

L'EFFICACITÉ ALIMENTAIRE : UN PROBLÈME DE THERMOGÉNÈSE (2)

François Nathe, Geraert P.A., Gabarrou J.F. et Guillaumin Solange.

INRA, Station de Recherches Avicoles, 37380 Nouzilly

Résumé

L'existence d'un contrôle β -adrénergique de la thermogénèse alimentaire (DIT) chez les oiseaux a été étudiée chez deux lignées sélectionnées pour une forte (R+) ou faible (R-) consommation alimentaire résiduelle. L'administration de propranolol (β -bloquant) a significativement réduit la DIT des poules R+ nourries ad libitum (6,7 vs 11,7 %) sans affecter celle des R-. Pour s'affranchir de l'effet anorectique du propranolol, des coqs des deux lignées ont été gavés à 60 ou 100 % de leur ingéré ad libitum avec ou sans β -bloquant. En alimentation restreinte (60 %), le propranolol n'a eu aucun effet chez les coqs R+ comme chez les coqs R-. Au contraire, il diminue la DIT des coqs R+ gavés à 100 % sans modifier celle des R-. Les coqs R+ montrent donc une thermogénèse régulatrice sous contrôle β -adrénergique qui leur permet d'éliminer leur différence d'ingéré par rapport aux R-. Enfin, l'analyse de la sérotonine plasmatique suggère une différence de régulation de l'appétit entre les deux lignées.

Abstract

Differences in feed efficiency and variations in thermogenesis : part 2

β -adrenergic control of diet-induced thermogenesis (DIT) was investigated in two experimental lines, selected for high (R+) or low (R-) residual feed intake. Propranolol administration (β -blocking agent) significantly reduced DIT of ad libitum fed R+ hens (6,5 vs 11,7 %), but had no effect in R- hens. To take into account the anorectic effect of propranolol, cockerel of both lines were force-fed 60 or 100 % of their ad libitum feed intake with or without β -blocking agent. When they were restricted (60 %), propranolol had no effect on either line. However, propranolol decreased DIT of 100 % force-fed R+ cockerels but had no effect in R- cockerels. R+ cockerels, but not R- cockerels, appear to dissipate excess dietary energy via β -adrenergic regulation of DIT. Analyse of plasma serotonin indicate differences in the control of appetite between the two lines.

Introduction

Les pertes énergétiques sous forme de chaleur sont un facteur important de la diminution de l'efficacité alimentaire en production animale. Gabarrou et al. (1995) ont montré que des lignées sélectionnées de façon divergente sur la consommation alimentaire résiduelle : forte (lignée inefficace, R+) ou faible (lignée efficace, R-) présentaient des différences de thermogénèse alimentaire. La lignée R+ avait une extrachaleur augmentée de 74 % par rapport à celle des R-. Il existerait donc chez les oiseaux, un déterminisme génétique de la capacité à réguler un excès de calories ingérées. La thermogénèse alimentaire ou extrachaleur (DIT des anglosaxons pour Diet-Induced Thermogenesis) comprend une composante obligatoire résultant du coût énergétique associé à la digestion, à l'absorption intestinale, au transport, aux transformations métaboliques et au stockage des nutriments et une composante régulatrice. Cette dernière, observée par Rothwell et Stock (1981) chez de jeunes rats rendus hyperphagiques par un régime « cafétéria » est sous contrôle β -adrénergique (système nerveux sympathique). Par analogie avec les mammifères, une régulation par le système β -adrénergique a été envisagée dans les deux lignées R+ et R-. Les animaux ont reçu une administration orale de propranolol (β -bloquant non spécifique) et les concentrations plasmatiques en catécholamines ont été mesurées.

Matériels et méthodes

Expérience 1 : L'effet du propranolol sur l'ingéré alimentaire et la production de chaleur est mesuré dans des chambres respiratoires individuelles (Geraert 1990). La production de chaleur est mesurée par calorimétrie indirecte, par mesure de la consommation d'O₂ et de la production de CO₂. On estime la thermogénèse alimentaire comme la différence de production de chaleur entre l'animal nourri et l'animal à jeun. Les mesures sont effectuées pendant 5 heures après ingestion d'une gélule contenant ou non du propranolol (10mg/kg). Les poules ont libre accès à leur mangeoire et leur abreuvoir.

Expérience 2 : L'effet du propranolol sur la production de chaleur à ingéré constant est mesuré sur six coqs par lignée. Les animaux sont nourris par gavage humide à 60 et 100% de leur consommation ad libitum (118g pour les R+ et 73g pour les R-). Le gavage est réalisé en deux temps : à 9 et 16h pour éviter un stress trop

important. L'administration orale (gélule) du propranolol est faite à 9 h (10 mg/kg). Des prélèvements sanguins sont effectués sur coqs gavés à 100%, traités ou non au propranolol. Le dosage des catécholamines plasmatiques a été effectué par HPLC (INRA - Physiologie de la Reproduction des Mammifères Domestiques) selon la méthode de Hallman et al. (1978).

Résultats et discussion

Le tableau 1 illustre l'effet du propranolol chez les poules R+ et R-. La différence de production de chaleur entre les 2 lignées s'explique essentiellement par une différence de thermogénèse alimentaire. Le propranolol fait chuter l'ingéré des poules R+ et R- de 35 %. Seule la production de chaleur des R+ est affectée par le β -bloquant (-27%). On observe une diminution de la DIT pour les 2 lignées, plus marquée chez les R+ (-63%) que chez les R- (-56%). En effet, si on exprime la DIT en pourcentage de l'EMi, elle chute sous l'effet du propranolol chez les R+ : 6,5 vs 11,7 % alors que les R- ne sont pas significativement affectés.

TABLEAU 1 : Effet du propranolol sur les poules R+ et R- (n = 5)

en kJ/kg ^{0,75} min.			R+		R-	
			Témoin	Propranolol	Témoin	Propranolol
Energie métabolisable	ingérée		1442	956	986	625
(EMi)						
Production de chaleur			388	282	228 ^c	195
Thermogénèse alimentaire (DIT)			168	62	57	25
Thermogénèse alimentaire (DIT) en % de l'EMi			11,7	6,5	5,8	4,0

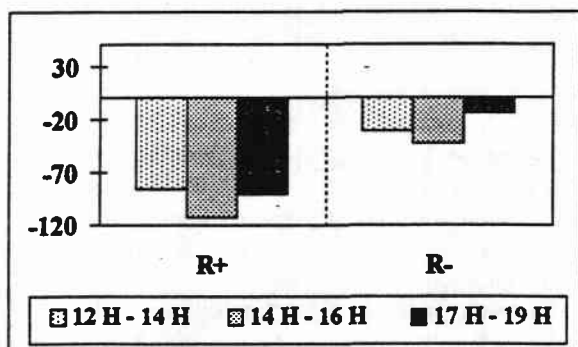
Les valeurs suivies par des lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0.05$).

L'effet légèrement anorexique du propranolol peut s'expliquer par son effet vasoconstricteur qui limite les pertes de chaleur et donc la DIT, ce qui induirait une baisse de l'ingéré alimentaire. La DIT exprimée en pourcentage de l'EMi n'est pas affectée par le propranolol chez les R-, elle est donc proportionnelle à l'ingéré alimentaire. Chez les R+, la DIT en pourcentage de l'EMi est environ 2 fois plus forte que chez les R-. Cette différence disparaît sous l'effet du propranolol, le R+ étant ramené au niveau du R-. Ces résultats s'expliquent soit par la diminution de l'ingéré alimentaire soit par l'existence d'un contrôle β -adrénergique de la thermogénèse alimentaire chez les R+.

Les figures 1 et 2 montrent l'effet du propranolol sur la production de chaleur des coqs des deux lignées. Les résultats sont présentés pour les tranches horaires qui correspondent au pic de thermogénèse. Le propranolol inhibe fortement la production de chaleur des animaux R+ lorsque ceux-ci reçoivent 100 % de leur ad libitum, alors que la production de chaleur des individus R- n'est que faiblement diminuée. Avec un ingéré réduit à 60 % de la consommation ad libitum, les coqs R+ ne montrent plus de diminution de la production de chaleur. Il existe donc un contrôle β -adrénergique de la dépense énergétique pour les R+. Cette dépense énergétique, liée à la quantité d'aliment ingéré chez le R+ peut donc être attribuée à la composante régulatrice de la thermogénèse alimentaire.

Les résultats de dosages plasmatiques de sérotonine révèlent des divergences importantes entre génotypes alors que les autres catécholamines sont peu différentes. La concentration plasmatique basale de sérotonine (figure 3) est significativement plus élevée chez les coqs R- comparée aux coqs R+ : 156,9 vs 22,1 ng/ml. La réalimentation par gavage abolit cette différence et réduit le niveau de sérotonine plasmatique des coqs R- au niveau des coqs R+. Les concentrations basales en sérotonine, plus élevées chez le R-, soulignent l'importance du contrôle de l'appétit dans ces deux lignées. La consommation d'aliment des R- serait inhibée par des taux élevés de sérotonine circulante. Après gavage, les deux génotypes ont la même concentration plasmatique de sérotonine (environ 25 ng/ml). L'administration de propranolol augmente significativement le taux de sérotonine dans la lignée R+. Ceci suggère une interdépendance des contrôles sérotoninergique et β -adrénergique de l'appétit et de la thermogénèse alimentaire chez les oiseaux.

FIGURE 1: Effet du propranolol exprimé par la variation de la production de chaleur en $\text{kJ/kg}^{0.75}$.jour sur coqs gavés à 100% de leur ad libitum (n = 6).



Conclusion

— L'existence d'une composante régulatrice de la thermogénèse alimentaire dans la lignée R+ sous contrôle β -adrénergique est donc confirmée. Cette composante régulatrice de la DIT n'apparaît cependant que lorsque les animaux reçoivent une quantité suffisante d'aliment (au moins proche de leur ingéré ad libitum) et permet aux animaux R+ d'éliminer l'excès d'énergie ingérée. Tout comme les petits mammifères, la DIT régulatrice est donc sous contrôle β -adrénergique chez les oiseaux. Chez les mammifères, elle met en jeu un tissu particulier : le tissu adipeux brun, dont les oiseaux sont dépourvus. Il paraît alors intéressant de déterminer la nature des effecteurs possible de cette DIT régulatrice chez l'oiseau.

Les niveaux circulants en sérotonine beaucoup plus élevés dans la lignée R-, avant gavage, suggèrent un contrôle de l'appétit différent entre les deux génotypes. Ce contrôle sérotoninergique de l'appétit, présent chez les R- serait donc inhibé chez les R+ en temps normal. Ces deux lignées pourraient donc constituer un modèle d'étude de la régulation de la thermogénèse régulatrice et de l'appétit chez les oiseaux.

FIGURE 2: Effet du propranolol exprimé par la variation de la production de chaleur en $\text{kJ/kg}^{0.75}$.jour sur coqs gavés à 60% de leur ad libitum (n = 6).

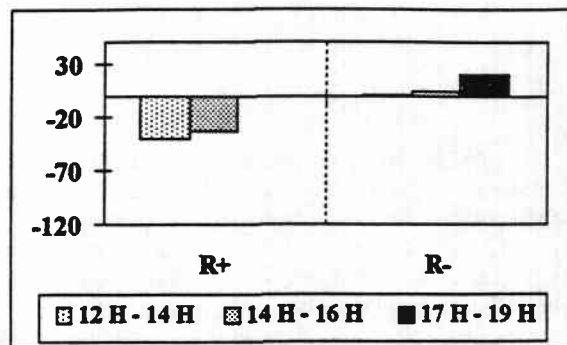
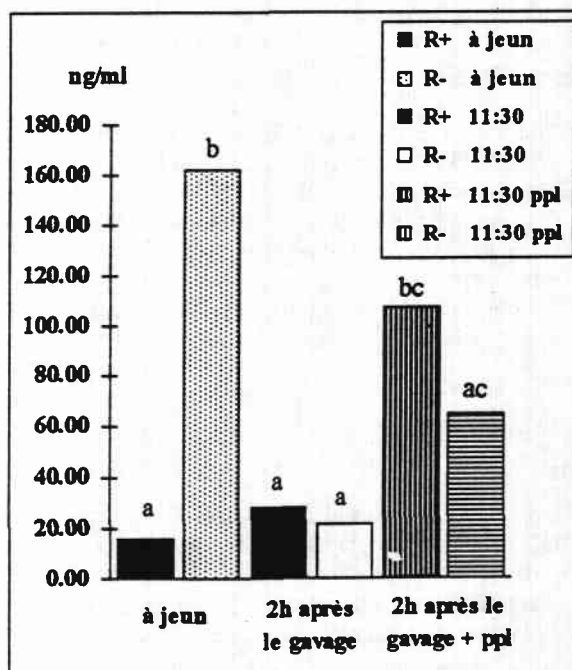


FIGURE 3: Evolution de la concentration plasmatique en sérotonine avant et après gavage à 100% , avec et sans traitement au propranolol (n = 9).



Les valeurs suivies par des lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0.05$).

Remerciements

Nous remercions A. Bordas et P. Mérat de la Station de Génétique Factorielle (INRA Jouy) pour les lignées R+ et R-, ainsi que J.C. Thiery et S. Picard pour leur collaboration dans la mesure des catécholamines circulantes.

Références

- Fairfull R.W., Chambers J.R., 1984. Can. J. Anim., Sci., 64, 513-527.
- Gabarrou J.F., Geraert P.A., François N. Guillaumin S., 1995. Journées de Recherches Avicoles. Angers
- Geraert P.A., 1990. Cah. Nut. Diet., 25, 205.
- Hallman H., Farnebo L.O. Hamberger B. and Johnson G., 1978. Life Sci., 23, 1049-1052.
- Rothwell N.J. and Stock M.J., 1981, Metabolism, 30. 673-678.