

종모돈의 정액성상, 동결-융해 후 정자의 생존성, 혈청 중 FSH, LH, Estradiol-17β 및 Testosterone 농도에 미치는 품종과 계절의 영향

박창식[†] · 성낙도 · 김철호 · 진동일 · 최양석 · 이영주

충남대학교 농업생명과학대학, 형질전환 복제돼지 연구센터

초 록

본 연구는 종모돈의 정액성상, 동결-융해 후 정자의 생존성 그리고 혈청 중 FSH, LH, estradiol-17β 및 testosterone 농도에 미치는 품종과 계절의 영향을 조사하여 우수한 종모돈의 선발을 위한 기초자료를 얻고자 실시하였다. 요크셔종이 듀록종보다 봄, 여름, 가을, 겨울에서 정액량이 많았으며, 정액농도에서는 차이가 없었다. 계절별 정액량은 듀록 및 요크셔종에서 봄철이 여름, 가을 및 겨울철에 비하여 많았고, 정자농도는 차이가 없었다. 듀록종과 요크셔종에서 각각 봄철에 생산한 정자가 여름, 가을 및 겨울철에 생산한 정자보다 동결-융해 후 정자운동성 및 정상첨체 비율이 높았다. 한편 듀록종과 요크셔종에서 동결-융해 후 정자운동성은 모든 계절에서 요크셔종이 높게 나타났으나, 정상첨체에서는 차이가 없었다. 혈청 중 FSH의 농도를 비교한 결과 요크셔종이 듀록종보다 모든 계절에서 낮은 농도를 나타내었다. 그러나 두 품종 모두에서 각각 계절 간에 차이가 없었다. 혈청 중 LH와 estradiol-17β의 농도를 비교한 결과 요크셔종과 듀록종 간에 차이가 없었다. 또한 두 품종 모두에서 계절 간에 차이가 없었다. 종모돈의 품종별, 계절별 혈청 중 testosterone의 농도를 비교한 결과 요크셔종이 듀록종보다 모든 계절에서 높게 나타났으며, 또한 두 품종 모두에서 각각 봄철이 여름, 가을 및 겨울철에 비하여 혈청 중 testosterone의 농도가 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 보면, FSH의 농도가 낮을수록 정액생산량이 높은 것으로 나타났으며, 혈청 중 testosterone의 농도가 높을수록 동결-융해 정자의 운동성 및 정상첨체의 비율이 높은 것으로 나타났다.

(주제어: 정액성상, 정자 생존성, FSH, LH, Estradiol-17β, Testosterone)

서 론

오늘날 생명공학의 발달과 더불어 인간의 수명을 연장하기 위해서 동물을 이용한 장기생산 및 유용한 물질을 생산하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 돼지는 인간과 해부·생리학적으로 비슷하기 때문에 연구의 대상동물로 많이 이용되고 있다. 앞으로 돼지를 이용한 생명공학의 연구를 진행하기 위해서는 동결정자의 이용이 필연적이다.

종모돈은 품종, 연령, 영양상태, 환경 그리고 채취빈도 등에 따라 정액 생산의 영향을 받는다. Hughes와 Varley (1980)에 의하면 돼지에서 정자는 생후 5~8개월부터 나타나며, 정액량은 18개월령까지 증가한다고 하였다. 이 시기에 정액량은 200~400 ml이며, 전체 정자수는 20~80×10⁹ 이라고 보고하였다. Diehl 등(1979)은 1회 사출된 정액량은 평균 150~200 ml, 정자수는 평균 30~60×10⁹ 이라고 보고하였다. Von Rohloff(1973)의 보고에 의하면 1세부터 4세까지의 종모돈에서 정액량은 차이가 없다고 하였다. 정액량과 정자수는 5세 이후부터 감소하고 품종간에 차이가 많은 것으로 나타났으며, Large White와 같은 대형종이 정액량과 정자수가 많은 것으로 나타났다고 하였다(Hughes와 Varley,

1980).

돼지 동결정액을 이용하여 처음으로 성공적인 수정결과를 얻었다는 Polge 등(1970)의 보고가 발표되면서 많은 학자들에 의해서 돼지 동결정액에 관한 연구가 수행되었다(Graham 등, 1978; Larsson, 1978; Pursel, 1979; Johnson, 1980). Pursel과 Park(1987)은 lactose-egg yolk 희석액을 이용한 5 ml 스트로 동결정액 제조에 성공하였으며, 동결-융해 후 정자 운동성은 37%, 정상첨체 비율은 51%라고 보고하였다.

돼지에서 정소의 발달, 정자형성 그리고 스테로이드 호르몬의 생산은 난포자극호르몬(Follicle-stimulating hormone, FSH)과 황체형성호르몬(Luteinizing hormone, LH)에 의해서 조절된다고 보고하였고(Schinckel 등; 1984), 종모돈에서 혈장 FSH의 농도가 높을수록 정소 크기가 작아지고 정자생산이 감소되는 경향을 보인다고 하였다(Lunstra 등, 1996; Ford 등, 1997; Zanella 등, 1999). 그러나 아직도 FSH에 의한 정자형성의 조절기전은 완전히 밝혀지지 않았다(Zirkin 등, 1994).

Romanowicz 등(1976)이나 FlorCruz와 Lapwood(1978)는 LH의 분비는 발육중인 수퇘지에서 변이가 심하다고 보고하였으나 Allrich와 Christenson(1981)은 나이에 영향을 받

* 본 연구는 농림기술관리센터의 2003년도 농림기술개발사업지원(203120-3)에 의해서 수행되었음.

[†] Corresponding author : C. S. Park, Division of Animal Science & Resources, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea. E-mail: parkcs@cnu.ac.kr

지 않는다고 보고하였다. Allrich와 Christenson(1981)은 성장 중인 수퇘지에서 혈장 estradiol-17 β 의 농도를 조사한 결과 40일령에 11.3 pg/ml, 250일령에 114.2 pg/ml을 나타내어 성장하면서 농도가 증가한다고 보고하였다. Mariscal 등(1996)은 완전히 성숙한 수퇘지에서 testosterone 농도가 4.7~7.3 ng/ml이라고 하였으며, Allrich와 Christenson(1981)은 40일령에 1.31 ng/ml을, 250일령에 15.76 ng/ml을 나타낸다고 보고하였다.

본 연구는 종모돈의 정액성상, 동결-융해 후 정자의 생존성 그리고 혈청 중 FSH, LH, estradiol-17 β 및 testosterone 농도에 미치는 품종과 계절의 영향을 조사하여 우수한 종모돈의 선발을 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시돈의 정액채취 및 검사

공시돈으로는 충남대학교 형질전환 복제돼지 연구센터 동물사육장에서 사육되고 있는 12~15개월령의 듀록(Duroc) 종모돈 4두와 요크셔(Yorkshire) 종모돈 4두가 사용되었다. 봄, 여름, 가을 그리고 겨울의 정액 성상 조사 및 동결 정액 제조를 실시하기 위하여 종모돈의 정액 채취는 7일 간격으로 오전 9~10시 사이에 실시하였다. 정액은 200 ml 보온병에 수압법으로 농후정자 부분과 희박정자 부분으로 나누어 채취하였으며 농후정자 부분만 사용하였다.

동결정액의 제조 및 융해

동결정액의 제조는 Yi 등(2002)이 보고한 방법에 의하여 실시하였다. 보온병에 채취한 농후정자부분은 실온(20~23 $^{\circ}$ C)에서 2시간 동안 서서히 냉각시켰다. 15 ml 튜브에 농후정자부분의 정액을 취하고 1,500 rpm으로 10분간 원심분리하여 정장을 제거하였다. 정장을 제거한 정자는 최종 정자농도가 1.0×10^9 /ml이 되도록 lactose-egg yolk 그리고 N-acetyl-D-glucosamine(LEN)이 포함된 1차 희석액으로 5 ml 되도록 하여 재부유시켰다. 1차 희석정액은 5 $^{\circ}$ C 냉장실에서 2시간 보존 후 LEN+4% 글리세롤 희석액(2차 희석액) 5 ml로 2차 희석하여 총 정액량이 10 ml이 되도록 하였다. 상기와 같이 희석된 정액은 즉시 스트로(Minitub GmbH, Landshut, Germany)에 5 ml씩 나누어 주입하여 봉인하였다. 주입 및 봉인된 스트로는 공기층을 가운데로 오게 한 후 aluminum rack 위에 수평으로 놓은 후 액체질소 표면에서 5 cm 떨어진 곳에 수평으로 놓아 20분간 동결시킨 후 -196 $^{\circ}$ C의 액체질소통에 보관하였다. 액체질소통에 동결 보관된 스트로는 52 $^{\circ}$ C 수조에서 40초 동안 융해하였다.

정자의 평가방법

융해된 5 ml 스트로와 75 ml BTS 희석액(Pursel과 Johnson, 1975)을 실온에서 혼합한 직후 0.5 ml씩 두 개의 표본을 취하여 한 표본은 37 $^{\circ}$ C에서 30분간 방치한 후 정자의 운동성을 조사하였다. 다른 한 표본은 침체 평가를 위하여 1% glutaraldehyde로 고정하였으며, Pursel과 Johnson(1974)의 방법에 의하여 정상첨체(normal apical ridge acrosome)를 위상차현미경 하에서 1,000 \times 로 조사하였다.

혈액의 채취 및 혈청 시료의 추출과 분석

혈액은 듀록과 요크셔 종모돈 각각 4두를 보정시킨 후 21 gauge 주사바늘을 사용하여 오전 9~10시 사이에 이 정액에서 계절별로 채혈하였고, 채혈한 것은 5 $^{\circ}$ C로 냉각시켜 24시간 보관 후 4 $^{\circ}$ C에서 3,000 rpm으로 15분간 원심분리하여 혈청을 분리시켰으며, 혈청은 분석할 때까지 -20 $^{\circ}$ C에서 냉동 보존하였다.

혈청 FSH의 농도는 Bolt 등(1981)의 방법대로 두 벌의 250 μ l의 시료를 사용하여 결정하였다. 항-돼지 FSH 항체는 1차 항체로 사용하였고, 2차 항체는 자유 호르몬 중에서 결합된 호르몬을 분리하기 위해 사용하였다. 순수분리된 FSH는 방사성 요오드화와 표준구로서 사용하였고, 이는 USDA-FSH-PPI이었다. 두 벌의 125, 250 그리고 500 μ l 시료의 분석은 표준곡선을 평행하게 따랐다. 첫 번째 시료는 1,400, 1,184, 그리고 1,359 pg/ml이고, 두 번째 시료는 각각 1,637, 1,316, 그리고 1,114 pg/ml이었다. 실험내 혹은 실험간 편차 공동계수는 각각 4.8%와 9.1%이었다.

혈청 LH의 농도는 Niswender 등(1970)에 의해 설명된 이중 항체 방사선면역분석(double antibody radioimmunoassay, RIA)을 통해 300 μ l 씩 두 벌을 만들어서 측정하였다. 순수 분리된 LH는 표준구로서 사용하였고, 방사성 요오드화 시키는 데 사용하였다. LH는 클로라민 T 방법(chloramines T method, Greenwood 등, 1963)으로 표지하여 컬럼크로마토그래피를 통해서 분리하였다. 항-돼지 LH 항체는 1차항체로 사용하였다. 실험내 혹은 실험간 편차 공동계수값은 평균적으로 각각 5.5%와 6.5%이었다.

혈청 E₂ 농도는 Britt 등(1974)의 방법인 결합된 estradiol과 자유 estradiol의 이중 항체분리법을 이용하여 결정하였다. E₂ 항혈청(Lilly no. 22673) 특이성은 Kesler 등(1977)에 의해 보고된 바 있다. 첨가된 [³H]E₂의 회복율은 평균적으로 89%이고, 시료값은 실험상 손실을 고려하여 정정하였다. 두 벌의 500 μ l 전체 혈청 시료는 4 ml dimethylene chloride로 추출하였다. 돼지 혈장(난소 제거된 암퇘지, 4.2 pg/ml estradiol) 500 μ l로부터 첨가된 질량(10, 25, 50 그리고 75 pg estradiol)의 회복율은 106 \pm 2%이었다. 시료부피 0.3, 0.5, 0.8, 1.0 그리고 1.4 ml의 분석측정은 표준곡선을 평행하게 따랐고, 각각 56.5, 57.3, 55.2, 53.3 그리고 52.0 pg E₂/ml을 함유하였다. 실험내 혹은 실험간 편차 공동계수는 각각 5.5%와 5.8%이었다.

혈청 testosterone 농도 측정을 위한 혈청시료의 추출은 혈청 50 μ l를 0.5 ml의 diethyl ether에 넣고 vortex한 후 수층과 유기 용매층이 분리가 되면 유기 용매층을 조심스럽게 모아 증발시키며 건조시켰다. 유기 용매가 완전히 없어지면 EIA buffer 50 μ l를 넣었다. 분석시료는 Enzyme Immunoassay(EIA)법으로 다음과 같이 실시하였다. EIA kit(Cayman Chemical, USA)를 washing buffer로 3회 세척한 뒤, 각 well에 testosterone 표준액 또는 sample을 각각 50 μ l씩 가한 후 testosterone acetylcholinesterase tracer와 testosterone antiserum을 각 well에 50 μ l씩 넣고 37 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 흔들면서 반응시킨 후 washing buffer로 5회 세척한 후 Ellman's reagent를 넣고 1시간 동안 발색시켜 Microplate Reader(Molecular Device, USA)를 이용하여 405 nm에서 흡광도를 찍었다.

통계처리

본 연구로부터 얻은 자료는 SAS package(1996)를 이용

Table 1. Comparison of semen characteristics between breeds and among seasons in boars

Breed	No. of boars	Semen volume(ml) ^{1,2}				Sperm concentration($\times 10^8$ /ml) ^{1,2}			
		Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
Duroc	4	180.5 \pm 14.1 ^a	146.5 \pm 13.2 ^a	176.6 \pm 16.7 ^a	167.7 \pm 14.6 ^a	2.1 \pm 0.4	1.8 \pm 0.3	1.9 \pm 0.4	1.8 \pm 0.3
Yorkshire	4	276.3 \pm 21.5 ^b	290.6 \pm 26.8 ^b	289.8 \pm 24.5 ^b	255.4 \pm 22.7 ^b	2.2 \pm 0.4	1.6 \pm 0.3	1.7 \pm 0.4	2.0 \pm 0.4

¹ Spring (March~May), summer (June~August), autumn (September~November) and winter (December~February).

² Means \pm SE for six ejaculates from each of four Duroc and Yorkshire boars.

^{ab} Means \pm SE in the same column with different letters differ significantly($P < 0.05$).

하여 분산분석을 하였으며, 처리간의 유의성은 Student's *t*-test를 이용하여 검정하였다.

결과 및 고찰

종모돈의 품종별, 계절별 정액량 및 정자농도 비교

종모돈의 품종별, 계절별 정액량 및 정자농도는 Table 1에 나타난 바와 같이 요크셔종이 듀록종보다 봄, 여름, 가을, 겨울에서 정액량이 많았으며, 정액농도에서는 차이가 없었다. 계절별 정액량은 듀록 및 요크셔종에서 봄철이 여름, 가을 및 겨울철에 비하여 많았고, 정자농도는 차이가 없었다.

이상의 결과는 Hughes와 Vareley(1980) 그리고 Diehl 등(1979)의 보고와 비슷한 경향을 나타내었다.

동결-융해 정자의 품종별, 계절별 정자운동성 및 정상첨체 비교

동결-융해 정자의 품종별, 계절별 정자 운동성 및 정상첨체의 비율을 비교한 결과는 Table 2와 같이 듀록종과 요크셔종에서 각각 봄철에 생산한 정자가 여름, 가을 및 겨울철에 생산한 정자보다 동결-융해 후 정자 운동성 및 정상첨체 비율이 높았다. 한편 듀록종과 요크셔종에서 동결-융해 후 정자 운동성은 모든 계절에서 요크셔종이 높게 나타났으나, 정상첨체에서는 차이가 없었다. 이상의 결과는 정자의 내동성은 종모돈의 개체 차이, 품종, 계절 등에 의해서 영향을 미친다는 Johnson(1985)의 보고와 잘 일치하고 있다.

종모돈의 품종별, 계절별 혈청 중 FSH 농도 비교

종모돈의 품종별, 계절별 혈청 중 FSH의 농도를 비교한 결과(Table 3)는 요크셔종이 듀록종보다 모든 계절에서 낮은 농도를 나타내었다. 그러나 두 품종 모두에게 각각 계절간에는 차이가 없었다.

이상의 결과는 종모돈에서 혈장 FSH의 농도가 높을수록 정소 크기가 작아지고 정자 생산이 감소되는 경향을 보인다는 Lunstra 등(1996), Ford 등(1997) 그리고 Zanella 등(1999)의 보고와 잘 일치하고 있다. 그러나 FSH에 의한 정

Table 2. Comparison of motility and normal acrosome of frozen-thawed sperm between breeds and among seasons in boars

Breed	No. of boars	Motility(%) ^{1,2}				Normal acrosome (%) ^{1,2}			
		Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
Duroc	4	45.5 \pm 2.1 ^{ax}	20.4 \pm 1.0 ^{az}	39.5 \pm 2.4 ^{ay}	32.7 \pm 1.9 ^y	50.5 \pm 1.9 ^x	27.0 \pm 1.4 ^y	30.6 \pm 2.1 ^y	25.6 \pm 1.7 ^y
Yorkshire	4	56.0 \pm 1.2 ^{bx}	31.5 \pm 1.8 ^{by}	34.7 \pm 2.6 ^y	30.4 \pm 1.8 ^y	53.5 \pm 2.0 ^x	26.8 \pm 1.6 ^y	29.2 \pm 1.9 ^y	28.4 \pm 1.8 ^y

¹ Spring (March~May), summer (June~August), autumn (September~November) and winter (December~February).

² Means \pm SE for six ejaculates from each of four Duroc and Yorkshire boars.

^{ab} Means \pm SE in the same column with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

^{xyz} Means \pm SE in the same rows of motility and normal acrosome, respectively, with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

Table 3. Comparison of serum FSH concentrations between breeds and among seasons in boars

Breed	Serum FSH concentrations (ng/ml) ^{1,2}			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
Duroc	204.8 \pm 17.3 ^a	235.5 \pm 21.9 ^a	223.4 \pm 23.6 ^a	230.3 \pm 20.4 ^a
Yorkshire	105.9 \pm 13.6 ^b	126.3 \pm 17.4 ^b	115.6 \pm 18.7 ^b	112.4 \pm 19.8 ^b

¹ Spring (March~May), summer (June~August), autumn (September~November) and winter (December~February).

² Means \pm SE for six ejaculates from each of four Duroc and Yorkshire boars.

^{ab} Means \pm SE in the same column with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

Table 4. Comparison of serum LH concentrations between breeds and among seasons in boars

Breed	Serum LH concentrations (pg/ml) ^{1,2}			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
Duroc	890.8±21.0	798.7±23.6	837.5±23.7	803.7±25.1
Yorkshire	942.7±18.4	809.6±19.8	902.8±24.4	903.5±19.3

¹ Spring (March~May), summer (June~August), autumn (September~November) and winter (December~February).

² Means±SE for six ejaculates from each of four Duroc and Yorkshire boars.

Table 5. Comparison of serum estradiol-17β concentrations between breeds and among seasons in boars

Breed	Serum estradiol-17β concentrations (pg/ml) ^{1,2}			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
Duroc	31.6±2.7	30.8±2.5	29.5±2.9	30.4±2.1
Yorkshire	34.5±2.0	33.4±2.2	33.0±2.4	31.8±2.6

¹ Spring (March~May), summer (June~August), autumn (September~November) and winter (December~February).

² Means±SE for six ejaculates from each of four Duroc and Yorkshire boars.

Table 6. Comparison of serum testosterone concentrations between breeds and among seasons in boars

Breed	Serum testosterone concentrations (ng/ml) ^{1,2}			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
Duroc	3.75±0.49 ^{ax}	1.21±0.08 ^{ay}	1.84±0.17 ^{ay}	1.95±0.44 ^{ay}
Yorkshire	5.96±0.43 ^{bx}	2.84±0.37 ^{by}	3.01±0.36 ^{by}	3.25±0.32 ^{by}

¹ Spring (March~May), summer (June~August), autumn (September~November) and winter (December~February).

² Means±SE for six ejaculates from each of four Duroc and Yorkshire boars.

^{ab} Means±SE in the same column with different letters differ significantly ($P<0.05$).

^{xy} Means±SE in the same row with different letters differ significantly ($P<0.05$).

자형성의 조절기전에 대하여는 아직도 더 많은 연구가 필요하다.

종모돈의 품종별, 계절별 혈청 중 LH 농도 비교

종모돈의 품종별, 계절별 혈청 중 LH의 농도를 비교한 결과(Table 4)는 요크셔종과 듀록종 간에 차이가 없었다. 또한 두 품종 모두에서 계절 간에도 차이가 없었다.

이상의 연구결과는 LH의 분비는 발육중인 수태지에 있어서 변이가 심하다는 Romanowicz 등(1976)이나 Flor-Cruz와 Lapwood(1978)의 보고와는 차이가 있으나 LH의 분비는 나이에 영향을 받지 않는다는 Allrich와 Christenson(1981)의 보고와 비슷한 경향을 나타내었다.

종모돈의 품종별, 계절별 혈청 중 Estradiol-17β의 농도 비교

종모돈의 품종별, 계절별 혈청 중 estradiol-17β의 농도를 비교한 결과(Table 5)는 요크셔종과 듀록종 간에 차이가 없었다. 또한 두 품종 모두에서 계절 간에도 차이가 없었다.

이상의 결과는 성장 중인 수태지에서 혈장 estradiol-17β의 농도를 조사한 결과 40일령에 11.3 pg/ml, 250일령에

114.2 pg/ml을 나타내어 성장하면서 농도가 증가한다는 Allrich와 Christenson(1981)의 보고와는 차이가 있었다. 본 시험에서는 360~450일령의 수태지가 이용되었으며, 이 시기에서는 품종과 계절 간에 혈청 중 estradiol-17β의 농도에서 차이가 없었다.

종모돈의 품종별, 계절별 혈청 중 Testosterone 농도 비교

종모돈의 품종별, 계절별 혈청 중 testosterone의 농도를 비교한 결과는 Table 6에 나타난 바와 같이 요크셔종이 듀록종보다 모든 계절에서 높게 나타났다. 또한 두 품종 모두에서 각각 봄철이 여름, 가을 및 겨울철에 비하여 혈청 중 testosterone의 농도가 높은 것으로 나타났다.

이상의 결과는 정액량이 많고, FSH 농도가 낮은 요크셔종이 듀록종보다 testosterone의 농도가 높았다. 이 결과는 앞으로 우수 종모돈 선발의 좋은 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

Effects of Semen Characteristics, Frozen-Thawed Sperm Viability and Serum FSH, LH, Estradiol-17β and Testosterone Concentrations between Breeds and among Seasons in Boars

Park, C. S., N. D. Sung, C. H. Kim, D. I. Jin, Y. S. Choi
and Y. J. Yi

College of Agriculture and Life Sciences, Research Center for
Transgenic Cloned Pigs, Chungnam National University, 305-764
Daejeon, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of semen characteristics, frozen-thawed sperm viability and serum FSH, LH, estradiol-17 β and testosterone concentrations between breeds and among seasons in boars. In all seasons, Yorkshire boars produced higher semen volume compared with Duroc boars, whereas sperm concentration did not differ significantly between Duroc and Yorkshire boars. Semen volume in spring was higher compared with summer, autumn and winter in both Duroc and Yorkshire boars, but sperm concentration did not differ significantly among seasons. Sperm motility and normal acrosome rate of frozen-thawed sperm produced in spring were higher than those in summer, autumn and winter in both Duroc and Yorkshire boars. Sperm motility of frozen-thawed sperm in Yorkshire boars was higher than that in Duroc boars regardless of seasons. However, normal acrosome rate did not differ significantly between Duroc and Yorkshire boars. Serum FSH concentration in Yorkshire boars was lower than that in Duroc boars in all seasons. However, there were no significant differences on serum FSH concentration of Duroc and Yorkshire boars among seasons. Serum LH and estradiol-17 β concentrations did not differ significantly between Duroc and Yorkshire boars. Also, there were no significant differences in serum LH and estradiol-17 β concentrations of Duroc and Yorkshire boars among seasons. Serum testosterone concentration in Yorkshire boars was higher than that in Duroc boars in all seasons. In both breeds, serum testosterone concentrations were higher in spring than in summer, autumn and winter. In conclusion, when serum FSH concentrations were low, semen volumes were high, and when serum testosterone concentrations were high, sperm motility and normal acrosome rate of frozen-thawed sperm were high.

(Key words : Semen characteristics, Sperm viability, FSH, LH, Estradiol-17 β , Testosterone)

인용문헌

- Allrich, RD, Christenson (1981): Age differences in the response to hCG by porcine testicular tissue *in vitro*. Biol Reprod 24 (Suppl. 1):132.
- Bolt DJ, Rollins R, Gulthrie HD (1981): Development of a porcine FSH radioimmunoassay. J Anim Sci 53 (Suppl. 1):298.
- Britt JH, Kittok RJ, Harrison DS (1974): Ovulation, estrus and endocrine response after GnRH in early postpartum cows. J Anim Sci 37:915-919.
- Diehl JR, Day BN, Stevermer EJ (1979): Artificial Insemination in Swine. Pork Industry Hand book no. 64.
- FlorCruz SV, Lapwood KR (1978): A longitudinal study of pubertal development in boars. Int J Androl 1:317.
- Ford JJ, Wise TH, Lunstra DD (1997): Negative relationships between blood concentrations of follicle-stimulating hormone and testicular size in mature boars. J Anim Sci 75:790-795.
- Granham EF, Crabo BG, Pace MM (1978): Current status of semen preservation in the ram, boar and stallion. Biennial Symp. Anim Reprod J Anim Sci 47 (Suppl. II):80-119.
- Greenwood FD, Hunter WM, Glover JS (1963): The preparation of ¹³¹I-labeled human growth hormone of high specific radioactivity. Biochem J 89:114.
- Hughes P, Varley K (1980): Reproduction in the Pig: Fertility in the male. pp. 187-195.
- Johnson LA (1980): Artificial insemination of swine: Fertility with frozen boar semen. Int Pig Vet Conger (Copenhagen) pp. 37.
- Johnson LA (1985): Fertility results using frozen boar spermatozoa, 1970 to 1985. First International Conference on Deep Freezing of Boar Semen, Uppsala, pp. 199-222.
- Kesler DJ, Garverick HA, Youngquist RS, Elmore RG, Bierschwal CJ (1977): Effects of days postpartum and endogenous reproductive hormones on GnRH-induced LH release in dairy cows. J Anim Sci 45: 797-803.
- Larsson K (1978): Current research on the deep freezing of boar semen. World Rev Anim Prod X IV:59-64.
- Lunstra DD, Ford JJ, Wise TH (1996): Selection for extremes in serum FSH concentrations results in reduced testis size and fertility on Meishan and White Composite boars. In: Tumbleson and Schook (Ed.) Advances in Swine in Biomedical Research. pp. 523-531. Plenum Press, New York.
- Mariscal DV, Wolfe PL, Bergfeld EG, Cupp AS, Kojima FN, Fike KE, Sanchez T, Wehrman ME, Johnson RK, Kittok RJ, Ford JJ, Kinder JE (1996): Comparison of circulating concentrations of reproductive hormones in boars of lines selected for size of testes or number of ovulations in respective control lines. J Anim Sci 74:1905-1914.
- Niswender GD, Reichert LE Jr, Zimmerman DR (1970): Radioimmunoassay of serum levels of LH throughout the estrus cycle in pigs. J Endocrinol 87: 576-580.
- Polge C, Salamon S, Wilmot I (1970): Fertilizing

- capacity of frozen boar semen following surgical insemination. *Vet Rec* 87:424-428.
18. Pursel VG, Johnson LA (1974): Glutaraldehyde fixation of boar spermatozoa for acrosome evaluation. *Theriogenology* 1:63-68.
 19. Pursel VG, Johnson LA (1975): Freezing of boar spermatozoa: Fertilizing capacity with concentrated semen and a new thawing procedure. *J Anim Sci* 40:99-102.
 20. Pursel VG (1979): Advances on preservation of swine spermatozoa. In: H. W. Hawk (ed.) *Beltsville Symposia III. Animal Reproduction*, Allanheld, Osmun and Co., Montclair, NJ. pp. 145-157.
 21. Pursel VG, Park CS (1987): Duration of thawing on post thaw acrosome morphology and motility of boar spermatozoa frozen on 5 ml maxi-straws. *Theriogenology* 28:683-690.
 22. Romanowicz K, Stupnicki R, Barcikowski B, Madej A, Walach M (1976): Plasma testosterone and LH in growing boars. *Proc VIIth Int Congr Anim Reprod Artificial Insem*, Cracow, Poland.
 23. SAS Institute Inc (1996): *The SAS system for Windows*, Release 6.12, Cary, NC, USA.
 24. Schinckel AP, Johnson RK, Kittok RJ (1984): Testicular development and endocrine characteristics of boars selected for either high or low testis size. *J Anim Sci* 58:675-685.
 25. Von Rohloff D (1973): Ein Beitrag zur Beurteilung der Taeglichen Spermienproduktion beim Ebern der Deutschen Landrasse. *Zuchthygiene* 8:72-75.
 26. Yi YJ, Kwon YA, Ko HJ, Park CS (2002): Effects of diluent component, freezing rate, thawing time and thawing temperature on acrosome morphology and motility of frozen-thawed boar sperm. *Asian-Aust J Anim Sci* 15(11):1553-1558.
 27. Zanella E, Lunstra D, Wise T, Kinder J, Ford J (1999): Testicular morphology and function in boars differing in concentrations of plasma follicle-stimulating hormone. *Biol Reprod* 60:115-118.
 28. Zirkin BR, Awoniyi C, Griswold MD, Russell LD, Sharpe, R (1994): Is FSH required for adult spermatogenesis? *J Androl* 15:273.
- (접수일자: 2005. 2. 15. / 채택일자: 2005. 3. 15.)