ANALYSE COMPAREE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE ET DES QUALITES SENSORIELLES DES FOIES D'OIES ISSUS DU GAVAGE OU D'UN ENGRAISSEMENT SPONTANE

Fernandez Xavier[1], Guy Gérard[1], Laverze Jean-Bernard[2], Fortun-Lamothe Laurence[1], Lazzarotto Viviana[1]

[1] INRA, INP ENSAT, INP ENVT, UMR 1388 Génétique, Physiologie et Systèmes d'Elevage, F-31326 Castanet-Tolosan, France
[2] INRA, Unité Expérimentale des Palmipèdes à Foie Gras, F-40280 Benquet, France

xavier.fernandez@toulouse.inra.fr

RESUME

Dans cette étude, nous avons utilisé un mode de conduite associant restriction alimentaire suivi d'une alimentation à volonté avec réduction de la durée d'éclairement pour obtenir des foies engraissés (animaux « stimulés ») dont nous avons comparé la composition chimique et les caractéristiques sensorielles à celle de foies d'oies issus d'un gavage pratiqué selon les standards de la production (animaux « gavés »). Les niveaux d'engraissement de la carcasse étaient globalement similaires entre les animaux gavés et stimulés mais les performances de poids de foie étaient très différentes (1102 ± 23 *vs* 445 ± 24, respectivement). Les foies « stimulés » étaient plus sombres, plus rouges et plus jaunes que les foies « gavés », ils étaient moins engraissés et leurs concentrations en glycogène et glucose étaient supérieures. Les profils des lipides neutres des foies étaient comparables. L'analyse sensorielle et les tests d'acceptabilité ont été réalisés sur des foies pasteurisés triés selon la classe de poids et le mode d'engraissement : gavés (800-1000g), stimulés (600-800g) et stimulés (800-1000g). Les foies issus du gavage présentaient des scores plus élevés sur les paramètres de texture, étaient plus clairs et avaient une odeur moins marquée ainsi qu'une moindre amertume que les foies issus de l'engraissement spontané. Ces différences de profil sensoriel sont en cohérence avec les résultats des tests d'acceptabilité qui montrent clairement que les foies issus de l'engraissement spontané sont significativement moins appréciés que les foies issus du gavage, quelle que soit la classe de poids de foie.

ASBTRACT

A comparative study of chemical composition and sensory qualities of livers obtained from assisted feeding or spontaneous fattening

In the present work we compared livers obtained from this production system ('stimulated' livers) to those obtained from the conventional system based on force-feeding ('force-fed' livers) with regard to chemical composition and sensory characteristics. The global body fattening did not differ between the two production systems but liver performances did: 1102 ± 23 *vs* 445 ± 24, for force-fed and stimulated, respectively. Stimulated livers were darker, reder and more yellow than force-fed ones. They contained less fat but more metabolites such as glycogen and glucose. The profiles of neutral liver lipids were similar between both production systems. Sensory analysis and consumer acceptability tests were carried out on pasteurized livers chosen on the basis of production system and representative weight classes: force-fed (800-1000g), stimulated (600-800g) and stimulated (800-1000g). Force-fed livers were better scored for texture; they were less dark and showed lower intensities for colour, smell and bitter taste, than stimulated livers. These differences were consistent with the results from the consumer acceptability test showing that stimulated livers were significantly less appreciated than force-fed ones.

INTRODUCTION

Plusieurs articles présentés à ces mêmes journées font état de résultats obtenus dans le cadre du projet de recherche sur l'engraissement spontané du foie chez l'oie. D'une part, nous avons démontré la possibilité de déclencher une stéatose hépatique spontané chez l'oie grise en combinant une alternance de restriction alimentaire-libération au maïs et une réduction artificielle de la durée du jour (Guy et al., 2013 ; Fernandez et al., 2015 dans ces mêmes journées). D'autre part, Bonnefont et al. (2015, ces mêmes journées) rapportent les travaux sur l'optimisation des effets de la stimulation lumineuse. Enfin, les résultats présentés par Brachet et al. (2015, ces mêmes journées) indiquent, au vu de l'analyse comparative des cycles de vie en production conventionnelle (gavage) ou en système alternatif, que la méthode utilisée dans sa configuration actuelle pour déclencher un engraissement spontané, génère des impacts environnementaux plus importants.
La problématique d'obtention d'une stéatose hépatique spontanée est justifiée par les préoccupations sociétales autour de l'acte de gavage. Toutefois, l'évaluation sociale d'un système de production comprend d'autres dimensions telle que les conditions de travail du producteur, ou encore la qualité des produits (Litt et al., 2014). Ainsi, pour compléter les approches précédentes, nous avons conduit une analyse de la qualité des foies. L'objectif de ce travail est de comparer la composition chimique et les qualités sensorielles des foies obtenus par engraissement spontané ou par la méthode conventionnelle.

1. MATERIELS ET METHODES

Conduite des animaux

L'essai a été réalisé à l'unité expérimentale INRA d'Artiguères (France, 40), et portait sur un total de 230 oies mâles grises (*Anser anser*) issues de deux lots d'éclosion. Chronologiquement, le premier lot mis en place correspond au système Alternatif (n= 145, ou « stimulés ») basé sur un engraissement spontané du foie tel que décrit par Guy *et al.* (2013) ou Fernandez *et al.* (2015, ces mêmes journées). Trois types d'aliment ont été utilisés : l'aliment de démarrage (EM 2800 kcal/kg ; PB 180 g/kg ; 1-41 j dans les deux groupes) ; l'aliment croissance-finition (EM 2800 kcal/kg ; PB 160 g/kg ; 42-97 j d'âge dans le groupe Conventionnel, à volonté jusqu'à 49 j puis selon un rationnement horaire; 42-140 j d'âge dans le groupe Alternative selon un rationnement quantitatif); du maïs (EM 3200 kcal/kg ; PB 81 g/kg ; distribué en mélange avec de l'eau sous forme de pâtée de gavage de 98 à 114 j d'âge dans le groupe Conventionnel ; offert à volonté sous forme inertée de 141 à 224 j d'âge dans le groupe Alternatif ; phase dite de « stimulation alimentaire »).
Le deuxième lot a été mis en place plus tard de sorte à synchroniser les dates d'abattage des deux systèmes qui sont comparés. Il correspond au système Conventionnel (n= 85, ou « gavés ») tel que décrit par Arroyo *et al.* (2012).
Dans le groupe Conventionnel, les animaux ont été élevés dans des bâtiments avec un accès extérieur sur caillebotis et en lumière naturelle de 1 à 97 j d'âge, puis en bâtiment fermé avec 12 h/j de lumière de 97 à 114 j d'âge (phase de gavage). Dans le groupe Alternatif, les animaux ont été élevés dans des bâtiments avec un accès extérieur sur caillebotis et lumière naturelle de 1 à 105 j d'âge, puis en bâtiment fermé de 106 à 224 j d'âge. Durant cette deuxième phase, la durée d'éclairement était de 10h/j de 106 à 154 j d'âge, puis elle a progressivement été réduite pour atteindre et rester à 7 h/j à partir de 165 j jusqu'à 224 j d'âge.
Les animaux issus du système Conventionnel ont été abattus à 17 sem d'âge, ceux du système alternatif à 31 sem d'âge. Parmi les animaux du système Alternatif, 20 oies ont été abattues à l'âge de 19 sem, c'est à dire à la fin de la période de restriction alimentaire et juste avant la phase de stimulation alimentaire. Ce groupe de 20 animaux, choisis pour être représentatifs du poids de l'ensemble du lot à 19 s, est considéré comme un groupe « Contrôle » avant stimulation.

Mesures et analyses

A l'abattage, les poids des animaux vivants, des carcasses saignées et éviscérées, des foies, du gras abdominal, des filets (avec et sans peau+gras sous-cutané), des cuisses (avec et sans peau+gras sous-cutané) ont été enregistrés. Les foies, collectés au moment de l'éviscération (20 min *post mortem*), ont fait l'objet d'un prélèvement de 20-30 g, immédiatement congelé dans l'azote liquide, destiné aux analyses. La couleur du foie a été ensuite enregistrée par la mesure des coordonnées trichromatiques dans le système CIE Lab puis les foies ont été réfrigérés (4h à +2/+4°C). Ils ont été ensuite déveinés et mis en verrine d'environ 180 g avec 12 g de sel et 4 g de poivre par kilo de foie. Les verrines ont été stockées au froid avant la transformation en foie mi-cuit le jour même.
Les analyses de composition chimique ont été conduites sur un sous-échantillon de foies sélectionnés pour être représentatif de la distribution dans les classes de poids (Tableau 1).

Tableau 1. Distribution des classes de poids de foie dans les trois groupes d'animaux (le nombre de foies sélectionnés pour les analyses chimiques apparaît entre parenthèses).

	Classes de poids de foie			
	<600g	600-800g	800-1200g	>1200g
Système Convent.	0	7 (4)	50 (32)	28 (9)
Système Alternatif	85 (15)	28 (16)	12 (11)	0

Groupe Contrôle	20 (8)	0	0	0

La détermination de la composition chimique des foies gras a été réalisée après broyage sous azote liquide avec un broyeur à bille. La matière sèche a été déterminée par dessiccation à l'étuve à 105°C pendant 24 h (JOCE, 1971) et les lipides totaux selon la méthode décrite par Folch *et al.* (1957). Les concentrations de glycogène, de glucose et d'acide lactique ont été déterminées par méthode enzymatique (Dalrymple et Hamm, 1973). Le profil des lipides neutres a été analysé par chromatographie en phase gazeuse selon la méthode décrite par Myher et Kuksis (1984).

Une analyse sensorielle (norme NF ISO 13299) ainsi qu'un test d'acceptabilité par un jury de consommateurs (normes XPV09-501 et XPV09-500) ont été conduits par l'organisme « Agrotec » sous accréditation COFRAC, sur un sous-échantillon de foies issus du système Conventionnel ou du système Alternatif et choisis de sorte à obtenir des gammes « resserrées » de poids de foie (Tableau 2)

Tableau 2. Poids moyen des foies sélectionnés pour l'analyse sensorielle.

Système	Conventionnel	Non conventionnel	
Classe de pds	800-1000 g	600-800 g	800-1000g
Nb	18	28	9
Poids de foie	914 ± 10	685 ± 10	907 ± 18

Analyses statistiques

La procédure GLM (General Linear Model) du programme SAS (Statistical Analysis System) a été utilisée pour réaliser les analyses de variance sur les données zootechniques et biologiques. Un test de comparaison multiple des moyennes (Duncan) complétait cette analyse. Les résultats de l'analyse sensorielle et du test d'acceptabilité ont fait l'objet d'une analyse globale non paramétrique (procédure NPAR1WAY du programme SAS) complétée, lorsque nécessaire, par le test de Student pour comparer les groupes 2 à 2.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les animaux du système Conventionnel étaient significativement plus lourds au moment de l'abattage que les animaux du système Alternatif (Tableau 3). Cette différence semble en partie liée à un gain de poids plus élevé chez les animaux gavés, même si la différence n'est pas significative. Le poids de foie des animaux gavés était 2,5 fois plus élevé que celui obtenu chez les animaux du système Alternatif (1102 vs 445 g). Ces résultats confirment les observations antérieures sur la possibilité d'obtenir des foies engraissés d'un poids variant entre 450 et 500 g en moyenne, après stimulation des animaux comme nous l'avons décrit précédemment (Guy et al., 2013 ; Fernandez et al., 2015, ces mêmes journées).

Les animaux gavés ou stimulés étaient globalement plus gras que les animaux Contrôles avant stimulation, mais en revanche, ils différaient assez peu entre eux. Seul le poids de peau + gras sous-cutané des cuisses était significativement plus faible chez les oies stimulées (Tableau 3) indiquant un engraissement périphérique plus important chez les animaux gavés mais cette observation n'est confirmée ni par le poids de peau du magret ni par le gras abdominal. Il est notable que malgré la différence d'environ un kilo de poids vif à l'abattage, les poids de carcasse ne différaient pas entre les animaux gavés et stimulés. Cet effet était essentiellement lié à la différence de poids de foie (de l'ordre de +660g chez les animaux gavés).

Les foies issus du système Alternatif présentaient une couleur plus rouge et plus jaune, et une moindre luminance, que ceux des animaux issus du système Conventionnel. La différence de niveau d'engraissement du foie en faveur des animaux «gavés explique en partie cet effet (56,6 vs 53,2 % de lipides ; Tableau 3). Une accumulation plus importante des pigments du maïs dans les foies stimulés, liée à la période de consommation plus longue, explique probablement l'effet observé sur l'indice de jaune. D'autre part, la fonte à la pasteurisation était significativement plus élevée (rendement plus faible) dans le cas des foies issus du système Alternatif.

Les foies engraissés (stimulés et gavés) présentaient une concentration de lactate supérieure à celle enregistrée dans les foies maigres (contrôle). Ceci est en accord avec les observations de Guy *et al.* (2013) qui indiquaient que lors du processus d'engraissement, les teneurs en lactate ramenées au tissu maigre augmentent, probablement en lien avec une captation plus importante du lactate sanguin par les cellules hépatiques. Les teneurs en glucose et en glycogène étaient significativement plus élevées dans les foies issus de l'engraissement spontané, comparés aux foies maigres ou gavés. Enfin, la composition relative en lipides neutres était globalement identique entre les foies gavés et stimulés, mais ils différaient tous deux des foies maigres essentiellement par une teneur en triglycérides plus importante, du fait d'un niveau d'engraissement plus élevé (Tableau 3).

Les résultats de l'analyse sensorielle indiquent que parmi les foies issus du système Alternatif, ceux de la classe de poids 800-1000g présentaient une texture significativement plus hétérogène et une persistance du goût plus importante que ceux de la classe de poids 600-800 g (Figure 1). Ces différences ne sont pas expliquées par des différences marquées de composition chimique entre les deux groupes (résultats non montrés). Les foies issus du système conventionnel présentaient des scores plus élevés sur les paramètres de texture, étaient plus clairs et avaient une moindre intensité de la couleur et de l'odeur ainsi qu'une moindre amertume que les foies issus de l'engraissement spontané. Ces différences de profil

sensoriel sont en cohérence avec les résultats des tests d'acceptabilité qui montrent clairement que les foies issus de l'engraissement spontané sont significativement moins appréciés que les foies issus du gavage sur l'ensemble des critères évalués, quelle que soit la classe de poids (Figure 2).

CONCLUSION

Bien qu'il y ait peu de différences de composition chimique entre les foies issus du système Conventionnel ou Alternatif, les qualités sensorielles diffèrent nettement entre les deux produits et les foies issus du système Alternatif sont moins bien appréciés sur l'ensemble des critères.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les personnels de l'unité expérimentale INRA des palmipèdes à foie gras (Benquet, 40) pour leur concours dans la réalisation de cette étude et le département Phase de l'INRA pour son soutien financier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Brachet M., Guy G., Fernandez X., Arroyo J., Fortun-Lamothe L. 2015. Onzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 25-26 mars 2015.
2. Bonnefont C., Léotoing d'Anjony H., Guy G., Laverze J.B., Brachet M., Fortun-Lamothe L., Fernandez X. 2015. Onzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 25-26 mars 2015.
3. Dalrymple R. H., Hamm R. 1973. J. Food Technol., 8, 439- 444
4. Fernandez X., Guy G., Laverze J.B., Bonnefont C., Fortun-Lamothe L. 2015. Onzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 25-26 mars 2015.
5. Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H. 1957. J. Biol. Chem., 226, 497- 509.
6. Guy G., Fortun-Lamothe L., Bénard G., Fernandez X. 2013. J. Anim. Sci., 91, 455-464.
7. J.O.C.E., 1971. Journal Officiel des Communautés Européennes. N° L279, 8- 11.
8. Litt, J., Coutelet, G., Arroyo, J., Bignon, L., Laborde, M., Theau-Clément, M., Brachet, M., Guy G., Drouilhet, L., Dubois, J.P., Grossiord, B., Hérault, F., Fortun-Lamothe L. 2014. Innovations Agronomiques, 34, 241-258.
9. Myher J. J., Kuksis A. 1984. J. Biochem. Biophys. Meth., 10, 13- 23.

Tableau 3. Performances zootechniques et composition chimique des foies d'animaux issus du système Conventionnel ou du système Alternatif avant ou après stimulation alimentaire.

Système	Conventionnel	Alternatif		P^1
	(n=45)	Après stimulation (n= 42)	Avant stimulation (n=8)	
Poids vif à l'abattage (g)	9287 ± 69^a	8242 ± 98^b	6199 ± 118^c	***
Gain de poids (g)[2]	2603 ± 32	1866 ± 82	-	ns
Poids de foie (g)	1102 ± 23^a	445 ± 24^b	101 ± 3^c	***
Gras abdominal (g)	530 ± 9^a	579 ± 14^a	222 ± 10^b	***
Poids de carcasse (g)	5850 ± 50^a	5802 ± 60^a	4986 ± 103^b	***
Muscle du filet (g)	274 ± 2^c	327 ± 5^a	308 ± 6^b	***
Peau du filet (g)	224 ± 3^a	220 ± 4^a	104 ± 4^b	***
Cuisse sans peau (g)	420 ± 4^a	408 ± 3^a	367 ± 8^b	***
Peau des cuisses (g)	328 ± 59^a	277 ± 6^b	149 ± 5^c	***
Rendement cuisson (%)	88,3 ± 1,3^a	82,0 ± 2,1^b	-	*
Couleur du foie :				
L*	69,2 ± 0,2^a	54,8 ± 0,7^b	-	***
a*	8,0 ± 0,1^b	9,5 ± 0,2^a	-	***
b*	27,6 ± 0,3^b	29,8 ± 0,7^a	-	**
Composition chimique :				
Matière sèche (%)	67,2 ± 0,4^a	63,9 ± 0,6^b	29,1 ± 0,4^c	***
Lipides (%)	56,6 ± 0,5^a	53,2 ± 0,8^b	5,4 ± 0,2^c	***
Glycogène (µmol/g)[3]	69,7 ± 8,9^b	103 ± 8,4^a	75,1 ± 19,4^b	***
Glucose (µmol/g)	35,2 ± 1,5^b	44,8 ± 1,2^a	35,7 ± 2,7^b	***
Lactate (µmol/g)	36,1 ± 1,1^a	34,3 ± 0,6^a	28,1 ± 1,4^b	***
Lipides neutres (%)				
Acides gras libres	0,42 ± 0,03^b	0,31 ± 0,01^b	13,8 ± 1,0^a	***
Monoglycérides	0,004 ± 0,004^b	0^b	0,75 ± 0,10^a	***
Cholestérol	0,45 ± ,008^b	0,54 ± 0,01^b	21,8 ± 1,9^a	***

Diglycérides	1,73 ± 0,06[b]	1,37 ± 0,04[c]	3,27 ± 0,24[a]	***
Esters de cholestérol	1,38 ± 0,04[c]	2,2 ± 0,08[b]	5,95 ± 0,43[a]	***
Triglycérides	96,0 ± 0,08[a]	95,6 ± 0,1[a]	54,5 ± 3,2[b]	***

[abc,] des lettres différentes entre moyennes d'une même ligne indiquent une différence statistique au seuil de 5 %
[1], niveau de probabilité de l'effet du mode d'engraissement : ***, p < 0,001 ; **, p < 0,01 ; *, p < 0,05 ; ns, p > 0,10.
[2,] différence entre le poids vif à l'abattage et le poids à 19 s (Alternatif) ou à l'entrée en gavage (Conventionnel)
[3], les concentrations sont exprimées en g de tissu maigre (ou "délipidé")

Figure 1. Comparaison des profils sensoriels des foies issus de l'engraissement spontané (Stimulés) ou du gavage (Gavés)
(***, p < 0,001 ; **, p < 0,01 ; *, p < 0,05 ; [abc], les lettres différentes indiquent des différences entre moyennes au seuil de 5 %)

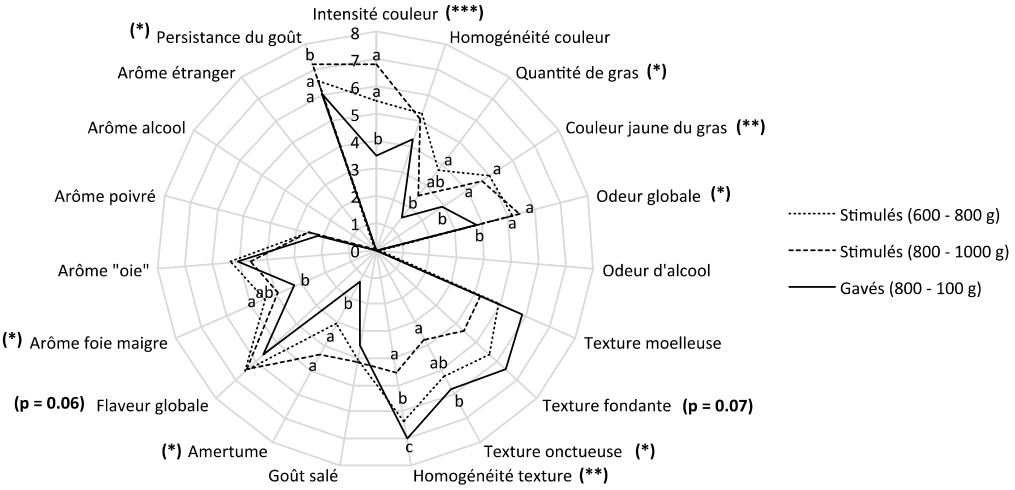
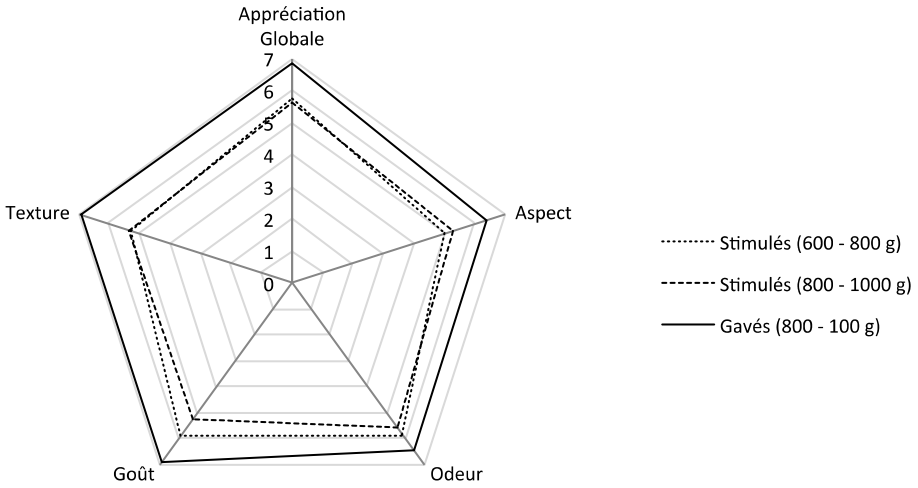
Figure 2. Résultats des tests d'acceptabilité par un jury de consommateurs des foies issus de l'engraissement spontané (Stimulés) ou du gavage (Gavés).
(***, p < 0,001 ; *, p < 0,05 ; pour chacun des items, le score moyen pour les foies « gavés » était significativement différent des scores des deux groupes « stimulés », lesquels ne différaient pas entre eux)