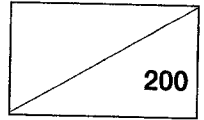


641.66,
L293A

최 종
연구보고서

GA0034-0975



19904423

수출전략형 돼지고기의 맛 최적화 연구

Study on the Improvement of
Pork Quality for Export

연구기관

한국식품개발연구원

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “수출전략형 돼지고기의 맛 최적화 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 11. 30.

총괄연구기관명 : 한국식품개발연구원
총괄연구책임자 : 강 통 삼
연 구 원 : 김 윤 지
연 구 원 : 성 기 승
연 구 원 : 김 영 봉
연 구 원 : 이 상 범
연 구 원 : 신 대 근
연 구 원 : 천 정 아
연 구 원 : 손 서 연
협동연구기관명 : 서울대학교
연 구 원 : 이 무 하

여 백

요 약 문

I. 제 목

수출전략형 돼지고기의 맛 최적화 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

세계 최대의 돼지고기 수입국인 일본에 인접해 있으면서도 양돈 선진국인 덴마크, 미국, 캐나다, 대만 등에 비하여 그 시장점유율이 저위에 있음을 타개하고, 종래의 열량 및 단백질 섭취를 주로 한 관념에서 벗어나 질과 더 좋은 맛을 고려하는 추세에 맞추어 새로운 수요를 창출하는 양돈기반 조성 및 소득향상에 기여코자 하는 것이 이 과제 의 가장 중요한 수행목적이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발사업 목표

- 가. 돼지고기 맛 향상 최적화 조건 확립
- 나. 수출용 돼지의 품종 결정
- 다. 맛 향상 최적화를 위한 사료 개발
- 라. 맛의 간접측정법 개발

2. 연구의 내용 및 범위

- 가. 국산 및 외국산 돼지고기 품질 비교 평가

- 1) 한국산, 대만산, 일본산, 캐나다산, 미국산 돼지고기 비교 시험

2) 일반성분, TBA, VBN, 육색, pH, 육즙추출율, 관능검사

나. 품종간 육질 비교 시험

1) 저지방돈, 고지방돈 육질 평가 시험

다. 시장출하 체중별 돼지고기 품질 평가

1) 90kg 규격돈과 110kg 수출돼지고기간 품질 평가

라. NIR Spectra를 이용한 맛의 간접측정법 개발

1) 맛성분과 관능검사와의 상관관계조사

2) 돼지고기 맛 신속판별법 가능성 검토

마. 사료의 지방함량 및 지방산 조성이 고기 맛에 미치는 영향

1) 동물성 지방과 식물성 기름 혼합활용 시험

2) 지방급여 수준 결정

3) 지방산 조성 수준별 관능평가 시험

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 국산 및 외국산 돼지고기 품질 비교 평가

국산 및 외국산 돼지고기의 등심과 햄 부위에 대하여 수분, 단백질, 조지방, 조회분 함량, VBN, TBA, 육색, 지방산 조성, 관능검사와 미생물 검사를 실시하였다. 외국산은 미국, 캐나다, 대만, 일본에서 수집된 시료를 사용하였고, 국내산 브랜드 돼지고기는 일본 수출이 가능한 수준으로 수집된 것이었는데, 캐나다산이 포화지방산

함량이 가장 낮은 것으로 조사되었고, ω 3 지방산은 캐나다산이, ω 6 지방산은 일본산이 가장 높게 나타났으며, 향과 풍미는 캐나다산이, 연도와 다즙성은 일본산이 가장 우수하였다.

2. 품종별 돼지고기의 품질 비교 시험

3원 교잡종인 랜드레이스-요크셔-듀릭(LYD), 2원 교잡종인 랜드레이스-요크셔(LY), 듀릭-햄프셔(DH)의 등심 부위를 수집하여 비교 항목별로 조사하였는데, 삼원 교잡종인 LYD가 가장 높은 기호성을 보여 맛, 연도, 다즙성 모두에서 우수한 것으로 조사되어 국내에서 널리 사육되고 있는 품종중에서 수출 목적에 맞는 돼지고기를 대량 생산할 수 있는 기반으로 활용.

3. 출하체중별 돼지고기 분석

출하 체중 110kg에 도달하기까지의 일반성분, 물리화학적 특성, 지방산 조성, 관능 검사, 미생물검사를 실시하였는데, 10kg단위로 3개 체중대로 나누어 분석하였다.

- 1) 조지방함량은 생시 체중이 90-100kg 대에서 가장 적었고, 100-110kg 대가 높은 것으로 나타났다.
- 2) 불포화 지방산 중 ω 3계열은 100-110 kg 대가 0.44%로 다른 두 체중대의 돼지고기보다 약 2배 정도 높았다. ω 6 계열은 110-120kg 대가 10% 미만으로 가장 낮았으며, ω 9 계열은 체중이 증가함에 따라 증가된 것으로 나타났다.
- 3) 체중별 돼지고기의 aroma 특성은 체중이 많을 때 큰 것으로 나타났고, flavor 특성은 체중이 작을 때 높은 것으로 나타났다. 체중이 작을 때 연도와 다즙성이 높게 나타났다.

이러한 연구결과를 토대로 국내 규격 생산기준인 90kg을 수출규격 110kg 연장 사육에서 오는 사료의 효율성에 대한 확실한 정보를 수출양돈업계에 전파하므로서 안정적인 돼지생산을 유도하고 돼지고기 추가 생산 효과를 동시에 달성할 수 있는 계기를 마련함.

4. 저장유통에 따른 관능적 특성 평가

저장 유통에서 오는 육질의 변화 상태를 측정하고 이에 따른 관능적 특성을 평가하여 적정 포장 방법의 활용기술을 개발하였으며, Cryo-vac film 포장이 저장기간 중 TBA 값이 0.02-0.06 (mg malonaldehyde/kg meat)의 범위로서 변화가 거의 없었다.

5. NIR Spectra를 이용한 맛의 간접측정법 개발

돼지고기의 맛과 관련하여 비파괴적인 방법 도입의 가능성을 검토하고, 시료를 세분화 하면서 그 특징적인 면을 찾아 비파괴적인 방법에 의해 돼지고기의 맛을 나타낼 수 있는 방법을 찾을 수 있는 가능성은 제시되었으나, 직접적으로 맛과 관련하여 측정하기는 어려운 결과를 보였다.

6. 사료의 지방함량 및 지방산 조성이 고기 맛에 미치는 영향

수출용 돼지고기의 맛을 최적화 하기 위해 지방함량이 8% 수준이며 지방산 조성이 $\omega 3:\omega 6:\omega 9=1:2:1$ 인 사료를 개발하였고, 돼지와 같은 단위 가축은 섭취된 지방산을 체내에 그대로 축적시키므로 본 연구 결과의 활용이 가능하며 수출형 양돈 산업에 크게 기여할 것으로 보며, 재래종 돼지(제주 흑돼지 등)에도 본 연구결과 활용으로 토종 돼지의 생산 수출도 아울러 구상해 볼 수 있겠다.

Summary

1. Title

Study on the Improvement of Pork Quality for Export

2. Objective and Significance

A. Objective

1) Improve quality of the pork for export

Until now, Animal husbandry In Korea has concentrated only on the productivity increase. But the improved national income has affected to the dietary level of the people to consider the health and over fat by consuming the high calorie food, so after all, favor for the animal food which has low cholesterol and low fat is increasing and also there is the tendency to pursue the good taste than to think it as only the protein and calories source in Japan and advanced western countries which are the biggest pork import market. Now, it is the time to improve the quality of the pork for export and also to adopt it to the domestic pork market not to be too late.

2) Evaluate the quality of the pork by countries

Make the index for the domestic produced pork and set the direction for the improvement by comparing the quality of other countries pork such as America, Canada, Taiwan and Japan.

3) Quality comparison of the pork by breeds

Make the base of the quality improvement by comparing and evaluating the meat quality of the domestic dominated pork breed.

4) Quality evaluation by sending out pork weight

Domestic slaughtering weight of the pork is 90kg, which shows big difference from 110kg of the Japan. So we have to set the breeding skill guide by comparison and evaluating the change of the meat quality and taste difference through breeding until 110kg.

5) Evaluation of the sensory characteristics due to the storage and distribution

Observe and measure the meat quality change during the storage and distribution period and develop the suitable packaging method.

6) Develop the indirect taste measure method for raw pork

Develop the indirect taste measure for raw pork using the near-infrared(NIR) spectrometry to give quick and good information of the meat taste to the customers.

7) Device the feed for good taste pork

Make new feed formulation which can satisfy the functionality and taste.

3. contents and scope of research and development

A. First year

1) Survey data and collect information

- a) Survey data about pork import-export countries such as Japan, Taiwan, America, Canada and so on.
- 2) Quality comparison evaluation between domestic and foreign produced pork.
 - a) Pork comparison test among the Korea produced, Taiwan, Japan, Canada, America produced.
 - General composition analysis, microorganism, TBA, VBN, meat color, pH, the rate of drip and sensory test
- 3) Quality compare test by pig breed
 - a) Meat quality evaluation test between low-fat pork and high-fat pork
 - General composition, meat color, pH, the rate of drip, sensory test
- 4) Pork quality evaluation by sending out weight
 - a) Quality evaluation test between 90kg standard pork, 110kg export pork
 - “General composition, meat color, pH, the rate of drip, raw meat sensory test
 - “Sensory evaluation
- 5) Develop the indirect taste measure method using NIR Spectra
 - a) Reveal the different taste composition factor between breed by sending out weight.
 - b) Collect the NIR Spectra data for the taste evaluation by weight, breed, fatty acid rate.
- 6) Effect of fat content rate of feed, fatty acid composition to the taste of meat

- a) Mix usage of Animal fat(tallow, fish oil) and plant oil(safflower , olive, perilla , flaxseed)
- b) Fat feed level 6%, 8%
- c) Fatty acid composition rate : omega 3, omega 6, omega 9
 - omega 3 : omega 6 : omega 9 = 1 : 1 : 1
 - omega 3 : omega 6 : omega 9 = 1 : 2 : 1
 - omega 3 : omega 6 : omega 9 = 1 : 3 : 1

B. Second year

- 1) Quality comparison evaluation between domestic and foreign produced pork
 - a) General composition analysis, TBA, VBN, meat color, pH, meat drip rate, sensory test
- 2) Quality comparison test among the breeds
 - a) Analysis of low-fat pork and high-fat pork and consider the mid-fat pork meat quality evaluation
- 3) Sensory characteristics evaluation by storage distribution
 - a) By storage temperature(-1.5°C, 4°C, 10°C), by storage term(3 days, 7 days, 10 days, 14 days), sensory test after cooking storage pork
- 4) Develop indirect taste measure method using NIR Spectra
 - a) Survey the relationship between taste factor and sensory test
 - b) Collect NIR Spectra data to evaluate the taste composition factor by weight, breed, fatty acid rate.

5) Effect of fat content of feed and fatty acid composition to the taste of meat

a) Fatty acid feed level is fixed to 8% due to the first year result

b) Fatty acid composition

•omega 3 : omega 6 : omega 9 = 1 : 1.5 : 2

•omega 3 : omega 6 : omega 9 = 1 : 2 : 3

•omega 3 : omega 6 : omega 9 = 1 : 1 : 1

•omega 3 : omega 6 : omega 9 = 1 : 2 : 1

•omega 3 : omega 6 : omega 9 = 1 : 3 : 1

C. Third year

1) International market data survey

a) Survey the data : demand-supply, price, quarantine, customs of Japan, Taiwan, Denmark.

2) Sensory evaluation according to the storage distribution

a) Sensory evaluation by storage-temperature, package material, storage term

3) Develop of indirect taste measure method using NIR Spectra

a) Reveal the different taste composition by sending out weight, storage temperature, breed

b) Survey the relationship between NIR Spectra and taste related factor

c) Review the possibility of quick pork taste distinguish method

4) Optimize analysis to improve pork taste

a) Establish the pork taste optimum condition through data statistic analysis

"Analysis data of domestic & foreign pork

"Comparison data by pork breed

"Comparison data by pork weight

"Storage distribution data

"Indirect taste measure method data using NIR Spectra

"Fatty acid content of feed and fatty acid composition rate data

4. Result of the research and application suggestion

A. Quality comparison evaluation between domestic and foreign produced pork

The loin and ham parts of domestic and foreign countries such as Canada, USA, Taiwan and Japan were collected and analyzed on the item of VBN, TBA, meat color, moisture, crude protein, crude fat, ash content, comparison of fatty acid, sensory evaluation and microorganisms. The results of these experiment was that the Canadian and Japanese pork were identified good in aroma, flavor, tenderness and juiciness respectively.

B. Quality compare test by swine breeds

The Landrace-Yorkshire-Duroc cross bred(LYD), Landrace-Yorkshire(LY) and Duroc-Hampshire(DH) cross bred were tested in the loin parts of the pork meat. The LYD cross bred were evaluated best among the breeds in all the items of palatability, tenderness, juiciness and taste. These results are to be applied in the mass production of the pigs which suitable to export purpose and domestic demand.

C. Pork quality evaluation by sending out weight

- 1) The pig weight of 110kg is ideal for the purpose of export. Fatty acid content is the lowest in the level of 90-100kg and highest in the level of 100-110kg live weight.
- 2) ω 3 fatty acid content was 0.44% in the level of 100-110kg body weight and became twice than other 2 levels. In the level of 110-120kg, the ω 6 fatty acid content was the lowest as below 10% and ω 9 fatty acid content was increased as the body weight increased.
- 3) Aroma factor by live weights were increased as the weight gained and flavor, tenderness and juiciness were high points as the weight were decreased. This result is to be expected to encourage the producers to raise the pigs to the weight of 110kg that is ideal weight to export to Japan and give the opportunity of more stable production and additive production effect to the packer at the same time.

D. Sensory characteristics evaluation by storage and distribution

Observed and measured the meat quality changes during the storage and distribution period and developed the suitable packaging method Cryo-vac film packaging was most stable as the TBA value was 0.02-0.06(mg malonaldehyde/kg meat) during the storages.

E. Develop indirect taste measure method using NIR Spectra

Collected NIR Spectra data to evaluate the taste composition factor by weight, breed and fatty acid rate. The method to evaluate the taste of pork indirectly and non-destructive way were studied and pursued the possibility of the method by the slicing the meat into small portions.

F. Effect of fat content rate of feed, fatty acid composition to the taste of meat

Fat content level is fixed 8% due to the first year result and fatty acid composition rate of $\omega 3:\omega 6:\omega 9=1:2:1$ caused the target diet. It is possible to contribute to the pork industry by establishing the omega fatty acid rate which is the best factor to improve the taste of pork because single stomach animal like pig has tendency to just accumulate consumed fatty acid in the body. Using this research result, improve the pork quality of the traditional pork such as "Jeju black pig" to make export product.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	23
I. Introduction	23
1. Effect of grain source to meat taste	28
2. Effect of protein source to meat taste	29
3. Effect of dietary fat source to meat taste	30
4. Effect of trace mineral to meat taste	31
Chapter 2. Materials and Methods	33
I. First year	33
1. Experimental breeds and fattening design	33
2. Arrangement of diets composition	33
3. Sampling method	37
II. Second year	37
1. Feed mixture design	34
2. Experimental breeds and fattening design	40
III. Sensory characteristics evaluation by storage distribution	41
1. Package and storage	41
IV. Analysis	41
1. General composition	41
2. VBN	41
3. TBA	42
4. pH	42
5. Meat color	42
6. Meat extracts	42
7. microorganism	43
8. Sensory evaluation	43
9. Statistical analysis	44
V. NIR spectrometry	44

1. Material	44
2. Method	44
Chapter 3. Result and Discussion	46
I. Survey on the pork market by countries	46
1. Introduction	46
2. Japan	48
3. Taiwan	49
4. USA	50
5. Canada	50
6. Denmark	51
7. Chilled meat trade	51
8. Conclusion	51
II. Quality comparison evaluation between domestic and foreign produced pork	52
1. Domestic	52
2. Foreign	55
III. Quality comparison test among breeds	57
1. First year	57
2. Second year	60
IV. Quality comparison test by marketable pork weight	63
1. General composition	63
2. Physical and chemical characteristics	63
3. Fatty acid	64
4. Microorganism	64
5. Sensory evaluation	65
V. Sensory characteristics evaluation by storage and distribution	66
1. Sensory evaluation by temperature	66
2. Sensory evaluation by package method	69
VI. Develop indirect taste measure method using NIR Spectra	81
1. Introduction	81

2. Results and discussion	85
3. Conclusion	113
VII. Effect of fat content and fatty acid composition of diet to the taste of pork	114
1. First year	114
2. Second year	120
VIII. Summary	126
Reference	132

여 백

목 차

제 1 장. 서론	23
제 1 절. 서론	23
1. 곡류 사료급원이 맛에 미치는 영향	28
2. 사료 단백질 급원이 맛에 미치는 영향	29
3. 사료의 지방급원이 맛에 미치는 영향	30
4. 사료의 미량성분이 맛에 미치는 영향	31
제 2 장. 재료 및 방법	33
제 1 절. 1차년도	33
1. 공시동물 및 사양관리	33
2. 시험사료의 배합	33
3. 사료채취	36
제 2 절. 2차년도	37
1. 시험사료	37
2. 시험동물 및 실험설계	40
제 3 절. 저장유통에 따른 관능적 평가	41
1. 포장 및 저장	41
제 4 절. 분석방법	41
1. 일반성분	41
2. VBN가 측정	41
3. TBA가 측정	42
4. pH 측정	42
5. 육색	42
6. 육즙유출율	42
7. 미생물검사	43
8. 관능검사	43
9. 통계처리	44

제 5 절. NIR 측정	44
1. 재료	44
2. 측정방법	44
제 3 장. 결과 및 고찰	46
제 1 절. 국제 돼지고기 수출입 현황	46
1. 서설	46
2. 일본의 관세제도의 변화	48
3. 구제역 발생의 영향	49
4. 미국의 돼지고기 수출산업	50
5. 캐나다의 돼지고기 수출산업	50
6. 덴마크의 돼지고기 수출산업	51
7. 냉장육의 수출물량 추이	51
8. 결론	51
제 2 절. 국산 및 외국산 돼지고기 품질비교 평가	52
1. 시중브랜드 돼지고기 분석	52
2. 외국산별 돼지고기의 품질비교 시험	55
제 3 절. 품종별 돼지고기의 품질비교 시험	57
1. 1차년도	57
2. 2차년도	60
제 4 절. 출하 체중별 돼지고기 분석	63
1. 일반성분	63
2. 물리화학적 특성	63
3. 지방산 조성	64
4. 미생물검사	64
5. 관능검사	65
제 5 절. 저장유통에 따른 관능적 특성 평가	66
1. 저장온도에 따른 관능적 특성 평가	66
2. 포장재별 저장온도에 따른 관능적 특성	69
제 6 절. NIR Spectra를 이용한 맛의 간접측정법 개발	81
1. 서설	81

2. 결과 및 고찰	85
3. 결론	113
제 7 절. 사료의 지방함량 및 지방산 조성이 고기맛에 미치는 영향	114
1. 1차년도	114
2. 2차년도	120
제 8 절. 결과요약	126
참고문헌	132

여 백

제 1 장 서 론

제 1 절. 서 론

IMF 체제하의 국제경쟁력 시대에서 우리나라는 경제,사회,문화분야와 함께 농축산물에 이르기까지 역사적인 대전환기를 맞게됐다. 돼지고기 수입 개방으로 국내 양돈 농가의 불안심리가 높아지고 있는 가운데 사료비용의 비중이 상대적으로 높아져 양돈 포기 농가도 늘고 있으나 다행스럽게 우리는 세계 제일의 돼지고기 수입국인 일본을 옆에 두고 있다. 일본은 돼지고기 498,349톤(1997년도)을 수입하고 있기 때문에 일본시장에 적극적인 진출에 양돈산업의 사활을 걸어야 할 것이다. 과거 돼지고기의 대일수출은 돼지고기 수급 및 가격이 불안정하여서 국내 돼지고기 가격이 하락하면 일본수출이 증가되고 국내 돼지고기 가격이 상승하면 대일 수출이 감소하여 지속적인 수출이 안되고 있으나 다음 Table 1 에서 보는바와 같이 일본이 돼지고기 수입 비율을 보면 97년 총 498,349톤 수입 중에 대만이 9.4%, 덴마크 29.1%, 미국 27.4%, 캐나다 10.8% 한국 9.5%로 95년도 이후 계속적인 증가세를 보여주고 있다. 그러나 이러한 물량의 증가세도 가까운 이웃 국가임을 감안 할 때는 수출확대 여지가 충분히 있는 미미한 숫자이다.

Table 1. 연도별 돼지고기 수출량 추이(대 일본시장)

연도	구분	국	대 만	덴마크	미 국	캐나다	한 국	기 타	계
95	물량(t)		262,355	129,672	93,722	30,918	12,556	19,791	549,014
	비율(%)		47.8	23.6	17.1	5.6	2.3	3.6	100
96	물량(t)		266,696	118,710	141,519	39,211	34,663	52,358	653,157
	비율(%)		40.8	18.2	21.7	6.0	5.3	8.0	100
97	물량(t)		47,080	144,919	136,830	53,641	47,402	90,455	498,349
	비율(%)		9.4	29.1	27.4	10.8	9.5	18.2	100

돼지고기 주수출국인 덴마크는 생산되는 돼지고기의 80%를 해외에 수출하고 있으며 우리도 일본인 기호에 적합한 맛있고 위생적으로 안전한 돼지고기를 생산 유통시킨다면 WTO 체제하에서도 돼지고기를 주수출 품목화 하는 대국으로 성장할 수 있을 것으로 본다

우리나라에서 시장 출하시 규격돈은 생체중이 90kg으로 국제시장 특히 일본 시장이 요구하는 110kg과 차이가 크다. 일본에 수출용은 110kg까지 키우고 국내용은 90kg 까지만 비육시키는 이원화 체계로서 과학적 분석비교가 안돼 있다. 즉, 국내 규격돈은 아직도 비육단계로서 돼지고기 생산 극대화 수준에 못 미치고 있다. 돼지고기를 수출하기 위해서는 수돼지는 거세하고 규격돈도 110kg까지 비육해야 되는데 국내 양축가들은 거세하면 육질은 좋아지지만 지방함량이 증가되어 정육생산량이 저하되기 때문에 거세를 기피하고 지육단가도 떨어지기 때문에 110kg 이상 출하를 기피한다. 이러한 기술적 문제는 우선 국내 학자나 양돈업자들이 규격돈 체중간에 즉 90kg과 110kg 간에 품질차이를 규명한 분석 자료가 없기 때문에 양적 물량위주 시대에는 국내시장이 확보되지만 맛을 중시하는 질적 시장수요에는 접근하지 못하고 있어서 이에 대한 연구는 계속적으로 수행 되어 한다.

또한 돼지고기의 맛은 돼지고기내 지방함량에 따라서 크게 좌우된다. 사료적 영향과 유전적 영향이 모두 고기지방 함량에 영향을 미치는데 국내에서 육종되는 돼지품종 혹은 잡종 1대에 대한 맛을 위주로 한 품질평가 자료는 보고되고 있지 않다. 따라서 고기지방 함량이 낮은 돼지고기와 높은 돼지고기에 대하여 관능적 평가가 요구된다. 사료적 요인을 분석하기 위해서는 에너지, 단백질, 지방, 무기물 함량이 직간접으로 맛에 영향을 미치지마는 오메가 지방산 조성을 달리 했을 때 즉 오메가 6:오메가 3 비율이 1:1내지 3:1 사이에서 돼지고기의 맛을 크게 향상 시켰다는 보고도 있다(이남형 등 1990년). 그러나 오메가 3만 아니라 오메가 9 지방산도 오메가3와 유사한 생리적 기능을 갖고 있어서 오메가9 : 오메가6 : 오메가3 비율에 다른 사료급여 효과가 고기의 관능적 맛에 미치는 평가 연구가 필요하다. 물론 동일한 돼지 품종에서 사료내 지방 함량 수준간 비교자료도 검토되어야 할 것이다. 또한 맛을 평가하기 위해서는 조리후 훈련된 전문가들에 의해서 관능적 평가에 의하게 되는데 이 맛을 평가하는 기술을 신속하게 기계적으로 할 수 있다면 조리 후에 평가하는 기술보다는 소비자들이

정육점이나 판매점에서 신선육 상태에서도 맛의 정도를 감별할 수 있기 때문에 NIR 스펙트럼과 여러 요인에 입각한 돼지고기 맛과의 상관관계를 유도하여 3분 내 맛을 판별할 수 있는 기술 개발은 많은 자료입력이 필요하기 때문에 연구에 장시간 요구되지만 혁신적인 평가기술로 등장될 것이다.

본 연구과제에서는 특히 수출전략형 돼지고기 맛개선 연구이기 때문에 일본에 수출되는 나라별 돼지고기를 체계적으로 수집하여서 이화학적 분석 및 관능적 평가를 통하여서 한국산 돼지고기가 대만산이나 덴마크산 보다 영양소 함량이나 맛이 다르다는 가설을 가지고 입증할 수 있는 한국산 돼지고기 우수성 발굴 연구가 필요시 된다.

국가별 돼지고기 생산비를 비교해 보면 우리나라가 일본에 비해서 약 19% 정도 낮아서 일본으로 수출 가능성은 밝은 것으로 보이지만, 미국보다는 38%, 대만보다는 35%, 덴마크보다는 14%가 높다(Table 2).

Table 2. 국가별 돼지생산비 비교(생돈 90kg 기준)

단위 : 천원 (%)

한국(92.9)	일본(92.3)	덴마크(90.0)	대만(91.0)	미국(89)
121	14	104	79	75
(100)	(119)	(86)	(65)	(62)

이들 경쟁국가들부터 시장쟁탈은 용이치는 않겠지만 냉장돼지고기의 수송에 따르는 비용증가, 신선도 유지문제등은 우리나라가 인접국으로서 유리하기 때문에 생산비 절감과 맛이 뛰어난 돼지고기 생산으로 경쟁 가능할 것이다. 대 일본 냉장육 수출기술은 이미 미국이나 호주에서 70일간 냉장유통이 가능토록 개발돼 있으나 미국에서 한국에 도착되는 냉장 돼지고기는 수출가격이 지육 kg당 1,350원(C & F 가격)이나 관세 25%, L/C 개설비, 적하보험료, 통관제비용, 검수료, 검정료, 화물입항료, 국내수송비, 오판상마진, 자금비용 등을 고려하면 지육 도착 가격은 2,070원으로 미국 현지 수출가격에 비해 153%나 비싸진다. 일본에도 우리와 유사한 도착가격일 것으로 예상된다. 즉, 수송부대 비용을 고려한 도착가격은 국내산 지육가격과 큰 차이가 없어서 경제적 측면에서 미국산과 대일본수출 경쟁이 가능 할 것이다. 그러나 국제시장에서는 정육 수입시는 문

제가 달라진다. 특히 삼겹살의 경우에 국내산 가격이 1kg당 4,667원인데 비해서 미국은 800원, 덴마크산은 1,799원으로 삼겹살은 수입돼 국내시장을 잠식할 것으로 예상된다.

우리나라산 돼지고기 대 일본 수출을 위해서는 국가별 도매가격현황을 파악 비교함으로써 생돈 생산비에 기초하는 것보다도 각국의 사정을 더욱 구체적으로 반영한 자료이기 때문에 현실예측이 가깝다. 즉 생돈(도축전)의 생산이후 유통, 도축 및 지육유통에 소요된 비용까지가 감안된 가격이다.

돼지고기 도매가격 기준으로 보면 한국과 대만은 가격이 비슷하다. Table 2에서 돼지 생산비는 대만이 훨씬 저렴해도 유통, 도축, 지육유통 비용등이 대만에서 높기 때문에 결과적으로 도매 가격은 유사하게 됐다. 일본에서 돼지고기 도매가격은 한국에서 보다 23% 정도 높은 것으로 조사돼 생산비기준 대비해 보다 높았다. 따라서 대만산이나 미국산 돼지고기와 대일수출경쟁에 이기기 위해서는 돼지고기 생산단가 및 유통가격을 낮추고 한편으로는 맛을 위주로 한 질적 개량으로 품질위주의 고가 제품 생산 필요성이 제기됨에 따라 토종돼지의 품종보존과 개발의 계기도 마련될 수 있겠다.

일본시장에 수출되는 돼지고기는 일본인들이 가장 좋아하는 고기 부위가 안심, 등심, 어깨등심으로 한마리 수출시 겨우 12.3kg(25% 상당)만이 수출되고 잔여육부위 37kg(75%)는 국내에서 소비하게 된다. 즉 뒷다리, 앞다리, 삼겹살, 갈비, 갈매기, 기타 고기부위가 국내에서 유통되는데 다행히 우리나라 사람들이 돼지고기 선호부위가 삼겹살, 갈비부위여서 일본인들의 선호부위와 상이한 점이 있다. 따라서 현재 수출되고 있는 3개 부위 말고도 갈비라든가 뒷다리라든가 몇 개 부위를 수출할 수 있도록 맛 개선이 필요시되며, 특별히 고기맛이 좋다면 부위별 차등화는 많이 좁혀질 것이다. 또한 수출된 고기가 냉동육으로서 유통되고 가공육으로 이용되더라도 맛이 좋은 원료라면 가공제품의 맛 역시 향상될 것이기 때문에 대일 수출 전략에서 추가로 더 많은 부위가 수출될 수 있도록 질 좋고 맛있는 돼지고기를 개발 생산하여서 한국산 돼지고기 시식회등 대사회 홍보를 꾸준히 강화한다면 전반적으로 수출 물량도 증가될 것으로 기대된다. 또한 일본 소비들에게 인기있는 돼지고기 브랜드는 덴마크산은 튜립, 에스등이고 대만산은 야소등인데 한국산 브랜드는 아직은 없다. 한국산 브랜드가 일본시장내 정착하기 위해서는 현재 고전적인 방법으로 생산된 돼지고기는 한

계가 예견되기 때문에 본 연구에서 앞으로 개발될 맛 특성을 고려한 제반여건을 적정화한 기술을 활용한다면 일본시장과 일본소비자 층을 파고드는데 획기적인 기여를 하게 될 것이다.

국내의 돼지고기 생산을 위한 주된 경향은 성장률 개선, 사료효율 개선에 주로 연구가 집중되어져 오고 있으며, 돼지고기의 맛을 개선시키기 위한 사양기술의 개발은 전혀 시도된 바가 없다. 또한 국내의 돼지 도살체중은 90kg으로써 일본으로 수출되는 돼지의 도살체중인 110kg과 큰 차이가 있다. 따라서 체중이 증가될 때의 효율적 사양 기술, 도체의 특성등에 미치는 기초연구가 시급하며, 또한 수출국에서 일반국민의 육식정도, 기호도 등에 관한 기초조사와 연구도 병행되어야 할 것이다.

따라서 기후, 지리적 여건이 일본과 비슷하므로 일본인의 기호에 합당한 돼지고기 생산기술 확립은 농가 단위에서도 쉽게 활용될 수 있을 것으로 보여진다.

적육의 만족도는 일반적으로 향미에 의하여 결정된다. 고기향미에 크게 영향을 미치는 두 요인은 유전적 요인 및 환경적 요인이며, 유전적 요인에는 품종의 차이이며, 환경적 요인으로 주요인자는 사료급원이다. 적육의 고유한 향미는 조리시 수용성 성분의 상호작용 및 분해에 의하여 생성되며, 이때 지방과 수용성 성분이 품종 특유의 향미의 형성에 필수 요소다. 또한 고기중 지방은 고기의 조리시 발생되어 축적되는 휘발성 성분에 대한 용매로 작용하므로, 향미 전구물질의 농도에 영향을 주거나, 지방 조직내 어떤 특별한 성분을 축적시킬 수 있는 사료의 종류가 고기의 맛 및 품종의 차이에 큰 영향을 미칠 수가 있다.

일반적으로 돼지의 성장기 혹은 도살전 수주간 사료를 제한 급여하면 돼지고기의 맛에 나쁜 영향을 미친다. 이때 사료의 단백질 수준은 큰 영향이 없으나, 어분, 변질된 고기찌꺼기, 돈분, 삶은 잔반 등은 돼지고기의 좋지 않은 향미를 강하게 한다. 여기서 어분은 주로 지방에 의하여 이취가 나타나며, 다른 사료원들은 좋지 않은 냄새가 사료를 통하여 곧바로 살코기로 전이된다고 한다. 여기서는 환경적 요인 즉 사료에 의한 고기의 맛을 중심으로 살펴보고자 하며, 1) 사료의 단백질 및 에너지수준 변화시, 2)사료의 곡류급원, 3)사료 단백질의 종류, 4)사료의 지방급원, 그리고 5)사료의 미량성분의 변화시 고기의 맛에 미치는 영향을 검토하였다.

옥수수 위주사료에서 단백질 함량을 탈지 대두박 및 탈지 아미인박을 사

용하여 11.2% 및 16.3%의 단백질 사료급여시 돼지고기의 맛이 단백질 함량이 낮을 때 더 좋다고 하였으나, 또 다른 보고에서는 단백질 12, 16, 20%로 하고 에너지 수준도 달리하였을 때 돼지고기 등심의 맛은 큰 차이가 없다고 하였다. 이때 단백질과 에너지 수준 변화에 의하여 돼지고기 근육내 지방 비율이 따라서 변화되었으나 고기의 맛에 큰 차이가 없었으며, 일반적으로 단백질과 에너지의 사료내 수준은 고기의 맛에 크게 영향 미치지 않은 것으로 인정되고 있다.

1. 곡류 사료급원이 맛에 미치는 영향

Table 3. 곡류사료 급원이 맛에 미치는 영향

곡류 사료 위주 사료	Panel		관능평가	향미특징
	Type	No.		
1. 옥수수 : 땅콩	S	6	-	차이없음
2. 옥수수 : 땅콩	T		Inten	차이없음
3. 옥수수 : 보리	T	6	Desir	차이없음
4. 옥수수 : 밀 : 수수 : 보리		6	Desir	수수가 다른 곡류보다 이취가 강함
5. 옥수수를 0, 20, 40, 60 및 80% triticale로 대체시			Desir	차이없음
6. 옥수수를 0, 50, 100% 귀리로 대체시	E	10	Inten	100% 귀리급여에서 가장 강한 향미

S = selected panel, T = trained panel, E = experienced panel

Inten = flavor intensity, Desir = flavor desirability

조사된 결과들을 보면, 서로 다른 곡류사료가 돼지고기 맛에 영향을 다소간 미친것 혹은 차이없는 것등 일정치가 않으나, 수수 급여시 옥수수, 밀, 보리 보다 이취가 강하였으며, 귀리 급여시는 옥수수 급여시 보다 더 심한 향미를 나타냈다. 그러나 곡류 사료원으로써 가장 풍부한 것은 옥수수으로써, 옥수수 급여

시 돼지고기 맛에 큰 영향은 없는 것으로 보인다.

2. 사료 단백질 급원이 맛에 미치는 영향

Table 4. 사료 단백질 급원의 영향

곡류 사료 위주 사료	Panel		관능평가	향미특징
	Type	No.		
1. 대두박과 전지대두		6	Desir	영향없음
2. 보리-대두박사료 전지대두를 0-22.5% 대체	E	6	Inten	전지대두 9%이상 급여시 이취증가
3. 채종박과 대두박	E	14	Inten	영향없음
4. 보리-대두박사료 lentil을 0-40%까지 대두박과 대체	E	6	Accep	사료에 렌즈콩을 20% 이상 사용시 강한 향미
5. 어분과 생선 사일레지			Accep	생선 사일레지 31% 이상급여, 차이없음
6. 생선 사일레지(0, 3, 6, 9%) 대두박 대신 대체	C	7	Desir	영향없음
7. 미생물 단백질과 양질어분 (3, 7% 사용)	E	11	Desir	영향없음

* E = experienced panel and C = consumer panel.

* Desir = flavor desirability ; Iten = flavor intensity

* Accep = flavor acceptability.

* No significant difference.

가장 많이 쓰이는 단백질원은 대두박이다. 따라서 대두박을 다른 단백질원과 교체하였을 때의 결과가 많다. 대두박은 다른 사료원, 즉 전지대두, 해바라기씨, 채종박, 유채종자 등과 일부분, 혹은 여러 비율별로 대체하였을 때 돼지고기 맛에는 큰 영향을 대체로 미치지 않았다. 그리고 생 대두를 보리 위주사료에 9% 이상 첨가시 돼지고기 등심구이 에서 이취가 심하였으며 적정수준은 5%가 최고 배합수준 이라는 보고도 있다.

어분은 오래 전부터 어취 냄새가 난다고 하여 돼지사료에는 5% 이하로 쓰도록 권장하고 있으나, 실제로 이취는 과도하게 많은 생선부산물을 쓸 때 문제가 되며, 도살 2주전부터 생선부산물의 사용을 하지 않으면 고기의 맛에 미치는 영향은 없다고 한다. 그러나 또 다른 연구에서 보면 생선 사일레지를 31%까지 사용시도 돼지고기 향미에 큰 문제가 없었다고 하였다.

3. 사료의 지방급원이 맛에 미치는 영향

돼지사료의 곡류 혹은 단백질 급원을 변화시키면 따라서 지방의 수준 및 종류도 변하게 된다. 옥수수를 땅콩으로 대체하면 등지방의 불포화도가 증가하며, 이때 올레인산, 리놀산은 증가하고 팔미틴산과 스테아린산은 감소하게 된다. 또한 땅콩을 급여해서 생산된 고기에서도 돼지고기 향미에 큰 영향은 없었다. 실제로 여러가지 다른 사료의 지방급원이 고기의 지방산 조성을 많이 변화시킬 수 있으나 실제 돼지고기 향미에 미치는 영향은 크지 않았다.

해바라기씨를 급여시 등지방의 리놀산은 15.8% → 33.3%로, 팔미틴산은 26% → 19.4%로, 스테아린산은 11.9% → 9.4%, 올레인산은 42.8 → 35%로의 변화돼 큰 영향이 없었다. 그리고 불포화지방산이 많은 어분 혹은 어유를 급여시 돼지고기에서 EPA(Eicosa-pentaenoic acid), DPA(Docosapentaenoic acid), DHA(Docosahexaenoic acid) 함량이 크게 증가되었으며, 이때 이취의 강도는 사료내 어분 혹은 어유 함량이 높았을 때 증가되었다. 일반적으로 보면 돼지고기의 지방산 조성 변화시 돼지고기 향미의 강도 혹은 기호도와는 큰 변화가 없었다. 그러나 사료에 땅콩, 해바라기, 열처리 전지대두를 급여하는 특별히 리놀산이 돼지고기 지방에 증가하는데 이때 관능검사에 의한 산화된 이취는 없었으며, 오히려 리놀산이 증가시 가열된 고기 내에서 돼지고기 맛을 더 향상시킨 결과도 있다. 또한 등지방의 지방산 중 리놀산이 10%(정상), 20%(중간), 30%(과다) 까지 함유되도록 사양 하였을 때 돼지고기 등심부에서 리놀산이 중간수준 일 때 좋은 맛을 얻었다고 하였다.

그리고 올레인산의 고기내 함량은 돼지고기 향미강도에 큰 변화를 미치지 않은 것으로 나타났다. 즉 등심근육내 지방에서 올레인산 함량은 48.6 → 56.6%, 리놀산 함량은 6.2% → 18.3%, 스테아린산 함량은 8.6% → 3.5%, 팔미틴산 함

량은 31.8 → 18.8% 였을때 돼지고기내 향미강도에 큰 영향이 없는 것으로 조사되었다.

4. 사료의 미량성분이 맛에 미치는 영향

그렇게 많은 연구결과는 없으나 Cu 250ppm 급여시 돼지고기의 등지방내 불포화 : 포화지방산 비율이 1.55에서 2.36로 증가되었으며, Cu 첨가한 돼지고기에서 강한 거부반응은 없었다. 그 외에도 CuSO₄·5H₂O 0.05% 및 0.08%를 서로 다른 사료에 첨가시도 이취에 큰 차이가 없었고, 알파-토코페롤 아세테이트 및 아스콜빈산 첨가시 적어도 100ppm 급여시 지방조직의 산화 안정성을 향상 시켰다는 보고도 있다.

Table 5. 오메가 돼지고기에 대한 관능 평가 (Organoleptic Properties)

처 리 구	Sensory evaluation					
		aroma	flavor	juiciness	tenderness	instron
일반돼지고기		6.57	6.17	6.53	8.12	43.03
오메가 돼지고기	A	5.61	6.95	6.30	6.75	34.27
	B	6.47	7.50	8.83	8.55	42.63
	C	6.32	6.07	8.83	6.70	40.03
	D	4.57	6.70	7.48	9.38	42.87

* 자료평가 : 서울대 이무하교수 (1991년)

WTO 체제로 세계무역환경의 다변화로 양적인 면보다도 질적인 면에서 추구될 수밖에 없는 돼지고기 소비는 국내 소비면에서 부터 차츰 변화될 것으로 예상되고 이에 부응하여 국외로부터 양질의 돼지고기가 유입되는 사태가 예견되고, 돼지 사육농가가 불안한 경영을 하게 되면 국내 돼지고기 시장은 혼란을 면치 못할 것이다. 다소 때늦은 감이 있으나 앞으로 맛있는 돼지의 생육 상태에

서의 분별 분석이 가능케 하고, 이에 따라 가격 면에서도 유리한 위치에 서게 될 때 사육 농가 경영에 보탬이 되고 소비 대중들에게도 외국 돼지고기를 선호하게 되는 길을 막을 수 있도록 연구되어야 한다. 우선 맛을 객관화 할 수 있고 이에 대한 자료가 만들어지고 이를 토대로 계속 연구가 되어 앞으로 10년 정도면 대만, 일본 등지에 수출되는 돼지고기 량이 급증되고, 중국의 시장까지도 내다 볼 수 있게 되는 계기가 될 것이다.

사용되는 사료원료의 다양성, 기후 및 지리적 여건 등의 차이로 다른 나라의 사양기술을 그대로 적용하는 데는 문제점이 내재하고 있으며, 연구 목적상 주요 수출국인 일본과 기후적 여건이 비슷하므로 이에 합당한 기술개발이 요구된다.

제 2 장 재료 및 방법

제 1 절 . 1차년도

1. 공시동물 및 사양관리

실험동물로 국내 농장에서 사육이 많이 되고 있는 램드레이스-요크셔-듀록 3원교 잡종의 자돈을 이용하였다. 처리구당 5마리씩 7처리구 총 35마리를 사육하였으며 평균체중이 50kg 도달될 때까지 일반육성돈사료를 급여한 다음, 2주간 실험적용기간으로 일반사료와 시험사료를 50:50 급여후 본격적인 사양시험은 체중이 70kg일 때부터 시작하여 110kg이 될 때까지로 하였으며 사료는 개체별로 무제한 건식 급여하였고 물은 자유로이 섭취하도록 하였다. 사양기간중 실내 온도는 10℃~20℃ 사이를 유지하였다.

2. 시험사료의 배합

지방함량과 지방산조성이 원하는 수준을 함유하도록 하기 위해 재배합이 필요한 지방원 사료를 첨가하지 않은 Basal Diet와 지방원 사료를 첨가하여 NRC영양소 요구량을 충족하는 Control Diet의 Formula와 사료성분은 Table 6, 7 과 같다.

Table 8 은 지질급원내 지방산의 정량분석이며 이를 통하여 사료내 지방 함량수준이 6%이며 $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ 의 비율이 1:1:1(A처리구), 1:2:1(B처리구), 1:3:1(C처리구)인 시험사료와 지방함량 수준이 8%이며 $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ 의 비율이 1:1:1(D처리구), 1:2:1(E처리구), 1:3:1(F처리구)인 시험사료의 Formula를 작성할 수 있으며 이는 Table 9 와 같다.

Table 6. basal diet와 control diet의 배합비

Ingredients %	Basal diet	Control diet
corn(USA),GR	41.77	51.39
soybean-dehull(K75)	21.77	10.16
wheat-AUS, GR	20.00	10.00
W. M. R.(LOC)	10.00	-
cane molasses-BP	3.00	3.40
sbom-46%, et all	-	19.00
T.C.P.	1.23	1.48
limestone-#12	0.83	0.30
Y/G-LOC(AV15max)	0.50	3.40
salt-PROC(fine)	0.30	0.24
L-lysine-HCl-98%	0.20	0.16
(94)Minemix-03	0.20	0.20
DL-methionine-50%	0.10	0.08
(94)Vitamix-05	0.05	0.06
choline-Cl(60%)	0.05	0.05
virginiamycin-2%	0.05	0.05
pig crave-extra	-	0.03

Table 7. basal diet와 control diet의 화학적 조성

Composition, %	Basal diet	Control diet
Moisture	12.66±0.33	12.56±0.24
Crude Protein	17.36±0.42	17.14±0.31
Crude Fat	3.08±0.05	6.40±0.04
Crude Fiber	3.13±0.03	3.50±0.06
Crude Ash	5.38±0.20	5.05±0.37
Selenium, mg/kg	0.35±0.00	0.30±0.01
Vitamin E, mg/kg	35.74±0.56	40.21±0.45
N. Energy, cal/g	2283.05±3.51	2511.43±3.95

Table 8. 지질급원내 지방산 조성

Fatty acids %	Flaxseed	Perilla	Safflower oil	Tallow	Basal diet	Control diet
SFA ¹⁾	3.52±0.13	4.21±0.25	9.40±0.48	50.48±0.28	0.61±0.01	1.91±0.09
ω 3-PUFA ²⁾	20.69±0.33	22.50±0.34	2.73±0.17	0.23±0.07	0.08±0.00	0.10±0.00
ω 6-PUFA ³⁾	5.31±0.07	4.65±0.10	75.00±1.00	4.65±0.15	1.31±0.02	2.11±0.11
ω 9-MUFA ⁴⁾	5.92±0.17	8.20±0.15	12.87±0.34	42.26±0.28	0.61±0.00	2.10±0.02

1) Saturated fatty acid

2)~4) ω 3, ω 6-Polyunsaturated fatty acid, ω 9-Monounsaturated fatty acid

시험사료의 배합이 타당한지를 검사하기 위해 Table 9 와 같이 배합한 다음 A~F 의 시험사료를 채취하여 조지방 함량과 지방산함량을 분석하였으며 분석결과는 Table 10, 11 과 같다.

Table 9. 시험사료의 배합비

Ingredient%	Experimental diet ¹⁾					
	A	B	C	D	E	F
Basal diet	91.53	92.64	93.56	87.96	89.26	90.56
Flaxseed	-	5.56	4.30	-	7.47	5.77
Perilla	7.12	-	-	9.55	-	-
Safflower	0.12	1.32	2.14	0.75	2.34	3.44
Tallow	1.23	0.47	-	1.74	0.93	0.23

1) A; Fat content 6% & ω 3: ω 6: ω 9-UFA = 1 : 1 : 1

B; Fat content 6% & ω 3: ω 6: ω 9-UFA = 1 : 2 : 1

C; Fat content 6% & ω 3: ω 6: ω 9-UFA = 1 : 3 : 1

D; Fat Content 8% & ω 3: ω 6: ω 9-UFA = 1 : 1 : 1

E; Fat Content 8% & ω 3: ω 6: ω 9-UFA = 1 : 2 : 1

F; Fat Content 8% & ω 3: ω 6: ω 9-UFA = 1 : 3 : 1

Table 10. 시험사료의 조지방함량

Experimental diet ¹⁾	Crude fat content, %
A	6.04±0.18
B	6.01±0.07
C	5.89±0.07
D	8.21±0.23
E	8.16±0.11
F	8.04±0.08
Control	6.40±0.14

1) The Same as Table 9

Table 11. 시험사료의 지방산 조성

Fatty acids %	Experimental diet ¹⁾					
	A	B	C	D	E	F
C12:0	- ¹⁾	-	-	-	-	-
C14:0	0.90±0.05	0.60±0.04	0.35±0.03	0.93±0.06	0.66±0.02	0.42±0.01
C16:0	16.46±0.23	15.44±0.31	13.30±0.37	15.75±0.12	14.13±0.28	12.33±0.53
C16:1 ω9	0.54±0.01	0.32±0.04	0.27±0.01	0.54±0.04	0.46±0.01	0.26±0.02
C18:0	4.04±0.21	3.50±0.16	2.66±0.08	3.92±0.04	3.74±0.04	2.95±0.00
C18:1 ω9	24.54±0.08	20.74±0.10	18.46±0.51	24.11±0.23	20.41±0.05	18.69±0.16
C18:2 ω6	29.50±0.29	41.37±0.42	48.69±0.10	28.53±0.54	40.43±0.04	49.38±0.60
C18:3 ω3	24.02±0.75	18.04±0.14	16.27±0.14	26.23±0.28	20.17±0.31	15.96±0.05
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
SFA ²⁾	21.40±0.39	19.54±0.42	16.31±0.26	20.60±0.02	18.53±0.30	15.70±0.52
ω3-PUF A ³⁾	24.02±0.75	18.04±0.14	16.27±0.14	26.23±0.28	20.17±0.31	15.96±0.05
ω6-PUF A ⁴⁾	29.50±0.29	41.37±0.42	48.69±0.10	28.53±0.54	40.43±0.04	49.38±0.60
ω9-MUF A ⁵⁾	25.08±0.07	21.06±0.14	18.73±0.50	24.65±0.28	20.87±0.04	18.96±0.14

1) Trace(0.001% >)

2) Saturated fatty acid

3)~5) ω3, ω6-Polyunsaturated fatty acid, ω9-Monounsaturated fatty acid

6) The Same as Table 9

3. 시료채취

공시축에 각 시험사료를 급여하여 110kg이상 사육후 도축하여 반도체로 분할한 다음 4℃ 냉장실에서 하루동안 chilling 후, 등심부위를 수집하여 분석을 실시하였다.

제 2 절. 2차년도

1. 시험 사료

사료내의 지방 함량이 8%일 때 가장 우수한 관능적 품질의 돼지고기를 생산할 수 있었다는 이 (1997)의 실험 결과와 단위동물 및 가금에서 $\omega 3$ 지방산과 $\omega 6$ 지방산 계열의 지방산이 생체대사 과정 중 서로 경쟁적으로 작용하며, $\omega 3$ 지방산 계열 polyunsaturated fatty acid(PUFA)의 생체내 축적효과는 사료로부터 공급되는 지방산에 의하여 직접적으로 영향을 받는다는 보고에 따라 시험 사료의 배합은 사료내 지방함량(8%)과 지방산 조성이 원하는 수준에 도달하도록 하기 위하여 지방원을 첨가하지 않은 basal diet에 5가지(Flaxseed, Olive oil, Perilla, Safflower oil, Tallow)의 지방원 사료 원료를 NRC영양소 요구량에 충족하도록 배합하였으며 지방원을 첨가하지 않은 basal diet의 사료 성분은 Table 12 와 같다. Basal diet는 옥수수, 밀기울 및 대두박 등을 주원료로 사용하여 지방을 약 4% 추가할 경우 조단백질 15%, ME 3400kcal가 되도록 배합하였으며 시험 사료내 지방산 조성을 원하는 수준에 도달하게 하기 위하여 지방원의 지방산을 정량 하였으며 이를 이용하여 사료내 지방함량 수준을 8%로 맞추었고 $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ 의 비율도 맞추었다. 이러한 지방원의 지방산 정량분석결과는 Table 13 에서 보여주고 있다. 지방함량 수준이 8%이며 $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ 의 비율이 1:1.5:2(A처리구), 1:2:3(B처리구), 1:1:1(C처리구), 1:2:1(D처리구), 1:3:1(E처리구)인 시험 사료의 배합비는 Table 13 에서 보여주고 있는 지방원의 지방산 함량에 기인하여 작성할 수 있었으며(liquid의 경우 지질의 추출은 Folch 등 (1957)의 방법에 의거하여 실시함) 이러한 시험 사료의 배합비는 Table 3에서 보여주고 있다. $\omega 3$, $\omega 6$ 및 $\omega 9$ 의 비율중 $\omega 3$ 의 비율만을 고정시킨 것은 육질과 관련하

여 ω 3의 주 공급원인 어유를 늘릴 경우 계육에서의 어취로 인한 관능적 품질 평가가 좋지 않았다고 한 Miller 등(1967)과 Dean 등(1969)의 보고에 기초하였기 때문이다.

Table 12. basal diets의 조성과 화학적 조성비

Ingredients	(%)
Corn	43.31
Wheat mill	25.00
SBM	17.13
Animal fat	1.16
Molasses	4.00
Corn carrier	3.00
Limstone	0.35
Defl, phos 31/19	1.39
Salt	0.30
Cho. chl 60%	0.01
V-M	0.20
L-Lysine	0.14
Lipid source	4.00
Total	100.00
ME	3400.00
C. Protein	15.00
Lys	0.73
Ca	0.76
P	0.56

Table 13. 지질급원내 지방산 조성

Fatty acids(%)	Flaxseed	Olive oil	Perilla	Safflower oil	Tallow	Basal diet	Control diet
SFA	9.1±0.1	14.7±0.6	8.7±0.1	10.3±0.2	50.6±0.4	30.7±0.8	39.3±1.0
ω -3PUF A	58.0±0.3	0.90.1	57.5±0.1	0.2±0.1	0.1±0.1	2.6±0.1	1.5±0.1
ω -6PUF A	15.9±0.1	7.3±0.1	12.3±0.1	75.6±0.3	1.9±0.1	41.7±0.6	22.5±1.3
ω -9MU FA	17.0±0.2	77.2±0.5	21.5±0.1	14.0±0.1	47.5±0.5	25.0±0.4	36.8±0.4

시험 사료의 배합 후 사료의 지방함량과 지방산 조성수준이 타당한지를 검사하기 위하여 Table 14 와 같이 배합한 다음 A~F의 시험사료를 취하여 조지방의 함량과 지방산의 조성을 분석하였으며, Table 15, 16 은 이러한 분석 결과를 보여주고 있다. 이렇게 제조된 시험사료는 실험 전 기간동안 사용할 수 있도록 냉동실에 보관하였으며 매 10일 간격으로 시험용 Vertical feed mixer를 이용하여 배합한 후 건냉소에 보관하여 건식 급이기로 급여하였다.

Table 14. 시험사료의 배합비

Experimental diet ¹⁾	Ingredient(%)					
	Basal Diet	Flaxseed	Perilla	Safflower oil	Tallow	Olive oil
A	92.48	0	5.1	0	1.84	0.58
B	93.5	0	3.6	0	2.05	0.85
C	90.38	4.46	3.86	0	1.3	0
D	91.0	6.9	0	1.5	0.6	0
E	91.55	5.86	0	2.59	0	0
F	95.77	0	0	0	4.23	0

- 1) A ; Fat content 8% & $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ -UFA= 1 : 1.5 : 2
 B ; Fat content 8% & $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ -UFA = 1 : 2 : 3
 C ; Fat content 8% & $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ -UFA = 1 : 1 : 1
 D ; Fat content 8% & $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ -UFA = 1 : 2 : 1
 E ; Fat content 8% & $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ -UFA = 1 : 3 : 1
 F ; (Control) Fat content 8%

Table 15. 시험사료의 조지방함량

Experimental diet ¹⁾	Crude fat content (%)
A	7.71±0.37
B	7.99±0.32
C	8.43±0.44
D	8.41±0.31
E	8.08±0.93
F	8.17±0.23

- 1) The same as table 14

Table 16. 시험사료의 지방산 조성

Fatty acids (%)	Experimental diet ⁵⁾					
	A	B	C	D	E	F
C12:0	3.59±0.30	3.32±0.25	3.50±0.37	3.63±0.29	2.94±0.30	3.23±0.09
C14:0	0.98±0.02	0.94±0.03	0.71±0.02	0.54±0.01	0.33±0.01	1.97±0.08
C15:0	0.16±0.01	0.16±0.01	0.12±0	0.09±0	0.06±0	0.32±0.02
C16:0	15.54±0.21	16.08±0.13	13.84±0.09	12.63±0.05	11.40±0.08	21.72±0.48
C16:1 ω9	0.92±0.01	0.93±0.02	0.66±0.01	0.54±0	0.39±0.01	1.63±0.06
C18:0	7.13±0.14	7.01±0.13	5.89±0.09	5.12±0.02	4.06±0.10	12.04±0.49
C18:1 ω9	31.68±0.23	33.45±0.11	25.08±0.09	21.91±0.16	19.88±0.06	35.18±0.30
C18:2 ω6	22.87±0.68	25.90±0.54	26.57±0.86	37.25±0.13	45.21±0.15	22.45±1.34
C18:3 ω3	17.12±0.38	12.21±0.28	23.63±0.61	18.30±0.20	15.74±0.08	1.46±0.01
Total	100	100	100	100	100	100
SFA ¹⁾	27.40±0.21	27.52±0.47	24.06±0.44	22.00±0.23	18.78±0.25	39.28±0.97
ω3-PUF A ²⁾	17.12±0.38	12.21±0.28	23.63±0.61	18.30±0.20	15.74±0.08	1.46±0.01
ω6-PUF A ³⁾	22.87±0.68	25.90±0.54	26.57±0.86	37.25±0.13	45.21±0.15	22.45±1.34
ω9-MUF A ⁴⁾	32.61±0.24	34.38±0.12	25.74±0.09	22.45±0.16	20.27±0.07	36.81±0.36

1) Saturated fatty acid.

2),3) ω3, ω6-Polyunsaturated fatty acid.

4) ω9-Monounsaturated fatty acid.

5)The same as Table 14.

2. 시험동물 및 시험설계

시험동물로는 개시 체중이 평균 71±4kg인 랜드레이스-요크셔-대백종(Landrace×Yorkshire×Large White)의 3원교잡 거세 비육돈을 1997년 3월 22일부터 동년 5월 7일까지 약 46일간 연암축산원예전문대학 시험축사에서 pen당 1마리씩 6처리 6반복으로 총 36마리를 무작위 배치하여 공시하였으며 6개의 처리구는 ω3/ω6/ω9의 지방산 비율이 서로 다른 사료를 기준하여 구분하였기 때문에 시험돈은 서로 다른 6개의 해당사료를 섭취하게 되었다.

제 3 절. 저장유통에 따른 관능적 평가

1. 포장 및 저장

돼지고기의 등심을 도축장(대한 인터그레이션, 안성)에서 직접 구입한 후 각 등심을 40cm의 크기로 자른 후 합기포장재인 PE film과 Cryo-Vac film으로 각각 포장하였는데, Cryo-Vac film은 film 수축을 위하여 진공 포장한 후 80℃의 수조에 1초간 침지 후 저장하였다. 포장된 돼지고기는 -1.5℃, 4℃, 10℃에서 각각 저장하여 기간별로 관능적 평가, 물리화학적 특성 및 미생물검사를 실시하였다.

제 4 절. 분석방법

1. 일반성분

시료의 일반성분 정량은 AOAC법(1984)에 따라 조단백질함량은 Micro Kjeldahl법, 조지방함량(근내지방)은 Soxhlet법, 수분함량은 105℃ oven 건조법, 회분함량은 560℃에서 8시간동안 muffle furnace를 이용하였다.

2. VBN가 측정

高坂和久(1983)의 conway 미량확산법으로 측정하였다. 시료 10g을 취하여 증류수 70ml와 함께 blending하고 100ml volumetric flask로 옮겨 100ml로 맞춘다. 다시 여과지를 사용하여 여과한 다음 여과액 1ml을 conway 수기의 외실에 넣고 내실에 0.01N boric acid 1ml와 conway reagent 50 μ l(0.066% methyl red : bromocresol green/EtOH = 1:1)를 가한다. 뚜껑과의 접촉부근에 vacuum grease 를 바르고 뚜껑

을 단단히 닫은 후 뚜껑을 조금 미끄러지게 하여 Potassium carbonate(K_2CO_3 50g / D.W. 100ml) 1ml을 빠르게 외실에 주입하고 밀폐한 다음 37°C에서 120분간 방치 후 0.01N sulfuric acid로 적정한다.

$$\text{VBN mg \% (mg/100g sample)} = (a-b) \times f \times 0.01 \times 14.007/S \times 100 \times 100$$

S: sample wt. a: sample ml b: blank ml f: H_2SO_4 factor

3. TBA가 측정

시료 2g을 취하여 3.86% perchloric acid 18ml와 BHT 50 μ l를 첨가하고 homogenization한 다음 여과하여 여과액 2ml을 취하여 TBA용액(TBA 2.883g in 1L D.W.) 2ml를 가하고 혼합한 뒤 실온에서 빛을 차단하여 15-17h 동안 방치한다. 다시 531nm에서 흡광도를 측정하고 아래 공식을 이용하여 구한다.

$$\text{TBA (mg of malonaldehyde / 100g of meat)} = 9.01 \times \text{Abs.}$$

4. pH 측정

시료 10g을 취하여 증류수 100ml과 함께 homogenizer를 사용하여 분쇄한 후 여과하여 여과액을 pH 측정에 사용하였다.

5. 육색

각 시료의 색깔은 색차계(Color Difference Meter, Yasuda, 600IU, Japan)를 이용하여 측정하여 Hunter scale에 의한 L, a, b로 나타내었고, ΔE 값은 $\{(89.2-L_1)^2 + (0.921-a_1)^2 + (0.783-b_1)^2\}^{1/2}$ 로 계산하여 나타내었다(L', a', b'는 제품의 색택값).

6. 육즙유출율

시료를 지퍼백에 포장한 후 25°C에서 24시간 방치한 다음 개봉하여 돼지고기의 총 중량중에 유출된 육즙의 비율을 다음과 같은 계산식으로 측정하였다.

$$\text{육즙유출율 (\%)} = \frac{A - (B + C)}{A - C} \times 100$$

A : 포장된 상태의 시료 총중량(g)

B : 포장개봉 후 유출액을 제거한 시료 중량(g)

C : 지퍼백의 중량(g)

7. 미생물검사

도살되어 1일간 예냉된 도체에서 채취된 등심을 이용하여 CFU/cm²를 검사하였다. 시료 1g을 취하여 생리식염수를 9ml 가하고 homogenization한 다음 연속 희석하여 사용하였고, Pouring method를 사용하였다. 총균수는 plate count agar에 접종한 후 37℃ incubator에서 48시간 배양한 후 균수를 계수하였고, 내냉성 세균수는 plate count agar에 접종한 후 25℃ incubator에서 48시간 배양한 후 균수를 계수하였다. 혐기성 세균수는 anaerobic jar (Gaspak 150, Becton Dickinson Microbiology System, USA)로 37℃에서 48시간 배양하였다.

8. 관능검사

Lamond(1977)의 방법에 의거하여 분석하였다. 돼지고기의 등심을 20cm의 크기로 자른 후 220℃의 오븐에 넣고 심부온도가 80±5℃가 될 때까지 가열하여 조리육 덩어리를 얻었다. 관능검사를 위한 시료로 사용하기 위해 조리육의 표면으로부터 1cm를 제거한 후 1cm×1cm×1cm의 크기로 잘라 관능검사요원에게 공급하였다.

기호도 조사를 위한 관능검사 방법은 삼점검사법(triangle test)과 척도묘사분석법(descriptive analysis with scaling test)을 이용하였다.

이용하였다.

가. 삼점검사법(triangle test)

세 가지 시료중 두 개는 같은 종류로 하고 한 개는 다른 종류로 했을 때 다른 한

가지를 선별해낼 수 있는가를 검사하였다. 식별강도는 1번을 맞춘 사람이 8명 이상인 조합에 한해서 구할 수 있는데 slight, moderate, much, extreme에 각각 1, 2, 3, 4점의 점수를 주어 점수에 해당항목을 지목한 사람수를 곱하고 곱한 값을 1번을 맞춘 사람수로 나누어 구했다. 선호도 검사는 유의성이 있었던 조합에 한해 두 종류의 시료 중 다른 하나를 구별했었던 사람의 검사 결과만을 취했으며 사람수의 비율로 표시했다.

나. 척도묘사분석법(descriptive analysis with scaling)

묘사분석의 기본요소중 하나인 조사특성으로 본 관능검사는 다즙성, 연도, 맛, 풍미를 조사하였는데, 강도와 기호도를 평가하기 위한 척도는 9 point hedonic scale을 이용하였다.

9. 통계처리

모든 처리구의 통계 처리방법은 SAS program을 이용하였고, Duncan' Range Test에 의하여 5%이내의 수준에서 유의성을 검정하였다.

제 5 절. NIR 측정

1. 재료

NIR로 돈육의 성분분석을 위하여 각 시료는 ice box에 담아 수송한 후 냉장된 상태로 가시지방과 힘줄을 제거하고 적육부위를 취하여 마쇄한 후 사용하였다.

2. 측정방법

NIR system(model 6500, NIR Systems, Inc, USA)의 Remote Reflectance

module(400-2500nm)를 사용하여 spectrum을 얻었다. 사용된 software는 Near-infrared spectral analysis(NASA, NIR System co. USA)였다. NIR spectrum 이 얻어진 시료를 시료병에 담아 5℃ 냉장고 또는 냉동고에 보관하면서 성분분석 시료로 하였다.

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절. 국제 돼지고기 수출입 현황

1. 서설

세계 돼지고기 생산량은 1997년에 8,900만톤으로 그 생산두수로는 약 18억 마리가 된다. 이 중에서 1997년도 세계 돼지고기 무역량은 주요 수출국들의 공급감소와 수입국들의 수요 감소로 인해 240만 톤으로 이는 전년 대비 6% 정도 감소된 물량이다. 특히, 대만지역의 구제역 발생은 돼지고기 가격급등으로 이어져 일본과 독립국 연합의 수입도 급감하였으나 멕시코, 한국, 불가리아의 돼지고기 수입수요는 증가하여 세계 돼지고기 수입수요 감소폭을 적게나마 줄였다.

1997년도 최근 1년간의 각국의 일본시장 돼지고기 수출물량 비율은 덴마크(29.1%), 미국(27.4%), 캐나다(10.8%), 한국(9.5%), 대만(9.4%)의 순으로 되었으나 1998년도 1월에 국내 돼지고기 일본수출은 8,409톤을 수출하여 일본시장 점유율이 27.7%로 크게 높아졌고, 특히 냉동육은 일본시장 점유율이 34.9%로 미국등 다른 수출경쟁국들을 제치고 1위를 차지했다. 이에 따라 한국은 10,094톤을 수출한 미국(점유율 33.2%)에 이어 일본에 두 번째로 많은 돼지고기를 수출한 나라로 급부상했다. 이런 상황에서 일본은 98년 4월부터 모든 수입육에 대하여 HACCP(Hazard Analysis Critical Point : 식품 위해요소 중점관리)제도를 적극 적용하여 위생과 관련된 오염문제를 적극 규제하고 있다.

일본의 경기침체, 수출국경쟁가열, 일본국내 내수시장의 냉각등의 영향으로 대 일본시장의 규모축소를 우려하는 것도 현실이다. 한국의 대 일본수출돼지의 생산체제는 물량증가추세에 힘입어 급부상되고 있으나, 품질저하 및 비정상적 수출관행등으로, 거리상의 유리한 입지조건에 있음에도 불구하고 냉장육 수출은 극히 저조하다. 냉장육 수출면에서는 미국은 69.7%, 캐나다 33.4%인데 반해 한국은 12.9%으로 극히 저조한 수준임을 알 수 있다. 일본시장에의 덤핑 수출관행은 정부차원에서 제동을 걸고 있으나 수입 돼지고기(삼겹살) 시장도 환율인상으로 중단되다시피되어 한국내 돼지고기시장에도 큰 어려움이 있을 것으로 예상된다.

세계 최대 돼지고기 수입국인 일본과 지척의 거리에 위치하고 있으면서도 덴마크나 대만 등에 비해 아주 미미한 정도의 수출만을 하고 있는 실정이다. 따라서 우리는 이제까지 우리나라에서의 주요한 연구 방향이었던 사료 효율이나 성장률 등과 같은 생산성 향상에 관한 연구에서 벗어나 동물성 단백질 식품내 고혈압, 동맥경화 및 뇌졸중 등의 성인병을 일으키는 위험인자(risk factor; 콜레스테롤, 포화지방 등) 들의 영양조성상 문제점을 극복하기 위하여 동물성 단백질의 지방산 조성을 바꾸려는 시도가 계속 진행되어지고 있다. 식육내 지방의 함량뿐만 아니라 지방산의 조성 또한 식육의 맛에 영향을 준다고 보고하였다(Hornstein 등, 1961; Thrall 등, 1971; Waldam 등, 1968). Ford 등(1975, 1976)은 이러한 사실을 바탕으로 관능 검사 요원들에 의해 얻어진 불포화 지방산의 함량을 달리한 양고기와 쇠고기의 풍미에 관한 결과를 보고하였으며, Skelley 등(1975) 또한 돼지고기를 이용한 결과를 보고하였다. 또한 Myer 등(1992)과 Shackelford 등(1990)은 oleic acid($\omega 9$)가 고기의 기호도에 영향을 줄 수 있다고 하였다. Sim(1994)은 심장혈관질환을 예방하기 위해서는 식품속에 $\omega 3$ 지방산과 $\omega 6$ 지방산의 비율이 1:4를 넘어서는 안된다고 하였으나 대부분의 우리나라 식품속에 들어 있는 $\omega 3$ 지방산과 $\omega 6$ 지방산의 비율은 1:8~9이어서 임산부와 수유부의 경우 $\omega 3$ 지방산의 비율을 늘일 필요가 있다고 하였다(Lee, 1994). 일반 돼지고기의 $\omega 3$ 지방산과 $\omega 6$ 지방산의 비율 또한 1:10정도로 매우 높아서 성인병 예방차원에서 두 지방산의 비율을 좁히는 것이 매우 중요하다고 하였다(Sohn 등, 1997). 또한 Chait 등(1974)과 Vessby 등(1980)에 의하면 포화 지방산을 불포화 지방산으로 대체하면 혈액내 콜레스테롤의 감소를 가져온다고 하였으며 특히 최근 $\omega 3$ 지방산의 생리활성 기능이 새롭게 밝혀지면서 $\omega 3/\omega 6$ 지방산 비율에 대한 관심이 집중되고 있다(Abeywardena 등, 1987). 따라서 우리는 이번 실험을 통해 $\omega 3:\omega 6:\omega 9$ 의 비율을 조절하여 불포화 지방산의 함량을 증가시킴으로써 불포화 지방산이 비육돈의 성장과 육질개선에 미치는 영향을 조사함으로써 고급육 생산을 위한 기초 자료를 얻고자 실시하였다.

Table 18. 국가별 돼지고기 대 일본 수출량(1997)

(단위 : t)

국 월	대 만		덴마크		미 국		캐나다		한 국		기 타		계		총계
	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	
1	4,166	11,383	-	2,687	4,504	2,608	511	1,383	212	1,460	-	4,762	9,393	24,739	34,132
2	4,884	3,907	-	782	4,769	518	554	1,359	283	1,221	-	1,432	10,491	9,218	19,709
3	3,281	10,646	-	105	5,525	226	625	583	316	1,150	-	766	9,748	13,475	23,223
4	-	5,636	11	12,189	8,565	3,478	1,219	3,476	984	1,904	37	4,483	10,815	31,164	41,979
5	-	31	9	7,730	10,328	3,857	2,074	3,395	959	2,145	115	3,648	13,486	20,802	34,287
6	-	164	10	2,633	6,557	1,910	1,329	1,186	757	907	20	2,513	8,673	9,313	17,986
7	-	2,842	-	53,780	8,018	10,587	1,477	9,047	1,094	12,462	94	23,437	10,683	112,156	122,839
8	-	32	-	28,084	8,275	7,831	1,264	5,227	1,310	3,866	102	13,695	10,952	58,735	69,687
9	-	108	10	16,306	7,798	3,939	1,709	4,412	1,256	3,509	100	8,461	10,873	36,735	47,608
10	-	-	198	9,573	9,822	3,751	2,065	2,426	1,348	2,995	127	5,166	13,560	23,912	37,472
11	-	-	12	6,025	7,047	5,156	1,448	2,973	1,010	3,252	102	5,200	9,617	22,607	32,224
12	-	-	22	4,753	7,690	4,071	1,517	3,041	1,048	3,054	115	5,150	10,607	20,070	30,677
계	12,331	34,749	272	144,647	88,898	47,932	15,167	38,474	9,477	37,925	2,753	87,702	128,898	369,451	498,349
비율	9.4%		29.1%		27.4%		10.8%		9.5%		18.2%		100%		

2. 일본의 관세제도의 변화

95년부터는 우루과이라운드 교섭결과에 따라 차액부분은 종량세로 바뀌었다. 실질적으로는 지금까지의 차액관세제도와 거의 마찬가지로 효과를 갖는 제도가 되고 있다. 2000년도까지 기준 수입가격이 409.9엔/kg까지 인하됨과 함께 정율관세제도에 대해서도 4.3%까지 인하하기로 되어 있다. 동시에 4분기별 수입량이 과거 3년간 동기간의 평균수입량의 119%를 초과한 경우 기준수입가격이 인상되는 관세긴급조치 세이프가드가 도입되었다. 95년 11월1일부터 관세긴급조치가 발동되어 냉동육 수입량은 전년의 같은 시기를 크게 밑돌았는데 (전년대비 46%), 냉장육은 거의 전년 수준으로(93%)으로 도입되었다. 세이프가드가 냉동육 수입에는 영향이 있으나 냉장육에는 별다른 영향이 없어 한국에서도 냉장육 수출이 더 유리할 것으로 보인다.

3. 구제역발생의 영향

75년무렵부터 덴마크로부터의 수입량이 증가해 81년 수입량 16만 2천톤 중 42%가 덴마크 산이고 캐나다는 22%, 미국은 20% 수준이었다. 82년 3월과 83년 1월에 덴마크에서 구제역이 발생하여, 대만으로부터의 수입량이 증가하기 시작하는 계기가 되었다. 86년에는 대만이 덴마크를 앞질러 일본최대의 수입국으로되어 수입량 205,000톤 중 89,000톤으로 비율은 44%가 되었으나 97년 3월 대만의 구제역 발생은 미국산 돼지의 수입금지증으로 이어지고 98년 1월에는 한국이 미국을 앞지르게 되었다. 그러나 한국내에서도 구제역 발생의 가능성이 여러차례 경고된 바 있어 한국으로 수입되는 모든 육제품수입에 철저한 검역이 실시되고 있다.

Table 19. 국가별 돼지고기 대 일본 수출량(1995)

(단위 : t)

국 월	대 만		덴마크		미 국		캐나다		한 국		기 타		계		총계
	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	
1	4,849	11,607	20	8,925	3,447	1,127	183	2,086	193	647	5	1,236	8,695	25,629	34,324
2	5,595	11,706	36	9,881	4,025	1,228	261	2,024	204	578	2	1,213	10,104	26,628	36,732
3	7,581	14,792	29	7,261	5,843	1,363	368	1,281	268	686	5	1,579	14,093	26,962	41,055
4	7,433	15,878	52	11,323	6,286	2,243	363,	2,333	244	987	4	1,601	14,385	34,366	48,751
5	7,221	18,488	19	11,437	6,211	2,194	393	2,395	247	986	7	1,779	14,099	37,209	51,389
6	7,320	14,075	13	8,304	6,085	1,703	420	2,060	243	789	17	1,253	14,098	28,183	42,280
7	8,364	15,654	17	18,315	6,208	2,848	342	2,997	254	705	19	2,745	15,203	43,264	58,467
8	8,412	14,924	16	12,764	8,785	2,104	562	2,281	271	781	2	2,257	18,048	35,110	53,158
9	7,287	14,243	13	7,632	7,341	3,557	429	2,373	274	877	5	2,346	15,349	31,029	46,378
10	8,018	16,395	45	11,359	4,966	2,087	392	2,076	203	681	5	963	13,629	33,561	47,191
11	5,747	17,239	52	14,403	5,301	3,009	393	2,374	232	1,107	8	1,404	11,734	39,546	51,280
12	7,830	11,697	79	7,697	4,224	1,622	323	2,158	200	899	7	1,356	12,662	25,428	38,090
계	85,657	176,698	371	129,301	68,672	25,050	4,480	26,438	2,833	9,723	86	19,705	162,099	386,915	549,014
비 율	47.8%		23.6%		17.1%		5.6%		2.3%		3.6%		100%		

Table 20. 국가별 돼지고기 대 일본 수출량(1996)

(단위 : t)

국 월	대 만		덴마크		미 국		캐나다		한 국		기 타		계		총계
	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	냉장	냉동	
1	3,482	8,749	-	468	4,490	1,017	272	1,017	216	1,240	3	773	8,463	13,252	21,727
2	5,361	10,276	-	258	4,818	746	370	621	247	1,475	4	906	10,800	14,281	25,080
3	4,524	5,790	-	87	5,725	425	453	459	291	1,560	4	429	10,999	8,749	19,748
4	8,891	33,240	-	32,555	9,108	17,748	671	11,547	488	5,858	5	12,695	19,252	113,617	132,890
5	8,445	14,409	23	31,106	9,406	12,718	914	5,312	480	3,349	5	7,859	19,273	74,754	74,027
6	8,373	37,350	23	44,381	6,831	19,046	672	7,314	412	3,701	-	17,420	16,312	129,212	145,523
7	7,585	10,681	9	6,260	6,64	2,543	686	1,036	461	2,416	5	2,234	15,609	25,172	40,780
8	8,041	4,603	-	400	6,734	2,283	646	763	415	2,750	-	1,817	15,835	12,614	28,449
9	7,096	7,398	-	337	5,305	2,166	587	660	480	2,631	-	1576	13,467	14,737	28,234
10	7,285	16,903	-	426	6,950	3,103	782	1,096	389	2,499	-	2,322	15,406	26,350	41,756
11	5,208	12,874	9	409	5,634	1,072	645	1,347	343	1,771	23	2,064	11,863	19,537	31,400
12	5,392	24,181	-	1,959	5,366	1,691	534	807	3,121	1,079	2	2,230	11,605	31,948	43,553
계	80,242	186,454	64	118,646	76,961	64,558	7,232	31,979	4,334	30,329	51	52,307	168,884	484,273	653,157
비율	40.8%		18.2%		21.7%		6.0%		5.3%		8.0%		100%		

4. 미국의 돼지고기 수출산업

미국의 돼지고기 생산량은 94년이래 매년 8백만톤 수준으로, 수출량도 매년 증가되고 있어 94년 241천톤, 95년 356천톤, 96년 408천톤으로 증가추세에 있고, 이는 일본으로의 수출이 대폭 증가하게 된 바 이는 97년 6월에 셰이프 가드가 종료된 데 원인을 찾을 수 있다.

5. 캐나다의 돼지고기 수출산업

캐나다의 돼지생산과 수출은 계절적 및 주기적 변동에 따라 좌우되고 품질의 가변성을 감소시키는 방법으로 도체지수 시스템을 운영하고 있다. 수출을 위한 식육위

생시스템은 1907년에 시작되어 농무성에 등록된 공장에서 생산한 식육으로 검사를 받은 것에 한하여 수출하고 있다. 생산물량은 120만톤 수준으로 30만톤(25%) 정도가 수출되고 있고 일본시장에는 95년 30,918톤, 96년 39,211톤, 97년 53,641톤으로 되어있다.

6. 덴마크의 돼지고기 수출산업

덴마크의 양돈산업은 핵심농업으로, 돼지고기의 연간 총 생산량이 약 2백만톤('96 기준)에 달하고 이중 80%가 수출물량이다. 주요 수출대상국은 독일, 영국, 일본, 프랑스, 기타 유럽연합국가와 러시아, 미국, 한국 등이며, 일본시장에는 95년 129,672톤, 96년 118,710톤, 97년 144,919톤으로 매년 10만톤 이상 수출하고 97년에는 대만의 구제역 발생으로 물량이 급격히 늘었다.

7. 냉장육의 수출물량 추이

일본시장에 유입되는 냉장육은 94년부터 3년간 매년 17만톤 수준이나 97년에 와서 대만의 구제역 발생으로 전년보다 7만톤가량 급격히 줄어들었다. 그러나, 미국은 7-8만톤수준으로 계속되고 있고, 캐나다는 95년 대비 97년에는 340% 급신장하는 추세이며, 한국도 330% 신장되었으나, 절대물량은 97연말 현재 캐나다의 62% 수준에 머물고 있다. 덴마크는 95년부터 3년간 총 냉장육 수출은 700톤에 불과하여 냉동육 수출물량과는 현격한 차이가 있다.

8. 결론

세계 최대의 돼지고기 수입시장을 이웃에 두고 있으면서도 한국은 Table 1 에서와 같이 수입시장 점유율이 9.5% 수준에 머물고 있으며, 그나마도 냉장육은 일본시장 수출 총 물량의 20%수준에도 못 미치는 9,477톤으로서 점차 냉장육으로 대중을 이루어 가는 일본수출시장 형태를 볼 때, 전체 물량 면에서도 더욱 신장될 수 있는 여지가 있고, HACCP 제도강화로 일본시장에서 우위를 차지할 수 있는 가능성은 앞서서도 언급된 바와 같이 98년 1월의 각국비교에서 나타난 바 있고 이에 힘입어 03.

ω6, ω9 지방산을 강화하는 등 기능성이 강조되고, 위생적이고 맛있는 돼지고기의 냉장수출이 더욱 바람직하다 하겠다.

다행스럽게 우리는 세계 제일의 돼지고기 수입국인 일본을 옆에 두고 있다.

과거 돼지고기의 대일 수출은 돼지고기 수급 및 가격이 불안정하여서 국내 돼지고기 가격이 하락하면 일본수출이 증가되고 국내 돼지고기 가격이 상승하면 대일 수출이 감소하여 지속적인 수출이 안되고 있으며 대만산에 비해 국제 신뢰도가 아주 낮다.

제 2 절. 국산 및 외국산 돼지고기 품질비교 평가

1. 시중 브랜드 돼지고기 분석

국내에서 생산되는 돼지고기를 수집 분석하여 품질 지표를 정하고, 이 자료를 기초로 하여 수출용 돼지고기의 맛의 최적화 방향을 설정하기 위하여 일반성분 분석, 물리 화학적 특성분석, 지방산 조성 및 관능 검사를 실시하였다. 시료는 돼지고기 품질 전시회에 출품한 회사 중 4개사의 제품으로 주로 일본에 수출 가능한 수준이고, 소위 얼굴 있는 돼지고기로 기능성을 부여한 브랜드 돼지고기였다.

가. 일반 성분

분석에 사용한 부위는 등심과 햄 2부위를 선택하여 분석하였다. 수분, 단백질, 조지방, 조지방함량에 관한 결과는 Table 21 과 같다.

수분과 조지방 함량은 브랜드에 따라 큰 차이가 없었으며 IJ의 등심이 지방함량은 낮은 반면 단백질 함량이 24.09%로 가장 높았다. 조지방 함량은 SJ의 제품이 햄, 등심 모두에서 가장 높았다.

각 브랜드돼지고기제품의 일반성분에서 지방함량을 제외하고는 제품간에 큰 차이가 없는 것으로 판단하였다.

Table 21. 국내유통 브랜드 돼지고기 일반성분 분석

브랜드	돈육이름	부위	수분(%)	단백질(%)	조지방(%)	조회분(%)
DD		등심	74.09±0.23	22.97±0.01	4.41±0.01	1.05±0.01
		햄	74.77±0.10	21.94±0.13	4.17±0.17	1.11±0.01
SJ		등심	72.17±0.40	22.92±0.36	6.12±0.03	1.07±0.02
		햄	74.15±0.23	21.99±0.07	5.12±0.03	1.15±0.04
DS		등심	71.52±0.51	24.33±0.05	5.06±0.24	1.07±0.01
		햄	74.23±0.23	21.88±0.20	4.65±0.00	1.12±0.00
IJ		등심	73.45±0.03	24.09±0.01	3.53±0.05	1.17±0.01
		햄	76.80±0.05	20.19±0.05	3.87±0.00	1.10±0.01

나. 물리 화학적 특성

Table 22 에서와 같이 VBN, TBA, 육색등 물리화학적 특성상 큰 차이가 없으나 IJ 제품이 등심 햄 공히 육색이 진하게 나타났다. pH의 경우 IJ 햄 부위가 가장 높게 나타났다.

Table 22. 국내 유통 브랜드 돼지고기의 물리화학적 특성(0일자)

브랜드	돈육이름	부위	VBN (mg%)	TBA (mg/kg meat)	pH	육색 (ΔE)
DD		등심	5.86	0.55	5.45	43.1
		햄	5.60	0.05	5.79	55.8
SJ		등심	4.62	0.02	5.67	49.0
		햄	4.07	0.29	5.61	52.8
DS		등심	4.65	0.04	5.51	42.4
		햄	4.12	0.05	5.39	54.4
IJ		등심	4.74	0.04	5.37	54.2
		햄	4.45	0.08	6.37	54.1

다. 지방산 조성

본 실험 상 가장 중요한 요소인 지방산 조성 분석은 Table 23 에서와 같이 포화 지방산 에서는 부위별 회사별 큰 차이가 없으나 불포화 지방산 함량에는 큰 차이

가 있는 것으로 나타났다. DD 제품은 비린내와 관련되는 $\omega 3$ 가 타사 제품에 비하여 단연 높아서 7-9배 정도 그 비율이 높은 것으로 분석되었다. 일반적으로 $\omega 9$ 의 함량이 높으면 맛이 좋다고 하는데 SJ의 제품이 그 함량이 다른 제품에 비하여 많은 것으로 나타났다.

Table 23 국내 유통 브랜드 돼지고기의 지방산 조성

브랜드 돈육이름	부위	포화지방산%	불포화지방산%		
			$\omega 3$	$\omega 6$	$\omega 9$
DD	등심	38.18	7.09	15.61	39.12
	햄	36.86	9.26	19.06	34.83
SJ	등심	43.43	1.00	3.93	51.63
	햄	36.90	0.55	18.09	44.46
DS	등심	39.98	1.21	16.39	42.42
	햄	33.90	0.92	22.17	43.01
IJ	등심	36.64	0.56	23.98	38.82
	햄	37.29	0.51	20.84	41.36

라. 관능검사

숙련된 관능검사 요원 17명에게 풍미, 연도, 설택, 다즙성, 기호도에 관하여 관능검사를 실시하였다. 각 브랜드 돼지고기의 등심만을 사용하였고 풍미가 가장 좋은 것은 SJ 제품이었고 설택은 DD, 연도는 SJ, 다즙성은 SJ로 SJ제품이 가장 좋은 것으로 나타났다.

Table 24. 국내 유통되는 브랜드 돼지고기의 관능적 특성

브랜드	돈육이름	부위	풍미	설택	연도	다즙성	기호도
DD	등심		92 ¹⁾	120	84	75	88
SJ	등심		104	106	115	103	91
DS	등심		95	108	82	78	78
IJ	등심		100	73	91	86	83

1) 10점 scale, panel(n=17)의 총합계 점수

2. 외국산별 돼지고기의 품질비교시험

외국산 돼지고기에 대한 평가는 미국산, 캐나다산, 대만산, 일본산 돼지고기를 수집하여 일반성분, 물리화학적 특성, 지방산 조성분석 및 관능검사와 미생물검사를 실시하였다. 수집한 외국산 돼지고기의 냉동육 상태여서 이를 해동하여 품질분석을 하였다.

가. 일반성분

미국산과 대만산의 수분함량이 캐나다산과 일본산보다 다소 낮았으나 전반적으로 70%안팎이었다. 국내 체중별, 품종별, 지방산별 돼지고기의 수분함량 75%보다 외국산 돼지고기의 수분함량이 낮은 이유는 냉동육으로 구입되어 분석을 위하여 해동시킬 때 drip량이 많았기 때문인 것으로 생각된다. 지방의 양은 미국산과 대만산이 캐나다산과 일본산보다 많으나 단백질은 그 반대였고 조희분함량은 차이가 없는 것으로 분석되었다.

Table 25. 외국산별 돼지고기의 일반성분 분석

돼지 생산산지	수분(%)	단백질(%)	조지방(%)	조희분(%)
미 국	69.21±0.01	23.97±0.08	5.16±0.06	1.04±0.02
카 나 다	70.85±0.02	24.24±0.08	3.72±0.01	1.17±0.03
대 만	69.34±0.06	23.72±0.09	6.14±0.03	1.03±0.02
일 본	70.65±0.02	24.10±0.01	4.15±0.06	1.02±0.03

나. 물리화학적 특성

단백질의 부패정도를 알 수 있는 VBN은 외국산지별로 차이가 없었으나 TBA는 많은 차이가 있어 캐나다와 대만산이 지방 산패가 상당히 일어난 것으로 분석됐다. pH와 drip량은 산지별로 유의성이 없었으나 육색은 캐나다산이 다른 외국산지보다 상당히 짙은 것으로 조사됐다.

Table 26. 외국산별 돼지고기의 물리화학적 특성(0일자)

돼지 생산산지	VBN (mg%)	TBA (mg/kg meat)	pH	육색 (ΔE)	drip (%)
미 국	5.58±0.25	0.17±0.01	5.55±0.02	35.13±0.37	3.39±0.04
카 나 다	4.52±0.05	0.50±0.01	5.38±0.01	45.03±1.07	4.93±0.15
대 만	4.41±0.17	0.49±0.00	5.46±0.04	38.20±0.82	4.29±0.12
일 본	4.34±0.13	0.14±0.01	5.40±0.00	37.23±1.06	3.12±0.20

다. 지방산 조성

캐나다산이 포화지방산 수치가 가장 낮은 것으로 나타났다. 또한 ω3 지방산은 캐나다산이 높게 나타났고, ω6 지방산은 일본산이 가장 높게 나타났다.

Table 27. 외국산별 돼지고기의 지방산 조성

돼지 생산산지	포화지방산 %	불포화지방산 %		
		ω3	ω6	ω9
미 국	41.06 ± 3.07	2.47 ± 0.59	9.84 ± 0.38	37.30 ± 1.22
카 나 다	36.49 ± 1.05	3.91 ± 1.18	8.72 ± 0.25	40.05 ± 0.85
대 만	41.19 ± 0.79	2.42 ± 0.33	8.29 ± 0.18	40.83 ± 0.47
일 본	38.60 ± 1.05	2.77 ± 1.09	10.43 ± 0.16	41.05 ± 0.47

라. 미생물검사

Table 28 은 외국산별 돼지고기의 미생물 검사에 대한 결과이며 미국산 돼지고기의 다른 외국산지 돼지고기보다 총균수, 혐기성균수, 저온성균수 모두 월등히 많은 것으로 분석되었다. 특히 미국산은 캐나다산보다 총균수와 혐기성균이 약 200배 많은 것으로 조사되었고 저온성균은 일본산보다 약 600배 많은 것으로 분석되었다.

Table 28. 외국산별 돼지고기의 미생물검사

	일본산	미국산	캐나다산	대만산
총균수 (CFU/cm ²)	1.2×10 ³	5.2×10 ⁴	2.6×10 ²	1.5×10 ³
혐기성균수 (CFU/cm ²)	2.5×10 ³	7.7×10 ⁴	3.9×10 ²	3.9×10 ³
저온성균수 (CFU/cm ²)	1.4×10 ²	8.5×10 ⁴	6.0×10 ²	2.8×10 ²

마. 관능검사

외국산별 돼지고기의 관능검사는 Table 29 와 같으며 일본산이 연도와 다즙성에서 가장 우수하였고 향과 풍미는 캐나다산이 가장 우수한 것으로 조사됐다. 미국산과 대만산은 모든 관능검사 항목에서 비슷한 수준의 점수를 받아 관능특성이 유사한 것으로 분석됐다.

Table 29. 외국산별 돼지고기의 관능검사

관능검사항목	일본	미국	캐나다	대만
향 미	5.14±1.51	5.07±2.00	6.02±1.40	5.01±2.14
풍 미	5.10±1.71	5.57±1.24	5.93±1.25	5.02±1.53
연 도	6.72±1.09	6.01±1.75	4.54±1.48	5.59±1.10
다즙성	6.80±0.77	5.97±1.89	4.99±1.45	5.91±1.17

제 3 절. 품종별 돼지고기의 품질비교시험

1. 1차년도

랜드레이스-요크셔-듀록의 3원 교잡종, 랜드레이스-요크셔, 듀록-햄프셔의 2원교잡종의 등심부위를 수집하여 품질 비교 시험을 하였다.

가. 일반성분

품종별 돼지고기의 일반성분 결과는 Table 30 과 같다.

수분의 함량은 DH, LY, LYD의 순으로 많았고 지방의 함량은 이와 반대로 LYD가 가장 많고 DH가 가장 적었다. 특히 LYD는 다른 2원 교잡종보다 지방함량이 38-49%가 더 많았다. 조희분의 함량은 차이가 없는 것으로 평가된다.

Table 30. 품종별 돼지고기의 일반성분 분석

품종	수분(%)	단백질(%)	조지방(%)	조희분(%)
LY	72.38±0.35	22.41±0.19	3.82±0.20	1.10±0.02
LYD	71.32±0.30	20.84±0.50	6.19±0.34	1.20±0.03
DH	73.16±0.24	21.78±0.24	3.14±0.24	1.23±0.02

나. 물리화학적 특성

Table 31 은 품종별 돼지고기의 물리화학적 특성의 결과를 보여준다. VBN, pH는 품종에 따라 차이가 없었으며 TBA는 LY가 다른 품종보다 상대적으로 매우 낮은 것으로 분석되었다. 랜드레이스의 교잡종인 LY와 LYD는 육색이 옅었으며 DH는 육색이 매우 짙었다. Drip양은 LYD와 DH가 비슷한 수준이고 LYD가 20% 더 많은 Drip양을 보였다.

Table 31. 품종별 돼지고기의 물리화학적 성분특성(0일자)

품종	VBN (mg%)	TBA (mg/kg meat)	pH	육색 (ΔE)	drip (%)
LY	3.75±0.29	0.03±0.01	5.39±0.02	37.95±0.94	8.38±0.78
LYD	4.15±0.25	0.16±0.02	5.23±0.08	43.20±0.95	6.56±0.64
DH	4.48±0.24	0.21±0.01	5.38±0.04	49.52±0.63	6.82±0.87

다. 지방산 조성

LYD가 포화지방산이 가장 낮게, $\omega 6$ 지방산도 낮게 나타났으나, 전체적으로 보아

유의성이 없는 것으로 나타났다.

Table 32. 품종별 돼지고기의 지방산분석

품종	포화지방산 %	불포화지방산 %		
		$\omega 3$	$\omega 6$	$\omega 9$
DH	36.65±1.34	0.96±0.17	15.94±1.82	38.82±0.42
LY	37.34±1.47	0.98±0.19	15.90±2.37	38.62±2.03
LYD	35.86±4.30	0.93±0.22	17.71±4.13	37.82±0.89

라. 미생물검사

총균수와 저온성균수는 LYD가 다른 2원교잡종보다 약 10배 많았고 혐기성균수는 LY가 DH와 LYD의 1/10수준으로 낮았다.

Table 33. 품종별 돼지고기의 미생물검사

	LY	DH	LYD
총균수 (CFU/cm ²)	7.3×10 ²	5.0×10 ²	3.2×10 ³
혐기성균수 (CFU/cm ²)	2.1×10 ³	2.0×10 ⁴	4.5×10 ⁴
저온성균수 (CFU/cm ²)	2.4×10 ³	2.6×10 ³	2.0×10 ⁴

마. 관능검사

품종별 돼지고기의 관능검사 결과는 Table 34 와 같다.

3원교잡종인 LYD가 2원교잡종인 LY와 DH보다 aroma를 제외한 맛, 연도, 다즙성 모두에서 우수한 것으로 조사되었다. 후각으로 인식할 수 있는 aroma는 LY가 DH와 LYD보다 우수하였다.

Table 34. 품종별 돼지고기의 관능검사

관능검사항목	LY	DH	LYD
향 미	5.33±1.86	4.79±1.98	4.79±2.08
풍 미	4.83±1.94	5.44±2.04	6.14±1.72
연 도	6.08±1.58	4.83±1.63	6.82±1.30
다즙성	5.79±1.59	5.06±1.87	6.05±1.66

2. 2차년도

국내산 돼지고기의 품종중 랜드레이스-요크셔-듀록의 3원교잡종(LYD)과 랜드레이스-요크셔의 1대 교잡종(LY), 듀록-햄프셔의 1대 교잡종(DH)에 대해 각각 3두를 대상으로 도살 후 1일간 예냉된 도체에서 등심을 채취하여 분석하였다.

가. 일반성분

Table 35 는 각 품종간의 일반성분분석결과이다. 함유수분의 경우 삼원교잡종인 LYD가 71.46%로 가장 높은 수분함량을 보였으며, LY가 70.24%로 가장 낮았으나, 종간 유의적인 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$). 조단백질은 수분이 가장 낮게 나타난 LY가 23.41%로 높았으며, DH가 22.57%로 낮았다. 지방은 조단백질과 마찬가지로 LY가 5.21%로 높았고, 삼원교잡종인 LYD가 4.08%로 가장 낮았다. 조회분의 경우는 거의 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$). 이 결과로 볼 때, 삼원교잡종인 LYD가 지방함량도 적고, 단백질도 비교적 많아 LY나 DH에 비해서 우수한 것으로 나타났다.

Table 35. 품종간 등심의 일반성분분석

	LY	LYD	DH
수 분(%)	70.24±1.09	71.46±0.93	71.28±1.10
단백질(%)	23.41±0.27	23.36±0.79	22.57±0.74
조지방(%)	5.21±0.95	4.08±0.25	5.02±1.46
조회분(%)	1.13±0.05	1.10±0.07	1.12±0.02

나. 물리화학적 특성

Table 36 은 각 품종간의 물리화학적 특성 분석에 대한 결과이다. pH의 경우 유의적인 차이를($P < 0.05$) 보였으며, LYD가 약간 높을 뿐 모두 정상적인 범위의 pH를 나타냈다. 육즙추출율(Drip)에 있어서는 LYD가 다른 품종에 비해 가장 낮은 수치를 보였고, 유의성은 없으나 상당한 차이를 보인다. TBA의 경우 수치상으로 LY가 가장 낮았고, 상당한 유의차($P < 0.01$)를 보인다. DH, LYD의 TBA 값이 높기 때문에 DH, LYD의 pH가 LY에 비해서 높게 나타났다. 육색은 명도의 경우 LYD가 가장 밝게 나타났고, 적색도는 DH가 가장 높아 3품종중에서 가장 붉은 색을 띠었고, LYD가 가장 낮았다. 황색도의 경우 LY가 가장 낮은 수치를 보였다. 육색중 적색도에서 유의성은 없으나 상당한 차이를 보였다($P = 0.051$).

Table 36. 품종간 등심의 물리 화학적 특성분석

	LY	LYD	DH
pH*	5.43 ± 0.03^b	5.77 ± 0.21^a	5.70 ± 0.06^a
Drip(%)	7.89 ± 1.38	4.00 ± 0.89	7.79 ± 2.44
TBA**	0.22 ± 0.01^b	0.41 ± 0.05^a	0.44 ± 0.09^a
Color			
L	53.07 ± 1.10	55.29 ± 0.37	53.52 ± 1.56
a	16.61 ± 0.28	15.83 ± 0.24	17.43 ± 0.51
b	6.53 ± 0.33	8.10 ± 0.89	8.76 ± 2.35

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

^{a,b} Means \pm SD with the same row within no common superscripts differ significantly.

다. 미생물검사

Table 37 은 각 품종간의 미생물검사 결과이다. 총균수에 있어서 1원교잡종인 LY의 경우 가장 높은 수치를 보였고, DH의 경우 가장 낮은 수치를 나타냈지만, 혐기성미생물수에서는 LY, DH 모두 큰 차이없이 비슷한 결과를 보였다. 3원교잡종인

LYD는 내냉성균수에서 가장 낮은 반면 혐기성균수는 가장 높았다. 전체적으로 볼 때 유의적인 차이는 없었다.

Table 37. 품종간 등심의 미생물검사

	LY	LYD	DH
총균수(CFU/cm ²)	2.17±0.15×10 ²	2.10±0.96×10 ²	1.03±0.95×10 ²
혐기성균수(CFU/cm ²)	2.03±0.60×10 ²	2.37±1.07×10 ²	1.47±1.17×10 ²
저온성균수(CFU/cm ²)	4.53±0.57×10 ²	3.97±0.75×10 ²	6.03±2.46×10 ²

라. 관능검사

Table 38 은 각 품종의 삼점검사에 대한 결과이다. LY-DH의 경우 식별강도가 가장 높지만, 약한 수준(Slight)이다. 검사된 각 조합들은 유의차가 없었다. 기호성을 조사한 결과 역시 유의적 차이는 없었으나, DH-LY는 비슷한 선호도를, LY-LYD에서는 LYD를 더 선호하였고, LYD-DH간에는 비슷한 선호도를 나타내었다.

Table 38. 삼점검사를 통한 품종간 등심의 관능검사

Combination	Degree of Difference ¹⁾	Acceptability
DH-LY	1.3	3:3
LY-LYD	0.9	1:4
LYD-DH	1.0	2:2

1) Slight = 1, Moderate = 2, Much = 3, Extreme = 4

Table 39 는 각 품종의 척도묘사분석에 대한 결과이다.

Table 39. 척도묘사분석을 통한 품종간 등심의 관능검사¹⁾

	LY	LYD	DH
향 미	4.70±1.16	5.60±1.58	4.60±1.17
풍 미	4.80±1.81	5.40±1.96	4.50±1.78
다즙성	4.10±1.66	4.80±1.69	3.80±1.32
연 도	5.20±1.99	6.80±1.81	6.30±1.42
기호도	4.70±1.49	4.80±1.69	4.30±1.64

1) 0 = none, 5 = moderate, 10 = extreme

각 품종의 향미는 LY가 LYD나 DH보다 더 강한 것으로 나타났다. 풍미, 다즙성, 연도는 3원교잡종 돼지고기(LYD)이 다른 2가지의 1대잡종 돼지고기보다 더 강하다고 평가되었고, 향미, 풍미, 다즙성, 연도, 기호도의 모든 척도에서 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 삼원교잡종인 LYD가 가장 높은 기호도를 보였는데, 이 결과는 삼점 검사에서 LYD가 비교적 선호된 것과 일치하는 결과이다.

제 4 절. 출하 체중별 돼지고기분석

1. 일반성분

도축장에서 3가지 체중범위의 돼지고기를 구입하여 일반성분을 분석한 결과는 Table 40 과 같다. 수분 함량은 90-100kg 생시 체중의 돼지고기의 가장 높아 73.94% 였고 100-110, 110-120kg은 71% 수준으로 차이가 없었다. 조지방의 함량은 생시 체중이 작은 90-100kg이 가장 적었고 100-110kg이 높은 것으로 나타났다. 조 회분은 모두 같은 수준이었다.

Table 40. 체중별 돼지고기의 일반성분 분석

돼지 생시체중	수분(%)	단백질(%)	조지방(%)	조회분(%)
90-100 kg	73.94±0.84	21.44±0.07	3.53±0.13	0.95±0.05
100-110 kg	71.07±1.76	21.63±2.00	6.12±1.81	0.97±0.15
110-120 kg	71.97±1.61	22.56±0.71	4.86±1.77	0.99±0.04

2. 물리화학적 특성

체중별 돼지고기의 물리화학적 특성은 Table 41 과 같다. VBN, TBA, pH, 육색은 체중별로 차이가 없는 것으로 나타났는데 drip은 생시체중 90-100kg이 11.17%로 다른 두 종의 체중별 돼지고기보다 약 45-78% 더 높은 것으로 나타났다.

Table 41. 체중별 돼지고기의 물리화학적 성분특성(0일자)

돼지 생시체중	VBN (mg%)	TBA (mg/kg meat)	pH	육색 (ΔE)	drip (%)
90-100 kg	4.35±0.64	0.13±0.06	5.29±0.11	46.83±0.41	11.17±3.29
100-110 kg	4.98±0.64	0.03±0.01	5.32±0.08	47.18±1.15	6.26±2.97
110-120 kg	5.14±0.26	0.00±0.00	5.39±0.04	47.12±0.87	7.69±2.82

3. 지방산 조성

체중별 돼지고기의 지방산 조성은 Table 42 와 같아서 90-100kg 의 돼지고기에 포화지방산 함량 (46.6%)이 높은 것으로 나타났다.

Table 42. 체중별 돼지고기의 지방산 조성

돼지 생시체중	포화지방산 %	불포화지방산 %		
		ω3	ω6	ω9
90-100 kg	46.6±0.86	0.21±0.19	11.67±0.47	45.52±1.21
100-110 kg	40.96±0.88	0.44±0.10	10.66±0.47	47.94±0.52
110-120 kg	41.44±1.46	0.29±0.04	9.13±1.05	49.13±1.51

불포화 지방산중 ω3계열은 100-110kg대가 0.44%로 다른 두 체중대의 돼지고기 보다 약 2배정도 높았다. ω6 계열은 110-120kg대가 10% 미만으로 가장 낮았으며, ω9 계열은 체중이 증가함에 따라 증가된 것으로 나타났다.

4. 미생물 검사

도축장에서 구입한 시료는 맨 처음 미생물 검사를 실시하였고 그 결과는 Table 43 과 같다. 체중별에 따른 미생물 수의 차이는 없다고 판단하였다.

Table 43. 체중별 돼지고기에 대한 미생물 검사

검사 항목	돼지생시체중 kg		
	90-100	100-110	110-120
총균수(CFU/cm ²)	1.7×10 ²	1.0×10 ²	1.3×10 ²
혐기성균수(CFU/cm ²)	3.6×10 ²	1.0×10 ³	7.2×10 ²
저온성균수(CFU/cm ²)	4.6×10 ²	1.3×10 ³	9.8×10 ²

5. 관능검사

체중별 돼지고기의 관능검사 결과는 Table 44 와 같다. Triangle test에 의한 차이 식별은 90-100, 110-120kg대간에 차이가 있는 것으로 나타났으며 90-100kg 대가 acceptability가 높은 것으로 나타났다. 기타 90-100과 100-110 또는 100-110과 110-120kg 대는 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 44. 체중별 돼지고기의 관능적 특성 (Triangle test)

돼지생시체중 kg	Degree of difference	Acceptability
90-100 : 100-110	N.S ¹⁾	
90-100 : 110-120	2.4 ²⁾	9 : 1
100-110 : 110-120	N.S	

1) Not Significant

2) slight;1, moderate;2, much;3, extreme;4의 평균

Descriptive analysis에 의한 체중별 돼지고기의 관능적 특성은 Table 45 와 같다. 돼지고기의 aroma 특성은 체중이 많을 때 큰 것으로 나타났고 flavor 특성은 체중이 작을 때 높은 것으로 나타났다. 체중이 작을 때 연도와 다즙성이 높게 나타났다.

Table 45. 체중별 돼지고기의 관능적 특성 (Descriptive analysis with scaling)

검사 항목	돼지생시체중 kg		
	90-100	100-110	110-120
향 미	4.70±1.17 ¹⁾	5.11±0.45	5.28±0.34
풍 미	5.77±0.82	5.73±0.27	5.57±0.28
연 도	6.26±0.85	5.96±0.14	5.73±0.85
다즙성	6.34±1.13	5.77±0.25	4.64±0.61

1) 10점 scale, panel(n=12)의 mean

제 5 절. 저장유통에 따른 관능적 특성 평가

돼지고기 중 등심을 구입한 후 각기 다른 저장 온도(-1.5℃, 4℃, 10℃)에서 이를 저장한 후 저장 중 물리 화학적 특성 및 관능적 평가, 지방산 조성 및 미생물 검사 등을 실험하였다.

1. 저장온도에 따른 관능적 특성 평가

가. 물리화학적 특성

Table 46 은 저장 온도별 돼지고기의 물리화학적 특성의 결과를 보여준다. VBN은 14일까지의 저장 기간동안 저장온도가 낮을수록 낮은 VBN값을 나타냈으며 저장온도 및 저장기간에 따라 유의차가 있었다. TBA는 저장 온도가 4℃일 때 약간의 유의차를 보였다. pH의 경우에는 pH값이 저장 기간에 따라 서서히 증가하였으며 저장 온도와 기간에 따라 약간의 유의차를 보였다.

Table 46. 저장 온도별 돼지고기의 물리화학적 성분특성

저장 온도	저장 기간	물리화학적 특성					
		VBN (mg%)	TBA (mg/kg meat)	pH	육색		
					L	a	b
-1.5 °C	1일	10.65±0.28 ^a		5.48 ^{dm}	55.83±1.52 ^{abm}	11.14±1.58 ^{bcl}	5.37±2.54 ^{bc}
	3일	6.35±0.16 ^{dm}		5.83±0.01 ^{bl}	48.20±6.94 ^{bcn}	8.84±0.43 ^d	2.72±1.64 ^{cb}
	7일	8.22±0.43 ^{cn}	1.06±0.02	6.14±0.01 ^{al}	49.94±11.51 ^{abc}	11.82±1.81 ^{ab}	5.89±3.75 ^{abc}
	10일	8.50±0.16 ^{cn}	1.02±0.01	5.46 ^{en}	57.78±1.65 ^a	12.76±0.66 ^{al}	8.85±0.72 ^{al}
	14일	9.57±0.08 ^{bn}	0.88±0.17	5.52±0.01 ^{cn}	47.27±5.76 ^{cm}	9.94±0.74 ^c	3.38±2.64 ^{bc}
4°C	1일	9.90±0.43 ^d		5.55±0.01 ^{dl}	63.65±3.14 ^a	11.51±1.84 ^{al}	7.36±2.94
	3일	9.06±0.58 ^{elm}		5.70 ^{cm}	55.01±1.49 ^{bm}	9.03±1.05 ^b	4.78±2.44 ^{ab}
	7일	12.33±0.28 ^{cm}	1.09±0.03 ^a	5.44±0.01 ^{em}	52.73±4.86 ^b	11.78±1.12 ^a	6.02±2.28
	10일	16.43±0.58 ^{al}	1.06±0.04 ^a	5.74 ^{bl}	53.25±3.74 ^b	10.82±1.63 ^{abm}	5.75±1.92 ^m
	14일	14.10±0.32 ^{bm}	0.92±0.03 ^b	6.47±0.01 ^{al}	47.32±5.30 ^{cm}	9.97±1.53 ^{ab}	4.21±2.71
10°C	1일	11.21±2.22 ^{bc}		5.39±0.02 ^{cn}	64.46±1.32 ^{al}	8.71±1.28 ^m	7.16±2.04
	3일	10.74±2.51 ^{dl}		5.47±0.01 ^{bn}	63.75±3.93 ^{abl}	9.18±2.61	6.71±2.28 ^a
	7일	13.82±0.71 ^{bl}	0.08±0.03	5.34±0.01 ^{dn}	59.09±4.19 ^{abc}	10.16±0.7	7.04±1.4
	10일	13.82±0.43 ^{bm}	1.08±0.03	5.47±0.01 ^{bm}	57.48±5.58 ^{bc}	10.86±1.24 ^m	7.07±2.26 ^{hm}
	14일	19.14±0.43 ^{al}	1.04±0.16	5.57±0.01 ^{am}	59.38±8.46 ^{abcl}	11.29±1.19	6.70±2.81

a,b,c,d,e, 같은 칸에서 위첨자가 다른 것은 통계적으로 유의차가 있음(P<0.05).

l,m,n, 같은 줄에서 위첨자가 다른 것은 통계적으로 유의차가 있음(P<0.05).

나. 지방산 조성

Table 47 은 저장 온도 및 기간에 따른 돼지고기내 지방산 조성을 보여주고 있다. 4°C와 10°C의 저장 온도에서는 저장 기간이 지남에 따라 아주 뚜렷하게 포화 지방산이 증가하고 불포화 지방산이 줄어드는 것을 볼 수가 있다. 그러나 -1.5°C에서는 아주 뚜렷하게 구분할 수 없다. 10°C 저장시 7일에서 10일 사이에 포화 지방산이 크게 증가한 반면 불포화 지방산이 크게 감소함을 알 수가 있다.

Table 47. 저장 온도 및 기간에 따른 돼지고기내 지방산조성

저장온도	저장기간	포화지방산%	불포화지방산%
-1.5℃	3일	38.51±0.47	61.49±0.47
	7일	38.17±0.06	61.83±0.06
	10일	39.70±0.09	60.31±0.09
	14일	38.58±0.08	61.43±0.08
4℃	3일	35.73±0.28	64.27±0.28
	7일	34.91±0.04	65.09±0.04
	10일	36.97±0.30	63.03±0.30
	14일	37.47±0.09	62.54±0.09
10℃	3일	35.30±0.10	64.70±0.10
	7일	34.56±0.06	65.45±0.06
	10일	38.00±0.08	62.00±0.08
	14일	39.01±0.21	60.99±0.21

다. 미생물검사

Table 48. 품종별 돼지고기의 미생물검사

저장온도	-1.5℃				4℃				10℃					
	1	7	10	14	1	3	7	10	14	1	3	7	10	14
총균수 (CFU/cm ²)	9.1× 10 ⁵	2.7 ×10 ⁷	9.0 ×10 ⁵	2.4 ×10 ⁶	8.4 ×10 ⁵	1.8 ×10 ⁵	6.4 ×10 ⁵	3.0 ×10 ⁷	2.6 ×10 ⁵	3.2 ×10 ⁷	1.1 ×10 ⁵	1.6 ×10 ⁸	1.3 ×10 ⁵	3.5 ×10 ⁷
저온성균수 (CFU/cm ²)	8.4× 10 ⁵	3.2 ×10 ⁷	1.3 ×10 ⁵	3.2 ×10 ⁵⁰	1.3 ×10 ⁵	3.2 ×10 ⁵	1.1 ×10 ⁷	5.1 ×10 ⁵	5.4 ×10 ⁵	5.2 ×10 ⁵	1.9 ×10 ⁸	3.0 ×10 ⁵	2.3 ×10 ⁷	3.5 ×10 ⁸

라. 관능검사

저장 온도별 돼지고기의 관능검사 결과는 Table 49 와 같다. 저장기간별로 보면 1일의 경우 강도면에서 연도를 제외한 나머지, 다즙성이나 풍미, 이취등은 온도에 따른 차이가 없었으나 기호성면에서는 10℃에서 저장했던 경우 거의 모든 면에서 높은

수치를 보였을 뿐만 아니라 전반적인 기호도에서도 다른 것에 비해 비교적 높은 수치를 나타내었다. 3일, 7일의 경우에는 -1.5°C 나 10°C 에서 저장하였던 돼지고기 에 비해 4°C 에서 저장하였던 돼지고기의 기호도 및 전반적인 기호도에 있어 매우 높은 수치를 나타내었다. 저장 온도별로 보면 -1.5°C 에서 저장했던 경우 저장기간은 길어 지나 기호도면에서 4°C 나 10°C 에 비해 매우 낮은 수치를 보였다.

Table 49. 저장 온도별 돼지고기의 관능검사

저장 기간	저 장 온 도 $^{\circ}\text{C}$	강 도				기 호 도				전반적 기호도
		다즙성	연 도	풍 미	이 취	다즙성	연 도	풍 미	이 취	
1일	-1.5	3.7±1.7	4.1±1.3	5.0±1.8	4.3±1.9	3.8±1.6	4.3±1.4	5.4±1.6	4.9±1.7	4.7±1.4
	4	4.0±1.1	4.0±1.6	5.2±1.6	3.9±1.5	4.5±1.2	3.7±1.0	5.6±1.1	5.1±1.6	4.7±1.4
	10	4.3±1.8	5.9±1.6	4.5±1.4	4.3±1.8	4.9±1.6	5.5±1.6	4.6±1.5	5.3±1.8	4.9±1.6
3일	-1.5	2.9±1.3	3.5±1.5	5.1±0.8	5.0±1.8	4.1±1.8	3.9±1.7	4.4±1.4	4.5±1.6	3.8±1.5
	4	7.0±1.2	7.2±1.0	4.5±1.2	3.9±1.5	5.3±1.9	5.4±1.7	5.3±1.4	5.6±1.7	5.5±2.0
	10	6.3±1.8	4.1±1.7	4.7±1.4	5.0±1.8	4.5±1.9	4.3±1.9	4.7±1.1	4.7±1.5	4.5±1.6
7일	-1.5	7.3±1.0	5.5±1.8	5.5±1.5	5.8±1.8	4.4±2.1	4.9±1.4	4.7±1.4	4.0±1.4	4.0±1.9
	4	4.5±1.5	5.7±1.3	4.9±1.5	4.2±1.3	5.3±1.9	6.1±1.5	5.5±1.6	5.6±1.6	5.8±1.7
10일	-1.5	3.6±1.2	3.1±1.1	4.9±1.7	4.5±1.6	4.0±1.2	3.8±1.7	4.7±1.5	5.1±1.3	4.3±1.5

2. 포장재별 저장온도에 따른 관능적 특성

가. VBN가 측정결과

Fig. 1 은 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 VBN가의 변화를 보여준다. 저장기간이 증가할수록 VBN가도 증가하는 경향을 보였다. 10°C 저장육 > 4°C 저장육 > -1.5°C 저장육 순으로 VBN가가 낮았고, 저장 20일째까지는 Cryo-Vac film 포장육보다 PE film 포장육의 VBN가가 약간 높았으나 저장 23일부터는 Cryo-Vac film 포장육의 VBN가가 약간 더 높았다. VBN가가 5-10 mg%일 때가 신선한 상

태라고 하는 데, -1.5°C 에 저장한 PE film 포장육은 저장 9일에 $10.95\text{mg}\%$ 로 $10\text{mg}\%$ 를 넘었고 Cryo-Vac film 포장육은 저장 16일째에 $10.67\text{mg}\%$ 에 도달하였다. 4°C 저장육의 경우 PE film 포장육은 저장 3일째에, Cryo-Vac film 포장육은 저장 9일째에 $10.11\text{mg}\%$ 에 이른 반면 10°C 저장육의 경우 두 포장재 모두 저장 6일째에 $10.67\text{mg}\%$ (PE film)와 $10.39\text{mg}\%$ (Cryo-Vac film)으로 $10\text{mg}\%$ 를 넘었다. -1.5°C 에 저장한 Cryo-Vac film 포장육만 저장 16일째에 $10\text{mg}\%$ 에 도달하고 다른 온도에 저장한 돼지고기들은 저장 3-9일 사이에 $10\text{mg}\%$ 을 넘는 결과를 보여주었다.

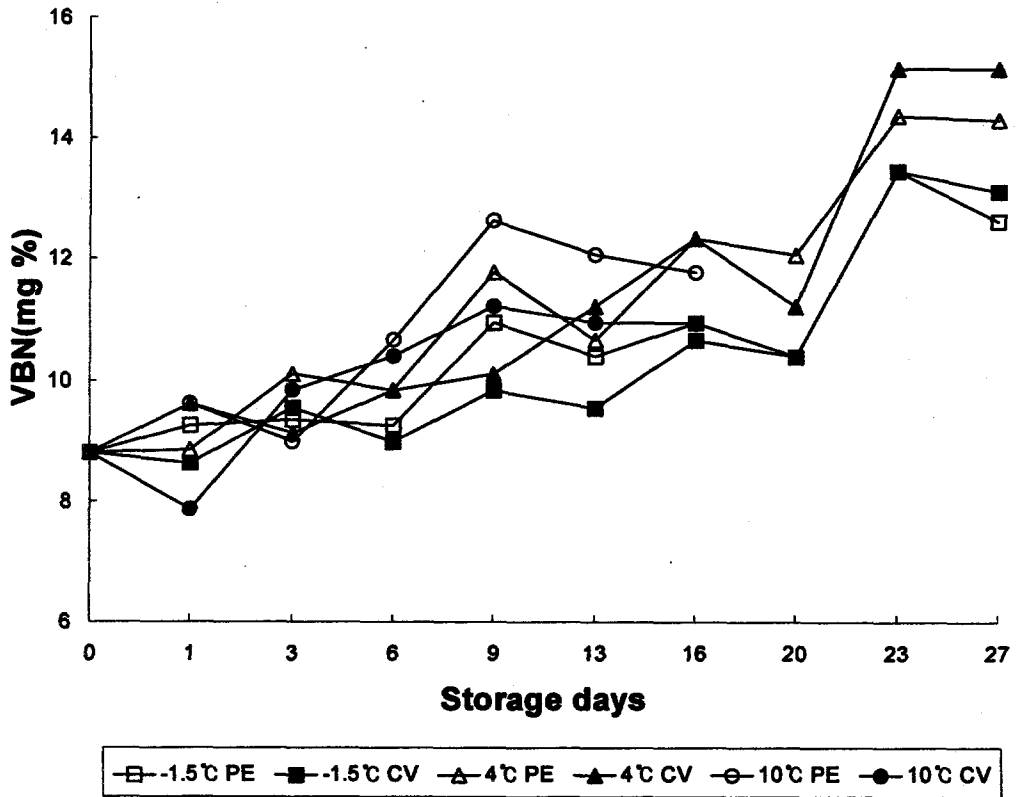


Figure 1. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 VBN가의 변화

나. TBA가 측정결과

Fig. 2 는 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 TBA 가의 변화를 보여준다.

PE포장육은 저장기간이 길어짐에 따라서 TBA가도 같이 증가하는 경향을 보였으나 Cryo-Vac film 포장육은 TBA가가 0.02-0.06(mg malonaldehyde/kg meat)의 범위에서 측정되어 저장기간중의 변화가 거의 없었다. Cryo-Vac film 포장육의 TBA가가 저장기간 중 증가하는 경향이 나타나지 않은 것은 포장재에 의한 산소의 차단성에 기인하는 것으로 사료된다. 그리고, PE film 포장육의 경우 10℃에 저장한 돼지고기의 TBA가가 4℃와 -1.5℃에 저장한 돼지고기보다 낮은 값을 보였다. TBA가가 0.2(mg malonaldehyde/kg meat)이하의 범위일 때를 신선한 상태로 보면 저장 20일째에 4℃ 저장육은 0.31(mg malonaldehyde/kg meat), -1.5℃ 저장육은 0.21(mg malonaldehyde/kg meat)로 0.2(mg malonaldehyde/kg meat)를 넘었다.

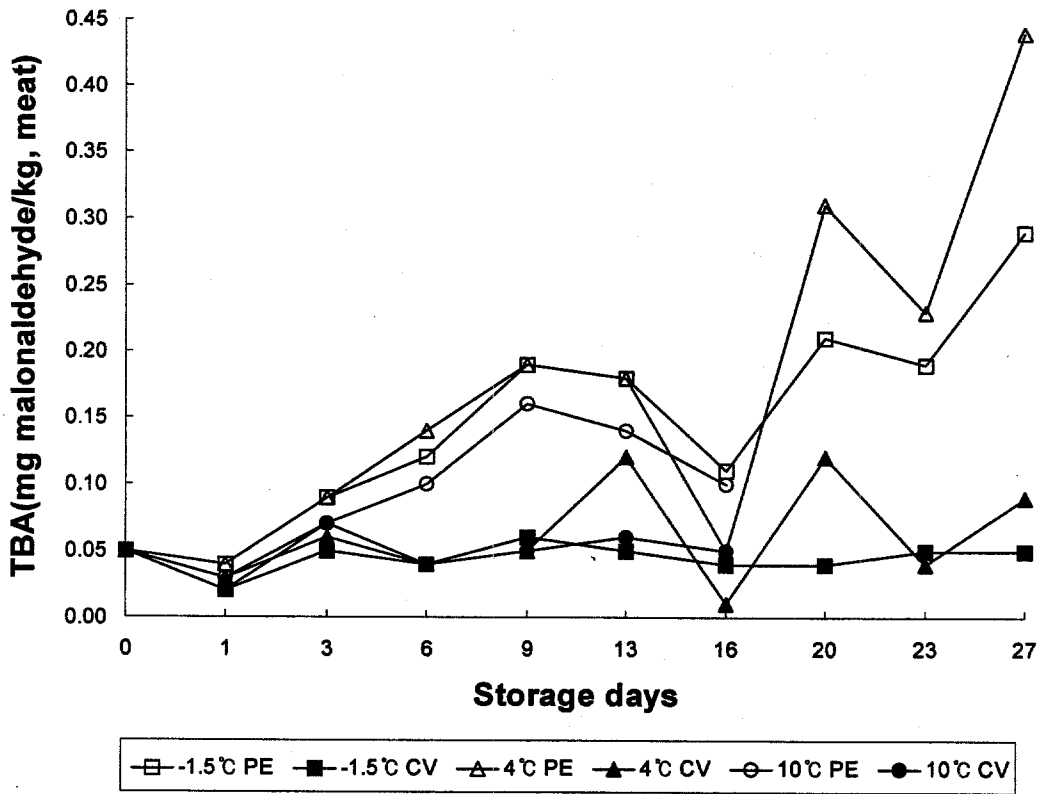


Figure 2. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 TBA가의 변화

다. pH

Table 50 은 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 돼지고기의 pH 변화를 보여준다. pH는 5.20-5.40 범위였으며, 저장온도와 포장재에 따라서 큰 차이가 없는 것으로 나타났는데, -1.5℃ 저장육의 경우 PE film 포장육은 저장 1일째에 5.63, Cryo-Vac film 포장육은 저장 9일째에 5.43에 이른 후 다시 감소하였고, 4℃ 저장육의 경우는 PE film 포장육은 저장 1일째에 5.47, Cryo-Vac film 포장육은 저장 27일째에 5.45에 이른 후 다시 감소하였다. 또한 10℃ 저장육은 PE film 포장육의 경우 저장 9일째에 5.38에 이른 후 계속 비슷한 수치를 보인 반면 Cryo-Vac film 포장육은 저장 6일째 5.22에서 16일째에 5.40으로 pH의 변화가 있었다.

Table 50. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 pH의 변화

저장 온도	포장재	저장기간(일)									
		0	1	3	6	9	13	16	20	23	27
-1.5℃	PE	5.33	5.63	5.33	5.26	5.29	5.29	5.30	5.28	5.22	5.33
	Cryo-Vac	5.33	5.29	5.29	5.27	5.43	5.31	5.33	5.26	5.32	5.35
4℃	PE	5.33	5.47	5.20	5.17	5.26	5.36	5.31	5.27	5.29	5.29
	Cryo-Vac	5.33	5.32	5.25	5.21	5.29	5.31	5.28	5.35	5.31	5.45
10℃	PE	5.33	5.26	5.34	5.28	5.38	5.37	5.37	-	-	-
	Cryo-Vac	5.33	5.35	5.26	5.22	5.33	5.34	5.40	-	-	-

라. 색도

Table 51, 52, 53, 54 는 각각 명도 (L value), 적색도 (a value), 황색도 (b value), Total color difference (ΔE)의 측정결과이다.

저장온도에 따른 육색의 변화를 보면 명도의 경우 4℃와 10℃ 저장육간에는 뚜렷한 차이가 없었으나 -1.5℃ 저장육에서는 좀 더 낮은 경향을 보였다. 황색도는 -1.5℃에 저장한 PE film 포장육의 값이 다른 온도에 저장한 돼지고기에 비해서 높은 값을 보였고, Total color difference(ΔE)는 감소하는 경향을 나타냈다.

포장재간의 육색의 차이는 뚜렷한 경향을 보이지 않았고, 저장기간에 따른 육색의

변화를 보면 -1.5℃에 저장한 돼지고기 중 PE film 포장육의 경우 명도는 저장 6일까지 증가하다가 그 후 다시 감소하는 경향을 보였고, 적색도와 황색도, Total color difference(ΔE)는 저장 9일째에 각각 10.63, 7.99, 42.15의 값을 보인 후 다시 감소하는 경향을 보였다. Cryo-Vac film 포장육은 명도의 경우 저장 13일째까지 증가하다가 그 후 비슷한 값을 보였고, 적색도는 저장 20일까지 증가하는 경향을 보이다가 그 후 감소하였다. 그리고 황색도는 저장 23일까지 증가하다가 다시 감소하였고, Total color difference(ΔE)는 저장 3일 이후부터 감소하였다.

4℃에 저장한 PE film 포장육의 경우 명도는 저장 9일째까지 증가하다가 그 후 다시 약간 감소하였고, 적색도는 저장 16일까지 증가하다가 감소하는 경향을 보였다. 그리고 저장기간이 길어질수록 황색도는 증가한 반면 Total color difference(ΔE)는 감소하는 경향을 보였다. Cryo-Vac film 포장육은 명도의 경우 저장 16일까지 증가하다가 그 후 다시 감소하였고, 적색도와 황색도는 저장기간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 보인 반면 Total color difference(ΔE)는 감소하는 경향을 보였다.

Table 51. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 L 값의 변화

저장 온도	포장재	저장기간(일)									
		0	1	3	6	9	13	16	20	23	27
-1.5℃	PE	51.17 ±1.10	55.38 ±2.81	54.81 ±0.95	58.11 ±3.15	48.87 ±2.28	53.54 ±2.84	57.07 ±1.27	54.56 ±0.49	56.49 ±1.26	56.65 ±0.69
	Cryo-Vac	51.17 ±1.10	53.12 ±1.53	50.78 ±1.10	55.38 ±1.44	54.94 ±2.67	58.42 ±1.00	57.51 ±1.15	54.68 ±0.95	58.94 ±1.44	54.04 ±1.22
4℃	PE	51.17 ±1.10	56.24 ±1.17	56.07 ±2.40	56.57 ±0.66	59.24 ±1.79	57.94 ±1.46	58.02 ±1.57	56.65 ±1.47	56.48 ±1.52	59.07 ±1.96
	Cryo-Vac	51.17 ±1.10	52.02 ±1.15	56.74 ±2.19	56.66 ±1.35	57.12 ±1.44	55.54 ±1.02	58.72 ±1.60	55.63 ±1.39	57.50 ±2.10	55.42 ±1.72
10℃	PE	51.17 ±1.10	57.08 ±0.97	56.27 ±1.83	57.36 ±1.30	57.64 ±1.21	57.36 ±2.40	57.70 ±1.29	-	-	-
	Cryo-Vac	51.17 ±1.10	56.88 ±0.81	56.07 ±1.78	58.42 ±0.89	58.06 ±1.61	60.20 ±1.71	59.90 ±1.26	-	-	-

10℃에 저장한 PE film 포장육은 명도의 경우 저장 1일째에 각각 57.08의 값을 보인 후 계속 비슷한 값을 보인 반면 적색도는 저장 1일째에 9.01의 값을 보인 후 다시 감소하다가 저장 13일째에 다시 증가하였다. 황색도는 저장 1일째에 4.03으로 증

가한 후 그후 거의 비슷한 값을 나타냈고, Total color difference는 저장 1일째에 33.32로 감소한 후 계속 비슷한 값을 나타냈다. Cryo-Vac film 포장육은 저장기간이 길어짐에 따라 명도와 황색도는 증가하는 경향을 보인 반면 적색도는 저장 3일째에 8.81로 가장 높은 값을 보인 후 약간 감소하는 경향을 보였다. 그리고 Total color difference는 저장 기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였다.

Table 52. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간에 따른 a 값의 변화

저장 온도	포장재	저장기간(일)									
		0	1	3	6	9	13	16	20	23	27
-1.5℃	PE	6.96 ±0.58	6.34 ±1.11	7.71 ±0.88	7.92 ±0.88	10.63 ±2.18	9.20 ±1.85	7.35 ±0.76	7.60 ±0.48	6.21 ±1.06	6.46 ±0.74
	Cryo-Vac	6.96 ±0.58	8.06 ±0.70	7.74 ±0.53	5.51 ±0.47	8.37 ±0.59	6.57 ±0.68	8.57 ±0.78	8.99 ±0.92	7.66 ±1.20	7.37 ±0.51
4℃	PE	6.96 ±0.58	6.77 ±0.98	7.86 ±0.76	6.14 ±0.82	5.44 ±0.92	6.24 ±0.40	9.07 ±0.74	7.56 ±1.36	5.20 ±1.55	8.06 ±1.49
	Cryo-Vac	6.96 ±0.58	7.06 ±0.90	6.82 ±0.85	6.70 ±0.86	7.30 ±0.56	8.68 ±0.48	9.07 ±0.74	8.30 ±0.73	8.42 ±1.25	10.89 ±1.33
10℃	PE	6.96 ±0.58	9.01 ±0.89	7.48 ±0.70	7.89 ±0.66	5.52 ±1.11	8.46 ±0.59	8.01 ±0.76	-	-	-
	Cryo-Vac	6.96 ±0.58	6.40 ±0.69	8.81 ±0.89	5.98 ±0.76	8.30 ±1.13	7.52 ±0.76	6.83 ±0.86	-	-	-

Table 53. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 b 값의 변화

저장 온도	포장재	저장기간(일)									
		0	1	3	6	9	13	16	20	23	27
-1.5℃	PE	1.85 ±0.69	3.17 ±0.76	3.21 ±0.91	4.91 ±1.27	7.99 ±1.52	7.85 ±0.78	6.35 ±1.04	6.32 ±0.39	6.34 ±0.87	6.77 ±0.77
	Cryo-Vac	1.85 ±0.69	2.56 ±0.47	2.72 ±0.61	2.90 ±0.84	4.25 ±1.55	4.24 ±0.78	4.76 ±0.72	5.51 ±0.82	5.80 ±1.23	4.37 ±0.81
4℃	PE	1.85 ±0.69	2.75 ±1.23	3.95 ±1.35	3.75 ±0.99	3.82 ±1.54	3.93 ±0.51	5.41 ±0.85	4.74 ±1.73	4.07 ±1.58	5.76 ±1.19
	Cryo-Vac	1.85 ±0.69	2.10 ±0.62	3.45 ±1.30	4.08 ±0.70	3.68 ±0.61	4.94 ±1.24	5.41 ±0.85	4.85 ±0.71	5.59 ±1.60	5.65 ±1.52
10℃	PE	1.85 ±0.69	4.03 ±1.49	2.51 ±0.88	4.76 ±1.11	3.37 ±1.20	4.58 ±1.53	4.24 ±1.07	-	-	-
	Cryo-Vac	1.85 ±0.69	2.88 ±0.46	3.67 ±1.28	4.06 ±0.64	4.93 ±1.05	4.81 ±1.08	4.67 ±0.74	-	-	-

Table 54. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 ΔE 값의 변화

저장 기간	포장재	저장기간(일)									
		0	1	3	6	9	13	16	20	23	27
-1.5 ℃	PE	38.53 ±1.04	34.36 ±2.85	35.15 ±1.05	32.17 ±3.05	42.15 ±2.67	37.32 ±3.07	33.27 ±1.12	35.72 ±0.44	33.63 ±1.08	33.57 ±0.58
	Cryo-Va c	38.53 ±1.04	36.83 ±1.50	39.08 ±1.08	34.21 ±1.33	35.28 ±2.44	31.50 ±1.00	32.86 ±1.11	35.79 ±0.79	31.44 ±1.48	35.94 ±1.15
4℃	PE	38.53 ±1.04	33.57 ±1.01	34.04 ±2.11	33.19 ±0.76	30.50 ±1.63	31.87 ±1.46	32.57 ±1.67	33.50 ±1.63	33.22 ±1.63	31.41 ±2.01
	Cryo-Va c	38.53 ±1.04	37.72 ±1.23	33.14 ±1.94	33.23 ±1.31	32.84 ±1.43	34.82 ±0.79	31.90 ±1.61	34.63 ±1.36	32.99 ±1.98	35.60 ±1.81
10℃	PE	38.53 ±1.04	33.32 ±0.76	33.64 ±1.73	32.86 ±1.21	32.04 ±1.01	32.99 ±2.16	32.50 ±1.21	-	-	-
	Cryo-Va c	38.53 ±1.04	32.86 ±1.82	34.20 ±1.84	31.38 ±1.01	32.30 ±1.69	30.03 ±1.74	30.16 ±1.37	-	-	-

다. 육즙유출율

Table 55 는 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 육즙유출율을 보여준다.

Table 55. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 육즙유출율(단위:%)

저장 온도	포장재	저장기간(일)									
		0	1	3	6	9	13	16	20	23	27
-1.5 ℃	PE	3.34	0.74	7.58	4.45	13.31	15.50	4.05	1.88	2.45	1.73
	Cryo-V ac	3.34	4.07	11.38	7.52	3.28	4.47	3.54	5.66	2.57	2.74
4℃	PE	3.34	1.92	6.33	4.77	4.47	2.42	1.23	0.82	1.19	1.45
	Cryo-V ac	3.34	5.43	7.70	5.87	5.67	1.39	2.06	1.35	1.76	1.55
10℃	PE	3.34	5.10	7.13	3.50	2.46	1.12	1.00	-	-	-
	Cryo-V ac	3.34	2.15	4.11	4.30	3.80	1.63	1.93	-	-	-

PE film에 포장한 후 -1.5℃에 저장한 돼지고기는 육즙유출율이 저장기간에 따라 증가경향을 보이다가 저장 9일과 13일에 13.31%와 15.50%로 갑자기 증가한 후 저장

16일에는 육즙유출율이 4.05%로 감소하여 감소경향을 보였다. Cryo-Vac film 에 포장한 후 -1.5°C 에 저장한 돼지고기와 4°C 에 저장한 PE film 포장육, Cryo-Vac film 포장육, 그리고 10°C 에 저장한 PE film 포장육은 저장 3일째에 각각 11.38%, 6.33%, 7.70%, 7.13%로 육즙유출율이 증가한 후 감소하는 경향을 보였다. Cryo-Vac film에 포장한 후 10°C 에 저장한 돼지고기는 저장 6일째에 4.30%의 육즙 유출율을 보인 후 감소하는 경향을 보였다.

바. 미생물검사

1) 총균수

저장온도와 포장재에 따른 총균수 검사결과는 Fig. 3 과 같다.

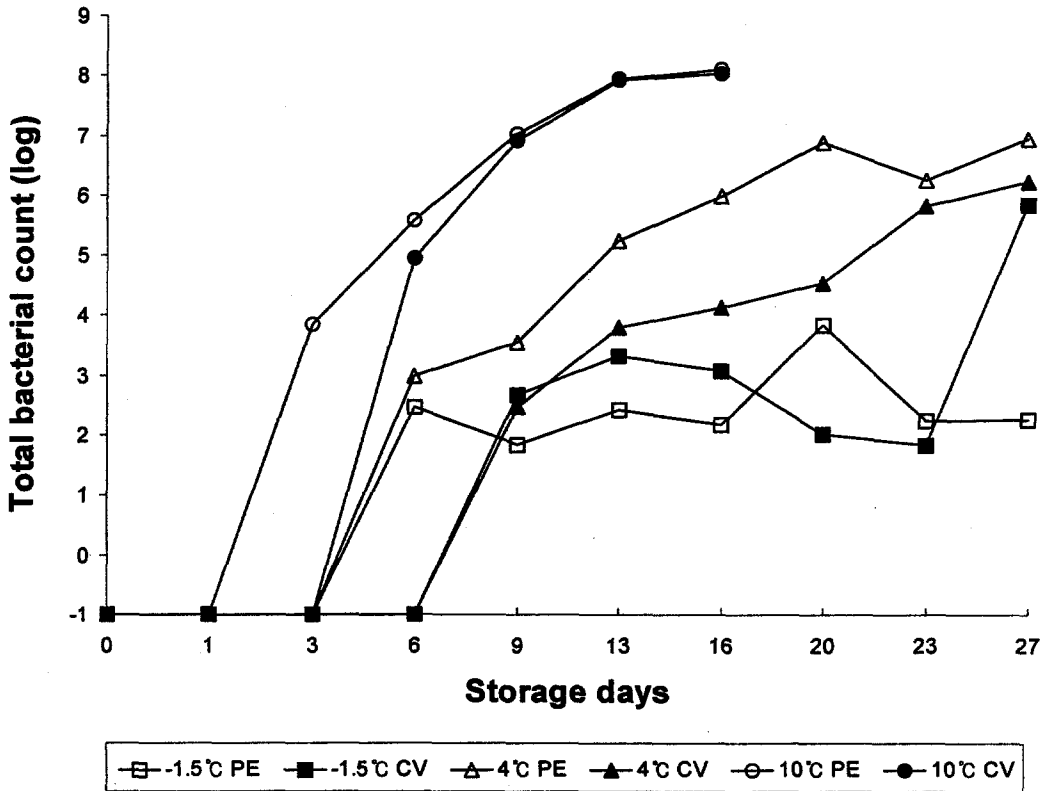


Figure 3. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 총균수의 변화

-1.5°C 저장육 < 4°C 저장육 < 10°C 저장육 순으로 총균수가 많았고, Cryo-Vac film 포장육보다 PE film 포장육이 총균수가 더 많이 계수되었다. 총균수가 1×10^6 (CFU/cm²)을 넘으면 안전성과 보존성이 크게 영향을 받게 되는 데, 10°C 저장육은 저장 9일째에 1×10^6 (CFU/cm²)에 도달하였다. 그리고 4°C 저장육은 PE film 포장육의 경우 저장 20일째에, Cryo-Vac film 포장육은 저장 27일째에 1×10^6 (CFU/cm²)에 도달하였다. 그러나 -1.5°C 저장육은 저장 27일까지도 총균수가 1×10^6 (CFU/cm²) 이하였다.

2) 저온성균수

Fig. 4 는 저장온도와 포장재에 따른 저온성균수 검사결과이다.

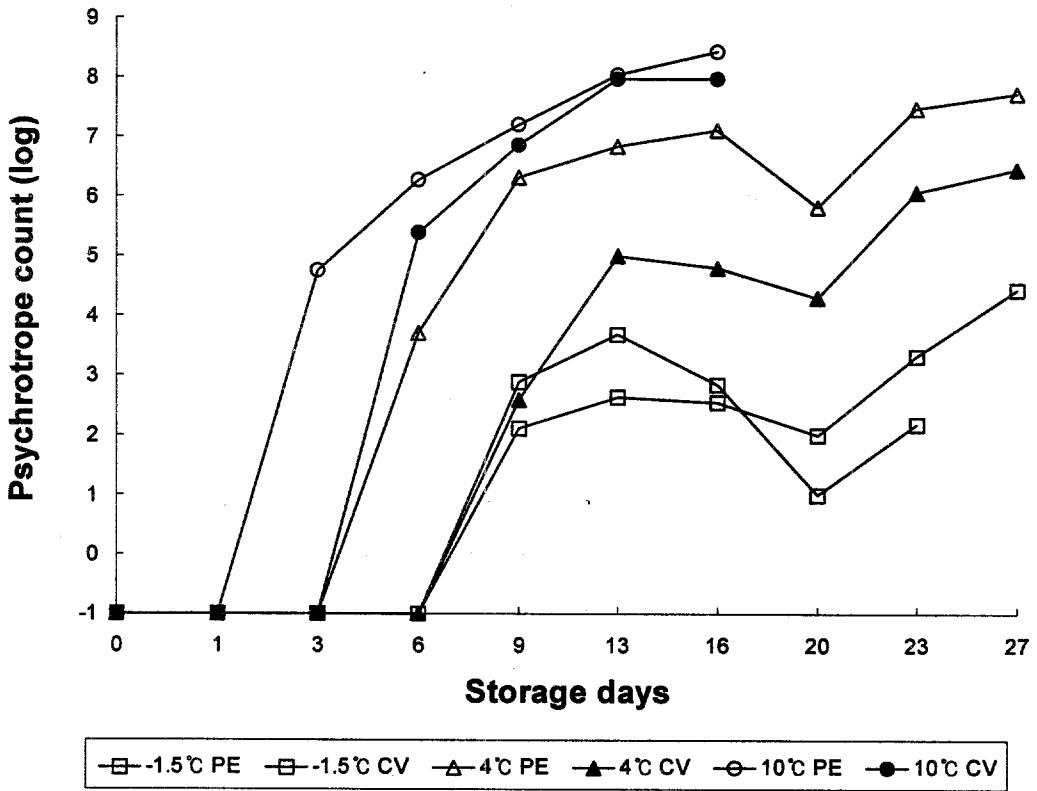


Figure 4. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 저온성균수의 변화

-1.5℃ 저장육 < 4℃ 저장육 < 10℃ 저장육 순으로 냉냉성 세균수가 많았고, Cryo-Vac film 포장육보다 PE film 포장육이 세균수가 더 많았다. 10℃ 저장육의 경우 PE film 포장육은 저장 6일째에 1×10^6 (CFU/cm²)에 도달하였고, Cryo-Vac film 포장육은 저장 9일째에 도달하였다. 그리고 4℃ 저장육은 PE film 포장육의 경우 저장 9일째에, Cryo-Vac film 포장육은 저장 23일째에 1×10^6 (CFU/cm²)에 도달하였다. 따라서 -1.5℃에 저장한 돼지고기의 다른 온도에 저장한 돼지고기보다 미생물 측면에서 안전한 것으로 간주된다.

사. 관능검사

저장온도에 따른 저장중의 관능적 특성 즉, 각 조사특성의 강도와 기호도에 대한 결과는 Table 56, 57 과 같다.

저장 1일째의 경우 강도면에서는 다즙성, 연도, 풍미에서 유의적인 차를 보였는데 ($p < 0.05$), 다즙성과 연도의 경우 -1.5℃와 4℃ 저장육은 Cryo-Vac film 포장육의 점수가 더 높았고, 풍미의 경우는 -1.5℃와 10℃ 저장육은 PE film 포장육의 점수가 더 높았다. 기호도면에서는 연도와 맛, 전반적인 기호도에서 유의적인 차를 보였는데 ($p < 0.01$), PE film 포장육보다 Cryo-Vac film 포장육의 점수가 약간 더 높았는데 4℃에 저장한 돼지고기의 연도와 풍미에 있어서는 PE film 포장육의 점수가 더 높았다.

저장 3일째의 경우 강도면에서는 연도에 있어서만 유의적인 차를 보였는데 ($p = 0.015$), 10℃에 저장한 Cryo-Vac film 포장육의 점수가 가장 높았다. 기호도면에서는 각 조사특성에 대해 유의적인 차를 보이지 않았는데, -1.5℃와 4℃에 저장한 돼지고기의 경우 PE film 포장육의 점수가 더 높았으나 10℃에 저장한 돼지고기는 Cryo-Vac film 포장육의 점수가 더 높았다.

저장 6일째엔 강도에 있어서 연도와 풍미에서만 유의적인 차를 나타냈는데 ($p < 0.05$), 연도에 있어서는 10℃에 저장한 PE film 포장육의 점수가 가장 높았고, 풍미에 있어서는 -1.5℃에 저장한 Cryo-Vac film 포장육의 점수가 가장 낮았다. 기호도에 있어서는 풍미에 있어서만 유의적인 차를 나타냈는데 ($p < 0.01$), -1.5℃에 저장한 Cryo-Vac film 포장육의 점수가 가장 높았다.

저장 9일째의 경우 강도면에 있어서 다즙성과 연도에서만 유의적인 차를 나타냈다

($p < 0.01$). 다즙성은 4°C에 저장한 Cryo-Vac film 포장육과 10°C에 저장한 PE film 포장육의 점수가 높았고, 연도는 10°C에 저장한 PE film 포장육의 점수가 높았다. 기호도면에 있어서는 각 조사특성에 대해 유의적인 차를 나타내지 않았다.

Table 56. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 관능적 특성(강도)¹⁾

저장 온도	포장재	검사 항목	저장기간(일)			
			1	3	6	9
-1.5°C	PE	다즙성	4.8±1.8 ^{ab}	4.9±1.5	5.5±1.5	4.5±1.2 ^{bc}
		연 도	5.9±1.8 ^a	4.2±1.9 ^{bc}	5.7±1.4 ^b	5.1±1.5 ^b
		맛	5.4±1.4	4.9±1.8	5.2±1.7	4.7±1.8
		풍 미	5.2±2.1 ^a	5.0±1.3	5.2±1.5 ^a	5.1±2.0
	Cryo-Vac	다즙성	5.4±1.5 ^a	5.2±2.3	3.5±1.6	5.8±1.8 ^{abc}
		연 도	4.9±2.0 ^a	3.3±1.9 ^c	4.0±2.5 ^c	4.5±1.7 ^b
		맛	5.5±1.4	5.7±1.6	5.2±1.5	5.3±2.4
		풍 미	3.3±1.7 ^b	5.1±1.6	3.5±1.0 ^b	6.2±1.3
4°C	PE	다즙성	4.6±1.3 ^{ab}	5.2±1.6	5.8±1.8	4.2±1.9 ^c
		연 도	6.1±1.6 ^a	5.3±2.1 ^{ab}	3.8±1.8 ^c	5.7±1.7 ^b
		맛	5.1±1.9	4.0±1.3	5.3±2.0	5.6±1.6
		풍 미	4.6±2.4 ^{ab}	4.6±2.1	5.4±1.6 ^a	5.6±2.4
	Cryo-Vac	다즙성	5.0±2.4 ^a	5.7±2.4	4.6±2.5	6.1±1.9 ^{ab}
		연 도	4.6±2.8 ^a	4.0±2.4 ^{bc}	3.8±1.8 ^c	5.7±1.9 ^b
		맛	5.1±1.6	4.6±2.1	4.5±1.9	5.4±1.2
		풍 미	5.4±1.6 ^a	5.6±1.6	5.7±1.7 ^a	5.8±1.9
10°C	PE	다즙성	5.8±2.0 ^a	3.9±2.0	5.6±2.3	6.3±1.6 ^a
		연 도	2.7±1.5 ^b	5.0±1.5 ^{abc}	7.4±1.4 ^a	7.3±1.6 ^a
		맛	4.6±2.0	4.6±1.6	5.3±2.1	5.8±1.8
		풍 미	5.6±1.8 ^a	5.5±2.5	5.5±2.0 ^a	5.6±2.1
	Cryo-Vac	다즙성	3.3±1.2 ^b	5.0±2.1	4.4±1.9	4.6±2.0 ^{abc}
		연 도	5.6±2.0 ^a	6.2±1.9 ^a	6.7±1.0 ^{ab}	5.6±1.5 ^b
		맛	4.9±1.5	4.6±2.2	5.7±1.0	6.0±0.6
		풍 미	3.9±1.7 ^{ab}	4.1±2.0	4.6±1.7 ^{ab}	5.6±1.3

1) n=11, 같은 칸에서 위첨자가 다른 것은 통계적으로 유의차가 있음($p < 0.05$)

Table 57. 저장온도와 포장재에 따른 저장기간별 관능적 특성(기호도)¹⁾

저장 온도	포장재	검사항목	저장기간(일)			
			1	3	6	9
-1.5 ℃	PE	다즙성	5.1±1.7	4.6±1.4	5.0±1.4	4.8±1.5
		연 도	5.6±1.9 ^a	4.6±2.2	5.4±1.8	5.5±1.4
		맛	5.4±1.5 ^{ab}	4.8±1.9	5.2±1.7	5.0±0.9
		풍 미	4.5±2.0	5.0±1.3	4.4±1.0 ^b	4.4±1.8
		전반적인 기호도	5.1±1.9 ^{ab}	4.8±1.7	4.2±1.5	4.1±1.5
	Cryo-V ac	다즙성	5.7±1.7	4.4±1.9	3.7±1.8	5.2±1.9
		연 도	5.3±1.7 ^a	3.6±1.4	4.6±2.5	4.8±1.8
		맛	5.8±1.1 ^a	4.4±1.2	5.2±1.4	4.4±1.7
		풍 미	5.9±1.2	4.8±1.7	6.4±0.9 ^a	3.5±1.5
		전반적인 기호도	5.7±1.4 ^a	4.4±1.3	4.6±2.2	3.9±1.2
4℃	PE	다즙성	4.5±1.7	4.9±1.6	4.9±2.1	3.8±1.3
		연 도	5.3±1.5 ^a	5.3±2.2	4.3±2.1	5.1±1.5
		맛	3.9±1.7 ^c	5.1±1.6	4.8±1.5	4.3±1.5
		풍 미	4.6±2.1	5.5±1.8	4.3±1.6 ^b	4.1±2.0
		전반적인 기호도	4.2±1.3 ^{bc}	5.1±1.7	4.6±1.9	3.8±1.5
	Cryo-V ac	다즙성	4.4±2.3	4.6±2.2	4.6±2.1	4.6±1.8
		연 도	4.3±2.5 ^a	3.9±2.3	4.5±1.9	5.2±1.6
		맛	4.5±0.8 ^{bc}	3.9±1.5	5.0±1.2	4.2±1.7
		풍 미	4.0±0.9	4.3±1.7	4.0±1.6 ^b	3.6±1.4
		전반적인 기호도	4.4±1.8 ^{abc}	3.4±1.9	3.8±2.1	3.8±1.4
10℃	PE	다즙성	4.7±1.9	4.2±1.9	4.6±1.4	5.0±2.0
		연 도	2.7±1.4 ^b	5.0±1.3	6.1±1.8	6.1±1.5
		맛	4.5±1.5 ^{bc}	5.0±1.8	3.9±1.6	4.6±1.9
		풍 미	4.0±2.2	4.3±2.3	4.3±2.0 ^b	4.1±1.9
		전반적인 기호도	3.1±1.6 ^c	4.4±1.7	3.7±1.4	4.6±2.3
	Cryo-V ac	다즙성	3.6±1.2	5.2±2.01	5.0±1.8	4.9±1.6
		연 도	5.3±1.4 ^a	6.0±2.2	6.0±1.2	5.9±1.4
		맛	5.6±1.2 ^{ab}	5.0±2.1	5.2±1.8	4.6±1.1
		풍 미	4.9±1.5	5.5±1.8	5.3±2.1 ^{ab}	4.6±1.6
		전반적인 기호도	4.2±1.3 ^{bc}	5.5±2.3	5.0±2.0	4.8±1.5

1) n=11, 같은 칸에서 위첨자가 다른 것은 통계적으로 유의차가 있음(p<0.01)

제 6 절. NIR spectra를 이용한 맛의 간접측정법 개발

1. 서 설

근적외선 분광분석법은 1960년대에 Norris(1962, 1964)와 동료들에 의해 최초로 농산물에서 수분, 지방, 단백질 등의 정량분석을 하기에 이르렀고 그 후 NIR spectrophotometer (NIRS : 근적외 분광광도계)라는 용어도 확립하면서 Norris는 이 분야의 발전에 크게 공헌을 하였다(Benger와 Norris ; 1968^a, 1968^b, Butler와 Norris ; 1960). 그 후 1970년대에 들어와서 실용적인 장치의 개발이 급속히 진전되어 1970년대 후반기에 캐나다 곡물 위원회 및 당시 미국 농무성(U.S.D.A.)에 근무 중이던 Norris 박사에 의해 곡물 중의 수분 및 단백질분석에 근적외선법을 성공적으로 수행하여 적용하기에 이르렀고 곡물검사 기관에서 이 기술을 소맥의 성분 측정에 대한 공정 분석법으로 적용하기에 이르렀다.

NIR을 사용하는 세계적인 추세를 살펴보면 Europe에서는 소맥 제분공정 조절과 품질측정 분야, 곡류, 우량종자, 사료 및 사료작물에 대한 연구들을 많이 하였으며 최근 juice 등의 진위판별에도 응용하고 있다. 또한 North America에서는 식물성과 동물성 제품에 적용을 하였다. 그 종류로는 소맥, 보리, 옥수수, 곡류, grains, 우량종자, 사료, 과일과 야채, 담배, 콩, 생육과 육제품, 유제품과 fast food 등에 적용을 하였으며 USSR에서는 섬유분석과 수분분석에 이용을 하였고, Asia에서는 일본에서 많이 이용을 하고 있다. 그 중 쌀, 소맥, 대두, 고추, 김, 사료, 녹차등에 많이 이용을 하고 있으며 최근 고기에 대한 연구도 활발한 편이다. New zealand에서는 주로 양모와 유제품, 사료작물에 많은 응용하고 있는 상황이며(Williams와 Norris, 1987) 최근 한국에서도 식품과 관련하여 NIR을 이용한 논문들이 계속적으로 발표되고 있는 실정이다

가. 근적외 분광 분석이론

근적외 분광법도 보통의 분광법과 마찬가지로 상대평가법, 즉 표준시료를 사용하여 얻어진 검량선을 가지고 측정하는 방법이다. 근적외 분광법의 특이한 점은 중적

외대역에서 유래되는 유기물의 관능기인 O-H, N-H, C-H 등이 진동에 의해 광에너지의 흡수에 다른 각 분자간의 진동에너지의 변화에 근거를 둔 연속 스펙트럼을 고찰(이를 Chemometrics라 한다) 해면결합음대(Combination band : 1.8~2.5 μm) 및 1차배음(1st Overtone : 1.3~1.8 μm) 과 2차배음(2nd Overtone : 0.6~1.3 μm)등에서 특징적인 스펙트럼이 나타난다. 따라서 이 스펙트럼을 이용해서 일반적인(UV-VIS) 분광법과 달리 유기물질이 여러 성분을 동시에 신속하게 분석할 수 있는 장점이 있다. 근적외 영역은 유기물질이 상호간의 중첩, 상쇄, 온도 및 물리적인 변화등 여러 가지 요인에 의해서 스펙트럼의 변동 때문에 일반적인 검량법으로는 이를 보정하기가 어려우므로 중상관분석 및 통계처리 등 특수한 검량법을 도입하여 검량선을 작성하여 분석한다는 것이 큰 차이점이라 할 수 있다.

NIR region은 visible과 mid IR의 초기 지역까지로 볼 수 있으며 750~2500nm까지를 말하지만 전형적인 근적외선 대역으로는 1100~2500nm까지를 말한다. 스펙트럼이 NIR대역에서는 C-H, O-H, N-H 및 S-H와 관련된 원자들이 강하게 진동에 의한 결과를 나타낸다. 따라서 모든 구조적이고 기능적 합성체들은 NIR대역에서 흡수할 수 있다. 특히 지질(C-H), 수분(O-H) 및 단백질(N-H, S-H)으로 부터 흡수하고 이런 것들을 동시에 측정이 가능하다(Robertson 등, 1989). Giese(1993)는 NIR을 on-line으로 식품산업 기술의 표준화를 시켰다.

NIR은 0.78과 3.0 μm 사이의 전자(electromagnetic)스펙트럼의 범위에 있고 낮은 에너지 전자 이동, 배음, 결합음과 진동에 의한 것으로 Polesello와 Giangiacomo (1985)는 1.94 μm에서 methanol에 순수 물 흡광도를 증명하였다. NIR reflectance의 또 다른 가능성은 가공하는 동안 제품의 화학적 특성을 원격측정하는 것으로 이 기계에 의해 직접적으로 수분함량을 80%까지 측정이 가능하다고 Anon.(1973)은 보고하였다. 또한 Norris 등(1976)은 건조된 시료로부터 NIR 스펙트럼을 얻고 2차미분된 자료를 분석하면서 일반적인 equation을 발Table ..하였는데 그 공식을 보면

$$Y = K_0 + K_1 \{d^2(\log 1/R_{xj}) / (d.nm_1)^2\} + \dots + K_9 \{d^2(\log 1/R_{xj}) / (d.nm_9)^2\}$$

R_{xj} = 1.4 와 2.4nm사이의 일정파장에서 에너지 가

K_0j - - - - K_9j = 상수 coefficients 와 같다.

나. 육 및 육제품에의 NIR 적용

고기와 관련하여 식육의 성분분석을 위한 NIR system의 이용에 관한 연구들을 살펴보면 Hildrum 등(1994)은 우육의 등심부위육을 NIR을 이용하여 관능검사와의 관계를 조사하였고 반사(NIR)분석의 파장대역은 1100~2500nm이었고 투과(NIT)분석의 파장대역은 850~1050nm였다. 그 결과 NIR에 의한 hardness와 tenderness의 다중상관계수(multiple correlation coefficient ; R)는 0.8~0.9를 보였고 이를 확인하기 위한 미지의 시료에 적용 시 0.5~0.7을 나타내었다고 보고하였다. 따라서 관능검사와 NIR과는 품종별 및 처리구별로 더 많은 시료로 조사할 필요가 있다고 하였다.

岩元陸夫(1981)는 우육과 돼지고기의 지질과 수분함량을 측정하기 위해 0.87~1.1 μ m 영역에서 측정한 결과 수분의 R값은 0.903~0.972, 지방의 R값은 0.964~0.996으로 매우 높게 나타났다고 보고하였다. Kruggel 등(1981)과 Martens 등(1981)도 파장이 고정된 반사 NIR을 이용하여 유화 또는 분쇄된 고기 시료에 대하여 수분, 단백질 및 지방함량을 조사한 결과 유화형태에서는 지방, 수분 및 단백질의 R값이 각각 0.91~0.94, 0.90~0.94 및 0.80~0.85이었고, 분쇄형태에서는 그 값이 각각 0.83~0.85, 0.83~0.85 및 0.72~0.77을 나타내어 전반적으로 고기의 성분을 NIR로 분석시 신속 측정이 가능하며 유화형태로 측정하는 것이 분쇄형태로 측정하는 것보다 더 우수하지만 시료의 온도에 따라 약간의 차이가 있다고 하였다.

Beck 등(1991)은 NIR로 bull 과 heifer 신선육의 근육내지방(Intramuscular fat ; IMF)과 섹택중 명도(L-value)를 균질된 시료와 시료 표면에서 직접 측정하였다. 균질된 시료에서 근육내지방의 R 값은 0.99, 실행표준오차(SEP)는 0.28이었으며, 표면 측정에서는 R값이 0.90, 실행표준오차(SEP)는 0.9였다. 또한 섹택에서 minolta value와의 관계는 R값이 0.93, 실행표준오차 1.0의 결과를 얻었고, NIR 방법으로 육질을 평가하는데 있어서 즉, 근내지방도(marbling) 정도와 섹택을 분류하는데 사용이 가능하다고 보고하였다.

Conway(1984)는 인체에서 지방함량의 측정을 여러가지 방법별로 시도하여 비교하였다. deuterium oxide dilution 방법($r = 0.94$), skinfold($r = 0.90$), ultrasound($r = 0.89$)와 비교하여 NIR 방법에서는 $r = 0.91$ 의 결과를 나타내었고, 이때 순수지방의 흡수 band는 930nm에서 나타났으며 NIR로 인체의 체지방 측정이 가능하다고 보고하였다.

또한 Stwatland와 Dattson(1984)은 소도체에 전기자극시 optical특성을 조사한 결과 650nm에서 ATP농도와 상관관계가 있다고 보고하였다.

Nagao 등(1985)은 고기내 지방함량을 측정하기 위해 시료를 만육된 돼지고기, 우육, 계육을 NIR로 측정한 결과 가장 우수한 파장으로는 1208nm, 1230nm, 1726nm와 1738nm였고, 그 결과 돼지고기의 $r = 0.990$, 예측표준오차(SEC)는 0.88%, 우육의 $r = 0.994$, SEC는 1.10%, 계육의 $r = 0.976$, SEC는 1.78%였다고 보고하였다. 육의 성분을 NIR로 측정한 보고에서는 모두다 시료를 만육시키거나 유화된 시료를 사용한 것이었고 cut-meat를 직접 측정한 예는 거의 없다. 그러나 Mitsumoto 등(1991)은 우육의 근육 부위에서 성분을 직접 측정하기 위하여 반사 spectra는 1100~2500nm로 하고 투과 및 광 fiber의 spectra는 680~1235nm의 파장범위로 pH, 총 색소, 가열 손실, 전단력, hydroxyproline, 단백질, 지방 및 수분과 칼로리들의 성분치를 NIR의 spectra를 2차 미분하여 분석한 결과 각 mode에서 전단력의 $R = 0.795 \sim 0.826$; 단백질의 $R = 0.822 \sim 0.904$, 수분의 $R = 0.895 \sim 0.961$, 지방의 $R = 0.890 \sim 0.965$ 및 칼로리의 $R = 0.899 \sim 0.961$ 로 높은 상관관계를 나타냈으며 총 색소에 있어서는 투과 spectra에서 $R = 0.946$, 광 fiber 사용시 $R = 0.893$ 으로 보고하였다.

Lanza(1983)는 생육의 수분, 지방, 칼로리 및 단백질을 NIR로 측정한 결과 중상관계수 수분의 R값이 0.987로 단백질의 0.885보다 높았고 이때의 시료는 paste상으로 하였다고 보고하였다. 또한 Ben-Gera와 Norris(1986)는 NIR (1500~1850nm)의 투과 mode를 사용하여 육제품에서 수분과 지방함량을 조사하였다. 최근 Anderson 등(1993)은 덴마크의 현장에서 육질을 측정하기 위한 방법 개발을 위하여 NIR의 특성을 이용한 기계, MQM(Meat Quality Marbling) pistol로 근내지방도, 콜라겐함량 및 색소와 단백질함량등을 도축장에서 측정하였는데 근내지방도의 R값은 0.80, 표준오차는 0.2%였다. 광섬유를 사용하여 800~1600nm파장에서는 근내지방도, 색소와 콜라겐의 R값은 각각 0.93, 0.97 및 0.91로 좋은 결과를 나타내었다고 보고하였다.

다. 국내 식품에의 NIR 적용

국내에서는 NIR을 이용하여 연구된 것으로는 많지 않다. 조 등(1990)은 고추의 품질평가를 위해 매운맛 성분인 capsaicin과 capsanthin, 총당 및 수분함량을 측정하

결과 capsaicin은 정확도가 낮았으나 capsanthin과 총당의 SEP는 1.99와 1.60으로 정량적으로 측정이 가능하다고 보고하였다. 또한 분말 고춧가루의 이물질 혼입을 NIR로 측정해 본 결과 씨앗의 혼입량은 1.76%, 꼭지의 혼입량은 0.43%의 실행표준 오차를 보여 각각 동시에 측정할 수 있다고 보고하였다(조 등, 1991).

쌀에 관한 NIR 연구로는 문 등(1994)이 한국산 쌀의 품질 측정에 있어서 NIR의 응용과 조 등(1994)은 NIR에 의한 밥의 노화도 측정을 하였다. 또한 Ryu 등(1994)은 flour extrudate의 특성들을 NIR로 예측한 결과 수분과 단백질의 R값은 0.99와 0.98이었다. 이때 SEP는 0.84%와 0.307%로 extrudate에서도 측정이 가능하였지만 팽창률, 밀도 등은 상관이 낮았다. 고기와 관련한 연구로는 김 과 유(1994)가 NIR로 쇠고기의 단백질과 수분을 비파괴적으로 보고한 것이 있다.

2. 결과 및 고찰

가. 전체시료에 대한 분석

돼지고기의 맛에 영향을 주는 성분을 NIR로 측정 가능성을 검토하기 위하여 시험을 수행하였다. Fig. 5는 NIR을 사용하여 400 - 2500nm 대역에서의 성분측정을 위한 돼지고기의 원시 스펙트럼이다. 이 원시 스펙트럼에 있어서는 특징적인 면을 찾아볼 수 없었지만 1100nm 대역에서의 변곡 스펙트럼이 나타났는데 이 현상은 visible 대역에서 NIR 대역까지의 연속 스펙트럼을 얻는데 있어서 생긴 변곡현상이다.

Fig. 6은 성분함량 분석을 위하여 시료 80점에 대하여 사전 얻어진 원시 스펙트럼을 통계적 처리를 위하여 2차미분 시킨 스펙트럼으로 각 시료의 흡광도에 있어서 조금씩의 차이가 있었으나 시료간의 특징적인 차이는 없었다. 970nm, 1100nm, 1200nm, 1400nm, 1740nm 및 1910nm를 이루는 큰 peak들은 대부분이 O-H band 들인 것으로 사료된다.

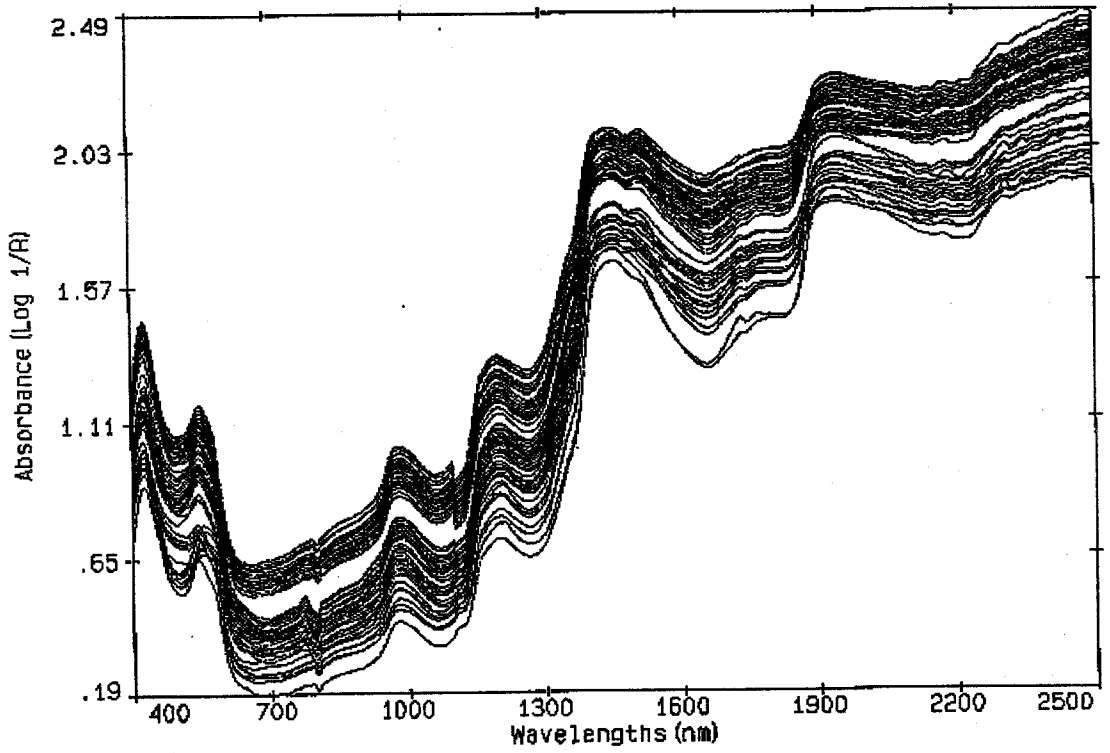


Figure 5. Raw spectra of pork using reflectance mode by NIR at 400nm - 2500nm(n=80)

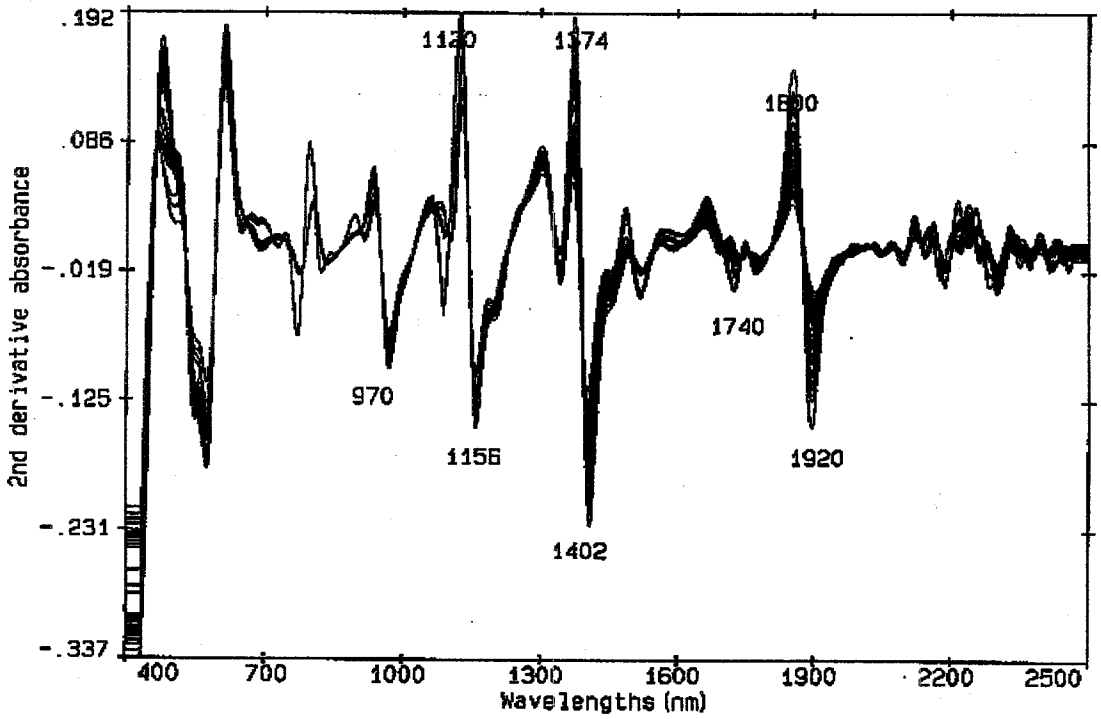


Figure 6. Second derivative spectra of pork using reflectance mode by NIR at 400nm - 2500nm(n=80)

Table 58. Wavelengths selected and statistical summary of fat content of pork using reflectance mode by NIR

Wavelengths(nm)	R	SEC(%) ¹⁾
1212	-.8236	.791
1212/2160	.8756	.678
1212/2160/1876	.8937	.634
1212/2160/1876/2304	.9045	.607

1) SEC ; Standard error of the calibration(n=80)

신선돼지고기의 시료로부터 스펙트럼의 변화양상을 고찰하여 2차미분된 스펙트럼

으로부터 지방함량에 대하여 NIR과의 calibration을 시도한 결과는 Table 58 로 나타내었다. 이때 선택된 파장은 1212nm, 2160nm, 1876nm 및 2304nm 의 4개 파장으로 이때 중상관계수(R)값은 0.9045 였으며 예측표준오차(SEC)는 0.607%였다.

이때 작성된 방정식은

$$\text{Fat content} = -0.865 - 102.294X_1 - 119.68X_2 - 72.60X_3 - 28.614X_4$$

($X_1 - X_4$: 1212nm, 2160nm, 1876nm 및 2304nm 에서의 에너지 흡광도) 와 같다.

지방함량에 대하여 2차미분된 스펙트럼으로부터 작성된 calibration scatter diagram은 Fig. 7 로 나타내었다. Calibration에 의해 작성된 시료들의 산포도로서 지방함량의 범위가 약 1.0% - 10.0%의 범위에서 고루 분포되어 있었다.

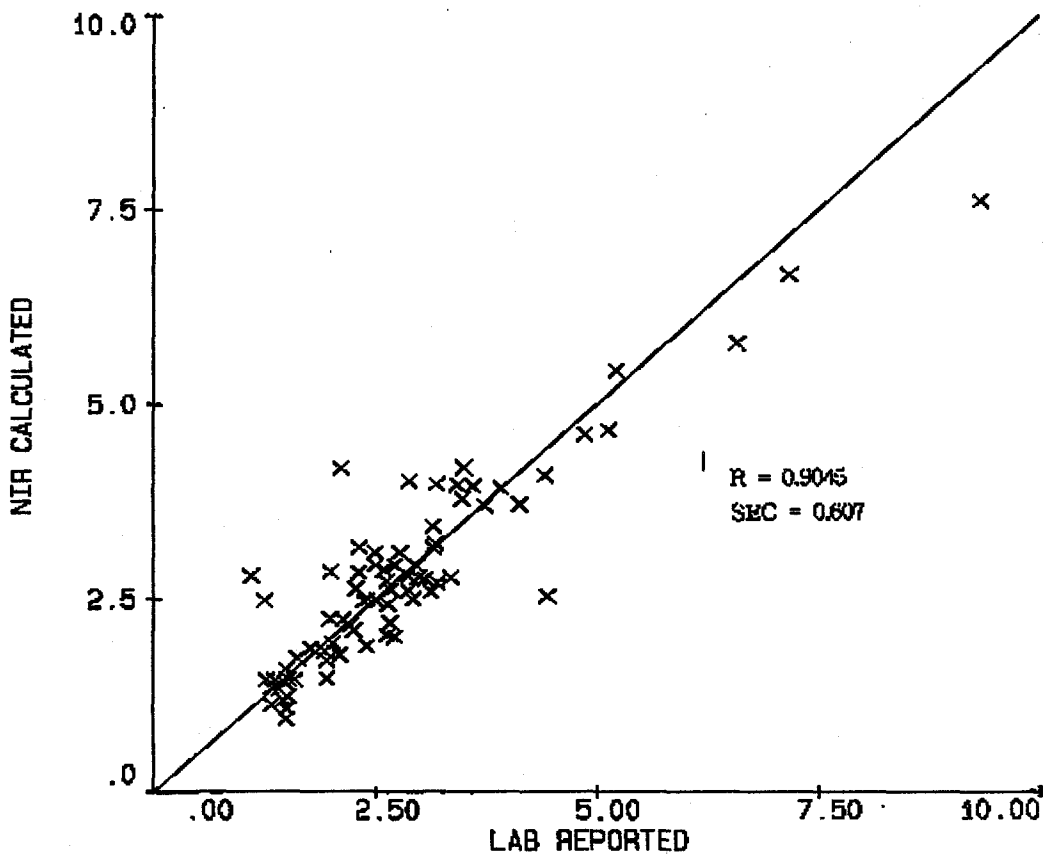


Figure 7. Scatter diagram for estimation of fat content of pork using reflectance mode by NIR at 400nm - 2500nm(n=80)

Table 59 는 calibration equation 작성시 사용되었던 시료들의 화학적 분석치와 NIR로 측정된 값과의 차이를 나타낸 것으로 그 차이가 최대 1.721% 까지 차이가 나고 있다. 또한 전체 지방함량은 5.5%미만이었으며 그 차이가 0.5% 미만인 것은 약 78% 정도였다.

Table 59-1. Comparison of fat content between chemical with NIR analysis of pork samples for calibration equation

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
1-3	3.600	3.949	0.349
2-3	3.480	3.788	0.308
3-3	3.500	4.191	0.691
4-3	5.220	5.433	0.213
5-3	4.130	3.715	-0.415
6-3	9.340	7.619	-1.721
7-3	5.130	4.670	-0.460
8-3	3.190	3.979	0.789
9-3	2.770	3.096	0.326
S-3	3.150	3.434	0.284
S1-3	3.920	3.929	0.009
S2-3	4.410	4.089	-0.321
LYD1-3	4.870	4.613	-0.257
LYD2-3	6.590	5.796	-0.794
LYD3-2	7.180	6.671	-0.509
DH1-3	3.730	3.703	-0.027
DH2-3	2.280	2.632	0.352
DH3-2	3.430	3.964	0.534
3-1-3	1.330	1.148	-0.182
3-2-3	2.960	2.926	-0.034
3-3-3	2.250	2.101	-0.149
3-4-3	2.980	2.779	-0.201
3-5-3	2.400	2.502	0.102
5-1-3	2.620	2.733	0.113
5-3-3	2.660	2.194	-0.466
5-4-3	1.950	1.481	-0.469
2-1-3	2.130	2.235	0.105
2-2-3	1.930	1.824	-0.106
2-3-3	1.410	1.354	-0.056
2-4-3	1.520	1.475	-0.045
2-5-3	2.020	1.935	-0.085
C-1-3	1.500	1.097	-0.403
C-2-3	2.370	2.477	0.107
1-1-3	1.250	2.483	1.233

Table 59-2. (Continue)

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
1-2-3	2.210	2.160	-0.050
1-3-3	1.990	2.854	0.864
1-4-3	1.270	1.467	0.197
1-5-3	1.980	2.254	0.274
4-1-3	1.490	1.603	0.113
4-2-3	1.590	1.470	-0.120
4-3-3	1.950	1.717	-0.233
4-4-3	3.150	3.161	0.011
4-5-3	1.620	1.744	0.124
C-3-3	2.600	2.875	0.275
C-4-3	1.510	1.248	-0.262
6-1-3	1.480	1.423	-0.057
6-2-3	1.490	0.962	-0.528
6-3-3	1.460	1.202	-0.258
6-4-3	1.330	1.358	0.028
6-5-3	1.370	1.460	0.090
C-5-3	1.770	1.869	0.099
1-3	2.720	2.937	0.217
2-3	2.100	1.786	-0.314
3-3	3.170	3.210	0.040
4-3	2.400	1.895	-0.505
589-3	2.920	2.497	-0.423
590-3	2.110	4.178	2.068
591-3	3.350	2.781	-0.569
592-3	2.640	2.437	-0.203
593-3	2.720	2.016	-0.704
594-3	2.500	2.935	0.435
595-3	2.870	2.607	-0.263
596-3	2.510	2.482	-0.028
597-3	1.100	2.792	1.692
598-3	3.060	2.764	-0.296
599-3	2.630	2.044	-0.586
600-3	3.200	2.705	-0.495
601-3	3.120	2.599	-0.521
602-3	2.310	2.837	0.527
603-3	2.870	2.793	-0.077
604-3	2.850	2.815	-0.035
605-3	2.310	3.166	0.856
606-3	2.880	4.020	1.140
607-3	4.440	2.545	-1.895
608-3	2.490	3.097	0.607
5-2-2	2.670	2.623	-0.047
Average	2.782	2.782	0.00004

Table 60 은 돼지고기의 단백질 함량에 대한 NIR의 분석결과로서 이때 선택된 파장은 2096nm, 596nm, 952nm 및 2184nm 의 4개 파장으로 이때 중상관계수(R)값은 0.7359였으며 예측표준오차(SEC)는 0.737%였다.

Table 60. Wavelengths selected and statistical summary of protein content of pork using reflectance mode by NIR

Wavelengths(nm)	R	SEC(%) ¹⁾
2096	-.5848	.865
2096/596	.6601	.807
2096/596/952	.7200	.750
2096/596/952/2184	.7359	.737

1) SEC ; Standard error of the calibration(n=80)

이때 작성된 방정식은

$$\text{Protein content} = 17.214 - 91.890X_1 + 45.840X_2 - 132.958X_3 - 43.783X_4$$

(X₁ - X₄ : 2096nm, 596nm, 952nm 및 2184nm 에서의 에너지 흡광도) 와 같다.

따라서 단백질함량을 NIR로 분석을 위해 calibration equation을 작성하는데 있어서 중상관계수(R) 값이 0.7359로 지방함량 분석을 한 결과인 0.9045보다 낮게 나타나 단백질을 NIR로 분석하는데는 지방함량 분석을 하는 것보다 쉽지가 않은 결과를 나타내고 있다.

Fig. 8 은 이때 작성된 calibration 에 대한 scatter diagram이다. 또한 Table 61 은 calibration equation 작성 시 이용된 시료들의 NIR 값과 화학적 분석의 결과를 비교한 것으로 단백질함량에서 최대 2.407% 까지의 차이가 나고 있다. 그러나 분석에 이용된 시료들의 차이는 약 90%가 지방함량 1%미만의 차이로 근접하고 있었고 약 10%만이 1%이상의 차이를 보이고 있기 때문에 향후 많은 시료들을 확보하여 분석할 경우 보다 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

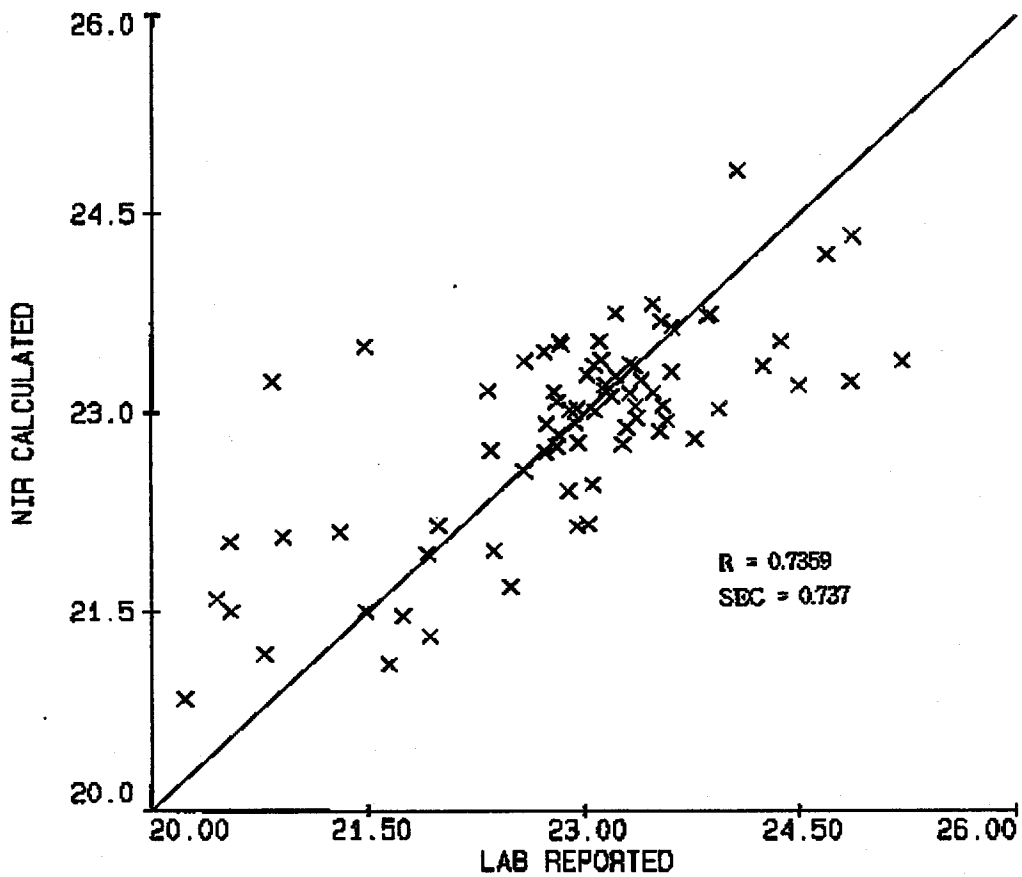


Figure 8. Scatter diagram for estimation of protein content of pork using reflectance mode by NIR at 400nm - 2500nm(n=80)

Table 60-1. Comparison of protein content between chemical with NIR analysis of pork samples for calibration equation

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
1-3	20.540	22.025	1.485
2-3	20.910	22.064	1.154
3-3	22.370	21.965	-0.405
4-3	21.480	21.506	0.026
5-3	22.490	21.685	-0.805
6-3	20.550	21.500	0.950
7-3	21.650	21.101	-0.549
8-3	21.930	21.315	-0.615
9-3	21.910	21.938	0.028
S-3	22.960	22.780	-0.180
S1-3	21.300	22.098	0.798
S2-3	22.950	22.148	-0.802
LYD1-3	21.740	21.464	-0.276
LYD2-3	21.450	21.591	1.141
LYD3-2	20.230	20.843	0.613
DH1-3	22.580	22.567	-0.013
DH2-3	21.980	22.148	0.168
DH3-2	20.780	21.175	0.395
3-1-3	23.190	23.128	-0.062
3-2-3	22.730	22.705	-0.025
3-3-3	22.820	22.839	0.019
3-4-3	23.060	22.465	-0.595
3-5-3	22.810	22.747	-0.063
5-1-3	23.030	22.163	-0.867
5-3-3	22.740	22.918	0.178
5-4-3	22.900	23.026	0.126
2-1-3	23.270	22.771	-0.499
2-2-3	22.350	22.718	0.368
2-3-3	23.300	22.891	-0.409
2-4-3	23.020	23.290	0.270
2-5-3	23.360	23.056	-0.304
C-1-3	23.550	23.060	-0.490
C-2-3	23.530	22.862	-0.668
1-1-3	23.940	23.035	-0.905
1-2-3	23.080	23.014	-0.066
1-3-3	22.810	23.086	0.276
1-4-3	22.950	23.034	0.084
1-5-3	23.120	23.403	0.283

Table 61-2. (Continue)

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
4-1-3	22.940	22.919	-0.021
4-2-3	23.150	23.165	0.015
4-3-3	23.580	22.944	-0.636
4-4-3	22.790	23.161	0.371
4-5-3	23.320	23.153	-0.167
C-3-3	23.110	23.544	0.434
C-4-3	23.540	23.699	0.159
6-1-3	23.770	22.811	-0.959
6-2-3	24.500	23.211	-1.289
6-3-3	23.610	23.316	-0.294
6-4-3	20.830	23.237	2.407
6-5-3	24.370	23.548	-0.822
C-5-3	22.830	23.542	0.712
1-3	23.220	23.755	0.535
2-3	24.070	24.836	0.766
3-3	23.610	23.653	0.043
4-3	24.870	24.340	-0.530
589-3	23.350	23.357	0.007
590-3	24.860	23.242	-1.618
591-3	22.330	23.168	0.838
592-3	22.720	23.465	0.745
593-3	23.400	23.253	-0.147
594-3	23.480	23.159	-0.321
595-3	23.320	23.374	0.054
596-3	23.370	22.964	-0.406
597-3	22.840	23.520	0.680
598-3	25.220	23.396	-1.824
599-3	23.860	23.738	-0.122
600-3	24.250	23.358	-0.892
601-3	21.470	23.503	2.033
602-3	23.070	23.363	0.293
603-3	23.880	23.748	-0.132
604-3	22.580	23.394	0.814
605-3	24.690	24.198	-0.492
606-3	23.220	23.282	0.062
607-3	23.480	23.826	0.346
608-3	23.150	23.214	0.064
5-2-2	22.890	22.417	-0.473
Average	22.907	22.893	-0.0004

다음은 돼지고기의 맛과 관련하여 지방산 비율을 달리하여 사육된 돼지로부터 취해진 시료들을 관능검사를 실시한 결과와 NIR의 스펙트럼과의 관계를 조사하여 NIR로 맛과 관련하여 직접적으로 측정 가능성에 대하여 검토하였다. 53개 시료에 대하여 분석한 결과 Table 62 에 나타내었다. 중상관 계수(R) 값은 0.5410으로 매우 낮게 나타나 본 실험에서 관능검사 결과와 NIR과의 관계를 직접적으로 찾는 것은 어려운 것이라고 사료되었다. Fig. 9 는 시료들의 분포도를 나타낸 것이며 Table 63 은 이때 시료간의 차이를 나타낸 것이다.

Table 62. Wavelengths selected and statistical summary of taste content of pork using reflectance mode by NIR

Wavelengths(nm)	R	SEC(%) ¹⁾
2134	-.3105	.322
2134/1500	.4323	.308
2134/1500/1326	.4834	.302
2134/1500/1326/2056	.5410	.234

1) SEC ; Standard error of the calibration(n=53)

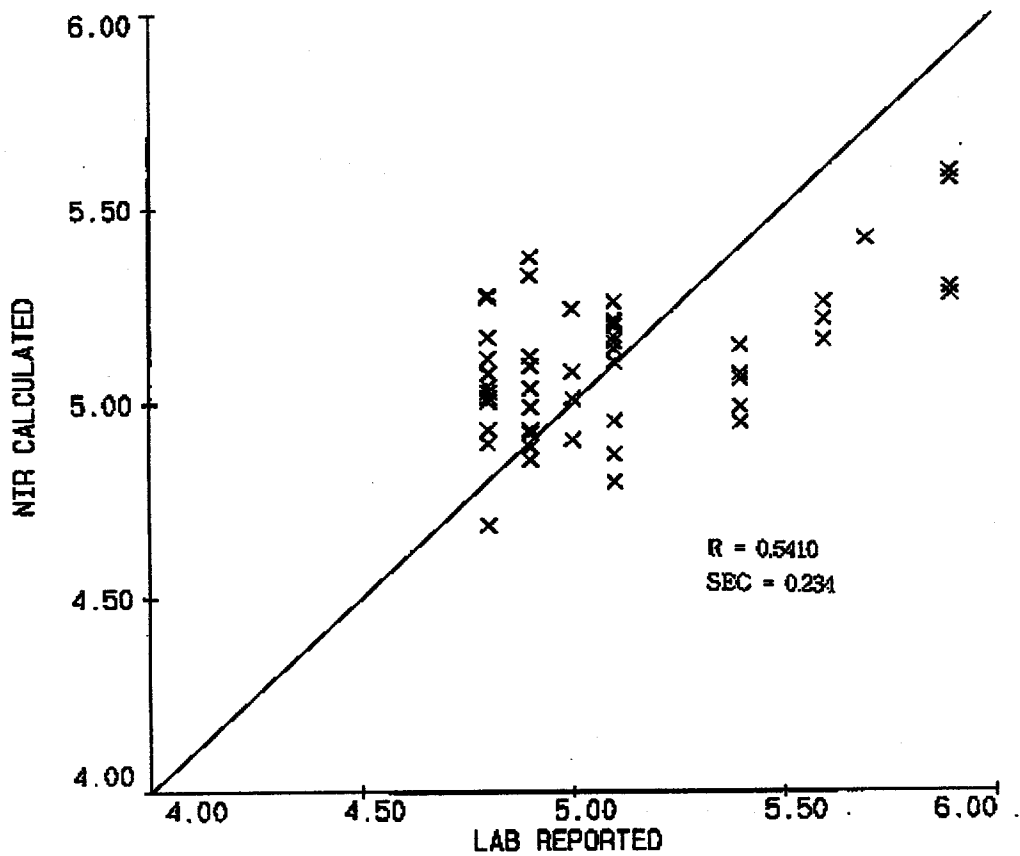


Figure 9. Scatter diagram for estimation of taste of pork using reflectance mode by NIR at 400nm - 2500nm(n=53)

Table 63-1. Comparison of taste between sensory evaluation score with
NIR analysis of pork samples for calibration equation

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
3-1-3	4.900	4.889	-0.011
3-2-3	4.900	5.096	0.196
3-3-3	4.900	5.376	0.476
3-4-3	4.900	5.328	0.428
3-5-3	4.900	5.040	0.140
5-1-3	5.900	5.597	-0.303
5-3-3	5.900	5.299	-0.601
5-4-3	5.900	5.280	-0.620
2-1-3	5.100	5.159	0.059
2-2-3	5.100	5.261	0.161
2-3-3	5.100	5.107	0.007
2-4-3	5.100	5.173	0.073
2-5-3	5.100	5.199	0.099
C-1-3	5.100	5.140	0.040
C-2-3	5.100	5.172	0.072
1-1-3	4.900	5.123	0.223
1-2-3	4.900	4.855	-0.045
1-3-3	4.900	4.923	0.023
1-4-3	4.900	4.932	0.032
1-5-3	4.900	4.990	0.090
4-1-3	4.800	4.688	-0.112
4-2-3	4.800	4.896	0.096
4-3-3	4.800	4.932	0.132
4-4-3	4.800	5.044	0.244
4-5-3	4.800	5.005	0.205
6-1-3	5.100	5.206	0.106
6-2-3	5.100	4.869	-0.231
6-3-3	5.100	4.798	-0.302
6-4-3	5.100	5.213	0.113
6-5-3	5.100	4.954	-0.146
1-3	5.400	5.150	-0.250
2-3	5.000	5.243	0.243
3-3	5.700	5.424	-0.276
4-3	4.800	5.273	0.473
589-3	5.400	4.991	-0.409
590-3	4.800	5.032	0.232
591-3	4.800	5.075	0.275
594-3	4.800	5.170	0.370
595-3	5.600	5.260	-0.340
596-3	4.800	5.017	0.217
597-3	5.600	5.216	-0.384

Table 63-2. (Continue)

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
598-3	4.800	5.114	0.314
599-3	5.400	5.077	-0.323
600-3	4.800	5.078	0.278
601-3	5.600	5.163	-0.437
602-3	5.000	5.083	0.083
603-3	5.000	5.014	0.014
604-3	5.000	4.907	-0.093
606-3	4.800	5.279	0.479
607-3	5.400	4.950	-0.450
608-3	5.400	5.064	-0.336
5-2-2	5.900	5.577	-0.323
Average	5.110	5.110	0.00002

나. 분리된 시료에 대한 분석

지금까지 분석에 사용된 전체시료에 대하여 분석한 결과였으므로 시료를 분리하여 calibration equation을 작성하고 작성된 equation에 의해 미지의 돼지고기시료에 대하여 직접적으로 적용코자 시험을 실시하였다. 이때 calibration equation을 작성 시 사용된 시료의 개수는 55개 였다. 분리된 시료로부터 지방함량에 대한 분석된 결과는 Table 64 에 나타낸 바와 같이 1238nm, 2010nm, 950nm 및 2134nm의 4개의 파장 선택 시 R 값은 0.9279였으며 이때 표준오차(SEC)는 0.564였다.

이때의 방정식은

$$\text{Fat content} = -0.785 + 294.567X_1 - 374.690X_2 + 123.739X_3 + 111.308X_4$$

($X_1 - X_4$: 1238nm, 2010nm, 950nm 및 2134nm 에서의 에너지 흡광도) 와 같다.

시료를 분리하여 calibration equation을 작성한 결과 시료를 분리하지 않고 분석한 결과 보다 좋은 결과를 얻을 수 있었지만 상기의 방정식을 사용하여 미지의 돼지고기에 대하여 직접적으로 적용시험을 행한 결과 상관계수 r값은 0.797 이었으며 이때 실행표준오차(SEP)는 0.749%의 결과를 얻을 수 있었다.

이때 작성된 scatter diagram은 Fig. 10 과 같으며 Table 65 는 calibration equation 작성시 사용하였던 시료들의 지방함량에 대한 차이를 나타낸 것으로 0.5%

이하의 차이를 나타낸 것은 64% 였다.

Table 64. Wavelengths selected and statistical summary of fat content of selected pork samples using reflectance mode by NIR

Wavelengths(nm)	Calibration		Validation	
	R	SEC(%) ¹⁾	r	SEP(%) ²⁾
1238	.8515	.772		
1238/2010	.8977	.653		
1238/2010/950	.9183	.593		
1238/2010/950/2134	.9279	.564	.797	.749

1) SEC ; Standard error of the calibration(n=55)

2) SEP : Standard error of the prediction(n=25)

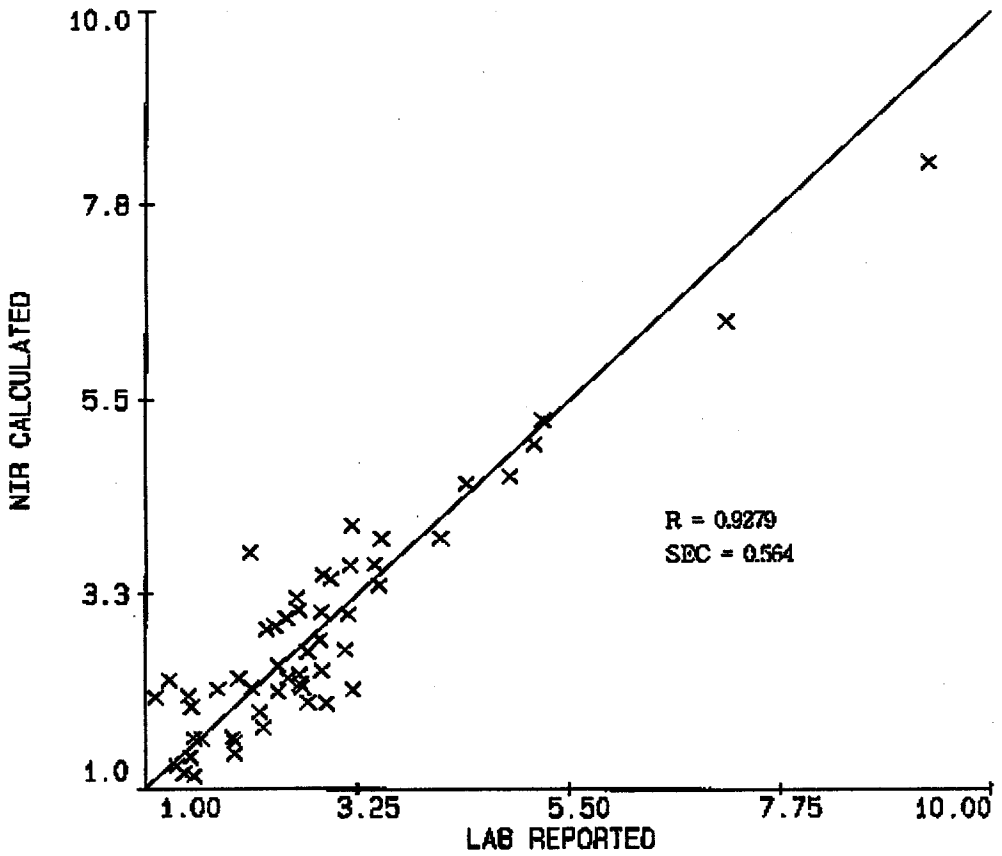


Figure 10. Scatter diagram for estimation of fat content of selected pork samples using reflectance mode by NIR at 400nm - 2500nm(n=53)

Table 65-1. Comparison of fat content between chemical with NIR analysis of selected pork samples for calibration equation

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
DH2-3	2.280	2.842	0.562
LYD3-2	7.180	6.424	-0.756
8-3	3.190	4.052	0.862
3-3	3.170	3.587	0.417
S2-3	4.410	4.539	0.129
606-3	2.880	3.475	0.595
4-4-3	3.150	3.020	-0.130
5-1-3	2.620	3.074	0.454
5-4-3	1.950	1.404	-0.546
604-3	2.850	2.724	-0.126
7-3	5.130	5.000	-0.130
LYD1-3	4.870	4.622	-0.248
601-3	3.120	2.605	-0.515
3-3	3.500	3.900	0.400
3-5-3	2.400	2.420	0.020
2-1-3	2.130	2.161	0.031
596-3	2.510	2.275	-0.235
597-3	1.100	2.057	0.957
3-3-3	2.250	1.709	-0.541
592-3	2.640	2.208	-0.432
6-1-3	1.480	1.367	-0.113
590-3	2.110	3.736	1.626
6-2-3	1.490	1.948	0.458
593-3	2.720	1.998	-0.722
600-3	3.200	2.147	-1.053
589-3	2.920	1.988	-0.932
603-3	2.870	3.054	0.184
1-3-3	1.990	2.275	0.285
599-3	2.630	2.321	-0.309
2-2-3	1.930	1.588	-0.342
C-5-3	1.770	2.153	0.383
4-3	5.220	5.273	0.053
DH3-3	3.430	3.599	0.169
2-4-3	1.520	1.146	-0.374
C-4-3	1.510	1.586	0.076
3-1-3	1.330	1.266	-0.064
5-3	4.130	3.906	-0.224
4-3	2.400	2.124	-0.276

Table 65-2. (Continue)

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
594-3	2.500	2.975	0.475
C-2-3	2.370	2.881	0.511
6-3	9.340	8.258	-1.082
1-1-3	1.250	2.254	1.004
5-3-3	2.660	2.183	-0.477
1-3	2.720	2.583	-0.137
2-3	3.480	3.363	-0.117
1-2-3	2.210	1.887	-0.323
4-2-3	1.590	1.580	-0.010
2-3-3	1.410	1.188	-0.222
C-3-3	2.600	3.217	0.617
3-2-3	2.960	3.425	0.465
4-3-3	1.950	1.547	-0.403
595-3	2.870	2.367	-0.503
6-3-3	1.460	2.072	0.612
Average	2.715	2.716	0.00005

이 calibration equation에 미지의 시료 25점에 대하여 직접적인 적용시험의 결과 Table 66 은 실험실 결과치와 NIR결과치와의 차이를 나타낸 것으로 실험실에서 분석된 시료의 지방함량은 1.270% - 6.590%까지의 범위를 나타냈지만 NIR로 분석된 결과는 0.708% - 4.401%까지의 범위를 나타내었다. 따라서 최대 차이를 나타낸 것으로는 -2.421%까지 차이를 나타내고 있다.

돼지고기의 단백질함량에 대하여 시료를 분리하여 calibration equation 작성을 위한 NIR로 측정된 결과 Table 67 에 나타낸 바와 같이 4개의 파장 선택 시 R 값은 0.8118이었으며 이때 선택된 파장들로는 2096nm, 2276nm, 1742nm 및 1020nm 이다. 또한 표준오차(SEC)는 0.601%였다. 단백질에 대한 equation은

$$\text{Protein content} = -21.805 - 28.485X_1 - 82.551X_2 - 143.363X_3 - 177.720X_4$$

($X_1 - X_4$: 2096nm, 2276nm, 1742nm 및 1020nm 에서의 에너지 흡광도) 와 같다.

이때 분석된 실험실 결과와 NIR 결과와의 차이를 보면 Table 67 과 같다.

Table 66. Comparison of fat content between chemical with NIR analysis of unknown pork samples for NIR validation(n=25)

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
1-3	3.600	3.693	0.093
9-3	2.770	3.089	0.319
S-3	3.150	3.432	0.282
S1-3	3.920	4.401	0.481
LYD2-3	6.590	4.929	-1.661
DH1-3	3.730	3.229	-0.501
3-4-3	2.980	2.825	-0.155
2-5-3	2.020	1.854	-0.166
C-1-3	1.500	0.708	-0.792
1-4-3	1.270	1.129	-0.141
1-5-3	1.980	2.179	0.199
4-1-3	1.490	1.244	-0.246
4-5-3	1.620	1.835	0.215
6-4-3	1.330	1.372	0.042
6-5-3	1.370	2.199	0.829
2-3	2.100	2.183	0.083
591-3	3.350	2.291	-1.059
598-3	3.060	2.547	-0.513
602-3	2.310	2.549	0.239
605-3	2.310	2.843	0.533
607-3	4.440	2.019	-2.421
608-3	2.490	3.064	0.574
5-2-2	2.670	2.164	-0.506
Average	2.6978	2.512	-0.1857

Table 67. Wavelengths selected and statistical summary of protein content of selected pork samples using reflectance mode by NIR

Wavelengths(nm)	Calibration		Validation	
	R	SEC(%) ¹⁾	r	SEP(%) ²⁾
2096	-.6634	.747		
2096/2276	.7321	.687		
2096/2276/1742	.7931	.621		
2096/2276/1742/1020	.8118	.601	.620	0.964

1) SEC ; Standard error of the calibration(n=55)

2) SEP : Standard error of the prediction(n=25)

작성된 equation을 사용하여 미지의 돼지고기 시료에 대하여 NIR로 단백질함량에 대하여 예측해본 결과 이때 상관계수(r)는 0.620 이었으며 실행표준오차는 0.964%로 높은 오차를 갖고 있다.

또한 Table 68 은 calibration equation 작성 시 사용되었던 시료들의 실험실 분석결과와 NIR의 결과의 차이를 나타낸 것이다. 실험실의 결과의 범위가 20.23% - 24.87%의 범위였다. 이때 NIR결과와의 차이는 최대 1.716% 까지의 차이를 나타내었다. 또한 작성된 scatter diagram은 그림 11 과 같다.

Table 69 는 사전 작성된 단백질에 대한 calibration equation을 사용하여 미지의 시료에 대하여 적용한 결과 시료간의 차이를 나타낸 것이다. 이때 최대 2.622%까지 차이를 나타내고 있다.

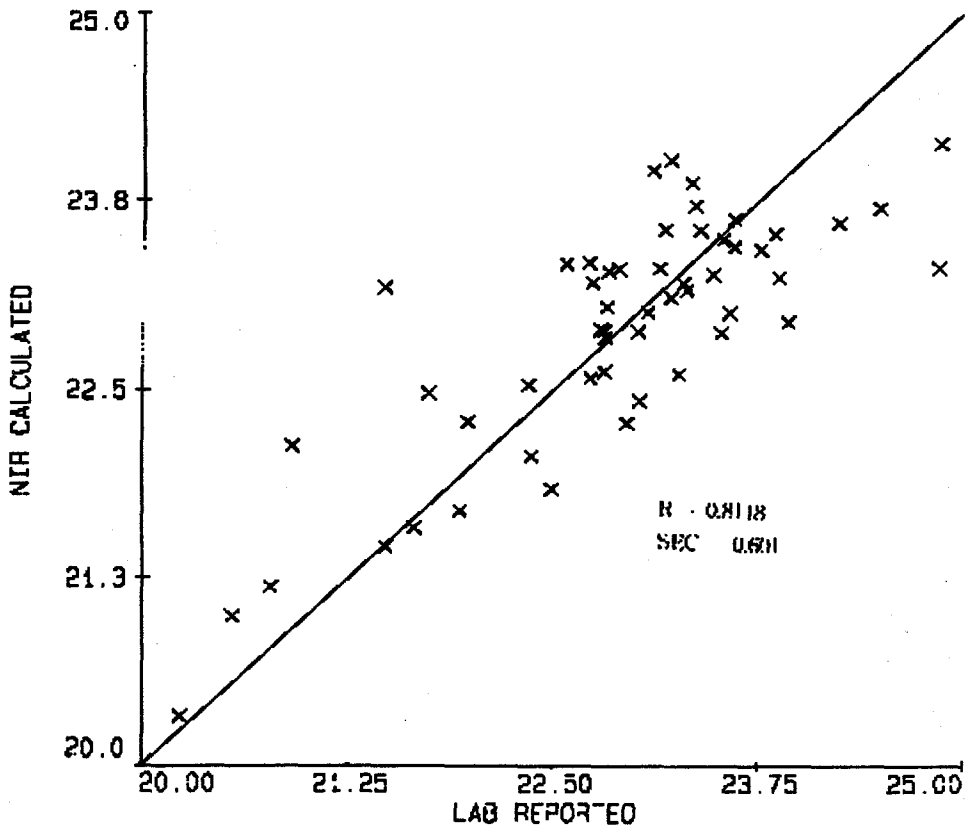


Figure 11. Scatter diagram for estimation of protein content of selected pork samples using reflectance mode by NIR at 400nm - 2500nm(n=53)

Table 68-1. Comparison of protein content between chemical with NIR analysis of selected pork samples for calibration equation

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
DH2-3	21.980	22.294	0.314
LYD3-2	20.230	20.327	0.097
8-3	21.930	21.707	-0.223
3-3	23.610	23.450	-0.160
S2-3	22.950	22.287	-0.663
606-3	23.220	23.117	-0.103
4-4-3	22.790	22.908	0.118
5-1-3	23.030	22.436	-0.594
5-4-3	22.900	23.307	0.407
604-3	22.580	23.341	0.761
7-3	21.650	21.591	-0.059
LYD1-3	21.740	22.482	0.742
601-3	21.470	23.186	1.716
3-3	22.370	22.071	-0.299
3-5-3	22.810	22.627	-0.183
2-1-3	23.270	22.611	-0.659
596-3	23.370	23.727	0.357
597-3	22.840	23.291	0.451
3-3-3	22.820	22.855	0.035
592-3	22.720	23.348	0.628
6-1-3	23.770	23.435	-0.335
590-3	24.860	23.316	-1.544
6-2-3	24.500	23.710	-0.790
593-3	23.400	23.561	0.161
600-3	24.250	23.609	-0.641
589-3	23.350	23.878	0.528
603-3	23.880	23.250	-0.630
1-3-3	22.810	22.897	0.087
599-3	23.860	23.538	-0.322
2-2-3	22.350	22.538	0.188
C-5-3	22.830	23.058	0.228
4-3	21.480	21.464	-0.016
DH3-3	20.780	21.193	0.413
2-4-3	23.020	22.893	-0.127

Table 68-2. (Continue)

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
C-4-3	23.540	23.502	-0.038
3-1-3	23.190	23.566	0.376
4-3	24.870	24.139	-0.731
5-3	22.490	21.852	-0.638
594-3	23.480	23.269	-0.211
C-2-3	23.530	22.883	-0.647
6-3	20.550	20.997	0.447
1-1-3	23.940	22.959	-0.981
5-3-3	22.740	23.217	0.477
1-3	23.220	24.029	0.809
2-3	20.910	22.131	1.221
1-2-3	23.080	23.020	-0.060
4-2-3	23.150	23.310	0.160
2-3-3	23.300	23.215	-0.085
C-3-3	23.110	23.961	0.851
3-2-3	22.730	22.583	-0.147
4-3-3	23.580	23.018	-0.562
595-3	23.320	23.168	-0.152
6-3-3	23.610	23.636	0.026
Average	22.068	22.068	-0.00004

Table 69. Comparison of protein content between chemical with NIR analysis of unknown pork samples for NIR validation(n=25)

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
1-3	20.540	21.949	1.409
9-3	21.910	22.229	0.319
S-3	22.960	23.328	0.368
S1-3	21.300	22.298	0.998
LYD2-3	20.450	21.741	1.291
DH1-3	22.580	21.874	-0.706
3-4-3	23.060	22.516	-0.544
2-5-3	23.360	23.162	-0.198
C-1-3	23.550	23.132	-0.418
1-4-3	22.950	23.383	0.433
1-5-3	23.120	23.268	0.148
4-1-3	22.940	23.200	0.260
4-5-3	23.320	22.941	-0.379
6-4-3	20.830	23.452	2.622
6-5-3	24.370	23.461	-0.909
2-3	24.070	24.379	0.309
591-3	22.330	23.291	0.961
598-3	25.220	23.155	-2.065
602-3	23.070	23.161	0.091
605-3	24.690	23.349	-1.341
607-3	23.480	23.620	0.140
608-3	23.150	23.012	-0.138
5-2-2	22.890	22.835	-0.055
Average	22.8756	22.9885	0.1128

관능검사의 결과 맛에 대하여 시료를 분리하여 측정한 결과 Table 70 에 나타낸 바와 같이 4개의 파장 선택 시 R 값은 0.6527이었으며 이때 표준오차(SEC)는 0.285%였다.

그 결과 매우 낮은 상관관계를 나타내어 관능검사의 맛과의 관계는 추구하기 어려울 것이라는 결과를 얻었다. Table 71 은 calibration equation 작성 시 시료간의 차이를 나타낸 것이다.

Table 70. Wavelengths selected and statistical summary on taste of selected pork samples using reflectance mode by NIR

Wavelengths(nm)	Calibration		Validation	
	R	SEC(%) ¹⁾	r	SEP(%) ²⁾
2134	-.4425	.322		
2134/1738	.5425	.306		
2134/1738/2030	.6110	.293		
2134/1738/2030/1024	.6527	.285	.106	.294

¹⁾ SEC ; Standard error of the calibration(n=36)

²⁾ SEP : Standard error of the prediction(n=20)

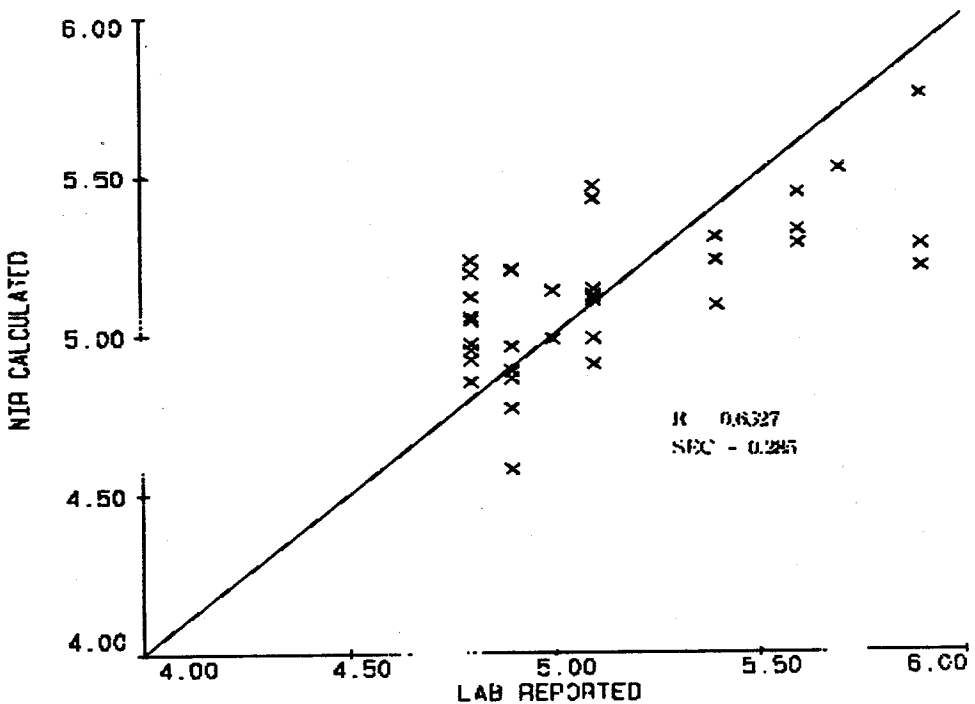


Fig 12. Scatter diagram for estimation of taste of selected pork samples using reflectance mode by NIR at 400nm - 2500nm(n=36)

Table 71-1. Comparison of taste between sensory evaluation score with
NIR analysis of pork samples for calibration equation

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
3-3	5.700	5.520	-0.180
606-3	4.800	4.953	0.153
4-4-3	4.800	5.046	0.246
5-1-3	5.900	5.752	-0.148
5-4-3	5.900	5.209	-0.691
604-3	5.000	5.139	0.139
601-3	5.600	5.444	-0.156
3-5-3	4.900	5.206	0.306
2-1-3	5.100	5.109	0.009
596-3	4.800	4.922	0.122
597-3	5.600	5.284	-0.316
3-3-3	4.900	5.204	0.304
6-1-3	5.100	5.429	0.329
590-3	4.800	5.056	0.256
6-2-3	5.100	5.144	0.044
600-3	4.800	5.193	0.393
589-3	5.400	5.234	-0.166
603-3	5.000	4.988	-0.012
1-3-3	4.900	4.772	-0.128
599-3	5.400	5.307	-0.093
2-2-3	5.100	5.467	0.367
2-4-3	5.100	5.120	0.020
3-1-3	4.900	4.966	0.066
4-3	4.800	5.234	0.434
594-3	4.800	4.855	0.055
C-2-3	5.100	4.908	-0.192
1-1-3	4.900	4.888	-0.012
5-3-3	5.900	5.280	-0.620
1-3	5.400	5.092	-0.308
1-2-3	4.900	4.580	-0.320
4-2-3	4.800	4.972	0.172
Average	5.1305	5.1305	0.000

Table 71-2. (Continue)

Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
2-3-3	5.100	5.124	0.024
3-2-3	4.900	4.866	-0.034
4-3-3	4.800	5.119	0.319
595-3	5.600	5.328	-0.272
6-3-3	5.100	4.990	-0.110
2-5-3	5.100	5.233	0.133
C-1-3	5.100	5.362	0.262
1-4-3	4.900	4.992	0.092
1-5-3	4.900	5.087	0.187
4-1-3	4.800	5.027	0.227
4-5-3	4.800	5.513	0.713
6-4-3	5.100	5.615	0.515
6-5-3	5.100	5.157	0.057
2-3	5.000	5.990	0.990
591-3	4.800	5.388	0.588
598-3	4.800	5.329	0.529
602-3	5.000	5.275	0.275
607-3	5.400	5.178	-0.222
608-3	5.400	4.878	-0.522
5-2-2	5.900	5.461	-0.439
Average	5.0625	5.2907	0.2282

다. 세분화된 시료에 대한 가능성

지금까지는 미지의 시료에 대한 검토를 위해 시료를 분리하여 검토하였다. 그렇지만 상기의 결과에서 좋은 결과를 얻지 못하였으므로 시료를 더욱 세분화시켜 처리구 내에서의 관계를 살펴보기 위하여 실시하였다. 시료의 세분화는 돼지 사육시 사료에 지방산의 조성에 따라 분리를 6개의 처리구로 구분하여 실시하였다. 또한 각 성분에 대하여 분석을 하였다. 그 결과 Table 72 와 같다. 성분에 따라 포장 선택의 개수가 제한되어 졌는데 이는 많은 포장을 선택하여도 반드시 좋은 결과가 나타나는 것은 아니기 때문이며 이 이상의 포장을 추가로 선택시 overfitting 되는 현상이 나타났기 때문이다.

Table 72. Wavelengths selected and statistical summary of pork on treated and fed different fatty acid in feeds using reflectance mode by NIR

Treatments*	Component s	Wavelengths	R	SEC
A	fat	860/1966	.999	0.006
	protein	1968/1148	.999	0.013
B	fat	2354	-.999	0.001
	protein	1866	.999	0.036
C	fat	1796	-.999	0.007
	protein	628	.999	0.001
D	fat	2068	.999	0.050
	protein	1792	.999	0.033
E	fat	2096	-.975	0.045
	protein	596/1052	.999	0.005
F	fat	964	.999	0.001
	protein	2124	.999	0.000

지방함량 8%, 지방산의 비율 $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9$

* A : $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 1.5 : 2$, B : $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 2 : 3$

C : $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 1 : 1$, D : $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 2 : 1$

E : $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 3 : 1$, F : control

처리구내에서의 각 성분에 대하여 파장 1-2개로의 좋은 관계를 가질 수 있는 가능성이 있지만 분석된 시료의 개수가 매우 제한되어 있기 때문에 보다 향후의 가능성에 대하여는 많은 연구를 해보아야 하겠다. Table 73 과 Table 74 는 각각의 처리구별로 생산된 돼지고기의 처리구내에서의 지방 및 단백질 성분과 NIR 과의 성분 함량을 비교한 것이다,

Table 73. Comparison of fat content between chemical with NIR analysis of pork samples on treated and fed different fatty acid in feeds

Group	Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
A	713a	2.400	2.397	-0.003
	594-3	2.500	2.497	-0.003
	596-3	2.510	2.515	0.005
	598-3	3.060	3.065	0.005
	600-3	3.200	3.195	-0.005
B	711b	2.100	2.108	0.008
	602-3	2.310	2.299	-0.011
	603-3	2.870	2.876	0.006
	604-3	2.850	2.846	-0.004
C	590-3	2.110	2.107	-0.003
	591-3	3.350	3.356	0.006
	607-3	4.440	4.437	-0.003
D	712d	3.170	3.225	0.055
	595-3	2.870	2.847	-0.023
	597-3	1.100	1.107	0.007
	601-3	3.120	3.082	-0.038
E	710e	2.720	2.658	-0.062
	589-3	2.920	2.946	0.026
	599-3	2.630	2.650	0.020
	606-3	2.880	2.865	-0.015
	608-3	2.490	2.521	0.031
F	592-3	2.640	2.641	0.001
	593-3	2.720	2.719	-0.001
	605-3	2.310	2.310	-0.000

Table 74. Comparison of protein content between chemical with NIR analysis of pork samples on treated and fed different fatty acid in feeds

Group	Sample name	C. A. %	NIR %	Difference
A	713a	24.870	24.735	-0.135
	594-3	23.480	23.570	0.090
	596-3	23.370	23.388	0.018
	598-3	25.220	25.342	0.122
	600-3	24.250	24.156	-0.094
B	711b	24.070	24.096	0.026
	602-3	23.070	23.090	0.020
	603-3	23.880	23.841	-0.039
	604-3	22.580	22.574	-0.006
C	590-3	24.860	24.859	-0.001
	591-3	22.330	22.329	-0.001
	607-3	23.480	23.482	0.002
D	712d	23.610	23.580	-0.030
	595-3	23.320	23.330	0.010
	597-3	22.840	22.873	0.033
	601-3	21.470	21.458	-0.012
E	710e	23.220	23.196	-0.024
	589-3	23.350	23.171	-0.179
	599-3	23.860	23.795	-0.065
	606-3	23.220	23.368	0.148
	608-3	23.150	23.270	0.120
F	592-3	22.720	22.720	0.000
	593-3	23.400	23.400	0.000
	605-3	24.690	24.690	0.000

3. 결 론

최근 식품에 있어서도 성분측정을 하는데 비파괴적인 방법의 하나인 NIR spectrophotometer를 많이 사용하고 있는 추세이다. 따라서 본 연구에 있어서도 돼지고기의 맛과 관련하여 비파괴적인 방법 도입의 가능성을 검토하기 위하여 시험을 실시하였다. 그 결과로 직접적으로 맛과 관련하여 측정하기는 어려운 결과를 보였

다. 그러나 시료를 세분화하면서 그 특징적인 면을 찾을 경우 비파괴적인 방법에 의해 돼지고기의 맛을 나타낼 수 있는 방법을 찾을 수 있는 가능성은 제시되었다. 또한 이러한 결과 유도를 위해서는 시료 각각에 대하여 가능한 많은 정보를 입수할 수 있어야 하며 보다 더 많은 시료의 확보가 중요한 보완 요인이라고 결론 지을 수 있다.

제 7 절. 사료의 지방함량 및 지방산 조성이 고기맛에 미치는 영향

1. 1차년도

가. 실험사료내 지방산 조성

동물성 지방과 식물성 급원을 사용하여 지방 함량 및 지방산 조성을 달리하여 사료를 조제하여 돼지고기의 맛에 미치는 영향을 검토하기 위하여 돼지 사육 실험을 실시하였으며 계획서상의 진도보다 앞당겨서 실시하였다. 그 이유는 봄 - 초여름이 본 과제 수행 기간 중 돼지사육의 호기로 판단하였기 때문이다.

실험에 사용한 basal diet와 control diet 배합비는 Table 75 와 같다. 실험돼지는 Landrace 3원 교잡종을 사용하였고 체중이 70-75kg에서 실험사료로 사육하였다.

육성돈 사양 실험사료 배합비는 Table 76 과 같다. 지방수준은 두 가지로 6%, 8% 수준이었고 불포화 지방산의 조성은 $\omega 3:\omega 6:\omega 9=1:1:1, 1:2:1, 1:3:1$ 로 하였다. 지방산의 비율 맞추기 위하여 아마씨, 들깨, 홍화유, 우지를 사용하였다.

Table 75. Basal diet와 Control diet의 배합비

Ingredient	Diet	
	Basal Diet (amount %)	Control Diet (amount %)
corn(USA),GR	41.7167	51.390
sbom-dehull(K75)	21.7667	10.1600
wheat-AUS, GR	20.0000	10.0000
W. M. R.(LOC)	10.0000	-
cane molasses-BP	3.0000	3.4000
sbom-46%(IND-PY)	-	10.0000
lupinseed, GR	-	4.0000
rice polishings	-	3.0000
cotton ML-35-PRC	-	2.0000
T.C.P.	1.2333	1.4800
limestone-#12	0.8333	0.3000
Y/G-LOC(AV15max)	0.5000	3.4000
salt-PROC(fine)	0.3000	0.2400
L-lysine-HCl-98%	0.2000	0.1600
(94)Minemix-03	0.2000	0.2000
DL-methionine-50%	0.1000	0.0800
(94)Vitamix-05	0.0500	0.0600
choline-Cl(60%)	0.0500	0.0500
vigriniamycin-2%	0.0500	0.0500
pig crave-extra	-	0.0300

Table 76. 육성돈(70-110kg)사양 실험사료 배합비

지방 함량%	지방산조성비 $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9$	Ingredient				
		Basal Diet %	flaxseed %	perilla %	safflower oil %	tallow %
6	1 : 1 : 1	91.53	-	7.12	0.12	1.23
	1 : 2 : 1	92.64	5.56	-	1.32	0.47
	1 : 3 : 1	93.56	4.30	-	2.14	-
8	1 : 1 : 1	87.96	-	9.55	0.75	1.74
	1 : 2 : 1	89.26	7.47	-	2.34	0.93
	1 : 3 : 1	90.56	5.77	-	3.44	0.23

실험사료를 배합한 다음 각종의 실험사료를 채취하여 지방산함량을 분석한 결과는 Table 77 과 같다.

Table 77. 육성돈 사육 실험사료 지방산 조성

지방 함량%	지방산조성비 $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9$	포화지방산	불포화지방산		
			$\omega 3$ %	$\omega 6$ %	$\omega 9$ %
6	1 : 1 : 1	21.40±0.39	24.02±0.75	29.50±0.29	25.08±0.07
	1 : 2 : 1	19.54±0.42	18.04±0.14	41.37±0.42	21.06±0.14
	1 : 3 : 1	16.31±0.26	16.27±0.14	48.69±0.10	18.73±0.50
8	1 : 1 : 1	20.60±0.02	26.23±0.28	28.53±0.54	24.65±0.28
	1 : 2 : 1	18.53±0.30	20.17±0.31	40.43±0.04	20.87±0.04
	1 : 3 : 1	15.70±0.52	15.96±0.05	49.38±0.60	18.96±0.14

나. 사료내 지방산 조성이 고기 맛에 미치는 영향

Table 77 에서 보는 바와 같이 지방함량 및 지방산 조성이 다른 6가지 실험사료와 실제 농장에서 급여하고 있는 육성돈 사료를 평균 70kg의 생체중을 갖는 랜드레이스-요크셔-듀록 3원교잡종에 급여하여 110kg이상 사육후 도축하여 등심부위를 수집한 다음 일반성분, 물리화학적 특성, 지방산조성분석과 관능검사 및 미생물검사를 실시하였다.

※이하 고찰의 편이를 위하여 사료내 지방함량수준

6%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 1 : 1 \rightarrow$ 1처리구

6%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 2 : 1 \rightarrow$ 2처리구

6%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 3 : 1 \rightarrow$ 3처리구

8%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 1 : 1 \rightarrow$ 4처리구

8%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 2 : 1 \rightarrow$ 5처리구

8%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 3 : 1 \rightarrow$ 6처리구로 가정함

1) 일반성분

지방함량 및 지방산조성이 다른 각 처리구의 일반성분 분석치는 Table 78 과 같다. 수분함량이 가장 적은 처리구는 5처리구였으며 이는 또한 가장 많은 건물함량을 지닌 처리구라 할 수 있다. 조단백질 함량은 6처리구가 가장 많았고 5처리구가

가장 적었다. 반대로 지방함량은 5처리구가 가장 많았고 6처리구가 가장 적었다. 대조구는 이들 두 처리구의 중간 수준이었으며 조희분은 처리구 간에 차이가 없는 것으로 판단하였다.

Table 78. 사료내 지방함량 및 지방산 조성별 돼지고기의 일반성분분석

지방 함량 %	지방산조성비 $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9$	일반성분 %			
		수분	단백질	조지방	조희분
6	1 : 1 : 1	74.52±0.12	23.18±0.13	1.74±0.13	1.19±0.02
	1 : 2 : 1	74.27±0.13	23.16±0.06	1.81±0.09	1.23±0.01
	1 : 3 : 1	73.87±0.17	22.92±0.06	2.38±0.19	1.19±0.02
8	1 : 1 : 1	74.22±0.14	23.16±0.09	1.96±0.20	1.12±0.01
	1 : 2 : 1	73.51±0.15	22.89±0.04	2.48±0.11	1.15±0.01
	1 : 3 : 1	74.29±0.48	23.42±0.42	1.43±0.03	1.13±0.02
	Control	73.85±0.15	23.31±0.09	1.95±0.15	1.12±0.01

2) 물리화학적 특성

사료지방 함량에 따른 돼지고기의 물리화학적 특성은 Table 79 와 같다.

Table 79. 사료내 지방함량 및 지방산 조성별 돼지고기의 물리화학적 특성

지방 함량	지방산조성비 $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9$	물리화학적 특성				
		VBN (mg%)	TBA (mg/kg meat)	pH	육색 (ΔE)	drip (%)
6%	1 : 1 : 1	2.27±0.19	0.05±0.01	5.53±0.04	50.19±0.49	3.93±0.89
	1 : 2 : 1	3.68±0.19	0.26±0.03	5.56±0.06	47.70±0.54	3.62±0.79
	1 : 3 : 1	3.47±0.12	0.19±0.01	5.55±0.02	47.16±0.77	3.74±0.70
8%	1 : 1 : 1	4.94±0.18	0.03±0.02	5.55±0.04	47.84±0.49	4.10±0.83
	1 : 2 : 1	3.86±0.42	0.22±0.01	5.43±0.01	45.98±0.74	5.18±0.45
	1 : 3 : 1	5.17±0.05	0.04±0.01	5.42±0.02	48.43±0.42	3.09±0.68
	Control	4.11±0.22	0.10±0.03	5.50±0.03	48.16±0.56	4.50±0.36

30mg%가 넘으면 단백질의 부패가 일어났음을 알 수 있는 VBN측정은 처리구 모두 2-6mg%로 매우 신선한 상태임을 알 수 있다. TBA value 역시 0.5mg/kg meat

를 넘으면 지방의 산패가 심하게 일어났다고 간주하는데 처리구 모두 0.3이하로 지방산패가 심하지 않은 것으로 분석되었다. 사후 도체의 pH는 큰 차이가 없었고 육색은 1처리구가 가장 짙었고 5처리구가 상강도가 좋아 가장 옅은 것으로 분석되었다.

3) 지방산 조성 분석

각 처리구의 지방산 조성은 Table 80 과 같으며 포화지방산이 가장 낮은 처리구는 5처리구였고 ω 3계열 지방산이 가장 많은 처리구는 4처리구로 이는 ω 3계열 지방산을 가장 많이 함유한 사료를 급여하였기 때문이라고 사료된다. 6처리구는 ω 6계열 지방산이 ω 9계열의 지방산보다 많았고 모든 처리구가 control보다 ω 6계열 지방산이 높은 것으로 분석되었다. 일반적인 돼지고기의 ω 9계열 함량은 40%안팎이나 6처리구의 경우 30%미만으로 그 양이 상당히 감소하였다.

Table 80. 사료내 지방함량 및 지방산 조성별 돼지고기의 지방산조성

지방 함량	지방산조성비 ω 3 : ω 6 : ω 9	포화지방산 %	불포화지방산		
			ω 3 %	ω 6 %	ω 9 %
6%	1 : 1 : 1	38.13±0.51	3.54±0.26	18.29±1.06	40.05±0.96
	1 : 2 : 1	37.23±0.24	2.29±0.21	23.49±0.79	37.00±0.74
	1 : 3 : 1	36.17±0.37	2.19±0.08	25.27±1.66	36.38±1.57
8%	1 : 1 : 1	36.24±0.38	4.80±0.37	21.08±0.99	37.89±1.38
	1 : 2 : 1	35.37±0.14	2.21±0.03	24.68±0.60	37.75±0.64
	1 : 3 : 1	35.28±0.16	2.15±0.05	33.57±0.50	29.00±0.52
Control		39.63±0.86	1.08±0.12	15.96±1.29	43.32±0.77

4) 미생물 검사

식육의 안전성을 평가하기 위해 실시한 처리구간의 미생물검사 결과는 Table 81 과 같다. 지방함량이 8%수준인 사료를 급여한 5, 6처리구가 6%수준인 1, 2처리구보다 총균수, 혐기성균수, 저온성균수 모두 많은 것으로 분석되었다.

Table 81. 사료내 지방함량 및 지방산 조성별 돼지고기의 미생물 검사

지방 함량	지방산조성비 $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9$	총균수 (CFU/cm ²)	혐기성 균수 (CFU/cm ²)	저온성 균수 (CFU/cm ²)
6%	1 : 1 : 1	1.0×10^3	1.8×10^3	6.1×10^2
	1 : 2 : 1	3.0×10^3	1.1×10^4	7.5×10^3
	1 : 3 : 1	6.0×10^3	1.3×10^4	1.1×10^4
8%	1 : 1 : 1	6.2×10^3	8.8×10^3	9.2×10^2
	1 : 2 : 1	1.5×10^3	2.2×10^3	1.4×10^3
	1 : 3 : 1	1.8×10^3	2.9×10^3	7.2×10^4
Control		8.6×10^3	5.4×10^4	2.8×10^4

5) 관능검사

가능성을 추구하기 위해 높은 $\omega 3$ 계열 지방산을 함유하고 관능적 특성이 우수한 돼지고기를 생산하기 위한 사료내 지방함량 수준과 지방산 조성을 결정하고자 관능검사를 실시하였으며 그 결과는 Table 82 와 같다.

다즙성의 경우 3처리구와 5처리구가 좋은 결과를 얻었고 연도는 5처리구가 가장 좋았다. 풍미는 3처리구를 제외한 모든 처리구가 대조구보다 우수하였다. $\omega 3$ 계열의 지방산 함량과 비례하는 비린내 강도를 고찰하기 위해 일반 돼지고기보다 $\omega 3$ 계열 지방산 함량이 7-9배가 높은 DD브랜드돼지고기를 추가하여 검사하였다. 처리구중에서 가장 높은 $\omega 3$ 계열 지방산 함량을 가진 4처리구는 일반 돼지고기보다 $\omega 3$ 계열 지방산 함량이 4배 정도 많아 DD 브랜드돼지고기와 같이 높은 비린내 강도를 보였다.

다즙성, 연도, 풍미와 비린내의 종합적인 점수라 할 수 있는 전반적인 기호도는 5처리구가 가장 좋았다. 즉 5처리구는 $\omega 3$ 계열 지방산을 일반 돼지고기(또는 대조구)보다 2배이상 함유하였고 또한 가장 우수한 관능품질을 가지는 것으로 분석되었다. 결론적으로 지방함량이 8%수준이며 지방산조성이 $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 2 : 1$ 인 사료를 급여하였을 때 처리구중 가장 관능품질이 우수한 돼지고기를 얻을 수 있다고 판단된다.

Table 82. 사료내 지방함량 및 지방산 조성별 돼지고기의 관능검사*

검사항목	지방함량 6%			지방함량 8%			Control	DD브랜 드 돈육
	$\omega 3 : \omega 6 : \omega 9$			$\omega 3 : \omega 6 : \omega 9$				
	1:1:1	1:2:1	1:3:1	1:1:1	1:2:1	1:3:1		
다즙성(강도)	3.0±0.1	3.2±0.2	5.2±0.3	4.2±0.2	4.6±0.1	4.4±0.3	4.0±0.2	5.1±0.5
다즙성(기호도)	3.6±0.5	3.9±0.3	5.1±0.6	4.5±0.4	5.0±0.5	4.8±0.4	4.4±0.5	4.7±0.1
연도(강도)	4.2±0.4	5.5±0.1	5.1±0.1	4.5±0.4	6.7±0.2	5.4±0.1	5.5±0.2	6.0±0.4
연도(기호도)	4.4±0.3	5.7±0.5	5.2±0.5	4.6±0.2	6.2±0.3	5.4±0.1	5.2±0.4	5.7±0.3
풍미(강도)	5.4±0.2	5.3±0.6	5.7±0.6	5.6±0.1	5.3±0.1	5.9±0.2	5.3±0.3	5.4±0.2
풍미(기호도)	5.7±0.6	6.0±0.4	4.8±0.1	5.4±0.3	5.7±0.6	5.4±0.3	5.1±0.2	4.7±0.6
비린내(강도)	3.5±0.3	3.3±0.1	3.4±0.4	4.6±0.5	4.1±0.5	3.8±0.4	3.5±0.4	5.2±0.4
비린내(기호도)	6.1±0.2	6.4±0.5	6.2±0.5	5.0±0.4	5.5±0.4	5.6±0.2	6.0±0.2	4.4±0.4
전반적인 기호도	4.9±0.4	5.1±0.4	4.9±0.2	4.8±0.7	5.9±0.2	5.1±0.1	5.1±0.1	4.7±0.2

* 10점 scale, panel(n=30)의 mean

2. 2차년도

가. 실험 사료내 지방산 조성

동물성 지방과 식물성 지방 공급원을 이용, 지방 함량 및 지방산 조성을 달리해 사료를 제조하여 돼지고기의 맛에 미치는 영향을 검토하기 위한 돼지 사육 실험에 이용하였다. 실험에 사용한 basal diet의 배합비는 Table 83 과 같다. 실험돼지는 Landrace 3원 교잡종을 사용하였고 체중이 70-75kg에서 실험사료로 사육하였다

육성돈 사양 실험사료의 배합비는 Table 84 와 같다. 지방수준은 8% 수준이었고 불포화 지방산의 조성은 $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 1.5 : 2, 1 : 2 : 3, 1 : 1 : 1, 1 : 2 : 1, 1 : 3 : 1$ 로 하였다. 지방산의 비율을 맞추기 위하여 아마씨, 들깨, 홍화유, 우지, 올리브유등을 사용하였다.

Table 83. Basal diet의 배합비

Ingredients	%
Corn	43.31
Wheat mill	25.00
SBM	17.13
Animal fat	1.16
Molasses	4.00
Corn carrier	3.00
Limstone	0.35
Defl, phos 31/19	1.39
Salt	0.30
Cho. chl 60%	0.01
V-M	0.20
L-Lysine	0.14
Lipid source	4.00
Total	100.00
ME	3400.00
C. Protein	15.00
Lys	0.73
Ca	0.76
P	0.56

Table 84. 육성돈(70-110kg)사양 실험사료 배합비

지방 함량	지방산조성비 $\omega 3:\omega 6:\omega 9$	Ingredient					
		Basal Diet %	flaxseed %	perilla %	safflower oil %	tallow %	olive oil %
8%	1:1.5:2	92.48	0	5.1	0	1.84	0.58
	1:2:3	93.5	0	3.6	0	2.05	0.85
	1:1:1	90.38	4.46	3.86	0	1.3	0
	1:2:1	91.0	6.9	0	1.5	0.6	0
	1:3:1	91.55	5.86	0	2.59	0	0

실험사료를 배합한 다음 이를 채취하여 지방산함량을 분석한 결과는 Table 85 와 같다.

Table 85. 육성돈 사육 실험사료 지방산 조성

지방 함량	지방산조성비	포화지방산	불포화지방산		
			$\omega 3$ %	$\omega 6$ %	$\omega 9$ %
8%	1:1.5:2	27.40±0.23	17.12±0.38	22.87±0.68	32.61±0.24
	1:2:3	27.52±0.48	12.21±0.28	25.90±0.54	34.38±0.12
	1:1:1	24.06±0.45	23.63±0.61	26.57±0.86	25.74±0.09
	1:2:1	22.00±0.23	18.30±0.20	37.25±0.13	22.45±0.16
	1:3:1	18.78±0.25	15.74±0.08	45.21±0.15	20.27±0.07
	control	39.27±0.97	1.46±0.01	22.45±1.34	36.81±0.36

나. 사료내 지방산 조성이 고기 맛에 미치는 영향

지방산 조성이 다른 5가지 실험사료와 실제 농장에서 급여하고 있는 육성돈 사료를 평균 70kg의 생체중을 갖는 랜드레이스-요크셔-듀록 3원교잡종에 급여하여 110kg이상 사육후 도축하여 등심부를 수집한 다음 일반성분, 물리화학적 특성, 지방산조성분석 및 관능검사와 미생물 검사를 실시하였다.

※이하 고찰의 편이를 위한 사료내 지방산 함량수준

8%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 1.5 : 2 \rightarrow$ A처리구

8%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 2 : 3 \rightarrow$ B처리구

8%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 1 : 1 \rightarrow$ C처리구

8%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 2 : 1 \rightarrow$ D처리구

8%, $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 3 : 1 \rightarrow$ E처리구

Control \rightarrow F처리구로 한다.

1) 일반성분

Table 86 은 지방산조성이 다른 각 처리구의 일반성분 분석치를 보여주고 있다.

Table 86. 사료내 지방산 조성별 돼지고기의 일반성분 분석

지방 함량	처 리 구	일반성분 %			
		수분**	단백질**	조지방*	조회분
8%	A	72.37±0.56 ^b	24.14±0.74 ^a	2.71±0.36 ^{ab}	4.13±0.18
	B	72.64±0.65 ^b	23.09±0.84 ^c	2.64±0.39 ^{ab}	4.28±0.17
	C	72.76±0.71 ^b	23.35±0.98 ^{bc}	2.92±0.91 ^a	4.15±0.18
	D	73.52±0.89 ^a	22.76±0.97 ^c	2.59±0.84 ^{ab}	4.19±0.09
	E	72.57±0.82 ^b	23.17±0.59 ^c	2.90±0.44 ^a	4.22±0.15
	F	72.83±0.41 ^b	23.88±1.18 ^{ab}	2.32±0.54 ^b	4.28±0.32

* : P<0.05 ** : P<0.001

a, b, c 같은칸에서 위첨자가 다른 것은 통계적으로 유의차가 있음.

수분함량은 D처리구에서 가장 높은 것으로 나타났는데 이는 또한 가장 적은 건물 함량을 지닌 처리구라 말할 수 있으며 각 처리구간에는 고도의 유의차(P<0.001)가 있었다. 단백질함량은 수분 함량이 가장 낮은 A처리구가 가장 높았고 D처리구가 가장 낮았으며 이들 또한 각 처리구간에서 고도의 유의차(P<0.001)가 있었다. 지방함량은 C처리구가 가장 많았고 F처리구가 가장 적었으며 이들 처리구에서도 유의차(P<0.05)는 있었다. 조회분 함량은 B와 F처리구가 가장 높았으며 A처리구가 가장

낮았다.

2) 물리화학적 특성

Table 87 은 사료내 지방산 조성에 따른 돼지고기의 물리화학적 특성을 보여주고 있다.

Table 87. 사료내 지방산 조성별 돼지고기의

지 방 리 구	물리화학적 특성						
	VBN (mg%)	TBA (mg/kg meat)	pH	육색			drip (%)
				L	a	b	
A	8.68±0.38	0.04±0.07	5.37±0.13	56.46±3.99	6.87±1.10	3.96±0.94	6.11±1.74
B	8.37±0.45	0.07±0.18	5.42±0.10	56.35±2.07	7.39±0.54	3.76±0.32	7.95±1.94
C	8.16±0.49	0.13±0.04	5.34±0.07	57.69±2.71	8.14±2.08	4.61±1.29	6.17±2.05
8% D	8.03±1.34	0.03±0.01	5.39±0.12	55.32±2.85	6.51±0.65	3.12±0.77	6.44±1.43
E	8.01±0.52	0.28±0.34	5.36±0.10	56.07±1.51	6.35±1.14	3.87±0.69	5.36±2.50
F	8.09±0.65	0.06±0.04	5.36±0.09	56.29±1.53	7.68±1.12	3.97±0.70	7.26±0.94

30mg%가 넘으면 단백질의 부패가 일어났음을 알 수 있는 VBN측정은 처리구 모두 8.0-8.7mg%로 매우 신선한 상태임을 알 수 있다. TBA value 역시 0.5mg/kg meat를 넘으면 지방의 산패가 심하게 일어났다고 간주하는데 처리구 모두 0.3이하로 지방산패가 심하지 않은 것으로 분석되었다. 사후 도체의 pH는 큰 차이가 없었다.

3) 지방산 조성분석

각 처리구의 지방산 조성은 Table 88 과 같으며 포화지방산이 가장 낮은 처리구는 D처리구였고 ω 3계열 지방산이 가장 많은 처리구는 C처리구였다. D와E처리구는 ω 6 계열 지방산이 다른 처리구보다 월등히 높는데 이는 많은 양을 함유한 ω 6계열의 사료를 급여하였기 때문이라고 사료된다. 일반적인 돼지고기의 ω 9계열의 함량은 40% 정도이나 여기에선 거의 모든 처리구에서 45%이상으로 나타났으며 특히 B처리구의 함량이 월등히 높았다.

Table 88. 사료내 지방산 조성별 돼지고기 등심의 지방산조성

지방 처리구 함량	포화지방산 %	불포화지방산			
		$\omega 3$ %	$\omega 6$ %	$\omega 9$ %	
8%	A	37.26±0.76	3.04±0.37	12.85±2.28	46.85±2.13
	B	37.64±1.22	2.21±0.36	11.24±1.76	48.90±1.95
	C	37.84±1.49	3.39±0.62	11.86±2.61	46.91±2.34
	D	37.18±1.06	2.60±0.90	15.55±3.07	44.68±3.40
	E	38.38±1.60	1.65±0.20	15.02±2.16	44.95±1.71
	F	37.95±1.11	0.54±0.08	13.06±2.53	48.46±2.34

4) 미생물 검사

식육의 안전성을 평가하기 위해 실시한 처리구간의 미생물검사 결과는 Table 89와 같다.

Table 89. 사료내 지방함량 및 지방산 조성별 돼지고기의 미생물 검사

처리구	총균수(CFU/cm ²)	혐기성균수 (CFU/cm ²)	저온성 균수 (CFU/cm ²)
A	1.30×10 ³	1.62×10 ³	8.69×10 ³
B	9.38×10 ²	1.84×10 ³	1.66×10 ³
C	3.62×10 ³	5.50×10 ³	1.68×10 ⁴
D	3.51×10 ³	6.38×10 ³	1.47×10 ⁴
E	1.54×10 ³	2.51×10 ³	4.26×10 ³
F	7.91×10 ²	1.78×10 ³	3.69×10 ³

총균수는 A처리구와 F처리구에서 높게 나타났으며 혐기성균수는 C와 D처리구에서 높게 나타났다. 또한 저온성균수는 A와 E처리구에서 높게 나타났는데 특히 A처리구에서 상당히 높게 나타났다.

5) 관능검사

식품의 기능성을 추구하기 위해 높은 ω 계열 지방산을 함유하고 관능적 특성이

우수한 돼지고기를 생산하기 위한 사료내 지방산 조성을 결정코자 관능검사를 실시하였으며 그 결과는 Table 90 과 같다.

Table 90. 사료내 지방산 조성별 돼지고기의 관능검사

검사항목	지방함량 8%				
	A	B	C	D	E
다즙성(강도)*	5.4±1.9 ^b	5.3±1.7 ^b	6.0±1.9 ^a	5.0±1.9 ^b	5.5±1.5 ^{ab}
다즙성(기호도)*	4.9±1.6 ^b	4.8±1.4 ^b	5.0±1.8 ^b	5.2±1.9 ^{ab}	5.7±1.5 ^a
연도(강도)	4.8±1.7 ^a	4.9±1.8 ^a	5.4±2.1 ^a	4.7±1.7 ^a	5.3±1.6 ^a
연도(기호도)	4.9±1.8 ^a	5.2±1.6 ^a	5.0±1.7 ^a	5.2±1.9 ^a	5.7±1.5 ^a
풍미(강도)	5.0±1.6 ^a	5.2±1.4 ^a	4.6±1.6 ^a	5.2±1.5 ^a	5.2±1.4 ^a
풍미(기호도)**	4.7±1.6 ^b	5.4±1.2 ^a	4.7±1.5 ^b	5.5±1.3 ^a	5.2±1.5 ^{ab}
비린내(강도)	5.2±1.9 ^a	4.9±1.6 ^a	4.8±1.8 ^a	4.4±1.4 ^a	5.1±1.5 ^a
비린내(기호도)*	4.7±1.8 ^b	5.0±1.5 ^b	5.1±1.7 ^b	5.7±1.5 ^a	5.1±1.5 ^b
전반적인 기호도*	4.8±1.5 ^b	5.0±1.6 ^{ab}	4.8±1.7 ^b	5.6±1.6 ^a	5.4±1.6 ^{ab}

*:(P<0.05) **: (P<0.01)

^a/^b) 같은 줄에서 위첨자가 다른 것은 통계적으로 유의차가 있음

다즙성의 경우 강도면에서는 C처리구에서 가장 높았으나 기호도면에서는 E처리구가 가장 높았다. 연도 역시 C처리구와 E처리구가 가장 좋았다. 풍미는 C처리구를 제외한 모든 처리구에서 우수하였다. 다즙성, 연도, 풍미와 비린내의 종합적인 점수라 할 수 있는 전반적인 기호도는 D처리구가 가장 좋았다. 즉 D처리구는 $\omega 6$ 계열 지방산을 대조구보다 2배이상 함유하였고 또한 가장 우수한 관능품질을 가지는 것으로 분석되었다. 결론적으로 지방산조성이 $\omega 3 : \omega 6 : \omega 9 = 1 : 2 : 1$ 인 사료를 급여하였을 때 처리구중 가장 관능품질이 우수한돈육을 얻을 수 있다고 판단된다.

제 8 절. 결 과 요 약

1. 국산 및 외국산 돼지고기 품질비교 평가

- 가. 브랜드 돼지고기 제품의 일반성분에서 지방함량을 제외하고는 제품간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.
- 나. 불포화 지방산 함량에는 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. DD 제품은 비린내와 관련되는 $\omega 3$ 가 타사 제품에 비하여 단연 높아서 7-9배 정도 그 비율이 높은 것으로 분석되었다. 일반적으로 $\omega 9$ 의 함량이 높으면 맛이 좋다고 하는데 SJ의 제품이 그 함량이 다른 제품에 비하여 많은 것으로 나타났다.
- 다. 캐나다산이 포화지방산 수치가 가장 낮은 것으로 나타났다. 또한 $\omega 3$ 지방산은 캐나다산이 높게 나타났고, $\omega 6$ 지방산은 일본산이 가장 높게 나타났다.
- 라. 일본산이 연도와 다즙성에서 가장 우수하였고 향과 풍미는 캐나다산이 가장 우수한 것으로 조사됐다.

2. 품종별 돼지고기의 품질비교시험

- 가. 수분의 함량은 DH, LY, LYD의 순으로 많았고 지방의 함량은 LYD가 가장 많고 DH가 가장 적었다. 특히 LYD는 다른 2원 교잡종보다 지방함량이 38-49%가 더 많았다.
- 나. 3원교잡종인 LYD가 2원교잡종인 LY와 DH보다 aroma를 제외한 맛, 연도, 다즙성 모두에서 우수한 것으로 조사되었다.
- 다. Drip양은 LYD와 DH가 비슷한 수준이고 LYD가 20% 더 많은 Drip양을 보였다.
- 라. TBA의 경우 수치상으로 LY가 가장 낮았고, 상당한 유의차($P < 0.01$)를 보인다.
- 마. 삼원교잡종인 LYD가 가장 높은 기호성을 보였는데, 이 결과는 삼점검사에서도 LYD가 비교적 선호된 것과 일치하는 결과이다.

3. 체중별 돼지고기 분석

가. 조지방의 함량은 생시 체중이 작은 90-100kg이 가장 적었고 100-110kg이 높은 것으로 나타났다.

나. drip은 생시체중 90-100kg이 11.17%로 다른 두 종의 체중별 돼지고기보다 약 45-78% 더 높은 것으로 나타났다.

다. 90-100kg 의 돼지고기에 포화지방산 함량 (46.6%)이 높은 것으로 나타났다.

라. 불포화 지방산중 ω 3계열은 100-110kg대가 0.44%로 다른 두 체중대의 돼지고기보다 약 2배정도 높았다. ω 6 계열은 110-120kg대가 10% 미만으로 가장 낮았으며, ω 9 계열은 체중이 증가함에 따라 증가된 것으로 나타났다.

마. Triangle test에 의한 차이식별은 90-100, 110-120kg대간에 차이가 있는 것으로 나타났으며 90-100kg 대가 acceptability가 높은 것으로 나타났다.

바. Descriptive analysis에 의한 체중별 돼지고기의 aroma 특성은 체중이 많을 때 큰 것으로 나타났고 flavor 특성은 체중이 작을 때 높은 것으로 나타났다. 체중이 작을 때 연도와 다즙성이 높게 나타났다.

4. 저장유통에 따른 관능적 특성 평가

가. TBA는 저장 온도가 4℃일 때 약간의 유의차를 보였다. pH의 경우에는 pH값이 저장 기간에 따라 서서히 증가하였으며 저장 온도와 기간에 따라 약간의 유의차를 보였다.

나. 4℃와 10℃의 저장 온도에서는 저장 기간이 지남에 따라 아주 뚜렷하게 포화 지방산이 증가하고 불포화 지방산이 줄어드는 것을 볼 수가 있다.

다. 저장 온도별로 보면 -1.5°C 에서 저장했던 경우 저장기간은 길어지나 기호도면에서 4°C 나 10°C 에 비해 매우 낮은 수치를 보였다.

라. 육즙유출율 PE film에 포장한 후 -1.5°C 에 저장한 돼지고기는 육즙유출율이 저장기간에 따라 증가경향을 보이다가 저장 9일과 13일에 13.31%와 15.50%로 갑자기 증가한 후 저장 16일에는 육즙유출율이 4.05%로 감소하여 감소경향을 보였다.

마. Cryo-Vac film 에 포장한 후 -1.5°C 에 저장한 돼지고기와 4°C 에 저장한 PE film 포장육, Cryo-Vac film 포장육, 그리고 10°C 에 저장한 PE film 포장육은 저장 3일째에 각각 11.38%, 6.33%, 7.70%, 7.13%로 육즙유출율이 증가한 후 감소하는 경향을 보였다.

바. VBN value는 저장기간이 증가할수록 VBN가도 증가하는 경향을 보였다. 10°C 저장육 > 4°C 저장육 > -1.5°C 저장육 순으로 VBN가가 낮았고, 저장 20일째까지는 Cryo-Vac film 포장육보다 PE film 포장육의 VBN가가 약간 높았으나 저장 23일부터는 Cryo-Vac film 포장육의 VBN값이 약간 더 높았다.

사. TBA value는 PE포장육은 저장기간이 길어짐에 따라서 TBA가도 같이 증가하는 경향을 보였으나 Cryo-Vac film 포장육은 TBA가가 0.02-0.06(mg malonaldehyde/kg meat)의 범위에서 측정되어 저장기간중의 변화가 거의 없었다.

아. pH는 5.20-5.40 범위였으며, 저장온도와 포장재에 따라서 큰 차이가 없는 것으로 나타났는데, -1.5°C 저장육의 경우 PE film 포장육은 저장 1일째에 5.63, Cryo-Vac film 포장육은 저장 9일째에 5.43에 이른 후 다시 감소하였고, 4°C 저장육의 경우는 PE film 포장육은 저장 1일째에 5.47, Cryo-Vac film 포장육은 저장 27일째에 5.45에 이른 후 다시 감소하였다.

자. 관능검사에서 저장 1일째의 경우 강도면에서는 다즙성, 연도, 풍미에서 유의적인 차를 보였는데($p < 0.05$), 다즙성에 있어서는 10°C 저장육 중 Cryo-Vac film

포장육의 점수가 가장 낮았고, 연도에 있어서는 10℃ 저장육 중 PE film 포장육의 점수가 가장 낮았다. 그리고 품미에 있어서는 -1.5℃ 저장육과 10℃ 저장육의 Cryo-Vac film 포장육의 점수가 낮았다.

5. NIR spectra를 이용한 맛의 간접측정법 개발

가. 최근 식품에 있어서도 성분측정을 하는데 비파괴적인 방법의 하나인 NIR spectrophotometer를 많이 사용하고 있는 추세이다.

나. 본 연구에 있어서 돼지고기의 맛과 관련하여 비파괴적인 방법 도입의 가능성을 검토하기 위하여 시험을 실시하였다.

다. 직접적으로 맛과 관련하여 측정하기는 어려운 결과를 보였다. 그러나 시료를 세분화하면서 그 특징적인 면을 찾을 경우 비파괴적인 방법에 의해 돼지고기의 맛을 나타낼 수 있는 방법을 찾을 수 있는 가능성은 제시되었다.

라. 또한 이러한 결과 유도를 위해서는 시료 각각에 대하여 가능한 많은 정보를 입수할 수 있어야 하며 보다 더 많은 시료의 확보가 중요한 보완 요인이라고 결론지을 수 있다.

6. 사료의 지방함량 및 지방산 조성이 고기맛에 미치는 영향

가. 30mg%가 넘으면 단백질의 부패가 일어났음을 알 수 있는 VBN측정은 처리구 모두 2-6mg%로 매우 신선한 상태임을 알 수 있다. TBA value는 처리구 모두 0.3이하로 지방산패가 심하지 않은 것으로 분석되었다.

나. 포화지방산이 가장 낮은 처리구는 5처리구였고 ω 3계열 지방산이 가장 많은 처리구는 4처리구로 이는 ω 3계열 지방산을 가장 많이 함유한 사료를 급여하였기 때문이라고 사료된다.

다. 처리구중에서 가장 높은 ω 3계열 지방산 함량을 가진 4처리구는 일반 돼지고기

보다 ω 3계열 지방산 함량이 4배 정도 많아 DD 브랜드 돼지고기와 같이 높은 비린내 강도를 보였다.

라. 다즙성, 연도, 풍미와 비린내의 종합적인 점수라 할 수 있는 전반적인 기호도는 5처리구가 가장 좋았다. 즉 5처리구는 ω 3계열 지방산을 일반 돼지고기(또는 대조구)보다 2배이상 함유하였고 또한 가장 우수한 관능품질을 가지는 것으로 분석되었다.

마. 결론적으로 지방함량이 8%수준이며 지방산조성이 ω 3 : ω 6 : ω 9 = 1 : 2 : 1 인 사료를 급여하였을 때 처리구중 가장 관능품질이 우수한 돼지고기를 얻을 수 있다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. Abeywardena, M. Y., Mclennan, P. L. and Charnock, J. S. 1987. Long-term saturated fat supplementation in the rat causes an increase in PGI₂/TXB₂ ratio of platelet and vessel wall compared to n-3 and n-6 dietary fatty acids. *Atherosclerosis*. 66:181.
2. Ajuyah, A. O., Lee, K. H., Hardin, R. T. and Sim, J. S. 1991. Changes in the yield and in the fatty acids composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. *Poult. Sci.* 70:2304-2314.
3. Awad, A. B., Chattopadhyay J. P. and Danahy, M. E. 1989. Effect of dietary fat composition on rat colon plasma membranes and fecal lipids. *J. Nutr.*, 119:1376-1382.
4. Anderson, J. R., Borggaard, C., Nielson, T. and Barton-Gade, P. A. 1993. Early detection of meat quality characteristics. 39th International Congress of Meat Sci. and Technol. Session 4:153
5. Baer, R. J., Frank, J. F. and Loewenstein, M. 1983. Compositional analysis of nonfat dry milk by using Near-infrared Diffuse reflectance spectroscopy. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 66(4):858
6. Baer, R. J., Frank, J. F., Loewenstein, M. and Birth, G. S. 1983. Compositional analysis of whey powders using Near-infrared Diffuse reflectance spectroscopy. *J. Food Sci.* 48:959
7. Beck, G. Durr, R. and Elchinger, H. 1991. Reflectance measurements in the visible and Near infrared range for the determination of different beef meat qualities. *Proceeding of 37th Int'l. congress of meat sci. and technol. Germany.* 7.1-7.6
8. Begley, T. H., Lanza, E., Norris, K. H. and Hruschka W. R. 1984. Determination of sodium chloride in meat by NIR diffuse reflectance spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.* 32:984
9. Ben-Gera, I. and Norris, K. H. 1986. Direct spectrophotometric

- determination of fat and moisture in meat products. J. Food Sci. 33:64
10. Black, L. T., Eldridge, A. C., Hockridge, M. E. and Kwolek, W. F. 1985. Determination of texturized soybean flour in ground beef by ear infrared reflectance spectroscopy. J. Agric. Food Chem. 3:828
 11. Clurzak, E. W., Torlini, R. P. and Demkowicz, M. P. 1986. Determination of particle size of pharmaceutical raw materials using NIR spectroscopy. Spectroscopy 1(7):36
 12. Conway, J. M., Norris, K. H. and Bodwell, C. E. 1984. A new approach for the estimation of body composition ; infrared interactance. Am. Society Clin.Nutri. 40(11):1123
 13. C. D. Leskanich, K. R. Markup, C. C. Warup & R. C. 1996. Noble, Procs. Brit. Soc. Anim. Sci. paper 30
 14. C. J. Dillard, R. E. Litov & A. L. 1978. Tappel, Lipids 13, 396
 15. Chait, A., Onitiri, A., Nicoll, A., Rabaya, E., Davies J. and Lewis, B. 1974. Reduction of serum triglyceride levels by polyunsaturated fat. Atherosclerosis. 20:347.
 16. Cherian, G. and Sim, J. S. 1991. Effect of feeding full fat flax and canola seeds to laying hens on the fatty acids composition of eggs, embryos, and newly hatched chicks. Poult. Sci. 70:917-922.
 17. D. Kritchevsky, S. A. Teppe & D. M. 1991: Klurfeld, J. Nutr. Biochem. v ol 2, 133-134
 18. Dean, P., Lamoreux. W. F., Aitkin, J. R. and Proudfoot, F. G. 1969. Flavor associated with fish meal in diets fed to broiler chickens. Can. J. anim. Sci. 49:11-15.
 19. Darwish, G. S., Voort, F. R. and Smith, J. P. 1989. Proximate analysis of fish tissue by mid-infrared transmission spectroscopy. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46:644
 20. Ellekjaer, M. R. and Isaksson, T. 1992. Assessment of maximum

- cooking temperature in previously heat treated beef. Part 1. ;
Near infrared spectroscopy. J. Sci. Food Agric. 59:335
21. Flank, J. F. and Birth, G. S. 1981. Application of NIR spectroscopy to cheese analysis. J. Dairy Sci. 65:1110
22. F. J. Monahan, D. J. Buckley, P. A. Morrissey, P. B. Lynch & J. I. 1992.
Gray, Meat Sci. 31, 229 (1992)
23. folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. j. Biol. Chem. 226:497-509.
24. Ford, A. L., Park, R. J. and McBride, R. L. 1975. Effect of a protected lipid supplement on flavor properties of sheep meat. J. Food Sci. 40: 236.
25. Ford, A. L., Park, R. J. and Ratcliff, D. 1976. Effect of a protected lipid supplement on flavor properties of beef. J. Food Sci. 41:94
26. Fritsche, K. L., Huang, S. C. and Cassity, N. A. 1993. Enrichment of omega-3 fatty acids in suckling pigs by maternal dietary fish oil supplementation. J. Anim. Sci. 71:1841-1847.
27. Gjerde, B., Marten, H. 1987. Predicting carcass composition of rainbow trout by near infrared reflectance spectroscopy. J. Anim. Breed. Genet. 104:137
28. Goulden, J. D. S. 1957. Diffuse reflectance spectra of dairy products. J. Dairy Res. 24:242
29. Hildrum, K. I., Nilson, B. N., Mielnik, M. and Naes, T. 1994. Prediction of sensory characteristics of beef by Near-infrared spectroscopy. Meat Science 38:67
30. Holden, J. M., Lanza, E. and Wolf, W. R. 1986. Nutrient composition of retail ground beef. J. Agric. Food Chem. 34:302
31. Hughebaert, G., Boever, J. L. and Groote, G. 1991. Nutritional and genetic effect on carcass fat in broilers, with emphasis of NIRS for quality control. Quality of poultry products I. Poultry meat. Proceeding of the 4th European Symposium on the Quality of

the Eggs and Egg Products. Beekbergen/Netherland 215

32. Hildrum, K. I., Nilson, B. N., Mielnik, M. and Naes, T. 1994. Prediction of sensory characteristics of beef by Near-infrared spectroscopy. *Meat Science* 38:67
33. Holden, J. M., Lanza, E. and Wolf, W. R. 1986. Nutrient composition of retail ground beef. *J. Agric. Food Chem.* 34:302
34. Hughebaert, G., Boever, J. L. and Groote, G. 1991. Nutritional and genetic effect on carcass fat in broilers, with emphasis of NIRS for quality control. Quality of poultry products I. Poultry meat. Proceeding of the 4th European Symposium on the Quality of the Eggs and Egg Products. Beekbergen/Netherland 215
35. H. W. Hulan, R. G. Ackman, W. M. N. Ratnayake & F. G. Proudfoot, Can. *J. Anim. Sci.* 68, 533 (1988)
36. Isacksson, T., Miller, C. E. and Naes, T. 1992. Nondestructive NIR and NIT determination of protein, fat and water in plastic-wrapped, homogenized meat. *Appl. Spectroscopy* 46(11):1685
37. Iwamoto, M., Norris, K. H. and Kimura, S. 1981. Rapid prediction of chemical compositions for wheat, soybean, pork and fresh tomatoes by Near infrared spectrophotometric analysis. *Nippon Shokushin Kogyo Gakkaishi* 28(28):85
38. J. R. Romans, D. M. Wulf, R. C. Johnson, G. W. Libal & W. J. Costello. 1995. *J. Anim. Sci.* 73,1987-1999 (1995)
39. Kamishikiryo, H., Hasegawa, K., Takamura, H. and Matoba, T. 1992. Near infrared spectroscopic measurement of protein content in oil/water emulsions. *J. Food Sci.* 57(5):1239
40. Kamishikiryo, H., Oritani, Y., Takamura, H. and Matoba, T. 1994. Protein content in milk by Near-infrared spectroscopy. *J. Food Sci.* 59(2):313
41. Kamishikiryo, H., Hasegawa, K. and Matoba, T. 1991. Stability of 2170nm as a key wavelength for protein analysis by Near infrared

- spectroscopy. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.* 38:850
42. Kruggel, W. G., Field, R. A., Riley, M. L., Radloff, H. D. and Horton, K. M. 1981. Near infrared reflectance determination of fat, protein and moisture in fresh meat. *JAOAC* 64(3):692
43. Lanza, E. 1983. Determination of moisture, protein and calories in pork and beef by near infrared spectroscopy. *J. Food Sci.* 48:471
44. Lee, M. H., Gavinato, A. G., Mayes, D. M. and Rasco, B. A. 1992. Non destructive short-wavelength near-infrared spectroscopic method to estimate the crude lipid content in the muscle of intact rainbow trout. *J. Agric. Food Chem.* 40:2176
45. Lee, Y. C. 1994. The present status of dietary fat and fatty acid intake of the Korean. The 5th international symposium. Kon-Kuk University. Food fats, human health and designer feed concept in animal agriculture. Proceedings. P 88.
46. Lepage, G. and Roy, C. C. 1986. Direct transesterification of all classes of lipid in a one/step reaction. *J. Lipid Res.* 27:114.
47. Miller, D., Gruger, E. H., Leong, K. C. and Knobl, G. 1967. Effect of refined menhaden oils on the flavor and fatty acid composition of broiler flesh. *J. Food Sci.* 32:342-345.
48. Miller, M. F., Shackelford, S. D., Hayden, K. D. and Reagan, J. O. 1990. Determination the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. *J. Anim Sci.* 68(6):1624.
49. Mark, H. and Workman, J. 1986. Effect of repeak on calibration produced for near-infrared reflectance analysis. *Anal. Chem.* 58(7):1444
50. Martens, H., Bakker, E. A. and Hildrum, K. I. 1981. Application of near infrared reflectance spectrometry in the analysis of meat products. *PEMMRW* 2(27):561

51. Mitsumoto, M., Maeda, S., Mitsunashi, T. and Ozawa, S. 1991. Near-infrared spectroscopy determination of physical and chemical characteristics in beef cuts. *J. Food Sci.* 56(6):1493
52. M. Irie & M. Sakimoto. 1992. *J. Anim. Sci.* 70:470
53. M. T. Jensen, R. P. Cox & B. B. Jesen. 1995. *Anim. Sci.* 61:293-304
54. M. L. Garg, A. B. R. Thomson & M. T. Claninin. 1988. *J. Nutr.* 118:661
55. Ney, D. M., Lasekan, J. B. and Kim, J. 1989. Relative effects of dietary oleic- and linoleic-rich oil on plasma lipoprotein composition in rats. *J. Nutr.*, 119:857-863.
56. Nadai, B. T. 1983. Preliminary experiments for measuring meat composition by near infrared reflection technique. *Acta Alimentaria* 12(2):
57. Nadai, B. T. and Mihalyi-Kengyel, V. 1984. Investigations of different equations predicting moisture, fat and protein content of raw meat by nir-technique. *Acta Alimentaria* 13(4):343
58. Naes, T. and Isacksson, T. 1992. Locally weighted regression in diffuse near infrared transmittance spectroscopy. *Appl. Spectroscopy* 46(1):34
59. Nagao, A., Uozuni, J., Iwamoto, M. and Yamajaki, M. 1985. Determination of fat content in meats by nir spectroscopy. *YUKAGAKU* 34(4):23
60. NIR news. 1992. Early history of near infrared for agricultural application *NIR news* 3(1):12
61. Norris, K. H. 1964. Reports on the design and development of a new moisture meter. *Agric. Eng.* 45:370
62. Olomu, J. M. and Baracos, V. E. 1991. Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition, and fatty acid composition of broiler chicks. *Poult. Sci.* 70:1403-1411.
63. Park, B. S. and Rhee, Y. C. 1994. Correlation between ratios of dietary ω 3/ ω 6, PUFA/SFA, MUFA/SFA and contents of plasma, muscle, liver fatty

- acid and cholesterol in rat. Korean J. of animal science. 36(3) 312-322.
64. Pinchasov, Y. and Nir, I. 1992. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid concentration on performance, fat deposition, and carcass fatty acid composition in broiler chickens. Poul. Sci. 71:1504-1512.
65. Rasco, B. A., Miller, C. E. and King, T. L. 1991. Utilization of NIR spectroscopy to estimate the proximate composition of trout muscle with minimal sample pretreatment. J. Agric. Food Chem. 39:67
66. Renden, J. A., Oates, S. S. and Reed, R. B. 1986. Determination of barley fat and moisture in dwarf hens with near infrared reflectance spectroscopy. Poultry Sci. 65:1539
67. Roberts, C. A., Houghton, P. L., Moore, K. J., Macmillan, K. A. and Lemenager, R. P. 1987^a. Analysis of bovine udder, plate and viscera using near infrared reflectance spectroscopy. J. Anim. Sci. 65:278
68. Roberts, C. A., Marquardt, R. R., Frohlich, A. A., McGraw, R. L., Rotter, R.G. and Henning, J. C. 1991. Chemical and spectral quantification of mold in contaminated barley. Cereal Chem. 68(3):272
69. Roberts, C. A., Moore, K. J., Graffis, D. W., Walgenbach, R. P. and Kirby, H. W. 1987^b. Quantification of mold in hay by near infrared reflectance spectroscopy. J. Dairy Sci. 70:2560
70. Sim, J. S. 1994. Dietary guidelines and designer food concept in animal agriculture. The 5th international symposium. Kon-Kuk University. Food fats, human health and designer feed concept in animal agriculture. Proceedings. P 114.
71. Skelley, G. C., Borgman, R. F., Handlin, D. L., Acton, J. C., McConnell, J. C., Wardlaw, F. B. and Evans, E. J. 1975. Influence of diet on quality, fatty acids and acceptability of pork. J. Anim. Sci. 41 : 1298
72. Sohn, K. S., Kim, K. M. and Chung, C. S. 1997. Effect of dietary flaxseed on pig growth performance and fatty acid composition of pork.

- Korean J. Anim. Sci. 39(1) 45-49.
73. Sollid, H. and Solbag, C. 1992. Salmon fat content estimation by near infrared transmission spectroscopy. *J. Food Sci.* 57(3):792
74. Steverink, A. T. G. 1991^a. Near infrared spectroscopy(NIRS) and egg analysis. Quality of poultry products II. Eggs and egg products. Proceeding of the 4th European Symposium on the Quality of the Eggs and Egg Products. Beekbergen/Netherland 25
75. Steverink, A. T. G. 1991^b. Near infrared spectroscopy(NIRS) and poultry meat analysis. Quality of poultry products I. Poultry Meat. Proceeding of the 4th European Symposium on the Quality of the Eggs and Egg Products. Beekbergen/Netherland 243
76. Swatland, H. J. 1985. Fiber-optic spectrophotometry of immature bovine. Skeletal muscle and the cellular distribution of myoglobin and succinate dehydrogenase. *Histochemical J.* 17:675
77. Swatland, H. J. 1987. Fluorimetry of bovine myotendon junction by fiber optics and microscopy of intact and sectioned tissues. *Histochemical J.* 19:276
78. Swatland, H. J. 1989. Objective measurement of physical aspects of meat quality. Reciprocal Meat Conference Proceeding American Meat Sci. Association. 42:65
79. Swatland, H. J. and Duttson, T. R. 1984. Postmortem changes in some optical, electrical and biochemical properties of electrically stimulated beef carcasses. *Can. J. Anim. Sci.* 64:45
80. Steverink, A. T. G. 1991^a. Near infrared spectroscopy(NIRS) and egg analysis. Quality of poultry products II. Eggs and egg products. Proceeding of the 4th European Symposium on the Quality of the Eggs and Egg Products. Beekbergen/Netherland 25
81. Steverink, A. T. G. 1991^b. Near infrared spectroscopy(NIRS) and poultry meat analysis. Quality of poultry products I. Poultry Meat. Proceeding of the 4th European Symposium on the Quality of the Eggs and Egg

Products. Beekbergen/Netherland 243

82. Vessby, B., Gustafsson, I. B., Boberg, B., Karlstr, m. B., Lithell, H. and Wemer, I. 1980. Substituting polyunsaturated for saturated fat as a single change in a swedish diet: effects on serum lipoprotein metabolism and glucose tolerance in patients with hyperlipoproteinaemia. Eur. J. Clin. Invest. 10:193.
83. Valdes, E. V. and Summers, J. D. 1986. Determination of crude protein and fat in carcass and breast muscle samples of poultry by near infrared reflectance spectroscopy. Poultry Sci. 65:485
84. Wehling, R. L. and Pierce, M. M. 1988. Determination of moisture in cheddar cheese by near infrared reflectance spectroscopy. JAOAC 71(3):571
85. Wehling, R. L. and Pierce, M. M. and Froning, G. W. 1988. Determination of moisture, fat and protein in spray-dried whole egg by near infrared reflectance spectroscopy. J. Food Sci. 53(5):1356
86. W. R. Morrison, L. M. Smith. 1984. J. Lipid Res. 5:600
87. Yamashita, H. K., Tataru, M., Takamura, H. and Matoba, T. 1994. Effect of secondary structures of protein on determination of protein content by near infrared spectroscopy. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkashi 41(1):65
88. Z. B. Huang, H. Leibovitz, C. M. Lee & R. Millar. 1990. J. Agric. Food Chem. 38:743-747
89. 이 상범 1997. 사료내 지방함량 및 지방산조성에 따른 돼지고기의 품질변화에 관한 연구. 서울대학교 농학석사 학위논문. P 59-68.
90. 안 종남 1998. 아마종실과 α -tocopherol, ascorbic acid 및 세레늄 급여가 육계의 도체특성과 면역반응에 미치는 영향. 강원대학교 농학박사 학위논문. P 7.
91. 김영봉, 유익종. 1994. Non-destructive measurement of protein and moisture content of beef by NIR spectroscopy. 한국축산식품학회지 14(2):255
92. 오은경, Grossklaus, D. 1992^a. 식품의 근적외선 반사 분광분석법에서 균질의 정도가 흡광도에 미치는 영향 및 수학적 처리방법에 관한 연구. 한국식품과학회지 24(5):408
93. 오은경, Grossklaus, D. 1992^b. 식품의 근적외선 반사 분광분석법에 의한 정육 및 그 구성성분의 반사 spectra에 관한 연구. 한국식품과학회지 24(5):404

94. 岩元陸夫. 1981. 近赤外による食品成分の非破壊評価法. *New Food Industry* 23(5):57
95. 左藤哲生, 岩元陸夫, 橋詰和宗, 吉野正純, 吉川左近, 染谷幸雄, 矢野信禮. 1985. 近赤外分光分析法による生乳成分の測定. *日畜會報* 56(11):878
96. 西野武藏. 1976. 苦齡肥育牛の枝肉特性に関する研究. 京都大學校 博士學位論文.