

EFFET DE LA CHALEUR ET DU TAUX PROTEIQUE DU REGIME SUR LE METABOLISME PROTEIQUE MUSCULAIRE DU POULET DE CHAIR EN FINITION

Temim Soraya, Peresson Rosaria, Guillaumin Solange, Chagneau Anne-Marie, Tesseraud Sophie

INRA, Station de Recherches Avicoles, 37380 Nouzilly

Résumé

Cet essai a été conduit pour déterminer, chez des poulets de chair en finition, l'effet de la température ambiante élevée (32 vs 22°C) et du taux protéique alimentaire (25 vs 20%) sur le renouvellement protéique du muscle *Pectoralis major*. La protéosynthèse a été mesurée, *in vivo*, à l'âge de 5-6 semaines, par une surcharge en [^{3} H]-Phe. La protéolyse a été estimée pour le même muscle par différence entre synthèse et dépôt protéiques. La chaleur réduit profondément ($P < 0,001$) la protéosynthèse et la protéolyse. Le renouvellement protéique du muscle pectoral est ainsi environ 2 fois plus lent. Ceci est associé à des baisses significatives ($P < 0,001$) du potentiel de synthèse (environ -25%) et de l'efficacité de la phase traductionnelle (-10 à -20%). Enfin, la protéosynthèse diminue plus que la protéolyse ce qui explique la baisse de dépôt. A 32°C, la distribution du régime riche en protéines ne modifie significativement ni l'intensité de la protéosynthèse, ni le potentiel de synthèse ou l'efficacité traductionnelle. Elle tend, par contre à réduire la protéolyse ce qui contribue à améliorer le dépôt protéique.

Abstract

Effect of high ambient temperature and dietary protein intake on muscle protein turnover in the finishing broiler chicken

The aim of this study was to analyse the effect of high ambient temperature (32 vs 22°C) and diet crude protein (25 vs 20%) on *Pectoralis major* muscle protein turnover in finishing broilers. At 5-6 weeks of age, protein synthesis was measured *in vivo* with a flooding dose of [^{3} H]-Phe. Protein breakdown was estimated on the same muscle as the difference between protein synthesis and deposition. Heat greatly reduced protein synthesis and breakdown ($P < 0.001$) and resulted on approximately 2-fold slower muscle protein turnover. This was associated with significant ($P < 0.001$) decreases in the capacity for protein synthesis (around -25%) and in the translational efficiency (-10 to -20%). Finally, protein synthesis decreased more than breakdown, explaining the reduced protein deposition. At 32°C, giving the high protein diet did not significantly modify either protein synthesis rate or the capacity for protein synthesis, or translational efficiency. Conversely, it tended to reduce proteolysis, thus improving protein deposition.

Introduction

L'exposition chronique à des températures ambiantes élevées entraîne chez les poulets de chair un ralentissement de la croissance. Ceci est dû à une importante réduction de la consommation et à un effet direct de la chaleur sur les mécanismes physiologiques de l'animal (Geraert et al., 1996b). La baisse de croissance au chaud est associée à une diminution de l'efficacité et du dépôt protéiques (Geraert et al., 1996a), suggérant de profonds changements du métabolisme protéique. Par ailleurs, l'augmentation du taux protéique du régime semble

améliorer la croissance et le dépôt des protéines corporelles des animaux élevés en environnement chaud (Tesseraud et al., 1997).

Dans cet essai, nous étudions les mécanismes qui régulent le dépôt protéique en environnement chaud ainsi que les modifications induites par la distribution d'un régime riche en protéines. Rappelons que, dans les organismes vivants, les protéines sont renouvelées c'est à dire synthétisées et dégradées en permanence. Ainsi, le dépôt protéique existant chez l'animal en croissance est le reflet de la différence entre les deux processus quasi continus de protéosynthèse et de protéolyse. Pour mieux comprendre les modifications

de fixation des protéines chez le poulet élevé au chaud, nous mesurons ces deux composantes du métabolisme protéique.

Matériel et méthodes

Trois cent cinquante poussins mâles d'un jour, de souche VEDETTE, sont élevés jusqu'à l'âge de 4 semaines dans des conditions standard de température. A l'âge de 4 semaines, 168 poulets sont sélectionnés, répartis en 4 lots de poids homogène et maintenus durant 2 semaines, à des températures ambiantes constantes de 22 ou 32°C. Ils sont nourris *ad libitum* avec 2 régimes isoénergétiques (3100 kcal/kg) titrant 20 ou 25% de protéines (pour les détails du protocole voir Tesseraud et al., 1997).

Les composantes du métabolisme protéique sont quantifiées, *in vivo*, à l'âge de 5-6 semaines, au niveau du muscle squelettique du bréchet (*Pectoralis major*) chez 5-6 poulets par lot. L'intensité de protéosynthèse (Ks) est mesurée par la méthode de surcharge en L-[³H]-Phénylalanine (Garlick et al., 1980). Les animaux reçoivent dans la veine alaire, une injection de 0,8 ml/100 g de la solution de phénylalanine radioactive (150 µmol/ml et 45-50 µCi/ml). Vingt minutes après l'injection, ils sont anesthésiés par voie intraveineuse puis saignés. Le muscle gauche du bréchet de chaque animal est prélevé dans son intégralité, pesé rapidement et congelé dans de l'azote liquide. Les échantillons sont conservés à -20°C jusqu'aux analyses ultérieures.

Le Ks est déterminé grâce aux mesures des radioactivités spécifiques de la [³H]-Phe libre intratissulaire et celle incorporée dans les protéines. Une approche des mécanismes de la protéosynthèse est faite par le calcul de deux paramètres :

- la capacité ribosomale (Cs) définie par le rapport ARN / protéines et caractérisant le potentiel de synthèse.

- l'activité de l'ARN (kRNA) ou quantité de protéines synthétisées par unité d'ARN et reflétant l'efficacité traductionnelle.

Enfin, l'intensité de la protéolyse (Kd) est estimée, pour le même muscle, par différence entre synthèse (Ks) et dépôt (Kg) protéiques.

Les résultats sont décrits par la moyenne et l'erreur standard (SE). Ils sont soumis à une analyse de variance à 2 facteurs (température et taux protéique).

Résultats et discussion

Les caractéristiques du muscle pectoral sont données dans le tableau 1. Les poulets élevés à 32°C ont des muscles du bréchet plus petits comparés à ceux des poulets élevés à 22°C : le poids du muscle (en gramme) est diminué de 23 à 27% selon le régime (P<0,001). Les quantités de protéines et d'ARN du *Pectoralis major* sont également affectées par l'élévation de la température ambiante : -26% et -45% respectivement entre 22 et 32°C.

Nos résultats (Tableau 2) montrent, chez les poulets élevés à 32°C comparés à ceux maintenus à thermoneutralité, une réduction prononcée de la protéosynthèse (P<0,001), quel que soit son mode d'expression : quantités de protéines synthétisées par jour et par kg de poids vif (-40 à -50%) ou proportions que constituent ces quantités par rapport à la masse protéique du muscle pectoral (taux en %/j, -35 à -40%). Ceci est à mettre en relation avec les baisses significatives du potentiel de synthèse (-25%) et de l'efficacité de la phase traductionnelle de la protéosynthèse (-10 à -20%).

TABLEAU 1 : Caractéristiques du muscle *Pectoralis major* de poulets mâles exposés à 22 ou 32°C et nourris à volonté avec un régime à 20 ou 25% de protéines, à l'âge de 5-6 semaines (n = 5-6). Tre = effet température, TP = effet du taux protéique. Signification statistique : ***, P<0,001. Par ligne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P<0,05).

Température ambiante	22°C		32°C		SE	Analyse statistique, P =		
Taux protéique	20%	25%	20%	25%	poolée	Tre	TP	Interaction
Poids du muscle (g)	107,14 ^a	118,08 ^a	82,45 ^b	86,38 ^b	4,12	***	0,09	0,41
Quantité de protéines (g)	14,97 ^a	16,02 ^a	11,42 ^b	11,37 ^b	0,44	***	0,31	0,26
Quantité d'ARN (mg)	141,5 ^a	151,1 ^a	77,88 ^b	81,59 ^b	3,89	***	0,11	0,47

TABEAU 2 : Taux de synthèse protéique (Ks), quantité totale de protéines synthétisées (ASR), capacité ribosomale (Cs), activité de l'ARN (kRNA) et rendement de fixation des protéines (R) du muscle *Pectoralis major* de poulets mâles exposés à 22 ou 32°C et nourris à volonté avec un régime à 20 ou 25% de protéines, à l'âge de 5-6 semaines (n = 5-6). Tre = effet température, TP = effet du taux protéique. Signification statistique : *, P<0,05 ; **, P<0,01 ; ***, P<0,001. Par ligne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P<0,05).

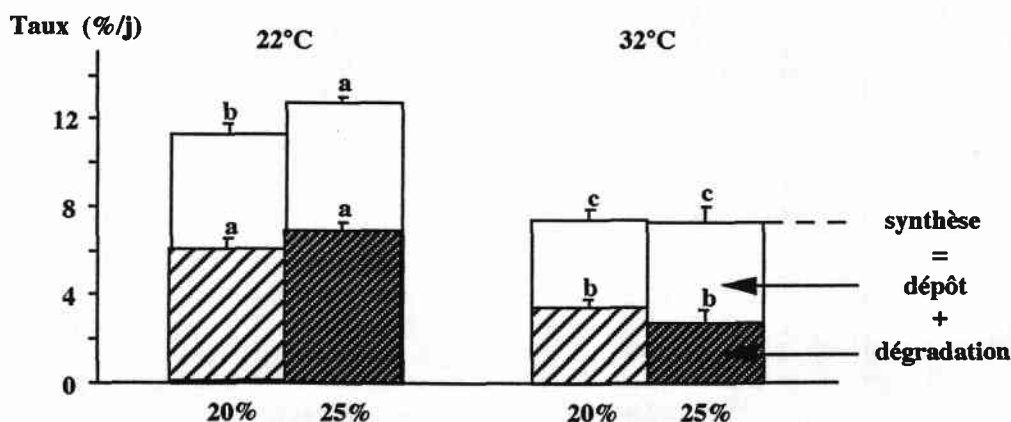
Température ambiante	22°C		32°C		SE	Analyse statistique, P =		
Taux protéique	20%	25%	20%	25%	poolée	Tre	TP	Interaction
Ks (%/j)	11,34 ^b	12,79 ^a	7,42 ^c	7,28 ^c	0,49	***	0,20	0,12
ASR (mg/j par kg PV)	849 ^b	1012 ^a	513 ^c	484 ^c	35	***	0,07	*
Cs (mg/g)	9,49 ^a	9,43 ^a	6,82 ^b	7,17 ^b	0,18	***	0,45	0,28
kRNA (mg/j par mg)	11,96 ^{ab}	13,59 ^a	10,86 ^b	10,10 ^b	0,58	***	0,46	*
R (%)	47,2 ^b	46,1 ^b	54,2 ^{ab}	63,2 ^a	3,25	**	0,24	0,14

La protéolyse est également diminuée à 32°C par rapport à 22°C : -45 à -65% selon le régime et le mode d'expression (P<0,001) (Figure 1). Le renouvellement des protéines musculaires du *Pectoralis major* est par conséquent environ 2 fois plus lent à 32°C par rapport à la thermoneutralité. Ainsi, nos résultats indiquent clairement que, chez les poulets de chair en finition, les vitesses de protéosynthèse et de protéolyse diminuent avec l'élévation de la température ambiante. Des résultats similaires ont été obtenus par Aoyagi et al. (1988) et Hayashi et al. (1992). Mais ces deux études étaient réalisées chez de très jeunes poulets (âgés de moins d'un mois) et portaient sur l'effet du froid puisqu'elles comparaient des températures basses à des températures adéquates ou élevées. Signalons enfin que dans notre étude la protéosynthèse est

davantage affectée par la chaleur que la protéolyse, ce qui explique la réduction du dépôt protéique des poulets exposés au chaud (Figure 1).

A 32°C, augmenter le taux protéique du régime ne stimule pas la synthèse protéique au niveau du muscle pectoral, contrairement à ce qui est observé à 22°C. En effet, à 32°C, le régime riche en protéines ne modifie ni l'intensité de protéosynthèse, ni le potentiel de synthèse ou l'efficacité traductionnelle (Figure 1 et Tableau 2). En revanche, il semble réduire la protéolyse (-20%) améliorant ainsi le dépôt protéique. Ceci contribue également à accroître l'efficacité du dépôt protéique ou rendement de fixation des protéines synthétisées (R, Tableau 2). Ces modifications de dégradation ou de dépôt protéiques n'atteignent pas cependant la signification statistique.

FIGURE 1 : Métabolisme protéique du muscle *Pectoralis major* de poulets mâles exposés à 22 ou 32°C et nourris à volonté avec un régime à 20 ou 25% de protéines, à l'âge de 5-6 semaines (moyennes ± SE, n=5-6). Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P<0,05).



Ces observations pourront être confirmées par la détermination de la dégradation protéique au niveau d'autres muscles et organes ou au niveau musculaire global grâce à la méthode de mesure de l'excrétion de la N-méthylhistidine.

Dans notre étude, la distribution du régime hyperprotéique au chaud n'a pas permis de restimuler la protéosynthèse. De nombreuses questions restent alors posées : une résistance à l'insuline de l'utilisation périphérique du glucose (Padilha et al., 1994) peut-elle réduire l'apport énergétique au muscle, limitant ainsi la synthèse protéique ? La réponse à l'insuline du métabolisme protéique est-elle aussi réduite ? Il est par ailleurs possible que la chaleur ait une action sur les besoins en certains acides aminés plutôt que sur le besoin protéique global (Brake et Balnave, 1995). Dans ce cas, des apports adéquats en chacun de ces acides aminés peuvent-ils stimuler la protéosynthèse ?

Conclusion

L'exposition chronique à des températures ambiantes élevées ralentit le renouvellement protéique du muscle *Pectoralis major* en réduisant fortement la protéolyse et surtout la protéosynthèse. Les changements profonds du métabolisme protéique peuvent donc expliquer la baisse de croissance des poulets exposés au chaud.

La distribution du régime riche en protéines au chaud semble améliorer le dépôt protéique en réduisant légèrement la protéolyse. De plus, une meilleure connaissance des mécanismes de régulation du métabolisme protéique par les substrats (acides

aminés) et les hormones (insuline) chez les poulets exposés au chaud s'avère nécessaire pour adapter au mieux l'alimentation à cette situation critique.

Remerciements

Cette étude a été financée par un contrat de recherche avec le fonds SYPRAM.

Références

- Aoyagi Y., Tasaki I., Okumura J.I., Muramatsu T., 1988. *Comp. Biochem. Physiol.*, 89A (3), 433-436.
- Brake J., Balnave D., 1995. In: *Biokyowa Symposium Proceeding of the XII annual meeting*, St Louis, 18 pp.
- Garlick P.J., Mc Nurlan M.A., Preedy V.R., 1980. *Biochem. J.*, 192, 719-723.
- Geraert P.A., Padilha J.C.F., Guillaumin S., 1996a. *Br. J. Nutr.*, 75, 195-204.
- Geraert P.A., Padilha J.C.F., Guillaumin S., 1996b. *Br. J. Nutr.*, 75, 205-216.
- Hayashi K., Kaneda S., Otsuka A., Tomita Y., 1992. In: *19th WPC. Amsterdam 19-24 September 1992*, 2, pp 93.
- Padilha J.C.F., Geraert P.A., Rideau N., Aïn Baziz H., Guillaumin S., 1994. In: *1ères Journées de la Recherche Avicole, Angers*, pp 90-92.
- Tesseraud S., Temim S., Chagneau A.M., Guillaumin S., Michel J., Peresson R., Geraert P.A., 1997. In: *2èmes Journées de la Recherche Avicole, Tours*, 8-10 avril 1997.