



## 잠분(蠶糞) 급여가 돈육의 품질 특성에 미치는 영향

이정일\* · 이중동<sup>1</sup> · 하영주 · 정재두 · 이진우 · 이재룡 · 광석준 · 김두환<sup>2</sup> · 도창희  
경상남도 첨단양돈연구소, <sup>1</sup>경남도청 축산과, <sup>2</sup>진주산업대학교 동물생명산업지역협력연구센터

### Effects of Dietary Silkworm Droppings on Quality Characteristics of Pork Loin

Jeong-Ill Lee\*, Jung-Dong Lee<sup>1</sup>, Young-Joo Ha, Jae-Doo Jung, Jin-Woo Lee, Jae-Ryung Lee, Suk-chun Kwack, Doo-Hwan Kim<sup>2</sup>, and Chang-Hee Do

*Advanced Swine Research Institute, Gyeongnam Province*

<sup>1</sup>*Livestock Division, Gyeongsangnamdo Provincial Office*

<sup>2</sup>*Regional Animal Industry Research Center, Jinju National University*

#### Abstract

This study investigated the effects of silkworm droppings (SWD) added diet feeding on quality characteristics of pork loin meat. Pigs were divided into 7 treatment groups (10 pigs/group) and subjected to one of seven treatment diets (0, 1%, 2% and 3% SWD for 4 weeks, 1%, 2%, 3% SWD for 8 weeks, SWD diets; total fed diets) before slaughter. Pork loin were collected from the animals (110 kg body weight) slaughtered at a commercial slaughterhouse. Pork loin meat were packaged aerobically and then stored at 4°C for 2, 5, 8, or 12 days. Samples were analyzed for general composition, texture characteristics and physico-chemical properties. pH value was not significantly different between the control and SWD treatment groups. pH of control and SWD treatment groups were increased as the storage period passed. General composition, cooking loss and texture was not significantly different between the control and SWD treatment groups. WHC of SWD treatment group was higher than that of control group. WHC of control and SWD treatment groups were significantly decreased as the storage period passed ( $p<0.05$ ). Meat and fat color (CIE L\*, a\*, b\*) were no significant differences between the control and SWD treatment groups. L\* and b\* value of meat color were decreased as the storage period passed. There was a not significantly difference in shear force value among control and SWD treatment groups. Shear force value was decreased significantly during storage in all treatment groups. In all results, dietary SWD-supplementation was not affected in general components, texture characteristics and physico-chemical properties. It is suggested that dietary SWD-supplementation could produce of high quality pork.

**Key words** : silkworm droppings, pork quality, physico-chemical properties

#### 서 론

오늘의 식품은 양적인 것보다는 질적인 것으로 변화되고 있고 다량 소품질로 부터 소량 다품질 시대로 들어서고 있다. 의학의 진보에 따라 체격이나 평균수명이 현저히 향상되었다. 그러나 영양적, 기호적인 면을 강조하게 되면서 현대

병인 암이나 노화문제 또는 고칼로리인 지방, 그 중에서도 동물성 지방의 과다 섭취로 비만, 동맥경화증, 심장질환 등 순환기 계통 질환의 증가가 문제시되고 있으며 이들이 식품 성분과 식생활에 밀접한 연관성을 가지고 있다는 것이 역학적으로 지적되면서 식품에 대한 안전성과 건강 지향적인 면이 강조되고 있다

양돈산업은 소비량 증가와 더불어 안전성, 위생성, 품질, 신선도 등 고품질 돼지고기 생산 기술 개발 구조로 발전되고 자연 환경 보전, 동물 복지 등 새로운 생산 체계가 요구될 뿐만 아니라 내수 시장에서 생산자 및 업체간의 경쟁이 심화될 것

\* **Corresponding author** : Jeong-Ill Lee, Advanced Swine Research Institute, Shinan-Meon, Sanchung-Gun, GyeongNam 666-962, Korea. Tel: 82-55-970-7481, Fax: 82-55-970-7479, E-mail: leej0429@empal.com

으로 전망된다. 이러한 경쟁에서 우위를 확보하기 위해서는 생리 활성 물질이 축적된 고품질·고기능성의 안전 돈육 생산이 필수적 방안이라 할 수 있다. 생산자, 지자체 및 가공업체들은 육질 및 기능성을 고려한 브랜드 돈육 생산 차원에서 두충, 유향, 마늘, 인삼, 토코페롤, 크롬, 셀레늄, 황토, 녹차, 어성초, 활성탄, 일라이트, 목초액, 백령초, 죽순, 홍삼박, 뽕잎, 생균제, 미네랄, 한약박, 카렌, 참나무숯, 쑥 및 양파 등을 이용한 기능성 돈육의 생산과 항생제 등 인체 유해 잔류 물질의 최소화로 안전한 돈육 생산, 현대화 자동화된 도축장에서 위생적인 처리 등을 통한 품질 면에서 차별화된 돈육을 생산하고자 노력하고 있다.

기록에 나타난 가장 오래된 양잠 산물의 생약제로의 효과는 後漢時代인 BC 250년경 장중경이 편찬한 신농본 초경의 중품에 상근백피나 상엽을 지금과 꼭 같은 글자로 적고 그 약효에 대해 구체적으로 소개하고 있다. 이로써 알 수 있듯이 양잠 산물을 생약제로 이용하는 것은 3,000년이란 긴 역사를 지니고 있는 것이다. 뽕잎은 지금까지 우리나라를 비롯하여 여러 나라에서 연구를 통해 또는 이미 옛 의서를 통해 매우 좋은 기능성 식품임이 알려지고 있으며, 신장병, 심장병, 고지혈, 당뇨병 등 성인병과 노인병 예방 또는 치료의 효과를 갖는 식품이라고 알려져 있다. 뽕나무는 전통적으로 뽕잎뿐만 아니라 뿌리(桑根), 근피(桑白皮), 어린 가지, 상피의 액즙, 잎의 흰액즙 및 열매(桑葚)와 같은 부산물 등을 약용으로 사용해 왔으나 과학적으로 그 활성이 구명된 것은 뽕잎(*Folium mori*), 상백피(*Cortex mori*), 오디(*Fructus mori*) 및 누에똥이다.

뽕잎을 먹은 누에에서 유래하는 잠분은 항암 효과, 노화 억제, 중풍 억제, 혈압과 콜레스테롤 저하 효과 및 당뇨병 치료 효과 등의 생리 활성 효과가(농촌진흥청, 1996; Lee *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 1998; Sugawara *et al.*, 1990) 입증됨으로써 화장품 원료, 항암제(porphyrin) 원료 및 가축용 사료 첨가제로써의 이용과 연구가 활발히 진행중이다.

따라서 본 연구에서는 비육 기간동안 잠분 급여 수준과 급여 기간을 달리하여 생산된 돈육 등심의 일반성분, 이화학적 특성 및 조직적 특성 변화를 조사함으로써 고품질·기능성 돈육의 생산 가능성에 대하여 알아보하고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

#### 공시동물, 급여사료 및 사양관리

함양군 소재 Y농장에서 사육중인 60 kg 내외의 버크셔(Berkshire) 70두를 각 처리구마다 10두씩(돈방당) 배치하였으며, 돈사 구조는 개방식 돈사이고 돈방 바닥재는 콘크리트 바닥으로 돈분은 인력 수거하였다. 사료 급여 방법은 75 kg

사료가 들어갈 수 있는 원형 사료 급여기를 사용하여 습식으로 자유 급식시켰으며, 급수 방법은 사료통에 부착되어 있는 니뿔을 이용하여 자유롭게 음수하였다. 사료 변화에 대한 적응 기간을 두기 위하여 잠분이 첨가된 사료의 순치 기간을 3일간 실시하였다.

본 시험에 사용된 사료의 조성은 Table 1과 같으며, 첨가되는 잠분은 함양군에서 생산된 잠분으로 완전 건조된 상태로 이용하였으며, 일반성분은 Table 2와 같다.

#### 시험설계

잠분을 급여 수준과 급여 기간을 달리하여 7 처리구로 설정

Table 1. Formula of experiment diet (% as fed basis)

Item	Experiment diet	
	Finisher I (60~90 kg)	Finisher II (90~110 kg)
Ingredients		
Yellow corn	67.32	69.25
Soybean meal	23.60	14.68
Wheat bran	-	5.65
Rapeseed meal	-	3.00
Limestone	0.43	1.00
Tricalcium phosphate	1.92	0.84
Salt	0.30	0.30
Vitamin*	0.10	0.10
Mineral**	0.10	0.10
Animal fat	2.16	1.00
Molasses	4.00	4.00
Lysine	0.07	0.08
Total	100.00	100.00

#### Chemical composition

DE (kcal/kg)	3400.00	3300.00
Crude protein (%)	16.00	14.00
Lysine (%)	0.90	0.75

\* Vitamin : vit A, 4,000IU ; vit D<sub>3</sub>, 800IU ; vit E, 15IU ; vit K<sub>3</sub>, 2 mg ; thiamin, 8 mg ; riboflavin, 2 mg ; vit B<sub>12</sub>, 16 mg, pantothenic acid, 11 mg ; niacin, 20 mg ; biotin, 0.02 mg.

\*\* Mineral : Cu, 130 mg ; Fe, 175 mg ; Zn, 100 mg ; Mn, 90 mg ; I, 0.3 mg ; Co, 0.5 mg ; Se, 0.2 mg.

Table 2. Chemical composition of silkworm droppings (air dry condition)

Item	Chemical composition			
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
%	9.71±0.91	10.75±0.29	2.45±0.09	17.0±0.46

하였으며, 대조구는 출하시(체중 : 110 kg)까지 시중에 판매되고 있는 배합사료를 급여하였으며, 처리구 1, 2, 3은 사료 함량에 잠분을 각각 1, 2, 3% 첨가하여 4주간 급여하였고, 처리구 4, 5, 6은 1, 2, 3%로 각각 첨가하되 8주간 급여하였다. 급여 기간이 끝난 후 일괄적으로 도축하여 돈육의 등심 부위(5번 늑골~3번 요추 사이)를 발골·정형하여 처리구당 1.5 kg씩 개체 3반복하여 총 84개를 지퍼백(20×25 cm)으로 합기 포장하여 냉장온도(4℃)가 유지되는 항온실에서 2, 5, 8 및 12 일간 저장하면서 일반성분, pH, 육색, 보수력, 육즙 손실, 가열 감량, 전단가 및 조직감 등을 조사하여 잠분 성분이 축적된 돈육의 저장기간에 따른 이화학적·조직적 특성 변화를 구명하고자 실시하였다.

조사항목 및 분석방법

1) pH

마쇄한 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 polytron homogenizer(IKA labortechnik T25-B, Malaysia)로 14,000 rpm에서 1분간 균질하여 pH-meter(Mettler Toledo Co, MP 230, Swiss)로 측정하였다.

2) 함유 수분

함유 수분은 102±2℃의 drying oven에서 24시간 건조 후 중량을 측정하여 건조전 시료 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

3) 조단백질

조단백질 함량은 micro Kjeldahl 방법으로 측정하였으며, 102±2℃의 drying oven에서 24시간 건조한 시료를 잘게 마쇄하여 시료 1 g에 산화촉매제(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : CuSO<sub>4</sub> = 9:1)와 Conc H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 첨가하여 분해한 후 auto-Kjeldahl system(Bucci, Germany)으로 증류, 적정하였다. 이때의 조단백질 함량은 아래의 식으로 계산하였다.

$$\text{조단백질 함량} = N(\%) \times 6.25(\text{단백계수})$$

4) 조지방

조지방 함량은 Folch 등(1957)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 2 g 정도를 50 mL test tube에 넣고 Folch I (chloroform : methanol = 2:1)용액을 20 mL 넣고 homogenizer에서 14,000 rpm으로 30초간 균질화 한 다음 Folch I 용액 15 mL로 homogenizer(polytron) 균질봉을 세척하여 뚜껑을 막고, 4℃ 냉장고에서 20분 간격으로 흔들어 주면서, 2시간 동안 방치하였다.

균질화된 시료는 Whatman No. 1 filter paper(Ø11 cm)를

이용하여 100 mL mass cylinder에 여과한다. Mass cylinder의 눈금을 읽고 여액의 25%에 해당하는 0.88% NaCl을 첨가하여 격렬히 흔들어준 이후 1시간 방치한다. 이때 Folch II (chloroform : methanol : H<sub>2</sub>O = 3 : 47 : 48)용액 10 mL로 mass cylinder 벽면을 세척한 후 눈금을 읽는다(a). 상층을 aspirator를 이용해서 제거하고 하층을 10 mL을 무게를 측정 한 수기(b)에 넣고 건조한 후 무게(c)를 측정한다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{조지방}(\%) = \frac{(c-b) \times 10/a}{\text{Sample}(g)} \times 100$$

5) 조회분

실험 하루 전에 회분 정량용 crucible을 550℃ 회화로에서 건조시킨 다음에 desicator에 1~2시간 정도 방냉시킨다. 실험 당일 날 건조된 회분 정량용 crucible에 건조 시료 1~3 g 정도를 balance에 측량한 다음 시료가 든 crucible을 550℃ 회화로(Isotemp Muffle Furnace, Model No. 602025, Fisher Scientific, USA)에서 3~4시간 동안 태웠다. 회화도가 200℃ 이하로 내려가면 시료를 태운 crucible을 꺼내어 desiccator에 넣고 30분간 방냉한 다음 무게를 측정하여 함량을 구하였다.

$$\text{조회분}(\%) = \frac{\text{회화로 남은 시료무게}}{\text{원래의 시료무게}} \times 100$$

6) 육 색

육색은 시료의 절단면을 이용하여 육색을 측정하였다. 육색 측정시 절단한 등심 단면을 30분간 방치한 다음 중앙부위를 Chromameter(Minolta Co., CR 301, Japan)를 사용하여 동일한 시료를 3회 반복하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE (Commision Internationale de Leclairage) L\* 값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a\* 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b\* 값을 측정하였다. 이때 표준화 작업은 표준색판 No 12633117을 이용하여 Y=93.5, x=0.3132, y=0.3198 값으로 표준화시킨 후 육색을 측정하였다.

7) 보수력

유리 수분은 시료를 원심분리 tube에 넣고 70℃ 항온 수조에서 30분간 가열한 다음, 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하였다(A). 전수분은 시료를 10 g 정도를 dish에 담아서 102±1℃ drying oven에서 24시간 건조하여 감량을 나타내었다(B).

$$\text{보수력}(\%) = \frac{(B-A) \times 0.951}{B} \times 100$$

\* 0.951 : 지방계수

### 8) 육즙 손실

Honikel(1987)의 suspension 방법을 이용하여 돈육 등심근을 직경 4 cm의 core를 이용하여 50 g 내외로 시료를 채취한 후 보관 용기(20×15×15 cm)에 매달아 4℃의 냉장온도에서 48시간 동안 저장한 후 무게를 측정하여 중량법에 의하여 감량을 환산하였다.

### 9) 가열 감량

가열 감량은 시료를 2cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고(A), 알루미늄 호일에 싸서 외부온도 200℃인 오븐을 이용하여 심부 온도가 70℃에 도달할 때까지 조리한 후 식힌 다음 시료의 무게를 측정하여(B) 산출하였다.

$$\text{가열감량(\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

### 10) 전단가

전단가는 냉장 보관중인 시료를 실온에서 30분간 방치한 후 지름 1.5 cm의 core를 이용하여 근섬유 방향의 원통형 절편으로 시료를 채취한 후, Instron Universal Testing Machine (Model 4443, USA)에 Warner-Bratzler shear device를 장착하여 시료의 근섬유 방향과 직각으로 절단하여 수행하였다. Instron의 조건은 transducer 50 kg, crosshead speed 100 mm/min, load range 20 kg으로 실시하였다. 최대 peak를 전단력(kg/cm<sup>2</sup>)으로 나타내었다.

### 11) 조직감 측정

Test type은 Mastication test에서 하였고, computer와 Rheometer 조건은 Table 3과 같다.

## 통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS/PC(SAS, 1999)을 이용하여 분산분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### pH 변화

잠분 급여 수준과 급여 기간을 달리하여 비육시킨 돈육의 등심 부위를 합기 포장하여 냉장 온도(4℃)에서 12일간 저장하면서 경시적인 pH 변화를 비교한 결과는 Table 4와 같다.

육의 물리화학적 성질 중에서 가장 기본적이며 중요한 성질인 pH는 육의 보수성에 영향을 미치며, pH의 고·저 차이에 의하여 보수성 및 연도에 영향을 미친다. 사후 pH 변화는 도살시 충격, 식육내의 산소 결핍과 도살전의 stress로 인한

Table 3. Conditions of computer and Rheometer for texture analysis

Items	Conditions
Computer conditions	
Table speed	120 mm/m
Sample speed	60 ms
Load cell	10 kg
Adapter area	∅ 5 mm
Sample area	∅ 10 mm
Sample move	15 mm
Sample length	10 mm
Force unit	g/cm <sup>2</sup>
X axis unit	Time (sec)
Rheo meter conditions	
Mode	21
R/H	Real
R/T	Press
Rep.	2
Max.	10 kg
15.0	mm
120	mm/m
1	sec

adrenalin의 방출에 기인되며, McLoughlin(1970)과 齊藤 등(1971)은 glycogen의 분해에 의한 젖산의 축적이 pH 변화의 요인이라고 보고하였다. 또한 Bendall과 Swatland(1988)는 돈육의 pH는 사후 해당작용의 속도와 정도에 영향을 받는다고 보고하였다. 근육의 pH 저하는 방혈할 때부터 시작되어 최종 pH에 도달하는데, 온도와 pH가 감소하는 것은 대사/효소 작용을 하는 동안 산화적 대사작용에서 혐기적 대사작용으로 전환되면서 근육내 글리코겐 함량이 감소(Maribo *et al.*, 1998)하기 때문이라고 보고하였다. 전 저장기간동안 대조구와 잠분 급여구 간에는 유의적인 차이가 없었으나, 대조구에 비하여 8주간 3%를 급여한 T6 처리구가 대조구에 비하여 높은 pH를 보였다. 저장기간 경과에 따른 변화에서는 전 처리구가 저장 초기인 2일에 비하여 저장 12일에는 다소 pH가 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 저장기간 동안 단백질 등이 분해되면서 발생하는 염기성 키들과 또한 저장 중에 산패 정도가 높아질수록 식육의 pH는 높아지는 경향을 보인다고 보고하였다(Holly *et al.*, 1994). 또한 저장기간에 따른 pH의 변화는 유리아미노산의 생성(Melo *et al.*, 1974) 단백질 원충물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아의 생성(Demeyer and Vandekerckhove, 1979) 그리고 아미노산의 분해로 인한 염기성 기의 노출(Bartholmew and Blumer, 1977)

**Table 4. Changes in pH on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4°C**

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	5.53±0.09	5.57±0.08 <sup>AB</sup>	5.55±0.07	5.63±0.09
Treat 1	5.47±0.07	5.52±0.08 <sup>B</sup>	5.58±0.07	5.62±0.11
Treat 2	5.46±0.13	5.54±0.04 <sup>B</sup>	5.56±0.14	5.62±0.08
Treat 3	5.52±0.05	5.58±0.02 <sup>AB</sup>	5.57±0.04	5.54±0.12
Treat 4	5.60±0.14	5.58±0.11 <sup>AB</sup>	5.64±0.04	5.68±0.08
Treat 5	5.49±0.08	5.58±0.05 <sup>AB</sup>	5.55±0.07	5.57±0.04
Treat 6	5.58±0.04 <sup>b</sup>	5.67±0.04 <sup>Aab</sup>	5.63±0.10 <sup>ab</sup>	5.75±0.05 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

에 기인한다고 보고하였다. 또한 Park 등(1997)은 저장중의 pH의 증가는 온도가 높을수록 지방의 산패가 심하여 과산화물의 축적량이 많고 단백질 분해에 의한 암모니아의 생성량이 크기 때문이라고 하였다.

**일반성분 변화**

잠분 급여 수준과 급여 기간이 일반 성분의 변화에 미치는 결과는 Table 5와 같이 나타내었다. 일반성분 중 함유 수분에 대하여 Scopes(1970)는 육의 함유 수분은 70%가 근원섬유 단백질에 기인하고 나머지 20%는 근형질 단백질, 10%는 육기질 단백질에 기인한다고 보고하였다. 함유 수분과 연도에 대하여 Bouton 등(1983)은 육의 수분함량이 높으면 고기는 연하고 부드러운 연도가 양호하고, 사후 강직의 시작과 동시에 고기의 수분이 낮아지는 것은 pH의 저하가 가장 큰 원인이라 하였고, Martin 등(1987)은 강직전의 고기는 대단히 부드럽지만 강직의 시작과 동시에 육은 신전성(extensibility)이 떨어

어져 단단해진다고 보고하였다.

일반 성분 분석 결과 함유 수분 함량은 대조구와 잠분 급여 구 간에는 유의적인 차이가 없었으며, 71.83~74.39%의 범위를 보였다. 근육의 수분함량은 근육의 물리적 성숙도와 지방 함량에 따라 차이가 있으며 약 70~75%로 구성된다고 보고하였는데(Honikel, 1987), 본 연구의 결과와 일치하였다. 조 단백질 함량은 대조구와 잠분 급여 처리구간에 유의적인 차이가 있었지만 잠분 급여로 인한 영향은 아니라고 판단되며, 전체적으로 건조 시료시 75~84%의 범위를 보여 정상적인 범위라고 판단된다. 조지방 함량은 대조구와 잠분 급여구 간에는 유의적인 차이가 없었으며, 조지방 함량 범위는 4.07~7.04%의 함량을 보였다. 동일 급여기간(4와 8주 급여)에서는 잠분 급여 수준이 증가할수록 조지방 함량이 증가하는 경향을 보였다. Choi 등(1998)은 각기 다른 도축장에서 도축한 돼지고기 등심의 조지방 함량이 5.0~6.9%로 각각 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 조회분 함량은 대조구와 잠분

**Table 5. Effect of feeding periods and level on chemical composition of dietary SWD pork lion**

Treatments <sup>1)</sup>	Chemical composition (%)			
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Control	73.24±1.96	78.85±0.52 <sup>BC</sup>	5.46±1.42	0.84±1.42
Treat 1	71.79±3.50	82.69±0.02 <sup>AB</sup>	4.07±0.57	0.73±0.05
Treat 2	74.39±2.23	79.43±1.30 <sup>ABC</sup>	6.45±1.37	0.87±0.01
Treat 3	75.24±3.43	75.00±3.97 <sup>C</sup>	6.37±2.78	0.85±0.11
Treat 4	71.83±3.40	84.38±0.50 <sup>A</sup>	5.30±1.69	0.94±0.02
Treat 5	72.12±2.53	79.03±3.89 <sup>ABC</sup>	6.66±1.63	0.91±0.07
Treat 6	73.39±0.41	77.41±0.25 <sup>BC</sup>	7.04±1.13	0.89±0.07

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ABC</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

급여 처리구간에는 유의적인 차이가 없었으며, 0.73~0.94%의 함량을 보였다. 일반성분 분석 결과 생리 활성 물질을 함유하고 있는 잠분 급여시 일반성분에 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 생리 활성 물질이 축적된 고품질 돈육 생산이 가능한 것으로 나타났다.

#### 육즙 손실 변화

잠분 급여 수준과 급여 기간이 육즙 감량에 미치는 영향은 Table 6에 나타내었다. 처리구간에 비교에서는 저장 초기인 저장 2일을 제외한 전 저장기간 동안 대조구에 비하여 잠분 급여 처리구가 다소 높은 육즙 감량을 보였다. 특히 4주간 잠분 2% 급여구인 T2 처리구가 다른 처리구에 비하여 육즙 감량이 높은 것은 도축 과정에서 발생된 스트레스로 인하여 육의 물리·화학적 특성에 영향을 미친 것으로 사료된다.

저장 기간의 경과에 따른 변화를 보면 저장 기간이 경과할

수록 육즙 감량이 유의적으로( $p<0.05$ ) 감소하거나 낮아지는 경향을 보였다. Joo 등(1999)은 저장 기간이 증가할수록 포장 감량으로 빠져 나간 유리 수분의 함량이 증가하기 때문에 육즙 감량이 줄어든다고 보고하여, 본 연구와 유사한 결과를 보였다. Offer와 Cousins (1992)는 섬유 조직 사이나 투과성 세망조직 사이 그리고 근섬유와 근내막 세망조직 사이에서 육즙 감량이 시작된다고 하였으며, 또 이러한 공간은 강직이 진행되는 동안 나타나고, 강직온도와 세포막의 성질에 따라 수분의 결합에 영향을 미치게 된다고 하였다. 육즙 감량이 발생하는 다른 요인으로는 도축 전 스트레스나 전기 자극 그리고 포장 등이 있다(Honikel *et al.*, 1986).

#### 가열 감량 변화

잠분 급여 수준과 급여 기간이 가열 감량에 미치는 영향은 Table 7에 나타내었다. 조리시에 발생하는 가열 감량은 조리

**Table 6. Changes in drip loss(%) on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4°C**

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	4.07±1.27 <sup>a</sup>	2.41±0.30 <sup>b</sup>	2.20±0.62 <sup>Bb</sup>	2.18±0.11 <sup>Bb</sup>
Treat 1	4.33±1.28	3.37±0.41	3.04±1.17 <sup>AB</sup>	2.78±0.63 <sup>AB</sup>
Treat 2	5.36±2.31	4.87±0.53	4.37±1.37 <sup>A</sup>	3.30±0.51 <sup>A</sup>
Treat 3	3.87±0.78 <sup>a</sup>	3.15±0.64 <sup>ab</sup>	2.49±0.71 <sup>ABb</sup>	2.54±0.15 <sup>Bb</sup>
Treat 4	3.67±1.27	2.34±2.43	2.23±0.53 <sup>B</sup>	2.11±0.20 <sup>B</sup>
Treat 5	5.12±2.27 <sup>a</sup>	3.94±1.13 <sup>ab</sup>	3.43±1.00 <sup>ABab</sup>	2.24±0.43 <sup>Bb</sup>
Treat 6	3.82±0.41	4.38±2.09	3.48±1.21 <sup>AB</sup>	2.50±0.14 <sup>B</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at  $p<0.05$ .

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at  $p<0.05$ .

**Table 7. Changes in cooking loss(%) on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4°C**

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	36.23±2.67 <sup>AB</sup>	39.83±2.47 <sup>A</sup>	37.78±3.08	36.48±1.35 <sup>AB</sup>
Treat 1	35.37±1.53 <sup>ABab</sup>	37.29±1.51 <sup>ABa</sup>	36.00±1.46 <sup>ab</sup>	34.16±0.03 <sup>BCDb</sup>
Treat 2	37.62±1.41 <sup>A</sup>	39.12±4.38 <sup>AB</sup>	36.11±1.30	36.89±1.15 <sup>A</sup>
Treat 3	37.14±1.32 <sup>A</sup>	36.61±0.74 <sup>AB</sup>	37.09±2.03	34.94±0.78 <sup>ABC</sup>
Treat 4	34.71±0.53 <sup>ABab</sup>	36.92±1.18 <sup>ABa</sup>	36.73±3.63 <sup>a</sup>	31.80±2.40 <sup>Db</sup>
Treat 5	34.05±0.84 <sup>Bb</sup>	37.98±0.64 <sup>ABa</sup>	37.11±0.08 <sup>a</sup>	33.55±1.18 <sup>CDb</sup>
Treat 6	36.58±1.28 <sup>AB</sup>	35.05±1.11 <sup>B</sup>	35.85±2.21	33.75±0.75 <sup>CD</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ABCD</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at  $p<0.05$ .

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at  $p<0.05$ .

된 고기의 다즙성이나 육제품을 제조할 때 제품의 수율에 영향을 주는데, 잠분 급여 수준과 급여 기간이 가열 감량에 미치는 영향을 조사한 결과 저장 2일과 저장 8일에는 대조구와 잠분 급여 처리구 간에 유의적인 차이가 없었으나, 저장 5일에는 대조구에 비하여 8주간 3% 잠분 급여구인 T6 처리구가 유의적으로 낮은 가열 감량을 보였으며, 저장 12일에는 대조구에 비하여 잠분 8주간 급여구인 T4, T5, T6 처리구가 유의적으로 낮은 가열 감량을 보였다( $p<0.05$ ). 이와 같은 결과는 T6 처리구가 대조구에 비하여 이화학적 성질 중에 하나인 pH가 높기 때문에 가열 감량이 유의적으로( $p<0.05$ ) 낮은 것으로 사료된다. 또한 Yoo 등(2002)도 보수력, pH 및 가열 감량의 관계에서 pH와 보수력이 높으면 가열 감량이 적어졌다고 보고하였다. 돈육의 저장 시험에서 Hwang 등(2004)은 저장 3일차에 가열 감량이 증가하는 것으로 보고하였는데, 본 연구에서도 저장 기간의 경과에 따른 변화에서 저장 5일째가 다소 높은 가열 감량을 보였으며, 이후에는 감소하는 경향을 보였다.

### 보수성 변화

잠분 급여 수준과 급여 기간이 돈육 등심의 보수성에 미치는 결과는 Table 8에 나타내었다. 육이 물리적인 처리를 받았을 때 수분을 잃지 않고 함유할 수 있는 성질을 보수력이라고 말할 수 있는데, 육의 이화학적 성질 중의 하나로 육의 기능적 성질(결착력, 유화력)과 최종 제품의 생산량에 지대한 영향을 미치는 요인으로서 작용한다. 그리고 보수력은 육색, pH 및 근내지방 등의 여러 요인에 의해 영향을 받는다고 보고하였다(van Laac *et al*, 1994).

잠분 급여 수준과 급여 기간이 보수성에 미치는 영향인데, 처리구간에 비교에서는 전 저장기간 동안 대조구에 비하여 잠분 급여 처리구가 다소 높은 보수성을 보였다. 특히 저장

5일에는 8주간 잠분 3% 급여구인 T6 처리구가 대조구에 비하여 유의적으로 높은 보수성을 보였다( $p<0.05$ ). 이와 같은 결과는 대조구에 비하여 T6 처리구가 이화학적 성질 중의 하나인 pH가 높고 가열 감량이 낮기 때문에 보수성에 영향을 미친 것으로 사료된다. 저장 기간의 경과에 따른 변화를 보면 저장 기간이 경과할수록 전 처리구가 유의적으로 보수성이 감소하는 결과를 보였다( $p<0.05$ ).

### 육색 변화

#### 1) 명도

잠분을 급여하여 비육시킨 돈육의 등심 부위를 합기 포장하여 냉장온도(4℃)에서 12일간 저장하면서 경시적인 육색(명도, 적색도, 황색도) 변화를 비교한 결과는 Table 9, 10, 11과 같다.

#### 2) 적색도(Table 10 참조)

#### 3) 황색도

잠분 급여 수준과 급여 기간이 육색에 미치는 영향 중 처리구간의 명도를 비교하면 전 저장기간 동안 대조구와 잠분 급여 처리구간에 뚜렷한 경향이 없어 잠분 급여가 육색중 명도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 처리구간에 뚜렷한 경향은 없지만 유의적인 차이가 인정되는 것은 개체간에서 오는 차이라고 사료된다. Kauffman 등(1986)은 육색에 있어서 PSE 육은 명도 값이 60, 정상육은 55 그리고 DFD 육은 47정도라고 보고하였는데, 본 연구에서는 50~54 정도를 보여 정상적으로 나타났다. 저장기간에 따른 변화에서는 전체적으로 저장기간이 경과할수록 모든 처리구가 약간 증가하였으며, 저장 초기인 2일과 저장 후기인 12일을 비교하였을

**Table 8. Changes in water holding capacity on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4℃**

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	69.50±0.48 <sup>ab</sup>	70.02±0.84 <sup>Ba</sup>	66.90±0.54 <sup>b</sup>	50.90±2.82 <sup>Bc</sup>
Treat 1	69.99±2.21 <sup>ab</sup>	72.13±3.88 <sup>ABa</sup>	65.20±2.34 <sup>b</sup>	54.10±4.65 <sup>ABc</sup>
Treat 2	70.35±2.75 <sup>ab</sup>	71.15±3.25 <sup>ABa</sup>	65.51±2.40 <sup>b</sup>	51.30±1.73 <sup>ABc</sup>
Treat 3	70.02±1.23 <sup>a</sup>	74.14±3.18 <sup>ABa</sup>	67.88±4.48 <sup>a</sup>	54.25±4.10 <sup>ABb</sup>
Treat 4	71.17±1.18 <sup>a</sup>	71.95±2.93 <sup>ABa</sup>	69.95±5.73 <sup>a</sup>	57.76±5.34 <sup>Ab</sup>
Treat 5	70.95±0.52 <sup>ab</sup>	74.26±0.36 <sup>ABa</sup>	67.31±5.53 <sup>b</sup>	52.19±0.08 <sup>ABc</sup>
Treat 6	72.46±2.26 <sup>a</sup>	76.16±0.85 <sup>Aa</sup>	71.21±1.96 <sup>b</sup>	53.15±1.95 <sup>ABc</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at  $p<0.05$ .

<sup>bc</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at  $p<0.05$ .

**Table 9. Changes in CIE L\* value (lightness) on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4°C**

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	51.66±1.47 <sup>BCb</sup>	54.04±2.50 <sup>ABab</sup>	54.07±3.63 <sup>ab</sup>	55.84±1.73 <sup>Aa</sup>
Treat 1	51.97±1.78 <sup>BCb</sup>	52.38±3.21 <sup>ABCb</sup>	52.19±2.04 <sup>b</sup>	54.80±2.10 <sup>ABa</sup>
Treat 2	54.42±2.44 <sup>A</sup>	55.45±3.20 <sup>A</sup>	55.29±2.29	55.70±2.16 <sup>AB</sup>
Treat 3	50.35±1.41 <sup>Cb</sup>	53.86±1.61 <sup>ABa</sup>	52.21±3.54 <sup>ab</sup>	53.40±2.15 <sup>Ba</sup>
Treat 4	52.48±2.49 <sup>Bb</sup>	50.17±2.11 <sup>Cb</sup>	52.21±3.54 <sup>b</sup>	55.36±2.89 <sup>ABa</sup>
Treat 5	51.89±1.26 <sup>BCb</sup>	51.38±2.13 <sup>BCb</sup>	53.17±3.10 <sup>b</sup>	56.88±2.67 <sup>Aa</sup>
Treat 6	52.19±1.66 <sup>BC</sup>	54.23±4.73 <sup>AB</sup>	52.30±2.27	55.07±1.73 <sup>AB</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ABC</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

**Table 10. Changes in CIE a\* value (redness) on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4°C**

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	7.84±2.12 <sup>Aab</sup>	9.42±2.11 <sup>Aa</sup>	4.51±1.42 <sup>Bc</sup>	7.38±1.47 <sup>ABb</sup>
Treat 1	5.38±0.78 <sup>Bb</sup>	5.83±0.47 <sup>Cb</sup>	7.36±2.54 <sup>Aa</sup>	5.16±0.99 <sup>Cb</sup>
Treat 2	6.97±1.49 <sup>Aa</sup>	7.17±1.21 <sup>Ba</sup>	7.54±1.47 <sup>Aa</sup>	5.09±1.48 <sup>Cb</sup>
Treat 3	5.47±1.38 <sup>Bb</sup>	6.49±1.52 <sup>BCb</sup>	6.22±1.60 <sup>ABb</sup>	8.23±0.71 <sup>Aa</sup>
Treat 4	4.36±1.67 <sup>Bb</sup>	6.66±1.02 <sup>BCa</sup>	6.22±1.60 <sup>ABa</sup>	5.84±1.52 <sup>Ca</sup>
Treat 5	4.21±1.37 <sup>Bb</sup>	7.20±0.83 <sup>Ba</sup>	8.12±0.94 <sup>Aa</sup>	7.25±1.17 <sup>ABa</sup>
Treat 6	7.43±0.90 <sup>A</sup>	6.53±0.89 <sup>BC</sup>	7.43±2.63 <sup>A</sup>	6.31±1.02 <sup>BC</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ABC</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

**Table 11. Changes in CIE b\* value (yellowness) on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4°C**

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	3.96±0.92 <sup>BCb</sup>	5.08±1.18 <sup>ABab</sup>	5.00±1.91 <sup>ab</sup>	6.11±1.46 <sup>BCa</sup>
Treat 1	3.19±0.68 <sup>Cb</sup>	5.29±2.10 <sup>ABa</sup>	5.84±1.19 <sup>a</sup>	5.04±2.67 <sup>Ca</sup>
Treat 2	4.61±0.72 <sup>Bc</sup>	5.65±1.26 <sup>ABb</sup>	6.38±1.08 <sup>b</sup>	7.98±0.83 <sup>Aa</sup>
Treat 3	3.86±0.40 <sup>BCb</sup>	6.02±2.25 <sup>Aa</sup>	6.11±1.23 <sup>a</sup>	5.27±0.87 <sup>BCa</sup>
Treat 4	4.64±1.11 <sup>Bab</sup>	4.19±2.00 <sup>Bb</sup>	6.11±1.24 <sup>a</sup>	5.20±1.99 <sup>BCab</sup>
Treat 5	5.77±1.11 <sup>Aab</sup>	3.94±0.57 <sup>Bc</sup>	5.67±1.34 <sup>b</sup>	6.78±1.21 <sup>ABa</sup>
Treat 6	4.43±0.89 <sup>B</sup>	4.45±1.56 <sup>AB</sup>	5.13±1.01	4.75±0.87 <sup>C</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ABC</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

<sup>abc</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.



때는 전 처리구가 명도 값이 증가하거나 또는 유의적으로 증가하였다. Greer 등(1993)과 Jeremiah 등(1995)은 식육에 있어서 일반적으로 육색은 저장기간이 길어질수록 안전성은 떨어진다고 보고하고 있다. 이와 같은 결과는 저장기간이 경과함에 따라 단백질 변성이 증가함으로 명도 값이 증가한 것으로 사료된다.

적색도를 비교하면 전 저장기간 동안 명도의 값과 같이 처리구간에 유의적인 차이는 있지만 잠분 급여 수준과 급여 기간이 영향을 미친 것이 아니라 개체간에서 오는 차이라고 사료된다.

황색도를 비교하면 저장기간 동안 대조구와 잠분 급여 처리구간에 뚜렷한 경향이 없어 잠분 급여가 육색중 황색도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 저장 기간에 따른 변화에서는 모든 처리구가 저장 기간이 경과함에 따라 황색도가 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 명도에서 나타난 결과와 유사하였다. 전체적으로 고찰하여 보면 잠분 급여 수준과 급여 기간이 육색(명도, 적색도, 황색도)에 영향을 미치지 않고 이상 돈육이 발생되지 않는 것으로 나타나 잠분을 이용한 기능성 돈육 생산이 가능할 것으로 사료된다.

소비자들의 관점은 식육 구입에 있어서 외관 형질 즉, 육색을 기초로 하여 구매한다(Zhu and Brewer, 1998). 또한 육색은 돈육의 품질을 좌우하게 되고, 냉장 돈육에서 정상적인 육색은 돈육 산업에 있어서 대단히 중요하다(Warner *et al.*, 1993). PSE(pale, soft, exudative) 이상 돈육은 보통 육색이 밝은 편이고 정상육에 비해 보습력이 낮다. 이것은 사후 pH가 급격히 저하되어 최종 pH가 정상육에 비하여 낮기 때문이다(Offer, 1991; Cannon *et al.*, 1995). PSE 육이 발생하는 원인은 유전자 결함(Porcine Stress Syndrome, Bendall and Swatland, 1988; Sutton, 1997)으로 인하여 발생하는 것과 도살 전·후의 부적절한 취급으로 인하여 발생한다(McCaw *et al.*, 1997; Offer, 1991).

지방색 변화

1) 명도

잠분을 급여하여 비육시킨 돈육의 등심부위를 합기포장하여 냉장온도(4℃)에서 12일간 저장하면서 경시적인 육색(명도, 적색도, 황색도) 변화를 비교한 결과는 Table 12, 13, 14 와 같다.

2) 적색도(Table 13 참조)

3) 황색도

잠분 급여 수준과 급여 기간이 지방색에 미치는 영향 중 처리구간의 명도를 비교하면 전 저장기간 동안 대조구와 잠분 급여 처리구간에 뚜렷한 경향이 없어 잠분 급여가 지방색 중 명도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 처리구간에 뚜렷한 경향은 없지만 유의적인 차이가 인정되는 것은 개체간에서 오는 차이라고 사료된다. 특히 전체적으로 명도 값이 70~80 정도를 보여 정상적인 범위에 속한 것으로 판단된다. 저장기간에 따른 변화에서는 전체적으로 저장기간이 경과하여도 뚜렷한 변화가 없는 것으로 나타났다.

적색도에서도 처리구간에 뚜렷한 경향은 없지만 유의적인 차이가 있었지만 잠분 급여 수준과 급여 기간이 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 황색도의 변화는 전 저장 기간 동안 대조구와 잠분 급여구간의 비교에서 대조구에 비하여 8주간 잠분 3%를 급여한 T6 처리구가 유의적으로 낮은 결과를 보였다(p<0.05). 일반적으로 지방의 황색도는 급여 사료의 지질원에 영향을 받을 수가 있는데, 불포화 지방산이 많이 포함된 어유와 어분 등은 등지방을 연지방이나 황색 지방을 만들 수가 있다. 이 같은 연성 지방이나 황색 지방은 산화 변패하기 쉬우며, 가공육으로 이용하였을 때에 가열 처리시 지

Table 12. Changes in CIE L\* value (lightness) on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4℃

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	70.95±5.56 <sup>Db</sup>	77.84±1.63 <sup>Ba</sup>	80.06±1.17 <sup>ABa</sup>	79.29±1.70 <sup>ABa</sup>
Treat 1	73.91±1.78 <sup>Cc</sup>	79.78±1.93 <sup>Aa</sup>	79.43±0.68 <sup>ABab</sup>	78.19±0.63 <sup>Bb</sup>
Treat 2	78.29±1.53 <sup>ABb</sup>	80.20±1.33 <sup>Aa</sup>	79.63±0.79 <sup>ABa</sup>	80.76±1.23 <sup>Aa</sup>
Treat 3	80.12±0.97 <sup>AB</sup>	78.98±1.53 <sup>AB</sup>	79.02±2.08 <sup>B</sup>	78.72±1.46 <sup>B</sup>
Treat 4	79.17±2.56 <sup>AB</sup>	79.81±1.29 <sup>A</sup>	79.89±1.32 <sup>AB</sup>	78.01±2.28 <sup>B</sup>
Treat 5	77.64±2.10 <sup>Bb</sup>	78.98±2.04 <sup>ABab</sup>	80.42±1.24 <sup>Aa</sup>	78.82±1.79 <sup>Bab</sup>
Treat 6	80.48±1.10 <sup>A</sup>	79.72±1.52 <sup>A</sup>	79.19±1.17 <sup>AB</sup>	79.64±1.70 <sup>AB</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ABCD</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

<sup>abc</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

Table 13. Changes in CIE a\* value (redness) on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4°C

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	4.80±0.45 <sup>Aa</sup>	4.54±1.42 <sup>Aab</sup>	3.67±0.78 <sup>ABb</sup>	4.31±1.28 <sup>Aab</sup>
Treat 1	4.61±0.39 <sup>Aa</sup>	3.09±0.25 <sup>BCc</sup>	3.53±0.25 <sup>ABb</sup>	3.63±0.71 <sup>ABCb</sup>
Treat 2	4.18±0.82 <sup>Aa</sup>	2.81±0.81 <sup>Cb</sup>	3.20±0.60 <sup>ABb</sup>	3.06±0.71 <sup>BCb</sup>
Treat 3	3.27±1.02 <sup>B</sup>	3.74±0.78 <sup>B</sup>	4.09±1.20 <sup>A</sup>	3.91±1.07 <sup>AB</sup>
Treat 4	4.29±0.71 <sup>A</sup>	3.45±0.64 <sup>BC</sup>	3.97±1.06 <sup>A</sup>	4.05±1.93 <sup>AB</sup>
Treat 5	4.56±1.70 <sup>Aa</sup>	2.73±0.42 <sup>Cb</sup>	2.84±0.71 <sup>Bb</sup>	3.73±0.99 <sup>ABCab</sup>
Treat 6	2.72±0.62 <sup>B</sup>	2.88±1.04 <sup>BC</sup>	3.50±1.09 <sup>AB</sup>	2.69±0.89 <sup>C</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ABC</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

<sup>abc</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

Table 14. Changes in CIE b\* value (yellowness) on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4°C

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	3.88±0.89 <sup>C</sup>	4.57±0.94 <sup>A</sup>	4.39±0.95 <sup>AB</sup>	4.72±1.02 <sup>A</sup>
Treat 1	5.13±0.34 <sup>ABa</sup>	4.30±0.44 <sup>Ab</sup>	4.46±0.57 <sup>ABb</sup>	4.47±0.48 <sup>ABb</sup>
Treat 2	5.35±1.11 <sup>Aa</sup>	3.42±0.90 <sup>BCb</sup>	3.90±0.79 <sup>Bb</sup>	4.01±0.47 <sup>ABb</sup>
Treat 3	4.18±0.98 <sup>BC</sup>	3.84±0.95 <sup>ABC</sup>	4.17±0.72 <sup>AB</sup>	4.38±0.68 <sup>AB</sup>
Treat 4	4.95±0.71 <sup>ABC</sup>	4.00±0.81 <sup>AB</sup>	4.81±1.43 <sup>A</sup>	4.30±1.07 <sup>AB</sup>
Treat 5	4.55±2.00 <sup>ABCa</sup>	3.13±0.32 <sup>Cb</sup>	3.60±0.29 <sup>Bab</sup>	3.91±0.67 <sup>ABab</sup>
Treat 6	4.04±0.42 <sup>BC</sup>	3.79±0.65 <sup>ABC</sup>	4.13±0.65 <sup>AB</sup>	3.81±0.86 <sup>B</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ABC</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

<sup>ab</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

방의 유리가 현저하게 높아 결착력이 결여된 육제품이 생산되므로 생육이나 가공 원료육으로는 좋지 않아 경제적인 손실을 가져올 수가 있다.

전체적으로 잠분 급여가 지방색의 명도, 적색도, 황색도에 영향을 미치지 않으므로 기능성 돈육 생산이 가능할 것으로 사료된다.

#### 전단가 변화

잠분 급여 수준과 급여 기간이 전단가에 미치는 결과는 Table 15에 나타내었는데, 대조구와 잠분 급여 처리구간의 비교에서 전 저장기간 동안 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났다. Park 등(2001)이 정상 돈육의 전단력이 3.46 kg이라고 보고하였는데, 본 연구의 결과와 비슷한 경향이였다. 저장기간의 경과에 따른 변화를 보면 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 유의적으로 낮아지는 결과를 보였는데(P<0.05), 이는 육이 숙성 과정 중 단백질 분해효소의 영향을 받아 근

섬유의 소편화 및 결체조직 등이 붕괴되면서 전단가가 낮아지는 것으로 사료된다. Koohmaraie 등(1995)은 연도에 영향을 미치는 것은 강직 온도와 효소 작용의 정도에 따라 변이가 심하다고 하였다. 대부분의 연구자들은 돈육을 몇 일간 숙성시킨 후 전단가의 변화에 있어서 미미한 변화가 일어난다고 하였으며(Eikelenboom *et al.*, 1992; Feldhusen and Kuhne, 1992), 다른 연구자들은 돈육의 연도에 대해 숙성의 효과는 경제적인 이익을 가져준다고 하였다(Kim *et al.*, 1996; Taylor *et al.*, 1995; Tornberg *et al.*, 1994).

#### 조직감 변화

잠분 급여 수준과 급여 기간이 조직감에 미치는 영향은 Table 16에 나타내었다. 물질을 변형시킬 때 필요한 힘을 나타내는 경도(hardness)와 물체의 표면과 표면에 부착되어 있는 것을 분리시키는데 필요한 힘을 나타내는 부착성(adhesiveness)의 경우 대조구에 비하여 8주간 잠분 3%를 급여한

**Table 15. Changes in shear force value (kg/cm<sup>2</sup>) on feeding periods and levels of dietary SWD within pork loin stored at 4°C**

Treatments <sup>1)</sup>	Storage (days)			
	2	5	8	12
Control	3.96±0.47 <sup>Aa</sup>	3.26±0.58 <sup>Cb</sup>	3.11±0.37 <sup>BCb</sup>	2.69±0.47 <sup>Bc</sup>
Treat 1	3.93±0.47 <sup>Aa</sup>	3.86±0.51 <sup>Aa</sup>	3.54±0.24 <sup>Ab</sup>	3.12±0.41 <sup>Ac</sup>
Treat 2	3.90±0.38 <sup>Aa</sup>	3.47±0.28 <sup>BCb</sup>	3.29±0.15 <sup>Bbc</sup>	3.13±0.38 <sup>Ac</sup>
Treat 3	3.95±0.42 <sup>Aa</sup>	3.47±0.33 <sup>BCb</sup>	3.28±0.55 <sup>Bbc</sup>	3.12±0.40 <sup>Ac</sup>
Treat 4	3.78±0.37 <sup>ABa</sup>	3.58±0.33 <sup>Bab</sup>	3.53±0.45 <sup>Ab</sup>	3.13±0.35 <sup>Ac</sup>
Treat 5	3.59±0.47 <sup>Ba</sup>	3.44±0.45 <sup>BCa</sup>	3.07±0.49 <sup>BCb</sup>	2.89±0.34 <sup>Bb</sup>
Treat 6	3.55±0.45 <sup>Ba</sup>	3.37±0.33 <sup>BCa</sup>	3.03±0.42 <sup>Cb</sup>	2.83±0.37 <sup>Bc</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>ABC</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

<sup>abc</sup> Means with different superscript in the same row are significantly differ at p<0.05.

T6 처리구가 낮은 값을 보였다. 제품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘을 나타내는 응집성(cohesiveness)과 제품의 외부로부터 힘을 가한 후 생김 변형이 힘을 제거시 원상복귀하는 성질을 나타내는 탄력성(springing)의 경우 대조구와 잠분 처리구 간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 제품을 삼킬 수 있을 정도로 씹는데 필요한 에너지를 나타내는 점성(gumminess)과 제품을 부수는데 필요한 힘을 나타내는 파쇄성(brittleness)은 대조구에 비하여 T6 처리구가 낮은 값을 보였지만 유의적인 차이는 없었다.

식육 제품의 조직감은 관능 특성에 영향을 미치고(Song *et al.*, 2000), 가열 조건에 따라 달라진다(Moon *et al.*, 2001a; Moon *et al.*, 2001b). Koohmaraie 등(1995)은 연도에 영향을

미치는 것은 강직 온도와 효소 작용의 정도에 따라 변이가 심하다고 하였다. 이러한 연도는 단백질 분해효소는 칼슘이온에 의해 활성화되는 중성단백질 분해효소인  $\mu$ -calpain, m-calpain과 이것들의 inhibitor인 calpastatin으로 구성된다(Koohmaraie, 1988; Ouali, 1990). 그 중 m-calpain의 활성은  $\mu$ -calpain, calpastatin의 활성과 비교하여 큰 차이가 없기 때문에(Koohmaraie *et al.*, 1987) 연화의 속도는 calpain과 calpastatin의 상대적인 비율로 그 차이를 설명할 수 있다(Geesink, 1993; Koohmaraie *et al.*, 1991; Ouali and Talment, 1990).

**요 약**

항암 효과, 노화 억제, 중풍 억제, 혈압과 콜레스테롤 저하 효과 및 당뇨병 치료 효과 있다고 알려진 잠분(蠶糞)을 비육돈에 급여하여 비육돈 체조직내에 생리활성 물질을 축적시키고, 생리 활성 물질이 축적된 돈육의 품질 특성에 대한 연구를 수행하였다. 잠분은 건조 상태(수분 10% 내외)의 잠분을 급여하였다. 대조구는 출하시까지(110 kg) 일반사료를 급여, 처리구 1, 2, 3,은 사료함량에 잠분을 각각 1, 2, 3% 첨가하여 4주간 급여하였고, 처리구 4, 5, 6은 1, 2, 3%로 각각 첨가되되 8주간 급여하였다. 급여시험이 끝난 후 일괄적으로 도축하여 돈육의 등심 부위를 함기 포장하여 냉장온도(4°C)에서 12일간 저장하면서 돈육의 품질 특성 변화에 대하여 조사하였다. pH는 대조구와 잠분 급여구 간에는 유의적인 차이가 없었으며, 저장 기간이 경과함에 따라 모든 처리구가 증가하는 경향을 보였다. 일반성분, 가열 감량 및 조직감은 대조구와 잠분 급여구 간에는 유의적인 차이가 없었다. 보수성은 대조구에 비하여 잠분 급여 처리구가 다소 높은 결과를 보였으며, 저장기간이 경과할수록 전 처리구가 유의적으로 감소하는 결과를 보였다(p<0.05). 육색과 지방색의 명도, 적색도 및 황색도는 대조구와 잠분 급여 처리구간에 유의적인

**Table 16. Effect of feeding periods and level on texture property of dietary SWD pork lion**

Treatments <sup>1)</sup>	Hardness	Adhesiveness	Cohesiveness	Springness	Gumminess	Brittleness
	g/cm <sup>2</sup>	g	%	%	g	g
Control	868.77±122.90	222.00± 47.09	31.63±5.69	71.80±16.04	629.83±102.65 <sup>A</sup>	442.33± 91.88 <sup>AB</sup>
Treat 1	854.27± 96.04	207.33± 53.14	32.17±1.82	69.70± 2.21	630.90± 82.76 <sup>A</sup>	486.30± 28.99 <sup>A</sup>
Treat 2	791.77±128.60	224.00±130.28	24.67±5.03	56.30±19.78	458.70±126.46 <sup>AB</sup>	372.00± 37.64 <sup>AB</sup>
Treat 3	863.73±120.94	208.45± 17.84	31.17±8.44	61.40±12.64	363.93± 81.83 <sup>AB</sup>	453.77± 92.10 <sup>AB</sup>
Treat 4	826.67±100.04	179.00± 48.00	33.77±5.57	75.90±12.99	529.53±110.13 <sup>AB</sup>	429.00±124.45 <sup>AB</sup>
Treat 5	780.23± 74.30	229.67± 36.46	31.14±2.18	60.90± 7.12	556.00±127.31 <sup>AB</sup>	449.33± 43.29 <sup>AB</sup>
Treat 6	774.50±109.87	164.00± 31.22	30.47±2.32	78.47± 7.40	499.27± 31.83 <sup>AB</sup>	338.07± 23.31 <sup>AB</sup>

<sup>1)</sup> Control : commercial diet, Treat 1, 2, 3 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 4 weeks, Treat 4, 5, 6 : containing 1, 2 and 3% silkworm droppings for 8 weeks.

<sup>AB</sup> Means with different superscript in the same column are significantly differ at p<0.05.

차이가 없었으며, 저장기간이 경과함에 따라 육색의 명도와 황색도는 약간 증가하였다. 대조구와 잠분 급여 처리구간의 비교에서 전 저장기간 동안 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났다. 저장기간이 경과할수록 모든 처리구들이 유의적으로 낮아지는 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 이상의 결과를 종합해보면 잠분을 돼지 사료에 첨가하여 급여하면 일반성분, 조직적 특성 및 이화학적 성질에 영향을 미치지 않고 고 기능성 돈육 생산이 가능하다고 사료된다.

## 참고문헌

- Bartholmew, D. T. and Blumer, J. N. (1977) Microbial interactions in country-style hams. *J. Food Sci.* **42**, 498.
- Bendall, J. R. and Swatland, H. J. (1988) A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.* **24**, 85-126.
- Bouton, P. E., Carrol, F. D., Fisher, A. L., Harris, P. V., and Shorthose, W. R. (1983) Influence of pH and fiber contraction state up on factors affecting the tenderness of bovine muscle. *J. Food Sci.* **38**, 404.
- Cannon, J. E., Morgan, J. B., Heavner, J., McKeith, F. K., Smith, G. C., and Meeker, D. L. (1995) Pork quality audit: A review of the factors influencing pork quality. *J. Muscle Foods* **6**, 369-402.
- Choi, Y. I., Cho, H. G., and Kim, I. S. (1998) A study on the physicochemical and storage characteristics of domestic chilled porks. *Kor. J. Anim. Sci.* **40**, 59-68.
- Demeyer, D. I. and Vandekerckhove, P. (1979) Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci.* **3**, 161.
- Eikelenboom, G., Hoving-Bolink, A. H., van der Wal, P. G., de Vries, A. W., and Vonder, G. (1992) De invloed van de eind-pH op de eetkwaliteit van varkensvlees. IVO-DLO Rapport B-385. Zeist. The Netherlands.
- Feldhusen, F. and Kuhne, M. (1992) Effects of ultra rapid chilling and ageing on length of sarcomeres and tenderness of pork. *Meat Sci.* **32**, 161-171.
- Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497.
- Geesink, G. H. (1993) Postmortem muscle proteolysis and beef tenderness with special reference to the action of the calpain/calpastatin system. Ph. D. Dissertation. Utecht, The Netherlands.
- Greer, G. G., Dilts, B. D., and Jeremiah, L. E. (1993) Bacteriology and case-life of pork after storage in carbon dioxide. *J. Food Protection* **56**, 689-693.
- Holly, R. A., Garipey, C., Delaquis, P., Doyon, G., and Gagnon, J. (1994) Static controlled (CO<sub>2</sub>) atmosphere packaging retail ready pork. *J. Food Sci.* **59**, 1296.
- Honikel, K. O. (1987) How to measure the water-holding capacity of meat in pigs. Recommendation of standardized methods. In: Evaluation and control of meat quality in pigs. Tarrant, P. V., Eikelenboom, G., and Monin, G. (eds), Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff, pp. 129-142.
- Honikel, K. O., Kim, C. J., Hamm, R., and Roncales, P. (1986) Sarcomere shortening of pre rigor muscles and its influence on drip loss in meat. *Meat Sci.* **16**, 267-282.
- Hwang, I. H., Park, B. Y., Cho, S. H., Kim, J. H., and Lee, J. M. (2004) Effect of practical variations in fasting, stress and chilling regime on post-slaughter metabolic rate and meat quality of pork loin. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **46**, 97-106.
- Jeremiah, L. E., Gibson, L. L., and Agranosa, G. C. (1995) The influence of controlled atmosphere and vacuum packaging upon chilled pork keeping quality. *Meat Sci.* **40**, 79-92.
- Joo, S. T., Kauffman, R. G., Laack van, R. L. J. M., Lee, S. and Kim, B. C. (1999) Variations in rate of water loss as related to different types of post-rigor porcine musculature during storage. *J. Food Sci.* **64**, 865-868.
- Kauffman, R. G., Eikelenboom, G., van der Wel, P. G., Merkus, G., and Zaar, M. (1986) The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature. *Meat Sci.* **18**, 191-200.
- Kim, C. J., Lee, E. S., Joo, S. T., Kim, B. C., Kang, J. O., Kauffman, R. G., Yoo, I. J., Ko, W. S., and Choi, D. Y. (1996) Chemical, physical and structural characteristics of pork loins from four quality groups. 42nd International Congress Meat Science Technology, Lillehammer, Norway.
- Koohmaraie, M. (1988) The role of endogenous proteases in meat tenderness. *Proc. Recip. Meat. Conf.* **41**, 89.
- Koohmaraie, M., Seideman, S. C., Schollmeyer, J. E., Dutton, T. R., and Crouse J. D. (1987) Effect of post-mortem storage on Ca<sup>2+</sup>-dependent proteases, their inhibitor and myofibril fragmentation. *Meat Sci.* **19**, 187.
- Koohmaraie, M., Killefer, J., Bishop, M. D., Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., and Arbona, J. P. (1995) Calpas-

- tatin-based methods for predicting meat tenderness. In: Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality. Oual, A., Demeyer, D. I., and Smulders, F. J. M. (eds), ECCEAMST. III. Utrecht. The Netherlands. pp. 395-412.
23. Koochmaraie, M., Whipple, G., Kretchmer, D. H., Crouse, J. D., and Mersmann, H. J. (1991) Postmortem proteolysis in *longissimus* muscle from beef, lamb and pork carcasses. *J. Anim. Sci.* **69**, 617.
  24. Lee, H. S., Jung, K. S., Kim, S. Y., Ryu, K. S., and Lee, W. C. (1998) Effect of several sericultural products on blood glucose lowering for alloxan-induced hyperglycemic mice. *Korean J. Seric. Sci.* **40**, 38-42.
  25. Lee, H. S., Kim, S. Y., Lee, Y. K., Lee, W. C., Lee, S. D., Moon, J. Y., and Ryu, K. S. (1999) Effects of silk-worm powder, mulberry leaves and mulberry root bark administered to rat on gastrointestinal function. *Korean J. Seric. Sci.* **41**, 29-35.
  26. Maribo, H., Olsen, E. V., Patricia, B. G., Anders J. N., and Anders, K. (1998) Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs.
  27. Martin, A. H., Jeremian, L. H., Fredeen, H. T., and L'Hirondelle, P. J. (1987) The influence of pre-and post rigor muscle changes on intrinsic toughness of beef carcasses. *Can. J. Anim. Sci.* **57**, 705.
  28. McCaw, J., Ellis, M., Brewer, M. S., and McKeith, F. K. (1997) Incubation temperature effects on physical characteristics of normal, DFD and halothane carrier pork *longissimus*. *J. Anim. Sci.* **75**, 1547-1552.
  29. McLoughlin, J. V. (1970) Muscle contraction and post-mortem pH change in pig skeletal muscle. *J. Food Sci.* **35**, 717.
  30. Melo, T. S., Blumer, T. N., Swaisgood, M. E., and Monroe, R. J. (1974) Catheptic enzyme activity in aged country-style hams as influenced by precuring treatments. *J. Food Sci.* **39**, 511.
  31. Moon, Y. H., Kang, S. J., Hyon, J. S., Kang, H. G., and Jung, I. C. (2001a) Comparison of the palatability related with characteristics of beef carcass grade B2 and D. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 1152-1157.
  32. Moon, Y. H., Kim, Y. K., Koh, C. W., Hyon, J. S., and Jung, I. C. (2001b) Effect of aging period, cooking time and temperature on the textural and sensory characteristics of boiled pork loin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 471-476.
  33. Offer, G. (1991) Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.* **30**, 157-169.
  34. Offer, G. and Cousins, T. (1992) The mechanism of drip production: formation of two compartment of extracellular space in muscle post mortem. *J. Sci. Food and Agri.* **58**, 107-116.
  35. Ouali, A. (1990) Meat tenderization: possible causes and mechanisms. *A review. J. Muscle Foods* **1**, 129.
  36. Ouali, A. and Talmant, A. (1990) Calpains and calpastatin distribution in bovine, porcine and ovine skeletal muscles. *Meat Sci.* **28**, 331.
  37. Park, B. Y., Yoo, Y. M., Cho, S. H., Chae, H. S., Kim, J. H., Ahn, J. M., Lee, J. M., and Yun, S. K. (2001) Studies on quality characteristics of pork classified by Hunter L value. *Korean J. Food Sci.* **21**, 323-328.
  38. Park, W. M., Choi, W. H., Yoo, I. J., Kim, W. J., Ji, J. R., and Chung, D. H. (1997) Effects of lactic acid bacteria isolated from fermented foods on the physico-chemicals of fermented sausages during storage. *Korean J. Anim. Sci. Tech.* **39**, 50-58.
  39. SAS. (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, USA.
  40. Scopes, R. K. (1970) Characterization and studies of sarcoplasmic proteins. In: physiology and biochemistry of muscle as a food. Briskey, E. J., Cassens, R. G., and Trautman, J. C. (eds), Univ. Wisconsin Press Medison, Vol. 2, pp. 471.
  41. Song, H. I., Moon, K. I., Moon, Y. H., and Jung, I. C. (2000) Quality and storage stability of hamburger during low temperature storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **20**, 72-78.
  42. Sugawara, M., Suzuki, K., Endo, K., Kumemura, M., Takeuchi, M., and Mitsuoka, M. (1990) Effect of the dietary supplementation of corn hemicellulose on fecal flora and bacterial enzyme activities in human adults. *Agric. Biol. Chem.* **54**, 1683-1688.
  43. Sutton, D. (1997) Studies on the Napole gene and pork quality. Ph. D. thesis, Univ. of Illinois, Urbana, IL.
  44. Taylor, A. A., Nute, G. R., and Warkup, C. C. (1995) The effect of chilling, electrical stimulation and conditioning on pork eating quality. *Meat Sci.* **39**, 339-347.
  45. Tornberg, E., von Seth, G., and Goransson, A. (1994) In-

- fluence of ageing time, storage temperature and percentage lean on the eating quality of pork and its relationship to instrumental and structural parameters. *Sciences des Aliments* **14**, 373-385.
46. van Laak, R. L. J. M., Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulder, F. J. M., Eikelenboom, G., and Pinheiro, J. C. (1994) Is colour brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle. *Meat Sci.* **38**, 193-201.
47. Warner, R. D., Kauffman, R. G., and Russell, R. L. (1993) Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with *longissimus lumborum*. *Meat Sci.* **33**, 359-372.
48. Yoo, Y. M., Ahn, J. N., Cho, S. H., Park, B. Y., Lee, J. M., Kim, Y. K., and Park, H. K. (2002) Feeding effects of ginseng by-product on characteristics of pork carcass and meat quality. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **22**, 337-342.
49. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. (1998) Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J. Food Sci.* **63**, 763-767.
50. 농촌진흥청 (1996) 빵나무를 이용한 약제화 기술개발. pp. 42-47.
51. 齊藤義藏, 小島正秋, 金井恒夫, 加香芳孝 (1971) 食肉加工法 食品加工 5, 恒星社厚生閣. 東京, pp. 72.

---

(2005. 1. 31. 접수 ; 2005. 4. 16. 채택)