

# 骨付き生ハムの製造とその微生物学および理化学的性質

三上正幸・島田謙一郎・関川三男

帯広畜産大学畜産科学科, 帯広市 080-8555

(2004. 10. 8 受付, 2004. 11. 29 受理)

**要 約** 乾塩法により長期熟成タイプの骨付き生ハムを製造した。塩漬は9月下旬から始め、その後乾燥、洗浄、脂肪塗布を行い1年、1.5年および2年間熟成したものについて、微生物学的、理化学的性質および官能特性について調べた。表面の微生物検査では、一般細菌数および乳酸菌数が最大で $1.8 \sim 5.6 \times 10^2$  cfu/cm<sup>2</sup>であったが、ほとんどは30以下または0であった。大腸菌群はすべて陰性、真菌類は最大で $3.6 \times 10^2$  cfu/cm<sup>2</sup>、他は30以下または0であった。ハムの内部は4カ所の筋肉部位について分析した。その結果、細菌数はすべての部位で300以下または0であった。pHは5.7~5.9、食塩濃度は7.9~9.6%、水分活性は0.83~0.87、水分含量は51.7~61.7%、亜硝酸根は0.1~0.3 ppmであった。ペプチド量と総遊離アミノ酸量は熟成とともに増加し、2年間熟成したものが最高値を示し、それぞれ100g当たり2,278.6 mg および3,913.2 mgであった。個々の遊離アミノ酸では、Lysがもっとも多く、次いでGlu, Leu, Ala, Argの順であった。官能評価では色調が高く、匂いは低い傾向が認められた。なお、総合評価では1.5年間熟成のものが高い値であった。

日本畜産学会報, 76 (1) : 29-38, 2005

ハムとは、本来、ブタのもも肉のことであるが、わが国では、一般に豚肉の種々の部位を塩漬し、燻煙、加熱または乾燥したものをハムと称している。生ハムという食肉製品は、日本農林規格や食品衛生法における食肉製品の規格基準にはないので、昭和57年に食品衛生法の改正が行われ、生ハムは加熱しなくても食べることができる非加熱食肉製品として新たに加えられた。わが国における生ハムは豚ロース肉を原料とするものが多いが、ヨーロッパ、とくにイタリアやスペインにおいては骨付き豚もも肉が一般的である。わが国では加熱しない骨付きハムの生産は少なく、1996年にイタリアから、また2000年にはスペインから輸入され、消費量は少ないが毎年増加している。

わが国で一般的に製造されている生ハムは2~3週間の短期間で完成するが、スペインのセラーノハムは9~12ヵ月、イベリアハムは18~24ヵ月、イタリアのパルマハムは12ヵ月以上の長期間の熟成を必要とする。骨付き生ハムの製造において乾燥・熟成は常温で行われるが、非加熱でも腐敗しにくいのは、寒くなる季節の塩漬開始、食塩と乾燥による水分活性の低下などにより、微生物の生育を抑制することが主な要因である (Comaposadaら2000; Boadasら2001)。このような長期間の乾燥・熟成中にタンパク質分解や脂肪分解によって特有の味や風味を生成する (GonzalezとOckerman2000)。微

生物は骨付き生ハムの内部でほとんどみられないためその寄与は少なく (MolinaとToldrá1992; Toldrá1998)、タンパク質は主に筋肉内在性プロテアーゼにより分解され、さらに低分子のペプチドや遊離アミノ酸が増加する (AristoyとToldrá1991; Toldráら1992)。

ヨーロッパでは優れた生ハムは原産地呼称制度により厳しい条件のもとで生産管理され、その品質はブタの品種、飼育条件、原料肉、塩漬方法および風 (温度と湿度) などの管理が大切で、これらの中でも原料肉と熟成条件がもっとも重要であるといわれている (Arnau1993)。80年代後半からはスペインの研究者により、生ハムに関する数多くの報告があり、総説もいくつかある (ToldráとEtherington1988; ToldráとFlores1998, GonzalezとOckerman2000)。このように本格的な骨付き生ハムは1~2年間の乾燥・熟成期間を要し、わが国では生産技術が確立されていないと考えられる。

本研究では十勝の自然環境のもとで骨付き豚もも肉を用い、スペインとイタリアの製法を参考にして骨付き生ハムを製造し、その微生物学的、理化学的性質および官能特性について調べた。

## 材料および方法

### 1. 骨付きハムの製造

骨付き豚もも肉は、屠畜後1日目の十勝産のブタから

連絡者: 三上正幸 (fax: 0155-49-5577, e-mail: mikami@obihiro.ac.jp)

得たもので、その重量は10~11kg、平均10.5kgであった。原料肉のpHは5.5-6.2で、平均は5.7であった。塩漬開始は外気温が10℃以下になる9月下旬から始めた。塩漬剤は食塩が原料肉重量に対して25%、胡椒、砂糖およびニュー硝素（硝酸カリ10%、亜硝酸ナトリウム5%、食品素材85%、千代田商工、東京）は食塩量に対して、それぞれ0.5%、0.5%、0.4%とした。骨付き生ハムの塩漬は1度に4本同時に行い、7回繰返し、合計28本を2℃の冷蔵庫で行った。塩漬剤は全体の1/2量を初日に、1/4は3日目に、残り1/4は7日目に表面に擦り込んだ。2週間の塩漬終了後、ハム表面の食塩を充分に取り除き、紐をかけて常温の熟成庫に吊り下げた。この時塩漬で排出されたドリップ量は、0.42~1.05ℓで平均は0.72ℓであった。塩漬は秋から冬にかけて行うため、気温が氷点下となる時は、ハムが凍結しないように熟成庫内を0~6℃に調節した。また容器に水を入れて湿度を70~80%前後に保持し、換気にも注意しながら乾燥・熟成させた。毎日、朝夕に温度と湿度を記録し、湿度の低い時は加湿した。次いで、2.5ヵ月目に温水（30~40℃）で表面を洗浄し、さらに乾燥・熟成した。4ヵ月目にハム表面の赤肉が露出している部分に豚背脂肪を塗布した。これは過剰な乾燥を防ぐため、塗布した豚背脂肪は、豚背脂肪の小片に8割重量の小麦粉を混和し、この混合物に食塩と胡椒をそれぞれ3%および1%加え、肉挽き機でペースト状にしたものである。気温が15℃より高く、湿度が上がる6月頃からかびが生えるので、9月末まで除湿器を用いて湿度を60%前後に調整し、塩漬日から1年、

1.5年および2年後に試料を採取した。

分析は1年、1.5年および2年熟成の各3本を7回繰返し、残り7本は官能検査と可食部分の歩留り計算に用いた。原料肉に対する製品歩留りは71.1~78.5%、平均は75.5%であり、2年熟成のものは1年熟成よりも僅かに低い傾向にあった。また、製品重量に対する可食部分の歩留りは52~56%であった。なお、乾燥・熟成中の温度と湿度を図1に示した。

## 2. 微生物検査

ハム表面の微生物検査は、4ヵ所（A, B, C, D、表1写真）から拭取り法で行った。一ヵ所の面積は9cm<sup>2</sup>で、綿棒により表面を拭き取り、9mlの滅菌生理食塩水の入った試験管に入れて攪拌した。次にハムの中央部を切断し、大腿二頭筋（*M. biceps femoris*, BF）、大腿四頭筋（*M. quadriceps femoris*, QF）、半膜様筋（*M. semimembranosus*, SM）および半腱様筋（*M. semitendinosus*, ST）の4筋肉部位（表2写真）から試料を採取した（ToldráとFlores 1998）。生ハム内部の細菌数は表面の微生物に汚染されないように火炎下で注意深く筋肉部位を取り出して細切し、試料10gに90mlの滅菌生理食塩水を加えて均質化した。これらを10段階積法によって、各種の微生物検査に使用した。

一般生菌数は希釈平板法で、標準寒天培地（栄研化学、東京、約40℃）を用い、培養は37℃、48時間行なった。乳酸菌数はMRS寒天培地（OXOID, Hampshire, England）を用いて一般生菌数と同様に希釈平板法で行い、37℃で72時間培養した。一般生菌数および乳酸菌数は

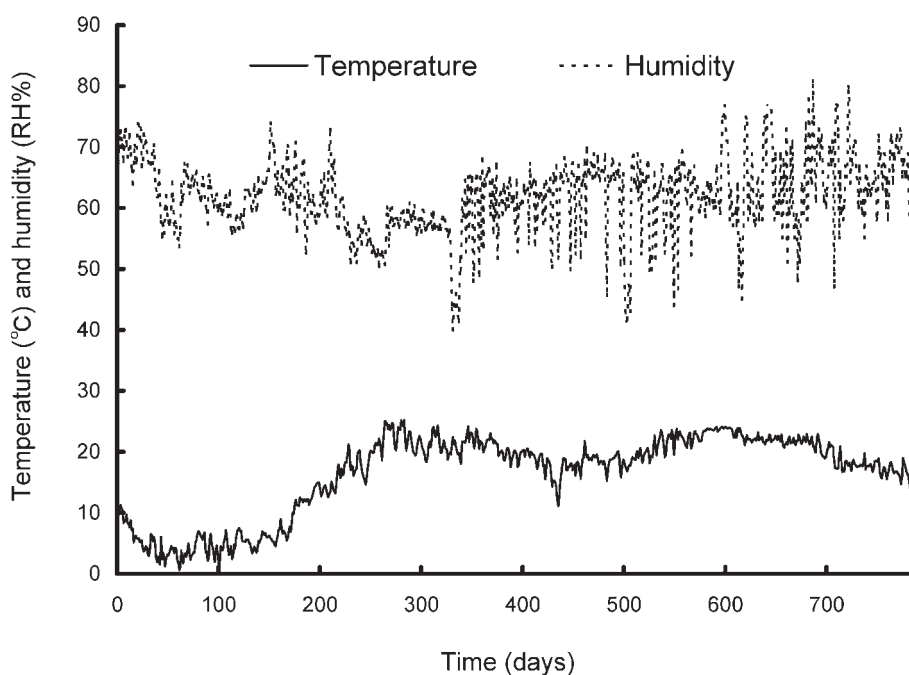


Fig. 1. Temperature and humidity during ripening of dry-cured ham.

培養後に集落を計測し、1 cm<sup>2</sup>または1 g 当りの一般生菌数および乳酸菌数とした。

大腸菌群はクロモカルト COLIFORM 寒天培地 (MERCK, Darmstadt, Germany) を用いて希釈平板法を行い、37°C で24時間培養した。真菌数はポテトデキストロース寒天培地 (BBL, Cockeysville, MD, USA) を用いて希釈平板法を行い、室温で7~10日間培養した。

### 3. 理化学的分析

細切試料5gに蒸留水45mlを加え、氷水中でホモジナイズした。これを17,000×g、0°Cで30分間遠心分離し、東洋ろ紙 No. 5C でろ過した。ろ液はpH、食塩濃度、ペプチド量および遊離アミノ酸量測定用の試料に用いた。pHの測定は上述で得られたろ液を小試験管に約3ml採り、pHメーター (HM-5S, 東亜, 東京) で測定した。

食塩濃度の測定は上述で得られたろ液を食塩濃度測定用試験管に約13ml採り、あらかじめ蒸留水と3%の食塩水で調整した食塩メーター (TM-25, 竹村電機, 東京) を用い、室温で測定した。水分含量の測定は秤量瓶に細切試料約2gを精秤し、125°Cで恒量になるまで加熱乾燥した。

水分活性の測定はROTRONIC社 (Basserdorf, Switzerland) AW-α型を用い、これを20°Cの恒温室に入れ、温度が安定するまで静置した。試料は分析日に約10gを真空包装して冷蔵したもので、2~3gを専用シャーレに入れ、安定する15~20分後に測定した。

亜硝酸根の測定は、細切試料5gに熱湯40mlを加えてホモジナイズした後、100mlのメスフラスコに30mlの熱湯を使って移し変えた。これに0.5N水酸化ナトリウム水溶液5mlと12%硫酸亜鉛5mlを加えて攪拌し、80°Cの恒温水槽で20分間加熱した後、室温にして定容した。これを東洋ろ紙 No. 5C でろ過したものを検液とした。試薬はスルファニルアミド溶液とナフチルエチレンジアミン溶液を用い、発色後に540nmの吸光度を測定し、亜硝酸根を算出した。

ペプチド量および遊離アミノ酸量の測定は、上述で得られたろ液4mlに等量の4% TCA溶液を混合し、37°Cの恒温水槽で30分静置した後ろ過した。このろ液、2% TCA可溶性画分をペプチド量および遊離アミノ酸量の測定に用いた。ペプチド量の測定法はローリー法により行い、標準物質には牛アルブミンを用いた。

遊離アミノ酸の測定はペプチド量測定に用いた2% TCA可溶性画分を20倍希釈して用いた。この希釈試料約300μlを専用チューブに入れ、分析は日本分光(株) (東京) アミノ酸分析システム (New8000 シリーズ) を用い、カラムはAA pak Li<sup>+</sup>型を用いた。アミノ酸標準混合溶液は和光純薬(株) (大阪) のアミノ酸標準混合液 (AN型およびB型) を用いた。

### 4. 官能評価

試料をスライサーで厚さ1mmに切り、本学学生およ

び教職員108人のパネリストに供した。評価項目は色調、匂い、味、風味、総合評価とし、5段階評価で行った (5: 大変好ましい~1: 大変好ましくない)。

### 5. 統計処理

理化学的諸性質およびペプチド量・遊離アミノ酸量のデータは平均値と標準偏差で表し、各項目間の有意差検定は、Duncan's multiple-range testにより、5%以下の危険率を有意とした。

## 結果および考察

### 1. 表面および内部の微生物

生ハム表面の微生物数は、1年以上の熟成期間において差がなかったため、1年、1.5年および2年熟成の試料21本の最大値と最小値を示した (表1)。一般生菌数の最大値は $5.6 \times 10^2$  cfu/cm<sup>2</sup>であったが、ほとんど30以下または0と低い値であり、拭取り箇所による相違はなかった。乳酸菌数の最大値は $1.8 \times 10^2$  cfu/cm<sup>2</sup>であったが、一般生菌数と同様にほとんど30以下または0であった。これらの細菌はコロニーの形状、運動性、色およびカタラーゼテスト等から、主なものはBacillus, Micrococcusおよび乳酸菌と推定された。Bacillusは栄養条件が良くないと芽胞を形成して生き残り、Micrococcusは乾燥や比較的高い塩濃度の環境にも生育することが知られている。また、これら細菌は空気中などに広く分布しているので、乾燥・熟成中にハム表面に付着したことが考えられた。

ハム表面の大腸菌群はいずれも陰性であったが、これは一般生菌数や乳酸菌数がほとんど30以下または0と少ないことから、大腸菌群の存在する可能性がないことが推察出来た。真菌数は最大値で $3.6 \times 10^2$  cfu/cm<sup>2</sup>のもであったが、ほとんどの試料は30以下または0であった。この場合生育した主なかびは、青かびまたは黒かびであった。このようにハム表面にほとんど微生物が存在しないのは、初期では食塩と表面の乾燥によるため、中後期では表面の乾燥と厚い脂肪層、さらに赤肉部分には豚背脂肪を塗布しているために水分あるいは栄養分が少なく、増殖しにくい条件であることが推察された。しかし、表面のかびは温度が15°C以上で湿度が60%以上になると発生するので、注意しなければならなかった。

スペインの生ハムでは表面に白かび、青かびまたは黒かびなどがみられるが、この中には毒性のあるかびも生育しているという報告もあるので (Rojasら1991; Núñezら1996)、本研究ではかびが発生しないように注意した。すなわち、温度が15°C以上になると除湿器を使用して、湿度を50~60%に下げることによりかびの発生を抑えることが出来た。骨付きハムのJAS規格によると、外観でかびの生えているものは採点の基準が低くなるので、かびを生育させないほうが安全であり、良い結果をもたらす、さらに熟成庫内にかびの胞子を拡散さ

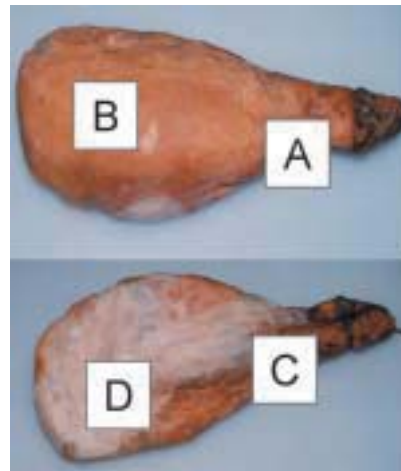
Table 1. Bacterial counts on the surface of dry-cured ham

Place	Common bacteria	Lactic acid bacteria	Coliform group
A	0~2.6×10 <sup>2</sup>	0~4.4×10	ND
B	0~5.2×10 <sup>2</sup>	0~1.8×10 <sup>2</sup>	ND
C	0~3.7×10 <sup>2</sup>	0~1.3×10 <sup>2</sup>	ND
D	0~5.6×10 <sup>2</sup>	0~<30	ND

n=21, unit ; cfu /cm<sup>2</sup>, ND ; not detect.

Place	Mold & yeast
A	0~4.8×10
B	0~5.6×10
C	0~1.3×10 <sup>2</sup>
D	0~3.6×10 <sup>2</sup>

n=21, unit ; cfu /cm<sup>2</sup>.



せないことになる。Cordero と Zumalacárregui (2000) は生ハムの塩漬剤から分離された細菌は *Micrococaceae* が優勢で、このうち 60% は *Staphylococcus*, 25% は *Micrococcus* などが占めていたことを報告している。Hernández と Huerta (1993) によると、ハム表面の一般生菌や好塩菌は 10<sup>4</sup>~10<sup>6</sup> cfu/g, 乳酸菌は 10<sup>3</sup>~10<sup>5</sup> cfu/g, *Bacillus* は 10<sup>3</sup> cfu/g の範囲で推移し、大腸菌群は 10<sup>3</sup> cfu/g から 14 ヶ月には 10<sup>0</sup> cfu/g のオーダーまで減少することを示した。また、Rodríguez ら (1994) によると、イベリアハムの乾燥・熟成中に表面 (最高 10<sup>8</sup> cfu/g) や内部 (最高 10<sup>4</sup> cfu/g) の細菌は増殖するが、その後減少し、内部では 450 日、表面では 700 日目には 0 となり、この時の主要な細菌は *Staphylococcus xylosus* であったと報告している。これらのことからハム表面の細菌は本実験で示したように *Micrococaceae* が主であり、熟成後期には減少してほぼ 0 となると考えられる。

内部の細菌数については筋肉部位 BF, QF, SM, ST の 4 カ所について行い、その結果を表 2 に示した。表面の場合と同様に 1 年以上過ぎると熟成期間による差はみられず、一般生菌数および乳酸菌数はほとんど 0 であった。300 以下で表示しているものは、培養したシャーレに 1~10 個のコロニーが観察される程度で、コロニーの形態や色などから主な細菌は *Micrococcus* であるが、*Bacillus* もみられた。これらの細菌はハム表面に存在していたことから、これに由来していると考えられた。大腸菌群は表面にも存在しなかったように、内部において

も陰性であった。

骨付き生ハム内部の細菌は、*Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus* が分離されたという報告がある (Bartholomew と Blumer 1977)。Chizzolini ら (1993) はパルマハム内部の生菌数は最高で 10<sup>5</sup>~10<sup>6</sup> cfu/g であったが、製品になる頃には 10<sup>2</sup>~10<sup>4</sup> cfu/g に下がると報告している。これに対し本実験における内部の生菌数は非常に少ないことが分かった。これは微生物の増殖に不可欠な水分を食塩の脱水作用で除去し、出来るだけかびを発生させないで乾燥・熟成させたので、今回の骨付き生ハムは微生物学的に衛生的で安全なものになったと考えられた。

## 2. 理化学的性質

骨付き生ハムの筋肉部位 4 カ所 BF, QF, SM および ST の諸性質を表 3 に示した。pH 値は 1 年および 1.5 年熟成のもので 5.9, 2 年熟成ではわずかに下がり 5.7~5.8 であった。実験に用いた原料肉の pH は、屠畜後 1 日目で 5.5~6.2 の範囲にあり、6.0 以上のものも多かった。しかし、1~2 年後の製品ではほとんど 6.0 以下となった。pH の高い DFD 肉を用いた生ハムについては、Guerrero ら (1999) によると、軟らかく、ペースト状でもろく、そして付着しやすいことなどが報告されている。また、Newton と Gill (1981) によると、原料肉の pH が 6.2 をこえたものは微生物の生育の点から好ましくないと報告している。しかし、今回の原料肉は屠畜 1 日目の新鮮



骨付き生ハムの製造とその性質

Table 2. Bacterial counts in the inside of dry-cured ham

Muscle	Common bacteria	Lactic acid bacteria	Coliform group
BF	0~<300	0~<300	ND
QF	0~<300	0~<300	ND
SM	0~<300	0~<300	ND
ST	0~<300	0~<300	ND

n=21, unit ; cfu/g, ND ; not detect.

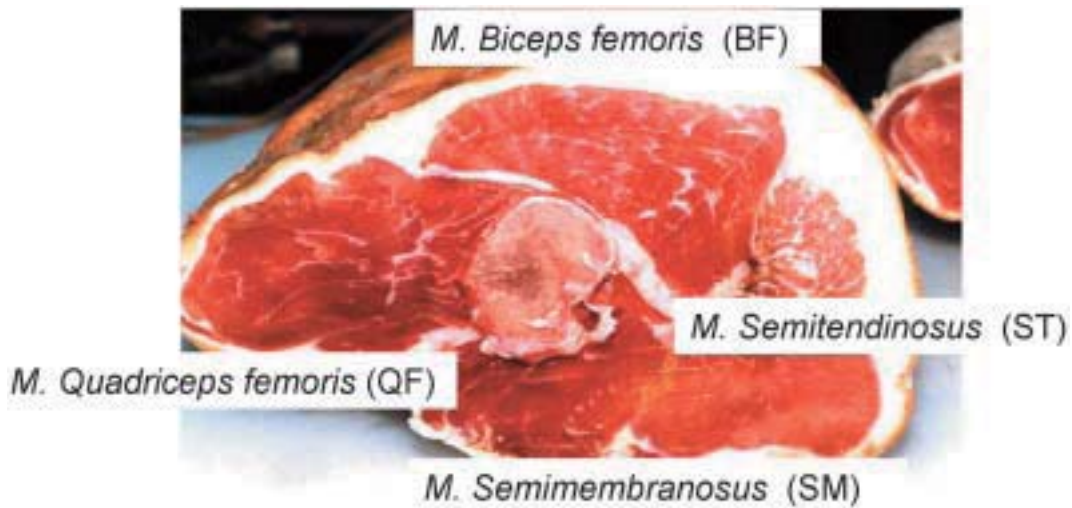


Table 3. Physico-chemical parameters of dry-cured ham

Muscle	pH	NaCl (%)	Moisture (%)	Aw	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (ppm)
BF	5.9±0.1 <sup>a</sup>	8.6±1.5 <sup>a</sup>	61.7±1.8 <sup>b</sup>	0.87±0.03 <sup>a</sup>	0.1±0.1 <sup>ab</sup>
QF	5.9±0.1 <sup>a</sup>	8.5±1.4 <sup>a</sup>	60.7±1.8 <sup>ab</sup>	0.87±0.03 <sup>a</sup>	0.2±0.0 <sup>a</sup>
SM	5.9±0.1 <sup>a</sup>	7.9±1.4 <sup>a</sup>	59.0±3.5 <sup>a</sup>	0.87±0.03 <sup>a</sup>	0.2±0.1 <sup>a</sup>
ST	5.9±0.1 <sup>a</sup>	7.9±1.6 <sup>a</sup>	59.2±1.3 <sup>ab</sup>	0.87±0.03 <sup>a</sup>	0.1±0.0 <sup>a</sup>

Sample : 1 year, n : 7, Average±SD.

Muscle	pH	NaCl (%)	Moisture (%)	Aw	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (ppm)
BF	5.9±0.2 <sup>a</sup>	9.5±1.2 <sup>a</sup>	59.8±3.1 <sup>a</sup>	0.84±0.03 <sup>a</sup>	0.3±0.2 <sup>a</sup>
QF	5.9±0.1 <sup>a</sup>	9.5±1.1 <sup>a</sup>	58.3±2.4 <sup>a</sup>	0.84±0.03 <sup>a</sup>	0.2±0.2 <sup>a</sup>
SM	5.9±0.1 <sup>a</sup>	9.3±1.0 <sup>a</sup>	56.5±3.2 <sup>a</sup>	0.85±0.03 <sup>a</sup>	0.3±0.2 <sup>a</sup>
ST	5.8±0.1 <sup>a</sup>	8.6±1.6 <sup>a</sup>	56.1±2.6 <sup>a</sup>	0.84±0.03 <sup>a</sup>	0.2±0.3 <sup>a</sup>

Sample : 1.5 years, n : 7, Average±SD.

Muscle	pH	NaCl (%)	Moisture (%)	Aw	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (ppm)
BF	5.8±0.2 <sup>a</sup>	9.5±1.5 <sup>a</sup>	58.7±3.5 <sup>c</sup>	0.84±0.02 <sup>a</sup>	0.1±0.2 <sup>a</sup>
QF	5.8±0.2 <sup>a</sup>	9.6±1.8 <sup>a</sup>	57.8±3.1 <sup>bc</sup>	0.84±0.03 <sup>a</sup>	0.3±0.3 <sup>a</sup>
SM	5.7±0.1 <sup>a</sup>	8.9±2.4 <sup>a</sup>	53.8±4.6 <sup>ab</sup>	0.83±0.03 <sup>a</sup>	0.2±0.1 <sup>a</sup>
ST	5.7±0.1 <sup>a</sup>	8.6±2.3 <sup>a</sup>	51.7±4.5 <sup>a</sup>	0.84±0.03 <sup>a</sup>	0.1±0.1 <sup>a</sup>

Sample : 2 years, n : 7, Average±SD.

Mean values in the same row with different superscript were significantly different (P<0.05).

なもので、塩漬による食塩により細菌の生育は抑えられ、前述のように細菌数、外観および味において問題はなかった。PSE肉を用いて製造した乾塩ハムの性質においては、実質的な影響は認められなかったという Bañónら(1998)の報告もあり、原料肉のpH測定は製造上大切な項目であるが、6.0以上でも新鮮なものは問題がなかった。

食塩濃度は1年熟成では7.9~8.6%であり、1.5年熟成では8.6~9.5%、2年熟成では8.6~9.6%と、1年熟成よりも2年熟成の方が高い傾向にあった。また筋肉部位間ではSTが他のものよりも低かったが、これは表面が厚い皮下脂肪に包まれ、また脂肪交雑が多いために、食塩が浸透しにくかったことが考えられた。本実験の食塩濃度は予備実験で製造したものに比べて低い値であったのは、ハムの洗浄を3ヵ月から2.5ヵ月に、さらに脂肪塗布を5ヵ月から4ヵ月に早めたためである。さらに、現在では塩漬時の食塩濃度を10%にして、塩漬期間を14日から、原料肉1kg当たり1日にすることにより、製品の食塩濃度をさらに下げることが出来ると考えられた。

食品衛生法において乾塩法の場合は、6%以上の食塩を用いて塩漬することが規定されている。ヨーロッパでは「生ハムは5.5%以上の食塩濃度でなければならない」とされ、一般的な骨付き生ハムの食塩濃度は6~10%であり(Martinら2004)、本実験のものより低い値が多かった。わが国における食肉製品は、食塩の取りすぎは高血圧や健康に良くないという考えが一般に広まり、ハムやソーセージなどは2%以下に減塩している。イベリアハムの塩漬時における一般的な食塩濃度は6%であるが、3%に減塩すると乾燥、硬さおよびランシッドフレーバーが増し、あまり好ましくないと報告されている(Andrésら2004)。

水分含量は1年熟成では59.2%~61.7%、1.5年熟成では56.1~59.8%、2年熟成では51.7~58.7%と熟成期間が長くなると水分の蒸発のため減少した。このように熟成中に水分は蒸発するので、前述の食塩濃度が熟成期間と共に上昇する主因と推察された。筋肉部位間ではほぼすべての熟成期間においてSTとSMがBFやQFよりも低い傾向にあった。これはSTには脂肪交雑が多いので水分が低く、SMは赤身の露出している部分であり、4ヵ月目に脂肪を塗布したが、そこからの水分蒸発により低い値になったと考えられた。非加熱食肉製品の水分規格はないが、骨付きハムのJAS規格は65%以下であり、1年熟成のBFとQFでは60.7~61.7%で、他のものでは59%であった(表3)。Rodríguezら(1994)は8ヵ月熟成したイベリアハムのBFでは51.2%、16ヵ月では50.4%と報告し、本実験の値よりも低い。これは本実験において原料肉から製品時までの水分蒸発量は、塩漬時重量の約1/4であったが、スペインのものは約1/3であるためと考えられた。

水分活性は1年熟成では0.87、1.5年熟成では0.84~0.85、2年熟成では0.83~0.84と熟成期間の増加にともない減少した。これらの値は先に述べた水分の減少による食塩の濃縮などが関係していると考えられた。水分活性は微生物が利用できる自由水の量であり、これは乾燥による水分含量の減少や、塩漬工程で浸透した食塩、さらに熟成中のタンパク質分解によって生成するペプチドや遊離アミノ酸の増加により影響される。非加熱食肉製品では、「燻煙または乾燥は0.95未満まで行うこと」が規定されており、市販の生ハムを測定すると0.90~0.94の範囲で、保存温度は4または10℃以下である。本実験における1年熟成の水分活性は0.87であるが、1.5年熟成では0.84となり、乾燥食肉製品に相当するもので、室温保存が可能となる。なお、本実験では厳冬期以外は常温で乾燥・熟成したものであった。8ヵ月熟成したイベリアハムの水分活性は0.79、16ヵ月では0.76という報告(Rodríguezら1994)や、一方Pérez-Alvarezら(1999)によると、10ヵ月熟成したスペインシユハムは0.78~0.848と報告し、様々な製品のあることが分かる。

亜硝酸根は、1年、1.5年および2年熟成でいずれも極めて低い値で、0.1~0.3ppmの範囲にあり、熟成期間および筋肉部位間において差はみられなかった。亜硝酸根は非常に少なかったが、断面の肉色は好ましいものであった。しかし、数時間空気さらすと褐変しやすかった。非加熱食肉製品の塩漬時の亜硝酸塩は200ppm以上という製造基準があり、本実験でもこれに準じて行ったが、1年あるいは2年の間に減少したと考えられた。

熟成中のペプチド量を表4に示した。1年熟成では100g当たり1,277.4~1,422.8mg、1.5年熟成では1,613.0~1,776.9mg、2年熟成では2,186.4~2,373.7mgであった。このように熟成期間が進むにつれてペプチド量は増加した。本実験において内部に細菌はほとんど存在しなかったため、これらの増加は筋肉内在性のプロテアーゼによると思われる。プロテアーゼは常温で2年間経てもまだ活性があることを示している。タンパク質の分解に関与する酵素はリソソーム系のカテプシンB、D、HおよびLで、これらの活性は食塩濃度、温度、pH、水分活性などに影響を受けるが、長期間の熟成中でも活性を保持し、継続的にタンパクを分解する(ToldráとEtherington 1988; Ricoら1991; Toldráら1997)。カテプシンDの活性は熟成6ヵ月目で消失するが、その他のカテプシンB、H、Lは熟成15ヵ月後でも、熟成初期の活性に比較して5~10%の活性を保持していた。しかし、塩分濃度が高い場合はプロテアーゼ活性が阻害され、タンパク質の分解に影響を与える(Toldráら1993)。一方カルパインは屠畜後の貯蔵中、肉の軟化の初期段階でタンパク質を分解することが知られているが、m-カルパインは食塩濃度の増加と共に活性化される。しかし、活性は熟成が進むにつれて急激に減少し、乾燥工程の初期には消失する

骨付き生ハムの製造とその性質

(Rosell と Toldrá 1996). これらのことから, カテプシン B, H および L がハムの熟成中における主要なプロテアーゼであることが分かり, これらの活性は原料豚肉, すなわち年齢あるい品種, 温度, 時間, 水分活性および食塩濃度などにより影響を受けるといふ (Toldrá ら 1997). この中で食塩濃度は重要で, 低いとプロテアーゼ活性は高くなり, 早期にペプチドなどが増加して風味の改善に寄与するが, 一方, 有害微生物などが繁殖し易くなる. また, 塩分が高いと官能的に塩辛さが問題となる. これをマスクするペプチドや遊離アミノ酸などの増加蓄積のため長期熟成が必要となる. すなわち, 食塩濃度と熟成期間のバランスが生ハム製造にとって重要である.

次に総遊離アミノ酸量を表 4 に示した. 1 年熟成では 100 g 当たり 3,030.0~3,123.0 mg, 1.5 年熟成では 3,211.7~3,419.2 mg, 2 年熟成では 3,640.1~3,913.2 mg であった. ペプチド量と同様熟成とともに総遊離アミノ酸量は

増加傾向にあった. しかし筋肉部位間における差はみられなかった. 各筋肉部位を平均した個々の遊離アミノ酸量を図 2 に示した. 遊離アミノ酸量は 1 年, 1.5 年および 2 年熟成において有意な差はなかったが, いずれも増加傾向にあり, Glu, Ala, Leu および Lys がとくに多く, 熟成と共に増加した. 100 g 当たりで Glu は 371.7~496.0 mg に, Ala は 238.5~303.3 mg, Leu は 259.1~352.0 mg, Lys は 393.4~511.2 mg であった. これらの値はセラードハムと類似していたが, イベリアハムの Glu は 900 mg, Lys は 850 mg などと比べるとかなり少ない値であった (Toldrá と Flores 1998). ペプチドや遊離アミノ酸が 1 年以上経ても増加することは, 生ハム中に存在するプロテアーゼの活性を主因とし, これによって蓄積されたペプチドや遊離アミノ酸などが生ハム特有の風味形成に寄与している (Toldrá ら 1997 ; Toldrá 1998). 筋肉内在性のジペプチジルペプチダーゼ (DPP I, II, III,

Table 4. Peptide and total free amino acid contents of dry-cured ham

Muscle	Peptides (mg/100 g)			Total free amino acids (mg/100 g)		
	1	1.5	2 (years)	1	1.5	2 (years)
BF	1,325.3±248.3 <sup>a</sup>	1,776.9±191.1 <sup>b</sup>	2,308.0±415.1 <sup>c</sup>	3,098.4±547.0 <sup>a</sup>	3,419.2±335.6 <sup>ab</sup>	3,913.2±752.1 <sup>b</sup>
QF	1,277.4±324.0 <sup>a</sup>	1,613.0±239.8 <sup>a</sup>	2,186.4±494.4 <sup>b</sup>	3,030.0±433.6 <sup>a</sup>	3,211.7±567.6 <sup>a</sup>	3,640.1±570.6 <sup>a</sup>
SM	1,422.8±264.4 <sup>a</sup>	1,660.4±216.6 <sup>a</sup>	2,373.7±388.0 <sup>b</sup>	3,090.1±595.5 <sup>a</sup>	3,286.7±533.3 <sup>a</sup>	3,902.4±964.0 <sup>a</sup>
ST	1,406.4±270.3 <sup>a</sup>	1,672.6±316.8 <sup>a</sup>	2,255.2±399.4 <sup>b</sup>	3,123.0±364.4 <sup>a</sup>	3,319.5±590.1 <sup>a</sup>	3,767.0±1,043.5 <sup>a</sup>

Data were expressed as an average±SD of 7 samples.

Mean values in the same column with different superscript were significantly different (P<0.05).

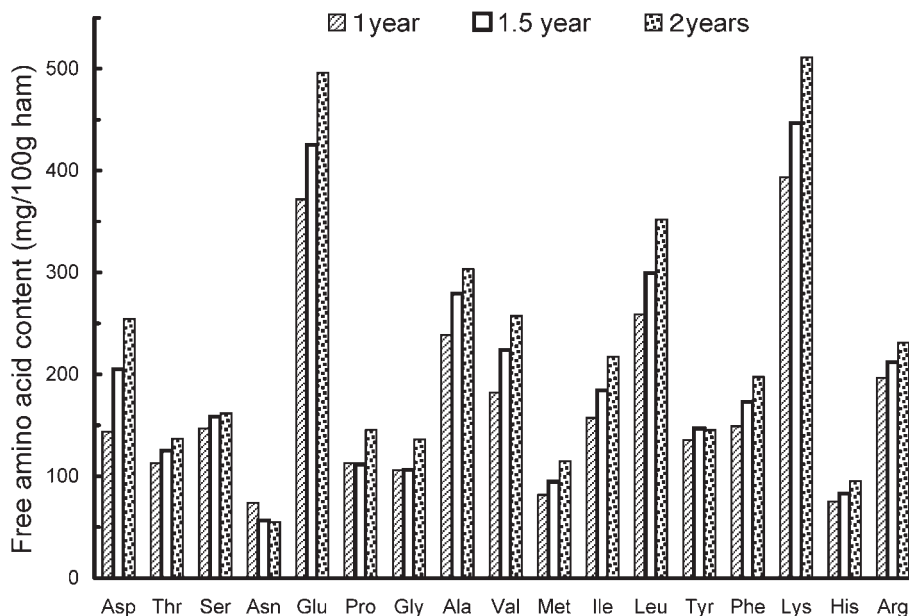


Fig. 2. Free amino acid contents of dry-cured ham.

Data were expressed as an average of 7 samples and 4 muscles.

Table 5. Sensory evaluation of dry-cured ham

Sample	Colour	Odour	Taste	Flavour	Overall
1 year	3.8±0.8	3.0±0.8	3.2±1.0	3.2±0.9	3.3±0.8
1.5 year	3.9±0.8	3.3±0.9	3.6±1.0	3.4±1.0	3.6±0.8
2 years	3.8±0.9	3.0±1.0	3.3±1.0	3.0±0.9	3.2±0.9

Data were expressed as an average±SD of 108 panelists.

5 : excellent, 4 : very good, 3 : good, 2 : fair, 1 : poor.

IV) やアミノペプチダーゼはジペプチドや遊離アミノ酸を生成し, Sentandreu と Toldrá (2001) は DPP の活性について, 塩分, pH, 温度の条件が及ぼす影響について報告し, DPP は長期間の熟成で活性は低下するが消失しないと報告している. 生ハムの熟成によるペプチドや遊離アミノ酸等の非タンパク態窒素の増加は, テクスチャー, 色, 風味など生ハムの品質特性に大きな役割を果たす (Toldrá 1998). このプロテアーゼ活性が制御出来ない時, あるいは残存活性の高い時は, ペースト状の異常な組織になり消費者に受け入れられない. これはタンパク質の分解率が 29~30% になると発生するといわれている (Toldrá 1998). これにはブタの遺伝的なものと, 低食塩濃度による塩漬が関係していると García-Garrido ら (1999) は報告している.

一方 Rodríguez ら (1998) は, ハムから分離した球菌 48 種, かび 18 種および酵母 20 種について検討し, *Penicillium chrysogenum* と *Staphylococcus xylosus* はタンパク質の分解に関与していると報告している. また, Martin ら (2001) は電気泳動法により微生物はタンパク質を分解して, 可溶性の窒素を増加させるので, 筋肉内在性のプロテアーゼとともに微生物の関与を報告している. いずれにしても多すぎるペプチド量と遊離アミノ酸量は組織や味に対して良くなく, 本実験における 2 年熟成のペプチド量と遊離アミノ酸量の合計は最高で 100 g 当たりおおよそ 5.7~6.2 g であり, 問題のない値であった.

### 3. 官能評価

5 点評価における官能評価の結果を表 5 に示した. 平均値でみると, 色調が 3.8~3.9, 匂いが 3.0~3.3, 味が 3.2~3.6, 風味が 3.0~3.4, 総合では 3.2~3.6 であった. 色調は比較的高い値であったが, 他はこれらよりも少し低い値で, 熟成期間では 1.5 年が他よりも僅かに高い値であった. 総合評価は全体的に良い評価を得たが, これは遊離アミノ酸とペプチドの増加の影響が大きいと考えられる. しかし匂いに対する評価は, 他の項目に比べ低かった. 日本で生産されている生ハムは燻煙を行うものが多いが, 本実験の骨付きハムは燻煙を行わない方法で作られる長期熟成の乾塩ハムで日本人にはまだなじみの少ない製品であるためと考えられた. Sforza ら (2001)

によると, パルマハムの熟成後期にカテプシン B 活性の強い場合は, 疎水性アミノ酸やペプチドが多くなり, 苦味を呈すると報告しているが, 本実験において苦味のあるものはなかった. これらのことから, タンパク質分解については前述したように, 過度の分解はペースト状になることや, 苦味を生成するので, 注意が必要である.

本格的な骨付き生ハムの製造には 1~2 年の熟成が必要である. この間は温度と湿度の管理が大切で, 湿度が高すぎるとかびが生育し, 湿度が低いと乾燥により食塩濃度が高くなる. 今回の実験で塩漬時の食塩濃度は 25% であったが, 食肉に入り込まない食塩が沢山残るので, 現在は 10% に下げてさらに, 原料肉 1 kg 当たり 1 日の塩漬期間で行っている. これらの結果が分かるのは 1 年後であるから, 美味しく良いものが出来るまでには, 長期間の繰返し実験が必要になる. また, 骨付き生ハムの原料肉は大きく育てた豚 (パルマハムでは生体重 160 kg) のものが良く, これにより皮下脂肪が厚くなり, また脂肪交雑も入り風味の良いものが出来るので, 養豚農家との連携も大切である. 現在, 大手のハム会社は, 自社生産よりも輸入に頼っているが, 中小のハム会社の中には製造している所, あるいはこれから製造しようとしている所がいくつか出て来ている. 製造技術では, まだまだイタリアやスペインには及ばないが, 骨付き生ハムに興味を持ち, 根気よく試作・製造することにより, わが国におけるこの種の製品の生産量が少しずつ増加することを期待したい.

### 謝 辞

本研究の一部は, (財)伊藤記念財団研究助成金および文部科学省「21 世紀 COE プログラム」補助金 (A-1) によって行われたものであり, ここに感謝の意を表します. また, 本研究の遂行に当たり, 下田祐規子, 志賀いつか, 湊美子, 田口朋恵, 松崎寛子, 小川健太郎, 菊池 渉, 重藤正人, 筒井佳織, 西尾美幸の諸氏に対し感謝の意を表します.

### 文 献

Andrés AI, Cava R, Ventanas J, Muriel E, Ruiz J. 2004. Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured lbe-



## 骨付き生ハムの製造とその性質

- rian hams with different salt contents and processing conditions. *Food Chemistry*, 84 : 375-381.
- Aristoy MC, Toldrá F. 1991. Deproteinization techniques for HPLC amino acid analysis in fresh pork muscle and dry-cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39 : 1792-1795.
- Arnau J. 1993. Tecnología de elaboración del jamón curado. *Microbiología Sem*, 9 : 3-9.
- Bañón S, Gil MD, Granados MV, Garrido MD. 1998. The effect of using PSE meat in the manufacture of dry-cured ham. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und- Forschung*, 206 : 88-93.
- Bartholomew DT, Blumer TN. 1977. Microbial interactions in country-style hams. *Journal of Food Science*, 42 : 498-502.
- Boadas C, Gou P, Valero A, Arnau J. 2001. Changes in different zones of dry-cured ham during drying, Moisture and sodium chloride content. *Fleischwirtschaft*, 81 : 91-93.
- Chizzolini R, Rosa P, Novelli E. 1993. Biochemical and microbiological events of Parma ham production technology. *Microbiologia Sem*, 9 : 26-34.
- Comaposada J, Gou P, Arnau J. 2000. The effect of sodium chloride content and temperature on pork meat isotherms. *Meat Science*, 55 : 291-295.
- Cordero MR, Zumalacárregui JM. 2000. Characterization of *Micrococccaceae* isolated from salt used for Spanish dry-cured ham. *Letters in Applied Microbiology*, 31 : 303-306.
- García-Garrido JA, Quiles-Zafra R, Tapiador J, Luque de Castro MD. 1999. Sensory and analytical properties of Spanish dry-cured ham of normal and defective texture. *Food Chemistry*, 67 : 423-427.
- Gonzalez CB, Ockerman HW. 2000. Dry-cured Mediterranean ham : long process, slow changes and high quality : A review. *Journal of Muscle Foods*, 11 : 1-17.
- Guerrero L, Gou P, Arnau J. 1999. The influence of meat pH on mechanical and sensory textural properties of dry-cured ham. *Meat Science*, 52 : 267-273.
- Hernández E, Huerta T. 1993. Evolución de los parámetros microbiológicos del jamón curado. *Microbiologia Sem*, 9 : 10-19.
- Martín A, Córdoba JJ, Núñez F, Benito MJ, Asensio MA. 2004. Contribution of a selected fungal population to proteolysis on dry-cured ham. *International Journal of Food Microbiology*, 94 : 55-66.
- Martín A, Córdoba JJ, Rodríguez MM, Núñez F, Asensio MA. 2001. Evaluation of microbial proteolysis in meat products by capillary electrophoresis. *Journal of Applied Microbiology*, 90 : 163-171.
- Molina I, Toldrá F. 1992. Detection of proteolytic activity in microorganisms isolated from dry-cured ham. *Journal of Food Science*, 57 : 1308-1310.
- Newton KG, Gill CO. 1981. The microbiology of DFD fresh meats : A review. *Meat Science*, 5 : 223-232.
- Núñez F, Rodríguez MM, Bermúdez ME, Córdoba JJ, Asensio MA. 1996. Composition and toxigenic potential of the mould population on dry-cured Iberian ham. *International Journal of Food Microbiology*, 32 : 185-197.
- Pérez-Alvarez JA, Sayas-Barberá ME, Fernández-López J. 1999. Chemical and color characteristics of Spanish dry-cured ham at the end of the aging process. *Journal of Muscle Foods*, 10 : 195-201.
- Rico E, Toldrá F, Flores J. 1991. Effect of dry-curing process parameters on pork muscle cathepsin B, H and L activity. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 193 : 541-544.
- Rodríguez M, Núñez F, Córdoba JJ, Bermúdez ME, Asensio MA. 1998. Evaluation of proteolytic activity of micro-organisms isolated from dry cured ham. *Journal of Applied Microbiology*, 85 : 905-912.
- Rodríguez M, Núñez F, Córdoba JJ, Sanabria C, Bermúdez E, Asensio MA. 1994. Characterization of *Staphylococcus* spp. and *Micrococcus* spp. isolated from Iberian ham throughout the ripening process. *International Journal of Food Microbiology*, 24 : 329-335.
- Rojas FJ, Jodral M, Gosalvez F, Pozo R. 1991. Mycoflora and toxigenic *Aspergillus flavus* in Spanish dry-cured ham. *International Journal of Food Microbiology*, 13 : 249-256.
- Rosell CM, Toldrá F. 1996. Effect of curing agents on m-calpain activity throughout the curing process. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 203 : 320-325.
- Ruiz AG, Gonzalez-Viñas MA, Bondoso W, Cabezudo MD. 2002. Influence of protein degradation on consumer acceptance of dry-cured ham. *Fleischwirtschaft International*, No. 3 : 48-51.
- Sentandreu MA, Toldrá F. 2001. Dipeptidyl peptidase activities along the processing of Serrano dry-cured ham. *European Food Research Technology*, 213 : 83-87.
- Sforza S, Pigazzani A, Motti M, Porta C, Virgili R, Galaverna G, Dossena A, Marchelli R. 2001. Oligopeptides and free amino acids in Parma hams of known cathepsin B activity. *Food Chemistry*, 75 : 267-273.
- Toldrá F. 1998. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*, 49 : S101-S110.
- Toldrá F, Aristoy MC, Flores M. 2000. Contribution of muscle aminopeptidases to flavor development in dry-cured ham. *Food Research International*, 33 : 181-185.
- Toldrá F, Aristoy MC, Part C, Cerveró C, Rico E, Motilva MJ, Flores J. 1992. Muscle and adipose tissue aminopeptidase activities in raw and dry-cured ham. *Journal of Food Science*, 57 : 816-818, 833.
- Toldrá F, Cerveró MC, Part C. 1993. Porcine aminopeptidase activity as affected by curing agents. *Journal of Food Science*, 58 : 724-726, 747.
- Toldrá F, Ethrington D. 1988. Examination of cathepsin B, D, H and L activities in dry-cured hams. *Meat Science*, 23 : 1-7.
- Toldrá F, Flores M. 1998. The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science*, 38 : 331-352.
- Toldrá F, Flores M, Sanz Y. 1997. Dry-cured ham flavour : enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry*, 59 : 523-530.
- Toldrá F, Rico E, Flores J. 1993. Cathepsin B, D, H and L activity in the processing of dry-cured ham. *Journal of Science Food Agriculture*, 62 : 157-161.

## **Production of Dry-cured Ham and its Microbial and Physico-Chemical Properties**

Masayuki MIKAMI, Ken-ichiro SHIMADA and Mitsuo SEKIKAWA

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro-shi 080-8555, Japan

**Corresponding : Masayuki MIKAMI (fax : +81 (0) 155-49-5577, e-mail : mikami@obihiro.ac.jp)**

The production of dry-cured hams consisted of a ripening period of 1-2 years and analysis of their properties followed. Curing started from the end of September, after which the ham was dried, washed, covered with pork fat, and ripened. The maximum numbers of common and lactic acid bacteria on the surface were  $1.8\sim 5.6 \times 10^2$  cfu/cm<sup>2</sup>, but almost all date were 0 or below 30. Coliform group was negative. The bacteria numbers inside the ham were 0 or below 300, and the Coliform group was also negative. Analytical data of dry-cured ham were as follows ; pH was 5.7~5.9, salt concentration 7.9~9.6%, water activity 0.83~0.87, moisture 51.7~61.7% and nitrite ion 0.1~0.3 ppm. Peptide and total free amino acid contents increased during ripening, reaching the points of 2,278.6 mg and 3,913.2 mg per 100 g of hams at 2 years, respectively. Lys was the highest of the free amino acids, and Glu, Leu, Ala and Arg were found in decreasing amounts. Sensory evaluation showed that the colour features were more prominent than the other factors, and overall evaluation of a ham ripened for 1.5 years scored higher than hams ripened for shorter or longer periods of time.

*Nihon Chikusan Gakkaiho, 76 (1) : 29-38, 2005*

**Key words** : Dry-cured ham, Non-heated meat products