

GOVP1199801626

636.4085

L293C

최종 보고서

도축 부산물로 생산되는 돼지 혈액을
사료로서 재활용하는 방안

Utilization of Slaughter Porcine Blood
as Animal Feeds

1997. 12

연구기관 전북대학교

농 립 부

제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 “도축 부산물로 생산되는 돼지 혈액을 사료로서 재활용하는 방안” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

1997년 12월 30일

주관연구기관명 : 전북대학교

총괄연구책임자 : 박 강 희

연 구 원 : 신 원 집

연 구 원 : 류 경 선

연 구 원 : 최 호 성

요약문

I. 제목

도축 후 생산되는 돼지 혈액을 사료로서 재활용하는 방안

II. 연구 개발의 목적 및 중요성

- ◆ 국내의 돼지고기 소비량이 증가함에 따라 돼지의 도축 두 수는 1996년에 연간 약 12,398천 두에 달하게 되었으며, 이에 수반하여 1996년 도축 후 생산되는 돼지 혈액량은 108.6천 톤에 달하였음. 따라서 이와 같이 막대한 양의 혈액을 방류하면 심각한 환경 오염원이 될 수 있으므로 이를 재활용하기 위한 연구가 시급한 실정임
- ◆ 도축 후 생산되는 돼지의 혈액은 단백질 함량이 매우 높아(150mg/ml) 단백질 사료로서 재활용될 수가 있으며 이를 위해서 도축 후 혈액을 수거, 가공하는 동안 미생물에 대한 오염을 방지할 수 있는 방법에 대한 연구가 필수적임
- ◆ 혈액은 제조 공정에 따라서 사료적 가치가 달라질 수 있으므로 혈분 사료의 가치를 높이고 생산비를 낮출 수 있는 처리 및 건조 방법과 이에 관련된 장비에 대한 연구가 필수적임
- ◆ 국내의 사료 원료의 90% 이상을 외국으로부터 수입하여 제조하는 우리의 경우 축산의 국제 경쟁력을 강화하기 위하여 사료 제조 원가를 낮추어야 하며 이를 위해서는 국내의 자원을 이용하여 저렴하고 우수한 자급

사료의 개발에 대한 연구가 절실히 요청됨

◆ 앞으로의 Green Round에 대비하여 환경을 살리기 위해서는 무엇보다도 환경 오염의 소지가 있는 물질들의 처리 및 재활용에 관한 연구가 절실히 요청됨

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 3년 연속 사업으로 최종 목표는 도축 후 생산되는 돼지 혈액을 단백질 사료로서 재활용하기 위하여 혈액의 적정 가공 방법과 가공 기구의 개발 및 육계와 돼지의 사양 시험을 통하여 가공된 혈분을 육계나 돼지 사료의 첨가물로서 사용 가능성을 모색하기 위한 것으로 이러한 목표를 달성하기 위하여 다음과 같은 연구가 실행되었음

- ◆ 미생물 오염을 방지하기 위한 적정 채혈 및 저장 방법에 대한 연구
- ◆ 혈액내 유기물의 파괴를 최소화하기 위한 혈분 건조에 대한 연구
- ◆ 혈액저장 및 건조기구에 대한 연구
- ◆ 육계와 돼지의 사양시험을 통한 혈분의 사료적 가치에 대한 연구

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

가. 연구개발결과

1. 혈분의 적정가공조건에 관한 연구

가) 돼지 혈액의 건물량은 혈액 1ml당 195mg이었고, 단백질 함량은 1ml당 150mg이었으며(건물량의 77%), triglyceride의 함량은 혈액 1ml당 5.5mg이었고, DNA 함량은 혈액 1ml당 11.4 μ g이었음.

나) Lysine 함량이 어분에 비하여 적지 않았으며, phenylalanine, histidine, arginine, aspartic acid, threonine, leucine 및 glycine의 농도가 매우 높아 이러한 아미노산이 부족한 사료의 보충제로서 사용할 수 있다는 가능성을 보여줌.

다) 진공 채혈이나 통상적으로 도축장에서 사용하고 있는 방혈 방법에 의한 혈액 채취시 혈액의 pH, 단백질 함량, triglyceride의 함량 및 DNA 함량에 차이가 없었음. 따라서, 현재 도축장에서 사용하고 있는 혈액수거시설도 깨끗이 유지할 수 있다면 혈액을 사료로서 재활용하는데 문제가 없을 것으로 판단됨.

라) 냉동저장(-20°C)과 냉장저장(-4°C)의 경우 96시간까지 혈액단백질의 변성이나 미생물의 번식과 오염의 징후를 볼 수 없었지만, 실온저장(25°C)의 경우 저장기간이 길어질수록 혈액의 pH가 현저하게 떨어지며 48시간 이후에는 미생물의 오염과 번식의 징후를 보여 주었음.

마) 열풍 건조의 경우 단백질의 형상 및 단백질과 triglyceride의 회수율에 있어서 80°C에서의 건조가 가장 우수한 것으로 나타났으며, 분사 건조의 경우, 160°C가 가장 우수한 것으로 나타났음.

바) 80°C에서 열풍 건조와 160°C에서의 분사 건조의 경우 단백질의 함량 및 형상에 있어서 차이가 없었음

바) 80°C에서 진공 건조 및 열풍 건조된 혈분과 시판혈분의 단백질 함량 및 형상을 비교한 결과 80°C에서 진공 건조된 혈분이 가장 우수하였음

2. 혈분을 이용한 사양시험

가) 5차에 걸친 육계 사양시험을 실시한 결과, 단백질원의 일부를 혈분

2-6%로 대체한 결과 육계의 증체량이 증가 하였고 사료효율이 개선됨.

나) 육성돈의 경우 증체량은 2%와 4%의 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 각각 10.2%와 6.2% 증가하였으나 유의성은 없었으며, 사료효율은 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 개선된 경향을 보여주었음.

다) 비육돈의 경우 증체량은 2%의 혈부 첨가구가 대조구에 비하여 12.9% 유의적으로 증가하였으며, 사료효율은 2%의 혈부 첨가구가 대조구에 비하여 개선된 경향을 보여주었음

라) 이유 자돈의 증체량에 있어서, 본 연구에서 진공 건조에 의하여 제조된 혈분 첨가구와 시판 혈분 첨가구는 대조구에 비하여 각각 46%와 43%의 유의적인 증가를 보여주었음($P < 0.05$).

3. 혈분의 가공 기구에 관한 연구

가) 본 연구 결과를 종합하여 혈액의 저장, 균질, 건조 및 분쇄 겸용의 진공 혈분 제조기를 제작하였음

2. 연구개발결과 활용에 대한 건의

본 연구의 목적은 도축장에서 생산되는 혈액을 단백질 사료로서 재활용하기 위한 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 혈분의 적정 제조 조건 및 혈분 제조에 관련된 기구에 대한 연구와 제조 혈분을 이용한 사양시험을 실시하였다. 본 연구를 통하여 현재 수입되어 시판되고 있는 혈분에 비하여 질이 떨어지지 않으면서 아주 저렴한 혈분 제조 조건 및 혈분제조기를 고안할 수 있었으며, 이러한 혈분 제조 조건하에서 제조된

혈분을 이용한 육계 및 비육돈의 사양시험을 통하여 제조된 혈분 사료를 단백질 원으로서 이용할 수 있다는 것을 입증하였다.

본 연구개발결과가 완벽하게 활용되어 값이 저렴하고 질이 좋은 혈분 사료를 생산하여 육계나 돼지의 단백질 원으로서 이용하기 위해서는 몇 가지 조건들이 선행되어야 할 것이다. 첫 째 조건은 혈분 사료 제조에 있어서 비용을 절감시키기 위하여 혈분 제조는 도축장에서 이루어져야 한다는 것이다. 우리 나라의 도축장 실정을 보면 대부분이 도축량이 돼지 200두 정도로 매우 영세하기 때문에 이러한 곳에서 혈액을 수송하여 대량으로 혈분을 생산하려고 한다면 막대한 혈액의 수송비와 저장비를 감수해야 하지만 도축장 자체에서 혈분을 제조한다면 이러한 수송비와 저장비를 절감할 수 있을 것이다. 두 째 조건은 혈분 사료를 필요로 하는 사료회사와 혈액을 생산하는 도축장이 연계하여 사료회사에서는 혈분 제조에 대한 제반 비용을 부담하고 도축장은 이를 관리한다면 사료회사는 저렴한 혈분 사료를 생산할 수 있는 잇점이 있고 도축장은 폐기물 처리비용을 절감시킬 수 있다는 잇점이 있어서 좋을 것이다. 마지막으로 정부에서는 Green Round에 대비한 환경보존과 폐기물의 재활용을 권장하는 의미에서 혈분 사료의 제조를 원하는 사료회사에 혈분 제조에 필요한 기자재 구입 비용의 일부를 지원해야 할 필요가 있다고 판단이 된다. 이러한 조건들이 충족이 된다면 지금까지 폐기물 형태로 처리되었던 혈액들이 값이 저렴하고 질이 좋은 혈분 사료로서 재활용되어 육계나 돼지의 사료로 사용됨으로서 사료의 수입량을 절감시키고 궁극적으로 국가의 외화절약에 한 몫을 할 수 있을 것이다.

SUMMARY

Optimal conditions for collecting, storing and drying methods to utilize slaughter porcine blood for blood meals and the effects of blood meal on growth in broiler chicks and piglets are investigated. Moisture and protein contents of slaughter porcine blood are 80.5% and 15%, respectively. As for the composites of amino acids in blood, aspartic acid, arginine, glycine, histidine, leucine, lysine, phenylalanin threonine are shown high. there shows no significant difference between the collections by bloodletting and vaccuuming in terms of microbial contaminations. Storage of slaughter porcine blood show no differences in protein, DNA and triglyceride contents and pH between freezing (-20°C) and refrigerating (-4°C) storage methods. In case of room temperature storage, however, the decrease in pH and the appearance of new protein due to microbial contaminations increase as the storage periods increase. When drying porcine blood by flash drying method, the drying period gets shortened as the temperature gets higher, yet protein and triglyceride destroy more. Also except for drying at 80°C, if drying is done over 120°C even at the same degree, the breakdowns of protein and triglyceride increase more as drying period gets longer. In comparison with the blood meal by spray drying method at 196°C, the blood meal by flash drying method at 80°C

shows no difference in protein content, yet it is higher in triglyceride by 10.5%, and destroys less in protein of high molecular weight. Vacuum dried blood meal at 80°C is better than flash dried blood meal at 80°C or commercial blood meal in terms of protein quality and content. In nutritional feeding trials of broiler chicks, the substitutions of protein by flash dried blood meal at 80°C by 2-4% show significant improvements in growth weight and feed efficiency relative to control. In nutritional feeding trials of piglets, the addition of blood meal by 2-4% as a protein source results in the increase of weight gains. In comparison with commercial blood meal, vacuum dried blood meal at 80°C shows no differences in the productivity of broilers or piglets. These results mean that the appropriate handling and processing of slaughter porcine by vacuum drying or flash drying method at 80°C blood enables the blood to be used as a protein source in broiler chicks and piglets.

CONTENTS

Chapter 1: Introduction

- 1.1: Backgrounds and objectives
- 1.2: Necessities
- 1.3: Research trends.
- 1.4: Present technical problems
- 1.5: Future Prospects.

Chapter 2: Optimal conditions for blood meal processing

- 1.1: Introduction
- 1.2: Materials and methods
- 1.3: Results and discussion
- 1.3: Abstract

Chapter 3: Effects of blood meals on the productivities of broilers and piglets.

- 1.1: Introduction
- 1.2: Materials and methods
- 1.3: Results and discussion
- 1.3: Abstract

Chapter 4: Blood meal processing machine.

1.1: Introduction

1.2: Screw type blood meal dryer.

1.3: Vacuum type blood meal processing machine.

Chapter 5: Summary and utilization of research results

Chapter 6: References.

Chapter 7: Appendices

(Paper presented in journal)

목 차

제 1 장: 서론	20
제 1 절: 연구 배경 및 목적	22
제 2 절: 연구개발의 필요성	24
제 3 절: 연구 동향	27
제 4 절: 현 기술상태의 취약성	28
제 5 절: 앞으로의 전망	30
제 2 장: 혈분의 적정 가공 조건에 대한 연구	31
제 1 절: 서론	33
제 2 절: 재료 및 방법	35
제 3 절: 결과 및 고찰	40
제 4 절: 적요	73
제 3 장: 혈분이 육계와 돼지의 생산성에 미치는 영향	74
제 1 절: 서론	76
제 2 절: 재료 및 방법	78
제 3 절: 결과 및 고찰	94
제 4 절: 적요	114

제 4 장: 혈분의 가공 기구에 관한 연구	115
제 1 절: 서론	117
제 2 절: Screw형 혈분 건조기	118
제 3 절: 진공 혈분 제조기	125
제 5 장: 요약 및 연구 개발 결과의 활용 방안	135
제 6 장: 참고문헌	142
제 7 장: 부록	148
(본 연구 결과의 일부가 발표된 학술지 내용)	

표 목 차

표 번호	내 용	쪽 번호
[표 1- 1]	돼지 혈액의 일반적인 특징	41
[표 1- 2]	도축 후 돼지 혈액의 Amino acid 조성	42
[표 1- 3]	진공 채혈과 방혈에 의한 채혈시 혈액의 pH와 단백질 함량	44
[표 1- 4]	열풍 건조와 분사 건조에 의하여 생산된 혈분의 단백질 함량 비교	62
[표 1- 5]	열풍 건조와 분사 건조에 의하여 생산되는 혈분의 중성지방 함량 비교	65
[표 1- 6]	80°C에서 열풍 건조된 혈분과 각각의 온도에서 분사 건조된 혈분의 단백질 수거량의 비교	67
[표 1- 7]	80°C에서 열풍 건조와 진공 건조된 혈분과 시판 혈분의 단백질 함량	71
[표 2- 1]	1차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성	80
[표 2- 2]	2차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성	82
[표 2- 3]	3차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성	84
[표 2- 4]	4차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성	86
[표 2- 5]	5차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성	88

[표 2- 6] 1차 비육돈 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성	90
[표 2- 7] 2차 비육돈 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성	93
[표 2- 8] 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 체중에 미치는 영향	95
[표 2- 9] 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율에 미치는 영향	96
[표 2-10] 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 체중에 미치는 영향	98
[표 2-11] 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율에 미치는 영향	99
[표 2-12] 혈분 첨가가 42일 동안 육계의 체중에 미치는 영향	101
[표 2-13] 혈분 첨가가 42일 동안 사료 섭취량 및 사료 효율에 미치는 영향	102
[표 2-14] 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 체중에 미치는 영향	104
[표 2-15] 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율(FCR)에 미치는 영향	105
[표 2-16] 35일 동안 혈분 첨가가 육계의 체중과 각 장기에 미치는 영향	107
[표 2-17] 비육 전기에 6주 동안 혈분 첨가가 돼지의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율에 미치는 영향	109

[표 2-18] 비육 후기에 6주 동안 혈분 첨가가 돼지의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율에 미치는 영향	110
[표 2-19] 진공 건조 혈분 및 시판 혈분이 4주동안 이유 자돈 및 육성 비육돈의 증체량에 미치는 영향	112
[표 3- 1] Screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분과 각각의 온도에서 분사 건조된 혈분의 단백질 수거량의 비교	123
[표 3- 2] 진공 혈분 제조기의 전기 회로에 대한 설명서	132
[표 3- 3] 80°C에서 screw 방식에 의한 열풍 건조와 진공 건조된 혈분 및 시판 혈분의 단백질 함량	133

그림 목 차

그림 번호	내 용	쪽 번호
[그림 1- 1]	-20°C, 4°C 그리고 25°C에서 저장후 저장시간에 따른 혈액의 단백질 함량 변화	45
[그림 1- 2]	-20°C, 4°C 그리고 25°C에서 저장후 저장시간에 따른 혈액의 DNA 함량 변화	47
[그림 1- 3]	-20°C, 4°C 그리고 25°C에서 저장후 저장시간에 따른 혈액의 triglyceride 함량 변화	48
[그림 1- 4]	-20°C, 4°C 그리고 25°C에서 저장후 저장시간에 따른 혈액의 pH 변화	49
[그림 1- 5]	4°C와 25°C에서 저장후 저장시간에 따른 혈액의 색깔 비교	50
[그림 1- 6]	4°C와 25°C에서 저장후 혈액 단백질의 전기영동에 의한 분석	51
[그림 1- 7]	건조온도와 건조시간의 관계	53
[그림 1- 8]	190°C, 150°C, 120°C 그리고 80°C에서 건조후 혈액단백 질과 triglyceride의 회수율	54
[그림 1- 9]	190°C, 150°C, 120°C, 100°C 그리고 80°C에서 건조후 혈 액단백질의 전기영동에 의한 분석.	56
[그림 1-10]	190°C에서 건조후 단백질과 triglyceride의 회수율	57

[그림 1-11] 150°C에서 건조후 단백질과 triglyceride의 회수율	58
[그림 1-12] 120°C에서 건조후 단백질과 triglyceride의 회수율	59
[그림 1-13] 80°C에서 건조후 단백질과 triglyceride의 회수율	60
[그림 1-14] 전기영동에 의한 열풍 건조와 분사 건조에 의하여 생산 된 혈분의 단백질 분석	64
[그림 1-15] 전기영동에 의한 80°C에서 열풍 건조된 혈분과 각각의 온도에서 분사 건조된 혈분의 단백질 분석	69
[그림 1-16] 80°C에서 진공 건조 및 열풍 건조된 혈분과 시판 혈분 의 전기 영동에 의한 단백질 분석	72
[그림 2- 1] 혈분 제조 공정	79
[그림 3- 1] Screw형 혈액 건조기의 모식도	119
[그림 3- 2] 제작된 screw형 혈액 건조기의 내부 구조	120
[그림 3- 3] Screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분과 여 러 온도에서 분사 건조된 혈분의 전기 영동에 의한 단 백질 분석	124
[그림 3- 4] 본 연구실에서 연구 과정 중인 혈분 제조기	126
[그림 3- 5] 제작된 진공 혈분 제조기	128
[그림 3- 6] 그림 3-5에 나타난 진공 혈분 제조기의 내부구조	129
[그림 3- 7] 그림 3-5에 나타난 진공 혈분 제조기의 동력 장치와 진 공 펌프 장치	130
[그림 3- 8] 그림 3-5에 나타난 진공 혈분 제조기의 전기 회로도	131

[그림 3- 9] 80°C에서 진공 건조 및 열풍 건조된 혈분과 시판 혈분
의 전기 영동에 의한 단백질 분석 134

제 1 장: 서 론

제 1 절: 연구배경 및 목적

제 2 절: 연구개발의 필요성

제 3 절: 연구동향

제 4 절: 현 기술상태의 취약성

제 5 절: 앞으로의 전망

여 백

제 1 장: 서 론

제 1 절: 연구 배경 및 목적

우리 나라의 돼지고기 소비량은 지난 30년 동안 인구의 증가와 국민 소득의 증대로 계속 증가하여 1965년도 55.9천 톤에서 1994년도 현재 연간 648천 톤에 달하게 되었다. 따라서 돼지의 도축 두수는 1994년도 현재 연간 약 10,368천 두에 이르게 되었으며, 이에 수반하여 1994년 기준 도축 후 생산되는 돼지의 혈액량은 90.8천 톤이었다. 앞으로의 증가 추세로 볼 때, 우리 나라 돼지고기 생산량도 2001년에는 866천 톤으로 급증할 것으로 예상되며 이에 따라 도축 두수는 13,859천 두, 이에 수반되어 생산되는 돼지의 혈액량은 122천 톤으로 증가될 전망이다.

최근에 도축 후 생산되는 돼지의 혈액은 가공 방법에 따라 단백질이 70-95%가 들어 있어 사료적 가치의 우수성에 대한 인식이 고조되어 왔다. 예를 들면, 돼지의 전혈을 도축장에서 수거하여 분사 건조시켜 제조된 혈분 사료는 돼지의 성장능력을 개선시켰으며 (Kats et al., 1992), 또한, 도축장에서 전혈을 수거하여 항 응고제를 첨가시키고 냉각 후 원심 분리하여 혈장을 분리한 다음 건조시켜서 제조한 돼지 혈장 건조 사료는 조기 이유 자돈 사료에서 가장 좋은 단백질 원료로 구명되었다 (Gatnau et al., 1990; Kats et al., 1992).

도축 후 생산되는 돼지 혈액의 주요 성분이 단백질로서 사료적 가치가 매우 높음에도 불구하고 우리 나라에서 현재 단백질 사료로서 재활용되지 못하고 심각한 환경 오염원이 될 소지를 내포하고 있다. 또한 현재의 도축장 시설에 의한 방혈은 도축 사업장을 오염시킬 뿐 아니라 혈액 자체가 고 농도의 영양소를 함유하고 있기 때문에 미생물에 의하여 돈육 자체를 오염시켜서 돈육의 품질을 저하시킬 우려가 높다. 따라서 본 연구는 도축 부산물로 생산되는 돼지의 혈액을 단백질 사료로서 개발하여 도축 부산물로 생산되는 혈액에 의한 환경 오염의 소지를 제거하여 앞으로의 Green round에 대비하고, 값비싼 단백질 사료 수입량을 절감시켜서 외화의 절감과 돈육 생산비를 낮추고, 수입 개방에 대비하여, 보다 효율적으로 돼지의 혈액을 가축의 사료로서 재활용하기 위한 혈액 채취 및 가공시설을 개발하고자 한다.

제 2 절: 연구 개발의 필요성

1. 기술적 측면

국내 돼지 고기 소비량이 증가함에 따라 돼지의 도축 두수는 1994년 현재 연간 약 10,368천두에 이르게 되었으며, 이에 수반하여 1994년 현재 연간 도축 후 생산되는 돼지의 혈액량은 90.8천톤에 달할 것이다. 이와 같이 막대한 양의 혈액을 방류하면 심각한 환경 오염원이 될 수 있으므로 이를 재활용하기 위한 연구가 시급하다. 도축 후 생산되는 돼지의 혈액은 단백질 함량이 매우 높아 단백질 사료로서 재활용될 수가 있을 것이다. 이를 위해서 도축 후 혈액을 수거, 제조하는 동안 미생물에 의한 오염을 방지 할 수 있는 현대적인 장비에 대한 연구가 시급한 실정이다. 이 외에도 혈액은 제조 공정에 따라서 혈분의 사료적 가치를 증진시키고 혈분 사료의 생산비를 절감할 수 있으므로, 혈분 사료의 가치를 높이고 생산비를 낮출 수 있는 처리 및 건조 방법과 관련된 시설 장비에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

2. 경제·사회적 측면

우리 나라의 돈육 및 계육의 kg 당 생산비는 양돈 및 양계 경쟁국과 비교하여 매우 높은 것으로 나타났으며 이에 대한 주요 원인은 생산비의 대부분을 차지하는 사료비가 경쟁국에 비하여 월

등히 높기 때문인 것으로 사료된다. 국내의 사료는 원료의 80% 이상을 외국으로부터 수입하여 제조하기 때문에 다른 돈육 생산 경쟁국에 비하여 사료비가 높을 수 밖에 없다는 것은 자명한 일이다. 따라서 돈육 생산비를 낮추기 위해서는 사료비를 낮추어야 하며 이를 위해서는 국내의 자원을 이용하여 저렴하고 우수한 자급 사료의 개발에 대한 연구가 절실히 요청된다.

도축 후 생산되는 혈액을 사료로서 재활용하기 위해서는 무엇보다도 위생적인 혈액의 수거 및 저장을 할 수 있는 기구 및 시설에 대한 연구가 필수적이다. 이러한 기구 및 시설은 현재 외국에서 개발이 되어 국내에 수입이 되고 있다. 그러나 혈액 1톤을 처리하는 설비의 설치비가 대 당 약 40,000천원 정도가 소요되어 자본이 부족한 영세 도축업자들이 설치하기가 어렵고, 설치한다 할 지라도 After service를 받기가 어려우므로 저렴하고 사용하기 쉬운 혈액 채취, 저장 및 가공시설에 관한 연구가 시급하다.

3. 사회적 측면

앞으로의 Green round에 대비하여 환경을 살리기 위해서는 무엇보다도 오염의 소지가 있는 물질들의 처리 및 재활용에 관한 연구들이 이루어져야 한다. 그러나 돼지의 도축업 자체도 하나의 전문업종임에도 불구하고 사업장 자체의 환경이 열악하여 전문가로서의 자부심은 고사하고 사업 자체를 기피하는 실정이다. 따라서 국내의 도축업이 발전하기 위해서는 무엇보다도 도축 자체를

위생적으로 실행하여 사업장 분위기를 쾌적하게 만들 수 있는 연
구가 시급한 편이다.

제 3 절: 연구 동향

1. 국내 기술 현황

도축 후 생산되는 돼지의 혈액을 사료로서 재활용하기 위한 연구는 그간 관심을 갖지 못하였으나 UR협상 이후 사료비를 절감하여 돈육 생산비를 낮추어 국제 경쟁력을 강화시키기 위한 일환으로서 저렴한 국내 사료의 개발에 대한 필요성과 Green round에 대비하여 심각한 환경 오염원이 될 소지가 있는 도축 후 생산되는 혈액의 안전한 처리의 필요성 때문에 관심이 높아지기 시작하였다. 따라서 국내의 기술은 매우 빈약하다고 볼 수가 있으며 다만 시험장에서 도축 후 생산되는 혈액의 단백질 사료로서의 가능성만이 보고되어 있는 실정이다.

2. 국외 기술 현황

외국에서는 도축 후 생산되는 혈액을 재활용을 위한 연구가 이미 이루어져 혈분으로서 사료 산업에 이용하고 있으며 이들 제품을 단백질 사료로서 수출하고 있다.

제 4 절: 현 기술 상태의 취약성

도축 후 생산되는 돼지 혈액을 사료로서 재활용하기 위한 연구는 국내에서는 전무한 실정이다. 또한 현재의 도축장 시설이나 채혈 방법으로는 위생상 문제를 야기할 수 있기 때문에 채혈된 혈액을 사료로서 재활용하기에는 불가능하다. 현재의 도축장에서 채혈된 돼지 혈액은 혈액을 저장했다가 Steam으로 가열한 후에 폐기물 처리업자에게 인계되어 폐기되거나, 또는, 정화조를 통한 정화 방법에 의하여 정화되고 있다. 이러한 방법에 의한 처리는 규제를 철저히 하지 않는다면 환경 오염 문제를 개선할 수 없으므로 이에 대한 대책으로서 시설·장비에 투자가 시급하게 요청된다.

현재 국내에 수입되어 시판되고 있는 혈분 제품의 제조공정은 도축장에서 혈액을 수거하여 5°C에서 냉장 보관하고 혈분 제조장으로 냉장 운송하여 냉장 보관한 다음 살균과 농축을 거쳐서 분사 건조시키는 것으로 요약될 수 있다. 이러한 제조 공정에 필요한 설비들은 냉장 저장고, 냉장 운송 차량, 농축 시스템, 분사 건조 시스템 등등이 필수적이며, 일당 혈액 20톤을 건조시키는데 필요한 장비의 구입비는 약 20억원 정도가 소요되는 것으로 추정된다. 따라서 혈액을 혈분으로서 재활용하기 위하여 국외 기술 현황에서 설명한 분사 건조 방법을 이용하는 것은 국내의 도축장들이 매우 영세하기 때문에 우리의 실정에 맞지 않는다. 예를 들어 전라북도의 경우, 통상적으로 각 시 또는 군에 1개소의 도축장이 있으며, 축협 목우촌 육가공을 제외한 도축장에

서 하루에 생산되는 돼지 혈액의 양은 1개소 당 평균 1톤 미만이고, 분사 건조에 의한 혈분 제조에 관련된 기구 및 설비가 고가이기 때문에 개별적으로 도축장마다 이러한 기구를 설치한다는 것은 경제적인 면에서 현실성이 없다. 또한 모든 도축장에서 혈액을 수거하여 한 곳에서 분사 건조 방식에 의하여 혈분을 제조하는 경우에도 각각의 도축장에 위생적인 혈액의 수거 시설 및 저장 시설비, 지리적으로 각 시 또는 군에 위치한 도축장에서 혈분 제조장까지의 혈액 수송비 그리고 분사 건조 시설에 관련된 설비비 및 운영자금 등 막대한 자본이 소요되기 때문에 경제성이 없다고 판단이 된다.

제 5 절: 앞으로의 전망

산업이 환경의 오염에 미치는 영향에 관한 규제가 더욱 심화될 것으로 사료되는데 이와 관련된 도축 산업의 부산물인 혈액을 폐기물로 처리하는 현재의 상태로 계속 진행할 수 없다. 따라서 이들 혈액을 사료 자원화 할 수 있는 시설·장비에 투자한다면 혈액의 부가 가치를 높이고 부존 자원의 사료화를 통하여 사양 산업인 사료 산업에 일조를 할 수 있을 것이며 혈액이 폐기됨으로서 환경 오염에 미치는 영향을 제거할 수 있을 것이다.

제 2 장: 혈분의 적정 가공 조건에 대한 연구

제 1 절: 서론

제 2 절: 재료 및 방법

제 3 절: 결과 및 고찰

제 4 절: 적요

여 백

제 2 장: 혈분의 적정 가공 조건에 대한 연구

제 1 절: 서 론

사료의 대부분을 외국으로부터 도입해야 하는 한국의 경우 육계 산업의 국제 경쟁력을 강화시키기 위한 일환으로서 새로운 부존 자원을 단백질 사료 원으로서 개발에 대한 연구가 많은 관심을 갖게 되었다. 특히 도축 후 생산되는 가축 혈액은 단백질이 매우 풍부함에도 불구하고 재활용 방법이 완전히 정립되지 않아 폐기되어 심각한 환경 오염원이 될 가능성이 있으므로 이를 사료로서 재활용하기 위한 연구가 계속되어 왔다. Titus 등(1936)은 가금 사료에 혈분을 첨가할 경우 혈분내 단백질 이용율은 저하된다고 하였으나, Squibb와 Braham(1955)은 가금 사료에 혈분을 2~4% 첨가·급여할 수 있다고 보고하였다. 이 외에도 혈분은 아미노산 중 lysine의 함량이 매우 높고, cystein과 tryptophan의 함량도 다른 동물성 단백질에 비해서 높으므로 이들 아미노산이 부족되는 사료의 보충제로서 사용할 수 있다는 보고도 있다(한 등, 1994). 그리고 Miller 등(1976)은 육성 비육돈 사료에 3-4%의 혈분을 첨가하였을 때 증체량의 증가를 보였다고 보고하였고, Kats 등(1992)은 약 2%의 분무 건조 혈분의 첨가는 자돈의 일당 증체량, 사료 섭취량, 그리고 사료 효율 등을 고려할 때 최적의 성적을 나타내었다고 보고하였다. Kratzer와 Green(1956)은 제조 방법에 따라 혈분의 사료적 가치가 다르다고 보고하였으며, 일반적으로 분사 건조 혈분이 가축에 가장 효과가 좋은 것으로 알려져 왔으나 저온에서의 열

풍 건조나 진공 건조된 혈분의 효과에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 혈액을 혈분 사료로 재활용하기 위하여 위생적인 혈액의 수거 및 저장 조건을 점검하고 열풍 건조, 진공 건조 및 분사 건조의 최적 조건을 조사하여 비교하여 우리의 실정에 맞는 혈분 제조 방법을 모색하기 위한 것이다.

제 2 절: 재료 및 방법

1. 실험 기간 및 장소

본 연구은 전라북도 김제군에 위치한 축협 산하 목우촌 육가공 공장에서 채취한 돼지 혈액을 이용하여 전북대학교 농과대학 축산학과 생리학 연구실에서 혈액의 성상, 건조 온도, 건조 방법에 관한 실험을 실시하였다.

2. 혈액의 아미노산 조성

혈액의 아미노산 분석은 Mason 등(1980)이 설명한 산 가수 분해 방법에 의하여 실시하였다.

3. 혈액의 triglyceride 함량측정

혈액 중 triglyceride의 농도는 주식회사 아산제약의 triglyceride 측정 kit를 이용하여 제조회사의 지침서에 설명된 방법에 의하여 실시되었다. 혈액 20 μ l를 효소시액 3.0 ml에 첨가 혼합하여 37°C에서 10 분간 배양한 다음 A₅₅₀에서 흡광도를 측정하여 표준액의 흡광도와 비교하여 농도를 환산하였다.

4. 혈액의 DNA 함량 측정

혈액의 DNA 함량은 Burton(1956)이 설명한 방법에 의하여 실행하였다. 1ml의 혈액을 9ml의 dH₂O로 희석한 다음 희석액을 IKA-

homogenizer를 이용하여 1분간 균질시킨 후 이중 105 μ l를 취하여 60 μ l의 70% HClO₄ 혼합하여 30 초 동안 vortex하고 4°C에서 2 시간 동안 방치한 후 원심 분리하여 상층액을 제거한 후 pellet을 수거한다. 수거된 pellet에 3ml의 dH₂O를 첨가하여 pellet을 용해시키고 0.75ml의 1N HClO₄를 첨가하여 혼합한 다음 4°C에서 30분간 방치하고 원심 분리하여 상층액을 제거한다. 다시 pellet에 1.5ml의 0.5N HClO₄를 첨가하여 용해한 다음 30분간 배양하고 원심 분리하여 상층액을 수거한다. 수거된 상층액에 1.5 ml의 diphenylamine solution 3ml와 0.07M acetaldehyde solution 75 μ l를 첨가하여 vortex한 다음 30°C에서 24시간 배양한다. 배양이 끝난 후 A₆₀₀에서 흡광도를 측정하여 DNA standard의 흡광도와 비교하여 농도를 환산하였다.

5. 혈액의 protein 함량 측정

혈액의 protein 함량 측정은 Smith(1987)가 설명한 Lowry 방법에 의하여 실행하였다. 1ml의 혈액을 9ml의 dH₂O로 희석시킨 다음 IKA-homogenizer를 이용하여 1분간 균질시켰다. 균질액 100 μ l를 취하여 dH₂O 400 μ l로 희석한 다음 희석액 75 μ l를 취하여 dH₂O 135 μ l를 첨가하고 0.15% sodium deoxychlorate 20 μ l와 혼합한다. 이 혼합액을 10분간 실온에서 방치시킨 후 72% trichloroacetic acid 20 μ l를 첨가하여 vortex한 다음 3,000rpm에서 15분 동안 원심 분리한다. 원심 분리 후 상층액을 제거하고 protein이 함유된 pellet을 dH₂O 200 μ l를 이용하여 용해한 다음 다시 dH₂O 200 μ l와 copper tartrate/carbonate(CTC) solution을 첨가하여 혼합

한다. 이 혼합액을 실온에서 10분간 방치한 다음 20% Folin-Ciocalteu solution 100 μ l와 혼합시킨 즉시 vortex하여 30분동안 실온에 방치한 다음 A₇₅₀에서 흡광도를 측정하여 protein standard의 흡광도와 비교하여 농도를 환산하였다.

6. SDS-polyacrylamide gel electrophoresis에 의한 혈액의 protein 분석

혈액의 protein 함량을 앞에서 설명한 Lowry 방법에 의하여 측정 한 다음 20 μ g의 protein을 전기 영동에 의하여 분석하였다. 전기 영동은 Gallagher와 Smith(1991)가 설명한 방법에 의하여 실시하였다. 20 μ g의 단백질을 10% SDS-polyacrylamide gel을 이용하여 20mA에서 6시간 실행하였다. Gel의 염색은 Sasse와 Gallagher(1991)가 설명한 comassie blue staining 방법에 의하여 실행하였다.

7 혈액의 건조

열풍 건조 혈분(Flash dried blood meal: FDBM)은 열풍 건조기를 이용하여 건조하고 분쇄기로 분쇄하였다. 분사 건조 혈분(Spray dried blood meal: SDBM)은 Atomizer형 분사 건조기를 이용하여 20,000rpm에서 시간당 1.2 l를 건조하였다.

8. 혈분의 triglyceride 함량 측정

혈분 중 triglyceride의 농도는 주식회사 아산제약의 triglyceride 측

정 kit를 이용하여 제조회사의 지침서에 설명된 방법에 의하여 실시하였다. 건조 혈분 0.2g을 0.8ml의 증류수에 용해시킨 다음 20 μ l를 취하여 효소시액 3.0ml에 첨가 혼합한다. 이 혼합액을 37°C에서 10분간 배양한 다음 A₅₅₀에서 흡광도를 측정하여 표준액의 흡광도와 비교하여 농도를 환산하였다.

9. 혈분의 protein함량 측정

건조 혈분의 protein함량 측정은 Smith(1987)가 설명한 Lowry 방법에 의하여 실행하였다. 0.2g의 건조 혈분을 9.8ml의 dH₂O에 용해시킨 후 IKA-homogenizer를 이용하여 1분간 균질시켰다. 균질액 100 μ l를 취하여 dH₂O 400 μ l로 희석한다. 희석액 75 μ l를 취하여 dH₂O 135 μ l를 첨가하고 0.15% sodium deoxychlorate 20 μ l와 혼합한다. 이 혼합액을 10분간 실온에서 방치시킨 후 72% trichloroacetic acid 20 μ l를 첨가하여 vortex한 다음 3,000g에서 15분동안 원심 분리한다. 원심분리 후 상층액을 제거하고 protein이 함유된 pellet을 dH₂O 200 μ l를 이용하여 녹인 다음 다시 dH₂O 200 μ l와 copper tartrate/carbonate(CTC) solution을 첨가한다. 이 혼합액을 실온에서 10분간 방치한 다음 20% Folin-Ciocalteu solution 100 μ l와 혼합시킨 즉시 vortex하여 30분동안 실온에 방치한 다음 A₇₅₀에서 흡광도를 측정하여 protein standard의 흡광도와 비교하여 농도를 환산하였다.

10. SDS-polyacrylamide gel electrophoresis에 의한 건조 혈분의 protein 분석

건조 혈분의 protein 함량을 앞에서 설명한 Lowry 방법에 의하여 측정된 다음 20 μ g의 protein을 전기영동에 의하여 분석하였다. 전기영동은 Gallagher와 Smith(1991)가 설명한 방법에 의하여 실시하였다. 20 μ g의 단백질을 7.5-15%의 gradient SDS-polyacrylamide gel을 이용하여 20mA에서 4시간 실행하였다. Gel의 염색은 Sasse와 Gallagher(1991)가 설명한 commassie blue staining방법에 의하여 실행하였다.

11. 통계분석

모든 시험 및 분석은 다른 시간대에 시험을 행하므로써 생길 수 있는 시험 오차를 최대한 줄이기 위하여 group간 쌍으로 실시하였다. 처리구의 유의성 여부를 측정하기 위하여 시험 결과는 SAS(1989) GLM을 이용하여 분산 분석을 한 후 Duncan(1955)의 신다중검정법에 의하여 분석하였다.

제 3 절 : 결과 및 고찰

1. 혈액의 일반 성분

도축 부산물로 생산되는 혈액을 단백질 사료로 개발하기 위하여 돼지 혈액의 건물량, 단백질 함량, triglyceride 함량 및 DNA 함량 등을 측정하였으며 그 결과를 표 1-1에 제시하였다. 표 1-1에 나타난 바와 같이 돼지 혈액의 건물량은 혈액 1ml당 195mg이었고, 단백질 함량은 1ml당 150mg이었다(건물량의 77%). 그리고 triglyceride의 함량은 혈액 1ml당 5.5mg이었으며, DNA 함량은 혈액 1ml당 11.4 μ g이었다. 또한 본 연구에서 분석한 돼지 혈액의 아미노산 조성은 표 1-2에 나타난 바와 같다. 아미노산 조성은 Mason 등(1980)이 설명한 Acid Hydrolysis에 의하여 아미노산의 조성을 분석하였기 때문에 Tryptophan과 Serine의 함량은 표 1-2에 나타나지 않았다. Lysine 함량이 어분에 비하여 적지 않았으며, Phenylalanine, Histidine, Arginine, Aspartic acid, Threonine, Leucine 및 Glycine의 농도가 매우 높아 이러한 아미노산이 부족한 사료의 보충제로서 사용할 수 있다는 가능성을 보여준다. 그러나 본 연구 결과는 돼지의 혈액에 요소가 2.43% 함유되어 있다는 것을 보여주었다. 단위 동물의 경우 요소가 암모니아로 전환되어 동물 생체에 해를 입힌다는 사실로 보아 혈액 가공품을 사료로 사용할 경우 그 급여량 결정에 많은 연구가 필요할 것이다.

표 1-1. 돼지 혈액의 일반적 특징

Dry weight (%)	Protein (mg/ml)	Triglyceride (mg/ml)	DNA (μ g/ml)
19.5 \pm 0.36 (n=44)	150 \pm 8.8 (n=14)	5.5 \pm 0.44 (n=12)	11.4 \pm 0.52 (n=12)

Data는 mean \pm S.E.M.을 나타냄

표 1-2. 도축후 돼지 혈액의 Amino acid 조성

Amino acid	Content(%)	Amino acid	Content(%)
Aspartic acid	13.2	Isoleucine	0.3
Threonine	8.1	Leucine	9.6
Glutamic acid	0.5	Tyrosine	2.8
Glycine	6.5	Phenylalanine	14.3
Cystine	0.4	Histidine	18.9
Valine	0.1	Lysine	5.7
Methionine	0.3	Arginine	19.3

Amino acid 분석은 Acid Hydrolysis 방법에 의하여 행하여짐.

2. 혈액의 적정 채혈 방법

혈액의 적정 채혈 방법을 조사하기 위하여 진공 채혈과 통상적으로 도축장에서 사용하는 방혈 방법으로 혈액을 채취하여 혈액의 pH, 단백질 함량, triglyceride 및 DNA 함량 등을 혈액 채취시 미생물 오염도를 측정할 수 있는 간접적인 모수로서 측정, 비교하였다. 표 1-3에 나타난 바와 같이 진공 채혈이나 통상적으로 도축장에서 사용하고 있는 방혈 방법에 의하여 채취된 혈액간에 혈액의 pH, 단백질 함량, triglyceride 함량 및 DNA 함량 등은 차이가 없었다. 따라서, 이론적으로 진공 채혈이 미생물의 오염을 최대한으로 방지할 수 있는 방법일지는 몰라도 본 연구 결과에 의하면 통상적으로 도축장에서 사용하는 방혈 방법에 의한 채혈도 채혈 기구를 깨끗이 유지하여 미생물 오염을 최대한 줄이고 미생물 번식을 최대한으로 줄일 수 있는 적정 저장 방법을 이용한다면 다소간 일어날 수 있는 혈액 채취시 미생물 오염은 건조시 살균시킬 수 있기 때문에 혈액을 사료로서 재활용하는데 별 문제를 야기하지 않을 것이다.

3. 혈액의 적정 저장 방법

혈액의 적정 저장 방법을 조사하기 위하여 냉동 저장(-20°C), 냉장 저장(4°C) 및 실온 저장(25°C)시 단백질 함량, DNA 함량, triglyceride 함량 및 pH의 변화 그리고 냉장 저장과 실온 저장 후 혈액 색깔의 변화 및 전기영동에 의하여 혈액 단백질을 비교 분석하였다. 그림 1-1에서 나타난 바와 같이 냉동 저장, 냉장 저장 및 실온 저장에 의하여 96 시간까지 저장되었던 혈액의 단백질 함량에는 아무런 변화도 보이지 않았다. 또

표 1-3. 진공채혈과 방혈에 의한 채혈시 혈액의 pH와 단백질 함량

Methods	pH	Protein (mg/ml)	DNA (μ g/ml)	Triglyceride (mg/ml)
By vaccum	7.32 ± 0.0443 (n=3)	146 ± 10.6 (n=3)	12.1 ± 0.72 (n=3)	5.3 ± 0.65 (n=14)
By bloodletting	7.31 ± 0.0381 (n=4)	152 ± 8.8 (n=4)	11.3 ± 0.68 (n=4)	5.6 ± 0.57 (n=12)

Data는 mean \pm S. E. M.을 나타냄

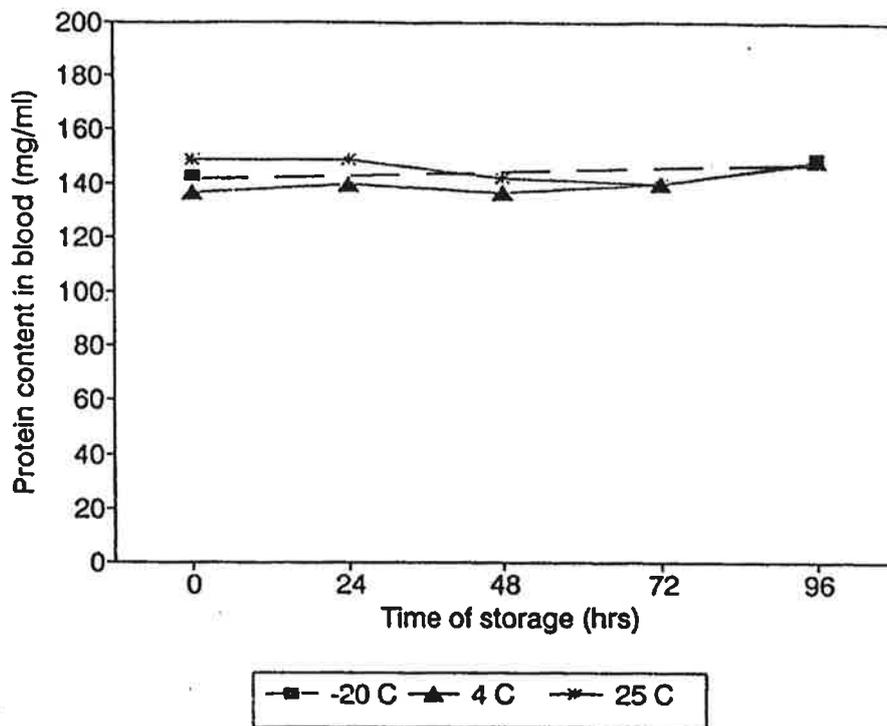


그림 1-1. -20°C, 4°C 그리고 25°C에서 저장 후 저장 시간에 따른 혈액의 단백질 함량 변화(n=6).

한 DNA 함량과 triglyceride 함량 역시 각각 그림 1-2와 1-3에 나타난 바와 같이 저장 방법이나 시간에 따른 차이를 보이지 않았다. 그러나 그림 1-4에 나타난 바와 같이 혈액의 pH의 경우 냉동 저장이나 냉장 저장 시에는 96시간까지 별 차이가 없었지만, 실온 저장의 경우 저장 시간이 길어짐에 따라 혈액의 pH가 현저하게 저하되었다. 또한 냉동 저장이나 냉장 저장시에 비하여 실온 저장 후의 혈액은 악취가 날 뿐만 아니라 그림 1-5에서 보는 바와 같이 혈액의 색깔이 냉장 저장시의 혈액에 비하여 검은 색을 많이 띄고 있는 것으로 나타났다. 이러한 실온 저장시의 혈액의 산성화나 색깔의 변화는 혈액 채취시 오염되었던 미생물의 번식이나 단백질의 변성 때문일 것으로 추론된다. 따라서 이러한 추론을 증명하기 위하여 혈액 단백질을 전기 영동에 의하여 분석하였다. 그림 1-6에 제시된 바와 같이 96 시간까지 냉장 저장시 제거되거나 새로 합성된 단백질 band가 나타나지 않았다. 그러나 실온저장의 경우 24 시간 저장 혈액의 경우 제거되거나 새로 합성된 단백질 band는 없었지만 48 시간 실온에서 저장된 혈액의 경우 43k와 30k 사이의 단백질 band(화살표 1)와 30k와 20.1k 사이의 단백질 band(화살표 2)가 제거되었고 67k와 43k 사이에 새로운 band(화살표 3)가 나타났으며, 72 시간 및 96 시간 저장 혈액의 경우 43k와 30k 사이의 단백질 band(화살표 1)와 30k와 20.1k 사이의 단백질 band(화살표2)가 제거되었고 67k와 43k 사이에 새로운 band(화살표 3 와 4)가 2개 나타났다. 따라서 본 연구 결과를 종합하여 볼 때, 이론적으로 냉동 저장이 단백질의 변성이나 미생물에 의한 오염을 방지할 수 있는 최고의 조건임에는 부정할 수 없으나 냉동시의 비용과 건조를 위한 해동

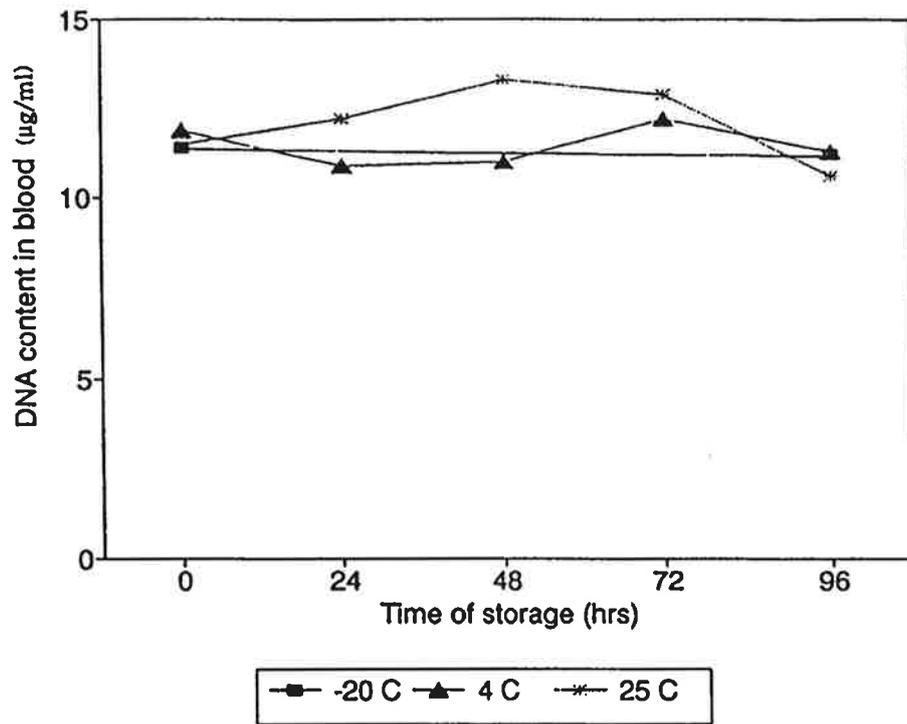


그림 1-2. -20°C, 4°C 그리고 25°C에서 저장 후 저장 시간에 따른 혈액의 DNA 함량 변화(n=6).

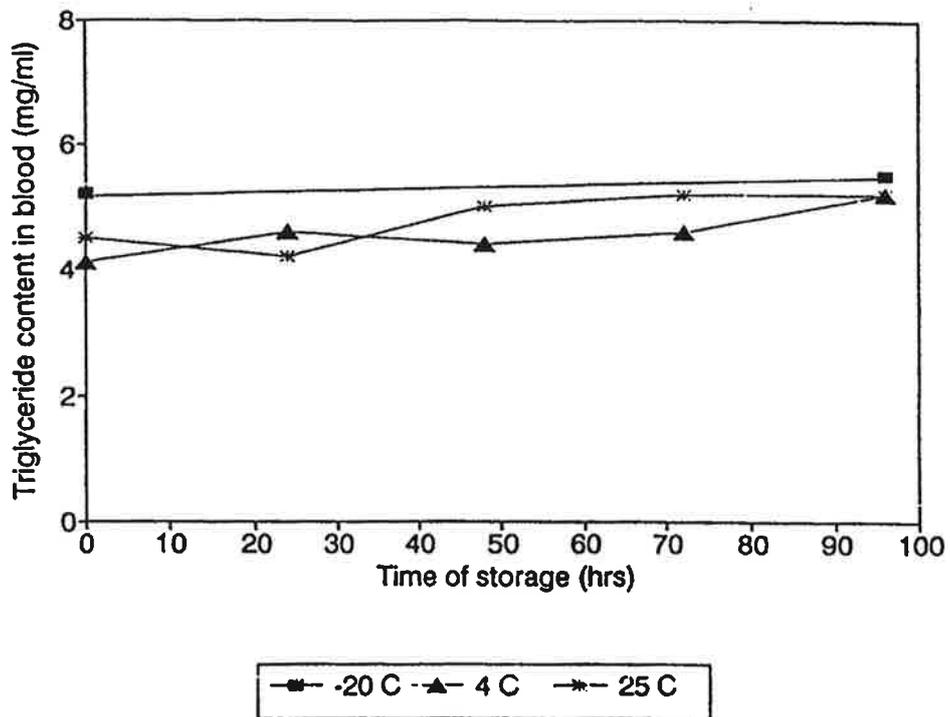


그림 1-3. -20°C, 4°C 그리고 25°C에서 저장 후 저장 시간에 따른 혈액의 triglyceride 함량 변화(n=6).

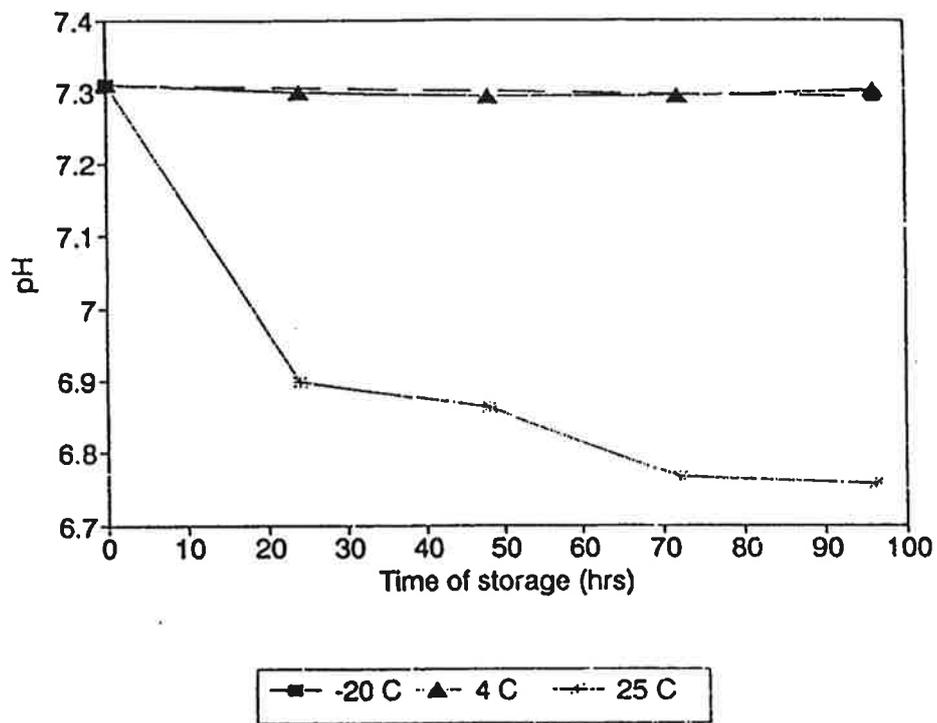


그림 1-4. -20°C, 4°C 그리고 25°C에서 저장 후 저장 시간에 따른 혈액의 pH 변화(n=6).

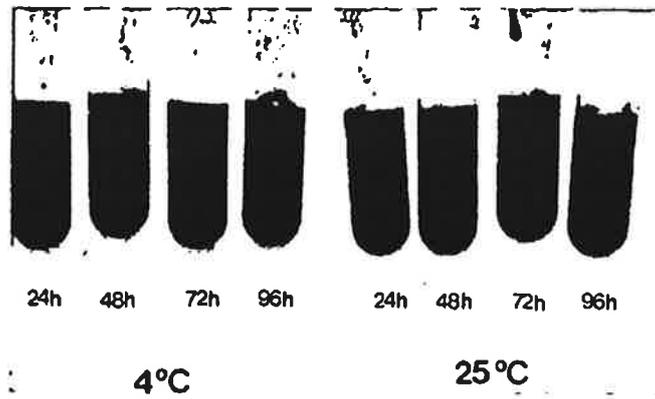


그림 1-5. 4°C와 25°C에서 저장 후 저장 시간에 따른 혈액의 색깔 비교

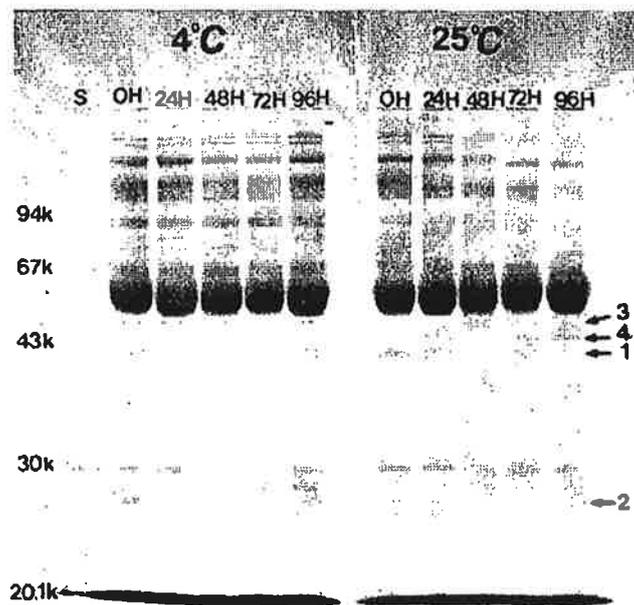


그림 1-6. 4°C와 25°C에서 저장 후 전기영동에 의한 혈액 단백질의 분석.

시의 비용을 감안할 경우 96 시간 이내에 혈액을 처리하고 냉장 저장 시설을 깨끗이 유지할 수 있다면 냉장 저장 방법이 냉동 저장보다 경제적인 면에서 좋다고 판단된다. 그러나 24시간 이상의 실온 저장은 단백질의 변성과 미생물의 증폭으로 혈액을 단백질 사료로 재활용하는데는 부적절하다고 판단되지만, 24시간 이내에 혈액을 가공할 수 있다면 경제적인 면에서 냉장 저장보다 좋다고 판단된다.

4. 혈액의 적정 건조 방법

열 처리는 유기 물질을 파괴시킨다. 따라서, 열풍 건조에 있어서 적정 건조 온도를 조사하기 위하여 각 건조 온도에 대한 소요 시간, 단백질 회수율, 중성지방의 회수율 그리고 전기 영동에 의한 단백질의 변화를 측정하였다. 그림 1-7에 나타난 바와 같이 건조 온도가 낮으면 낮을수록 건조 소요 시간이 길어진다. 190°C, 150°C, 120°C 그리고 80°C에서 3ml의 혈액을 완전 건조시킬 때 소요 시간은 각각 5 분, 7 분, 15 분 그리고 30 분인 것으로 나타났다. 그림 1-8은 190°C, 150°C, 120°C 그리고 80°C에서 3ml의 혈액을 완전 건조시킨 후 단백질과 triglyceride의 회수율을 나타낸 것이다. 단백질의 경우, 190°C, 150°C, 120°C 그리고 80°C에서 3ml의 혈액을 각각 5 분, 7 분, 15 분 그리고 30 분 건조시켰을 때 회수율은 각각 열 처리를 하지 않은 혈액의 14.5%, 63%, 83% 그리고 83%이었다. Triglyceride의 경우 190°C, 150°C, 120°C 그리고 80°C에서 3ml의 혈액을 각각 5 분, 7 분, 15 분 그리고 30 분 건조시켰을 때 회수율은 각각 열 처리를 하지 않은 혈액의 43.3%, 72%, 83% 그리고 86%이었다. 이와 같이

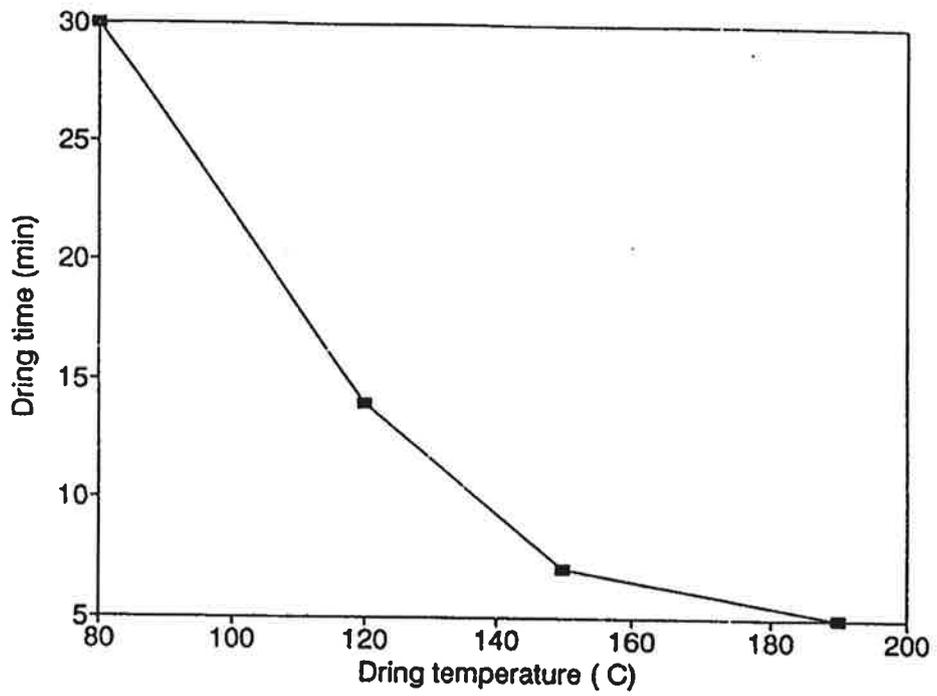


그림 1-7. 건조 온도와 건조 시간의 관계(n=4).

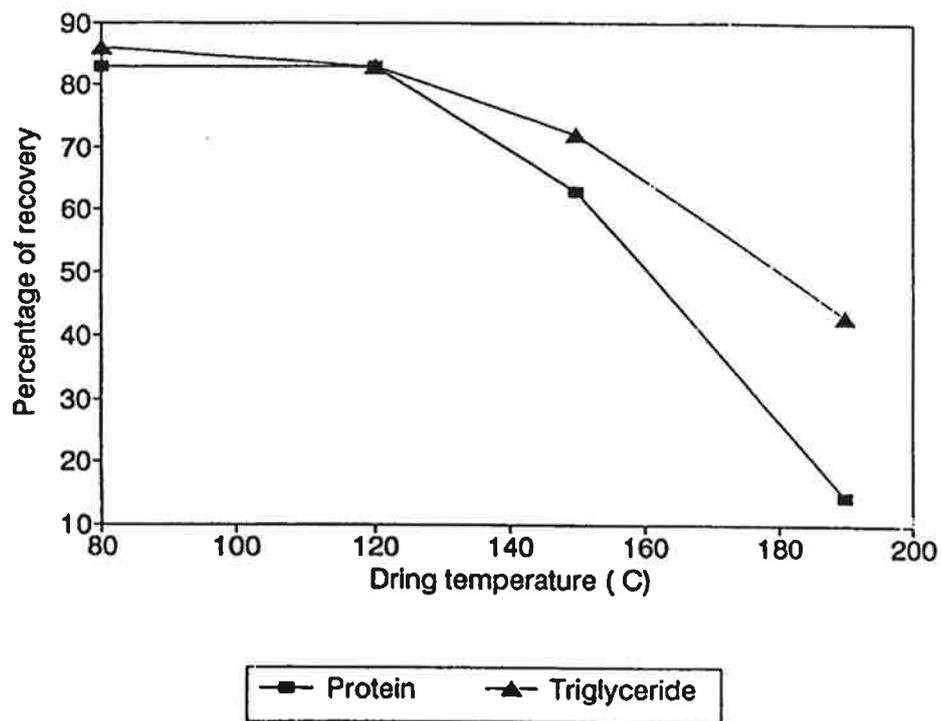


그림 1-8. 190°C, 150°C, 120°C 그리고 80°C에서 건조 후 혈액 단백질과 triglyceride의 회수율(n=4).

건조 온도가 높으면 높을수록 단백질과 Triglyceride의 회수율은 저하되었다. 그림 1-9는 190°C, 150°C, 120°C 그리고 80°C에서 3ml의 혈액을 각각 5 분, 7 분, 15 분 그리고 30 분 건조시킨 후 다시 물에 용해시켜 혈액 단백질을 전기 영동에 의하여 분석한 결과이다. 이 결과에서 열 처리가 어떤 특정 단백질만 파괴하는 것이 아니라 일괄적으로 모든 단백질을 파괴한다는 것을 보여준다. 그림 1-10은 190°C에서 3ml의 혈액을 각각 5 분, 10 분, 15 분 건조시켰을 때 단백질과 triglyceride의 회수율을 나타낸 것이다. 단백질의 경우 5 분 건조시 열 처리하지 않은 혈액에 대하여 14.5%, 10 분 건조시에는 10.4% 그리고 15분 건조시에는 2.4%의 단백질이 회수되었다. Triglyceride의 경우, 5 분 건조시 열 처리하지 않은 혈액에 대하여 43.3%, 10 분 건조시에는 34.5% 그리고 15분 건조시에는 22.5%의 triglyceride가 회수되었다. 그림 1-11은 150°C에서 3ml의 혈액을 각각 7 분, 14 분, 21 분 건조시켰을 때 단백질과 triglyceride의 회수율을 나타낸 것이다. 단백질의 경우 7 분 건조시 열 처리하지 않은 혈액에 대하여 63%, 14 분 건조시에는 50% 그리고 21 분 건조시에는 47%의 단백질이 회수되었고, triglyceride의 경우 7 분 건조시 72%, 14 분 건조시에는 68% 그리고 21 분 건조시에는 54%의 triglyceride가 회수되었다. 그림 1-12는 120°C에서 3ml의 혈액을 각각 15 분, 30 분, 45 분 건조시켰을 때 단백질과 triglyceride의 회수율을 나타낸 것이다. 단백질의 경우 15 분 건조시 열 처리하지 않은 혈액에 대하여 83%, 30 분 건조시에는 73% 그리고 45분 건조시에는 71%의 단백질이 회수되었으며, triglyceride의 경우 15 분 건조시 83%, 30 분 건조시에는 78% 그리고 45분 건조시에는 72%의 triglyceride가 회수되었다. 80°C에서 3ml의 혈액을 각각 30 분, 60 분,

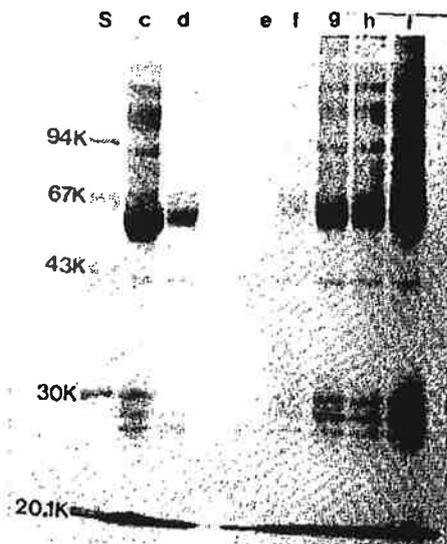


그림 1-9. 190°C, 150°C, 120°C, 100°C 그리고 80°C에서 건조 후 혈액 단백질의 전기 영동에 의한 분석. S: standard, c: 혈액, d: 80°C에서 열처리 후 원심분리, e: 190°C에서 5분 건조, f: 150°C에서 7분 건조, g:120°C에서 15분 건조, h: 100°C에서 20분 건조, i: 80°C에서 30분 건조.

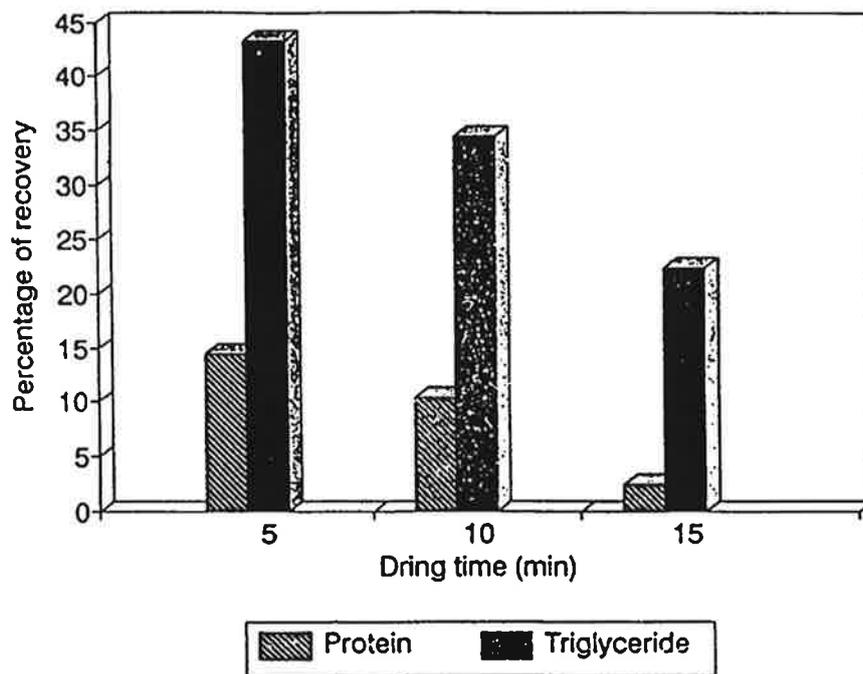


그림 1-10. 190°C에서 건조 후 단백질과 triglyceride의 회수율(n=4).

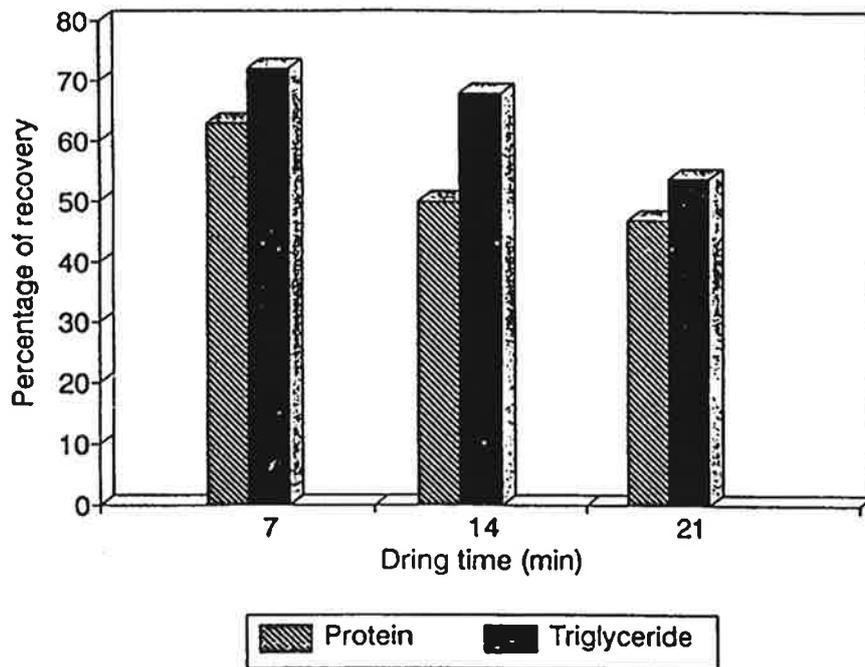


그림 1-11. 150°C에서 건조 후 단백질과 triglyceride의 회수율(n=4)

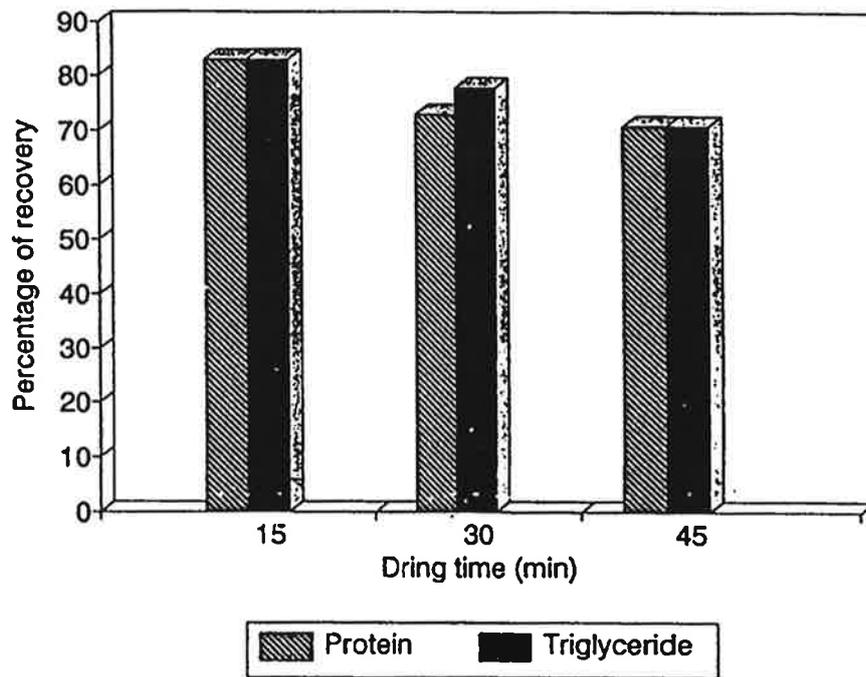


그림 1-12. 120°C에서 건조 후 단백질과 triglyceride의 회수율(n=4)

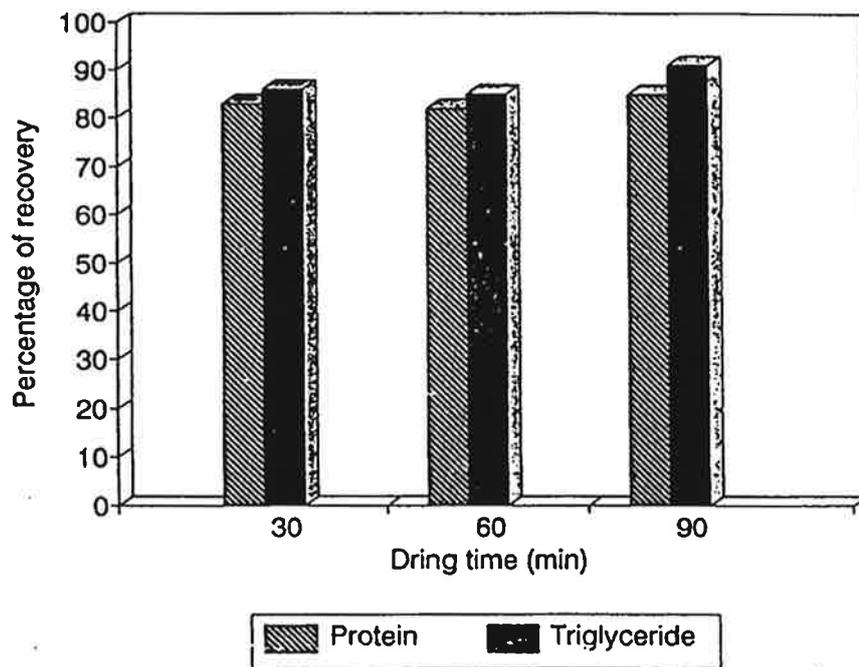


그림 1-13. 80°C에서 건조 후 단백질과 triglyceride의 회수율(n=4)

90 분 건조시켰을 때 단백질과 triglyceride의 회수율을 그림 1-13에 나타내었다. 단백질의 경우 30 분 건조시 열 처리하지 않은 혈액에 대하여 83%, 30 분 건조시에는 82% 그리고 90 분 건조시에는 85%의 단백질이 회수되었고, triglyceride의 경우 30 분 건조시 86%, 60 분 건조시에는 85% 그리고 90 분 건조시에는 91%의 triglyceride가 회수되었다.

본 연구 결과는 열풍 건조시 건조 온도가 높으면 높을수록 건조 시간은 단축되지만 단백질과 triglyceride와 같은 유기물의 파괴량이 많아진다는 것과 80°C에서의 건조를 제외하고 120°C 이상의 온도에서는 같은 온도라 할지라도 건조 시간이 길면 길수록 단백질과 triglyceride의 파괴가 증가한다는 것을 보여 준다. 그러므로 본 연구 결과에 의하면 열풍 건조의 경우 80°C에서 건조시키는 것이 가장 바람직하다는 것을 보여 준다.

5. 열풍 건조와 분사 건조에 의하여 생산된 혈분의 단백질 함량 비교

본 시험은 Lowry 방법을 이용하여 열풍 건조에 의하여 80°C에서 건조된 혈분과 분사 건조에 의하여 196°C에서 건조된 혈분을 이용하여 실시하였으며 그 결과는 표 1-4에 나타내었다. 표 1-4에 나타난 것과 같이 단백질 함량에 있어서 열풍 건조나 분사 건조의 경우 별다른 차이가 없었다. 그리고 혈액의 건물량을 19.5%로 계산할 경우 본 시험에서 사용된 혈액의 단백질 함량을 고형물 수준에서 재 환산하면 81%이므로 열풍 건조나 분사 건조시 단백질의 회수율은 약 91%인 것으로 나타났다. 따라서 80°C에서의 열풍 건조는 단백질 회수율에 있어서는 분사 건조에 비하여 손색이 없음을 보여준다.

표 1-4. 열풍 건조와 분사 건조에 의하여 생산된 혈분의 단백질 함량 비교(n=10)

Porcine Blood (mg/ml)	FDBM ¹ (mg/g)	SDBM ² (mg/g)
157 ± 18	733 ± 83	739 ± 84

¹FDBM : 80°C에서 열풍 건조.

²SDBM : 196°C에서 열풍 건조.

6. 80°C에서 열풍 건조와 196°C에서 분사 건조에 의하여 생산된 혈분의 단백질 형상 비교

그림 1-14는 열풍 건조와 분사 건조로 건조된 혈분의 단백질 형상을 SDS-polyacrylamide gel electrophoresis에 의하여 비교한 것이다. 그림 1-14에 나타난 바와 같이 분사 건조 혈분은 고 분자량의 단백질이 열풍 건조 혈분에 비하여 더욱 많이 파괴된다는 것을 알수 있었다 (화살표 1, 2, 그리고 3). 분사 건조의 경우 28K의 단백질(화살표 4)이 열풍 건조의 경우보다 많은 이유는 고분자의 단백질이 분사 건조시 분해되어 여기에 축적되었기 때문이 아닌가 추측된다. 따라서 본 자료는 단백질의 형상에 있어서 80°C에서 열풍 건조가 196°C에서 분사 건조에 비하여 단백질의 파괴가 훨씬 적다는 것을 입증한다.

7. 80°C에서 열풍 건조와 196°C에서 분사 건조에 의하여 생산된 혈분의 중성지방 함량 비교

표 1-5는 80°C에서 열풍 건조와 196°C에서 분사 건조에 의하여 생산된 혈분의 중성지방 함량의 비교를 나타낸 것이다. 표 1-5에 나타난 것과 같이 중성지방 함량에 있어서 열풍 건조시의 혈분이 분사 건조시 혈분에 비하여 10.5% 유의적으로 높았다($P < .05$). 그리고 혈액의 건물량을 19.5%로 추정하여 본 시험에서 사용된 혈액의 중성지방의 함량을 고형물 수준에서 재 환산할 경우 11.5%이며, 열풍 건조에 의한 혈분의 중성지방의 회수율은 91.3%이고, 분사 건조시 중성지방의 회수율은 82.6%인 것으로 나타났다. 이러한 data는 중성 지방의 회수율에 있어서 80°C에서의

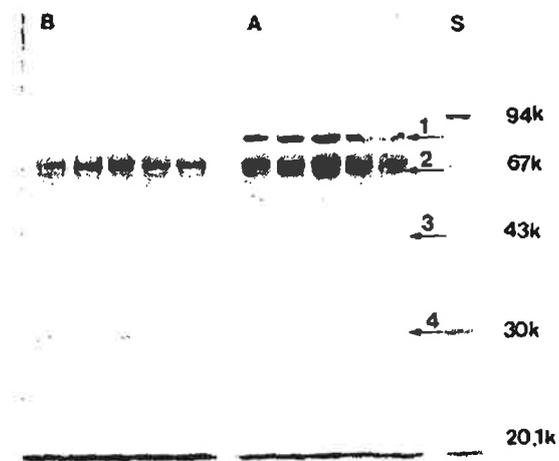


그림 1-14. 전기 영동에 의한 열풍 건조와 분사 건조에 의하여 생산된 혈분의 단백질 분석. S: standard, A: 80°C에서 열풍 건조, B: 196°C에서 열풍 건조.

표 1-5. 열풍 건조와 분사 건조에 의하여 생산된 혈분의 중성 지방 함량 비교(n=10)

Porcine Blood(mg/ml)	FDBM ¹ (mg/g)	SDBM ² (mg/g)
2.2 ± 0.16	10.5 ± 0.27 ^a	9.5 ± 0.2 ^b

¹FDBM : 80°C에서 열풍 건조.

²SDBM : 196°C에서 열풍 건조.

^{ab}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05)

열풍 건조가 196°C에서의 분사 건조에 비하여 훨씬 좋다는 것을 의미한다.

8. 80°C에서 열풍 건조 및 여러 온도에서 분사 건조된 혈분의 단백질 함량 비교

현재 시판되고 있는 혈분 사료는 대부분 분사 건조에 의하여 제조된 것이다. 따라서 본 연구는 분사 건조의 최적 조건을 모색하여 이에 의하여 제조된 혈분과 80°C에서 열풍 건조된 혈분의 단백질 함량을 비교하기 위하여 시험을 실시하였으며 그 결과를 표 1-6에 나타내었다. 본 시험에 적용된 분사 건조조건은 atomizer형 분사 건조기를 이용하여 20,000 rpm에서 시간당 혈액 1.2L를 건조하였다. 80°C에서 열풍 건조된 혈분은 단백질 함량에 있어서 160°C와 190°C에서 분사 건조된 혈분과 차이가 없었으나, 80°C와 120°C에서 분사 건조된 혈분에 비하여 17% 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 80°C와 120°C에서 분사 건조된 혈분이 80°C에서 열풍 건조된 혈분이나 160°C와 190°C에서 분사 건조된 혈분보다 단백질 함량이 낮은 이유는 건조시 단백질의 파괴 때문이 아니라 수분 함량이 다른 조건 하에서 건조된 혈분에 비하여 높기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 80°C나 120°C에서 분사 건조하여 혈분을 제조하고자 할 때에는 atomizer의 회전 속도를 높이고 혈액 분사량을 낮게 책정하여야 할 것이다. Hansen등(1993)과 Kats등(1992)은 혈분의 조단백질 함량을 약 90% 정도로 본 연구의 단백질 함량보다 높게 나타내었다. 이러한 결과와 본 연구의 단백질 함량에 있어서의 차이는 단백질 측정 방법의 차이 때문에 나타날 것이다.

표 1-6. 80°C에서 열풍 건조된 혈분과 각각의 온도에서 분사 건조된 혈분의 단백질 수거량의 비교 (n=4)

혈액 (mg/ml)	혈분 I ¹ (mg/g)	혈분 II ² (mg/g)	혈분 III ³ (mg/g)	혈분 IV ⁴ (mg/g)	혈분 V ⁵ (mg/g)
149±7	653±10 ^a	562±13 ^b	559±10 ^b	653±21 ^a	661±29 ^a

¹혈분 I: 80°C에서 열풍 건조된 혈분

²혈분 II: 80°C에서 분사 건조된 혈분

³혈분 III: 120°C에서 분사 건조된 혈분

⁴혈분 IV: 160°C에서 분사 건조된 혈분

⁵혈분 V: 190°C에서 분사 건조된 혈분

^{ab}같은 줄의 다른 위첨자는 유의성을 나타냄 (P<0.05)

본 연구에서 이용한 Lowry 방법에 의한 단백질 측정시 유리 아미노산이나 비 단백질 질소 화합물 등을 제외한 순수 단백질만을 측정하기 때문에 단백질 함량이 질소 정량법에 비하여 낮게 나타날 것이다.

9. 80°C에서 열풍 건조 및 여러 온도에서 분사 건조된 혈분의 단백질 형상 비교

건조 혈분의 단백질 형상을 비교하기 위하여 전기 영동을 실시하였으며 그 결과를 그림 1-15에 나타내었다. 본 연구 조건하에서 분사 건조시 단백질 band의 수는 같았지만 각 단백질 band의 양은 160°C에서 분사 건조된 혈분이 가장 높았다. 80°C에서 열풍 건조된 혈분 및 160°C에서 분사 건조된 혈분의 단백질 band를 비교한 결과 band 1의 양은 160°C에서 분사 건조된 혈분이 80°C에서 열풍 건조된 혈분보다 높게 나타났으나 band 2와 4는 80°C에서 열풍 건조된 혈분이 160°C에서 분사 건조된 혈분보다 높게 나타났으며 band 3은 혈액과 80°C에서 열풍 건조된 혈분에서는 나타났으나 160°C에서 분사 건조된 혈분에는 나타나지 않았다. 따라서 이러한 결과는 표 1-6의 단백질 함량에 대한 결과와 더불어 혈분 건조시 80°C에서 열풍 건조가 분사 건조에 비하여 단백질의 함량과 질에 있어서 손색이 없음을 보여준다. 또한 경제적으로 열풍 건조 방법이 분사 건조 방법에 비하여 설비 및 비용이 저렴하기 때문에 우리 나라와 같이 영세한 도축장에서 직접 매일 생산되는 소량의 혈액(약 400kg/일)을 건조시킨다면 80°C에서 열풍 건조방법이 분사 건조에 비하여 우수하다는 것을 의미한다.

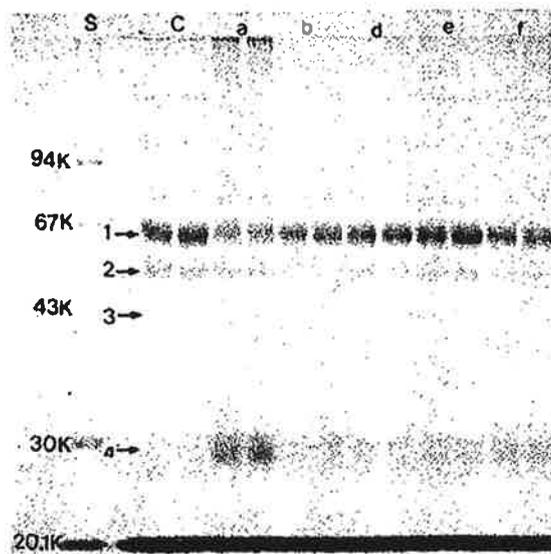


그림 1-15. 전기영동에 의한 80°C에서 열풍 건조된 혈분과 각각의 온도에서 분사 건조된 혈분의 단백질 분석. S: standard, C: 혈액, a: 80°C 열풍 건조, b: 80°C 분사 건조, d: 120°C 분사 건조, e: 160°C 분사 건조, f: 190°C 분사 건조.

표 1-7. 80°C에서 열풍 건조와 진공 건조된 혈분과 시판 혈분의 단백질 함량(n=6)

혈분 I ¹ (mg/g)	혈분 II ² (mg/g)	혈분 III ³ (mg/g)
130±2 ^a	140±7 ^b	127±3 ^a

¹혈분 I: 80°C에서 열풍 건조된 혈분

²혈분 II: 80°C에서 진공 건조된 혈분

³혈분 III: 시판 혈분

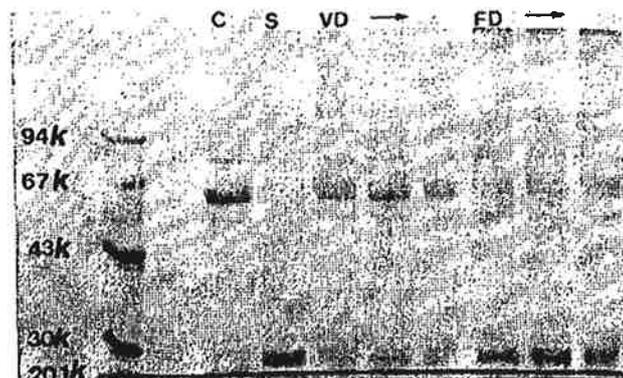


그림 1-16. 80°C에서 진공 건조 및 열풍 건조된 혈분과 시판 혈분의 전기 영동에 의한 단백질 분석. C; 혈액, S: 시판혈분, VD: 80°C 진공 건조, FD: 80°C 열풍 건조.

제 4 절: 적요

도축 후 생산되는 돼지 혈액을 혈분 사료로서 재활용하기 위한 적정 수거, 저장 및 건조 조건들을 조사하였다. 돼지 혈액의 건물량은 혈액 1ml당 195mg이었고, 단백질 함량은 1ml당 150mg이었으며(건물량의 77%), triglyceride의 함량은 혈액 1ml당 5.5mg이었고, DNA 함량은 혈액 1ml당 11.4 μ g이었다. 돼지 혈액의 Lysine 함량이 어분에 비하여 적지 않았으며, phenylalanine, histidine, arginine, aspartic acid, threonine, leucine 및 glycine의 농도가 매우 높았다. 진공 채혈이나 통상적으로 도축장에서 사용하고 있는 방혈 방법에 의한 혈액 채취시 혈액의 pH, 단백질 함량, triglyceride의 함량 및 DNA 함량 등이 차이가 없었다. 냉동 저장(-20°C)과 냉장 저장(-4°C)의 경우 96시간까지 혈액 단백질의 변성이나 미생물의 번식과 오염의 징후를 볼 수 없었지만, 실온 저장(25°C)의 경우 저장 기간이 길어질수록 혈액의 pH가 현저하게 떨어지며 48시간 이후에는 미생물의 오염과 번식의 징후를 보여 주었다. 열풍 건조의 경우 단백질의 형상 및 단백질과 triglyceride의 회수율에 있어서 80°C에서의 건조가 가장 우수한 것으로 나타났으며, 분사 건조의 경우, 160°C가 가장 우수한 것으로 나타났다. 80°C에서 열풍 건조와 160°C에서의 분사 건조의 경우 단백질의 함량 및 형상에 있어서 차이가 없었다. 80°C에서 진공 건조 및 열풍 건조된 혈분과 시판 혈분의 단백질 함량 및 형상을 비교한 결과 80°C에서 진공 건조된 혈분이 가장 우수하였다.

제 3 장: 혈분이 육계와 돼지의 생산성에 미치는 영향

제 1 절: 서론

제 2 절: 재료 및 방법

제 3 절: 결과 및 고찰

제 4 절: 적요

여 백

제 3 장: 혈분이 육계와 돼지의 생산성에 미치는 영향

제1절: 서론

도축 후 생산되는 돼지 혈액은 단백질을 비롯한 많은 유기물을 함유하고 있어 이를 육계나 비육돈의 사료로서 이용하고자 많은 연구가 진행되어 왔다. (Titus 등, 1936; Squibb와 Braham, 1955; Kratzer와 Green, 1956; Miller 등, 1976; Richard 등, 1977; Gatnau 등, 1990; Kats 등, 1992; Kats 등, 1994). 예를 들면, Titus 등(1936)은 혈분을 가금 사료로서 이용할 경우 혈분내 단백질 이용율은 그리 높지 않다고 보고하였으나, Squibb와 Braham(1955)은 가금 사료에 혈분을 2~4% 첨가했을 때 혈분이 사료로서 가치가 있음을 시사하였다. 그리고 Kratzer와 Green(1956)은 vat-dried blood meal 과 spray-dried soluble blood meal 을 가금 사료에 첨가하여 급여한 후 사료 가치를 분석하여 제조 방법에 따라 혈분의 사료적 가치가 다르다는 것을 시사하였다. 또한, Miller 등 (1976)과 Kats 등(1994)은 돼지 혈분은 이유 자돈의 성장율과 사료 이용율을 증진시킨다고 보고하였으며, Parsons 등(1985)은 돼지 혈분은 옥수수과 대두박보다 돼지에 있어서 질소 보유율을 증진시킨다고 보고하였다. 이외에도, 도축장에서 전혈을 수거하여 항응고제를 첨가시키고 냉각 후 원심 분리하여 혈장을 분리한 다음 분사 건조시킨 혈장 건조 분말은 조기

이유 자돈에 있어서 아주 좋은 단백질 공급원으로 구명되었다(Gatnau 등, 1990; Kats 등, 1992).

이와 같이 도축 후 생산되는 돼지 혈액을 사료로서 재활용할 수 있음에도 불구하고 재활용되지 못하고 폐기되어 심각한 환경 오염원이 될 소지를 내포하고 있다. 따라서 본 연구는 제 1 장의 연구 결과를 토대로 80°C에서 혈분을 제조한 다음 사양 시험을 통하여 육계나 비육돈 사료의 단백질 원으로서 대체 가능성을 검토하기 위한 것이다.

제 2 절: 재료 및 방법

1. 혈분 사료의 제조

육계 사양 시험에 이용될 혈분 사료의 제조공정은 그림 2-1에 나타내었다.

2. 육계 사양 시험

1) 사양 시험 I.

(1) 시험 동물 및 시험 설계

본 시험에 공시된 동물은 주식회사 하림으로부터 구입한 Cobb종 수컷 broiler로 총 90수를 공시하였다. 1일령 병아리를 (주)하림으로부터 구입하여 체중을 균일하게 분포시켜 측정 후 3 처리구로 구분하고 처리당 3반복, 반복 당 10수씩 90수를 배치하였다.

(2) 시험 사료 및 사양 관리

본 시험 사료의 배합은 표 2-1에 나타난 바와 같다. 대조구(C)는 혈분이 첨가되지 않았으며, 처리구 1(T1)은 3%의 어분 대신 5%의 혈분을 대체시켰고, 처리구 2(T2)는 1.5%의 어분과 다른 단백질원의 일부를 5%의 혈분으로 대체하여 급여하였다. 21일령까지는 표 2-1에 나타난 전기 사료를 급여하였으며 22일령부터 35일령까지는 후기 사료를 사용하였다. 전기 사료는 대사 에너지가 3,200 cal/g 그리고 조단백질 함량은 23%로 배합되었으며 후기 사료는 대사 에너지가 3205 cal/g 그리고 조단백질 함량은

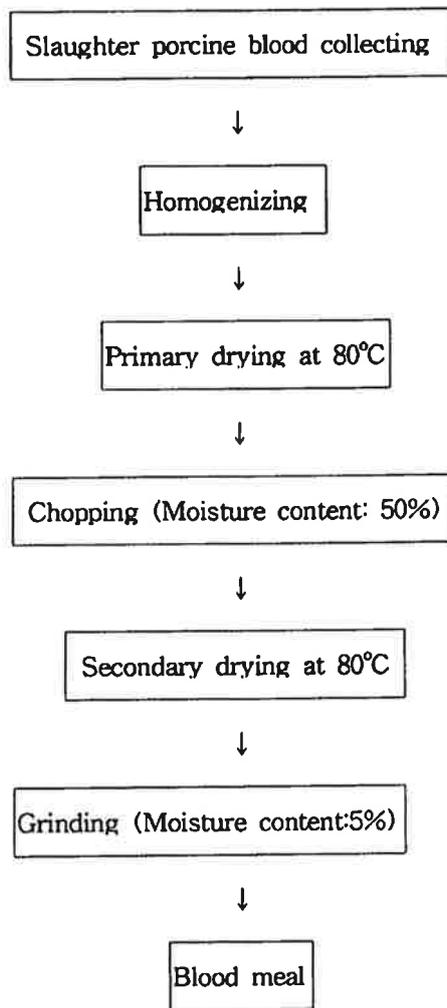


그림 2-1. 혈분 제조 공정

표 2-1. 1차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성

	Treatments(%)					
	Starter			Finisher		
	C	T1	T2	C	T1	T2
Corn	54.81	57.42	58.68	63.10	62.89	67.40
Soybean meal	38.67	33.26	30.98	30.39	25.64	22.81
Blood meal		5.00	5.00		5.00	5.00
Dical. Phos.	1.73	1.79	1.81	1.79	1.86	1.88
Fish meal	3.00		1.50	3.00		1.50
Limestone	0.69	1.09	0.89	0.71	1.10	0.90
Soybean oil	0.50	0.84	0.54		3.00	
Common salt	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
DL-Methionine	0.10	0.10	0.10			
Mineral Premix	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Vitamin Premix	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Chemical composition						
Crude protein (%)	23.00	23.00	23.00	20.00	20.00	20.00
Metb. energy(cal/g)	3200	3200	3200	3205	3205	3205
Met.+cysteine (%)	0.83	0.83	0.83	0.656	0.656	0.656
Choline (%)	1.27	1.27	1.27	1.10	1.10	1.10
Lysine (%)	1.56	1.56	1.56	1.35	1.35	1.35

20%로 처리구에 상관없이 배합되었다. 시험 사료와 물은 무제한 급여하였고 육추시 보온은 전기 가온으로 유지하였다.

(3) 체중 및 사료 요구율 측정

체중은 시험 개시시부터 종료시까지 매주 일정 시각에 측정하였고 사료 섭취량은 체중 측정 직전에 반복별로 사료 잔량을 측정하여 섭취량을 구하고 사료 요구율은 총 사료 섭취량을 총 증체량으로 나누어서 처리구별로 계산하였다.

3) 사양 시험 II.

(1) 시험 동물 및 시험 설계

본 시험에 공시된 시험 동물은 주식회사 하림으로부터 구입한 Cobb 종 수컷 broiler로 총 180수를 공시하였다. 갓 부화된 병아리를 구입하여 체중을 측정한 다음 병아리의 체중을 균일하게 분포시켜 4 개 처리구로 구분하고, 처리 당 3 반복, 반복 당 15수씩 180수를 배치하였다.

(2) 시험 사료 및 사양 관리

본 시험에서 이용된 영양소 함량은 NRC(1994) 사양 표준과 비슷하게 배합하였으며, 시험 사료의 배합 비율은 표 2-2에 나타내었다. 대조구(C)는 혈분이 첨가되지 않았으며, 처리구 1(T1), 처리구(T2) 그리고 처리구 3(T3)은 혈분을 각각 2%, 4% 그리고 6%의 첨가·급여하였다. 21일령까지는 전기 사료를 급여하였으며 22일령부터 35일령까지는 후기 사

표 2-2. 2차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성

Ingredients	Treatments(%)							
	Starter				Finisher			
	C	T1	T2	T3	C	T1	T2	T3
Corn	49.50	51.38	53.39	55.41	55.44	57.32	59.34	61.35
Soybean meal	41.19	37.24	33.26	29.28	35.63	31.68	27.7	23.72
Wheat bran	3.00	3.00	3.00	3.00	-	2.00	4.00	6.00
Soybean oil	1.99	2.02	1.94	1.86	3.00	3.00	3.00	3.00
Blood meal	-	2.00	4.00	6.00	1.57	1.62	1.66	1.71
Dical. Phos.	1.53	1.57	1.62	1.66	1.55	1.58	1.50	1.42
Limestone	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.05	1.05
Fish meal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Common Salt	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
DL-methionine	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Mineral Premix	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin Premix	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Chemical composition								
Metb. Energy(cal/g)	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Crude Protein	23.00	23.00	23.00	23.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Choline	1.500	1.409	1.319	1.228	1.385	1.294	1.204	1.113
Methionine	0.536	0.529	0.522	0.515	0.511	0.504	0.497	0.491
Met + Cys	0.903	0.889	0.875	0.866	0.849	0.835	0.821	0.807
Lysine	1.377	1.443	1.508	1.574	1.229	1.295	1.360	1.425

료를 사용하였다. 전 처리구의 전기 사료는 대사 에너지가 3,200 cal/g 그리고 조단백질 수준은 23%로 하였으며, 후기 사료는 대사 에너지가 3,200 cal/g 그리고 조단백질 수준은 20%로 하였다. 시험 사료와 물은 무제한 급여하였고 육추시 보온은 전기 가온으로 유지하였다.

(3) 체중 및 사료 요구율 측정

체중 및 사료 요구율의 측정은 사양 시험 I에서 설명한 바와 같다.

4) 사양 시험 III.

(1) 시험 동물 및 시험 설계

본 시험에 공시된 시험 동물은 주식회사 하림으로부터 구입한 Cobb 종 수컷 broiler로 총 120수를 공시하였다. 갓 부화된 병아리를 구입하여 체중을 측정한 다음 병아리의 체중을 균일하게 분포시켜 4 개 처리구로 구분하고, 처리 당 3 반복, 반복 당 10수씩 120수를 배치하였다.

(2) 시험 사료 및 사양 관리

시험 사료의 배합은 표 2-3에 나타낸 바와 같다. 시험 전 처리구에 어분을 첨가하지 않았으며, 혈분 첨가는 사양 시험 II에서 설명한 바와 같다. 본 연구에서 시험 사료는 NRC(1994) 사양 표준과 달리 우리나라 사료 산업에서 이용하는 수준과 비슷한 영양소 함량의 수준으로 제조하였다. 21일령까지는 전기 사료를 급여하였으며 22일령부터 42일령까지는 후기 사료를 사용하였다. 전기 사료는 대사 에너지가 3,150 cal/g 그리고

표 2-3. 3차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성

	Treatments(%)							
	Starter				Finisher			
	C	T1	T2	T3	C	T1	T2	T3
Ingredients								
Corn	50.12	52.04	53.96	55.88	56.15	58.08	59.99	61.27
Soybean meal	36.37	32.41	28.45	24.48	30.34	26.37	22.42	19.10
Wheat bran	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Blood meal	-	2.00	4.00	6.00	-	2.00	4.00	6.00
Dical. Phos.	1.58	1.62	1.6	1.71	1.67	1.71	1.75	1.75
Limestone	1.18	1.18	1.18	1.18	1.17	1.17	1.17	1.19
Common Salt	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
DL-methionine	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral Premix	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin Premix	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.07	0.08	0.09
Chemical composition								
Metb. Energy(kcal/g)	3.137	3.141	3.146	3.150	3.169	3.177	3.177	3.175
Crude Protein	21.00	21.00	21.00	21.00	19.00	19.00	19.00	19.00
Choline	1.414	1.323	1.232	1.141	1.224	1.042	1.042	1.028
Methionine	0.505	0.498	0.491	0.484	0.400	0.400	0.400	0.400
Met + Cys	0.861	0.847	0.832	0.818	0.720	0.705	0.705	0.705
Lysine	1.223	1.289	1.354	1.419	1.063	1.193	1.193	1.275

조단백질 수준은 21%로 하였으며 후기 사료는 대사 에너지가 3,170 cal/g 그리고 조단백질 함량은 19%로 처리구에 상관없이 배합되었다. 시험 사료와 물은 무제한 급여하였고 육추시 보온은 전기 가온으로 유지하였다.

(3) 체중 및 사료 요구율 측정

체중 및 사료 요구율의 측정은 사양 시험 II에서 설명한 바와 같다.

5) 사양 시험 IV.

(1) 시험 동물 및 시험 설계

본 시험에 공시된 시험 동물은 주식회사 하림으로부터 구입한 Cobb 중 수컷 broiler로 총 120수를 공시하였다. 갓 부화된 병아리를 구입하여 체중을 측정한 다음 병아리의 체중을 균일하게 분포시켜 4 개 처리구로 구분하고, 처리 당 3 반복, 반복 당 10수씩 120수를 배치하였다.

(2) 시험 사료 및 사양 관리

시험 사료의 배합은 표 2-4에 나타낸 바와 같고, 혈분 첨가는 사양 시험 III에서 설명한 바와 같다. 21일령까지는 전기 사료를 급여하였으며 22일령부터 42일령까지는 후기 사료를 사용하였다. 전기 사료에는 어분을 첨가하지 않았고 대사 에너지가 3,150 cal/g 그리고 조단백질 수준은 21%로 하였으며 후기 사료는 대사 에너지가 3,200 cal/g 그리고 조단백질 함량은 19%로 처리구에 상관없이 배합되었다. 시험 사료와 물은 무제한 급여하였고 육추시 보온은 전기 가온으로 유지하였다.

표 2-4. 4차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성

Ingredients	Treatments(%)							
	Starter				Finisher			
	C	T1	T2	T3	C	T1	T2	T3
Corn	0.501	0.527	0.546	0.565	0.597	0.609	0.626	0.640
Soybean meal	0.357	0.317	0.278	0.238	0.278	0.240	0.200	0.162
Wheat	0.100	0.100	0.100	0.100	0.050	0.050	0.050	0.006
Fish meal					0.030	0.003	0.040	0.050
Blood meal	-	0.020	0.004	0.060	-	0.020	0.030	0.030
Dical. Phos.	0.016	0.017	0.017	0.018	0.018	0.018	0.019	0.019
Soybean oil					0.012	0.014	0.014	0.016
Limestone	0.012	0.012	0.011	0.012	0.007	0.007	0.007	0.007
Choline chloride					0.004	0.004	0.006	0.009
Common salt	0.004	0.004	0.004	0.004	-	0.004	0.004	0.004
DL-methionine	0.002	0.002	0.002	0.002	0.0002	0.0003	0.0004	0.0004
Mineral Premix	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
Vitamin Premix	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
Chemical composition								
Metb. Energy(kcal/g)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.200	3.200	3.200	3.200
Crude Protein	21.00	21.00	21.00	21.00	19.00	19.00	19.00	19.00
Choline	1.399	1.308	1.217	1.126	1.294	1.295	1.248	1.231
Methionine	0.507	0.504	0.502	0.505	0.384	0.386	0.389	0.381
Met + Cys	0.855	0.849	0.836	0.832	0.698	0.693	0.688	0.673
Lysine	1.207	1.270	1.337	1.402	1.138	1.205	1.270	1.338

(3) 체중 및 사료 요구율 측정

체중 및 사료 요구율의 측정은 사양 시험 III에서 설명한 바와 같다.

6) 사양 시험 V.

(1) 시험 동물 및 시험 설계

본 시험에 공시된 시험 동물은 주식회사 하림으로부터 구입한 Cobb 종 수컷 broiler로 총 120수를 공시하였다. 갓 부화된 병아리를 구입하여 체중을 측정한 다음 병아리의 체중을 균일하게 분포시켜 3 개 처리구로 구분하고, 처리 당 4 반복, 반복 당 10수씩 120수를 배치하였다.

(2) 시험 사료 및 사양 관리

시험 사료의 배합은 표 2-5에 나타낸 바와 같고, 전기 사료에는 모든 처리구에 혈분을 첨가하지 않았고 대사 에너지는 3,140 cal/g이고 조단백질 함량은 21%였다. 후기 사료는 대조구에는 혈분을 첨가하지 않았고, 처리구 1(T1)은 진공 건조 혈분을, 처리구 2(T2)는 시판 혈분을 각각 4%씩 첨가 배합하였으며, 대사 에너지는 3,200 cal/g, 조단백질 함량은 19%로 배합하였다. 21일령까지는 전기 사료를 급여하였으며 22일령부터 35일령까지는 후기 사료를 사용하였다. 시험 사료와 물은 무제한 급여하였고 육추시 보온은 전기 가온으로 유지하였다.

표 2-5. 5차 육계 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성

Ingredient;	Starter	Finisher		
		C	T1	T2
Corn	50.12	56.15	60.00	60.00
Soybean meal	36.37	30.34	22.42	22.42
Wheat	10.00	10.00	10.00	10.00
Blood meal	-	-	4.00	4.00
Dical. Phos.	1.58	1.67	1.75	1.75
Limestone	1.18	1.17	1.17	1.17
Common Salt	0.40	0.40	0.40	0.40
DL-methionine	0.15	0.10	0.10	0.10
Mineral Premix	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin Premix	0.10	0.07	0.08	0.08
Chemical composition;				
ME(kcal/kg)	3.140	3.200	3.200	3.200
Crude protein	21.00	19.00	19.00	19.00
Choline	1.414	1.224	1.042	1.042
Methionine	0.505	0.400	0.400	0.400
Lysine	1.223	1.063	1.193	1.193
Met+Cys	0.861	0.720	0.705	0.705

T1; 진공혈분

T2; 시판혈분

(3) 체중 및 각 장기의 중량 측정

35일령에 체중을 측정한 다음, decapitation에 의하여 시험 동물을 희생시켜 방혈시킨 다음 간, 심장, 신장 및 복강 지방의 중량을 측정하였다.

3. 돼지 사양 시험

1) 사양 시험 I.

(1) 시험 동물 및 시험 설계

비육돈의 사양 시험은 김제군 봉남면에 위치한 으뜸농장에서 실시하였다. 비육 전기의 비육돈 21마리와 비육 후기의 비육돈 15마리를 공시하여 체중을 균일하게 분포시켜 측정한 다음 3군으로 배치하였다. 비육 전기의 평균 체중은 $27.1 \pm 0.95\text{kg}$ 이었으며 비육 후기의 평균 체중은 $60.2 \pm 1.37\text{kg}$ 이었다.

(2) 시험 사료 및 사양 관리

본 시험 사료의 배합은 표 2-6에 나타낸 바와 같다. 대조구(C)는 혈분이 첨가되지 않았으며, 처리구 1(T1)과 처리구 2(T2)는 단백질 함량에 맞추어 대두박의 일부를 각각 혈분 2%와 4%로 대체하여 급여하였다. 전기 사료는 대사 에너지가 3,260 cal/g 그리고 조단백질 함량은 15%로 배합이 되었으며 후기 사료는 대사 에너지가 3280 cal/g 그리고 조단백질 함량은 13%로 처리구에 상관없이 배합되었다. 시험 사료와 물은 무제한 급여하였다.

표 2-6. 1차 비육돈 사양 시험에 이용된 사료의 성분과 화학적 조성

Ingredients	Treatments(%)					
	Starter			Finisher		
	C	T1	T2	C	T1	T2
Corn	68.42	70.46	72.51	74.74	76.88	78.83
Soybean meal	17.16	13.12	9.07	11.36	7.45	3.27
blood meal		2.00	4.00		2.00	4.00
Wheat middlings	8.92	8.92	8.92	8.80	8.47	8.90
Fat	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
DCP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Limestone	1.00	1.00	1.00	0.70	0.70	0.70
Vit-min premix	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20
NaCl	0.20	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10
Chemical composition ¹						
Metab. Energy (kcal/g)	3.26	3.26	3.26	3.28	3.28	3.28
Protein	15.00	15.00	15.00	13.00	13.00	13.00
Lysine	0.74	0.80	0.86	0.58	0.65	0.71
Tryptophan	0.20	0.20	0.20	0.16	0.16	0.16
Threonine	0.64	0.65	0.66	0.55	0.56	0.57
Met + Cys	0.52	0.50	0.49	0.46	0.46	0.43
Calcium	0.67	0.66	0.65	0.55	0.54	0.53
Phosphorus	0.32	0.32	0.31	0.32	0.31	0.30

(3) 증체량 및 사료 요구율 측정

증체량은 시험 종료시의 체중을 측정하여 시험 개시시의 체중과의 차이를 계산하여 측정하였고, 사료 섭취량은 체중 측정 직전에 사료 잔량을 측정하여 섭취량을 구하고 사료 요구율은 총 사료 섭취량을 총 증체량으로 나누어서 처리구별로 계산하였다.

2) 사양 시험 II.

(1) 시험 동물 및 시험 설계

자돈과 육성 비육돈에 대한 사양 시험은 김제군 백구면에 위치한 춘강종축에서 실시하였다. 이유 자돈 21마리와 육성 비육돈 21마리를 공시하여 체중을 균일하게 분포시켜 측정한 다음 3군으로 배치하였다. 이유 자돈의 평균 체중은 $5.2 \pm 0.07\text{kg}$ 이었으며 육성 비육돈의 평균 체중은 $65.8 \pm 1.4\text{kg}$ 이었다.

(2) 시험 사료 및 사양 관리

본 시험 사료의 배합은 표 2-7에 나타낸 바와 같다. 이유 자돈의 경우, 대조구(C)는 혈분을 첨가하지 않았으며, 처리구 1(T1)과 처리구 2(T2)는 단백질 함량에 맞추어 replacer의 일부를 각각 진공 건조 혈분과 시판 혈분 2%로 대체하여 급여하였다. 육성 비육돈의 경우에도, 대조구(C)는 혈분을 첨가하지 않았으며, 처리구 1(T1)과 처리구 2(T2)는 단백질 함량에 맞추어 대두박의 일부를 각각 진공 건조 혈분과 시판 혈분 2%로

대체하여 급여하였다. 이유 자돈 사료는 대사 에너지가 3,200 cal/g 그리고 조단백질 함량은 19.5%로 배합이 되었으며 육성 비육돈 사료는 대사 에너지가 3,320 cal/g 그리고 조단백질 함량은 16%로 처리구에 상관없이 배합되었다. 시험 사료와 물은 무제한 급여하였으며 이유자돈의 보온은 전기 가온으로 유지하였다.

(3) 증체량 측정

이유 자돈과 육성 비육돈의 증체량의 측정은 사양 시험 I에 설명한 바와 같다.

4. 통계 분석

전 처리구간의 통계적인 차이는 SAS(1989) GLM을 이용하여 분산 분석을 한 후 Duncan's new multiple range test에 의하여 분석하였다.

표 2-7. 2차 이유 자돈 및 육성 비육돈 사양 시험에 이용된 사료의 성분
과 화학적 조성

	Starter			Finisher		
	C	T1	T2	C	T1	T2
Ingredient (%):						
Corn soy ext	65.8	60.2	60.2	-	-	-
Wheat flour	11.3	10.2	10.2	-	-	-
Wheat middlings				2.4	2.4	2.4
Soybean meal				21.2	17.1	17.1
replacer	15.0	10.0	10.0	-	-	-
Corn	-	10.0	10.0	71.9	74.0	74.0
Fat	5.3	4.9	4.9	2.0	2.0	2.0
Blood meal	-	2.0	2.0	-	2.0	2.0
Limestone	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0
NaCl	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2
Vit-Min Premix	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
DCP	0.1	0.3	0.3	1.0	1.0	1.0
Chemical composition						
ME(kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.320	3.320	3.320
Crude protein	19.50	19.50	19.50	16.00	16.00	16.00
Lysine	1.049	1.104	1.104	0.816	0.880	0.880
Tryptophan	0.466	0.461	0.461	0.216	0.216	0.216
Threonine	1.308	1.312	1.312	0.694	0.704	0.704
Met+Cys	0.604	0.590	0.590	0.548	0.533	0.533
Calcium	0.791	0.791	0.791	0.679	0.669	0.669
Phosphorus	0.429	0.427	0.427	0.322	0.315	0.315

T1: 진공 제조 혈분

T2: 시판 혈분

제 3 절 결과 및 고찰

1. 육계의 사양 시험

80°C에서 열풍 건조된 혈분의 첨가가 육계의 생산성에 미치는 효과와 혈분 첨가시의 적정량을 조사하기 위하여 5차에 걸쳐 사양 시험을 실시하였다.

1) 1차 사양 시험

표 2-8에 나타난 바와 같이 1.5%의 어분과 다른 단백질원의 일부를 5%의 혈분으로 대체한 처리구 2(T2)는 대조구에 비하여 체중에 있어서 시험 전기간 동안 차이가 없었으나 3%의 어분을 5%의 혈분으로 대체한 처리구 1(T1)은 21일령까지의 체중 증가가 대조구나 T2에 비하여 유의적으로 낮았다. 이러한 결과는 혈분을 육계에 있어서 단백질원으로 사용 가능성을 보여 주지만 혈분을 사용할 때에는 사료의 배합에 상당한 주의가 필요하다는 것을 내포하고 있다.

표 2-9는 혈분이 35일령까지 육계의 증체량, 사료 섭취량 그리고 사료 요구율에 미치는 효과를 나타낸 것이다. 전기 사료의 경우 대조구와 T2구는 증체량에 있어서 차이가 없었으나, 3%의 어분을 5%의 혈분으로 대체한 T1구는 대조구와 T2에 비하여 증체량이 유의적으로 저하하였다. 사료 섭취량과 사료 요구율은 전 처리구간 차이가 없었다. 후기 사료의 경우 전 처리구간 증체량에 있어서는 차이가 없었으나 사료 섭취량은 T2가 대조구나 T1에 비하여 의외적으로 높았으며, 사료 요구량은 T2가 T1

표 2-8. 혈분이 35일령까지 육계의 체중에 미치는 영향.

Age(day)	Treatments(g)		
	C	T1	T2
7	154 ± 3.0 ^a	141 ± 4.73 ^b	157 ± 3.9 ^a
14	334 ± 8.3 ^a	299 ± 14.5 ^b	345 ± 8.7 ^a
21	646 ± 14.3 ^a	590 ± 29.0 ^b	658 ± 13.0 ^a
28	1084 ± 22.7	1034 ± 31.0	1082 ± 22.2
35	1488 ± 24.9	1462 ± 41.5	1509 ± 23.6

^{ab}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05).

표· 2-9. 혈분이 35일령까지 육계의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율에 미치는 영향

Parameter	Treatments		
	C	T1	T2
1 - 21 days			
Weight gain(g)	602 ± 27 ^a	545 ± 35 ^b	614 ± 11 ^a
Feed intake(g)	1,130 ± 36	1,012 ± 53	1,157 ± 85
Feed conversion	1.88 ± 0.0233	1.86 ± 0.0493	1.89 ± 0.1735
22 - 35 days			
Weight gain(g)	842 ± 22	866 ± 52	853 ± 21
Feed intake(g)	1,902 ± 50	1,861 ± 52	2,058 ± 50
Feed conversion	2.26 ± 0.0577	2.16 ± 0.0845	2.41 ± 0.072

^{ab}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05).

에 비하여 유의적으로 높았다. 이러한 결과는 표 2-8의 결과와 더불어 혈분을 육계의 단백질 사료로서 이용할 수 있는 가능성을 보여주지만, 혈분의 이용도를 극대화시키기 위해서는 어떤 단백질원을 어느 정도 혈분으로서 대체할 것인가에 대한 연구가 필수적이라는 것을 보여준다.

2) 2차 사양 시험

2차 사양 시험은 영양소 함량을 NRC(1994) 사양 표준과 비슷하게 배합하여 실시하였으며 그 결과를 표 2-10와 표 2-11에 제시하였다. 표 2-10에 나타난 것과 같이 대두박의 일부를 혈분으로 대체한 결과 28일령까지는 체중에 있어서 차이가 없었으나 35일령에 대두박의 일부를 혈분 2%, 4% 그리고 6%로 대체한 것이 대조구에 비하여 각각 5.6%, 7.9% 그리고 4.0% 높았다($P < 0.05$). 이러한 결과는 혈분을 육계 사료의 단백질원으로서 사용 가능성을 보여 주며 전기 사료보다 후기 사료에 혈분을 첨가하는 것이 훨씬 효과적이라는 것을 나타낸다. 표 2-11에 나타난 바와 같이 증체량의 경우 대두박의 일부를 혈분 2%, 4% 그리고 6%로 대체한 것이 대조구와 21일령까지는 차이가 없었고, 22일령에서 35일령까지는 대두박의 일부를 혈분 2%, 4% 그리고 6%로 대체한 것이 대조구에 비하여 각각 11.7%, 18.2% 그리고 12.7% 높았으나 유의성은 없었다. 사료 섭취량의 경우 대두박의 일부를 혈분 2%, 4% 그리고 6%로 대체한 것이 대조구와 21일령까지는 차이가 없었고, 22일령에서 35일령까지는 대두박의 일부를 혈분 2%, 4% 그리고 6%로 대체한 것이 대조구에 비하여 각각 9.9%, 10.9% 그리고 10.2% 높았으나 유의성은 없었다. 사료 효율의 경우 대두

표 2-10. 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 체중에 미치는 영향.

Age(day)	Treatments(g)			
	C ¹	T1 ²	T2 ³	T3 ⁴
0	42±1 ^b	42±1	42±1	42±1
7	158±3	161±3	159±3	158±3
14	402±6	399±8	405±6	388±6
21	770±8	775±8	765±13	741±11
28	1198±13	1196±14	1222±15	1198±13
35	1489±23 ^a	1573±20 ^{bc}	1606±22 ^b	1548±18 ^c

¹C: 대조구

²T1: 2% 혈분 첨가구

³T2: 4% 혈분 첨가구

⁴T3: 6% 혈분 첨가구

⁵Data는 mean±S.E.M.을 나타냄

^{abc}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05).

표 2-11. 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율에 미치는 영향.

Parameter	Treatments			
	C	T1	T2	T3
1 - 21 days				
Weight gains(g)	728±12	733±8	721±19	697±18
Feed intake(g)	1064±10	1080±2	1075±7	1043±28
Feed conversion	1.46±0.01	1.47±0.02	1.49±0.03	1.50±0.01
22 - 35 days				
Weight gains(g)	719±76	803±40	850±76	810±38
Feed intake(g)	1518±19	1668±78	1684±108	1674±98
Feed conversion	2.15±0.18	2.08±0.02	1.99±0.05	2.06±0.03
1 - 35 days				
Feed intake (g)	2580±27	2748±75	2649±50	2669±54
Feed Conversion	1.793±0.043	1.788±0.004	1.689±0.063	1.804±0.038

박의 일부를 혈분 4%로 대체한 것이 대조구에 비하여 7.4% 개선되었지만 유의성은 없었다.

(3) 3차 사양 시험

3차 사양 시험은 NRC(1994) 사양 표준과는 달리, 우리 나라 사료 산업에서 이용하는 수준과 비슷한 영양소 함량으로 시험 사료를 배합하여 실시하였으며 그 결과를 표 2-12와 표 2-13에 제시하였다. 표 2-12에 나타난 바와 같이 체중에 있어서 28일령까지는 전 시험구간 차이가 없었으나 35일령 체중은 대두박의 일부를 6%의 혈분으로 대체한 것이 대조구에 비하여 4.9% 유의적으로 증가하였고($P<0.05$), 42일령 체중은 4%와 6% 혈분처리구가 대조구에 비하여 각각 4.9%와 5.3% 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 이러한 결과는 2차 사양 시험의 결과와 더불어 혈분을 육계의 단백질 사료원으로서 이용은 전기보다 후기가 효과적이라는 것을 입증한다. 표 2-13은 혈분이 육계의 사료 섭취량과 사료 요구율에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 사료 섭취량의 경우 전 시험구간 유의적인 차이가 없었으나 사료 요구율은 4%와 6% 혈분 처리구가 대조구에 비하여 각각 7.0%와 3.7% 유의적으로 개선되었다($P<0.05$). 이러한 결과는 사양 시험 II의 결과와 더불어 대두박의 일부를 혈분으로 대체하는 것이 육계의 생산성 증진에 효과적이라는 것을 시사한다.

표 2-12. 혈분 첨가가 42일 동안 육계의 체중에 미치는 영향.

Age(day)	Treatments(g)			
	C ¹	T1 ²	T2 ³	T3 ⁴
0	44±1 ^b	44±1	44±1	44±1
7	135±5	141±3	133±5	147±3
14	338±7	332±8	326±10	357±7
21	674±14	669±13	666±14	700±16
28	1101±22	1099±22	1121±21	1113±24
35	1609±34 ^a	1602±32 ^a	1657±27 ^{ab}	1688±30 ^b
42	1985±44 ^a	1967±33 ^a	2082±53 ^b	2091±45 ^b

¹C: 대조구

²T1: 2% 혈분 첨가구

³T2: 4% 혈분 첨가구

⁴T3: 6% 혈분 첨가구

⁵Data는 mean±S.E.M.을 나타냄

^{abc}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05).

표 2-13. 혈분 첨가가 42일 동안 사료 섭취량 및 사료 효율에 미치는 영향.

C ¹	T1 ²	T1/C	T2 ³	T2/C	T3 ⁴	T3/C
Feed intake (g)						
4150 ± 44 ^b	3939 ± 110	0.95	4024 ± 85	0.97	4224 ± 110	1.02
Feed efficiency						
2.14 ± 0.043 ^a	2.05 ± 0.056 ^{ab}	0.96	1.99 ± 0.083 ^b	0.93	2.06 ± 0.006 ^b	0.96

¹C: 대조구

²T1: 2% 혈분 첨가구

³T2: 4% 혈분 첨가구

⁴T3: 6% 혈분 첨가구

⁵Data는 mean ± S.E.M.을 나타냄

^{ab}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05).

4) 4차 사양 시험

4차 사양 시험은 3차 사양 시험의 결과를 증명하기 위한 반복 시험으로 실시되었으며 그 결과를 표 2-14와 표 2-15에 제시하였다. 표 2-14에 나타난 바와 같이 4%와 6%의 혈분 첨가는 35일령 체중에 있어서 대조구와 차이가 없었으나 2%의 혈분 첨가는 대조구에 비하여 5.1% 유의적으로 증가시켰다($P < 0.05$). 표 2-15는 혈분이 육계의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 증체량의 경우 21일령까지는 전 처리구간 차이가 없었으나 22일령에서 35일령까지는 2%의 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 7.8% 유의적으로 높았다($P < 0.05$). 사료 섭취량의 경우 2%의 혈분 첨가구는 대조구에 비하여 21일령까지는 14.4%, 22일령에서 35일령까지는 16.5% 유의적으로 낮았고($P < 0.05$), 6%의 혈분 첨가구는 대조구에 비하여 21일령까지는 차이가 없었으나, 22일령에서 35일령까지는 10.4% 유의적으로 낮았다($P < 0.05$). 사료 효율은 21일령까지는 전 처리구간 차이가 없었으나, 22일령에서 35일령까지는 2%의 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 6.8% 유의적으로 개선시켰다($P < 0.05$).

4차 사양 시험의 결과는 2차 및 3차 사양 시험의 결과와 더불어 혈분을 육계의 생산성 향상을 위한 단백질원으로서 사용할 수가 있다는 것을 강력하게 시사하며, 또한 본 연구의 결과는 혈분을 가금 사료에 첨가시 2-4% 정도가 가장 효과적이라고 설명한 한 등(1985)과 일치한다.

4) 5차 사양 시험

5차 사양 시험은 현재 수입되어 시판되는 혈분과 본 연구에서 진공 건조된 혈분이 육계의 생산성에 미치는 영향을 비교하기 위하여 실시

표 2-14. 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 체중에 미치는 영향

Age(day)	Dietary blood meal level(%)			
	0	2.0	4.0	6.0
0	49±0.1	49±0.04	49±0.04	49±0.05
7	143±3	138±4	138±3	135±3
14	331±4	333±8	325±3	316±6
21	624±8	633±13	622±8	617±9
28	989±14	1018±20	966±14	958±15
35	1363±20 ^a	1432±28 ^b	1299±21 ^c	1312±25 ^{ac}

^{abc}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05).

표 2-15. 혈분 첨가가 35일 동안 육계의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율(FCR)에 미치는 영향

parameter	Dietary blood meal level(%)			
	0	2.0	4.0	6.0
1 - 21 days				
Weight gain(g)	574.9±12.00	583.3±19.53	571.6±9.84	568.3±10.45
Feed intake(g)	1,019±33 ^a	891±41 ^b	956±57 ^{ab}	974±33 ^{ab}
FCR	1.727±0.048	1.683±0.028	1.692±0.030	1.744±0.026
22 - 35 days				
Weight gain(g)	738.9±12.63 ^a	795.6±21.78 ^b	682.8±33.36 ^{ac}	672.9±14.00 ^c
Feed intake(g)	1,529±77 ^a	1,312±112 ^b	1,395±67 ^{abc}	1,370±71 ^c
FCR	2.207±0.021 ^a	2.066±0.043 ^b	2.302±0.065 ^a	2.286±0.039 ^a

^{abc}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05).

하였으며 그 결과는 표 2-16에 제시하였다. 표 2-16에 나타난 바와 같이 35일령 체중에 있어서 사양 시험 II, III 및 IV의 결과와는 달리, 전 처리 구간 차이가 없었다. 그 이유는 사료에 있어서 사양 시험 II, III 및 IV의 경우와는 달리 5차 사양 시험의 경우 전기 사료에는 혈분을 첨가하지 않고 후기 사료에만 혈분을 첨가했기 때문인 것으로 추론되지만 확실한 이유를 밝히기 위해서는 좀 더 연구가 필요한 것 같다. 간 중량의 경우, 진공 건조 혈분 처리구는 대조구와 차이가 없었지만, 시판 혈분 첨가구는 대조구와 진공 혈분 처리구에 비하여 각각 18.3%와 13.7% 증가하였다 ($P<0.05$). 심장 중량의 경우, 진공 건조 혈분 처리구는 대조구 및 시판 혈분 처리구와 유의적인 차이가 없었으나, 시판 혈분 처리구는 대조구에 비하여 21.5% 유의적인 증가를 보여 주었다. 복강 지방량의 경우 전 처리구 간 유의적인 차이가 없었으며, 신장 중량의 경우, 시판 혈분 처리구와 진공 건조 혈분 처리구가 대조구에 비하여 각각 25.9%와 16.5%의 유의적인 증가를 보여주었다.

독성 물질에 의한 stress는 독성 물질을 제거하는 Kuffer cell에 영향을 미쳐(Kook, 1981), 간 중량을 증가시킨다. Nahm과 Karasawa (1990) 그리고 신 등(1991)은 각각 aflatoxin 및 ochratoxin을 병아리에 급여하였을 때 간 중량이 증가하는 것을 관찰하였다. 그들의 결과는 이러한 독성 물질 급여시 관찰되는 간 중량의 증가는 체중에 대한 간 중량에 대한 비율 증가가 수반된다는 것을 나타내었다. 따라서 시판 혈분의 첨가가 간 중량을 증가시키는 원인을 알아보기 위하여 간 중량 대 체중의 비율을 조사하였으며 그 결과 표 2-16에 나타내었다. 진공 건조 혈분 첨가구의 경우 간 중량 대 체중의 비율이 대조구와 차이가 없었으나, 시판 혈분의

표 2-16. 35일 동안 혈분 첨가가 육계의 체중과 각 장기에 미치는 영향

Parameter	Treatments		
	C	T1	T2
Body weight(g)	1607±39	1608±42	1626±51
Liver(g)	44.8±2.07 ^a	46.6±2.56 ^a	53.0±2.00 ^b
Heart(g)	10.7±0.64 ^a	12.0±0.53 ^{ab}	13.0±0.67 ^b
Abdominal fat(g)	18.0±1.29	21.1±1.46	20.2±1.80
Kidney(g)	8.5±0.47 ^a	9.9±0.44 ^b	10.7±0.43 ^b
Liver/body weight(%)	2.8±0.10 ^a	2.9±0.14 ^a	3.3±0.11 ^b
Abdominal fat/body weight(%)	1.1±0.07	1.3±0.08	1.2±0.11

C : 대조구

T1 : 4% 진공 제조 혈분 첨가구

T2 : 4% 시판 혈분 첨가구

^{ab}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05).

경우 대조구 및 진공 건조 혈분 첨가구에 비하여 각각 17.9% 및 13.8% 증가하였다. 시판 혈분이 간 중량 및 간 중량 대 체중의 비율을 증가시킨 원인은 시판 혈분의 경우 분사 건조되었기 때문에 아주 미세 분말이고 물에 잘 용해되기 때문에 보관시 미생물에 의한 부패가 있었기 때문인 것으로 추론된다. 따라서 분사 건조 혈분의 경우 사료로 이용하기 위해서는 유통과 보관에 상당한 주의가 필요할 것이다.

2. 비육돈 사양 시험

80°C에서 열풍 건조된 혈분의 첨가가 돼지의 생산성에 미치는 효과와 혈분 첨가시의 적정량을 조사하기 위하여 2차에 걸쳐 사양 시험을 실시하였다.

1) 1차 사양 시험

비육 전기와 비육 후기에 혈분이 돼지의 생산성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 6주간 사양 시험을 실시하였으며 그 결과는 표 2-17과 표 2-18에 제시하였다. 표 2-17에 나타난 바와 같이 전기 비육돈의 경우 증체량은 2%와 4%의 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 각각 10.2%와 6.2% 증가하였으나 유의성은 없었다. 사료 섭취량은 전 시험구간 차이가 없었으며, 사료 효율은 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 개선된 경향을 보여주었다. 표 2-18에 나타난 바와 같이 후기 비육돈의 경우 증체량은 2%의 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 12.9% 유의적으로 증가하였다. 사료 섭취량은 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 높은 경향을 보여 주었으며, 사

표 2-17. 비육 전기에 6주 동안 혈분 첨가가 돼지의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율에 미치는 영향

Parameter	treatments		
	C	T1	T2
Weight gain(g)	27.4±1.54	30.2±2.13	29.1±1.58
Feed intake(g)	63.43	63.84	62.43
Feed conversion	2.36	2.17	2.18

C : 0% 혈분

T1: 2% 혈분

T2: 4% 혈분

료 효율은 2%의 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 개선된 경향을 보여주었다. 이러한 결과는 돼지 혈분이 비육돈의 사료첨가제로서 이용될 수 있다는 것을 시사한다.

2) 2차 사양 시험

2차 사양 시험은 현재 수입되어 시판되는 혈분과 본 연구에서 제조된 혈분이 이유 자돈 및 육성 비육돈의 증체에 미치는 영향을 비교하기 위하여 실시 하였으며 그 결과는 표 2-19에 제시하였다. 표 2-19에 나타난 바와 같이 본 연구에서 제조된 진공 건조 혈분 처리구와 시판 혈분 처리구가 이유 자돈의 증체에 있어서 각각 46%와 43% 유의적으로 증가한 것으로 나타났으며($P < 0.05$), 진공 건조 혈분 처리구와 시판 혈분 처리구 간에는 차이가 없었다. 시판 혈분이 분사 건조된 것임을 감안 할 때, 시판 혈분의 첨가가 이유 자돈의 증가시켰다는 본 연구의 결과는 분사 건조 혈분이 이유 자돈의 증체에 있어서 매우 효과적이라고 보고한 Kants 등 (1992)의 연구 보고와 일치한다. 80°C에서 진공 건조된 혈분이 단백질 형상이나 단백질량등 질적인 면에 있어서 시판 혈분에 비하여 떨어지지 않는다는 제 2 장의 결과와 더불어, 이유 자돈의 증체에 있어서 시판 혈분과 차이가 없다는 본 연구 결과는 진공 건조 혈분을 이유 자돈 사료의 단백질 원으로서 이용할 수 있다는 것을 강력하게 시사한다.

진공 건조 혈분과 시판 혈분이 육성 비육돈의 증체에 미치는 영향도 표 2-19에 제시하였다. 진공 건조 혈분 처리구와 시판 혈분 처리구가 증체량에 있어서 대조구에 비하여 각각 25.5%와 19.9%의 증가를 보여주었지만 유의성은 없었다. 비록 유의성은 없었지만 1차 사양 시험의 결

	C	T1	T2
Starter pig	6.5±0.28 ^a	9.5±4.74 ^b	9.3±0.22 ^b
Finisher pig	14.1±2.73	17.7±3.18	16.9±4.74

표 2-19. 진공 건조 혈분 및 시판 혈분이 4주 동안 이유 자돈 및 육성 비육돈의 증체량(kg)에 미치는 영향

^{ab}같은 줄의 다른 윗첨자는 유의성을 나타냄(P<.05).

과와 유사한 경향을 보여주었으며 이러한 결과는 1차 사양 시험의 결과와 더불어 80°C에서 열풍 건조 또는 진공 건조된 혈분을 육성 비육돈 사료의 단백질원으로서 사용할 수 있다는 것을 의미한다

제 4 절 적요

80°C에서 열풍 또는 진공 건조된 혈분의 첨가가 육계, 이유 자돈 및 비육돈의 생산성에 미치는 효과와 혈분 첨가시의 적정량을 조사하기 위하여 사양 시험을 실시하였다. 영양소 함량을 NRC 사양 표준과 비슷하게 배합하여 대두박의 일부를 혈분 2%, 4% 및 6%로 대체한 것의 35일령 육계 체중이 대조구에 비하여 각각 5.6%, 7.9% 그리고 4.0% 높았다($P < 0.05$). 우리 나라 사료 산업에서 이용하는 수준과 비슷한 영양소 함량으로 시험 사료를 배합하여 대두박의 일부를 6%의 혈분으로 대체한 것의 35일령 육계 체중이 대조구에 비하여 4.9% 유의적으로 증가하였고($P < 0.05$), 4%와 6% 혈분처리구의 42일령 육계 체중은 대조구에 비하여 각각 4.9%와 5.3% 유의적으로 증가하였다($P < 0.05$). 그리고 2%의 혈분 첨가구가 22일령에서 35일령까지 육계의 사료 효율을 대조구에 비하여 6.8% 유의적으로 개선시켰다($P < 0.05$). 후기 비육돈의 경우 증체량은 2%의 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 12.9% 유의적으로 증가하였으며($P < 0.05$), 이유 자돈의 경우, 혈분 첨가는 증체에 있어서 대조구에 비하여 약 44% 정도의 유의적으로 증가하였다($P < 0.05$). 진공 건조 혈분과 시판 혈분이 육계나 돼지의 생산성에 미치는 영향을 비교할 때 별다른 차이가 없었다. 따라서 본 연구 결과는 저온에서의 열풍 또는 진공 건조 혈분을 육계 또는 돼지 사료의 단백질원으로서 사용할 수 있다는 것을 강력하게 시사한다.

제 4 장: 혈분의 가공 기구에 관한 연구

제 1 절: 서론

제 2 절: Screw형 혈분 건조기

제 3 절: 진공 혈분 제조기

여 백

제 4 장: 혈분의 가공 기구에 관한 연구

제 1 절: 서 론

도축 후 생산되는 돼지 혈액을 사료로서 재활용하기 위하여 혈분의 적정 제조 조건과 이러한 조건하에서 제조된 혈분을 이용하여 육계 및 돼지의 사양시험을 실시한 결과 80°C에서 열풍 건조 또는 진공 건조된 혈분도 단백질의 함량이나 질에 있어서 분사건조 혈분에 비하여 떨어지지 않으며 육계나 돼지의 생산성 향상을 위한 단백질 사료 원으로서 사용할 수 있다는 것이 입증되었다(제 2 장 및 제 3 장). 따라서 본 연구의 목적은 제 2 장 및 제 3 장의 연구 결과를 토대로 가장 효율적이고 경제적인 동시에 간편하게 사용할 수 있는 혈분 제조기를 개발하기 위한 것이다.

제 2 절: Screw형 혈분 건조기 개발

현재 고창에 소재한 고창기계에 의뢰하여 screw 방식의 열풍 건조기를 제작하였으며 제품의 설계도와 사진은 그림 3-1과 3-2에 나타내었다. 지금까지의 연구 결과를 볼 때 기존의 혈액 수거 및 저장 방법도 혈액을 도축당일에 건조를 시킨다면 사료로서 재활용하는데 문제가 없는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구는 경제적이고 유기물의 파괴를 최소화할 수 있는 혈액 건조기의 개발에 중점을 두었으며 그 개략도는 그림 3-1에 제시하였다. 그림 3-1에 나타난 혈액 건조기는 몸체, 구동장치, 열공급 장치, 원료탱크, feeder 및 조절 장치로 구성된다. 몸체는 이송통, 이송축 및 이송암으로 구성하고, 이송통은 stainless 철판을 사용하여 screw 방식으로 이송하는 형상으로 하여 상하직렬로 4-5열로하고 좌우병렬로는 2-5열로 하여 용량을 조절할 수 있도록 한다. 이송축은 stainless pipe를 이용하여 용접 고정하고 이를 축으로 하고 이송암은 stainless판을 절단 가공하고 상단에 우레탄 판을 고정하여 이송축에 용접한다. 구동 장치는 건조물을 이송시킬 수 있는 동력 전달 장치로서 모터는 속도 변환이 가능한 V.S.모터를 사용하여 모터 회전수로 건조물의 이송 속도가 변할 수 있게 하였으며, 동력 전달은 체인으로 구동시키되 상2열 하2열을 독립시키고 상하를 1개의 체인으로 구동시켰다. 열 공급 장치는 간접 발생 장치를 사용하여 전기로 열을 발생시키고 펜으로 건조실 전체에 대류시킨다. 액체와 고체로 혼합된 피 건조물을 건조실내에 적량을 공급할 수 있도록 이송 스크류와 개폐 장치를 병용하여 컨트롤러에서 조절하여 투입할 수 있

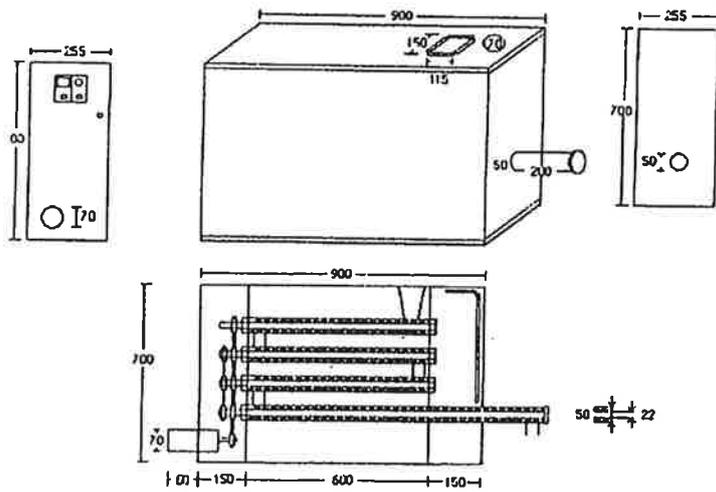


그림 3-1. Screw형 혈액 건조기의 모식도

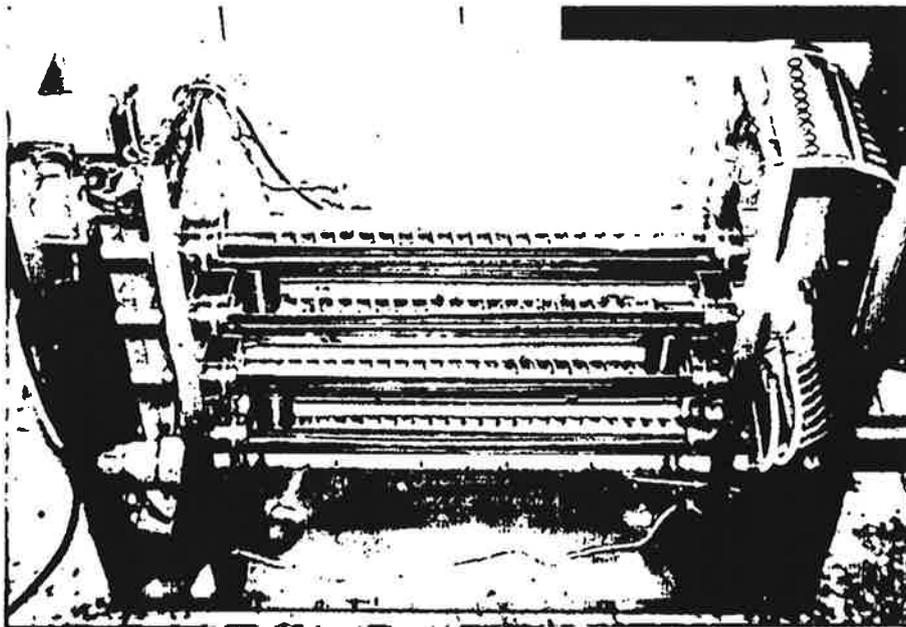


그림 3-2. 제작된 screw형 혈액 건조기의 내부구조

도록 하였다. 컨트롤러는 수동, 자동으로 구분하여 건조 단계, 건조 온도, 이송 속도, 건조 시간, 이상 상태 등을 자동으로 이행할 수 있는 digital형식으로 하였다. 본 건조기에서 액체 상태의 혈액은 원료 탱크에 저장되고 컨트롤러의 입력 상태에 따라 주기적으로 동작하는 이송 스크류에 의해 건조실내에 투입이 된다. 투입된 건조물은 이송아암에 의해 연속적으로 앞방향으로 진행되고 끝 지점에서 하부 건조실로 투입이 된다. 이와 같은 이송로를 거치면서 연속적으로 건조되어 건조물 출구로 건조가 완전히 진행되어 빠져나온다. 본 설계도에 의하여 제작된 건조기의 내부 구조는 그림 3-2와 같으며 본 건조기에 의하여 제조된 혈분의 단백질 함량과 전기 영동에 의한 단백질 형상 분석한 결과는 표 3-1과 그림 3-3에 제시하였다. 표 3-1에 나타난 바와 같이 80°C에서 screw 방식에 의하여 열풍 건조된 혈분은 단백질 함량에 있어서 160°C와 190°C에서 분사 건조된 혈분과 차이가 없었으나 80°C와 120°C에서 분사 건조된 혈분에 비하여 17% 유의적으로 높았다($P < 0.05$). 그림 3-3은 각 온도에서 분사 건조된 혈분과 screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분의 단백질 형상을 비교하기 위하여 전기 영동을 실시한 결과를 나타낸 것이다. 분사 건조시 건조 온도에 상관없이 단백질의 band 수는 같았지만 각 단백질 band의 양은 160°C에서 분사 건조된 혈분이 가장 높았다. Screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분과 160°C에서 분사 건조된 혈분의 단백질 band를 비교한 결과 band 1의 양은 160°C에서 분사 건조된 혈분이 screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분보다 높게 나타났으나 band 2와 4는 screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분이 160°C에서 분사 건조된 혈분보다 높게 나타났으며, band 3은 혈액과 screw 방

식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분에서는 나타났으나 160°C에서 분사 건조된 혈분에는 나타나지 않았다. 따라서 이러한 결과는 표 3-1의 단백질 함량에 대한 결과와 더불어 혈분 제조시 screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조가 분사 건조에 비하여 단백질의 함량과 질에 있어서 조금도 손색이 없음을 보여 준다.

표 3-1. Screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분과 각각의 온도에서 분사 건조된 혈분의 단백질 수거량의 비교 (n=4)

혈액 (mg/ml)	혈분 I ¹ (mg/g)	혈분 II ² (mg/g)	혈분 III ³ (mg/g)	혈분 IV ⁴ (mg/g)	혈분 V ⁵ (mg/g)
149±7	653±10 ^a	562±13 ^b	559±10 ^b	653±21 ^a	661±29 ^a

¹혈분 I: Screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분

²혈분 II: 80°C에서 분사 건조된 혈분

³혈분 III: 120°C에서 분사 건조된 혈분

⁴혈분 IV: 160°C에서 분사 건조된 혈분

⁵혈분 V: 190°C에서 분사 건조된 혈분

^{ab}같은 줄의 다른 위첨자는 유의성을 나타냄 (P<0.05)

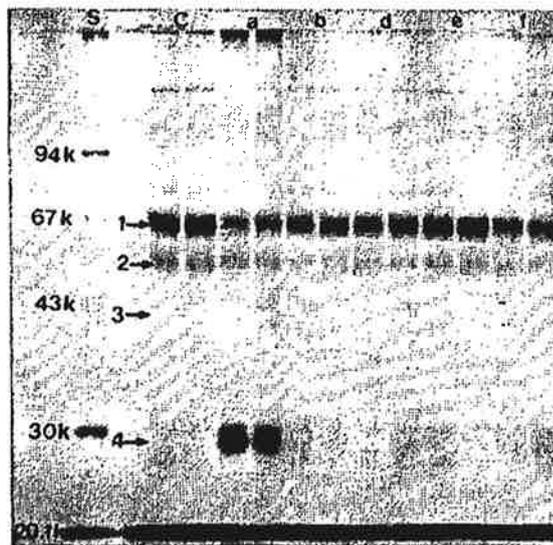


그림 3-3. Screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분과 여러 온도에서 분사 건조된 혈분의 전기 영동에 의한 단백질 분석. S: standard, C: 혈액, a: screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분. b: 80°C 분사 건조, d: 120°C 분사 건조, e: 160°C 분사 건조, f: 190°C 분사 건조.

제 3 절: 진공 혈분 제조기의 개발

Screw 방식의 혈분 건조기는 표 3-1과 그림 3-3에 제시된 바와 같이 단백질의 함량과 단백질의 형상에 있어서 우수한 것으로 나타났다. 그러나 screw 방식의 건조기를 사용할 경우 혈액 저장고와, 균질기 그리고 분쇄기등 부수적인 장비들이 필수적으로 갖추어져야 할 것이다. 이것은 비용이 많이 들뿐만 아니라 혈분 제조 과정이 복잡하여 우리 나라의 영세한 도축장에서 혈액을 처리하기 위해 사용하기에는 어렵게 느껴진다. 따라서 혈액의 저장, 균질, 건조 및 분쇄를 통합적으로 할 수 있는 장비에 대한 연구를 시도하여 그림 3-4에 나타난 방식의 혈분 제조기를 개발하였다. 간략히 설명하자면, 온도를 균일하게 유지시키기 위해 열 전달 매개체로 50% ethylene glycol을 사용하였으며 제조기 바닥에 칼날을 모터에 의하여 작동시켜 혈액의 균질과 분쇄가 동시에 이루어질 수 있도록 하였다. 제조기 상부에는 진공 장치를 가동시켜 내부의 수증기를 배출시킨다.

혈액의 건조시 공기의 주입은 혈액에 함유되어 있는 철분을 산화시킨다. 철분의 산화가 가축에 어떠한 영향을 미칠지는 아직 연구된 바가 없지만 상식적으로 좋다고는 할 수 없을 것이다. 또한 진공 건조는 다른 열풍 건조나 분사 건조시 일어날 수 있는 철분의 산화를 방지하고, 같은 온도라 할지라도 열풍 건조에 비하여 건조 시간을 단축시킬 수 있다는 잇점이 있다. 따라서 그림 3-4에 나타난 혈분 제조기에 진공 장치를 첨가하여 시작품을 제작하였으며 그 모형은 그림 3-5에 나타났다. 그림 3-5에

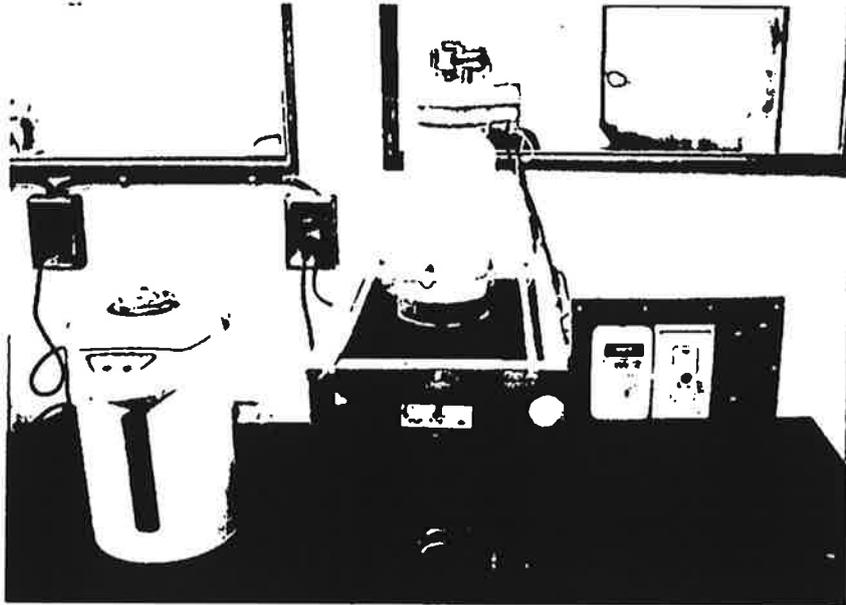


그림 3-4. 본 연구실에서 연구 과정 중인 혈분 제조기

나타난 혈분 제조기는 혈액을 저장만 할 경우 약 500kg의 용량이고, 혈액을 가공할 경우 수분 증발량은 시간당 10kg 정도이며 온도 센서와 습도 센서가 부착되어 있다. 원료가 주입되면 가열 팬과 교반기(180rpm)가 가동이 되고 온도 센서(80°C에 맞춤), 진공 펌프 및 수분 감지기(5-7%에 맞춤)가 작동된다. 혈액이 건조되어 수분함량이 5%-7% 정도로 되면 수분 감지기가 작동하여 진공 펌프를 중단시키고 분쇄에 대한 타이머가 작동되고, 가열 팬이 중단되며 교반기의 속도를 450rpm으로 증가시켜 분쇄가 시작된다. 파쇄가 자동으로 끝나면 수동으로 교반기를 180rpm에서 작동시켜 혈분을 배출한다. 그림 3-5에 나타난 혈분 제조기의 내부 구조는 그림 3-6에 동력 전달 장치와 진공 펌프 장치는 그림 3-7에 제시하였으며, 혈분 제조기의 전기 회로는 그림 3-8에 제시하였고, 혈분 제조기의 전기 회로에 대한 설명은 표 3-2에 제시하였다. 진공 건조 방식에 의한 제조된 혈분의 단백질 함량과 단백질의 형상은 표 3-3과 그림 3-9에 제시하였다. 표 3-3에 나타난 바와 같이 80°C에서 진공 건조된 혈분의 단백질 함량은 screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분과 시판 혈분에 비하여 각각 7.7%와 9.1% 높게 나타났다($P < 0.05$). 또한 그림 3-9에 나타난 바와 같이 단백질의 질에 있어서도 80°C에서 진공 건조된 혈분이 screw 방식에 의하여 80°C에서 열풍 건조된 혈분이나 시판 혈분에 비하여 월등히 우수한 것으로 나타났다. 따라서 이러한 결과는 80°C에서 진공 건조 방법이 도축 후 생산되는 돼지 혈액을 혈분으로서 제조하는데 가장 우수하다는 것을 보여 준다.



그림 3-5. 제작된 진공 혈분 제조기

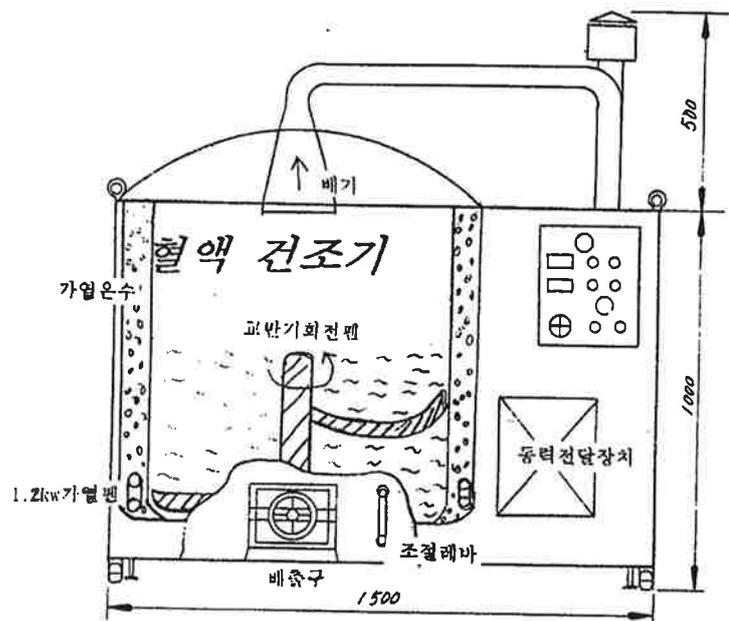


그림 3-6. 그림 3-5에 나타난 진공 혈분 제조기의 내부 구조

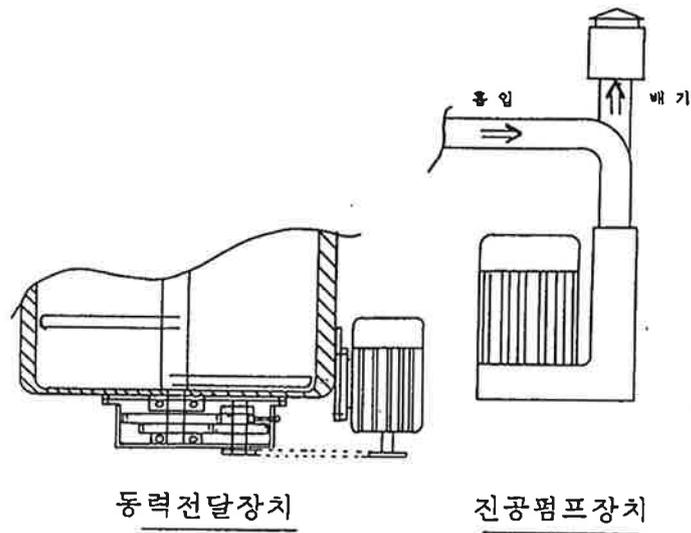


그림 3-7. 그림 3-5에 나타난 진공 혈분 제조기의 동력 장치와 진공 펌프 장치

혈액 건조기 회로도

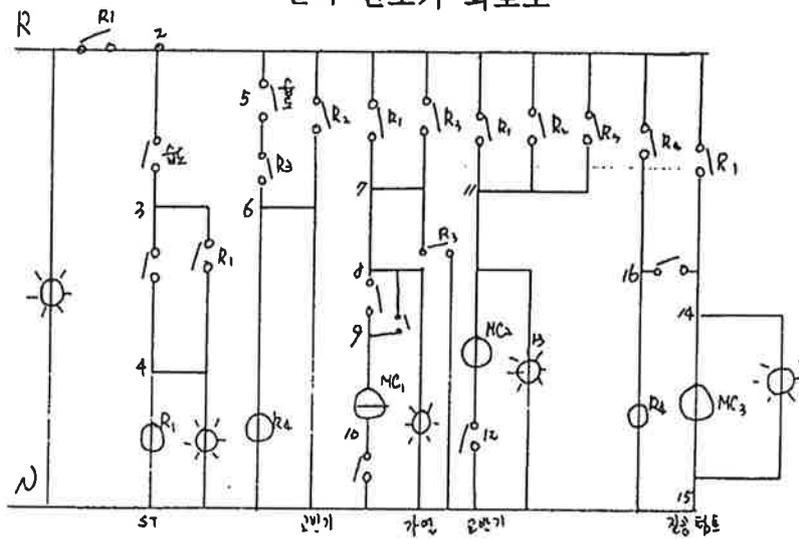


그림 3-8. 그림 3-5에 나타난 진공 혈분 제조기의 전기 회로도

표 3-2. 진공 혈분 제조기의 전기 회로에 대한 설명서

사용 전력 : 380V-4.5KW
전원 ON시킴
ON램프 작동
①번 가열 펜의 가동
②③④⑤은 온도 센서, 습도 센서, 교반기, 진공 펌프 시작됨
⑦은 가열 펜이 작동하면서 온도 컨트롤러 ON 온도 맞춤 (80℃-82℃)
⑧은 맞춤 온도 P ¹ 에서 P ² 까지 작동하고 P ¹ 이하가 될 경우 ⑦상태로 되돌려 주는 역할
⑨ 교반기 상태는 계속 작동 상태임
⑩ 습도 센서는 ⑧과 상관없이 맞추어진 (5%-7%) 센서 컨트롤러가 가동됨. 이 때 습도 센서가 가동되면 진공 펌프의 멈춤 기능 확장됨
⑪ 2차 교반기 작동 내용, 즉, 파쇄하기 위해 회전 속도를 450R.P.M으로 조정 작동됨
⑫ 2차 교반기가 작동됨에 따라 시간 타이머 컨트롤러의 작동을 할 수 있음 (1시에서 12시간까지 컨트롤이 가능함)
⑬ 타이머 컨트롤러 작동램프 가동
⑭ 타이머 컨트롤러 작동 완료됨에 따라 off 스위치를 수동으로 작동시킴
⑮⑭번이 작동되면서 모든 기능이 완료되고 가열 펜이 중지하며 모든 기능은 처음 상태로 이동됨

표 3-3. 80°C에서 screw 방식에 의한 열풍 건조와 진공 건조된 혈분 및 시판 혈분의 단백질 함량

혈분 I ¹ (mg/g)	혈분 II ² (mg/g)	혈분 III ³ (mg/g)
130±2 ^a	140±7 ^b	127±3 ^a

¹혈분 I: 80°C에서 열풍 건조된 혈분

²혈분 II: 80°C에서 진공 건조된 혈분

³혈분 III: 시판 혈분

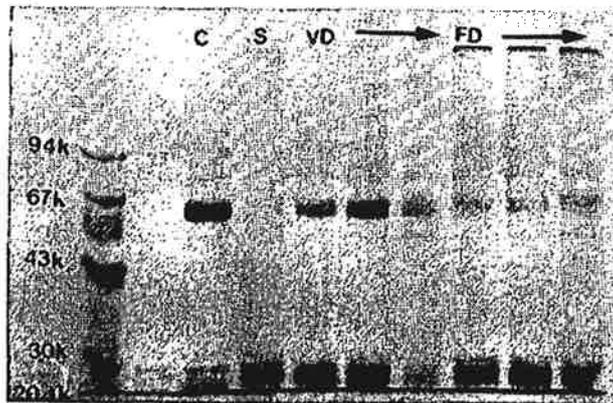


그림 3-9. 80°C에서 진공 건조 및 열풍 건조된 혈분과 시판 혈분의 전기 영동에 의한 단백질 분석

제 5 장: 요약 및 연구 개발 결과의 활용 방안

제 1 절: 요약

제 2 절: 연구 개발 결과의 활용 방안

여 백

제 5 장: 요약 및 연구 개발 결과의 활용 방안

제 1 절: 요약

본 연구의 목적은 도축 후 생산되는 돼지 혈액을 혈분 사료로서 재활용하기 위한 것으로 이를 위하여 효율적인 혈분 제조 방법과 혈분 제조에 관련된 기구 및 제조 혈분이 육계나 돼지의 생산성에 미치는 영향 등을 연구하였다. 우선적으로 효율적인 혈분 제조 방법을 모색하기 위하여 혈액의 수거, 저장 및 건조 조건 등을 조사하였다. 도축 후 생산되는 돼지 혈액의 건물량은 혈액 1ml당 195mg이었고, 단백질 함량은 1ml당 150mg이었으며(건물량의 77%), triglyceride의 함량은 혈액 1ml당 5.5mg이었고, DNA 함량은 혈액 1ml당 11.4 μ g이었다. 돼지 혈액의 Lysine 함량이 어분에 비하여 적지 않았으며, phenylalanine, histidine, arginine, aspartic acid, threonine, leucine 및 glycine의 농도가 매우 높았다. 진공 채혈이나 통상적으로 도축장에서 사용하고 있는 방혈 방법에 의한 혈액 채취시 혈액의 pH, 단백질 함량, triglyceride의 함량 및 DNA 함량 등이 차이가 없었다. 냉동 저장(-20°C)과 냉장 저장(-4°C)의 경우 96시간까지 혈액 단백질의 변성이나 미생물의 번식과 오염의 징후를 볼 수 없었지만, 실온 저장(25°C)의 경우 저장 기간이 길어질수록 혈액의 pH가 현저하게 떨어지며 48시간 이후에는 미생물의 오염과 번식의 징후를 보여 주었다. 열풍 건조의 경우 단백질의 형상 및 단백질과 triglyceride의 회수율에 있어서

80°C에서의 건조가 가장 우수한 것으로 나타났으며, 분사 건조의 경우, 160°C가 가장 우수한 것으로 나타났다. 80°C에서 열풍 건조와 160°C에서의 분사 건조의 경우 단백질의 함량 및 형상에 있어서 차이가 없었다. 80°C에서 진공 건조 및 열풍 건조된 혈분과 시판 혈분의 단백질 함량 및 형상을 비교한 결과 80°C에서 진공 건조된 혈분이 가장 우수하였다. 이상의 결과를 종합해 보면 80°C에서 열풍 또는 진공 건조된 혈분도 단백질 함량이나 단백질의 질에 있어서 분사 건조 혈분에 비하여 떨어지지 않는다는 것을 입증한다. 따라서 2차적으로 80°C에서 열풍 또는 진공 건조된 혈분의 첨가가 육계, 이유 자돈 및 비육돈의 생산성에 미치는 효과와 혈분 첨가시의 적정량을 조사하기 위하여 사양시험을 실시하였다. 영양소 함량을 NRC 사양 표준과 비슷하게 배합하여 대두박의 일부를 혈분 2%, 4% 및 6%로 대체한 것의 35일령 육계 체중이 대조구에 비하여 각각 5.6%, 7.9% 그리고 4.0% 높았다($P<0.05$). 우리 나라 사료 산업에서 이용하는 수준과 비슷한 영양소 함량으로 시험 사료를 배합하여 대두박의 일부를 6%의 혈분으로 대체한 것의 35일령 육계 체중이 대조구에 비하여 4.9% 유의적으로 증가하였고($P<0.05$), 4%와 6% 혈분처리구의 42일령 육계 체중은 대조구에 비하여 각각 4.9%와 5.3% 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 그리고 2%의 혈분 첨가구가 22일령에서 35일령까지 육계의 사료 효율을 대조구에 비하여 6.8% 유의적으로 개선시켰다($P<0.05$). 후기 비육돈의 경우 증체량은 2%의 혈분 첨가구가 대조구에 비하여 12.9% 유의적으로 증가하였으며($P<0.05$), 이유 자돈의 경우, 혈분 첨가는 증체에 있어서 대조구에 비하여 약 44% 정도의 유의적으로 증가하였다($P<0.05$).

진공 건조 혈분과 시판 혈분이 육계나 돼지의 생산성에 미치는 영향을 비교할 때 별다른 차이가 없었다. 따라서 본 연구 결과는 저온에서의 열풍 또는 진공 건조 혈분을 육계 또는 돼지 사료의 단백질원으로서 사용할 수 있다는 것을 강력하게 시사한다. 이러한 결과를 토대로 혈분을 제조하기 위한 기구로서, 혈액을 저장, 교반, 건조 및 분쇄를 같이 할 수 있는 간편하고 효율적으로 혈분을 제조할 수 있는 진공 혈분 제조기를 개발하였다.

제 2 절. 연구 개발 결과의 활용

본 연구를 통하여 현재 수입되어 시판되고 있는 혈분에 비하여 질이 떨어지지 않으면서 아주 저렴하게 혈분을 제조할 수 있는 방법과 이를 토대로 진공 혈분 제조기를 고안할 수 있었으며, 이러한 혈분 제조 조건하에서 제조된 혈분을 이용한 육계 및 비육돈의 사양시험을 통하여 제조된 혈분 사료를 단백질 원으로서 이용할 수 있다는 것을 입증하였다.

본 연구 개발 결과가 완벽하게 활용되어 값이 저렴하고 질이 좋은 혈분사료를 생산하여 육계나 돼지의 단백질 원으로서 이용하기 위해서는 몇 가지 조건들이 선행되어야 할 것이다. 첫 째 조건은 혈분사료 제조에 있어서 비용을 절감시키기 위하여 혈분 제조는 도축장에서 이루어져야 한다는 것이다. 우리 나라의 도축장 실정을 보면 대부분이 도축량이 돼지 200두 정도로 매우 영세하기 때문에 이러한 곳에서 혈액을 수송하여 대량으로 혈분을 생산하려고 한다면 막대한 혈액의 수송비와 저장비를 감수해야 하지만 도축장 자체에서 혈분을 제조한다면 이러한 수송비와 저장비를 절감할 수 있을 것이다. 두 째 조건은 혈분 사료를 필요로 하는 사료 회사와 혈액을 생산하는 도축장이 연계하여 사료 회사에서는 혈분 제조에 대한 제반 비용을 부담하고 도축장은 이를 관리한다면 사료 회사는 저렴한 혈분사료를 생산할 수 있는 잇점이 있고 도축장은 폐기물 처리 비용을 절감시킬 수 있다는 잇점이 있어서 좋을 것이다. 마지막으로 정부에서는 Green Round에 대비한 환경 보존과 폐기물의 재활용을 권장하는

의미에서 혈분사료의 제조를 원하는 사료 회사에 혈분 제조에 필요한 기자재 구입 비용의 일부를 지원해야 할 필요가 있다고 판단이 된다. 이러한 조건들이 충족이 된다면 지금까지 폐기물 형태로 처리되었던 혈액들이 값이 저렴하고 질이 좋은 혈분 사료로서 재활용되어 육계나 돼지의 사료로 사용됨으로서 사료의 수입량을 절감시키고 궁극적으로 국가의 외화 절약에 한 몫을 할 수 있을 것이다.

제 6 장: 참고문헌

여 백

제 6 장 : 참고문헌

Burton, J. 1956. A study of the conditions and mechanisms of the diphenylamine reaction for the colorimetric estimation of DNA. Biochem. J. 62:315.

Gallagher, S. R. and J. A. Smith. 1991. Electrophoretic separation of proteins. In Coligan JE, Kruisbeek AM, Margulies DH, Shevach EM, Strober W (ed.). Current Protocols in Immunology. NIH. USA. p8.4.1.

Gatnau, R. and D. R. Zimmerman. 1990. Determination of optimum levels of spray dried porcine plasma in diets for weaning pigs. Coop. Ext. Serv. Publ. No. As-615. Iowa State Univ. Ames. p8.

Hansen, J. A., J. L. Nelssen, R. D. Goodband and T. L. Weeden. 1993. Evaluation of animal protein supplements in diets of early-weaned pigs J. Anim. Sci. 71:1853.

Kats, L. J., J. L. Nelssen, R. D. Goodband, M. D. Tokach and T. L. Weeden. 1992. Blood meal source influences starter pig performance. Swine Day. KSU 30p.

Kats, L. J., J. L. Nelssen, M. D. Tokach, R. D. Goodband, T. L. Weeden, S. S. Dritz, J. A. Hansen, and K. G. Friesen. 1994. The effect of spray-dried blood meal on growth performance of the

한인규, 이택원, 고영두,윤재인, 박경규 1994 개정사료학 선진문화사

신동신, 김동희, 고태송. 1991. 병아리의 蛋白質 및 에너지 代謝에 미치는
오크라톡신 A가 含有된 飼料의 影響. 韓國畜産學會誌. 33:307-312.

제 7 장: 부 록

tryptophan의 함량도 다른 동물성단백질에 비해서 높으므로 이들 아미노산이 부족되는 사료의 보충제로서 사용할 수 있다는 보고도 있다 (한인규 등, 1994). 또한 Kratzer와 Green(1956)은 제조방법에 따라 혈분의 사료적 가치가 다르다고 하였다. 김정학(1996)은 80, 120, 150 그리고 190℃에서 열풍건조에 의하여 돈혈을 건조하여 단백질과 중성지방의 함량을 비교한 결과 건조온도가 높으면 높을 수록 단백질과 중성지방의 파괴율이 높아진다고 하였다. 또한 그는 80℃에서 혈분을 건조하여 육계의 사양시험을 실시한 결과 혈분으로서 어분을 대체할 수 있다는 결과를 얻었다. 그러나 분사건조된 혈분의 사료적 가치에 대하여 많은 보고 (Miller 등, 1976; Parsons 등, 1985)가 있었을지라도, 국내에서 80℃에서 열풍건조와 적정 조건하에서 분사건조된 혈분의 사료적 가치에 대한 비교 연구는 없다.

따라서 본 연구는 80℃에서 열풍건조된 혈분과 여러 조건하에서 분사건조된 혈분의 단백질 함량과 형상을 비교하여 적정 건조방법을 수립하고 이러한 방법으로 건조된 혈분을 육계사양 시험을 통하여 육계의 단백질 사료 급원으로서 사료적 가치를 조사하고자 한다.

재료 및 방법

1. 혈분의 제조 및 분석

1) 시험장소

본 연구에 이용된 혈액은 전라북도 김제시에 위치한 목우촌 육가공공장에서 수거하였다. 수거된 혈액은 전북대학교 축산학과 생리학 실험실로 운반하여 혈액의 일반 성상 및 혈분의 제조방법에 관한 시험을 실시하였다.

2) 혈액의 건조

열풍건조혈분(flash dried blood meal: FDBM)은 열풍건조기를 이용하여 80℃에서 건조하고 분쇄기로 분쇄하였다. 분사건조혈분(spray dried blood meal: SDBM)은 atomizer형 분사건조기를 이용하여 20,000 rpm에서 시간당 1.2 L를 건조하였으며, SDBM I, SDBM II, SDBM III 및 SDBM IV의

건조 온도는 각각 80, 120, 160 및 190℃이었다.

3) 단백질 함량 측정

혈액과 혈분의 단백질 함량은 Smith(1987)가 설명한 Lowry 방법에 의하여 실행하였다.

4) SDS-polyacrylamide gel electrophoresis에 의한 혈액 및 혈분의 단백질 분석

혈액과 혈분의 전기영동은 Gallagher와 Smith(1991)가 설명한 방법에 의하여 실행하였다. 20 µg의 단백질을 10% SDS-polyacrylamide gel을 이용하여 10 mA에서 8시간 실행하였다. Gel의 염색은 Sasse와 Gallagher(1991)가 설명한 commassie blue staining 방법에 의하여 실행하였다.

5) 혈분사료의 제조

육계 사양시험에 이용될 혈분사료의 제조공정은 Figure 1에 나타내었다.

2. 사양시험 I

1) 시험동물 및 시험설계

본 시험에 공시된 동물은 육계수컷 (Cobb strain)으로 총 180수를 공시하였다. 1일령 병아리를 체중을 균일하게 분포시켜 측정된 후 4 처리구로 구분하고 처리당 3반복, 반복당 15수씩 180수를 배치하였다.

2) 시험사료 및 사양관리

본 시험에서 이용된 영양소 함량은 NRC(1994) 사양표준과 비슷하였으며, 시험사료의 배합비율은 Table 1에 나타내었다. 대조구(C)는 혈분이 첨가되지 않았으며, 처리구 1(T1), 처리구 2(T2) 그리고 처리구 3(T3)은 혈분을 각각 2, 4 그리고 6%의 첨가·급여하였다. 21일령까지는 전기사료를 급여하였으며, 22일령부터 35일령까지는 후기사료를 사용하였다. 전 처리구의 전기사료는 대사에너지가 3,200 kcal/kg 그리고 조단백질 수준은 23%로 하였으며, 후기사료는 대사에너지가 3,200 kcal/kg 그리고 조단백질 수준은 20%로 하였다. 시험사료와 물은 무제한 급여하였

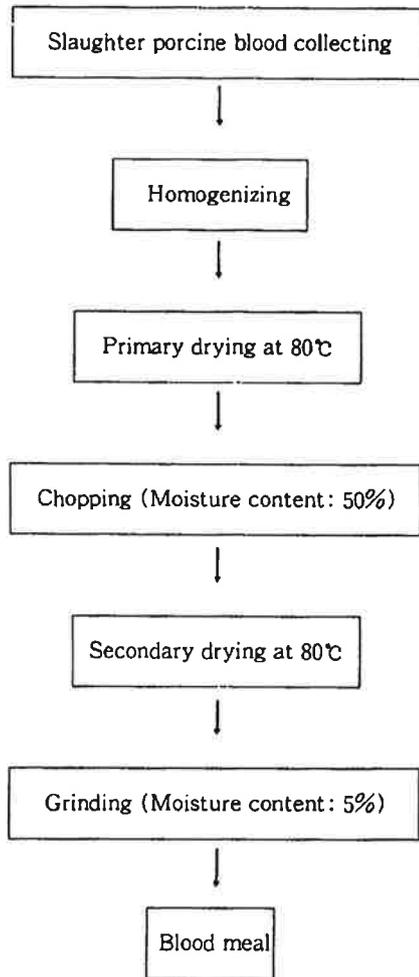


Figure 1. Blood meal processing procedure.

고 육추시 보온은 전기가온으로 유지하였다.

3) 체중 및 사료요구율 측정

체중은 시험개시시부터 종료시까지 매주 일정 시각에 측정하였고, 사료섭취량은 체중측정 직전에 반복별로 사료잔량을 측정하여 구하였다. 사료요구율은 총사료섭취량을 총중체량으로 나누어서 처리구별로 계산하였다.

3. 사양시험 II

1) 시험동물 및 시험설계

본 시험에 공시된 시험동물은 육계수컷 (Cobb strain)으로 총 120수를 공시하였다. 갓 부화된 병아리를 구입하여 체중을 측정한 다음 병아리의 체중을 균일하게 분포시켜 4개 처리구로 하였다. 처리당 3반복, 반복당 10수씩 120수를 배치하였다.

2) 시험사료 및 사양관리

시험사료의 배합은 Table 2에 나타난 바와 같다. 시험 전 처리구에 이분을 첨가하지 않았으며, 혈분첨가는 사양시험 I에서 설명한 바와 같다. 본 연구에서 시험사료는 NRC(1994) 사양표준과 달리 우리 나라 사료산업에서 이용하는 수준과 비슷한 영양소함량의 수준으로 제조하였다. 21일령까지는 전기사료를 급여하였으며, 22일령부터 42일령까지는 후기사료를 사용하였다. 전기사료는 대사에너지가 3,150 kcal/kg 그리고 조단백질 수준은 21%로 하였으며, 후기사료는 대사에너지가 3,170 kcal/kg 그리고 조단백질 함량은 19%로 처리구에 상관 없이 배합되었다. 시험사료와 물은 무제한 급여하였고 육추시 보온은 전기가온으로 유지하였다.

3) 체중 및 사료요구율 측정

체중 및 사료요구율의 측정은 사양시험 I에서 설명한 바와 같다.

4. 통계 분석

전 처리구간의 통계적인 차이는 SAS(1989) GLM을 이용하여 분산분석을 한 후 Duncan(1955)의 신다중검정법에 의하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 혈분의 적정 건조조건

도축 부산물로 생산되는 돼지혈액을 육계의 단백질 사료로 개발하기 위하여 우선적으로 건물량과 단백질 함량을 측정하였다. 돼지혈액의 건물량은 $20.2 \pm 0.5\%$ 이었고, 단백질 함량은 $16.4 \pm 1.5\%$ 이었으며, 이러한

Table 3. Protein contents of porcine blood meals processed at different conditions (n=4)

FDBM ¹ (mg /0.2g)	SDBM I ² (mg /0.2g)	SDBM II ³ (mg /0.2g)	SDBM III ⁴ (mg /0.2g)	SDBM IV ⁵ (mg /0.2g)
140±5 ^{6a}	121±7 ^b	120±6 ^b	140±9 ^a	142±11 ^a

¹FDBM: Flash dried blood meal at 80℃

²SDBM I: Spray dried blood meal at 80℃

³SDBM II: Spray dried blood meal at 120℃

⁴SDBM III: Spray dried blood meal at 160℃

⁵SDBM IV: Spray dried blood meal at 190℃

⁶Data represent the mean±SEM

^{a,b} P<0.05

결과는 김정학(1996)의 결과와 일치한다. 김정학(1996)은 돈혈의 열풍건조시 건조온도가 높을 수록 단백질의 파괴량이 증가하며, 건조온도는 80℃가 최적이라고 보고하였으나 분사건조의 최적 조건에 대한 자료는 나타내지 않았다. 따라서 본 연구는 80℃에서 열풍건조 및 여러 조건의 분사건조시 혈분의 단백질 함량을 비교하였으며 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 80℃에서 열풍건조된 혈분은 단백질 함량에 있어서 160℃와 190℃에서 분사건조된 혈분과 차이가 없었으나, 80℃와 120℃에서 분사건조된 혈분에 비하여 17% 유의적으로 높았다(P<0.05). 80℃와 120℃에서 분사건조된 혈분이 80℃에서 열풍건조된 혈분이나 160℃와 190℃에서 분사건조된 혈분보다 단백질 함량이 낮은 이유는 건조시 단백질의 파괴 때문이 아니라 수분 함량이 다른 조건하에서 건조된 혈분에 비하여 높기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 80℃나 120℃에서 분사건조하여 혈분을 제조하고자 할 때에는 atomizer의 회전속도를 높이고 혈액 분사량을 낮게 책정하여야 할 것이다. Hansen 등(1993)과 Kats 등(1992)은 혈분의 조단백질 함량을 약 90% 정도로 보고하여서 본 연구의 단백질 함량보다 높게 나타내었다. 이러한 결과와 본 연구의 단백질 함량에 있어서의 차이는 단백질 측정방법의 차이때문에 나타날 것이다. 본 연구에서 이용한 Lowry 방법에 의한 단백질 측정시 유리아미노산이나 비단백태 질소화합물 등을 제외한 순수 단백질만을 측정하기 때문에 단백질 함량이 총질소정량법에 비하여 낮게 나타날 것이다. 건조혈분의 단백질 형상을 비교하기 위하여 전기 영동을 실시하였으며, 그 결과를 Figure 2에 나타내었다. 본 연구

조건하에서 분사건조시 단백질 band의 수는 같았지만 각 단백질 band의 양은 160℃에서 분사건조된 혈분이 가장 높았다. 80℃에서 열풍건조된 혈분 및 160℃에서 분사건조된 혈분의 단백질 band를 비교한 결과 band 1의 양은 160℃에서 분사건조된 혈분이 80℃에서 열풍건조된 혈분보다 높게 나타났으나, band 2와 3은

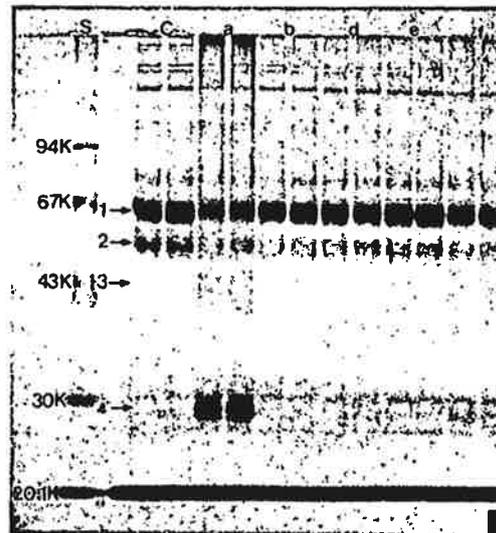


Figure 2. Analysis of proteins in blood meals by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis, (S: protein standard, C: porcine blood, a: flash dried blood meal at 80℃, b: spray dried blood meal at 80℃, d: spray dried blood meal at 120℃, e: spray dried blood meal at 160℃, f: spray dried blood meal at 80℃).

80℃에서 열풍건조된 혈분 및 160℃에서 분사건조된 혈분보다 높게 나타났다. band 3은 혈액과 80℃에서 열풍건조된 혈분에서는 나타났으나 160℃에서 분사건조된 혈분에는 나타나지 않았다. 따라서 이러한 결과는 Table 3의 단백질 함량에 대한 결과와 더불어 혈분 건조시 80℃에서 열풍건조가 분사건조에 비하여 단백질의 함량과 질에 있어서 손색이 없음을 보여준다. 또한 경제적으로 열풍건조방법이 분사건조방법에 비하여 설비 및 비용이 저렴하기 때문에 열풍건조방법을 이용하여 Figure 1의 절차에 따라 혈분을 제조하여 육계의 사양시험에 이용하였다.

2. 사양시험 I과 II

혈분의 첨가·급여가 육계의 성장에 미치는 사료적 가치를 조사하기 위하여 혈분을 2, 4, 6%씩 각각 첨가하여 사료를 배합하였고(Table 1), 5주 동안 사양시험 I을 실시하였으며, 그 결과는 Table 4와 6에 나타

내었다. Table 4에 나타난 바와 같이 혈분의 첨가·급여는 28일령까지는 체중에 있어서 전 처리구간에 통계적인 차이가 없었으나 35일령에 혈분 급여구는 대조구에 비하여 증체가 현저하게 높았다(P<0.05). 이러한 결과는 가금사료에 있어서 전기사료보다 후기사료에 혈분을 첨가하는 것이 훨씬 효과적이라는 김정학(1996)의 결과와 일치한다. 사료섭취량과 사료요구율의 경우 Table 6에 나타난 바와 같이 시험 전 기간에 유의적인 차이가 없었다.

혈분을 이용한 육계 사양시험 II에서는 전 처리구에서 어분을 첨가하지 않고 혈분 2, 4, 6%를 첨가하여(Table 2) 6주동안 실시하였다. 본 연구에서는 사양시험 I에서 이용한 NRC(1994) 사양표준과 다르게 우리나라 사료산업에서 이용하는 수준의 조단백질과 에너지 수준을 이용하였다. 28일령 체중은 Table 5에 나타난 바와 같이 전 처리구간에 차이가 없었으나, 35일령 체중은 혈분 6% 급여구는 대조구에 비하여 4.

Table 4. Effects of feeding blood meal on body weight(g±SE) of broiler chicks in Feeding Trial I

Age(day)	Dietary blood meal level(%)			
	0	2.0	4.0	6.0
0	42± 1	42± 1	42± 1	42± 1
7	158± 3	161± 3	159± 3	158± 3
14	402± 6	399± 8	405± 6	388± 6
21	770± 8	775± 8	765±13	741±11
28	1,198±13	1,196±14	1,222±15	1,198±13
35	1,489±23 ^a	1,573±20 ^{bc}	1,606±22 ^b	1,548±18 ^c

^{ab}Values with a different superscript within the same row are significantly different (P<0.05).

Table 5. Effects of feeding blood meal on body weight(g±SE) of broiler chicks in Feeding Trial II

Age(day)	Dietary blood meal level(%)			
	0	2.0	4.0	6.0
0	44± 1	44± 1	44± 1	44± 1
7	135± 5	141± 3	133± 5	147± 3
14	338± 7	332± 8	326±10	357± 7
21	674±14	669±13	666±14	700±16
28	1,101±22	1,099±22	1,121±21	1,113±24
35	1,609±34 ^a	1,602±32 ^a	1,657±27 ^{ab}	1,688±30 ^b
42	1,985±44 ^a	1,967±33 ^a	2,082±53 ^b	2,091±45 ^b

^{ab}Values with a different superscript within the same row are significantly different (P<0.05).

Table 6. Effects of feeding blood meal on feed intake(g±SE) and feed conversion ratio(FCR±SE) of broiler chicks for Feeding Trials I and II

Treatments (Blood meal; %)	Feeding Trial I		Feeding Trial II	
	Feed intake(g)	FCR	Feed intake(g)	FCR
0	2,580±27	1.793±0.043	4,150± 44	2.14 ^a ±0.043
2.0	2,748±75	1.788±0.004	3,939±110	2.05 ^{ab} ±0.056
4.0	2,649±50	1.689±0.063	4,024± 85	1.99 ^b ±0.083
6.0	2,669±54	1.804±0.038	4,224±110	2.06 ^b ±0.006

^{ab}Values with a same supercript within the same column are not significantly different (P>0.05).

9% 유의적으로 증가하였고(P<0.05), 42일령 체중은 4%와 6% 혈분급여구가 대조구에 비하여 각각 4.9%와 5.3% 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 이러한 결과는 사양시험 I의 결과와 더불어 혈분을 육계의 단백질 사료급원으로서 이용은 전기보다 후기에 효과적임을 시사한다. Table 6은 혈분이 육계의 사료섭취량과 사료요구율에 미치는 영향을 나타내었다. 사료섭취량의 경우 전 처리기간 유의적인 차이가 없었으나 사료요구율은 4%와 6% 혈분급여구가 대조구에 비하여 각각 7.0%와 3.7% 유의적으로 개선되었다(P<0.05). 이러한 결과는 혈분의 첨가·급여는 육계의 생산성 증진에 효과적임을 시사한다.

결론적으로 본 연구 결과는 혈분이 육계의 체중을 증가시키고 사료요구율을 개선시키는 등 육계의 단백질 사료급원으로서 이용될 수 있는 가능성을 입증하였다.

적 요

도축 후 생산되는 돼지혈액을 혈분사료로 재활용하기 위한 적정 건조조건과, 혈분이 육계의 성장에 미치는 영향이 조사되었다. 돈혈의 수분과 단백질 함량은 각각 79.8%와 16.4%이었다. 80℃에서 열풍건조된 혈분의 단백질 함량은 160℃와 190℃에서 분사건조된 혈분과는 차이가 없었으나, 80℃와 120℃에서 분사건조된 혈분에 비하여 17% 높았다(P<0.05). 전기영동에 의한 혈분단백질의 분석시, 80℃에서 열풍건조된 혈분과 160℃에서 분사건조된 혈분이 단백질의 품질 면에서 80, 120, 190℃에서 분사건조된 혈분보다 좋은 것으로 나타났다. 육계 사양시험 I에서 2, 4 그리고

6%의 80℃에서 열풍건조한 혈분을 급여하였을 때 35일령의 체중이 대조구에 비하여 각각 5.6, 7.9 그리고 4.0% 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 육계 사양시험 II에서 4%와 6%의 혈액을 80℃에서 열풍건조하여 급여시 42일령의 체중이 대조구에 비하여 4.9%와 5.3% 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 시험 전 기간의 사료효율은 4%와 6%의 혈분급여구가 대조구에 비하여 7.0%와 3.7% 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 결론적으로 본 연구의 결과에서 돈혈은 80℃에서 열풍건조시 품질이 우수하였으며, 육계에 급여하여 생산성을 증진시키므로써 사료적 가치가 높았다.

(색인 : 돈혈, 혈분, 건조방법, 단백질, 육계사료)

인용문헌

- Gallagher SR, Smith JA 1991 Electrophoretic separation of proteins. In Coligan JE, Kruisbeek AM, Margulies DH, Shevach EM, Strober W (ed.) Current Protocols in Immunology. NIH. USA. p8.4.1-8.4.21.
- Hansen JA, Nelssen JL, Goodband RD, Weeden TL 1993 Evaluation of animal protein supplements in diets of early-weaned pigs. J Anim Sci 71:1853-1862.
- Kats LJ, Nelssen JL, Goodband RD, Tokach MD, Weeden TL 1992 Blood meal source influences starter pig performance. Swine Day. KSU pages 30-32.
- Kratzer FH, Green N 1956 The availability of lysine in blood meal for chicks and poults.

박강희 : 돈혈분의 건조조건과 육계사료

- Poult Sci 36:562-565.
- Miller ER, Parsons MP Romsos DR, Ullrey DE 1976 Use of ring process dried swine starter, grower and finisher rations. J Anim Sci 42:1356.
- NRC 1994 Nutrient requirements of poultry. 9th ed. National Academy Press, Washington DC.
- Parsons MJ, Ku PK, Miller ER 1985 Lysine availability in flash-dried blood meals for swine. J Anim Sci 60:1447-1453.
- SAS/STAT SAS User's guide. release 6.03 edition, SAS Institute Inc., Cary NC USA. 1988.
- Sasse J, Gallagher SR 1991 Isolation and analysis of proteins, In Coligan JE, Kruisbeek AM, Margulies DH, Shevach EM, Strober W (ed.) Current Protocols in Immunology. NIH. USA. p8.9.1-8.9.8.
- Smith JA 1987 Quantitation of proteins. In : Ausubel FR, Brent R, Kingston RE, Moore DD, Seidman JG, Smith JA, Struhl K (ed.) Current Protocols on Molecular Biology. John Wiley and Sons. New York p10.1.1-p10.1.3.
- Squibb RL, Braham LE 1955 Blood meal as a lysine supplement to all-vegetable protein rations for chick Poult Sci 34:1050-1053.
- Titus HW, Byerly TC, Ellis, NR, Nestler RB 1936 Effect of packing-house by-products in the diet of chickens on the production and hatchability of eggs. J Agr Res 53:453-465.
- 김정학 1996 도축부산물인 돈혈의 재활용에 관한 연구. 석사학위논문. 전북대학교.
- 한인규, 이택원, 고영두, 윤재인, 박경규 1994 개정사료학 선진문화사.