

RELATIONS GENETIQUES ENTRE LES PERFORMANCES DE CROISSANCE PONDERALE ET LE METABOLISME DU TISSU MUSCULAIRE DU LAPIN

Genetic relations between ponderal growth performances and muscular tissue metabolism in rabbits

Relaciones genéticas entre los rendimientos de crecimiento ponderal y el metabolismo del tejido muscular en el conejo

J. OUHAYOUN *
R. ROUVIER *
B. POUJARDIEU *

INTRODUCTION

Les objectifs des programmes d'amélioration génétique des lignées «mâle-chair» sont actuellement l'augmentation de la vitesse de croissance et de l'efficacité de la transformation des aliments en tissus maigres.

D'après WENIGER *et al.* (1970), la pratique de la sélection sur ces seuls caractères, aurait une incidence défavorable sur la qualité de la viande chez le porc. Les travaux de HENRY (1963), VOLD *et al.* (1965), SCHMID (1968) et SCHON (1969) montrent que la sensibilité au stress de certaines races de porcs est accrue lorsque la sélection a pour but d'améliorer la production de viande maigre, la conformation et le coefficient de conversion des aliments en poids corporel.

La sélection artificielle, pour une croissance musculaire rapide, et les méthodes modernes d'élevage, qui ont tendance à réduire l'activité des animaux producteurs de viande, conduiraient, selon ASHMORE *et al.* (1972) à modifier le métabolisme énergétique musculaire. Celui-ci deviendrait moins dépendant des mécanismes biochimiques aérobie. L'acroissement de la proportion des fibres anaérobies, à contraction rapide (α W) dans les muscles se répercuterait sur les qualités technologiques et organoleptiques des viandes. Il serait en relation avec l'augmentation de la susceptibilité au stress des porcs (DILDEY *et al.*, 1970) et avec l'hypertrophie musculaire chez les bovins (ASHMORE *et al.*, 1969).

Le métabolisme énergétique du tissu musculaire peut être apprécié par des mesures physico-chimiques variées, dont certaines sont aisées à réaliser sur un grand nombre d'animaux. Il s'agit en particulier de la vitesse d'acidification du

* Laboratoire de Methodologie Génétique, Centre de Recherches de Toulouse, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), 31 320 Castanet Tolosan, France.

muscle *post-mortem* qui est en relation avec la qualité de la viande (WISMER-PEDERSEN, 1959; NORDIN *et al.*, 1971).

A l'occasion des premières actions de sélection des souches «mâle-chair» de lapin, il nous a semblé nécessaire de préciser les relations génétiques pouvant exister, dans les premières générations, entre les caractères de croissance et le métabolisme du tissu musculaire. Le lapin, animal zootechnique producteur de viande, présente l'intérêt de permettre des études génétiques dans des délais relativement brefs. Dans la présente note sont communiqués nos résultats dans ce domaine relatifs au pH *post-mortem* du muscle et aux caractères de croissance pondérale. Ils corroborent nos résultats antérieurs (OUHAYOUN *et al.*, 1973).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel animal

Nous avons utilisé des lapereaux nés et élevés en ambiance protégée dans le Centre de Testage I.N.R.A. de Toulouse. Ces animaux sont issus du croisement des souches commerciales de la Société de Sélection et de Testage des Souches de Lapins Mâles (S.O.L.A.M.) et des lapines «support» du Centre: femelles homogènes quant à leurs aptitudes reproductives, de trois génotypes: Néo-Zélandais blanc et croisées réciproques entre Néo-Zélandais blanc et Californien.

L'effectif total est de 1.622 produits: 795 mâles et 827 femelles répartis en 239 familles maternelles et 70 familles paternelles. Les 70 reproducteurs mâles appartiennent à 6 souches soumises au testage en 3 séries (Décembre 1972 à Mai 1973, pour les accouplements).

Pour éviter un trop grand déséquilibre des effectifs par famille, nous n'avons pris en considération, dans l'analyse, que les descendance des mâles ayant donné deux portées au moins et les portées comportant deux lapereaux au moins, à 11 semaines.

Les caractères individuels analysés sont: les poids vifs à 4 semaines (sevrage), 10 semaines et 11 semaines (abattage); le poids de carcasse bouchère chaude; la vitesse de croissance journalière moyenne entre 4 et 10 semaines; le pH du muscle *biceps femoris* relevé 30 minutes après l'abattage et après 24 heures de stockage de la carcasse en chambre froide à + 4°C. Le poids vif à 11 semaines a été mesuré au plus tard 2 heures après le transport des animaux sur une distance de 6 kilomètres. La saignée, précédée d'une éthernarcose, a été opérée immédiatement après la pesée.

Méthodes statistiques

L'analyse de la variance et de la covariance des données a été réalisée selon un schéma hiérarchique, dans un modèle à effets aléatoires: série et souche, père, mère, descendant, sur l'ordinateur 1620 I.B.M. du Centre de Traitement de l'Information de Toulouse.

Pour chaque caractère, et séparément pour les deux sexes, les composantes intra-famille de mère (γ_{IE}), mère (γ_{IC}), père (γ_{IB}) et série-souche (γ_{IA}), de la variance ont été estimées. De même pour les covariances entre deux caractères:

$$\gamma_{12}^{EE}, \gamma_{12}^{CC}, \gamma_{12}^{BB}, \gamma_{12}^{AA}$$

TABLEAU I

Caractères	Unités	Mâles (effectif = 795)			Femelles (effectif = 827)		
		Moyenne \bar{X}	Ecart type S_i (1)	Coeffic. de variation (1)	Moyenne \bar{X}	Ecart type S_i (1)	Coeffic. de variation (1)
Poids individuel:							
4 semaines	g	661	140,0	21,18	659	136,8	20,75
Poids individuel:							
10 semaines	g	2069	241,2	11,65	2073	253,1	12,20
Gain moyen quotidien de poids entre 4 et 10 semaines	g	34,3	4,08	11,91	34,5	4,51	13,06
Poids individuel:							
11 semaines	g	2252	261,6	11,61	2279	271,3	11,90
Poids de carcasse bouchère (2)	g	1447	170,1	11,75	1437	174,1	12,11
pH 30 minutes	pH $\times 10^2$	643	24,8	3,85	643	24,0	3,74
pH 24 heures	pH $\times 10^2$	576	9,1	1,57	577	9,2	1,60

$$(1) S_i = \text{Ecart type intra série-souche coefficient de variation} = \frac{S_i}{\bar{X}} \times 100$$

(2) Carcasse bouchère avec foie, poumons, cœurs, reins et «manchettes», pesée 45 minutes après l'abattage.

Nous donnons ici les corrélations intra classe père et mère calculées à partir des composantes de la variance: respectivement rapport de la composante père ou de la composante mère à la somme des composantes père + mère + intra-famille de mère. Les corrélations intra-classe sont donc calculées intra-série et souche.

Les corrélations entre caractères dues aux effets des pères, sont estimées à partir des composantes père des variances et des covariances:

$$r = \frac{\gamma_{I_2}^{BB}}{(\gamma_{I_1}^B \times \gamma_{I_2}^B)^{1/2}}$$

celles qui sont dues aux effets des mères sont calculées à partir des composantes mère des variances et des covariances: $\gamma_{I_1}^C, \gamma_{I_2}^{CC}$.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les paramètres statistiques pour l'ensemble de l'échantillon sont indiqués dans le tableau I. Il n'y a pas de différences significatives entre les moyennes des deux sexes. Le coefficient de variation du pH 24 heures est très faible.

Dans le tableau II, sont présentées les corrélations intra-classe père et mère, et dans le tableau III, les corrélations entre caractères dues aux effets des pères et des mères.

TABLEAU II
CORRÉLATIONS INTRA CLASSES MÈRE (*r* mère) ET PÈRE (*r* père)

Caractères	Lapereaux mâles <i>n</i> = 795		Lapereaux femelles <i>n</i> = 827		Lapereaux deux sexes <i>n</i> = 1622	
	<i>r</i> mère	<i>r</i> père	<i>r</i> mère	<i>r</i> père	<i>r</i> mère	<i>r</i> père
Poids individuel:						
4 semaines	0,70	0,07	0,63	0,11	0,67	0,09
Poids individuel:						
10 semaines	0,35	0,18	0,31	0,19	0,34	0,18
Gain moyen quotidien de poids entre 4 et 10 semaines	0,17	0,17	0,16	0,16	0,19	0,15
Poids individuel:						
11 semaines	0,42	0,10	0,33	0,17	0,38	0,14
Poids de carcasse bouchère	0,39	0,12	0,30	0,19	0,35	0,15
pH 30 minutes	0,25	0,10	0,23	0,10	0,22	0,12
pH 24 heures	0,39	0,19	0,35	0,19	0,38	0,18

TABLEAU III

CORRELATIONS ENTRE CARACTERES DUES AUX EFFETS DES PERES (1ERE. LIGNE) ET DES MERES (2EME. LIGNE)

Caractères	Lapereaux mâles <i>n</i> = 795		Lapereaux femelles <i>n</i> = 827		Lapereaux deux sexes <i>n</i> = 1622	
	pH 30 mn	pH 24 h	pH 30 mn	pH 24 h	pH 30 mn	pH 24 h
Poids individuel:						
4 semaines	0,05 -0,06	-0,23 -0,04	0,01 -0,08	-0,16 -0,08	-0,02 -0,03	-0,34 -0,02
Poids individuel:						
10 semaines	0,14 0,08	-0,46 -0,02	0,16 0,02	-0,50 -0,09	0,16 0,04	-0,48 -0,04
Gain moyen quotidien de poids entre 4 et						
10 semaines	0,20 0,27	-0,58 0,01	0,21 0,17	-0,63 -0,07	0,25 0,13	-0,55 -0,05
Poids individuel:						
11 semaines	0,28 -0,10	-0,60 -0,18	0,19 -0,05	-0,55 -0,12	0,22 -0,08	-0,55 -0,14
Poids de carcasse bouchère	0,19 -0,11	-0,63 -0,17	0,14 -0,09	-0,53 -0,17	0,16 -0,12	-0,56 -0,16

Une analyse génétique plus élaborée des données est en cours. Elle tient compte des liens de parenté pouvant exister entre les mères et entre les pères, les lapereaux n'étant pas consanguins.

On peut cependant constater que:

1. La variabilité génétique, estimée à partir de la corrélation intra-classe père, est très importante, par rapport à celle du milieu, notamment pour la vitesse de croissance entre 4 et 10 semaines et le pH 24 heures. Elle est faible seulement pour le poids au sevrage.

2. Les valeurs relatives des corrélations intra-classe mère et père traduisent l'existence d'un effet du milieu maternel commun aux pleins frères ou aux pleines soeurs.

3. Le pH 30 minutes se comporte différemment du pH 24 heures, dans ses relations génétiques avec les caractères de croissance et pondéraux. Cela peut être dû au fait que la cinétique initiale d'abaissement du pH musculaire a différé entre familles en raison de l'inégalité des durées d'attente de ces dernières entre l'arrivée à l'abattoir et le sacrifice.

4. La valeur du pH 24 heures, qui dépend, à la fois des potentialités de glyco-génolyse *post mortem* et de l'activité de l'AMP désaminase (SCOPES, 1971), apparaît comme étant plus faible en moyenne chez les familles de père caractérisées par une forte vitesse de croissance entre 4 et 10 semaines, ou par un poids corporel élevé à 11 semaines, et inversement. Cette relation n'est d'ailleurs pas toujours observée entre souches, comme le montrent les paramètres présentés dans le tableau IV.

TABLEAU IV

GAIN MOYEN QUOTIDIEN DE POIDS CORPOREL ENTRE 4 ET 10 SEMAINES (1) ET pH 24 HEURES DU MUSCLE *biceps femoris* (2). PARAMETRES STATISTIQUES PAR SOUCHE (LAPEREUX DES DEUX SEXES)

Serie	Souche	(1)		(2)	
		Moyenne (g)	Erreur-type	Moyenne	Erreur-type
1	1	38,76	0,592	5,835	0,0126
	2	37,86	0,325	5,834	0,0069
	8	38,77	0,327	5,787	0,0070
2	3	35,59	0,190	5,745	0,0040
	4	33,25	0,229	5,827	0,0049

Erreur type = écart type intra série - souche / \sqrt{N} .

5. Cet antagonisme n'apparaît pas au niveau des moyennes de famille de mère. En effet les corrélations calculées à partir des composantes mères des variances et covariances sont nulles ou voisines de 0. Cela est lié au fait que les composantes mère de la variance qui incluent la variance des effets maternels sont très supérieures (de l'ordre du double pour les pH) aux composantes père. Enfin, les composantes mère des covariances sont inférieures aux composantes père. Cela ne pourrait être élucidé que par l'estimation des variances et covariances des effets maternels génétiques, et directs, pour un même caractère et entre caractères.

CONCLUSION

Ces premiers résultats suggèrent donc l'existence d'un antagonisme génétique intra-souche entre caractères pondéraux et de croissance, d'une part, pH du muscle *biceps femoris* mesuré 24 heures après l'abattage, d'autre part. Cette opposition n'apparaît pas systématiquement entre les souches de cet échantillon. Intra-souche, si elle se manifeste au niveau des effets des pères (effets génétiques directs), elle ne se manifeste pas au niveau des effets des mères qui incluent aussi les effets maternels.

Si ces résultats sont confirmés dans les générations suivantes, pour lesquelles d'autres caractéristiques du métabolisme musculaire seront aussi étudiées, ils pourraient être utilisés pour planifier des expériences de sélection sur plusieurs caractères, où seraient simultanément considérés le métabolisme et la croissance du tissu musculaire.

SUMMARY

The genetic relationships between growth characters and metabolism of muscular tissue of 1622 rabbits (70 sires and 239 dams) were studied in the Progeny Testing Station, Toulouse, from december 1972 to may 1973.

The observations record were:

1. live body weight at 4, 10 and 11 weeks;
2. average daily gain between 4 and 10 weeks of age;
3. hot carcass weight at 11 weeks of age;
4. pH of *biceps femoris* 30 min and 24 hours after slaughter.

The estimates of within class (sire and dam) and between classes (sire) correlations were obtained using sire and dam variance and covariance components.

The following conclusions were drawn:

1. no difference were found between rabbits of both sex for any character;
2. genetic variability of muscle pH was quite high at both times;
3. the genetic correlations between muscle pH at 24 hours and growth characters were moderately high and negative.

RESUMEN

En 1.622 gazapos de los dos sexos se estudian las relaciones genéticas entre las performances de crecimiento ponderal y el metabolismo del tejido muscular. Estos animales proceden del cruce de 70 machos de seis estirpes comerciales y de 239 hembras del Centro de Prueba de la Descendencia I.N.R.A., de Toulouse.

Los caracteres individuales medidos son:

1. El peso vivo a las 4, 10 y 11 semanas;
2. La ganancia en peso media diaria entre 4 y 10 semanas;
3. El peso de la canal caliente a las 11 semanas;

4. El pH del músculo *biceps femoris* 30 minutos y 24 horas después del sacrificio.

Para obtener las estimaciones de las correlaciones intraclase (padre y madre) y entre caracteres (padre) se utilizan los componentes padre y madre de la varianza.

Los resultados son los siguientes:

1. No se ha encontrado ninguna diferencia entre ninguno de los caracteres de los gazapos machos y hembras;
2. La variabilidad genética del pH muscular es elevada;
3. Las correlaciones genéticas entre el pH a las 24 horas y los caracteres de crecimiento y ponderales son medias y negativas.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASHMORE, C. R. *et al.* (1969): *Proc. Soc. Exp. Biol. Méd.*, 132, 548.
ASHMORE, C. R. *et al.* (1972): *J. Anim. Sci.*, 34, 37-41.
DILDEY, D. *et al.* (1970): *J. Anim. Sci.*, 31, 681.
HENRY, M. (1963): *Cahiers des Ingénieurs Agronomes*, 176, 9-14; 178, 25-33.
NORDIN, H. R. *et al.* (1971): 17th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol.
OUHAYOUN, J. *et al.* (1973): *Comm. J. Rech. Cunic.*, Paris, IV.
SCHMID, P. (1968): *Schweiz. Landwirt. Monatshefte*, 46, 349-356.
SCHON, L. (1969): *Schweinezucht und Schweinemast*, 11, 325-326.
SCOPES, R. K. (1971): 17th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol.
VOLD, E. *et al.* (1965): *Die Fleischwirtschaft*, 8, 938-942.
WENIGER *et al.* (1970): *Z. Tierzücht. Züch. Biol.*, 87, 230-239.
WISMER-PEDERSEN, J. (1959): *Food Research*, 24, 711-727.