibrunificare.

**CAPITOLUL 10**, intitulat „EFECTUL UNOR ACOPERIRI COMESTIBILE PE BAZĂ DE POLIZAHARIDE ASUPRA CALITĂȚII CIUPERCILOR BUTON ALBE (AGARICUS BISPORUS) ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII ÎN CONDIȚII DE REFRIGERARE”, prezintă efectele acoperirilor comestibile pe bază de pectină, chitosan, alginat de sodiu și carboximetil celuloză, individual și/sau în combinație cu N-acetil cisteină ca agent antibrunificare, asupra calității ciupercilor albe timp de 14

zile de depozitare în stare refrigerată ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ), măsurată prin pierderea în greutate, schimbarea culorii, indicele de brunificare, gradul de deschidere a pălăriei, conținutul de solide solubile, conținutul total de compuși fenolici și activitatea antioxidantă DPPH. Efectele acoperirilor asupra conținutului de MDA, ca indicator al peroxidării lipidelor, au fost de asemenea evaluate.

**CAPITOLUL 11, CONCLUZII FINALE**, prezintă principalele concluzii rezultate din experimentele realizate.

**CAPITOLUL 12, CONTRIBUȚII ȘI PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR**, descrie principalele contribuții cu impact în dezvoltarea cunoașterii în tematica abordată și perspectivele propuse de continuare a studiilor.

**CAPITOLUL 13, DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR EFECTUATE PE TEMATICA TEZEI DE DOCTORAT**, prezintă în final, contribuțiile originale ale tezei de doctorat și modul cum s-a realizat diseminarea rezultatelor obținute în cadrul tezei de doctorat. Astfel, rezultatele cercetărilor au fost valorificate prin elaborarea a 5 articole științifice publicate în reviste cotate ISI, un articol științific publicat în reviste ISI emerging, 2 articole publicate în reviste indexate în baze de date internaționale BDI precum și 5 comunicări la manifestări științifice internaționale reprezentative pentru domeniul ingineriei produselor alimentare.

## II. STUDIU DOCUMENTAR

### CAPITOLUL 1

#### FIZIOLOGIA POST-RECOLTARE A FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR

Pierderile înregistrate între recoltarea și consumul fructelor și legumelor sunt considerabile, dat fiind faptul că metodele de recoltare utilizate, transportul, stocajul și modalitățile de distribuție a produselor sunt de cele mai multe ori necorespunzătoare. Pentru prelungirea duratei de viață a fructelor proaspete și menținerea stării lor de prospețime pe întreaga perioadă de păstrare, se iau în considerare activitatea lor metabolică, caracteristicile structurale și factorii exteriori implicați în păstrarea lor.

##### 1.1. ASPECTE HIDRICE

Fructele sunt formate din celule pline cu apă în vacuola lor, această puternică turgescență le conferă aspectul de proaspăt și fermitatea caracteristice.

În funcție de condițiile de păstrare - temperatura, umiditatea atmosferică, compoziția aerului, fructele se pot deshidrata. Ca urmare a unei deshidratări excesive, apare veștejirea produselor, ofilirea caracterizată printr-un aspect neplăcut și o pierdere de masă importantă. Tot deshidratarea, poate avea drept consecință accelerarea senescentei, stimulând sinteza de etilenă.

##### 1.2. ACTIVITĂȚI METABOLICE

Activitățile metabolice cele mai reprezentative ce necesită a fi luate în considerare după recoltare sunt: respirația, biosinteza etilenei, senescenta și procesele de oxidare.

###### - **Respirația**

Respirația este principalul furnizor de energie prin care celula își asigură funcțiile multiple. În situația în care activitatea respiratorie este perturbată, alte fenomene intră în acțiune, și anume fermentațiile. Acestea sunt dăunătoare, ele stau la originea producției de compuși toxici.

###### - **Biosinteza etilenei**

Biosinteza etilenei are un rol esențial în fiziologia organelor vegetale după recoltarea lor. Etilena are multiple efecte nefaste, chiar și prezentă în cantități mici. Ea este eliberată în doze mici de către celule, în spațiile intercelulare și difuzează spre exteriorul organelor.

###### - **Oxidarea compușilor fenolici**

Toate brunificările în cazul fructelor, indiferent de localizarea lor, apar ca urmare a oxidării compușilor fenolici. Ele pot surveni în urma unor traumatisme mecanice (tăieturi, răniri, șocuri), patologice (atacul unor microorganisme saprofite sau parazite), sau fiziologice (diferite dereglări celulare). Celulele vegetale prezintă

un conținut ridicat în compuși fenolici care se pot oxida cu ușurință, în prezența oxigenului, sub acțiunea unor enzime, dintre care cele mai relevante sunt polifenoxidazele și peroxidazele. Chinonele ce se formează se oxidează la rândul lor și se polimerizează rezultând compuși brunii, aceștia fiind responsabili de brunificările superficiale sau profunde apărute în diverse circumstanțe.

Fructele nu se îmbrunează decât atunci când țesuturile lor sunt rănite sau în condițiile unei perturbări profunde în fiziologia acestora. Compușii fenolici sunt dizolvați în vacuolă, în cazul celulelor sănătoase, în timp ce enzimele oxidante pot fi localizate în interiorul citoplasmei.

#### - **Senescența**

Senescența fructelor se manifestă în diferite moduri, printre care: modificarea culorii, ofilirea, degenerarea țesuturilor, înmuierea, etc. Problemele generate de senescență după recoltare pot surveni din deficitul hidric, modificarea funcționării celulare, intervenția etilenei și dereglări metabolice.

## CAPITOLUL 2

### FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ DURATA DE VIAȚĂ A FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR PROASPETE ȘI PROASPĂT TĂIATE

În momentul recoltării, are loc o modificare a echilibrului de gaze între consumul de oxigen și producția de dioxid de carbon. În această nouă stare, celulele nu sunt reînnoite, iar ratele de transfer al gazelor cresc, provocând o pierdere metabolică și ducând fructul la o maturare treptată și o eventuală senescență. Viteza de transfer a gazului depinde de factori interni și externi. Factorii interni includ specia, soiul și starea de creștere, în timp ce factorii externi includ compoziția atmosferică (raporturile dintre O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> și etilenă), temperatura și alți factori de stres. În plus, contaminarea pulpei fructelor poate apărea din coajă, crescând alterarea fructelor, ducând la deteriorări biochimice, cum ar fi fenomenul de îmbrunare, dezvoltarea aromei necorespunzătoare și degradarea texturii, scăzând calitatea fructelor și riscul pentru consumator din cauza prezenței microorganismelor patogene [20].

#### 2.1. FACTORI PRE-RECOLTARE

Factorii pre-recoltare care afectează calitatea și evoluția postrecoltare a fructelor și legumelor cuprind gradul de maturare, soiul sau varietatea, clima și solul în care au crescut produsele, substanțele chimice aplicate și starea apei. În cadrul fiecărei recolte există o serie de variații genotipice în compoziție, calitate și viață post-recoltare.

#### 2.2. FACTORI POST-RECOLTARE

Fructele și legumele suferă multe modificări fiziologice în timpul depozitării post-recoltare printre care: înmuierea țesuturilor, creșterea nivelului de

zahăr și scăderea nivelului de acizi organici, degradarea clorofilei însoțită de sinteza antocianilor sau carotenoidelor la maturare, producția și pierderile de compuși volatili ai aromei, scăderea conținutului de compuși fenolici și aminoacizi și hidroliza substanțelor celulare datorată respirației.

Tipul și rata de creștere a microorganismelor prezente vor fi influențate în mare măsură de temperatura produsului, umiditatea relativă, atmosfera și factori intrinseci precum pH-ul, conținutul de apă și nutrienții.

## CAPITOLUL 3

### METODE DE CONSERVARE A FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR PROASPETE ȘI PROASPĂT TĂIATE

Oamenii de știință din domeniul industriei alimentare sunt implicați în dezvoltarea de noi tehnologii care pot îmbunătăți calitatea și cantitatea produselor proaspete, cu scopul de a satisface așteptările consumatorilor. Au fost investigate diferite abordări, inclusiv tratamente de suprafață prin acoperire, ambalare în atmosferă modificată (MAP) pentru a menține concentrația adecvată de gaz în jurul suprafeței tăiate, atmosferă controlată pentru a întârzia înmuierea fructelor, tratamente chimice, depozitarea la temperaturi scăzute, iradierea gamma pentru a reduce modificările, cum ar fi creșterea microbiană, uscarea și decolorarea [21].

#### 3.1. FOLOSIREA RADIAȚIILOR

Conform mai multor studii, radiațiile sunt considerate o metodă sigură de conservare a fructelor și legumelor proaspete, acestea reușesc să distrugă încărcătura microbiană și, prin urmare, să prelungească perioada de comercializare. Se obține astfel îmbunătățirea siguranței fructelor și legumelor proaspete, iar radiațiile pot fi utilizate cu ușurință ca înlocuitor pentru substanțele chimice [22].

*Iradieră gamma* a fost utilizată cu succes ca tratament alternativ pentru creșterea duratei de viață a produselor proaspete.

*Lumina ultravioletă (UV)* se referă la un tip de radiație neionizantă cu lungime de undă cuprinsă între 100 nm și 400 nm, care este de obicei clasificată în trei tipuri: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) și UV-C (100-280 nm) [23]. Iradierea UV-C la 254 nm prezintă acțiune germicidă maximă. Mecanismul general recunoscut de inactivare microbiană a UV este atribuit în principal deteriorării directe a ADN-ului în organismele vii.

UV induce formarea de fotoproduse ADN, cum ar fi dimerii de ciclobutan pirimidină și pirimidină 6-4 pirimidonă, care inhibă transcripția și replicarea și în cele din urmă duc la mutagenză și moartea celulelor [24].

*Plasma rece (CP)* este o tehnologie nouă de procesare a alimentelor, non-termică și ecologică, cu aplicații potențiale pentru conservarea sau decontaminarea alimentelor. Plasma este descrisă ca a patra stare a materiei după solid, lichid și gaz. Plasma se referă la un gaz ionizat cvasi-neutru care constă din

particule care includ fotoni, electroni liberi, ioni pozitivi sau negativi, atomi și molecule excitate sau neexcitate [25].

### **3.2. CONSERVAREA CU ANTISEPTICI**

Tratamentele de suprafață prin pulverizare cu agenți antimicrobieni sau prin scufundarea fructelor în soluții antimicrobiene sunt practicate pe scară largă pentru a preveni creșterea microbiană. Tratamentele de scufundare după decojire și/sau tăiere reduc atât încărcătura microbiană, cât și clătirea fluidelor tisulare, reducând astfel creșterea microorganismelor. Acizii organici sunt de obicei aplicați prin scufundare. Efectul antimicrobian al adăugării de acizi organici în alimente este de a crește concentrația de protoni, scăzând astfel pH-ul extern.

Există mai multe categorii de antimicrobiene care pot fi potențial încorporate în filme și învelișuri comestibile, inclusiv acizi organici (acetic, benzoic, lactic, propionic, sorbic), esteri ai acizilor grași (monolaurat de gliceril), polipeptide (lizozim, peroxidază, lactoferină, nizină), uleiuri esențiale din plante (OE) (scorțișoară, oregano, lămâie), nitriți și sulfiți, printre altele [26]. Deși mecanismele lor reale de acțiune nu sunt bine înțelese, se crede că eficacitatea antibacteriană a acizilor organici provine din faptul că acizii protonați sunt solubili prin membrană și pot intra în citoplasmă prin difuzie simplă.

### **3.3. FOLOSIREA ACOPERIRILOR COMESTIBILE**

Aplicarea învelișurilor comestibile este o strategie de ambalare pentru a prelungi perioada de valabilitate a fructelor și legumelor proaspete și proaspăt tăiate. Acoperirile comestibile obținute din resurse naturale sunt ecologice și sunt capabile să îmbunătățească calitatea produselor [27]. Folosirea unui înveliș comestibil cu proprietățile fizice, senzoriale și microbiologice dorite pentru fructele și legumele minim procesate poate reduce modificările dăunătoare și, în consecință, poate prelungi perioada de valabilitate.

### **3.4. CONSERVAREA FRUCTELOR ȘI LEGUMELOR PROASPETE ÎN ATMOSFERĂ CONTROLATĂ**

Ambalarea în atmosferă modificată (MAP) este definită ca „ambalarea unui produs perisabil într-o atmosferă care a fost modificată astfel încât compoziția sa să fie alta decât cea a aerului”. În MAP, fiziologia produselor proaspete depinde de nivelul modificat de concentrație a gazului. De obicei, concentrația redusă de O<sub>2</sub> și creșterea concentrației de CO<sub>2</sub> sunt utilizate pentru a îmbunătăți perioada de valabilitate a fructelor și legumelor [28]. Prin urmare, MAP prelungeste cu succes termenul de valabilitate post-recoltare al fructelor și legumelor întregi și pre-tăiate prin reducerea ratei de respirație a acestora, minimizarea activității metabolice, întârzierea imbrunării enzimatică și păstrarea aspectului vizual [29,30].

### **3.5. AMBALAJE ACTIVE ȘI AMBALAJE INTELIGENTE PENTRU ALIMENTE**

Contaminarea microbiană a suprafeței alimentelor reprezintă cea mai mare parte a problemelor ce determină deteriorarea alimentelor. Aplicarea

conservanților chimici în alimente poate constitui o problemă pentru siguranța alimentară; prin urmare, ambalarea activă joacă un rol important în extinderea termenului de valabilitate al alimentelor prin eliminarea utilizării directe a aditivilor. Conservanții antimicrobieni care se adaugă materialelor de ambalare pot îndeplini obiectivul evitării unor contaminări de suprafață [31].

Ambalarea antimicrobiană a alimentelor folosind ambalaje active este o metodă nouă de conservare prin întârzierea și încetinirea creșterii microorganismelor, cu scopul de păstra calitatea alimentelor și de a prelungi durata de valabilitate a alimentelor ambalate [32-36]. Pe lângă funcțiile normale ale ambalajului, ambalajul activ îndeplinește funcții suplimentare precum activități antimicrobiene și antioxidante.

### **3.6. CONCLUZII**

Dezvoltarea de noi tehnologii pentru menținerea calității și extinderea termenului de valabilitate a fructelor și legumelor proaspete și proaspăt tăiate este o provocare majoră pentru industria alimentară și o preocupare pentru cercetările viitoare. Utilizarea învelișurilor comestibile ajută la menținerea calității fructelor și legumelor proaspăt tăiate și a altor fructe și legume minim procesate și la extinderea termenului de valabilitate. În plus, acoperirile pot fi folosite pentru a încorpora ingrediente active/funcționale în produsele proaspete tăiate.

Cercetările viitoare trebuie să ia în considerare varietăți de aplicații suplimentare combinate ale tehnologiilor fizice, chimice și de bioconservare, care ar putea permite o mai bună menținere a caracteristicilor produselor. Între timp, acceptarea consumatorului, siguranța și aspectele legale și disponibilitatea comercială, cum ar fi eficacitatea, raportul cost-eficacitate și convenabilitatea în manipulare, ar trebui luate în considerare în studiile viitoare.

## II. REZULTATE EXPERIMENTALE

### CAPITOLUL 4

#### APLICAREA TRATAMENTELOR POST-RECOLTARE CU ACIZI ORGANICI PENTRU PRELUNGIREA DURATEI DE VIAȚĂ A AFINELOR

##### 4.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI

Scopul acestui studiu a fost să evalueze potențialul imersării post-recoltare în soluții de acizi organici (acid citric 2%, acid benzoic 0,2% și acid sorbic 0,2%) în vederea păstrării calității afinelor după recoltare.

Au fost investigate efectele tratamentelor post-recoltare cu acizii citric (2%), benzoic (0,2%) și sorbic (0,2%) asupra evoluției fizico-chimice, biochimice și microbiologice a afinelor proaspete păstrate în condiții de refrigerare.

##### 4.2. MATERIALE ȘI METODE

Fructele din primele trei loturi au fost imersate timp de 5 minute în soluție apoasă de 2% acid citric (P1), 0,2% acid benzoic (P2) și 0,2% acid sorbic (P3). Afinele martor au fost scufundate timp de 5 minute în apă distilată (M), în timp ce ultimul lot a fost menținut netratat (M0). Toate probele de afine au fost depozitate la o temperatură de  $8 \pm 1$  °C și umiditate relativă de 70-75%; de asemenea fiecare lot a fost realizat în triplicat. Analiza fructelor de afin a fost efectuată în mod dinamic la fiecare 7 zile pe întreaga perioadă de 6 săptămâni.

Probele au fost supuse următoarelor analize fizico-chimice: pierderea în greutate, substanța uscată solubilă, substanța uscată totală, aciditatea titrabilă, pH-ul, conținutul fenolic total, conținutul total de flavonoizi și activitatea de captare a radicalilor liberi DPPH.

##### 4.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pierderea în greutate a fructelor de afin a crescut în timpul depozitării la 8 °C și 70-75% umiditate relativă (

Figura 4.1). Nu s-au constatat diferențe semnificative în ceea ce privește pierderea în greutate între afinele netratate (M0) și cele imersate în apă (M).

Pierderea în greutate a probelor martor (M0 și M) a fost semnificativ mai mică decât cea înregistrată în cazul probelor tratate chimic în perioada de păstrare. Cauza principală a pierderii în greutate în timpul depozitării este migrarea apei din fructe spre suprafață.



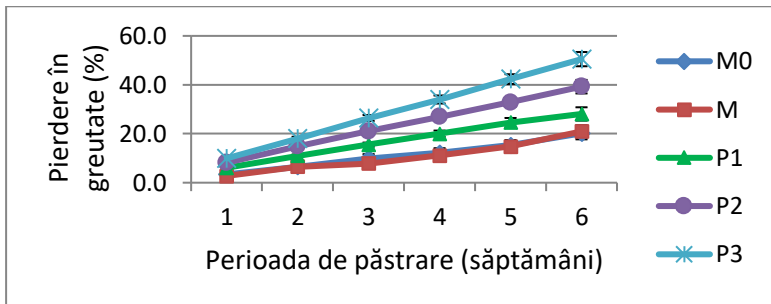


Figura 4.1. Pierdere în greutate a afinelor în timpul păstrării la rece în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici

Rezultatele obținute în urma determinării conținutului de substanță uscată solubilă (TSS) a fructelor de afin supuse tratamentelor de suprafață cu acizii menționați (probele P1, P2, P3) în raport cu probele martor sunt prezentate în

Figura 4.2. La finalul perioadei de păstrare, fructele imersate în acizi organici au prezentat un conținut în substanță uscată solubilă semnificativ mai mare decât în cazul loturilor martor - M și M0.

S-a constatat că nivelul general al acidității titratabile (TA) este în jur de 0,3-0,6 g/100 g (

Figura 4.3). Aciditatea totală a fost relativ stabilă în primele trei săptămâni de păstrare, fără diferențe semnificative ( $P > 0.05$ ) identificate între probele martor și probele supuse tratamentului cu acizi organici. În următoarele două săptămâni, valorile acidității titratabile au prezentat o creștere, urmată de o scădere în ultima săptămână de depozitare. Probele martor au prezentat o valoare semnificativ mai scăzută a acidității totale în raport cu eșantioanele tratate, pe perioada ultimelor trei săptămâni de păstrare.

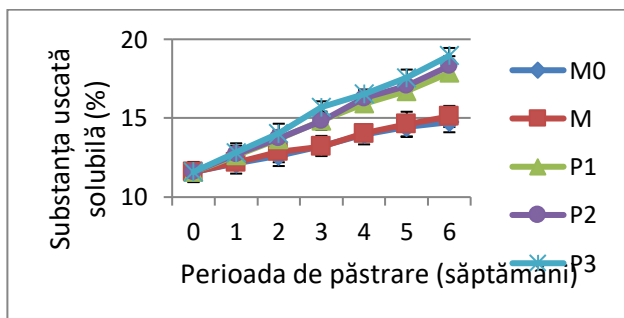


Figura 4.2. Variația substanței uscate solubile în fructele de afin în timpul păstrării la rece, în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici.

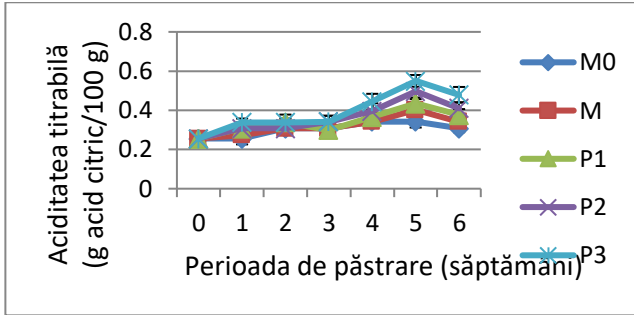


Figura 4.3. Variația acidității titrabile în fructele de afin în timpul păstrării la rece (8°C) în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici

Variația conținutului total de compuși fenolici la fructele supuse diferitelor tratamente în timpul depozitării la rece este prezentată în

Figura 4.4. În raport cu momentul inițial al păstrării, conținutul fenolic total al fructelor a crescut continuu în primele 5 săptămâni de păstrare, dar a scăzut ulterior.

Cel mai mare conținut fenolic total a fost regăsit în fructele imersate în acid sorbic 0,2%, ca urmare și a celei mai mari pierderi de umiditate identificată în aceste fructe pe parcursul experimentului.

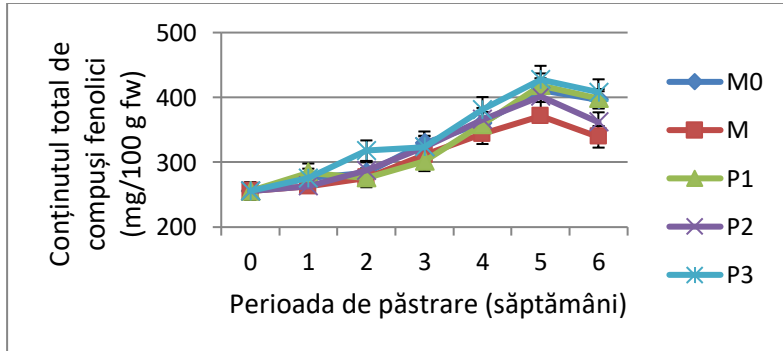


Figura 4.4. Variația conținutului total de compuși fenolici în fructele de afin în timpul păstrării la rece (8°C) în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici

În toate probele, activitatea antioxidantă a crescut în prima săptămână, a fost stabilă în următoarele două săptămâni și a scăzut semnificativ în ultimele trei săptămâni de păstrare (

Figura 4.5). După șase săptămâni de păstrare la rece, cea mai mare activitate antioxidantă s-a găsit în fructele imersate în acid citric 2%, chiar dacă conținutul de compuși fenolici a fost mai mic decât în alte probe.

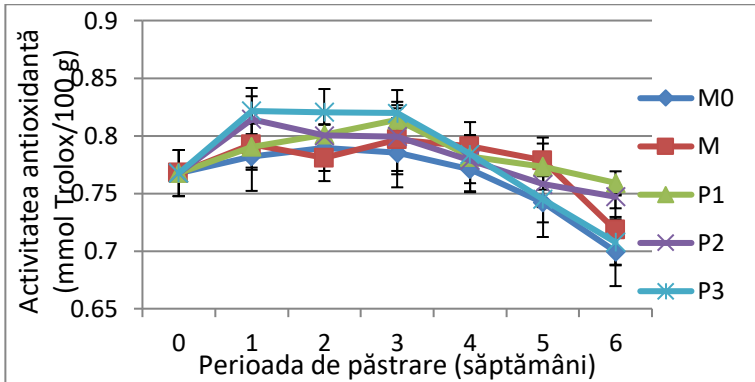


Figura 4.5. Variația activității antioxidante în fructele de afin în timpul păstrării la rece (8°C) în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici.

Acidul benzoic la concentrație 0,2% a avut un efect antimicrobian mai puternic comparativ cu acidul citric 2%, doar 4 UFC/cm<sup>2</sup> s-au dezvoltat din lotul tratat cu acid benzoic 0,2% după 3 săptămâni de depozitare la rece. Tratatul cu acid sorbic 0,2% a inhibat toate drojdiile și bacteriile, dar a arătat o acțiune slabă împotriva mucegaiului *Rhizopus*.

#### 4.4. CONCLUZII PARȚIALE

După o perioadă de stabilitate relativă în prima parte a depozitării, aciditatea titrabilă a început să crească în următorul interval, pentru ca mai apoi să scadă spre final. Eșantioanele tratate cu acizi au evidențiat o aciditate titrabilă superioară probelor martor.

În cazul fructelor supuse tratamentelor cu acizi organici, conținutul fenolic total al fructelor a crescut continuu în primele 5 săptămâni de păstrare, dar a scăzut ulterior, cel mai mare conținut fenolic fiind regăsit în fructele imersate în acid sorbic 0,2%.

Rezultatele au relevat o creștere a activității antioxidante în prima săptămână de refrigerare dar și o scădere semnificativă în ultimele trei săptămâni de păstrare, cea mai mare activitate antioxidantă regăsinde-se în fructele imersate în acid citric 2%.

Soluțiile de acid citric 2% și acid benzoic 0,2% s-au dovedit a fi cele mai eficiente pe probele analizate, urmate îndeaproape ca eficiență de soluția de acid sorbic 0,2%.

Pe termen lung (42 de zile), toate cele trei tipuri de tratamente cu acizi aplicate au avut efecte antimicrobiene importante, acidul citric 2% având cea mai mare eficiență.

## CAPITOLUL 5

### EFACTUL TRATAMENTELOR CU ACID BENZOIC, SORBIC ȘI CITRIC ASUPRA CARACTERISTICILOR FIZICO-CHIMICE ȘI DE CALITATE ALE PIERSICILOR ÎN TIMPUL PĂSTRĂRII ÎN STARE REFRIGERATĂ

#### 5.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI

Prezentul studiu a fost realizat pentru a investiga efectele tratamentelor post-recoltare cu acizi organici (citric, sorbic și benzoic) asupra modificărilor fizico-chimice, biochimice și microbiologice ale piersicilor cv. Redhaven în timpul depozitării în condiții de refrigerare.

#### 5.2. MATERIALE ȘI METODE

Fructele primelor două loturi au fost scufundate timp de 5 minute în soluție de acid citric de concentrație 2% (P1) și 0,2% (P2), în timp ce fructele următoarelor două loturi au fost scufundate timp de 5 minute în soluție de acid benzoic 0,5% (P3) și respectiv soluție de acid sorbic 0,5 % (P4) Fructele martor au fost scufundate doar în apă. Piersicile au fost apoi lăsate să se scurgă timp de 10 min. Pentru studiul comportamentului la depozitare, probele de fructe au fost analizate după 0, 7, 14, 21 și 28 de zile de păstrare.

#### 5.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Figura 5.1. prezintă pierderea în greutate a fructelor păstrate la 4-8°C timp de 28 de zile, care a crescut semnificativ în timpul celor 28 de zile de păstrare, indiferent de tratamentele aplicate. Pierderea maximă în greutate a fructelor a fost înregistrată la fructele netratate (13,46%) iar cea minimă a fost observată la fructele tratate cu acid sorbic 0,2% (9,75%), urmată de fructele tratate cu acid benzoic 0,2% (10,12%).

Rezultatele conținutului total de substanțe solubile (TSS) al fructelor de piersic, afectate de diferite tratamente sunt prezentate în

Figura 5.2. TSS inițial al fructelor a fost de 9,96%. La sfârșitul perioadei de păstrare, fructele netratate au prezentat TSS mediu semnificativ mai mare decât fructele tratate. În timpul depozitării timp de 28 de zile, valorile TSS ale fructelor de piersic (M până la P4) au crescut la 13,57, 12,24, 13,08, 12,33 și, respectiv, 12,48%.

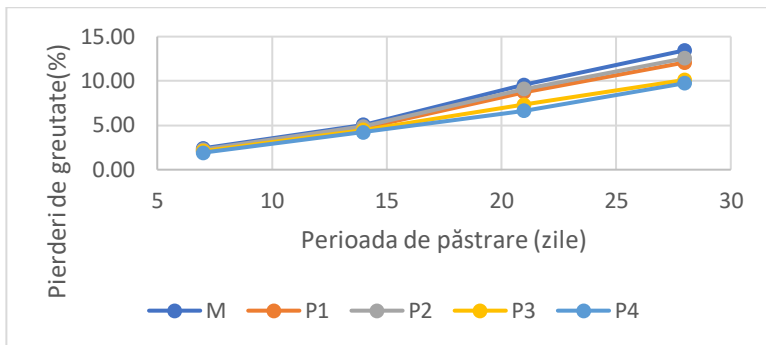


Figura 5.1. Variația pierderii în greutate a piersicilor în timpul păstrării la rece (5-8°C) în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici: M - fructe scufundate în apă; P1 - fructe scufundate în acid citric 2%; P2 - fructe scufundate în acid citric 0,2%; P3 - fructe scufundate în acid benzoic 0,5%; P4 - fructe scufundate în acid sorbic 0,5%.

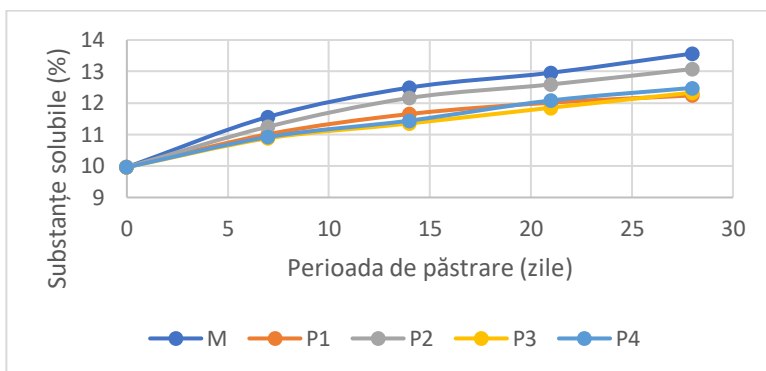


Figura 5.2. Variația conținutului total de substanțe solubile a piersicilor în timpul păstrării la rece (5-8°C) în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici: M - fructe scufundate în apă; P1 - fructe scufundate în acid citric 2%; P2 - fructe scufundate în acid citric 0,2%; P3 - fructe scufundate în acid benzoic 0,5%; P4 - fructe scufundate în acid sorbic 0,5%.

În probele M și P2 au fost înregistrate creșteri ușoare ale acidității titrabile, probabil ca urmare a pierderilor în greutate mai mari corelată cu o creștere a concentrației de acizi (

Figura 5.3).

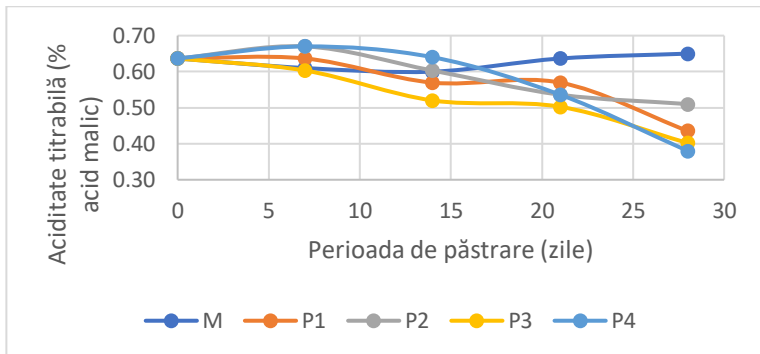


Figura 5.3. Variația acidității titrabile a piersicilor în timpul păstrării la rece (5-8°C) în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici: M - fructe scufundate în apă; P1 - fructe scufundate în acid citric 2%; P2 - fructe scufundate în acid citric 0,2%; P3 - fructe scufundate în acid benzoic 0,5%; P4 - fructe scufundate în acid sorbic 0,5%.

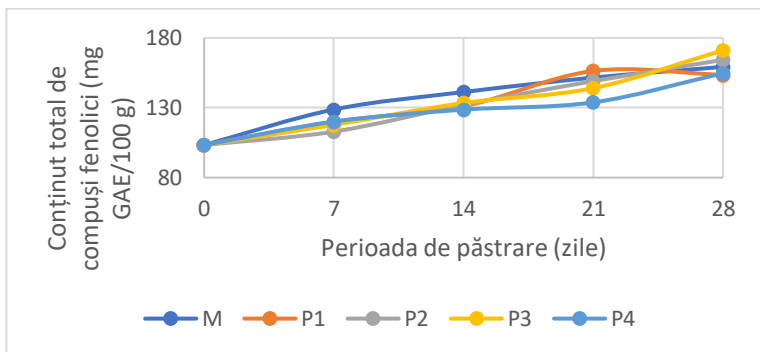


Figura 5.4. Variația conținutului total de compuși fenolici al a piersicilor în timpul păstrării la rece (5-8°C) în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici: M - fructe scufundate în apă; P1 - fructe scufundate în acid citric 2%; P2 - fructe scufundate în acid citric 0,2%; P3 - fructe scufundate în acid benzoic 0,5%; P4 - fructe scufundate în acid sorbic 0,5%.

Conținutul de compuși fenolici al piersicilor netratate a fost de 103,36 mg GAE/100 g substanță proaspătă (

Figura 5.4.) în ziua 0. În cadrul tratamentelor, cel mai mare conținut fenolic a fost observat la probele tratate cu acid benzoic 0,2%.

La sfârșitul perioadei de păstrare, activitatea antioxidantă DPPH a variat de la 0,30 la 0,55 mmol TE/100 g, cea mai scăzută fiind determinată la martor și cea mai ridicată la probele tratate cu acid benzoic 0,2%.

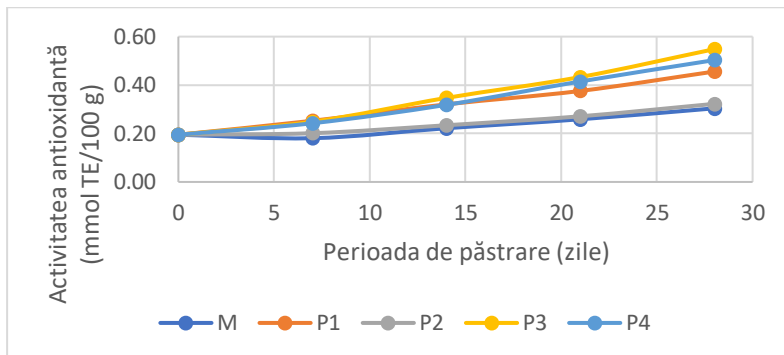


Figura 5.5. Variația activității antioxidante a piersicilor în timpul păstrării la rece (5-8°C) în raport cu tratamentele post-recoltare cu diferiți acizi organici: M - fructe scufundate în apă; P1 - fructe scufundate în acid citric 2%; P2 - fructe scufundate în acid citric 0,2%; P3 - fructe scufundate în acid benzoic 0,5%; P4 - fructe scufundate în acid sorbic 0,5%.

#### 5.4. CONCLUZII PARȚIALE

Rezultatele au arătat că scufundarea piersicilor în acid citric, benzoic și sorbic a redus pierderea în greutate a fructelor în timpul celor 28 de zile de păstrare la rece. Aciditatea titrabilă a scăzut în timp ce conținutul total de compuși fenolici și activitatea antioxidantă au crescut în general la toate probele în timpul depozitării. Tratamentul cu acid benzoic 0,2% s-a dovedit a fi cel mai eficient în menținerea caracteristicilor fizico-chimice ale fructelor de piersic în condiții de depozitare la temperaturi de refrigerare.

Utilizarea acizilor organici conservanți, în combinație cu acțiunea temperaturii scăzute, a dus la o scădere considerabilă a numărului de microorganisme, precum și la distrugerea celor mai puțin rezistente.

## CAPITOLUL 6

### EFFECTUL UNOR TRATAMENTE DE IGIENIZARE ASUPRA CALITĂȚII FRUCTELOR DE CĂPȘUN ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII

#### 6.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI

Scopul prezentului studiu a fost de a investiga efectele tratamentelor de spălare cu acizi organici și apă electrolizată acidă asupra pierderii în greutate, fermității, acidității titrabilă, conținutului total de substanțe solubile, compuși fenolici și antociani și activității antioxidante DPPH a soiului de căpșune „Malvina” timp de 21 de zile păstrare la 8°C. De asemenea, a fost examinată eficacitatea acestor tratamente în reducerea degradării fructelor de căpșun.

## 6.2. MATERIALE ȘI METODE

Tratamentele au constat în scufundarea fructelor timp de 5 minute la temperatura camerei în: apă de la robinet (martor, C); acid citric 2% (CA); apă electrolizată acidă (AEW); acid benzoic 0,2% (BA); acid sorbic 0,2% (SA). După tratament, fructele au fost lăsate să se usuce și apoi ambalate în recipiente de plastic (capacitate 500 ml), fiecare conținând aproximativ 250 g, acoperite cu capac și păstrate la 8°C și 85% umiditate relativă timp de 21 de zile.

## 6.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Pierderea în greutate a fost semnificativ mai mică la fructele tratate decât la fructele martor. O pierdere în greutate mai mare a fost înregistrată între 14 și 21 de zile de depozitare pentru toate fructele. La sfârșitul depozitării, cea mai mare pierdere a fost găsită la fructele martor (1,65%) și cea mai mică pierdere la cele tratate cu acid sorbic (SA) (0,46%), urmată de fructele tratate cu acid citric (CA) (0,86%), cu apă electrolizată acidă (AEW) (0,90%) și acid benzoic (BA) (0,94%) (Tabelul 6.1).

Tabelul 6.1. Efectul diferitelor tratamente de igienizare asupra pierderii în greutate (%) a căpșunelor în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile

Tratament	Perioada de depozitare (zile)			
	1	7	14	21
C	0,04 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,53 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,93 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,65 ± 0,08 <sup>a</sup>
AEW	0,05 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,33 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,71 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,90 ± 0,06 <sup>b</sup>
CA	0,04 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,03 <sup>c</sup>	0,63 ± 0,03 <sup>c</sup>	0,86 ± 0,04 <sup>b</sup>
BA	0,00 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,20 ± 0,02 <sup>d</sup>	0,49 ± 0,02 <sup>d</sup>	0,94 ± 0,03 <sup>b</sup>
SA	0,00 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,13 ± 0,02 <sup>e</sup>	0,30 ± 0,02 <sup>e</sup>	0,46 ± 0,03 <sup>b</sup>

Tabelul 6.2. Efectul diferitelor tratamente de igienizare asupra fermității (kg/cm<sup>2</sup>) căpșunelor în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile

Tratament	Perioada de depozitare (zile)			
	1	7	14	21
C	1,76 ± 0,13	1,42 ± 0,10 <sup>b</sup>	1,27 ± 0,08 <sup>b</sup>	1,14 ± 0,11 <sup>bc</sup>
AEW	1,80 ± 0,12	1,77 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,45 ± 0,11 <sup>ab</sup>	1,12 ± 0,12 <sup>bc</sup>
CA	1,82 ± 0,12	1,58 ± 0,12 <sup>ab</sup>	1,27 ± 0,15 <sup>b</sup>	1,06 ± 0,12 <sup>c</sup>
BA	1,72 ± 0,11	1,63 ± 0,15 <sup>ab</sup>	1,58 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,30 ± 0,13 <sup>ab</sup>
SA	1,82 ± 0,14	1,67 ± 0,11 <sup>a</sup>	1,57 ± 0,11 <sup>a</sup>	1,52 ± 0,15 <sup>a</sup>

Cele mai mari scăderi ale fermității pe parcursul întregii perioade de depozitare au fost înregistrate la fructele tratate cu apă electrolizată acidă (AEW) și



2% acid citric (CA). Cu toate acestea, fructele tratate cu 0,2% acid benzoic (BA) sau 0,2% acid sorbic (SA) și-au menținut fermitatea mai bine decât fructele martor după 21 de zile de depozitare (Tabelul 6.2).

Aciditatea fructelor a crescut în primele 7 zile după tratament și a scăzut după aceea în toate probele. Aciditatea titrabilă a înregistrat cea mai mică scădere la căpșunile tratate cu acid sorbic (SA) comparativ cu martorul, în timp ce înmuierea în acid citric 2% a condus la o scădere mai importantă a acesteia (Tabelul 6.3).

Tabelul 6.3. Efectul diferitelor tratamente de igienizare asupra acidității titrabile (g acid citric / 100 g fw) a căpșunelor în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile

Tratament	Perioada de depozitare (zile)			
	1	7	14	21
C	0,58 ± 0,04	0,61 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,51 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,44 ± 0,03 <sup>ab</sup>
AEW	0,58 ± 0,03	0,61 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,48 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,45 ± 0,02 <sup>ab</sup>
CA	0,61 ± 0,04	0,63 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,48 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,41 ± 0,02 <sup>b</sup>
BA	0,61 ± 0,04	0,64 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,48 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,44 ± 0,03 <sup>ab</sup>
SA	0,61 ± 0,03	0,67 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,54 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,48 ± 0,02 <sup>a</sup>

Evoluția conținutului total de solide solubile al fructelor de căpșun în timpul depozitării este prezentată în Tabelul 6.4. TSS a scăzut lent în primele 14 zile la toate tratamentele, urmată de o scădere bruscă în ultimele 7 zile de depozitare a fructelor.

Tabelul 6.4. Efectul diferitelor tratamente de igienizare asupra substanței uscate solubile (TSS,%) a căpșunelor în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile

Treatment	Perioada de depozitare (zile)			
	1	7	14	21
C	9,92 ± 0,24 <sup>c</sup>	9,80 ± 0,26 <sup>b</sup>	9,44 ± 0,18 <sup>b</sup>	7,92 ± 0,16 <sup>c</sup>
AEW	10,54 ± 0,32 <sup>ab</sup>	9,64 ± 0,14 <sup>b</sup>	9,12 ± 0,24 <sup>bc</sup>	8,14 ± 0,18 <sup>bc</sup>
CA	10,12 ± 0,28 <sup>bc</sup>	9,52 ± 0,22 <sup>b</sup>	8,82 ± 0,16 <sup>c</sup>	7,54 ± 0,20 <sup>d</sup>
BA	10,74 ± 0,20 <sup>a</sup>	10,46 ± 0,26 <sup>a</sup>	10,06 ± 0,20 <sup>a</sup>	8,36 ± 0,18 <sup>ab</sup>
SA	10,62 ± 0,14 <sup>a</sup>	10,38 ± 0,18 <sup>a</sup>	9,98 ± 0,26 <sup>a</sup>	8,62 ± 0,16 <sup>a</sup>

Cel mai mare conținut TSS a fost înregistrat în fructele înmuiate în acid sorbic (SA), urmat de căpșunile tratate cu acid benzoic (BA).

După 21 de zile de depozitare, cel mai mare conținut total de compuși fenolici a fost găsit în fructele tratate cu BA și AEW, urmat de fructe tratate cu SA (Tabelul 6.5).

Tabelul 6.5. Efectul diferitelor tratamente de igienizare asupra conținutului total fenolic (mg GAE / 100 g fw) al căpșunelor în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile

Tratament	Perioada de depozitare (zile)			
	1	7	14	21
C	73,27 ± 2,24 <sup>b</sup>	79,98 ± 1,66 <sup>b</sup>	78,73 ± 1,22 <sup>b</sup>	67,52 ± 1,22 <sup>b</sup>
AEW	80,34 ± 3,02 <sup>a</sup>	85,83 ± 2,88 <sup>a</sup>	75,62 ± 1,86 <sup>b</sup>	73,34 ± 1,86 <sup>a</sup>
CA	74,07 ± 2,68 <sup>b</sup>	79,01 ± 2,34 <sup>b</sup>	70,15 ± 1,30 <sup>c</sup>	62,72 ± 1,30 <sup>c</sup>
BA	80,54 ± 2,86 <sup>a</sup>	85,16 ± 3,56 <sup>a</sup>	90,19 ± 1,78 <sup>a</sup>	73,69 ± 1,78 <sup>a</sup>
SA	77,34 ± 1,89 <sup>ab</sup>	81,47 ± 2,55 <sup>ab</sup>	88,07 ± 1,06 <sup>a</sup>	68,23 ± 1,06 <sup>b</sup>

Conținutul total mediu de antociani al fructelor de căpșun înainte de tratamentele de igienizare a fost de 53,08 mg CGE / 100 g fw. (Tabelul 6.6).

Rezultatele au arătat că, folosind depozitarea în stare refrigerată, conținutul de antociani a fost mai bine reținut atunci când căpșunile au fost scufundate anterior în acid benzoic 0,2%, acid citric 2% sau acid sorbic 0,2%.

Tabelul 6.6. Efectul diferitelor tratamente de igienizare asupra conținutului total de antociani (mg CGE / 100 g fw) al căpșunelor în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile

Tratament	Perioada de depozitare (zile)			
	1	7	14	21
C	53,08 ± 1,26	45,64 ± 1,66 <sup>c</sup>	44,19 ± 1,25 <sup>b</sup>	28,44 ± 0,84 <sup>c</sup>
AEW	53,03 ± 1,46	47,25 ± 1,82 <sup>bc</sup>	48,49 ± 1,30 <sup>a</sup>	30,07 ± 1,26 <sup>c</sup>
CA	52,49 ± 1,34	49,43 ± 1,34 <sup>ab</sup>	47,16 ± 0,97 <sup>a</sup>	43,38 ± 1,38 <sup>a</sup>
BA	52,49 ± 0,88	50,91 ± 1,68 <sup>a</sup>	47,33 ± 1,28 <sup>a</sup>	43,52 ± 0,98 <sup>a</sup>
SA	50,93 ± 1,84	49,90 ± 1,52 <sup>ab</sup>	48,35 ± 1,86 <sup>a</sup>	39,87 ± 1,06 <sup>b</sup>

Activitatea antioxidantă a căpșunelor proaspete înainte de tratamentele de igienizare a fost de 4,8 mmoli Trolox / 100 g fw și nu s-au găsit diferențe semnificative între probe imediat după tratamente (Tabelul 6.7).

Tabelul 6.7. Efectul diferitelor tratamente de igienizare asupra activității de captare a radicalilor liberi DPPH (mmol Trolox / 100 g fw) a căpșunelor în timpul depozitării la 8 ° C timp de 21 de zile

Tratament	Perioada de depozitare (zile)			
	1	7	14	21
C	4,80 ± 0,28	4,80 ± 0,19	4,67 ± 0,18	4,11 ± 0,21 <sup>b</sup>
AEW	4,90 ± 0,15	5,03 ± 0,23	4,62 ± 0,22	4,21 ± 0,22 <sup>ab</sup>
CA	5,00 ± 0,28	4,96 ± 0,26	4,58 ± 0,30	4,39 ± 0,23 <sup>ab</sup>
BA	4,93 ± 0,22	4,98 ± 0,18	4,73 ± 0,24	4,58 ± 0,11 <sup>a</sup>
SA	4,83 ± 0,24	5,02 ± 0,22	4,60 ± 0,24	4,52 ± 0,25 <sup>a</sup>

După 14 zile de depozitare la 8°C, activitatea antioxidantă DPPH a scăzut constant. Valorile cele mai mari au fost găsite în probele tratate cu acid benzoic 0,2% (5,58 mmoli Trolox / 100 g fw) și cu acid sorbic 0,2% (4,52 mmoli Trolox / 100 g fw).

Apa electrolizată acidă a întârziat semnificativ degradarea căpșunelor în timpul depozitării la rece în comparație cu probele maritor (Tabelul 6.8). Tratamentul cu CA a fost mai eficient decât apa electrolizată acidă în încetinirea degradării căpșunelor proaspete în timpul depozitării.

Tabelul 6.8. Efectul diferitelor tratamente de igienizare asupra degradării căpșunelor (%) în timpul depozitării la 8°C timp de 21 de zile

Treatment	Perioada de depozitare (zile)			
	1	7	14	21
C	0.00 ± 0.00	6.70 ± 0.64 <sup>a</sup>	37.77 ± 2.18 <sup>a</sup>	84.11 ± 3.35 <sup>a</sup>
AEW	0.00 ± 0.00	3.80 ± 0.31 <sup>b</sup>	28.56 ± 1.57 <sup>b</sup>	66.88 ± 3.26 <sup>b</sup>
CA	0.00 ± 0.00	2.62 ± 0.20 <sup>c</sup>	23.22 ± 1.23 <sup>c</sup>	54.26 ± 2.84 <sup>c</sup>
BA	0.00 ± 0.00	1.21 ± 0.08 <sup>d</sup>	16.73 ± 0.44 <sup>d</sup>	48.11 ± 2.58 <sup>d</sup>
SA	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00 <sup>e</sup>	10.68 ± 0.64 <sup>e</sup>	41.42 ± 3.18 <sup>e</sup>

Tratamentele BA și SA au fost cele mai eficiente în reducerea degradării căpșunelor. Acizii sorbic și benzoic sunt aditivi alimentari conservanți, capabili să inhibe dezvoltarea drojdiilor, mucegaiurilor și bacteriilor.

#### 6.4. CONCLUZII PARȚIALE

Tratamentele de spălare a căpșunelor proaspete cu acid citric 2%, acid benzoic 0,2%, acid sorbic 0,2% și apă electrolizată acidă au întârziat colapsul fiziologic al fructelor în timpul depozitării, încetinind pierderile de apă. Scufundarea

căpșunelor în soluții apoase de acid sorbic 0,2% sau acid benzoic 0,2% a întârziat pierderea fermității la căpșunele proaspete. În plus, tratamentele de igienizare au menținut la un nivel superior antocianii și conținutul fenolic, cele mai eficiente fiind tratamentele cu acid benzoic și acid sorbic. Ca rezultat, fructele scufundate în acid benzoic sau sorbic au menținut o activitate antioxidantă mai mare în timpul depozitării decât probele martor. Tratamentele de igienizare care constau în scufundarea în soluții de acid benzoic 0,2% sau acid sorbic 0,2% pot extinde durata de viață a fructelor de căpșun cu circa 7 zile în condiții de depozitare la rece.

## CAPITOLUL 7

### EFFECTUL TRATAMENTELOR DE SPĂLARE CU ACIZI ORGANICI ȘI APĂ ELECTROLIZATĂ ACIDĂ COMBINATĂ CU IRADIEREA UV ASUPRA CALITĂȚII FRUCTELOR DE CĂPȘUN ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII

#### 7.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI

Prezentul studiu a fost realizat pentru a investiga efectele tratamentelor chimice postrecoltare urmate de iradiere UV-C asupra caracteristicilor de calitate ale fructelor de căpșun (pierderea în greutate, fermitate, aciditate titrabilă, substanța uscată totală), conținutul de compuși bioactivi (compuși fenolici, antociani) și activitatea antioxidantă a căpșunelor cultivarului „Malvina” pe parcursul a 21 de zile de depozitare la 8 °C. Eficacitatea acestor tratamente în reducerea degradării fructelor de căpșun a fost, de asemenea, examinată.

#### 7.2. MATERIALE ȘI METODE

Fructele au fost împărțite aleatoriu în șase grupe (80 de fructe per grup) corespunzătoare următoarelor tratamente: (C) - fructe imersate în apă de la robinet; (UV) - fructe înmuiate în apă de la robinet și iradiate cu UV-C; (CA + UV) - fructe imersate în soluție de acid citric 2% și iradiate UV-C; (AEW + UV) - fructe imersate în apă electrolizată acidă și iradiate cu UV-C; (BA + UV) - fructe imersate în soluție de acid benzoic 0,2% și iradiate UV-C; (SA + UV) - fructe imersate în soluție de acid sorbic 0,2% și iradiate UV-C. Timpul de imersare în soluțiile de tratament a fost de aproximativ 5 min la temperatura ambientă (20 °C).

Pierderea în greutate, fermitatea, substanța uscată totală, aciditatea titrabilă, conținutul fenolic total, conținutul total de antociani, activitatea antioxidantă DPPH și degradarea fructelor au fost evaluate la 0, 7, 14 și 21 de zile de depozitare. Fiecare determinare a fost executată în duplicat.

#### 7.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Influența tratamentelor asupra pierderii în greutate a fructelor este prezentată în Figura 7.1. Pierderea în greutate a fructelor tratate și netratate a crescut în timpul depozitării.

Pierderea în greutate a tuturor fructelor tratate cu UV a fost semnificativ mai mică decât cea a fructelor martor. După 14 zile de depozitare, pierderea în

greutate a fructelor marțor a fost cu aproximativ 32% mai mare comparativ cu probele tratate doar cu UV-C.

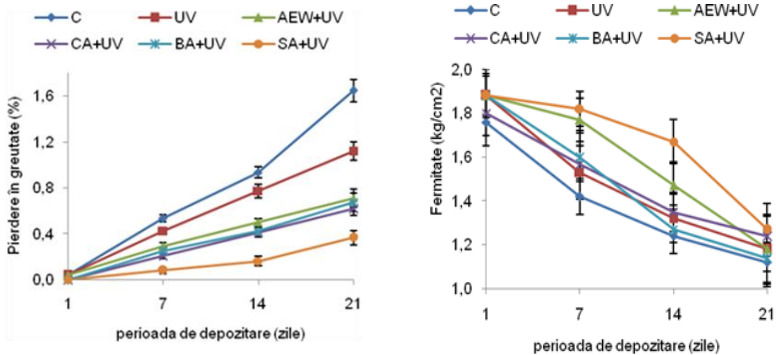


Figura 7.1. Efectul tratamentelor prin imersie și iradiere UV-C asupra pierderii în greutate (a) și fermității (b) căpșunelor în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile. (Control C), imersat în apă de la robinet; (C + UV), imersat în apă de la robinet și iradiat cu UV-C; (AEW + UV), imersat în apă electrolizată acidă și iradiat cu UV-C; (CA + UV), imersat în acid citric 2% și iradiat cu UV-C; (BA + UV), imersat în acid benzoic 0,2% și iradiat cu UV-C; (SA + UV), imersat în acid sorbic 0,2% și iradiat cu UV-C. Barele verticale reprezintă deviația standard (n = 3).

Fermitatea căpșunelor a scăzut în timpul perioadei de depozitare la 8 °C atât în fructele marțor, cât și în cele tratate. Cu toate acestea, tratamentul UV a avut un efect benefic asupra fermității fructelor, deoarece fructele tratate cu UV au rămas semnificativ mai ferme decât probele marțor pe toată perioada de depozitare (Figura 7.1).

După 14 zile de depozitare, probele tratate cu acid sorbic 0,2% urmată de iradiere UV-C (SA + UV) au menținut o fermitate semnificativ mai mare decât celelalte probe tratate și marțor. Înmuiera a fost, de asemenea, întârziată semnificativ la fructele tratate cu AEW și UV-C după 7 zile de depozitare.

Degradarea fructelor a apărut rapid la căpșunele marțor depozitate la 8 °C, 37,77% din fructele marțor prezentând semne de infecție după 14 zile de depozitare (Figura 7.2). Tratamentul numai cu UV a întârziat apariția degradării în fructe în timpul depozitării la rece.

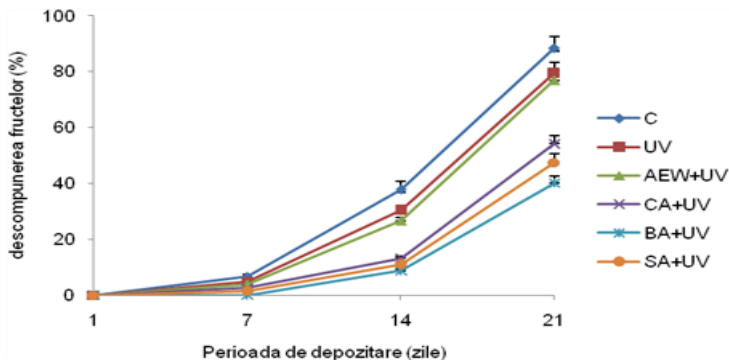


Figura 7.2. Efectul tratamentelor de suprafață și iradiere UV-C asupra degradării căpșunelor în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile. (Control C), imersat în apă de la robinet; (C + UV), imersat în apă de la robinet și iradiat cu UV-C; (AEW + UV), imersat în apă electrolizată acidă și iradiat cu UV-C; (CA + UV), imersat în acid citric 2% și iradiat cu UV-C; (BA + UV), imersat în acid benzoic 0,2% și iradiat cu UV-C; (SA + UV), imersat în acid sorbic 0,2% și iradiat cu UV-C. Barele verticale reprezintă deviația standard (n = 3)

La sfârșitul depozitării, cea mai mare rată de degradare a fost determinată la fructele martor (83,33%) și cea mai mică rată de degradare a fost determinată la fructele tratate cu BA + UV (40,11%), urmată de SA + UV (47,44%) și CA + UV (54,26%).

Schimbarea conținutului TSS al căpșunelor în funcție de timpul de depozitare este prezentată în Figura 7.3. Conținutul de substanțe solubile a scăzut lent la începutul perioadei de depozitare în toate probele. În ultimele 14 zile s-a înregistrat o scădere notabilă a TSS la fructe determinată probabil de senescența fructelor.

La sfârșitul celor 21 de zile de depozitare, cel mai mare conținut TSS a fost înregistrat la tratamentele BA + UV și SA + UV (8,8%), urmat de tratamentul CA + UV (8,5%), în timp ce cel mai scăzut conținut TSS a fost înregistrat la probele martor (7,9%) și tratamentul AEW + UV (7,8%).

Aciditatea titrabilă a crescut ușor în primele 7 zile de depozitare, dar a scăzut constant după această perioadă în toate probele (Figura 7.3).

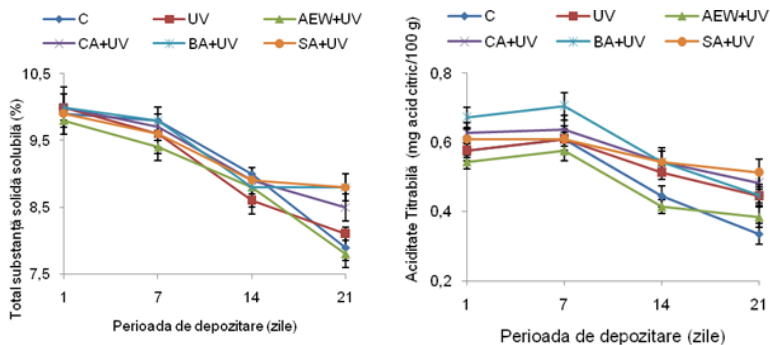
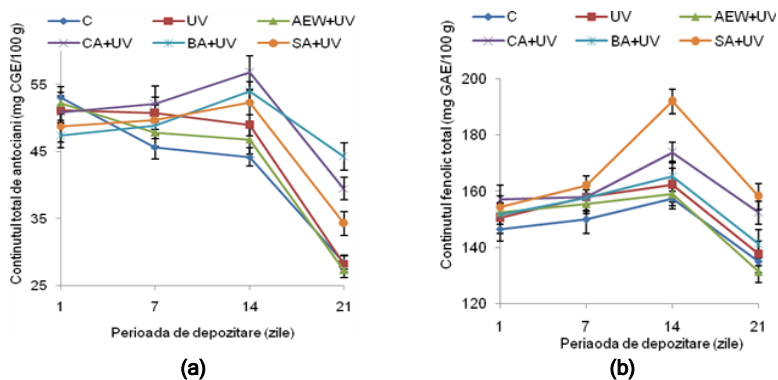
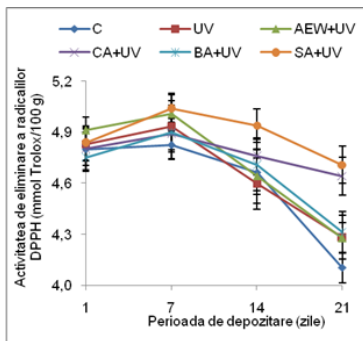


Figura 7.3. Efectul tratamentelor de suprafață și iradierii UV-C asupra conținutului de substanțe solubile (a) și acidității titrabile (b) în căpșune în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile. (Control C), imersat în apă de la robinet; (C + UV), imersat în apă de la robinet și iradiat cu UV-C; (AEW + UV), imersat în apă electrolizată acidă și iradiat cu UV-C; (CA + UV), imersat în acid citric 2% și iradiat cu UV-C; (BA + UV), imersat în acid benzoic 0,2% și iradiat cu UV-C; (SA + UV), imersat în acid sorbic 0,2% și iradiat cu UV-C. Barele verticale reprezintă deviația standard (n = 3)

Conținutul total de antociani în căpșunele maror a fost de 53,08 mg CGE / 100 g. Conținutul de antociani a crescut treptat în timpul depozitării până în ziua a 14-a în fructele tratate cu UV imersate în acizi organici, în timp ce s-a înregistrat o ușoară scădere la fructele maror și la fructele tratate cu AEW + UV (Figura 7.4).

Mai mult, conținutul de antociani a înregistrat o scădere bruscă la toate probele până în a 21-a zi de depozitare, când fructele ar putea fi considerate ca fiind prea coapte și în senescență.





(c)

Figura 7.4. Efectul tratamentelor de suprafață și iradiere UV-C asupra conținutului total de antociani (a), conținutului fenolic total (b) și activității de captare a radicalilor DPPH (c) în căpșune în timpul depozitării la 8 °C timp de 21 de zile. (Control C), imersat în apă de la robinet; (C + UV), imersat în apă de la robinet și iradiat cu UV-C; (AEW + UV), imersat în apă electrolizată acidă și iradiat cu UV-C; (CA + UV), imersat în acid citric 2% și iradiat cu UV-C; (BA + UV), imersat în acid benzoic 0,2% și iradiat cu UV-C; (SA + UV), imersat în acid sorbic 0,2% și iradiat cu UV-C. Barele verticale reprezintă deviația standard (n = 3).

Conținutul total de compuși fenolici la fructele de căpșun a crescut în toate probele tratate cu UV și martor în timpul perioadei de depozitare de 14 zile, după care au scăzut brusc în restul perioadei de depozitare (Figura 7.4). Cu toate acestea, creșterea a fost relativ mai mică în fructele martor comparativ cu fructele tratate cu UV.

#### 7.4. CONCLUZII PARȚIALE

Rezultatele au arătat că iradierea UV a căpșunelor proaspete a redus semnificativ pierderea de apă, a menținut fermitatea și a întârziat apariția simptomelor de degradare a fructelor în timpul depozitării la rece. În plus, tratamentul UV singur a promovat acumularea de compuși fenolici și a crescut activitatea antioxidantă a căpșunelor.

Utilizarea imersărilor în soluții de acizi și apă electrolizată acidă înainte de tratamentul cu UV a redus semnificativ degradarea postrecoltare a căpșunelor (acid benzoic 0,2% > acid sorbic 0,2% > acid citric 2%) și a fost mai eficientă în menținerea conținutului de compuși care promovează sănătatea (polifenoli, antociani) și capacității antioxidante a fructelor în raport cu tratamentul UV aplicat singular. Rezultatele sugerează că tratamentele după recoltare ale căpșunelor cu acizi organici urmate de iradiere UV pot fi o modalitate utilă de a menține calitatea fructelor de căpșuni și de a prelungi durata lor de viață.



## CAPITOLUL 8

### INFLUENȚA TRATAMENTELOR DE SPĂLARE PRIN IMERSIE ÎN ACIZI ORGANICI ȘI APĂ ELECTROLIZATĂ ACIDĂ ASUPRA CALITĂȚII MERELOR PROASPĂT TĂIATE

#### 8.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI

Obiectivul acestui studiu a fost de a investiga efectele imersiei în soluții de acizi organici și în apă electrolizată acidă asupra caracteristicilor de calitate și a microbiotei de suprafață a merelor proaspăt tăiate din soiurile „Florina” și „Jonathan”, ambalate în recipiente de plastic în condiții atmosferice normale în timpul depozitării timp de 14 zile la 8 °C.

#### 8.2. MATERIALE ȘI METODE

Tratamentele au fost făcute prin imersia cuboizilor de mere timp de 5 minute în soluțiile de testare. Soluțiile testate au inclus acid citric 2% (CA, pH = 1,67), apă electrolizată acidă (AEW, pH = 3,54), acid benzoic 0,2% (BA, pH = 2,62), acid sorbic 0,2% (SA, pH = 2,78) și acid ascorbic 0,5% (AE, pH = 3,50). Probele maror (C) au fost imersate în apă distilată. Culoarea, fermitatea, aciditatea titrabilă, conținutul fenolic total, activitatea antioxidantă DPPH și microbiota de suprafață au fost măsurate la 0, 7 și 14 zile de depozitare.

#### 8.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Culoarea, adică îmbrunarea la suprafața tăiată, s-a dovedit a fi un parametru critic de calitate care determină termenul de valabilitate și decizia de cumpărare ale fructelor proaspete tăiate.

Cea mai mare scădere a nivelurilor parametrului L\* pe parcursul perioadei de depozitare a fost observată pentru probele tratate cu acid benzoic (BA) din ambele soiuri. Valorile a\* au crescut în perioada de depozitare de 2 săptămâni în toate probele. Valorile parametrului b\* ale probelor de mere au crescut în timpul depozitării. Valorile b\* au fost semnificativ mai mari în probele BA și SA.

Figura 8. prezintă fermitatea merelor proaspete tăiate depozitate timp de 14 zile la 8 °C.

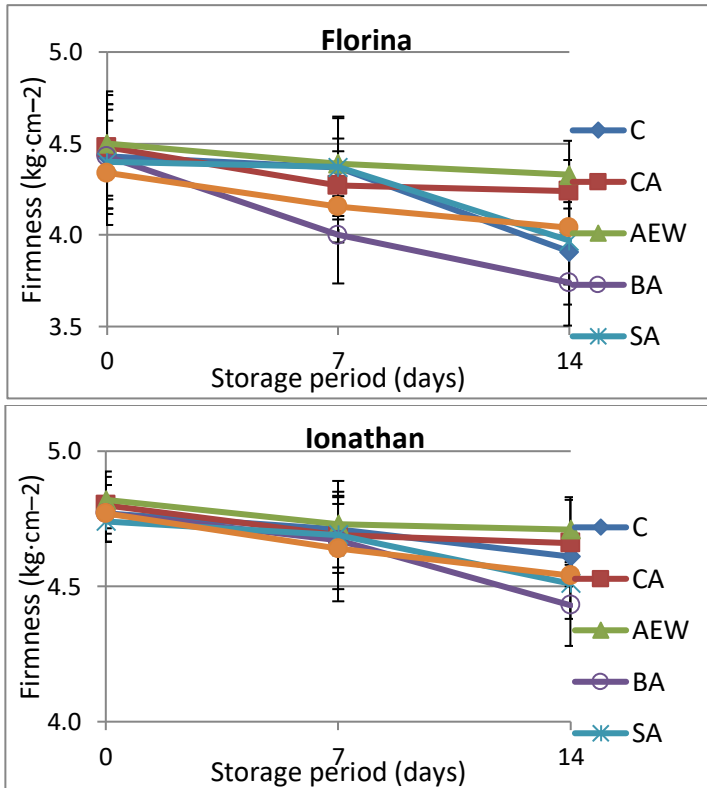


Figura 8.1. Efectul tratamentelor chimice asupra fermității merelor proaspăt tăiate (soiurile „Florina” și „Jonathan”) pe parcursul a 14 zile de depozitare. Cuboizii de mere proaspăt tăiați au fost imersați timp de 5 minute în apă (marmor C), acid citric 2% (CA), apă electrolizată acidă (AEW), acid benzoic 0,2% (BA), acid sorbic 0,2% (SA) și acid ascorbic 0,5% (AA) și apoi depozitați la 8 °C. Datele reprezintă media a trei replicare ± SD

Dintre tratamente, probele tratate cu apă electrolizată acidă (AEW) au atins cel mai ridicat conținut fenolic total după două săptămâni de depozitare, probabil datorită activității antioxidante a AEW care a prevenit o degradare fenolică ridicată (Figura 8.2).

Figura 8.. prezintă rezultatele privind activitatea de captare a radicalilor liberi DPPH a cuboizilor de mere în timpul depozitării la rece. Valorile activității antioxidante DPPH în ziua procesării au fost de 2,67 și 1,53 mmol Trolox/100 g fw pentru soiurile „Florina” și respectiv „Jonathan”.

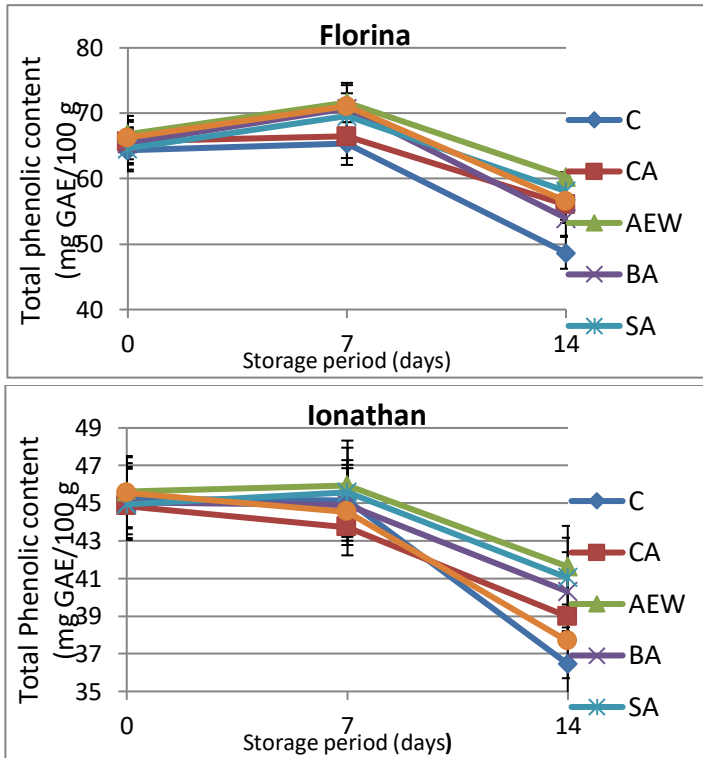


Figura 8.2. Efectul tratamentelor chimice asupra conținutului fenolic total al merelor proaspăt tăiate (soiurile „Florina” și „Jonathan”) pe parcursul a 14 zile de depozitare. Cubozii de mere tăiați proaspăt au fost imersați timp de 5 minute în apă (martor C), acid citric 2% (CA), apă electrolizată acidă (AEW), acid benzoic 0,2% (BA), acid sorbic 0,2% (SA) și acid ascorbic 0,5% (AA) și apoi depozitați la 8 °C. Datele reprezintă media a trei replicare  $\pm$  SD

La sfârșitul perioadei de depozitare de 14 zile, probele tratate cu apă electrolizată acidă și cele cu acid citric 2% au prezentat valori mai mari ale activității antioxidante în timp ce probele tratate cu acid sorbic 0,2%, acid benzoic 0,2% și acid ascorbic 0,5% au prezentat valori ale activității antioxidante mai mici decât probele martor.

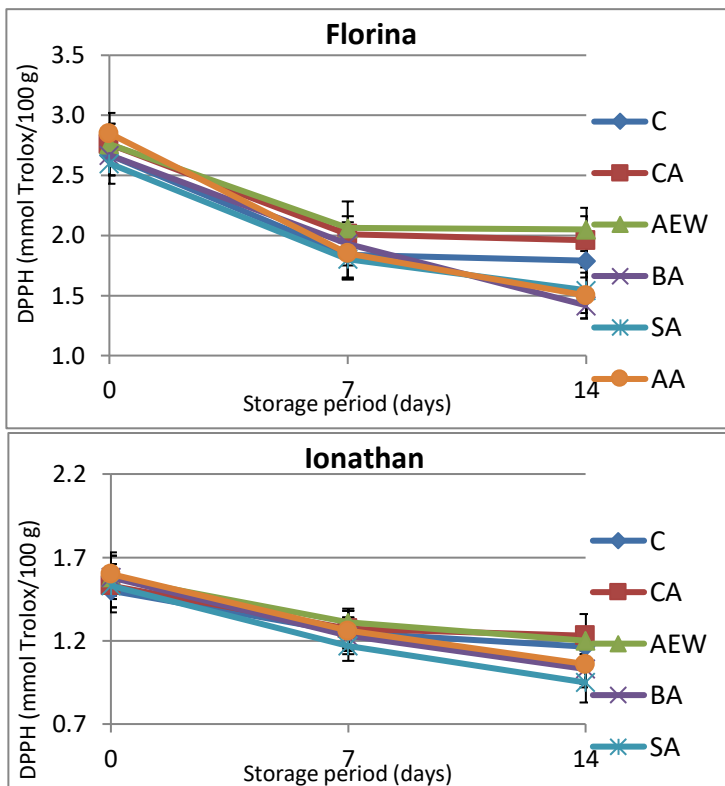


Figura 8.3. Efectul tratamentelor chimice asupra activității de captare a radicalului DPPH a merelor proaspăt tăiate (soiurile „Florina” și „Jonathan”) pe parcursul a 14 zile de depozitare. Cuboizii de mere tăiați proaspăt au fost imersați timp de 5 minute în apă de la robinet (martor C), acid citric 2% (CA), apă electrolizată acidă (AEW), acid benzoic 0,2% (BA), acid sorbic 0,2% (SA) și acid ascorbic 0,5% (AA) și apoi depozitați la 8 °C. Datele reprezintă media a trei replicare ± SD

Analiza microbiologică a suprafeței merelor proaspete tăiate martor și tratate a arătat diferențe semnificative între tratamente. Acidul citric a inhibat complet creșterea bacteriilor pe toată perioada de depozitare în comparație cu probele martor.

Tratarea prin imersie a merelor proaspete tăiate cu apă electrolizată acidă a dus la o reducere considerabilă a numărului de microorganisme (5 CFU/cm<sup>2</sup>) comparativ cu probele martor.

Acidul benzoic a suprimat cu succes creșterea bacteriilor și drojdiilor pe merele proaspăt tăiate pe toată perioada de depozitare.

Tratamentul cu acid sorbic 0,2% a determinat o inactivare eficientă a microorganismelor pe merele proaspăt tăiate, materializată într-o încărcătură microbiană semnificativ mai mică decât cea a probelor martor pe toată perioada de depozitare.

Imersia în acid ascorbic 0,5% a dus, de asemenea, la o reducere considerabilă a încărcăturii microbiene în comparație cu probele martor. Cu toate acestea, după tratament, au fost găsite pe suprafața fructului bacterii din genul *Bacillus* (1 CFU/cm<sup>2</sup>) și drojii (16 CFU/cm<sup>2</sup>).

#### **8.4. CONCLUZII PARȚIALE**

Conform rezultatelor obținute în acest studiu, imersia în apă electrolizată acidă sau soluție de acid citric 2% a îmbunătățit capacitatea de păstrare a merelor proaspete tăiate prin inhibarea îmbrunării și creșterii microbiene și prin reducerea pierderii fermității, conținutului total fenolic și activității antioxidante pe durata depozitării. Apa electrolizată acidă a fost mai eficientă decât acizii citric și ascorbic în controlul îmbrunării enzimatice a merelor proaspăt tăiate. Tratamentul cu acid ascorbic 0,5% a inhibat bacteriile, dar a favorizat creșterea drojdiilor în timpul depozitării. Imersia în soluție de acid benzoic 0,2% sau acid sorbic 0,2% a asigurat o inactivare eficientă a microorganismelor pe merele proaspete tăiate pe toată perioada de depozitare. Cu toate acestea, aceste tratamente au dus la o mai intensă îmbrunare, la îngălbenire și la pierderea fermității și a activității antioxidante în timpul depozitării.

### **CAPITOLUL 9**

#### **ACOPERIRE COMESTIBILĂ PE BAZĂ DE PECTINĂ COMBINATĂ CU TRATAMENTE CU AGENȚI ANTIMICROBIENI ȘI AGENȚI ANTIÎMBRUNARE PENTRU A MENȚINE CALITATEA PERELOR PROASPETE TĂIATE**

##### **9.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI**

Scopul acestui studiu a fost acela de a menține calitatea perelor proaspete tăiate în timpul depozitării la 8 °C, prin utilizarea unei acoperiri comestibile de pectină combinată cu tratamente chimice care conțin 0,2% sorbat de potasiu (PS) sau 0,2% benzoat de sodiu (SB) ca antimicrobieni și 1% N-acetil cisteină (N-AC) sau 1% acid ascorbic (AA) + 1% acid citric (CA) ca agenți antibrunificare. Scăderea în greutate, parametrii de culoare, indicele de brunificare, fermitatea, aciditatea titrabilă, conținutul de solide solubile, conținutul total de compuși fenolici, activitatea antioxidantă și atributele senzoriale ale perelor proaspete tăiate au fost monitorizate pe parcursul a 15 zile de depozitare la 8 °C.

##### **9.2. MATERIALE ȘI METODE**

Pulberea de pectină a fost dizolvată în apă distilată la 2% (g/v) la o temperatură de 70 °C sub agitare până a devenit limpede. După răcire la

temperatura camerei s-a adăugat 0,1% glicerol ca plastifiant. S-a preparat o soluție apoasă de reticulare pe bază de clorură de calciu 1%. Conservanții și agenții antibrunificare au fost încorporați în soluția apoasă de reticulare. Rețetele tratamentelor și codurile respective sunt prezentate în Tabelul 9.1.

Tabelul 9.1. Rețetele tratamentelor și codurile lor

Tratament	Componente
T0	Apă distilată (martor)
T1	2% PE + 1% CaCl <sub>2</sub>
T2	2% PE + 1% CaCl <sub>2</sub> + 0.2% PS
T3	2% PE + 1% CaCl <sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% N-AC
T4	2% PE + 1% CaCl <sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% CA + 1% AA
T5	2% PE + 1% CaCl <sub>2</sub> + 0.2% SB
T6	2% PE + 1% CaCl <sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% N-AC
T7	2% PE + 1% CaCl <sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% CA + 1% AA

Scăderea în greutate, fermitatea, culoarea, conținutul total de substanțe solubile, aciditatea titrabilă, conținutul total de compuși fenolici și activitatea antioxidantă DPPH au fost evaluate la 0, 3, 6, 9, 12 și 15 zile în timpul depozitării. Fiecare determinare a fost efectuată în minim trei replicat.

### 9.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Figura 9.1 prezintă evoluția pierderii procentuale în greutate pe parcursul a 15 zile de depozitare atât pentru probele martor cât și pentru cele acoperite.

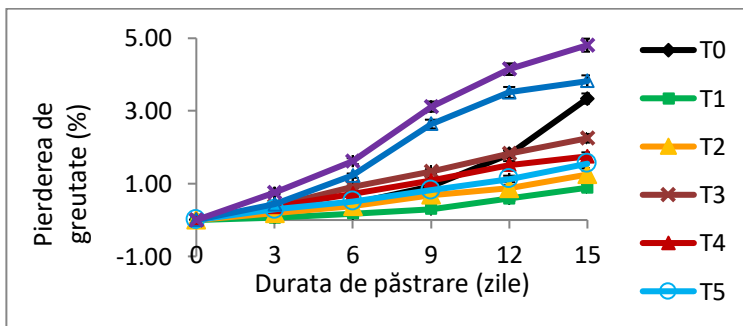


Figura 9.1. Pierderea în greutate a cuburilor de pere proaspăt tăiate scufundate în diferite soluții de acoperire și păstrate timp de 15 zile la  $8 \pm 1$  °C. T0 - Martor; T1 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; T2 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS; T3 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% N-AC; T4 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% CA + 1% AA; T5 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB; T6 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% N-AC; T7 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% CA + 1% AA.

Cel mai bun control al pierderii în greutate pe parcursul depozitării a fost obținut pentru probele acoperite numai cu pectină.

În lucrarea de față, BI al cuboidelor de pere proaspăt tăiate martor (T0) și acoperite doar cu pectină (T1) au prezentat o creștere ușoară până la 12 zile și apoi au prezentat o creștere rapidă până la a cincisprezecea zi de depozitare (**Error! Reference source not found.2**).

Probele de pere înmuiate în soluție de acoperire cu pectină și soluție de reticulare care conține antimicrobiene și N-acetil-cisteină (probele T3 și T6) au prezentat comportamente similare pe tot parcursul depozitării și au menținut cele mai scăzute și destul de stabile valori ale BI pe parcursul celor 15 zile de depozitare, indicând efectul pozitiv al acestor combinații de a controla îmbrunarea enzimatică.

Imagini cu aspectul perelor proaspete tăiate după 12 zile de depozitare sunt prezentate în Figura 9.2.



Figura 9.2. Aspectul cuboidelor de pere proaspăt tăiate scufundate în diferite soluții de acoperire și păstrate timp de 15 zile la  $8 \pm 1$  °C. T0 - Martor; T1 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; T2 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS; T3 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% N-AC; T4 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% CA + 1% AA; T5 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB; T6 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% N-AC; T7 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% CA + 1% AA.

Figura 9.3. arată că fermitatea cuboidelor de pere netratate a scăzut semnificativ după 15 zile de depozitare, demonstrând o înmuiere substanțială.

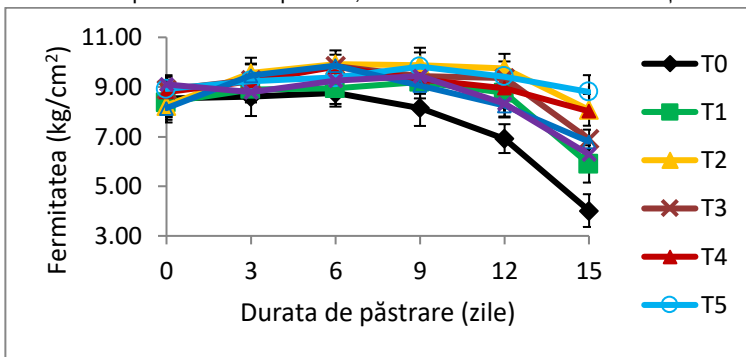


Figura 9.3. Fermitatea cuboidelor de pere proaspăt tăiate scufundate în diferite soluții de acoperire și păstrate timp de 15 zile la  $8 \pm 1$  °C. T0 - Martor; T1 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; T2 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS; T3 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% N-AC; T4 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% CA + 1% AA; T5 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB; T6 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% N-AC; T7- 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% CA + 1% AA.

Modificările TA și TSS în timpul depozitării cuboidelor de pere proaspăt tăiate sunt prezentate în Figura 9.4 și Figura 9.5.

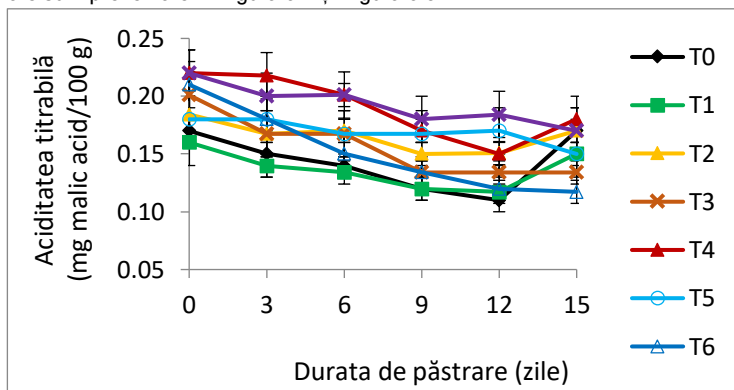


Figura 9.4. Aciditatea titrabilă a cuboidelor de pere proaspăt tăiate scufundate în diferite soluții de acoperire și păstrate timp de 15 zile la  $8 \pm 1$  °C. T0 - Martor; T1 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; T2 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS; T3 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% N-AC; T4 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% CA + 1% AA; T5 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB; T6 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% N-AC; T7- 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% CA + 1% AA



Probele acoperite cu pectină (T1) și cele acoperite cu pectină și scufundate în soluție de conservant 0,2% (T2 și T5) au prezentat cea mai mică scădere a acidității titrabile în 12 zile de depozitare.

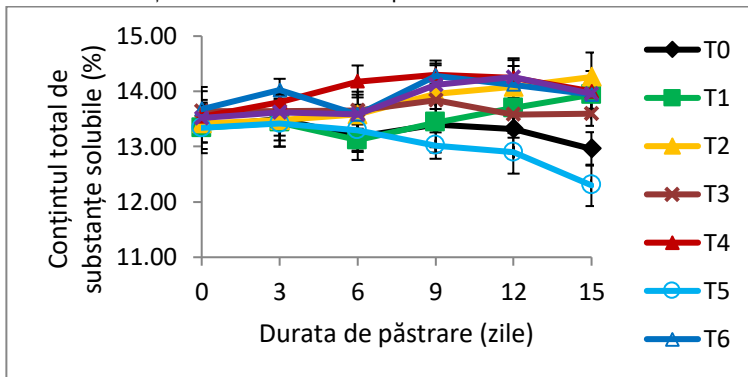


Figura 9.5. Conținutul total de substanțe solubile al cuboidelor de pere proaspăt tăiate scufundate în diferite soluții de acoperire și păstrate timp de 15 zile la  $8 \pm 1$  °C. T0 - Martor; T1 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; T2 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS; T3 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% N-AC; T4 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% CA + 1% AA; T5 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB; T6 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% N-AC; T7- 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% CA + 1% AA.

Probele martor (T0) și cele acoperite cu pectină scufundate în 0,2% SB (T5) au prezentat cele mai scăzute valori (12,96% și, respectiv 12,3%). TSS a crescut ușor în primele trei zile în majoritatea probelor, apoi a avut tendința de a scădea până la 6 zile, dar a crescut odată cu depozitarea mai îndelungată. Probele martor au arătat o scădere a conținutului total de substanțe solubile în ultimele trei zile de depozitare.

Conținutul total de compuși fenolici a crescut inițial, dar a rămas relativ stabil sau a scăzut ușor după 3 zile de depozitare, după care a crescut din nou în toate probele până la 12 zile de depozitare (

Figura 9.6.).

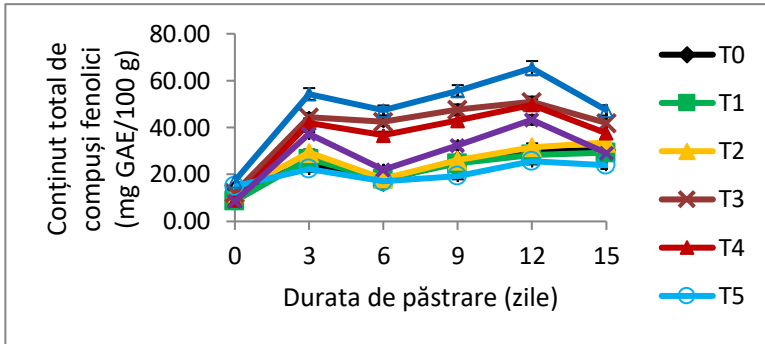


Figura 9.6. Conținutul total de compuși fenolici al cuboidelor de pere proaspăt tăiate scufundate în diferite soluții de acoperire și păstrate timp de 15 zile la  $8 \pm 1$  °C. T0 - Martor; T1 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; T2 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS; T3 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% N-AC; T4 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% CA + 1% AA; T5 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB; T6 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% N-AC; T7- 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% CA + 1% AA.

Figura 9.7. prezintă activitatea de captare a radicalilor DPPH a perelor proaspăt tăiate, așa cum este influențată de acoperirea cu pectină și tratamentul chimic. Activitatea antioxidantă DPPH a probelor cu tratamente care conțin N-acetilcisteină (T3 și T6) a fost semnificativ mai mare decât cea a celorlalte probe imediat după tratamentul de acoperire (Figura 9.7).

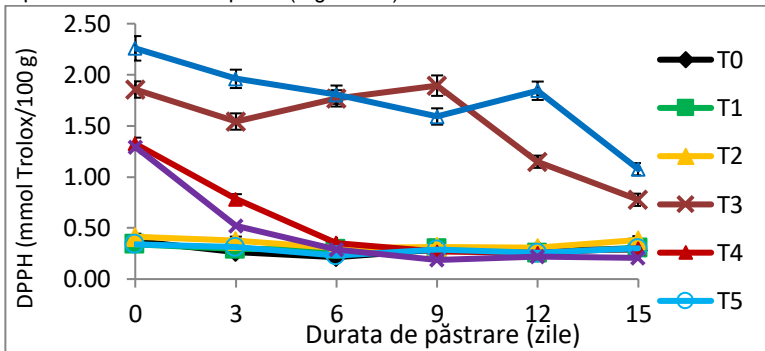


Figura 9.7. Activitatea de captare a radicalilor liberi a cuboidelor de pere proaspăt tăiate scufundate în diferite soluții de acoperire și păstrate timp de 15 zile la  $8 \pm 1$  °C. T0 - Martor; T1 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; T2 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS; T3 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% N-AC; T4 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% PS + 1% CA + 1% AA; T5 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB; T6 - 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% N-AC; T7- 0.2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 0.2% SB + 1% CA + 1% AA.

Combinarea acoperirii de pectină cu un tratament de scufundare într-o soluție care conține acid ascorbic (T4 și T7) a dus la o creștere inițială substanțială a activității antioxidante DPPH.

#### **9.4. CONCLUZII PARȚIALE**

Acoperirea cu pectină urmată de scufundarea în soluții care conțin 1%  $\text{CaCl}_2$  a fost eficientă în controlul pierderii în greutate și a fermității perelor proaspăt tăiate în comparație cu probele neacoperite. Încorporarea a 1% N-AC sau 1% AA + 1% CA ca agenți antibrunificare în formularea tratamentelor chimice după acoperirea cu pectină a contribuit la protejarea conținutului de compuși fenolici și la îmbunătățirea activității antioxidante a perelor proaspăt tăiate în timpul depozitării.

Acoperirea cu pectină combinată cu scufundarea în soluție ce conține 0,2% SB sau 0,2% PS și 1% N-AC au fost cele mai eficiente tratamente în păstrarea culorii și reducerea indicelui de brunificare la perele proaspăt tăiate timp de 12 zile de depozitare la 8 °C. Aceste tratamente au permis perelor proaspăt tăiate să atingă perioade prelungite de păstrare cu scoruri senzoriale peste pragul de acceptabilitate senzorială (3,0) pentru toate atributele evaluate. Rezultatele acestui studiu demonstrează că acoperirile comestibile pe bază de pectină, urmate de tratamentul chimic cu încorporarea a 0,2% SB sau 0,2% PS ca antimicrobiene și 1% N-AC ca agent antibrunificare prezintă potențialul de a prelungi durata de valabilitate a perelor proaspăt tăiate.

## **CAPITOLUL 10**

### **EFFECTUL UNOR ACOPERIRI COMESTIBILE PE BAZĂ DE POLIZAHARIDE ASUPRA CALITĂȚII CIUPERCILOR BUTON ALBE (*Agaricus bisporus*) ÎN TIMPUL DEPOZITĂRII ÎN CONDIȚII DE REFRIGERARE**

#### **10.1. OPORTUNITATEA STUDIULUI**

Scopul acestui studiu a fost acela de a investiga efectele acoperirilor comestibile pe bază de pectină, chitosan, alginat de sodiu și carboximetil celuloză, individual și/sau în combinație cu N-acetil cisteină ca agent antibrunificare, asupra calității ciupercilor albe timp de 14 zile de depozitare în stare refrigerată ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ), măsurată prin pierderea în greutate, schimbarea culorii, indicele de brunificare, gradul de deschidere a pălăriei, conținutul de solide solubile, conținutul total de compuși fenolici și activitatea antioxidantă DPPH. Efectele acoperirilor asupra conținutului de MDA, ca indicator al peroxidării lipidelor, au fost de asemenea evaluate.

#### **10.2. MATERIALE ȘI METODE**

Au fost utilizate acoperiri cu pectină (PE), pe bază de alginat de sodiu (SA), cu chitosan (CH) (2%, gr/v), cu carboximetil celuloză (CMC) (1% g/v). S-a adăugat glicerol 0,5% la toate acoperirile ca plastifiant (g/v) după răcirea acestora

la temperatura camerei (~20 °C). O soluție apoasă de reticulare de 1% clorură de calciu a fost pregătită. Agentul antibrunificare (N-AC, 1% g/v) a fost încorporat în soluțiile de acoperire. Au fost efectuate tratamentele prezentate în Tabelul 10.1.

Tabelul 10.1. Formulările de tratament și codurile respective

Tratamente	Componente
C	Apă distilată (control)
TP0	2% PE + 1% CaCl <sub>2</sub>
TP1	2% PE + 1% CaCl <sub>2</sub> + 1% N-AC
TC0	2% CH + 1% CaCl <sub>2</sub>
TC1	2% CH + 1% CaCl <sub>2</sub> + 1% N-AC
TA0	2% SA + 1% CaCl <sub>2</sub>
TA1	2% SA + 1% CaCl <sub>2</sub> + 1% N-AC
TM0	2% CMC + 1% CaCl <sub>2</sub>
TM1	2% CMC + 1% CaCl <sub>2</sub> + 1% N-AC

Scăderea în greutate, culoarea, indicele de brunificare, procentul de pălării deschise, conținutul de solide solubile, conținutul fenolic total, activitatea antioxidantă DPPH și conținutul de MDA au fost evaluate în ziua 1, 7 și 14 în timpul depozitării. Experimentul a fost repetat de trei ori și fiecare determinare a fost rulată în trei replicare în cadrul fiecărui experiment.

### 10.3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Tabelul 10.2 ilustrează pierderea conținutului de umiditate din ciuperci de-a lungul timpului, în funcție de tratamentul aplicat.

La sfârșitul perioadei de depozitare, s-a observat cel mai mare nivel de pierdere în greutate în probele martor (34,13%), iar cel mai scăzut nivel a fost observat la probele acoperite cu alginat de sodiu (22,37%).

Tabelul 10.2. Efectele tratamentelor asupra scăderii în greutate (%) a ciupercilor buton în timpul păstrării timp de 14 zile la 4 ± 1 °C. Datele sunt prezentate ca medii ± SD

Tratamente	Perioada de depozitare (zile)		
	1	7	14
C	3.89 ± 0.21 <sup>fA</sup>	19.94 ± 0.11 <sup>gB</sup>	34.13 ± 0.18 <sup>fC</sup>
TP0	2.76 ± 0.13 <sup>dA</sup>	13.60 ± 0.08 <sup>dB</sup>	32.71 ± 0.95 <sup>eC</sup>
TP1	2.43 ± 0.09 <sup>bcA</sup>	12.92 ± 0.38 <sup>cB</sup>	29.73 ± 0.98 <sup>dC</sup>
TC0	3.27 ± 0.19 <sup>eA</sup>	14.85 ± 0.66 <sup>fB</sup>	29.61 ± 1.26 <sup>dC</sup>
TC1	2.28 ± 0.14 <sup>bA</sup>	16.40 ± 0.67 <sup>eB</sup>	31.15 ± 1.48 <sup>deC</sup>
TA0	1.97 ± 0.06 <sup>aA</sup>	10.82 ± 0.39 <sup>aB</sup>	22.37 ± 1.06 <sup>aC</sup>
TA1	2.54 ± 0.12 <sup>cdA</sup>	11.74 ± 0.46 <sup>bB</sup>	25.04 ± 1.32 <sup>bC</sup>
TM0	2.47 ± 0.08 <sup>bcA</sup>	14.24 ± 0.57 <sup>deB</sup>	27.89 ± 1.21 <sup>cC</sup>

TM1  $2.27 \pm 0.10^{bA}$   $14.09 \pm 0.45^{deB}$   $28.73 \pm 0.96^{cC}$

<sup>1</sup> Literele mici diferite indică diferențe semnificative între tratamente ( $p < 0,05$ ) pentru aceeași perioadă de depozitare, în timp ce literele mari diferite indică diferențe semnificative între timpii de eșantionare pentru același tratament ( $p < 0,05$ ). C - apă distilată (martor); TP0 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; TP1 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TC0 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub>; TC1 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TA0 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub>; TA1 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TM0 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub>; TM1 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC.

Indicele de brunificare (BI) a crescut treptat în timpul depozitării, atât la probele martor, cât și la probele la care s-au folosit acoperiri comestibile. La sfârșitul perioadei de depozitare de 14 zile, cel mai mici valori ale BI au fost găsite la probele acoperite cu alginat de sodiu (22,05) și la cele acoperite cu pectină (22,44).

Procentul de deschidere a pălăriilor a crescut în toate probele în timpul perioadei de depozitare; cel mai mare nivel de deschidere a pălăriilor a fost găsit în probele neacoperite (62,67% după 14 zile de depozitare) (Tabelul 10.).

Tabelul 10.3. Efectul tratamentelor asupra procentului de deschidere a pălăriei (%) ciupercilor buton în timpul depozitării timp de 14 zile la  $4 \pm 1$  °C. Datele sunt prezentate ca medii  $\pm$  SD

Tratamente	Perioada de depozitare (zile)	
	7	14
C	$29.41 \pm 1.22^h$	$62.67 \pm 2.88^h$
TP0	$16.67 \pm 0.69^{de}$	$37.50 \pm 1.45^f$
TP1	$17.65 \pm 0.83^{ef}$	$46.67 \pm 1.89^g$
TC0	$11.50 \pm 0.56^b$	$22.22 \pm 0.87^c$
TC1	$15.38 \pm 0.87^d$	$27.27 \pm 1.09^d$
TA0	$9.52 \pm 0.36^a$	$15.79 \pm 0.66^a$
TA1	$13.68 \pm 0.58^c$	$18.75 \pm 0.76^b$
TM0	$18.87 \pm 0.88^{fg}$	$31.25 \pm 1.25^e$
TM1	$19.18 \pm 0.82^g$	$35.00 \pm 1.18^f$

<sup>1</sup> Litere mici diferite indică diferențe semnificative între tratamente ( $p < 0,05$ ) pentru aceeași perioadă de depozitare, în timp ce litere mari diferite indică diferențe semnificative între timpii de prelevare pentru același tratament ( $p < 0,05$ ). C - apă distilată (martor); TP0 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; TP1 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TC0 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub>; TC1 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TA0 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub>; TA1 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TM0 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub>; TM1 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC.

TSS a arătat o tendință ascendentă în perioada de depozitare (Tabelul 10.) în toate probele. Probele acoperite au prezentat niveluri ale TSS semnificativ mai mici ( $p < 0,05$ ) în comparație cu cele ale martorilor, atât după 7 cât și după 14

zile de depozitare. Cel mai mic nivel de modificare a TSS a fost observat în probele acoperite cu alginat de sodiu, urmate de probele acoperite cu pectină și chitosan.

Tabelul 10.4. Efectul tratamentelor asupra conținutului total de substanțe solubile (%) al ciupercilor buton în timpul depozitării timp de 14 zile la  $4 \pm 1$  °C. Datele sunt prezentate ca medii  $\pm$  SD

Tratamente	Perioada de depozitare (zile)		
	1	7	14
C	4.68 $\pm$ 0.18 <sup>aA</sup>	9.88 $\pm$ 0.44 <sup>dB</sup>	14.68 $\pm$ 0.56 <sup>fC</sup>
TP0	5.04 $\pm$ 0.29 <sup>bA</sup>	7.70 $\pm$ 0.37 <sup>bB</sup>	10.24 $\pm$ 0.59 <sup>bC</sup>
TP1	5.22 $\pm$ 0.27 <sup>bA</sup>	8.28 $\pm$ 0.41 <sup>cB</sup>	10.96 $\pm$ 0.36 <sup>bcC</sup>
TC0	5.14 $\pm$ 0.23 <sup>bA</sup>	7.72 $\pm$ 0.83 <sup>bB</sup>	12.12 $\pm$ 0.48 <sup>dC</sup>
TC1	5.04 $\pm$ 0.24 <sup>bA</sup>	7.66 $\pm$ 0.42 <sup>bB</sup>	11.46 $\pm$ 0.42 <sup>cdC</sup>
TA0	5.28 $\pm$ 0.22 <sup>bA</sup>	6.44 $\pm$ 0.35 <sup>aB</sup>	8.46 $\pm$ 0.36 <sup>aC</sup>
TA1	5.08 $\pm$ 0.31 <sup>bA</sup>	6.66 $\pm$ 0.22 <sup>aB</sup>	7.74 $\pm$ 0.13 <sup>aC</sup>
TM0	5.12 $\pm$ 0.16 <sup>bA</sup>	7.44 $\pm$ 0.22 <sup>bB</sup>	11.98 $\pm$ 1.24 <sup>dC</sup>
TM1	5.20 $\pm$ 0.20 <sup>bA</sup>	7.74 $\pm$ 0.23 <sup>bcB</sup>	13.20 $\pm$ 0.45 <sup>eC</sup>

<sup>1</sup> Literele mici diferite indică diferențe semnificative între tratamente ( $p < 0,05$ ) pentru aceeași perioadă de depozitare, în timp ce literele majuscule diferite indică diferențe semnificative între momentele de eșantionare pentru același tratament ( $p < 0,05$ ). C - apă distilată (marmor); TP0 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; TP1 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TC0 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub>; TC1 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TA0 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub>; TA1 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TM0 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub>; TM1 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC.

Conținutul total de compuși fenolici în ciupercile buton acoperite și în marmor pe parcursul a 14 zile depozitare la  $4 \pm 1$  °C este prezentat în Tabelul 10.. Conținutul total inițial de compuși fenolici în ciuperci a fost de 45,28 mg GAE/100 g. Rezultatele arată o tendință de creștere în ceea ce privește acumularea de compuși fenolici în ciuperci în toate probele. Cel mai mare conținut total de compuși fenolici a fost identificat în probele acoperite cu pectină, acesta fiind semnificativ ( $p < 0,05$ ) mai mare decât în celelalte probe acoperite.

Tabelul 10.5. Efectele tratamentelor asupra conținutului total de compuși fenolici (mg GAE/100 g) la ciupercile buton în timpul depozitării timp de 14 zile la  $4 \pm 1$  °C. Datele sunt prezentate ca medii  $\pm$  SD

Tratamente	Perioada de depozitare (zile)		
	1	7	14
C	46.67 $\pm$ 1.65 <sup>aA</sup>	54.00 $\pm$ 1.48 <sup>aB</sup>	65.33 $\pm$ 2.89 <sup>aC</sup>
TP0	46.85 $\pm$ 2.03 <sup>aA</sup>	67.67 $\pm$ 2.33 <sup>dB</sup>	83.33 $\pm$ 3.86 <sup>eC</sup>
TP1	47.00 $\pm$ 1.58 <sup>aA</sup>	82.33 $\pm$ 3.66 <sup>eB</sup>	99.33 $\pm$ 4.26 <sup>fC</sup>
TC0	45.88 $\pm$ 1.55 <sup>aA</sup>	57.23 $\pm$ 1.62 <sup>bB</sup>	77.33 $\pm$ 3.67 <sup>cdC</sup>
TC1	47.67 $\pm$ 2.08 <sup>aA</sup>	58.33 $\pm$ 2.44 <sup>bB</sup>	80.33 $\pm$ 3.46 <sup>deC</sup>

TA0	46.85 ± 1.28 <sup>aA</sup>	58.33 ± 1.88 <sup>bB</sup>	71.67 ± 2.56 <sup>bC</sup>
TA1	47.25 ± 1.72 <sup>aA</sup>	59.09 ± 2.76 <sup>bB</sup>	72.22 ± 2.96 <sup>bC</sup>
TM0	47.06 ± 1.02 <sup>aA</sup>	63.42 ± 2.34 <sup>cB</sup>	72.67 ± 2.85 <sup>bC</sup>
TM1	47.67 ± 0.89 <sup>aA</sup>	63.33 ± 1.78 <sup>cB</sup>	72.88 ± 2.56 <sup>bC</sup>

<sup>1</sup> Literelle mici diferite indică diferențe semnificative între tratamente ( $p < 0,05$ ) pentru aceeași perioadă de depozitare, în timp ce literelle majuscule diferite indică diferențe semnificative între momentele de eșantionare pentru același tratament ( $p < 0,05$ ). C - apă distilată (martor); TP0 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; TP1 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TC0 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub>; TC1 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TA0 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub>; TA1 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TM0 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub>; TM1 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC.

Ciupercile tratate cu acoperiri comestibile au prezentat o activitate antioxidantă semnificativ ( $p < 0,05$ ) mai mare față de probele neacoperite la sfârșitul perioadei de depozitare (Tabelul 10.).

În cea de-a 14-a zi de depozitare, ciupercile acoperite cu pectină care încorporează 1% N-AC au prezentat cea mai mare activitate antioxidantă (1,59 mmol Trolox/100 g).

Tabelul 10.6. Efectele tratamentelor asupra activității antioxidante DPPH (mmol Trolox/100 g) a ciupercilor buton în timpul depozitării timp de 14 zile la 4 ± 1 °C. Datele sunt prezentate ca medii ± SD.

Tratamente	Perioada de depozitare (zile)		
	1	7	14
C	0.65 ± 0.02 <sup>aA</sup>	0.85 ± 0.03 <sup>aB</sup>	0.95 ± 0.03 <sup>aC</sup>
TP0	0.92 ± 0.03 <sup>aA</sup>	1.14 ± 0.04 <sup>dB</sup>	1.38 ± 0.06 <sup>fC</sup>
TP1	0.84 ± 0.04 <sup>dA</sup>	1.16 ± 0.05 <sup>dB</sup>	1.59 ± 0.06 <sup>gC</sup>
TC0	0.73 ± 0.03 <sup>cA</sup>	1.00 ± 0.04 <sup>bB</sup>	1.25 ± 0.06 <sup>eC</sup>
TC1	0.92 ± 0.04 <sup>aA</sup>	1.09 ± 0.06 <sup>cdB</sup>	1.23 ± 0.06 <sup>dC</sup>
TA0	0.67 ± 0.03 <sup>abA</sup>	1.00 ± 0.04 <sup>bB</sup>	1.14 ± 0.04 <sup>bC</sup>
TA1	0.71 ± 0.03 <sup>bcA</sup>	1.04 ± 0.04 <sup>bcB</sup>	1.18 ± 0.05 <sup>cdeC</sup>
TM0	0.79 ± 0.03 <sup>dA</sup>	1.09 ± 0.04 <sup>cdB</sup>	1.16 ± 0.05 <sup>bcdB</sup>
TM1	0.83 ± 0.03 <sup>dA</sup>	1.06 ± 0.03 <sup>bcB</sup>	1.08 ± 0.04 <sup>bB</sup>

<sup>1</sup> Literelle mici diferite indică diferențe semnificative între tratamente ( $p < 0,05$ ) pentru aceeași perioadă de depozitare, în timp ce literelle majuscule diferite indică diferențe semnificative între momentele de eșantionare pentru același tratament ( $p < 0,05$ ). C - apă distilată (martor); TP0 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub>; TP1 - 2% PE + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TC0 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub>; TC1 - 2% CH + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TA0 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub>; TA1 - 2% SA + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC; TM0 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub>; TM1 - 2% CMC + 1% CaCl<sub>2</sub> + 1% N-AC.

MDA a crescut treptat în toate probele în timpul celor 14 zile de depozitare. Cu toate acestea, probele martor au prezentat creșteri mari ale conținutului de MDA, în timp ce tratamentele au întârziat în mod eficient generarea de MDA în timpul depozitării, așa cum este prezentat în

Figura 10.1

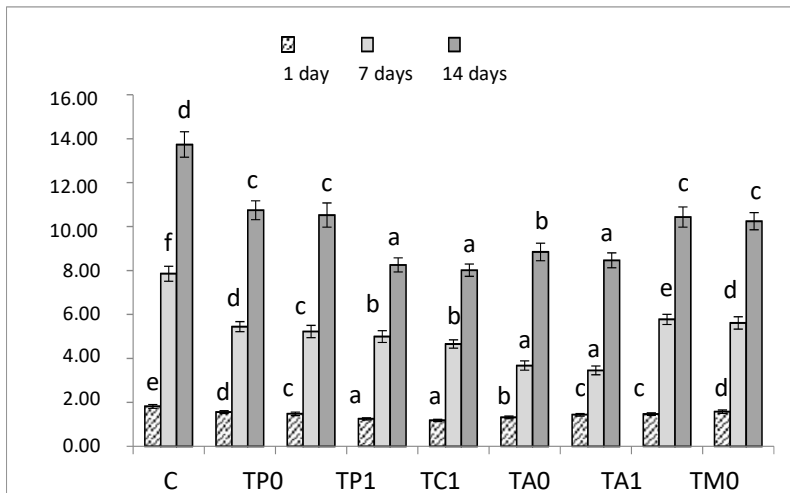


Figura 10.1. Efectul tratamentelor de acoperire asupra conținutului de MDA (malondialdehidă) ( $\mu\text{mol Trolox/kg}$ ) al ciupercilor buton în timpul depozitării timp de 14 zile la  $4 \pm 1$  °C. Literele mici diferite indică diferențe semnificative între tratamente pentru aceeași perioadă de depozitare ( $p < 0,05$ ). C – apă distilată (martor); TP0 – 2% PE + 1%  $\text{CaCl}_2$ ; TP1 – 2% PE + 1%  $\text{CaCl}_2$  + 1% N-AC; TC0 – 2% CH + 1%  $\text{CaCl}_2$ ; TC1 – 2% CH

#### 10.4. CONCLUZII PARȚIALE

Rezultatele raportate în acest studiu au arătat că toate învelișurile comestibile testate, atât singure, cât și cu N-acetil-cisteină, au întârziat pierderea în greutate și deschiderea pălăriei la ciuperci, în comparație cu martorul. Cel mai eficient în controlul pierderii în greutate a fost alginatul de sodiu, urmat de de carboximetilceluloză, chitosan și pectină. Acoperirile pe bază de alginat de sodiu și pectină au fost cele mai eficiente în încetinirea procesului de îmbrunare a ciupercilor în timpul depozitării. Conținutul total de compuși fenolici și activitatea antioxidantă au crescut la ciuperci în timpul depozitării, iar probele acoperite au prezentat valori semnificativ mai mari în comparație cu martorul. Cel mai mare conținut fenolic total a fost găsit în probele acoperite cu pectină, urmat de probele acoperite cu chitosan. Conținutul de MDA a crescut treptat în toate probele în timpul celor 14 zile de depozitare, dar creșterea a fost întârziată în cazul probelor acoperite în raport cu martorul. Acoperirea cu chitosan a fost cea mai eficientă în ceea ce privește încetinirea creșterii conținutului de MDA, dar a determinat o reducere severă a



valorilor  $L^*$  și o creștere a indicelui de brunificare a ciupercilor buton pe toată durata depozitării. Adăugarea de N-acetilcisteină în învelișurile comestibile a determinat o creștere semnificativă a deschiderii pălăriei și a indicelui de brunificare a tuturor probelor acoperite, și nu a determinat modificări semnificative în evoluția conținutului de MDA în raport cu probele fără agent antibrunificare. Rezultatele demonstrează fezabilitatea utilizării alginatului de sodiu și a învelișurilor cu pectină pentru a prelungi durata de conservare a ciupercilor buton.

## CAPITOLUL 11

### CONCLUZII FINALE

→ Utilizarea acizilor organici și apei electrolizate acide oferă posibilități interesante pentru prelungirea perioadei de valabilitate și a calității fructelor minim procesate și a celor proaspăt tăiate;

→ Imersia în acizi organici a fructelor proaspete servește la completarea sau înlocuirea metodelor tradiționale de conservare. Utilizarea acestei metode de conservare a arătat rezultate promițătoare în reducerea dezvoltării microbiene și ratei metabolismului microbial, întârzierea procesului de maturare și extinderea duratei de valabilitate a fructelor proaspete. Imersia în acizi organici ajută la menținerea caracteristicilor de calitate dorite ale fructelor proaspete;

→ Dezvoltarea de tehnici noi pentru îmbunătățirea proprietăților de comercializare a fructelor proaspete imersate în substanțe antimicrobiene este o preocupare importantă pentru cercetare în viitor;

→ Cercetările realizate pe afine au arătat că imersia în soluții de acizi a determinat o creștere semnificativă a pierderii de umiditate, pierderea în greutate a probelor maritor fiind semnificativ mai mică decât în cazul probelor tratate chimic (acid sorbic > acid benzoic > acid citric > apă). Dimpotrivă, scufundarea piersicilor în acid citric, benzoic și sorbic a redus pierderea în greutate a fructelor în timpul celor 28 de zile de păstrare la rece;

→ Acizii citric (2%), sorbic (0,2%) sau benzoic (0,2%) pot încetini activitatea enzimatică, controlând astfel acțiunea polifenoxidazei asupra conținutului de polifenoli în prezența oxigenului. Astfel, conținutul fenolic total al fructelor (afine și piersici) și activitatea antioxidantă au crescut continuu în timpul păstrării, cel mai mare conținut fenolic fiind regăsit în fructele imersate în acid sorbic 0,2%. Tratamentul cu acid benzoic 0,2% s-a dovedit a fi cel mai eficient în menținerea caracteristicilor fizico-chimice ale piersicilor în condiții de depozitare la temperaturi de refrigerare;

→ Utilizarea acizilor organici conservanți, în combinație cu acțiunea temperaturii scăzute, au încetinit dezvoltarea florei microbiene de la suprafața fructelor (afine și piersici) ca urmare a inhibării activității metabolice a microorganismelor datorată pH-ului scăzut;

→ Cercetările realizate pe căpșune au arătat că spălarea cu acid citric 2%, acid benzoic 0,2%, acid sorbic 0,2% și apă electrolizată acidă au întârziat colapsul fiziologic al fructelor în timpul depozitării, încetinind pierderile de apă și pierderea fermității. În plus, tratamentele de igienizare au menținut la un nivel superior conținutul fenolic, antocianic și activitatea antioxidantă, cele mai eficiente fiind tratamentele cu acid benzoic și acid sorbic;

→ Iradierea UV a căpșunelor proaspete a redus semnificativ pierderea de apă, a menținut fermitatea și a întârziat apariția simptomelor de degradare a

fructelor în timpul depozitării la rece. În plus, tratamentul UV singur a promovat acumularea de compuși fenolici și a crescut activitatea antioxidantă a căpșunelor;

→ Utilizarea imersărilor în soluții de acizi și apă electrolizată acidă înainte de tratamentul cu UV a redus semnificativ degradarea postrecoltare a căpșunelor (acid benzoic 0,2% > acid sorbic 0,2% > acid citric 2%) și a fost mai eficientă în menținerea conținutului de compuși fenolici și capacității antioxidante a fructelor în raport cu tratamentul UV aplicat singular;

→ Tratamentele postrecoltare ale căpșunelor cu acizi organici urmate de iradiere UV pot fi o modalitate utilă de a menține calitatea fructelor de căpșun și de a prelungi durata lor de viață după recoltare;

→ Fructele și legumele proaspăt tăiate sunt produse convenabile și gata de consum, care oferă consumatorilor o multitudine de avantaje. Cu toate acestea, dezvoltarea de noi tehnologii pentru menținerea calității și extinderea termenului de valabilitate al acestora este o provocare majoră pentru industria alimentară și o temă pentru cercetările viitoare;

→ Utilizarea acoperirilor comestibile permite încorporarea aditivilor precum antimicrobieni și agenți antiîmbrunare, sporind în același timp eficacitatea acestora, contribuind astfel și la o mai bună acceptare din partea consumatorilor;

→ Imersia în apă electrolizată acidă sau soluție de acid citric 2% a îmbunătățit capacitatea de păstrare a merelor proaspăt tăiate prin inhibarea îmbrunării și creșterii microbiene și prin reducerea pierderii fermității, conținutului fenolic total și activității antioxidante pe durata depozitării. Apa electrolizată acidă a fost mai eficientă decât acidul citric și ascorbic în controlul îmbrunării enzimatice a merelor proaspăt tăiate;

→ Acoperirile comestibile pe bază de pectină realizate cu încorporarea a 0,2% benzoat de sodiu sau 0,2% sorbat de potasiu ca antimicrobiene și 1% N-acetil cisteină ca agent antibrunificare au dovedit potențial în a prelungi durata de valabilitate a perelor proaspăt tăiate. Acestea au fost eficiente în controlul pierderii în greutate și a fermității perelor proaspăt tăiate, au protejat conținutul de compuși fenolici și au îmbunătățit activitatea antioxidantă a perelor proaspăt tăiate în timpul depozitării;

→ Acoperirea pe bază de alginat de sodiu și pectină au fost cele mai eficiente în încetinirea procesului de îmbrunare a ciupercilor în timpul depozitării și au întârziat pierderea în greutate și deschiderea pălăriei la ciuperci. Deși acoperirea cu chitosan a fost cea mai eficientă în ceea ce privește încetinirea oxidării lipidice, aceasta a determinat creșterea indicelui de brunificare a ciupercilor buton pe toată durata depozitării. Deși este un agent anti-îmbrunare foarte eficient în alte aplicații, N-acetilcisteină adăugată în acoperirile comestibile aplicate pe ciuperci a determinat o creștere semnificativă a deschiderii pălăriei și a indicelui de brunificare a tuturor probelor acoperite;

→ Utilizarea acoperirilor comestibile poate fi considerată un tratament sigur și eficient, având ca rezultat o bună conservare a majorității parametrilor de calitate, fără a afecta semnificativ valoarea nutritivă a fructelor și legumelor proaspete și proaspăt tăiate. Utilizarea acoperirilor comestibile poate contribui la

îmbunătățirea siguranței produselor și la extinderea termenului de valabilitate. În plus, acoperirile pot fi folosite pentru a încorpora ingrediente active/funcționale (antimicrobieni, agenți anti-îmbrunare, antioxidanți, enzime) care să contribuie la prelungirea duratei de viață a produselor acoperite;

→ Se poate concluziona că există multe tehnologii pentru reducerea/eliminarea microorganismelor prezente pe fructele și legumele proaspete și proaspăt tăiate. Utilizarea corectă a acestor tehnici va permite o creștere a siguranței produselor minim procesate. Cu toate acestea, niciuna dintre metodele de igienizare nu poate controla toți parametrii care mențin calitatea și durata de valabilitate a acestor produse. Prin urmare, se impune dezvoltarea de studii suplimentare care utilizează metode combinate pentru a extinde și a spori siguranța acestui tip de produse.

## CAPITOLUL 12

### CONTRIBUȚII ȘI PERSPECTIVE DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR

Procesarea minimă este o metodă de procesare cu tendință de creștere care oferă consumatorului confort, „prospețime”, calitate, nutriție și siguranță. Deoarece implică îndepărtarea sau reducerea barierelor naturale în calea deteriorării, procesarea minimă oferă oamenilor de știință o provocare enormă în încercarea de a prelungi perioada de valabilitate a produselor proaspete minim procesate. Cu toate acestea, cererea consumatorilor pentru produse minim procesate, schimbările în percepția consumatorilor privind prospețimea și calitatea produselor proaspete precum și comoditatea unor astfel de produse justifică cercetări și dezvoltări suplimentare în acest domeniu. Pentru aceasta este esențială o înțelegere mai profundă a fiziologiei și biochimiei produselor vegetale utilizate pentru procesare minimă și sunt necesare mai multe cercetări privind tratamentele post-recoltare și metodele de prelungire a duratei de viață aplicate la diferite fructe și legume și chiar la diferite soiuri.

Se așteaptă ca industria produselor proaspăt tăiate să continue să se extindă rapid în viitor și ea are încă nevoie urgentă de tehnologii îmbunătățite pentru prelungirea duratei de viață a produselor. Extinderea perioadei de valabilitate a produselor proaspete și proaspăt tăiate, fără a compromite calitățile senzoriale și nutriționale, poate fi uneori obținută prin combinarea corectă a mai multor tehnici adecvate.

Având în vedere aceste obiective, pe parcursul cercetărilor dezvoltate în cadrul prezentei teze de doctorat s-au realizat studii asupra eficacității a) tratamentelor de suprafață cu soluții apoase ale acizilor organici (citric, benzoic, sorbic, ascorbic) și apă electrolizată acidă ca agenți antimicrobieni și anti-îmbrunare, uneori combinate cu iradierea UV-C, și b) acoperirilor comestibile care încorporează acizi organici și agenți anti-îmbrunare, pentru a îmbunătăți calitatea fructelor și legumelor proaspete și a celor proaspăt tăiate și pentru a prelungi durata lor de viață.

Originalitatea cercetărilor efectuate, în conformitate cu obiectivele științifice ale tezei de doctorat, se concretizează printr-o serie de elemente de noutate, care sporesc valoarea științifică a studiilor realizate. În baza rezultatelor experimentale originale obținute în teză se pot evidenția drept contribuții științifice următoarele:

→ Investigarea efectelor tratamentelor post-recoltare cu acizi organici (citric, sorbic și benzoic) asupra modificărilor fizico-chimice, biochimice și microbiologice ale afinelor și piersicilor proaspete în timpul depozitării în condiții de refrigerare;

→ Studiul efectelor tratamentelor de spălare cu acizi organici și apă electrolizată acidă asupra caracteristicilor de calitate, conținutului de compuși

bioactivi și activității antioxidante a căpșunelor în timpul depozitării în condiții de refrigerare;

→ Studiul efectelor tratamentelor chimice post-recoltare combinate cu iradierea UV-C asupra caracteristicilor de calitate ale fructelor de căpșun, conținutului de compuși bioactivi și activității antioxidante pe parcursul depozitării în condiții de refrigerare;

→ Investigarea efectelor imersiei în soluții de acizi organici (citric, benzoic, sorbic, ascorbic) și în apă electrolizată acidă asupra caracteristicilor de calitate ale merelor proaspăt tăiate, ambalate în recipiente de plastic în condiții atmosferice normale în timpul depozitării în condiții de refrigerare;

→ Dezvoltarea de acoperiri comestibile pe bază de pectină combinate cu tratamente chimice care conțin sorbat de potasiu sau benzoat de sodiu ca antimicrobieni și N-acetil cisteină sau acid ascorbic + acid citric ca agenți antibrunificare pentru menținerea calității perelor proaspete tăiate în timpul depozitării în condiții de refrigerare;

→ Dezvoltarea de acoperiri comestibile pe bază de pectină, chitosan, alginat de sodiu și carboximetil celuloză, singulare sau active, care încorporează N-acetil cisteină ca agent antibrunificare, pentru menținerea calității ciupercilor albe în timpul depozitării în stare refrigerată.

Rezultatele obținute constituie o bază de date științifice care pot fi punctul de plecare în vederea continuării cercetărilor cu privire la folosirea tratamentelor chimice post-recoltare, singulare sau combinate cu iradierea UV, precum și a acoperirilor comestibile active pentru prelungirea perioadei de valabilitate și a capacității de comercializare a fructelor și legumelor proaspete și a celor proaspăt tăiate.

Rezultatele obținute au indicat că unele dintre tratamentele studiate joacă un rol eficient în controlul pierderii în greutate, a procentului de degradare, în evoluția culorii și au un efect favorabil asupra altor modificări de compoziție (aciditatea titrabilă, conținutul total de substanțe solubile, polifenoli, antociani și activitate antioxidantă) ale fructelor și legumelor proaspete și proaspăt tăiate păstrate în condiții de refrigerare, dovedind astfel că au potențialul de a le prelungi perioada de valabilitate, păstrând în același timp calitatea lor nutrițională.

Cu toate acestea, sunt necesare studii suplimentare privind dezvoltarea microorganismelor precum și mecanismele fiziologice care contribuie la păstrarea calității în legătură cu aceste tratamente combinate. De asemenea, sunt necesare mai multe cercetări pentru a exploata avantajele practice de protecție oferite de aceste noi tehnologii pentru o varietate de fructe și legume, prin înțelegerea fiziologiei lor și reducerea la minimum a efectelor secundare nedorite.

Realizarea de cercetări avansate privind acoperirea fructelor cu diferite materiale de acoperire sau diferite combinații de filme comestibile care să încorporeze combinații de ingrediente active/funcționale (aditivi, agenți antimicrobieni), determinarea grosimii și proprietăților de barieră ale filmelor/acoperirilor, a siguranței alimentare a produselor acoperite, ar putea fi domenii de cercetare alternative pentru îmbunătățirea efectului de acoperire a

fructelor și legumelor proaspete și proaspăt tăiate. De asemenea, cercetările viitoare trebuie să vizeze determinarea efectele aditive, antagoniste sau sinergice ale tratamentelor cu agenți antimicrobieni, agenți antibrunificare, iradiere și acoperiri comestibile atunci când acestea sunt utilizate în combinație.

## CAPITOLUL 13

### DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR EFECTUATE PE TEMATICA TEZEI DE DOCTORAT

#### Articole/studii publicate în reviste cotate ISI

1. **Pleșoianu, A.M.**, Nour, V. 2022. Effect of Some Polysaccharide-Based Edible Coatings on Fresh White Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) Quality during Cold Storage. *Agriculture*, 12, 1491. <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/9/1491> (IF = 3.408), **JCR - Q1 (*Agronomy*)**
2. **Pleșoianu, A. M.**, Nour V. 2022. Pectin-Based Edible Coating Combined with Chemical Dips Containing Antimicrobials and Antibrowning Agents to Maintain Quality of Fresh-Cut Pears. *Horticulturae*, 8, 449. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050449> (IF = 2,923) **JCR - Q1 (*Horticulture*)**
3. Nour, V., **Pleșoianu, A. M.**, Ionica M.E. 2021. Effect of dip wash treatments with organic acids and acidic electrolyzed water combined with ultraviolet irradiation on quality of strawberry fruit during storage. *Bragantia*, 80, e1921, <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200440> (IF=1,179) (**JCR - Q2 (*Agricultural and Biological Sciences*)**)
4. **Pleșoianu, A. M.**, Nour, V., Tutulescu, F., Ionica M.E. 2021. Quality of fresh-cut apples as affected by dip wash treatments with organic acids and acidic electrolyzed water. *Food Science and Technology*, <https://doi.org/10.1590/fst.62620> (IF=1,718)
5. **Pleșoianu, A. M.**, Tutulescu, F., Nour, V. 2020. Postharvest antimicrobial treatments with organic acids to improve the shelf life of fresh blueberries. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(1), 90-101. <https://doi.org/10.15835/nbha48111828>

#### Articole/studii publicate în reviste ISI emerging

1. Ionică M., **Pleșoianu A.M.**, Nour V. 2022. Effect of Some Sanitizing Treatments on Strawberry Fruit Quality during Cold Storage. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 79(1), 51-60, <https://journals.usamvcluj.ro/index.php/fst/article/view/14411>

#### Articole/studii publicate în reviste indexate in baze de date internationale

##### BDI

1. **Pleșoianu A.M.**, Nour V., Tutulescu F. 2019. Effect of benzoic, sorbic and citric acid treatments on physicochemical and quality characteristics of peach fruits during cold storage. *Analele Universității din Craiova, seria Biologie, Horticultură, Tehnologia Prelucrării Produselor Agricole, Ingineria Mediului*, vol. XXIV (LX), 179-185. [https://horticultura.ucv.ro/horticultura/sites/default/files/horticultura/Reviste/Analele/2019/anale\\_2019\\_fh.pdf](https://horticultura.ucv.ro/horticultura/sites/default/files/horticultura/Reviste/Analele/2019/anale_2019_fh.pdf)
2. **Pleșoianu A.M.**, Tutulescu F., Nour V. 2019. The effect of certain preservative substances on the microorganisms found on the fruit surface. *Analele*



Universității din Craiova, seria Biologie, Horticultură, Tehnologia Prelucrării Produselor Agricole, Ingineria Mediului, vol. XXIV (LX), 173-178.

[https://horticultura.ucv.ro/horticultura/sites/default/files/horticultura/Reviste/Analele/2019/anale\\_2019\\_fh.pdf](https://horticultura.ucv.ro/horticultura/sites/default/files/horticultura/Reviste/Analele/2019/anale_2019_fh.pdf)

#### **Articole comunicate la sesiuni științifice internaționale**

1. **Pleșoianu A.M.**, Tutulescu F., Nour V. 2020. Quality of fresh-cut apples as affected by dipping in organic acids and acidic electrolyzed water. Scientific Conference of Doctoral Schools. SCDS-UDJG 2020, The 8th Edition, Galați, 18th-19th of June 2020.

2. **Pleșoianu A.M.**, Ionica M., Nour V. 2021. Effect of dip wash treatments with organic acids and acidic electrolyzed water combined with ultraviolet irradiation on the quality of strawberry fruit during storage. Scientific Conference of Doctoral Schools. SCDS-UDJG 2021, The 9th Edition, Galați, 10th-11th of June 2021.

3. **Pleșoianu A.M.**, Nour V. 2022. Pectin edible coating combined with chemical dips containing antimicrobials and antibrowning agents to maintain quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. Scientific Conference of Doctoral Schools. SCDS-UDJG 2022, The 10th Edition, Galați, 9th-10th of June 2022.

4. **Pleșoianu A.M.** Pectin edible coating combined with chemical dips containing antimicrobials and antibrowning agents to maintain quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. 88 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April 15-16, 2022, National University of Food Technologies, Ukraine, Kiev

5. **Pleșoianu A.M.**, Tutulescu F., Nour V. 2020. Postharvest antimicrobial treatments with organic acids to improve the shelf life of fresh blueberries. EuroMicroPH 1st Open Meeting, COST Action CA18113: Understanding and Exploitation of the Impacts of Low pH on Micro-organisms, 12<sup>th</sup>-14<sup>th</sup> February, 2020, Lisbon, Portugal

## BIBLIOGRAFIE

- [1]. Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solson, C., & Vinas, I. (2008). Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, 123(1-2), 121-129.
- [2]. Warriner, K., Ibrahim, F., Dickinson, M., Wright, C., & Waites, W. M. (2005). Seed decontamination as an intervention step for eliminating *Escherichia coli* on salad vegetables and herbs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13), 2307-2313.
- [3]. Allende, A., McEvoy, J. L., Luo, Y., Artes, F., & Wang, C. Y. (2006). Effectiveness of two-sided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelf-life of minimally processed 'Red Oak Leaf' lettuce. *Food Microbiology*, 23(3), 241-249.
- [4]. Ragaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F., & Debevere, J. (2004). Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference*, 15(3), 259-270.
- [5]. Su, L. J., & Arab, L. (2006). Salad and raw vegetable consumption and nutritional status in the adult US population: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(9), 1394-1404.
- [6]. Warriner, K. (2005). Pathogens in vegetables. In W. Jongen (Ed.), *Improving the safety of fresh fruit and vegetables* (pp. 3-43). Cambridge Woodhead Publishing limited and CRC Press.
- [7]. Fröder, H., Martins, C. G., de Souza, K. L. O., Landgraf, M., Franco, B., & Destro, M. T. (2007). Minimally processed vegetable salads: Microbial quality evaluation. *Journal of Food Protection*, 70(5), 1277-1280.
- [8]. Scolari, G., & Vescovo, M. (2004). Microbial antagonism of *Lactobacillus casei* added to fresh vegetables. *Italian Journal of Food Science*, 16(4), 465-475.
- [9]. Tournas, V. H. (2005). Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables, and sprouts. *International Journal of Food Microbiology*, 99(1), 71-77.
- [10]. Allende, A., Tomás-Barberán, F. A., & Gil, M. I. (2006). Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 17(9), 513-519.
- [11]. Cliffe-Byrnes, V., & O'Beirne, D. (2002). Effects of chlorine treatment and packaging on the quality and shelf-life of modified atmosphere (MA) packaged coleslaw mix. 7th Karlsruhe Nutrition Congress on Food Safety (pp. 707-716). Germany Elsevier Sci Ltd.
- [12]. Little, C. L., & Gillespie, I. A. (2008). Prepared salads and public health. *Journal of Applied Microbiology*, 105(6), 1729-1743.
- [13]. Buta, J. G., Moline, H. E., Spaulding, D. W., & Wang, C. Y. (1999). Extending storage life of fresh-cut apples using natural products and their derivatives. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 1-6.
- [14]. Dong, X., Wrolstad, R. E., & Sugar, D. (2000). Extending shelf life of fresh-cut pears. *J. Food Sci.*, 65, 181-186.
- [15]. Soliva-Fortuny, R. C., Oms-Oliu, G., & Martín-Belloso, O. (2002). Effects of ripeness stages on the storage atmosphere, color, and textural properties of minimally processed apple slices. *J. Food Sci.*, 67, 1958-1963.
- [16]. Oms-Oliu, G., Aguiló-Aguayo, I., Martín-Belloso, & O. (2006). Inhibition of browning on fresh-cut pear wedges by natural compounds. *J. Food Sci.*, 71, S216-S224.
- [17]. Rojas-Graü, M. A., Sobrino-Lopez, A., Tapia, M. S., & Martín-Belloso, O. (2006). Browning inhibition in fresh-cut 'Fuji' apple slices by natural anti-browning agents. *J. Food Sci.*, 71, S59-S65.

- [18]. Son, S. M., Moon, K. D., & Lee, C. Y. (2001). Inhibitory effects of various anti-browning agents on apple slices. *Food Chem.*, 73, 23-30.
- [19]. Luo, Y., & Barbosa-Cánovas, G. V. (1997). Enzymatic browning and its inhibition in new apple cultivars slices using 4-hexylresorcinol in combination with ascorbic acid. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 3, 195-201.
- [20]. Dhall, R. K. (2013). Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 435-450.
- [21]. Yousuf, B., Qadria, O. S., & Srivastava, A. K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *Food Science and Technology*, 89, 198-209.
- [22]. Misra, R., & Kar, A. (2014). Effect of storage on the physicochemical and flavour attributes of two cultivars of strawberry cultivated in Northern India. *Sci. World J.*, 794-926.
- [23]. González-Aguilar, G., Ayala-Zavala, J. F., Olivas, G. I., De La Rosa, L. A., Alvarez-Parrilla, E. (2010). Preserving quality of fresh-cut products using safe technologies. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5, 65-72.
- [24]. Gayán, E., Condon, S., & Álvarez, I. (2014). Biological aspects in food preservation by ultraviolet light: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 1-20.
- [25]. Fernandez, A., Shearer, N., Wilson, D. R., & Thompson, A. (2012). Effect of microbial loading on the efficiency of cold atmospheric gas plasma inactivation of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *International Journal of Food Microbiology*, 152, 175-180.
- [26]. Franssen, L. R., & Krochta, J. M. (2003). Edible coatings containing natural antimicrobials for processed foods. S. Roller, *Natural antimicrobials for minimal processing of foods*, 250-262.
- [27]. Khan, M. K. I., Cakmak, H., Tavman, S., Schutyser, M., & Schroen, K. (2013). Antibrowning and barrier properties of edible coatings prepared with electrospraying. *Innovative Food Science and Emerging Technology*, 25, 9-13.
- [28]. Pandey, S. K., & Goswami, T. K. (2012). Modelling perforated mediated modified atmospheric packaging of capsicum. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 47, 556-563.
- [29]. Kader, A. A. (1986). Biochemical and physiological basis for effects of controlled atmospheres. *Food Technol.*, 40, 99-104.
- [30]. Waghmare, R. B., Mahajan, P. V., Annature, U. S. (2013). Modelling the effect of time and temperature on respiration rate of selected fresh-cut produce. *Postharvest Biol. Technol.* 80, 25-30.
- [31]. Fasihnia, S. H., Peighambaroust, S. H., Peighambaroust, S. J., & Oromiehie, A. (2018). Development of novel active polypropylene based packaging films containing different concentrations of sorbic acid. *Food Packaging and Shelf Life*, 18, 87-94.
- [32]. Barzegar, H., Azizi, M. H., Barzegar, M., & Hamidi-Esfahani, Z. (2014). Effect of potassium sorbate on antimicrobial and physical properties of starch-clay nanocomposite films. *Carbohydrate Polymers*, 110, 26-31.
- [33]. Haghighi-Manesh, S., & Azizi, M. H. (2017). Active packaging systems with emphasis on its applications in dairy products. *Journal of Food Process Engineering*.
- [34]. Han, J. H. (2000). Antimicrobial food packaging. *Food Technology*, 54, 56-65.
- [35]. Persico, P., Ambrogi, V., Carfagna, C., Cerruti, P., Ferrocino, I., & Mauriello, G. (2009). Nanocomposite polymer films containing carvacrol for antimicrobial active packaging. *Polymer Engineering and Science*, 49, 1447-1455.
- [36]. Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K., & Bigger, S. W. (2003). Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. *Journal of Food Science*, 68, 408-420.

Axa prioritară 6- Educație și competențe

**Titlul proiectului: „Program pentru creșterea performanței și inovării în cercetarea doctorală și postdoctorală de excelență - PROINVENT”**

Contract nr: 62487/03.06.2022 POCU/993/6/13 - Cod SMIS: 153299

Punctele de vedere exprimate în lucrare aparțin autorului și nu angajează Comisia Europeană și Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați, beneficiara proiectului.