GOVP1199909065

636.597
L293Z

최 종
연구보고서

잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 사양기술 개발

Development of duck feed and feeding technology using food residues and organic Wastes

잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 급여기술의 개발에 관한 연구

잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료의 안전성 확보를 위한 연구

잔반 및 유기성 폐자원을 이용하여 생산한 오리생산물의 안전성 확보를 위한 연구

건 국 대 학 교

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 사양기술 개발" 과제의 최종보고서로 제출합니다

1998년 10월 15일

주관연구기관명 : 건국대학교
총괄연구책임자 : 이 상 락
세부연구책임자 : 맹 원 재
세부연구책임자 : 이 원 창
연 구 원 : 정 승 헌
연 구 원 : 안 정 제
연 구 원 : 김 범 석
연 구 조 원 : 이 도 형
연 구 조 원 : 김 성 중
연 구 조 원 : 김 철
연 구 조 원 : 김 방 원
연 구 조 원 : 류 희 경
연 구 조 원 : 신 태 화
연 구 조 원 : 남 지 우

요 약 문

I. 제 목

잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 사양기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

잔반 및 유기성폐자원을 이용한 오리사양기술을 개발하기 위하여 (1) 잔반 및 유기성폐자원을 원료로한 오리사료를 개발하고 (2)사료의 안전성 및 (3) 오리생산물의 안전성을 확보하기 위한 사료 제조기술 및 급여기술을 체계화 함

III. 연구개발 내용 및 범위

1) 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 급여기술의 개발
   ○ 잔반과 유기성폐자원의 조합비율 표준화
   ○ 사료(잔반+유기성폐자원)의 급여 체계확립 및 경제성 검토
2) 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료의 안전성 확보
   ○ 사료(잔반+유기성 폐자원)의 안정성확보에 관한 기초연구
   ○ 사료(잔반+유기성폐자원)의 안전성 확보
3) 잔반 및 유기성 폐자원을 이용하여 생산한 오리생산물의 안전성 검토
   ○ 오리생산물의 안전성확보를 위한 기초연구
   ○ 생산물의 안정성

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1) 잔반은 사료로서의 영양적 가치가 충분하고 기호성에도 문제가 없어 유기성 폐자원등과 적절히 조합하여 오리사료로서 활용함에 전혀 문제가 없었으며, 본 연구에서 제시한 저장성 향상방안을 적용한다면 사료와 오리육의 안전성에도 전혀 문제가 없는 것으로 판단된다.
2) 또한 사료비의 절감 뿐만아니라, 잔반이 재활용되지 않을 때의 환경적인 부담 등을 감안할 때, 다른 가금류에 비하여 다식성으로 생산비중 사료비가 차지하는 비율이 극히 높은 오리의 사료로 재활용토록 오리협회 등을 통하여 농가에 적극 홍보할 필요성이 있을 것으로 생각된다.
3) 본 연구에서 얻어진 잔반의 배출원별, 계절별 영양적 특성에 대한 1000여건의 database와 안전성 향상방안, 표준조합비 등은 오리사육농가가 농가의 여건에 맞게 사료를 설계하고 제조하는데 매우 소중한 자료로 활용될 것으로 기대됨.

S U M M A R Y

Ⅰ. Subject

Development of duck feed and feeding technique using food wastes and organic wastes

Ⅱ. Objectives and importance

This study was conducted to develop a duck feed and its feeding techniques using food residuces and organic wastes, and to establish safety of sanitation of duck feed as well as meat of duck feed duck feed manufacture with food residuces and organic wastes.

Ⅲ. Contents

Development of duck feed and feeding technique using food wastes and organic wastes

1. Standardization of formula for duck feed consist of food wastes and organic wastes
2. Establishment of feeding system of duck feed food wastes+organic wastes

Safety of duck feed manufactured with using food wastes and organic wastes

1. Basic research for improvement of safety of duck feed manufactured with food wastes and organic wastes
2. Research for establishment of safety of duck feed

Safety of duck meat produced by feeding of food wastes and organic wastes

1. Basic research of sanitarily safe production of duck meat
2. Research for establishment of safety of duck meat

Ⅳ. Results and Applications

1) Food wastes have a high nutritional value and good palatability. No significant matter has been found in using of duck feed manufactured with food waste and organic wastes. Furthermore, it has been suggested that duck feed will be very recommendable diet for production of sanitarily safe duck meat.
2) In the points of reducing feed cost and environmental problem from food waste, it, is suggested that feed manufactured with food waste and organic wastes will be very beneficial diet for both duck industry and environmental control.
3) It is strongly expected that all information achieved from this project, including more than 1000 different analytical data of nutrient composition as well as harmful materials in the food residuces or organic wastes, some

recommended formula and proposed methods for improvement of preservaTT il:ty of food residuces which ensuring sanitarily safe product for duck feed using food residuces and organic wastes and duck meat by feeding duck feed, will be very useful for actual duck farm.

목 차

제 1 장 서론 ——— 1

제 1 절 연구개발의 필요성 ——— 1

제 2 절 연구개발 목표 및 내용 ——— 4
1. 연구개발 목표 ——— 4
2. 연구개발 내용 ——— 5

제 2 장 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 급여기술 개발에 관한 연구 ——— 6

제 1 절 잔반 및 유기성 폐자원 의 발생현황 및 수거체계 —— 6
1. 발생현황 ——— 6
2. 수거체례 ——— 12

제 2 절 잔반 및 유기성 폐자원의 영양적 특성 ——— 15

1. 잔반의 조성분 함량 ——— 15
2. 잔반의 물리적 특성 ——— 21
3. 유기성 폐자원의 조성분 함량 ——— 22

제 3 절 잔반조성분의 간이측정법 검토 ——— 25

제 4 절 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 ——— 26
1. 표준배합비 설정 ——— 26
2. 제조 및 품질관리 체계 ——— 29

제 5 절 잔반사료 검정 사양실험 ——— 41
1. 산란계 사양실험 ——— 41
2. 오리 사양실험 ——— 51

제 3 장 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 오리육의 안정성 확보를 위한 연구 ——— 57

제 1 절 잔반 및 유기성 폐자원의 유해성 검토 ——— 57
1. 잔반의 유해성분 ——— 57
2. 유기성 폐자원의 유해성분 ——— 60

제 2 절 잔반의 저장성 및 안전성 향상 방안 검토 ——— 62
1. 물리적 처리에 의한 잔반의 저장성 향상 ——— 62
2. 생물학적 처리에 의한 잔반의 저장성 향상 ——— 68
3. 화학적 처리에 의한 잔반의 저장성 향상 ——— 74

제 3 절 잔반사료 급여 오리육의 안전성 검토 ——— 79
1. 중체율 및 폐사율 ——— 79
2. 오리육의 유해물질 함유 검토 ——— 82

제 4 장 잔반사료에 의한 오리사육 실증검정 ——— 86
1. 재료 및 사육방법 ——— 86
2. 잔반사료 급여시기별 사양성적 ——— 88
3. 잔반사료 급여시기별 도체성적 ——— 92
4. 잔반사료 급여시기별 경제성 분석 ——— 94

C O N T E N T S

Chapter 1
Overview 1

Ⅰ. Research background 1
Ⅱ. Research objectives and contents 4
1. Reserch objectives 4
2. Research contents 5

Chapter 2
Developments of duck feed and feeding technique using food wastes and organic wastes 6

Ⅰ. Production aspects and collection system of food residuces and orgainc wastes 6
1. Production aspects 6
2. Collection system 12

Ⅱ. Nutritional characteristics of food residuces 15
1. Chemical composition of food residuces 15
2. Physical property of food residuces 21
3. Chemical composition of organic wastes 22
Ⅲ. An approach to establish the simplified analytical method for nutrients composition of food residuces ... 25
Ⅳ. Manufacture of duck feed using food residuces and organic waste 26
1. Recommended formula for duck feed 26

2. A proposed system for manufacturing and quality control 29

V. Verification of acceptability of duck feed made of food residues and organic wastes by feeding trial ··· 41
1. Feeding trial with laying hen ····· 41
2. Feeding trial with duck ····· 51

Chapter 3
Studies for achievement of safety of duck feed make of food residues and organic wastes and of duck meat fed a duck feed ····· 57

I. Investigation of harmful materials in the food residues and organic wastes ····· 57
1. Harmful material in food residues ····· 57
2. Harmful materials in organic wastes ····· 60
II. Studies for improving preservation of food residues by various treatment ····· 62
1. Physical treatments ····· 62
2. Biological treatments ····· 68
3. Chemical treatments ····· 74

III. Safety of duck meat fed a duck fed made of food residuces and organic wastes ····· 79
1. Growth rate and morality ····· 79
2. Harmful material in duck meat ····· 82

Chapter 4
A practical field feeding trial to prove applicability of duck feed made of food residues and organic wastes. ····· 86
I. Materials and methods ····· 86
II. Growth performance ····· 88
III. Carcass performance ····· 92
IV.Economical canalysis ····· 94

List of Table

Table 1. Discharge amount of food wastes in each city and province 7
Table 2. Food wastes production from model and general restaurant and feeding facility for a party in each city and province 9
Table 3. Food wastes production from home, restaurant and feeding facility for a elementary school 11
Table 4. Seasonal effect on the chemical composition of food wastes 17
Table 5. Chemical composition of fermented food waste. 18
Table 6. Physical property of food waste 20
Table 7. Chemical composition of food waste 22
Table 8. Typical source of organic wastes and their chemical composition 24
Table 9. Pearson's correlation coefficients and probability among each nutritional component. 25
Table 10. Recommended Formula for the duck feed using food wastes 28
Table 11. Chemical composition of food waste discharged from Seoul and local area 30
Table 12. Chemical composition of food wastes discharged from various public restaurant 31
Table 13. Amino acid profiles of food waste according to the discharging origin. 33
Table 14. Chemical composition of organic wastes 35
Table 15. Appearance rate of toxic subatances in food wastes 37
Table 16. Contents of heavy metal in raw food waste 37
Table 17. Chemical composition of the laying hen experimental diets 44

Table 18. The effect of fermented food waste on feed intake of laying hen 46
Table 19. The effect of fermented food waste on egg production of laying hen 47
Table 20. The effect of fermented food waste on egg weight of laying hen 47
Table 21. The effect of fermented food waste on egg shell of laying hen 48
Table 22. The effect of fermented food waste on egg yolk index, Haugh unit and cholesterol 49
Table 23. The effect of fermented food waste on the egg color 50
Table 24. Feed efficiency of raw or fermented food waste in duck 54
Table 25. Carcass characteristics of duck fed raw or fermented food waste 56
Table 26. Appearance rate of toxic substances in food wastes 59
Table 27. Appearance rate of toxic substances in organic wastes 61
Table 28. Chemical composition of food waste in the conservation experiments 63
Table 29. Performance and mortality of duck fed raw or treated food wastes 82
Table 30. Experimental design 83
Table 31. Effects of food waste on feed intake in duck fed in each period 84
Table 32. Effects of food waste on body weight and daily weight gain in duck fed in each period 85
Table 33. Effects of food waste on feed efficiency in duck fed in each period 87
Table 34. Effects of food waste on carcass characteristics

in duck fed in each period 88
Table 35. Effects of food waste on economic efficiency
in duck fed in each period 90
Table 36. Effects of food waste on mortality in duck fed
in each period 91
Table 37. Metal contents of blood of duck fed food waste
in 6 weeks after birth 93
Table 38. Heavy metal contents and microbs of breast muscle
of duck fed food waste in 6 weeks after birth 94

List of Figure

Fig 1. Food waste collection and recycling system 14
Fig 2. Process of food waste collection and food waste feed manufacturing 40
Fig 3. Effects of physiological treatment on the change of dry matter, CFU Coli-form bacteria and *Lactobacilli* of food waste during aerobic storage 67
Fig 4. Effects of physiological treatment on the change of pH, ammonia-N, total VFA concentration of food waste during aerobic storage 68
Fig 5. Effects of biological treatment on the change of dry matter, CFU Coli-form bacteria, and *Lactobacilli* of food waste during aerobic storage 73
Fig 6. Effects of biological treatment on change of pH, ammonia-N, total VFA concentration of food waste during aerobic storage 74
Fig 7. Effects of organic acid treatment on the change of dry matter, CFU Coli-form bacteria and *Lactobacilli* of food waste during aerobic storage 78
Fig 8. Effects of organic acid treatment on the change of pH, ammonia-N, total VFA concentration of food waste during aerobic storage 79

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

1) 사료로 활용이 가능한 잔반 및 유기성폐자원의 대부분을 많은 비용을 들여 현재 매립 또는 소각하고 있으며, 상대적으로 부가가치가 낮은 퇴비생산에 만 일부 재활용하고 있음.

2) 생산비중 사료비가 차지하는 비율이 극히 높아서, 오리는 다른 가금류에 비하여 多食性(사료요구율 : 3.0 - 4.0)으로 오리사육농가에서는 粗食性인 오리의 섭취특성을 살려 사료비를 낮출 목적으로 잔반 또는 유기성 폐자원을 이용하는 경우가 많음(전체 사육 농가의 약 30 % 정도).

3) 잔반은 사료로서의 영양적 가치는 충분히 있으나 발생 형태가 다양하여 영양소의 밸런스가 일정하지않기 때문에 영양소의 이용 효율이 나쁠 뿐만 아니라, 수분 함량이 높아(60 - 80 %) 급여될 때 까지 적절하게 관리되지 않으면 변패의 우려가 있으며, 일반적으로 염분 함량도 높아(건물기준 2 - 5%) 염중독 등의 대사 장애를 초래할 위험이 있음.

4) 한편 유기성 폐자원도 사료의 원료로서의 영양적인 가치는 매우 높으나 대장균, salmonella 등의 병원성 미생물이나 유해미생물에 의한 독소(mycotoxin)에 쉽게 오염될 수 있는 위험성을 내재하고 있음.

5) 잔반 및 유기성폐자원이 갖고 있는 이러한 문제점 때문에 현재 막대한 양이 폐기물로 간주되어 폐기되고 있으나, 문제점을 적절히 해결한다면 그 영양적 잠재성에서 볼 때 부가가치가 높은 사료로 재활용할 경우 그 가치는 매우 크다고 볼 수 있음.

6) 잔반이 갖고 있는 영양소의 불균형과 고수분은 유기성폐자원과의 적절한 조합에 의하여, 그리고 잔반 및 유기성폐자원이 쉽게 오염될 수 있는 단점은

수거 및 제조과정에서의 적절한 제어기법의 개발에 의해 해결될 수 있을 것임.

7) 그러나 잔반 및 유기성폐자원을 가축의 사료로 재활용하기 위한 연구는 극히 미비하며, 특히 오리사료로서의 연구는 전무한 실정임.

8) 따라서 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 **(1) 오리사료를 개발하고 (2) 사료의 안전성 및 (3) 오리생산물의 안전성을 확보하기 위한 사료 제조기술 및 급여기술을 체계화할 필요가 있음.**

나. 경제 산업적 측면

1) 현재 국내에서 사육되고 있는 오리의 총 사육수수는 약 210만수('95년 6월 현재)로써 오리육의 수입량이 약 1600톤/년에 달하고 있음에도 불구하고 매년 약 25% 이상의 폭발적인 증가추세를 보이고 있으며, 건강식품에 대한 수요의 증가와 외식산업의 증가로 앞으로도 사육두수가 크게 증가할 것으로 전망됨.

2) 육용오리의 사료요구율은 3.7로서 육계의 1.8보다 매우 높아서 값이 비싼 배합사료에 의한 사육은 생산구조적 측면에서도 비경제적일 뿐만아니라, 최근 배합사료가격이 크게 상승하므로써 수입 오리육에 대한 경쟁력 확보가 어려움.

3) 사료원료로서의 잠재성이 높은 잔반 및 유기성폐자원을 현재 막대한 비용을 들여 폐기하고 있으므로 이들을 오리용사료로 재활용하게 되면 그 경제적 가치는 매우 높다고 할 수 있음.

4) 잔반 및 유기성폐자원의 수거, Q/C, 사료제조, 급여와 관련한 과정을 표준화하고 집단화한다면 충분히 산업화할 수 있을 것으로 판단됨

다. 사회 문화적 측면

1) 국내 전체 발생 폐기물 대비 음식물 쓰레기가 차지하는 비율이 점차 증가하는 추세('87년의 21.5% 에서 '92년 29%로 증가)에서 상징성이 높은 가축사료로의 재활용 기술을 개발하여 국민들의 자원재활용에 대한 의식을 고양할 필요가 있음.

2) 현재 잔반 및 유기성폐자원을 이용하여 사육된 오리생산물에 대한 안전성 문제를 체계적인 연구개발을 통하여 시급히 불식시킬 필요성이 있음.

3) 축산업이 환경파괴의 혐오산업에서 환경정화차원의 Green산업으로 국민의식을 전환시킬 필요가 있음.

제 2 절 연구개발 목표 및 내용

1. 연구 개발 목표

가. 개발 목표

잔반 및 유기성폐자원을 이용한 오리사양기술을 개발하기 위하여 (1) 잔반 및 유기성폐자원을 원료로한 오리사료를 개발하고 (2)사료의 안전성 및 (3) 오리생산물의 안전성을 확보하기 위한 사료 제조기술 및 급여기술을 체계화 함

나. 목표성적

1) 잔반 종류별(5 case)로 유기성 폐자원과의 조합비 표준화
   → 각 조합별로 NRC 사양표준의 영양소 요구량과의 오차범위 3% 이내

2) 사료비 절감
   → 50 %

3) 잔반사료급여 육용오리 사육성적
   → 배합사료급여 오리 대비 출하체중의 차 10%이내

4) 잔반사료의 안정성
   → Aflatoxin B_1 25 ppb이하, Salmonella 검출 빈도 3%이하,
   휘발성 염기태 질소 0.3 % 이하

5) 육용오리 도체의 안전성
   → 식품공전 관리규정에 준함

2. 연차별 연구개발 내용

가. 제 1 차 년도

구분	주 요 개 발 내 용	세 부 개 발 내 용
1차년도	**잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 급여기술의 개발에 관한 연구** ○잔반과 유기성폐자원의 조합비율 표준화	- 잔반의 발생현황, 수거체계 조사 - 잔반 및 유기성폐자원의 영양적 특성조사 - 잔반의 종류별 최적조합비 도출 및 사양시험에 의한 검정
	잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료의 안전성 확보를 위한 연구 ○사료(잔반+유기성 폐자원)의 안정성확보에 관한 기초연구 수행	- 잔반과 유기성폐자원의 유해성분함유량 조사 - 원료성분 및 특성의 간이측정법 검토
	잔반 및 유기성 폐자원을 이용하여 생산한 오리생산물의 안전성 확보를 위한 연구 ○오리생산물의 안전성확보를 위한 기초연구 수행	- 사육단계별 유해성 검정 (증체율, 폐사율, 기관 및 조직의 병변검사)

나. 제 2차 년도

구분	주 요 개 발 내 용	세 부 개 발 내 용
2차년도	**잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료 및 급여기술의 개발에 관한 연구** ○사료(잔반+유기성폐자원)의 급여체계확립 및 경제성 검토	- 원료사료(잔반 +유기성폐자원) 제조단계 및 품질관리체계 개발 - 급여체계 개발 - 실증사육을 통한 경제성 검정
	잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료의 안전성 확보를 위한 연구 ○사료(잔반+유기성폐자원)의 안전성 확보	- 저장성 향상을 위한 방법 검토 (물리적, 화학적, 생물학적 처리에 따른 효과 조사)
	잔반 및 유기성 폐자원을 이용하여 생산한 오리생산물의 안전성 확보를 위한 연구 ○생산물의 안정성 확보	- 오리육의 안전성 검토 및 대책 검토 (중금속잔류, mycotoxin 및 salmonella등의 조사)

제 2 장 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리 사료 및 급여기술 개발

제 1 절 잔반과 유기성 폐자원의 조합비율 표준화

1. 잔반의 발생현황

가. 문헌조사

각 시도별로 잔반의 발생현황이 제대로 파악되어 있지 않아서 기초자료를 확보하기가 매우 어려웠으나 최근 환경부가 전국을 대상으로 잔반 발생현황을 대대적으로 조사하였기에 환경부로부터 신뢰성이 높은 data를 제공받을 수 있었다.

1) 각 시·도별 잔반발생량

가) 우리나라의 총 잔반 배출량은 15,075 TM/일 로 나타났다.

나) 가장 잔반을 적게 배출한 곳은 인구가 가장 적은 제주도로 나타났으며, 다음으로 강원도로 조사되었다. 이는 조사대상이 음식물 쓰레기의 발생량을 기준으로 한 것이 아니라 수거되는 음식물쓰레기의 양으로 나타냈기 때문이라 생각되며, 도시화가 많이 된 시도에서는 배출량이 상대적으로 높게 나타났으며, 또한 도시화가 덜된 시군에서는 음식물쓰레기의 직접 매립등으로 조사통계보다 낮게 산출된 것으로 생각된다.

다) 전국적으로 잔반을 가장 많이 배출한곳은 역시 인구가 가장 많은 서울이며 4,930MT/일로서 전국 음식물 쓰레기의 32.7%를 발생시키고 있다. 그 다음으로는 경기도, 부산, 경남의 순이었다(Table 1).

라) 전국적으로 1인당 잔반을 가장 많이 발생시킨 곳은 제주도 이며 인천광역시 전라남도, 충청남도, 전라북도 순이었다.

Table 1. Discharge amount of food wastes in each city and province.

City /Province	Amount (MT/day)	Rate (%)
Seoul	4,930	32.7
Pusan	1,519	10.1
Daegu	748	5.0
Incheon	615	4.1
Kwangju	499	3.3
Daejeon	476	3.2
Kyunggi	2,356	15.6
Kangwon	311	2.1
Chungbuk	328	2.2
Chungnam	409	2.7
Chunbuk	509	3.4
Chunnam	563	3.7
Kyungbuk	579	3.8
Kyungnam	1,086	7.2
Cheju	147	1.0
Total	15,075	100.0

2) 배출원별 잔반 발생현황

가) 표본조사결과 나타난 배출원별 음식물쓰레기 발생량을 보면 집단급식소가 전국 평균 0.081kg/인/일로서 가장 적었으며, 모범음식점 0.276kg/인/일, 일반음식점 0.257kg/인/일 순으로 조사되었다.(table 2).

나) 시도별 1인당 음식물쓰레기 발생량 표본조사결과 제주도의 일반음식점이 평균 0.92kg/인/일로 전국 평균 0.26kg/인/일에 비해 3.6배나 많이 배출하는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 제주도가 섬인 특성상 수산물 및 어패류가 풍부하여 배출되는 음식물쓰레기의 많은 부분이 패류의 껍질로 예상되며, 이러한 패류를 음식물쓰레기가 아닌 다른 자원으로 잘 이용한다면 상당량의 음식물 쓰레기를 줄일 것으로 생각된다

다) 인천광역시의 모범음식점에서 배출하는 잔반의 양은 평균 0.47kg/인/일, 전라남도의 모범음식점이 평균 0.445kg/인/일, 일반음식점이 0.373kg/인/일로 나타났다. 충청남도에서는 일반음식점이 0.415kg/인/일, 전라북도에서는 모범음식점이 0.356kg/인/일, 일반음식점이 0.323kg/인/일로 전국평균 배출량보다 상대적으로 높게 나타나 별도의 대책이 요구되고 있다. 가장 표본이 큰 서울시는 표본조사에서 불참하였다.

Table 2. Food wastes production from model and general restaurant and feeding facility for a party in each city and province.

City / Province	Model Restaurant	General Restaurant	Refectory
	kg/person/day		
Pusan	0.30	0.23	0.12
Daegu	0.17	0.18	0.11
Incheon	0.48	0.25	0.05
Kwangju	0.16	0.20	0.09
Daejeon	0.09	0.16	-
Kyunggi	0.21	0.20	0.08
Kangwon	0.17	0.20	0.10
Chungbuk	0.16	0.29	0.06
Chungnam	-	0.45	0.12
Kyungbuk	0.16	0.21	0.09
Kyungnam	0.26	0.25	0.08
Chunbuk	0.39	0.33	0.09
Chunnam	0.46	0.39	0.14
Cheju	-	0.92	0.02
Average	0.28	0.26	0.08

- Survey term : 1997. 5. 23 ~ 6. 5
- Size of sample : Model restaurant : 3,004, General restaurant : 1,441
  Feeding facility : 838

나. 자체 표본조사

1) 조사방법

가) 가정에서 배출되는 잔반발생량의 추정을 위한 자체표본조사는 성남시 청소과의 협조를 얻어 성남시 소각장으로 수거, 반입되는 잔반중에서 1997년 1월부터 6월까지 직접 주 4회 방문하여 작업자들과 함께 실측하여 조사하였다.

나) 단체급식소의 잔반발생량은 건국대학교 구내식당 및 서울시 강남구 소재 도성초등학교의 협조를 얻어 1997년 1월부터 6월까지 직접 주 4회 방문하여 실측하였다.

다) 일반음식점의 잔반도 서울 성동구 소재 대형 한식당에서 1997년 1월부터 6월까지 발생되는 양을 주 4호 실측하였다.

2) 조사 결과

가) 자체 표본조사결과, 일반음식점의 경우 1인/일당 잔반 발생량이 평균 0.21kg/일으로 환경부의 조사결과인 0.26kg/일 보다 약간 낮은 수치를 기록하였다. 이러한 수치는 1월부터 6월까지의 조사 수치로 1년중 가장 많은 배출시기인 여름철인 7, 8, 9월 및 김장철인 11월, 12월의 대량 발생시기가 조사에서 제외되어서 낮은수치를 나타낸 것으로 생각된다. 또한 IMF이후 음식물쓰레기의 발생량이 줄은 것도 한 원인이 될것이다(Table 3).

나) 단체(집단)급식소의 경우 자체조사에서 5월과 6월에 0.04~0.05kg으로 정부조사치 0.09kg 보다 다소 낮았다. 이는 초등학교의 단체급식시의 지도에 의하여 일반 단체급식소의 음식물쓰레기의 배출량 보다 배출량이 적은 것으로 생각된다.

다) 가정의 경우는 0.11kg으로 단체급식소보다는 높았으나 대형음식점보다는 훨씬 낮은 수치를 나타냈다. 이러한 경향은 가정에서는 먹다 남긴 음식물을 재이용하는 반면 음식점에서는 먹다 남은 음식물을 모두 버리는데서 기인한다

대한민국국회도서관장서

고 생각된다.

라) 1월부터 6월까지의 조사에서 1월보다는 6월이 훨씬 많은 음식물쓰레기 배출량을 나타낸 것은 겨울철보다 여름철에 접어들수록 야채 및 과일의 소비가 증가하여 배출량도 증가하는 것으로 생각된다.

Table 3. Food wastes production from home, restaurant and feeding facility for a elementary school.

Item	Home[1]		Public Korean restaurant[2]		Elementary school[3] Refectory	
	ton/d	kg/person	kg/d	kg/person	kg/d	kg/person
January	34.90	0.09	-	-	-	-
February	41.84	0.10	90.27	0.16	90.04	0.08
March	49.05	0.12	97.74	0.18	50.32	0.04
April	42.82	0.11	114.71	0.21	50.71	0.04
May	57.52	0.14	138.11	0.25	42.75	0.04
Jun	-	-	140.71	0.26	61.89	0.05
Avg.	45.23	0.11	116.31	0.21	59.14	0.05

[1] Sungnam-shi (about 400,000 person)

[2] Songrim restaurant (about 550 person)

[3] Dosung elementary school refectory (about 1,200 student)

2. 수거체계

잔반 및 유기성 폐자원의 수거체계를 조사하기 위하여 서울시 도봉구의 수거체계를 중심으로 수도권 지방자치제의 수거체계를 탐방 조사하여 문제점을 도출하고 효율적인 수거체계를 설정하였다.

가. 잔반 및 유기성폐자원의 수거체계

1) 잔반 및 유기성 폐자원의 수거체계는 현행 폐기물관리법상 각 지방자치단체 또는 중간처리업자가 수탁, 대행하여 처리하도록 되어있으나 아직까지 수거체계가 제대로 정착되어 있지 않은 것으로 분석되었다.

2) 또한, 사료화를 위한 기본 전제 조건도 갖추고 있지 못하여 쓰레기봉투 수거를 하는 곳도 있으며, 더욱이 분리수거도 아직 시행하지 못한 곳도 있어 사료화를 위해 수거체계와 방법을 제도적으로 확립하여야 할 것으로 판단된다.

3) 특히 전용 수거차량에 의한 위생적 수거(평택시에서 일부 운영하고 있음)와 농가에서 사용하기 용이하도록 공급할 수 있는 체계구축이 무엇보다 중요할 것으로 보인다.

4) 일반적으로 잔반을 자원으로 인식하여 사료화하기 위하여 적극적으로 노력하는 지방자치단체와 단순히 잔반을 쓰레기 차원에서 수거하여 퇴비로 활용하거나 매립 또는 부분적인 소각을 하는 지방자치단체로 크게 구분할 수 있었다(Fig. 1).

5) 일부 지방자치단체에서는 적극적으로 홍보를 하여 주민들의 자발적 참여로 모범적으로 수거를 하는 지역도 있었다(서울시 노원구).

나. 잔반의 수거체계 제안

1) 잔반은 고수분, 고유기성 폐기물로 배출되고 있어, 사료화를 위해서는 신속

한 수거와 위생적인 운반 및 처리가 가능한 전문화된 중간처리 또는 최종처리업자가 수거토록 할 필요가 있다. 가급적 배출후 12시간 이내 수거하고 수거후 12시간 이내 사료화하여 즉시 가축에 공급토록 하는 것이 좋다.

2) 잔반의 수거 및 운반 차량은 잔반 침출수와 악취가 발생되지 말아야 하고, 처리지역 주민의 민원이 야기되지 않도록 위생적이며 외관이 미려한 밀폐 차량이어야 한다. 잔반 수거에 있어서는 일반쓰레기 수거차량인 압축차량을 이용하는 것은 안전과 위생적인 면에서 금지되어야 한다.

3) 잔반의 수거 책임을 맡고 있는 기관 또는 업체와 중간처리업체 및 최종처리자인 축산업자 간에 물량 수급이 원활히 이루어질 수 있는 관리 체계가 갖추어져야 한다.

4) 잔반의 사료화를 위해 배출되는 모든 유기성 폐자원은 반드시 잔반수거 전용 용기를 사용하도록 의무화하고, 쓰레기 배출자에 대하여 분리수거의 필요성을 지속적으로 홍보하고 협조를 구할 수 있는 행정 체계를 구축해야 한다.

5) 각 지자체는 잔반을 사료자원으로 재활용하는 것이 외화절감과 축산인 소득증대 및 환경보호 등 다목적의 공공의 기능이 있으므로 이를 위해 수거의 안정화를 꾀할 수 있도록 행정 및 재정적인 지원을 아끼지 말아야 한다.

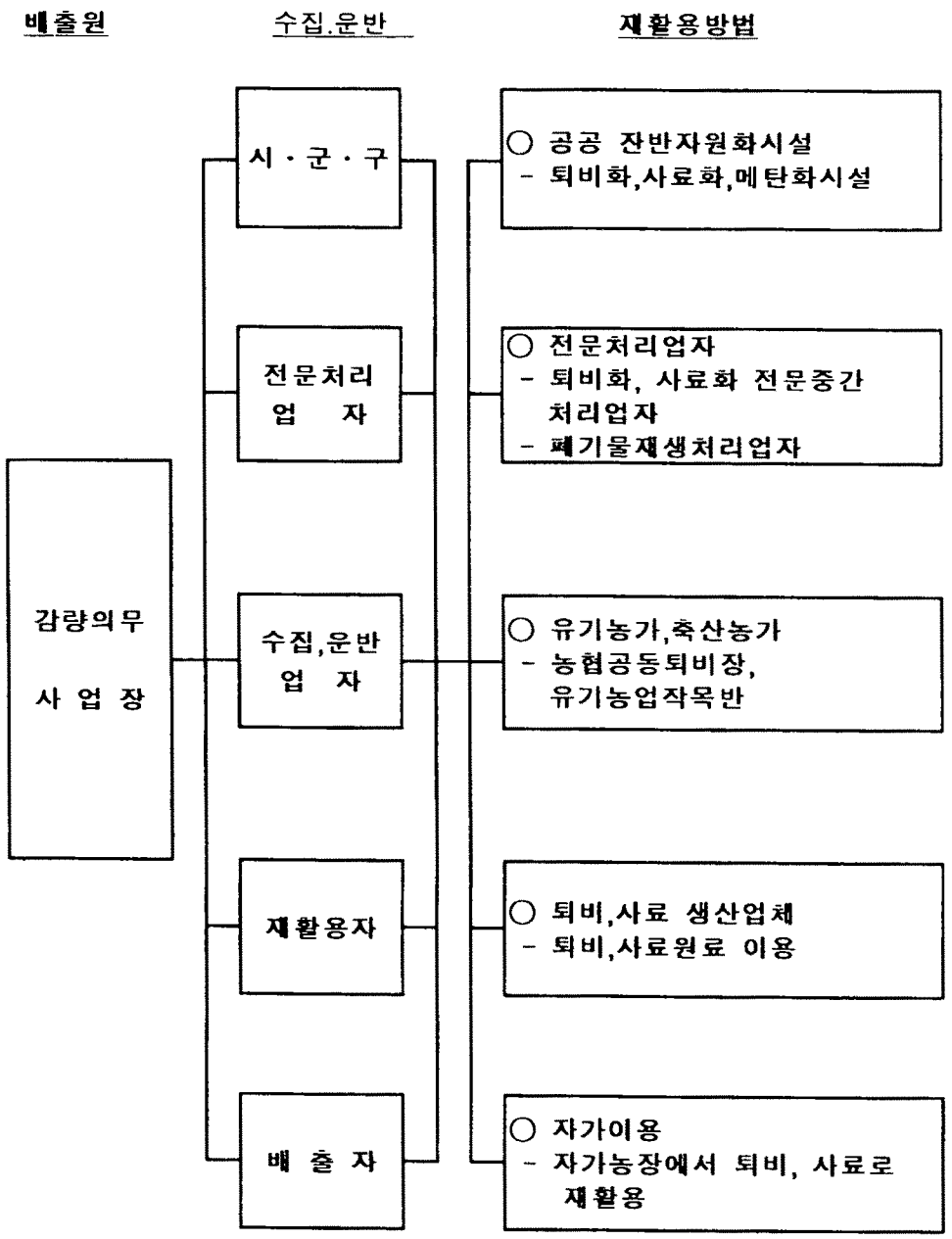

Fig 1. Collection and recycling system for food residuces

제 2 절 잔반 및 유기성폐자원의 영양적 특성

1. 잔반의 조성분 함량

잔반은 발생원 또는 발생시기에 따라 그 성분의 변이가 크게 나타날 수 있기 때문에 본 조사에서는 가정, 대중음식점 및 단체급식소 등 배출원별로 계절별 조성분 함량을 조사하였다.

가. 시료의 준비 및 분석방법

1) 가정에서 배출되는 잔반은 성남시 청소과의 협조를 얻어 수도권 소각장으로 수거 반입되는 잔반 중에서 1997년 1월 부터 6월까지 직접 주 2 - 4회, 총 28회 소각장을 방문하여 9대의 잔반 수거차량으로부터 무작위로 일정량을 채취한 후 혼합하여 시료로 하였다. 또한 단체급식소의 잔반은 건국대학교 구내식당 및 서울시 강남구 소재 도성초등학교의 급식소로부터, 식당의 잔반은 서울 성동구 소재 3곳의 대형기사 식당의 협조를 각각 얻어 1997년 1월부터 6월까지 직접 주 2 - 4회 방문하여 총 28회 시료를 채취하였다.

그리고 도성초등학교에 설치된 고속건조발효기(원효발효기, Korea)에서 만들어진 발효건조잔반도 방문시 동시에 채취하였다.

확보한 시료는 즉시 냉장이 된 용기에 넣어 실험실로 운반하여 분석에 사용할 때까지 -20℃의 냉동고에서 보관하였다.

2) 잔반의 조성분은 냉동된 시료를 자연 해동시킨 다음 60℃의 건조기에서 1차 건조시켜 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 조회분 함량을 AOAC(1990)방법에 따라 분석하였으며, 역시 AOAC(1990) 방법에 따라 Ca과 P은 Atomic absorption spectrophotometery로, NaCl은 $AgNO_3$를 이용한 적정법으로 분석하였다.

나. 잔반의 계절별 조성분

1) 생잔반의 조단백질 함량은 21-27%의 범위(평균 25.23%)로 매우 높아서 일반적인 양계 및 오리배합사료 보다 약 5%정도 높은 단백질 수치를 나타내었으

며, 과일 및 야채류의 소비가 대폭적으로 증가하는 여름철을 제외하면 안정적인 단백질자원으로 활용이 가능할 것으로 판단된다(Table 4).

2) 조지방 함량은 거의 10% 내외로 일반 사료자원에 비하여 월등히 높은 수치를 나타내어으며 에너지 공급측면에서 좋은 효과를 기대할 수도 있으나 하절기에는 산패로 인하여 변질을 가속화할 우려가 있어 사료로 사용할 경우는 이에 대한 주의가 필요하다.

3) 조섬유 함량은 5.4% - 10.3%의 범위로 평균 6.95%를 나타내었다. 채소와 과일의 소비가 급격히 증가하는 여름철과 김장을 하는 겨울철에 높아지는 경향이 있으므로 특히 채소류의 증가로 조섬유가 증가하는 동시에 건물량이 감소하는 계절에 배출되는 잔반에 대해서는 그 사료적 가치가 감소하므로 사료로서 사용시 특별한 주의를 요한다.

4) Ca은 0.3%-8.0%의 범위로 변이가 크며, 4, 5월에 높게 나타났다. P의 함량은 0.8%-1.7%로 7월에 높게 나타났다. Ca, P등 무기물은 각각 4.0%와 1.5% 내외의 높은 수치를 나타났다. 이러한 수치는 육성 오리의 영양소 요구량(Ca ; min. 0.9%, av. P ; min. 0.42%)을 충족시켜줄 수 있을 정도로 충분하게 함유되어 있었다. 그러나 이용성을 감안하여 유기태인의 공급을 고려하는 것도 바람직할 것으로 판단된다.

5) NaCl의 경우 일반적으로 잔반내 함유량이 2.5%내외로 알려져 왔으나 본 조사에서는 3.67-5.40%의 범위에 평균 3.8%로 매우 높게 나타으며, 특히 여름철에 NaCl의 함량이 높았다. 발생원에 따라서 계절적으로 5%가 상회할 때도 있어었는데 이 수준은 염중독을 유발할 수 있을 농도이므로 대책이 요망된다. 이러한 염중독을 방지하기 위하여서는 다른 원료들과 혼합하여 급여사료로중의 NaCl농도를 낮추거나, 음수를 충분히 할 수 있는 방안을 강구하여야 할 것이다.

6) 잔반의 조회분은 20%까지 함유되어 배합사료보다 월등히 높았는데 이는 사료효율에 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로 주의가 요구된다. 특히 Ca 함량이 계적적으로 변화가 심한 것은 보다 더 조사하여 보아야 할 것이나, 계절적으로 육류의 소비가 증가하는 계절에 배출되는 뼈의 함량이 증가하여

Ca의 함량이 증가한 것으로 생각된다.

7) 여름철이 가까워질수록 수분함량은 증가되는 것으로 조사되었으며, 또한 염분 함량도 증가되는 것으로 조사되었다.

Table 4. Seasonal effect on the chemical composition of food residues

Month	n	DM	CP	EE	CF	Ash	Ca	P	NaCl
		% of DM							
Feb	15	17.22	27.09	11.58	7.35	14.46	2.82	1.46	3.89
Mar	22	18.71	25.81	9.04	5.41	18.31	4.07	1.72	3.67
Apr	11	16.56	25.81	10.01	5.46	25.21	8.02	1.83	4.04
May	17	18.13	23.62	10.94	7.39	20.45	4.78	1.74	3.84
Jun	20	18.71	24.56	11.94	7.92	11.67	0.18	0.82	4.65
Jul	11	18.00	25.97	11.54	8.07	18.90	0.51	1.86	4.52
Aug	5	13.15	21.49	10.11	10.28	14.54	0.27	0.93	5.40
Mean		17.80	25.23	10.51	6.95	17.41	3.09	1.49	4.14
		±0.50	±0.61	±0.49	±0.33	±1.17	±0.44	±0.18	±0.17

DM : Dry matter, CP : Crude protein, EE : Ether extract, CF : Crude fiber
Mean ± Stanard error

나. 건조잔반의 계절별 조성분

1) 발효건조기에서 생산된 발효건조잔반은 생잔반에 비하여 건물함량이 88.7%로 매우 높았으며, 조단백질 함량도 28.2%로 일반 농후사료에 비하여 높았다 (Table 5).

2) 또한 조지방의 함량도 10.4%로 매우높아 사료로 이용할 경우에 저장시 산폐의 우려가 있고, 지방함량 과다로 건조잔반 만을 사료로서 급여할 경우는 지방과다로 설사의 우려도 있다.

3) 건조잔반의 NaCl의 함량은 4.2%로 매우 높았다. 이와같이 염분함유율이 높을 경우는 직접 사료로서 이용하기는 어려우나 소금을 첨가해야하는 사료(반추가축용 사료 등)에는 활용이 가능하다.

4) 현재 건조잔반의 경우 대부분 퇴비로 활용되거나 매립되는 상태이므로 사료로서 활용에 대한 연구가 가속화되어야 할 것으로 생각된다.

Table 5. Chemical composition of fermented food residues.

(n=28)

	DM	CP	EE	CF	ASH	Ca	P	NaCl
Mean	86.66	28.15	10.38	5.58	10.26	1.26	0.67	4.14
SE	0.81	0.32	0.58	0.13	0.27	0.11	0.05	0.05

EE : Ether Extract, CF : Crude fiber
SE : Stanard division

다. 잔반의 발생원별 영양적 특성

1) 발생원별 조단백질의 함량은 23.94% - 28.15%의 범위로 발생원별로 차이가 별로 없었으며, 특히 가정의 잔반에서 조섬유가 높은 것은 채소 및 과일의 부산물이 특히 많이 포함되어 있기 때문이다(Table 6).

2) 초등학교 배출의 단체급식 잔반에서 가정이나 음식점의 배출 잔반에 비하여 조회분, Ca, P가 현저히 낮은 것은 초등학교 단체 급식시 육류를 가정이나 음식점처럼 소비하나 초등학교 급식 특성상 뼈의 함유가 되어 있지 않아 이

러한 성분이 낮게 나타났다.

3) 발생원별 잔반의 영양적 성분은 큰차이가 없었다. 그러나 단체급식소의 경우 단백질 함량이 다른 발생원에 비해 3-4% 이상 높게 나타났으며, 또한 NaCl의 경우도 4.85%로 타 발생원에 비하여 월등하게 높았는데 이는 단체급식소에서 가공식품의 사용량이 높기 때문으로 추정된다.

4) 대중음식점의 경우 음식물중에 조회분의 함량과 Ca, P의 함량이 현저하게 높게 나타난 것은 잔반중에 뼈가 많이 함유된 것에서 기인하는 것으로 생각된다.

5) 하절기에는 미생물의 오염 또는 필수영양소 결핍등으로 부정적인 영향을 초래할 수 있으므로 전문가의 지도가 필요할 것이다.

Table 6. Chemical composition of food residues

Item	Discharging Origin			
	Home	Public Korean restaurant	Elementary school refectory	Fermented food residues
	% of dry matter			
CP	23.94 ± 0.72	24.54 ± 0.91	27.82 ± 1.32	28.15 ± 0.33
EE	12.01 ± 0.85	8.11 ± 0.83	10.21 ± 0.81	10.38 ± 0.66
CF	9.47 ± 0.63	5.81 ± 0.43	5.70 ± 0.43	5.58 ± 0.17
Ash	18.09 ± 1.62	25.99 ± 2.44	8.79 ± 0.64	10.26 ± 0.34
Ca	3.05 ± 0.61	5.67 ± 1.16	0.69 ± 0.25	1.26 ± 0.12
P	0.81 ± 0.15	3.28 ± 0.42	0.57 ± 0.11	0.67 ± 0.13
NaCl	3.36 ± 0.37	3.93 ± 0.31	4.85 ± 0.34	4.14 ± 0.12

[1] Home (1997/2/18 ~8/7),
Public Korean restaurant (1997/2/17 ~ 7/12),
Elementary school refectory(1997/2/13 ~ 8/9),
Fermented food residues (1997/2/12 ~ 6/2)

[2] CP : Crude protein, EE : Ether extract, CF : Crude fiber
Mean ± Standard division

2. 잔반의 물리적 특성

잔반을 사료로 활용하기 위해서는 물리성의 이해가 필요하다. 따라서 배출원별로 채취한 잔반 시료를 종류별로 분류하였다.

가. 재료의 준비 및 조사방법

1) 잔반의 물리적 성상 조사에 사용된 시료는 본 절 1의 가항에서 채취된 시료의 일부를 사용하였다.

2) 분류는 5kg의 시료를 완전 혼합하여 수작업으로 분류하였으며, 110℃로 설정한 건조기에서 24시간 건조 후, 건조중량을 측정하였다.

나. 결과

1) 잔반의 대부분은 채소류로 40~60%를 차지하고 있었으며, 육류류가 30%내외 함유되어있고 에너지를 공급할 수 있는 곡물류도 30%가까이 되어 훌륭한 사료자원으로 이용될 수 있음을 확인하였다(Table 7).

2) 단지 계절적으로 채소류가 대량 발생되는 하절기나 동절기 김장철 등에는 사료가공시 추가적인 영양소 보충이 요구될 것으로 판단하였다.

3) 잔반 중의 육류가 많은 부분을 차지하고 있으나 이들 대부분이 뼈를 함유한 육류로서 많은 부분이 영양적으로 이용 불가능한 부분이 많았다

Table 7. Physical property of food residues.

Month		Meat sources	Grain sources	Vegetable sources
	n	% of DM		
Feb	13	18.90	21.76	59.34
Mar	24	29.36	29.96	40.67
Apr	12	33.92	33.09	32.99
May	15	28.55	29.31	42.14
Jun	19	22.23	32.09	45.68
Jul	9	22.98	34.06	42.96
Aug	12	30.34	18.07	51.59
Mean	104	26.33	29.69	43.97
SE		± 5.33	± 6.08	± 8.41

SE : Standard Error

3. 유기성폐자원의 조성분 함량

잔반사료 제조시에 부원료로 사용되어 질 유기성폐자원의 조성분을 조사하였다.

가. 시료의 준비 및 분석 방법

1) 잔반사료의 영양적 부족을 채워줄 유기성폐자원(배합사료로 원료로 사용될 수 없는 자원 포함)의 영양적 특성을 조사하기 위하여 연구기간 동안 오리농장에서 수집한 유기성 부산물 및 건국대학교 축산대학 자원재활용연구실에 분석 의뢰된 약 300건의 유기성 부산물 성분을 AOAC(1990)의 방법에 따라 분석하였다.

2) 부산물에는 상업용 배합사료 제조시 발생하는 많은 종류의 부산물이 포함되어 있으며, 이는 사료 제조시의 폐기물로 분류되어 폐기처리 되어져야만 하

는 부산물들이 많았다. 예를 들어 파쇄 옥수수분, 옥수수 배아, 밀기울등이 많았다.

3) 또한 농산물 가공 부산물로 제분부산물, 제빵 부산물, 제과 부산물 등이 오리 사료에 많이 이용되고 있었으며, 특히 유통기간이 지난 빵, 라면, 과자 등이 많이 포함되어 있었으며, 또한 제빵 부산물로 닭갈 껍질이 있었다.

4) 이들 이외에 생선 가공 부산물로 생선의 머리부분, 내장 및 수산시장의 잔여 생선등이 포함되어 있었으며, 도축부산물로는 닭내장, 피 등이 있었다.

나. 유기성폐자원의 영양적 특성

1) 유기성 폐자원은 영양적 가치를 가지고 있으면서도 보관기간이 지나 배합사료의 원료로 사용되지 못하거나 변패의 우려가 있어 일반적으로 폐기되어야 할 것으로 생각되어지고 있는 자원 중 적절한 처리를 하여 재사용할 수 있을 것으로 판단되는 원료들의 잠재적 영양가치를 조사하고 주요 폐자원의 성분 함량을 Table 8 에 나타내었다.

2) 또한 각지에서 수집한 유기성 폐자원의 성분을 분석하고 database를 구축하였다.

3) 유기성 폐자원중 도축부산물, 생선가공 부산물 등은 건물함량이 25% 내외였으며 지방함량이 높아 변패 및 산패를 막기 위해서는 적절한 가공처리가 요구된다.

4) 제빵 부산물, 제과부산물은 수분함량 및 영양적으로 균형잡힌 부산물로 직접 오리사료로서 이용하는데 어려움은 없으나 지방함량이 높아 장기간 저장하는 데에는 무리가 있을 것으로 판단된다.

5) 배합사료 제조과정에서나 저장 중에 변질된 사료원료 및 배합사료 부산물은 영양적으로 전혀 문제가 되지 않는 부산물로서 미생물 독소 및 미생물 감염에 따른 안전성 문제만 해결한다면 아주 귀중한 유기성폐자원이 될 수 있다.

6) 폐자원의 종류에 따라 영양성분의 변이가 매우 높으나 같은 종류이면 발생시기, 장소가 달라도 거의 비슷한 성분을 함유하고 있어서 database만 잘 구축하면 매번 분석하지 않아도 활용이 될 것으로 기대된다.

Table 8. Typical source of organic wastes and their chemical composition.

Source	DM	CP	EE	CF	ASH	Ca	P	NaCl
				% DM basis				
Cracked corn (under feed grade)	85.93	8.00	3.37	2.76	2.00	0.00	0.25	0.32
Corn germ (under feed grade)	83.80	11.39	11.28	6.50	3.55	0.00	0.80	0.66
Egg shell	81.05	8.81	2.81	0.61	70.47	2.05	0.15	0.46
Corn powder (under feed grade)	87.34	8.85	5.72	2.57	1.70	0.00	0.37	0.44
Bakery processing by-product	89.32	11.19	7.56	0.41	1.73	0.00	0.17	1.17
Wheat (under feed grade)	87.28	13.40	0.60	2.00	1.52	0.00	0.28	0.55
Blood (under feed grade)	25.53	24.57	0.43	0.02	1.17	0.00	0.06	0.51
Cookies by-product	79.04	11.19	7.38	0.47	1.79	0.00	0.01	1.59
Fish (under feed grade)	28.60	17.92	1.88	0.19	9.30	0.17	1.39	0.74
Sorghum (under feed grade)	86.00	11.01	9.57	7.65	5.38	0.00	0.86	1.94
Poultry processing by-product	22.65	8.78	2.17	0.54	1.17	0.00	0.19	0.31
Tree processing by-product	59.67	0.91	1.45	43.67	0.44	0.00	0.00	0.21
Sawdust	91.98	1.43	2.42	65.41	0.41	0.00	0.00	0.55

제 3 절 잔반 조성분의 간이측정법 검토

1) 잔반은 배출특성상 성분의 변이가 매우 크므로 사용전 매번 분석을 필요로 한다. 따라서 성분분석에 많은 부하가 걸리게 되는데 이 부하를 줄일 수 있는 방안으로서 특정의 성분분석만으로 다른 성분의 함량을 유추할 수 있는 방안을 강구하였다. 현재 확보된 잔반(430건) 및 유기성폐자원(150건)의 성분분석 data set로부터 database를 구축하고 각성분간의 correlation coefficients를 조사하였다

2) Ash함량과 Ca 및 P의 함량간은 비교적 높은 상관계수를 나타내었으나 여타 성분은 아직 낮게 나타나 보다 많은 data를 적용할 필요가 있는 것으로 판단되며, 계속 data를 축적할 필요가 있다고 생각된다(Table 9).

Table 9. Pearson's correlation coefficients and probability among each nutritional component.

(number of observation = 430)

	CP	EE	CF	ASH	Ca	P
EE	0.20364 0.0401					
CF	0.00790 0.9306	0.45158 0.0001				
AS	-0.22738 0.0101	-0.16124 0.1054	-0.03803 0.6749			
CA	-0.29045 0.0009	-0.15871 0.1111	-0.22676 0.0113	0.81766 0.0001		
P	-0.12082 0.1760	-0.17483 0.0788	-0.14059 0.1194	0.82079 0.0001	0.64878 0.0001	
NaC	0.3120 0.0004	0.07031 0.4826	0.29120 0.0010	-0.26982 0.0021	-0.40944 0.0001	-0.26898 0.0021

제 4 절 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리사료의 제조

1. 표준 배합비 설정

이상 얻어진 잔반과 유기성 폐자원의 영양성분을 바탕으로 3 종류의 오리사료를 설계하여 배합하였다(Table 10).

가. 생잔반 위주의 실배합

1) 잔반은 발생원과 발생시기에 따라 그 발생량과 영양적 가치에 변이가 심하여 일반적인 사양표준에 맞추어 배합사료를 설계하면 큰 오류를 범할 수 있어 그 안전 한계치를 높여 주었다.

2) 본 설계에서는 Cherry velley meat type 육성오리의 경우 권장량(Protein : 최소 17.5%, ME : 최소 2,900kcal)보다 20~30% 높게 설정하였다. 이는 잔반의 소화율 및 이용율을 고려하여 결정하였다.

3) 예비실험(잔반 배합량 0, 25, 50, 75 100%)을 50두를 가지고 실험하였던 바 잔반 50% 이상의 배합은 생산성 및 경제성에 부정적인 영향을 미쳐 본 설계에서는 잔반 사용량을 50%로 설정하여 설계 배합하였다.

4) 배합비는 생잔반 50%를 기초로 하였으며, 유기성부산물인 가금도체 부산물(주로 내장 및 머리) 및 어류가공 부산물을 각각 10 - 7% 사용하였으며, 에너지원을 맞추기 위하여 역시 유기성부산물인 배합사료공장 부산물(곡류)를 약 30% 사용하였다.

5) 실제 배합후의 영양소의 함량은 조단백질이 25% 정도 이었으며, 조지방이 14% 정도로 실제 오리용 배합사료보다 10% 정도 높은 열량을 함유하였다.

나. 건조잔반 위주의 실배합

1) 산란계를 통한 예비실험에서 주원료인 잔반을 50%이상 사용할 때 생산성에 부정적인 영향을 미쳐 본 실험에서는 적정 사용수준을 50%로 하였으며, 1998년부터 대량발생이 예상되는 건조잔반의 효율적 활용을 위하여 혼용 배합비도 병행하여 설계하였다.

2) 배합비는 건조잔반(발효잔반) 50%를 기초로 하여 유기성부산물인 가금도체 부산물(주로 내장 및 머리) 및 어류가공 부산물을 각각 6 - 8% 사용하였으며, 에너지원의 영양성분을 조정하기 위하여 역시 유기성 부산물인 배합사료 공장 부산물(곡류)를 약 33% 사용하였다.

3) 건조잔반의 경우 생잔반에 비하여 단백질 함량이 높은 반면 에너지가가 낮아 곡류를 생잔반의 경우보다 곡류를 더 사용하였다.

4) 실제 배합후의 영양소의 함량은 조단백질이 25.44% 이었으며, 조지방이 13.28% 이었다.

다. 생잔반과 건조잔반 혼용의 실배합

1) 배합비는 생잔반 25% 및 건조잔반(발효잔반) 25%를 기초로 하여 유기성부산물인 가금도체 부산물(주로 내장 및 머리) 및 어류가공 부산물을 각각 6 - 10% 사용하였으며, 에너지원을 맞추기 위하여 역시 유기성 부산물인 배합사료 공장 부산물(곡류)을 30.5% 사용하였다.

2) 실제 배합후의 영양소의 함량은 조단백질이 25.37% 이었으며, 조지방이 14.02% 이었다.

Table 10. Recommended Formula for the duck feed using food residues

Ingredients	Case 1[1]	Case 2[2]	Case 3[3]
	%		
Wet Food residues	50	0	25
Fermented food residues	0	50	25
Poultry processing by-products	10	8	10
Fish processing by-products	7	6	6
Egg shell	2	2	2
Grain processing by-products	29.5	32.5	30.5
Dicalcium phosphate	0.5	0.5	0.5
Additives[4]	1	1	1
Total	100	100	100
Chemical composition			
	% of dry matter[5]		
CP	25.30	25.44	25.37
EE	13.85	13.28	14.02
CF	3.95	3.25	3.62
Ash	14.54	10.33	12.31
Ca	2.07	0.92	1.49
P	1.22	0.83	1.01

[1] Case 1 : Food residues 50% + Organic by-products 50%

[2] Case 2 : Fermented food residues 50% + Organic by-products 50%

[3] Case 3 : Food residues 25% + Fermented food residues 25% + Organic by-products 50%

[4] Mineral mix and Vitamin mix

[5] Dry matter basis

2. 제조 및 품질관리 체계

가. 원료사료 제조단계 및 품질관리체계

잔반 및 유기성 폐자원을 적정비율로 혼합하여 오리의 영양적 요구량을 충족시킴과 동시에 제조된 사료의 안전성 확보를 위하여 필요한 품질관리 체계를 확립하기 위하여 잔반 및 유기성 폐자원의 영양적 특성과 안전성을 위협하는 각종 유해물질의 함량을 조사하였고, 잔반을 사료로 이용하고 있는 농장 등의 사례를 탐방 조사하였다

1) 유기성폐자원의 수급

가) 유기성 폐자원은 대부분 농, 축, 수산 가공부산물로 주 생산물 수요에 따라 그 발생량의 변동이 심하고 품질도 가공업체별로 차이를 나타냈으며, 대부분의 유기성폐자원은 발생시점에서부터 가축에게 급여될 때까지 특별한 품질관리가 이루어지지 않고 있는 것으로 분석되었다.

나) 또한 대체원료의 수급과 가격에 따라 부산물 가격이 형성되고 있어 안정적인 수급과 품질관리를 위한 법과 제도의 정비가 필요한 것으로 판단된다.

다) 원료사료 가공과정은 대상가축과 지역에 따라 달랐으며 가공시스템에 대한 설치비용도 각기 다른 것으로 나타났다.

2) 배출 지역에 따른 잔반의 화학적 조성분

가) 서울지역(도봉구)과 지방의 잔반 분리 시범화 지역(평택시)에서 배출되는 잔반의 화학적 특성을 조사하기 위하여 배출원 별로 8주간 주당 4회 시료를 채취하여 총 64건을 분석 조사하였다(Table 11).

나) 서울지역의 잔반은 단백질, 지방, 무기물 및 염분의 성분이 높게 나타났는데 이것은 지방에서 배출된 잔반보다 동물성 식품찌꺼기나 가공식품들의 찌꺼기가 많이 함유되어 있었기 때문으로 생각된다.

다) 또한 지방의 함량에서도 서울지역이 14.06%인 반면, 경기도 평택시는 10.62%로 낮게 나타났으며 특히 조회분의 함량에 있어서 서울지역이 22.68인데 비하여 평택시의 경우 12.00%로 큰 차이를 나타냈다. 이러한 경향은 서울지역이 상대적으로 타 지역에 비하여 생활수준이 높아 육류의 소비가 높으며, 또한 서울지역은 음식점이 많아 이러한 경향이 나타난 것으로 생각된다.

Table 11. Chemical composition of food residues discharged from Seoul and local area

Item	Seoul[1]	Local area[2]
	------- % of dry matter[3] -------	
CP	22.66	18.87
EE	14.06	10.62
CF	9.53	8.79
Ash	22.68	12.00
Ca	5.96	2.32
P	0.96	0.37
NaCl	4.21	3.89

1 : Model apartment of food residues seperation in Dobong-gu, Seoul(1998/1/5~3/31)
2 : Model apartment of food residues seperation in Pyungtak-shi(1998/1/5~3/31)
3 : CP : Crude protein, EE : Ether extract, CF : Crude fiber

3) 대중음식점 유형별 잔반의 화학적 특성

가) 잔반은 배출되는 장소와 시기별로 그 성상과 화학적 조성에 차이가 많아 그 변이 정도를 측정키 위해 9차에 걸쳐서 한식당, 중식당, 일식당 및 부페식 식당에서 배출된 잔반에 대하여 그 영양성분을 조사하였다(Table 12).

나) 일식당의 경우 37.34%로 한식당, 양식당 및 단체급식소에 비하여 조단백질 함량이 월등히 높게 나타났다. 이러한 경향은 일식당으로부터는 어류의 잔반이 많이 배출되어 이러한 경향이 나타난 것으로 생각된다.

다) 이에 반하여 한식당의 경우 조지방의 함량이 31.16%로 일식당, 양식당 및 단체급식소에 비하여 월등히 높았으며 또한 조회분의 함량도 27.50%로 높았다. 이러한 경향은 한식당의 경우 소비되는 음식이 거의 육류이며 이에 따라 조지방과 조회분의 함량도 높게 나타난 것으로 생각된다.

라) 염분의 경우 배출원 별로 최소 3.09%에서 최고 3.68%로 그 변이가 적은 것으로 나타났다.

마) 여러 유형의 대중음식점에서 발생되는 잔반은 조단백질과 조회분의 함량의 변이가 심하여 사료로서 자원화 할 때에는 반드시 영양적 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Tabie 12. Chemical composition of food residues discharged from various public restaurant

Item	Restaurant				
	Japanese	Korean	Western	Organized	Buffet
	---------- % of dry matter ----------				
CP	37.34	22.84	24.77	17.11	27.81
EE	18.76	31.16	15.44	12.78	14.62
CF	5.96	10.00	7.47	8.77	7.28
Ash	18.89	27.50	19.18	6.38	20.90
Ca	3.97	1.04	4.89	0.34	4.35
P	0.90	0.14	1.00	0.25	0.77
NaCl	3.41	3.48	3.41	3.68	3.09

4) 잔반의 아미노산 조성

가) 잔반의 조단백질 함량은 약 25%내외로 상당히 높으나 가공 중 그 아미노산 조성에 많은 차이가 있을 것으로 예상되어 잔반의 효율적인 이용을 위해 그 아미노산 조성을 분석하였다(Table 13).

나) 잔반의 배출원별 아미노산의 함량은 일반식당의 경우가 206.92mg/g으로 제일 높았으며 그 다음으로는 서울의 가정배출 잔반이 167.77mg/g, 집단급식소 설치 건조발효 잔반에서 나온 것이 146.35mg/g으로 나타났으며, 제일 낮은 것은 지방(평택시)도시 잔반으로 144.30mg/g으로 가장 낮았다.

다) 아미노산 조성에 있어서도 대중음식점에서 발생된 잔반에서 함황 아미노산인 Lysine, Methionine의 함량이 타 발생원에 비하여 특히 높아 아미노산 함량뿐만 아니라 그 조성에 있어서도 가장 좋게 나타났다.

Table 13. Amino acid profiles of food residues according to the discharging origin.

Item	Home(Seoul)	Home (local area)	Public restaurant[1]	Processed food residues[2]
	---------- mg/g ----------			
Asp	17.80	15.01	20.25	14.97
Thr	6.67	5.73	8.28	6.12
Ser	6.67	5.63	8.35	6.45
Glu	30.58	27.98	36.14	27.47
Pro	10.90	8.31	13.52	9.61
Gly	11.69	8.95	20.18	11.13
Ala	11.72	10.95	15.64	11.17
Val	9.78	8.44	10.90	8.57
Met	3.43	2.16	3.56	1.86
Ile	7.61	6.46	8.29	6.53
Leu	14.23	12.77	16.55	12.10
Tyr	3.80	3.42	4.90	2.89
Phe	7.72	7.21	8.86	6.67
His	4.24	3.79	4.93	3.70
Lys	11.27	8.95	13.63	8.56
Arg	9.66	8.54	12.94	8.55
SUM	167.77	144.30	206.92	146.35

1 : Model apartment of food residues seperation in Dobong-gu, Seoul(1998/1/5~3/31)

2 : Model apartment of food residues seperation in Pyungtak-shi(1998/1/5~3/31)

3 : Model restarunt of food residues seperation in Kyungjin-Gu((1998/1/5~3/31)

4 : Model of Dosung elementary school & Konkuk university refectory

5) 유기성 폐자원의 영양성분 및 유해물질

가) 잔반을 활용하여 오리사료를 제조하는데 있어 함수율과 영양적인 균형을 맞추기 위하여 각종 유기성폐자원을 활용할 수 있는 데 최근 오리 농장에서 많이 사용되고 있는 유기성폐자원과 유기성 부산물을 중심으로 영양성분을 분석하였다(Table 14).

나) 잔반과 유기성 폐자원에는 수집과 운반 및 저장 중에 변질되어 위생적으로 매우 불량하게 될 수 있을 뿐만 아니라 가축에 급여할 때 사료효율이 저하되고 집단 폐사 등 경제적으로 큰 피해를 줄 수 있으며 생산물의 품질을 떨어뜨릴 수 있어 사용하는 잔반과 유기성 폐자원에 대하여 Aflatoxin과 유해미생물인 *Salmonella*와 *E.coli*를 6개월간에 걸쳐 120건에 대해 조사하였다(Table 15).

다) 조사기간중 *Salmonella*는 검출되지 않았으나 저수준의 Afatoxin이 검출되고 특히 미처리 잔반의 경우 대량의 대장균이 검출되어 잔반의 사료화를 위해 위생적 공정이 필수적인 것으로 판단되었다.

라) 별도의 조사에서 *E.coli*.는 낮은 pH(4.8 이하)에서 생존이 불가능하여 잔반의 탈수는 잔반에 pH를 낮추는 Lactic acid를 분비하는 *Lactobacilli*의 감소와 Lactic acid를 제거하여 *E.coli*의 번식에 좋은 환경을 제공하는 것으로 나타나 잔반의 탈수는 오히려 역의 기능을 가지는 것으로 나타났다. 또한 잔반의 탈수는 Fungi의 번식을 도우며, 이에 따라 fungi의 대사활동이 왕성하게 진행됨에 따라 알카리성인 ammonia의 생성을 높여 pH를 상승시키어, 유해 미생물인 E.coli의 번식조건에 유리하게 작용하고, 유산균의 성장을 억제시키는 결과를 가져와 잔반의 저장성 및 위생적인 측면에서에 나쁜 영향을 미치는 것으로 나타났다.

마) 사료관리법 제12조 관련 유해사료 범위와 기준에 근거하여 중금속 5종을 4개월(3월 - 6월)간에 걸쳐 59건을 분석하였다(Table 16).

바) 납(Pb)의 수준은 0.39ppm에서 0.70ppm의 수준으로 나타났으며, 카드뮴(Cd)은 0.29ppm에서 0.45ppm의 순준으로 나타났다. 또한 Cr, F, As의 수준은 전 조사기간에 걸쳐 0.01ppm 이하로 나타나 사료관리법의 기준을 넘지 않는 범위에 있었다.

Table 14. Chemical composition of organic residues

Item	CP	EE	CF	Ash	Ca	P	NaCl
	---------- % of dry matter ----------						
Rice wine by product	21.22	8.98	7.01	0.90	0.13	0.14	0.38
Corn stach	8.37	3.50	1.93	1.24	0.10	0.25	0.11
Feather meal	86.88	7.75	1.29	2.06	0.32	0.29	0.22
Rice processing by product	11.90	0.98	3.71	6.18	0.13	0.49	0.23
Ground hull	23.80	11.21	20.57	4.28	0.30	0.33	0.88
Cabbage	16.13	0.13	9.84	41.90	5.70	1.26	4.03
Sawdust	1.08	0.47	74.23	0.74	0.16	0.03	0.10
옥쇄실	9.31	3.92	3.21	2.33	0.00	0.29	0.37
옥배아	13.59	13.46	7.76	4.24	0.00	0.95	0.79
옥분	10.13	6.55	2.94	1.95	0.00	0.42	0.50
파과분	14.16	9.34	0.59	2.26	0.00	0.01	2.01
돈혈	96.24	1.69	0.09	4.60	0.00	0.24	2.22
난각	10.87	3.47	0.76	86.94	2.53	0.19	0.57
맥주박	25.90	7.91	-	1.80	-	-	-
주정박	30.28	8.62	-	0.74	-	-	-
수수박	16.83	10.97	27.03	6.47	0.08	1.06	-
기장박	16.93	14.01	11.89	6.28	0.06	1.10	-
사과박	8.43	6.11	24.56	3.87	0.25	0.24	-
옥수수엿밥	26.13	11.25	7.85	2.76	0.14	0.65	-
땅콩부산물	22.92	39.48	-	3.57	-	-	-
닭내장	58.55	46.65	0.79	4.92	0.16	1.02	-
생선부산물	45.27	19.91	1.84	6.71	1.73	1.44	-
발효우분	11.12	0.29	-	19.05	-	-	-
땅콩줄기 펠렛	6.21	3.33	25.43	42.63	0.95	0.12	-
한약찌꺼기	23.31	1.31	9.68	4.41	-	-	-
완두콩대	8.46	2.83	-	11.70	-	-	-
인삼박	14.59	0.95	15.01	6.24	0.69	0.26	-
장유박	25.62	7.85	14.14	15.09	0.23	0.43	-
전분박펠렛	8.06	0.52	-	5.10	-	-	-
주정박펠렛	16.27	3.13	27.40	16.31	-	-	-

Item	CP	EE	CF	Ash	Ca	P	NaCl
			----- % of dry matter -----				
채종박	39.46	1.87	9.87	8.82	0.81	1.15	-
콩깍지	5.90	2.75	-	4.65	-	-	-
콩배아	22.55	7.72	24.98	4.23	0.26	0.39	-
콩대	4.05	0.95	51.88	4.23	-	-	-
커피박	12.66	14.81	56.92	1.68	13.93	0.00	-
파인애플펄프	5.45	1.12	-	3.09	-	-	-
팥껍질	22.39	0.80	22.96	2.06	-	-	-
포도박	11.35	6.84	-	8.77	-	-	-
해바라기박	32.92	0.70	31.26	6.67	0.31	0.84	-
면실박	39.17	1.48	19.02	6.03	0.16	0.93	-
맥주박	26.63	9.59	19.14	3.42	-	-	-
바나나분말	7.83	2.83	-	8.96	-	-	-
버섯배지	11.44	1.25	39.29	7.22	-	-	-
건조사과박	7.35	6.55	19.97	1.71	-	-	-
사탕수수박	1.65	2.48	43.54	3.19	-	0.03	-
소맥피	14.09	2.46	-	4.33	-	-	-
아카시아잎펠렛	14.52	4.29	-	14.53	-	-	-
야자박	18.53	17.29	23.55	6.11	0.31	0.52	-
옥수수대펠렛	6.28	1.48	28.15	15.93	0.57	0.36	-
옥피	6.95	2.11	26.40	3.82	-	0.27	-
옥피펠렛	9.04	2.19	18.27	8.32	-	-	-
땅콩껍질펠렛	11.18	4.14	50.30	17.74	0.55	0.15	-
두부비지	23.99	3.53	-	4.62	-	-	-
고량주박(중국산)	23.47	1.65	-	12.74	-	-	-
기장피	18.23	14.29	-	6.77	-	-	-
녹두박	10.85	1.96	33.74	4.28	-	-	-
단백피	22.71	4.00	9.52	5.70	0.35	0.94	-
두부비지튀김	39.09	9.22	29.37	5.31	0.32	0.41	-
대두피	13.95	2.03	34.89	5.04	-	0.20	-
대두부산물	20.89	3.46	-	13.55	-	-	-
도토리박	5.23	1.19	10.07	1.59	0.48	0.16	-
들깻묵	50.57	3.08	22.16	6.89	-	-	-
루핀피	20.34	4.90	36.42	2.42	0.33	0.29	-
면실피	6.19	0.80	38.55	2.09	0.32	0.10	-

Table 15. Appearance rate of toxic subatances in food residues.

Item	Toxic Microbes		Mycotoxin
	Salmonella[1] Detected	E. Coli.[2]	Aflatoxin[3]
Processed food residues	-	44,000MPN/ml	4 - 8ppb
Raw food residues	-	102,000MPN/ml	4 - 8ppb

[1] Salmonella Screening Test ; Locate(Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)

[2] E. Coli Test ; Colilert(Idexx labiratories, Inc.)

[3] Aflatoxin Testing System : Aflascan(Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)

- Not detected

Table 16. Contents of heavy metal in raw food residues

	Raw food residues			
	May (n=15)	June (n=14)	July (n=15)	August (n=15)
	---------- ppm ----------			
Pb	0.70 ± 0.13	0.56 ± 0.07	0.39 ± 0.04	0.69 ± 0.14
Cd	0.31 ± 0.09	0.31 ± 0.06	0.29 ± 0.04	0.45 ± 0.08
Cr	below 0.01	below 0.01	below 0.01	below 0.01
F	below 0.01	below 0.01	below 0.01	below 0.01
As	below 0.01	below 0.01	below 0.01	below 0.01

± Standard deviation

6) 제조공정 및 품질관리체계 제안

현재까지의 연구결과를 토대로 아래의 수거 및 제조공정(Fig. 3)을 기본 안으로 한 품질관리 체계를 수립하였다.

가) 수거 및 제조공정

(1) 수거 및 운반에 있어서는 잔반 전용 분리수거용 용기에 분리된 잔반을 잔반 전용수거차량(탱크로리형, 자동 잔반용기 lift형, 잔반 계량형)으로 배출후 12시간 이내에 수거하여 잔반사료화 처리시설로 운반한다.

(2) 잔반사료화 시설로 운반된 잔반은 먼저 이중 원통형 선별기에서 파쇄 및 이물질 선별과정을 거쳐 粗大물질(뼈, 무, 병등)과 플라스틱, 비닐류를 제거하고 그 다음단계인 균질화를 목적으로 교반기로 이송한다.

(3) 선별화 과정을 거친 음식물 찌꺼기는 사료화를 위한 영양성분의 균형 및 보충을 위하여 유기성폐자원 및 곡류 또는 배합사료를 적용한 비율로 혼합한다.

(4) 혼합기에서 이송된 음식물 찌꺼기는 보존성 및 위생적인 측면을 고려하여 살균과정을 거치게 되며, 130-150℃의 steam으로 5분 정도 살균처리를 한다.

(5) 살균처리된 음식물 찌꺼기를 발효사이로로 이송하여 37℃ 전후로 냉각시키후, 미생물 발효제(유산균)를 투입하여 발효시켜 완성된 습식사료를 만든다.

(6) 발효된 습식사료를 양축농가에 잔반 전용차량 또는 직접 압송펌프를 이용하여 이송 및 수송한다.

(7) 양축농가에 설치된 저장사이로(보온기능)에 1-2일분의 습식발효잔반사료를 저장한다.

(8) 저장사이로로부터 압송펌프를 이용하여 급이조까지 이송하여 급여한다.

나) 품질관리 체계

(1) 잔반의 수거는 배출 후 12시간 이내로 하며, 배출 후 24시간 이상 경과한 잔반은 사료화과정이 아닌 타 처리방법으로 처리한다. 이러한 이유는 잔반

배출후 24시간 이후에는 계절 및 환경온도에 관계 없이 급속도로 부폐가 진행되는 것으로 연구 결과 나타났기 때문에 24시간 이내가 안전하다. 또한 잔반을 배출하는 곳에서는 탈수 및 세정은 하지 않는 것이 바람직하다. 이러한 이유는 탈수 및 세정은 잔반이 가지고 있는 유산을 제거하여 유해 미생물의 번식을 도와 위생적인 측면에서 나쁜 영향을 미친다.

(2) 잔반 수거용기는 별도로 제작된 것을 사용하여야 하며, 밀폐형으로 동물의 접근을 방지 할수 있어야 하며, 빗물이나 이물질을 혼입이 방지되는 용기이어야 한다.

(3) 잔반 수거차량은 탱크로리형으로 혼합기능이 있어야 하며, 수거용기를 쉽게 탱크에 부어 넣을 수 있는 lift장치가 있어야 한다. 또한 계량이 가능한 장치가 부착되어 있는 것이 바람직하다.

(4) 잔반의 사료화 과정중 계절적으로 달리 배출되는 잔반의 영양성분의 변화에 대처하여, 주기적으로 성분검사를 하여야하며, 영양적인 개선을 위하여 혼입하는 곡물, 유기성폐자원, 배합사료등은 양양적 측면과 경제적인 측면을 고려하여 배합한다.

(5) 양축농가에서는 잔반사료를 급여시 특히 축사환경에 주의 하여양한다. 특히 습식사료의 급여로 바닥의 위생상태가 불량하게 되며, 유해미생물의 침입에 대하여서도 주의를 기울여야 하며, 사육초기에는 배합사료의 급여를 위한 급이시설도 필요하다.

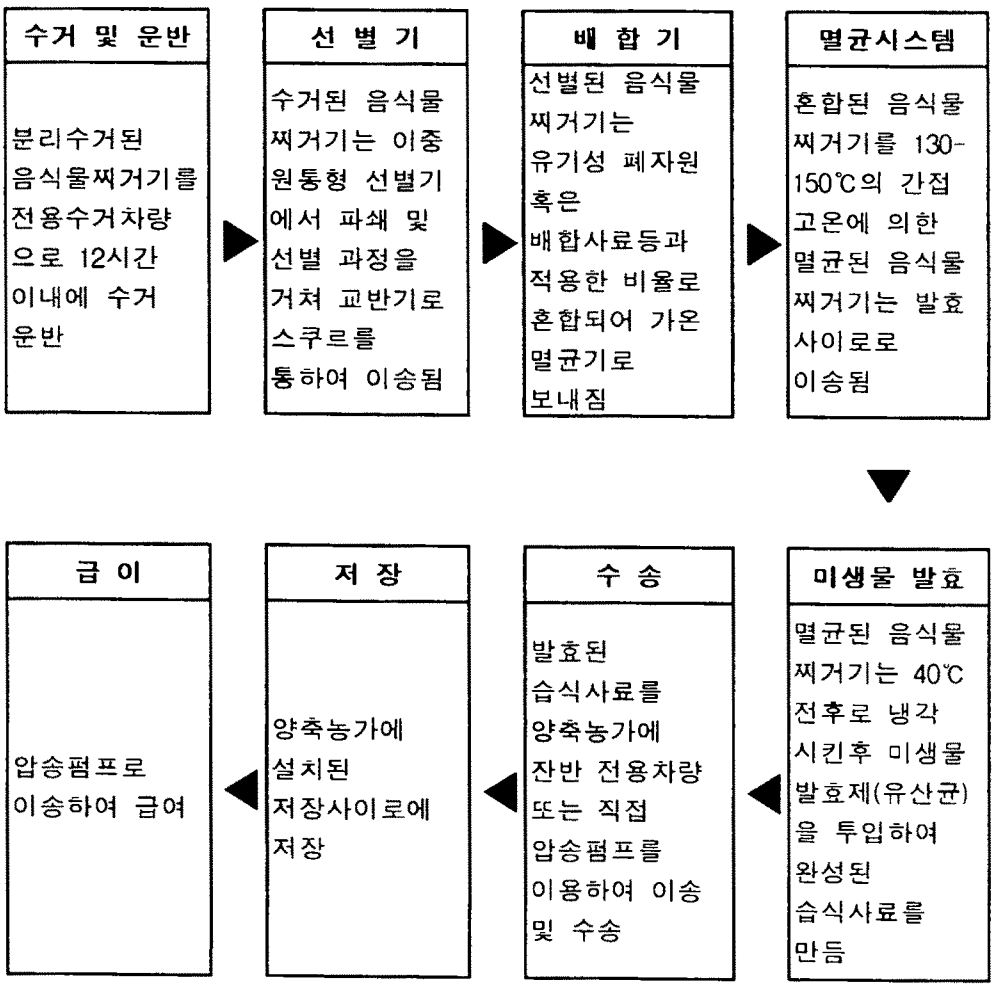

Fig 2. Process of food residues collection and food residues feed manufacturing.

제 5 절 잔반사료 검정 사양실험

잔반 및 유기성 폐자원으로 배합한 오리사료의 효용성 및 경제성을 검정하기 위하여 산란계 및 오리의 사양실험을 실시하였다.

1. 산란계 사양 실험

오리에 대한 일반적인 사양실험의 기초 data가 부족하여 잔반사료로 실시한 사양실험의 결과 해석에 어려움이 있을 것으로 예상되어 오리사양실험에 앞서 산란계를 대상으로 잔반사료의 효용성을 검토하였다.

가. 재료 및 방법

1) 실험동물

56주령의 Isabrown 산란계 36수를 2주간 3단 케이지에서 구분 사양하여 시험에 적응시킨 후 30수를 선발하여 실험동물로 공시하였다.

2) 실험기간

1996년 3월 10일부터 동년 4월 19일까지 총 39일간 실시하였다.

3) 실험설계

시판배합사료(Commercial layer feed) 급여구를 대조구로 하고 시판배합사료 80%+건조발효잔반사료 20% (Commercial layer feed 80%+Fermented food residues 20%)처리구, 시판배합사료 50%+건조발효잔반사료 50% (Commercial layer feed 50%+Fermented food residues 50%)처리구, 시판배합사료 20%+건조발효잔반사료 80% (Commercial layer feed 20%+Fermented food residues 80%)처리구 및 건조발효잔반사료 100% (Fermented food residues 100%)처리구 등으로 5처리구 3반복으로 임의 배치하였다.

4) 실험사료 제조

건조발효잔반사료 (Fermented food residues)는 단체급식소에서 발생된 음식물 찌꺼기를 간이 탈수 후 호기성 미생물군을 고정화한 발효촉진제로 고속발효

분해하는 발효장치에서 24시간 발효시켜 disc mill로 분쇄하였다. 실험사료는 시판 산란계 사료를 기초 사료로 하여 건조발효잔반사료를 20, 50, 80 및 100% 대체하여 배합 제조하였다. 실험사료의 화학적 성분은 Table 17과 같다.

5) 실험동물 관리

실험동물은 경기도 용인군 소재 양계장에서 3단 케이지로 사육하였고 일일 수당 평균 130g씩 실험사료를 급여하였으며 섭취가 불량하여 잔량이 많을 경우 공급을 제한하였다. 급수는 니플 급수로 자유급수 하였고, 점등관리는 특별히 하지 않고 농장 관행에 따랐으며 실험기간중 계사내 평균 온도는 아침 7~11℃, 낮 12~21℃이었다.

6) 조사항목 및 분석 방법

가) 일반화학적 성분 및 총에너지

실험사료의 조성분은 60℃의 건조기에서 1차 건조시켜 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 조회분 함량을 AOAC(1990)방법에 따라 분석하였으며, 역시 AOAC(1990) 방법에 따라 Ca과 P은 Atomic absorption spectrophotometery로, NaCl은 $AgNO_3$를 이용한 적정법으로 분석하였다. 에너지는 HN-20S칼로리 측정기(Toa Co., Japan)를 사용하여 측정하였다.

나) 증체량 및 사료섭취량

증체량은 실험개시와 실험종료시 체중을 측정하여 구했으며, 사료섭취량은 매일 수당 평균 130g씩 실험사료를 급여한 후 섭취가 불량하여 잔량이 많을 경우 공급을 제한해서 1주일간격으로 섭취량을 측정하였다.

다) 산란율 및 난중

산란율은 실험기간중 매일 채집하여 처리구별로 총산란수를 사육두수로 나누어 백분율로 구하였고, 난중은 매일 채집한 계란을 전자저울을 이용하여 처리구별로 측정하였다.

라) 난각두께

난각두께는 Digmatic indicator (Mitutoyo Co., Japan)로 난각의 둔단부, 예단부 및 중앙부를 측정하였다.

마) 난황계수

Mitutoyo사(Japan)의 캘리퍼스로 난황의 높이와 지름을 측정하여 Sauter 등(1951)의 방법으로 다음 공식에 의하여 난황계수를 구하였다.

$$\text{난황계수} = \frac{\text{난황의 높이}}{\text{난황의 직경}}$$

바) Haugh unit

Haugh unit는 Haugh unit 측정기(Mitutoyo Co., Japan)로 난백의 높이를 측정하여 Raymond Hauugh(1937)방법에 의하여 다음 공식으로 계산하였다.

$$\text{Haungh unit} = 100 \log \{ H - \frac{\sqrt{G}(0W^{0.37} - 100)}{100} + 1.9\}$$

H = 난백높이(mm)

G = 32.2

W = 난중(g)

사) Roche color unit

난황색은 Roche yolk color fan (Printed in Switzerland)으로 색도를 측정하였다.

아) 콜레스테롤 정량

각 처리구의 계란 난황을 300㎛의 체를 통하여 난황막 및 알끈을 제거하고 잘 균질한 후 이것을 시료로 하여 콜레스테롤 정량 실험을 2반복 실시하였으며, 콜레스테롤 정량 kit (Boehringer Mannheim Co., Cat. No. 139050)를 사용하여 측정하였다.

차). 통계처리

통계분석은 통계 SAS (Statistical Analysis System, Ver 6.04 USA, 1989)를 이용하여 각 처리구간의 평균값을 Duncan's multiple range test로 비교, 검정하였다(Steel 과 Torry, 1980)

Table 17. Chemical composition of the laying hen experimental diets.

Item	Treatment[1]				
	Control	C80%+F20%	C50%+F50%	C20%+F80%	F100%
DM	88.04	88.92	90.25	90.9	92.63
	% of DM				
CP	17.50	19.95	22.11	23.83	25.44
EE	1.37	4.43	4.60	6.03	7.59
CF	3.68	3.56	3.93	4.64	4.88
Ash	11.85	8.37	9.82	9.22	9.46
Ca	3.94	2.65	2.32	1.65	1.81
P	0.43	0.49	0.55	0.64	0.84
NaCl	0.55	1.23	2.12	3.06	3.65
Cal	2605.13	2754.42	3705.99	3949.80	3963.49
C/P ratio	148.86	138.06	167.61	165.74	155.79

Control : Commercial layer feed 100%,

C80%+F20% : Commercial layer feed 80% + Fermented food residues 20%,

C50%+F50% : Commercial layer feed 50% + Fermented food residues 50%,

C20%+F80% : Commercial layer feed 20% + Fermented food residues 80%,

F100% : Fermented food residues 100%,

나. 결과 및 고찰

1) 사료섭취량

가) 실험초기에 20, 80, 100% 대체 처리구에서 사료섭취량이 낮았으나 실험 진행에 따라 섭취량이 증가하는 경향을 보였고, 50% 대체구에서는 2주째까지 증가하다 점점 감소하는 경향을 보였다(Table 18). 실험기간동안 20%와 50% 대체시 대조구와 차이를 나타내지 않았고, 80% 대체시 낮아졌으며, 100% 대체시 가장 낮아 유의적 차이가 나타났다($P<0.01$). 이러한 경향은 일반적으로 대체수준이 증가할수록 에너지함량이 감소하여 잔반 처리구 간의 사료섭취량이 증가하는 것으로 생각되어지나, 우리나라 잔반의 에너지 함량은 다른 외국의 것에 비하여 총에너지 함량이 높기 때문에 본 실험에서는 건조잔반의 대체 수준이 증가할수록 에너지 함량이 증가하고 염분의 함량이 높아져 사료섭취량이 낮아지는 것으로 생각된다.

나) 실험초기에 20, 80, 100% 대체 처리구에서 사료섭취량이 낮았으나 실험 진행에 따라 섭취량이 증가하는 경향을 나타내 쉽게 적응하였으며, 50% 처리구에서는 2주째까지 증가하다 점점 감소하는 경향을 보였으나, 유의성은 없었다. 이것은 건조잔반의 입자가 미세하고 전분질 함량이 높아 부리 주위에 달라붙는 등 산란계의 사료섭취 특성상 스트레스가 될 수 있어 가공을 통한 형태적 변화를 시도하면 섭취량에 긍정적 효과를 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

Table 18. The effect of fermented food residues on feed intake of laying hen

weeks	Control[1]	C80%+F20%	C50%+F50%	C20%+F80%	F100%
			---------- g ----------		
1	812.33±14.51	838.00±6.42	791.83±15.10	655.83±51.27	552.67±30.87
2	862.63±9.39	861.07±9.53	870.83±23.04	731.67±42.65	559.47±41.37
3	866.60±0	867.30±0	843.00±0	752.50±0	604.10±0
4	872.33±3.43	899.50±23.04	781.33±83.89	777.00±42.19	657.17±39.68
Overall	853.48±8.21[a]	860.51±5.82[a]	821.88±24.50[a]	729.25±23.67[b]	593.35±20.26[c]

[1] Control : Commercial layer feed 100%,
C80%+F20% : Commercial layer feed 80% + Fermented food residues 20%,
C50%+F50% : Commercial layer feed 50% + Fermented food residues 50%,
C20%+F80% : Commercial layer feed 20% + Fermented food residues 80%,
F100% : Fermented food residues 100%,

[2] Mean ± SE

[a,b,c]Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<0.05).

2) 산란율 및 난중

가) 건조잔반의 20, 50% 대체시 대조구와 큰 차이가 없었고, 80% 이상 대체시 낮아지는 경향을 보였다(P<0.01). 실험 기간 동안 산란율은 20%, 80% 대체시 3주째 산란율이 낮았고 나머지 기간동안에는 큰 변화가 없었다. 50% 대체시 2주이후 감소하는 경향을 보였으며, 건조잔반 100% 대체시 실험초기부터 감소하는 경향을 보였다(Table 19).

나) 난중은 60.68~64.83g으로 모든 처리구에서 난중의 차이는 없었다(Table 20). 이는 일반적인 잔반실험의 결과보고와 유사한 결과지만, 일부 실험자의 대조구(50.60g)와 잔반 대체구(51.00~53.70g)간의 유의성이 있다고 보고와는 본 실험과 차이를 나타냈다.

Table 19. The effect of fermented food residues on egg production of laying hen.

weeks	Control	C80%+F20%	C50%+F50%	C20%+F80%	F100%
	---------- g ----------				
1	86.19±3.201	85.71±3.37	88.09±1.94	73.81±1.94	59.52±12.74
2	85.71±0.00	90.48±1.94	90.48±5.14	73.81±3.89	40.48±5.14
3	92.86±3.36	73.80±3.89	88.09±5.14	64.29±3.37	28.57±5.14
4	95.24±1.94	78.57±6.73	80.95±10.28	73.81±1.94	23.81±1.94
Overall	87.50±2.13[a]	82.14±3.98[ab]	86.90±5.62[a]	71.42±2.79[b]	38.10±5.48[c]

[1] Mean ± SE

[a,b,c] Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

Table 20. The effect of fermented food residues on egg weight of laying hen

weeks	Control	C80%+F20%	C50%+F50%	C20%+F80%	F100%
	---------- g ----------				
1	61.56±3.30[1]	60.33±1.15	65.68±3.77	65.23±1.00	63.99±0.31
2	65.39±2.99	60.07±1.50	65.63±3.31	63.56±2.10	65.01±0.42
3	66.58±2.23	62.65±0.73	62.89±2.97	65.51±4.41	65.33±0.98
4	65.31±2.03	59.65±0.50	62.21±3.58	65.04±1.36	66.31±1.55
Overall	64.71±1.32[a]	60.68±0.62[a]	64.10±1.77[a]	64.83±0.95[a]	65.32±0.52[a]

[1] Mean ± SE

[a,b,c] Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

3) 난의 품질

가) 난각 두께

둔단부, 예단부와 중앙부는 대조구와 건조잔반 대체구간의 차이가 없었고, 예단부에서 100% 대체구가 50% 대체구 보다 낮은 수치 ($P<0.05$)를 나타냈내으며(Table 21), 중앙부에서는 100% 처리구가 다른 잔반처리구보다 낮은 수치를 나타냈다($P<0.05$).

난각을 구성하는 주요성분인 칼슘의 60~70%가 섭취한 칼슘이 직접 분비되여 난각에 침착되고, 요구량은 3.4% (NRC, 1981)이다. 그러나, 본 실험에서는 칼슘의 함량이 대조구가 3.94%인데 반하여 각대체구의 경우 1.18~2.65%로 낮았으나 난각의 품질에 차이가 없어 건조잔반의 긍정적인 효과를 기대해 볼 수 있을 것이다.

Table 21. The effect of fermented food residues on egg shell of laying hen

Treatment	Egg Shell thickness(mm)		
	Large band	Sharp end	Middle
Control	0.371±0.001	0.375±0.03^{ao}	0.391±0.02^{ao}
C80%+F20%	0.393±0.04	0.373±0.04^{ab}	0.406±0.03^{a}
C50%+F50%	0.377±0.03	0.402±0.03^{a}	0.393±0.01^{a}
C20%+F80%	0.352±0.04	0.384±0.03^{ab}	0.411±0.02^{a}
F100%	0.331±0.03^{ns}	0.330±0.02^{b}	0.361±0.02^{b}

[1] Mean ± SE

^{a,b,c}Means in the same column with different superscripts differ significantly($P<0.05$).

^{ns} Non significant

나) 난황계수, Haught unit와 Cholesterol

난황계수는 0.46~0.51로 신선란의 난황계수 0.44~0.36에 비해 높은 수치를 보였고, 건조잔반 50% 대체구가 0.51%로 가장 높았다(Table 21).

Table 21. The effect of fermented food residues on egg shell of laying hen

Treatment	Egg Shell thickness(mm)		
	Large band	Sharp end	Middle
Control	0.371±0.001	0.375±0.03^{ab}	0.391±0.02^{ab}
C80%+F20%	0.393±0.04	0.373±0.04^{ab}	0.406±0.03^{a}
C50%+F50%	0.377±0.03	0.402±0.03^{a}	0.393±0.01^{a}
C20%+F80%	0.352±0.04	0.384±0.03^{ab}	0.411±0.02^{a}
F100%	0.331±0.03^{ns}	0.330±0.02^{b}	0.361±0.02^{b}

[1] Mean ± SE

[a,b,c] Means in the same column with different superscripts differ significantly($P<0.05$).

[ns] Non significant

Haught unit는 보통란이 76~80으로 대조구가 80이고, 20% 대체구 76.38, 50% 대체구 79.99, 80% 대체구 83.36과 100% 대체시 83.36으로 모두 좋아으며, 건조잔반 대체수준이 증가할수록 Haught unit가 증가하였다(Table 22).

Cholesterol함량은 대조구보다 건조잔반 대체구에서 높았으며, 건조잔반 20% 대체구에서 2.063%로 가장 높았다.

Table 22. The effect of fermented food residues on egg yolk index, Haugh unit and cholesterol

Treatment	Egg yolk index	Haugh unit	Cholesterol[2] (%)
Control	0.47±0.03[1]	80.06±4.12	1.596±0.095
C80%+F20%	0.46±0.02	76.38±5.17	2.063±0.074
C50%+F50%	0.51±0.04	79.99±6.69	1.787±0.066
C20%+F80%	0.48±0.01	83.36±3.88	1.848±0.071
F100%	0.49±0.04^{ns}	83.36±7.55^{ns}	1.711±0.017

[1] Mean ± SE

[2] Egg yolk cholesterol level (mg/g)

[ns] Non significant

다) 난황색(Egg yolk color)

Roche color unit는 대조구에서 6.0이었고, 건조잔반을 20, 50, 80 및 100%로 대체할수록 Roche color unit가 8.3, 10.2, 11.5 및 11.5로 증가하여 난황색이 높았졌다(Table 23). 이러한 경향은 잔반에 난황색을 개선시키는 Carotenoid계 색소가 풍부한 고추와 김치 등 야채류가 많이 포함되어 있기 때문으로 생각된다.

Table 23. The effect of fermented food residues on the egg color

Treatment	Roche color unit	Hunter color		
		L=89.2	a=0.92	b=0.78
Control	6.0±1.0^{c}	50.1±0.60	2.7±0.83	31.7±0.31
C80%+F20%	8.3±1.7^{bc}	44.9±1.73	7.1±1.70	28.5±1.07
C50%+F50%	10.2±1.2^{ab}	44.4±1.59	8.4±1.51	27.4±0.75
C20%+F80%	11.5±0.5^{a}	42.1±1.30	10.7±0.67	25.7±0.66
F100%	11.5±3.5^{a}	42.1±3.28	10.4±2.23	25.0±1.34

Mean ± SE

^{a,b,c} Means in the same column with different superscripts differ significantly($P<0.05$).

2. 오리 사양 실험

잔반 및 유기성 폐자원으로 배합한 오리사료의 효용성 및 경제성을 검정하기 위하여 사양실험을 실시하였다.

가. 재료 및 방법

1) 실험동물

2 주령 Cherry valley F1 200수를 10일간 시판 육용오리 배합사료로 예비사육한 후 25일령에서 각 개체별 체중을 측정하여 평균체중 미달 오리를 제외하고 총 180수를 실험동물로 공시하였다.

2) 실험기간

Cherry valley meat type 오리가 생체중 3kg에 도달하는 일령까지를 사육기간으로 설정하여 실험을 실시하였다.

3) 실험설계

시판배합사료 급여구를 대조구로 하고 생잔반처리구, 건조잔반처리구, 생잔반+건조잔반처리구등 4처리구 3반복으로 임의배치하였고, 반복당 15수를 2m×3..5m의 사육시설을 만들어 사육하였다.

4) 사료 및 음수공급

각 일령별 Cherry valley 오리의 표준 사료섭취량 보다 약 10%정도 증량하여 오후 7시에 1회 급여하고, 부족할 경우 추가 급여하였고 원형급수기를 설치하여 물은 자유롭게 먹을 수 있게 하였다.

5) 실험사료의 조제

생잔반의 경우 이물질(총중량중 3~5% 함유, 플라스틱 및 비닐류) 제거 후 Crusher로 분쇄하였고, 건조잔반은 단체급식소에서 수거하여 굵은 뼈를 선별한 후 수직형 배합기에서 10분간 골고루 배합하였으며, 유기성폐자원은 2중 Steam Cooker(100℃, 2kg/cm^2)에서 40분간 steaming하여 멸균 및 조리하였으며, 곡류

가공 부산물과 1차 혼합 후 Crusher로 분쇄하여 각 처리구별 배합비에 따라 실험사료를 조제하였다.

6) 사료섭취량 및 체중측정

사료섭취량은 매일 사료급여 직전에 전일의 잔량을 수거하여 오후 7시에 측정하였으며, 체중은 1주일 간격으로 전 공시축을 측정하였다.

7) 기타 관리

바닥은 초기에 왕겨를 5cm정도 깔아준 후 매일 적정량을 상부에 살포하였다. 환기는 3개의대형 fan과 선풍기로 실내 공기를 강제 순환시켜 항상 신선하게 유지해주었다. 점등관리는 24시간 사료섭취가 가능하도록 수은등을 켜놓았으며, 평균 온도는 아침 18~25℃, 낮 23 ~ 35℃이었다.

나. 실험 결과 및 평가

1) 사료섭취량 및 사료효율

가) 실험개시시의 4주령 사료섭취량은 RFW (raw food residues, 생잔반) 처리구에서 가장 높았으며, 대조구가 가장 낮았다. RFW 처리구가 대조구와 다른 처리구보다 유의성 있게 높았다($P<0.05$)(Table 24).

나) 증체량에서도 RFW 처리구 가장 높았고 FFW (femented food residues, 발효건조잔반) 처리구가 가장 낮았다. RFW 처리구가 대조구와 다른 처리구에 보다 유의성 있게 높았다 ($P<0.05$). 사료요구율은 R+FFW (Raw + Femented food residues) 처리구가 3.3으로 가장 높았지만, 유의성은 나타나지 않았다.

다) 5주령시 사료섭취량은 RFW 처리구가 높았고, FFW 처리구가 가장 낮았으며, R+FFW 처리구, 대조구, FFW 처리구로 유의성 있게 감소하는 경향을 보였다 ($P<0.05$). 그러나, 증체량은 사료섭취량이 가장 낮은 FFW 처리구가 가장 높았고, 사료섭취량이 가장 높은 RFW 처리구가 가장 낮아 유의적인 차이를 보였다 ($P<0.05$).

라) 사료요구율은 증체량이 가장 높고 사료섭취량이 가장 낮은 FFW 처리구가 가장낮았으며, 증체량은 적고 사료섭취량인 높은 RFW 처리구가 가장 높아 유의적 차이를 보였다 ($P<0.05$).

마) 6주령시 사료섭취량은 RFW 처리구가 가장 높았고, FFW 처리구가 가장 낮았다. RFW 처리구와 R+FFW 처리구에 비해 대조구와 FFW 처리구가 유의적으로 낮게 나타났다 ($P<0.05$). 증체량은 R+FFW 처리구가 가장 높았고, 사료요구율은 RFW 처리구가 가장 높게 나타났다.

바) 전기간(4~6주령)의 사료섭취량에서 RFW 처리구가 가장 높았고, FFW 처리구가 가장 낮았으며, RFW 처리구가 대조구와 FFW 처리구 보다 높게 나타났다 ($P<0.05$).

사) 증체량은 FFW 처리구가 가장 높게 나타나고 대조구가 가장 낮게 나타났다. 섭취량은 높고 증체량이 높지 않은 RFW 처리구가 사료요구율이 가장 높았으며 대조구가 가장 낮았다. 사료요구율은 대조구와 FFW 처리구 대 RFW 처리구간에 유의적 차이를 보였다 ($P<0.05$).

아) 처리구간에 사료섭취량는 FFW 처리구, R+FFW 처리구, RFW 처리구로 유의적으로 증가 ($P<0.05$)하였고, 증체량은 RFW 처리구, R+FFW 처리구, FFW 처리구로 증가하였으며, 사료요구율이 FFW 처리구, R+FFW 처리구, RFW 처리구로 유의적으로 증가하였다 ($P<0.05$).

차) 잔반과 유기성폐자원 혼합사료의 건물섭취량은 대조구인 시판배합사료구보다 2.3 ~ 8.9% 높았으며, 잔반처리구에서는 급여초기에 섭취량이 다소 예상보다 떨어졌으나 2~3일 정도의 적응기간만 지나면서 정상적인 섭취행태를 보였다. 또한 잔반중의 염분함량이 많음으로 인해 잔반처리구에서는 수분공급이 충분하지 않을 때 섭취량이 현저히 감소하는 경향을 나타내었다.

카) 생잔반급여구가 시판배합사료와 비교하여 사료섭취량 및 사료요구율은 높았으나 증체량에는 전혀 문제가 없었으며, 이는 생잔반이나 건조잔반이 충분한 사료적 가치를 가지고 있음을 시사하는 것이다.

Table 24. Feed efficiency of raw or fermented food residues in duck.

Weeks after birth	Item	Commercial duck feed	Raw food residues	Fermented food residues	Raw+Fermented food residues
4	FI ,g	144.6 ± 7.0^{a}	176.1 ± 9.7^{a}	145.8 ± 5.7^{a}	154.1 ± 2.2^{a}
	ADG ,g	51.8 ± 2.6^{b}	63.6 ± 5.0^{a}	45.9 ± 1.8^{b}	46.9 ± 4.1^{a}
	FI/ADG	2.8 ± 0.0	2.8 ± 0.1	3.2 ± 0.0	3.3 ± 0.3
5	FI ,g	148.5 ± 7.3^{a}	183.1 ± 9.5^{a}	145.9 ± 5.9^{a}	162.5 ± 2.5^{a}
	ADG ,g	57.1 ± 3.4^{bc}	53.3 ± 3.0^{c}	74.9 ± 1.1^{a}	65.3 ± 5.2^{ab}
	FI/ADG	2.6 ± 0.1^{b}	3.5 ± 0.3^{a}	2.0 ± 0.1^{b}	2.5 ± 0.3^{b}
6	FI ,g	154.1 ± 4.2^{a}	198.5 ± 12.1^{a}	144.8 ± 5.3^{a}	180.9 ± 1.2^{a}
	ADG ,g	57.7 ± 5.8	57.1 ± 3.7	58.6 ± 8.7	59.1 ± 6.5
	FI/ADG	2.7 ± 0.2	3.5 ± 0.4	2.6 ± 0.4	3.1 ± 0.3
4 - 6	FI ,g	149.1 ± 6.1^{a}	185.9 ± 10.3^{a}	145.5 ± 5.6^{a}	165.9 ± 1.5^{a}
	ADG ,g	55.5 ± 3.8	58.0 ± 2.1	59.8 ± 2.6	57.1 ± 2.1
	FI/ADG	2.7 ± 0.1^{b}	3.3 ± 0.2^{a}	2.6 ± 0.2^{b}	3.0 ± 0.1^{ab}

FI : Feed intake

ADG : Average daily gain

Mean ± SE

^{a,b,} Means in the same row with different superscripts differ siginficantly($P<0.05$)

2) 도체성적

가) 육용오리의 최종 체중은 RFW 처리구가 가장 높았고, FFW 처리구가 가장 낮았으나 유의성은 나타나지 않았으며, 도체 체중은 RFW 처리구가 가장 높았고, 대조구가 가장 낮았으며, 도체율은 FFW 처리구와 R+FFW 처리구가 높은 수치를 보였고, 대조구와 RFW 처리구가 낮은 수치를 보여(Table 25) 유의적 차이를 나타냈다($P<0.05$).

나) 7주령의 오리의 도체율이 76.9~77.7%로 FFW 처리구와 R+FFW 처리구 77.7%와 유사하였으며, 대조구와 RFW 처리구는 74.3, 74.4%로 다소 낮았다.

다) 총장기의 중량은 RFW 처리구가 가장 높았고, 대조구가 가장 낮아 유의성을 보였다 ($P<0.05$). 또한, 장기중량대 체중은 RFW 처리구에서 가장 높았고, 대조구에서 가장 낮아 유의성을 보였다 ($P<0.05$).

라) 간의 중량은 RFW 처리구가 가장 높고 대조구와 FFW 처리구가 가장 낮아 유의적 차이 ($P<0.05$)를 보였고, FFW 처리구, R+FFW 처리구, RFW 처리구로 간의 중량이 유의적으로 증가 ($P<0.05$)하였으며, 간 중량 대 생체중(Liver weight / Live body weight)도 RFW 처리구가 다른 처리구 보다 유의적으로 높은 수치($P<0.05$)를 보였다. 이는 생잔반의 첨가가 어떤 영향을 미치는 것으로 생각되며, 보다 정밀한 검사와 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

마) 장관의 길이는 FFW 처리구가 가장 길고, 대조구가 가장 짧아 유의적 차이를 보였고($P<0.05$), R+FFW 처리구, RFW 처리구, FFW 처리구로 길이가 증가하였다. 이러한 경향은 장관의 크기가 고섬유질 곡류급여시 무겁고 길어지며 또한 미생물이 많은 사료 급여시 장의 크기 및 길이가 변화하는 것으로 생각되어진다.

바) 맹장의 길이는 FFW 처리구가 가장 높았고, 대조구가 가장 낮았으나 유의성은 나타나지 않았다. 맹장의 길이 대 장의 길이 (Caecum length/ Intestine length)는 대조구와 각 처리구간에 차이가 없었다($P<0.05$).

Table 25. Carcass characteristics of duck fed raw or fermented food residues.

Item	Commercial duck feed	Raw food residues	Fermented food residues	Raw+Ferment food residues
Live body weight,g	3127.3 ± 28.0	3391.0 ± 94.0	3071.3 ± 136.6	3191.7 ± 155.2
Carcass weight,g	2323.3 ± 53.6	2523.3 ± 76.9	2383.3 ± 82.5	2476.7 ± 97.0
carcass weight,g	74.3 ± 1.1^{b}	74.4 ± 0.4^{b}	77.7 ± 0.9^{a}	77.7 ± 1.2^{a}
Visceral & entrails weight,g	410.7 ± 24.6^{b}	497.0 ± 20.6^{a}	424.7 ± 21.4^{ab}	447.3 ± 23.8^{ab}
Liver weight,g	77.0 ± 1.2^{ab}	97.3 ± 0.9^{a}	77.0 ± 4.0^{b}	86.3 ± 6.7^{ab}
Liver / BW	2.5 ± 0.0b	2.9 ± 0.1^{a}	2.5 ± 0.0^{b}	2.7 ± 0.1b
Visceral & entrails / BW	13.1 ± 0.7^{b}	14.6 ± 0.3^{a}	13.8 ± 0.3^{ab}	14.0 ± 0.3^{ab}
Intestine length,cm	2163.3 ± 43.3^{b}	2396.7 ± 86.9^{a}	2406.7 ± 78.8^{b}	2363.3 ± 34.8^{ao}
Caecum length,cm	17.7 ± 1.3	18.5 ± 1.3	20.2 ± 0.7	18.8 ± 0.6
Caecum / Intestine	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0

Mean ± SE

^{a,b,} Means in the same row with different superscripts differ siginificantly($P<0.05$)

제 3 장 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리 사료의 안전성 확보

제 1 절 잔반 및 유기성폐자원의 유해성 검토

잔반에 함유될 수 있을 유해성분을 조사하기 위하여 여러 곳에서 채취한 잔반 및 유기성폐자원의 중금속류와 유해미생물 및 Aflatoxin을 분석하여 유해성을 검토하였다.

1. 잔반의 유해성분

가 재료 및 방법

1) 시료채취 기간, 장소 및 방법

시료채취는 1997년 2월부터 1997년 8월까지 배출원별로 가정, 단체급식소 및 대중음식점으로 구분하여 매주 2~3회씩 채취하였다. 가정 잔반은 수도권 소각장에서 9대의 잔반 수거차량으로부터 무작위로 1점씩 채취 후 혼합하여 시료로 사용하였다.

단체급식소 잔반은 서울 강남 소재 초등학교에서 채취하였고, 대중음식점 잔반은 서울 소재 한식 식당에서 채취하였다. 건조잔반은 1997년 2월 ~ 6월까지 단체급식소에서 고속건조발효기를 이용하여 제조한 것을 총 28회 sampling하여 분석하였다.

2) 유해성분 분석

유해중금속의 분석은 우선 지표물로 Cr을 선정하고 원자흡광도계로 분석하여 Cr이 검출된 경우 여타의 중금속을 분석토록 하였다. 유해미생물인 salmonella는 salmonella screening test kit인 Locate(Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)로 조사하였고, E. Coli는 E. Coli test kit인 Colilert(Idexx labiratories, Inc.)로, aflatoxin는 Aflascan (Aflatoxin Testing System; Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)으로 분석하였다.

나. 결과 및 고찰

1) Cr을 비롯한 중금속류

유해중금속류의 지표로 분석한 Cr은 0 - 4.5ppm 수준으로 나타나 사료관리법 제12조 관련 유해사료로 평가되는 크롬의 허용기준인 100ppm보다는 매우 낮았다(Table 26).

2) Salmonella

Salmonella의 경우 사료의 공정규격상 검출되어서는 않되는 유해미생물이나 본 조사에서는 온도가 상승하기 시작하는 4월 1건이 검출되었으며, 대부분의 시료에서는 확인되지 않아 하절기를 제외하고는 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.

3) E. coli

대장균은 계절과 발생원에 관계없이 대부분의 시료에서 검출되었으며, 최저 2에서 최고 540Mpn/ml로 나타나 잔반과 유기성폐자원을 사료자원으로 활용할 경우 반드시 살균과정을 거쳐야 만이 위생적인 사료제조가 가능할 것으로 판단된다.

4) Aflatoxin B1

Aflatoxin B1의 안전한계 수준은 20ppb로 본 연구에서 조사된 시료는 모두 20ppb 이하로 조사되었으며 안전수준을 초과하지 않아 문제가 없는 것으로 생각된다.

5) 계절별로 유해중금속 및 유해 미생물의 농도가 차이가 있을 것으로 예상하여 분석하였으나 유해미생물은 계절에 따라 약간의 차이는 있었으나 큰 차이는 없었다. 이러한 경향은 우리나라 잔반속에는 많은 양의 김치부산물이 있어 잔반속에 많이 함유된 *Lactobacilli*균속들의 활동으로 pH를 저하시켜 유해 미생물의 활동을 억제하는 것으로 생각된다.

Table 26. Appearance rate of toxic substances in food residues.

Month	n	Heavy metal	Toxic Microbes		Mycotoxin
		Cr	Salmonella[1]	E. Coli.[2]	Aflatoxin[3]
	Condition	>100 ppm	Detected	>10,000Mpn/ml	>20ppb
Feb	13	-	-	-	-
Mar	24	-	-	-	-
Apr	12	-	-	-	-
May	15	-	-	-	-
Jun	19	-	-	-	-
Jul	9	-	-	-	-

[1] Salmonella Screening Test; Locate(Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)

[2] E. Coli Test ; Colilert(Idexx labiratories, Inc.)

[3] Aflatoxin Testing System; Aflascan(Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)

2. 유기성폐자원의 유해성분

가 재료 및 방법

1) 시료채취 기간, 장소 및 방법

유기성폐자원의 시료는 1996년 12월부터 1998년 9월까지 실제 오리농장들에서 확보하여 사용하고 있는 유기성폐자원을 비롯하여, 건국대학교 축산대학 자원재활용연구실에 분석 의뢰된 약 300건의 유기성 부산물 및 전국적으로 수집된 유기성폐자원을 사용하여 그 배출원별로 조사하였다.

2) 유해성분 분석

분석항목과 방법은 본 절의 잔반의 유해성분 분석과 동일하다.

나. 결과 및 고찰

1) Cr을 비롯한 중금속류

유해중금속류의 지표로 분석한 Cr은 0 - 20ppm 수준으로 나타나 사료관리법 제12조 관련 유해사료로 평가되는 크롬의 허용기준인 100ppm보다는 낮았으나 피혁 부산물을 사용 시에는 주의가 요망된다(Table 27).

2) Salmonella

Salmonella의 경우는 일년중 온도가 상승하는 계절에 어류가공 부산물에서 많이 검출될 것으로 예상하였으나 본 실험실에서 연중 조사한 결과 salmonella는 검출되지 않았다. .

3) E. coli

대장균은 계절과 발생원에 관계없이 대부분의 유기성 폐자원에서 검출되었으며, 최저 200에서 최고 5400Mpn/ml로 측정되었다. 특히 유기성폐자원 중 어류부산물, 도체부산물에서 높은 농도가 검출되어 이들을 사료원료로 활용할 경우는 필히 살균과정이 필요한 것으로 판단된다.

4) Aflatoxin B1

Aflatoxin B1의 안전한계 수준은 20ppb이나 본 연구에서 조사된 시료는 모두 20ppb 이하로 조사되었으며 안전수준을 초과하지 않아 문제가 없는 것으로 생각된다. 그러나 전분질이 많고 수분함량이 높지 않은 유기성 폐자원은 충분한 주의가 필요하다.

5) 현재까지 분석된 유기성폐자원의 유해성분 함량은 모두 사료허용범위 (사료관리법 제 12조)보다 낮아서 Toxic Microbes나 Mycotoxin 검출 test만 철저히 실시한다면 충분히 사료원료로서 활용이 될 수 있을 것으로 판단된다.

Table 27. Appearance rate of toxic substances in organic wastes.

By-product Source	n	Heavy metal	Toxic Microbes		Mycotoxin
		Cr	Salmonella[1]	E. Coli.[2]	Aflatoxin[3]
		>100ppm	No detected	>10,000Mpn/m	>20ppb
Grain	32	-	-	-	-
Meat	11	-	-	-	-
Fish	5	-	-	-	-
Others	24	-	-	-	-

[1] Salmonella Screening Test; Locate(Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)

[2] E. Coli Test ; Colilert(Idexx labiratories, Inc.)

[3] Aflatoxin Testing System; Aflascan(Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)

제 2 절 잔반의 저장성 및 안전성의 향상

잔반과 유기성 폐자원은 수집, 운반 및 저장 중에 변질되어 가축에 급여시 사료효율이 저하되며, 집단폐사 등의 폐해를 줄 수 있으며, 생산물의 품질을 떨어뜨릴 수 있어 사용하는 잔반에 대한 저장성 향상을 목적으로 일련의 실험을 실시 하였다.

1. 물리적 처리에 의한 잔반의 저장성 향상

가. 재료 및 방법

1) 실험재료

실험에 사용한 잔반은 가정배출 잔반 50%(성남시 분리수거 배출 잔반, 및 도봉구청 분리수거 배출 잔반), 집단급식소 배출 20%(건국대학교 구내식당, 초등학교 구내식당), 식당배출 30%(기사식당, 한식식당)의 비율로 혼합하여 crusher로 crushing하여 사용하였다(Table 28).

2) 실험설계 및 방법

실험은 5 가지의 처리구로 하였으며 그 방법은 아래와 같다.

① 저온저장 : 냉장고에서 5℃에 보관하여 저장성을 실험

② 상온저장 : Non air force incubator에서 20℃에 보관하여 저장성을 실험

③ 건열처리 후 저장 : Dry oven에서 2cm의 두께로 펼친 다음 110℃로 3분간 처리하여 20℃에서 저장

④ 증기처리 후 저장 : Autoclave에서 2cm의 두께로 펼친 다음 130℃로 3분간 처리한 후 20℃에서 저장

⑤ 전자파장 처리 후 저장 : Microwave(480W)에서 2cm의 두께로 펼친 다음 3분간 처리한 후 20℃에서 저장

와 같이 설계하여, 3반복으로 실험을 실시하였으며, sampling은 0, 1, 2, 4, 8일에 실시하였다.

보존성실험에 사용한 저장용기는 일반 일회용 도시락으로 사용하는 알루미늄 호일 도시락을 사용하였으며, 낙진 방지 및 수분증발을 막기 위하여 뚜껑은

덮었으나 공기의 유통은 자유롭도록 하였다.

3) 분석항목 및 방법

건물함량은 AOAC(1990) 방법으로 분석하였으며, 미생물의 분석 중 유해미생물인 Coli-form bacteria는 선택배지인 MacCONEY agar(DIFCO)를 사용하여 petri dish에 agar plate(pH 7.1)를 만들어 37℃에서 24시간 및 48시간 배양 후 직접 colony를 세어 측정하였다. Lactobacilli의 측정은 유산균 선택배지인 LBS agar(BBL)를 사용하여 petri dish에 agar plate(pH 5.5)를 만들어 37℃에서 24시간 및 48시간 배양후 직접 colony를 세어 측정하였다. 미생물수의 측정을 위한 inoculm은 잔반에 생리식염수(0.9% NaCl 수용액)를 가하여 미생물 농도를 희석하여 사용하였다.

pH의 측정은 잔반을 5g을 취하여 증류수 45ml를 가한후 pH meter(Orion, Japan)로 직접 측정하였으며, ammonia-N 농도는 spectrophotometer(Bausch & Lomb)를 이용한 Chaney와 Marbach의 방법으로 하였으며, volatile fatty acid의 측정은 gas chromatography(Hewlettpackard, FID detector)를 이용하여 분석하였다.

Table 28. Chemical composition of food residues used in the conservation experiments.

DM	CP	EE	CF	ASH	Ca	P	NaCl
---------- % ----------							
21.13	24.55	10.12	7.84	13.19	1.87	0.93	3.21

Experimental food residues = Home food residues (50 %)
+ Group suplimental food residues (20%)
+ Restanat food residues (30 %)

나. 결과 및 고찰

1) 건물량의 변화

저장전의 건물함량은 microwave처리가 처리과정에서 가장 증발량이 많아 건물량이 높았으며, 다음으로 dry heating, steaming의 순이었다. 물리적 처리에 있어서의 각처리구별 8일간의 저장기간중의 dry matter의 변화는 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 저장기간중 미생물의 발효에 의한 건물의 감소와 대사산물인 수분이 증가되는 것으로 생각된다. 특히 microwave 처리구에서 증가 후 감소하는 경향은 microwave처리구의 미생물항량과 역의 관계가가 있는 것으로 사료된다.

2) Coli-form bacteria CFU의 변화

저장개시시의 Coli-form bacteria의 CFU는 무처리 20℃구, 무처리 5℃구 및 dry heating 처리구에서 비슷한 수준으로 타처리구에 비하여 높게 나타났으며, 그 다음으로 steaming 처리구, microwave 처리구로 나타났다. Dry heating 처리는 살균에 있어서는 별로 효율적인 방법이 되지 않는 것으로 생각된다. 각 처리구별 Coli-form bacteria의 CFU는 처리구에서 일반적으로 2일까지는 감소하는 경향을 나타낸 후 이후 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 특히, microwave처리 후 가장 낮은 값을 나타내었으나 저장 8일에 가장 높은 수치를 나타내었으며, 그 외의 처리구에서는 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 microwave처리에 의한 미생물 살균효과가 뛰어난 것을 의미하며, 또한 microwave처리는 잔반의 물리화학적인 변화를 일으켜, 저장기간중 미생물 생육에 필요한 더 좋은 환경을 제공한 것으로 생각되어진다.

3) Latobacilli CFU의 변화

저장개시시의 Latobacilli의 CFU는 dry heating 처리구에서 가장 높았으며, 그 다음으로 무처리 20℃구, 무처리 5℃구에서 비슷한 수준으로 타처리구에 비하여 높게 나타났으며, 그 다음로 steaming 처리구, microwave 처리구로 나타났다. Dry heating 처리는 Coli-form bacteria의 살균에 있어서와 마찬가지로 Latobacilli의 살균에도 별로 효율적인 방법이 되지 않는 것으로 생각된다.

각 처리구별 Latobacilli의 CFU는 0 time에 비하여 저장 기간중 계속 증가하는 경향을 보였으며, dry heating, steaming 처리구에서 10^9 CFU/ml 이상의 증가를 보였다. 이는 Coli-form bacteria의 CFU보다 약 100배 정도 높은 수준이었다.

4) pH의 변화

각 처리구별 pH의 변화는 0 time에서 4.5 - 5.5 범위에 있었으나, 저장기간중 계속 증가하여 5.0 - 8.0 범위까지 증가하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 잔반의 초기 pH가 낮은 것은 잔반 배출 후 생성된 유산균에 의한 유산의 증가로 생각되어지며, 이후 무처리구에 비하여 처리구에서 pH의 증가가 높은 것은 물리적 처리에 의한 잔반중의 성분변화로 미생물의 성장 좋은 환경을 만들어 특히 단백질을 분해하여 암모니아와 같은 알카리성 대사산물이 많이 생성되어 pH의 변화가 큰 것으로 생각된다.

5) Ammonia-N의 변화

각 처리구별 ammonia-N의 변화는 0 time에서 각 구 400-500ppm의 범위로 매우 높았으며, 이러한 농도는 미생물에 의한 발효 및 부패가 진행되고 있음을 의미하는 것이다. 5℃ 저장, 20℃ 저장 무처리구에서는 1200ppm까지 증가하였으며, 무처리구에 비하여 상대적으로 microwave처리구는 감소하는 경향을 보였으며, 그리고 dry heating, steaming 처리구는 약간 감소하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 물리적인 잔반의 처리(열처리)가 단백질의 변성을 일으키어 미생물에 분해되기 어렵게 되었다고 생각된다.

6) Total volatile fatty acid의 변화

저장개시시의 total VFA의 농도는 처리구에 비하여 무처리구에서 상대적으로 높았으며, 이러한 경향은 처리시의 열에 의하여 비등점이 낮은 VFA가 증발한 것으로 생각되어진다.

각 처리구별 total volatile fatty acid의 변화는 5℃ 저장, 20℃ 저장 무처리구에서 증가하는 경향을 보였으나, 처리구에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 처리구에 있어서 VFA를 생성하는 미생물의 성장이 무처리구에 비하여 낮을 것을 의미한다.

7) 물리적 처리 결과

잔반의 물리적 처리는 잔반의 저장성을 향상시켰으나, 저장 2일 후부터는 급격히 발효 및 부패가 진행되는 것을 알 수 있었다. 또한 저장온도에 따른 저장성에 있어서는 20℃와 5℃의 저장성에 큰 차이가 나지 않는 점은 주목할 만한 것이다. 이러한 결과는 잔반의 저장시 계절적으로 유효저장기간에는 영향을 별로 미치지 않는 것으로 생각되어 여름철과 겨울철의 잔반의 수거 및 이용에 같은 유효기간을 설정하여야 한다는 것을 나타내고 있다.

잔반의 저장에 있어서 물리적 처리후의 저장은 2일 이내가 적당하며, microwave의 처리가 물리적 처리의 방법 중에서는 가장 효과적인 것으로 나타났다.

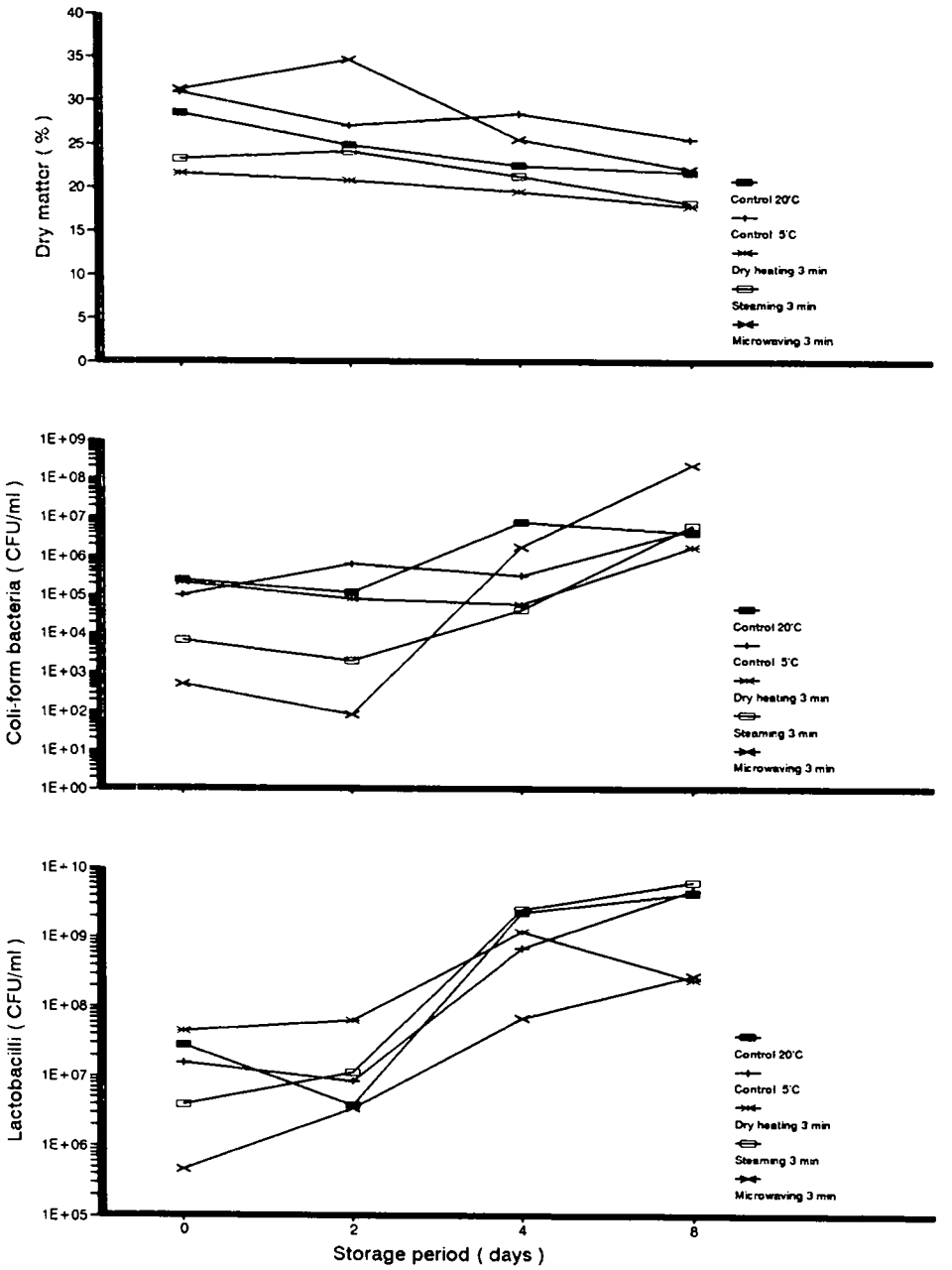

Fig 3. Effects of physical treatments on the change of dry matter, CFU Coli-form bacteria and Lactobacilli of food waste during aerobic storage

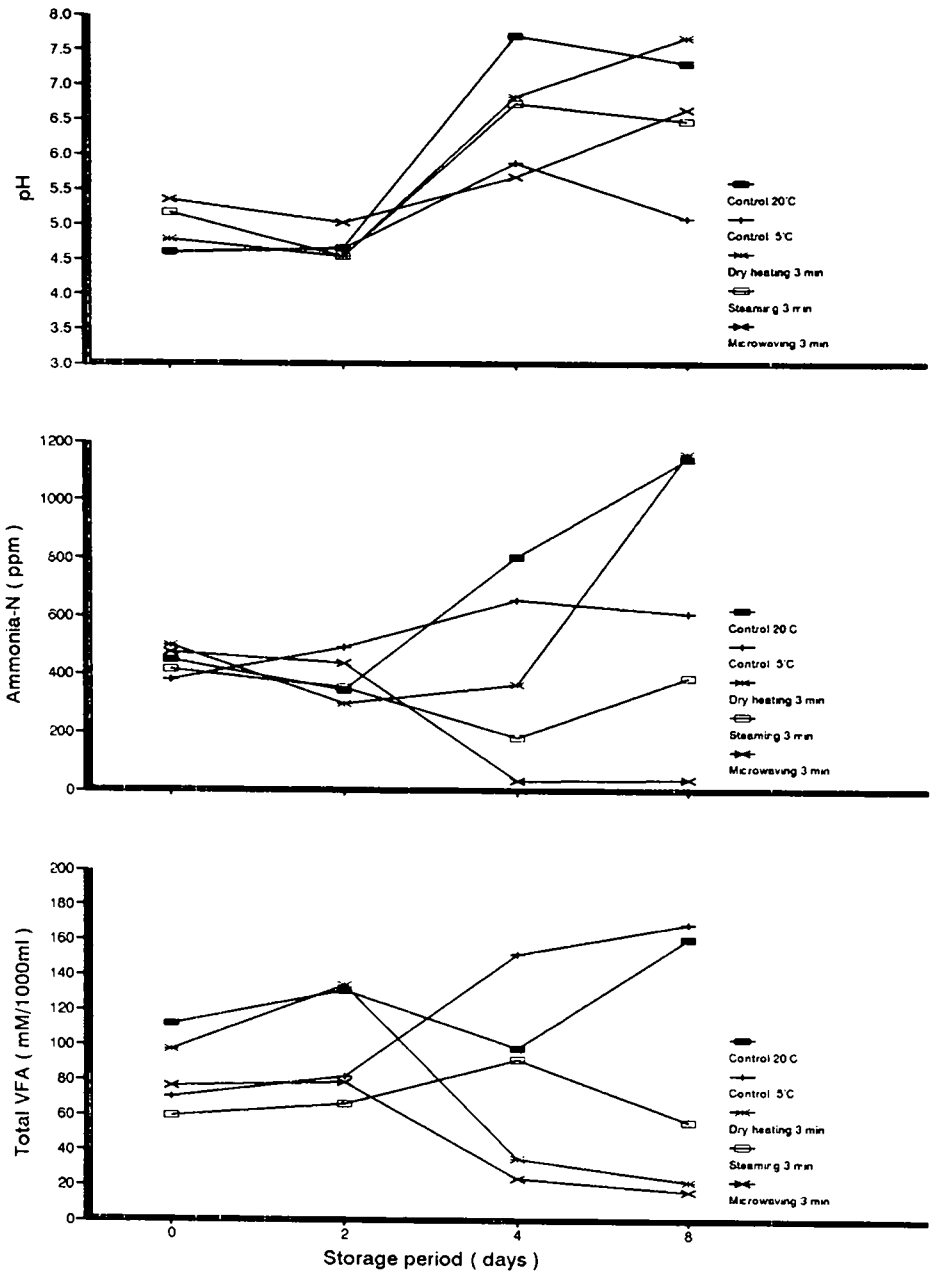

Fig 4. Effects of physical treatments on the change of pH, ammonia-N, total VFA of food waste during aerobic storage

2. 생물학적 처리에 의한 잔반의 저장성 향상

가. 재료 및 방법

1) 실험재료

실험에 사용한 잔반의 재료는 본 절 1항의 재료와 동일하다.

2) 실험방법

실험은 6개의 처리구로 실시하였으며 유산균 및 유산의 첨가에 의한 처리 내용은 아래와 같다

① 유산 2% 및 *Lactobacillus acidophillus* 2% 배양액 첨가후 20℃에서 저장
Lactic acid를 잔반(fed basis)의 2% 및 *Lactobacillus acidophillus* 배양액 (CFU 10^8/ml, 시유배지로 20시간 배양, pH 4.8)을 잔반의 2%로 첨가하여 저장

② *Lactobacillus acidophillus* 배양액 2% 첨가후 20℃에서 저장 :
Lactobacillus acidophillus 배양액 (CFU 10^8/ml, 시유배지로 배양)을 잔반의 2%로 첨가하여 저장

③ *Lactobacillus acidophillus* 배양액 4% 첨가후 20℃에서 저장 :
Lactobacillus acidophillus 배양액 (CFU 10^8/ml, 시유배지로 배양)을 잔반의 4%로 첨가하여 저장

④ ABT 복합유산균 배양액 1% 첨가후 20℃에서 저장 :
ABT 복합유산균(*Lactobacillus acidophillus* + *Bifidus*)을 시유에 pre-culture하여 inoculum으로 하여 잔반에 1% 배양액을 첨가하여 저장

⑤ ABT 복합유산균 배양액 4% 첨가후 20℃에서 저장 :
ABT 복합유산균(*Lactobacillus acidophillus* + *Bifidus*)을 시유에 pre-culture하여 inoculum으로 하여 잔반에 1% 배양액을 첨가하여 저장

과 같이 설계하여, 3반복으로 0, 1, 2, 4, 8일 sampling하여 실험하였다.

3) 분석항목 및 방법

분석항목과 방법도 본 절 1항과 동일하다.

나. 결과 및 고찰

1) 건물량의 변화

생물학적 처리에 있어서의 각처리구별 8일간의 저장기간에 따른 dry matter의 변화는 Lactate 2% + LA(*Lactobacillus acidophillus*) 배양액 2% 처리구, LA 1%, LA 4% 처리구에서는 약간 감소 후 증가하는 경향을 나타내었으며, 무처리구 및 ABT(복합유산균) 배양액 1% 처리구, ABT(복합유산균) 배양액 4% 처리구에서는 저장기간동안 계속 감소하는 경향을 나타내었다. DM(dry msatter)의 함량의 변화에서 저장초기에 dry matter가 감소한 것은 미생물의 활동이 많아 대사수의 증가가 있어 수분의 함량이 증가한 것이라 생각되며 후반기의 dry matter 의 함량이 증가한 것은 수분의 증발에 기인한 것이라 생각된다.

2) Coli-form bacteria CFU의 변화

각처리구별 Coli-form bacteria의 CFU는 각처리구 및 무처리구 모두 감소 후 증가하는 경향을 나타내었으며, 저장 후 2일 또는 4일에 최저치를 나타내었으며, 저장후 8일후에 각처리구 모두 최고치를 나타내었다. 저장 2일 4일 후의 처리구에서 대장균 수가 현저히 감소하는 것을 볼 수 있으나 그 이후로는 대장균 수가 점차적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 저장초기 latic acid의 첨가구에서 뚜렷한 감소를 보였으며, 이후 증가하는 경향을 보였다. 이는 미생물의 대사에 있어 환경의 영향과 *Lactobacilli*가 우점함으로써 대장균이 살 수 없었던 것으로 생각된다. 또한 lactic acid를 첨가에 의한 잔반의 pH 가 낮아져 대장균의 증식에 영향을 미친것으로 생각된다. 저장 4일부터 대부분의 처리구에서 Coli-formbacteria가 증가하는 경향을 보였으나 저장 0 day의 수준까지는 회복하지 못하였으며 Lactobacilli의 성장율에 비하면 미미한 것으로 나타났다. 그러나 대부분의 잔반저장구에서 대장균이 감소하다가 4day sampling 에서부터 증가하는 경향을 보였다. 그러한 경향은 유산균의 성장과 함께 pH에 강한 fungi의 성장도 함께 이루어져 단백질 분해에 의한 ammonia의 발생이 잔반의 pH를 높여 대장균이 증식할 수 있는 환경으로 만들어진 것이라 생각된다.

3) *Latobacilli*의 CFU의 변화

각처리구별 *Latobacilli*의 CFU는 0 time에 비하여 2일 후 감소하는 경향을 나타내었으며, 그후 계속 증가하는 경향을 보였여 저장후 8일째 최고치에 도달하였다. 또한 저장 8일째의 *Lactobacilli*의 CFU는 ABT처리구에 비하여 LA처리구에서 상대적으로 높았다. Lactic acid 2%와 *Lactobacillus acidophillus* 2%첨가구를 제외한 모든 구에서 또한 저장2일 에 가장 낮은 CFU를 나타내었으나 저장 2일 후부터는 급격히 증가하는 경향을 보였다. 이는 저장초기에 Lactic acid 의 첨가에 따라 pH의 저하 및 타 미행물의 성장 억제에 있으며 *Lactobacillus acidophillus* 의 성장에 의한 lactic acid의 생성보다 직접 lactic acid를 첨가하는 것이 효과가 높은 것으로 생각되어 진다. *Lactobacilli*를 접종한 것은 유기산제재를 첨가한 것에 비해 *Lactobacilli*의 CFU가 비교적 낮았는데 이는 균을 직접 접종한 것은 *Lactobacilli*처리구가 유기산과 *Lactobacilli*을 첨가한 구에 비하여 다른 균들과의 경합으로 적응기간이 더 오래 걸린 것으로 생각된다.

4) pH의 변화

각처리구별 pH의 변화는 0 time에서 4.5 - 5.0 범위에 있었으나, 저장 기간 중 약간 감소 후 계속 증가하여 4.5 - 5.0 범위까지 약간 증가하는 경향을 보였다. 그러나 저장 2일 후 까지의 pH의 변화는 거의 없었으며, 이러한 경향은 유기산이 직접 잔반 시료에 투여됨으로써 본래의 pH보다 낮게 나타난 것으로 여겨진다. 저장 기간 중에도 pH의 커다란 변화가 거의 없던 것은 원래의 잔반 자체의 pH가 낮기 때문에 투여한 유기산과의 pH 차이가 많이 나지 않았던 것이 아닐까 생각된다. 저장기간이 증가할수록 pH 가 높아지는 것은 시간이 갈수록 미생물 대사 물질의 산물인 ammonia의 생성으로 인한 pH의 상승으로 여겨진다

5) ammonia-N의 변화

각 처리구별 ammonia-N의 변화는 0 time에서 각 구 350-500ppm의 범위이었으며, 무처리구에서는 약간 증가하는 경향을 보였으나, 처리구에서는 큰 변화는 나타나지 않았다. 저장기간이 증가함에 따라 무처리구에서는 계속 증가하는 경향을 보였으나 처리구 에서는 처음의 수준을 그대로 유지하는 수준이었다. 저장기간의 증가에 따라 무처리구의 경우 일반적으로 증가하는 경향을

보였는데 비하여 처리구에서는 계속 낮은 수준을 유지하였다. 무처리구에 비해 lactic acid 처리구 및 *Lactobacilli* 처리구에서 ammonia 의 농도가 낮게 나타난 것은 lactic acid 및 유산균이 부패성 미생물의 성장을 억제하여 단백질의 분해를 막았기 때문으로 생각된다.

6) Total volatile fatty acid의 변화

각 처리구별 total volatile fatty acid의 변화는 0 time에서 모든 처리구 공히 70 - 80 mM/1000ml를 나타내었으며, 저장기간에 따른 변화는 별로 없었다.

lactic acid 첨가구에서 *Lactobacilli*첨가구에 비하여 VFA 농도가 낮게 나타난 것은 *Lactobacilli*을 첨가한 것 보다 유기산을 첨가한 것이 미생물의 활동을 보다 더 효과적으로 억제한 것이라 여겨진다

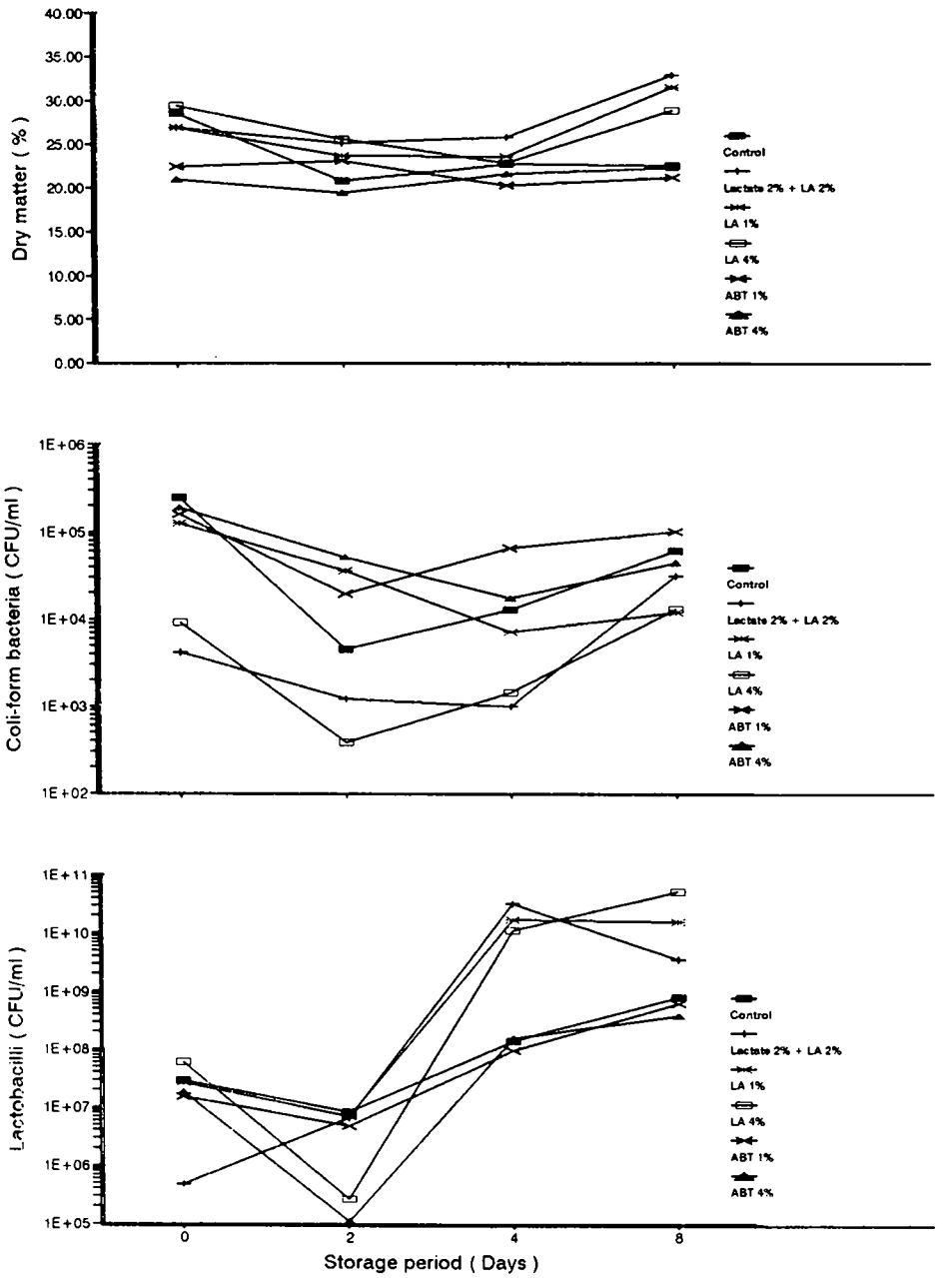

Fig 5. Effects of Biological treatment on the change ofdry matter, CFU of Coli-form bacteria and Lactobacilli of food waste during anaerobic storage

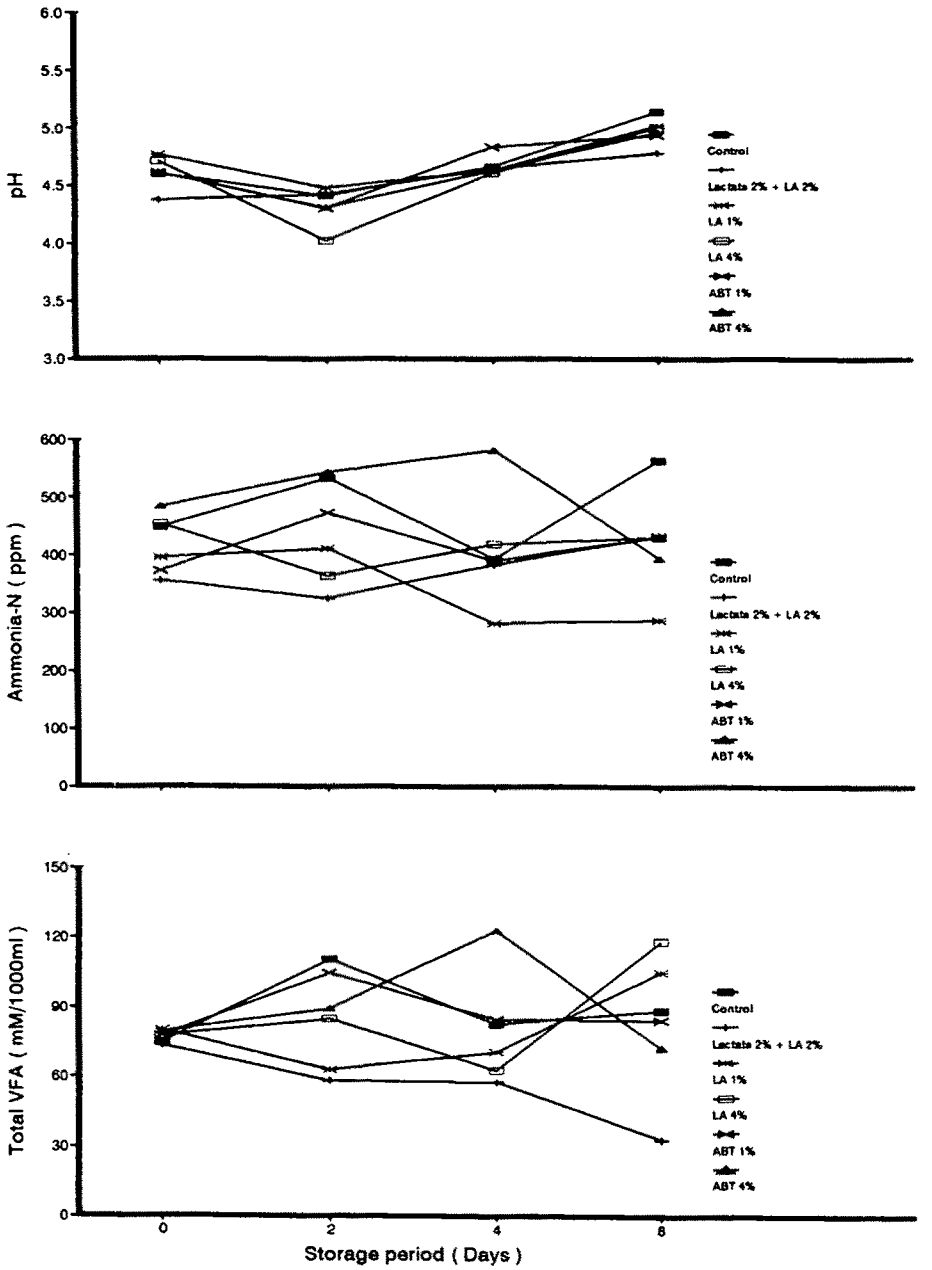

Fig 6. Effects of biological treatment on the change of pH, ammonia-N, total VFA concentration of food waste during anaerobic storage

3. 화학적 처리에 의한 잔반의 저장성 향상

가. 재료 및 방법

1) 실험재료

실험에 사용한 잔반의 재료는 본 절 1항의 재료와 동일하다.

2) 실험설계 :

실험은 6개의 처리구로 실시하였으며 유기산첨가에 의한 처리 내용은 아래와 같다

① Formic acid를 잔반에 1% 첨가후 20℃에서 저장 :
② Acetic acid를 잔반에 1% 첨가후 20℃에서 저장 :
③ Acetic acid를 잔반에 4% 첨가후 20℃에서 저장 :
④ Lactic acid를 잔반에 1% 첨가후 20℃에서 저장 :
⑤ Lactic acid를 잔반에 4% 첨가후 20℃에서 저장 :

과 같이 설계하여, 3반복으로 0, 1, 2, 4, 8일 sampling하여 실험하였다.

3) 분석항목 및 방법

분석항목과 방법도 본 절 1항과 동일하다.

나. 결과 및 고찰

1) 건물량의 변화

유기산 처리에 있어서의 각처리구별 8일간의 저장기간에 따른 dry matter의 변화는 Lactate 4% 처리구 및 Acetate 4% 처리구에서 증가하는 경향을 나타내었으며, 그 이외의 구에서는 변화가 거의 없었다. 이러한 경향은 미생물의 활동이 커지면서 대사수가 증가하고, 이에 따라 수분이 증가한 것으로 생각된다.

2) Coli-form bacteria의 CFU의 변화

각 처리구별 Coli-form bacteria의 CFU는 0 time에서 무처리구에 비하여 처리구 모두 낮은 값을 나타내었으며, Lactate 4% 처리구에서 가장 낮은 값을

나타내었다. 저장 후 8일의 CFU는 무처리구에서 가장 높은 값을, Lactate 4%처리구에서 가장 높은 값을 나타내었다. Formic acid 1% 처리구는 2 day 부터 감소를 보였고 마지막날에는 다시 증가추세를 보였다. Formic acid 4% 처리구의 경우 개시일부터 계속 낮은 수치를 보이다가 마지막날에 Formic acid 1% 처리구와 비슷한 수치를 나타내었다. Acetic acid1% 처리구는 Formic acid 1% 처리구보다는 높은 수치이나 비교적 살균효과는 용이한 것으로 사료된다. Acetic acid4% 처리구는 유기산 처리구 중 가장 높은 수치를 나타내었으며, 농도에 비해 경제성이 떨어지는 것으로 생각된다.

3) Latobacilli의 CFU의 변화

각처리구별 Latobacilli의 CFU는 0 time에서 Lactate 4%, Formate 1% 처리구에서 가장 낮은 값을 나타내었으며, 8일의 CFU는 Formate, Acetate 처리구에서 Lactate, 무처리구에 비하여 상대적으로 낮은 값을 나타내었다.

4) pH의 변화

각 처리구별 pH의 변화는 0 time에서 4.0 - 5.0 범위에 있었으나, 저장기간중에 처리구에 있어서는 변화가 거의 없었으나, 무처리구에서는 pH가 계속 상승하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 곰팡이의 발견과 함께 곰팡이에 의한 발효가 진행되어 단백질 분해산물인 알카리성의 ammonia가 많이 발생하여 pH가 높게 나온 것으로 생각된다.

5) Ammonia-N의 변화

각 처리구별 ammonia-N의 변화는 0 time에서 각구 300-500ppm의 범위이었으며, 무처리구에서는 매우 증가하는 경향을 보였으나, 처리구에서는 큰 변화는 나타나지 않았다. 무처리구에서 ammonia-N의 함량이 증가하는 것은 곰팡이의 증식에 따라 단백질 분해가 많이 일어난 것으로 생각되며, Formic acid 1% 처리구, Formic acid 4% 처리구, Acetic acid 1% 처리구, Acetic acid 4% 처리구에서 약간의 증가와 감소를 보이는 것은 유기산이 부패성 미생물의 성장을 억제하여 단백질 분해산물인 ammonia의 생성을 억제한 것으로 생각된다.

6) Total volatile fatty acid의 변화

각 처리구별 total volatile fatty acid의 변화는 0 time에서 Acetate 4%, 1% 처리구에서 높은 값을 나타내었으며, 타 처리리구에서는 100-200mM/1000ml의 수준이었으며, 저장기간중의 total VFA의 농도에는 큰 변화가 나타나지 않았다.

7) 화학적처리 결과

본 실험에 따른 유기산에 의한 최적 저장기간은 대체적으로 3 - 4일 이내가 적당하며, Formic Acid처리가 가장 우수한 것으로 생각된다. 이는 pH의 변화, coli-form bacteria의 함량, Lactobacilli의 함량, NH_3 - N의 함량, VFA의 함량 변화등의 결과로서 나타났으며, 특히 경제성면에서 formic Acid 1% 처리가 가장 효과적인 처리방법으로 생각되어 진다.

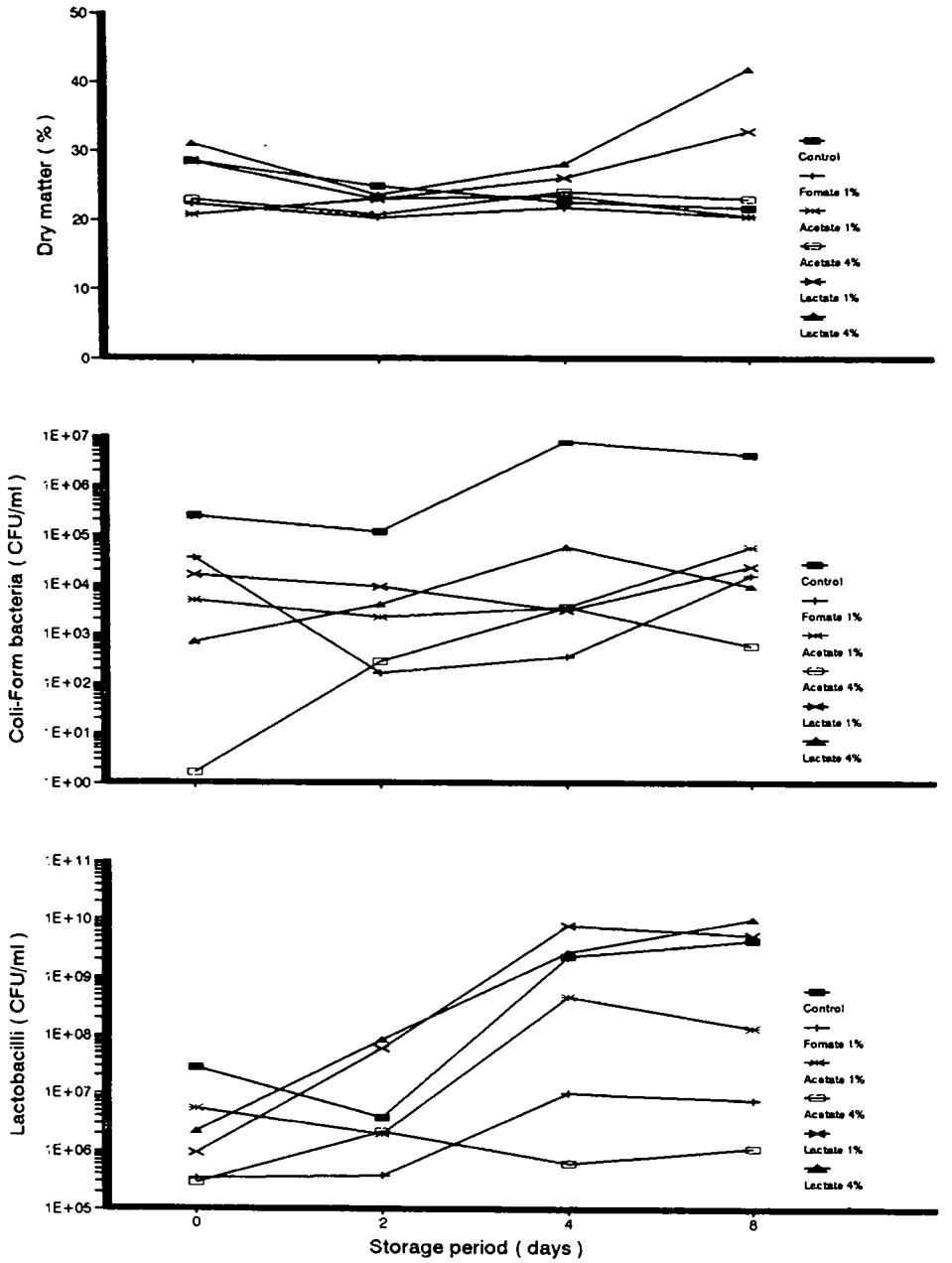

Fig 7. Effects of organic acid treatments on the change of dry matter CFU of Coli-form bacteria and Lactobacilli of food waste during aerobic storage

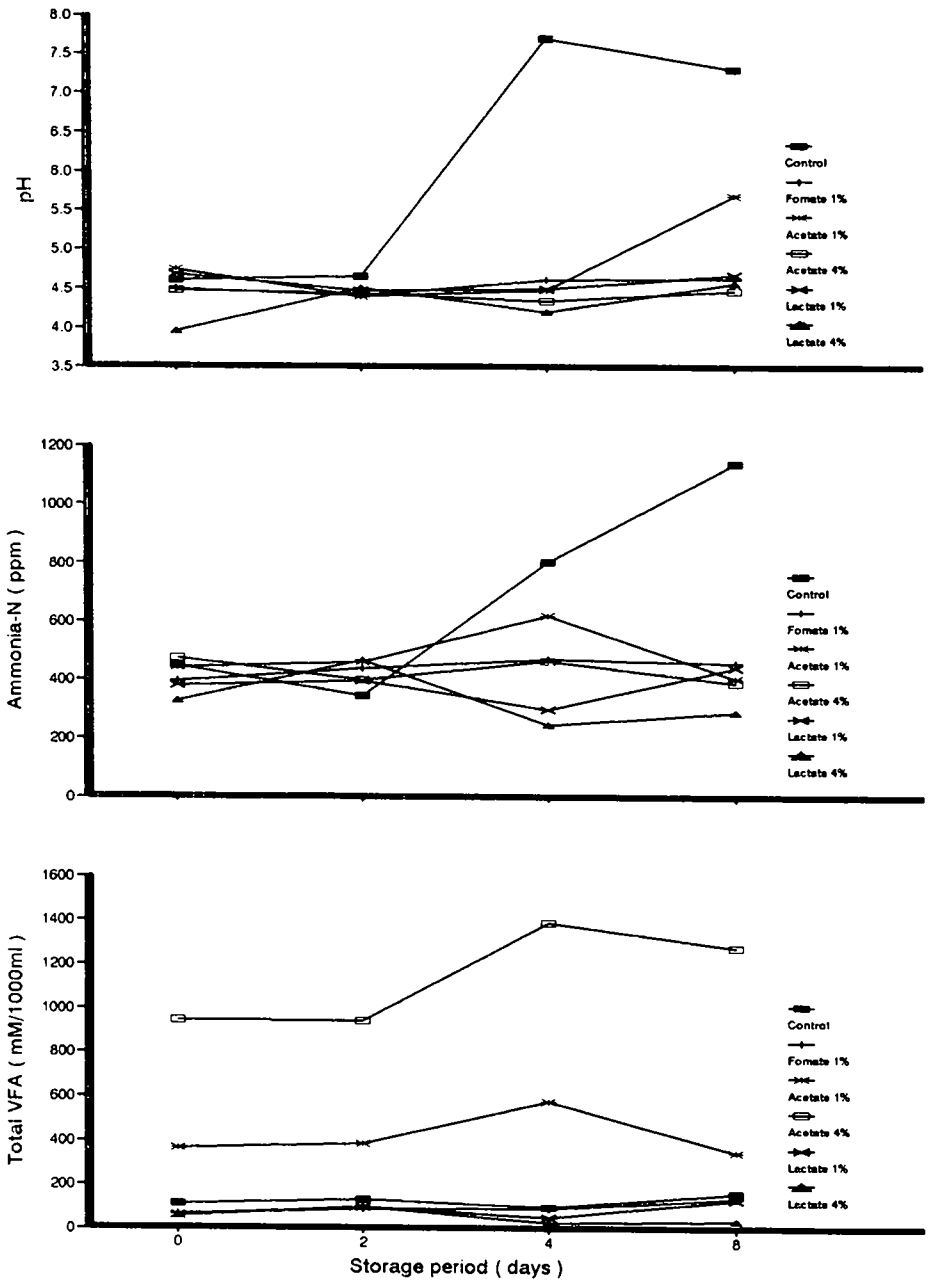

Fig 8. Effects of organic acid treatments on the change of pH, ammonia-N, total VFA concentration of food waste during aerobic storage

제 3 절 잔반사료 급여 오리육의 안전성 검토

1. 증체율 및 폐사율

잔반사료의 급여로 인하여 오리생산물의 안전성에 문제가 발생할 가능성을 조사하기 위하여 현재 활용 또는 향후 활용가능성이 있는 사양방법을 그대로 적용하여 사육을 하였을 경우의 문제점을 도출하기 위한 기초실험을 진행하였다.

가. 재료 및 방법

1) 시험기간

예비사양기간 : 1997년 4월 24일 ~ 1997년 5월 14일

본시험기간 : 1997년 5월 15일(25일령) ~ 1997년 6월 4일(45일령)

2) 실험동물

20일령 Cherry Valley F1 오리 처리구당 30수를 실험동물로 공시하였다.

3) 실험사료 제조

생잔반을 이물질제거나 분쇄 등의 어떤 가공을 거치지 않고 원 수거상태로 이용하였으며, 건조잔반은 고속건조 발효기를 이용하여 제조하였다.

4) 시험구

시판배합사료를 대조구로하고 건조잔반처리구, 생잔반유기산처리구(0.01%), 생잔반알카리처리구(0.01%) 및 생잔반무처리구로 처리구당 2m×1m 크기의 시멘트 콘크리트 사육장에 각 5수씩 임의배치하였다

나. 시험 결과

1) 사양시험 결과 (25일령 ~ 45일령)

환경이 열악할 때 전반적으로 사료섭취량이 감소하였으며 증체량 또한 현저히 감소하였다(Table 29).

잔반으로부터 이물질을 제거하거나 살균처리 과정 등을 거치지 않을 때, 바닥에 깔짚 등 보온과 청결재료를 사용하지 않을 때, 수분 공급이 원활치 못할 때 오리의 정상적인 사료 섭취와 성장에 나쁜 영향을 미쳤다. 또한 1차 가공하지 않은 상태에서 급여시 채소류나 생선뼈 등을 섭취하지 못해 많은 양이 재차 쓰레기화하는 문제점이 발생되었다.

2) 폐사축의 조직 및 병변 검사

폐사축을 부검하였을 때 소화기관 내에서 많은 이물질을 목격할 수 있었으며 간이 비대하여지고 복수가 차는 등 독성에 의하여 출현하는 생리학적인 병변도 나타났다. 또한 장출혈과 폐손상등이 발견되었고, 총배설강이 팽창되어 배설에 문제가 있는 오리도 발견되었다.

따라서 잔반을 사료로 사용할 때 오리의 정상적인 성장과 생산물의 안전성 확보를 위하여 이물질 제거와 1차적인 가공처리 등이 필수적으로 요구된다

3) 폐사율에 미치는 영향조사

폐사의 주원인을 정확히 규명하기는 어려웠으나 환경이 불량하면 오리의 털이 빠지고 일부는 염중독 증상과 유사한 임상적 병변을 나타냈으며 심한 경우 폐사에 이르렀다.

본 실험에서는 최악의 상태를 인위적으로 만들어 잔반을 오리에 급여시 오리의 적응과정을 관찰하고자 한 바 오리의 적응능력은 예상한 것보다 훨씬 낮았다. 또한 이쑤시게, 비닐 등을 그대로 섭취하여 폐사하는 경우도 빈발하였으며, 변질된 잔반을 무가공 상태로 섭취하였을 때 많은 병변을 보였다.

일부 오리의 경우 다리 또는 목관절 이상으로 정상적인 보행과 사료섭취가 어려운 경우도 있었으며 이는 염중독에 의한 것으로 추정된다. 따라서 농장에 대한 현장 적용시험을 반드시 실시하여 사료의 안전성 뿐만 아니라 축산물에 대한 안전성 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Table 29. Performance and mortality of duck fed raw or treated food residues

(n=30)

Item	CDF	FFW	RFW		
			Organic acid	Alkali	Non-treatment
Feed Intake, g/head/day	210	170	720	740	1,010
Weight gain, g/head	1,671	1001	592	669	911
Mortality, %	0	20	60	80	0

CFDF : Commercial duck feed

FFW : Fermented food residues

RFW : Raw food residues

2. 오리육의 유해물질 함유 검토

잔반 및 유기성폐자원으로 만든 잔반사료로 실제 오리를 사육하였을 경우에 폐사율 및 오리육에 잔류하는 유해물질의 존재 여부를 검토하였다.

가. 검토 방법

검토방법은 다음 제 4장에서 실시한 오리사육 실증검정에 생산된 오리중 각 구별 5수씩 총 30수를 임의로 선발하여 도체 후, 혈액, 가슴살 및 간을 채취하여 유해성분을 분석하여 검토하였다. 분석항목 및 분석방법은 잔반 및 유기성폐자원에서의 유해성분 분석과 동일하다.

나. 검토 결과

1) 실험기간 중 모든 오리는 건강하였으나 실험 초기부터 바로 생잔반 사료를 급여한 T3구에서 2마리가 폐사하였으며, 이의 원인을 규명하기 위해 바로 사체 부검을 실시하였으나 장기내에 특별한 이상을 발견할 수 없었으며 정밀조사를 위해 간 조직 검사를 실시하였으나 역시 별다른 손상을 발견할 수 없었다. 따라서 새로운 축사로 이동하여 부적응 상태에서 다른 오리에 쓸려 압사한 것으로 추측된다(Table 30).

Table 30. Effects of food residues on mortality in duck fed in each period

(n=50)

Weeks after birth	Control	T3	T4	T5	T6	R
2 - 3	0	2	0	0	0	0
3 - 4	0	0	0	0	0	0
4 - 5	0	0	0	0	0	0
5 - 6	0	0	0	0	0	0
Mortality,%	0	4	0	0	0	0

Control : Comercial duck feed 100%

T3, 4, 5 and 6 : food residues feeding after 3, 4, 5 and 6 weeks of birth

R : Comercial duck feed 50% + Raw food residues 50%

나) 생잔반 사료를 오리에 급여시 즉시 수거하여 위생적으로 제조, 급여하면 안전에는 특별한 문제가 없을 것으로 판단된다 (Table 31, 32)

Table 31. Metal contents of blood of duck fed food residues in 6 weeks after birth

(n=30)

Chemicals	Control	T3	T4	T5	T6	R
Mg, mg/100ml	1.7 ±0.3	2.3 ±0.6	2.3 ±0.4	1.5 ±0.2	1.3 ±0.3	1.5 ±0.2
NH_3, μmol/L	32 >	32 >	32 >	32 >	32 >	32 >
Phosphate mg/100ml	7.9 >	7.9 >	7.9 >	7.9 >	7.9 >	7.9 >
Na^+ mMol/L	120.0 ±3.6	103.7 ±3.4	117.3 ±6.6	109.3 ±4.2	111.3 ±10.1	110.3 ±7.0
Cl^- mMol/L	107.7 ±1.2	96.0 3.7	107.7 ±2.1	112.3 ±14.1	116.0 ±5.4	103.7 ±7.4
K^+ mMol/L	5.0 >	5.0 >	5.0 >	5.0 >	5.0 >	5.0 >

Control : Comercial duck feed 100%

T3, 4, 5 and 6 : food residues feeding after 3, 4, 5 and 6 weeks of birth

R : Comercial duck feed 50% + Raw food residues 50%

Mean ± Standard deviation

Table 32. Heavy metal contents and microbes of breast muscle of duck fed food residues in 6 weeks after birth

(n=5)

Chemicals	Control	T3	T4	T5	T6	R
Cd (ppm)	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Pb (ppm)	0.08	0.08	0.02	0.12	0.08	0.01
Salmonella	-	-	-	-	-	-
E. coli						
Aflatoxin (ppb)	0~5	0~5	0~5	0~5	0~5	0~5

Control : Comercial duck feed 100%

T3, 4, 5 and 6 : food residues feeding after 3, 4, 5 and 6 weeks of birth

R : Comercial duck feed 50% + Raw food residues 50%

Mean ± Standard deviation

Salmonella Screening Test; Locate(Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)

[2] E. Coli Test ; Colilert(Idexx labiratories, Inc.)

[3] Aflatoxin Testing System; Aflascan(Rhone-poulenc diagnostics Ltd., Scotland)

제 4 장 잔반 및 유기성 폐자원을 이용한 오리 사육 실증검정

잔반 및 유기성폐자원을 이용하여 잔반사료를 만들어 실제 오리사육에 사용할 때 어느 시기에 사용하는 것이 효과적인가를 규명하며, 경제성을 조사하기 위한 실증사육을 실시하였다.

1. 재료 및 방법

가. 공시오리

2 주령 Cherry valley F1 500수를 10일간 시판 육용 오리배합사료로 예비사육 후 25일령 때 각 개체별 체중을 측정하여 평균체중 미달 오리를 제외하고 총 300수를 실험동물로 공시하였다.

나. 실험기간

Cherry valley meat type 오리의 일반적인 출하시기인 8주령까지를 목표로 하여 실시하였다.

다. 실험설계

시판배합사료 급여구를 대조구로하고 3주령에서부터 생잔반을 급여한 구를 T3, 4, 5, 6, 7주령부터 급여한구를 각각 T4, T5, T6, T7으로 하였으며, R의 급여구는 3주령부터 농후사료 50%와 생잔반 25%, 유기성폐자원 25%를 혼합하여 급여한 구로 하였다. 3처리 3반복으로 임의배치하였고, 반복당 50수를 공시하여 사육하였다(Table 33).

라. 사료 및 음수공급

각 일령별 Cherry valley 표준 사료섭취량보다 약 10%정도 증량하여 오후 7시에 1회 급여하고, 부족시 추가 급여하였고 원형급수기를 설치하여 물은 자유롭게 먹을 수 있게 하였다.

마. 실험사료제조

생잔반의 경우 이물질(총중량중 3~5% 함유) 제거 후 Crusher로 분쇄하였고, 건조잔반은 단체급식소에서 수거하여 굵은 뼈를 선별한 후 수직형 배합기에서 10분간 골고루 배합하였으며, 유기성폐자원도 함께 배합하여 실험사료를 조제하였다.

바. 사료섭취량 및 체중측정

사료섭취량은 사료급여 직전에 전일의 잔량을 수거하여 오후 7시에 측정하였으며, 체중은 1주일 간격으로 전 공시동물을 대상으로 측정하였다.

사. 기타 관리

바닥은 초기에 왕겨를 5cm정도 깔아준 후 매일 적정량을 상부에 살포하였다. 환기는 3개의대형 fan과 선풍기로 실내 공기를 강제 순환시켜 항상 신선하게 유지해주었다. 점등관리는 24시간 사료섭취가 가능하도록 수은등을 켜놓았으며, 평균 온도는 아침 18~25℃, 낮 23 ~ 35℃이었다.

Table 33. Experimental design

Weeks of birth	Control	T3	T4	T5	T6	R
3						
4						
5						
6						

Commercial duck feed

Raw food residues

Organic waste

2. 잔반 급여시기별 사양성적

가. 잔반급여시기별 사료섭취량

1) 열처리나 화학적 처리를 거치지 않은 생잔반을 육성초기의 오리에 급여시 오리는 금방 적응하였으나 배합사료 등 건사료를 급여중 습사료로 교체할 때 적응이 어려웠으며, 생산에도 부정적인 영향을 미쳤다. 따라서 생잔반 사료를 습식으로 급여시 4주령에 급여하거나 배합사료와 50%정도 대체하여 급여하였을 때 그 적응효과가 크게 나타났다(Table 34).

2) 실험기간(4주)중 수당 건물기준으로 사료섭취량은 R구가 7.34kg으로 가장 높았고 대조구가 5.16kg, T4구가 5.11Kg 순이었으며 T3구는 4.73kg, T5구는 4.48kg, T6구는 7.57kg으로 R구를 제외한 모든 구에서는 큰 차이는 보이지 않았다.

Table 34. Effects of food residues on feed intake in duck fed in each period

(n=50)

Weeks after birth	Control	T3	T4	T5	T6	R
	---------- g/day/bird (DM basis) ----------					
3	128 ± 4.0	113 ± 5.4	118 ± 9.5	124 ± 3.5	127 ± 3.9	191 ± 5.9
4	172 ± 3.4	173 ± 15.4	196 ± 21.2	168 ± 4.0	170 ± 4.0	248 ± 15.1
5	204 ± 11.4	182 ± 7.8	196 ± 9.4	162 ± 15.9	204 ± 5.7	308 ± 11.2
6	233 ± 18.0	207 ± 13.7	220 ± 13.0	187 ± 15.8	152 ± 17.7	302 ± 13.6
sum	737	675	730	641	653	1049

Control : commercial duck feed 100%

T3, 4, 5 and 6 : raw food residues feeding after 3, 4, 5 and 6 weeks of birth

R : commercial duck feed 50% + raw food residues 25% + organic waste 25%

±SE : standard error

나. 잔반급여시기별 체중

1) 전 실험기간을 통하여 생잔반 급여구는 일반적으로 대조구에 비하여 증체가 부진하였으며, 실험 7주령에서의 수당 평균체중은 대조구가 2,942g으로 가장 높았으며, 그 다음로 배합사료 50%+ 잔반 25% + 유기성폐자원 25% 급여구인 R구로 2,840g, T6구가 2,590g, T5구가 2,519g, T4구가 2,469g, T3구가 2,309g으로 잔반사료 적용시기가 빠를수록 증체에는 부정적인 영향을 미친 것으로 나타났다(Table 35).

2) 배합사료 50%+ 잔반 25% + 유기성폐자원 25% 급여구인 R구에서는 100% 배합사료 급여구에 비하여 7주령의 체중에는 거의 차이가 없었다.

3) 전 실험기간의 평균 일당증체량에 있어서 배합사료 급여구가 가장 높아 92.5g을 나타내었으며, 그 다음으로 R구로 88.5g, T6구는 79.8g, T5구는 76.8g, T4구는 75.2g, T3구는 70.4g을 나타내었으며, 배합사료에서 잔반으로 교체시 증체율이 현저히 떨어지는 경향이 있어 잔반사료의 적응에 문제가 있는 것으로 보인다. 그러나 잔반 적응 후에는 증체량이 후반기 상승하는 경향을 보여 보상성장을 하는 것으로 나타났다.

Table 35. Effects of food residues on body weight and daily weight gain in duck fed in each period.

(n=50)

W[1]	Control	T3	T4	T5	T6	R
	g/bird					
3	352 ± 12.1	338 ± 14.0	357 ± 11.6	368 ± 13.9	356 ± 13.5	362 ± 2.2
4	1175 ± 17.3	834 ± 52.6	1171 ± 61.0	1147 ± 23.1	1167 ± 60.8	1084 ± 31.1
5	1814 ± 95.7	1226 ± 36.8	1479 ± 49.3	1730 ± 6.7	1756 ± 74.0	1659 ± 55.4
6	2472 ± 21.7	1822 ± 44.9	1935 ± 73.5	1957 ± 61.7	2411 ± 81.3	2284 ± 89.6
7	2942 ± 61.7	2309 ± 110.7	2469 ± 61.0	2519 ± 110.3	2590 ± 89.6	2840 ± 96.2
	g/bird/day					
3-4	117.5	70.9	116.3	111.3	115.9	103.1
4-5	91.3	56.0	44.0	83.3	84.1	82.1
5-6	94.0	85.1	64.1	32.4	93.6	89.3
6-7	67.1	69.6	76.3	80.3	25.57	79.4
avg	92.5	70.4	75.2	76.8	79.8	88.5

[1] Weeks after birth

Control : Commercial duck feed 100%

T3, 4, 5 and 6 : food residues feeding after 3, 4, 5 and 6 weeks of birth

R : commercial duck feed 50% + raw food residues 25% + organic waste 25%

±SE : standard error

다. 잔반 급여시기별 사료효율

1) 전 실험기간을 통하여 사료효율은 대조구의 경우 0.52에 비하여 생잔반 급여구들에서는 0.34-0.48의 범위로 낮은 사료효율을 나타내었으며, 특히 배합사료에서 생잔반으로 전환한 시기에 낮은 사료효율을 나타내었다(Table 36).

2) 대조구의 경우 5-6 주령에서 사료효율이 급속한 저하를 나타낸 반면 생잔반 급여구의 경우에는 사료효율의 저하가 크지 않았으며, 오히려 성장 후반기에 사료효율이 개선되는 경우도 있었다.

3) 이러한 현상은 대조구에 비하여 생잔반 급여구에서 보상성장의 현상이 나타난 것으로 생각되어진다.

Table 36. Effects of food residues on feed efficiency in duck fed in each period

(n=50)

Weeks after birth	Control	T3	T4	T5	T6	R
2 - 3	0.80	0.55	0.86	0.79	0.80	0.47
3 - 4	0.53	0.32	0.22	0.50	0.49	0.33
4 - 5	0.46	0.47	0.33	0.20	0.46	0.29
5 - 6	0.29	0.34	0.35	0.43	0.17	0.26
2 - 6	0.52 ±0.21	0.42 ± 0.11	0.44 ± 0.29	0.48 ± 0.24	0.48 ± 0.26	0.34 ± 0.09

Control : Comercial duck feed 100%
T3, 4, 5 and 6 : food residues feeding after 3, 4, 5 and 6 weeks of birth
R : commercial duck feed 50% + raw food residues 25% + organic waste 25%
±SD : standard error

3. 잔반급여 시기별 도체성적

1) 생체중의 경우 배합사료 급여구인 대조구에 비하여 생잔반 급여구는 그 급여 기간이 길수록 생체중이 가벼웠으며, 배합사료50%+생잔반25%+유기성폐자원25% 급여구인 R구에서는 대조구에 비하여 별로 차이가 없었다(Table 37).

2) 도체율은 대조구의 61.0%에 비하여 생잔반 급여구에서 약간 높게 나타났으며, 특히 T4구에서 70.4%로 가장 높은 성적을 나타내었다.

3) 간의 무게에 있어서 대조구, 생잔반 급여구의 차이는 별로 없었으나, 생체중에 대한 내장의 무게에 있어서 대조구에 비하여 생잔반 급여구에서 현저하게 높은 값을 나타내었다.

4) 이와 같이 생체중에 비하여 내장의 무게 비율이 높은 것은 생잔반은 농후사료에 비하여 잡균이 많아 영양소의 흡수율을 높이기 위하여 내장 및 맹장의 길이가 길어졌으며, 또한 미생물에 대한 내성의 증가를 위하여 장벽의 두께도 증가한 것으로 생각되어지며, 농후사료에 비하여 생잔반의 경우 영양소중 섬유소와 가용영양소의 함량이 상대적으로 낮아, 이를 소화흡수 하기 위하여 장의 길이가 길어졌다고 생각되어진다.

Table 37. Effects of food residues on carcass characteristics in duck fed in each period.

(n=10)

	Control	T3	T4	T5	T6	R
Live body weight, g	2989 ± 59.7	2322 ± 78.2	2400 ± 43.2	2628 ± 78.0	2656 ± 91.4	2817 ± 67.7
Carcass weight, g	1823 ± 24.6	1507 ± 27.8	1690 ± 21.0	1563 ± 30.2	1593 ± 33.4	1730 ± 27.5
Live body/ carcass weight, %	61.0	64.9	70.4	59.5	60.0	61.4
Flesh weight, g	1197 ± 15.3	953 ± 13.3	1053 ± 14.7	990 ± 13.7	953 ± 12.9	1113 ± 14.8
Entrials weight, g	321.3 ± 15.5	359.4 ± 25.0	451.8 ± 6.9	390.6 ± 11.9	351.0 ± 12.5	344.7 ± 23.1
Liver weight, g	66.6 ± 5.5	59.4 ± 3.7	68.1 ± 3.6	60.3 ± 4.8	68.1 ± 6.4	72.3 ± 8.8
Flesh weight/ live body weight, %	40.0	41.1	43.9	37.7	35.9	39.5
Entrials weight/live body weight, %	10.7	15.4	18.8	14.9	13.2	12.2
Liver weight/ live body weight, %	2.2	2.6	2.8	2.3	2.6	2.6

Control : Commercial duck feed 100%

T3, 4, 5 and 6 : food residues feeding after 3, 4, 5 and 6 weeks of birth

R : commercial duck feed 50% + raw food residues 25% + organic waste 25%

± SE : standard error

4. 잔반급여시기별 처리구의 경제성 분석

1) 배합사료 원료의 대부분을 수입하는 우리나라의 축산 환경에서 사료비 절감은 축산 경쟁력의 관건이 된다. 본 실험에서 배합사료를 급여한 대조구에 비하여 생잔반 급여구의 T4구에서 약 10%의 수익률 증가를 나타냈다(Table 38).

2) 현재 각 지방자치단체에서는 잔반을 처리하기 위하여 톤당 최고 120,000원까지 지출하고 있어 앞으로 양축농가에 보조사료 구입비 등을 지원하면 더 큰 수익을 기대할 수 있으리라 생각된다.

Table 38. Effects of food residues on economic efficiency in duck fed in each period

	Control	T3	T4	T5	T6	R
	---------- won/bird ----------					
Duck	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Feed cost	1,774	342	619	900	1,295	1,649
Duck selling income	5,884	4,618	4,938	5,038	5,180	5,680
Net income	2,610	2,776	2,819	2,638	2,385	2,531
Waste treatment supplement income		2,400	1,920	1,440	960	600

Waste treatment supplement income = 120,000/ton