

유용미생물(Effective Microorganisms; EM)로 사양한 EM Pork의 육질 개선 효과

한 승 관

전주대학교 EM연구개발단

Quality Improvement of Effective Microorganisms (EM) Pork Produced by Using EM

Seung Kwan Han

The Center for EM R&D, Jeonju University, Jeonju 560-759, Korea

Abstract

This study was conducted to determine the effect of effective microorganism (EM) treatment in feeding system of swine on carcass characteristics. EM pork, which reared with EM additives and EM activated liquids, and conventional pork (non-EM pork) were stored at 4°C. Chemical composition and storage stability of EM pork were compared with conventional pork. Cholesterol content at EM pork was 71 mg/100 g, which is lower than that of conventional pork (83 mg/100 g) when the meats were stored at 4°C refrigerator. And EM pork (0.165 MDAmg/kg) showed higher antioxidant effect than control pork (0.184 MDAmg/kg). And also protein denaturalization at EM pork showed lower rate (3.19 mg%) than that of conventional pork (4.9 mg%) when the meats were stored at 4°C refrigerator, showing that inhibitory effect of protein denaturalization was increased up to 35% over the conventional pork. These results show that the EM pork had superior traits in terms of cholesterol level, lipid oxidation and protein denaturalization to the conventional pork.

Key words: EM, cholesterol, antioxidant, lipid, meat

서 론

최근들어 국민소득의 증가와 동시에 식품의 질적인 면을 중요시하는 고품질의 기능성 식품에 대한 인식이 고조되고 있다. 또한 가축의 병해로 인해 식육의 소비가 감소되고 있다. 따라서 Effective Microorganisms(EM)을 이용한 돈육의 보존성에 관한 관심이 고조되고 있다. EM은 일본의 류큐 대학(가고시마 연합대학교)의 히가테루오 교수가 발명한 것으로 항산화물질을 생성하는 일련의 유용미생물군(광합성 세균, 유산균, 효모 등)이며, 현재는 농업, 축산업, 의료, 환경 등의 분야에서 활발히 이용되고 있다(1,2). 이들 미생물 군들은 여러 환경에서 유익한 기능을 수행하며 서로 공존, 공생하면서 상승효과를 일으켜 토양의 항산화(antioxidant) 능력을 증대시켜 유기영양이 가능한 것으로 보고되고 있다. 또한 부패악취를 억제, 방지하고 오수처리에도 정화효과가 있는 것으로 보고되고 있다(3,4). EM제제의 유산균은 유산을 생성하여 발효초기에 pH를 급격히 강하시키므로서 부패균의 성장을 억제하고 불용성 무기성분(인산 등)을 가용화하며, 효모균은 생리활성물질을 합성하여(비타민, 호르몬 등) 다른 EM균의 성장을 촉진하며, 사상균은 고분자물질을 저분자화시켜 이용 가능케 하며, 방선균은 항균물질을 생성하여

토양병원균의 증식억제 효과를 나타내고, 광합성세균은 부패발효시 발생하는 이산화탄소 및 황화수소를 흡수 이용하여 유기물을 고정태로 이용하여 오염 및 악취의 방지효과를 나타낸다고 한다(5). 발효유산균의 섭취로 인류의 건강과 수명을 증진하였으나 미생물제제의 적용은 1,2차 세계대전으로 인하여 발전이 미미하게 진행되어왔다.

Fu 등(6) 돼지고기 등심에 1.5% acetic acid, citric acid, lactic acid를 분무하여 진공포장한 후 0~2°C에서 저장한 결과 acetic acid와 citric acid의 경우 14일 동안 호기성 세균수와 대장균수가 감소하였고 pH, TBA, 관능적 품질에는 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 항미생물제제별 냉장돼지고기의 표면 세균수의 감소효과는 항미생물제제의 농도와 시간에 따라 차이가 있었으나 젖산이 약 10배~100배 감소하여 가장 우수한 항미생물효과를 나타내었다(7).

돼지에 대해 전 사육기간 동안 생균제를 사용하였더니 증체량, 사료 섭취량, 사료 효율의 모든 면에서 대조구에 비해 우수한 결과를 나타냈다는 보고들(8-11)은 있지만 돼지사료에 미생물제의 혼합급여로 돈육의 물리적·화학적 특성에 미치는 영향에 대한 연구는 상대적으로 적은 편이다. 그러므로 본 연구는 혼합 미생물제인 EM이 돼지사료에 첨가 급여되어 생산된 EM 돈육의 육질에 미치는 영향을 평가하고자

실행하였다.

재료 및 방법

돼지 사양

고급브랜드 돼지고기(EM Pork)를 생산하기 위해 일반적인 사양방법에 1,000배 희석 EM 활성액과 사료전체 첨가량의 1% EM 생균제를 자돈부터 출하시까지 음수 및 사료첨가제로 급여하였다.

EM 활성액과 EM 사료첨가제

EM 활성액은 EM-1(*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Saccharomyces cerevisiae* 등) 희석하여 생산하였고 EM 사료 첨가제(*Lactobacillus* sp.: 9.1×10^5 CFU/g, *Saccharomyces cerevisiae*: 9.1×10^6 CFU/g 이상)는 혼합 희석액을 원료가 되는 사료(H사)량의 20%정도로 한다. 만들고자 하는 용기의 10%의 당밀, 10%의 EM원액, 나머지는 물로 채운다. 용기 내부는 혐기 상태가 되게 눌러 혐기발효가 되도록 하였다. 그 후 30~35°C에서 2주간 발효시켰다.

도축 및 저장조건

일반돼지(3원 교잡종; Duroc × Yorkshire × Landrace) 및 EM Pork는 처리구당 10두씩 3반복 사양하여 총 60두를 공시하였으며 생후 6개월 105 ± 5 kg경에 S산업에서 도축 후 도체를 0°C의 냉장실에서 24시간 냉장하였다. 육질분석을 위한 돈육은 도축 후 2등급 이상의 등심부위 근육을 사용하였다. 그 후 등심부위 근육을 세절하여 각각 5°C 냉장온도와 -18°C 냉동온도에 저장하였다. 일반성분과 VBN 수치는 냉장과 냉동 상태에서 TBA 수치와 콜레스테롤 함량은 냉장 상태에서 실험을 실시하였다.

일반성분

수분은 105°C 상압가열건조법(Moisture analyzer, MB45, OHAUS USA), 조단백질은 micro-Kjeldahl법(Kjeldahl/Nitrogen analyzer, K-424/B-324, BUCHI, Switzerland), 조지방은 Soxhlet 추출법(Universal extraction system, B-811, BUCHI, Switzerland)으로 AOAC(12)표준법에 따라 분석하였다.

Cholesterol 함량

일반돼지와 EM Pork와의 콜레스테롤 함량을 King 등(13)의 방법으로 분석하였다.

Thiobarbituric acid(TBA)

Witte 등(14)의 방법에 의해 TBA값을 측정하여 항산화 효과를 비교하였다.

VBN(volatil basic nitrogen)

高板(15)의 방법에 의해 단백질 분해에 의한 휘발성염기태질소를 측정하였다.

통계분석

모든 결과는 3반복 실험의 평균 ± 표준편차로 나타냈으며, 각 군간의 유의성은 T-test(Statistical Analysis Software, SAS institute)로 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

EM 활성액과 EM 사료 첨가제를 첨가 급여한 EM Pork의 수분함량 변화를 Fig. 1에 나타냈다. 그 결과 냉동저장에 따른 수분함량은 EM Pork가 72.65%로 일반 돈육의 67.62%보다 높았으며, 냉장저장에 따른 일반육과 EM Pork의 수분함량은 각각 73.68%와 73.91%로 비슷한 수치를 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$). 이러한 결과는 냉동저장 상태에서 EM Pork가 일반 돈육보다 수분함량이 높은 경향을 보인 것은 돈육의 조직감에 영향을 줄 수 있는 원인이라 생각된다.

냉동 및 냉장 저장 5일간 일반 돈육에 대한 EM Pork의 단백질 함량 차이를 Fig. 2에 나타냈다. 냉동 및 냉장 처리한 일반 돈육의 조단백질 함량은 각각 21.41%와 19.73%인데 비해 냉동 및 냉장 처리한 EM Pork는 각각 22.21%와 21.41%를 나타냈다. 이와같이 EM Pork의 단백질 함량은 일반 돈육보다 높았으며 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 이것은 EM Pork가 단백질 변성 효과가 있음을 보여 주었다고 사료된다. 결론적으로 EM을 이유시부터 EM 사료첨가제를 사료에 1.0% 정도 첨가하여 사양했을 때 단백질 변성 억제 효과 등을 나타냈다.

Fig. 3는 다른 저장조건에서 일반 돈육에 대한 EM Pork의 조지방 차이를 나타냈다. 냉동저장 상태에서 EM Pork의 조지방 함량은 3.25%로 일반 돈육의 1.43%보다 상대적으로 높게 나타났으며 처리구간의 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$).

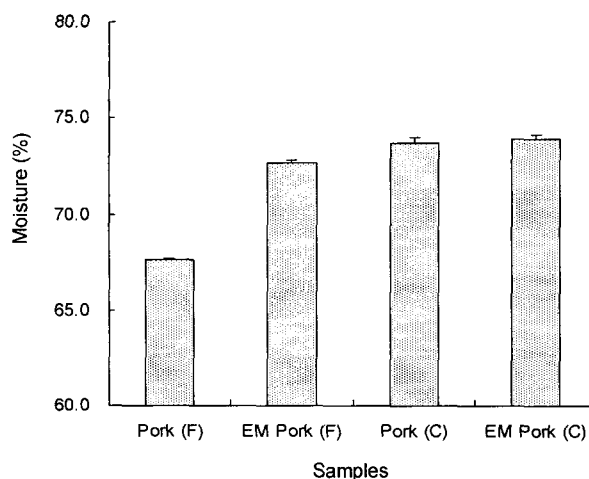


Fig. 1. Change of moisture contents of normal and EM porks in freezing or cold storage condition. F: Freezing, C: Cold.

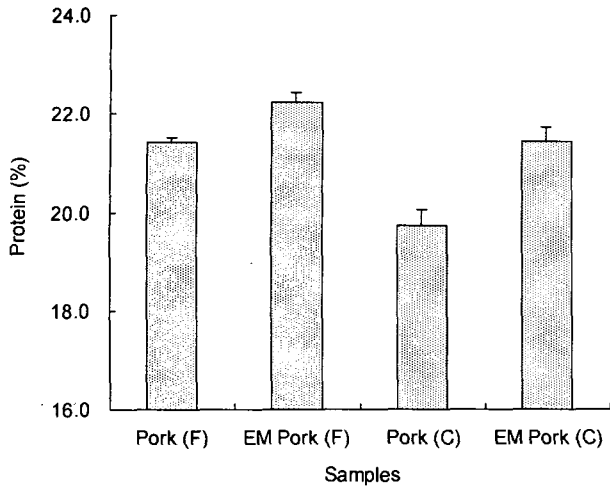


Fig. 2. Change of protein contents of normal and EM porks in freezing or cold storage condition. F: Freezing, C: Cold.

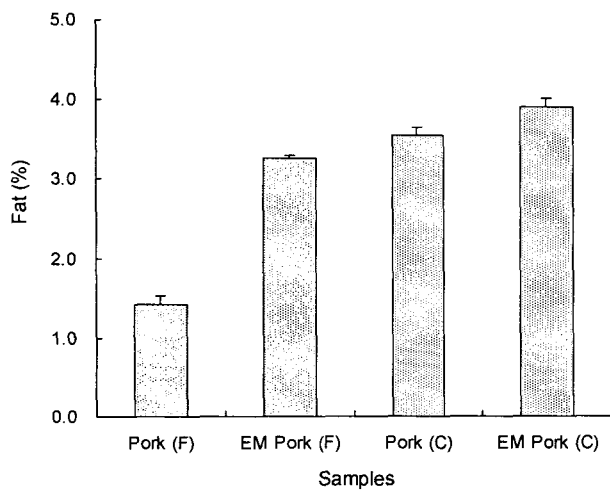


Fig. 3. Change of fat contents of normal and EM porks in freezing or cold storage condition. F: Freezing, C: Cold.

냉장저장 상태에 대한 EM Pork가 3.90%로 3.54%의 일반 돈육보다 조지방 함량이 높게 나타났다. 이것은 생균제를 첨가한 돼지 첨가구가 대조구에 비해 조지방에 있어서 평균 4.6%의 개선 효과가 있었다는 Min 등(16)의 보고와 일치하는 결과를 나타냈다.

Cholesterol 함량

일반 돈육과 EM Pork와의 콜레스테롤 함량 측정결과를 Fig. 4에 나타냈다. Baker 등(17)은 혈중 콜레스테롤은 고혈압, 동맥경화증 등의 심혈관질환의 원인이 된다고 보고하였다. 일반 돈육은 평균적으로 83±4 mg/100 g을 나타내었고 EM을 음수 및 사료첨가제로 첨가한 EM Pork는 71±3 mg/100 g을 나타내 유의적으로 낮은 함량을 보였다(p<0.05).

Thiobarbituric acid reactive substance(TBARS)

일반 돈육과 EM Pork와의 저장기간에 따른 산화 억제

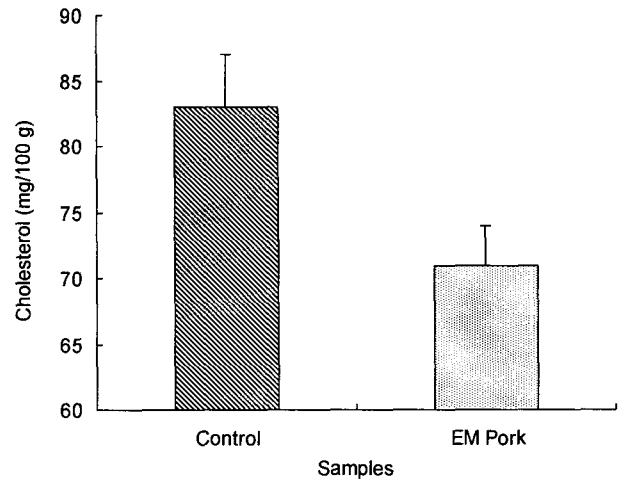


Fig. 4. Change of cholesterol values of control and EM porks during storage at 5°C condition.

대한 항산화 효과를 측정된 결과를 Fig. 5에 나타냈다. 일반 돈육은 저장 1일에 0.112±0.002 MDAmg/kg를 나타내었고 EM Pork는 0.111±0.002 MDAmg/kg을 보여 비슷한 수치를 보였으나 유의적인 차이는 없었다(p>0.05). 그러나 저장기간 7일에 일반 돈육은 0.168±0.002 MDAmg/kg을 EM Pork는 0.151±0.003 MDAmg/kg을 보였으며, 저장기간 14일에는 일반 돈육이 0.184±0.003 MDAmg/kg이었고 EM Pork는 0.165±0.004 MDAmg/kg으로 처리구간 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 전반적으로 EM Pork는 일반 돈육에 비해 약 11% 정도 TBARS치가 낮게 나타났는데 이러한 결과는 이유 시부터 출하 전까지 EM 활성액 및 EM 생균제를 급여하였기에 EM에 포함되어 있는 항산화물질이 작용한 것으로 사료된다.

VBN(volatilic basic nitrogen)

EM Pork의 냉장 및 냉동 저장 중의 단백질 변성(취발성

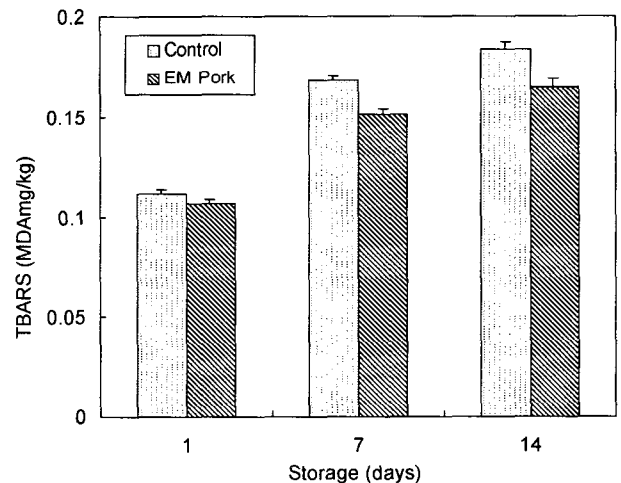


Fig. 5. Change of TBARS values in control and EM porks during storage at 5°C condition.

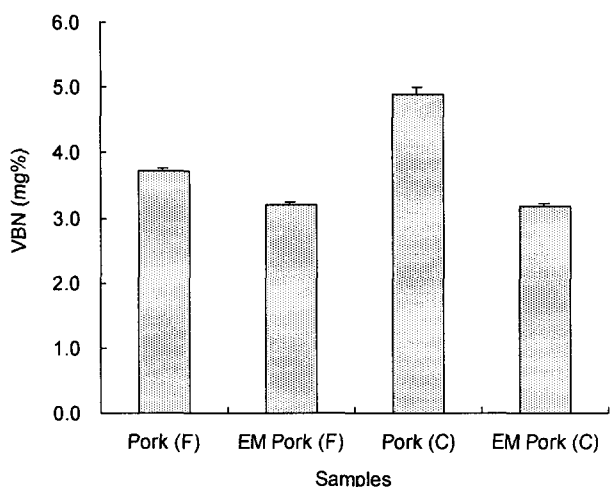


Fig. 6. Change of VBN values of normal and EM porks in freezing or cold storage condition.

F: Freezing, C: Cold.

염기질소 함량)에 대한 효과를 살펴보고 그 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 단백질 변성에 관한 실험결과 일반 돈육을 5일간 냉동저장한 것은 3.72 ± 0.05 mg%이었고 EM Pork는 3.2 ± 0.05 mg%를 나타냈으나 유의적인 차이는 보이지 않았다 (p>0.05). 그러나 일반 돈육을 5일간 냉장 저장한 것은 4.9 ± 0.1 mg%를 나타냈으나 EM Pork는 3.19 ± 0.04 mg%를 나타내 일반 돈육보다 35% 정도 VBN치가 낮았는데 유의적인 차이를 나타냈다(p<0.05). 이러한 결과는 EM이 단백질 변성을 억제하는 효과가 있음을 시사한다고 생각된다. 반면, Jeong 등(18)은 썩 분말을 첨가한 돼지고기 수육의 휘발성염기질소 함량이 일반 돈육과 서로 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였다.

요 약

본 연구는 EM을 음수 및 사료내에 첨가하여 사양한 돼지의 육질개선 효과를 알아보기 위해 일반 돈육과 EM Pork의 이화학적 특성을 검토하고자 돼지 60두를 공시하여 일반성분, 육질 개선 및 육질 보존성에 관한 실험을 실시하였다. 콜레스테롤 함량 측정 결과, 일반 돈육은 평균적으로 83 ± 4 mg/100 g이었는데 EM Pork는 71 ± 3 mg/100 g을 나타내 유의적으로 낮은 함량을 보였다(p<0.05). 또한 TBA가는 저장기간 14일에 일반 돈육이 0.184 ± 0.003 MDAmg/kg을 나타냈는데 EM Pork는 0.165 ± 0.004 MDAmg/kg으로 처리구간 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). VBN치는 일반 돈육을 5일간 냉동 저장한 것이 3.72 ± 0.05 mg%이었고 EM Pork는 3.2 ± 0.05 mg%를 나타냈으나 유의적인 차이는 보이지 않았다(p>0.05). 그러나 일반 돈육을 5일간 냉장 저장한

것은 4.9 ± 0.1 mg%를 나타냈으나 EM Pork는 3.19 ± 0.04 mg%를 나타내 일반 돈육보다 35% 정도 VBN치가 낮았으며 유의적인 차이를 나타냈다(p<0.05).

문 헌

- Higa T. 1995. *Use of microorganisms in agriculture & their positive effects on environmental safety*. Nobunkyo, Tokyo. p 42-74.
- Higa T. 1998. *The complete data EM encyclopedia*. Sogo Unicom, Tokyo. p 182-237.
- EM Research Organization. 1995. *EM Application Manual for APNAN Countries*. 1st ed. Tokyo. p 1-7.
- Higa T. 1996. *An Earth Saving Revolution*. Sunmark Publishing Inc., Tokyo, Japan.
- 히가테루오. 1991. 미생물의 농업이용과 환경보전(미경회역). 형설출판사, 서울.
- Fu AH, Sebranek JG, Murano EA. 1994. Microbial and quality characteristics of pork cuts from carcasses treated with sanitizing sprays. *J Food Sci* 59: 306-309.
- Jung SC, Chung ME, Byun SK, Kim SI, Kim KH, Kim JM, Lee KH, Kim OK. 2001. Studies for extending the shelf-life of domestic chilled pork using the control of microorganisms. II. A study on the bactericidal effects of antimicrobial agents in domestic chilled pork. *Kor J Vet Publ Hlth* 25: 1-9.
- Parker RB. 1975. Applications of lactobacillus feeding in swine and other livestock. Amer. Feed Manufactures Assoc Nutr Council, November. p 38-39.
- Baird DM. 1977. Probiotics help boost feed efficiency. *Feed-stuffs* 49(Sept. 11): 11-13.
- Hale OM, Newton GL. 1979. Effects of a non-viable *Lactobacillus* species fermentation product on performance of pigs. *J Anim Sci* 48: 770-775.
- Pollmann DS, Danielson DM, Wren WB, Peo ER Jr, Shahani KM. 1980. Influence of *Lactobacillus acidophilus* inoculum on gnotobiotic and conventional pigs. *J Anim Sci* 51: 629-637.
- AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Association of official analytical chemists, Washington D.C.
- King AT, Paniangvait P, Jones AD, German JB. 1998. Rapid method for quantification of cholesterol in turkey meat and products. *J Food Sci* 63: 382-387.
- Witte VC, Krause GF, Bailey ME. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35: 582-587.
- 高板知久. 1975. 肉製品の鮮度保持と測定. 食品工業. 共立出版社, 東京. p 18, 105.
- Min TS, Han IK, Chung IB, Kim IB. 1992. Effects of dietary supplementation with antibiotics, sulfur compound, copper sulfate, enzyme and probiotics on characteristics of growing-finishing pigs. *Kor J Anim Nutr Feed* 16: 265-274.
- Baker HJ, Lindsey JR, Weisbroth SH. 1984. *The laboratory rat*. Academic Press Inc., NY. Vol 2, p 123-131.
- Jeong IC, Mun YH, Kang SJ. 2004. Effects of addition of mugwort powder on the physicochemical sensory characteristics of boiled pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24: 15-22.

(2004년 11월 4일 접수; 2005년 5월 26일 채택)