Incidence du type de féverole et du taux d'incorporation sur les performances du porc en post-sevrage et engraissement

Eric ROYER (1), Katell CREPON (2), Robert GRANIER (3), Corinne PEYRONNET (2), Maria VILARIÑO (4)

(1) IFIP-Institut du porc, 34 boulevard de la gare, 31500 Toulouse
(2) U.N.I.P., 12 avenue George V, 75008 Paris
(3) Ifip-Institut du porc, Station expérimentale, 12200 Villefranche de Rouergue
(4) ARVALIS - Institut du végétal, Pouline, 41100 Villerable

eric.royer@ifip.asso.fr

Avec la collaboration technique du personnel de la station expérimentale de Villefranche de Rouerque.

Incidence du type de féverole et du taux d'incorporation sur les performances du porc en post-sevrage et engraissement

Deux expérimentations étudient les effets du type de féverole et du taux d'incorporation dans les aliments de 2^{ème} âge, croissance et finition sur les performances des porcs. Dans un essai de post-sevrage, 360 porcelets mâles et femelles sevrés à 28 jours (8,0 ± 1,3 kg) sont affectés à cinq traitements à raison de 5 cases de 15 porcelets par régime expérimental et de 4 cases pour le témoin. Après le 1^{er} âge, les porcelets reçoivent à volonté des aliments 2^{ème} âge (iso-énergétiques, iso-acides aminés) contenant une féverole à fleur blanche pauvre en tanins (var. Victoria) au taux de 10 ou 20 % (B10, B20) ou une féverole à fleur colorée riche en tanins (var. Marcel) aux mêmes taux (C10, C20), ou bien un aliment témoin sans féverole (Témoin). De 8 à 30 kg, les porcelets ont une CMJ (825 g/j en moyenne), un GMQ (542 g/j), et un IC (1,52 kg/kg) de post sevrage similaires. Dans un essai d'engraissement, 150 porcs (32.2 ± 1.2 kg) sont répartis de façon à disposer de 3 cases de 5 porcs par traitement et par sexe. Des taux plus élevés (20 et 35 %) sont testés en croissance puis finition avec les mêmes féveroles (Témoin, B20, B35, C20, C35). Les aliments (isoénergétiques, iso-acides aminés) sont distribués selon l'appétit jusqu'à un plafond de 3 kg/j. En croissance (32 à 59 kg), les régimes ont des CMJ (1,99 g/j en moyenne), GMQ (929 g/j) et IC comparables (2,14 kg/kg). En finition (59 à 114 kg), un effet simple du sexe est observé pour la CMJ (mâles : 2.96 kg/j; femelles : 2.86 kg/j; P < 0.01) ainsi qu'une interaction (p = 0.03) entre le sexe et le régime. Celle-ci résulte d'une moindre CMJ des femelles B35 en comparaison des B20 (2.72 vs. 2.96 kg/d; P = 0.03), alors qu'aucun effet n'est constaté chez les mâles (2.96 kg/j en moyenne). Cependant, le GMQ (971 g/d en moyenne) et l'IC (3.01 kg/kg) ne sont pas influencés. Ces résultats permettent de conclure que, dans des régimes équilibrés, les deux types de féverole peuvent être utilisés au taux de 20% en 2^{ème} âge et de 35 % en engraissement.

Effect of faba bean (Vicia faba L.) type and incorporation rate on post-weaning and fattening performance of pigs

Two experiments were conducted to evaluate the effects of faba bean (Vicia faba L.) type and incorporation rate in phase 2, growing and finishing diets on pig performances. In a post-weaning experiment, 360 castrated male and female pigs weaned at 28 d of age (BW = 8.0 ± 1.3 kg) were allocated to one of five dietary treatments. Piglets were housed at 15 per pen (five mixed-sex pens per treatment except for control which consisted of 4 pens). After a standard phase 1 diet, each group was given ad libitum a phase 2 diet including a white-flowered and low in tannins faba bean (cv. Victoria) at a 10 or 20% incorporation rate (B10, B20), or a coloured-flowers, rich in tannins type (cv. Marcel) at the same rates (C10, C20), or a control diet without faba-bean (Control). All diets were iso-energetic and contained the same levels of amino acids. From weaning to day 42 after weaning, piglets had similar DFI (mean: 825 g/d), ADG (542 g/d), and FCR (1.52 kg/kg). In a fattening experiment, 150 pigs (32.2 ± 1.2 kg) were grouped into 6 blocks of 5 single-sex pens each, with 5 pigs per pen, and pens were assigned to 1 of the 5 dietary treatments within each block. Higher rates (20 and 35%) of the same faba beans were tested in the growing and finishing diets (Control, B20, B35, C20, C35). During the growing phase (32 to 59 kg), diets had equivalent DFI (mean: 1.99 g/d), ADG (929 g/d) and FCR (2.14 kg/kg). For the finishing phase (59 to 114 kg), an interaction (p = 0.03) between the diet and sex effects on DFI occurred. This interaction resulted from B35 females eating less than B20 females (2.72 vs. 2.96 kg/d; P = 0.03). Meanwhile, barrows had no difference associated with dietary treatment (mean: 2.96 kg/d; P > 0.10). When averaging DFI, there was a main effect of sex (males: 2.96 kg/d; females: 2.86 kg/d; p < 0.01). Nonetheless, no diet, sex or interaction effect were found significant on ADG (mean: 971 g/d) and FCR (3.01 kg/kg). With these results, it can be concluded that in amino-acids balanced diets, the two types of faba beans can be used at respectively 20% and 35% inclusion levels in phase 2 and fattening feeds.

INTRODUCTION

La surface française de protéagineux, importante dans les années 80, a régressé depuis le début des années 2000 en raison de la baisse du soutien aux cultures. Cependant, la revalorisation de celui-ci dès la campagne 2009/2010 devrait permettre un nouveau développement de cette production. La féverole (*Vicia Faba* L.), qui est peu concernée par les maladies du pois (Aphanomyces), voit son rang de second protéagineux conforté et apparaît à terme comme une source protéique significative dans l'alimentation porcine française.

Les féveroles peuvent être divisées entre variétés à fleurs colorées, riches en tanins, et féveroles à fleurs blanches, pauvres en tanins. Les travaux antérieurs, notamment ceux de Bourdon et al. (1996), puis Grosjean et al. (2001), ont montré que la présence des tanins diminuait la valeur alimentaire des féveroles. Toutefois, des essais de digestibilité plus récents (Vilariño et al, 2004) montrent que le type de féverole n'expliquait pas toutes les différences entre variétés. Ainsi, si les variétés à fleurs blanches ont généralement des valeurs assez élevées pour l'utilisation de l'énergie et des acides aminés, certaines variétés à fleurs colorées ont également de bons résultats.

Alors que les progrès génétiques sont importants et s'orientent vers des variétés dites "double zéro" à fleurs blanches (sans tanins) mais également à faible teneur en vicine/convicine, il n'existe pas, en dehors des essais de digestibilité, de références récentes comparant, dans un même essai, les performances d'animaux recevant de la féverole blanche ou colorée. Les limites d'emploi (15 % chez le porc et le porcelet, 10 % chez la truie) proposées par les tables d'alimentation inter-instituts (ITP et al., 2002) ne distinguent pas le type de féverole. Enfin, la réduction des consommations observées dans les essais précédents au delà de 10 à 15 % d'incorporation (Skiba, 2001) peut s'expliquer par une moindre teneur des régimes en acides aminés et particulièrement en tryptophane. Deux essais ont donc été réalisés à la station expérimentale de Villefranche de Rouergue afin d'étudier l'influence du taux d'incorporation et du type de féverole sur les performances de post-sevrage puis d'engraissement.

1. MATERIELS ET METHODES

Quatre aliments contenant de la féverole à fleur blanche (B, variété Victoria) ou colorée (C, variété Marcel) au taux de 10 ou 20 % lors de l'essai de post-sevrage (B10, B20, C10, C20) puis de 20 ou 35 % dans l'essai d'engraissement (B20, B35, C20, C35) sont comparés à des aliments témoins sans féverole (Témoin), en alimentation à volonté.

1.1. Matières premières et régimes expérimentaux

Les féveroles utilisées correspondent à deux variétés de printemps, à rendement en graines légèrement inférieur à celui des variétés de référence (Maya et Mélodie) mais à bonne teneur en protéines. Le $\mathbf{1}^{\text{er}}$ lot de féveroles est de la variété Victoria à fleurs blanches. Le $\mathbf{2}^{\text{nd}}$ lot de féveroles est de la variété Marcel à fleurs colorées.

Les deux féveroles ont des compositions différentes comme indiqué au Tableau 1. Sur la base de la matière sèche, le lot Victoria se révèle plus riche en protéines et moins riche en cellulose brute et en amidon que la féverole blanche de référence indiquée par les tables INRA-AFZ (2004). Sa teneur

en lysine est voisine de celle des tables. Les caractéristiques du lot Marcel sont identiques en protéines, moins élevées en cellulose brute, plus riches en amidon et en lysine que les teneurs de la féverole colorée des tables. Toutefois, l'humidité du lot Victoria est beaucoup plus élevée que celle du lot Marcel. Le taux de tanins de Marcel est moyennement élevé (4,6 g/kg MS) alors que celui de Victoria est très faible (<0.05 g/kg MS). Ces deux variétés ne sont pas dépourvues de vicine et convicine, mais les teneurs n'ont pas été mesurées.

Tableau 1 - Composition chimique (g/kg MS) des féveroles

Lot	Victoria (blanche)	Marcel (colorée)
Matière sèche, g/kg	835	875
Matières azotées totales	323	296
Cellulose brute	77	78
Amidon Ewers	422	465
Matières minérales	32	35
Lysine	19,8	19,5
Tanins	<0,05	4,65

La composition et les valeurs nutritionnelles des régimes expérimentaux de $2^{\text{ème}}$ âge et d'engraissement sont indiquées aux tableaux 2 et 3. Ils sont préparés en farine dans l'unité de fabrication de la station de Villefranche.

Les aliments 2^{ème} âge, croissance et finition ont été formulés après détermination des principales caractéristiques chimiques de l'ensemble des matières premières utilisées. Les deux lots de blé utilisés ont fait l'objet d'une recherche de mycotoxines (absence de DON). Les régimes témoin sont constitués de blé, orge et tourteau de soja en 2ème âge, de blé, orge, maïs et tourteau de soja en engraissement et les féveroles sont introduites dans les régimes expérimentaux en substitution du blé, de l'orge et du tourteau de soja. Les formules des aliments 2^{ème} âge, croissance et finition sont ajustées sur la base de respectivement 9,85, 9,80 et 9,95 MJ d'énergie nette, et 1,20, 0,90 et 0,80 g de lysine digestible par MJ d'EN. Les analyses des aliments indiquent pour les deux essais une bonne cohérence entre les valeurs formulées et les valeurs mesurées.

1.2. Animaux

360 porcelets issus de verrats P76 et de truies LW x LD sont utilisés dans l'essai de post-sevrage. La mise en lots est effectuée au sevrage à 28 jours en affectant des animaux de même poids et sexe entre les 5 traitements, de façon à disposer de cases d'animaux homogènes en poids (légers, milégers, moyens, mi-lourds, lourds) et de sexe ratio équivalent pour chaque traitement. A chaque régime correspond donc un effectif de 5 cases de 15 porcelets, à l'exception du régime témoin pour lequel seules 4 cases sont constituées (case "moyens" absente).

Pour l'essai d'engraissement, 150 porcs issus de l'essai de post sevrage sont utilisés. Des porcs ayant reçu le même régime et de même poids et sexe, sont affectés au hasard entre les nouveaux traitements. Les cases comptent 5 porcs chacune et sont constituées d'animaux de même sexe et de poids homogène de façon à disposer de 3 cases (légers, moyens, lourds) par traitement et par sexe. Le bâtiment comporte 4 salles, à raison de 2 salles de 8 cases par sexe, une case excédentaire par sexe étant occupée par des porcs hors essai.

Tableau 2 - Composition centésimale et caractéristiques nutritionnelles des régimes de post-sevrage

Régime	Témoin	B10	B20	C10	C20
Matières premières (% de produit brut)					
Blé	58,1	52,4	46,4	52,1	45,8
Orge	15	15	15	15	15
Féverole 'blanche' (Victoria)		10	20		
Féverole 'colorée' (Marcel)				10	20
Tourteau de soja	21,8	17,4	13,0	17,7	13,6
Huile	0,50	0,75	1,10	0,70	1,05
Acides aminés*	0,82	0,86	0,89	0,85	0,88
Minéraux, vitamines**	3,83	3,63	3,64	3,63	3,63
Caractéristiques chimiques***(g/kg brut)					
Matière sèche	895	889	885	893	892
Matières azotées totales	184	182	185	181	182
Cellulose brute	33	36	42	38	36
Amidon Ewers	467	461	451	456	462
Matières grasses	18	20	25	20	22
Matières minérales	58	55	56	57	56
Lysine totale	12,4	12,4	13,2	12,6	13,1
Tanins	nr	0,4	0,6	0,6	1,3
Valeurs nutritionnelles (g/kg brut sauf me	ention)				
Energie nette, MJ	9,85	9,85	9,85	9,85	9,85
Phosphore digestible	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Lysine digestible	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Met dig / Lys dig, %	34,6	35,8	37,0	35,8	37,0
Met + Cys dig / Lys dig, %	60,1	60,1	60,0	60,1	60,0
Thr dig / Lys dig, %	65,2	65,3	64,9	64,9	65,0
Trp dig / Lys dig, %	19,0	19,3	19,0	19,1	19,2

^{*:} Lysine HCL, DL-méthionine, L-thréonine, L-tryptophane

En post-sevrage l'aliment 2ème âge est distribué à volonté en farine au nourrisseur, sans transition après la distribution d'une quantité d'aliment 1er âge fixée selon la règle des 14 (poids moyen au sevrage de la case + quantité d'aliment 1er âge consommé = 14). En engraissement, l'aliment, en farine légèrement humidifié (1 l/kg), est distribué, selon l'appétit, à raison de 2 repas par jour jusqu'à une quantité maximale de 3kg/j. Les porcelets ont été pesés après le sevrage puis avant le départ en engraissement. Les porcs ont été pesés à la mise en lots puis tous les 14 jours jusqu'à la veille de l'abattage.

1.3. Analyses statistiques

Les performances zootechniques ont été calculées sur l'ensemble de la période de post sevrage pour les porcelets et pour les phases croissances et finition en engraissement.

Elles ont été interprétées par analyse de variance (proc GLM de SAS version 9.1) en utilisant la case comme unité expérimentale. Pour l'essai de post-sevrage, l'analyse est effectuée avec le régime et la classe de poids vif comme effets principaux.

En engraissement, le modèle inclut le régime (R), le sexe (S), la classe de poids vif (P) et les interactions RxS, RxP et SxP. Le test de Tukey au seuil de 5 % est utilisé pour les comparaisons de moyennes entre traitements. En outre, une analyse des contrastes est effectuée pour comparer les moyennes par type de féverole et par taux d'incorporation.

2. RESULTATS

2.1. Observations d'élevage

La mortalité est nulle en post-sevrage et atteint 1.9 % en engraissement. Des antibiothérapies individuelles ont été pratiquées sur 1,4 % des porcelets et 10 % des porcs charcutiers. En engraissement, des troubles locomoteurs sont relevés sur 8 porcs (1 mâle B20, 4 femelles B35, 1 femelle C20 et 2 mâles C35). En outre 7 porcs (2 femelles B35, 1 mâle et 1 femelle C20, 3 femelles C35) ont été opérés d'un prolapsus rectal. Au total, 3 cases de mâles sont concernées par des pathologies ainsi que, pour les femelles, 3 cases B35, 2 cases C20 et 2 cases C35.

^{**:} carbonate de calcium, phosphate bicalcique, sel, premix d'oligo-éléments et vitamines, phytase microbienne (500 UP/kg)

^{***:} Les valeurs sont des résultats analytiques

Tableau 3 - Composition centésimale et caractéristiques nutritionnelles des régimes d'engraissement

		(roissance					Finition		
Régime	Témoin	B20	B35	C20	C35	Témoin	B20	B35	C20	C35
Matières premières (% produit brut)										
Blé	22,8	17,5	19,5	16,9	18,0	51,2	50,0	23,0	48,0	31,9
Orge	36	30	20	30	20	27,7	17,5	23,0	18,8	19,5
Maïs	20	20	20	20	20	5	5	15	5	10
Féverole 'blanche' (Victoria)		20	35				20	35		
Féverole 'colorée' (Marcel)				20	35				20	35
Tourteau de soja	17,6	8,8	1,7	9,4	3,2	13,0	4,1		4,9	
Huile	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	1,4	0,5	1,0
Acides aminés*	0,43	0,48	0,56	0,48	0,52	0,43	0,46	0,44	0,45	0,45
Minéraux, vitamines**	2,90	2,72	2,75	2,73	2,78	2,40	2,40	2,20	2,40	2,20
Caractéristiques chimiques***	(g/kg brut)									
Matière sèche	885	879	874	884	882	884	878	870	883	883
Matières azotées totales	159	161	161	165	163	156	150	154	154	155
Cellulose brute	37	43	43	44	45	35	48	48	47	51
Amidon Ewers	477	488	512	484	497	503	512	498	515	511
Matières grasses	24	21	26	21	21	20	20	31	19	24
Matières minérales	47	44	41	45	44	42	39	36	42	39
Lysine totale	9,7	10,1	10,0	10,3	10,3	9,0	8,5	9,1	9,0	9,6
Tanins	nr	0,3	0,2	1,3	1,9	nr	nr	nr	1,5	2,1
Valeurs nutritionnelles (g/kg br	ut sauf mention	on)								
Energie nette, MJ	9,80	9,79	9,80	9,80	9,81	9,95	9,98	10,00	9,98	9,99
Phosphore digestible	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lysine digestible	8,8	8,8	8,8	8,9	8,9	8,0	8,0	8,0	8,1	8,1
Met dig / Lys dig, %	29,8	32,7	35,5	32,7	35,1	29,5	29,8	33,3	29,8	32,4
Met + Cys dig / Lys dig, %	59,5	59,9	60,5	59,3	59,3	62,5	59,8	60,2	59,1	58,5
Thr dig / Lys dig, %	65,2	65,6	66,1	64,8	64,7	65,1	65,7	66,5	64,8	64,5
Trp dig / Lys dig, %	18,8	18,4	18,4	18,5	18,4	20,0	18,9	19,0	19,1	18,9

^{*:} Lysine HCL, DL-méthionine, L-thréonine, L-tryptophane

2.2. Résultats de post-sevrage

Les consommations d'aliment mesurées sur 42 jours de post sevrage ne sont pas influencées par le taux ou le type de féverole incorporée (Tableau 4). Les écarts de vitesse de croissance sont très faibles. Aussi, les indices de consommation moyens ne sont pas significativement différents entre les cinq régimes utilisés.

2.3. Résultats d'engraissement

L'interaction entre sexe et traitement étant significative pour la consommation journalière en finition (P = 0,03), les résultats sont distingués entre mâles et femelles (Tableau 5).

Pendant la période de croissance, les différents régimes n'influencent pas la consommation journalière d'aliment. Les résultats ne montrent également aucun écart significatif de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire entre les 5 régimes. Pendant la période de finition, le plafond de 3 kg d'aliment est atteint par les mâles après 10 jours de distribution de l'aliment finition et les quantités proposées sont ensuite bien consommées. Aussi, les consommations journalières des mâles ne diffèrent pas entre régimes et les vitesses de croissance sont proches les unes des autres. Par contre, les cases de femelles n'atteignent pas toutes le plafond appliqué. La consommation des femelles recevant le régime B20 est significativement supérieure à celle du régime B35 (P=0,03), les régimes témoin, C20 et C35 étant intermédiaires. Par rapport au régime témoin, la baisse de consommation des régimes B35 et C20, bien que non significative, est respectivement de 6 % et 3 %. Les vitesses de croissance des femelles reflètent cette hiérarchie entre les consommations. Les croissances moyennes des femelles alimentées avec les régimes témoin et C35 sont supérieures à celle du régime C20 (P = 0,03), les écarts n'étant pas significatifs pour les régimes B20 et B35. L'efficacité alimentaire est identique entre les régimes, chez les mâles comme chez les femelles. Par ailleurs, l'étude des contrastes montre que les résultats moyens pour chaque type de féverole (B ou C) ne diffèrent pas entre eux ni avec le régime témoin. Le taux d'incorporation de féveroles dans les régimes (témoin vs 20 %, témoin vs 35 %, 20 vs 35 %) n'a pas d'influence sur la consommation et la croissance, à l'exception des femelles recevant 20 % de féveroles (B20 et C20) dont le GMQ moyen diffère de celui du témoin (P = 0,04). Pour la période totale d'engraissement, les écarts de

^{**:} carbonate de calcium, phosphate bicalcique, sel, premix d'oligo-éléments et vitamines

^{***:} Les valeurs sont des résultats analytiques

conséquence une interaction sexe x régime (P = 0,04). En effet, aucune différence de consommation n'apparaît pour les porcs mâles alors que la consommation des femelles du régime B35 est légèrement inférieure à celle du régime B20 (2,47 vs 2,65 ; P = 0,03). Par contre, les vitesses de croissance permises par les différents régimes sont similaires, quelque soit le sexe, et les indices de consommation ne diffèrent pas d'un régime à un autre.

De plus, l'analyse des contrastes pour les différents paramètres ne montre pas d'effet du type de féverole ni du taux d'incorporation.

Ainsi, des performances zootechniques très proches sont obtenues sur l'ensemble de la période d'engraissement par les porcs recevant 20 ou 35 % de féveroles à fleurs blanches ou colorées et ceux recevant un régime céréales — tourteau de soja.

Tableau 4 - Effet du type de féverole et du taux d'incorporation sur les performances des porcelets

Régime ¹	Témoin	B10	B20	C10	C20	ETR	Statistiques ²
Poids départ, kg	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,0	NS
Poids j 42, kg	30,4	30,3	30,4	29,8	30,2	0,5	NS
CMJ, g	830	811	840	811	835	28	NS
GMQ, g	547	545	548	531	542	13	NS
IC, kg/kg	1,52	1,49	1,53	1,53	1,54	0,03	NS

¹ Valeurs correspondant aux moyennes ajustées calculées pour 4 cases de 15 porcs pour le régime témoin et de 5 cases de 15 porcs pour les autres régimes. 2 Analyse de la variance incluant le régime (R), et la classe de poids vif. NS (non significatif): P > 0,05.

Tableau 5 - Effet du type de féverole et du taux d'incorporation sur les performances des porcs charcutiers

Régime ¹		Témoin	B20	B35	C20	C35	ETR	Statistiques ²
Poids vif, kg								
j 1		32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	0,0	S***
j 30		58,6	59,3	58,8	59,9	58,9	1,6	NS
j 83 (1er départ	:)	111,0	111,1	109,5	108,8	110,7	1,9	NS
Croissance								
CMJ, kg		1,97	2,02	1,96	2,02	1,98	0,06	NS
GMQ, g		917	940	923	960	906	60	NS
IC, kg/kg		2,15	2,15	2,13	2,10	2,19	0,09	NS
Finition								
CNAL ka	mâles	2,94	2,97	2,95	2,95	2,97	0,05	R*, S***, RxS*
CMJ, kg	femelles	2,90ab	2,96a	2,72b	2,80ab	2,93ab	0,05	
CMO =	mâles	976	969	981	958	979	20	NC
GMQ, g	femelles	1004a	986ab	943ab	911b	1003a	30	NS
IC, kg/kg	mâles	3,02	3,06	3,01	3,08	3,03	0,10	NG
	femelles	2,89	3,00	2,89	3,09	2,92		NS
Période totale								
CMJ, kg		2,60	2,64	2,54	2,59	2,63	0,04	R*, S**, RxS*
GMQ, g		965	965	947	940	961	24	NS
IC, kg/kg		2,70	2,74	2,69	2,76	2,73	0,07	NS
Caractéristique	es d'abattage							
Poids abattage, kg		114,9	114,7	113,3	113,2	114,7	2,2	NS
Poids chaud, kg	;	90,9	91,0	89,5	89,3	89,5	2,0	NS
Rendement fro	id, %	77,1	77,3	77,0	76,9	76,7	0,5	S**
G1, mm		18,6	19,2	18,3	18,4	19,0	1,1	S*
G2, mm		16,1	17,2	17,0	16,4	16,4	1,2	S*
M2, mm		58,4	58,1	57,9	57,4	57,1	2,7	S*
TMP, %		58,4	57,8	58,2	58,4	58,0	0,7	S**

¹ Valeurs correspondant aux moyennes ajustées calculées pour 6 cases de 5 porcs par régime.

² Analyse multifactorielle de la variance incluant le régime (R), le sexe (S), la classe de poids vif et leurs interactions. Analyse des contrastes selon le type de féverole blanche (B) ou colorée (C): témoin vs B, témoin vs C, B vs C, et selon le taux d'incorporation (20 ou 35%): témoin vs 20, témoin vs 35, 20 vs 35. NS (non significatif): P > 0,05, *: P < 0,05, *: P < 0,01, ***: P < 0,001. Les moyennes suivies de lettres non identiques diffèrent significativement (P< 0,05).

2.4. Résultats d'abattage

Les caractéristiques de carcasse ont été calculées pour 146 porcs abattus au poids moyen de 114,1 kg. Le poids vif à l'abattage et le poids de carcasse ne diffèrent pas entre régimes, ni entre sexes. Mais le rendement de carcasse des porcs femelles est supérieur à celui des mâles castrés (77,3 vs 76,7 ; P=0.009). Les femelles ont également de moindres épaisseurs de gras g1 (18,1 vs 19,3 ; P=0.01) et g2 (16,1 vs 17,2 ; P=0.03) ainsi qu'une plus grande épaisseur de muscle m2 (59,0 vs 56,6 ; P=0.04). Il en résulte une teneur en muscle (TMP) significativement plus élevée chez les femelles (58,8 vs 57,6 ; P=0.001). Par contre, aucune différence significative n'apparaît entre les régimes, qu'il s'agisse du rendement, de la TMP, ou des épaisseurs de gras et de muscle.

3. DISCUSSION

Ces deux essais ont testé l'influence du type, à fleurs blanches (sans tanins) ou à fleurs colorées (avec tanins), et du taux d'incorporation des féveroles dans les aliments de post-sevrage et d'engraissement.

Les deux lots de féveroles utilisés dans notre étude présentent une bonne teneur en protéines et en lysine, égale ou supérieure à celle des tables, ainsi que des valeurs satisfaisantes en amidon et cellulose.

L'emploi des équations de prédiction de l'énergie brute et de la composition en acides aminés à partir de la composition chimique des graines, puis des coefficients d'utilisation digestive disponibles pour les graines à fleurs blanches ou colorées ont permis une approche satisfaisante de la valeur nutritionnelle des graines.

Principalement en liaison avec la teneur en tanins mais aussi une moindre teneur en fibres insolubles, une digestibilité plus élevée de l'énergie des féveroles à fleurs blanches est rapportée par la littérature (Van der Poel et al., 1992 ; Grosjean et al., 1995 ; Grosjean et al., 2001). Les coefficients indiqués par les tables françaises, respectivement de 86 et 83% pour les graines à fleurs blanches ou colorées, sont en accord avec les mesures de digestibilité fécale de Vilariño et al. (2004) alors que les différences observées par Grosjean et al. (2001) sont supérieures mais pour des teneurs en tanins plus élevées.

La digestibilité iléale standardisée de la matière azotée indiquée par les tables est également supérieure pour les variétés à fleurs blanches (84 %) à celle des variétés des fleurs colorées (80 %). Un écart plus élevé de la digestibilité fécale des protéines (8 points) apparaissait dans les travaux de Grosjean et al. (2001).

En fait, les travaux de Vilariño et al. (2004) montrent des différences de digestibilité iléale standardisée y compris entre variétés appartenant au même génotype de féverole : à fleurs blanches (79 à 83 %) et surtout colorées (77 à 83%). Pour ces dernières, les digestibilités iléales des acides aminés sont les plus hétérogènes, le profil en acides aminés étant relativement constant quel que soit le type de graines.

D'éventuels écarts nutritionnels restent donc possibles entre variétés de féveroles sans relation apparente avec le type de féverole. Aussi, la prise en compte de marges de sécurité lors de la formulation semble plus indiquée pour les graines à fleurs colorées.

Dans notre étude, les performances obtenues pour les phases de 2^{ème} âge et de croissance montrent que l'incorporation de féveroles à fleurs blanches ou colorées, dans des aliments équilibrés en énergie et acides aminés, est possible à des taux élevés atteignant 20 % en 2^{ème} âge et 35 % en croissance sans altérer la consommation et le gain de poids. Ceci est confirmé par les résultats d'engraissement des mâles castrés, alors que la moindre consommation observée chez les femelles recevant les régimes finition B35 et C20 doit être interprétée avec prudence, compte tenu des performances générales élevées. Ainsi, ces cases ont été plus fréquemment l'objet d'interventions sanitaires ce qui pourrait indiquer un état légèrement moins bon.

Par ailleurs, la bonne consommation des animaux plus jeunes exclut un éventuel problème d'appétence, alors qu'un éventuel déséquilibre nutritionnel résultant des matières premières ne peut être retenu compte tenu des consommations élevées pour les régimes B20 et C35, et de la proximité des indices de consommation.

Les féveroles contiennent plusieurs types de facteurs antinutritionnels: tanins, facteurs anti-trypsiques, vicine et convicine, hémaglutinines (lectines), alpha-galactosides. L'une des propriétés des tanins est leur affinité pour les protéines. Les tanins ont un effet à la fois sur la digestibilité réelle des féveroles et sur les pertes azotées endogènes (Jansman et al., 1995 ; Salgado et al., 2002a). Ils diminuent également l'activité duodénale de certaines enzymes, dont l'aminopeptidase en bloquant les récepteurs de cette enzyme (Van Leeuwen et al., 1995; Salgado et al., 2002b.). Les effets de la vicine et de la convicine, bien établis chez la poule pondeuse (Lessire et al., 2005) et chez le poulet de chair (Vilariño et al., 2009) semblent faibles chez le porc d'après Grosjean et al. (2001). L'incidence des lectines est relativement faible dans les féveroles, alors que les teneurs en facteurs anti-trypsiques sont désormais identiques à celles des pois.

Enfin, les alpha-galactosides, principalement le stachyose et le verbascose, pénalisent la digestibilité des acides aminés (Backer et Stein, 2009) et sont fermentés par la flore digestive (Krause et al., 1994), ce qui pourrait induire des flatulences. Les féveroles ont d'une part une teneur totale plus faible et d'autre part, avec une prédominance du verbascose, ont un profil en alpha-galactosides différent de celui d'autres légumineuses comme le lupin, la graine et le tourteau de soja, pour lesquelles le stachyose est majoritaire. Aussi la teneur totale en stachyose et verbascose de nos régimes peut être estimée modérée et proche de celle d'un régime maïs – soja.

A cet égard, la production de gaz dans le gros intestin est indiquée comme un facteur associé aux prolapsus du rectum (Thomson, 2006). Or, la fréquence de prolapsus observée dans notre essai d'engraissement (4,5 %) a été plus élevée que pour les bandes contemporaines (1,3%) et concerne surtout les femelles des régimes B35 et C35. Cependant, le prolapsus rectal est une pathologie relativement commune, de nature multifactorielle et pouvant parfois concerner majoritairement l'un ou l'autre sexe. Le lien avec les alpha-galactosides des féveroles apparaît donc peu vraisemblable.

Plusieurs études ont déjà été menées afin de déterminer les limites d'emploi de l'une ou l'autre des deux féveroles. Lors des essais les plus anciens, le facteur limitant à l'incorporation des protéagineux pouvait être la teneur en facteurs anti-

trypsiques des féveroles ou une subcarence en acides aminés (Grosjean et al., 1986). Pour la féverole à fleur blanche, des essais réalisés à la station du GIE Euronutrition en partenariat avec l'UNIP et ARVALIS, confirment que des taux de 20% en 2ème âge et de 30 % en engraissement n'entraînent pas de baisse de performance (K. Crepon, UNIP, communication personnelle).

L'utilisation de féverole à fleur colorée est envisageable jusqu'à 15 % dans les aliments porcelets 2^{ème} âge selon Skiba (2001) qui observe en revanche une baisse de performances au taux de 20 % probablement en liaison avec un apport insuffisant en tryptophane et en acides aminés soufrés.

Des taux de 10 % de féverole à fleur colorée en post sevrage et de 20 % en engraissement ont déjà été confirmés lors d'essais terrain dans 3 élevages commerciaux (Airfaf Sud Ouest - UNIP, 2003).

Enfin, l'association de 25 % de pois et de 15 % de féverole à fleur colorée en engraissement permet des performances équivalentes à celles d'une association tourteau de soja-pois (ADÆSO, 2003), en accord avec un résultat antérieur de Grosjean et al. (1986) avec 25 % de pois et 10 % de féverole à fleur colorée.

CONCLUSION

Notre étude effectuée avec des lots de bonne qualité montre que les féveroles à fleurs blanches et colorées peuvent se substituer aux céréales et au tourteau de soja dans les aliments de 2^{ème} âge et d'engraissement. Malgré des caractéristiques différentes, les méthodes d'appréciation de la valeur nutritionnelle des types avec ou sans tanins permettent d'estimer correctement les valeurs d'un lot et d'ajuster les apports d'acides aminés. Les résultats montrent que le taux d'incorporation maximum préconisé par les instituts agricoles français dans les tables d'alimentation pour les porcs (ITP et al., 2002) peut être porté à 20 % pour les aliments de postsevrage (2ème âge) avec des féveroles à fleurs blanches comme colorées, et atteindre 35 % en porc charcutier. Lorsque de tels taux élevés sont utilisés, le recours au tourteau de soja pour l'alimentation du porc charcutier peut être fortement réduit, voire totalement supprimé en finition.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été co-financée par l'UNIP et par le programme national de développement agricole et rural.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adæso, 2003. Intérêt des matières premières protéiques régionales (pois et féverole) pour l'alimentation des porcs charcutiers. Compte-rendu d'expérimentation, Adæso (éd), Pau-Montardon, 2 pages.
- Airfaf Sud Ouest, UNIP, 2003. De la féverole pour les porcs et les porcelets. Airfaf Contact, 83, 19-30.
- Baker K.M., Stein H.H., 2009. Amino acid digestibility and concentration of digestible and metabolizable energy in soybean meal produced from conventional, high-protein, or low-oligosaccharide varieties of soybeans and fed to growing pigs. J. Anim. Sci. 87, 2282–2290.
- Bourdon D., Perez J.M., Noblet J., 1996. Energy value of peas and faba beans for pigs. Grain Legumes, 13, 14-15.
- Grosjean F., Castaing J., Gatel F., 1986. Utilisation de différentes variétés de pois et d'une association pois de printemps-féverole par le porc charcutier. Journées Rech. Porcine, 35, 97-104.
- Grosjean F., Barrier-Guillot B., Jondreville C., Peyronnet C., 1995. Feeding value of different cultivars of faba beans. In: Proc. 2nd European Conference on Grain Legumes, Copenhagen, 9-13 juillet, AEP (éd), Paris, 308-309.
- Grosjean F., Cerneau P., Bourdillon A., Bastianelli D., Peyronnet C., Duc G., 2001. Valeur alimentaire pour le porc, de féveroles presque isogéniques contenant ou non des tanins et à forte ou faible teneur en vicine et convicine. Journées Rech. Porcine, 33, 205-210.
- INRA, AFZ, 2004. Tables de composition et de valeurs nutritives des matières premières destinées aux animaux d'élevage : porcs, volailles, bovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. Sauvant D., Perez J.M. et Tran G. (Eds), INRA Editions, Versailles, 304 p.
- ITP, ITCF, ADÆSO, UNIP, CETIOM, 2002. Tables d'alimentation pour les porcs. ITP (éd), Paris, 40 p.
- Jansman A.J., Verstegen M.W., Huisman J., Van den Berg J.W., 1995. Effects of hulls of faba beans (Vicia faba L.) with a low or high content of
 condensed tannins on the apparent ileal and fecal digestibility of nutrients and the excretion of endogenous protein in ileal digesta and feces of
 pigs. J Anim Sci., 73, 118-127.
- Krause D.O., Easter R.A., Mackie R.I., 1994. Fermentation of stachyose and raffinose by hind-gut bacteria of the weanling pig. Letters Applied Microb., 18, 349-352.
- Lessire M., Hallouis J.M., Chagneau A.M., Besnard J., Travel A., Bouvarel I., Crépon K., Duc G., Dulieu P., 2005. Influence de la teneur en vicine et convicine de la féverole sur les performances de production de la poule pondeuse et la qualité de l'œuf. Journées Rech. Avicole, 6, 174-178.
- Salgado P., Montagne L., Freire J.P., Ferreira R.B., Teixeira A., Bento O., Abreu M.C., Toullec R., Lallès J.P. 2002a. Legume grains enhance ileal losses of specific endogenous serine-protease proteins in weaned pigs. J. Nutrition, 132, 1913-1920.
- Salgado P., Freire J.P., Mourato M., Cabral F., Toullec R., Lallès J.P., 2002. Comparative effects of different legume protein sources in weaned piglets: nutrient digestibility, intestinal morphology and digestive enzymes. Livest. Prod. Sci., 74, 191–202.
- Skiba F., 2001. Utilisation de la féverole par les porcs. In: CRITT Valicentre, 27 novembre 2001, Chambray les Tours. 9 p.
- Thomson J., 2006. Diseases of the digestive system. In: *Diseases of Swine*, ninth edition, B.E. Straw, J.J. Zimmerman, S. D'Allaire, and D.J. Taylor (eds.). pp. 37-55. Blackwell Publishing, Ames, Iowa.
- Van Der Poel A.F., Dellaert L.M, Van Norel A., Helsper J.P., 1992. The digestibility in piglets of faba bean (*Vicia faba* L.) as affected by breeding towards the absence of condensed tannins. British J. Nutrition, 68, 793-800.
- Van Leeuwen P., Jansman A.J., Wiebenga J., Koninkx J.F., Mouwen J.M., 1995. Dietary effects of faba-bean (*Vicia faba* L.) tannins on the morphology and function of the small-intestinal mucosa of weaned pigs. British J. Nutrition, 73, 31-39.
- Vilariño M., Skiba F., Callu P., Crepon K., 2004. Valeur énergétique et digestibilité iléale des acides aminés de différents types de féveroles chez le porc charcutier. Journées Rech. Porcine, 36, 211-216.
- Vilariño M., Métayer J-P., Crepon K., Duc G. 2009. Effects of varying vicine, convicine and tannin contents of faba bean seeds (*Vicia faba* L.) on nutritional values for broiler chicken. Anim. Feed Sci. Technol., 150, 114-121.