



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

博士學位論文

제주지역 랜드레이스, 요크셔, 두록  
및 버크셔 품종에 대한 계절, 산차,  
품종이 정액 품질에 미치는 영향과  
경제형질 분석

濟州大學校 大學院

動物資源科學科

金 大 哲

2016年 2月

제주지역 랜드레이스, 요크셔, 두록 및  
버크셔 품종에 대한 계절, 산차, 품종이  
정액 품질에 미치는 영향과 경제형질 분석

指導教授 梁 榮 勳

金 大 哲

이 論文을 農學 博士學位 論文으로 提出함

2016年 2月

金大哲의 農學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 김 동 기  
委 員 오 성 종  
委 員 임 영 희  
委 員 이 왕 식  
委 員 이 성 수

濟州大學校 大學院

2016年 2月

Effect of Season, Parity and Breed on the Semen  
Quality and the Economic Traits of Landrace,  
Yorkshire, Duroc, and Berkshire in Jeju Island

Dae-Cheol Kim

(Supervised by professor Young-Hoon Yang)

A thesis submitted in partial fulfillment of  
the requirement for the degree of Doctor of  
Philosophy

2016. 2.

This thesis has been examined and approved.

Department of Animal Biotechnology  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

## ABSTRACT

The livestock industry in Jeju Island has proliferated exponentially because of its best geographic and climatic conditions. The island because of its special geographical location, has impeded the influx of foreign animal diseases, and due to blessed natural condition of clean air, water and mild climate, maintains the best condition to produce high quality pork.

The declaration of Jeju provincial government for the Swine Epidemic-Free (swine fever, foot and mouth disease, Aujeszky's disease) Zone in December 1999, and the Cattle Plague-Free (brucellosis, TB disease) Zone in December 2003 have enhanced the brand values of tangible and intangible animal products and have raised the stability in the livestock industry. The genetic improvement of breeding pig along with increasing income is an important aspect for the livestock sector. To accomplish these objectives, Livestock Promotion Agency (LPA), Jeju Province established swine station in 1997. The LPA has produced genetically superior pigs and evaluated their breeding potential and supplied proven boars and liquid semen to the pig farms in Jeju Island.

Performance test of breeding pig has been widely used as an important tool for the genetic improvement of breeding pig in the world's major pig producing countries. Performance testing for the breeding value has greatly contributed to pig industry in Jeju Island. The genetic evaluation through performance test of breeding pig has been an essential process in order to maximize the use of high-capacity breeding pigs.

The present study was carried out to analyze the effects of season, parity and breed on the semen quality and the economics traits of Landrace, Yorkshire, Duroc and Berkshire, and to get the basic data for systematic

selection and breeding of pigs. Studies comprised experiments for three topics and the results obtained in the study are summarized as follows:

#### Experiment 1. Influence of breed and season on the semen quality of boar

The main objective of this study was to investigate the phenotypic variability of the semen ejaculate volume and sperm motility in Berkshire, Duroc, Landrace and Yorkshire breeds and the effects of breed and seasonal variations. A total of 5,214 records for the semen quality data from LPA, Jeju Province were obtained and analysed using GLM procedure in SAS statistical package. A general linear model used in this analysis included two fixed effects of the month of year and breed, and one random error term.

The results obtained in the study are summarized as follows:

- 1) All the fixed effects, breed and season on the semen quality included in the statistical model were significant ( $p < 0.01$ ).
- 2) The range of least-squares means for the effect of month on the semen quality were 250.1~314.1ml for volume of semen,  $260.1 \sim 337.7 \times 10^6$ /ml for sperm concentration,  $78,031.7 \sim 86,484.9 \times 10^6$  for number of sperms per ejaculate and 83.6~92.2% for motility. The volume of semen were the highest amount in winter and the least amount in summer, and their difference of least squares means was significant ( $p < 0.01$ ).
- 3) The range of least-squares means for the effect of breed on the semen quality were 270.4~305.9ml for volume of semen,  $266.2 \sim 299.7 \times 10^6$ /ml for sperm concentration,  $71,238.6 \sim 90,153.6 \times 10^6$  for number of sperms per ejaculate and 86.7~91.0% for motility. For the volume of semen,

Landrace breed produces the highest amount of 305.9ml and the difference of amount between any other breed, Berkshire, Duroc or Yorkshire shows significance ( $p < 0.01$ ).

- 4) The simple correlation coefficients between the traits of semen quality were -0.11 between volume of semen and sperm concentration, 0.57 between volume of semen and number of sperms per ejaculate, 0.71 between sperm concentration and number of sperms per ejaculate, 0.38 between sperm concentration and motility, 0.25 between number of sperms per ejaculate and motility and -0.06 between volume of semen and motility.

#### Experiment 2. Effect of season, parity and breed on the litter size of berkshire, duroc, landrace and yorkshire sows

To estimate the effect of breed, season and parity on the litter size, Data for the litter size were collected on 14,778 farrowings from 2,252 sows of Berkshire, Duroc, Landrace and Yorkshire breeds between 2000 and 2014 at the LPA, Jeju Province.

The pigs were divided into four groups (four seasons); Spring (March–May), Summer (June–August), Autumn (September–November) and Winter (December–February). The statistical model for the litter size included four fixed effects of year, season, parity, breed, and one random effect of sow within breed, and a random error term. The analysis of variance using GLM procedure, SAS, was used to test these effects on the litter size.

The results obtained are summarized as follows:

- 1) All four fixed effects of year, season, parity, breed on the litter size of sows were significant ( $p < 0.01$ ).
- 2) The range of estimates for the effect of year on the litter size were 9.4~11.3 piglets. The litter size was the highest in 2010 but the lowest in 2013.
- 3) The least-squares means for the effect of season on the litter size were 10.44 in Spring, 10.66 in Summer, 10.14 in Autumn and 10.26 in Winter. The litter size was not significantly different between Autumn and Winter ( $p > 0.05$ ).
- 4) The least-squares means for the effect of breed on the litter size were 8.9 in Berkshire, 9.9 in Duroc, 11.4 in Landrace and 11.3 in Yorkshire. The litter size was the highest in Landrace, but Berkshire breed showed the lowest value compared to other breeds.
- 5) The range of least-squares means for the effect of parity on the litter size were 9.3~11.3 piglets from first through tenth parity. The litter size increased from first through fourth parity but decreased from fifth through tenth parity.

### Experiment 3. Fixed factor affecting economic traits in swine breeding stock

To determine the factors affecting swine economic traits of final weight, eye muscle area, days to 90kg, daily weight gain, backfat thickness, and meat percentage the performance data were collected from 21,734 pigs of Berkshire, Duroc, Landrace and Yorkshire breeds which were performance-tested at the



LPA, Jeju Province from 2000 to 2014.

The growth performance records of swine breeding stock were analysed using a statistical model with five fixed effects of year, season, sex, parity, breed, a random effect of dam, a regression term of litter size, and a random error term. Analysis of variances using GLM procedure, SAS, were performed to test factors affecting the performance traits.

The results obtained are summarized as follows:

- 1) All five fixed effects of year, season, sex, parity, breed and a regression term of litter size were significantly affecting the growth performance traits of breeding stock ( $p < 0.01$ ). Results indicates that these fixed effects are the important factors in the genetic evaluation of breeding stock.
- 2) The regression coefficients for the effect of litter size were estimated as  $-0.46g$  for final weight,  $0.05cm^2$  for eye muscle area,  $0.512$  days for days to 90kg,  $-2.85g$  for daily weight gain, but for the backfat thickness and meat percentage there were no significantly of litter size ( $p > 0.05$ ).
- 3) The range of least-squares means for the effect of year were  $83.1 \sim 125.0kg$  for final weight,  $27.2 \sim 31.8cm^2$  for eye muscle area,  $536.3 \sim 647.6g$  for daily weight gain and  $10.3 \sim 13.7mm$  for backfat thickness.
- 4) The range of least-squares means for the effect of season were  $94.3 \sim 98.9kg$  for final weight,  $28.7 \sim 29.2cm^2$  for eye muscle area,  $585.6 \sim 605.5g$  for daily weight gain,  $12.2 \sim 12.7mm$  for backfat thickness and  $59.0 \sim 59.4\%$  for meat percentage.

- 5) The least-squares means for the effect of sex were 94.8kg for final weight, 29.70cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 157.8 days for days to 90kg, 577.0g for daily weight gain, 13.1mm for backfat thickness, 58.6% for meat percentage in female and 99.9kg for final weight, 28.3cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 152 days for days to 90kg, 610.0g for daily weight gain, 11.7mm for backfat thickness and 59.7% for meat percentage in male.
- 6) The range of least-squares means for the effect of parity were 90.6~101.6kg for final weight, 28.7~29.3cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 153.4~157.4 days for days to 90kg, 578.7~598.4g for daily weight gain, 12.2~12.8mm for backfat thickness and 58.5~59.5% for meat percentage.
- 7) The range of least-squares means for the effect of breed were 84.0~103.8kg for final weight, 28.4~29.7cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 151.5~161.5 days for days to 90kg, 553.8~613.0g for daily weight gain, 11.4~14.0mm for backfat thickness and 57.5~60.0% for meat percentage.
- 8) The partial correlation coefficients while controlling for the performance testing period were -0.31 between final weight and eye muscle area, -0.98 between final weight and days to 90kg, 0.31 between eye muscle area and days to 90kg, 0.99 between final weight and days to 90kg, -0.15 between backfat thickness and daily weight gain and -0.69 between backfat thickness and meat percentage.

# 목 차

ABSTRACT .....	i
목 차 .....	vii
LIST OF FIGURES .....	x
LIST OF TABLES .....	xii
I. 서 론 .....	1
II. 연구사 .....	3
1. 돼지 정액의 품질 .....	3
1) 정액의 품질과 수태지의 나이 .....	4
2) 정자의 특성과 품종 및 계절 .....	4
3) 어린 수태지와 정액 품질 .....	6
4) 정액성상과 환경효과 .....	7
2. 번식능력과 복당 산자수 .....	9
1) 랜드레이스 품종의 복당 산자수 .....	9
2) 요크셔 품종의 복당 산자수 .....	10
3) 두록 품종의 복당산자수 .....	10
4) 모든 산차와 복당산자수 .....	11
3. 주요 경제형질과 능력 .....	13
III. 품종 및 계절이 수태지 정액품질에 미치는 영향 .....	17
1. ABSTRACT .....	17
2. 재료 및 방법 .....	19

1) 종모돈 사양관리 및 사육환경 .....	19
2) 정액 채취 및 수집 .....	21
3) 통계분석 방법 .....	22
3. 결과 및 고찰 .....	23
1) 통계모델에 대한 분산분석표 .....	23
2) 월의 효과에 따른 정액성상 비교 .....	25
3) 품종이 정액품질에 미치는 영향 .....	32
4) 정액 형질들간의 단순상관 .....	34
4. 요약 .....	36
5. 참고문헌 .....	38

#### IV. 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 모돈에서 계절, 산차,

품종이 복당 산자수에 미치는 영향 .....	48
1. ABSTRACT .....	48
2. 재료 및 방법 .....	50
1) 발정확인 및 인공수정 .....	50
2) 통계분석 방법 .....	52
3. 결과 및 고찰 .....	53
1) 복당 산자수의 통계모델에 대한 분산분석표 .....	53
2) 복당 산자수에 영향을 미치는 요인 .....	55
(1) 출생년도의 효과 .....	55
(2) 출생계절의 효과 .....	58
(3) 품종의 효과 .....	60
(4) 산차의 효과 .....	63
4. 요약 .....	66
5. 참고문헌 .....	68

V. 종돈집단에서 경제형질에 영향을 미치는 고정효과 .....	75
1. ABSTRACT .....	75
2. 재료 및 방법 .....	78
1) 평균 등지방두께 .....	78
2) 일당증체량 .....	79
3) 90kg 도달일령 .....	79
4) 정육율 .....	79
5) 등심단면적 .....	79
6) 통계분석 방법 .....	80
3. 결과 및 고찰 .....	82
1) 통계모델에 대한 분산분석표 .....	83
2) 출생년도의 효과 .....	86
3) 김정종료 계절의 효과 .....	95
4) 성별의 효과 .....	97
5) 산차의 효과 .....	99
6) 품종의 효과 .....	107
7) 형질간의 상관관계 .....	110
4. 요약 .....	112
5. 참고문헌 .....	115
 부표(APPENDIX) .....	 121

## LIST OF FIGURES

Figure 1-1. Seasonal variations of environmental temperature and wind speed from March 2013 to February 2014 .....	20
Figure 1-2a. Trend and the LSM of the volume of the semen for the effect of month .....	28
Figure 1-2b. Trend and the LSM of the sperm concentration for the effect of month .....	29
Figure 1-2c. Trend and the LSM of the number of sperms per ejaculate for the effect of month .....	30
Figure 1-2d. Trend and the LSM of the motility for the effect of month .....	31
Figure 2-1. Trend and the LSM of litter size for the effect of year .....	57
Figure 2-2. Trend and the LSM of litter size for the effect of parity .....	65
Figure 3-1a. Trend and the LSM of final weight for the effect of year .....	89
Figure 3-1b. Trend and the LSM of eye muscle area for the effect of year .....	90
Figure 3-1c. Trend and the LSM of days to 90kg for the effect of year .....	91

Figure 3-1d. Trend and the LSM of daily weight gain for the effect of year .....	92
Figure 3-1e. Trend and the LSM of backfat thickness for the effect of year .....	93
Figure 3-1f. Trend and the LSM of meat percentage for the effect of year .....	94
Figure 3-2a. Trend and the LSM of final weight for the effect of parity ...	101
Figure 3-2b. Trend and the LSM of eye muscle area for the effect of parity .....	102
Figure 3-2c. Trend and the LSM of days to 90kg for the effect of parity .....	103
Figure 3-2d. Trend and the LSM of daily weight gain for the effect of parity .....	104
Figure 3-2e. Trend and the LSM of backfat thickness for the effect of parity .....	105
Figure 3-2f. Trend and the LSM of meat percentage for the effect of parity .....	106

## LIST OF TABLES

Table 1-1. Analysis of variance for the statistical model of semen quality .....	24
Table 1-2. Least-squares means and standard errors for the effect of month .....	27
Table 1-3. Least-squares means and standard errors for the effect of breed .....	33
Table 1-4. Simple correlation coefficient between the traits of semen quality .....	35
Table 2-1. Analysis of variance for the statistical model of litter size .....	54
Table 2-2. Least-squares means and standard errors for the effect of year on the litter size .....	56
Table 2-3. Least-squares means and standard errors for the effect of season on the litter size .....	59
Table 2-4. Least-squares means and standard errors for the effect of breed on the litter size .....	62
Table 2-5. Least-squares means and standard errors for the effect of parity on the litter size .....	64



Table 3-1. Number of records by breed, sex, year of birth, month of birth and parity .....	81
Table 3-2. Regression coefficient for the effect of litter size .....	83
Table 3-3. Analysis of variance for the statistical model of performance traits .....	85
Table 3-4. Least-squares means and standard errors for the effect of year .....	88
Table 3-5. Least-squares means and standard errors for the effect of season .....	96
Table 3-6. Least-squares means and standard errors for the effect of sex .....	98
Table 3-7. Least-squares means and standard errors for the effect of parity .....	100
Table 3-8. Least-squares means and standard errors for the effect of breed .....	109
Table 3-9. Partial correlation coefficient between the traits while controlling for the performance test period .....	111

## I. 서론

예로부터 제주도는 섬이라는 지리적 특수성과 기후여건이 우리나라에서 축산업의 최적지로서 자리매김을 해왔다. 오늘날에도 제주도는 『섬』이라는 지리적 특수여건을 최대한 활용함으로써 외래악성 가축질병들에 대한 유입차단의 용이성과 더불어 천혜의 자연조건인 맑은 공기, 깨끗한 물, 온화한 기후로 고품질 돈육을 생산할 수 있는 최고의 조건을 유지하고 있다. 1999년 12월 돼지전염병(돼지열병, 구제역, 오제스키) 청정화 선언과 2003년 12월 소 전염병(브루셀라병, 결핵병) 청정화 선언은 제주도 축산업에 유무형 브랜드의 가치상승과 안전성 제고라는 두 가지 측면에서 산업적 가치의 차원에서도 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다.

우리나라 양돈산업은 생산규모와 질적인 면에서 지속적으로 성장하여 왔다. 양돈농가의 소득향상과 양돈산업의 국제경쟁력 강화에는 합리적인 사양관리와 체계적인 종돈개량이 필수적으로 수행되어야 한다. 이와 관련하여 제주도 축산진흥원은 제주지역 종돈을 체계적으로 개량하기 위하여 1997년 종돈장을 설치하기에 이르렀다. 종돈장에서는 체계적인 종돈생산과 농가보급계획을 수립하고 매년 지속적으로 우수한 고능력 종돈의 생산과 능력검정을 수행하면서 제주도내 양돈 농가에 유전적으로 우수한 고능력 종돈을 공급하고 있다. 또한 고품질 규격돈 생산에 적합한 돼지인공수정용 액상정액을 생산하면서 농가에 공급하여 농가의 종돈개량과 규격돈 생산으로 농가소득 향상에 크게 기여하고 있다.

종돈의 능력검정은 세계 주요 양돈국가에서 종돈의 유전적 개량을 위한 중요한 수단으로 널리 이용되고 있다. 종돈의 능력검정을 통한 유전능력 평가는 고능력 종돈의 생산과 활용을 극대화하기 위해서 반드시 필요한 과정이다. 종돈의 능력 평가에는 돼지의 생산과 번식능력에 관한 자료의 수집과 분석에 많은 노력과 비용이 따르지만 이의 결과로 능력이 우수한 종돈을 선발하고 농가에 보급하여 회수되는 이득은 능력검정에 투자된 비용과는 비교할 수 없을 정도로 막대하다.

유전적으로 우수한 종돈의 생산과정은 종돈에 대한 능력검정과 평가로 시작되는데,

정확한 유전능력의 평가에는 환경의 영향력에 대한 분석과 이에 대한 점검이 필수적으로 진행된다. 따라서 생산현장에서 수집된 자료분석을 통하여 비유전적인 요인인 환경의 영향력을 분석하는 것은 유전능력 평가와 농가에 정보제공으로 인한 농가생산기술의 확립에도 필요하리라 생각된다.

따라서 본 연구는 제주지역에서 사육되고 있는 랜드레이스, 요크셔, 두록 및 버크셔 품종에 대한 계절, 산차, 품종이 정액품질에 미치는 영향과 경제형질에 대한 분석을 통해서 종돈의 체계적인 선발 및 효율적 교배를 위한 기초 자료로 활용하고자 실시하였다.

## II. 연구사

### 1. 돼지 정액의 품질

양돈산업에서 인공수정(AI; Artificial Insemination)은 돼지의 주요 번식수단으로 사용되고 있다. 돼지 인공수정은 1926년경 Ivanov에 의해 시작되어 1930년대 Milovanov에 의해 소련의 집단농장에서 실시한 바 있으며, 영국의 Polge(1956)에 의해 보고되면서 관심을 갖게 되었다.

자연 교배와 비교했을 때, 인공수정은 질병의 위험을 최소화하고, 모든 집단에 우수한 유전자를 도입 할 수 있는 장점을 지니고 있는 매우 유용한 방법이라고 할 수 있다(Maes 등, 2008). 이런 이유 등으로 오늘날 돼지의 인공수정(AI)은 집약적으로 돼지를 생산하는 국가에서 널리 이용된다. 서유럽에서 모돈의 90% 이상에서 인공수정을 이용하여 자돈들을 생산하고 있다(Gerrits 등, 2005; Vyt, 2007).

오늘날 돼지번식에 일반화된 인공수정을 성공적으로 완성하는 데는 정액의 품질과 수정과정이 매우 중요한 요인으로 점검되고 있다(Robinson과 Buhr, 2005; Tsakmakidis 등, 2010; Waberski 등, 2008). 정액의 품질에는 주로 품종과 수퇘지의 나이, 계절 등이 크게 영향을 주는 것으로 보고되고 있다. 정액의 양과 질에 영향을 주는 수퇘지의 나이, 품종, 계절을 기반으로 한 많은 분석과 보고들도 있었다(Cheon 등, 2002; Kennedy와 Wilkins, 1984; Smital, 2009; Wolf와 Smital, 2009; Schulze 등, 2013). 또한 수퇘지의 번식능력은 유전력(Pavlik, 1988; Oh 등, 2003), 고환 크기 (Clark 등, 2003), 영양(Khan 등, 2005), 수퇘지 나이(Jankeviciute와 Zilinskas, 2002), 성적 충동의 강도(Frangez 등, 2005), 광주기(Sancho 등, 2004), 그리고 외부온도 및 환경(Hemsworth, 1996; Kunavongkrit 등, 2005)과 같은 요인에 달려있다는 보고들도 있다.

## 1) 정액의 품질과 수태지의 나이

일반적으로 8개월령 이하에서는 수컷의 약 절반에서 정액 품질이 임계값 이하로 떨어지는 것으로 나타나서 이 이하의 어린 나이에서는 인공수정에 사용하지 말 것을 권장하고 있다. 개량속도의 차원에서는 가급적 어린 수태지가 선발되어 이용되어야 하는데, 이 때 이용되는 어린 수태지들은 연령기준과 관련된 정액 품질의 임계값이 보장되어야 한다(Schulze 등, 2013).

수컷이 노화는 성호르몬의 균형과 체세포의 변화뿐만 아니라 수정 능력에도 영향을 미친다(Tsakmakidis 등, 2010). 수태지의 나이는 성호르몬인 테스토스테론의 감소와 밀접한 관계로 보고된 바도 있다(Araujo와 Wittert, 2011). 이러한 테스토스테론의 감소는 간질세포에 대한 내외적인 요인과의 관련되어 있다.(Midzak 등, 2009). Jankeviciute와 Zilinskas(2002)는 세 가지 형질(사정량, 정자 농도, 정자 형태) 모두 나이에 유의적으로 영향을 받았다고 보고하였다.

Huang 등(2010)은 두록 품종 수태지가 최소 4세까지 정액 기증자로 사용될 수 있지만, 22℃에서 엄격하게 사양관리가 유지될 경우 생식 수명이 6세까지 연장될 수 있음을 보여 주었다.

## 2) 정자의 특성과 품종 및 계절

돼지 인공수정의 성공은 암돼지의 번식능력 및 수태지 정액품질에 달려 있으며, 수태지 정액에 대한 질적, 양적 형질의 조절은 돼지 사육자에게 경제적으로 중요하다. 정자의 특성과 관련된 형질은 연중 변화하고 다양한 내적, 외적 요인에 따라 다르다고 할 수 있다(Okere 등, 2005; Smital, 2010; Kondracki 등, 2009).

정자의 형태는 수컷의 수정능력 평가에 사용되어 왔으며(Waberski 등, 1990; Abu Hasan Abu 등, 2011), 품종 및 개체에 따라 형태와 크기가 다르다(Thurston 등, 2001; Safranski, 2008). Gil 등(2009)은 수태지 정자의 두부 형태가 활력에 영향을 미친다고 보고한 바 있다.

정액의 양과 품질은 유전과 환경에 의해 영향을 받는다(Kondracki, 2003; Kunavongkrit와 Prateep, 1995). 수태지의 평균 정액 생산량은 약 200~250ml로

추정되고 있으며, 1회 채취시 수태지 정액량은 100에서 1000ml의 범위로 보고되고 있다(Gączarzewicz, 2000; Udała, 2005; Kondracki, 2003; Dubiel, 1987). Strzeżek(1999)는 1ml 당 평균 정자수는  $150 \times 10^6$ 에서  $600 \times 10^6$ 로 보고한 바 있다. 또한 Milewska(2003)는 정자 세포의 가장 높은 농도가 피어트레인 품종에서  $388 \times 10^6$ 으로 나타났다고 한 바 있으며, Milewska 등(2003)은 수태지의 정자농도의 차이를 보고 보고한 바 있다.

Brucka-Jastrzębska 등(2005)은 순종보다 잡종의 정액성상이 우수한 것으로 보고하면서 생존정자 비율은 하이브리드 피어트레인×두록에서 가장 높았다고 하였다. Kondracki 등(2003)은 두록×피어트레인, 두록 및 피어트레인에서 순종 품종보다 잡종에서 정자 활력이 우수한 것으로 보고하였다. Kawecka(2008) 등의 보고에 의하면 두록, 피어트레인 및 잡종 수태지의 정액 채취량은 하루에 230ml, 250ml 및 270ml로 나타났다. 수태지 연령이 4세 이상일 경우 기형 정자수가 증가하여 정자에 대한 형태학적 이상을 설명했다(Wolf와 Smital, 2009). 돼지 정액의 양, 농도 등의 양적 형질은 수태지의 나이가 많아질수록 증가하는 것으로 알려져 있다(Clark 등, 2003; Kawecka 등, 2008).

멧돼지에서 Schopper 등(1984)은 정액 플라즈마에서 성 호르몬의 수준은 가을과 초겨울에 증가된 것을 관찰하였다. Weiler 등(1996)은 인공적인 밝은 빛과 어두운 빛에서 멧돼지를 유지하는 사람들은 짧은 기간 동안 혈중 테스토스테론 수준 증가를 관찰한 바 있다. 야생 수태지의 정액량, 정자농도, 정자수는 늦가을에 가장 높고, 정자 활력은 여름에 가장 낮았다. 또한 수태지에서 정소크기 및 혈중 테스토스테론 수준은 여름에 비해 겨울에 상당히 높은 것으로 보고된 바 있다. Kondracki(2003)는 수태지의 가장 적합한 사정시기 11월과 12월이고, 3월, 4월은 정액성상이 낮을 수 있으며, 봄에 채취한 정액은 다른 계절에 비하여 정액량과 정자수가 낮게 나타났다. 또한, 가을과 겨울에 채취한 정액이 봄과 여름에 채취한 정액보다 인공수정에 적합하고, 수태지의 정액 생산성은 연중 25~30% 변동될 수 있음을 보고하였다(Colenbrander와 Kemp, 1990).

계절과도 관련되어 있지만, 수태지 정액 품질과 관련된 환경요인 중에는 적절한 온도, 일조기간, 빛의 세기와도 상관관계를 보여주고 있는 것으로 보고된 바 있다(Suriyasomboon 등 2004; Sancho 등 2004; Weiler 등 1996). 광주기와 온도는

정소의 활동과 테스토스테론 호르몬 생산 조절에 따른 정소상체에 영향을 미친다. 특히 호르몬 생산은 봄철에 뚜렷한 증가를 관찰된다는 보고들도 있었다. (Cheon 등, 2002; Park과 Yi, 2002). 테스토스테론 호르몬은 특히 감수 분열의 조절 단계를 통해, 정자 형성을 유지하기 위해 필요하다. 정모 세포의 정확한 발육은 적절한 수준을 유지함으로써만 달성 될 수 있다(Dacheux 등, 2005; Sarlós 등, 2011).

정자의 침체 활동은 품종에 의해 영향을 받지 않지만, 계절에 따라 분명한 변화를 나타내고 있었으며, 이러한 변화는 7월~11월에 매우 왕성했고, 겨울철에는 정자 농도 상승이 관찰되었고 정액량은 여름과 가을에 증가하였고, 총 정자수와 살아있는 정자수도 품종간 차이가 계절에 따라 관찰되었다는 보고도 있었다 (Chenoweth, 2005).

### 3) 어린 수태지와 정액 품질

인공수정용 어린 수태지의 선발은 주로 우수한 유전능력의 의해 결정된다. 현재, 어린 수태지의 선발을 위한 수태지의 나이와 정액의 질의 기준은 정의되어 있지는 않지만 대체로 어린 수태지의 선발은 성성숙 도달 전에 이루어진다. 생후 8개월 이하 수태지는 정자의 형태와 운동성 등 질적 변수의 영향을 미친다.

어린 수태지는 계절보다 나이의 영향에 민감한 것으로 보고되고 있다(Trudeau와 Sanford, 1986; Rutten 등, 2000; Smital, 2009; Wolf와 Smital, 2009). 정액 품질의 계절변화에 따른 반응은 10개월령 두록 수태지가 나이가 많은 월령의 수태지와 비교할 때 정액 품질의 계절 변화에 대한 낮은 반응을 보였으며, 수태지 연령은 정액 생산량과 총 정자수에 상당한 영향을 미쳤고, 정액 양과 더불어 총 정자수는 연령이 증가할수록 증가하나, 유의성은 없었다는 보고도 있다(Huang 등, 2010). 정자수에서 Clark(2003)은 8~10개월령까지 급격한 정자수 증가를 보이다가 14개월 이후에는 약간의 변화만을 보인다고 하였다.

Wolf 등(2009)에 의하면 생후 8개월 이하 연령 그룹의 24시간 후 정자 활력도는 평균 70.6%이며, 생후 10개월 이하의 연령까지 운동성이 크게 증가하나, 14개월 이하의 수태지 연령에서는 약 75%까지 상승했고, 14개월 이상의 연령 그룹에서는 평균 72.4%까지 감소되고 있다. 72시간 후 정자 활력도는 연령이

증가할수록 24시간 후 정자활력도와 마찬가지로 증가되었으며, 생후 8개월 미만의 수태지의 정액은 72 시간 후 58.3%의 정자 활력을 보였고, 생후 10개월 미만의 활력도는 14개월 미만까지 유의하게 증가하다 정체 후, 14 개월 이후에는 약간 감소하는 것을 관찰했다. 또한 수태지 품종은 모두 양적 및 질적 형질에 유의하게 영향을 미쳤다고 하였다. 계절과 정자의 기형도의 사이의 관계는 가을에 가장 높은 빈도였으며, 봄에 가장 낮은 것으로 관찰되었고, 정자 기형은 가을, 겨울에 비해 봄, 여름에 훨씬 적었다고 하였다.

수태지의 정액 형질과 생산 형질은 매우 낮은(0.13까지) 상관관계를 보여, 생산 형질(평균 일당증체량 및 육량)에 따른 선발은 정액 형질에 영향을 미치지 않았다는 연구결과도 있었다(Wolf 등, 2009).

#### 4) 정액성상과 환경효과

정액의 양에서 Jeon 등(2000)은 정액은 겨울, 가을, 여름, 봄의 순으로 양이 감소하였다고 보고를 하였으나, Kunowska 등(2013)은 가을에서 겨울의 정액의 양이 가장 많았다고 하였고, Wolf 등(2009)은 10월~12월의 정액의 양이 가장 많았고 3~4월이 가장 적었다고 보고한 바 있다. Wolf 등(2009)은 정자의 양은 2세까지 증가하고 이후에는 비슷하거나 약간 감소하였고, 그 기간 동안 총 증가량은 100ml라고 하였다. 또한 Smital(2009)은 나이가 들수록 정액량이 증가하다 3.5세에 이르러 최대치를 기록했다고 보고한 바 있다.

정자의 농도에서 Savic 등(2013)은 9~10월의 정자의 양이 평균 이상을 보이다가 6월에 최고를 보인다고 하였고. Kunowska 등(2011)은 2~4월에 정자 농도가 가장 높았고, 10~11월이 가장 낮았다고 보고하였다. Wolf 등(2009)는 겨울에서 초봄사이에 가장 높은 정자 농도를 보였고, 여름과 초가을에서 가장 낮았다고 보고하였다. 월별로는 3월이 가장 높았고 9월이 가장 낮은 것으로 보고한 바 있다. Kunowska 등(2011)은 정자 농도가 가장 높은 것은 4월로  $477 \times 10^3 \text{ sperm/mm}^3$  이라고 하였고 10월이  $420 \times 10^3 \text{ sperm/mm}^3$ 으로 가장 낮은 농도를 보였다고 하였다.

정자활력은 Savic 등(2013)의 보고에 의하면 2~3월이 가장 높고, 9~10월 가장 낮은 것으로 보고된 바 있다. 즉 정자 활력은 3월에 85.8%로 가장 높았고



9월에 78.4%로 가장 낮았다. Wolf 등(2009)은 정자활력은 1월에서 6월 동안 평균보다 높은 수준을 보이고 7월에서 12월까지는 평균보다 더 낮은 수준을 보였다. 정자활력은 4월에 가장 높았고 11월이 가장 낮았다고 보고하였다. Tsakmakidis 등(2010)은 연령대 별로 3그룹으로 나누어 정자의 활력과 생존율을 측정하였는데, 7~10개월령 그룹은 68.8%였고, 18~33개월령 그룹은 69.3%, 51~61개월령의 그룹은 66.92%을 보였다. 생존율은 7~10개월령이 59.3, 18~33개월령이 61.5, 51~61개월령이 72.7%로 보고했다.

국내에서 Jeon(2000)의 보고에서는 봄이  $5.9 \times 10^9$ sperm/ml로 가장 높고, 여름이  $5.5 \times 10^9$ sperm/ml, 겨울이  $5.4 \times 10^9$ sperm/ml, 가을이  $5.0 \times 10^9$ sperm/ml의 순서를 보였다. 계절별로 정자의 양을 비교하면 겨울이 206.9ml로 가장 많았고. 가을, 봄, 여름 순으로 줄어들었다. 정자 농도는 봄에  $4.9 \times 10^9$ sperm/ml으로 가장 높았고, 겨울, 여름, 가을 순으로 감소하는 것으로 보고된 바 있다(김, 2014).

## 2. 번식능력과 복당 산자수

돼지의 복당 산자수는 이유자돈의 생산력에 결정적인 영향을 미치며 연간 모돈의 복당 출하두수를 결정하는 중요한 형질이다(김과 정, 1991). 모돈의 번식 능력은 품종, 나이, 산차, 계절, 사육환경조건 등을 포함하여 여러 가지 요인들이 복합적으로 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 주요 품종별 산차별 연구보고 결과 복당 산자수를 요약하면 다음과 같다.

### 1) 랜드레이스 품종의 복당 산자수

국내연구에서 랜드레이스 품종의 복당 산자수는 8.5~11.0두의 범위로 보고되고 있으며, 외국에서는 9.4~14.3두의 범위로 비교적 큰 편차를 보이는 것으로 보고되고 있다.

국내 랜드레이스 품종에서 김 등(1988)은 10.2두, 연(2001)은 10.3두로 보고하였고, 이(2002)는 총산자수가 10.8두로 보고하였다, 배(1993)는 9.2로 요크셔 품종과 비슷하다고 보고한 바 있다. 정 등(2008)은 11.0두, 이 등(1987)은 9.0두라고 복당 산자수를 보고하였다. 또한 백 등(1983)은 9.4두, 박 등(1978)은 8.5두라고 보고하였고, 이(2009)는 26,713복에 대한 산자수 평균을 10.9두로 보고하였다. 배 등(1994)의 보고에 의하면 랜드레이스 품종의 평균능력은 복당 산자수에서 9.2두, 신 등(1984)은 11.0두, 이(1985)는 9.0두라고 하였으며, 나(1988)는 9.3두, 이(1981)는 9.3두, 김 등(1988)은 10.2두로 보고하였다.

외국의 보고에 의하면, Su 등(2007)은 랜드레이스 모돈 9,310복의 자료를 이용하여 분석한 결과 14.3두로 보고하였으며, Serenius 등(2004)은 10.5두라고 보고하였고, Southwood와 Kennedy(1990)는 9.4두인 것으로 조사했으며, Kuhlert와 Jungst(1993)는 랜드레이스 품종에서 9.8두로 보고한 바 있다.

## 2) 요크셔 품종의 복당 산자수

국내 연구보고에 의하면 요크셔 품종의 복당 산자수는 8.5~12.7의 범위로 보고되고 있었으며, 외국의 연구보고에서는 9.5~13.1두의 범위를 보이고 있다.

김 등(1988)은 복당 산자수를 10.2두라고 보고하였으며, 상과 안(1984)은 다른 품종에 비해 요크셔 품종에서 복당 평균 산자수가 12.7두로 가장 우수한 성적을 보였다고 보고한 바 있다. 요크셔 품종에서 연 (2001)은 10.1두, 이 (2002)는 10.8두, 배(1993)는 9.2두의 복당 산자수를 보고하였으며, 정 등(2008)은 11.5두, 이 (2009)는 4산차에서 11.6두, 윤(1996)은 10.5두, 김(2001)은 9.1두, 이 등(1987)은 9.9두로 보고하였다. 백 등(1983)은 산자수가 9.7두, 정과 박(1979)은 8.5두, 배 등(1994)은 9.2두로 조사되었고, 신 등(1984)은 10.2두 라고 보고하였다. Arango 등(2005)은 요크셔의 복당 산자수를 11.4두로 보고하였고, Bereskin 등(1981)은 9.9두, Southwood와 Kennedy(1990)는 9.5두라고 보고하였다. Bereskin(1984)은 11.0두이었다고 보고하였다. Bereskin과 Frobish(1981)는 요크셔 품종 1산차 산자수는 10.5두로 보고하였고, Su 등(2007)은 13.1두라고 보고하였다. 요크셔 품종에서 Bereskin과 Frobish(1981)는 1산차에서 10.5두로 보고하였고, Tummaruka 등(2001)은 1산차에서 11.7두, 2산차에서 10.7두로 보고하였다. Arango와 Misztal(2005)는 요크셔 품종 47,454복을 분석한 결과 복당 산자수가 11.4두로 보고하였고, Damgaard 등(2003)은 11.2두, Serenius 등(2004)은 경산돈에서 10.7두로 보고하였다

## 3) 두록 품종의 복당 산자수

다수의 연구에서 두록 품종의 복당 산자수는 랜드레이스, 요크셔 품종보다 다소 적은 8.1~11.7두의 범위로 보고되고 있었다.

상과 안(1984)이 11.7두라고 보고하였으며, 이 등(1987)은 8.3두로 두록 품종의 산자수가 가장 낮은 것으로 나타났다. 백 등(1983)은 9.7두 라고 보고하였으며, 박 등(1979)은 8.7두 라고 보고하였다. 또 정과 박(1979)의 보고에서 두록 품종의 산자수는 8.1두라고 하였으며, 정(1982)은 8.8두, 백(1983)은 산자수가 8.8두라고 보고하였다. Bereskin 등(1981)은 8.6두, Young(1976)은 두록 품종이 9.4두로 높은

편이라고 보고하였다. 이 등(1985)은 두록 품종에서 복당 산자수가 8.3두, 나(1988)는 8.1두라고 보고하였다. 김 등(1988)은 두록 품종의 산자수가 9.8두로 랜드레이스와 요크셔 품종에 비해 복당 산자수가 적었다고 보고하였다.

#### 4) 모든 산차와 복당산자수

일반적으로 모든 품종에서 모든의 산차가 진행될수록 복당 산자수는 증가하는 것으로 요약되고 있다(Korkman, 1947; Lastey, 1957; Kenenedy와 Moxley, 1978). 초산차를 시작으로 복당 산자수는 점차 증가하다가 4산차부터 7산차에 이르러서 최대의 복당 산자수를 나타내며, 그 후 8산차 이후부터는 복당 산자수가 점차 줄어드는 경향으로 보고되고 있다(Keith, 1930; Lush와 Molln, 1942; Lush와 Molln, 1942; Lasley, 1957; 김 등, 1983; 한 등, 1979).

Roehe과 Kenned(1995)는 1977년부터 1992년까지 분만자료를 분석한 1산차 5,563복에서 9.1두, 2산차 5,173두에서 9.5로 보고하였다. 정과 박(1979)은 2산차에서 8.8두로 가장 높다고 하였으며, Roehe(1995)는 1~4산 평균 산자수 각각 9.5, 9.9, 10.6, 11.0두로 보고하였고, 이(1985)는 1산차와 9산차에서의 산자수가 각각 8.9두, 8.5두로 가장 적었고, 6산차와 7산차에서 각각 11.1두, 11.0두로 산자수가 가장 많았다고 보고하였다. 박 등(1989)은 순종일 경우 1산차 복당 산자수가 8.6두, 2산차일 때 9.0두, 3~6산차일 때 9.5두, 7~8산차일 때 9.3두, 9산차일 때 8.8두라고 보고하였고, 3~6산차가 모든 산차 중 산자수가 가장 우수하다고 보고하였다. 연(2001)은 복당 산자수가 5산차에서 11.9두로 높았고, 초산에서 10.2두로 가장 적었으며, 2산차부터 5산까지는 점차 증가한 후 6산부터는 감소하기 시작하여, 8산차 이상은 급격히 감소하여 10.8두를 나타내었다고 보고하였다. 정 등(2008)은 총 산자수가 4산차에서 11.8두로 가장 높게 나타났으며, 4산차 이후 산차가 증가할수록 감소하는 추세를 보였다고 보고하였다.

품종간 산차별 비교에서 나 등(1988)의 보고에 의하면, 4산차에서 랜드레이스 품종의 산자수가 10.2두, 두록 품종이 8.6두로 가장 많았으며, 요크셔 품종은 2산차에서 8.3두라고 하였다. 나 등(1988)은 1산차에서 랜드레이스, 요크셔, 두록 품종의 복당 산자수가 각각 8.6, 7.4, 7.7두로 초산에서 가장 적은 산자수를

기록하였으며, 5산차 이후로는 산차가 증가함에 따라 산자수는 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다. 랜드레이스 품종에서 1산차에서 9.1두, 2산차에서 9.7두, 3산차에서 10.6두로 랜드레이스와 두록 품종 모두 1산차의 기록이 가장 낮았으며, 3산차 기록이 가장 우수한 결과를 보였다(Irgang 등, 1994)

### 3. 주요 경제형질과 능력

돼지의 산육능력을 지배하는 주요 경제형질로는 90kg 도달일령, 등지방두께, 등심단면적, 도체율, 정육율, 일당증체량, 사료효율 등을 들 수 있는데, 이들 형질도 품종, 성별, 계절 등의 환경영향이 있는 것으로 보고되고 있으며, 또한 검정방법, 측정방법에 따라서도 편차가 고려되고 있었다. 이들 주요 경제형질들에 대한 연구보고를 요약하면 다음과 같다.

Bereskin(1987)은 수돼지에서 90kg 도달일령이 146.5일이었고, 암돼지에서 152.1일로 수돼지가 암돼지보다 빨리 성장하였다고 보고하였다. Johnson과 Nugent(2003)는 1992년에서 1999년도의 랜드레이스, 요크셔, 두록 및 햄프셔 품종의 등지방두께가 각각 1.71, 1.66, 1.82 및 1.50cm로 보고하였으며, 등심단면적은 각각 39.6, 40.9, 39.6 및 41.9cm<sup>2</sup>라고 보고했다. Suzuki 등(2005)은 1995년부터 2001년까지 1,642두의 두록 품종에서 등지방두께 2.37cm로 보고하였다. Van Diepen과 Kennedy(1989)은 3,513두의 검정소 검정 수컷과 13,760두의 농장검정된 수컷 및 28,204두의 농장 검정된 암컷의 90kg도달일령을 조사한 결과 각각 155.0, 159.6 및 167.2일 이었다고 보고하였으며, Bereskin(1987)은 수돼지와 암돼지의 등지방두께가 각각 2.5 및 2.8cm로서 수돼지가 더 유리하다고 보고하였다.

도체율, 정육율, 신선육의 비율에서는 Gresham 등(1994)은 실용 수돼지에 대하여 B-mode 초음파 예측치와 도축한 실측치의 비교로 돼지의 도체성분을 예측하는 연구에서 2회에 걸친 측정치 평균이 신선육율에 있어 57.5, 56.7%이었다고 보고하였고, Smith 등(1992)은 실용 돼지그룹 수돼지를 91, 104.5 및 118kg 체중의 변화에 따른 B-mode 초음파 측정치를 예측하는 연구에서 각 체중별 정육율은 각각 53.6, 52.2 및 51.6%이었고, ALOKA 210DX로 측정한 정육율은 각각 55.7, 53.9 및 52.8%이었다고 보고하였다. Martel 등(1988)은 암돼지와 거세돈의 정육율이 각각 51.5, 47.6%라고 보고하였다. 2003년 박은 암돼지와 수돼지의 정육율이 각각 56.4, 56.8%라고 보고하였다.

출생계절과 성장관계에서는 백(1995)의 보고에 의하면 3품종(요크셔, 두록,

랜드레이스)에 대해서는 봄과 여름에 출생한 검정돼지보다 가을과 겨울에 출생한 검정돼지의 성장이 빠른 경향을 보인다고 하였고, 최와 이(2001)의 연구에서도 평균 등지방두께의 경우 11~1월에 출생한 돼지의 등지방두께가 얇았고, 6~8월에 출생한 돼지가 두꺼운 등지방을 가지는 것으로 나타났다. 정(1989)은 2~4월에 출생한 돼지의 등지방두께가 가장 얇았고, 10월에 출생한 돼지가 가장 두꺼웠다고 보고하였다. 나 등(1998)은 공인 제2종돈 능력검정소에서 검정된 3품종(요크셔, 두록, 랜드레이스)의 출생계절 효과에서 가을에 출생한 돼지가 사료효율을 제외한 일당증체량, 90kg 도달일령, 등지방두께에 대해 전 형질에서 가장 우수하게 나타났으며, 등지방두께에서는 봄에 출생한 돼지가 우수하였고, 일당증체량, 사료효율, 90kg 도달일령에서는 겨울에 출생한 돼지가 우수하게 나타났다.

일당증체량에 있어서 최와 이(2001)는 6~7월에 출생한 돼지와 12월에 출생한 돼지의 증체율이 우수하며 3~4월에 출생한 돼지의 증체율이 불량하다고 보고하였다. 90kg 도달일령에 있어서 최와 이(2001)는 7월과 12월에 출생한 돼지가 각각 147.7일 및 147.3일로 3월과 4월에 출생한 돼지의 149.5일 및 149.4일보다 우수하다고 보고하였다.

박(1993)은 검정종료 월의 효과에 대해서 90kg 도달일령은 6~8월이 가장 짧았고, 1~2월이 가장 길었으며, 일당증체량은 8월이 가장 우수하고 2월이 가장 불량하였고, 등지방두께는 3월이 가장 얇았으며 8월이 가장 두꺼웠다고 보고하였으며 선발지수는 8월이 가장 우수했고 2월이 가장 불량했다고 보고하였다. 검정종료 년도에 있어서 박(1993)은 검정종료 년도간 차이가 90kg 도달일령에 대해서 요크셔 및 전체 검정돼지에 대해서는 1% 수준에서 유의성이 인정되었다고 보고하였다. 그리고 일당증체량, 등지방두께에 대해서는 각 품종 및 전체 검정돼지에서 모두 1% 수준에서 유의성이 인정되었다고 보고하였다.

서(1990)는 두록, 햄프셔, 랜드레이스 및 요크셔에서 일당증체량, 등지방두께에 대하여 검정종료 년도가 5% 수준에서 통계적 유의성이 인정된다고 보고하였다. 서(1996)는 검정개시 체중이 1kg 증가함에 따라 일당증체량, 90kg 도달일령 및 등지방두께는 각각 0.6g, -0.3일 및 0.002cm씩 변화하였으며, 검정종료 체중이 1kg 증가함에 따라 일당증체량, 90kg 도달일령 및 등지방두께가 각각 10.46g, -0.97일 및 0.011cm씩 변화하였다고 보고하였다. 박(2003)은 검정개시 체중이 1kg

증가함에 따라 일당증체량, 90kg 도달일령, 등지방두께는 각각 1.79g, -0.32일, -0.001cm씩 변화하였으며, 검정종료 체중이 1kg 증가함에 따라 일당증체량, 90kg 도달일령, 등지방두께가 각각 7.9g, -0.7일, -0.004cm씩 변화하였으나, 검정개시 체중과 검정종료 체중은 정육율에서 유의적으로 영향을 미치지 않는 것으로 보고하였다.

최(2006)의 보고에 의하면 90kg 도달일령이 수태지와 암태지에서 각각 144.7, 151.5일, 일당증체량이 592.6g, 등지방두께는 15.5mm, 정육율이 55.9%, 선발지수가 100.4로 나타났으며, 형질별 최소자승평균은 암태지와 수태지에서 각각 90kg 도달일령은 149.5와 153.7일, 일당증체량은 599.4와 584.4g, 등지방두께는 15.9와 13.8mm, 정육율은 55.5와 57.0%, 선발지수는 102.1와 91.6으로 등지방두께와 정육율을 제외한 다른 형질에서 암태지가 수태지보다 우수하였다. 또한, 출생계절의 효과에서 90kg 도달일령과 일당증체량은 겨울이 각각 149.7일, 599.9g으로 가장 높게 나타났으며, 등지방두께는 가을이 14.7mm로 가장 얇게 나타났다. 정육율과 선발지수는 봄이 각각 56.6%, 97.7로 가장 높게 나타난 것으로 보고하였다.

박 등(2003)에 의하면 각 형질의 평균 능력은 최소자승평균을 기준으로 일당증체량 959.9g, 90kg 도달일령 138.4일, 등지방두께 1.41cm 및 정육율 56.7%로 나타났으며, 품종간에 유의한 차이를 보였다. 또한, 일당증체량과 90kg 도달일령은 두록에서 966.4g, 137.1일로 가장 우수하였고, 요크셔에서 938.8g, 140.06일로 가장 불량하였으며, 등지방두께는 랜드레이스에서 1.4cm 내외로 가장 우수하고, 두록에서 1.6cm 내외로 가장 불량하였다. 김(2009)의 보고에는 두록 품종의 경제형질인 100kg 도달일령은 156.1일, 등지방두께 16.57mm, 160일령 종료시 체중은 106.5kg, 일당증체량은 0.87kg로 랜드레이스, 요크셔보다 우수하였고, 등지방두께는 랜드레이스 1산차에서 16.0, 요크셔 1산차에서 16.9, 두록은 2산차에서 17.5mm로 저산차 모돈에서 생산된 개체에서 높게 나타났다.

박(1995)는 랜드레이스 품종 90kg 도달일령 151.3일이라고 보고하였고, 백 등(1995)이 보고한 자료에는 요크셔, 두록 및 랜드레이스 품종에서 90kg 도달일령이 각각 142.5일, 139.3일 및 140.7일로 나타나고 있다. Song(2002)은 요크셔품종 16,202두에서 일당증체량을 확인한 결과 595.9g 이였고, Kang(2007)은 중돈장에서 농장 검정된 요크셔종 및 두록종 876두의 일당증체량이 590.6g으로 다소 낮은



수치를 보이고 있다. 나 등(1998)은 요크셔, 두록 및 랜드레이스 품종의 90kg 도달일령에 대한 최소자승평균 및 표준오차가 각각 145.2일, 142.2일 및 142.5일로 보고하였으며, 최 등(2001)은 요크셔, 두록 및 랜드레이스 품종에 대한 90kg 도달일령에 대한 최소자승평균 및 표준오차가 146.1일 내외로 보고한 바 있다. 백(1995)은 봄에 등지방두께, 일당증체량, 90kg 도달일령이 각각 1.55cm, 830.2g, 146.3일, 여름에 각각 1.60cm, 892.6g, 142.3일, 가을에 각각 1.53cm, 936.9g, 136.4일, 겨울에 각각 1.59cm, 926.1g, 138.3일이었다고 보고하였다. 설(2012)의 연구결과에 의하면 돼지의 주요 경제형질의 평균치는 90kg 도달일령은 151.2일, 일당증체량은 596.7g, 등지방두께는 14.8mm, 등심단면적은 46.1cm<sup>2</sup>, 정육율은 56.7%이었으며, 90kg 도달일령에서 암돼지가 152.1일, 수돼지가 141.3일, 일당증체량이 암돼지가 591.6g, 수돼지가 635.8g로 수돼지가 암돼지에 비해 우수한 능력을 보이고 있으며, 겨울에 태어난 개체의 90kg 도달일령, 일당증체량이 각각 148.9일, 607.3g으로 가장 높게 나타났으며, 봄에 태어난 개체가 157.7일, 591.5g으로 가장 낮게 나타났다. 또한 검정종료 계절의 효과는 90kg 도달일령, 일당증체량에서 여름이 가장 우수하게 나타났으며 가을이 가장 불량하게 나타났다. 등지방두께는 가을이 가장 불량하게 나타났다. 백(1995)은 수컷과 암컷에서 등지방두께가 각각 1.53, 1.60cm이었다고 보고하였으며, 오(2005)는 12.5, 14.4mm이었다고 보고하였고, 최(2006)는 수컷과 암컷에서 등지방두께가 각각 11.4, 13.0mm이었다고 보고하였다.

이상의 보고된 경제능력들을 요약해보면 90kg 도달일령은 품종과 성별에 차이가 있었으며, 외국의 연구보고에서는 146.5~167.2일의 범위로 보고되고 있으며, 국내에서는 137.1~153.7의 범위로 보고되고 있었다. 등지방두께는 또한 품종과 성별에 차이가 있으며, 외국의 보고에서는 1.5~2.8cm의 범위로 보고되고 있으며, 국내에서는 11.4~16.9mm의 범위로 보고되고 있었다. 등심단면적은 외국에서 39.6~41.9cm<sup>2</sup>의 범위로 보고되고 있었고, 초음파에 의한 정육율은 외국에서는 47.6~57.5%, 국내연구에서는 55.5~57.0%로 보고되고 있었다.

또한 대부분의 연구에서 경제형질에 대한 품종과 성별의 영향은 물론, 출생계절의 영향을 유의적으로 보고하고 있었으며, 기타 어미 산차의 영향과 검정종료계절의 영향도 있는 것으로 보고하고 있었다.

### III. 품종 및 계절이 수태지 정액품질에 미치는 영향

#### 1. ABSTRACT

The main objective of this study was to investigate the phenotypic variability of the semen ejaculate volume and sperm motility in Berkshire, Duroc, Landrace and Yorkshire breeds and the effects of breed and seasonal variations. A total of 5,214 records for the semen quality data from LPA, Jeju Province were obtained and analysed using GLM procedure in SAS statistical package. A general linear model used in this analysis included two fixed effects of the month of year and breed, and one random error term.

The results obtained in the study are summarized as follows:

- 1) All the fixed effects, breed and season on the semen quality included in the statistical model were significant ( $p < 0.01$ ).
- 2) The range of least-squares means for the effect of month on the semen quality were 250.1~314.1ml for volume of semen, 260.1~337.7 $\times 10^6$ /ml for sperm concentration, 78,031.7~86,484.9 $\times 10^6$  for number of sperms per ejaculate and 83.6~92.2% for motility. The volume of semen were the highest amount in winter and the least amount in summer, and their difference of least squares means was significant ( $p < 0.01$ ).
- 3) The range of least-squares means for the effect of breed on the semen quality were 270.4~305.9ml for volume of semen, 266.2~299.7 $\times 10^6$ /ml for sperm concentration, 71,238.6~90,153.6 $\times 10^6$  for number of sperms per

ejaculate and 86.7~91.0% for motility. For the volume of semen, Landrace breed produces the highest amount of 305.9ml and the difference of amount between any other breed, Berkshire, Duroc or Yorkshire shows significancy ( $p < 0.01$ ).

- 4) The simple correlation coefficients between the traits of semen quality were -0.11 between volume of semen and sperm concentration, 0.57 between volume of semen and number of sperms per ejaculate, 0.71 between sperm concentration and number of sperms per ejaculate, 0.38 between sperm concentration and motility, 0.25 between number of sperms per ejaculate and motility and -0.06 between volume of semen and motility.

## 2. 재료 및 방법

본 연구는 동경 126 ° 32', 북위 33 ° 22' 제주특별자치도 축산진흥원 종돈장 돼지 인공수정센터에서 수행하였다. 정액채취 종모돈은 2013년 4월부터 2015년 7월까지 인공수정센터에서 사육한 종모돈을 사용하였다. 이 기간 동안 정액채취에 이용된 종모돈은 총 234마리이며, 품종별로는 랜드레이스 49, 요크셔 51, 두록 99, 버크셔 35마리이다.

종모돈은 미국, 캐나다 및 자체 후보돈에서 선발 입식하였으며, 선발기준은 체중 90kg 보정기준으로 일당증체량 1,000g 이상, 등지방두께 14mm 이하이다.

1세에서 2세의 어린 수돼지를 정액채취에 사용하였으며, 정액채취 초기에 정액 성상이 불량한 개체는 조기 도태하여 정액채취에서 제외되었다. 정액채취 개시일령은 8개월령 전후에 실시하였고, 연중 종모돈 갱신율은 40% 이상을 유지하여 안정적인 고품질 정액생산을 가능케 했다.

### 1) 종모돈 사양관리 및 사육환경

수돼지는 종모돈사에서 개체별 마리 당 10m<sup>2</sup>의 돈방에서 사육되었고, 돈방구조는 콘크리트와 콘슬랏 바닥과 파이프 구조물로 벽체를 구성하고 있다. 급수시설은 개체별 급수가 무제한 가능하도록 돈방 내부 사료 급이통에 니플이 장착되어 있다. 사료는 제주축산진흥원 사료급여 기준에 의하여 급여했다.

종모돈사는 평균 15±1℃(평균 최저 5.7℃, 최고 26.8℃)를 유지했으며, 상대습도는 69%(최소 64%, 최대 78%)이다. 돈사 내부의 공기 순환 수준은 여름 0.20m/sec, 겨울 0.15m/sec로 관리되었다.

조사기간 동안 온도(℃), 습도(%), 이슬점(℃), 풍속(km/h)과 돌풍 풍속(km/h)은 제주특별자치도 기상청 자료를 이용하였다(Fig.1).

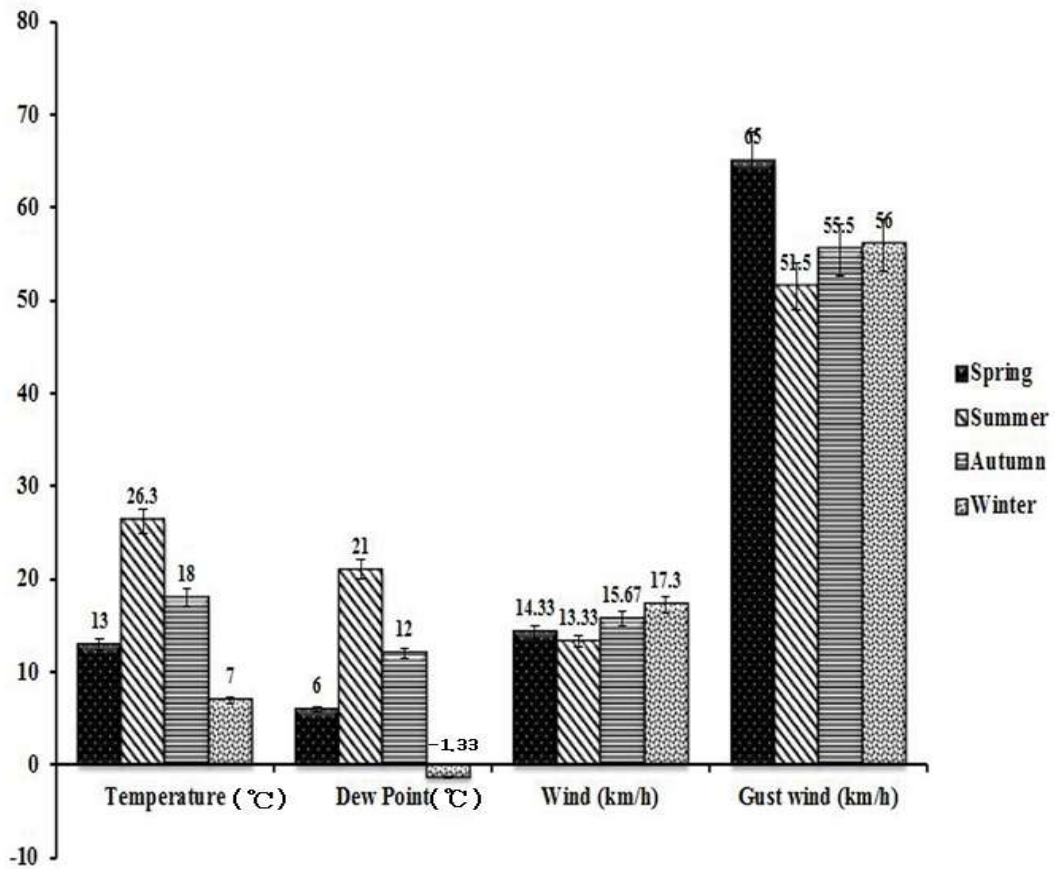


Figure 1-1. Seasonal variations of environmental temperature and wind speed from March 2013 to February 2014.

## 2) 정액 채취 및 수집

종모돈의 사정횟수는 총 5,214회이며, 품종별로는 랜드레이스 788회, 요크셔 768회, 두록 2,941회, 버크셔 717회로서 종모돈 마리당 평균 사정횟수는 1,303회이다.

정액은 모든 품종 및 계절에 관계없이 동일한 시간대에 수집하였다. 정액 채취는 의빈대에 승가시켜 맨손채취법(수압법)으로 하였으며, 정액 교질물은 채취과정에서 버리고 원정액만 500ml 채취컵을 이용하여 수집하였다. 정액채취 후 정자활력이 급격히 떨어지거나 희석과정에서 활력저하로 인한 인공수정 부적합 정액에 대한 자료는 기록에서 제외하였다. 정액이나 소변이 섞인 노란색 정액은 채취하지 않고 폐기하였다. 또한 정액 채취시 1회용 수술장갑과 멸균거즈를 사용하여 오염물 유입을 최소화 하였다.

정액채취 후 정액제조실로 최대한 신속하게 이동하여 정액성상 검사를 실시하였고, 교질물은 멸균거즈를 이용해 제거했다. 정액채취실은 수태지와 채취자가 안전하게 작업할 수 있도록 미끄럼 방지용 매트가 깔려 있고, 의빈대는 채취실에 1개씩 배치했다. 의빈대는 암태지의 체형을 모방한 금속제로 되어 있으며, 규격은 길이 100cm, 높이 50cm, 폭 25cm이다. 의빈대 높이는 정액 채취 수태지의 크기에 따라 조절할 수 있도록 되어 있다.

정액채취 전 10분 이상 수태지는 성적충동을 유발하도록 지속적인 마사지를 실시했다. 수집 후 분석을 위해 정액량(ml)은 눈금 실린더로 측정하였다. 정액 희석액으로 Suidil green을 사용하였다. 사정 당 정액량(ml), 정자수( $\times 10^9$ ), 정자 농도( $\times 10^6$ /ml)와 정자활력(TM, %)에 대해서 품종별, 계절별로 분석하였다.

채취한 정액은 FSA2011(Medical Supply Co., Ltd., Seoul, S. Korea)에 의해 분석되었다. 1회 사정 당 정자의 수는 수집된 정액량과 정액의 정자농도에 기초하여 계산 되었다.

### 3) 통계분석 방법

본 연구에서 조사한 정액량, 정자농도, 총 정자수, 정자활력에 영향을 미치는 요인으로 월별, 품종, 품종내 종모돈의 효과를 추정하기 위하여 다음과 같은 선형모형을 사용하였다.

$$Y_{ijkl} = \mu + MON_i + BD_j + ID_{jk} + e_{ijkl}$$

여기서,

$Y_{ijkl}$  : i번째 월의 j번째 품종의 k번째 개체의 l번째 측정치

$\mu$  : 공통평균

$MON_i$  : i번째 월의 효과( $i = 1, 2, \dots, 12$ )

$BD_j$  : j번째 품종의 효과( $m = 1, 2, 3, 4$ )

$ID_{jk}$  : j번째 품종내 k번째 종모돈의 효과

$e_{ijkl}$  : 임의 오차

본 연구에서 설정한 선형모형(Linear Model)은 SAS(9.1.3)를 이용하였으며, 분석방법은 GLM(Generalized Linear Model) procedure를 이용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 1) 통계모델에 대한 분산분석표

본 연구에서 분석한 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종의 정액량, 정자농도, 총 정자수, 정자활력에 대한 월별, 품종, 품종내 중모돈별 분산분석표를 Table 1-1에 제시하였다.

Table 1-1에 표시한 각 요인에 대한 유의성 검정 결과를 보면 정액량, 정자농도, 총 정자수, 정자활력에 대해 월별, 품종, 품종내 중모돈의 효과는 고도의 유의성 ( $p < 0.01$ )을 보이고 있다.



Table 1-1. Analysis of variance for the statistical model of semen quality.

Source	DF	F-Value			
		Volume of semen(ml)	Sperm concentration ( $\times 10^6$ /ml)	Number of sperms per ejaculate ( $\times 10^9$ )	Motility (TM,%)
Model	369	16.72**	11.86**	14.25**	8.11**
Month	11	46.48**	45.99**	3.58**	35.03**
Breed	3	20.17**	16.01**	33.07**	19.10**
Sire	355	16.01**	10.41**	13.51**	6.75**

\*\* ,  $p < 0.01$

## 2) 월의 효과에 따른 정액성상 비교

월의 효과에 따른 정액량, 정자농도, 총 정자수, 정자 활력의 차이는 표 1-2에 나타났다. 정액량은 겨울(12월 314.1ml, 1월 312.3ml, 296.9ml)이 가장 높았으며, 가을, 봄, 여름 순으로 감소하였다( $p < 0.01$ ). 월별로는 12월 314.1ml로 가장 많았으며, 6월이 250.1ml로 64ml 차이를 보이고 있다. 정액량은 1~6월까지는 점차적으로 줄었다가 7월부터 증가하기 시작하여 12월까지 증가 추세를 보이고 있다.

kunowska 등(2013)은 가을에서 겨울이 정액량이 가장 많고 여름이 가장 적었다고 보고하였고, Wolf 등(2009)은 10~12월에 정액량이 가장 많았으며, 3~4월에 가장 적은 양을 보였다고 보고하였다. Jeon 등(2000)은 겨울철이 228.6ml로 다른 계절에 비해 가장 높은 정액량을 보이고 있다. 월별, 계절별로 구분하여 비교 분석한 결과 정액량은 계절적인 요인에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

정자농도는 봄(3월  $294.7 \times 10^6$ /ml, 4월  $307.1 \times 10^6$ /ml, 5월  $337.7 \times 10^6$ /ml)이 가장 높았고, 다음으로 여름, 가을, 겨울 순으로 나타났다. 월별로는 5월이  $337.7 \times 10^6$ /ml로 가장 높았고, 1월이  $260.1 \times 10^6$ /ml로 가장 낮았다. 정자농도는 전반적으로 1~5월까지의 증가추세를 보이다가 6~12월까지 감소하는 양상을 보인다. Kim(2000)은 두록 품종에서 봄에 농후정액 농도가  $3.6 \times 10^6$ /ml이고, 요크셔 품종에서  $4.5 \times 10^6$ /ml로 정자농도가 봄에 가장 높게 나타나고 있다. Wolf 등(2009)은 겨울에서 이른 봄에 정자농도가 가장 높았으며, 여름에서 초가을에 가장 낮았다고 보고한 바 있다.

정자농도는 여름철 무더위에 의한 스트레스의 영향으로 감소하기 시작하여 가을철에 심하게 영향을 받고 있으며(Jeon 등, 2000), 일조시간의 차이 및 온도의 변화에 따른 결과와 일치한다고 볼 수 있다(kunowska 등, 2013).

1회 사정 당 총 정자수는 5월에  $86,484.9 \times 10^9$ 로 가장 많았으며, 8월에  $78,031.7 \times 10^9$ 로 가장 낮게 나타났다. 전체적으로 볼 때, 여름과 겨울은 정자수가 많고, 가을과 봄은 적게 나타났다.

정자활력은 83.6~92.2%의 범위를 보이고 있어 계절에 관계없이 양호한 수치를 보이고 있다. 이는 종모돈 정액채취 과정에서 정액성상이 불량하거나, 활력이 지나치게 낮은 정액, 이물질이 포함된 정액을 폐기해서 이용하지 않았기 때문에

연중 80% 이상의 높은 활력을 보이고 있다.

Savic 등(2013)은 2~3월에 정자활력이 가장 높고 9~10월에 가장 낮았다고 보고하였으며, Wolf 등(2009)은 1~6월에서 평균보다 높은 정자활력을 보이고 7~12월에서 평균보다 낮은 활력을 보였다. 본 연구에서 정자활력은 겨울에 90% 이상으로 높은 수치를 보이고 있으나 정자활력 측정 방법이 연구자마다 차이가 있어 객관적인 비교에는 한계가 있을 것으로 사료된다.

Table 1-2. Least-squares means and standard errors for the effect of month.

Month	Trait	Volume of semen(ml)	Sperm concentration ( $\times 10^6$ /ml)	Number of sperms per ejaculate ( $\times 10^9$ )	Motility (TM,%)
1		312.3 $\pm 3.7$	260.1 $\pm 4.7$	82522.4 $\pm 1630.5$	91.2 $\pm 0.5$
2		296.9 $\pm 3.7$	266.6 $\pm 4.7$	79984.4 $\pm 1631.6$	89.9 $\pm 0.5$
3		269.1 $\pm 3.5$	294.7 $\pm 4.4$	79012.4 $\pm 1537.0$	83.6 $\pm 0.4$
4		268.0 $\pm 3.3$	307.1 $\pm 4.2$	82208.3 $\pm 1464.9$	85.5 $\pm 0.4$
5		252.4 $\pm 3.2$	337.7 $\pm 4.1$	86484.9 $\pm 1416.0$	89.3 $\pm 0.4$
6		250.1 $\pm 3.2$	332.8 $\pm 4.1$	84040.5 $\pm 1409.7$	89.9 $\pm 0.4$
7		254.3 $\pm 3.1$	323.2 $\pm 4.0$	83648.6 $\pm 1379.3$	90.6 $\pm 0.4$
8		280.1 $\pm 3.5$	276.2 $\pm 4.5$	78031.7 $\pm 1558.2$	86.8 $\pm 0.4$
9		288.1 $\pm 3.6$	268.2 $\pm 4.6$	78770.3 $\pm 1607.5$	88.1 $\pm 0.4$
10		301.0 $\pm 3.7$	274.9 $\pm 4.8$	83155.9 $\pm 1645.6$	89.1 $\pm 0.5$
11		306.0 $\pm 3.9$	267.6 $\pm 5.0$	82224.4 $\pm 1730.9$	90.4 $\pm 0.5$
12		314.1 $\pm 3.8$	260.5 $\pm 4.8$	81848.7 $\pm 1676.1$	92.2 $\pm 0.5$

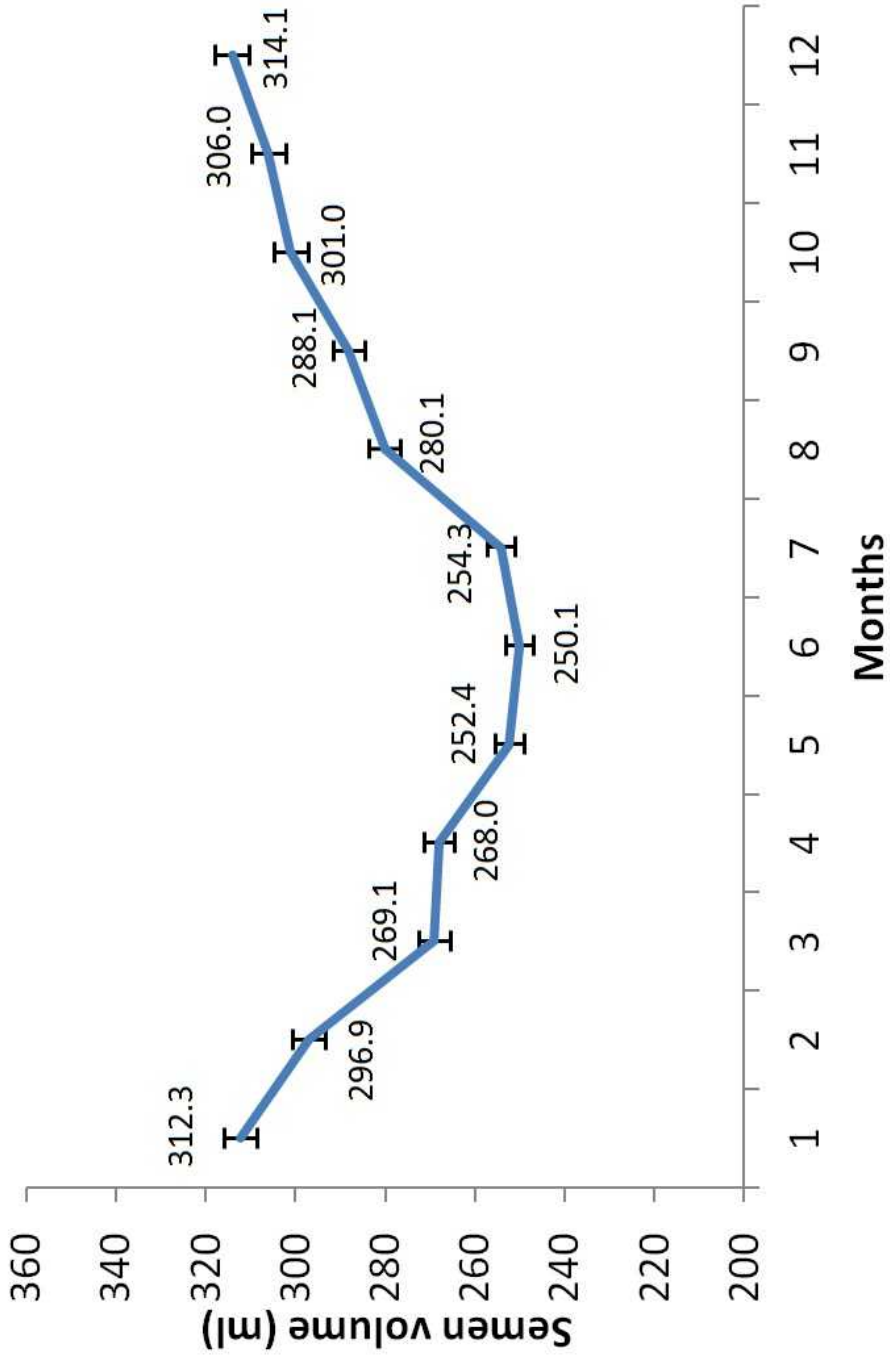


Figure 1-2a. Trend and the LSM of the volume of the semen for the effect of month.

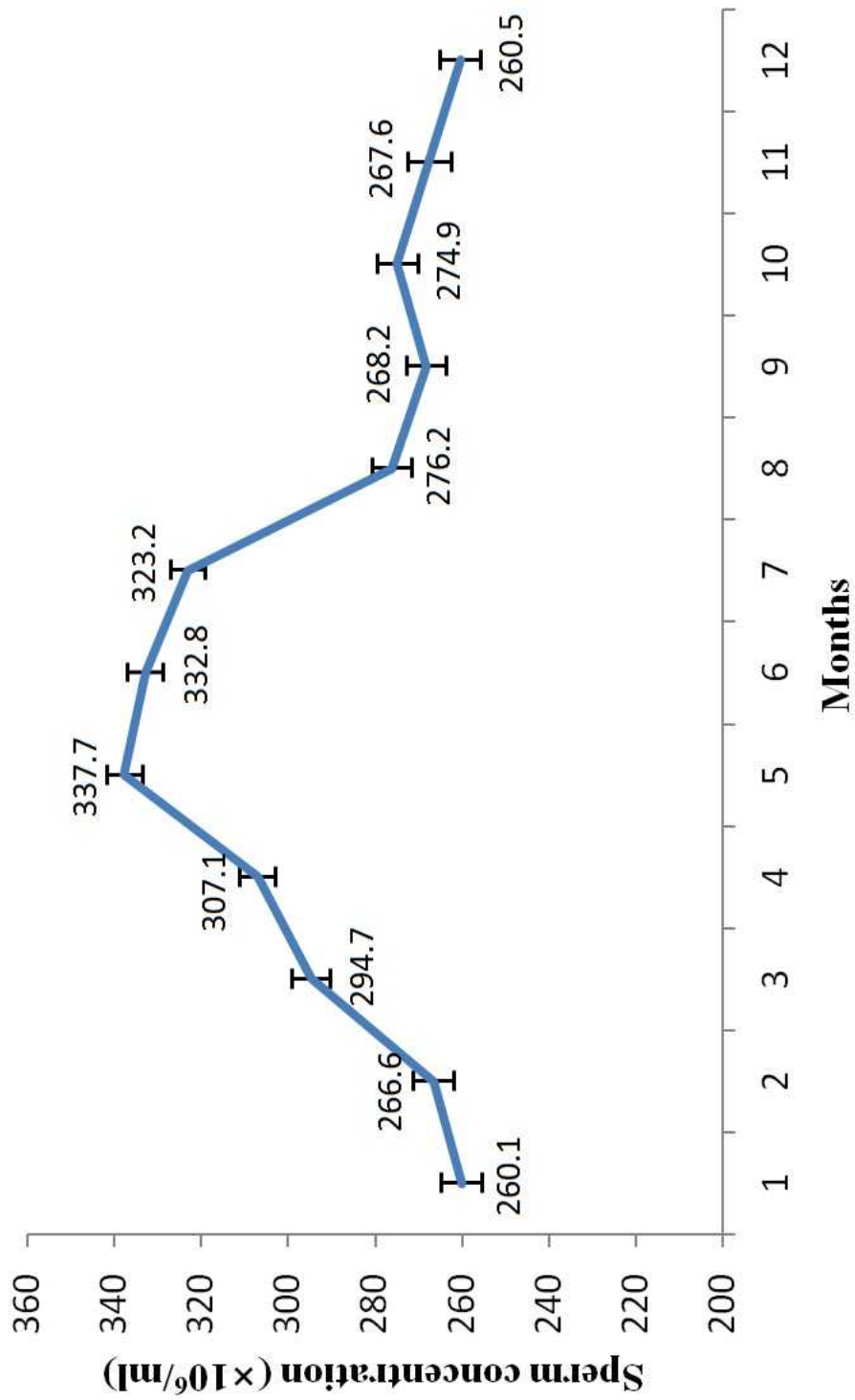


Figure 1-2b. Trend and the LSM of the sperm concentration for the effect of month.

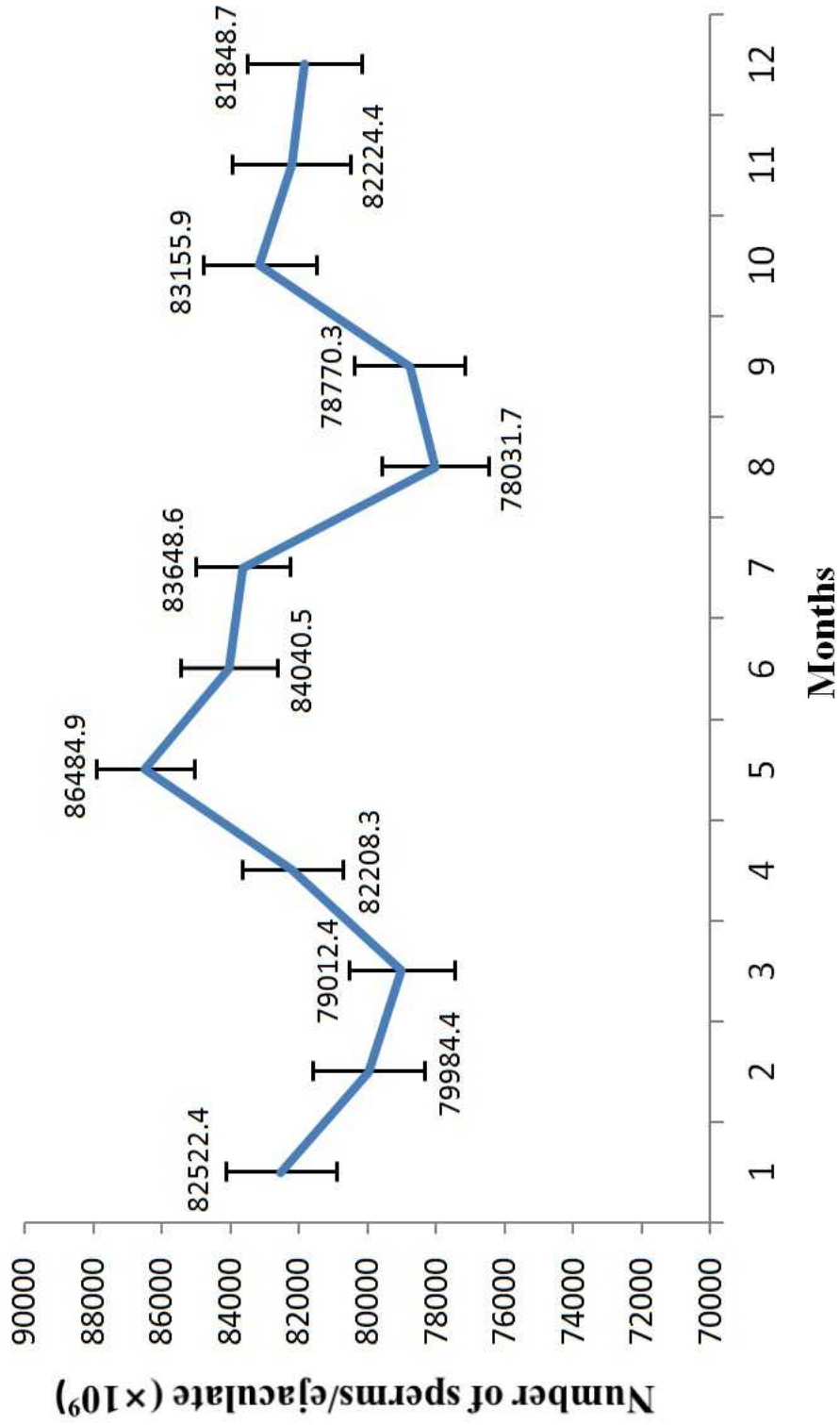


Figure 1-2c. Trend and the LSM of the number of sperms per ejaculate for the effect of month.

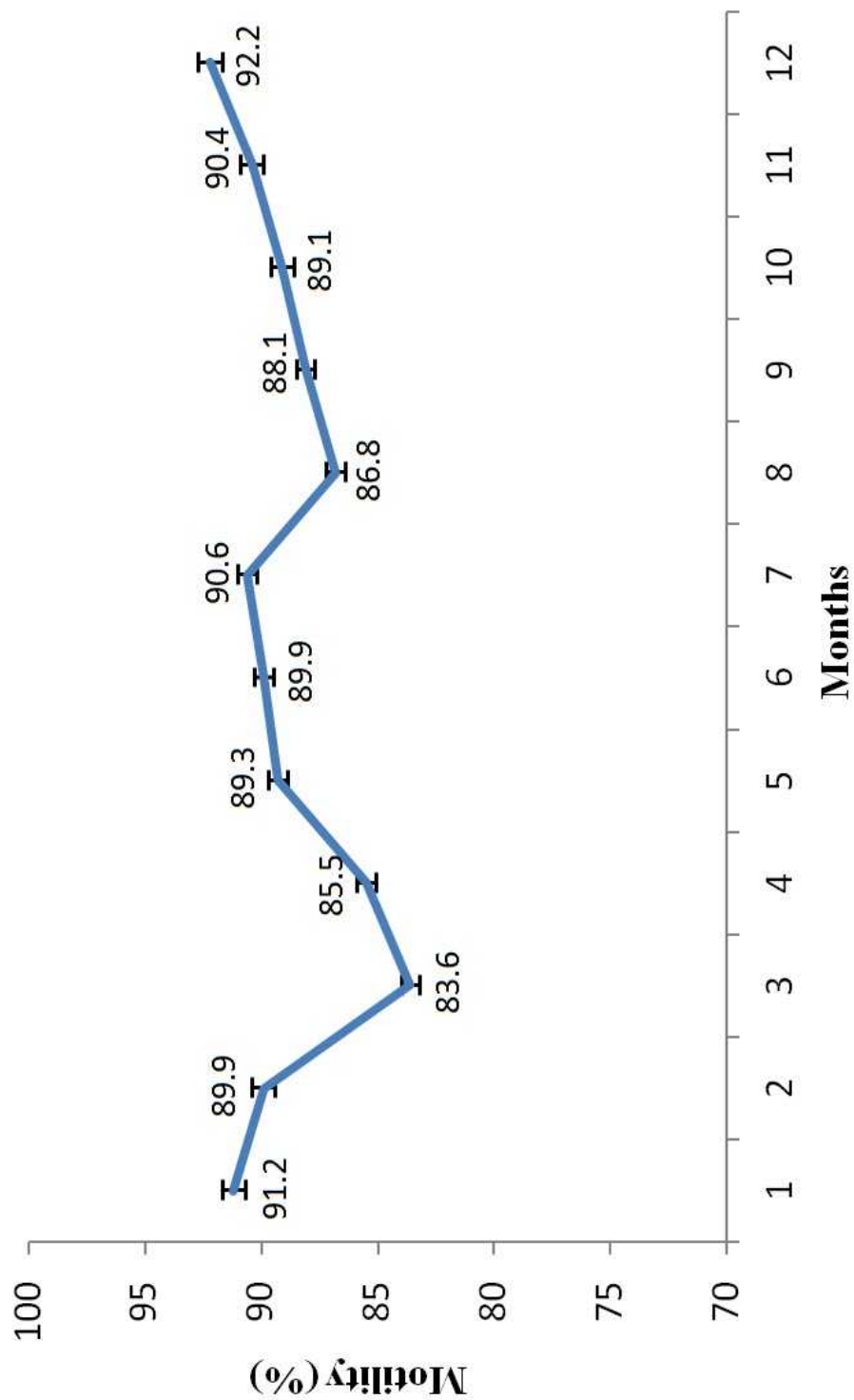


Figure 1-2d. Trend and the LSM of the motility for the effect of month.



### 3) 품종이 정액품질에 미치는 영향

버크셔, 두록, 랜드레이스 및 요크셔 품종이 정액량, 정자농도, 총 정자수, 정자 활력에 대한 측정 결과는 표 1-3에서 보여주고 있다.

정액량은 랜드레이스 품종에서 305.91ml로 가장 많으며, 다른 품종과 고도의 유의차( $p < 0.01$ )를 보이고 있다. 버크셔 271.2ml, 두록 270.4ml 및 요크셔 283.4ml의 정액량을 보이고 있으나 버크셔와 두록 품종 간에는 유의차가 없다( $p > 0.05$ ). Savic 등(2013)이 랜드레이스 품종에서 정액량이 가장 많다고 보고한 바와 일치한다. Jeon 등(2000)은 랜드레이스에서 266.8ml로 정액량이 가장 많고, 요크셔가 다음으로 많았으며, 두록이 가장 적었다고 보고했다. 연구자마다 정액량의 차이는 있으나 랜드레이스 품종이 가장 많은 수치를 보이고 있음을 알 수 있다.

정자농도는 버크셔  $299.6 \times 10^6/\text{ml}$ , 랜드레이스  $292.2 \times 10^6/\text{ml}$ , 요크셔  $298.5 \times 10^6/\text{ml}$ 의 수치를 보이고 있으나 품종간 유의차는 없는 것으로 나타났다. 두록 품종의 경우 정자농도가  $266.2 \times 10^6/\text{ml}$ 로 다른 품종에 비해 낮게 나타나고 있다. 다른 연구(Kommisrud 등, 2002; Savic 등, 2013)에서 보고된 내용과 상반된 결과를 보이고 있다. 이는 인공수정용 종모돈이 일당중체량과 등지방두께의 산육능력만을 고려하여 선발해서 정액을 채취했기 때문에 종모돈 개체 차이에서 오는 결과로 추정된다.

1회 사정 당 총 정자수는 랜드레이스 품종이  $90,153.5 \times 10^9$ 개로 가장 많고 두록 품종이  $71,238.6 \times 10^9$ 개로 가장 적었다. 버크셔와 요크셔는 각각  $84,492.3 \times 10^9$ 개,  $83,426.4 \times 10^9$ 개로 나타났으며, 유의차는 없었다( $p > 0.05$ ).

정자활력은 86.6~91.0%의 범위를 보이고 있으며, 요크셔 품종에서 91.0%로 가장 활력이 높게 나타나고 있다. Savic 등(2013)은 요크셔에서 85.0%로 가장 활력이 높았으며, 다음은 랜드레이스, 두록 순이었다. Wolf 등(2009)은 요크셔 품종이 두록 품종보다 활력이 높다고 보고했다. 이와 반대로 Kunowska 등(2011)은 두록, 요크셔 및 랜드레이스 품종에서 활력이 각각 79.34%, 79.15% 및 77.58%로 근소한 차이지만 두록이 가장 높은 활력을 보이고 있다. 연구자마다 다소 차이는 있으나 정자활력에 대한 품종간 차이가 크게 나타나지 않고 있으며, 대체적으로 인공수정에 적합한 수준의 높은 정자활력을 유지하고 있는 것으로 볼 수 있다.

Table 1-3. Least-squares means and standard errors for the effect of breed.

Breed	Trait	Volume of semen(ml)	Sperm concentration ( $\times 10^6$ /ml)	Number of sperms per ejaculate ( $\times 10^9$ )	Motility (TM,%)
	Berkshire		271.26 <sup>a</sup> ±4.70	299.65 <sup>a</sup> ±6.00	82492.39 <sup>a</sup> ±2056.59
Duroc		270.40 <sup>a</sup> ±2.55	266.24 <sup>b</sup> ±3.26	71238.60 <sup>b</sup> ±1117.43	86.65 <sup>c</sup> ±0.34
Landrace		305.91 <sup>b</sup> ±4.01	292.28 <sup>a</sup> ±5.12	90153.57 <sup>c</sup> ±1755.10	88.37 <sup>b</sup> ±0.54
Yorkshire		283.49 <sup>a</sup> ±3.77	298.54 <sup>a</sup> ±4.81	83426.46 <sup>a</sup> ±1650.00	91.00 <sup>a</sup> ±0.50

<sup>a,b</sup>Means in the same column not sharing common superscript letters differ( $p < 0.01$ ).

#### 4) 정액 형질들간의 단순상관

Table 1-4에는 정액품질과 관련된 각 형질들간의 단순 상관계수를 표시하였다. 정자농도와 정액량간의 상관계수는  $-0.11$ 로 낮은 부의 상관관계를 보이고 있고, 총 정자수와 정액량 및 정자농도간의 상관계수는 각각  $0.57$ ,  $0.71$ 로 높은 정의 상관관계를 나타내고 있다. 총 정자수는 인공수정용 정액제조시 생산물량을 결정하는 요인이므로 인공수정용 종모돈 선발시 형질들간의 상관관계를 충분히 고려해야 할 것이다.

정자활력과 정자농도 및 총 정자수간의 상관계수는 각각  $0.38$ ,  $0.25$ 로 정의 상관관계를 보이고 있다. 또한 정자활력과 정액량간의 상관계수는  $-0.06$ 으로 낮은 부의 상관관계를 보이고 있어 두 형질간의 영향력은 거의 없는 것으로 추정된다.

Table 1-4. Simple correlation coefficient between the traits of semen quality.

Trait	Volume of semen(ml)	Sperm concentration ( $\times 10^6$ /ml)	Number of sperms per ejaculate( $\times 10^9$ )
Sperm concentration ( $\times 10^6$ /ml)	-0.11 p<0.01		
Number of sperms per ejaculate( $\times 10^9$ )	0.57 p<0.01	0.71 p<0.01	
Motility(TM,%)	-0.06 p<0.01	0.38 p<0.01	0.25 p<0.01

p, probability

#### 4. 요약

본 연구는 2013년 4월부터 2015년 7월까지 제주특별자치도 축산진흥원 종돈장 돼지 인공수정센터에서 사육 중인 종모돈의 정액을 채취하여 품종(버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔), 계절의 정액성상에 미치는 영향을 규명하고자 수행하였다. 정액성상은 정액량, 정자농도, 총 정자수, 정자활력이며, 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 정액량은 겨울(12월 314.1ml, 1월 312.3ml, 2월 296.9ml)이 가장 높았으며, 가을, 봄, 여름 순으로 감소하였다( $p < 0.01$ ). 월별로는 12월 314.1ml로 가장 많았으며, 6월이 250.1ml로 64ml 차이를 보이고 있다. 정액량은 1~6월까지는 점차적으로 줄었다가 7월부터 증가하기 시작하여 12월까지 증가 추세를 보이고 있다. 정자농도는 봄(3월  $294.7 \times 10^6/\text{ml}$ , 4월  $307.1 \times 10^6/\text{ml}$ , 5월  $337.7 \times 10^6/\text{ml}$ )이 가장 높았고, 다음으로 여름, 가을, 겨울 순으로 나타났다. 월별로는 5월이  $337.7 \times 10^6/\text{ml}$ 로 가장 높았고, 1월이  $260.1 \times 10^6/\text{ml}$ 로 가장 낮았다. 1회 사정 당 총 정자수는 5월에  $86,484.9 \times 10^9$ 로 가장 많았으며, 8월에  $78,031.7 \times 10^9$ 로 가장 낮게 나타났다. 정자활력은 83.6~92.2%의 범위를 보이고 있어 계절에 관계없이 양호한 수치를 보이고 있다.
- 2) 정액량은 랜드레이스 품종에서 305.91ml로 가장 많으며, 다른 품종과 유의차( $p < 0.01$ )를 보이고 있다. 버크셔 271.2ml, 두록 270.4ml 및 요크셔 283.4ml의 정액량을 보이고 있으나 버크셔와 두록 품종 간에는 유의차가 없다( $p > 0.05$ ). 정자농도는 버크셔  $299.6 \times 10^6/\text{ml}$ , 랜드레이스  $292.2 \times 10^6/\text{ml}$ , 요크셔  $298.5 \times 10^6/\text{ml}$ 의 수치를 보이고 있으나 품종간 유의차는 없는 것으로 나타났다. 두록 품종의 경우 정자농도가  $266.2 \times 10^6/\text{ml}$ 로 다른 품종에 비해 낮게 나타나고 있다. 1회 사정 당 총 정자수는 랜드레이스 품종이  $90,153.5 \times 10^9$ 개로 가장 많고 두록 품종이  $71,238.6 \times 10^9$ 개로 가장 적었다. 버크셔와 요크셔 품종은 각각  $84,492.3 \times 10^9$ 개,  $83,426.4 \times 10^9$ 개로 나타났으며,

유의차는 없었다( $p>0.05$ ). 정자활력은 86.6~91.0%의 범위를 보이고 있으며, 요크셔 품종에서 91.0%로 가장 활력이 높게 나타나고 있다.

- 3) 정자농도와 정액량간의 상관계수는 -0.11로 낮은 부의 상관관계를 보이고 있고, 총 정자수와 정액량 및 정자농도간의 상관계수는 각각 0.57, 0.71로 높은 정의 상관관계를 나타내고 있다. 정자활력과 정자농도 및 총 정자수간의 상관계수는 각각 0.38, 0.25로 정의 상관관계를 보이고 있다. 또한 정자활력과 정액량간의 상관계수는 -0.06으로 낮은 부의 상관관계를 보이고 있어 두 형질간의 영향력은 거의 없는 것으로 추정된다.

## 5. 참고문헌

Abu Hassan A. D., Franken, D. R., Hoffman, B., Henkel, R. 2011. Accurate sperm morphology assessment predicts sperm function. *Andrologia*(in press).

Araujo, A. B., Wittert, G. A. 2011. Endocrinology of the aging male. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 25: 303-319.

Banaszewska, D. and Kondracki, S. 2012. An assessment of the breeding maturity of insemination boars based on ejaculate quality changes. *Folia Biol (Krakow).* 60: 151-162.

Banaszewska, D., Kondracki, S., and Wysokinska, A. 2007. The influence of the season on the sperm morphology young boars used for insemination. *Acta Sci Pol Zootechnica.* 6: 3-14.

Bennett, G. H., and O'Hagan, C. 1964. Factors influencing the success of artificial insemination in pigs. *Proc Vth Int Congr Anim Reprod.* 4: 481.

Blomberg, JM, PJ Bjerrum, JE Nielsen, UN Joensen, IA Olesen, JH Petersen, A Juul S Dissing and N Jorgensen, 2011. Vitamin D is positively associated with sperm motility and increases intracellular calcium in human spermatozoa. *Hum Reprod.* 26: 1307-1317.

Bouillon R, G Carmeliet, L Verlinden, EE Van Etten, A Verstuyf, HF Luderer, L Lieben, C Mathieu and M Demay, 2008. Vitamin D and human health: lessons from vitamin D receptor null mice. *Endocr Rev.* 29: 726-776.

Brucka-Jastrzębska, E., Białek, M., brzezińska, M., kańczuga, D., Drewnowski, Chenoweth, P. J. 2005. Genetic sperm defects. *Theriogenology*. 64: 457-468.

Cheon, Y.M., Kim, H.K., Yang, C.B., Yi, Y.J., Park, S.C. 2002. Effect of season influencing semen characteristics, frozen-thawed sperm viability and testosterone concentration in Duroc boars, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 1: 500-503.

Chokoe, T. C., and F. K., Siebrits. 2009. Effects of season and regulated photoperiod on the reproductive performance of sows. *S Afr J Anim Sci.* 39: 45-54.

Ciereszko A, JS Ottobre and J Glogowski. 2000. Effects of season and breed on sperm acrosin activity and semen quality of boars. *Anim Reprod Sci.* 64: 89-96.

Clark, S. G., Schaeffer, D. J., Althouse, G. C. 2003. B-mode ultrasonographic evaluation of paired testicular diameter of mature boars in relation to average total sperm numbers. *Theriogenology* 60: 1011 - 1023.

Colenbrander, B., Kemp, B., 1990. Factors influencing semen quality in pigs. *J. Reprod. Fertil.* 40: 105-115.

Corcuera BD, R Hernandez-Gil, CDA Romero and SM Rillo. 2002. Relationship of environment temperature and boar facilities with seminal quality. *Livest Prod Sci.* 74: 55-62.



Czarnecki, R., Rózycki, M., Kawecka, M., Owskianny, J., Delikator, B., Kamyczek, M., Dziadek, K., 2000. Związek między aktywnością płciową młodych knurów a cechami ich nasienia. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego*. 48: 77-109.

Dacheux, J.L., Castella, S., Gatti, J.L. & Dacheux, F. 2005. Epididymal cell secretory activities and the role of proteins in boar sperm maturation. *Theriogenology*. 63: 319-341.

Dubiel, A. 1987. Wpływ wieku oraz leków układu adrenergicznego na odruchy płciowe i właściwości nasienia knurów wybranych ras. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 340: 121 - 140.

Flowers W. L. 2008. Genetic and phenotypic variation in reproductive traits of AI boars. *Theriogenology*. 70: 1297-1303.

Frangez, R., Gider, T., Kosec, M. 2005. Frequency of boar ejaculate collection and its influence on semen quality, pregnancy rate and litter size. *Acta Veterinaria Brno*. 74: 265-273.

Gączarzewicz, D., udała, J., lasota, B., błaszczyk, B. 2000. Kształtowanie się wybranych wskaźników oceny jakościowej i biochemicznej nasienia knurów eksploatowanych w zakładzie unasienniania zwierząt. *Zesz. Nauk. Chów Hod. Trzody Chlewnej*. 48: 93-101.

Gerrits R, J Lunney, A Johnson, V Pursel, R Kraeling, G Rohrer and J Dobrinsky. 2005. Perspectives for artificial insemination and genomics to improve global swine populations. *Theriogenology*. 63: 283-299.

Gibson, C. D. 1989. Examining for breeding soundness in boars. *Vet Med* 84, p. 200-13.

Gil, M. C., García-Herreros, M., Barón, F. J., Aparicio, I. M., Santos, A. J., García-marín, L. J. 2009. Morphometry of porcine spermatozoa and its functional significance in relation with the motility parameters in fresh semen. *Theriogenology*. 71: 254-263.

Hemsworth, P.H. 1996. Social factors influencing reproduction in pigs. *Reprod. Domest. Anim.* 31: 181 - 186.

Holl, J. W., Robison. O. W. 2003. Results from nine generations of selection for increased litter size in swine. *J. Anim. Sci.* 81: 624-629.

Huang, Y. H., Lo, L. L., Liu, S. H., Yang, T. S. 2010. Age-related changes in semen quality characteristics and expectations of reproductive longevity in Duroc boars. *Anim Sci J.* 81: 432-437.

Jankeviciute, N., Zilinskas, H. 2002. Influence of some factors on semen quality of different breeds of boars. *Veterinarija ir Zootechnika.* 19: 15-19.

Jeon, Y. M., Yun, H. J., Lee, J. K., Son, Y. G., Kang, K., Park, C. S. 2000. Effect of breed, age, season, parity, and mating type on boar semen characteristics and fertilizing capacity. *Animal Reprod.* 23: 209-216.

Johnson, L. A., Weitze, K. F., Fiser, P., Maxwell, W. M. C. 2000. Storage of boar semen. *Anim. Reprod. Sci.* 62: 143 - 172.

Kawecka, M., Pietruszka, A., Jacyno, E., Czarnecki, R., Kamyczek, M. 2008. Quality of semen of young boars of the breed Pietrain and Duroc and their reciprocal crosses. *Arch. Tierz.* 1: 42-54.

Kennedy, B. W., Wilkins, J. N. 1984. Boar, breed and environmental factors influencing semen characteristics of boars used in artificial insemination. *Can. J. Anim. Sci.* 64: 833-843.

Knox, R. V. 2014. Impact of Swine reproductive technologies on pig and global food production. *Adv. Exp. Med. Biol.* 752: 131-160.

Khan, M. H., Anubrata-Das, Bordoloi, R. K. 2005. Management of boars for optimizing productivity. *Livestock International.* 9: 17-19.

Kondracki S, A Wysokinska, D Kowalewski, E Muczynska and A Adamiak. 2009. Season's influence on the properties of male domestic pig semen. *Rozprawy naukowe. Pope John Paul II State School of Higher Vocational Education in Biała Podlaska.* 3: 177-187.

Kondracki, S. 2003. Wykorzystanie inseminacji w chowie świń. *Hodowca Trzody Chlewnej.* 2: 32-35.

Kondracki, S., Wysokińska, A., Kowalczyk, Z. 2003. Wpływ krzyżowania ras duroc i pietrain na cechy ejakulatów knurów mieszańców dwurasowych. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego.* 68 z. 2: 105-112.

Kondracki, S., Wysokińska, A., Kowalewski, D., Muczyńska, E., Adamiak, A. 2009. Season's influence on the properties of male domestic pig semen. *Rozprawy naukowe Pope John Paul II State School of Higher Vocational Education in Biała Podlaska*. Vol. III, 177-187.

Kozdrowski R and A Dubiel, 2004. The effect of season on the properties of wild boar (*Sus scrofa* L.) semen. *Anim Reprod Sci*, 80: 281-289.

Kunavongkrit, A., Prateep, P. 1995. Influence of ambient temperature on reproductive efficiency in pigs: (1) boar semen quality. *Pig J.* 35: 43-47.

Kunavongkrit, A., Suriyasomboon, A., Lundeheim, N., Heard, T.W., Einarsson, S. 2005. Management and sperm production of boars under differing environmental conditions. *Theriogenology*. 63: 657-667.

Kunowska-Słosarz M and A Makowska, 2011. Effect of breed and season on the boar's semen characteristics. *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW Anim Sci.* 49: 77-86.

Lisiecki, L. W. 2008. Parametry ejakulatu w zależności od rasy świń. *Medycyna Wet.* 64: 1248 - 1251.

Maes D, H Nauwynck, T Rijsselaere, B Mateusen, Ph Vyt, A de-Kruif and A Van Soom. 2008. AI transmitted diseases in swine: an overview. *Theriogenology*. 70: 1337-1345.

Marchev, Y., Apostolov, A., Szostak, B. 2003. Season and age effect on sperm quality and quantity in boars from the Danube White breed. *Bulgarian J. Agri. Sci.* 9: 703 - 706.

Midzak, A. S., Chen, H., Papadopoulos, V., Zirkin, B. R. 2009. Leydig cell aging and the mechanisms of reduced testosterone synthesis. *Mol Cell Endocrinol.* 299: 23–31.

Milewska, bW., Eljasiak, J., Tymiński, K., 2003. Długość użytkowania przyczyny brakowania

Oh, S. H., See, M. T., Long, T. E., Galvin, J. M. 2003. Genetic correlations between boar semen traits. *J. Anim. Sci.* 81: 317.

Okere, C., Joseph, A., ezekwe, M. 2005. Seasonal and genotype variations in libido, semen production and quality in artificial insemination boars. *Journal of animal and veterinary advances.* 4: 885–888.

Park CS and YJ Yi, 2002. Comparison of semen characteristics, sperm freezability and testosterone concentration between Duroc and Yorkshire boars during season. *Anim Reprod Sci*, 73: 53–61.

Pavlik, J. 1988. Genetická hlediska při využívání reprodukčních znaku prasat. (Genetic aspects of utilising pig reproductive traits). *VSZ Prague*, p. 134.

Rivera MM, A Quintero–Moreno, X Barrera, MJ Palomo, T Rigau and JE Rodriguez–Gil. 2005. Natural Mediterranean photoperiod does not affect the main parameters of boar–semen quality analysis. *Theriogenology.* 64: 934–946.

Robinson, J. A., Buhr, M. M. 2005. Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology.* 63: 668–678.

Rutten, S. C., Morrison, R. B., Reicks, D. 2000. Boar stud production analysis. J. Swine Health Prod. 8: 11-14.

Safranski TJ, 2008. Genetic selection of boars. Theriogenology. 70: 1310-1316.

Sancho S, E Pinart, M Briz, N Garcia-Gil, E Badia, J Bassols, E Kadar, A Pruneda, E Bussalleu, M Yeste, MG Coll and S Bonet. 2004. Semen quality of postpubertal boars during increasing and decreasing natural photoperiods. Theriogenology. 62: 1271-1282.

Sarlos, P., Egerszegi, I., Nagy, Sz., Fébel, H., Rátky, J. 2011. Reproductive function of Hungarian Mangalica boars: Effect of seasons. Acta Vet. Hung. 59: 257-267.

SAS INST. INC.(2002-2003): The SAS System for Windows, Cary, NC.

Savic R, M Petrovic, D Radojkovic, C Radovic and N Parunovic. 2013. The effect of breed, boar and season on some properties of sperm. Biotechnol Anim Husb. 29: 299-310.

Schopper, D., Gaus, J., Claus, R., Bader, H. 1984. Seasonal changes of steroid concentrations in seminal plasma of European wild boar. Acta Endocrinol. 107: 425-427.

Schulze, M., Ruediger, K., Mueller, K., Jung, M., Well, C., Reissmann, M. 2013. Development of an in vitro index to characterize fertilizing capacity of boar ejaculates. Anim. Reprod. Sci. 140: 70-76.

Smital, J. 2010. Comparison of environmental variations in boar semen characteristics of six breeds and their crossbreds over an eight-year period. *Res Pig Breeding*. 4: 26-32.

Smital, J. 2009. Effects influencing boar semen. *Anim. Reprod. Sci.* 110: 335-346.

Sodhi SS, JH Kim, N Sharma, KK Cho, JY Kim, KB Kim, CY Jeong, YM Yoon, SJ Oh and DK Jeong. 2014. Korean Beechwood creosote as a substitute to an antibiotic for post weaning diarrhea in piglets. *Pak Vet J.* 34: 341-346.

Strzezek, J. 1999. *Andrologia*. Wyd. Platan, Kraków. 201-215.

Suriyasomboon, A., Lundeheim, N., Kunavongkrit, A., Einarsson, S. 2004. Effect of temperature and humidity on sperm production in duroc boars under different housing systems in Thailand. *Livestock of Production Science*. 89: 19-31.

Thurston, L. M., Watson, P. F., Mileham, A. J., Holt, W. V. 2001. Morphologically distinct sperm subpopulations defined by Fourier shape descriptors in fresh ejaculates correlate with variation in boar semen quality following cryopreservation. *J Androl.* 22: 382-394.

Trudeau, V., Sanford, L. M. 1986. Effect of season and social environment on testis size and semen quality of the adult Landrace boar. *J. Anim. Sci.* 63: 1211-1219.

Tsakmakidis, I., Lymberopoulos, A., Khalifa, T. 2010. Relationship between sperm quality traits and field-fertility of porcine semen. *Journal of Veterinary Science*. 11, pp. 151-154.

Udała, J., Gączarzewicz, D., Lasota, B., Błaszczak, B., Seremak, B., Stankiewicz, Vyt, Ph. 2007. Examination and storage of liquid porcine semen. PhD thesis, Ghent University. pp. 156.

Waberski, D., Dirksen, G., Weitze, K. F., Leiding, C., Hahn, R. 1990. Field studies of the effect of sperm motility and morphology on the fertility of boars used for insemination. *Tierarztl Prax.* 18: 591-594.

Waberski, D., Petrunkina A., Töpfer-Petersen E. 2008. Can external quality control improve pig AI efficiency? *Theriogenology.* 70, pp. 1346-1351.

Weiler, U., Claus, R., Dehnhard, M., Hofäcker, S. 1996. Influence of the photoperiod and light reverse program on metabolically active hormones and food intake in domestic pigs compared with a wild boar. *Can. J. Anim. Sci.* 76: 531-539.

Wolf, J., Smital, J. 2009. Quantification of factors affecting semen traits in artificial insemination boars from animal model analyses. *J. Anim. Sci.* 87: 1620-1627.

김영중. 2014. 돼지의 품종별 정액성상에 영향을 미치는 환경요인의 효과. 전북대학교 석사학위논문.



#### IV. 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 모돈에서 계절, 산차, 품종이 복당 산자수에 미치는 영향

##### 1. ABSTRACT

To estimate the effect of breed, season and parity on the litter size, Data for the litter size were collected on 14,778 farrowings from 2,252 sows of Berkshire, Duroc, Landrace and Yorkshire breeds between 2000 and 2014 at the LPA, Jeju Province.

The pigs were divided into four groups (four seasons); Spring (March-May), Summer (June-August), Autumn (September-November) and Winter (December-February). The statistical model for the litter size included four fixed effects of year, season, parity, breed, and one random effect of sow within breed, and a random error term. The analysis of variance using GLM procedure, SAS, was used to test these effects on the litter size.

The results obtained are summarized as follows:

- 1) All four fixed effects of year, season, parity, breed on the litter size of sows were significant ( $p < 0.01$ ).
- 2) The range of estimates for the effect of year on the litter size were 9.4~11.3 piglets. The litter size was the highest in 2010 but the lowest in 2013.

- 3) The least-squares means for the effect of season on the litter size were 10.4 in Spring, 10.7 in Summer, 10.1 in Autumn and 10.3 in Winter. The litter size was not significantly different between Autumn and Winter ( $p > 0.05$ ).
- 4) The least-squares means for the effect of breed on the litter size were 8.9 in Berkshire, 9.9 in Duroc, 11.4 in Landrace and 11.3 in Yorkshire. The litter size was the highest in Landrace, but Berkshire breed showed the lowest value compared to other breeds.
- 5) The range of least-squares means for the effect of parity on the litter size were 9.3~11.3 piglets from first through tenth parity. The litter size increased from first through fourth parity but decreased from fifth through tenth parity.

## 2. 재료 및 방법

본 연구는 북위 33°22', 동경 126°32', 해발 500m에 위치한 제주특별자치도 축산진흥원 종돈장에서 실시하였다. 본 실험을 위해 버크셔, 두록, 랜드레이스 및 요크셔 품종을 10산차까지 14,778두(버크셔 209, 두록 3,068, 랜드레이스 5,069, 요크셔 6,432)의 자료를 수집하여 분석에 이용하였다. 모돈은 분만일을 기준으로 계절별 네 그룹으로 나누었다.: 봄(3월, 4월, 5월), 여름(6월, 7월, 8월), 가을(9월, 10월, 11월), 겨울(12월, 1월, 2월). 또한, 각 그룹을 품종, 산차, 계절로 분류하였으며, 미경산돈의 첫 교배는 8개월령에 수행되었다.

수정 후 모돈은 종부사 스톨에서 사육되었다가 4~5주경 임신진단을 실시한 후 임신돈과 공태돈을 분리한다. 임신 확인된 모돈은 분만 1~2주전 분만돈사로 이동하여 사양관리 한다. 사료는 제주축산진흥원 사양관리 기준에 의해서 급여했다. 종부사 사육기간은 임신돈사료를 1일 2회(오전 10시, 오후 5시) 3.5kg를 개체별로 습식 먹이통을 이용하여 자동급여하고, 분만사 사육기간은 포유돈사료를 종부사와 동일한 방식으로 급여하였으며, 급여량은 분만예정일 하루 전까지 모돈 개체별로 체형 및 건강상태에 따라 조절 급여했다.

임신 후기에는 분만 전까지 2주간 난산예방을 위하여 사료를 매일 줄여서 급여하고 물은 충분히 공급하였다. 포유 중인 모돈은 물과 사료를 무제한으로 공급하였다. 모돈과 자돈의 질병예방을 위하여 축산진흥원 종돈장 방역프로그램에 의해 전 개체에 대해 예방접종을 실시하였다.

### 1) 발정확인 및 인공수정

발정중인 모돈들은 아침, 저녁으로 수태지를 이용하여 확인하였다. 인공수정에 이용된 정액량과 농도는 희석정액  $3.5 \times 10^9 / 100\text{ml}$ 이다. 정액희석제는 Suidil green이 사용되었다. 모돈들은 신선정액 또는 15°C에서 보관 정액(48시간 이내)을 이용하여 수정되었다. 저장된 정액의 경우, 수정 전에 정액의 온도를 35°C로 유지하였다.

모돈은 1차 수정 24시간 후 2차 인공수정하였다. 인공수정 후 28일에서 35일 사이에 초음파 임신진단기를 이용하여 임신진단을 하였으며, 발정 확인은 1일 2회 (오전, 오후) 발정확인용 종모돈을 이용하여 모돈과 접촉을 통하여 승가 및 교미 허용 여부를 확인하였다. 본 연구는 2000년부터 2014년까지 제주특별자치도 축산진흥원 종돈장에서 농장 검정한 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종의 자료를 이용하여 복당 산자수에 대한 연도, 계절, 산차, 품종, 품종내 모돈의 효과를 추정하기 위해 수행하였다.

## 2) 통계분석 방법

본 연구에서 조사한 복당 산자수에 영향을 미치는 요인으로 연도, 계절, 산차, 품종, 품종내 모돈의 효과를 추정하기 위하여 다음과 같은 선형모형을 사용하였다.

$$Y_{ijklmn} = \mu + YR_i + SEA_j + PT_k + BD_l + DAM_{lm} + e_{ijklmn}$$

여기서,

$Y_{ijklmn}$  : i번째 연도의 j번째 검정종료 계절의 k번째 산차의 l번째 품종의 m번째 모돈의 n번째 기록 측정치

$\mu$  : 공통평균

$YR_i$  : i번째 연도의 효과( $i = 1, 2, \dots, 15$ )

$SEA_j$  : j번째 검정종료계절의 효과( $j = 1, 2, 3, 4$ )

$PT_k$  : k번째 산차의 효과( $k = 1, 2, \dots, 10$ )

$BD_l$  : l번째 품종의 효과( $m = 1, 2, 3, 4$ )

$DAM_{lm}$  : l번째 품종내 m번째 모돈의 효과

$e_{ijklmn}$  : 임의 오차

본 연구에서 설정한 선형모형(Linear Model)은 SAS(9.1.3)를 이용하였으며, 분석방법은 GLM(Generalized Linear Model) procedure를 이용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 1) 복당 산자수의 통계모델에 대한 분산분석표

본 연구에서 분석한 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종의 번식형질인 복당 산자수에 대한 출생년도, 계절, 산차, 품종, 품종내 모돈별 분산분석표를 Table 2-1에 제시하였다.

Table 2-1에 표시한 각 요인에 대한 유의성 검정 결과를 보면 모돈의 복당 산자수에 대해 출생년도, 계절, 산차, 품종, 품종내 모돈의 효과는 고도의 유의성 ( $p < 0.01$ )을 보이고 있다.

Table 2-1. Analysis of variance for the statistical model of litter size.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2,277	71699.62	31.49	5.84	<0.01
errors	12,500	67388.82	5.40		
Corrected Total	14,777	139088.44			
Year	14	1199.88	85.71	15.90	<0.01
Seasons	3	365.43	121.81	22.59	<0.01
Parity	9	2356.86	261.87	48.58	<0.01
Breeds	3	1671.05	557.02	103.32	<0.01
Dam(BD)	2248	60442.25	26.89	4.99	<0.01

\*R<sup>2</sup>=0.52

## 2) 복당 산자수에 영향을 미치는 요인

버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종에서 복당 산자수에 영향을 미치는 요인으로 출생년도, 계절, 산차 등을 고려하여 분석을 실시하였으며, 분석 결과는 다음과 같다.

### (1) 출생년도의 효과

Table 2-2는 모돈의 복당 산자수에 영향을 미치는 출생년도의 효과에 대한 최소자승평균과 표준오차를 표시하였다.

2000년부터 2014년까지 15년 동안 복당 산자수는 9.4~11.3두의 범위로 1.9두의 차이를 보이고 있다. 2010년에 11.3두로 가장 높았으며, 2013년에 9.4두로 가장 낮은 복당 산자수를 나타내고 있다. 정 등(2008)은 1999년에 복당 산자수가 11.4두, 2003년에 11.0두로 본 연구 결과보다 복당 산자수가 다소 높게 나타났으며, 김 등(1988)은 1979년에 9.7두, 1985년에 10.2두로 다소 낮은 수치를 보이고 있다. 출생년도에 따라 모돈의 복당 산자수에 차이를 보이고 있다. 이는 제주축산진흥원에서 사육 관리되고 있는 종돈이 매해 외국에서 수입해서 번식에 활용되고 있기 때문에 수입된 종돈의 능력에 따라 년도별 결과 차이를 보이고 있는 것으로 사료된다.

향후 종돈 구입시 산육형질(일당증체량, 등지방두께 등)과 번식형질(복당 산자수, 이유두수 등)을 충분히 고려하여 선발해야 할 것이다. 또한, 종돈 사양관리자의 인공수정 기술 수준은 복당 산자수에 영향을 미치는 것으로 추정된다.



Table 2-2. Least-squares means and standard errors for the effect of year on the litter size.

Year	LSM	SE
2000	9.83	0.52
2001	10.45	0.45
2002	9.95	0.40
2003	9.87	0.36
2004	9.80	0.31
2005	10.92	0.26
2006	10.27	0.22
2007	11.12	0.18
2008	10.82	0.15
2009	10.85	0.15
2010	11.37	0.16
2011	10.67	0.27
2012	9.90	0.29
2013	9.48	0.37
2014	10.32	0.61

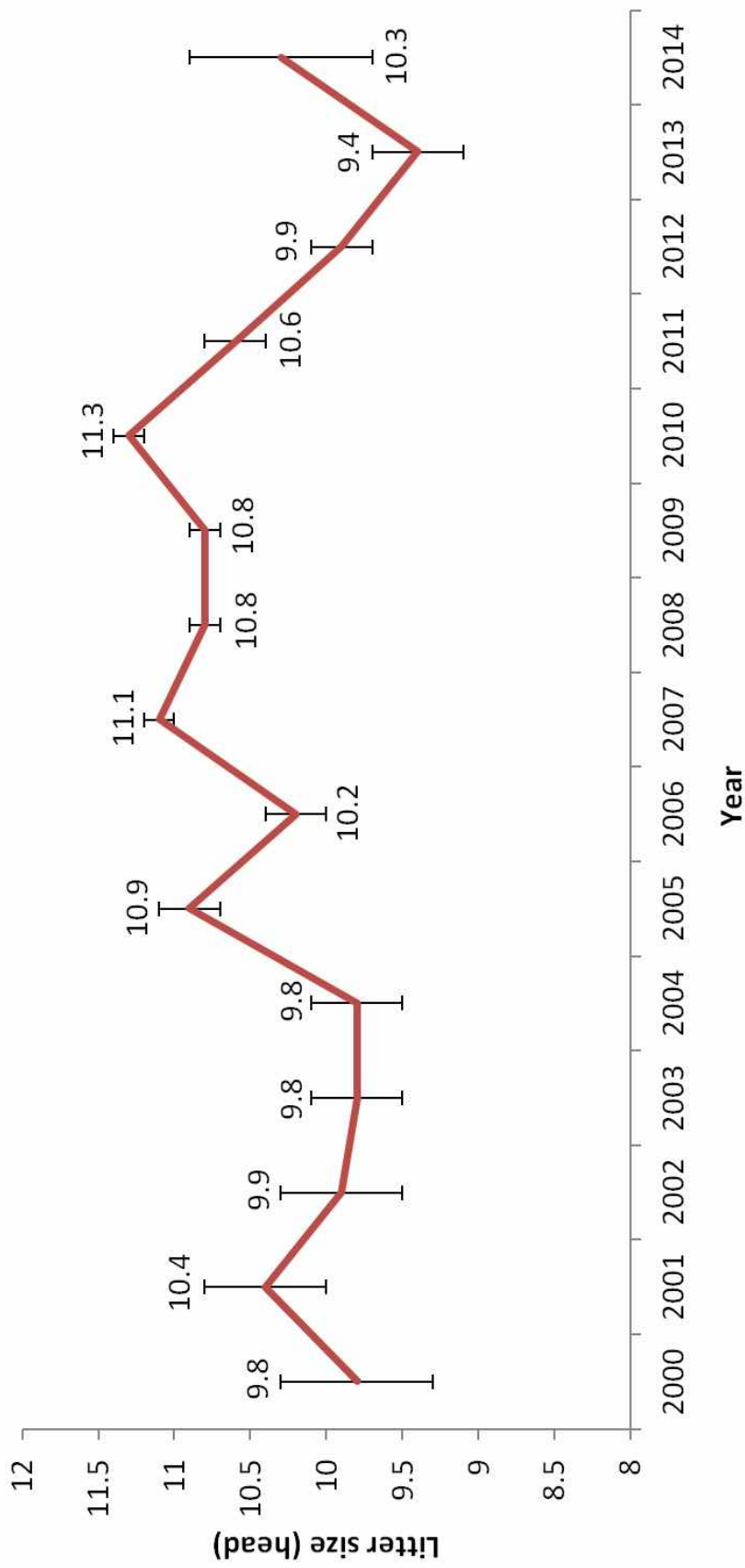


Figure 2-1. Trend and the LSM of litter size for the effect of year.

## (2) 출생계절의 효과

Table 2-3는 모돈의 복당 산자수에 영향을 미치는 출생계절의 효과에 대한 최소자승평균과 표준오차를 표시하였다.

계절별 복당 산자수는 봄, 여름, 가을, 겨울 각각 10.44, 10.66, 10.14, 10.26두로 나타내고 있으나 가을과 겨울의 복당 산자수는 유의차 없었다( $p > 0.05$ ). 이러한 결과는 여름에 분만한 개체가 다른 계절에 비해 높은 산자수를 보이고 있는데, 그 이유는 봄에 인공수정된 모돈은 다른 계절에 수정한 개체보다 산자수에 더 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

Table 2-3. Least-squares means and standard errors for the effect of season on the litter size.

Season	LSM	SE	Pr >   t
Spring	10.44 <sup>b</sup>	0.14	<0.01
Summer	10.66 <sup>c</sup>	0.13	<0.01
Autumn	10.14 <sup>a</sup>	0.12	<0.01
Winter	10.26 <sup>a</sup>	0.14	<0.01

<sup>a,b,c</sup>Means in the same column not sharing common superscript letters differ ( $p < 0.01$ ).

### (3) 품종의 효과

Table 2-3는 모돈의 복당 산자수에 영향을 미치는 품종의 효과에 대한 최소자승평균과 표준오차를 표시하였다.

품종별 복당 산자수는 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종에서 각각 8.88, 9.90, 11.41, 11.32두를 보이고 있다. 랜드레이스와 요크셔 품종간에는 유의차가 없었다( $p>0.05$ ).

버크셔 품종은 산자수가 8.88두로 다른 품종에 비해 가장 낮은 수치를 보이고 있으며, 랜드레이스 품종은 11.41두로 가장 높게 나타나고 있다. 랜드레이스 품종의 경우 배 등(1994)은 복당 산자수가 9.22두, 신 등(1984)은 10.97두, 이(1985)는 9.04두라고 보고하였으며, 이는 본 연구의 랜드레이스 품종 산자수에 비해 낮았다.

또한, 나(1988)는 9.3두, 이(1981)는 9.3두, 김 등(1988)은 10.2두로 보고한 결과보다 본 연구 결과가 높게 나타났다. 그러나 Su 등(2007)이 랜드레이스 모돈 9,310복의 자료를 이용하여 분석한 결과 14.3두보다는 낮았다.

요크셔 품종의 경우 Southwood와 Kennedy(1990)는 9.5두라고 보고하였으며, Bereskin(1984)은 11.0두이었다고 보고하였다. Bereskin과 Frobish(1981)는 요크셔 품종 1산차 산자수는 10.5두, Su 등(2007)은 13.1두라고 보고한 결과보다 본 연구 결과가 11.32두로 요크셔 품종 복당산자수가 높게 나타났다. 상과 안(1984)은 다른 품종에 비해 요크셔 품종에서 복당 평균 산자수가 12.7두로 높게 나타났다. 대부분의 다른 연구 결과에서 요크셔 품종의 복당 산자수는 8.5~11.5두를 보이고 있어 본 연구 결과에 비해 낮은 수치를 보이고 있다.

두록 품종의 경우 김 등(1988)은 두록 품종의 산자수가 9.78두로 본 연구 결과와 비슷한 수치를 보였으나, 상과 안(1984)이 11.69두로서 높은 복당 산자수를 보였다. Bereskin 등(1981)은 8.58두, 정(1982)은 8.77두, 백(1983)은 산자수가 8.82두로 다른 품종에 비해 낮은 산자수를 보고하였고, 김 등(1988)은 두록 품종의 산자수가 9.78두로 랜드레이스와 요크셔 품종에 비해 복당 산자수가 적었다고 보고하였다. 기존에 보고된 많은 결과와 같이 본 연구에서도 유사한 결과를 보이고 있다.

두록과 버크셔 품종은 랜드레이스, 요크셔 품종에 비해 산육능력(일당증체량,

육질 등)은 우수하나 번식능력은 떨어지는 경향이 있다. 이는 소비자가 원하는 고품질의 돈육을 생산하기 위한 종돈의 활용 측면에서 볼 때, 랜드레이스와 요크셔 품종은 번식용으로 주로 이용하고, 두록과 버크셔 품종은 산육용으로 이용하는 것이 적합하기 때문인 것으로 사료된다.

Table 2-4. Least-squares means and standard errors for the effect of breed on the litter size.

Breed	LSM	SE	Pr >   t
Berkshire	8.88 <sup>b</sup>	0.39	<0.01
Duroc	9.90 <sup>c</sup>	0.11	<0.01
Landrace	11.41 <sup>a</sup>	0.08	<0.01
Yorkshire	11.32 <sup>a</sup>	0.08	<0.01

<sup>a,b,c</sup>Means in the same column not sharing common superscript letters differ ( $p < 0.01$ ).

#### (4) 산차의 효과

Table 2-3는 모돈의 복당 산자수에 영향을 미치는 산차의 효과에 대한 최소자승평균과 표준오차를 표시하였다.

산차별 복당 산자수는 4산차에서 11.26두로 가장 높았으며, 10산차에서 9.31두로 가장 낮았다. 1산차에서 4산차까지는 산자수가 9.79두에서 11.26두로 증가추세를 보이다가 5산차부터 10산차까지 감소하는 추세를 보이고 있다. 초산돈은 발육이 완성되기 전에 임신하여 자돈을 생산하게 되므로 능력이 불량하게 되고, 모돈의 연령이 높아지면 몸체가 노쇠하여 4~6산차 이후 산차가 경과할 수록 산자수가 떨어진다(박 등, 1995).

랜드레이스 품종에서 3산차 산자수 10.61두로 가장 높고, 1산차는 9.05두로 가장 낮았으며(Irgang 등, 1994), 정 등(2008)은 4산차에서 11.80두로 가장 높게 나타났으며, 4산차 이후 산차가 증가할수록 감소하는 추세를 보였다고 보고하였다. 나(1988)는 요크셔 품종에서 1산차에서 가장 적은 산자를 기록했으며, 5산 이후로는 산차가 증가함에 따라 산자수는 감소하는 경향을 보인다고 하였다. Irgang 등(1994)은 두록 품종에서 1산차 가락이 가장 낮았으며, 3산차 가락이 가장 높았다고 보고했다.

산차에 따른 복당 산자수 관련 연구 결과를 종합하면 초산돈은 산자수가 낮고 2산차부터 증가하기 시작하여 5산차 이후 감소하는 양상을 보이고 있다. 모돈의 도태시기를 결정할 때 산차를 고려하지 않을 수 없다. 모돈 관리상태가 양호하면 7-8산차까지는 번식활용이 가능할 것으로 보이며, 개체에 따라서는 10산까지 번식에 이용할 수 있을 것으로 사료된다.



Table 2-5. Least-squares means and standard errors for the effect of parity on the litter size.

Parity	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th
LSM	9.79	10.51	11.03	11.26	10.86	10.55	10.46	10.09	9.89	9.31
SE	0.08	0.08	0.09	0.11	0.13	0.16	0.18	0.23	0.28	0.37

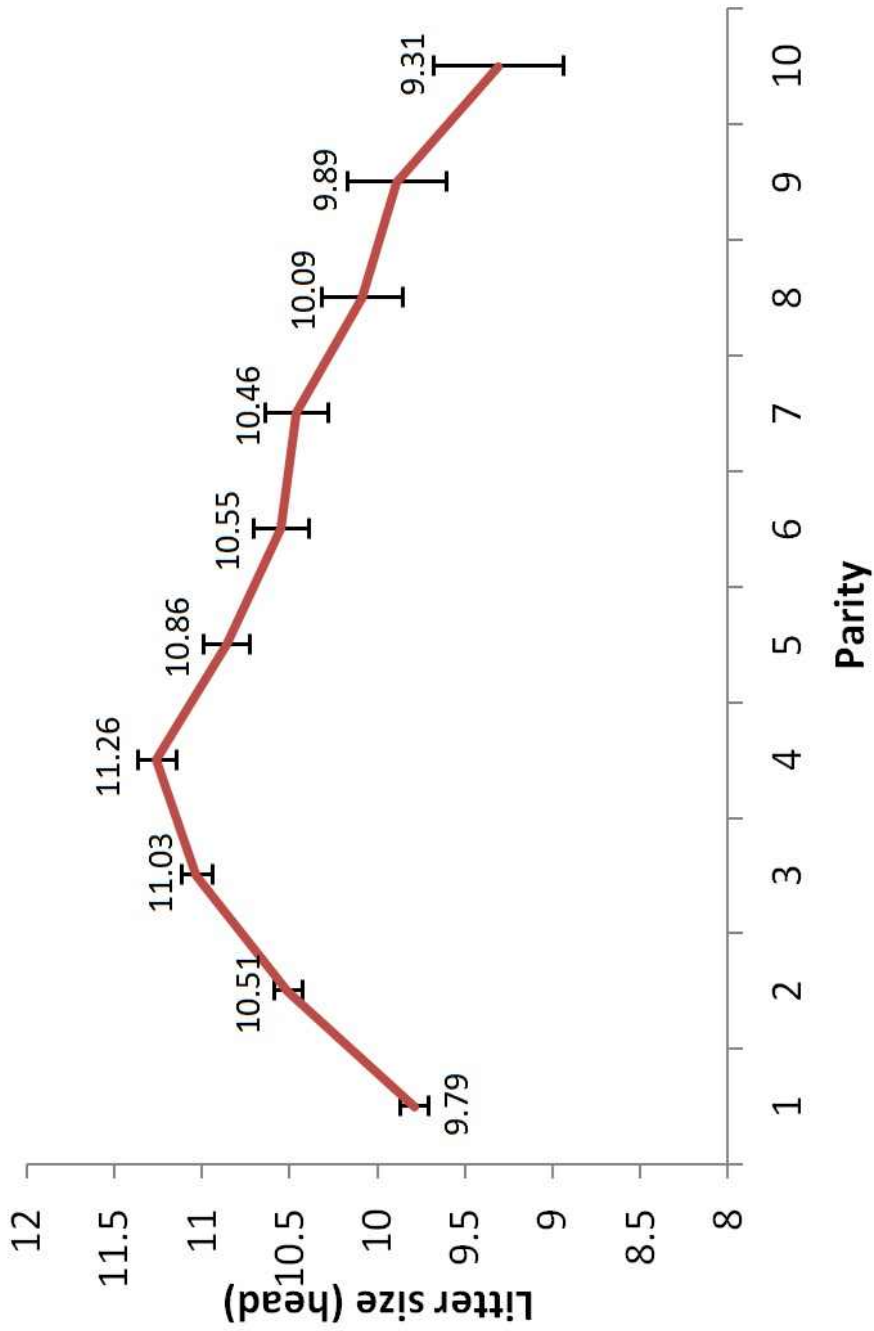


Figure 2-2. Trend and the LSM of litter size for the effect of parity.

#### 4. 요약

본 연구는 2000년부터 2014년까지 제주특별자치도 축산진흥원 종돈장에서 농장 검정한 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종을 10산차까지 14,778두의 자료를 이용하여 복당 산자수에 대한 연도, 계절, 산차, 품종, 품종내 모돈의 효과를 추정하기 위해 수행하였다.

##### 1) 출생년도의 효과

2000년부터 2014년까지 15년 동안 복당 산자수는 9.4~11.3두의 범위로 1.9두의 차이를 보이고 있다. 2010년에 11.3두로 가장 높았으며, 2013년에 9.4두로 가장 낮은 복당 산자수를 나타내고 있다. 제주축산진흥원에서 사육관리되고 있는 종돈은 매해 외국에서 수입해서 번식에 활용되고 있기 때문에 수입된 종돈의 능력 및 관리자의 인공수정 기술 수준에 따라 연도별 결과 차이를 보이고 있는 것으로 사료된다.

##### 2) 출생계절의 효과

계절별 복당 산자수는 봄, 여름, 가을, 겨울 각각 10.4, 10.7, 10.1, 10.3두로 나타내고 있으나 가을과 겨울의 복당 산자수는 유의차 없었다( $p > 0.05$ ). 이러한 결과는 여름에 분만한 개체가 다른 계절에 비해 높은 산자수를 보이고 있는데, 그 이유는 봄에 인공수정된 모돈은 다른 계절에 수정한 개체보다 산자수에 영향을 많이 미치는 것으로 사료된다.

##### 3) 품종의 효과

품종별 복당 산자수는 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종에서 각각 8.9, 9.9, 11.4, 11.3두를 보이고 있다. 랜드레이스와 요크셔 품종 간에는 유의차가 없었다( $p > 0.05$ ). 버크셔 품종은 산자수가 8.9두로 다른 품종에 비해 가장 낮은 수치를 보이고 있으며, 랜드레이스 품종은 11.4두로 가장

높게 나타나고 있다. 두록과 버크셔 품종은 랜드레이스, 요크셔 품종에 비해 산육능력(일당증체량, 육질 등)은 우수하나 번식능력은 떨어지는 경향이 있다.

#### 4) 산차의 효과

산차별 복당 산자수는 4산차에서 11.26두로 가장 높았으며, 10산차에서 9.3두로 가장 낮았다. 1산차에서 4산차까지는 산자수가 9.8두에서 11.3두로 증가추세를 보이다가 5산차부터 10산차까지 감소하는 추세를 보이고 있다. 산차에 따른 복당 산자수 관련 연구 결과를 종합하면 초산돈은 산자수가 낮고 2산차부터 증가하기 시작하여 5산차 이후 감소하고 있다. 모돈의 도태 시기를 결정할 때 산차를 고려하지 않을 수 없다. 모돈 관리상태가 양호하면 7~8산차까지는 번식활용이 가능할 것으로 보이며, 개체에 따라서는 10산까지 번식에 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

- 5) 본 연구에서 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종에 대한 복당 산자수는 출생년도, 계절, 산차, 품종에 유의적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다 ( $p < 0.01$ ). 종돈장에서 순종 모돈의 번식능력(복당 산자수)에 대한 활용가치를 최대화하기 위해서는 계절, 산차, 품종간 차이를 충분히 고려해야 할 것으로 사료된다.

## 5. 참고문헌

Arango J and Misztal I. 2005. Threshold-linear estimation of genetic parameters for farrowing mortality, litter size and test performance of Large White sows. *J. Anim. Sci.* 83: 499-506.

Au-vigne V., Leneveu P., Jehannin C., Peltoniemi O., and Salle E. 2000. Seasonal infertility in sows: A five year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. *Theriogenology*. 74: 60-66.

Berard J., Kreuzer M., and Bee G. 2008. Effect of litter size and birth weight on growth, carcass and pork quality, and their relationship to postmortem proteolysis. *J. Anim. Sci.* 86: 2357-2368.

Bereskin, B. 1984. A genetic analysis of sow productivity traits. *J. Anim. Sci.* 59: 1149.

Bereskin, B. and L. T. Frobish. 1981. some genetic and environmental effects on sow productivity. *J. Anim. Sci.* 53: 601-610.

Beyga K. and Rekiel A. 2010. The effect of the body condition of the late pregnant sows on fat reserves at farrowing and weaning and on litter performance. *Arch. Tierz.* 53: 50-64.

Cechova M. and Tvrdon Z. 2006. Relationships between backfat thickness and parameters of reproduction in the Czech Large White sows(short communication). *Arch. Tierz.* 49: 363-369.

Damgaard LH, Rydhmer L, Lovendahl P and Grandinson K. 2003. Genetic Parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during sucking. *J. Anim. Sci.* 81: 604-610.

Ferguson, P. W. and W. R. Harvey. 1985. Genetic, phenotypic and environmental relationships between sow body weigh and sow productivity traits. *J. Anim. Sci.* 60: 375-384.

G. Su., M. S. Lund and D. Sorensen. 2007. Selection for litter size at day five to improve litter size at weaning and piglet survival rate. *J. anim. Sci.* 82: 1385-1392.

Irgang, R., J. A. Favero, and B. W. Kennedy. 1994. Genetic parameters for litter size of different parities in Duroc, Landrace, and Large white sows. *J. Anim. Sci.* 72: 2237-2246.

Kawecka M., Pietruszka A., Jacyno E., Czarnecki R., and Kamyczek M. 2008. Quality of semen of young boars of the breeds Pietrain and Duroc and their reciprocal crosses, *Arch. Tierz.* 51: 42-54.

Keith, T. B. 1930. Relation of size of swine litters to age of dam and size of succeeding litters. *J. Agr. Research.* 41: 593-600.

Kennedy, B. W. and J. E. Moxley. 1978. Genetic and environmental factors influencing litter size, sex ratio and gestation length in the pig. *J. Ani. Prod.* 27: 35-42.

Knap P. W. 2005. Breeding robust pigs, *Aust. J. Exp. Agric.* 45: 763-773.

Knecht D., Srodon S., Szulc K., and Duzinski K. 2013. The effect of photoperiod on selected parameters of boar semen. *Livest. Sci.* 157: 364-371.

Korkman, N. 1947. Cause of variation in the size and weight of litters from sow. *Acta. Agr. Suec.* 3: 253-310.

Kuhlers, D. L. and S. B. Jungst. 1993. Correlated responses in reproductive and carcass traits to selection for 200-day weight in Landrace pigs. *J. Anim. Sci.* 71: 595.

Lasley, E. L. 1957. Ovulation, prenatal mortality and litter size in swine. *J. Anim. Sci.* 16: 335-341.

Lund M. S., Puonti M., Rydhmer L., and Jensen J. 2002. Relationship between litter size and perinatal and pre-weaning survival in pigs. *Anim. Sci.* 74: 217-222.

Lush, J. L. and A. E. Molln. 1942. Litter size and weight as permanent characteristics of sow. *U. S. Dept of Agr. Tech. Bul.* 836.

Nardone A., Ronchi B., Lacetera N., Ranieri M. S., and Bernabucci U. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock system, *Livest. Sci.* 130: 57-69.

Pere M. C. and Etienne M. 2000. Uterine blood flow in sows: Effects of pregnancy stage and litter size, *Reprod. Nutr. Dev.* 40: 369-382.

Quesnel H., Brossard L., Valancogne A., and Quiniou N. 2008. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*. 2: 1842-1849.

Quesnel H., Meunier-Salaun M. C., Hamard A., Guillemet R., Etienne M., Farmer C., Dourmad J. Y., and Pere M. C. 2009. Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation, *J. Anim. Sci.* 87: 532-543.

SAS INST. INC.(2002-2003): The SAS System for Windows, Cary, NC.

Serenius T, Sevón-Aimón ML, Kaune A, Mätysäri EA and Mäi-Tanila A. 2004. Genetic associations of prolificacy with performance, carcass, meat quality, and leg conformation traits in the Finnish Landrace and Large White pig populations. *J. Anim. Sci.* 82: 2301-2306.

Skorjanc D., Brus M., and Candec Potokar M. 2007. Effect of Birth Weight and Sex on Pre-Weaning Growth Rate of Piglets. *Arch. Tierz.* 50: 476-486.

Southwood, O. I. and B. W. Kennedy. 1990. Estimation of direct and maternal genetic variance for litter size in Canadian Yorkshire and Landrace swine using an animal model. *J. Anim. Sci.* 68: 1841-1847.

Roehe R and Kenned BW. 1995. Estimation of Genetic Parameters for Litter Size in Canadian Yorkshire and Landrace Swine with Each Parity of Farrowing Treated as a Different Trait. *J. Anim. Sci.* 73: 2959-2970.



Tummaruk, P., N. Lundeheim, S. Einarsson, and A.-M. Dalin. 2001. Effect of birth litter size, birth parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. *Anim. Prod. Sci.* 66: 225-237.

Vanderhaeghe C., Dewulf J., Ribbens S., de Kruif A., and Maes D. 2010. A cross-sectional study to collect risk factors associated with stillbirths in pig herds, *Anim. Reprod. Sci.* 118: 62-68.

Weber R., Keil N. M., Fehr M., and Horat R. 2009. Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms, *Livest. Sci.* 124: 216-222.

Young, L. D., R. K. Johnson, and I. T. Omtuedt. 1976. Reproductive performance of swine bred to produce purebred and two-breed cross litters. *J. Anim. Sci.* 42: 1133-1149.

김병우. 2001. 교배웅돈 효과를 포함한 요크셔종 변식형질의 유전모수 추정에 관한 연구. 경상대학교 석사학위논문.

김성훈, 정영철, 박영일. 1991. 돼지의 복당 산자수와 생시복당체중에 대한 유전모수의 추정. *한국축산학회지.* 33: 536-542.

김종복, 정홍우, 박영일. 1988. 돼지에 있어 복당 산자수와 복당체중의 유전력과 유전상관. *한국축산학회지.* 30: 596-599.

김종복, 정홍우, 박영일. 1988. 돼지의 복당 산자수와 생시 체중에 미치는 교배조합의 효과. *한국축산학회지.* 30: 457-462.

나중삼. 1988. 돼지의 산자수와 자돈체중에 미치는 환경요인의 효과. 전북대학교 석사학위논문.

박영일, 이수찬, 김성훈. 1995. 대요크셔종과 랜드레이스종간 상반교잡이 돼지의 복당 산자수와 복당체중에 미치는 효과. 한국축산학회지. 37: 439-444.

박창식, 정선부, 이근상. 1978. 돼지 품종보존 및 개량에 관한 연구. 축산시험 보고서: 131-136.

박화춘, 서강석, 박영일. 1989. 돼지의 복당 산자수와 복당체중에 미치는 교배조합과 산차간 상호작용의 효과. 한국축산학회지. 31: 572-577.

배규한, 정홍우, 서강석, 박영일. 1994. 순종과 교잡종 돼지의 복당 산자수와 21일령 체중에 근거한 종모돈의 평가. 한국축산학회지. 36: 7-11.

배규한. 1993. 순종과 교잡종 능력에 근거한 종모돈 평가에 관한연구. 서울대학교 박사학위논문.

백동훈, 나승환, 신원집. 1983. 돼지에 있어서 품종, 산차 및 분만계절이 산자수에 미치는 효과, 전북대학교 농업과학기술연구소. 농대논문집. 제4절. 124-128.

상병찬, 박태진, 박무균, 안병석, 노진식. 1984. 돈의 임신기간, 산자수 및 이유전 및 체중에 대한 순종간의 비교. 한국 축산학회지. 26: 492-496.

신원집. 1984. 돼지의 생시 및 이유 시산자수에 대한 유전 및 환경적 효과에 관한 연구. 한국축산학회지. 26: 121-126.

연정웅. 2001. 모돈의 생산능력에 미치는 품종, 산차, 산자수, 포유기간 및 발정 재귀일령의 효과. 한국축산변식학회지. 25: 251-257.

이기만. 1981. 랜드레이스종 돼지의 생시 및 이유 시 산자수와 체중에 미치는 요인에 관한 연구. 건국대학교 학술지. 25: 193-199.

이동호. 2002. 종빈돈의 분만성적에 미치는 품종 및 교배조합 효과 추정. 경상대학교 석사학위논문.

이명지. 2009. 돼지의 성장 및 번식형질에 대한 품종별 특성연구. 전남대학교 석사학위논문.

이병연, 정선부, 박홍양. 1987. 돼지의 산자수 및 체중에 대한 유전력 및 유전 상관 추정, 한국축산학회지. 29: 6-10.

이병연. 1985. 돼지의 산자수 및 이유시 체중에 대한 유전력 및 유전 상관추정. 건국대학교 석사학위논문.

정대진, 김병우, 노승희, 김효선, 문원곤, 김희열, 장현기, 최임수, 전진태, 이정규. 2008. 농장검정돈의 번식형질에 미치는 환경효과 및 유전모수의 추정. 한국동물자원과학회지. 50: 33-44.

정일정. 1982. 돼지에 있어서 양면교잡에 의한 경제형질의 결합능력 추정. 서울대학교 석사학위논문.

한성욱, 김창근. 1979. 돈의 산자수, 이유두수 및 동복자 이유 시 총 체중에 대한 환경과 품종의 효과. 한국축산학회지. 21: 1-6.

## V. 종돈집단에서 경제형질에 영향을 미치는 고정효과

### 1. ABSTRACT

To determine the factors affecting swine economic traits of final weight, eye muscle area, days to 90kg, daily weight gain, backfat thickness, and meat percentage, the performance data were collected from 21,734 pigs of Berkshire, Duroc, Landrace and Yorkshire breeds which were performance-tested at the LPA, Jeju Province from 2000 to 2014.

The growth performance records of swine breeding stock were analysed using a statistical model with five fixed effects of year, season, sex, parity, breed, a random effect of dam, a regression term of litter size, and a random error term. Analysis of variances using GLM procedure, SAS, were performed to test factors affecting the performance traits.

The results obtained are summarized as follows:

- 1) All five fixed effects of year, season, sex, parity, breed and a regression term of litter size were significantly affecting the growth performance traits of breeding stock ( $p < 0.01$ ). Results indicates that these fixed effects are the important factors in the genetic evaluation of breeding stock.
- 2) The regression coefficients for the effect of litter size were estimated as  $-0.46g$  for final weight,  $0.05cm^2$  for eye muscle area,  $0.512$  days for days to 90kg,  $-2.85g$  for daily weight gain, but for the backfat thickness and meat percentage there were no significantly of litter size ( $p > 0.05$ ).

- 3) The range of least-squares means for the effect of year were 83.1~125.0kg for final weight, 27.2~31.8cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 536.3~647.6g for daily weight gain and 10.3~13.7mm for backfat thickness.
- 4) The range of least-squares means for the effect of season were 94.3~98.9kg for final weight, 28.7~29.2cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 585.6~605.5g for daily weight gain, 12.2~12.7mm for backfat thickness and 59.0~59.4% for meat percentage.
- 5) The least-squares means for the effect of sex were 94.8kg for final weight, 29.70cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 157.8 days for days to 90kg, 577.0g for daily weight gain, 13.1mm for backfat thickness, 58.6% for meat percentage in female and 99.9kg for final weight, 28.3cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 152 days for days to 90kg, 610.0g for daily weight gain, 11.7mm for backfat thickness and 59.7% for meat percentage in male.
- 6) The range of least-squares means for the effect of parity were 90.6~101.6kg for final weight, 28.7~29.3cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 153.4~157.4 days for days to 90kg, 578.7~598.4g for daily weight gain, 12.2~12.8mm for backfat thickness and 58.5~59.5% for meat percentage.
- 7) The range of least-squares means for the effect of breed were 84.0~103.8kg for final weight, 28.4~29.7cm<sup>2</sup> for eye muscle area, 151.5~161.5 days for days to 90kg, 553.8~613.0g for daily weight gain, 11.4~14.0mm for backfat thickness and 57.5~60.0% for meat percentage.
- 8) The partial correlation coefficients while controlling for the performance testing period were -0.31 between final weight and eye muscle area, -0.98 between final weight and days to 90kg, 0.31 between eye muscle

area and days to 90kg, 0.99 between final weight and days to 90kg, -0.15 between backfat thickness and daily weight gain and -0.69 between backfat thickness and meat percentage.

## 2. 재료 및 방법

본 연구에 이용한 재료는 2000년부터 2014년까지 제주특별자치도 축산진흥원 종돈장에서 농장 검정된 총 21,734두(버크셔 266, 두록 4,645, 랜드레이스 7,603, 요크셔 9,220), 자료를 수집하여 분석하였다. 품종, 검정종료 년도, 월별, 산차별, 성별 두수는 Table 3-1에서 표시한 바와 같다.

제주축산진흥원 종돈장 검정돈사에서 돈형기를 이용하여 개체별 혈통 확인 후 체중을 측정하였다. 모든 검정돈은 오전 10시~오후 17시에 체중을 측정하였다. 환측으로 분리되어 치료 중인 개체, 건강상 문제(위축돈)나 부상을 당한 경험이 있는 개체는 측정에서 제외되었고, 건강하고 개체식별이 가능한 검정돈만 본 연구에 포함되었다.

등지방두께는 시리얼 초음파 측정기(piglog 105)로 측정하였다. 혈통 등록된 모든 돼지에 대한 농장검정은 개체별로 (사)한국종축개량협회 검정원의 입회하에 실시되었다.

조사형질은 등지방두께, 일당증체량, 등심단면적, 정육율, 90kg 도달일령 및 종료체중이며, 각 형질들의 측정방법은 다음과 같다.

### 1) 평균 등지방두께

초음파 측정기 piglog 105를 사용하여 측정하였으며, 측정부위는 어깨(제4늑골), 등(최후 늑골), 허리(최후 요추) 3부분의 정중선에서 좌측 또는 우측으로 5cm 지점을 측정한 후 평균값을 90kg체중으로 보정하여 계산되었다. 보정치 산출식은 다음과 같다.

$$\text{보정된 등지방두께} = \text{종료 등지방두께} + \{(90\text{kg}-\text{종료체중}) \times \text{종료 등지방두께} \div (\text{종료체중}-11.34)\}$$

## 2) 일당증체량

검정기간 중의 증체량을 검정일수로 나눈 것으로 다음의 공식에 의해 계산하였다.

$$\text{일당증체량} = (\text{종료시 체중} - \text{개시시 체중}) \div (\text{종료일령} - \text{개시일령})$$

## 3) 90kg 도달일령

출생시부터 90kg 도달시까지 일령으로서 다음의 보정공식을 이용하였다.

$$\begin{aligned} 90\text{kg 도달일령} &= \text{측정시 일령} + \{(90\text{kg} - \text{측정시 체중}) \times (\text{측정시 일령} - 38)\} \\ &\div \text{측정시 체중} \end{aligned}$$

## 4) 정육율

최후 늑골에서 전방 7cm 측방 10cm 및 최후 척추 전방 10cm, 측방 7cm를 piglog 105 초음파 측정기의 A모드로 측정하여 조사한 후 체중에 따른 보정계수를 적용하였다.

## 5) 등심단면적

등심단면적은 piglog 105 초음파 측정기의 A 모드를 사용하여 최후 늑골의 정중선에서 측방 5cm부위를 특정하였으며, 특정수치는 다음의 공식을 이용하여 90kg 체중 기준으로 보정하였다.

$$\begin{aligned} \text{등심단면적} &= \text{측정시 등심단면적} + \{(90\text{kg} - \text{측정시 체중}) \times \text{측정 등심단면적}\} \\ &\div (\text{측정시 체중} + 70.31) \end{aligned}$$



6) 통계분석 방법

본 연구에서 조사한 종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께, 정육율 등의 형질에 영향을 미치는 요인으로 연도, 계절, 성별, 산차, 품종, 품종내 모돈의 효과를 추정하기 위하여 다음과 같은 선형모형을 사용하였다.

$$Y_{ijklmno} = \mu + YR_i + SEA_j + SEX_k + PT_1 + BD_m + DAM_{mn} + b(X_0 - \bar{X}) + e_{ijklmno}$$

여기서,

$Y_{ijklmno}$  : i번째 연도의 j번째 검정종료 계절의 k번째 성의 l번째 산차의 m번째 품종의 n번째 모돈에 속하는 o번째 측정치

$\mu$  : 공통평균

$YR_i$  : i번째 연도의 효과( $i = 1, 2, \dots, 15$ )

$SEA_j$  : j번째 검정종료계절의 효과( $j = 1, 2, 3, 4$ )

$SEX_k$  : k번째 성별의 효과( $k = 1, 2$ )

$PT_1$  : l번째 산차의 효과( $k = 1, 2, \dots, 10$ )

$BD_m$  : m번째 품종의 효과( $m = 1, 2, 3, 4$ )

$DAM_{mn}$  : m번째 품종내 n번째 모돈의 효과

$b$  : 복당 산자수에 대한 y의 회귀계수

$X_0$  : 복당 산자수

$\bar{X}$  : 평균 복당 산자수

$e_{ijklmno}$  : 임의 오차

본 연구에서 설정한 선형모형(Linear Model)은 SAS(9.1.3)를 이용하였으며, 분석방법은 GLM(Generalized Linear Model) procedure를 이용하여 분석하였다.

Table 3-1. Number of records by breed, sex, year of birth, month of birth and parity.

Breed		Year		Month		Parity		Sex	
Level	n	Level	n	Level	n	Level	n	Level	n
Berkshire	266	2000	563	1	2,162	1	5,074	Female	15,819
Duroc	4,645	2001	1,501	2	1,545	2	4,650	Male	5,915
Landrace	7,603	2002	1,927	3	1,960	3	4,053		
Yorkshire	9,220	2003	1,988	4	2,014	4	2,937		
		2004	2,342	5	1,554	5	2,113		
		2005	2,180	6	1,436	6	1,333		
		2006	2,475	7	1,970	7	799		
		2007	2,359	8	1,600	8	431		
		2008	2,023	9	1,646	9	221		
		2009	1,525	10	2,149	≥10	123		
		2010	1,385	11	2,111				
		2011	196	12	1,587				
		2012	568						
		2013	479						
		2014	223						
Total	21,734		21,511		20,147		21,611		21,734

### 3. 결과 및 고찰

통계분석 모델에 모돈의 복당 산자수를 공분산 항목으로 포함하여 분석하였으며, 그 결과 추정된 회귀계수를 Table 3-2에 표시하였다.

검정종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량에 대한 분산분석 결과 분석 모형에 설정된 요인들(연도, 계절, 성별, 산차, 품종, 모돈)이 경제형질에 미치는 영향은 고도로 유의하였다( $p < 0.01$ ).

복당 산자수에 대한 회귀항도 등지방두께와 정육율을 제외하면 유의적으로 영향하는 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ).

모돈의 복당 산자수가 1두 증가함에 따라 검정종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량은 각각  $-0.460\text{g}$ ,  $0.051\text{cm}^2$ ,  $0.512\text{일}$ ,  $-2.853\text{g}$ 씩 변화하였으나, 복당 산자수는 등지방두께와 정육율에는 유의적으로 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다( $p > 0.05$ ). 복당 산자수 1두 증가는 검정종료체중  $0.460\text{kg}$  및 일당증체량  $2.853\text{g}$  감소하고, 90kg 도달일령  $0.512\text{일}$  증가한다고 볼 수 있다.

모돈의 복당 산자수 증감은 검정종료체중, 90kg 도달일령, 일당증체량에 많은 영향을 미칠 것으로 사료된다. 복당 산자수 증감에 따른 등심단면적의 변화는 작을 것으로 예측할 수 있다.

종돈은 활용가치에 따라 번식능력과 산육능력이 우수한 품종을 선발하여 이용하고 있는 실정이다. 랜드레이스, 요크셔 품종은 번식형질에 대한 능력이 우수한 개체를 선발하고 두록 품종은 산육형질에 대한 능력이 우수한 개체를 선발한다. 두 형질간의 회귀계수 추정치 결과를 볼 때 특정한 형질에 지나치게 치우친 종돈선발은 다른 경제형질에 악영향을 끼칠 우려가 있다. 따라서 정확한 종돈의 유전능력 평가 및 선발을 위해서는 번식형질과 산육형질 사이의 관련성을 충분히 고려해야 할 것으로 사료된다.

Table 3-2. Regression coefficient for the effect of litter size on the performance traits

Item	Estimate	SE	t Value	p-value
Final weight (kg)	-0.460	0.037	-12.5	<0.01
Eye muscle area(cm <sup>2</sup> )	0.051	0.010	5.34	<0.01
Days 90kg (day)	0.512	0.037	13.95	<0.01
Body weight gain(g)	-2.853	0.186	-15.35	<0.01
Backfat thickness (mm)	0.005	0.006	0.81	NS
Meat percentage (%)	-0.005	0.007	-0.72	NS

NS, not significant

### 1) 통계모델에 대한 분산분석표

본 연구에서 분석한 버크셔, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종의 검정성적인 검정종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께, 정육율의 6개 형질에 대한 출생년도, 계절, 성, 산차, 품종, 품종내 모돈, 복당 산자수별 분산분석표를 Table 3-3에 표시하였다.

Table 3-3에 표시한 각 요인에 대한 유의성 검정 결과를 보면 검정종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께, 정육율의 6개 형질에 대해 검정종료년도, 계절, 성, 품종, 품종내 모돈의 효과는 고도의 유의성( $p < 0.01$ )을 보이고 있다. 등심단면적에 대한 산차의 효과 및 등지방두께, 정육율에 대한 복당 산자수의 효과는 유의성을 보이지 않고 있다( $p > 0.05$ ).

Table 3-3. Analysis of variance for the statistical model of performance traits.

Source	DF	Final weight (kg)			Eye muscle area(cm <sup>2</sup> )			Days to 90kg			Daily weight gain(g)			Backfat thickness(mm)			Meat percentage(%)		
		F Value	Pr>F		F Value	Pr>F		F Value	Pr>F		F Value	Pr>F		F Value	Pr>F		F Value	Pr>F	
Model	2279	4.65	<0.01	4.07	<0.01	6.64	<0.01	5.27	<0.01	5.50	<0.01	3.94	<0.01	3.94	<0.01	10.43	<0.01	10.43	<0.01
Year	13	54.43	<0.01	39.76	<0.01	104.98	<0.01	69.84	<0.01	42.72	<0.01	26.70	<0.01	26.70	<0.01	26.70	<0.01	26.70	<0.01
Seasons	3	114.40	<0.01	17.37	<0.01	81.18	<0.01	78.04	<0.01	42.73	<0.01	710.37	<0.01	710.37	<0.01	710.37	<0.01	710.37	<0.01
Sex	1	651.27	<0.01	769.09	<0.01	853.62	<0.01	1081.12	<0.01	1862.52	<0.01	1862.52	<0.01	1862.52	<0.01	1862.52	<0.01	1862.52	<0.01
Parity	9	13.14	<0.01	0.93	NS	8.31	<0.01	5.63	<0.01	2.02	<0.05	3.45	<0.01	3.45	<0.01	3.45	<0.01	3.45	<0.01
Breeds	3	56.42	<0.01	17.59	<0.01	39.16	<0.01	40.51	<0.01	59.76	<0.01	48.86	<0.01	48.86	<0.01	48.86	<0.01	48.86	<0.01
Dam(BD)	2249	3.01	<0.01	1.84	<0.01	2.96	<0.01	2.68	<0.01	2.92	<0.01	2.93	<0.01	2.93	<0.01	2.93	<0.01	2.93	<0.01
litter size (head)	1	156.37	<0.01	28.46	<0.01	194.57	<0.01	235.60	<0.01	0.65	NS	0.51	NS	0.51	NS	0.51	NS	0.51	NS
R <sup>2</sup>		0.35		0.32		0.43		0.38		0.39		0.32		0.32		0.32		0.32	

NS: not significant

## 2) 출생년도의 효과

Table 3-4에서는 조사된 각 형질의 출생년도의 효과에 대한 최소자승평균과 표준오차를 표시하였다.

종료체중은 2001년부터 2012년까지 83.07~124.97kg으로 증가 추세를 보이고 있으며, 2013년과 2014년에는 각각 110.21, 105.55kg으로 2012년에 비하면 감소하였으나, 90kg체중 기준으로 보면 많은 차이를 보이고 있다. 본 연구에서 조사된 모든 형질(등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께, 정육율)은 검정종료 후 90kg으로 체중을 보정하여 계산된 수치이므로 종료체중이 90kg에 근접할수록 조사된 수치의 오차를 최소화할 수 있다고 볼 수 있다. 향후 검정종료체중을 현재보다 낮추기 위해서는 산육능력 검정을 10일 이상 일찍 수행해야 할 것으로 사료된다. 종료체중에서 2001년~2005년은 83.07~89.61kg의 범위이고, 2006년 이후는 92.22~124.97kg의 범위를 나타내고 있다. 2006년 이전에는 검정종료체중이 90kg 이하였으나, 2006년부터 90kg 이상의 수치를 보이고 있다.

종돈의 유전능력 평가를 정확히 수행하기 위해서는 종료체중을 최대한 90kg에 근접할 수 있도록 하여야 한다.

등심단면적은 2012년도 24.48cm<sup>2</sup>을 제외하면 27.15~31.81cm<sup>2</sup>로 대부분 30cm<sup>2</sup> 내외을 나타내고 있으며, 년도가 경과함에 따라 개량효과를 나타나지 않았다.

90kg 도달일령은 2001년에 136.39일로 가장 우수하였고, 2013년에 175.13일로 가장 불량한 것으로 나타났다. 일당증체량은 2001년에 647.61g으로 가장 높았고, 2013년에 536.33g으로 가장 낮았다.

이와 같은 연구 결과는 돼지 사육시설이 노후화로 인한 사육환경 악화에 따른 산육능력 저하로 추정된다. 최근에 돈사 시설이 대부분 철골 및 판넬구조로 되어 있으며, 바닥은 콘크리트와 철골이 혼합된 콘슬랏으로 구성되었다. 또한 돼지 분뇨를 수거하여 처리할 수 있도록 바닥 밑에는 슬러리피트 구조로 되어 있어 농도의 차이는 있으나 대부분의 돈사 내부에서 암모니아 가스가 발생한다. 돼지 사육시설은 내부에서 발생하는 암모니아 가스에 의한 시설물 부식이 급속도로 진행되어 일반시설물보다 노후화가 훨씬 빠른 속도로 진행됨으로 돼지 능력저하를 방지하기 위해서는 시설물이 노후되기 전에 시설물에 대한 철저한 개보수작업이 진행되어야 할 것으로 사료된다.

체중 90kg으로 보정된 등지방두께는 2001~2014년까지 10.26~13.68mm의 범위를 보이고 있다. 등지방두께는 검정년도 초기보다 후기에 다소 얇아졌으나, 뚜렷한 개선효과는 나타나지 않았다. 종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량에서 년도가 경과함에 따라 점차적으로 저조한 성적을 보이고 있으며, 등지방두께와 정육율은 15년 검정기간 동안 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.



Table 3-4. Least-squares means and standard errors for the effect of year.

Trait	Year													
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Final weight (kg)	83.07 ±1.85	81.31 ±1.68	86.55 ±1.48	86.13 ±1.32	89.61 ±1.13	92.22 ±0.94	94.99 ±0.78	92.30 ±0.66	103.27 ±0.62	105.14 ±0.65	107.91 ±0.88	124.97 ±1.73	110.21 ±1.24	105.55 ±1.82
Eye muscle area(cm <sup>2</sup> )	31.81 ±0.48	30.57 ±0.43	31.58 ±0.38	31.02 ±0.34	29.93 ±0.29	29.96 ±0.24	29.85 ±0.20	29.23 ±0.17	27.33 ±0.16	28.40 ±0.17	28.15 ±0.23	24.48 ±0.45	26.41 ±0.32	27.15 ±0.47
Days to 90kg (day)	136.39 ±1.85	137.10 ±1.67	140.66 ±1.48	151.20 ±1.31	145.88 ±1.12	150.65 ±0.94	145.88 ±0.78	157.16 ±0.66	159.52 ±0.62	159.96 ±0.64	169.86 ±0.88	167.55 ±1.73	175.13 ±1.24	171.59 ±1.81
Daily weight gain(g)	647.61 ±9.35	640.82 ±8.45	634.45 ±7.48	592.01 ±6.65	616.62 ±5.68	601.78 ±4.76	625.80 ±3.96	577.02 ±3.35	582.06 ±3.11	583.50 ±3.26	548.22 ±4.45	579.68 ±8.74	536.33 ±6.26	542.79 ±9.19
Backfat thickness(mm)	13.68 ±0.29	13.61 ±0.26	14.35 ±0.23	13.67 ±0.21	12.72 ±0.18	12.62 ±0.15	12.01 ±0.12	12.04 ±0.10	11.70 ±0.10	12.11 ±0.10	12.11 ±0.14	10.26 ±0.27	10.75 ±0.20	11.91 ±0.29
Meat percentage(%)	57.94 ±0.36	58.26 ±0.33	58.18 ±0.29	58.47 ±0.26	58.91 ±0.22	58.66 ±0.18	58.85 ±0.15	59.09 ±0.13	59.45 ±0.12	59.34 ±0.13	58.99 ±0.17	60.80 ±0.34	60.98 ±0.24	60.07 ±0.35

— ∞ —

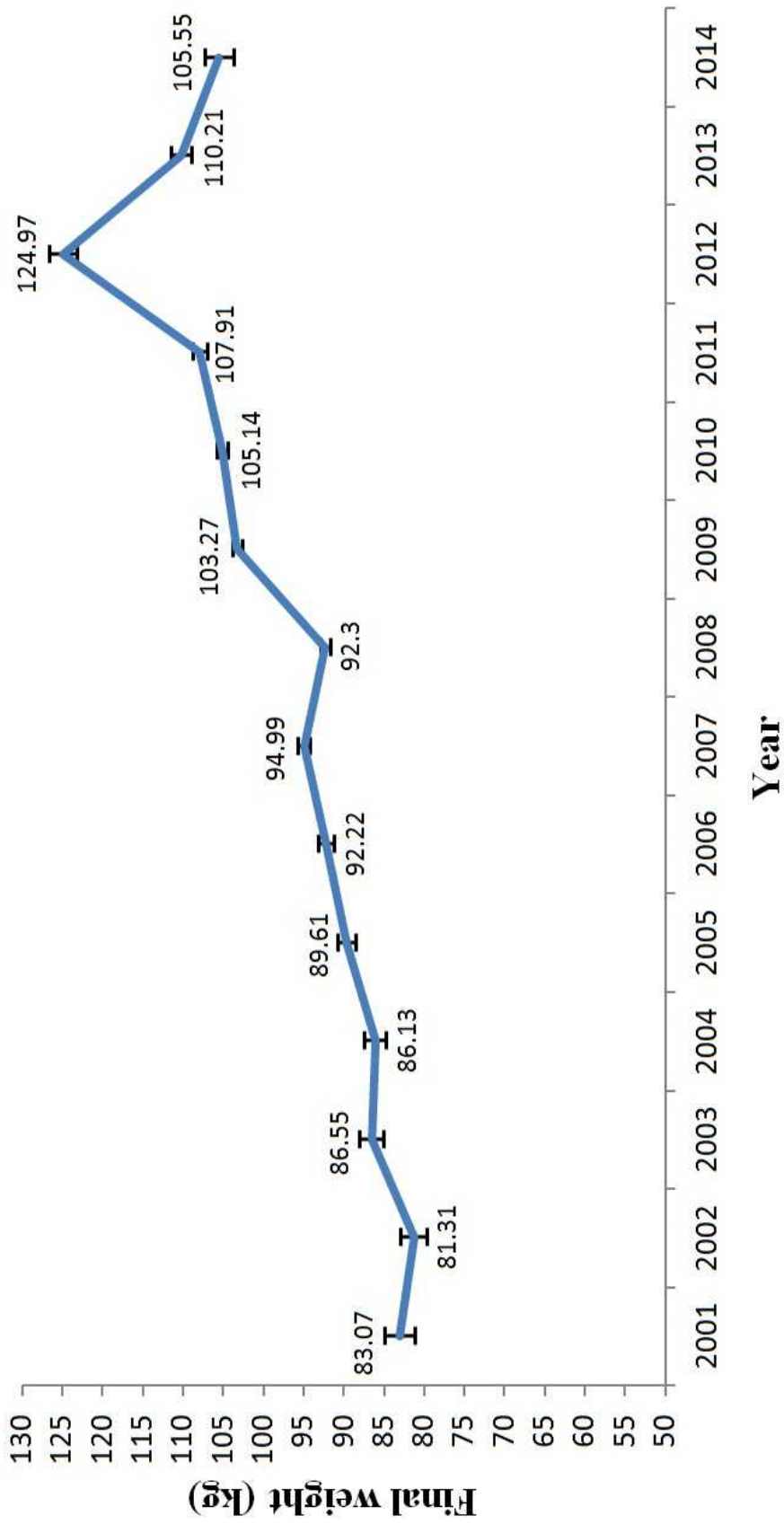


Figure 3-1a. Trend and the LSM of final weight for the effect of year.

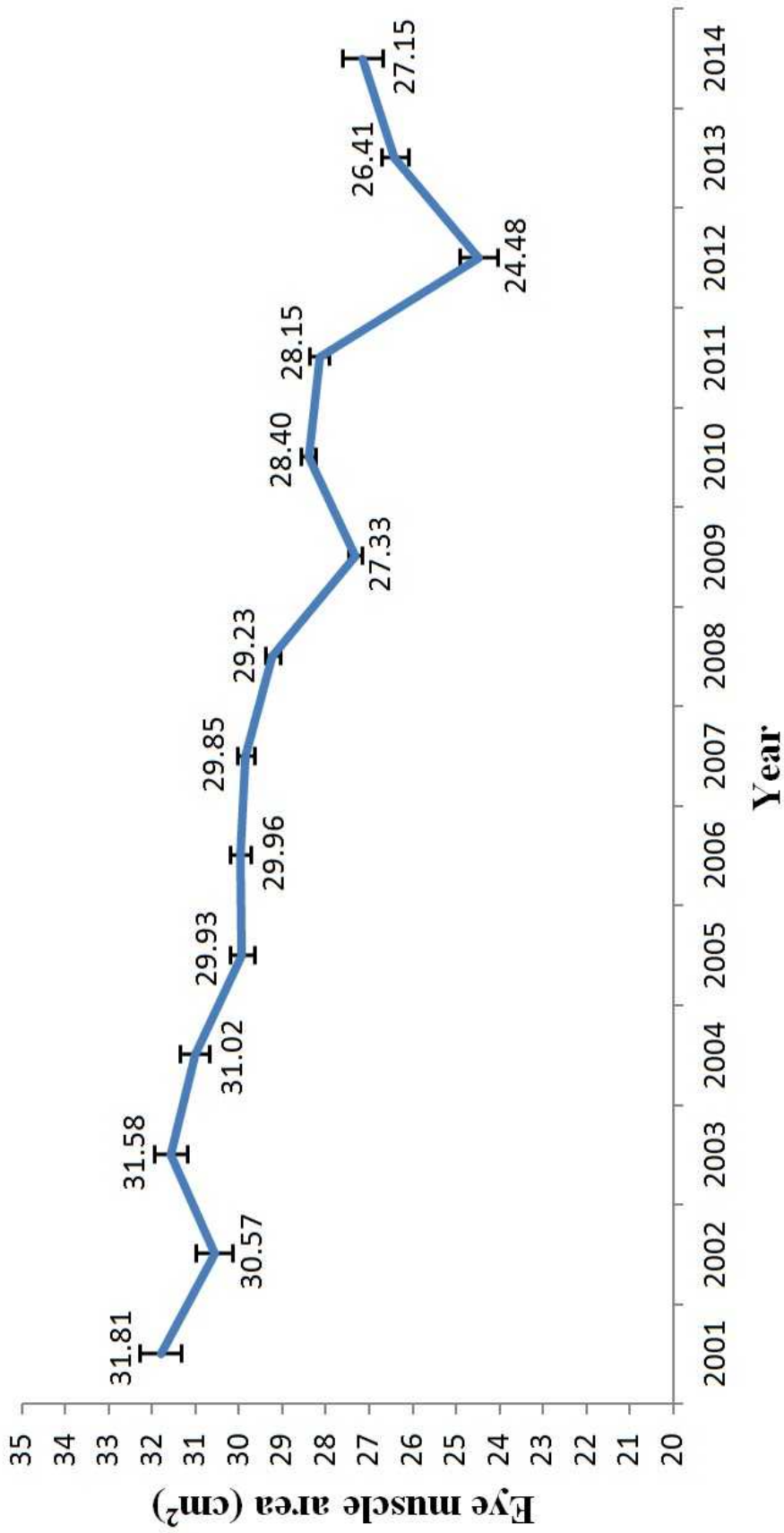


Figure 3-1b. Trend and the LSM of eye muscle area for the effect of year.

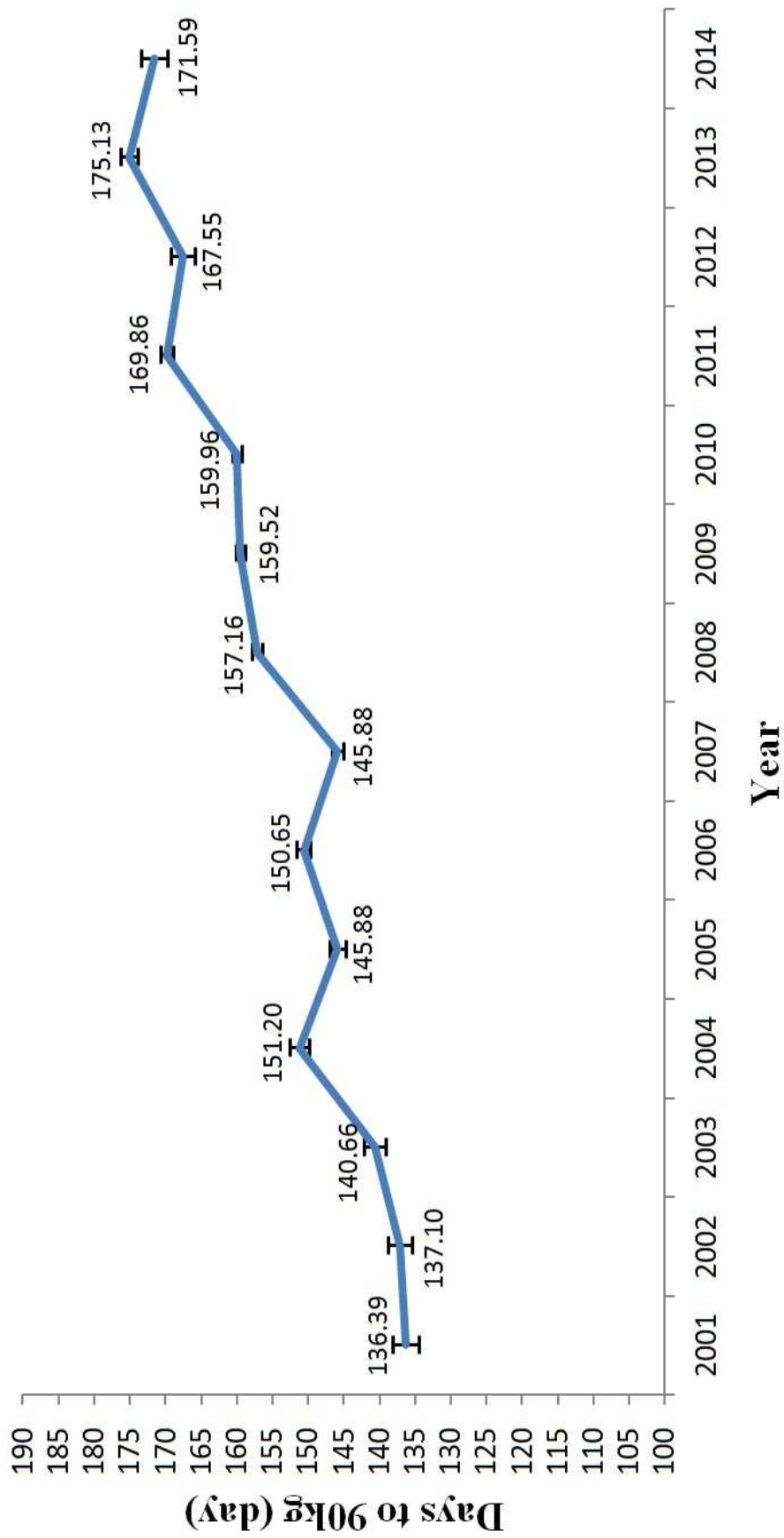


Figure 3-1c. Trend and the LSM of days to 90kg for the effect of year.

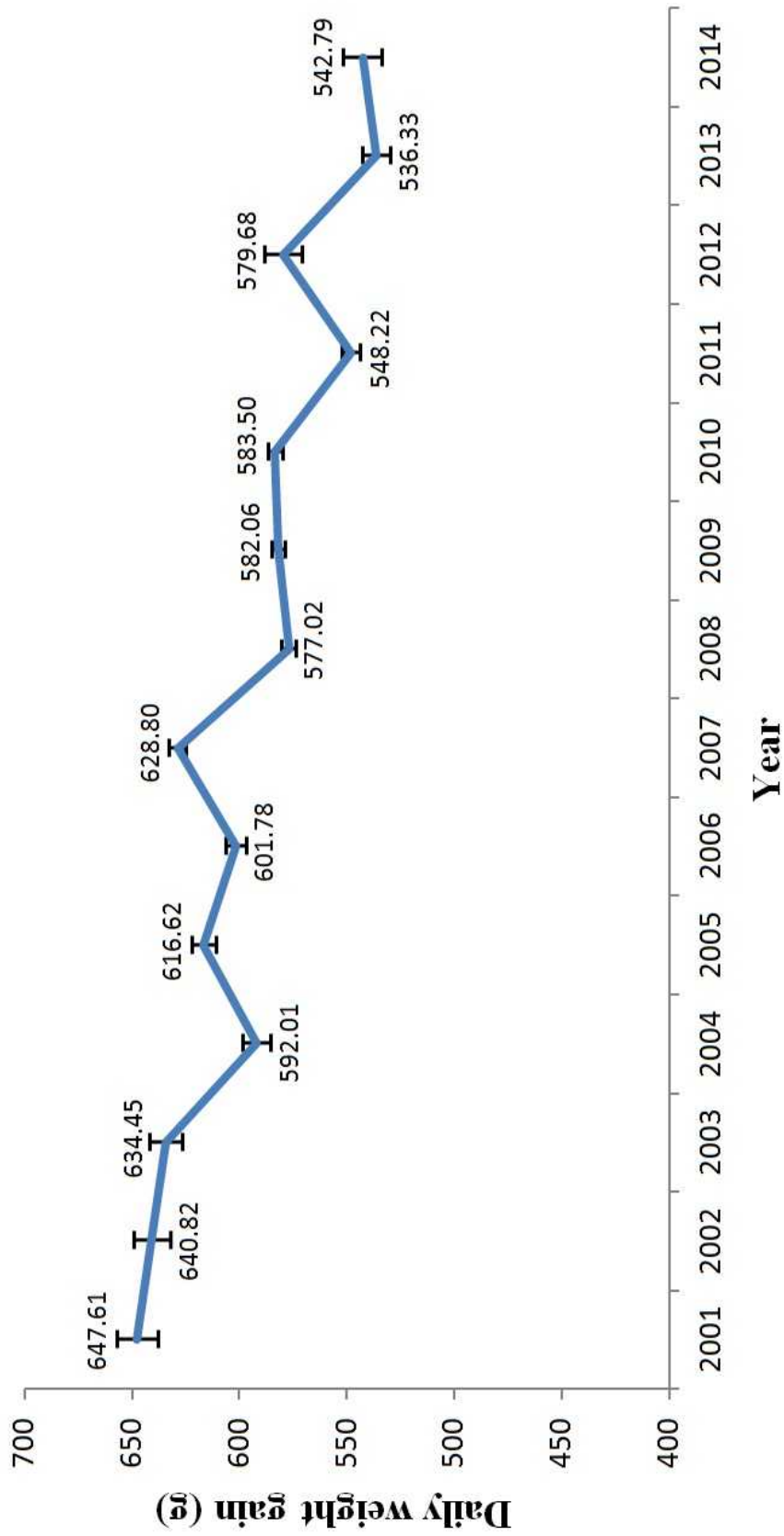


Figure 3-1d. Trend and the LSM of daily weight gain for the effect of year.

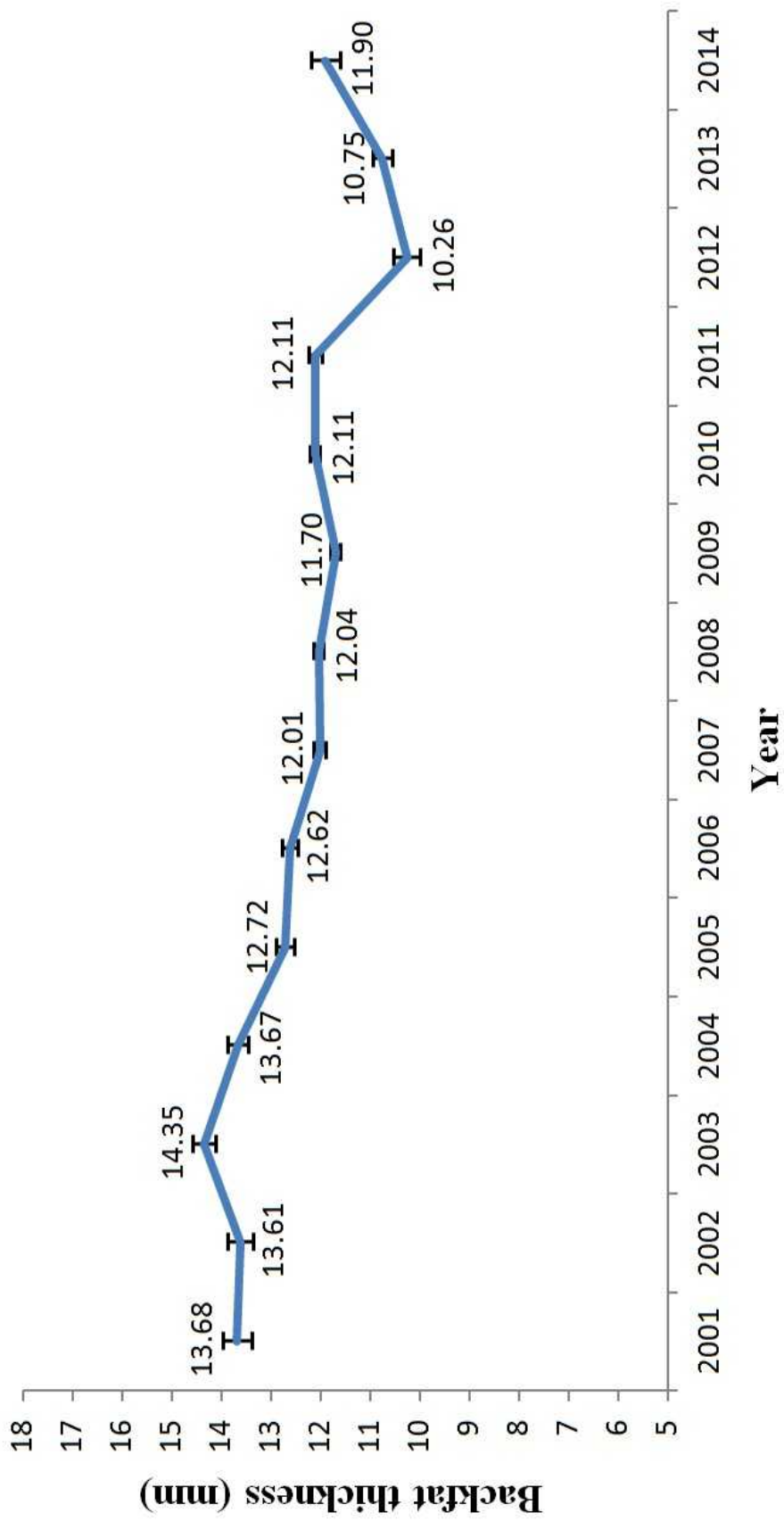


Figure 3-1e. Trend and the LSM of backfat thickness for the effect of year.

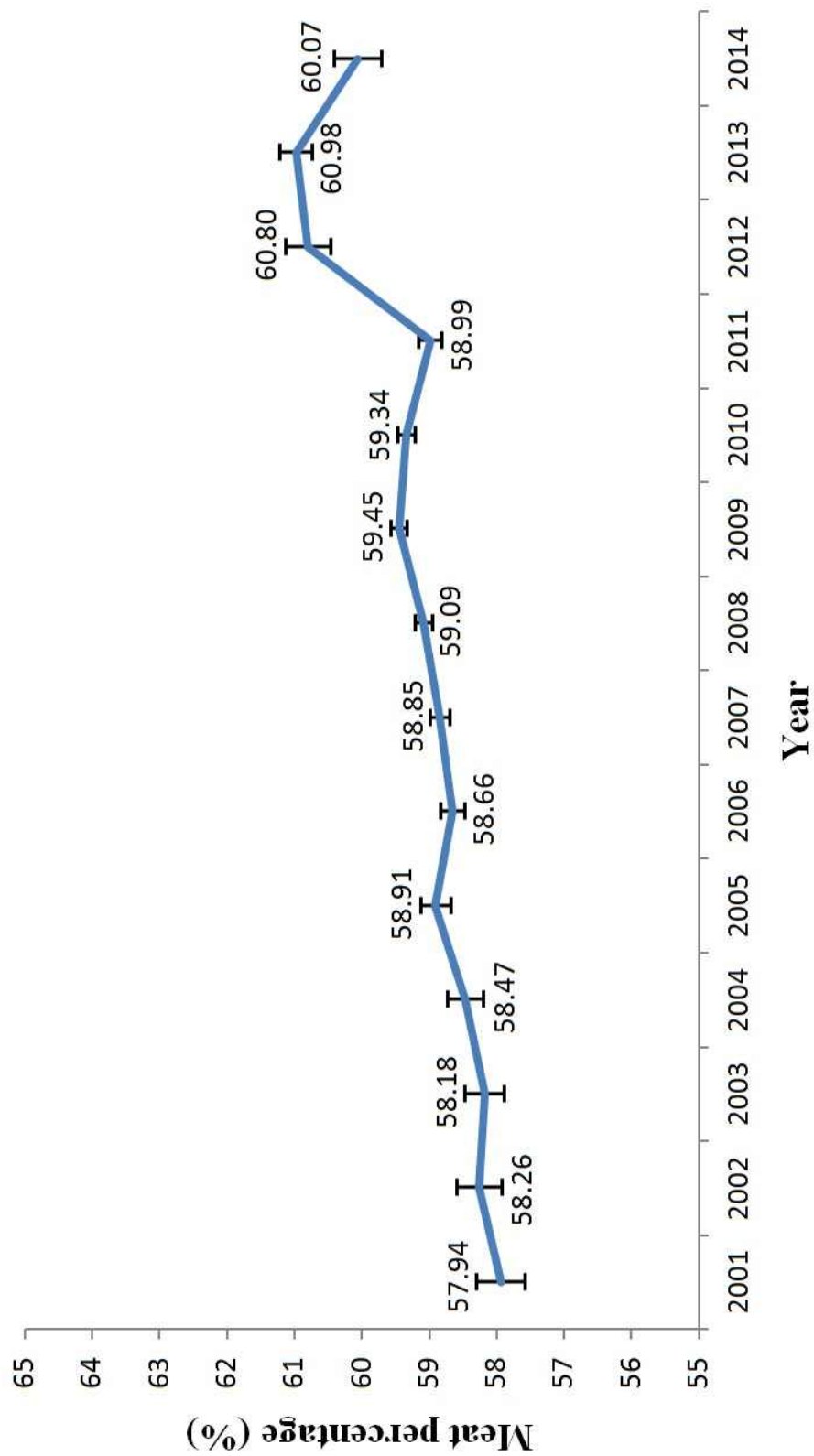


Figure 3-1f. Trend and the LSM of meat percentage for the effect of year.

### 3) 검정종료 계절의 효과

Table 3-5에서는 조사된 각 형질의 검정종료 계절의 효과에 대한 최소자승평균과 표준오차를 표시하였다. 검정종료체중은 94.34~98.90kg의 범위를 보이고 있으며 겨울이 가장 높고 여름이 가장 낮게 나타났다. 등심단면적은 28.70~29.17cm<sup>2</sup>의 범위를 보이고 있으며, 계절간의 차이는 크게 나타나지 않았다. 일당증체량은 봄에 605.48g으로 다른 계절에 비해 가장 높은 수치를 보이고 있고, 여름에 585.79g으로 가장 낮은 증체를 보이고 있다. 여름과 가을 간에 유의차는 없었다( $p>0.05$ ). 등지방두께는 12.17~12.65mm의 범위를 보이고 있어 계절 간에 큰 차이는 없었다. 정육율은 58.95~59.42%의 범위로 모든 계절에 비슷한 수치를 보이고 있다.

일당증체량이 봄에 가장 높은 이유는 가을에 분만된 자돈이 검정이 종료되는 시점인 봄에 체중 증가가 높은 것으로 사료된다. 백(1995)은 랜드레이스, 요크셔, 두록 품종에서 검정시기가 추운계절에 이루어지는 것이 더운계절에 검정되는 것보다 성장률이 빠르다고 보고하였다, 이와 같은 결과는 더위에 약하고 추위에 강한 돼지의 생리적 특징이라고 볼 수 있다.

등심단면적, 등지방두께, 정육율은 계절 간에 차이가 없어 계절에 의한 영향이 거의 없는 것으로 판단된다.



Table 3-5. Least-squares means and standard errors for the effect of season.

Trait	Season			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
Final weight (kg)	98.56 <sup>a</sup> ±0.59	94.34 <sup>b</sup> ±0.54	97.64 <sup>c</sup> ±0.51	98.96 <sup>a</sup> ±0.58
Eye muscle area(cm <sup>2</sup> )	28.70 <sup>b</sup> ±0.15	29.16 <sup>a</sup> ±0.14	29.17 <sup>a</sup> ±0.13	28.94 <sup>c</sup> ±0.15
Days to 90kg(day)	152.36 <sup>b</sup> ±0.58	155.59 <sup>a</sup> ±0.54	156.72 <sup>c</sup> ±0.51	154.90 <sup>a</sup> ±0.58
Daily weight gain(g)	605.48 <sup>b</sup> ±2.96	585.79 <sup>a</sup> ±2.75	586.77 <sup>a</sup> ±2.57	595.87 <sup>c</sup> ±2.93
Backfat thickness(mm)	12.17 <sup>a</sup> ±0.09	12.65 <sup>b</sup> ±0.09	12.30 <sup>c</sup> ±0.08	12.46 <sup>d</sup> ±0.09
Meat percentage(%)	59.42 <sup>c</sup> ±0.11	58.95 <sup>a</sup> ±0.11	59.14 <sup>b</sup> ±0.10	59.06 <sup>ab</sup> ±0.11

<sup>a,b,c</sup>Means in the same row not sharing common superscript letters differ( $p < 0.01$ ).

#### 4) 성별의 효과

Table 3-6에서는 조사된 각 형질의 성의 효과에 대한 최소자승평균과 표준오차를 표시하였다. 종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께, 정육율이 암컷에서는 각각 94.84kg, 29.70cm<sup>2</sup>, 157.79일, 576.99g, 13.07mm, 58.63%를 나타냈다. 수컷에서는 각각 99.91kg, 28.28cm<sup>2</sup>, 152.00일, 606.96g, 11.72mm, 59.66%를 나타냈다.

일당증체량은 수컷이 암컷보다 높게 나타났으며 등지방두께는 암컷이 수컷에 비해 높은 수치를 보이고 있다. 전체적으로 볼 때 암컷에 비해 수컷이 우수한 것으로 나타나고 있다. 그러한 이유는 검정두수가 암컷은 15,819두, 수컷은 5,915두로서 암컷에 비해 수컷이 성장과정에서 불량개체를 많이 도태했기 때문에 나타나는 선발강도의 차이와 성별 차이에서 기인한다고 볼 수 있다.

90kg 도달일령에서 Bereskin(1987)은 수퇘지 146.5일, 암퇘지 152.1일 로 수퇘지가 암퇘지보다 빨리 성장하였다고 보고하였으며, 정(1989)은 각각 151.2, 166.3일로 수퇘지가 암퇘지보다 우수한 능력을 보여주고 있다.

Table 3-6. Least-squares means and standard errors for the effect of sex.

Sex	Trait	Final weight (kg)	Eye muscle area (cm <sup>2</sup> )	Days to 90kg (day)	Daily weight gain (g)	Backfat thickness (mm)	Meat percentage (%)
Female		94.84 ±0.54	29.70 ±0.14	157.79 ±0.53	576.99 ±2.70	13.07 ±0.08	58.63 ±0.10
Male		99.91 ±0.54	28.28 ±0.14	152.00 ±0.54	609.96 ±2.73	11.72 ±0.09	59.66 ±0.11

## 5) 산차의 효과

Table 3-7에서는 조사된 각 형질의 산차의 효과에 대한 최소자승평균과 표준오차를 표시하였다. 종료체중은 90.6~101.6kg의 범위를 보이고 있으며 1산차에서 가장 높고 10산차에서 가장 낮게 나타났다. 차수가 증가할수록 검정종료체중이 낮아지는 경향이 있다. 등심단면적은 산차에 관계없이 거의 일정한 수치를 보이고 있다. 90kg 도달일령은 1산차에서 157.4일로 가장 높고 9산차에서 153.4일로 가장 낮으나 4.07일의 차이에 불과하다. 일당증체량은 1산차와 10산차에서 낮은 수치를 보이고 있고 2산차에서 9산차는 비슷한 수치를 보이고 있다. 등지방두께는 10산차에 12.8mm로 가장 높으나 12.2~12.8mm의 범위를 보이고 있어 산차간의 차이가 크게 나타나지 않았다. 정육율은 58.5~59.5%를 보이고 있다. 각 형질에 대한 산차간의 차이는 크게 나타나지 않는 것으로 사료된다.

Table 3-7. Least-squares means and standard errors for the effect of parity.

Parity	Trait	Final weight (kg)	Eye muscle area (cm <sup>2</sup> )	Days to 90kg (day)	Daily weight gain (g)	Backfat thickness (mm)	Meat percentage (%)
1		101.61 ±0.35	28.69 ±0.09	157.42 ±0.34	589.21 ±1.75	12.20 ±0.05	59.39 ±0.07
2		101.24 ±0.36	28.79 ±0.09	155.03 ±0.36	598.42 ±1.80	12.21 ±0.06	59.47 ±0.07
3		100.50 ±0.39	28.83 ±0.10	155.52 ±0.39	595.63 ±1.97	12.26 ±0.06	59.44 ±0.08
4		99.63 ±0.46	28.79 ±0.12	154.78 ±0.46	597.04 ±2.31	12.41 ±0.07	59.23 ±0.09
5		97.25 ±0.54	28.98 ±0.14	154.14 ±0.54	596.52 ±2.72	12.33 ±0.08	59.25 ±0.10
6		97.35 ±0.63	28.99 ±0.16	154.79 ±0.63	593.91 ±3.19	12.36 ±0.10	59.25 ±0.12
7		95.92 ±0.77	29.04 ±0.20	154.51 ±0.77	592.97 ±3.87	12.50 ±0.12	59.05 ±0.15
8		96.34 ±0.93	29.19 ±0.24	153.54 ±0.92	597.66 ±4.68	12.56 ±0.15	58.85 ±0.18
9		93.36 ±1.15	29.32 ±0.30	153.35 ±1.15	594.76 ±5.80	12.40 ±0.18	59.01 ±0.22
10		90.55 ±1.52	29.28 ±0.39	155.85 ±1.52	578.65 ±7.69	12.75 ±0.24	58.47 ±0.30

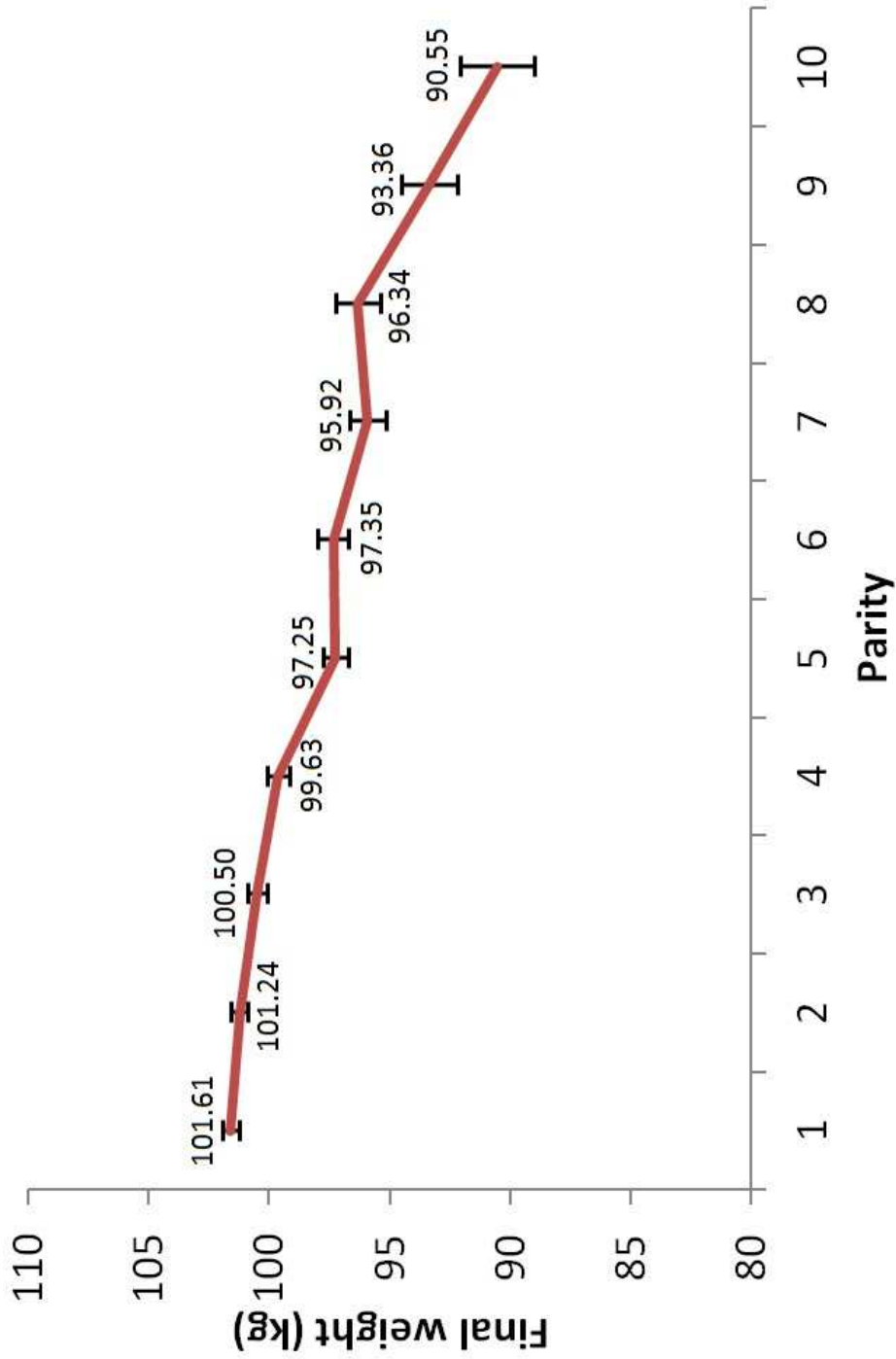


Figure 3-2a. Trend and the LSM of final weight for the effect of parity.

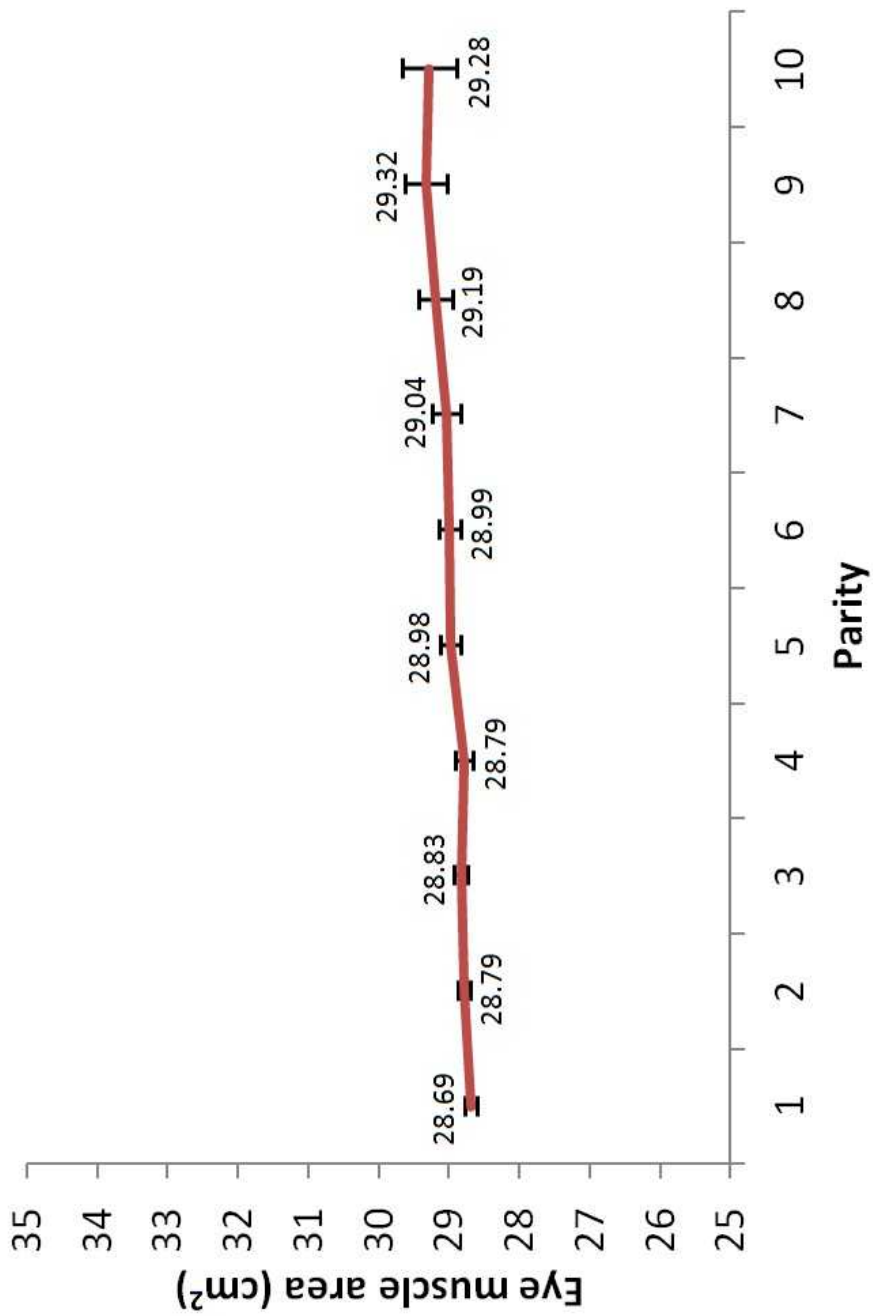


Figure 3-2b. Trend and the LSM of eye muscle area for the effect of parity.

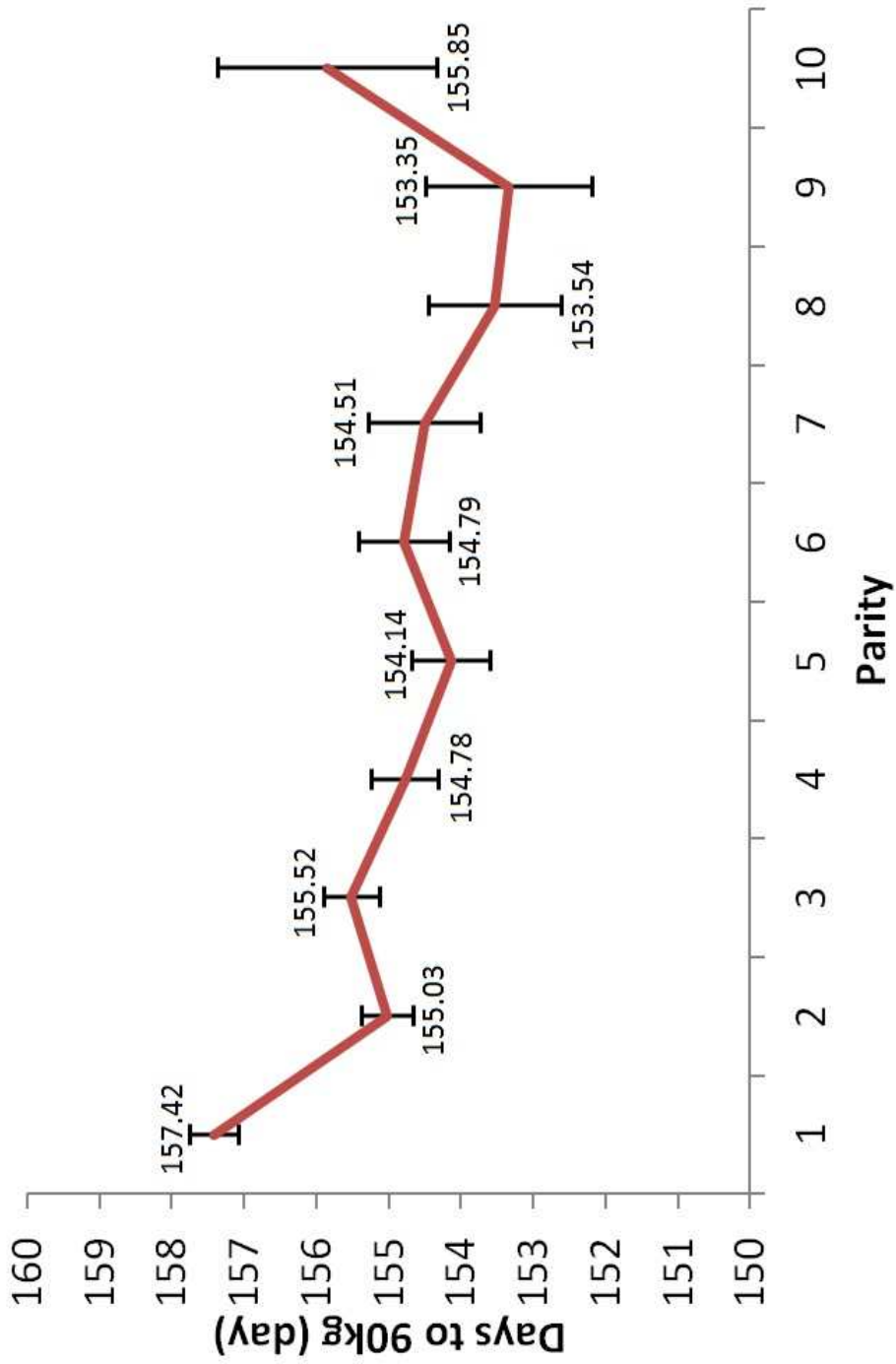


Figure 3-2c. Trend and the LSM of days to 90kg for the effect of parity.



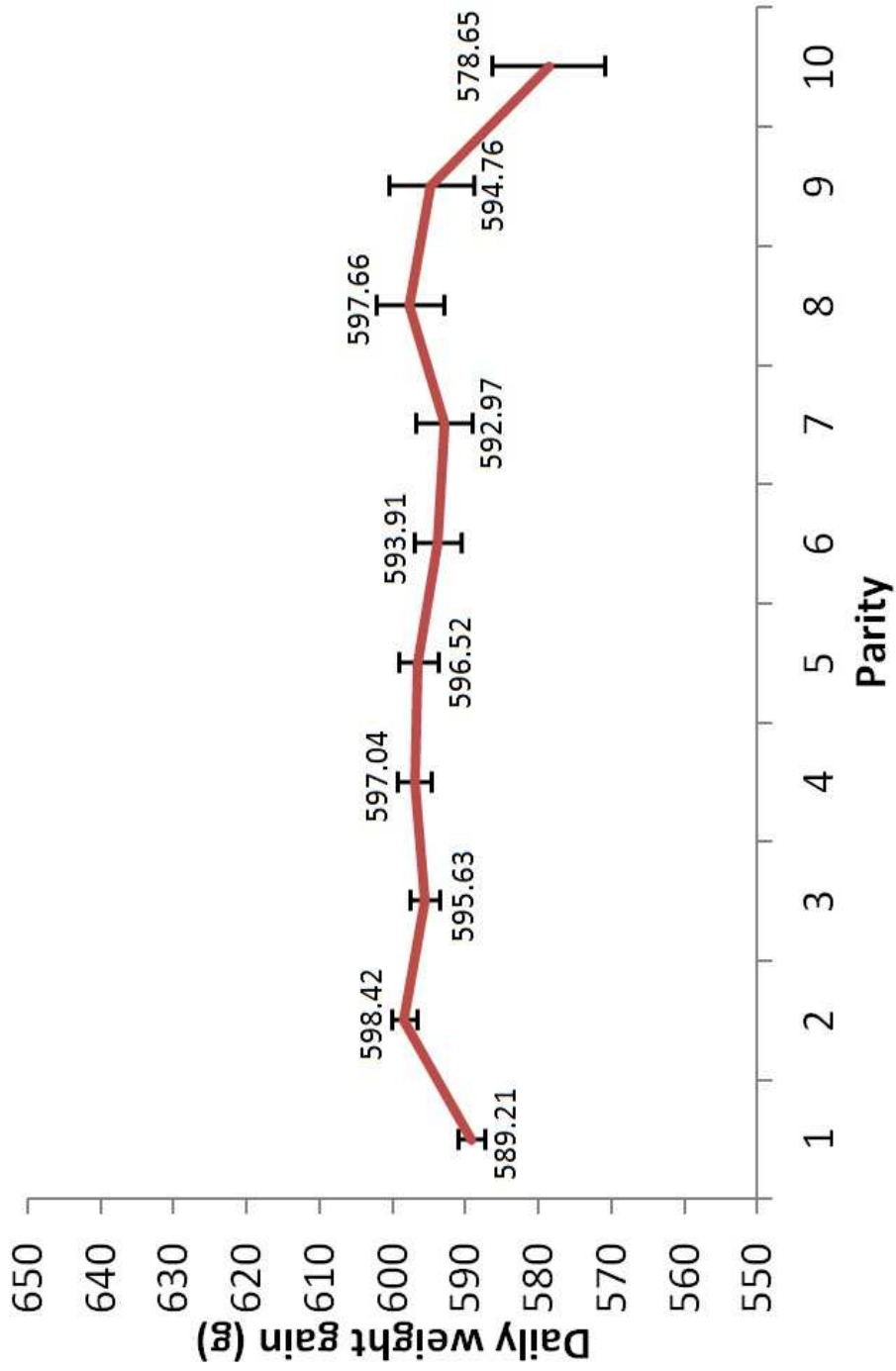


Figure 3-2d. Trend and the LSM of daily weight gain for the effect of parity.

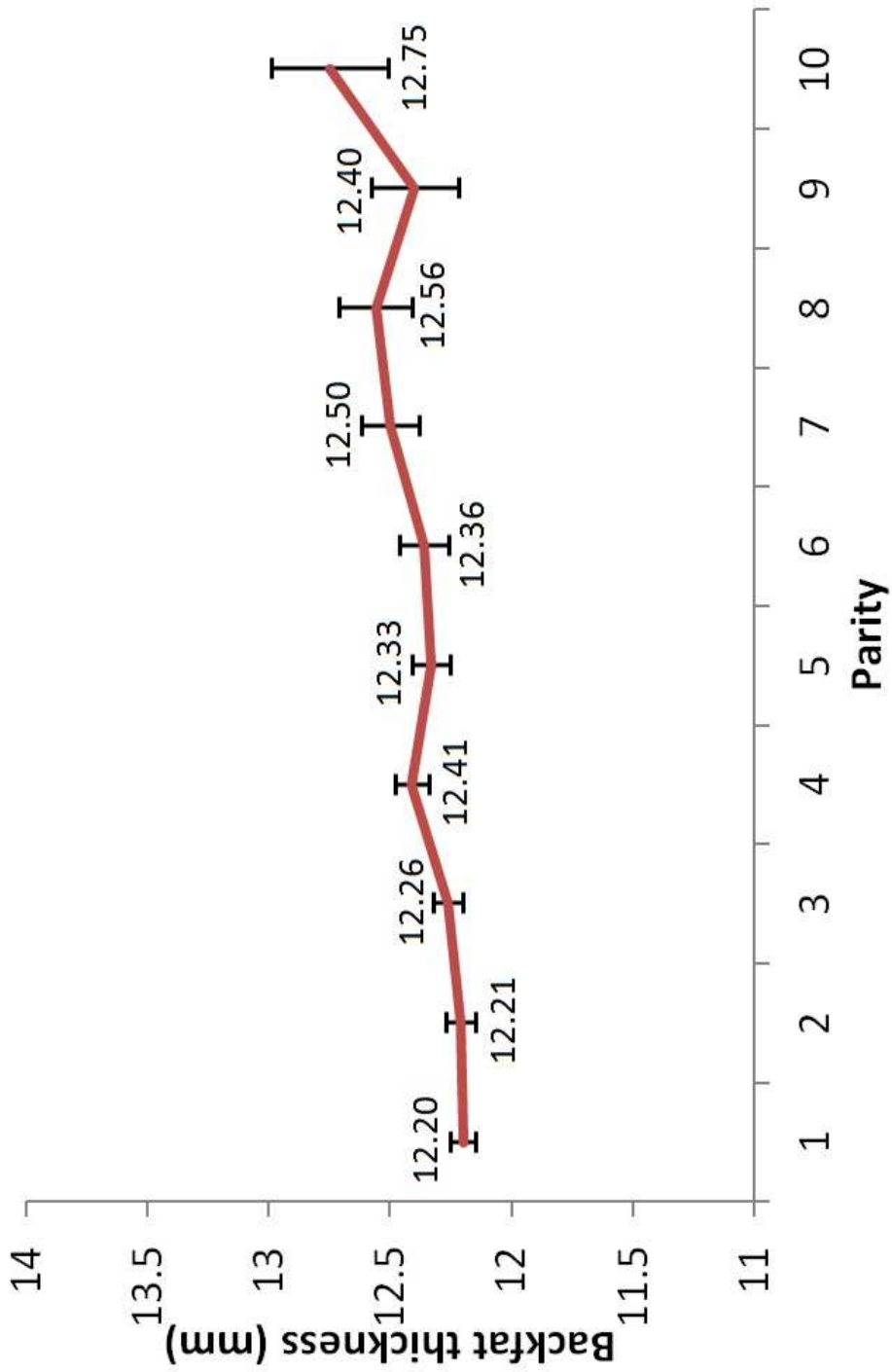


Figure 3-2e. Trend and the LSM of backfat thickness for the effect of parity.

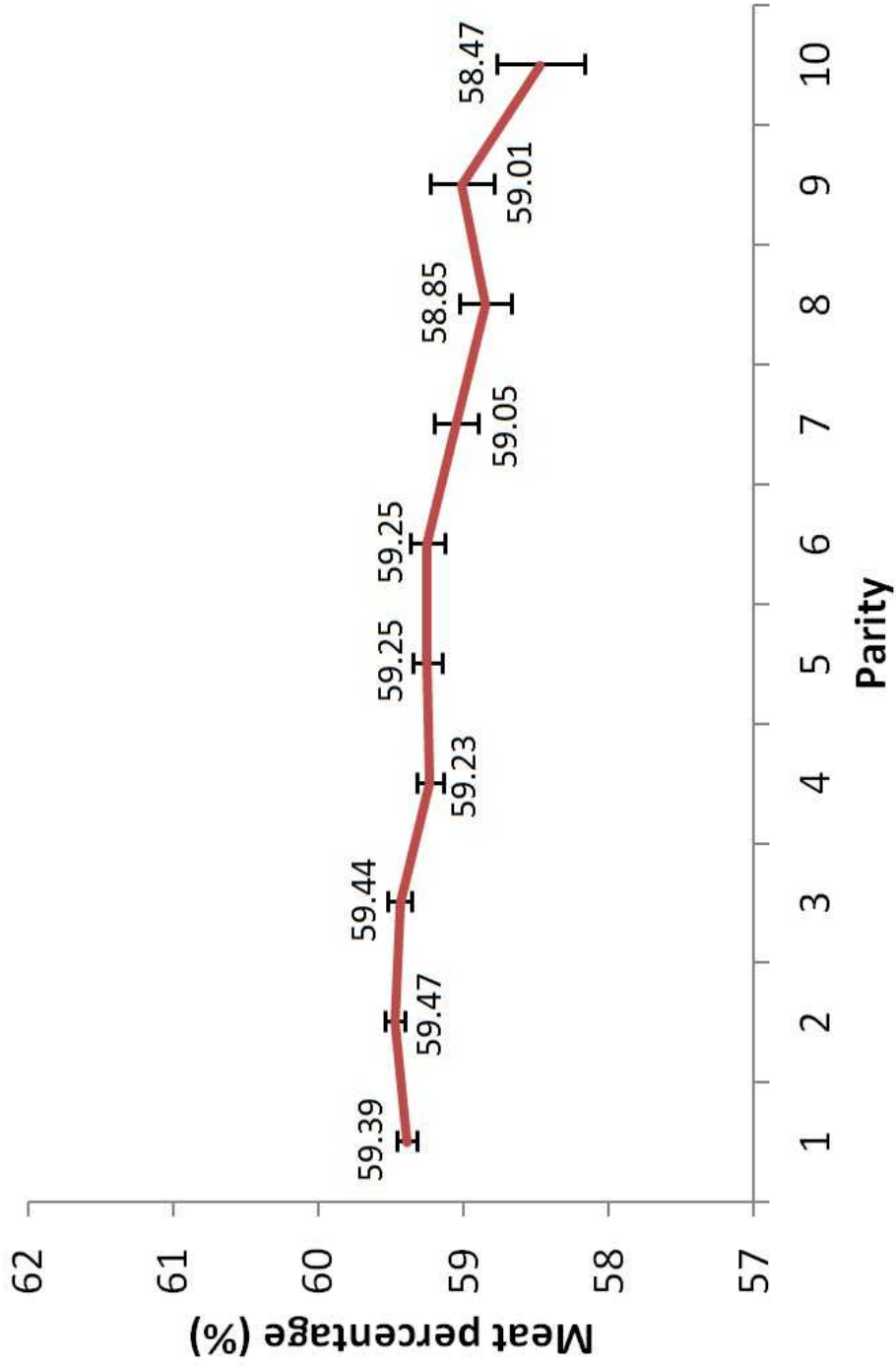


Figure 3-2f. Trend and the LSM of meat percentage for the effect of parity.

## 6) 품종의 효과

Table 3-8에서는 조사된 각 형질이 품종의 효과에 대한 최소자승평균과 표준오차를 표시하였다. 버크셔 품종은 종료체중, 90kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께, 정육율이 각각 84.02kg, 161.45일, 553.84g, 14.04mm, 57.49%로서 다른 품종에 비해 능력이 불량한 것으로 나타났다. 종료체중은 랜드레이스 품종이 103.84kg으로 다른 품종에 비해 가장 높은 수치를 보였다. 등심단면적은 버크셔, 랜드레이스 품종에서 유의차가 없으며 ( $p>0.05$ ), 두록 품종과 다른 품종간에는 유의차가 있었다( $p<0.01$ ). 요크셔 품종에서 90kg 도달일령, 일당증체량은 각각 151.47일, 613.01g로서 다른 품종에 비해 우수한 것으로 나타났다.

90kg 도달일령은 두록, 랜드레이스 및 요크셔 품종에서 각각 153.31, 153.35 및 151.47일로 요크셔 품종이 가장 우수하고, 두록과 요크셔 품종은 유의적인 차이를 보이지 않고 있다. 이는 박 등(2003)이 두록, 랜드레이스 및 요크셔 품종의 90kg 도달일령에서 각각 137.10, 138.37 및 139.96일로 두록 품종에서 가장 우수하였고, 요크셔 품종이 가장 불량하였다고 보고한 결과와는 상반되었다.

김과 박 (1984)은 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종에서 일당증체량이 각각 841, 803, 813g으로 두록 품종이 가장 우수하였다고 보고하여 본 연구와는 상반된 결과를 보였다. 한과 박(1985)은 요크셔 품종이 다른 품종보다 일당증체량이 가장 높았다고 하였으며, 권(1986)은 랜드레이스 품종이 가장 높은 일당증체량을 보였다고 하여 본 연구와 부합하는 결과를 보였다.

등지방두께는 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종에서 각각 12.36, 11.40, 11.80mm로 3품종간 차이는 적었다. 등지방두께는 두록, 랜드레이스 및 요크셔 품종에서 각각 12.4, 11.4 및 11.8로 랜드레이스 품종이 가장 우수하였고, 그 다음이 요크셔, 두록 품종 순으로 두록 품종이 가장 불량하였다. 이와 같은 결과는 Kennedy(1984), Li와 Kennedy(1994), 이(1994) 및 김과 박(1984)의 연구 결과와 부합하였으나, 권(1986) 및 한과 박(1985)의 연구 결과와 상반되었다. 기존의 연구자에 따라 상반된 결과를 보이는 것은 돈군을 구성하는 품종의 특성에 따른 유전능력 차이라고 사료된다. 이러한 품종 특성을 이용하여 랜드레이스, 요크셔 품종은 산자능력이 우수하여 번식형질 위주의 개량목표를 설정하고, 두록 품종은 산육능력이 우수하여 부계 품종으로 최대한 활용하여 규격돈을

생산하는 것이 필요하다고 사료된다.

정육율은 두록, 랜드레이스 및 요크셔 품종에서 각각 59.2, 60.0 및 59.9%로 랜드레이스 품종에서 우수하였고, 두록 품종에서 불량하였다. 이는 박 등(2003)이 정육율에서 랜드레이스 품종이 가장 우수하였다고 보고한 결과와 부합하였다.

본 연구 결과, 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종에서 조사 형질간 산육능력 차이는 크지 않았지만 버크셔 품종과 다른 품종간에는 등심단면적을 제외한 모든 형질에서 뚜렷한 차이는 보이고 있다. 이는 고품질 규격돈 생산에 필요한 3품종(랜드레이스, 요크셔, 두록) 위주의 종돈개량이 지속적으로 수행해 왔고, 버크셔 품종이 외국에서 종돈을 수입할 때 다른 품종에 비해 유전적 능력이 낮은 개체가 도입된 결과로 볼 수 있다.

Table 3-8. Least-squares means and standard errors for the effect of breed.

Trait	Breed			
	Berkshire	Duroc	Landrace	Yorkshire
Final weight (kg)	84.02 <sup>a</sup> ±1.62	99.41 <sup>b</sup> ±0.46	103.84 <sup>c</sup> ±1.62	102.23 <sup>d</sup> ±0.33
Eye muscle area(cm <sup>2</sup> )	29.74 <sup>a</sup> ±0.42	28.39 <sup>b</sup> ±0.12	28.99 <sup>a</sup> ±0.08	28.84 <sup>a</sup> ±0.09
Days to 90kg(day)	161.45 <sup>b</sup> ±1.61	153.31 <sup>a</sup> ±0.46	153.35 <sup>a</sup> ±0.31	151.47 <sup>c</sup> ±0.33
Daily weight gain(g)	553.84 <sup>a</sup> ±8.15	600.20 <sup>b</sup> ±2.31	606.86 <sup>c</sup> ±1.57	613.01 <sup>d</sup> ±1.69
Backfat thickness (mm)	14.04 <sup>a</sup> ±0.25	12.36 <sup>b</sup> ±0.07	11.40 <sup>c</sup> ±0.05	11.80 <sup>d</sup> ±0.05
Meat percentage (%)	57.49 <sup>b</sup> ±0.31	59.16 <sup>c</sup> ±0.09	60.02 <sup>a</sup> ±0.06	59.91 <sup>a</sup> ±0.07

<sup>a,b,c,d</sup>Means in the same row not sharing common superscript letters differ(p<0.01).

## 7) 형질간의 상관관계

Table 3-9에서는 검정기간에 대해 보정된 각 형질간의 부분상관계수(partial correlation coefficient)를 표시하였다. 등심단면적과 종료체중의 상관계수는  $-0.31$ 로 부의 상관을 나타냈다. 90kg 도달일령은 종료체중과  $-0.98$ 로 고도의 부의 상관계수를 보이고 있으며 등심단면적과는  $0.31$ 로 정의 상관관계를 나타냈다. 일당증체량은 종료체중과  $0.99$ 로 고도의 정의 상관관계를 나타냈고 등심단면적과는 부의 상관관계를 보였다. 등지방두께의 경우 종료체중, 일당증체량과 낮은 부의 상관관계를 보이고 있으며 90kg 도달일령과는 낮은 정의 상관관계를 보이고 있다.

강(2012)은 90kg 도달일령과 일당증체량의 표현형 상관계수  $-0.95$ 로서 높은 부의 상관관계를 보이고 있고, 최 등(2004)은 랜드레이스 품종에서  $-0.95$ , 요크셔 품종에서  $-0.96$ 으로서 본 연구 결과  $-0.98$ 과 유사한 수치를 보이고 있다.

Kang 등 (2012)은 등심단면적과 90kg 도달일령의 표현형 상관계수가 두록, 버크셔, 랜드레이스, 요크셔 품종에서 각각  $-0.21$ ,  $-0.28$ ,  $-0.25$ ,  $-0.37$ 로 나타났으며, 이는 본 연구의 부분상관계수  $0.31$ 과는 상반된 결과를 보여주고 있다. 최 등 (2004)은 일당증체량과 등지방두께의 표현형 상관계수가 랜드레이스, 요크셔 품종에서 각각  $0.34$ ,  $0.41$ 로 정의 상관관계를 보이고 있고, 송 등(2002)은  $0.02$ 로 상관관계가 거의 없는 것으로 보고했다. 본 연구에서 두 형질간의 부분상관계수는  $-0.15$ 로서 부의 상관관계를 보이고 있어 연구자마다 다른 결과를 나타내고 있다.

등지방두께와 정육율의 부분상관계수는  $-0.69$ 로 고도의 부의 상관관계를 보이고 있다. 최 등(2004)은 등지방두께와 정육율의 유전 및 표현형 상관계수가 두록 품종에서 각각  $-0.79$ ,  $-0.76$ 으로 나타났으며, 랜드레이스 품종에서 각각  $-0.69$ ,  $-0.81$ , 요크셔 품종에서 각각  $-0.72$ ,  $-0.77$ 로 본 연구 결과와 유사한 고도의 부의 상관관계를 보이고 있다. 이와 같은 결과 보고는 등지방두께가 증가하면 정육율은 감소한다는 것을 보여주고 있다.

Table 3-9. Partial correlation coefficient between the traits while controlling for the performance test period.

Trait	Final weight (kg)	Eye muscle area(cm <sup>2</sup> )	Days to 90kg (day)	Daily weight gain(g)	Backfat thickness (mm)	Meat percentage (%)
Eye muscle area (cm <sup>2</sup> )	-0.31 p<0.01					
Days to 90kg(day)	-0.98 p<0.01	0.31 p<0.01				
Daily weight gain(g)	0.99 p<0.01	-0.31 p<0.01	-0.98 p<0.01			
Backfat thickness (mm)	-0.15 p<0.01	0.01 p<0.05	0.15 p<0.01	-0.15 p<0.01		
Meat percentage (%)	0.09 p<0.01	0.29 p<0.01	-0.09 p<0.01	0.09 p<0.01	-0.69 p<0.01	
Litter size (head)	-0.11 p<0.01	0.08 p<0.01	0.11 p<0.01	-0.11 p<0.01	-0.01 NS	0.02 p<0.05

NS, not significant(p>0.05).



#### 4. 요약

본 연구는 2000년부터 2014년까지 제주특별자치도 축산진흥원 종돈장에서 농장 검정된 21,734두에 대한 자료를 근거로 하여 년도, 계절, 성, 산차, 품종의 돼지 주요 경제형질인 종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께, 정육율에 미치는 영향을 수행하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 통계분석 모델에 모돈의 복당 산자수를 공분산 항목으로 포함하여 분석 결과에 대하여 회귀계수를 추정하였다. 모돈의 복당 산자수가 1두 증가함에 따라 종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량은 각각  $-0.460g$ ,  $0.051cm^2$ ,  $0.512일$ ,  $-2.853g$ 씩 변화하였으나, 복당 산자수는 등지방두께와 정육율에는 유의적으로 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ). 복당 산자수 1두 증가는 검정종료체중  $0.460kg$  및 일당증체량  $2.853g$  감소하고, 90kg 도달일령  $0.512일$  증가한다고 볼 수 있다.

- 2) 출생년도의 효과

종료체중은 2001년부터 2012년까지 점차적으로 증가 추세를 보이고 있으며, 2013년 이후 감소하고 있다. 2001년~2005년은  $83.1\sim 89.6kg$ 의 범위이고, 2006년 이후는 종료체중이  $92.2\sim 125.0kg$ 의 범위를 나타내고 있다. 등심단면적은 2012년도  $24.5cm^2$ 을 제외하면  $27.6\sim 31.8cm^2$ 로 대부분  $30cm^2$  내외를 나타내고 있으며, 점차적으로 감소하는 추세를 보이고 있다. 90kg 도달일령은 2001년에 136.4일로 가장 짧았고, 2013년에 175.1일로 가장 길었다. 일당증체량은 2001년에  $647.6g$ 으로 가장 높았고, 2013년에  $536.3g$ 으로 가장 낮았다. 체중 90kg 보정 등지방두께는 2001~2014년까지  $10.3\sim 13.7mm$ 의 범위를 보이고 있다.

### 3) 검정종료 계절의 효과

검정종료체중은 94.3~98.9kg의 범위를 보이고 있으며 겨울이 가장 높고 여름이 가장 낮게 나타났다. 등심단면적은 28.7에서 29.2cm<sup>2</sup>의 범위를 보이고 있으며 계절간의 차이는 크게 나타나지 않았다. 일당증체량은 봄에 605.5g으로 다른 계절에 비해 가장 높은 수치를 보이고 있고 여름에 585.8g으로 가장 낮은 증체를 보이고 있다. 여름과 가을간에 유의차는 없었다( $p>0.05$ ). 등지방두께는 12.2~12.7mm의 범위를 보이고 있어 계절간에 큰 차이는 없었다. 정육율은 59.0~59.4%의 범위로 모든 계절에 비슷한 수치를 보이고 있다.

### 4) 성별의 효과

종료체중, 등심단면적, 90kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께, 정육율이 암컷에서는 각각 94.8kg, 29.7cm<sup>2</sup>, 157.8일, 577.0g, 13.1mm, 58.6%를 나타냈다. 수컷에서는 각각 99.9kg, 28.3cm<sup>2</sup>, 152.0일, 607.0g, 11.7mm, 59.7%를 나타냈다. 일당증체량은 수컷이 암컷보다 높게 나타났으며, 등지방두께는 암컷이 수컷에 비해 높은 수치를 보이고 있다.

### 5) 산차의 효과

종료체중은 90.6~101.6kg의 범위를 보이고 있으며 1산차에서 가장 높고 10산차에서 가장 낮게 나타났다. 차수가 증가할수록 검정종료체중이 낮아지는 경향이 있다. 등심단면적은 산차에 관계없이 거의 일정한 수치를 보이고 있다. 90kg 도달일령은 1산차에서 157.4일로 가장 높고 9산차에서 153.4일로 가장 낮으나 4.0일의 차이에 불과하다. 일당증체량은 1산차와 10산차에서 낮은 수치를 보이고 있고, 2산차에서 9산차는 비슷한 수치를 보이고 있다. 등지방두께는 10산차에 12.8mm로 가장 높으나 12.2~12.8mm의 범위를 보이고 있어 산차간의 차이가 크게 나타나지 않았다. 정육율은 58.47~59.47%를 보이고 있다.

6) 품종의 효과

버크셔 품종은 종료체중, 90kg 도달일령, 일당증체량, 등지방두께, 정육율이 각각 84.0kg, 161.5일, 553.8g, 14.0mm, 57.5%로서 다른 품종에 비해 능력이 불량한 것으로 나타났다. 종료체중은 랜드레이스 품종이 103.84kg으로 다른 품종에 비해 가장 높은 수치를 보였다. 등심단면적은 버크셔, 랜드레이스, 요크셔 품종에서 유의차가 없으며 두록 품종과 다른 품종 사이에는 유의차가 있었다( $p < 0.01$ ). 요크셔 품종에서 90kg 도달일령, 일당증체량은 각각 151.5일, 613.0g로서 다른 품종에 비해 우수한 것으로 나타났다. 등지방두께는 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종에서 각각 12.4, 11.4, 11.8mm로 3품종 사이에 차이는 적었다. 두록, 랜드레이스, 요크셔 품종에서의 형질간 차이는 크지 않았지만 버크셔와 다른 품종간에 차이는 크게 나타났다.

7) 형질간의 상관관계

등심단면적과 종료체중의 상관계수는 -0.31로 부의 상관을 나타냈다. 90kg 도달일령은 종료체중과 -0.98로 고도의 부의 상관계수를 보이고 있으며 등심단면적과는 0.31로 정의 상관관계를 나타냈다. 일당증체량은 종료체중과 0.99로 고도의 정의 상관관계를 나타냈고 등심단면적과는 부의 상관관계를 보였다. 등지방두께의 경우 종료체중, 일당증체량과 낮은 부의 상관관계를 보이고 있으며 90kg 도달일령과는 낮은 정의 상관관계를 보이고 있다.

8) 전반적으로 종돈의 산육능력이 떨어지는 추세를 보이고 있다. 돈사시설이 노후화로 인한 돼지사육 환경요인의 악화, 현장 돼지 사양관리자의 전문성 부족, 1년 주기의 잦은 사료교체로 인해 종돈의 능력저하를 초래했다고 사료된다. 농장의 생산성을 향상시키는 요인은 유전적으로 우수한 종돈의 입식과 더불어 지속적인 고품질 사료 급여, 현장 사양관리자의 기술력 향상, 시설의 현대화가 뒷받침되어야 가능하다고 볼 수 있다.

## 5. 참고문헌

Affentranger P, Gerwig C, Seewer GJF, Schwurer D, Kunzi N. 1996. Growth and carcass characteristics as well as meat and fat quality of three types of pigs under different feeding regimens. *Livest Prod Sci.* 45: 187-196.

Berskin, B. 1987. Genetic and Phenotypic parameters for pig growth and body composition estimated by intraclass correlation and parent offspring regression. *J. Anim. Sci.* 64: 1619-1929.

Bullock, K. D., Kuhlers, D. L., Jungst, S. B. 1991. Effects of mass selection for increased weight weight at two ages on growth rate and carcass composition of Duroc - Landrace pigs. *J. Anim. Sci.* 69: 1409.

Chikwanha OC, Halimani TE, Chimonyo M, Dzama K, Bhebhe E. 2007. Seasonal changes in body condition scores of pigs and chemical composition of pig feed resources in a semiarid smallholder farming area of Zimbabwe. *Afr J Agric Res.* 2: 468-474.

Gresham, J. D., Mcpeake, S. R., Bernard, J. K., Riemann, M. J., Wyatt, R. W., henderson, H. H. 1994. Prediction of live and carcass characteristics of market hogs by use of a single longitudinal ultrasonic scan. *J. Anim. Sci.* 72: 1409-1416.

Jeong, H. W. 1989. Studies on estimation of genetic parameters and sore evaluation for economic traits in swine. Seoul National University. Doctor's degree.

Joel Morrical, Mark Honeyman, Clint Schwab, Jay Harmon and Tom Baas. 2006. Evaluating Growth, Loin Muscle Area, and Backfat Accretion During Summer and Winter for Finishing Pigs in Bedded Hoop and Confinement Buildings. Iowa State University Animal Industry Report.

Johnson, Z. B., Chewing, J. J., Nugent III, R. A. 2002. Maternal effects on traits measured during postweaning performance test of swine from four breeds. *J. Anim. Sci.* 80: 1470-1477.

Johnson, Z. B., R. A. Nugent. 2003. Heritability III of body length and measures of body density and their relationship to backfat thickness and loin muscle area in swine. *J. Anim. Sci.* 81: 1943-1949.

Jungst, S. B., D. L. Kuhlers. 1998. Heterosis losses resulting from incorrect matings in a three-breed rotational crossbreeding system in pig. *J. Anim. Sci.* 76: 29-35.

Kim, Y. Y., J. R. Piao, J. Z. Tian, B. G. Kim, Y. I. Choi, and In. K. Han. 2004. Effects of sex and market weight on performance, carcass characteristics and pork quality of market hogs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17: 1452-1458.

Le Dividich J, Noblet J, Bikawa T. 1987. Effect of environmental temperature and dietary energy concentration on the performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed to equal rate of gain. *Livest Prod Sci.* 17: 235-246.

Leach, L. M., M. Ellis, D. S. Sutton, F. K. McKeith, and E. R. Wilson. 1996. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *J. Anim. Sci.* 74: 934-943.

Leymaster, K.A. and H.J. Mersmann. 1991. Effect of limited feed intake on growth of subcutaneous adipose tissue layers and on carcass composition in swine. *J. Anim. Sci.* 69: 2837-2843.

Li, X., B.W. Kennedy. 1994. Genetic parameters for growth rate and backfat in Canadian Yorkshire, Landrace, Duroc and Hampshire pigs. *J. Anim. Sci.* 72: 1450.

Martel, J., F. Minvielle, L. M. Poste. 1988. Effects of crossbreeding and sex on carcass composition cooking properties and sensory characteristics of pork. *J. Anim. Sci.* 66: 41-46.

Newcom, D. W., T. J. Baas, C. R. Schwad, K. J. Stalder. 2005. Genetic and phenotypic relationships between individual subcutaneous backfat layers and percentage of longissimus intramuscular fat in Duroc swine. *J. Anim. Sci.* 83: 316-323.

SAS INST. INC.(2002-2003): The SAS System for Windows, Cary, NC.

Serenius, T., Sevon-Animónen, M. L., Kause, A., Mäntysaari, E. A., Mäki-Tanila, A. 2004. Genetic associations of prolificacy with performance, carcass, meat quality, and leg conformation traits in the Finnish Landrace and Large White pig populations. *J. Anim. Sci.* 82: 2301-2306.

Smith, B. S., Jones, W. R., Houghm J. D., Huffman, D. L., Mikel, W. B. and mulvaney, D. R. 1992. Prediction of carcass characteristics by real-time ultrasound in barrows and gilts slaughtered at three weight. *J. Anim. Sci.* 70: 2304-2308.

Suzuki, K., M. Irie, H. Kadowaki, T. Shibata, M. Kumagai, and A. Nishida. 2005. Genetic parameter estimates of meat quality traits in duroc pig selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content. *J. Anim. Sci.* 83: 2058-2065.

Van Alst, G., Robison, O. W. 1992. Prediction of performance of progeny from test station boars. *J. Anim. Sci.* 70: 2078.

Van Diepen, T. A., Kennedy, B. W. 1989. Genetic correlations between test station and on-farm performance for growth rate and backfat in pigs. *J. Anim. Sci.* 67: 1425.

강재학. 2007. 요크셔 및 듀록 품종의 산육 및 도체형질에 대한 유전모수추정. 한경대학교 석사학위논문.

강현성, 남기창, 김경태, 이명섭, 윤종택, 서강석(2012) 종돈의 주요 경제형질에 대한 유전모수 및 유전적 변화 추세 추정에 대한 연구. *한국동물자원과학회지*. 54: 89-94.

강현성, 남기창, 김경태, 나종삼, 서강석. 2012. 종돈의 성장 및 체형 형질에 대한 유전력 및 유전모수 추정에 관한 연구. *한국동물자원과학회지*. 54: 83-87.

권오섭. 1986. 돼지의 주요 경제 형질에 대한 유전 모수와 선발 지수의 추정에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.

김영신. 2009. 돼지의 품종별 등지방두께와 주요 경제형질과의 관련성 연구. 전남대학교 석사학위논문.

나중삼. 1998. 검정돈의 생산형질 및 선발지수에 미치는 제요인의 효과. Kor. J. Anim. Sci. 40: 345.

박병호. 1995. 랜드레이스종 돼지의 경제형질에 대한 유전모수와 성의 효과 추정에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.

박종원, 김병우, 김현철, 이길왕, 최진성, 강왕근, 홍성과, 하정기, 전진태, 이정규. 2003. 검정소 검정돈의 품종 및 환경요인의 효과 추정. 한국동물자원과학회지. 45: 923-932.

박종원. 2003. 검정소 검정돈의 품종 및 환경요인의 효과 추정. 경상대학교 석사학위논문.

박철진. 1993. 돼지의 검정개시체중차가 능력검정성적에 미치는 효과. 서울대학교 석사학위논문.

백동훈 등. 1995. 돼지의 주요 경제형질에 대한 환경요인의 영향. 한축지. 37: 589-596.

서강석. 1996. 다형질 애니멀 모델에 의한 돼지의 경제형질의 유전모수, 육종가 및 유전적 변화추세의 추정에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.

서강석. 1990. 종모돈 능력검정 성적에 영향을 미치는 유전 및 환경요인의 효과. 서울대학교 석사학위논문.

설병천. 2012. 요크셔 종돈의 검정성적에 미치는 환경요인에 관한 연구. 부산대학교 석사학위논문.



송광립, 김병우, 김시동, 최진성, 김명직, 이정규. 2002. 요크셔종에 대한 경제형질의 유전모수 추정. 한국동물자원과학회지. 44: 499-506.

최임수. 2006. 돼지 농장검정의 적정 종료일령에 관한 연구. 경상대학교 석사학위 논문.

최진성, 이일주, 조규호, 서강석, 이정규. 2004. 종돈의 경제형질의 유전모수 추정에 관한 연구, 한국동물자원과학회지. 46: 145-154.

최진성, 이정규. 2001. 농장 검정돼지의 품종, 성 및 환경 요인이 경제형질에 미치는 효과. 동물자원지. 43: 431-444.

## 부 표 (APPENDIX)

Table 3-10a. Means and standard deviations of final weight for the breeds by year .....	123
Table 3-10b. Means and standard deviations of eye muscle area for the breeds by year .....	125
Table 3-10c. Means and standard deviations of days to 90kg for the breeds by year .....	127
Table 3-10d. Means and standard deviations of daily weight gain for the breeds by year .....	129
Table 3-10e. Means and standard deviations of backfat thickness for the breeds by year .....	131
Table 3-10f. Means and standard deviations of meat percentage for the breeds by year .....	133
Table 3-11a. Means and standard deviations of final weight for the seasons by year .....	135
Table 3-11b. Means and standard deviations of eye muscle area for the seasons by year .....	137
Table 3-11c. Means and standard deviations of days to 90kg for the seasons by year .....	139
Table 3-11d. Means and standard deviations of daily weight gain for the seasons by year .....	141
Table 3-11e. Means and standard deviations of backfat thickness for the seasons by year .....	143
Table 3-11f. Means and standard deviations of meat percentage for the seasons by year .....	145

Figure 3-3a. Trend and the means of final weight for the breeds by year .....	124
Figure 3-3b. Trend and the means of eye muscle area for the breeds by year .....	126
Figure 3-3c. Trend and the means of days to 90kg for the breeds by year .....	128
Figure 3-3d. Trend and the means of daily weight gain for the breeds by year .....	130
Figure 3-3e. Trend and the means of backfat thickness for the breeds by year .....	132
Figure 3-3f. Trend and the means of meat percentage for the breeds by year .....	134
Figure 3-4a. Trend and the means of final weight for the seasons by year .....	136
Figure 3-4b. Trend and the means of eye muscle area for the seasons by year .....	138
Figure 3-4c. Trend and the means of days to 90kg for the seasons by year .....	140
Figure 3-4d. Trend and the means of daily weight gain for the seasons by year .....	142
Figure 3-4e. Trend and the means of backfat thickness for the seasons by year .....	144
Figure 3-4f. Trend and the means of meat percentage for the seasons by year .....	146

Table 3-10a. Means and standard deviations of final weight for the breeds by year.

Breed	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Berkshire	-	-	-	-	-	-	-	-	96.64	95.58	95.03	112.23	107.73	90.06	85.57
								±11.79	±13.07	±16.21	±13.89	±13.50	±13.25	±10.07	
Duroc	109.10	102.05	104.15	102.71	99.62	99.48	104.43	99.84	101.07	112.54	104.55	120.40	111.05	90.69	90.19
	±14.93	±9.50	±14.06	±12.29	±12.26	±10.47	±10.86	±10.82	±16.56	±16.66	±16.79	±20.84	±14.81	±16.46	±9.27
Landrace	101.63	100.36	102.78	98.60	98.67	99.04	103.10	99.58	102.14	109.65	103.06	117.52	111.78	90.04	82.44
	±13.56	±10.21	±12.26	±11.35	±11.08	±10.04	±10.29	±10.15	±13.98	±16.33	±15.82	±19.85	±15.82	±18.88	±9.39
Yorkshire	101.92	102.20	103.81	99.27	100.26	101.33	104.89	101.74	103.95	108.60	103.41	116.15	107.48	90.40	85.82
	±13.82	±9.81	±13.56	±12.47	±11.89	±11.01	±11.04	±11.12	±15.76	±16.54	±15.45	±24.95	±16.13	±15.95	±11.64

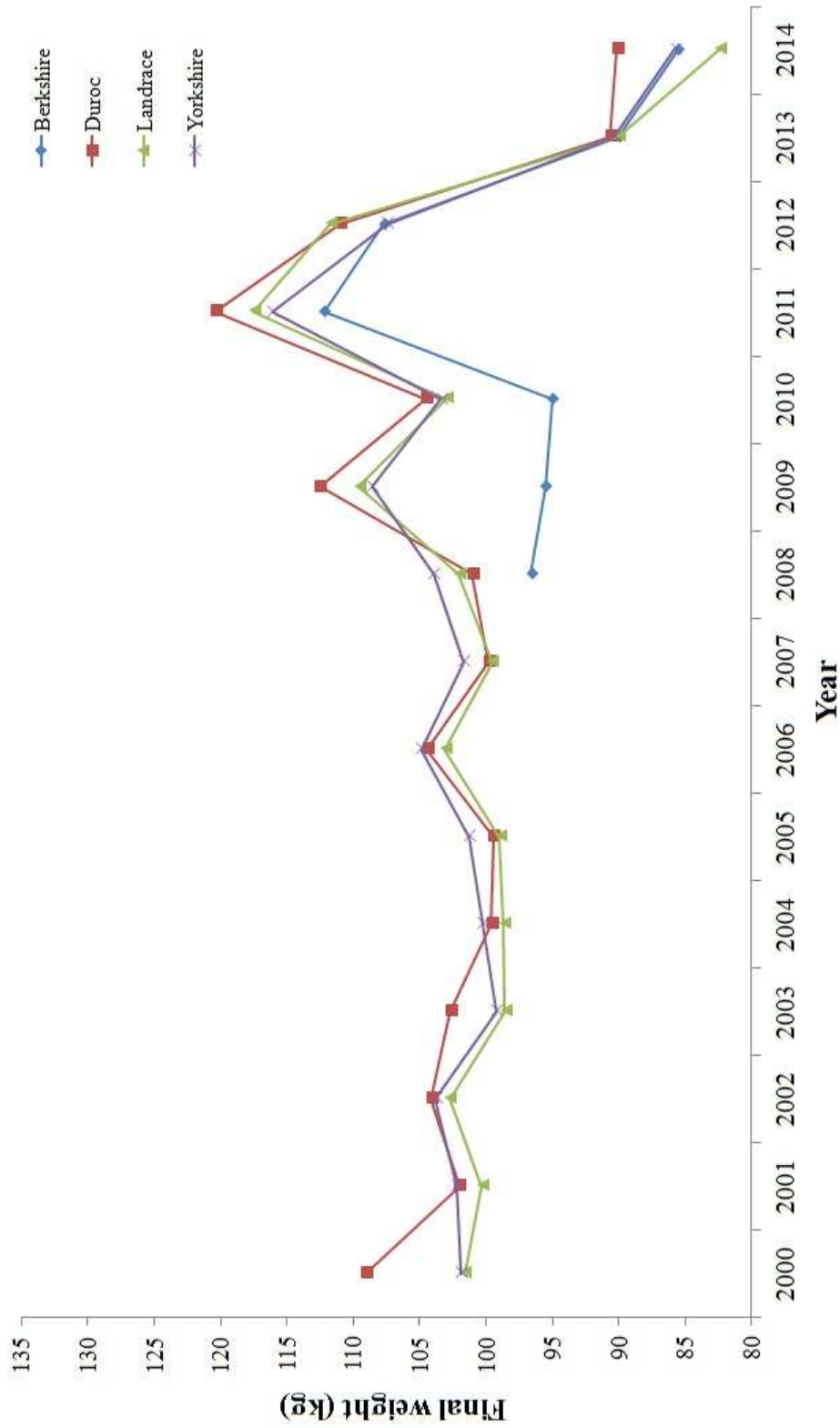


Figure 3-3a. Trend and the means of final weight for the breeds by year.

Table 3-10b. Means and standard deviations of eye muscle area for the breeds by year.

Breed	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Berkshire	-	-	-	-	-	-	-	-	27.37 ±3.73	29.19 ±3.95	28.17 ±3.83	24.05 ±4.65	27.44 ±3.00	29.03 ±3.02	29.04 ±1.92
Duroc	31.14 ±3.35	29.11 ±3.57	29.09 ±3.80	29.63 ±3.69	29.40 ±3.68	28.45 ±3.66	28.19 ±3.56	28.57 ±3.19	27.87 ±3.72	26.67 ±2.69	28.59 ±3.45	24.40 ±4.21	25.52 ±2.52	27.33 ±2.95	28.31 ±2.69
Landrace	31.68 ±3.04	30.18 ±3.05	31.09 ±3.14	31.44 ±3.02	30.57 ±2.85	30.68 ±2.93	30.58 ±2.90	30.91 ±3.00	29.09 ±3.12	28.37 ±3.18	29.40 ±3.43	25.59 ±4.50	26.15 ±2.95	28.12 ±2.70	29.33 ±2.84
Yorkshire	31.63 ±3.47	30.54 ±3.30	30.37 ±3.20	30.78 ±3.13	30.38 ±3.11	29.83 ±3.15	29.30 ±2.79	29.78 ±3.12	28.37 ±2.94	27.91 ±2.90	29.45 ±2.95	25.95 ±5.02	26.82 ±3.09	27.80 ±3.18	28.79 ±2.58

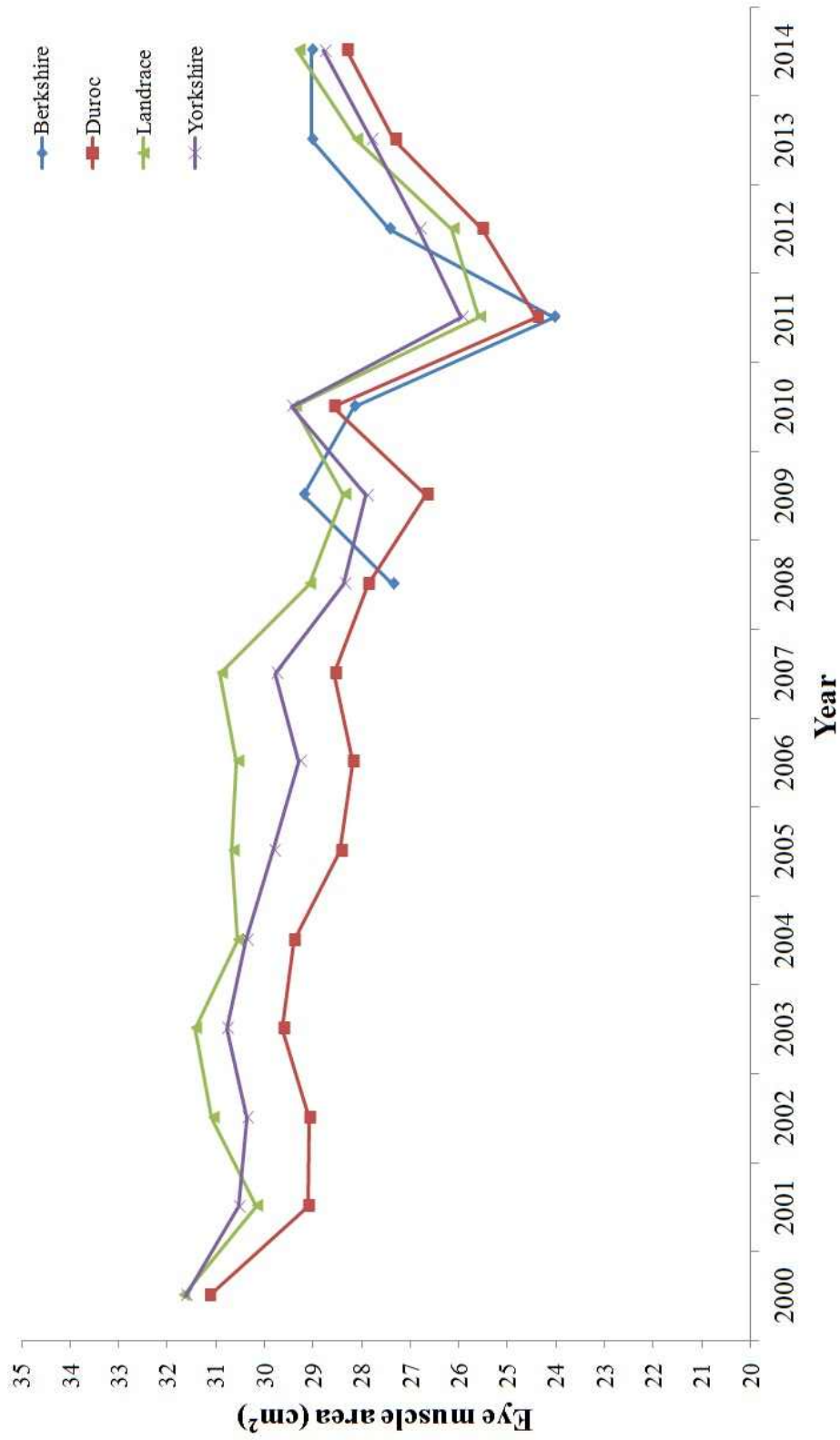


Figure 3-3b. Trend and the means of eye muscle area for the breeds by year.

Table 3-10c. Means and standard deviations of days to 90kg for the breeds by year.

Breed	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Berkshire	-	-	-	-	-	-	-	-	157.64	179.23	177.19	175.86	172.14	183.19	161.19
									±14.12	±19.11	±16.08	±14.14	±22.47	±21.59	±10.99
Duroc	144.84	142.39	141.35	147.16	151.11	150.13	149.37	148.38	157.17	156.99	157.90	156.87	158.91	155.99	153.98
	±11.91	±9.24	±9.68	±12.16	±13.66	±11.32	±11.15	±12.65	±15.61	±14.53	±15.50	±12.34	±17.14	±15.41	±11.77
Landrace	148.93	143.06	143.74	151.01	152.47	150.54	150.35	146.40	157.22	158.82	159.46	161.26	160.09	157.06	150.60
	±10.44	±9.96	±10.40	±12.46	±13.28	±12.46	±11.58	±11.51	±13.61	±13.40	±15.05	±16.32	±19.86	±14.54	±14.52
Yorkshire	146.89	140.20	141.48	147.94	151.91	147.93	147.80	144.69	157.44	157.90	159.72	165.10	164.51	161.95	149.68
	±9.34	±9.51	±10.21	±12.15	±15.30	±12.05	±11.45	±11.53	±15.60	±14.50	±17.08	±18.13	±18.15	±15.56	±13.40



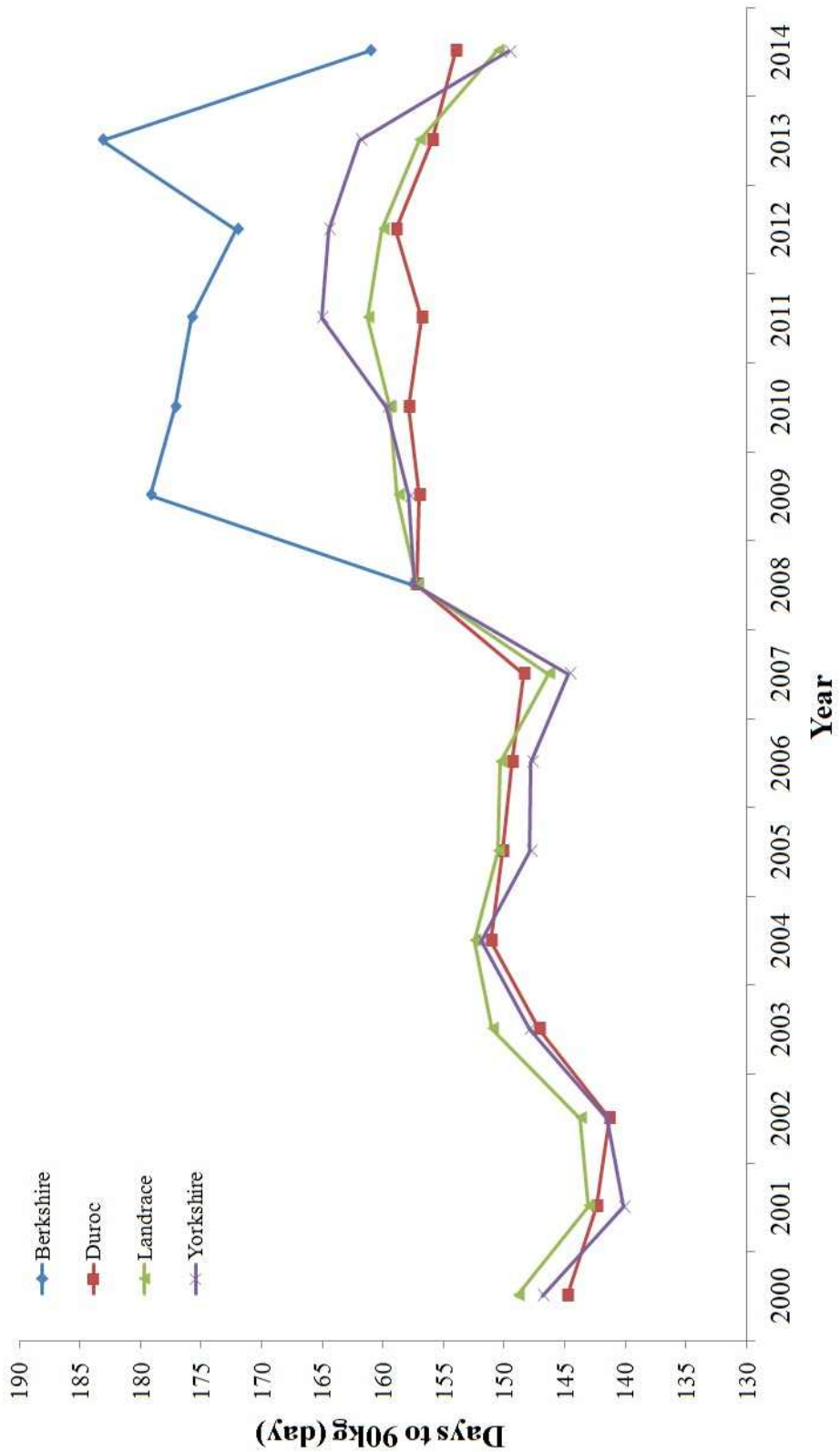


Figure 3-3c. Trend and the means of days to 90kg for the breeds by year.

Table 3-10d. Means and standard deviations of daily weight gain for the breeds by year.

Breed	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Berkshire	-	-	-	-	-	-	-	-	578.91	509.58	512.27	534.55	546.16	489.88	547.33
									±64.77	±66.56	±62.35	±64.76	±75.48	±54.74	±46.27
Duroc	649.15	648.45	657.17	630.05	608.98	611.65	622.18	620.39	588.97	603.29	589.44	609.79	595.13	576.75	581.76
	±68.02	±53.48	±63.27	±67.00	±66.39	±59.23	±59.25	±63.24	±79.03	±74.17	±72.05	±66.49	±74.82	±75.36	±55.32
Landrace	618.74	643.42	644.07	607.20	601.69	609.89	616.19	628.01	588.33	591.22	582.03	591.20	592.85	569.28	582.00
	±58.01	±57.76	±60.63	±62.87	±63.54	±61.03	±58.82	±60.68	±66.12	±66.28	±71.62	±71.68	±78.29	±71.62	±64.86
Yorkshire	626.92	659.83	656.24	621.03	607.86	624.35	629.96	639.34	591.72	594.46	582.71	577.41	570.04	553.77	590.70
	±53.83	±58.24	±64.51	±66.10	±70.50	±63.58	±62.14	±64.77	±76.90	±70.88	±74.27	±88.22	±73.64	±66.25	±61.70

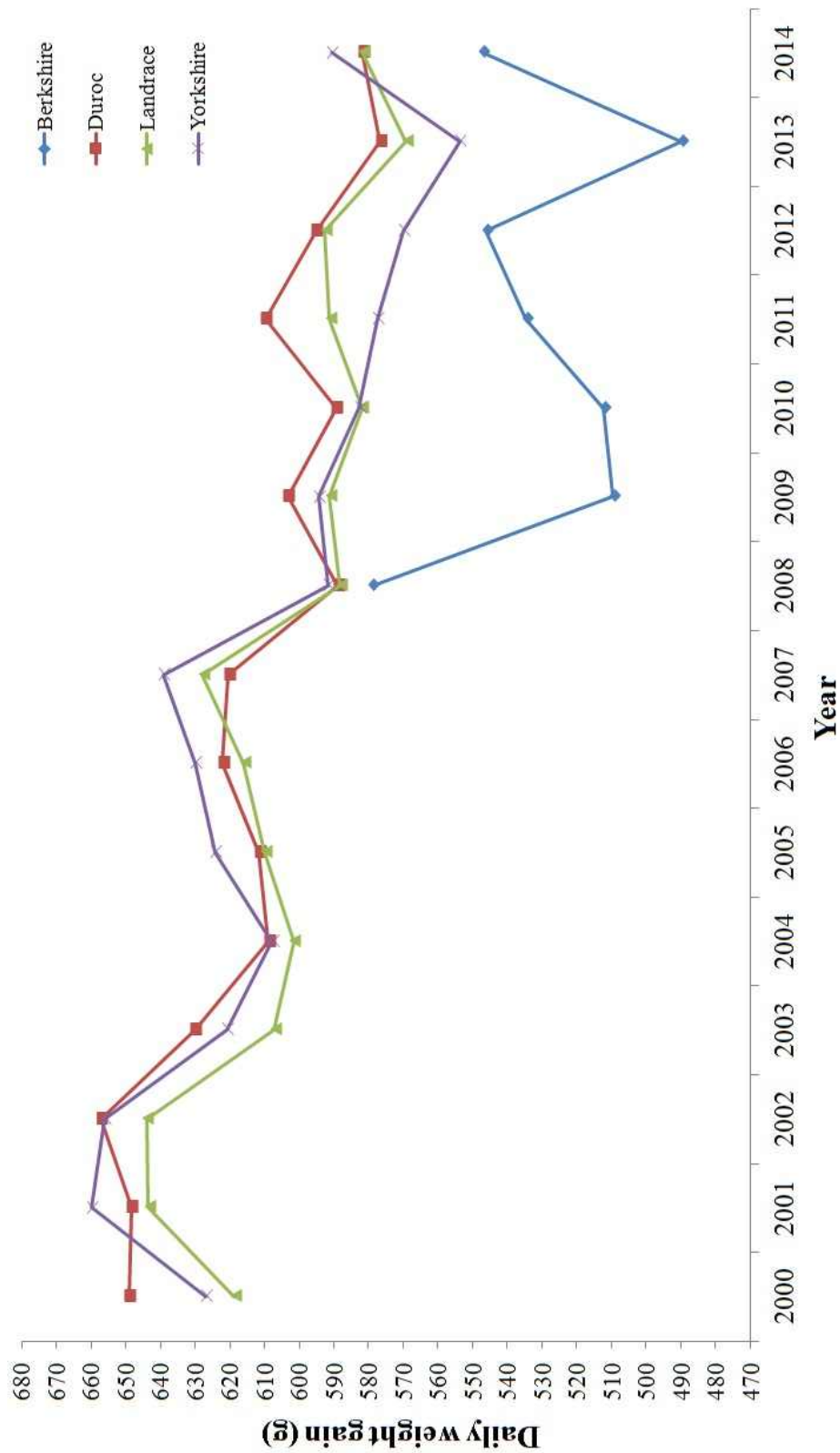


Figure 3-3d. Trend and the means of daily weight gain for the breeds by year.

Table 3-10e. Means and standard deviations of backfat thickness for the breeds by year.

Breed	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Berkshire	-	-	-	-	-	-	-	-	15.11 ±2.44	14.59 ±3.05	14.42 ±2.77	12.03 ±1.55	10.48 ±2.54	11.67 ±1.49	14.23 ±1.62
Duroc	11.67 ±1.75	12.22 ±2.13	12.76 ±1.80	13.58 ±1.75	13.49 ±1.71	12.16 ±2.13	11.97 ±2.24	12.03 ±2.19	12.14 ±1.99	11.85 ±2.24	12.32 ±2.20	10.82 ±1.72	10.92 ±1.95	11.79 ±2.14	13.78 ±2.27
Landrace	12.90 ±3.13	12.87 ±2.86	12.37 ±1.93	13.38 ±1.84	12.73 ±1.45	11.74 ±2.03	11.77 ±2.08	11.60 ±1.99	11.12 ±1.74	11.21 ±1.93	11.89 ±2.12	10.45 ±2.34	10.21 ±1.88	11.13 ±1.96	13.34 ±1.83
Yorkshire	13.05 ±2.32	12.68 ±2.35	12.76 ±2.00	14.24 ±1.80	13.08 ±1.66	11.99 ±2.00	12.04 ±2.29	11.86 ±1.95	11.48 ±2.01	11.56 ±2.04	11.80 ±2.06	11.07 ±2.18	10.50 ±1.94	11.21 ±1.96	14.07 ±2.61

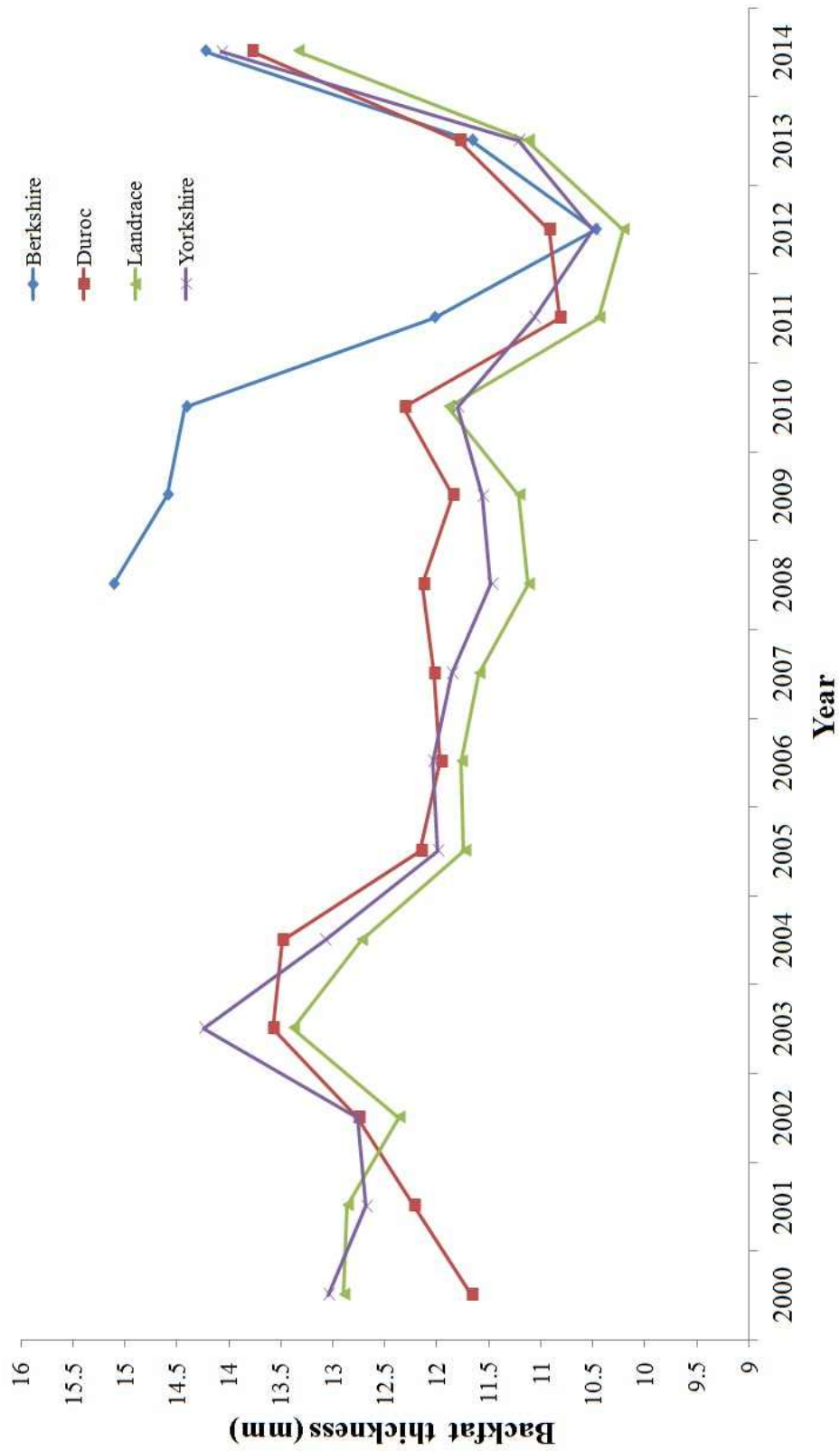


Figure 3-3e. Trend and the means of backfat thickness for the breeds by year.

Table 3-10f. Means and standard deviations of meat percentage for the breeds by year.

Breed	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Berkshire	-	-	-	-	-	-	-	-	55.18	56.50	57.27	57.53	61.03	60.32	57.80
								±2.99	±3.29	±2.70	±3.01	±2.61	±1.46	±1.89	
Duroc	59.69	59.24	58.56	58.80	58.79	59.45	59.16	59.21	58.94	59.78	59.27	59.66	61.08	60.39	58.39
	±2.02	±2.28	±2.71	±2.62	±2.40	±2.20	±2.39	±2.60	±2.32	±2.68	±2.43	±2.42	±2.30	±1.73	±1.69
Landrace	58.79	58.43	59.46	59.16	59.68	59.91	59.70	59.86	60.08	60.49	59.84	60.23	61.12	60.93	58.40
	±3.22	±3.14	±2.81	±2.72	±2.22	±2.12	±2.31	±2.16	±2.15	±2.34	±2.31	±2.43	±2.33	±1.56	±1.58
Yorkshire	59.06	59.29	59.39	58.29	59.41	59.82	59.29	59.34	59.66	60.27	59.91	60.25	61.47	61.19	58.26
	±2.68	±2.82	±3.00	±2.90	±2.48	±2.26	±2.47	±2.43	±2.48	±2.31	±2.30	±2.94	±2.27	±1.85	±2.04

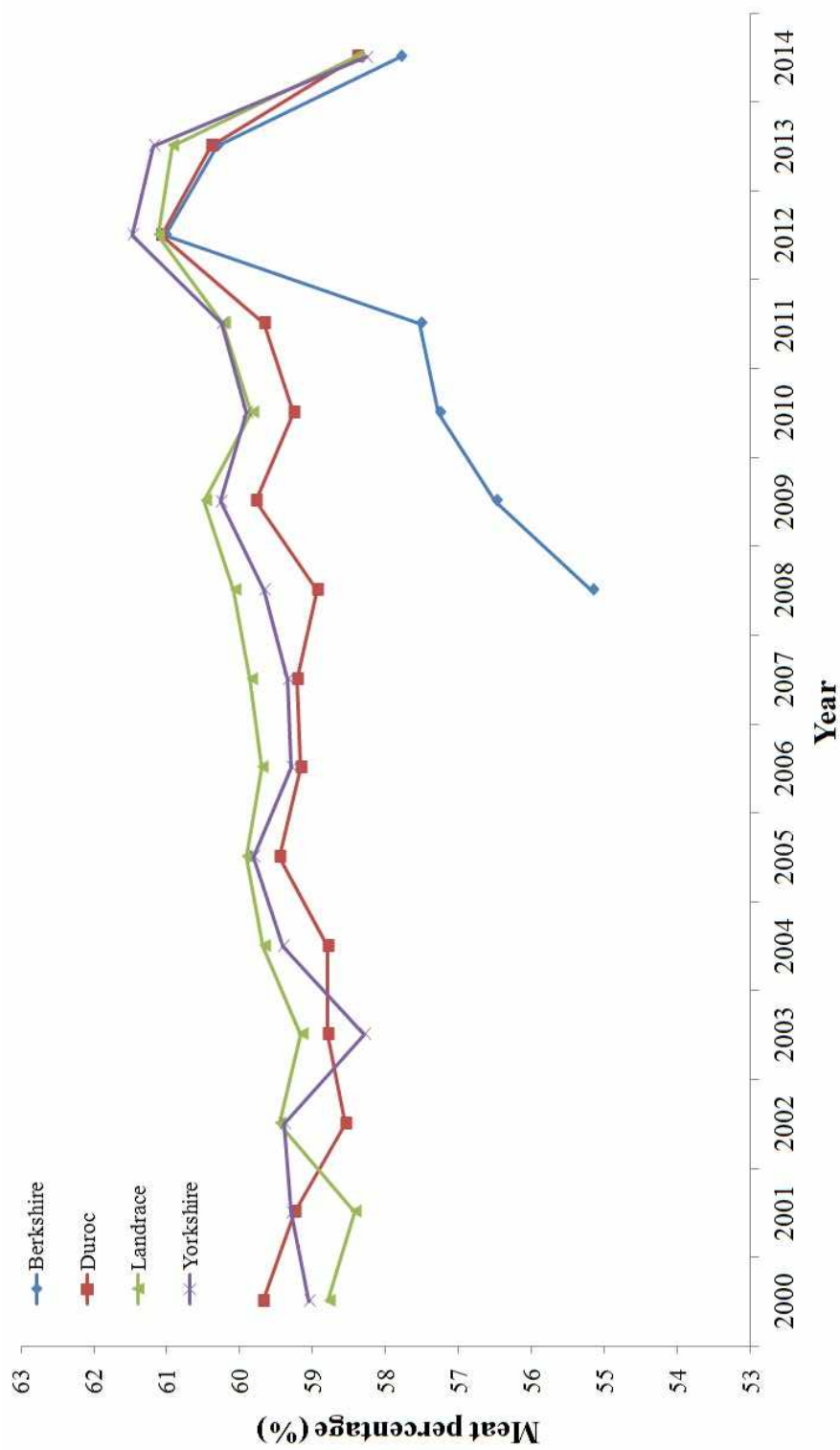


Figure 3-3f. Trend and the means of meat percentage for the breeds by year.

Table 3-11a. Means and standard deviations of final weight for the seasons by year.

Season	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Spring	-	103.49	95.68	99.20	97.96	100.99	105.23	101.65	95.30	104.56	101.52	122.97	116.83	86.58	83.65
		±9.68	±10.07	±12.32	±11.38	±10.22	±10.71	±9.18	±12.99	±14.56	±14.61	±16.95	±18.38	±8.58	±9.61
Summer	104.22	102.74	113.98	102.72	100.60	101.29	105.39	99.11	109.24	109.87	108.92	129.87	108.16	77.42	-
	±12.80	±9.72	±11.14	±10.78	±12.07	±10.65	±10.38	±11.69	±14.07	±19.67	±18.06	±23.52	±17.22	±10.07	
Autumn	104.57	100.42	107.20	100.71	103.69	100.07	105.72	101.73	107.50	107.76	104.58	128.40	111.10	95.11	-
	±15.05	±9.73	±11.59	±12.71	±11.66	±11.92	±10.79	±12.13	±14.24	±14.80	±16.50	±21.99	±13.07	±15.59	
Winter	92.14	99.09	97.28	94.63	95.72	97.81	99.74	99.68	100.28	115.33	99.97	96.53	109.38	101.89	89.88
	±7.98	±10.12	±10.26	±10.76	±9.64	±9.51	±10.29	±9.96	±15.77	±15.37	±16.59	±7.01	±13.64	±16.16	±11.40



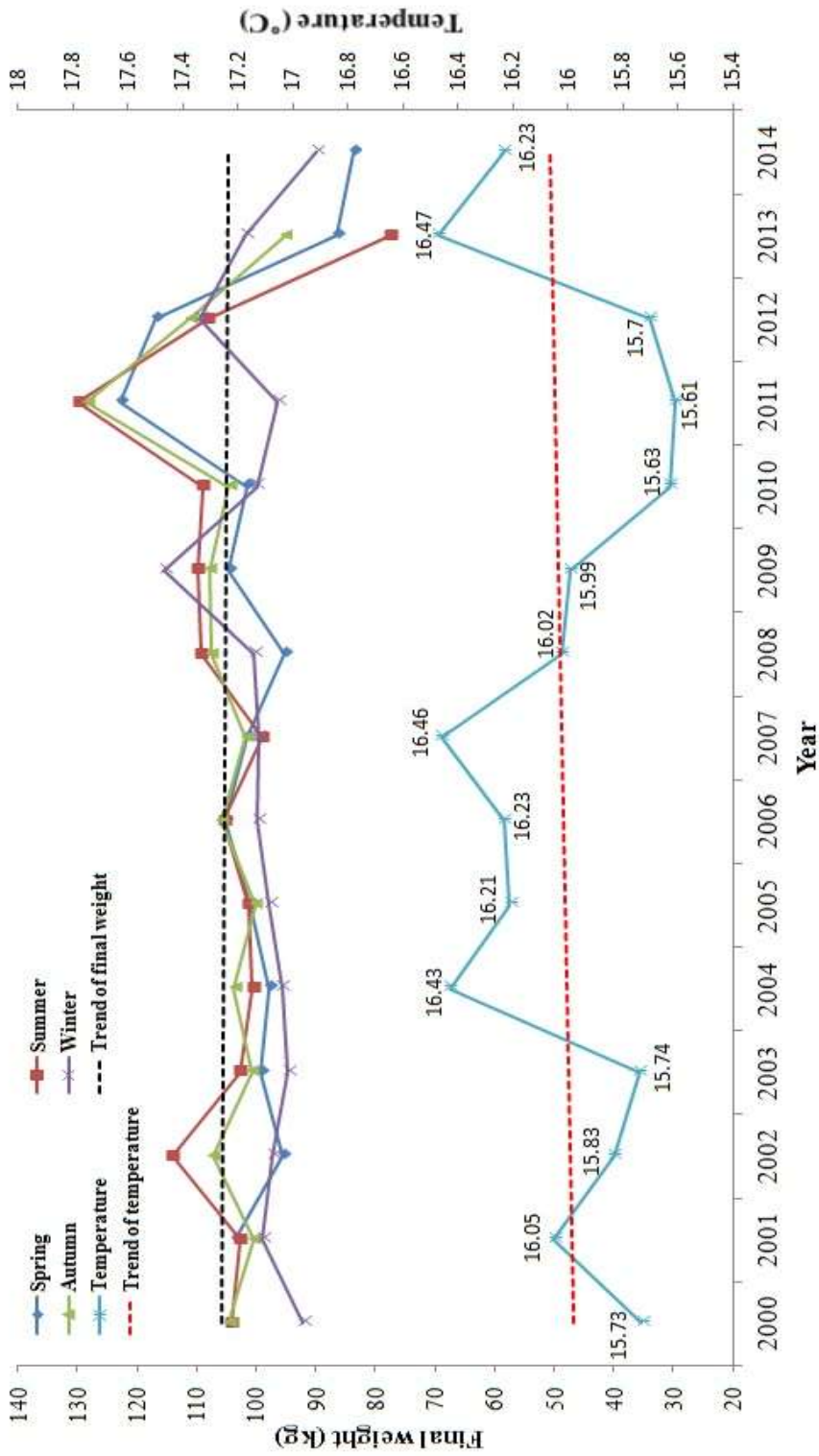


Figure 3-4a. Trend and the means of final weight for the seasons by year.

Table 3-11b. Means and standard deviations of eye muscle area for the seasons by year.

Year Season	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	Spring	-	29.66 ±3.11	30.42 ±3.23	31.17 ±3.22	31.10 ±2.94	29.54 ±3.33	29.29 ±3.21	30.30 ±3.44	29.69 ±3.10	28.25 ±2.95	29.55 ±3.12	23.11 ±3.86	25.20 ±2.38	28.52 ±3.18
Summer	32.43 ±3.36	30.52 ±3.25	29.75 ±3.42	30.72 ±3.57	30.38 ±2.71	29.80 ±3.43	29.47 ±3.31	30.05 ±3.17	27.99 ±3.12	27.46 ±2.88	27.79 ±3.66	22.53 ±3.14	26.53 ±3.22	28.82 ±2.87	-
Autumn	30.90 ±3.08	29.17 ±3.17	31.26 ±3.51	30.31 ±3.16	28.99 ±3.59	29.83 ±3.37	28.93 ±2.94	28.97 ±2.95	27.30 ±2.77	28.68 ±3.39	28.98 ±3.21	23.72 ±2.61	26.22 ±2.63	27.12 ±2.75	-
Winter	31.54 ±2.96	30.67 ±3.24	30.24 ±3.10	30.98 ±2.94	30.45 ±2.98	29.80 ±3.21	29.82 ±3.17	30.36 ±3.04	28.75 ±3.19	26.75 ±2.62	29.08 ±3.38	30.47 ±2.58	26.38 ±2.82	27.44 ±3.09	27.99 ±2.62

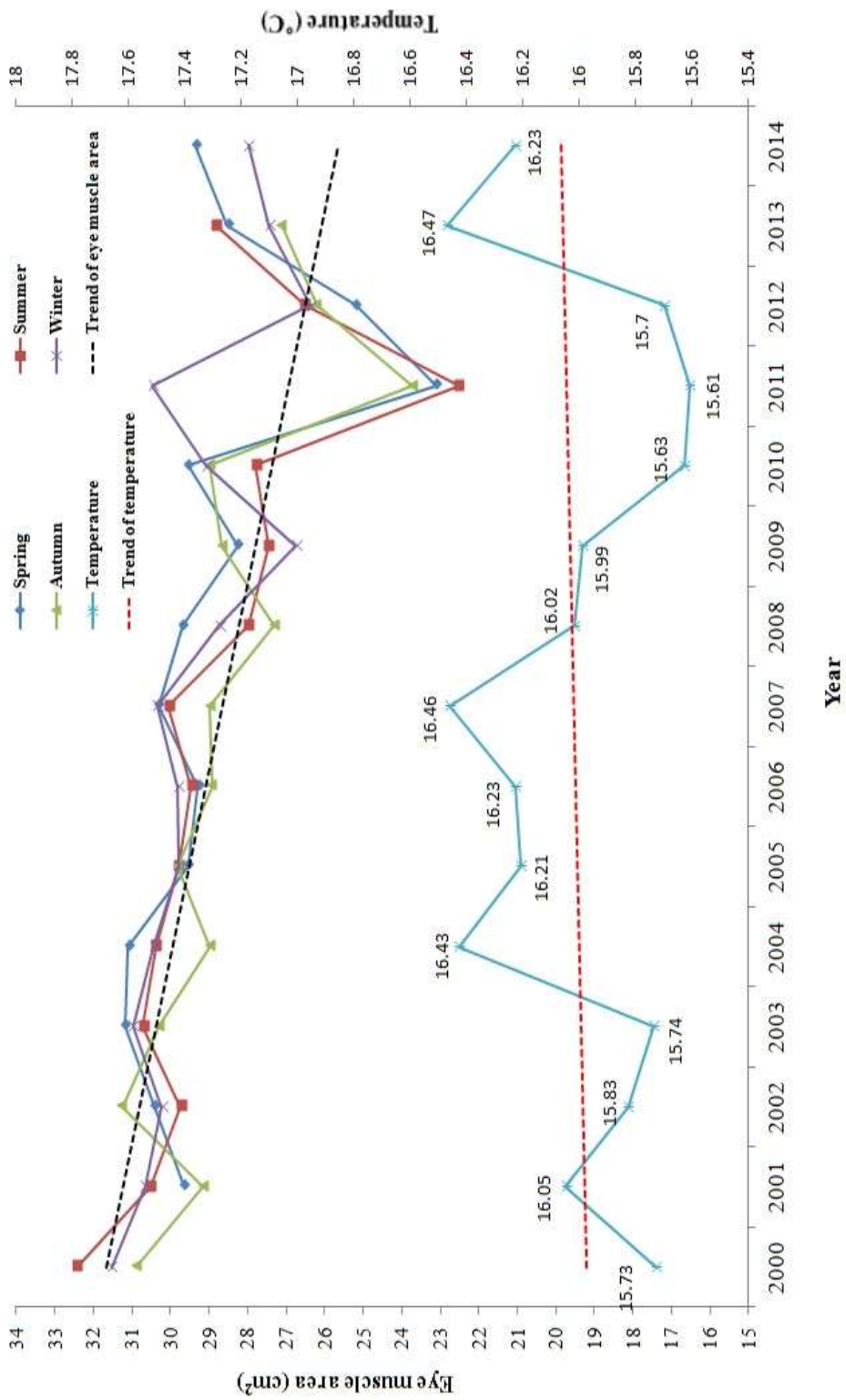


Figure 3-4b. Trend and the means of eye muscle area for the seasons by year.

Table 3-11c. Means and standard deviations of days to 90kg for the seasons by year.

Season	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Spring	-	145.62 ±9.15	144.86 ±10.36	147.29 ±10.43	157.60 ±14.97	151.21 ±10.67	150.33 ±11.11	143.10 ±9.35	162.79 ±15.67	162.69 ±15.55	159.87 ±14.49	161.69 ±14.13	201.83 ±20.93	173.85 ±17.50	152.21 ±13.55
Summer	148.40 ±10.83	138.55 ±8.82	142.64 ±10.62	153.22 ±13.47	151.04 ±12.77	150.07 ±12.98	149.48 ±10.49	144.48 ±10.84	155.91 ±14.23	159.27 ±15.59	162.94 ±20.09	166.32 ±22.10	164.85 ±17.87	157.37 ±13.29	-
Autumn	147.88 ±10.32	141.73 ±9.53	140.91 ±9.72	149.40 ±13.48	144.34 ±10.74	149.57 ±12.65	145.30 ±9.95	150.20 ±13.26	152.18 ±13.80	156.33 ±14.96	163.48 ±17.94	150.68 ±18.77	158.05 ±19.52	162.08 ±15.79	-
Winter	144.79 ±8.42	143.59 ±10.11	139.95 ±9.36	146.13 ±11.23	153.40 ±14.75	146.13 ±11.49	150.92 ±13.65	146.02 ±12.18	156.69 ±13.69	157.15 ±13.33	152.28 ±14.36	168.56 ±11.58	165.91 ±16.75	157.10 ±17.62	151.61 ±13.27

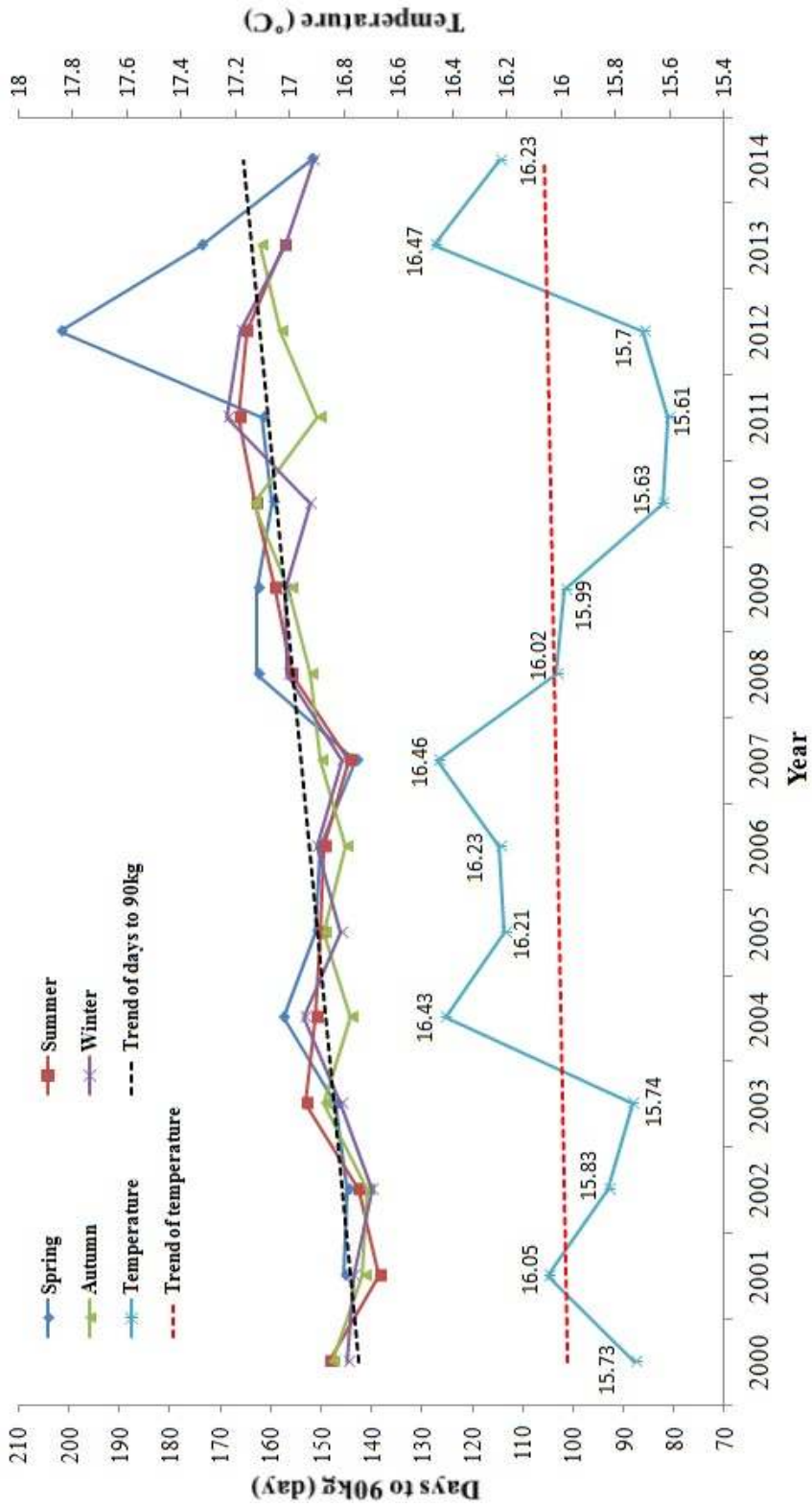


Figure 3-4c. Trend and the means of days to 90kg for the seasons by year.

Table 3-11d. Means and standard deviations of daily weight gain for the seasons by year.

Season	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Spring	-	635.91 ±52.65	627.39 ±56.39	622.77 ±61.35	581.75 ±66.69	608.98 ±56.29	619.20 ±59.99	645.20 ±55.35	559.77 ±67.98	572.10 ±68.30	578.14 ±67.67	594.92 ±69.27	466.67 ±56.20	513.18 ±62.25	576.91 ±56.26
Summer	625.65 ±62.29	668.45 ±55.39	666.85 ±64.27	605.13 ±66.10	609.62 ±61.42	615.69 ±64.37	622.72 ±57.14	635.59 ±64.32	603.80 ±71.73	591.10 ±76.56	580.43 ±88.18	587.58 ±88.16	569.39 ±74.79	546.24 ±55.81	-
Autumn	627.31 ±58.94	648.92 ±54.69	664.88 ±63.35	618.82 ±73.99	642.79 ±59.13	615.75 ±66.26	641.19 ±54.87	616.01 ±67.51	617.36 ±75.54	600.91 ±74.24	570.25 ±73.99	653.04 ±98.86	600.05 ±75.86	561.61 ±70.77	-
Winter	620.25 ±45.84	639.21 ±59.99	652.46 ±59.39	620.44 ±59.00	594.79 ±66.04	626.57 ±61.13	610.65 ±67.74	630.45 ±63.41	587.30 ±67.79	604.38 ±66.12	605.54 ±75.89	539.51 ±44.30	566.33 ±67.29	591.06 ±78.83	591.42 ±65.39

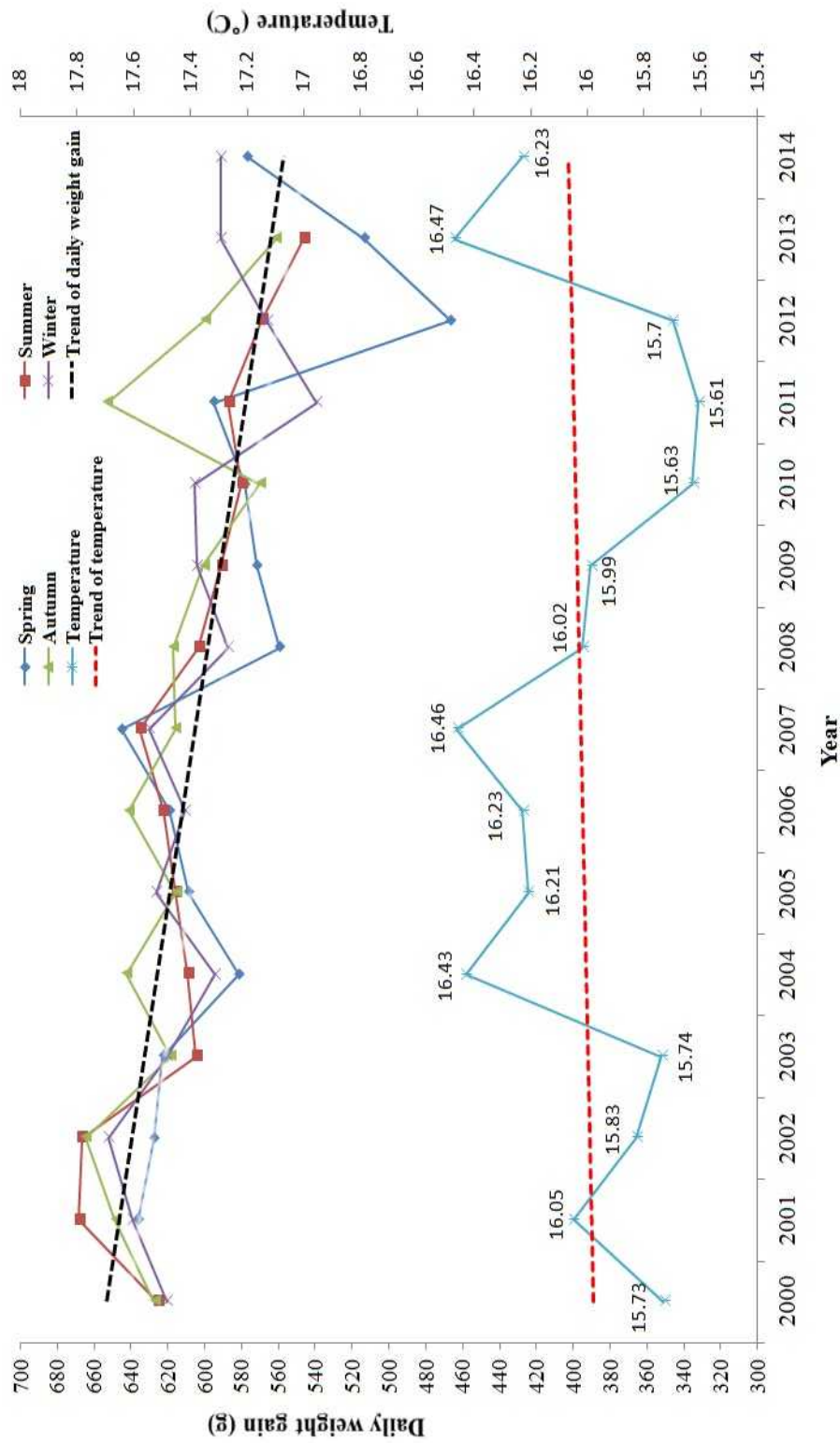


Figure 3-4d. Trend and the means of daily weight gain for the seasons by year.

Table 3-11e. Means and standard deviations of backfat thickness for the seasons by year.

Season	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Spring	-	12.23 ±2.33	12.47 ±1.98	13.99 ±1.77	13.13 ±1.35	11.60 ±1.98	12.31 ±2.38	11.70 ±1.90	12.18 ±1.97	11.90 ±2.45	11.98 ±1.99	10.24 ±1.60	9.10 ±2.10	11.25 ±2.09	13.86 ±2.46
Summer	12.85 ±2.04	12.27 ±2.11	12.37 ±2.08	14.06 ±1.94	13.11 ±1.20	11.90 ±1.99	12.09 ±2.10	12.09 ±2.34	11.15 ±1.86	11.28 1.89	12.19 ±2.42	9.68 ±1.70	10.35 ±2.06	12.07 ±1.87	-
Autumn	12.58 ±2.98	13.27 ±3.14	12.79 ±1.67	12.65 ±1.62	12.73 ±2.02	11.94 ±1.90	11.32 ±2.08	11.61 ±1.89	11.08 ±2.05	11.80 ±2.25	11.93 ±2.21	10.14 ±1.75	10.58 ±1.85	10.55 ±1.85	-
Winter	13.39 ±3.38	13.11 ±2.69	12.88 ±2.00	14.07 ±1.60	12.97 ±1.94	12.45 ±2.21	11.97 ±2.20	11.89 ±1.98	11.43 ±1.82	11.69 ±2.19	13.10 2.74	13.10 1.29	11.81 ±1.87	11.28 ±1.92	13.90 ±2.11



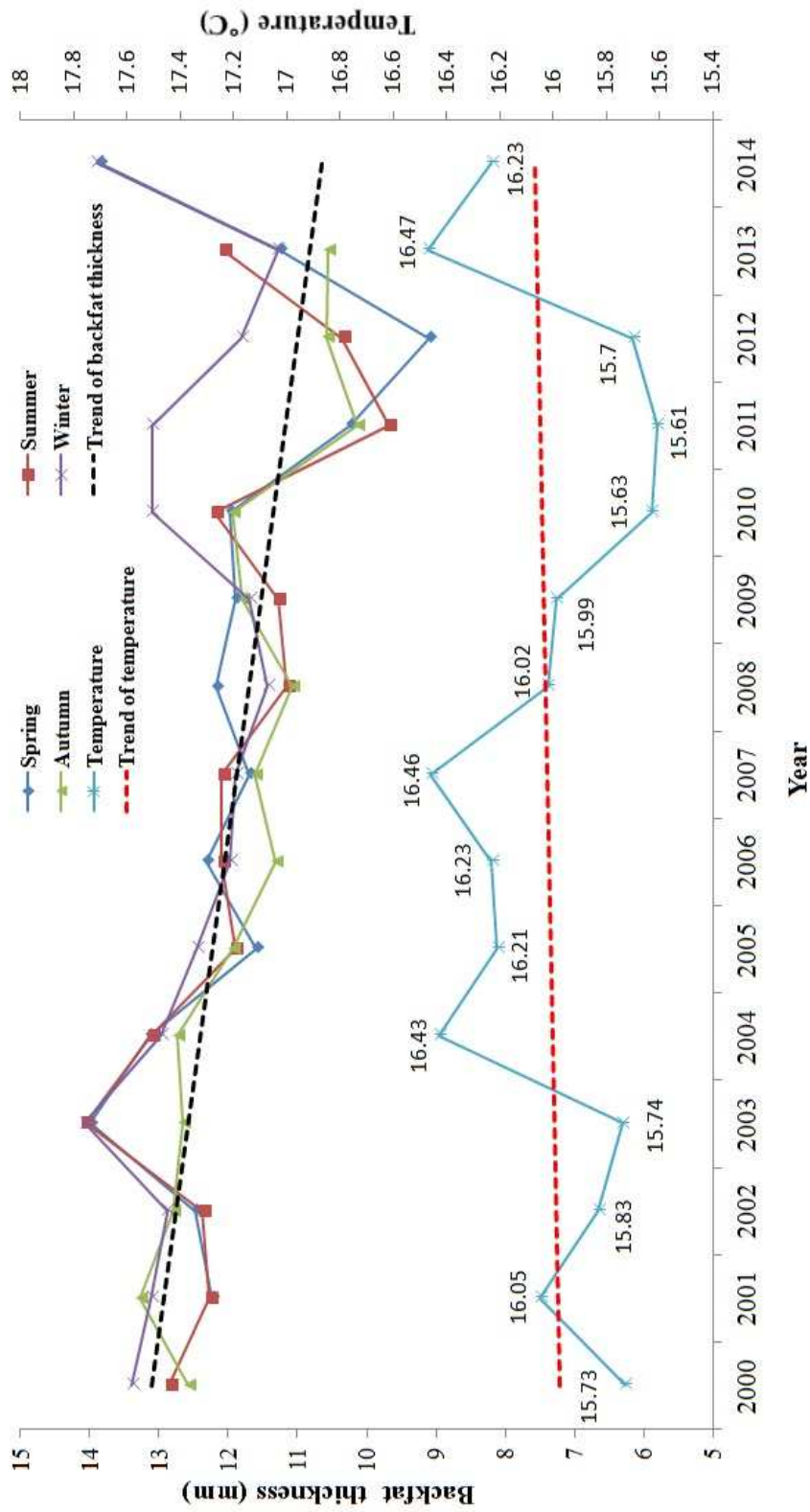


Figure 3-4e. Trend and the means of backfat thickness for the seasons by year.

Table 3-11f. Means and standard deviations of meat percentage for the seasons by year.

Season	Year														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Spring	-	58.60	58.86	58.78	59.51	59.97	59.97	59.25	59.01	59.88	59.76	59.57	63.27	61.38	58.29
		±2.83	±2.72	±1.77	±1.35	±2.22	±2.66	±2.47	±2.26	±2.68	±2.32	±2.74	±1.69	±1.49	±1.92
Summer	59.28	59.15	59.61	58.20	59.13	59.80	59.27	59.35	59.69	60.48	59.38	60.31	61.37	60.72	-
	±2.39	±2.73	±3.02	±2.93	±2.43	±2.20	±2.35	±2.53	±2.43	±2.34	±2.48	±3.47	±2.34	±1.36	
Autumn	58.86	58.94	59.74	59.77	59.59	59.67	59.79	59.96	60.06	59.81	59.56	61.53	61.24	61.38	-
	±3.32	3.50	±2.84	±2.56	±2.42	±2.20	±2.34	±2.15	±2.60	±2.55	±2.41	±1.73	±2.26	±1.68	
Winter	58.73	58.73	58.85	58.35	59.51	59.50	59.52	59.38	60.02	60.01	58.83	59.00	60.09	60.52	58.25
	±2.71	±2.81	±2.91	±2.61	±2.32	±2.19	±2.19	±2.38	±2.18	±2.74	±2.82	±2.45	±2.31	±2.17	±1.78

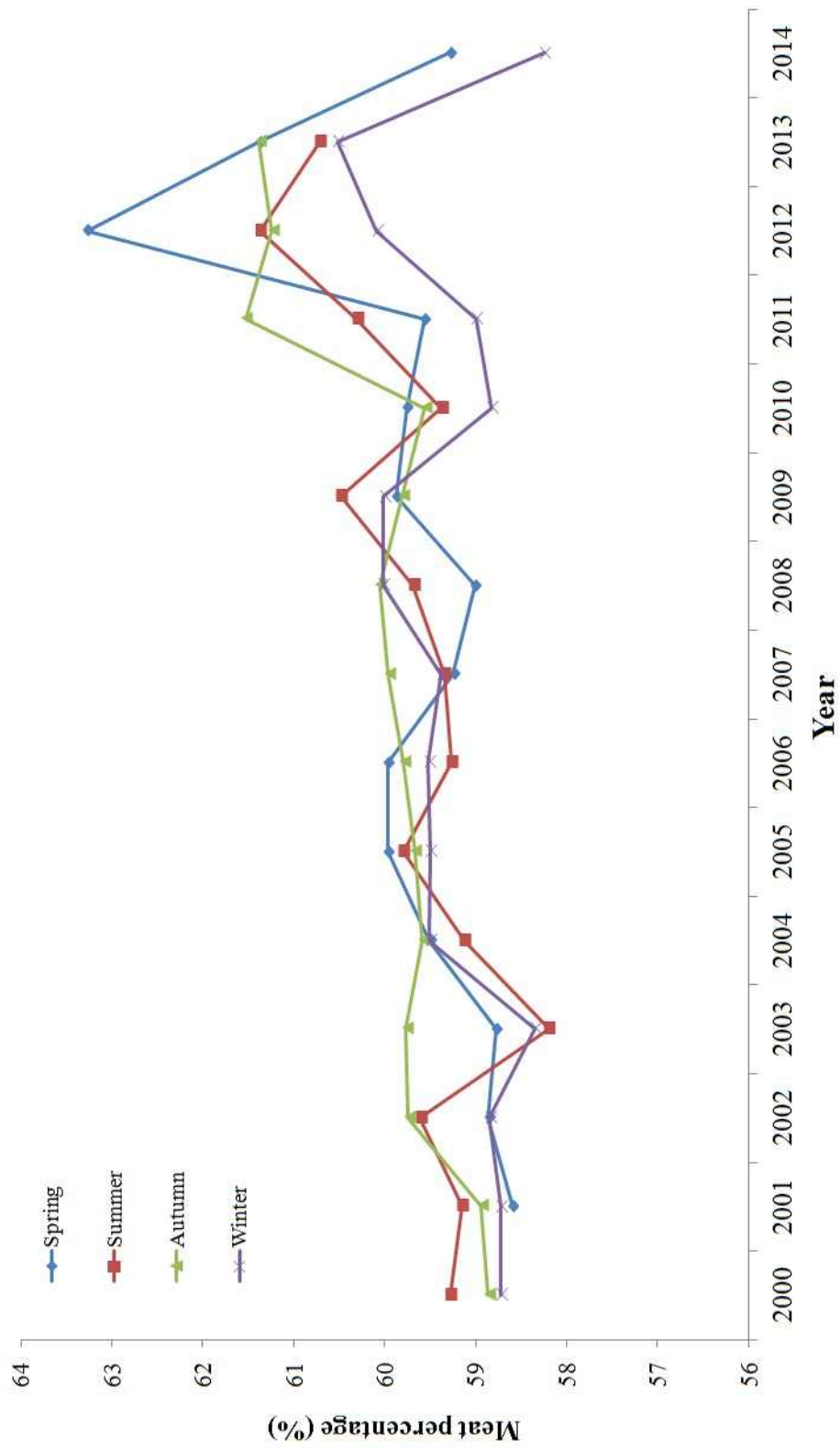


Figure 3-4f. Trend and the means of meat percentage for the seasons by year.

## 감사의 글

이제 비로소 모든 과정을 마치고 논문의 마무리를 글로 남기려 하니 옛일이 스쳐 지나가면서 도움을 받기만 한 삶을 반성하게 됩니다. 저를 도와주신 분이 많았음에도 불구하고 일일이 찾아뵙고 감사드리지 못한 점 용서를 구합니다.

대학원의 박사과정을 수료하고 적지 않은 나이에 논문을 작성하려는 제자에게 수고를 마다하지 않으시고 논문의 결실을 맺게 하여 주시고, 애정어린 충고와 많은 가르침으로 연구자의 길로 인도하여 주신 양영훈 지도교수님께 깊은 존경과 감사의 마음을 드립니다.

바쁘신 일정 가운데에도 논문의 심사를 맡아 세심하게 열정을 다해 지도해 주시고, 조언해 주신 오성종 교수님, 항상 애정어린 충고와 지도를 아끼지 않고 심사하여 주신 이왕식 교수님, 힘이 들고 어려울 때 힘과 용기를 주시고 부족한 저에게 학위논문을 마무리할 수 있도록 훌륭한 가르침을 주신 정동기 교수님의 은혜에 무한한 감사를 드립니다. 그리고 본 논문이 완성되기까지 멀리서 많은 응원과 격려, 지도를 해주신 국립축산과학원 이성수 연구관님께 깊은 감사를 드립니다.

논문작성 과정에서 힘이 되어 주시고 학문의 견해를 넓히도록 힘써주신 소디 박사님, 고스 박사님께 진심어린 깊은 감사를 드립니다. 논문작성 전 과정에 대해 적극적으로 도움을 주고, 늦은 밤과 공휴일에도 쉬지 않고 함께 고생해 준 김정현 후배에게 감사하다는 말을 전합니다. 논문을 작성하면서 바쁜 업무 중에도 불구하고 본인의 일처럼 저를 도와 준 김미경, 김성미, 김미나 후배에게 감사를 표하고 싶습니다. 항상 관심을 갖고 신경써주고 잘 챙겨 준 김남은 후배에게 감사의 마음을 전합니다. 부족한 선배에게 항상 관심을 갖고 응원해 준 김남영 후배에게 깊은 감사의 말을 전합니다.

논문을 작성하려는 만학도에게 각별한 관심과 애정을 갖고 응원해 주시고, 소중한 결실을 맺기까지 지원을 해 주신 김경원 축산진흥원장님과 논문이 잘 마무리될 수 있도록 많은 격려와 도움을 주신 축산진흥원 모든 분들에게 깊은 감사를 드립니다. 축산진흥원 종돈장에서 15년이란 긴 세월 동안 종돈 능력검정을 위해 측정에 저와 함께 동참했던 수많은 종돈장 근무직원, (사)한국종축개량협회 직원 모두에게 감사의 인사를 드려야 하는데 지면으로 전하게 되어 매우 송구하고 죄송스럽게 생각합니다.

부족한 남편을 묵묵히 따라주며, 불평 한마디 없이 사랑으로 감싸주는 나의 영원한 친구인 아내 이미경, 부족함이 많은 아빠를 늘 이해하려고 노력하는 사랑스러운 이쁜 딸 김나연, 항상 아빠를 믿고 의지하고 힘이 되어 준 믿음직한 아들 김지훈이 있어 행복하고 감사합니다. 늘 곁에서 따뜻한 격려와 도움을 주시고, 건강을 염려하여 준 장인, 장모님께 감사드립니다.

감사의 글 마지막은 부모님께 전하는 자식의 마음으로 채우고 싶습니다. 감사하는 마음을 표하는 맨 끝에 두 분을 언급하는 것은 제 마음이 가장 먼저 두 분께 있기 때문이고, 두 분께 이 논문을 바치기 위해서입니다. 부족한 아들은 아직도 여전히 어리고 모자라지만, 이제 조금 커서 학문이라는 대지 위에 한 발 올려놓으려고 합니다. 생전에 제에게 항상 사랑과 믿음을 베풀어 주신 아버님의 영전에 이 논문을 바칩니다.

2015년 12월

김 대 철