

STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF CARDBOARD PACKAGING FOR REFRIGERATED AND FROZEN FOODS

TETELEA Cristina,

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Tehnologii și Sisteme Poligrafice,
Anul de studii: 2, e-mail: christhinadaria@yahoo.com

Conducător științific: Prof. dr. ing. **Miron ZAPCIU**

ABSTRACT: The paper highlights that frozen foods, through their specific characteristics, require from the design stage of the packaging a rigorous study of all materials involved, and their interactions, for the subsequent maintenance of the refrigeration chain. The development of green and environmentally friendly cardboard, with moisture-resistant agents such as polylactic acid and soy protein membrane, as well as the ecological progress of moisture-resistant coatings, must become a priority.

CUVINTE CHEIE: lanț frigorific, ambalaj carton, congelare, aliment.

1. Introducere

Ambalajele realizate exclusiv din hârtie și carton, deși sunt aprobate pentru contactul direct cu multe produse alimentare, sunt permeabile la apă, vapori de apă, soluții apoase și emulsii, solvenți organici, substanțe grase (cu excepția hârtiei rezistente la grăsimi), gaze, cum ar fi oxigenul, dioxid de carbon și azot, substanțe chimice agresive, arome și arome volatile [1].

Cu toate acestea, pe scară largă, hârtia și cartonul pot dobândi proprietăți de barieră și performanțe funcționale extinse, prin acoperire și laminare cu materiale plastice, fiind astfel competitive și pe piața alimentelor congelate.

Totuși ambalajul trebuie să aibă și funcția de protecție pasivă. Protecția mediului la nivel global și presiunile de economisire a resurselor (problemele de mediu devin din ce în ce mai importante pentru consumator) trebuie să ducă la dezvoltarea unor ambalaje ușor reutilizabile, reciclabile sau ecologice [2].

2. Metodă de conservare a alimentelor: congelarea

Congelarea are ca scop conservarea alimentelor perisabile, pentru a încetini creșterea și activitatea microorganismelor din alimente, întârziind reacțiile chimice și prevenind acțiunea enzimelor.

Procesul tehnologic de conservare prin congelare a unui produs poate cuprinde următoarele faze:

- tratamentul sau tratamentele preliminare,
- congelarea propriu-zis,
- ambalarea,
- depozitarea în stare congelată,
- transportul,
- decongelarea, pastrarea de scurtă durată în stare decongelată până la consum sau utilizare într-un proces de fabricație.

În cazul în care produsul nu este supus congelării în faza “caldă”, atunci refrigerarea poate fi privită ca un tratament preliminar [3].

Rata de congelare a alimentelor depinde de o serie de factori, cum ar fi temperatura și metoda de congelare, circulația aerului, dimensiunea și forma ambalajului, tipul de alimente. Formarea cristalelor de gheață este maximă între 0 °C și -5 °C și are loc în principal în lichidul dintre celule. Pe măsură ce gheața crește între celule, concentrația sărurilor din lichidul neînghețat crește pentru a o depăși pe cea din celulă, iar osmoza are loc cu pierderea de fluid. Cu cât rata de îngheț este mai lentă, cu atât pierderea de lichid este mai mare, ceea ce poate provoca distorsiuni celulare și o modificare a comportamentului enzimei. Acest lucru poate duce la modificări ale texturii și aromelor.

În condiții de înghețare rapidă, căldura este îndepărtată atât de repede, încât nu există timp pentru ca apa din celula internă să se transfere în afara celulei și se formează gheață în celulă. Chiar dacă țesuturile pot avea aceleași dimensiuni, acestea vor îngheța diferit din cauza caracteristicilor diferite de formare a gheții ale

fluidului din și între celule. Pe de altă parte, o rată de îngheț prea mare poate provoca tensiuni dimensionale care duc la dezintegrarea produselor sensibile [4, 5].

Lanțul frigorific ("cold chain") constă dintr-o serie de companii angajate în fabricarea, transportul, depozitarea, vânzarea cu amănuntul și servirea alimentelor proaspete, refrigerate și congelate. Eficacitatea lanțului frigorific în menținerea siguranței, termenului de valabilitate și a calității alimentelor se bazează pe controlul temperaturii produsului în fiecare etapă. Depozitarea, transportul și desfacerea produselor trebuie să se facă la temperaturi mai mici de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, fara variații importante ale acestora, iar fiecare produs congelat rapid, pus în vânzare, va avea ambalaj individual inert față de conținut, rezistent din punct de vedere mecanic și impermeabil. Respectarea acestor condiții asigură o calitate superioară produselor congelate rapid, garantate din punct de vedere sanitar și comercial [6].

3. Protecția ambalajului pentru un aliment congelat

Pentru a menține alimentele congelate în stare perfectă în timpul depozitării și distribuției, ambalajul trebuie să ofere protecție împotriva următoarelor:

- deshidratarea cauzată de vaporii de umezeală care se scurg prin pereții sau garniturile ambalajului; această pierdere de umiditate deshidratează suprafețele alimentelor congelate și provoacă deshidratare (arsură la congelare); stratul de suprafață deshidratat poate fi foarte subțire, dar poate afecta aspectul și vandabilitatea finală a produsului;
- oxidarea favorizată de enzime care nu au fost eliminate prin albire, poate fi cauzată dacă aerul pătrunde în ambalaj;
- lumina accelerează oxidarea, în special în alimentele cu un conținut ridicat de grăsimi;
- absorbția mirosurilor din aer este puțin probabil să apară în timp ce alimentele preambalate rămân congelate;
- daunele fizice pot fi cauzate de comprimare în timpul depozitării și transportului; pot apărea alte daune ale straturilor inferioare ale pachetelor dacă ambalajele exterioare sunt aruncate pe o suprafață dură [2, 7].

4. Criterii în alegerea ambalajului pentru un aliment congelat

Un ambalaj trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- greutatea articolului, cât și sarcina externă aplicată ambalajului;
- condițiile de depozitare: ambientale, înălțimea stivei.
- durata depozitării;
- tipul de manipulare;
- condiții de utilizare (rezistența la umiditate);
- dimensiunea produsului, determinând dimensiunile critice ale cutiei;
- maximizarea eficienței paletului prin utilizarea spațiului disponibil;
- dimensiune și tip de închidere: acuratețea dimensiunilor afectează performanța mașinii de ambalat;
- dacă necesită proprietăți de protecție: pentru umezeală, miros, etc.; vaporii pot intra / ieși prin zonele biguite sau pe la punctele de îmbinare / lipire ale cutiei; protecția împotriva vaporilor de umiditate se realizează în general prin ceruirea cartonului și se măsoară în funcție de rata de transfer a vaporilor de apă (WVTR) rezultată măsurată în $\text{g}/\text{m}^2/\text{zi}$ [8].

5. Compoziția și structura hârtiei /cartonului

Hârtia și cartonul sunt materiale în straturi, formate din rețele întreșute de fibre de celuloză. Aceste materiale sunt imprimabile și au proprietăți fizice care le permit să fie transformate în ambalaje flexibile și rigide prin tăiere, pliere, pliere, formare, lipire etc. [8bis].

Există multe tipuri diferite de hârtie și carton. Ele variază în aspect, rezistență și multe alte proprietăți, în funcție de tipul (tipurile) și cantitatea de fibre utilizate și modul în care fibrele sunt procesate în fabricarea hârtiei și a cartonului. Direcția fibrei (fig. 1) este cunoscută sub numele de direcția mașinii MD, în timp ce direcția transversală este direcția hârtiei în unghi drept față de direcția mașinii CD.

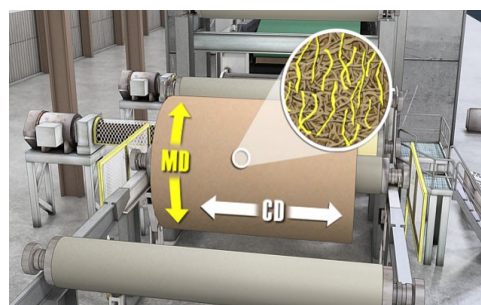


Fig. 1. Orientarea fibrei la carton [9]

5. Filme de acoperire a cartoanelor. Caracteristici de barieră

Ambalajele din hârtie și carton sunt utilizate pe o gamă largă de temperaturi, de la depozitarea alimentelor congelate până la temperaturile ridicate ale apei clocotite și încălzirii în cuptoarele cu microunde și cuptoarele convenționale cu radiație. Hârtia și cartonul pot dobândi proprietăți de barieră și performanțe funcționale extinse, cum ar fi etanșabilitatea la căldură pentru ambalarea lichidă etanșă, prin acoperire și laminare cu materiale plastice, cum ar fi polietilena (PE), polipropilena (PP), polietilen tereftalat (PET sau PETE) și alcool etilen vinilic (EVOH) și cu folie de aluminiu, ceară și alte tratamente [10]. Toate materialele plastice oferă proprietăți bune de barieră (Tabel 1) și siguranță chiar și în ambalajele monostrat: acestea sunt denumite materiale structurale. Polimerii barieră sunt utilizați pentru alimentele care sunt extrem de sensibile la oxidare, lumină sau pierdere de aromă, care sunt utilizate în ambalaje multistrat împreună cu materiale structurale [11].

Tabelul 1.

Polimer	Proprietăți		
	Permeabilitate		Rezistență
	Vapori apă	Oxigen	
Principalii polimeri structurali:			
Polietilena cu densitate scăzută (LDPE)	10	7,000	UV, acizi și baze neoxidante, solvenți polari
Polietilena cu densitate crescută (HDPE)	5	2,100	Șoc mecanic, sterilizare
Polipropilena (PP)	6 - 10	1,800 – 3,600	Stres mecanic și termic (cuptor cu microunde, sterilizare), soluții apoase minerale, acizi diluați și alcalii
Clorura de polivinil (PVC)	35	120	Produse chimice, grăsimi
Polistiren (PS)	140	4,000	Acizi diluați, soluții apoase și alcoolice
Polietilena Tereftalat (PET)	32	65	Șocuri mecanice, esteri, aromatice, alcooli, grăsimi, acizi și alcali diluați, oxidare, lumină
Poliamide (PA)	50 - 170	3 - 50	Produse chimice
Principalii polimeri de barieră:			
Alcool etilen vinilic (EVOH)	22 - 60	0,1 – 1,4	Umezeala
Clorură de poliviniliden (PVDC)	0,5 - 3	0,6 - 10	Căldură
Poliacrilonitril (PAN)	95	12	

6. Posibilități de determinare a caracteristicilor de barieră a materialelor ambalajelor

6.1. Test pentru determinarea ratei de transmitere a vaporilor de apă (WVTR - Water Vapour transmission rate)

Permeabilitatea vaporilor de apă este o măsură a trecerii vaporilor de apă printr-o membrană. Este rata de transmitere a vaporilor de apă per unitatea de suprafață per unitatea de presiune de vapori diferențială în condiții de testare. Este, de asemenea, cunoscut sub numele de rata de transmitere a vaporilor de apă (WVTR) sau rata de transmitere a vaporilor de umiditate (MVTR) [12].

Prin studierea diferitelor metode de testare a ratei de transmitere a vaporilor de apă, s-au produs multe instrumente de testare a permeabilității vaporilor de apă pe baza standardelor ASTM E96 / GB 1037 (metoda gravimetrică), ISO 15106-2 / ASTM F1249 (metoda senzorului în infraroșu), ISO 15106-3 (metoda senzorului electrolic) și ISO 15106-1 / ASTM E 398 (metoda senzorului de umiditate) [13].

Metoda gravimetrică se bazează de fapt pe metoda cupei, care constă în:

Se pregătesc două cupe (fig. 2): una este plină cu apă (cupa umedă), cealaltă este plină cu un desicant (cupa uscată). Un eșantion este plasat peste partea de sus a fiecărei cupe și sigilat. Cele două cupe sunt cântărite și apoi plasate într-o cameră de testare, care este menținută la un nivel constant de umiditate și la o temperatură constantă. Periodic, cele două cupe sunt scoase și cântărite. Se induce o diferență de presiune a vaporilor pe întreg materialul pentru a vedea cum se comportă. Interiorul cupei umede este aproape de 100 % umiditate relativă (o presiune de vapori mai mare decât camera), iar interiorul cupei uscate este aproape de 0% (o presiune de vapori mai mică decât camera). Cupa umedă va pierde vapori de apă, iar cupa uscată va câștiga vapori de apă. Cântăririle periodice monitorizează rata la care se întâmplă acest lucru și asta este ceea ce definește permeabilitatea. Doar unul dintre cele două ansambluri transportă vaporii mai repede, cu cât devine mai umed.

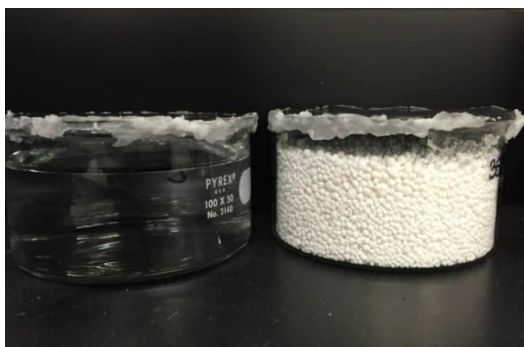


Fig. 2. Cupa umedă și cupa uscată



Fig. 3. W3/031



Fig.4. C230H



Fig. 5. C830

Instrumentul este W3/031 Water Vapor Transmission Rate Tester (fig. 3), echipat cu trei feluri de cupe individuale de testare și procesul de testare este complet automat și în conformitate cu standardele internaționale [14, 20].

6.2. C230H - Sistem de testare a vitezei de transmisie a oxigenului (fig. 4)

Proiectat și fabricat pe baza metodei senzorialului coulometric (metoda presiunii egale) și este conform ASTM D3985. Acest instrument poate fi utilizat pentru a măsura rata de transmisie a oxigenului materialelor cu barieră, cu precizie ridicată și eficiență ridicată. Instrumentul poate regla și controla cu precizie temperatura, umiditatea și debitul, garantând o sensibilitate ridicată și o repetabilitate excelentă a rezultatelor testelor. C230H se aplică la determinarea permeabilității oxigenului a filmelor din plastic, a colilor de hârtie și a altor materiale de ambalare utilizate în industria alimentară, farmaceutică, etc. [21].

6.3. C830 pentru determinarea migrării

Tester automat (fig. 5) extrem de integrat, de înaltă eficiență și automat, care poate fi utilizat pe scară largă pentru determinarea migrării diferitelor materiale nevolatile, din ambalaje către produse alimentare sau farmaceutice [16].

6.4. Studiu de caz - investigarea efectelor diferitelor ambalaje alternative asupra duratei de valabilitate a înghețatei depozitate în diferite condiții

Produsele de înghețată sunt deosebit de sensibile la căldură, prezentând risc de scăderea a calității lor, la temperaturi de depozitare fluctuante sau ridicate de peste $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (de preferință, trebuie depozitate între $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ și $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$). Textura netedă a înghețatei apare în parte datorită prezenței unor mici cristale de gheață formate atunci când produsul este înghețat rapid și, în parte, datorită unei emulsii alcătuite din lapte, zahăr, apă și grăsimi lactate. Dacă temperatura înghețatei crește peste $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$: dimensiunea cristalelor de gheață crește, iar emulsia se descompune, separându-se în două straturi, grăsime și apă. Netezimea produsului se pierde, creând o textură înghețată, granulată, stratificată în loc de una netedă. Aceste modificări se numesc „șoc termic” și sunt permanente: readucerea la temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ sau mai mici nu anulează daunele. Pentru acest motiv înghețata trebuie să fie manipulată și depozitată în strictă conformitate cu instrucțiunile și specificațiile producătorului.

S-au testat mai multe tipuri de ambalaje și s-au obținut următoarele rezultate:

6.4.1. Permeabilitatea materialelor de ambalare (tabelul 2)

Cartonul hidrofug WR avea cea mai mare permeabilitate a vaporilor de apă, chiar și la $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ era foarte mare. Permeabilitatea altor cartoane era normală pentru acest tip de produs. Scăderea temperaturii a avut cel mai mare efect asupra permeabilității cartonului laminat termofuzibil [15, 17].

Tabelul 2.

Permeabilitățile vaporilor de apă ale tipurilor de carton testate		
Carton solid	Permeabilitatea vaporilor de apă (mg/dm ² /24h)	
	+23 °C (rezistența la umiditate 50%)	-20 °C
cu acoperire termofuzibilă	98	11
cu acoperire LDPE	57	23
cu acoperire Latex	210	38
cu acoperire WR	4820	820

6.4.2. Calitatea senzorială

Temperatura de depozitare a avut un efect atât de mare asupra calității înghețatei, încât chiar și în cutia de polistiren care a arătat cea mai bună protecție în aceste experimente, atunci când a fost depozitată la -18 °C, calitatea era deja aproape de limita acceptabilității (54 puncte, limita de acceptabilitate 40 de puncte) după doar 30 de săptămâni (tabelul 3). În schimb, calitatea eșantionului de referință stocat la -25 °C – -27 °C a fost destul de bună după o depozitare de 30 de săptămâni (puncte 77 în total, maxim 100) [15].

Tabelul 3

Efectul pachetului asupra termenului de valabilitate al înghețatei depozitate în vitrine închise pentru alimente congelate la trei temperaturi diferite							
	Termen valabilitate (săptămâni)						
	I				II		
	-12 °C	-15 °C	-18 °C		-12 °C	-15 °C	-18 °C
Ambalaje din carton:							
cu acoperire termofuzibilă	0-1	0-1	2-4		3-4	2-3	11-15
cu acoperire LDPE	0-1	0-1	4-5		3-4	3-4	7-10
cu acoperire Latex	0-1	0-1	4-5		3-4	3-4	7-10
cu acoperire WR	0-1	0-1	2-4		2-3	2-3	4-7
Ambalaje din plastic:							
PS	< 3	< 3	< 4		3-4	3-4	11-15
HDPE	< 2	< 2	< 4		2-3	2-3	< 11
Referința (-25 °C)	19				> 30		
I = durata de valabilitate referitoare la primul grad al calității;				II = durata de valabilitate referitoare la al doilea grad al calității			

Tabel 4a.**Tabel 4b.**

Efectul ambalajului asupra termenului de valabilitate al înghețatei în al treilea grad al calității, în vitrine închise pentru alimente congelate				Efectul ambalajului pe durata de valabilitate a înghețatei depozitate în stratul superior al unei vitrine deschise la o temperatură stabilită de -15 °C			
	Termen valabilitate (săptămâni)				Termen valabilitate (săptămâni)		
	-12 °C	-15 °C	-18 °C		I	II	III
Ambalaje din carton:				Ambalaje din carton:			
cu acoperire termofuzibilă	8-10	11-16	22	cu acoperire LDPE	< 2	4	10
cu acoperire LDPE	6-8	11-16	13-17	cu acoperire folie Al	< 2	6	16-18
cu acoperire Latex	6-8	7-10	22	I = durata de valabilitate referitoare la primul grad al calității; II = durata de valabilitate referitoare la al doilea grad al calității; III = durata de valabilitate referitoare la al treilea grad al calității			
cu acoperire WR	3-4	4-5	8-10				
Ambalaje din plastic:							
PS	16	22-26	> 30				
HDPE	16	19	22-36				

La -18 °C ambalajul a avut o importanță asupra duratei de depozitare, atunci când calitatea era în clasa a doua. La această temperatură, printre pachetele de carton, cutia de carton acoperită prin hot-melt, a fost cea mai bună pentru calitate, iar pachetele din plastic au fost comparabile cu cutia de carton hot-melt (tabelul 4a).

În ceea ce privește durata de valabilitate a înghețatei în clasa a treia de calitate, încă acceptabile, s-au observat diferențe semnificative în termenele de valabilitate în ambalaje diferite chiar la -12 °C (tabelul 4b). Cel mai bun pachet pentru calitatea înghețatei în aceste condiții a fost cutia din polistiren.

Pe baza analizelor de regresie, cutia de polistiren a demonstrat cea mai bună protecție a calității, diferența fiind destul de semnificativă sau semnificativă în comparație cu ambalajele din carton. La -18 °C calitatea s-a deteriorat semnificativ mai repede în cutia de carton WR decât în alte pachete. De asemenea, la temperaturi mai ridicate calitatea înghețatei ambalate în cutia de carton WR s-a deteriorat clar mai repede decât în celelalte pachete de carton, dar nu mult mai rapid. Totuși, pachetele de plastic testate au protejat calitatea și la -12 °C destul de semnificativ mai bine decât cutia de carton WR. Eșantionul de referință stocat la -25 °C – -27 °C și-a păstrat calitatea foarte semnificativ, mai bine decât toate eșantioanele stocate la -12 °C – -18 °C.

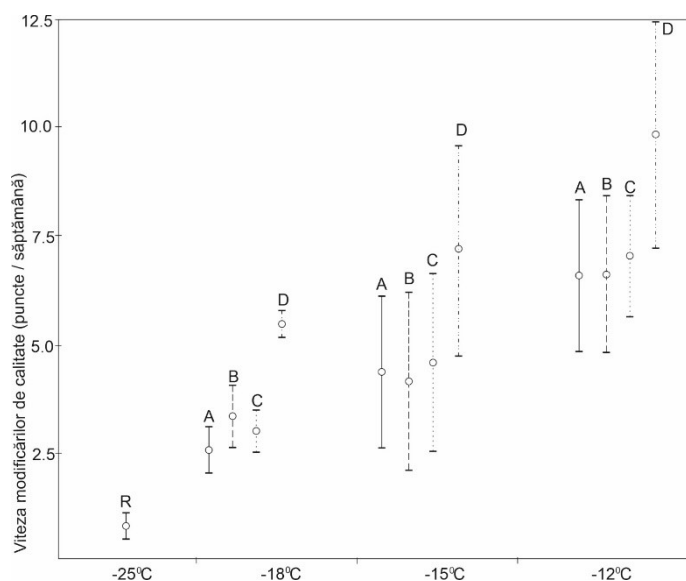


Fig. 6. Efectul diferitelor ambalaje de carton asupra ratei de schimbare a calității înghețatei depozitate în vitrinele cu alimente congelate la trei temperaturi diferite :

liniile verticale = intervalul de încredere al ratei (95% probabilitate),
 R = probă de referință,
 A = acoperire cu termofuziune,
 B = acoperire LDPE,
 C = acoperire latex i,
 D = cutie de carton acoperită WR.

Modificările de calitate care au apărut în probele de înghețată au fost în natura lor diferite, pentru diferite ambalaje. Cu toate acestea, aspectul și topirea au suferit mai repede la toate temperaturile testate și în toate ambalajele decât textura și gustul. Înghețata ambalată în cutii de carton acoperite cu latex și WR a avut deja după depozitare de 1-2 săptămâni a gust puternic al cartonului, mai ales la -12 °C. De asemenea, cutia de carton acoperită cu LDPE a provocat la această temperatură un gust ușor de carton, dar numai la sfârșitul depozitării.

Înghețata ambalată în ambalajele din carton laminat termofuzibil și folie de aluminiu și în ambalajele din plastic nu a avut gustul cauzat de ambalaj.

Defectele de calitate ale înghețatei depozitate la -12 °C au diferit de cele ale înghețatei depozitate la -18 °C. Textura înghețatei depozitate la -12 °C a fost înghețată, iar aspectul cu cocoloase. Textura înghețatei depozitate la -18 °C era aluată, dură, groasă și grasă, deși la sfârșitul depozitării textura era oarecum înghețată. Potrivit, de asemenea la examinările la microscop, textura înghețatei depozitate la -12 °C a fost nisipoasă și înghețată după 2 săptămâni de stocare (diametrul cristalelor $\geq 50-60 \mu\text{m}$), în timp ce la -18 °C cristalele au început să crească semnificativ numai după 8 săptămâni de depozitare. Cu toate acestea, înghețata ambalată în pachetul de carton WR a fost nisipoasă și înghețată înainte de expirarea celor 8 săptămâni de depozitare. Textura înghețatei ambalate în ambalaje din plastic era, de asemenea, dură, grasă și groasă. Doar în ultima parte a depozitului textura era puțin cristalină. Aspectul era cu cocoloase, iar culoarea puțin galbenă.

Conservarea gustului a fost cea mai lungă în ambalajele din plastic. În ultima parte a depozitării, gustul din ambalajele din plastic a fost considerat apos, în timp ce în ambalajele din carton defectele de gust au fost în primul rând gustul de vechi și gustul cauzat de carton. Această diferență ar fi putut fi cauzată de evaporarea mai mare a apei din pachetele de carton.

Temperatura fluctuantă în vitrina deschisă a marcat efectul asupra creșterii cristalelor. Textura înghețatei depozitate în vitrina deschisă la -15 °C a fost nisipoasă și înghețată înainte ca depozitarea să fi continuat timp de 3 săptămâni, în timp ce în vitrinele închise pentru alimente congelate la -15 °C textura a fost nisipoasă după 8 săptămâni. Tipul ambalajului a avut doar un efect redus asupra prevenirii creșterii cristalelor în înghețata depozitată în vitrina deschisă.

6.4.4. Pierderi în greutate în pachetele de carton

Pierderile în greutate ale pachetelor de carton în timpul depozitării au fost determinate la sfârșitul depozitării prin cântărirea a cinci pachete din fiecare probă. Pierderile au fost semnificativ dependente de temperatura de depozitare. La -18 °C, pierderile în greutate la trei ambalaje de carton au fost doar după 20 de săptămâni, la fel de mari ca pierderile în greutate la -12 °C după 11 săptămâni (tabelul 5). În cutia de carton WR, pierderile de greutate au fost semnificativ mai mari ca urmare a permeabilității mai mari a vaporilor de apă a cartonului WR. Mai ales în ultima parte de depozitare, înghețata din acest ambalaj a fost prăbușită, uscată și cu o pojghiță pe ea. Cele mai mici pierderi de greutate s-au produs în cutia de carton acoperită cu LDPE, deși permeabilitatea la vapori de apă a cartonului acoperit cu LDPE nu a fost cea mai mică. Scăderea în greutate este, de asemenea, influențată în mod evident de etanșeitate, de posibilele fracturi ale cutelor și de factori similari [15].

În cele trei pachete de carton menționate ultima dată, evaporarea apei a provocat în primul rând uscarea colțurilor, deși chiar la sfârșitul depozitării s-a putut observa și formarea pojghiței. Pierderile în greutate ale pachetelor depozitate în stratul superior al unei vitrine deschise au fost mici (tabelul 5).

Tabelul 5

Pierderi în greutate ale diferitelor ambalaje din carton, de înghețată, depozitate în vitrine închise pentru alimente congelate și în stratul superior al unei vitrine deschise				
Ambalaje din carton:	Pierdere în greutate (%)			În vitrină deschisă*
	În vitrină închisă			
	-12 °C*	-15 °C**	-18 °C***	
cu acoperire termofuzibilă	2.7	2.8	2.8	
cu acoperire LDPE	0.7	1.0	0.8	1.7
cu acoperire Latex	2.2	2.2	2.5	
cu acoperire WR	12.7	11.2	19.1	
lamine cu folie din Al				0.8
* După 11 săptămâni	** După 16 săptămâni			*** După 20 săptămâni

Concluziile studiului arata ca deși temperatura de depozitare are un efect mai mare asupra duratei de valabilitate a înghețatei decât ambalajul, iar înghețata nu poate fi păstrată mult timp la temperaturi peste -25 °C, ambalajul are o influență semnificativă, în special în condițiile de temperatură și condiții de vânzare cu amănuntul. Pe de altă parte, temperatura de depozitare a înghețatei în magazinele cu amănuntul ar trebui să fie cât mai scăzută posibil și fluctuația temperaturii cât mai mică posibil pentru a preveni, printre altele, creșterea cristalelor și pentru a garanta menținerea calității cât mai bine cât mai mult timp posibil.

La temperaturile de vânzare cu amănuntul, niciun ambalaj testat în acest studiu nu poate menține înghețata în primul grad de calitate mai mult de 4 săptămâni, chiar dacă temperatura nu ar fluctua. În vitrinele deschise durata de valabilitate este încă scurtă. Atunci când sunt acceptate pierderi de calitate până la clasele a doua și a treia, durata de valabilitate la aceste temperaturi poate fi extinsă prin alegerea ambalajelor din plastic sigilate, unde durata de depozitare poate fi de 1,5 ori mai mare decât cea a celui mai avantajos ambalaj din carton laminat termofuzibil, testat în vitrine verticale întunecate. Dintre cele două ambalaje de carton testate în vitrina deschisă, pachetul laminat din folie de aluminiu este în mod clar mai bun pentru calitatea înghețatei decât pachetul acoperit cu LDPE. Este probabil ca și în pachetele de carton bine acoperite durata de valabilitate să fie la fel de lungă ca și în pachetele de plastic dacă închiderea pachetului ar fi strânsă. În acest studiu, capetele pachetelor de carton au fost doar pliate, dar nu sigilate termic, urmând practica convențională în ambalarea înghețatei.

În plus, acoperirea materialului din carton trebuie să fie suficient de impermeabil pentru a împiedica migrația oricărei arome din carton către înghețată [16 bis]. Conform acestui studiu, acoperirea cu LDPE și a cartonului laminat termofuzibil sunt adecvate în acest sens pentru ambalajele de carton de înghețată. Acoperirea trebuie să fie, de asemenea, atât de impermeabilă încât permeabilitatea vaporilor de apă să fie foarte mică. Se pare că o permeabilitate sub 100 mg / dm² / 24 ore, la temperatura a camerei este suficientă pentru a preveni pierderile semnificative de greutate și uscarea înghețatei.

7. Concluzie

Odată cu creșterea rapidă a consumului de alimente congelate, cantitatea de carton rezistent la umiditate va crește, de asemenea, în curând. Dezvoltarea cartonului verde și ecologic, cu agenți rezistenți la umiditate, cum ar fi acidul polilactic și membrana proteinei din soia, precum și progresul ecologic al acoperirilor rezistente la umezeală, trebuie să devină o prioritate. Sunt necesare cercetări ample privind dezvoltarea de noi materiale de acoperire, metode de formare a acoperirii, metode de îmbunătățire a proprietăților de acoperire și aplicații potențiale [18]. Mai mult, filmele și acoperirile pe bază de biopolimeri pot acționa ca vehicule eficiente pentru încorporarea diferiților aditivi, inclusiv antimicrobieni, antioxidanți, agenți de colorare și substanțe nutritive. Filmele și învelișurile din biopolimeri pot servi, de asemenea, ca bariere de gaz și solut și pot completa alte tipuri de ambalaje prin minimizarea deteriorării calității alimentelor și prelungirea duratei de valabilitate a alimentelor [19].

8. Bibliografie

- [1]. Paine, F. (2011), *A Handbook of Food Packaging*, Springer Science Business Media, Dordrecht, ISBN 978-1-4613-6214-2.
- [2]. Rahman, S. (2007), *Handbook of Food Preservation*, CRC Press, London, ISBN 978-1-57444-606-7.
- [3]. Da-Wen, S. (2012), *Handbook of Frozen Food Processing and Packaging*, CRC Press, London, ISBN 978-1-4398-3605-7.
- [4]. Han, C. și Zhao, Y. (2004), “Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries”, volume 33, 67-78, Oregon.
- [5]. “Congelarea – ambalarea este esențială pentru păstrarea prospețimii”, <https://blog.liebherr.com/electrocasnice/ro/congelarea-ambalarea-este-esentiala-pentru-conservarea-prospetimii/>
- [6]. *** Australian Food & Grocery Council – Cold Chain Guidelines, User Guide, 2017.
- [7]. Irwin, T. (1998), *Food Storage stability*, CRC Press, London, ISBN 0-8493-2646-X.
- [8]. Jeantet, R. și Croguennec, T. și Schuck, P. (2016), *Handbook of Food Science and Technology 2*, ISTE Ltd., London, ISBN 978-1-84821-933-5.
- [8 bis]. Ek, M. și Gellerstadt, G. (2009), *Paper Products Physics and Technology*, De Gruyter, Stockholm, ISBN 978-3-11-021345-4.
- [9]. Ek, M. și Gellerstadt, G. (2009), *Pulp and Paper Chemistry and Technology*, De Gruyter, Stockholm, ISBN 978-3-11-021345-3.
- [10]. Robertson, G. (2010), *Food Packaging and Shelf Life*, CRC Press, London, ISBN 978-1-4200-7844-2.
- [11]. “Exploring The Different Types Of Frozen Food Packaging”, Industrial Packaging, <https://www.industrialpackaging.com/blog/different-types-frozen-food-packaging>
- [12]. *** GWP – Liquiguard, User Guide, 2011.
- [13]. Kirwan, M. (2011), “Paper and Paperboard Packaging”, Food and Beverage Packaging Technology, London.
- [14]. Iizuka, S. și Murata, K. (2016), “Development of a simple cup method for water vapor transmission rate measurements under high-temperature conditions”, ICEP, Saitama.
- [15]. Ahvenainen, R. și Malkki, Y. (1985), “Influence of packaging on the shelf life of frozen foods. III. Ice cream”, Journal of Food Technology, Technical Research Centre of Finland, Espoo.
- [16]. “Ambalaje carton alimentar”, Smarts, <https://ambalajecarton-bucuresti.ro/ambalaje-carton-alimentar.html>
- [16 bis]. Robertson, G. (2013), *Food Packaging Principles and Practice*, CRC Press, London, ISBN 978-1-4398-6242-1.
- [17]. “Alimente congelate”, DS Smith, <https://www.dsmith.com/ro/packaging/piete/produse-alimentare-bauturi/alimente-congelate>
- [18]. Yusuf, M. și Zakaria, F. (2018), “Enterprise Systems in Print Production Workflow”, volume 22, ISSN 01265822.
- [19]. Ayoub, A. și Hameed, F. (2018), “Food Packaging Technology and its Emerging Trends”, volume 7 (10), 16-32, ISSN 2319-7706.
- [20]. Video 1 <https://www.youtube.com/watch?v=iwpNZ9NVP1E>
- [21]. Video 2 <https://www.youtube.com/watch?v=CDdO4oP6fXk>