

## 수태지의 정액 성상과 혈중 항산화물 농도에 대한 통마늘분말 급여의 영향

박준철<sup>1</sup> 조규호<sup>1</sup> 류재원<sup>2</sup> 홍준기<sup>1</sup> 이성대<sup>1</sup> 사수진<sup>1\*</sup> 김인철<sup>1</sup> 이상철<sup>1</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원, <sup>2</sup>축산물품질평가원

## Effects of Dietary Supplementation of Whole Garlic Powder on Semen Characteristics and Blood Antioxidant Level in Boars

Jun Cheol Park<sup>1</sup>, Kyu Ho Cho<sup>1</sup>, Jae Weon Ryu<sup>2</sup>, Joon Ki Hong<sup>1</sup>, Sung Dae Lee<sup>1</sup>, Soo Jin Sa<sup>1\*</sup>, In Cheul Kim<sup>1</sup>  
and Sang Cheul Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, RDA, <sup>2</sup>Animal Products Grading Service Promises

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of dietary supplementation of whole garlic powder (WGP) on semen characteristics and blood antioxidant level in boars. For this study, nine Duroc boars of 12 months age were used. Semen and blood samples were collected for 13 weeks, once in each week. The boars were fed the basal diet (BD; control) or BD supplemented with 3% WGP. There were no significant differences in the semen volume and sperm concentration between control and WGP group on all collection weeks. However, total sperm number per ejaculate was higher in the WGP group than that in the control group on collection weeks 6, 7 and 8 ( $P<0.05$ ). Also, on collection weeks 5, 6, 7 and 8, mean of total ejaculated sperm numbers per boar were significantly higher in the WGP group compared to control group ( $P<0.05$ ). On the other hand, ejaculation frequency per boar (boar's libido) and total ejaculated sperm number per boar were significantly increased in the WGP group compared to the control group, respectively ( $P<0.05$ ). Although there was no difference in polyphenol level in seminal plasma between two treatment groups, polyphenol level in blood serum was significantly higher in the WGP group on collection weeks 9, 12 and 13 ( $P<0.05$ ). These results indicate that dietary supplementation of 3% WGP improves boar libido and semen productivity such as ejaculation frequency per boar, total sperm number per ejaculate, mean of total ejaculated sperm number per head, and elevate the blood level of antioxidant (polyphenol) in boar serum.

(Key words : Garlic powder, Semen, Libido, Polyphenol, Boar)

### 서 론

돼지 인공수정 산업에서 수정능력이 우수한 고품질의 정액을 지속적으로 생산하는 것은 생산효율 극대화를 위해 매우 중요하다. 인공수정용 정액의 생산에 있어 영양적인 측면은 돼지의 일반관리와 같은 환경적 요소와 더불어 정액의 품질과 생산성 향상에 영향을 미친다(Audet 등, 2009).

성선자극호르몬은 정소의 발육과 분화에 기초적인 역할을 하며, 정자형성의 개시와 유지에 필요한 요소로 알려져 있다. Luteinizing hormone (LH)와 같은 성선자극호르몬은 leydig cell에서 testosterone 분비를 촉진하고 수태지의 번식에 있어 중요한 역할을 수행하는 것으로 알려져 있다(Raeside 등, 2006). 야생돼지와 달리 사육되고 있는 수태지의 경우는 스테로이드 호르몬(steroid hormone)의 생산이 계절의 영향을 받지 않으며, 이러한 호르몬의 분비는 계절적인 영향보다 영양적인 요인, 즉 단백질 섭취량이 더 많은 영향

을 미치는 것으로 알려져 있다. 최근 Audet 등(2004)은 빈번한 정액채취에 따른 스트레스 상태의 수태지에서 비타민과 같은 항산화물이 정액성상에 긍정적인 영향을 준다고 보고하였다.

정자의 원형질막은 다량의 불포화지방산을 함유하고 있기 때문에 반응성 산소기(ROS, Reactive Oxygen Species)에 의해 쉽게 손상된다. ROS에 의한 산화스트레스는 정자원형질막의 지질과산화(lipid peroxidation)를 초래하고 세포 내 ATP 수준을 감소시켜 정자의 수정능력을 떨어뜨리는 원인이 된다(Aitken, 1995; White, 1993). 최근 축산에서는 ROS에 의한 산화스트레스를 억제시키고 가축의 생산성을 향상시킬 목적으로 다양한 천연 항산화물들이 사용되고 있으며, 이러한 천연 항산화물의 급여가 숫가축의 정소와 정소상체에 대한 산화스트레스를 방지함으로써 정액생산량과 품질을 개선시킨다는 것이 보고되고 있다(Gillsharma 등, 2001; Yuriko 등, 2001). 특히, 마늘의 과육과 껍질에는 polyphenol, flavonoid, 항산화비타민 등 항산화성분이 다량 포함되어 있으며,

\* Corresponding author : Soo Jin Sa, National Institute of Animal Science, RDA. Tel: 041-580-3450, Fax: 041-580-3459, E-mail: soojinsa@korea.kr

이러한 마늘의 유효성분은 혈액 내 과산화물 생성을 억제시키는 것으로 보고되었다(Shin과 Kim, 2004; Yoon, 2007). 또한, 마늘의 항산화작용은 고콜레스테롤 사료를 급여한 쥐에서 나타나는 음경성장과 정자형성 저해현상을 개선시키고, 마늘 내의 스코디닌(scordinin) 성분은 정소발달의 촉진, testosterone 합성 및 정자수 증가에 영향을 끼치는 것으로 보고되고 있다(Sonmeza 등, 2005; Chaverri 등, 2008).

따라서, 본 연구는 정액채취용 수퇘지에 대한 통마늘분말의 급여가 1) 정액의 생산량, 정자농도 및 정자운동성 등 정액성상 및 성욕에 미치는 영향을 평가하고, 2) 정액 및 혈액 내의 항산화물 농도에 미치는 영향을 검토하기 위해서 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시동물

농촌진흥청 국립축산과학원에서 사육중인 12개월령의 듀록종 수퇘지 9두가 시험을 위한 공시동물로 이용되었다. 무창, 슬러리바닥 돈사에서 돈방(264×347×120 cm)당 1두의 수퇘지를 수용하여 사육하였으며, 사양관리는 국립축산과학원의 돼지사양관리방법에 준하여 이루어졌다. 이 시험에 사용한 시험사료의 조성은 Table 1과 같다.

### 2. 시험설계

이 시험은 시험사료만을 급여한 대조구(4두)와 시험사료에 0.3% 통마늘분말을 첨가하여 급여한 실험구(5두)를 이용해 13주간 수행되었다.

Table 1. Composition of experimental diet

Ingredients	Control	Garlic powder
Pollination (%)	14.85	14.50
Crude protein (%)	12.10	12.22
Crude fat (%)	3.29	3.71
Crude Fiber (%)	2.85	3.21
Limestone (%)	3.59	4.12
Salt (%)	0.34	0.35
Ca (mg/kg)	0.75	1.06
P (mg/kg)	0.50	0.63
K (mg/kg)	0.22	0.25
Fe (mg/kg)	102.57	109.25
Mn (mg/kg)	41.86	66.50
Zn (mg/kg)	63.03	97.78

### 3. 정액샘플의 준비 및 성욕의 측정

정액의 채취는 시험 개시일부터 1주 간격으로 9회 실시하였고, 13주차에 수퇘지의 성욕을 측정하였다. 수퇘지의 성욕은 의빈대가 설치된 정액 채취실에 수퇘지를 입실시킨 후, 『정액채취 - 20분간 휴식 - 재입실』의 과정을 반복하면서 연속으로 사정하는 횟수를 기준으로 하여 측정하였다. 또한, 정액샘플 중의 일부는 1,500 rpm에서 15분간 원심분리를 실시하여 정장을 분리하였다. 분리된 정장은 항산화물 함량 분석에 이용될 때까지 - 20℃ 냉동고에 보관되었다.

### 4. 정액의 일반성상 조사와 정자 운동성 분석

채취된 정액은 35℃ androhep (Minitube, USA) 보존액과 1:1의 비율로 희석하여 실험실로 옮겨졌다. 채취된 모든 정액샘플에 대한 정액 채취량, 정자농도 및 총 정자수 등의 일반성상이 조사되었다. 정액샘플 중의 일부는 보존액과 적정농도( $3 \times 10^8$  spermatozoa/ml)로 희석한 후, CASA (computer-assisted semen analysis)를 이용하여 정자의 운동성 측정에 이용되었다.

### 5. 혈액샘플의 준비

혈중 산화물 농도를 조사하기 위한 혈액채취는 시험 개시일부터 종료일까지 13주 동안 실시되었다. 혈액은 정액채취 및 사료급여에 앞서 19G 주사침이 장착된 10 ml 주사기를 이용하여 경정맥에서 채취하였다. 채취한 혈액은 heparin 처리된 polystyrene tube에 분주한 후, 효소활성에 의한 혈액 내 항산화물의 파괴를 방지하기 위해서 얼음에 보관하여 실험실로 운반하였다. 그 후, 혈액으로부터 혈장을 분리하기 위해서 1,500 rpm에서 15분간의 원심분리를 실시하였다. 분리된 혈장은 항산화물 함량 분석에 이용될 때까지 - 20℃ 냉동고에 보관되었다.

### 6. 정장과 혈장 내 Polyphenol 함량 분석

Polyphenol 함량은 Folin-Denis 법을 이용하여 측정하였다(Vasco 등, 2008; Mokni 등, 2007). Folin-ciocalteau's phenol reagent(Sigma, USA)와 증류수(HPLC Reagent, Baker analyzed, USA)를 1:2 비율로 희석하여 실험에 이용하였다. - 20℃ 서냉동 보관 중이던 정장과 혈장을 상온에서 용해한 후, 100 $\mu$ l 시료와 200 $\mu$ l Folin-ciocalteau's phenol reagent를 혼합하여 1분간 정치시켰다. 시료에 750 $\mu$ l 20% (W/V) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 혼합하여 25℃ 배양기에서 2시간 동안 배양한 후 400 $\mu$ l 시료에 3,950 $\mu$ l 증류수를 첨가하여 750 nm filter가 장착된 UV spectrophotometer (Lambda 35, Perkin Elmer Co.)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 매 분석시 마다 표준물질인 gallic acid를 이용하여 Standard curve를 작성하여 시료의 polyphenol 함량을 산출하였다.

7. 통계처리

실험결과와 통계학적 분석은 SAS package를 이용하여 실시하였으며, GLM(General Linear Model)을 적용하여 각 요인의 least square mean을 구하여 요인간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

통마늘분말의 급여가 수퇘지의 정액생산량과 정자농도에 미치는 영향을 8주간에 걸쳐 평가하였다. 정액생산량의 경우 통마늘분말 급여 2주차에서 점차 감소하다가 통마늘분말 급여기간이 연장됨에 따라 정액생산량이 증가하는 경향을 보였지만 통마늘분말 급여여부에 따른 차이는 나타나지 않았다(Fig. 1). 정자농도의 경우 역시 시험의 종료시점(6, 7 및 8주)에 통마늘분말을 급여한 실험구에서 다소 높은 수치를 보였지만, 역시 처리구간의 유의차는 나타나지 않았다(Fig. 2). 그러나, 1회 사정된 정액에서의 총 정자수에 대한 통마늘분말 급여의 영향을 살펴본 결과, 시험개시 후 6, 7 및 8주

에서 통마늘분말을 급여한 실험구에서 대조구에 비해 총 정자수가 높게 나타났다(Fig. 3,  $P<0.05$ ). 통마늘분말 급여기간을 전기(0~4주)와 후기(5~8주)로 나누어 통마늘분말 급여기간에 따른 수퇘지 정액의 평균 총 정자수의 영향을 비교한 결과, 0~4주의 평균 총 정자수는 통마늘분말 급여여부에 상관없이 차이가 없었다. 그러나, 5~8주에 채취된 정액의 평균 총 정자수는 통마늘분말을 급여한 실험구가 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났다(Fig. 4,  $P<0.05$ ). Strzezek 등(2004)은 polyunsaturated fatty acids와 항산화물의 급여가 수퇘지의 정액량을 증가시킨다는 것을 보고하였고, Kim과 Moon(1990)은 사람에서 methionine과 같은 항산화물을 섭취하였을 때 정액량과 정자농도가 증가한다고 보고하였다. 또한, Akmal 등(2006)은 불임남성에서 항산화물인 비타민 C의 섭취가 정자운동성과 정자수의 증가를 가져온다고 보고하였다. 한편, Brinsko 등(2005)은 말에서 비타민류를 급여한 결과 정액량과 정자운동성에는 영향이 없었으나, 총정자수가 증가한다고 발표하였는데, 이러한 결과는 본 실험의 결과와 유사하다. 본 실험은 정액채취용 수퇘지에게 항산화성분을 함유하고 있는 통마늘분말을 급여했을 때, 급여

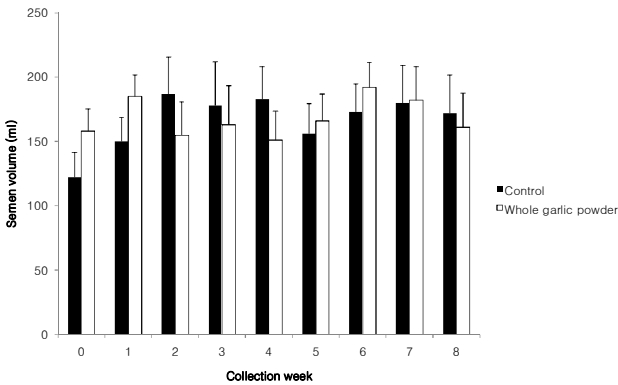


Fig. 1. Effects of dietary supplementation of whole garlic powder on ejaculated semen volume of boars. Note: bars are means ± SD.

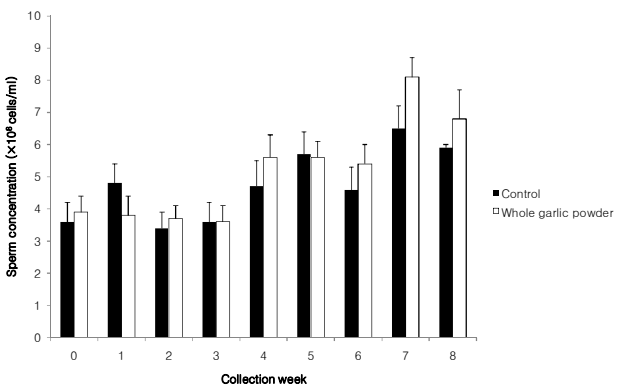


Fig. 2. Effects of dietary supplementation of whole garlic powder on sperm concentration of boars. Note: bars are means ± SD.

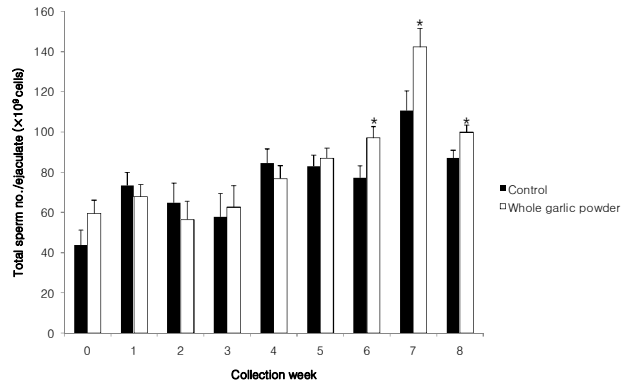


Fig. 3. Effects of dietary supplementation of whole garlic powder on total sperm number per ejaculate. Note: bars are means ± SD. (\* $P<0.05$ ).

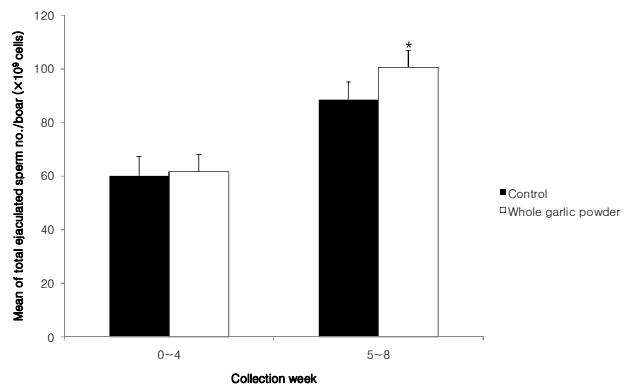


Fig. 4. Effects of dietary supplementation of whole garlic powder on mean of total ejaculated sperm number per boar. Note: bars are means ± SD. \* $P<0.05$ ).

개시 후 6, 7 및 8주차에 채취된 정액에서 총 정자수가 증가하는 것을 관찰할 수 있었는데, 이러한 결과는 정소에서 정자가 만들어져 정소상체 미부에 도달하기까지 44일이 소요된다고 보고한 Strzezek 등 (2004)의 연구결과와 관련이 있는 것으로 보인다.

Kikelomo 등 (2008)은 Cadmium (CD)을 투여한 쥐에게 마늘 추출물을 급여한 결과, 정자의 기형율이 감소하고 정소상체 정자가 증가하며, CD의 독성에 의한 정자활력의 감소가 마늘추출물에 의해 현저히 개선된다는 것을 보고하였다. 그러나, 정액채취용 수태지에 대한 통마늘분말의 급여가 정자의 운동성에 미치는 영향을 평가한 결과, 통마늘분말 급여가 정자의 운동성을 더 향상시키지는 않는 것으로 나타났다(Fig. 5). 이러한 결과는 마늘에 함유된 항산화 성분이 직접적으로 정자의 운동성을 개선하기 보다는 산화스트레스에 의해 야기되는 정자 운동성 저하를 억제해주는 역할을 하는 것에 기인한 것으로 사료된다.

통마늘분말 급여가 수태지의 성숙에 미치는 영향을 알아보기 위해 수태지로부터 연속적으로 정액채취를 실시하면서 연속 사정횟수와 전체 사출정액에 대한 총정자수를 조사한 결과 (Table 2), 통마늘분말을 급여한 실험구가 대조구에 비해 사정횟수와 총정자수가 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05). 수태지에 있어 빈번한 정액의 채취에 의한 스트레스는 혈중 호르몬 농도에 영향을 미치고, 결과적으로 정액성상과 생식능력에 악영향을 미치는 것으로 보고되었다 (Audet 등, 2004). Yoon (2007)은 SOD (superoxide dismutase), catalase, GSH (glutathione peroxidase) 등의 항산화작용이 마늘 섭취에 의해 강화되면서 지나친 운동이나 외부자극으로 인해 발생된 산화스트레스를 완화시킨다고 보고하였다. 또한, Park 등 (1995)은 마우스에서 마늘의 급여가 체력을 증진시키는 효과를 보이며, 수영능력을 테스트한 결과 수영지속시간이 증가한다는 것을 보고하였다. 본 연구에서 정액채취용 수태지에 대한 통마늘분말의 급여는 빈번한 정액채취에 의해 수태지가 겪는 스트레스를 경감시키고, 체력을 향상시켜줌으로써 수태지의 성숙을 증가시키는데 영향을 미친 것으로 보인다.

마지막으로, 수태지에 대한 통마늘분말의 급여가 정장 및 혈장

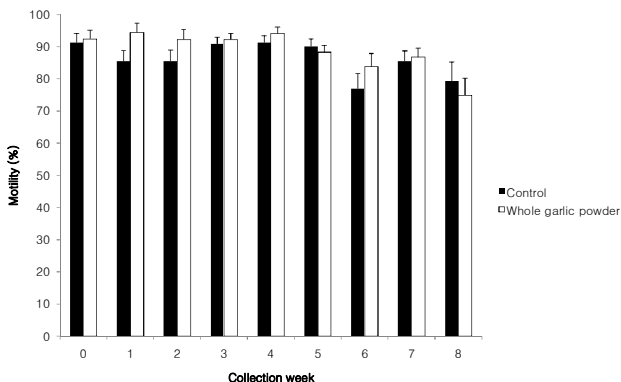


Fig. 5. Effects of dietary supplementation of whole garlic powder on sperm motility of weekly collected boar semen. Note: bars are means ± SD.

내 polyphenol 농도에 미치는 영향을 검토한 결과, 정장 내에서의 polyphenol 농도는 통마늘분말 급여여부에 상관없이 차이를 보이지 않았다(Fig. 6). 그러나, 혈장 내에서의 polyphenol 농도는 9주, 12주 및 13주차에 통마늘분말을 급여한 실험구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타내었다(Fig. 7, P<0.05). 본 실험

Table 2. Effects of dietary supplementation of whole garlic powder on ejaculation frequency and the total number of spermatozoa consecutive semen collection of boars

Treatments	Ejaculation frequency /boar (times)	Total number of spermatozoa (×10 <sup>8</sup> cells)
Control	1.5±0.2 <sup>a</sup>	695± 87 <sup>a</sup>
Whole Garlic powder	2.2±0.2 <sup>b</sup>	1,002±149 <sup>b</sup>

Values are expressed as means ± SD.

<sup>ab</sup> Values with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

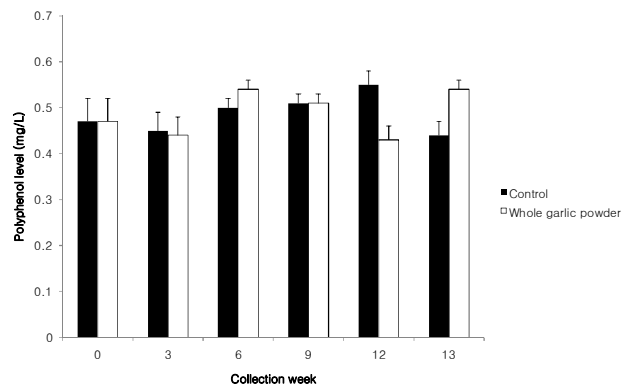


Fig. 6. Effects of dietary supplementation of whole garlic powder on polyphenol level in seminal plasma of boars. Note: bars are means ± SD.

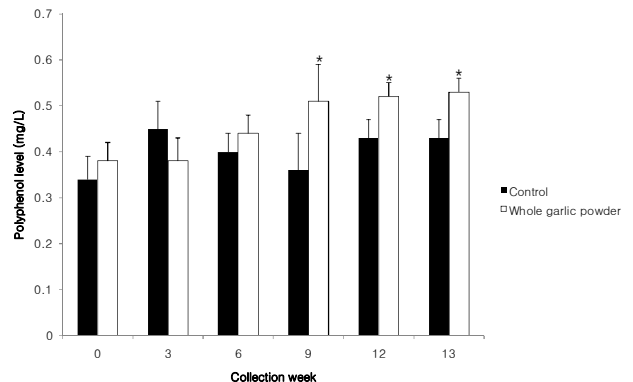


Fig. 7. Effects of dietary supplementation of whole garlic powder on polyphenol level in blood serum of boars. Note: bars are means ± SD. \*P<0.05.

결과는 마늘추출물의 급여가 나이든 흰쥐의 혈중 polyphenol과 flavonoid 함량을 증가시키고, 이것이 DNA에 대한 산화적 손상을 억제시킨다고 보고한 Shin과 Kim(2004)의 결과와 유사한 경향을 보였다.

이상의 결과를 종합하면, 정액채취용 수퇘지에 대한 통마늘분말의 급여는 성욕의 향상에 영향을 미쳐 정액채취빈도와 정액내 총정자수를 증가시키고, 혈액 내 항산화물 농도를 높이는 것으로 나타났다. 따라서, 통마늘분말은 천연 항산화물질로서 정액채취용 수퇘지의 성적 향상을 위한 사료 첨가제로 이용 가능할 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 통마늘분말의 급여가 수퇘지의 정액 성상과 혈중 항산화물 농도에 미치는 영향을 구명하기 위해 12개월령의 듀록종 수퇘지 9두를 공시하여 시험사료만을 급여한 대조구(4두)와 시험사료에 0.3% 통마늘분말을 첨가하여 급여한 실험구(5두)를 이용해 13주간 수행되었다. 통마늘분말의 급여가 수퇘지의 정액생산량과 정자농도에 미치는 영향을 8주간에 걸쳐 평가한 결과, 정액생산량에서는 통마늘분말 급여 여부에 따른 차이를 보이지 않았으나, 수퇘지 정액의 평균 총정자수는 0~4주의 평균 총정자수는 통마늘분말 급여여부에 상관없이 차이가 없었다. 그러나, 5~8주에 채취된 정액의 평균 총정자수는 통마늘분말을 급여한 실험구가 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 통마늘분말 급여가 수퇘지의 성욕에 미치는 영향을 알아보기 연속 사정횟수와 전제 사출정액에 대한 총정자수를 조사한 결과, 통마늘분말을 급여한 실험구가 대조구에 비해 사정횟수와 총정자수가 유의적으로 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 수퇘지에 대한 통마늘분말의 급여가 정장 및 혈장 내 polyphenol 농도에 미치는 영향에서는 정장 내에서의 polyphenol 농도는 통마늘분말 급여여부에 상관없이 차이를 보이지 않았다. 그러나, 혈장 내에서의 polyphenol 농도는 9주, 12주 및 13주차에 통마늘분말을 급여한 실험구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타내었다( $P<0.05$ ). 본 실험의 결과를 종합하면, 정액채취용 수퇘지에 대한 통마늘분말의 급여는 성욕의 향상에 영향을 미쳐 정액채취빈도와 정액내 총정자수를 증가시키고, 혈액 내 항산화물 농도를 높이는 것으로 나타나, 통마늘분말이 정액채취용 수퇘지의 성적을 향상시키는데 사료적 가치가 있는 것으로 사료된다.

## 인 용 문 헌

Aitken, R. J. 1995. Free radicals, lipid peroxidation and sperm function. *Reprod. Fertil. Dev.* 7:659-668.  
 Akmal, M., Qadri, J. Q., Al-Waili. N. S., Thangal. S., Haq, A. and Saloom, K. Y. 2006. Improvement in human semen quality after oral supplementation of vitamin C. *J. Med. Food.* 9(3):440-442.  
 Audet, I., Beube. N., Bailey, J. L., Laforest, J. P., Quesnel, H. and

Matte, J. J. 2009. Effects of dietary vitamin supplementation and semen collection frequency on hormonal profile during ejaculation in the boar. *Theriogenology* 71:334-341.  
 Audet, I., Laforest, J. P., Martineau. G. P. and Matte, J. J. 2004. Effect of vitamin supplements on some aspects of performance, vitamin status, and semen quality in boars. *J. Anim. Sci.* 82:626-633.  
 Brinsko, S. P., Varner, D. D., Love, C. C., Blanchard, T. L., Day, B. C. and Wilson, M. E. 2005. Effect of feeding a DHA-enriched nutraceutical on the quality of fresh, cooled and frozen stallion semen. *Theriogenology* 63(5):1519-1527.  
 Chaverri, J. P., Canul, P. Y., Chirino, Y. I. and Sa'nchez-Gonza'lez, D. Z. 2008. Protective effects of garlic powder against potassium dichromate-induced oxidative stress and nephrotoxicity. *Food and Chemical Toxicology* 46:619-627.  
 Gillsharma, M. K., D'Souza, S., Padwal, V., Balasinor, N., Aleem, M., Parte, P. and Juneja, H. S. 2001. Antifertility effects of estradiol in adult male rats. *J. Endocrinol. Invest.* 24:273-280.  
 Kikelomo, F. O., Mudathair, O., Steohen, M., Fafunso, M. A., Obioha, E. U. and Toyin, Y. 2008. Protective roles of onion and garlic extracts on cadmium-Induced changes in sperm characteristics and testicular oxidative damage in rats. *Faculty of Basic Medical Sciences* 1-32.  
 Kim, K. H. and Moon, S. J. 1990. Effect of Methionine Levels on Semen Quality of Boars. *Korean J. Anim. Sci.* 32(12):800-804.  
 Mokni, M., Limam, F., Elkahoui, S., Amri, M. and Aouani, E. 2007. Strong cardioprotective effect of resveratrol, a red wine polyphenol, on isolated rat hearts after ischemia/reperfusion injury. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 457:1-6.  
 Park, M. H., Kang, J. K. and Lee, B. W. 1995. Effect of garlic powder of Mouse on the Stamina Improvement. *J. Oriental Bot. Res.* 8(3):319-324.  
 Raeside, J. I., Christie, H. L., Renaud, R. L. and Sinclair, P. A. 2006. The boar testis: the most versatile steroid producing organ known. *Soc. Reprod. Fertil. Suppl.* 62:85-97.  
 Shin, S. H. and Kim, M. K. 2004. Effect of dried powders or ethanol extracts of flesh and peel on antioxidative capacity in 16-month-old rats. *J. Korean Nutrition Soc.* 37(8):633-644.  
 Sonmeza, M., Turk. G., and Yuce, A. 2005. The effect of ascorbic acid supplementation on sperm quality, lipid peroxidation and testosterone levels of male Wistar rats. *Theriogenology* 63:2063-2072.  
 Strzezek, J., Fraser, L., Kuklińska, M., Dziekońska, A. and Leczewicz, M. 2004. Effects of dietary supplementation with polyunsaturated fatty acids and antioxidants on biochemical characteristics of boar semen. *Reprod. Biol.* 4(3):271-287.

- Vasco, C., Ruales, C. and Eldin, A. K. 2008. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry* 111:816-823.
- White, I. G. 1993. Lipids and calcium uptake of sperm in relation to cold shock and preservation. *Reprod. Fertil. Dev.* 5:639-658.
- Yoon, G. A. 2007. Antioxidant effect of garlic supplement against exercise-Induced oxidative stress in rats. *The Korean Nutrition Soc.* 40(8):701-707.
- Yuriko, O., Mika, I., Chiaki, S., Yutaka, K., Syoji, N. and Kazuo, I. 2001. Garlic supplementation increases testicular testosterone and decreases plasma corticosterone in rats fed a high protein diet. *J. Nutr.* 131:2150-2156.
- (접수일자 : 2010. 5. 12 / 수정일자 : 2010. 10. 8 / 채택일자 : 2010. 10. 11)