

Съхранение на опаковани хранителни продукти в модифицирана атмосфера

Стефан Стефанов, Христо Христов, Георги Костов, Йорданка Стефанова,
Чавдар Саздов, Надя Арабаджиева, Донка Стоева

Storage of packed food products in modified atmosphere. Packaging in modified atmosphere is used successfully in recent years for a number of food products of animal and plant origin. There are several features which must be taken into account to achieve optimum results in this packaging technology. The article provides an analysis of the temperature regimes of storage in modified atmosphere packed food products, allowing to achieve maximum durability and thus increasing their safety.

Key words: packaging, modified atmosphere, shelf-life, food.

ВЪВЕДЕНИЕ

Процесите, водещи до влошаване качеството на хранителните продукти са свързани с няколко основни вида промени на техните характеристики-физични, химични и микробиологични.

Съществуват няколко основни фактора, които оказват съществено влияние върху качеството им в периода на тяхното съхранение. Преди всичко това са температура на съхранение, pH на продукта и средата, активността на водата, въздействието на кислорода и светлината, наличие в хранителните продукти на един или друг вид вещества или продукти на тяхната деградация [1].

За предотвратяване на развалата на хранителните продукти се използват различни методи, като пастьоризация, стерилизация, сушене, замразяване, йонизиращо лъчение, налягане и др. Всеки от тях има предимства и се препоръчва за определен вид продукти. За съжаление нито един от тях не предотвратява протичането на сложни биохимични процеси в продукта, водещи до влошаването на качеството му [10].

Опаковането в модифицирана атмосфера (MAP- Modified Atmosphere Packaging) дава възможност за допълнително увеличаване срока на съхранение на хранителните продукти. В основата на технологията за опаковане е подтискането на жизнеността на микроорганизмите, които са попаднали по различни причини в продукта или в опаковката и продължават да го разрушават през периода на съхранение. Процесът на развала продължава дори при ниски температури, макар и забавен. При опаковането в модифицирана среда атмосферният въздух се отстранява от вътрешността на опаковката напълно или се заменя с газ или смес от газове. Основен елемент на тази опаковъчна технологията са специални газови смеси. Газовете, съдържащи се в атмосферата като азот, кислород, въглероден диоксид, се използват самостоятелно или в комбинация за производство на газови смеси, чрез които се създава защитна атмосфера, в която се съхраняват хранителните продукти. Съставът на газовата смес зависи от редица фактори, въздействащи върху продукта, като тип и количество на микроорганизмите, водна активност, киселинност, дишане, състав на продукта, температура на съхранение, както и от целта, която искаме да постигнем-повишаване срока на съхранение, запазване на цвета, получаване на нови продукти и т.н. Газообразната среда в опаковката непрекъснато се изменя през периода на съхранение на продукта. Това е вследствие на такива фактори като "дишане" на опакования продукт (поглъщане на кислорода и отделяне на въглеродния диоксид), биохимическите изменения в продукта и свързаното с тях отделяне на пари и газове. Друга причина е постепенното проникване в свободното пространство над продукта на атмосферни газове и пари през стените на опаковката и чрез микроотворите в споените шевове.

При опаковането на хранителните продукти в модифицирана атмосфера като правило е необходимо да се създаде бариера на пътя на различните въздействия върху опакования продукт. Бариерните свойства на опаковъчния материал и конструкцията на опаковката трябва да възпрепятстват не само изтичането на продукцията, но и проникването вътре в опаковката на пари и газове, особено на кислорода и водната пара. За да се съхрани състава на модифицираната газова атмосфера вътре в опаковката, материалът, в зависимост от предназначението на MAP-опаковката трябва да бъде: *свето-, влаго-, ароматно-, кислородо-непроницаема, а също и непроницаема към такива газове като CO₂, N₂ и др.*

Изменения състав на газова атмосфера в свободното пространство на опаковката, например намаляване на съдържанието на кислорода и увеличението на въглеродния диоксид или азота задържа растежа на микроорганизмите, способстващи гниенето и забавя развалянето на хранителните продукти. Това значително увеличава срока на годност на бързо развалящите се продукти при обикновена и ниска температура.

Опаковането в модифицирана атмосфера намира приложение при съхранение на редица продукти. В работата на Stewart et. al. са дадени примери за съхранение на меки плодове (ягоди и малини). Този тип продукти се развалят сравнително бързо и е необходимо да се съхраняват значително по дълго време. В работата са приведени данни за съхранение в модифицирана атмосфера от 5-15% CO₂, 2-5% O₂ и N₂ до 100%. Показани са данни за развитието на гнилостните микроорганизми в среди с различно съдържание на посочените газове [9].

Други автори [3] изследват влиянието на модифицираната атмосфера и замразяването на океанска риба. Проведени са изследвания за опаковане в модифицирана атмосфера със следния състав: 50% CO₂, 5% O₂ и 45 N₂ и хладилно съхранение при температура -0,6°C. В работата са установени тенденции за промяна на качеството на съхранявания продукт при промяна на състава на модифицираната атмосфера. Данните показват, че увеличаването на количество на CO₂ намалява възможността за микробна развала. Установено е, че съхранението в модифицирана атмосфера трябва да се прави веднага след улова, а всяко забавяне на обработката в модифицирана атмосфера намалява трайността на продукта.

В работата на Rajkumat и др. е направено сравнение на съхранението на пуешко месо при 4°C в модифицирана атмосфера, вакуумно опаковане и съхранение при аеробни условия. Модифицираната атмосфера е в 80% O₂ и 20% CO₂. Установено е, че месото се запазва в рамките на предвидения срок на съхранение от 21 дни при опаковане в модифицирана атмосфера и във вакуум. Недостатък на MAP-опаковката е промяната на мириза на месото, докато подобна промяна при вакуумното опаковане не се наблюдава [8].

Del Nobile и колектив изследват влиянието на обработката на макаронени изделия с хитозан и съхранението им в модифицирана атмосфера. В работата е проследено развитието на различни видове микроорганизми в процеса на съхранение. Установено е, че обработката с хитозан и съхранението в модифицирана атмосфера N₂/CO₂ – 30%/70% удължава срока на съхранение на тези продукти с 2 до 4 месеца [2].

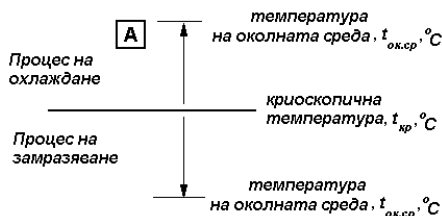
Wilkinson и колектив изследват съхранението на прясно свинско месо в атмосфера от 100% CO₂. В работата е установено, че месото се запазва свежо и годно за консумация в рамките на 8 седмици [11].

Друга автори изследват влиянието на MAP със съдържание на 60% N₂, 35% CO₂ и 5% O₂ върху съхранението на опушен кефал при хладилно съхранение в продължение на 8 седмици. По време на изследването са проследени намаляването на рН на средата, както и микробиологичните промени в продукта. Установено е, съхранението в модифицираната атмосфера удължава срока на съхранение. Срокът

на съхранение на тези продукти може да се удължи и с обработка на месото с УВ-лъчи [4].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Съхранението на хранителни продукти в охладено състояние е при температури близки до криоскопичната (температура при която започва фазовия преход). При охлаждането в зависимост от вида на хранителния продукт се забавят ралични биохимични процеси. За различните хранителни продукти времето на съхранение в охладено състояние е от няколко дни до седмици, като критерия е запазването на качеството на продукта.



Фиг.1. Процеси на хладилна обработка

Обикновено крайната температура след охлаждане на хранителния продукт е в границите от $0 \div 5^{\circ}\text{C}$ и е по висока от криоскопичната (вж. фиг.1). По ниската температура определя по-дълъг период на съхранение, но замръзването на водата в продуктите (съхранение в замразено състояние) води до увреждане в резултат на което се губят, както жизнени сокове, така и вкусови качества. Срока на съхранение зависи и от вида на опаковката на охладения продукт.

При опакованите в модифицирана атмосфера хранителни продукти от съществена важност за срока на съхранение са:

- Типовете и количествата микроорганизми, контаминиращи опаковките и хранителните продукти;
- Нивото на хигиена, което се поддържа в производството и опаковането;
- Времето преди опаковането на продуктите и след тяхното производство;
- Температурата на съхранение на опакования продукт в модифицирана атмосфера;
- Свойствата на опаковъчния материал и преди всичко газопропускливостта му;
- Свободния обем в опаковката запълнен с газ или газова смес;
- Вида на газовата смес, използвана за изместване в опаковката на нормалната атмосфера;
- Остатъчното ниво на O_2 в опаковката.

Материали и методи

Съществуващото оборудване в катедра „Машини и апарати за хранителновкусовата промишленост“ на Университета по хранителни технологии, Пловдив позволява провеждането на експериментална работа за установяване на оптимални газови среди за опаковане и хладилни режими на съхранение на голяма част от хранителните продукти от растителен и животински произход. Използва се опаковъчна машина тип „трей-сейлър“, марка Fibosa. Матрицата е с две гнезда-фиг. 2. Машината позволява използването на готови газови смеси. Максималното количество кислород, което може да се съдържа е 20% поради конструктивни особености на използваната помпа. Захранването с електричество е монофазно 220 V, а със сгъстен въздух чрез външен компресор 6 Bar. Сгъстеният въздух се използва за задвижване на ключалката на матрицата, за да се осигури достатъчна херметичност на камерата.



Фиг. 2. Камера на опаковъчната машина с гнезда за опаковките

За опаковка се използват тарелки от полипропилен (PP) с размери 130x215 mm (фиг. 4).

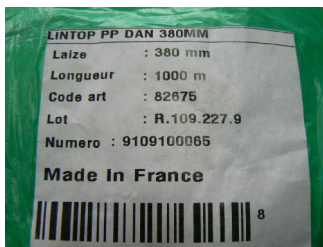
Горното фолио, което затваря тарелката е с висока бариера по отношение на газове и пари. То е многослойно, тип Lintop PP DAN (фиг. 5). Това е фолио с много висока бариера по отношение на кислород, въглероден диоксид и водни пари. Стойностите за кислородопропускливост са под $15 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot \text{bar}$ при 23°C и RH 0% съгласно ASTM D 3965, за пропускливост на въглероден диоксид под $75 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot \text{bar}$ при 23°C и RH 0% съгласно ASTM D 3965 и пропускливост на водни пари под $3 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot \text{bar}$ при 23°C и RH 85% съгласно ISO 2528.

Дебелината на фолиото е $50 \mu\text{m}$ и маса на квадратен метър $46 \text{ g}/\text{m}^2$. Якостните характеристики са определени съгласно ASTM D 882. Температурата на заваряване на горното фолио към основата, която може да е освен PP и PE 170°C .

За експерименталната работа са използвани 2 вида газ и два вида газови смеси на въглероден диоксид и азот. 100% CO_2 , 100% N_2 , 70% CO_2 :30% O_2 и 50% N_2 :50% CO_2 .



Фиг. 4. Опаковка-тарелка от PP



Фиг. 5. Горно фолио Lintop PP DAN



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направените проучвания по проблемите на опаковането на хранителни продукти показват, че създаването на оптимална газова среда в опаковката и хладилен режим на съхранение са строго индивидуални. Във връзка с това разработването на оптимална технология за опаковане на определен хранителен продукт в модифицирана атмосфера изисква задълбочени изследвания.

Въпреки това, като отправна точка за провеждането на експериментална работа може да се използва при повечето недъшасци хранителни продукти среда със съотношение въглероден диоксид:азот 30%:70%.

Обобщени данни за режимите на съхранение при опаковане в нормална и в модифицирана атмосфера са посочени в табл. 1.

Таблица 1. Режими на съхранение на някои хранителни продукти

Продукт	Съхранение във въздушна среда			Съхранение в модифицирана атмосфера				
	Режим на съхранение		Срок	Състав на газовата среда, %			Температура, °C	Срок
	Температура °C	Относ.влажност, %		O ₂	CO ₂	N ₂		
Месо	0	85	15 дни	60	25	15	2	15 дни
Кашкавал	4	80	60 дни	-	70	30	6	35 дни
Шунка	0	85	21 дни	-	40	60	4	40 дни
Хлебно тесто	0	85	7 дни	-	80	20	2	45 дни

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шредер В. Л. и Н. В. Кулик. Способы хранения в Модифицированной газовой среде Интерактивная полимерная упаковка.
- [2] Del Nobile M.A., N. Di Benedetto, N. Suriano, A. Conte, M.R. Corbo, M. Sinigaglia. Combined effects of chitosan and MAP to improve the microbial quality of amaranth fresh pasta, Food Microbiology. 26. 567-591. 2009
- [3] Guojonsdottir M., H. Magnusson, K. Sveinsdottir, B. Margeirsson, H. Lauzon, E. Reynisso. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and superchilling on the shelf life of fresh cod (Gadus morhua). Food research, Innovation and Safety. 2008
- [4] Ibrahim S., A. G. Nasser, N. Elbady. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging methods on some quality aspect of smoked mullet (Mullet cephalus), Global Veterinaria 2. 6. 296-300. 2008
- [5] Massey Liesl K. Permeability properties of plastics and elastomers: a guide to packaging and Barrier Materials. PDL. 2003.
- [6] Phillips C.A. Review: Modified Atmosphere Packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. International Journal of Food Science and Technology. 1996. 31. 463-479.
- [7] Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods/Edited by B.A. Blakistone, London, 1998.
- [8] Rajkumar R., K. Dushyanthan, R. Asha Rajni, S. Sureshkumar. Effect of modified packaging on microbial and physical qualities of turkey meat. American journal of food technology. 2007, 183-189, 2007
- [9] Stewart D., J. Oparka, C. Jonstone, P.P.lannetta, H.V. Davis. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on soft fruit quality, Plant biochemistry & phytochemistry . 119-124. 1999
- [10] Understanding and measuring the shelf-life of food. Edited by R. Steele. Woodhead Publishing Limited. Cambridge England. 2004.
- [11] Wilkinson B., J. Janz, P. Morel, R. Purchas, W. Hendriks. The effect of modified atmosphere packaging with carbon monoxide on storage quality of master package fresh pork. Meat Science. 73. 605-610. 2006

За контакти:

Доц. д-р инж. Стефан Стефанов, Катедра "Машини и апарати за хранителновкусовата промишленост", Университет по хранителни технологии, Пловдив, тел.: 032-603 814, e-mail: stvestefanov@yahoo.com

Докладът е рецензиран.



РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „АНГЕЛ КЪНЧЕВ”
UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV”

ДИПЛОМА

**Програмният комитет на
Научната конференция РУ&СУ’09
награждава с КРИСТАЛЕН ПРИЗ
“THE BEST PAPER”**

**Стефан Стефанов, Христо Христов, Георги Костов,
Йорданка Стефанова, Чавдар Саздов,
Надя Арабаджиева, Донка Стоева
автори на доклада**

**“Съхранение на опаковани хранителни продукти
в модифицирана атмосфера”**

DIPLOMA

**The Programme Committee of
the Scientific Conference RU&SU'09
Awards the Crystal Prize
"THE BEST PAPER"**

**to Stefan Stefanov, Hristo Hristov, Georgi Kostov,
Iordanka Stefanova, Chavdar Sazdov,
Nadia Arabadjieva, Donka Stoeva
authors of the paper**

**“Storage of packed food products
in modified atmosphere”**

*РЕКТОР
RECTOR*

*проф. д.т.н. Христо Белоев
Prof. DSc Hristo Beloev*

30.10.2009