



食肉製品製造工場での 衛生管理のポイントと微生物検査

プリマハム株式会社

鮫島 隆

はじめに

食肉製品は、食品衛生法において「加熱食肉製品」、「特定加熱食肉製品」、「非加熱食肉製品」、「乾燥食肉製品」の4種類に大別されている。さらに「加熱食肉製品」は、「容器包装に入れた後、加熱殺菌したもの(包装後加熱)」と「加熱殺菌した後、容器包装に入れたもの(加熱後包装)」に分類され、微生物学的な安全性を確保するため製品特性に応じた規格基準が定められている¹⁾。ここでは、加熱殺菌後の二次汚染を受けやすい加熱後包装食肉製品²⁾の中で、スライス後、包装され販売されるロースハムを取り上げ、衛生管理のポイントと現場での微生物検査について紹介する。

1. ロースハムの製造方法

豚ロース肉は、整形され、ピクルスを注入された後、塩漬けされる。ピクルスには、食塩、亜硝酸ナトリウム、糖質甘味料、調味料などが使用される。塩漬け後、ケーシングに充填し、燻煙、蒸煮後、冷却する。冷却後、スライスし、包装する。包装形態は、一般的に真空包装や窒素ガス封入包装が行われる。

2. 微生物学的危害

総合衛生管理製造過程の承認制度施行に際し、食肉製品で制御すべき危害原因物質が厚生労働省より示されている³⁾。これに示された微生物学的危害の多くは、原材料由来である。

1) 食肉に由来する微生物学的危害

食肉の細菌叢は、*Pseudomonas*、*Acinetobacter*、*Moraxella*などのグラム陰性菌、*Micrococcus*、*coryneforms*、*Staphylococcus*、*Lactobacillus*、*Brochothrix*などのグラム陽性菌と多岐に渡っており、*Salmonella*属菌や病原性のある*Escherichia coli*、*Clostridium perfringens*、*C. botulinum*、*Staphylococcus aureus*、*Campylobacter jejuni/coli*など多くの食中毒菌も検出されている。

2) 副原材料由来の微生物学的危害

副原材料として、食塩、砂糖、澱粉、香辛料、調味料などが使用される。これら副原材料で問題となるのが*Bacillus*属や*Clostridium*属の耐熱性芽胞菌である。

3) 製造・流通・消費段階での危害微生物の関与

製造工程での細菌叢は、まず原材料に由来する細菌によって構成されるが、塩漬け工程で、温度、食塩、亜硝酸ナトリウムなどの影響を受け、*Lactobacillus*属、*Leuconostoc*属、*Enterococcus*属などの乳酸菌が優勢となる。低温管理や施設・設備などの適切な微生物コントロールが損なわれると、乳酸菌を原因とする酸敗、緑変、亜硝酸の消失による発色不良、さらには炭酸ガス生成に伴い製品断面に無数の穴が生じるハニカム現象などを呈し、商品価値がなくなる。また、乳酸菌は加熱殺菌が不十分であれば生き残る。さらに、作業施設の清浄度に応じた区分や洗浄・殺菌が不適切であれば、機械・器具や作業者などを介して、加熱殺菌後の製品に乳酸菌などが二次汚染し、変敗を発生させる²⁾。一般的な加熱食肉製品で行われる加熱殺菌では、芽胞菌は生残し、緩慢冷却などにより、食中毒の原因となったり、腐敗などの原因となる。

3. ロースハム製造における微生物制御

1) ロースハムの法規制

食品衛生法では、ロースハムは「中心部の温度を63℃で30分間加熱する方法、またはこれと同等以上の効力を有する方法により殺菌しなければならない」と規定されている。また、表1に示す成分規格が定められ、保存基準では「10℃以下での保存」を求めている。

2) 製造工程における制御のポイント

わが社の食肉製品製造工場は、総合衛生管理製造過程の承認工場として、HACCPに基づいた衛生管理が行われている。ロースハムの製造工程のみならず、HACCP適用にあたっては、一般的衛生管理プログラムの実践が不可欠である。ここでは、誌面の都合上、ロースハム製造工程の微生物制御のポイントに絞って説明する。一般的衛生管理プログラムの詳細については、他成書、解説などを参考にしていきたい^{4, 5)}。

① 原材料受入れ

食肉の微生物は、芽胞菌を除けば、蒸煮工程で殺菌される。適正に処理、保管された食肉では芽胞菌の汚染は少なく、以降の工程での温度管理や食塩、亜硝酸ナトリウムなどの添加によって制御できる。著しい汚染のある食肉は、品質異常につながるので、常に汚染の少ない原料を使用する。

副原材料は、芽胞菌が多いことがあるため、取引業者との保証契約の上、保証書を受入れ時にチェックし、定期的な細菌検査により検証を行う。

② 塩漬け

この工程では、機械、器具からの微生物汚染や塩漬けの際の温度・時間管理不良による微生物の増殖が危害となる。汚染は洗浄・殺菌により、また増殖は塩漬け工程での微生物推移に基づく温度・時間の管理基準の設定により制御する。

③ 蒸煮(加熱殺菌)

蒸煮工程は、微生物制御にとって非常に重要な工程である。ロースハムは、「中心部の温度を63℃で30分間もしくは同等以上の条件」で殺菌することが規定されているが、変敗に関与する乳酸菌の中で、*Enterococcus faecium*や*E. faecalis*は、耐熱性が高く、63℃30分で十分に殺菌することはできない。そのため一般に中心温度を70～75℃まで加熱し、一定時間保持するような殺菌が行われている。一方、Reichertら⁶⁾は、缶詰やレトルト食品に利用されているF値による加熱殺菌の計算方式を食肉製品に応用し、*D-Streptococcus(Enterococcus) spp.*の加熱耐性($D_{70℃} = 2.95$ 分、 Z 値 = 10℃)をもとに、各温度における殺菌価を計算する方法を提案している。筆者らも、食肉製品の変敗に関与した乳酸菌の中で、最も耐熱性の高かった*E. faecium*を指標として、加熱殺菌を評価するシステムを作り、実際の現場で活用している。

④ 冷却

冷却工程では、緩慢冷却による芽胞菌の増殖が危害として考えられる。加熱食肉製品では科学的なデータをもとに冷却条件を示したものはないが、特定加熱食肉製品の冷却条件として規定されている「中心温度が25℃以上55℃未満の状態の時間を200分以内としなければならない」という条件は参考となる。

⑤ 製品保管

この工程では、保管温度、時間管理不良あるいは過剰収納などを原因とする微生物の増殖の制御が必要である。食品衛生法では、「10℃以下」の保存基準が定まっており、これを目安として、保管庫温度を設定し、さらに保管期間、収納量などの基準を設定することになる。

4. ロースハムの微生物検査

食肉製品では、食肉製品の製品特性に応じ、微生物規格が設けられ(表1)¹⁾、副原材料として使用する香辛料、砂糖および澱粉についても、1gあたりの芽胞数が1,000以下と定められている。これらの検査は、製造が適正に行われたかどうかの検証として定期的に行う。一方、微生物学的保存性を保証するためには、主な変敗原因菌となる乳酸菌についても検査が必要となる。

表2には、ロースハムの製造工程に適用される微生物検査の例を示した。加熱殺菌以降の乳酸菌は、微量汚染であることや低温発育性のために、成書に記載されている一般生菌数、乳酸菌数、低温細菌数測定法などで検出することは困難な場合が多い。そこで、筆者らは定性試験での検出を試みている。製品検査では、ブロムクレゾールパープル(BCP)を加えた倍濃度APT液体培地(表3) 10mLに試料液10mLを加え、培養する。また、機械、器具のふき取り検査ではBCP加APT液体培地10mLに検査箇所をふき取った綿棒を直接投入し培養する。培養は25°Cで48~72時間行い、黄変した培地については、BCP加プレートカウント寒天培地で画線培養を行う。培養後、周辺が黄変したコロニーについて、カタラーゼ試験を行い乳酸菌かどうかを推定する。必要に応じ、その他確認試験や同定を行う。また、現場で微量汚染している乳酸菌を検出する方法として、MPN法を応用したり²⁾、検体となる製品を25°Cで24時間保管した後検査する方法⁷⁾などが試みられている。

参考文献

- 1) 太田周司: 食肉製品の規格基準改正について, 食肉の科学, 34, 1(1993)
- 2) Maekelae, P. et al: *Lactobacillus* contamination of cooked ring sausages at sausage processing plants, Int. J. Food Microbiol., 5, 323(1987)
- 3) 動物性食品のHACCP研究班編: HACCP: 衛生管理計画の作成と実践総論編, p.72(中央法規出版, 1997)
- 4) 社団法人日本食肉加工協会編: 食肉製品の総合衛生管理製造過程ガイドライン<改訂版>, p.19(食肉通信社, 1997)
- 5) 鮫島隆: 食肉製品の微生物制御, 防菌防黴, 29, 245(2001)
- 6) Reichert, J. E. et al: Zur Ermittlung des Erhitzungseffektes von Frischware(F-WERT), Die Fleischerei, 350(1986)
- 7) Dykes, G. A. et al: Quantification of microbial populations associated with manufacture of vacuum-packaged, smoked vienna sausages, Int.J.Food Microbiol., 13, 239(1991)

表1 わが国における食肉製品の微生物学的成分規格と衛生上の意義¹⁾

項目	加熱食肉製品		特定加熱食肉製品	非加熱食肉製品	乾燥食肉製品	衛生上の意義
		加熱後包装				
検査対象微生物	大腸菌群	陰性	—	—	—	加熱殺菌の指標
	<i>E. coli</i>	—	陰性	100/g以下	100/g以下	製造時における糞便汚染の指標
	<i>Clostridium</i> 属菌	1,000/g以下	—	1,000/g以下	—	加熱後の適正冷却の指標
	黄色ブドウ球菌	—				製造時における手指および器具からの汚染の指標
	<i>Salmonella</i> 属菌	—	陰性	陰性	陰性	食肉製品に関連の高い食中毒菌の指標
代表的製品例 ^{a)}	加熱後、開封されることなく販売されるプレスハム、ソーセージなど	加熱後、開封され、スライスなど小分け包装されるロースハム、ウインナーソーセージなど	ローストビーフ、ローストポーク、スモークドビーフなど	ラックスハム、ラックスシンケンなど(国内で生産される生ハムの多くが、この分類に属する)	ドライソーセージ、ビーフジャーキーなど	

表2 ロースハムの製造工程に適応される微生物検査の例

検体	検査項目											
	一般細菌数	大腸菌群	大腸菌群数	乳酸菌	乳酸菌数	芽胞数	<i>E. coli</i>	黄色ブドウ球菌	サルモネラ属菌	クロストリジウム属菌	セレウス菌	真菌数
原料・半製品・製品	食肉	○ ^{a)}										
	副原料	○					○					
	解凍肉	○										
	ピクルス	○	○		○							
	塩漬肉	○	○		○							
	加熱・冷却後製品	○	○		○							
	最終製品	◎ ^{f)}	◎		◎			○	○	○	○ ^{g)}	○ ^{g)}
最終製品(保存試験品)	○				○							
機械・容器その他	機械・容器等(汚染作業区域) ^{a)}	○										
	機械・容器等(準清潔・清潔作業区域) ^{b)}		◎		◎							
	包装フィルム	○										○
	空気-落下菌数 ^{c)}	○		○		○						○
	空気-空中浮遊微生物 ^{d)}	○		○		○						○
	水・氷・冷却水	◎	◎		◎							
	コンプレッサーエア	○		○		○						○
	作業服・作業靴など	○										○
	人-手	○	○		○							
人-鼻前庭												
床(準清潔・清潔作業区域)	○		○		○							

^{a)}作業前にサンプリング
^{b)}作業前、作業中にサンプリング
^{c)}寒天平板の一定時間開放
^{d)}エア-サンプリャーによる捕集
^{e)}○印は、一定期間毎の実施
^{f)}◎は、毎日実施
^{g)}発色剤無添加商品について実施

表3 ATP 液体培地(1L 当たり)

Bacto Yeast Extract	7.5g
Bacto Tryptone	12.5g
Bacto Dextrose	10g
Sodium Citrate	5g
Thiamine Hydrochloride	0.001g
Sodium Chloride	5g
Dipotassium Phosphate	5g
Manganese Chloride	0.14g
Magnesium Sulfate	0.8g
Ferrous Sulfate	0.04g
Sorbitan Monooleate Complex	0.2g

Final pH 6.7±0.2 at 25°C
 (出典)「Difco Manual-11th Edition(1998)」