

입자도가 다른 제주 화산암 분말(Scoria) 급여가 돼지의 성장, 도체특성 및 분성분에 미치는 영향

양창범 · 고서봉 · 조원탁* · 한인규*

농촌진흥청 축산연구소

Effect of the Particle Size of Jeju Scoria on Growth Performance, Carcass Characteristics and Fecal Components in Pigs

Yang, C. B., Ko, S. B., Cho, W. T.* and Han, In K.*

National Livestock Research Institute, R.D.A

Summary

The effect of different particle sizes of scoria inclusion in weanling-growing-finishing diets on growth performance and carcass quality was investigated in this study. Treatments were the control (basal diet), and 3 scoria treatments with different partial sizes (500, 1,000, 1,700 μm , respectively) in which 3% of basal diet was replaced by scoria. This study was carried out for 143 days using 84 pigs. Each treatment has 3 replicates (4 gilts and 3 barrows per pen).

1. During nursery period, all scoria treatment levels showed poor Average daily gain (ADG) and feed efficiency compared to the control. During growing period, The ADG and feed efficiency of pigs fed the 1,000 μm swine treatment tended to improve. For the whole growth period (d 0-143), 1,000 μm scoria treatment showed significantly higher ($P<0.05$) ADG and feed efficiency than the 1,700 μm scoria treatment.
2. Carcass weight was higher in all of scoria treatment levels Either the control ($P<0.05$), while backfat thickness was unaffected among treatments. Carcass Grade A or B grade appearance was more evident in all of scoria treatments compared to the control.
3. Hunter L value was numerically higher in the control while there was no significant differences among the control, 1,000 μm scoria and 1,700 μm . Hunter a value was highest ($P<0.05$) in 1,000 μm scoria, while Hunter b values were not influenced by the scoria treatment levels.

* Department of Animal Science & Technology, College of Agriculture and Life Science Seoul National University, Seoul, 151-742. Korea

Corresponding Author : Yang, C. B., National Livestock Research Institute, Rural Development Administration, Suwon 441-350, Korea. 441-350. E-mail : yangcb@rda.go.kr

4. The different scoria treatment levels reduced N and P excretion. For growing period, 1,000 μm scoria was most efficient in reducing N excretion, while during the finishing period, 1,700 μm scoria was the best. The P excretion was affected by scoria particle size during growing-finishing periods rather than weanling period.

The above findings indicated that the inclusion of different scoria partical sizes in nursery diet resulted to adverse effects on growth performance in contrast to the growing finishing diets wherein the growth performance and carcass quality were not affected. Finally, scoria regardless of particle size proved to be effective in reducing N and P excretion and can be considered an environment friendly mineral source for growing-finishing hog diets.

(Key words : Scoria, Nursery period, Growing-finishing periods, N, P)

서 론

양돈사료내 첨가가 보편화된 규산염 광물질인 zeolite는 광물학적으로 tectosilicate에 속하며 Na, K 등의 알칼리금속과 Ca 등의 토류금속(土類金屬)을 함유하며 양이온을 쉽게 치환할 수 있는 특징 즉 높은 흡습, 흡착성과 염기치환용량(C.E.C)을 갖는 것으로 알려져 있다. 즉 가축에게 zeolite를 급여할 경우 장내의 유해한 균체, 독소, 가스 및 과잉수분의 흡착과 배설, 연변 또는 설사를 방지하는 효과가 있다는 것이다(Ramos 등, 1996). 그리고 benetonite의 경우 montmorillonite가 주가 되는 점토광물질인데 일반적으로 그 활성에 따라 두 가지로 나누는데 Na을 함유하고 있는 sodium bentonite와 Ca을 함유하고 있는 calcium bentonite로 나눈다. Bentonite 역시 이온교환 혹은 흡수, 흡착성으로 인해 연변방지, 사료의 결착제 등으로 이용되고 있으며 SiO_2 함량이 60% 내외로 주성분을 이루고 있다. 또한 kaolin 역시 zeolite 및 bentonite와 유사한 성질을 갖고 있다.

제주 화산암 분말(Scoria)은 화산활동에 의해 마그마 분출시 가스팽창에 의해 생성된 다공질 암석의 일종으로 흑색, 갈색 및 흑적색을 띠고 있으나 대부분 흑적색이다. 매장량은 김(1985)에 의하면 30여 개의 기생화산(오름)에서 1억4백만 M/T 정도로 추정하고

있으나 제주도의 기생화산이 368개이며, 지하층 매장량까지 조사된 바 없어 정확한 산출이 곤란하나 수십억 M/T까지도 추정이 가능하다.

최근까지 가축사료에 대한 이용 연구는 전무했으나 건축재료로 이용하기 위한 연구중 scoria의 물리적 특성을 분석한 결과 비중이 2.5, 인장강도 57 kg/cm^2 로 나타났다(강, 1982). 그리고 양 등(1995)이 제주 화산암 분말의 SiO_2 함량을 분석한 결과 84.5%로 높게 나타났다.

본 연구에서는 제주산 scoria의 규산염 광물질 사료로서의 이용가능성을 효과적으로 구명하기 위하여 입자도를 달리하여 돼지사료에 첨가급여하여 성장효과 및 도체특성 그리고 배설물중의 주요 오염원인 질소와 인 함량 등을 측정하므로써 돼지에 급여시 적정 입자도 결정 및 저공해성 사료로서 이용가능한지에 대해 검토하였다.

재료 및 방법

1. 시험기간 및 장소

1997년 4월부터 9월까지 제주도 북제주 소재 양돈농장에서 사양시험을 143일간 실시하였고, 도체성적 조사는 제주축협 공판장(등급판정소)에서 실시하였다.

2. 시험동물

공시동물은 평균체중 9.0 kg (생후 27일)인 3원 교잡종[D(♂)×LY(♀)] 돼지 총 84두를 이용하였다.

3. 시험설계

대조구와 제주산 송이(scoria) 입자도를 500 μm, 1,000 μm, 1,700 μm의 3종류로 나누어 각 처리당 3반복, 반복당 7두(암돼지 4, 거세돈 3두)의 자돈을 완전임의 배치하였다.

4. 시험사료

시험사료로 사용하였던 자돈용, 육성용, 비육용 3종의 대조구(기초) 사료의 배합율표 및 영양성분은 Table 1과 같으며 대조구 사료의 3% 수준을 500 μm, 1,000 μm, 1,700 μm 입자도로 제조(Fig. 1)된 scoria로 대체하여 농가에서 설치된 1톤 용량의 배합기를 사용하여 배합하였다. 그리고 시험사료인 scoria의 일반성분은 건물(DM)이 91.5%, 칼슘(Ca)과 인(P)이 각각 0.21, 0.19%이며, 주성분인 규산(SiO₂)이 64.38%인 것을 사용하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of the experimental diets

Items	Starter	Grower	Finisher
Ingredients (%) :			
Corn, yellow	45.79	54.50	40.87
Rye	10.00	10.00	15.00
Defatted rice bran	-	2.47	-
Wheat bran	-	-	10.00
Cottonseed meal	3.00	4.00	6.00
Soybean meal	28.80	16.03	17.00
Meat meal	-	2.00	-
Tallow	5.87	5.00	4.93
Limestone	0.63	0.57	1.57
Dicalcium phosphate	1.63	1.07	0.93
Salt	0.17	0.30	0.30
Molasses	3.00	3.50	3.00
L-lysine · HCl	0.26	0.18	0.13
Vit.-Min. mixture ¹⁾	0.85	0.38	0.27
Chemical composition ²⁾ :			
Digestible energy (kcal/kg)	3,657	3,620	3,473
Crude protein (%)	18.87	16.00	15.97
Lysine (%)	1.23	0.95	0.70
Calcium (%)	0.87	0.61	0.95
Phosphorus (%)	0.63	0.56	0.57

¹⁾ Providing the followings per kg diet : vitamin A, 2,000,000 IU; Vitamin D₃ 400,000 IU; Vitamin E, 250 IU; Vitamin K, 200 mg; Vitamin B₁, 20 g; Vitamin B₂, 700 mg; Ca-phosphate, 300 mg; Choline chloride, 30,000 mg; niacine, 8,000 mg; folic acid 60 mg; Vitamin B₁₂, 13 mg; Mn 12,000 mg; Zn 15,000 mg; Fe 4,000 mg; Cu 500 mg; Co 100 mg; Butylated Hydroxy Toluene 600 mg.

²⁾ Calculated values.

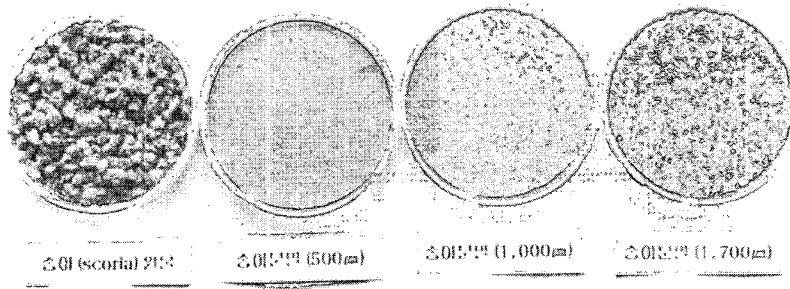


Fig. 1. Dietary particle size of scoria.

5. 사양관리

사양시험돈사는 5×3.5m 크기의 바닥면적과 1.2m 정도의 벽면 칸막이가 설치되었으며, 바닥의 일부를 슬랫(slat)으로 콘크리트 재질의 슬러리돈사로써 각 돈방당 7두씩 배치하였다. 그리고 시험사료는 돈방당 1개씩 설치된 급이기를 이용하여 자유채식 시켰으며, 물은 자동급수기(니플 형태)로 자유로이 음수할 수 있도록 하였다.

6. 사양 성적

개시시와 종료시, 그리고 시험개시후 40일, 78일째에 성장단계별 증체량 및 일당증체량을 조사하였다. 사료섭취량(daily feed intake)은 체중 측정시 급이기에 남아있는 잔량을 측정하여, 그 기간중 급여한 총량에서 잔량을 공제하여 각 처리구별 섭취량을 조사하였고, 사료요구율(feed conversion)은 시험기간중의 사료섭취량을 증체량으로 나누어 계산하였다.

7. 도체검사

도체분석을 하기 위해 도살은 시험종료시 전처리구의 전두수(84두)에 대하여 실시하여 축협 축산물 등급기준에 의해 도체중량, 등지방두께, 외관 및 육질 등을 고려한 돼지도

체 등급판정을 실시하였다. 이때의 도체중은 도살후, 혈액, 털, 내장, 머리, 발목을 제거한 후에 측정된 무게이며, 등지방두께는 탕박인력측정으로 좌반도체(左半屠體) 11, 12번째 늑골사이 및 최종늑골 바로 윗쪽면을 척추면과 수직되게 측정하여 평균하였다.

8. 육색 측정

육색조사를 위해 도살후 등급판정이 끝난 도체를 각 처리별로 7두씩 무작위로 뒷다리(ham) 부위를 각 1kg씩 채취하여 실험실로 운반, 4℃에서 24시간 냉장후 색차계(色差計)를 이용하여 Hunter값을 측정하였는데 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)를 조사하였다. 이때 색차계는 Minolta Chromameter (CR-200, Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japan)를 사용하였다.

9. 분종의 질소 및 인 함량조사

시험개시후 이유기, 육성기 및 비육기로 나누어 오전 10시경 각 처리별로 신선한 등분을 500g씩 골고루 채취하여, 비닐백에 넣어 실험실로 운반한 후 60℃의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 Willy mill로 분쇄하여 성장단계별 건물기준으로 질소 및 인의 함량을 측정하였다.

10. 화학분석 및 통계분석

화학적 성분은 AOAC분석법(1990)에 따라 분석하였다. 처리기간 평균성적에 대한 유의성은 SAS(1985) General Linear Model을 이용하여 Duncan의 다중분석법(Duncan, 1955)으로 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

가. 이유자돈기(0~40일)

젖을 떼후 25 kg 내외 체중까지 scoria 입자도별 일당증체량은 Table 2에서 보는 바와 같이 입자도간에는 차이가 없었으나, 대조구(기초사료)에 비하여 낮게 나타났다. 그리고 사료섭취량은 처리간 유의적인 차이는 없었으나 사료요구율(F/G)은 입자도에 관계없이 모든 scoria 급여구에서 높게 나타났다.

일반사료(옥수수위주)에서는 입자도가 감소할수록 자돈기에 일당증체량(ADG)과 사료효율이 직선적 증가를 가져온다(Healy 등, 1994)고 하였으나, scoria는 에너지사료가 아닌 광물질사료로서 에너지 수준이 감소하는 경향을 초래하여 증체량 및 사료효율이 떨어졌다고 보여진다. 아울러 자돈기는 장기발달

이 미약한 시기로 scoria의 특수 작용에 대한 감수성이 약한 것으로 사료되었다. 이는 zeolite를 배합사료 4%까지 대체하여 육성돈에 급여한 경우 증체량과 사료효율이 약간 떨어졌다는 한 등(1975)의 보고와 Milne과 Froseth(1982) 그리고 Thilemans와 Bodart(1982)의 보고에서도 규산염광물질의 급여가 성장률에 불리한 영향을 주었다는 결과가 있어 scoria 역시 이유자돈기에 급여할 경우 성장률을 향상시키는데 효과가 없는 것을 알 수 있었다. 그러나 Shuroson 등(1984)은 옥수수를 대체하여 25 kg 체중의 돼지에 clinoptilolite를 0.5% 첨가 급여시 대사에너지 이용률과 사료효율이 개선되었다는 결과도 있어서 성장단계에 따라 규산염광물질의 급여효과가 다르다는 것을 알 수 있었다. Scoria도 비슷한 경향을 나타냈으나 scoria 첨가구에서 하리현상은 관찰되지 않았으며 분의 정도(균기)가 증가하고 악취도 감소하는 경향이 관찰되었다.

나. 육성기(40~78일)

육성기에서 일당증체량과 사료요구율은 Table 3에서 제시된 바와 같이 scoria 입자도가 제일 큰 1,700 μ m구에서 개선되는 경향을 보였다. 이는 자돈기와 육성기를 거치면서 scoria 입자도가 클수록 규산염 광물질의 특

Table 2. Effect of scoria particle size on the body weight gain, feed intake and feed conversion of weaning pigs (0~40 days)

Items	Control	Particle size, μ m		
		500	1,000	1,700
Initial body weight (kg)	9.1	9.1	9.0	8.9
Final body weight (kg)	26.4 ^a	24.5 ^b	24.2 ^b	24.4 ^b
Average daily gain (g/d)	423 ^a	385 ^b	380 ^b	388 ^b
Feed intake (g/d)	857	863	866	869
Feed/gain	1.98 ^a	2.24 ^b	2.28 ^b	2.24 ^b

^{a, b} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

Table 3. Effect of scoria particle size on the body weight gain, feed intake and feed conversion of growing pigs (40~78 days)

Items	Control	Particle size, μm		
		500	1,000	1,700
Initial body weight (kg)	26.4	24.5	24.2	24.4
Final body weight (kg)	50.1	48.5	47.1	51.8
Average daily gain (g/d)	624 ^b	632 ^b	603 ^c	721 ^a
Feed intake (g/d)	1,381 ^a	1,312 ^{ab}	1,251 ^b	1,368 ^a
Feed/gain	2.21 ^b	2.08 ^{ab}	2.07 ^{ab}	1.90 ^a

^{a, b, c} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

성인 장내 통과속도 지연과 이온교환작용 등의 효과가 빨리 나타난 것으로 추정되어 유해성 곰팡이 독소 제거, 하리발생 억제 등에 상당한 영향을 주었을 것으로 본다. 이와 같은 결과는 Kondo와 Wagai(1968)는 clinoptilolite 계통의 zeolite를 육성돈 사료에서 5% 첨가시 증체량과 사료효율 개선효과가 각각 25%, 35% 있었다는 보고보다 scoria 3% 첨가시는 낮게 나타났으나 육성기에는 scoria 입자도 1,700 μm 급여가 증체 및 사료효율 개선에 효과가 유의적으로 큰 것으로 알 수 있었다.

또한 사료입자도는 장내 유동성 (fluidity)에 영향을 준다는 보고 (Reimann 등, 1968; Maxwell 등, 1970)와 관련지어 해석할 경우 scoria 입자도가 클수록 유동성이 낮음을 추정할 수

있으며, 규소성분은 뼈의 성장에 필수적이며, 칼슘 이용성 증진효과가 있다는 보고 (Roland, 1988 ; Frey 등, 1992)에서도 알 수 있듯이 육성기에 골격발달에 의한 증체개선에 scoria 급여가 영향주는 것은 입자도가 큰 1,700 μm 인 것으로 판단되었다.

다. 비육기 (78~143일)

Table 4에서 보는 바와같이 비육기에서 일당증체량은 scoria 입자도가 500 μm 및 1,000 μm 에서 높았고, 사료요구율은 1,000 μm 의 scoria 입자도에서 가장 낮았으나 500 μm 와는 차이가 없었다. 이는 성장이 어느정도 진행되면서 scoria 입자도가 작은 것도 규산염광물질의 특수효과가 있음을 나타냈고, 吉田 (1974)

Table 4. Effect of scoria particle size on the body weight gain, feed intake and feed conversion of finishing pigs (78~143 days)

Items	Control	Particle size, μm		
		500	1,000	1,700
Initial body weight (kg)	50.1	48.5	47.1	51.8
Final body weight (kg)	100.9	101.1	101.0	100.7
Average daily gain (g/d)	716 ^{ab}	741 ^a	759 ^a	689 ^b
Feed intake (g/d)	2,820 ^a	2,740 ^b	2,670 ^b	2,720 ^b
Feed/gain	3.94 ^a	3.70 ^{ab}	3.52 ^b	3.95 ^a

^{a, b} Means with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

에 의하면 가축사료용 zeolite의 품질요건으로 염기치환용량(CEC) 100 meq/100 g 이상과 입자도 60 mesh가 제시된 바가 있으나, scoria의 경우 성장단계에 따라 그 영향이 다르게 나타났다. 특히 scoria 입자도에 의한 성장의 차이는 육성기와는 다르게 1,000 μm 가 제일 우수하게 나타났는데 이는 비육기에는 단백질보다 지방축적의 비중이 큰 시기로 scoria 급여에 의한 돼지의 위장관내 유동성 및 질병저항성 등이 육성기와는 다르고, 다른 영양소와의 상호작용도 차이가 있다고 여겨진다. 또한 정 등 (1978)이 육계에 대한 zeolite 입자도가 증체 및 사료효율에 미치는 영향을 보면 50 mesh구가 증체량이 높았다고 하였으며, zeolite 첨가수준이 3% 경우 대조구에 비해 우수하다고 하였다고 보고한 결과와 유사하였다.

이와같은 결과를 볼 때 성장 및 사료효율을 고려할 경우 비육기 사료에는 scoria의 입자도를 1,000 μm 로 제조하여 이용하는 것이 유리하다고 보여지나 최근 대두되는 저공해성 사료개발과 연관시킬 경우 생산성 및 오염물질 배설의 감소효과를 종합적으로 고려해야 할 것으로 본다.

라. 전기간 (0~143일)

전기간을 통해 살펴본 scoria 입자도 차이

가 증체 및 사료효율에 대하여는 Table 5에서 제시된 바와 같이 대조구와 scoria 첨가 및 입자도간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 자돈기에는 대조구에 비해 입자도와 관계없이 scoria 급여 전처리구가 낮게, 육성기에는 scoria 입자도 1,700 μm 구가 증체 및 사료요구율 개선효과가 높았고, 전기간을 통해서는 scoria의 입자도 1,000 μm 가 성장 및 사료효율이 높아 본시험의 결과를 토대로 사료배합을 할 경우 육성기 사료에는 입자도를 1,700 μm 로 하는 것이 유리할 것으로, 비육기에는 1,000 μm 의 scoria 입자가 적당한 것으로 사료되었다.

그리고 모든 처리구에서 체중 100 kg 도달 일수가 다소 늦은 것은 시험기간중인 7~9월 초순까지 최고기온이 30 $^{\circ}\text{C}$ 이상인 일수가 32 일이나 되어, 고온 스트레스로 사료섭취량 저하 및 생리장애가 성장지연을 초래한 주원인으로 여겨진다. 아울러 scoria 급여로 인해 자돈기에서 시험종료까지 질병 발생 및 폐사와 관련된 사항은 없었다. 그리고 전술한 바와같이 분중의 경도가 높게 나타났으며, 악취의 감소효과도 관찰할 수 있었으며, 전기간을 통해 scoria 첨가 및 입자도에 의한 증체 및 사료요구율은 성장단계에 따라 차이가 있어 규산염광물질인 scoria에 대한 가공시 적정 입자도의 결정은 성장단계에 따라 고려되어야 하고, 특히 Ward 등 (1991)이 지적한

Table 5. Effect of scoria particle size on the body weight gain, feed intake and feed conversion of pigs in whole period (0~143 days)

Items	Control	Particle size, μm		
		500	1,000	1,700
Initial body weight (kg)	9.1	9.1	9.0	8.9
Final body weight (kg)	100.9	101.1	101.0	100.7
Average daily gain (g/d)	648 ^a	634 ^{ab}	652 ^a	619 ^b
Feed intake (g/d)	2,016	1,959	1,909	1,966
Feed/gain	3.14 ^a	3.05 ^a	2.97 ^b	3.06 ^a

^{a, b} Means with different superscripts in the same row are significantly different (P<0.05).

바와 같이 사료내 인의 함량과 체내 무기물 축적과의 연관성도 고려해야 할 것으로 사료되었다.

2. 도체성적

Scoria 첨가 및 입자도가 다른 경우 Table 6에 제시된 바와 같이 도체율은 대조구에 비해 모든 scoria 처리구가 높았으며, 특히 입자 1,000 μm 에서 가장 높았다. 이는 Watanabe 등(1971)의 소에 대해 2% zeolite 첨가시 도체율이 높았다는 보고와 유사하였다.

등지방두께는 scoria 첨가구가 다소 얇은 경향을 보였으나 처리간 유의적인 차이는 없었다. 또한 돼지 도체등급 판정기준(축협등급판정소)에 의해 도체등급을 실시한 결과 상등급인 A와 B등급을 합한 경우 scoria 첨가구가 월등히 높았으며, A등급 출현을 전국 평균(김, 1996)의 10.0% 보다 scoria 입자도 500 및 1,700 μm 에서 약 3배 정도 높았다. 이는 scoria 첨가가 육질개선효과가 큰 것으로 사료되며, 현행 도체등급에 영향을 주는 도체중량, 등지방두께, 지방부착상태 그리고 육색, 조직감, 지방의 색과 질, 지방의 침착 등 모든 요인에서 유리한 결과를 나타낸 것으로 보여진다. 이는 구산염광물질 급여가 돼지의

근육과 지방특성에 유리한 영향을 준다는 보고(Pond 등, 1988; Kovar, 1990)에서 알 수 있듯이 scoria의 급여가 도체특성의 개선에 효과가 있음은 물론 scoria 입자도간에도 육질등급의 차이가 인정되었다. 또한 돼지 지방의 특성은 사료에 의해 영향을 받고(이, 1995), 육계의 경우 kaolin을 첨가할 경우 체조성에 영향을 미친다는 보고(Qusterhout, 1970)도 있는 것으로 보아 scoria 첨가가 육질에 영향을 주는 것이 확실한 것으로 보여지나 입자도와의 상관성 및 육성분 분석 등 보다 정밀한 연구가 추가적으로 요구된다.

3. 육색

돼지고기의 육색은 근육조직중에 존재하는 적색의 색소단백질인 myoglobin(Mb)과 혈액중에 존재하는 붉은 색소단백질인 hemoglobin(Hb)량의 변화에 따라 달라진다고 하며(이, 1955), 사양 관리는 물론 도살전 스트레스 차이 등에도 영향을 받는다고 한다(Sellier, 1987).

Table 7에서 보면 명도(Hunter L값)는 대조구가 다소 높았으며, 적색도(Hunter a값)는 scoria 1,000 μm 입자도에서 가장 높았다. 또한 황색도(Hunter b값)는 대조구가 다소 높

Table 6. Effect of scoria particle size on carcass characteristics of finishing pigs

Item	Slaughter wt. (kg)	Carcass wt. (kg) (% slaughter wt.)	Backfat thickness (mm)	Carcass grade (%)			
				A	B	C	D
Control	100.9	71.9 ^b (71.3)	17.3	14.3	38.1	33.3	14.3
SP-1 ¹⁾	101.1	73.5 ^a (72.7)	16.9	33.3	52.4	9.5	4.8
SP-2 ²⁾	101.0	74.0 ^a (73.3)	16.9	14.3	61.9	9.5	14.3
SP-3 ³⁾	100.7	72.9 ^a (72.4)	17.0	28.6	52.4	9.5	9.5

¹⁾ SP-1 : scoria particle size - 500 μm

²⁾ SP-2 : scoria particle size - 1,000 μm

³⁾ SP-3 : scoria particle size - 1,700 μm

^{a, b} Means with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

양창법 등 : 입자도가 다른 제주 화산암 분말(Scoria) 급여가 돼지의 성장, 도체특성 및 분성분에 미치는 영향

Table 7. Effect of scoria particle size on meat colour (Hunter value)

Items	Control	Particle size, μm		
		500	1,000	1,700
Hunter L-value	41.06 ^a	36.11 ^b	37.82 ^{ab}	39.53 ^{ab}
Hunter a-value	7.07 ^{ab}	6.96 ^{ab}	7.43 ^a	5.70 ^b
Hunter b-value	3.20	2.47	2.68	2.55

^{a, b} Means with different superscript in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

은 경향을 보였으나 개체간 차이가 컸다. 특히 적색도가 myoglobin 함량에 영향을 크게 받는 것으로 보고 (강 등, 1997)된 바와 같이 사료내 scoria 첨가 및 입자도가 체내대사에 영향을 주는 것으로 보여지며, 이는 zeolite 등의 광물이온이 가축대사와 관련된다는 White와 Ohlogge (1974)의 주장과 근육내지방 (mar-

bling)에 따라 육색의 적색강도가 다르다는 Forrest 등 (1989)의 보고와 관련되어 추론이 가능하다. 그러나 육색에 미치는 영향은 사양관리, 도살, 저장 등의 환경에 따라 다르고, 돼지품종에 따라 유전적 차이가 있으므로 이에 대한 판단은 추후 정밀조사가 요망된다.

Table 8. Effect of scoria particle size on total nitrogen and phosphorus content in feces

Item %, DM	
	Total-N	phosphorus
Weanling pig		
Control	2.60 ^a	1.93 ^a
SP-1 ¹⁾	2.39 ^b	1.76 ^b
SP-2 ²⁾	2.25 ^b	1.76 ^b
SP-3 ³⁾	2.29 ^b	1.79 ^b
Growing pig		
Control	2.65 ^a	1.90 ^a
SP-1	2.37 ^b	1.78 ^b
SP-2	2.12 ^b	1.77 ^b
SP-3	2.52 ^a	1.86 ^a
Finishing pig		
Control	2.66 ^a	1.76 ^a
SP-1	2.33 ^b	1.66 ^{ab}
SP-2	2.28 ^b	1.70 ^a
SP-3	2.07 ^b	1.63 ^b

¹⁾ SP-1 : scoria particle size - 500 μm

²⁾ SP-2 : " - 1,000 μm

³⁾ SP-3 : " - 1,700 μm

^{a, b} Means with different superscript in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

4. 분중의 질소 및 인 함량

최근 축산공해 경감과 관련된 사료첨가제의 사용효과에 대한 검토가 활발히 진행되고 있는데 특히 기능성물질 첨가에 의한 질소·인 배설량 감소에 초점을 두고 있는데 Table 8은 scoria 첨가 및 입자도 차이에 의한 분중의 질소 및 인의 함량을 나타낸 것이다.

이유자돈기에는 분중의 질소 함량이 대조구에 비해 scoria 첨가구가 8~13% 정도 감소하였으며 이중 입자도 1,000 μm 처리구가 가장 효과가 컸으며, 인의 경우 대조구에 비해 scoria 첨가구가 8% 정도 감소하였으나 scoria 입자도간 차이는 없었다. 육성기의 분중의 질소와 인의 함량도 자돈기와 유사하나 비육기의 경우 입자도가 제일 큰 1,700 μm 처리구에서 질소 함량이 대조구에 비해 22% 정도 감소하는 결과를 보였다. 이는 규산염 광물질 (zeolite)의 첨가수준이 증가할수록 분중의 수분 함량 감소가 크다는 보고 (Spandorf 등, 1975; Mumpton과 Fishman, 1977; Sellers, 1980)와 한 등 (1975)의 단백질 소화율 개선 효과 그리고 가축분의 탈취효과를 인정할 수 있었다는 Kling과 Quarles (1974)의 연구보고에서 알 수 있듯이 제주산 scoria 역시 분중의 오염물질 감소효과가 인정되었다. 그러나 scoria 첨가 및 입자도 차이가 오염물질 배설량에 영향을 주는 효과는 성장단계별로 다소 차이가 있는 것은 위장의 발달과 scoria에 대한 생리적인 감수성 등의 차이가 있을 것으로 사료되며, 특히 규산염광물질 (sodium zeolite A) 급여시 혈청내 알칼리성 phosphatase의 활성도가 증가한다는 Ward 등 (1991)의 보고와 육계의 경우 혈청내 인을 감소시킨다는 보고 (Scheiderler, 1989)에서 제시된 바와 같이 scoria 역시 돼지의 인의 대사와 깊은 연관이 있는 것으로 보여지며, 앞으로 사료내 scoria 첨가에 의한 장내 유동성 및 골격조직의 발달상황 등도 검토되어야 할 대

상으로 여겨진다.

적 요

Scoria의 입자도를 달리하여 양돈사료내 첨가급여시 돼지의 성장효과, 사료이용성, 도체 특성 그리고 분중의 주요 오염물질인 질소와 인의 함량에 미치는 영향을 비교하기 위하여 시험을 실시하였다.

대조구 (기초사료)와 대조구 사료의 3% 수준을 500, 1,000, 1,700 μm 로 제조된 scoria로 대체하여 배합된 사료로 나누어 급여한 처리 등 모두 4처리를 두어 143일간 사양시험을 실시하였는데 각 처리당 3반복 (반복당 우 4, 거세돈 3두)으로 총 84두의 이유자돈을 완전입의 배치하였다. 시험종료 후 전두수를 축협공판장 (등급판정소)에서 돼지등급판정 기준에 의해 도체등급을 조사하였고, 육색은 Chromameter를 사용하였으며, 분중의 질소와 인의 함량은 A.O.A.C 분석법 (1990)에 따라 분석하였다. 이러한 방법에 의해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 자돈기에는 scoria 첨가구 모두가 대조구에 비해 증체량이 낮았고, 사료요구율은 높았으며 육성기에는 scoria 입자도 1,700 μm 급여구가 증체량 및 사료효율이 가장 높았고, 비육기에서는 1,000 μm 입자도 첨가구가 일당증체량이 높고 사료요구율이 낮아지는 경향을 보였다. 그러나 전기간 (0~143일) 동안을 비교하면 scoria 입자도 1,000 μm 가 증체량 및 사료효율면에서 1,700 μm 보다 유리하였다.

2. 도체중은 모든 scoria 첨가구가 유의적 ($P<0.05$)으로 높았으나, scoria 입자도간 차이는 없었다. 그리고 등지방두께는 처리간 차이가 없었고, 도체등급에서 A+B 등급인 상등급 출현율은 대조구에 비해 scoria 첨가구가 월등히 증가하였으며, scoria 입자도간에는 500 μm 가 A등급 출현율이 가장 높았다.

3. 돼지고기의 육색은 명도 (L값)의 경우는 대조구가 약간 높았으나 1,000 μm 및 1,700 μm 입자도와는 유의적인 차이가 없었으며, 적색도 (a값)는 scoria 입자도 1,000 μm 급여구에서 가장 높게 나타났고, 황색도 (b값) 에서는 처리간 차이가 없었다.

4. 분중의 총질소 함량은 육성기에서 scoria 입자도 1,000 μm 급여구가, 비육기에서는 scoria 입자도 1,700 μm 급여가 가장 감소효과가 컸고, 인의 함량은 자돈기에서 scoria 입자도간 차이는 없었으나, 육성기와 비육기에는 각각 1,700 μm , 1,000 μm 의 scoria 입자도에서 배설량 감소효과가 낮았다.

인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official Method of Analysis 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
2. Duncan, D. B. 1955. Multiple F tests. Biometric. 11:1.
3. Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. D., Judge M. D. and Merkel, R. A. 1989. Principles of meat science. Ed. Freeman SanFrancisco California. P 82, 116.
4. Frey, K. S., Potter, G. D., Odom, T. W., Senor, D. M., Reagan, V. D., Weir, V. H., Elslander, J., Webb, S. P., Morris, E. L., Smith, W. B. and Weigand, K. E. 1992. Plasma silicon and radiographic bone density in weanling quarter horses fed sodium zeolite A. Equine Vet. Sci. 12: 292-295.
5. Healy, B. J., Hancock, J. D., Kennedy., G. A., Bramel-cox, P. J., Behnke, K. C. and Hines. R. H. 1994. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. J. Anim. Sci. 72:2227.
6. Kling, H. F. and Quarles, C. L. 1974. Effect of atmospheric ammonia and the stress of infectious bronchitis vaccination on Leghorn males. Poul Sci. 53:1161.
7. Kondo, N. and Wagai, B. 1968. Experimental use of clinoptilolite-tuff as dietary supplements for pigs. Yonokai, May 1-4.
8. Kovar, S. J., Ingram, D. R., Hagedom, T. K., Achee, V. N., Barnes, D. G. and Laurent, S. M. 1990. Broiler performance as influenced by sodium zeolite-A. Poul. Sci. 69(Suppl. 1): 174(Abstr.).
9. Maxwell, C. V., Reimann, E. M., Hoekstra, W. G., Kowalczyk, T., Benevenga, N. J. and Grummer, H. R. 1970. Effect of dietary particle size on lesion development and on contents of various regions of the swine stomach. J. Anim. Sci. 30:911.
10. Milne, T. A. and Froseth, J. A. 1982. Zeolites reduced pigs scours, but didn't improve feed:gain. Feed stuffs. 54(16):13.
11. Morita, I. 1967. Efficiency of zeolite-ss in underdeveloped pigs affected with diarrhea. Internal Rep. Gifu-city Animal Husbandry Center.
12. Mumpton, F. A. and Fishman, P. H. 1977. The applicatio of natural zeolites in animal sciences and aquaculture. J. Anim. Sci. 45: 1188-1203.
13. Pond, W. G., Yen, J. T. and Varel, V. H. 1988. Response of growing swine to dietary copper and clinoptilolite supplementation. Nutr. Rep. Int. 37:795.
14. Qusterhout, L. E. 1970. Nutritional effects of clays in feed feedstuffs. 42:34.
15. Ramos, A. J., Fink, G. J. and Hernandez, E. 1996. Prevention on toxic effects of mycotoxins by means of nonnutritive adsorbent compounds. J. of Feed Protection. 59(6):631-641.
16. Reimann, E. M., Maxwell, C. V., Kowalczyk,

- T., Benevenga, N. J., Grummer, R. H. and Hoekstra, W. G. 1968. Effects of fineness of grind of corn on gastric lesions and contents fo swine. *J. Anim. Sci.* 27:992.
17. Roland, D. A. Sr. 1988. Further studies of effects of sodium aluminosilicate on egg shell quality. *Poultry Sci.* 67:577-584.
 18. SAS. 1995. SAS user's guide statistics, SAS Inst. Inc. Cary. NC 27513.
 19. Scheiderler, S. E. 1990. Aluminosilicates in poultry rations. *Feed Management* 41(1): 22-26.
 20. Sellers. R. S., Harris, G. C. Jr. and Waldroup, P. W. 1980. The effects of Various dietary clays and fillers on the performance of broilers and laying hens. *Poult. Sci.* 59:1901-1906.
 21. Sellier, P. 1987. Cross-breeding and meat quality in pigs. In evaluation and control of meat quality in pigs.
 22. Shurson, G. C., Ku., P. K., Miller, E. R. and Yokoyama, M. T. 1984. Effects of zeolite or clinoptilolite in diets of growing swine. *J. Anim. Sci.* 59(6):1536-1545.
 23. Spandorf, A. H., Matterson, L. D. and Hall, K. 1975. Results of feeding kaolin clay to laying hens under varying conditions. *Poul. Sci.* 54:1867.
 24. Theilemans, M. F. and Bodart, C. 1982. La zeolite dans l'alimentation du porc en croissance-finitrion 1. Influence sur les performances zootechniques. *Rev. Agr.* 35:2799.
 25. Ward, T. L., Watkins, K. L., Southern, L. L., Hoyt, P. G. and Frech, D. D. 1991. Interactive effects of sodium zeolite-A and copper in growing swine: Growth, and bone and tissue mineral concentrations. *J. Anim. Sci.* 69:726-733.
 26. Watanabe, S., Yanaka, Y. and Juroda, A. 1971. Report on the experimental use of zeolitetuff as dietary supplement for cattle. *Rep. Okayama Prefecture Feder. Agr. Coop. Ass.* April. pp. 18.
 27. White, J. L. and Ohlrogge, A. J. 1974. Ion exchange materials to increase consumption of non-protein nitrogen in ruminants. *Can Patent.* 339186. Jan. 2, 309.
 28. 吉田國夫. 1974. 광물질의 지식과 취급, pp 388-391.
 29. 강용식. 1982. 불교란 "송이(Scoria)"의 강도특성에 미치는 함수비의 영향. 제주전문대 산업연구논문집(2집) pp 31-37.
 30. 강종욱, 이주형, 김천제. 1997. 한우육과 수입우육의 육색. pH. 세균수에 관한 연구. *한축지.* 39(3):275-280.
 31. 김강식. 1996. 돈육 수출입국간의 생산, 품질, 가공, 유통 및 지원시책 비교조사에 의한 대응방안 연구. *농촌진흥청* pp 34.
 32. 김상무. 1985. 제주도 화산재를 콘크리트용 골재로 사용하기 위한 실험적 연구. *한양대 석사학위논문.*
 33. 양창범, 이종언, 이왕식, 곽정훈. 1996. 송이 (scoria) 첨가가 육성비육돈의 성장 및 오염물질 배설량에 미치는 영향. *제시연보.* pp 136-144.
 34. 양창범, 최동윤, 이왕식. 1995. 제주지역에 알맞는 가축분뇨 처리용 톱밥대체물질 개발시험. *제시연보.* pp 132-146.
 35. 이무하. 1995. 식육품질의 이해. *선진문화사.* pp 27.
 36. 정천용, 이규호, 최대웅, 한인규. 1978. Zeolite의 염기치환 용량 및 입자도가 Broiler의 증체, 사료효율 및 사료영양소 이용율에 미치는 영향. *한축지.* 20:226-630.
 37. 한인규, 하종규, 김춘수. 1975. Zeolite의 사료화에 관한 연구. 1. 육성돈에 대한 zeolite 급여효과에 관한 연구. *한축지.* 17 (5):595-579.