

한약재 부산물 투여가 돈육의 기능성에 미치는 영향

최진호[†] · 김동우 · 문영실 · 장동석*

부산수산대학교 식품생명과학과

*부산수산대학교 식품공학과

Feeding Effect of Oriental Medicine on the Functional Properties of Pig Meat

Jin-Ho Choi[†], Dong-Woo Kim, Young-Sil Moon and Dong-Suck Chang*

Dept. of Food and Life Science, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

Abstract

To evaluate the feeding effect of oriental medicine on the functional properties of pork, male pigs(*Sus scrofa* var. *domesticus* L.) were fed commercial basic diets containing 1.0%, 3.0% and 7.0% of oriental medicine complex from 30 or 45 days before slaughter. The growth pattern and physical conditions of pigs during the feeding period were checked, and after slaughter, the taste of pork and biological characteristics of serum were analyzed. Body weight gain was significantly increased in case of 45 day feeding groups of 3.0 and 7.0% compared with control group ($p < 0.05$), whereas food intakes were slightly decreased in these groups. Triglyceride and total cholesterol levels were effectively decreased in the same feeding groups compared with control group ($p < 0.01 \sim 0.001$). Three percent feeding group not only effectively decreased the LDL-cholesterol levels, but also significantly decreased the atherogenic index in 30 days ($p < 0.001$). Malondialdehyde levels and hydroxyl radical formations were effectively inhibited in all oriental medicine feeding groups. Superoxide dismutase activities were effectively increased only in 3.0% feeding groups, HDL-cholesterol levels almost did not change in 3.0% and 7.0% feeding groups in 30 days. External and sensory evaluations make satisfactory results in all oriental medicines feeding groups. According to the experimental results, the growth pattern and physical conditions of the pigs fed oriental medicine without feeding any antibiotics were relatively superior to those of control group. The authors suggest that, if more than 3.0% of oriental medicine were fed to the pigs from more than 30 days before slaughter the pork is relatively better than those of general pork not only for the modulating the chronic degenerative diseases, but also for its qualities and tastes.

Key words : oriental medicine, LDL-cholesterol, hydroxyl radical, atherogenic index, free radical, superoxide dismutase, scavenger enzyme

서론

우리 농어민의 원성속에 UR이 국회비준을 거쳐 정부가 승인함으로써 1995년 1월 1일부터 세계무역기구(WTO)가 출범하게 되었다. 따라서 세계는 하나의 거대한 공동시장을 형성하게 됨에 따라 이제는 세계의 제일이 아니고서는 국제 경쟁력을 확보할 수 없다. 따라서 우리 농어민도 시대에 따라 변해야만 하고, 새로

운 기술개발로 고부가가치의 신제품을 개발하지 않고서는 국제 경쟁력을 확보할 수 없을 뿐만 아니라 우리의 생존마저 위협을 받게 될 것이다. 이러한 우리의 현실을 감안할 때 돼지 사육시에 한약재 부산물을 사료에 첨가·투여함으로써 성인병을 예방할 수 있는 기능성 돈육을 생산한다든지, 육질(肉質)과 맛이 뛰어난 고품질·고부가가치의 돈육(豚肉)을 생산할 수 있다면 WTO 체제하에서 양돈 농가의 국제 경쟁력 제고에

[†]To whom all correspondence should be addressed

크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

옛날부터 한방약은 민간의약으로 여러가지 만성퇴행성 질환(成人病)의 예방과 치료에 널리 사용되어 왔다. 이들 한약제로 사용된 주요 한약재료를 비교하여 보면(1) 감초(甘草: *Glycyrrhizae radix*)는 신농본초경(新農本草經) 상품에 수재되어 있고 그 주성분은 triterpenoid saponin인 glycyrrhizin(4~2%)으로서, 간장의 유해물질과 결합하여 배설되는 등 간장의 해독 기능에 관계하고 있고, 하수오(何首烏: *Polygonum multiflorum* THUNB)는 뿌리를 사용하며 그 주성분은 chrysophanol, emodin 등 anthraquinone계 화합물로서 강장·강정(強壯·強精)작용과 보혈(補血) 기능이 뛰어나고, 작약(芍藥: *Paeonia lactiflora* PALL)은 뿌리를 사용하며 신농본초경(新農本草經) 중품에 수재되어 있고 그 주성분은 안식향산과 결합한 monoterpen으로서 paeoniflorin, alliflorin, oxypaeoniflorin 등으로 양혈(養血), 수렴(收斂), 진통(鎮痛) 작용이 있으며, 당귀(當歸: *Angelica sinensis* DIELS)는 뿌리를 사용하고 신농본초경(新農本草經) 중품에 수재되어 있으며 그 주성분으로서는 ligustilide, n-butyliden phthalide와 그밖에 β -sitosterol이 있는데, 진승(陳承)은 “당귀는 임부, 산후의 오혈상충(惡血上衝)을 치료하고... 기혈(氣血)을 좋게 한다”고 하였고, 그밖에 빈혈, 월경불순, 월경통, 복통의 치료에 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

천궁(川芎: *Cnidium officinale* MAKINO)은 근경을 주로 사용하며 그 주성분은 cnidilide, ligustilide, neocnidilide, butylphthalide로서 보혈(補血), 빈혈, 냉증, 월경불순 등에 효과가 있고 강장작용도 있으며, 지황(地黃: *Rehmannia glutinosa* GAERTN)은 뿌리를 사용하며 신농본초경(新農本草經) 상품에 수재되어 있고 건지황과 숙지황으로 가공하여 사용하며 그 주성분은 sitosterol, D-mannitol, catalpol 등으로서 혈당 저하, 빈혈, 해열 허약증 등 보혈·강장의 요약(要藥)이며, 구기자(枸杞子: *Lycium chinense* MILL)는 신농본초경(新農本草經) 상품에 수재되어 있고 성숙과실을 건조하여 사용하며 그 주성분은 betaine, zeaxanthin 등으로서 혈당 저하, 항지간 작용(抗脂肪作用)을 하며 그 밖에 허약, 무력감, 두통의 치료에 효과적인 강장제로 사용되고 있다.

오미자(五味子: *Schizandra chinensis* TURCZ)는 성숙과실을 건조하여 사용하며 신농본초경(新農本草經) 상품에 수재되어 있으며, 그 주성분으로서는 α -ylangene, α -chamigrene, β -chamigrene 등으로서 간신(肝腎)과 폐기(肺氣)에 효과적인 강장(強壯)의 요약이고 그

밖에도 진해, 자양에 좋고, 갈근(葛根: *Pueraria lobata* OHWI)은 뿌리를 사용하며 신농본초경(新農本草經) 중품에 수재되어 있고 그 주성분은 daidzin, daidzein, puerarin 등의 isoflavone 유도체로서 해열, 진통, 지갈(止渴), 발한, 증풍(中風), 장풍(腸風)의 치료에 효과적이며, 인삼(人蔘: *Panax ginseng* C.A. MEYER)은 신농본초경(新農本草經) 상품에 수재되어 있는 만병통치약으로 알려져 있으며, 계피(桂皮: *Cinnamomum cassia* BLUME)는 수피를 사용하며 그 주성분은 cinnamic aldehyde, cinnamyl acetate 등으로서 장연동 작용과 해독 작용이 있고 중추신경계 흥분의 진정 작용 등이 있는 것으로 밝혀져 있다.

따라서 본 실험에서는 사육돼지에 항생제를 사용하지 않고 감초를 비롯한 15종의 주요 한약재 부산물을 일정량씩, 일정기간 투여하여 돼지의 발육 및 내병상태, 배설물의 악취, 육질의 품질과 맛을 조사함과 동시에 성인병의 부담을 덜어줄 수 있는 기능성 유무를 분석하고자 본 연구를 시도하였다.

재료 및 방법

동물실험

본 연구에 사용한 실험동물은 사육용 돼지(*Sus scrofa* var. *domesticus* L.)로서 체중이 약 85kg이 될 때까지 진양사료(주)에서 구입한 양돈용 사료로 사육한 다음, 감초 등 15여종의 한약재의 부산물을 건조하여 분쇄기에서 0.2mm 크기로 분쇄한 다음, 한약재 부산물 건조분말을 각각 1.0~7.0%가 되도록 첨가·혼합하여 각 그룹당 10마리씩으로 출하하기 30일 및 45일 전부터 사육한 다음, 도살·채혈하여 혈청을 분리한 후 관련 생리·생화학적 실험을 하여 분석·평가하였다.

사용시약

본 기능성 돈육을 생산하기 위하여 동물실험을 통한 생리·생화학 실험에 사용한 분석용 시약으로서 superoxide dismutase(SOD) 등의 효소 및 관련 분석시약은 모두 Sigma제 특급 내지 1급시약을 사용하였다.

한약재 첨가사료의 조제

생리적 효과 및 사육조건을 평가하기 위하여 진양사료(주)에서 구입한 양돈용 기본사료에 다음 Table 1과 같은 조성으로 마산시 석전동 소재 “약산당한약방”에서 감초 등 15여종의 한약제로 조제한 한약제를

Table 1. Composition of oriental medicine added to commercial basic diets

Oriental medicine	Composition(%)	Feeding(g/day) ¹⁾	Remarks
Glycyrrhizae radix(甘草)	11.0%	9.24g	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L. var
Polygoni multiflori radix(何首烏)	11.0%	9.24g	<i>Polygonium multiflorum</i> THUNB
Paeoniae radix(芍藥)	10.0%	8.40g	<i>Paeonia lactiflora</i> PALL
Angelicae radix(當歸)	10.0%	8.40g	<i>Angelica sinensis</i> DIELS
Rehmanniae radix(熟地黃)	9.0%	7.56g	<i>Rehmannia glutinosa</i> LIBOSCH
Cnidii rhizoma(川芎)	8.0%	6.72g	<i>Cnidium officinale</i> MAKINO
Lycii fructus(枸杞子)	8.0%	6.72g	<i>Lycium chinense</i> MILL
Schizandrae fructus(五味子)	7.0%	5.88g	<i>Schizandra chinensis</i> TURCZ
Puerariae radix(葛根)	7.0%	5.88g	<i>Pueraria lobata</i> OHWI
Ginseng radix(人蔘)	6.0%	5.04g	<i>Panax ginseng</i> C.A. MEYER
Cinnamonomi cortex(桂皮)	6.0%	5.04g	<i>Cinnamomum cassia</i> BLUME
Other	7.0%	5.88g	
Total	100.0%	84.00g	

¹⁾In case with 3.0% of oriental medicine

한 침(약 150g) 기준으로 하고, 여기에 물 1,000ml씩을 넣고 약한 불로 한 시간 이상 서서히 끓여서 100ml 정도까지 농축하여 짜서 먹고남은 부산물을 건조·분쇄한 것을 각각 1.0%(28g), 3.0%(84g), 7.0%(196g)가 되도록 기본사료에 첨가하여 사료 배합기(200kg 용량)에 넣고 5분간 진탕·혼합하여 조제하여 사육용 사료로 사용하였다.

체중 및 사료 섭취량의 측정

한약제를 용량별(1.0%, 3.0%, 7.0%)로 기본사료에 첨가하여 출하하기 30일 및 45일 전부터 사육하면서 매일 사료 섭취량과 체중 증가량을 최 등의 방법(2)에 따라 측정하였다.

질병 및 사육상태의 관찰

기본사료에 한약제 부산물을 용량별로 첨가하여 출하하기 전부터 사육하면서 사육폐지의 외관상의 변화(피부와 털, 그리고 탄력성 등)와 질병(호흡기 질환 등)의 발생 유무 등을 평가단(8명)을 구성하여 항생제를 사용하지 않고 한약제 부산물로 대체할 수 있는지 등에 대해서 평가하였다.

중성지질(TG) 함량의 측정

혈청 중의 중성지질로서 triglyceride(TG)의 함량은 저자 등의 방법(3)에 따라 혈청 중성지질 측정용 TG 키트시약-V(榮研化學, 日本)로 전처리하여 표준검량선에 의거, 혈청 중의 중성지질의 함량을 정량하였고, 혈청 중의 단백질의 함량은 Lowry 등의 방법(4)에 따라 표준검량선을 이용하여 측정하였다.

콜레스테롤 함량의 측정

혈청 중의 총콜레스테롤 함량은 Rudel과 Morris(5)의 방법에 따라 o-phthaldehyde법으로 측정하였고, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤의 함량은 저자 등(6) 및 Noma 등(7)의 방법에 따라 측정하여 정량하였다.

동맥경화지수(AI)의 측정

성인병의 초기 증상으로 나타나는 동맥경화증의 발병 지표로서 널리 활용되고 있는 동맥경화지수(atherogenic index : AI)는 Haglund 등(8)의 방법에 따라 총콜레스테롤 함량에서 HDL-콜레스테롤 함량을 뺀 다음, 이것을 다시 HDL-콜레스테롤 함량으로 나눈 값으로 계산하였다.

과산화지질 함량의 측정

혈청 및 간장 세포막으로서 미토콘드리아, 마이크로솜 및 시토졸 회분은 저자 등의 방법(2)에 따라 분획하였고, 세포막 회분 중의 과산화지질(malondialdehyde : MDA)의 함량은 저자 등의 방법(9)에 따라 분광광도계로서 측정하였으며, 혈청 중의 과산화지질의 함량은 Yagi의 방법(10)에 따라 형광광도계로서 측정하였다.

활성산소종 및 제거효소의 측정

생체내에서 생성되는 활성산소종(reactive oxygen species ; ROS) 중에서 가장 강력한 프리 라디칼(free radical)로 알려진 히드록시 라디칼(hydroxyl radical)의 생성은 저자 등의 방법(11)에 따라 측정하였다. 활

성산소종의 제거효소(scavenger enzymes)로서 중요한 수퍼옥시드 디스무타아제(superoxide dismutase : SOD)의 활성은 혈청을 사용하여 Oyanagui의 방법(12)에 따라 측정하였다.

통계처리

본 연구의 모든 실험결과는 통계 처리하여 평균치와 표준편차를 계산하였으며, 각 실험군간의 유의성은 Steel과 Torrie(13)의 Student's t-test로 검정하였다.

결과 및 고찰

사육 및 질병관찰 소견

한약재 부산물을 용량별(1.0%, 3.0%, 7.0%)로 출하기 30일 및 45일 전 부터 투여하여 사육하면서 무침가의 대조군과 외관상의 변화 및 질병의 발생 유무 등을 충남 천안 소재 연암축산전문대학 졸업생 중심의 우리 농산의 조합원들로 구성된 평가단(8명)을 구성하여 항생제를 사용하지 않고 한약재 부산물로 대체할 수 있는지 등에 대한 평가결과는 다음과 같다. 그러나 한약재 투여군 사이에는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다.

- 가. 한약재 부산물 투여군에서는 사료 섭취량이 감소했는데도 불구하고 사료 및 에너지효율이 매우 높았다.
- 나. 한약재 무투여의 대조군에서는 호흡기질병 등의 증상이 나타났지만, 한약재 부산물 투여군은 매우 건강하였다.
- 다. 대조군에 비해 한약재 부산물 투여군은 돼지의 피부와 털이 윤기가 있고 탄력성이 있었다.

- 라. 한약재 부산물 투여군은 대조군에 비해 분변(糞便)의 냄새가 현저히 감소됨을 알 수 있었다.
- 마. 전체적으로 볼 때 대조군에 비해 한약재 부산물 투여군은 사료 섭취량은 오히려 감소하였지만, 체중 증가율은 상대적으로 높았다.
- 바. 항생제를 전혀 사용하지 않더라도 한약재 부산물 투여만으로 건강하였고 육질(肉質)과 맛이 대조군에 비해 상대적으로 좋았다.

체중 증가 및 사료 섭취량

한약재 부산물 투여에 의한 체중 증가량을 비교하여 보면(Table 2) 한약제를 첨가하지 않은 대조군의 체중 증가량은 30일이나 45일에 거의 차이가 없었다. 한약재 투여군의 체중 증가량은 한약재 부산물 1.0% 투여의 30일 투여군은 오히려 체중이 대조군에 비해 약간 감소하는 경향이었지만, 그밖의 한약재 투여군은 모두 대조군에 비해 유의적으로 체중이 증가하고 있음을 알 수 있었다.

그 중에서도 가장 체중 증가가 현저한 한약재 부산물 투여군은 한약재 부산물 3.0%의 45일간 투여군의 체중 증가량이 가장 높았지만, 30일 투여군도 체중 증가 효과가 인정되었다. 따라서 한약재 부산물 3.0% 첨가사료로써 30일 동안 투여하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

한 가지 특기할 사실은 한약재 부산물 투여군이 대조군에 비해 체중이 전반적으로 증가하고 있는데도 불구하고 사료 섭취량이 대조군에 비해 낮다는 사실은 매우 바람직한 사실이다. 이러한 사실은 한약재 부산물 투여에 의하여 사료효율(feed efficiency) 및 에너지 효율(gross efficiency)이 크게 향상된 것으로 판단된다.

Table 2. Effect of oriental medicine on body weight gain and food intakes of pig for 30 and 45 days

Feeding periods (Days)	Body weight gain		Food intake(kg)		
	Total(kg)	kg/Day	Total(kg)	kg/Day	
Control	30 days	22.3±1.5 ¹⁾	0.74±0.05(100.0%)	94.2±5.4	3.14±0.18(100.0%)
	45 days	33.8±2.7	0.75±0.06(100.0%)	141.8±6.5	3.15±0.14(100.0%)
OM-1.0	30 days	21.7±1.7	0.72±0.06(97.3%)	81.0±4.3	2.70±0.14(86.0%) ^b
	45 days	36.0±3.1	0.80±0.06(100.0%)	135.0±4.8	3.00±0.11(95.2%)
OM-3.0	30 days	23.2±1.8	0.77±0.06(104.1%)	81.5±3.8	2.72±0.14(86.6%) ^b
	45 days	38.2±2.7	0.85±0.06(113.3%) ^a	139.5±5.1	3.10±0.11(98.4%)
OM-7.0	30 days	22.6±1.7	0.75±0.06(101.4%)	78.0±4.4	2.60±0.15(82.8%) ^c
	45 days	37.3±3.1	0.83±0.07(110.7%) ^a	132.8±4.9	2.95±0.11(93.7%)

¹⁾Mean±SD of one pig of 10 pigs used

OM-1, OM-3 and OM-7 exhibit oriental medicine 1.0%, 3.0% and 7.0% added to basic diets, respectively

^ap<0.05, ^bp<0.01, ^cp<0.001 compared with control group

성인병의 예방 및 개선효과

중성지질 및 총콜레스테롤의 억제효과

성인병(成人病)은 만성퇴행성 질환(chronic degenerative diseases)으로서 갱년기를 전후해서 발병하기 때문에 치료하기 어려운 퇴행성(退行性) 질병으로 보통 만성병(慢性病)을 말한다. 여기에 속하는 질병으로는 동맥경화증(動脈硬化症), 고혈압(高血壓), 심근경색(心筋梗塞), 협심증(狹心症), 심장병(心臟病), 당뇨병(糖尿病), 뇌졸중(腦卒中; 중풍), 뇌출혈(腦出血), 혈전증(血栓症), 암(癌) 등 무수히 많다. 이들 질병은 주로 식원병(食原病)으로서, 중성지질(triglycerides; TG)과 콜레스테롤(cholesterol) 등의 지방질 성분이 문제되고 있다. 좀 더 구체적으로 설명하면 콜레스테롤중에서도 저밀도리포단백(low density lipoprotein; LDL)-콜레스테롤이 성인병의 발병인자로 알려져 있다.

Table 3에서 한약제 부산물 투여에 의한 혈액 중의 중성지질의 억제효과를 비교하여 보면 한약제 부산물 투여군은 어느 군이나 할 것 없이 8~11% 정도의 중성지질 억제효과가 인정되었다. 중성지질의 억제효과만으로 본다면 한약제 부산물 1.0% 및 3.0% 투여군으로서 30일만 투여해도 될 것으로 판단된다. 또한 한약제 투여에 의한 혈액 중의 총 콜레스테롤의 억제효과를 비교하여 보면 Table 3에서 보는 바와 같이 한약제 부산물 3.0% 투여군으로써 출하하기 30일 전 부터 투여한 돼지가 총 콜레스테롤의 함량을 가장 효과적으로 억제한다는 사실을 알 수 있었다. 그 다음으로는 한약제 부산물 7.0% 투여군의 30일 투여나 1.0% 투여군의 45일 투여가 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 이상의 중성지질 및 총 콜레스테롤 함량의 억제효과를 평가하여 보면 한약제 3% 첨가사료로써 출하하기 30일 전

부터 투여하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

LDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수의 억제효과

콜레스테롤 중에서도 저밀도리포단백(low density lipoprotein; LDL)-콜레스테롤이 칼슘(Ca)과 함께 혈관의 상피세포를 뚫고 들어가서 혈관벽안에 침착하므로서 혈관이 탄력성을 잃고 굳어지게 되고(動脈硬化), 이들 물질이 혈관벽에 침착된 만큼 혈관이 좁아지므로 혈액을 조직세포로 흘러 보내기 위해서 심장이 무리한 압력을 가해야 하므로 혈압이 높아지며(高血壓), 이 때 심장근육에 무리가 생기게 되고(心筋梗塞), 뇌혈관이 파열되는가 하면(腦出血) 뇌졸중(腦卒中)이 생기는 등 심각하다.

따라서 성인병의 발병물질인 LDL-콜레스테롤의 함량에 미치는 한약제 부산물의 투여효과를 비교하여 보면 Table 4에서 보는 바와 같이 한약제 부산물 1.0% 첨가사료로써 30일 동안 사육한 돼지를 제외하고는 어느 군이나 대조군 대비 15~25% 정도의 LDL-콜레스테롤의 함량을 효과적으로 억제하고 있음을 알 수 있었다.

또한 성인병의 초기 증상으로 알려진 동맥경화증의 발병지표로서 널리 활용되고 있는 동맥경화지수(atherogenic index)를 비교하여 보면 한약제 부산물 첨가사료의 LDL-콜레스테롤의 억제효과와 마찬가지로 한약제 부산물 투여군은 어느 군이나 동맥경화지수를 20~35% 까지 현저하게 억제한다는 사실을 알 수 있었다.

이상의 결과만을 종합하여 평가해 보면 한약제 부산물 3.0% 첨가사료가 가장 이상적으로 LDL-콜레스테롤과 동맥경화지수를 효과적으로 억제하여 성인병의 예방효과가 뛰어난 한방돼지로서의 구실을 충분히 할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 3. Effect of oriental medicine on triglyceride(TG) and total cholesterol of pig serum

Feeding periods (Days)	Triglyceride level		Total cholesterol level		
	mg/dl serum	Significance(p)	mg/dl serum	Significance(p)	
Control	30 days	117.79±7.12 ¹⁾	100.0%(-)	105.52±4.19	100.0%(-)
	45 days	115.19±4.25 ¹⁾	100.0%(-)	100.21±3.92	100.0%(-)
OM-1	30 days	104.66±4.45	88.9%(0.01)	96.14±4.92	93.8%(0.05)
	45 days	110.33±4.91	95.8%(-)	89.60±7.00	89.4%(0.01)
OM-3	30 days	104.72±5.59	88.9%(0.01)	86.51±4.39	84.4%(0.001)
	45 days	105.45±5.92	91.5%(0.01)	92.95±2.69	92.8%(0.01)
OM-7	30 days	105.32±5.01	89.4%(0.01)	91.41±6.00	89.0%(0.01)
	45 days	102.73±6.13	89.2%(0.001)	94.98±4.76	94.8%(0.05)

¹⁾Mean±SD of one pig of 10 pigs used

OM-1, OM-3 and OM-7 exhibit oriental medicine 1.0%, 3.0% and 7.0% added to basic diets, respectively

Table 4. Effect of oriental medicine on LDL-cholesterol and atherogenic index of pig serum

Feeding periods (Days)	LDL-cholesterol level		Atherogenic index		
	mg/dl serum	Significance(p)	Value	Significance(p)	
Control	30 days	45.55±3.13 ¹⁾	100.0%(-)	3.32±0.23	100.0%(-)
	40 days	41.28±4.02 ¹⁾	100.0%(-)	3.30±0.35	100.0%(-)
OM-1	30 days	39.97±2.12	87.7%(0.01)	2.30±0.19	69.3%(0.001)
	40 days	33.34±2.71	80.5%(0.001)	2.13±0.31	64.5%(0.001)
OM-3	30 days	37.84±2.78	83.1%(0.001)	2.62±0.21	78.9%(0.001)
	40 days	34.42±1.04	83.4%(0.001)	2.26±0.21	68.5%(0.001)
OM-7	30 days	34.53±4.25	75.8%(0.001)	2.39±0.24	72.0%(0.001)
	40 days	32.98±4.03	79.9%(0.001)	2.38±0.24	71.7%(0.001)

¹⁾Mean±SD of one pig of 10 pigs used

OM-1, OM-3 and OM-7 exhibit oriental medicine 1.0%, 3.0% and 7.0% added to basic diets, respectively

생체 방어작용에 미치는 영향

생체의 방어작용이라고 한다면 체내의 방어시스템으로서 생체의 노화를 촉진하는 활성산소종(reactive oxygen species : ROS)인 프리 라디칼(free radical)로서 히드록시 라디칼 및 과산화지질(malondialdehyde ; MDA)의 생성량 억제, 그리고 생체에 유해작용을 하는 활성산소종(ROS)에 대한 제거효소(scavenger enzymes)로서 슈퍼옥시드 디스무타아제(superoxide dismutase : SOD)의 활성이 생체의 질병 발병과 이로 인한 생체의 노화과정의 촉진과 밀접한 관계가 있다.

과산화지질 및 활성산소종 생성 억제효과

생체내 질병의 발병 및 조직세포의 노화를 촉진하는 것으로 알려진 혈액 중의 과산화지질(malondialdehyde ; MDA)의 생성에 미치는 한약제 투여의 효과를 비교하여 보면 Table 5와 같다. 한약제 부산물 투여군은 어느 군이나 할 것 없이 과산화지질의 생성을 유의적

으로 억제하고 있음을 알 수 있었다.

한약제 부산물 투여에 의한 과산화지질의 생성억제는 대체로 한약제의 투여량이 많을수록, 그리고 투여기간이 길수록 효과적으로 억제한다는 사실을 알 수 있었다. 또한 생체내에서 과산화지질의 생성에 직접 관계하는 것으로 알려진 ROS 중에서 가장 강력한 free radical인 hydroxyl radical의 생성량을 비교하여본 결과, Table 5에서 보는 바와 같이 한약제 투여군이 대체로 프리 라디칼의 생성을 효과적으로 억제하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 한약제 투여에 의한 히드록시 라디칼의 생성 억제작용도 과산화지질의 생성 억제작용과 마찬가지로 장기간 투여군이 더 효과적임을 알 수 있었다.

이상의 두 가지 결과에서 보더라도 한약제의 투여량 및 장기간 투여에 의한 생산 돈육의 원가상승 등을 고려해 본다면 한약제 3.0% 첨가사료로써 출하하기 30일 전 부터 투여도 효과적인 것으로 판단된다.

Table 5. Effect of oriental medicine on malondialdehyde and hydroxyl radical of pig serum

Feeding periods (Days)	Malondialdehyde level		Hydroxyl radical formation		
	n mole/ml serum	Significance(p)	n mole/mg protein	Significance(p)	
Control	30 days	5.58±0.25 ¹⁾	100.0%(-)	10.93±1.01	100.0%(-)
	45 days	6.47±0.29 ¹⁾	100.0%(-)	14.45±0.72	100.0%(-)
OM-1	30 days	5.29±0.10	93.0%(0.01)	8.01±1.52	73.3%(0.01)
	45 days	6.02±0.34	93.0%(0.05)	12.02±1.01	83.2%(0.001)
OM-3	30 days	5.16±0.21	92.5%(0.01)	9.95±1.14	91.0%(0.05)
	45 days	5.68±0.18	87.8%(0.001)	13.45±0.97	93.1%(0.05)
OM-7	30 days	5.19±0.15	93.0%(0.01)	10.25±1.34	93.8%(-)
	45 days	5.68±0.25	87.8%(0.001)	13.14±1.14	90.9%(0.05)

¹⁾Mean±SD of one pig of 10 pigs used

OM-1, OM-3 and OM-7 exhibit oriental medicine 1.0%, 3.0% and 7.0% added to basic diets, respectively

HDL-콜레스테롤 및 프리 라디칼 제거효소의 활성 비교

그러나 콜레스테롤 중에서도 고밀도리포단백(high density lipoprotein : HDL)-콜레스테롤은 콜레스테롤 억제인자(anticholesterol factor) 또는 장수인자(longevity factor)라고까지 부를 정도로 HDL-콜레스테롤은 혈관벽에 침착되어 있는 LDL-콜레스테롤을 떼어내어 간장으로 운반하여 에너지로 사용하거나 체외 배설을 촉진하는 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 그래서 HDL-콜레스테롤을 흔히들 '좋은 콜레스테롤'이라고 부르는 사람도 있다.

생체내의 콜레스테롤 중에서 성인병의 발병에 직접 관계하는 LDL-콜레스테롤의 혈관 침착을 억제하는 콜레스테롤의 억제인자로서 HDL-콜레스테롤의 생성량이 한약제 부산물의 투여량 보다는 투여기간에 따라 효과적으로 증가되는 것으로 알려져 있다. 그렇다고 HDL-콜레스테롤의 생성량만을 고려하여 한약제 부산물을 장기간 투여하는 것은 다소 무리라고 판단된다.

한편 활성산소종인 프리 라디칼의 제거효소(scavenger enzyme)로 알려진 슈퍼옥시드 디스무타아제(superoxide dismutase ; SOD), 글루타치온 퍼옥시다아제(glutathione peroxidase), catalase 등의 항산화 효소 중에서 가장 강력한 프리 라디칼 제거작용이 있는 슈퍼옥시드 디스무타아제(SOD)의 활성에 미치는 한약제 부산물 투여의 영향을 비교하여 보면 Table 6 과 같다. 한약제 부산물 3.0% 첨가사료로써 출하하기 30일 전 부터 투여하는 것이 SOD 활성을 가장 효과적으로 증가시키고 있음을 알 수 있었다.

이상의 두 가지 실험결과를 종합해 볼 때 한약제 부산물 3.0% 첨가사료로써 출하하기 30일 전 부터 사육하는 것이 가장 바람직할 것으로 판단된다.

본 연구는 "육식(肉食)이라고 하면 성인병(成人病)"을 연상하리만큼 부정적인 이미지를 불식할 수 있는 기능성 한방돈육의 생산을 위한 기초연구로서, 한약제 부산물을 투여함으로써 돼지 사육시의 항생제 사용에 대한 문제점을 해결할 수 있는 내병성의 돼지 사육이 가능할 뿐만 아니라 15종의 한약제 부산물을 기본사료에 첨가함으로써 성인병 발병의 원인물질인 중성지질과 LDL-콜레스테롤의 함량을 효과적으로 억제할 뿐만 아니라 성인병의 초기 증상으로 나타나는 동맥경화증의 발병지표로서 밝혀진 동맥경화지수(atherogenic index)를 효과적으로 현저히 감소하였다.

또한 생체의 방어시스템을 파괴하는 활성산소종(reactive oxygen species ; ROS) 중에서 가장 강력한 프리 라디칼(free radical)인 히드록시 라디칼(hydroxyl radical)의 생성과 이에 따른 과산화지질의 생성을 효과적으로 억제할 수 있을 뿐만 아니라 생체내에서 활성산소종에 대한 제거효소(scavenger enzymes) 중에서 가장 활성이 강한 슈퍼옥시드 디스무타아제(SOD)의 활성을 효과적으로 증가하여 생체 방어시스템에 아주 효과적일 것으로 판단된다.

따라서 본 연구결과는 돼지 사육용 기본사료에 15 여종의 한약제 부산물을 첨가하여 사육함으로써 항생제의 사용이 필요없을 정도의 내병성을 강화하고, 육질과 맛을 개선할 수 있는 고품질의 기능성 돈육을 생산할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

15종의 주요 한약제 부산물을 용량별(1.0%, 3.0%, 7.0%)로 사육용 돼지에 출하하기 30일 및 45일 전 부터 투여하여 성인병의 예방과 생체 방어시스템에 미치는

Table 6. Effect of oriental medicine on superoxide dismutase activity and HDL-cholesterol level of pig serum

Feeding periods (Days)	Superoxide dismutase activity		HDL-cholesterol level		
	unit/mg protein	Significance(p)	mg/dl serum	Significance(p)	
Control	30 days	3.79 ± 0.34 ¹⁾	100.0% (-)	24.19 ± 2.55	100.0% (-)
	45 days	5.35 ± 1.01 ¹⁾	100.0% (-)	23.29 ± 2.04	100.0% (-)
OM-1	30 days	3.06 ± 0.72	80.7%(0.05)	29.10 ± 3.51	120.3%(0.05)
	45 days	4.83 ± 0.78	90.3% (-)	28.59 ± 2.65	122.8%(0.01)
OM-3	30 days	5.00 ± 0.51	131.9%(0.001)	23.89 ± 2.05	98.8% (-)
	45 days	4.83 ± 0.92	90.3% (-)	28.53 ± 2.65	122.5%(0.01)
OM-7	30 days	3.52 ± 0.49	92.9% (-)	26.93 ± 3.15	111.3% (-)
	45 days	4.05 ± 1.25	75.7% (-)	28.14 ± 1.65	120.8%(0.001)

¹⁾Mean ± SD of one pig of 10 pigs used

OM-1, OM-3 and OM-7 exhibit oriental medicine 1.0%, 3.0% and 7.0% added to basic diets, respectively

영향을 한약재 부산물 무첨가의 대조군과 비교·평가 하였다. 체중 증가율 한약재 부산물 3.0% 투여군으로서 45일이 가장 높았고 30일 투여도 상당한 효과가 인정되었지만, 사료 섭취량은 상대적으로 낮았다. 또 한약재 부산물 투여군은 대조군에 비하여 배설물의 악취는 감소한 반면 항생제 투여가 필요없을 정도로 발육 상태가 양호하였고, 육질과 맛이 우수하였다. 트리글리세리드의 함량은 3.0% 이상의 한약재 부산물 투여군은 거의 같은 효과를 나타내고 있었지만, 총 콜레스테롤의 함량은 3.0% 한약재 투여군의 출하 30일 전부터 투여하는 것이 가장 현저히 감소하였다. LDL-콜레스테롤 함량과 동맥경화지수도 1.0% 이상의 한약재 부산물 투여군은 다같이 유의적으로 감소하고 있었다. 말론디알데히드(MDA)와 hydroxyl radical의 생성량도 1.0% 이상의 한약재 부산물 투여군이 거의 같은 경향으로 억제하고 있었다. 생체 방어시스템과 관계되는 수퍼옥시드 디스무타아제(SOD) 활성은 3.0% 한약재 부산물 투여군으로서 출하하기 30일 전부터 투여하는 것이 가장 효과적으로 증가하였다. 그러나 HDL-콜레스테롤의 함량은 한약재 부산물 투여군에서 출하하기 45일 전부터 투여하는 것만이 효과적으로 증가함을 알 수 있었다. 따라서 한약재 부산물을 사료에 3.0% 정도 첨가하여 출하하기 30일 전부터 투여했을 경우, 고기의 육질과 맛도 좋고 성인병의 원인물질을 현저히 감소할 수 있기 때문에 한약재 부산물을 사용한 기능성 돈육의 생산은 매우 바람직할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 주식회사 우리농산의 연구비 지원에 의하여 이루어졌음에 감사드립니다.

문 헌

1. 難波恒雄 : 原色和漢藥圖鑑. 保育社, 日本, (上) p.1 ; (下) p.141(1980)

2. 최진호, 김재일, 김일성, 최재수, 변대석, 윤태현 : 비만 억제작용에 미치는 미역성분의 용량의존성 1. 체중, 사료 및 에너지효율, 대사체중에 대한 영향. 한국노화학회지, **1**, 168(1991)

3. 최진호, 김일성, 김재일, 윤태현 : 해조류성분의 노화억제작용에 관한 연구 1. 혈청지질속의 노화억제작용의 조절성분으로서 알긴산의 투여효과. 한국노화학회지, **1**, 173(1991)

4. Lowry, O. H., Roseborough, N. J., Farr, L. A. and Randall, R. J. : Protein measurement with the Folin-Phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265(1951)

5. Rudel, L. L. and Morris, M. D. : Determination of cholesterol using o-phthalaldehyde. *J. Lipid Res.*, **14**, 364(1973)

6. 최진호, 김일성, 김재일, 박천수, 윤태현, 오성기 : 식이 지방질의 불포화/포화지방산 비율이 흰쥐의 리포단백 콜레스테롤의 함량에 미치는 영향. 한국노화학회지, **2**, 42(1992)

7. Noma, A., Nakayama, K. N., Kita, M. and Okabe, H. : Simultaneous determination of serum cholesterol in high and low density lipoprotein with use of heparin, Ca^{2+} , and an anion exchange resin. *Clin. Chem.*, **24**, 1504(1978)

8. Haglund, O., Luostarinen, R., Wallin, R., Wibell, L. and Saldeen, T. : The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin E. *J. Nutr.*, **121**, 165(1991)

9. Choi, J. H. and Yu, B. P. : Unsuitability of TBA test as a lipid peroxidation marker due to prostaglandin synthesis in the aging kidney. *AGE*, **13**, 61(1990)

10. Yagi, K. : Lipid peroxides and human diseases. *Chemistry and Physics of Lipids*, **45**, 337(1987)

11. 최진호, 김일성, 김재일, 김동우, 윤태현 : 갈대뿌리 추출물이 흰쥐의 생리활성에 미치는 영향. 한국노화학회지, **3**, 109(1993)

12. Oyanagui, Y. : Reevaluation of assay methods and establishment of kit for superoxide dismutase activity. *Anal. Biochem.*, **42**, 290(1984)

13. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. : Principles and procedures of statistics. McGrawhill, New York (1960)

(1995년 11월 5일 접수)