

## 이온수 및 복합광물질첨가 비육돈의 생산형질, 도체 및 육질 특성에 미치는 영향

진상근 · 김일석 · 송영민 · 강석남\* · 제윤종<sup>1</sup> · 오희석<sup>2</sup> · 민찬식<sup>3</sup>

진주산업대학교 동물소재공학과, <sup>1</sup>마산시농업기술센터, <sup>2</sup>우원농장, <sup>3</sup>경상남도농업기술원

## The Effect of Ion Water and Premixed Mineral Supplementation on the Growth Performance, Carcass, and Meat Quality Parameters in Finishing Pigs

Sang-Keun Jin, Il-Suk Kim, Young-Min Song, Suk-Nam Kang\*, Je-Yun Jong<sup>1</sup>,  
Hee-Suk Oh<sup>2</sup>, and Chan-Sick Min<sup>3</sup>

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

<sup>1</sup>MasanCity Agricultural Development and Technology Center, Masan 631-823, Korea

<sup>2</sup>Woo Won Farm, Masan 631-822, Korea

<sup>3</sup>Gyeongsangnam-Do Agricultural Research & Extension Service, Masan 660-985, Korea

### Abstract

This study investigated the effects of ion water and premixed mineral supplementation on the growth performance, carcass, and meat quality parameters in finishing pigs (LY×D). Each 20 pigs were randomly allotted to three treatments; CON (basal diet), T1 (CON diet added with active water), T2 (T1 diet added with 1.0% premixed mineral). Used ion water and premixed mineral were consisted mainly of Zn and Si, respectively. Daily weight gain feed efficacy were the highest in T2, while fat content was the highest in control ( $p < 0.05$ ) than the others. However, the slaughter qualities including dressing percent, backfat thickness, marbling score, meat color, meat texture, drip loss, meat separation and meat qualities including pH, cooking loss, water holding capacity (WHC), shear force, meat color, backfat color, meat texture were not significantly different ( $p > 0.05$ ) among the treatment groups. Panel test scores of tenderness were the highest in T2 compared to the others.

**Key words :** premixed mineral, ion water, carcass, backfat thickness, texture, marbling score, panel test

### 서 론

돼지는 무기태 광물질의 섭취를 필요로 하는데, 이들 광물질들에는 칼슘, 염소, 구리, 요오드, 철, 마그네슘, 인, 칼륨, 세레늄, 나트륨, 황 및 아연이 있다. 무기태 원소들의 기능은 매우 다양한데, 어떤 조직에서는 구조적인 역할을 하기도 하고, 어떤 조직에서는 다양한 조절기능을 하기도 한다. 현재 대부분의 돼지는 돈사에서 길러지기 때문에 토양이나 초지에 접촉할 기회가 거의 없으며, 이러한 사양 환경 때문에 사료 내 광물질의 첨가가 더욱 필요하다(Apple *et al.*, 2000; Backus *et al.*, 1998; Salomon *et al.*, 2007).

아연은 DNA 혹은 RNA의 합성효소와 전사효소에 관여한다. 또한, 대사에 관여하여 하는 여러 효소와 인슐린의 구성성분으로 단백질, 탄수화물, 지방의 대사에 중요한 역

할을 한다(Park, 2001). 아연이 부족할 경우, 돼지는 식욕이 감소(Miller *et al.*, 1968)하기 때문에 아연의 급여와 적당량 함유된 무기물의 사료 내 첨가가 증체율과 사료효율(Greene *et al.*, 1988; Spears, 1989)을 높인다고 보고되었다. 아연의 생체이용률은 아연염의 종류에 따라서 다양하며, 섭취된 아연 중 흡수되고 축적되는 아연은 일반적으로 50%가 되지 않으며, 황산아연 및 유기화합물 형태의 아연은 이용성이 매우 낮으며, 산화아연은 이보다 약간 높으며(Miller, 1991; Revy *et al.*, 2004; Schell and Kornegay, 1996), phytate, 칼슘, 구리, 카드뮴, 코발트, ethylenediamine tetraacetic acid(EDTA), 히스티딘 및 단백질 수준과 단백질공급원 등의 사료적인 요인에 의해 그 이용률이 변화할 수 있다고 보고되었다(Davies and Nightingale, 1975; Kornegay, 1972).

칼슘과 인은 골격광화(mineralization)에 영향을 미치며, 뼈의 강도와 회분 함량을 최대화하기 위한 칼슘 및 인의 요구량은 성장 및 사료효율을 최대화하기 위한 요구량보다 적어도 0.1%정도 더 높다. 하지만, 많은 양의 칼슘과

\*Corresponding author : Suk Nam Kang, Dept. of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea. Tel: 82-55-751-3512, Fax: 82-55-751-3512, E-mail: whitenightt@hanmail.net

인을 급여하여 뼈의 강도를 최대화한다고 해서 골격의 건강이 반드시 향상되는 것은 아니며(Carter *et al.*, 1998; Eeckout *et al.*, 1995), 사료의 종류 및 결합 형태에 따라 소화율에 차이가 난다(Cromwill, 1992; Kwon *et al.* 1995; Soares, 1995). 건물 90% 기준 자돈, 육성돈 및 비육돈의 사료내 광물질 요구량은 칼슘, 총인, 마그네슘, 칼륨 및 아연이 4-7 kg(각각 0.85%, 0.68%, 0.04%, 0.29% 98.64 mg/kg), 7-14 kg(각각 0.76%, 0.62%, 0.04%, 0.27%, 85.24 mg/kg), 14-25 kg(각각 0.67%, 0.57%, 0.04%, 0.25%, 73.34 mg/kg), 25-50 kg(각각 0.58%, 0.50%, 0.04%, 0.22%, 61.84 mg/kg), 50-80 kg(각각 0.50%, 0.45%, 0.04%, 0.19%, 53.15 mg/kg), 80-120 kg(각각 0.45%, 0.40%, 0.04%, 0.17%, 46.93 mg/kg)에 따라 달라진다(Korean Feeding Standard for swine, 2007). 나트륨이나 염소가 결핍되면 돼지의 성장이 둔화되고 사료효율이 낮아지며(Newton and Clawson, 1974), 돼지의 성장이 최대가 되는 사료 내 전해질 균형은 0-600 mEq/kg으로 보고되고 있다(Kornegay *et al.*, 1994). 마그네슘은 맛이 쓴 관계로 동물들에게 기호성을 떨어뜨리는 단점이 있지만 사료에 첨가하면 돈육의 질을 향상시킨다고 보고되었고(Apple *et al.*, 2000), 출하 전 2-5일의 급여로 육질의 향상과 PSE의 발생이 감소하였다고 보고하였으며(Apple *et al.*, 2000), 돈육의 보수력 및 육색의 개선에 도움이 된다고 보고되었다(Apgar *et al.*, 1995; Apple *et al.*, 2000; D'Souza *et al.*, 1999). 구리는 돼지의 헤모글로빈을 합성하고 정상적인 대사에 필요한 산화효소들을 합성하고 활성화하기 위해 필요로 한다(Miller *et al.*, 1979). 돼지가 황산구리의 형태로 구리를 100-250 mg/kg 섭취할 경우 성장촉진 효과가 있다고 보고되었다(Cromwill, 1997).

규산염은 광물질 및 황토의 주요성분으로 항균능력이 있으며(Stefania and Loredana, 2002), 생체에서 영양소의 이용률(Kondo and Wagai, 1968) 및 성장성(Kong *et al.*, 2004)을 향상시키고 장 질환의 개선, 분 중의 수분 및 암모니아를 감소시켰다고 보고하였다(Mumpton and Fishman, 1977). 또한, 육질에 영향을 미쳐, 돼지와 닭의 근육과 지방의 특성에 영향을 미친다고 보고하였다(Hagedorn *et al.*, 1990; Pond *et al.*, 1988).

현재까지 수행된 대부분의 연구는 규산염 광물질제제인 점토나 거정석을 사료에 첨가하여 돼지의 생산형질에 대한 연구였다. 따라서 본 연구는 이온수와 복합광물질을 급여하였을 때 육성 및 비육돈에서의 성장효과를 구명하고 도체 및 육질 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 공시동물 및 사양방법

2006년 경남지역에서 사육된 교잡종(LY×D)을 이용하여 생체중 60 kg 내외 60두를 공시하였다. 기초사료인 육성

기 배합사료는 옥수수과 대두박을 주원료로 성분비는 조단백질 19.0%, 조지방 5.0%, 조섬유 6.0%, 조회분 8.0% 및 대사에너지 3,550 kcal/kg이었고, 비육기 배합사료는 옥수수와 대두박을 주원료로 성분비는 조단백질 16.5%, 조지방 4.5%, 조섬유 6.0%, 조회분 8.0% 및 대사에너지 3,500 kcal/kg이었다. 사육방식은 개방식 톱밥돈사에서 사료와 급수는 무제한 급여를 하였다.

시험구 배치는 CON(기초사료 급여), T1(기초사료 + 이온수 급여) 및 T2(기초사료 + 이온수 + 1% 복합광물질 급여)로 처리구당 암수 각각 20두씩 66일간 사육하였다. 리터 당 Zn(211.50 mg), Cu(48.70 mg), HCO<sub>3</sub>(34.16 mg), PO<sub>4</sub>(26.60 mg), Ca(20.30 mg), Mn(19.50 mg), Na(13.60 mg), Mg(7.20 mg), SO<sub>4</sub>(2.00 mg), Fe(1.70 mg)을 함유한 이온수(pH 7.10)는 자체 생산하여 무제한 급여하였다. 사료 무게의 1% 혼합한 혼합광물질은 (주)선목신소재에서 구입하여 사용하였으며, SiO<sub>2</sub>(60.80%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(21.00%), K<sub>2</sub>O(6.33%), CaO(2.91%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(1.33%), Na<sub>2</sub>O(0.73%), MgO(0.62%)의 조성을 사용하였다.

### 생산형질 분석

일당증체량(daily gain, kg/d)은 시험 개시일부터 출하일까지 증체한 체중의 무게를 사육기간과 사육 두수로 나누어 계산하였으며, 사료요구량(daily feed intake, kg/d)은 시험 개시일에서 출하일까지 급여한 사료의 양에서 급여되지 않은 잔량을 제외한 사료의 양을 사육기간과 섭취한 두수로 나누어 계산하였으며, 사료효율(feed efficiency, weight gain/feed intake)은 사육기간 중 섭취한 총 사료 섭취량을 사육기간 동안 증가된 체중으로 나누어 계산하였다.

### 도체평가

사육된 60두 돼지는 도축당일 생체중을 측정하고, 3 km 이내 Y도축장으로 이송하여 1일간 계류이후 도축을 실시하였다. 등급판정은 농림부고시 제2001-38호(MAF.2001.6.2)에 의한 “축산물등급판정세부기준”에 의해 등급사에 의해 측정하였다. 도축이후 도체중(carcass weight), 도체율(dressing percent), 등지방두께(back fat thickness)를 측정하여 온도체 등급판정을 하였으며, 온도체 등급판정은 A등급(5점)에서 D등급(1점)으로 차등 점수를 주었다. 1일 냉장 후 상강도(marbling score), 육색(meat color), 조직감(meat texture), 드립감량(drip loss), 근육 분리도(muscle separate) 등을 측정하여 냉도체 등급판정을 하였다. 상강도는 지방 함량 미약(1점)에서 지방 함량 많음(5점)으로 나누었으며, 육색은 창백한 색(1점)에서 어두운 색(6점)으로 나누어 평가하였으며, 조직감, 드립감량 및 근육분리도는 나쁘거나 적음(1점)에서 좋거나 강함(3점)으로 나누어 평가하였으며, 냉도체 등급판정은 1+등급(4점)에서 3등급(1점)으로 나누어 평가하였다.

### 육질 분석

예냉 이후 도축장 소속 가공장에서 각 처리구별로 피부와 지방이 제거되지 않은 상태의 좌등심 전체를 처리구당 10개씩 정형 분할 정형하여 호기포장하여 ice 박스에 담아 2시간 이내에 실험실로 이송한 이후  $4.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$  온도에서 1일간 보관한 이후 육질분석을 실시하였다. 시료의 분석은 통상적으로 Fig. 1과 같이 실시하였다. pH는 근막, 지방 등을 제거한 후 세절한 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 균질기(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 20초간 균질하여 pH측정기(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다. water holding capacity(WHC)는 마쇄한 시료 3 g을 필터가 있는 tube에 담아  $80^\circ\text{C}$ 의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하여(시료 무게-유리 수분 무게)/시료 무게 $\times 100$ 의 식으로 환산하여 계산하였다. 가열감량은 일정한 두께(4 cm)의 등심을 절단하여 지퍼백에 포장하고  $80^\circ\text{C}$  항온수조에서 1시간 가열한 다음 식혀서 무게를 측정하여 가열 전후의 감량을 계산하여 측정하였다. 육색 및 지방색은 색차계(CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 CIE L\*, a\*, b\*를 측정하였으며 이때 표준색판은 L\*=89.2, a\*=0.921, b\*=0.783으로 하였다. 전단력(Warner-Bratzler shear force) 및 조직감(texture analysis)의 측정은 자체 PC program을 장착한 Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 측정하였다. 전단력은 비가열 육을 근육방향으로 0.2 cm(가로) $\times$ 1.0 cm(세로)로 절단하여 근육과 직각 방향으로 knife형 plunger를 이용하여 절단하여 측정하였으며, 측정 조건은 load cell 10 kg, adapter area 30 mm<sup>2</sup> 이었다. 비가열 등지방 또한, 0.2 cm(가로) $\times$ 1.0 cm(세로)로 절단하여 동일한 조건으로 측정하였다. 조직감은  $80^\circ\text{C}$ 에서 1시간 가열한 가열육을 이용하여  $4^\circ\text{C}$ 에서 2시간 냉장시킨 이후 근육방향과 평행이 되게 썰어(높이 2.0 cm) plunger No. 3으로 근육방향과 직각이 되게 한 상태에서 파쇄성(brittleness, 첫 번째 압착에서 시료의 표면 붕괴 피크의 크기), 경도(hardness, 첫 번째 압착에서 가장 높은

피크의 크기), 응집성(cohesiveness, 첫 번째 압착시의 면적에 대한 두 번째 압착시의 면적비율), 탄력성(springness, 첫 번째 압착후에 다시 회복되는 시료의 높이), 검성(gumminess, 경도 $\times$ 응집성), 씹힘성(chewiness, 검성 $\times$ 탄력성)을 컴퓨터 프로그램에 의해 계산하였다. 조직감은 load cell 10 kg, adapter area 28 mm<sup>2</sup> 및 compression strain 50%이었다.

### 관능검사

관능검사는 3점 검사를 통하여 선발된 10명의 관능검사 요원을 대상으로 9점 척도묘사법으로 실시하였다. 시료는 포장 후  $80^\circ\text{C}$  water bath에서 1시간 가열한 후 2시간 냉각한 후 사용하였다. 모든 시료를 2 $\times$ 2 $\times$ 1 cm로 정형하여 각각의 용기에 담아 난수표를 이용하여 번호를 구분하고 관능검사자에게 제공하였으며, 평가항목은 육색, 향, 맛, 연도 다즙성 및 전체적인 기호도에 대하여 평가 하였다. 이때 평가점수는 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 달리하여 관능검사를 실시하였다.

### 통계 분석

SAS program(Statistics Analytical System, USA, 1999)의 GLM(General Linear Model) 방법으로 분석하였다. 처리 간의 평균값을 비교하기 위해 Duncan의 다중검정(Multiple Range Test)을 이용하여 유의성 검정( $\alpha=0.05$ )을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 생산형질

Table 1은 이온수와 복합광물질 첨가 사료를 급여한 돼지의 일당증체량, 사료섭취량, 사료효율 등의 생산형질을 나타낸 것이다. 일당증체량(ADG)은 CON, T1, T2가 각각 0.76, 0.87, 0.91 kg/d으로 대조구에 비해 처리구가 높게 나

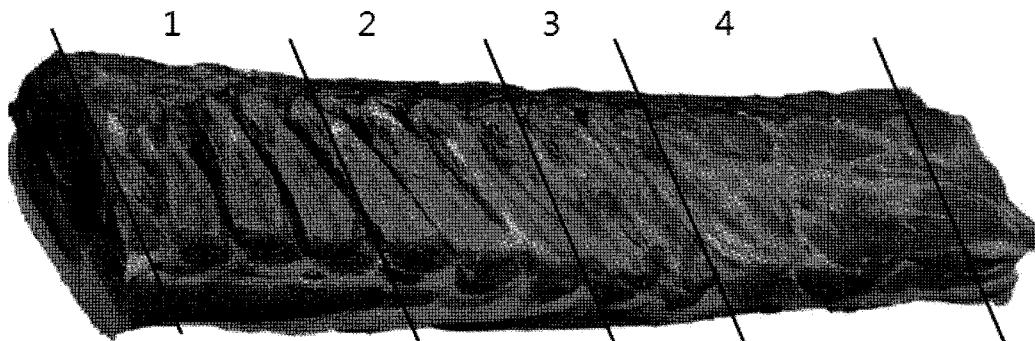


Fig. 1. Diagram of the fillet distribution on the pork loin used for physicochemical and microbiological analyses. Each number indicates the part of the fillet used for the different analyses: (1) microbiological count, Chemical analysis; (2) pH, VBN, TBARS, WHC, and  $a_w$ ; (3) Fresh meat analysis and color; (4) Sensory analysis, cooking loss and texture analysis.

타났고, 시험구의 사료섭취량(ADFI)은 1.97-1.98 kg/d로 처리구간별 차이가 없었으며, 사료요구율(F/G)은 각각 2.95, 2.28, 2.16 으로 CON>T1>T2순이었고, 사료효율(G/F)은 각각 0.38, 0.44, 0.46으로 CON<T1<T2순으로 나타났다. 이상의 결과, 일당중체량, 사료요구량, 사료효율 면에서 유의적이 차이는 없었으나, 처리구가 대조구보다 우수한 생산 형질을 나타내었다. 또한, 사육 중 스트레스로 인한 위축돈 발생 두수가 CON, T1, 그리고 T2가 각각 20%, 10%, 그리고 0%로 나타나 처리구의 위축돈 발생두수가 대조구보다 처리구가 더 적게 나타났다(데이터 미제시).

Ahn 등(1998)은 사료 내 아연의 공급량을 증가시킬 때 혈청 내 IgG 농도의 증가로 면역능이 향상한다고 하였고, Prince 등(1975)은 사료 내 아연의 첨가가 이유 후 설사가 줄어들고 증체율이 향상되었다고 보고와 일치하였다. 또한, 다양한 조성의 이온 및 무기물의 사료 내 첨가가 증체율과 사료효율(Greene *et al.*, 1988; Spears, 1989)의 향상을 가져온다는 보고와 일치하였다. 규산염 광물질제제의 첨가가 설사방지 효과(England, 1975)와 폐사율을 감소(Torii, 1978)가 보고되었으며, 장내 과잉 수분을 흡수하여

연변을 방지하고 사료의 장내 통과시간을 지연시켜 소화율을 향상 및 장질환 개선에 효과가 있다고 보고되었다(Harms and Damron, 1973; Mumpton and Fishman, 1977). Kondo와 Wagai(1968)는 사료에 zeolite를 첨가하였을 때 육성 및 비육돈에서 사료효율이 개선효과가 있다고 보고하였는데, 본 연구의 결과와 일치하였다.

#### 도체 및 신선육의 특성

Table 2는 이온수와 복합광물질 첨가 사료를 급여한 돼지의 도체특성을 조사하였다. 도체율(Dressing percent)은 74.54-78.12%로 처리구별 및 성별 간 유의적인 차이는 없었다. 등지방 두께는 24.6-34.8 mm 범위로 처리구간별로는 유의적인 차이는 없었지만, 성별간의 비교에서는 암돼지보다 거세돈의 등지방 두께가 두껍게 나타났다( $p<0.01$ ). 온도체 등급(hot carcass grade)은 2.0-4.4점 범위로 처리구간에는 차이를 보이지 않았으며, 성 간에는 암컷에 비해 거세돈이 낮은 점수였다( $p<0.01$ ). 마블링 정도(marbling score, 1.2-1.8점), 육색(meat color, 3.6-4.0점), 조직감(meat texture, 2.6-3.0점), 육즙손실(drip loss, 2.8-3.0점) 및 근육분리도(muscle separate, 공히 3.0점)는 처리구간 및 성별간의 유의적인 차이는 나타나지 않아서 냉도체 등급(cold carcass grade)은 모두 2.0점으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Kim 등(2007)은 거세한우에 7개월 동안 무기물을 급여하였을 때 도체 육량 및 육질이 향상되었다고 보고하였다. 하지만, Thacker(2003)는 biotite를 급여하였을 때 도체중의 변화에 영향이 없었다는 보고하였는데 이는 본 실험의 결과와 일치하지 않았다. Mathews 등(1999)은 HSCAS (hydrated sodium calcium aluminosilicate)를 급여하였을 때 비육돈의 등지방 두께가 증가하였다고 하였고, Pearson

**Table 1. Effect of dietary supplemental ion water and pre-mixed mineral on growth performance in pigs**

Treatments <sup>1)</sup>	ADG <sup>2)</sup> (kg/d)	ADFI <sup>3)</sup> (kg/d)	F/G <sup>4)</sup>	G/F <sup>5)</sup>
CON	0.76	1.97	2.59	0.38
T1	0.87	1.98	2.28	0.44
T2	0.91	1.97	2.16	0.46

<sup>1)</sup>CON: basal diet, T1: CON diet added ion water, T3: T1 diet added 1.0% pre-mixed mineral, <sup>2)</sup>ADG: average daily weight gain, <sup>3)</sup>ADFI: average daily feed intake, <sup>4)</sup>F/G: feed intake/weight gain, <sup>5)</sup>G/F: feed efficiency, weight gain/feed intake.

**Table 2. Effect of dietary supplemental ion water and pre-mixed mineral on carcass characteristics in pigs**

Treatments <sup>1)</sup>	Live weight (kg)	Hot carcass				Cold carcass						
		Carcass weight (kg)	Dressing percent (%)	Back fat thickness (mm)	Hot carcass grade <sup>6)</sup>	Marbling score <sup>7)</sup>	Meat color <sup>8)</sup>	Meat texture <sup>9)</sup>	Drip loss <sup>10)</sup>	Muscle separate <sup>9)</sup>	Cold carcass grade <sup>11)</sup>	
CON	Gilt	108.8	83.8	76.92	24.6 <sup>C</sup>	4.4 <sup>A</sup>	1.4	3.6	2.8	3.0	3.0	2.0
	Barrow	114.8	88.8	77.36	31.6 <sup>AB</sup>	2.8 <sup>C</sup>	1.8	3.8	3.0	3.0	3.0	2.0
T1	Gilt	117.4	91.0	78.12	27.4 <sup>BC</sup>	3.0 <sup>BC</sup>	1.2	3.8	2.6	3.0	3.0	2.0
	Barrow	115.0	89.2	77.53	30.8 <sup>ABC</sup>	3.0 <sup>BC</sup>	1.6	3.6	3.0	3.0	3.0	2.0
T2	Gilt	118.2	88.0	74.54	25.4 <sup>BC</sup>	4.2 <sup>AB</sup>	1.6	3.8	3.0	2.8	3.0	2.0
	Barrow	122.00	91.4	74.95	34.8 <sup>A</sup>	2.0 <sup>C</sup>	1.6	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0
SEM <sup>2)</sup>	3.84	3.35	2.44	2.15	0.44	0.23	0.20	0.13	0.08	0.0	0.0	
T <sup>3)</sup>	0.12	0.47	0.43	0.65	0.35	0.61	0.52	0.32	0.38	-	-	
G <sup>4)</sup>	0.44	0.43	0.97	0.01	0.01	0.17	0.69	0.07	0.33	-	-	
T×G <sup>5)</sup>	0.53	0.58	0.97	0.39	0.05	0.61	0.52	0.32	0.38	-	-	

<sup>1)</sup>Treatments are the same as described in Table 1, <sup>2)</sup>Pooled standard errors of the mean, <sup>3-5)</sup>T, S and T×S mean,  $p$ -values, effect of treatment, gender, and treatment & gender, respectively, <sup>6)</sup>Grade A (5 point)~grade D (1 point), <sup>7)</sup>Low fat (1 point)~high fat (5 point), <sup>8)</sup>pale (1 point)~dark (6 point), <sup>9)</sup>bad (1 point)~good (3 point), <sup>10)</sup>high (1 point)~low (3 point), <sup>11)</sup>grade 1+ (4 point)~grade 3 (1 point).

<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly ( $p<0.05$ ).

등(1985)의 zeolite 급여 시, Taverner 등(1984)의 sodium bentonite 급여 시 높은 등지방 두께를 보였다는 보고와 일치하지 않았다. 하지만 Kim 등(2006)의 육성-비육기동에 마그네슘의 첨가가 등지방 두께의 유의적인 차이가 없다고 한 보고와 유사하였다.

### 육질 특성

이온수와 복합광물질 첨가 사료를 급여한 돼지 등심의 pH, 가열감량, WHC, 전단력 그리고 지방부위의 전단력을 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. pH는 모든 처리구에서 5.54-5.75수준으로 유의성이 없으며, 생육 전단력 및 지방 전단력도 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 가열감량의 경우 처리구간별 및 성별 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. WHC는 처리구간별 유의적인 차이는 나타나지 않았지만, 시험구간 중 암돼지(69.52%) 보다 거세돈(77.55%)의 WHC가 높게 나타나는 결과를 나타내었다 ( $p < 0.05$ ).

Table 4는 이온수와 복합광물질 첨가 사료를 급여한 돼

지 등심의 및 등지방의 색깔 변화를 나타낸 것이다. 등심 및 등지방의 백색도(CIE L\*), 적색도(CIE a\*), 그리고 황색도(CIE b\*)는 처리구 간, 성 간 및 처리와 성 상호작용에서도 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Table 5은 이온수와 복합광물질 첨가 사료를 급여한 돼지 등심의 가열육의 조직감의 변화를 나타낸 것이다. 파쇄성(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)이 처리구간별로 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 응집성은 성별차이에 있어 암돼지가 거세돈보다 높은 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

Table 6은 이온수와 복합광물질 첨가 사료를 급여한 돼지의 가열 등심육의 관능평가를 나타낸 것이다. 향, 풍미, 육색선호도, 다즙성, 종합적인 기호도면에서 처리구간별 성별간의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나( $p > 0.05$ ), 연도의 경우 대조구에 비해 처리구가 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). Kim 등(2006)는 광물질인 aluminosilicate를 돼지에 급여하였을 때 육색, 전단력, 가열감량, WHC에 유

**Table 3. Effect of dietary supplemental ion water and premixed mineral on physicochemical characteristics in pigs**

Treatments <sup>1)</sup>	Sex	pH	WHC <sup>2)</sup>	Cooking loss	Warner-Bratzler shear force (kg/cm <sup>2</sup> )	
					Back fat	Fresh meat
CON	Gilt	5.65	69.52 <sup>B</sup>	34.60	21.21	7.47
	Barrow	5.66	77.55 <sup>A</sup>	32.11	20.82	6.31
T1	Gilt	5.61	69.62 <sup>B</sup>	34.70	23.62	6.38
	Barrow	5.75	73.16 <sup>AB</sup>	34.25	22.59	6.93
T2	Gilt	5.54	72.92 <sup>AB</sup>	32.87	25.22	7.35
	Barrow	5.59	73.12 <sup>AB</sup>	32.85	19.28	8.37
	SEM <sup>2)</sup>	0.08	2.32	1.06	3.24	1.09
	T <sup>3)</sup>	0.33	0.63	0.31	0.51	0.81
	G <sup>4)</sup>	0.31	0.05	0.26	0.88	0.36
	T×G <sup>5)</sup>	0.69	0.26	0.47	0.58	0.65

<sup>1-5)</sup>Treatments are the same as described in Table 1.

<sup>A-B</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly ( $p < 0.05$ ).

**Table 4. Effect of dietary supplemental ion water and premixed mineral on Meat and back fat color in pigs**

Treatments <sup>1)</sup>	Sex	Meat			Back fat		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
CON	Gilt	52.76	10.09	-0.71	78.14	8.52	-1.25
	Barrow	51.76	9.23	-1.26	78.54	7.35	-1.52
T1	Gilt	52.88	10.22	-0.92	78.90	7.11	-0.95
	Barrow	52.12	9.61	-1.08	79.58	7.39	-1.39
T2	Gilt	51.92	9.15	-1.22	79.38	7.89	-0.90
	Barrow	53.65	8.92	-1.42	78.92	7.38	-1.15
	SEM <sup>2)</sup>	1.61	0.68	0.47	0.59	0.44	0.42
	T <sup>3)</sup>	0.95	0.42	0.73	0.26	0.31	0.69
	G <sup>4)</sup>	0.99	0.32	0.44	0.68	0.20	0.37
	T×G <sup>5)</sup>	0.65	0.90	0.91	0.60	0.28	0.97

<sup>1-5)</sup>Treatments are the same as described in Table 1.

**Table 5. Effect of dietary supplemental ion water and premixed mineral on meat texture properties in cooked meat of pigs**

Treatments <sup>1)</sup>	Sex	Brittleness (kg <sub>f</sub> )	Hardness (kg <sub>f</sub> )	Cohesiveness (ratio)	Springiness (ratio)	Gumminess (kg <sub>f</sub> )	Chewiness (kg <sub>f</sub> )
CON	Gilt	1.41	1.44	41.56 <sup>AB</sup>	9.78	59.33	578.51
	Barrow	1.21	1.23	40.91 <sup>B</sup>	10.61	50.56	532.02
T1	Gilt	1.43	1.50	45.66 <sup>A</sup>	11.07	68.39	744.79
	Barrow	1.27	1.28	39.98 <sup>B</sup>	10.56	51.30	546.11
T2	Gilt	1.35	1.36	42.34 <sup>AB</sup>	10.35	57.47	595.12
	Barrow	1.16	1.26	40.44 <sup>B</sup>	11.40	51.67	587.91
	SEM <sup>2)</sup>	0.13	0.14	1.36	0.60	6.31	71.36
	T <sup>3)</sup>	0.77	0.83	0.45	0.46	0.65	0.46
	G <sup>4)</sup>	0.11	0.14	0.02	0.36	0.05	0.16
	T×G <sup>5)</sup>	0.98	0.90	0.18	0.38	0.66	0.38

<sup>1-5)</sup>Treatments are the same as described in Table 1.

<sup>A-B)</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly ( $p < 0.05$ ).

**Table 6. Effect of dietary supplemental ion water and premixed mineral on sensory scores<sup>1)</sup> in cooked pork loins**

Treatments <sup>2)</sup>	Sex	Aroma	Flavor	Color	Juiciness	Tenderness	Overall acceptability
CON	Gilt	6.20	6.23	6.46	5.94	5.86 <sup>B</sup>	6.23
	Barrow	6.11	6.03	6.37	6.20	6.14 <sup>AB</sup>	6.37
T1	Gilt	6.03	6.09	6.11	6.03	6.20 <sup>AB</sup>	6.14
	Barrow	6.17	6.34	6.40	6.03	6.29 <sup>A</sup>	6.29
T2	Gilt	6.26	6.29	6.37	6.03	6.46 <sup>A</sup>	6.40
	Barrow	6.09	6.31	6.26	5.97	6.31 <sup>A</sup>	6.26
	SEM <sup>2)</sup>	0.10	0.11	0.12	0.11	0.14	0.11
	T <sup>3)</sup>	0.77	0.30	0.43	0.82	0.02	0.57
	G <sup>4)</sup>	0.66	0.75	0.77	0.48	0.50	0.61
	T×G <sup>5)</sup>	0.30	0.12	0.19	0.34	0.31	0.35

<sup>1)</sup>Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

<sup>2-6)</sup>Treatments are the same as described in Table 1.

<sup>A-B)</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly ( $p < 0.05$ ).

의적인 차이가 없다고 하였는데 본 연구의 결과와 유사한 경향이였다. Pond 등(1988)과 Hagedorn 등(1990)은 규산염 광물질체제를 비롯한 광물질의 급여가 육질에 항상 영향을 미친다고 보고하였으나 본 실험의 경우에는 도체 특성 및 육질향상에 영향을 미치지 못하였다. 이상의 결과, *in vivo* 실험을 통한 효과검증이 어렵기는 하지만, 본 실험과 관련된 연구가 아직까지 많이 진행되어 있지 않은 상황이며, 특히 육질분석에 미치는 영향에 대한 연구는 미약한 수준이며, 이들의 결과에 대한 많은 논란이 있다. 이에 미량성분에 의한 돼지의 생산형질, 도체특성, 그리고 더 나아가 육질특성에 대한 많은 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 아연을 주로 하는 이온수와 규소 성분이 주

인 복합광물질을 육성기 교잡종(LY×D) 음수 및 사료 각각에 첨가하였을 때 생산형질, 도체 형질 및 육질에 미치는 영향에 대해 조사하였다. CON(0%), T1(이온수) 및 T2(이온수+복합광물질)로 처리하였으며, 출하 전 66일간 사육하였다. 생산형질면에서 일당증체량, 사료요구량, 사료효율, 위축돈 발생율에서 처리구가 대조구보다 우수한 생산형질을 나타내었으나, 도체의 도체율, 등지방 두께, 마블링 정도, 육색, 조직감, 육즙손실, 근육 분리 면에서 유의적인 차이는 없었다. 하지만 성별 간의 비교에서 암돼지가 거세돈보다 등지방 및 보수력이 낮고 온도체등급이 높게 나타났다. 육질 특성의 경우에도 pH, 가열감량, 보수력, 전단력, 육색, 조직감의 경우 처리구간 별 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 가열육의 관능평가 시에도 연도를 제외한 대부분의 항목에서 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, 연도는 T2>T1>CON으로 나타났다.

## 참고문헌

1. Ahn, S. H., Um, J. S., Kim, D. H., and Park, I. K. (1998) Effects of the sources and levels of supplemental zinc on the performance of weanling pigs. *Korea J. Anim. Sci.* **40**, 9-12.
2. AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemist. Washingtons, D. C., USA.
3. Apgar, G. A., Kornegay, E. T., Lindemann, M. D., and Nottter, D. R. (1995) Evaluation of copper sulfate and a copper lysine complex as growth promotants for weanling swine. *J. Anim. Sci.* **73**, 2640-2646.
4. Apple, J. K., Maxwell, C. V., deRodas, B., Watson, H. B., and Johnson, Z. B. (2000) Effect of magnesium mica on performance and carcass quality of growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* **78**, 2135-2143.
5. Backus, G. B. C., van Wagenberg, C. P. A., and Verdoes, N. (1998) Environmental impact of pig meat production. *Meat Sci.* **49**, (Suppl. 1), S65-S72.
6. Carter, S. D. and Cromwell, G. L. (1998) Influence of porcine somatotropin on the phosphorus requirement of finishing pigs. II. Carcass characteristics tissue accretion rates, and chemical composition of the ham. *J. Anim. Sci.* **76**, 596-599.
7. Cromwill, G. L. (1997) Copper as a nutrient for animals. In: Handbook of copper compounds and Applications, H. W. Richardson (ed.), New York, Marcel Dekker, Inc, pp. 177-202.
8. Cromwill, G. L. (1992) The biological availability of phosphorus in feed stuffs for pigs. *Pig News and Information* **13**, 75N
9. D'Souza, D. N., Warner, R. D., Dunshea, F. R., and Leury, B. J. (1999) Comparison of different dietary magnesium supplements on pork quality. *Meat Sci.* **51**, 221-225.
10. Davies, N. T. and Nightingale, R. (1975) The effects of phytate on intestinal absorption and secretion of zinc, and whole body retention of zinc, copper, iron and manganese in rats. *Br. J. Nutr.* **34**, 243-258.
11. England, D. C. (1975) Effect of zeolite on incidence and severity scouring and level of performance of pigs during suckling and early post weaning. Rep. 17th Swine Day, Spec. Rep. 447, Agr. Exp. Sta., Oregon State Univ., 30-33.
12. Greene, L. W., Lunt, D. K., Byers, F. M., Chiras, N. K., Richmond, C. E., Knutson, R. E., and Schelling, G. T. (1989) Performance and carcass quality of steers supplemented with zinc oxide or zinc methionine. *J. Anim. Sci.* **66**, 1818-1823.
13. Hagedorn, T. K., Ingram, D. R., Kovar, S. J., Achee, V. N., Barnes, D. G., and Laurent, S. M. (1990) Influence of sodium zeolite-A on performance, bone condition and liver lipid content of white leghorn hens. *Poultry Sci.* **69** (Suppl. 1), 169 (Abstr).
14. Harms, R. H. and Darmron, R. H. (1973) The influence of various dietary follers on the utilization of energy by poultry. *Poultry Sci.* **69** (Suppl. 1), 169 (Abstr).
15. Kim, C. J., Lee, E. S., Song, M. S., and Cho, J. K. (2000). Effects of illite supplementation on the meat quality. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **20**, 152-158.
16. Kim, S. H., Byun, S. H., Lee, S. M., Hwang, J. H., Jeon, B. T., Moon, S. H., and Sung, S. H. (2007) Effects of supplementation period and levels of fermented mineral feed (power-mix) on the growth and carcass characteristics of Hanwoo steer. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **27**, 450-456.
17. Kim, Y. H., Wang, Y., Cho, J. H., Chen, Y. J., Kim, H. J., Yoo, J. S., Min, B. J., Lee, S. J., Park, J. C., Jung, H. J., and Kim, I. H. (2006) Effects of dietary supplemental magazone on growth performance, nutrients digestibility, blood characteristics, meat quality and carcass traits in weaning-to-finishing pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 447-353.
18. Kondo, N. and Wagai, B. (1968) Experimental use of clinoptilolite-tuff as dietary supplements for pigs. Yonokai, May. 1-4.
19. Kong, C. S., Ju, W. S., Kil, D. Y., Lin, J. S., Yun, M. S., and Kim, Y. Y. (2004) Effect of silicate mineral filtered water and silicate mineral additive on growth performance and pork quality. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **46**, 734-752.
20. Korean Feeding Standard for swine. (2007). National Institute of Animal Science, Korea. Publishing no. 11-1390271-000106-13 (<http://www.nias.go.kr>). Sangnocksu publishing.
21. Kornegay, E. T. (1972) Availability of iron contained in defluorinatd phosphate. *J. Anim. Sci.* **34**, 569-573.
22. Kornegay, E. T., Evans, J. L., and Ravidndran, V. (1994) Effects of diet acidity and protein level or source of calcium on the performance, gastrointestinal content measurements, bone measurements, and carcass composition of gilt and barrow weanling pigs. *J. Anim. Sci.* **72**, 2670-2675.
23. Kwon, K., Han, I. K., Sohn, K. S., and Kwon, C. H. (1995) Effects of microbial phytase on performance, nutrient digestibility and phosphorus excretion in growing-finishing pigs fed corn-soy diets. *Korean J. Anim. Sci.* **37**, 341-344.
24. Mathews, J. O., Southem, L. L., Higbie, A. D., Persica, M. A., and Bidner, T. D. (1999) Effect of a hydrated sodium calcium aluminosilicate on growth performance and carcass traits of pigs. *Prof. Anim. Sci.* **15**, 196-200.
25. Miller, E. R. (1991) Iron, copper, zinc, manganese, and iodine in swine nutrition. In: Swine Nutrition, E. R. Miller, D. E. Ullrey, and A. J. Lewis (eds.), Stoneham, Butterworth-Heinemann Publishing, MA, pp. 267.
26. Miller, E. R., Luecke, R. W., Ullrey, D. E., Baltzer, B. V., Bradley, B. L., and Hofer, J. A. (1968) Biochemical, skeletal and allometric changes due to zinc deficiency in the baby pig. *J. Nutr.* **95**, 278-286.
27. Miller, E. Stowe, R. D., Ku, P. K., and Hill, G. M. (1979) Copper and zinc in swine nutrition. In: National Feed Ingredients Association Literature Review on Copper and zinc in animal Nutrition. West Des Moines, Iowa National Feed Ingredients Association, pp. 109.
28. Mumpton, F. A. and Fishman, P. H. (1977) The application of natural zeolites in animal sciences and aquaculture. *J. Anim. Sci.* **45**, 1188-1203.
29. Newton, G. L. and Clawson, A. J. (1974) Iodine toxicity: Physiological effects of elevated dietary iodine on pigs. *J. Anim. Sci.* **39**, 879-881.
30. Park, Y. I. (2001) Chap. 6. Zinc in swine. In: Growth and

- Nutrition, Kim, K. H., Yang, C. J. (eds.), Sunjin-Moonhwa Publishing, pp. 181.
31. Pearson, G., Smith, W. C., and Fox, J. M. (1985) Influence of dietary zeolite in pig performance over the weight range 25-78 kg. *New Zealand J. M. Exp. Agric.* **13**, 151-154.
  32. Pond, W. G. and Mumpton, F. A. (1988) Effect of zeolite supplementation of early weaned pig diets on growth, feed utilization and diarrhea. Cornell University. *Anim. Sci. Swine Memo.* pp. 78-82.
  33. Prince, T. J., Hays, V. W., and Cromwell, G. L. (1975) Environmental effects of high copper pig manure on pasture for sheep. *J. Anim. Sci.* **41**, 326 (Abstr.).
  34. Revy, P. S., Jondreville, C., Dourmad, J. Y., and Nys, Y. (2004) Effect of zinc supplemented as either an organic or and inorganic source and of microbial phytase on zinc and other minerals utilisation by weanling pigs. *Animal Feed Sci. Technol.* **116**, 93-112.
  35. Salomon, E., Akerhielm, H., Lindahl, C., and Lindgren, K. (2007) Outdoor pig fattening at two Swedish organic farms-Spatial and temporal load of nutrients and potential environmental impact. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **121**, 407-418.
  36. Schell, T. C. and Kornegay, E. T. (1996) Zinc concentration in tissues and performance of weanling pigs fed pharmacological levels of zinc from ZnO, Zn-methionine, Zn-lysine, and ZnSO<sub>4</sub>. *J. Anim. Sci.* **74**, 1584-1593.
  37. Soares, J. H. (1995) Calcium bioavailability. In: Bioavailability of Nutrients for Animals, C. B. Ammerman, D. H. Baker, and A. J. Lewis (eds.). Academic Press, NY, pp. 958.
  38. Spears, J. W. (1989) Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of zinc in lambs and effects of growth and performance of growing heifers. *J. Anim. Sci.* **67**, 835-843.
  39. Taverner, M. R., Campbell, G. and Biden, R. S. (1984) A note on sodium bentonite as an additive to grower pigs diets. *Anim. Prod.* **38**, 137-139
  40. Thacker, P. A. (2003) Performance of growing-finishing pigs fed diets containing graded levels of biotite, an aluminosilicate clay. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **16**, 1666-1672
  41. Torii, K. (1978) Utilization of natural zeolites in Japan. In: Natural zeolite: Occurrence, properties, use. Pergamon Press, Elmsford, NY.

---

(Received 2008.9.16/Revised 2009.2.4/Accepted 2009.4.7)