

# 면역거세가 수퇘지의 생리적 변화, 도체 및 육질 특성의 차이에 미치는 영향

김영화 · 정현정 · 이성대 · 지상운 · 박준철 · 문홍길

농촌진흥청 축산과학원

## Effects of Immunocastration on Physiological Changes, the Characteristics of Carcass and Meat Quality in Boars

Y. H. Kim, H. J. Jung, S. D. Lee, S. Y. Ji, J. C. Park and H. K. Moon

National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea

### ABSTRACT

This study was undertaken to investigate the effects of the immunocastration on the growth performance, the characteristics of carcass and meat quality in boar. Total 45 piglets (Landrace × Yorkshire) were prepared from the birth and were fed the experimental diet by the time to be slaughtered at around 110 kg of body weight. The experimental groups consisted of five piglets per pen with 3 replicates in three treatment groups, non castrated (NC), surgically castrated (SC), and GnRH antagonist (GA).

In SC group, all piglets aged 3-4 days after birth were castrated by the surgical method. For the immunocastration, 2 ml of GnRH antagonist (Improvac, Pfizer, Australia) were subcutaneously injected into piglets twice on the 16th and 20th week after the beginning of the trial in the GA group.

The immunocastration did not make any significant influences on the growth performance, as compared with the other treatments. The different castration method used in either GA or SC group pigs had similar effects on the dressing percentage and body fat content as carcass parameters. In respect of a meat quality, the meat color, pH, shearing force and cooking loss were not significantly different in all treatment groups. Testosterone concentration in serum was shown to be similar between GA and SC group at 2 weeks after the 2nd injection of GnRH antagonist. The weight of bulbourethral gland and the radius and weight of testis were significantly smaller in GA than in NC (P=0.002).

All together, this study suggested that the castration by immunocastration can be an alternative method for the surgical castration without any changes in growth performance, the characteristics of carcass and meat quality shown in surgical castration group.

(Key words : Boar, Growth performance, Immunocastration, Carcass characteristics, Testosterone)

### I. 서 론

웅취는 수퇘지의 지방 및 살코기에 웅취 유발 성분인 androsterone과 skatol이 축적되어 풍

기는 독특하고 불쾌한 냄새를 말한다(Beery 등, 1971; Thompson 등, 1972). 스테로이드 호르몬의 일종인 androsterone 및 트립토판의 대사체인 skatol 성분이 웅취의 원인물질로 보고되었다

Corresponding author : S. D. Lee, Swine Research Division, National Institute of Animal Science, Cheonan 330-801, Korea, Phone: 041)580-3452, e-mail: sungdae@rda.go.kr

(Thompson 등, 1972). 돈육의 옹취를 제거하기 위해서 거세를 실시하고 있으며, 어린 자돈의 거세는 스트레스를 유발하여 성장을 저해하고 동물복지차원에서 문제가 제기되고 있다.

양돈농가는 일반적으로 수퇘지의 거세는 생후 3일령에서 7일령 사이에 실시하고 있고 (Beery 등, 1971; Booth 등, 1986; Brooks와 Pearson, 1986), 신생자돈의 거세는 성장 지연, 도체 품질 저하를 일으켜 경제적 손실을 초래하는 것으로 보고되었다(Newell과 Bowland, 1972; Walstra, 1974).

최근에 면역생물학 제제를 투여하여 수퇘지의 거세 효과에 대한 많은 연구가 진행되고 있다(Bonneau 등, 1994; Meloen 등, 1994; Cronin 등, 2003). 면역생물학 제제의 거세효과는 성선 자극호르몬 분비 호르몬(GnRH)의 작용을 저해시켜 혈중 황체호르몬(LH) 및 난포자극호르몬(FSH) 분비를 억제함으로써 testosterone의 분비와 작용을 억제하여 정소 및 부생식선의 기능을 퇴화시켜 옹취를 감소시킨다(Oonk 등, 1998; Oonk 등, 1995). GnRH의 작용에 의해 LH와 FSH는 정소내의 간질세포에 작용하여 testosterone의 분비를 촉진하고 testosterone의 작용에 의해 정자 형성 및 부생식선의 활성을 조절한다(Schnare와 Fischer, 1987). 이러한 면역생물학 제제의 GnRH의 기능 저해 작용에 의해 옹취 성분(androsterone 및 Skatol)의 분비와 축적을 감소시켜 육질이 개선되고, 정소기능의 퇴화에

따른 수퇘지 행동을 순화시키므로 생산성 개선 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Jaros 등, 2005; Meloen 등, 1994; Cronin 등, 2003).

현재 국내에서 면역생물학 제제를 이용한 수퇘지의 거세효과에 대한 연구는 보고되고 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 수퇘지에서 면역생물학 제제 투여에 따른 돼지 생산성, testosterone 함량, 도체 및 육질 특성에 미치는 영향을 조사하여 거세효과를 구명하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 사양 시험

공시동물은 2원교잡종(L×Y) 21일령 자돈 45두를 공시하였고, 시험장소는 축산과학원 양돈과 사양시험돈사에서 출하체중 110 kg 도달 때까지 실시하였다. 시험구 배치는 비거세구(NC), 거세구(SC), 면역생물학 제제 투여구(GA)로 나누어 돈방당 5두씩 완전임의 배치하여 3회 반복하였다. 거세는 생후 3-4일령의 자돈에서 외과적 방법으로 실시하였다. 면역생물학 제제 투여는 GnRH antagonist(Improvac, Pfizer, Australia)를 시험개시 후 16주와 20주에 각각 두당 2 ml 씩 2회에 걸쳐 피하주사하였다. 시험사료의 화학적 조성은 사육단계별로 영양수준을 조정하여 급여하였다(Table 1). 사료급여는 무제한 급

Table 1. The chemical composition of experimental diets

Item	Feeding period (weeks)				
	0~4	4~7	7~11	11~15	15~23
DE, kcal/kg <sup>1)</sup>	—	3,600	3,550	3,500	3,500
C. Protein	21.6	19.2	19.8	17.6	16.9
C. Fat	9.1	7.2	6.2	8.1	7.9
C. Fiber	2.2	4.2	3.6	4.3	4.1
C. Ash	6.2	5.5	5.3	4.9	4.2
Ca	0.58	1.20	0.75	0.79	0.61
Lysine	1.81	1.32	1.29	1.17	1.14
Cystine	0.41	0.32	0.28	0.27	0.26
Methionine	0.35	0.27	0.23	0.21	0.20

<sup>1)</sup> DE was calculated from ingredient proportion

여, 음수는 자유급수를 실시하였다. 시험돈사는 무창돈사이며 돈방 면적은 320×150 cm이다.

체중은 0, 3, 7, 10, 14, 16, 18, 22, 25주로 8회 측정하였다. 일당 증체량은 총 증체량에서 사육일수를 나누어 계산하였고, 일당 사료섭취량은 총 사료섭취량에서 사육일수를 나누어 계산하였다. 사료요구율은 사료섭취량에서 증체량을 나누어 계산하였다.

## 2. 도체 및 육질 분석

공시동물은 종료체중을 조사한 후 도축장에서 12시간 절식한 후 도축하였다. 도체는 도체냉각실(2±2℃)에서 24시간 냉각하였다. 지육율(Dressing, %)은 지육중량을 도체중량으로 나누어 계산하였다. 등심단면적(*Longissimus dorsi* area, cm<sup>2</sup>), 등지방 두께(Back-fat thickness, cm), 상강도(Marbling score) 및 도체등급(Carcass grade)은 농림부고시 제 2004-10호의 축산물등급판정세부기준에 따라 등급판정사가 판정하였고, 도체등급의 A, B, C, D를 1, 2, 3, 4로 각각 계수화하여 나타내었다.

육질분석은 도축 후 24시간 예냉한 도체에서 공시재료로 배최장근(*Longissimus dorsi* muscle)을 정형한 후에 채취하였으며, 랩으로 포장하여 0±1℃에서 24시간 저장한 후 육질 분석을 위한 공시재료로 이용하였다. 육색은 등심근 단면을 자른 후 4℃에서 30분간 발색시킨 후 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 동일한 시료를 3회 반복하여 측정하였다. 표준화 작업은 표준색판 No. 12633117을 이용하여  $Y = 93.5$ ,  $x = 0.3136$ ,  $y = 0.3198$  값으로 표준화시킨 후 육색을 측정하였다. pH는 도축 24시간 후 좌 도체 등심 제 10늑골부위에서 pH meter (NWKbinar pH K-21, Germany)를 이용하여 측정하였다. 전단력(Shear force value, kg)은 가열한 시료를 직경 1.27 cm<sup>2</sup>의 코아로 시료를 근섬유 방향으로 채취한 후 전단력 측정기(Warner-Bratzler Shear Meter, USA)로 측정하였다. 가열감량(Cooking loss, %)은 시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고 70℃ 항온수조에서 10분간 가열한 다음 냉각시켜

감량된 무게를 백분율로 산출하였다. 보수력(WHC, %)은 마쇄한 시료 10g을 70℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 방냉하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 유리수분 함량을 측정하고, 동일한 시료 10g을 dish에 담아서 102±1℃ dry oven에서 건조시켜 전수분 함량을 측정하여 계산하였다. 조지방(Crude fat, %)은 AOAC(1995) 방법에 준하여 Soxhlet 법을 이용하여 분석하였다.

## 3. 혈중 testosterone 분석 및 생식기 측정

혈액 채취는 면역생물학 제제 1차 투여 전, 2차 투여 전 그리고 2차 투여 후 2주 후에 경정맥에서 채혈하였고, 혈액은 1,500×g에서 10분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 분석 전까지 -80℃에서 보관하였다. Testosterone 분석은 Coat-A-Count Testosterone Kit(DPC, USA)를 이용하여  $\gamma$ -Counter(Cobra 5010 Quantum, Packard, USA)로 분석하였다. 도축 시에 생식기를 적출하여 정소직경, 무게 및 요도구선 무게를 각각 측정하였다.

## 4. 통계 분석

생산성, testosterone 함량, 도체 및 육질에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General Linear Model)을 이용하여 Duncan의 Multiple Range Test로 유의성을 검정하였다. 생식기 크기 및 무게를 측정된 결과는 t-test를 이용하여 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

면역생물학 제제 투여에 따른 생산성을 조사한 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같이 일당증체량은 각 처리구 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 사료섭취량은 처리 간에 유의적인 차이는 없었지만, NC보다 SC 및 GA에서 다소 높은 경향을 보였고, 사료요구율은 SC가 NC보다 유의적으로 높았다( $P < 0.05$ ). 이러한 결과는 육성기의 돼지에서 외과적인 방법과 면역

Table 2. The effect of the castration method on the growth performance<sup>1)</sup>

Item	NC	SC	GA	SE
Initial weight, kg	4.7	5.0	4.7	0.32
Final weight, kg	117.3	115.8	118.7	3.88
ADG, kg/day	0.71	0.70	0.72	0.026
ADFI, kg/day	1.88	1.98	2.00	0.072
Feed/Gain	2.68 <sup>b</sup>	2.85 <sup>a</sup>	2.80 <sup>ab</sup>	0.042

<sup>1)</sup> NC, Non castrates; SC, Surgically castrated; GA, GnRH antagonist

<sup>a, b</sup> Means in the same row with different superscripts significantly differ (P<0.05)

생물학 제제를 이용한 거세효과를 구명하기 위하여 생산성을 조사한 결과 증체량에는 영향을 주지 않았으나, 사료섭취량은 외과적 거세가 면역생물학적 거세보다 줄었다고 보고한 결과 (Cronin 등, 2003)와 유사한 경향을 나타내었고, 면역생물학 제제 투여로 외과적 거세 효과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

면역생물학 제제 투여에 따른 정소기능 저하가 돼지 도체특성에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다. 도체 중량을 조사한 결과는 처리 간에 유의적인 차이는 없는 것으로 조사 되었으며, SC와 GA가 NC보다 다소 높은 경향을 나타내었고, 정육율은 SC와 GA가 NC보다 유의적으로 높은 것으로 조사 되었다(P<0.05). 지육중량 및 지육율은 처리 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, SC보다 GA가 다소 높은 경향을 나타내었다. 등지방

두께는 SC와 GA가 NC보다 높은 경향을 보였으나 처리 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 체지방 함량을 조사한 결과 NC보다 SC와 GA가 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05). 도체등급은 SC가 NC 및 GA보다 유의적으로 높은 등급을 받은 것으로 조사 되었다(P<0.05). Jaros 등(2006)은 GnRH antagonist를 투여에 따른 거세효과 구명연구에서 GnRH antagonist 투여는 지육율을 개선하는 것으로 보고하였다. 수돼지에서 GnRH antagonist 투여는 투여하지 않은 수돼지에 비해 등지방두께가 증가된다고 보고하였다(Falvo 등, 1986; Hagen 등, 1988). 본 시험에서 등지방두께는 SC와 GA가 NC보다 높은 경향을 나타낸 것과 체지방 함량이 NC보다 SC와 GA가 유의적으로 높게 나타난 결과와 유사한 경향이었으며, 면역생물학 제제를 투여하는 것은 외과적 거세와 유사한 효과를 나타내

Table 3. The effect of the castration method on the carcass parameters<sup>1)</sup>

Item	NC	SC	GA	SE
Carcass weight, kg	81.2	82.8	83.7	3.01
Dressing percent, %	72.5 <sup>b</sup>	75.0 <sup>a</sup>	73.9 <sup>a</sup>	0.39
Lean meat weight, kg	54.6	53.6	54.9	1.861
Lean meat percent, %	66.7	64.9	66.6	1.473
Back-fat thickness, mm	1.66	2.19	2.22	0.201
Body Fat, kg	4.39 <sup>b</sup>	5.91 <sup>a</sup>	5.91 <sup>a</sup>	0.427
Carcass Grade	3.92 <sup>a</sup>	2.31 <sup>b</sup>	3.92 <sup>a</sup>	0.167

<sup>1)</sup> NC, Non castrates; SC, Surgically castrated; GA, GnRH antagonist

<sup>a, b</sup> Means in the same row with different superscripts significantly differ (P<0.05)

는 것을 확인 할 수 있었다.

면역생물학 제제 투여가 육질에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 육색에서 CIE L\*, a\*, b\*와 pH는 처리 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, CIE L\*, a\*, b\*는 NC보다 SC와 GA가 낮은 경향을 보였고 pH는 NC보다 SC와 GA에서 높은 경향을 나타내었다. 전단력 및 가열감량은 처리 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았지만, NC가 SC와 GA보다 전단력과 가열감량이 높은 것으로 나타났다. 보수력 및 조지방 함량에서도 처리 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았지만, GA가 다른 처리에 비하여 다소 높은 경향을 나타내었다. Hennessy 등(2000)은 GnRH antagonist 투여에 따른 육질 특성을 조사한 결과 수태지에

비하여 근내 지방 함량과 육즙 삼출이 개선된다고 보고하였다. 이는 외과적 거세 효과를 GnRH antagonist 투여가 외과적 거세 효과를 나타낸 것으로 사료된다.

면역생물학 제제 투여에 따른 혈중 testosterone 농도를 조사한 결과는 Table 5에 나타난 것과 같다. 면역생물학 제제 1차 투여 전과 2차 투여 전 혈중 testosterone 농도를 조사한 결과 SC보다 NC와 GA가 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05). 면역생물학 제제 2차 투여 2주 후 혈중 testosterone 농도는 GA가 SC와 유사한 농도로 감소하였으며, NC보다 SC와 GA이 유의적으로 낮게 나타났다(P<0.05). 면역생물학 제제 2차 투여 전의 혈중 testosterone 농도의 변화가 나타나지 않은 것은 면역체계만 자극하

Table 4. The effect of the castration method on the meat quality<sup>1)</sup>

Item	NC	SC	GA	SE
Meat color <sup>2)</sup>				
CIE L*	52.14	51.90	51.46	0.647
CIE a*	7.93	7.32	7.31	0.395
CIE b*	4.13	4.03	3.67	0.287
pH	5.59	5.62	5.63	0.017
Shearing value, kg	15.52	13.32	12.32	3.174
Cooking loss, %	32.52	31.88	30.75	0.610
WHC, % <sup>3)</sup>	57.39	56.32	58.50	0.704
Crude Fat, %	1.11	1.33	1.57	0.185

<sup>1)</sup> NC, Non castrates; SC, Surgically castrated; GA, GnRH antagonist

<sup>2)</sup> CIE L\*, Black (0) to white (100) color scale; CIE a\*, red (+) to green (-) color scale; CIE b\*, yellow (+) to blue (-) color scale

<sup>3)</sup> WHC, Water holding capacity.

Table 5. The change of serum testosterone concentration(ng/ml) by the castration method<sup>1)</sup>

Item	NC	SC	GA	SE
Before the first injection	1.17 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	1.39 <sup>a</sup>	0.267
Before the second injection	1.65 <sup>a</sup>	0.14 <sup>b</sup>	1.55 <sup>a</sup>	0.279
2 week after the second injection	3.63 <sup>a</sup>	0.26 <sup>b</sup>	0.49 <sup>b</sup>	0.847

<sup>1)</sup> NC, Non castrates; SC, Surgically castrated; GA, GnRH antagonist

<sup>a, b</sup> Means in the same row with different superscripts significantly differ (P<0.05)

Table 6. The changes of testis and bulbourethral gland by the castration method<sup>1)</sup>

Item	NC	SC	GA	SE	P-value
Testis weight, g	317.4	—	168.2	20.48	0.006
Testis widths, mm	76.9	—	60.3	2.18	0.002
Bulbourethral gland, g	57.7	—	36.9	4.56	0.002

<sup>1)</sup> NC, Non castrates; SC, Surgically castrated; GA, GnRH antagonist

였기 때문에 사료된다.

생식기 무게 및 크기 변화는 Table 6에 나타내었다. 정소와 요도구선 무게는 GA가 NC보다 유의적으로 작았고(P=0.006), 정소 직경도 GA가 NC보다 유의적으로 작았다(P=0.002). GnRH antagonist는 GnRH의 작용을 억제하여 혈중 LH 및 FSH 분비를 감소시키고, 이로 인해 정소 내의 간질세포에서 분비되는 testosterone이 급격히 감소되며(Oonk 등, 1998, Oonk 등, 1995), testosterone 농도의 저하로 인해 정소 및 부생식선의 기능이 저하되고 정소 직경 및 무게가 줄었다고 하였다(Turkstra 등, 2002; Meloen 등, 1994; Dunshea 등, 2001). GnRH antagonist 투여는 무처리에 비해 혈중 testosterone 농도를 감소시켜 외과적 거세 돼지와 비슷한 수준의 농도를 나타낸다고 한 결과는 (Meloen 등, 1994; Dunshea 등, 2001) 본 시험에서 혈중 testosterone 농도 및 생식기 크기 변화와 유사한 결과를 나타내었다.

#### IV. 요약

본 시험은 돼지에서 면역생물학 제제 투여에 따른 거세 효과를 구명하기 위해서 수행되었다. 공시동물은 2원교잡종(Landrace×Yorkshire) 21일령 자돈 45두를 공시하였고, 시험사육은 출하체중 110 kg 도달 때까지 실시하였다. 시험구 배치는 비거세구(NC), 거세구(SC), 면역생물학 제제 투여구(GA)로 나누어 돈방당 5두씩 완전임의 배치하여 3회 반복하였다. 거세는 생후 3-4일령의 자돈에서 외과적 방법으로 실시하였다. 면역생물학 제제 투여는 GnRH antagonist (Improvac, Pfizer Australia)를 시험개시 후 16주

와 20주에 각각 두당 2ml씩 2회에 걸쳐 피하주사하였다.

면역생물학 제제 투여에 따른 생산성은 다른 처리구에 비해 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 도체특성에서, 정육율과 체지방 함량은 면역생물학 제제 투여에 의해 외과적 거세와 유사한 효과를 나타내었다. 육질 특성에서, 육색, pH, 전단력 및 가열 감량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 혈중 testosterone 농도는 면역생물학 제제 2차 투여 2주 후에 일반 거세와 유사한 경향을 보였다. 생식기에서 정소 직경, 무게 및 요도구선 무게는 면역생물학 제제 투여에 의해서 비거세 돼지보다 유의적으로 작았다(P=0.002).

따라서 본 시험에 이용한 면역생물학 제제를 투여하였을 때 도체 및 육질에 있어서 일반 거세와 비슷한 효과를 나타내었으므로 외과적 수술에 의한 거세를 대처할 수 있을 것으로 사료된다.

#### V. 인용 문헌

1. Beery, K. E., Sink, J. D., Patton, S. and Ziegler, J. H. 1971. Characterization of the swine sex odor (SSO) components in boar fat volatiles. *J. Food Sci.* 36:1086-1090.
2. Bonneau, M., Dufour, R., Chouvet, C., Roulet, C., Meadus, W. and Squires, E. J. 1994. The effects of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. *J. Anim. Sci.* 72:14-20.
3. Booth, W. D., Williamson, E. D. and Patterson,

- R. L. S. 1986. 16-Androstene steroids in the submaxillary salivary gland of the boar in relation to measures of boar taint in carcasses. *Anim. Prod.* 65:381-388.
4. Brooks, R. I. and Pearson, A. M. 1986. Steroid hormone pathways in the pig, with special emphasis on boar odor: a review. *J. Anim. Sci.* 62:632-645.
  5. Cronin, G. M., Dunshea, F. R., Butler, K. L., McCauley, I., Barnett, J. L. and Hemsworth, P. H. 2003. The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *App. Anim. Behav. Sci.* 81:111-126.
  6. Dunshea, F. R., Colantoni, C., Howard, K., McCauley, I., Jackson, P., Long, K. A., Lopaticki, S., Nugent, E. A., Simons, J. A., Walker, J. and Hennessy, D. P. 2001. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J. Anim. Sci.* 79:2542-2535.
  7. Falvo, R. E., Chandrashekar, V., Arthur, R. D., Kuenstler, A. R., Hasson, T., Awoniyi, C. and Schanbacher, B. D. 1986. Effect of active immunization against LHRH or LH in boars: reproductive consequences and performance traits. *J. Anim. Sci.* 63:986-994.
  8. Forland, D. M., Lundstrom, K. and Andresen, O. 1980. Relationship between androstenone in fat, intensity of boar taint and size of accessory sex glands in boars. *Nord. Veterinaermed.* 32:201-206.
  9. Hagen, G., Andresen, O., Framstad, T., Blichfield, T. and Berg, K. A. 1988. Effects of immunization of young boars against gonadotropin-releasing hormone. *Proc. XIth Cong. Anim. Reprod. A. I. Dublin.* 493-495.
  10. Hennessy, D. P., Dunshea, F. R., McCauley, I., Colantoni, C., Jackson, P., Long, K. A., Lopaticki, S., Nugent, E. A., Simons, J. A. and Walker, J. 2000. Immunocastration-world first boar taint vaccine. *Proceedings of the 16th International Pig Veterinary Society Congress, Melbourne, Australia.* pp:315-323.
  11. Jaros, P., Burgi, E., Stark, K. D. C., Claus, R., Hennessy, D. and Thun, R. 2005. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livest. Prod. Sci.* 92:31-38.
  12. Meloen, R. H., Turkstra, J. A., Lankhof, H., Puijk, W. C., Schaaper, W. M. M., Dijkstra, G., Wensing, C. J. G. and Oonk, R. B. 1994. Efficient immunocastration of male piglets by immunoneutralization of GnRH using a new GnRH-like peptide. *Vaccine.* 12:741-746.
  13. Newell, J. A. and Bowland, J. P. 1972. Performance, carcass composition and fat composition of boars, gilts and barrows fed two levels of protein. *Can. J. Anim. Sci.* 52:543-551.
  14. Oonk, H. B., Turkstra, J. A., Lankhof, H., Schaaper, W. M. M., Verheijden, J. H. M. and Meloen, R. H. 1995. Testis size after immunocastration as parameter for the absence of boar taint. *Livest. Prod. Sci.* 42:63-71.
  15. Oonk, H. B., Turkstra, J. A., Schaaper, W. M. M., Eraens, J. H. F., Schuitemaker-de Weerd, M. H., van Nes, A., Verheijden, J. H. M. and Meloen, R. H. 1998. New GnRH-like peptide construct to optimize efficient immunocastration of male pigs by immunoneutralization of GnRH. *Vaccine.* 16:1074-1082.
  16. Schnare, H. and Fisher, K. 1987. Secondary sex characteristics and connected physiological values in male fallow deer (*Dama dama*) and their relationship to changes of the annual photoperiod : doubling the frequency. *J. Exp. Zool.* 244: 463-471.
  17. Thompson Jr, R. H., Pearson, A. M. and Banks, K. A. 1972. identification of some of the C19- $\Delta$  16 steroids contributing to sex odor in pork. *J. Agr. Food Chem.* 20:185-189.
  18. Turkstra, J. A., Oonk, H. B., Schaaper, W. M. M. and Meloen, R. H. 2002. The role of the individual amino acids of a GnRH-tandem-dimer

- peptide used as an antigen for immunocastration of male piglets determined with systematic alanine replacements. *Vaccine*. 20:406-412.
19. Walstra, P. 1974. Fattening of young boars: quantification of negative and positive aspects. *Livest. Prod. Sci.* 1:187-196.
- (접수일자 : 2007. 8. 13. / 채택일자 : 2007. 12. 3.)