

Lactoprotéines caprines et aptitudes technologiques

Effets des variants de la caséine α_{s1} sur les performances laitières de chèvres

E Manfredi ¹, ME Barbieri ¹, J Bouillon ², A Piacère ³,
MF Mahé ⁴, F Grosclaude ⁴, G Ricordeau ¹

¹ Station d'amélioration génétique des animaux, INRA, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan Cedex;

² Station de testage caprin, 48110 St-Croix-Vallée-Française;

³ Caprigène France, 15, av de Vendôme, 41018 Blois Cedex;

⁴ Laboratoire de génétique biochimique, INRA, 78352 Jouy-en-Josas Cedex, France

Résumé — Deux protocoles sont menés en fermes et en station pour comparer les performances laitières de chèvres avec des génotypes différents au locus de la caséine α_{s1} . Le protocole en fermes permet de comparer les filles porteuses de l'un ou de l'autre allèle reçu de père hétérozygotes (analyse intrapère). Le protocole en station, en cours, permet de comparer les performances de chèvres de génotype connu au locus de la caséine α_{s1} . Les résultats préliminaires des 2 protocoles sont cohérents et montrent que les chèvres porteuses des allèles dits «forts» produisent un lait plus riche et plus de matière protéique par lactation que les chèvres porteuses des allèles dits «faibles». En sélection caprine, il est recommandé d'utiliser conjointement les allèles du locus de la caséine α_{s1} et les polygènes.

chèvre / lactoprotéine / polymorphisme

Summary — Effects of α_{s1} casein variants on dairy performance in goats. Two experiments were conducted on farms and at an experimental station in order to compare the dairy performance of goats with different genotypes at the casein- α_{s1} locus. The on-farm experiment permitted a comparison between daughters bearing 1 of the 2 alleles inherited from a heterozygous sire. In the station experiment, which is not yet terminated, a comparison has been made between the dairy performance of goats with different genotypes. The preliminary results of both experiments agree and show that goats bearing "strong" alleles have a higher protein and fat content and a higher protein yield per lactation than goats bearing the "weak" alleles. For selection purposes, it is advisable to simultaneously use the "polygenes" and the alleles at the casein- α_{s1} locus.

dairy goat / milk protein / polymorphism

INTRODUCTION

L'amélioration de la richesse du lait, tout en gardant un niveau de production rentable, est un objectif prioritaire des éleveurs caprins. La mise en évidence du polymorphisme de la caséine α_{s1} (Grosclaude *et al*, 1987), avec un effet quantitatif sur le taux de synthèse de cette protéine, offre des nouvelles possibilités pour l'amélioration génétique du cheptel caprin. Les 7 variants décrits peuvent être regroupés en : 3 variants «forts» (A, B et C) associés à des taux de synthèse élevés, un variant intermédiaire E, 2 variants «faibles» (F et D) et un variant «nul» 0 (pas de synthèse de caséine α_{s1}). L'objectif de la présente étude est l'estimation des effets des variants A, B, C, E et F sur les performances laitières par lactation : quantité de lait (QL), de matière protéique (MP), de matière grasse (MG), taux butyreux (TB) et taux de protéine vrai (TP).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux protocoles bien distincts sont utilisés : analyse intrapère (5 pères d'insémination artificielle avec génotype hétérozygote connu) des performances des filles en fermes et analyse avec un modèle animal des performances des chèvres avec génotype connu (station caprine de Moissac-Vallée française).

Analyse intrapère

Des échantillons de lait des couples mère-fille collectés dans des élevages des adhérents à Caprigène permettent de déterminer sans ambiguïté l'allèle reçu du père. Deux séries de prélèvements sont réalisés : 99 couples mère-fille dans 52 élevages en 1988, correspondant à un bouc de génotype AF et 784 couples mère-fille dans 162 élevages en 1989/1990 correspondant à 4 boucs de génotypes AE, AF, AB et CF. Les performances laitières des filles figurent

dans les tableaux I et II. Les effets des allèles sont estimés avec un modèle statistique englobant les effets «élevage», «année-saison de mise-bas», «numéro de lactation», «père» et «allèle intrapère».

Analyse avec modèle animal

Les performances laitières de 403 primipares de génotype AA, AE, AF, EE, EF et FF (tableau III) sont ajustées avec un modèle englobant les effets «campagne», «âge à la mise-bas», «durée de lactation», «génotype de la chèvre» et «animal» (effet aléatoire). L'héritabilité résiduelle, après ajustement du génotype au locus de la caséine α_{s1} , est estimée à partir de la composante aléatoire «animal». Nous présentons ici les résultats préliminaires des protocoles en cours.

Pour les 2 protocoles, les échantillons des laits sont analysés par plusieurs techniques complémentaires : électrophorèse en gel d'amidon, électrophorèse en gel de polyacrylamide SDS et focalisation isoélectrique. Ces techniques sont détaillées par Boulanger *et al* (1984), Grosclaude *et al* (1987) et Mahé et Grosclaude (1993).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau IV résume les résultats préliminaires de l'analyse intrapère. Il n'y a pas de différences significatives entre les performances des filles porteuses d'allèles forts (filles «A» et filles «F» de la famille du bouc T317). Il n'y a pas de différences significatives en quantités de lait et de matière grasse pour les 5 familles. Les filles porteuses d'allèles forts produisent plus de matière protéique et avec des taux plus élevés que les filles porteuses d'allèles faibles ou intermédiaires.

Le tableau V résume les résultats en station. Les valeurs dans le tableau V représentent les effets des génotypes par rapport au génotype FF fixé à zéro. Il n'y a pas de différences significatives entre gé-

Tableau I. Performances en fermes des filles de 4 boucs hétérozygotes par numéro de lactation et par allèle reçu du père.*On-farm dairy performance of daughters of 4 heterozygous bucks by lactation number and by allele inherited from the sire.*

Père	Allèle reçu	Nombre de filles	Durée de lactation (j)	Quantités (kg)			Taux (g/kg)	
				Lait	MG	MP	TB	TP
<i>1^{re} lactation : 784 filles</i>								
S129	A	39	251	504	17,8	15,0	35,2	29,8
	E	35	243	468	15,3	12,9	32,5	27,7
T315	A	121	260	603	21,4	18,3	35,5	30,4
	F	132	261	590	19,6	16,6	33,1	28,2
T317	A	73	256	622	21,4	18,1	34,3	29,1
	B	72	256	625	21,3	18,7	34,0	29,9
U313	C	138	250	618	20,2	17,9	32,7	29,0
	F	174	248	576	18,0	15,8	31,1	27,5
<i>2^e lactation : 606 filles</i>								
S129	A	27	261	708	24,9	21,3	35,3	30,3
	E	25	266	751	23,1	20,5	30,9	27,3
T315	A	100	273	761	26,7	23,9	35,0	31,5
	F	103	265	784	25,6	22,1	32,7	28,2
T317	A	57	277	839	28,2	24,7	33,6	29,5
	B	54	264	847	29,0	25,4	34,5	30,3
U313	C	109	263	803	25,8	23,9	32,2	29,9
	F	131	262	786	24,2	21,8	30,8	27,8

notypes pour la quantité de lait, les chèvres porteuses d'allèles forts produisent des laits plus riches (TP et TB) et une quantité de matière protéique plus élevée que les chèvres porteuses d'allèles faibles.

La cohérence entre les résultats obtenus en fermes et en station est très bonne. Pour le TP, la différence entre les allèles A et F (familles T315 et P306) de 2,4 g/kg est comparable à la différence de 4,5 g/kg entre les génotypes AA et FF estimée à Moissac. L'effet sur le TP est très impor-

tant comparé à l'écart type génétique de 1,4 g/kg (Bouloc, 1991) ou à la différence entre les races Alpine et Saanen qui est de 0,8 g/kg. Cette supériorité des allèles forts en TP s'accompagne d'une production plus importante de matière protéique par lactation. Dans les 2 études, la quantité de lait par lactation est légèrement inférieure pour les porteuses d'allèles forts mais les différences ne sont pas statistiquement significatives. Cette absence d'effet significatif du polymorphisme de la caséine α_{s1} sur la

Tableau II. Performances en fermes des filles du bouc P306 «Pirate» par numéro de lactation et par allèle reçu du père.*On-farm dairy performance of daughters of the buck P306 «Pirate» by lactation number and by allele inherited from the sire.*

Numéro de lactation	Allèle reçu	Nombre de filles	Durée de lactation (j)	Quantités (kg)			Taux (g/kg)	
				Lait	MG	MP	TB	TP
1	A	48	260	675	23,4	19,4	34,9	28,7
	F	51	249	632	21,2	16,8	33,3	26,4
2	A	44	272	840	30,1	24,4	35,9	29,0
	F	51	282	848	29,2	22,8	34,2	26,8
3	A	39	282	910	32,4	26,9	35,5	29,5
	F	45	281	919	31,6	24,2	34,4	26,4
4	A	28	273	866	31,0	26,0	35,7	30,1
	F	38	268	956	32,6	25,8	34,4	27,0
5	A	17	269	822	28,3	24,7	34,4	29,9
	F	27	232	786	26,9	21,4	34,7	27,5

Tableau III. Performances laitières par génotype au locus de la caséine α_{s1} (station caprine de Moissac).*Dairy performance by genotype at the casein- α_{s1} locus (Moissac Goat Experimental Station).*

	AA	AE	AF	EE	EF	FF
n	43	117	88	39	82	34
Durée (j)	239	244	243	242	243	245
Lait (kg)	538	582	593	596	584	588
MG (kg)	18,2	19,2	19,3	18,6	17,7	17,4
MP (kg)	17,3	17,5	17,6	17,2	16,5	16,2
TB (g/kg)	34,2	32,9	32,6	31,0	30,2	29,8
TP (g/kg)	32,4	30,2	29,9	28,9	28,3	27,6

Tableau IV. Effets intrapère des allèles de la caséine α_{s1} sur les performances laitières de chèvres. *Intra-sire effects of casein α_{s1} alleles on dairy performance in goats.*

Pères	S129		T315		T317		U313		P306	
	A	E	A	F	A	B	C	F	A	F
Lactations	66	60	221	235	130	126	247	305	176	212
<i>Quantités (kg)</i>										
QL	-27,0		-12,5		+4,20		+1,10		-6,70	
MG	+ 0,58		+ 0,98		+0,09		+1,19		+1,11	
MP	+ 0,33		+ 1,25*		-0,28		+1,40*		+1,70*	
<i>Taux (g/kg)</i>										
TB	+ 2,50*		+ 2,08*		-0,16		+1,96*		+1,84*	
TP	+ 1,78*		+ 2,44*		-0,66		+1,99*		+2,38*	

* $P < 0,001$.

quantité de lait produite peut être due au fait que le locus considéré est le locus de structure de la caséine.

L'effet favorable des allèles de la caséine α_{s1} est très net sur le TB dans les 2 études. Une action directe de ce gène sur le TB étant impossible, l'effet sur le TB peut être attribué à des liaisons entre

gènes ou, plus vraisemblablement, à une action indirecte du locus de la caséine α_{s1} sur le TB *via* le métabolisme cellulaire.

L'héritabilité résiduelle du TP, c'est-à-dire l'héritabilité estimée avec un modèle qui ajuste les effets des allèles de la caséine α_{s1} , est de l'ordre de 0,46. Cette valeur relativement élevée indique que le dé-

Tableau V. Effets des génotypes au locus de la caséine α_{s1} sur les performances laitières (station caprine de Moissac).

Effects of genotypes at the casein- α_{s1} locus on dairy performance (Moissac Goat Experimental Station).

	AA	AE	AF	EE	EF	FF
Lait	-23	19	20	18	7	0
MG	1,2	2,4*	2,1*	1,4	0,6	0
MP	1,9*	2,2*	1,6*	1,4*	0,8	0
TB	3,1*	2,4*	2,1*	1,0	0,2	0
TP	4,5*	2,6*	2,1*	1,1*	0,7	0

* $P < 0,01$.

terminisme génétique du TP est mixte, avec un effet majeur du locus de la caséine α_{s1} et des effets dus à d'autres gènes non identifiés, ou «polygènes». Le schéma de sélection caprine devra être modifié pour gérer de façon optimale le gène majeur caséine α_{s1} et les polygènes. Dès 1993, les jeunes boucs d'insémination artificielle porteurs d'allèles «nuls» sont éliminés avant le testage en fermes.

CONCLUSION

Les variants forts de la caséine- α_{s1} caprine ont un effet important et favorable sur la richesse des laits, TP et TB, et la quantité de matière protéique par lactation. L'utilisation des variants en sélection

doit être harmonisée avec la gestion de polygènes.

RÉFÉRENCES

- Boulanger A, Grosclaude F, Mahé MF (1984) Polymorphisme des caséines α_{s1} et α_{s2} de la chèvre (*Capra hircus*). *Génét Sél Evol* 16, 157-176
- Boulouc N (1991) Analyse de la forme de la courbe de lactation. Thèse, INA Paris-Grignon
- Grosclaude F, Mahé MF, Brignon G, Di Stasio L, Jeunet R (1987) A Mendelian polymorphism underlying quantitative variations of goat α_{s1} -casein. *Génét Sél Evol* 21, 127-129
- Mahé MF, Grosclaude F (1993) Polymorphism of β -casein in Creole goat of Guadeloupe: evidence for a null allele. *Genet Sel Evol* 25 (sous presse)