

EFFETS DE LA SUBSTITUTION DU MAÏS PAR DU SORGHO SUR LA QUALITE DU MAGRET ET DU FOIE GRAS D'OIE

Arroyo Julien¹, Auvergne Alain², Dubois Jean-Pierre¹, Lavigne Franck¹, Bijja Mohamed¹, Bannelier Carole², Manse Hélène², Barthel Juliette², Fortun-Lamothe Laurence²

¹ASSELDOR-Station d'expérimentation appliquée et de démonstration sur l'oie, La Tour de Glane-24420 COULAURES,

²UMR INRA INPT TANDEM-Avenue de l'Agrobiopole, F-31326-CASTANET-TOLOSAN
julien.arroyo@live.fr

RÉSUMÉ

Le but de cet essai était d'étudier les effets de la substitution de maïs par le sorgho au cours de la croissance et/ou du gavage sur les performances, la qualité du magret et du foie gras chez les oies. 260 jars (type Maxipalm®) ont été divisés en 4 groupes différant par la céréale incluse dans le régime alimentaire donné au cours de la période de croissance-finition (période CF, 2 niveaux: du maïs: M, ou du sorgho: S) et celle utilisée pendant le gavage (période G, 2 niveaux: le maïs ou le sorgho), en utilisant un plan factoriel 2 x 2. La quantité de céréale distribuée et la mortalité des oiseaux ont été mesurées entre 105 et 120 jours d'âge. A la fin de la période G, les oiseaux ont été abattus après 10 h de jeûne pour mesurer le poids, la couleur et la composition chimique du foie gras et du magret. Un test hédonique a été réalisé sur les magrets séchés et le foie gras en verrine. Le poids vif des oiseaux avant la période G (5597g, $P > 0,05$) et la quantité de nourriture distribuée en gavage (12739 g, $P > 0,05$) ont été similaires pour les quatre groupes. La mortalité dans le groupe SM était plus élevée que dans les trois autres groupes (14,29% vs 3,58%, $P < 0,05$). Après gavage, les oiseaux nourris avec du sorgho (groupes MS + SS) avaient des foies plus lourds (respectivement 984g vs 885g, $P < 0,001$) et moins jaunes (18,03 vs 23,97 pour b^* , $P < 0,001$) que les oiseaux nourris avec du maïs (groupes MM + SM). La substitution totale de maïs par le sorgho au cours des deux périodes (groupe SS) a augmenté le poids du foie gras, mais réduit sa couleur jaune et modifié sa qualité hédonique. En revanche, une substitution partielle, c'est-à-dire pendant la période d'élevage seule (groupe SM) a entraîné une augmentation de la mortalité pendant la période de gavage.

ABSTRACT

Effects of substituting yellow corn by sorghum in goose diet on *magret* and *foie gras* quality

The aim of this trial was to study the effects of the substitution of yellow corn by sorghum during the growing and/or the overfeeding periods on the performance, *magret* and *foie gras* quality in geese. 260 ganders (type Maxipalm®) were divided into 4 groups differing in the cereal included in the diet given during the growing-finishing period (CF period, 2 levels: yellow corn: M, or sorghum: S) and in the cereal used in the diet given during the overfeeding period (G period, 2 levels: yellow corn or sorghum), using a 2 x 2 factorial design. Between 105 and 120 d, the amount of cereal offered and bird mortality were measured. At the end of the O period, the birds were slaughtered after 10 h of fasting to measure *foie gras* and breast muscle weight, color and chemical composition. An hedonic test was performed on dried *magret* and cooked *foie gras*. The BW of birds before the O period (5597g, $P > 0.05$) and the amount of food offered during the O period (12739g, $P > 0.05$) were similar for the four groups. The mortality in the SM group was higher than in the other three groups (14.29% vs. 3.58%, $P < 0.05$). After overfeeding, birds fed with sorghum (MS + SS groups) had *foies gras* which were heavier (984g vs. 885g, respectively; $P < 0.001$) and less yellow (18.03 vs. 23.97 for b^* , $P < 0.001$) than birds fed with corn (MM + SM groups). The total substitution of yellow corn by sorghum i.e. during both the periods of growing-finishing and overfeeding (SS group) increased the weight of the *foie gras* but altered its color to a paler yellow and modified its hedonic quality. In contrast, a partial substitution, i.e. during the rearing period only (SM group) resulted in an increased mortality during the overfeeding period.

INTRODUCTION

Des essais précédents ont montré qu'il était possible d'utiliser du sorgho dans l'alimentation des oies pendant les phases d'élevage et de gavage (Arroyo *et al.*, 2012 et 2013). Toutefois, les conséquences sur la composition chimique et la qualité des produits, foie et magret, ne sont pas connus.

L'objectif de cet essai est d'étudier les effets de la substitution de maïs par le sorgho au cours de la croissance et/ou du gavage sur les performances, la composition chimique et la qualité du magret et du foie gras chez les oies.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et schéma expérimental

L'essai a été réalisé à la Station expérimentale de l'oie (Coulaures, Dordogne). 260 jars (type Maxipalm®) ont été divisés en 4 groupes différant par la céréale incluse dans le régime alimentaire donné au cours de la période de croissance-finition (période CF, 2 niveaux: du maïs: M, ou du sorgho: S) et celle utilisée pendant le gavage (période G, 2 niveaux: le maïs ou le sorgho), en utilisant un plan factoriel 2 x 2. Les 4 groupes différaient par le régime alimentaire proposé pour les oiseaux entre 44 et 104 jours d'âge (période CF): une alimentation en granulés contenant 500 g de sorgho / kg (groupes de SS et SM; EMAn 11,72 MJ / kg, PB 16,4 %) ou un granulé contenant 500 g de maïs / kg (les groupes MS et MM; EMAn 11,72 MJ / kg, PB 16,5 %) et entre 105 et 120 jours d'âge (période G): 967 g de maïs / kg (les groupes SM et MM; EMAn 18,55 MJ / kg, PB 6,70 %) ou 965 g de sorgho / kg (SS et MS; EMAn 18,60 MJ / kg, PB 7,80 g / kg).

Le plan d'alimentation utilisé pendant la période CF correspond à celui précédemment décrit par Dubois *et al.* (1998) avec une alimentation à volonté jusqu'à 54 jours puis une alimentation par temps d'accès limité à la mangeoire. À 104 jours, les oies ont été mises en gavage selon la méthode précédemment décrite par Dubois *et al.* (2010). L'abattage des oies gavées s'est fait à l'abattoir « les ateliers de Lavergne » à Prats de Carlux en Dordogne.

1.2. Mesures et contrôles

La quantité de céréale distribuée et la mortalité des oiseaux ont été mesurées entre 105 et 120 jours d'âge. A la fin de la période G, les oiseaux ont été abattus après 10 h de jeûne pour mesurer le poids, la couleur et la composition chimique du foie gras et du magret. Les mesures de couleur ont été réalisées à l'aide d'un chromamètre Minolta CR 300. Les lipides totaux ont été extraits à froid dans un mélange chloroforme / méthanol (2:1, V/V). La séparation des acides gras totaux de la fraction lipidique a été réalisée par

chromatographie en phase gazeuse après transméthylation.

Nous avons réalisé une analyse hédonique des foies gras entiers en verrine et des magrets séchés non fumés, dit « test consommateur », qui a pour objectif de connaître l'appréciation des produits par des consommateurs non entraînés. Le test s'est déroulé à l'Institut du goût du Périgord à Périgueux, selon une procédure en monadique séquentiel.

1.3. Analyses statistiques

Les données ont été analysées au moyen de la procédure GLM du logiciel d'analyse statistiques "PASW Statistics 18" en incluant les facteurs céréale pendant la période CF (M ou S), céréale pendant la période G (M ou S), et leurs interactions. La comparaison des moyennes de l'ensemble des valeurs a été réalisée grâce au test de Duncan. La comparaison des variables discrètes a été réalisée grâce au test du Khi 2. Les moyennes sont considérées comme statistiquement non significatives si $P > 0,05$.

2. RESULTATS

Il y a une interaction entre les effets des deux périodes sur la mortalité des oies pendant le gavage. En effet, au cours de la période G (105 à 120 jours), la mortalité était plus élevée dans le groupe SM que dans les groupes MM, MS et SS (14,3% vs 1,5%, 3,1% et 6,2%, respectivement, $P < 0,05$). Avant la période G, à 105 j, le poids vifs des oies était similaire pour les quatre groupes (5597 g, $P > 0,05$; Tableau 1). En dépit d'une consommation similaire entre les groupes pendant le gavage (12 739 g, $P > 0,05$; Tableau 1), les oies gavées avec du sorgho étaient plus lourdes que les oies gavées avec du maïs (8 362 g contre 8 238 g, $P < 0,05$, Tableau 1). L'IC est plus faible et le gain de poids moyen était plus élevé chez les oies du groupe SS que dans les trois autres groupes (- 8,45% et + 9,31%, respectivement, $P < 0,001$; Tableau 1).

L'interaction entre les deux périodes a été significative sur le poids de magret mais le poids de muscle était similaire entre les quatre groupes (248g, $P > 0,05$). L'interaction était significative sur l'intensité de la luminance (L^*) et la couleur jaune (b^*) du muscle du magret ($P < 0,001$; Tableau 2). La luminance était plus élevée dans le muscle des oiseaux qui ont été nourris avec les mêmes céréales pendant les deux périodes (SS + MM vs SM+MS: +2,64%, $P < 0,05$). L'intensité de la couleur jaune était plus élevée dans le muscle des oiseaux de groupes SM que dans ceux des oiseaux des autres groupes (+29%, $P < 0,05$). L'intensité de la couleur rouge dans le muscle du magret était plus élevée chez les oiseaux nourris avec du maïs plutôt que du sorgho à la fois pendant la période CF (+5%, $P < 0,05$) et pendant la période G (+7%, $P < 0,01$).

L'interaction entre les deux périodes a été significative sur le poids du foie. Le foie gras était plus lourd chez les oiseaux du groupe SS (1 026 g) que chez les oiseaux des trois autres groupes (910 g, 943 g et 860 g respectivement, $P < 0,01$). La couleur du foie gras n'a pas été affectée par la céréale donnée pendant la période CF. Cependant, l'intensité de la couleur jaune était plus élevée dans le foie gras des oiseaux gavés avec du maïs plutôt qu'avec du sorgho (+25%, $P < 0,001$). L'intensité de la luminance et de la couleur rouge du foie gras n'est pas affectée par la céréale donnée au cours de la période G.

Aucune interaction n'a été observée entre les deux périodes sur la composition chimique du muscle du magret, sauf pour la teneur en protéines, mais les effets de chaque période n'étaient pas significatifs. Le muscle du magret des oiseaux nourris avec du sorgho pendant la période CF contient plus de lipides et de cendres que celui des oiseaux nourris avec du maïs (+7% et +5% respectivement, $P < 0,05$). Seule la céréale donnée au cours de la période CF a influencé la composition en acides gras du muscle du magret. Le pourcentage d'acides gras C-18: 1 ω 9 et C-18: 3 ω 3 était plus élevé dans le muscle des oiseaux nourris au sorgho plutôt qu'au maïs.

Aucune interaction significative n'a été observée entre les effets des deux périodes sur la composition du foie gras. Les pourcentages de matière sèche et de lipides étaient plus élevés (+2%, $P < 0,05$) tandis que celui des cendres était plus faible (- 16%, $p < 0,05$) dans les foies gras des oies gavées avec du maïs que dans ceux des oies gavées avec du sorgho. La composition en acides gras du foie gras a été affectée à la fois par la céréale distribuée pendant la période CF (C-16: 0, C-16: 1 et C-18: 1 ω 9, $P < 0,05$) et au cours de la période G (plupart d'entre eux, $P < 0,05$; Tableau 1).

Concernant le test hédonique, aucune différence significative n'est observée sur le magret. A contrario, les foies gras issus d'animaux gavés au maïs (MM, et SM) ont plus la faveur des consommateurs que ceux issus d'animaux gavés au sorgho (MS ou SS). Les différences significatives sont observées sur tous les paramètres testés (Tableau 2)

3. DISCUSSION

Les moins bonnes performances causées par un changement de céréales entre les périodes CF et G peuvent être attribuées à la nécessité pour le tube digestif de s'adapter à un nouveau régime alimentaire différent à la fois par la taille des particules et par la composition.

La meilleure performance des oiseaux nourris avec du sorgho à la place du maïs, peut être expliquée par des différences dans les caractéristiques nutritionnelles des aliments. En effet, dans notre étude, le sorgho avait une teneur plus élevée en protéines (+1 pt / kg; + 16%, données non montrées). Cela pourrait expliquer le poids élevé du foie observé chez les oiseaux gavés

avec du sorgho comme indiqué précédemment (Nir *et al.*, 1972). De plus, le type d'amidon, principalement le rapport amylopectine / amylose, diffère entre les céréales (Jenkins et Donald, 1995) et est généralement plus élevé dans le sorgho que dans le maïs. Or chez les oiseaux, la digestibilité de l'amylopectine est supérieure à celle de l'amylose (Zhou *et al.*, 2010) ce qui pourrait expliquer le poids élevé du foie chez les oiseaux nourris avec du sorgho.

La faible intensité de la couleur jaune dans le magret et dans le foie gras des oiseaux nourris avec du sorgho peut être expliquée par les teneurs en caroténoïdes et en vitamine A inférieures (0,1 vs 0,83 103 UI / kg) dans le sorgho par rapport au maïs (Sauvant *et al.*, 2004). Un phénomène similaire a été observé précédemment dans la peau du poulet de chair et dans le jaune d'oeuf (Gualtieri et Rapaccini, 1990). Cela pourrait expliquer la plus faible intention de reconsommation des foies gras issus d'animaux gavés avec du sorgho.

La teneur en lipides du muscle du magret est légèrement plus élevée chez les oiseaux nourris avec du sorgho durant la période CF, mais la céréale influence surtout la composition en acides gras comme précédemment observé chez les poulets (Cherian *et al.*, 2002). Les niveaux plus élevés de C18: 1 et C18: 3 et le niveau inférieur de C18: 2 dans le muscle du magret des oiseaux nourris avec du sorgho pourraient être liées à des différences similaires dans la composition en acides gras entre les deux céréales. D'autre part, la céréale donnée au cours de la période G n'a pas d'influence sur la composition en acides gras du muscle.

Les deux principaux acides gras du maïs et du sorgho sont l'acide linoléique (C18: 2, 54 et 44% respectivement) et de l'acide oléique (C18: 1%, 25 et 32). L'acide oléique est le principal acide gras présent dans le foie gras (57% de la teneur totale en acides gras), tandis que l'acide linoléique représentent moins de 1% des acides gras comme précédemment observé (Molee *et al.*, 2005). L'acide palmitique (C16: 0) et l'acide stéarique (C18: 0) représentaient 21% et 14% des acides gras totaux, tandis que les autres acides gras semblent être d'une importance mineure car ils représentent moins de 6% de ces acides gras. Nos résultats suggèrent que la composition du régime alimentaire offert pendant la période CF influence principalement la qualité du magret tandis que les caractéristiques de foie gras dépendent principalement du régime donné pendant la période G, en accord avec Auvergne *et al.* (1995).

CONCLUSION

La substitution totale de maïs par le sorgho augmente le poids du foie gras mais réduit sa couleur jaune. En revanche, une substitution partielle, c'est-à-dire pendant la période d'élevage seule (groupe SM) entraîne une augmentation de la mortalité pendant la période de gavage. La possibilité d'utiliser le sorgho pour la production de foie gras, surtout pendant la

période de gavage, pourrait élargir l'éventail des matières premières utilisables pour la production de foie gras et par conséquent améliorer la flexibilité de ce système en la rendant moins tributaire de la

disponibilité du maïs et des prix du marché. Mais il convient d'adapter l'itinéraire technique de production pour limiter les quelques effets négatifs observés concernant la mortalité et la couleur du foie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Arroyo J., Auvergne A., Dubois J.P., Lavigne F., Bijja M., Bannelier C., Fortun-Lamothe L., 2012. Poult. Sci. (91), 2063-2071.
- Arroyo J., A., Dubois J.P., Lavigne F., Bijja M., Bannelier C., Fortun-Lamothe L., 2013. 10^{ème} JRA-JRPFG, La Rochelle. pp5.
- Auvergne A., Babilé R., Bouillier-Oudot M., Manse H., Latil G., 1995. 12^{ème} European Symposium on the quality of poultry meat, Zaragoza. 181-188.
- Bedford E.C., 1996. J. Appl. Poultry Res. (5), 86-95.
- Boggia A., Paolotti L., Castellini C., 2010 World's poultr. Sci. J. (66), 95-114.
- Cherian G., Selvaraj R.K., Goeger M.P., Stitt P.A., 2002. Poult. Sci. (81), 1415-1420.
- Dubois J.P., Lavigne F., Leprettre S., Merillou D., Auvergne A., Babilé R., 1998. 3^{èmes} JRPFG. Bordeaux, pp 87-90.
- Dubois J.P., Auvergne A., Lavigne F., Fernandez X., Babilé R., 2010. 9^{ème} JRPFG. Bordeaux. 255-258.
- Farré, I., Faci J.M., 2006. Agric. Water Manage. (83), 135-144.
- Gualtieri M., et Rapaccini S., 1990. World's poultr. Sci. J. (46), 246-254.
- Jenkins P.J., et Donald A.M. 1995. Int. J. Biol. Macromol. (17), 315-321.
- Molee W., Bouillier-Oudot M., Auvergne A., Babilé R., 2005. Comp. Biochem. Physiol. B. (141), 437-444.
- Nir I., Perek M., Katz Z., 1972. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. (12), 77-89.
- Sauvant D., Perez J.M., Tran G., 2004. (INRA edit.), Paris, pp 301.
- Zhou Z., Wan H.F., Li Y., Chen W., Qi Z.L., Peng P., Peng J., 2010. Anim. Feed Sci. Technol. (157) 99-103.

Tableau 2 . Effets de la substitution du maïs par du sorgho en élevage et/ou gavage dans l'alimentation des oies sur la couleur et l'évaluation hédonique des foies gras entiers en verrine

	Groupes ¹				SEM	P-value ²		
	MM	MS	SM	SS		CF	G	CF*G
Foie gras								
L* (luminance)	36,80 ^a	34,91 ^b	35,21 ^b	37,47 ^a	0,28	0,501	0,925	<0,001
a* (couleur rouge)	17,42	16,30	18,33	17,16	0,19	0,013	0,002	0,966
b* (couleur jaune)	2,56 ^b	2,48 ^b	3,50 ^a	2,42 ^b	0,11	0,031	0,004	0,014
Aspect global	6,07	5,43	6,06	5,39	0,108	0,839	0,003	0,051
Appréciation de la couleur	6,31	5,59	6,22	5,89	0,116	0,498	0,020	0,076
Appréciation de l'odeur	5,80	5,17	5,91	5,41	0,107	0,309	0,010	0,052
Appréciation du goût	6,20	5,59	6,15	5,67	0,125	0,794	0,016	0,115
Appréciation de la texture	6,09	5,48	5,89	5,57	0,121	0,957	0,041	0,180
Intension de reconsommation	1,31	1,48	1,30	1,48	0,033	0,889	0,008	0,072
Magret								
L* (luminance)	36,80 ^a	34,91 ^b	35,21 ^b	37,47 ^a	0,28	0,501	0,925	<0,001
a* (couleur rouge)	17,42	16,30	18,33	17,16	0,19	0,013	0,002	0,966
b* (couleur jaune)	2,56 ^b	2,48 ^b	3,50 ^a	2,42 ^b	0,11	0,031	0,004	0,014
Aspect global	6,70	6,28	6,39	6,28	0,099	0,477	0,255	0,447
Appréciation de la couleur	6,59	6,15	5,98	6,24	0,108	0,235	0,419	0,126
Appréciation de l'odeur	6,61	5,98	6,00	6,19	0,104	0,177	0,932	0,165
Appréciation du goût	6,44	6,07	5,96	6,11	0,118	0,185	0,714	0,420
Appréciation de la texture	6,43	6,19	6,17	6,19	0,108	0,664	0,672	0,851
Intension de reconsommation	1,28	1,39	1,48	1,41	0,033	0,095	0,781	0,186

Tableau 1. Performances des animaux et composition chimique des produits

	Groupes				ESM	P-value		
	MM	MS	SM	SS		CF	G	CF*G
Poids vifs à 105 j (g)	5631	5664	5572	5522	26,02	0,054	-	-
Poids vifs à 120 j (g)	8252	8315	8224	8410	28,20	0,556	0,027	0,272
Consommation (g)	12725	12699	12759	12773	14,56	0,065	0,840	0,506
Gain de poids (g)	2622 ^b	2651 ^b	2652 ^b	2888 ^a	16,35	<0,001	<0,001	0,001
IC (105-120 j)	4,90 ^a	4,82 ^a	4,83 ^a	4,44 ^b	0,03	<0,001	<0,001	0,002
<i>Magret</i>								
Poids du magret (g)	458	473	487	457	4,80	0,491	0,460	0,024
Matière sèche (%)	28,09	28,57	29,14	28,47	0,162	0,153	0,624	0,156
Lipides (%)	5,47	5,62	6,03	5,81	0,089	0,040	0,853	0,512
Cendres (%)	1,48	1,42	1,53	1,50	0,028	0,046	0,776	0,704
Protéines (%)	24,59	25,50	26,03	24,45	0,284	0,378	0,892	0,047
Composition acides gras (%)								
C-16:0	21,59	21,19	21,36	21,48	0,095	0,591	0,731	0,119
C-16:1	4,39	4,12	4,13	4,25	0,048	0,465	0,775	0,133
C-18	9,70	9,97	9,57	9,78	0,074	0,115	0,097	0,918
C-18:1 ω 9	46,48	46,31	47,39	47,16	0,133	<0,001	0,369	0,787
C-18:2 ω 6	9,81	9,96	9,56	9,42	0,069	0,006	0,631	0,186
C-18:3 ω 3	0,57	0,54	0,60	0,62	0,009	<0,001	0,347	0,199
<i>Foie gras</i>								
Poids du foie gras (g)	910 ^{bc}	943 ^b	860 ^c	1026 ^a	12,17	0,471	<0,001	0,005
Matière sèche (%)	62,53	62,07	62,72	60,73	0,292	0,315	0,034	0,181
Lipides (%)	52,42	50,82	51,39	49,35	0,369	0,081	0,012	0,755
Cendres (%)	0,32	0,39	0,31	0,37	0,013	0,596	0,037	0,938
Protéines (%)	8,07	8,36	8,28	8,73	0,112	0,195	0,098	0,723
Composition acides gras (%)								
C-16:0	22,88	22,92	21,99	22,40	0,145	0,016	0,423	0,519
C-16:1	3,34	3,22	3,20	3,00	0,042	0,030	0,058	0,655
C-18	13,67	14,83	13,62	14,66	0,145	0,684	<0,001	0,817
C-18:1 ω 9	57,40	56,31	58,49	57,20	0,177	0,002	<0,001	0,745
C-18:2 ω 6	0,66	0,70	0,68	0,72	0,009	0,221	0,040	0,824