

LA CONSERVATION DE LA VIANDE BOVINE A L'ETAT REFRIGERE EN ATMOSPHERE
CONTROLEE.

E. GARCIA MATAMOROS et
A. MORAL RAMA

Centro Experimental del Frio.
Madrid.

RESUME

En vue de maintenir dans les meilleures conditions possibles la qualité de la viande conservée à l'état réfrigéré, on a essayé quatre atmosphères différentes constituées par : oxyde de carbone à 1 % en azote; protoxyde d'azote, dichlorodifluorométhane, et azote industriel, les trois derniers en atmosphère totale.

La température de stockage a été de $0 \pm 1^{\circ}$ C, et l'humidité relative de 90-95 %.

Les pertes de poids enregistrées dans la viande traitée varient de 0,1 à 0,2 %, et dans les échantillons témoins on a constaté une perte de 0,6 pour cent. La valeur logarithmique par cm^2 de germes viables a été légèrement inférieure dans la viande traitée (de 9,59 à 9,87) que dans la viande témoin (10,02). Les variations du pH et de l'eau libre ont été peu perceptibles. Parmi toutes les atmosphères essayées c'est l'atmosphère d'oxyde de carbone qui a les meilleurs perspectives d'avenir, parce qu'elle non seulement maintient la couleur de la viande, rouge groseille, mais elle l'améliore.

SUMMARY

With a view to preserving the quality of chilled meat as best as possible, four different atmospheres were used in the experiments. They consisted of 1) 1% carbon monoxide in nitrogen, 2) nitrous oxide, 3) dichlorodifluoromethane, and 4) industrial nitrogen — the compounds Nos. 2, 3, and 4 in total atmospheres.

The storage temperature was $0 \pm 1^{\circ}$ C, and the relative humidity ranged from 90 to 95 %.

The weight losses in the treated meat ranged from 0.1 to 0.2%, and in control samples the losses were of 0.6%. The logarithmic value per cm^2 of viable micro-organisms in the treated meat (from 9.59 to 9.87) was slightly lower than in control samples (10.02). The changes in pH and free water were not very perceptible. Of all the atmospheres which have been investigated, it was the carbon monoxide atmosphere that shows the best prospects, because it not only preserves the meat colour — berry red —, but also improves it.

ZUSAMMENFASSUNG

Um die Qualität des in gekühlten Zustande aufbewahrten fleisches so gut wie möglich zu halten, sind vier verschiedenen Atmosphäre, bestehend aus: Kohlenoxyd, mit 1 Prozent Stickstoff, Stickstoffoxydul, Dichlor-difluormethan und industrieller Stickstoff, untersucht worden. Die letzten drei waren in ganzer Atmosphäre.

Die Aufbewahrungstemperatur war $0^{\circ} \pm 1^{\circ}$ C und die Relativfeuchtigkeit betrug 90 - 95%.

Die Gewichtsverluste, die in dem behandelten Fleische bemerkt wurden, schwankten zwischen 0,1 0,2 Prozent und in der Probe betrugen sie 0,6 Prozent. Der logarithmische Wert per cm² von lebensfähigen Keimen war ein wenig minderwertig in dem behandelten Fleische (9,59 - 9,87) als jener der Probe (10,02). Die Schwankungen von pH und des freien Wassers waren wenig bemerkbar. Von allen untersuchten Atmosphären die des Kohlenoxyd ist die beste und hat eine Zukunft, da sie nicht nur hält die Farbe des Fleisches - Johannisbeererrot - sondern auch verbessert sie.

О В З О Р
(Обзор)

Для того чтобы содержать в мячно лучших условиях качество мяса консервированного при охлажденном состоянии, были испытаны четыре атмосферы, которые были построены: окисом углерода с 4 процента азота, закисом азота, дихлорфторметан и промышленным азотом. Три последнего при целой атмосферой.

Температура консервации была $0^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ и относительная сырость была 90 - 95%.

Замеченные потери веса в испытанных мясах колебались между 0,1 и 0,2% и в образце 0,6%. Логарифмическая пена на см^2 численных зародышей была немножко ниже в испытанных мясах (9,59 - 9,87) чем в образце (10,02). Колебания pH и воды свободной были мало постижимы. Из всех атмосфер испытанных окисуглеродная атмосфера дала лучшие результаты, потому что она не только содержит цвет мяса - *смординовый цвет* - но и улучшает его.

INTRODUCTION

De nombreuses études ont été faites jusqu'ici en vue d'améliorer les techniques frigorifiques, ou d'appliquer de nouveaux adjuvants du froid dans le but d'améliorer la qualité de la viande ou d'en prolonger la durée de conservation à l'état réfrigéré.

Depuis plusieurs années, Partmann et coll. (1, 2, 3) se consacrent à l'étude de la conservation de la viande en atmosphère contrôlée, en se basant sur la diminution ou l'élimination de l'oxygène de l'atmosphère d'entreposage, et sur l'emploi de l'anhydride carbonique ou de l'azote à diverses concentrations. Les auteurs ci-dessus ont fondé leurs travaux sur le fait de l'emploi de plus en plus généralisé de l'anhydride carbonique et de l'azote pour le transport des produits périssables entre les pays membres de la C.E.E.

On estime que le stockage de la viande en atmosphère contrôlée pourrait même avoir une importance plus grande encore pendant la conservation à l'état réfrigéré que pendant le transport, surtout si l'on réussit à maintenir la qualité de la viande pendant une période plus longue.

Ce sont ces raisons qui nous ont poussés à essayer des atmosphères contrôlées autres que celles employées par Partmann, bien que quelques-unes d'entre elles soient toxiques, d'autres constituées par des gaz coûteux, et enfin celle qui comporte l'emploi du R-12, utilisé pour le traitement frigorifique en détente directe.

MATERIEL ET METHODES

Pour cette étude on a utilisé les pièces de boucherie appelées "contras", constituées par les muscles "Biceps femoris" et "Semitendinosus" provenant de bovins de deux ans abattus dans un abattoir général frigorifique, où ils avaient été stockés à l'état réfrigéré trois ou quatre jours avant le début de l'expérience.

Si l'on a choisi ce type de pièce commercial c'est parce qu'il est plus gros et d'une meilleure qualité que les autres parties de la carcasse. Cinq lots ayant des poids compris entre 3'5 et 7'7 kg ont été établis, puis stockés dans des cellules métalliques de 500 l à fermeture hermétique, où ils ont été soumis aux différents traitements.

Les atmosphères utilisées pour la conservation ont été comme suit :

... / ...

1. Air à 100 %:
2. Oxyde de carbone (CO) à 1 % dans de l'azote très pur.
3. Protoxyde d'azote (N₂O) à 100 % (N₂O ≥ 99'99).
4. Dichlorodifluorométhane (R-12) à 100 %.
5. Azote industriel (N₂) à 100 % sec (N₂ ≥ 99).

Chacun des numéros désignant les différentes atmosphères correspond au lot de même numéro.

Les cellules où l'on a effectué l'expérience étaient munies de deux tubes avec des robinets d'arrêt pour l'introduction et l'évacuation du gaz respectif, ainsi que pour la prise d'échantillons de l'atmosphère et pour le passage des thermocouples.

Les cellules étaient placées dans une chambre froide réglée thermostatiquement à 0° ± 1° C pour permettre l'obtention de cette même température dans les cellules. L'humidité relative à l'intérieur des cellules était de 90 à 95 %.

Pendant l'entreposage frigorifique en atmosphère contrôlée, on procédait toutes les 24 heures à la prise d'échantillons de ces atmosphères pour déterminer, par la méthode du "Fyrite", la teneur en oxygène résiduel de la cellule, en y introduisant du gaz pour abaisser, jusqu'à 0 en cas de besoin, la teneur en oxygène.

Le contrôle de la température aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des cellules était effectué au moyen de thermocouples adaptés à un appareil enregistreur "Insist-Schreiber", du type 9404.

Pour le contrôle de la qualité on a procédé aux essais suivants :

- Examen organoleptique : appréciation de la couleur, de l'odeur et de l'aspect général des morceaux de viande, ainsi que de l'aspect de la surface de coupe.
- Perte de poids : déterminée par des pesées indépendantes des morceaux effectuées au début et à la fin de l'expérience.
- Détermination du pH du muscle : On a employé à cette fin le pH-mètre "PHM63 Digital" de Radiometer avec des électrodes aux fonctions K 4111 et G 213 C, et on a pris les mesures directement sur le muscle.
- Détermination de l'eau libre : pour cette détermination on a suivi fondamentalement la méthode de Grau et Hamm (5).
- Dénombrement bactérien : On a appliqué la technique normalement utilisée au laboratoire du C.E.F. par ensemencement sur plaque, en prenant les échantillons de la partie superficielle du muscle et en faisant la culture sur "Bacto Nutrient Agar Dehydrated" à une température d'incubation de 25° C. Les résultats obtenus sont exprimés en valeurs logarithmiques du nombre de germes viables par cm².

... / ...

Le stockage de la viande dans les conditions ci-dessus a été considéré comme terminé au bout de deux semaines, et les échantillons destinés aux analyses ont été pris au début et à la fin de l'essai, à l'exception des échantillons témoins destinés à la détermination de la teneur en O₂ des atmosphères et de la température, dont la prise a été effectué journallement.

RESULTATS ET DISCUSSION

Perte de poids.

Comme il est possible de le voir dans le Tableau I, les valeurs des pertes de poids des viandes traitées sont inférieures à celles rencontrées dans le lot 1.

T A B L E A U I

	Poids de l'échantillon (en kg)				
	Lots				
	1	2	3	4	5
Poids initial	3,44	7,70	4,90	5,02	5,60
Poids final	3,22	7,62	4,84	4,91	5,54
Pertes %	0,64	0,1	0,18	0,22	0,11

pH

Comme on peut le voir dans le Tableau II, les valeurs du pH pour les lots 1, 2 et 5 ont été peu distinctes, du fait que les différences entre elles ne surpassent pas 3/10 après deux semaines de stockage. Toutefois, les différences de pH entre les lots 3 et 4 sont plus accusées (0,93 et 0,63 respectivement),

T A B L E A U II

	Valeurs de pH des divers échantillons				
	Lots				
	1	2	3	4	5
pH initial	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57
pH final	5,87	5,80	6,50	6,20	5,90

Eau libre

Les résultats figurent dans le Tableau III. On constate un faible accroissement de la teneur en eau libre par rapport aux valeurs initiales, sauf pour le lot 3, qui en accuse une diminution, originée peut-être par une valeur de pH plus élevée (6,5); toutefois il semble que le pouvoir de rétention d'eau du muscle est influencé non seulement par le pH ou acidité provoquée par l'acide lactique, mais aussi par autres facteurs, tels que l'irréversibilité de l'altération produite par l'action de l'acide, alliée à la formation de complexes d'actomyosine (6).

T A B L E A U III

	Eau libre dans les divers échantillons, exprimé en % de l'eau totale				
	Lots				
	1	2	3	4	5
Eau libre initiale	28,50	28,50	28,50	28,50	28,50
Eau libre finale	31,02	31,98	26,06	32,83	34,89

Dénombrement bactérien

Le Tableau IV permet de constater que les valeurs logarithmiques du nombre de germes viables se sont élevées considérablement pendant le stockage dans tous les lots, du fait que la charge bactérienne initiale était fort élevée. Il apparaît que dans le lot stocké en atmosphère de CO₂, les germes ont accusé une prolifération plus faible que dans les autres lots.

T A B L E A U IV

	Valeurs logarithmiques du nombre de germes viables des divers échantillons				
	Lots				
	1	2	3	4	5
Valeur initiale	5,87	5,87	5,87	5,87	5,87
Valeur finale	10,02	9,59	9,87	9,80	9,84

Examen organoleptique

On s'est borné à évaluer a) l'apparence et la couleur générales de chaque échantillon, b) la couleur de la surface de coupe transversale des fibres musculaires mises en contact avec l'atmosphère de conservation pendant la période de stockage, c) la couleur de la surface de coupe transversale à la fin de la période de stockage, et c) l'odeur de la surface et des couches profondes.

a) Les échantillons témoins ont accusé une certaine dessiccation de la surface, et la graisse y présentait une coloration légèrement jaunâtre, tandis que les lots 3, 4 et 5 présentaient de faibles quantités de mucus superficiel, et en ce qui concerne particulièrement le lot 3, l'aponévrose présentait une coloration verdâtre, laquelle disparaissait par la suite au contact avec l'air. Toutefois, les échantillons du lot 2 présentaient l'aspect d'une viande d'animal jeune tout frais abattu, dont la graisse conservait un blanc rose clair.

b) Le lot 1 présentait une coloration marron très sombre, les lots 3 et 4 étaient rouge foncé, et ceux du lot 5 marron; ceux du lot 2 présentaient une coloration rouge groseille qui, au contact avec l'air se transformait en cerise clair.

c) Tous les lots, sauf le lot 2, présentaient une coloration rouge plus intense que la couleur initiale de la viande. Le lot 2 était caractérisé par une couleur de surface de coupe semblable à celle de la viande fraîchement abattue, montrant sur les couches superficielles un halo rouge groseille qui pénétrait jusqu'à une profondeur de 2 mm et qui au contact avec l'air disparaissait entièrement.

d) L'odeur de viande mûre caractérisait tous les lots, excepté le lot 2, qui accusait une tendance à une odeur légèrement acide à la surface, mais cette odeur disparaissait après un contact de 30 à 40 minutes avec l'air.

Les résultats de l'essai de l'atmosphère de CO ont répondu à l'attente des auteurs : le CO s'est combiné avec la myoglobine pour former l'oxycarbomyoglobine dans la couche superficielle, empêchant à son tour la transformation de l'oxymyoglobine en métamyoglobine dans les couches les plus profondes, du fait que le CO a une plus grande appétence pour la myoglobine que l'O₂.

Ce phénomène persistait même après un séjour de cinq jours de contact de la viande avec l'air atmosphérique.

... / ...

CONCLUSIONS

- De toutes les atmosphères essayées c'est l'atmosphère de CO la seule qui a donné des résultats encourageants.
- La myoglobine au contact avec le CO se transforme en oxycarbomyoglobine du fait qu'elle a une plus grande appétence pour le pigment que l'O₂.
- L'oxycarbomyoglobine provoque et maintient une coloration rouge grossière de la viande, une couleur très appréciée et recherchée sur le marché.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) PARTMANN, W., Frank, H.K. et Gutschmidt, J. : Fleischwirtschaft, 50, 1067, 1970.
- (2) PARTMANN, W., Frank, H.K. et Gutschmidt, J. : Fleischwirtschaft, 50, 1205, 1970.
- (3) PARTMANN, W., Frank, H.K. et Gutschmidt, J. : Kältetechn.-Klimatis., 23, 113, 1971.
- (4) PARTMANN, W., et Frank, H.K. : Proc. XIII^e Int. Cong. Refr., Washington, 1971.
- (5) GRAU, R. et Hamm, R. : Fleischwirtschaft, 4, 210, 1952.
- (6) VALDECANTOS, A., Pozo Fernández, R. et García Matamoros, E. : Re vista del Frío, 10, 13, 1965.