



ETUDE DES COMPOSES DE L'AROME DU JAMBON CUIT

F. BLON, A.S. GUILLARD (CTSCCV)

Mots clés : Jambon cuit / Matière première / Arôme / Composition / Composé volatil / Flaveur

RESUME

Dans le but de comprendre l'influence de différentes fractions de la matière première sur la flaveur du jambon cuit, plusieurs produits expérimentaux ont été fabriqués. Ils ont été évalués par dégustation et les composés volatils responsables d'arôme ont été analysés en parallèle à la composition de la matière première. Sont présentés ici les résultats de l'analyse des composés d'arôme. Il a ainsi été observé une influence des phospholipides sur la formation de la flaveur ainsi que celle de la date d'abattage. Les effets de la maturation, du temps de cuisson et du type génétique sont à approfondir.

1. Introduction

Le jambon cuit est un produit de salaison dont l'arôme caractéristique est facilement reconnu par dégustation. Le développement de cet arôme fait intervenir différents précurseurs présents dans la viande, mais le mécanisme reste encore mal connu. C'est surtout le procédé de fabrication qui contribue au développement de cette flaveur caractéristique, notamment grâce au traitement de salaison.

L'identification des composés impliqués ainsi que la compréhension de leur formation permettraient de valoriser la fabrication d'un produit de meilleure qualité sensorielle, sans nécessité d'avoir recours aux arômes ou aromates. Suite à une thèse portant sur l'étude des caractéristiques organoleptiques du jambon cuit, le service Recherche et Développement du CTSCCV a décidé de poursuivre l'investigation en proposant un projet sur les précurseurs d'arôme, cofinancé par l'OFIVAL. L'objectif de l'étude présentée ici est d'identi-

fier les fractions de la matière première significativement corrélées à la formation des composés volatils. Après une analyse des précurseurs impliqués dans la formation de la flaveur, le projet s'est orienté vers une étude de la protéolyse et de l'oxydation des lipides au cours de la fabrication du jambon cuit.

2. Importance des protéines et des lipides dans la formation de la flaveur

2.1. Protéines

Les protéines constituent près de 80% de la matière sèche du muscle. Les trois types majeurs de protéines sont les protéines sarcoplasmiques dont la plus abondante est la myoglobine, les protéines myofibrillaires qui comprennent entre autres l'actine et la myosine et les protéines du tissu conjonctif dont le collagène et l'élastine.

Ce sont les acides aminés et les peptides qui interviennent dans la flaveur à la fois en tant que composés sapides et en tant que précurseurs d'arômes. Ainsi, les acides aminés peuvent réagir avec les sucres réducteurs (ribose et glucose) via une réaction de Maillard, qui est une succession de réactions chimiques qui transforment les acides aminés en composés d'arôme dont la nature varie selon les conditions de température, de pH et d'Aw. A titre d'exemple, vers 100 °C, 110 °C, sont formés des furfurals, des composés dicarboxylés (2-oxopropanal, hydroxybutan-2-one, ...). Les composés responsables des flaveurs carnées se forment généralement à hautes températures (1). Parmi les acides aminés impliqués, ceux qui contiennent du soufre (cystéine, méthionine) sont particulièrement intéressants car ils conduisent à la formation de composés qui présentent des notes aromatiques de type viande cuite et qui sont perçus à de très faibles concentrations (de l'ordre du µg/kg).

L'hydrolyse des protéines en peptides et acides aminés dans le jambon cuit suit un processus enzymatique dont la cinétique dépend des conditions de pH et de température du produit. Cette protéolyse a lieu essentiellement au cours de la maturation de la viande et lors de la cuisson.

Globalement, les trois grands types de protéases de la viande sont la calpaïne cytosolique (protéase à cystéine), les cathepsines lysosomales (B, H, L et S : cystéine-protéases, D : aspartate-protéase), et le protéasome cytosolique (système complexe contenant plusieurs activités protéolytiques de la partie C-terminale des protéines ainsi que des chaînes latérales). Leur activité post mortem dans la viande ne dégraderait ni la myosine ni l'actine.

L'hydrolyse enzymatique est observée dans une large gamme de températures. Elle sera lente à basses températures (7°C par exemple) et optimale aux températures in vivo (35°C à 40°C). Elle sera favorisée par la dénaturation des protéines. Mais aux températures supérieures à 55°C, la dénaturation des enzymes ralentit fortement la protéolyse.

2.2. Lipides

Les lipides de la viande se répartissent en trois catégories : les gras de dépôt et subcutané, les gras intramusculaires et les lipides tissulaires. Les deux premières catégories sont principalement constituées de triglycérides, et la dernière de phospholipides. Les triglycérides sont majoritairement constitués d'acides gras saturés et contiennent une faible proportion d'acides gras polyinsaturés (3 à 7 %). Les phospholipides contiennent en moyenne 36 à 39 % d'acides gras saturés, 17 à 22 % d'acides gras monoinsaturés et 38 à 45 % d'acides gras poly-insaturés (2).

Les lipides jouent un rôle important dans la flaveur des produits carnés, soit en tant que solvants des composés d'arôme, soit en tant que précurseurs d'arômes. Ainsi, l'oxydation des acides gras, en particulier les acides gras polyinsaturés, au cours de la cuisson contribue à l'apparition de composés responsables de l'arôme spécifique d'une viande (arôme de bœuf, de porc, de mouton, ...) (3). Si ces produits d'oxydation sont présents en quantités trop importantes, ils apportent une flaveur de rance au produit. Les principaux composés issus de l'oxydation des acides gras insaturés sont les alcools et les aldéhydes.

3. Présentation de l'étude

Cette étude a consisté à modifier le procédé de fabrication en jouant, d'une part sur la durée de la maturation et sur celle de la cuisson pour étudier l'influence de la protéolyse sur la flaveur du jambon cuit, et d'autre part, sur la composition de la saumure pour étudier l'influence du degré d'oxydation des lipides. Deux autres paramètres ont été introduits, la date d'abattage qui est une donnée essentielle à prendre en compte pour valider les résultats et un facteur génétique.

Des essais préliminaires ont tout d'abord été réalisés pour vérifier d'une part l'influence des

facteurs technologiques et d'autre part l'influence des facteurs génétiques sur la saveur du jambon cuit (5). Les différences constatées entre les produits ont amené à approfondir l'étude en cherchant notamment quel était le facteur le plus influent sur la saveur. Un plan d'expérience avec cinq paramètres a été établi grâce au logiciel Planor (Kobilinsky) : date d'abattage, facteurs génétiques, oxydation des lipides et maturation et cuisson.

3.1. Date d'abattage

Pour limiter l'influence des conditions d'abattage sur les différences observées, deux lots de porcs ont été utilisés. Chaque lot provenait d'un groupe d'animaux élevés et abattus ensemble.

3.2. Facteurs génétiques

La saveur du jambon cuit dépend beaucoup du choix de la matière première. Par exemple, il a été observé que les animaux porteurs de l'allèle RN- présentent une teneur élevée en glycogène contribuant à un rendement technologique inférieur et une différence significative de saveur sur les côtes de porc (6). L'influence sur la saveur du jambon cuit a donc été étudiée sur des animaux homozygotes porteurs, soit de l'allèle RN-, soit de l'allèle rn+.

3.3. Oxydation des lipides

Pour essayer de comprendre l'action du nitrite de sodium sur les lipides, du sulfate de fer (FeSO_4) a été ajouté ou non à la saumure. En effet, les ions métalliques tels que Fe^{2+} contribuent à l'oxydation des lipides. L'effet pro-oxydant du fer Fe^{2+} provient de sa contribution à la génération de radicaux hydroxyles. Ces radicaux sont des agents de peroxydation des lipides (7). Dans les viandes traitées au nitrite de sodium, les produits d'oxydation des lipides sont présents en plus faibles quantités, ce qui a été reporté comme étant une action antioxydante du nitrite. Le mécanisme d'action

est encore mal connu. Le sulfate de fer est utilisé pour favoriser la formation des produits "classiques" issus de l'oxydation des lipides au détriment des ceux obtenus après ajout de nitrite (8).

3.4. Maturation et cuisson

Pour modifier l'intensité de la protéolyse, deux durées de maturation après malaxage et deux durées de cuisson ont été choisies :

Une maturation de 0 ou 4 jours. Ces durées ont été déterminées à la suite d'un essai préliminaire mesurant l'évolution du taux de NPN (azote non protéique) en fonction du temps de maturation.

Deux barèmes permettant une cuisson des jambons à $0,2\text{ }^\circ\text{C}$ ou $0,3\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ ont aussi été étudiés. La première cuisson entraîne un séjour des jambons de 7h dans un intervalle de température compris entre $30\text{ }^\circ\text{C}$ et $55\text{ }^\circ\text{C}$, favorisant ainsi l'hydrolyse des protéines. Pour la seconde cuisson, les jambons ne séjournent que 3h30 entre $30\text{ }^\circ\text{C}$ et $55\text{ }^\circ\text{C}$.

4. Matériels et méthodes

4.1. Fabrication des jambons

Seize jambons correspondant au plan d'expérience incomplet pour étudier l'influence des cinq facteurs cités sont fabriqués en atelier pilote au CTSCCV à partir de jambons de porcs provenant du domaine INRA du Magneraud (Saint Pierre d'Amilly, 17). Deux lots sont approvisionnés à 15 jours d'intervalle, correspondant à deux dates d'abattage. Pour limiter les facteurs de variation liés au type de muscle, seul le muscle semi-membraneux a été utilisé. Les muscles ont été regroupés par lot de cinq pour constituer un jambon d'un poids cru d'environ 5 kg. Cet assemblage de cinq semi-membraneux permet de limiter les variations liées à l'animal. En raison des deux approvisionnements, les muscles ont été congelés sous vide à $-20\text{ }^\circ\text{C}$.

La saumure est injectée manuellement à raison de 10 % en poids de muscle. Elle a été préparée sans addition d'arômes, de manière à supprimer l'interférence de ceux-ci avec l'élaboration de la flaveur du jambon cuit. La viande est ensuite malaxée sous vide à 6,5 °C pendant 12h. Après malaxage, chaque lot de viande est soit cuit, soit laissé au repos sous vide à 6,5°C pendant 4 jours avant la cuisson (étape de maturation). La cuisson est réalisée selon les deux barèmes définis précédemment. Elle est arrêtée lorsque la température à cœur atteint 65°C.

Les produits sont ensuite refroidis en chambre froide puis tranchés pour être analysés. Les tranches utilisées pour l'analyse des composés volatils ont été stockées individuellement sous vide à -20°C.

4.2. Isolement des composés volatils

Les composés volatils sont extraits par hydrodistillation sous pression réduite à partir de 250 g de jambon congelé finement broyé. Ils sont récupérés dans un piège refroidi à l'azote liquide et ajustés à pH 10 avec une solution de soude. Les composés dits "neutres" sont ensuite extraits au dichlorométhane et séchés sur sulfate de sodium anhydre. L'extraction est répétée trois fois avec des volumes de 100, 50 et 50 ml de dichlorométhane. Le pentanoate de pentyle est ajouté en étalon interne et l'extrait est concentré jusqu'à un volume de 500 µl.

4.3. Identification des composés volatils

Les extraits sont analysés par Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) couplée à un spectromètre de masse (SM). La CPG permet de séparer et de quantifier les composés volatils alors que la SM permet de déterminer leur structure. Les composés sont quantifiés par rapport à l'étalon interne et les quantités relatives sont comparées entre-elles par analyse de la variance. La procédure GLM de SAS[®] (SAS Institute

Inc. Cary NC, USA) a été utilisée pour mesurer les effets des différents facteurs.

5. Résultats

Quarante trois composés ont été identifiés et quantifiés dans les différents jambons. Parmi ces composés, seuls treize d'entre eux sont présents en quantités significativement différentes ($p < 0,1$). Les variations de proportions observées varient du simple au triple.

Les composés dont les teneurs varient sont principalement des alcools et des aldéhydes, parmi lesquels l'octan-1-ol, le nonan-1-ol, le décan-1-ol, le 3-éthylhexan-1-ol, le 2-éthylhexan-1-ol, l'hexanal, l'heptanal, le décanal, le 6-méthylhept-5-èn-2-one, ainsi que le diméthylsulfide.

Les facteurs ayant le plus d'influence sur la composition en volatils sont le jour d'abattage et la présence ou non de sulfate de fer, sachant qu'avec Fe²⁺ une diminution de la teneur des composés est observée. Le type génétique et la maturation n'ont d'effets que sur quatre et six composés respectivement. La cuisson lente a un effet sur deux alcools. Selon le composé, un ou plusieurs facteurs peuvent en modifier sa teneur (tableau 1).

6. Discussion

L'ajout de sulfate de fer à la saumure semble être le facteur prédominant. Ceci n'est guère surprenant car les produits issus de l'oxydation des lipides sont les plus nombreux.

Cependant, les résultats obtenus sont inattendus puisque l'ajout de fer était destiné à augmenter la proportion des produits d'oxydation classiques, à savoir les aldéhydes et les alcools, au détriment de l'activité antioxydante du nitrite. Or, l'inverse est observé. Des essais complémentaires seront réalisés pour étudier ce phénomène.

Cette étude confirme l'importance de l'effet de la " date d'abattage ". Ainsi, la composition de la viande au moment de l'approvisionnement joue un rôle important sur la composition en volatils du jambon cuit.

Le gène RN- a peu d'influence sur la formation des composés volatils détectés. La proportion de certains composés volatils est cependant modifiée.

La maturation et la cuisson semblent avoir un impact moins important sur les composés volatils détectés. On ne peut cependant les négliger car la cuisson et la maturation affectent les produits issus de la réaction de Maillard, qui peuvent être présents en quantités très faibles, et donc non détectables avec la technique utilisée. L'impact olfactif des composés détectés dans cette étude reste à déterminer pour connaître leur effet sur l'arôme du jambon cuit. Pour prouver cela, il est indispensable de corrélérer ces résultats à ceux de l'évaluation sensorielle, ceci est en cours de réalisation.

7. Conclusion

Cette étude a permis de mettre en avant certaines tendances et notamment l'influence des phospholipides dans la formation de la flaveur. Une étude qualitative et quantitative des phospholipides est en cours pour comprendre ces résultats. L'effet " date d'abattage " observé confirme la variabilité de la qualité du jambon cuit en fonction des conditions d'abattage (date, conditions peri-mortem). Par contre, la cuisson, la maturation et le gène RN- ne semblent pas avoir des effets importants sur les composés volatils détectés, à savoir principalement des alcools et des aldéhydes. Les résultats obtenus sur les composés volatils seront comparés aux résultats d'analyse sensorielle. L'impact olfactif des différents composés sera déterminé par chromatographie olfactométrique.

Facteurs étudiés	Composés impliqués
Jour d'abattage	nonan-1-ol (x1.3*), 2-éthylhexan-1-ol (x2.4), 3-éthylhexan-1-ol (/1.4), géraniol (x1.4), décanal (x1.8) et diméthylsulfide (x1.7)
Présence du gène RN	octan-1-ol (x1.2), heptanal (x1.3), 6-méthylhept-5-èn-2-one (x1.6) et diméthylsulfide (x2)
Présence de Fe ²⁺	octan-1-ol (/1.5), nonan-1-ol (/1.3), décan-1-ol (/1.5), 3-méthylbut-2-èn-1-ol (x1.5), hexanal (/1.6), décanal (/1.7), octan-3-one (/3.5) et diméthylsulfide (/2)
Cuisson lente	octan-1-ol (x1.3) et nonan-1-ol (x1,2)
Maturation de 4 jours	octan-1-ol (x1.4), décan-1-ol (x1.4), 3-éthylhexan-1-ol, heptanal (x1.3) et diméthylsulfide (x1.8)

Tableau 1 : Liste des composés volatils dont les teneurs varient selon les différents facteurs étudiés (x : augmentation; / : diminution)

* Comparaison du premier abattage par rapport au second.

8. Références bibliographiques

(1) **Mottram, D.S.** (1991) : Meat in Volatile Compounds in Food and Beverages, H. Maarse ed, Marcel Dekker Inc, Zeist, 107-177.

(2) **Gandemer G., Sharma N., Viau M.** (1985) : Etude comparative des lipides de la viande de porc selon la localisation anatomique. Journées de Recherche Porcine en France, 17, 55-62.

(3) **Rosset M.R., Liger P., Roussel-Ciquard, N.** (1977) : La flaveur de la viande in Série synthèses bibliographiques n°14, Apria ed., Paris, 159 p.

(4) **Mottram, D.S., Edwards, R.A.** (1983) : The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. Journal of the Science of Food and Agriculture, 34, 517-532.

(5) **Guillard A.S., Blon F., Vendevre J.L.** (1999) : La flaveur du jambon cuit: influence de la matière première et du procédé. Viandes et produits Carnés, 20, N° 4, 148-150.

(6) **Le Roy, P., Juin, H., Caritez, J.C., Billon, Y., Lagant, H., Elsen, J.M., Sellier, P.** (1996) : Effet du génotype RN- sur les qualités sensorielles de la viande de porc, Journées de Recherche Porcine en France, 28, 53-56.

(7) **Kanner J.** (1994) : Oxydative process in meat and meat products : quality implications. Meat Science, 37, 169-189.

(8) **Tichivangana J.Z., Morrisey P.A.** (1985) : Metmyoglobin and inorganic metals as pro-oxidants in raw and cooked muscle systems. Meat Science, 15, 107-116.

