PĂSTRAREA LAPTELUI ÎN AMBALAJ ACTIV
STORAGE OF MILK IN ACTIVE PACKAGING

Rezumat

Scopul acestui studiu a fost de a testa eficiența unui ambalaj activ pe baza de acid polilactic (PLA) modificat cu compozit (C) continand Ag, grafena si TiO_2 la păstrarea laptelui. Rezultatele au aratat ca, din punct de vedere organoleptic, prin păstrare la 4°C cel mai eficient este ambalajul activ PLA-C. Prin păstrare la 20°C a laptelui în PLA și PLA-C se obține un iaurt cu proprietăți organoleptice și chimice care nu depășesc standardele în vigoare. In condiții de refrigerare, laptele poate fi păstrat în PLA-C mai mult de 7 zile, în schimb în PLA și în PP poate fi păstrat doar 2 zile, deci durata de valabilitate în PLA-C a crescut de 2,5 ori față de PP și PLA, aceasta se datorează rolului activ al compoziției argint, grafenă și dioxidului de titan care a inhibat alterarea și a avut rol antibacterian.

Abstract

The aim of this study was to test the effectiveness of an active packaging based on polylactic acid (PLA) modified with composite (C) containing Ag, graphene and TiO_2 to store milk. The results showed that, from an organoleptic point of view, by keeping at 4 ° C the most effective is the active PLA-C packaging. By storing milk in PLA and PLA-C at 20 ° C, a yoghurt with organoleptic and chemical properties that do not exceed the standards in force is obtained. Under refrigeration conditions, milk can be stored in PLA-C for more than 7 days, whereas in PLA and PP, it can be stored for only 2 days, so the shelf life in PLA-C has increased 2.5 times compared to PP and PLA, this is due to the active role of the composition of silver, graphene and titanium dioxide which inhibited the alteration and had an antibacterial role.

- **Introducere**

Laptele, datorită compoziţiei sale complexe (proteine, glucide, lipide, enzime, vitamine şi săruri minerale) este un aliment perisabil şi poate fi uşor afectat de procesele de dezvoltare şi oxidare ale microorganismelor, care îi afectează negativ calitatea.[Robertson G.L., 2009]

Dintre toate procesele de fabricație cel mai important proces este cel de ambalare, fiindcă păstrează calitatea produselor alimentare din momentul ambalării până la consumul final. [Kelsey, 1985]

În prezent, există o varietate de metode și materiale de ambalare care pot fi utilizate pentru a prelungi durata de valabilitate a alimentelor. [Lee K. T., 2010]

Ambalarea alimentelor este esențială și omniprezentă: esențială, deoarece fără ambalaj siguranța și calitatea alimentelor ar fi compromise și omniprezente, deoarece aproape toate alimentele au o modalitate de ambalare. [Robertson G.L., 2009]

Noile concepte de ambalare activă, ambalare inteligentă și nanotehnologie oferă soluții inovatoare care joacă un rol fundamental în îmbunătățirea sau monitorizarea calității și siguranței alimentelor și creșterea termenului de valabilitate. [Patel și colab., 2018]

Scopul acestui studiu a fost de a testa eficiența unui ambalaj activ pe baza de acid polilactic modificat cu compozit conținând Ag, grafenă și TiO2 la păstrarea laptelui.

- **Materiale folosite**

  - PP (polipropilenă)
  -PLA (acid polilactic)
  -PLA-C (acid polilactic cu compozit)

- **Derularea experimentului**

Experimentul a constat în testarea acțiunii conservante a unui ambalaj activ pe bază de acid polilactic (PLA) modificat prin înglobare cu compozit nanostructurat care conține argint, grafenă și dioxid de titan.

Compozitul s-a obținut prin înglobarea pulberii negre de grafenă în solul transparent și incolor de dioxid de titan urmată de gelificarea amestecului. Ulterior după maturare gelul s-a imersat timp de 24 ore în soluție de azotat de argint 0,015 M, astfel încât raportul gel - soluție a fost de 1g gel/ 2,5 mL soluție de azotat de argint. Ulterior gelul îmbogățit cu ion argint s-a filtrat și s-a supus uscării la etuvă la 60°C, iar apoi s-a supus tratării termice la 500°C.

Materialul obținut s-a mojarat până la obținerea unei pulberi fine. Această pulbere a fost omogenizată la încălzire cu granulele albe de acid polilactic, iar obținerea materiei s-a stabilizat prin extrudare cu suflare de aer cald.

Obținerea filmului cu compozit și PLA nemodificat s-a realizat pe baza colaborării cu societatea ANDALTEC Spania în cadrul proiectului de cercetare GraFood nr. 72/2017.

Pentru referință s-a folosit ambalaj PLA nemodificat și PP (polipropilenă) achiziționată din comerț.

În cadrul studiului au fost utilizate trei tipuri de ambalaje:

- PP (polipropilenă)
- PLA (acid polilactic)
- PLA-C (acid polilactic cu compozit)

În fiecare ambalaj s-au introdus 50 mL lapte nepasteurizat, iar punga s-a închis prin termosudare. Pentru realizarea studiului au fost pregătite 12 ambalaje:

- 4 ambalaje din PP
- 4 ambalaje din PLA
- 4 ambalaje din PLA-C

O serie de probe s-au păstrat la ~ 20 °C, iar altă serie la refrigerare la 4°C, pentru 7 zile.

- **Analiza organoleptică**

Analiza organoleptică a constat în aprecierea aspectului, a consistenței, a culorii, a gustului și mirosului.

- **Aciditatea titrabilă**

Determinarea acidității laptelui de consum se poate realiza prin metoda titrării.

Se introduc 10 mL din probă într-un vas Erlenmeyer. Se adaugă 20 mL apă cu aceeași pipetă folosită la măsurarea volumului de probă luat pentru determinare precum și 3 picături de soluție de fenolftaleină. Se amestecă bine și se titrează cu soluție de hidroxid de sodiu agitând mereu până la apariția colorației roz-deschis care se menține timp de un minut. [SR 143/2008]

Se efectuează în paralel trei determinări din aceeași probă pregătită pentru analiză.

Aciditatea laptelui se exprimă în grade Thörner și se calculează cu formula:

Aciditate =V/10*100=10 V [°T] Ecuația 2.1.

unde:

- V este volumul soluției de hidroxid de sodiu 0,1 n utilizat la titrare, în mL;
- 10 este volumul produsului luat în lucru, în mL. [SR 143/2008]

- **Substanța uscată**

Se determină prin uscarea la etuvă cu aer cald. Creuzetele se aduc la masă constantă prin menținerea la etuvă la 105°C timp de 4 ore înainte începerii analizei.

Se cântărește creuzetul gol, se noteaza masa “m”, apoi se adaugă 2 mL lapte și se cântărește din nou creuzetul cu lapte și se notează masa “m1 ".

Probele se introduc la etuvă la 105°C timp de 48 ore după care se cântărește creuzetul + rezultat uscat și se notează “m2 ".

Conținut de apă se calculează cu:

Apa (%)=(m1-m2)/(m1-m)·100 Ecuația 2.2.

S.U. = 100 - % apă Ecuația 2.3.

unde:

-S.U. – procentul de substanță uscată [SR 143/2008]

- **Rezultate și discuții**

Rezultatele au aratat ca, din punct de vedere organoleptic, prin păstrare la 4°C cel mai eficient este ambalajul activ PLA-C. Prin păstrare la 20°C a laptelui în PLA și PLA-C se obține un iaurt cu proprietăți organoleptice și chimice care nu depășesc standardele în vigoare.

	Caracteristici	**Tip de ambalaj**		
		PP	**PLA**	**PLA-C**
5 zile, 20°C	**Aspect**	lichid neomogen, sediment coagulat + zone lichide de lapte nefermentat		
	Consistență	mixtă, solid-fluid		
	Culoare	nemodificată, alba cu nuanță ușor gălbuie		
	Gust și miros	fermentat, acru,alterat, neplăcut	plăcut, caracteristic iaurtului	
5 zile, 4°C				
	Aspect	lichid omogen, lipsit de sediment		
	Consistență	fluidă, omogenă		
	Culoare	alb-gălbui, uniform		
	Gust și miros	miros neutru, nu miroase a lapte, nu are gust de lapte	miros plăcut de lapte proaspăt, gust de lapte, plăcut	miros de lapte,gust plăcut de lapte, dar mai puțin plăcut decât PLA
7 zile, 20°C				
	Aspect	pachet umflat, bucăți de brânză și lapte lichid, sediment coagulat + lapte	pachet umflat, bucăți de brânză și lapte lichid, sediment coagulat +	pachet umflat, lichid omogen cu grad mai mare de

		nefermentat	lapte nefermentat, lapte acru	coagulare decât PLA
	Consistență	mixtă, lichid – solid		
	Culoare	nemodificată (față de iaurt)		
	Gust și miros	foarte fermentat, acru, alterat, neplăcut	fermentat, acru, neplăcut	
7 zile, 4°C				
	Aspect	lichid omogen, lipsit de sediment		
	Consistență	fluidă, omogenă		
	Culoare	nemodificată, albă, cu nuanță ușor gălbuie, uniformă		
	Gust și miros	miros neutru, gust neplăcut	plăcut, dulceag, caracteristic laptelui proaspăt, fără gust și miros străin	

Tabelul 3.1. Analiza organoleptică a laptelui la diferite zile și temperaturi.

Aciditate titrabilă

Fiecare analiză s-a realizat în triplicat și deviația standard procentuală (RSD) nu a depășit 10%.

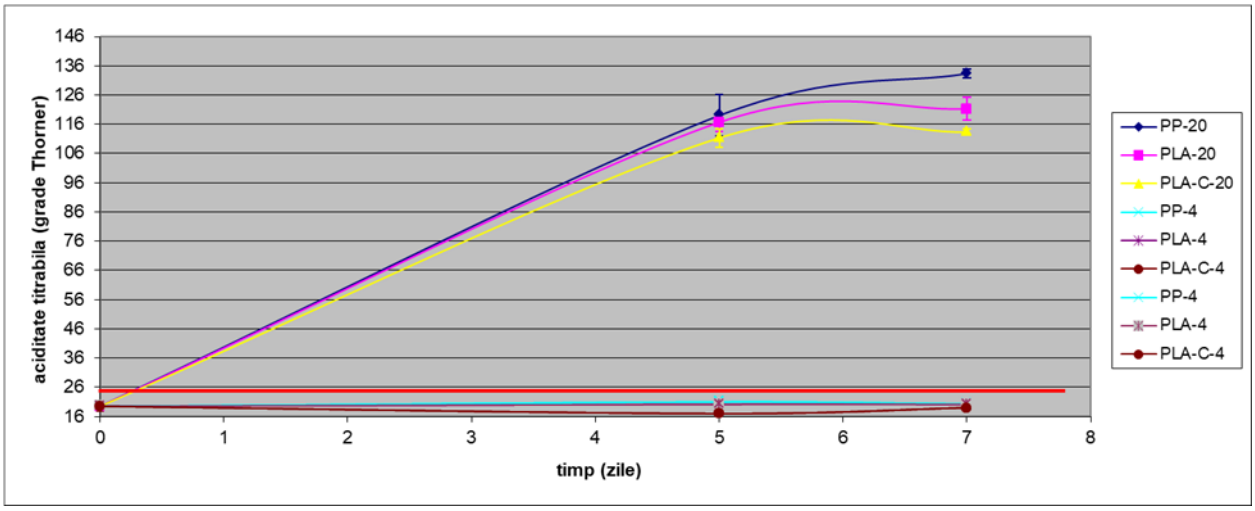

Figura 3.1. Variațiile acidității laptelui în decursul a 7 zile la diferite temperaturi

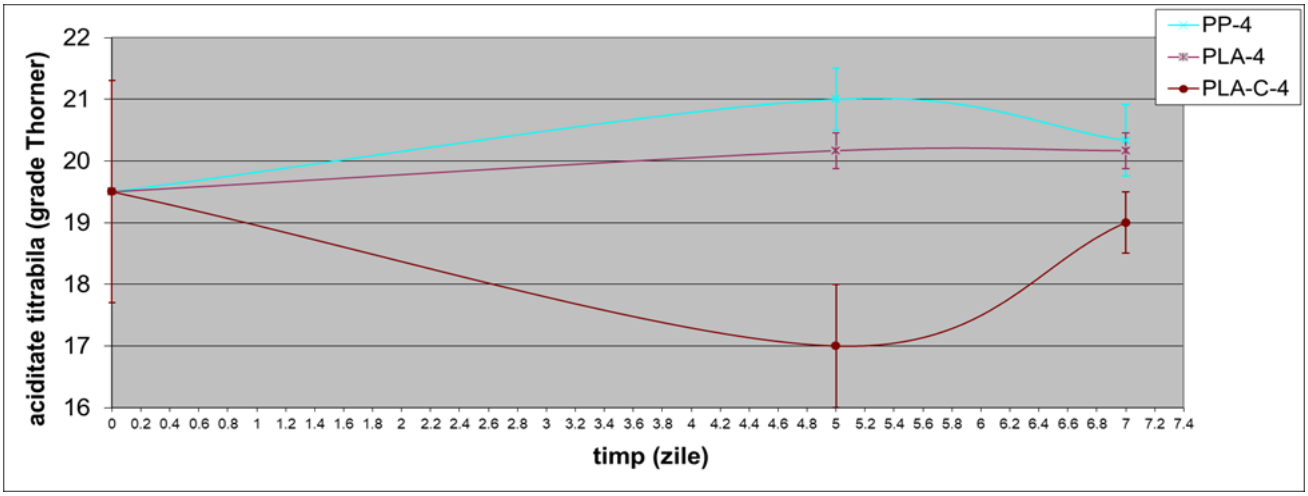

Figura 3.2. Variațiile acidității laptelui la ambalajele păstrate la 4°C

Tabel 3.2. Analiza Anova One-Way de semnificatie statistica a valorilor aciditatii probelor de lapte la 5 si 7 zile, dupa model Tukey, (NS-nesemnificativ statististic, p - probabilitate)

grup 1	grup 2	5 zile	7 zile
PP-20	PLA-20	NS	p<0.01
PP-20	PLA-C-20	NS	p<0.01
PP-20	PP-4	p<0.01	p<0.01
PP-20	PLA-4	p<0.01	p<0.01
PP-20	PLA-C-4	p<0.01	p<0.01
PLA-20	PLA-C-20	NS	p<0.05
PLA-20	PP-4	p<0.01	p<0.01
PLA-20	PLA-4	p<0.01	p<0.01
PLA-20	PLA-C-4	p<0.01	p<0.01
PLA-C-20	PP-4	p<0.01	p<0.01
PLA-C-20	PLA-4	p<0.01	p<0.01
PLA-C-20	PLA-C-4	p<0.01	p<0.01
PP-4	PLA-4	NS	NS
PP-4	PLA-C-4	NS	NS
PLA-4	PLA-C-4	NS	NS

Diferența dintre aciditatea la 5 zile pentru proba PP-20 și PLA-20 este nesemnificativă statistic, dar este semnificativă la 7 zile în proporție de 99%. La fel este și pentru proba PP-20 și PLA-C-20.

Diferența dintre aciditatea laptelui PP-20 și PP-4 este semnificativă în proporție de 99%.

Diferența dintre aciditatea la 5 zile a probelor PLA-20 și PLA-C-20 este nesemificativă, în schimb la 7 zile diferența este în proporție de 95%.

Diferența dintre aciditatea laptelui a probelor PP-4 și PLA-4, PP-4 și PLA-C-4, dar și a probelor PLA-4 și PLA-C-4 este nesemnificativă la 5 și 7 zile.

Variația în timp a acidității laptelui pentru probele păstrate în PP, PLA, PLA-C la 20°C este semnificativă statistic în proporție de 99%, adică aciditatea crește în timp.

Variația în timp a acidității laptelui din PP, PLA si PLA-C la refrigerare nu este semnificativă statistic.

Variația în timp a PLA-C nu este semnificativă statistic.

Probele au suferit fermentație lactică pe durata depozitării la 20°C, s-a obținut iaurt care îndeplinește calități organoleptice conform standardelor doar în PLA și PLA-C.

Aciditatea maxima acceptată a laptelui conform STAS 143/2008 este de 21° Thörner. Această valoare a fost depășită de probele păstrate la 20°C în mai puțin de o zi de la începutul experimentului, de probele PP și PLA la 4°C după 2 zile e la începutul experimentului, în contrast această valoare maximă acceptată nu a fost depășită de PLA-C 4°C nici după 7 zile de la păstrare.

Limita maximă acceptată pentru aciditatea iaurtului este 21° Thörner, iar această limită nu a fost depășită în PLA și PLA-C nici după 7 zile de păstrare, în schimb a fost depășită în PP după 6 zile de păstrare.

Acest rezultat demonstrează că ambalajele biodegradabile testate sunt soluții de păstrare a laptelui pe durata fermentării lui în scopul obținerii de iaurt.

Substanță uscată

Valoriile deviației standard procentuale (RSD) nu depășesc 1,1%.

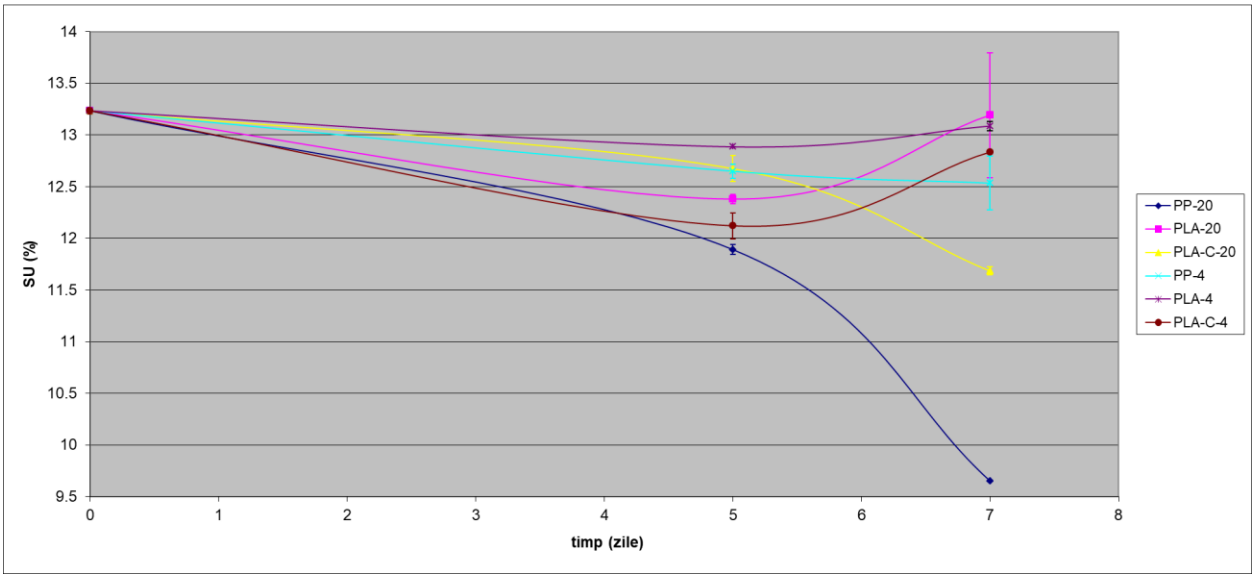

Figura 3.3. Substanța uscată

Tabel 3.3. Analiza Anova One-Way de semnificatie statistica a valorilor SU a probelor de lapte la 5 si 7 zile, dupa model Tukey (NS-nesemnificativ statististic, p - probabilitate)

grup 1	grup 2	5 zile	7 zile
PP-20	PLA-20	p<0.01	p<0.01
PP-20	PLA-C-20	p<0.01	p<0.01
PP-20	PP-4	p<0.01	p<0.01
PP-20	PLA-4	p<0.01	p<0.01
PP-20	PLA-C-4	NS	p<0.01
PLA-20	PLA-C-20	p<0.05	p<0.01
PLA-20	PP-4	NS	NS
PLA-20	PLA-4	p<0.01	NS
PLA-20	PLA-C-4	NS	NS
PLA-C-20	PP-4	NS	NS
PLA-C-20	PLA-4	NS	p<0.01
PLA-C-20	PLA-C-4	p<0.01	p<0.05
PP-4	PLA-4	NS	NS
PP-4	PLA-C-4	p<0.01	NS
PLA-4	PLA-C-4	p<0.01	NS

Pentru acelasi tip de ambalaj, diferenta in timp a SU este semnificativa statistic in cazul:
- PP-20 - SU scade in timp
- PLA-C-20 - SU scade in timp
- PP-4 (doar in primele 5 zile)
- PLA-4 - SU scade in timp
- PLA-C-4 - in primele 5 zile scade, iar apoi creste din ziua 5 in ziua 7

Pentru acelasi tip de ambalaj, diferenta in timp a SU, NU este semnificativa statistic in cazul: PLA-20 (e ca si cum SU ar fi constanta in timp).

Concluzii

Prin păstare la 20°C a laptelui în PLA și PLA-C se obține un iaurt cu proprietăți organoleptice și chimice care nu depășesc standardele în vigoare.

Din punct de vedere organoleptic prin păstrare la 4°C cel mai eficient ambalaj este PLA și PLA-C.

În condiții de refrigerare laptele poate fi păstrat în PLA-C mai mult de 7 zile, în schimb în PLA și în PP poate fi păstrat doar 2 zile, deci durata de valabilitate în PLA-C a crescut de 2,5 ori față de PP și PLA, aceasta se datorează rolului activ al compoziției argint, grafenă și dioxidului de titan care a inhibat alterarea și a avut rol antibacterian.

Bibliografie

Robertson G.L., *Food packaging and shelf life*, Editura Taylor & Francis inc, **2009**

Robertson G.L., *Food Packaging: Principles and practice: Active and intelligent packaging*,CRC Press, Taylor & Francis Group, 3rd, **2013**

Kelsey, R.J., *Packaging in Today's Society, third,* Editura Technomic, Lancaster, **1985**

Patel R., Prajapati J. P., Balakrishnan S., *Recent trends in Packaging of Dairy and Food Products*, Journal of Food and Dairy Technology, **2018**