

Influence des facteurs de production sur les qualités technologiques et sensorielles des viandes de porc

Monin G.

in

Almeida J.A. (ed.), Tirapicos Nunes J. (ed.).
Tradition and innovation in Mediterranean pig production

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 41

2000

pages 167-179

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=600131>

To cite this article / Pour citer cet article

Monin G. **Influence des facteurs de production sur les qualités technologiques et sensorielles des viandes de porc.** In : Almeida J.A. (ed.), Tirapicos Nunes J. (ed.). *Tradition and innovation in Mediterranean pig production* . Zaragoza : CIHEAM, 2000. p. 167-179 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 41)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Influence des facteurs de production sur les qualités technologiques et sensorielles des viandes de porc

G. Monin

Station de Recherches sur la Viande, INRA, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

RESUME - Cet article décrit les effets de facteurs génétiques (race, gènes majeurs), du type sexuel, de l'âge et du poids d'abattage, de l'alimentation (nature de la ration, vitamines, promoteurs de croissance) et des conditions d'environnement (élevage en plein air, température) sur les qualités sensorielles et technologiques des viandes de porc. Chez les porcs de races modernes élevés en conditions conventionnelles, les facteurs génétiques sont les déterminants les plus importants des qualités de la viande. Poids d'abattage, alimentation, type sexuel (hors le problème d'odeur sexuelle chez les mâles entiers) et mode d'élevage ont peu d'effets sur la qualité. Chez les porcs Ibériques, le mode d'engraissement influence fortement l'aptitude de la viande à la transformation en jambon sec. Cette aptitude est supérieure chez les animaux engraisés en montanera comparés à ceux finis avec des aliments commerciaux. Le croisement avec les porcs de races modernes (qui intéresse surtout la race Duroc) tend à détériorer l'aptitude à la transformation.

Mots-clés : Porc, qualité de la viande, race, gènes majeurs, conditions d'élevage, alimentation, âge.

SUMMARY - "Effects of genetic factors on the sensory and technological quality of meat pig". This article describes the effects of genetic factors (breed, major genes), sexual type, age and slaughter weight, feeding (diet, vitamins, growth promoters) and environmental conditions (outside rearing, temperature) on the sensory quality and technological quality of pork. In pigs from modern breeds reared in conventional conditions, genetic factors are the most important factors determining meat quality. Slaughter weight, diet, sexual type (except the boar taint problem in the entire males) and rearing conditions have little effect on meat quality. In Iberian pigs, the fattening conditions strongly affect the meat ability to dry-ham processing. This ability is better in pigs finished in montanera than in pigs finished with a conventional diet. Crossbreeding with pigs of modern breeds (mainly the Duroc breed) tends to decrease the processing ability.

Key words: Pig, meat quality, breed, major genes, rearing conditions, feeding, age.

Introduction

La qualité de la viande est la résultante des qualités sanitaire, technologique, sensorielle et d'image. Cet article traite des qualités technologiques et sensorielles des viandes issues de porcs élevés exclusivement en vue de l'abattage pour la consommation.

La production porcine du Sud de l'Europe est confrontée à des problèmes de qualité technologique probablement plus complexes que ceux qui se manifestent dans les autres zones de production européennes. La plus grande part de la production est orientée, comme dans les grands bassins porcins du Nord de l'Europe, vers un produit standard destiné à la consommation courante, soit en viande fraîche, soit en produits transformés. Mais une proportion significative est destinée à la transformation en produits traditionnels, de surcroît pourvus, pour certains, de signes de qualité. Les produits les plus caractéristiques proviennent des porcs de races locales, appartenant au rameau ibérique, représentés en premier lieu par les porcs Ibériques d'Espagne et du Portugal (environ 1,5 million de têtes abattues annuellement), mais aussi par les Corses (de l'ordre de 50 000 têtes), les Sardes, et quelques petites populations continentales françaises (Basque, Gascon, Limousin) et italiennes (Casertana, Calabrese, Cinta Senese, Nero delle Madonie, entre autres). Cependant, ces animaux ne fournissent pas le contingent quantitativement le plus important de produits à signe de qualité. Ceux-ci sont fabriqués, en majorité, à partir de porcs de races cosmopolites. C'est le cas des jambons de Parme et San Daniele en Italie, de Bayonne en France, de Teruel en Espagne, au total plus de 10 millions de pièces.

Les travaux concernant les porcs de ces races cosmopolites, que nous appellerons races "modernes" sont évidemment beaucoup plus abondants que ceux concernant les animaux de races locales. En outre, la plupart sont publiés en anglais, dans des revues de large audience internationale, et sont facilement repérables grâce aux systèmes de recherche bibliographique informatisés. Ce n'est malheureusement pas le cas d'une part très importante des études réalisées sur les autres races.

Facteurs génétiques

Races

Les comparaisons entre les races modernes réalisées dans le monde au cours des 30 dernières années se comptent par dizaines (revue bibliographique par Sellier et Monin, 1994). On peut en tirer les conclusions suivantes :

(i) Le Large White donne en moyenne les viandes les plus satisfaisantes sur les plans technologique et sensoriel.

(ii) Le Duroc donne des viandes de qualité technologique comparable à celle du Large White, mais beaucoup plus riches en gras intramusculaire (persillé). Cette particularité est souvent considérée comme favorable du point de vue des qualités sensorielles de la viande fraîche, bien que ceci soit contesté par certains chercheurs. En France, elle nuit à l'acceptabilité du jambon cuit, pour lequel les consommateurs recherchent le moins possible de persillé (Fernandez *et al.*, 1996).

(iii) Chez les Landrace, la fréquence de la viande PSE est très variable selon la race considérée. Dans la plupart des variétés européennes de Landrace, entre autres chez le Landrace Français, cette fréquence est basse et les qualités de la viande sont très proches de celles du Large White. Chez le Landrace Belge au contraire, cette fréquence est très élevée.

(iv) Le Piétrain a une très forte propension à la viande PSE.

(v) Les viandes de Hampshire présentent très fréquemment un défaut qui fut appelé d'abord "effet Hampshire" (Monin et Sellier, 1985), puis "viande acide" : le pH est plus bas que la normale et le rendement de fabrication en jambon cuit est fortement diminué.

De nombreuses études ont comparé les croisements entre ces différentes races. La plupart des caractères de qualité de la viande sont transmis de manière additive, mais des effets d'hétérosis marqués sont notés sur la vitesse de chute du pH *post mortem* et le caractère PSE dans les croisements utilisant la race Piétrain, et sur le pH ultime et les caractéristiques de qualité associées dans les croisements impliquant la race Hampshire (Sellier et Monin, 1994). Ces effets d'hétérosis sont liés au mode de transmission héréditaire des caractères contrôlés par les gènes HAL et RN (voir plus bas la section "Gènes majeurs"). Pour le jambon de Pame, les animaux de race Large White ou issus de croisements Landrace x Large White donnent des résultats supérieurs à ceux issus de croisements impliquant des races à fort développement musculaire (Piétrain, Landrace Belge) ou la race Duroc (Matassino *et al.*, 1987 ; Parolari *et al.*, 1988 ; Baldini, 1989).

Il n'y a eu, à notre connaissance, que peu de comparaisons directes entre races modernes et races locales. En France, Casabianca et Luciani (1989) ont montré que les porcs Corses ont à l'abattage une viande plus colorée, plus riche en lipides et de meilleur pouvoir de rétention d'eau que les Large White de même poids. Mais ces résultats ne permettaient pas de distinguer entre les effets race et âge. Les résultats relatifs au croisement entre races locales et races modernes sont plus nombreux. Gandemer *et al.* (1990) ont observé une viande de tendreté et jutosité plus élevées chez des croisés Gascons que chez des Large White x Landrace de même poids. Cet avantage se retrouve après transformation en jambon sec (Rousset *et al.*, 1990 ; Simon *et al.*, 1997). Le croisement Cinta Senese x Large White a donné une viande plus colorée et plus riche en lipides que la race Large White (Pugliese *et al.*, 1996) et des jambons secs ("jambon toscan") plus appréciés (Bozzi *et al.*, 1996). La composition en acides gras est particulièrement importante pour les qualités sensorielles du jambon de type ibérique. Selon Ruiz (1997), les aldéhydes dérivés de l'acide oléique, au cours de la maturation du jambon ibérique, sont à l'origine d'arômes agréables, tandis que les composés dérivés de l'acide linoléique ont des arômes de rance. De ce point de vue, Ventanas (communication

personnelle) et De Pedro et Dousset (1992) ont trouvé chez les croisés Duroc x Ibériques une composition des lipides intramusculaires moins favorable que chez les Ibériques purs. Malgré une teneur en lipides intramusculaires plus faible, des porcs Ibériques purs donnaient des produits secs (longes, épaules) de meilleure qualité organoleptique que des animaux croisés 1/4 JiaXing x 3/4 Ibérique, selon Dobao *et al.* (1989). Au Portugal, Monte Costa et ses collaborateurs ont observé que les jambons secs (presunto de Barranco) fabriqués à partir d'animaux de pure race Alentejana contenaient plus de lipides intramusculaires que ceux provenant d'animaux croisés avec les races Duroc, Piétrain et Large Black, mais ceci avait peu d'influence sur la texture et les autres propriétés sensorielles (Monte Costa *et al.*, 1992 ; Monte Costa et Bento, 1992 ; Neves *et al.*, 1996a).

Gènes majeurs

Une part importante des différences de qualité technologique et sensorielle entre les races modernes provient de la plus ou moins grande fréquence dans ces races de 2 gènes majeurs : le gène HAL de sensibilité à l'halothane et le gène RN.

Le gène HAL ou gène de sensibilité au stress

Le gène HAL possède 2 allèles, HAL^N (ou N) dominant et HALⁿ (ou n) récessif (Ollivier *et al.*, 1975). L'allèle n induit une accélération de la chute du pH musculaire *post mortem* qui aboutit à la production de viande PSE. Cet effet est transmis de manière récessive incomplète, en conséquence les hétérozygotes Nn sont intermédiaires entre les nn et les NN pour la qualité de la viande (revue par Sellier et Monin, 1994 ; Guéblez *et al.*, 1995 ; Lazul *et al.*, 1997 ; voir Table 1). Aujourd'hui, on peut distinguer parmi les races pures modernes deux catégories du point de vue du gène HAL. Dans les races Piétrain et Landrace Belge, dont la finalité en croisement est d'apporter le développement musculaire dans les lignées mâles, la fréquence de l'allèle n est proche de 1. Par contre, l'allèle n est réputé absent des races Duroc et Hampshire, et il a été quasiment éradiqué de la race Large White et de la plupart des Landrace. Dans les lignées composites (mâles ou femelles), l'allèle n est généralement éliminé.

Table 1. Caractéristiques de qualité de viande des différents génotypes pour le gène HAL (d'après Guéblez *et al.*, 1995 et 1996)

Caractéristique	NN	Nn	nn
pH _u , <i>longissimus</i>	5,53	5,51	5,52
pH _u , <i>semimembranosus</i>	5,59 ^a	5,61 ^a	5,68 ^b
L*, <i>longissimus</i>	55,9 ^a	56,0 ^a	59,4 ^b
Rétention d'eau, <i>biceps femoris</i> [†]	7,4 ^a	3,3 ^b	2,3 ^b
Rendement Napole (%)	90,0 ^a	89,3 ^a	87,0 ^b
Rendement technologique ^{††} (%)	82,2	81,1	80,9
Note de tendreté, <i>longissimus</i> ^{†††}	4,75 ^a	4,30 ^b	3,69 ^c

[†]Temps d'imbibition d'un papier pH en dizaines de secondes

^{††}Rendement technologique de fabrication du jambon cuit

^{†††}Note décernée par un jury d'analyse sensorielle, de 0 : très faible à 10 : très forte

a,b,c : Deux valeurs portant la même lettre en exposant ne diffèrent pas significativement

En ce qui concerne la production de jambons secs, la sensibilité à l'halothane induit une légère diminution du rendement de fabrication (Sellier *et al.*, 1985 ; Santoro et Lo Fiego, 1987), mais une augmentation du poids de jambon produit par porc, du fait du poids plus élevé du jambon frais (Sellier *et al.*, 1985). Ses effets sur les caractéristiques du jambon sec sont faibles, selon ces auteurs, mais Nanni Costa (1996) a rapporté que les jambons d'animaux sensibles présentent globalement plus de défauts.

Le gène RN ou gène de la viande acide

Ce gène est appelé RN car il est défini par son effet sur le "Rendement Napole", un estimateur du rendement technologique de fabrication du jambon cuit (Naveau, 1986). L'allèle RN-, dominant, induit une élévation très marquée du taux de glycogène musculaire dans les muscles blancs de la carcasse (présents surtout dans la longe et le jambon) et, corrélativement, un abaissement du pH. Ceci se traduit par une diminution du rendement Napole et du rendement de fabrication du jambon cuit (Table 2). On observe aussi un abaissement du taux musculaire de protéines (-5% environ dans les muscles blancs) et une forte augmentation des pertes lors du tranchage du jambon pour la commercialisation sous forme préemballée (Chevillon *et al.*, 1994). La présence de l'allèle RN- se traduit également par une notable diminution de la tendreté de la viande consommée en frais (Le Roy *et al.*, 1996). Josell *et al.* (1998) ont montré que les jambons de porcs porteurs de l'allèle RN- ont un rendement inférieur lors de la transformation en jambons secs, mais que les caractéristiques sensorielles sont peu affectées. Il semble que l'allèle RN- soit limité à la race Hampshire et aux lignées qui en ont été dérivées (Sellier et Monin, 1994).

Table 2. Caractéristiques de qualité de viande des différents génotypes pour le gène RN (d'après Le Roy *et al.*, 1996)

Caractéristique	rn+rn+	rn+RN-	RN-RN-
pH _u , <i>longissimus</i>	5,71 ^a	5,52 ^b	5,55 ^b
pH _u , jambon [†]	5,77 ^a	5,57 ^b	5,54 ^b
Couleur ^{††}	46,4 ^a	48,6 ^b	48,9 ^b
Rétention d'eau ^{†††}	13,5	11,4	12,6
Rendement Napole (%)	88,0 ^a	80,5 ^b	79,8 ^b
Rendement technologique (%)	104,4 ^a	102,2 ^b	102,2 ^b
Note de tendreté, <i>longissimus</i>	6,30 ^a	4,80 ^b	5,12 ^b

[†]pH moyen des muscles *adductor*, *biceps femoris* et *gluteus superficialis*

^{††}Moyennes des luminances L* mesurées au Chromamètre Minolta sur les muscles *biceps femoris* et *gluteus superficialis*

^{†††}Moyenne des temps d'imbibition mesurés sur les muscles *biceps femoris* et *gluteus superficialis*

a,b : Deux valeurs portant la même lettre en exposant ne diffèrent pas significativement

Le gène MI contrôlant le taux de gras intramusculaire

Un troisième gène majeur est connu pour influencer le taux de lipides intramusculaires : le gène MI découvert par Janss *et al.* (1994, 1997). Dans les populations de porcs croisés Meishan x Races hollandaises, les homozygotes pour l'allèle récessif du gène MI avaient un taux de lipides intramusculaires de 3,9% contre 1,8% chez les autres génotypes. Les effets de ce gène sur les qualités technologiques et sensorielles de la viande ne sont pas encore connus, mais on peut s'attendre à une influence favorable sur la tendreté et la jutosité.

Age et poids d'abattage

Les porcs à deux fins, consommation en viande fraîche et transformation, sont abattus généralement entre 100 et 120 kg de poids vif. En effet, la commercialisation de la longe devient difficile à des poids supérieurs. Par contre, les porcs destinés prioritairement à la transformation peuvent être abattus à des poids beaucoup plus élevés (140-180 kg). Le poids d'abattage est lié à l'âge, mais cette liaison n'est pas forcément très étroite, car certains porcs sont rationnés à une période de leur vie : avant l'engraissement pour les porcs abattus très gras (Ibériques), en fin d'engraissement pour les porcs que l'on souhaite abattre relativement âgés mais pas trop gras (porcs label fermier, porcs Gascons).

L'augmentation de l'âge entraîne, chez le porc comme chez les autres animaux de boucherie, l'élévation des taux de myoglobine et de lipides intramusculaires, et la diminution des teneurs en eau et protéines du muscle (Lawrie, 1966). La même évolution est observée chez les porcs Corses (Casabianca et Luciani, 1989), mais, chez des porcs Ibériques, De Pedro *et al.* (1989) n'ont pas trouvé de changement dans la composition chimique du muscle (eau, lipides totaux, protéines) entre 115 et 175 kg. Il faut en tout cas que l'augmentation de l'âge soit sensible pour observer des modifications de la composition du muscle. Ainsi, Berge *et al.* (1991) n'ont pas trouvé de changement dans les composés cités plus haut entre 189 et 206 jours chez des porcs conventionnels. A même poids, une augmentation de l'âge obtenue par rationnement entraîne une diminution du taux de lipides intramusculaires (Candek-Potokar *et al.*, 1998). Bien que ces auteurs n'aient pas observé d'effet de la restriction alimentaire sur les qualités sensorielles, cette diminution du taux de lipides va, *a priori*, dans un sens défavorable à la qualité sensorielle de la viande des porcs label tels que produits en France. En effet, ces porcs sont fréquemment rationnés pour obtenir un poids d'abattage convenable à l'âge minimum imposé de 189 jours.

On considère généralement que l'augmentation du poids d'abattage jusqu'à 120-130 kg modifie peu les qualités technologiques et sensorielles chez les porcs de races modernes (pour des références, voir par exemple Candek-Potokar *et al.*, 1998), bien que certains auteurs aient rapporté une diminution des qualités sensorielles, particulièrement de la tendreté (Ellis *et al.*, 1996 ; Candek-Potokar *et al.*, 1998). Cisneros *et al.* (1996) ont observé une diminution du pH et de la tendreté en augmentant le poids jusqu'à 160 kg. Une interaction forte entre poids d'abattage et génotype au locus HAL a été rapportée par Sather *et al.* (1991), la dominance de l'allèle n augmentant avec le poids. Ces observations n'ont été confirmées ni pour les qualités technologiques (Guéblez *et al.*, 1995 ; García-Macias *et al.*, 1996), ni pour les qualités sensorielles (Guéblez *et al.*, 1996 ; Monin *et al.*, 1999).

Peu d'études ont envisagé l'effet du poids d'abattage sur l'aptitude à la fabrication du jambon sec. Toldra *et al.* (1996) ont trouvé des activités protéolytiques plus élevées dans des jambons provenant de porcs abattus à 110-120 kg que dans des jambons lourds destinés à la fabrication de jambon de Parme (porcs abattus à 160-170 kg). Les jambons légers sont donc moins aptes à une maturation de longue durée, car une activité protéolytique excessive aboutit à des produits trop mous (Virgili *et al.*, 1995). La teneur en acide oléique augmente avec l'âge chez les porcs ibériques, ce qui est favorable à la qualité du jambon sec (Ventanas *et al.*, 1997).

Type sexuel

Odeur de verrat

Le principal problème de qualité lié au sexe est l'odeur de verrat présente chez les porcs mâles entiers. En France et en Italie, l'immense majorité des porcs mâles élevés pour la production de viande sont castrés. La situation inverse prévaut en Espagne pour les porcs de races modernes. Bonneau (1998) a récemment produit une excellente revue des problèmes posés par l'utilisation des porcs mâles entiers. Le défaut sensoriel est du à deux composés, le skatole, à forte odeur fécale, et l'androsténone, à forte odeur d'urine. Le skatole contribue plus que l'androsténone à l'odeur désagréable, mais les deux composés participent à part égale aux défauts de flaveur. Les taux du premier dépendent principalement de facteurs d'élevage, alors que ceux du second sont déterminés surtout par des facteurs génétiques. La perception de ces défauts d'odeur et de flaveur varie avec les pays. Si l'on estime cette perception par la différence d'acceptabilité des viandes de mâles entiers et de femelles, les consommateurs Espagnols seraient particulièrement sensibles, à l'opposé des Britanniques (Bonneau, 1998). Dans la plupart des produits transformés, les défauts d'odeur et de flaveur sont très atténués.

Composition du muscle

Le type sexuel influence la composition du muscle. Les mâles castrés ont plus de lipides intramusculaires que les autres types sexuels, avec un degré de saturation plus élevé, que ce soit dans les races modernes (Malmfors *et al.*, 1978 ; Girard *et al.*, 1988) ou chez les porcs de type ibérique (De Pedro *et al.*, 1989). Ceci explique probablement que certains auteurs aient

trouvé la viande de mâles castrés plus tendre que celle des femelles (Desmoulin *et al.*, 1983 ; Barton-Gade, 1987). Les effets du sexe sur les qualités technologiques ont été estimés dans de nombreuses études, ils ont été trouvés en général nuls ou faibles. Cependant certains auteurs ont rapporté que la viande des mâles entiers présente un pH plus élevé que celui des autres types sexuels (revue par Fernandez et Tornberg, 1991).

Alimentation

Niveau alimentaire et composition de la ration

La composition du muscle est affectée par les conditions d'alimentation. D'une façon générale, les conditions modifiant l'adiposité de la carcasse tendent à faire varier dans le même sens le taux de gras intramusculaire. Ainsi, le rationnement diminue le gras intramusculaire, comme nous l'avons noté plus haut. Les régimes carencés en protéines entraînent une augmentation du taux de gras intramusculaire (Essen-Gustavsson *et al.*, 1994). Cependant, chez les porcs Alentejano, le niveau alimentaire pendant la croissance affecte peu la composition du tissu musculaire, non plus que ses aptitudes à la transformation en jambon sec (Neves *et al.*, 1996b,c).

Il est bien connu que la nature des acides gras de la ration influence la composition des tissus adipeux du porc, mais moins dans le muscle que dans le tissu gras sous-cutané (Mourot *et al.*, 1991). Il est possible de manipuler ainsi la composition en acides gras des lipides intramusculaires. Bien que l'augmentation des acides gras insaturés facilite le rancissement, il a été généralement observé que cela a peu d'influence sur les qualités organoleptiques de la viande et des produits transformés cuits ou secs (revue par Cannon *et al.*, 1995 ; Zanardi *et al.*, 1998). Cependant, Rosenbauer *et al.* (1998) ont rapporté récemment que l'addition de 6% d'huile de colza dans la ration, qui augmente l'insaturation des lipides corporels, détériore sensiblement les qualités organoleptiques des saucissons secs et jambons crus fumés.

Les études concernant l'effet de l'alimentation sur les qualités des produits secs sont assez abondantes. Desmoulin *et al.* (1983) puis Poma (1989) n'ont trouvé que très peu d'effets de la teneur en maïs de la ration, comparativement à l'orge, sur la qualité organoleptique du jambon sec de porcs conventionnels. Corino *et al.* (1996a,b) n'ont pas observé d'influence de la nature du régime (céréales et tourteau de soja vs sous-produits, aliments avec ou sans saindoux ajouté) sur les caractéristiques sensorielles de saucissons secs typiques fabriqués à partir de porcs abattus vers 140-160 kg. Plusieurs études ont comparé la composition des lipides intramusculaires en fonction du mode d'alimentation chez les porcs de type ibérique. Le régime de montanera ou un régime exclusif de glands augmentent le taux d'acide oléique des tissus adipeux, tandis qu'ils diminuent le taux d'acides gras saturés et d'acide linoléique, surtout dans les phospholipides, par rapport à un aliment commercial (De Pedro et Dousset, 1992 ; De Pedro et Pires, 1992 ; Diaz *et al.*, 1996 ; Neves *et al.*, 1996c ; Cava *et al.*, 1997). Par contre, Coutron-Gambotti *et al.* (1998) ont trouvé, dans le muscle *biceps femoris* de porcs Corses finis avec des châtaignes ou un aliment commercial (blé, orge, pois), que l'acide oléique était augmenté, et l'acide linoléique diminué par le régime commercial. Au total, ces derniers auteurs considéraient que l'aptitude à la transformation était peu affectée par le régime.

Vitamines

L'addition de vitamine E dans l'alimentation des animaux permet de réduire l'oxydation des lipides et de la myoglobine au cours de la conservation, prévenant ainsi le rancissement et le brunissement (revue par Cannon, 1995). Un effet similaire a été rapporté par Corino *et al.* (1996c) chez des porcs lourds (abattus à 165 kg de poids vif). En outre, elle améliore le pouvoir de rétention d'eau (Cheah *et al.*, 1985), probablement en améliorant la stabilité des membranes cellulaires. Les chercheurs de l'Université de Cáceres (Ventanas *et al.*, 1997 ; Cava *et al.*, 1998) ont observé que la fraction insaponifiable des lipides de porcs ibériques engraisés en montanera contient un taux de vitamine E très élevé (Table 3), ce qui ralentirait la première phase d'oxydation des lipides observée au cours de la maturation du jambon ibérique, contribuant à un développement optimal des arômes. Chez les animaux engraisés avec des aliments commerciaux riches en acides gras polyinsaturés, dont les graisses contiennent moins d'antioxydants, une oxydation très intense conduit souvent à des couleurs jaune orange et à des

arômes anormaux, nuisant à l'acceptabilité du produit. Cette observation contribue à expliquer la très bonne aptitude des jambons d'animaux finis sur pâture à une maturation de très longue durée, telle que celle pratiquée pour les jambons ibériques et corses.

Table 3. Contenu en alpha-tocophérol des muscles de porcs soumis à différents niveaux de supplémentation d'acétate d'alpha-tocophérol pendant l'engraissement (Cava *et al.*, 1998)

Régime alimentaire [†]	Montanera	AC	AC + vit E	AC + vit E + Cu
alpha-tocophérol, $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ MS	15,6 ^a	5,9 ^b	9,4 ^c	7,8 ^c

[†]AC : Aliment commercial contenant 20 mg d'acétate d'alpha-tocophérol/kg ; AC + vit E : AC + 100 mg d'acétate d'alpha-tocophérol/kg ; AC + vit E + Cu : AC + vit E : AC + 100 mg d'acétate d'alpha-tocophérol/kg + 125 mg $\text{SO}_4\text{Cu}_2/\text{kg}$

a,b,c : Deux valeurs portant la même lettre en exposant ne diffèrent pas significativement

L'effet de l'addition de vitamine C à l'alimentation est controversé : elle serait sans effet selon Rajic (1971), alors qu'elle augmente le pH ultime, l'intensité de la couleur et le rendement de cuisson de la viande pour Mourot *et al.* (1992).

Promoteurs de croissance

Bonneau (1992) et Cannon (1995) ont donné des revues bibliographiques des effets des promoteurs de croissance, somatotropine et bêta-agonistes, sur les qualités des viandes. En bref, l'administration de somatotropine diminue la teneur en lipides intramusculaires et augmente la taille des myofibrilles. Couleur et pouvoir de rétention d'eau de la viande ne sont pas affectés. On a parfois observé une légère détérioration de la tendreté et de la jutosité, tandis que les qualités technologiques ne sont pas sensiblement modifiées. L'apport de bêta-agonistes a également peu d'effets sur les qualités technologiques et sensorielles de la viande, bien qu'une diminution du taux de lipides intramusculaires et de la tendreté ait été parfois rapportée. Il semble même que la ractopamine puisse avoir des effets favorables sur la fonctionnalité des protéines myofibrillaires et les aptitudes technologiques de la viande (Cannon, 1995).

Conditions d'environnement

Mode d'élevage

L'élevage en plein air a la réputation auprès des éleveurs et du public de donner des viandes de meilleure qualité technologique et sensorielle que l'élevage confiné en permettant aux porcs une certaine activité physique, même avec une alimentation conventionnelle (comme dans les labels "porc fermier" en France). A notre connaissance, ceci n'a pu être démontré. Gandemer *et al.* (1990) ont trouvé que l'extension de l'espace par animal de 0,9 m² à 300 m² n'entraînait pas de variation dans les qualités technologiques et sensorielles de la viande de porcs de divers génotypes (Landrace x Large White et divers croisements de Gascon par des races modernes) si ce n'est une légère baisse du pH ultime dans le muscle *biceps femoris*. Selon Enfält *et al.* (1997), l'élevage en plein air a un effet négatif sur les qualités technologiques et sensorielles (tendreté, jutosité) comparé à l'élevage confiné. Lebet *et al.* (1998) ont trouvé une couleur moins homogène dans des jambons secs issus de porcs élevés en semi-plein air comparés à des porcs élevés en bâtiment. Au total, l'élevage en plein air de porcs modernes alimentés conventionnellement n'a que des effets très limités, mais plutôt défavorables, sur les qualités de la viande de porc. Il en va évidemment différemment des porcs élevés sur parcours, où l'exercice lié à la recherche de nourriture se combine à l'ingestion de nutriments naturels variés pour modifier la composition du muscle.

Activité physique

L'activité physique modifie le métabolisme des muscles impliqués (Essen-Gustavsson *et al.*, 1993 ; Petersen *et al.*, 1997) mais seulement à condition d'être suffisamment intense (Enfält *et al.*, 1993). Ces derniers auteurs ont observé un léger abaissement des taux de lipides intramusculaires et de matière sèche, et une élévation du taux de pigment, en faisant marcher/courir des porcs pendant l'engraissement (5 jours/semaine, 36,4 km parcourus au total). Mais cela avait peu d'effet sur les qualités de la viande. De même, Petersen *et al.* (1997) n'ont obtenu que de très faibles modifications du métabolisme *post mortem* et des qualités de la viande par l'exercice forcé sur tapis roulant (1 km/jour pendant 72 jours avant l'abattage). Tout ceci confirme les résultats de nombreux travaux antérieurs cités par Enfält *et al.* (1993).

Une mention spéciale doit être faite des porcs qui doivent fournir une activité physique importante pour se procurer leur nourriture, comme les porcs Ibériques finis en montanera. Ces animaux consacrent de nombreuses heures chaque jour à parcourir la dehesa à la recherche des glands et des autres matières végétales (voire animales) dont ils s'alimentent. Bien que les données objectives manquent sur ce point, il apparaît vraisemblable que cet exercice soutenu influence le métabolisme musculaire et, par voie de conséquence, les caractéristiques de la viande (J. Benito, comm. pers.).

Conditions d'ambiance

Lefaucheur *et al.* (1991) ont étudié l'influence de la température ambiante (12°C vs 28°C) sur la composition du muscle et les qualités de la viande chez le porc. A 12°C, le potentiel glycolytique et la vitesse de chute *post mortem* du pH étaient augmentés dans le muscle *longissimus dorsi*, tandis que le pH ultime était diminué. Avec une différence de température plus faible (17 vs 24°C), Lebreton *et al.* (1998) ont observé une couleur plus claire et moins homogène dans le jambon sec, mais ni la texture ni la saveur n'étaient affectées.

Il est connu que la fréquence des défauts de qualité de la viande varie avec la saison (revue par Monin, 1983). Selon Virgili *et al.* (1996), l'activité cathepsine B du muscle *semimembranosus* connaît un minimum en été et un maximum en automne, ce qui pourrait avoir des répercussions importantes sur la texture des produits secs.

Conclusion

Chez les porcs de races modernes élevés en conditions conventionnelles, les qualités de la viande sont affectées principalement par des facteurs génétiques (race, gènes majeurs). Poids d'abattage, alimentation, type sexuel (si l'on excepte le problème d'odeur sexuelle chez les mâles entiers) et mode d'élevage ont peu d'effets sur la qualité. Chez les porcs Ibériques, le mode d'engraissement influence fortement l'aptitude de la viande à la transformation en jambon sec. Cette aptitude est supérieure chez les animaux engraisés en montanera comparés à ceux finis avec des aliments commerciaux. Le croisement avec les porcs de races modernes (qui intéresse surtout la race Duroc) tend à détériorer l'aptitude à la transformation.

Remerciements

L'auteur tient à remercier le Pr Jesús Ventanas, de l'Université d'Extremadura (Cáceres), et le Dr Luis Silió, de l'INIA (Madrid), qui lui ont aimablement communiqué la plus grande partie de la documentation relative aux porcs Ibériques utilisée dans cet article.

Références

Baldini, P. (1989). La tecnologia di preparazione del prosciutto di Parma, un esempio di valorizzazione della qualità del suino pesante. Influenza delle diverse razze sulla qualità del prodotto finito. *Colloque 'Production porcine en Europe Méditerranéenne'*, Ajaccio, 14-16 novembre 1989.

- Barton-Gade, P.A. (1987). Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livest. Prod. Sci.*, 16 : 187-196.
- Berge, P., Touraille, C., Boccard, R. et Bayle, M.C. (1991). Pork quality as affected by animal age and meat colour. Dans : *Proceed. 37th IcoMST*, 1 : 52-55.
- Bonneau, M. (1998). Use of entire males for pig meat in the European Union. Dans : *Proceed. 44th IcoMST*, 1 : 192-205.
- Bonneau, M. (1992). Administration de GRF ou de somatotropine chez les porcs et les volailles : effets sur les performances, la qualité des viandes et la fonction de reproduction. *INRA Prod. Anim.*, 5 : 257-267.
- Bozzi, R., Franci, O., Pugliese, C., Baldini, P. et Bellati, M. (1996). Utilizzazione della razza Cinta Senese per la produzione del prosciutto toscano. 1. Caratteristiche tecnologiche e sensoriali. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterraneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 211-214.
- Candek-Potokar, M., Zlender, B., Lefaucheur, L. et Bonneau, M. (1998). Effects of age and/or weight at slaughter on the *longissimus dorsi* muscle : biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Sci.*, 48 : 287.
- Cannon, J.E., Morgan, J.B., Heavner, J., McKeith, F.K., Smith, G.C. et Driskell, J.A. (1995). Pork quality audit : a review of the factors influencing pork quality. *J. Muscle Foods*, 6 : 369-402.
- Casabianca, F. et Luciani, A. (1989). Caractéristiques de la viande de porc Corse issu d'élevage extensif. 1. Qualités technologiques et maturité de la viande. *Colloque 'Production porcine en Europe Méditerranéenne'*, Ajaccio, 14-16 novembre 1989.
- Cava, R., Ruiz, J., López-Bote, C., Martín, L., García, C., Ventanas, J. et Antequera, T. (1997). Influence of finishing diet on fatty acids profiles of intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscles of the Iberian pigs. *Meat Sci.*, 45 : 263-270.
- Cava, R., Ruiz, J., Tejada, J.F., Antequera, T. et Ventanas, J. (1998). Alpha-tocopherol content, fatty acid profiles and lipid oxidative stability in Iberian pig muscles as affected by diet : extensive system and mixed feeds. Dans : *Proceed. 44th IcoMST*, pp. 614-615.
- Cheah, K.S., Cheah, A.M. et Krausgrill, D.I. (1995). Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. *Meat Sci.*, 39 : 255-264.
- Chevillon, P., Boulard, J., Le Jossec, P., Kerisit, R., Salaun, Y., Alviset, G. et Vidal, E. (1994). Influence of ultimate pH and breed on the slicing losses of high quality cooked hams to be sold pre-packed. Dans : *Proceed. 40th IcoMST*, paper S.IV.B.02.
- Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F.K., McCaw, J. et Fernando, R.L. (1996). Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *J. Anim. Sci.*, 74 : 925-933.
- Corino, P., Giorgi, P., Grazia, L. et Pastorelli, G. (1996a). Produzione di salumi tipici italiani : confronto tra una dieta tradizionale e una a base di sottoprodotti del suino pesante. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterraneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 63-66.
- Corino, P., Giorgi, P., Grazia, L., Pastorelli, G. et Polidori, M. (1996b). Influenza di differenti tipi di sospensione prima della macellazione nella somministrazione di una dieta grassata sulle caratteristiche delle carcasse e di salumi tipici. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterraneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 67-70.
- Corino, P., Giorgi, P., Oriani, G., Pastorelli, G., Pizzuti, G. et Salvatori, G. (1996c). Influenza di differenti livelli di integrazioni in vitamina E sulla concentrazione nei tessuti e sull'ossidazione lipidica del tessuto magro. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterraneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 71-74.

- Coutron-Gambotti, C., Gandemer, G. et Casabianca, F. (1998). Effect of substituting a concentrated diet for chestnuts on the lipid traits of muscle and adipose tissues in Corsican and Corsican x Large White pigs reared in a sylvo-pastoral system in Corsica. *Meat Sci.*, 50 : 163-174.
- De Pedro, E.J. et Dousset, C. (1992). Efecto de los factores raza y alimentación sobre la composición en ácidos grasos de productos del cerdo ibérico : 2. Tejido muscular del jamón. *II. Coloquio sobre el Cerdo Mediterráneo*, Badajoz, 25-27 mars 1992.
- De Pedro, E.J., García De Siles, J.L., Sánchez, M., Dobao, M.T., Rodrigañez, J. et Silió, I. (1989). Composición del jamón de cerdo Ibérico según el peso de sacrificio y el sexo. *Colloque 'Production porcine en Europe Méditerranéenne'*, Ajaccio, 14-16 novembre 1989.
- De Pedro, E.J. et Pires, J. (1992). Efecto de los factores raza y alimentación sobre la composición en ácidos grasos de productos del cerdo ibérico : 1. Lomo. *II. Coloquio sobre el Cerdo Mediterráneo*, Badajoz, 25-27 mars 1992.
- Desmoulin, B., Girard, J.P., Bonneau, M. et Frouin, A. (1983). Aptitudes à l'emploi des viandes porcines suivant le type sexuel, le système d'alimentation et le poids d'abattage. *Journées Rech. Porcine France*, 15 : 177-192.
- Diaz, I., García Regueiro, J.A., Casillas, M. et De Pedro, E. (1996). Triglyceride composition of fresh ham fat from Iberian pigs produced with different systems of animal nutrition. *Food Chem.*, 55 : 383-387.
- Dobao, M.T., Rodrigañez, J., Silió, L. et Toro, M. (1989). Meat and fat quality in crosses between Iberian and JiaXing breeds. Dans : *40th Ann. Meet. EAAP*, 1 : 123-124.
- Ellis, M., Webb, A.J., Avery, P.J. et Brown, I. (1996). The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughterhouse on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. *Anim. Sci.*, 62 : 521-530.
- Enfält, A.C., Lundström, K., Hansson, I., Karlsson, A., Essen-Gustavsson, B. et Håkansson, J. (1993). Moderate indoor exercise : effect on production and carcass traits, muscle enzyme activities and meat quality in pigs. *Anim. Prod.*, 57 : 127-135.
- Enfält, A.C., Lundström, K., Hansson, I., Lundeheim, N. et Nyström, P.E. (1997). Effects of outdoor rearing and sire breed (Duroc or Yorkshire) on carcass composition and sensory and technological meat quality. *Meat Sci.*, 45 : 1-15.
- Essen-Gustavsson, B. (1993). Muscle fiber characteristics in pigs and relationships to meat quality parameters - Review. Dans : *Pork quality : genetic and metabolic factors*, Puolanne, E., Demeyer, D. et Ellis, S. (éds). CAB Int., Wallingford, UK.
- Essen-Gustavsson, B., Karlsson, A., Lundström, K. et Enfält, A.C. (1994). Intramuscular fat and muscle fibre lipid content in halothane-gene free pigs fed high or low protein diets and its relation to meat quality. *Meat Sci.*, 38 : 269-277.
- Fernandez, X., Monin, G., Mourot, J., Couespel-Lebret, B., Gilbert, S., Sirami, J. et Malter, D. (1996). Influence de la teneur en lipides intramusculaires sur l'acceptabilité par les consommateurs de la viande de porc et du jambon cuit. *Journées Rech. Porcine France*, 28 : 163-170.
- Fernandez, X. et Tornberg, E. (1991). A review of the causes of variation in muscle glycogen content and ultimate pH in pigs. *J. Muscle Foods*, 2 : 209-235.
- Gandemer, G., Pichou, D., Bouguennec, B., Caritez, J.C., Berge, P., Briand, E. et Legault, C. (1990). Influence du système d'élevage et du génotype sur la composition chimique et les qualités organoleptiques du muscle Long dorsal chez le porc. *Journées Rech. Porcine France*, 22 : 101-110.
- García-Macias, J.A., Gispert, M., Oliver, M.A., Diestre, A., Alonso, P., Muñoz-Luna, A., Siggers, K. et Cuthbert-Heavens, D. (1996). The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. *Anim. Sci.*, 63 : 487-496.

- Girard, J.P., Bout, J. et Salort, D. (1988). Lipides et qualités du tissu adipeux, facteurs de variation. *Journées Rech. Porcine France*, 20 : 255-278.
- Guéblez, R., Bouyssière, M. et Sellier, P. (1996). Evaluation sensorielle de différents produits issus de porcs de génotype halothane connu. *Journées Rech. Porcine France*, 28 : 45-52.
- Guéblez, R., Paboeuf, F., Sellier, P., Bouffaud, M., Boulard, J., Brault, D., Le Tiran, M.H. et Petit, G. (1995). Effet du génotype halothane sur les performances d'engraissement, de carcasse et de qualité de la viande du porc charcutier. *Journées Rech. Porcine France*, 27 : 155-164.
- Janss, L.L.G., Van Arendonk, J.A.M. et Brascamp, E.W. (1994). Identification of a single gene affecting IM fat in Meishan crossbred using Gibbs sampling. Dans : *Proceed. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, 18 : 361-364.
- Janss, L.L.G., Van Arendonk, J.A.M. et Brascamp, E.W. (1997). Bayesian statistical analyses for presence of single genes affecting meat quality traits a crossed pig population. *Genetics*, 145 : 395-408.
- Josell, A., Von Seth, G. et Tornberg, E. (1998). The quality of dry-cured smoked ham from different pig cross-breeds and RN-genotypes. Dans : *Proceed. 44th IcoMST*, pp. 914-915.
- Larzul, C., Le Roy, P., Guéblez, R., Talmant, A., Gogué, J., Sellier, P. et Monin, G. (1997). Effect of halothane genotype on growth, carcass and meat quality traits of pigs slaughtered at 95 kg or 125 kg liveweight. *J. Anim. Breed. Genet.*, 114 : 309-320.
- Lawrie, R.A. (1966). *Meat Science*. Pergamon Press, London.
- Lebret, B., Massabie, P., Juin, H., Mourot, J., Clochefert, N., Mounier, A., Chevillon, P., Bouyssière, M. et Le Denmat, M. (1998). Influence des conditions d'élevage sur les performances de croissance du porc et la qualité des viandes. 2. Caractéristiques du muscle et du tissu adipeux et qualités technologiques et organoleptiques du jambon sel-sec. *Journées Rech. Porcine France*, 30 : 43-50.
- Lefaucheur, L., Le Dividich, J., Mourot, J., Monin, G., Ecolan, P. et Krauss, D. (1991). Influence of environmental temperature on growth, muscle and adipose tissue metabolism, and meat quality in swine. *J. Anim. Sci.*, 69 : 2844-2854.
- Le Roy, P., Juin, H., Caritez, J.C., Billon, Y., Lagant, H., Elsen, J.M. et Sellier, P. (1996). Effet du génotype RN sur les qualités sensorielles de la viande de porc. *Journées Rech. Porcine France*, 28 : 53-56.
- Malmfors, B., Lundström, K. et Hansson, I. (1978). Fatty acid composition of porcine backfat and muscle lipids as affected by sex, weight and anatomical location. *Swed. J. Agr. Res.*, 8 : 25-38.
- Matassino, D., Grasso, F., Girolami, A. et Cosentino, E. (1987). Eating quality of seasoned ham in eight pig genetic types. *Curr. Top. Vet. Med. Anim. Sci.*, 38 : 393-410.
- Monin, G. (1983). Influence des conditions de production et d'abattage sur les qualités technologiques et organoleptiques des viandes de porc. *Journées Rech. Porcine France*, 15 : 151-176.
- Monin, G., Larzul, C., Le Roy, P., Culioli, J., Mourot, J., Rousset-Akrim, S., Talmant, A., Touraille, C. et Sellier, P. (1999). Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. *J. Anim. Sci.*, 79 : 408-415.
- Monin, G. et Sellier, P. (1985). Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate *post mortem* period : the case of the Hampshire breed. *Meat Sci*, 13 : 49-63.
- Monte Costa, A.J. et Bento, O.P. (1992). Estudo do efeito de cruzamentos e ano de produção nas características reológicas do presunto típico de Barrancos. II. *Coloquio sobre el Cerdo Mediterráneo*, Badajoz, 25-27 mars 1992.

- Monte Costa, A.J., Bento, O.P., Almeida, O.P. et Matias, E.C. (1992). Estudo do efeito de cruzamentos e ano de produção nas características físico-químicas e tecnológicas do presunto típico de Barrancos. *II. Cobquoio sobre el Cerdo Mediterráneo*, Badajoz, 25-27 mars 1992.
- Mourot, J., Aumaître, A., Peiniau, P. et Chevillon, P. (1992). Effet de l'apport de vitamine C sur les performances de croissance et la qualité de la viande chez des porcs Large White et croisés Large White x Piétrain. *Journées Rech. Porcine France*, 24 : 55-64.
- Mourot, J., Chauvel, J., Le Denmat, M., Mounier, A. et Peiniau, P. (1991). Variations du taux d'acide linoléique dans le régime du porc : effets sur les dépôts adipeux et sur l'oxydation du C18:2 au cours de la conservation de la viande. *Journées Rech. Porcine France*, 23 : 357-364.
- Nanni Costa, L. (1996). Fattori che influiscono sull'attitudine della carne suina alla trasformazione. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterráneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 107-114.
- Naveau, J. (1986). Contribution à l'étude du déterminisme génétique de la qualité de la viande porcine. Héritabilité du rendement technologique Napole. *Journées Rech. Porcine France* 18 : 265-276.
- Neves, J.A., Costa, A.M. et Nunes, J.L.T. (1996a). L'effet du génotype sur les caractéristiques finales du jambon traditionnel de Barrancos. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterráneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 235-240.
- Neves, J.A.F., Sabio, E., Costa, A.M., Freitas, A.B. et Nunes, J.L.T. (1996b). Effet de la restriction alimentaire pendant la croissance et de l'aliment d'engraissement dans les caractéristiques du jambon sec du porc Alentejano. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterráneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 89-92.
- Neves, J.A.F., Sabio, E., Freitas, A.B. et Almeida, J.A. (1996c). Déposition des lipides intramusculaires dans le porc Alentejano. L'effet du niveau nutritif pendant la croissance et régime alimentaire pendant l'engraissement. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterráneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 93-96.
- Ollivier, L., Sellier, P. et Monin, G. (1975). Déterminisme génétique du syndrome d'hyperthermie maligne chez le porc de Piétrain. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 7 : 159-166.
- Parolari, G., Rivaldi, P., Leonelli, C., Bellati, M. et Bovis, N. (1988). Colore e consistenza del prosciutto crudo in rapporto alla materia prima y alla tecnica de stagionatura. *Ind. Conserve*, 63 : 45-49.
- Petersen, J.S., Henckel, P., Maribo, H., Oksbjerg, N. et Sorensen, M.T. (1997). Muscle metabolic traits, *post-mortem* pH decline and meat quality in pigs subjected to regular physical training and spontaneous activity. *Meat Sci.*, 46 : 259-275.
- Poma, J.P. (1989). Influence d'une alimentation porcine riche en maïs sur les qualités de jambons secs. *Colloque 'Production porcine en Europe Méditerranéenne'*, Ajaccio, 14-16 novembre 1989.
- Pugliese, C., Franci, O., Bozzi, R., Acciaioli, A. et Parisi, C. (1996). Utilizzazione della razza Cinta Senese per la produzione del prosciutto toscano. 1. Caratteristiche fisico-chimiche della carne. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterráneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 211-214.
- Rajic, I.D. (1971). The effect of ascorbic acid on the prevention of muscle degeneration and pale soft and exudative meat in swine. *Acta Vet. Scand.*, 21 : 253-265.
- Rosenbauer, H., Honikel, K.O., Müller, W.D. et Przytulla, J. (1998). Vitamin E and rapeseed oil in feed of pigs. Dans : *Proceed. 44th IcoMST*, 626-627.
- Rousset, S., Touraille, C., Solignat, G. et Molenat, M. (1990). Qualités organoleptiques de jambons secs préparés à partir de porcs issus de 4 génotypes. *Symp. Porcs Chinois*, Toulouse, pp. 261-262.

- Ruiz, J. (1997). La grasa y el perfil sensorial del jamón y características de la grasa diferenciadoras de distintos tipos de jamón. *El Guijuelo*, 1 : 20-21.
- Santoro, P. et Lo Fiego, D.P. (1987). The quality of Parma hams as related to halothane reactivity. *Curr. Top. Vet. Med. Anim. Sci.*, 38 : 429-436.
- Sather, A., Jones, S.D.M., Tong, A.K.W. et Murray, A.C. (1991). Halothane genotype by weight interactions on pig meat quality. *Can. J. Anim. Sci.*, 71 : 645-658.
- Sellier, P. et Monin, G. (1994). Genetics of pig meat quality : a review. *Journal of Muscle Foods*, 5 : 187-219.
- Sellier, P., Monin, G. et Talmant, A. (1985). Aptitude de divers types génétiques de porcs à la fabrication du jambon sec. Dans : *Proceed. 31st IcoMST*, pp. 7-10.
- Simon, M.N., Jacquin, M.P., Liardou, M.H., Daridan, D. et Legault, C. (1997). Recherches de références sur les possibilités de valoriser les porcs Gascons et Limousins par des produits de qualité. 3. Qualités sensorielles des jambons sel-sec. *Journées Rech. Porcine France*, 29 : 397-405.
- Toldra, F., Flores, M., Aristoy, M.C., Virgili, R. et Parolari, G. (1996). Pattern of muscle proteolytic and lipolytic enzymes from light and heavy pigs. *J. Sci. Fd Agr.*, 71 : 124-128.
- Ventanas, J., Ruiz, J., Antequera, T., Martín, L., García, C., Tejeda, J.F. et Cava, R. (1997). Características de la materia prima y del producto que determinan la calidad del jamón Ibérico : composición de la grasa. *Eurocarne*, 62 : 35-42.
- Virgili, R., Parolari, G., Schivazappa, C., Bordini, C.S. et Borri, M. (1995). Sensory and texture quality of dry-cured ham as affected by endogenous cathepsin B activity and muscle composition. *J. Food Sci.*, 60 : 1183-1186.
- Virgili, R., Schivazappa, C., Soresi Bordini, C. et Segatori, S. (1996). Evoluzione stagionale dell'attività proteolitica (catepsina B) nella carne fresca ed effetto sulle proprietà reologiche del prosciutto di Parma. Dans : *Atti III Simposio Internazionale sul Suino Mediterraneo. Produzione Animale*, 9, numero speciale 1996, pp. 183-186.
- Zanardi, E., Novelli, E., Ghiretti, G.P., Dazzi, G. et Chizzolini, R. (1998). Oil and vitamin E supplementation and colour stability of fresh and processed pork. Dans : *Proceed. 44th IcoMST*, pp. 628-629.