

Etude de sources protéiques alternatives (pois et lupin doux) en remplacement du soja dans les aliments 1^{er} et 2^{ème} âge

Ashley SIJMONSBERGEN (1), Rhana AARTS (1), Clément MOIRE (2), Ard VAN ENCKEVORT (1)

(1) Denkavit Nederland BV, Tolnegeweg 65, 3781 PV Voorthuizen, Pays-Bas

(2) Denkavit France SARL, ZI de Méron, 49260 Montreuil-Bellay, France

a.sijmonsbergen@denkavit.nl

Etude de sources protéiques alternatives (pois et lupin doux) en remplacement du soja dans les aliments 1^{er} et 2^{ème} âge

L'une des sources de protéines les plus utilisées en nutrition animale est le soja. Considérant son importation majoritairement hors Union Européenne, il est intéressant d'étudier des sources protéiques alternatives plus durables. Le pois et le lupin doux peuvent être produits en Europe et devenir ainsi des sources alternatives intéressantes. Afin d'identifier la possibilité d'un remplacement partiel du soja par du pois ou du lupin dans les aliments 1^{er} et 2^{ème} âge, les performances et les digestibilités ont été suivies durant les 5 premières semaines après sevrage. Deux essais ont ainsi été conduits au centre de Recherche et d'Innovation Denkavit, Pays-Bas. Dans le premier essai (n = 48 porcelets), les performances et digestibilités après sevrage ont été mesurées lors de la deuxième semaine et cinquième semaine chez les animaux recevant un aliment standard contenant 18% de tourteau de soja (TS) ou 19% de lupin doux. Dans le deuxième essai (n = 66 cases pour 393 porcelets), les performances de porcelets ayant reçu un aliment standard avec TS, un aliment où le TS est remplacé partiellement par du pois, ou par du lupin doux ont été suivies sur la totalité du post-sevrage. Dans chacun des essais, la consommation, le gain de poids vif et l'indice de consommation ne diffèrent pas significativement entre les groupes. Aucune différence significative entre les groupes n'a été relevé quant à la consistance des fèces. Dans le premier essai, il a pu être mis en avant que la rétention de l'azote et la digestibilité de la matière grasse, de la cellulose brute et de la matière sèche de l'aliment n'était pas affectée par le remplacement partiel du soja par du lupin. Ces essais démontrent que le pois et le lupin peuvent partiellement remplacer le soja dans des aliments 1^{er} et 2^{ème} âge sans compromettre l'ingéré, la digestibilité de l'aliment et la croissance des animaux.

Testing the ability of alternative protein sources (pea and sweet lupine) to replace soybean in weaner and rearing diets

One of the protein sources used most in the feed industry is soybean. Since it is commonly imported from outside the European Union, it is interesting to look at alternative protein sources that are produced more sustainably. Because field peas and blue lupines can be produced inside the European Union, they may be relevant alternative sources. To identify the ability to replace some soybean in weaner and rearing diets with pea and lupine, piglet performances and digestibilities were measured for the first five weeks after weaning. Two trials were conducted at the Denkavit Research & Innovation Center, Netherlands. In the first trial (n=48 piglets), the performance and nutrient digestibility in the second and fifth week after weaning were measured for a standard diet with 18% soybean meal or 19% sweet lupine. In the second trial (n = 66 pens for 393 piglets), the performance of weaner and rearing piglets fed either a conventional diet with soybean or a diet in which some soybean was replaced by either pea or sweet lupine was monitored. In both trials, daily feed intake and daily weight gain did not differ significantly between the treatment groups. No significant difference was observed between groups concerning fecal consistency. In the first trial, nitrogen absorption, and fat, crude fiber and dry matter digestibility remained unaffected by replacing some soybean protein with lupine. These trials show that field pea and blue lupine as alternative protein sources can effectively replace some soybean protein in weaner and rearing diets without compromising growth, feed intake or nutrient digestibility.

INTRODUCTION

L'une des sources protéiques les plus utilisées dans la nutrition animale est le tourteau de soja (TS). Le TS est une matière première intéressante pour l'animal considérant son coût d'incorporation, sa forte teneur en protéine et sa composition favorable en acides aminés. Considérant son importation principalement en dehors de l'Union Européenne, le soja ne figure pas comme une matière première durable. Ainsi, dans une perspective de durabilité et de recherche d'une plus grande autonomie protéique, il apparaît comme intéressant de rechercher et étudier des sources protéiques alternatives plus adaptées à une production d'avenir. Le lupin bleu (*Lupinus angustifolius*) et le pois cultivé (*Pisum sativum*) peuvent être cultivés dans l'Union Européenne et pourraient ainsi constituer des sources protéiques alternatives intéressantes. En comparaison du TS, la graine de lupin bleu contient 31% de protéine brute en moins tandis que le pois cultivé en contient 50% de moins. Concernant les Polysaccharides Non Amylacés (PNA), la graine de lupin bleu contient 47% de PNA en plus tandis que le pois cultivé en contient 25% de moins. D'autre part, le lupin bleu et le pois cultivé sont déficient en lysine, thréonine et tryptophane par rapport au TS (Kim *et al.*, 2007).

Les études portant sur l'effet des lupins et pois sur les performances en nutrition porcine ne sont pas unanimes. Des réductions significatives de la consommation (Kasproicz-Potocka *et al.*, 2013) et de la croissance (Degola et Jonkus, 2018) ont été observées lorsque le TS était substitué partiellement par des graines de lupin bleu chez le porcelet sevré. D'autre part, plusieurs études ont mis en avant la possibilité d'incorporer du lupin bleu dans des aliments 1^{er} âge (Kim *et al.*, 2012) ou en engraissement (Kim *et al.*, 2007) sans compromettre les performances ou la santé intestinale. Concernant le pois, une digestibilité protéique inférieure a été observé avec le remplacement de concentré protéique de soja par un concentré protéique de pois (Parera *et al.*, 2010), mais sans compromettre les performances (Parera *et al.*, 2010 ; Gunawerdana *et al.*, 2010).

Par l'aspect contradictoire et incomplet des résultats de ces

divers essais, davantage de travaux sont nécessaires concernant l'étude des performances et digestibilités sur les phases 1^{er} âge et 2^{ème} âge. L'objectif des essais présentés était d'étudier la possibilité de remplacer partiellement le TS par du pois ou du lupin dans les aliments 1^{er} âge et 2^{ème} âge par la digestibilité, puis de vérifier l'effet sur les performances des porcelets.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Essai 1 : Effet du remplacement partiel du tourteau de soja par du lupin bleu sur la digestibilité des aliments 1^{er} et 2^{ème} âge

1.1.1. Animaux et dispositif expérimental

Cet essai a été conduit au centre de Recherche et d'Innovation Denkavit (Voorthuizen-Pays-Bas) sur 48 porcelets TN70 x Tempo sevrés à 21 jours ($6,7 \pm 0,3$ kg) et répartis par paires dans 24 cases. Les cases sont constituées de parois solides avec caillebotis permettant la récupération des fèces et urines. Autant les mâles que les femelles ont été incorporés sans distinction dans cet essai et répartis équitablement entre les groupes. En post-sevrage, les porcelets ont reçu un aliment 1^{er} âge dès le premier jour (J1) jusqu'à J16 et un aliment 2^{ème} âge de J17 à la fin de l'essai. Les porcelets du groupe A ont reçu des aliments 1^{er} âge et 2^{ème} âge standards, tandis que les porcelets du groupe B ont reçu des aliments 1^{er} âge et 2^{ème} âge où le TS a été remplacé partiellement par de la graine de lupin bleu. Les aliments étaient iso-énergétiques et corrigés sur les acides aminés essentiels (Tableau 1). Les porcelets ont reçu l'aliment deux fois par jour à un niveau correspondant à leur poids (3,2 x besoin énergétique d'entretien basé sur un besoin d'entretien de 310 kJ EN/kg poids vif^{0.75}) tels que défini par le protocole d'étude de la digestibilité de Schotorst Feed Research (Ouweltjes *et al.*, 2017). Les porcelets ont reçu l'aliment une heure avant les deux collectes de fèces détaillées ci-après, soit à 8h30 et 15h00. La durée de l'essai était de 5 semaines et les collectes et mesures ont été réalisées à la deuxième et cinquième semaine après sevrage. Les première, troisième et quatrième semaines ont servi de périodes d'adaptation au nouvel aliment pour les porcelets.

Tableau 1 – Composition (%) et valeurs nutritionnelles calculées (%) des aliments 1^{er} et 2^{ème} âge de l'essai 1

	1 ^{er} âge A	1 ^{er} âge B	2 ^{ème} âge A	2 ^{ème} âge B
Composition des aliments, % du brut				
Orge	50,86	43,79	28,23	20,92
Céréales extrudées	20,00	20,00	10,00	10,00
Maïs	-	-	10,00	10,00
Blé	-	-	20,00	20,00
Tourteau de soja	17,83	5,33	12,85	-
Graines de soja	-	-	10,27	10,49
Lupin bleu	-	19,05	-	19,58
Huile végétale	2,29	2,37	1,09	1,11
Poudre de lactosérum	4,00	4,00	2,00	2,00
Acides aminés de synthèse ¹	0,36	0,52	0,73	0,93
Minéraux et vitamines	4,66	4,63	4,83	4,81
Valeurs nutritionnelles				
Matière sèche, %	88,37	88,77	88,55	88,98
Protéine brute, %	17,52	17,11	18,52	18,16
Matières grasses, %	4,53	5,37	5,25	6,10
Cellulose brute, %	3,45	5,54	3,20	5,36
Energie nette, MJ/kg	9,83	9,84	10,00	10,01
Lysine, %	1,17	1,16	1,15	1,15
Calcium, %	0,75	0,74	0,78	0,78
Phosphore, %	0,58	0,54	0,55	0,52

¹ L-Lysine, DL-Méthionine, L-Thréonine, L-Valine, L-Tryptophane 12,5%

Les porcelets ont été pesés individuellement au sevrage, ainsi qu'à J5, J12, J26 et J33 de l'essai. Les consommations d'aliment et d'eau ont été enregistrées du lundi au vendredi par pesée de la quantité distribuée quotidiennement et de la quantité d'aliment restant en fin de semaine dans le nourrisseur. Le gaspillage n'a pas été pris en compte dans le calcul de la consommation d'eau et d'aliments.

1.1.2. Prélèvements

Durant les semaines de collecte, les fèces et urines ont été collectées deux fois par jour. Les fèces ont été prélevées sur un tamis à travers lequel l'urine pouvait passer et être collectée dans un seau de manière séparée. Les poids quotidiens des fèces et urines frais ont été mesurés et enregistrés avant mélange des différents échantillons obtenus sur la même semaine. Ces mélanges ont ensuite été analysés en laboratoire afin de déterminer la teneur en matière sèche pour les fèces (séchage à 104°C pendant 24°C), en cellulose brute (méthode van Soest), en azote total (méthode de Kjeldahl) et en matières grasses (méthode par hydrolyse acide). Pour la conservation pour analyse ultérieure, les fèces ont été mélangées avec de l'eau déminéralisée (1:2) et 175 cc de ce mélange ont été conservés avec 2 cc de formaldéhyde et entreposés à 4°C. Concernant l'urine, de l'acide chlorhydrique 6N a été ajouté au seau en début de collecte pour la conservation et éviter les pertes azotées. Le dosage d'acide chlorhydrique a été de 60mL par 24H pour une case de deux porcelets sur les semaines 4 et 5 et de 90mL par 24H pour une case de deux porcelets sur les semaines 6 et 7 de l'essai. Après collecte de l'urine, une analyse du pH a été effectuée afin de garantir un pH<2. En cas de pH supérieur, davantage d'acide chlorhydrique a été ajouté jusqu'à obtenir un pH2. La couleur (noir-gris, gris, gris clair, brun) et la consistance (ferme, ferme-molle, molle, molle-liquide et liquide) des fèces ont été notées lors des collectes (9h30 et 16h00). La digestibilité fécale (%) de la matière sèche, cellulose brute, azote et des matières grasses a été calculée par différence entre l'ingestion et les pertes fécales (100*[1-(pertes fécales/ingestion)]). La rétention azotée (g/j) a été calculée à partir de l'azote (N) ingéré et excrété dans les fèces et les urines.

1.2. Essai 2 : Effet du remplacement partiel de la protéine de soja par du lupin bleu ou du pois cultivé sur les performances de porcelets en phases 1^{er} et 2^{ème} âge

Ce deuxième essai a été mené à la suite de l'essai 1 au centre de Recherche et d'Innovation Denkvit de Juin à Juillet 2020. Dans cet essai, 393 porcelets TN70 x Tempo ont été sevrés à 27 jours d'âge et répartis dans 66 cases avec 6 porcelets par case. Les porcelets ont été pesés au sevrage et répartis entre les cases afin d'obtenir un poids de début d'essai similaire entre les différents groupes. Autant les mâles que les femelles ont été incorporés dans cet essai et répartis équitablement entre les groupes expérimentaux. Trois groupes ont été constitués lors de cet essai. Le groupe A a reçu des aliments 1^{er} âge et 2^{ème} âge standards, dont l'apport protéique était principalement basé sur le tourteau de soja. Dans les aliments 1^{er} et 2^{ème} âge du groupe B, 7,5% et 15,0% du TS ont été remplacés par du pois cultivé (*Pisum sativum*). Dans le groupe C, 5,3% et 10,5% du TS ont été remplacés par de la graine de lupin bleu (*Lupinus angustifolius*). Les aliments étaient iso-énergétiques (9,99 MJ/kg pour l'aliment 1^{er} âge ; 9,76 MJ/kg pour l'aliment 2^{ème} âge) et le remplacement du tourteau de soja par les sources protéiques alternatives a été réalisé en maintenant la même valeur en protéine brute (17,65% pour l'aliment 1^{er} âge ; 18,00% pour l'aliment 2^{ème} âge). L'aliment 1^{er} âge a été distribué aux

porcelets durant les deux premières semaines après sevrage et l'aliment 2^{ème} âge durant les trois semaines suivantes. Tous les aliments ont été distribués ad-libitum. Les compositions des aliments sont détaillées dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2 – Composition (%) et valeurs nutritionnelles (%) des aliments 1^{er} âge de l'essai 2

Groupe	A	B	C
Composition des aliments %			
Orge	49,46	44,62	47,28
Céréales extrudées	20,00	20,00	20,00
Lupin bleu	-	-	5,27
Pois cultivé	-	7,50	-
Tourteau de soja	17,83	15,89	14,77
Noyau laitier	5,50	5,50	5,50
Acides organiques	1,30	1,30	1,30
Huile végétale	1,00	1,00	1,00
Graine de soja	0,81	-	0,65
Acides aminés de synthèse ¹	0,83	0,92	0,94
Minéraux et vitamines	3,27	3,27	3,29
Valeurs nutritionnelles (%)			
Protéine brute	17,65	17,65	17,65
Matière grasse	4,29	4,06	4,51
Cellulose brute	3,29	3,37	3,87
Energie nette (MJ/kg)	9,99	9,99	9,99
Lysine	11,75	11,82	11,73

¹ L-Lysine, DL-Méthionine, L-Thréonine, L-Tryptophane 12,5%

Tableau 3 – Composition (%) et valeurs nutritionnelles (%) des aliments 2^{ème} âge de l'essai 2

Groupe	A	B	C
Composition aliment %			
Orge	30,81	21,04	26,59
Blé	20,00	20,00	20,00
Tourteau de soja	15,27	11,18	9,18
Céréales extrudées	10,00	10,00	10,00
Maïs	10,00	10,00	10,00
Graines de soja	5,31	4,02	4,87
Lupin bleu	-	-	10,53
Pois cultivé	-	15,00	-
Noyau laitier	3,00	3,00	3,00
Lignocellulose Opticell®	1,00	1,00	1,00
Acides aminés de synthèse	1,27	1,44	1,50
Acides organiques	0,30	0,30	0,30
Minéraux et vitamines	3,04	3,02	3,03
Valeurs nutritionnelles (%)			
Protéine brute	18,01	18,00	18,00
Matière Grasse	3,58	3,19	4,01
Cellulose Brute	3,60	3,76	4,76
Energie nette (MJ/kg)	9,76	9,76	9,76
Lysine	12,58	12,73	12,53

¹ L-Lysine, DL-Méthionine, L-Thréonine, L-Valine, L-Tryptophane 12,5%

Après la première pesée au sevrage, toutes les mesures ont été réalisées par case. Les pesées par case ont été réalisées au jour 8, 15 et 36. La couleur et la consistance des fèces d'une case ont été notées aux jours 5, 8, 15, 19, 22, 29 et 36. La notation a été réalisée de manière similaire à l'essai 1 présenté précédemment. Le gain moyen quotidien (GMQ) et la consommation moyenne journalière (CMJ) ont été calculés suite à ces mesures. La quantité d'aliment ingéré étant relevée par période, la CMJ est alors calculée en divisant l'ingéré total de la case sur la période donnée par le nombre de porcelets restant dans la case en fin de période.

1.3. Statistiques

Pour les deux essais, les données ont été analysées avec le logiciel de statistique SPSS, version 19. Avant chacune des analyses réalisées par variable, la normalité (coefficients d'asymétrie et d'aplatissement entre -2 et 2) et l'homogénéité de la variance (test de Levene) ont été vérifiées. En cas de normalité et d'homogénéité de la variance, un test paramétrique (ANOVA) a été réalisé avec le groupe en facteur fixe et les différentes mesures comme variable dépendante (poids à 8 jours, absorption protéique etc.). Pour les données de digestibilité, un test de Student a été réalisé dans ce cas de normalité et d'homogénéité de la variance. L'analyse post-hoc a été réalisée en utilisant le test de Bonferroni dans le cadre du second essai. En cas de non-respect de la normalité et homogénéité des variances, un test non-paramétrique a alors été réalisé (Kruskal-Wallis) autant pour les données de performance que celles de digestibilité. Concernant les scores fécaux, une moyenne des scores a été calculée pour chaque groupe et l'analyse post-hoc a été réalisée en utilisant le test de Tukey. Une différence statistiquement significative entre les traitements a été acceptée à $P < 0,05$.

2. RESULTATS

2.1. Croissances et ingestions

Dans le premier essai, les GMQ étaient comparables pour les porcelets du groupe A et du groupe B sur la phase 1^{er} âge (respectivement 257 ± 94 vs 216 ± 114 g/j ; $P = 0,19$) comme sur la phase 2^{ème} âge (respectivement 379 ± 135 vs 361 ± 173 g/j ; $P = 0,68$). De plus, les CMJ des porcelets étaient également similaires pour les groupes A et B lors la deuxième semaine post-sevrage (respectivement 313 ± 94 vs 321 ± 124 g/j ; $P = 0,63$) comme lors de la cinquième semaine de post-sevrage (respectivement 1748 ± 256 vs 1605 ± 306 g/j ; $P = 0,53$).

Les GMQ et CMJ mesurés dans le deuxième essai sont représentés dans le tableau 4. Les GMQ et CMJ des trois groupes ne présentaient pas de différence significative en 1^{er} âge et 2^{ème} âge, ni sur la totalité du post-sevrage.

2.2. Scores fécaux

Dans le premier essai, aucune différence significative portant sur la couleur des fèces n'a pu être observée entre les deux groupes ainsi qu'entre les semaines de prélèvement. De même, aucune différence significative n'a été observée entre les groupes quant à la consistance des fèces la deuxième semaine après sevrage (groupe A : 20,5% ferme, 61,4% ferme-molle ; groupe B : 30% ferme, 57,5% ferme-molles) et la cinquième

semaine après sevrage (groupe A : 66,6% ferme-molle ; groupe B : 75% ferme-molle).

Dans le second essai, la couleur des fèces était davantage gris-clair au jour 22 pour le groupe B par rapport au groupe A ($P=0,03$) et C ($P = 0,008$). La proportion de fèces gris-clair dans les groupes est représentée à la Figure 1.

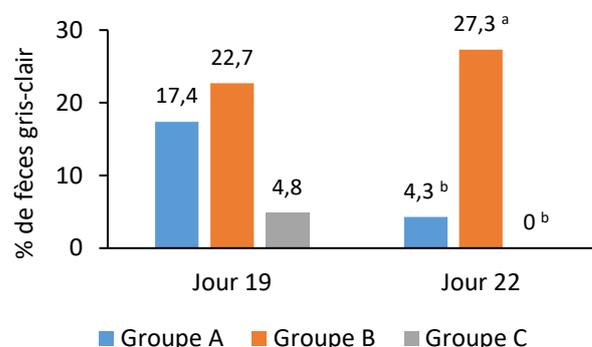


Figure 1 – Pourcentage de fèces grises et plus dans les groupes expérimentaux aux jours 19 et 22

Des lettres différentes indiquent une différence significative ($P < 0,05$)

De manière générale, la totalité des groupes ont présenté des fèces plus molles directement après le sevrage.

2.3. Absorption et rétention

Les niveaux d'ingestion n'ont pas été affecté significativement par le régime alimentaire. Les données de digestibilité et de rétention sont représentées dans le tableau 5. La digestibilité et la rétention de l'azote étaient à des niveaux comparables entre les groupes la première semaine (6,5 ± 1,9 g/j vs 6,4 ± 0,9 g/j / 5,9 ± 1,8 g/j vs 5,9 ± 1,0 g/j) comme la deuxième semaine de collecte (15,1 ± 1,5 g/j vs 15,1 ± 1,2 g/j / 13,3 ± 1,5 g/j vs 13,4 ± 1,5 g/j). La première semaine de collecte, l'absorption de la matière grasse du groupe B (80,1 ± 4,6 %) était similaire ($P = 0,13$) à celle du groupe A (80,1 vs 77,3 %). L'absorption de la matière grasse lors de la deuxième semaine de collecte était comparable entre les deux groupes. La digestibilité de la cellulose brute était plus élevée de façon non-significative pour le groupe B durant la première semaine en comparaison du groupe A (23,3 ± 19,2 % vs. 9,4 ± 9,0 %) et inversement lors de la deuxième semaine de collecte (28,4 ± 11,9 vs 35,4 ± 6,7). L'écart type étant relativement élevé, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence. La digestibilité de la matière sèche était comparable entre les groupes la première semaine ainsi que la deuxième semaine de collecte.

Tableau 4 – Gain moyen quotidien et consommation moyenne journalière selon le groupe du deuxième essai (moyenne ± ET)

Groupe	A	B	C	P-value
Consommation moyenne journalière (g/porcelet/jour)				
Période de 1 ^{er} âge (jour 1-15)	224 ± 40	236 ± 40	223 ± 32	0,37
Période de 2 ^{ème} âge (jour 16-36)	650 ± 66	651 ± 67	647 ± 72	0,99
Totalité du post-sevrage (jour 1-36)	480 ± 51	485 ± 51	477 ± 53	0,89
Gain moyen quotidien (g/porcelet/jour)				
Période de 1 ^{er} âge (jour 1-15)	230 ± 38	236 ± 36	229 ± 40	0,80
Période de 2 ^{ème} âge (jour 16-36)	673 ± 69	652 ± 59	648 ± 74	0,40
Totalité du post-sevrage (jour 1-36)	496 ± 48	486 ± 39	480 ± 48	0,50

Tableau 5 – Coefficient d'Utilisation Digestive apparent CUDa (%) et rétention (g/j) moyennes (\pm ET) de la matière sèche, de l'azote, de la matière grasse et de la cellulose brute sur les deux semaines de collecte de l'essai 1

Semaine de collecte		CUDa (%)		Rétention (g/j)		P value	
		A	B	A	B	Digestibilité	Rétention
1	Matière sèche	84,4 \pm 1,7	83,7 \pm 3,0	-	-	0,50	-
	Azote	81,2 \pm 2,3	80,2 \pm 4,4	5,9 \pm 1,8	5,9 \pm 1,0	0,51	0,84
	Matière grasse	77,3 \pm 2,6	80,1 \pm 4,6	-	-	0,12	-
	Cellulose brute	9,4 \pm 9,0	23,3 \pm 19,2	-	-	0,24	-
2	Matière sèche	86,7 \pm 1,1	86,2 \pm 1,5	-	-	0,32	-
	Azote	83,0 \pm 2,2	82,2 \pm 1,6	13,3 \pm 1,5	13,4 \pm 1,5	0,33	0,67
	Matière grasse	77,2 \pm 5,4	80,1 \pm 2,6	-	-	0,22	-
	Cellulose brute	35,4 \pm 6,7	28,4 \pm 11,9	-	-	0,16	-

3. DISCUSSION

L'objectif de cette étude était de définir la possibilité de remplacer (partiellement) la protéine de soja dans les aliments 1^{er} et 2^{ème} âge par des sources protéiques alternatives.

Les GMQ (durant les phases 1^{er} et 2^{ème} âge, ainsi que sur la totalité du post-sevrage, n'ont pas été affectés par l'aliment dans chacun des essais. Ce résultat est en accord avec les observations de Gunawerdana *et al.* (2010) avec 17,5% d'incorporation de pois cultivé, ainsi que celles de Kim *et al.* (2012) avec 6% à 24% d'incorporation de lupin bleu, et enfin celles de Kasproicz-Potocka *et al.* (2013) avec 20,5% d'incorporation de lupin bleu. De plus, aucun effet de l'aliment n'a été mis en avant sur la CMJ dans chacun des essais. Cette observation est également en accord avec les travaux de Gunawerdana *et al.* (2010) et de Kim *et al.* (2012). Toutefois, Kasproicz-Potocka *et al.* (2013) mettaient en avant une diminution de l'ingéré des porcelets ayant reçu un aliment contenant 20,5% de lupin bleu brut (1047 g/j d'ingéré) comparé à celui de porcelets ayant reçu un aliment contenant 16% de lupin jaune brut (1136 g/j d'ingéré) ou un aliment conventionnel avec tourteau de soja (1179 grammes/jour, $P = 0,045$). La différence avec ce dernier essai pourrait éventuellement résider dans la différence des niveaux d'incorporation de lupin dans l'essai 2 présenté ici (5,3% en 1^{er} âge et 10,5% en 2^{ème} âge).

Dans les deux essais, aucun effet sur la consistance fécale n'a été relevé avec le remplacement du TS par du lupin. Kim *et al.* (2012) ont défini la consistance fécale en tant que score cumulé de porcelets ayant des fèces liquides et aucun effet de l'incorporation de lupin dans l'aliment sur le score fécal n'avait alors été rapporté. Cependant et dans ce même essai, le pourcentage moyen de jours de diarrhées en post-sevrage avait diminué avec l'incorporation de 6%, 12% ou 18% de lupin bleu dans l'aliment (0,7% pour ces trois groupes vs 2,1% pour le groupe témoin) (Kim *et al.*, 2012).

Dans cette étude, aucun effet n'a été relevé quant à la rétention de l'azote et la digestibilité de la matière grasse, de la cellulose brute et de la matière sèche, autant sur la phase 1^{er} âge que sur la phase 2^{ème} âge. Cependant, Kim *et al.* (2012) ont observés une baisse du CUDa lors de l'incorporation de lupin aux jours 7 et 21 après sevrage ($P < 0,001$). Le CUDa du groupe témoin était ainsi de 85% tandis qu'il chutait à 79% avec l'incorporation de 6% de lupin dans l'aliment. Dans cette même étude, Kim *et al.* (2012) ont observé que le CUDa de la matière sèche était négativement corrélée aux valeurs NDF et ADF ($P < 0,001$). Il est ainsi supposé qu'aucun effet sur la digestibilité n'a été mis en avant dans la présente étude étant donné que les valeurs NDF et ADF de l'aliment A (respectivement 118 g/kg aliment et 44 g/kg aliment) et de l'aliment B (respectivement 150 g/kg aliment et 69 g/kg aliment) n'étaient pas comparables avec la valeur NDF supérieure à 180 g/kg de l'aliment contenant du lupin dans l'essai de Kim *et al.* (2012).

CONCLUSION

Un remplacement partiel de la protéine de soja soit par du pois cultivé, soit par du lupin bleu n'affecte pas la croissance ni la consommation du porc sur les phases de 1^{er} et 2^{ème} âge. L'augmentation de la teneur en cellulose brute par l'incorporation du lupin bleu semble prometteuse pour l'amélioration de la consistance des fèces en post-sevrage. La rétention de l'azote et la digestibilité de la matière sèche, de la matière grasse ou de la cellulose brute restent inchangées avec le remplacement partiel de la protéine de soja par le lupin bleu.

Pour conclure, des sources protéiques alternatives telles que le pois cultivé et le lupin bleu peuvent efficacement remplacer la protéine de soja dans les aliments 1^{er} et 2^{ème} âge sans compromettre la croissance, la consommation ni la digestibilité des nutriments.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Degola L., Jonkus D., 2018. The influence of dietary inclusion of peas, faba bean and lupin as a replacement for soybean meal on pig performance and carcass traits. *Agron. Res.*, 16(2), 389-397.
- Gunawardena C.K., Zijlstra R.T., Goonewardene L.A., Beltranena E., 2010. Protein and starch concentrates of air-classified field pea and zero-tannin faba bean for weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 88(8), 2627-2636.
- Parera N., Lázaro R.P., Serrano M.P., Valencia D.G., Mateos G.G., 2010. Influence of the inclusion of cooked cereals and pea starch in diets based on soya or pea protein concentrate on nutrient digestibility and performance of young pigs. *J. Anim. Sci.*, 88(2), 671-679.
- Kasproicz-Potocka M., Chilomer K., Zaworska A., Nowak W., Frankiewicz A., 2013. The effect of feeding raw and germinated *Lupinus luteus* and *Lupinus angustifolius* seeds on the growth performance of young pigs. *J. Anim. Feed Sci.*, 22(2), 116–121.
- Kim J.C., Pluske J.R., Mullan B.P., 2007. Lupins as a protein source in pig diets. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Sciences, Nutrition and Natural Resources* 2, No. 003, 12 pp.
- Kim J.C., Heo J.M., Mullan B.P., Pluske J.R., 2012. Performance and intestinal responses to dehulling and inclusion level of Australian sweet lupins (*Lupinus angustifolius* L.) in diets for weaner pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 172, 201-209.
- Ouweljes W., Verschuren L.M.G., Pijlman J., Bergsma R., Schokker D., Knol E.F., van der Aar P.J., Molist F., Calus M.P.L., 2018. The repeatability of individual nutrient digestibility in pigs. *Livest. Sci.* 207, 63-67.