

PSE 豚肉에 대하여

李 相 福

圓光保健專門大學 衛生科

緒 論

最近 生活水準의 向上과 더불어 우리의 食生活도 많이 改善되어 從來의 植物性食品에서 脫皮하여 動物性食品의 消費量, 특히 獸肉의 消費量이 增加하고 있다. 또한 이러한 增加趨勢에 비추어 앞으로는 더욱 많은 量의 肉類를 必要로 할 것이라는 것은 自明한 일이며 이를 供給하기 위해서 소는 單胎動物이기 때문에 外國으로부터 莫大한 頭數를 導入하지 않고서는 所期의 目的을 달성할 수 없으므로 多産的인 돼지를 増殖시키지 않고서는 急増하는 肉類 消費量을 充足시킬 수 없다고 보여지며 政府도 總肉類 消費量의 43~45%를 豚肉으로 充當할 計劃을 세우고 있다.

이렇게 豚肉은 우리에게 動物性蛋白質을 供給하여 줄 뿐 아니라 중요한 energy源으로 利用되고 있는 바 豚肉에 있어서 異常豚肉이 發生함은 營養的으로나 經濟的인 면에서 큰 損失을 가져온다는 것이 큰 問題로 指摘되고 있다. 또한 이러한 異常豚肉으로 肉加工品을 製造할 경우 保水性이 弱하고 結着力이 不足하여 그 品質 및 商品的인 價値가 低下되는 것으로 알려져 있다.

이러한 觀點에서 異常豚肉 중에서도 世界的으로 큰 問題點으로 대두되고 있는 PSE 豚肉(pale, soft, exudative porcine)에 대하여 記述하고자 한다.

定 義

近來, 外國의 文獻에도 많이 소개되는 watery pork 와 PSE 豚肉은 一般的으로 같은 뜻으로 생각된다. 우리 나라에서는 오래 前부터 食肉界에서 異常(PSE)豚肉을 일컬어 胛지가 되었다, 디었다라고 불리워지고 있다.

PSE 豚肉을 한 때 “水豚”豚의 白筋症 등으로 부르기도 했는데 그러나 水豚은 軟脂豚의 경우이며, 豚의 白筋症은 vitamin E의 缺乏으로 發生하는 것으로서 生前

에 運動痲痺症狀이 나타나 死後의 筋肉에 縞狀의 白色 斑點이 認定되며 筋纖維가 萎縮되는 一種의 筋肉疾患이지만 現在는 거의 發生치 않고 있다.⁹⁾

PSE라고 하는 말은 內容의으로 생각하여 비교적 이해하기 쉬운 用語로서 國際的으로도 通用되고 있다.

PSE 豚肉의 肉色은 變色되어 白色을 나타내고 肉의 堅固性이 惡化, 彈性이 缺如되며 組織은 脆弱해져 肉의 橫斷面에서는 筋漿이 異常的으로 많이 滲出되는데 重症의 경우에는 滴下될 程度에 이른다. 많이 發生하는 筋肉은 胸最長筋, 半膜樣筋이지만 大腿直筋, 大腰筋, 內閉鎖筋에서도 發生하는 경우가 많고 同一筋肉에서도 部位에 따라 發生狀態가 다르다.¹¹⁾

PSE 豚肉의 發生 및 研究史

最初의 PSE 豚肉 發生은 1880年 독일의 소시지 加工業者 사이에 肉色이 軟하고 濕潤한 豚肉으로 소시지를 製造할 경우 穀類粉末을 가하여 保水性을 向上시키고 着色料로 色調를 正常化시켜야 한다는 記錄¹⁾에서 由來한다.

1914年 독일의 Herter 등은 이 肉質을 化學的으로 研究하여 Wasseriges Fleisch라 부르고 英語의 watery pork의 語源이 되고 있다. 그 후 1954年 덴마크의 Ludvigsen 등은 더욱 進歩한 研究結果를 發表하였는데 이러한 異常肉은 死後 乳酸이 급속히 生成되어 肉의 pH가 短時間內에 下降하여 筋肉組織에 異常이 일어나는 것을 밝혀내어 “筋肉의 變性病”이라 하였다.

그 후 덴마크의 Wismer-Pedersen은 生前의 豚에서는 특별한 症狀이 認定되지 않으므로 疾病이 아니고 死後의 取扱過程에서 發生하는 것이라고 主張하였고 watery pork라는 명칭을 사용했다. 近來 덴마크에서는 PSE 筋이 病理的으로 變性하는 것인지 또는 屠殺後의 肉取扱에 의해서 發生하는 것인지 兩者間에 심한 論議가 되고 있다.

1958年 프랑스의 Henry 등은 豚肉의 退色性筋萎縮症이라 하여 筋肉病의 一種이라 하였고 1959年 美國의 Briskey 등은 異常肉의 斷面은 白色의 筋肉과 赤色의 筋肉이 섞여 있어 鮮명한 2가지 色을 나타내므로 two toned pork라고 하였다.

1960年 英國의 Lawrie 등은 所謂 豚의 白筋症이라 하고 이를 病이라고 하기는 분명치 않다고 하였다.

1961年 이 分野의 研究에 유명한 Briskey 및 Wismer-Pedersen²⁾이 연구하여 異常肉이 發生한 경우의 死後 glycogen의 分解速度 및 pH, 電子顯微鏡에 의한 微細構造의 變化 등에서 많은 성과를 거두었다. 또한 그 論文에서 PSE porcine muscle이라는 용어를 사용하였다.

1968年 美國의 Topel³⁾은 PSE 筋은 豚이 屠殺되기 직전에 받는 강한 stress에 의해서 發生하는 것으로 돼지 中에는 遺傳的으로 stress 感受性因子를 갖는 系統이 있다는 것을 示唆하고 그 例로서 halothane 가스에 의한 癱醉에서 일부 豚은 stress 症狀을 나타내는 것으로 보아 이들 豚의 stress 症候群이라 하여 새로운 研究動向으로서 주목되었다.

1970年 Sair 등⁴⁾도 “stress 感受性豚”이라 하여 stress 에 弱한 因子를 갖고 있는 豚이 있는 것을 認定하였다.

1972年 오스트리아의 Schmidt 등은 PSE 筋의 發生을 미리 알기 위해서 biopsy用 器具를 考案하여 解糖系의 酵素와 代謝產物의 量을 屠殺前 및 屠殺後 24時間에 걸쳐서 調査함과 同時에 肉質과의 關係를 비교하여 生前의 G-6-P(glucose-6磷酸)는 死後 乳酸의 level과 死後 45分의 pH值 및 肉質과 높은 相關關係가 있다고 하였으나 PSE 筋의 發生을 豫知하기까지에는 이르지 못하였다.

1974年 美國의 Dutson 등은 電子顯微鏡으로 筋纖維를 觀察하여 白色型, 中間型, 赤色型으로 分類하고 各各의 形態上 特徵, 解糖酵素 活性의 相違, 死後, 筋小胞體의 變性速度 등을 調査하였다.

日本에는 PSE 筋에 관하여 옛날의 文獻이 없으나 西尾의 研究 初期에는 肉이 變色하거나 筋漿이 肉의 斷面에서 流出되고 保水性이 나쁜 것은 전부 窒息肉이라 하였다. 당시 믿을 만한 發生原因으로는 屠殺後의 放冷不足이 제일의 原因이었고 屠殺時의 苦悶, 騷擾에 의한 體溫上昇, 屠殺前의 飽食 등이 發生原因이라고 생각되고 있었다.⁹⁾

우리 나라에서도 오래 前부터 食肉界에서 異常豚肉을 볼 수 있었으며 이를 일컬어 물돼지(水豚)라고 불리우고 있었고 正確한 報告는 없으나 食肉加工業이 本格化된 1970年以來 많은 異常豚肉이 나타나기 시작하였지만 그 發生實態에 대한 調査가 이루어지지 않다가 1980年

에 들어 차 및 李⁸⁾에 의하여 우리 나라에서의 PSE 豚肉 發生率이 報告되었을 뿐 PSE 豚肉에 관한 研究는 아직 초보단계를 벗어나지 못하고 있어 이에 대하여는 앞으로 많은 調査, 研究가 수행되어야 하리라고 생각된다.

PSE 豚肉의 發生狀況을 살펴보면 美國의 Davis 등은 美國 北部 및 中部, 西部地方에 極甚한 異常豚肉이 11.8~13.6% 發生하였다고 報告하였고^{3),4)} 가까운 日本에서는 1974年 2,065頭의 出荷豚 中 36.8%의 發生率을 報告한 바 있으며¹³⁾ 日本 東北大學의 Hoshino는 Miyagi縣에서 1973年 6~7월에 36.1~84.1%, 1975年 6~7월에 75.4% 그리고 1976年 5月과 8월에 각각 51%, 66.3%가 發生한다고 報告하였고⁵⁾ Nishino는 Tottori縣에서 1974년에 春季 34.2%, 夏季 46%, 秋季 41.3% 그리고 冬季 26.4%의 發生率을 報告하고 있어⁹⁾ 異常豚肉의 發生은 溫度가 높은 時期에 많이 發生하고 있음을 보여주고 있다.

우리 나라에 있어서는 차 및 李⁸⁾가 全國的인 發生率을 調査하기 위하여 北部(서울 地域), 中部(忠南北, 慶北 및 全北 一部地域) 그리고 南部(慶南, 全南地域)로 나누어 月別로 豚肉의 色度, pH 및 myofibrile의 收縮度 등을 測定하여 調査한 結果에 의하면 北部가 34.9%로 가장 높은 發生率을 나타냈고 다음이 南部 25.7% 그리고 中部가 14.6%로 가장 낮은 發生率을 보이고 있으며 全國的으로 年間 27.3%의 높은 發生率을 나타내고 있다. 이를 月別로 보면 北部地域에서 重症 PSE 豚肉이 6, 7, 8월에 21%로 높은 發生率을 보였고 中部地域에서는 輕症 PSE 豚肉이 7, 8, 9, 10월에 16~38%의 發生率을 보였으며 南部地域에서는 重症 PSE 豚肉이 8, 9, 10월에 10.2%, 輕症 PSE 豚肉은 12, 1月에서도 높은 發生率(39.6% 및 32.8%)을 나타내고 있었다. 또한 生體重과 PSE 豚肉發生과의 關係를 보면 生體重 90kg 前後의 豚에서는 15.3%, 96~105kg에서 18.1%, 106kg 이상에서는 79.2%로 높은 發生率을 나타내었으며 76~85kg에서 27.3%, 75kg 미만의 豚에서는 36%로 나타나 生體重이 90kg 前後의 豚에서 가장 낮은 發生率을 나타내고 있다.⁸⁾

發生機轉

돼지가 屠殺前에 강한 stress를 받으면 筋肉內의 解糖酵素 活性이 亢進되며, 屠殺時의 苦悶과 痙攣에 의하여 嫌氣性 解糖作用이 促進된다. 이 때 生成된 多量의 乳酸은 肉의 pH를 急速하게 下降시켜 小胞體의 破壞性 變性에 起因한 강한 痙攣性筋收縮과 죽은 직후의 높은

强直熱이 附加되어 筋肉에 高溫 强直이 온다. 그 結果, 筋纖維 蛋白質은 色素蛋白을 含有하며 高溫下에서 pH 値가 等電點에 가까와져 迅速하게 水分을 放出, 强하게 凝固되어 粒狀構造로 變하여 筋纖維의 波狀構造와 더불어 投射光을 散亂시켜 肉을 白色으로 만든다. 그리고 筋鞘(細胞膜)은 變性되어 水分의 透過性を 容易하게 하며, 筋原纖維에 强한 收縮作用이 加해져 遊離水가 筋纖維 밖으로 壓出, 肉汁으로 되어 肉의 斷面을 濕潤하게 한다. 그리고 筋肉組織內에 緻密하게 分布되어 있는 筋周膜도 高溫과 酸性條件에서 collagen 纖維가 膨潤 軟化되므로 組織을 脆弱하게 하여 PSE 狀 肉質로 된다고 한다.

PSE 豚肉 發生原因으로서 stress와 體溫 및 肉溫의 上昇을 들 수 있다. 즉, 폐지에 加해진 stress는 解糖 酵素의 活性을 異常 亢進시키는 副腎髓質 호르몬인 adrenaline의 分泌를 促進시키며, 屠殺前의 높은 體溫, 屠殺直後의 높은 肉溫 및 屠殺直前이나 屠殺할 때 加해지는 stress는 筋肉內의 解糖機轉을 亢進시킴으로써 pH가 急激하게 下降하여 PSE 肉으로 된다고 한다.¹⁰⁾

PSE 豚肉의 性狀

解剖所見 · 生前에는 健康上 아무런 異常이 없는 데도 屠殺後 30분에 胸最長筋에서 PSE 變性이 限局性으로 나타난다.

PSE 筋은 白色 또는 pink 色을 나타내는 경우가 많으나 重症의 경우에는 이러한 色調가 없이 물에 끓인 肉色을 나타내든가 肉質이 脆弱해지며, 肉의 斷面에서는 筋漿이 滲出되고 重症의 경우에는 滴下될 정도까지 될 뿐 아니라 彈力이 消失되면서 外廓이 變形, 살결은 거칠어지고 橫斷面에 손가락이 容易하게 들어가며 部分의 으로 燐光을 낸다.

잘 발생되는 筋肉은 胸最長筋, 半膜樣筋이나 內閉鎖筋, 大腿直筋, 大腰筋 등에서도 發生하는 경우도 있다.

胸最長筋의 好發部位는 第9~11胸椎部 및 第2~4腰椎部이며 半膜樣筋은 恥骨部位에서 强하게 일어난다. 또한 左右 對稱의 으로 發生하는 경우가 많지만 偏側의 으로 發生하는 경우도 있다.

主要 臟器, 기타 器管에는 특별히 病的인 變化는 認定되지 않는다.^{9), 10)}

組織學的所見 : PSE 筋의 筋纖維는 屠殺後 1時間 以內的 것이라도 顯著한 波狀 構造를 나타내는 것이 많고 筋纖維의 一部는 異常의 으로 强하게 收縮하여 두터운 部分과 反對로 强하게 伸張되어 가늘어진 部分이 認定되며 橫斷面의 組織標本에서는 大小不同의 筋纖維가 나

타나고 巨人纖維가 出現하며¹¹⁾ 筋纖維의 間隔은 크게 벌어져 있다. 그리고 隆起된 筋節은 强한 收縮像을 表示하고 또한 筋鞘는 部分的으로 損傷을 받는 것이 많으며 一部는 分散되어 觀察되지 않을 때가 많다.

電子顯微鏡으로 관찰해 보면 筋原纖維를 둘러싸고 있는 小胞體는 PSE 筋에 있어서 白色 筋纖維의 경우 屠殺後 15~40분에 이미 變性 또는 損傷이 認定된다. 그러나 正常豚肉의 경우에는 24時間後에 비로소 變性이 認定되는 것이 보통이다.⁹⁾

pH 値 : PSE 豚肉의 發生은 屠殺直後 pH의 降下速度와 密接한 關係가 있으며 死後 45분의 肉 pH가 5.7 以下인 경우에는 確實히 PSE 豚肉이고 pH 6.3 以上の 경우는 正常肉이다. 그러나 屠殺後 24時間이 경과하면 PSE 筋의 極限 pH 値는 5.1~5.4 以下인 경우가 많고 正常 平均值 5.5에 比하면 낮은 pH 値를 표시할 때가 많다는 報告도 있으나 보통 屠殺後 時間이 경과됨에 따라 正常豚肉과 PSE 筋과의 사이에 큰 差가 認定되지 않으며 極限 pH 値로서 PSE 筋의 識別은 可能치 않다고 한다.¹¹⁾

解糖酵素 및 代謝產物 · PSE 筋의 경우 또는 stress 感受性豚의 경우 血液 中の CPK(creatine phosphokinase), G-6-P(glucose-6-phosphate) 및 筋肉 中の glycogen 또는 ATP 등은 生前에 많고 死後에는 急速히 減少된다고 한다.

肉色素 : PSE 筋이 淡色으로 되는 것은 주로 筋纖維의 構造變化와 蛋白變性에 의하는 것으로서 myoglobin 量은 반드시 적다고는 할 수 없다. 그러나 實際的으로 測定하면 낮은 値로 되는 것은 트립 중에 色素가 含有되어 있어 한꺼번에 流出되는 것이 아닌가 생각된다.

肉蛋白質의 滲出性 : PSE 筋의 경우, myosin, actin, collagen 등 構造蛋白質은 全室素量의 69% 以上이며, 正常의 경우 50%에 比하여 명백히 많아진다고 한다. 그리고 筋外膜의 結合組織에는 열에 불인경한 collagen이 증가한다.

肉質 : PSE 豚肉의 重症 또는 中等度의 것은 肉色이 나쁘고 保水性이 낮으며 加熱調理하면 減量되고 혀의 感觸이 단단하고 品質이 低下된다. 그러나 輕度의 것은 調理하였을 경우 保水性이 낮은 외에는 正常의 것과 구별하기 곤란하다.

色差計에 의한 hunter色 値를 測定한 바 明度(L 値)는 크고 白味が 강하며 赤色度(a 値)는 작고 赤味が 없다. 黄色度(b 値)는 크고 色相(b/a)도 크다. 綜合的으로 評價하면 赤味が 적은 帶黃白色의 筋肉이다.

物理的性狀은 PSE 筋에 있어서 筋漿의 滲出性이 增加하고 構造蛋白質이 많아지기 때문에 彈性, 伸張率, 保水性이 낮다.

豫 防 對 策

PSE 豚肉의 發生을 防止하는 要點은 屠殺 前後의 豚에 대한 stress 發生을 減少시키는 것이며 筋肉의 化學反應을 遲延시키고 아울러 屠殺後의 低溫管理가 強化되어야 하고 各種 stress(興奮, 過激한 運動, 高溫, 高濕, 藥物刺戟 등)에 抵抗性이 강한 豚을 選擇, 育成시켜야 하는데 이러한 觀點에서 볼 때 英國系 바아크샤種이 PSE 筋의 發生이 적은 것으로 보여 앞으로의 品種改良에 再考의 價値가 있으리라 보여진다.^{10,12)}

筋의 管理 및 取扱에 있어서는 生産者, 輸送業者, 屠畜場 關係者 등이 豚에 대하여 stress를 輕減시키도록 慎重하게 對應할 必要가 있고 또한 屠殺方法에 있어서도 刺戟이 작은 方法을 이용하여 屠殺時의 stress가 最少化되도록 노력해야 할 것이다.

그리고 屠殺 前後에 있어서 生體 및 屠體의 肉溫 上昇을 防止하기 위하여 屠殺工程을 迅速하게 끝마쳐야 하고 枝肉을 急冷시킬 必要가 있으며 이를 위해서는 屠畜場 枝肉管理施設의 整備가 再檢討되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. Bendall, J.R. and Lawrie, R.A.: Fleischwirtschaft, (1964) Nr. 5
2. Briskey, E.J. and Wismer-Pedersen, J.: Food Sci. (1961) 26 : 306
3. Davis, C.E., Townsend, W.E., McCampbell, H. C. and Mercuri, A.J. : Evaluation of PSE in Southeastern Grown experimental pigs. J. Anim. Sci. (1972) 35 : 200(abstr).
4. Davis, C.E., Townsend, W.E., McCampbell, H.C. and Mercuri, A.J. : Evaluation of the character and incidence of PSE in a herd of southeastern grown experimental pigs. J. Anim. Sci. (1974) 38 : 746.
5. Hoshino, T. : Incidence of abnormal meat and its background. Meat J. (1976) 13 : 24.
6. Sair, R.A. et al. : Amer. J. Physiol. (1970) 218 : 108
7. Topel, D.G. : The pork industry, Problem and progress. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa (1968)
8. 朴亨基, 李宰求 : 異常(PSE) 豚肉의 發生率 調査에 관한 研究. 韓國畜産學會誌 (1980) 22 : 153~160
9. 西尾中光 : 豚のいわゆる “ふけ肉” とは何か(1). 畜産の研究 (1976) 30 : 951~954.
10. 西尾中光 : 豚のいわゆる “ふけ肉” とは何か(2). 畜産の研究 (1976) 30 : 1073~1075.
11. 西尾中光 : 豚肉의 性狀에 關する 最近의 研究動向(1). 畜産の研究 (1977) 31 : 1409~1414.
12. 西尾中光 : (1978) 豚肉의 性狀에 關する 最近의 研究動向(2). 畜産の研究 (1978) 32 : 31~35.
13. 鳥取縣 中小家畜試驗場 : (1974) PSE豚肉의 發生調査 (1974).