

최 종
연구보고서

Dairy beef의 비육기술 개발에 관한 연구
A Study on the Protein and Energy Level of Holstein
Steers to Produce High Quality Beef

농협중앙회 축산연구소

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “Dairy beef의 비육기술 개발에 관한 연구”에 관한 연구과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005년 7월 일

주관연구기관명 : 농협중앙회 축산연구소

총괄연구책임자 : 정 준

세부연구책임자 : 정 준

연구 원 : 원 유 석

연구 원 : 박 노 형

연구 원 : 윤 충 근

연구 원 : 이 성 수

연구 원 : 정 용 기

연구 원 : 정 귀 현

위탁연구기관명 : 충북대학교

위탁연구책임자 : 송 만 강

연구 원 : 김 내 수

연구 원 : 박 성 만

연구보조원 : 이 만 호

요 약 문

I. 제 목

Dairy beef의 비육기술 개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

대형종으로 분류되는 홀스타인 수소는 육성기와 비육전기의 일당증체량이 1.3kg을 상회하는 것을 감안한다면 현재 우리나라에서 제시되고 있는 농후사료만의 가소화 영양소 총량인 69~72%는 홀스타인종 거세비육우의 비육에 적합하지 않다. 왜냐하면 대부분의 사양표준은 조사료까지를 함유할 때의 영양소총량을 계산한 것이기 때문이다.

우리나라에서 육성기와 비육전기에 급여하는 농후사료의 가소화영양소함량 성분은 대부분 69~72%까지의 일반 시판중인 사료를 사용하는데 열량가가 부족하다. 홀스타인 수소의 비육속도와 우리나라 비육농가의 사양급여시스템 및 농가가 적용하고 있는 사양표준의 불일치는 결과적으로 농가소득의 손실로 이어질 수밖에 없다. 따라서 홀스타인 수소의 고급육생산을 위한 적절한 영양수준을 정립하는 것이 필요하며, 쇠고기의 등급을 판정할 때 육우로 분류되는 젓소 비육우로부터 고급육을 생산함으로써 생우 및 수입육의 수입대체효과도 클 것으로 사료되어 이 부분에 대한 연구가 필요한 실정이었다.

따라서 본 연구의 목적은 홀스타인종 거세비육우의 정상증체와 고급육생산을 위해 적정영양수준을 정립하고, 성장단계별 비육기술 확립을 위해 일반 시판사료와 본 연구를 위해 특별히 제조할 사료를 이용하여 비교사양시험을 하는 데 있었다. 우리나라의 사양 환경에서 홀스타인종 거세비육우의 영양소 요구량에 적합한 배합비를 이용한 사양실증실험을 수행하여 증체성적, 도체성적 및 경제성 등을 확인하고 새로운 한국적인 사양여건에 부합하는 사양프로그램을 제시하는 데 그 목적이 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 중요한 국내 축산자원인 홀스타인 거세 비육우로부터 고급육을 생산하기 위한 최적의 농후사료의 영양수준을 구명하고 또한 적절한 출하월령을 구명하여 홀스타인종 거세 비육우의 경쟁력을 제고 할 수 있는 기틀을 확립하고자 수행하였다.

따라서 홀스타인종 거세비육우의 배합사료의 영양수준을 달리하여 영양수준별 발육성적 및 도체성적과 영양수준이 도체의 물리 및 화학적 특성에 미치는 영향을 구명하고 혈액성분에 대한 발육성적 및 도체성적의 상관관계를 분석하였다.

도축은 생후 18, 20 및 22개월령에 출하하였으며 홀스타인종 거세비육우의 발육 및 도체성적을 실제 경락가격을 이용하여 경제성분석을 실시하였다.

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용

홀스타인 거세비육우의 발육성적은 농후사료중의 에너지 급여수준을 높여 급여하였던 TRT II구가 전 사육기간에 걸쳐서 가장 좋은 증체성적을 나타내었다. 또한 다른 처리구에 비하여 육질등급을 개선하여 경제적으로도 가장 유리한 것으로 나타났다. 그러나 혈액성분과 발육성적 및 혈액성분과 도체성적의 상관관계에서는 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다.

한편 도체조직특성에서 쇠고기의 풍미를 좌우하는 지방산의 경우 역시 TRT II구가 가장 좋아 홀스타인종 거세비육우에 농후사료중의 에너지 수준을 높여 급여하는 것이 우리나라 쇠고기시장여건과 소비자의 요구에 부응하는 쇠고기를 생산할 수 있는 농후사료의 영양수준인 것으로 사료된다.

홀스타인 거세 수소의 성장곡선 특성을 규명하여 활용함으로써, 그 동안 홀스타인 비육우가 육성기 및 비육기에 배합사료를 무제한 급여하는 비정상적인 사양방

법을 개선하여 육질을 향상시킴으로서 농가의 수취가격을 향상시켜 궁극적으로 소득 증대에 기여할 수 있을 것이며, 본 연구결과는 국내 젖소 비육을 위한 사양표준제정의 기초로 활용될 것이다.

홀스타인 거세 비육우의 배합사료 중 단백질과 에너지 급여수준이 발육과 도체 특성에 미치는 영향을 구명하여 배합비 규격을 제시함으로서 젖소 비육용 사료 개발이 가능하여, 국내의 유용한 축산 자원인 젖소수소를 활용하여 수입생우 및 수입소고기와 차별화를 기할 수 있는 기술로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 홀스타인 종 고급육 생산을 위한 농후사료 중의 단백질 및 에너지 함량에 대한 본 연구는 홀스타인을 이용한 좋은 품질의 쇠고기생산으로 대외 경쟁력을 높일 수 있는 하나의 방법이 될 것으로 보인다. 특히 사양표준의 기초 자료를 제공해줄 수 있음은 물론, 향후 다른 육우품종에 대한 경제적 사양관리 방법을 연구하는 연구자들에게 유용한 자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

SUMMARY

I . Title

A Study on the Protein and Energy level of Holstein Steers to Produce High Quality Beef

II . Research objectives and Significance

Approximately over 39% of all beef consumed is Holstein beef. Traditionally, however, many dairy farmers have considered their male calf to be a by-product. Over 10 years ago, petty farmers who raising Holstein as a beef avoided Holstein steers various reasons. Almost of Holstein beef got the under 2nd grade of meat quality and had smaller rib-eye area than the other beef breeds.

But recently feeding Holstein steer has many attractive conditions that shorter feeding period because of rapid growing, cheaper calf cost, and thinner backfat. Ununiformity of feeding standard for Holstein steers led a farmer to higher cost of production due to waste nutrients and slow fattening. For optimum growth performances and better achievement of carcass grade, therefore, establishment of the proper nutrient level of CP and TDN to steers was the most interesting objects in Holstein beef industry.

Feeding Holstein steers will to be an important in beef industry when the fresh beef market reopen to U.S.A. Since high quality beef from Holstein steers might be an alternative plan for imported fresh beef, it is necessary to clarify the optimum nutrient level of CP and TDN to produce high quality beef from Holstein steers during growing and fattening stages. To compete importing fresh beef, we had to produce the high quality beef from Holstein steers by optimal feeding nutrient plan. Because of the rice straw is major forage in Korea beef

industry, it is essential to supplementation of the nutrient in concentrates. Higher energy and protein feeding to Holstein steers in each growing stage is recommended to produce high marbled beef in recent studies in abroad.

Therefore, the objectives of current study were to find out the optimum nutrient level to produce high quality beef in Holstein steers

III. Research Contents and Scope

The goal of the study was to determine the effects of nutrient level of CP and TDN on growth performances, carcass traits and characteristics, and finally to find the optimum CP and TDN level to expand the monetary return in Holstein steers.

Groups of steers were assigned to 3 different levels of nutrient to test the hypothesis that higher energy and protein in Holstein as a large frame had effect on subsequent live body weight or carcass quality.

Data of blood components(blood chemical value and serum hormone concentration), live body weights, average daily gain, feed efficiency, carcass traits and characteristics were analyzed to determine the differences those traits among treatments and analyzed correlations between economically important traits and blood chemical values to find the optimum nutrient level of CP and TDN in Holstein steers.

IV. Results and Suggestions on Utilization of Results

□ The optimum level of nutrient and slaughtering age for economic advantage, growing fast, well marble and the desired fatty acid composition of *longissimus dorsi* muscle was TRT II group fed a high energy in concentrates.

- Supplementation of higher energy and protein in concentrates may accelerate both the faster growth rate and improvement of feed efficiency in Holstein steers.
- It would be useful method to produce the high marbled beef from Holstein steers, through the moderate energy up to growing stage followed by high energy diet until slaughter.
- Growing fast and high marbled Holstein steers by higher energy diet feeding would be an important role to compete beef market against importing fresh beef.

CONTENTS

Chapter 1. Overview of project	1
Section 1. Objective of research and development	1
Section 2. Necessity of research and development	2
Section 3. Contents and scopes	4
Chapter 2. Status of development	6
Section 1. Status of development in domestic	6
Section 2. Status of development in abroad	11
Section 3. Position of this study	16
Chapter 3. Research contents and results	18
Section 1. Materials and methods	18
1. Experimental period and trial farm	18
2. Experimental animals and design	18
3. Feeding Management	20
4. Inspection of growth performances	21
5. Preparation of experimental feeds	22
6. Analyzing blood components	22
a. Blood collection	22
b. Analyzing blood chemical values	25
c. Analyzing serum hormones	25
7. Analyzing carcass traits and composition	26
a. Collection and analyzing	26
b. Carcass grading system	27
c. Carcass chemistries and fatty acids	28

8. Statistical analysis	31
Section 2. Results and discussion	32
1. Growth performance	32
2. Blood components and serum hormones	60
a. Albumin	60
b. Total Protein(CP)	62
c. Blood Urea Nitrogen(BUN)	62
d. Creatinine	65
e. Glucose	65
f. Total Cholesterol(TC)	66
g. Insulin-like Growth Factor I(IGF-I)	70
h. Cortisol	71
3. Carcass traits	74
4. Correlation between blood chemical values and growth performances	84
5. Correlation between serum hormones and growth performances	92
6. Correlation between blood chemical values and carcass traits	97
7. Correlation between serum hormones and carcass traits	127
8. Chemical and physical composition of <i>longissimus dorsi</i> muscle	140
a. Chemical composition	140
b. Physical composition	141
c. Fatty acids	145
Section 3. Economic analysis	148
Chapter 4. Accomplishment and contribution to related field	151
Section 1. Accomplishment	151
Section 2. Contribution	153

Chapter 5. Application of results	154
Chapter 6. References	155
Appendix	170

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 1 절 연구개발의 목적	1
제 2 절 연구개발의 필요성	2
제 3 절 연구개발의 범위	4
제 2 장 국내외 기술개발 현황	6
제 1 절 국내 기술개발 현황	6
제 2 절 국외 기술개발 현황	11
제 3 절 본 연구가 국내외 기술개발에서 차지하는 위치	16
제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과	18
제 1 절 재료 및 방법	18
1. 시험기간 및 장소	18
2. 시험동물 및 시험구 배치	18
3. 일반사양관리	20
4. 발육성적 조사	21
5. 시험사료의 제조	22
6. 혈액 및 호르몬 농도의 조사	22
(가) 혈액채취	22
(나) 혈액 화학치 조사	25
(다) 호르몬분석	25
7. 도체특성 및 조직성분 분석	26
(가) 표본샘플채취 및 조사방법	26
(나) 도체의 육질 및 육량평가	27
(다) 등심조직의 물리이화학적 특성조사	28

8. 통계 분석	31
제 2 절 결과 및 고찰	32
1. 단백질과 에너지 급여수준이 발육성적에 미치는 영향	32
2. 단백질과 에너지 급여수준이 혈액 및 호르몬농도에 미치는 영향	60
가. Albumin	60
나. Total Protein(TP)	62
다. Blood Urea Nitrogen(BUN)	62
라. Creatinine	65
마. Glucose	65
바. Total Cholesterol(TC)	66
사. Insulin-like Growth Factor I(IGF-I)	70
아. Cortisol	71
3. 단백질과 에너지 급여수준이 도체성적에 미치는 영향	74
4. 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육성적과 혈액성분과의 상관관계	84
5. 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육성적과 혈청호르몬과의 상관관계	92
6. 단백질과 에너지 급여수준에 따른 도체형질과 혈액성분과의 상관관계	97
7. 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육성적과 혈청호르몬과의 상관관계	127
8. 단백질과 에너지 급여수준에 따른 등심의 물리 이화학적 성분에 미치는 영향	140
가. 등심 중의 일반화학적 성분	140
나. 등심의 물리적 특성	141
다. 등심 중의 지방산조성	145
제 3 절 경제성 분석	148
제 4 장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도	151
제 1 절 연구개발을 위한 목표달성도	151
제 2 절 관련분야에의 기여도	153

제 5 장 연구개발결과의 활용계획	154
제 6 장 참고문헌	155
Appendix	170

List of Table

Table 1-1. Conventional feeding method for Holstein steers in Korea	6
Table 1-2. Conventional concentrates feeding to Holstein steers in fattening period	7
Table 1-3. Experimental design of Holstein steers by feeding stages	19
Table 1-4. Number of Holstein steers by slaughtering ages	19
Table 1-5. Feeding example by feeding stages in Holstein steers	20
Table 1-6. Chemical compositions of experimental diets	23
Table 1-7. Ingredients of experimental diets	24
Table 1-8. Grading of meat quantity and quality in Korea	27
Table 1-9. Detailed marbling score of meat quality according to the standard of the Animal Product Grading Service	28
Table 2-1. Least squares means and standard errors for body weight of Holstein steers during entire experimental period	33
Table 2-2. Least squares means and standard errors for growth performances of Holstein steers during entire experimental period	35
Table 2-3. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during growing period from on-test to 41 weeks of age	37
Table 2-4. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during fattening I period(41 to 65 weeks of age)	39
Table 2-5. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during fattening II period(65 to 84 weeks of age) as slaughtered at 18 months of age	41
Table 2-6. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during fattening II period(65 to 92 weeks of age) as slaughtered at 20 months of age	43
Table 2-7. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during fattening II period(65 to 99 weeks of age) as slaughtered at 22 months of age	44
Table 2-8. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of during entire experimental period of Holstein steers slaughtered at 18, 20 and 22 months of ages	46

Table 2-9. Growth curve equations in Holstein steers as influenced by nutrient plan and slaughtering ages	51
Table 2-10 Least squares means and standard errors of rump height and its increments in Holstein steers	52
Table 2-11 Least squares means and standard errors of body length and its increments in Holstein steers	53
Table 2-12 Least squares means and standard errors of thurls width and its increments in Holstein steers	54
Table 2-13 Least squares means and standard errors of rump width and its increments in Holstein steers	55
Table 2-14 Least squares means and standard errors of rump length and its increments in Holstein steers	56
Table 2-15 Least squares means and standard errors of chest girth and its increments in Holstein steers	57
Table 2-16 Least squares means and standard errors for shrinkage and dressing percentage during transport to slaughter house in Holstein steers	58
Table 3-1. Least squares means and standard errors of serum albumin concentration for Holstein steers(g/dl)	61
Table 3-2. Least squares means and standard errors of serum total protein concentration for Holstein steers(g/dl)	63
Table 3-3. Least squares means and standard errors of serum BUN concentration for Holstein steers(g/dl)	64
Table 3-4. Least squares means and standard errors of serum creatinine concentration for Holstein steers(mg/dl)	67
Table 3-5. Least squares means and standard errors of serum glucose concentration for Holstein steers(mg/dl)	68
Table 3-6. Least squares means and standard errors of serum cholesterol concentration for Holstein steers(mg/dl)	69
Table 3-7. Least squares means and standard errors of serum IGF-I concentration for Holstein steers(ng/ml)	72
Table 3-8. Least squares means and standard errors of serum cortisol concentration for Holstein steers(ng/ml)	73
Table 4-1. Least squares means and standard errors of meat quantity for Holstein steers	74

Table 4-2. Least squares means and standard errors of meat quality for Holstein steers	78
Table 5-1. Pearson's correlations between live body weight and concentrations of serum metabolites in Holstein steers	84
Table 5-2. Pearson's correlations between average daily body gain and concentrations of serum metabolites in Holstein steers	89
Table 5-3. Pearson's correlations between live body weight and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers	92
Table 5-4. Pearson's correlations between average daily body gain and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers	93
Table 6-1. Pearson's correlations between backfat thickness and concentrations of serum metabolites in Holstein steers	97
Table 6-2. Pearson's correlations between <i>Longissimus dorsi</i> muscle area and concentrations of serum metabolites in Holstein steers	101
Table 6-3. Pearson's correlations between cold carcass weight and concentrations of serum metabolites in Holstein steers	105
Table 6-4. Pearson's correlations between dressing percentage and concentrations of serum metabolites in Holstein steers	110
Table 6-5. Pearson's correlations between marbling score and concentrations of serum metabolites in Holstein steers	114
Table 6-6. Pearson's correlations between meat color and concentrations of serum metabolites in Holstein steers	119
Table 6-7. Pearson's correlations between fat color and concentrations of serum metabolites in Holstein steers	123
Table 7-1. Pearson's correlations between backfat thickness and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers	127
Table 7-2. Pearson's correlations between <i>longissimus dorsi</i> muscle area and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers	129
Table 7-3. Pearson's correlations between carcass weight and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers	131
Table 7-4. Pearson's correlations between dressing percentage and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers	133
Table 7-5. Pearson's correlations between marbling score and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers	135

Table 7-6. Pearson's correlations between meat color and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers	137
Table 7-7. Pearson's correlations between fat color and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers	138
Table 8-1. Least squares means of chemical composition(%) of <i>longissimus dorsi</i> muscle of Holstein steers	141
Table 8-2. Least squares means of physical characteristics of <i>longissimus dorsi</i> muscle of Holstein steers	144
Table 8-3. Least squares means of fatty acids composition(%) of <i>longissimus dorsi</i> muscle of Holstein steers	147
Table 9-1. Economic analysis by nutrient plan in Holstein steers	148

List of Figure

Figure 1.	Growth curves of Holstein steers influenced by nutrient plan	49
Figure 1-1.	Growth curve of Holstein steers in control	49
Figure 1-2.	Growth curve of Holstein steers in TRT I	49
Figure 1-3.	Growth curve of Holstein steers in TRT II	49
Figure 1-4.	Growth curve of Holstein steers in TRT III	50
Figure 2.	Growth curves of Holstein steers influenced by nutrient plan slaughtered at 18 months of age	171
Figure 2-1.	Growth curve of Holstein steers in Cotrol slaughtered at 18 months of age	171
Figure 2-2.	Growth curve of Holstein steers in TRT I slaughtered at 18 months of age	171
Figure 2-3.	Growth curve of Holstein steers in TRT II slaughtered at 18 months of age	171
Figure 2-4.	Growth curve of Holstein steers in TRT III slaughtered at 18 months of age	172
Figure 3.	Growth curves of Holstein steers influenced by nutrient plan slaughtered at 20 months of age	172
Figure 3-1.	Growth curve of Holstein steers in Control slaughtered at 20 months of age	172
Figure 3-2.	Growth curve of Holstein steers in TRT I slaughtered at 20 months of age	172
Figure 3-3.	Growth curve of Holstein steers in TRT II slaughtered at 20 months of age	173
Figure 3-4.	Growth curve of Holstein steers in TRT III slaughtered at 20 months of age	173
Figure 4.	Growth curves of Holstein steers influenced by nutrient plan slaughtered at 22 months of age	173
Figure 4-1.	Growth curve of Holstein steers in Control slaughtered at 22 months of age	173
Figure 4-2.	Growth curve of Holstein steers in TRT I slaughtered at 22 months of age	174

Figure 4-3. Growth curve of Holstein steers in TRT II slaughtered at 22 months of age	174
Figure 4-4. Growth curve of Holstein steers in TRT III slaughtered at 22 months of age	174
Figure 5-1. Least squares means and standard errors of serum albumin concentration in Holstein steers(g/dl)	61
Figure 5-2. Least squares means and standard errors of serum total protein concentration in Holstein steers(g/dl)	63
Figure 5-3. Least squares means and standard errors of serum BUN concentration in Holstein steers(g/dl)	64
Figure 5-4. Least squares means and standard errors of serum creatinine concentration in Holstein steers(mg/dl)	67
Figure 5-5. Least squares means and standard errors of serum glucose concentration in Holstein steers(mg/dl)	68
Figure 5-6. Least squares means and standard errors of serum cholesterol concentration in Holstein steers(mg/dl)	69
Figure 5-7. Least squares means and standard errors of serum IGF-I concentration in Holstein steers(ng/ml)	72
Figure 5-8. Least squares means and standard errors of serum cortisol concentration in Holstein steers(ng/ml)	73
Figure 6-1. Least squares means and standard errors of backfat thickness in Holstein steers	82
Figure 6-2. Least squares means and standard errors of <i>longissimus dorsi</i> muscle area in Holstein steers	82
Figure 6-3. Least squares means and standard errors of meat quantity index in Holstein steers	83
Figure 6-4. Least squares means and standard errors of marbling score in Holstein steers	83

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

최근 통계자료에 의하면 우리나라의 젓소 사육규모는 543천두로서 이중 가임암소의 수는 371천두이다(국립농산물 품질관리원, 2004). 따라서 수태율(80%)과 육성률(80%)을 감안하면 매년 약 237천두의 송아지가 생산되고 그 중 120천두에 달하는 수송아지가 비육 산업에 공여되고 있는 실정이다. 한우 가임암소의 두수가 약 605천두로서 연간 194천두의 비육용 수송아지가 생산되는 점을 감안할 때 우리나라의 비육우 산업에서 홀스타인종 육우가 차지하는 비중은 39%이상인 것으로 계산되어 결코 무시할 수 없는 중요한 축산자원으로 대두되고 있으나 한우와 다르게 적용되어야 할 단계별 사육방법에 대한 체계적인 비육 기술 등이 충분하게 밝혀지지 않은 부분들이 수입육과의 경쟁에서 어려운 상황을 맞는 현실이 되고 있다.

국내에서 젓소 수소를 이용하여 육질을 개선할 수 있는 비육기술의 개발은 매우 열악한 상태에 있고 특히 거세 후의 사육관행도 기존의 비육기술에서 비육기간만 연장하는 정도에 그치고 있다. 그 결과 농후사료의 급여량이 많아지고 이로 인한 사료의 효율성이 떨어지며 각종 대사성 질환을 가져오는 폐단을 안고 있는 것이 현실이다. 더구나 국내에서 이러한 육우의 비육용 농후사료의 개발은 일부를 제외하고는 요원한 실정이다. 그러나 우유 산업의 부산물로서 밀소 값이 한우보다 싸고 육성기와 비육전기 및 비육후기의 일당증체량이 1.3~1.5kg을 상회하는(NRC, 2000)등 매우 경제적인 수 있는 국내산 홀스타인종 육우에 대한 비육은 나름대로 유리한 점이 많이 있다고 할 수 있다.

과거에는 낙농산업의 부차적인 수입원의 개념으로 홀스타인종 수소를 비육하여 출하한 것이 우리나라의 비육관행이지만 최근에는 한우농가에서도 일부를 사육하기도 하고 규모화 된 농가들이 홀스타인종에 대한 대규모 비육을 하는 추세이기도 하다. 그러나 홀스타인 비육에 관한 한 대부분의 농가는 기본적인 비육개념을 갖지 못

하고 비거세우건 거세우건 간에 육성기부터 무제한 농후사료급여방식을 이용하고 있으며, 가소화영양소 총량과 단백질 등 기본적인 비육우의 영양 상태를 이해하지 못한 상태에서 비육하고 있다. 그러므로 고급육생산을 위한 적절한 영양수준을 정립하고 이에 따른 성장단계별 비육기술을 확립하기 위한 비육 사양시험의 필요성이 크다고 할 수 있겠다. 국내 비육농가의 소득기반 확충과 안정을 위하여 우수한 축산자원인 젓소수소의 비육기술을 발달시키는 것이 중요하다고 할 수 있겠다.

따라서 본 연구의 목적은 대형종인 홀스타인 수소의 정상적인 증체와 고품질 육 생산을 지향하는 적절한 영양수준을 정립하고, 이에 따른 성장단계별 비육기술을 확립하기 위해 일반적으로 농가가 사육에 이용하고 있는 사료와 본 연구를 위해 특별히 제조한 사료를 이용하여 비교 사양시험을 하는 데 있다. 아울러 우리나라의 독특한 사양 환경에서 홀스타인 거세비육우의 영양소 요구수준에 맞는 새로운 배합비의 농후사료를 이용한 사양실증실험을 수행하여 증체 성적, 도체성적 및 경제성 등을 확인하고 새로운 한국적인 사양여건에 부합하는 사양프로그램을 제시하는 데 그 목적이 있다.

제 2 절 연구개발의 필요성

우리나라 축산업에서 젓소의 비중은 매우 크지만 젓소 수소의 비중은 그다지 크지 않은 것으로 인식되어 왔다. 그러나 전술한 바와 같이 육우산업에서 홀스타인 종의 수소가 차지하는 비중은 많은 비율을 차지하고 있다. 특히 생우 수입개방의 전면시행, 광우병 및 구제역 등, 축산업을 위협하는 여러 요인의 부정적인 측면에서 볼 때 우리 나라 육우산업은 어려운 것이 사실이다. 게다가 육류등급제 실시 이후 한우고기는 좋은 고기로, 젓소고기는 질이 좋지 않은 고기로 인식되고 있어 이에 대한 사고의 전환이 시급한 실정이다.

최근 우리나라 젓소 고기의 국내 유통비율이 지난 1996년부터 지속적으로 증가하고 있는 실정임을 감안할 때, 젓소 고기는 국내 육우산업에서 결코 간과할 수 없는 산업적 파급효과를 갖고 있다. 유용종 소의 육질개량은 어려운 일이지만 이것이 우유 산업의 부산물이라는 점을 생각하면 젓소 수송아지는 결국 부산물일 수밖에 없

어서 생산비가 한우보다 싸지 않을 수 없다. 특히 그러나 앞에서 말한 것처럼 비육에 사용되는 젖소 송아지가 매년 약 120천두로 쇠고기 생산량의 측면에서 보면 한우를 포함하는 전체 비육 밀소 공급량의 약 39%를 차지하고 있고 상회하게 되고, 제대로 비육해서 고급육으로 생산하여 두 당 약 3,200천원 정도의 소득을 얻었을 경우 이를 금액으로 환산하면 연간 4천억원 정도의 경제규모가 된다. 이런 결과로 젖소 수송아지의 입식단가는 상향조정되고 있지만 도체등급의 출현결과는 입식단가의 상승폭만큼 높아지지 않고 있다.

축산 농가의 입장에서는 입식할 때 한우에 비하여 비교적 적은 자본으로 입식할 수 있고 이에 따른 자금의 이용효율이 커진다는 측면에서 많은 부분 선호하고 있다. 그러나 이에 대한 합리적이고 이용 가능한 사양관리 기술의 보급은 요원한 실정이다. 젖소수소를 위한 농후사료의 개발도 이루어지지 않고 있으며, 볏짚을 이용하는 비육현실에 맞추기 위해선 적합한 비육기술이 필요한 실정이며, 특히 에너지 요구량에 충족하는 농후사료의 개발은 거의 없기 때문에 본 연구를 수행할 필요가 있다.

한편 홀스타인종의 생체 성장률은 다른 육우품종들 보다 빨라서 성장후의 생체중과 골격의 크기는 다른 품종에 비하여 매우 큰 것으로 조사되고 있지만 상강육의 발달은 다소 뒤지는 것으로 알려지고 있다. 홀스타인 종 거세비육우가 다른 육우품종들에 비하여 가지고 있는 가장 큰 장점은 바로 혈통의 단일화(uniform)가 잘 이루어져 있다는 점이다. 홀스타인종의 육종은 우유를 많이 생산할 수 있는 고능력우 위주의 혈통관리를 통하여 품종을 개발하여 왔기 때문에 매우 효율적인 유전적 기초를 가지고 있으며 이로 인하여 영양관리에 있어서 사료섭취량과 일당증체량의 예측과 관리가 용이하다는 데 있다(Grant 등, 1996).

또한 수소의 거세는 육질고급화를 위한 가장 확실한 방법으로 제시되고 있는데 (Worell 등, 1987; Gregory 등, 1983) 거세를 실시한 홀스타인 수소의 정확한 에너지 및 단백질 요구량은 한국적 사양조건하에서 어떻게 급여해야 하는가에 대한 명확한 해답이 없어 이를 구명할 필요성이 제기되고 있는 실정이다. 특히 비육농가의 경우 일당증체량을 감소하지 않고 대사성 질환을 최소화하며, 사료효율을 개선하는 고급육을 생산하는 것은 당장 필요하고 현장에 바로 적용할 수 있는 기술로 사료된다.

쇠고기의 육질은 품종에 따라 크게 차이가 있을 뿐만 아니라(Adams 등, 1977; Huerta-Leidenz 등, 1993), 동일 품종에서도 성별, 특히 거세의 유무에 따라 근육의 분포 및 형태에서 차이가 있고, 육질도 현저한 차이가 있는 것으로 알려지고 있다(Crouse 등, 1989). 그러나 한국적인 사양조건하에서 홀스타인종과 같은 대형종에 대한 연구가 많지 않기 때문에 유우품종의 비육시 단백질과 에너지 요구량 및 이에 준하는 급여체계의 개발이 필요하다.

홀스타인 수소의 비육속도와 우리나라 비육농가의 사양급여시스템 및 농가가 적용하고 있는 사양표준의 불일치는 결과적으로 농가소득의 손실로 이어질 수밖에 없다. 그래서 홀스타인 수소의 고급육생산을 위한 적절한 영양수준을 정립하는 것이 필요하며, 등급판정 시 육우로 분류되는 젖소비육우로부터 고급육을 생산함으로써 수입생우 및 수입소고기와의 차별성을 확보하여 쇠고기 시장의 다양화와 고급화를 유도할 수 있을 것으로 판단된다. 젖소 거세우의 사육기술을 향상시켜 도체등급을 잘 받을 수 있도록 하는 것은 농가소득의 증대와 더불어 축산업 전반의 경쟁력을 높인다는 측면에서 현장에 꼭 필요한 연구로 사료된다.

제 3 절 연구개발의 범위

홀스타인 종 거세비육우에 대한 발육성적 및 육질 등을 고려한 영양수준별 비육기술개발을 위한 연구의 개발 범위는 다음과 같다.

첫째는 한국적인 사양조건에서 홀스타인종 거세비육우의 단백질과 에너지 급여 수준에 따른 생체상태의 발육성적을 조사하는 것으로 일당증체량 및 사료섭취량을 조사하여 사료효율을 계산하여 영양수준에 따른 증체성적을 구명하는 것이고,

둘째는 발육성적과 체격조건의 성장과정을 각 처리별로 구명하고 이에 따른 영양수준별로 성장단계 별 성장곡선을 추정하여 추정식을 산출하여 홀스타인종 거세비육우의 고품질 쇠고기 생산을 위한 적절한 사육방법, 기간 및 적절한 출하월령을 구명하는 것이다. 따라서 한국적인 사양조건에서 홀스타인종 거세비육우의 고품질 쇠

고기 생산을 위한 적절한 사육방법, 기간 및 출하월령을 구명하여 거세 홀스타인의 적절한 생육기별 사육기간 설정으로 고급육 생산을 위한 사양프로그램의 기초를 확보하고 홀스타인 거세비육우의 비육 출하시 정립되지 않은 적절한 출하월령을 구명하는 것이다.

셋째는 한국적인 사양조건하에서 홀스타인종 거세비육우의 단백질과 에너지 급여수준에 따른 도체특성과 도체의 일반화학생분, 물리적 특성 및 지방산특성을 구명하는 것이며,

넷째는 한국적인 사양조건하에서 홀스타인종 거세비육우의 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육특성과 혈액 일반성분, 발육특성과 호르몬농도 그리고 혈액 일반성분과 도체특성, 혈액 호르몬 농도와 도체특성 간의 상관관계를 구명하는 것이고,

다섯째는 한국적인 사양조건에서 홀스타인종 거세비육우의 고품질 쇠고기 생산을 위한 최적의 단백질 및 에너지 급여수준구명에 따른 적절한 배합사료 스펙개발과 농가보급을 위한 사양프로그램 개발의 기초 자료를 확보하는 것이 본 연구의 개발 범위이다.

즉, 실험은 대조구와 대조구에 비하여 단백질과 에너지수준을 상향조정된 실험 처리구로 구분하고 각각의 실험우군을 일정단계별로 도축시기를 정하여 도축하는 실험과정을 거쳤다. 도축 후에는 육량 및 육질에 대한 도체성적을 조사하였으며, 이들의 이화학적 특성(cholesterol, fatty acid, pH)과 물리적 특성(TPA 및 meat color) 및 도체의 일반성분(moisture, crude protein, crude fat, ash)에 대한 조사를 실시하였다. 이에 따라 홀스타인종 거세비육우에 있어 단백질과 에너지 등의 영양수준을 달리한 거세우 처리구 간의 혈액성분과 발육성적 및 도체성적과의 상관관계, 그리고 혈액 내 호르몬과 발육성적, 도체성적과의 상관관계 등을 분석하였다.

그리고 이들 홀스타인종 거세비육우의 각 처리구 별 발육 및 도체성적을 실제 경락가격과 사육비용 등을 처리구 각각의 경제성분석을 실시하고 가장 경제적인 영양수준의 처리구를 구명하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내 기술개발 현황

국내에서 홀스타인을 이용한 비육시험은 그리 많은 편은 아니었다. 그러나 대부분의 연구들은 홀스타인종이 차지하는 우리 축산업에서의 중요성에 비하여 도외시되고 있는 부분들을 부각하여 이를 보완하려는 노력들이 대부분이었던 것으로 보이며 또한 유용종으로 개량되어 수송아지는 부산물이라는 개념을 탈피하려는 노력들이었다. 이들 연구들의 공통점은 거세로부터 야기되는 증체와 발육성적의 저하 및 고급육생산을 위한 사양방법 등이었다. 과거에는 젓소 비육 밀소를 비육하는 농가는 한정적으로 낙농가들 중에서 낙농 부산물의 개념으로 비육을 해왔지만 최근에는 일반적으로 한우를 사육하거나 규모화 된 농가들이 홀스타인종에 대한 비육을 실시하고 있다. 그러나 홀스타인 비육에 관한 한 대부분의 농가는 비거세우견 거세우이건 육성기 사양관리 시점부터 무제한 농후사료급여방식으로 체중 약 700kg 정도에 출하를 하는 실정이다. 또한 비육농가는 영양소수준에 관한 기본적인 비육우의 영양에 이해하지 못하여 적정단계에 맞는 사료를 급여하지 못하고 있다. 이와 같은 사육관행은 결국 농후사료의 비정상적인 급여로서 반추위의 실질적인 발달을 유도하지 못하여 비육후기에 생산성을 감소시키는 결과를 초래할 뿐 더러, 출하 시 고급육 출현율을 극도로 저하하는 원인으로 대두되고 있는 실정이다. 아울러 국가적으로도 농후사료의 산업적인 낭비를 초래하는 원인으로 지적되고 있다. 우리나라의 홀스타인 비육농가의 사육관행에 관한 내역은 다음의 표 1-1과 표 1-2에 제시되어 있다.

Table 1-1. Conventional feeding method for Holstein steers in Korea

Items	General farm	Advanced farm	Feed Co.	NLRI ¹⁾
	Months of ages			
Importation	2	2	2	1~3
Starting fattening	5	12	10	12
Slaughtering	18~19	21~22	18~19	22~24
Castration	3	5~7	3~4	5

¹⁾ National Livestock Research Institute

Table 1-2. Conventional concentrates feeding to Holstein steers in fattening period

Items	Fattening I		Fattening II		Roughage source
	Period	Intake	Period	Intake	
General farm	5~13	<i>ad libitum</i>	14~18	<i>ad libitum</i>	Rice straw
Advanced farm	13~17	1.8% / BW	17~22	2.0% / BW	Rice straw

일반적으로 large frame으로 분류되는 홀스타인 수소는 육성기와 비육전기의 일당증체량이 1.3kg을 상회하고 비육기에는 1.5kg을 상회하는 것(NRC, 2000)을 감안한다면 현재 우리나라에서 제시되고 있는 농후사료만의 가소화 영양소 총량인 70~72%는(김 등, 1997) 홀스타인비육에 적합하지 않은 것으로 사료된다. 왜냐하면 대부분의 사양표준은 조사료까지를 함유할 때의 영양소총량을 계산한 것이기 때문이다. 특히 육성기와 비육전기에 급여하는 농후사료의 성분은 대부분 69~72%까지의 일반 시판중인 사료를 사용하게 되는데 에너지 가와 단백질의 비율로서 판단할 때 열량이 부족한 사료를 급여하고 있는 현실이다.

한편, 대다수의 홀스타인 수송아지 비육농가는 속칭 분유 떼기(약 60일령 전후)를 입식하자마자 약 100kg 내외에 거세하여 육성기부터 무제한 급여의 형태로 비육하고 있다. 이유 및 거세 등의 스트레스가 증체 및 근내지방 형성 등에 미치는 것을 감안할 때, 증체 속도가 한우보다 약 30% 정도 빠른 홀스타인종의 경우 충분히 증체하면서 거세에 대한 스트레스가 최소화 되는 적절한 거세시기는 생후 약 8개월령에 도달하였을 때 체중 약 250 ~ 300kg 전후에 거세하는 것이 적당할 것으로 사료된다.

그 동안 국내에서 실시된 젖소 수송아지에 대한 비육시험은 주로 적절한 출하월령과 체중을 구명하거나 홀스타인종의 도체특성을 구명하는 연구, 그리고 에너지(TDN) 수준만이 고려된 발육과 도체 성적 조사에 국한(김 등, 1997)되었다.

홀스타인종에 대한 비육시 단백질과 에너지 이용효율에 관한 연구(탁 등, 1984; 강 등, 1989)에서 4두의 비육시험을 통하여 체중 250kg부터 500kg까지의 비육시 질

소축적률이 67.92%, 사료총에너지 대비 손실에너지의 비율은 비육이 진행됨에 따라 감소하고 이에 따른 에너지이용률은 비육증가에 따라 증가한다고 보고한 바 있다. 탁 등(1986)은 한우 사양표준제정 및 한우 육용화의 기초 자료를 얻기 위한 일환으로 홀스타인종과 샤롤레, 애버딘앵거스 및 헤어퍼드종을 각 6두씩 공시하여 품종별 에너지 및 단백질의 요구량에 대한 회귀식을 산정한 바 있다. 홀스타인종에 대한 영양소 수준의 규명에 관한 연구들은 대부분 단기간의 연구결과들이었다. 윤과 정(1985)은 영양수준의 효과를 규명하기 위하여 홀스타인 수송아지 41두를 이용하여 90일간의 사양시험을 실시하였는데, 전유(whole milk)급여수준에 따라 처리별 영양소 요구량을 추정한 연구에서 생시체중이 증체량에 밀접한 관계가 있으며, 영양수준에 대한 고찰에서는 단백질과 에너지수준이 NRC(Nutrient requirement of dairy cattle)나 JFS(Japanese feeding standard)와 차이가 있었다고 하였으며, 홀스타인 암송아지 30두를 이용하여 체중 400kg까지 사육한 실험에서는 체중이 증가할수록 건물, 조단백질 및 가소화영양소총량의 요구량이 증가되었으며, 체중 250~300kg에서 이들 영양소 요구량이 가장 높았다는 연구결과도 있었다(윤 등, 1993).

한편, 1990년대의 홀스타인종 비육과 관련된 연구결과들은 품종별 도체특성과 함께 도체를 개선할 수 있는 방안들을 강구하는 것이 주류를 이루고 있다. 정(1993)은 한우와 홀스타인의 도체특성 비교에서, 한우가 홀스타인에 비하여 지방 축적율이 높은 것은 한우 고유의 특징이라고 하였다. 이러한 차이가 품종간의 특성이라는 점이 어느 정도 인정되지만, 적어도 부분적으로는 영양소의 적정 공급과 사육 기술에 의한 영향을 받을 수도 있다는 점을 간과해서는 안 된다. 실제로 홀스타인이 체구가 큰데 반하여 우리나라의 농후사료는 요구량 수준을 충족하지 못하기 때문에 발생한 것으로 사료된다. 또한 육량적인 측면에서도 한우가 홀스타인에 비하여 배최장근 단면적이 넓다고 하였지만 이점 역시 등심이 커질 수 있는 여지가 충분한 large frame의 홀스타인종에 대한 이해가 적은 상태의 사양관리가 이루어졌음을 반증하는 결과로 사료된다.

김 등(1996)은 거세한우와 거세 홀스타인의 도체구성성분과 이화학적 특성에 관한 연구에서 이화학적인 특성과 함께 근섬유조성을 살펴 본 결과, 이 연구에서 지방산함량은 알려진 바와 같이 홀스타인종에서 palmitic acid(C_{16:0})가 높았고 oleic

acid(C_{18:1})는 낮았다고 하였으나, 근섬유의 직경은 홀스타인종이 작다고 보고하였다. 한편 두 축종 모두 고급육을 생산하기 위해서는 반드시 거세가 필수적이라고 하였다. 또 출하월령별 이화학적 특성변화에서 수분과 조지방 함량은 출하월령에 따라 변화가 없었으나 보수력과 육색 및 경도와 저작성이 변화한다고 보고한 바 있다. 이와 관련하여 정 등(1996)은 홀스타인 거세우와 비거세우와의 비교를 통하여 거세의 효과를 규명하였는데, 육질등급관정에서 거세우가 월등히 높았다고 보고하면서 양질의 고급육을 생산하기 위해서는 한우 거세우는 24개월령 이상, 홀스타인종 거세비육우는 약 17개월령 이상 장기간 사육을 하여야 만 가능한 것으로 보고한 바 있다. 동 연구결과는 최근의 한우와 홀스타인 사육동향과 농가의 사양방법과는 약간의 차이가 있는 것으로 보인다. 또 성 등(1996)은 이와 관련된 출하 월령 간의 차이를 보는 실험에서 홀스타인종 거세우의 경우 월령 증가에 따라 양지의 부분육 비율은 증가하였으나 채끝 및 우둔의 비율은 오히려 감소하였고, 기타의 부위는 변화가 없었다고 하였다. 이러한 연구결과들은 대부분 당시에 관행적으로 사육되는 홀스타인 수송아지를 비육한 후 도체를 이용한 분석 실험이었던 것으로 보인다.

윤 등(1994)은 공판장에 출하된 홀스타인 종 비육우 2,083두와 한우 2,447두를 대상으로 출하된 개체들의 경향을 조사한 결과 홀스타인 출하경향은 도체중이 250~299kg이고, 도체중량증가에 따른 피하지방과 배최장근 단면적의 증가속도는 홀스타인종이 한우에 비하여 더딘 것으로 보고하여 제대로 된 영양수준의 공급이 없었음을 시사한 바 있다.

또한 젖소 비육우의 생산성을 높이기 위한 방안으로 재조합 소 성장호르몬을 이용한 실험에서는 발육성적과 도체구성에서 성장호르몬의 투여효과를 보았다고 보고한 바 있고(정 등, 1996; 정, 1996), 신 등(1996)은 홀스타인종에 대한 Ionopore의 급여효과를 이용하여 생산성을 증진하고자 하는 연구를 실시한 바 있다. 김 등(1997)은 홀스타인종 거세비육우를 이용하여 Zeranol을 투여한 후 비육사양 시험에서 육성기 성장에 필요한 정미에너지의 평균 요구량이 NRC기준을 상회하는 것으로 보고하여 실질적으로 대형종인 홀스타인종의 비육에 필요한 영양소 요구량의 기준을 정립할 필요성을 제기하였다.

따라서 그 동안 우리나라의 젓소 비육농가에 대한 지도 자료를 살펴보면 대부분 축산기술연구소의 지도 자료로서 선진외국의 홀스타인 비육 연구결과를 취합하여 한우의 사육관행과 비교되는 연구총설로서 농가지도 자료로 활용되고 있는 실정이다. 강(2004)의 연구결과에 의하면 20개월령 까지 비육 출하하는 체계를 유지하고 있었으나 사육기간에 있어서 생후 약 5개월령 까지를 육성기로 이후 비육전기, 중기, 후기를 각각 5, 6, 4개월로 규정하고 있다. 송아지가 5개월령에 이르렀을 때 체중 200~220kg에 비육을 개시하여 약 450일 동안 530kg을 비육하여 출하시 체중을 약 750kg 전후로 비육하는 체계로 되어 있다. 이 체계는 현재 국내에서 농가의 지도 자료로서 활용되고 있으나, 각 사육단계가 국내 농가 사육관행과 비교할 때 사육단계별 구분이 상이한 문제점을 안고 있다. 또한 비육기에 들어선 개체에 대한 농후사료의 급여에서도 전기, 중기 및 후기의 급여 농후사료의 종류만 언급이 되어 있고, 급여되는 농후사료의 영양수준에 대한 고려가 없는 단점을 안고 있다. 일반 사료회사의 경우는 자체적인 비육프로그램을 이용하여 18개월, 20개월, 22개월 등 비육기간에 있어서 서로 상이한 사양프로그램을 운영하고 있으며, 특히 급여되는 사료에서는 물리적 성상에서 많은 차이를 가지고 있기 때문에 한가지로 통일된 농가 지도 자료로 활용하는데 문제가 있는 실정이다.

그러나 최근의 연구결과들 중 강 등(2004)은 홀스타인종 거세비육우의 육성기 농후사료 채식수준에 따른 발육성적과 도체특성에 관한 연구에서 조사료급원이 벗짚일 경우 육성기에 농후사료의 급여량을 체중대비 2.0%수준으로 급여하고 비육기에 자유 채식하여 22~25개월령에 출하하는 것이 바람직하다고 하였다. 그러나 이 연구에서는 사육단계별로 어떤 영양수준이 홀스타인 비육에 필요한지를 나타내지는 않았고 벗짚사육이 좋지 않기 때문에 농후사료의 급여량을 늘리는 것이 타당하다고 하였지만 농후사료중의 영양소의 추가적인 급여의 필요성은 언급하지 않았다.

한우와 홀스타인종의 교잡인 F1 자축 생산과 이에 대한 번식 및 비육방법에 관한 연구(박, 2000; 강, 2000), 육질과 육색개선을 위한 첨가제(Vit. A, E, Se 및 Cr + Niacin)를 투여한 연구(김, 2000) 및 이에 대한 총설적인 연구로서 홀스타인에 대한 비육기술을 정립하기 위한 연구들은 대부분 국내의 비육 밀소 유통현실과는 다소 차이가 있는 비육시험을 해왔다.

그러나 이러한 형태의 연구는 한우의 경우에 비해 비교적 비육기간이 짧은 젖소 수소의 사육 형태를 고려할 때, 1) 성장 단계에 따른 에너지와 단백질 비율이 고려된 사료 수급의 문제, 2) 시험축의 부족으로 연구 결과에서 편차를 줄이는데 한계가 있다는 점, 3) 고품질 젖소 고기 생산을 위한 체계적인 비육기법이 충분히 도입되지 못했다는 점 4) 홀스타인 비육 밀소의 유통체계와 성장단계에 대한 정확한 규정 등이 고려되지 않아 농가 적용 상 실용적인 한계를 극복하지 못하고 있는 실정이다.

제 2 절 국외 기술개발 현황

미국의 쇠고기 시장의 점유율 중 전체의 10%를 차지하는 것이 홀스타인종 거세비육우일 정도로 많은 부분을 차지하기 때문에 미주지역의 홀스타인종에 대한 연구는 많이 수행되고 있다. 우리나라와는 다르게 대부분 이 품종에 알맞은 CP함량과 건물섭취량 및 에너지의 축적율과 이용성에 포커스가 맞춰져 있다. 홀스타인종 거세비육우는 다른 육우품종과 비교하여 도체중의 근육량이 적고, 유지요구량이 높으며, 약간 다른 비육패턴을 보이는데 피하지방이 적은 대신 근내지방도가 높은 특징을 가지고 있다. 다른 비육품종처럼 사육기술의 정립이 없어 subacute acidosis(아급성 산성증)에 걸리는 확률이 높은 것도 특징적이다. Anderson과 Chester-Johnes(1991)은 육성기 동안 CP함량이 높은 양질의 조사료위주로 사육을 해야 하며, 이때 최소한 1kg이상의 증체를 위해서는 양질 조사료의 급여량이 50%를 넘어야 한다고 하였다. 또 비육기에 들어서서는 높은 수준의 에너지사료를 급여하는 것이 비육속도를 조정하는 방법이 된다고 하여, 적절한 CP와 에너지의 급여가 홀스타인 종 거세비육우의 사양관리에 필수적임을 강조한 바 있다.

Hussein과 Berger(1995)는 홀스타인종 거세비육우에 대한 비육후기 장기간(266일간)의 시험에서 단백질 급여수준에 따른 발육성적 및 도체특성을 구명할 필요성을 제기한 바 있다. 그러나 대부분의 외국의 홀스타인 수송아지비육과 관련된 연구보고 들은 veal(송아지고기)을 이용하기 위한 연구들(Comerford 등, 2001; Terosky 등, 1997; Velazco 등, 1999)로서 조방적인 방목체계를 갖춘 외국의 경우에는 가능하나,

우리나라에서처럼 feedlot에서 집약적으로 집중 비육하여 출하하는 체계와는 사육과 비육방법이 많이 상이하여 비육기술로서 도입할 수 없는 맹점이 있다. 대부분의 이런 연구결과들은 방목을 하면서 추가적인 단백질의 추가급여가 홀스타인종의 비육시 성장을 더 잘 할 수 있도록 유도하는 것으로 결론짓고 있으며, 특히 NRC에서 정하고 있는 방목 거세우의 단백질 급여기준을 변경해야 한다고 주장하고 있기도 하다. 그러나 우리나라는 배합사료 위주의 사육 및 조사료 급원으로서 주로 사용하는 볏짚 급여의 사육 환경이기 때문에 이러한 환경에서 유용종인 홀스타인 비육 거세우에 대한 사육기술을 정립하는 것이 시급하다고 할 수 있겠다.

육성기 동안 농후사료와 조사료의 비율에 대한 연구(Ainslie 등, 1992; Reinhardt 등, 1998)에서는 육성기에서 양질의 건초를 이용한 높은 조사료 비율로 사육된 우군이 비육기를 거치면서 가장 수익이 높았다는 결과를 나타낸 바 있고, Comerford 등(1992)은 조사료 급원과 단백질 급원이 성장과 도체성적에 미치는 영향에 관한 연구에서 양질의 조사료를 급여했을 때 육성기 사료의 40%를 절감할 수 있고 비육기 사료의 20%를 절감할 수 있다는 보고를 하였다. 단백질의 급원에 따라서도 육질에 미치는 영향이 있었다는 보고도 있으나, 농후사료와 조사료의 섭취량에 대한 자세한 연구와 조사료 급원으로서 볏짚을 이용한 사양관련연구는 찾아보기 힘들다.

비육품종에서는 농가의 현장실증실험과 대학의 논리적인 연구결과를 종합하여 비육말기 조단백질의 함량은 건물기준으로 약 12%가 적당하다는 총설(Galyean, 1996)이 있었으며 앞으로의 연구는 질소의 체내소모를 줄여가는 체계에서 얼마나 많은 단백질이 실질적으로 비육품종에게 필요할 것인가를 연구해야 한다고 결론짓고 있다. 또한 동물체의 몸 조직에서 영양소의 분배는 품종 간에 차이가 있기 때문에 (Chestnutt 등, 1975) 품종간의 혈액대사물질의 차이가 영향을 미칠 것으로 판단하고 있기도 하다. 특히, 일본에서는 홀스타인종에 대한 비육에 따른 적정한 영양소별 요구량에 대한 연구결과에서 일본의 독특한 사양 환경 하에서 실시된 여러 실험들에서 홀스타인종과 일본화우종간의 품종 특성을 규명하는 실험들이 많이 있었다 (Matsuzaki 등, 1997; Lunt 등, 1993). 이러한 실험들에서는 품종간 생리 활성물질의 차이와 이들의 변화과정을 고찰하였으며, 주로 홀스타인종보다 높은 육질등급을 받

은 품종에서 지방침착의 차이를 이들 생리활성물질의 변화로서 설명하려는 시도가 대부분이었다.

홀스타인종 거세비육우에서 농후사료를 자유롭게 채식할 수 있도록 했을 경우 (ad libitum) 반추위 내 전분의 발효는 프로피온산과 인슐린의 혈중 증가를 도모하고, 결과적으로 육성기 동안 일 당 약 1.2kg의 증체를 가능하게 하며, 근내지방도의 침착을 많이 유도할 수 있으나 비육후기에 생산자가 원하는 근내지방도와 증체를 기대하기는 어렵다는 보고(Shoonmaker 등, 2002, 2003)는 총에너지의 분배가 육성기에는 등심에 침착되도록 하지만 비육후기에는 그렇지 못하다는 사실을 시사한 바 있다. 또한 이 실험에서 비육기의 성장곡선은 육성기에 조사료 위주로 사육한 실험에서 훨씬 더 증체가 잘 된 것으로 조사되었다.

에너지의 이용효율에 관한 연구는 Garrett(1971)이 홀스타인종은 다른 육우품종과 비교해서 에너지 이용율이 다르다는 보고를 한 바 있고, 이와 관련하여 성장 중인 홀스타인종 비육 거세우는 약 12% 가량 에너지를 증량 급여해야 한다는 Fox와 Black의 모델(1984)을 NRC가 받아들여 홀스타인종의 품종 차이를 인정하고 급여량부터 달리 적용해야 한다고 발표한 바 있다.

도체중의 지방함량에 관한 연구는 주로 급여되는 사료의 영양소 수준에 관한 연구들이 주를 이루고 있는데 앵거스 교잡종 거세우에 대한 실험(Carsten 등, 1991)에서 같은 체중이라고 할지라도 영양수준을 제한받은 거세우가 지방함량이 적다고 보고하였으며, Short 등(1999)은 거세우의 지방두께와 상강도는 고 영양사료를 급여하였을 때 6개월령의 그것에 비하여 12개월령에 두 배에 달했다고 보고하고 있다.

연도(tenderness)와 관련되어 Purchas 등(2002)은 거세우와 비거세우의 등심 중의 연도를 비교한 결과에서 비거세우가 거세우에 비하여 월등히 단단하다고 보고하고 있다. 이 보고에서 연도의 패턴은 비슷하지만 빨리 자라는 품종일수록 같은 기간 중의 연도는 개선되지 않았고 늦게 자라는 품종과 비슷하게 성장을 억제하였을 때 연도가 개선되는 것으로 보고하고 있다. 그리고 콜라겐의 함량이 거세우에 비하여 비거세우에서 높았다는 결과(Judge 등, 1989)는 품종과 부위에 관계없이 비거세우의

운동량이 많았던 데에서 오는 결과로 사료된다. 콜라겐의 함량과 연도 간에는 거세우가 비거세우에 비하여 더 밀접한 상관관계를 갖고 있다(Light 등, 1984). 포유동물의 조직 중에 존재하는 단백질 분해시스템은 혈청중의 칼슘이온의 농도에 따라 달라지는데, 이것이 사후 단백질 분해에 관여하고 이것의 정도에 따라 고기의 연도가 달라진다는 이론이 있다. 결국 혈청 중에 존재하는 칼슘이온의 농도가 높을수록, 단백질 분해효소의 활성이 증가하고 조직이완이 빨라져 조직감이 개선됨으로서 연도가 개선되는 것으로 보고하고 있다(Koohmaraie 등, 1988).

홀스타인종을 비롯한 비육우 품종 거세우들의 증체 특성에 관한 연구에서 Turgeon 등(1986)은 비육전기 성장에선 단백질을 위주로 한 성장이 주를 이루고, 비육후기 성장에서는 지방위주의 성장이 주를 이루어 조직 내 지방 침착을 일으키는 혈청 cortisol의 농도가 급격히 증가한다고 보고하였다. 또 다른 혈청 내 호르몬 중 insulin은 알려진 대로 단백질의 신 합성에 관여하지만 비육기에 들어선 거세우에 있어서 인슐린의 농도가 급격하게 증가하는 현상으로 지방축적에 크게 관여하는 것으로 알려져 있다(Röpke 등, 1994; Gregory 등, 1982). 또 다른 연구결과(Shaw와 Trout, 1995)는 근육 내 cortisol의 농도가 육질과 혈장 내 cortisol의 농도와 높은 정의 상관관계를 가지며 cortisol이 성장을 억제하여 거세우가 비거세우 보다 높은 근내지방도를 나타내고 증체율을 떨어뜨리는 한 요인으로 작용한다고 보고한 바 있다. Lee 등(2005)은 급여 받는 단백질의 수준에 따라 홀스타인종 거세비육우의 IGF-I의 농도에 영향을 미친다고 보고하여 IGF-I과 급여 단백질과는 정의 상관관계에 있는 것으로 보고한 바 있다.

또한 유생산 증대를 위하여 개량되어져 온 홀스타인종을 비육하는데 있어서 한우나 앵거스 및 샤롤레 등의 육우와 같은 영양수준의 사양관리가 이루어지고 있는데, 성장과 스트레스에 관여하는 호르몬 및 IGF-I등의 분비가 유우종과 육우종과는 차이가 있으며, 비육우라고 하더라도 각 품종 간에 생리적인 물질의 변화에 차이가 있었음을 보고하는 연구결과들이 다수 있어 왔다(Grant 등, 1996; Matsuzaki et al, 1997; Lunt 등, 1993; Chestnutt 등, 1975; Thomas 등, 2002). 이들 연구들 중에는 홀스타인종의 경우는 매우 좁고 몇 갈래 되지 않는 혈통을 지니고 있어 그 품종에 대한 영양성분의 적용이 매우 수월할 것을 기대하는 연구결과도 있다. 홀스타인종의 생체

성장률은 다른 육우품종들 보다 빨라서 성장 후의 생체중과 골격의 크기는 다른 품종에 비하여 매우 큰 것으로 조사되고 있지만 상강육의 발달은 다소 뒤지는 것으로 알려지고 있다. 홀스타인 종 거세비육우가 다른 육우품종들에 비하여 가지고 있는 가장 큰 장점은 바로 혈통의 단일화(uniform)가 잘 이루어져 있다는 점이다. 홀스타인종의 육종은 우유를 많이 생산할 수 있는 고능력우 위주의 혈통관리를 통하여 품종을 개발하여 왔기 때문에 매우 효율적인 유전적 기초를 가지고 있으며 이로 인하여 영양관리에 있어서 사료섭취량과 일당증체량의 예측과 관리가 용이하다는 데 있다(Grant 등, 1996).

따라서 홀스타인종이 조사료 원으로 볏짚을 사용하는 한국적인 사양관리 상태에서 충분한 증체와 육질 개선을 위한 사료 및 비육기술 개발을 통한 사양관리 표준을 정립할 필요가 있다.

제 3 절 본 연구가 국내외 기술개발에서 차지하는 위치

집약적인 축산업의 효율화를 최우선으로 하고 있는 우리나라에서 축산자원 중 중요한 일부분을 차지하고 있는 홀스타인 종 거세우에 대한 적절한 영양소 급여기준을 정하는 것은 우리나라 축산업의 국제경쟁력 제고에 중요하다고 할 수 있다. 특히 앞선 연구결과들의 내용을 종합하면 우리나라의 사양여건에 맞는 홀스타인 거세 비육우의 사육표준을 정립하기 위하여 에너지와 단백질 수준을 조정한 사료를 개발하고 홀스타인종 거세우에 대한 효과적인 비육기술을 정립하기 위한 사양관련 연구가 필요한 부분임을 알 수 있다. 특히 기술도입을 위한 외국의 비육관련 연구결과들은 대부분 국내여건과는 합치할 수 없는 결과들로 사료된다. 품질이 좋은 고기를 생산하기 위하여 축산선진국에서는 송아지 고기에 대한 연구가 주를 이루고 출하체중과 월령도 우리나라의 그것과는 매우 다른 측면이 있다. 벗짚이라는 조사료체계에 대한 연구는 전무할 뿐더러 단백질과 에너지수준에 대한 각각의 연구는 있었으나 두 영양체계의 공통된 고찰은 찾아보기 힘들다. 더구나 거세월령 또한 약령기에 거세하는 것이 좋은 것으로만 보고 되고 있으나 춘기 발동기 이후에 거세하여 비육된 자료는 전무한 실정이다.

상술한 바와 같이 우리나라의 홀스타인 수소가 비육 산업에서 차지하는 비중은 무시할 수 없는 숫자를 유지하여 한우 수송아지를 포함한 전체 비육우의 약 40%에 육박하는 수의 홀스타인 수송아지가 생산되고 있다. 우리나라처럼 비육용 밀소의 구입 가격이 높은 나라에서는 구입된 밀소를 장기간 비육하여 두 당 증체량을 증가함으로써 kg당 생산비 중 밀소 구입비를 절감하려 하지만 일정한 체중이 넘게 되면 기타의 사육비가 증가하게 된다(권, 1992). 이와 같은 현상이 계속되는 이유는 사육방식의 원칙이 없고, 약령기에 무제한 급여 사육하는 것이 원인이다. 이러한 맥락에서 보면 오늘날 우리나라의 홀스타인 수소 비육 산업은 원칙과 산술적인 예측이 없는 관행을 보여 온 것이다. 따라서 본 연구를 통하여 효율적이고 적절한 사양표준과 방법을 정립한다면 현재의 농가수익보다 월등한 고 수익 체계를 갖추는 결과를 보일 것이다.

○ 한국적인 사양조건에서 홀스타인 거세 수소의 성장곡선 특성을 규명하여 활용함으로써, 홀스타인 거세비육우에 대해 육성기 및 비육기에 농후사료를 무제한 급여하는 그 동안의 비정상적인 사양방법을 개선할 수 있어 사양비용을 절감하고 육질등급을 향상시켜 농가의 소득증대에 기여할 수 있을 것이며, 본 연구결과는 국내 젖소 비육을 위한 사양표준제정의 기초 자료가 될 것이다.

○ 홀스타인 거세 수소의 배합사료 중 단백질과 에너지 급여수준이 발육과 도체특성에 미치는 영향을 구명하여 배합비에 대한 새로운 기준을 제시함으로써 홀스타인종 거세비육우 전용 배합사료를 개발하여

○ 국내의 유용한 축산 자원인 홀스타인종 거세우의 육질을 고급화하여 수입생우 및 수입소고기와의 차별성을 확보할 수 있는 기술로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 홀스타인 종 거세우의 육질을 높이기 위한 농후사료 중의 단백질 및 에너지 함량에 대한 본 연구는 홀스타인을 이용한 고품질육 생산으로 홀스타인 종 거세비육농가의 국제경쟁력을 높일 수 있는 하나의 방법이 될 것으로 보인다. 특히 홀스타인 종 거세비육우 사양표준의 기초 자료를 제공해줄 수 있음은 물론, 향후 다른 육우품종에 대한 경제적 사양관리 방법을 연구하는 연구자들에게 유용한 자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 재료 및 방법

홀스타인 중 거세 비육우에 대한 한국적인 사양조건하에서 단백질과 에너지의 급여수준이 증체성적과 혈액특성, 도체성적에 미치는 영향 및 적절한 출하월령 규명을 위한 본 연구는 2003년 7월부터 2005년 5월까지 충남 서산시 운산면 원벌리 소재 사) 가야 영농조합 법인에서 홀스타인 수송아지 96두를 가지고 실시하였다.

본 연구의 수행을 위하여 두 가지의 세부과제를 수행하였는데 첫 번째 과제는 한국적인 사양조건하에서 홀스타인종 거세비육우의 단백질과 에너지 급여수준이 증체성적 및 도체성적에 미치는 영향을 구명하여 성장곡선특성을 구명하는 것이었다. 두 번째 세부과제는 에너지와 단백질 급여수준이 홀스타인 중 거세비육우의 육질특성 및 혈액성상에 미치는 영향에 관한 연구로서 증체성적과 도체성적의 혈액성상 및 육질특성과의 상관관계를 구명하는 것이었다. 따라서 일정 기간의 사육 기간 동안 현장비육실험을 실시하고 이에 따라 월령별 출하를 실시하여 도체성적을 조사한 자료를 이용하여 분석하였다.

1. 시험기간 및 장소

본 연구의 시험기간은 2003년 7월부터 2005년 4월까지 실시하였다. 생후 2.0개월 된 홀스타인종 수송아지를 입식한 후 4수준의 영양소 처리구에 24두씩을 배치하여 각 8두씩을 18, 20 및 22개월령에 출하하였다.

2. 시험동물 및 시험구 배치

본 연구에 공여된 시험축은 2003년 초여름에 생산된 홀스타인종 수송아지였고 이들의 원산지는 충남 당진, 온양, 홍성 및 경기 안성지역이었다. 실험공여당시의 월령은 생후 2.0±0.5월령이었고 입식당시의 평균체중은 76.2±3.12kg이었다. 입식 당시의 송아지는 분유를 떼 상태의 건강이 양호한 상태의 송아지를 입식하였다. 이후 약 1

개월간 입식 송아지는 현지 적응과 강건성 회복을 위하여 어린송아지사료로 사육되었고, 이후 2개월이 경과하면서부터 시험사료로 사육되었다.

표 1-3과 1-4에는 본 연구의 홀스타인종 거세비육우의 비육단계별 실험디자인을 나타내었다.

Table 1-3. Experimental design of Holstein steers by feeding stages

Items	Control		TRT I		TRT II		TRT III	
No. of heads	24		24		24		24	
Compositions	CP	TDN	CP	TDN	CP	TDN	CP	TDN
	-----		% of concentrates				-----	
Growing period	14	70	15	70	14	72	15	72
Fattening period I	12	72	14	72	12	74	14	74
Fattening period II	12	73	13	73	12	76	13	76

Shade parts was changed percentages of nutrients compared to control

Table 1-4. Number of Holstein steers by slaughtering ages

Items	Control	TRT I	TRT II	TRT III
	-----		heads	-----
18 months ¹⁾	8	8	8	8
20 months	8	8	8	8
22 months	8	8	8	8

¹⁾ Months of age at slaughtering.

이들 시험축은 각 처리구 별로 체중을 기준으로 하여 완전 임의배치법에 의거하여 4군으로 나누어 배치하였다. 각 처리구 별로 8두씩 배치하였는데, 여기에서 대조구(Control)는 일반적으로 국내에서 비육우용 농후사료로서 판매되고 있는 비육용 사료를 급여하는 처리구이고, TRT I 구는 에너지는 대조구와 같이 두면서 단백질을 상향조정하였고, TRT II 구는 반대로 단백질은 대조구와 같이 두고 에너지를 상향조

정한 처리구였다. TRT III구는 조단백질과 에너지 모두 상향조정된 처리구로 설정하였다. 공시동물은 일반 농가의 관행대로 입식한 날짜를 기준으로 하여 약 7일 전에 이유를 하였고, 이유 후 실험에 공여될 때 까지 10두 규모의 펜에서 소규모로 군사사육하였다. 이유 후 시험에 공여되어 비육용 중송아지(육성기)사료를 섭취하기 시작한 4개월령까지는 어린송아지사료를 구입하여 급여하였다.

출하는 각 처리구 별로 각 8두씩을 18, 20 및 22개월령에 출하하였다. 따라서 18개월령 출하군은 2004년 12월 말에 출하하였고, 20개월령 출하군은 2005년 3월 초 및 22개월령 출하군은 2005년 4월 말에 출하하였다. 각각 출하시기별 출하개체는 각 처리구 별로 32두였다.

표 1-5에는 시험사료를 급여할 때 사육단계별로 어떤 사료급여기준을 적용하였는지를 나타내었다.

Table 1-5. Feeding example by feeding stages in Holstein steers

Items	Growing	Fattening I	Fattening II
Months of age	4~10	11~15	16~slaughter
Concentrates, % of body weight	1.7	1.8	2.0
Roughages, kg	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>	1.0~2.0

시험사료를 급여받기 시작하는 육성기(4개월령부터 10개월령 까지)는 농후사료를 체중의 1.7%를 급여하고 조사료는 자유채식 하도록 하였다. 비육전기는 약 5개월간으로 역시 조사료를 자유급여하고 농후사료는 체중의 1.8%를 기준으로 급여하였으며 비육후기엔 농후사료는 사실상 무제한 급여로 체중의 약 2.0%를 급여하고 조사료는 약 1.5kg 내외를 급여하였다.

3. 일반 사양관리

실험동물에 대한 거세는 고무줄 링 법을 이용하여 거세하였는데 고무줄 장착한

후, 약 3주 후에 전 두수의 고환조직이 탈락되었다. 거세 당일에는 농후사료를 급여하지 않았고 조사료를 자유 채식하였으며, 과상풍을 예방하기 위하여 지속성항생제를 근육주사 하였다.

공시축은 입식시부터 생후 4개월령까지는 pen 당 10두씩을 수용하였다가, 4개월령부터 6개월령까지는 pen 당 9두씩을 사육하였으며, 비육전기에 해당하는 시험기간 동안에는 pen 당 8두씩을 수용하여 군사 사육하였다. 그 후 비육후기에는 pen 당 약 4두씩을 수용하여 사육하였다. 각 pen의 규모는 가로×세로가 15.2 × 8.2m 로서 약 124.6m² 정도의 크기였다.

우사바닥은 콘크리트 바닥으로 우상에는 왕겨를 약 20cm의 두께로 깔아주었고 매 1.4개월마다 1회씩 교체하였다. 급수는 보온 급수조를 설치하여 개체별 자유급수가 가능하도록 하였다. 사료는 pen마다 별도로 설치된 평사조에 급여하였다. 사료의 급여시간은 전 실험기간 동안 매일 아침 08:30과 오후 18:00에 2회에 걸쳐서 농후사료를 급여하였고 조사료는 농후사료 급여 이후에 급여하였다.

4. 발육성적조사

공시축의 체중은 매 체중 측정시 오전 10:00에 소 체중측정용 전자저울을 이용하여 측정하였다. 체중의 측정은 월단위의 측정보다 정확성을 기하기 위하여 매 8주 단위로 측정하였다. 급여된 사료의 사료섭취량 조사는 매주 pen 단위로 실시하였고 매주 월요일 오전과 오후에 농후사료급여 후 약 1시간 후, 조사료 급여 후 3시간 후에 급여된 사료의 잔량을 체크하여 농후사료 및 조사료 각각의 섭취량을 조사하였으며 이를 pen에 수용된 두수로 나누어 개체별 사료섭취량을 기록하였다. 사료효율은 측정된 체중을 기준으로 일당증체량을 계산하고 다시 일당증체량과 사료섭취량을 기준으로 계산하였다.

한편 골격의 성장정도를 확인하기 위한 체척은 총 11개 부위 중에서 증체성적과 밀접한 연관을 갖는 6개 부위를 측정하였다. 측정부위는 체장(Body length), 십자부고(Rump height), 곤폭(Thurl width), 요각폭(Rump width), 고장(Rump length) 및 흉위(Chest girth) 등이었다. 각 항목별 측정 시기는 매 16주 단위로 체중측정시에 측정하여 골격의 성장정도를 측정하였다. 골격의 성장정도는 체척계와 골반계(FHK, Japan)를 이용하여 측정하였다.

한국적인 사양조건하에서 단백질과 에너지급여수준에 따른 홀스타인 종 거세우의 성장특성을 확인하기 위한 성장곡선 추정에는 SAS(2005)의 Proc. Gplot을 이용하여 회귀식을 구하고 이를 입식시부터 출하시까지로 적용하여 계산하였다.

5. 시험사료의 제조

본 연구의 시험축에 급여되었던 사료는 당진축산농협의 사료공장에서 제조되었으며, 배합되는 단미사료를 최대한 간소화하는 배합비를 이용하여 제조 급여하였다. 실험동물에 급여한 조사료는 우리나라 대부분의 홀스타인 사육농가가 급여하고 있는 일반 벼짚으로서 충남 서산시 인근의 답에서 수거한 사각벼짚을 이용하였다. 제조된 배합사료와 벼짚의 일반화학성분은 급여사료의 종류가 변할 때마다 표본을 채취하여 농협중앙회 중앙분석센터에서 분석(A.O.A.C., 1990)하였다.

표 1-6에는 본 시험에 공여된 홀스타인종 거세비육우에 급여된 농후사료 및 조사료의 일반화학성분을 나타내었다.

표 1-7에는 시험동물에 급여된 육성기, 비육전기 및 비육후기의 농후사료 제조 배합비를 나타내었다.

6. 혈액 및 호르몬농도의 조사

가. 혈액채취

공시축에 대한 혈액채취는 매 체중 측정 시에 소를 보정하고 혈액화학치(Blood chemical value) 및 호르몬(Hormone)을 분석하기 위하여 소의 경정맥에서 항응고제(anticoagulant)가 포함되지 않은 진공채혈관(Vacutainer; Becton-Dickinson, NJ)을 이용하여 18 gauge needle로 20ml 씩 채취하였다.

혈액화학성분 및 호르몬 분석을 위한 혈청은 실온에서 24시간 동안 정치시킨 후 원심분리기 3,000rpm에서 10분간 분리하여 혈청을 분리한 후 분석시까지 -80℃ deep freezer에서 보관한 후 분석하였다.

Table 1-6. Chemical compositions of experimental diets

Chemical composition ¹⁾	Concentrates by experimental period				Rice straw
	Control	TRT I	TRT II	TRT III	
	----- Growing stage -----				
Dry matter	86.90	86.63	86.67	86.16	91.61
Crude protein	14.02	15.04	14.07	15.07	5.26
Ether extract	3.36	2.93	3.12	3.15	1.10
Crude fiber	4.61	4.60	5.68	5.91	34.46
Crude ash	7.08	7.01	5.82	6.15	10.66
NDF	8.11	8.28	8.81	8.39	44.59
ADF	26.49	23.14	25.34	24.05	66.30
Ca	1.35	1.25	0.96	1.04	0.21
P	0.47	0.50	0.50	0.53	0.08
TDN	69.99	70.01	72.00	72.04	42.46
	----- Fattening I stage -----				
Dry matter	87.56	87.71	88.03	87.87	90.74
Crude protein	11.91	13.88	11.65	13.62	4.64
Ether extract	3.08	3.20	3.60	3.93	1.60
Crude fiber	5.05	5.53	5.38	5.54	33.63
Crude ash	6.32	5.62	5.04	4.87	9.23
NDF	8.84	9.47	7.26	8.39	51.02
ADF	24.00	26.83	24.27	22.85	73.76
Ca	1.18	0.97	0.96	0.82	0.25
P	0.46	0.50	0.40	0.43	0.03
TDN	72.01	71.95	73.89	74.01	41.40
	----- Fattening II stage -----				
Dry matter	86.96	86.85	85.89	86.43	90.57
Crude protein	11.90	12.91	11.99	13.02	3.79
Ether extract	3.64	3.73	2.83	4.70	1.56
Crude fiber	4.39	4.26	4.08	4.74	27.50
Crude ash	5.49	6.27	4.81	6.12	11.85
NDF	8.07	8.85	7.19	8.84	50.86
ADF	19.79	22.13	18.85	18.78	73.89
Ca	0.94	1.10	0.62	0.92	0.30
P	0.38	0.48	0.40	0.51	0.03
TDN	73.01	72.95	75.89	76.01	38.65

¹⁾ Composition contents of TDN of concentrates were supplied from Dangjin feed, NACF

Table 1-7. Ingredients of experimental diets

Item	Control	TRT I	TRT II	TRT III
----- Growing period(167days) -----				
Corn ¹⁾	22.5	18.4	21.7	19.7
Wheat ²⁾	42.0	45.6	45.5	45.6
Gluten	4.0	3.0	3.0	3.0
Soybean meal	-	2.8	0.2	3.3
Seed hull	13.2	10.0	12.3	12.5
Palm kernell	7.0	8.0	8.0	7.0
Molasses	6.5	6.5	6.0	6.0
Limestone	2.5	2.5	2.5	1.5
Trace ³⁾	2.3	3.2	0.8	1.4
----- Fattening I period(166days) -----				
Corn	30.0	30.0	30.0	30.0
Wheat	36.5	35.2	43.6	36.3
Gluten	4.4	5.0	6.0	6.0
Soybean meal	2.0	4.4	0.2	1.9
Seed hull	2.1	6.0	5.0	5.0
Palm kernell	12.0	12.0	12.0	12.0
Molasses	6.5	4.0	4.0	5.0
Limestone	2.5	1.7	1.6	1.5
Trace	4.0	1.7	2.4	2.3
----- Fattening II period(247days) -----				
Corn	30.0	30.0	30.0	30.0
Wheat	33.5	37.0	40.1	33.5
Gluten	4.8	5.0	5.0	5.0
Several meal	12.0	12.0	11.0	15.0
Palm kernell	10.0	8.0	7.0	8.0
Molasses	6.5	5.0	3.0	5.0
Limestone	1.7	1.8	1.4	1.5
Trace	1.5	2.0	2.5	2.0

¹ Yellow corn grain, flake and ground.

² Wheat flour, mill run, grain.

³ Salt, NaHCO₃, Fat, Vit. premix, Min. premix, MgO, Zinpro and flavors.

나. 혈액 화학치(Blood chemical value) 조사

Glucose, Total cholesterol (TC), Albumin, Total Protein (TP), Triglyceride (TG) 및 Creatinine은 SOTCHEM™ SP-4410(ARKRAY Co.)을 이용하여 분석하였으며, 각각의 혈액성분 분석에 맞는 strip을 이용하여 아래와 같은 방법으로 분석하였다. 분석하기 전에 -80°C 의 냉동고에 있던 혈청을 4°C 냉장고에서 해동시킨 다음 0.5ml를 분석용 micro tube에 분주한 후 3000rpm으로 원심 분리한 다음 상층액을 SPOTCHEM™ SP-4410에 각각의 strip을 넣고 분석하였다. 성분별로 사용된 strip item의 code번호 (ARKRAY Co.)는 각각 glucose가 1번, total cholesterol이 3번, albumin이 9번, total protein이 20번, triglyceride가 25번, creatinine이 37번이었다. 한편 BUN(Blood Urea Nitrogen) 농도는 Sigma사의 kit(Procedure No. 353)를 사용하여 분석하였다. 분석 원리는 urea를 발색 반응시킨 다음 spectrophotometer를 이용하여 540nm에서 측정하였다. 분석과정은 먼저, 보관된 혈청을 4°C 의 냉장고에서 해동하면서 분석 전에 standard solution을 이용하여 표준곡선을 구하였다. 이를 위하여 먼저 Urea Nitrogen Standard Solution을 150mg/dL로 희석하였으며, 6개의 15ml test tube에 blank 및 1~5까지 labeling 하였다. 그 후 6개의 tube에 각각 3ml의 BUN acid reagent 및 2ml의 BUN color reagent를 넣고 혼합하였다. Blank를 제외한 각각의 tube에 희석한 표준물질 희석액을 각각 0.02ml씩 첨가한 다음 끓는 물에 정확히 10분간 증탕을 하며 발색반응을 시켰다. 10분 후 냉각수에서 3~5분간 식힌 다음 20분 이내에 spectrophotometer를 이용하여 540nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선을 구하였다. 시료(혈청)의 경우 labelling한 15ml test tube에 3ml의 BUN acid Reagent 및 2ml의 BUN color reagent를 넣고 잘 혼합하고 혈청 0.02ml를 첨가한 후 끓는 물에 10분간 발색시켰다. 그 이후의 과정은 standard solution의 방법과 동일하였다.

다. 호르몬(Hormone) 분석

○ IGF-I

IGF(insulin-like growth factor)의 분석은 IGF-I standard(Gropep, Adelaide,

Australia)는 chloramine-T 방법으로 iodination하였으며(Lee et al., 1990), IGF immunoreaction을 방해하는 IGF-binding proteins는 acid-ethanol extraction 방법(Daughaday et al., 1980)으로 제거하고 acid-ethanol- extracted serum 중 IGF-I 농도는 RIA로 정량하였다(Lee et al., 1990). IGF-I RIA에 필요한 rabbit anti-hIGF-I serum과 goat anti-rabbit IgG serum은 Gropep에서 구입하였다(IGF-I의 amino acids sequence는 인간, 소, 돼지 동일함). 모든 시료를 한 assay에서 분석하였으며, 분석의 intra-assay CV = 8.4%이었다.

○ Cortisol

혈청의 cortisol 농도는 RIA kit(Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, CA)를 이용해서 제조회사의 분석법에 따라 측정하였는데, detection limit는 2.5 ng/ml이었고 intra-assay CV는 8.5% 이었다. 그러나 여기에서 쓰인 RIA kit는 임상 진단용이기 때문에 detection limit가 꽤 높은 것으로 알려진다. 사실상 kit에 있는 reference standard의 최저 농도는 10 ng/ml이나, 이렇게 높은 detection limit로는 정상 상태의 소나 돼지의 혈중 cortisol 농도들 측정하기에는 부적절하기 때문에 본 assay에서는 10ng/ml standard를 zero reference standard(0 ng cortisol/ml)로 dilution하여 detection limit를 2.5ng/ml까지 끌어내렸다. 따라서 2.5ng/ml ~ 10ng/ml 구간의 assay sensitivity는 10ng/ml 이후 구간의 sensitivity보다는 낮기는 하지만 본 assay 자체의 sensitivity(cpm 상의 reproducibility)가 높고 10ng/ml 이하 구간에서도 충분히 "sensitive"하다고 판단된다.

7. 도체 특성 및 조직성분 분석

가. 표본샘플채취 및 조사방법

실험계획에 따라 농협중앙회 서울 축산물공판장에 출하한 매 도축월령별로 도살한 개체의 도체들은 우리나라에서 시행하고 있는 소 도체 등급판정기준에 따라 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께에 따라 육량지수를 산정하고, 근내지방도, 육색,

지방색, 조직감 및 성숙도 등에 따라 육질등급을 조사한 후 육질 및 육량지수에 따른 도체등급을 평가하였다. 동 개체들의 표본 샘플은 출하된 전 개체에 대하여 제 13 흉추~제 1 요추 사이 등심, 약 1kg 정도를 채취하여 조직성분 검사에 이용하였다.

나. 도체의 육질 및 육량 평가

도체의 등급 구분은 육질과 육량으로 구분하여 판정하였고, 육질등급은 고기의 질을 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1⁺⁺, 1⁺, 1, 2, 3등급으로 판정하고, 육량등급은 도체에서 얻을 수 있는 고기량을 도체중량, 등지방두께, 등심 단면적을 종합하여 A, B, C등급으로 판정하여 표 1-8과 같이 표시(농림부 고시 2004-66, 2004. 11)하였다.

육량등급은 육량지수 $[68.184-(0.625 \times \text{등지방두께, mm})+(0.130 \times \text{배최장근단면적, cm}^2)-(0.024 \times \text{도체중량, kg})]$ 에 의한 계산식에 의하여 67.50이상일 경우 A등급을, 62.00 ~ 67.50이면 B등급을 그리고 62.00미만이면 C등급이었다.

육질등급은 근내지방도의 번호가 8 또는 9에 해당하면 1⁺⁺등급을, 근내지방도 번호 6~7이면 1⁺등급을, 근내지방도 번호 4~5에 해당하면 1등급을, 근내지방도 2~3이면 2등급을 그리고 근내지방도가 1에 해당하면 3등급이었다.

Table 1-8. Grading of meat quantity and quality in Korea

ITEM	Quality grade ²					
	1 ⁺⁺	1 ⁺	1	2	3	D
Quantity grade ¹	A	1 ⁺⁺ A	1 ⁺ A	1A	2A	3A
	B	1 ⁺⁺ B	1 ⁺ B	1B	2B	3B
	C	1 ⁺⁺ C	1 ⁺ C	1C	2C	3C
	D			D		

¹ $68.184-[0.625 \times \text{Backfat thickness(mm)}]+[0.130 \times \text{Rib eye area(cm}^2)]-[0.024 \times \text{Carcass weight(kg)}]$.

² Consideration of marbling, meat color, fat color, maturity and texture.

본 연구의 결과에서 육질의 등급에 대한 기준은 표 1-9에 의해 세분화하여 이용하였는데 이는 축산물등급판정소의 등급판정용 자료를 기준으로 계산하였다.

Table 1-9. Detailed marbling score of meat quality according to the standard of the Animal Product Grading Service

Marbling Score	1			2			3			4			5			6			7			8			9		
Detailed	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Record	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Quality grade	3			2			1			1+			1++														

다. 등심 조직의 물리이화학적 특성 조사

(1) 수분(Moisture)

칭량병의 항량을 2차례에 걸쳐 측정 후 시료를 고루 섞어 1.2~1.5g 정도 넣고 측정 후 105℃ 건조기에 3시간 건조하여 두 차례에 걸쳐서 감량수분을 측정한다. 측정된 값 중 칭량병과 수분감량 측정값 결정은 1, 2차 측정 결과 중 낮은 값을 선택하여 계산하였다.

(2) 수소이온농도(pH)

미리 분쇄한 5g의 시료에 50ml의 3차 증류수를 가하여 Stomacher로 homogenizing한 후, pH meter(Mettler Delta 340, Mettler Toledo LTD, UK)로 45초 이상 probe를 담가 최종 수치를 pH로 측정하였다.

(3) 조지방(Crude fat)

항량이 측정된 정량병에 시료를 1.2~1.5g 정도 칭량하여 Filter Paper(No.2, whatman)에 싸서 thimber case에 끼워 Soxhlet에 장착한다. Ether 30ml를 넣고 3시간

동안 지방을 추출한다. 10분간 open 정치하여 완전히 ether가 증발한 항량병을 건조기에 넣어 3시간 건조한 후, 두 차례의 항량을 측정하여 조지방 함량을 계산하였다.

(4) 조단백질(Crude protein)

등심 내 조단백질 함량은 Kjeldahl방법에 의하여 분석하였다. Kjeldahl flask에 0.7~1.0g 정도의 시료를 넣은 filter paper와 분해 촉매제($K_2SO_4 : CuSO_4 = 9 : 1$) 7g 및 H_2SO_4 10ml을 첨가하여 약 $410^\circ C$ 의 분해기로 분해시켜 자동 증류기(Foss, Sweden)를 이용하여 증류한 다음, 0.1N HCl로 적정하였다.

(5) 물리적 특성

시료의 기계적 물성 정도를 TPA(Texture profile analysis), 전단력(Cutting strength)시험을 Texture analyser(TA-XT2i, Stable micro systems, Ltd. UK)로 이용하여 측정하였다. 모든 시험 항목에는 5kg의 로드셀을 사용하였다. 시료의 크기를 근섬유와 평행하게 약 $2X2X1.5cm$ (가로X세로X높이)로 세절한 후 생육의 조직감을 측정하였으며, 가열육은 $95^\circ C$ 의 물에 넣어 내부온도가 $75^\circ C$ 에 도달한 후부터 15분간 가열하고 10분 동안 방냉하였다. 크기는 생육과 같이 직사각형으로 세절하여 시료로 이용하였다. 전단력은 근 섬유와 평행하게 $2X2.5X1.5cm$ 로 절단하여 사용하였으며 모든 시료는 3회 반복 처리하였다.

(가) TPA(Texture profile analysis)

TPA 방법에 의한 조직감의 측정은 직경 5mm인 cylinder probe(P/5)를 이용하여 실험하였다. Hardness(g), springness, cohesiveness, chewiness는 MHK Trading Co.(UK)의 texture analyser software를 이용하여 계산하였다. 측정조건은 다음과 같다. Mode : TPA, pretest speed : 5mm/s, test speed : 2mm/s, posttest speed : 10mm/s, distance : 10mm, trigger type : auto, trigger type force : 5g으로 하였다.

(나) 전단력

전단력 측정은 guilotin blade(HDP/BS)를 사용하여 실시하였다. 전단력의 지표는 전단시 최고의 힘을 g 단위로 나타내었다. 측정조건은 다음과 같다. Mode : Measure force in compress, option : return to start, pretest speed : 5mm/s, test

speed : 2mm/s, posttest speed : 10mm/s, distance : 10mm, trigger type : auto, trigger type force : 50g으로 하였다.

(다) 육색특성

시료의 표면을 2cm두께로 자른 후 30분동안 평균화시킨 후에 color difference meter를 사용하여 시료를 평평하게 펼친 다음 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)의 색택(hunter color value)을 측정하였는데 색택 측정에 사용된 표준판의 색도 값은 $Y=93.7$, $X=0.3129$, $y=0.3194$ 였다.

(라) 가열감량

시료를 진공 포장하기 전 시료의 무게를 측정한 후 70℃의 water bath에서 진공포장한 후 70℃ 온도에서 40분 가열하고 진공 포장한 시료를 꺼내 흐르는 물에 방냉하였다. 이후 시료를 진공포장지에서 꺼낸 후 무게를 측정하였다. 손실된 수분의 함량은 가열 전 무게에서 가열 후 무게를 뺀 후 가열전 무게로 나누어 백분율로 계산하였다.

(6) 도체 등심층의 지방산 분석

4℃에서 homogenizing된 샘플 약 1g과 Folch solution(Chloroform : Methanol = 2 : 1; Folch 등, 1957) 20ml, lauric acid(C_{120}) 2mg(Standard)을 50ml screw tafron tube에 넣어 shaking incubator에서 12시간 배양한 후 0.97% salt를 5ml 첨가하여 3,000rpm에서 원심분리한 후 상등액을 제거하고 하층용액을 취하여 40℃이하에서 증류하여 잔류용매를 제거하여 지방을 추출하였다. Methylation용 tube에 옮긴 chloroform과 지방을 약 45~55℃의 heating block에 넣고 N_2 gas 가스로 증발시켜 지방만 남은 tube에 3N-HCL-Methanol 10ml 첨가하여 100℃에 증탕을 시키면서 shaking하고 Hexane 2ml과 0.97%의 salt를 첨가하여 두 층으로 분리되면 상등액을 취한 후 GC(gas chromatography)로 분석하였다.

(7) 콜레스테롤(Cholesterol)

샘플을 동결 건조하여 0.3g을 취한 후 Chloroform과 Methanol을 2:1로 혼합한 Folch solution 12ml를 tube에 첨가한 후 4℃에서 24시간동안 방치하였다. 여기에 3

차 증류수를 10ml를 첨가하여 잘 혼합한 후에 3,000 rpm에서 20분간 원심분리를 한다. 원심 분리시킨 샘플의 하층부를 주사기를 이용하여 취하여 Hood 안에서 24시간 정도 두어 Folch solution이 완전히 날아가도록 한 후, glacial acetic acid 1ml을 넣고 혼합한 시료에서 0.1ml을 취하여 O-phthaldehyde reagent 2ml과 Conc. H₂SO₄ 1ml을 첨가한 후 잘 혼합하여 10분 후 Spectrophotometer를 이용하여 530nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 Cholesterol standard stock solution을 10, 20, 30, 40, 50ml과 glacial acetic acid 40, 30, 20, 10, 0ml과 혼합하여 위와 같은 측정 과정을 거쳐 흡광도를 측정한 후에 회귀식을 구하였다. 표준곡선에 의해 측정된 량에 glacial acetic acid첨가량과 희석배수를 곱해준 값에 total lipid weight(mg)을 곱해주고, 그 값을 다시 시료무게로 나눠 계산하였다.

8. 통계 분석

본 연구에서 조사된 성적은 PC-SAS Package(2005)의 GLM을 이용하여 분석하였는데, 다음과 같은 모델을 적용하였다.

$$Y_{ij} = \mu + TRT_i + e_{ij}$$

여기서, Y_{ij} : 각 개체형질에 대한 측정치

μ : 전체 평균

TRT_i : i 번째 사료 중 영양소함량의 효과

e_{ij} : 임의오차

제 2 절 결과 및 고찰

1. 단백질과 에너지 급여수준이 발육성적에 미치는 영향

한국적인 사양조건하에서 홀스타인종 거세비육우에 급여되는 농후사료 중의 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육성적의 차이를 구명하기 위한 본 연구는 총 96두의 홀스타인종 수송아지를 이용하여 실시하였는데 이 중 32두는 18개월령에 출하되었고, 그 다음 32두는 20개월령에, 그리고 마지막 32두는 22개월령에 출하 도축하여 출하시점까지의 발육성적과 출하시점에서의 도체 조직성분 등에 대한 확인을 실시하였다.

본 연구의 전체기간 동안 전 두수의 총괄적인 발육성적 중 생체중에 대한 분석 자료는 표 2-1에 나타나 있다.

전술한 바와 같이 본 연구에 공여된 홀스타인 수송아지는 실험공여 당시의 평균 체중은 $76.2 \pm 3.12\text{kg}$ 이었다. 이때 예비시험을 위한 처리구 배치를 실시하였고 이 후 시험이 개시되는 시기에는 대조구와 TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구가 각각 $117.88 \pm 3.51\text{kg}$, $112.95 \pm 3.95\text{kg}$, $118.38 \pm 3.51\text{kg}$ 및 $116.63 \pm 3.51\text{kg}$ 으로 처리간의 차이가 없는 상태에서 약 17주령에 시험이 시작되었다. 시험개시 후 25, 33, 41, 49, 57, 65 및 73주령까지 대조구에 비하여 TRT II 구와 TRT III 구의 생체중이 유의하게 증가($P < 0.05$)하는 현상을 보였다. 즉, 육성기를 지나 비육전기에 이르기까지 에너지를 추가적으로 급여한 구인 TRT II 구와 에너지와 단백질을 추가 급여한 TRT III 구의 성적이 가장 좋았다. 이것은 에너지를 추가적으로 급여한 구의 증체성적이 좋았음을 의미하는 결과로서 홀스타인종 거세비육우에서 농후사료를 자유롭게 채식할 수 있도록 했을 때 반추위 내 전분의 발효는 프로피온산과 인슐린의 혈중 증가를 도모하고, 결과적으로 육성기 동안 일 당 약 1.2kg의 증체를 가능하게 하며, 근내지방도의 침착을 많이 유도할 수 있다고 한 보고와 일치하는 결과로 보인다(Shoonmaker 등, 2003). 또 에너지의 이용효율에서 대형종으로 분류되는 홀스타인종은 다른 품종과 비교하여 성장 중일 경우 12%의 에너지를 추가 급여해야 한다고 한 다른 연구결과들과도 일치하는 결과로 사료된다(Garrett, 1971; Fox와 Black, 1984; NRC, 1987).

Table 2-1. Least squares means and standard errors for body weight of Holstein steers during entire experimental period

Age ¹⁾ (weeks)	Steers(kg)							
	Control		TRT I		TRT II		TRT III	
	n ²⁾		n		n		n	
6(pre-test)	24	76.13± 3.15	24	75.74± 3.54	24	75.96± 3.15	24	76.83± 3.15
17(on-test)	24	117.88± 3.51	24	112.95± 3.95	24	118.38± 3.51	24	116.63± 3.51
25	24	175.45± 4.64 ^b	24	175.42± 5.23 ^b	24	187.42± 4.65 ^a	24	188.50± 4.65 ^a
33	24	238.54± 5.11 ^c	24	241.04± 5.11 ^{bc}	24	252.46± 5.11 ^{ab}	24	253.63± 5.11 ^a
41	24	291.79± 5.67 ^b	24	291.83± 5.67 ^b	24	306.04± 5.67 ^a	24	310.79± 5.67 ^a
49	24	348.29± 6.54 ^b	24	356.71± 6.54 ^{ab}	24	370.75± 6.54 ^a	24	371.63± 6.54 ^a
57	24	415.54± 7.52 ^b	24	419.71± 7.52 ^b	24	437.83± 7.52 ^a	24	444.25± 7.52 ^a
65	24	478.00± 8.65 ^b	24	482.71± 8.65 ^{ab}	24	495.17± 8.65 ^a	24	502.67± 8.65 ^a
73	24	547.38± 9.35 ^b	24	554.17± 9.35 ^{ab}	24	573.25± 9.35 ^a	24	566.50± 9.35 ^a
80	24	607.25±10.46	24	613.46±10.46	24	630.71±10.46	24	624.21±10.46
84 ³⁾	24	681.88±11.97	24	687.88±11.97	24	700.00±11.97	24	693.50±11.97
88	16	628.64±12.31 ^b	16	634.44±11.51 ^{ab}	16	658.00±11.51 ^a	16	651.25±11.51 ^a
92 ⁴⁾	16	693.00±12.75 ^b	16	711.00±11.93 ^{ab}	16	721.13±11.93 ^a	16	727.00±12.75 ^a
96	8	671.00±17.01 ^{ab}	8	661.88±15.91 ^b	8	702.63±15.91 ^a	8	663.63±15.91 ^b
99 ⁵⁾	8	699.14±17.41 ^a	8	683.13±16.29 ^b	8	726.00±16.29 ^a	8	686.75±16.29 ^{ab}

¹⁾ Weeks of age from birth.

²⁾ The number of heads were changed according to the slaughtering ages at 18 and 20 months of ages (84 and 92 weeks of ages).

³⁾ Slaughtering at 18 months of ages. ⁴⁾ Slaughtering at 20 months of ages.

⁵⁾ Slaughtering at 22 months of ages.

Experimental animal of shade parts represent pre-castration.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

또한 사육방법의 효율성을 거양하기 위하여 거세의 스트레스를 최소화하고 거세의 단점을 최소화하는 방법을 강구하던 중 박(2003)의 연구결과에서처럼 증체를 억제하지 않고 또 충분히 성장하는 단계의 거세가 필요하여 약 31-32주령에 거세를 실시하였다. 이 시기는 대형종인 홀스타인종에서는 성성숙의 전단계인 춘기발동기(Puberty)를 거치는 시기로서 충분한 성장이 있는 후에 거세를 하는 효과를 보고자 하였다. 따라서 거세 전과 거세 후의 증체량은 육성기 동안으로서 큰 차이를 나타내지 않고 유사한 경향을 보였다. 특히 일당증체량과 생체중에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보아 거세에 따른 스트레스가 최소화되는 시기로 보인다. 본 연구에서 비육전기에 들어가는 시기를 만 10개월령이 되었을 때로 추정하였기 때문에 41주령으로부터 비육전기 사료로 사육되었다. 비육전기사료의 급여가 완전히 전환되었을 때 대조구와 처리구는 여전히 육성기의 성적을 유지하는 모습을 보였다. 그러나 비육전기 사료를 급여 받았던 시험축들이 73주령에는 대조구와 TRT I구, TRT II구 및 TRT III구가 각각 $547.38 \pm 9.35\text{kg}$, $554.17 \pm 9.35\text{kg}$, $573.25 \pm 9.35\text{kg}$ 및 $566.50 \pm 9.35\text{kg}$ 으로서 대조구에 비하여 TRT II구 및 TRT III구가 생체중의 증가량이 컸다. 비육후기 사료를 급여하는 시기인 80주령에 이르러서는 처리간의 차이가 인정되지는 않았지만 역시 이러한 경향을 이어가는 모습을 보이고 있었다. 이러한 현상은 아마도 비육후기 사료를 급여 받을 때 급여사료의 적응에 시간이 걸렸던 것이 원인이었던 것으로 사료된다. 다시 88주령에는 대조구에 비하여 TRT II구 및 TRT III구의 생체중 증가량이 증가하였다($P < 0.05$). 홀스타인종에 대한 비육시 단백질과 에너지 이용효율에 관한 연구(탁 등, 1984; 강 등, 1989)에서 4두의 비육시험을 통하여 체중 250kg부터 500kg까지의 비육시 질소축적률이 67.92%, 사료총에너지 대비 손실에너지의 비율은 비육이 진행됨에 따라 감소하고 이에 따른 에너지이용률은 비육증가에 따라 증가한다고 보고한 바 있다. 탁 등(1986)은 한우 사양표준제정 및 한우 육용화의 기초 자료를 얻기 위한 일환으로 홀스타인종과 샤롤레, 애버딘앵거스 및 헤어퍼드종을 각 6두씩 공시하여 품종별 에너지 및 단백질의 요구량에 대한 회귀식을 산정한 바 있다. 홀스타인종에 대한 영양소 수준의 규명에 관한 연구들은 대부분 단기간의 연구결과들이었다. 윤과 정(1985)은 영양수준의 효과를 규명하기 위하여 홀스타인 수송아지 41두를 이용하여 90일간의 사양시험을 실시하였는데, 전유(whole milk)급여수준에 따라 처리별 영양소 요구량을 추정한 연구에서 생시체중이 증체량에 밀접한 관계가 있으며, 영양수준에 대한 고찰에서는 단백질과 에너지수준이

NRC(Nutrient requirement of dairy cattle)나 JFS(Japanese feeding standard)와 차이가 있었다고 하였으며, 홀스타인 암송아지 30두를 이용하여 체중 400kg까지 사육한 실험에서는 체중이 증가할수록 건물, 조단백질 및 가소화영양소총량의 요구량이 증가되었으며, 체중 250~300kg에서 이들 영양소 요구량이 가장 높았다는 연구결과도 있었다(윤 등, 1993). 생후 18개월령에 출하하는 개체들이 84주령에 출하가 되고 이후 예전수준을 회복했던 생체중은 다시 92주령에 20개월령 개체들이 도축된 후 증체성적이 반전되는 경향을 보였다. 최종적으로 출하되는 시기인 99주령에는 대조구와 TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구가 각각 699.14±17.41kg, 683.13±16.29kg, 726.00±16.29kg 및 686.75±16.29kg으로서 대조구와 TRT II 구 및 TRT III 구의 차이는 인정되지 않았으나 TRT II 구는 대조구에 비하여 증가하는 경향을 보였다. 이때까지 TRT I 구, 즉 단백질 수준을 증가시킨 처리구의 경우에는 전 기간 동안 대조구와 차이가 없거나($P>0.05$) 이후의 비육후기에는 오히려 낮아지는 모습을 보였다.

다음의 표 2-2에는 전 두수의 총괄적인 시험 전 기간에 걸친 처리구 별 발육성적을 나타내고 있다.

Table 2-2. Least squares means and standard errors for growth performances of Holstein steers during entire experimental period

Items	Steers ¹			
	Control	TRT I	TRT II	TRT III
Initial BW, kg	117.88± 3.51	112.95± 3.95	118.38± 3.51	116.63± 3.51
Final BW, kg	690.34±9.85 ^c	694.01±9.99 ^{bc}	715.71±9.81 ^a	702.42±8.99 ^{ab}
ADG, kg	0.95±0.03 ^b	1.01±0.02 ^{ab}	1.03±0.03 ^a	1.01±0.02 ^{ab}
DMI	----- Total experimental period ⁴ , kg/day -----			
Concentrates	7.49	7.48	7.50	7.50
Roughages	3.63	3.62	3.60	3.62
DDMI ²	11.12	11.10	11.10	11.12
DDMI/ADG ³	11.70±0.22 ^a	10.99±0.23 ^b	10.77±0.22 ^b	11.01±0.25 ^{ab}

¹ Number of Holstein steers in each group is 24 heads.

² Daily dry matter intake.

³ Daily dry matter intake per average daily body gain.

⁴ Each 8 heads of Holstein steers in different treatment group had 470 days, 523 days and 580 days, respectively.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

본 연구의 전체 현장 사육실험의 총괄 발육성적을 나타낸 표 2-2의 성적들은 각 해당 출하월령의 개체들을 모두 pooling 하여 동일한 출하월령으로 가정하고 계산하였는데 이 결과에서 일당증체량은 농후사료 중의 에너지 급여수준을 높였던 TRT II구가 전 기간 동안 $1.03 \pm 0.03 \text{kg}$ 으로 가장 잘 컸던 것으로 나타났고, 대조구가 $0.95 \pm 0.03 \text{kg}$, TRT I구가 $1.01 \pm 0.02 \text{kg}$ 그리고 TRT III구가 $1.01 \pm 0.02 \text{kg}$ 으로서 대조구가 가장 낮은 결과를 보였다. 각 처리구의 사료요구율을 살펴보면 대조구, TRT I구, TRT II구 및 TRT III구가 각각 11.70 ± 0.22 , 10.99 ± 0.23 , 10.77 ± 0.22 및 11.01 ± 0.25 로서 대조구에 비하여 각각 6.4%, 8.9% 및 6.3%정도 개선되는 것으로 나타났으며, 앞서 살펴본 발육성적의 증가의 결과에 기인하여 사료섭취량과 일당증체량과의 관계를 나타낸 DDMI/ADG도 TRT III구가 가장 좋은 것으로 나타나 가장 많은 8.9% 가량 개선되는 것으로 조사되었다.

이 같은 결과는 김(1997)이 보고한 홀스타인 종 거세우에 대한 비육시험에서 사료중의 TDN 함량을 74%까지 증가 급여했을 경우 일당증체량이 가장 높았다는 연구결과와는 일치하는 결과였으나 다른 연구(강 등, 2004)의 결과보다는 다소 떨어지는 생체중 성적을 나타내었다. 강 등(2004)의 연구결과에 의하면 육성기의 사료급여방법 차이에 대한 연구에서 벗짚위주의 비육우 사육시 반추위기능을 손상하지 않기 위하여 육성기 증체량을 다소간 낮추어 사육하는 방법을 택한다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 이들 연구계획과는 다른 각도에서 접근하였기 때문에 비육전기까지 제한급여를 할 수밖에 없었고, 이로 인하여 증체율이 다소 떨어지는 결과를 나타내었던 것으로 사료된다.

이와 같은 발육성적을 가지고 생각하면 증체율과 사료효율 등을 감안한다면 홀스타인종 거세비육우에 대한 농후사료의 급여는 현행 급여사료의 가소화영양소함량 대비 에너지 급여수준을 높였던 TRT II구가 가장 좋았기 때문에 당초 고려한 연구 배경에 근접하는 결과를 가져온 것으로 사료된다.

한국적인 사육조건하에서 홀스타인종 거세비육우에 대한 농후사료 중의 영양 급여수준에 따른 세부적인 사육기간 별(육성기, 비육전기 및 비육후기) 발육성적에 대한 평균치와 출하월령 별 사육기간에 따른 처리구 간 차이에 대하여는 표 2-3부터 표 2-8까지에 세분화하여 나타내었다.

표 2-3에는 시험개시 후부터 41주령까지의 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 발육성적이 나타나 있다.

Table 2-3. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during growing period from on-test to 41 weeks of age

Items	Steers ¹			
	Control	TRT I	TRT II	TRT III
17 weeks body weight, kg	117.88± 3.51	112.95± 3.95	118.38± 3.51	116.63± 3.51
41 weeks body weight, kg	291.79± 5.67 ^b	291.83± 5.67 ^b	306.04± 5.67 ^a	310.79± 5.67 ^a
Average daily gain, kg	1.04±0.02 ^c	1.09±0.02 ^{bc}	1.12±0.02 ^{ab}	1.16±0.02 ^a
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 167 days -----			
Concentrates	3.27	3.26	3.26	3.24
Roughages	3.64	3.64	3.64	3.64
Crude protein intakes	0.65	0.68	0.79	0.68
TDN intakes	3.84	3.83	3.90	3.88
DDMI ²	6.91	6.90	6.90	6.88
DDMI/ADG ³	6.70±0.14 ^a	6.45±0.16 ^{ab}	6.19±0.14 ^{bc}	5.96±0.14 ^c

¹ Number of Holstein steers in each group is 24 heads.

² Daily dry matter intake.

³ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P<0.05$).

시험 개시시부터 41주령까지 167일간의 육성기 증체성적을 살펴보면 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 생체중과 일당증체량의 차이를 발견할 수 있다. 생체중의 경우 시험 개시시에는 처리구 간의 차이가 없었으나 41주령에는 대조구와 단백질을 추가 급여한 TRT I 구에 비하여 TRT II 구 및 TRT III 구가 유의하게 증가하였다($P<0.05$). 이에 따라 일당증체량은 대조구에 비하여 TRT II 구 및 TRT III 구가 그리고 TRT I 구에 비하여는 TRT III 구가 유의하게 증가하는 현상을 나타내었다($P<0.05$). 일당건물섭취량은 처리구 간의 차이가 인정되지 않았으나 건물량으로 대조구가 다소 많이 섭취한 것으로 조사되어 DDMI/ADG는 대조구의 6.70에 비하여 TRT II 구의 6.19 및 TRT III 구의 5.96으로 개선되었다($P<0.05$).

사료섭취량을 살펴보면 농후사료를 제한급여하면서 영양소함량은 NRC기준에 비하여 충분히 섭취가 되고 있었으며, 이때 조사료 및 농후사료의 비율은 53:47로서 조사료의 일당섭취량이 훨씬 더 많았던 것으로 조사되었다. 건물 섭취량은 대조구와

처리구 간의 차이가 없었으나 농후사료 중의 영양소함량 변화로 인하여 조단백질과 가소화영양소함량은 건물 섭취량에 따라 달라지는 현상을 보이고 있다.

앞의 표 3-1과 3-2에서 보는 바와 같이 육성기간 동안의 다른 측정시기(25주령 및 33주령)에도 이와 같은 결과를 나타내고 있어서 육성기 동안에 에너지 가를 추가로 급여하거나 혹은 에너지와 단백질을 추가로 급여하는 것은 홀스타인 종 수송아지의 육성성적을 크게 개선할 수 있는 방법으로 사료된다.

강 등(2004)은 국내의 벃짚 사육환경하의 육성기 농후사료급여 형태에 따른 발육성적에 대한 연구에서 우리나라의 홀스타인종 거세비육우가 일본보다 약 30일가량 증체가 늦어지는 이유에 대하여 육성기 양질 조사료의 부족으로 농후사료의 급여량을 증가시킬 수밖에 없다고 하였다. 따라서 반추위기능을 손상하지 않으면서 벃짚위주의 사육을 하기 위해서는 육성기의 증체량을 다소간 낮출 수밖에 없다고 보고한 바 있다. 그러나 이것은 농후사료의 급여방법에 따라서는 설명할 수 있지만 농후사료 중의 에너지와 단백질 함량의 변화에 대한 설명은 될 수 없으며, 특히 육성기의 증체량을 낮추지 않고 성장시킬 수 있는 방법으로서 배합사료의 에너지함량의 증가와 단백질 함량의 증가는 육성기 증체성적을 개선할 수 있을 것으로 사료된다.

Comerford 등(2001)은 홀스타인종 거세비육우에 대한 feedlot 시험에서 육성기의 일당증체량이 1.14kg으로 보고한 바 있다. 이 결과는 본 연구의 TRT II구와 TRT III구가 성적에 근사한 결과였다. 그러나 Comerford 등(2001)은 전통적으로 비육우로 사육되어온 다른 품종과 비교하면 홀스타인종의 사료효율은 다소 떨어지는 것으로 보고하여 향후 추가적인 단백질과 에너지의 급여가 이루어져야 충분한 발육을 할 수 있을 것을 시사한 바 있다. 또 육질이 좋은 고기를 생산하기 위해서는 육성기를 비롯한 비육 전 기간 동안 feedlot에서 사육되는 것이 발육과 도체등급을 개선할 수 있는 방법이라고 보고하였다.

또한 본 연구에서는 육성기 동안 농후사료의 급여수준을 체중대비 1.7%수준에 맞추어 제한급여 하였으나 김 등(1997)의 경우 1.82%수준을 급여하였고 강 등(2004)은 평균 2.0%대의 농후사료를 급여하였다. 반추위의 발달을 감안한다면 충분한 양의 조사료가 급여되어야 하지만 김 등(1997)의 경우 육성기 동안 평균 급여된 조사료(일반벃짚)의 양은 1.71kg이었고 사료요구율도 평균 7.00으로서 본 연구의 3.26kg의 벃짚 섭취량과 사료요구율 6.33과는 차이가 있었던 것으로 보이며 본 연구의 대조구의 사료요구율에 비해서도 차이가 있었다.

당해 기간 동안 섭취한 농후사료의 체중대비 건물 퍼센트는 대조구, TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구가 각각 1.62%, 1.61%, 1.57% 및 1.54%였다. 농후사료의 급여량이 많아야만 벗짚으로 사육하는 홀스타인종 거세우의 원활한 증체를 이룰 수 있다고 하여 두 당 전 사육기간 동안 체중대비 평균 2.0% 내외의 농후사료를 급여한 강 등(2004)의 연구결과는 육성기(12개월령 까지)의 평균 일당증체량이 1.18kg이었으나 본 연구결과에서는 육성기의 절반기간인 9.5개월령까지 평균 1.1kg의 증체를 한 것으로 조사되어 양호한 결과를 나타낸 것으로 사료된다. 참고로 일본의 사양표준(중앙축산회, 2000)은 홀스타인종 거세우의 체중대비 농후사료 급여비율을 1.3~1.4%로 급여하면서도 충분하게 직선적인 성장을 하며, 사료효율 및 지육의 증가량도 양호하다고 하였다.

표 2-4에는 41주령부터 65주령(약 14개월령)까지의 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 발육성적이 나타나 있다.

Table 2-4. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during fattening I period(41 to 65 weeks of age)

Items	Steers ¹			
	Control	TRT I	TRT II	TRT III
41 weeks body weight, kg	291.79± 5.67 ^b	291.83± 5.67 ^b	306.04± 5.67 ^a	310.79± 5.67 ^a
65 weeks body weight, kg	478.00± 8.65 ^b	482.71± 8.65 ^{ab}	495.17± 8.65 ^a	502.67± 8.65 ^a
Average daily gain, kg	1.11±0.03	1.17±0.03	1.13±0.03	1.15±0.03
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 166 days -----			
Concentrates	7.12	7.13	7.16	7.14
Roughages	5.19	5.19	5.19	5.19
Crude protein intakes	1.09	1.23	1.07	1.21
TDN intakes	7.28	7.28	7.44	7.43
DDMI ²	12.31	12.32	12.35	12.33
DDMI/ADG ³	11.19±0.30	10.70±0.30	11.10±0.30	10.93±0.30

¹ Number of Holstein steers in each group is 24 heads.

² Daily dry matter intake.

³ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

생후 455일, 약 15개월까지 비육전기에 해당하는 시기의 증체성적을 살펴보면 65주령이 되었을 때의 생체중은 대조구와 TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구가 각각 $478.00 \pm 8.65\text{kg}$, $482.71 \pm 8.65\text{kg}$, $495.17 \pm 8.65\text{kg}$ 및 $502.67 \pm 8.65\text{kg}$ 으로 대조구에 비하여 TRT II 및 3구가 유의하게 증가하였으나 TRT I 구와는 차이가 인정되지 않았다. 또한 일당증체량을 살펴보면 대조구와 TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구가 각각 1.11kg, 1.17kg, 1.13kg 및 1.15kg으로서 통계적인 유의성은 없었으나 TRT I 구가 가장 높은 증체현상을 보였다. 이와 같은 사실은 비육전기에 정육의 증가량과 비교하면 CP의 섭취량이 가장 많았던 TRT I 구가 좋았던 것은 당연한 귀결로 사료된다. 육성기 동안 농후사료와 조사료의 비율에 대한 연구(Ainslie 등, 1992; Reinhardt 등, 1998)에서는 육성기에 양질건초를 높은 비율로 사육한 우군이 비육기를 거치면서 가장 수익이 높았다는 결과를 나타낸 바 있고, Comerford 등(1992)은 조사료 급원과 단백질 급원이 성장과 도체성적에 미치는 영향에 관한 연구에서 양질의 조사료를 급여했을 때 육성기 사료의 40%를 절감할 수 있고 비육기 사료의 20%를 절감할 수 있다는 보고를 하였으며 단백질의 급원에 따라서도 육질에 미치는 영향이 있었다고 보고한 바 있다. 그러나 이 기간 동안의 다른 연구결과들과의 비교에서 일당증체량이 상대적으로 다소 떨어진 이유는 이 시기가 충분하게 농후사료를 섭취할 경우 일당증체량이 약 1.2~1.3kg을 유지해야 하지만 농후사료를 지속적으로 제한 급여하다가 늘려주는 단계였기 때문인 것으로 보이며, 특히 이때는 임계온도가 28~33℃로 환경임계온도를 넘어 실험축들의 사료섭취량이 급격하게 감소했기 때문인 것으로 사료된다. 일반적으로 외기 온도가 25℃ 이상일 경우 건물섭취량이 약 12% 가량 감소되고 체열 발산을 위한 에너지를 더 사용되기 때문이다(Hicks 등, 1990). 여름철 외기온도의 증가에 의한 고온 스트레스를 받게 되면 소는 스트레스로 인하여 근육중의 글리코젠 분해가 증가되고, 글리코젠의 신합성이 억제되어 당신생의 증가 및 인슐린 작용의 방해 등이 일어나 복합적으로 증체에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 더구나 해당 월령은 홀스타인종의 표준 성장곡선에서도 약간의 증체감소 시기와 함께 계절적인 효과가 중복되어 나타난 것으로 사료된다. 그러나 홀스타인종 거세우와 육우교잡우간의 단백질의 추가급여에 대한 실험(Comerford 등, 1992)에서는 이 기간 동안의 일당증체량이 옥수수사일리지와 추가적으로 어분을 급여 받은 처리구가 1.07kg이었고 알팔파 헤일리지와 대두박을 급여 받은 처리구는 1.04kg이었다는 보고에 비하면 다소 높은 증체율을 기록한 것으로 사료된다.

표 2-5에는 18개월령에 출하된 개체(처리별 두수 = 각 8두)의 65주령 부터 84주령까지의 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 발육성적이 나타나 있다.

Table 2-5. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during fattening II period(65 to 84 weeks of age) as slaughtered at 18 months of age

Items	Steers ¹			
	Control	TRT I	TRT II	TRT III
65 weeks body weight, kg	478.00± 8.65 ^b	482.71± 8.65 ^{ab}	495.17± 8.65 ^a	502.67± 8.65 ^a
84 weeks body weight, kg	681.88±11.97	687.88±11.97	700.00±11.97	693.50±11.97
Average daily gain, kg	1.25±0.06 ^a	1.19±0.06 ^{ab}	1.31±0.06 ^a	1.09±0.06 ^b
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 137 days -----			
Concentrates	11.29	11.28	11.31	11.34
Roughages	2.45	2.45	2.45	2.45
Crude protein intakes	1.43	1.55	1.45	1.57
TDN intakes	9.19	9.18	9.53	9.57
DDMI ²	13.74	13.73	13.76	13.79
DDMI/ADG ³	11.24±0.64 ^b	11.63±0.60 ^{ab}	10.67±0.60 ^b	12.98±0.60 ^a

¹ Number of Holstein steers in each group is 8 heads.

² Daily dry matter intake.

³ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

생후 18개월령에 출하된 개체들의 생체중은 통계적인 유의성은 없었으나 대조구와 TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구가 각각 681.88±11.97kg, 687.88±11.97kg, 700.00 ± 11.97kg 및 683.50±11.97kg으로서 대조구에 비하여 증가한 경향을 나타내었다. 생체중에서는 처리구간의 차이가 인정되지 않았으나 일당증체량에서는 18개월령 출하군의 경우 비육후기 에너지 추가 급여구의 증체가 두드러지게 나타난 것으로 보인다. 따라서 증체순서를 살펴보면 TRT II, 대조구, TRT I 구 및 TRT III 구의 순서로 증체가 된 것을 알수 있다.

이러한 영향으로 대조구와 TRT I 구 및 TRT II 구의 증체성적 및 사료요구율 등에서는 차이가 없었으나 TRT III 구의 경우는 사료요구율에서 가장 낮은 성적을 나타내었다.

국내의 연구결과 중 홀스타인 종 거세우의 출하월령 별 출하체중을 살펴보면

육성기의 농후사료의 급여형태가 자유채식 했을 경우와 그렇지 않을 경우 19개월령의 출하체중은 731kg과 657kg이었다고 보고한 바 있다. 그러나 본 연구의 결과에서는 에너지 급여수준을 높여준 TRT II구 및 TRT III구의 성적이 700kg에 육박하는 결과를 나타내어 육성기로부터 비육전기에 이르기 까지 농후사료를 제한하여 급여한 결과로 사료된다.

성장기 동안 에너지를 충분히 급여 받지 못하는 홀스타인종의 경우 비육후기에 에너지의 체내 저장을 극대화하고 이로 인하여 보상성장이 일어나지만 그 성장의 대부분은 불가식 지방과 체지방에 축적되는 것으로 보고하고 있는 여러 연구자들의 보고(Comerford 등, 2001; Abdallah 등, 1988; Fox 등, 1972)가 있다. 본 연구에서도 비육후기를 거치고 출하되는 18개월령 출하축들도 이전의 증체량 보다 많은 일당증체량을 보여 비육전기까지 제한급여한 부분에 대한 보상성장이 이루어 졌던 것으로 사료된다.

본 연구에서는 농후사료를 자유채식하거나 제한하지 않고 같은 양의 농후사료를 급여하면서 사료 중의 에너지 함량을 변화하였기 때문에 육우 품종과 홀스타인종 거세비육우에 대한 일련의 실험에서 연구자들이 표방하고 있는 부분과는 차이가 있다. 즉, 에너지섭취량이 육성기에 많아지면 성장기 동안의 근내 지방 침착과 체지방의 침착에는 영향을 미칠 수 있으나 이것이 결코 비육후기의 증체성과 정외 상관 이 있다고 볼 수 없으며 오히려 비육후기 사료섭취량의 저하로 이어질 수 있다는 연구결과(Shoonmaker 등, 2003; 강 등, 2004)와는 상이한 결과였다.

강 등(2004)은 일본의 전국 육용우 협회자료를 인용하여 일본에서 사육되는 홀스타인종 거세비육우의 월령별 평균체중은 6, 12, 18 및 24개월령이 각각 240, 508, 706 및 814kg이었다고 하면서 한국에서 벗짚위주의 사육을 한 시험결과 12개월령 체중에서 일본보다 53kg이 적었고 이로 인하여 출하체중이 작아져 25개월에 이르러서야 일본의 24개월 체중과 같았다고 보고한 바 있다. 그러나 본 연구에서는 18개월령 체중의 경우 농후사료 중의 에너지 급여수준을 높여 급여한 TRT II구의 체중이 $700.00 \pm 11.97\text{kg}$ 이었고, 농후사료 내 단백질과 에너지 급여수준이 높았던 TRT III구가 $693.50 \pm 11.97\text{kg}$ 의 체중을 보였다. 그러므로 한국적인 사양조건이라고 할 수 있는 벗짚 위주의 사육환경 하에서 사육되는 홀스타인종 거세비육우의 경우 부족한 영양소 함량을 농후사료를 이용하여 에너지 급여수준을 늘려 전체 사육기 동안 공급하는 것이 경제적인 발육성적을 유도하는 데 효율적일 것으로 판단된다.

표 2-6에는 20개월령에 출하된 개체(처리별 두수 = 각 8두)의 65주령 부터 92주령까지의 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 발육성적이 나타나 있다.

Table 2-6. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during fattening II period(65 to 92 weeks of age) as slaughtered at 20 months of age

Items	Steers ¹			
	Control	TRT I	TRT II	TRT III
65 weeks body weight, kg	478.00± 8.65 ^b	482.71± 8.65 ^{ab}	495.17± 8.65 ^a	502.67± 8.65 ^a
92 weeks body weight, kg	693.00±12.75 ^b	711.00±11.93 ^{ab}	721.13±11.93 ^a	727.00±12.75 ^a
Average daily gain, kg	0.62±0.05	0.68±0.05	0.70±0.05	0.65±0.05
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 190 days -----			
Concentrates	11.46	11.45	11.47	11.50
Roughages	2.34	2.34	2.34	2.34
Crude protein intakes	1.45	1.57	1.47	1.59
TDN intakes	9.28	9.26	9.62	9.65
DDMI ²	13.80	13.79	13.81	13.84
DDMI/ADG ³	23.72±1.73	20.78±1.62	20.13±1.73	22.04±1.73

¹ Number of Holstein steers in each group is 8 heads.

² Daily dry matter intake.

³ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P < 0.05$).

본 연구에 공여된 공시동물이 생후 20개월령이 되는 시기인 92주령의 생체중은 대조구와 처리구가 각각 693.0kg, 711.0kg, 721.1kg 및 727kg으로서 대조구에 비하여 에너지의 급여수준이 높았던 TRT II구와 에너지 및 단백질의 급여수준이 높은 TRT III구의 생체중이 높았다. TRT II구 및 TRT III구는 TRT I구와 통계적인 차이를 보이지는 않았으나 증가하는 경향을 보였고($P > 0.05$), 단백질을 급여 받은 TRT I구는 대조구와 비교할 때 통계적인 유의성은 인정되지 않았으나 높은 경향을 유지하였다. 특히 일당증체량의 경우는 18개월령 출하우군(표 2-5)에 비하여 상당히 저하되는 모습을 보이고 있는 것이 특징적이다. 일당증체량이 낮아지고 일당건물 섭취량은 자유채식의 형태로 상당부분 늘어나 결과적으로는 DDMI/ADG 값은 높아질 수밖에 없었으나 처리구간의 차이는 인정되지 않았다.

생후 92주령에 출하된 본 연구의 20개월령 출하시점의 처리구간의 차이를 살펴 보면 급여되는 농후사료중의 에너지 급여수준이 높았던 처리구, 즉, TRT II구 및 TRT III구의 증체가 대조구에 비하여 뚜렷하였는데 이는 에너지섭취량이 높은 비육우가 에너지섭취량이 낮은 비육우에 비하여 성장률이 높았다는 Hermesmeyer(2000)의 연구결과와 일치하는 결과였다. 이 같은 결과는 비육기에 들어선 홀스타인 거세 비육우에게 일정수준 이상의 에너지를 함유하는 농후사료로 사육할 경우 비육후기의 증체 및 사료효율개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 일반적으로 거세비육우에 대한 사양관리시 반추위와 골격이 성장하는 육성기의 사양관리에는 사료중의 에너지함량과 더불어 단백질의 함량이 증체와 발육성적에 많은 영향을 미치게 된다. 그러나 비육기간 동안의 증체는 주로 에너지 섭취량의 증가에 밀접한 연관이 있는 것으로 보고 된 바 있다(Bodine과 Purvis, 2003)

표 2-7에는 22개월령에 출하된 개체(처리별 두수 = 각 8두)의 65주령 부터 99주령까지의 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준 별 발육성적이 나타나 있다.

Table 2-7. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during fattening II period(65 to 99 weeks of age) as slaughtered at 22 months of age

Items	Steers ¹			
	Control	TRT I	TRT II	TRT III
65 weeks body weight, kg	478.00± 8.65 ^b	482.71± 8.65 ^{ab}	495.17± 8.65 ^a	502.67± 8.65 ^a
99 weeks body weight, kg	699.14±17.41 ^a	683.13±16.29 ^b	726.00±16.29 ^a	686.75±16.29 ^{ab}
Average daily gain, kg	0.68±0.04	0.65±0.04	0.65±0.04	0.56±0.04
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 247 days -----			
Concentrates	11.83	11.81	11.83	11.87
Roughages	2.01	2.01	2.01	2.01
Crude protein intakes	1.49	1.60	1.50	1.63
TDN intakes	9.42	9.40	9.76	9.80
DDMI ²	13.84	13.82	13.84	13.88
DDMI/ADG ³	20.90±2.52 ^b	21.54±2.35 ^b	21.55±2.35 ^b	25.60±2.52 ^a

¹ Number of Holstein steers in each group is 8 heads.

² Daily dry matter intake.

³ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

생후 22개월령이 되는 시기인 99주령의 생체중은 대조구와 TRT II구를 제외하고 나머지 TRT I구 및 TRT III구의 경우 생후 20개월령에 출하한 개체들 보다 출하체중이 다소 작아 각 처리구의 출하 전 생체중은 각각 699.1kg, 683.1kg, 726.0kg 및 686.8kg 이었다. 사료섭취량과 영양소 섭취량에 있어서는 각 처리구 간의 차이가 나타나지 않았다. 이 영향으로 TRT III구의 일당증체량과 DDMI/ADG가 좋지 않은 성적을 나타내었으며 특히 사료요구율은 전 시험구 중에서 가장 높았다.

백 등(2005)은 한우의 비육후기에 농후사료중의 에너지 함량을 높여 급여했을 때 증체와 사료효율에서 농후사료 내 TDN 수준의 차이가 크게 없었던 것으로 조사하여 TDN 수준의 범위를 넓혀 증체와 사료효율에 대한 영향을 좀 더 검토할 필요가 있다고 발표한 바 있다. 한우에서 나타난 이러한 현상은 아마도 한우가 증체와 사료효율에 영향하고 상관되는 에너지가의 함량이 높을수록 좋은 것만은 아니었을 것으로 생각되며, 본 연구와 같이 육성기로부터 출하시까지 전반적인 에너지가의 상승이 아닌 것이 원인이었을 수 있고, 또 품종의 차이였을 수도 있다. 본 연구에서는 농후사료 중의 에너지를 높여 급여 받은 TRT II구의 증체성적이 전반적으로 가장 좋았고 사료효율이 가장 좋았던 점을 생각한다면 홀스타인종 거세비육우에서는 농후사료중의 에너지가 함량을 육성기와 비육전기 및 비육후기에 걸쳐 본 연구와 같은 수준의 농후사료를 급여하는 것이 가장 좋을 것으로 사료된다. 김(1997)은 젖소수소의 장기육성 비육기술개선에 관한 연구에서 홀스타인 거세비육우의 경우 영양소중 TDN 함량이 70% 수준에서 가장 경제적이었고 이러한 결과로 홀스타인 거세비육우에 대한 비육후기 급여체계를 70%수준이 가장 좋다고 한 바 있다. 그러나 본 연구 결과와는 상당히 다른 결과였다. 특히 홀스타인종의 비육속도와 우리나라 비육농가의 사양급여시스템 및 농가의 적용 사양표준의 불일치 등은 결과적으로 농가소득의 손실로 이어지고 있기 때문에 본 연구결과에서 나타난 증체성적을 바탕으로 사양표준을 개선해야 할 것으로 보인다. 즉, 일반적으로 대형종으로 분류되는 홀스타인종은 비육전기 일당증체량을 1.2~1.3kg으로 설정하고 농후사료의 가소화영양소총량을 높여 급여하는 것이 벗짚을 이용하는 사양체계인 한국적인 사양조건하에서 알맞은 방법이 될 것으로 보이며, 본 연구의 에너지 수준을 높여 급여한 TRT II구의 농후사료처럼 육성기, 비육전기 및 비육후기의 CP 함량을 14%, 12% 및 12%로, 그리고 TDN 함량을 각각 72%, 74% 및 76%로 상향하여 급여하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

표 2-8에는 본 연구에 공시된 전체 시험축의 출하월령 별 조단백질 및 가소화 영양소 총량의 급여수준 별 발육성적이 나타나 있다.

Table 2-8. Effect of dietary CP and TDN levels on growth performance of Holstein steers during entire experimental periods slaughtered at 18, 20 and 22 months of ages

Items	Steers ¹			
	Control	TRT I	TRT II	TRT III
Initial BW, kg	117.88± 3.51	112.95± 3.95	118.38± 3.51	116.63± 3.51
Final BW(18 Mo), kg	681.88±11.97	687.88±11.97	700.00±11.97	693.50±11.97
ADG, kg	1.14±0.02 ^b	1.21±0.02 ^a	1.23±0.02 ^a	1.20±0.02 ^a
DMI	----- kg/day, 470 days -----			
Concentrates	6.97	6.97	6.99	6.98
Roughages	3.84	3.84	3.84	3.84
DDMI ²	10.81	10.81	10.83	10.82
DDMI/ADG ³	9.26±0.17	9.01±0.18	8.91±0.17	9.04±0.17
Final BW(20 Mo), kg	693.00±12.75 ^b	711.00±11.93 ^{ab}	721.13±11.93 ^a	727.00±12.75 ^a
ADG, kg	1.10±0.02 ^b	1.14±0.02 ^a	1.16±0.02 ^a	1.14±0.02 ^a
DMI	----- kg/day, 523 days -----			
Concentrates	7.47	7.46	7.48	7.48
Roughages	3.66	3.66	3.66	3.66
DDMI ²	11.13	11.12	11.14	11.14
DDMI/ADG ³	10.03±0.21	9.48±0.19	9.67±0.19	9.63±0.21
Final BW(22 Mo), kg	699.14±17.41 ^a	683.13±16.29 ^b	726.00±16.29 ^a	686.75±16.29 ^{ab}
ADG, kg	1.02±0.03 ^a	0.98±0.03 ^b	1.06±0.03 ^a	1.02±0.03 ^a
DMI	----- kg/day, 580 days -----			
Concentrates	8.02	8.01	8.03	8.03
Roughages	3.39	3.39	3.39	3.39
DDMI ²	11.41	11.40	11.42	11.42
DDMI/ADG ³	11.25±0.32 ^a	11.65±0.30 ^a	10.80±0.30 ^b	11.42±0.30 ^a

¹ Number of Holstein steers in each group is 8 heads. ² Daily dry matter intake.

³ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P<0.05$).

한국적인 사양조건, 특히 전 비육기간동안 볏짚을 조사료 급원으로 하는 환경 하에서 홀스타인종 거세우의 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육성적을 종합하여 보면 가장 이상적인 증체를 보인 것은 18개월령 출하축 중에서 에너지 급여수준이 높았던 TRT II구와 에너지 및 단백질의 급여수준이 높은 TRT III구였고, 20개월령 출하축에서도 마찬가지로 TRT II구와 TRT III구였으며, 22개월령 출하축 중에서는 에너지 급여수준이 높았던 TRT II구였다. 농후사료 중의 에너지 급여수준이 높았던 TRT II구의 출하월령별 출하체중을 살펴보면 18개월령, 20개월령 및 22개월령에서 각각 $700.00 \pm 11.97\text{kg}$, $721.13 \pm 11.93\text{kg}$ 및 $726.00 \pm 16.29\text{kg}$ 으로 다른 처리구에 비하여 통계적으로 유의한 출하체중을 기록하였다.

시험 개시시부터 출하시까지의 전 기간에 걸친 일당증체량의 증가량을 살펴보면 18개월령 출하까지는 직선적인 성장을 지속하였지만 20개월령 출하시점과 22개월령 출하시점에 이르러 일당증체량이 18개월령의 그것 보다 둔화되는 모습을 보였다. 그러나 전 기간 전체 출하월령 중에서 가장 높은 일당증체량을 기록한 처리구는 전 기간 동안 에너지 급여수준을 높게 하였던 TRT II구로 18개월령 출하시에는 $1.23 \pm 0.02\text{kg}$ 이었고, 20개월 출하시에는 $1.16 \pm 0.02\text{kg}$, 22개월 출하시에는 $1.06 \pm 0.03\text{kg}$ 으로 조사되었다.

일당증체의 개월령 경과에 따른 증가량 둔화와 더불어 사료요구율도 사육기간이 길어짐에 따라 높아졌는데 사육기간 별로는 18개월 출하축에서는 TRT II구가 가장 개선되었고, 20개월령 출하축 중에서는 TRT I구가 그리고 22개월 출하축 중에는 TRT II구가 가장 개선되었던 것으로 조사되었다.

전체기간 동안의 발육성적에서 TRT II구가 가장 좋은 성적을 나타내고 있는데 홀스타인종 거세비육우가 비육후기에 에너지 함량이 높은 사료를 공급받을 때 증체속도가 가속화된다고 한 Fluharty 등(2000)의 결과와 같았으나, 에너지섭취량이 육성기와 비육전기에 많으면 비육후기의 증체성적에는 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다고 하여 육성기와 비육전기에 농후사료를 자유 채식한 홀스타인종 거세비육우는 비육후기에 반추위의 비정상적인 성상으로 인하여 사료 이용효율이 감소할 것으로 보고한 Shoonmaker 등(2003)의 연구결과와는 다른 결과였다.

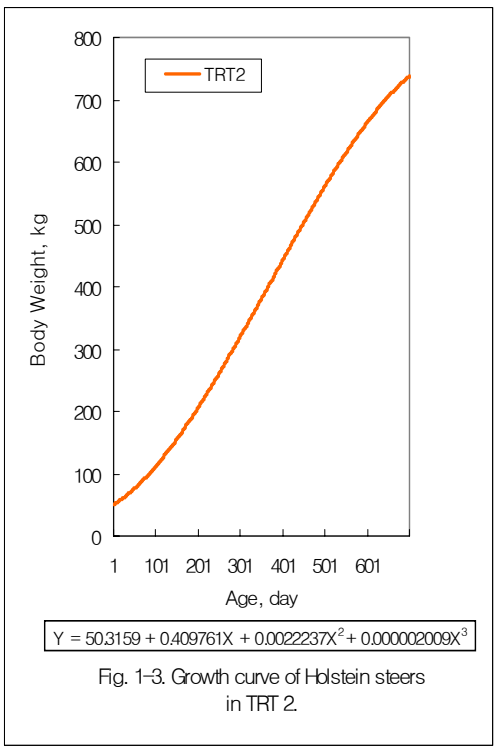
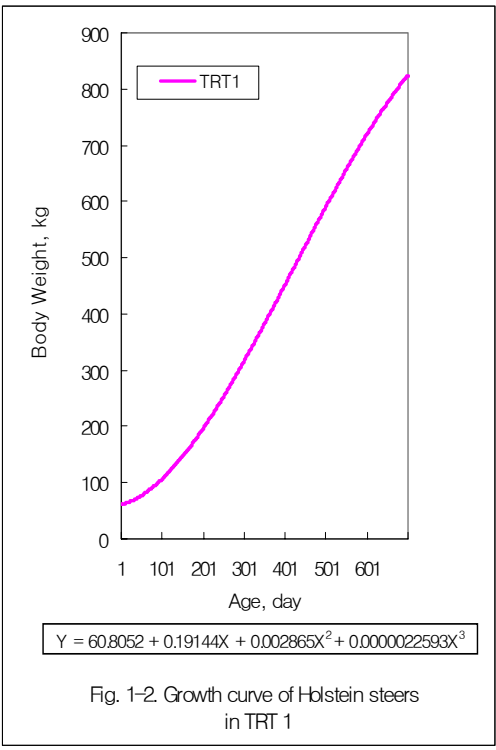
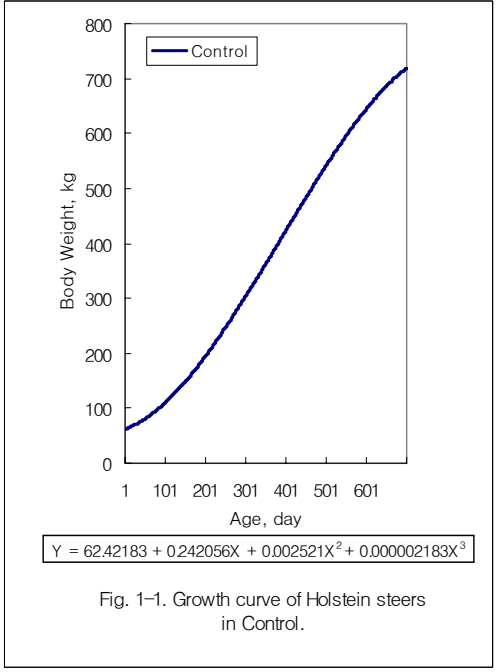
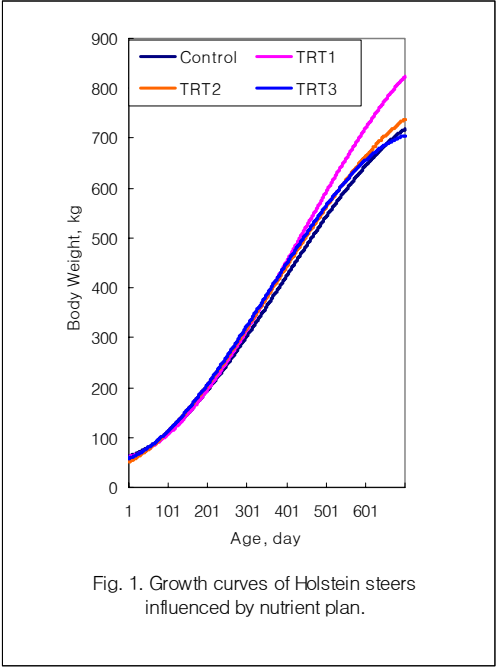
본 연구에서 TRT II구의 경우 육성기, 비육전기 및 비육후기에 급여 받은 에너지가(TDN)는 사료 중에 72%, 74% 및 76%에 달하는 방법으로 사육이 되었었다. 또한 TRT III구의 경우도 에너지의 급여량은 TRT II구와 마찬가지로 CP의 급

여량이 추가된 처리구로서 18개월령과 20개월령에 대조구에 비하여 일당증체량이 증가하고 사료요구율이 개선되는 결과를 나타내었다. 본 실험과정과 유사하게 볏짚을 조사료 급원으로 하는 사양 환경 하에서 이와 동일하게 74%까지의 에너지를 공급했던 홀스타인종 거세비육우에 대한 실험(김 등, 1997)에서는 19개월령의 출하체중이 629.5kg에 불과하고 일당증체량도 1.00kg에 불과하여 사료중의 TDN함량이 72% 수준이 적당하다고 하여 본 연구결과와 상이하였다.

농후사료와 조사료로부터 공급받게 되는 에너지의 이용효율에 관한 연구는 Garrett(1971)이 홀스타인종은 다른 육우품종과 비교해서 에너지 이용율이 다르다는 보고를 한 바 있다. 이는 홀스타인종 거세비육우에서도 급여 받는 에너지의 급여량에 따라 증체성과 도체성적이 다를 수 있음을 시사한 연구로서, 본 연구의 기초설계배경에 부합하는 결과였다. 즉, 같은 프레임의 다른 교잡육우품종에 비하여 약 10%의 에너지를 추가로 필요로 하는 부분을 의미하는데 본 실험에서는 전 시험기간 동안 에너지의 급여량이 많았던 TRT II구의 성적이 이러한 사실을 뒷받침하고 있는 것으로 판단된다.

또한 이와 관련하여 성장 중인 홀스타인종 비육 거세우는 약 12% 가량 에너지를 증량 급여해야 한다는 Fox와 Black의 모델(1984)을 NRC(1987)가 받아들여 홀스타인종의 품종 차이를 인정하고 급여량부터 달리 적용해야 한다고 발표한 바 있는데 이것 역시 우리나라의 사양 환경을 고려하면 반드시 받아들여야 할 부분으로 사료된다. 왜냐하면 우리나라의 대부분의 비육농가들은 비육후기 뿐만 아니라 비육전기 심지어는 육성기의 급여 배합사료로서 에너지함량과 단백질함량이 부족한 사료를 이용하고 있기 때문이다.

Bodine과 Purvis(2003)는 곡류 중심의 비육환경에서 조사료의 여건이 열악할 경우 곡류를 이용하는 단미사료의 DIP(degradable intake protein)의 비율이 매우 중요하며 이때 곡류의 전체 가소화영양소 총량이 또한 주요한 역할을 수행한다고 하여 가급적 육성기와 비육기에 곡류의 가소화영양소총량을 높여 급여하는 것을 권장한 바 있는데, 이때 가급적 DIP와 TDN간의 단백질에너지 비율을 지켜 급여하는 것이 좋다고 하였다. 이것은 본 연구의 배경과 결과에서처럼 볏짚 위주의 사양관리를 하는 한국적인 사양조건하에서 홀스타인 거세 비육우를 이용하여 고급육을 생산하고 농가의 소득증대에 이바지하기 위해서는 반드시 선결되어야 할 사양관리기술의 한 부분으로 사료된다.



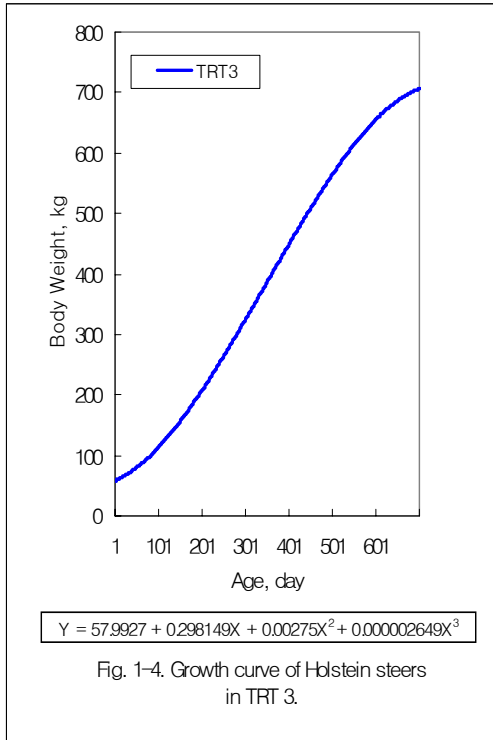


Fig. 1-4. Growth curve of Hblstein steers in TRT 3.

그림 1에는 홀스타인종 거세 비육우에 대한 단백질 및 에너지 급여수준이 발육성적에 미치는 영향 중 전체 실험 처리구간의 성장곡선특성을 나타내었다. 그림 1-1에는 일반적으로 급여되는 대조구의 성장곡선을, 그림 1-2에는 농후사료 중의 단백질 급여수준을 높였던 TRT I구의 성장곡선을 나타내었으며, 그림 1-3에는 농후사료중의 에너지 급여수준을 높였던 TRT II구의 성장곡선을 나타내었고, 그림 1-4에는 농후사료 중의 단백질과 에너지 급여수준을 높였던 TRT III구의 성장곡선을 나타내었다. 각 그림에는 해당 성장곡선의 회귀식을 나타내었다.

본 연구에서 나타난 홀스타인 거세비육우에 대한 성장곡선의 특징을 살펴보면 전반적으로 다른 육우품종과 한우에서 볼 수 있는 지그모이드 곡선의 특징인 육성기와 비육중기 정도에 성장곡선이 완화되는 기울기를 찾아볼 수 없고 오히려 선형에 가까운 모습을 보이고 있다. 이러한 현상은 현재 급여되고 있는 배합사료의 영양성분함량이 상당부분 홀스타인 종 거세비육우에게는 부족한 것으로 보이고 또 실험에서 비육전기까지 제한급여를 했음에도 불구하고 이시기에 직선적으로 성장한 것으로 보아 홀스타인종처럼 대형종 품종의 특징인 것으로 판단된다.

처리구별로 살펴보면 대조구의 경우는 다른 처리구에 비하여 전반적으로 증체가 떨어지는 경향을 보이다가 비육후기에 반전하였지만 그 경사도는 미미하였다. 단백질 급여수준을 높였던 TRT I구의 경우는 비육후반에 급격한 상승을 이루고 있는데 이는 에너지가 부족한 처리구로서 비육후기에 상승곡선이 완화되지 않은 점으로 미루어 육질향상을 위한 지방의 체내 축적보다는 단백질의 체내 축적이 많았던 것이 원인으로 보인다. TRT II구의 경우 육성기, 비육전기 및 비육후기에 급여 받은 에너지가 높았던 처리구로서 TRT I구와는 다르게 비육후기에 성장특성이 완

만해지는 특성을 보였다. 증체와 육질의 특성에 대한 결과들을 참고하면 이는 성장과 증체를 위한 체내 단백질 축적이 아니고, 에너지의 축적이 이루어진 것으로 판단된다. 대조구와 TRT I 구에 비하여 근내지방의 침착정도가 높았던 TRT II 구의 비육후기 성장특성은 그러한 연유인 것으로 사료된다. 단백질과 에너지의 농후사료 내 급여수준이 높았던 TRT III 구의 경우는 대조구와 TRT I 구 및 TRT II 구에 비하여 비육후기에 성장곡선이 더욱 완만한 경사를 보이고 있는데 이는 TRT II 구의 경우와 마찬가지로 근내지방의 침착이 가장 좋았던 처리구로서 비육후기 체내에 에너지의 침착이 많았던 결과로 사료된다.

다음의 표 2-9에는 홀스타인 거세비육우에 대한 농후사료 내 영양수준의 차이에 따른 각 출하 월령별 처리구별 성장곡선의 특성을 나타내는 회귀식을 나타내었다. 이에 대한 그림(그림 2, 그림 3 및 그림 4)은 부록에 나타내었다.

Table 2-9. Growth curve equations in Holstein steers as influenced by nutrient plan and slaughtering ages

Slaughtering age	TRT	Equation for growth curve
18 mo.	Control	$Y = 56.92837 + 0.439993X + 0.00192X^2 + 0.000001539X^3$
	TRT I	$Y = 54.39560 + 0.401176X + 0.00248X^2 + 0.000002307X^3$
	TRT II	$Y = 48.18894 + 0.522787X + 0.00205X^2 + 0.000001858X^3$
	TRT III	$Y = 50.58240 + 0.390864X + 0.00266X^2 + 0.000002583X^3$
20 mo.	Control	$Y = 49.15006 + 0.448361X + 0.00169X^2 + 0.000001294X^3$
	TRT I	$Y = 36.21748 + 0.527073X + 0.00147X^2 + 0.000001018X^3$
	TRT II	$Y = 48.74651 + 0.487126X + 0.00187X^2 + 0.000001573X^3$
	TRT III	$Y = 54.38474 + 0.609236X + 0.00151X^2 + 0.000001306X^3$
22 mo.	Control	$Y = 44.92444 + 0.467145X + 0.00141X^2 + 0.000001054X^3$
	TRT I	$Y = 42.13108 + 0.483535X + 0.00144X^2 + 0.000001160X^3$
	TRT II	$Y = 25.54644 + 0.724636X + 0.00081X^2 + 0.000000582X^3$
	TRT III	$Y = 34.54131 + 0.548338X + 0.00146X^2 + 0.000001309X^3$

표 2-10에는 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 체척치의 발달 증 십자부고의 측정치와 증가량이 나타나 있다.

Table 2-10. Least squares means and standard errors of rump height and its increments in Holstein steers

Periods	Control	TRT I	TRT II	TRT III	SEM
	----- cm -----				
25th week	110.60	110.50	110.50	110.00	0.86
41st week	126.00	126.90	126.90	126.30	1.10
increments	15.40	16.40	16.40	16.30	1.20
57th week	137.40	140.20	139.40	138.00	1.00
increments	11.40	13.30	12.50	11.70	0.95
73rd week	144.10	146.50	145.80	145.60	1.08
increments	6.70	6.30	6.40	7.60	0.81
88th week	149.67	151.80	152.17	153.51	1.74
increments	6.33	6.81	8.01	7.51	1.20
Total increments	39.07	41.30	41.67	43.51	-

매 16주마다 측정된 체척치 중 후구의 십자부에서 지면까지의 높이를 측정하는 십자부고는 전 기간에 걸쳐 각 처리구간의 차이가 인정되지 않았다($P>0.05$). 그러나 비육후기에 들어서서는 에너지 급여수준이 높았던 TRT II구와 에너지 및 단백질 급여수준이 높았던 TRT III구의 십자부고가 조금 더 높았던 것으로 조사되었다. 이러한 영향으로 전체 조사 기간 동안의 십자부고가 성장한 증가량은 대조구 및 각 처리구가 각각 39.07cm, 41.30cm, 41.67cm 및 43.51cm로서 농후사료중의 영양소 급여량이 높아진 처리구에서 대조구에 비하여 십자부고가 높은 경향을 나타내었다. 25주령부터 41주령까지의 십자부고 증가량은 평균 16.1cm를 넘는 데 반하여 57주령까지의 증가량은 12.2cm로서 성장이 급격하게 이루어지다가, 73주령 이후 88주령까지는 그 증가폭이 절반정도에 그쳐 체격의 성장이 둔화되는 모습을 보였다.

한편 십자부고는 홀스타인종에 있어서 흉위와는 약 84%의 상관관계에 있고 사체장과는 81%의 상관관계에 있으며 체중과의 상관도는 11개 체척부위 가운데 흉위와 체고 다음으로 세 번째로 높은 형질이다(정, 2002).

표 2-11에는 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 체척치의 발달 중 체장의 측정치와 증가량이 나타나 있다.

Table 2-11. Least squares means and standard errors of body length and its increments in Holstein steers

Periods	Control	TRT I	TRT II	TRT III	SEM
	----- cm -----				
25th week	108.80	110.90	107.70	109.80	1.25
41st week	130.20 ^a	128.20 ^b	132.80 ^a	129.80 ^{ab}	1.12
increments	21.40 ^{ab}	17.30 ^b	25.10 ^a	20.00 ^b	1.49
57th week	146.00 ^b	150.30 ^a	144.80 ^b	145.20 ^b	1.42
increments	15.80 ^b	22.10 ^a	12.00 ^b	15.40 ^b	1.88
73rd week	154.50	157.50	157.40	156.60	1.59
increments	8.50 ^{bc}	7.20 ^c	12.60 ^a	11.40 ^{ab}	1.27
88th week	160.00 ^b	171.67 ^a	174.67 ^a	163.00 ^b	2.56
increments	7.40 ^b	17.17 ^a	18.50 ^a	6.67 ^b	2.26
Total increments	51.20	60.77	66.97	53.20	-

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

한국적인 사양조건하에서 단백질과 에너지 급여수준에 따른 홀스타인 거세비육우의 체위에 대한 발육조사 중 체장의 성장은 시험개시 후부터 시험사료를 급여받은 전 처리구에서 유의하게 차이가 인정되었다($P < 0.05$). 체장은 어깨 끝(견갑부)에서 좌골 끝 부분까지의 수평의 직선거리를 측정하는데 체장의 성장은 88주령에 대조구와 각 처리구가 각각 160.0cm, 171.67cm, 174.67cm 및 163.00cm로서 TRT II구가 가장 많이 커진 것으로 조사되었다. 물론 전체 기간을 통털어 가장 성장이 컸던 처리구도 역시 농후사료 중에 에너지 급여수준을 증가한 TRT II구와 함께 단백질 수준을 증가한 TRT I 구였다. 증가량에 대한 조사를 살펴보면 57주령을 제외하고는 전기간에 기간별 성장 폭이 가장 컸던 처리구도 역시 TRT II구였다.

생체중에 대한 조사와 더불어 일당증체에서도 출하시기에 관계없이 가장 발육이 좋았던 TRT II구의 체장이 가장 많이 증체가 이루어진 것은 체장이 증체발육과 높은 수준의 상관성을 갖고 있기 때문(정, 2002)으로 사료된다.

표 2-12에는 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 체척치의 발달 증곤폭의 측정치와 증가량이 나타나 있다.

Table 2-12. Least squares means and standard errors of thurls width and its increments in Holstein steers

Periods	Control	TRT I	TRT II	TRT III	SEM
	----- cm -----				
25th week	33.30	34.10	33.70	34.10	0.56
41st week	42.90	43.80	43.10	43.90	0.47
increments	9.60	8.70	9.40	9.80	0.65
57th week	45.80	46.40	46.30	45.70	0.40
increments	2.90	2.60	3.20	1.80	0.58
73rd week	48.20 ^b	49.80 ^a	50.60 ^a	49.60 ^a	0.45
increments	2.40 ^b	3.40 ^{ab}	4.30 ^a	3.90 ^a	0.51
88th week	50.50 ^b	52.17 ^a	53.33 ^a	52.33 ^a	0.52
increments	2.50	2.67	3.83	3.17	0.54
Total increments	17.20	18.07	19.63	18.23	-

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

비육품종이건 아니면 그 외의 다른 품종이건 간에 비육을 하고자 하는 소에서 후구의 발달은 중요한 부분이 아닐 수 없다. 그 중에서도 요각골 후면에 위치하는 좌우 관부의 너비를 측정하는 곤폭은 그 너비가 길면 길수록 후구가 잘 발달된 것으로 판단할 수 있고, 곤폭이 잘 발달된 개체일수록 체중의 증가량이 많다. 하지만 이 부위는 일정하게 다른 부위들이 거의 발달을 한 이후에 후구에 살집이 붙어야만 체중의 증가로 이어지기 때문에 육성기에 골격이 잘 발달되고 이후에 뼈 사이에 근육이 침착되는 모습으로 성장하게 되는 것이다.

본 연구에서도 육성기에는 빠른 속도로 성장한 곤폭이 비육기에 들어서서 완화되고, 비육후기에 들어서는 73주령 및 88주령에 이르러야 대조구에 비하여 TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구에서 유의하게 커졌음을 확인할 수 있었다. 곤폭의 증가량 역시 통계적인 유의성이 인정되지는 않았으나 다른 부위들과 마찬가지로 TRT II 구의 증가량이 가장 컸다.

표 2-13에는 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 체척치의 발달 증요각폭의 측정치와 증가량이 나타나 있다.

Table 2-13. Least squares means and standard errors of rump width and its increments in Holstein steers

Periods	Control	TRT I	TRT II	TRT III	SEM
	----- cm -----				
25th week	31.00 ^{bc}	32.80 ^a	30.70 ^c	32.10 ^{ab}	0.51
41st week	35.80	37.10	37.00	37.40	0.77
increments	4.80	4.30	6.30	5.30	0.99
57th week	43.20	43.20	44.00	43.20	0.50
increments	7.40	6.10	7.00	5.80	0.76
73rd week	47.10	48.60	48.40	47.70	0.53
increments	3.90 ^b	5.40 ^a	4.40 ^{ab}	4.50 ^a	0.52
88th week	51.00	52.67	52.00	51.67	0.86
increments	4.67	4.33	4.50	3.83	0.58
Total increments	20.00	19.87	21.30	19.57	-

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

후구의 요각의 외 끝단 간의 거리를 측정하는 요각폭은 곤폭과 마찬가지로 비육후기 발육의 상태를 나타내는 수치이기도 한데 이것은 흉심(chest depth), 흉위(chest girth)와 더불어 소에서 체구를 결정하는 주요한 형질이므로 얼마나 소가 클 것이냐를 결정하는 요인이 된다고 할 수 있다(하 등, 2002). 전체 기간동안 요각폭의 증가폭을 보면 다른 형질들과 마찬가지로 증가현상을 나타내고 있어 TRT II구가 통계적인 유의성은 없었으나 가장 증가폭이 컸던 것으로 조사되었다. 그러나 부분적인 측정에서는 비육후기 사료섭취량이 무제한에 가까웠을 때 TRT I구가 대조구에 비해서 유의하게 증가하는 현상을 나타내었다.

유용종으로 개량된 홀스타인종의 경우 대부분 요각폭 이후의 꼬리까지의 모습은 췌기형을 갖는 것이 일반적이지만 본 연구의 거세비육우들은 곤폭과 요각폭이 비슷하거나(대조구와 TRT I구), 오히려 곤폭이 커서(TRT II구와 TRT III구) 비육우로서 정상적인 발육을 한 것으로 판단된다.

표 2-14에는 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 체척치의 발달 중 고장의 측정치와 증가량이 나타나 있다.

Table 2-14. Least squares means and standard errors of rump length and its increments in Holstein steers

Periods	Control	TRT I	TRT II	TRT III	SEM
	----- cm -----				
25th week	37.40	37.50	36.60	37.00	0.54
41st week	39.90	40.70	40.30	40.20	0.39
increments	2.50	3.20	3.70	3.20	0.50
57th week	48.50	48.30	48.80	47.50	0.64
increments	8.60	7.60	8.50	7.30	0.67
73rd week	52.20	53.00	52.00	51.60	0.59
increments	3.70	4.70	3.20	4.10	0.71
88th week	54.40	54.17	53.83	54.67	0.74
increments	2.80	2.00	2.17	54.67	0.61
increments	17.00	16.67	16.78	17.67	-

요각골의 전단에서 좌골의 마지막 부위까지를 측정하게 되는 고장은 전 기간에 걸쳐서 대조구와 처리구 간의 측정치와 증가폭 등에서 그 차이가 인정되지 않았다 ($P>0.05$). 고장은 부위별로 정육의 생산량과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 본 연구에서는 전 기간 동안 처리구 간의 차이가 인정되지 않았다. 다만 농후사료 중의 단백질과 에너지의 급여수준이 높았던 TRT III구의 증가율이 높은 경향을 나타내었을 뿐이다.

표 2-15에는 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별 체척치의 발달 중 흉위의 측정치와 증가량이 나타나 있다.

Table 2-15. Least squares means and standard errors of chest girth and its increments in Holstein steers

Periods	Control	TRT I	TRT II	TRT III	SEM
	----- cm -----				
25th week	135.90 ^a	136.00 ^a	135.00 ^a	138.40 ^b	1.34
41st week	159.50	162.70	162.00	162.00	1.70
increments	27.60 ^a	28.70 ^a	27.00 ^{ab}	23.60 ^b	1.59
57th week	169.30	170.10	172.50	173.10	1.64
increments	9.80	7.40	10.50	11.10	1.64
73rd week	197.30 ^c	201.70 ^{bc}	203.20 ^{ab}	206.20 ^a	1.55
increments	28.00 ^b	31.60 ^a	30.70 ^{ab}	33.10 ^a	1.77
88th week	216.83	224.17	221.33	220.83	2.53
increments	21.17	23.67	19.33	16.17	3.02
increments	80.93	88.17	86.33	82.43	-

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

홀스타인종에 있어서 흉위는 체중과 가장 밀접한 상관을 갖고 있으며($r=0.863$), 체고, 십자부고 및 체장과도 높은 수준의 상관을 갖고 있는 주요한 체척형질의 하나이다. 특히 흉위는 젖소에서 간이 체중측정자를 구성할 때 가장 상관도가 높은 형질로 인정되고 있다(정, 2002). 체격의 크기에 있어서도 체고보다 확실한 우위에 있는 흉위는 본 연구에 증가량이 TRT I 구 및 TRT II 구에서 가장 많이 증가한 것으로 조사되었다.

표 2-16에는 조단백질 및 가소화영양소 총량의 급여수준별로 시험 종료시 출하되는 운송에 따른 체중의 감소량과 도체의 도체율(dressing percentage, %; carcass weight/live weight)을 출하월령 별 및 처리구별로 나타내었다.

Table 2-16. Least squares means and standard errors for shrinkage and dressing percentage during transport to slaughter house in Holstein steers

Slaughtering age	Control	TRT I	TRT II	TRT III	SEM
----- Shrinkage, kg -----					
18 Mo ¹⁾	45.63 ^a	29.13 ^c	43.75 ^{ab}	36.00 ^{abc}	3.85
20 Mo	20.14	21.00	22.38	21.29	2.13
22 Mo	11.00 ^b	23.13 ^a	20.67 ^a	23.50 ^a	2.87
Overall	26.27 ^{ab}	22.75 ^b	28.91 ^a	26.57 ^{ab}	1.93
----- Dressing percentage, % -----					
18 Mo ¹⁾	57.70	57.31	57.35	57.34	0.46
20 Mo	55.24 ^b	55.87 ^{ab}	57.02 ^a	56.09 ^{ab}	0.45
22 Mo	55.95 ^b	57.19 ^a	56.71 ^{ab}	56.85 ^a	0.47

¹⁾ Months of age

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

본 연구에 공여된 시험축이 각 출하월령에 출하할 때는 이들을 절식하지 않고 도축장에 도착한 후 약 8~10 시간가량 계류하면서 절식을 하고 물은 충분히 먹을 수 있도록 조치하였다. 출하 할 때 체중을 측정하고 다시 도축장까지 수송을 완료한 후 측정된 체중을 이용하여 출하우군의 수송감량을 측정하였는데, 생후 18개월령 출하우군의 체중 수송감량정도는 대조구와 TRT I 구, TRT II 구, 및 TRT III 구가 각각 45.63kg, 29.13kg, 43.75kg 및 36.00kg 이었다. 여기에서 TRT I 구는 대조구와 TRT II 구에 비하여 가장 적은 체중감량정도를 나타내었다. 그러나 생후 20개월령에는 대조구 및 각 처리구간에 차이가 나타나지 않았으나 TRT II 구가 대조구와 TRT I 구에 비하여 다소 많은 체중감량이 나타났다 ($P < 0.1$). 또 22개월령 출하시에는 TRT II 구와 TRT III 구가 대조구와 TRT I 구에 비하여 높은 체중감량을 보였다.

홀스타인 종 거세우의 도축을 위한 수송에 따른 감량이 도체율에 영향을 미치지 않는다고 보고는 수송 전 절식이 도체율에 영향을 준다고 하였다(Fernandez 등,

1996). 본 연구에서는 18개월령에는 도체율에 영향을 미치지 않았다. 그러나 20개월령과 22개월령의 도체율과 수송감량과의 관계는 매우 밀접한 연관을 갖는 것으로 보인다. 즉, 수송감량이 많은 개체들이 도체율이 높은 특징을 보였다. 이러한 현상은 수송에 따른 감량이 주로 근육 중의 글리코겐의 고갈에 의한 손실이 아니라 도축장으로의 운송 도중에 발생하는 스트레스로 인한 수분과 체액의 손실 때문이라는 Tarrant 등(1992)의 연구결과에 부합하는 결과로 사료된다.

2. 단백질과 에너지 급여수준이 혈액 및 호르몬 농도에 미치는 영향

시험 개시 후 8주 간격으로 경정맥에서 혈액을 채취하여 혈청을 분리한 후 total protein, albumine, blood urea nitrogen(BUN), creatinine, glucose, cholesterol, triglycerides(TG), insulin-like growth factor-1(IGF-1), 그리고 cortisol 을 분석한 결과 다음과 같다.

(1) Albumin

알부민은 간에서 합성되어 순환하며 혈류로 분비되지만 조직이나 피부, 근육 등에도 분포하여 생체의 전신적인 환경에 따라 서로 이행된다. 생리적 의의는 전신의 조직, 세포의 영양분 공급원으로서 유용하나 지방산, 비타민, 호르몬 등 각종 성분을 결합, 운반하여 필요한 것을 세포로 운반한다고 알려져 있는 혈액 내의 물질이다(Plumb, 1991).

성장월령별 혈청 내 알부민 농도는 25주령 및 65주령에서 다른 처리구에 비하여 대조구에서 높은($P < 0.001$) 것을 제외하고는 전반적으로 차이가 없는 것으로 나타났다(표 3-1, 그림 5-1). 그러나 생후 88주령 이후에는 대조구 보다 시험구의 공시축에서 다소 높은 경향을 보였다. Plumb(1991)은 젖소 성우의 혈청 내 알부민의 정상적 농도는 2.8~3.8g/dl 이라고 하여 본 시험의 시험축 혈청 내 알부민의 농도가 대부분 이 범위에 속함으로서 정상적인 범위에 있다고 할 수 있다. 따라서 혈액 내 알부민 농도는 본 시험에서의 처리 간 에너지와 단백질 수준 차이에 의한 영향을 받지 않은 것으로 여겨진다. 또한 49주령에서 albumin농도는 사료영양 때문이라기보다는 아마도 여름철 고온 등의 환경적 stress에 의해 영향을 받았기 때문으로 여겨진다.

혈중 albumin은 지방산과 결합하여 이동된 후 심장과 골격 근육에 지방을 공급함으로서 지방 합성을 촉진하며, 이러한 작용을 cortisol이 더욱 활성화시키는 것으로 알려진다(Doornebal 등, 1987). Albumin은 또한 근육에서 단백질을 합성하는 양이 많을수록 혈청 내 농도가 감소하고, 저 영양 수준으로 사육할 경우 영양적인 스트레스로 인하여 감소하는 것으로 알려진다(Galbraith 등, 1978). Albumin의 이러한 지방 공급 수준은 특히 에너지 섭취량과 관련되는 경향이 있다는 점에서 본 시험에서의 에너지 섭취량이 혈중 알부민 농도에 영향할 수 있는 수준은 아닌 것으로 보인다(표 3-1, 그림 5-1).

Table 3-1. Least squares means and standard errors of serum albumin concentration for Holstein steers(g/dl)

Weeks (age)	Treatments				SEM	P value
	Control	TRT I	TRT II	TRT III		
25	4.03 ^a	3.91 ^a	3.26 ^b	3.14 ^b	0.145	0.001
33	3.60	3.85	3.92	3.81	0.185	0.652
41	3.21	3.28	3.09	2.67	0.313	0.551
49	2.41	2.23	2.28	2.38	0.167	0.858
57	3.29	3.64	3.53	3.50	0.104	0.139
65	3.08 ^b	3.36 ^a	3.59 ^a	3.46 ^a	0.082	0.001
73	3.69	3.90	3.79	3.87	0.105	0.503
80	3.60	3.63	3.60	3.52	0.152	0.962
88	3.98	4.13	4.25	4.32	0.153	0.491
96	4.10	4.23	4.23	4.00	0.179	0.757

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

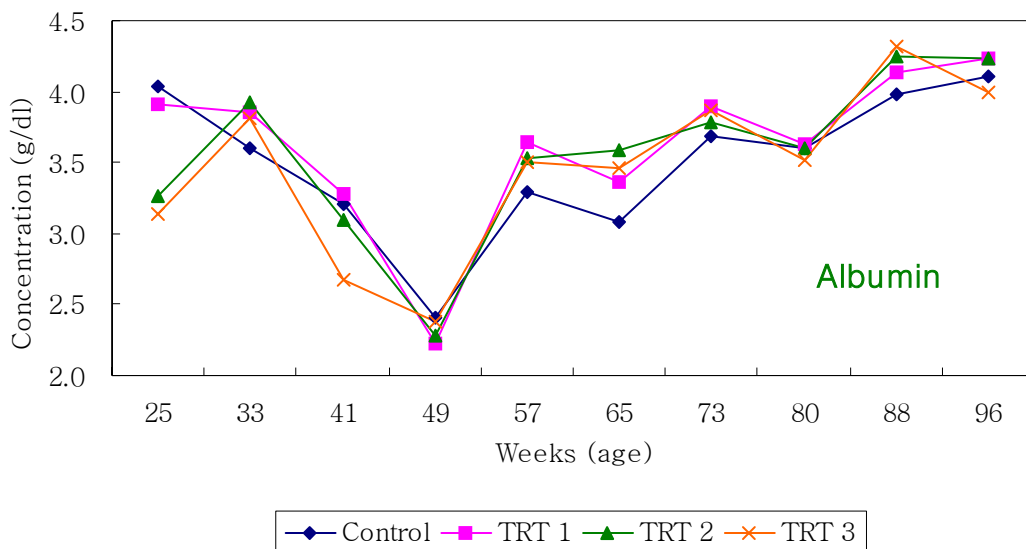


Figure 5-1. Least squares means and standard errors of serum albumin concentration for Holstein steers(g/dl).

(2) Total Protein

혈 중 total protein의 함량은 앞에서 언급한 albumin의 농도에서와 비슷한 경향을 보였다(표 3-2, 그림 5-2). 25주령의 홀스타인 거세우에서의 혈중 total protein 농도는 사료 내 TDN 함량이 다른 처리구보다 2% 낮은 대조구와 TRT I 구에서 높은($P<0.001$) 농도를 나타내었다. 그러나 65주령에서는 대조구에 비하여 단백질과 TDN 수준이 높은 사료를 섭취한 시험축(TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구)에서 높은($P<0.009$) 농도를 보였다. 혈청 내 알부민 농도의 경향에서와 같이 41주령 및 49주령의 total protein 농도가 다른 측정 시기에 비하여 현저히 낮았는데, 이러한 결과 역시 환경적인 변화에 의해 영향을 받았을 가능성이 높은 것으로 보인다.

(3) Blood urea nitrogen(BUN)

Albumin과 total protein과는 달리 25주령을 제외하고는 사육기간이 경과함에 따라 점차 증가하는 경향을 보였다(표 3-3, 그림 5-3). 즉, 시험 초기인 25주령에서 33주령 및 41주령까지는 그 농도가 전반적으로 낮아지다가 이후 혈중 BUN 농도가 높아지는 경향을 볼 수 있었다. 그러나 대체로 BUN 농도가 사료에 의한 영향을 받지 않은 것으로 나타났다.

BUN 농도는 사료 내 에너지 수준보다는 조단백질의 함량과 관련이 있는 것으로 보인다. 즉, 사료의 CP의 함량을 높여 급여하게 되면 BUN의 농도는 높아지는 것으로 보고 된 바 있다(Bodine과 Purvis, 2003). Bodine과 Purvis(2003)에 의하면 옥수수와 대두박을 이용하여 에너지와 단백질 수준을 높였거나 단백질 또는 에너지 수준만을 높여 급여한 결과, 단백질만을 많이 급여한 처리구인 대두박 첨가구에서 가장 높은 농도의 BUN을 확인 할 수 있던 것이 그 한 예가 될 수 있다. Lee 등(2005) 역시 사료 내 단백질의 함량을 높여(21.9%) 급여하였을 경우 낮은 수준(9.5%)에 비하여 혈중 BUN 농도가 증가되었음을 알 수 있었다. 이밖에도 다수의 연구 결과(Hammond, 1996; Marston 등, 1995; Barton 등, 1992; Elsasser 등, 1989; McGuire 등, 1992) 역시 이와 비슷한 결과를 보고한 바 있는 바, 본 연구에서의 결과와 다르게 나타났는데, 이는 본 연구에서 처리구간의 사료 내 단백질 수준이 크게 차이가 나지 않았기 때문인 것으로 보인다.

Table 3-2. Least squares means and standard errors of serum total protein concentration for Holstein steers(g/dl)

Weeks (age)	Treatments				SEM	P value
	Control	TRT I	TRT II	TRT III		
25	7.45 ^a	7.13 ^a	5.89 ^b	6.10 ^b	0.230	0.001
33	6.33 ^b	7.16 ^{ab}	7.25 ^{ab}	7.64 ^a	0.307	0.034
41	5.86	5.82	5.60	4.93	0.525	0.589
49	4.47	4.12	4.23	4.32	0.259	0.807
57	6.40	6.93	6.74	6.62	0.234	0.454
65	6.10 ^b	6.78 ^a	6.95 ^a	6.90 ^a	0.186	0.009
73	6.62	6.71	6.58	7.03	0.239	0.544
80	5.96	5.88	5.77	6.11	0.261	0.825
88	6.80	7.30	7.03	8.03	0.334	0.097
96	7.03	7.03	7.20	6.53	0.352	0.593

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

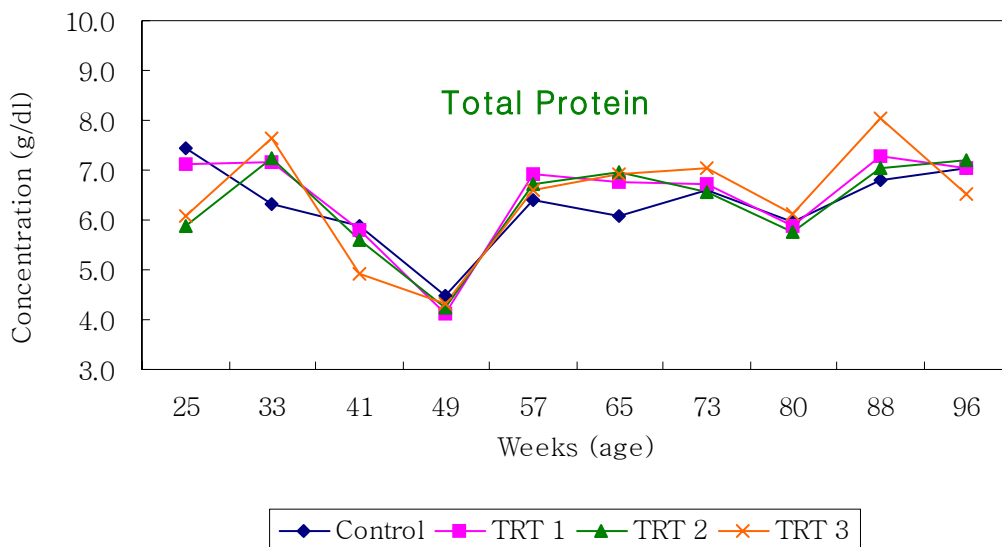


Figure 5-2. Least squares means and standard errors of serum total protein concentration for Holstein steers(g/dl).

Table 3-3. Least squares means and standard errors of serum BUN concentration for Holstein steers (g/dl)

Weeks (age)	Treatments				SEM	P value
	Control	TRT I	TRT II	TRT III		
25	21.63 ^a	16.20 ^b	16.40 ^b	17.50 ^b	1.413	0.035
33	8.76	8.62	8.77	8.51	0.956	0.997
41	8.78	7.86	7.90	7.12	1.482	0.897
49	18.00	17.87	18.47	26.71	2.041	0.041
57	26.65	37.58	29.75	35.97	3.700	0.212
65	25.79	24.25	26.87	28.63	3.259	1.811
73	37.18	31.67	39.17	40.83	4.875	0.596
80	35.49	31.18	35.03	32.03	4.111	0.843
88	33.88	35.94	39.46	34.56	3.012	0.588
96	28.57	30.52	33.66	31.33	2.621	0.607

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

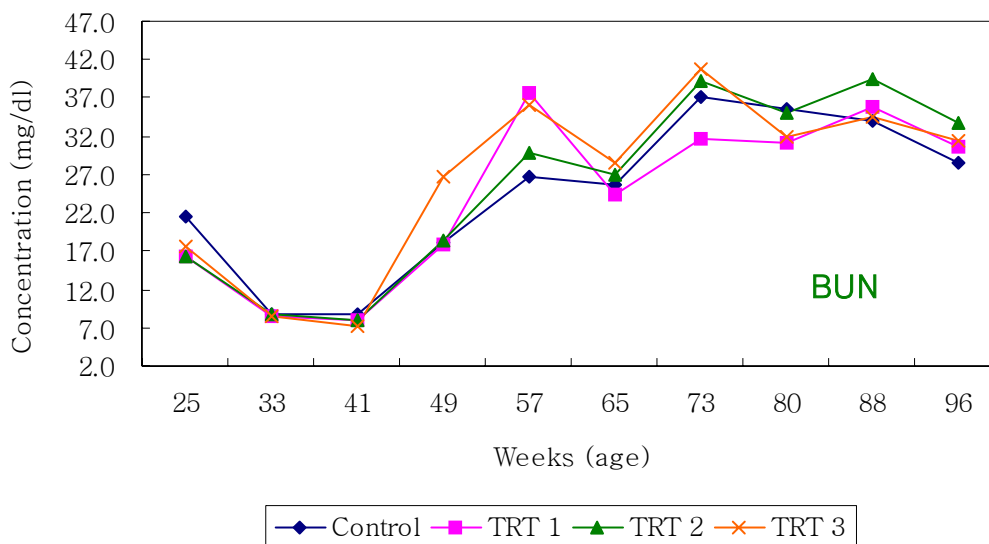


Figure 5-3. Least squares means and standard errors of serum BUN concentration for Holstein steers(g/dl).

(4) Creatinine

Creatinine은 BUN과 같이 혈중 대사산물이라고 할 수 있다. 이러한 물질들은 간이나 기타 조직에서 대사 후에 생성이 되는 물질로 creatinine도 creatine이 대사되면서 생성되는 물질이다. 일반적으로 근육조직 등에서 creatine을 에너지로 쓰면서 생성이 되는 물질로 알려져 있다.

혈중 creatine의 농도는 대체로 사육기간이 길어질 때 증가되는 경향을 보였다(표 3-4, 그림 5-4). 또한 에너지 수준이 증가된 TRT I 구와 에너지 및 단백질 수준 모두가 증가된 TRT II 구에서 혈중 creatine의 농도가 높게($P<0.001\sim0.038$) 나타났다. 이러한 경향은 특히 49주령 이후에 현저하게 나타났다. 이 결과로 보아 단백질 보다는 에너지 수준에 의한 영향을 더 받은 것으로 여겨진다.

Eiseman 등(1989)에 의하면 creatinine의 농도는 고에너지 인산대사의 중요한 산물로 체내 근육량의 중요한 지표가 될 수 있다고 함으로서 증체와 관련이 있음을 시사했으며, 근육의 크기에 따라 혈중 농도가 달라짐으로서 근육 성장률의 지표가 될 수 있다고 보고한바 있다. 따라서 본 시험에서 에너지 수준이 증가함에 따라 혈중 creatinine 함량이 다소 증가된 것은 Eiseman 등(1989)의 보고를 상당 부분 뒷받침 할 수 있는 것으로 여겨진다.

(5) Glucose

홀스타인 거세우의 혈중 glucose 농도는 96주령을 제외하고는 비육 후기에서 비교적 점차 증가하는 경향을 보였으며, 특정 연령에서만 시험 사료의 영향을 받은 경향을 보였다(표 3-5 및 그림 5-5). 특히, 25주령과 57주령의 경우 단백질과 에너지 수준이 높은 사료(TRT I 구 및 TRT II 구)를 섭취한 시험축에서 낮은(각각 $P<0.001$ 및 $P<0.008$) 결과를 보였다. 그러나 비육 후기(73-96주령)에서는 단백질과 에너지 수준을 증가시킨 사료를 섭취한 소에서 혈중 glucose 농도가 높은 경향을 보였다.

반추가축 특히, 소의 혈액에서의 glucose의 농도는 일반적으로 반추위가 발달되지 않은 송아지시기에 그 농도가 높다가, 일반적으로 성장을 하면서 반추위가 발달함에 따라 보통 60mg/dl~120mg/dl 의 농도를 유지하는 것으로 알려진다. 일반적으로 한우의 경우 혈당치는 생후 10개월령까지는 보통 76.14~90.00mg/dl이고, 그 이후 12~18개월령까지는 81.90~88.20mg/dl을 유지하며 생후 20개월 이후에는 69.67~

78.17mg으로 감소하는 경향을 보여준다고 하였다(농림부, 1998).

한우와 젃소라는 품종 간 차이는 있겠지만 전 사양기간에 걸쳐 대체로 혈당치가 정상수준에 속하는 것으로 보인다.

생후 49주령에서의 경우 total protein과 albumin과 같이 대조구와 처리구 모두 전체적으로 혈중 glucose 농도가 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 비정상적인 혈당치의 원인이 사료나 각종 스트레스로 인한 결과로 해석될 수 있다면 49주령의 경우에는 여름철 외기온도의 증가에 의한 고온 스트레스에 의한 작용 때문인 것으로 사료된다. 이러한 경우 온도 및 혈액 채취 시 수반되는 스트레스로 인한 글리코겐의 분해 증가나 합성의 억제로 당신생의 증가 및 인슐린 작용의 방해 등의 복합적 요인이 관여될 수 있는 것으로 사료된다.

일반적으로 glucose는 소의 체지방, 특히 근내지방 합성을 위한 주요 precursor로 작용하는데, 이 때 glucose는 농후사료 급여 수준을 증가시킬수록 많이 생성될 수 있는 것으로 알려졌다. 본 시험의 경우 비육 후기 동안 에너지 수준이 높은 사료의 급여량이 증가된 이유로 TRT III구의 소에서 혈중 glucose 농도가 증가된 점이 앞의 이론을 뒷받침 하였다고 여겨진다.

(6) Total cholesterol

혈중 total cholesterol의 농도와 주령 별 pattern을 살펴보면 각각 표 3-6과 그림 5-6에서와 같다.

본 연구에서 증가폭이 크지는 않지만 주령이 증가함에 따라 혈중 total cholesterol 농도 역시 증가하는 경향을 보였으나 25주령에서 다른 처리구에 비하여 단백질과 에너지 수준이 높은 사료를 섭취한 홀스타인 거세우의 혈중 농도가 감소된 점을 제외하고는 사료의 영향이 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 가축이 성장함에 따라 혈중 콜레스테롤의 함량이 유의하게 증가한다는 Arave등(1975)의 보고와 일치된다. Wheeler 등(1997) 역시 가축의 연령이 증가할수록 혈중 cholesterol 농도가 증가된다고 보고하였다. 비록 유의적인 차이는 없었지만 비육 후기 동안 대체로 에너지 수준이 높은 처리구에서 total cholesterol 농도가 증가된 것으로 보아 사료를 통한 에너지 섭취량 역시 영향을 미친 것으로 사료된다.

Table 3-4. Least squares means and standard errors of serum creatinine concentration for Holstein steers(mg/dl)

Weeks (age)	Treatments				SEM	P value
	Control	TRT I	TRT II	TRT III		
25	0.79	0.73	0.81	0.71	0.029	0.064
33	0.81	0.88	0.90	0.85	0.046	0.548
41	0.62	0.56	0.69	0.57	0.061	0.470
49	0.95 ^b	0.86 ^b	1.07 ^a	0.99 ^{ab}	0.494	0.038
57	1.01 ^b	0.99 ^b	1.16 ^a	1.10 ^{ab}	0.037	0.009
65	1.03 ^b	1.06 ^b	1.22 ^a	1.17 ^a	0.031	0.001
73	1.00 ^b	1.02 ^b	1.16 ^a	1.08 ^{ab}	0.035	0.014
80	1.07	1.21	1.20	1.19	0.066	0.414
88	0.92 ^b	1.10 ^{ab}	1.38 ^a	1.02 ^{ab}	0.101	0.030
96	1.03	1.20	1.33	1.20	0.089	0.212

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

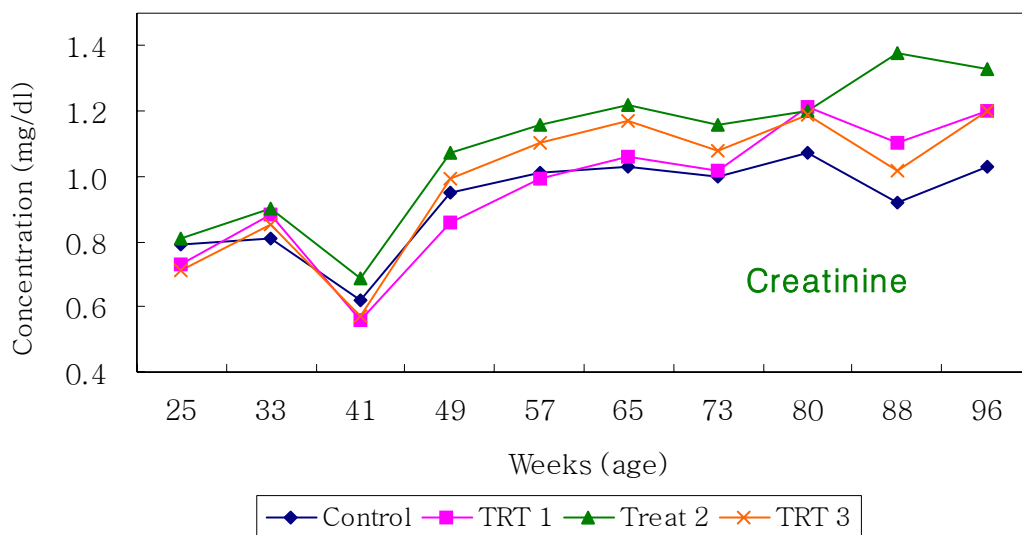


Figure 5-4. Least squares means and standard errors of serum creatinine concentration for Holstein steers(mg/dl).

Table 3-5. Least squares means and standard errors of serum glucose concentration for Holstein steers(mg/dl)

Weeks (age)	Treatments				SEM	P value
	Control	TRT I	TRT II	TRT III		
25	70.80 ^a	61.30 ^a	51.70 ^b	54.70 ^b	2.840	0.001
33	60.10	63.50	52.50	52.80	3.734	0.112
41	63.20	67.67	65.90	51.91	6.198	0.309
49	46.60	47.90	47.50	46.30	2.424	0.962
57	62.60 ^a	61.00 ^a	56.10 ^{ab}	53.30 ^b	2.012	0.008
65	68.50	73.80	67.90	68.80	2.822	0.413
73	73.30	71.70	72.70	75.40	4.505	0.948
80	77.20 ^{ab}	69.00 ^b	77.00 ^{ab}	95.50 ^a	4.541	0.007
88	78.40	88.33	84.67	103.17	7.589	0.179
96	63.00	56.33	62.00	67.67	6.209	0.721

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

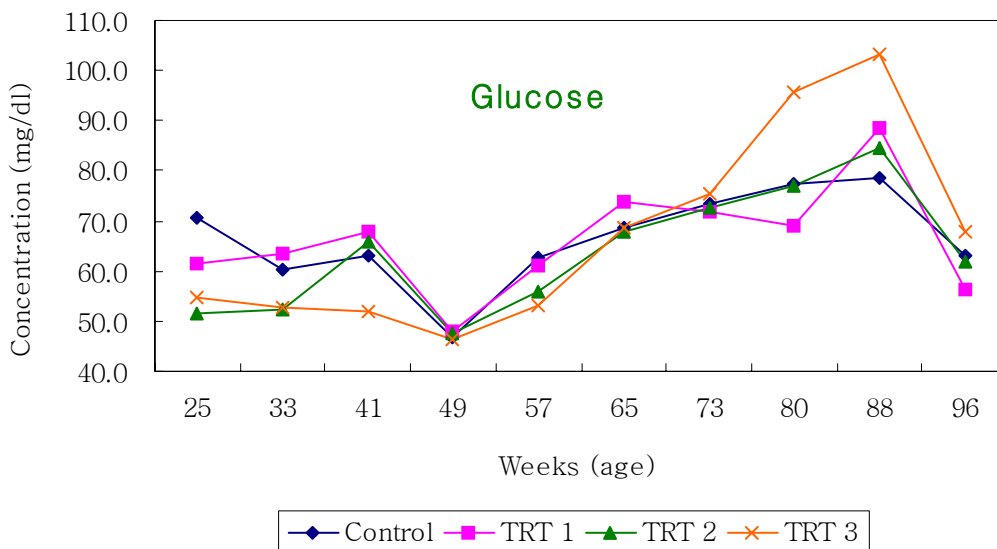


Figure 5-5. Least squares means and standard errors of serum glucose concentration for Holstein steers (mg/dl).

Table 3-6. Least squares means and standard errors of serum cholesterol concentration for Holstein steers(mg/dl)

Weeks (age)	Treatments				SEM	P value
	Control	TRT I	TRT II	TRT III		
25	119.30 ^a	105.10 ^{ab}	95.60 ^b	94.00 ^b	6.237	0.026
33	133.20	136.50	150.10	127.90	8.973	0.356
41	108.30	110.33	106.20	85.64	9.099	0.227
49	99.40	79.70	98.50	98.70	6.935	0.145
57	140.40	136.20	159.10	151.90	9.331	0.301
65	113.40	114.40	127.10	122.10	6.515	0.404
73	131.30	155.80	168.50	161.10	9.973	0.066
80	154.30	156.00	163.90	159.40	11.011	0.930
88	194.00	180.83	218.17	211.33	14.832	0.308
96	225.33	187.67	266.67	172.67	38.048	0.364

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

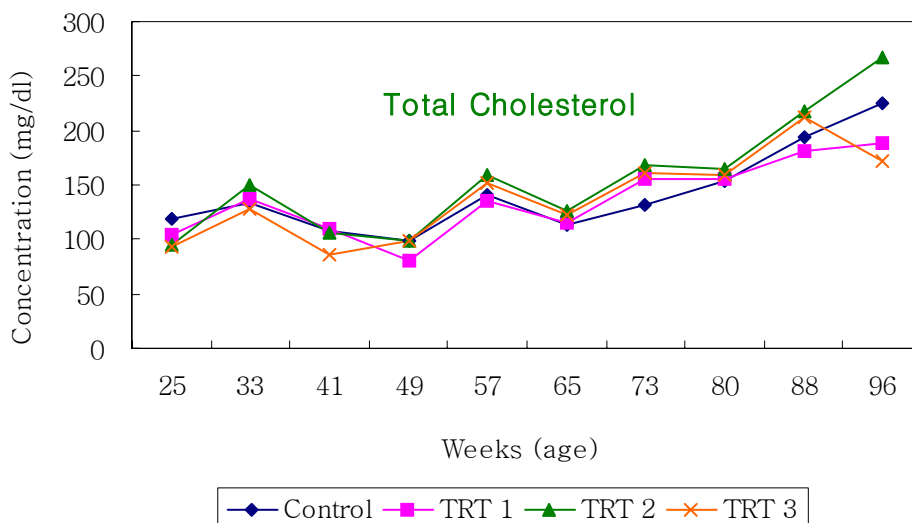


Figure 5-6. Least squares means and standard errors of serum cholesterol concentration for Holstein steers(mg/dl).

(7) Insulin-like growth factor-I (IGF-I)

본 시험에서 홀스타인 거세우 혈중 IGF-I 농도는 49주령까지 점차 증가하다가 그 이후로는 점차 낮아지는 경향을 보였다(그림 5-7). 또한 25주령 및 57주령의 IGF-I 농도는 에너지 수준이 낮은 TRT I 구(193.77ng/ml)에 비하여 에너지 수준이 높은 TRT II 구(286.76ng/ml)와 TRT III 구(302.15ng/ml)에서 높은 것으로 나타났다(각각 $P<0.023$ 및 $P<0.012$, 표 3-7).

IGF-I이 가축의 성장에 영향을 미치는 것에 대하여 이미 연구가들로부터 확인되어 왔다(Skottner 등, 1987; Daughaday 등, 1989; Kitano 등, 1995). 양을 대상으로 한 시험의 경우 IGF-I의 혈중 농도가 성장률에 어느 정도 비례한다는 보고가(Pell 등, 1990) 있으며, 혈중 IGF-I농도가 growth hormone(GH)에 의해 영향을 받는 것으로 보고 되기도 하였는데(MacGuire, 1992), 이 때의 GH는 사료섭취량에 의하여 영향을 받은 것으로 나타났다. Breier 등(1988)은 125bST가 간 조직의 세포막에 결합하는 시험을 실시하였는데, 각각의 steer에 체중 대비 1%와 3%의 사료를 급여한 결과 일당증체량과 bST의 간 조직에서의 결합능력이 사료를 많이 섭취한 처리구에서 현저히 높게 나타남을 볼 수 가 있었다고 하였다.

이 등(2005)은 16개월령의 Holstein 거세우를 대상으로 사료 중 단백질의 함량을 달리하여 급여하였을 때의 혈중 IGF-I와 GH의 농도 변화에 미치는 효과를 조사하기 위해 단백질의 함량이 9.5%(LP)인 사료와 21.9%(HP) 사료를 급여하였으며, TDN은 LP의 경우 65.2%였고, HP의 경우 67.5%였다. 혈장 내의 IGF-I 농도는 LP(132.5ng/ml)급여구가 HP(157.0±17.07 ng/ml) 급여구 보다 현저히 낮음을 볼 수 있었다($P<0.05$). 또한 growth hormone(GH)의 농도는 LP(6.3±1.35ng/ml)보다 HP(7.1±2.62ng/ml)에서 높은 농도를 보였다고 하였다.

이러한 결과들로 미루어 볼 때 에너지 혹은 단백질 수준이 어떤 형태로든 혈액의 IGF-1 농도에 영향을 하겠지만 그 정도는 사료 내 주요 영양소의 공급량에 의해 달라질 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서의 처리별 차이가 매우 작았던 것은 결국 사료 내 에너지와 단백질간의 차이가 작았기 때문인 것으로 여겨진다. 본 연구의 결과는 Maiter 등(1988)이 보고한 내용, 즉 사료 내 조단백질 함량을 증가시킬수록 혈중 IGF-I의 농도가 증가한다는 사실과 반대되는 경향을 보였는데, 이는 그들의 연구에서는 사료 내 조단백질의 함량 차이를 10%로 한 실험의 결과이기 때문인 것으로

보인다. McGuire 등(1992)은 젖소에게 사료의 NE와 CP 수준을 각각 요구량의 80 및 120%으로 배합하여 시험을 실시하여 혈중 IGF-I의 농도를 조사한 바, 각 처리구 별 혈중 IGF-I의 농도에 있어 차이가 없었다고 하였다.

일반적으로 IGF-I은 성장호르몬의 성장 촉진을 매개하는 성장 인자로 작용하는 것으로 알려지는데(이와 정, 2000; 이, 2000; Lee 등, 1990), 본 시험에서도 에너지 수준을 증가시킴으로서 개선된 다소 증체를 보였지만 혈중 IGF-I 농도에서는 사료의 영양 수준에 의한 영향을 받지는 않은 것으로 나타났다. 이러한 측면에서 본 시험에서의 처리구 간 에너지 급여수준이 IGF-I에 크게 영향을 미치지 않았던 것으로 보인다.

(8) Cortisol

본 실험에서 측정된 혈 중 cortisol의 농도는 표 3-8과 그림 5-8에서 보는 바와 같다. 전체 사양기간에서 혈중 cortisol의 농도는 두 번(49 및 88주령)의 peak를 보였 으며나 처리 간 큰 차이는 없었다. 그러나 73주령과 88주령에서 유의적인 차이를 보여주고 있는데, 73주령에서는 TRT II구(12.13 ng/ml)가 대조구(3.49ng/ml)에 비하여 크게 증가되었고($P<0.024$), 88주령에서는 각각 TRT III구(55.62ng/ml), TRT I 구(45.22ng/ml), TRT II구(31.48ng/ml) 그리고 대조구(18.38ng/ml)의 순으로 점차 낮아 졌으며, 처리 간에 차이가 있는 것으로 나타났다($P<0.006$).

Cortisol은 부신에서 분비하는 스테로이드 계 호르몬 특히 스트레스와 깊은 관련이 있는 것으로 알려지며 지방 합성과 축적에 관여하거나 스트레스에 대응하는 호 르몬으로 알려진다. Purchas 등(1980)에 의하면 혈중 cortisol 농도가 증가할수록 증 체율이 감소된다고 하였다. 또한 혈중 농도에 있어 한우의 성장단계나 거세 등에 의 한 영향을 크게 받지 않는 것으로 보고 된 바 있다(농림부 등, 1998). 즉, 실험결과에 서 보면 동일한 월령 중에서도 제한 급여구나 자유채식구와의 큰 차이가 없었으나 26개월령과 28개월령에서 제한 급여한 구에서 자유채식 처리구에 비하여 높은 cortisol의 농도를 보였다고 하였다. 이러한 측면에서 cortisol은 영양적인 스트레스 여건에서 더 많이 분비되는 것으로 보이나 본 시험의 경우 영양 수준이 좋은 상태에서 오히려 높은 혈중 cortisol 농도를 보여 앞의 보고 된 결과와 반대의 경향을 보였다. 다만, 본 시험에서의 처리 간 차이가 주로 환경 온도가 높은 시기에 발생된 점은 cortisol 분비량이 영양 수준에서만 의 효과가 아닐 수 있다는 점을 예측할 수 있다.

Table 3-7. Least squares means and standard errors of serum IGF-I concentration for Holstein steers(ng/ml)

Weeks (ages)	Treatments				SEM	P value
	Control	TRT I	TRT II	TRT III		
25	241.32 ^{ab}	193.77 ^b	286.76 ^a	302.15 ^a	25.745	0.023
33	268.59	296.87	317.90	224.81	32.815	0.230
41	354.12	417.48	381.73	336.49	26.426	0.211
49	811.02	850.04	810.12	858.60	60.700	0.912
57	624.65 ^b	617.66 ^b	890.73 ^a	753.38 ^{ab}	63.007	0.012
65	564.98	502.76	548.84	558.77	33.860	0.563
73	446.80	509.02	400.70	399.15	39.013	0.173
80	437.17	449.91	454.90	452.10	29.872	0.376
88	380.54	405.50	382.61	421.87	32.772	0.792
96	260.09	385.28	289.74	304.26	55.710	0.472

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

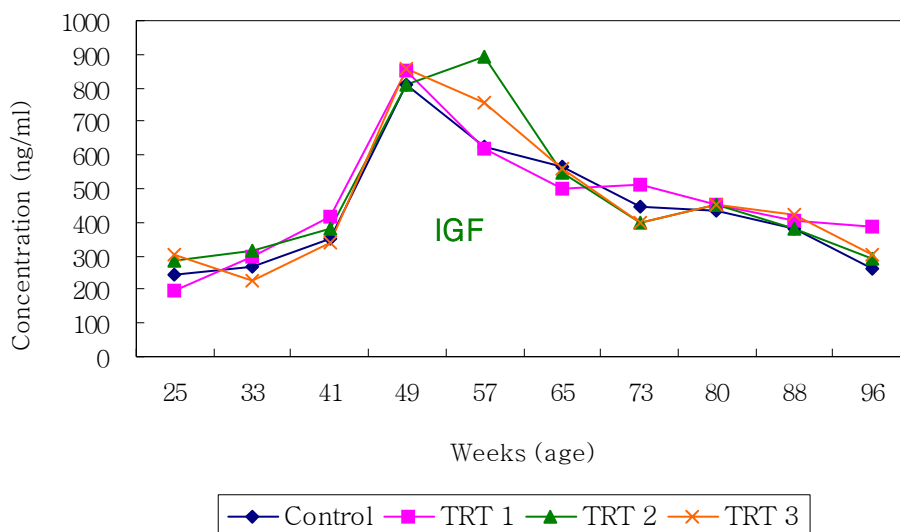


Figure 5-7. Least squares means and standard errors of serum IGF-I concentration for Holstein steers(ng/ml).

Table 3-8. Least squares means and standard errors of serum cortisol concentration for Holstein steers(ng/ml)

Weeks (age)	Treatments				SEM	P value
	Control	TRT I	TRT II	TRT III		
25	13.09	9.54	16.66	17.22	2.472	0.120
33	22.24	12.32	25.12	17.30	3.810	0.107
41	17.92	13.85	23.24	23.50	4.241	0.382
49	23.94	30.74	35.72	46.47	6.127	0.091
57	26.98	19.97	28.71	22.84	5.471	0.695
65	7.67	17.60	10.04	9.61	3.157	0.144
73	3.49 ^b	5.75 ^{ab}	12.13 ^a	7.49 ^{ab}	1.943	0.024
80	25.90	22.48	30.36	18.64	5.093	0.421
88	18.38	45.22	31.48	55.62	6.573	0.006
96	19.22	20.14	9.49	32.92	10.519	0.511

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P < 0.05$).

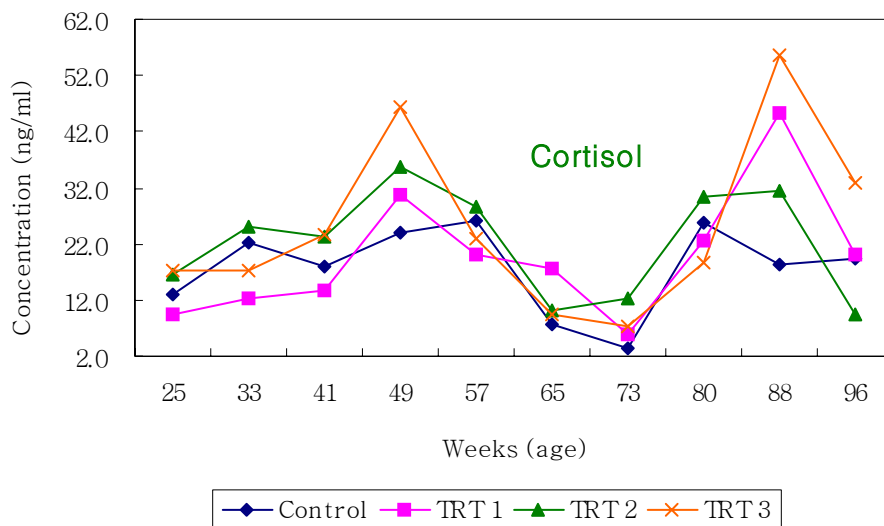


Figure 5-8. Least squares means and standard errors of serum cortisol concentration for Holstein steers(ng/ml).

3. 단백질과 에너지 급여수준이 도체성적에 미치는 영향

표 4-1에는 한국적 사양조건 하에서 사육되는 홀스타인 종 거세우의 단백질과 에너지 급여수준에 따른 출하월령별 도체성적 중 육량과 육량등급을 나타내고 있다.

Table 4-1. Least squares means and standard errors of meat quantity for Holstein steers

Item	TRT	Meat Quantity ¹⁾					
		BF	LMA	CW	DP	MQN	YG
18Mo ²⁾	C	4.25±0.59 ^b	65.14±2.40	367.25±8.59	57.70±0.45	65.80±0.91	2.13±0.10
	T1	5.75±0.59 ^a	69.00±2.24	377.63±8.59	57.31±0.45	65.05±0.91	2.00±0.10
	T2	4.00±0.59 ^b	69.25±2.24	376.38±8.59	57.35±0.45	65.89±0.91	1.88±0.10
	T3	4.88±0.59 ^{ab}	67.86±2.40	371.25±8.59	57.34±0.45	64.73±0.91	2.13±0.10
	Mean	4.47	67.81	373.13	57.43	65.37	2.04
20 Mo	C	4.14±0.64	70.00±2.24 ^{ab}	371.71±9.18 ^c	55.24±0.48 ^b	65.14±0.97	2.00±0.11
	T1	4.38±0.59	73.25±2.24 ^a	385.63±8.59 ^{abc}	55.87±0.45 ^{ab}	65.17±0.91	2.00±0.10
	T2	3.75±0.59	71.13±2.24 ^{ab}	398.50±8.59 ^a	57.02±0.45 ^a	65.27±0.91	2.00±0.10
	T3	4.14±0.64	66.00±2.24 ^b	395.43±9.18 ^{ab}	56.09±0.48 ^{ab}	64.92±0.97	2.00±0.11
	Mean	4.10	70.10	387.82	56.06	65.13	2.00
22 Mo	C	4.83±0.69	74.00±2.59	382.17±9.92 ^a	55.95±0.52 ^b	65.61±1.05 ^a	2.00±0.12
	T1	5.00±0.59	71.50±2.24	380.50±8.59 ^{ab}	57.19±0.45 ^a	67.65±0.91 ^a	2.00±0.10
	T2	6.33±0.56	73.78±2.11	400.11±8.10 ^a	56.71±0.42 ^{ab}	64.21±0.86 ^b	2.22±0.09
	T3	5.25±0.59	68.38±2.24	371.75±8.59 ^b	56.85±0.45 ^a	64.87±0.91 ^{ab}	2.13±0.10
	Mean	5.35	71.92	383.63	56.68	65.59	2.09
Total	C	4.38±0.39	69.52±1.41	373.00±5.40 ^b	56.38±0.30	65.52±0.56	2.05±0.06
	T1	5.04±0.36	71.25±1.32	381.25±5.05 ^{ab}	56.76±0.28	65.95±0.52	2.00±0.06
	T2	4.76±0.35	71.48±1.29	392.00±4.95 ^a	57.02±0.28	65.09±0.51	2.04±0.06
	T3	4.78±0.37	69.39±1.34	378.78±5.16 ^{ab}	56.79±0.29	64.83±0.53	2.09±0.06
	Mean	4.74	70.41	381.26	56.74	65.39	2.04

¹⁾ BF:backfat thickness(mm), LMA:longissimus dorsi muscle area(cm²), CW:carcass weight (kg), DR : dressing percentage(%), MQN : meat quantity index, YG : yield grade.

²⁾ Months of age at slaughtering.

^{a,b,c} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

한국적 사양조건 하에서 단백질과 에너지 급여수준에 따른 홀스타인 종 거세 비육우의 도살 시 도체의 등지방 두께에서 출하월령에 따른 전체적인 차이는 18개월이나 20개월령에 비하여 22개월령이 좀 더 두꺼워지는 것으로 나타났다. 처리구간의 차이를 보기 위해 전체 출하두수의 총 도체성적에 대한 최소자승평균값을 살펴보면 대조구가 4.38cm 로 가장 얇았고, 농후사료 중의 단백질 급여수준이 높았던 TRT I 구가 5.04cm로 가장 두꺼웠으며, TRT II구와 TRT III구는 각각 4.76 및 4.78cm 였지만 처리구간의 차이는 인정되지 않았다. 세부적으로 출하월령별 등지방두께의 차이를 살펴보면 18개월령 출하시에는 TRT I 구가 TRT II구 및 대조구에 비하여 두꺼웠고 통계적인 유의성이 인정되었다($P<0.05$). 그러나 20개월령과 22개월령에는 처리구간의 차이를 보이지 않았지만 20개월령에는 TRT II구, 대조구, TRT III구 및 TRT I 구의 순서였고, 22개월령에는 TRT I 구, TRT III구, TRT II구 및 대조구의 순서로 두꺼운 경향을 나타내었다. 따라서 농후사료 중에 에너지함량을 증가시켜 급여한 개체들보다 오히려 단백질 수준만을 증가시켜 급여한 처리구의 도체 중 등지방두께가 두꺼웠던 사실을 확인할 수 있었다. 도체중의 지방함량에 관한 연구는 주로 급여되는 사료의 영양소 수준에 관한 연구들이 주를 이루고 있는데 앵거스 교잡종 거세우에 대한 실험(Carsten 등, 1991)에서 같은 체중이라고 할지라도 영양수준을 제한받은 거세우가 지방함량이 적다고 보고하였으며, Short 등(1999)은 거세우의 지방두께와 상강도는 고 영양사료를 급여하였을 때 6개월령의 그것에 비하여 12개월령에 두 배에 달했다고 보고한 바 있다. Matsuzaki 등(1997)은 홀스타인 종 거세우가 일본의 흑모화우나 갈모화우보다 냉도체중의 무게가 크고 도체율이 높은 데도 불구하고 도체중의 지방함량과 등지방두께 등이 적다고 보고한 바 있는 데 이것은 Garret 등(1971)이 보고한 바와 같이 육우거세우보다 유우거세우가 지방함량이 작다는 연구결과와 같은 것으로서 홀스타인종 거세우의 도체내 지방함량은 적은 것으로 정평이 나 있다. 또한 성 등(1996)은 홀스타인 거세우와 한우 거세우에 대한 도체비교에서 도체의 지방함량이 한우보다 홀스타인종 거세비육우가 조금 더 낮았다고 하였다. 정 등(1996)의 비교에서 일본의 등급체제와 우리나라의 등급 체제 간 비교에서도 등지방두께는 홀스타인종이 얇은 것으로 보고한 바 있다.

한국적인 사양조건하에서 사육되는 홀스타인 거세비육우에 대한 영양수준별 급여에 따른 도체중의 배최장근 단면적의 넓이를 살펴보면 전체 시험축의 성적은 처리구간의 차이가 인정되지 않았으나 농후사료중의 에너지 급여수준이 높았던 TRT II구

와 농후사료 중의 단백질 급여수준이 높았던 TRT I 구가 넓은 것으로 조사되었고, 대조구와 농후사료 중의 단백질과 에너지 급여수준이 높았던 TRT III 구는 69.52 및 69.39cm²로 나타났다. 출하월령별 배최장근 단면적의 넓이는 18개월령 출하시 처리구간의 차이가 인정되지 않았으나 대조구, TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구가 각각 65.14±2.40cm², 69.00±2.24cm², 69.25±2.24cm², 및 67.86±2.40cm²로서 TRT II 구, TRT I 구, RTRT III 구 및 대조구의 순서였다. 20개월령 출하시에는 전체 처리구별로 18개월령 보다 넓어졌으며, 농후사료 중의 단백질 급여수준이 높았던 TRT I 구가 가장 넓었고 농후사료 중의 단백질 및 에너지 급여수준이 높았던 TRT III 구가 가장 작았으며, 이들 간의 차이만이 통계적으로 유의성이 인정되었다($P<0.05$). 다시 22개월령의 배최장근단면적은 처리구간의 차이는 인정되지 않았으나 대조구와 TRT II 구가 가장 넓었고, TRT III 구가 가장 작았다.

도살 후 냉장과정을 거친 냉도체중의 경우, 18개월령을 제외하고 20개월령, 22개월령 및 전체의 성적에서 처리구간의 차이가 인정되었다. 18개월령의 경우 냉도체중은 TRT I 구, TRT II 구, TRT III 구 및 대조구의 순서로 평균 373.13kg이었다. 20개월령에는 TRT III 구가 가장 무거웠고, TRT III 구, TRT I 구 및 대조구의 순서로서 대조구와 TRT II 구, TRT III 구와 대조구간에 통계적인 유의성이 인정되었다. 22개월령 출하개체들의 처리구 간 비교에서는 TRT II 구가 가장 무거웠고, 대조구, TRT I 구 및 TRT III 구의 순서였다. 그러나 전체기간을 통 털어 냉도체중의 무게를 비교하여 보면 TRT II 구가 가장 무겁고, TRT I 구, TRT III 구 및 대조구의 순서로, 각각 392.00±4.95kg, 381.25±5.05kg, 378.78±5.16kg 및 373.00±5.40kg으로서 TRT II 구와 대조구간의 차이가 인정되었다. 윤 등(1994)은 공판장에 출하된 홀스타인 중 비육우 2,083두와 한우 2,447두를 대상으로 출하된 개체들의 경향을 조사한 결과 홀스타인 출하경향은 도체중이 250~299kg이고, 도체중량증가에 따른 피하지방과 배최장근 단면적의 증가속도는 홀스타인종이 한우에 비하여 더딘 것으로 보고하여 체대로 된 영양수준의 공급이 없었음을 시사한 바 있다.

출하시 생체중과 도살 후 냉도체중과의 비율로 계산되어지는 도체율(dressing percentage)은 냉도체중과 같은 경향을 보일 것으로 예상하였으나 출하월령 별 혹은 영양수준의 급여 차이 별로 차이가 있었던 것으로 조사되었다. 시험기간 동안의 전체두수의 성적을 분석한 결과를 보면, 대조구 및 각 처리구가 각각 56.38%, 56.76%, 57.02% 및 56.79%로서 TRT II 구, TRT III 구, TRT I 구 및 대조구의 순서대로 냉

도체중의 비율이 높은 것으로 조사되었다. 따라서 에너지급여수준이 높았던 처리구의 냉도체비율이 높았으며, 단백질과 에너지 급여수준이 같이 상승하였거나 현행 급여되는 농후사료의 급여체계에서는 도체율의 개선이 어려운 것으로 사료된다. 출하월령별 도체율의 처리구별 차이를 살펴보면, 우선 18개월령 출하축에 대한 분석에서 각 처리구간의 차이가 인정되지는 않았으나 대조구가 약간 높은 경향을 보였고, 20개월령 출하축은 TRT II구가 가장 높은 도체비율을 그리고 22개월령에는 TRT I구가 가장 높은 비율을 가진 것으로 조사되었다. 20개월령과 22개월령에는 처리구간의 통계적인 차이가 인정되었는데, 20개월령과 22개월령 모두에서 가장 높은 비율의 TRT II구와 대조구간의 차이가 인정되었다($P < 0.05$).

육량을 종합하는 육량지수의 처리구간 차이를 출하월령별로 살펴보면 18개월령에는 처리구간의 차이가 인정되지 않았으나 농후사료중의 에너지 급여수준이 높았던 TRT II구가 가장 높았고, 에너지와 단백질 급여수준이 높았던 TRT III구가 가장 낮았다. 이 현상은 20개월령까지도 나타났으나 22개월령에는 단백질급여수준이 높았던 TRT I구의 증가현상이 두드러졌고 TRT II구가 오히려 낮아지는 현상을 나타내었다($P < 0.05$). 냉도체중과 배최장근단면적이 높았던 TRT II구의 육량지수가 낮아진 이러한 결과는 육량을 결정하는 요인들, 즉, 등지방두께, 배최장근단면적 및 냉도체중의 조사에 의한 육량지수의 산정식이 등지방두께와 냉도체중이 육량지수상의 음의 상관효과를 가지고 있는 관계였던 것으로 판단된다. 이러한 결과에 기인하여 육량등급의 결정에는 육량지수가 가장 큰 영향을 미쳤으며, 그 순위는 육량지수식의 순위와 유사하였다.

전체 사육기간 동안의 전체 시험구를 출하월령의 구분 없이 단순 최소자승평균을 구한 육량형질에 대하여 살펴보면 형질들 간의 처리 간 단순비교를 통하여 어느 농후사료의 급여수준이 도체의 품질에 영향했는지를 판단할 수 있을 것이다. 육량지수에 관여하는 형질들 중에선 냉도체중이 처리구간의 차이가 인정되었는데 대조구, TRT I구, TRT II구 및 TRT III구의 냉도체중이 각각 $373.00 \pm 5.40\text{kg}$, $381.25 \pm 5.05\text{kg}$, $392.00 \pm 4.95\text{kg}$ 및 $378.78 \pm 5.16\text{kg}$ 으로서 냉도체중이 가장 무거운 처리구는 TRT II구였고 가장 가벼웠던 처리구는 대조구였다. 이에 따라 배최장근단면적의 경우도 통계적인 유의성은 인정되지 않았으나 TRT II구가 가장 넓었고, 도체율도 가장 높은 경향을 보였다($P > 0.05$).

표 4-2에는 한국적 사양조건 하에서 사육되는 홀스타인 종 거세우의 단백질과 에너지 급여수준에 따른 출하월령별 도체성적 중 육질과 육질등급을 나타내고 있다.

Table 4-2. Least squares means and standard errors of meat quality for Holstein steers

Item	TRT	Meat Quality ¹⁾					
		MS	MC	FC	TE	MA	MQG
18Mo ²⁾	C	2.50±1.41	5.00±0.22	2.75±0.20 ^{ab}	2.00±0.11	2.00±0.01	2.88±0.26
	T1	3.63±1.41	5.00±0.22	3.00±0.20 ^a	2.00±0.11	2.00±0.01	2.63±0.26
	T2	2.75±1.41	5.13±0.22	2.63±0.20 ^b	2.00±0.11	2.00±0.01	2.75±0.26
	T3	2.88±1.41	4.75±0.22	2.25±0.20 ^b	2.00±0.11	2.00±0.01	2.75±0.26
	Mean	2.94	4.97	2.66	2.00	2.00	2.76
20 Mo	C	3.57±1.58 ^b	5.00±0.23	2.14±0.20	2.00±0.11	2.00±0.01	2.00±0.28
	T1	4.50±1.59 ^b	5.00±0.22	2.38±0.20	1.88±0.11	2.00±0.01	2.00±0.26
	T2	7.50±1.59 ^{ab}	4.63±0.22	2.38±0.20	2.13±0.11	2.00±0.01	1.75±0.26
	T3	10.43±1.58 ^a	5.00±0.23	2.28±0.20	1.86±0.11	2.00±0.01	2.00±0.28
	Mean	6.50	4.90	2.30	1.97	2.00	1.94
22 Mo	C	3.00±1.63 ^b	4.17±0.25 ^b	2.00±0.22	1.83±0.12	2.00±0.00	2.00±0.30
	T1	4.75±1.41 ^{ab}	4.13±0.22 ^b	2.00±0.19	1.88±0.11	2.00±0.01	1.75±0.26
	T2	6.25±0.84 ^a	4.44±0.20 ^b	2.00±0.18	1.78±0.10	2.00±0.00	1.78±0.25
	T3	8.25±1.41 ^a	5.00±0.22 ^a	2.50±0.19	1.75±0.12	2.00±0.01	2.00±0.26
	Mean	5.35	4.71	2.25	1.79	2.00	1.94
Total	C	3.03±0.92 ^b	4.76±0.15	2.33±0.13	1.95±0.07	2.00±0.00	2.33±0.17
	T1	4.34±0.86 ^b	4.71±0.14	2.46±0.12	1.92±0.06	2.00±0.01	2.29±0.16
	T2	8.44±0.84 ^a	4.72±0.13	2.32±0.12	1.96±0.06	2.00±0.00	2.40±0.16
	T3	7.25±0.88 ^a	4.91±0.14	2.35±0.13	1.87±0.06	2.00±0.01	2.26±0.16
	Mean	5.77	4.78	2.36	1.92	2.00	2.32

¹⁾ MS : Marbling score, MC : meat color, FC : fat color, TE : texture, MA : maturity, MQG : meat quality grade.

²⁾ Months of age at slaughtering.

^{a,b,c} Within a column, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

한국적 사양조건 하에서 단백질과 에너지 급여수준에 따른 홀스타인 종 거세 비육우의 도살 시 도체의 근내지방도를 살펴보면 출하월령을 배제하고 전체 사육두수의 처리 간 차이를 종합해보면 에너지급여수준이 높았던 TRT II구(8.44±0.84)가 가장 높았고, 농후사료중의 단백질과 에너지 급여수준이 높았던 TRT III구(7.25±0.88), 단백질 급여수준이 높았던 TRT I구(4.34±0.86) 및 대조구(3.03±0.92)의 순서였다. 출하월령에 따른 전체적인 차이는 18개월이 가장 낮았고 20개월령이 22개월령에 비하여 근내지방이 더 우수했던 것으로 조사되었다. 출하월령 별 근내지방도의 차이를 살펴보면 18개월령 출하시에는 TRT I구가 TRT II구, TRT III구 및 대조구에 비하여 높았으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았지만($P>0.05$) 20개월령과 22개월령에는 처리간의 차이를 나타내었다. 20개월령에는 단백질과 에너지급여수준이 높았던 TRT III구가 가장 높았고, 에너지급여수준이 높았던 TRT II구, 단백질 급여수준이 높았던 TRT I구 및 대조구의 순서였고, 22개월령에도 이러한 경향은 이어졌으며 통계적인 유의성도 인정되었다. 따라서 농후사료 중에 영양소 함량 급여가 많은 처리구에서 근내지방도가 좋아지는 것을 확인할 수 있었다. 홀스타인종 거세비육우에서 농후사료를 자유롭게 채식할 수 있도록 했을 경우(ad libitum) 반추위 내 전분의 발효는 프로피온산과 인슐린의 혈중 증가를 도모하고, 결과적으로 육성기 동안 일 당 약 1.2kg의 증체를 가능하게 하며, 근내지방도의 침착을 많이 유도할 수 있으나 비육후기에 생산자가 원하는 근내지방도와 증체를 기대하기는 어렵다는 보고(Shoonmaker 등, 2003)는 총에너지의 분배가 육성기에는 등심에 침착되도록 하지만 비육후기에는 그렇지 못하다는 사실을 시사한 바 있으며 비육기의 성장곡선은 육성기에 조사료 위주로 사육한 실험에서 훨씬 더 증체가 잘 된 것으로 조사되었다.

한국적인 사양조건하에서 사육되는 홀스타인 거세비육우에 대한 영양수준별 급여에 따른 도체의 육색을 살펴보면 전체 시험축의 성적은 처리간의 차이가 인정되지 않았다. 육색은 소비자들이 구매를 할 때 고려하는 형질로서 밝고 명도가 높은 선홍색을 띠어야 한다. 출하월령별로 살펴보면 18개월령 출하시에는 단백질과 에너지급여수준이 높았던 TRT III구의 경우 가장 밝은 선홍색인 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 20개월 출하월령에서 처리구 간의 차이는 에너지의 급여수준이 높았던 TRT II구가 좋은 경향을 보였으나 역시 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 그러나 22개월령에는 단백질과 에너지 급여 수준이 높았던 TRT III구의 육색이 오히려 더 검어지는 것으로 조사되어 농후사료중의 단백질과 에너지 급여수

준이 동시에 높아지면 22개월령에 출하되는 홀스타인 거세비육우에서 육색은 부정적인 색깔로 발전할 가능성이 있음을 보여주고 있다.

홀스타인 거세비육우에 대한 영양수준별 급여에 따른 도체의 지방색을 살펴보면 전체 시험축의 성적은 처리간의 차이가 인정되지 않았다. 지방색 역시 육색과 더불어 소비자들이 쇠고기를 구입할 때 고려하는 형질로서 우유 빛을 띠어야 하며 지방색이 황색을 띠는 경우 소비자들이 구입을 꺼려하는 요인으로 작용할 수 있다. 주로 목초 비육시 carotinoid에 의해 황색으로 변하게 되나 한우의 경우 대부분이 곡물비육을 하고 있어 지방색이 거의 우유 빛을 띠고 있다. 출하월령별로 살펴보면 18개월령 출하시에는 단백질과 에너지급여수준이 높았던 TRT III구가 가장 좋았고 이것은 대조구와는 통계적인 유의성은 없었으나 단백질급여수준이 높았던 TRT I구와는 통계적으로 차이가 있었다. 20개월령 출하와 22개월령 출하시에는 처리구간의 차이가 인정되지 않았으나 20개월령에는 대조구가 가장 좋았고, 22개월령에는 TRT III구가 가장 좋지 않은 경향을 나타내었다. 이 역시 육색의 경우와 흡사한 결과치로 나타났는데, 단백질과 에너지 급여수준이 동시에 높아지면 22개월령에 출하되는 홀스타인 거세비육우에서 지방색은 부정적인 색깔로 발전할 가능성이 있음을 보여주고 있다. 홀스타인 거세비육우의 출하성적 중 영양수준 급여차이 별 도체의 조직감의 차이는 출하월령 중 18개월령에는 처리구별 통계적인 차이가 나타나지 않았고, 20개월령 및 22개월령에도 그 차이는 미미하였다. 전체 출하축의 처리구별 차이에서도 처리구간의 차이는 인정되지 않았다($P>0.05$).

한편, 도체의 연골에서 골화정도를 나타내는 성숙도는 출하월령 별 및 각 처리구별로 그 차이가 인정되지 않고 차이의 경향도 나타나지 않아 홀스타인 거세비육우를 18개월령과 20개월령 및 22개월령에 출하를 하더라도 혹은 급여 받은 농후사료 중의 단백질과 에너지 등의 영양수준의 변화가 있었다고 해도 도체의 품질 중 성숙도의 차이는 없었던 것으로 조사되었다.

육질을 종합하는 육질등급의 처리구간 차이를 출하월령별로 살펴보면 18개월령에는 처리구간의 차이가 인정되지 않았으나 농후사료중의 단백질 급여수준이 높았던 TRT I구가 높은 경향을 보였고, 대조구가 가장 낮았다. 홀스타인 거세비육우의 20개월령 출하시에는 에너지 급여수준이 높았던 TRT II구가 가장 높은 것으로 조사되었는데 이것은 근내지방도가 가장 높고 육색이 가장 좋았던 것에 기인하는 것으로 사료된다. 홀스타인 거세비육우의 22개월령 출하시에는 다시 단백질 급여수준이 높

있던 TRT I 구의 증가현상이 두드러졌고 그 다음이 TRT II 구로 조사되었으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 이러한 결과는 육질을 결정하는 요인들, 즉, 근내지방도, 육색 및 지방색 등에서 TRT II 구를 비롯한 영양수준을 높였던 처리구의 성적이 우수했던 결과로 사료된다.

출하월령을 고려하지 않고 전체 사육기간 동안의 전체 시험구의 육질관련형질에 대한 단순 최소자승평균을 구한 육질형질에 대하여 살펴보면 형질들 간의 처리간 단순비교를 통하여 어느 농후사료의 급여수준이 도체의 품질에 영향을 미치는지를 판단할 수 있을 것이다. 육질지수에 관여하는 형질들 중에선 근내지방도의 처리구 간의 차이가 인정되었는데 대조구, TRT I 구, TRT II 구 및 TRT III 구가 각각 3.03 ± 0.92 , 4.34 ± 0.86 , 8.44 ± 0.84 및 7.25 ± 0.88 로서 TRT II 구, TRT III 구, TRT I 구 및 대조구의 순서였다.

홀스타인 종 거세우가 다른 품종보다 도체중의 지방함량이 적은 특징을 가지고 있는데(Matsuzaki 등, 1997; Garret 등, 1971; 성 등, 1996; 이, 1991; 조 등, 1992) 홀스타인종 거세우의 도체 내 지방함량이 적은 것은 또한 도체 내에 에너지의 침착할 수 있는 유전적인 능력이 부족한 품종적인 특징을 갖고 있는 것이라 할 수 있다. 따라서 에너지의 체내 retention을 높여 고급육을 생산하기 위해서는 반드시 사료 중의 에너지가 높아야만 가능할 것으로 사료된다. 이러한 측면에서 본다면 본 연구에서 농후사료 중의 에너지가 높은 TRT II 구와 농후사료중의 에너지와 단백질 급여수준이 높았던 TRT III 구의 사료급여체계 및 영양소함량은 홀스타인종의 거세비육시 적절한 수준의 영양소 급여가 될 것으로 사료된다.

한편 윤 등(1994)은 한우 2,447두와 홀스타인 2,803두의 도체성적을 가지고 분석한 연구결과 홀스타인종의 근내지방도와 등지방두께 간에는 정의 상관($r=0.56$, $P<0.0001$)이 있다고 하였고, May 등(1992)도 피하지방의 두께가 높을수록 근내지방도의 분포가 고르다고 하여 본 연구 결과의 육량과 육질형질에서 지방함량이 높아 육량에서 등지방두께가 그리고 육질에서 근내지방도가 높았던 이유인 것으로 생각된다.

다음의 그림 6-1, 6-2, 6-3 및 6-4에는 표 4-2 및 4-3에서 설명한 도체형질 중 주요 형질에 대하여 나타내었다. 여기서 그림 6-1은 등지방두께를, 6-2는 배최장근 단면적을, 6-3은 육량지수를 그리고 6-4는 근내지방도를 각 출하월령 별로 처리구별 차이를 나타내었다.

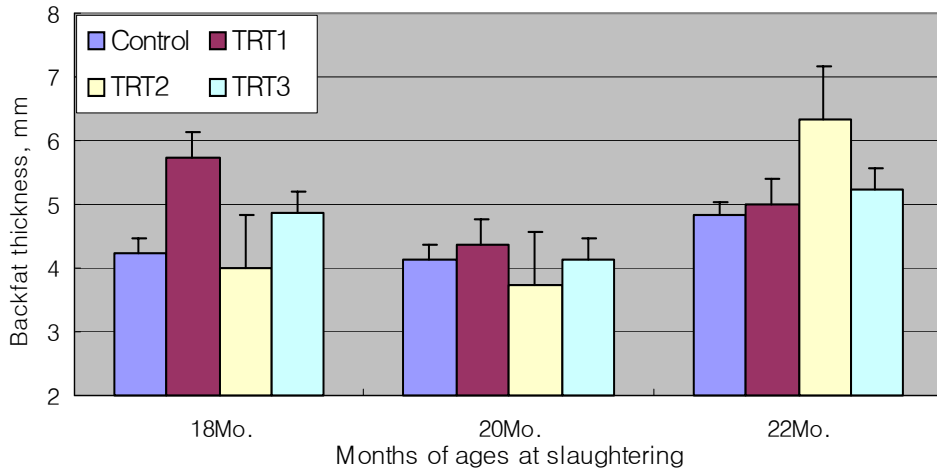


Fig. 6-1. Least squares means of backfat thickness by protein and energy level of concentrates in Holstein steers

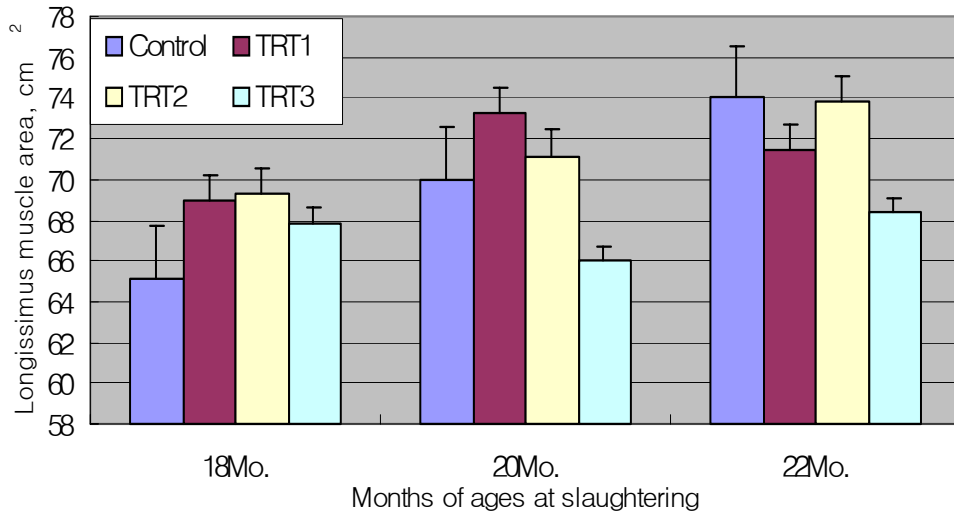


Fig. 6-2. Least squares means of longissimus dorsi muscle area by protein and energy levels of concentrates in Holstein steers



Fig. 6-3. Least squares means of meat quantity index by protein and energy levels of concentrates in Holstein steers

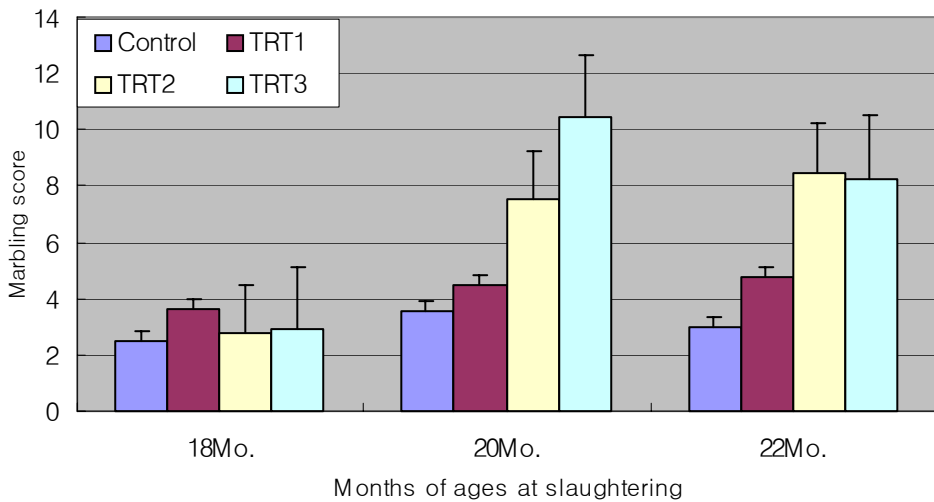


Fig. 6-4. Least squares means of marbling score by protein and energy levels of concentrates in Holstein steers

4. 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육성적과 혈액성분과의 상관관계

Table 5-1. Pearson's correlations between live body weight and concentrations of serum metabolites in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Live body weight			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Glucose	25	0.28	-0.41	0.51	0.50
	33	-0.10	-0.19	0.03	0.07
	41	0.43	-0.03	-0.22	0.001
	49	-0.54	-0.08	-0.23	0.06
	57	-0.05	-0.19	-0.33	0.10
	65	-0.02	-0.12	0.32	-0.21
	73	0.05	-0.25	0.50	0.22
	80	-0.03	0.20	0.76	-0.001
	88	0.41	-0.15	0.56	0.11
	96	0.52	0.63	0.35	0.63
Cholesterol	25	-0.08	0.24	-0.47	-0.24
	33	-0.35	0.02	-0.16	0.87***
	41	0.23	-0.11	0.17	-0.01
	49	-0.44	0.65**	-0.33	0.31
	57	0.15	0.28	0.61**	0.27
	65	0.16	0.69**	0.22	0.41
	73	-0.29	0.17	0.11	0.57**
	80	-0.16	0.81**	-0.15	0.47
	88	-0.62	-0.33	0.39	-0.14
	96	0.84**	0.30	0.49	0.99**
Total Protein	25	-0.37	-0.29	-0.35	0.36
	33	-0.50	-0.08	0.16	0.73**
	41	0.36	0.02	0.05	-0.01
	49	-0.46	0.17	-0.14	0.22
	57	-0.25	-0.29	-0.58	0.15
	65	-0.14	0.36	0.23	0.54*
	73	0.38	-0.11	0.07	0.16
	80	-0.05	-0.03	0.07	-0.10
	88	0.32	0.20	0.21	0.02
	96	0.85	-0.15	0.37	-0.07

Table 5-1(Continued)

Item	Age (weeks)	Live body weight			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Albumin	25	0.24	-0.04	-0.09	0.38
	33	-0.49	0.08	0.41	0.35
	41	0.34	-0.08	0.16	0.05
	49	-0.53	0.13	-0.10	0.09
	57	-0.03	-0.01	-0.44	0.04
	65	-0.03	0.35	0.15	0.77**
	73	0.02	-0.01	0.13	0.05
	80	-0.04	-0.09	-0.08	-0.23
	88	0.24	-0.10	0.40	-0.29
	96	0.17	-0.23	0.48	0.67
Creatinine	25	-0.21	-0.23	-0.20	0.17
	33	-0.54*	0.01	0.16	0.03
	41	-0.10	-0.05	0.12	0.12
	49	-0.92***	0.17	-0.27	0.41
	57	-0.35	-0.29	0.09	-0.04
	65	0.07	0.14	0.18	0.13
	73	-0.07	0.20	0.51	-0.59**
	80	-0.09	-0.21	0.40	0.34
	88	-0.87*	-0.35	-0.003	0.21
	96	-0.98*	0.04	0.24	-0.98*
Blood Urea Nitrogen	25	-0.26	0.02	0.60	0.05
	33	-0.03	-0.15	-0.05	-0.48
	41	-0.13	0.01	0.29	0.35
	49	0.93	0.54	0.99***	0.98**
	57	0.91	0.92	0.63	0.99*
	65	0.55	0.86	-0.36	0.65
	73	0.84	0.76	0.97	0.02
	80	0.68	0.47	0.70	0.83**
	88	0.91	0.72	0.85	-0.82
	96	0.71	0.97	0.39	-0.83

* : $P<0.1$, ** : $P<0.05$, *** : $P<0.01$

표 5-1에는 한국적 사양조건 하에서 사육되는 홀스타인종 거세비육우의 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육성적 중 생체중과 혈액성분과의 상관관계를 나타내고 있다.

본 연구의 혈액 채취시기와 생체중과의 비교에서 각 주별로 생체중과 glucose 간에는 처리간의 차이가 없이 유의적인 상관관계를 찾을 수 없었다($P>0.05$). 그러나 대조구와 TRT I 구의 일부에서는 부의 상관 경향을 나타내었으나 이 역시 통계적인 유의성은 없었다. 혈중 glucose의 농도는 사료의 종류, 제 1위의 pH 및 계절에 따라 영향을 받는데 에너지원으로 사용되는 glucose의 농도는 동물체내의 지방산 합성에 이용되는 정도가 부위에 따라 많이 다른 것으로 보고 되고 있다(Smith와 Crouse, 1984). Glucose는 지방조직에 따라 지방산 합성에 이용되는 탄소공급원(carbon source)이 달라 근내지방의 경우 glucose가 67%를 담당하고, acetate가 15% 및 lactate가 18%를 차지하며, 피하지방에서의 glucose의 이용율은 제일 낮아서 acetate, lactate 및 glucose 순으로 보고하고 다시 이들 중 glucose의 이용율은 약 1%정도라고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구의 glucose와 생체중과의 상관관계가 나타나지 않은 것은 이러한 연유로 사료된다.

혈청 cholesterol과 주령별 생체중과의 상관관계를 살펴보면 대조구에서는 출하 직전까지 유의적인 상관관계가 나타나지 않았으나 96주령에 생체중과 cholesterol과는 정의 상관관계가 있는 것($r=0.84$, $P<0.05$)으로 나타났고, 단백질 급여수준을 높여 급여했던 TRT I 구는 비육전기에 49주령부터 65주령까지 정의 상관관계를 보였고 특히 49주령($r=0.65$, $P<0.05$) 및 65주령($r=0.69$, $P<0.05$)에 높은 상관관계를 나타내었다. 또한 비육후기인 80주령($r=0.81$, $P<0.05$)에 정의 상관관계가 나타났다. 에너지 급여수준을 증가하여 급여한 TRT III구는 57주령에만 정의 상관이 보였다($r=0.61$, $P<0.05$). 또한 단백질과 에너지의 급여수준을 증가한 TRT III구의 경우 33주령에 생체중과 cholesterol간의 상관은 높은 정의 상관을 나타내었으며($r=0.87$, $P<0.01$) 88주령을 제외하고는 비육기에 정의 상관관계를 나타내어 다시 73주령($r=0.57$, $P<0.01$)과 96주령($r=0.99$, $P<0.01$)에 높은 정의 상관관계를 나타내고 있다. 혈청 cholesterol은 뇌하수체에서 분비되는 gonadotropin의 영향을 받는 성호르몬의 전구체로 이용되고 소에서는 지방대사에 직접적으로 관여하는 혈청 대사물질로서 성별, 계절, 연령 및

사료의 종류에 따라 농도는 변화하는 것으로 알려져 있다. 특히 혈청 cholesterol은 도체중과 정의 상관관계가 있고(Matsuzaki 등, 1997) 조직중의 cholesterol과는 상관관계가 없는 것으로 알려져 있다(Wheeler 등, 1987). 이러한 일련의 연구결과들은 본 연구에서 조사된 생체중과 혈청 cholesterol과의 상관관계가 처리별 주별 정의 상관관계가 나타난 결과와 유사한 결과로서 생체중과 도체중(carcass weight) 그리고 혈청 cholesterol의 농도가 서로 간에 밀접한 정의 상관관계에 있음을 의미하는 결과였다.

혈청 total protein과 생체중과도 모든 시험 처리구의 뚜렷한 영향을 미치지 않은 것으로 나타났으나 단백질과 에너지의 농후사료 내 급여수준을 높였던 TRT III구의 33주령과 65주령에서 각각 $r=0.73(P<0.05)$ 및 $r=0.54(P<0.05)$ 로서 매우 유의적인 정의 상관관계를 보였다.

본 연구의 생체중과 혈청 중 albumin의 농도와의 주령별 상관관계를 살펴보면 대조구와 TRT I구 및 TRT II구와는 상관관계가 나타나지 않았으나 TRT III구의 65주령에 높은 정의 상관관계가 나타났다($r=0.77, P<0.05$). 일반적으로 혈액 내 albumin은 지방산과 결합한 후 이동하여 심장근육과 골격근육에 지방을 공급함으로써 지방합성을 촉진하는 것으로 알려져 있는데(Doornebal 등, 1987), 특히 거세우에서 비육전기까지는 cortisol에 의한 지방합성이 활성화되어 albumin의 합성이 증가되기 때문에 생체중과의 연관관계는 특이하게 나타나지 않은 것으로 사료된다.

본 연구의 생체중과 혈청 creatinine의 농도와의 상관관계를 살펴보면 대조구에서는 65주령을 제외하고는 부의 상관관계를 보였고 특히 33주령($r=-0.54, P<0.1$), 49주령($r=-0.92, P<0.01$), 그리고 비육후기와 마지막 출하주령인 88주령과 96주령에도 각각 $r=-0.87(P<0.05)$ 및 $r=-0.98(P<0.05)$ 로 높은 부의 상관관계가 나타났다. 그러나 TRT I구와 TRT II구에서는 혈청 creatinine의 농도와 생체중과는 관계가 없는 것으로 조사되었고, TRT III구에서는 두 번 정도의 측정시점에서 부의 상관이 나타났는데 바로 73주령($r=-0.59, P<0.05$)과 93주령($r=-0.98, P<0.05$)이었다.

본 연구에서 조사된 혈청 성분 중 blood urea nitrogen의 농도와 생체중과의 관계를 살펴보면 대조구와 TRT I구, TRT II구 및 TRT III구가 모두 33주령을 벗어나면서부터 TRT II구, III구의 비육기 일부를 제외하고는 대부분 BUN의 농도가 높을수록 생체중이 높은 경향이 나타났다. 특히 TRT III구의 49주령에는 생체중과

BUN의 농도 간에 매우 높은 정의 상관관계($r=0.99$, $P<0.01$)가 있는 것으로 조사되었고 이후로도 경향은 일정하게 나타난 것으로 조사되었다. 또한 TRT 4구는 TRT III구에서 나타났던 49주령의 그것과 마찬가지로 매우 높은 정의 상관관계를 보였고 ($r=0.98$, $P<0.05$) 57주령에도 정의 상관관계($r=0.99$, $P<0.1$)가 나타났으며 80주령에도 정의 상관관계가 나타난 것($r=0.83$, $P<0.05$)으로 조사되었다.

따라서 혈청 중 일반 화학성분과 생체중과의 상관관계를 살펴본 결과로 glucose는 피하지방의 생합성에 관여하는 비중이 작은 이유로 생체중의 증가와 연관성이 크지 않은 것으로 조사되었으며, 혈청 albumin의 경우도 비슷하였고, 혈청 total protein의 경우 대조구와 TRT I 구 및 TRT II구에서는 연관관계가 없었으나 TRT III구에서는 정의 상관이 있는 것으로 조사되었다. 또한 전 기간 동안의 혈청 cholesterol과 생체중의 증가를 비교하여 보면 일반적인 비육용 사료로 사용되는 대조구의 경우는 전 기간 동안 상관이 나타나지 않았으나 그 외의 시험구에서는 생체중과 정의 상관관계에 있는 것으로 조사되었다. 이러한 현상은 혈청 BUN의 농도와 홀스타인종 거세비육우의 생체중과의 관계에서도 나타나 BUN의 농도가 높을수록 생체중이 증가하는 정의 상관관계에 있는 것으로 조사되었다. 홀스타인종 거세비육우의 체내에서 고에너지 인산대사의 부산물로 인식되는 creatinine의 경우 생체중의 성장과는 부의 상관이 있는 것으로 나타났다.

표 5-2에는 발육성적 중 일당증체량과 혈청 대사물질 농도와의 상관관계를 나타내었다. 발육성적은 생체중과 일당증체량의 변화량으로 측정해볼 수 있기 때문에 혈청 중 대사물질의 농도의 변화와 해당기간동안의 일당증체량과의 상관관계를 조사하였다.

혈청 중 glucose의 농도와 일당증체량과는 뚜렷한 상관관계가 나타나지 않았다. 대조구는 생후 41주령에 정의 상관관계($r=0.70$, $P<0.05$)가 나타났으나 이후의 일당증체와는 관계가 없었다. TRT I 구와 TRT II구에서도 일관된 상관관계가 나타나지 않았으나 TRT III구의 49주령에는 부의 상관관계($r=0.60$, $P<0.1$)가 나타났다. 그러나 전 시험구에서 전 기간 동안의 유의한 경향의 변화는 나타나지 않았다. 이러한 현상은 생체중과 혈청 대사물질과의 상관관계에 대한 조사에서도 나타났던 경향이 같게 나타난 것으로 사료된다.

Table 5-2. Pearson's correlations between average daily body gain and concentrations of serum metabolites in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Average daily body gain			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Glucose	25	0.18	-0.10	-0.14	0.32
	33	0.04	0.01	0.04	0.11
	41	0.70**	-0.34	-0.15	-0.11
	49	0.26	-0.01	0.12	-0.60*
	57	0.12	0.08	-0.49	0.10
	65	-0.45	-0.23	-0.29	-0.25
	73	0.39	0.10	0.43	-0.44
	80	-0.15	-0.45	0.19	0.06
	88	0.02	0.62	-0.07	0.47
	96	-0.77	-0.46	-0.96	0.14
Cholesterol	25	0.30	0.25	0.20	0.30
	33	-0.54	0.07	0.001	0.76**
	41	0.82***	-0.10	0.23	-0.32
	49	-0.57*	0.14	-0.18	0.83***
	57	-0.23	0.13	-0.24	0.63**
	65	0.47	0.16	0.37	0.43
	73	0.28	0.23	0.49	0.15
	80	-0.18	-0.08	-0.07	0.20
	88	0.47	0.42	0.21	0.57
	96	-0.12	-0.09	0.41	0.89
Total Protein	25	0.32	-0.12	0.26	0.28
	33	-0.45	-0.36	0.33	-0.72
	41	0.75**	-0.15	0.08	-0.26
	49	-0.08	0.06	0.09	-0.71**
	57	-0.07	-0.31	-0.37	0.81**
	65	0.57**	0.29	0.29	-0.29
	73	0.46	0.01	-0.01	0.30
	80	-0.17	-0.10	0.14	0.52
	88	-0.41	0.38	-0.45	0.24
	96	-0.64	0.36	0.52	-0.58

Table 5-2(Continued)

Item	Age (weeks)	Average daily body gain			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Albumin	25	0.23	-0.08	0.26	0.37
	33	-0.38	-0.19	0.68**	0.10
	41	0.62*	-0.17	0.13	-0.21
	49	-0.08	0.11	0.23	-0.73**
	57	0.003	-0.47	-0.48	0.28
	65	0.40	0.52	-0.10	0.14
	73	0.29	-0.07	0.26	-0.04
	80	-0.20	-0.05	0.03	0.21
	88	-0.09	0.08	-0.31	-0.18
	96	0.17	0.43	0.41	0.19
Creatinine	25	-0.39	0.25	0.27	0.52
	33	-0.33	-0.16	0.32	-0.05
	41	0.28	0.26	0.21	-0.16
	49	-0.20	0.26	0.11	-0.61*
	57	-0.40	-0.72**	-0.07	0.51
	65	0.41	0.09	0.05	-0.06
	73	0.22	0.01	-0.12	-0.11
	80	-0.18	0.40	-0.31	-0.14
	88	0.11	-0.22	-0.37	-0.64
	96	0.85	-0.25	-0.92	-0.94
Blood Urea Nitrogen	25	-0.43	0.33	0.11	0.38
	33	-0.74**	-0.10	0.002	-0.40
	41	0.07	0.33	0.19	-0.20
	49	0.91	-0.78	0.81	0.97
	57	-0.46	0.93	-0.93	0.90
	65	-0.44	0.66	-0.18	0.93
	73	-0.61	-0.24	-0.96	-0.01
	80	-0.85	-0.77	0.99	0.98
	88	0.21	0.72	0.85	0.97
	96	-0.90	-0.89	0.51	-0.43

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

혈청 중 cholesterol의 농도와 일당증체량의 관계는 대조구의 41주령에 매우 높은 정의 상관관계($r=0.82$, $P<0.01$)에 있는 것으로 조사되었고 TRT III구의 49주령($r=0.83$, $P<0.01$) 및 57주령에 정의 상관관계($r=0.63$, $P<0.05$)가 나타났다. 이러한 상관관계는 앞서 살펴보았던 생체중과의 관계에서 비육기에 정의상관관계를 보였던 것처럼 같은 맥락의 경향을 보여주고 있어서 cholesterol과 발육성적과는 정의 상관관계에 있음을 입증하는 결과로 사료된다.

혈청 total protein의 농도와 생체중과의 관계가 일정한 경향을 보이지 못했던 것처럼 일당증체량과의 상관비교에서도 일정한 경향을 보이지는 못했다. 다만 대조구의 41주령과 57주령에 정의 상관($r=0.75$ 및 0.57 , $P<0.05$)이 나타났으나 TRT I구와 TRT II구의 경우에는 일정한 경향이 없었다. TRT III구에서는 49주령($r=-0.71$, $P<0.05$)에는 부의 상관이 그리고 57주령에는 정의 상관($r=0.81$, $P<0.05$)이 나타났다.

혈청 albumin의 농도 역시 생체중과의 상관이 일정한 경향을 띠지 못한 것처럼 일당증체량과의 관계에서도 마찬가지로 결과를 나타냈다. 대조구의 41주령의 정의 상관($r=0.62$, $P<0.1$)과 TRT II구의 33주령에 나타난 정의 상관($r=0.68$, $P<0.05$) 그리고 TRT III구의 41주령에 부의 상관($r=-0.73$, (0.63), $P<0.05$)이 나타났고 그 외에는 유의한 상관분포를 보이지 못하였다.

일당증체량과 creatinine의 상관도를 살펴보면 TRT I구의 57주령에 부의 상관($r=-0.72$, $P<0.05$)이 나타났고 TRT III구의 49주령에 부의 상관($r=-0.61$, $P<0.1$)이 나타났다. TRT II구 및 TRT III구에서 일당증체량이 둔화되는 시점인 비육후기에 이르러서는 creatinine의 농도와 부의 상관을 나타내는 경향을 보여 TRT III구에서는 생체중과의 상관관계가와 유사한 결과를 보였다.

한국적인 사양조건하에서 사육되는 홀스타인종 거세비육우의 혈청 중 BUN의 농도와 생체중과의 상관관계에서는 높은 정의 상관관계가 조사되었지만 일당증체량과의 비교에서는 일정한 경향이 나타나지는 않았다. 다만 대조구의 33주령에서 부의 상관($r=-0.72$, $P<0.05$)이 나타나고 나머지 월령 및 기타의 처리구에서는 일정한 경향이 나타나지 않았다. 이러한 현상이 나타난 이유는 BUN의 농도가 섭취하는 사료의 구성성분에 가장 밀접한 연관관계를 가지고 있는 바, 생체중은 일정한 변화의 수치인데 반하여 일당증체량은 점적 수치였던 결과로 사료된다.

5. 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육성적과 혈청호르몬과의 상관관계

Table 5-3. Pearson's correlations between live body weight and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Live body weight			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
IGF-I	25	0.59*	0.12	0.42	0.59*
	33	0.48*	0.65**	-0.52	0.46**
	41	0.41*	-0.20	-0.09	-0.04
	49	0.16	-0.15	-0.50	0.55*
	57	0.55**	-0.18	-0.20	0.37
	65	0.34	-0.00	-0.60*	0.54**
	73	0.20	0.11	-0.46	-0.04
	80	0.77***	0.25	-0.11	0.11
	88	0.85*	0.15	0.18	-0.25
	96	-0.85	0.99*	0.99*	-0.92*
Cortisol	25	-0.23	0.10	-0.24	0.03
	33	0.24	-0.14	0.29	-0.34
	41	-0.25	-0.45	0.10	-0.21
	49	-0.77**	-0.11	-0.18	-0.10
	57	0.41	0.08	0.12	-0.21
	65	0.39	-0.19	0.30	-0.07
	73	-0.56*	0.36	0.10	-0.41
	80	-0.11	0.13	0.20	0.20
	88	0.72	-0.25	-0.06	-0.49
	96	-0.96	-0.75	0.70	0.99*

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

Table 5-4. Pearson's correlations between average daily body gain and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Average daily body gain			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
IGF-I	25	0.23	0.59*	-0.22	0.38
	33	0.35	0.54	-0.34	0.45
	41	0.62*	0.09	0.25	-0.31
	49	0.32	-0.33	-0.11	0.61
	57	0.38	-0.07	-0.10	0.65
	65	-0.33	0.20	-0.53	0.56*
	73	0.16	0.52	0.12	-0.15
	80	-0.22	0.26	0.68	0.58
	88	-0.26	0.65	0.42	-0.36
	96	0.98	-0.93	0.67	-0.99*
Cortisol	25	-0.09	0.24	-0.20	0.47
	33	0.48	0.34	0.11	-0.47
	41	0.22	0.23	0.16	0.29
	49	-0.47	0.02	-0.13	-0.07
	57	0.004	0.45	-0.06	-0.25
	65	0.02	-0.72**	-0.77***	-0.01
	73	-0.44	-0.24	0.02	0.03
	80	-0.06	0.02	0.15	-0.03
	88	0.68	0.16	0.03	-0.16
	96	0.81	0.59	0.15	0.81

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

표 5-3과 5-4에는 한국적 사양조건 하에서 사육되는 홀스타인 종 거세우의 단백질과 에너지 급여수준에 따른 발육성적 중 생체중 및 일당증체량과 당시 채혈하여 분석한 IGF-I 및 cortisol의 혈 중 농도와의 상관관계를 나타내었다.

먼저 생체중의 증체와 관련된 호르몬과의 상관관계를 살펴보면 대조구는 출하 시점인 96주령을 제외하고는 생체중이 IGF-I과 정의 상관관계를 나타내었으면 25, 33, 41주령($r=0.41\sim 0.59$, $P<0.1$), 57주령($r=0.55$, $P<0.05$) 그리고 80주령($r=0.77$, $P<0.01$)에는 유의적인 정의 상관관계를 나타내어 IGF-I의 농도가 높을수록 생체중이 증가하는 것을 알 수 있었다. 대조구의 25, 33, 41주령의 생체중은 IGF-I의 영향을 받는 것으로 정의 상관관계가 나타났고($P<0.1$), 57주령에는 보다 높은 정의 상관($r=0.55$, $P<0.05$)을 그리고 80주령에는 매우 높은 정의 상관관계를 나타내었으며($r=0.77$, $P<0.01$). 88주령에도 정의 상관을 나타내어($r=-0.85$, $P<0.1$) 대조구의 경우는 생체중의 증가에 따라 IGF-I과 매우 밀접한 상관을 보였다. 특히 80주령은 대조구의 20개월령 출하축들의 성적이 좋아질 때로서 이때의 IGF-I의 농도가 성장에 주요한 역할을 수행한 것으로 사료된다. 단백질의 급여수준이 높았던 TRT I 구의 경우 33주령에는 정의 상관($r=0.65$, $P<0.05$)을 보였다가 비육후기에 마지막 출하월령의 개체들에서 정의 상관($r=0.99$, $P<0.1$)이 나타났을 뿐 이렇다 할 생체중과 IGF-I 간의 상관관계가 나타나지 않았다. 에너지 급여수준이 높았던 TRT II 구의 경우에는 65주령에 생체중에 대하여 부의 상관($r=-0.60$, $P<0.1$)이 나타났으나 TRT I 구와 마찬가지로 마지막 출하월령의 개체들에서 정의 상관($r=-0.99$, $P<0.1$)이 나타났다. 한편 단백질과 에너지의 급여수준을 높였던 TRT III 구의 경우는 25주령($r=0.59$, $P<0.1$), 33주령($r=0.46$, $P<0.05$), 49주령($r=0.55$, $P<0.1$) 및 65주령($r=0.54$, $P<0.05$)에 정의 상관이 나타났다. 그러나 출하개체가 8두 남았던 시기인 96주령에는 증체율이 그다지 좋지 못했던 시기로서 오히려 부의 상관($r=-0.92$, $P<0.1$)을 가져온 것으로 나타났다.

한편, 일당증체량과 IGF-I과의 관계를 살펴보면 대조구의 41주령에 정의 상관($r=0.62$, $P<0.1$)을 보였고, TRT I 구에서는 25주령에 정의 상관($r=0.59$, $P<0.1$)을 그리고 TRT III 구의 65주령에는 역시 정의 상관($r=0.56$, $P<0.1$)을 나타냈으며 생체중

과 마찬가지로 TRT III구의 마지막 주령에는 부의 상관을 나타내었다($r=-0.99$, $P<0.1$).

IGF-I이 성장호르몬의 성장촉진 작용을 매개하여 동물체내에서 성장인자로서 작용한다(이와 정, 2000; 이, 2000; Lee 등, 1990)는 것은 이미 오래 전부터 밝혀진 사실이지만 내생 IGF-I의 작용이 정말 그러한가에 대하여는 아직까지 논란이 많이 있다. 그러나 성장발달과의 관계가 없는 지에 대한 명확한 구명이 없고 일단은 성장호르몬의 분비에 관한 척도로서 보아야 하는 부분이 많을 것으로 보는 시각이 많다(이, 2000). 이러한 IGF-I의 혈중농도는 성장형질과의 상관관계에서 종 간의 차이가 있지만 소에서는 체중과 정의 상관관계에 있다는 보고(Lee 등, 1995)와 부의 상관관계가 있다는 보고(Davis와 Simmen, 1997)등 아직까지 논란이 많다. 그러나 이것이 품종의 차이인지 아니면 채혈방법과 채혈의 시간에 따른 차이인 지는 아직까지 명확하게 밝혀져 있지 않다. 그러나 본 연구의 결과에 비추어 보면 생체중의 증가는 IGF-I의 영향을 받는 것으로 판단된다.

지방합성과 축적 등에 간여하는 것으로 또는 스트레스에 대응하는 호르몬으로 알려져 있는 cortisol과 성장관련 형질과의 상관관계를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 생체중과의 관계를 살펴보면 대조구의 49주령($r=-0.77$, $P<0.05$)과 73주령($r=-0.56$, $P<0.1$)에 부의 상관이 나타났고 TRT I구 및 TRT II구의 경우는 유의적인 상관관계가 나타나지 않았으며 TRT III구의 경우에는 마지막 출하개체들에서 정의 상관($r=0.99$, $P<0.1$)이 나타났다. 또한 일당증체량과의 상관을 살펴보면 대조구와 TRT III구에서는 유의한 상관관계가 없었으나 TRT I구의 65주령($r=-0.72$, $P<0.05$)와 TRT II구의 65주령($r=-0.77$, $P<0.01$)에서 높은 수준의 유의차가 인정되는 부의 상관관계가 나타났다. Purchas 등(1980)은 cortisol 농도가 높을수록 성장률이 떨어진다고($r=-0.44$, $P<0.01$) 하였고 Chase 등(1995)은 생체중과 부의 상관관계가 있다고($r=-0.17$, $P<0.01$) 하였는데 본 실험에서도 유의적인 부의 상관관계가 나타난 것은 유사한 결과였다. 일당증체량에서도 코티솔의 농도에 부의 상관을 보인 결과는 glucocorticoid 농도가 높을수록 성장률이 떨어진다는 보고들과(Kraus-Friedmann, 1984 ; Purchas 등, 1980) 일치하였다.

Cortisol은 지방합성 등의 이화작용에 주로 관여하기 때문에 corticosteroid는 근

육조직의 이화작용과 지방 축적 작용을 증가시키는데 근육 내 cortisol 농도가 육질과 혈장 cortisol 농도와 밀접한 정의 상관관계를 가지며, cortisol이 성장을 억제한다는 보고와 일치하여 거세우가 비거세우보다 높은 근내지방도를 나타내며, 증체율을 억제하는 한 요인으로 작용하는 것이다. Glucocorticosteroid는 탄수화물, 지방 그리고 단백질 대사에 영향을 미치며 간에서는 동화작용을 일으키고 골격근과 지방조직에서는 이화작용을 일으키는 데 대부분의 포유동물 조직에서는 특정 수용체를 통하여 작용한다. 소에서의 주요 corticoid는 cortisol, corticosterone이고 cortisol이 월등하게 작용하고(Paape 등, 1974) adrenal cortex에서 합성 분비되는 steroid hormone으로 지방축적을 증가시키고 단백질 축적을 감소시키고 성장률을 감소시키는데 corticosteroids는 골격근의 아미노산을 동원(mobilization)하여 단백질 합성을 감소시켜 단백질 축적을 감소시킨다(Kraus-Friedmann, 1984). Purchas 등(1980)은 품종간에 차이가 있어 Angus가 Hereford보다 높다고 하였다. 홀스타인종을 비롯한 비육우 품종 거세우들의 증체 특성에 관한 연구에서 Turgeon 등(1986)은 비육전기 성장에 선 단백질을 위주로 한 성장이 주를 이루고, 비육후기 성장에서는 지방위주의 성장이 주를 이루어 조직 내 지방 침착을 일으키는 혈청 cortisol의 농도가 급격히 증가한다고 보고하였다. 또 다른 혈청 내 호르몬 중 insulin은 알려진 대로 단백질의 신합성에 관여하지만 비육기에 들어선 거세우에 있어서 인슐린의 농도가 급격하게 증가하는 현상으로 지방축적에 크게 관여하는 것으로 알려져 있다(Röpke 등, 1994; Gregory 등, 1982). 또 다른 연구결과(Shaw와 Trout, 1995)는 근육 내 cortisol의 농도가 육질과 혈장 내 cortisol의 농도와 높은 정의 상관관계를 가지며 cortisol이 성장을 억제하여 거세우가 비거세우 보다 높은 근내지방도를 나타내고 증체율을 떨어뜨리는 한 요인으로 작용한다고 보고한 바 있다. Lee 등(2005)은 급여 받는 단백질의 수준에 따라 홀스타인종 거세비육우의 IGF-I의 농도에 영향을 미친다고 보고하여 IGF-I과 급여 단백질과는 정의 상관관계에 있는 것으로 보고한 바 있다.

6. 단백질과 에너지 급여수준에 따른 도체형질과 혈액성분과의 상관관계

표 6-1에는 한국적인 사양조건하에서 비육되는 홀스타인종 거세비육우의 영양 수준별 도체 중 backfat thickness와 혈액성분과의 상관관계에 대하여 나타나 있다.

Table 6-1. Pearson's correlations between backfat thickness and concentrations of serum metabolites in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Backfat thickness			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Glucose	25	-0.37	0.17	-0.05	-0.16
	33	-0.21	-0.07	-0.32	0.18
	41	-0.13	0.04	-0.05	0.19
	49	0.95***	0.20	-0.17	-0.31
	57	-0.24	-0.14	-0.23	0.23
	65	0.64*	0.04	0.21	-0.12
	73	-0.30	0.11	-0.43	-0.09
	80	-0.44	0.10	0.65**	-0.15
	88	0.72	0.22	-0.35	-0.52
	96	0.33	0.67	0.99*	-0.62
Cholesterol	25	-0.50	-0.19	-0.46	0.12
	33	-0.50	-0.11	0.02	0.37
	41	-0.51	-0.19	-0.45	0.09
	49	0.15	0.06	-0.52	-0.20
	57	0.08	0.01	-0.32	-0.09
	65	0.46	0.58*	-0.46	-0.37
	73	0.34	-0.01	0.10	-0.34
	80	-0.65*	0.39	0.14	-0.02
	88	0.61	-0.10	-0.23	-0.74*
	96	-0.97	-0.34	-0.73	-0.99**
Total Protein	25	-0.48	-0.52	-0.39	-0.10
	33	-0.42	-0.13	0.03	-0.33
	41	-0.43	0.06	-0.21	0.12
	49	0.44	0.09	-0.49	-0.37
	57	-0.14	-0.04	-0.54	-0.18
	65	0.50	0.41	0.56*	0.38
	73	-0.66*	0.22	-0.21	-0.02
	80	-0.89***	0.10	-0.27	0.12
	88	0.30	0.25	-0.62	-0.64
	96	-0.95	-0.11	-0.81	0.09

Table 6-1(Continued)

Item	Age (weeks)	Backfat thickness			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Albumin	25	-0.48	-0.49	-0.24	-0.11
	33	-0.44	0.001	0.24	0.16
	41	-0.12	0.18	-0.16	0.20
	49	0.50	0.05	-0.61*	-0.47
	57	-0.10	-0.17	-0.50	-0.06
	65	0.44	0.04	0.08	0.52
	73	-0.30	-0.41	0.11	-0.05
	80	-0.89***	0.09	-0.15	-0.07
	88	0.73	0.20	-0.52	-0.10
	96	-0.87	-0.19	-0.73	-0.65
Creatinine	25	-0.02	0.03	-0.18	-0.10
	33	-0.48	-0.02	-0.39	0.01
	41	-0.50	0.21	0.00	0.10
	49	0.41	-0.07	0.08	-0.27
	57	0.001	-0.27	-0.37	-0.12
	65	0.43	0.18	-0.37	-0.20
	73	0.35	0.22	-0.21	0.56*
	80	-0.35	0.01	0.64	0.28
	88	0.58	0.07	-0.39	0.34
	96	0.79	0.001	0.99**	0.98
Blood Urea Nitrogen	25	-0.75**	-0.17	0.28	-0.50
	33	0.62	-0.29	-0.06	-0.45
	41	-0.12	0.20	-0.24	0.10
	49	0.01	0.49	0.90	0.90
	57	0.47	-0.47	0.99**	0.95
	65	0.19	-0.11	0.39*	-0.14
	73	0.29	0.16	-0.29	0.17
	80	0.45	0.34	-0.01	0.30
	88	0.15	-0.08	0.15	-0.37
	96	0.01	0.19	-0.17	0.34

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

동물 체조직의 지방조직 합성의 주요 탄소원의 순서로는 acetate와 lactate 및 glucose등의 순서로 glucose는 지방조직을 합성하는 주요한 공급원이다. 이중에서 피하지방의 합성에 가장 많은 영향을 주는 물질은 혈중 glucose로 알려져 있다(Smith와 Crouse, 1984). 그러나 본 연구에서는 glucose와 등지방두께가 대조구의 49주령에는 매우 높은 수준의 정의상관($r=0.95$, $P<0.01$)을 보였고, 65주령에도 정의 상관을 보여 glucose의 농도가 높을수록 등지방 두께가 두꺼워지는 모습을 보였다. TRT II 구의 경우는 80주령($r=0.65$, $P<0.05$)과 96주령($r=0.99$, $P<0.05$)에 정의 상관을 나타내었다. 하지만 단백질과 에너지 급여수준이 높았던 TRT III구의 경우에는 통계적인 유의성은 없었으나 전 기간 중 비육후기에 들어서면서부터 부의 상관관계가 나타났다. 혈청 cholesterol과 등지방 두께와의 관계에서는 대조구 및 TRT I 구에서 육성기에는 부의 상관관계를, TRT III구에서는 정의 상관관계를 나타내었지만 유의성은 없었다. 비육전기에는 대조구와 TRT I 구는 정의 상관관계를, TRT II 구와 TRT III 구는 부의 상관관계를 보였지만 유의성은 없었다. 대조구의 80주령에 부의 상관($r=-0.65$, $P<0.1$)을 나타내었고 TRT I 구의 65주령에는 정의상관관계를, 그리고 단백질과 에너지급여수준이 높았던 TRT III구의 경우에는 비육기 전반에 걸쳐 부의 상관관계를 보였고 비육후기에 88주령($r=-0.74$, $P<0.1$) 및 96주령($r=-0.99$, $P<0.05$)에 높은 부의 상관을 나타냈다. 혈청 cholesterol의 경우엔 24주령 이후 TRT II 구와 TRT III구에서 지속적으로 증가하였는데 이러한 경향은 거세우에서 혈중 농도가 높아질수록 등지방두께가 얇아진다는 보고(박, 2003)와 유사한 경향을 나타내고 있으나 Wheeler등(1987)은 cholesterol의 농도가 높을수록 도체지방이 증가한다는 보고($r=0.71$, $P<0.05$)와는 서로 상반되는 연구결과였다. 하지만 고에너지의 사료를 급여 받을수록 피하지방의 침착이 저하된다는 연구결과(Eichhorn 등, 1986)에서처럼 본 연구의 에너지급여수준이 높았던 TRT II 구 및 TRT III구의 부의 상관 경향이 나타난 것으로 사료된다.

등지방두께와 혈청 total protein의 농도와의 상관을 살펴보면 대조구에서는 전반적으로 부의 상관을 보이는 가운데 73주령($r=-0.66$, $P<0.1$)과 88주령에 매우 높은 부의 상관($r=-0.89$, $P<0.01$)을 나타내었다. TRT II 구에서는 65주령에서 정의 상관($r=0.56$, $P<0.1$)이 나타난 것을 제외하면 나머지 처리구에서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았으나 본 연구의 TRT II 구 및 TRT III구에서 전반적으로 부의 상관 경향을

보였으나 유의적이지는 않았다. 따라서 혈청 중 총 단백질의 농도와 등지방두께와의 상관관계가 분명하지 않았다. 혈중 total protein은 결과적으로 높은 단백질 급여수준에 속한 개체들에서 훨씬 더 높을 수 있으며, 높은 수준의 전분을 공급하는 개체들에서 높을 수 있다. 전분은 주로 에너지의 공급을 과잉시켜 체내에 retention할 수 있도록 유도하는 사양방법이기 때문이다. 이러한 현상은 본 연구에서도 동일하게 나타나고 있다. 즉 대조구보다 혈중 total protein의 농도와 등지방두께의 증가하는 경향 등에서 이러한 현상을 설명할 수 있을 것으로 보인다. 특히 홀스타인 종 거세우에 단백질함량이 높은 사료를 급여하였을 때 불가식 지방의 함량이 많아졌다(Comerford 등, 1992)는 보고에서처럼 본 연구에서도 조단백질 함량이 높은 TRT I 구가 등지방두께가 가장 두꺼웠고 비육기에 혈청 총 단백질 농도와 등지방두께 간의 정의 상관관계를 나타내어 단백질의 높은 급여는 지방의 침착으로 이어질 수 있음을 나타내었다. 도체형질 중 backfat thickness와 혈청 성분들 중 알부민의 경우 TRT II 구 및 TRT III 구에서 전체적으로 부의 상관을 갖는 경향을 보이는 가운데 대조구의 80주령에서 유의하게 높은 부의 상관($r=-0.89$, $P<0.01$)을 보였다. 또한 TRT II 구의 49주령에도 부의 상관($r=-0.61$, $P<0.1$)을 보였다. 혈액 내 albumin의 지방합성은 코티솔과 밀접한 연관성을 갖는 것으로 알려져 있는데 cortisol의 지방합성이 활성화되어야 albumin의 합성이 증가되며 이것은 주로 근내지방으로 침착되는 것으로 알려져 있다. 따라서 알부민과 피하지방과의 관계가 부의 상관을 이루는 것으로 사료된다. 따라서 전반적으로 월령이 진행됨과 동시에 비육후기 쪽으로 갈수록 알부민과 피하지방두께 간에 부의 상관의 경향을 나타내었다. 에너지수준을 높인 TRT II 구에서 혈중 BUN과 등지방 두께는 57주령($r=0.99$, $P<0.05$)과 65주령($r=0.39$, $P<0.1$)에서 정의 상관관계를 나타내었을 뿐 그 외는 대조구의 25주령에 나타난 부의 상관($r=-0.75$, $P<0.05$)을 제외하면 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 사료에너지 함량 증가 즉, 제한사양보다는 자유채식을(홍, 1996), 볏짚위주의 조사료보다는 양질의 조사료를 급여 받는 개체들이(Bodine과 Purvis, 2003), 또 저영양 보다는 고영양상태의 비육우(Ferrell 등, 1978)가 근내지방도와 등지방두께 및 등심중의 지방의 함량이 많았다는 연구결과들은 에너지 섭취량에 따라 달라지는데 급여량 및 영양소의 제한이 생리적으로 대사물질들의 이용성을 변화하여 체내 에너지의 축적작용에 영향을 주는 것으로 알려져 있어 적절한 에너지공급과 사양 관리가 이상적일 것이다(Martin 등, 1979).

표 6-2에는 한국적인 사양조건하에서 비육되는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리한 본 연구의 구체적인 도체형질 중 *Longissimus dorsi* muscle area와 혈액성분과의 상관관계에 대하여 나타나 있다.

Table 6-2. Pearson's correlations between *Longissimus dorsi* muscle area and concentrations of serum metabolites in Holstein steers

Item	Age (weeks)	<i>Longissimus dorsi</i> muscle area			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Glucose	25	0.47	-0.26	-0.38	0.51
	33	-0.29	-0.34	-0.03	0.02
	41	-0.82**	0.16	0.25	0.39
	49	0.25	-0.19	0.52	0.18
	57	-0.54	-0.08	0.24	-0.43
	65	-0.19	-0.10	0.29	-0.24
	73	0.38	-0.05	-0.20	-0.07
	80	-0.20	0.41	-0.24	-0.05
	88	0.70	-0.13	0.45	0.56
	96	0.90	0.86	-0.39	0.64
Cholesterol	25	0.30	0.14	0.69	0.17
	33	0.75**	0.13	0.12	-0.05
	41	-0.51	0.56*	-0.07	0.37
	49	0.54	0.41	0.73**	0.50
	57	-0.31	0.12	0.21	0.13
	65	0.46	-0.04	-0.10	-0.08
	73	0.42	-0.47	-0.14	0.32
	80	-0.28	0.58*	0.23	0.21
	88	0.50	0.82**	-0.11	0.82**
	96	-0.13	0.99	-0.46	0.99**
Total Protein	25	0.57	-0.22	-0.03	0.23
	33	0.59	-0.52*	-0.08	0.04
	41	-0.59	0.34	0.14	0.31
	49	0.62	-0.02	0.88***	0.31
	57	-0.25	-0.32	0.20	-0.41
	65	0.37	-0.58*	-0.13	-0.82**
	73	0.23	-0.67**	-0.22	-0.36
	80	0.03	0.45	0.24	-0.37
	88	0.97**	-0.39	-0.17	0.46
	96	0.43	0.96	-0.34	-0.07

Table 6-2(Continued)

Item	Age (weeks)	<i>Longissimus dorsi</i> muscle area			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Albumin	25	0.52	-0.22	-0.47	0.34
	33	0.53	-0.38	-0.64**	-0.51
	41	-0.58	0.23	0.21	0.23
	49	0.34	0.02	0.78**	0.37
	57	-0.09	-0.56*	0.05	-0.54*
	65	0.43	-0.58*	-0.33	-0.69**
	73	0.11	-0.61**	-0.19	-0.08
	80	-0.25	0.42	0.43	0.13
	88	0.82	-0.26	-0.41	-0.14
	96	-0.40	0.93	-0.45	0.67
Creatinine	25	-0.07	-0.29	-0.03	0.46
	33	0.54	-0.22	-0.41	-0.17
	41	-0.27	0.07	0.05	0.30
	49	0.54	0.38	0.55	0.23
	57	0.27	0.08	0.23	0.24
	65	-0.26	-0.23	0.08	-0.44
	73	-0.46	-0.26	0.03	-0.29
	80	-0.17	-0.08	-0.23	-0.11
	88	0.92*	0.21	-0.50	-0.42
	96	-0.70	-0.98	-0.27	-0.98
Blood Urea Nitrogen	25	0.21	0.35	-0.48	0.58*
	33	-0.35	0.74**	-0.21	0.58
	41	-0.55	-0.51	-0.22	-0.29
	49	-0.09	-0.53	0.15	-0.91
	57	-0.59	-0.69	-0.22	-0.95
	65	0.04	0.14	0.36	0.18
	73	-0.01	-0.06	-0.07	0.28
	80	0.10	0.13	-0.04	-0.10
	88	0.06	0.06	-0.05	0.10
	96	-0.16	-0.13	-0.31	-0.74**

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

전술한 바와 같이 본 연구에서 배최장근단면적은 출하월령인 18개월령과 20개월령 및 22개월령을 거치면서 전체적으로 증가하는 현상을 보였고, 처리별로는 전 기간 동안 단백질과 에너지의 급여수준이 높았던 TRT III구가 가장 낮은 결과를 나타내었다. 혈중 glucose의 농도와 배최장근 단면적과의 관계에서 대조구의 41주령에서 부의 상관($r=-0.82, P<0.05$)을 나타내었을 뿐 뚜렷한 경향은 나타내지 않았다.

혈청 콜레스테롤의 농도와 배최장근단면적과의 상관관계에서 대조구의 33주령($r=0.75, P<0.05$)에서, TRT I 구의 41주령($r=0.56, P<0.1$), 80주령($r=0.58, P<0.1$) 및 88주령($r=0.82, P<0.05$)에서, TRT II 구의 49주령($r=0.73, P<0.05$)에서 그리고 TRT III 구의 88주령($r=0.82, P<0.05$)과 96주령($r=0.99, P<0.05$)에서 각각 정의 상관관계가 나타났다. 콜레스테롤의 함량은 근내지방도와 도체중을 제외하고는 상관관계가 없는 것으로 보고(Early 등, 1990)되고 있으나 TRT I 구 및 TRT III에서 비육후기에서 농후사료중의 단백질 함량이 높을수록 콜레스테롤과 배최장근단면적 간의 상관도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다.

Wheeler 등(1987)이 나이가 들수록 콜레스테롤 증가한다고 하였는데 본 연구의 콜레스테롤의 혈청 중 농도를 살펴보면 사육기간이 길어질수록 각 처리구 모두 증가하는 모습을 보였고 전체적으로 농후사료중의 에너지급여수준이 높았던 TRT II 구에서 비육후기의 증가폭이 가장 컸었다.

혈중 total protein의 함량과 배최장근단면적과의 상관관계를 살펴보면 대조구의 88주령($r=0.97, P<0.05$)과 TRT II 구의 49주령($r=0.88, P<0.01$)에서 매우 높은 정의 상관관계를 보였다. 그러나 TRT I 구의 33주령($r=-0.52, P<0.1$), 65주령($r=-0.58, P<0.1$) 및 73주령($r=-0.67, P<0.05$)과 TRT III 구의 65주령($r=-0.82, P<0.05$)의 경우 통계적으로 유의하게 부의 상관을 나타내고 있다. 전술한 바와 같이 본 연구에서 도축된 개체들의 도체성적 중에서 배최장근단면적은 20개월령과 22개월령 출하시 TRT III구가 가장 낮았고 나머지 처리구들은 비슷하였다. 혈청 중 총 단백질의 함량이 대조구에서 88주령에 정의 상관을 나타내었고 이는 마지막 출하된 개체들 중에 대조구의 배최장근단면적이 가장 넓은 연유였던 것으로 사료된다. 반면에 TRT III 구의 배최장근단면적은 가장 좁았는데 혈청 중 total protein과의 상관에서도 부의 상관의 경향을 나타내고 있다.

배최장근단면적과 혈청 알부민의 농도와의 상관관계에서는 TRT I 구의 57주

령, 65주령 및 73주령에서 각각 $r=-0.56(P<0.1)$, $r=-0.58(P<0.1)$ 및 $r=-0.61(P<0.05)$ 로 부의 상관관계를 보였고 TRT II구의 33주령 및 TRT III구의 57 및 65주령에도 부의 상관관계가 나타났으나($r=-0.54\sim-0.69, P<0.05$) TRT II구에서는 49주령에 정의 상관($r=0.78, P<0.05$)을 나타내었다.

또한 혈중 크레아티닌의 농도와 배최장근단면적 간의 상관관계에서는 대조구의 88주령에서만 정의 상관($r=0.92, P<0.1$)이 나타났고 나머지 처리구에서는 통계적으로 유의한 상관이 보이질 않았다. 혈중 요소태 질소의 농도와 도체의 배최장근단면적과의 상관관계에서는 육성기인 25주령과 33주령에 TRT III구와 TRT II구에서 정의 상관($r=0.74, P<0.05$; $r=0.58, P<0.1$)이 있었으나 전체적으로 부의 상관을 나타내는 경향을 보이고 있으며 TRT III구의 마지막 채혈시의 농도와 배최장근단면적과의 상관은 통계적으로 유의한 부의 상관관계를 보이고 있다($r=0.74, P<0.05$). 그러나 이들 두 가지 혈청성분은 모두 41주령을 지나면서 대부분 월령의 증가에 따라 혈청중의 농도도 같이 증가한 성분들이었다.

표 6-3에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 때 도체형질 중 carcass weight와 혈청 대사물질과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 6-3. Pearson's correlations between cold carcass weight and concentrations of serum metabolites in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Cold carcass weight			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Glucose	25	-0.50	0.07	0.21	0.62**
	33	-0.60	-0.49	0.11	0.09
	41	-0.53	0.16	-0.15	0.37
	49	0.05	0.19	0.29	0.02
	57	-0.28	-0.40	0.01	-0.44
	65	-0.04	-0.02	-0.01	-0.09
	73	-0.16	0.14	-0.09	0.10
	80	0.30	-0.34	-0.20	-0.10
	88	0.64	0.54	0.76*	0.58
	96	0.94	0.47	0.17	0.49
Cholesterol	25	-0.07	-0.34	-0.49	0.19
	33	0.44	-0.77**	-0.11	0.19
	41	-0.10	0.01	-0.24	0.42
	49	0.85**	0.13	-0.25	0.38
	57	0.66*	-0.17	-0.28	0.07
	65	0.47	0.02	-0.60*	-0.02
	73	0.28	0.04	-0.47	0.23
	80	-0.31	-0.34	0.45	0.23
	88	0.50	-0.25	0.37	0.77*
	96	-0.22	0.10	0.65	0.99*
Total Protein	25	-0.52	0.34	-0.36	0.01
	33	0.02	-0.28	0.06	-0.23
	41	-0.50	0.18	-0.25	0.31
	49	0.41	0.25	-0.13	0.10
	57	0.10	0.04	-0.24	-0.40
	65	0.68**	-0.04	-0.16	-0.79**
	73	0.30	-0.01	-0.22	-0.41
	80	0.19	-0.23	0.07	-0.34
	88	0.96	-0.45	0.53	-0.58
	96	0.34	-0.35	0.54	-0.25

Table 6-3(Continued)

Item	Age (weeks)	Cold carcass weight			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Albumin	25	0.34	-0.35	-0.43	0.17
	33	0.04	-0.20	0.55	-0.44
	41	-0.52	0.07	-0.17	0.26
	49	-0.03	0.32	-0.09	0.16
	57	0.19	0.08	-0.14	-0.58*
	65	0.65*	0.13	0.05	-0.60*
	73	-0.19	-0.20	-0.10	-0.24
	80	-0.05	-0.09	0.22	-0.07
	88	0.72	0.70*	0.69	-0.12
	96	-0.49	-0.42	0.64	0.53
Creatinine	25	-0.05	0.07	-0.11	0.36
	33	0.41	0.27	0.49	0.03
	41	-0.31	0.04	-0.72**	0.40
	49	0.29	0.02	0.54	0.27
	57	0.66*	0.16	0.06	0.04
	65	-0.03	0.23	0.28	-0.30
	73	0.06	-0.25	-0.05	-0.12
	80	0.62	0.13	0.47	-0.01
	88	0.82	0.15	0.34	-0.14
	96	-0.63	0.24	0.06	-0.99**
Blood Urea Nitrogen	25	-0.70**	-0.36	0.10	0.31
	33	-0.08	0.10	-0.41	0.39
	41	-0.23	0.07	0.34	-0.12
	49	-0.78*	-0.77	-0.36	0.82
	57	0.99	-0.69	-0.22	-0.95
	65	0.03	0.14	0.36	0.18
	73	0.16	-0.59*	-0.19	0.25
	80	0.01	-0.04	-0.49*	-0.17
	88	0.11	0.41	0.16	-0.01
	96	-0.05	0.09	-0.22	-0.72**

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

홀스타인 중 거세우의 농후사료 영양 급여수준에 따른 냉도체중과 주령별 혈청 대사물질과의 상관관계 중 glucose와의 관계를 살펴보면 대조구의 경우 비육말기를 제외하고는 부의 상관이 있는 경향을 보였고, TRT I 구의 경우 일정한 경향이 없었다. 그러나 TRT II 구의 경우는 88주령에 정의 상관관계가 나타났고($r=0.76, P<0.1$), TRT III 구의 경우엔 육성기에 접어드는 25주령에 정의 상관($r=0.62, P<0.05$)이 나타났다. Glucose의 경우 각 처리구가 모두 비육말기에는 정의 상관관계($r=0.17\sim 0.94$)를 나타내고 있어 비육말기 체내 glucose의 이용성이 증가하면 냉도체중이 증가하는 경향을 보여주고 있다. 그러나 고 단백질 급여가 높았던 처리구에서는 57~73주령에 부의 상관이 보였고 에너지를 높여 급여한 TRT II 구 및 TRT III 구의 경우에는 65~80주령에 부의 상관관계 경향을 보여 glucose농도가 높을수록 냉도체중이 작아지는 경향을 나타내었다.

혈청 cholesterol의 농도와 냉도체중과의 관계를 살펴보면 대조구의 경우 비육전기에 높은 정의 상관관계(49주령 : $r=0.85, P<0.05$; 57주령 : $r=0.66, P<0.1$)를 비육후기까지 유지하는 모습을 보이고 있지만 TRT I 구의 경우는 육성기에만 부의 상관(33주령 : $r=-0.77, P<0.05$)을 나타내었고, TRT II 구의 경우는 육성기로부터 73주령까지 부의 상관관계를 보이다가 비육후기에 정의 상관관계를 나타내고 있다. 그러나 TRT III 구의 경우는 전 기간에 걸쳐서 정의 상관을 보여 혈중 cholesterol의 농도가 증가할수록 냉도체중이 증가하는 모습을 보이고 있다. Wheeler 등(1987)은 혈청 cholesterol농도가 높을수록 냉도체중이 높다고 하였고($r=0.49, P<0.05$), Matsuzaki 등(1997)도 혈청 cholesterol은 도체지방 및 도체중과 정의 상관관계가 있다고 하였는데 본 연구의 결과에서는 에너지의 농후사료 중 급여수준이 높았던 TRT II 구를 제외하고 이러한 연구결과들과 유사한 모습을 보였다. 그러나 한우에 대한 조사에서 김(2000)은 혈청 cholesterol의 농도는 연령이 증가할수록 그 수치가 증가하며 배최장근단면적과 도체중과는 부의 상관을 보이지만 그 상관도는 유의하지 않았다고 보고한 바 있다.

홀스타인 거세비육우의 냉도체중과 주령별 혈청 total protein과의 관계에서 대조구는 육성기의 25주령 및 41주령을 제외하고 냉도체중과 정의 상관관계를 가지는 모습을 보이고 있으며 비육전기 65주령에는 높은 수준의 정의 상관($r=0.68, P<0.05$)을 보여 대조구에서는 월령이 증가할수록 혈청 total protein의 농도가 높을수록 냉

도체중이 증가하는 모습을 보였다. 그러나 TRT I구와 TRT III구의 경우에는 비육기 이후 혈청 total protein의 양이 증가할수록 냉도체중이 감소하는 부의 상관을 보였으며 TRT III구에서 비육전기인 65주령에는 높은 수준의 부의 상관($r=-0.79$, $P<0.05$)을 나타내었다. TRT II구에서는 육성기와 비육전기까지는 부의 상관을 나타내다가 비육후기에는 정의 상관의 경향을 보였다. 김(2000)은 한우에서 체내 total protein의 함량이 체중이 증가함에 따라 증가하고 이것은 성장에 따른 지방함성량의 증가에 기인하며, total protein의 함량이 낮을 때 도체중이 높은 부의 상관을 갖는다고 한 바 있다. 그러나 본 연구에서는 냉도체중의 무게와 혈청 total protein의 농도를 비교할 때 오히려 정의 상관을 보인 것으로 나타났다.

혈청중의 albumin과 냉도체중과의 상관관계를 살펴보면 대조구의 경우는 전체적으로 비육기에 부의 상관을 보였지만 비육 전기에 해당하는 65주령에는 정의 상관($r=0.65$, $P<0.1$)을 보였고 TRT I구의 경우는 육성기 동안 정의 상관 경향을 보이다가 비육후기에는 부의 상관경향을 보였는데 이때도 88주령에 정의 상관을 나타냈다($r=0.70$, $P<0.1$). TRT II구는 육성기에 부의 상관을 보이던 albumin의 농도가 비육후기에는 정의 상관경향을 나타내었으며, TRT III구의 경우는 비육전기부터 후기까지 albumin의 농도가 증가하면 냉도체중은 작아지는 모습을 보였다($r=-0.12\sim-0.60$, $P<0.1$). Albumin은 근육에서 단백질을 합성하는 양이 많아질수록 혈청 내 농도는 감소하고 저 영양으로 사육될 경우는 영양적인 생리 스트레스로 인하여 감소한다는 연구결과(Galbraith 등, 1978)가 있다. 따라서 본 연구에서 나타난 결과와 비교하면 각 처리구의 부의 상관이 나타난 시기는 바로 근육에서 단백질 축적을 위해 albumin의 함량을 단백질 전구물질로 활용했기 때문인 것으로 판단된다.

혈청 creatinine의 농도와 냉도체중과의 관계를 살펴보면 대조구와 TRT I구 및 TRT II구의 경우엔 전 기간에 걸쳐 정의 상관을 나타내어 혈청 내 농도가 증가하면 냉도체 중량이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 TRT III구의 경우는 비육후기에 들어서서 부의 상관의 경향을 보여 비육후기에는 creatinine의 농도가 증가하면 냉도체중이 감소하는 모습을 보였다. 이와 같은 결과는 본 연구의 도체성적과 혈액성적을 살펴보면 TRT III구의 혈청 creatinine의 농도는 증가하였으나 비육후기 증체량과 냉도체중이 작았던 결과와 일치하는 결과로 사료된다. Eisemann 등(1989)은 creatinine의 농도는 고에너지 인산대사의 중요한 산물로서 체내 근육량의 주요한 지

표가 될 수 있다고 하여 도체의 무게와 관련이 있음을 시사한 바 있고, creatinine을 근육 크기에 따라 농도가 달라서 근육성장율의 지표로 삼을 수 있다고 하였는데 본 연구에서 대조구와 TRT I 구 및 TRT II 구의 비육기 동안 creatinine 농도가 높을 수록 냉도체중이 높게 나타난 결과와 일치하는 결과였다.

혈청 BUN의 농도와 냉도체중과의 상관관계를 살펴보면 대조구는 육성기에는 부의 상관을 보이다가(25주령 $r=-0.70$, $P<0.05$; 49주령 $r=0.70$, $P<0.1$) 비육기에는 정의상관의 경향을 보였다. 그러나 대조구보다 영양수준을 높였던 나머지 처리구에서는 전체적으로 비육후기에도 부의 상관이 간헐적으로 이어지는 모습을 보였다. 즉 TRT I 구의 경우는 49주령부터 80주령까지, TRT II 구와 3구는 비육전기에 해당하는 주령부터 출하시까지 부의 상관이 나타나서 혈중 BUN의 농도가 증가할수록 냉도체중은 감소하는 것으로 나타났다. 즉, BUN 농도는 단백질과 에너지 급여수준을 높였던 처리구들에서 부의 상관으로 나타나, 영양소의 이용효율이 높아졌음을 의미하는 결과로 사료된다. Doonenbal 등(1987)은 insulin 혹은 cortisol에 의한 이화작용이 활발해지면 근육의 아미노산이 동원되어 탈 아민화 되어 BUN이 높아진다고 하였다. 또 대부분의 연구결과에서 혈액 내 농도의 감소는 단백질합성에 질소가 축적되어 체내 근육량의 증가를 도모하는 결과이고, 이것은 곧 영양소의 효율적인 이용(Ellenberger 등, 1989)이라고 하였다. 또 Matsuzaki 등(1997)은 홀스타인종에서 흑모 화우와 갈모화우에 비하여 BUN함량이 낮게 나타난 이유를 영양 상태에 따른 질소의 축적과 이용성 차이로 설명한 바 있다. 따라서 본 연구에서 나타난 결과는 이러한 영양생리적인 측면에서 고찰되어야 할 것이다.

표 6-4에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 때 도체형질 중 dressing percentage와 혈청 대사물질과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 6-4. Pearson's correlations between dressing percentage and concentrations of serum metabolites in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Dressing percentage			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Glucose	25	-0.11	-0.09	0.21	0.61**
	33	0.34	-0.09	0.16	-0.36
	41	-0.13	0.23	-0.12	-0.23
	49	-0.63*	-0.18	-0.23	0.18
	57	-0.31	0.18	0.38	-0.25
	65	-0.65**	0.34	-0.17	-0.16
	73	-0.54	0.38	0.69**	-0.03
	80	0.58	-0.28	0.38	0.16
	88	0.39	0.48	0.18	0.84**
	96	0.21	-0.20	-0.95	0.32
Cholesterol	25	0.16	-0.08	0.63	0.35
	33	-0.30	-0.53*	0.55	0.11
	41	0.53	0.03	-0.34	-0.40
	49	0.21	0.05	-0.04	0.48
	57	0.39	0.47	0.54	0.78**
	65	0.34	0.61*	0.68**	0.17
	73	0.58*	0.28	0.37	0.35
	80	0.63*	0.11	0.17	0.54*
	88	0.21	0.06	-0.06	0.46
	96	0.71	-0.55	0.85	0.96
Total Protein	25	0.05	0.03	0.52	0.46
	33	-0.32	-0.62**	0.46	-0.01
	41	0.32	0.12	-0.18	-0.24
	49	-0.10	0.11	-0.25	0.40
	57	-0.19	0.21	0.39	0.61**
	65	0.39	0.10	0.09	0.15
	73	0.08	0.08	0.22	0.02
	80	0.40	-0.23	0.07	0.23
	88	0.84	0.47	0.26	0.37
	96	0.98	0.86	0.91	0.41

Table 6-4(Continued)

Item	Age (weeks)	Dressing percentage			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Albumin	25	0.23	-0.01	0.54	0.64
	33	-0.33	-0.57*	0.16	-0.15
	41	0.30	-0.05	-0.31	-0.24
	49	-0.59	0.10	-0.41	0.33
	57	-0.38	0.19	0.45	0.36
	65	0.43	0.13	0.23	0.01
	73	0.41	0.43	0.39	0.19
	80	0.06	-0.18	0.11	0.33
	88	0.52	0.54	0.28	-0.67
	96	0.48	0.90	0.85	0.37
Creatinine	25	0.04	-0.75	-0.71	0.39
	33	-0.45	-0.22	-0.26	-0.30
	41	0.26	0.07	0.21	-0.29
	49	-0.44	0.21	-0.68	0.49
	57	-0.17	-0.09	-0.51	0.65**
	65	0.33	0.37	-0.37	0.01
	73	-0.10	0.29	0.01	-0.08
	80	0.44	0.02	-0.11	0.30
	88	0.71	-0.12	-0.01	-0.30
	96	-0.99**	0.80	-0.98	-0.99**
Blood Urea Nitrogen	25	0.11	-0.18	-0.61	0.75**
	33	0.44	-0.17	0.83**	0.29
	41	-0.39	-0.08	-0.47	0.08
	49	-0.01	0.65	-0.97	0.71
	57	-0.81	0.81	-0.99*	-0.78
	65	0.16	-0.11	-0.16	-0.17
	73	0.16	0.09	-0.09	-0.04
	80	0.66**	0.35	0.41	-0.39
	88	0.06	-0.17	-0.36	0.05
	96	-0.13	-0.40	-0.25	-0.35

* : $P<0.1$, ** : $P<0.05$, *** : $P<0.01$

홀스타인 종 거세우의 농후사료 영양급여수준에 따른 dressing percentage와 혈청 대사물질과의 상관관계 중 glucose와의 관계에서 대조구의 경우 비육말기를 제외하고는 부의 상관이 있었으며(65주령 $r=-0.65$, $P<0.05$), TRT I 구의 경우 일정한 경향이 없었지만 TRT II 구는 비육기에서 73주령에 정의 상관관계가 나타났고($r=0.69$, $P<0.05$), TRT III 구는 육성기에 접어드는 25주령에 정의 상관($r=0.61$, $P<0.05$)이 나타나고 비육중기까지 부의 상관경향을 보이다가 비육후기 88주령에 정의 상관($r=0.84$, $P<0.05$)을 보인 것이 냉도체중과 매우 유사하였다. Glucose의 경우 TRT I 구를 제외한 각 처리구가 모두 비육후기에는 대체로 정의 상관관계($r=0.16\sim 0.84$)를 나타내고 있어 비육말기 체내 glucose의 이용성이 증가하면 냉도체중의 증가와 더불어 도체율이 증가하는 경향을 보여주고 있다.

혈청 chlolesterol의 농도와 도체율과의 관계를 살펴보면 대조구의 경우 비육 전 기간동안 정의 상관관계($r=0.21\sim 0.71$)를 유지하고 있고(73주령 $r=0.58$, $P<0.1$; 80주령 : $r=0.63$, $P<0.1$), TRT I 구는 육성기(25~33주령)에만 부의 상관($r=-0.08\sim -0.53$)을 나타내고 이후 정의 상관관계를 나타내고 있다. TRT II 구는 육성기 일부에서 부의 상관관계를 보이다가 비육 전 기간 동안 정의 상관을 유지하였으며 특히, 비육전기에 해당하는 65주령에 정의 상관관계($r=0.68$, $P<0.05$)를 나타내고 있다. 또한 냉도체중처럼 TRT III 구는 전 기간에 걸쳐서 정의 상관을 보여 혈중 cholesterol의 농도가 증가할수록 도체율이 증가하는 모습을 보이고 있다. Marsuzaki 등(1997)이 보고한 혈청 cholesterol의 도체지방 및 도체중과 정의 상관관계가 있는 부분은 근내지방과 불가식 지방의 침착에 영향을 미친다는 사실을 내포하고 있어 도체율과도 밀접한 연관이 있음을 시사한다.

홀스타인 거세비육우의 도체율과 혈청 total protein과의 관계에서 대조구와 각 처리구 모두 육성기 일부를 제외하고 비육기 전반에 걸쳐서 정의 상관관계의 경향을 보였으며, TRT III 구의 57주령에는 높은 수준의 상관($r=0.61$, $P<0.05$)을 보였다. 이러한 결과는 대조구 및 각 처리구에서 월령이 증가할수록 혈청 total protein의 농도가 높을수록 냉도체중이 증가하였고 이에 따라 도체율이 증가한 사실을 뒷받침하고 있다.

혈청 중 albumin과 도체율과의 상관관계를 살펴보면 대조구와 각 처리구가 모두 비육전기인 약 13개월령부터 출하시까지 혈청 albumin과 도체율사이에 정의 상관

의 경향을 보이고 있으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 냉도체중의 경우 albumin의 농도는 대조구를 제외하고 각 처리구에서 전체적으로 비육기에 부의 상관을 보였지만 도체율과의 상관관계에서는 오히려 정의 상관을 나타내었다.

혈청 creatinine의 농도와 도체율과의 상관관계에서도 냉도체중에서의 결과와 반대되는 경향치를 나타내고 있다. 즉, 대조구와 TRT I 구는 일관성 없는 상관도를 나타내고 있고, TRT II 구는 전체적으로 부의 상관관계에 있으나, TRT III 구는 육성기와 비육후기 및 출하시에 부의 상관이 나타났다. 혈청 내 creatinine의 농도가 증가하면 냉도체중이 증가하는 경향을 보였으나 TRT III 구의 경우는 냉도체중의 경우와 도체율이 함께 감소하는 모습을 보였다. TRT III 구의 혈청농도는 증가하였으나 비육후기 증체량과 냉도체중 및 도체율이 작았던 결과와 일치하는 결과로 사료된다.

혈청 BUN과 도체율을 비교한 상관분석은 BUN과 도체중과의 상관분석과 매우 흡사한 결과를 나타내었다. 대조구의 경우 육성기와 비육전기에 부의 상관을 보이다가 본격적으로 비육이 시작되면서 정의 상관관계를 나타내고 80주령에는 높은 수준의 정의 상관($r=0.66$, $P<0.05$)을 보였고, 나머지 처리구도 냉도체중과의 상관과 거의 흡사한 결과치를 나타내었다. 즉 TRT I 구는 41주령부터 57주령까지, TRT II 구와 3구는 비육전기에 해당하는 주령부터 출하시까지 부의 상관이 나타나서 혈중 BUN의 농도가 증가할수록 도체율은 감소하는 것으로 나타난 사실이 그것이다. 즉, 단백질과 에너지 급여수준을 높였던 처리구들과 혈청 중 BUN농도는 비육기에 서로 부의 상관으로 나타나, 영양소의 이용효율이 높아졌음을 의미하는 결과로 해석된다. 이러한 사실은 대부분의 다른 혈청 대사물질들과 달리 BUN의 경우 특정한 대사물질이 아니고 또 질소대사의 전유물이지만 홀스타인종 거세비육우의 비육시에 전반적인 영양소 대사에서 축적되는 물질이기 때문에, 영양소의 효율적인 이용성의 차이를 나타낸다고 한다. 그렇기 때문에 본 연구에서 나타난 이러한 비육기의 부의 상관 현상들은 육성기 농후사료의 급여량을 제한하고 이어서 비육기에 들어서는 보상성장(compensatory growth)으로 사료섭취량은 증가하였으나 영양소의 효율적인 사용으로 혈청 내 물질의 감소가 이어지고 다시 BUN과 도체중, BUN과 도체율과 부의 상관관계가 나타난 것으로 사료된다.

표 6-5에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 때 도체형질 중 marbling score와 혈청 대사물질과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 6-5. Pearson's correlations between marbling score and concentrations of serum metabolites in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Marbling score			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Glucose	25	-0.24	-0.11	-0.26	0.39
	33	-0.53	-0.33	-0.06	0.52*
	41	0.06	0.24	0.45	0.63**
	49	0.59	0.35	0.14	0.17
	57	-0.21	-0.45	-0.24	-0.12
	65	0.80**	-0.37	-0.02	0.01
	73	-0.23	0.25	-0.53	0.12
	80	-0.50	-0.60*	-0.12	0.28
	88	0.33	0.50	0.06	0.21
	96	0.19	0.12	0.89	0.46
Cholesterol	25	-0.21	-0.03	-0.54	0.01
	33	-0.09	-0.17	-0.44	0.10
	41	-0.19	-0.08	0.18	0.73**
	49	0.11	0.52*	-0.35	0.15
	57	-0.05	0.18	-0.48	-0.43
	65	0.02	-0.16	-0.45	-0.32
	73	0.17	0.69**	-0.28	0.12
	80	-0.68*	-0.21	0.13	-0.30
	88	0.60	-0.15	-0.15	0.86**
	96	-0.72	-0.26	-0.22	0.99*
Total Protein	25	-0.29	0.38	-0.23	-0.18
	33	-0.05	0.34	-0.50	-0.20
	41	-0.21	0.19	0.31	0.55*
	49	0.36	0.62**	-0.15	0.06
	57	0.14	0.33	-0.29	-0.35*
	65	-0.10	0.21	0.46	-0.33*
	73	-0.45	0.57*	0.20	-0.81***
	80	-0.62*	-0.05	-0.31	-0.86***
	88	-0.15	0.75*	0.02	0.31
	96	-0.98	-0.66	-0.35	-0.28

Table 6-5(Continued)

Item	Age (weeks)	Marbling score			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Albumin	25	-0.51	0.47	-0.24	-0.07
	33	-0.11	0.42	0.18	-0.22
	41	-0.25	0.13	0.34	0.47
	49	0.56	0.60**	-0.06	0.13
	57	0.46	0.56*	-0.29	-0.75**
	65	-0.12	0.10	0.28	-0.66
	73	0.01	0.29	0.30	-0.09
	80	-0.33	-0.23	0.00	-0.26
	88	0.06	0.59	0.01	0.06
	96	-0.50	-0.71	-0.23	0.50
Creatinine	25	0.09	-0.15	0.37	0.35
	33	-0.06	0.32	0.10	0.11
	41	-0.40	0.31	-0.12	0.57*
	49	0.21	0.08	0.50	-0.01
	57	0.26	0.37	0.13	0.27
	65	-0.31	0.10	0.09	-0.58*
	73	0.12	0.09	-0.11	0.02
	80	-0.28	-0.03	0.62	-0.29
	88	-0.26	-0.22	0.07	-0.01
	96	0.99*	0.57	0.83	-1.00
Blood Urea Nitrogen	25	-0.32	-0.15	0.19	-0.08
	33	0.62	-0.29	-0.06	-0.45
	41	-0.16	0.65**	0.46	-0.38
	49	-0.21	0.35	0.52	0.80
	57	0.47	0.46	0.99**	0.94
	65	0.19	-0.11	0.40*	-0.15
	73	0.23	-0.23	-0.02	0.001
	80	0.23	-0.01	-0.39	-0.01
	88	0.32	-0.02	-0.66**	-0.03
	96	-0.15	-0.08	-0.13	-0.17

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

홀스타인 중 거세우의 농후사료 중 단백질과 에너지의 급여수준에 따른 marbling score와 혈청 대사물질 중 glucose와의 상관관계를 살펴보면 단백질과 에너지의 급여수준이 높았던 TRT III구를 제외하고 대조구와 TRT I 구 및 TRT II 구가 공히 비육전기와 후기초반에 부의 상관관계를 나타내다가 비육말기에 정의 상관의 경향을 나타내고 있다. TRT III구의 경우는 육성기에는 33주령($r=0.52, P<0.1$)과 41주령($r=0.63, P<0.05$)에 정의 상관을 보인 이후 출하할 때까지 정의 상관을 보이고 있다. 다만 대조구의 65주령에서는 통계적으로 유의한 정의 상관($r=0.80, P<0.05$)이 나타났다. 이러한 현상은 근육조직을 대표하는 배최장근단면적과 증체성적에 있어서 냉도체중 및 도체율과는 배치되는 결과였던 것으로 보인다. 김(2000)은 체내 glucose의 함량이 높을 때 일당증체량이 높지만 근내지방도에는 다른 혈청성분이 더 많은 작용을 한다고 한 바 있다. 혈 중 glucose의 농도는 동물체내에서 에너지원으로 사용되는데 이것은 동물체지방에 이용되는 정도가 부위에 따라 달라서 (Smith와 Crouse, 1984) 지방조직에 따라 지방산 합성에 이용되는 탄소공급원으로서의 조정이 다르다고 하였는데 근내지방의 경우 glucose가 67%를 담당하고, acetate가 15% 및 lactate가 18%를 차지한다고 하였다. 따라서 본 연구에서 혈청 중 glucose의 농도가 홀스타인 거세비육우의 등심 내 상강도 정도와 부의 상관을 보인 것은 glucose가 체내에서 근육 중에 침착되는 지방의 원료로 사용되었기 때문인 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 처리구 별 상관의 특성이 다르게 나타난 것은 혈중 glucose의 농도가 사료섭취량, 사료의 에너지 및 체내 에너지 침착수준에 따라 다른 것(Blum 등, 1985)과 같은 이유로 판단된다.

근내지방도의 주요한 결정요인인 도체의 marbling score와 혈청 chlolesterol의 농도간의 상관관계를 살펴보면 대조구의 경우 비육 전 기간동안 부의 상관관계($r=0.09\sim0.72$)를 유지하고 있고 80주령에는 유의한 부의 상관($r=-0.68, P<0.1$)을 나타내었다. TRT I 구는 49주령($r=0.52, P<0.1$)과 73주령($r=0.69, P<0.05$)만 정의 상관을 보였고 대부분 부의 상관의 경향을 나타내었다. TRT II구는 거의 전 사육기간에 걸쳐서 부의 상관관계를 보이고($r=0.15\sim0.54$) TRT III구의 경우엔 육성기와 비육후기에 오히려 정의 상관관계(41주령 $r=0.73, P<0.05$; 88주령 $r=0.86, P<0.05$; $r=0.99, P<0.1$)가 나타났다. Early 등(1990)은 혈청 cholesterol의 농도가 높을수록 도체 내에 지방의 침착이 높다고 했고, Wheeler 등(1987)도 근내지방도와 혈청 콜레스

테롤의 농도와는 정의 상관관계($r=0.86$)에 있다고 했으며 품종과 성별에 따른 차이를 보이지는 않는다고 한 바 있다. 또 Eichhorn 등(1986)은 도체의 지방함량과 혈청 cholesterol의 함량과는 0.71의 상관을 가지고 있고, 근육지방과는 0.63의 상관도를 가지고 있다고 하였다. 그러나 본 연구에서 나타난 결과는 여러 다른 연구들과 반대의 경향을 보이고 있으나 통계적인 유의성은 없었으며, 급여 받는 사료의 영양소 수준에 따른 차이였던 것으로 사료된다.

홀스타인 거세비육우의 근내지방도와 주령별 혈청 total protein과의 관계에서 대조구는 육성기부터 출하시까지 부의 상관관계의 경향을 나타내었지만 농후사료 중에 단백질의 급여수준이 상대적으로 높았던 TRT II구는 전 기간 정의 상관관계에 있었다. 특히 비육전기와 말기의 49주령과 88주령에는 각각 $r=0.62(P<0.05)$, $r=0.57(P<0.1)$ 로 통계적으로 유의하였다. 에너지를 추가로 급여 받은 TRT II구의 경우 통계적인 유의성은 없었으나 전 기간에 걸쳐 부의 상관을 나타내었고, TRT III구의 경우에는 비육전기로부터 비육후기에 이르기까지 부의 상관을 보였고 특히 73주령($r=-0.81$, $P<0.01$)과 81주령($r=-0.86$, $P<0.01$)은 각각 매우 높은 수준의 상관관계를 나타내었다. 김(2000)은 한우에서 체내 total protein의 함량이 체중이 증가함에 따라 증가하고 이것은 성장에 따른 지방 합성량의 증가에 기인하며, total protein의 함량이 낮을 때 증체요인들과 높은 부의 상관을 갖지만 근내지방도와는 혈청 total protein의 함량 조절에 관한 연구가 필요하다고 보고한 바 있으며, 이(1999)는 혈청 total protein의 함량은 근내지방도와 부의 상관이 있다고 하여 본 연구결과와 일치하는 결과였다. 따라서 혈청 total protein의 농도가 높을수록 지방대사가 억제되는 효과를 보인 것으로 사료된다.

혈청 albumin과 근내지방도와는 상관관계를 살펴보면 대조구는 육성기에 부의 상관의 경향을 보이다가 이후 비육기에는 일정한 경향을 나타내지 못하였고, TRT I구는 육성기에서 비육전기까지 정의 상관을 보였고 특히 49주령($r=0.60$, $P<0.05$)과 57주령($r=0.56$, $P<0.1$)은 통계적으로 유의하였다. TRT II구는 일정한 경향을 보이지는 않았고, TRT III구는 대체로 비육기 동안 부의 상관을 나타내어 혈청 albumin의 농도가 증가하면 근내지방도는 감소하는 경향을 보였다.

혈청 creatinine의 농도와 근내지방도와는 관계를 살펴보면 대조구는 뚜렷한 경향을 보이지 않았고, TRT I구 및 TRT II구는 정의 상관경향을 그리고 TRT III구

는 육성기에는 정의 상관을 보이고 다시 비육기는 부의 상관을 보이고 있다. Trenkel과 Topel(1978)은 홀스타인종에 대한 실험에서 creatinine은 도체중, 도체율 및 정육율과 같은 증체형질에서는 정의 상관관계가 있고, 근내지방도와는 부의 상관관계에 있다고 보고하여 본 연구의 TRT III구의 비육기 후반의 결과와 일치하였다. Eisemann 등(1989)은 creatinine의 농도는 고에너지 인산대사의 중요한 저장형태로서 체내 근육량의 주요한 지표이자 근내지방도의 지표가 될 수도 있다고 하였다.

혈청 BUN의 농도와 근내지방도와의 상관관계를 살펴보면 대조구는 육성기에는 부의 상관을 보이다가($r=-0.16\sim 0.32$) 비육기에는 정의상관의 경향을 보였다. 그러나 대조구보다 영양수준을 높였던 나머지 처리구에서는 전체적으로 비육후기에도 부의 상관의 경향을 보였다. 즉 TRT I 구의 경우는 육성기에는 정의 상관을 가지고 있다가(41주령 : $r=0.65$, $P<0.05$) 65주령부터 출하월령까지 부의 상관을 보였다. TRT II구는 비육전기에 해당하는 57주령($r=0.99$, $P<0.05$) 및 65주령($r=0.40$, $P<0.1$)에는 정의 상관을 갖고 있다가 비육후기에는 부의 상관을 가지는 것으로 조사되었다. 특히 88주령에는 매우 높은 부의 상관($r=-0.66$, $P<0.05$)을 나타내었다. 또한 TRT III구의 경우에도 통계적인 유의성은 인정되지 않았지만 TRT II구와 유사한 경향을 보인 것으로 조사되었다. BUN농도와 근내지방도는 0.50으로 정의 상관에 있다는 보고(김, 2000)에서 BUN농도는 도체중 및 근내지방도 양쪽 모두에 정의 상관이 있다 하였으나 이는 육성기에 조사한 혈액수치로서 비육후기에 대한 고찰이 없었기 때문에 본 연구결과의 육성기와는 일치하는 결과였다. 혈액 내에서 BUN농도 감소는 곧 영양소의 효율적인 이용(Ellenberger 등, 1989)이기 때문에 비육후기 부의 상관을 나타낸 것으로 사료된다.

표 6-6에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 때 도체형질 중 육색과 혈청 대사물질과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 6-6. Pearson's correlations between meat color score and concentrations of serum metabolites in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Meat color score			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Glucose	25	-0.18	-0.02	0.35	-0.07
	33	0.76**	0.42	-0.11	-0.01
	41	0.51	0.03	-0.69**	-0.14
	49	-0.50	-0.48	-0.25	-0.38
	57	0.41	0.70**	0.03	0.02
	65	-0.39	0.47	0.10	-0.11
	73	0.11	0.22	0.21	0.01
	80	0.34	0.22	0.47	-0.55*
	88	-0.82	-0.67*	-0.05	-0.08
	96	-0.86	-0.01	-0.59	-0.99**
Cholesterol	25	-0.43	0.02	0.05	-0.04
	33	0.19	0.25	0.59*	0.06
	41	0.46	0.07	-0.67**	0.18
	49	-0.92***	-0.24	-0.11	-0.19
	57	-0.39	0.65**	0.26	-0.09
	65	-0.58*	0.56*	0.55*	-0.40
	73	-0.41	-0.14	0.32	-0.44
	80	0.46	0.61*	0.12	-0.54*
	88	-0.59	0.60	0.20	-0.38
	96	0.88	-0.23	-0.62	0.88
Total Protein	25	-0.06	-0.29	-0.23	-0.05
	33	0.51	-0.37	0.70**	-0.37
	41	0.62*	-0.05	-0.72**	0.04
	49	-0.74**	-0.47	-0.32	0.04
	57	0.51	0.22	-0.19	-0.01
	65	-0.55	0.14	-0.31	0.24
	73	0.27	0.01	-0.52	0.66**
	80	0.25	-0.19	0.04	-0.09
	88	-0.90*	-0.68*	-0.26	0.16
	96	0.50	-0.10	-0.69	0.50

Table 6-6(Continued)

Item	Age (weeks)	Meat color score			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Albumin	25	-0.13	-0.46	-0.07	-0.02
	33	0.57	-0.47	0.29	0.63**
	41	0.68*	-0.06	-0.65**	0.07
	49	-0.45	-0.53*	-0.48	0.06
	57	0.34	-0.09	-0.14	0.16
	65	-0.49	-0.01	-0.19	0.07
	73	0.53	-0.26	-0.34	0.31
	80	0.49	-0.21	-0.15	-0.68**
	88	-0.95*	-0.89**	-0.11	0.04
	96	0.98	-0.22	-0.99***	0.98
Creatinine	25	-0.31	-0.66**	-0.59*	-0.08
	33	0.35	-0.64**	-0.13	0.08
	41	0.28	0.05	-0.31	0.21
	49	-0.57	-0.09	-0.26	0.10
	57	-0.25	-0.23	-0.52	-0.26
	65	-0.05	0.23	-0.10	0.25
	73	-0.35	0.27	-0.22	0.51
	80	-0.001	-0.34	-0.07	-0.23
	88	-0.99***	-0.48	-0.21	0.95**
	96	-0.19	-0.50	-0.50	-0.18
Blood Urea Nitrogen	25	0.33	-0.14	0.23	-0.35
	33	-0.32	-0.12	0.48	-0.17
	41	0.13	-0.36	-0.48	0.05
	49	-0.66	-0.67	-0.08	0.91
	57	-0.69	-0.68	-0.22	-0.95
	65	0.03	0.14	0.36	0.18
	73	-0.51**	-0.58**	-0.13	-0.34
	80	-0.63**	0.27	0.12	-0.02
	88	-0.56**	-0.37	-0.29	-0.33
	96	0.23	-0.14	0.07	-0.62**

* : $P<0.1$, ** : $P<0.05$, *** : $P<0.01$

홀스타인 종 거세우의 농후사료 중 단백질과 에너지의 급여수준에 따른 meat color와 혈청 대사물질과의 상관관계 중 혈청 glucose의 농도와의 관계를 살펴보면 대조구는 육성기 33주령($r=0.76, P<0.05$)에 정의상관 ($r=0.76, P<0.05$) 을 보였을 뿐 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며 TRT I구의 경우는 육성기와 비육전기에는 정의상관(57주령 $r=0.70, P<0.05$)을 보이다가 비육후기에는 부의 상관($r=-0.67, P<0.05$)을 나타내고 있다. 반면에 TRT II구와 TRT III구는 육성기에 부의 상관(TRT II, 41주령 $r=-0.69, P<0.05$)을 보였고 비육후기에도 부의 상관(TRT III, 96주령 $r=0.99, P<0.05$)을 보였다. 따라서 홀스타인종 거세비육우에 농후사료중의 영양소함량 수준에 따른 육색의 변화에서 전처리구의 개체들이 비육말기에는 혈중 글루코스의 함량이 증가함에 따라 육색의 코딩넘버가 떨어져 개선되는 것으로 조사되었고, 이것은 주로 22개월령에 이르러야 가능한 것으로 보인다.

혈청 cholesterol의 함량과 육색과의 상관관계를 살펴보면 대조구와 TRT III구의 경우는 비육전후기에 모두 부의 상관의 경향을 보이고 특히 대조구의 49주령($r=-0.92, P<0.01$)과 65주령($r=-0.58, P<0.1$)에서 유의하였고, TRT III구의 80주령에서 유의한 부의 상관을 보였다($r=-0.54, P<0.1$). 그러나 TRT I구의 경우는 비육기간 동안 57주령, 65주령 및 80주령에 유의한 정의 상관관계($r=0.65, P<0.05$; $r=0.56, P<0.1$; $r=0.61, P<0.1$)를 보여 대조구와 TRT I구와는 상반되었다. 또 TRT II구의 경우는 육성기에는 부의 상관($r=-0.67, P<0.05$)을 보이다가 다시 비육기에는 정의상관의 경향을 나타내는 결과였다. 이상의 결과에서 육색과 혈청 cholesterol과의 관계는 단백질급여량이 높은 급여체계에서는 혈중 콜레스테롤 함량이 높을수록 육색이 검어지고 에너지와 단백질함량이 현행 급여체계로 급여될 때에는 혈중 콜레스테롤 함량이 높을수록 육색이 개선되는 것으로 판단된다.

홀스타인 거세비육우에 농후사료의 영양수준을 달리 했을 경우 혈청 총 단백질의 함량과 육색과의 상관관계를 살펴보면 대조구와 TRT III구에서는 뚜렷한 경향이 보이지는 않았으나 대조구의 49주령($r=-0.74, P<0.05$)과 88주령($r=-0.90, P<0.1$)에서 부의상관이 나타났고, TRT III구에서는 73주령에 정의 상관($r=0.66, P<0.05$)이 보였다. TRT II구의 경우에는 비육전기를 제외하고 육성기와 비육후기에 부의 상관의 경향을 나타내었고 TRT II구의 경우는 전체적으로 부의 상관의 경향을 보였다. 따

라서 농후사료중의 단백질이나 에너지의 급여수준이 높으면 홀스타인 거세비육우의 육색은 비육말기에 개선이 되고 두 가지 영양수준 모두 높을 경우에는 개선되지 않는 것으로 조사되었다.

혈청 중 albumin의 농도와 육색과의 상관관계에서도 혈청 총 단백질의 농도와 유사한 경향을 보였다. 대조구에선 특이한 경향을 나타내지는 않았으나 88주령에는 높은 수준의 부의 상관($r=-0.95$, $P<0.05$)을 나타낸 것으로 조사되었다. TRT I 구($r=-0.06\sim-0.89$, $P<0.05$)와 TRT II 구($r=-0.07\sim-0.99$, $P<0.01$)의 경우는 전 기간 동안 매우 높은 부의 상관을 나타내고 있어 혈청 중 알부민의 농도가 높을수록 단백질과 에너지의 급여수준이 높은 홀스타인 거세비육우에서는 육색을 개선할 수 있고 반대로 낮을수록 육색이 개선되지 않는 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 그러나 단백질과 에너지 급여수준이 높았던 TRT III구의 경우는 오히려 그 반대의 경향을 보였지만 비육후기 80주령에서 통계적으로 유의성이 인정되는 부의 상관($r=-0.68$, $P<0.05$)이 나타나기도 했다.

혈청 중 creatinine의 농도와 육색과의 상관관계를 살펴보면 대조구와 TRT I 구 및 TRT II 구는 비육기간 전 기간 동안 부의 상관을 보이고 특히 대조구의 88주령에는 매우 유의한 부의 상관($r=-0.99$, $P<0.01$)을 보였다. 그러나 TRT III구의 경우에는 분명한 경향이 나타나지는 않았으나 비육말기 88주령에 대조구의 그것과는 반대되는 수준의 정의 상관관계($r=0.95$, $P<0.05$)가 나타났다. 홀스타인 거세비육우의 체내 혈청 대사물질 중 creatinine은 근육에서의 고에너지 인산대사의 중요한 저장소의 역할을 수행하는 물질로서 육색의 발현에는 부의 상관을 갖는 것으로 조사되었다.

혈청 중 BUN의 농도와 육색과의 상관관계를 살펴보면 전체 처리구에서 또한 TRT II 구를 제외한 전 비육후기에서 부의 상관을 보이고 있으며 특히 대조구에서는 73주령($r=-0.51$, $P<0.05$), 80주령($r=-0.63$, $P<0.05$), 88주령($r=-0.56$, $P<0.05$)에, 그리고 TRT III구의 마지막 96주령에도 ($r=-0.62$, $P<0.05$) 부의 상관이 나타난 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 홀스타인종 거세비육우의 육색은 사료중의 영양소함량과 관계없이 사육기간이 진행되면서 육색과 부의 상관을 가져 혈중 BUN의 농도가 높을수록 육색이 개선될 것으로 판단된다.

표 6-7에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 때 도체형질 중 지방색과 혈청 대사물질과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 6-7. Pearson's correlations between fat color score and concentrations of serum metabolites in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Fat color score			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Glucose	25	-0.06	0.26	0.45	-0.15
	33	0.62	0.39	0.41	0.16
	41	0.27	0.03	-0.24	0.18
	49	-0.50	-0.01	-0.22	-0.07
	57	-0.18	0.38	-0.19	0.19
	65	-0.58*	0.20	0.45	0.09
	73	-0.01	-0.01	0.29	0.09
	80	0.33	0.51	0.82**	-0.38
	88	-0.60	-0.42	0.29	-0.51
	96	-0.33	-0.25	-0.46	-0.63*
Cholesterol	25	-0.43	0.02	-0.21	-0.35
	33	0.30	0.54*	0.06	-0.14
	41	0.47	0.23	-0.42	0.32
	49	-0.52	0.01	-0.14	-0.38
	57	-0.57	0.22	-0.13	-0.31
	65	-0.10	0.41	0.28	-0.31
	73	-0.61*	-0.34	0.42	-0.01
	80	0.59*	0.73**	-0.38	-0.67**
	88	-0.02	0.39	0.12	-0.63
	96	-0.62	0.89	-0.98*	0.73
Total Protein	25	-0.15	-0.60*	-0.04	-0.24
	33	0.56	-0.09	0.28	0.05
	41	0.66*	0.10	-0.19	0.25
	49	-0.32	-0.13	-0.06	-0.14
	57	-0.06	-0.06	-0.45	-0.08
	65	-0.23	0.23	0.35	0.29
	73	0.56	0.04	0.19	0.40
	80	0.34	0.42	-0.23	-0.19
	88	-0.78**	-0.45	0.31	-0.80**
	96	-0.59	0.50	0.28	0.81

Table 6-7(Continued)

Item	Age (weeks)	Fat color score			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
Albumin	25	-0.20	-0.67**	0.03	-0.29
	33	0.52	-0.07	0.39	0.17
	41	0.66*	0.24	-0.10	0.26
	49	-0.36	-0.22	-0.17	-0.16
	57	-0.18	-0.27	-0.53	0.14
	65	-0.19	-0.16	0.33	-0.10
	73	0.16	-0.21	0.31	0.29
	80	0.26	0.38	-0.18	-0.24
	88	-0.59	-0.48	0.22	-0.25
	96	-0.22	0.68	-0.50	0.73
Creatinine	25	-0.68**	-0.09	-0.41	-0.03
	33	0.12	-0.32	-0.39	-0.33
	41	0.45	0.27	0.24	0.10
	49	-0.57	0.17	-0.19	-0.35
	57	-0.53	-0.15	-0.43	-0.35
	65	-0.16	0.06	-0.12	-0.37
	73	-0.75**	0.40	0.29	0.43
	80	-0.11	0.04	0.21	-0.01
	88	-0.16	0.30	-0.61	0.10
	96	-0.50	0.50	-0.19	-1.00***
Blood Urea Nitrogen	25	-0.04	0.24	0.21	-0.52*
	33	-0.23	-0.07	-0.08	-0.24
	41	-0.28	-0.08	-0.23	-0.09
	49	-0.55	-0.67	-0.90	-0.80
	57	-0.67	-0.77	-0.45	0.86
	65	0.15	-0.26	-0.46**	0.03
	73	-0.07	0.53	0.16	0.30
	80	0.26	-0.26	0.39	0.14
	88	-0.35	-0.34	-0.11	-0.26
	96	-0.02	0.02	0.36	0.68

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

홀스타인 종 거세우의 농후사료 중 단백질과 에너지의 급여수준에 따른 지방색과 혈청 대사물질과의 상관관계 중 혈청 glucose의 농도와와의 관계를 살펴보면 대조구는 육성기를 제외하고 비육기에 들어서서 부의 상관(65주령, $r=0.58$, $P<0.1$)을 보이고 이 현상은 비육후기 출하시점까지 계속 이어 졌다. TRT I구와 TRT III구의 경우는 비육기까지도 정의 상관의 경향을 보이다가 비육후기에 부의 상관을 보이고 있어 글루코스의 혈중 농도가 증가할수록 지방색은 개선되는 것으로 나타났다. 그러나 TRT II구의 경우는 비육말기 8두의 출하개체를 제외하고 나머지 출하축에서는 정의 상관(80주령, $r=0.82$, $P<0.05$)을 보여 에너지의 농후사료 내 급여수준이 높을 경우 홀스타인종 거세비육우의 지방색은 혈중 글루코스 농도가 높을수록 지방색깔의 개선이 어려웠던 것으로 조사되었다. 다만 전체 출하군의 마지막 주령에 출하 전 대기우들의 경우는 부의 상관을 나타내고 있어 혈중 glucose의 농도가 높을수록 지방색이 개선되는 결과를 보였는데 TRT III구에서 유의하였다.

혈청 cholesterol의 함량과 지방색과의 상관관계는 육색과의 상관관계와 비교하면 매우 유사한 점을 발견할 수 있었다. 상관의 경향이 각 처리별로 매우 흡사하여 육색과 지방색이 서로 혈중 cholesterol의 농도와 밀접한 연관이 있는 것으로 사료된다. 먼저 대조구와 TRT III구의 경우는 비육전후기에 모두 부의 상관의 경향을 보이고 특히 대조구의 73주령($r=-0.61$, $P<0.1$)에서 유의하였고, TRT III구의 80주령에서 유의한 부의 상관을 보였다($r=-0.67$, $P<0.05$). 그러나 TRT I구의 경우는 비육기간 동안 73주령을 제외하고는 정의 상관관계에 있었고, 80주령에 이르러서는 유의한 정의 상관관계($r=0.73$, $P<0.05$)를 보여 대조구와 TRT I구와는 상반되었다. 또 TRT II구는 육성기에 부의 상관의 경향을 보였지만 비육기에는 뚜렷한 상관관계가 나타나지는 않았고 다만 마지막 22개월령 출하개체들의 성적은 매우 높은 부의 상관($r=-0.98$, $P<0.05$)을 나타냈다. 이상의 결과에서 지방색과 혈청 cholesterol과의 관계는 단백질급여량이 높은 급여체계에서는 혈중 콜레스테롤 함량이 높을수록 지방색이 검어지고 에너지와 단백질함량이 현행 급여체계로 급여될 때에는 혈중 콜레스테롤 함량이 높을수록 지방색이 개선되며 홀스타인 거세 비육우의 월령이 거듭될수록 지방색은 개선되는 것으로 판단된다.

홀스타인 거세비육우에 농후사료의 영양수준을 달리 했을 경우 혈청 총 단백질의 함량과 지방색과의 상관을 살펴보면 대조구에서는 73주령 및 80주령을 제외하고

는 비육전기부터 비육후기까지 부의 상관을 보였다($r=-0.06\sim-0.78$, $P<0.05$). TRT I 구와 TRT II 구는 비육후기에 정의 상관의 경향을 보였고 이로 인하여 혈청 중 total protein의 함량이 높을수록 지방색이 좋지 않아짐을 보이고 있으며 단백질과 에너지의 급여수준이 높은 TRT III 구의 경우는 비육말기(88주령 $r=-0.80$, $P<0.05$)에 부의 상관을 보여 지방색이 혈중 총 단백질의 농도가 높으면 지방색이 개선될 수 있음을 보여주고 있다.

혈청 중 albumin의 농도와 지방색과의 상관관계를 살펴보면 대조구와 각 처리구 모두 대부분 부의 상관관계의 경향을 나타내고 있다. 즉, 혈청 중 알부민의 농도가 높을수록 단백질과 에너지의 급여수준이 높은 홀스타인 거세비육우에서는 지방색을 개선할 수 있고 반대로 낮을수록 지방색이 개선되지 않는 영향을 미칠 수 있는 것으로 조사되었다.

혈청 중 creatinine의 농도와 지방색과의 상관관계를 살펴보면 대조구는 전 비육기 동안 부의 상관을 보이고 특히 73주령에는 통계적으로 유의한 부의 상관($r=-0.75$, $P<0.05$)이 발견되었다. TRT II 구와 TRT III 구의 경우는 비육후기에 부의 상관관계를 보여 creatinine의 농도가 증가하면 지방색이 개선되는 것으로 조사되었다. 그러나 TRT II 구에선 대조구나 TRT I 구 및 3구의 그것과는 반대되는 수준의 정의 상관관계의 경향이 나타났다. 따라서 홀스타인 거세비육우에 급여되는 농후사료중의 단백질함량이 높을 때 혈 중 creatinine의 농도가 높아질수록 지방색은 황화 현상을 띠게 될 것으로 조사되었다.

혈청 중 BUN의 농도와 지방색과의 상관관계를 살펴보면 전체 처리구에서 육성기와 비육후기의 88주령에서 서로 유사하게, 또 전 사육기간, 전 처리구에서 부의 상관의 경향을 가지고 있지만 뚜렷한 경향은 나타나지 않았다. 따라서 홀스타인종 거세비육우의 지방색은 혈중 BUN의 농도와 큰 연관관계가 없을 것으로 사료된다.

7. 단백질과 에너지 급여수준에 따른 도체형질과 호르몬 농도와의 상관관계

표 7-1에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 때 도체형질 중 등지방두께와 혈청 호르몬과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 7-1. Pearson's correlations between backfat thickness and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Backfat thickness			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
IGF-I	25	0.35	0.28	0.10	0.25
	33	-0.79	0.37	0.11	0.23
	41	-0.84***	-0.01	-0.22	-0.09
	49	-0.12	-0.48	-0.35	0.66**
	57	-0.001	0.27	0.15	0.21
	65	-0.30	0.07	-0.32	0.19
	73	0.09	0.31	-0.11	0.32
	80	-0.21	0.19	-0.43	-0.05
	88	-0.81	0.51	-0.66	0.66
	96	0.14	0.99*	-0.33	0.92
Cortisol	25	0.27	-0.07	-0.75**	-0.20
	33	0.16	-0.16	0.03	-0.42
	41	-0.11	0.03	-0.01	-0.47
	49	0.32	-0.08	-0.31	0.10
	57	-0.28	0.29	-0.01	0.002
	65	0.11	0.01	0.17	0.01
	73	0.29	0.27	-0.13	-0.05
	80	-0.04	0.24	-0.02	0.14
	88	0.27	-0.17	-0.23	-0.63***
	96	0.83	-0.77	-0.51	-0.99***

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

성장호르몬의 성장촉진을 매개하는 물질로 알려진 IGF-I과 도체형질 중 backfat thickness간의 상관관계를 살펴보면 대조구에서는 전반적으로 부의 상관의 경향을 나타내고 있고, 41주령에는 매우 유의한 부의 상관($r = -0.84$, $P < 0.01$)을 보였다. 그러나 사료 내 단백질수준이 높았던 TRT I 구의 경우는 육성기에 41주와 49주를 제외하고 비육기 동안 정의상관관계를 나타내었으며 특히 마지막 출하대상개체들

에서는 유의한 정의 상관을 나타내었다($r=0.99, P<0.1$). 사료 중의 에너지 함량을 높게 급여하였던 TRT II구의 경우는 전 기간에 걸쳐서 상관관계가 명확하지 않지만 부의 상관의 경향을 보였다. TRT III구의 경우는 등지방 두께에 대한 상관에서 전 기간 동안 정의 상관을 보였는데 49주령에는 유의한 정의 상관($r=0.66, P<0.05$)을 나타내었다. 따라서 IGF-I의 농도가 증가할수록 단백질수준을 높여 급여 받은 홀스타인 종 거세비육우에서는 등지방 두께가 두꺼워지고 에너지수준만을 높여 급여 받은 홀스타인 종 거세우는 IGF-I의 농도가 높을수록 등지방 두께가 얇아지는 경향을 나타내고 있다. 이러한 현상은 IGF-I의 생리현상으로 설명이 가능할 것으로 보인다. 즉, somatotropin의 생리활성에는 diabetogenic effect와 지방분해의 작용이 있어 (Bauman 등, 1989) 이를 이용하여 성장을 촉진하고 지방을 분해한 에너지를 이용하여 체내 영양소의 재분배를 이루는 작용을 하게 되는데, 여기서 IGF-I은 여러 성장인자의 작용 가운데 등지방 두께에 대하여는 adipose tissue의 분해에 직간접적으로 작용하는 것으로 보이며 이로 인하여 본 연구의 결과에서처럼 IGF-I이 급여 받은 에너지와 체내 에너지원에 대한 조절자 역할을 수행하여 영양소 재분배를 이루어 내는 역할을 수행(이, 2000)한 것으로 사료된다.

등지방 두께와 혈청 cortisol농도와의 상관관계를 살펴보면 대조구의 경우는 뚜렷한 경향을 찾아볼 수 없었는데 비육말기에는 정의 상관을 나타내었으며, TRT I구의 경우는 비육기에 정의 상관의 경향을 보였으나 그 정도는 미미하였고, TRT II구의 경우는 25주령에 유의한 부의 상관($r=-0.75, P<0.05$)을 보였고 이후 육성기와 비육 전 후기를 거치면서 부의 상관의 경향을 보였다. 홀스타인 거세비육우에 농후 사료중의 단백질과 에너지 수준을 높여 급여한 TRT III구의 경우는 육성기에 부의 상관의 경향을 보이다가 비육말기에 96주령에 8두가 잔류하였을 때 매우 높은 부의 상관(88주령 $r=-0.63, P<0.01$; 96주령 $r=-0.99, P<0.01$)을 보였다. 혈청 내 cortisol의 농도는 외부적인 환경요인에 대한 스트레스가 있을 경우 증가(Crookshank 등, 1979)하고, 거세우에서 육성기와 비육전기에는 성장을 저해하는 요인으로도 작용(Kraus-Friedmann 등, 1984)하며 근내지방도의 측정표지인자의 역할도 하는 것으로(Henricks 등, 1986)로 알려져 있다. 그러므로 혈청 중 cortisol의 농도가 증가하면 등지방두께는 감소하고 근내지방도는 증가하는 것으로 알려져 있다. 사료 중의 에너지함량을 높여준 TRT II구와 3구는 전체적으로 부의 상관을 보여 코티솔농도가 증

가할수록 등지방두께는 얇아지고, 농도가 낮을수록 등지방두께는 두꺼워지는 것으로 판단된다.

표 7-2에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 경우 도체형질 중 *Longissimus dorsi* muscle area 와 혈청 호르몬과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 7-2. Pearson's correlations between *longissimus dorsi* muscle area and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers

Item	Age (weeks)	<i>Longissimus dorsi</i> muscle area			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
IGF-I	25	0.01	-0.21	-0.43	-0.19
	33	-0.30	-0.15	0.43	-0.04
	41	-0.57	-0.24	0.40	-0.23
	49	-0.23	-0.27	0.12	-0.53*
	57	0.28	-0.66**	-0.43	-0.31
	65	-0.26	-0.04	0.50	0.06
	73	-0.28	-0.10	-0.09	0.43
	80	-0.53	-0.69**	0.51	0.18
	88	-0.70	-0.44	-0.05	-0.76
	96	-0.99**	0.30	0.99**	-0.91
Cortisol	25	0.61*	0.15	0.23	0.34
	33	0.18	0.51	0.11	-0.20
	41	-0.57	0.11	0.31	0.30
	49	0.20	0.60**	-0.30	-0.21
	57	-0.17	0.23	-0.64**	0.31
	65	-0.73**	0.08	-0.01	0.39
	73	-0.60*	0.20	-0.33	0.26
	80	0.14	0.42	-0.52	0.01
	88	-0.47	-0.16	0.33	-0.55
	96	-0.64	-0.77	-0.68	0.99*

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

홀스타인 종 거세우의 농후사료 중 단백질과 에너지의 급여수준에 따른 배최장 근단면적과 혈청 호르몬과의 상관관계 중 혈청 IGF-I의 농도와의 관계를 살펴보면 대조구와 TRT I 구는 전체 비육기간 동안 부의 상관의 경향을 나타내고 있으며, 특

히 대조구의 96주령($r=-0.99$) 및 TRT I 구의 57주령($r=-0.66$) 및 80주령($r=-0.69$) 등에서 유의($P<0.05$)하였다. TRT II 구는 특별한 상관의 경향을 나타내지 않았으며 TRT III 구는 육성기에는 부의 상관을 보이는 특징을 보였다. 따라서 대조구와 TRT I 구의 경우는 IGF-I의 농도가 증가할수록 배최장근단면적은 좁아지고 좁아질수록 배최장근단면적은 넓어지는 것으로 나타났다. Anderson 등(1988)은 심멘탈 교잡우에서 IGF-I의 농도는 도체 지방량, 피하지방두께 및 지방축적율과는 부의 상관관계에 있으나 단백질의 함량과는 정의 상관이 있다고 한 바 있다. 본 연구에서는 비육후기로 갈수록 IGF-I의 농도가 감소했던 결과를 상기하면 대조구와 TRT I 구는 오히려 배최장근단면적이나 그중의 단백질의 축적률이 증가했을 것으로 사료된다. 거세우에서 혈중 IGF-I의 농도 수준은 표현형적으로 체중 증가와 밀접한 연관성이 있고, 생리적으로는 여러 대사물질 및 호르몬과의 상가적인 작용으로 생리적인 지시자의 역할을 하는 것이다.

혈청 cortisol의 농도와 배최장근단면적의 상관관계를 살펴보면 대조구와 TRT II 구는 비육전후기에 모두 부의 상관의 경향을 보이고 특히 대조구의 65주령($r=-0.73$, $P<0.05$)과 73주령($r=-0.60$, $P<0.1$)에서 유의하였고, TRT II 구에서는 57주령($r=-0.64$, $P<0.05$)에 부의 상관을 나타내었다. 그러나 TRT I 구와 TRT III 구의 경우는 비육기에 정의 상관을 나타내어 대조적인 결과를 보였다. Trenkel과 Topel(1978)은 Henricks 등(1998)은 cortisol의 함량이 도체의 근육조직과 음의 상관관계를 갖는 다고 보고한 바 있어 본 연구의 대조구와 TRT II 구와는 유사한 결과였고, Show와 Trout(1995) 및 이 등(1997)은 도체중의 근육과 정의 상관관계에 있다고 하여 본 연구의 TRT I 구와 TRT III 구와 유사하였다. Kraus-Friedman(1988)은 체조직 내에서 cortisol의 농도가 높을수록 혈청 내 cortisol의 농도가 높아지고 이로 인한 육질의 개선($r=0.35\sim 0.51$, $P<0.001$)이 이루어지는 것으로 보고하였으며 glucocorticoids는 체내에서 탄수화물, 지방, 단백질 및 기타의 호르몬 대사 등에 관여하는 복잡한 기능을 가진 대사물질로 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서는 홀스타인종 거세비육우에 급여하는 농후사료중의 단백질급여수준이 높아지면 코티솔농도의 증가에 따라 배최장근단면적도 넓어지고, 에너지급여수준이 높아지면 배최장근단면적은 좁아지는 결과를 나타내는 것으로 조사되었다.

표 7-3에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 경우 도체형질 중 carcass weight와 혈청 호르몬과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 7-3. Pearson's correlations between carcass weight and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Carcass weight			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
IGF-I	25	-0.60*	-0.20	0.50	0.14
	33	-0.26	-0.09	0.39	0.15
	41	-0.40	-0.54*	-0.32	-0.28
	49	-0.67*	-0.29	-0.46	-0.32
	57	0.22	-0.01	-0.41	-0.30
	65	-0.07	0.70**	-0.44	0.33
	73	-0.10	0.06	0.14	0.44
	80	-0.56	0.09	0.61	0.07
	88	-0.53	0.34	0.16	0.88**
	96	-0.99*	0.93	-0.96	0.98
Cortisol	25	0.12	0.43	0.08	0.33
	33	0.11	0.06	0.06	-0.27
	41	-0.14	-0.32	-0.43	0.12
	49	-0.19	0.07	0.01	-0.33
	57	0.51	-0.13	-0.51	0.25
	65	-0.43	-0.40	-0.21	0.35
	73	-0.27	0.01	0.04	0.25
	80	0.05	-0.18	-0.49	0.14
	88	-0.40	0.81**	-0.32	0.66
	96	-0.56	-0.60	-0.82	0.97

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

홀스타인 거세비육우에서 영양수준별 도체형질 중 carcass weight와 IGF-I의 상관관계를 살펴보면 대조구는 전 기간에 걸쳐서 부의 상관을 나타내었고 특히 25주령, 49주령 및 96 주령에 각각($r = -0.60, -0.67$ 및 -0.99) 통계적으로 유의하였다 ($P < 0.1$). 그러나 TRT I구, TRT II구 및 TRT III구의 경우는 IGF-I과의 상관에서 육성기에는 전체적으로 부의 상관의 경향이 보이다가 비육기에 들어서서 정의 상관을 나타내는 것으로 조사되었다. 특히 단백질 수준 추가 급여구인 TRT I구의 경우

는 65주령 비육이 시작되는 전기에 높은 수준의 정의 상관을 보이는 유의성을 나타내었고($r=0.70, P<0.05$), 단백질과 에너지수준을 높여 사양관리 된 TRT III구의 비육 후기 88주령에도 유의한 정의상관($r=0.88, P<0.05$)을 나타내었다. 이러한 결과를 볼 때 사료와 영양성분에 따른 IGF-I의 농도를 비교한 대부분의 실험들이 영양상태가 높을수록 IGF-I의 농도가 증가하는 정의 상관관계를 갖는다고 보고하고 있다. 특히 Röpke 등(1994)은 심멘탈종의 비육우에서 고에너지급여구과 저에너지 급여구에 대한 고찰을 통하여 ME(metabolic energy)와 CP가 각각 IGF-I의 혈중농도에 영향을 주는 주요한 인자로 설명하고 이들 중 CP의 증가량에 의하여 많은 영향을 받고 또 조단백질의 수준 변화에 의한 IGF-I의 농도는 대사에너지(ME)에 의하여 조절된다고 하여 본연구의 결과내용과 유사한 부분을 보이고 있다. 특히 대조구를 제외한 처리구가 냉도체중과의 상관에서 육성기에 부의 상관을 보이다가 비육기에 정의 상관을 보인 것은, 육성기동안의 제한급여에서 비육기 비육 사료의 추가적인 급여가 시작되는 것을 IGF-I의 농도가 증가하는 정의 상관관계를 보여주는 것으로 사료된다.

혈청 cortisol 농도와 도체형질 중 냉도체중과의 상관관계를 살펴보면 대조구 및 TRT II구는 전체 사육 기간동안 부의 상관관계의 경향을 보였다. 세부적으로 살펴보면 대조구는 비육기와 육성기 모두에서 부상관의 경향을 보였고, TRT II구는 비육말기를 제외하고 부의상관의 경향을 나타내었다. 농후사료중의 단백질 급여수준이 높았던 TRT I구는 88주령에는 정의 상관을 보였으며 통계적으로 유의하였다($r=0.81, P<0.05$). TRT III구는 비육기에 정의 상관관계의 경향을 보이고 있다. Show와 Trout(1995)는 cortisol의 혈청 내 농도가 품종간의 차이가 많다고 하였고 성장률과는 부의 상관관계를 그리고 도체중의 근육과 정의 상관관계에 있다고 하였다. 도체의 냉도체중은 일당증체나 생체중과 같은 성장률의 일부로 본다면 본 연구의 대조구, TRT I구 및 TRT II구의 상관분석결과와 유사한 결과가 도출되었다고 하겠다. 따라서 혈중 cortisol의 농도가 높을수록 일당증체량이나 생체중과 같은 발육형질이 떨어지고 이에 따라 냉도체중이 감소하는 것으로 해석이 가능하고, 냉도체중과 코티솔의 농도 간에 정의 상관이 있다는 것은 코티솔의 농도가 감소하면 발육형질이 증가하고 이에 따라 냉도체중이 증가한다는 것을 의미한다.

표 7-4에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 경우 도체형질 중 dressing percentage와 혈청 호르몬과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 7-4. Pearson's correlations between dressing percentage and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Carcass rate			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
IGF-I	25	0.23	-0.25	-0.38	-0.06
	33	-0.12	0.20	-0.70**	-0.38
	41	0.27	-0.33	0.68**	-0.54*
	49	-0.07	0.13	0.05	-0.38
	57	-0.21	-0.58*	-0.16	-0.35
	65	-0.52	0.05	0.11	-0.50
	73	-0.13	0.11	-0.15	-0.37
	80	-0.20	0.15	0.13	-0.28
	88	-0.41	-0.63	0.20	-0.72
	96	-0.63	0.50	0.13	-0.99**
Cortisol	25	-0.25	-0.01	-0.21	-0.01
	33	0.12	-0.07	-0.01	-0.09
	41	-0.17	-0.24	-0.07	0.60
	49	-0.41	0.27	0.17	0.01
	57	0.44	0.33	0.44	0.23
	65	0.10	-0.57	0.55	0.54*
	73	0.37	-0.66**	0.18	-0.32
	80	-0.53	-0.24	0.09	0.55*
	88	-0.64	-0.82	0.27	0.13
	96	-0.99**	-0.04	0.68	0.90*

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

홀스타인 거세비육우에서 영양수준 별 도체형질 중 carcass rate와 IGF-I의 상관 관계를 살펴보면 대조구는 사육 전 기간 동안 부의 상관의 경향을 보였고, TRT I 구는 비육전기 57주령에 부의 상관($r = -0.58$, $P < 0.1$)이 나타났지만 이후 정의 상관관계의 경향을 나타내었다. TRT II구의 경우는 33주까지는 부의 상관($r = -0.70$, $P < 0.05$)을 보이다가 41주차($r = 0.68$, $P < 0.05$)에 정의 상관을 나타내었고 이후 뚜렷한 모습을 보이지는 않은 반면 단백질과 에너지의 농후사료 내 급여수준이 높았던

TRT III구의 경우는 전 기간 동안 부의 상관을 보였고 특히 41주령($r=-0.54$, $P<0.1$)과 96주령($r=-0.99$, $P<0.05$)에 통계적으로 유의하게 부의 상관을 나타내었다. 따라서 본 연구의 결과는 도체율과 혈청 IGF-I의 관계에서는 단백질과 에너지의 급여수준이 높은 처리구에서 IGF-I의 농도가 높을수록 도체율은 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 Röpke 등(1994)의 고에너지 급여와 저에너지 급여구에 대한 실험에서 에너지함량이 높을수록 IGF-I의 함량이 높다고 하여 본 결과와 같았다.

혈청 cortisol 농도와 도체형질 중 도체율과의 상관관계를 살펴보면 대조구 및 TRT I 구는 전체 사육 기간 중 육성기에는 부의 상관을 그리고 다시 비육후기에도 부의 상관관계의 경향을 보였다. 이중 TRT I 구의 73주령에는 통계적으로 유의한 수준의 부의 상관이 나타났다($r=-0.66$, $P<0.05$). 농후사료에 에너지 급여량이 많았던 TRT II구와 TRT III구는 비육후기에 정의 상관관계를 나타내고 있는데 TRT III구의 65주령($r=0.51$), 80주령($r=0.55$) 및 96주령($r=0.90$)에 각각 유의한 수준의 정의 상관관계를 나타냈다($P<0.1$). 전술한 냉도체중과의 관계에서는 혈중 cortisol의 농도가 높을수록 일당증체량이나 생체중과 같은 발육형질이 떨어지고 이에 따라 냉도체중이 감소하는 것으로 해석이 가능하다고 하여 냉도체중과 코티솔의 농도 간에 정의 상관을 설명하였으나 도체율은 생체중에 대한 도체중의 비율이기 때문에 이러한 현상에 대해 설명을 유우품종으로 개량된 홀스타인종의 불가식지방과 내장의 비율에 의한 것으로 판단해야 할 것으로 사료된다. 홀스타인종에서는 dressing percentage에 영향을 주는 것이 물론 사료의 영양소함량도 주요한 요인이기는 하지만 급여되는 단백질의 종류와 조사료의 종류에 따라 달라진다는 보고(Comerford 등, 1992)에서 에너지가와 단백질가가 낮은 사료로 사육된 개체들의 도체율이 훨씬 더 높다고($P<0.05$) 보고한 바 있다. 그러나 이 연구에서 다른 교잡 비육품종의 경우에는 차이가 없다고 하여 홀스타인 종 특이성에 기인하는 것으로 사료된다.

표 7-5에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 경우 도체형질 중 marbling score와 혈청 호르몬과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 7-5. Pearson's correlations between marbling score and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Marbling score			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
IGF-I	25	0.01	0.15	0.46	-0.15
	33	-0.33	0.41	0.68**	0.28
	41	-0.36	0.02	-0.58*	0.12
	49	0.25	0.19	0.01	-0.02
	57	-0.11	0.37	0.25	-0.06
	65	0.13	0.26	-0.36	0.52
	73	-0.26	-0.24	0.16	0.83**
	80	-0.15	-0.07	-0.17	-0.30
	88	-0.18	-0.01	-0.06	-0.81*
	96	-0.61	0.75	-0.79	-0.97
Cortisol	25	0.38	-0.10	-0.30	-0.02
	33	-0.34	-0.36	-0.29	-0.34
	41	-0.35	-0.35	-0.28	-0.32
	49	-0.12	-0.01	-0.04	-0.28
	57	0.09	-0.06	-0.23	0.13
	65	0.17	0.04	0.34	0.10
	73	0.66	0.57	0.54	0.55*
	80	-0.05	0.02	-0.07	-0.17
	88	0.99**	0.44	0.76***	0.54*
	96	0.99**	0.78**	0.04	0.96*

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

홀스타인 종 비육우의 근내지방도 측정치와 주령별 혈청 IGF-I의 분석치 간의 상관관계를 살펴보면 대조구는 비육기 동안 전반적으로 부의 상관경향을 보였고 TRT I 구는 비육후기에 들어서기 전까지 정의 상관의 경향을 보이다가 비육후기에 부의 상관경향을 나타내었다. TRT II 구는 육성기의 33주령에는 정의 상관을, 그리고 41주령에는 부의 상관을 나타내었고 비육후기에는 부의 상관경향을 나타내었다. TRT III 구의 경우 IGF-I과의 상관에서 비육기에 정의 상관을 보이다가 비육말기 부의 상관을 나타낸 것으로 조사되었다. Anderson 등(1988)은 IGF-I의 농도는 도체지

방함량, 도체지방량 및 지방두께와 부의 상관관계에 있다고 하였고, 이 등(1999)도 거세우에서 IGF-I의 농도는 전 기간 동안 근내지방도와 부의 상관관계(평균 -0.41)에 있다고 보고한 바 있어 본 연구결과에서 나타난 현상과 일치하는 결과였다.

Show와 Trout(1995)는 cortisol의 혈청 내 농도가 품종간의 차이가 많다고 하였고 혈장내 cortisol 함량과 체 조직 내 함량 간에는 정의 상관관계가 있다고 하였으며, 성장률과는 부의 상관관계를, 그리고 도체중의 근육과 정의 상관관계에 있다고 하였다. Hadley 등(1988)은 체 조직 내에서 cortisol의 농도가 높을수록 혈청 내 cortisol의 농도가 높아지고 이로 인한 육질의 개선($r=0.35\sim 0.51$, $P<0.001$)이 이루어지는 것으로 보고하였으며 glucocorticoids는 체내에서 탄수화물, 지방, 단백질 및 기타의 호르몬 대사 등에 관여하는 복잡한 기능을 가진 대사물질로 보고한 바 있다. 이처럼 근내지방도에 영향을 미치는 코티솔의 본 연구에서 근내지방도와 정의 상관관계를 살펴보면 대부분의 처리구들이 육성기와 비육전기를 거치면서 부의 상관을 가지다가 대부분 비육후기 출하월령에 도달하여서는 정의 상관을 가지는 것으로 나타나고 있다. 대조구의 경우는 57주령부터 정의 상관경향을 보이다가 88주령과 96주령에 매우 높은 수준의 정의 상관($r=0.99$, $P<0.05$)을 보였다. TRT I 구도 마찬가지로 현상을 보였고 96주령에 역시 정의 상관관계($r=0.78$, $P<0.05$)를 보인 것으로 조사되었다. TRT III구와 TRT 4구의 경우도 같은 현상을 보였는데, TRT III구의 88주령에는 통계적으로 매우 유의한 수준의 정의 상관($r=0.76$, $P<0.01$)을 보였고 TRT 4구의 경우는 73주령($r=0.54$), 88주령($r=0.55$) 및 96주령($r=0.96$)에 유의한 수준의 정의 상관이 나타났다($P<0.1$). 이러한 현상들이 나타난 시기가 대부분의 처리구가 65주령 이후에 상관경향이 나타나 홀스타인 거세비육우에서 코티솔의 농도가 육질을 판단하는 주요 요소중의 하나인 근내지방도에 영향을 미치는 시기가 15개월령 이후인 것으로 사료된다. 특히 월령이 늘어날수록 이러한 현상은 정확해지며, 20~22개월령에 높은 수준의 정의상관이 있는 것으로 조사되었다.

표 7-6에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 경우 도체형질 중 meat color와 혈청 호르몬과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 7-6. Pearson's correlations between meat color and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Meat color score			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
IGF-I	25	0.28	-0.13	-0.07	0.23
	33	0.48	-0.04	-0.45	0.49
	41	0.61	0.09	0.11	0.17
	49	0.67*	0.29	-0.46	0.60**
	57	-0.32	-0.43	-0.20	0.32
	65	0.12	-0.34	0.04	0.28
	73	-0.11	0.04	0.13	0.07
	80	0.18	0.19	-0.56*	-0.01
	88	0.92*	-0.49	0.44	-0.06
	96	0.55	0.54	0.98	0.31
Cortisol	25	-0.40	-0.37	-0.10	-0.22
	33	-0.32	-0.21	0.24	0.38
	41	0.18	0.33	0.15	-0.29
	49	-0.08	-0.34	-0.11	-0.49
	57	-0.32	0.43	0.06	-0.52
	65	0.33	-0.06	0.27	-0.40
	73	-0.30	0.59	0.54	-0.46
	80	-0.38	0.29	-0.05	0.11
	88	0.36	-0.42	0.74	0.36
	96	-0.26	-0.35	-0.48	-0.73

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

홀스타인 종 거세우의 농후사료 중 단백질과 에너지의 급여수준에 따른 meat color와 주령별 혈청 호르몬의 상관관계 중 혈청 IGF-I의 농도와와의 관계를 살펴보면 대조구는 비육전기의 49주령($r=0.67$, $P < 0.1$)과 88주령($r=0.92$, $P < 0.1$)을 포함하여 정의 상관관계($r=0.12 \sim 0.92$)를 보였으며, TRT II구에서는 80주령에 부의 상관($r=-0.56$, $P < 0.1$)이 그리고 전 기간 동안 정의 상관의 경향($r=0.23 \sim 0.60$)을 나타내었던 TRT III구의 경우는 49주령($r=0.60$, $P < 0.05$)에 유의한 상관을 나타내었다. 따라서

홀스타인종 거세비육우에 농후사료 중의 영양소 함량 수준에 따른 육색의 변화에서 IGF-I의 작용에 의한 다른 혈청대사물질의 변화에 복합적으로 작용하여 변화가 있었던 것으로 사료된다. 특히 혈청 glucose, cholesterol, total protein, albumin, creatinine 및 BUN등의 다른 작용에 의해 육색의 변화가 온 것으로 판단되며 혈청 cortisol의 농도와 육색과의 상관관계에서도 전체 처리구가 모두 뚜렷한 경향을 보이지 못하고 있어 혈청성분간의 상관에 따라 달라지는 것으로 생각되어진다.

표 7-7에는 홀스타인종 거세비육우에게 영양수준을 달리하였을 경우 도체형질 중 fat color와 혈청 호르몬과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 7-7. Pearson's correlations between fat color and concentrations of serum IGF-I and cortisol in Holstein steers

Item	Age (weeks)	Fat color score			
		Control	TRT I	TRT II	TRT III
IGF-I	25	0.57	0.39	0.15	-0.24
	33	0.15	0.08	-0.31	0.13
	41	0.48	0.22	0.25	0.15
	49	0.59	-0.11	-0.24	0.58
	57	0.06	0.01	0.05	0.17
	65	0.35	-0.32	-0.27	-0.02
	73	-0.24	0.04	-0.05	0.34
	80	0.30	0.11	-0.09	-0.10
	88	-0.01	0.41	0.27	0.64
	96	0.31	0.54	0.76	0.33
Cortisol	25	-0.01	-0.23	-0.15	-0.64
	33	0.06	0.01	-0.09	-0.01
	41	-0.19	0.44	0.23	-0.33
	49	-0.18	0.01	0.18	0.04
	57	0.30	0.14	-0.19	-0.37
	65	0.05	-0.23	0.21	0.15
	73	-0.27	0.38	-0.34	-0.07
	80	0.25	0.35	0.20	0.01
	88	-0.46	-0.39	0.02	0.59
	96	0.68	0.82	0.18	0.52

* : $P < 0.1$, ** : $P < 0.05$, *** : $P < 0.01$

홀스타인 종 거세우의 농후사료 중 단백질과 에너지의 급여수준에 따른 지방색과 주령별 혈청 호르몬과의 상관관계 중 혈청 IGF-I의 농도와의 관계를 살펴보면 대조구와 TRT I 구 및 TRT III구는 육성기로부터 비육기까지 정의 상관의 경향을 보였다. TRT II구의 경우는 비육기에 부의 상관의 경향을 나타내었으나 미미한 정도여서 지방색과 IGF-I간에는 큰 상관이 나타나지 않았다. 또한 근육중의 지방대사에 영향을 미치는 cortisol의 경우에도 일정한 경향이나 유의한 상관이 나타나지 않은 것으로 조사되었다.

8. 단백질과 에너지 급여수준이 등심 중의 물리 이화학적 특성에 미치는 영향

가. 등심 중의 일반 화학성분

생후 18개월령, 20개월령 그리고 22개월령에 출하한 개체들을 도축하여 등심조직 내의 화학적 성분을 조사한 바는 표 8-1과 같다.

등심조직의 채취는 도체의 좌반도체에서 등급판정 부위 절개면의 채끝 등심 쪽의 절개 면에서 슬라이스로 채취하여 분석하였다.

생후 18개월령의 경우 수분, 단백질, 지방 및 조회분에서 고도의 유의적인 수준에서의 차이를 보였다. 수분의 경우 대조구와 조단백질 함량이 높은 처리구에 비하여 에너지함량 만이 높은 TRT II구에서 68.41%로 높게 나타났다($P<0.001$). 단백질 함량과 지방의 함량은 서로 반대의 경향을 보였는데, 사료 내 조단백질을 함량의 증가에는 영향을 받지 않았지만 TDN 함량의 영향을 받은 것으로 나타났다. 등심 조직 내의 단백질 함량을 살펴보면, TDN 함량이 높은 처리구인 TRT II구와 TRT III구에서 각각 25.90% 와 26.01%로 TDN함량이 상대적으로 낮은 대조구(24.02%)와 TRT I구(24.73%)에 비해 유의적 차이를 보였다($P<0.0001$). 지방의 함량은 단백질 함량과 반대의 경향을 보여 대조구와 TRT I구에서 각각 8.42%와 8.01%로 TRT II구(4.35%)와 TRT III구(4.75%)에 비하여 현저히 높은 수준을 나타냈다($P<0.0001$). 조회분의 함량은 TRT III구에서 1.51%의 함량으로 다른 처리구들에 비하여 높았다($P<0.0001$).

본 연구에서 생후 20개월령과 22개월령에 도축한 홀스타인 거세비육우의 등심조직 내 화학적 조성은 큰 차이를 보이지 않았다. 조지방의 경우 20개월령에서 18개월령에서와 비슷하게 나타나 TRT I구(11.74%)에서 대조구(8.98%)나 다른 두 처리구(TRT II구, 8.02%; TRT III구, 8.18%)에 비하여 다소 높게 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았다($P<0.171$). 조단백질 함량 역시 대조구(19.91%)와 시험구(TRT I구, 19.55%; TRT II구, 20.43%; TRT III구, 20.70%) 간은 물론 대조구를 제외한 시험구 간에도 차이가 없었다($P<0.178$). 그러나 조회분의 경우 TDN 함량만을 높인 TRT III구(1.78%)에서 다른 처리구(대조구 1.03%; TRT I구 0.96%; TRT III구 1.07%)에 비하여 높은 수준을 보였다($P<0.042$).

생후 22개월령의 등심조직 내 화학적 성분은 단지 조회분에서 만이 유의적인

차이를 보였다. 하지만 조지방의 경우 TRT III구에서 10.24%로 다른 처리구들(대조구 9.58%; TRT I 구 8.86%; TRT II구 7.85%)에 비하여 다소 높은 수준을 보였다. 조단백질 함량은 20개월령에서와 마찬가지로 처리 간 차이를 보이지 않았다.

홀스타인 중 거세우가 다른 품종에 비하여 도체의 지방 함량이 낮은 특성을 가지고 있다는 것은 많은 시험을 통하여 밝혀진 바 있다(Matsuzaki 등, 1997; Garret 등, 1971; 성 등, 1996; 이, 1991; 조 등, 1992). 따라서 이러한 특성을 가진 소의 지방 침착을 증가시키기 위해서는 에너지 급여량을 크게 증가시킬 필요가 있으며, 본 시험에서도 그러한 필요성이 있음을 확인할 수 있었다.

Table 8-1. Least squares means of chemical composition(%) of *longissimus dorsi* muscle of Holstein steers

Month of age	Items	Treatments				SEM	P value
		Control	TRT I	TRT II	TRT III		
18	Moisture	66.60 ^b	66.21 ^b	68.41 ^a	67.73 ^{ab}	0.377	0.001
	Crude Protein	24.02 ^b	24.73 ^b	25.90 ^a	26.01 ^a	0.250	0.001
	Ether extract	8.42 ^a	8.01 ^a	4.35 ^b	4.75 ^b	0.408	0.001
	Ash	0.91 ^c	0.97 ^c	1.34 ^b	1.51 ^a	0.049	0.001
20	Moisture	70.08	67.75	70.48	70.06	0.943	0.184
	Crude Protein	19.91	19.55	20.43	20.70	0.375	0.178
	Ether extract	8.98	11.74	8.02	8.18	1.273	0.171
	Ash	1.03 ^b	0.96 ^b	1.78 ^a	1.07 ^b	0.029	0.042
22	Moisture	69.03	69.42	70.29	68.60	0.903	0.601
	Crude Protein	20.54	20.69	20.82	20.10	0.298	0.366
	Ether extract	9.58	8.86	7.85	10.24	1.117	0.487
	Ash	0.85 ^b	1.04 ^a	1.04 ^a	1.06 ^a	0.039	0.004

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P < 0.05$).

나. 등심의 물리적 특성

생후 18개월령에 도축한 본 연구의 홀스타인 거세비육우 등심 조직의 육색에서는 명암도, 적색도 및 황색도에서 모두 처리간의 큰 차이를 보이지 않았으나, 적색도에 있어서 대조구와 다른 처리구들에 비하여 TRT II구에서 다소 좋은 성적을 나타

내었다($P<0.157$).

등심조직의 pH는 TRT II구에서 5.54로 대조구(5.10)와 TRT I구(5.23) 및 TRT III구(5.27)에 비해 높았다($P<0.031$). 간접적으로 보수력과 연관을 지을 수 있는 pH는 높을수록 보수력이 높다는 것이 일반적이다. 이러한 결과를 뒷받침 할 수 있는 것으로서 TRT II구에서 TRT III구 보다는 못하지만 대조구와 다른 처리구들에 비하여 가열감량(cooking loss)이 적은 것을 보면 보수력이 좋을 것으로 기대할 수 있다. 물리적 특성을 나타내는 대표적인 것으로 hardness 및 springiness, chewiness 및 cohesiveness를 조사하였다. Hardness는 사료의 단백질 수준만을 높인 TRT I구에서 다른 처리구들에 비하여 낮았고($P<0.001$), cohesiveness는 에너지 수준만을 증가시킨 TRT II구에서 높았으나($P<0.005$), chewiness에서는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 생후 18개월령에 출하한 홀스타인 거세비육우의 등심 조직의 물리적 특성을 종합하면 대체적으로 TRT II구가 pH, cohesiveness, cooking loss 그리고 보수력 등의 성적으로 보아 대조구와 다른 처리구들에 비하여 좋은 성적을 보였다고 할 수 있다(표 8-2).

생후 20개월령 홀스타인 거세비육우 등심 조직의 육색에 있어 적색도($P<0.001$) 및 황색도($P<0.002$)에서 차이를 보였는데, 대체로 대조구와 TRT I구에서 높게 나타났으며, 에너지 수준을 높인 TRT II구와 TRT III구에서 낮은 적색도와 황색도를 나타내었다. 그러나 생후 18개월령 출하군의 등심 조직에서와 같이 처리 간 등심조직 내의 pH의 차이는 없었다. Cooking loss의 경우 역시 생후 18개월령에서와 비슷하게 TDN 함량이 적은 대조구와 TRT I구에 비하여 TRT II구와 TRT III구에서 낮은 것으로 나타났다. 조직감을 나타내는 hardness, cohesiveness 그리고 springiness에서는 차이가 없었으나 chewiness에서는 대조구가 TRT II구 보다 개선된 결과를 나타내었다($P<0.059$). 생후 20개월령 홀스타인 거세비육우 등심 조직의 물리적 특성 역시 조사된 항목의 대부분에서 처리 간 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

생후 22개월령에 도축한 홀스타인 거세비육우 등심 조직은 황색도가 다른 처리구들에 비하여 TRT I구에서 9.73으로 가장 높았던 반면 TRT II구(7.94)에서 가장 낮았다($P<0.017$). 황색도가 낮을수록 적색육 즉 선홍색을 띠게 되므로 단백질 수준이 높은 TRT II구에서 처리효과가 다소 있다고 볼 수 있다. 그러나 홀스타인 거세

우에 대한 영양수준별 사료급여는 도체의 지방색에 크게 영향하지는 않은 것으로 나타났다. pH는 다른 처리구들에 비하여 TRT II구에서 현저히 낮았으며($P<0.0025$), hardness($P<0.001$)와 chewiness ($P<0.001$)는 사료 내 TDN의 함량이 높은 TRT II구와 TRT III구에서 낮은 것으로 나타났다.

Gregory 등(1995)의 보고에 의하면, 전단력은 도체지방량이 높고 근내지방 함량이 많을수록 낮다고 하였다. 그리고 May 등(1992)은 전단력이 도체중 및 등지방두께와 같은 도체요소와 부(-)의 상관관계가 있으며, 전단력이 높을수록 관능특성인 다즙성, 향미 및 연도가 좋지 않은 것으로 나타났다. 본 연구결과에 의하면, 22개월령에 이들의 결과와 비슷한 경향을 보여주고 있다. 즉, hardness가 감소한 TRT II구에서 다즙성을 지표로 활용할 수 있는 cooking loss의 양이 적음을 보여주었다. 그러나 May 등(1992)의 보고와는 달리 등심 조직 내의 조지방의 함량은 다른 처리구들에 비하여 낮았음을 알 수 있었다(표 8-1).

생후 18개월령부터 22개월령까지 도축한 각 처리구별 홀스타인 거세비육우의 등심 조직의 물리적 특성을 종합해 보면 대조구와 TRT I구 그리고 TRT III구에 비하여 사료의 에너지 수준만을 증가시킨 TRT II구가 생후 18개월령의 성적이 가장 우수하다고 볼 수 있다.

Table 8-2. Least squares means of physical characteristics of *longissimus dorsi* muscle of Holstein steers

Month of age	Items	Treatments				SEM	P value	
		Control	TRT I	TRT II	TRT III			
18	Meat color	L	39.79	41.35	39.55	39.84	0.735	0.309
		a	15.08	16.85	17.10	16.60	0.662	0.157
		b	9.62	10.60	10.80	10.27	0.430	0.253
	pH	5.10 ^b	5.23 ^{ab}	5.54 ^a	5.27 ^{ab}	0.099	0.031	
	Hardness	4.54 ^a	2.97 ^b	5.63 ^a	6.05 ^a	0.491	0.001	
	Cohesiveness	0.52 ^b	0.55 ^b	0.61 ^a	0.57 ^{ab}	0.015	0.005	
	Springiness	0.55	0.61	0.53	0.52	0.058	0.703	
	Chewiness	1.28	0.98	1.80	1.80	0.251	0.073	
	Cutting strength	2.81	2.50	2.54	2.75	0.312	0.651	
	Cooking loss	37.00	29.04	25.02	24.56	4.066	0.136	
20	Meat color	L	36.85	36.90	36.01	35.01	0.790	0.326
		a	17.99 ^a	17.16 ^{ab}	15.74 ^b	15.34 ^b	0.542	0.001
		b	8.55 ^a	8.37 ^a	7.06 ^b	6.46 ^b	0.375	0.002
	pH	5.40	5.40	5.37	5.38	0.015	0.457	
	Hardness	8.96	10.22	13.70	8.45	1.679	0.155	
	Cohesiveness	0.48	0.56	0.44	0.55	0.397	0.139	
	Springiness	0.56	0.59	0.46	0.61	0.047	0.129	
	Chewiness	2.52 ^b	3.13 ^{ab}	4.06 ^a	3.64 ^{ab}	0.380	0.059	
	Cutting strength	2.78	2.75	2.81	2.71	0.351	0.555	
	Cooking loss	34.84	34.96	29.22	28.99	2.344	0.151	
22	Meat color	L	42.37	38.44	38.87	39.09	1.004	0.226
		a	16.20	16.74	15.06	15.72	0.378	0.044
		b	9.42 ^{ab}	9.73 ^a	7.94 ^b	9.42 ^{ab}	0.354	0.017
	pH	5.37 ^a	5.36 ^a	5.25 ^b	5.33 ^{ab}	0.023	0.025	
	Hardness	5.97 ^b	8.17 ^a	2.10 ^c	3.19 ^c	0.550	0.001	
	Cohesiveness	0.50	0.52	0.52	0.50	0.024	0.894	
	Springiness	0.53	0.50	0.60	0.52	0.033	0.235	
	Chewiness	2.25 ^a	2.10 ^a	0.64 ^b	0.81 ^b	0.127	0.001	
	Cutting strength	2.99	2.95	2.94	2.98	0.301	0.445	
	Cooking loss	28.18	32.31	30.88	29.29	1.409	0.346	

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

다. 등심 중의 지방산 조성

도축월령별 홀스타인 거세비육우의 등심 조직 내 지방산조성은 표 8-3에서 보는 바와 같다.

생후 18개월, 20개월 및 22개월령에 홀스타인 거세비육우를 도축한 후 등급판 정부위의 등심 조직을 이용하여 지방산 조성을 분석하였다. 생후 18개월령에 도축한 홀스타인 거세비육우의 처리구별 지방산 조성은 모든 지방산이 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았으나 TDN 함량과 CP 함량을 높게 급여한 TRT III구의 등심 조직 내 stearic acid($C_{18:0}$, 14.05%)과 oleic acid($C_{18:1}$, 36.69%)의 함량이 다른 처리구들에 비하여 비교적 높은 경향을 나타내었다. 반면에 linoleic acid($C_{18:2}$, 8.93%)의 함량은 대조구(10.08%)나 TRT I구(9.35%) 그리고 TRT II구(9.41%)에 비하여 다소 낮은 경향을 보였다.

반면에 생후 20개월령 과 22개월령에 도축한 홀스타인 거세비육우의 등심 조직 내 일부 지방산 조성에서는 처리 간에 차이를 보였다. 생후 20개월령 출하 개체들의 지방산 조성을 살펴보면, 체내 합성되는 주요 지방산인 palmitic acid($C_{16:0}$) 및 palmitoleic acid($C_{16:1}$)의 함량이 처리 간 차이를 보였는데, $C_{16:0}$ 은 유의적인 차이는 없었지만 TRT III구에서 20.23%로 대조구(24.16%)와 다른 처리구(TRT I구 23.78%; TRT II구 24.70%)에 비하여 그 비율이 낮은 것으로 나타났다. 이와 반대로 $C_{16:1}$ 은 다른 처리구들(대조구 3.43%; TRT I구 4.10; TRT II구 3.60)에 비하여 TRT III구가 5.06%로 현저히 높았다($P<0.007$). $C_{16:0}$ 과 $C_{16:1}$ 의 그러한 경향은 $C_{18:0}$, $C_{18:1}$ 및 $C_{18:2}$ 에서도 비슷하였는데, $C_{18:0}$ 은 대조구(26.86%)와 다른 처리구들(TRT I구 21.88% 및 TRT II구 21.60%)에 비하여 TRT III(12.60%)구에서 상당히 낮은 수준을 보였다. 반면에 $C_{18:1}$ ($P<0.002$)과 $C_{18:2}$ ($P<0.126$) 비율은 다른 처리구들에 비하여 TRT III구에서 높은 수준을 보였다. Linolenic acid($C_{18:3}$)의 함량은 대조구에서 0.29%로 CP와 TDN의 함량을 높인 처리구보다 낮은 수준을 보였다($P<0.009$). 이러한 이유로 인하여 생후 20개월령에 도축한 홀스타인종 거세비육우의 등심조직 내 단일 불포화지방산(mono-unsaturated fatty acid, MUFA)의 함량($P<0.003$)과 다중불포화지방산(poly-unsaturated fatty acid, PUFA) 함량이 다른 처리구들에 비하여 TRT III구(MUFA 46.23%; PUFA 13.10%)에서 현저히 높았음을 알 수 있었다($P<0.011$).

반면에 포화지방산(saturated fatty acid, SFA) 함량은 TRT III구(40.64%)에서 다른 처리구들에 비하여 낮은 것으로 나타났다($P<0.001$).

생후 22개월령에 도축한 홀스타인종 거세비육우의 등심 조직 내의 지방산 중 $C_{18:1}$ 의 함량은 생후 18개월령 및 20개월령에 도축했던 경우와 비슷한 경향을 보였다. 22개월령에 도축한 홀스타인종 거세비육우 역시 TRT III구(41.50%)에서 다른 처리구에 비하여 함량이 높은 경향을 보였다($P<0.089$). 그러나 $C_{18:0}$ 비율은 처리 간 뚜렷한 차이가 없었다. 생후 20개월령에 도축한 홀스타인 거세비육우에서의 결과와는 달리 TRT III구의 $C_{18:2}$ ($P<0.006$)와 $C_{18:3}$ ($P<0.003$)의 조성 비율이 다른 처리구들에 비하여 낮은 것을 볼 수 있었는데, 이는 MUFA와 PUFA에서도 그대로 반영되어 MUFA의 함량이 큰 차이를 보이진 않았지만 다른 처리구들에 비하여 TRT III구에서 높은 경향을 보였으며, PUFA의 경우는 그와 반대 경향을 보였다. 이러한 결과는 송 등(1998)의 연구보고에서 보고한 바와 비슷한 경향을 보였다. 송 등(1998)은 한우를 대상으로 한 농후사료 급여기준량 대비 85%, 100%, 115% 수준으로 급여하고 14개월령, 18개월령 및 24개월령 한우 근내지방의 지방산 조성을 비교한 결과, 전체 연령에 걸쳐 급여량을 증가시킨 처리구에서 $C_{18:1}$ 의 함량이 높게 나타났다고 하였다. 반면에 $C_{18:0}$ 의 함량은 에너지 급여수준에 따라 급여수준이 증가할수록 함유량이 낮았다고 보고한 바 있다. 그러한 결과로 보아 쇠고기의 지방산 조성이 부분적으로 에너지 급여량에 의해 영향을 받을 수 있는 것으로 여겨진다..

소의 연령 또한 지방산 조성에 영향을 줄 수 있는 것으로 보인다. 본 연구의 경우 전체적으로 큰 차이를 보이지는 않았지만 연령이 증가할수록 등심 조직 내 지방산 중 $C_{18:1}$ 의 함량이 전 처리구에서 증가함을 볼 수가 있는 반면 $C_{18:0}$ 이나 $C_{16:0}$ 의 함량은 감소되는 경향을 보여주고 있다. 이러한 결과는 Waldman 등(1968)과 송 등(1998)이 보고한 데로 소의 연령이 증가할수록 $C_{18:1}$ 과 $C_{18:2}$ 의 비율이 증가한 반면 $C_{14:0}$, $C_{16:0}$ 및 $C_{18:0}$ 의 비율이 감소하고, 불포화지방산의 함량도 증가되었다는 보고의 결과와 비슷한 결과를 보여주고 있다. 또 다른 연구결과에서는 6개월령, 14개월령 및 18개월령의 한우 등심 조직 내 $C_{18:1}$ 의 함량을 조사하였는데, 그 조성 비율이 각각 41.62%, 46.6% 및 46.02%로 본 실험의 Holstein 거세비육우의 결과보다는 약 10%가량 높은 함량을 나타내지만 연령이 증가할수록 다소 증가하는 경향을 보였다는 보고가 있다(농림부, 1998).

Table 8-3. Least squares means of fatty acids composition(%) of *longissimus dorsi* muscle of Holstein steers

Month of age	Fatty acids	Treatments				SEM	P value
		Control	TRT I	TRT II	TRT III		
18	C _{12:0}	1.48	1.35	1.20	1.13	0.112	0.148
	C _{14:0}	3.00	3.35	2.78	3.19	0.218	0.299
	C _{14:1}	0.70	0.66	0.66	0.69	0.066	0.970
	C _{16:0}	26.79	26.06	27.01	26.41	1.022	0.917
	C _{16:1}	4.26	4.13	4.06	3.83	0.340	0.834
	C _{18:0}	13.91	12.96	13.81	14.05	0.487	0.401
	C _{18:1}	33.48	36.05	35.85	36.69	1.655	0.548
	C _{18:2}	10.08	9.35	9.41	8.93	1.348	0.943
	C _{18:3}	0.20	0.29	0.31	0.30	0.052	0.432
	C _{20:1}	0.13	0.10	0.18	0.15	0.050	0.748
	Others	7.16	5.65	4.73	4.65	0.896	0.189
	SFA	47.06	45.49	46.69	46.61	1.304	0.846
	MUFA	39.40	41.68	41.49	41.89	1.670	0.701
	PUFA	14.76	12.85	11.80	11.50	2.100	0.690
M/P	3.40	4.80	4.39	4.34	1.032	0.805	
20	C _{12:0}	0.94	1.24	1.08	1.20	0.145	0.465
	C _{14:0}	1.51	1.59	1.38	1.16	0.135	0.134
	C _{14:1}	1.14 ^b	1.53 ^a	0.80 ^c	0.89 ^{bc}	0.094	0.001
	C _{16:0}	24.16	23.78	24.70	20.23	1.592	0.199
	C _{16:1}	3.43 ^b	4.10 ^b	3.60 ^b	5.06 ^a	0.328	0.007
	C _{18:0}	26.86 ^a	21.88 ^a	21.60 ^a	12.60 ^b	1.990	0.001
	C _{18:1}	27.63 ^b	30.35 ^b	30.23 ^b	39.26 ^a	1.841	0.002
	C _{18:2}	8.26 ^b	9.33 ^b	9.83 ^b	12.67 ^a	0.845	0.126
	C _{18:3}	0.29 ^b	0.44 ^a	0.43 ^a	0.44 ^a	0.032	0.009
	C _{20:1}	0.99	0.85	1.09	1.19	0.111	0.224
	Others	4.79	4.89	5.31	5.34	0.275	0.408
	SFA	57.87 ^a	53.34 ^a	54.11 ^a	40.64 ^b	2.212	0.001
	MUFA	33.59 ^b	36.89 ^b	35.61 ^b	46.23 ^a	2.156	0.003
	PUFA	8.56 ^b	9.78 ^b	10.25 ^b	13.10 ^a	0.843	0.011
M/P	4.00	3.80	3.50	1.01	0.363	0.744	
22	C _{12:0}	1.58 ^a	1.58 ^a	1.34 ^a	0.66 ^b	0.207	0.014
	C _{14:0}	1.50 ^{ab}	1.51 ^{ab}	1.35 ^a	0.59 ^b	0.223	0.021
	C _{14:1}	0.93 ^a	0.95 ^a	1.63 ^a	0.60 ^b	0.215	0.017
	C _{16:0}	24.80	23.66	23.59	26.26	1.012	0.208
	C _{16:1}	2.93 ^{ab}	4.25 ^b	4.88 ^{ab}	5.93 ^a	0.537	0.018
	C _{18:0}	10.33	11.05	10.73	11.81	0.542	0.350
	C _{18:1}	39.58	37.91	36.95	41.50	1.313	0.089
	C _{18:2}	10.95 ^a	11.64 ^a	11.85 ^a	6.86 ^b	1.047	0.006
	C _{18:3}	0.53 ^a	0.41 ^a	0.50 ^a	0.59 ^b	0.030	0.003
	C _{20:1}	1.28 ^a	1.23 ^a	1.13 ^a	0.69 ^b	0.097	0.001
	Others	5.60	5.79	6.06	4.49	0.929	0.625
	SFA	43.93	43.83	43.83	44.11	1.031	0.997
	MUFA	44.60	44.09	43.80	48.44	1.325	0.058
	PUFA	11.48	12.09	12.39	7.46	0.989	0.007
M/P	3.88	3.78	4.39	6.76	0.538	0.003	

¹⁾ Saturated fatty acid, ²⁾ Mono unsaturated fatty acid,

³⁾ Poly unsaturated fatty acid, ⁴⁾ MUFA /PUFA

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

제 3 절 경제성 분석

표 9-1은 본 연구를 통하여 출하된 시험축의 두 당 평균 실제 경락가격, 생산비 및 수익성 분석 자료이다.

Table 9-1. Economic analysis by nutrient plan in Holstein steers

(Unit : 1,000 won)

Item	Steers			
	Control	TRT I	TRT II	TRT III
	----- Slaughtered at 18 months of ages -----			
	n=8	n=8	n=8	n=8
Gross receipt ¹	3,093	3,290	3,497	3,296
Operating cost	2,427	2,481	2,485	2,488
Feed cost ²	1,089	1,143	1,147	1,150
Calf, bedding and etc. ³	1,338	1,338	1,338	1,338
Profit and loss ⁴	666	809	1,012	808
	----- Slaughtered at 20 months of ages -----			
	n=8	n=8	n=8	n=8
Gross receipt ¹	3,539	3,610	3,925	3,695
Operating cost	2,627	2,689	2,691	2,695
Feed cost ²	1,264	1,325	1,328	1,332
Calf, bedding and etc. ³	1,363	1,363	1,363	1,363
Profit and loss ⁴	912	921	1,234	1,000
	----- Slaughtered at 22 months of ages -----			
	n=8	n=8	n=8	n=8
Gross receipt ¹	3,526	3,419	3,827	3,653
Operating cost	2,875	2,931	2,935	2,948
Feed cost ²	1,458	1,514	1,518	1,531
Calf, bedding and etc. ³	1,417	1,417	1,417	1,417
Profit and loss ⁴	651	488	892	705

¹ Average auction price of carcass by grade.

² Amount that practical fed(unit price : concentrate 250won, roughage 150won).

³ Nationwide average calf price of 2003, Employ, self-labour, Water(light and fuel) expenses, medical fee, depreciation cost, raising materials, rent and castration expense and etc.

⁴ Growth receipt - operating cost.

한국적 사양조건하에서 사육된 홀스타인 거세비육우에 대한 단백질과 에너지 급여수준에 따른 출하개체의 두 당 평균 수취금액은 각 출하월령별로 출하된 개체의 농협중앙회 서울축산물공판장 실제 경락가격을 적용하였다. 경영비(operating cost) 중에서 사료비는 실제 사료섭취량 대비 시험사료의 제조비용을 계산하였고, 송아지의 매입 가격은 실험개시 당시의 전국 수송아지 산지 평균가격을 기준으로 하였는데 2003년 6월부터 7월까지 매입한 송아지의 평균가격은 806천원이었다. 경영비 중에서 기타비용(수도광열비, 각종 재료비, 소농구비, 감가상각비, 수리비 및 기타비용)과 노동력(고용+자가)의 비용은 농축산물 표준소득 중 한우 비육우(농촌진흥청, 2003)를 기준으로 계상하였다. 손익계산은 총수입에서 경영비의 지출을 공제한 금액으로 계산하였다.

생후 18개월령 출하개체의 각 처리구 별 두 당 평균 수취금액을 살펴보면, TRT II구, TRT III구, TRT I구 및 대조구의 순서로 각각 3,497천원, 3,296천원, 3,290천원 및 3,093천원이었다. 따라서 농후사료중의 에너지 급여수준을 높였던 TRT II구가 대조구, TRT I구 및 TRT III구에 비하여 각각 201천원, 207천원 및 404천원을 더 수취한 것으로 조사되었다. 여기에서 경영비를 제외하고 발생한 손익은 대조구, TRT I구 TRT II구 및 TRT III구가 각각 666천원, 809천원, 1,012천원 및 808천원으로 TRT II구의 손익이 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다.

생후 20개월령 출하개체의 각 처리구 별 두 당 평균 수취금액을 살펴보면, TRT II구, TRT III구, TRT I구 및 대조구의 순서로 18개월령 출하시와 같은 경향을 보였으며 각각 3,925천원, 3,695천원, 3,610천원 및 3,539천원이었다. 따라서 농후사료 중의 에너지 급여수준을 높였던 TRT II구가 TRT III구, TRT I구 및 대조구에 비하여 각각 230천원, 315천원 및 386천원을 더 수취한 것으로 조사되었다. 여기에서 경영비를 제외하고 발생한 손익은 대조구, TRT I구 TRT II구 및 TRT III구가 각각 912천원, 921천원, 1,234천원 및 1,000천원으로 농후사료중의 에너지 급여수준이 높았던 TRT II구의 손익이 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다.

생후 22개월령 출하개체의 각 처리구 별 두 당 평균 수취금액을 살펴보면, TRT II구, TRT III구, 대조구 및 TRT I구의 순서로 각각 3,827천원, 3,653천원, 3,526천원 및 3,419천원이었다. 18개월령 출하시와 20개월령 출하시와 마찬가지로 농후사료중의 에너지 급여수준이 높았던 TRT II구와 단백질 및 에너지의 급여수준이 높았던 TRT III구의 수취금액이 높은 것으로 조사되었지만 22개월령까지 이르러서

는 농후사료중의 단백질급여수준이 높았던 TRT I 구의 수취금액이 가장 낮았다. 경영비를 제외하고 발생한 손익은 대조구, TRT I 구 TRT II 구 및 TRT III 구가 각각 651천원, 488천원, 892천원 및 705천원으로 TRT II 구의 손익이 가장 높았고 TRT I 구가 가장 낮았다.

전체 출하월령별 경제성분석의 비교에서 알 수 있듯이 가장 수익률이 높았던 처리구는 농후사료중의 에너지 함량을 높여 급여했던 TRT II 구와 에너지 및 단백질급여수준이 높았던 TRT III 구였다. 즉, 한국적인 사양조건하에서 벗짚으로 사육되는 홀스타인 거세비육우는 TRT II 구와 TRT III 구처럼 에너지의 급여수준을 높은 영양수준에 20개월령 출하가 가장 경제적이었던 것으로 파악되었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발을 위한 목표달성도

우리나라의 쇠고기 시장은 수입육의 자유화로 인하여 많은 어려움을 겪고 있으며, 생산비를 절감하면서 수입육에 경쟁력을 강화해야하는 문제를 안고 있다. 특히 국내의 육우 산업은 국내산 쇠고기 시장에서 그 점유율이 35%가 넘을 정도로 결코 무시할 수 없는 존재로 성장했다. 과거에는 낙농의 부산물 개념으로 부업형태의 홀스타인 비육을 해왔고, 또 우유의 생산량을 늘리는 방향으로 개량되어온 홀스타인종에서 한우와 같은 수준의 육질을 기대하기란 어려운 일이었다. 그러나 최근에는 규모화된 농가들이 홀스타인종에 대한 대규모 비육을 하고 있는 추세이다. 따라서 한우와는 다르게 적용해야 할 단계별 사양법, 고급육을 생산하기 위한 홀스타인종에 알맞은 영양수준의 개발 등이 필요한데, 이러한 문제해결이 선행되지 않아 국내의 전체 육우에 급여되는 사료의 낭비를 초래하고 수입육과의 경쟁에서 뒤쳐져 온 것이 사실이다.

한국적인 사양 환경, 즉, 대규모 사육농가라고 하더라도 집약적일 수밖에 없는 사육환경, 조사료 공급원으로서 볏짚을 이용하여 전 기간 동안 사양관리를 해야 하는 여건, 어쩔 수 없이 시판되는 배합농후사료를 구매하여 급여해야 하는 현실 등, 이러한 사양 환경 하에서 대형종인 홀스타인 거세비육우를 키우기 위해서는 필요한 선결요건들이 많이 있다. 그 중의 하나가 바로 홀스타인 거세비육우의 고급육생산을 위한 사육단계별 적정한 영양수준 규명하고 급여기준을 정립하는 것이다. 이것은 결국 수입육에 경쟁할 수 있는 여건을 만드는 단초가 될 것이기 때문이다.

이러한 상황에서 홀스타인 거세 비육우에게 급여하는 농후사료 중의 단백질 및 에너지의 급여수준을 정하는 것은 매우 필요한 연구였고, 급여되는 사료의 영양수준이 홀스타인종 거세비육우의 산육생리 과정에 미치는 영향과 국내 육우산업과 농가 입장에서 이에 따른 경제성을 구명하는 것은 매우 주요한 연구과제였다.

따라서 본 연구는 홀스타인종 거세비육우에게 급여하는 농후사료의 영양수준변화에 따른 발육성적과 혈액대사물질의 변화 및 도체성적 등을 조사하고 이들 간의

상관관계를 구명하는 것이 그 목표였다. 본 연구의 결과는 홀스타인 거세 비육우의 발육속도, 혈액성분, 호르몬농도 및 도체의 경제 형질 및 그들과의 상관을 조사하여 밝혀낸 가장 좋은 영양급여수준은 농후사료중의 에너지급여수준을 높였던 TRT II 구가 전 기간동안 발육성적, 도체성적에서 가장 경제적인 영양수준임을 밝혀내었다.

따라서 본 연구의 결과는 한국적 사양조건하에서 사육되는 홀스타인 거세 비육우의 증체성적과 도체성적의 개선을 이루는 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상되고, 결과적으로 육우사육 농가의 생산비 감소와 더불어 소득증대에 크게 기여할 것으로 판단된다.

우리나라의 육우산업의 발전은 수입우육에 대응하는 경쟁력을 확보하는 것으로 결과적으로는 한우산업을 보호하는 방법이 될 것으로 보인다. 각 연도별 연구 개발 목표에 따른 목표의 달성도를 살펴보면 다음과 같다.

□ 연차별 연구개발의 목표와 달성도

구 분	연구 개발 목표	목표의 달성도
1차년도 (2003~ 2004)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 홀스타인종 거세비육우의 단백질과 에너지 급여수준 별 발육성적 구명을 위한 배합사료 제조 급여 ○ 홀스타인종 거세비육우의 단백질과 에너지 급여수준 별 발육성적 규명 위한 자료조사(체중, 체적 분석) ○ 홀스타인종 거세비육우의 단백질과 에너지 급여수준 별 일반혈액성분(호르몬포함) 규명을 위한 자료조사(혈액 샘플 채취 및 분석 작업) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시험용 배합사료를 제조하고 홀스타인수송 아지 96두를 입식하여 실험 개시 후 개발목표 상의 항목을 조사 및 분석하였음 <p>⇒ 목표 달성되었음</p>
2차년도 (2004~ 2005)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 홀스타인종 거세비육우의 적정출하월령 및 체중설정 ○ 홀스타인종 거세비육우의 단백질과 에너지 급여수준 별 도체특성 규명 ○ 홀스타인종 거세비육우의 고품질 쇠고기 생산을 위한 적정단백질 및 에너지 급여 수준 구명 ○ 한국적인 사양조건에서 홀스타인종 거세비육우의 성장곡선 특성 추정 ○ 홀스타인종 거세비육우의 단백질 및 에너지 급여수준에 따른 혈액일반성분과 발육성적 및 혈액일반성분과 도체성적과의 상관관계규명 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 홀스타인거세우 영양수준별 월령별 발육성적 및 도체성적 조사 ○ 월령별 혈액, 호르몬 및 도체성적조사 및 혈액의 각각 형질의 상관조사 ○ 육질의 물리화학특성 및 지방산분석 <p>⇒ 목표 달성되었음</p>

제 2 절 관련분야에의 기여도

본 연구가 시작되던 2003년도의 홀스타인 종 거세비육우는 약 40%의 두수만이 2등급 이상의 육질을 보였다. 우리나라의 비육 산업 공여두수는 약 120천두로서 쇠고기 생산량의 측면에서 보면 한우와 비교하여 약 38%를 상회하게 되고, 제대로 비육해서 고급육으로 생산하여 두 당 약 3,200천원 정도의 소득을 얻었을 경우 이를 금액으로 환산하면 연간 4천억원 정도의 경제규모가 된다. 이런 결과로 젓소 수송까지의 입식단가는 상향조정되고 있지만 도체등급의 출현결과는 입식단가의 상승폭만큼 높아지지 않고 있다. 우리나라 도체등급의 차이는 거세우와 비거세우로 구분되어 있는 데 젓소는 비거세우는 등급이 3A와 3B에 한정되어 약 6,000원/kg수준이지만 거세우는 1+A등급이 11,000원/kg(축산물 등급판정소, 2005)으로 83%이상 차이가 나고 있다. 출현율이 가장 높은 2B, 3B등급의 경우에도 8,000원 정도로서 38% 이상의 차이가 예상된다. 이미 우리나라의 소 도체 등급제는 정착되어 농가 스스로가 이 제도를 통하여 증체를 개선하고 고급육을 생산하려는 노력을 경주하여 고급육을 생산하기 위한 많은 노력이 이루어지고 있다.

본 연구는 이러한 차제에 수입육에 대응하여야 하는 국내 축산자원의 중요한 일부인 홀스타인종 거세비육우의 영양수준을 구명하여 배합사료 제조 스펙의 기초를 정립하는 결과로 인용될 것으로 생각되고, 국내에서 육우를 사육하는 농가에 지도 자료로서 큰 도움을 줄 것으로 사료된다.

따라서 본 연구의 결과를 통해 효율적이고 적절한 사양표준과 영양소 급여수준을 정립한다면 현재의 농가수익보다 월등한 고 수익 체계를 갖추게 될 것으로 보이며 우리나라 육우산업의 의지와 열망을 충족시켜 줄 수 있는 확실한 자료로 사료된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구는 한국적인 사양조건에서 홀스타인 거세 비육우의 사육단계별로 적정한 농후사료 중의 영양수준과 생리적인 비육과정을 규명하고, 도체의 특성과 육질의 물리 이화학적 특성을 규명하며, 성장특성을 규명하여 활용함으로써, 그 동안 홀스타인 비육우가 육성기 및 비육기에 무제한 급여가 되는 비정상적인 사양방법을 개선할 수 있어 농가의 새로운 수익원이 창출될 수 있을 것으로 사료되며, 아울러 본 연구 결과는 국내 젖소 비육을 위한 사양표준 제정의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

한국적인 사양조건하에서 홀스타인 거세비육우의 성장단계별로 급여되는 농후사료의 영양수준별 발육성적, 혈액학치, 혈청대사물질, 혈청 호르몬의 농도, 조직성분, 도체평가, 도체의 물리화학적 특성 및 경제성에 미치는 영향에 관하여 조사, 분석한 결과 현 시점에서의 생리적 및 경제적으로 가장 적정한 영양수준은 에너지를 높여 급여한 TRT II구와 에너지 및 단백질 급여수준이 높았던 TRT III구로 사료되어 홀스타인 종 거세비육우는 현행 급여되고 있는 비육사료 보다 에너지함량을 높여 급여해야 할 것으로 확인되었다. 본 연구결과로 홀스타인 거세비육우를 사양 관리할 때 어떤 농후사료의 영양수준으로 사육하는 것이 좋은 지에 대하여 규명하였다.

또한 홀스타인 거세 비육우의 배합사료 중 단백질과 에너지 급여수준이 발육과 도체특성에 미치는 영향을 규명함으로써 새로운 배합비를 창출하여 제시함으로써 젖소 비육용 사료 개발이 가능할 것으로 보인다. 국내 육우산업은 밀소 가격의 급등락 및 전국 한육우 사육두수의 증감에 따른 사양심리 위축 등으로 사양심리가 불안정하였다. 그러나 본 연구의 결과로 사양농가의 경제적인 홀스타인 비육 생산에 대한 사양의지를 고취할 수 있게 되었다. 이러한 결과에 의하여 국내 유용 축산자원인 젖소 수소를 활용하여 생우 및 냉장육의 수입대체효과를 극대화 할 수 있는 기술로 활용할 수 있을 것으로 사료되며, 사양비용을 절감하고 육질개선을 통하여 국제경쟁력을 배가할 수 있어 국내 쇠고기 생산 및 자급률의 확장이 가능할 것으로 사료된다.

이 결과는 생산자 단체를 통한 홍보와 교육용 자료로 활용이 되어야 한다. 대 농가 컨설팅 교육, 집합교육, 사양농가 관련 매스미디어의 이용 및 심포지움 등을 통하여 농가와 생산자 단체 및 국내 육우산업 종사자들에게 전달하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

제 6 장 참 고 문 헌

- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis(15th Ed.). Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- Abdallah, H. O., D. G. Fox and M. L. Thonney. 1988. Compensatory gain by Holstein calves after underfeeding protein. J. Anim. Sci. 66:2687.
- Adams, N. J., G. C. Smith and Z. L. Carpenter. 1977. Carcass and palatability characteristics of Hereford and crossbred steers. J. Anim. Sci. 46:438.
- Ainslie, S. J., D. G. Fox, T. C. Perry, D. J. Ketchen and M. C. Barry. 1992. Management systems for Holstein steers to utilization alfalfa silage and improve their carcass value. J. Anim. Sci. 71:1312
- Anderson, P. T. and H. Chester-Johnes. 1991. Suggestions for feeding Holstein steers in Minnesota. Beef Cattle Management Update Issue, Minnesota Extension service, University of Minnesota, St. Paul.
- Anderson, P. T., W. G. Bergen, R. A. Merckel, and W. J. Enright. 1988. The relationship between composition of gain and circulating hormones in growing beef bulls fed three dietary crude protein levels. J. Anim. Sci 66:3059
- Barton, R. K., L. J. Krysl, M. B. Judkins, D. W. Holcomb, J. T. Broesder, S. A. Gunter, and S. W. Beam. 1992. Time of daily supplementation for steers grazing dormant intermediate wheatgrass pasture. J. Anim. Sci. 70:547~558.
- Bauman, D. E., P. J. Eppard, M. J. Degeeter, and G. M. Lanza. 1985. Responses of high-producing dairy cows to long term treatment with pituitary somatotropin and recombinanted somatotropin. J. Dairy Sci. 68:1352
- Blum, J. W., W. Schnyder, P. L. Kuntz, A. K. Blom, H. Bickel, and A. Scurch. 1985. Reduced and compensatory growth: Endocrine and metabolic changes

during food restriction and refeeding in steers. *J. Nutrl.* 115:417

Bodine, T. N., and H. T. Purvis II³. 2003. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. *J. Anim. Sci.* 81:304

Breier, B. H., P. D. Gluckman, and J. J. Bass. 1988. The somatotrophic axis in young steers: influence of nutritional status and oestradiol-17 β on hepatic high- and low-affinity somatotrophic binding sites. *J. Endocrinol.* 116:169.

Campbell, R. G., R. J. Johnson, R. H. King, M. R. Taverner, and D. J. Meisinger. 1990. Interaction of dietary protein content and exogenous porcine growth hormone administration on protein and lipid accretion rates in growing pig. *J. Anim. Sci.* 68:3217~3225.

Carsten, G. E., D. E. Johnson, M. A. Ellenberger and J. D. Tatum. 1991. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. *J. Anim. Sci.* 69:3251.

Chase C. C., R. E. Larsen, R. D. Landel, A. C. Hammond and E. L. Adams. 1995. Plasma cortisol and white blood cell response in different breeds of bulls: A comparison of two methods of castration. *J. Anim. Sci.* 73:975.

Chestnutt, D.M.B., R. Marsh, J. G. Wilson, T. A. Stewart, T. A. McCullough and T. McCallion. 1975. Effects of breed of cattle on energy requirements for growth. *Anim. Prod.* 21:109

Clarke, I. J., T. P. Fletcher, C. C. Pomares, J. H. G. Holmes, F. Dunshea, and G. B. Thomas, 1993. Effect of high-protein feed supplements on concentrations of growth hormone(GF), insulin-like growth factor-1(IGF-I) and IGF-binding protein-3 in plasma and on the amounts of GH and messenger RNA for GH in the pituitary glands of adult rams. *J. Endocrinol.* 138:421~427.

- Comerford, J. W., H. W. Harpster and V. H. Baumer. 2001. The effects of grazing, liquid supplements and implants on feedlot performances and carcass traits of Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 79:325
- Comerford, J. W., R. B. House, H. W. Harpster, W. R. Henning, and J. B. Cooper. 1992. Effects of forage and protein source on feedlot performances and carcass traits of Holstein and crossbred beef steers. *J. Anim. Sci.* 70 : 1022
- Crouse, J. D., L. V. Cundiff, R. M. Koch, M. Koohmaraie and S. C. Seidman. 1989. Comparisons of bos indicus and bos taurus inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *J. Anim. Sci.* 67:2661
- Crookshank, W. R., M. N. Glissade, R. G. White, D. C. Clanton and H. E. Smelley. 1979. Effect of transportation and handling of calves upon blood serum composition. *Can. J. Anim. Sci.* 48:430
- Daughaday, W. H., I. K. Maritz, and S. L. Blethen. 1980. Inhibition of assess of bound somatomedin to membrane receptor and immunobinding sites : a comparison of radioreceptor and radioimmunoassay of somatomedin in native and acid-ethanol extraction serum. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 51:781
- Davis, M. E., and R. C. M. Simmen. 1997. Genetic parameter estimates for serum IGF concentration and performance traits in Angus beef cattle. *J. Anim. Sci.* 75:317
- Doornenbal, H., A. K. W. Tong, J. A. Newman, N. L. Murray, and G. J. Mears. 1987. Blood and serum components and organs weights in steers, bulls and zeranol-implanted bulls. *J. Anim, Sci,* 64. 489.
- Early, R. J., McBride, B. W and R. O. Ball. 1990. Growth and metabolism in somatotropin-treated steers : Growth serum chemistry and carcass weights. *J. Anim. Sci.* 68:4134

- Eisemann, J. H., A. C. Hammond, T. S. Rumsey and D. E. Bauman. 1989. Nitrogen and protein metabolism in plasma and urine of steer treated with somatotropin. *J. Anim. Sci.* 67:105
- Eichhorn, J. M., L. J. Coleman, E. J. Wakayama, G. J. Blomquist, C. M. Bailey and T. G. Jenkins. 1986. Effects of breed type and restricted versus ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol contents and adipose tissue from mature bovine females. *J. Anim. Sci.* 63:781.
- Ellenberger, M. A., D. E. Johnson, G. E. Carstens, K. L. Hossner, M. D. Holland, T. H. Nett and C. F. Nockels, 1989. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 67:1446
- Elsasser, T. H., T. S. Rumsey, and A. C. Hammond, 1989. Influence of diet on basal and growth hormone-stimulated plasma concentrations of IGF-1 in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 67:128~141.
- Fernandez, X., G. Monin, J. Culioli, Isabel Legrand and Y. Quilichini. 1996. Effect of duration of feed withdrawal and transportation time on muscle characteristics and quality in Friesian-Holstein calves. *J. Anim. Sci.* 74:1576.
- Ferrell, C. L., R. H. Kohlmeier, J. D. Crouse, and H. Glimp. 1978. Influence of dietary energy, protein and biological type of steer upon rate of gain and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 46:255
- Fluharty, F. L., S. C. Loerch, T. B. Turner, S. J. Moeller and G. D. Lowe. 2000. Effects of weaning age and diet on growth and carcass characteristics in steers. *J. Anim. Sci.* 78:1759
- Folch, J., M. Less and G. H. Sloestanley, 1957. A simple method or the isolation

- of purification of total lipids from animal tissues. *J. Bio. Chem.* 226:497.
- Fox, D. G., and J. R. Black. 1984. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. *J. Anim. Sci.* 58:725
- Fox, D. G., R. R. Johnson, R. L. Preston, T. R. Dockerty and E. W. Klosterman. 1972. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 34:310
- Fritsche. S. and H. Steinhart. 1998. Differences in natural steroid hormone patterns of beef from bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 76:1621
- Galbraith, H., D. G. Dempster. 1978. A note on the effect of castration on the growth performance and concentrations of some blood metabolites and hormones in British Friesian male cattle. *Anim. Prod.* 26:339
- Galyean, M. L. 1996. Protein levels in beef cattle finishing diets: Industry application, university research and system results. *J. Anim. Sci.* 74:2860
- Garrett, W. N. 1971. Energetic efficiency of beef and dairy steers. *J. Anim. Sci.* 32:451
- Grant, R., S. Rick, M. Terry. 1996. Feeding and managing Holstein steers. Issued in furtherances of cooperative extension work. G93-1177-A. University of Nebraska-Lincoln.
- Gregory, K. E. and J. J. Ford. 1983. Effects of late castration, zeranol and breed group on growth, feed efficiency and carcass characteristics of late maturing bovine males. *J. Anim. Sci.* 56:771.
- Gregory, K. E., S. C. Seideman and J. J. Ford. 1983. Effects of late castration, zeranol and breed group on composition and palatability characteristics of

longissimus muscle of bovine males. J. Anim. Sci. 56:781

Gregory, N. G., T. G. Truscott and J. D. Wood. 1982. Insulin secretion in relation to fatness in cattle. J. Sci. Food Agri. 33:276

Gregory, K. E., L. V. Cundiff, and R. M. Koch. 1995. Genetic and phenotypic (Co) variances for growth and carcass traits of purebred and composite populations of beef cattle. J. Anim. Sci. 73:1920.

Hammond, A. C. 1996. Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle. Pages 45~54 in Proc. 7th Annu. Rumin. Nutr. Symp. Gainesville, FL.

Henricks, D. M., T. Gimenez, and T. W. Gettys. 1988. Effect of castration and an anabolic implant on growth and serum hormones in cattle. Anim. Prod. 46 : 35.

Hermesmeyer, G. N., L. L. Berger, T. G. Nash, and R. T. Jr. Brandt. 2000. Effects of energy intake, implantation and subcutaneous fat end point on feedlot steer performance and carcass composition. J. Anim. Sci. 78:825

Hicks, R. B., F. N. Owens, D. R. Gill, J. W. Oltjen and R. P. Lake. 1990. Dry matter intake by feedlot beef steers : Influence of initial weight, time on feed and season of year received in yard. J. Anim. Sci. 68:254.

Huerta-Leidenz, N. O., H. R. Cross, J. W. Savell, D. K. Lunt, J. F. Baker, L. S. Pelton and S. B. Smith. 1993. Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. J. Anim. Sci. 71:625.

Hussein, H. S and L. L. Berger. 1995. Feedlot performance and carcass characteristics of Holstein steers as affected by source of dietary protein and level of ruminally protected lysine and methionine. J. Anim. Sci. 73:3503

- Judge, M. D., E. D. Aberle, J. C. Forrest, H. B. Hedrick and R. A. Merckel. 1989. Principles of meat science. p. 125.
- Juskevich, J. C., and C. G. Guyer. 1990. Bovine growth hormone: human food safety evaluation. Science(Washington D. C.) 249:875.
- Kitano, M., T. Shimizu, Y. Yamazaki, Y. Arakawa and Y. Daimon. 1995. Serum Insulin-like Growth Factor-1(IGF-I) in normal Japanese adults. 42(6):767.
- Koohmaraie, M., A. S. Babikar, R. A. Merckel and A. H. Kirton. 1988. The role of Ca²⁺-dependent proteases and lysosomal enzymes in postmortem changes in bovine skeletal muscle. J. Food. Sci. 53:1253.
- Kraus-Friedmann, N. 1984. Hormonal regulation of hepatic gluconeogenesis. Physiol. Rev. 64 : 170.
- Lee, C. Y., D. M. Henricks, G. C. Skelley, and L. W. Grimes. 1990. Growth and hormonal response of intact and castrate male cattle to trebolone acetate and estradiol. J. Anim. Sci. 68 : 2682.
- Lee, H. G., Y. J. Choi, S. R. Lee, H. Kuwayama, H. Hidari and S. K. You. 2005. Effects of dietary protein and growth hormone-releasing peptide(GHRP-2) on plasma IGF-I and IGF-BPs in Holstein steers. Domestic Animal Endocrinology, 28:134
- Lemozy S., Pucilowska J.B., and Underwood LE. 1994. Reduction of insulin-like growth factor I(IGF-I) in protein restricted rats is associated with differential regulation of IGF-binding protein messenger ribonucleic acids in liver and kidney, and peptides in liver and serum. Endocrinology. 135:617~623.
- Light, N. D., D. J. Restall and A. J. Baily. 1984. Relationship of collagen content type and crosslinking with texture of different muscle. Proc. Meat res, p. 139.
- Lunt, D. K., R. R. Riley and S. B. Smith. 1993. Growth and carcass characteristics of Angus and American Wagyu steers. Meat Sci. 34:327

- Maiter, D., M. Maes, L. E. Underwood, T. Fliesen, G. Gerard and J. M. Ketelslegers. 1988. Early changes in serum concentrations of somatomedin-C induced by dietary protein deprivation in rats: contributions of growth hormone receptor and post-receptor defects. *J. Endocrinol.* 118:113.
- Marston, T. T., K. S. Lusby, R. P. Wettemann, and H. T. Purvis. 1995. Effects of feeding energy or protein supplements before or after calving on performance of spring-calving cows grazing native range. *J. Anim. Sci.* 73:657~664.
- Martin, T. G., T. A. Mollett, T. S. Stewert, R. E. Erb, P. V. Malven, and E. L. Veenhuizen. 1979. Comparison of four levels of protein supplementation with and without oral diethylstilbestrol on blood plasma concentrations of testosterone, growth hormone and insulin in young bulls. *J. Anim. Sci.* 49. 1489.
- Matsuzaki, M., S. Takizawa, and M. Ogawa. 1997. Plasma insulin, metabolite concentrations and carcass characteristics of Japanese Black, Japanese Brown, and Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 75. 3287.
- May, S. G., H. G. Dolezal, D. R. Gill, F. K. Ray, D. S. Buchanan. 1992. Effects of days fed, carcass grade traits and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Anim. Sci.* 70:444
- McGuire M. A., J. L., Vicini, D. E. Bauman, and J. H. Veenhuizen. 1992. Insulin-like growth factors and binding proteins in ruminants and their nutritional regulation. *J. Anim. Sci.* 70:2901~2910.
- McGuire, M. A., D. E. Bauman, M. A. Miller, and G. F. Hartnell. 1992. Response of somatomedins(IGF-I and IGF-II) in lactating cows to variations in dietary energy and protein and treatment with recombinant n-methionyl bovine somatotropin. *J. Nutr.* 122:128.
- NRC. 1987. Nutrient requirement of beef cattle. National Academy Press

- NRC. 2000. Nutrient requirement of beef cattle. National Academy Press
- Ntunde, B. N., W. R. Usborne and G. C. Ashton. 1977. Response in meat Characteristics of Holstein-Friesian males to castration and diet. *Can. J. Anim. Sci.* 57:449.
- Paape, M. J., D. W. Carroll, A. J. Kral, R. H. Miller and C. Desjardins. 1974. Corticoid, circulating leukocytes, and erythrocytes in cattle. Diurnal changes and effects of bacteriologic status, stage of lactation and milk yield on response to adrenocorticotropin. *Am. J. Vet. Res.* 35 : 355.
- Pell, J. M., C. Elcock, R. L. Harding, D. J. Morrell, A. D. Simonds, and M. Wallis. 1990. Growth, body composition, hormonal and metabolic status in lambs treated long-term with growth hormone. *Br. J. Nutr.* 63:431.
- Plumb, D. C. 1991. *Veterinary Drug Handbook*. Pharma Vet Publishing. U.S.A.
- Spicer, L. J., W. J. Enright, M. G. Murphy, and J. F. Roche. 1991. Effect of dietary intake on concentrations of insulin-like growth factor-I in plasma and follicular fluid, and ovarian function in heifers. *Domest. Anim. Endocrinol.* 8:431.
- Purchas, R. W., D. L. Burnham and S. T. Morris. 2002. Effect of growth potential and growth path on tenderness of beef *longissimus* muscle from bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 80:3211.
- Purchas, R. W., R. A. Barton, and A. H. Kirton. 1980. Relationships of circulating cortisol levels with growth rate and meat tenderness of cattle and sheep. *Aust. J. Agris. Res.* 31 : 221.
- Reinhardt, C. D., R. T. Brandt, T. P. Eck and E. C. Titremeyer. 1998. Performance, digestion and mastication efficiency of Holstein steers fed whole of processed corn in limit- or full-fed growing-finishing systems. *J. Anim. Sci.* 76:1778

- Röpke, R., D. Schams, F. J. Schwarz and M. Kirchgessner. 1994. Growth-related hormones in plasma of bulls, steers and heifers given food with two different energy levels. *British Society of Animal Sci.* 59:367.
- SAS, 2005. PC-SAS package. SAS User's guide ; statistic. SAS institute Inc., Cary. NC. USA.
- Schoonmaker, J. P., S. C. Loerch, F. L. Fluharty, H. N. Zerby and T. B. Turner. 2002. Effect of age at feedlot entry on performance and carcass characteristics of bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 80:2247
- Schutte, J. E., J. C. Longhurst, F. A. Gaffney, B. C. Bastian, and C. G. Blomqvist. 1981. Total plasma creatinine : An accurate measure of total striated muscle mass. *J. Appl. Physiol.* 51 : 762.
- Seidman, S. C., H. R. Cross, R. R. Oltjen and B. D. Schanbacher. 1982. Utilization of the intact male for red meat production : A review. *J. Anim. Sci.* 55:826
- Shaw, F. D. and G. R. Trout. 1995. Plasma and muscle cortisol measurements as indicators of meat quality and stress in pigs. *Meat science.* 39 : 237.
- Shoonmaker, J. P., M. J. Cecava, D. B. Faulkner, F. L. Fluharty, H. N. Zerby and S. C. Loerch. Effects of energy and rate of growth on performance, carcass characteristics, ruminal fermentation and serum glucose and insulin of early-weaned steers. 2003. 81:843
- Short, R. E., E. E. Grings, M. D. MacNeil, R. K. Heitschmidt, C. B. Williams and G. L. Bennett. 1999. Effects of sire growth potential, growing-finishing strategy, and time on performance, composition, and efficiency of steers. *J. Anim. Sci.* 77:2406.
- Smith, S. B. and J. D. Crouse. 1984. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue.

J. Nutr. 114 : 792.

Tarrant, P. V., F. J. Kenny, D. Harrington, and M. Murphy. 1992. Long distance transportation of steers to slaughter: Effects of stocking density on physiology, behavior and carcass quality. *Livest. Prod. Sci.* 30:223

Terosky, T. L., L. L. Wilson, C. L. Stull and W. R. Stricklin. 1997. Effects of individual housing design and size on special-fed Holstein veal calf growth performance, hematology and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 75:1697

Thomas, M. G., R. M. Enns, D. M. Hallford, D. H. Keisler, B. S. Obeidat, C. D. Morrisson., J. A. Hernandez, W. D. Bryant, R. Flores, R. Lopez, and L. Narro. 2002. Relationship of metabolic hormones and serum glucose to growth and reproductive development in performance tested Angus Brangus and Brahman bulls. *J. Anim. Sci.* 80:757

Trenkle, A. and D. G. Topel. 1978. Relationships of some endocrine measurements to growth and carcass composition of cattle. *J. Anim. Sci.* 46. 1604.

Turgeon, O. A., Jr. D. R. Brink, S. J. Bartle, T. J. Klopfenstein and C. L. Ferrell. 1986. Effects of growth rate and compensatory growth on body composition in lambs. *J. Anim. Sci.* 63:770

Velazco, J., J. L. Morrill and K. K. Grunewald. 1999. Utilization of bioelectrical impedance to predict carcass composition of Holstein steers at 3, 6, 9 and 12 months of age. *J. Anim. Sci.* 77:131

Waldman, R. C., G. G. Suess and V. H. Brungardt. 1968. Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability traits. *J. Anim. Sci.* 27:632.

Wheeler, T. L., G. W. Davis, B. J. Stoecker, and C. J. harmon. 1987. Cholesterol

concentration of *longissimus* muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. J. Anim Sci. 65. 1531.

Worell, M. A., D. C. Clanton and C. R. Calkins. 1987. Effect of weight at castration on steer performance in the feedlot. J. Anim. Sci. 64:343.

Wresterling, D. B., and H. B. Hedrick. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. J. Anim. Sci. 48:1343.

강수원, 정하연, 안병석, 오영균, 손용석. 2004. 홀스타인 거세우에 대한 육성기 농후 사료 급여형태 및 출하월령이 성장발육, 사료이용성 및 도체특성에 미치는 효과. 동물자원지 : 46(6) : 989

강수원. 2000. 수입개방에 따른 젖소비육우의 생산성 향상방안. 젖소수소의 생산성 증대를 위한 관리기술. 43. 한국낙농육우협회. 농진청축산기술연구소.

강우성, 탁태영, 강태홍. 1989. Energy and protein requirements and their utilization in fattening Korean native and Holstein cattle. 한축지 31(7) 443

국립농산물품질관리원. 2004. 농업통계정보, 가축통계

권오욱. 1992. 한우사육의 안정화 방안에 관한 연구. 축산경영연구. 8권 1호 16

권응기, 김현섭, 남기택, 윤상기, 김중복, 홍병주. 2001. Holstein수소와 거세우 및 Zeranol 투여 거세우의 성장 단계별 혈액상과 혈청 대사물질 및 호르몬농도의 변화. 한국축산학회지. 43:515.

김경환. 2000. 한우비육우의 육성능력 및 도체형질에 영향을 미치는 혈액성분요인. 강원대학교 석사학위논문

김대곤, 정근기, 성삼경, 최창본, 김성겸, 김덕영, 최봉재. 1996. 거세가 한우 및 홀스타인 비육우 도체의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국축산학회지 38:239.

- 김영주. 1997. 젓소수소의 장기육성 비육기술개선 연구. 농림부
- 김진천. 1994. 한우 체지방의 지방산 조성과 육질개선에 관한 연구. 대구대학교 학위 논문.
- 김현섭, 권응기, 윤상기, 김종복, 홍병주. 1997. 거세와 zeranol투여가 홀스타인 수소의 생육단계별 증체량 및 질병발생에 미치는 영향. 한국낙농학회지. 19~3:161
- 김현섭. 2000. 홀스타인 수송아지 비육시 생육단계별 적정 사양관리. 젓소수소의 생산성 증대를 위한 관리기술. 93. 한국낙농육우협회. 농진청축산기술연구소.
- 농림부. 2004. 소·돼지 도체등급 기준. 농림부 고시 제 2004-66호.
- 농림부, 농촌진흥청 축산기술연구소, 축산업 협동조합중앙회, 1998. 한우 고급육 생산 기술개발 보고서(행정 간행물 등록번호 31255-51890-77-9805).
- 박노형. 2003. 한우의 경제적인 거세시기 구명. 농림부
- 박성재. 2000. F1을 이용한 비육우 자축생산 이용 및 효율. 젓소수소의 생산성 증대를 위한 관리기술. 29. 한국낙농육우협회. 농진청축산기술연구소.
- 백봉현, 홍성구, 권응기, 조원모, 유영모, 신기준. 2005. 거세한우 비육후기 농후사료 에너지 수준이 육질 및 경제성에 미치는 영향. 동물자원지 47(3):447
- 성삼경, 정근기, 최창본, 김대곤, 김성겸, 김덕영, 최봉재. 1996. 거세 및 출하월령이 한우와 홀스타인 비육우의 도체구성과 부분 육량에 미치는 영향. 한국축산학회지 38 : 261.
- 송만강, 김내수, 정정수, 최양일, 원유석, 정재경, 최성호. 1998. 농후사료 급여수준이 비거세 한우의 증체와 부위별 지방조직의 지방산 조성에 미치는 효과. 한국축산학회지. 40(5):488~498.

- 신종서, 정준, 여인서, 김종복, 장병선, 홍병주. 1996. 제 조합 성장호르몬 투여수준이 홀스타인 및 한우 비육우의 혈중 대사물질, 도체형질 및 도체구성에 미치는 영향. 한국영양사료학회지. 20:473.
- 윤상기, 김현섭, 강우성, 황보중. 1993. 조사료 급여 원과 영양수준이 홀스타인 육성우의 성장 및 양분섭취량에 미치는 영향. 한초지13(2) : 139
- 윤상기, 정천용. 1985. 영양수준이 홀스타인 송아지의 성장에 미치는 효과. 한국낙농학회지 7(3) : 101
- 윤영탁, 김대곤, 성삼경. 1994. 한우 및 홀스타인의 도체 중 단계별 주요 도체특성에 관한 연구. 1994. 한축지36(2) 175
- 이성수, 정재경, 박노형, 원유석. 1999. 성숙 후 거세가 한우의 발육 및 도체특성에 미치는 영향. 한국축산학회지. 40.
- 이성수. 1998. 거세한우의 혈청성분과 경제형질의 상관관계에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.
- 이철영, 정진희. 2000. 제한급여, 저에너지사료급여 및 anabolic steroids implanting이 거세비육돈의 체성장과 혈중 IGF-I 및 IGF-binding protein-3 농도에 미치는 영향. 제9차 축산분야 종합학술대회초록. No. B20007
- 이철영. 2000. Insulin-like growth factor system과 성장, 대사 및 영양과의 관계. 동물자원지. 42(6) :795
- 정근기, 김대곤, 성삼경, 최창분, 김성겸, 김덕영, 최봉재, 윤영탁. 1996. 거세가 한우 및 홀스타인 비육우의 도체등급에 미치는 영향. 한국축산학회지 38:249.
- 정근기. 1993. 한우 및 홀스타인 비육우의 고급육 생산에 따른 도체특성 조사. 영남대학교 연구논문.
- 정석근. 2002. 젖소의 간이체중 측정 방법. 한국중축개량협회

정준, 신종서, 엄창국, 장병선, 홍병주. 1996. 재 조합 소 성장호르몬 투여수준이 한우 및 홀스타인 비육우의 육성성적에 미치는 영향. 한국축산학회지 38:383.

정준. 1996. 서방형 재조합 소 성장호르몬 투여가 수소의 산육능력 및 정액성상에 미치는 영향. 강원대학교 박사학위논문

중앙축산회. 2000. 일본 사양표준(육용우) 농림수산성 농림수산기술회의사무국편

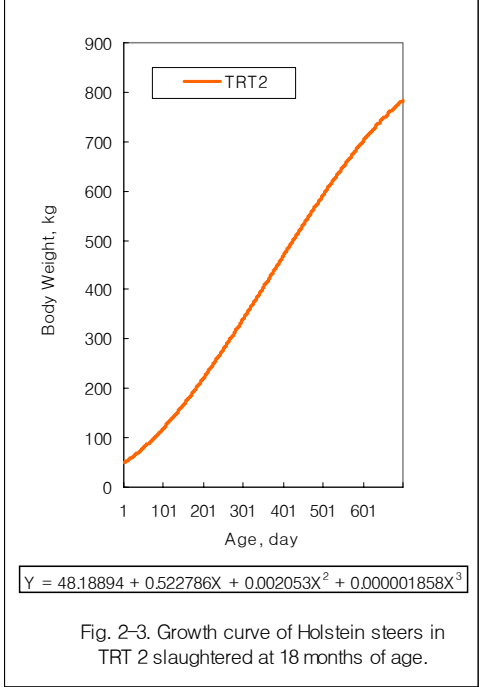
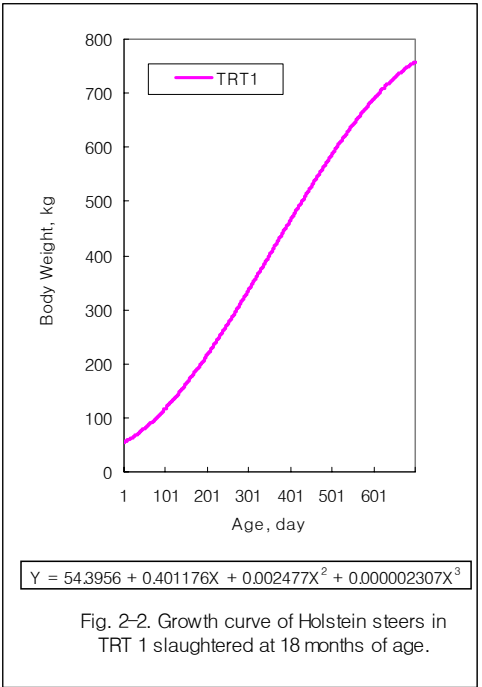
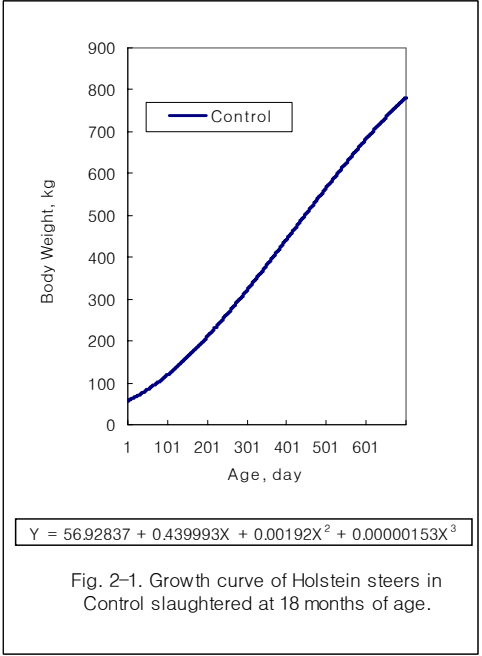
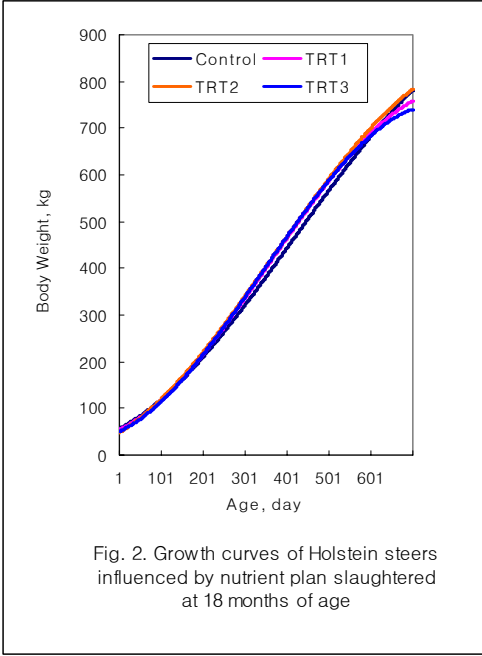
탁태영, 강태홍, 김강식. 1986. 대사시험에 의한 육우품종별 육성비육시 에너지요구량에 관한 연구. 농시논문집(축산, 가위) : 28(2) : 18

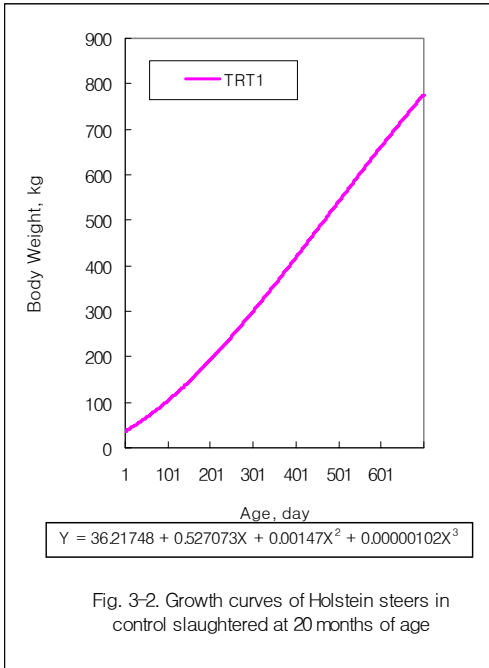
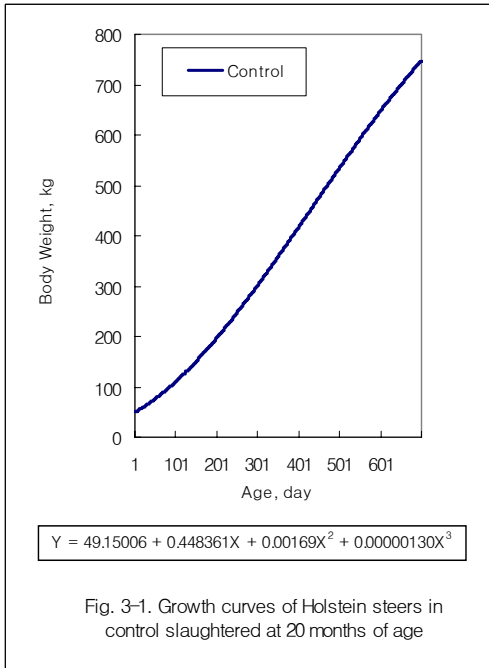
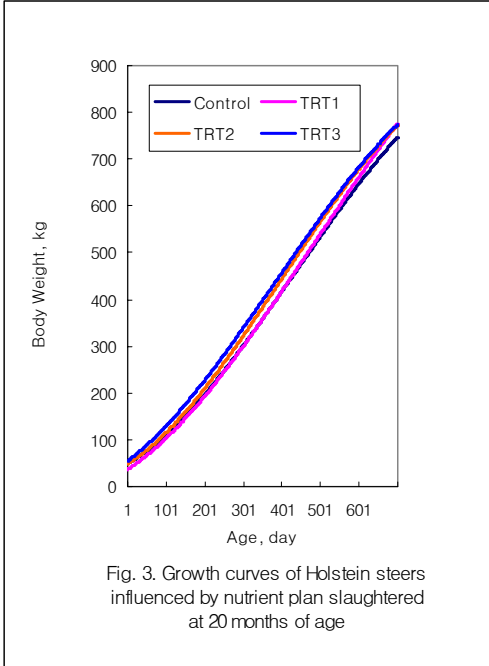
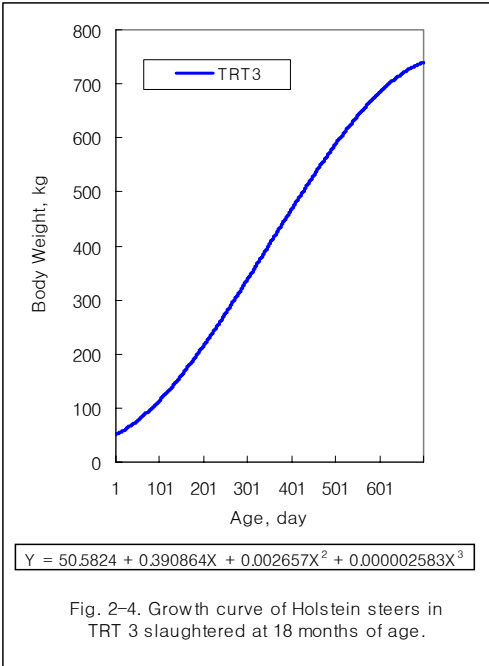
탁태영, 강태홍, 김환경, 김강식. 1984. 한우 및 비육우 비육시 단백질과 에너지 이용 효율에 관한 연구. 농시보고 26-1(축산, 가위):29

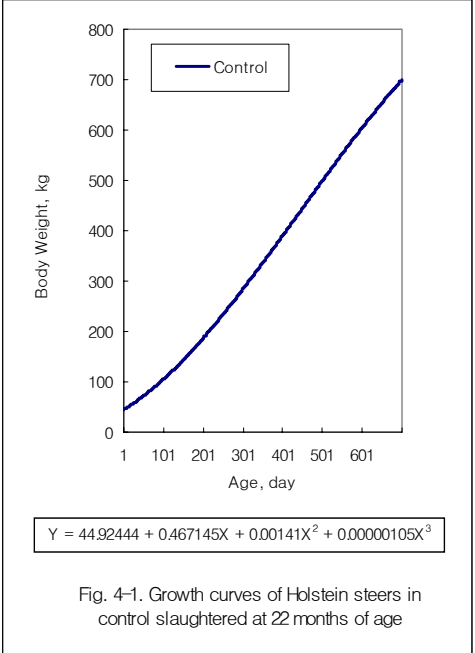
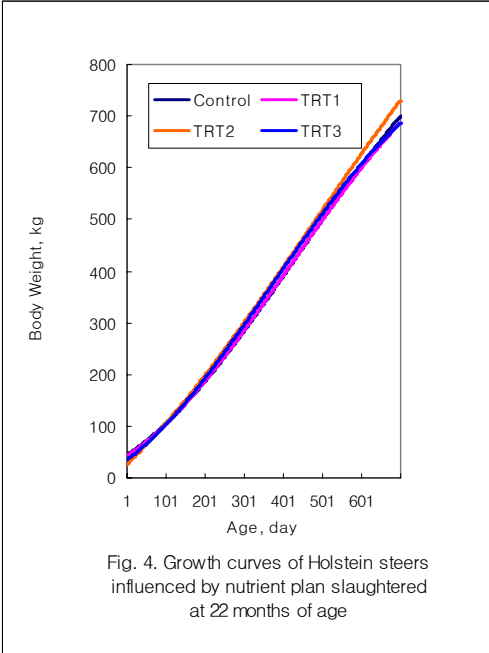
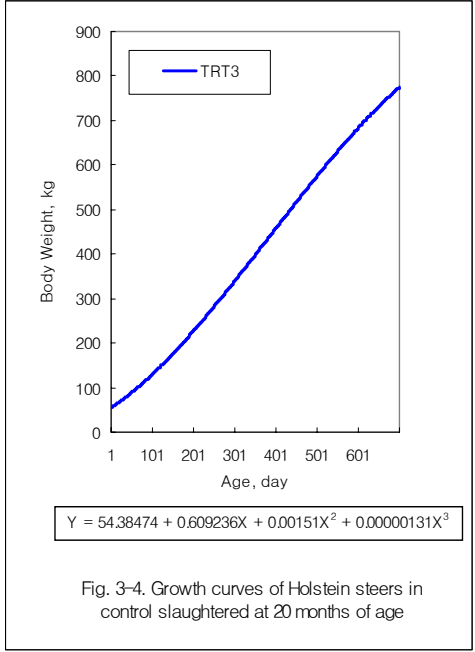
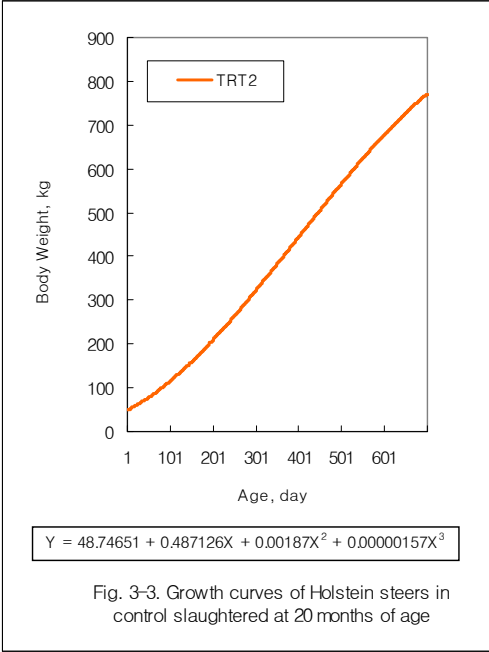
하동우, 김현철, 김병우, 이문연, 이종현, 신철교, 도창희, 이정규. 2002. 주성분분석을 이용한 거세한우의 체형분류에 관한 연구. 동물자원지 44(6) : 643

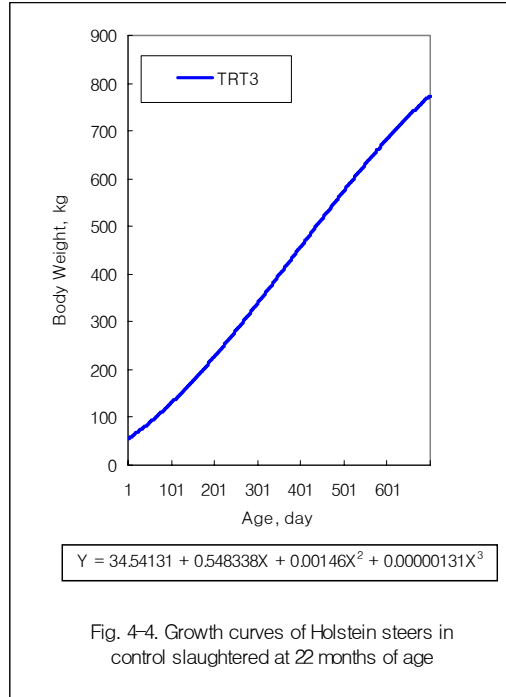
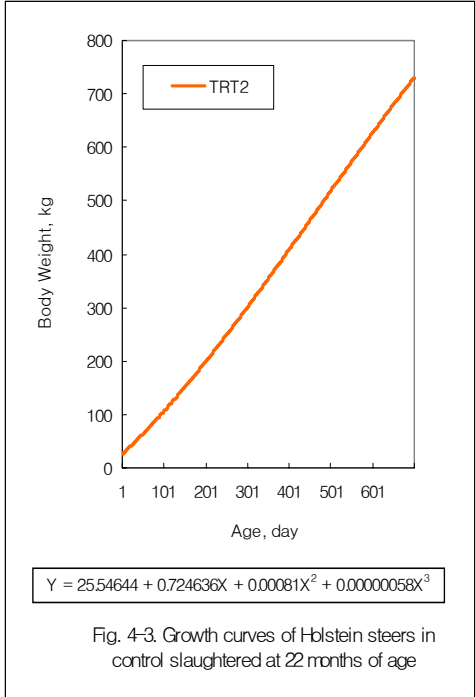
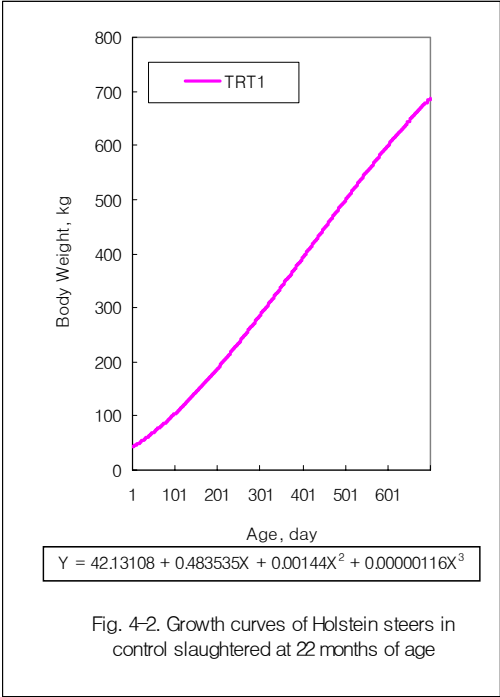
홍성구. 1996. 한우의 육질개선을 위한 비육기술 개발에 관한 연구. 충북대학교 박사학위 논문.

Appendix









주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술 개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.