



Aptitude à la transformation des tissus adipeux de gros bovins

Connaître les caractéristiques chimiques des tissus adipeux de gros bovins et adapter la formulation de produits élaborés pur bœuf en fonction de ces caractéristiques.

Auteurs : PICGIRARD L., ADIV, 10 rue Jacqueline Auriol – ZAC des Gravanches – 63039 CLERMONT-FERRAND Cedex 02. Email : laurent.picgirard@adiv.fr

Cette présente étude détaille les caractéristiques spécifiques des tissus adipeux de gros bovins : composition chimique globale, composition en acides gras, propriétés rhéologiques en fonction du mode d'élevage des animaux. Une substitution d'une partie des gras de bœuf par de l'huile de tournesol (apport de 5,5% à 10% en poids de tissu dans la recette) sur une application cervelas à 25 % de matière grasses permet d'améliorer les caractéristiques sensorielles de produits finis par rapport à un produit pur bœuf. La texture savonneuse et la fermeté est réduite.

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les études technologiques relatives à la valorisation des tissus adipeux de gros bovins en produit carné élaboré sont peu nombreuses (7, 8). Les données disponibles concernent surtout les suifs qui correspondent à la graisse pure et non aux tissus adipeux qui comprennent également de l'eau et des protéines dont le collagène.

L'état de l'art concernant les tissus adipeux de gros bovins est donc dérisoire en comparaison des connaissances acquises sur les gras de porc. De plus, l'une des limites à la transformation des tissus bovins pour fabriquer des produits charcutiers (pâte fine, saucissons cuits, farces, ...) est la caractéristique physico-chimique de ses tissus adipeux.

Les gras de bœuf possèdent en effet une texture peu fondante si bien qu'à la dégustation, ils ont tendance à tapisser le palais du consommateur tel un savon (2). Or, le développement de nouveaux produits élaborés pur bœuf ou de nouvelles valorisations des muscles de bœuf nécessitent de connaître non seulement les propriétés des tissus

maigres les composant mais également celles des tissus gras.

L'objectif de l'étude ainsi présentée est donc d'apporter des connaissances nouvelles aux industriels de la filière dans l'optique du développement de produits nouveaux transformés à base de viande de bœuf. Il s'agit donc de mieux caractériser les tissus adipeux des gros bovins par leur composition chimique globale, de leur composition spécifique en acides gras et de tester les effets d'une substitution d'une partie de ces tissu adipeux par des matières grasses d'origine végétale pour en améliorer son aptitude à la transformation.

Cette technique de substitution de matières grasses a déjà été expérimentée sur des produits à base de volaille (1) mais aussi sur des produits à base de viande bovine de type saucisse étuvée (7). Dans le cadre de cette étude utilisant des tissus adipeux de bovins, une transformation de ces tissus en cervelas (émulsion froide embossée sous boyau de gros diamètre) a été choisie.

I. 1. CARACTERISATION DES TISSUS ADIPEUX DE BOVINS

I.1.1. Matériel et méthodes

L'objectif de l'étude est de caractériser les tissus adipeux externes et intermusculaires de bovins et non les tissus adipeux intramusculaires. Dans le cadre de ce projet, les caractérisations chimiques des tissus adipeux de gros bovins ont concerné la masse grasseuse localisée au niveau du sternum.

Cette graisse qui présente un toucher plutôt dur est située sur la partie avant de la carcasse attenante aux muscles. Elle est donc complètement adaptée à une élaboration de cette masse grasseuse en produits transformés.

Trois types de carcasse ont été choisis pour la caractérisation des tissus adipeux de bovin :

- 5 carcasses de vaches issues de troupeau allaitant (charolaise) âgées de 7 ans en moyenne ; le poids moyen des carcasses était de $409,6 \text{ kg} \pm 17 \text{ kg}$;
- 5 carcasses de vaches issues de troupeau laitier (montbéliarde) âgées de 6 ans en moyenne ; le poids moyen des carcasses était de $300,8 \text{ kg} \pm 16 \text{ kg}$;
- 5 carcasses de vaches issues de troupeau laitier (montbéliarde) âgées de 11 ans en moyenne ; le poids moyen des carcasses était de $310,7 \text{ kg} \pm 25 \text{ kg}$.

Deux carcasses témoins ont été choisies pour l'expérimentation :

- un mélange de 5 carcasses de porc standard sur lesquelles les bardières ont été prélevées,
- un mélange de 2 carcasses de veaux âgés de 5 mois pour lesquelles les gras de sternum ont été découpés.

I. 1.2. Résultats des caractérisations

Une synthèse de ces résultats des caractérisations chimiques est donnée dans le **tableau 1**.

Les teneurs en lipides et en matières sèches des tissus adipeux de porc sont conformes aux données de la bibliographie (4). Les gras de sternum de bovins adultes (race laitière, race à viande, race laitière âgée) ont des caractéristiques chimiques macroscopiques qui ne sont pas significativement différentes, avec des valeurs moyennes de teneurs en matière sèche de $84,9 \% \pm 3,39\%$, de lipides totaux de $80,6\% \pm 4,3 \%$, de taux d'HPD (Humidité du Produit Dégraissé) de $78,1\% \pm 1,9\%$, de teneur en

A l'issue de leur prélèvement, 200 g pour les veaux et 400g à 900g pour les animaux adultes de tissus adipeux intermusculaires prélevés au niveau du sternum ont été enveloppés dans une feuille d'aluminium, conditionnés sous vide puis stockés 2 mois à -18°C le jour de leur prélèvement, c'est-à-dire 1 à 2 jours après l'abattage.

Cinq types d'analyses ont été réalisés sur les gras de sternum issus de ces 5 types de carcasses :

- analyse chimique globale des tissus adipeux pour les dosages de la teneur en matière sèche (norme NF V 04-401), en lipides totaux libres (norme ISO 1444), du collagène total (norme NF V 04-415), des protéines totales (norme NF V 04-407), la teneur en acides gras totaux exprimée en % de tissu frais,

- la composition centésimale en acides gras (exprimée en % des acides gras totaux) par CPG, après broyage des tissus adipeux dans l'azote liquide à -196°C puis extraction des lipides totaux par la méthode de Folch et al (1957) et préparation des esters méthyliques d'acides gras par transméthylation des acides gras au BF₃/méthanol à 20°C selon la méthode de Morisson et al. (1964),

- la résistance des tissus adipeux au cisaillement par rhéologie. L'analyse rhéologique a été menée à l'aide d'un appareil RHEO TA X T2 sur des échantillons thermostatés à $+4^{\circ}\text{C}$ puis découpés en lanières de 1 cm^2 de section. Pour chaque échantillon, la contrainte maximale nécessaire au cisaillement de l'échantillon a été déterminée.

protéines totales de $3,8\% \pm 1,06\%$, de collagène total de $2,69\% \pm 0,78 \%$, de C/P (rapport collagène sur protéines) de $72,8\% \pm 16,28\%$.

Les tissus adipeux de bovins adultes ne se différencient que par leur teneur en acides gras ; les carcasses de race laitière ont des teneurs en acides gras significativement inférieures (58 grammes pour 100 grammes de tissu frais) à celles de bovins de race à viande ou de race laitière âgée (64,4 à 69,8 grammes pour 100 grammes de tissu frais).

Tableau 1 : caractéristiques chimiques des tissus adipeux de gros bovins

	Porc	Veau	Race laitière		Race à viande		Race laitière âgée		Total Gros bovins adultes		Effet type de bovin
			Moyenne	Ecart -type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart -type	NS
Matière sèche (%)	86,9	82,6	86,22	2,091	82,92	4,095	85,46	3,396	84,867	3,386	NS
Lipides totaux (%)	82,6	77,3	82,26	2,767	78	5,312	81,6	4,039	80,62	4,321	NS
HPD (%)	75,3	76,7	77,8	2,609	77,66	1,627	78,84	1,568	78,1	1,924	NS
Protéines (%)	3,3	3,7	3,34	0,876	4,06	1,21	4	1,147	3,8	1,062	NS
Collagène (%)	2,93	3,33	2,224	0,361	3,17	0,764	2,684	0,92	2,693	0,778	NS
C/P (%)	88,8	90	70,12	19,974	80,86	16,74	67,42	11,02	72,8	16,28	NS
Teneur en acide gras (g / 100g tissu frais)	56,1	41,7	58 (a)	1,68	64,4 (b)	5,72	69,8 (b)	5,21	64,1	6,55	**

Ni le mode d'élevage des animaux adultes ni leur âge n'influe sur les caractéristiques chimiques des tissus adipeux, si ce n'est la teneur en acides gras significativement inférieure pour les races laitières « non âgées ». Les tissus sont cependant très différents de ceux d'animaux jeunes puisque leur taux de collagène est inférieur tout comme leur rapport C/P.

Sur ces critères, les tissus adipeux de veau se rapprochent de ceux de la bardière de porc. La bardière de porc se

distingue par des teneurs en lipides libres fortes et des teneurs en acides gras faibles. Les tissus adipeux de veau présentent des teneurs en acides gras faibles comparativement aux animaux adultes.

Les valeurs détaillées des compositions en acides gras exprimées en pourcentage des acides gras totaux sont données dans le **tableau 2**.

Tableau 2 : composition centésimale en acides gras (en % des esters méthyliques d'acides gras totaux)

Acides gras	Porc	Veau de boucherie	Race à viande		Race laitière		Race laitière âgée		Total Gros bovins		Effet type de bovin
			Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
12 - 0	0,2	1,0	0,11	0,00	0,04	0,06	0,08	0,08	0,1	0,06	NS
14 - 0	1,9	5,5	2,64	0,43	2,86	0,49	2,72	0,63	2,7	0,49	NS
14 - 1	0,0	0,4	0,78	0,44	0,78	0,31	1,26	0,45	0,9	0,45	NS
15 - 0	0,0	0,0	0,84 (a)	0,11	0,78 (ab)	0,16	0,5 (b)	0,29	0,7	0,12	*
16 - 0	23,1	23,8	21,24	1,39	23,76	2,70	22,62	2,92	22,5	2,49	NS
16 - 1	2,4	2,8	4,46	0,90	5,00	1,36	5,98	0,99	5,1	1,20	NS
17 - 0	1,0	0,6	1,30	0,47	1,60	0,66	1,38	0,38	1,4	0,51	NS
17 - 1	0,4	0,0	0,90	0,07	0,78	0,18	0,76	0,09	0,8	0,13	NS
18 - 0	12,3	10,8	15,64	3,28	15,14	4,12	12,00	1,56	14,3	3,30	NS
18 - 1	39,5	48,3	46,26	1,83	44,54	5,39	48,70	4,91	46,5	4,40	NS
18 - 2 n-6	15,3	5,8	2,26	0,79	2,42	0,70	1,96	1,03	2,2	0,81	NS
18 - 3 n-3	1,2	0,1	0,58 (a)	0,16	0,58 (a)	0,13	0,32 (b)	0,08	0,5	0,17	*
CLA	0,0	0,5	1,4 (a)	0,38	0,74 (b)	0,34	0,7 (b)	0,35	0,9	0,46	*
20 - 0	0,2	0,1	0,10	0,07	0,14	0,06	0,08	0,05	0,1	0,05	NS
20 - 1	0,6	0,2	0,38	0,13	0,26	0,25	0,46	0,15	0,4	0,19	NS
20 - 2 n-6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	NS
20 - 3 n-6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,06	0,0	0,04	NS
20 - 4 n-6	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,04	NS
22 - 2 n-6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,02	NS
22 - 5 n-3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,03	NS
Autres	1,0	0,2	1,1	1,3	0,5	0,2	0,5	0,39	0,7	0,79	NS
AGS totaux	39,7	41,9	43,00	3,27	44,86	7,51	39,78	5,36	42,5	5,67	NS
dont AGS chaîne linéaire	39,3	41,6	40,51	2,35	43,12	7,63	38,28	5,68	40,6	5,63	NS
dont AGS chaîne ramifiée	0,4	0,3	2,48	0,96	1,74	0,21	1,54	0,50	1,9	0,73	Tend
AGMI totaux	42,9	51,8	52,72	3,09	51,36	7,13	57,12	5,11	53,7	5,57	NS
dont AGMI cis	42,9	42,3	48,78	3,34	49,06	7,17	55,72	5,16	51,2	6,04	NS
dont AGMI trans	0,0	9,5	3,94 (a)	0,57	2,28 (b)	0,52	1,42 (c)	0,34	2,5	1,17	***
AGPI totaux	17,4	6,3	4,26	1,34	3,74	0,80	3,06	1,15	3,7	1,14	NS
dont AGPI n-6	15,8	5,8	2,28	0,82	2,42	0,70	2,02	1,03	2,2	0,81	NS
dont AGPI n-3	1,3	0,1	0,58 (a)	0,16	0,58 (a)	0,13	0,34 (b)	0,11	0,5	0,17	*
Rapport 16 - 0 / 18 - 0	1,870	2,211	1,46	0,25	1,70	0,45	1,95	0,21	1,7	0,36	NS
AGPI/AGS	0,438	0,151	0,10	0,04	0,09	0,03	0,08	0,03	0,1	0,03	NS
AGI/AGS	1,517	1,385	1,34	0,18	1,28	0,39	1,55	0,35	1,4	0,32	NS
n-6/n-3	12,317	57,641	3,96	0,58	4,48	2,36	5,53	1,61	4,7	1,70	NS

AGS : acides gras saturés ; AGMI : acides gras mono-insaturés ; AGPI : acides gras polyinsaturés ; AGI : acides gras insaturés
(a, b, c...) : deux lettres différentes expriment une différence significative des moyennes au seuil de 5%

I. 1.3. Les paramètres suivis

La moyenne de composition centésimale moyenne en acides gras des tissus adipeux de gros bovins sont conformes à la bibliographie. Les acides gras majoritaires sont l'acide stéarique (C18:0) et l'acide oléique (C18:1) (5). Les races à viande se distinguent par des teneurs en CLA significativement supérieures que les races laitières ceci quels que soient l'âge des animaux. Les gras de sternum de races laitières âgées se différencient par des teneurs en C15:0, C18:3n-3, en AGMI trans et AGPI n-3 significativement plus faibles que ceux des autres types de bovins.

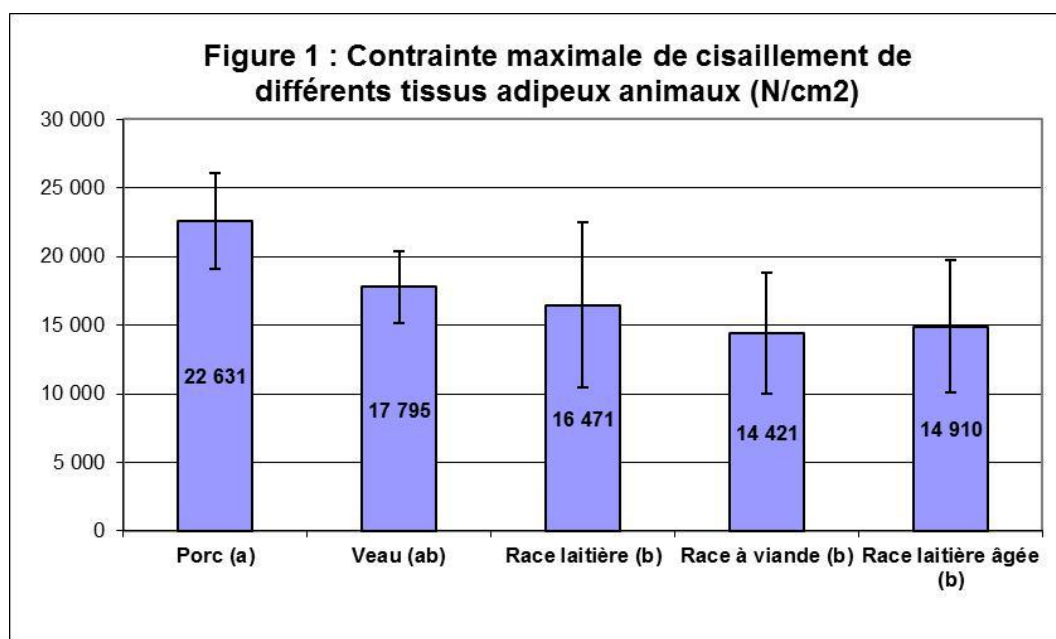
La teneur en acides gras saturés de la bardière de porc (40% environ) est plus faible que celles des tissus adipeux de gros bovins et de veaux (43% environ) mais proche de celle des vaches laitières âgées (39,8 %). Sa proportion en acides gras monoinsaturés est plus faible (42,9% contre 52% en moyenne pour les bovins âgés de 6 à 7 ans et 57 % pour les vaches laitières âgées de 11 ans).

Enfin, la teneur en AGPI n-6 de la bardière de porc est 6 fois plus élevée que celle des bovins adultes et celle du

tissu adipeux de sternum de veau 2 à 3 fois plus élevée que celle des gros animaux adultes. Cette composition en acides gras laisse présager une sensibilité à la fusion à température fixe, des tissus dans l'ordre décroissant suivant : porc > veau > race laitière âgée > race laitière = race à viande. Les rapports AGPI/AGS ou AGI/AGS des tissus adipeux de bovins adultes ou de veaux sont comparables mais inférieurs à ceux de la bardière de porc.

D'autre part, le rapport n-6/n-3 des tissus adipeux de bovins adultes est faible (4,7 en moyenne), ce qui est conforme aux recommandations nutritionnelles pour l'homme de l'ANSES (<5) comparé aux valeurs très excessives observées avec la bardière de porc (12) et le gras du sternum des veaux, particulièrement élevé (58) (Tableau 2).

Les contraintes maximales de cisaillement des tissus adipeux de sternum issus des différents types de bovins comparés à celle de la bardière de porc sont présentées par la figure 1.



La bardière de porc présente une résistance au cisaillement significativement supérieure aux tissus adipeux de bovins adultes et de veau (22 631 N/cm² pour la bardière de porc contre 17 795 N/cm² pour le gras de sternum de veau et 16 470 N/cm² à 14 421 N/cm² pour les gras de sternum de gros bovins adulte). La résistance mécanique des tissus adipeux de gros bovins à + 4°C est peu liée au type d'élevage et à l'âge des animaux avant abattage.

En conclusion, les tissus adipeux choisis pour l'étude, même s'ils sont « durs » au toucher contiennent peu de protéines de structure comparativement à la bardière de porc. Sur ces caractéristiques chimiques, les effets du mode d'élevage et de l'âge des animaux ont peu d'influence. Au niveau de la composition centésimale en

acides gras, les tissus adipeux de bovins se caractérisent par des teneurs en CLA élevées notamment pour ceux issus de cheptel allaitant, un rapport n-6/n-3 plus faible ce qui leur procure un avantage nutritionnel par rapport aux tissus adipeux de porc ou de veau. Par contre, leur teneur plus importante en acides gras saturés leur est défavorable bien que le rapport 16:0/18:0 plus faible que chez le porc ou le veau indique une meilleure valeur santé des acides gras saturés en terme de composition, le 16:0 étant connu pour être proathérogène (effet hypercholestérolémique) alors que le 18:0 serait sans effet sur la cholestérolémie voire hypocholestérolémiant. Les tissus adipeux de veau au regard de leur teneur plus importante en AGPI se situent de manière intermédiaire entre ceux de porc et ceux de gros bovins adultes.

I.2. EXPLOITATION DES TISSUS ADIPEUX DE BOVINS POUR LA FABRICATION DE CERVELAS

I.2.1. Matériel et méthodes

Les tissus adipeux de bovins présentent de faibles teneurs en AGPI au profit des AGMI. Substituer une partie de la matière grasse bovine par des matières grasses à bas point de fusion, riches en AGPI (cf. **tableau 3**) pour retrouver les caractéristiques du tissu adipeux de porc permettrait

d'améliorer leurs caractéristiques rhéologiques, nutritionnelles et thermiques. Pour une application cervelas, deux types d'huile peuvent être testées au regard de leur teneur élevée en acides gras polyinsaturés, de leur coût et de leur goût: l'huile de tournesol et l'huile de colza.

Tableau 3 : Composition centésimale en acides gras de différentes huiles végétales fluides à température ambiante (données ITERG)

	Colza	Maïs	Noisette	Noix	Olive	Pépin de raisin	Soja	Tournesol
Ac. Palmitique	1-5	8-13	5-9	6-8	8-14	7-10	8-13	5-7
Ac. Margarique	-	-	-	< 0,1	< 0,2	-	-	≤ 0,1
Ac. Stéarique	1-2	1-4	1-4	1-3	3-6	3-6	2-5	4-6
Ac. Arachidique	< 1	< 1	< 0,3	< 0,3	< 0,5	< 0,3	< 1,2	< 1
Ac. Béhénique	< 0,5	< 0,5	-	< 0,2	< 0,9	< 0,5	< 0,5	< 1
Ac. Lignocérique	-	-	-	-	-	-	-	-
Ac. Gras Saturés	2-8	10-18	6-13	7-11	13-22	11-17	12-20	11-15
Ac. Palmitoléique	< 1	< 1	< 0,3	< 0,2	< 1	< 0,5	< 0,2	≤ 0,4
Ac. Oléique	55-62	24-32	66-83	14-21	61-80	14-22	17-26	15-25
Ac. Gadoléique	1-2	< 0,5	-	< 0,3	< 0,4	< 0,2	< 0,4	< 0,5
Ac. Erucique	< 1	-	-	-	-	-	-	-
Ac. Gras Monoinsaturés	56-65	25-33	66-83	14-21	62-81	15-23	18-27	16-26
Ac. Linoléique	18-22	55-62	8-25	54-65	3-14	65-73	50-62	62-70
Ac. Linolénique	8-10	< 2	< 0,6	9-15	< 1	< 0,5	4-10	≤ 0,2
Ac. Gras Polyinsaturés	26-32	57-64	9-26	63-80	4-15	65-73	54-72	62-70

Il est alors indispensable de connaître, quels doivent être les rapports matière grasse bovine/matière grasse végétale pour obtenir une composition en acides gras proche de celle de la matière grasse de porc. Pour préparer des mélanges de matières grasses bovines et végétales de

composition centésimale en AGPI identiques à celle de la matière grasse de porc (composition moyenne : 40% d'AGS, 43% d'AGMI et 17% d'AGPI), il est nécessaire d'associer :

- 21% d'huile de tournesol avec 79% de graisse de bœuf (composition du mélange : 36% d'AGS, 47% d'AGMI et 17% d'AGPI),
- ou 54% d'huile de colza avec 46 % de graisse de bœuf (composition du mélange : 23% d'AGS, 58% d'AGMI et 18% d'AGPI).

L'objectif des essais est de fabriquer un cervelas à 25 % de matière grasse. Etant donné que l'huile contient 100 % de lipides et qu'un taux de matière grasse de 25 % est visé pour le produit final, il faut ajouter $0,25 \times 100 \times 21 \% = 5,25 \%$ soit 5,5 % d'huile de tournesol dans la formulation de la pâte fine, le reste des matières grasses étant apporté par la viande et les tissus adipeux de bœuf. Pour l'huile de colza, le niveau d'apport est de $0,25 \times 100 \times 54 \% = 13,5\%$ soit 13 % d'huile de colza.

Cinq essais de cervelas ont été comparés : un témoin pur porc à 25% de matières grasses (MG), un témoin pur bœuf à 25% de MG, un expérimental à 25% de MG intégrant 5,5% d'huile de tournesol, un expérimental à 25% de MG intégrant 13% d'huile de colza, un expérimental à 25% de MG intégrant 10% d'huile de tournesol. La viande bovine choisie était du collier paré à 7 % de matières grasses et du gras de sternum à 80 % de MG. Pour le porc, un mélange d'épaule et de bardière a été employé. Tous les essais ont

été élaborés avec 1,8% de sel nitrité, 0,65% d'épices, 15% de glace, 0,5% de sucres, 0,3 % de polyphosphates commerciaux (dosage : 55% de P_2O_5), 0,05% d'ascorbate de sodium et 5% de blanc d'œuf en poudre. Toutes les émulsions ont été élaborées selon la méthode à froid (cutterage des maigres salés avec les polyphosphates, puis apport de la glace et enfin apport des tissu gras et/ou de l'huile), puis ont été homogénéisées à l'affineur colloïdal à la grille de 0,35 mm, embossés sous boyau cellulosique de diamètre 60mm, cuits à 75°C à cœur, puis refroidis 12h en chambre froide ventilée à 0°C d'ambiance.

Plusieurs analyses ont été effectuées. Sur les mêlées, les températures de fin d'émulsion après passage à l'affineur colloïdal ont été mesurées. Sur les produits finis, les rendements de cuisson et les caractéristiques sensorielles des produits finis déterminées par un jury de 12 experts, ont été mesurés 6 jours après cuisson.

1.2.2. Résultats des essais de fabrication de cervelas

Les données des rendements de cuisson et des valeurs de température en fin de cutterage sont fournies dans le tableau 4.

	Pur porc 13 °C	Pur bœuf 13°C	Bœuf + 5,5 % tournesol	Bœuf + 13 % colza	Bœuf + 10 % tournesol
Température de fin émulsion après passage à l'homogénéisateur (°C)	12,1°C	15°C	14,5°C	14°C	14,3°C
Rendement de cuisson (%)	94	94	94,1	93,8	94

Les rendements de cuisson des produits sont totalement comparables. Les résultats sont toutefois à analyser avec prudence car la valeur de rendement est issue que d'une seule mesure et non d'une moyenne de plusieurs mesures. Les températures de fin d'émulsion recherchées sont conformes aux seuils habituellement recherchés, qui sont compris entre 12 et 15°C. D'un point de vue pratique, la fabrication de cervelas pur bœuf ou de cervelas additionné d'huile végétale ne pose pas de problèmes technologiques particuliers. Les émulsions obtenues sont stables et possèdent des rendements de cuisson conformes compris entre 95% et 99%.

Au niveau sensoriel, les résultats sont synthétisés ci-après dans le tableau 5. L'aspect des produits pur bœuf se distingue par la présence d'une couleur significativement plus foncée que celle des produits substitués en huile végétale. Le produit pur porc reste toujours plus clair que l'ensemble des produits pur bœuf substitués ou non. Il reste également plus homogène en couleur que les produits contenant du bœuf et des matières grasses végétales, même si la différence est non significative. Le produit pur bœuf est plus homogène que les produits substitués et il présente un aspect de tranche plus granuleux,

et donc moins lisse. Ces différences ne sont cependant pas significatives.

La substitution par une huile végétale (huile de colza 13% ; huile de tournesol 10%) contribue à renforcer l'odeur globale propre des produits. Les caractéristiques gustatives des produits sont généralement proches. Seul, le produit issu du porc a tendance à présenter un arrière-goût le moins intense. La substitution en huile végétale a tendance à réduire la persistance du goût par rapport aux produits pur porc ou pur bœuf non substitué.

Le produit pur bœuf se caractérise par une texture plus ferme que le produit porc. La substitution par 5% d'huile de tournesol diminue la fermeté du produit. La texture élastique est la plus élevée avec le produit porc et très inférieure pour les produits pur bœuf. La substitution en huile végétale améliore significativement cette caractéristique et permet de se rapprocher du porc surtout pour un taux d'huile de 10%. Au regard des caractéristiques globales de texture, la substitution à 5% d'huile de tournesol permet de rapprocher le plus du produit pur porc.

Tableau 5 : caractéristiques sensorielles des cervelas élaborés en fonction du type de matières grasses employées

Aspect et odeur (tranché)	Pur Porc 13 C		Pur Bœuf 13 C		Bœuf +13% colza		Bœuf + 10% tournesol		Bœuf +5,5% tournesol		Prob %	Sig n.
	Moyenne	E.Type	Moy.	E.Type	Moy.	E.Type	Moy.	E.Type	Moy.	E.type		
Couleur extérieure	2,25 C	0,97	5,50 A	0,9	3,58 B	1,38	3,25 B	1,22	3,75 B	1,14	0,00%	***
Couleur intérieure	2,00 C	0,95	5,75 A	1,14	3,92 B	0,79	3,58 B	0,9	3,83 B	1,27	0,00%	***
Aspect lisse de la tranche	4,5	1,57	3,25	1,76	3,67	2,19	4,5	1,93	4,25	1,96	15,47 %	NS
Homogénéité de la couleur	5,17	1,27	5,83	0,94	4,42	0,9	4,67	1,15	4,75	1,29	6,83%	pm
Aéré après tranchage	2,33 C	0,65	2,75 BC	0,97	3,50 AB	1,09	2,75 BC	1,36	3,17 BC	1,27	0,17%	**
Intensité l'odeur globale	4,25	1,14	3,75	1,42	4,08	1,31	3,75	1,42	3,42	1,31	65,85 %	NS
Odeur piquante	2,42	1,73	2,58	1,88	2,58	1,73	2,5	1,78	2,42	1,68	99,90 %	NS
Goût												
	Pur Porc 13 C		Pur Bœuf 13 C		Bœuf +13% colza		Bœuf + 10% tournesol		Bœuf +5,5% tournesol		Prob %	Sig n.
	Moyenne	E.Type	Moy.	E.Type	Moy.	E.Type	Moy.	E.Type	Moy.	E.type		
Intensité globale du goût	4,58	0,9	4,33	1,07	4,75	0,97	4,42	0,9	4,17	1,03	66,36 %	NS
Goût de viande	3,83	1,19	4	1,35	3,83	1,11	3,92	1,16	4	0,95	99,27 %	NS
Goût salé	3,75	0,87	3,75	1,06	4	1,04	4,08	1	3,92	1	95,72 %	NS
Goût sucré	1,92	1,38	1,67	1,15	1,67	0,98	1,67	1,3	2,08	1,44	91,52 %	NS
Goût poivré	3,67	1,92	4	1,6	3,5	1,57	3,92	1,51	3,67	1,37	97,63 %	NS
Goût épicé	3,25	1,29	3,08	1,56	3,58	1,56	3,58	1,38	3,25	1,06	93,01 %	NS
Goût de gras	2,58	1	2,92	1,78	2,5	1	2,92	1	2,75	1,29	94,43 %	NS
Arrière goût	1,17	0,39	1,67	1,37	1,67	0,98	1,67	0,98	1,75	0,97	73,08 %	NS
Goût chimique	1,67	1,3	1,42	0,79	1,5	0,9	1,58	1,16	1,67	1,3	99,09 %	NS
Goût persistant	3,33	1,72	3,58	1,38	3	1,54	3,17	1,7	2,5	1,31	60,16 %	NS
Texture												
	Pur Porc 13 C		Pur Bœuf 13 C		Bœuf +13% colza		Bœuf + 10% tournesol		Bœuf +5,5% tournesol		Prob %	Sig n.
	Moyenne	E.Type	Moy.	E.Type	Moy.	E.Type	Moy.	E.Type	Moy.	E.type		
Ferme	4,5	1,09	5,42	0,79	5,33	0,78	5,25	1,22	5	1,65	46,60 %	NS
Fondante	3,17	1,34	2,17	1,27	2,75	1,66	2,83	1,34	3,33	1,78	53,57 %	NS
Caoutchouteuse	2,5	1,57	3,92	1,78	3,67	1,61	3,5	1,31	3,17	1,4	22,45 %	NS
Sèche	2,67	1,3	3,08	1,56	2,58	1,08	2,67	0,98	3,42	1,44	48,19 %	NS
Grasse au palais	2,42	1,16	3,17	1,7	2,83	1,7	3,25	1,29	3,08	1,16	64,79 %	NS

En conclusion, la substitution d'une partie du gras de bœuf par une huile végétale permet aux produits à base de bœuf de se rapprocher des caractéristiques des produits à base de porc. Par rapport au produit pur bœuf, la couleur des produits de bœuf substitués par des huiles végétales s'éclaircit et la texture devient moins ferme et plus élastique. En ce sens, l'utilisation d'huile de tournesol est préférable à celle de l'huile de colza qui génère des goûts parasites. Ainsi, l'apport de 5% voire 10% d'huile de tournesol est très intéressant. Les produits ainsi fabriqués restent plus foncés que les produits pur porc mais il s'agit là d'un moyen de différenciation. Malgré tout, pour réduire l'intensité de la couleur rose, le remplacement d'une partie

du sel nitré par du sel nature reste envisageable. Leur couleur est moins homogène mais ce défaut pourrait être corrigé par le procédé de fabrication.

Des essais de substitution de 50% du gras de bœuf par de l'huile de noisette sur une application saucisse étuvée de boeuf, équivalent aux essais conduits dans cette étude avec 10% ou 13% d'huile de tournesol et de colza respectivement, donnent des résultats sensoriels insatisfaisants (7) alors qu'une substitution de 15% du gras de boeuf par de l'huile de noisette (comparable à nos essais de substitution par 5% d'huile de tournesol) donnent les meilleurs résultats sensoriels.

I.3. Conclusion générale

Les tissus adipeux de bovins se différencient des tissus adipeux de porc par des caractéristiques chimiques, rhéologiques, nutritionnelles et sensorielles spécifiques qui ne rendent pas leur utilisation aisée pour la fabrication de charcuteries à teneur élevée en matière grasse (MG >17% du poids de tissu frais). Ainsi, leur trame collagénique est-elle fortement diminuée avec peu de différences entre des tissus adipeux issus de modes d'élevage différents (allaitant, laitier). L'analyse de la composition en acides gras des tissus adipeux de bovin montre aussi que leur teneur en AGPI est très faible (4%) comparativement à celle du porc (17 à 18%), quel que soit l'âge des animaux du cheptel. Ceci confirme leur caractère moins fusible que celle du porc mais surtout ce qui leur confère des qualités

nutritionnelles inférieures. Pour améliorer les caractéristiques physiques (point de fusion élevé), nutritionnelles (défaut d'AGPI) et aromatiques (saveur de suif) des tissus adipeux de bovin, la substitution d'une partie de la matière grasse bovine par des matières grasses végétales (huiles de tournesol ou de colza) plus fusibles est une solution intéressante. A du cervelas à 25% de matières grasses, l'apport de 5,5% (dose minimale pour atteindre le même taux d'AGPI qu'un tissu adipeux de porc) voire de 10% d'huile de tournesol, améliore significativement les caractéristiques organoleptiques des produits. Leur couleur est plus claire, leur odeur plus intense, leur texture moins ferme et l'aspect tranché plus lisse.

Bibliographie

- (1) DAOUDI A., BELEMLIH A., STOLLE F.A. 1995. Mise au point du saucisson Kasher à base d'huile végétale et de viande de volaille. *Viandes et Produits Carnés*, 16(4), 135-138
- (2) Encyclopédie de la Charcuterie, 2003. Editions Erti. p. 317.
- (3) FOLCH, J., LEES, M., et SLOANE STANLEY, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497-509.
- (4) GIRARD J.P., BOUT J., SALORT D., 1988. Lipides et qualités du tissu adipeux – Facteurs de variation. *Journées de la recherche porcine en France*, 20, 255-278.
- (5) GIRARD J.P., 1985. Les lipides animaux dans la filière viande. Ed. APRIA
- (6) MORISSON W.R., et SMITH L.M., 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride methanol. *Journal of Lipids research* 5, 600-608.
- (7) YILDIZ-TURP G., SERDAROGLU M. 2008; Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk – A Turkish fermented sausage. *Meat science* 78(4), 447-454.
- (8) YILMAZ I., SIMSEK O., ISIKLI M., 2002. Fatty acid composition and quality characteristics of low-fat sausages made with beef and chicken meat, tomato juice and sunflower oil. *Meat science* 62(2), 253-258.

