

최 종
연구보고서

국내 타조산업의 조기정착을 위한 타조육 및 타조가죽 가공기술 개발에 관한 연구

Studies on the Development of Ostrich Meat and Hide
Processing Technology for Korean Ostrich Industry

건국대학교

농림부



[별지 제7호 서식]

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “국내 타조산업의 조기정착을 위한 타조육 및 타조가죽 가공기술 개발에 관한 연구”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001 년 12 월 5 일

주관연구기관명 : 건국대학교

총괄연구책임자 : 민 상 기

세부연구책임자 : 이 수 복

요 약 문

I. 제 목

국내 타조산업의 조기정착을 위한 타조육 및 타조가죽 가공기술 개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구에서는 국내 타조산업의 정착화를 촉진시키고 타조사육농가들의 수익을 보장하며 국제경쟁력을 확보에 필요한 인프라를 구축하고자 타조의 도축공정 개발 및 육질분석, 저장조건 확립, 위생확보, 그리고 정육시스템 개발을 최우선으로 함을 목표로 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 우리 나라 타조 산업의 발전을 위하여 타조육 및 가죽가공에 대한 연구를 다음과 같은 세부내용으로 행하였다.

- 타조 도축 공정중 공정 시간 산출 도체의 pH 및 온도 변화측정
- 타조육의 부위별 이화학적(pH, 근질길이 측정, 보수력, 전단력, 색 도, 가열 감량, 육즙삼출량, 등)특성 검사
- 타조지방 특성과 지방산 분석
- 타조육의 아미노산 조성분석 및 타 축종과 비교

- 타조육내 미량원소 및 중금속 분석
- 타조 도체의 정육 및 지육률 산출
- 항생물질 투여에 따른 타조육의 이화학적 성상 변화
- 타조육내 잔류항생물질 검사
- 냉장저장 방법 및 저장기간 그리고 온도에 따른 타조육의 품질 변화 검사
- 냉동저장기간, 온도 및 해동방법에 따른 타조육의 품질변화
- 타조가죽의 제혁과정 분석

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

연구개발결과

- 타조 도축 공정중 공정 시간 산출 및 도체의 pH 및 온도 변화를 측정하여 타조도 축공정에 필요한 결과를 얻었음.
- 타조육의 부위별로 일반성분 분석 비교 및 부위별 이화학적 특성으로 pH, 근질길 이 측정, 근육색소함량 측정, 전단력, 가열감량, 색도, 보수력 등을 분석 및 측정하여 타조육의 특성을 확립하였다.
- 타조지방 특성과 지방산을 분석하여 타조지방의 영양학적 특성과 우수성을 입증하였다.
- 타조육의 아미노산 조성을 분석하여 기존의 다른 축종의 적색육과 가금육과의 비교를 통해 영양학적으로 우수함을 입증하였다.
- 타조육내 미량원소(Zn, Fe, Cu, K, Ca, Mn, Mg) 및 중금속(Pb, Cd, Hg)를 분석하여 다른 축종에 비해 미량원속, 특히 Fe이 다량 함유되어 있음을 알아냈고 농가에서 사육된 타조에는 중금속의 오염이 없다는 것을 알아냈다.
- 타조 도체의 정육 및 지육률을 산출하여 국내산 타조들의 특성을 이해하여 부위별 및 타조육의 등급화에 기초자료로 활용할 수 있음.
- 항생물질 투여에 따른 타조육의 이화학적 성상 변화의 연구를 통해 항생물질

투여가 타조육의 이화학적 특성에 미치는 사실을 알아냈고 특히 항생물질 잔류량이 근육과 지방에 축적되어 있음을 입증하였다.

- 타조육의 냉장저장온도, 포장방법 및 저장기간에 따른 타조육의 품질변화를 연구하여 냉장상태에서 타조육의 유통시 shelf-life 산출에 기여함.
- 타조육을 냉동저장시 저장기간과 저장온도 그리고 해동방법에 따른 타조육의 품질변화를 연구하여 냉동타조육의 shelf-life 산출에 기초가 되었다.

활용실적 및 활용에 대한 건의

- 연구과제 수행과정에서 타조육의 우수성이 입증되고 또한 축산법 개정으로 타조육의 유통이 가능해져 본 연구에 참여한 기업((주)익풍)의 산업화에 기여하였다.
- (주)보래가 타조육 5 ton을 일본에 수출하는 과정에 타조의 도축과정과 육의 선도관리에 대해 지식을 전달하고 국내 타조산업의 활성화에 기여함.
- 타조육의 부위별 판매와 등급화에 기초가 되었고 타조육의 체계화를 위한 연구에 도움이 될 수 있음.
- 타조육의 영양학적 우수성을 입증함으로써 타조육 가공을 시도하는 중소기업의 창업이 활성화 되고 타조관련 제품의 출시가 가능하는데 기여함.
- 농수산 TV, SBS, MBC, 축산관련 신문 등 언론매체를 이용해 타조육의 우수성을 홍보하는 계기를 갖었고, 소비자들의 저변화에 초석이 되었음.
- 본 연구의 결과를 토대로 국내 축산물가공처리법의 타조에 관한 규정 개정에 위생적이고 저온유통체계 확립에 기여하도록 할 계획임.
- 국내 타조 양축농가들에게 타조육의 특성과 형성이 사양체계와 관련이 있음을 알려 가능한 국내 사양체계에 변화를 유도함.
- 세계타조협회나 외국 연구기관과 연구결과의 교류를 통해 국내 타조연구분야를 소개하고 국제적 경쟁력을 확보함.

SUMMARY

I. Title of the Project:

Studies on the Development of Ostrich Meat and Hide Processing Technology for Korean Ostrich Industry

II. Goals and Objectives

The current study is undertaken with the intention of developing and optimizing the ostrich slaughtering process, and analysing physico-chemical properties of ostrich meat in order to provide economic benefits and to contribute on the establishment of infra-structure for Korean ostrich industry.

III. Experimental Design and Research Area

A total of 60 ostriches sourced from Ik-Poong Ltd, mainly 14~18 months slaughter ages were slaughtered in a laboratory scale pilot abattoir for complete research proposes as follows;

- 1) Optimization of slaughtering process and measurement of the changes in pH and temperature during slaughtering process.
- 2) Physico-chemical properties of ostrich muscle groups relating to pH,

sarcomere length, water holding capacity, color, shear force, cooking loss, drip loss.

- 3) Measuring the fat size in the carcass and analysis of fatty acid.
- 4) Composition of amino acids and their comparison with other livestock animals.
- 5) Analysis of microminerals and heavy metal contents in the meat.
- 6) Calculation of carcass yield
- 7) Physico-chemical properties of meat after antibiotics treatment.
- 8) Analysis of residual antibiotics in ostrich meat.
- 9) Physico-chemical and microbiological properties of ostrich meat during storage at chilling temperatures.
- 10) Physico-chemical properties of ostrich meat during storage at subzero temperatures.
- 11) Investigation of the fat extraction process and Cr contents in beamhouse process.

VI. Executive Summary of the Experimental Work

1) Before the slaughtering of birds, the body temperature showed 39.52 ± 0.9 °C and pH was 7.02. The carcass temperature was not changeable during slaughtering process and the aging process was mainly part for the decreasing the carcass temperature. After aging for 12 h, the carcass temperature showed 10.3 ± 2.56 °C and pH was decreased to 5.89 ± 0.12 . The total slaughtering process for one bird was needed 45 min.

2) The chemical compositions of ostrich carcass were determined as follows;

moisture of 75~77%, protein of 20~22% and fat of 1.35~2.5%. From the selected 10 ostrich muscle groups, *M. femorotibialis medius* showed the highest moisture content for 77.05% and *M. iliofemoralis* was in lowest level for 75.21%, but it was observed that there was no significantly difference in the investigation of chemical compositions in all muscle groups selected.

M. obturatorius medialis showed the lowest pH value of 5.87 and the highest pH was observed in *M. iliofemoralis externus* and *M. gastrocnemius*. In particular, pH of *M. iliofemoralis externus*, *M. iliofibularis*, *M. gastrocnemius*, and *M. fibularis longus* was higher than 6.0 and showed obviously DFD meat phenomena. The longest sarcomere length measured was 3.12 μm for *M. obturatorius medialis* and the shortest one was 1.35 μm for *M. iliofemoralis* with the difference significantly. In the comparison with muscle group used as steak and filet in commercial area, the sarcomere length for steak and filete was in the range from 1.35 μm to 2.15 μm , and from 2.35 μm to 3.12 μm , respectively.

The highest amount of total pigment was found in *M. iliofemoralis* for 267 ppm and the lowest one was 195.5 ppm in *M. iliofemoralis cranialis*. The total pigment in steak muscle group contained slightly more than in filet muscle group.

M. iliofibularis showed the highest shear force measured as 7.5 Kg. The steak muscle group needed more shear force than the filet muscle group.

The significant difference in the cooking loss and color was not found in 10 selected muscle groups. The muscle groups showed different WHC, and the highest WHC was measured in *M. obturatorius medialis* of 55.5% and *M. flexor cruris lateralis* of 38.2% showed lowest one.

3) The fat color of ostrich carcass showed soft structure and mostly white color. The accumulated fat thickness in the breast was measured for 2.88 cm and body cavity fat 5.33 cm. In the fatty acid analysis, linoleic acid, palmitic acid, oleic acid, linolenic acid were main components and its ratios were 37.6%, 28.2%, 18.7 % and 9.0%, respectively.

4) From the amino acid analysis; Lys was contained in the highest level of 4.355 mg/100 g meat and Tyr was 0.454 mg in lowest level. The sulfur containing amino acids, Cys and Met showed 0.928 mg/100 g and 1.565 mg/100 g, respectively. In the comparison with other red meats, ostrich meat contained more amino acids of Ser, His, Arg, Thr, Pro, Tyr, Met, Cys, Ile, Phe, and Lys than beef, and more Ser, Gly, His, Arg, Thr, Pro, Met, Cys, Tyr, Ile, Phe, Lys than pork.

5) Among the minerals of Zn, Fe, Cu, K, Ca, Mn and Mg selected in this study, K was contained largely in the muscle. And then, Ca and Fe were followed. Particularly, Fe was contained 4 times more than in beef. The heavy metals of Pb, Cd, and Hg could not be detected in the all samples.

6) The yield of cold carcass was 49.3 % in average and the lean yield of meat after deboning showed 34.8%.

7) The pH of muscle and liver after antibiotics treatment was not different significantly. There was no significantly different in the investigation of color changes, cooking loss, WHC, TBA-value and VBN-value between control and treatment groups. However, the liver sourced from ostrich, which was incubated for one day after antibiotics treatment, showed very low

a-value.

8) The sulfoamide group from the residual antibiotics was detected in the meat, fat and liver. In contrast, aminoglycoside group could not be detected in all samples. The 14 incubation days for ostrich after antibiotics treatment was not sufficient for allowing the slaughter relating to the safety for the consumer.

9) It was found that the vacuum packaging method was more available for prolonging the shelf-life of ostrich meat in comparison with MAP method during preservation at 0°C, 5°C and 10°C. The storage temperature of 0°C has no affect on the change of pH in the both packaging methods. However, pH of samples stored at 5 °C and 10°C was slightly changed in significant difference. The longer the storage period, the higher the pH increased. Drip loss was strongly depending on the storage period. MAP method allowed less drip loss than vacuum packaging method.

The significant difference between packaging method and storage conditions was not found in the investigation of cooking loss. The change of VBN-value was strongly depending on the storage period, storage temperature and packaging method. The fresh meat before storage showed VBN-value of 9.8 mg%, which was increased during storage. The change in VBN-value of the meat with vacuum packaging was more slower than meat with MAP method. The critical storage life for vacuum packaged meat was only evaluated for 28 days at 10°C. The evaluated critical storage life for MAP meat was less than 14 days at 10°C and less than 28 days at 5°C.

The total aerobic microorganisms were 3.4×10^3 cfu/g in the fresh meat

before storage. The vacuum packaging method provided delaying effect for the growth of microorganism. From the point of microbial view, the evaluated critical storage life was less than 28 days for the meat with MAP stored at 0°C. The critical storage life was decreased according to the increasing the storage temperature. It was observed that the critical storage life at 5°C reached almost to 14 days. The meat was deteriorated rapidly and the critical storage life was less than 14 days for vacuum packaging method and almost 7 days for MAP method, respectively. The changes of lactic acid bacteria was similar with the results in aerobic bacteria, but the increasing rate was higher in vacuum packaged meat than in MAP meat. *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria* could not be detected during storage.

10) pH of the frozen ostrich meat was not significantly changed during storage at different subzero temperatures. The significant difference between storage temperatures, periods and thawing methods could not be observed in the investigation parameters of cooking loss, WHC and color. However, the TBA-value and VBN-value were changed significantly. TBA-value was slightly increased during storage and the longer the storage period and the higher the storage temperature, the more the TBA-value was increased. From the results, a mathematical model for the changes in TBA-value depending on the temperature and period could be described as follows;

$$\ln Y_{TBA} = \ln a + b \cdot \ln t$$

Y_{TBA} : TBA-value(mg/kg), a and b : system constants, t : storage period(week)

The similar results from the investigation of VBN-value were obtained and The mathematical model was described as follows;

$$\text{Ln } Y_{VBN} = \text{Ln } a + b \cdot \text{Ln } t$$

Y_{VBN} : VBN-value(mg/kg), a and b : system constants, t : storage period(week)

11) The concentration of deliming agent has big influence on the fat reducing from ostrich hide. The Cr absorption on the hide matrix was depending on the pH in tanning process.

V. Future Direction

The present study was successful in highlighting the evaluation of ostrich meat quality and also provided data on the optimization of slaughtering process.

Knowing the yield and quality attributes of ostrich meat as a result of the current study it would be useful for the Korean ostrich industry.

The data can be available as an obvious cornerstone for the establishment of the ostrich meat grading system, which is accepted as an important parameter in meat marketing.

From the experiments, the nutritional value of ostrich meat could be proved and this data can be played a great role for the developing value added

products.

The data would be helpful for the making and inserting a new Articles into Korean Livestock Regulation concerning on the HACCP system and cold-chain system.

It could be recognized indirectly that the quality of ostrich meat may have relationship with the farming system. In view of these findings, it is the authors view that the data would also assist for Korean ostrich farmer to have better quality.

CONTENTS

	page
I Introduction	21
1. Historical Background of Ostrich Farming	21
2. Ostrich as a New Livestock Animals	22
3. Present and Problem of Korean Ostrich industry	24
4. Objectives	26
II Materials and Methods	28
1. Slaughtering and Sampling	28
2. Storage Condition for Ostrich Meat	28
가. Packaging and Chilling Preservation	28
나. Freezing and Frozen Storage	28
1) Freezing	28
2) Frozen Storage	29
3) Thawing of Meat	29
다. Analysis of Ostrich Muscle Groups	29
3. Physico-chemical Properties of Ostrich Meat	31
가. Analysis of Chemical Compositions	31
나. pH	31
다. Water Holding Capacity	31
라. Cooking loss	32

마. Shear Force	32
바. Drip loss	32
사. Sacromere length	33
아. Color	33
자. Total Pigment	33
차. VBN(Volatile Basic Nitrogen)-Value	33
카. TBA-Value	34
4. Analysis of Volatile Compounds	35
가. Amino Acid Composition of Meat	35
1) Preparation	35
2) HPLC System	35
나. Fatty Acid	36
5. Bacterial Counts depending on Storage Conditions	37
가. Aerobic Microbial Counts	37
나. Coliform Bacteria	37
다. <i>Salmonella</i>	37
라. <i>Staphylococcus aureus</i>	38
사. Lactic Acid Bacteria	38
아. <i>Listeria</i>	38
6. Analysis of Residual Antibiotics	39
가. Experimental Conditions	39
나. Analysis	39
7. Microminerals and Heavy Metals	41
가. Preparation	41
나. Flame AA-Spectroscopy(F-ASS) Conditions	41
8. Beamhouse Process of Ostrich Hide	43
9. Statistical Analysis	44

III	Results and Discussion	45
1.	Changes in pH and Carcass Temperature during Slaughtering Process	45
가.	Processing Time	45
나.	pH and Carcass Temperature	46
2.	Physico-chemical Properties of Muscle Groups	48
가.	Chemical Composition s	48
나.	pH	48
다.	Sarcomere length	49
라.	Total Pigments	51
마.	Shear force	51
바.	Cooking loss	51
사.	Color	52
아.	Water Holding Capacity	53
3.	Properties of Ostrich Fat and Fatty Acid	63
가.	Fat Thickness of Carcass	63
나.	Composition of Fatty Acid	66
4.	Amino Acid Composition	66
5.	Microminerals and Heavy Metals in Meat	71
6.	Yield of Cold Meat and Lean Meat	74
7.	Physico-chemical Properties of Meat with Antibiotics Treatment	77
가.	pH	74
나.	Color	79
다.	Cooking loss	83
라.	Water Holding Capacity	83
마.	TBA-Value	84

바. VBN-Value	86
8. Residual Antibiotics in Meat	86
9. Physico-chemical Properties of Meat during Chilling	92
Preservation and Periods	
가. pH	92
나. Drip loss	92
다. Cooking loss	93
라. VBN-value	94
마. Color	95
바. Microorganisms	96
10. Physico-chemical Properties of Frozen Meat during	119
Temperature and Thawing Methods	
가. pH	119
나. Drip loss	122
다. Cooking loss	122
라. Water Holding Capacity(WHC)	123
마. Color	124
바. TBA-value	125
사. VBN-value	129
11. Effects of Deliming Procedure on the Defatting	148
12. Changes in Cr Contents of Hides depending	149
on Tanning Process	
VI Summary	151
V References	163

목 차

	page
제 1 장 서 론	21
1. 타조사육의 역사적 배경	21
2. 타조가 새로운 축종으로 부각되는 이유	22
3. 국내 타조산업의 현황과 문제점	24
4. 연구 목적 및 연구의 중요성	26
제 2 장 재료 및 방법	28
1. 타조의 도축 및 공시재료	28
2. 타조육의 저장 조건	28
가. 타조육의 포장 및 냉장저장	28
나. 타조육의 동결 및 냉동 저장	28
1) 타조육의 동결	28
2) 타조육의 냉동저장	29
3) 타조육의 해동	29
다. 타조의 부위별 분석	29
3. 타조육의 부위별 이화학적 분석	31
가. 일반성분 분석	31
나. 타조육의 pH변화 측정	31
다. 보수력(Water holding capacity)측정	31
라. 가열감량(Cooking loss)측정	32
마. 전단력(shear force)측정	32

바. 해동감량 측정(Drip loss)	32
사. 근질길이(Sacromere length)측정	33
아. 육색측정	33
자. 육색소함량측정(total pigment)	33
차. VBN(Volatile Basic Nitrogen)가 측정	33
카. TBA가 측정	34
4. 타조육의 풍미성분분석	35
가. 타조육의 아미노산 분석	35
1) 시료의 준비	35
2) HPLC system	35
나. 타조지방의 지방산 분석	36
5. 타조육의 저장조건에 따른 미생물의 변화	37
가. 일반생균수	37
나. 대장균군	37
다. <i>Salmonella</i> 검사	37
라. <i>Stapylococcus aureus</i> 검사	38
사. 유산균 검사	38
아. <i>Listeria</i> 검사	38
6. 타조육의 잔류 항생물질	39
가. 실험조건	39
나. 항생물질 잔류량 검사	39
1) 시료의 전처리	39
7. 타조육내 미량원소 및 중금속 분석	41
가. 전처리과정	41
나. Flame AA-Spectroscopy(F-ASS) 분석조건	41
8. 타조가죽의 제혁 공정	43

9. 통계분석	44
제 3 장 결과 및 고찰	45
1. 타조 도축 공정중 공정 시간 산출 도체의 pH 및 온도 변화	45
가. 도축 단계별 공정 시간	45
나. 타조 도축 공정중 pH와 도체온도의 변화	46
2. 타조육의 부위별 이화학적 특성	48
가. 일반성분 분석	48
나. 근육 부위별 pH 변화	48
다. 근육 부위별 근질길이(Sarcomere length) 비교	49
라. 근육 부위별 총색소 함량	51
마. 근육부위별 전단력(Shear force)의 비교	51
바. 근육 부위별 가열 감량의 비교	51
사. 근육 부위별 육색의 비교	52
아. 근육부위별 보수력(WHC) 비교	53
3. 타조지방 특성과 지방산 분석	63
가. 도체부위별 타조 지방층의 크기	63
나. 타조지방의 지방산 조성	66
4. 타조육의 아미노산 조성	66
5. 타조육내 미량원소 및 중금속 분석	71
6. 타조 도체의 정육 및 지육률 산출	74
7. 항생물질 투여에 따른 타조육의 이화학적 성상 변화	77
가. pH 비교	77
나. 색도의 비교	79
다. 가열감량의 비교	83
라. 보수력의 비교	83

다. TBA가의 비교	84
바. VBN가의 비교	86
8. 타조육내 잔류항생물질 검사	88
9. 냉장저장 방법 및 저장기간에 따른 타조육의 품질변화	92
가. pH 변화	92
나. 육즙삼출량 측정(Drip loss)	92
다. 가열감량(Cooking loss)	93
라. VBN 변화	94
마. 육색의 변화	95
바. 미생물 변화	96
10. 냉동저장 및 해동방법에 따른 타조육의 품질변화	119
가. pH 변화	119
나. 해동감량(drip loss)	122
다. 가열감량(Cooking loss)의 변화	122
라. WHC(보수력)의 변화	123
마. 색도 변화	124
바. TBA 변화	125
사. VBN-value 변화	129
11. 세제첨가량 및 수적시간이 탈지과정에 미치는 영향	148
12. 유성 공정시 pH 변화에 따른 타조피의 Cr-잔류량	149
제 4 장 요 약	151
제 5 장 참 고 문 헌	162

제 1 장 서 론

1. 타조사육의 역사적 배경

주금류(ratites)에 속하는 타조는 야생조류로 번식되어 왔으나 타조깃털의 우수성이 발견되면서 사람들로 부터 이에 대한 상품성을 인정받게 되었다. 1838년에 남아프리카가 세계 최초로 유럽으로 타조깃털을 수출하기 시작하여 유럽의 패션시장에 커다란 변화를 가져왔으며 이를 계기로 타조의 산업화가 촉진되었다. 이에 당시 남아프리카공화국, 남미비아, 짐바베 등 아프리카 여러 나라에서 야생조류였던 타조를 무자비로 포획하게 되어 타조는 날로 감소하여 멸종의 위기까지 처하게 되었다.

그러나 1850년대를 기점으로 아시아, 호주, 북미대륙과 남아프리카 등지에서 타조가 일부 사육되기 시작하였다. 이러한 국가들에서 실제로 산업화에 성공한 곳은 남아프리카공화국으로 특히 Oudtshoorn이라는 지역에서 사육의 활성화가 이루어졌는데, 당시 타조사료로서 알팔파가 우수하다는 사실과 이 지역이 알팔파 재배에 최적조건을 갖춘 지역이라는 점이 타조사육 확대의 원동력이 되었다. 1870년 Arthur Douglass는 최초로 타조알을 인공부화 하는데 성공하여 타조번식 및 산업화에 크게 기여하였고 1900년과 1914년 사이에 이 지역의 타조사육의 성황기를 이루었다. 이즈음 남아프리카의 영향에 힘입어 미국의 캘리포니아 지방에서 타조 사육을 시도하였는데 무엇보다도 타조의 품종교잡을 실시하여 우수한 깃털을 생산하는데 주력하였다. 1913년도 통계에 의하면 남아프리카의 타조산업은 금, 다이아몬드, 양모에 이어 대외수출고 4위에 위치했었을 정도로 중요한 산업으로 발돋움 하게되었다. 이 기간동안 타조사육 농가 수는 77600 호에 이르렀다. 그러나 세계 1차대전과 세계경제공황에 따른 수요의 감소와 타조깃털의 과잉생산으로 인해 남아프리카의 타조산업은 쇠퇴하게 되었다. 2차 세계대전 이후 다시 Oudtshoorn을 중심으로 Klein Karoo Co-operative라는 협동조합이 결성되어

타조산업의 재도약을 추구하였다. 1963/4년도 세계 최초의 타조전문도살장이 건립되어 남아프리카 전통식품인 Biltong(건조육)을 생산되었으며 이 지역에 타조육을 식육으로서 공급하게 되었다. 1969/70년대에 이르러 타조가죽가공공장이 설립되면서 타조가죽 원단의 공급이 원활하게 되어 세계 가죽패션분야에도 커다란 변화를 가져왔다. 또한 해외에서도 타조육이 식육으로써 인정받게 되어 주문이 쇄도함에 따라 1980/81년도에 현대식 도살장을 건립하게 되었다. 1990년에 이르러서는 가죽패션분야에 타조가죽의 품질이 최고로 인정받게 되자 고가의 가죽제품으로 각광받기 시작하였다. 이는 미국이나 유럽 등지에서 타조사육의 붐을 야기시키는 촉매제가 되었다. 지금은 타조육과 가죽 그리고 깃털의 상업적 부가가치가 세계 여러 나라에서 인정받게 되어 새로운 축종으로서 현재 세계 50여 나라에서 사육되고 있다.

2. 타조가 새로운 축종으로 부각되는 이유

가축으로서 타조는 수명, 연간자축생산량, 사료 요구량, 육생산량, 가죽생산량, 깃털 생산량등에 있어 다른 축종에 비해 월등한 우수성을 보여주고 있다(Table 1 참조). 특히 사료의 해외 의존도가 95%이상인 우리 나라 축산여건에서는 부가가치가 높고 사료의 효율성이 높은 축종의 개발 및 도입이 요구되고 있다. 또한 타조육은 닭, 오리, 칠면조 등의 가금육과는 달리 쇠고기, 돼지고기 등과 같은 적색육(red meat)으로 인정되며 타 육류에 비해 지방함량 뿐만 아니라 콜레스테롤 함량이 낮은 저칼로리 육으로서 육질이 부드러운 특징을 가지고 있다고 한다. 타조육은 현재 유럽 등 육류소비가 높은 나라에서는 광우병 파동 이후 많은 양을 수입하는 추세이며, 조리면에서 대부분 스테이크용으로 소비되고 있다. 또한 이탈리아에서는 타조육을 이용한 저칼로리 발효소시지와 햄이 제조, 판매되고 있다. 또한 남아프리카에서는 스테이크 및 건조육형태로, 그리고 일본에서는 주로 사시미용으로 소비되고 있다.

Table 1: 타조와 비육우간 생산성 비교

구 분	타 조	비 육 우
수명(년)	70~80	15
번식기간(년)	40	10
자축생산(두/년)	25	1
사료요구량(kg/일)	2.0	5.0
고기생산량(kg/년)	750	125
가족생산량(m ²)	35	3
깃털생산량(kg)	25-35	0

타조가족의 특징은 가볍고 부드러우며 내구성이 소가족에 비해 높으며 또한 장력은 소가족보다 강하고 질기며 외관이 아름다워 현재 다른 축종의 가족보다 훨씬 비싸게 거래되고 있는 실정이다. 이외에도 타조알은 현재 지구상에서 현존하는 가장 큰 알로서 약 1.5 kg의 무게로 24-30개 정도의 계란무게에 상당하며 타조알의 맛은 담백하고 영양가가 높은 단백질 식품원이다. 특히 알껍질은 그 두께가 2 mm정도이고 120 Kg의 장력에도 견딜 수 있을 정도로 단단한데 상아 모양의 광택을 지니고 있어 각종 조각이나 채색상품의 원료로서 각광받고 있다. 타조깃털은 매우 가볍고 부드러우며 강해 털이 빠지지 않고 정전기가 발생되지 않는 특징을 지니고 있어 장식용, 미세한 부분의 먼지털이로 가공되고 있다. 타조깃털 중 날개부분의 깃털은 주로 유럽 카니발 복장의 장식구로 사용되며 나머지는 고급자동차 및 컴퓨터산업의 먼지털이로 각광을 받고 있는 장점을 지니고 있다. 사육환경면에서 타조는 다른 축종에 비해 매우 환경친화적이고 질병 및 환경변화에 매우 강한 동물이기에 사육하는데 많은 장점을 제공하고 있다.

3. 국내 타조산업의 현황과 문제점

현재 국내타조산업은 여러 개의 영농단위를 형성하여 국내 타조산업의 활성화와 새로운 축산업으로 발돋움하기 위해 많은 노력을 아끼지 않고 있다. 그러나 지금까지의 발전 현황과 문제점은 다음과 같다.

1) 국내 타조산업은 1998년 5월 7일 타조수입자유화에 따라 미국, 캐나다, 호주, 심지어 중국 등지로부터 타조를 수입하여 국내 정착화에 시도하고 있다. 국내에 사육되는 타조는 종타조, 성타조, 병아리 포함하여 3500~4000 마리 정도를 나타내고 있다. 또한 진정한 산업으로서 발전과 타조사육농가의 이익을 대변하고 타조산업의 발전을 위한 발판으로 한국타조협회가 결성되어 활성화를 추구하고 있다.

2) 1999년에 형성된 한국타조협회는 세계타조협회와 교류를 시작하였고 세계타조협회 가입을 추진하고 있으며 매년 타조협회가 주관하는 심포지움 및 전시회에 참가하여 대외적으로 국내 타조산업의 발전과 위상을 제고하는데 노력을 아끼지 않았고, 특히 일본타조협회와 상호협력관계를 맺어 양국간 현존하는 타조사양의 기술적 어려움을 공동으로 해결하고 타조산업의 발전을 모색하였다.

3) 일본타조산업의 특징은 가죽제품생산시장보다는 육류소비시장이 우리 나라보다 앞서가고 있다는 점이다. 이와 반대로 우리 나라는 타조육 수입이나 소비가 전무한 상태에서 타조원단을 수입하여 제품을 생산한 후 외국에 재수출하는데 연간 수입하는 타조원단은 약 30,000장에 이르고 있다.

4) 그러나 그동안 일부 타조사육농가는 타조의 고부가가치를 활용하여 국내 타조산업의 발전에 기여하고자하는 목적보다는 타조분양을 통한 단기간 고소득을 올리고자하는 경영자세를 지니고 있었고 궁극적으로 국내 타조산업의 발전에 저해하는 요인으로 작용하여 왔다.

5) 또한 일부 타조수입업체는 우수한 종타조로서 혈통이 증명될 수 있는 품종을 수입하지 않고 산란능력이 떨어지고 혈통이 불명확하고 값이 싼 타조를 수입, 분양하여 일부 농가에게 피해를 주는 사례가 나타났고 그 후유증이 심각하며 또한 사육농가에 대한 사후관리가 미흡하여 국내 타조산업에 부정적인 시각을 보여주게 함.

6) 일부 타조농가나 수입업자들은 혈통 또는 타조의 관리시스템 운영에 대해 협조가 이루어지지 않아 품종간 차별화, 우수한 품종의 정착화, 국내 타조 사육두수의 확인작업과 앞으로 가공에 필요한 타조를 예측하는데 어려운 상황에 처하게 되었다. 이는 궁극적으로 국내 타조산업의 정착화에 저해요소로 작용하였으나 사육농가들의 경쟁과 인프라 구축이 어려움에 처해 가격의 형성이 어려워졌다.

7) 국내 사육조건에 맞는 정확한 사양체계가 없어 타조사육에 있어서 많은 문제점이 제기되고 있으며 사료의 개발, 가공기술개발, 수의 질병을 담당하는 전문수의사가 전무한 실정에 있다.

8) 국내 타조에 관한 법규에서 1998년 5월 7일 이전의 조수(타조)의 수입허가서는 그 용도를 “사육증식, 수출”로 규정하였고, 수입한 조수로부터 번식된 조수의 용도를 “사육증식, 수출”로 한다고 또한 규정되어 있다. 1998년 5월 7일 개정된 시행규칙에는 타조를 수입할 시 그 용도를 “내수 판매용(번식 또는 판매)”으로 규정하여 일관성이 없는 문제점이 노출되고 왔으나 2001년 5월 타조를 축산법에 규정하고 있는 가축의 종류에 즉, “축산법 제2조 제1호에 의한 동시행규칙 제2조 가축의 종류에서 농림부령이 정하는 특수가축으로 인정이 되었고 식육으로서 유통이 가능해졌다.

9) 그러나 현재 타조육 가공시설을 위한 제반시설이 거의 전무한 상태이고 기존의 소도축장에 의뢰하는 형식으로 도축을 부분적으로 시도하고 있으며 도축공정과 육에 대한 사후관리 등이 전무한 상황에 있다.

4. 연구 목적 및 연구의 중요성

본 연구는 국내 타조산업의 정착화를 촉진시키고 타조사육농가들의 수익을 보장하며 국제경쟁력을 확보에 필요한 인프라를 구축하고자 타조의 도축공정 개발 및 육질분석, 저장조건 확립, 위생확보, 그리고 정육시스템 개발을 최우선으로 하여 다음과 같은 효과를 얻는데 목표를 설정하였다.

가. 고부가가치육으로 최고의 육질확보고 위생적인 타조의 도축 및 정육처리과정을 통해 소비자들에게 안전한 육을 제공하여 농가의 수익은 물론 산업화에 기여

하고자 하며, 앞으로 타조전용 도축장 설비시 요구되는 HACCP시스템 확립에 기초자료로서 활용이 가능한 자료 확보.

나. 지금까지 국내에서 타조육에 대한 연구가 전무한 실정에서 새로운 단백질 식품의 공급원으로 기대되는 타조육에 대한 연구를 활성화하는 기초자료로서 가치를 높이고 새로운 축종으로 저변화 하는데 기여한다.

다. 남아프리카 및 유럽, 미국 등 극히 소수의 연구집단에서만 수행되어온 타조육에 관한 연구가 국내에서도 수행됨에 국제적 교류 및 그 우위를 확보하는 계기를 만들어 국내 학문적 수준을 국제적인 우위를 확보한다.

라. 타조육을 이용하여 기타 고부가가치의 육제품을 제조하는데 매우 중요한 자료가 되며 보다 양질의 육을 생산하는데 부가적으로 요구되는 사양, 사료 등 연구분야에 기폭제가 된다.

마. 타조육의 등급화 및 가죽의 등급화 작업에 기초자료로서 활용되고 국내 양축 농가에게 학문적 뒷받침이 되는 전기가 된다.

바. 현재 국내시장에 연간 수입되는 타조원단은 30,000~50,000장에 이르고 있는데 본 연구의 결과로 얻어진 가공기술을 이용해 국내 원단수입업체가 필요로 하는 물량을 국내 기술가공으로 제혁된 원단으로 대체할 수 있는 계기를 마련하고자 한다.

사. 현재 수요의 불확실성에 기인하여 노력하는 국내 타조 생산, 유통, 판매에 참가하는 경제단위에 확실성 및 수요에 대한 보장을 부여할 수 있는 산업경제에 파급효과가 매우 높다.

제 2 장 재료 및 방법

1. 타조의 도축 및 공시재료

본 연구에서는 경기도 오산에 위치한 (주)신호유통 도축장에 pilot plant로서 연구용 도축장을 설치하고 산란 후 14-18개월 된 성타조 50마리를 (주)보래와 (주)익풍으로부터 지원 받아 남아공에서 수행하는 도축방법을 기초로 도살을 실시한 후 각각의 근육 부위를 용도별 절취하여 시료로 사용하였다.

2. 타조육의 저장 조건

가. 타조육의 포장 및 냉장저장

연구용 도축장에서 도축한 타조는 0℃에서 24시간 숙성시킨 후 발골 하였다. 타조 근육중 *M. iliotibialis lateralis*를 절취하였다. 진공포장용 시료는 본 실험의 목적으로 설계되고 제작된 알루미늄 캔(Ø50 mm x 100 mm)에 공간이 없이 충전한 후 PE 포장필름에 재포장한 후 진공포장 하였다. 또한 MAP(Modified Atmospheric Packaging) 시료는 플라스틱 용기에 시료를 넣고 PE 필름으로 재포장 한 후 O₂:70%, CO₂:20%, N₂:10%를 주입한 후 밀봉하였다. 포장된 시료들은 저온저장실로 옮겨져 0℃, 5℃, 10℃로 설정된 냉장고에 보관하면서 2일, 4일, 7일, 14일(2주), 28일(4주)동안 저장하면서 육의 이화학적 특성 변화와 미생물 증식을 검사하였다.

나. 타조육의 동결 및 냉동 저장

1) 타조육의 동결

동결 조건에 따라 타조육의 이화학적 성상이 변할 수 있기에 타조육(*M. iliotibialis lateralis*)은 알루미늄 캔(Ø50 mm x 100 mm)에 공간이 없이 충전한 후 PE 포장필름에 재포장한 후 진공포장 하였다. 진공포장 후 -50℃ 동결기에서 동결속도 1.5 cm/h로 동결하였다.

2) 타조육의 냉동저장

동결한 냉동타조육은 -6℃, -12℃, -18℃, -24℃, -30℃, -40℃, -50℃에 저장하였고 저장기간은 총 34주로 설정한 후 저장기간 1, 2, 4, 6, 10, 16, 24, 34 주마다 시료를 채취하여 육의 이화학적 특성 변화를 검사하였다.

3) 타조육의 해동

각각 주어진 냉동조건에서 일정기간 저장한 냉동 타조육은 20℃ 항온수조에 침지하는 유수해동방법과 공기(20℃)중에서 자연대류방법을 이용한 자연대류해동방법을 이용하였다. 해동은 시료의 중심온도가 1℃가 될 때를 최종시점으로 하였다.

다. 타조의 부위별 분석

타조의 근육부위는 해부학적으로 총 23개의 육부위로 나눌 수 있는데(Mellett et al 1999) 남아프리카와 호주 등에서는 근육부위의 특성에 따라 다양한 이름으로 유통된다. 그러나 대부분이 쇠고기를 기준으로 steak와 filet용으로 구분하여 유통되고 있어, 본 연구에서는 남아공에서 사용되는 기준표를 적용하여 filet용 근육부위 5개와 steak용으로 활용되는 근육부위 5개를 아래와 같이 절취하여 육의 특성을 분석하였다.

Table 2: Anatomical names and trade names of adult muscle mass in South Africa

Sample No.	Latin name	Trade name	Sample No.	Latin name	Trade name
S1	<i>M. iliofemoralis externus</i>	filet	S6	<i>M. gastrocnemius</i>	steak
S2	<i>M. iliofemoralis</i>	triangular filet	S7	<i>M. iliotibialis cranialis</i>	steak
S3	<i>M. obturatorius medialis</i>	small leg (tenderloin)	S8	<i>M. iliotibialis lateralis</i>	steak
S4	<i>M. flexor cruris lateralis</i>	filet	S9	<i>M. fibularis longus</i>	steak
S5	<i>M. iliofibularis</i>	filet	S10	<i>M. femorotibialis medius</i>	steak

3. 타조육의 이화학적 분석

가. 일반성분 분석

시료의 일반성분 분석은 AOAC(1995) 방법에 의하여 상압건조법, 켈달법, 속실렛법을 사용하여 수분, 조단백질, 조지방 함량을 각각 측정하였다.

나. 타조육의 pH변화 측정

도살 직후 (주)익풍에 설치한 정육실로 이송된 지육을 이분체로 분할한 후 각 근육별로 절개하였고, 근육부위 *M. iliotibialis lateralis*의 pH를 측정하였다. pH는 시료 5 g을 취하여 증류수 20 mL과 혼합한 후 균질기(エスエムテ- , model PM 91, Japan)를 이용하여 8000 rpm에서 1 분간 균질 후 pH meter(CORNING, pH meter 440, U.K)로 측정하였다. 냉장저장 및 냉동저장 그리고 항생제 투여 등에 따른 육의 pH 변화도 위와 같이 동일한 방법을 사용하였다.

다. 보수력(Water Holding Capacity)측정

Grau와 Hamm(1953)의 압착법을 응용하여 자체 제작된 acryl glass plate에 여과지(Whatman No. 2)를 놓고 시료 약 300 mg을 취하여 놓은 다음 또 다른 acryl glass plate를 포개 놓고 약 2 분동안 일정한 압력을 가하여 압착시킨 다음 육편에 묻어 있던 부위와 탈수에 의해 조성된 수분의 면적을 digital camera를 이용하여 촬영하였다. PC에서 digital image로 바꾼 후 Image Analysis System을 이용하여 총면적을 측정한 후 다음의 등식에 의해 보수력을 산출하였다.

$$\text{보수력(\%)} = \frac{\text{육조직이 묻어 있는 면적}}{\text{수분이 젖어 있는 총면적}} \quad (\text{eq. 1})$$

라. 가열감량(Cooking loss) 측정

시료 약 80 g을 일정한 모양(원형)으로 정형한 후 polypropylene bag에 넣어 75°C water bath에서 30분간 가열하고 상온에서 30분간 방냉시킨 후 이에 따라 변화된 가열감량을 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{가열감량(\%)} = \frac{\text{가열전 시료의 무게} - \text{가열후 시료의 무게}}{\text{가열전 시료의 무게}} \quad (\text{eq. 2})$$

마. 전단력(shear force) 측정

시료를 약 2 cm 두께로 절단하여 75°C 항온수조에서 30분간 가열하고 실온에서 방냉한 후 근섬유 방향과 평행하게 시료 채취기(직경 11mm)로 취하여 Instron(Model 1011, USA)을 이용하여 측정하였다. 이때 test speed는 2.0 mm/s 였다.

바. 해동감량 측정(Drip loss)

∅5×10 cm의 원통형으로 정형된 알루미늄 캔에 타조육을 충전한 후 진공포장한 시료의 중심온도가 1±0.5°C로 도달될 때까지 10±1°C의 항온수조(JEIO TECH, Model RBC-11)에서 약 3시간 유수해동하고, 공기의 흐름이 없는 냉장고(10±1°C)에서 약 5시간 자연해동한 후 육즙의 손실량을 측정하여 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{해동감량(\%)} = \frac{\text{동결전시료의무게} - \text{해동후시료의무게}}{\text{동결전시료의무게}} \times 100 \quad (\text{eq. 3})$$

사. 근질길이(Sacromere length)측정

시료 약 300 mg을 2 % Glutardialdehyde 용액으로 30분간 고정시킨 후 Helium-Neon-laser (Spectra-physics, Model No. 212-2, USA)를 이용하여 Voyle(1971) 방법에 따라 측정하였다.

아. 육색측정

시료의 표면의 육색은 Colormeter(Chromameter, CR210, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 L-value, 적색도를 나타내는 a-value, 황색도를 나타내는 b-value를 측정하였다. 이때의 표준색은 L-value가 97.83, a-value는 -0.43, b-value는 +1.98인 백색표준판을 사용하였다.

자. 총색소함량측정(Total pigment)

시료 10 g을 취하여 여기에 2 mL 증류수, 1 mL HCL, 40 mL acetone을 가하여 6000 rpm에서 30분간 균질시킨 후 wrap으로 밀봉하여 냉장고(4℃)에 1 시간 가량 저장하였다. 이후 이것을 여과지(Whatman No.1)에 여과한 후 여액을 640 nm 흡광도를 측정하여 산출하였다.

차. VBN(Volatile Basic Nitrogen)가 측정

본 실험에서 VBN값은 CONWAY 미량 확산법을 이용하였다. 시료 10 g에 증류수 30 mL을 첨가한 후 Homogenizing(エスエムテ- , model PM 91, Japan 13.000 rpm에서 1분간 세절) 하였다. 이후 용기와 칼날을 증류수로 세척하면서 100 mL로 mass flask에서 mass up하였고 여과(filtration, Whatman No.1)하여 여액을 시료조정액으로 사용하였다. Conway 용기 접착면에 glycerine을 바른 후

conway 용기 외실에 시료조정액을 1 mL 넣고, 내실에 0.01N H₃BO₃ 1 mL 및 conway시약 30 μL을 넣고 외실에 K₂CO₃ 1 mL을 넣었다. 조심히 용기를 수평으로 회전시켜 외실 내의 용액을 혼합 후 37°C에서 2시간 incubating 하였고, 뚜껑을 열고 내실을 0.02N H₂SO₄로 적정하여 측정 및 산출하였다.

$$\text{VBN mg\% (mg/100g시료)} = \{(a - b) \cdot f \cdot 0.02 \cdot 14.007 / s\} \cdot 100 \quad (\text{eq. 4})$$

s : 고기시료량, a : 적정량, b : 공실험 적정량, f : 황산 factor = 1

카. TBA가 측정

TBA가는 Witte 등(1970)에 의한 extraction method를 이용하였다. 시료 20g의 분쇄육을 TCA 시약(4°C) 50 mL과 13,000rpm으로 1분동안 homogenizing(エスエムテ一, model PM 91, Japan)하였다. 이후 용기와 칼날을 증류수로 세척하면서 100 mL로 mass flask에서 mass up 한 후 여과(filtration, Whatman No.1)하였다. 여액을 5 mL 채취한 후 여액을 test tube에 넣고, TBA시약 5 mL을 첨가하여 잘 섞이도록 교반한 후 반응을 위하여 어두운 곳에서 15시간 보관하였다. 이후 530 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{TBA value} = \text{Absorbance} \times 5.2 \quad (\text{eq. 5})$$

모든 TBA값은 2개의 다른 위치의 각 값에 의해 결정되었다.

$$K(\text{extraction}) = S/A \times MW \times 10^6/E \times 100/P$$

S : standard 농도 (1×10^{-8} moles 1.1.3.3-tetrathoxypopane)/5 mL

A : standard의 흡광도

MW : malonaldehyde의 분자량

E : sample equivalent

P : percent recovery

중류법으로 부터의 computing 결과에서(Tarladgis 등, 1960) TBA값은 상수 K를 sample 흡광도를 곱해서 구하였다.

4. 타조육의 풍미성분분석

가. 타조육의 아미노산 분석

1) 시료의 준비

시료 1 g을 wheaton 20 mL vial에 넣고 15분간 냉장보관한 후 performic acid(25 mg phenol power(Sigma) + 500 μ L H₂O₂(30%) + 4.5 ml formic acid(88%)) 5 mL씩 넣고 혼합하였다. 이후 N₂ 가스로 purge 한 후 암실에서 12 시간 반응 시켰다. 0.84 g sodium metabisulfite powder를 거품이 생기지 않게 넣고 15 분간 shaking 하였다. 6N HCl 10 mL을 첨가한 후 N₂ 가스로 purge 하였고 110°C에서 20시간 반응을 시켰다. 실온에서 방냉한 후 Whatman paper No.1으로 여과하였다. 여과된 여액중 10 μ L를 취하여 pico-tag vial에 넣고 evaporator에서 건조를 하였다. 혼합용액 30 μ L(methanol 200 μ L+0.2 N sodium acetate 200 μ L + triethylamine 100 μ L)을 첨가한 후 교반하였고 다시 증발시켰다. 재차 30 μ L 용액(methanol 350 μ L+2차증류수 50 μ L+PITC 50 μ L triethylamine 50 μ L)을 첨가 한 후 실온에 10~20분간 방치한 후 evaporation 시켰다. Methanol 30 μ L를 넣어준 후 vortex를 이용하여 균질한 후 evaporation 시켰다. 이 vial에 sample diluent 100 μ L를 넣어 용해시킨 후 HPLC에 injection하여 peak를 얻어 분석하였다.

2) HPLC system

Column: Waters Pico-Tag Column

Mobile Phase:

Eluent A: Sodium acetate trihydrate 19 g을 정량한 후 1 L 2차 증류수를 첨가하였다. triethylamine 0.5 mL을 첨가하였고 빙초산을 이용하여 pH를 6.4로 고정하였다. 이후 여과시킨 후 기포를 제거하였고 940 mL을 취하여 60 mL acetonitril를 첨가하여 사용하였다.

Eluent B: Acetonitril 600 mL과 400 mL 2차 증류수를 혼합하여 진공상태에서 20 초간 초음파처리하여 가스를 제거한 후 사용하였다.

Sample diluent: Na_2HPO_4 710 mg을 정량한 후 1 L 2차 증류수를 첨가하였다. 10% H_3PO_4 용액으로 pH를 7.4로 고정한 후 acetonitril을 첨가하여 부피가 5%가 되도록 하여 사용하였다.

나. 타조지방의 지방산 분석

지방의 추출은 분쇄된 시료 10 g을 60 mL 메탄올과 함께 2분간 균질후 균질물에 60 mL의 choroform을 첨가시키고 다시 4분간 균질하고 2분동안 정치시킨 후 여과하였다. 여과물은 진공농축기에서 30-40°C의 온도에서 용매를 휘발시켜 지방 추출물을 얻는다. 추출된 지방을 round flask에 취한 후 0.5 N NaOH/MeOH 8 mL를 넣고 80°C 항온수조에서 20 분간 가열시킨 후 여기에 BF_3/MeOH 9 mL을 넣고 동일한 온도에서 2분간 가열하였다. 5 mL hexane 원액을 넣은 후 같은 온도에서 1분간 가열시키고 상온에서 냉각하고 용액을 시험관에 옮겨 포화 NaCl을 넣고 층분리 시킨 후 다음 상등액을 취하여 GC에 주입하여 지방산을 분석하였다.

5. 타조육의 저장조건에 따른 미생물의 변화

타조육의 미생물에 의한 품질변화를 알아보고 저장기간동안 미생물의 증식상태를 조사하였다.

가. 일반생균수

일반생균수는 식품공전상의 표준평판으로 시료를 10배 희석법으로 희석하여 실시하였다. 시료 25 g을 225ml 펩톤수(0.1%)에 넣고 균질한 후 희석배율로 만든 후 ($10^{-1} \sim 10^{-6}$) 희석액 1 mL을 Standard Plate Count Agar(Difco Lab., MI, USA)에 접종하여 평판을 만든 후 37°C 항온기에서 48시간 배양한 후 균락을 계수하여 colony forming unit(CFU)로 나타내었다.

나. 대장균군

시료 25 g을 225mL 펩톤수(0.1%)에 넣고 균질한 후 희석배율로 만든 후 ($10^{-1} \sim 10^{-6}$) 희석액 1 mL을 MacConkey Agar(Difco Lab., MI, USA)에 접종하여 평판을 만든 후 37°C 항온기에서 48시간 배양한 후 균락을 측정하였다.

다. *Salmonella* 검사

각 시료간 *Salmonella* 존재 유무 측정은 SS agar(Difco Lab., MI USA)를 이용하여 37°C에서 48시간 배양 후 생성한 colony 중 흑적색 colony를 선별하여 triple sugar iron agar(Difco Lab., MI, USA) 반 고층배지에 천자이식하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 균이 증식한 TSI 반 고층배지의 성상을 육안으로 관찰하여 배지표면이 적색 혹은 흑색인것과 배지 하층부분이 황색인 경우 그리고 가스발생이 관찰된 모든 시험관에서 균을 취하여 nutrient agar(Difco Lab., MI,

USA) 평판에 획선 접종하여 37℃에서 24시간 배양하였다. 배양된 평판에서 나타난 colony를 혈청검사하여 응집이 일어나면 *Salmonella* 양성으로 판정하였다.

라. *Stapylococcus aureus* 검사

시료 25 g을 225 mL의 펩톤수(0.1%)로 균질화하고 상등액 1 mL을 *Stapylococcus* medium agar (Difco Lab., MI, USA)를 이용하여 37℃에서 48 시간 배양하였다. 배양 후 생성된 colony 중 황색의 colony를 선별하여 tryptic soy broth에 이식하여 37℃에서 24시간 배양하였다. 증균된 배양액을 3000 rpm으로 10분간 원심분리하여 균체를 회수하고 API Staph Kit (Bro-Mrieux, France)에 적용하여 *Stapylococcus aureus* 여부를 동정하였다.

사. 유산균 검사

유산균수는 식품공전상의 표준평판으로 시료를 10배 희석법으로 희석하여 실시하였다. 시료 25g을 225ml 펩톤수(0.1%)에 넣고 균질한 후 희석배율로 만든 후 ($10^{-1} \sim 10^{-6}$) 희석액 1 ml을 MRS Agar(Oxoid, UK)에 접종하여 평판을 만든 후 30℃ 혐기적 항온기에서 48시간 배양한 후 균락을 계수하여 나타내었다.

아. *Listeria* 검사

타조육에서 *Listeria*의 오염정도 및 유무 측정은 Oxford medium base를 이용하여 37℃에서 48시간 배양하였다. 배양 후 생성된 colony 중 주변이 흑색으로 변환된 colony를 추정하였다.

6. 타조육의 잔류 항생물질

가. 실험조건

경기도 화성에 있는 농장에서 사육된 16~18개월령의 타조를 이용하였다. 국내 타조 전용사료인 (주)서울사료의 서울사료 3호를 사용하여 항생제 및 합성항균제를 첨가한 사료를 1주일동안 급여한 후 계류시간을 1일, 4일, 7일, 14일로 정한 다음 도축하여 근육과 지방 그리고 간에 항생물질이 잔류되어 있는가를 검사하였다. 본 연구에 사용된 항생제는 가금류에 주로 사용되는 약품이고 그 사용량과 종류는 Table 2에 나타내었다.

나. 항생물질 잔류량 검사

일정한 기간 계류한 타조는 실험용도축장에서 도축 후 0℃에서 24시간 숙성시킨 후 타조 도축 후 근육부위는 *M. iliotibialis lateralis*를 절개하였고 간과 앞가슴부위의 지방을 채취하여 잔류물질 검출을 수행하였는데 본 연구에서는 다음과 같이 추출한 후 Charm II #7600 System을 이용하여 분석하였다.

1) 시료의 전처리

시료 10 g 정도를 정량한 후 50 mL 원심분리관에 넣고 MUS 추출 완충용액을 30 mL 첨가하였다. 이상의 시료와 완충액을 mixer기에 30~60 s 동안 균질 하였다. 균질된 시료를 다시 동일한 원심분리관에 넣고 80℃ 항온 수조에서 30분간 방치하였다. 단 설파제의 경우 45간 방치하였다. 원심분리관을 수조로부터 꺼낸 후 영에 의해 응고된 단백질을 분쇄시킨 후 ice water bath에서 10분간 냉각시켰다. 냉각 후 10분간 재차 원심분리 하였다(1750 g). 여지를 이용하여 지방을 여과한 후 여액에 M2 완충액을 약 300 μ L 첨가하여 pH를 7.5로 조절하였다.

Table 2: List of antibiotic substances added into the feed stuffs for ostrich

약품	성분	사용량(g/kg 사료)
항생제 A	설파퀴녹살린나트륨 (100 g/ kg 제제)	1
항생제 B	황산테오마이신 (100 g/kg 제제)	1

7. 타조육내 미량원소 및 중금속 분석

타조육내 존재하는 미량금속 분석으로 선택한 원소로는 Zn, Fe, Cu, Mn, Mg, Ca, K와 중금속(Pb, Hg, Cd)의 유무와 오염정도를 원자흡광분석법 (FAA-Spectroscopy, Perkin Elmer, USA)를 이용하여 검출하였다.

가. 전처리과정

본 실험에서는 고열에서 유기조직을 태워 원소를 분리시키는 건식회화방법을 사용하였다. 타조육 5 g 정도를 채취하여 도가니에 정량한 후 도가니를 회화로(550~600℃)에서 16 h동안 회화시켰다. 실온에서 약 1~2 h 동안 방냉 시킨 후 50% HCL 10 mL를 첨가한 후 암실에서 12시간동안 산처리 하였다. Filter paper(Whatman filter paper No. 4)를 이용하여 여과 시킨 후 여액에 2차 증류수 50 mL를 첨가하여 희석시킨 후 시료로 사용하였다. 표준시료와 농도에 따른 흡광도 측정은 각각의 미량금속을 첨가하여 회화시킨 후 희석배율을 달리하여 농도에 따른 흡광도를 측정하여 표준곡선을 산출하였다.

나. Flame AA-Spectroscopy(F-ASS) 분석조건

F-AAS 측정에서는 우선 각각의 원소에 해당되는 standard를 농도별로 제조하였고 각각의 lamp를 설치하였다(Table3 참조). 이후 wavelength와 slit를 각각 해당되는 원소에 따라 조절시킨 후 기기 안정화를 취했다. 각각의 점화가스를 이용하여 가열시키고 시료를 주입 후 흡광도를 측정하여 분석하였다.

Table 3: Analytical conditions of F-AAS for the determination of microminerals and heavy metals in Ostrich meat

Parameters	Microminerals							Heavy metals		
	Zn	Fe	Cu	K	Ca	Mn	Mg	Cd	Hg	Pb
Lamp	MPHCL							HCL		
Flame	Air-C ₂ H ₂							Air-C ₂ H ₂		
	lean, blue							lean, blue		
Wave-length (nm)	213.9	248.8	324.8	766.5	239.9	279.5	285.5	228.8	253.7	283.3
slit width (nm)	0.7	0.2	0.7	0.7	0.7	0.2	0.7	0.7	0.7	0.7

MPHCL: multi-purpose hollow cathode lamp

HCL: Hollow cathode lamp for specific metal.

8. 타조가죽의 제혁 공정

본 연구에서 시도한 타조가죽의 가공 공정은 일반적인 의류용 쇠가죽 제조방법 (Dairy Cow Method, (주)대영)을 이용하여 다음과 같은 방법으로 수행하였다.

가. 수적(Soaking and Resoaking)

수적은 염장한 가죽을 생피상태로 다시 환원시킴과 동시에 염장과 보관 등으로 인해 생피에 오염이 발생하기에 이를 제거하는 세척 공정으로 drum type(100 L) 회전통(자체제작)에 타조원피와 Na_2CO_3 0.5%와 중성세제 0.01%를 혼합하여 첨가하였다. 회전통 내부에 교반기를 설치하였고 교반기가 10 rpm으로 회전하게끔 조절한 후 30 min 교반한 후 30분 정치시켰다. 이 과정을 3회 반복 시킨 후 10 min 교반 한 후 50분간 정치시키는 작업을 12시간 지속하였다. 이때 온도는 20~30℃를 유지시켰다.

나. 제육(Fleshing)

수적을 통해 생피로 환원된 가죽의 지방을 제거하였는데, 다른 나라에서 사육되는 타조와는 달리 국내산 타조의 경우 지방함량이 많아 제육작업은 수작업을 통해 지방을 제거하였다.

다. 석회적(Liming)

가죽의 모공을 팽윤시켜 미세하거나 깃털제거작업에서 잔류된 깃털을 제거하는 공정으로 NaHS (0.8%)와 Na_2S (0.7%)를 첨가하여 면층을 팽윤시킨 후 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (5%)를 두 번에 걸쳐 첨가하여 작업을 진행하였고 중성세제는 0.01%를 첨가하였다. 이때 교반작업은 수적과정과 동일하였다.

라. 탈회(Deliming)

Bating을 하기 위해 NH_4Cl (2%)과 수세를 통해 잔여 알칼리를 제거하였는데 중성세제는 0.01%를 사용하였고 60분간 실시하였다. Bating 과정을 위해 온도는 36°C로 고정하였다.

마. 효해(Bating)

피혁과정에 필요 없는 기타 불순물들을 효소를 이용하여 정화시키고 석회적 이후 상피층에 남아 있는 알칼리를 제거하여 가죽의 유연성을 주고자 리파플롬(0.8%)을 사용하였다. 효해공정은 36°C에서 한시간 진행하였다.

바. 침산(Pickling)

pH 조절은 초산과 황산을 이용하였고 NaCl (8%)를 이용하여 과팽창되는 것을 막아주었다.

사. 유성(Tanning)

동물성 콜라겐을 광물성 콜라겐으로 변화시켜 주기 위해 Cr_2O_3 를 사용하였다. 이때 사용된 크롬양은 3%였고 우선 60분간 반응시킨 후 10분간 정치시켰고(2회반복). 이후 NaHCO_3 (2%)를 추가적으로 첨가하여 20분 교반과 10분 정치를 총 8회 반복하였다.

9. 통계분석

본 실험의 결과는 SAS package program(1996)을 이용하여 통계처리를 실시하였고, 처리평균간의 유의성은 Duncan's multiple range test로 검정하여 처리구간의 유의성을 구하였다.

제3장 결과 및 고찰

1. 타조 도축 공정중 공정 시간 산출 도체의 pH 및 온도 변화

타조의 도축방법은 가스주입, 전기실신 등이 사용되고 있는데, 대단위 도축장에서는 일반적으로 전기실신법을 이용한다. 그러나 본 연구에서는 시설면에서 장치의 개발과 설치에 고비용이 요구되고 또한 보다 높은 안전성이 요구되기에 가스실신법을 활용하였다. 가스로서는 CO₂를 이용하였다. 도축의 과정은 크게 가스주입, 실신, 방혈, 털뽑기, 박피, 내장적출, 수세, 숙성 과정으로 분류할 수 있는데, 단계별 작업시간과 도체의 pH 변화 그리고 도체의 온도변화는 Table 4에 나타내었다.

가. 도축 단계별 공정 시간

본 연구에서 활용한 가스질식법은 계류장에서 연구용 도축장에 인도한 후 두건을 타조머리에 씌운 후 CO₂가스를 주입하는 방법을 이용하였는데, 가스를 주입 후 타조가 실신하는데 까지 약 2.18 min 소요되었다. 이후 양 다리를 걸쇠에 감아 크레인으로 들어올려 다리를 위로 그리고 머리를 아래로 하는 형태를 만든 후 머리부분의 경동맥을 절개하여 1차 방혈을 실시하였다. 이때 가스주입시 타조의 생리적 상태에 따라 반응의 정도가 다양하기에 머리부분은 도축장 바닥에 설치한 방혈판(1 x 0,7 m)에 고정을 시켜 수행하였다. 이후 가슴부위에 접하는 심장동맥을 절개하여 방혈을 하였는데 이 경우 1, 2차 방혈 과정을 합하여 4.43 min 소요되었다. 털뽑기과정은 평균 3명이 작업을 하였는데 4 min 정도 소요되었고 타조도축과정에서 중요하다고 사료되는 박피공정은 16.29 min이 걸렸다. 이후 내장적출은 18.14 min으로 1마리 도축하는데 소요되는 시간은 총 45 min으로 산출되었다.

나 타조 도축 공정중 pH와 도체온도의 변화

도축전 타조 생체의 온도는 $39.52 \pm 0.97^{\circ}\text{C}$ 로 나타났고 pH는 7.02로 측정되었다. 본 연구에 사용된 pilot용 도축장의 실내온도는 가능한 15°C 를 유지하는 상태에서 수행되었는데 도체의 온도변화는 도축과정중 커다란 변화를 보여주지 않았다. 가스주입후 실신한 상태에서 도체의 온도는 $39.52 \pm 0.97^{\circ}\text{C}$ 를 나타내었고 이후 방혈작업을 통해 도체의 온도는 $38.86 \pm 1.08^{\circ}\text{C}$ 로 방혈전에 비해 온도강하는 약 1°C 를 나타내었다. 이후 온도변화는 진행되었지만 미세하였다. 도축과정중 도체의 온도변화에 가장 크게 미칠 수 있는 과정은 내장적출이었다고 보는데 내장적출 후 도체의 온도는 $35.10 \pm 1.17^{\circ}\text{C}$ 로 약 3°C 정도 낮아졌다. 수세 후 도체는 0°C 의 숙성실로 옮겨져 도체의 온도를 낮추면서 숙성과정에 들어갔다. 숙성 후 약 12시간이 지나면서 도체의 온도는 $10.3 \pm 2.56^{\circ}\text{C}$ 로 강하되었음을 알 수 있었다. 또한 pH의 변화 역시 빠르게 진행되었는데, 초기에 생체의 pH는 7.02에서 가스주입 후 실신한 상태에서 pH는 6.98 ± 0.05 를 나타내었다. 방혈과정에서는 pH의 변화가 측정되지 않을 정도로 미비하였고 깃털제거 작업 후에는 6.88 ± 0.06 으로 낮아졌다. 박피공정 후 pH는 6.03 ± 0.13 으로 강하되었다. 이후 내장적출 후 pH는 5.98 ± 0.14 로 낮아졌고 실제로 12시간동안 저온에서 냉각 및 숙성 후 발골과정에 들어갈 때 도체의 pH는 5.89 ± 0.12 를 나타내었다. 그러나 일반적으로 적색육 중에서 돈육의 경우 pH₄₅는 6.0(이, 1995)으로 보고되어 본 연구의 결과와 비교할 때 타조육의 pH 변화는 적색육과 유사하게 진행되었음을 알 수 있었다. 그러나 일반적으로 타조의 경우는 DFD육이 많이 발견되는데, 이는 타조가 스트레스에 예민하여 수송이나 계류중에 근내 글리코젠이 고갈되어 도축 후 pH가 상승하는 것으로 알려져 있다. 또한 일반 쇠고기 경우 한우육은 도축 직후 pH가 6.24를 나타내고 도축 24시간후에 pH는 5.35~5.82로 나타나는데(신, 1997) 이에 비해 타조의 경우 도축직후 5.98를 나타내어 한우보다 pH의 변화가 빠름을 알 수 있었다. 이는 곧 일반적으로 가금육이 갖는 성상과 유사함을 알 수 있었다.

Table 4: Changes in pH and carcass temperature during slaughtering process

작업과정	작업시간 (min)	pH	도체온도 (°C)
가스주입 및 실신	2.19±0.70	6.98±0.05	39.52±0.97
방혈	4.43±3.47	6.98±0.04	38.86±1.08
털뽑기	4.00±0.86	6.88±0.06	38.34±1.13
박피	16.29±1.76	6.03±0.13	37.34±1.92
내장적출	18.14±2.20	5.98±0.14	35.10±1.17
숙성	12 h	5.89±0.12	10.3±2.56

2. 타조육의 부위별 이화학적 특성

가. 일반성분 분석

타조육의 부위별 일반성분 분석결과 수분은 75~77%정도 나타났고, 단백질은 20~22% 그리고 지방은 1.35~2.5%로 나타났다. 일반적으로 타조육은 다른 축종과는 달리 단백질 함량이 약 21~23%, 수분 함량이 74~76%, 지방은 약 1~4% 정도로 다른 적색육에 비해 낮다는 보고(Dunster and Scudamore, 1992; Sales, 1996)와 일치함을 알 수 있었다. 무엇보다도 낮은 근내지방함량 결과는 Schaefer 등(1995)의 연구결과와도 비교되는데 Schaefer 등은 타조의 근내지방은 1.12%라고 보고하여 본 연구에서 얻어진 결과보다 다소 낮았다. 부위별 성분의 비교결과 수분함량에서는 S10(*M. fermorotibialis medius*)이 77.05%로 가장 높게 나타났고 S2(*M. iliofemoralis*)가 75.21%로 가장 낮게 나타났다. 그러나 부위별 유의성은 발견되지 않았다. 일반적으로 타조육은 여러 나라에서 steak와 filet로 구분되어 판매되어지는데 steak에 속하는 S1~S5와 filet로 구분되는 S6~S10간의 수분함량의 거의 차이가 없음을 알 수 있었다. 단백질 함량에서는 S5가 20.04%로 가장 낮은 함량을 나타내었고 S8이 21.95%로 가장 높은 단백질 함량을 나타내었다. 각각 부위별 유의적인 차이는 표에 제시한 바와 같이 상이하였고 steak와 filet간 유의적인 차이는 없었다. 지방함량은 S7이 1.35%로 가장 낮았고 S1이 2.48%로 가장 높게 나타났다. 또한 steak와 filet간 지방함량은 약간의 차이를 발견할 수 있었다.

나. 근육 부위별 pH 변화

근육부위별 pH의 변화는 fig. 1에 나타내었다. 10개의 근육부위에서 가장 낮은 pH는 S3에서 5.87로 측정되었고 가장 높은 pH는 6.15로서 S1와 S6에서 각각 발

견되었다. pH 6.0보다 높은 부위는 S1, S5, S6, S9로 나타나 DFD육과 같은 성질을 보여줄 수 있는 가능성을 제시하였고 S4와 S8 그리고 S5, S9, S10간에는 유의성 있는 차이가 발견되지 않았고 그외의 부위에서는 유의적인 차이가 목격되었다. 일반적으로 우육이나 돈육의 적색육에서는 도축 후 24시간 이내에 pH가 5.4~5.8로 낮아지는데 그 저하속도는 축종이나 도축전 가축의 상태 등에 다소 다르다고 한다(Troutt 등, 1992). 그러나 타조에서 발견되는 pH는 일반 적색육과는 매우 상이하여 백색육인 계육이나 칠면조육의 최종 pH와 유사하다는 일부 보고(Pollok 등, 1997)와 유사함이 발견되었다.

다. 근육 부위별 근절길이(Sarcomere length) 비교

근원섬유에서 하나의 Z선에서 다음의 Z선까지를 근절이라고 하는데 이는 근육의 수축의 기본단위가 되고 있다. 일반적으로 적색육에서 근절의 길이는 2~3 μm 로 나타나는데 근육의 수축, 즉 사후강직과 숙성에 따라 달라진다고 볼 수 있다(박 등, 1994). 본 연구에서 타조 근육 부위별 비교에서 근절길이가 가장 길게 나온 부위는 S3로 3.12 μm 로 나타났고 가장 짧은 부위는 S2로 1.35 μm 였고, 두 부위별간 유의적인 차이가 발견되었다(fig. 2). 또한 steak와 filet로 용도별 구분에서는 steak가 1.35 μm 에서 2.15 μm 로 나타났고 filet부위에서는 2.35 μm 에서 3.12 μm 로 약간 높게 나타나고 있었다. 이러한 결과는 filet부위가 steak 보다 부드러운 조직감을 제공할 수 있다고 사료된다. 또한 본 실험에서 나타난 타조근육의 근절길이는 일반 적색육과 거의 차이가 없으나 pH가 높은 관점에서 비교할 때 근육의 수축보다는 강직 이완 후 나타나는 상태에 있다고 사료된다.

Table 5: Chemical compositions of different Ostrich muscle

Samples	Content		
	Moisture(%)	Protein(%)	Lipid(%)
S1	76.58±0.14 ^a	20.76±0.28 ^{a,b,c}	2.48±0.22 ^a
S2	75.21±0.35	21.62±0.85 ^a	2.09±0.05 ^{a,b,c}
S3	76.25±0.37 ^{c,d}	21.15±0.08 ^a	1.72±0.28 ^{b,c}
S4	75.78±0.43 ^{c,d}	20.48±1.08 ^{b,c}	2.51±0.61 ^a
S5	76.37±0.19 ^b	20.04±0.29 ^{b,c}	2.01±0.05 ^{a,b,c}
S6	75.45±0.15	20.82±0.65 ^{a,b,c}	2.22±0.14 ^{a,b}
S7	76.05±0.22 ^{b,c,d}	20.82±0.13 ^{a,b,c}	1.35±0.36 ^d
S8	76.08±0.07 ^{b,c,d}	21.95±0.06 ^a	1.80±0.48 ^{b,c}
S9	75.76±0.45 ^{c,d}	21.79±1.08 ^a	1.63±0.27 ^{c,d}
S10	77.05±0.32 ^a	20.45±0.02 ^c	2.04±0.18 ^{a,b,c}
Average	76.06	20.99	1.99

a-d: Each muscle of Ostrich, means±SD with different supercripts in significantly different(P<0.05).

S1: *M. iliofemoralis externus*

S6: *M. gastrocnemius*

S2: *M. iliofemoralis*

S7: *M. iliotibialis cranialis*

S3: *M. obturatorius medialis*

S8: *M. iliotibialis lateralis*

S4: *M. flexor cruris lateralis*

S9: *M. fibularis longus*

S5: *M. iliofibularis*

S10: *M. femorotibialis medius*

라. 근육 부위별 총색소 함량

근육의 색소는 90%이상이 myoglobin 함량에 좌우되고(강 등, 1992) 있으며 나머지는 혈액인 hemoglobin과 세포내 존재하는 cytochrome, falvin 등에 영향을 받는다고 볼 수 있다(Agullo 등, 1990). 본 연구의 결과 S2가 267 ppm으로 가장 높은 값을 나타내었고 가장 낮은 값은 S7으로 195.5 ppm으로 나타났다. 그 다음으로 가장 높은 색소함량을 나타낸 부위는 S1으로 265.5 ppm, S3가 235 ppm으로 뒤를 잇고 있었다(fig. 3). 본 연구의 결과 steak로 나타내는 S1~S5의 그룹은 filet으로 나타내는 S6~S10에 비해 총 색소함량이 다소 높은 것으로 나타나고 있다. 이는 곧 일반적인 적색육에서 myoglobin의 함량은 가축별, 연령별, 성별 그리고 부위에 따라 차이가 있다는 보고와 일치함을 알 수 있었다.

마. 근육부위별 전단력(Shear force)의 비교

근육부위별 전단력은 S5에서 7.5 Kg으로 가장 높은 값을 나타내었고 그 다음으로는 S2로 6.2 Kg을 나타내었다(fig. 4). 가장 낮은 전단력은 S7으로 2.8 Kg으로 측정되었다. Steak와 filet간 전단력 비교에서는 약간의 유의성 있는 차이를 보였는데, Steak로 활용되는 S1~S5는 최대 7.5 Kg과 최소 3.3 Kg을 나타내었고 filet로 활용되는 S6~S10에서는 최대 5.5 Kg과 최소 2.5 Kg의 전단력을 보여주어 부위별 뿐만 아니라 용도별에서는 차이가 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 일반적으로 filet 부위가 부드럽고 질기지 않는 내용을 입증하는 자료였으며 근절길이가 비교할 때 그 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 근절길이가 클수록 전단력의 크기는 감소하였다. 또한 근절길이가 길수록 전단력이 감소하며 연도가 증가한다는 보고(Herring, 1965)와 유사함을 알 수 있었다.

바. 근육 부위별 가열 감량의 비교

근육단백질은 가열처리시 본래의 구조를 잃게 되고 또한 응고가 일어나게 되는데 단백질 변성과 함께 일어난다. 가열시 단백질 변성과 근육단백질의 응고로 인하여 근육에 존재하는 수분이 빠져 나와 감량이 발생한다. 본 연구에서는 가열감량이 가장 큰 부위는 S10으로 37%에 달했고 가장 낮은 감량은 S1으로 28.5%였다(fig. 5). 그 다음으로 가열감량이 큰 부위는 S4, S9, S8 순으로 나타나지만 시료간 유의성 있는 차이는 발견되지 않았다. 또한 용도별 비교에서 steak 부위인 S1~S5는 전반적으로 낮은 가열감량을 나타내었고 이에 반해 S6~S10에 속하는 filet부위는 약간 높은 가열감량을 나타내고 있었다.

사. 근육 부위별 육색의 비교

식육의 색은 품질을 나타내는 간접적인 지표로 사용될 수 있을 뿐만 아니라 소비자들이 식육을 구매하는데 있어서 선택의 1차적인 요인으로 작용하고 있다. Lightness를 나타내는 L값의 경우 가장 높은 부위는 S7으로 42.35이었고 가장 낮은 값을 나타내는 부위는 S5로서 38.23을 나타내었다(fig. 6). 그러나 Steak에 속하는 S2, S3, S4, S5는 일반적으로 낮은 값을 나타내면서 상호간 그 유의적인 차이는 발견되지 못하였다. 또한 filet 그룹은 40이상의 측정치를 나타내고 있었고 S9, S10간에는 그 차이가 없었다. Redness를 나타내는 a값은 16.65로 S7에서 가장 높은 값을 나타내었고 가장 낮은 값은 S3로서 11.25를 보여주었다(fig. 7). 황색도를 나타내는 b값은 S7으로 3.87을 그리고 가장 낮은 값을 나타내는 부위는 S3로서 1.79로 나타났다. a와 b값을 용도별로 비교하였을 때 steak와 filet그룹간 차이는 발견되지 않았다(fig. 8).

아. 근육부위별 보수력(WHC) 비교

Table 6은 타조근육 부위별 보수력을 나타낸 것이다. 가장 높은 보수력을 나타낸 부위는 S1으로 55.5%였고 가장 낮은 보수력은 S4로 38.2%로 나타났다. Steak 부위에서 가장 높은 보수력은 S1이었고 가장 낮은 부위는 S4로 관찰되었다. Filet 부위 그룹에서 가장 높은 근육부위는 S10으로 55.4%를 나타내었는데 S1과는 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 또한 가장 낮은 근육부위는 S9으로 40.3%를 나타내었고 steak그룹에서 가장 낮은 S4와는 유의성있는 차이가 발견되었다.

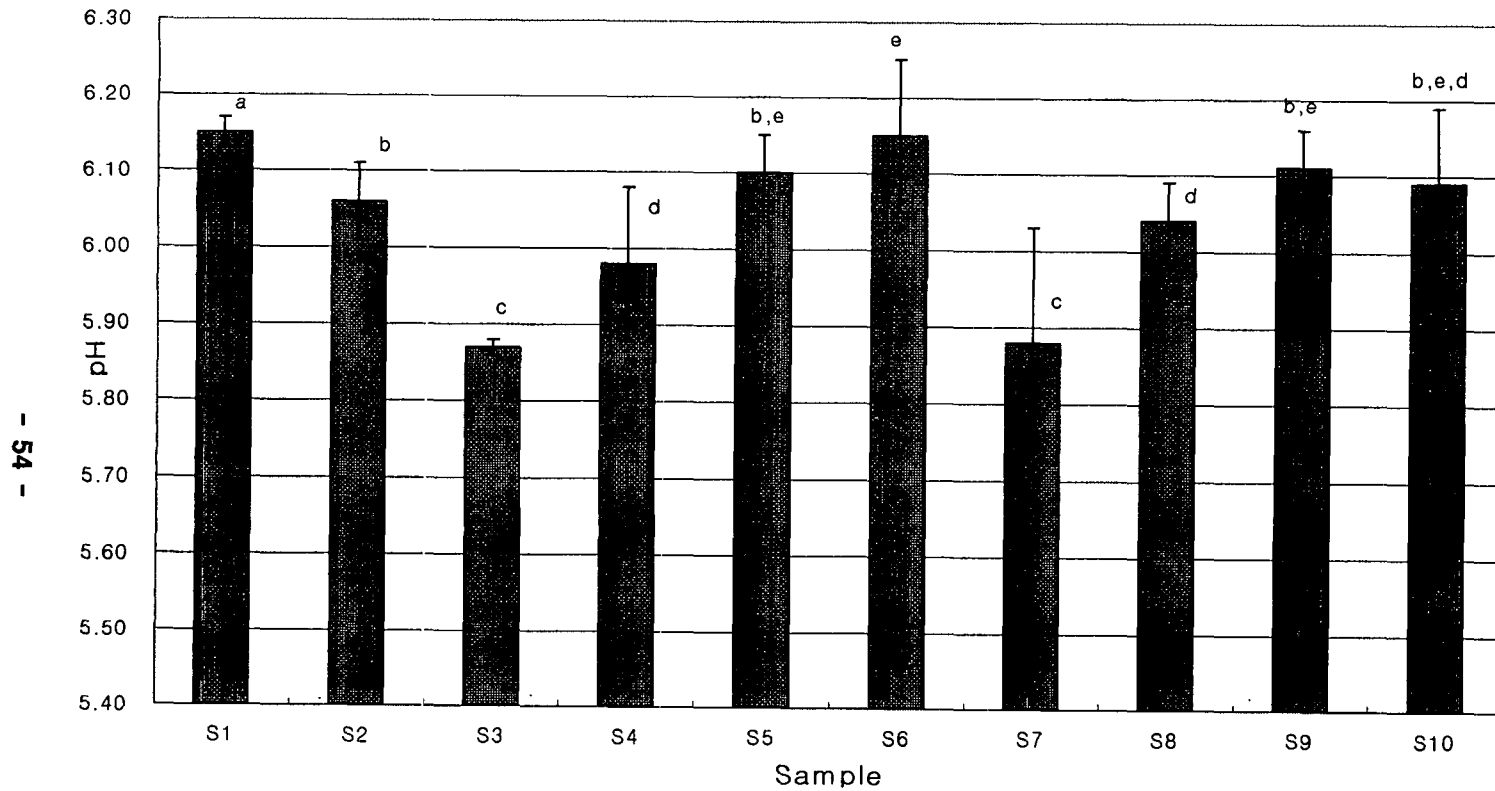


Fig. 1: pH value of different ostrich muscle groups.

a-e: Each muscle of Ostrich, means with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

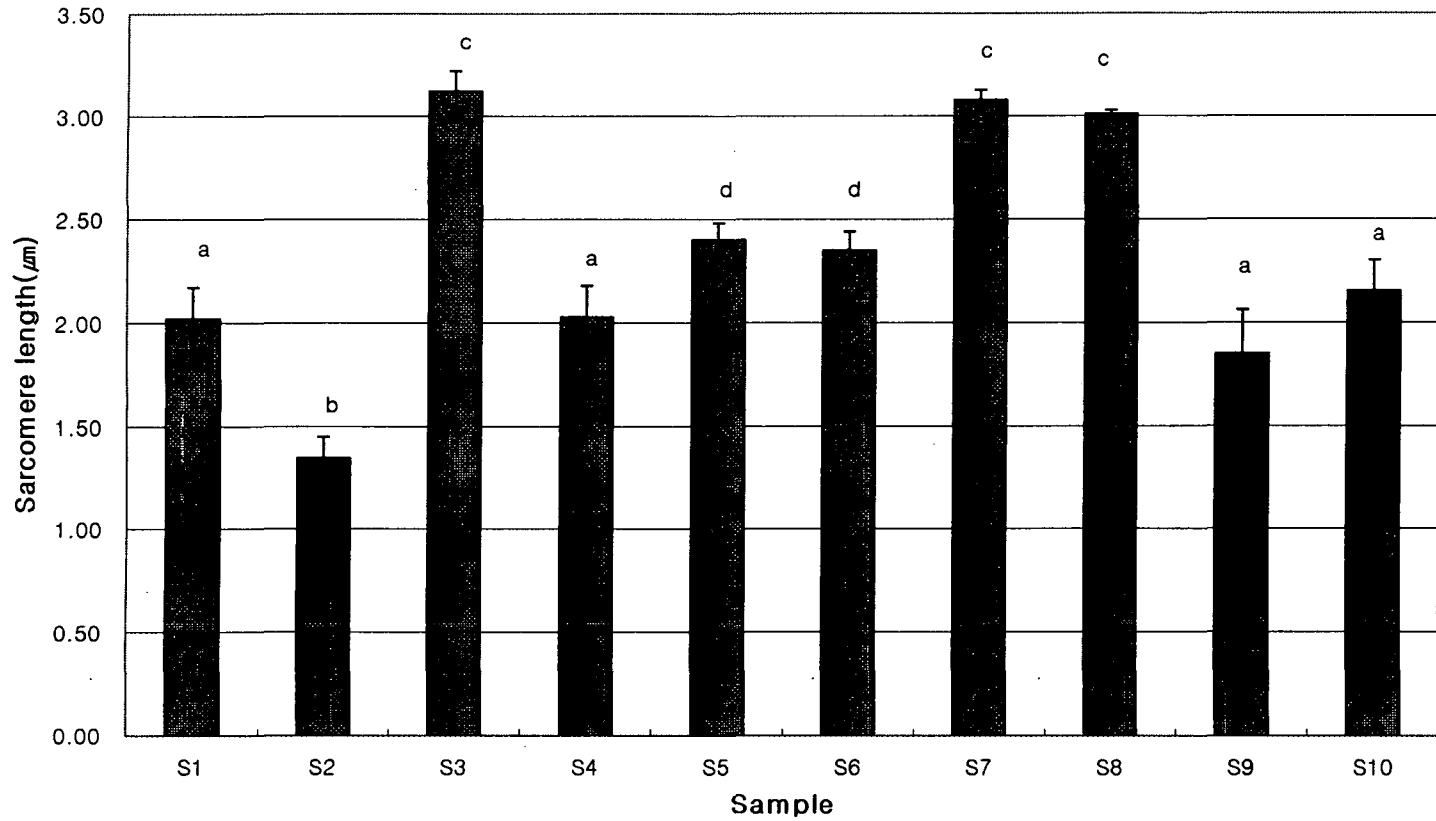


Fig. 2: Sarcomere length of different ostrich muscle groups.

a-c: Each muscle of Ostrich, means with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

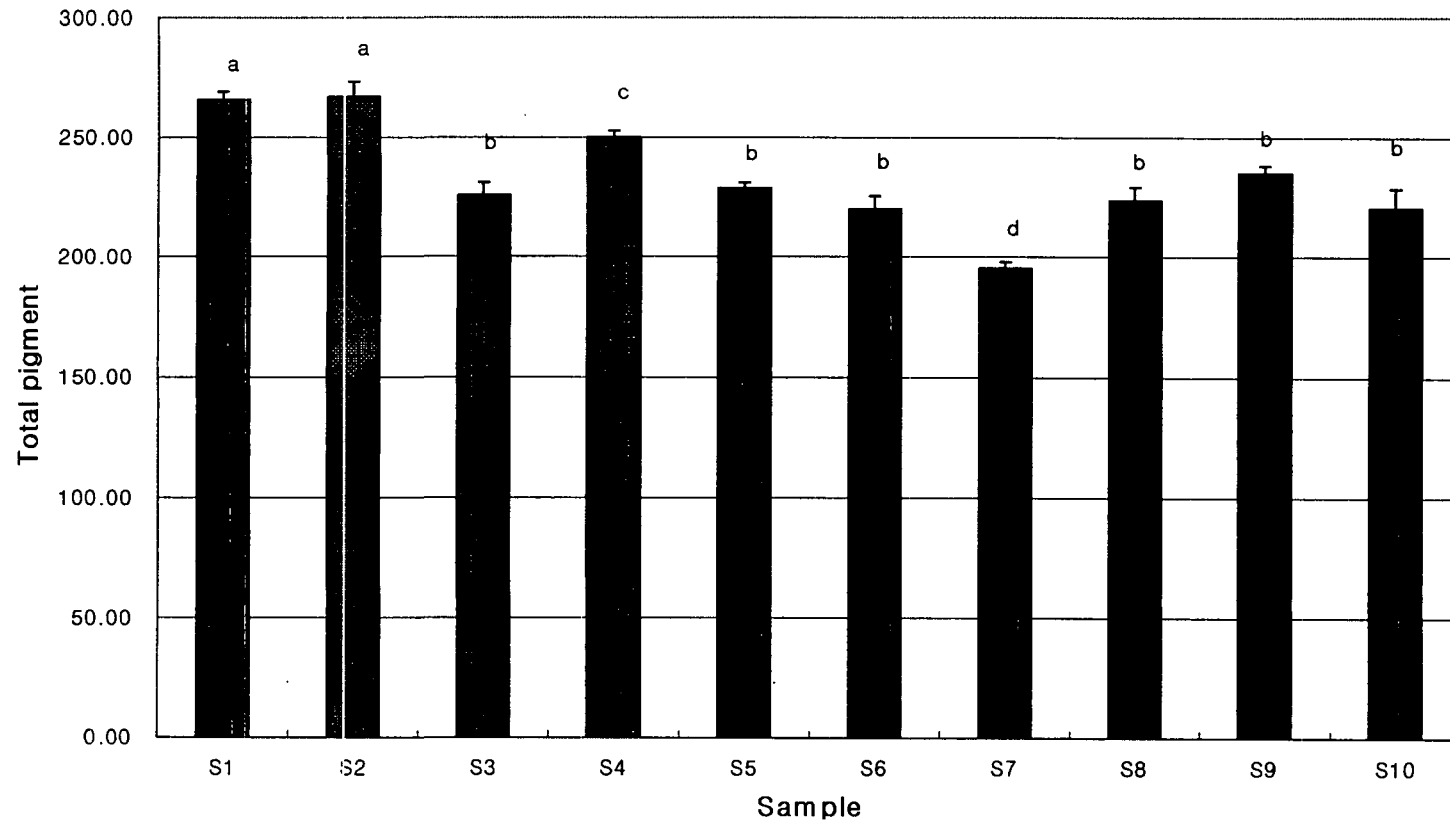


Fig. 3: Total pigments of different ostrich muscle groups.

a-d: Each muscle of Ostrich, means with different superscripts are significantly different($P < 0.05$)

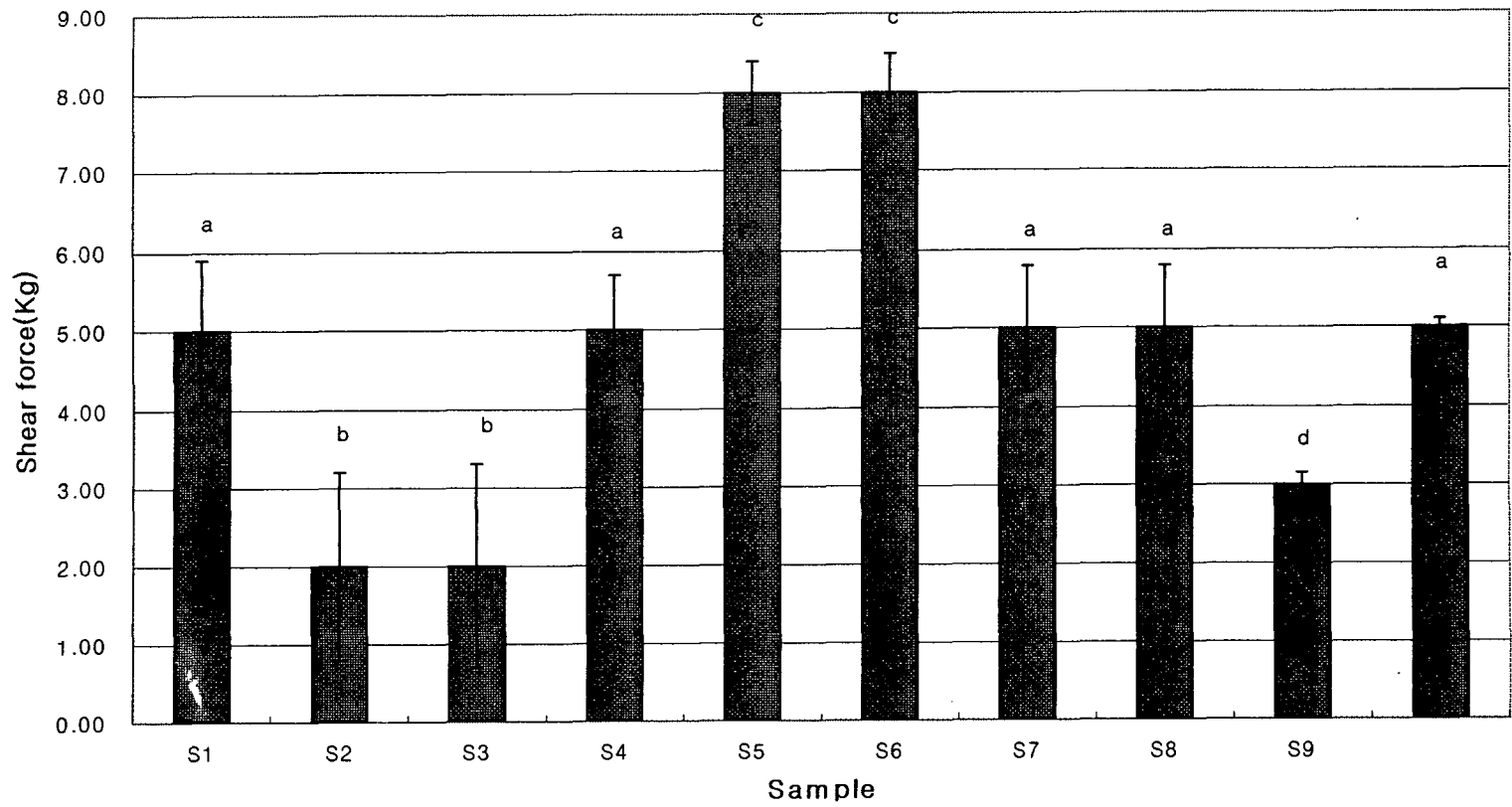


Fig. 4: Shear force of different ostrich muscle groups.

a-d: Each muscle of Ostrich, means with different superscripts are significantly different(P<0.05)

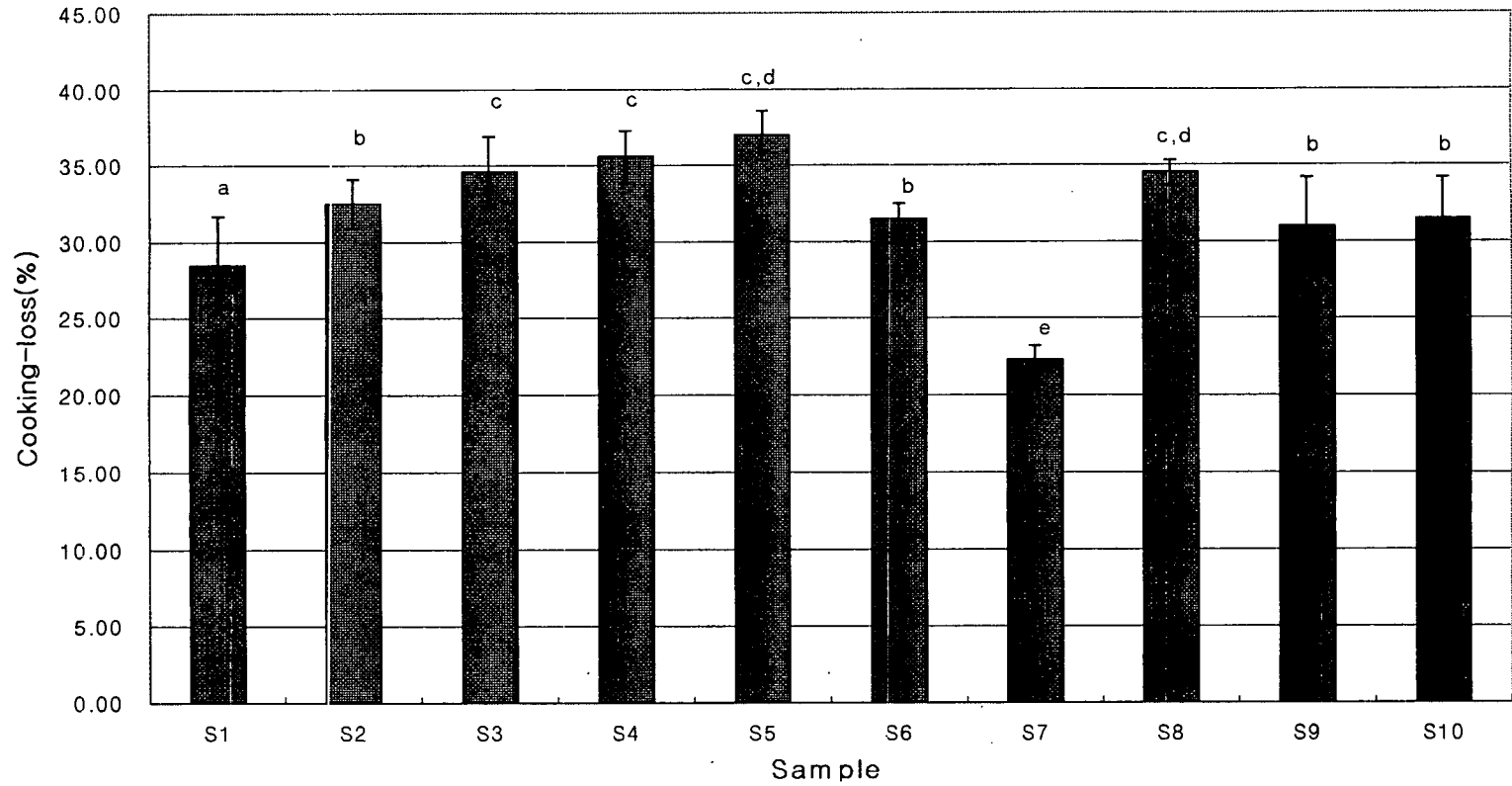


Fig. 5: Cooking loss of different ostrich muscle groups.

a-e: Each muscle of Ostrich, means with different superscripts are significantly different($P < 0.05$)

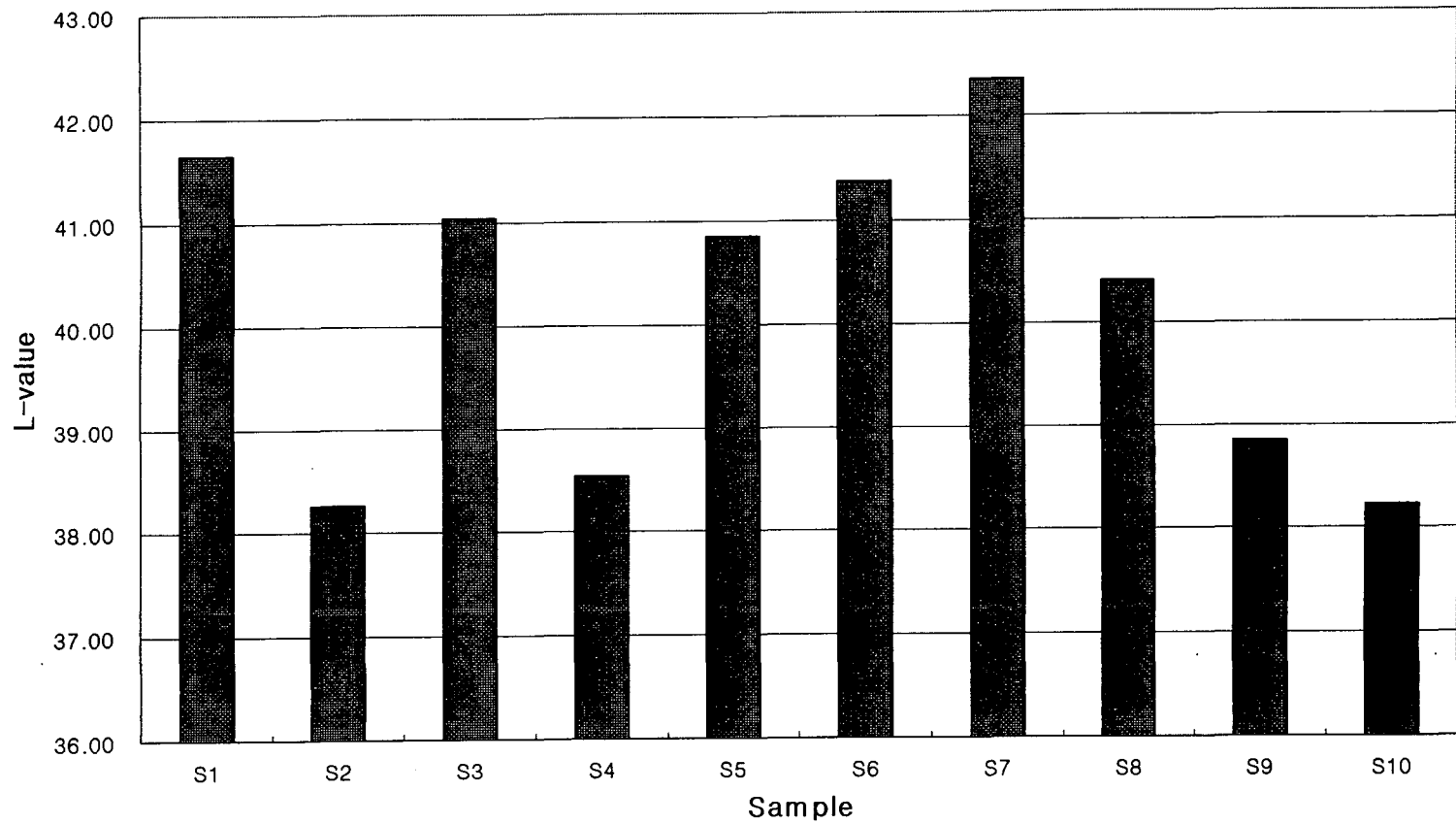


Fig. 6: L-value of different ostrich muscle groups.

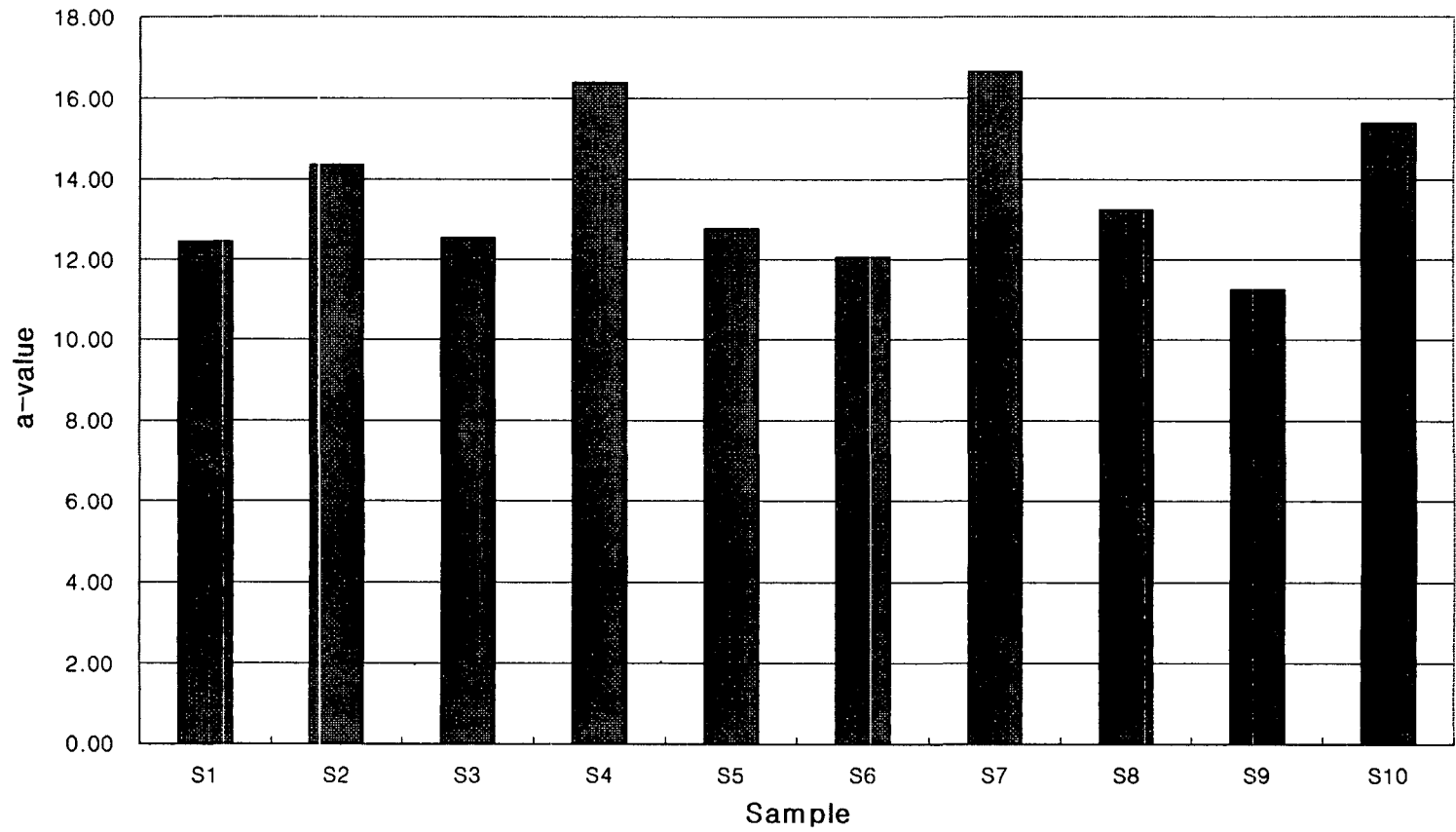


Fig. 7: a-value of different ostrich muscle groups.

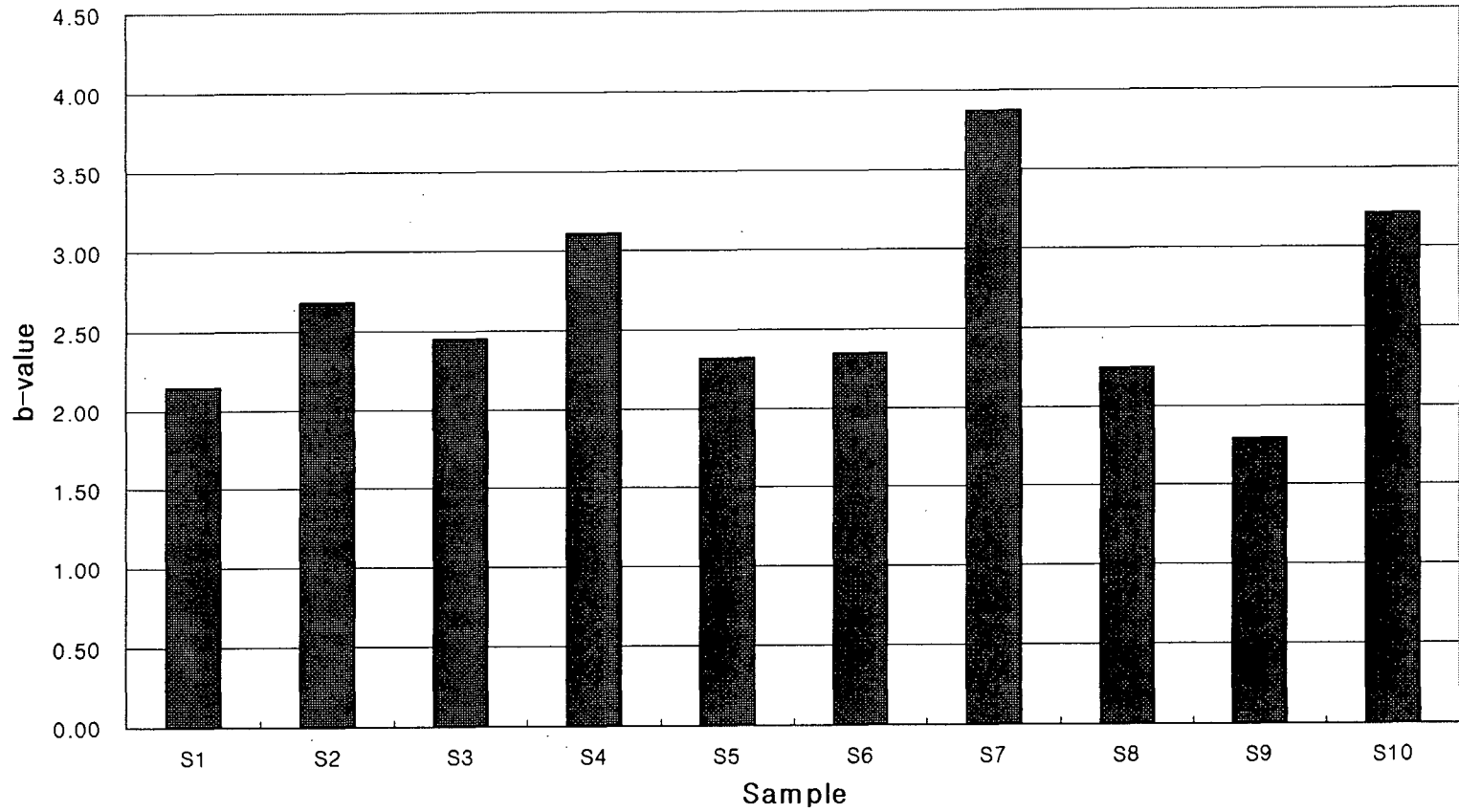


Fig. 8: b-value of different ostrich muscle groups.

Table 6: Water holding capacity(WHC) of different ostrich muscle groups

Samples	WHC(%)	Samples	WHC(%)
S1	55.5 ± 4.54 ^a	S6	42.4 ± 1.22 ^{b,c,e}
S2	46.21 ± 0.85 ^b	S7	47.9 ± 2.05 ^d
S3	44.25 ± 3.37 ^{b,c,e}	S8	43.7 ± 3.28 ^{b,c,e}
S4	38.2 ± 1.25 ^d	S9	40.8 ± 2.61 ^{d,f}
S5	38.7 ± 3.19 ^d	S10	55.4 ± 6.28 ^a

a-f: Each muscle of Ostrich, means ± SD with different superscripts in the same column are significantly different (P < 0.05).

3. 타조지방 특성과 지방산 분석

가. 도체부위별 타조 지방층의 크기

일반적으로 쇠고기나 돼지고기의 경우 근육 부위에 따라 다소 다르지만 사양조건이나 기술에 따라 근내지방이 축적된 상태로 생산될 수 있으며 이는 식육의 맛과 품질 그리고 가격을 형성하는 주 요인으로 작용되고 있다. 본 연구의 결과 타조육내에 존재하는 근내지방은 2% 미만으로 나타나고 있었고 적색육을 나타내는 타조육은 어떤 부위도 근내지방이 축적된 상태를 목격할 수가 없었다. 가급류에서와 같이 타조 도체에서 대부분의 지방은 하복부내에 집중적으로 형성되어 있었다. 타조지방은 외형적으로 매우 부드러우며 백색에서 황백색의 색을 띠고 있었다. 앞가슴에 축적된 지방층의 두께는 2.88 cm였고(Table. 7) 배지방층은 5.33 cm로 매우 두꺼운 지방층을 형성하고 있었다. 특히 하복부 부위에서 가슴쪽은 4.96 cm로 가장 두꺼운 지방층을 형성하고 있었는데, 대체로 국내에서 사육되고 있는 타조들의 지방층은 다른 나라에서 사육되고 있는 타조에 비해 상당히 두꺼운 것으로 나타나고 있었다. 특히 하복부에서 항문부위의 지방두께는 4.74 cm로 산란용 타조에게 있어서는 커다란 문제점으로 도출되었다.

남아프리카에서 도축되고 있는 타조의 경우 앞가슴부위의 지방층 두께는 거의 1 cm 미만이었고 배지방이나 하복부의 경우 2 cm 정도를 나타낸다고 보고하였다(Huchzermeyer, 1998). 이러한 차이는 도축의 시기에 크게 좌우된다고 사료되는데, 도축용 타조는 대부분 생체중이 90 kg일때 도축이 가능하며 이 시기에 타조의 사료효율이 크게 떨어지므로 경제성 면에서 바람직하다고 본다(Jarvis, 1999). 따라서 남아공에서는 대부분의 타조는 이 시기에 도축이 되어 지방층의 형성이 매우 미비하지만 국내에서 사육되는 타조의 경우 생체중 90 kg보다는 110 kg 이상에서 도축이 되고 성타보다는 종타용으로 사육되던 타조를 도축용으로 사용하기에 그동안 사료효율이 떨어지고 지방이 크게 축적된 상태라 사료된다.

또한 국내에서 사육되는 종타조들의 경우 국내 반입되어 사육되는 동안 산란율이 저조해지는데, 이에 대한 원인은 질병보다는 사양시스템에 많은 문제점이 제기되는데 이러한 하복부 지방층 형성이 국내 종타조의 산란율 저하에 직접적인 원인으로 작용한다고 볼 수 있다. 따라서 국내에서 타조를 사육할 때 이 부분을 고려해야 한다고 말 할 수 있다.

Table 7: The fat thickness of Ostrich depending on the location of carcass

부 위		두께(cm)
앞가슴		2.88±0.46
배지방		5.33±1.68
하복부	중앙	4.46±1.34
	가슴쪽	4.96±0.83
	항문	4.74±0.43

나. 타조지방의 지방산 조성

타조지방의 영양학적 특성과 이화학적 특성을 나타내고자 지방산 조성을 검사하였다. 타조지방의 경우 linoleic acid가 37.6%로 가장 높은 지방산 함량을 나타내고 있었고, 다음으로는 palmitic acid로 28.2%를 나타내고 있었다(Table 8). Oleic acid는 18.7%였고 linolenic acid는 9.0%로 이상 4개의 지방산이 93.5%로 대부분을 차지하고 있었다. 지방산 조성면에서 탄소수가 16개인 palmitic acid가 대표적인 포화지방산으로 나타났고, 불포화지방산으로 구분되는 oleic acid, linoleic acid, linolenic acid가 전체 지방산중에서 65.3%를 차지하고 있었다. 이러한 지방산의 조성은 축종에 따라 달라지는데, 쇠고기의 경우 포지방산 함량이 전체 지방중에서 36.3%로 나타나 타조지방이 낮은 것으로 비교되었다. 또한 계육의 지방중에서 포화지방산 함량은 23.5%로 나타나 타조의 포화지방산 함량이 다소 높은 것으로 나타났다.

4. 타조육의 아미노산 조성

일반적으로 식육은 가장 중요한 단백질 자원이며 근육단백질은 아미노산 조성이 인체 단백질의 아미노산 조성과 유사하다고 하여 영양학적으로 완전단백질로 취급된다. 타조육의 아미노산 조성은 일반 육과 흡사한 결과를 나타내고 있으나 부분적으로는 상이한 조성을 나타내고 있었다(fig. 9, 10). 전체적으로 아미노산 함량은 육 100g중 Lys이 4.355 mg으로 최대값을 나타내었고 Tyr이 0.454 mg으로 최소량으로 분석되었다. 황을 함유하고 있는 Cys와 Met는 각각 0.928 mg과 1.565로 나타났다. 본 실험의 결과 타조육의 아미노산 조성분포도를 영양학적으로 비교하여 나타내고자 이미 연구하여 발표된 자료중(박 등, 1994) 적색육으로 우육, 돈육, 송아지육의 아미노산 조성분포도를 비교하였고(fig. 9) 가금육으로서의 특성을 비교하여 나타내고자 닭고기와 칠면조고기의 아미노산 성분 분포도를

또한 fig. 10에 각각 나타내었다. 적색육간 비교에서 타조육의 Ser, His, Arg, Thr, Pro, Tyr, Met, Cys, Ile, Phe, Lys 등 11개 아미노산이 우육에 비해 높은 함량을 나타내었고 돈육과의 비교에서는 Ser, Gly, His, Arg, Thr, Pro, Met, Cys, Tyr, Ile, Phe, Lys 등 12개의 아미노산이 높은 함량을 나타내었다. 또한 송아지고기와 비교에서는 Ser, His, Arg, Thr, Pro, Met, Cys, Ile, Phe, Lys 등 11개의 아미노산의 함량이 높았다. 무엇보다도 타조육이 다른 적색육에 월등히 함유하고 있는 아미노산은 황을 함유하고 있는 Met과 Cys였다. 이들의 비교에서 타조육은 4배 정도 많은 Cys와 Met를 함유하고 있는 점이 특이하였다. 또한 필수아미노산(Try, Phe, Leu, Ile, Thr, Met, Cys, Lys, Val)을 선택하여 비교하였을 때 타조육은 Val과 Leu를 제외하고는 보다 높은 함량을 나타내어 영양학적으로 우수한 육이라고 판단할 수 있었다. 또한 가금류 중 타조육을 닭고기와 칠면조고기의 아미노산과 비교하였는데(fig. 10) 타조육에 함유되어 있는 Arg, Thr, Met, Cys, Phe 등 5개의 아미노산만이 닭고기와 칠면조육에 비해 더 많은 양이 함유되어 있었다. 또한 필수 아미노산 함량 비교에서는 타조육은 가금류에 비해 Thr, Tyr, Met, Cys, Phe 등 5개의 종류에서 높은 함량을 나타내었다. 본 실험의 결과 타조육의 아미노산 종류중 계육이나 칠면조육 보다 월등히 많은 아미노산으로서는 적색육에서와 마찬가지로 Met, Cys, Phe으로 나타났다. 또한 타조육이 계육이나 칠면조육에 비해 매우 낮게 나타난 아미노산은 Glu, Val 등 2 종류로 나타났다. 이상의 연구결과를 토대로 아미노산의 종류와 함량을 이용하여 영양학적으로 평가할 때 타조육은 다른 적색육이나 가금육에 비해 매우 우수하며 그 가치가 매우 높은 것으로 사료된다.

Table 8: Composition of fatty acid in Ostrich fat

Fatty acid	Content (%)
Palmitic acid	28.2±2.3
Oleic acid	18.7±1.7
Linoleic acid	37.6±2.6
Linolenic acid	9.0±0.85
Others	6.5±3.21
Total	100

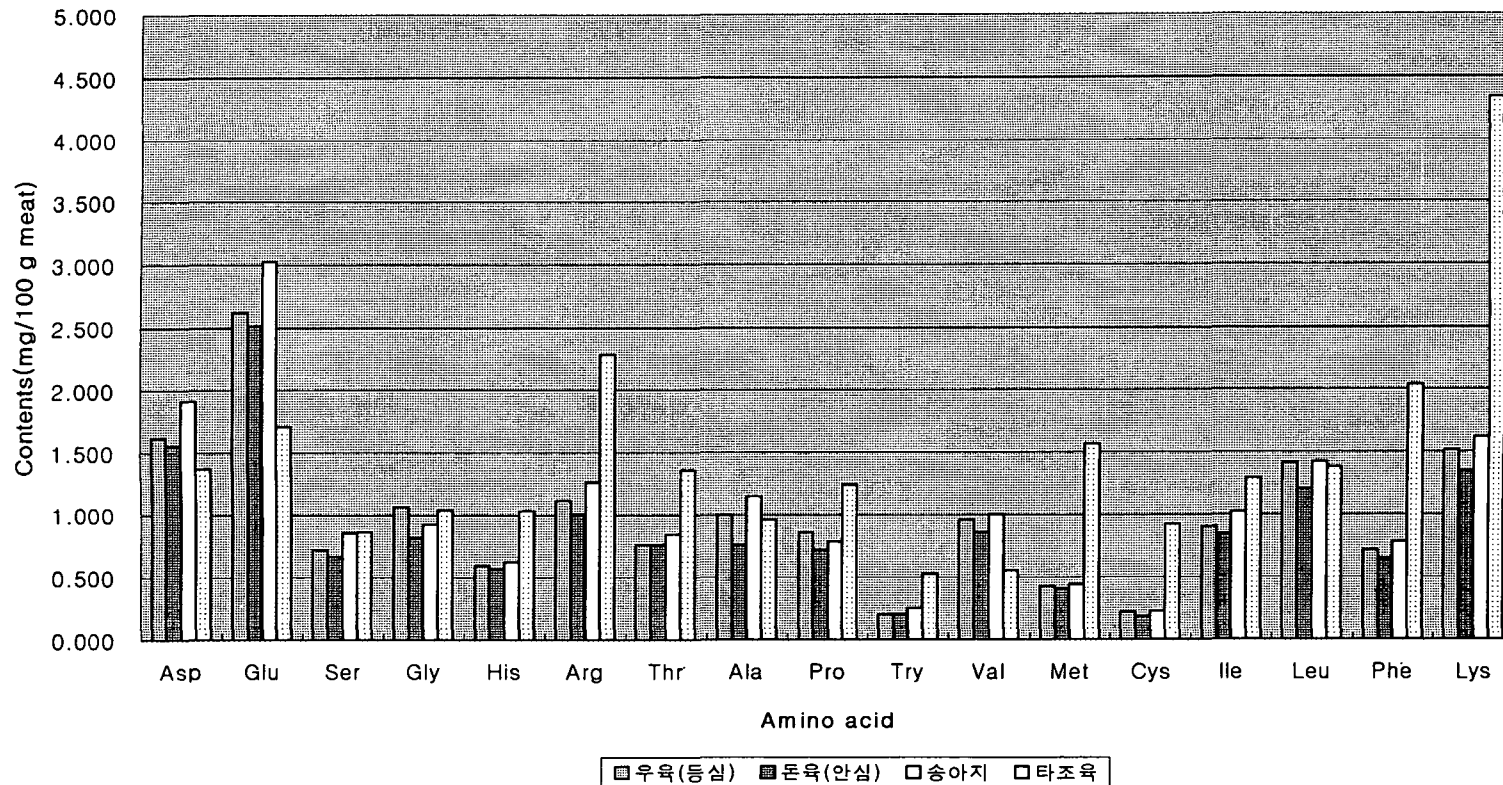


Fig. 9: Amino acid contents of ostrich meat and its comparison with other red meats.

Data of other red meats were obtained from Park et al. (1993)

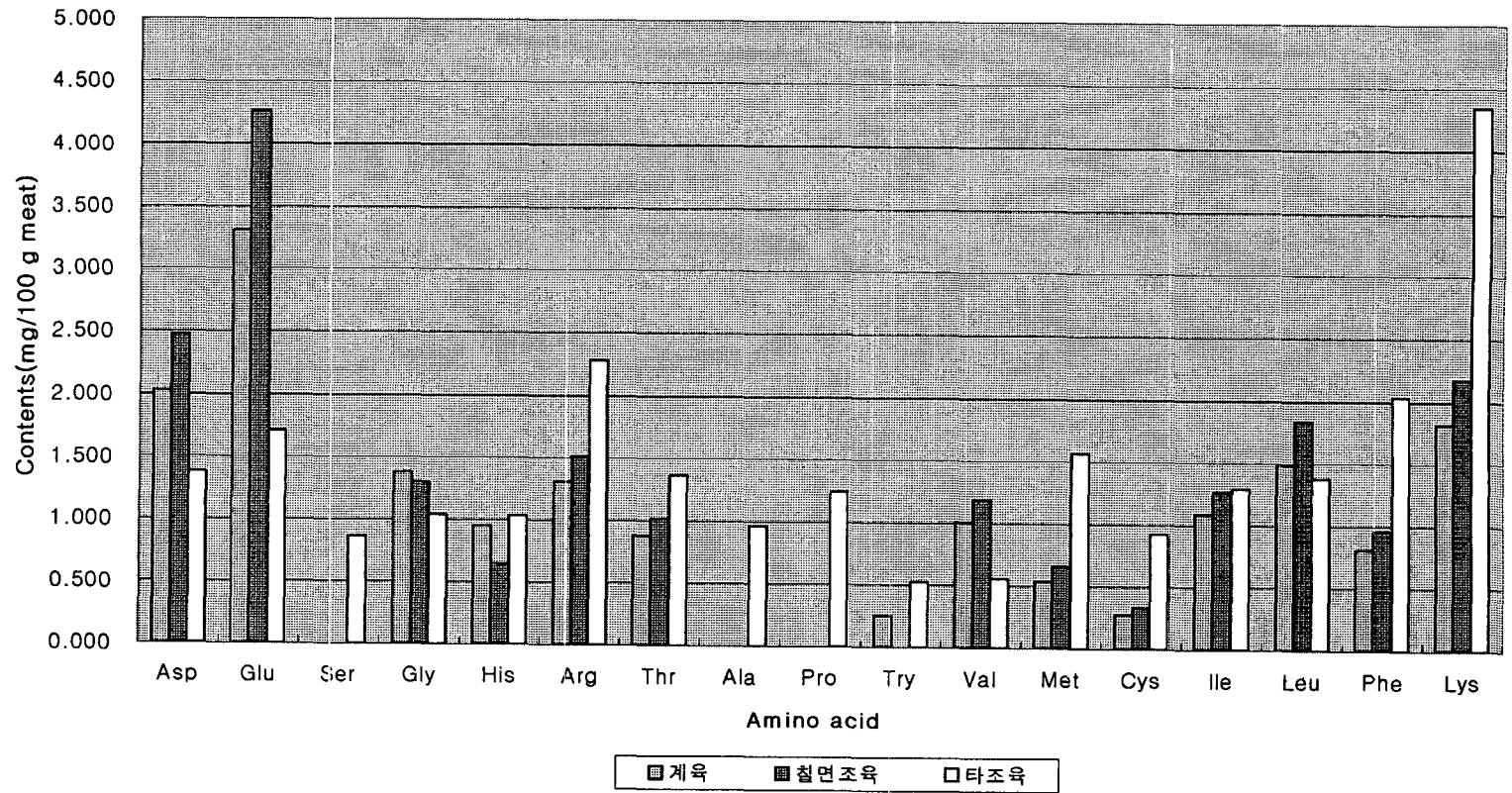


Fig. 10: Amino acid contents of ostrich meat and its comparison with other poultry meats.

Data of poultry were obtained from Park et al. (1993)

5. 타조육내 미량원소 및 중금속 분석

타조내 미량원소는 타조의 성타조로서 증체단계에 매우 중요한 영양소원으로 작용하고 이으며, 특히 Zn, Fe, Cu, Mn, Mg, Se, Cr, Co등은 근육 및 생리조절에 필수적이며 collagen 대사에 매우 중요한 역할을 한다고 한다(Bissinger et al., 1999). 또한 사료나 환경의 오염을 통해 체내에 축적되는 중금속은 소비자들에게 건강에 결정적인 문제를 제기하기에 육의 안전성확보를 위해서는 중금속 검출의 과정이 중요하다고 보겠다. 본 연구에서 수행한 FAA-Specteoscropy 방법을 통해 얻어진 결과는 Table 9와 같다.

본 연구에서 검사한 미량원소 7가지(Zn, Fe, Cu, K, Ca, Mn, Mg)중에서 가장 많이 함유되고 있는 원소는 K이었다. 그 다음으로는 많이 함유되어 있는 미량원소는 Ca이었으며 Fe이 그 뒤를 이어 가장 많이 함유되어 있었다. 타조육이 적색육으로서 가치를 비교하기 위해 기존에 연구 발표된 쇠고기와 돼지고기부위 중 안심 부위에 함유되어 있는 성분을 비교하여 보았다.

Souci-Fachmann-Kraut(1991)에 의하면 쇠고기 안심부위에서 K는 3400 ppm이 함유되어 있어 타조육과 유사한 양을 나타내었다. Mg의 경우 200 ppm으로 타조육이 다소 높았으며 Fe의 경우 21 ppm으로 타조육이 약 2배정도 높아 영양학적으로 우수한 면을 보여주었다. 또한 Ca의 경우 쇠고기에는 50 ppm이 함유되어 있어 타조육과 약간의 차이는 있으나 유의성이 없는 것으로 사료되며 Zn은 36 ppm으로 타조육이 다소 낮았다. Cu는 0.7 ppm으로 타조육에서 약간 높게 나타났다. 돈육의 안심부위와 비교에서 주목할만한 사항은 Fe로서 돈육의 경우 약 8 ppm 정도 함유되어 있어 타조육이 5배 정도 많이 함유되어 있었다. K양은 타조육과 비슷하였고 Cu는 돈육이 다소 높은 것으로 나타났다. Zn 역시 돈육이 타조육에 비해 다소 높았고 그외에는 유사한 함유량을 나타내고 있었다. 타조육의 Fe 함량을 가금육과의 비교할 때 닭가슴살의 경우 11 ppm과 칠면조 가슴살의 10 ppm에 비해 약 4배정도 높아 영양학적으로 우수함을 알 수 있었다. 특이한 사실은 타조육내 함유되어 있는 Fe과 유사한 양이 들어 있는 동물로서는 말고기로

보고되었다(Souci-Fachmann-Kraut, 1991). 이상의 결과에서 타조육에 Fe 함량이 많은 이유는 말과 타조 역시 운동성이 빠르고 이에 따른 산소 공급이 많아야 하기에 Fe 함량이 다른 축종에 비해 다량 함유되어 있다고 사료된다. 또한 타조육 내 기타 미량원소들이 타 축종에 비해 다소 많은 이유는 타조육 성분에서 지방 함량이 낮고 상대적으로 단백질 함량이 높기에 근원섭유를 구성하는 미량원소들이 보다 더 많이 함유되어 있다고 사료된다.

또한 타조육내 사육환경이나 사료에 의해 오염가능성이 있는 중금속(Pb, Cd, Hg)의 성분분석결과 FAA-Spectroscopy 측정 범주내에서는 발견할 수 없었다. 현재 농림부 축산물가공처리법 제 12조 및 같은 법 시행규칙 제 12조의 규정에 의거하여“식육중잔류물질검사요령”에는 중금속에 대한 잔류규정과 검사방법이 명시되어 있지 않아 국내 식육에서는 중금속의 오염에 관한 문제점은 없는 것으로 사료된다. 그러나 독일에서는 식육에 있어서 중금속의 오염에 따른 최대 검출함량은 Pb의 경우 0.25 ppm, Cd는 0.1 ppm 그리고 Hg는 0.03 ppm으로 제시하고 있어(Fuelgriff, 1989) 타조에 있어서는 식육으로서 문제점이 없다고 사료된다.

Table 9: Microminerals and heavy metals concentration in Ostrich meat

Microminerals (ppm)							Heavy metals (ppm)		
K	Mg	Fe	Mn	Zn	Ca	Cu	Pb	Cd	Hg
3450.59	24.69±	42.22±	0.15	30.26	43.81	0.94			
±	0.52	2.51	±	±	±	±	N.D.	N.D.	N.D.
120.23			0.04	2.35	5.37	0.04			

N.D.: not detected in the measuring range of FAA-Spectroscopy.

6. 타조 도체의 정육 및 지육률 산출

타조의 도축과정에서 나타나는 각각의 도축단계별 감량변화는 Table 10과 같다. 최초 생체의 무게는 113.7 ± 5.6 kg으로 종타 또는 성타로서 생체중을 나타내었다. 일반적으로 남아프리카 등 타조를 전용 도축하는 국가에서 도축용으로 활용되는 타조는 90~95 kg의 생체중으로 보고되는데(Braathen, 1997) 본 연구에 사용된 타조의 생체중은 20 kg 이상 과체중을 나타내고 있었는데 남아공과 같은 타조산업이 발달된 국가에서는 단계별로 사육하여 증체율이 휴지기에 진입하고 사료이용율이 저하되는 시점에 도축을 실시하는데, 본 연구에서는 대부분이 종타용으로 사육하다가 산란율이 저하된 성타를 도축용으로 활용하였기에 생체의 무게가 보다 많이 나가는 것으로 사료된다. 가스질식 후 심장부위의 동맥을 절개한 후 방혈되는 양은 약 5.5 ± 1.3 kg을 나타내었고 생체대비 약 4.8 %의 감량을 나타내었다. 이후 도축공정은 깃털제거, 머리제거, 족제거, 박피, 지방제거, 내장적출, 수세 및 냉각과정으로 진행되었는데 깃털제거량은 1.8 ± 0.8 kg을 나타내었고 머리제거시 0.7 kg의 감량 효과를 나타내었다. 타조 skin은 10.3 ± 1.3 kg으로 나타났는데, 이 부분은 피하지방의 조성량과 수작업자의 기술 등에 크게 좌우되고 있었다. 타조의 도축단계에서 감량변화가 가장 큰 과정은 다른 포유동물에서와 같이 내장적출 단계였다. 내장 적출시 감량은 약 32.8 ± 1.1 kg으로 생체 무게 대비 28.9%에 해당되는 부산물에 해당되고 있었다. 이 무게는 순수한 타조육의 무게에 해당될 정도였다. 본 연구의 결과 도축과정에서 나타내는 지육율과 정육율은 각각 49.3%와 34.8%로 나타났다. 본 연구의 결과를 다른 축종과 비교하였을 때 돈육 및 우육등의 적색육과 가금류에 속하는 계육과 비교하였을 때 다소 낮은 것으로 나타났다. 즉, 돼지의 경우 일반적으로 지육율은 68~77%에 속하고 정육율은 47%에 달하는데 타조육의 경우 이보다 낮음을 알 수 있었다. 우육과 비교하였을 때 육우의 경우 지육율은 62%, 한우의 경우 53%를 나타낸다는 보고에 비해 다소 낮음을 알 수 있었다. 계육과의 비교에서 브로일러의 지육율은 66~73%이고 정육율은 38%정도로 나타난다고 하는 보고와 비교하여 다소 낮음을 알 수

있었다. 타조는 다른 축종에 비해 증체속도가 매우 빠르게 나타나고 이에 따라 생체를 지탱하는 뼈의 성장이 매우 중요한데 다른 축종에 비해 뼈의 무게가 높다는 것에 낮은 정육율의 원인으로 작용한다고 볼 수 있다. 또한 본 연구에서 얻어진 지육율은 남아공에서 도축되어 얻어지는 타조도체와 비교하여 유사한 것으로 나타났는데 일반적으로 남아공에서 얻어지는 지육율은 수놈의 경우 48.24% 그리고 암놈의 경우 46.56%로 제시하고 있어(Jarvis, 1999) 본 연구의 도체는 이 범위내에 있었다. 그러나 Schaefer(1997)등은 103 kg 정도의 타조를 도축하였을 때 지육율이 약 54% 정도로 산출하고 있어 국내산 타조와의 비교에서는 다소 높은 것으로 나타났다. 이러한 이유는 무엇보다도 국내산 타조의 경우 체지방 함량이 높는데 기인한다고 사료된다.

Table 10: Changes of carcass loss, temperature and pH during slaughtering process of Ostrich

도축단계	도체무게(kg)	단계별 제거량(kg)	감량(%)	수율(%)
생체	113.7±5.6	0	0	100
방혈	108.2±1.3	5.5±1.3	4.8	95.2
깃털제거	106.4±0.5	1.8±0.8	1.6	93.6
머리제거	105.7±0.3	0.7±0.2	0.6	93.0
박피	95.4±1.6	10.3±1.3	9.1	93.9
지방제거	88.9±2.8	6.5±1.2	5.7	78.2
내장적출	56.1±1.7	32.8±1.1	28.9	49.3 (지육율)
발골후	39.6±2.3	16.5±0.6	14.5	34.8 (정육율)

7. 항생물질 투여에 따른 타조육의 이화학적 성상 변화

가. pH 비교

사후 근육내부에서 혐기적 대사과정을 통해 glycogen으로부터 해당과정을 거쳐 분해된 젖산의 축적으로 근육은 pH가 떨어지게 되며, 이때 도체의 온도가 높으면 높을수록 해당과정이 촉진되므로 pH는 더욱 급속히 저하된다(황, 1998). 우육은 도축 후 근육의 pH가 24시간 이내에 pH 7.2에서 약 pH 5.4~5.8까지 저하되는데(Penny, 1977), 일반적으로 타조육의 pH는 우육보다 높아서 육색이 더욱 진한 암적색으로 되고 우육이나 적육보다는 오히려 백색육인 계육이나 칠면조육의 최종 pH와 유사하다고 보고되고 있다(Pollok et al, 1997c; Chin and Keeton, 1997). 또한 Briskey(1964)와 Boles 등(1993)은 도체의 pH 저하속도와 그 소요시간은 육색, 보수력 그리고 가공특성 등에 영향을 준다고 하였다.

Fig. 11은 일반 사료 및 항생물질 첨가사료를 섭취한 타조의 근육과 간의 pH를 나타낸 것이다. 대조구 A에서 근육의 pH는 5.86 ± 0.06^b 이었으며, 처리구들의 pH는 최소 5.81 ± 0.02^b 에서 최대 6.05 ± 0.49^b 를 나타내어 항생제의 첨가에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다($p < 0.05$). 이는 타조육은 도살 후 2~6시간에 사후 강직이 일어나 pH가 5.9에서 6.2가 된다고 보고한 Sales and Millet(1996)의 자료와 일치하고 있다. 또한 대조구 A의 간은 6.12 ± 0.06^a 의 pH를 나타내고 처리구들의 pH도 $6.12 \pm 0.06^b \sim 6.26 \pm 0.32^a$ 로 유의차는 없었다($p < 0.05$). 간의 pH가 근육의 pH보다 높게 나타나는 것은 일반적으로 간에는 근육보다 많은 glycogen이 함유되어 있기 때문에 상대적으로 근육보다는 높은 pH수치를 보여준 결과라 하겠다.

위 결과를 분석한 결과 항생제 및 합성 항균제를 사료와 함께 급여했다고 해서 타조육의 pH를 변화시키는 것은 아니었다.

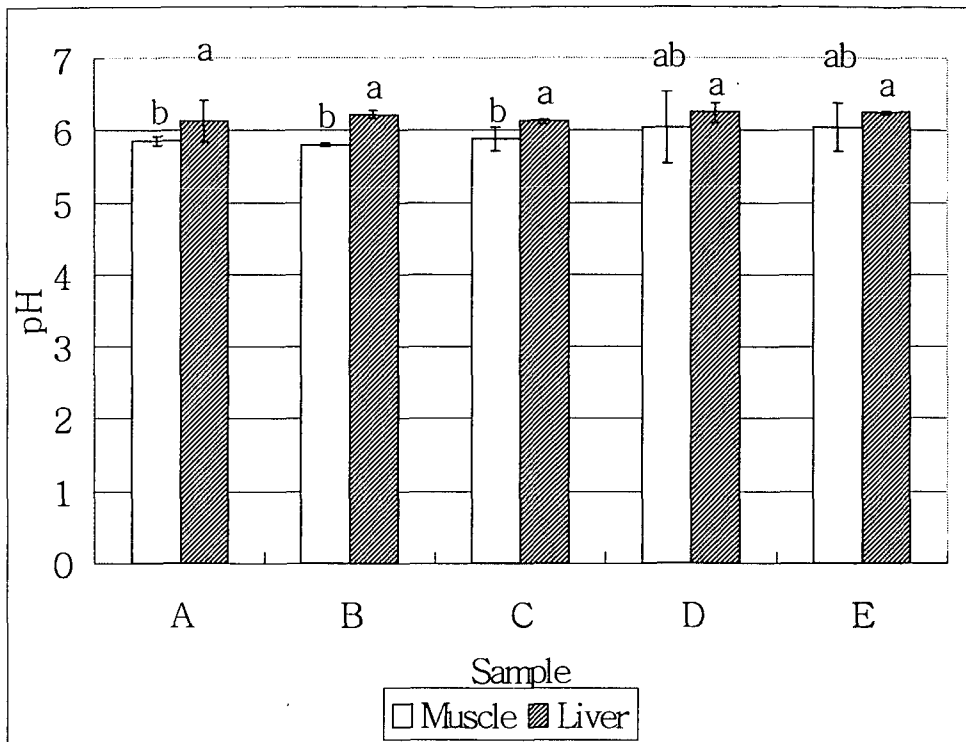


Fig. 11. pH values of ostrich liver and muscle after antibiotics treatment during feeding period.

- A: Control group(non-treatment of antibiotics)
- B: 1 day incubation after antibiotics treatment in feed
- C: 4 days incubation after antibiotics treatment in feed
- D: 7 days incubation after antibiotics treatment in feed
- E: 14 days incubation after antibiotics treatment in feed

^{ab} Mean values with different superscripts in the same row are significantly different($p < 0.05$)

나. 색도의 비교

식육의 색은 기호성 뿐만 아니라 신선도를 나타내며(조, 1979), 식품의 색 변화는 곧 식품의 품질의 변화를 보여주는 척도라 할 수 있다(김, 1997). 따라서 육색은 최종적으로 소비자들이 식육을 구입할 때 중요하게 여기는 요인으로 작용한다. 본 연구에서 절취한 근육과 간의 색도는 L-value, a-value, b-value를 측정하여 육색을 객관화하였다. Fig. 12.는 간 표면의 육색의 변화를 나타낸 것이다. 간 표면의 육색 중에서 L-value는 대조구 A가 34.03 ± 2.13^a 로 측정되었고, 처리구 B~E는 $32.84 \pm 2.59^a \sim 34.48 \pm 1.29^a$ 로 측정되었다. b-value는 $7.42 \pm 0.82^{ab} \sim 7.81 \pm 0.91^b$ 로 측정되어 유의적인 차이가 없는 것으로 보였다. 하지만 a-value는 대조구 A가 12.35 ± 1.78^a 를 나타내는 반면, Incubation period 1일 후 도축한 처리구 B의 간표면은 7.5 ± 0.75^b 까지 낮아졌다. 간의 색은 적색이 아니라 거의 흑색에 가까운 색도를 나타내었는데 항생제의 처리가 타조의 간에 심한 손상을 야기하였다는 결과로 사료되었다. 간의 적색도는 이후 점차 증가하여 첨가 사료 급여 후 14일 후 도축한 처리구 E의 경우에는 11.2 ± 1.05^a 로 측정되어 대조구와 유의성 차이가 없었음을 알 수 있었다($p < 0.05$).

Fig. 13은 간 절단면의 육색의 변화를 나타낸 것으로서, 처리구 B~E의 L-value는 $27.51 \pm 3.46^c \sim 33.55 \pm 1.62^a$ 로 측정되어 대조구 A의 32.81 ± 3.75^a 와 유의적인 차이가 보이지 않았지만, a-value는 대조구 A가 11.55 ± 1.79^a 를 나타낸 반면 incubation이 지남에 따라 처리구 B~E는 13.01 ± 0.98^b 에서 18.22 ± 0.87^e 까지 증가하였다. b-value는 대조구 A가 10.4 ± 0.91^b 를 나타낸 반면 처리구 B~E는 10 ± 0.67^b 에서 6.19 ± 1.3^c 까지 감소하는 것을 볼 수 있었다($p < 0.05$).

Fig. 14는 근육의 육색의 변화를 나타낸 것으로서 처리구 A의 L-value는 31.32 ± 2.28^a , a-value는 22.67 ± 3.05^a , b-value는 7.78 ± 0.43^a 를 나타내었고, 대조구 B~E의 측정 결과 L-value가 $29.99 \pm 3.06^a \sim 32.5 \pm 1.08^b$, a-value는 $20.83 \pm 1.78^{ab} \sim 22.66 \pm 2.56^a$, b-value는 $7.73 \pm 0.34^a \sim 8.77 \pm 0.18^a$ 로서 모두 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

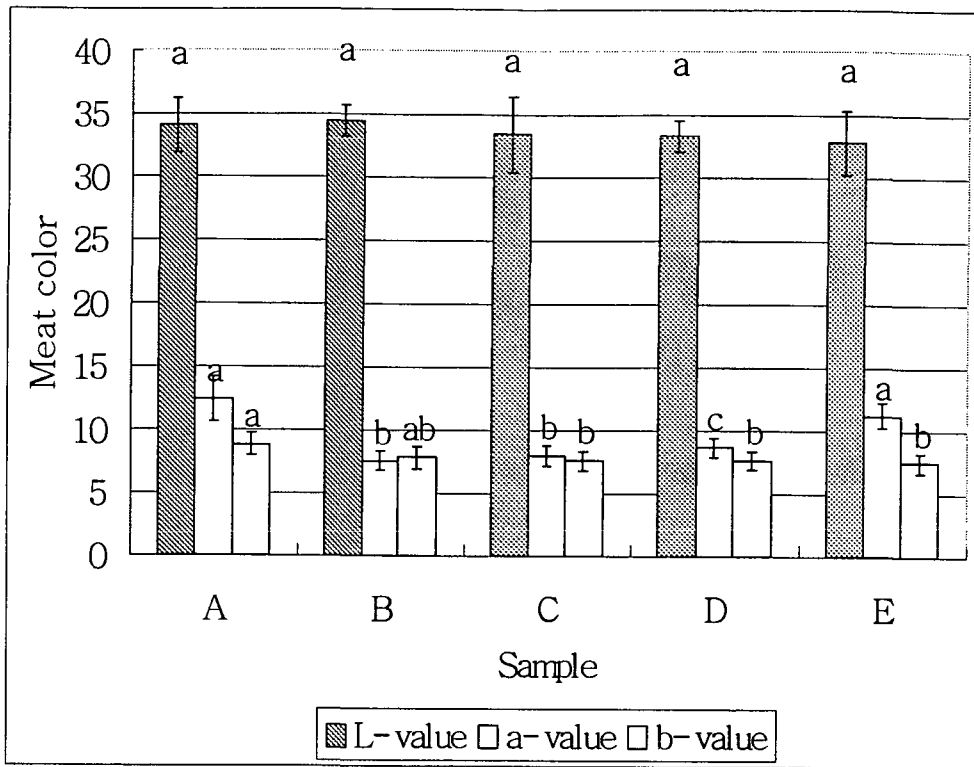


Fig. 12: Changes in colors of ostrich liver(surface) after antibiotics treatment during feeding period.

- A: Control group(non-treatment of antibiotics)
- B: 1 day incubation after antibiotics treatment in feed
- C: 4 days incubation after antibiotics treatment in feed
- D: 7 days incubation after antibiotics treatment in feed
- E: 14 days incubation after antibiotics treatment in feed

^{abc} Mean values with different superscripts in the same row are significantly different($p < 0.05$)

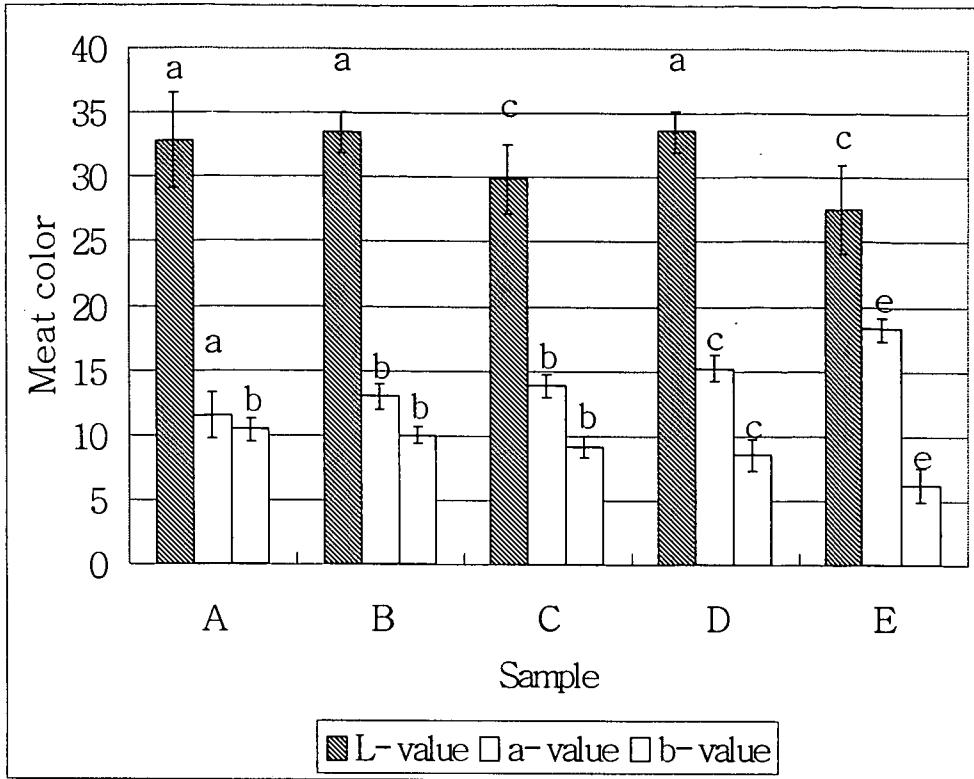


Fig. 13: Changes in colors of ostrich liver(section) after antibiotics treatment during feeding period.

- A: Control group(non-treatment of antibiotics)
- B: 1 day incubation after antibiotics treatment in feed
- C: 4 days incubation after antibiotics treatment in feed
- D: 7 days incubation after antibiotics treatment in feed
- E: 14 days incubation after antibiotics treatment in feed

^{abcde} Mean values with different superscripts in the same row are significantly different($p < 0.05$)

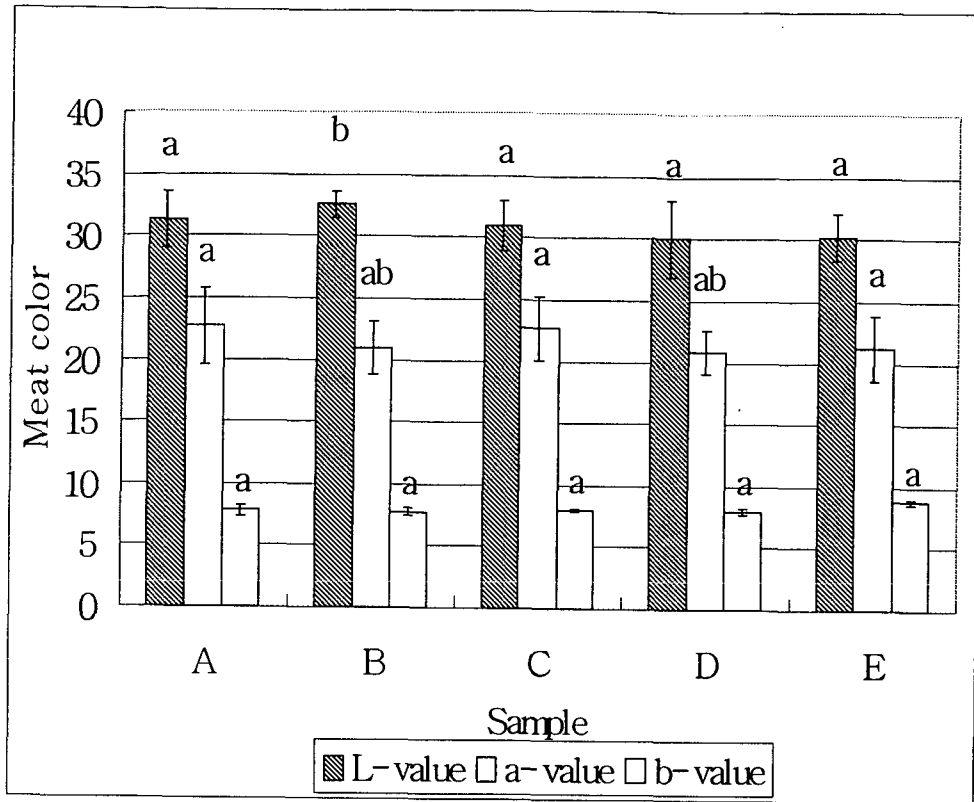


Fig. 14: Meat color of ostrich muscle after antibiotics treatment during feeding period.

- A: Control group(non-treatment of antibiotics)
- B: 1 day incubation after antibiotics treatment in feed
- C: 4 days incubation after antibiotics treatment in feed
- D: 7 days incubation after antibiotics treatment in feed
- E: 14 days incubation after antibiotics treatment in feed

^{ab} Mean values with different superscripts in the same row are significantly different($p < 0.05$)

다. 가열감량의 비교

일반적으로 타조육에는 약 76%의 수분을 함유하고 있는데 적색육에서 수분 중 결합수의 양은 약 4~5% 정도이고, 대부분이 자유수에 속한다. 자유수는 삼차원 구조의 근원섬유 안에서 움직이지 않는 상태로 존재하는데 식육 내 단백질이 변성되거나 수축에 의해 이 삼차원 구조가 좁아지면 수분이 유리된다. 식육 내부 온도가 증가할수록 식육의 다즙성이 떨어지고 조리 손실이 증가하게 되는데 (Ritchey 등, 1965), 65°C 정도의 낮은 온도에서는 식육 내 수분손실의 대부분은 증발에 의해 일어나고 65°C 이상에서는 드립에 의해 감량이 일어난다고 하였다 (Bengtson 등, 1976).

일반 사료 및 항생제 첨가 사료 급여 후 도축한 타조의 가열감량을 Table 11에 나타내었다. 처리구 B~E의 가열감량은 $32.8 \pm 5.8 \sim 37.7 \pm 5.4\%$ 의 변화량을 나타내어 대조구 A의 가열감량인 $35.60 \pm 7.7\%$ 와 유의적인 차이가 없었다($P < 0.05$). 항생제 처리는 육의 가열감량에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

라. 보수력의 비교

식육의 보수성은 식육에 절단, 분쇄, 압착, 열처리 등의 물리적인 힘을 가하였을 때 식육이 자체내의 수분 또는 첨가된 수분을 보유해내는 능력을 말한다. 식육의 보수력은 pH와 밀접한 관계가 있으며(Hornikel, et al., 1981), 식육의 약 65%가 myosin과 actin과 같은 근원섬유 단백질로 구성되어 있으며 pH가 등전점인 pH 5.0에 가까워질수록 보수력은 현저히 낮아진다고 하였다(Hamm, 1960). 이러한 육의 보수력은 pH, 단백질 변성도, 근절길이 등에 의해 결정되며 식육의 외관과 조리할 때 큰 영향을 미치는 요소 중 하나이고 경제적인 면에서도 매우 중요하다(Lan et al., 1993). 식육의 보수성은 신선육의 육색, 가열감량, 조직감, 경도 등과 가공 육제품의 연도, 다즙성과도 일부 관련이 있다. Table 11에 일반 사료 및 항생제 첨가 사료를 섭취한 타조의 근육의 보수력의 변화를 나타내었다. 대조

구 A의 경우 $45.5 \pm 3.6^{bc}\%$ 이었고 처리구 B~E의 경우도 $42.7 \pm 3.8^{bc} \sim 48.6 \pm 3.2^a\%$ 로서, 항생제의 섭취 유무에 따른 보수력의 차이에는 유의성이 없었다($P < 0.05$).

마. TBA가의 비교

식품의 산화는 주로 지질에서 시작되며, 여기에서 생성되는 과산화물이 식품의 다른 성분들, 즉 단백질, 탄수화물, 색소, 비타민 등과 결합하여 결국은 식품의 영양, 풍미 및 조직 등의 변질을 초래하게 된다(이, 1979). 지방의 산화는 저장기간, 온도, 빛, pH 및 금속이온 등의 여러 가지 원인에 의하여 진행되며, 지방의 불포화도, 항산화제의 양, 세포의 조직 및 구조 등이 산화의 정도에 영향을 미치기 때문에 산패취를 발생하여 식품의 품질과 기호성을 저하시키게 된다(Ledward와 MacFarlane, 1971; Love와 Pearson, 1971). 일반적으로 지방의 산패도는 고도 불포화 지방산의 산화물인 malonaldehyde의 발생량으로 측정하며(Pearson 등, 1983; Laleye 등, 1984), Turner 등(1954)이 TBA가는 육의 관능조사와 밀접한 관계가 있다고 보고한 이래 TBA가에 의한 육의 선도 판정에 많이 이용되어 왔다.

Table 11은 일반 사료 및 항생제 첨가 사료를 섭취한 타조의 TBA가를 나타낸 것으로서, 대조구 A의 타조육의 TBA가는 0.62 ± 0.25^{ab} 이었고, 처리구 B~E의 경우는 0.43 ± 0.06^c 에서 0.72 ± 0.13^a 로서, 항생제의 섭취 유무에 따른 유의성의 차이는 거의 없었다($P < 0.05$). 다만 처리구 D에서 TBA가는 최저를 나타내면서 다른 처리구나 대조구에 비해 유의성있는 차이를 나타내었다. 그러나 항생제를 첨가한 사료를 급여한다고 해서 지방의 산패를 막는 효과가 나타나지 않았지만, 그 변화량이 작았고 일정한 패턴을 보여주는 것은 아니었다.

Table 11: Changes in WHC, Cooking loss and TBA-value of ostrich muscle after antibiotics treatment

	Samples				
	A	B	C	D	E
WHC(%)	45.5± 3.6 ^{bc}	42.7± 3.8 ^{bc}	47.5± 2.8 ^b	41.8± 4.2 ^c	48.6± 3.2 ^a
Cooking loss(%)	35.6± 7.7 ^a	32.8± 5.8 ^a	32.4± 3.2 ^a	37.7± 5.4 ^a	35.6± 4.8 ^a
TBA(mg%)	0.62± 0.25 ^{ab}	0.61± 0.07 ^{ab}	0.72± 0.13 ^a	0.43± 0.06 ^c	0.53± 0.19 ^{bc}

A: Control group(non-treatment of antibiotics)

B: 1 day incubation after antibiotics treatment in feed

C: 4 days incubation after antibiotics treatment in feed

D: 7 days incubation after antibiotics treatment in feed

E: 14 days incubation after antibiotics treatment in feed

^{abc} :Mean values with different superscripts in the same row are significantly different(p<0.05)

바. VBN가의 비교

단백질 식품인 식육은 미생물이나 자체적으로 가지고 있는 자가 효소 등에 의하여 쉽게 부패하게 된다. 이러한 단백질 변패는 여러 종류의 가스가 발생하게 되어 악취생성의 원인이 되고, 또한 유기산이나 색소 등이 생성되므로 변질의 원인이 된다. 고 등(1975)은 육제품의 변패가 진행됨에 따라 육단백질은 아미노산으로, 또 저분자 무기태질소(주로 암모니아 질소 : NH_3)로 분해되고 이러한 암모니아 질소는 육의 선도판정에 유효하다고 하였다. 단백질 변패에 의한 품질 열화의 원인은 효소나 미생물 이외에도 수분, 온도, 빛, 공기 및 pH등 다양하다. 일반적으로 휘발성 염기태 질소 함량은 신선육의 경우 그 함량이 5~10mg%일 때는 신선한 상태이고, 20mg%일 때는 초기 변패로 간주되고 있다. 한편, 변 등(1985)과 Terasaki 등(1965)은 VBN가가 18mg% 이상일 경우 외관 및 냄새를 관찰해보면 관능적 부패를 나타냈다고 하며, 박 등(1988)과 김 등(1972)은 VBN가가 15mg% 이상이면 암모니아취와 산패취를 느낄 수 있으므로 이때를 변패의 시점으로 보고한 바 있다.

Fig. 15는 일반 사료 및 항생제 첨가 사료를 섭취한 타조의 VBN가를 나타낸 것으로서 대조구 A의 VBN가는 10.41 ± 3.24^b mg%이었고, 처리구 B~E의 VBN가는 $10.26 \pm 1.8^b \sim 13.17 \pm 3.89^a$ mg%으로 측정되었는데 모두 20mg% 이내로 나타났다. 이로써 초기 부패 단계가 아니라 신선한 상태라는 것을 알 수 있었고, 항생제의 첨가로 인해 VBN가의 변화는 보이지 않았다.

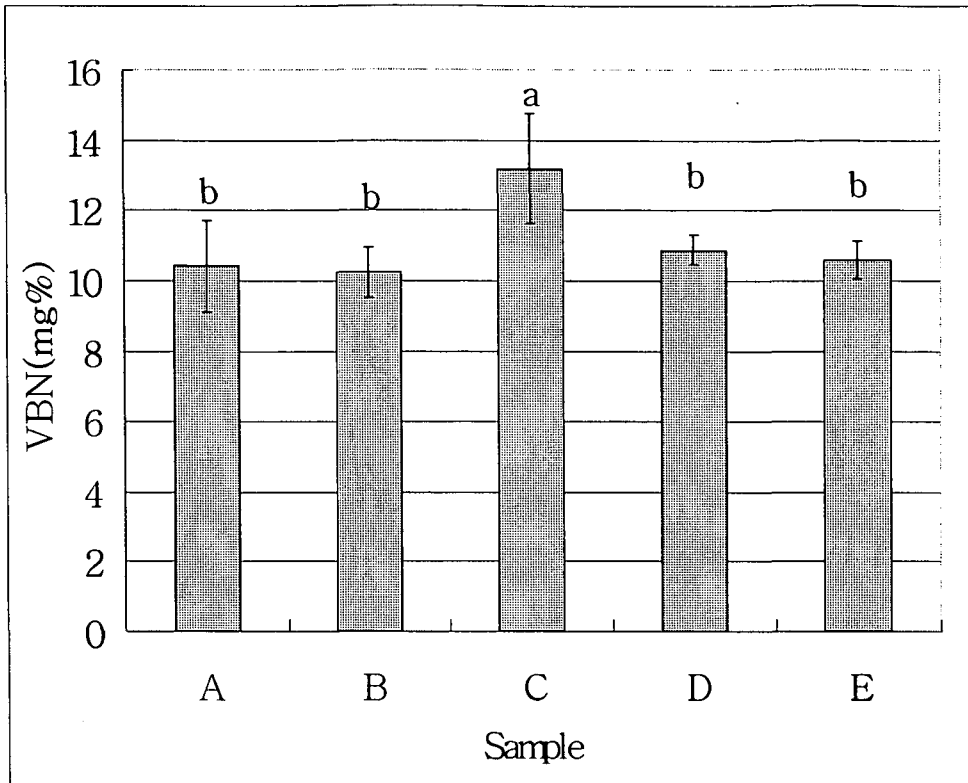


Fig. 15: VBN value of ostrich muscle after antibiotics treatment during feeding period.

A: Control group(non-treatment of antibiotics)

B: 1 day incubation after antibiotics treatment in feed

C: 4 days incubation after antibiotics treatment in feed

D: 7 days incubation after antibiotics treatment in feed

E: 14 days incubation after antibiotics treatment in feed

^{abc} Mean values with different superscripts in the same row are significantly different($p < 0.05$).

8. 타조육내 잔류항생물질 검사

현재 우리 나라는 축산물가공처리법 제12조 및 같은 법 시행규칙 제12조의 규정에 의거하여 도체나 식육에 잔류되어 있는 위해물질을 검사하게 되어 있다. 본 연구에서는 항생물질들을 사료에 첨가하여 인위적으로 사육한 후 도축 후 근육, 지방 그리고 간에 잔류되어 있을 항생물질을 탐색하였다.

타조육 내 잔류정도는 합성항균제로 사용되는 설파제는 계류시간의 정도와 관계 없이 기준치 이상으로 검출되었음을 알 수 있었고 aminoglycoside계는 기준치 이하로 검출되어 있었다(Table 12, 13, 14). 육에 있어서 항생물질 투여기간 동안 대조구로 사용된 타조에서는 모두 기준치 이하로 나타났다. 사료투여기간 또한 간의 경우 전 계류기간동안 설파제나 aminoglycoside계 잔류항생물질의 검출은 기준이하로 나타났으며 대조구에서는 모두 검출되지 않았다. 일반적으로 항생제는 체내 대사과정에서 간에 축적되어 조직에 손상을 줄 수 있다고 예상되나 본 연구의 결과에서는 반대되는 경향으로 나타났다. 지방에 축적 가능성에 대해 조사한 결과에서는 계류 1일을 제외하고는 설파제나 aminoglycoside계 잔류항생물질 모두 기준치 이상으로 검출되었다.

국내 축산물가공처리법에 따르면 도축 후 지육의 항생물질 잔류 조사는 도축장에서 시료를 채취하는데 적색육으로는 쇠고기, 돼지고기, 양고기 등이 고시되어 있으며 검사부위는 근육, 간, 신장 및 지방이며 가금류로는 닭고기와 오리고기가 지정되어 있고 검사부위는 근육, 지방, 신장으로 지정되어 있다. 그러나 타조육에 대한 검사지정항목이 아직 고시되어 있지 않는 실정이며 본 연구의 결과를 토대로 타조육의 안전성 확보와 소비자들에게 신뢰할 수 있는 타조육의 유통을 위해서는 잔류항생물질의 검사가 필수적이라 사료된다.

Table 12: The residual antibiotics in ostrich meat depending on the incubation time after antibiotics treatment

Antibiotics		(기준량)	항생물질 처리 후 계류시간 (day)			
			1	4	7	14
Sulfo- amide계	Sulfamethazine	100 ppb 이하				
	Suladimethoxine	40 ppb 이하				
	Sulfamerazine	40 ppb 이하	+	+	+	+
	Sulfathiazole	80 ppb 이하				
	Sulfadiozine	40 ppb 이하				
Amino- glycoside계	Gentamicin	250 ppb 이하				
	Neomycin	50 ppb 이하	-	-	-	-
	Streptomycin	100 ppb 이하				

+: Residual antibiotics were detected in detection range

-: not detected Residual antibiotics were not detected in control group.

Table 13: The residual antibiotics in ostrich liver depending on the incubation time after antibiotics treatment

Antibiotics		(기준량)	항생물질 처리 후 계류시간 (day)			
			1	4	7	14
Sulfo- amide계	Sulfamethazine	100 ppb 이하				
	Suladimethoxine	40 ppb 이하				
	Sulfamerazine	40 ppb 이하	-	-	-	-
	Sulfa thiazole	80 ppb 이하				
	Sulfadiozine	40 ppb 이하				
Amino- glycoside계	Gentamicin	250 ppb 이하				
	Neomycin	50 ppb 이하	-	-	-	-
	Streptomycin	100 ppb 이하				

+: Residual antibiotics were detected in detection range

-: not detected

Residual antibiotics were not detected in control group.

Table 14: The residual antibiotics in ostrich fat depending on the incubation time after antibiotics treatment

Antibiotics		(기준량)	항생물질 처리 후 계류시간 (day)			
			1	4	7	14
Sulfo- amide계	Sulfamethazine	100 ppb 이하				
	Suladimethoxine	40 ppb 이하				
	Sulfamerazine	40 ppb 이하	-	+	+	+
	Sulfa thiazole	80 ppb 이하				
	Sulfadiozine	40 ppb 이하				
Amino- glycoside계	Gentamicin	250 ppb 이하				
	Neomycin	50 ppb 이하	-	-	-	-
	Streptomycin	100 ppb 이하				

+: Residual antibiotics were detected in detection range

-: not detected

Residual antibiotics were not detected in control group.

9. 냉장저장 방법 및 저장기간에 따른 타조육의 품질변화

가. pH 변화

타조를 도살한 직후 타조육의 pH는 5.89를 나타내었다. 저장온도(0℃, 5℃, 10℃) 및 저장기간에 따른 타조육의 pH 변화는 최소 6.01과 최대 6.85을 나타내었다. 진공포장하여 0℃에 저장한 타조육에 있어서 육의 pH 변화는 거의 없는 것으로 나타나 저장온도는 pH 변화에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다(fig. 16). 그러나 MAP 방법에 따른 pH는 다소 증가하는 경향을 나타내었다(fig. 17). 또한 5℃저장에서는 0℃에서와 유사한 경향을 나타내었으나 진공포장시 저장 4일째와 28일의 경우 유의성이 인정되었다. MAP 방법의 결과 역시 0℃에서의 결과와 유사하여 pH의 변화가 진공포장 방법보다는 증가하였다. 그러나 10℃저장에서는 다소 높은 것으로 나타났는데 진공포장시 2일째는 유의성 있는 데이터로 판정되었다. 본 실험의 결과는 이등(1999)이 한우육을 이용한 저장실험과의 결과를 비교할 때 pH가 다소 높은 것으로 나타났다. 저장기간중 이러한 pH의 변화는 여러 가지 요인에 의해 좌우되는데, 우선 미생물이나 육에 존재하는 자가효소들에 의해 단백질이 분해되어 유리아미노산 및 비단백태질소 화합물들이 증가하게되어 pH의 상승을 초래하기도 하며, 포장방법에 따라 특히 진공포장시 유산을 생성하는 유산균들에 의해 pH의 감소가 야기되기도 한다고 볼 수 있다. 그러나 본 실험의 결과 다른 축종에 비해 지방함량이 매우 낮고 상대적으로 단백질 함량이 높은 타조육의 경우 유산균 등에 의한 pH 저하보다는 오히려 자가효소와 일반 미생물들의 활성에 의해 pH가 증가하는 결과를 초래하였다고 사료된다.

나. 육즙삼출량 측정(Drip loss)

타조의 도축 후 포장직전 측정된 육즙 삼출량은 1.56 %으로 나타났다. 포장방법과 저장온도에 따른 육즙삼출량은 저장온도보다는 저장기간에 크게 영향을 받는

것으로 나타났다. 본 실험의 결과에서 최소삼출량은 0℃에서 2일간 MAP방법으로 저장한 타조육으로 0.66%를 나타내었고 최대삼출량은 진공포장되고 5℃에서 28일간 저장한 타조육에서 5.59%로 산출되었다. 저장기간이 증가할수록 삼출량은 증가하였는데 저장말기에 발생한 삼출량은 저장초기보다 약 2~3배의 증가량을 보여 주었다(fig. 18). 또한 포장방법간 비교에서는 진공포장보다는 MAP에서 삼출량이 다소 낮은 것으로 나타났다(fig. 19). 일반적으로 도매형 정육상태에서의 삼출정도는 축종간 약간의 차이는 있지만 돈육의 경우 0.5~3% 그리고 우육의 경우 1.5~2%를 나타낸다고 한다(이 등, 2001). 또한 이 등(2001)의 연구에서는 소매용 정육상태에서는 급격히 증가하여 저장 28일의 경우 5.5~8.7%의 결과를 제시하였다. 그러나 본 연구의 결과 적색육으로 인정되는 타조육의 경우 돈육과 우육에 비해 삼출량이 약간 낮은 것으로 비교되었다. 이러한 삼출의 정도는 포장육에서 상품성을 저하시키고 미생물의 증식의 요인이 되기도 하며 육색의 퇴색을 야기시키는 원인이 될 수 경제적인 관점에서 매우 중요하다고 볼 수 있다.

다. 가열감량(Cooking loss)

도축 후 타조육의 가열감량은 33.25%로 나타났다. 가열감량의 정도는 저장기간에 따라 다소 증가하는 경향으로 나타났다(fig. 20, 21). 0℃에 저장한 타조육의 경우 포장방법에 따른 감량의 차이는 저장기간별로 약간의 변화를 발견할 수 있었다. 진공포장한 육은 저장 2일째 31.93%의 가열감량을 나타내었고 이후 7일까지 증가하다가 14일 경우 30.1%를 나타내어 유의성 있는 결과로 산출되었다. 감량은 저장 28일에 41.3%로 증가하였다. MAP포장한 시료에서는 14일의 21.8% 최소값과 2일째의 38.5% 최대값을 얻었는데 통계적으로 다소 유의성이 인정되었다. 그러나 저장 28일에는 36.2%를 나타내었다. 즉, MAP 포장이 진공포장방법에 비해 가열감량이 낮은 것으로 나타났다. 이러한 경향은 5℃와 10℃에서도 유사하게 나타났다음을 알 수 있었다. 일반적으로 가열감량의 발생은 단백질의 변성과 도축 후

근육의 강직과 상관관계가 있다. 이러한 비교는 간접적으로 육의 pH와 비교할 수 있는데, 본 연구에서는 일반적으로 pH가 저장기간별 다소 증가하는 경향을 목격할 수 있었다. 일반적으로 pH의 증가는 육의 보수력이 증가하여 가열감량의 감소를 예상 할 수 있는데, 대부분의 연구에서는 이러한 상관관계를 입증하지 못하고 있었다. 김 등(1999)은 한우 및 수입산 쇠고기의 이화학적 특성검사에서 보수력이 높은 시료에서 가열감량이 또한 높은 것으로 발표하였다.

라. VBN 변화

도축 후 신선한 상태의 타조육이 나타내는 VBN값은 9.4 mg%로 측정되었다. 이 값은 일반적인 적색육인 돈육과 우육에서 얻어지는 결과보다는 높은 것으로 나타났다는데, 이는 초기에 pH가 높아 미생물 또는 생화학적으로 단백질 분해가 빠르게 진행될 수 있는데 기인한다고 볼 수 있다. VBN의 변화는 저장기간과 저장 온도 그리고 저장방법에 따라 크게 좌우되고 있었다(fig. 22, 23). 0℃ 저장시 진공포장한 타조육은 저장 2일에 9.8mg%를 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 다소 증가하였는데, 저장 28일째에는 15.6 mg%로 증가하였다. 그러나 MAP 포장에서는 저장 14일까지 진공포장한 타조육의 결과와 유사하였지만 28일에는 16.5 mg%로 급격히 증가함을 알 수 있었다. 5℃에 저장한 시료의 경우 0℃에와 같이 증가하는 경향을 나타내었는데 그 증가 폭이 0℃에 비해 높았다. 진공포장의 경우 저장 2일에는 10.3 mg%를 나타내었고 이후 증가하였는데, 28일에는 19.5 mg%로 식품공전(한국식품공업협회, 1997)에서 포장육의 VBN값을 20 mg%로 제한하고 있는 한계에 도달하고 있었다. 그러나 MAP에서는 저장 14일에 13.5 mg%으로 증가하였고 저장 28일에 30.2 mg%로 이미 신선도를 나타내는 한계선을 초과하고 있어 저장기간의 설정에 매우 중요한 지표를 제시하고 있었다. 10℃에서는 그 변화 폭이 더욱 높아졌는데, 진공포장에서는 이미 저장 14일에 15.5 mg%를 나타내었고 28일에 25.4 mg%를 나타내어 신선한 상태가 유지되지 않음을 알 수 있었다. MAP에서는 저장 7일에 18.4 mg%를 나타내었고 14일에

26.5 mg%로 떨어져 신선도를 상실하면서 초기 부패 단계에 있었으며 저장 28일에는 33.1mg%로 부패의 수준을 나타내고 있었다. 이러한 VBN의 변화는 결국 여러 가지 원인에 기인할 수 있는데, 타조육은 저장 초기에 높은 pH를 나타내어 DFD 성상에 가깝게 나타내어 도축 당시 glycogen의 고갈을 통해 미생물의 증식에 단백질이 에너지원으로 활용되어 VBN의 변화가 급속히 진행되었다고 사료된다.

마. 육색의 변화

도축 후 타조육으로부터 측정된 L-, a- 그리고 b-value는 각각 35.56, 14.96, 1.42를 나타내었다. 저장기간과 저장방법에 따른 육색의 변화는 fig. 24, 25, 26, 27, 28, 29에 각각 도해하였다. 0℃에 저장한 시료에서 L-value의 경우 저장기간에 따른 변화는 거의 발견되지 않았다. 중심온도 0℃에서 백색도에 영향을 줄 수 있는 요인중에서 수분의 이탈이라 볼 수 있는데, 두 저장방법은 육으로부터 수분의 이탈을 막고 또한 이화학적 변화속도가 매우 낮은데 그 원인이 있다고 사료된다. 그러나 5℃의 경우 진공포장한 시료에서 저장 28일에 약간 증가한 것으로 나타났고 MAP 방법에서는 유의성 있는 차이를 발견하지 못하였다. 10℃에서는 저장 2일과 28일 사이에 L-value의 변화는 거의 발견되지 않았다. 그러나 적색도를 나타내는 a-value에서는 저장기간과 저장방법에 따라 약간의 차이를 발견할 수 있었다. 0℃에서 진공포장한 상태로 저장한 시료의 경우 저장 초기인 2일에는 15.01을 나타내었고 이후 28일에는 15.81을 나타내어 약간의 증가량을 나타내었지만 유의성 있는 차이는 없었다. 그러나 MAP방법에서는 저장초기 2일에 15.56이었고 저장 14일까지는 유의성 있는 변화는 없었지만 저장 28일에는 12.22로 급격한 감소를 나타내었다. 이러한 경향은 다른 저장온도에서도 목격되었는데, 5℃에서는 저장 7일에 12.37로 감소하여 28일에는 10.74로 지속적인 감소를 나타내었다. 또한 저장온도 10℃에서도 유사한 결과를 얻을 수 있었는데, a-value의 변화는 저장방법과 저장온도 그리고 저장기간에 따라 좌우되고 있음을 알 수 있었

다. 진공포장방법에서 저장기간별 변화가 적음은 육색소의 변화에 기인한다고 볼 수 있다. 진공포장 후 육색소는 산소분압이 낮아져 myoglobin이 환원형으로 바뀌면서 암적색을 나타낸다. 따라서 외관상으로는 a-value의 변화가 예상되지만 육색을 측정하기 위해 포장지를 개봉할 때 육이 산소와 접촉하여 myoglobin이 선홍색 oxymyoglobin으로 바뀌는 현상이 일어나 실제로 a-value의 변화에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었다. 따라서 육색의 변화는 육색소와 반응하는 산소의 농도와 유무, 육 조직내 존재하는 효소의 활성도 그리고 저장온도와 미생물의 농도 등에 따라 달라진다고 하는 Lawrie(1989)의 이론과 본 실험의 결과가 일치하고 있음을 알 수 있었다. 또한 b-value의 변화는 a-value에서와 같이 커다란 변화를 목격할 수 없었는데, 저장기간중 유의성 있는 결과들이 나타나 요인별 비교에 어려움이 있었다.

바. 미생물 변화

타조를 도축한 후 정육상태에서 측정한 일반생균수는 3.4×10^3 cfu/g으로 나타났다. 생균수는 저장기간과 온도 그리고 저장방법에 따라 크게 좌우되었는데(Table 15) 0℃에 저장한 타조육의 경우 진공포장이 MAP 방법보다 미생물의 증식을 억제하는데 효과를 보여주었다. 진공포장의 경우 저장초기 2일에 3.24×10^3 으로 미생물의 증식은 지연되어 저장 7일까지 2.95×10^3 cfu/g으로 그 효과가 나타났다. 그러나 저장 14일에는 7.2×10^4 cfu/g으로 증가하였고 28일에는 6.30×10^5 cfu/g으로 증가하였다. 그러나 동일한 온도에서 MAP 방법으로 포장한 타조육의 경우 미생물의 증식 속도는 저장 7일까지 진공포장한 육에서와 유사하였으나 저장 14일 1.32×10^5 cfu/g으로 증가하였고 28일에는 9.55×10^7 cfu/g으로 증가하여 부패단계에 진입하였음을 알 수 있었다. 0℃에서 미생물의 증식정도는 저장 14일부터 포장방법에 따라 육의 품질상태가 달라지고 있음을 의미하고 있었다. 5℃의 저장조건에서도 0℃에서와 유사한 결과를 얻었는데 진공포장방법에서는 저장 4일부터 유의성 있는 증식이 목격되었고 저장 28일에 1.62×10^7 cfu/g으로 증가하였다.

또한 MAP 방법에서는 저장 2일째부터 유의성 있는 증식이 진행되었고 저장 14일에 육의 부패단계에 이르는 상태에 진입하고 있었고 저장 28일에는 3.63×10^8 cfu/g에 이르렀다. 저장온도 10°C에서는 육의 미생물 증식정도가 가속화 되었는데 저장 7일에 10^6 cfu/g 이상으로 증식되는 경우가 MAP 방법에서 발견되었다. 28일에서는 미생물 수를 산출할 수 없을 정도로 증가하였음을 알 수 있었다. 일반적으로 육이 유통되는 단계에서 유통가능한 미생물균수는 10^6 cfu~ 10^7 cfu/g으로 제시하고 있어(Ayres, 1960) 본 연구의 결과 타조육은 진공포장상태하에 0°C와 5°C에서는 28일까지 유통이 가능하며 10°C에서는 7일에서 14일 사이까지 가능함을 알 수 있었고 MAP포장에서는 0°C와 5°C에서는 28일까지는 불가능하였고 10°C에서는 최대 7일까지 가능한 것으로 나타났다. 물론 이러한 shelf-life 조건에서는 초기 미생물의 오염도 정도가 본 연구의 결과에 나타난 초기 미생물균수라는 조건에서 가능하다고 예측된다.

포장방법과 저장온도는 실제로 미생물의 종류에 따라 증식조건이 달라지는데, 일반적으로 진공포장한 경우 산소분압이 낮아져 유산균의 생육조건이 다른 미생물에 비해 유리하게 작용한다고 보고 있다. 본 연구에서는 유산균의 증식은 일반생균수 검정에서와 같이 저장온도와 저장기간에 따라 그 집란균수가 달라지고 있었다(Table 16). 0°C에서는 저장 초기에 약 100 cfu/g을 나타내었으나 저장기간에 따라 유산균의 증식이 진행되어 28일에는 3.8×10^4 cfu/g까지 증가함을 알 수 있었다. 그러나 MAP의 경우 오히려 유산균 수는 커다란 증가를 보여주지 못하였는데, 이는 유산균이 증식할 수 없는 호기적인 조건에서 저장된 조건에 기인한다고 볼 수 있다. 이러한 경향은 저장온도 5°C와 10°C에서도 발견되었다. 진공포장의 경우 유산균은 저장 초기부터 지속적으로 증가하는 경향을 나타내어 5°C에서는 저장 28일에 이미 10^6 cfu/g을 초과하여 10배 이상 더 증식하였고 10°C에서는 저장 14일에 이미 10^7 cfu/g이상에 도달하였다. 결국 유산균의 증식에 저장온도가 매우 중요하게 작용하였다고 사료된다.

장내세균들의 오염정도를 나타내는 대장균군 검사에서 식육에서 검출되는 한계선은 쇠고기의 경우 10^3 cfu/cm²이고 돼지고기와 닭고기에서는 10^4 cfu/cm²로 권

장하고 있다. 본 연구에서 나타난 대장균균수는 대부분의 조건에서 10^2 cfu/g을 나타내어 위생적인 상태에 도축되고 유통될 수 있음을 알 수 있었다(Table 17). 저장온도 0℃에서는 저장 28일 가지의 검사에서 모두 10^2 cfu/g이하를 나타내고 있었다. 5℃의 예서는 진공포장의 경우 0℃에서와 유사한 결과를 얻었지만 MAP에서는 다소 증가된 균수를 얻었는데, 최대 1.05×10^3 cfu/g을 나타내어 쇠고기 기준으로 비교할 때 역시 유통이 가능하였다. 그러나 10℃에서는 다소 증가된 균수를 얻었는데, 진공포장에서는 저장말기에서는 저장초기보다 약간 증가하였으나 10^3 cfu/g 미만으로 안전한 상태였지만 MAP에서는 저장 7일부터 10^3 cfu/g 이상으로 증식하였고 28일에는 10^4 이상의 균수를 나타내었다. 따라서 쇠고기 기준으로 타조육의 유통안전성을 예측한다면 10℃저장조건에서는 MAP는 결국 최대 1주일까지 가능함을 제시할 수 있었다. 식중독 균인 *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria*는 저장온도와 포장방법 그리고 저장기간등 본 연구에서 사용된 저장조건에서 검출되지 않았다(Table 18, 19, 20). 다만 *Salmonella*의 경우 10℃ 저장시 2주와 7주에서 균의 검출이 있었으나 이는 실험중 발생할 수 있는 오염이나 실험의 오차에 기인한다고 사료된다. 또한 *Staphylococcus aureus*와 *Listeria*에서 역시 부분적으로 검출이 있었으나 *Salmonella*에서와 같은 원인에 기인한다고 사료된다.

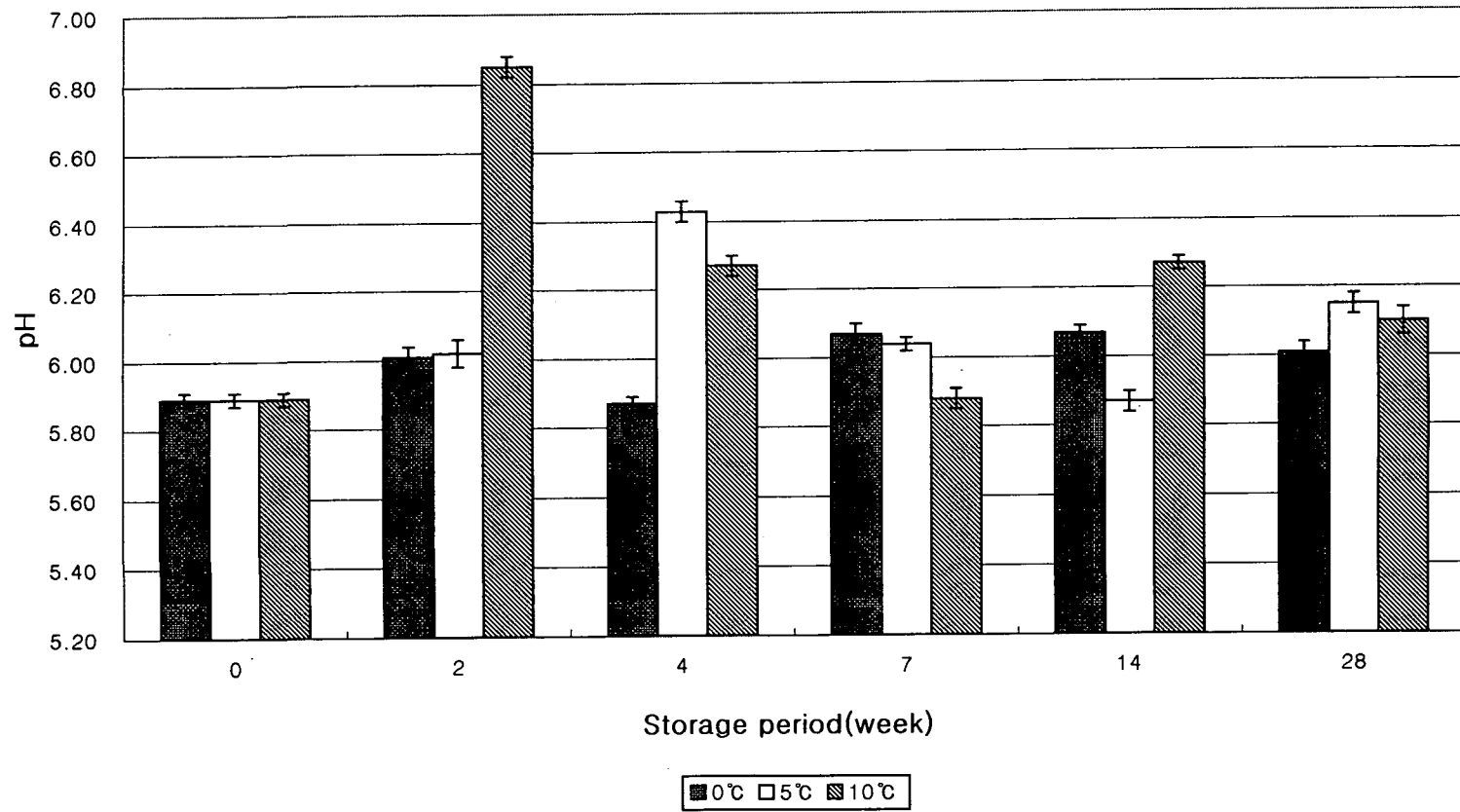


Fig. 16: Changes in pH of ostrich meat with vacuum packaging during storage at different temperature.

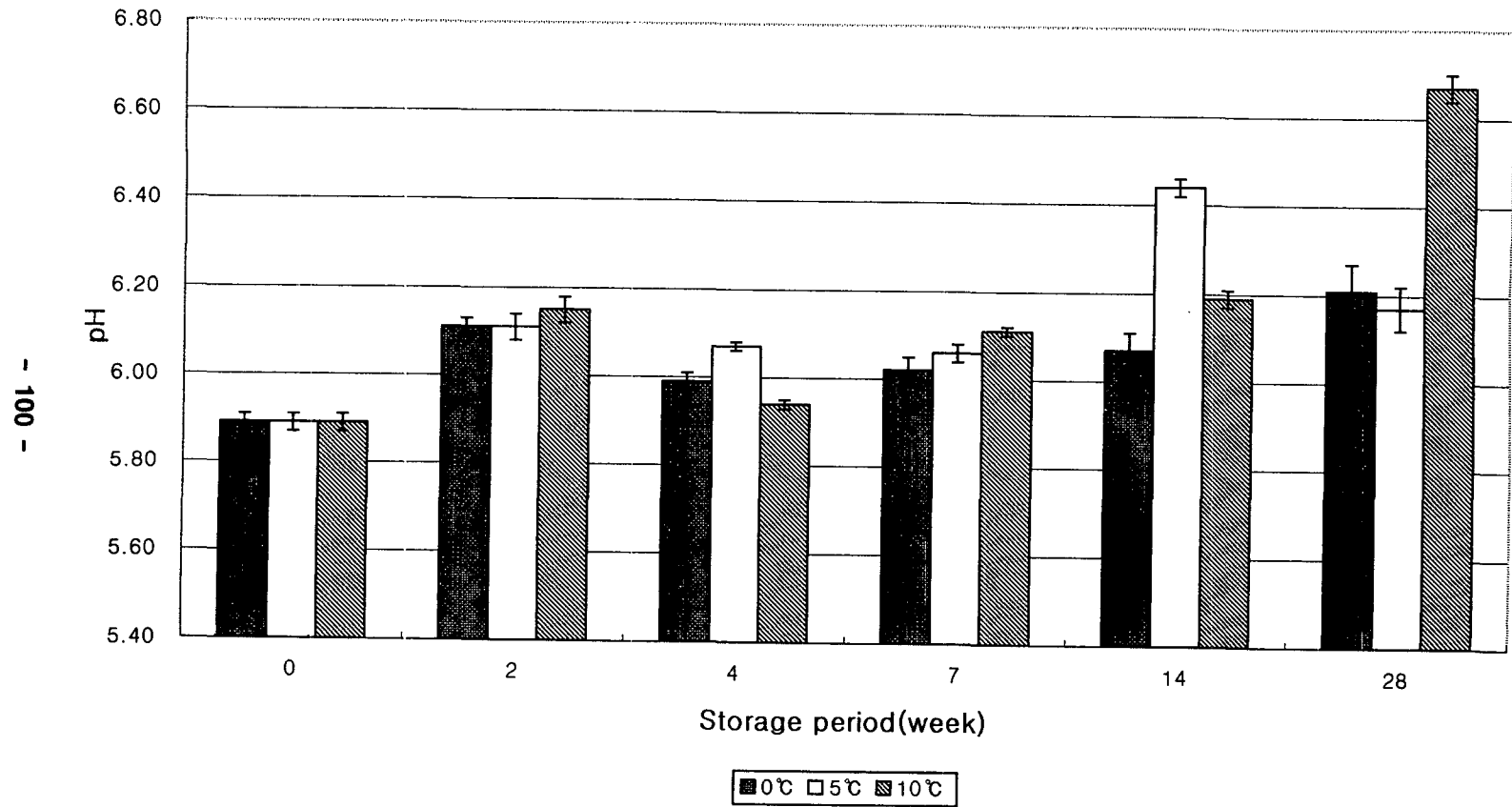


Fig. 17: Changes in pH of ostrich meat with MAP packaging during storage at different temperature.

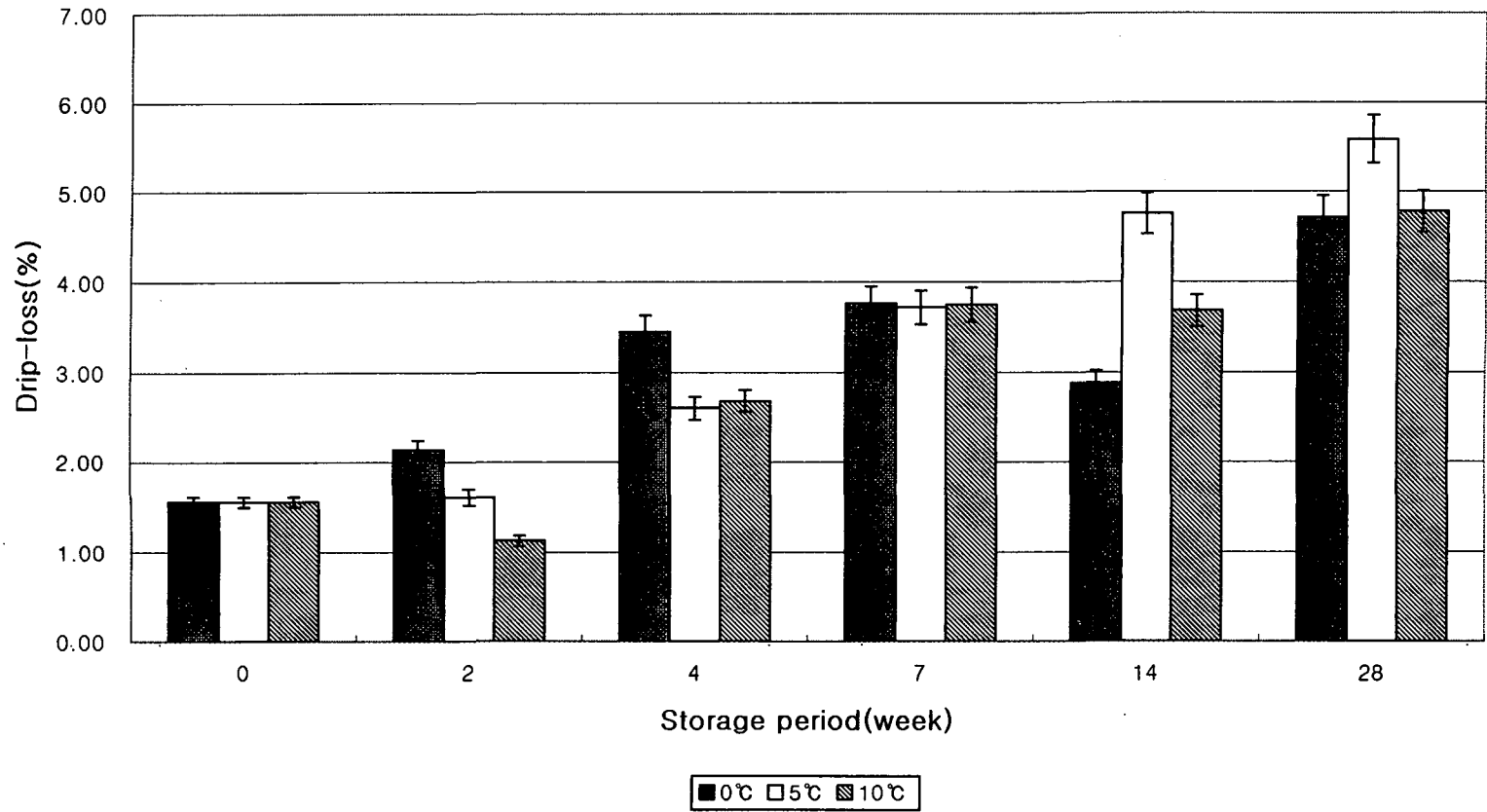


Fig. 18: Changes in drip loss of ostrich meat with vacuum packaging during storage at different temperature.

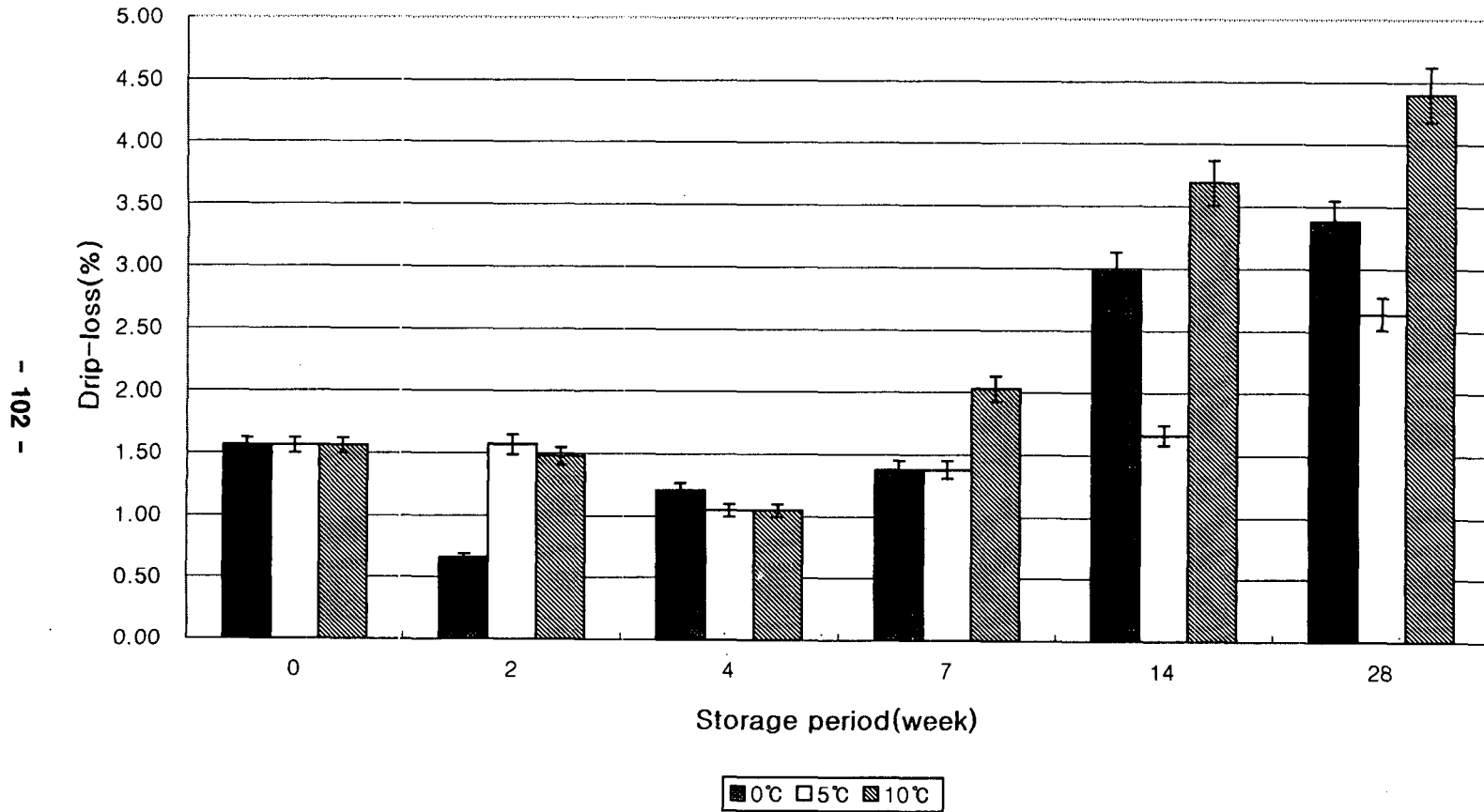


Fig. 19: Changes in drip loss of ostrich meat with MAP packaging during storage at different temperature.

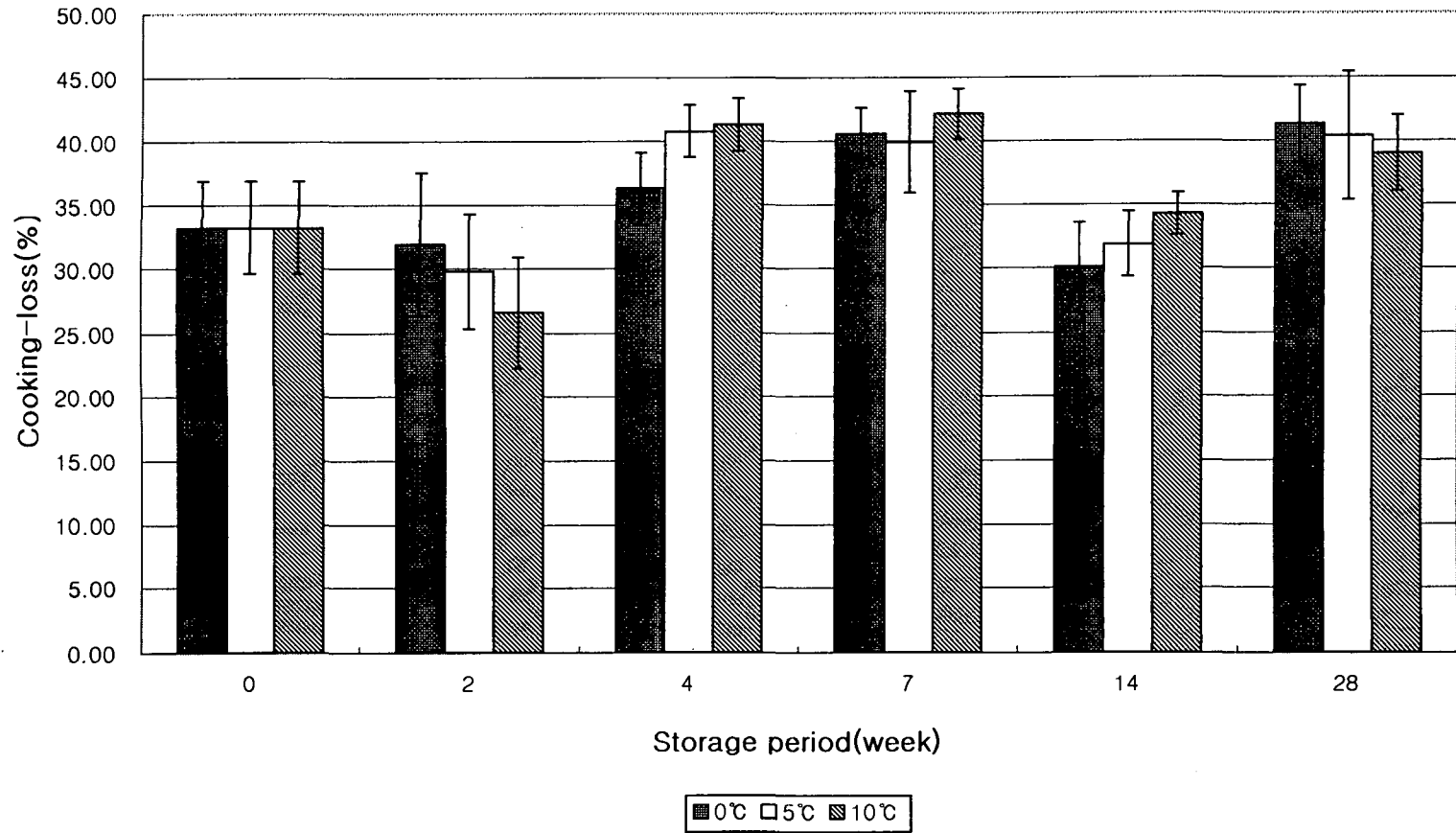


Fig. 20: Changes in cooking loss of ostrich meat with vacuum packaging during storage at different temperature.

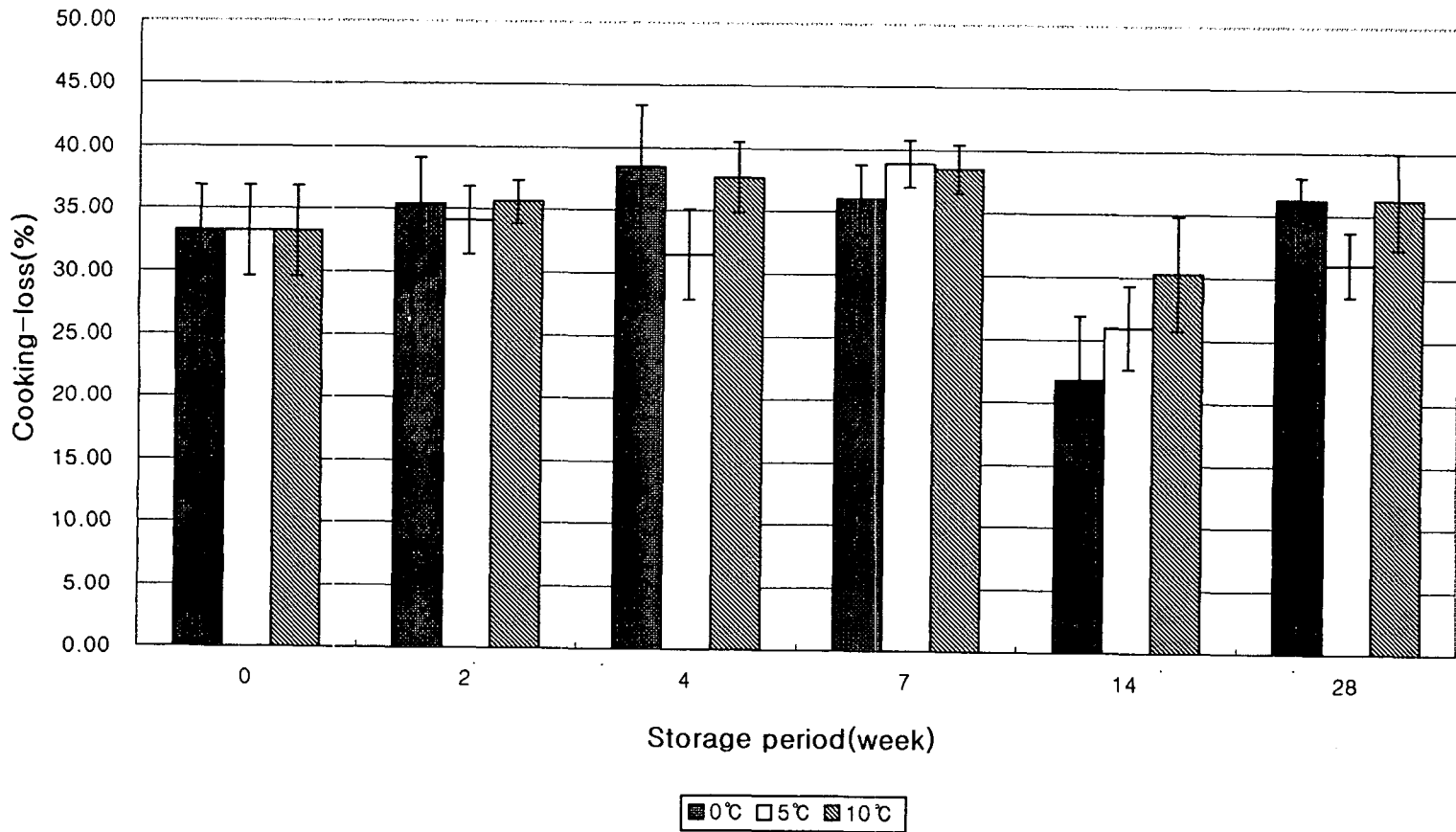


Fig. 21: Changes in cooking loss of ostrich meat with MAP packaging during storage at different temperature.

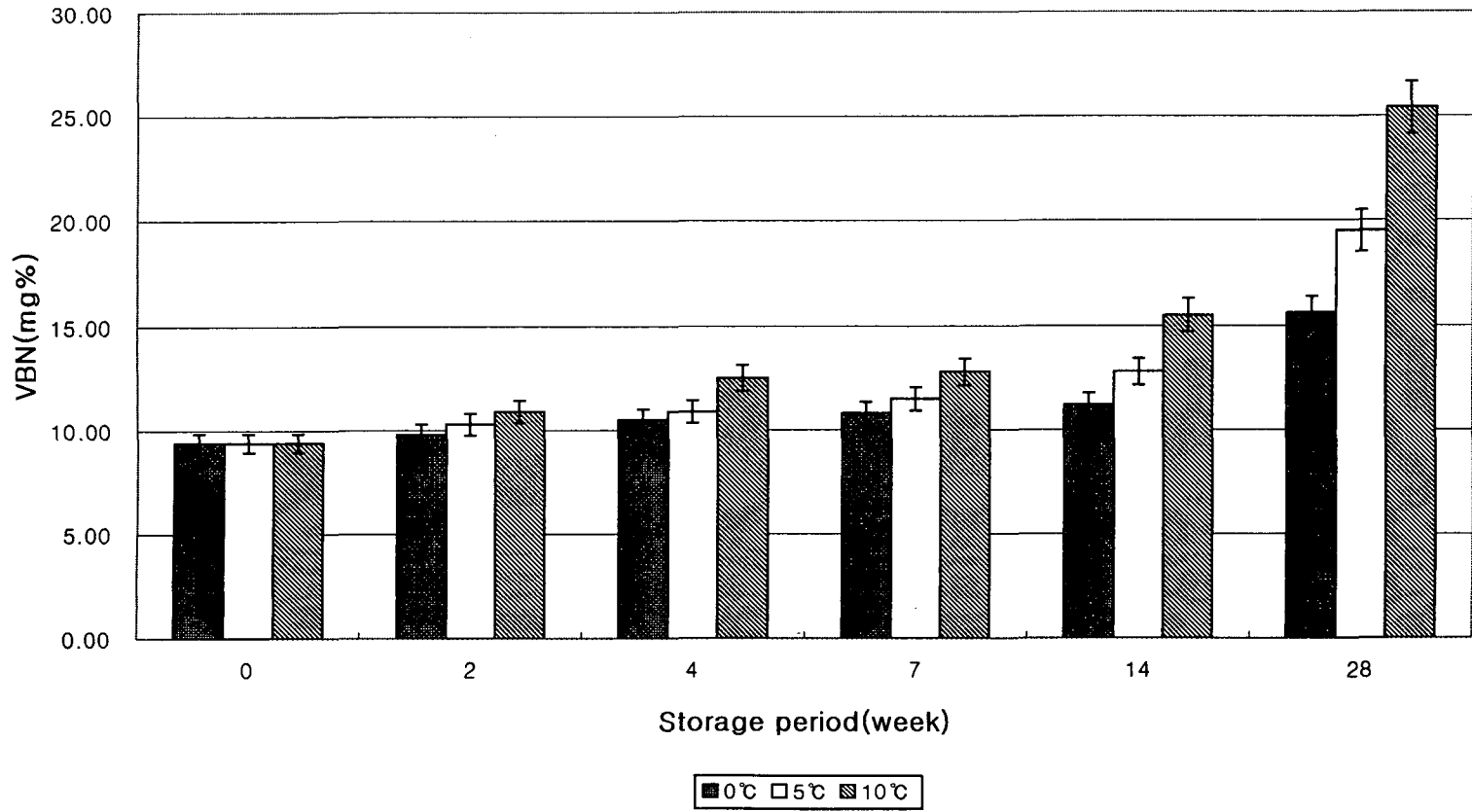


Fig. 22: Changes in VBN value of ostrich meat with vacuum packaging during storage at different temperature.

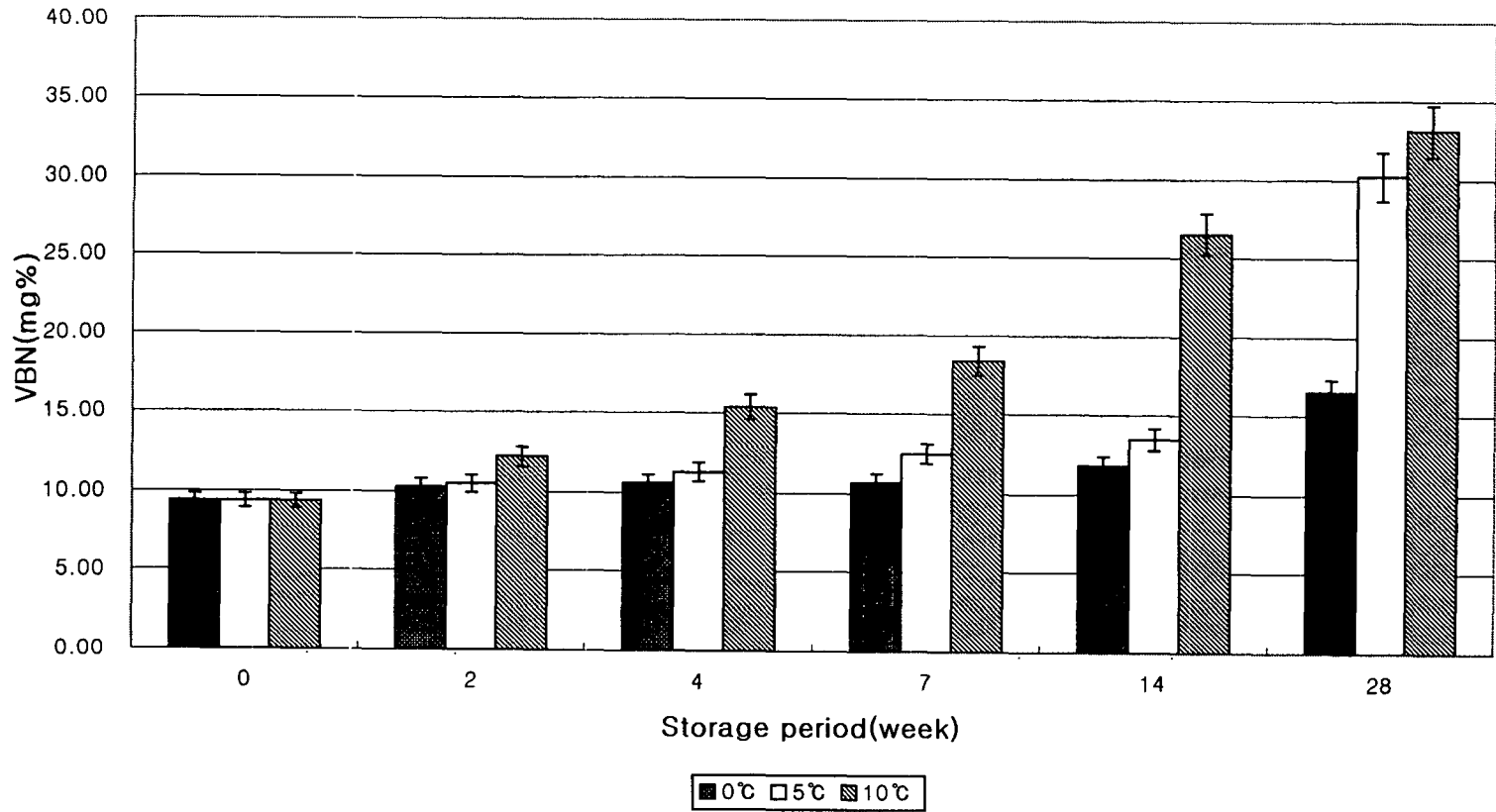


Fig. 23: Changes in VBN value of ostrich meat with MAP packaging during storage at different temperature.

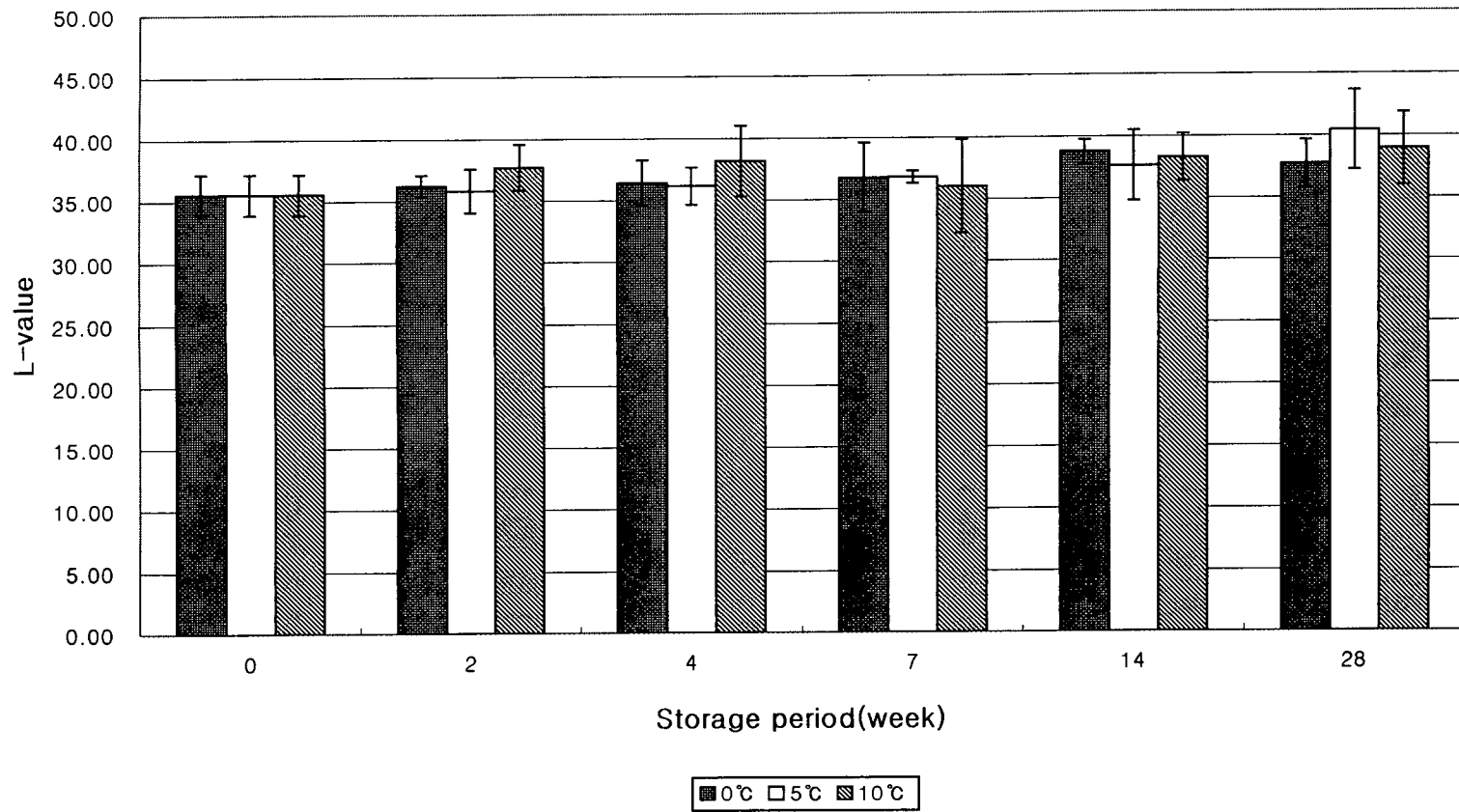


Fig. 24: Changes in L-value of ostrich meat with vacuum packaging during storage at different temperature.

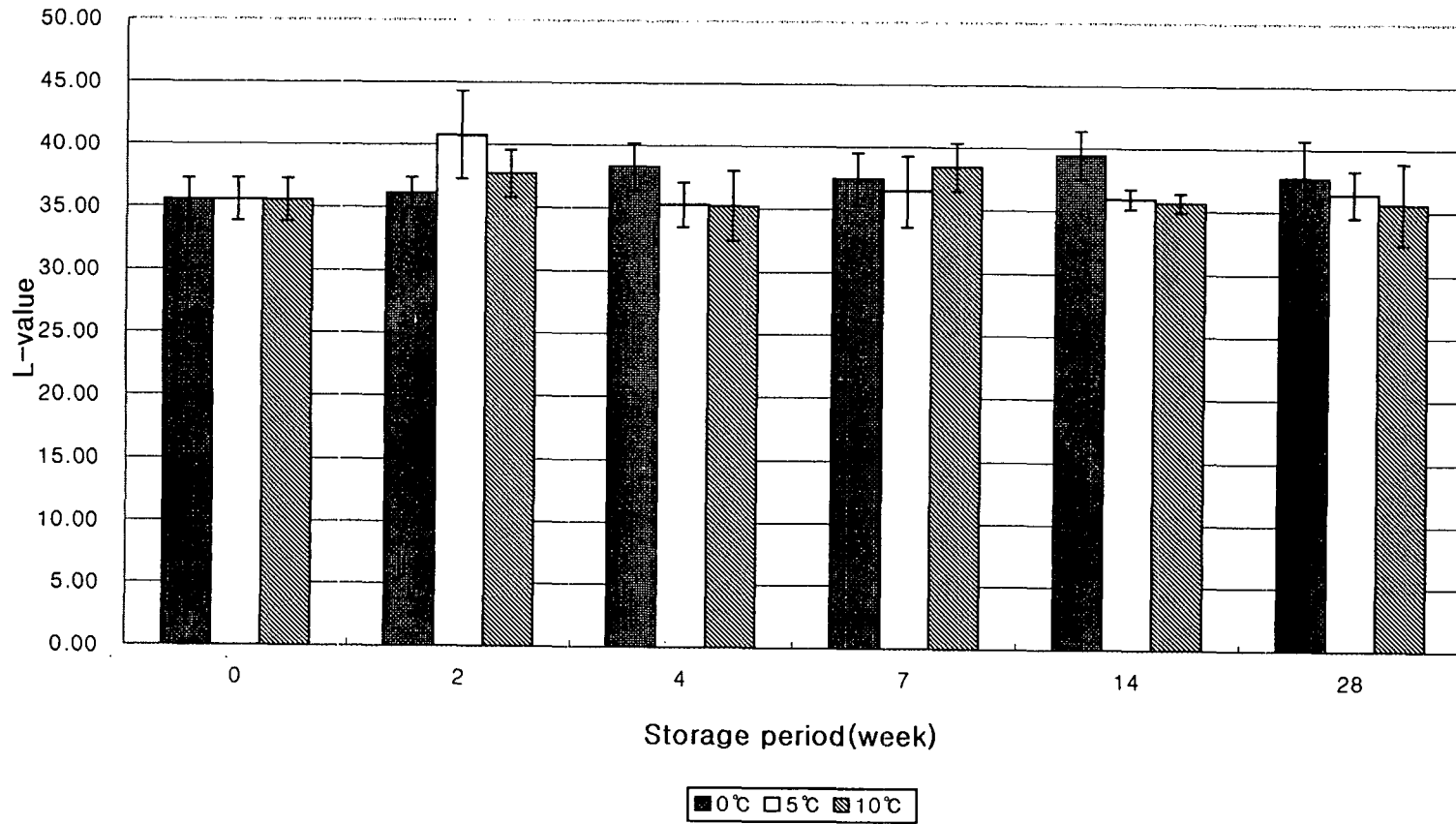


Fig. 25: Changes in L-value of ostrich meat with MAP packaging during storage at different temperature.

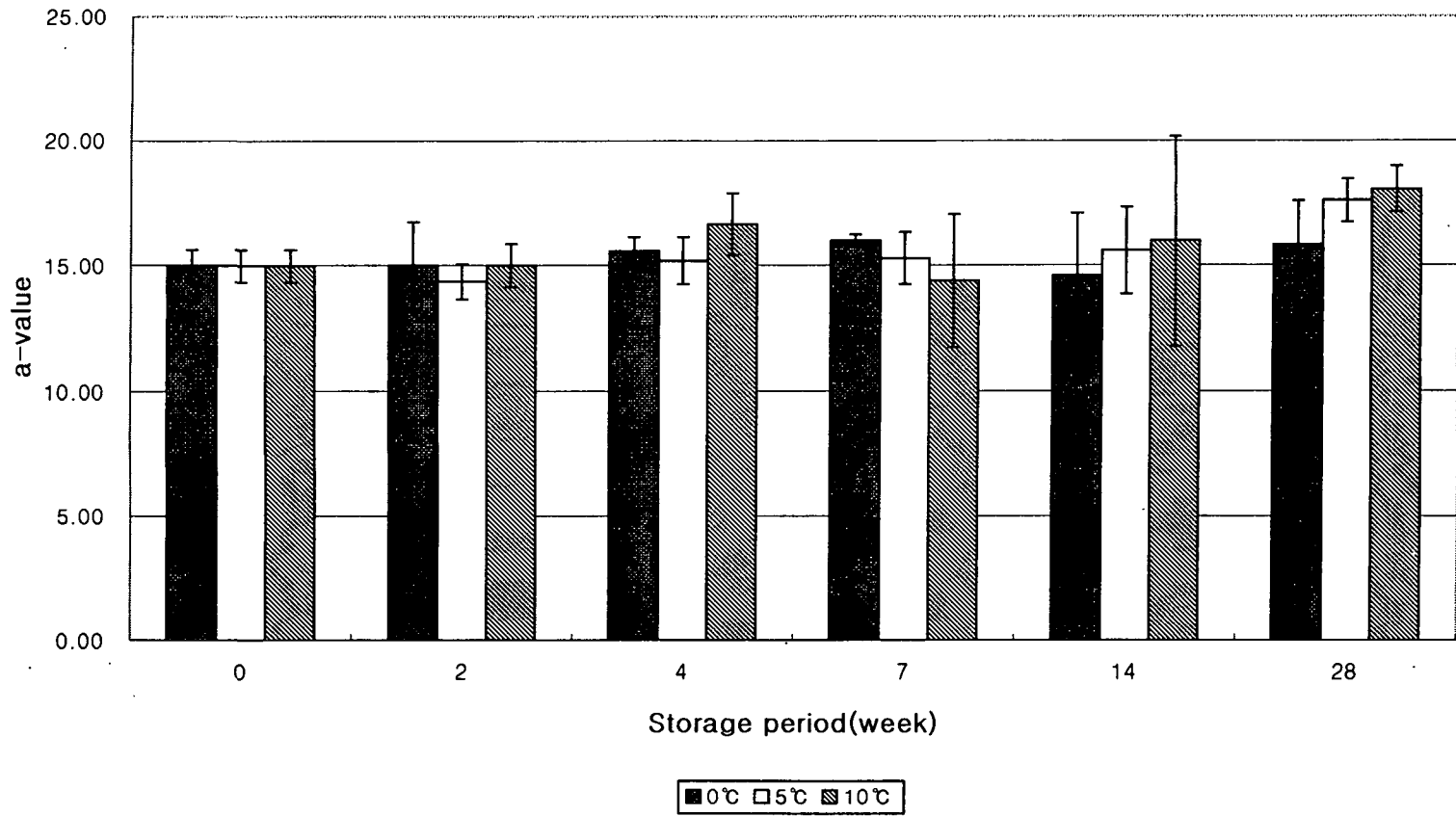


Fig. 26: Changes in a-value of ostrich meat with vacuum packaging during storage at different temperature.

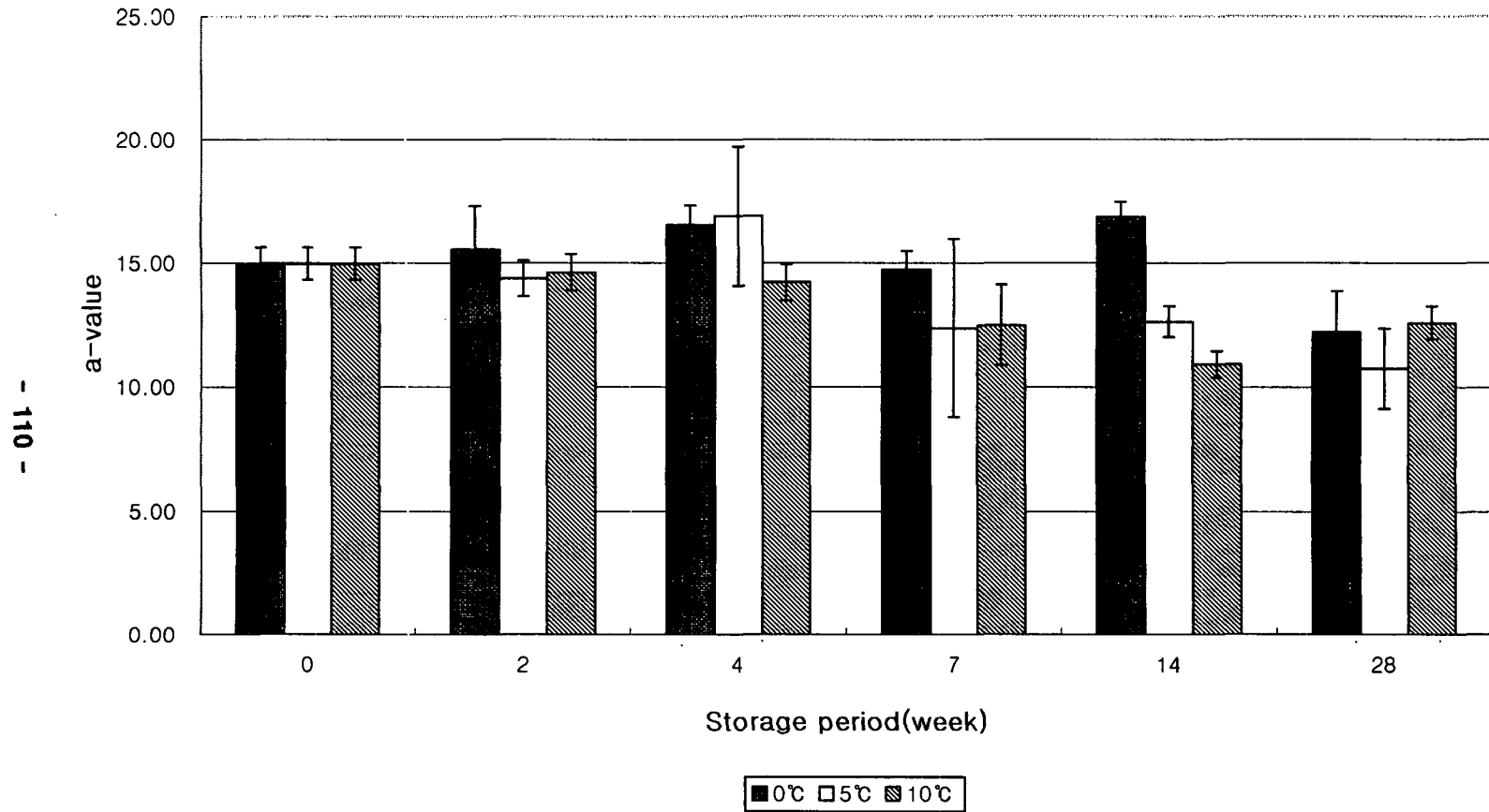


Fig. 27: Changes in a-value of ostrich meat with MAP packaging during storage at different temperature.

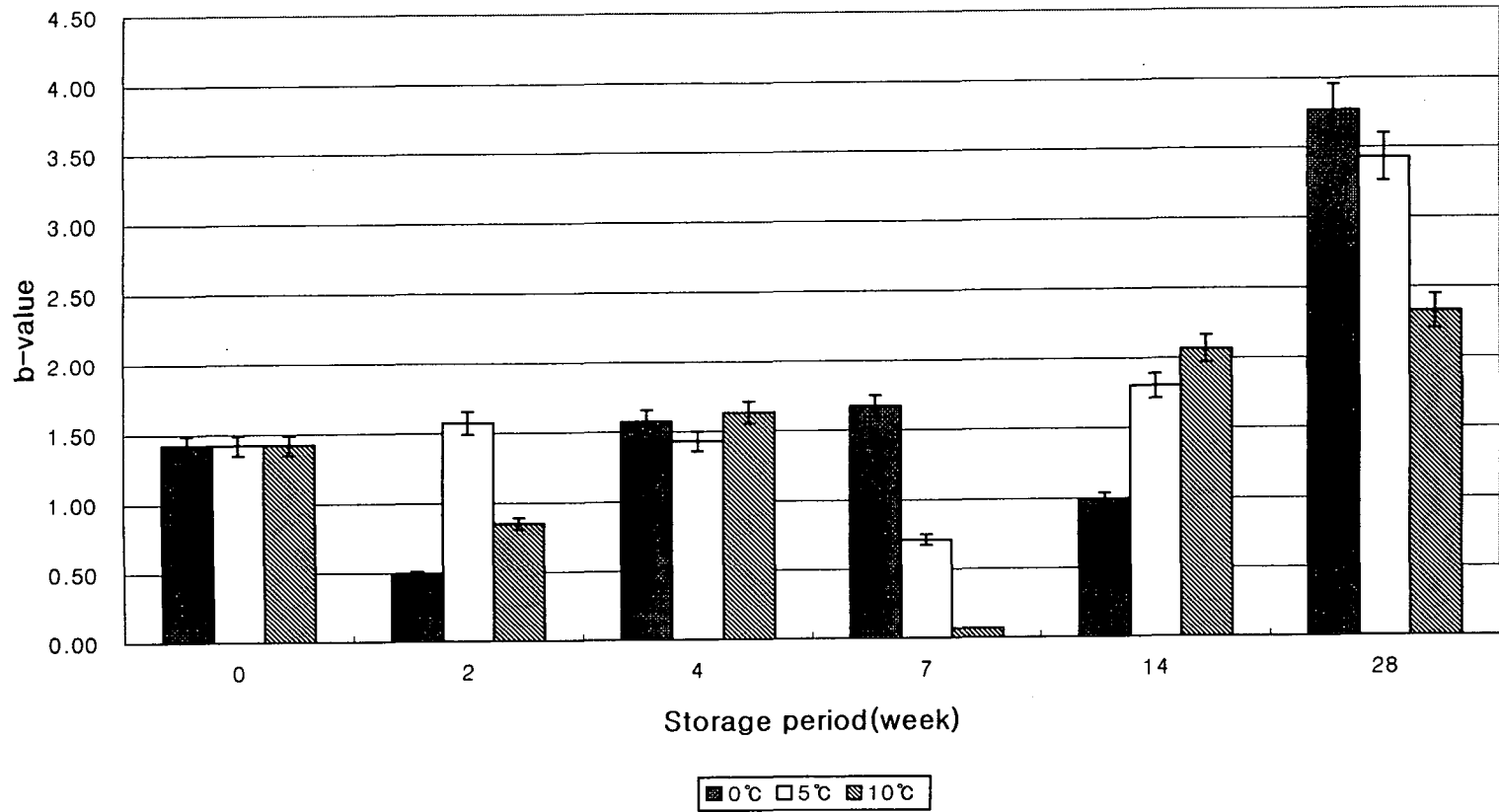


Fig. 28: Changes in b-value of ostrich meat with vacuum packaging during storage at different temperature.

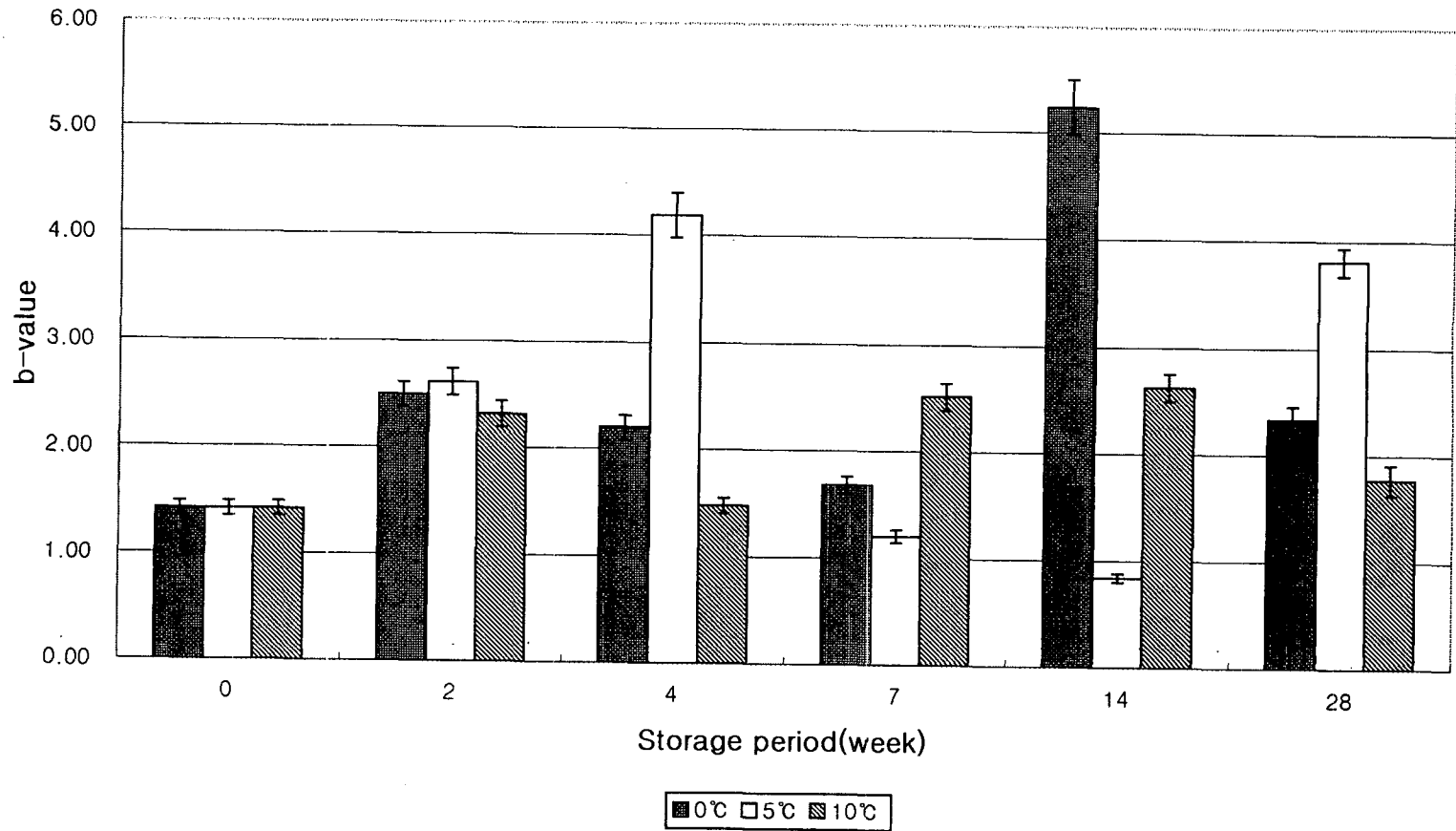


Fig. 29: Changes in b-value of ostrich meat with MAP packaging during storage at different temperature.

Table 15: Changes in total aerobic microbial counts of ostrich meat depending on the packing methods, storage temperatures and storage period

Storage period (days)	Total aerobe microbial counts(log CFU/g)					
	0°C		5°C		10°C	
	VAC	MAP	VAC	MAP	VAC	MAP
0	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53
2	3.51	3.54	3.58	4.12	3.55	4.38
4	3.54	3.54	4.52	3.98	5.12	5.55
7	3.47	3.65	4.98	5.24	5.71	6.78
14	4.86	5.12	6.23	6.45	8.47	8.56
28	5.80	7.98	7.21	8.56	>10.0*	>10.0*

VAC: vacuum packaged

MAP: modified controlled atmosphere packaged

*: more than 10^{10} CFU/g detected

Table 16: Changes in lactic acid bacteria of ostrich meat depending on the packing methods, storage temperatures and storage period

Storage period (days)	Lactic acid bacteria (log CFU/g)					
	0°C		5°C		10°C	
	VAC	MAP	VAC	MAP	VAC	MAP
0	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
2	2.51	2.02	2.85	2.35	3.65	4.38
4	3.02	<2.00	2.96	2.98	4.87	5.55
7	2.95	2.36	3.72	2.56	5.23	5.78
14	3.21	3.42	5.23	3.22	7.19	6.56
28	4.58	2.85	7.05	3.21	8.98	NM

VAC: vacuum packaged

MAP: modified controlled atmosphere packaged

NM: not measured

Table 17: Changes in coliform bacteria of ostrich meat depending on the packing methods, storage temperatures and storage period

Storage period (days)	Coliform bacteria(log CFU/g)					
	0°C		5°C		10°C	
	VAC	MAP	VAC	MAP	VAC	MAP
0	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
2	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
4	<2.00	<2.00	<2.00	2.23	<2.00	2.95
7	<2.00	<2.00	<2.00	2.33	2.11	3.02
14	<2.00	<2.00	<2.00	2.85	2.24	3.85
28	<2.00	<2.00	<2.00	3.02	2.59	4.21

VAC: vacuum packaged

MAP: modified controlled atmosphere packaged

Table 18: Changes in *Salmonella* of ostrich meat depending on the packing methods, storage temperatures and storage period

Storage period (days)	<i>Salmonella</i> (log CFU/g)					
	0°C		5°C		10°C	
	VAC	MAP	VAC	MAP	VAC	MAP
0	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	+
4	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	+	-
14	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-

VAC: vacuum packaged

MAP: modified controlled atmosphere packaged

-: not detected

+: colony was detected.

Table 19: Changes in *Staphylococcus aureus* of ostrich meat depending on the packing methods, storage temperatures and storage period

Storage period (days)	<i>Staphylococcus aureus</i> (log CFU/g)					
	0°C		5°C		10°C	
	VAC	MAP	VAC	MAP	VAC	MAP
0	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	+	-	-
14	-	-	-	+	-	+
28	-	-	-	-	-	-

VAC: vacuum packaged

MAP: modified controlled atmosphere packaged

-: not detected

+: colony was detected.

Table 20: Changes in *Listeria* of ostrich meat depending on the packing methods, storage temperatures and storage period

Storage period (days)	<i>Listeria</i> (log CFU/g)					
	0°C		5°C		10°C	
	VAC	MAP	VAC	MAP	VAC	MAP
0	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	+	-	-
14	-	-	-	-	-	-
28	-	-	+	-	-	-

VAC: vacuum packaged

MAP: modified controlled atmosphere packaged

-: not detected

+: colony was detected.

10. 냉동저장 및 해동방법에 따른 타조육의 품질변화

가. pH 변화

도축 후 24시간 숙성시킨 타조육은 이미 앞서 수행된 실험에서 대체로 신선함을 나타내고 있었다. 동결 후 각각 서로 다른 냉동저장조건에서 저장한 타조육의 pH는 저장온도, 저장기간, 해동조건에 따라 다소 차이가 있었으나 본 실험에서 얻고자 하였던 저장 온도별 pH 변화에 대한 기대값은 충족되지 못하였다. 자연 대류방법으로 해동시킨 타조육의 경우(Table 21) 저장 1주차에 -6°C 에서는 5.88을 나타내었고, -12°C 에서는 5.91, -18°C 에서는 5.98으로 약간 증가하였고 보다 낮은 심온 영역에서는 pH는 5.90으로 안정된 상태를 유지하고 있었다. 유수해동 방법을 이용하여 해동시킨 타조육에서는 -6°C 에서는 5.88, 그리고 -12°C 에서는 5.99, -18°C 에서는 5.98로 다소 증가하였으나 온도가 낮은 심온영역에서는 유사한 결과를 보여주었다(Table 22). 저장 1주후 온도별 pH 변화는 거의 없었다. 그러나 pH는 저장기간에 따라 다양한 결과를 보여주었는데, -6°C 에서는 저장 34주 후 pH는 5.94로 측정되었는데, 초기에 비해 변화가 없는 상태를 나타내었다. 이러한 경향은 모든 저장온도대에서 발견되었으며 해동방법에서도 유의성 있는 차이점을 발견 할 수 없었다. 종합적으로 pH의 변화는 다소 목격되었지만 그러나 온도와 저장기간이 pH의 변화에 영향을 미치는 요인으로는 작용하지 못하였다. 각각의 해동조건에서 나타난 이러한 pH 변화는 우선 도축 후 혐기적인 조건에서 타조육내에 존재하는 글리코겐이 분해되는 해당작용을 통해 pH는 감소하기 시작하는데, 이미 24시간 숙성을 하였지만 육조직의 저온단축과정이 지속적으로 진행되었고 타조육에서와 같은 해동과정중 당의 분해를 통한 산의 형성으로 pH가 감소하는 현상이 동결을 통해 지연되는 것으로 사료되었다.

Table 21: Changes in pH of frozen ostrich meat thawed by natural air convection during storage at different subzero temperatures

Storage Period (weeks)	Storage Temperature (°C)						
	-6	-12	-18	-24	-30	-40	-50
0	5.95 ± ^{AA} 0.11	5.95 ± ^{AA} 0.11	5.95 ± ^{AA} 0.11	5.95 ± ^{ABAA} 0.11	5.95 ± ^{ABAA} 0.11	5.95 ± ^{AA} 0.11	5.95 ± ^{AA} 0.11
1	5.85 ± ^{AAAB} 0.09	5.96 ± ^{AA} 0.08	5.98 ± ^{AA} 0.03	5.99 ± ^{AA} 0.02	5.90 ± ^{AB} 0.02	5.90 ± ^{AA} 0.07	5.90 ± ^{AB} 0.03
2	5.86 ± ^{AA} 0.05	5.99 ± ^{AB} 0.02	5.75 ± ^{BC} 0.12	5.93 ± ^{DBLU} 0.02	5.93 ± ^{ALU} 0.04	5.93 ± ^{ABLU} 0.20	5.91 ± ^{AB} 0.01
3	5.85 ± ^{BA} 0.02	5.93 ± ^{AB} 0.04	5.89 ± ^{CC} 0.04	5.87 ± ^{CC} 0.05	5.94 ± ^{AB} 0.01	5.99 ± ^{ALU} 0.02	5.80 ± ^{BC} 0.01
4	5.96 ± ^{AA} 0.03	5.82 ± ^{AB} 0.02	5.96 ± ^{CA} 0.02	5.86 ± ^{CA} 0.02	5.94 ± ^{AB} 0.02	5.86 ± ^{BC} 0.01	5.90 ± ^{AB} 0.02
6	5.98 ± ^{AAU} 0.04	5.88 ± ^{BCU} 0.03	5.85 ± ^{CBU} 0.07	5.88 ± ^{ABCU} 0.15	5.96 ± ^{AAU} 0.01	5.97 ± ^{AAU} 0.02	5.92 ± ^{AAU} 0.01
10	6.01 ± ^{AA} 0.02	5.89 ± ^{DB} 0.04	5.88 ± ^{CC} 0.01	5.97 ± ^{AA} 0.05	5.87 ± ^{BC} 0.01	5.80 ± ^{DB} 0.04	5.81 ± ^{DB} 0.01
16	6.03 ± ^{AAU} 0.02	5.98 ± ^{BCU} 0.03	5.89 ± ^{CBU} 0.15	5.93 ± ^{AABCU} 0.04	5.84 ± ^{BCU} 0.30	5.83 ± ^{BCU} 0.02	5.88 ± ^{ABCU} 0.00
24	6.03 ± ^{CA} 0.02	6.01 ± ^{AA} 0.02	5.80 ± ^{CB} 0.07	5.92 ± ^{AC} 0.05	5.91 ± ^{AC} 0.00	5.51 ± ^{CU} 0.04	5.70 ± ^{CB} 0.02
34	6.12 ± ^{AA} 0.04	5.99 ± ^{ABA} 0.11	5.86 ± ^{CDABLU} 0.20	5.95 ± ^{AB} 0.08	5.57 ± ^{CU} 0.40	5.86 ± ^{BAB} 0.25	5.83 ± ^{BLU} 0.02

^{a-d}: Means with different small letter superscript in the same column represented significant difference at p<0.05.

^{A-C}: Means with different capital letter superscript in the same row represented significant difference at p<0.05.

Table 22: Changes in pH of frozen ostrich meat thawed by water circulation during storage at different subzero temperatures

Storage Period (weeks)	Storage Temperature (°C)						
	-6	-12	-18	-24	-30	-40	-50
0	5.95 ± ^{aA} 0.11	5.95 ± ^{aA} 0.11	5.95 ± ^{acA} 0.11	5.95 ± ^{aA} 0.11	5.95 ± ^{abA} 0.11	5.95 ± ^{aA} 0.11	5.95 ± ^{aA} 0.11
1	5.88 ± ^{abAB} 0.12	5.91 ± ^{aA} 0.02	5.98 ± ^{aA} 0.02	5.89 ± ^{aAB} 0.05	5.93 ± ^{ab} 0.02	5.91 ± ^{aA} 0.09	5.85 ± ^{ab} 0.03
2	5.84 ± ^{DA} 0.04	5.99 ± ^{ab} 0.01	5.71 ± ^{bc} 0.02	5.93 ± ^{ab} 0.02	5.91 ± ^{abb} 0.04	5.93 ± ^{abb} 0.08	5.89 ± ^{aABC} 0.02
3	5.74 ± ^{cA} 0.01	5.91 ± ^{ab} 0.03	5.85 ± ^{bc} 0.04	5.88 ± ^{ab} 0.10	5.95 ± ^{ab} 0.02	5.99 ± ^{ab} 0.02	5.88 ± ^{bc} 0.03
4	5.83 ± ^{DA} 0.02	5.92 ± ^{ab} 0.01	5.82 ± ^{cA} 0.02	5.95 ± ^{ab} 0.03	5.88 ± ^{bc} 0.02	5.86 ± ^{aABC} 0.11	5.92 ± ^{ab} 0.06
6	5.95 ± ^{aA} 0.01	5.85 ± ^{bb} 0.02	5.82 ± ^{cb} 0.02	5.97 ± ^{aA} 0.02	5.96 ± ^{aA} 0.02	5.92 ± ^{aA} 0.04	5.95 ± ^{aA} 0.01
10	5.99 ± ^{aA} 0.01	5.85 ± ^{bb} 0.02	5.88 ± ^{cb} 0.07	5.97 ± ^{aA} 0.05	5.89 ± ^{ab} 0.03	5.93 ± ^{ab} 0.04	5.88 ± ^{bb} 0.05
16	6.01 ± ^{aA} 0.01	5.81 ± ^{bb} 0.02	5.83 ± ^{abcAB} 0.45	5.94 ± ^{aAB} 0.07	6.12 ± ^{ab} 0.05	5.85 ± ^{aABC} 0.14	5.84 ± ^{bb} 0.03
24	6.03 ± ^{aA} 0.02	5.89 ± ^{aA} 0.02	5.80 ± ^{cb} 0.03	5.92 ± ^{aA} 0.03	5.94 ± ^{aA} 0.02	5.85 ± ^{aA} 0.04	6.02 ± ^{aA} 0.00
34	5.94 ± ^{dA} 0.03	5.83 ± ^{DA} 0.12	5.86 ± ^{abcA} 0.20	5.88 ± ^{ab} 0.04	5.98 ± ^{aA} 0.08	5.86 ± ^{aAB} 0.35	5.83 ± ^{DA} 0.03

^{a-d}: Means with different small letter superscript in the same column represented significant difference at p<0.05.

^{A-C}: Means with different capital letter superscript in the same row represented significant difference at p<0.05.

나. 해동감량(drip loss)

본 실험기간동안 타조육에 있어서 저장온도와 저장기간에 따른 drip의 변화는 매우 다양하게 나타났고 일정한 상관관계를 찾을 수가 없었다. 우선 자연대류 해동 방법으로 해동시킨 타조육에서 -6°C 에서 저장한 타조육은 저장 1주 후 1.88 %를 측정되었고, 2주 후에는 4.29%로 증가하였다(fig. 30). 이후 4주 후에는 5.93%로 증가하였지만 6주, 10주, 16주, 24주, 그리고 34주차에서는 감소하는 것으로 나타나는 현상을 목격하였다. 또한 -12°C 에서는 지속적으로 증가하는 추세를 보여주었고 -30°C 에서는 값이 매우 작은 범위에 놓여 있었다. 또한 -50°C 에서는 초기에 4.25%를 나타내었지만 그러나 34주차에서는 5.01%로 저장1주차와 큰 차이를 보여주지 않았다. 이러한 현상은 유수해동 방법으로 해동한 타조육에서도 나타났는데(fig. 31), 전반적으로 대부분의 drip loss는 2%에서 6% 사이에 놓여 있었고 예외적으로 -30°C 에서 6주간 저장한 시료에서 7.57%의 drip loss를 목격하였다.

두 해동방법간 비교에서는 해동방법이 실제로 타조육의 drip loss에 영향을 주지 못하였음을 알 수 있었다. 근본적으로 타조육의 drip loss는 일반 우육이나 돈육보다 낮았는데, 이는 pH의 변화와 영향이 있는 것으로 판단된다. 돈육의 pH는 타조육의 pH보다 일반적으로 낮았다. 이는 단백질의 등전점에 보다 가까워지므로 인하여 육조직이 수분을 포집할 수 있는 능력이 저하되어 수분의 이탈이 용이하다고 사료된다. 따라서 타조육의 pH는 돈육의 pH에 비해 다소 높기에 drip으로 손실된 양이 적어 낮은 값이 측정되었다고 사료된다.

다. 가열감량(Cooking loss)의 변화

냉동 타조육을 해동 및 가열시킨 후 그 변화량을 측정한 결과 저장온도에 따른 가열감량의 변화는 거의 차이가 없음을 알 수 있었다(fig. 32). 자연대류 방법으로 해동시킨 타조육의 경우 저장 1주차에서 23.06%의 가열감량을 나타내었고 10주차에는 30%, 34주차에서는 34.76%를 나타내었다. 그러나 예외적으로 24주차에

서는 9.01%로 측정의 오차로 예측되었다. -12°C 에서는 저장초기 27.91%이었지만 6주차에서는 20.67%, 10주차에서는 28% 그리고 34주차에서는 29.71%로 값이 증가하거나 감소하는 현상을 발견하였다. 이러한 변이양상은 다른 저장조건에서도 목격되어 실험방법의 문제점으로 제시될 수 있었다. 유수해동방법으로 해동시킨 타조육에서는(fig. 33) -6°C 경우 초기에 30.05%로 높았고 이후 약간씩 감소하여 34주에서는 28.61%를 나타내어 데이터의 신뢰성에 문제가 있음을 알 수 있었다. 또한 -30°C 에서는 초기에 32.56%였지만 값의 변화 속에 34주차에서도 32.64%로 거의 변화가 없는 양상을 나타내었다. 이러한 경향은 다른 나머지 저장온도대에서 목격되었다. 그러나 데이터 분석에서 두 해동방법간 비교분석에서는 자연대류 해동에 의한 시료의 cooking loss는 유수해동에 의한 시료보다 낮아서 해동방법이 cooking loss에 영향을 주는 것으로 목격되었다.

또한 이러한 결과의 원인은 우선 실험방법에도 요인을 찾을 수 있다. 가열감량을 측정하기 위해서는 시료를 해동시킨 후 시료를 별도의 단위포장에서 가열을 시키는데, 이미 해동과정에 drip의 발생을 통한 일정한 양의 감량으로 인해 수분함량의 차이가 발생하였다고 사료된다. 따라서 가열과정에서 발생될 수 있는 감량보다 상대적으로 커다란 실험적 오차가 본 시험의 결과를 초래할 수 있었다고 사료된다.

라. WHC(보수력)의 변화

타조육의 보수력은 육의 물리적 특성을 나타내는 중요한 인자로 평가될 수 있다. 동결전 신선육의 보수력은 36.06%를 나타내었다. 자연대류를 이용하여 해동시킨 시료에서, 타조육을 -6°C 에서 1주일동안 냉동저장후 보수력은 15.04%로 낮아졌다(fig. 34). 이러한 보수력은 저장기간에 따라 감소하기도 또는 증가하기도 하였는데, 24주차를 제외하고는 34주동안 15% 내외를 나타내고 있어 동결에 의한 육조직의 파괴가 일어났음을 간접적으로 알 수 있었다. -12°C 에서는 -6°C 에서와 같이 15.92%를 나타내었지만 저장말기인 34차에서는 17.94%로 -6°C 에서 보다 약간

증가하였다. 이러한 증가현상은 다른 온도대에서 발견되었는데, -30°C 의 경우 초기에 13%를 나타내었지만 저장기간에 따라 그 변화도가 달라져 오히려 보수력이 증가하는 현상을 목격하였는데, 저장 16주차에서는 21.3%, 24주차에서는 34.77%, 그리고 저장 34주차에서는 42.14%의 높은 보수력을 보여주었다. 이러한 예상치 못한 결과는 실험에 오차나 시료를 준비하는데 문제점 또는 근본적으로 육의 문제점에 있지 않으나 사료된다.

유수해동방법을 통해 해동한 시료의 경우 저장 초기에는 유사한 결과를 얻었다 (fig. 35). 그러나 저장기간에 따른 보수력의 변화는 거의 발견하지 못하였고 부분적으로 높은 측정값을 발견하였는데, 이는 실험의 오차에 속하는 데이터였다.

또한 두 해동방법간 결과에서 유수해동방법으로 해동시킨 타조육의 보수력은 자연대류 해동방법에 비해 일반적으로 낮게 나타나 해동방법이 육 조직에 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

본 실험에서 나타난 결과에서 저장기간이 보수력의 변화에 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 저장기간에 따라 조직의 파괴가 일어나고 있음을 간접적으로 증명되는데, 그러나 온도별 차이가 없는 점은 아마도 본 실험에서 사용된 해동방법이 결국 육의 품질에 커다란 영향을 미치는 것으로 사료된다.

마. 색도 변화

일반적으로 신선한 육의 육색은 동결전 적색으로 나타내지만 해동후 육색은 적갈색에서 변화됨을 알 수 있었다. 여기서 육이 적색을 갖는 이유는 근육색소인 myoglobin에 기인한다. 그러나 육색은 pH의 변화, 자외선, 산소분압, 온도에 따라 myoglobin이 metmyoglobin으로 갈변화가 진행된다고 한다. 본 실험에서는 저장기간에 따른 타조육의 변화를 각각 L(명도), a(적색도), b(황색도)-value로 각각 나타내었는데, L-값은 저장기간에 따라 변화가 없는 것으로 나타났다. 즉, 자연대류를 이용하여 해동시킨 타조육의 경우 저장 초기에는 -6°C 에서 34.48을 나타내어 명도가 떨어지는 것으로 나타났고(fig. 36) -12°C 에서는 34.15, -18°C 에

서는 36.64, -24°C 에서는 32.6, -30°C 에서는 41.08, -40°C 에서는 30.56 그리고 -50°C 에서는 35.12로 저장온도별 큰 차이가 발견할 수 없었다. 이후 저장기간에 따라 저장온도별 약간의 증감은 있었으나 큰 차이는 없었다.

이러한 경향은 유수해동 시킨 시료에서도 유사하게 나타났는데(fig. 37), 저장 초기에는 38.56에서 21.4사이 에 놓여 있었고 저장기간에 따라 변화가 거의 발견되지 않았다. 적색도를 나타내는 a-value 역시 저장기간에 따라 유의성 있게 감소하였는데 상대적으로 온도가 낮은 영역인 -24°C 미만에서는 저장기간에 따라 약간 감소하는 경향이었고 -24°C 이하에서는 a-값이 다소 증가한 경향을 발견하였다(fig. 38). 그러나 유수해동시킨 시료에서는 전반적으로 저장기간에 따라 약간 증가하는 것으로 측정되었다(fig. 39). 또한 황색도를 나타내는 b-값은 저장 24주차를 제외하고는 약간 증가하는 경향을 나타내고 있었다(fig. 40, 41). 이러한 육색의 변화는 실험의 요인으로 보는 냉동저장온도와 저장기간 그리고 해동방법에 있어 육조직과 육색소의 화학적 변화에 따라 좌우되는데, 그러나 본 연구에 있어서 육색의 측정은 제한된 시간내에서 많은 양의 시료를 측정해야하는 실험적 환경 때문에 경우에 따라서는 육표면의 증발이나 공기중의 산소와 접촉시간 등에 따라 육색이 변화될 수 있다고 사료된다. 따라서 본 실험에서 얻어진 시험방법 또는 결과를 토대로 육색을 통한 품질변화 정도를 예측하거나 측정하는 것은 신뢰성에 있어서 많은 문제점을 배출할 수 있어 어렵다고 볼 수 있다. 따라서 냉동 타조육의 품질평가에서 색도의 측정은 바람직하지 않다고 사료된다.

바. TBA 변화

육류의 선도관리에서 저장기간에 따라 지방은 공기중의 산소나 지방분해효소 또는 금속이온들과 반응하여 산패가 발생되며 육의 품질저하를 야기 시킨다. 지방의 산패도를 나타내는 방법으로 사용한 TBA가 변화는 저장온도가 실제로 영향을 미치는 것으로 나타났다(fig. 42, 43). 즉, 동결전 신선한 타조육의 TBA가는

0.23 mg/kg으로 나타났다. 자연대류에 의해 해동시킨 타조육의 경우 -6℃에서 1주일 저장 후 0.22 mg/kg을 나타내어 변화는 없었지만 저장기간에 따라 TBA는 증가하기 시작하였다. 저장 2주차에는 0.25 mg/kg으로 증가하였고, 저장 3주 후에는 0.31 mg/kg 으로 측정되었다. 저장 6주차에는 초기 신선한 타조육에 비해 2배로 증가하였고 16주에는 3배로 증가하는 경향을 발견하였다. 이후 34주차에는 거의 4배로 증가하여 0.88 mg/kg으로 나타났다. 이러한 추세는 다른 저장 조건에서도 발견되었는데, -12℃에서는 1주후 0.29 mg%로 나타나 유의성이 발견되었다. 이후 TBA는 지속적으로 증가하여 -6℃에서 저장결과와 유사한 증가량을 보여주었다. 그러나 낮은 저장온도영역에서는 저장온도가 낮아짐에 따라 TBA 증가량도 낮은 폭으로 증가하였는데, 저장 초기 신선육에 비해 TBA가 두 배로 증가하는 기간은 -24℃에서는 16주때 발견되었고 -30℃에서는 24주 그리고 -40℃와 -50℃에서는 34주 이후로 나타났다.

이와 같은 경향은 유수해동방법으로 해동시킨 타조육에서도 거의 유사하게 나타났는데, -6℃의 경우 저장 1주차에서는 0.25 mg/kg으로 변화가 거의 없었으나, 이후 24주차에는 3배로 증가하였고 34주에서는 4배로 증가하여 가장 높은 증가폭을 나타내었다. 또한 온도가 낮아짐에 따라 TBA가도 낮은 증가폭을 나타내었는데, 34주차를 온도별로 비교한다면 -12℃는 0.94 mg/kg, -12℃는 0.81 mg/kg, -18℃는 0.69 mg/kg, -24℃는 0.60 mg/kg, -30℃는 0.57 mg/kg, -40℃는 0.53 mg/kg 그리고 -50℃는 0.48 mg/kg을 각각 보여주었다. 그러나 두 해동방법간 TBA의 변화 정도를 비교한다면 자연대류 해동방법으로 해동시킨 타조육의 지방산패도는 유수해동방법으로 해동시킨 시료보다 낮은 변화도를 보여주고 있어 해동방법이 지방의 산패에도 영향을 미치는 것으로 발견되었다.

본 실험의 결과에서 TBA는 저장기간에 따라 변화되는 정도를 다음의 수학적 등식으로 나타내어 보았다.

$$\ln Y_{TBA} = \ln a + b \cdot \ln t \quad (\text{eq. 6})$$

Y_{TBA} : TBA-value(mg/kg), a and b : system constants, t : storage period(week)

위 등식을 이용하여 각각의 주어진 냉동저장온도에서 얻어진 a 와 b 그리고 상관 계수 r 값은 다음 Table 23에 나타내었다.

Eq. 6에서 상수 b 는 자연대수방정식의 기울기로 볼 수 있고 기울기의 크기가 타 조육의 TBA가 변화 정도를 나타낸다면 Table 23에서 볼 수 있듯이 저장온도가 낮아질수록 b -값은 감소하고 있어 온도의 변화가 지방의 산패 및 품질변화에 결정적으로 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 이러한 경향은 두 개의 해동방법 모두에서 유사하게 나타나고 있는데 해동방법간 b -값을 비교하기 위해 온도와 b -값간에 상관관계를 수학적으로 나타낼 수 있었다.

수학적 상관관계에서 얻어진 포물선은 하나의 지수방정식을 이용한 회귀함수로 재현할 수 있는데 자연대류 해동방법을 통한 상수 b_1 의 변화와 유수해동방법을 통한 상수 b_2 의 변화는 다음과 같이 각각 나타낼 수 있었다.

$$\begin{aligned} b_1 &= 0.4442 \cdot 1.0235^T & (r=0.9075) \\ b_2 &= 0.4144 \cdot 1.0192^T & (r=0.9457) \end{aligned} \quad (\text{eq. 7})$$

Table 23: System constants a and b, and r depending on the storage temperatures

Storage Temp.(°C)	Thawing method					
	Air circulation			Water circulation		
	Lna	b	r	Lna	b	r
-6	-1.5489	0.3950	0.9714	-1.4691	0.3713	0.9379
-12	-1.3648	0.2772	0.9615	-1.5795	0.3542	0.9956
-18	-1.7056	0.3568	0.9981	-1.6996	0.3173	0.9905
-24	-1.6874	0.2804	0.9604	-1.4554	0.2503	0.7290
-30	-1.5809	0.2208	0.9840	-1.3396	0.1947	0.7605
-40	-1.3419	0.1360	0.9050	-1.5523	0.1873	0.9546
-50	-1.5661	0.1581	0.9831	-1.5207	0.1800	0.9628

사. VBN-value 변화

TBA가 외에도 타조육의 선도를 나타내는 지표로 VBN가를 제시할 수 있는데 본 실험의 결과 VBN가는 TBA 결과에서와 같이 저장기간과 온도에 따라 변화되고 있었다. 즉, 저장온도가 낮을수록 VBN의 변화는 적었으며, 온도가 높을수록 VBN은 증가하는 것으로 나타났다(fig. 44, 45). 본 실험에서 사용된 대조구의 VBN은 9.21 mg%로 예상보다 높은 값을 나타내었지만 자연대류 해동방법을 이용한 시료는 -12℃에서 저장 초기, 즉 1주차인 경우 12.65 mg%를 나타내었다. 이후 저장기간에 따라 VBN은 증가하였는데, 6주차에는 13.59 mg%, 24주인 경우는 15.44 mg%로 증가하였고 34주차에는 15.89 mg%를 나타내어 냉동저장기간에서도 단백질 분해가 진행되고 있음을 알 수 있었다. -12℃에서는 그 변화폭이 -6℃보다는 작지만 저장기간에 따라 증가하였다. 저장 34주차에는 14.09 mg%를 나타내고 있었다. 그러나 온도가 낮아짐에 따라 그 변화폭은 감소하였는데 -50℃인 경우 저장초기에는 7.42 mg%로 측정되었고 저장 34주차에서는 10.54 mg%로 온도에 따라 감소하였다.

유수해동방법을 이용하여 해동시킨 시료의 경우도 유사한 결과를 얻었다. 저장초기에는 상대적으로 낮은 VBN-가를 얻었으나 저장기간에 따라 증가하였고 온도에 따라서는 온도가 높을수록 VBN-가는 증가한 경향을 나타내었다. 저장 1주차 시료의 VBN-가는 -6℃에서 11.63 mg%에서 -50℃의 경우 8.68 mg%로 그 차이가 3 mg% 정도였다. 그러나 저장 34주차에는 -6℃의 경우 15.24 mg%를 나타내었고 -50℃에서는 10.85 mg%로 그 차이가 4.5 mg%으로 그 변화폭이 증가하였음을 알 수 있었다. 이상의 결과를 토대로 저장기간에 따른 VBN-가의 변화를 그래프로 나타내어 그 상관관계를 수학적으로 제시하면 TBA-가 측정에서와 같이 유사하게 나타낼 수 있었다.

$$\ln Y_{VBN} = \ln a + b \cdot \ln t \quad (\text{eq. 8})$$

Y_{VBN} : VBN-value(mg/kg), a and b : system constants, t : storage period(week)

위 등식을 이용하여 각각의 주어진 저장온도에서 얻어진 a 와 b 그리고 상관계수 r 값은 다음 Table 24에 나타내었다.

Table 24의 결과에서 VBN-가의 변화도로 나타낼 수 있는 시스템 상수 b 는 두 개의 해동방법 모두에서 -6°C 를 제외하고는 온도가 낮아질수록 그 b 값 역시 작아짐을 알 수 있었고 이는 품질변화의 정도가 온도와 크게 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

Table 24: System constants a and b, and r depending on the storage temperatures

Storage Temp.(°C)	Thawing method					
	Air circulation			Water circulation		
	Lna	b	r	Lna	b	r
-6	2.4176	0.0968	0.8389	2.3896	0.0943	0.8546
-12	2.1064	0.1543	0.9350	2.2909	0.1159	0.9217
-18	2.1308	0.1238	0.9859	2.2906	0.0961	0.9331
-24	2.1728	0.0656	0.8784	2.2331	0.0713	0.9532
-30	2.1144	0.0774	0.9535	2.2441	0.0459	0.9281
-40	2.0517	0.0787	0.9063	2.1727	0.0583	0.9718
-50	1.9733	0.0853	0.8361	2.0886	0.0562	0.8634

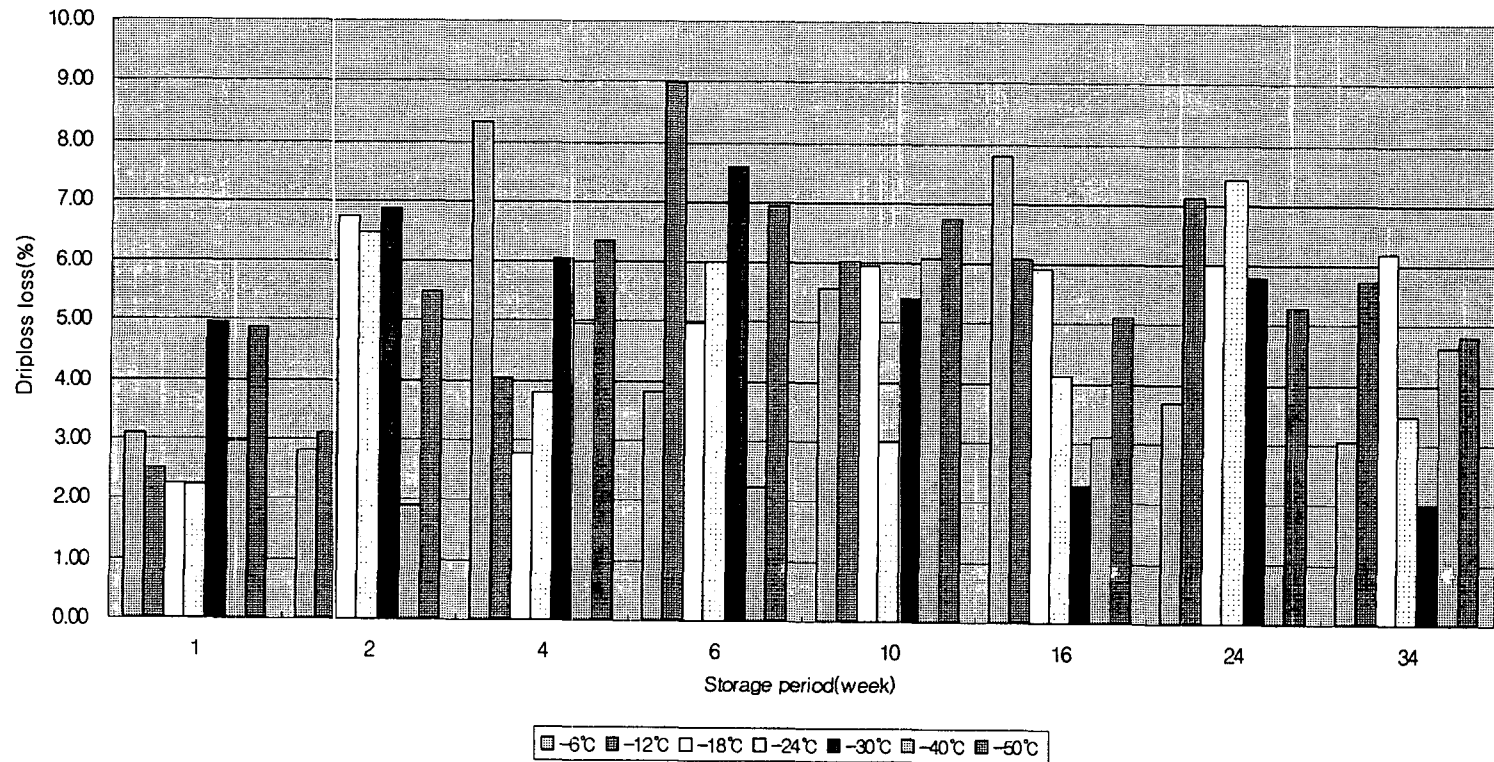


Fig. 30: Changes in drip loss of frozen ostrich meat thawed by natural air convection during storage at different subzero temperature.

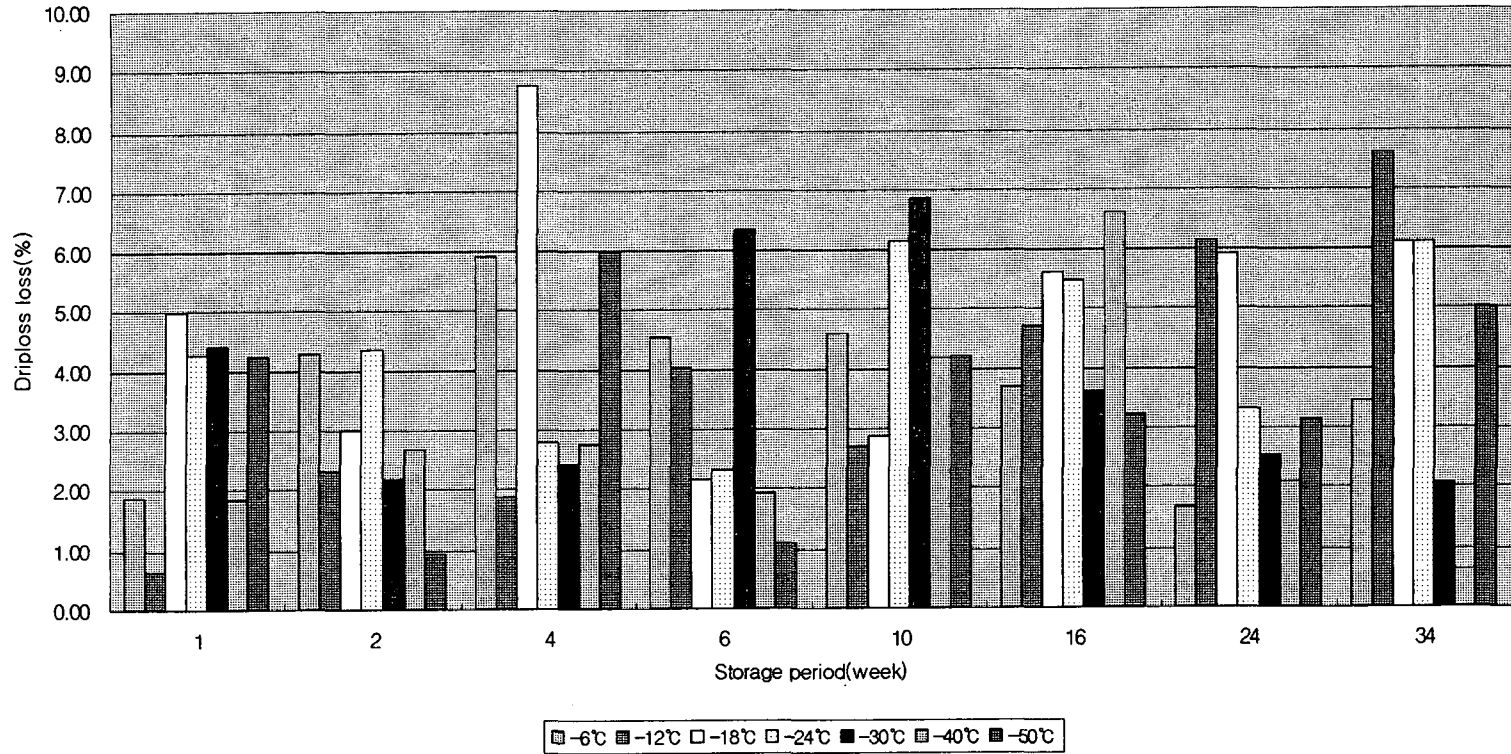


Fig. 31: Changes in drip loss of frozen ostrich meat thawed by water circulation during storage at different subzero temperature.

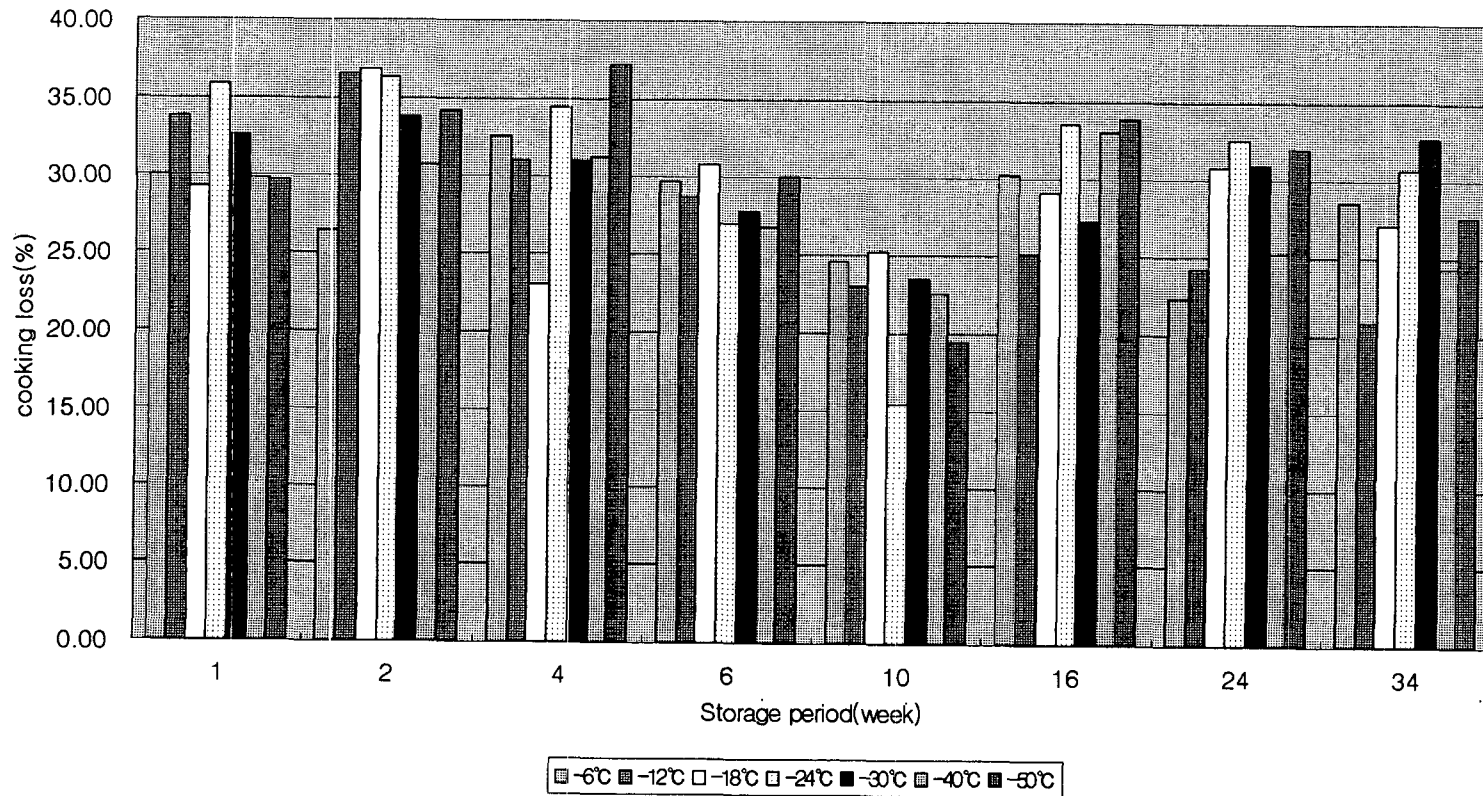


Fig. 32: Changes in cooking loss of frozen ostrich meat thawed by natural air convection during storage at different subzero temperature.

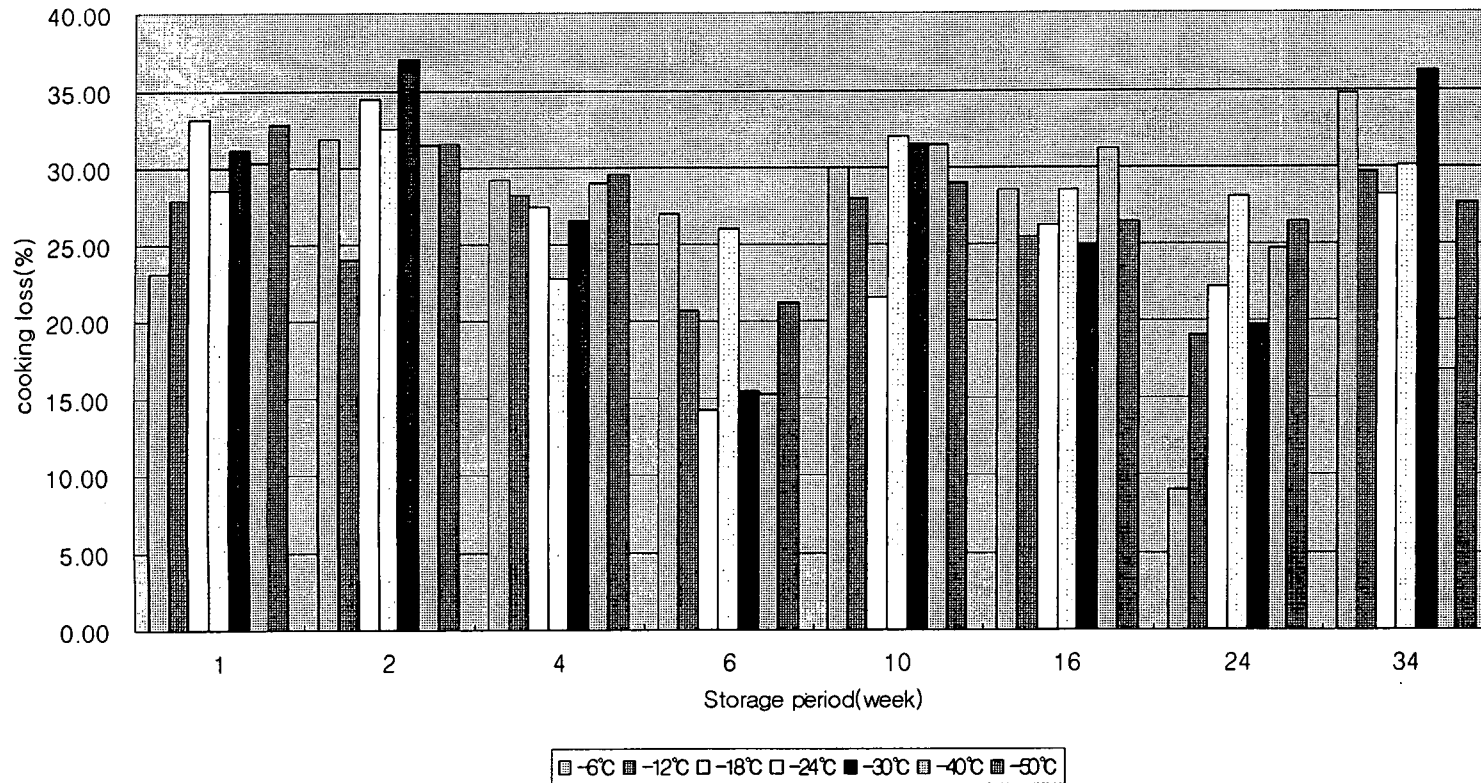


Fig. 33: Changes in cooking loss of frozen ostrich meat thawed by water circulation during storage at different subzero temperature.

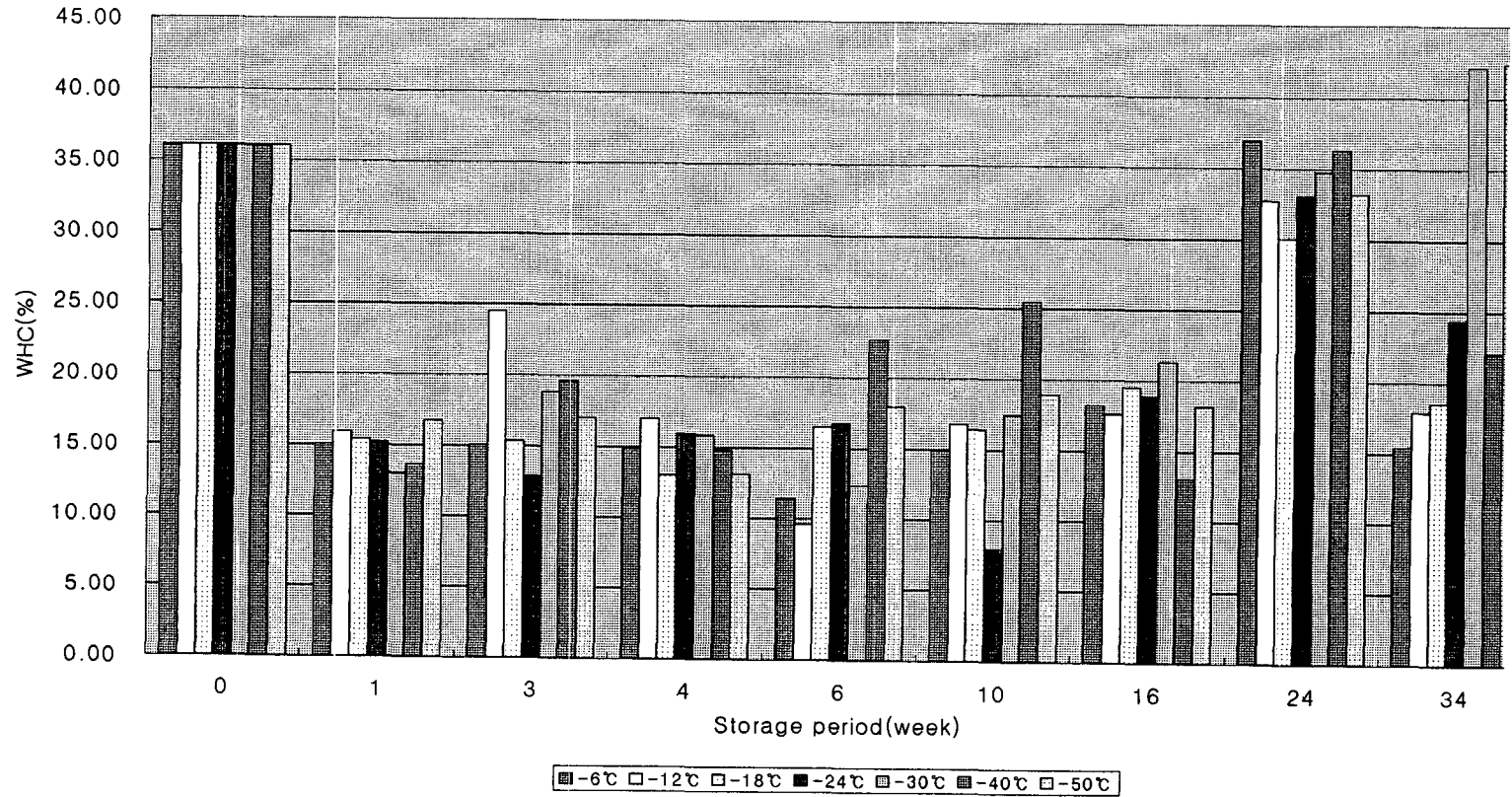


Fig. 34: Changes in WHC of frozen ostrich meat thawed by natural air convection during storage at different subzero temperature.

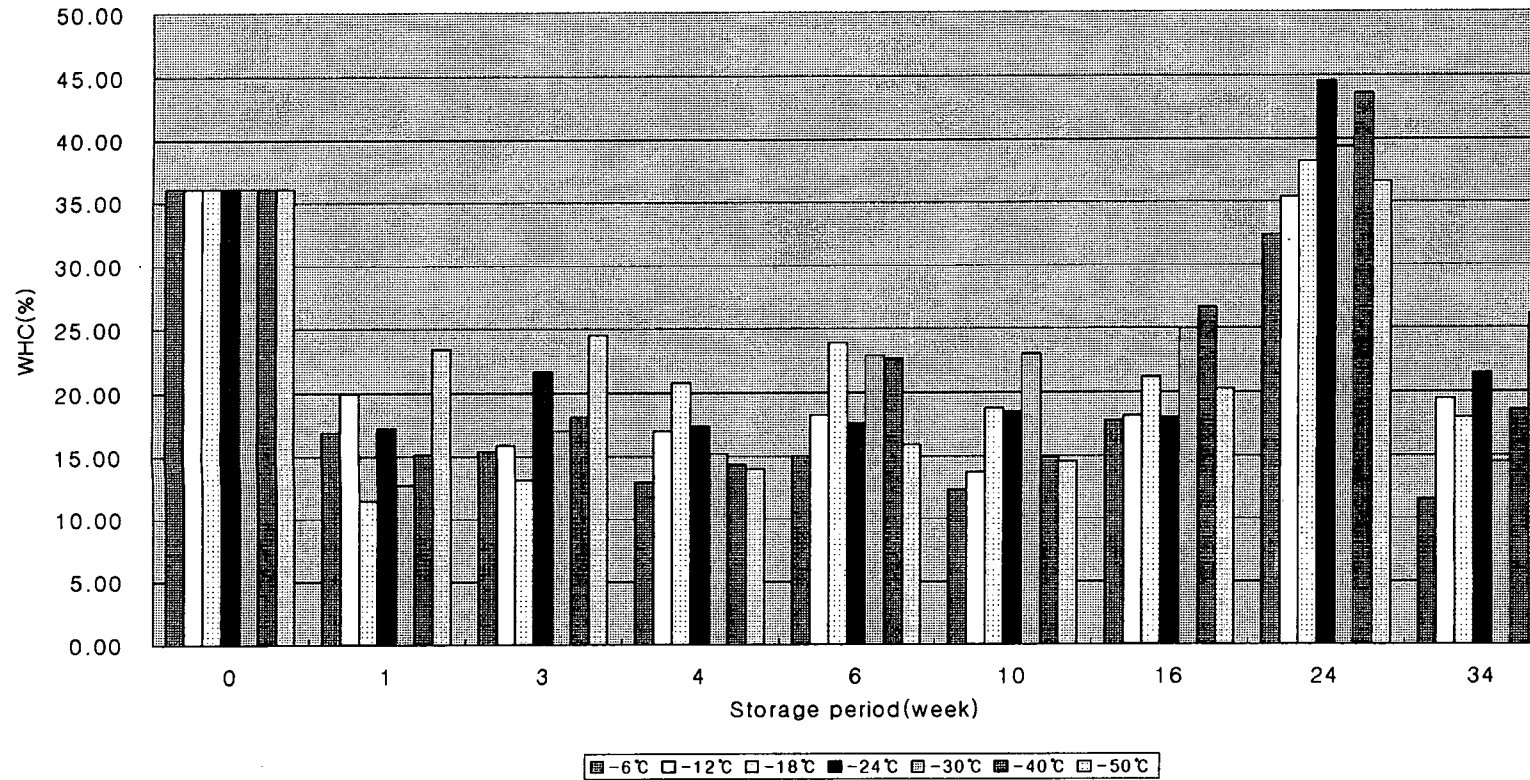


Fig. 35: Changes in WHC of frozen ostrich meat thawed by water circulation during storage at different subzero temperature.

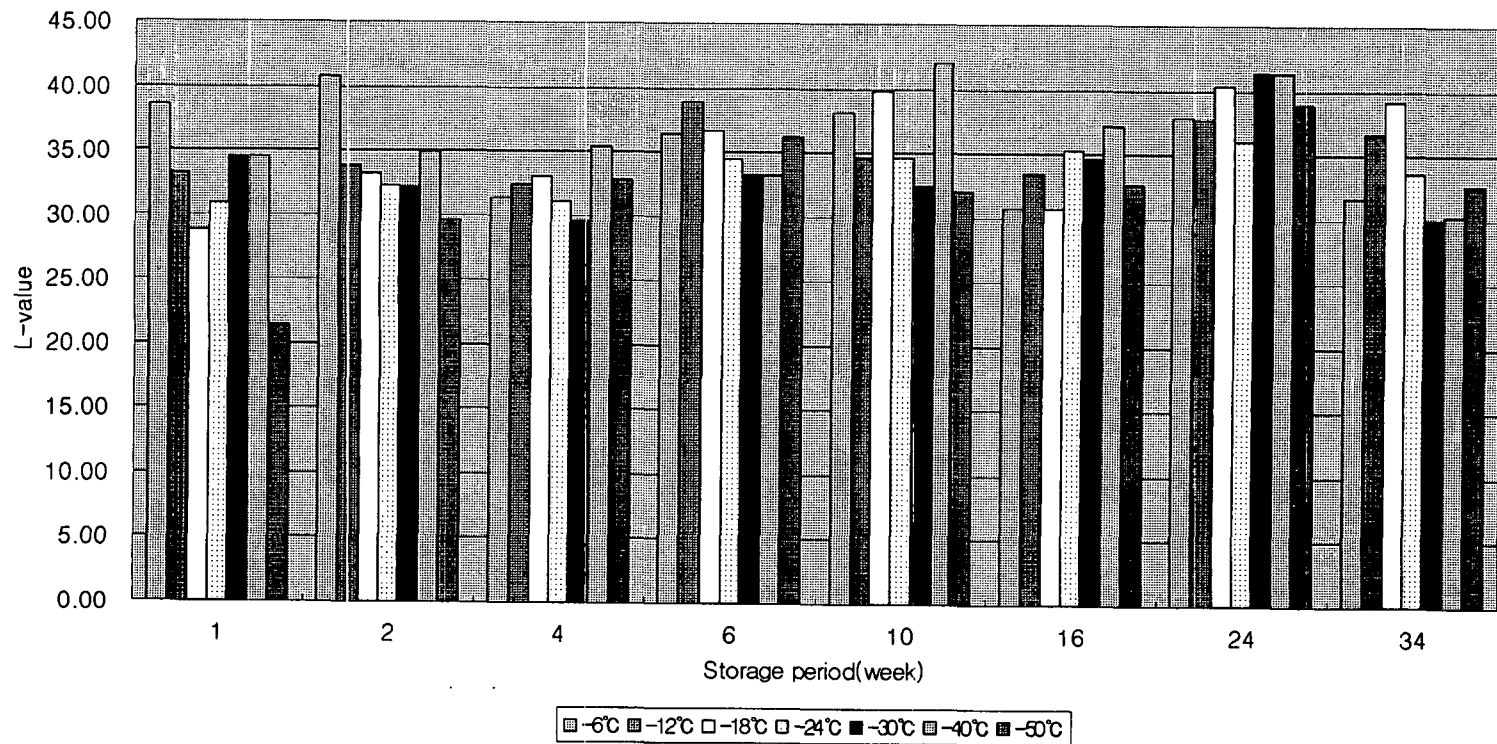


Fig. 36: Changes in L-value of frozen ostrich meat thawed by natural air convection during storage at different subzero temperature.

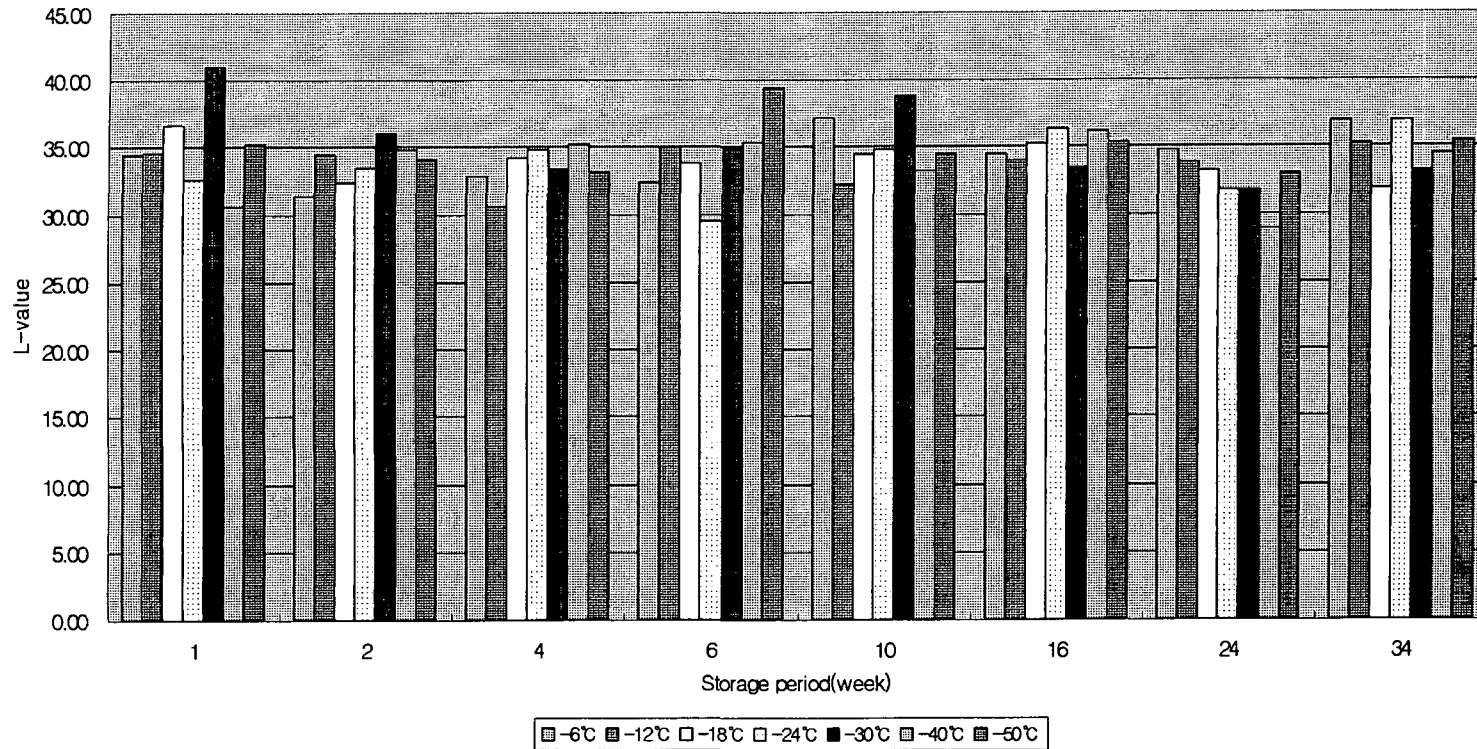


Fig. 37: Changes in L-value of frozen ostrich meat thawed by water circulation during storage at different subzero temperature.

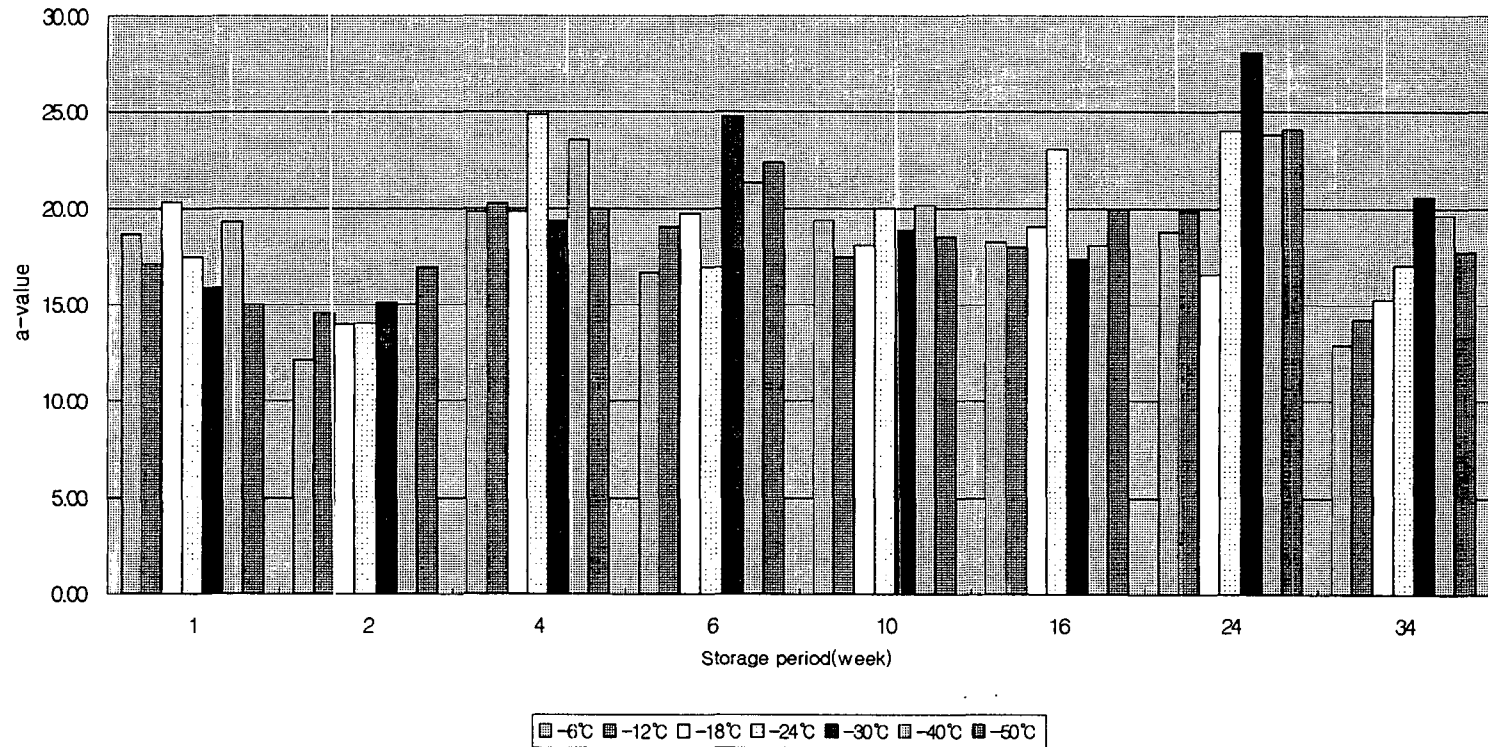


Fig. 38: Changes in a-value of frozen ostrich meat thawed by natural air convection during storage at different subzero temperature.

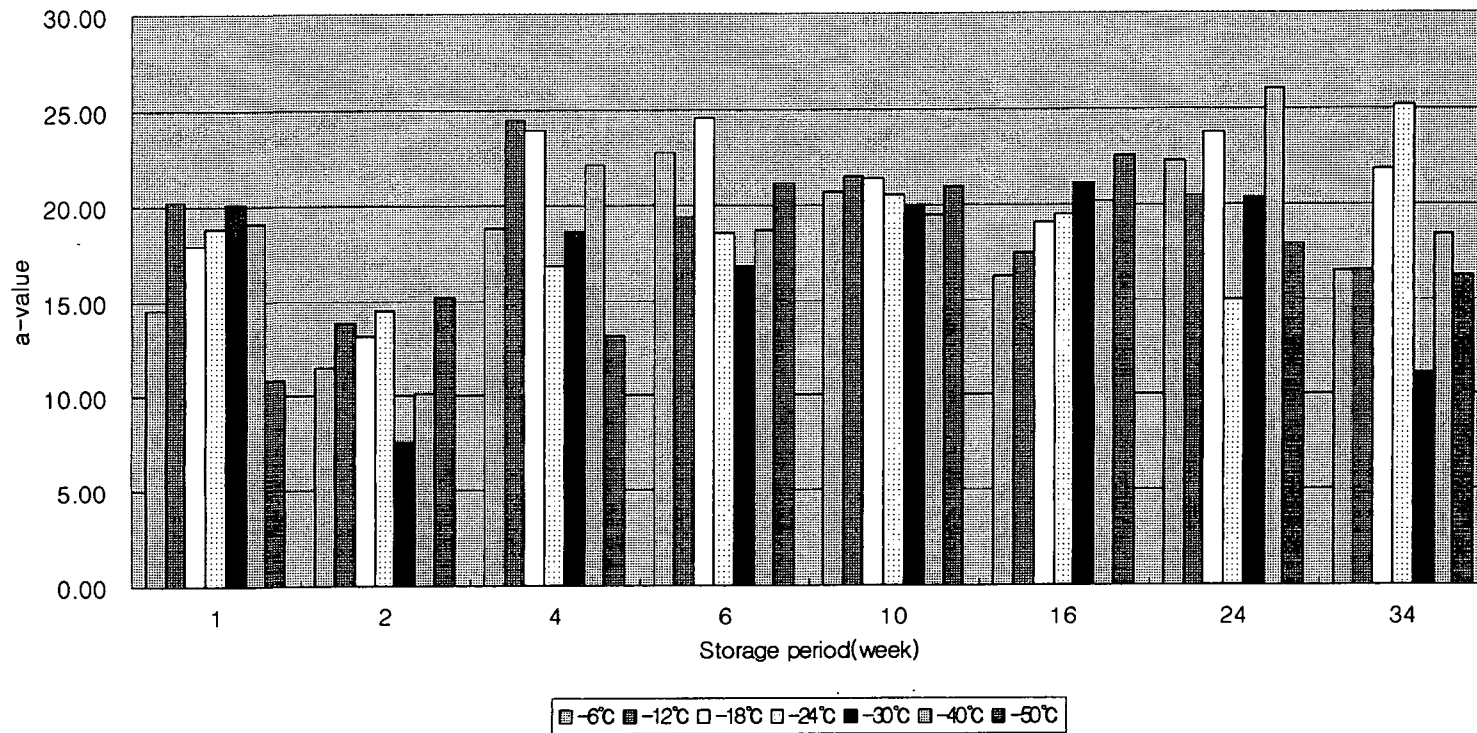


Fig. 39: Changes in a-value of frozen ostrich meat thawed by water circulation during storage at different subzero temperature.

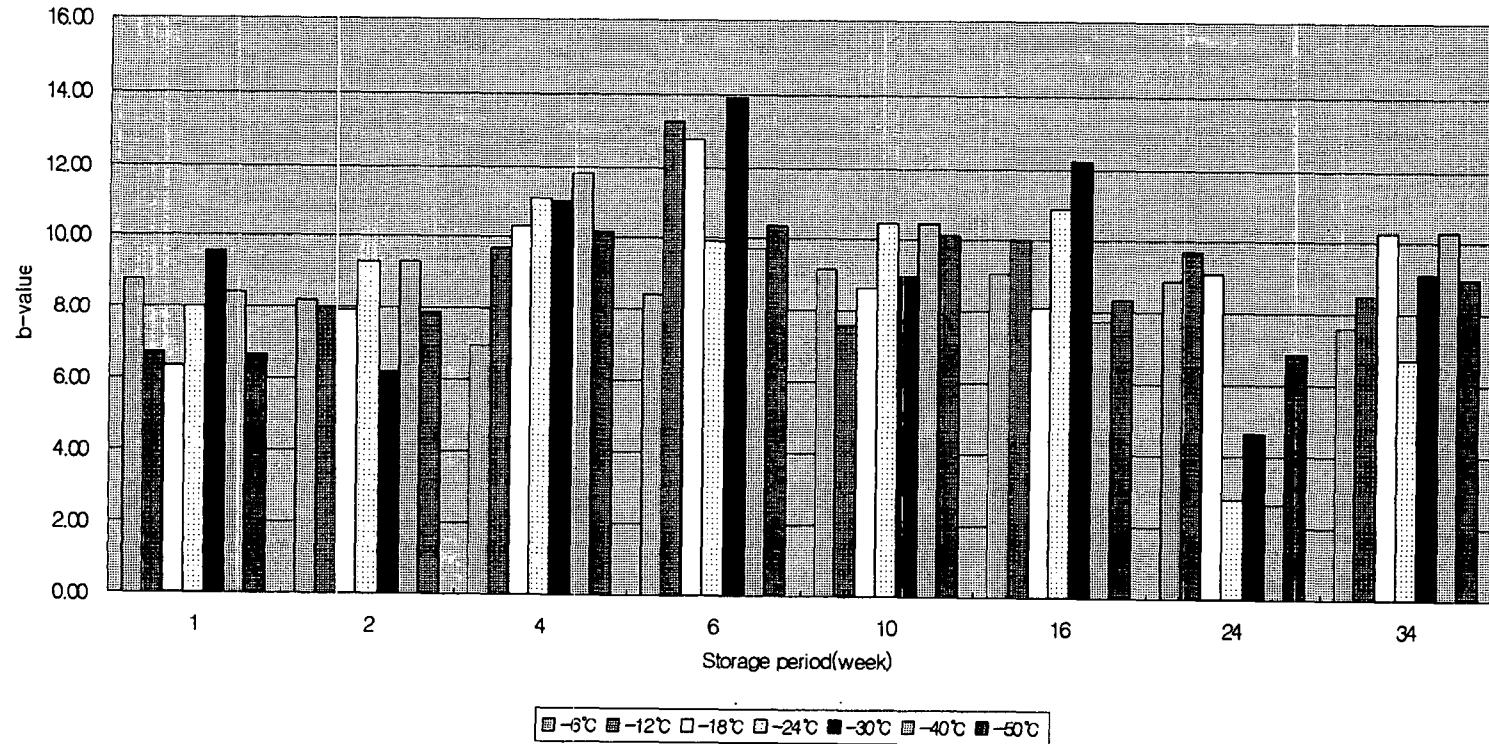


Fig. 40: Changes in b-value of frozen ostrich meat thawed by natural air convection during storage at different subzero temperature.

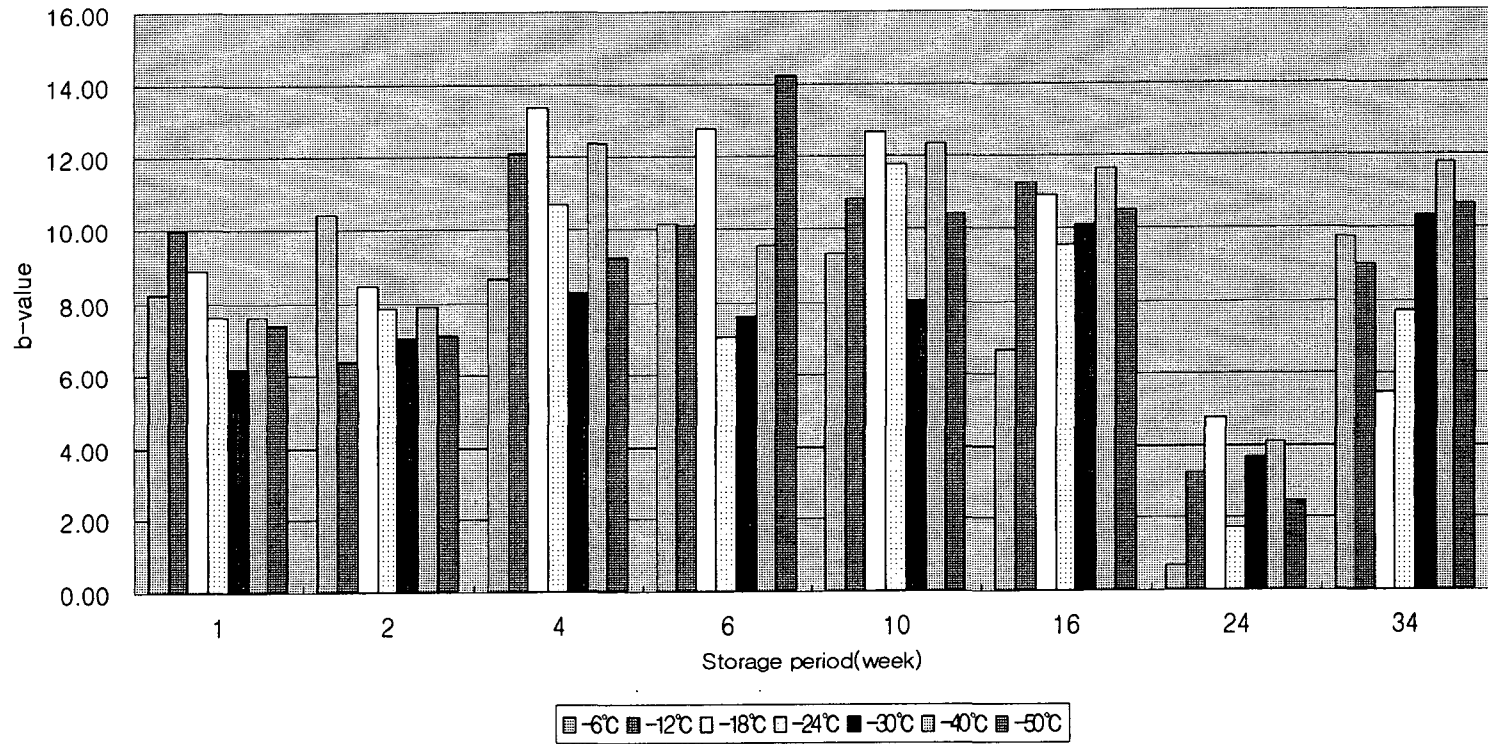


Fig. 41: Changes in b-value of frozen ostrich meat thawed by water circulation during storage at different subzero temperature.

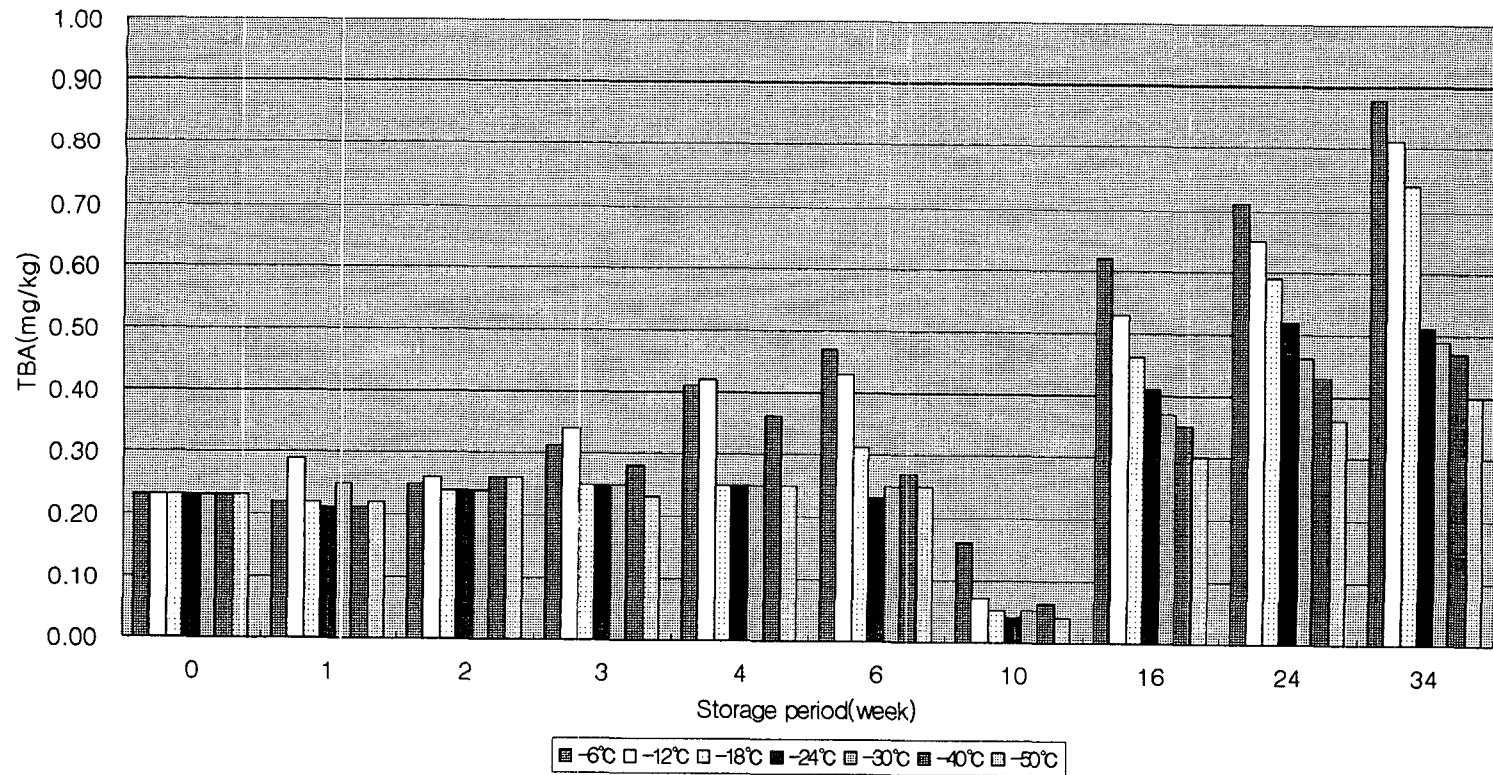


Fig. 42: Changes in TBA of frozen ostrich meat thawed by natural air convection during storage at different subzero temperature.

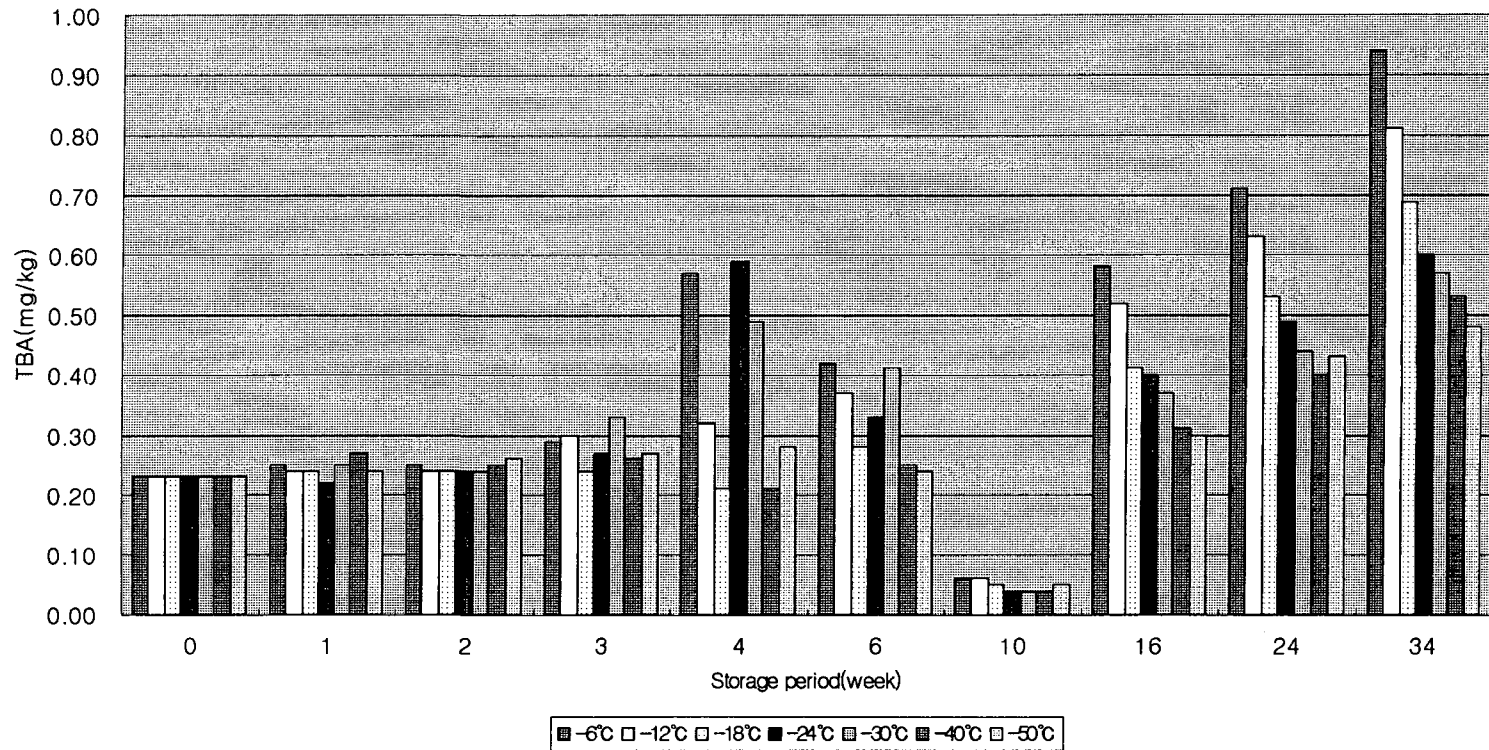


Fig. 43: Changes in TBA of frozen ostrich meat thawed by water circulation during storage at different subzero temperature.

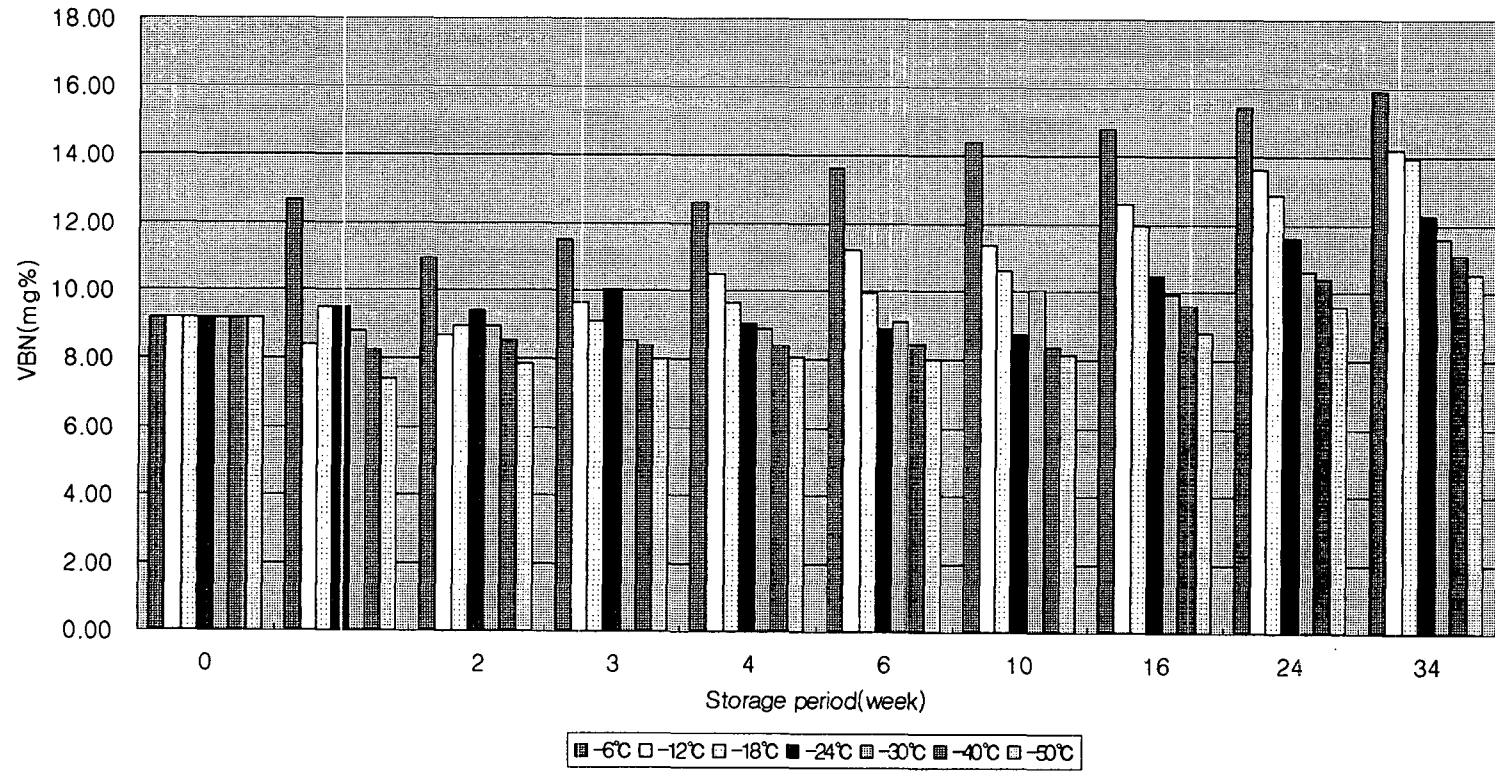


Fig. 44: Changes in VBN of frozen ostrich meat thawed by natural air convection during storage at different subzero temperature.

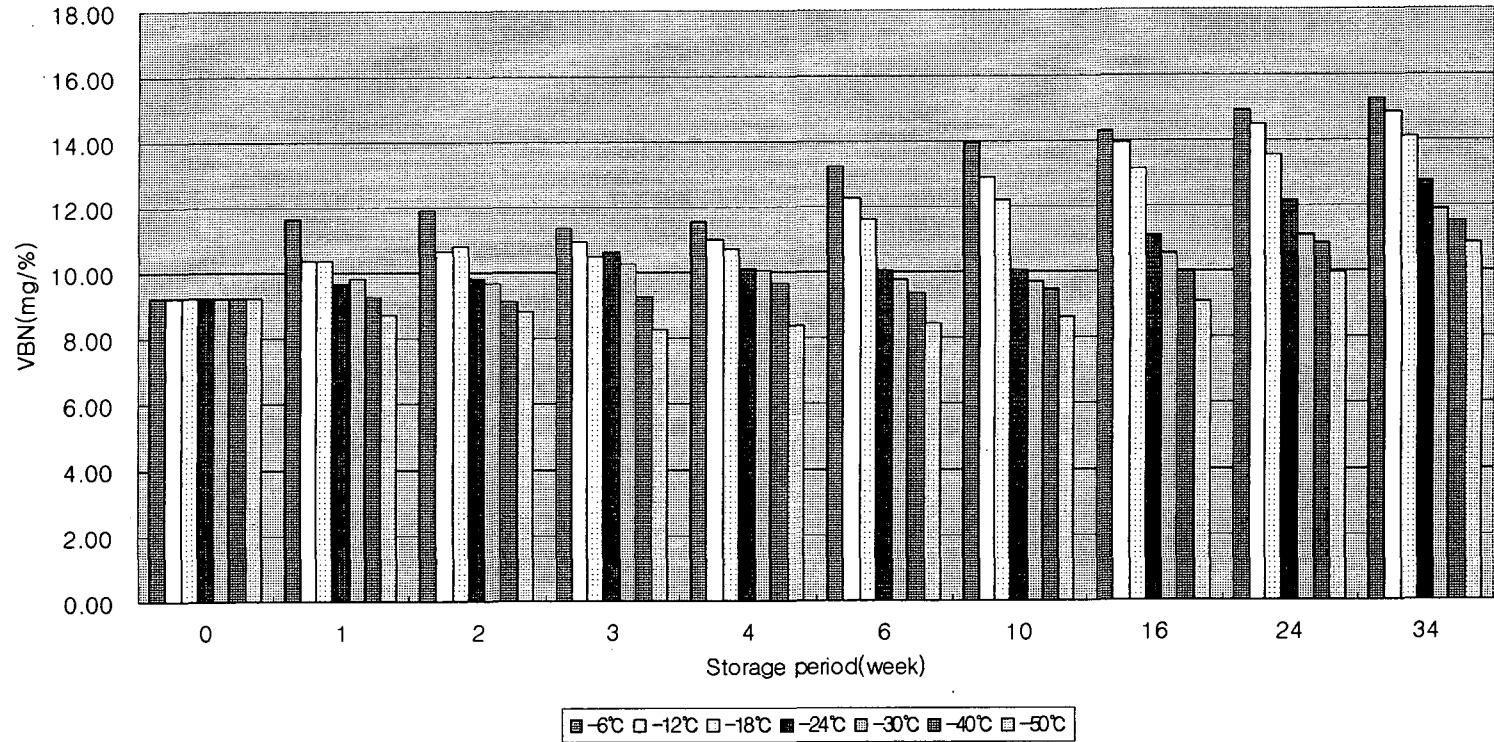


Fig. 45: Changes in VBN of frozen ostrich meat thawed by water circulation during storage at different subzero temperature.

11. 세제첨가량 및 수적시간이 탈지과정에 미치는 영향

본 연구에 사용된 제혁공정은 (주)대영이 쇠가죽 제혁공정에 활용되는 방법을 기초로 수행하였다. 일반적으로 염장피에서 지방질의 함량은 축종에 따라 다르게 나타난다(한 등, 1999). 우피의 경우 지방질이 1.5%, 돈피의 경우 33.5%를 나타내고 있었다. 국내산 타조 원피의 문제점은 박피공정시 다량의 지방층이 원피에 흡착되어 있었다. 따라서 타조피의 제혁공정중 가장 커다란 문제점으로는 탈지공정이 어려운 과제로 제시된다. 따라서 1차적으로 제혁공정중 탈지공정이 매우 중요하여 deliming agent를 각기 다른 농도를 첨가한 후 deliming 시간을 24시간까지 지속시켜 지방의 제거과정을 연구하여 그 결과를 아래 Table 에서와 같이 얻었다. Deliming 초기에 hide에 흡착되어 있는 지방함량은 $36.6 \pm 7.2\%$ 로서 우피, 돈피, 양피보다 높게 나타났다. 일반적으로 우피에 첨가하는 세제를 5 g 첨가하는 기준으로 deliming 시간에 따른 탈지과정은 매우 미비하게 진행되었다. deliming time 24시간 이후 타조피에는 21.4%의 지방이 함유되어 있었다. 탈지과정은 세제의 첨가량에 따라 달라지는데 10g을 첨가하였을시 24시간동안 deliming 하였을시 9.2 g으로 5 g에 비해 약 2배 이상 빨라졌다. 또한 20 g을 첨가하였을때는 더욱 가속화 하여 12시간 후에 6.6%를 나타냈고 24시간 후에는 4.3%로 5 g에 비해 5배 정도 가속화되었다. 그러나 탈지공정을 가속화 시키기위해서는 온도와 세제를 이용한 pH 조절이라고 알려져 있지만 온도의 상승은 collagen의 변성을 초래해 가죽의 품질에 변화를 야기시키며 또한 높은 pH는 다량은 단백질을 팽윤시켜 용출시키는 어려움이 제기된다고 한다.

12. 유성 공정시 pH 변화에 따른 타조피의 Cr-잔류량

크롬유성에 영향을 미치는 요인으로는 pH, 착염의 성질, 농도 및 온도라고 알려져 있다. 그중 Cr의 유제액의 pH는 유성공정에서 가장 중요한 요인으로 작용하는데(한 등, 1999) 본 연구에서는 Cr-유제액의 pH를 각기 달리하여 유성 공정이 진행되어 Cr이 실제로 단백질과 결합을 하는 정도를 측정하였다. F-AAS 방법으로 측정 한 유성 가죽의 Cr 함량은 Table 26에 나타내었다. 유제액의 pH를 2.5로 설정하여 tanning을 수행한 경우 Cr의 함량은 124.27 ppm으로 측정되어 실험에 사용된 3개의 pH 영역에서 가장 높은 Cr 함량을 나타내었다. pH 3.0에서는 83.93으로 Cr양은 pH 2.5에 비해 감소하였고 유제액의 pH를 3.5로 조절하였을 경우 흡착된 Cr 함량은 65.24로 낮아져 타조 가죽의 tanning 공정에서도 유제액의 pH 조절이 Cr 흡착 및 가죽의 품질에 결정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 25: The residual fat contents in Ostrich hides depending on added delimiting agent and delimiting time

Delimiting time (h)	Residual Fat Contents (%)		
	Delimiting agent added (g)		
	5	10	20
0	36.6±7.2	36.6±7.2	36.6±7.2
6	35.5±3.3	27.7±3.6	20.1±3.7
12	30.7±2.8	16.7±2.4	6.6±0.9
24	21.4±3.1	9.2±1.5	4.3±0.4

Delimiting agent: Mixture of NaS+Ca(OH)₂

Table 26: Changes in Cr-content during tanning process with different pH

Cr content (ppm)	pH		
	2.5	3.0	3.5
	124.27± 48.62	83.93± 32.74	65.24± 21.32

제4장 요약

본 연구에서는 국내 타조산업의 정착화를 촉진시키고 타조사육농가들의 수익을 보장하며 국제경쟁력을 확보에 필요한 인프라를 구축하고자 타조의 도축공정 개발 및 육질분석, 저장조건 확립, 위생확보, 그리고 정육시스템 개발을 최우선으로 하여 실험을 수행하여 얻은 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 타조 도축 공정중 공정 시간 산출 도체의 pH 및 온도 변화

타조의 도축방법은 CO₂를 이용한 가스실신법을 활용하였고 도축의 과정은 크게 가스주입, 실신, 방혈, 털뽑기, 박피, 내장적출, 수세, 숙성 과정으로 분류하였는데, 1마리 도축하는데 소요되는 시간은 총 45 min으로 산출되었다.

도축전 타조 생체의 온도는 $39.52 \pm 0.97^{\circ}\text{C}$ 로 나타났고 pH는 7.02으로 측정되었다. 도축과정중 도체의 온도변화에 가장 크게 미칠 수 있는 과정은 내장적출이었고 이때 도체의 온도는 $35.10 \pm 1.17^{\circ}\text{C}$ 로 낮아졌다. 숙성 후 약 12시간이 지나면서 도체의 온도는 $10.3 \pm 2.56^{\circ}\text{C}$ 로 강하되었음을 알 수 있었다. pH의 변화 역시 빠르게 진행되었는데 내장 적출 후 pH는 5.98 ± 0.14 로 낮아졌고 실제로 12시간동안 저온에서 냉장 및 숙성후 발골과정에 들어갈 때 도체의 pH는 5.89 ± 0.12 를 나타내었다.

2. 타조육의 부위별 이화학적 특성

타조육의 부위별 일반성분 분석결과 수분은 75~77%정도 나타났고, 단백질은 20~22% 그리고 지방은 1.35~2.5% 로 나타났다. 부위별 성분의 비교결과 수분함량에서는 S10(*M. ferrotibialis medius*)이 77.05%로 가장 높게 나타났고

S2(*M. iliofemoralis*)가 75.21%로 가장 낮게 나타났다. 그러나 부위별 유의성은 발견되지 않았다.

Steak에 속하는 S1~S5와 filet로 구분되는 S6~S10간의 수분함량의 거의 차이가 없음을 알 수 있었다. 단백질 함량에서는 S5가 20.04%로 가장 낮은 함량을 나타내었고 S8이 21.95%로 가장 높은 단백질 함량을 나타내었다. 지방함량은 S7이 1.35%로 가장 낮았고 S1이 2.48%로 가장 높게 나타났다.

10개의 근육부위에서 가장 낮은 pH는 S3에서 5.87로 측정되었고 가장 높은 pH는 6.15로서 S1와 S6에서 각각 발견되었다. pH 6.0보다 높은 부위는 S1, S5, S6, S9로 나타나 DFD육과 같은 성질을 보여줄 수 있는 가능성을 제시하였고 S4와 S8그리고 S5, S9, S10간에는 유의성 있는 차이가 발견되지 않았고 그 외의 부위에서는 유의성 있는 차이점이 목격되었다.

타조 근육 부위별 비교에서 근절길이가 가장 길게 나온 부위는 S3로 $3.12\mu\text{m}$ 로 나타났고 가장 짧은 부위는 S2로 $1.35\mu\text{m}$ 였으며, 두 부위간 유의적인 차이가 발견되었다. 또한 steak와 filet로 용도별 구분에서는 steak가 $1.35\mu\text{m}$ 에서 $2.15\mu\text{m}$ 로 나타났고 filet부위에서는 $2.35\mu\text{m}$ 에서 $3.12\mu\text{m}$ 로 약간 높게 나타나고 있었다. 근육의 색소는 S2가 267 ppm으로 가장 높은 값을 나타내었고 가장 낮은 값은 S7으로 195.5 ppm으로 나타났다. 그 다음으로 가장 높은 색소함량을 나타낸 부위는 S1으로 265.5 ppm, S3가 235 ppm으로 뒤를 잇고 있었다. 또한 steak로 나타내는 S1~S5의 그룹은 filet으로 나타내는 S6~S10에 비해 총 색소함량이 다소 높은 것으로 나타나고 있다.

타조육 부위별 전단력은 S5에서 7.5 Kg으로 가장 높은 값을 나타내었고 그 다음으로는 S2로 6.2 Kg을 나타내었다. 가장 낮은 전단력은 S7으로 2.8 Kg으로 측정되었다. Steak와 filet간 전단력은 약간의 유의성 있는 차이를 보였는데, Steak로 활용되는 S1~S5는 최대 7.5 Kg과 최소 3.3 Kg을 나타내었고 filet로 활용되

는 S6~S10에서는 최대 5.5 Kg과 최소 2.5 Kg의 전단력을 보여주어 부위별뿐만 아니라 용도별에서는 차이가 있음을 알 수 있었다.

가열감량이 가장 큰 부위는 S10으로 37%에 달했고 가장 낮은 감량은 S1으로 28.5%였다. 그 다음으로 가열감량이 큰 부위는 S4, S9, S8순으로 나타나지만 유의적인 차이는 발견되지 않았다.

Lightness를 나타내는 L값의 경우 가장 높은 부위는 S7으로 42.35이었고 가장 낮은 값을 나타내는 부위는 S5로서 38.23을 나타내었다. 그러나 Steak에 속하는 S2, S3, S4, S5는 일반적으로 낮은 값을 나타내면서 상호간 그 유의적인 차이는 발견되지 못하였다. Redness를 나타내는 a값은 16.65로 S7에서 가장 높은 값을 나타내었고 가장 낮은 값은 S3로서 11.25를 보여주었다. 황색도를 나타내는 b값은 S7으로 3.87을 그리고 가장 낮은 값을 나타내는 부위는 S3로서 1.79로 나타냈다.

가장 높은 보수력을 나타낸 부위는 S1으로 55.5%였고 가장 낮은 보수력은 S4로 38.2%로 나타났다. Steak 부위에서 가장 높은 보수력은 S1이었고 가장 낮은 부위는 S4로 관찰되었다. Filet 부위 그룹에서 가장 높은 근육부위는 S10으로 55.4%를 나타내었는데 S1과는 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 또한 가장 낮은 근육부위는 S9으로 40.3%를 나타내었고 steak그룹에서 가장 낮은 S4와는 유의성 있는 차이가 발견되었다.

3. 타조지방 특성과 지방산 분석

타조지방은 외형적으로 매우 부드러우며 백색에서 황백색의 색을 띠고 있었다. 앞가슴에 축적된 지방층의 두께는 2.88 cm였고 배지방층은 5.33 cm로 매우 두꺼운 지방층을 형성하고 있었다. 특히 하복부 부위에서 가슴쪽은 4.96 cm로 가장

두꺼운 지방층을 형성하고 있었다. 특히 하복부에서 항문부위의 지방두께는 4.74 cm로 산란용 타조에게 있어서는 커다란 문제점으로 도출되었다.

타조지방의 경우 linoleic acid가 37.6%로 가장 높은 지방산 함량을 나타내고 있었고, 다음으로는 palmitic acid로 28.2%를 나타내고 있었다. Oleic acid는 18.7%였고 linolenic acid는 9.0%로 이상 4개의 지방산이 93.5%로 대부분을 차지하고 있었다.

4. 타조육의 아미노산 조성

전체적으로 아미노산 함량은 육 100g중 Lys이 4.355 mg으로 최대값을 나타내었고 Tyr이 0.454 mg으로 최소량으로 분석되었다. 황을 함유하고 있는 Cys와 Met는 각각 0.928 mg과 1.565로 나타났다. 적색육간 비교에서 타조육의 Ser, His, Arg, Thr, Pro, Tyr, Met, Cys, Ile, Phe, Lys 등 11개 아미노산이 우육에 비해 높은 함량을 나타내었고 돈육과의 비교에서는 Ser, Gly, His, Arg, Thr, Pro, Met, Cys, Tyr, Ile, Phe, Lys 등 12개의 아미노산이 높은 함량을 나타내었다. 또한 송아지고기와의 비교에서는 Ser, His, Arg, Thr, Pro, Met, Cys, Ile, Phe, Lys 등 11개의 아미노산의 함량이 높았다. 또한 필수아미노산을 선택하여 비교하였을 때 타조육은 Val과 Leu을 제외하고는 보다 높은 함량을 나타내었다.

5. 타조육내 미량원소 및 중금속 분석

본 연구에서 검사한 미량원소 7가지(Zn, Fe, Cu, K, Ca, Mn, Mg)중에서 가장 많이 함유되고 있는 원소는 K이었다. 그 다음으로는 많이 함유되어 있는 미량원소는 Ca이었으며 Fe이 그 뒤를 이어 가장 많이 함유되어 있었다. 타조육내 사육 환경이나 사료에 의해 오염가능성이 있는 중금속(Pb, Cd, Hg)의 성분분석결과 FAA-Spectroscopy 측정범주 내에서는 발견할 수 없었다.

6. 타조 도체의 정육 및 지육률 산출

타조의 도축과정에서 나타나는 각각의 도축단계별 감량변화에서 가스질식 후 심장부위의 동맥을 절개한 후 방혈되는 양은 생체대비 약 4.8 %의 감량을 나타내었다. 깃털제거량은 1.8 ± 0.8 kg을 나타내었고 머리제거시 0.7 kg의 감량 효과를 나타내었다. 타조 skin은 10.3 ± 1.3 kg으로 나타났다. 내장적출시 감량은 약 32.8 ± 1.1 kg으로 전체 무게에서 28.9%에 해당되었고 지육율과 정육율은 각각 49.3%와 34.8%로 나타났다.

7. 항생물질 투여에 따른 타조육의 이화학적 정상 변화

항생물질 첨가사료를 섭취한 대조구에서 근육의 pH는 5.86 ± 0.06^b 이었으며, 처리구들의 pH는 최소 5.81 ± 0.02^b 에서 최대 6.05 ± 0.49^b 를 나타내어 항생제의 첨가에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다($p < 0.05$). 대조구 A의 간은 6.12 ± 0.06^a 의 pH를 나타내고 처리구들의 pH도 $6.12 \pm 0.06^b \sim 6.26 \pm 0.32^a$ 로 유의차는 없었다($p < 0.05$).

간 표면의 육색 중에서 L-value는 대조구 A가 34.03 ± 2.13^a 로 측정되었고, 처리구 B~E는 $32.84 \pm 2.59^a \sim 34.48 \pm 1.29^a$ 로 측정되었다. b-value는 $7.42 \pm 0.82^{ab} \sim 7.81 \pm 0.91^b$ 로 측정되어 유의적인 차이가 없는 것으로 보였다. 하지만 a-value는 대조구 A가 12.35 ± 1.78^a 를 나타내는 반면, Incubation period 1일 후 도축한 처리구 B의 간표면은 7.5 ± 0.75^b 까지 낮아졌다. 간의 적색도는 이후 점차 증가하여 첨가사료 급여 후 14일 후 도축한 처리구 E의 경우에는 11.2 ± 1.05^a 로 측정되어 대조구와 유의성 차이가 없었음을 알 수 있었다($p < 0.05$).

간 절단면의 육색의 변화는 처리구 B~E의 L-value는 $27.51 \pm 3.46^c \sim 33.55 \pm$

1.62^a로 측정되어 대조구 A의 32.81±3.75^a와 유의적인 차이가 보이지 않았지만, a-value는 대조구 A가 11.55±1.79^a를 나타낸 반면 incubation이 지남에 따라 처리구 B~E는 13.01±0.98^b에서 18.22±0.87^c까지 증가하였다. b-value는 대조구 A가 10.4±0.91^b를 나타낸 반면 처리구 B~E는 10±0.67^b에서 6.19±1.3^c까지 감소하는 것을 볼 수 있었다(p<0.05).

근육의 육색의 변화를 나타낸 것으로서 처리구 A의 L-value는 31.32±2.28^a, a-value는 22.67±3.05^a, b-value는 7.78±0.43^a를 나타내었고, 대조구 B~E의 측정 결과 L-value가 29.99±3.06^a~32.5±1.08^b, a-value는 20.83±1.78^{ab}~22.66±2.56^a, b-value는 7.73±0.34^a~8.77±0.18^a로서 모두 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(p<0.05).

일반 사료 및 항생제 첨가 사료 급여 후 도축한 타조의 가열감량은 처리구 B~E의 가열감량은 32.8±5.8~37.7±5.4%의 변화량을 나타내어 대조구 A의 가열감량인 35.60±7.7%와 유의적인 차이가 없었다(P<0.05).

대조구의 경우 45.5±3.6^{bc}%이었고 처리구 B~E의 경우도 42.7±3.8^{bc}~48.6±3.2^a%로서, 항생제의 섭취 유무에 따른 보수력의 차이에는 유의성이 없었다(P<0.05).

대조구의 TBA가는 0.62±0.25^{ab}이었고, 처리구 B~E의 경우는 0.43±0.06^c에서 0.72±0.13^a로서, 항생제의 섭취 유무에 따른 유의성의 차이는 거의 없었다(P<0.05).

대조구의 VBN가는 10.41±3.24^bmg%이었고, 처리구 B~E의 VBN가는 10.26±1.8^b~13.17±3.89^amg%으로 측정되었는데 모두 20mg% 이내로 나타났다.

8. 타조육내 잔류항생물질 검사

타조육 내 잔류정도는 합성항균제로 사용되는 설파제는 계류시간의 정도와 관계 없이 기준치 이상으로 검출되었음을 알 수 있었고 aminoglycoside계는 기준치 이하로 검출되어 있었다. 육에 있어서 항생물질 투여기간 동안 대조구로 사용된 타조에서는 모두 기준치 이하로 나타났다. 사료투여기간 또한 간의 경우 전 계류 기간동안 설파제나 aminoglycoside계 잔류항생물질의 검출은 기준이하로 나타났으며 대조구에서는 모두 검출되지 않았다. 지방에 축적 가능성에 대해 조사한 결과에서는 계류 1일을 제외하고는 설파제나 aminoglycoside계 잔류항생물질 모두 기준치 이상으로 검출되었다.

9. 냉장저장 방법 및 저장기간에 따른 타조육의 품질변화

타조를 도살한 직후 타조육의 pH는 5.89를 나타내었다. 저장온도(0℃, 5℃, 10℃) 및 저장기간에 따른 타조육의 pH 변화는 최소 6.01과 최대 6.85을 나타내었다. 진공포장하여 0℃에 저장한 타조육에 있어서 육의 pH 변화는 거의 없는 것으로 나타나 저장온도는 pH 변화에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 그러나 MAP 방법에 따른 pH는 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 5℃저장에서는 0℃에서와 유사한 경향을 나타내었으나 진공포장시 저장 4일째와 28일의 경우 유의성이 인정되었다. MAP 방법의 결과 역시 0℃에서의 결과와 유사하여 pH의 변화가 진공포장 방법보다는 증가하였다.

타조의 도축 후 포장직전 측정된 육즙 삼출량은 1.56 %으로 나타났다. 포장방법과 저장온도에 따른 육즙삼출량은 저장온도보다는 저장기간에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 최소삼출량은 0℃에서 2일간 MAP방법으로 저장한 타조육으로 0.66%를 나타내었고 최대삼출량은 진공포장되고 5℃에서 28일간 저장한 타조육에서 5.59%로 산출되었다. 저장기간이 증가할수록 삼출량은 증가하였는데 저장달

기에 발생한 삼출량은 저장초기보다 약 2~3배의 증가량을 보여 주었다. 또한 포장방법간 비교에서는 진공포장보다는 MAP에서 삼출량이 다소 낮은 것으로 나타났다.

가열감량의 정도는 저장기간에 따라 다소 증가하는 경향으로 나타났다. 0℃에 저장한 타조육의 경우 포장방법에 따른 감량의 차이는 저장기간별로 약간의 변화를 발견할 수 있었다. 진공포장한 육은 저장 2일째 31.93%의 가열감량을 나타내었고 이후 7일까지 증가하다가 14일 경우 30.1%를 나타내어 유의성 있는 결과로 산출되었다. MAP포장한 시료에서는 14일의 21.8% 최소값과 2일째의 38.5% 최대값을 얻었는데 통계적으로 다소 유의성이 인정되었다. MAP 포장이 진공포장 방법에 비해 가열감량이 낮은 것으로 나타났다.

VBN의 변화는 저장기간과 저장온도 그리고 저장방법에 따라 크게 좌우되고 있었다. 0℃ 저장시 진공포장한 타조육은 저장 2일에 9.8mg%를 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 다소 증가하였는데, 저장 28일째에는 15.6 mg%로 증가하였다. 그러나 MAP 포장에서는 저장 14일까지 진공포장한 타조육의 결과와 유사하였지만 28일에는 16.5 mg%로 급격히 증가함을 알 수 있었다. 5℃에 저장한 시료의 경우 0℃에와 같이 증가하는 경향을 나타내었는데 그 증가폭이 0℃에 비해 높았다. 진공포장의 경우 저장 2일에는 10.3 mg%를 나타내었고 이후 증가하였는데, 28일에는 19.5 mg%에 도달하였고 MAP에서는 저장 14일에 13.5 mg%으로 증가하였고 저장 28일에 30.2 mg%로 이미 신선도를 나타내는 한계선을 초과하였다.

L-value의 경우 저장기간에 따른 변화는 거의 발견되지 않았다. 그러나 적색도를 나타내는 a-value에서는 저장기간과 저장방법에 따라 약간의 차이를 발견할 수 있었다. 0℃에서 진공포장한 상태로 저장한 시료의 경우 저장 초기인 2일에는 15.01을 나타내었고 이후 28일에는 15.81을 나타내어 약간의 증가량을 나타내었

지만 유의성 있는 차이는 없었다.

타조를 도축한 후 정육상태에서 측정된 일반생균수는 3.4×10^3 cfu/g으로 나타났다. 생균수는 저장기간과 온도 그리고 저장방법에 따라 크게 좌우되었는데 0°C에 저장한 타조육의 경우 진공포장이 MAP 방법보다 미생물의 증식을 억제하는데 효과를 보여주었다. 진공포장의 경우 저장초기 2일에 3.24×10^3 으로 미생물의 증식은 지연되어 저장 7일까지 2.95×10^3 cfu/g으로 그 효과가 나타났다. 그러나 저장 14일에는 7.2×10^4 cfu/g으로 증가하였고 28일에는 6.30×10^5 cfu/g으로 증가하였다. 동일한 온도에서 MAP 방법으로 포장한 타조육의 경우 미생물의 증식 속도는 저장 7일까지 진공포장한 육에서와 유사하였으나 저장 14일 1.32×10^5 cfu/g으로 증가하였고 28일에는 9.55×10^7 cfu/g으로 증가하여 부패단계에 진입하였음을 알 수 있었다. 유산균의 증식은 일반생균수 검정에서와 같이 저장온도와 저장기간에 따라 그 집락균수가 달라지고 있었다. 본 연구에서 나타난 대장균균수는 대부분의 조건에서 10^2 cfu/g을 나타내어 위생적인 상태에 도축되고 유통될 수 있음을 알 수 있었고 식중독 균인 *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria*는 저장온도와 포장방법 그리고 저장기간등 본 연구에서 사용된 저장조건에서 검출되지 않았다.

10. 냉동저장 및 해동방법에 따른 타조육의 품질변화

pH는 저장기간에 따라 다양한 결과를 보여주었는데 저장초기에 비해 변화가 없는 상태를 나타내었다. 이러한 경향은 모든 저장온도대에서 발견되었으며 해동방법에서도 유의성 있는 차이점을 발견 할 수 없었다.

자연대류 해동방법으로 해동시킨 타조육에서 -6°C에서 저장한 타조육은 저장 1주후 1.88 %를 나타내었고, 2주째에는 4.29%로 증가하였다. 이후 4주째에는 5.93%로 증가하였지만 6주, 10주, 16주, 24주, 그리고 34주차에서는 감소하는 것

으로 나타나는 현상을 목격하였다. 또한 -12°C 에서는 지속적으로 증가하는 추세를 보여주었고 -30°C 에서는 값이 매우 작은 범위에 놓여 있었다. 또한 -50°C 에서는 초기에 4.25%를 나타내었지만 그러나 34주차에서는 5.01%로 저장1주차와 큰 차이를 보여주지 않았다. 이러한 현상은 유수해동 방법으로 해동한 타조육에서도 나타났는데, 전반적으로 대부분의 drip loss는 2%에서 6% 사이에 놓여 있었다.

냉동 타조육을 해동 및 가열시킨 후 그 변화량을 측정한 결과 저장온도에 따른 가열감량의 변화는 거의 차이가 없음을 알 수 있었다.

냉동타조육의 해동방법과 저장온도 및 저장기간에 따른 보수력 변화는 거의 발견하지 못하였다.

지방의 산패도를 나타내는 방법으로 사용한 TBA가 변화는 저장온도가 실제로 영향을 미치는 것으로 나타났으며 자연대류 해동방법으로 해동시킨 타조육의 지방산패도는 유수해동방법으로 해동시킨 시료보다 낮은 변화도를 보여주고 있어 해동방법이 지방의 산패에도 영향을 미치는 것으로 발견되었다. TBA는 저장기간에 따라 변화되는 정도를 다음의 수학적 등식으로 나타낼 수 있었다.

$$\ln Y_{TBA} = \ln a + b \cdot \ln t \quad (\text{eq. 7})$$

Y_{TBA} : TBA-value(mg/kg), a and b : system constants, t : storage period(week)

VBN가는 TBA 결과에서의 값이 저장기간과 온도에 따라 변형되고 있었다. 즉, 저장온도가 낮을수록 VBN의 변화는 적었으며, 온도가 높을수록 VBN은 증가하는 것으로 나타났다 저장기간에 따른 VBN-가의 변화를 그래프로 나타내어 그 상관관계를 수학적으로 제시하면 TBA-가 측정에서와 같이 유사하게 나타낼 수 있었다.

$$\ln Y_{VBN} = \ln a + b \cdot \ln t \quad (\text{eq. 8})$$

Y_{VBN} : VBN-value(mg/kg), a and b : system constants, t : storage period(week)

11. 세제첨가량 및 수적시간이 탈지과정에 미치는 영향

타조 피로부터 탈지과정은 세제의 첨가량과 수적 시간에 따라 좌우되었다.

12. 유성 공정시 pH 변화에 따른 타조피의 Cr-잔류량

유제액의 pH를 2.5로 설정하여 tanning을 수행한 경우 Cr의 함량은 124.27 ppm으로 측정되어 실험에 사용된 3개의 pH 영역에서 가장 높은 Cr 함량을 나타내었다. pH 3.0에서는 83.93으로 Cr양은 pH 2.5에 비해 감소하였고 유제액의 pH를 3.5로 조절하였을 경우 흡착된 Cr 함량은 65.24로 낮아졌다.

제5장 참고 문헌

- Agullo, E., Centurion, M.E., Ramos, V. and Bianchi, M.A.:
Denaturation of total pigments in red meat.
J. Food Sci., 55(1), 250, 1990
- A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical
Chemists, Washington, D.C., 1999
- Ayres, J.C.: The relationship of organisms of the genus
Pseudomonas to the spoilage of meat, poultry, and eggs
J. Appl. Bacteriol., 23, 471, 1960
- Bengtsson, N.E., Jakobsson, B. and Dagerskog, M.: Cooking of beef by oven
roasting: A study of heat and mass transfer.
J. Food Sci., 40, 1047, 1976
- Bissinger, K., F.W. Huchzermeyer and D.J. Verwoerd: Micromineral
concentration in liver and bone of South African farm
ostriches(*Struthio camelus*) at slaughter age.
In: The Proceedings of the Second International Scientific Ratite
Congress. p. 107, 1999
- Briskey, E.J. and Wismer-Pederson, J.: Biochemistry of pork muscle structure
1. Rate of anaerobic glycolysis and temperature change versus the
apparent structure of muscle tissue.

J. Food Sci., 26, 297, 1961

Braathen, O. S.: How to obtain best quality Ostrich meat, including stress and pH-levels.

Proceeding of EOA World congress, Holland, Nov. 20-21, 1997

Chin, K.B. and J.T. Keeton: Evaluation of diet and frozen storage on protein functionalities of ostrich muscle.

Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 20, 320-325, 2000

Davis, G.W., Smith, G.C., Carpenter, Z. L. and Cross, H.R.: Relationships of quality indicators to paratability attributes of pork loins.

J. Anim. Sci., 41, 1305, 1975

Eversole D.J.: Ostrich - A Healthy Choice.

The Ostrich News 16-18, 5. 1996

Fuelgriff, G.: Lebensmittel-Toxikologie.

Ulmer Verlag, Germany, 1989

Grau, R. and Hamm, R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel.

Naturwissenschaften, 10. 29, 1953

Hamm, R.: Biochemistry of meat hydration.

Advances in Food Research, 10, 335, 1960

- Hamm, R.: Water-holding capacity of meat in "Meat".
The Worth Press, London, 1974
- Herring, H.H., Cassens, R.G. and Briskey, E.J.: Sarcomere length of three
and restrained muscle at low temperature as related to tenderness.
J. Sci. Food Agric., 16, 379, 1965
- Hornikel, K.O., Fisher, C., Hamis, A. and Hamm, R.: Influence of post mortem
changes in bovine muscle on the water holding capacity of beef.
J. Food Sci., 46. 1, 1981
- Huchzermeyer, F.W.: Diseases of Ostriches and Other Ratites.
Agricultural Research Council, South Africa, 1998
- Jarvis, M.J.F.: Options for growth rates and slaughter ages.
In: The Proceedings of the Second International Scientific Ratite
Congress. p. 24, 1999
- Lambrechts H. and D. Swart: Ostrich Meat - The "Cinderella" of Red
meats? In: The Proceedings of the Second International Scientific
Ratite Congress. 1999
- Lan, Y.H., Novakofski, J., Carr, T.R. and MacKeith F.K.: Assay and
storage conditions affect yield of salt soluble proyein from muscle.
J. Food. Sci., 58(5), 963, 1993
- Ledward, D.A. and MacFariane, J.J.: Some observation on myoglobin and lipid

oxidation in frozen beef.
J. Food. Sci., 36, 987, 1971

Lover, J.D. and Pearson, A.M.: Lipid oxidation in meat products.
J. Am. Oil Che., Soc., 48, 547, 1971

Mellet, F.D., H.M. Boehmen and Fisher P.: Anatomy of the Ostrich -
including various meat cuts.
In: The Proceedings of the Second International Scientific Ratite
Congress. 1999

Noles, J.A., Shand, P.J., Patience, J.F., McCurdy, A.R. and Schaefer, A.L.:
Acid base status of stress susceptible pigs affects sensory quality of
loin roasts.
J. Food Sci., 58, 1254, 1993

Penny, I.F.: The effect of temperature on the drip, denaturation and
extracellular space of pork longissimus dorsi muscle.
J. Sci. Food Agric., 28, 329, 1977

Pollok, K.D., Miller, R.K., Hale, D.S., Angel, R., Blue-MacLendon, A.,
Baltmanis, B., Keeton, J.T. and Maca, J.V.: Quality of ostrich steak
as affected by vacuum-package storage, retail display and
differences in animal feeding regimen.
American Ostrich, April, 46, 1997

Ritchey, S.L. and Hosteler, R.L.: The effect of small temperature changes on

two beef muscle as determined by pannel scores and shear-force values.

Food Tech., 19, 93, 1965

Sales, J. and Mellet, F.D.: Post-mortem pH decline in different ostrich muscles.

Meat Sci., 42, 235-238, 1996

SAS: SAS User's Guide; Statistics, 5th Ed. SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA, 1985

Scharefer A.L., W.M. Robertson and D.A. Brereton: Carcass yield and meat quality of Ostrich under two different antemortem management regimes (II).

Final Report for the Canadian Ostrich Association, 1997

Senser, F. and H. Scherz: Der kleine "Souci-Fachmann-Kraut" Lebensmitteltabelle fuer Praxis.

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 1991

Terasaki, M., Kalkwa, M., Fuiita, E. and Ishii, K.: Studies on the flavour of meats. I. Formation and degradation of inosinic in meats.

Agric. Biol. Chem., 29, 208, 1965

Troutt, E.C., Hunt, D.E., Claus, J.R., Johnson, D.H., Kastner, C.L. and Stroda, S.: Chemical, physical and sensory characterization of ground beef containing 5 to 30 percent fat.

J. Food. Sci. Vol. 57, 25, 1992

Witte, V.C., Krause, G.F. and Bailey, M.E.: A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage.

J. Food Sci.,35,582, 1970

Voyle, C.A.: Sarcomere length and meat quality.

17th European Meeting of Meat Research Works, 1971

강종욱, 정규성, 조규석, 유상하: 한우육과 수입우육의 감별검사에 관한 연구.
한국축산학회지, 34, 121, 1992

김동훈: 식품화학, 탐구당, 1997

김일석, 이무하, 이종문, 유영모, 박범영, 김용곤: 한우 및 수입산 쇠고기 냉동 목심부위의 물리화학적, 미생물학적 및 관능적 품질 특성
한국축산식품학회지, 19(4). 324~330, 1999

박구부, 김영직, 이한기, 김진성, 김영환: 저장기간에 따른 육의 선도 변화. II. 우육의 선도변화.
한국축산학회지, 30, 672, 1988

박형기, 오홍록, 신현길, 김천제, 강종욱외 11: 식육의 과학과 이용.
선진문화사, 1994

변명우, 권중호, 조한옥, 이미경, 김종근: 감마선 조사에 의한 닭고기 의 이화학

적 특성 변화.

한국식품과학회지, 17, 186, 1985

이근택, 이국중, 윤찬석: 가스치환 포장된 한우육의 품질변화.

한국축산식품학회지, 19(1). 27~35, 1999

이의수: 도살후 PSE, RSE, RFN, DFD 돈육질 판별 및 측정에 관한 연구

석사학위, 건국대학교 1996

한국식품공업협회: 식품공전, p. 228, 1997

한광동, 김명용: 피혁공업화학

선진문화사, 1999

황종대: 돈육의 부위별 이화학적 특성에 관한 연구

석사학위논문, 건국대학교, 1999