

REFRIGERATION ET APTITUDE A LA TRANSFORMATION DE LA VIANDE DE DINDE

^{1,2}Véronique Santé, ²G. Le Pottier et ³M. Greaser

¹INRA, Station de Recherches sur la Viande, 63122 Saint Genes Champanelle

²CIDEF, 35310 Mordelles

³Muscle Biology Laboratory, University of Madison, WI, 53705, USA

Résumé

La viande de dinde est majoritairement vendue en frais sous forme de produits découpés. Le secteur des produits transformés à base de viande de dinde tend à se développer. Il devient alors nécessaire de maîtriser les qualités d'aptitude à la transformation de la viande, qui reposent pour une grande part sur les propriétés fonctionnelles des protéines. L'installation de la rigor mortis est rapide dans le muscle *Pectoralis superficialis*. La combinaison d'un pH bas et d'une température corporelle voisine de 40°C pourrait conduire à une altération des protéines dans ce muscle qu'une réfrigération rapide des carcasses pourrait réduire.

L'expérience a été menée sur 24 dindes sélectionnées sur la valeur du pH dans le muscle *Pectoralis superficialis* en fin de chaîne d'abattage. La réfrigération de chaque lot de carcasse était soit traditionnelle (T1) soit accélérée (T2).

L'extractibilité des protéines est réduite dans le cas des viandes à bas pH réfrigérées de manière traditionnelle.

L'analyse microscopique des fibres musculaires associée à la localisation immunologique de la phosphorylase a montré que cette protéine sarcoplasmique précipitait sur le réseau myofibrillaire dans le cas d'une viande réfrigérée de manière traditionnelle.

La réfrigération accélérée testée limite fortement la précipitation de la phosphorylase et devrait permettre de limiter les effets d'une installation rapide de la rigor mortis dans les muscles pectoraux de dinde.

Abstract

Turkey meat is mainly sold as fresh meat. But, French turkey industry is developing more and more processed meat. The onset of rigor mortis is very rapid in turkey breast muscle. The onset of rigor mortis in turkey breast muscle needs to be controlled to prevent quality meat defects and protein functionality abnormalities. Chilling as soon as possible carcasses could reduce these defects.

The study was carried on 24 birds, sorted by pH decline rate. Two chilling procedures were applied : slaughterplant procedure and a faster one.

The results showed that protein extractibility was reduced in fast pH decline rate muscle when chilled with the slaughterplant procedure.

Microscopic observation of muscle fibres showed that phosphorylase precipitated onto all the myofibrils when carcasses were chilled with the slaughterplant procedure and only at Z line when carcasses were chilled very rapidly.

1- Introduction

Depuis de nombreuses années, la filière dinde a su entreprendre de profondes mutations et, l'industrie de la dinde a orienté son activité vers la découpe destinée à la consommation de produits en frais et de plus en plus vers les produits transformés.

Les qualités de la viande de dinde dépendent pour une large part des conditions de transformation du muscle en viande. Le muscle *Pectoralis superficialis* se caractérise par une vitesse de baisse de pH rapide, voire très rapide (en quelques 30 minutes) analogue à celle rencontrée dans les muscles de porcs développant les caractéristiques PSE (viande pâle, molle et

exsudative (Santé, 1993). La maîtrise de la matière première est déterminante pour les produits issus de la transformation, en particulier, l'état des protéines de la viande. L'altération des propriétés fonctionnelles des protéines de la viande conduit entre autres à une capacité de rétention d'eau réduite, à la présence d'exsudat dans les barquettes des produits frais et à des rendements de cuisson diminués sur les produits cuits.

La réfrigération des carcasses telle qu'elle est pratiquée actuellement ne semble pas adéquate pour maintenir en l'état les propriétés fonctionnelles des protéines. La mise en œuvre d'une réfrigération plus intense serait un moyen de prévenir l'altération des propriétés fonctionnelles des protéines.

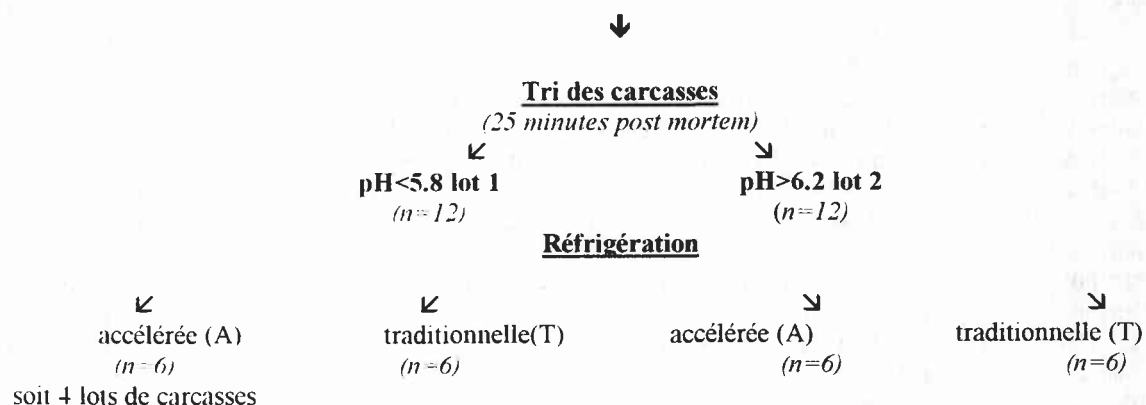
Le but de cette étude est de mesurer les effets d'une réfrigération accélérée des carcasses sur la qualité de la viande de dinde, en particulier d'étudier les propriétés fonctionnelles des protéines au travers d'une protéine marqueur: la phosphorylase.

2- Protocole expérimental

24 dindes ont été sélectionnées d'un lot de 3000 dindes sur la base de la valeur de pH en fin de chaîne d'abattage, soit 25 minutes post mortem.

Facteurs étudiés: Réfrigération des carcasses et tri des carcasses en fonction du pH

Abattage lot 3000 dindes BUT 9



	pH<5.8	pH>6.2
Réfrigération accélérée	lot 1 A	lot 2 A
Réfrigération traditionnelle	lot 1 T	lot 2 T

Objectif: Réfrigération et Qualité de la viande - <i>fonctionnalité de protéines</i>	
Traitements	① tri en fonction de la vitesse de chute de pH ② mode de réfrigération
Mesures	Physico-chimiques : - pH à 25 minutes et pH ultime - température Fractionnement subcellulaire - séparation et électrophorèse des protéines sarcoplasmiques et myofibrillaires - extractibilité d'une protéine sarcoplasmique (la phosphorylase) par Western Blot Immunofluorescence - localisation de la phosphorylase sur myofibrille isolée en microscopie optique

3- Résultats

1- Qualité de la viande : Vitesse de chute de pH et- pH ultime

lot	Réfrigération traditionnelle		Réfrigération accélérée	
	pH bas 1T	pH élevé 2T	pH bas 1A	pH élevé 2A
pH 25 minutes	5.76 ± 0.18 ^a	6.17 ± 0.08 ^b	5.78 ± 0.07 ^a	6.20 ± 0.06 ^b
pH ultime	5.64 ± 0.08	5.70 ± 0.08	5.67 ± 0.07	5.7 ± 0.07

Les carcasses ont bien été discriminées sur la base de la valeur du pH en fin de chaîne d'abattage ($P < 0.05$). Les deux lots à pH bas ont des valeurs de pH similaires (5.76 et 5.78). Les deux lots à pH élevé ont également des valeurs de pH similaires (6.17 et 6.20).

Le pH ultime ne diffère pas significativement entre les 4 lots, il est compris 5.65 et 5.70. Ce qui correspond à un pH ultime fréquemment rencontré dans les muscles *Pectoralis* de dinde en rigor. Les réserves en glycogène musculaire devaient être du même ordre de grandeur entre les 4 lots au moment de l'abattage.

Les muscles dont la vitesse de chute de pH est très rapide sont pratiquement en rigor en fin de chaîne d'abattage, en effet le pH est supérieur à la valeur ultime de 0.1 à 0.15 unité pH seulement. A ce stade du process d'abattage, la température corporelle moyenne est alors supérieure à 40°C. Ces conditions environnementales de pH acide et de température élevée sont favorables à l'altération des propriétés fonctionnelles des protéines.

2- Fonctionnalité des protéines

Nous avons choisi une protéine marqueur de la dénaturation des protéines : la phosphorylase.

2.1- Procédure

Etape 1: Séparation des protéines sarcoplasmiques et myofibrillaires
Obtention des protéines sarcoplasmiques solubles S1 et des protéines myofibrillaires insolubles P1
Lavage des protéines myofibrillaires P1

Obtention des protéines sarcoplasmiques solubles S2 et des protéines myofibrillaires insolubles P2
Lavage des protéines myofibrillaires P2
Obtention des protéines sarcoplasmiques solubles S3 et des protéines myofibrillaires insolubles P3

extraction post mortem	Protéines myofibrillaires	Protéines sarcoplasmiques		
24 h	J1P3	J1S1	J1S2	J1S3
7 jours	J7P3	J7S1	J7S2	J7S3

Etape 2: Electrophorèse

Etape 3: Identification de la phosphorylase par Western Blot

Etape 4: Localisation de la phosphorylase des myofibrilles

Les myofibrilles (fraction P3) sont incubées en présence de phosphorylase et observées au microscope en épifluorescence.

2.3 Séparation des protéines sarcoplasmiques

Les muscles dont la vitesse de chute de pH est rapide et réfrigérés de façon traditionnelle (lot 1T) présentent moins de phosphorylase après la première étape de séparation (S1) que ceux dont la vitesse de chute de pH est normale (lot 2T). Cela traduit une perte de solubilité des protéines sarcoplasmiques dans les muscles à bas pH. Ceci est confirmé en mesurant les intensités de coloration sur la membrane après Western Blot dont les résultats figurent dans le tableau ci-dessous.

Réfrigération traditionnelle	Protéines sarcoplasmiques	µg phosphorylase/g protéine
pH < 5.8	S1D1	0,022
pH > 6.2	S1D1	0,048

A l'inverse, la quantité de phosphorylase extraite après la première étape de séparation est du même ordre de grandeur pour les muscles réfrigérés rapidement quelle que soit la vitesse de chute de pH (groupes 1A et 2A). La solubilité des protéines sarcoplasmiques ne semble donc pas affectée par la vitesse de chute de pH dans le cas où les carcasses sont réfrigérés rapidement.

La réfrigération accélérée compense l'effet négatif d'une baisse rapide du pH dans les muscles.

Cette technique de séparation des différentes protéines constitue une première étape. Elle permet d'estimer leur degré de solubilité et l'utilisation d'anticorps spécifique assure une identification protéique.

La seconde étape vise à localiser précisément la phosphorylase dans le pool de protéines myofibrillaires.

Immunofluorescence

Les myofibrilles de muscle *Pectoralis superficialis* ont été lavées du glycérol dans lequel elles baignaient et mises en suspension dans du tampon phosphate, déposées sur des lamelles en présence du premier anticorps anti-phosphorylase, puis du second anticorps marqué à la fluoresceine.

Les myofibrilles ont été observées au microscope optique par épifluorescence. Les images ont été collectées par un appareil photo piloté par un ordinateur équipé du logiciel IPLab.

La mesure de la fluorescence au niveau des myofibrilles traduit la présence de la phosphorylase sur ces myofibrilles. La fluorescence est mesurée

sur une aire de la lame sans myofibrille: cette valeur qui représente le bruit de fond sera retranchée à l'aire contenant une myofibrille.

	Réfrigération traditionnelle		Réfrigération accélérée	
	pH < 5.8	pH > 6.2	pH < 5.8	pH > 6.2
intensité de fluorescence	832 ± 354^a	339 ± 111^b	409 ± 164^b	398 ± 57^b

Les carcasses réfrigérées de façon traditionnelle et pour lesquelles les muscles présentent une chute de pH très rapide ont un niveau de fluorescence élevé (832), significativement supérieur aux muscles ayant un pH supérieur à 6.2 (photo A).

Dans le cas de carcasses réfrigérées plus rapidement, l'intensité de fluorescence mesurée est équivalente quelle que soit la cinétique de chute de pH (photo B).

Il apparaît donc :

- que la phosphorylase précipite sur les myofibrilles
- qu'une vitesse de chute de pH rapide amplifie cette précipitation
- qu'une réfrigération accélérée rétablit un niveau de précipitation équivalent quelle que soit la vitesse de chute de pH.

Motif:

La phosphorylase précipite préférentiellement au niveau de la strie Z et légèrement au niveau de la bande M. Lorsque les muscles à bas pH sont réfrigérés de façon traditionnelle, la fluorescence est visible sur toute la myofibrille, masquant ainsi le complexe actomyosine, la myosine et l'actine. Or la myosine est la protéine prépondérante dans le muscle (28-30% des protéines totales), le pouvoir de rétention d'eau de la viande dépend de sa capacité à fixer des molécules d'eau. La précipitation de phosphorylase sur la myosine par recouvrement empêchera l'accès de l'eau à la myosine.

4- Conclusions

Le tri des carcasses en fonction du pH en fin de chaîne d'abattage et l'application de deux régimes thermiques a montré que :

- en terme de fonctionnalité des protéines, les propriétés fonctionnelles des protéines sont altérées (présence de phosphorylase sur les myofibrilles et myosine difficilement extraite en conditions salines),

- le régime thermique appliqué en abattoir favorise la dénaturation des protéines car il ne refroidit pas assez vite les carcasses.

- le régime thermique testé où les carcasses atteignent en 30 à 40 minutes 35°C réduit de moitié l'altération protéique.

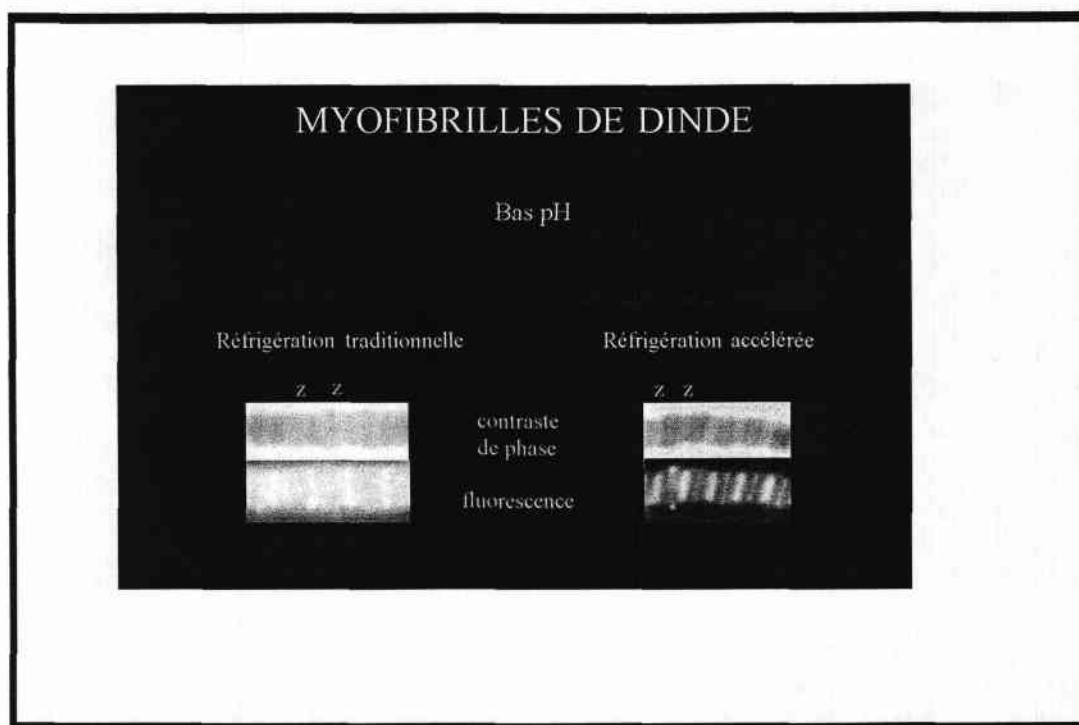


Photo A : carcasses à vitesse de chute de pH rapide réfrigérées de façon traditionnelle et rapidement

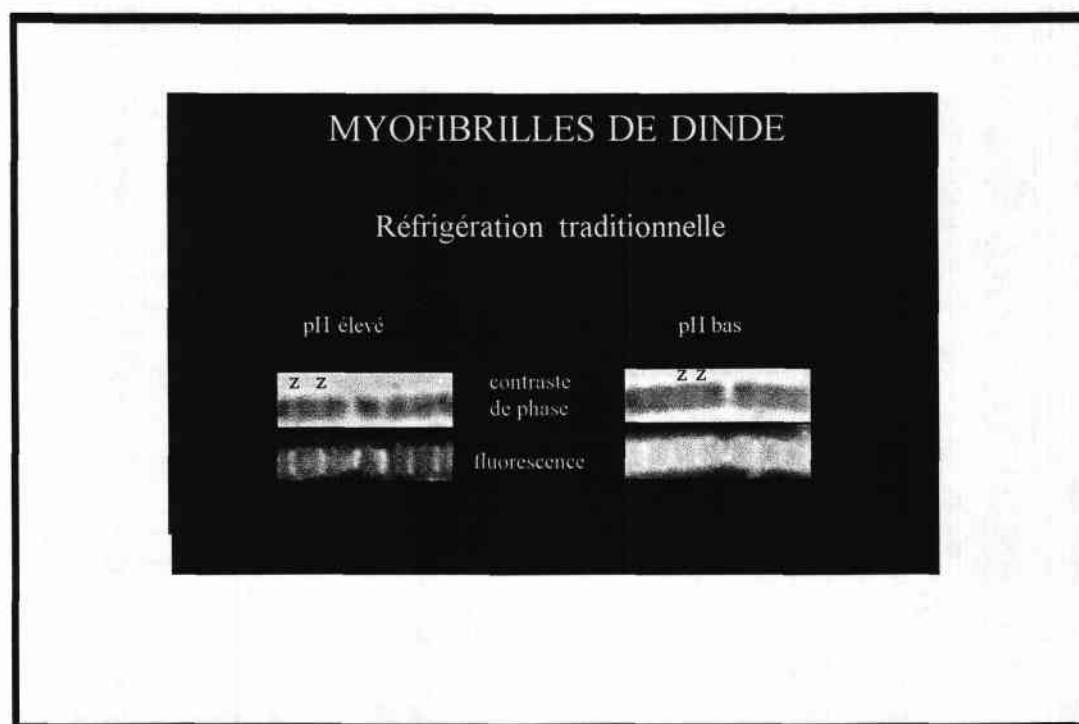


Photo B: carcasses réfrigérées de façon traditionnelle à vitesse de chute de pH rapide et normale