

최 종

연구보고서

남은 음식물과 농수산 부산물의 발효용
균주개발 및 사료화 기술개발

Development of a Ferment Strain Uses The Leftover
Foods and Agro-fishery By-products and a Technique
of Conversion to Feeding

연구기관

순천대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “남은 음식물과 농수산 부산물의 발효용 균주개발 및 사료화 기술개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 8 월 일

주관연구기관명 : 순천대학교
총괄연구책임자 : 양 철 주
연 구 원 : 배 인 휴
연 구 원 : 주 종 철
연 구 원 : Uuganbayar
연 구 원 : 박 일 철
협동연구기관명 : 전남대학교
협동연구책임자 : 이 봉 주
연 구 원 : 선 상 수
연 구 원 : 김 광 현
연 구 원 : 임 재 향
연 구 원 : 김 현 주
연 구 원 : 장 치 면

요 약 문

I. 제 목

남은 음식물과 농수산 부산물의 발효용 균주개발 및 사료화 기술개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 정부와 각 지자체 그리고 축산농가에서는 환경오염을 줄이기 위하여 많은 노력을 하고있다. 또한 IMF이후에는 축산 경쟁력 강화를 위한 새로운 가축의 사료 자원 개발이 요구되고 있다. 남은 음식물은 유기물 함량이 높고 충분한 에너지와 영양가치를 갖고 있으므로 가축사료로서 적합하나 그 동안 대부분 매립되어 침출수와 악취 등의 2차 오염을 유발하고 있는 실정이다. 이외에도 도축부산물, 식품제조부산물, 유통기간 경과 식품 및 각종 농산부산물들이 있으며 이들을 사료화시킨다면 심각한 환경오염문제의 해결과 사료자원의 확보로 원료사료의 수입량감소로 외화절약 효과가 있게 될 것이다.

환경부, 농림부 및 각각의 지자체에서 많은 예산을 지원하여 남은 음식물을 처리하는 시설을 지원하고 있으나 가축의 영양소 요구량에 충족한 사료를 만들고 있는 곳은 많지가 않다. 이들 기기들의 효율적인 사용을 위해서는 남은 음식물 사료에서 유해 성분들이 제거되고 염분의 허용량을 파악하며, 이들을 기초로 한 사료배합율표가 제시되어야 할 것이다. 국내에는 컴퓨터를 활용하여 남은 음식물 및 다양한 부존자원을 이용한 자가사료배합 프로그램이 없는 실정인데 남은 음식물의 영양소함량은 배출처와 사료화 방법에 따라 큰 차이를 나타내고 있다. 이와 같은 문제 때문에 부존자원을 활용하여 가축의 영양소 요구량에 적합한 사료배합율표를 만드는 데에 한계가 있었다.

남은 음식물의 배출처를 유형별로 나누고 발효균을 활용한 유기성 폐기물 등의 부존자원들도 유형에 따른 분류하여 적합한 배합비를 작성할 수 있는 자가사료 배합 프로그램이 필요하다. 이 프로그램은 농가에서 직접 원료를 구매하여 자체적으로 배합할 수 있도록 운용하기 쉬운 사료배합비 계산 전산프로그램을 개발하여, 사료비 절감 및 합리적인 배합비 작성을 통한 사료비 절감과 생산성 향상을 유도하기 위한

것이다. 이러한 프로그램을 개발함으로써 농가에서도 항상 균일한 조성의 다양한 사료제품이 생산될 수 있도록 품질관리 시스템의 구축이 필요하며, 남은 음식물을 활용한 사료의 개발을 목적으로 연구를 실시하였다.

이러한 남은 음식물 자원이용 분야의 국외 연구는 거의 없는 실정이며, 국내에서도 '70년대 말까지는 시도된 바 있지만 급속한 경제성장으로 중단된 바 있으며, 최근 여러 농가들의 요구에 따라서 이에 대한 체계적인 연구가 절실히 요청되고 있다. 따라서 본 연구에서는 토착 유용미생물을 이용한 친환경적 남은 음식물 사료를 개발하고 남은 음식물 사료에 지역에서 생산되는 부존자원인 녹차부산물을 이용한 남은 음식물 사료를 개발하고, 이들의 효율적인 사용이 이루어 지도록 농민의 남은 음식물 사료의 활용과 생산성 향상을 위한 유형별 사료배합 프로그램의 개발을 하고자 하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

가. 유용토착 미생물의 발굴 및 최적조건확립

분변 및 토양 유래의 토착 유효 미생물의 분리를 시도하여 이들의 생물학적 특성 규명을 규명하여 음식물 사료에 이용하고자 하였다. 분리된 *B. subtilis*, *L. acidophilus* 그리고 *Str. faecium*을 생화학 검사법을 이용하여 동정하였다. 또한 효모 곰팡이에 속하는 *Aspergillus oryzae*와 *Saccharomyces cerevisiae*는 slide culture법을 이용하여 동정하였다.

L. acidophilus, *B. subtilis* 그리고 *Str. faecium*은 미호기성 조건에서 36시간 배양에서 활성화된 세포를 회수 할 수 있었고, *Sa. cereviciae*와 *As. oryzae*은 배양 8시간에서 활성화된 세포들을 회수할 수 있었다

나. 양돈사료에 남은 음식물 사료의 최적 첨가수준 규명

남은 음식물 사료를 비육후기돈에 급여하고자 할 때는 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에서 다른 남은 음식물 처리구보다 우수한 사양성적을 나타냈기 때문에 적정 첨가수준으로 사료된다.

도체중은 대조구와 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구에서 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았는데 이는 종료체중의 차이에 기인하는 것으로 사료된다. 도체율, 등지

방두께 및 도체등급에서는 처리간에 유의적 차이는 보이지 않았다.

남은 음식물 사료의 경제성을 분석한 결과 단백질 요구량 10% 강화에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 대조구보다 1 kg 증체에 소요되는 사료비는 적게 들면서 증체에는 대조구와 유의적 차이가 나타나지 않아, 남은 음식물 대체시 단백질을 요구량을 10% 강화하면서 남은 음식물을 25% 정도 대체시키는 것이 바람직한 대체 방법으로 사료된다.

다. 유용 미생물균 혼합배양 대량생산 최적조건 개발

유용 미생물균을 음식물 사료 제조 공정별 해당 온도 조건에 혼합 배양하여 균체의 생존능력을 평가하였다. 음식물 사료 공정과정 중에 유효 미생물을 혼합 배양할 시 사료 공정별 온도 조건이 균체의 성장 조건에 적합하지 못하므로 사료 공정이 끝난 후 유용 미생물을 혼합 배양하여 실온조건에서의 생존여부로 최적 조건을 설정하였다. 유용 미생물균은 공정 (배양)온도 60℃에서 활성을 유지하였으며, 공정 후 대상 유효 미생물의 혼합 배양시에서도 모두 생존효과를 평가할 수 있었다.

라. 비육전·후기돈에서 발효균을 활용한 남은 음식물 발효사료의 최적 첨가 수준 규명

비육전기돈에서 남은 음식물 활용시 유용미생물을 1%~3%를 첨가하면 사료요구율을 개선시킬 수 있었다. 증체량은 1% 첨가군에서 28.33 kg으로 대조구 (27.00 kg)보다 높았다. 사료효율은 대조구가 2.77, 1% 첨가군이 2.65, 2% 첨가군이 2.65, 3% 첨가군이 2.68으로서 1%, 2% 그리고 3% 첨가군이 대조구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 개선되었다.

비육후기돈의 증체량은 유용미생물 2% 첨가군이 23.78 kg으로 대조군보다 높았다. 사료요구율은 대조구가 3.56, 1% 첨가군이 3.56, 2% 첨가군이 3.39, 3% 첨가군이 3.49로 2%와 3% 첨가군이 대조구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 개선되었다. 이러한 결과는 비육후기돈에서 남은 음식물 활용시 유용미생물을 유용미생물을 2%~3%를 첨가하면 사료요구율을 개선시킬 수 있음을 시사하고 있다.

비육후기돈의 도체성적은 사양시험 종료후 처리당 9두씩을 도살하여 조사한 도체중 (kg), 도체율 (%), 도체등급을 비교하였다. 도체중은 처리간에 유의적 차이는 없었으나 유용 미생물 1% 첨가군과 2% 첨가군에서 78.86 kg과 79.14 kg으로 다른 처리구에 비해 높은 경향이였다. 도체율은 처리간에 유의적 차이는 없었으나 1%와 2%

첨가군에서 75.41%와 75.51%로 다른 처리구보다 약간 높은 경향을 나타냈다. 도체등급에서 A와 B등급 출현두수는 모든 처리구가 6두씩으로 처리간 차이는 없었다. 이러한 결과는 비육전기돈과 비육후기돈에서 남은 음식물 활용시 유용미생물 1%~3% 첨가는 도체중, 도체율, 도체등급에는 영향을 미치지 않는것으로 사료되었다.

유효 미생물을 첨가한 사료를 투여한 1주일 후 비육후기돈에 장관내 세균총의 조사결과 *B. subtilis*, *L. acidophilus*, *Str. faecium*, *A. oryzae* 그리고 *S.cerevisiae*가 모두 확인 되었다. 그러나 대조군의 장관내 정상세균총 구성은 *B.subtilis*, *L.acidophilus* 그리고 *Str.faecium*이 확인되었다. 음식물 사료에 첨가된 유효 미생물은 투여 1주일 후부터 장관내 유용 정상세균총을 구성할 수 있음을 확인 할 수 있었으며 이들 정상 세균총은 돼지의 소화기 감염원인이 되고 있는 병원성 *E.coli*, *Salmonella*, *Serpulina* 등의 기회감염을 예방할 수 있다고 생각된다.

마. 병원 미생물과 유용 미생물간의 경쟁적 활성 측정

유효 미생물에 의해 형성된 정상 세균총이 소화기성 병원균의 감염시 질병발생에 미치는 영향을 규명하고자 돼지 살모넬라균을 경구로 인공 감염시켜 비교하였다. 대조군 및 실험군에서 접종후 전반적인 체온 변화의 차이는 크게 나타나지 않았으며 두군 모두에서 심한 설사증상을 일으키지는 않았지만 약간의 연변이 관찰되기도 했다. 접종후 매일 분변에서 총 세균수 및 *Salmonella* spp. 수를 측정하였다. 총세균수는 접종후 증가하는 양상을 보였으나 감염후 8일까지 점차 줄어드는 양상을 보였으며 두 군의 총세균수는 유사하게 검출되었다. 접종 후 분변에서 배출되는 *Salmonella* 수는 감염 후 증가하기 시작하여 접종 후 8일째부터는 배출되지 않은 양상을 보였으며 실험군의 돼지에서 접종 후 2-3일 동안에는 대조군보다 더 많은 양의 살모넬라를 배출하는 양상을 보였다. 그러나 감염 후 5일부터는 대조군보다 감소하면서 7일째는 한마리를 제외하고는 검출되지 않았으며 대조군에 비교하여 *Salmonella* 배출일수가 짧은 것을 볼 수 있었다.

실험 종료 후 부검결과 대조군은 실험군과 비교하여 현저한 장간막 임파절의 종대와 같은 병변 소견을 보였다. 장간막 임파절에 존재하는 살모넬라수를 측정 한 결과 대조군에서는 실험군 보다 많은 살모넬라가 검출되었다.

현미경적 검사에서 대조군 돼지의 회장, 맹장, 결장에서 중등도의 용모 위축과 융합이 저배율에서 특징적으로 관찰되었다. 섬유소의 삼출도 관강내에서 경도로 관찰되었으며, 여기에는 상피세포의 괴사편과 호중구가 섞여 있었다. 고배율 상에서는 점막 고유층에 주로 대식세포와 호중구로 이루어진 염증세포가 침윤하고 있었으며, 소

수의 림프구가 산재되어 있었다. 시험군의 돼지 회장, 맹장, 결장에서 용모의 위축이나 점막 고유층 내 염증세포의 침윤이 상술한 대조군에 비하여 비교적 경미하여, 유용미생물의 투여로 장내에서 Salmonella의 감염을 부분적으로 방어하고 있음을 알 수 있었다.

이는 유용미생물이 장관내의 정상 세균총을 형성을 보다 강하게 하여 Salmonella 접촉직후에 Salmonella가 장관에 부착하는 것을 방해하므로 접촉직후 Salmonella의 배출이 증가하였으며 그로 인해 Salmonella 균의 분비가 대조군에 비해 일찍 감소하는 경향을 보인 것으로 생각된다. 또한 실험군에서는 유용 미생물에 의해서 장벽이 보호를 받으므로 살모넬라의 감염성이 약화되어 macrophage에 의해서 탐식되는 살모넬라수가 줄어들어 장간막 임파절로 이동이 줄었을 것으로 해석이 된다. 이러한 결과는 장간막 임파절의 병변 부위 비교와도 일치하였다.

바. 환경 친화적 효과 검토

유용미생물의 친환경적 효과를 검토하기 위하여 분변내 존재하는 암모니아태 질소의 함량을 측정하였다. 실험군의 돼지 분변내 암모니아태 질소함량은 대조군 보다 낮게 검출되었다. 이는 유용미생물이 배설물의 악취 발생원인인 미소화물을 유용미생물 및 유용미생물이 생산한 각종 효소들에 의해 분해가 더 많이 이루어져서 유용미생물을 섭취한 돼지의 분변에서 암모니아태 질소 함량이 적게 검출 된 것으로 사료된다.

이상의 결과로 보아 유용미생물을 이용한 음식물 사료의 양돈장에 대한 적용은 사료대체 효과를 갖는 있는 생산성을 확인 할 수 있었다. 그리고 음식물의 재활용을 통한 친환경적 축산 경영효과와 함께 양돈장의 악취 감소효과가 있음을 보여주었다. 또한 유용 미생물이 첨가된 음식물 사료는 살모넬라와 같은 소화기 감염증의 예방에도 효과가 확인되었다.

사. 건조 남은 음식물의 첨가수준이 브로일러의 성장 및 체조성에 미치는 영향

Ross broiler 초생추 196수를 공시하여 건조 남은 음식물 무첨가구인 대조구 (0%)와 건조 남은 음식물 10%, 20%, 30% 첨가 및 단백질 함량을 5% 보강한 건조 남은 음식물 10%, 단백질 10% 보강한 20%, 단백질 15% 보강한 30%첨가구 등 7처리를 두어 6주간 사양시험을 실시하였다. 증체량은 대조구가 건조 남은 음식물 첨가구에 비해 다소 높았으나 유의차이는 없었고, 사료섭취량은 건조 남은 음식물의 첨가수준이 증가할수록 높은 경향이였으며, 사료효율은 건조 남은 음식물 10% 첨가시

대조구와 차이가 없었으나 첨가수준이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였다.

아. 건조 남은 음식물의 첨가수준이 산란계의 생산성에 미치는 영향

18주령의 갈색 테트란계 168수를 공시하여 건조 남은 음식물 무첨가구인 대조구와 10%, 20%, 30% 첨가구 및 단백질 함량을 10% 보강한 건조 남은 음식물 10% 첨가구, 단백질을 20% 보강한 20% 첨가구, 단백질을 30%보강한 30% 첨가구 등 총 7처리를 두어 7주간 사양시험을 실시하였다. 1일 평균 사료섭취량은 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가구가 다소 높은 경향이었는데, 건조 남은 음식물 20% 첨가구는 128.4 g으로 대조구의 111.9 g에 비해 유의적으로 높았다. 사료요구율은 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가구가 다소 높은 경향을 보였다. 산란율은 건조 남은 음식물 10% 첨가구가 대조구보다 다소 개선되는 경향이었으나 유의차이는 없었다. 그러나 20%와 30% 첨가구는 대조구보다 유의적으로 낮았으며, 단백질을 보강하므로서 산란율이 크게 개선되었다.

자. 남은음식물 사료와 생균제 첨가에 따른 육계의 성장 및 체조성에 미치는 영향

본 실험은 육계에서 남은 음식물 사료자원 개발의 일환으로 실시하였으며, 생산성을 좀더 큰 효과를 기대하기 위해 남은 음식물에 생균제를 수준별로 첨가하여 급여할 경우 육계의 성장 및 체조성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 실시하였으며, 육계사료에 남은음식물 사료15%에 첨가한 생균제 0.5%, 1.0%, 1.5% 첨가구 및 항생제 0.1%첨가구로 총 6처리 4반복 반복당 7수씩 총 196수로 6주간 사양시험을 하였다. 시험 전기간에 걸쳐 증체량과 사료효율은 항생제 처리구가 1.735 g과 0.56%으로 가장 높았으며, 남은음식물 사료에 생균제 첨가수준이 높아질수록 감소하는 경향을 보였다.

차. 남은 음식물 사료와 생균제가 산란계의 생산성에 미치는 영향

본 실험은 산란계에서 남은 음식물사료에 생균제를 첨가할 경우 난의 생산율과 생산성에 미치는 영향을 알아보는데 연구의 목적이 있다. 사양시험은 일반 사료만으로 구성된 대조구와 Food 30% + Protein 30% + Probiotics (0%, 0.5%, 1.0% 및 1.5%)로 구성된 첨가구로 총 5처리 4반복으로 반복당 6수로 120수를 6주간 사양시험을 실시하였다. 산란률은 생균제 1.5%첨가구가 평균 산란율 97.91%로 가장 높게 나타났다. 대조구와 생균제 첨가구들 사이의 난중은 통계적인 유의차는 없었다. 하우

유니트(HU)는 생균제1.5% 첨가구의 수치가 63.41로 가장 높았으며 생균제 첨가수준이 증가할수록 하우 유니트(HU)는 증가하였다.

카. 남은 음식물과 녹차 부산물의 첨가가 육계의 성장과 체조성에 미치는 영향

본 시험에서는 무첨가구인 대조구와 대조구에 남은 음식물을 수준별로 첨가하고 단백질의 수준을 높여준 leftover food 10%와 leftover food 20% 및 leftover food 30%의 4처리구와 각 처리구에 녹차 부산물을 1%씩 첨가한 4처리로 총 8처리 5반복으로 반복 당 6수씩 총 240수를 임의 배치하여 사양 시험을 실시하고, 증체량 과 사료섭취량 및 사료효율, 폐사율과 체조성 및 혈중 콜레스테롤 및 도체 콜레스테 등을 측정하였다. 사육후기의 증체량은 대조구가 1,364 g으로 가장 높은 증체를 보였으며, 남은 음식물 10%, 20% 및 30% 그리고 이 4처리구에 녹차 부산물을 첨가한 처리구에서는 모두 대조구보다 낮은 증체를 보였지만 통계적 유의차를 보이지 않았다.

타. 남은 음식물과 녹차 부산물의 산란계의 생산성 및 난 성분에 미치는 영향

시험은 대조구 0%와 남은 음식물에 Protein의 요구량 수준을 각각 높인 10%, 20%, 30%, 40%, 대조구에 녹차 부산물 (GTB) 첨가구 1.0%, 남은 음식물 30% + 녹차 부산물 (GTB) 1.0%로 총 7처리 4반복으로 하였으며, 반복당 6수씩 개체별로 사양 시험을 실시하고, 산란율, 난중, 난각두께, 난황색, Thiobarbituric acid (TBA) 및 관능검사 등을 측정하였다. 산란율은 남은 음식물 10%, 20% 및 40% 첨가구에서 각각 82.65%, 81.54% 및 82.27%로 높게 나타났으나 남은 음식물 30% 첨가구는 75.34%로 낮게 나타났으며, 통계적 유의차를 보였다. 대조구가 72.87%가 가장 낮게 나타났으며, 주령별로는 주령이 증가할수록 산란율이 다소 감소하는 경향을 보였다.

파. 남은 음식물의 최적사료화를 위한 자가사료 배합프로그램 개발

선형계획법에 의한 최소비용 배합비를 구하고 원료 가격과 영양소 요구량에 대한 감도분석을 하였다. 자료파일은 축종별 영양소의 종류와 값을 다르게 구성할 수 있도록 하였으며, 원료사료, 영양소, 배합사료는 추가, 수정, 삭제가 가능하게 하게 하였으며, 등록된 원료사료중 사용 가능한 원료를 선택할 수 있도록 하였다. 배합비 계산화면에서 실제 배합할 양을 입력하면 배합비에 따라 각 원료사료의 배합량을 구해 주도록 하였고 원료성분표, 배합비 계산결과, 비가능 요인을 인쇄할 수 있도록 하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구를 통하여 생산한 미생물과 이를 이용한 남은 음식물의 사료를 개발하는 것은 국내 부존 사료의 개발로서 가치있는 연구결과이며, 이들 남은 음식물을 이용한 사료배합프로그램은 남은 음식물을 효율적으로 이용할 수 있는 방안이 된다. 남은 음식물 사료의 가장 큰 강점은 무엇보다도 생산원가의 절감과 원료사료의 해외 수입의존도를 절감할 수 있다는 것이다.

본 연구결과를 활용한다면 환경부, 농림부 및 각각의 지자체에서 많은 예산을 지원하여 남은 음식물을 처리하는 시설을 지원하고 있으나 가축의 영양소 요구량에 충족한 질 좋은 사료를 만들지 못하는 남은 음식물 사료화 공장들에게 큰 도움이 될 것이다. 또한 이 프로그램은 농가에서 직접 원료를 구매하여 자체적으로 배합할 수 있도록 운용하기 쉬운 사료배합비 계산 전산프로그램을 개발하여, 사료비 절감 및 합리적인 배합비 작성을 통한 사료비 절감과 생산성 향상을 유도하기 위한 것이다. 남은 음식물 사료화 공장뿐 만 아니라 관련 농민들에게도 프로그램의 보급과 교육을 통하여 생산성과 이용성을 극대화시키는 노력이 요구된다.

SUMMARY

I. Title

Development of a Ferment Strain Uses the Leftover Foods and Agro-fishery By-products and a Technique of Conversion to Feeding

II. Purpose and Importance of Research and Development

Recently, the government, local provinces and stock farmers have tried to reduce the environmental pollution. Also there are increasing requirements after IMF crisis for the development of new feeding stuff to strengthen the nation's competitiveness on livestock industry. Leftover foods, which include high level of organic matters, energy and nutritional values, are suitable for feeding stuff. However, until recently, they were buried in the ground resulting in the secondary pollutions. Besides, using butchery by-products, food manufacture by-products, expired foods and agricultural by-products as feeding stuff will reduce the environmental pollution and make foreign currency saving effect.

Ministry of environment, ministry of agriculture and local provinces have supported to build leftover food recycling facilities. However, only a few facilities produce feeding stuffs that would meet the nutritional requirements for livestock. For the efficient use of these facilities, toxic substances should be removed from leftover food feeding stuff and permissible amount of salt should be decided. And the feeding mixture table should be presented. In our country, there is no computerized program of self-feeding mixture using leftover foods and various natural resources yet. The nutritional contents of leftover foods are widely different in location of waste excretion and method of conversion to feeding. With those problems, there has been a limitation for the preparation of proper feeding mixture table, which meets the nutritional requirements for livestock

using natural resources.

There is a need for a self-feeding mixture program, which can prepare a proper mixture ratio by grouping of location of leftover food excretion, grouping of natural resources including fermented organic wastes. By the development of computerized program which will allow livestock farmers to buy the raw material, mix that by themselves, it will lead the cut down on the feeding expenses, improvement of production rate by reducing of feeding expenses and preparation of rational mixture rate. It is required for the farmers to build a quality management system to produce variable feeding stuffs, which contain uniform composition.

Systemic research for the recycling of leftover foods has not been widely executed and is seriously requested by the farmers recently. This study was executed to develop a leftover food feeding, which is pro-environmental and contains no antibiotics and to develop a functional feeding stuff uses green tea by-products.

III. Results and Extents of Research and Development

Development of ferment microbes and leftover food feeding through this study is so valuable result as a use of domestic natural resources. And the feeding mixture program uses leftover foods will be an effective method of recycling them. The major advantage of the leftover food feeding is the cut down on the feeding expenses and improvement in the rate of dependence on imports of feeding.

The results of this study will help the facilities supported with much of budget by the ministry of environment, ministry of agriculture and forestry, and local provinces. And also it will help the factories to produce good feeding stuffs, which would meet the nutritional requirements for livestock. By the development of computerized program which will allow livestock farmers to buy the raw

material, mix that by themselves, it will lead the cut down on the feeding expenses, improvement of production rate by reducing of feeding expenses and preparation of rational mixture rate. Not only the factories, which recycle the leftover foods, but the efforts to maximize the reducibility and availability by the spread and education of such program to the farmers, related.

A. Isolation of Effective Microorganism and Establishment of the Growth Optimal Condition

First, we attempted to isolate the effective microorganism originated from pig feces and soils. We identified *B. subtilis*, *L. acidophilus*, *Str. faecium* using biochemical method, and *Aspergillus oryzae* and *Saccharomyces cerevisiae* which belong to yeast using slide culture method. The active *L. acidophilus*, *B. subtilis* and *Str. faecium* were harvested in the microaerophilic condition after 36 hrs cultivation, and *Sa. cerevisiae* and *As. oryzae* were harvested after 8 hrs cultivation.

B. Establishment of Optimal Additive Level of Fermented Leftover Food Feed

The pig fed with 25% fermented leftover food and 10% protein addition in the feed showed high scores in the weight gain, feed intake, and feed conversion rate compare to other groups. The carcass weight score was also high in the pig fed with 25% fermented leftover food and 10% protein addition in the feed. The addition of 25% fermented leftover food and 10% protein in the feed was the most economically effective when we analysed the feed cost and weight gain.

C. The Development of Optimal Cconditions for Effective Microorganisms Mixed Culture to Produce Mass Quantity.

We evaluated the viability of effective organisms in the various temperature conditions that need for during the process of feed production. The temperature

of the process of feed production was not adequate to growth condition of effective microorganism.

So, we re-evaluated the viability of effective microorganisms after mixed with the feed at the room temperature. The effective microorganisms were able to maintain viability in the mixing process (culture) temperature (60°C).

D. Establishment of Optimal Additive Level of Effective Microorganisms in Fermented Leftover Food Feed

When we added effective microorganism 1-3% in leftover food feed for fattening prephase gilt, the feed conversion rate was improved. Weight gain of 1% additive group (28.33 kg) is better than that of control group (27.00 kg). Feed efficiency of control group, 1% additive group, 2% additive group, 3% additive group was 2.77, 2.65, 2.65 and 2.68 respectively, and feed efficiency among 1, 2 and 3% additive groups was not significant different ($P < 0.05$).

When we added effective microorganism 1-3% in leftover food feed for fattening postphase gilt, weight gain of 2% additive group (23.78 kg) was better than that of control group. Feed requirement rate of control group, 1, 2 and 3% additive group was 3.56, 3.56, 3.39 and 3.49, respectively. No significant differences were detected between groups ($P < 0.05$). This result suggested that addition of 2-3% effective microorganism can help feed requirement rate improved. In order to evaluate carcass score, we compared carcass weight, dressing percent and carcass grade of experimental pigs.

The carcass weight of 1% additive group (78.86 kg) and 2% additive group (79.14 kg) was higher than that of the other groups. The dressing percent of 1% additive group (75.41%) and 2% additive group (75.51%) was slightly higher than that of the other groups. There is no difference of carcass grade among the groups. We isolated *B. subtilis*, *L. acidophilus*, *Str. faecium*, *A. oryzae* and *S. cerevisiae* from the microflora of effective microorganism feeding group pigs, but *B. subtilis*, *L. acidophilus* and *Str. faecium* were isolated in control group.

E. Competitive Activity Measurement of Pathogenic Microorganism and Effective Microorganism

The aim of this experiment was to evaluate the effect of microflora formed by effective microorganism after oral inoculation of *Salmonella spp.* After inoculation, the body temperature was not significantly different between trial group and control group. The pigs in both groups did not showed severe diarrhea, however they showed a little soft feces. The total number of *Enterobacteiceae* and *Salmonella spp.* were counted in feces every day after inoculation. The total number of *Enterobacteiceae* in the feces was increased on day 1 and day 2 after inoculation. After this days, the number was decreased gradually till 8 days post-infection. And total number of *Enterobacteiceae* in both groups was not significant different.

In general, the pigs in both group shed *Salmonella spp.* for 8 days post-infection. The number *Salmonella spp.* in feces in the trial group was higher than the control group during the first 2-3 days post-infection. However, they decreased more rapidly compare to the control group. The trial group pigs stoped the shedding after 5 days post-infection except one pig.

The result of postmortem examination, control group pigs showed obvious enlarged mesentric lymphnodes compared with trial group. Also, we isolated the *Salmonella spp.* in the mesentric lymphnodes, the control group had higher counts than that of trial group.

In microscope examination, villi of ileum, cecum and colon of control group are atrophied and fused together. Epithelial cells of tip crypts are necrotic and covered with fibrins. The lamina propria is infiltrated with many histiocytes and neutrophils.

In trial group, the severity of fusion and the number of infiltrated cells in lamina propria mucosae of ileum, cecum and colon was milder than those of control group. The most probable explanation for this effect of effective microorganism is that the effective microorganism in the microflora prevents from

adhering the *Salmonella* spp. in intestine. So, the shedding of trial group was increased just after inoculation and decreased easily. This might also affect the number of *Salmonella* phagocytosed by macrophage in the mesenteric lymphnode. The effective microorganism in the microflora are believed to partially protected *Salmonella* infection in digestive system.

F. Examination of Attractive Environmental Effect

We measured the concentration of ammonia nitrogen in feces from both group pigs to examine the environmental effect of effective microorganism. The concentration of ammonia nitrogen content in the trial group feces was lower than that of control group. It would seem likely that the effective microorganism and their enzymes produced in the microflora may break down the undigested feed which cause to produce the ammonia nitrogen.

G. Effects of Feeding Dried Leftover Food on Growth and Body Composition of Broiler Chicks

One hundred ninety-six of one-day old Ross broiler chicks were assigned to 7 treatments in a completely randomized design. Each treatment had four replications with seven chicks per replication. The treatment groups included control without DLF, dietary 10% level of DLF, dietary 20% level of DLF, and dietary 30% level of DLF, 5% higher protein level of diet containing 10% DLF, 10% higher protein level of diet containing 20% DLF and 15% higher protein level of diet containing 30% DLF. All chicks were fed experimental diets for 6 weeks. Body weight gain was slightly higher in control group than that of DLF-fed groups. However, there were no significant differences in body weight gain among those groups fed diets containing DLF. Increasing dietary level of DLF resulted in increasing feed intake. Feed conversion was not significantly different between groups fed diets containing 10% DLF. In general, increasing dietary level of DLF resulted in decreasing feed conversion.

H. Effects of Feeding Dried Leftover Food on Productivity of Laying Hens

One hundred sixty-eight, 18-week old Tetra brown commercial layers, were assigned to 7 treatments in a completely randomized design. Each treatment has four replications per treatment with six animals per replication. All the experimental animals were fed diets for 7 weeks. The treatments included 1) control group without DLF, 2) diet with 10% DLF, 3) diet with 20% DLF, 4) diet with 30% DLF, 5) 10% higher protein level of diet with 10% DLF, 6) 20% higher protein level of diet with 20% DLF and 7) 30% higher protein level of diet with 30% DLF. Average daily feed intake (ADFI) tended to be improved with DLF feeding. ADFI of group fed diets with 20% was significantly higher than that of control. Feed conversions of DLF-fed groups were higher than that of control. Egg production tended to be higher in a group fed diets with 10% DLF than control without significant differences. However, those of groups fed diets containing 20% and 30% DLF were lower than that of control. Supplementing protein to DLF-containing diets improved egg production.

I. Effect of Food Waste Feed and Probiotics on Growth performance and Body Composition in Broiler

The objective of this study was to determinate the effect of food waste with probiotic supplemented diets on growth performance and body composition in broiler chicks. One hundred ninety six (Ross 1 day old) broiler chicks were randomly allotted to seven treatments and raised in battery cages. As the results of the experiment the body weight gain was increased significantly in groups fed control+antibiotics supplemented diets, but there were no significant difference in weight gain of the chicks fed diets containing food waste with probiotic and antibiotic supplementations. The feed intake was increased significantly in a group fed a diet containing food waste 15% with 0.5% probiotic supplementation but it was no significantly different for rest experimental groups. The feed efficiency was reduced significantly in broilers fed food waste with probiotic diets

compared to groups fed control and antibiotic supplemented diets.

J. Effects of Food Waste Feed and Probiotics Supplement on Productivity in Layer Chicks

The objective of this study was to investigate the effects of food waste and probiotics supplementation on productive performance and egg composition of laying hens. Total 120 layers (Brown Tetran) 22 weeks old were divided into five groups with 4 replicates for each treatment and raised in battery cage. The experimental design was completely randomized. The egg production rate was significantly increased in layer supplemented with 0%, 0.5%, 1.0% and 1.5% of probiotic supplemented diets compared to control. Haugh unit of the eggs was significantly increased in layers fed with 1.5% of probiotic-supplemented diet.

K. Effects of Leftover Food and Green Tea By-product Growth Performance and Body Composition in Broiler

The objective of this study was to determinate the effect of food waste with green tea by-product supplemented diets on growth performance and body composition in broiler chicks. Two hundred forty broiler chicks were divided into eight groups with 5 replicates for each treatment and raised in battery cage. As the results of the experiment the body weight gain was not increased significantly in groups fed leftover food supplemented diets, neither there were significant difference in weight gain of the chicks fed diets containing green tea by-product.

L. Effects of Dietary Leftover Food and Green Tea By-product on Productivity and Composition of Eggs in Laying Hens

One hundred sixty-eight commercial layers were assigned to 7 treatments in a completely randomized design. Each treatment has four replications per treatment with six animals per replication. The treatments included 1) control

group without supplement, 2) diet with 10% DLF, 3) diet with 20% DLF, 4) diet with 30% DLF, 5) diet with 40% DLF, 6) control with 1% GTB, and 7) diet with 10% DLF and 1% GTB. Egg production tended to be higher in a group 2, 3, 5 and lower in a group 4. Control group showed the lowest egg production rate. And as the age is increased, egg production rate tended to be lowered.

M. Development of Computer Program for Feed Formulation Using Food Waste Feed

A computer program which calculating feed formula was developed for utilizing food waste feed in the farm. This software is very simple and easy to use. The working procedure are consisted of three screens - input grouping code for ingredients, input nutrient contents of ingredients and formula calculation. In the nutrient contents input screen, kinds of nutrient can be added, modified and deleted differently for each data file, and each ingredient can be set to use or not in formulation. The LP(linear programming) algorithm was used for calculation least cost formula and sensitivity analysis for ingredient prices and nutrient requirements. In the formula calculation screen, each ingredient amounts to be mixed can be calculated by input of needs of mixed feed. Nutrient table of ingredients, calculation results of formula and infeasible list can be printed out.

IV. Suggestions for the Application of Research Results

Development of ferment microbes and leftover food feeding through this study is so valuable result as a use of domestic natural resources. And the feeding mixture program uses leftover foods will be an effective method of recycling them. The major advantage of the leftover food feeding is the cut down on the feeding expenses and improvement in the rate of dependence on imports of feeding.

The results of this study will help the facilities supported with much of budget by the ministry of environment, ministry of agriculture and forestry, and local provinces. And also it will help the factories to produce good feeding stuffs, which would meet the nutritional requirements for livestock. By the development

of computerized program which will allow livestock farmers to buy the raw material, mix that by themselves, it will lead the cut down on the feeding expenses, improvement of production rate by reducing of feeding expenses and preparation of rational mixture rate. Not only the factories, which recycle the leftover foods, but the efforts to maximize the reducibility and availability by the spread and education of such program to the farmers, related.

CONTENTS

| | |
|---|----|
| Chapter 1. Introduction | 26 |
| 1. Necessity of research and development | 26 |
| Chapter 2. Status of the Technology of National and International | 28 |
| Chapter 3. Contents and Results of the Research and Development | 29 |
| Section 1. Use of Biotechnology Fermentation Microbiology and Fermentation Feed Development of Production System (1st Subproject) | 29 |
| 1. Isolation of effective microorganism and establishment of the growth optimal condition | 29 |
| 2. Establishment of optimal additive level of fermented leftover food feed | 29 |
| 3. The development of optimal conditions for effective microorganisms mixed culture to produce mass quantity. | 29 |
| 4. Establishment of optimal additive level of effective microorganisms in fermented leftover food feed | 41 |
| 5. Competitive activity measurement of pathogenic microorganism and effective microorganism | 42 |
| 6. Examination of attractive environmental effect | 45 |
| 7. Effect of environment attraction | 61 |

| | |
|--|------|
| Section 2. Feed and Mix Progame Development Use of Food Waste and Agriculture and Fisheries Waste (2nd Subproject) | 62 |
| 1. Effects of feeding dried leftover food on growth and body composition of broiler chicks | 62 |
| 2. Effects of feeding dried leftover food on productivity of laying hens | 77 |
| 3. Effect of food waste feed and probiotics on growth performance and body composition in broiler | 87 |
| 4 Effects of food waste feed and probiotics supplement on productivity in layer chicks | 100 |
| 5. Effects of leftover food and green tea by-product growth performance and body composition in broiler | 1196 |
| 6. Effects of dietary leftover food and green tea by-product on productivity and composition of eggs in laying hens | 131 |
| 7. Development of self-feeding mixture program for the use of organic wastes as optimum feedings | 150 |
| Chapter 4. Achievement and Contribution of The Research and Development | 160 |
| Chapter 5. Plan to Apply the Results of Research and Development | 162 |
| 1. Exploitation of feeds for other livestock | 162 |
| 2. Exploitation of consulting to company and farmhouse | 162 |
| Chapter 6. Science Technology Information of International Collected from Research and Development | 163 |
| Chapter 7. References | 165 |

목 차

| | |
|---|----|
| 제 1 장 연구개발과제의 개요 | 26 |
| 1. 연구개발의 필요성 | 26 |
| 제 2 장 국내외 기술개발 현황 | 28 |
| 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 | 29 |
| 제 1 절 생물공학 활용 발효미생물 및 발효사료 생산시스템 개발 (협동연구과제: 제 1세부 과제) | 29 |
| 1. 유용토착 미생물의 발굴 및 유용토착 미생물의 생물학적 특성 규명 | 29 |
| 2. 혼합발효 미생물의 개발 및 최적조건확립 | 29 |
| 3. 양돈사료에 남은 음식물 사료의 최적 첨가수준 규명 | 29 |
| 4. 유용 미생물군 혼합배양 대량생산 최적조건 및 정제 방법개발 | 41 |
| 5. 미생물 발효제제에 의한 육성·비육돈의 장내와 분변의 미생물 성장조사 | 42 |
| 6. 양돈에서 발효균을 활용한 남은 음식물 발효사료의 최적첨가수준 규명 | 45 |
| 7. 환경 친화적 효과 검토 | 61 |
| 제 2 절 남은 음식물과 농수산 부산물을 활용한 사료와 배합프로그램 개발 | |

| | |
|---|------------|
| (제 2세부과제) | 62 |
| 1. 건조 남은 음식물의 첨가수준이 브로일러의 성장 및 체조성에 미치는 영향 · 62 | |
| 2. 건조 남은 음식물의 첨가수준이 산란계의 생산성에 미치는 영향 | 77 |
| 3. 남은 음식물 사료와 생균제 첨가에 따른 육계의 성장 및 체조성에 미치는 영향 ... | 87 |
| 4. 남은 음식물 사료와 생균제가 산란계의 생산성에 미치는 영향 | 100 |
| 5. 남은 음식물과 녹차 부산물의 첨가가 성장과 체조성에 미치는 영향 | 116 |
| 6. 남은 음식물과 녹차 부산물의 산란계의 생산성 및 난 성분에 미치는 영향 | 131 |
| 7. 유기성 폐기물의 최적 사료화를 위한 자가사료 배합 프로그램 개발 | 150 |
| 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 | 160 |
| 제 5 장 연구개발결과의 활용계획 | 162 |
| 제 1절 타 가축의 사료로의 활용 | 162 |
| 제 2절 기업과 농가에 대한 컨설팅 활용 | 162 |
| 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 | 163 |
| 제 7 장 참고문헌 | 165 |

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성

최근 정부와 각 지자체 그리고 축산농가에서는 환경오염을 줄이기 위하여 많은 노력을 하고 있다. 또한 IMF이후에는 축산 경쟁력 강화를 위한 새로운 가축의 사료 자원 개발이 요구되고 있다. 남은 음식물은 유기물 함량이 높고 충분한 에너지와 영양가치를 갖고 있으므로 가축사료로서 적합하나 그 동안 대부분 매립되어 침출수와 악취 등의 2차 오염을 유발하고 있는 실정이다. 이외에도 도축부산물, 식품제조부산물, 유통기간 경과 식품 및 각종 농산부산물들이 있으며 이들을 사료화시킨다면 심각한 환경오염문제의 해결과 사료자원의 확보로 원료사료의 수입량감소로 외화절약 효과가 있게 될 것이다.

환경부, 농림부 및 각각의 지자체에서 많은 예산을 지원하여 남은 음식물을 처리하는 시설을 지원하고 있으나 가축의 영양소 요구량에 충족한 사료를 만들고 있는 곳은 많지가 않다. 이들 기기들의 효율적인 사용을 위해서는 남은 음식물 사료에서 유해 성분들이 제거되고 염분의 허용량을 파악하며, 이들을 기초로 한 사료배합율표가 제시되어야 할 것이다. 국내에는 컴퓨터를 활용하여 남은 음식물 및 다양한 부존자원을 이용한 자가사료배합 프로그램이 없는 실정인데 남은 음식물의 영양소함량은 배출처와 사료화 방법에 따라 큰 차이를 나타내고 있다. 이와 같은 문제 때문에 부존자원을 활용하여 가축의 영양소 요구량에 적합한 사료배합율표를 만드는 데에 한계가 있었다.

남은 음식물의 배출처를 유형별로 나누고 발효균을 활용한 유기성 폐기물 등의 부존자원들도 유형에 따른 분류하여 적합한 배합비를 작성할 수 있는 자가사료 배합 프로그램이 필요하다. 이 프로그램은 농가에서 직접 원료를 구매하여 자체적으로 배합할 수 있도록 운용하기 쉬운 사료배합비 계산 전산프로그램을 개발하여, 사료비 절감 및 합리적인 배합비 작성을 통한 사료비 절감과 생산성 향상을 유도하기 위한 것이다. 이러한 프로그램을 개발함으로써 농가에서도 항상 균일한 조성의 다양한 사료제품이 생산될 수 있도록 품질관리 시스템의 구축이 필요하며, 남은 음식물을 활용한 사료의 개발을 목적으로 연구를 실시하였다.

이러한 남은 음식물 자원이용 분야의 국외 연구는 거의 없는 실정이며, 국내에서

도 '70년대 말까지는 시도된 바 있지만 급속한 경제성장으로 중단된 바 있으며, 최근 여러 농가들의 요구에 따라서 이에 대한 체계적인 연구가 절실히 요청되고 있다. 따라서 본 연구에서는 토착 유용미생물을 이용한 항생제 무첨가의 친환경적 남은 음식물 사료를 개발하고 남은 음식물 사료에 지역에서 생산되는 부존자원인 녹차부산물을 이용한 기능성 사료를 개발하고, 이들의 효율적인 사용이 이루어 지도록 농민의 남은 음식물 사료의 활용과 생산성 향상을 위한 유형별 사료배합 프로그램의 개발이 요구되고 있다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. 우리나라 남은 음식물의 사료화는 주로 과거 퇴비화에 사용되었던 기계들을 약간의 변경으로 남은 음식물 사료화 기기로 사용함으로써 사료에 대한 지식이 적용되지 못하고 사료화에 요구되는 정확한 원료사료의 성분함량확인과 배합비율이 제시되지 않고 주먹구구식으로 혼합만 하는 남은 음식물 사료가 만들어져 왔으며 가축 급여시 영양불균형과 부작용이 심각한 실정이다.
2. 특히 남은 음식물의 높은 염분함량으로 인해 가축의 염분 중독이 우려되나 이를 적정화하기 위한 자료조차 미비된 실정이다.
3. 국내에는 컴퓨터를 활용하여 남은 음식물 및 다양한 부존자원을 이용한 자가사료 배합 프로그램이 없는 실정으로 이러한 프로그램을 개발하여 농가에서도 항상 균일한 조성의 다양한 사료제품이 생산될 수 있도록 품질관리 시스템의 구축이 필요하다.
4. 배합사료 공장에서 사용하는 기존 배합 프로그램은 사용법이 복잡하고, 고가이며, 영문으로 작성된 것으로 일반 농가에서 사용이 불가능하다. 국내에서는 Lee 등 (1998)이 개발한 농가 자가배합 프로그램이 있으나, 주로 풍건물 상태의 원료사료를 대상으로 하므로 수분이 많이 포함된 남은 음식물 사료를 다루기에 부적합한 면이 있음. 따라서 남은음식물 사료를 활용하기에 편리하도록 특화된 프로그램을 개발할 필요성이 있다.
5. 각종미생물의 공생, 길항 등의 생태적 특성, 유용물질생산의 생화학적 특성규명이 이뤄지지 않아 유용균주의 용도별 이용체계가 확립되지 못하고 있다.
6. 균주특허, 유용물질의 제조법특허, 유전자특허 등 산업재산권 확보를 위한 구체적인 자료보완이 필요하다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 생물공학 활용 발효미생물 및 발효사료 생산시스템 개발 (협동연구과제: 제 1세부 과제)

1. 유용토착 미생물의 발굴 및 유용토착 미생물의 생물학적 특성 규명

유효미생물을 분리 동정하기 위하여 폐지의 장관과 토양에서 채취한 가검 재료를 검량하여 5% 면양혈액한천배지와 sabroad 선택배지에 접종하여 37°C, 10% CO₂에서 초대배양하여 집락을 선택하여 37°C에서 24시간 계대 배양한 후 catalase, gram stain, H₂S, indole등의 test로 균들을 분리 동정하였다.

면양 한천배지에서 생성된 집락을 선택하여 생화학 검사 결과를 토대로 *B. subtilis*, *L. acidophilus* 그리고 *Str. faecium*을 분리 동정하였다. 이들 세균은 60°C의 온도에서도 안정성을 나타 내었다. 또한 sabroad 선택배지를 이용하여 *Aspergillus oryzae*와 *Saccharomyces cerevisiae*를 분리 동정되었다.

2. 혼합발효 미생물의 개발 및 최적조건확립

동정된 *B. subtilis*, *L. acidophilus*, *Str. faecium*, *Aspergillus oryzae*와 *Saccharomyces cerevisiae*를 LBS액체 배지에서 각각 혼합 배양하고 세균의 증식곡선을 통해 최적 성장조건을 확인하였다.

3. 양돈사료에 남은 음식물 사료의 최적 첨가수준 규명

사양시험은 2000년 10월 27일부터 2000년 12월 14일까지 49일간 실시하였고, 장소는 전남대학교 농과대학 부속 봉황동물사육장 시험돈사에서 실시하였다. 공시동물은 평균체중이 70 kg 내외인 삼원교잡종 (요크셔 × 랜드레이스 × 듀록) 50두를 공시하였다

가. 실험 방법 및 설계

1) 시험설계

시험구 배치는 남은 음식물 사료 무처리구 (1), 남은 음식물 사료 25% 처리구 (2), 남은 음식물 사료 50% 처리구 (3), 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 사료 25% 처리구 (4), 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 사료 50% 처리구 (5)로 5처리구를 두었다. 사양시험은 각 처리당 3반복, 반복당 5두씩 총 75두를 완전임의 배치하였다. 사료는 비육돈 급이기를 사용하여 완전 자유 채식토록 하였고 물은 자동급수기를 사용하였으며, 시험설계는 표 1과 같다.

Table 1. Experimental design for pig group

| Group | 18~24 (weeks) |
|-------|-------------------------|
| | Feeds of finishing pigs |
| 1 | Control |
| 2 | DFW 25% |
| 3 | DFW 50% |
| 4 | PR10+DFW 25% |
| 5 | PR20+DFW 50% |

2) 공시사료

시험에 사용한 비육돈 후기사료 배합비는 표 2와 같다.

다. 사양관리

사양관리는 10돈방에 돈방당 공시 돈을 5두씩 3반복 배치하여 전남대학교 농과대학 부속동물사육장 시험돈사 표준관리법에 준하였다.

Table 2. The formula and chemical composition of experimental diets fed the finishing pigs

| Items | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ingredients (%) | | | | | |
| Corn | 82.15 | 65.63 | 43.18 | 60.18 | 36.71 |
| Food waste | 0.00 | 25.00 | 50.00 | 25.00 | 50.00 |
| Soybean meal | 14.90 | 5.70 | 0.00 | 10.50 | 6.42 |
| Corn gluten meal | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Animal fat | 1.18 | 3.03 | 6.04 | 3.37 | 6.10 |
| NaCl | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vit.-Min. premix ¹⁾ | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| Antibiotics | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Lysine-HCL | 0.00 | 0.24 | 0.38 | 0.19 | 0.36 |
| Methionine | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Limestone | 0.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Tricalcium phosohate | 0.55 | 0.00 | 0.00 | 0.36 | 0.00 |
| Total | | | | | |
| Chemical composition | | | | | |
| ME(Kcal/ kg) ²⁾ | 3400.66 | 3400.25 | 3400.89 | 3400.67 | 3401.38 |
| CP(%) | 13.20 | 13.20 | 14.18 | 14.85 | 16.50 |
| Lys(%) | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.68 | 0.75 |
| Met(%) | 0.23 | 0.19 | 0.16 | 0.21 | 0.20 |
| Ca(%) | 0.45 | 0.98 | 1.90 | 1.11 | 1.92 |
| P(%) | 0.40 | 0.41 | 0.54 | 0.50 | 0.56 |

¹⁾ Vitamin-mineral mixture contains following nutrients per kg; Vitamin A, 6,000,000 IU; Vitamin D₃, 1,200,000 IU; Vitamin E, 15,000 IU; Vitamin K, 2,400mg, Vitamin B₁, 1,700mg; Vitamin B₂, 3,000mg; Vitamin B₆, 3,000mg; Vitamin B₁₂, 15mg; Pantothenic acid, 12,000mg; Niacin, 14,000mg; Biotin, 120mg, Folic acid, 670mg; Fe, 50,000mg; Cu, 10,000mg; Mn, 10,000mg; Zn, 80,000mg; I, 160mg; Se, 150mg.

²⁾ Calculated value

라. 조사항목 및 방법

1) 사양시험

체중은 시험개시와 종료시에 개체별로 측정하여 시험 개시체중과 종료체중으로 하였으며 18주령~24주령 (비육후기, 49일 사양)에 각 개시, 중간, 종료 시에 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율을 조사하였다.

2) 도체조사

사양시험이 종료된 75두의 공시 돈을 나주농협 축산물 공판장에서 도살하여 도체중, 도체율, 등지방두께 및 도체등급을 조사하였다.

3) 통계분석

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS package를 이용해 실시하였으며 처리간의 유의성 검정은 Duncan의 다중분석법으로 실시하였다.

나. 연구결과

1) 유용토착 미생물의 발굴 및 유용토착 미생물의 생물학적 특성 규명

분변 및 토양 유래의 토착 유효 미생물의 분리를 시도하여 *B. subtilis*, *L. acidophilus* 그리고 *Str. faecium*을 생화학 검사법을 이용하여 동정하였다. 또한 효모 곰팡이에 속하는 *Aspergillus oryzae*와 *Saccharomyces cerevisiae*는 slide culture법을 이용하여 동정하였다. 이들 세균의 특징은 표 3의 결과와 같다.

Table 3. Characterization of isolated bacteria

| Isolates | <i>B.subtilis</i> | <i>L.acidophilus</i> | <i>Str.faecium</i> |
|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| catalase | + | - | - |
| gram stain | + | + | + |
| hemolysis factor | - | - | - |
| heat resistance at 60C | + | + | + |

2) 혼합발효 미생물의 개발 및 최적조건확립

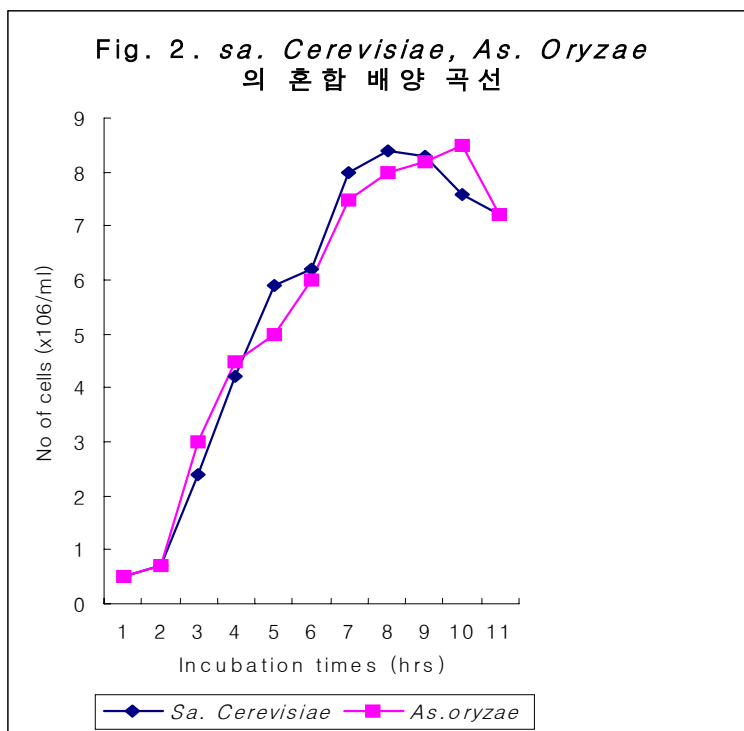
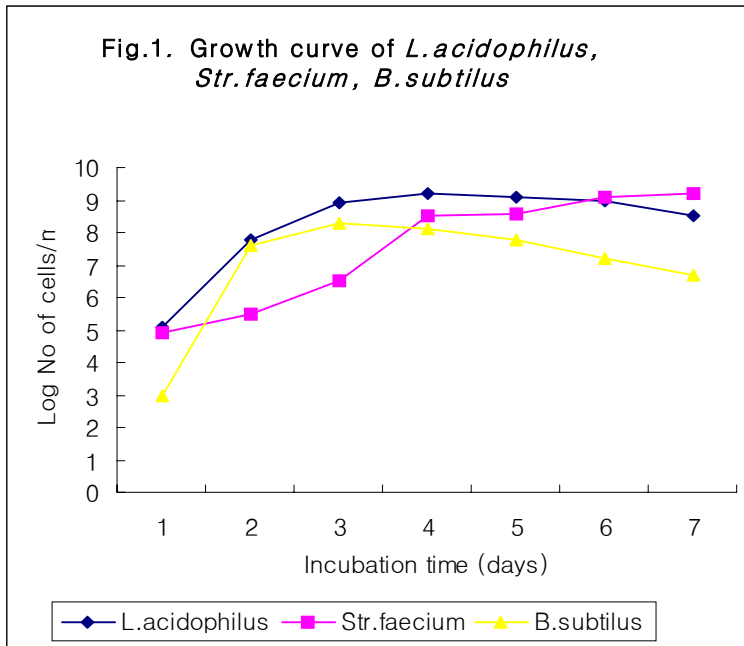
분리 동정된 유용 토착 미생물의 혼합 성장을 시간별로 확인 하였다. 성장곡선을 통해 확인된 조건은 이들을 사료에 첨가하여 양돈생산성에 이용할 수 있는 가능성을 탐색에 이용되었다. 그림 1에서와 같이 *L. acidophilus*, *B. subtilis* 그리고 *Str. faecium*은 미호기성 조건에서 전형적인 세균 증식 곡선의 형태로 증식하였으며 36시간 배양에서 활성화된 세포를 회수할 수 있는 조건을 확립하였다. *Sa. cereviciae*와 *As.oryzae*의 세포 증식 양상은 서로 유사하였으며, 그림 2에서와 같이 배양 8시간에서 활성화된 세포들을 확인할 수 있었다

3) 양돈사료에 남은 음식물 사료의 최적 첨가수준 규명

가. 증체량, 사료섭취량, 사료요구율

비육후기돈 (18주령에서 24주령)의 모든 처리 구에서 조사된 평균개시체중 (kg), 평균종료체중 (kg), 평균총증체량 (kg), 평균일일증체량 (g), 평균총사료섭취량 (g), 평균일일사료섭취량 (g) 및 사료요구율에 미치는 영향은 표 4에서 보는 바와 같다.

비육후기돈의 평균개시체중의 범위는 71.2 kg에서 72.8 kg이었다. 비육후기돈의 평균종료체중도 처리 1과 처리 4가 108.0 kg과 105.3 kg으로 다른 처리구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 처리 3이 91.3 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았다.



이러한 결과는 평균종료체중에서 대조구와 단백질 요구량 10%에 보강에 남은 음

식물 25% 대체 처리구가 평균종료체중이 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았다.

18주령에서 22주령의 평균총증체량은 처리 1과 처리 4가 21.7 kg과 23.00 kg으로 다른 처리구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 처리 2와 처리 3이 15.2 kg과 12.00 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 낮았다. 22령에서 24주령의 평균총증체량은 처리 1이 13.5 kg으로 다른 처리구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 높았고, 처리 3과 처리 5가 8.0 kg과 7.5 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 낮았다. 18주령에서 24주령의 평균총증체량은 처리 1과 처리 4가 35.2 kg과 33.8 kg으로 다른 처리구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 처리 3이 20.1 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았다.

이러한 결과는 평균총증체량은 18주령에서 22주령에서는 대조구와 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구가, 22령에서 24주령에서는 대조구에서 평균종료체중이 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 또한 18주령에서 22주령에서는 남은 음식물 25%와 50% 대체 처리구가 22령에서 24주령에서는 남은 음식물 50% 대체 처리구와 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 낮았다. 18주령에서 24주령의 평균총증체량은 대조구와 단백질 요구량 10%에 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 평균종료체중이 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았다.

18주령에서 22주령의 평균일일증체량은 처리 1과 처리 4가 722.3 g과 765.3 g으로 다른 처리구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 처리 2와 처리 3이 506.7 g과 401.0 g으로 유의적 ($P<0.05$)으로 낮았다. 22령에서 24주령의 평균일일증체량은 처리 1이 709.5 g으로 다른 처리구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 높았고, 처리 3과 처리 5가 422.1 g과 394.2 g으로 유의적 ($P<0.05$)으로 낮았다. 18주령에서 24주령의 평균일일증체량은 처리 1과 처리 4가 717.3 g과 688.8 g으로 다른 처리구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 처리 3이 409.2 g으로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았다.

이러한 결과는 평균일일증체량은 18주령에서 22주령에서 대조구와 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 22령에서 24주령에서 대조구가 평균종료체중이 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 18주령에서 22주령에서 남은 음식물 25%와 50% 대체 처리구가 22령에서 24주령에서 남은 음식물 50% 대체 처리구와 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 낮았다. 18주령에서 24주령의 평균일일증체량은 대조구와 단백질 요구량 10%에 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 평균종료체중이 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았다.

18주령에서 22주령의 평균총사료섭취량은 대조구와 처리 5가 75.0 kg 으로 유의적 ($P<0.05$)으로 많았고, 처리 3이 56.3 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 적었다. 22령에서 24주령의 평균총사료섭취량은 처리 5가 45.3 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 많았고, 처리 2와 처리 3이 33.8 kg과 33.1 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 적었다. 18주령에서 24주령의 평균총사료섭취량은 대조구와 처리5가 115.8 kg과 120.3 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 많았고, 처리 2와 처리 3이 99.4 kg과 89.4 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 적었다.

이러한 결과는 18주령에서 22주령의 평균총사료섭취량은 대조구와 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 많았고, 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 적었다. 22령에서 24주령의 평균총사료섭취량은 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 많았고, 남은 음식물 25%와 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 적었다. 18주령에서 24주령의 평균사료총섭취량은 대조구와 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 많았고, 남은 음식물 25%와 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 적었다.

18주령에서 22주령의 평균일일사료섭취량은 대조구와 처리 5가 2,500 g으로 유의적 ($P<0.05$)으로 많았고, 처리 3이 1,875 g으로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 적었다. 22령에서 24주령의 평균일일사료섭취량은 처리 5가 2,383 g으로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 많았고, 처리 2와 처리 3이 1,776 g과 1,743 g으로 유의적 ($P<0.05$)으로 적었다. 18주령에서 24주령의 평균일일사료섭취량은 대조구와 처리 5가 2,363 g과 2,454 g으로 유의적 ($P<0.05$)으로 많았고, 처리 2와 3이 2,028 g과 1,824 g으로 유의적 ($P<0.05$)으로 적었다.

이러한 결과는 18주령에서 22주령의 평균일일사료섭취량은 대조구와 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로

Table 4. Effects of feeding dried food wastes on the growth performance of growing pigs.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Initial BW(kg) | | | | |
| 18weeks | 72.8±0.42 ¹⁾ | 71.5±0.67 | 71.2±0.62 | 71.5±0.67 | 72.3±0.48 |
| 22weeks | 94.5±0.78 ^a | 86.7±1.00 ^b | 83.2±0.56 ^c | 94.5±0.97 ^a | 91.0±0.96 ^{ab} |
| | Final BW(kg) | | | | |
| 24weeks | 108.0±0.72 ^a | 96.8±1.19 ^b | 91.3±0.76 ^c | 105.3±1.17 ^a | 98.5±1.17 ^b |
| | Average total weight gain (kg) | | | | |
| 18~22weeks | 21.7±0.49 ^a | 15.2 ±0.44 ^c | 12.00±0.21 ^c | 23.00±0.38 ^a | 18.7±0.52 ^b |
| 22~24weeks | 13.5±0.25 ^a | 10.1±0.48 ^b | 8.00±0.26 ^c | 10.8±0.51 ^b | 7.5 ±0.32 ^c |
| 18~24weeks | 35.2±0.45 ^a | 25.3±0.55 ^b | 20.1±0.38 ^c | 33.8±0.59 ^a | 26.2±0.75 ^b |
| | ADG (g) | | | | |
| 18~22weeks | 722.3±16.41 ^a | 506.7±14.67 ^c | 401.0±7.15 ^c | 765.3±12.51 ^a | 623.3±17.44 ^b |
| 22~24weeks | 709.5±12.93 ^a | 533.2±25.18 ^b | 422.1±13.47 ^c | 567.9±26.81 ^b | 394.2±17.02 ^c |
| 18~24weeks | 717.3±9.20 ^a | 516.9±11.15 ^b | 409.2±7.76 ^c | 688.8±12.11 ^a | 534.5±15.34 ^b |
| | Average total feed intake (kg) | | | | |
| 18~22weeks | 75.0±1.65 ^a | 65.6±1.95 ^{ab} | 56.3±0.53 ^b | 61.0±0.75 ^{ab} | 75.0±5.48 ^a |
| 22~24weeks | 40.8±1.44 ^b | 33.8±2.07 ^c | 33.1±2.43 ^c | 39.1±2.84 ^b | 45.3±2.07 ^a |
| 18~24weeks | 115.8 ±3.09 ^a | 99.4±4.02 ^b | 89.4±2.96 ^c | 100.1±3.59 ^b | 120.3±7.55 ^a |
| | ADFI (g) | | | | |
| 18~22weeks | 2500±55.00 ^a | 2188±65.00 ^b | 1875±17.50 ^c | 2033±25.00 ^b | 2500±182.50 ^a |
| 22~24weeks | 2146±75.79 ^b | 1776±108.95 ^c | 1743±127.89 ^c | 2058±149.21 ^b | 2383±108.95 ^a |
| 18~24weeks | 2363±63.06 ^a | 2028±82.04 ^{ab} | 1824±60.31 ^b | 2042±73.16 ^{ab} | 2454±153.98 ^a |
| | Feed/gain | | | | |
| 18~22weeks | 3.46±0.08 ^c | 4.32±0.13 ^{ab} | 4.68±0.04 ^a | 2.66±0.03 ^d | 4.01±0.29 ^b |
| 22~24weeks | 3.02±0.11 ^c | 3.33±0.20 ^c | 4.13±0.30 ^b | 3.62±0.26 ^{bc} | 6.05±0.28 ^a |
| 18~24weeks | 3.29±0.09 ^{bc} | 3.92±0.16 ^{ab} | 4.46±0.15 ^a | 2.97±0.11 ^c | 4.59±0.29 ^a |

¹⁾Means±SE

^{a-c}Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

많았고, 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 적었다. 22령에서 24주령의 평균일일사료섭취량은 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 많았고, 남은 음식물 25%와 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 적었다. 18주령에서 24주령의 평균일일사료섭취량은 대조구와 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 많았고, 남은 음식물 25%와 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 적었다.

18주령에서 22주령의 사료요구율은 처리 4가 2.66으로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋았으며, 처리 3이 4.68로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋지 않았다. 22령에서 24주령의 사료요구율은 대조구가 3.02로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋았으며, 처리 5가 6.05로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋지 않았다. 18주령에서 24주령의 사료요구율은 처리 4가 2.97로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋았으며, 처리 3과 처리 5가 4.46과 4.59로 유의적 ($P<0.05$)으로 좋지 않았다.

이러한 결과는 18주령에서 22주령의 사료요구율은 단백질요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋았으며, 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋지 않았다. 22령에서 24주령의 사료요구율은 대조구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋았으며, 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋지 않았다. 18주령에서 24주령의 사료요구율은 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 좋았으며, 남은 음식물 50% 대체 처리구와 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 좋지 않았다.

이러한 결과를 종합하면 남은 음식물 사료를 비육후기돈에 급여하고자 할 때는 처리 4인 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에서 다른 남은 음식물 처리구보다 우수한 사양성적을 나타냈기 때문에 적정 첨가수준으로 사료된다.

(나) 도체성적

사양시험 종료후 공시 돈을 도살하여 조사한 도체중 (kg), 도체율 (%), 등지방두께 (mm)는 표 5에서 보는바와 같다. 도체중은 처리 1과 처리 4에서 81.9 kg과 79.1 kg으로 다른 처리구에 비해 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 처리 3이 68.2 kg으로 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았다. 도체율은 처리간에 유의적 차이는 없었으나 처리 1과 처리 2 및 처리 4에서 75.9%와 75.35 및 75.3%로 다른 처리구보다 약간 높은 경

향을 나타냈다.

등지방 두께도 처리간에 유의적 차이는 없었으나 처리 1이 24.7mm로 다른 처리구보다 높은 경향을 나타냈다.

도체등급에서 A와 B등급 출현두수는 처리1이 11두, 처리 2가 10두, 처리3이 10두, 처리 4가 10두 및 처리 5가 11두로 처리간에 큰 차이는 나타내지 않았다. C와 D 등급 출현두수도 처리1이 4두, 처리 2가 5두, 처리 3이 5두, 처리 4가 5두 및 처리 5가 4두로 처리간에 큰 차이는 나타내지 않았다.

이러한 결과를 종합하면 도체중은 대조구와 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구에서 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았는데 이는 종료체중의 차이에 기인하는 것으로 사료된다. 도체율, 등지방두께 및 도체등급에서는 처리간에 유의적 차이는 보이지 않았다.

Table 5. Effects of the dietary supplementation of dried food wastes on carcass characteristics in finishing pigs

| Item | Control | DFW25% | DFW50% | PR10+ DFW25% | PR20+ DFW50% |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Slauther wt. (kg) | 108.0±0.72 ^a | 96.8±1.19 ^b | 91.3±0.76 ^c | 105.3±1.17 ^a | 98.5±1.17 ^b |
| Carcass wt. (kg) | 81.9±1.57 ^a | 73.0±2.06 ^{ab} | 68.2±1.57 ^b | 79.1±2.05 ^a | 73.5±1.39 ^{ab} |
| Dressing (%) | 75.9±1.69 | 75.3±1.26 | 74.7±1.18 | 75.3±2.42 | 74.6±0.92 |
| Back fat (mm) | 24.7±1.48 | 22.1±1.28 | 20.1±0.84 | 22.1±1.62 | 20.0±1.33 |
| Carcass grade (head) | | | | | |
| A | 2(13.3)* | 3(20.0) | 1(6.6) | 2(13.3) | 2(13.3) |
| B | 9(60.0) | 7(40.6) | 9(60.0) | 8(53.3) | 9(60.0) |
| C | 3(20.0) | 4(26.6) | 4(26.6) | 4(26.6) | 4(26.6) |
| D | 1(6.6) | 1(6.6) | 1(6.6) | 1(6.6) | 0(0%) |

¹⁾Means±SE

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

(다) 경제성 분석

비육후기돈의 처리별 두당 총사료비, 1 kg 증체당 사료비 및 1 kg 사료제조원가는 표 6에서 보는바와 같다. 22령에서 24주령의 1 kg 당 사료제조원가 (남은 음식물 구입원가는 1 kg당 100원임)는 처리 1이 171.28원 처리 2가 155.64원 처리 3이 147.45원, 처리 4가 163.54원, 처리 5가 157.60원으로 처리1인 대조구 사료원가가 가장 높았으며, 처리 3인 남은 음식물 50% 대체 처리구가 가장 낮은 경향을 보였다.

두당 총사료비는 대조구가 19,835원으로 가장 많았으며, 처리 3인 남은 음식물 50% 대체 처리구가 13,218원으로 가장 낮았다.

1 kg 증체당 사료비는 처리 4인 단백질 요구량 10% 강화에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 485원으로 가장 낮았으며, 처리 5인 단백질 요구량 20% 강화에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 723원으로 가장 높았다.

이러한 결과는 처리 4인 단백질 요구량 10% 강화에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 대조구보다 1 kg 증체에 소요되는 사료비는 적게 들면서 증체에는 대조구와 유의적 차이가 나타나지 않아, 남은 음식물 대체시 단백질 요구량을 10% 강화하면서 남은 음식물을 25% 정도 대체시키는 것이 바람직한 대체 방법으로 사료된다.

Table 6. Effects of the dietary supplementation of dried food wastes on the economic efficacy in finishing pigs.

| Items | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Total feed cost(won) | 19,835.5 | 15,435.5 | 13,218.1 | 16,416.9 | 18,952.5 |
| Total weight gain(kg) | 35.2 | 25.3 | 20.1 | 33.8 | 26.2 |
| Feed cost per gain(won/kg) | 563.5 | 610.1 | 657.6 | 485.7 | 723.3 |
| Feed cost (won/kg) | 171.2 | 155.6 | 147.4 | 163.5 | 157.6 |

(라) 적요

본 시험은 남은 음식물을 첨가하여 비육돈의 성장과 도체성적에 미치는 영향을

구명하고자 비육후기돈에 5개의 처리를 두었는데 이는 남은 음식을 대체 수준별로 남은 음식물 사료 무처리, 남은 음식물 사료 25% 처리, 남은 음식물 사료 50% 처리, 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 사료 25% 처리, 단백질 요구량 20% 보강에 남은 음식물 사료 50% 처리이었다. 공시축은 삼원 교잡종 (요크셔 × 랜드레이스 × 듀록) 50두를 공시하였고, 사양시험은 49일간 실시하였다. 결과는 다음과 같다.

남은 음식물 사료를 비육후기돈에 급여하고자 할 때는 처리 4인 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에서 다른 남은 음식물 처리구보다 유의적 ($P<0.05$) 차이로 우수한 사양성적을 나타냈기 때문에 적정 첨가수준으로 사료된다.

도체중은 처리 1인 대조구와 처리 4인 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 대체 처리구에서 유의적 ($P<0.05$)으로 높았고, 남은 음식물 50% 대체 처리구가 유의적 ($P<0.05$)으로 가장 낮았는데 이는 종료체중의 차이에 기인하는 것으로 사료된다. 도체율, 등지방두께 및 도체등급에서는 처리간에 유의적 차이는 보이지 않았다.

비육후기돈의 1 kg 증체당 사료비는 처리 4인 단백질 요구량 10% 강화에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 485.71원으로 가장 낮았으며, 처리 5인 단백질 요구량 20% 강화에 남은 음식물 50% 대체 처리구가 723.38원으로 가장 높았다. 이러한 결과는 처리 4인 단백질 요구량 10% 강화에 남은 음식물 25% 대체 처리구가 대조구보다 1 kg 증체에 소요되는 사료비는 적게 들면서 증체에는 유의적 차이가 나타나지 않아 남은 음식물 대체시 단백질 요구량을 10% 강화하면서 남은 음식물을 25% 정도 대체 시키는 것이 바람직한 대체 방법으로 사료된다.

(2003년 6월 Asian-Aust. J. Anim. Sci.에 논문 투고)

4. 유용 미생물균 혼합배양 대량생산 최적조건 및 정제 방법개발

분변 및 토양 유래의 토착 유효 미생물 *B. subtilis*, *L. acidophilus* 그리고 *Str. faecium*과 와 *Aspergillus oryzae*와 *Saccharomyces cerevisiae*를 음식물 사료 제조 공정별 해당 온도 조건에 혼합 배양하여 균체의 생존능력을 평가하였다. 평가된 생존 능력에 따라 혼합배양의 최적조건을 평가하였다.

음식물 사료 공정과정 중에 유효 미생물을 혼합 배양할시 사료 공정별 온도 조건이 균체의 성장 조건에 적합하지 못하므로 사료 공정이 끝난 후 유용 미생물을 혼합 배양하여 실온조건에서의 생존여부로 최적 조건을 설정하였다. 표 7에 나타난 결과

와 같이 유용 미생물군은 공정 (배양)온도 60℃에서 활성을 유지하였으며, 공정 후 대상 유효 미생물의 혼합 배양시에서도 모두 생존효과를 평가할 수 있었다.

Table 7. Comparison of optimal temperature for mixed culture of effective microorganism

| Temp. | <i>B.subtilis</i> | <i>L.acidophilus</i> | <i>Str.faecium</i> | <i>A. oryzae</i> | <i>S.cerevisiae</i> |
|------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| 80℃ | - | - | - | - | - |
| 60℃ | + | + | + | + | + |
| 25℃ | + | + | + | + | + |
| Room temp. | + | + | + | + | + |

5. 미생물 발효제제에 의한 육성·비육돈의 장내와 분변의 미생물 성장조사

가 실험 방법 및 설계

1) 시험기간 및 장소

사양시험은 13주령에서 19주령까지 (2001년 11월 17일부터 2001년 12월 27일까지, 40일간 사양) 비육전기돈에서 실시하였고, 20주령에서 25주령까지 (2002년 1월 31까지, 35일간 사양) 비육후기돈에서 실시하였다. 장소는 전남대학교 농과대학 부속 봉황동물사육장 시험돈사에서 실시하였다.

2) 공시동물

공시동물로는 평균체중이 53.3 kg인 비육전기돈과 81.2 kg인 비육후기돈인 삼원교잡종 (Landrace x Large White x Duroc) 암컷을 공시하였다. 처리는 4처리에 3반복, 반복당 3두씩 각각 총 36두씩을 완전임의 배치하였다.

3) 시험설계 및 사양관리

처리 I 은 대조구로 1차년도에서 확인된 남은 음식물의 최적 적정 첨가수준인 단

백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 첨가 처리구로 하였다. 처리Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ구는 대조구 사료에 수의과대학 미생물학 실험실에서 제조한 유용미생물을 각각 1%, 2%, 3%씩을 첨가한 처리구로 하였다. 사료는 자동급이기, 물은 자동급수기에 의해 자유 채식시켰으며, 기타 사양관리는 전남대학교 시험돈사 표준 사양관리법에 준하였다. 시험설계는 표 8에서 보는 바와 같다.

Table 8. Experimental design

| Group | Growing pigs | Finishing pigs |
|-------|--------------|----------------|
| I | 13 ~ 19weeks | 20 ~ 25weeks |
| II | 13 ~ 19weeks | 20 ~ 25weeks |
| III | 13 ~ 19weeks | 20 ~ 25weeks |
| IV | 13 ~ 19weeks | 20 ~ 25weeks |

note: I : Control

II : protein 10% + Basal 25% + effective microorganism 1%

III : protein 10% + Basal 25% + effective microorganism 2%

IV : protein 10% + Basal 25% + effective microorganism 3%

4) 사양기별 돼지의 장관내 정상 세균총에 대한 조사

비육 및 육성돈에 대한 정상 세균총 검사를 실시하고자 80 - 90 kg인 비육후기돈을 처리군별로 4두씩 각각의 소장과 장간막 임파절에서 세균검사를 실시하였다. 장관내 정상 세균총에 대한 조사는 검사 대상 돼지의 장관내용물을 약 10배 가량의 Selenite broth (Difco)에 증균하여 혈액배지, Salmonella-Shigella agar (Difco) 및 MacConkey agar (Difco)에서 분리 배양한다. 집락을 선택한 후 생화학적 검사를 실시하여 균체를 동정하였다.

나 연구결과

1) 장관내 세균총의 조사결과

유효 미생물을 첨가한 사료를 투여한 1주일 후 비육후기돈에 장관내 세균총의 조사결과는 표 9에서 보는바와 같다. 대조군의 장관내 정상세균총 구성은 *B.subtilis*, *Lacidophilus* 그리고 *Str.faecium*이 확인되었다. 그러나 유효 미생물 첨가사료를 투

여한 군에서는 *B.subtilis*, *L.acidophilus*, *Str.faecium*, *A.oryzae* 그리고 *S.cerevisiae* 가 모두 확인되었다. 유효 미생물 첨가 수준에 따른 정상세균총 구성 세균의 종류와 균체수의 분포에서 유의적 차이는 없었다. 또한 유효 미생물을 첨가한 사료를 투여한 1주일 후 비육후기돈의 장간막 임파절을 검사한 결과 대조구를 포함한 전체 실험구에서 *Salmonella*를 포함한 병원성 세균은 검출되지 않았다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 음식물 사료에 첨가된 유효 미생물은 투여 1주일 후부터 장관내 유용 정상세균총을 구성할 수 있음을 확인할 수 있었으며 이들 정상세균총은 돼지의 소화기 감염원인이 되고 있는 병원성 *E.coli*, *Salmonella*, *Serpulina* 등의 기회감염을 예방할 수 있다고 생각된다.

Table 9 Comparison of intestinal microflora after feeding of effective microorganism for 1 week in experimental groups

| | I | II | III | IV |
|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <i>B.subtilis</i> | 1.2×10^6 | 7.2×10^8 | 4.8×10^8 | 5.8×10^8 |
| <i>L.acidophilus</i> | 2.1×10^6 | 6.2×10^8 | 5.2×10^8 | 4.3×10^8 |
| <i>Str.faecium</i> | 1.2×10^6 | 3.2×10^{10} | 4.3×10^{10} | 2.6×10^{10} |
| <i>A.oryzae</i> | - | 1.2×10^6 | 1.6×10^6 | 1.2×10^6 |
| <i>S.cerevisiae</i> | - | 1.2×10^6 | 1.1×10^6 | 1.2×10^6 |

Note

I : Control

II : protein 10% + Basal 25% + effective microorganism 1%

III : protein 10% + Basal 25% + effective microorganism 2%

IV : protein 10% + Basal 25% + effective microorganism 3%

6. 양돈에서 발효균을 활용한 남은 음식물 발효사료의 최적 첨가 수준 규명

가. 실험 방법 및 설계

1) 시험기간 및 장소

사양시험은 13주령에서 19주령까지 (2001년 11월 17일부터 2001년 12월 27일까지, 40일간 사양) 비육전기돈에서 실시하였고, 20주령에서 25주령까지 (2002년 1월 31까지, 35일간 사양) 비육후기돈에서 실시하였다. 장소는 전남대학교 농과대학 부속 봉황동물사육장 시험돈사에서 실시하였다.

2) 공시동물

공시동물로는 평균체중이 53.3 kg인 비육전기돈과 81.2 kg인 비육후기돈인 삼원 교잡종 (Landrace x Large White x Duroc) 암컷을 공시하였다. 처리는 4처리에 3반복, 반복당 3두씩 각각 총 36두씩을 완전임의 배치하였다.

3) 시험설계 및 사양관리

처리 I 은 대조구로 1차년도에서 확인된 남은 음식물의 최적 적정 첨가수준인 단백질 요구량 10% 보강에 남은 음식물 25% 첨가 처리구로 하였다. 처리 II, III, IV 구는 대조구 사료에 수의과대학 미생물학 실험실에서 제조한 유용미생물을 각각 1%, 2%, 3%씩을 첨가한 처리구로 하였다. 사료는 자동급이기, 물은 자동급수기에 의해 자유 채식시켰으며, 기타 사양관리는 전남대학교 시험돈사 표준 사양관리법에 준하였다. 시험설계는 표 8에서 보는 바와 같다.

4) 공시사료

시험에 사용한 시험돈의 시험사료 배합비는 아래 표 10, 11과 같다.

5) 조사항목 및 방법

체중은 개시체중과, 종료체중을 측정하여 증체량, 사료섭취량, 사료 요구율을 조사하고, 도체성적은 도체중, 도체율, 도체등급을 조사하였다.

Table 10. The formula and chemical composition of experimental diets fed the growing pigs.

| Ingredients | Composition |
|---------------------------------|-------------|
| Corn grain | 53.33 |
| Soybean meal-45 | 17.61 |
| Animal fat | 3.30 |
| Vitamin.mix ¹⁾ | 0.30 |
| Antibiotic premix ²⁾ | 0.10 |
| L-Lysine, HCL | 0.16 |
| Tricalcium Phosohate | 0.20 |
| Mineral | 0.30 |
| Waste Food | 25.10 |
| Total | 100.00 |
| ME(kcal/kg) ³⁾ | 3,400.75 |
| CP | 17.44 |
| Lys | 0.84 |
| Met | 0.24 |
| Ca | 1.08 |
| Total P | 0.49 |

¹⁾ Vitamin-mineral mixture contains following nutrients per kg; Vitamin A, 5,000,000 IU; Vitamin D₃, 1,000 IU; Vitamin I, 10,200 IU; Vitamin K, 1,000mg, Vitamin B₁, 500mg; Vitamin B₂, 2,000mg; Vitamin B₆, 1,500mg; Vitamin B₁₂, 15mg; Pantothenic acid, 7,500mg; Niacin, 12,500mg; Biotin, 50mg, Folic acid, 250mg; Fe, 75,000mg; Cu, 5,000mg; Mn, 10,000mg; Zn, 50,000mg; I, 75mg; Se, 150mg.

²⁾ Antibiotics contains 40mg destomycin and lincomycin per kg.

³⁾ Calculated value

Table 11. The formula and chemical composition of experimental diets fed the finishing pigs.

| Ingredients | Composition |
|---------------------------------|-------------|
| Corn grain | 60.18 |
| Soybean meal-45 | 10.50 |
| Animal fat | 3.37 |
| Vitamin.mix ¹⁾ | 0.30 |
| Antibiotic premix ²⁾ | 0.10 |
| L-Lysine, HCL | 0.19 |
| Tricalcium Phosohate | 0.36 |
| Mineral | 0.30 |
| Waste Food | 25.00 |
| Total | 100.00 |
| ME(kcal/kg) ³⁾ | 2890.00 |
| CP | 20.72 |
| Lys | 0.41 |
| Met | 0.184 |
| Ca | 3.77 |
| Total P | 0.86 |

¹⁾ Vitamin-mineral mixture contains following nutrients per kg; Vitamin A, 5,000,000 IU; Vitamin D₃, 1,000 IU; Vitamin I, 10,200 IU; Vitamin K, 1,000mg, Vitamin B₁, 500 mg; Vitamin B₂, 2,000 mg; Vitamin B₆, 1,500 mg; Vitamin B₁₂, 15 mg; Pantothenic acid, 7,500 mg; Niacin, 12,500 mg; Biotin, 50 mg, Folic acid, 250 mg; Fe, 75,000 mg; Cu, 5,000 mg; Mn, 10,000 mg; Zn, 50,000 mg; I, 75 mg; Se, 150 mg.

²⁾ Antibiotics contains 40 mg destomycin and lincomycin per kg.

³⁾ Calculated value.

6) 통계분석

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS package를 이용해 실시하였으며 처리간의 유의성 검정은 Duncan의 다중분석법으로 실시하였다.

나. 연구 결과

1) 비육전기돈의 사양시험 결과

비육전기돈의 사양성적은 표 12에서 보는바와 같다. 증체량은 처리 II가 28.33 kg으로 높은 경향이었고 대조구가 27.00 kg으로 나타났으나 처리간에 유의적 차이는 없었다. 1일평균증체량도 처리 II가 708.33 g으로 높은 경향이었으나 처리간에 유의적 차이는 없었다. 일일평균 사료섭취량도 처리간에 유의적 차이는 없었다. 사료효율은 대조구가 2.77, 처리 II가 2.65, 처리 III이 2.65, 처리IV가 2.68으로 처리 II, III, IV가 대조구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 개선되었다. 이러한 결과는 비육전기돈에서 남은 음식물 활용시 유용미생물을 1~3%를 첨가하면 사료요구율을 개선시킬 수 있음을 시사하고 있다.

2) 비육후기돈의 사양시험 결과

비육후기돈의 사양성적은 표 13에서 보는바와 같다. 증체량은 처리 III이 23.78 kg으로 높은 경향이었으나 처리간에 유의적 차이는 없었다. 1일평균증체량도 처리 III이 679.37 g으로 높은 경향이었으나 처리간에 유의적 차이는 없었다. 1일평균사료섭취량은 처리간에 유의적 차이는 없었으나 처리IV가 2,285g으로 가장 적은 경향이 있었다. 사료요구율은 대조구가 3.56, 처리II가 3.56, 처리 III이 3.39, 처리IV가 3.49로 처리 III과 IV가 대조구보다 유의적 ($P<0.05$)으로 개선되었다. 이러한 결과는 비육후기돈에서 남은 음식물 활용시 유용미생물을 유용미생물을 2%~3%를 첨가하면 사료요구율을 개선시킬 수 있음을 시사하고 있다.

Table 13. Effects of feeding dried food wastes on the growth performance of finishing pigs.

| Items | Group | | | |
|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | I | II | III | IV |
| Initial BW(kg) | 80.33±0.65 | 82.00±0.91 | 81.00±0.70 | 81.56±0.78 |
| Final BW(kg) | 102.89±1.07 | 104.56±1.18 | 104.78±1.26 | 104.44±0.84 |
| Weigt gain(kg) | 22.56±0.73 | 22.56±1.35 | 23.78±1.14 | 22.89±1.06 |
| ADG (g) | 644.44±20.76 | 644.44±38.39 | 679.37±35.58 | 654.00±30.28 |
| ADFI (g) | 2294.67±4.10 | 2298.33±4.41 | 2302.00±6.43 | 2285.33±4.18 |
| Feed intake | 3.56±0.01 ^a | 3.56±0.01 ^a | 3.39±0.01 ^c | 3.49±0.01 ^b |

¹⁾Means±SE

^{a-c} Means in the same row with different superscripts differ significantly (p<0.05)

[note] I : Control

II : protein 10% + Basal 25% + effective microorganism 1%

III : protein 10% + Basal 25% + effective microorganism 2%

IV : protein 10% + Basal 25% + effective microorganism 3%

3) 비육후기돈의 도체성적

비육후기돈 사양시험 종료후 처리당 9두씩을 도살하여 조사한 도체중 (kg), 도체율 (%), 도체등급은 표 14에서 보는바와 같다. 도체중은 처리간에 유의적 차이는 없었으나 처리Ⅱ와 처리Ⅲ이 78.86 kg과 79.14 kg으로 다른 처리구에 비해 높은 경향이였다. 도체율은 처리간에 유의적 차이는 없었으나 처리Ⅱ와 처리 Ⅲ이 75.41%와 75.51%로 다른 처리구보다 약간 높은 경향을 나타냈다.

도체등급에서 A와 B등급 출현두수는 모든 처리구가 6두씩으로 처리간 차이는 없었다. C와 D등급 출현두수도 모든 처리구가 3두씩으로 처리간 차이는 없었다. 이러한 결과는 비육전기돈과 비육후기돈에서 남은 음식물 활용시 유용미생물 1%~3% 첨가는 도체중, 도체율 및 도체등급에는 영향을 미치지 않는것으로 사료되였다.

Table 14. Effects of the dietary supplementation of dried food wastes on carcass characteristics in finishing pigs

| Items | Group | | | |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | I | II | III | IV |
| Slauther wt. (kg) | 102.89±1.07 | 104.56±1.18 | 104.78±1.26 | 103.44±0.84 |
| Carcass wt. (kg) | 77.25±0.97 | 78.86±1.01 | 79.14±1.07 | 77.77±0.79 |
| Dressing (%) | 75.07±0.17 | 75.41±0.12 | 75.51±0.12 | 75.17±0.16 |
| Carcass grade (head) | | | | |
| A | 3(33.3) | 2(22.2) | 3(33.3) | 2(22.2) |
| B | 3(33.3) | 4(44.4) | 3(33.3) | 4(44.4) |
| C | 2(22.2) | 3(33.3) | 2(22.2) | 2(22.2) |
| D | 1(11.1) | 0 | 1(11.1) | 1(11.1) |

¹⁾Means±SE

4) 병원 미생물과 유용 미생물간의 경쟁적 활성 측정

가) 연구방법 및 설계

1) 실험동물

외관상 건강하게 보이는 2개월령의 돼지를 구입하여 실험전 혈액검사를 실시하였다. 혈액학적으로 정상범주를 지니며 살모넬라 항체가에 음성을 나타내는 돼지를 선발하여 실험군과 대조군으로 분리하여 외부와 격리된 전남대학교 실험동물사에서 실험을 실시하였다. 또한 실험돼지의 분변에서 살모넬라 검출을 실시하여 음성임을 확인하였다.

2) 실험균주

돼지에 살모넬라를 인공적으로 감염시키기 위하여 사용한 균주는 설사 자연 발생돈에서 분리한 *Salmonella* spp. 분리주와 *Salmonella typhimurium* ATCC 13076, 13311이었다. 이 균주들을 Brain Heart Infusion broth (BBL, USA)에 접종하여 37℃에서 24시간 진탕 배양한 균액 (1×10^9 CFU/ml)을 50 ml씩 공시동물에 경구 접종하였다.

3) 실험 설계

돼지 인공 감염 실험은 총 세 차례에 걸쳐 실시되었으며 첫 번째 실험에서는 10

마리의 돼지를 사용하였고 두 번째와 세 번째 실험에서는 각 8마리와 6마리를 사용하여 실시하여 실험군과 대조군으로 나누어 사용하였다. 실험전 모든 돼지에서 살모넬라 검출을 실시하여 모두 음성을 확인한 후 실험을 실시하였다. 대조군의 돼지에는 음식물 사료를 급여하고 실험군에는 3%의 유용미생물을 첨가된 음식물 사료를 급여하였다. 급여 1주일 후에 살모넬라 배양액 (1×10^9 cfu/ml) 50 ml를 3일 동안 경구 접종하였다. 접종전 1일부터 매일 분변을 채취하여 분변으로 분비하는 세균수를 측정하였으며, 매일 체온등 임상증상을 관찰하였다. 실험은 돼지의 분변에서 Salmonella spp. 균의 배출 유무를 세균배양 검사 방법을 통해 확인하여 음성이 나올 때 종료하였다.

4) 시료채취

돼지 분변은 돼지 입식 후 바로 분변에서 Salmonella 균의 존재여부를 확인하였으며, 실험하루 전부터 실험 마지막날까지 매일 직장을 자극하여 직접 채취하였다. 돼지 체온은 접종 하루 전부터 실험 마지막날까지 매일 직장에서 측정하였다.

5) 세균검사

접종전후 분변 g당 총세균수 및 Salmonella 수를 관찰하기 위하여 채취된 분변 1 g을 Brain Heart Infusion broth (BBL, USA) 9 ml에 넣어 혼합하여 10배수 계단 희석하였으며, 이를 Plate Count agar (BBL, USA) 및 MacConkey agar (BBL, USA)에 도말하여 24시간 배양하여 집락을 계수하였다. 생화학적 검사와 혈청학적검사를 이용하여 살모넬라를 동정하였다. 장간막 임파절에서 살모넬라균을 분리하기 위하여 1 g의 장간막 임파절을 분쇄하여 Brain Heart Infusion broth (BBL, USA)로 희석하여 이를 MacConkey agar (BBL, USA)에 도말하여 24시간 배양한 후 동정하였다.

6) 임상증상 및 병리학적검사

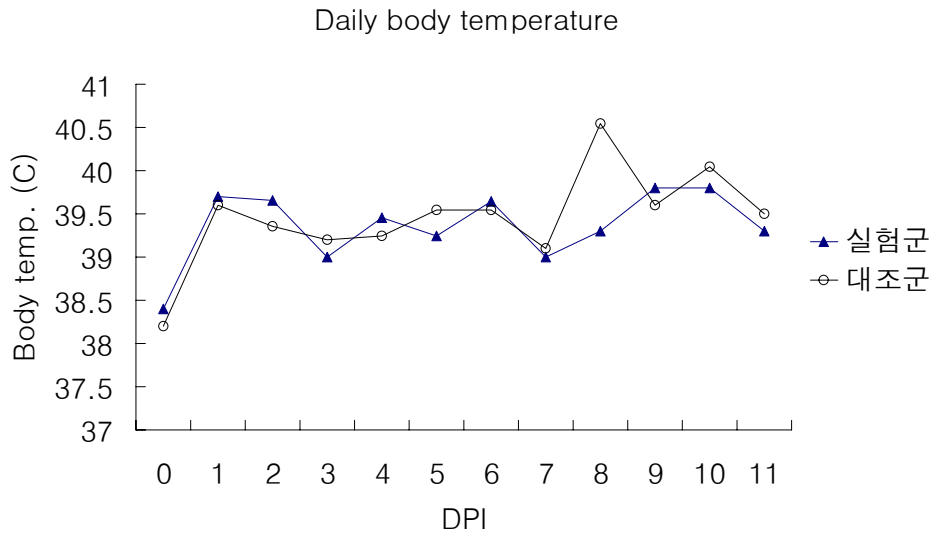
실험이 진행되는 전 기간 동안 임상증상을 관찰하였으며, 실험 종료 후 일반적인 부검술식에 의해 부검을 실시하였다. 병리학적 검사를 위해 병변 부위 (회장, 결장, 맹장)와 장간막 임파절부위를 절취하여 10% 중성 포르말린용액에 고정한 다음 통상적인 조직 처리과정을 통하여 병리학적 검사를 실시하였다.

나) 연구 결과

1) 체온변화

돼지 살모넬라를 경구로 인공 감염시킨 후 체온을 매일 측정된 결과, 대조군 및 실험군에서 체온이 감염 후 1일째부터 상승하기 시작하여 지속적으로 정상치 이상의 체온 상승을 나타냈다. 감염 후 8일째 대조군의 체온이 실험군에 비해 현저히 상승하는 듯하였으나 9일째는 다시 실험군과 유사한 체온을 유지하였다. 본 실험에서 실험군 3두와 대조군 3두 사이의 전반적인 체온 변화의 차이는 크게 나타나지 않았다 (Fig. 3).

Fig. 3.



Variation of daily body temperature in pigs after experimental infection with *Salmonella* spp.

2) 임상증상

돼지 살모넬라를 경구로 인공 감염시킨 후 임상증상을 매일 확인한 결과, 실험군 및 대조군 모두에서 심한 설사증상을 일으키지는 않았지만 야간의 연변이 관찰되기도 했으며, 경미한 정도의 침울 증상등의 임상증상을 관찰할 수 있었다.

3) 분변에서 분비되는 *Salmonella* 균수 검사 및 총세균수 검사

돼지 살모넬라를 경구로 인공 감염시킨 후 매일 분변 1 g에서 총 세균수 및 *Salmonella* spp. 수를 측정하여 그 수를 비교 분석하였다.

총세균수는 접종후 1일째 대조군과 실험군에서 각각 5.7×10^{11} , 2.7×10^{12} 의 균수

가 확인 되었다. 두 돈군에서 모두 총 세균수는 감염후 8일까지 점차 줄어드는 양상을 보였으며 두돈군의 총세균수는 유사하게 검출되었다 (Fig. 4).

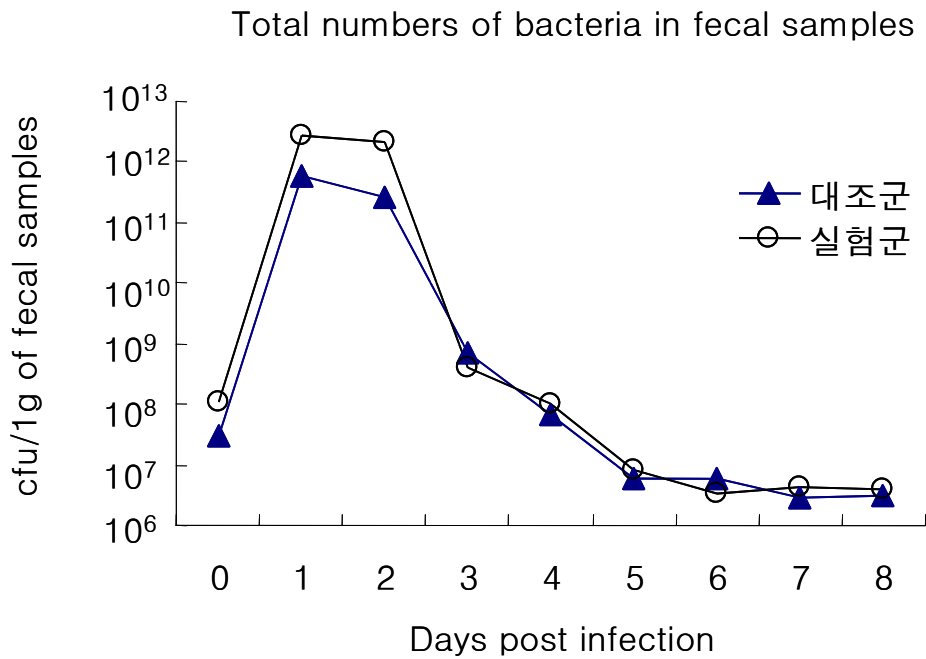


Fig 4. The total number of enterobacteria spp. per 1 g of fecal samples were determined after experimental infection. Data are expressed as cfu/1 g of fecal sample for average of each group of pigs.

접종 후 분비되는 Salmonella 수는 감염 후 1일째부터 증가하기 시작하여 접종 후 8일째부터는 배출되지 않은 양상을 보였으며 실험군의 돼지에서 접종 후 2-3일 동안에는 대조군보다 더 많은 양의 살모넬라를 배출하는 양상을 보였지만 감염 후 5일 부터는 대조군보다 감소하면서 7일째는 한 마리를 제외하고는 검출되지 않았으며 대조군에 비교하여 Salmonella 배출일수가 짧은 것을 볼 수 있었다 (Fig. 5). 이는 유용미생물이 장관내의 정상 세균총을 형성을 보다 강하게 하여 Salmonella 접종 직후에 Salmonella 가 장관에 부착하는 것을 방해하므로 접종직후 Salmonella의 배출이 증가하였으며 그로 인해 salmonella 균의 분비가 대조군에 비해 일찍 감소하는 경향을 보인 것으로 생각된다.

Number of Salmonella spp. from fecal samples

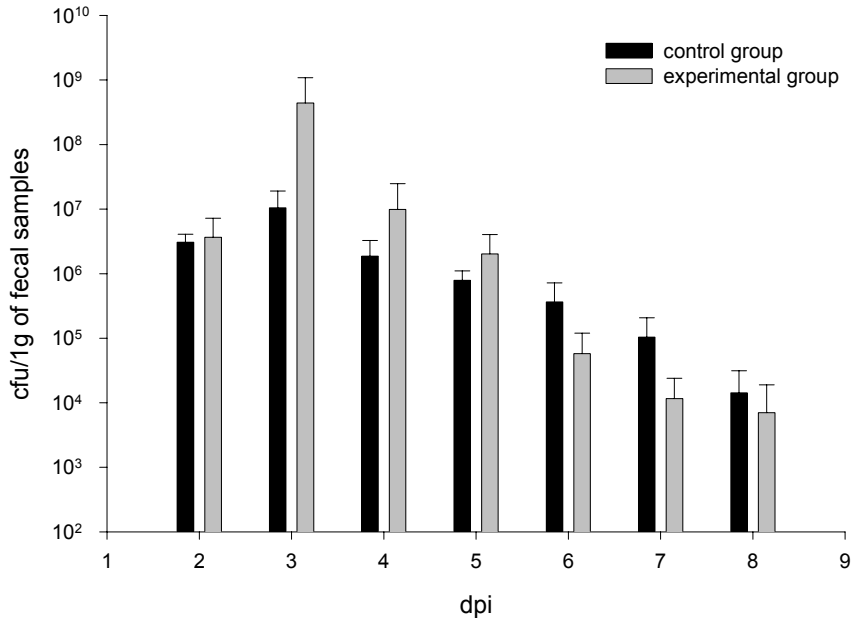


Fig. 5. The number of Salmonella spp. per 1 g of fecal samples were determined after experimental infection.

다) 부검소견

실험 종료 후 부검결과 실험군 및 대조군의 돼지에서 경미한 비장의 종대를 관찰할 수 있었으며, 장간막 임파절의 종대와 미세한 총 출혈소견을 관찰할 수 있었다. 아래 그림 (Fig. 6)에서와 같이 대조군은 (Fig. 6A) 실험군 (Fig. 6B)과 비교하여 현저한 장간막 임파절의 종대를 보였으며, 그 외의 장기에서도 대조군은 실험군에 비해 현저한 병변 소견을 보였다.

1) 장간막 임파절에서 Salmonella 균수 검사

실험 종료 후에 돼지를 부검하여 장간막 임파절에서 살모넬라 분리를 시도하여 대조군과 실험군에 존재하는 살모넬라수를 측정하였다. 대조군에서는 실험군 보다 많은 살모넬라가 검출되었다 (Fig. 7) 이는 실험군에서는 유용 미생물에 의해서 장벽이 보호를 받으므로 살모넬라의 감염성이 약화되어 macrophage에 의해서 탐식되는

살모넬라수가 줄어들어 장간막 임파절로 이동이 줄었을 것으로 해석이 된다. 이러한 결과는 장간막 임파절의 병변 부위 비교와도 일치된다 (Fig. 6).

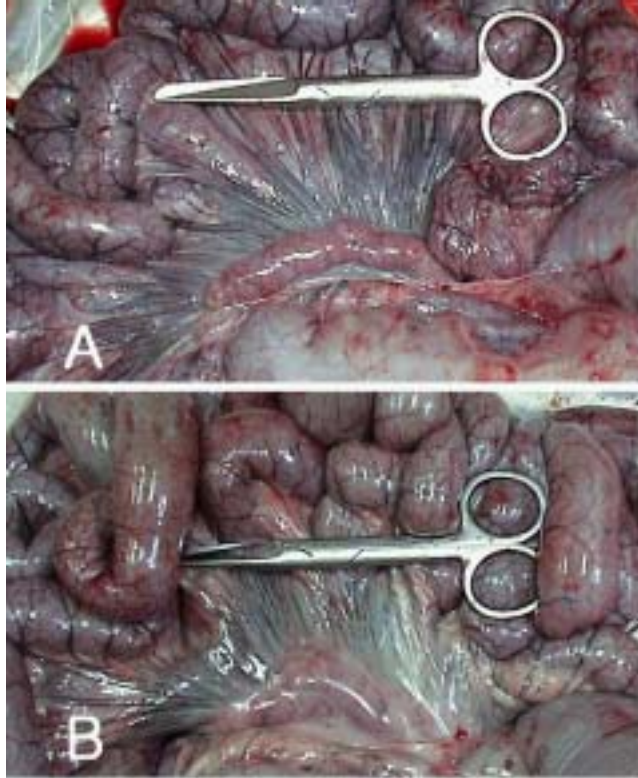


Fig. 6. The comparison of mesenteric lymphnode size after experimental infection with *Salmonella* spp. A; experimental group pig, B; control group pig.

2) 병리학적 소견

육안적으로 *Salmonella* 단독 투여군 (대조군)이나 유용미생물 급여후 *Salmonella*의 공격접종군 (시험군)의 회장에서는 어떤 변화도 관찰되지 않았다. 하지만 조직학적으로 대조군의 돼지에서는 중등도의 용모 위축과 융합이 저배율에서 특징적으로 관찰되었다 (Fig. 8A). 섬유소의 삼출도 관강내에서 경도로 관찰되었으며, 여기에는 상피세포의 괴사편과 호중구가 섞여 있었다.

Number of Salmonella spp. in mesentric lymph node

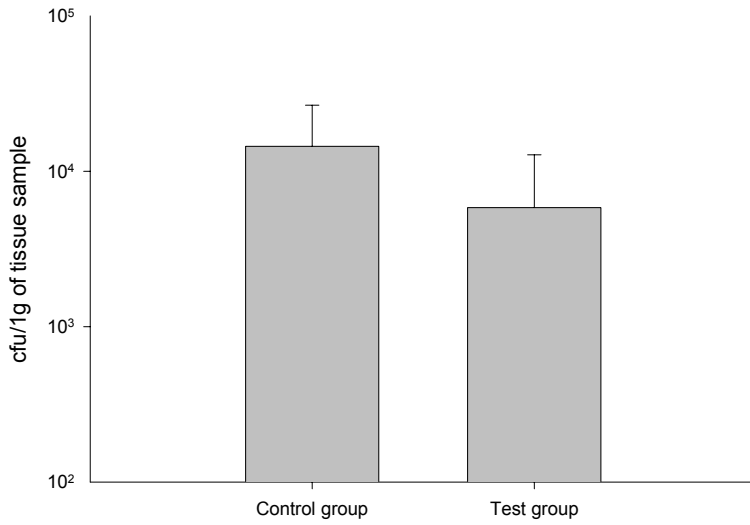


Fig. 7. The number of Salmonella spp. per 1 g of mesentric lymphnode were determined after experimental infection. The limit of detection was 100cfu/1 g of mesentric lymphnode. Data are expressed as cfu/1 g of lymph node tissues.

고배율 상에서는 점막 고유층에 주로 조직구와 호중구가 침윤하고 있었으며, 소수의 림프구가 산재되어 있었다 (Fig. 8B). Payers' patch는 심하게 증식되어 있었으며, 다수의 여포의 발생도 관찰되었다. 어떤 여포의 중심부는 심하게 괴사된 것이 관찰 되었으며, 대식세포로 구성된 paratyphoid nodule도 종종 확인되었다. 시험군의 돼지 회장에서 용모의 위축이나 점막 고유층 내 염증세포의 침윤이 상술한 대조군에 비하여 비교적 경미하여 (Fig. 8C와 D), 유용미생물의 투여로 회장 내에서 Salmonella의 감염을 부분적으로 방어하고 있음을 알 수 있었다.

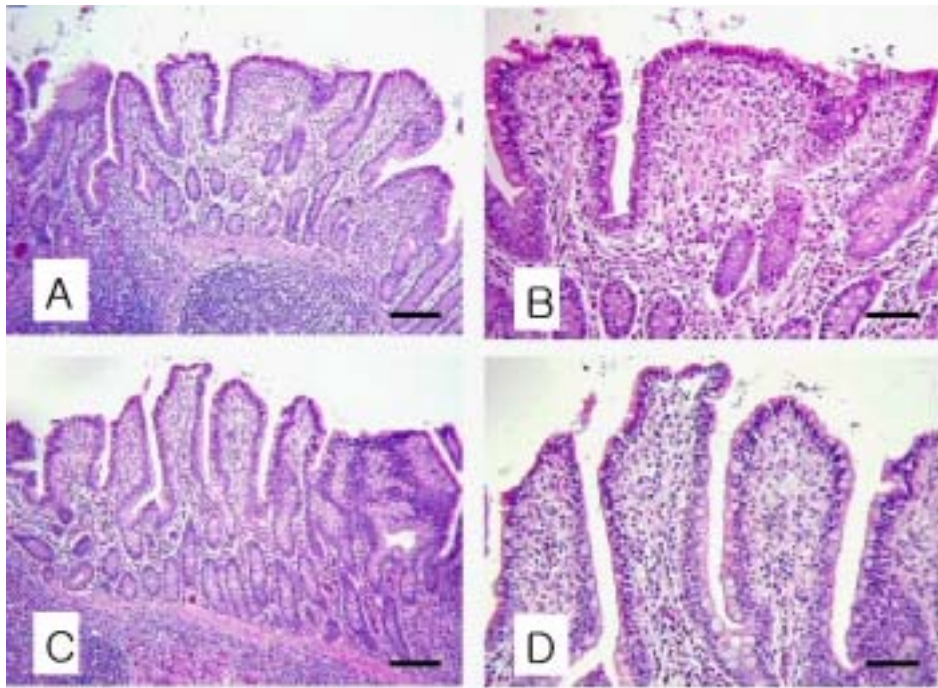


Fig.

8. (A) Ileum of the pig infected experimentally with *Salmonella* spp. Villi of ileum are atrophied and fused together. Note hyperplastic Payer's patch and crypt epithelial cells. H&E. Bar = 250 nm. (B) High magnification of Fig. 1A. Many histiocytes and neutrophils infiltrate in the lamina propria. H&E. Bar = 120 nm. (C) The pig infected experimentally with *Salmonella* spp. after the feeding of effective microorganism. There are mild villi atrophy in comparison with that of pig infected only with *Salmonella* spp. H&E. Bar = 250 nm. (D) High magnification of Fig. 1C. Note infiltration of histiocytes and neutrophils lesser than that of Fig. 1B in the lamina propria. H&E. Bar = 120 nm.

맹장은 육안적으로 대조군이 시험군의 돼지에 비해서 더욱 심한 섬유소성 삼출물과 점상내지 반상의 출혈이 발생하였다. 조직학적으로도 대조군의 돼지 맹장에서는 심한 장샘 고유층의 위축이 저배율에서 관찰되었으며 (Fig. 9A), 관강 내에는 섬유소의 삼출도 저명하였다. 고배율상에서 장샘 고유층에는 주로 대식세포와 호중구로 이루어진 염증세포의 심한 침윤이 관찰되었으며 (Fig. 9B), 어떤 표면부 장샘 상피세포는 심하게 괴사되어 있었다.

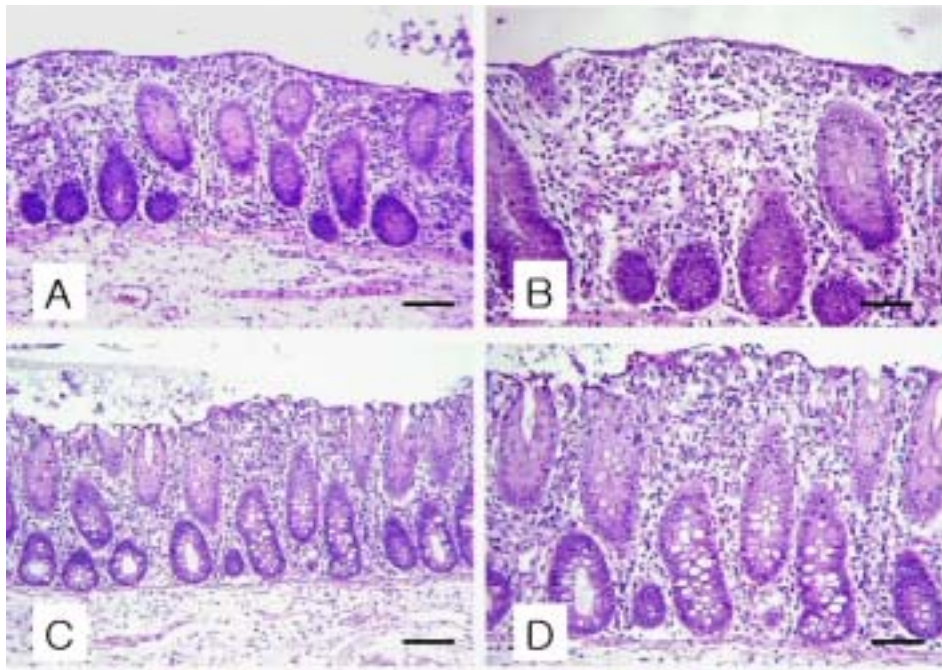


Fig. 9. (A) Cecum of the pig infected experimentally with *Salmonella* spp. Each crypt is atrophied and fused together. H&E. Bar = 250 nm. (B) High magnification of Fig. 2A. The lamina propria is infiltrated with many histiocytes and neutrophils. epithelial cells of basal crypts are hyperplastic. H&E. Bar = 120 nm. (C) Cecum of the pig infected experimentally with *Salmonella* spp. after the feeding of effective microorganism. Some of crypts are fused together. H&E. Bar = 250 nm. (D) High magnification of Fig. 2C. The severity of fusion and the number of infiltrated cells in the lamina propria are milder than those of Fig. 2B. H&E. Bar = 120 nm.

이러한 괴사된 세포는 관강 내의 섬유소와 섞여 있었으며, 이러한 부위에는 세균 괴들도 다수 관찰되었다. 점막 밑 조직에는 림프구의 침윤과 부종이 어떠한 부위에서는 심하게 관찰되었다. 시험군의 맹장은 대조군에 비해서 염증세포의 침윤, 괴사 등의 소견이 상대적으로 약하게 관찰되었다 (Fig. 9C와 D). 이러한 소견을 바탕으로 맹장에서 유용미생물은 *Salmonella*의 감염을 억제한다는 것을 알 수 있었다.

시험군과 대조군 모두 결장에서 다른 부위와 비교하여 육안적으로 상대적으로 심한 병변이 관찰되었다. 즉 점막은 심한 섬유화농성 삼출물로 덮여 있었으며, 어떠한 부위는 점상 내지 반상의 출혈도 관찰되었다. 그러나 시험군이 *Salmonella* 단독 투여군이 비해서 병변의 정도는 상대적으로 약하게 관찰되었다. 조직학적으로도 대조군의 돼지 결장에서는 심한 장샘 고유층의 위축이 저배율에서 관찰되었으며 (Fig. 10A), 관강내에는 섬유소의 삼출과 출혈도 저명하였다.

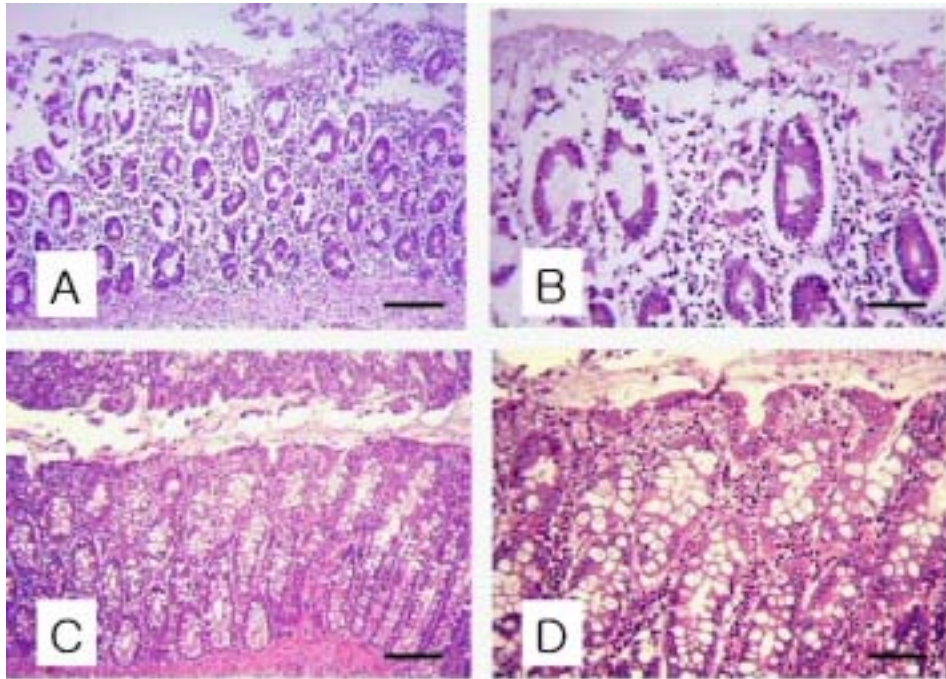
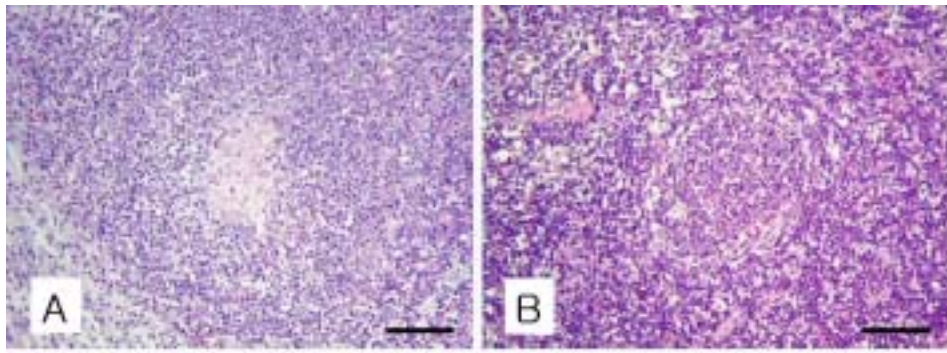


Fig. 10. (A) Colon of the pig infected experimentally with *Salmonella spp.* Each crypt is fused together. H&E. Bar = 250 nm. (B) High magnification of Fig. 2A. Epithelial cells of tip crypts are necrotic and covered with fibrins. The lamina propria is infiltrated with many histiocytes and neutrophils. H&E. Bar = 120 nm. (C) Colon of the pig infected experimentally with *Salmonella spp.* after the feeding of effective microorganism. Fibrin is exudated into the lumen. Some of crypts are fused together. H&E. Bar = 250 nm. (D) High magnification of Fig. 3C. The severity of fusion and the number of infiltrated cells in the lamina propria are milder than those of Fig. 3B. H&E. Bar = 120 nm.

고배율상에서 장샘 고유층에는 주로 대식세포와 호중구로 이루어진 염증세포의 심한 침윤이 관찰되었으며 (Fig. 10B), 어떤 표면부 장샘 상피세포는 심하게 괴사되어 있었다. 이러한 괴사된 세포는 관강 내의 섬유소와 섞여 있었으며, 이러한 부위에는 세균괴들도 다수 관찰되었다. 점막 밑 조직에는 림프구의 침윤과 부종이 어떠한 부위에서는 심하게 관찰되었다. 시험군의 결장은 대조군에 비해서 염증세포의 침윤, 괴사 등의 소견이 상대적으로 약하게 관찰되었다 (Fig. 10C와 D). 이러한 소견을 바탕으로 결장에서도 유용미생물은 미약하지만 *Salmonella*의 감염을 억제한다는 것을 알 수 있었다.



Fig

. 11. (A) Mesenteric lymph node of the pig infected experimentally with *Salmonella spp.* Clump of macrophages (paratyphoid nodule) is observed in the follicle of cortex. H&E. Bar = 120 nm. (B) Mesenteric lymph node of the pig infected experimentally with *Salmonella spp.* after the feeding of effective microorganism. Lymphoid cell hyperplasia is marked in the cortex. Note the formation of lymphoid follicle in the cortex. H&E. Bar = 120 nm.

6. 환경 친화적 효과 검토

가. 실험 방법 및 설계

1) 분변에서 암모니아태 질소 측정

유용미생물의 친환경적 효과를 검토하기 위하여 분변내의 악취발생 원인인 암모니아의 농도를 측정하였다. 분변은 유용미생물 첨가사료를 먹인 돼지의 분변과 먹이지 않는 분변을 채취하여 분변내에서 암모니아태 질소의 함량을 측정하였다. 그 방법을 간단히 기술하면 분변 10 g을 125 ml flask에 취하여 2M-KCL 50 ml를 가하고 30분간 진탕하여 100 ml volumetric flask 에 여과한후 Kjeldahl (B-316, Buchi) 을 이용하여 증류한 후 적정하였다.

나. 연구 결과

유용미생물의 친환경적 효과를 검토하기 위하여 분변내의 악취발생 원인인 암모니아의 농도를 측정하였다. 이를 위하여 분변내 존재하는 암모니아태 질소의 함량을 측정하였다. 실험군의 돼지 분변내 암모니아태 질소함량은 대조군 보다 낮게 검출되

었다 (Fig 12). 이는 유용미생물이 배설물의 악취 발생원인인 미소화물을 유용미생물 및 유용미생물이 생산한 각종 효소들에 의해 분해가 더 많이 이루어져서 유용미생물을 섭취한 돼지의 분변에서 암모니아태 질소 함량이 적게 검출 된 것으로 사료된다.

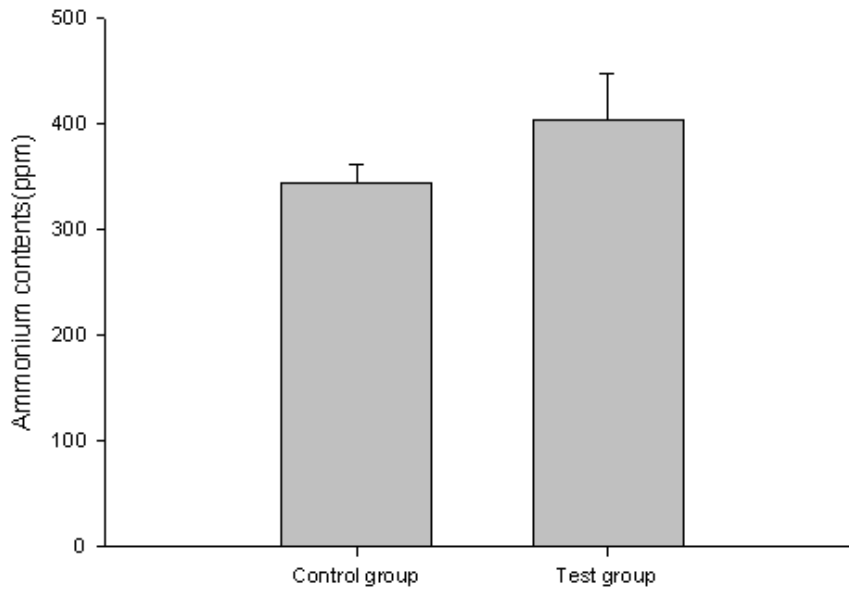


Fig. 12. Amonia concentration in the pig fecal samples.

제 2 절 남은 음식물과 농수산 부산물을 활용한 사료와 배합프로그램 개발 (제 2세부과제)

1. 건조 남은 음식물의 첨가수준이 브로일러의 성장 및 체조성에 미치는 영향

가. 서 론

최근, 가정 및 산업체에서 발생하는 폐기물은 환경오염을 가중시키고 있으며, 그 가운데 남은 음식물의 배출량은 종량제 실시 이전의 31%보다 시행 이후 38.3%로 전 체생활쓰레기에서 차지하는 비중이 계속 증가하고 있다 (환경부, 1996). 남은 음식물

은 수분이 많기 때문에 매립하면 그 자체가 침출수 발생원이 되며, 수거·운반 과정에서 쉽게 부패되어 악취 등 제반 문제의 원인이 되기 쉽고, 소각 처리시에도 많은 수분 함량으로 인하여 소각효율이 낮을 뿐만 아니라 이로 인해 대기오염을 가중시킬 수 있다. 이제 남은 음식물에 대한 문제는 국가를 초월한 환경 오염원으로 대두되었고, 이에 대한 새로운 대처방안이 요구되고 있다 (이 등, 1998). 그러나 남은 음식물 재활용 비율은 공공 및 민간 자원화시설 확충과 사료가격 급등으로 인하여 '98년도에는 21.3%로 증가하였고 정부에서는 2002년도까지 재활용 비율을 50%까지 증대할 계획이다 (심, 2000). 여러가지 남은 음식물은 이제 가정과 식당의 문제가 아니라 전 사회적 문제로 확대되고 있어 국가적 차원에서 정책 수립에 중요한 과제로 등장하였다 (환경부, 1997). 그 일환으로 퇴비화를 적극적으로 실시하여 왔으나 남은 음식물은 염분함량이 높아 토양과 농작물에 악영향을 미쳐 장기 숙성과 염분함량을 낮추기 위한 2차 가공이 필요한 것으로 판단되어 정부에서도 음식물 쓰레기의 1차적인 활용 방안으로 사료화를 모색하며 정책적으로 뒷받침하고 있다 (김, 2001). 가축 사료화 방안은 거의 전량을 수입에 의존하는 사료원료를 대체할 수 있을 뿐만 아니라 환경오염을 예방할 수 있는 측면에서 많은 관심과 연구가 진행되고 있는 실정이다 (양, 2001).

우리나라의 남은 음식물은 비록 염분함량이 3.5%내외로 높지만 단백질, 지방 및 무기물 등의 함량이 높아 사료자원으로 활용 가치가 높으며, 외국에서도 남은 음식물은 육계와 산란계의 사료자원으로 영양적 가치가 있다 (Soliman 등, 1978; Hiroshi 등, 1981; Lipstein, 1984, 1985)고 보고된 바 있다. 식량자급도가 30%에 불과하면서 매년 사료용 곡물을 2조원 이상 수입하고 있는 우리나라의 현실을 감안할 때 사료자원으로서 잠재가치가 높은 남은 음식물을 가축의 사료로 재활용함으로써 사료비 절감을 통한 축산농가의 소득증대는 물론 환경오염 예방에도 효과가 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 시험은 육계사료내 건조 남은 음식물의 첨가수준이 육계의 성장, 사료이용성 및 체조성에 미치는 영향을 구명코자 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 시험동물 및 시험설계

본 시험에 공시된 동물은 Ross broiler 초생추로서 체중이 균일하고 건강한 개체 196수를 선발하여 무첨가구인 대조구 (0%)와 건조 남은 음식물 10%첨가구 (DFW10%), 20%첨가구 (DFW20%), 30%첨가구 (DFW30%) 및 단백질 요구량을 5% 보강한 건조 남은 음식물 10%구 (PR5+DFW10%), 단백질 10% 보강한 20%구 (PR10+DFW20%), 단백질 15% 보강한 30%구 (PR15+DFW30%) 등 7처리를 두어 처리당 4반복, 반복당 7수씩 완전임의 배치하여 6주간 실시하였다.

2) 시험사료 및 사양관리

본 시험에 사용된 건조 남은 음식물은 광주광역시 소재 삼능건설 (주)이 주로 아파트단지에서 수거한 남은 음식물을 사료화한 제품을 구입하여 이용하였는데, 일반 성분을 분석한 결과 건물함량은 93.7%, 조단백질 20.62%, 조지방 9.99%, 조섬유 8.87%, 조회분함량은 13.67% 이었다. 시험사료는 브로일러 전기 (0~3주령)와 후기 (4~6주령)로 구분하여 배합하였는데, 그 배합율과 영양소 함량은 Table 1과 2에 나타나 있다. 공시동물은 3단 철제 cage에 개체별로 수용하여 시험개시시 부터 3주령까지는 전기사료를, 그 후 시험종료시까지의 후기사료를 무제한 급여하였고, 물은 자유롭게 섭취할 수 있도록 하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of the experiment diets (Starter)

| Ingredient (%) | Control | DFW | DFW | DFW | PR5+ | PR10+ | PR15+ |
|------------------------------------|---------|-------|-------|-------|------------|------------|------------|
| | | 10% | 20% | 30% | DFW 10% | DFW 20% | DFW 30% |
| Corn grain | 55.81 | 47.54 | 42.19 | 35.59 | 45.09 | 36.32 | 25.24 |
| Soybean meal-45 | 26.00 | 24.90 | 19.00 | 15.00 | 25.62 | 22.00 | 21.60 |
| Fish meal | 5.00 | 3.20 | 4.90 | 5.00 | 5.46 | 6.90 | 6.90 |
| Corn gluten meal-60 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.20 | 6.95 | 7.04 |
| Animal fat | 4.62 | 5.68 | 5.56 | 6.03 | 5.86 | 6.30 | 7.65 |
| Salt | 0.30 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| Vit-min. premix ¹⁾ | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.30 | 0.25 | 0.30 |
| L-lyxin · HCL | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 0.15 |
| Methionine | 0.14 | 0.20 | 0.20 | 0.23 | 0.20 | 0.20 | 0.27 |
| Tricalcium phosphate | 1.33 | 1.50 | 1.20 | 1.10 | 1.21 | 0.95 | 0.85 |
| Food Waste | 0.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 |
| Chemical composition ²⁾ | | | | | | | |
| ME (kal/kg) | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 |
| C. Protein (%) | 23.03 | 23.01 | 23.07 | 23.00 | 24.17 | 25.30 | 26.45 |
| Lysine (%) | 1.13 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.16 | 1.21 | 1.27 |
| Methione (%) | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.53 | 0.55 | 0.58 |
| Ca (%) | 1.18 | 1.60 | 1.94 | 2.31 | 1.64 | 2.03 | 1.00 |
| Avail. P(%) | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |

¹⁾ Vit-min. mix provided following nutrients per kg of diet : Vitamin A,9,000,000 IU; Vitamin D3, 2,100,000 IU ; Vitamin E, 15,000 IU; Vitamin K, 2,000 mg; Vitamin B1, 1,500 mg; Vitamin B2, 4,000; VitaminB6, 3,000 mg; VitaminB12, 15 mg; Pan-Acid-Ca,8,500 mg; Niacin, 20,000 mg; Biotin, 110 mg; Folic-acid, 600 mg; Fe, 40,000 mg; Co, 300 mg; Cu, 3,500 mg; Mn, 55,000 mg; Zn, 40,000 mg; I, 600 mg; Se, 130 mg

²⁾ Calculated values

Table 2. Formula and of the experiment diets (Finisher)

| Ingredient (%) | Control | DFW 10% | DFW 20% | DFW 30% | PR5+ DFW 10% | PR10+ DFW 20% | PR15+ DFW 30% |
|------------------------------------|---------|------------|------------|------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Corn grain | 61.66 | 55.39 | 48.32 | 41.67 | 51.72 | 41.25 | 31.79 |
| Soybean meal-45 | 26.70 | 22.80 | 19.40 | 15.50 | 25.80 | 25.00 | 22.70 |
| Fish meal | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Corn gluten meal-60 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.10 | 6.00 |
| Animal fat | 4.50 | 4.82 | 5.35 | 5.83 | 5.57 | 6.76 | 7.56 |
| Salt | 0.30 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | .000 | 0.00 |
| Vit-min. premix ¹⁾ | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| L-lyxin · HCL | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Methionine | 0.07 | 0.10 | 0.13 | 0.17 | 0.11 | 0.16 | 0.20 |
| Tricalcium phosphate | 1.38 | 1.35 | 1.22 | 1.15 | 1.30 | 1.20 | 1.11 |
| Food Waste | 0.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 |
| Chemical composition ²⁾ | | | | | | | |
| ME (kal/kg) | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 |
| C. Protein (%) | 20.07 | 20.01 | 20.01 | 20.01 | 21.02 | 22.05 | 23.02 |
| Lysine (%) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.04 | 1.10 | 1.15 |
| Methione (%) | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.40 | 0.42 | 0.44 |
| Ca (%) | 0.93 | 1.31 | 1.68 | 2.06 | 1.37 | 1.81 | 2.22 |
| Avail. P(%) | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |

¹⁾ Vit-min. mix provided following nutrients per kg of diet : Vitamin A,9,000,000 IU; Vitamin D3, 2,100,000 IU ; Vitamin E, 15,000 IU; Vitamin K, 2,000 mg; Vitamin B1, 1,500 mg; Vitamin B2, 4,000; VitaminB6, 3,000 mg; VitaminB12, 15 mg; Pan-Acid-Ca,8,500 mg; Niacin, 20,000 mg; Biotin, 110 mg; Folic-acid, 600 mg; Fe, 40,000 mg; Co, 300 mg; Cu, 3,500 mg; Mn, 55,000mg; Zn, 40,000 mg; I, 600 mg; Se, 130 mg

²⁾ Calculated values

3) 조사항목 및 조사방법

가) 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

체중은 시험개시시부터 종료시까지 1주일 간격으로 측정하였고, 증체량은 종료시 체중에서 개시시 체중을 공제하여 구하였다. 사료섭취량은 매주 체중 측정전에 반복별로 사료의 잔량을 조사하여 급여량에서 잔량을 공제한 값으로 하였으며, 사료효율은 증체량을 사료섭취량으로 나누어서 구하였다.

나) 장기무게 측정 및 체조성 분석

사양시험 종료후 각 처리구에서 평균체중에 가까운 개체를 8수씩 선발, 도살하여 Deaton (1974)의 방법에 의하여 내장 조직을 제거하고 늑골내의 근위, 장, 총배설강 및 복부근육 주위에 부착된 지방조직을 취하여 Abdominal fat pad를 측정하였으며, 간장, 근위, 췌장, 맹장, 신장 및 소낭의 무게를 측정하였다. 각 장기의 무게는 생체중으로 나누어 백분율을 구하였다. 체조성은 정강이 고기와 가슴고기를 각각 적출하여 만육기 (Meat chopper, Daewoo, Korea)로 분쇄한 것을 시료로 하여 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분을 A.O.A.C.법 (1990)에 준하여 분석하였다

다) 혈중 및 도체 cholestrol 함량

혈중 cholesterol은 시험종료 후 각 처리구에서 평균체중에 가까운 개체를 8수씩 선발하여 12시간 절식시킨후 경정맥에서 수당 2ml 정도를 채혈하여 15분간 방치하여 응고시킨 후 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈장을 취하여 분석시료로 이용하였다. 혈액의 총 cholestrol과 유리 cholestrol 함량은 효소법에 의해 kit (Eiken Chemical Co., LTD., Japan)로 분석하였다. Cholestrol ester 함량은 총 cholestrol 함량에서 유리 cholesterol 함량을 공제하여 산출하였다. 혈장 high density lipoprotein (HDL)-cholesterol은 phosphotungstate $-MgCl_2$ (Burstein 등, 1970)에 의해 β -lipoprotein을 침전시킨 후 효소법으로 측정하였다.

도체의 콜레스테롤은 만육기로 분쇄한 정강이 고기와 가슴고기를 분석시료로 이용하여 Brunnekreeft (1983)등의 방법에 준하여 gas chromatography (GC)로 분석하였다. 즉, meat sample을 cholestane 100 μg 과 함께 0.5N KOH 용액에 균질하여 5 $^{\circ}C$ 에서 30분 검화한 다음 hexane으로 추출하여 GC (HP5890 series II)에 주입하였다. 이때 사용된 column은 HP-1 (cross-linked methyl silicone, 25 m \times 0.32 mm \times 0.17 μm) capillary colum이었으며, colum온도는 290 $^{\circ}C$ 이었다.

라) 혈중 및 도체 지방산 함량

지방산 조성의 분석은 시료 5 g과 Folch용액 (chloroform : 2 : 1, v/v) 100 ml를 혼합하여 마쇄기로 마쇄한 후 질소 충전직전에 밀봉하여 실온에서 30분간 교반한 다음 Bucher 여과기로 여과하였다. 여과액을 분액여두에 옮기고 증류수 70 ml를 가한 후 서서히 혼합한 다음, 냉장고 (5°C)에서 2개의 층이 분리될 때까지 방치한 후, 하부층을 취해서 회전진공농축기 (35°C)에서 농축시켰다. 농축액을 시험관에 옮겨 질소가스로 건조시킨 다음 5% sulfuric acid- methanol 3 ml를 가하고 석유 에테르 3 ml로 3회 추출하여 질소가스로 건조시킨 후, 석유 ether 100 μ g로 녹여서 GC로 분석하였다.

4) 통계분석

본 시험에서 얻어진 모든 자료의 통계처리는 SAS package program (SAS, Institute, 1995)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리평균간 유의성 검정은 Duncan's multiple range test (Duncan, 1995)로 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 증체량, 사료섭취량 및 사료효율

건조 남은 음식물의 첨가 수준에 따른 broiler의 증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 Table 3에서 보는 바와 같다. 전기 (0~3주령)의 증체량은 대조구가 644 g으로 모든 처리구에서 가장 높았으나 건조 남은 음식물 10% 및 20% 첨가구와는 차이가 없었으며, 30% 첨가구는 470 g으로 유의적으로 낮았다. 사료 섭취량은 단백질을 5% 보강한 건조 남은 음식물 10% 첨가구가 가장 낮은 반면, 단백질을 15% 보강한 건조 남은 음식물 30% 첨가구가 유의적으로 높았다 ($P < 0.05$). 사료 효율은 대조구가 0.63으로 모든 처리구에서 가장 높았으나 건조 남은 음식물 10% 및 20% 첨가구와는 차이가 없었고, 단백질 보강에 관계없이 건조 남은 음식물 30% 첨가구는 유의적으로 낮았다 ($P < 0.05$).

Table 3. Effects of feeding dried food wastes on body weight gain, feed intake and feed efficiency of broiler

| Item | Weight gain (g) | Feed intake (g) | Feed efficiency |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1~3 weeks | | | |
| Control | 644 ^a | 1,023 ^b | 0.63 ^a |
| DFW 10% | 623 ^{ab} | 1,010 ^{bc} | 0.62 ^{ab} |
| DFW 20% | 592 ^{ab} | 1,026 ^b | 0.58 ^{abc} |
| DFW 30% | 470 ^d | 967 ^c | 0.49 ^d |
| PR 5+DFW 10% | 528 ^c | 918 ^d | 0.58 ^{bc} |
| PR10+DFW 20% | 611 ^{ab} | 1,023 ^b | 0.60 ^{ab} |
| PR15+DFW 30% | 582 ^b | 1,095 ^a | 0.53 ^{cd} |
| 4~6 weeks | | | |
| Control | 1,018 ^{ab} | 2,272 ^c | 0.45 ^a |
| DFW 10% | 998 ^{ab} | 2,473 ^{bc} | 0.40 ^{ab} |
| DFW 20% | 909 ^b | 2,468 ^{bc} | 0.37 ^b |
| DFW 30% | 1,110 ^a | 2,393 ^{bc} | 0.46 ^a |
| PR 5+DFW 10% | 1,123 ^a | 2,395 ^{bc} | 0.47 ^a |
| PR10+DFW 20% | 962 ^{ab} | 2,618 ^{ab} | 0.37 ^b |
| PR15+DFW 30% | 1,013 ^{ab} | 2,797 ^a | 0.37 ^b |
| 1~6 weeks | | | |
| Control | 1,662 ^a | 3,295 ^b | 0.50 ^a |
| DFW 10% | 1,621 ^{ab} | 3,482 ^b | 0.47 ^{abc} |
| DFW 20% | 1,501 ^b | 3,494 ^b | 0.43 ^{cd} |
| DFW 30% | 1,580 ^{ab} | 3,359 ^b | 0.47 ^{ab} |
| PR 5+DFW 10% | 1,650 ^{ab} | 3,314 ^b | 0.50 ^a |
| PR10+DFW 20% | 1,572 ^{ab} | 3,641 ^{ab} | 0.43 ^{bcd} |
| PR15+DFW 30% | 1,596 ^{ab} | 3,892 ^a | 0.41 ^d |

^{a,b,c} Mean with different superscripts within the same column are significantly different (P<0.05)

후기 (4~6주령)에 있어서의 증체량은 단백질을 5% 보강한 건조 남은 음식물 10% 첨가구가 1,123 g으로 가장 높았으나 건조 남은 음식물 20% 첨가구를 제외한 그 밖의 처리구와는 차이가 없었으며, 20% 첨가구는 유의적으로 낮았다 (P<0.05). 사료 섭취량은 대조구가 2,272g으로 가장 낮은 반면, 단백질을 15% 보강한 건조남은

음식물 30% 첨가구는 2,797 g으로 유의적으로 높았다 ($P<0.05$). 사료효율은 남은 음식물 30% 첨가구가 0.47로 가장 높았으나 대조구, 건조 남은 음식물 10% 및 단백질을 5% 보강한 건조 남은 음식물 10% 첨가구와는 차이가 없었고, 건조 남은 음식물 20%와 단백질을 보강한 건조 남은 음식물 20% 및 30% 첨가구는 유의적으로 낮았다 ($P<0.05$).

전기간 동안의 증체량은 대조구가 1,662 g으로 건조 남은 음식물 첨가구에 비해 다소 높았으나 통계적인 차이는 없었고, 건조 남은 음식물 20%첨가구는 1,501 g으로 대조구에 비해 유의적으로 낮았다 ($P<0.05$). 사료섭취량은 건조 남은 음식물의 첨가수준이 증가할수록 높은 경향이었는데, 단백질을 보강한 건조 남은 음식물 20%와 30% 첨가구가 유의적으로 높았다 ($P<0.05$). 한편 사료효율은 건조 남은 음식물 10% 첨가구까지는 대조구와 차이가 없었으나 첨가수준이 증가할수록 낮아지는 경향이 있었다.

2) 장기무게 및 체조성

시험사료를 섭취한 육계의 소낭, 심장, 간, 근위, 췌장, 맹장의 무게와 복강내 지방을 측정하여 생체중에 대한 백분율로 계산한 결과는 Table 4에 나타나 있다.

체중에 대한 간의 비율은 건조 남은 음식물 첨가구가 대조구에 비하여 다소 높았으나 통계적인 유의차이는 없었으며, 건조 남은 음식물의 첨가수준이 증가할수록 생체중에 대한 장기의 비율은 대체적으로 증가되는 경향을 보였으나 역시 유의적인 차이는 없었다 ($P>0.05$). 일반적으로 남은 음식물에서 병원성 미생물에 의해 생성되는 독소 및 기타 독성의 안전성 문제가 제기될 수 있는데, 본 시험의 결과 간의 무게에 차이가 없는 것으로 보아 본 시험에 사용된 건조 남은 음식물은 육계에 무해함을 시사한다 할 수 있겠다. 이는 Savory와 Gentle (1976 a, b)이 섬유소 함량이 많은 사료를 섭취하는 병아리는 각종 장관의 크기와 무게가 증가한다는 보고와는 상반된 결과를 보였다. 복강내 지방 함량도 남은 음식물 첨가구에서는 약간 증가하는 경향이 있었으나 역시 유의적인 차이는 인정되지 않았다 ($P>0.05$). 이와같이 주요 장기의 무게가 처리간에 큰 차이가 없는 것은 시험사료가 브로일러의 생리적 변화에 아무런 영향을 끼치지 않았기 때문이라 사료된다.

Table 4. Effects of feeding dried food wastes on development of organs in broiler chick (%)

| Items | Contro 1 | DFW 10% | DFW 20% | DFW 30% | PR5+ DFW 10% | PR10+ DFW 20% | PR15+ DFW 30% |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Crop wt.(g)/Live wt.(g) | 0.38 | 0.38 | 0.40 | 0.44 | 0.36 | 0.40 | 0.49 |
| Heart wt.(g)/Live wt.(g) | 0.39 | 0.43 | 0.48 | 0.47 | 0.42 | 0.46 | 0.53 |
| Liver wt.(g)/Live wt.(g) | 1.94 | 1.95 | 1.77 | 2.07 | 1.92 | 1.79 | 2.20 |
| Gizzard wt.(g)/Live wt.(g) | 2.02 | 2.40 | 2.43 | 2.48 | 2.31 | 2.28 | 2.29 |
| Pancreas wt.(g)/Live wt.(g) | 0.73 | 0.72 | 0.67 | 0.86 | 0.78 | 0.75 | 0.76 |
| Cecum wt.(g)/Live wt.(g) | 0.62 ^{ab} | 0.78 ^{ab} | 0.51 ^b | 1.09 ^a | 0.61 ^{ab} | 0.71 ^{ab} | 0.68 ^{ab} |
| Ab fat wt.(g)/Live wt.(g) | 1.67 | 1.75 | 1.81 | 2.16 | 1.87 | 1.68 | 2.06 |

^{a,b} Mean with different superscripts within the same column are significantly different (P<0.05)

한편 시험사료인 남은 음식물의 첨가수준이 육계의 체조성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 가슴살과 다리살을 분석한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다.

수분함량은 건조 남은 음식물 30% 첨가구가 71.92%로 대조구, 단백질을 보강한 20% 및 30% 첨가구보다 유의적으로 낮았으며 (P<0.05), 조단백질 함량은 대조구에서 약간 높은 경향을 보였지만 처리간에 유의차이는 없었다 (P>0.05). 조지방 함량은 단백질을 15%보강한 건조 남은 음식물 30% 첨가구가 2.82%로 가장 낮아 건조 남은 음식물 20% 첨가구의 4.05%와는 유의적인 차이를 보였다 (P<0.05).

이와같은 결과는 김 등 (2001)이 돈분과 남은 음식물을 extrusion 가공하여 broiler에 급여했을 때 체성분 함량과는 다소 차이는 있었지만 대체적으로 비슷한 경향이였다.

Table 5. Body composition of broiler fed dried food wastes with different levels

| Item | Moisture | Crude Protein | Ether Extract | Crude Ash |
|--------------|---------------------|---------------|---------------------|--------------------|
| Control | 73.70 ^a | 18.84 | 3.13 ^{bcd} | 1.31 ^{ab} |
| DFW 10% | 72.32 ^{ab} | 16.34 | 3.89 ^{ab} | 1.49 ^{ab} |
| DFW 20% | 72.85 ^{ab} | 16.58 | 4.06 ^a | 1.23 ^b |
| DFW 30% | 71.92 ^b | 16.48 | 3.74 ^{abc} | 1.41 ^{ab} |
| PR 5+DFW 10% | 73.17 ^{ab} | 16.23 | 3.85 ^{ab} | 1.59 ^a |
| PR10+DFW 20% | 73.82 ^a | 17.85 | 2.95 ^{cd} | 1.45 ^{ab} |
| PR15+DFW 30% | 73.48 ^a | 16.68 | 2.82 ^d | 1.43 ^{ab} |

^{a,b,c} Mean with different superscripts within the same column are significantly different (P<0.05)

3) 혈중 및 도체 콜레스테롤 함량

시험사료를 섭취한 육계의 혈중 cholesterol 함량을 분석한 결과는 Table 6에서 보는 바와 같다. 총 cholesterol, Free cholesterol, cholesterol ester 및 LDL-cholesterol의 함량은 대체적으로 대조구에 비하여 건조 남은 음식물 첨가구에서 다소 증가하는 경향을 보였으나 통계적인 유의차이는 인정되지 않았다 (P>0.05). HDL-cholesterol 함량은 건조 남은 음식물 30% 첨가구가 51.51 mg/dl로 가장 높게 나타나 단백질을 보강한 건조 남은 음식물 20%와 30% 첨가구와는 차이가 있었다 (P<0.05).

Miller와 Miler (1975)는 HDL-cholesterol은 동맥조직에 있는 콜레스테롤을 간으로 운반함으로써, 혈액중의 콜레스테롤 농도를 낮추어주는 역할을 하며, Goldstein (1977)은 LDL-cholesterol의 증가가 동맥경화증을 촉진시킨다고 보고한 바 있고, 지금까지의 연구결과에 의하면 cholesterol 함량에 영향을 주는 요인들 가운데 사료중 섬유소 함량을 들 수 있으며, Balmer와 Zilversmit (1974)에 의하면 섬유소는 불소화물로서 cholesterol 대사를 조절하는 작용이 있는 것으로 알려져 있으며 혈중 cholesterol의 농도 및 cholesterol turnover에 영향을 미친다고 하였는데, 본 시험의 결과 LDL-cholesterol 함량이 통계적인 유의차이는 없었지만 대조구보다 건조 남은 음식물 첨가구에서 다소 증가하였는데 이는 건조 남은 음식물의 섬유소 함량이 낮아 데 기인된 것으로 사료된다.

Table 6. Plasma cholesterol of broiler fed dried food wastes with different levels

(mg/dl)

| Item | Total cholesterol | Free cholesterol | cholesterol ester | HDL-cholesterol | LDL-cholesterol |
|-------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|
| Control | 93.14±24.56 | 43.33±16.54 | 49.81±10.97 | 43.11±13.30 ^{ab} | 50.03±13.37 |
| DFW 10% | 103.05±30.74 | 48.36±16.71 | 54.70±14.97 | 41.19±12.65 ^{ab} | 61.87±28.15 |
| DFW 20% | 113.37±18.32 | 48.27±11.33 | 65.10±9.72 | 44.09±5.57 ^{ab} | 69.28±15.80 |
| DFW 30% | 120.01±26.35 | 56.50±13.37 | 63.52±14.01 | 51.51±7.42 ^a | 68.50±29.17 |
| PR 5+DFW10% | 103.01±8.50 | 45.49±9.16 | 57.53±13.85 | 41.46±6.20 ^{ab} | 61.55±4.94 |
| PR10+DFW20% | 104.51±22.10 | 45.08±12.16 | 59.43±12.67 | 34.62±6.08 ^b | 69.89±21.33 |
| PR15+DFW30% | 99.44±19.64 | 49.81±16.32 | 49.63±3.50 | 37.59±9.39 ^b | 61.85±17.68 |

^{a,b,c} Mean with different superscripts within the same column are significantly different (P<0.05)

한편 육계의 도체 cholesterol 함량은 Table 7에서 보는 바와 같이 대조구에 비하여 건조 남은 음식물 10% 및 20% 첨가구에서 다소 높은 경향이었으나 처리간에 유의적인 차이는 없었다 (P>0.05).

4) 혈중 및 도체 지방산

시험사료 섭취한 육계의 혈중 지방산 함량을 분석한 결과는 Table 8에 나타나 있다. 혈중 지방산은 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid, stearic acid 순으로 많이 함유되어 있었으며, 건조 남은 음식물 첨가에 따라 linolenic acid, eicosenoic acid 및 eicosapentaenoic acid의 함량이 대조구에 비해서 증가하는 경향이였다.

한편 myristic acid, palmitic acid, stearic acid, linoleic acid, eicosadienoic acid, eicosatetraenoic acid 및 lignoceric acid의 함량은 처리간에 유의차이가 없었고 (P>0.05), DHA로 잘 알려진 docosahexenoic acid의 함량은 대조구에 비해 건조남은 음식물 첨가구가 높았는데 건조 남은 음식물의 첨가수준이 증가할수록 DHA의 함량도 증가하는 경향을 보였다 (P<0.05). EPA인 eicosapentaenoic acid는 대조구가 0.99%로 건조 남은 음식물 첨가구에 비해 유의적으로 낮았다 (P<0.05).

Table 7. Meat cholesterol of broiler fed dried food wastes with different levels (mg/dl)

| Item | Cholesterol |
|-------------|----------------|
| Control | 92.00 ± 14.34 |
| DFW 10% | 101.18 ± 10.45 |
| DFW 20% | 102.12 ± 13.89 |
| DFW 30% | 91.48 ± 9.46 |
| PR 5+DFW10% | 87.20 ± 11.40 |
| PR10+DFW20% | 94.30 ± 11.75 |
| PR15+DFW30% | 90.34 ± 9.38 |

4) 혈중 및 도체 지방산

시험사료 섭취한 육계의 혈중 지방산 함량을 분석한 결과는 Table 8에 나타나 있다. 혈중 지방산은 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid, stearic acid 순으로 많이 함유되어 있었으며, 건조 남은 음식물 첨가에 따라 linolenic acid, eicosenoic acid 및 eicosapentaenoic acid의 함량이 대조구에 비해서 증가하는 경향이였다.

한편 myristic acid, palmitic acid, stearic acid, linoleic acid, eicosadienoic acid, eicosatetraenoic acid 및 lignoceric acid의 함량은 처리간에 유의차이가 없었고 ($P>0.05$), DHA로 잘 알려진 docosahexenoic acid의 함량은 대조구에 비해 건조남은 음식물 첨가구가 높았는데 건조 남은 음식물의 첨가수준이 증가할수록 DHA의 함량도 증가하는 경향을 보였다 ($P<0.05$). EPA인 eicosapentaenoic acid는 대조구가 0.99%로 건조 남은 음식물 첨가구에 비해 유의적으로 낮았다 ($P<0.05$).

Table 8. Plasma fatty acid of broiler fed dried food wastes with different levels (%)

| Item | Control | DFW 10% | DFW 20% | DFW 30% | PR5+ DFW 10% | PR10+ DFW 20% | PR15+ DFW 30% |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| C14:0 | 0.27±0.03 | 0.27±0.03 | 0.21±0.06 | 0.28±0.01 | 0.27±0.07 | 0.36±0.05 | 0.29±0.09 |
| C16:0 | 24.09±2.43 | 22.38±0.41 | 22.54±1.90 | 22.22±1.29 | 23.23±2.06 | 23.27±0.80 | 24.17±1.73 |
| C16:1 | 1.65±0.92 ^a | 1.49±0.47 ^{ab} | 1.09±0.07 ^{abc} | 0.57±0.19 ^c | 1.63±0.54 ^a | 0.92±0.13 ^{abc} | 0.88±0.15 ^{bc} |
| C18:0 | 14.33±2.29 | 14.46±1.35 | 13.58±1.68 | 13.37±1.91 | 15.23±1.27 | 13.86±2.05 | 12.79±1.85 |
| C18:1 ω 9 | 18.70±1.68 ^{ab} | 18.23±2.77 ^{ab} | 16.66±1.94 ^{ab} | 15.85±1.48 ^b | 19.17±2.96 ^a | 17.19±0.64 ^{ab} | 16.85±1.12 ^{ab} |
| C18:2 ω 6 | 21.21±1.06 | 21.05±2.43 | 19.97±2.44 | 22.45±1.40 | 20.67±1.47 | 21.74±1.33 | 20.08±2.45 |
| C18:3 ω 3 | 0.31±0.07 ^b | 14.99±9.73 ^a | 10.55±11.83 ^a | 0.52±0.05 ^b | 0.51±0.14 ^b | 0.41±0.07 ^b | 0.52±0.07 ^b |
| C18:4 ω 3 | 0.56±0.19 ^a | 0.39±0.09 ^{ab} | 0.44±0.41 ^{ab} | 0.17±0.12 ^b | 0.39±0.06 ^{ab} | 0.20±0.27 ^b | 0.22±0.15 ^{ab} |
| C20:1 ω 9 | 0.08±0.12 ^c | 0.22±0.15 ^{abc} | 0.20±0.16 ^{abc} | 0.13±0.08 ^{bc} | 0.27±0.13 ^{abc} | 0.32±0.11 ^{ab} | 0.34±0.10 ^a |
| C20:2 ω 6 | 0.32±0.14 | 0.36±0.08 | 0.24±0.31 | 0.21±0.15 | 0.38±0.05 | 0.21±0.24 | 0.18±0.22 |
| C20:3 ω 6 | 1.14±0.50 ^a | 0.88±0.24 ^{ab} | 0.90±0.07 ^{ab} | 0.79±0.23 ^{ab} | 0.90±0.14 ^{ab} | 0.75±0.17 ^{ab} | 0.66±0.28 ^b |
| C20:4 ω 6 | 11.03±1.82 | 10.27±1.13 | 11.27±3.66 | 10.12±0.87 | 9.09±2.84 | 8.90±0.18 | 9.93±0.88 |
| C20:5 ω 3 | 0.99±0.26 ^d | 2.09±0.27 ^{bc} | 2.28±0.70 ^b | 3.45±0.53 ^a | 1.58±0.52 ^{cd} | 2.16±0.17 ^{bc} | 2.04±0.20 ^{bc} |
| C22:6 ω 3 | 4.29±0.60 ^c | 6.37±1.21 ^b | 8.75±0.50 ^a | 8.60±0.67 ^a | 5.67±1.84 ^{bc} | 8.31±0.63 ^a | 9.75±2.29 ^a |
| C24:0 | 1.03±0.19 | 0.97±0.22 | 1.57±0.45 | 1.28±0.34 | 1.02±0.36 | 1.51±0.48 | 1.30±0.35 |

^{a,b,c} Mean with different superscripts within the same column are significantly different (P<0.05)

C14:0 (myristic acid), C16:0 (palmitic acid), C16:1 (palmitoleic acid), C18:0 (stearic acid), C18:1 ω 9 (oleic acid), C18:2 ω 6 (linoleic acid), C18:3 ω 3 (linolenic acid), C20:1 ω 9 (eicosenoic acid), C20:2 ω 6 (eicosadienoic acid), C20:3 ω 6 (eicosatrienoic acid), C20:4 ω 6 (eicosatetraenoic acid), C20:5 ω 3 (eicosapentaenoic acid), C22:6 ω 3 (docosahexenoic acid), C24:0 (lignoceric acid)

고기내 지방산 함량은 Table 9에서 보는 바와 같이 oleic acid, palmitic acid 및 linoleic acid 순으로 많이 함유되어 있었는데 처리간에 큰 차이는 없었다. 또한 eicosadienoic acid, eicosatetraenoic acid 및 lignoceric acid의 함량도 처리간에 통계적인 유의차이는 인정되지 않았으며, DHA인 docosahexenoic acid는 대조구에 비해 건조남은 음식물 첨가구가 다소 높은 경향이었으나 역시 유의차이는 없었다 (P>0.05).

Table 9. Meat fatty acid of broiler fed dried food wastes with different levels (%)

| Item | Control | DFW 10% | DFW 20% | DFW 30% | PR5+ DFW10% | PR10+ DFW 20% | PR15+ DFW 30% |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| C14:0 | 0.92±0.07 ^b | 0.98±0.12 ^{ab} | 0.91±0.05 ^b | 0.97±0.11 ^{ab} | 1.19±0.15 ^a | 0.99±0.10 ^{ab} | 0.91±0.18 ^b |
| C16:0 | 23.77±3.16 ^a | 21.43±0.37 ^{ab} | 22.82±1.53 ^a | 21.92±0.81 ^{ab} | 20.24±0.46 ^b | 22.16±1.95 ^{ab} | 22.33±1.47 ^{ab} |
| C16:1 | 6.78±1.00 ^a | 4.40±0.48 ^c | 5.44±0.90 ^{ab} | 5.85±0.29 ^{ab} | 5.21±0.12 ^{bc} | 5.21±0.52 ^{bc} | 4.98±0.45 ^{bc} |
| C18:0 | 6.95±0.26 ^{abc} | 7.88±0.87 ^a | 7.15±0.80 ^{abc} | 6.68±0.32 ^{bc} | 6.37±0.16 ^c | 7.08±0.16 ^{abc} | 7.57±0.55 ^{ab} |
| C18:1 ω 9 | 40.40±1.00 ^a | 38.05±1.30 ^b | 39.16±0.61 ^{ab} | 39.69±1.54 ^{ab} | 39.98±0.31 ^{ab} | 39.86±1.24 ^{ab} | 39.52±0.56 ^{ab} |
| C18:2 ω 6 | 16.23±2.58 ^c | 19.66±1.36 ^{ab} | 17.02±0.47 ^{bc} | 17.07±0.86 ^{bc} | 20.49±0.68 ^a | 17.78±1.01 ^{abc} | 17.80±2.65 ^{abc} |
| C18:3 ω 3 | 0.68±0.10 ^c | 1.13±0.21 ^b | 0.99±0.06 ^{bc} | 1.09±0.13 ^b | 1.43±0.12 ^a | 1.06±0.13 ^b | 0.94±0.25 ^{bc} |
| C18:4 ω 3 | 0.19±0.01 | 0.12±0.11 | 0.14±0.02 | 0.17±0.09 | 0.05±0.05 | 0.11±0.02 | 0.18±0.13 |
| C20:1 ω 9 | 0.46±0.13 ^b | 0.69±0.12 ^{ab} | 0.84±0.32 ^a | 0.75±0.30 ^{ab} | 0.56±0.01 ^{ab} | 0.54±0.04 ^{ab} | 0.54±0.03 ^{ab} |
| C20:2 ω 6 | 0.20±0.03 | 0.32±0.11 | 0.29±0.08 | 0.33±0.19 | 0.25±0.03 | 0.24±0.02 | 0.29±0.04 |
| C20:3 ω 6 | 0.40±0.03 ^{ab} | 0.44±0.20 ^{ab} | 0.38±0.04 ^{ab} | 0.37±0.06 ^{ab} | 0.26±0.05 ^b | 0.34±0.05 ^{ab} | 0.50±0.20 ^a |
| C20:4 ω 6 | 1.94±0.65 | 2.57±0.69 | 2.33±0.58 | 2.24±0.87 | 1.79±0.13 | 2.30±0.32 | 2.15±0.24 |
| C20:5 ω 3 | 0.18±0.02 ^b | 0.31±0.14 ^{ab} | 0.33±0.02 ^{ab} | 0.45±0.11 ^a | 0.34±0.05 ^a | 0.30±0.08 ^{ab} | 0.35±0.08 ^a |
| C22:6 ω 3 | 0.54±0.19 | 1.33±0.64 | 1.43±0.60 | 1.72±0.89 | 1.29±0.18 | 1.31±0.42 | 1.33±0.20 |
| C24:0 | 0.37±0.06 | 0.69±0.27 | 0.76±0.28 | 0.69±0.32 | 0.56±0.01 | 0.59±0.11 | 0.62±0.03 |

^{a,b,c} Mean with different superscripts within the same column are significantly different (P<0.05)

Whitehead (1986)는 닭의 체내 지방산은 주로 oleic acid와 palmitic acid로 구성 되어 있다고 하였는데 본 시험에서도 이와 유사한 결과를 얻었으며, 특히 ω 3계 지방산인 DHA는 주로 인지질의 구성성분으로 사람을 포함한 동물의 뇌의 피질, 망막 및 정자 (spem)에 특히 많이 함유되어 있으며, 그 생리적 효과로는 혈소판 응집억제작용, 혈관확장작용, 면역능력 증가, 혈압강화작용, 혈액 중 cholesterol 저하작용 등이 밝혀져 (Dyeberg 등, 1975; Dyeberg and Bang, 1978; Dyeberg, 1986) 각종 순환기계통의 질병 예방과 치료에 관심이 고조되고 있는데, 본 시험의 결과 건조 남은 음식물을 육계의 사료로 이용할 때 계육중에 DHA의 함량을 다소 높일수 있을 것으로

판단되었다.

라. 적요

본 시험은 육계사료내 건조 남은 음식물의 첨가수준이 육계의 성장, 사료이용성 및 체조성에 미치는 영향을 구명코자 Ross broiler 초생추 196수를 공시하여 건조 남은 음식물 무첨가구인 대조구 (0%)와 건조 남은 음식물 10% (DFW10%), 20% (DFW20%), 30% (DFW30%) 및 단백질 요구량을 5% 보강한 건조 남은 음식물 10% (PR5+DFW10%), 단백질 10% 보강한 20% (PR10+DFW20%), 단백질 15% 보강한 30%첨가구 (PR15+DFW30%) 등 7처리를 두어 처리당 4반복, 반복당 7수씩 완전임의 배치하여 6주간 사양시험을 실시하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 증체량은 대조구가 건조 남은 음식물 첨가구에 비해 다소 높았으나 유의차이는 없었고, 사료섭취량은 건조 남은 음식물의 첨가수준이 증가할수록 높은 경향이었으며, 사료효율은 건조 남은 음식물 10% 첨가시 대조구와 차이가 없었으나 첨가수준이 증가할수록 낮아지는 경향이였다.
- 2) 체조성분중 조단백질 함량은 대조구에서 약간 높은 경향을 보였지만 처리간에 유의차이는 없었고 ($P>0.05$), 조지방 함량은 단백질을 15%보강한 건조 남은 음식물30% 첨가구가 가장 낮아 DFW 20% 첨가구와는 유의적인 차이를 보였다 ($P<0.05$).
- 3) 복강내 지방 함량과 장기무게는 건조 남은 음식물 첨가구가 대조구에 비하여 다소 높은 경향이었으나 유의차이는 없었다 ($P>0.05$).
- 4) 혈중 총 cholesterol, free cholesterol, cholesterol ester 및 LDL-cholesterol의 함량은 대체적으로 대조구에 비하여 건조 남은 음식물 첨가구에서 다소 증가하는 경향을 보였으나 유의차이는 없었다 ($P>0.05$).
- 5) 혈중 지방산은 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid, stearic acid 순으로 많이 함유되어 있었으며, 건조 남은 음식물 첨가에 따라 linolenic acid, eicosenoic acid 및 eicosapentaenoic acid의 함량이 대조구에 비해서 증가하는 경향이었고, 건조 남은 음식물의 첨가수준이 증가할수록 DHA의 함량도 증가하는 경향을 보였다 ($P<0.05$).
- 6). 도체내 지방산은 oleic acid, palmitic acid, linoleic acid 순으로 많이 함유되어 있었는데 처리간에 차이는 없었고, DHA 함량은 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가구가 다소 높은 경향이었으나 역시 유의차이는 없었다 ($P>0.05$).

이상의 결과로 보아 남은 음식물은 육계사료로 이용가치가 인정되었으며, 사료내 첨가수준은 10% 정도가 적정하리라 판단되었다.

(논문투고 : 2003년 6월 Asian-Aust. J. Anim. Sci.에 투고)

2. 건조 남은 음식물의 첨가수준이 산란계의 생산성에 미치는 영향

가. 서론

최근 우리나라의 남은 음식물 발생량은 연간 약 420만톤 정도로 추정되고 있다. 현재 남은 음식물의 처리는 토양에 매립하거나 소각하고 있으나 매립은 침출수에 의한 지하수 오염 문제로 2005년부터는 불가하며, 소각은 다이옥신 등 환경오염원 배출이 문제되어 소각장 건립과 운영에 많은 어려움이 예상된다. 따라서 이와같은 남은 음식물을 재활용하는 방안이 요구되고 있어 사료화나 퇴비화등에 의한 재활용을 위한 연구가 진행되고 있다.

우리나라의 남은 음식물은 염분함량이 다소 높지만 단백질, 지방 및 무기물 등의 함량이 높아 사료자원으로 활용 가치가 높은데, 김 (1995)은 건조시킨 남은 음식물은 수분함량이 5% 미만일 때 조단백질 함량이 20~28%, 조지방 10~14%, 조섬유 2~4%, 조회분 6~12%로 조지방과 조회분은 약간 부족하나 양돈용이나 양계용의 보조사료 또는 원료사료로서 이용할 수 있다고 하였다. 또한 Soliman 등 (1978), Hiroshi 등 (1981), Lipstein (1984, 1985)등도 남은 음식물은 육계와 산란계의 사료자원으로서 영양적 가치가 있다고 보고한 바 있으며, Sehgal et al (1993)은 남은 음식물을 25%정도 대체시 관행사료보다 비용절감 효과가 있었다고 보고하였다.

한편 맹 등 (1997)은 남은 음식물을 발효시켜 산란계사료에 20, 50, 80, 100%를 대체시켜 급여한 결과 사료섭취량은 50% 대체구가 가장 좋았고, 산란율은 80% 대체구까지는 큰 차이가 없었으며, 난중은 처리구간에 큰 차이가 없었으나 20% 대체구에서는 감소하였다고 하였다. 따라서 본 시험은 산란계 사료내에 건조 남은 음식물의 첨가수준이 사료이용성 및 계란의 품질에 미치는 영향을 검토하여 건조 남은 음식물의 적정 첨가수준을 구명코자 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 시험동물 및 시험설계

본 시험에 공시된 동물은 18주령의 갈색 테트란계로서 체중이 균일하고 건강한 개체 168수를 선발하여 건조 남은 음식물 무첨가구인 대조구와 10%첨가구 (DFW10%), 20%첨가구 (DFW20%), 30%첨가구 (DFW30%) 및 대조구에 비해 단백질 함량을 10%를 보강한 건조 남은 음식물 10% 첨가구 (PR10+DFW10%), 단백질을 20%보강한 20%구 (PR20+DFW20%), 단백질을 30%보강한 30%구 (PR30+DFW30%) 등 총 7처리를 두어 처리당 4반복, 반복당 6수씩 완전임의 배치하여 7주간 사양시험을 실시하였다.

2) 시험사료 및 사양관리

본 시험에 사용된 건조 남은 음식물은 광주광역시 소재 삼능건설 (주)에서 주로 아파트단지에서 수거한 남은 음식물을 사료화한 제품으로 A.O.A.C. 방법 (1990)에 준하여 일반성분을 분석한 결과 건물함량은 93.7%, 조단백질 20.62%, 조지방 9.99%, 조섬유 8.87%, 조회분은 13.67%이었다. 시험사료의 배합율과 영양소 함량은 Table 1에서 보는 바와 같으며, 사양관리는 공시 산란계를 3단 철제 cage에 개체별로 수용하여 시험개시시부터 종료시까지 사료와 물을 자유채식시켰다. 그 밖의 관리는 산란계의 일반적인 사양관리 방법에 준하여 실시하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diet

| Item | Control | DFW 10% | DFW 20% | DFW 30% | PR10+ DFW 10% | PR20+ DFW 20% | PR30+ DFW 30% |
|------------------------------------|---------|------------|------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Ingredient | | | | | | | |
| Food waste | 0.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 |
| Corn grain | 65.59 | 59.90 | 55.38 | 49.74 | 58.10 | 51.30 | 42.84 |
| Wheat brain | 6.50 | 7.05 | 4.50 | 5.10 | 4.10 | 0.00 | 0.00 |
| Soybean meal-45 | 16.00 | 12.05 | 12.60 | 8.50 | 17.07 | 20.50 | 18.20 |
| Corn gluten meal-60 | 2.60 | 2.55 | 0.00 | 0.00 | 2.35 | 0.80 | 2.40 |
| Salt | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| Vit-min. Mix ¹⁾ | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| L-Lysine | 0.04 | 0.14 | 0.15 | 0.24 | 0.08 | 0.07 | 0.19 |
| Methionine | 0.07 | 0.10 | 0.17 | 0.19 | 0.12 | 0.19 | 0.23 |
| Limestone | 7.73 | 6.78 | 5.87 | 4.98 | 6.78 | 5.87 | 4.96 |
| Tricalcium Phosphate | 0.87 | 0.83 | 0.73 | 0.60 | 0.80 | 0.67 | 0.58 |
| Chemical composition ²⁾ | | | | | | | |
| ME (kcal/kg) | 2,750 | 2,750 | 2,750 | 2,750 | 2,750 | 2,750 | 2,750 |
| C. protein (%) | 15.01 | 15.02 | 15.03 | 15.01 | 16.51 | 18.00 | 19.50 |
| Lysine (%) | 0.69 | 0.69 | 0.70 | 0.69 | 0.76 | 0.83 | 0.90 |
| Methionine (%) | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.33 | 0.36 | 0.39 |
| Ca (%) | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 |
| Avail. P (%) | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| C. Fat (%) | 2.93 | 3.71 | 4.39 | 5.17 | 3.59 | 4.18 | 4.92 |
| Na (%) | 0.15 | 0.25 | 0.36 | 0.47 | 0.26 | 0.37 | 0.47 |

¹⁾ Vit-min. mix provided following nutrients per kg of diet : Vitamin A, 9,000,000 IU; Vitamin D3, 2,100,000 IU; Vitamin E, 15,000 IU; Vitamin K, 2,000 mg; Vitamin B1, 1,500 mg; Vitamin B2, 4,000 mg; Vitamin B6, 3,000 mg; Vitamin B12, 15 mg; Pan-Acid-Ca, 8,500 mg; Niacin, 20,000 mg; Biotin, 110 mg; Folic-Acid, 600 mg; Fe, 40,000; Co, 300 mg; Cu, 3,500 mg; Mn, 55,000 mg; Zn, 40,000 mg; I, 600 mg; Se, 130 mg

²⁾ Calculated value

3) 조사항목 및 조사방법

가) 사료섭취량과 요구율

사료섭취량은 각 수당 1주일 간격으로 급사기내에 남아있는 잔량을 조사하고 급여량에서 잔량을 공제하여 구하였고, 사료요구율은 시험기간 중 총 사료섭취량을 산

란량으로 나누어 산출하였다.

나) 산란율, 난중 및 산란량

산란율은 시험기간중 매일 계란을 채집하여 처리구별로 총 산란수를 사육수수로 나누어 백분율로 환산하였고, 난중은 매일 채집한 계란을 전자저울을 이용하여 처리구별로 칭량하였으며, 산란량은 평균 난중에 산란율을 곱하여 산출하였다.

다) 난각두께

난각두께는 난각을 파열하여 내부에 부착된 난백과 난각막을 제거한 후 난각두께 측정기 (FHK, Japan)를 이용하여 난각의 둔단부, 예단부 그리고 중앙부를 측정하여 평균값으로 구하였다.

라) 난황 콜레스테롤

난황 중 cholesterol 함량은 시험기간 중 처리구별로 8개씩을 수거하여 Brunnekreeft 등 (1983)의 방법에 준하여 Gas chromatography (GC)로 분석하였다. 즉, 난황 sample 0.5 g을 cholestane 4 mg과 함께 0.5N KOH 용액에 균질하여 55°C에서 30분간 검화한 다음 hexane으로 추출하여 GC (HP5890 series II)에 주입하였다. 이 때 사용된 column은 HP-1 (cross-linked methyl silicone, 25 m×0.32 mm×0.17μm) capillary column이었으며, column의 온도는 290°C이었다.

1) 통계처리

본 시험에서 얻어진 모든 자료의 통계처리는 SAS package program (SAS, Institute, 1995)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리 평균간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 사료섭취량 및 요구율

건조 남은 음식물의 첨가수준에 따른 사료 섭취량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 시험 전기간 평균 사료섭취량은 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가구가 다소 높은 경향을 보였는데, 건조 남은 음식물 20% 첨가구는 128.4 g으로 대조구의 111.9 g에 비해 유의적으로 높았다 (P<0.05). 이는 맹 등 (1997)이 산란계 사료에 발효 남은 음식물을 50%까지 대체했을 때 사료섭취량이 좋았다는 보고와 유사한 한 것이다.

Table 2. Effects of feeding dried food wastes on feed intake of laying hens (g/hen/day)

| Week | Treat | Control | DFW 10% | DFW 20% | DFW 30% | PR10+ DFW10% | PR20+ DFW20% | PR30+ DFW30% |
|---------|-------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 1 | | 115.5 | 127.5 | 96.5 | 121.5 | 133.5 | 120.0 |
| 2 | | 113.0 ^b | 120.0 ^{ab} | 133.5 ^a | 120.0 ^{ab} | 120.0 ^{ab} | 120.0 ^{ab} | 125.0 ^a |
| 3 | | 113.0 ^b | 119.0 ^b | 138.0 ^a | 115.5 ^b | 125.0 ^{ab} | 115.5 ^b | 116.5 ^b |
| 4 | | 107.0 ^b | 116.5 ^{ab} | 134.0 ^a | 121.5 ^{ab} | 130.0 ^{ab} | 127.5 ^a | 120.0 ^{ab} |
| 5 | | 113.0 ^b | 122.5 ^{ab} | 147.5 ^a | 116.5 ^b | 128.5 ^{ab} | 131.0 ^{ab} | 124.0 ^{ab} |
| 6 | | 114.5 ^b | 121.5 ^{ab} | 130.0 ^{ab} | 120.0 ^{ab} | 124.0 ^{ab} | 132.0 ^a | 121.5 ^{ab} |
| 7 | | 107.0 | 106.0 | 119.0 | 112.0 | 115.5 | 113.0 | 113.0 |
| Overall | | 111.9 ^b | 119.0 ^{ab} | 128.4 ^a | 118.1 ^{ab} | 125.2 ^{ab} | 122.7 ^{ab} | 121.2 ^{ab} |

^{a,b} : Means with different superscripts within row are significantly different

한편 건조 남은 음식물 첨가구에서는 첨가수준이 증가할수록 사료섭취량이 낮아지는 경향을 보였으나 처리간에 통계적인 유의차이는 없었다 ($P>0.05$). 이와같은 결과는 김 등 (2001)이 돈분과 남은 음식물을 extrusion한 사료를 broiler사료에 첨가 급여했을 때 첨가수준이 증가할수록 사료섭취량이 증가하였다는 보고와는 상반된 결과였다.

처리별 사료요구율은 Table 3에 나타나 있는데, 건조 남은 음식물 20% 첨가구가 2.62로 모든 처리구중에서 가장 높은 사료요구율을 나타내었고, 대조구는 2.00으로 가장 낮았으나 건조 남은 음식물 10% 및 단백질을 보강한 건조 남은 음식물 첨가구와는 유의적인 차이는 없었다 ($P>0.05$).

Table 3. Effects of feeding dried food wastes on feed conversion of laying hens

| Week | Treat | DFW | DFW | DFW | PR10+ | PR20+ | PR30+ |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Control | 10% | 20% | 30% | DFW10% | DFW20% | DFW30% |
| 1 | 2.36 ^b | 2.47 ^a | 2.41 ^{ab} | 2.45 ^{ab} | 2.46 ^{ab} | 2.39 ^{ab} | 2.46 ^{ab} |
| 2 | 1.97 ^b | 2.24 ^{ab} | 2.90 ^a | 2.46 ^{ab} | 2.39 ^{ab} | 1.70 ^{ab} | 2.11 ^{ab} |
| 3 | 2.02 ^{ab} | 1.98 ^b | 2.84 ^a | 2.21 ^{ab} | 2.15 ^{ab} | 1.98 ^{ab} | 1.96 ^b |
| 4 | 1.90 ^b | 2.01 ^b | 2.65 ^a | 2.50 ^a | 2.17 ^b | 2.23 ^{ab} | 2.10 ^b |
| 5 | 2.04 ^b | 2.17 ^b | 2.91 ^a | 2.22 ^b | 2.20 ^b | 2.22 ^b | 2.07 ^b |
| 6 | 1.92 ^c | 2.07 ^c | 2.42 ^{ab} | 2.37 ^{ab} | 1.91 ^c | 2.46 ^a | 1.98 ^c |
| 7 | 1.78 ^b | 1.84 ^b | 2.23 ^a | 2.22 ^{ab} | 1.85 ^b | 1.95 ^b | 1.89 ^b |
| Overall | 2.00 ^b | 2.11 ^{ab} | 2.62 ^a | 2.34 ^a | 2.16 ^{ab} | 2.17 ^b | 2.08 ^b |

^{a,b,c} : Means with different superscripts within row are significantly different

2) 산란율, 난중 및 산란량

산란계 사료내 건조 남은 음식물의 첨가수준이 산란율에 미치는 영향은 Table 4와 같다.

Table 4. Effects of feeding dried food wastes on egg production of laying hens

| Week | Treat | DFW | DFW | DFW | PR10+ | PR20+ | PR30+ |
|---------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Control | 10% | 20% | 30% | DFW10% | DFW20% | DFW30% |
| 1 | 84.3 ^{ab} | 88.4 ^{ab} | 79.4 ^b | 79.3 ^b | 95.2 ^a | 86.0 ^{ab} | 89.3 ^{ab} |
| 2 | 93.1 ^{ab} | 96.3 ^{ab} | 84.4 ^b | 85.1 ^b | 95.2 ^{ab} | 95.1 ^{ab} | 101.0 ^a |
| 3 | 93.3 ^{abc} | 97.0 ^{ab} | 83.3 ^c | 85.2 ^{bc} | 95.1 ^{ab} | 89.0 ^{ab} | 99.1 ^a |
| 4 | 91.5 ^{ab} | 96.2 ^{ab} | 86.0 ^b | 85.0 ^b | 98.4 ^a | 93.2 ^{ab} | 98.0 ^a |
| 5 | 91.2 ^{ab} | 90.5 ^{ab} | 86.3 ^b | 85.2 ^b | 98.0 ^{ab} | 95.0 ^{ab} | 101.0 ^a |
| 6 | 94.2 ^{ab} | 93.2 ^{ab} | 86.2 ^b | 83.0 ^b | 97.1 ^a | 86.2 ^b | 99.1 ^a |
| 7 | 98.1 ^a | 93.0 ^{ab} | 88.5 ^{ab} | 85.1 ^b | 99.0 ^a | 92.3 ^{ab} | 97.2 ^a |
| Overall | 92.2 ^{ab} | 93.5 ^{ab} | 84.8 ^b | 83.9 ^b | 96.8 ^a | 90.9 ^{ab} | 97.8 ^a |

^{a,b,c} : Means with different superscripts within row are significantly different

건조 남은 음식물 10% 첨가시는 대조구의 산란율보다 다소 개선되는 경향이었으나 통계적인 유의차이는 없었다 ($P>0.05$). 한편 건조 남은 음식물 20%와 30% 첨가구의 산란율은 각각 84 및 83%로 대조구의 92%에 비해 유의적으로 낮았으나 ($P<0.05$), 단백질을 보강하므로써 산란율이 크게 개선되는 경향이였다. 이와 같은 결

과는 사료의 에너지 수준이 낮아도 제한 아미노산을 추가로 공급하면 산란율을 적정 수준으로 유지할 수 있다 (Johnson과 Fisher, 1959; Quisenberry, 1965; Peterson 등, 1971)는 보고와 유사한 결과였다.

건조 남은 음식물의 첨가수준이 산란계의 난중에 미치는 영향은 Table 5에서 보는 바와 같다. 난중은 대체적으로 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가구에서 다소 감소하는 경향을 보였으나 통계적인 유의차이는 없었다.

이 등 (1987)은 사료중의 단백질 수준이 증가할수록 난중이 증가한다고 보고한 바 있는데, 본 시험에서도 사료내 단백질함량을 보강한 시험구에서 난중이 약간 증가하는 경향이었으나 유의차이는 없었다 ($P > 0.05$).

Table 5. Effects of feeding dried food wastes on egg weight of laying hens

| Week | Treat | | | | | | |
|---------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | Control | DFW 10% | DFW 20% | DFW 30% | PR10+ DFW10% | PR20+ DFW20% | PR30+ DFW30% |
| 1 | 58.24 ^{ab} | 58.64 ^{ab} | 50.67 ^a | 62.81 ^{ab} | 57.23 ^{ab} | 58.44 ^a | 58.79 ^{ab} |
| 2 | 61.65 ^{ab} | 55.94 ^{ab} | 54.77 ^a | 57.57 ^{ab} | 52.84 ^{ab} | 63.32 ^a | 58.78 ^{ab} |
| 3 | 60.21 ^{ab} | 62.16 ^{ab} | 58.60 ^a | 61.54 ^{ab} | 61.37 ^{ab} | 65.59 ^a | 60.12 ^{ab} |
| 4 | 61.81 ^{ab} | 60.49 ^{ab} | 60.19 ^a | 57.99 ^{ab} | 61.09 ^{ab} | 61.51 ^a | 58.43 ^{ab} |
| 5 | 61.03 ^{ab} | 62.89 ^{ab} | 58.93 ^a | 61.83 ^{ab} | 59.62 ^{ab} | 62.28 ^a | 59.25 ^{ab} |
| 6 | 63.44 ^{ab} | 63.27 ^{ab} | 62.49 ^a | 61.03 ^{ab} | 67.08 ^{ab} | 62.41 ^a | 62.03 ^{ab} |
| 7 | 61.59 ^{ab} | 62.20 ^{ab} | 59.53 ^a | 59.45 ^{ab} | 63.22 ^{ab} | 63.01 ^a | 61.84 ^{ab} |
| Overall | 61.13 ^{ab} | 60.79 ^{ab} | 57.88 ^a | 60.31 ^{ab} | 60.35 ^{ab} | 62.36 ^a | 59.89 ^{ab} |

^{a,b} : Means with different superscripts within row are significantly different

시험기간 중 산란량은 Table 6에서 보는 바와 같이 건조 남은 음식물의 첨가수준이 증가할수록 감소하는 경향이었고, 사료내 단백질함량을 보강함으로써 산란량이 다소 개선되었으나 대조구와는 통계적인 유의차이가 없었다 ($P > 0.05$). 한편 건조 남은 음식물 20% 첨가구의 산란량은 다른 시험구에 비해 유의적으로 낮았는데 ($P < 0.05$), 이러한 원인은 시험개시후 3주째까지의 산란량이 다른 처리구에 비해 낮았기 때문이라 사료된다.

Table 6. Effects of feeding dried food wastes on egg mass of laying hens

| Week | Treat | DFW | DFW | DFW | PR10+ | PR20+ | PR30+ |
|---------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | Control | 10% | 20% | 30% | DFW10% | DFW20% | DFW30% |
| 1 | 48.92 ^{ab} | 51.60 ^a | 40.03 ^b | 49.62 ^{ab} | 54.37 ^a | 50.26 ^a | 52.32 ^a |
| 2 | 57.33 ^b | 53.70 ^a | 46.04 ^a | 48.93 ^a | 50.20 ^a | 60.15 ^a | 59.37 ^a |
| 3 | 56.00 ^{ab} | 60.30 ^a | 48.64 ^b | 52.31 ^{ab} | 58.30 ^{ab} | 58.38 ^{ab} | 59.52 ^a |
| 4 | 56.25 ^{ab} | 58.07 ^{ab} | 50.56 ^{bc} | 48.71 ^c | 59.87 ^a | 57.20 ^{abc} | 57.26 ^{abc} |
| 5 | 55.54 ^b | 56.60 ^a | 50.68 ^a | 52.56 ^a | 58.43 ^a | 59.17 ^a | 59.84 ^a |
| 6 | 59.63 ^{ab} | 58.84 ^{abc} | 53.74 ^{bc} | 50.65 ^c | 65.07 ^a | 53.67 ^{bc} | 61.41 ^{ab} |
| 7 | 60.36 ^{ab} | 57.85 ^{ab} | 52.39 ^{bc} | 50.53 ^c | 62.59 ^a | 57.97 ^{ab} | 59.98 ^{ab} |
| Overall | 56.25 ^{ab} | 56.70 ^{ab} | 48.86 ^c | 50.67 ^{ab} | 58.54 ^a | 56.68 ^{ab} | 58.52 ^a |

^{a,b,c} : Means with different superscripts within row are significantly different

3) 난각두께

시험기간중 생산된 계란의 난각두께를 측정 한 결과는 Table 7에서 보는 바와 같다. 난각두께는 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가구가 다소 두꺼운 경향이었고, 건조 남은 음식물 첨가구간에는 첨가수준이 증가할수록 얇아지는 경향을 나타내었다. 시중에 유통되는 계란의 난각두께를 조사한 안 등 (1981)은 6~9월에 난각 두께가 가장 얇고, 9월 이후 증가되어 3월까지 가장 두꺼워지고 3월 이후부터는 점점 얇아진다고 하였으며, 연 평균 난각두께는 360 μ m으로 보고하였다. 본 시험은 난각두께가 가장 두꺼워지는 시기에 실시된 까닭에 연 평균 난각두께보다 두꺼운 것으로 판단되며, 계란의 유통과정에서 파손으로부터 안전한 360 μ m를 상회하는 것으로 나타났다.

Table 7. Effects of feeding dried food wastes on egg shell thickness of laying hens (μ m)

| Week \ Treat | Control | DFW 10% | DFW 20% | DFW 30% | PR10+ DFW10% | PR20+ DFW20% | PR30+ DFW30% |
|--------------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 380 | 400 | 360 | 410 | 400 | 360 | 380 |
| 2 | 350 | 380 | 360 | 380 | 370 | 370 | 350 |
| 3 | 390 | 360 | 360 | 370 | 400 | 320 | 380 |
| 4 | 350 | 400 | 390 | 370 | 360 | 390 | 370 |
| 5 | 370 | 410 | 380 | 380 | 400 | 380 | 370 |
| 6 | 400 | 410 | 420 | 420 | 390 | 410 | 410 |
| 7 | 390 | 400 | 400 | 410 | 430 | 400 | 380 |
| Average | 375.7 | 394.3 | 381.4 | 391.4 | 392.9 | 375.7 | 377.1 |

4) 난황 Cholesterol

건조 남은 음식물의 첨가에 따른 난황 cholesterol의 농도는 Table 8에 나타나 있다. 난황 cholesterol 농도는 대조구가 12.31 mg/g, 건조 남은 음식물 첨가구가 11.94~14.19 mg/g으로 대조구와 처리구간에 차이가 없었다 ($P>0.05$).

Table 8. Effects of feeding dried food wastes on egg yolk cholesterol levels (mg/g)

| Treatment | Cholesterol |
|--------------|--------------------------|
| Control | 12.31±2.57 ^{ab} |
| DFW 10% | 13.53±1.78 ^{ab} |
| DFW 20% | 14.19±0.56 ^a |
| DFW 30% | 12.80±0.95 ^{ab} |
| PR10%+DFW10% | 13.06±0.70 ^{ab} |
| PR20%+DFW20% | 11.94±0.43 ^b |
| PR30%+DFW30% | 12.69±0.71 ^{ab} |

^{a,b} : Means with different superscripts within column are significantly different

이같은 농도는 Miller와 Denton (1962)이 산란계에 건조난황을 급여했을 때 난황 cholesterol 농도가 12.6~20.2 mg/g이었다고 보고한 수준과 비슷하였으며, 이와 류 (2001)가 산란계 사료에 목초액을 첨가했을 때의 난황 cholesterol 농도와도 비슷한

수준이었다.

라. 적 요

본 시험은 산란계 사료내에 건조 남은 음식물의 첨가수준이 사료이용성 및 계란의 품질에 미치는 영향을 검토하여 건조 남은 음식물의 적정 첨가수준을 구명코자 18주령의 갈색 테트란계 168수를 공시하여 건조 남은 음식물 무첨가구인 대조구와 10%첨가구 (DFW10%), 20%첨가구 (DFW20%), 30%첨가구 (DFW30%) 및 대조구에 비해 단백질함량을 10%보강한 건조 남은 음식물 10%첨가구 (PR10+DFW10%), 단백질을 20%보강한 20%구 (PR20+DFW20%), 단백질을 30%보강한 30%구 (PR30+DFW30%) 등 총 7처리를 두어 처리당 4반복, 반복당 6수씩 완전임의 배치하여 7주간 사양시험을 실시하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 1일 평균 사료섭취량은 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가가 다소 높은 경향이었는데, 건조 남은 음식물 20% 첨가는 128.4 g으로 대조구의 111.9 g에 비해 유의적으로 높았다 ($P<0.05$). 사료요구율은 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가가 다소 높은 경향이였다.

나. 산란율은 건조 남은 음식물 10% 첨가가 대조구보다 다소 개선되는 경향이였으나 유의차이는 없었다 ($P>0.05$). 그러나 20%와 30% 첨가는 대조구보다 유의적으로 낮았으며, 단백질을 보강하므로써 산란율이 크게 개선되었다 ($P<0.05$).

다. 난중은 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가구에서 다소 감소하는 경향이였으나 유의차이는 없었다 ($P>0.05$). 산란량은 건조 남은 음식물의 첨가수준이 증가할수록 감소하는 경향이였고, 사료내 단백질함량을 보강함으로써 산란량이 다소 개선되었으나 대조구와는 차이가 없었다 ($P>0.05$).

라. 난각두께는 대조구에 비해 건조 남은 음식물 첨가가 다소 두꺼웠으며, 건조 남은 음식물 첨가구간에는 첨가수준이 증가할수록 얇아지는 경향이였다.

마. 난황 cholesterol 농도는 대조구가 12.31mg/g, 건조 남은 음식물 첨가가 11.94~14.19mg/g으로 대조구와 처리구간에 차이가 없었다 ($P>0.05$).

바. 이상의 결과로 보아 산란계 사료내 건조 남은 음식물의 적정 첨가수준은 10~20%수준이며, 이 때 단백질함량을 보강해 주면 산란계의 생산성이 보다 개선되어지리라 판단된다.

(2001. 6월. 한국동물자원과학회 동물자원분야종합학술대회 논문발표, 논문투고 : 2003년 6월 Asian-Aust. J. Anim. Sci.에 투고)

3. 남은 음식물 사료와 생균제 첨가에 따른 육계의 성장 및 체조성에 미치는 영향

가. 서론

우리 국민의 식생활 특정상 많이 발생하는 남은 음식물은 부패의 가능성이 높고 냄새가 나며 시각적으로도 불쾌할 뿐만 아니라 취급도 어렵고 헝겍물이 함유되어 있어 재활용이 매우 낮은 물질이다. 따라서 가장 좋은 방법은 국민 각자가 음식을 먹을 만큼만 만들어 남은 음식물이 발생되지 않도록 하여야 합니다만 채소와 탕 위주의 전통적 우리의 먹거리 문화와 후덕한 식생활 양식은 남은 음식물 발생량을 획기적으로 줄이기는 어려운 것 같다. 때문에 발생한 남은 음식물을 가장 안전하고 효율적으로 재활용하거나 저 비용 무공해로 처리할 수 있는 기술개발이 요구되는데 비용도 적게 들고 생산적이며 환경오염을 감소시킬 수 있는 방법은 가축의 사료라고 생각한다.

우리 나라의 사료자원의 부족으로 인하여 대체사료개발이 활발히 진행되고 있는 가운데 남은 음식물을 이용한 사료개발이 활발히 진행되고 있다. 가축사료에 살아있는 미생물인 생균제의 첨가급여는 장내 유익한 미생물의 수를 증가시키는 역할을 하므로 가축의 성장을 촉진하거나 장내 유익한 미생물을 유지하는데 필요한 첨가제로서 보고되었다. (Fuller, 1989). 육계사료에 남은 음식물과 항생제를 소량 첨가하여 급여한 결과 사료효율 및 증체량 및 사료효율이 개선되었다고 하였으나 기초사료의 품질이 우수할 때에는 항생물질로 인한 성장촉진효과가 없었다고 보고하였다 (Bird, 1968). 남은 음식물에는 단백질이 많이 함유 되어있어서 보다 나은 생산성을 얻기 위해 생균제를 추가 급여하였다. 육계에 있어서 생균제 급여효과에 관한 실험으로는 처음 Tortuero (1973)가 *Lactobacillus acidophilus*를 배양하여 육계에 급여한 결과 맹장과 대장내의 균총에 영향을 준다는 보고가 있었고, 그 후 *Lactobacillus*를 배양하여 육계에 급여한 실험들이 계속해서 실시되었고 이들로부터 성장 개선 효과가 있음이 보고되었다 (Maiolino, 92, ullivan, 1990).

생균제는 정상 가축의 장내에 서로 상반되는 작용을 하는 유익 균과 유해 균이 공존하면서 장관 내 균형이 유지된다는 보고가 있던 후 사용되기 시작하였다. 유산균제의 사용은 유산균 발효유 섭취가 장수의 원인이라고 보고한 이 후 사용되기 시작하였다. 이런 한 균들은 장내 유익한 미생물 수를 유지하는 기능을 하며 (Hinton 등, 1991) 장내 유해한 미생물들과 경쟁적 관계에 있으므로 장내에 유익한 미생물의

효율을 극대화할 수 있다 (Corrier 등, 1991 ; Ziprin 등, 1991). 이처럼 생균제 효능이 다양하게 나타나는 상황에서 사업적으로 활용되는 생균제는 특정 균주만을 사용하는 것보다 그 지역에 토착하는 미생물들을 활용하는 것도 효과적일 수가 있다

나. 재료 및 방법

1) 공시동물 및 시험설계

공시동물은 Ross broiler 중에서 체중이 균일한 육계 196마리를 선택하여 공시하였다. 시험설계는 Control, Control+Antibiotics 0.1%, Food Waste Feed 15%+Probiotics+Antibiotics 0.1%, Food Waste Feed 15%+Probiotics 0.5%, 1.0% 및 1.5%로 총 7처리 4반복으로 반복 당 7수씩 총 196수를 임의 배치하여 사양시험을 실시하였다. 사양시험은 순천대학교 부속동물사육장에서 3단 철제 Cage에서 사육하였으며 육계사료의 배합 및 분석 실험은 본 대학 영양사료 실험실에서 실시하였다.

2) 시험기간 및 시험장소

시험기간은 2001년 11월11일부터 2001년 12월 23일까지 6주간 사양시험을 실시하였다. 본 시험장소는 순천대학교 동물자원과학과 부속 사육장에서 사양하였다.

3) 시험 사료 및 사양관리

본 시험에 사용된 생균제는 전남대학교 미생물 실험실에서 제조된 *Bacillus* spp, *Lactobacillus* spp, *Saccharomyces*로 가공된 복합생균제를 이용하였다. 시험에 사용된 시험사료의 배합율 표와 영양소 함량은 Table 1과 2에 나타나 있다.

Table 1. Formula and chemical composition of the experimental diets (Starter)

| Ingredient (%) | Control | | Food waste feed 15% | | | | |
|------------------------------------|-------------|-------|---------------------|-------|------------|-------|-------|
| | Antibiotics | | Antibiotics | | Probiotics | | |
| | 0% | 0.1% | 0% | 0.1% | 0.5% | 1.0% | 1.5% |
| Food waste | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Corn grain | 53.67 | 53.67 | 44.20 | 44.20 | 44.20 | 44.20 | 44.20 |
| Wheat bran | 1.50 | 1.37 | 1.50 | 1.37 | 1.00 | 0.50 | 0.00 |
| Soybean meal | 25.80 | 25.80 | 19.66 | 19.66 | 19.66 | 19.66 | 19.66 |
| Fish meal | 5.00 | 5.00 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 |
| Corn gluten meal | 6.50 | 6.50 | 6.97 | 6.97 | 6.97 | 6.97 | 6.97 |
| Soybean oil | 5.32 | 5.32 | 5.74 | 5.74 | 5.74 | 5.74 | 5.74 |
| lysine · HCl | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| Methionine | 0.14 | 0.14 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 |
| TCP | 1.32 | 1.32 | 1.22 | 1.22 | 1.22 | 1.22 | 1.22 |
| Salt | 0.25 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vit-min. Mix. ¹⁾ | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Antibiotics | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Probiotics | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 1.00 | 1.50 |
| Chemical composition ²⁾ | | | | | | | |
| ME (kcal/kg) | 3200 | 3198 | 3200 | 3198 | 3193 | 3186 | 3178 |
| C. Protein (%) | 23.02 | 23.00 | 23.00 | 22.98 | 22.92 | 22.85 | 22.76 |
| Lysine (%) | 1.13 | 1.13 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.19 |
| Methionine (%) | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Ca (%) | 1.24 | 1.24 | 1.78 | 1.78 | 1.00 | 1.78 | 1.78 |
| Avail. P (%) | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| Na (%) | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |

¹⁾ Vit-min. mix. provided following nutrients per kg of diet : Vitamin A, 9,000,000 IU; Vitamin D3, 2,100,000 IU; Vitamin E, 15,000 IU; Vitamin K, 2,000 mg; Vitamin B1, 1,500 mg; Vitamin B2, 4,000 mg; Vitamin B6, 3,000 mg; Vitamin B12, 15 mg; Pan-Acid-Ca, 8500 mg; Niacin, 20,000 mg; Biotin, 110 mg; Folic-Acid, 600 mg; Fe, 40,000 mg; Co, 300 mg; Cu, 3,500 mg; Mn, 55,000 mg; Zn, 40,000 mg; I, 600 mg; Se, 130 mg

²⁾ Calculated value

Table 2. Formula and chemical composition of the experimental diets (Finisher)

| Ingredient(%) | Control | | food waste feed 15% | | | | |
|------------------------------------|-------------|-------|---------------------|-------|------------|-------|-------|
| | Antibiotics | | Antibiotics | | Probiotics | | |
| | 0% | 0.1% | 0% | 0.1% | 0.5% | 1.0% | 1.5% |
| Food waste | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| corn grain | 59.65 | 59.65 | 51.05 | 51.05 | 51.05 | 51.05 | 51.05 |
| Wheat bran | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.00 |
| Soybean meal | 26.31 | 26.31 | 18.90 | 18.90 | 18.90 | 18.90 | 18.90 |
| Corn gluten meal | 5.10 | 5.10 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 |
| Soybean oil | 5.15 | 5.15 | 5.19 | 5.19 | 5.19 | 5.19 | 5.19 |
| lysine · HCl | 0.09 | 0.09 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 |
| Methionine | 0.07 | 0.07 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| TCP | 1.38 | 1.38 | 1.27 | 1.27 | 1.27 | 1.27 | 1.27 |
| Salt | 0.25 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vit-min. Mix ¹⁾ | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Probiotics | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 1.00 | 1.50 |
| Chemical composition ²⁾ | | | | | | | |
| ME (kal/kg) | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3193 | 3186 | 3178 |
| C. Protein (%) | 20.02 | 20.02 | 20.00 | 20.00 | 19.93 | 20.00 | 20.00 |
| Lysine (%) | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.00 | 1.10 | 1.00 | 0.99 |
| Methionine (%) | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.37 |
| Ca (%) | 0.99 | 0.99 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| Avail. P (%) | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| Na (%) | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |

¹⁾Vit-min. mix. provided following nutrients per kg of diet : Vitamin A, 9,000,000 IU; Vitamin D3, 2,100,000 IU; Vitamin E, 15,000 IU; Vitamin K, 2,000 mg; Vitamin B1, 1,500 mg; Vitamin B2, 4,000 mg; Vitamin B6, 3,000 mg; Vitamin B12, 15 mg; Pan-Acid-Ca, 8500 mg; Niacin, 20,000 mg; Biotin, 110 mg; Folic-Acid, 600 mg; Fe, 40,000 mg; Co, 300 mg; Cu, 3,500 mg; Mn, 55,000 mg; Zn, 40,000 mg; I, 600 mg; Se, 130 mg

²⁾ Calculated value

NRC (1994) 사양 표준을 기초로 하여 대조구 사료와 각 처리구별 사료를 시험농장에서 직접 배합하였다. Table 1은 육계전기 사료로 시험 전기 (1~3주)에 급여하였으며, Table 2는 육계 후기 사료로 시험 후기 (4~6주)에 급여하여 사육실험을 하였다. 사양관리는 196수를 한 처리구에 4반복으로 28수씩 수용하여 사양했으며, 사료와 물은 자유 섭취토록 하였다. 사육기간 동안 매주 각 처리구 반복별로 체중을 측정하였으며, 사료의 급여량과 잔량을 조사하여 주령별 사료 섭취량과 증체량을 측정하였

다.

4) 조사항목 및 조사방법

가) 증체량

체중 측정은 개시시부터 시험 종료시까지 매주 일정시간에 반복별로 측정하였으며, 증체량은 종료시 체중에서 개시시 체중을 감하여 구하였다.

나) 사료섭취량 및 사료효율

사료섭취량은 매주 체중 측정 직전에 반복별로 사료의 잔량을 측정하여 섭취량을 구하였으며, 사료효율은 증체량을 사료섭취량으로 나누어서 구하였다.

다) 폐사율

폐사율은 매일 파악하였으며 1주 단위로 처리구별로 기록하였으며, 폐사수를 총 공시계수로 나누어 백분율로 나타냈다.

라) Avdominal fat pad 및 장기무게 측정

처리구별 개체별로 생시체중을 먼저 측정하였으며 6수씩의 avdominal fat pad 및 장기무게를 측정하였다. 각 장기의 무게와 복부지방의 무게는 공시측의 경정맥을 절단하여 채혈을 하고, 탈모 처리한 후 내장을 제거하는 동시에 가슴살과 늑공내의 근위, 장, 총 배설설장 및 복부 근육 주위에 둘러 쌓여 있는 지방을 적출하여 avdominal fat pad의 무게를 측정하였다. 소낭, 심장, 간, 근위, 췌장, 맹장, 신장, 소장, 대장을 각각 적출하여 무게를 측정하였다.

마) 도체 지방산 함량

지방산 조성의 분석은 시료 5 g과 Folch용액 (chloroform : 2 : 1, v/v) 100 ml를 혼합하여 마쇄기로 마쇄한 후 질소 충전진전에 밀봉하여 실온에서 30분간 교반한 다음 Bucher 여과기로 여과하였다. 여과액을 분액여두에 옮기고 증류수 70 ml를 가한 후 서서히 혼합한 다음, 냉장고 (5℃)에서 2개의 층이 분리될 때까지 방치한 후, 아래층을 취해서 회전진공농축기 (35℃)에서 농축시켰다. 농축액을 시험관에 옮겨 질소가스로 건조시킨 다음 5% sulfuric acid-methanol 3 ml를 가하고 석유 에테르 3 ml로 3회 추출하여 질소가스로 건조시킨 다음, 석유 ether 100 µg로 녹여서 GC로 분

석하였다.

바) 체조성

육계의 체조성은 사양시험 종료 직후 각 처리구에서 평균체중에 가까운 닭을 반복당 2수씩 처리당 8수를 선발하였다. 시험동물의 경정맥을 절단하여 채혈을 하고, 탈모처리 후 내장을 제거하는 동시에 정강이 고기와 가슴고기를 각각 적출하여 만육기로 분쇄한 것을 분석시료로 하여 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 등 일반성분을 분석하였다.

사) 통계분석

모든 자료는 주간별로 수집되었고, 처리구 평균값의 표준오차의 산출은 SAS statistical package program (SAS, Institute, 1989)을 이용하여 분산분석을 실시하였고 처리간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정을 5% 수준에서 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 증체량 사료섭취량 사료효율

남은 음식물에 생균제 첨가하여 6주간 사양 시험한 결과 증체량 사료섭취량 및 사료 효율은 Table 3에 나타나 있다. 사육 전기에 증체량은 대조구와 첨가구에 유의적 차이를 나타내지 않았으며 사료 섭취량은 대조구에 비해 첨가구가 높게 나타났으며 남은 음식물에 생균제 0.5% 첨가구가 높은 수치를 보였다. 사육전기 사료효율은 대조구+항생제 0.1% 첨가구에서 0.63%으로 가장 높은 수치를 보였으나 유의적 차이를 보이지 않았다 ($P>0.05$).

사육전기의 사료 섭취량은 남은 음식물 생균제 1.0% 첨가구에서 938 g으로 가장 높은 수치를 보였으며 남은 음식물에 항생제 0.1% 첨가구 662 g로 가장 낮은 수치를 나타내며 유의적인 차이를 보였다 ($P<0.05$). 사육후기의 사료 섭취량은 생균제 0.5% 첨가구가 2,507 g으로 가장 높게 나타났으나 다른 첨가구와의 유의적 차이는 보이지 않았다. 증체량은 대조구에 비해 낮은 수치를 보였으며 남은 음식물에 생균제 첨가구 1.0%가 제일 낮은 증체량을 보였다. 사료효율은 대조구에 항생제 0.1% 첨가구가 0.53%으로 가장 높게 나타났으며 남은 음식물 첨가구들이 가장 낮은 수치를 나타내며 유의적 차이를 보였다 ($P>0.05$). 전체적으로 대조구에 항생제 0.1% 첨가구에서 증체량, 사료효율이 가장 높게 나타나며 유의적인 차이를 보였다 ($P<0.05$). 남

은 음식물을 첨가한 처리구에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다 ($P>0.05$).

Table 3. Effects of food waste feed and probiotics on growth performance in broiler

| Treatments | Weight gain (g) | Feed intake (g) | Feed efficacy (%) |
|--------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 1~3 Weeks | | | |
| Control | 488 ^{ns} | 796 ^{ab} | 0.61 ^{ns} |
| Control+Antibiotics 0.1% | 520 | 827 ^{ab} | 0.63 |
| Food15% + 0% | 549 | 882 ^{ab} | 0.62 |
| Food15%+Antibiotics0.1% | 533 | 662 ^b | 2.02 |
| Food15%+probiotics 0.5% | 552 | 938 ^a | 0.59 |
| Food15%+probiotics 1.0% | 526 | 860 ^{ab} | 0.62 |
| Food1505+probiotics 1.5% | 518 | 894 ^{ab} | 0.58 |
| 4~6 Weeks | | | |
| Control | 1,136 ^{ab} | 2,187 ^{ns} | 0.52 ^{ab} |
| Control+Antibiotics 0.1% | 1,215 ^a | 2,278 | 0.53 ^a |
| Food15% + 0% | 1,142 ^{ab} | 2,290 | 0.50 ^{abc} |
| Food15%+Antibiotics0.1% | 1,126 ^{ab} | 2,356 | 0.47 ^{bcd} |
| Food15%+probiotics 0.5% | 1,081 ^{ab} | 2,507 | 0.43 ^d |
| Food15%+probiotics 1.0% | 9,780 ^b | 2,196 | 0.43 ^d |
| Food15%+probiotics 1.5% | 1,069 ^{ab} | 2,366 | 0.45 ^{dc} |
| All period | | | |
| Control | 1,614 ^{ab} | 2,983 ^b | 0.55 ^b |
| Control+Antibiotics0.1% | 1,735 ^a | 3,105 ^{ab} | 0.56 ^a |
| Food15%+0% | 1,691 ^{ab} | 3,173 ^{ab} | 0.53 ^{ab} |
| Food15%+Antibiotics0.1% | 1,658 ^{ab} | 3,245 ^{ab} | 0.51 ^{bc} |
| Food15%+probiotics 0.5% | 1,633 ^{ab} | 3,445 ^a | 0.47 ^c |
| Food15%+probiotics 1.0% | 1,499 ^b | 3,056 ^{ab} | 0.49 ^c |
| Food15%+probiotics 1.5% | 1,589 ^b | 3,261 ^{ab} | 0.49 ^c |

^{ns} Non significant

^{ab} Mean with different superscripts within the same column are significantly different ($P<0.05$)

이 실험 결과 사육 전기에는 항생제 첨가구와 생균제 첨가구의 증체량이나 사료 효율은 유의적 차이가 나지 않았으나 사육후기에는 항생제 첨가구가 증체량이나 사료효율에서 높은 수치를 나타내며 유의적 차이를 보였다 ($P<0.05$).

2) 육계의 경제성 분석

육계전기, 후기 및 전기간의 경제성을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Effects of feeding the food waste feed with probiotics on economic efficiency in broiler

| Tretments | Items | Control | | Food waste feed 15% | | | | |
|------------|--------------------------------|-------------|--------|---------------------|--------|-------------|--------|--------|
| | | Antibiotics | | Antibiotics | | Proobiotics | | |
| | | 0% | 0.1% | 0% | 0.1% | 0.5% | 1.0% | 1.5% |
| Starter | | | | | | | | |
| | Feed cost (won/kg) | 255.84 | 262.88 | 249.14 | 242.10 | 254.97 | 267.85 | 280.72 |
| | Total feed cost (won) | 200.07 | 217.40 | 219.99 | 214.74 | 238.65 | 230.35 | 246.47 |
| | Feed cost/weight gain (won/kg) | 418.55 | 418.08 | 402.18 | 405.94 | 433.13 | 437.93 | 474.90 |
| | Index of feed cost/ kg | 100.00 | 99.89 | 96.09 | 96.99 | 103.48 | 104.63 | 113.46 |
| Finisher | | | | | | | | |
| | Feed cost (won/kg) | 223.24 | 223.24 | 210.58 | 210.58 | 223.45 | 236.33 | 249.20 |
| | Total feed cost (won) | 442.68 | 477.96 | 453.17 | 463.49 | 529.58 | 473.84 | 554.72 |
| | Feed cost/weight gain (won/kg) | 390.03 | 393.06 | 429.14 | 444.38 | 527.47 | 559.46 | 560.89 |
| | Index of feed cost/ kg | 100.00 | 100.78 | 110.03 | 113.93 | 135.24 | 142.93 | 143.81 |
| All period | | | | | | | | |
| | Feed cost (won/kg) | 239.54 | 243.06 | 229.86 | 226.34 | 239.21 | 252.09 | 264.96 |
| | Total feed cost (won) | 642.75 | 695.36 | 673.16 | 678.23 | 768.23 | 704.19 | 801.19 |
| | Feed cost/weight gain (won/kg) | 398.48 | 400.55 | 419.94 | 431.44 | 494.04 | 511.77 | 531.29 |
| | Index of feed cost/ kg | 100.00 | 100.52 | 105.38 | 108.27 | 123.98 | 128.43 | 133.33 |

남은 음식물 15%와 생균제 또는 항생제가 혼합된 사료를 육계전기 동안 급여하여 경제성을 분석한 결과, 대조구에 비해 남은 음식물15% 혼합사료만을 급여한 시험구는 증체량의 개선효과에 이어서 증체당 사료비가 대조구의 418.55원에 비하여 405.94원으로 절감되었으며, kg증체당 사료비에 의한 생산지수를 산출한 결과, 대조구에 비하여 3.11%의 사료비가 절감되었다.

3) 폐사율

사육 전기간 동안의 폐사율은 Table 5와 같다. 폐사율은 대조구에서 7.14%로 두수씩 나타났으며 남은 음식물 사료+probiotics 0% 0.5% 1.0% 및 1.5% 첨가구에서 한수씩 나타났으며, 대조구에 항생제 첨가구는 폐사율이 나타나지 않았다.

Table 5. Effects of food waste feed on death rate in broiler.

| Week | Items | Control | | food waste feed 15% | | | total | |
|----------------|-------|-------------|------|---------------------|------|--------------|-------|------|
| | | Antibiotics | | Antibiotics | | Probiotics | | |
| | | 0% | 0.1% | 0% | 0.1% | 0% 0.5% 1.5% | | |
| 1 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2 | 2 | - | 1 | 0 | - | - | 3 | |
| 3 | - | - | - | 1 | 1 | - | 3 | |
| 4 | - | - | - | - | - | 1 | 1 | |
| 5 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6 | - | - | - | - | - | - | - | |
| Total | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | |
| Death rate (%) | 7.14 | 0 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 3.57 |

4) Avdominal fat pad 및 장기무게

6주동안 시험 사료를 급여한 육계의 소낭, 근위, 심장, 간, 췌장, 신장, 맹장, 소장, 대장 및 복강내 지방의 무게를 생체중에 대한 백분율로 계산한 결과는 Table 6과 같이 나타났다. 남은 음식물 사료에 생균제 첨가구들이 대조구보다 생체중에 대한 장기의 비율이 높은 경향을 보였으며, 생체중에 대한 간의 비율은 생균제 첨가구의 첨가수준이 높아 지면서 장기의 비율은 일반적으로 높아지는 경향을 보였으나 유의적 차이는 보이지 않았다 ($P>0.05$). 대장과 복강내 지방은 대조구에 비해 생균제 첨가수

준이 높을수록 높게 나타나며 유의적 차이를 보였다 (P<0.05).

Table 6. Effects of probiotic food waste feed on development of internal organs in broiler(%)

| Items | Control | | Food waste feed 15% | | | | |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Antibiotics | | Antibiotics | | Probiotics | | |
| | 0% | 0.1% | 0% | 0.1% | 0.5% | 1.0% | 1.5% |
| Crop | 0.48 ^{ns} ±0.50 | 0.47±0.25 | 0.38±0.47 | 0.43±0.29 | 0.50±0.71 | 0.50±0.50 | 0.52±1.85 |
| Heart | 2.24 ^{ns} ±0.05 | 2.11±0.05 | 2.01±0.07 | 1.96±0.06 | 2.30±0.09 | 2.28±0.11 | 2.47±0.26 |
| Liver | 2.27 ^{ns} ±0.48 | 2.01±0.25 | 1.84±0.29 | 2.10±0.30 | 2.07±0.29 | 2.14±0.30 | 2.47±1.96 |
| Gizzard | 0.58 ^{ns} ±0.10 | 0.66±0.06 | 0.60±0.09 | 0.57±0.08 | 0.74±0.11 | 0.59±0.05 | 0.71±0.30 |
| Pancreas | 0.83 ^{ns} ±0.41 | 0.86±0.23 | 0.77±0.15 | 0.70±0.29 | 0.96±0.32 | 0.91±0.50 | 1.00±1.41 |
| Cecum | 0.58 ^{ns} ±0.17 | 0.52±0.04 | 0.61±0.10 | 0.46±0.15 | 0.67±0.12 | 0.74±0.19 | 0.80±0.53 |
| Kidney | 0.13 ^{ns} ±0.13 | 0.10±0.08 | 0.11±0.17 | 0.09±0.28 | 0.10±0.15 | 0.13±0.42 | 0.19±0.46 |
| Small intestine | 2.15 ^{ns} ±0.33 | 2.13±0.27 | 1.98±0.34 | 1.98±0.29 | 2.14±0.23 | 2.14±0.25 | 2.34±1.46 |
| Large intestine | 0.33 ^b ±0.13 | 0.40 ^{ab} ±0.13 | 0.42 ^{ab} ±0.15 | 0.74 ^a ±0.57 | 0.47 ^{ab} ±0.09 | 0.41 ^{ab} ±0.40 | 0.50 ^{ab} ±0.27 |
| Abdominal fat pad | 1.05 ^b ±0.05 | 1.46 ^{ab} ±0.01 | 2.24 ^a ±0.03 | 1.83 ^{ab} ±0.03 | 1.45 ^{ab} ±0.04 | 1.88 ^{ab} ±0.06 | 2.30 ^a ±0.24 |

^{ns} Non significant

^{ab} Mean with different superscripts within the same column are significantly different (P<0.05)

5) 도체 지방산 함량

시험사료를 섭취한 육계의 도체 지방산 함량을 분석한 결과는 Table 7에 나타나 있다. 시험 사료를 섭취한 육계의 가슴살과 다리살의 지방산 분석한 결과 stearic acid, linoleic acid가 대조구에 비해 첨가구들이 낮은 수치를 나타내며 다른 지방산은 대조구에 비해 첨가구들이 다소 높은 수치를 보였다 (P<0.05).

Table 7. Effects of food waste feed and probiotics on fatty acid of broiler (%)

| Fatty acid | Control | | food waste feed15% | | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Antibiotics | | Antibiotics | | Probiotics | | |
| | 0% | 0.1% | 0% | 0.1% | 0.5% | 1.0% | 1.5% |
| Mystic acid (C14:0) | 0.50 ^b ±0.03 | 0.43 ^b ±0.02 | 0.62 ^a ±0.05 | 0.61 ^a ±0.03 | 0.59 ^a ±0.06 | 0.61 ^a ±0.02 | 0.62 ^a ±0.05 |
| Palmitic acid (C16:0) | 18.16 ^a ±0.40 | 16.53 ^b ±0.22 | 18.57 ^a ±0.29 | 18.33 ^a ±0.81 | 18.33 ^a ±0.87 | 18.59 ^a ±0.25 | 18.54 ^a ±0.92 |
| Palmitoleic acid (C16:1) | 3.13 ^b ±0.14 | 5.31 ^a ±0.85 | 3.60 ^b ±0.35 | 3.62 ^b ±0.15 | 3.64 ^b ±0.13 | 3.31 ^b ±0.50 | 3.45 ^b ±0.42 |
| Stearic acid (C18:0) | 5.89 ^a ±0.58 | 4.86 ^b ±0.11 | 5.37 ^{ab} ±0.63 | 5.06 ^{ab} ±0.14 | 5.63 ^{ab} ±0.61 | 5.25 ^{ab} ±0.49 | 5.50 ^{ab} ±0.52 |
| Oleic acid (C18:1) | 30.32 ^{ns} ±0.29 | 31.86 ±0.77 | 31.06 ±1.66 | 31.84 ±1.66 | 31.70 ±0.43 | 30.67 ±0.20 | 31.52 ±0.57 |
| Linoleic acid (C18:2) | 37.54 ^{ns} ±0.85 | 36.69 ±1.34 | 35.79 ±1.08 | 35.72 ±1.48 | 35.67 ±1.42 | 36.38 ±1.40 | 36.74 ±0.79 |
| Inolenic acid (C18:3) | 3.39 ^{ns} ±0.38 | 3.04 ±0.50 | 3.72 ±0.13 | 3.51 ±0.28 | 3.31 ±0.32 | 3.73 ±0.05 | 0.43 ±1.87 |
| Eicosamonoenoic acid (C20:1) | 0.24 ^{ns} ±0.01 | 0.20 ±0.05 | 0.27 ±0.01 | 0.28 ±0.01 | 0.28 ±0.08 | 0.29 ±0.03 | 0.22 ±0.07 |
| Eicosadienoic acid (C20:2) | 0.15 ^{ab} ±0.01 | 0.13 ^{ab} ±0.02 | 0.14 ^a ±0.01 | 0.16 ^a ±0.01 | 0.15 ^{ab} ±0.01 | 0.16 ^a ±0.01 | 0.13 ^{ab} ±0.01 |
| Eicosatrienoic acid (C20:3) | 0.08 ^{ns} ±0.07 | 0.11 ±0.02 | 0.11 ±0.02 | 0.11 ±0.02 | 0.10 ±0.01 | 0.13 ±0.01 | 0.20 ±0.14 |
| Arachidonic acid (20:4) | 0.36 ^{ab} ±0.03 | 0.33 ^b ±0.09 | 0.38 ^{ab} ±0.07 | 0.47 ^{ab} ±0.08 | 0.37 ^{ab} ±0.01 | 0.54 ^a ±0.07 | 0.32 ^b ±0.20 |
| Elcosapentenoic acid (20:5) | 0.00 ^b ±0.00 | 0.00 ^b ±0.00 | 0.13 ^a ±0.01 | 0.09 ^a ±0.08 | 0.04 ^{ab} ±0.07 | 0.05 ^{ab} ±0.09 | 0.07 ^{ab} ±0.06 |
| Docosahexenoic acid (22:6) | 0.00 ^{ns} ±0.00 | 0.00 ±0.00 | 0.00 ±0.00 | 0.00 ±0.00 | 0.00 ±0.00 | 0.09 ±0.16 | 0.00 ±0.00 |

^{ns} Non significant

^{ab} Mean with different superscripts within the same column are significantly different (P<0.05)

6) 도체 아미노산 함량

시험사료 섭취한 육계의 도체 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 8에 나타나 있다. 필수 아미노산의 함량은 대조구가 남은 음식물 사료에 생균제 첨가구들에 비해 다소 높은 수치를 보였다 ($P<0.05$). 생균제 첨가 수준이 증가할수록 MET, ASP, LYS, ARG, PRO의 함량은 대조구에 비해 다소 높게 나타났다 ($P<0.05$).

Table 8. Effects of food waste feed on amino acid Composition of broiler (%)

| Treat- ments | Control | | Food Waste Feed 15% | | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Antibiotics | | Antibiotics | | Probiotics | | |
| | 0% | 0.1% | 0% | 0.1% | 0.5% | 0.5% | 1.5% |
| CYS | 0.27 ^a ±0.01 | 0.27 ^a ±0.01 | 0.26 ^c 0.00 | 0.27 ^{ab} ±0.00 | 0.26 ^{bc} ±0.01 | 0.26 ^c ±0.00 | 0.27 ^a ±0.01 |
| MET | 0.67 ^a ±0.02 | 0.67 ^b ±0.01 | 0.67 ^b 0.02 | 0.70 ^b ±0.02 | 0.68 ^b ±0.01 | 0.66 ^b ±0.00 | 0.76 ^a ±0.10 |
| ASP | 2.20 ^a ±0.07 | 2.14 ^b ±0.02 | 2.19±0.02 | 2.20 ^{ab} ±0.02 | 2.15 ^{bc} ±0.06 | 2.21 ^{ab} ±0.03 | 2.25 ^a ±0.06 |
| THR | 1.07 ^a ±0.04 | 1.03 ^b ±0.01 | 1.05±0.01 | 1.07 ^a ±0.01 | 1.04 ^{ab} ±0.03 | 1.06 ^{ab} ±0.02 | 1.08 ^a ±0.03 |
| SER | 0.93 ^{ns} ±0.04 | 0.91±0.01 | 0.93±0.01 | 0.92±0.01 | 0.90±0.03 | 0.92±0.02 | 0.94±0.03 |
| GLU | 3.66 ^{ab} ±0.18 | 3.55 ^{ab} ±0.04 | 3.60 ^{ab} ±0.04 | 3.72 ^a ±0.06 | 3.65 ^{ab} ±0.07 | 3.61 ^{ab} ±0.14 | 3.72 ^a ±0.11 |
| GLY | 1.04 ^a ±0.02 | 0.98 ^{bc} ±0.01 | 1.02 ^c ±0.00 | 1.01 ^{bc} ±0.01 | 1.00 ^c ±0.02 | 1.03 ^{ab} ±0.01 | 1.04 ^a ±0.03 |
| ALA | 1.37 ^a ±0.04 | 1.30 ^b ±0.02 | 1.34 ^b ±0.01 | 1.35 ^{ab} ±0.01 | 1.33 ^b ±0.03 | 1.35 ^{ab} ±0.01 | 1.37 ^a ±0.02 |
| VAL | 1.13 ^a ±0.03 | 1.04 ^c ±0.01 | 1.09 ^c ±0.02 | 1.09 ^c ±0.02 | 1.08 ^c ±0.01 | 1.13 ^a ±0.01 | 1.13 ^a ±0.00 |
| I-LE | 1.11 ^b ±0.04 | 1.02 ^c ±0.01 | 1.08 ^a ±0.04 | 1.10 ^a ±0.03 | 1.08 ^a ±0.02 | 1.12 ^a ±0.02 | 1.11 ^a ±0.02 |
| LEU | 2.01 ^a ±0.06 | 1.85 ^b ±0.02 | 1.96 ^a ±0.02 | 1.97 ^a ±0.04 | 1.94 ^a ±0.04 | 1.97 ^a ±0.04 | 1.99 ^a ±0.02 |
| TYR | 0.82 ^a ±0.03 | 0.75 ^c ±0.01 | 0.80 ^{ab} ±0.01 | 0.77 ^{ab} ±0.07 | 0.79 ^{ab} ±0.02 | 0.74 ^b ±0.09 | 0.81 ^a ±0.01 |
| PHE | 1.05 ^{ab} ±0.05 | 1.04 ^b ±0.03 | 1.13 ^b ±0.00 | 1.12 ^{ab} ±0.03 | 1.11 ^{ab} ±0.04 | 1.09 ^b ±0.04 | 1.15 ^a ±0.01 |
| LYS | 1.96 ^{bc} ±0.04 | 1.88 ^c ±0.02 | 1.98 ^a ±0.01 | 1.98 ^{ab} ±0.02 | 1.94 ^c ±0.04 | 1.99 ^a ±0.02 | 2.01 ^a ±0.02 |
| HIS | 1.01 ^{ns} ±0.07 | 0.98±0.02 | 0.96±0.03 | 0.96±0.04 | 0.99±0.03 | 0.97±0.01 | 1.00±0.03 |
| ARG | 1.43 ^c ±0.03 | 1.43 ^b ±0.04 | 1.47 ^{ab} ±0.02 | 1.52 ^{bc} 0.11 | 1.51 ^{ab} ±0.05 | 1.43 ^{bc} ±0.07 | 1.55 ^a ±0.0 |
| PRO | 0.77 ^b ±0.01 | 0.78 ^a ±0.01 | 0.78 ^a ±0.02 | 0.81 ^a 0.01 | 0.78 ^{ab} ±0.04 | 0.78 ^{ab} ±0.00 | 0.80 ^a ±0.04 |

^{ns} Non significant

^{ab} Mean with different superscripts within the same column are significantly different ($P<0.05$)

7) 체조성 분석

남은 음식물의 첨가수준이 육계의 체조성에 미치는 영향을 규명하기 위하여 가슴살과 다리살의 성분분석 결과는 Table 9에 나타나 있다. 수분 함량은 대조구 73.88% 항생제 첨가구는 73.98% 남은 음식물 생균제 첨가구는 70.00%로 생균제 첨가수준이 증가할수록 수분함량이 낮게 보였으며, 통계적인 유의차를 보였다 ($P<0.05$). 조지방은 대조구가 3.30%인 반면 남은 음식물 사료는 6.44%로 높게 나타났다 ($P<0.05$). 조회분은 대조구 1.41%에 비해 첨가구들이 2.13%로 높았다 ($P<0.05$).

단백질 함량은 대조구에 항생제 0.1%의 첨가구에서 19.69%으로 가장 높게 나타났으며 생균제 첨가수준이 증가할수록 단백질 함량도 증가하는 경향을 보였으나 유의적 차이는 나타나지 않았다.

Table 9. Effect of probiotic of food waste feed on carcass composition in broiler (%)

| Treatments | Moisture | Crude protein | Ether extract | Crude ash |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Control | 73.88 ^a ±1.23 | 17.52 ^{ab} ±1.52 | 3.30 ^{bc} ±1.66 | 1.41 ^a ±0.08 |
| Control+Antibiotics 0.0% | 73.98 ^a ±1.18 | 19.69 ^a ±1.30 | 2.79 ^c ±0.78 | 1.53 ^{bc} ±0.17 |
| Food15% + 0.0% | 72.98 ^{ab} ±0.49 | 16.42 ^b ±2.07 | 4.47 ^{abc} ±1.65 | 1.87 ^{ab} ±0.42 |
| Food15%+antibiotics 0.1% | 70.69 ^{bc} ±1.40 | 14.96 ^b ±2.29 | 6.44 ^a ±0.69 | 1.49 ^{bc} ±0.15 |
| Food15%+probiotics 0.5% | 72.19 ^{bc} ±0.37 | 15.45 ^b ±2.08 | 4.47 ^{abc} ±0.92 | 1.75 ^{abc} ±0.15 |
| Food15%+probiotics 1.0% | 71.66 ^{bc} ±1.55 | 15.57 ^b ±1.32 | 5.00 ^{ab} ±1.45 | 1.72 ^{bc} ±0.19 |
| Food15%+probiotics 1.5% | 70.00 ^c ±0.74 | 16.28 ^b ±0.75 | 5.13 ^{ab} ±1.33 | 2.13 ^a ±0.37 |

^{ns} Non significant

^{ab} Mean with different superscripts within the same column are significantly different ($P<0.05$)

라. 적요

육계후기에는 대조구에 비하여 남은 음식물 사료 15%를 혼합된 사료를 급여한 시험구는 평균사료 섭취량이 높았으며, 반면 증체량은 낮았다. 증체당 사료비가 대조구의 390.03원에 비해 444.38원으로서 크게 증가되었고 kg증체당 사료비에 의한 생산지수를 산출한 결과 대조구에 비하여 13.93%의 사료비가 증가되어 육계후기의 사

용은 증체성적에 크게 영향을 미쳤다.

육계전후기 전 기간 동안을 보면 대조구에 비하여 남은 음식물 15% 혼합된 사료를 급여한 시험구는 사료 섭취량이 많았고, 생균제에 의한 사료 생산 원가의 증가로 kg 증체당 사료비는 대조구의 398.48원에 비하여 모두 높았다.

이상의 결과는 육계전기에는 효과적으로 증체가 향상되었으나 육계후기에는 낮은 결과를 보여 전기에는 활용도가 높은 것으로 판단되며, 후기에는 일반사료로 대체함으로써 경제적 이익을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

(논문게재 : 한국유기성폐자원학회지, 2003년, 11권 1호 113-121)

4 남은 음식물 사료와 생균제가 산란계의 생산성에 미치는 영향

가. 서론

지금까지 우리나라 대부분의 축산 농가는 사료원료의 수입에 의존하고 있으며 사료용곡물 의존도는 무려 96%나 된다. 그러나 수입 원료사료 가격의 급등과 축산물의 가격 하락으로 축산 농가의 실정은 더욱더 어려운 상황이다. 이에 따른 대책으로 가장 시급한 것은 축산물의 경쟁력 강화를 위한 생산원가가 절감되어야 할 것이다. 구체적인 절감 방안으로는 우리나라의 환경오염의 중요한 부분을 차지하는 남은 음식물의 재활용이 있고 우리나라의 경우 연간 65%가량의 남은 음식물이 재활용가능하며 사료로서의 가치도 충분하다.

현재 남은 음식물에 대한 문제는 국가를 초월한 환경오염원으로서 대두되고 있으며, 이에 대한 새로운 대처 방안이 대두되게 되었다 (이 등, 1998). 남은 음식물에 대한 영양소 함량이나 사료적 가치에 대한 연구보고는 비교적 적은 편이다 (Berger 등, 1981ab; 정 등, 1993ab; 김 등, 1992; Kornegay 등, 1977; 이 등, 1998; 남 등, 2000; Mater 등, 1999). 우리나라 경우 연간 65%가량 재활용이 가능하고 이를 사료로 이용할 시 137만 마리의 돼지 사육이 가능, 연간 4,600억원의 비용을 절감시킬수 있는 것이다.

본 실험에 이용된 남은 음식물 사료는 발효건조 사료로서 사료적 가치가 크게 향상된 것 이고 이를 사료로 이용할 경우 축산물의 생산원가 절감에도 효과가 있을 것이다. 그러나 일반 축산 농가에서는 남은 음식물사료 보다는 아직 일반 배합사료를 많이 사용하고 있으며 생산성에 좀더 큰 효과를 기대하기 위해 일반 배합사료에 사료용 첨가제 (항생제, 설파제, 효소제, 효모제, 생균제 및 호르몬제)등을 사용하고 있

다. 사료내 첨가제는 축종에 따라 14~18%의 사료효율 개선효과 및 생산성의 개선 효과가 있다 (박, 1993).

본 실험에서는 장내 세균총의 구성의 변화를 일으키고 산란계의 생산성에 영향을 미칠 수 있는 생균제를 남은 음식물 사료에 수준별로 투여해서 급이할 경우 일반 배합사료와 남은 음식물 사료의 첨가만 으로 이루어진 사료보다 사료 섭취량, 산란계의 난생산, 난황 콜레스테롤, 난중, 난각등 생산성에 개선 효과 및 어떠한 영향을 미칠 것인가를 알아보기 위해 수행하였다.

나. 재료 및 방법

1) 공시동물

공시동물은 22주령 갈색테트란 산란계 120수를 공시하였다. 사육은 2수용 3단철제 cage에서 사육하였으며, 시험사료 및 물은 자유 채식토록 하였으며 점등 및 기타 관리는 일반 관행을 따랐다

2) 시험기간 및 시험장소

시험기간은 2002년 1월 20일부터 2월 2일까지 2주간 예비실험을 거쳐 본 실험은 2월 3일부터 3월 16일까지 6주간에 걸쳐 순천대학교 부속 동물 사육장에서 사양시험을 실시하였다.

3) 시험 설계 및 시험사료

본 시험에서는 대조구 사료를 기초사료로 해서 처리구별 첨가성분의 권장량을 시험농장에서 NRC (1994)의 산란계 영양소 요구량에 맞추어 직접 배합하였다. 사용한 사료의 성분은 Table 1에 나타나 있으며, 남은 음식물을 첨가하지 않은 대조구, 남은 음식물 30%첨가구+생균제 0%, 0.5%, 1.0% 및 1.5% 첨가구로 총 5처리 4반복으로 6주간 사양시험을 하였으며, 본실험에 사용된 생균제는 제 1세부과제의 연구결과로 생산된 전남대학교 미생물 실험실에서 제조된 *Bacillus spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*로 가공된 복합생균제를 이용하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diet (%)

| Ingredient(%) | Treatment | | Food waste | | | |
|-----------------------------------|-----------|--|------------|---------|---------|---------|
| | Control | | Pro0% | Pro0.5% | Pro1.0% | Pro1.5% |
| Food waste | 0.00 | | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 |
| Corn grain | 65.59 | | 42.37 | 42.37 | 42.37 | 42.37 |
| Wheat bran | 6.50 | | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.00 |
| Soybean meal-45 | 16.00 | | 16.72 | 16.72 | 16.72 | 16.72 |
| Fish meal | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Corn gluten meal-60 | 2.60 | | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 |
| Animal fat | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Salt | 0.30 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vit-min. Mix ¹ | 0.30 | | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| L-Lysine | 0.04 | | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 |
| Methionine | 0.07 | | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 |
| Limestone | 7.73 | | 4.97 | 4.97 | 4.97 | 4.97 |
| Tricalcium Phosphate | 0.87 | | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.59 |
| Probiotics | 0.00 | | 0.00 | 0.50 | 1.00 | 1.50 |
| chemical composition ² | | | | | | |
| ME (kal/kg) | 2750.85 | | 2751.16 | 2743.86 | 2736.56 | 2729.26 |
| C. Protein (%) | 15.01 | | 19.50 | 19.43 | 19.36 | 19.28 |
| Lysine (%) | 0.69 | | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.89 |
| Methionine (%) | 0.30 | | 0.39 | 0.39 | 0.39 | 0.39 |
| Ca (%) | 3.25 | | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 |
| Avail. P (%) | 0.25 | | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Na (%) | 0.15 | | 0.36 | 0.36 | 0.36 | 0.36 |

Vit-min. mix. provided following nutrients per kg of diet : Vitamin A, 9,000,000 IU; Vitamin D3, 2,100,000 IU; Vitamin E, 15,000 IU; Vitamin K, 2,000 mg; Vitamin B1, 1,500 mg; Vitamin B2, 4,000 mg; Vitamin B6, 3,000 mg; Vitamin B12, 15 mg; Pan-Acid-Ca, 8,500 mg; Niacin, 20,000 mg; Biotin, 110 mg; Folic-Acid, 600 mg; Fe, 40,000 mg; Co, 300 mg; Cu, 3,500 mg; Mn, 55,000 mg; Zn, 40,000 mg; I, 600 mg; Se, 130 mg

². Calculated value

4) 조사항목 및 조사방법

가) 산란율

산란률은 시험기간 중 반복별로 생산된 총산란수를 반복별 공시수로 나누어 백분율로 환산하였다.

나) 난중

난중은 매주 마지막날 오후 4시에 집란 후 평량, 반복별로 총 난중을 총 산란수로 나누어 평균난중을 구하였다.

다) 산란량

산란량은 산란율에 난중을 곱하여 산출하였다.

라) 사료섭취량 및 사료 요구율

시험기간중 매 1주 간격으로 사료섭취량을 평량하여 1일 1수당 사료 섭취량을 계산하였으며, 시험기간중 총 사료섭취량을 총 산란량으로 나누어 사료요구율을 계산하였고, 사료는 매주 8 kg씩 급여하였다.

마) 난각의 두께와 난각강도

난각의 두께는 시험기간 중 1주 간격으로 집란, 난의 세 지점을 측정하여 그 평균치를 사용하였다.

바) 난황 cholesterol

난황 내 cholesterol 함량은 시험기간 중 시험 종료시 총 4처리 4반복 반복당 4개 난황 내 cholesterol 함량은 시험기간 중 시험 종료시 총 4처리 4반복 반복당 4개씩 64개의 난황을 분석하였다. 난황의 cholesterol 함량은 Brunnekreeft 등 (1983)의 방법에 준하여 gas chromatography (GC)로 분석하였다.

난황 sample 0.5 g을 cholestane 4 mg과 함께 N KOH 용액에 균질하여 55°C에서 30분 검화한 다음 hexane으로 추출하여 GC (HP5890 series II)에 주입하였다. 사용된 column은 HP-1 (cross-linked methylsilicone, 2 mm×0.17 μm) capillary column이었으며, column 온도는 290°C이었다.

사) 난황 지방산 조성

난황의 지방산 조성은 시험기간 중 시험 종료시 반복당 4개씩 총 개를 분석하였다. 지방산 조성의 분석은 시료 5 g과 Folch 용액 (chloroform : methanol = 2 : 1, v/v) 100 ml를 혼합하여 마쇄기로 마쇄한 후 질소 충전직전에 밀봉하여 실온에서 30분간 교반한 다음 Bucher 여과기로 여과하였다. 여과액을 분액여두에 옮기고 증류수 70 ml를 가한 후 서서히 혼합한 다음, 냉장고 (5°C)에서 2개층이 분리될 때까지

방치한 후, 아래층을 취하여 회전진공농축기 (35℃)에서 농축시켰다. 농축액을 시험관에 옮겨 질소가스로 건조시킨 다음 5% sulfuric acid-methanol 3 ml를 가하고 석유 에테르 3 ml를 가하고 석유 에테르 3 ml로 3회 추출하여 질소가스로 건조시킨 다음, 석유 ether 100 μg로 녹여서 GC로 분석하였다.

아) 난황 색도

난황의 표면을 Chroma meter (Minolta, CR-210, Japan)를 사용하여 백색도 (lightness)를 나타내는 L값, 적색도 (redness)를 나타내는 a값과 황색도 (yellowness)를 나타내는 b값을 측정하였다. 이 때의 표준색은 L값이 97.10, a값이 -0.17, b값이 1.99인 백색 표준판을 사용하였다.

자) 하우 유니트 (Haugh unit)

6주째에 채취한 계란으로 처리구별로 임의적으로 정산란 10개씩을 TSS (technical services and supplies)로 측정하였다.

차) 난백높이, 난각색, 혈반, 잔반 (육반)

TSS (technical services and supplies)로 측정하였다. 난각색은 TSS의 scanner로 읽었으며 주로 난의 옆부분 중 색이 고른 부분에서 측정을 하였다. 난백높이는 난황의 끝으로부터 대략 1cm밖의 난백이 수평인 부분을 다리가 세 개인 난백측정기를 가지고 가볍게 눌러서 바닥에 닿으면 컴퓨터로 연결된 센서가 난백높이와 HU까지 기록을 한다.

카) 관능검사

관능검사의 시료는 6주째의 계란으로서 끓은 물에 소금을 넣지 않고 20분간 삶았으며, 관능검사원의 대상은 순천대학교 동물자원과학과 학생 23명으로 검사를 하였으며, 5점 척도법 (1: 매우 나쁘다, 2: 나쁘다, 3: 보통이다, 4: 좋다, 5: 매우 좋다)으로 외형, 색깔, 다즙성, 연도, 향과 종합적인 맛을 평가하였다.

타) 경제성 분석

경제성 분석은 산란계의 사양시험 기간 중에 배합사료의 섭취량을 조사하였고, 배합사료 섭취비용을 구하였다. 시험 기간중의 산란량당 사료비를 구하였으며, 생산지수는 대조구를 기준으로 하여 시험구의 생산지수를 구하여 경제성을 분석하였다.

13) 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS Statical Package Program (SAS, Institute, 1995)에 의하여 분산분석을 실시하였으며 처리 평균 간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하여 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 산란율

생균제의 첨가에 따른 산란율은 Table 2와 같이 나타나 있다. 평균 산란율은 생균제 첨가구가 대조구에 비해서 높은 경향을 보였으며, 생균제 첨가수준이 증가할수록 평균 산란율은 감소하였으나 생균제 1.5%에서는 높게 나타났다. 생균제 1.5%첨가구가 평균 산란율 97.91%로 가장 높게 나타났으며, 대조구와 생균제 1.0%가 93.35% 및 93.06%로 가장 낮은 산란율을 보여 처리간의 유의차를 나타내었다 ($P < 0.05$). 이런 생균제의 첨가에 따른 산란율의 변화는 Spandorf 등 (1973)의 연구결과 2.5%와 5.5%의 Kaolinite의 첨가에 따른 산란율이 점차 변화하였다는 보고와 Fernandez 등 (1973) 보고와 유사한 결과이다.

Table 2. Effect of food waste feed and probiotics supplement on egg production of the layer (%)

| Treatment | Week | | | | | | Mean |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Control | 94.05 | 94.05 | 95.83 | 91.67 | 93.45 | 91.07 | 93.35 ^b |
| F+Pro 0 % | 98.21 | 99.40 | 96.43 | 96.43 | 97.62 | 95.83 | 97.32 ^a |
| F+Pro 0.5 % | 95.24 | 93.45 | 97.62 | 95.83 | 96.43 | 95.83 | 95.73 ^a |
| F+Pro 1.0 % | 95.24 | 92.26 | 92.26 | 90.48 | 95.24 | 92.86 | 93.06 ^b |
| F+Pro 1.5 % | 98.21 | 97.02 | 97.02 | 99.40 | 97.62 | 98.21 | 97.91 ^a |
| Average | 96.19 ^{ns} | 95.24 | 95.83 | 94.76 | 96.07 | 94.76 | 95.48 |

^{ns} Not significant

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column and row are significantly different ($P < 0.05$)

2) 난중

생균제 첨가에 따른 주령별 및 평균 난중은 Table 3에 나타나 있다.

Table 3. Effect of food waste feed and probiotics supplement on egg weight of the layers

| Week Treatment | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Mean |
|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Control | 61.54 | 62.54 | 61.79 | 62.27 | 64.26 | 61.70 | 62.35 ^{ns} |
| F+Pro 0% | 62.24 | 62.10 | 61.52 | 62.43 | 62.10 | 62.01 | 62.07 |
| F+Pro 0.5% | 59.98 | 60.61 | 61.22 | 64.61 | 64.36 | 63.65 | 62.41 |
| F+Pro 1.0% | 59.93 | 59.96 | 62.07 | 62.68 | 61.68 | 62.12 | 61.41 |
| F+Pro 1.5% | 59.47 | 60.43 | 61.23 | 62.52 | 62.46 | 62.72 | 61.47 |
| Average | 60.63 ^c | 61.13 ^{bc} | 61.57 ^{abc} | 62.90 ^a | 62.97 ^a | 62.44 ^{ab} | 61.94 |

Not significant

^{a,b,c} Mean with different superscripts in the same column and row are significantly different (P<0.05)

본 시험에서 주령별 난중을 보면 주령이 지나감에 따라 전체적으로 6주까지 증가하는 것으로 나타나 주령이 높아지면, 난중의 무게도 무거워진다는 James (1978)의 보고와 일치한다. 전기간의 결과를 보면 생균제 0.5% 첨가구가 62.41 g으로 가장 높은 난중을 보였다. 그러나 대조구와 생균제 첨가구들 사이의 난중은 통계적인 유의차는 없었다 (P>0.05).

3) 산란량

생균제 첨가에 따른 산란량은 Table 4에서 보는 바와 같다.

Table 4. Effect of food waste and probiotics supplement on egg mass of the layers (g)

| Week Treatment | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Mean |
|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Control | 57.88 | 58.82 | 59.21 | 57.08 | 60.05 | 56.19 | 58.21 ^{bc} |
| F+Pro 0% | 61.13 | 61.73 | 59.32 | 60.20 | 60.62 | 59.42 | 60.40 ^a |
| F+Pro 0.5% | 57.12 | 56.64 | 59.76 | 61.92 | 62.06 | 61.00 | 59.74 ^{ab} |
| F+Pro 1.0% | 57.08 | 55.32 | 57.27 | 56.71 | 58.74 | 57.68 | 57.14 ^c |
| F+Pro 1.5% | 58.41 | 58.63 | 59.41 | 62.14 | 60.97 | 61.60 | 60.19 ^{ab} |
| Average | 58.32 ^{ns} | 58.23 | 58.99 | 59.61 | 60.49 | 59.18 | 59.14 |

^{ns} Not significant

산란량은 대조구보다 생균제 첨가구들이 높은 경향을 보였으며 특히 생균제 0% 첨가구가 60.40으로 가장 높은 산란량을 보여주었다 ($P < 0.05$). 주별 산란량을 살펴보면 1주부터 5주까지는 난중과 같이 점차 산란량이 증가하였으나 6주에는 다시 감소하는 경향을 보였으나 1~6주까지 통계적인 유의차는 보이지 않았다 ($P > 0.05$).

4) 사료 섭취량

생균제 첨가에 따른 사료 섭취량은 Table 5에 나타나 있다. 사료 섭취량은 생균제 첨가수준의 증가에 따라 점점 증가하였으나 생균제 1.5% 첨가구가 138.20 g으로 가장 낮은 사료 섭취량을 보였다 ($P < 0.05$). 이러한 결과는 McNaughton 등 (1977)이 사료섭취량은 에너지 수준이 높아질수록 떨어졌다는 보고와 일치한다. 주령별 평균 사료섭취량을 보면 전체적으로 증가하다가 감소하는 경향이 나타났으며 1주차에 138.26 g으로 가장 낮은 사료 섭취량을 보였다 ($P < 0.05$).

Table 5. Effect of food waste and probiotics supplement on feed intake of the layers (g)

| Week Treatment | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Mean |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Control | 135.12 | 151.90 | 146.79 | 129.09 | 145.60 | 146.67 | 142.52 ^{ab} |
| F+Pro 0% | 139.76 | 144.52 | 147.02 | 134.40 | 145.83 | 138.93 | 141.74 ^b |
| F+Pro 0.5% | 137.02 | 156.43 | 159.76 | 149.29 | 156.79 | 143.33 | 150.44 ^a |
| F+Pro 1.0% | 138.45 | 148.93 | 155.36 | 144.76 | 166.79 | 150.12 | 150.74 ^a |
| F+Pro 1.5% | 140.95 | 144.88 | 142.74 | 135.60 | 135.83 | 129.17 | 138.20 ^b |
| Average | 138.26 ^b | 149.33 ^a | 150.33 ^a | 138.62 ^b | 150.17 ^a | 141.64 ^{ab} | 144.73 |

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column and row are significantly different (P<0.05)

5) 사료 요구율

생균제 첨가에 따른 사료 요구율은 Table 6에 나타나 있다. 산란계 사료에 생균제 첨가수준이 산란계의 평균 사료요구율에 미치는 영향은 생균제의 수준별 첨가량이 증가할수록 사료 요구율이 높아지는 경향이 있으며 생균제 1.5% 첨가구에서는 2.30으로 가장 낮은 사료요구율을 나타내었다. 이는 과도한 생균제의 투여로 요구율이 낮아진 것으로 보인다 (P<0.05). 주별 사료 요구율의 변화를 비교하였을 때 사료 섭취량과 마찬가지로 전체적으로 증가하다가 다시 사료 요구율이 감소하는 경향을 보였다 (P<0.05). 이러한 결과는 유 등 (1965)의 에너지 역가로서 사료요구율 개선에 효과가 있었다는 보고와 일치한다.

Table 6. Effect of food waste feed and probiotics supplement on feed conversion rate of the rayer

| Week Treatment | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Mean |
|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Control | 2.33 | 2.58 | 2.48 | 2.26 | 2.42 | 2.61 | 2.45 ^{bc} |
| F+Pro 0 % | 2.39 | 2.32 | 2.53 | 2.15 | 2.36 | 2.31 | 2.34 ^c |
| F+Pro 0.5 % | 2.40 | 2.76 | 2.67 | 2.41 | 2.53 | 2.35 | 2.52 ^{ab} |
| F+Pro 1.0 % | 2.43 | 2.69 | 2.71 | 2.55 | 2.84 | 2.60 | 2.64 ^a |
| F+Pro 1.5 % | 2.41 | 2.47 | 2.40 | 2.20 | 2.23 | 2.10 | 2.30 ^c |
| Average | 2.38 ^{bc} | 2.52 ^a | 2.52 ^{ab} | 2.30 ^c | 2.47 ^{abc} | 2.41 ^{abc} | 2.43 |

^{a,b,c} Mean with different superscripts in the same column and row are significantly different (P<0.05)

6) 난각 두께

생균제 첨가에 따른 난각의 두께는 Table 7에 나타나 있다.

Table 7. Effect of food waste feed and probiotics supplement on egg shell thickness of the layers (μm)

| Treatment | Week | | | | | | Mean |
|-------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Control | 380 | 390 | 380 | 370 | 400 | 390 | 385 ^a |
| F+Pro 0 % | 390 | 380 | 390 | 400 | 380 | 380 | 387 ^a |
| F+Pro 0.5 % | 380 | 390 | 390 | 390 | 390 | 390 | 388 ^a |
| F+Pro 1.0 % | 360 | 380 | 370 | 380 | 370 | 380 | 373 ^b |
| F+Pro 1.5 % | 390 | 390 | 360 | 390 | 380 | 390 | 383 ^{ab} |
| Average | 380 ^{ns} | 386 | 378 | 386 | 384 | 386 | 383 |

^{ns} Not significant

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05)

난각 두께는 대조구보다 생균제 첨가구들이 높은 경향을 보였으나 생균제 1.0% 첨가구에서는 373 μm 으로 낮았다. (P<0.05). 난각 두께는 생균제첨가 수준은 0.5%에서 388 μm 가장 높은수치를 보였다 (P<0.05). 시중유통 계란의 난각 두께를 조사한 안 등 (1981)은 6~9월에 난각 두께가 가장 얇고 9월 이후 증가되어 3월까지 가장 두꺼워지고 3월 이후 점점 얇아진다고 하였고 연 평균 난각 두께는 360 μm 으로 보고하였다. 최 등 (1983)은 2개월 간의 시장조사에서 평균 난각 두께는 327 μm 이라고 보고한 바 있다. 본 시험에서의 측정치는 전체평균 383 μm 로 계란 유통과정 중 파손으로부터 안정한 360 μm 를 크게 상회하는 것으로 나타났다.

7). 난각 강도

생균제 첨가에 따른 난각 강도는 Table 8에 나타나 있다. 난각 강도는 생균제

0% 첨가구가 4,915 kg/cm²으로 가장 강하였고 생균제 1.5% 첨가구가 4,333 kg/cm²으로 강도가 가장 약하였다. 그러나 수치적 차이만 있을뿐 대조구와 첨가구 간에는 통계적 유의차를 보이지 않았다 (P>0.05).

Table 8. Effect of food waste feed and probiotics supplement on egg shell strength of the layers (kg/cm²)

| Treatment | Control | Food waste | | | |
|--------------------|---------------------|------------|---------|---------|---------|
| | | Pro 0% | Pro0.5% | Pro1.0% | Pro1.5% |
| Egg shell strength | 4,664 ^{ns} | 4,915 | 4,590 | 4,447 | 4,333 |

^{ns} Not significant

8) 난황 색도

생균제 첨가에 따른 난황 색도는 Table 9에 나타나 있다. 색도 측정은 6주째에 채취한 계란으로 백색도 (L), 적색도 (a), 황색도 (b)를 1차, 2차 측정하였다. 생균제 첨가수준이 증가할수록 백색도 (L), 적색도 (a), 황색도 (b)대조구에 비해 모두 증가하는 경향이 있었으며 특히 적색도 (a)에서는 생균제 0%, 0.5%, 1.0% 및 1.5% 첨가구가 각각 5.35, 6.25, 5.23 및 4.75로 대조구 -0.17에 비해 커가란 차이가 있었다 (P<0.05).

Table 9. Effect of food waste feed and probiotics supplement on egg yolk color on 6th week of the experiment

| Treatment | L | a | b |
|------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Control | 51.14 ^a | -0.17 ^b | 54.10 ^{ns} |
| F+Pro 0% | 46.98 ^b | 5.35 ^a | 53.60 |
| F+Pro 0.5% | 47.06 ^b | 6.25 ^a | 54.33 |
| F+Pro 1.0% | 48.41 ^b | 5.23 ^a | 54.79 |
| F+Pro 1.5% | 48.44 ^b | 4.75 ^a | 54.48 |

Not significant

^{a,b,c} Mean with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05)

9) 하우 유니트 (Haugh unit)

생균제 첨가에 따른 하우 유니트 (HU)는 Table 10과 같이 나타나 있다.

Table 10. Effect of food waste feed and probiotics supplement on internal quality of ggs (Haugh unit)

| Treatment | Control | Food waste | | | |
|------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | | Pro 0% | Pro0.5% | Pro1.0% | Pro1.5% |
| Haugh unit | 61.74 ^{ab} | 57.87 ^b | 59.91 ^{ab} | 60.70 ^{ab} | 63.41 ^a |

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05)

하우 유니트(HU)는 생균제 1.5% 첨가구의 수치가 63.41로 가장 높았으며 생균제 첨가수준이 증가할수록 하우 유니트는 증가하였다 (P<0.05).

10) 난백높이, 난각색, 혈반 및 잔반 (육반)

생균제 첨가에 따른 난백높이, 난각색, 혈반 및 잔반 (육반)은 Table 11에 나타나

있다. 난백 높이는 생균제 1.5%첨가구가 가장 4.52로 가장 높았으나 통계적 유의차는 보이지 않았다 ($P>0.05$). 난각색은 생균제 1.5%처리구가 20.81로 가장 진했고 첨가가 증가할수록 점점 진해지는 경향이 있었으나 통계적 유의차는 없었다 ($P>0.05$). 혈반은 대조구가 0.12로 가장 많았으나 통계적 유의차는 없었다 ($P>0.05$). 잔반(육반)은 생균제 0.5%처리구가 0.37로 가장 많았으나 통계적 유의차는 없었다 ($P>0.05$).

Table 11. Effect of food waste feed and probiotics supplement on albumen index, eggshell color, blood spot and meat spot in the eggs

| Tretment | Control | Food waste | | | |
|----------------|---------------------|------------|---------|---------|---------|
| | | Pro 0% | Pro0.5% | Pro1.0% | Pro1.5% |
| Albumen index | 4.39 ^{ns} | 4.04 | 4.34 | 4.33 | 4.52 |
| Eggshell color | 19.00 ^{ns} | 19.00 | 19.50 | 19.50 | 20.81 |
| Blood spot | 0.12 ^{ns} | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.00 |
| Meat spot | 0.25 ^{ns} | 0.25 | 0.37 | 0.31 | 0.18 |

^{ns} Not significant

11) 난황 지방산 조성

본 시험 개시후 6주째 채취한 난황 내 지방산 조성은 Table 12에 나타나 있다. 난황내 지방산 중 oleic acid (18:1)와 palmitic acid (16:0)가 가장 높은 수치를 나타내었다. Docosahexaenoic acid (22:6)는 생균제 1.5%첨가구가 2.12로 가장 높은 수치를 나타내었으며 생균제 첨가가 증가할수록 점점 증가하는 경향이 나타났다 ($P<0.05$). 그리고 계란내 ω -3지방산이 생균제 첨가구가 대조구보다 함량이 많은데 일상적인 섭취에 의해 혈중 지질의 농도가 저하되고 동맥경화 및 심장질환의 발생이 감소 하거나 예방이 될 수 있다는 효과도 보고되었다 (Bang 등, 1976; Yamori 등, 1985).

계란내 ω -3지방산을 강화하기는 비교적 용이한데 일반적으로 동물체 지방의 지방산 조성은 식이 지방산 경향을 반영하는 것으로 알려져 있다 (Hegsted등, 1960; Chen 등, 1965).

Table 12. Effect of food waste feed and probiotics supplement on egg yolk fatty acid composition of the 6th week egg-yolk

| Fatty acid \ Treat. | Control | Food waste | | | |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Pro 0% | Pro0.5% | Pro1.0% | Pro1.5% |
| (14:0) | 0.37 ^{ns} ±0.01 | 0.38±0.04 | 0.38±0.02 | 0.38±0.02 | 0.39±0.03 |
| (16:0) | 26.52 ^a ±0.26 | 24.21 ^c ±0.47 | 25.34 ^b ±0.31 | 24.22 ^c ±0.48 | 25.02 ^{bc} ±0.42 |
| (16:1) | 3.90 ^{ns} ±0.33 | 3.99±0.30 | 3.91±0.30 | 3.97±0.32 | 3.94±0.30 |
| (18:0) | 8.41 ^a ±0.19 | 7.59 ^b ±0.15 | 7.62 ^b ±0.58 | 7.34 ^b ±0.28 | 7.44 ^b ±0.47 |
| (18:1) | 44.23 ^{ns} ±0.83 | 44.89±1.00 | 43.84±0.53 | 44.62±1.00 | 44.25±0.72 |
| (18:2) | 13.17 ^b ±1.02 | 14.54 ^a ±0.46 | 14.33 ^{ab} ±0.42 | 14.78 ^a ±0.42 | 14.18 ^{ab} ±0.83 |
| 18:3 (6) | 8.66 ^{ns} ±0.02 | 7.00±0.01 | 8.00±0.01 | 6.66±0.03 | 6.66±0.01 |
| (18:3) | 0.23 ^b ±0.01 | 0.55 ^a ±0.02 | 0.54 ^a ±0.01 | 0.57 ^a ±0.01 | 0.55 ^a ±0.03 |
| (20:1) | 0.23 ^{ns} ±0.01 | 0.22±0.01 | 0.24±0.02 | 0.24±0.01 | 0.23±0.01 |
| (20:2) | 0.22 ^a ±0.01 | 0.10 ^b ±0.01 | 0.11 ^b ±0.01 | 0.12 ^b ±0.02 | 0.11 ^b ±0.01 |
| (20:3) | 8.66 ^{ns} ±1.02 | 9.00±0.48 | 7.66±0.83 | 9.33±0.56 | 9.00±1.00 |
| (20:4) | 1.70 ^a ±0.04 | 1.19 ^b ±0.17 | 1.23 ^b ±0.21 | 1.26 ^b ±0.07 | 1.26 ^b ±0.03 |
| (20:5) | 6.33 ^{ns} ±0.09 | 5.00±1.01 | 5.00±0.89 | 6.33±0.05 | 6.66±1.01 |
| 22:4 (6) | 0.29 ^{ns} ±0.22 | 7.00±0.35 | 1.00±0.03 | 9.33±0.83 | 9.66±1.02 |
| (22:5) | 1.00 ^b ±0.01 | 0.10 ^a ±0.01 | 0.13 ^a ±0.02 | 0.11 ^a ±0.01 | 0.15 ^a ±0.02 |
| (22:6) | 0.45 ^b ±0.02 | 1.90 ^a ±0.03 | 1.99 ^a ±0.03 | 2.01 ^a ±0.02 | 2.12 ^a ±0.03 |

^{ns} Not significant

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05)

12) 관능 검사

관능 검사에 대한 결과는 Table 13에 나타나 있다. 관능검사 결과 외형은 생균제 1.0%첨가구를 3.26으로 가장 선호하였다 (P<0.05). 색은 생균제 0.5%첨가구가 3.52로 가장 선호 하였으나 통계적인 유의차는 없었다 (P>0.05). 다즙성은 생균제 1.0%와 1.5%가 가장 선호 하였으나 통계적인 유의차는 없었다 (P>0.05). 조직감은 대조구가

3.21로 가장 선호 하였으나 통계적인 유의차가 없었다 ($P>0.05$). 향미는 대조구가 3.34로 가장 선호 하였다 ($P<0.05$). 종합적인 기호도는 대조구가 3.47로 가장 높았으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다 ($P>0.05$).

Table 13. Sensory evaluation of the egg at the 6th week of the experiment

| Treat | Sence | Appearance | Color | Juiceness | Texture | Flavor | Overall acceptability |
|-------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Control | | 3.56 ^a | 3.30 ^{ns} | 2.78 ^{ns} | 3.21 ^{ns} | 3.34 ^a | 3.47 ^{ns} |
| F +Pro 0% | | 2.91 ^b | 3.34 | 2.78 | 2.86 | 3.04 ^{ab} | 2.82 |
| F +Pro 0.5% | | 3.17 ^{ab} | 3.52 | 2.91 | 3.00 | 2.73 ^b | 3.00 |
| F +Pro 1.0% | | 3.26 ^{ab} | 3.30 | 3.08 | 2.95 | 2.78 ^{ab} | 3.21 |
| F +Pro 1.5% | | 3.04 ^{ab} | 2.91 | 3.08 | 2.73 | 2.95 ^{ab} | 2.91 |

^{ns} Not significant

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$)

13) 경제성 분석

총 6주간 산란계 사료의 경제성을 분석한 결과는 Table 14와 같다. 남은 음식물 사료30%와 생균제가 혼합된 사료를 시험기간 동안 급여하여 경제성을 분석한 결과, 대조구에 비하여 남은 음식물이 함유된 시험구가 계란무게당 사료비가 대조구보다 대체로 낮게 나타났다. 가장 낮게 나타난 것은 생균제를 첨가하지 않고 남은 음식물 30%만을 혼합 급여한 시험구에서 342.48원으로 대조구 388.42원에 비해 절감되었으며, kg당 계란무게비에 의한 생산지수를 산출한 결과, 대조구에 비하여 11.83%의 사료비가 절감되었다.

Table 14. Effects of feeding the food waste feed with probiotics on economic efficiency in layer

| Items | Treatments | | Food 30% + Probiotics | | | |
|--------------------------------------|------------|--------|-----------------------|----------|----------|--|
| | Control | 0% | 0.5% | 1.0% | 1.5% | |
| Total intake (kg) | 5.99 | 5.95 | 6.32 | 6.33 | 5.84 | |
| Feed cost (won /kg) | 158.22 | 146.20 | 159.07 | 171.94 | 184.82 | |
| Total feed cost (won) | 947.74 | 869.89 | 1,005.32 | 1,088.38 | 1,079.35 | |
| Total egg production (num.) | 39 | 41 | 40 | 39 | 41 | |
| Total feed cost /egg weight (won/kg) | 388.42 | 342.48 | 400.53 | 453.49 | 426.62 | |
| Index of feed cost /kg (egg weight) | 100.00 | 88.17 | 103.12 | 116.75 | 109.83 | |

라. 적요

산란계에서 남은 음식물사료에 생균제를 투여할 경우 산란율과 난의 생산성을 알아보는데 본 연구의 목적이 있다. 생균제의 혼합급여 수준에 따른 결과는 산란수의 증가가 어느정도 인정되나 사료생산 원가의 증가를 가져와서 생균제를 혼합 급여 할 시에는 오히려 경제적 부담이 문제점으로 작용하였다.

이상의 결과는 남은 음식물 30% 첨가 사료가 전처리구에 걸쳐 생산비절감이 가장 향상되었다. 생균제의 혼합급여는 생산원가의 증가가 있었지만 생균제의 가격이 줄어든다면 좀더 나은 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

(논문게재 : 학국유기성폐자원학회지, 2003년, 11권 1호. pp.102-112)

5. 남은 음식물과 녹차 부산물의 첨가가 성장과 체조성에 미치는 영향

가. 서론

최근, 우리나라의 폐기물 발생량은 점점 심각하게 대두되고 있으며, 우리나라의 경우 식생활의 특성 때문에 폐기물 중 음식물 쓰레기가 주는 심각성은 더 크다 할 수 있다. 현재 국내 음식물 쓰레기의 2001년도는 410만톤이 발생하여 (환경부, 2001). 남은 음식물 쓰레기는 생활쓰레기 중 가장 많은 부분을 차지하고 있고, 국민 1인당

남은 음식물 발생량도 0.34 kg/일로서 해마다 감소되고는 있으나 아직도 다른 나라에 비해 많이 발생되고 있는 실정이다. 현재 이렇게 발생되고 있는 남은 음식물의 처리는 소각, 매립, 재활용 등의 방법으로 처리되고 있으며 재활용 비율을 살펴보면 재활용량은 전체 남은 음식물이 약 23%정도를 차지하고 있으며 그 양이 11,237톤이라고 조사되었다 (환경부, 2001).

일반적으로 남은 음식물은 N, P, S, Na, K 및 Ca함량이 높은 것이 특징이며 (Brink, 1993) 부존 사료 자원으로 충분히 활용될 수 있을 것이다. Draper (1945), Soliman 등 (1978a, b), Hoshii 등 (1981) 및 Lipstein (1984, 1985) 들도 육계와 산란계의 사료자원으로 영양적 가치가 있다고 보고하고 있다. 삼능건설 사료사업소에서 제조한 남은 음식물에는 남은 음식물 제조시에 2%씩 첨가된 Powerfeel은 콕시듐 질병 및 가금의 생산성을 증가시키는 효과가 보고되었다 (류, 2000). 또한 박 (2000)과 신 (2000)등도 반추위동물과 단위동물에서 면역력 등이 증가되었다 보고한바 있다. 이러한 연구는 국내에서도 '70년대 말까지는 시도된 바 있지만 급속한 경제성장으로 중단된 바 있으며, 최근 여러 농가들의 요구에 따라서 이에 대한 체계적인 요구가 절실히 요청되고 있다. 따라서 본 연구에서는 (주)넬 바이오텍에서 개발한 첨가제인 파워필을 이용한 친환경 남은 음식물 사료를 개발하고 이 남은 음식물 사료의 육계와 산란계의 첨가수준을 규명하며, 그 효과를 파악하기 위한 연구가 필요하다.

또한 녹차 잎의 주성분으로 카테킨류인 polyphenol은 고혈압이나 동맥경화를 억제하며, 과산화지질의 생산성을 억제하여 노화를 예방하고 혈청중의 지질농도를 저하시키고, 중성지질의 생성을 억제하여 비만을 방지하고 모세혈관의 저항력을 증진시킨다고 하였다 (박 등, 1996). Daigen 등은 녹차 추출물에 혈당강화성분 (hypoglycemics composition)이 존재한다고 보고하였으며, 녹차의 유해성은 아직까지 보고된 바 없다.

이에 본 실험은 남은 음식물과 파워필과 녹차부산물을 육계사료에 첨가하여 증체량, 사료 섭취량 및 사료효율, 폐사율, 도체 지방산 함량, 체조성, 복강내 지방 (abdominal fat pad) 및 장기무게에 미치는 영향을 평가하여 남은 음식물을 이용한 친환경적인 사료와 육계를 개발, 생산하는데 그 목적이 있다.

나. 재료 및 방법

1) 공시동물 및 시험설계

공시동물은 Ross broiler 중에서 체중이 균일한 0일령의 육계 240마리를 선택하여

공시하였다. 본 시험에서는 무첨가구인 대조구와 대조구에 남은 음식을 수준별로 첨가하고 단백질의 수준을 높여준 leftover food 10%와 leftover food 20% 및 leftover food 30%의 4처리구와 각 처리구에 녹차 부산물을 1%씩 첨가한 4처리구 총 8처리 5반복으로 반복 당 6수씩 총 240수를 임의 배치하여 사양 시험을 실시하였다. 사양시험은 순천대학교 부속동물사육장에서 3단 철제 cage에서 사육하였으며 육계사료의 배합 및 분석 실험은 본 대학 영양사료 실험실에서 실시하였다.

2) 시험기간 및 시험장소

시험기간은 2002년 9월1일부터 2002년 10월 13일까지 6주간 사양시험을 실시했다. 본 시험장소는 순천대학교 동물자원과학과 부속 사육장에서 사양하였다.

3) 시험 사료 및 사양관리

본 시험에서 사용한 시험사료의 배합율과 영양소 함량은 Table 1에 나타나 있다. 대조구를 기초사료로 하여 각 처리구별 첨가 성분의 권장량을 시험농장에서 직접 배합하였다. 0~3주 전기에는 일반배합 사료로 급여하였으며, 3~6주 후기에는 육계 후기 사료로 표 1의 배합사료를 급여하여 사육실험을 하였다. 이때 원료사료로 사용한 남은 음식물 사료는 삼능건설 (주) 음식물사료화사업소에서 구입한 남은 음식물 시험 사료를 사용하였다. 이 남은 음식물 사료는 발효를 촉진하고 기능성을 부여하기 위하여 음식물 원료에 (주) 넬 바이오텍에서 생산된 파워필 제품을 톤당 0.6ℓ (0.06%)를 첨가하여 발효후 건조한 것으로 사양시험에 이용하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of the experiment diets (Finisher)

| Ingredient (%) | LOF level | | | | GTB 1.0% | | | |
|------------------|-----------|-------|-------|-------|----------|---------|---------|---------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 0% | LOF10 % | LOF20 % | LOF30 % |
| Leftover food | 0.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 | 0.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 |
| Green tea | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Corn grain | 60.00 | 51.71 | 44.95 | 39.76 | 60.00 | 51.71 | 44.95 | 39.76 |
| Soybean meal | 26.97 | 25.80 | 22.10 | 15.90 | 26.97 | 25.80 | 22.10 | 15.90 |
| Corn gluten meal | 6.43 | 5.00 | 5.00 | 6.50 | 6.43 | 5.00 | 5.00 | 6.50 |
| Animal fat | 4.43 | 5.57 | 6.03 | 5.80 | 4.43 | 5.57 | 6.03 | 5.80 |
| Salt | 0.30 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.05 | 0.00 | 0.00 |
| Vit-min. mix | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| L-Lysine, HCl | 0.13 | 0.16 | 0.26 | 0.42 | 0.13 | 0.16 | 0.26 | 0.42 |
| Methionine | 0.07 | 0.11 | 0.15 | 0.17 | 0.07 | 0.11 | 0.15 | 0.17 |
| Tricalcium Phos. | 1.37 | 1.30 | 1.21 | 1.15 | 1.37 | 1.30 | 1.21 | 1.15 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 101 | 101 | 101 | 101 |
| ME (kal/kg) | 3,200 | 3,201 | 3,200 | 3,200 | 3,200 | 3,201 | 3,200 | 3,200 |
| C. Protein (%) | 21.00 | 21.02 | 21.02 | 21.02 | 21.00 | 21.02 | 21.02 | 21.02 |
| Lysine (%) | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 |
| Methionine (%) | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Ca (%) | 0.93 | 1.37 | 1.74 | 2.06 | 0.93 | 1.37 | 1.74 | 2.06 |
| Avail. P (%) | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| Na (%) | 0.14 | 0.15 | 0.24 | 0.35 | 0.14 | 0.15 | 0.24 | 0.35 |

¹⁾ Vit-min. mix. provided following nutrients per kg of diet : Vitamin A, 9,000,000 IU; Vitamin D3, 2,100,000 IU; Vitamin E, 15,000 IU; Vitamin K, 2,000 mg; Vitamin B1, 1,500 mg; Vitamin B2, 4,000 mg; Vitamin B6, 3,000 mg; Vitamin B12, 15 mg; Pan-Acid-Ca, 8,500 mg; Niacin, 20,000 mg; Biotin, 110 mg; Folic-Acid, 600 mg; Co, 300 mg; Cu, 3,500 mg; Mn, 55,000 mg; Zn, 40,000 mg; I, 600 mg; Se, 130 mg

²⁾ Calculated values

LOF; leftover food, GTB; green tea by product

사양관리는 240수를 한 처리구에 5반복으로 30수씩 수용하여 사양하였으며, 사료와 물은 자유 섭취토록 하였다. 사육기간 후기에만 각 처리구 반복별로 매주 체중을 측정하였으며, 사료의 급여량과 잔량을 조사하여 후기 주령별 사료 섭취량과 증체량을 측정하였다.

4) 조사항목 및 조사방법

가) 증체량

체중 측정은 후기 개시시부터 시험 종료시까지 매주 일정시간에 반복별로 측정하였으며, 증체량은 종료시 체중에서 후기 개시시 체중을 감하여 구하였다.

나) 사료 섭취량 및 사료효율

사료 섭취량은 매주 체중 측정 직전에 반복별로 사료의 잔량을 측정하여 섭취량을 구하였다. 사료효율은 증체량을 사료 섭취량으로 나누어서 구하였다.

다) 폐사율

폐사율은 매일 파악하였으며 1주 단위로 처리구별로 기록하였으며, 폐사 수를 총 공시계수로 나누어 백분율로 나타냈다.

라) 남은 음식물 성분분석

본 시험에 사용된 남은 음식물의 성분 분석은 순천대학교 영양사료 실험실에서 분석하였고, 일반성분은 A.O.A.C 방법 (1990)에 준하여 분석하였다.

마) 체조성

육계의 체조성은 사양시험 종료 직후 각 처리구에서 평균체중에 가까운 닭을 반복당 1~2수씩 처리당 5수를 선발하였다. 시험동물의 경정맥을 절단하여 채혈을 하고, 탈모처리 후 내장을 제거하는 동시에 정강이 고기와 가슴고기를 각각 적출하여 만육기로 분쇄한 것을 분석시료로 하여 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 등 일반성분은 A.O.A.C (1995) 방법에 따라 분석하였다.

바) 혈중 콜레스테롤 함량

시험 종료 후 각 처리구에서 평균체중에 가까운 닭을 반복당 1~2수씩 선발하여 12시간 절식시킨 다음 닭의 목 밑 경정맥에서 마리당 2 ml 정도를 채혈하였다. 이것을 15분간 방치하여 응고시킨 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 혈장을 취하여 cholesterol 분석에 이용하였다.

사) 도체 콜레스테롤 함량

도체 콜레스테롤을 분석하기 위해 각 처리구의 다리살 50g 을 취하여 메탄올과 클로로포름 (2:1) 용액 150 ml에서 균질화 시킨 다음 여과시킨 후, 원심분리 하여 윗층의 여액을 제거하고, 하층에 50 ml의 클로로포름을 넣고 다시 균질화 시킨 다음 여과하여, 염류용액 (0.88% 염화칼륨) 50 ml를 첨가하여 균질화 시킨 후, 원심분리

하여, 윗층의 여액을 제거한 다음, 감압농축기를 이용하여 클로로포름을 제거하고 지방의 무게를 측정한다. 추출된 지방에 클로로포름으로 10 ml를 정확하게 채운 다음 키트법 (아산제약)를 이용하여 닭 다리살의 콜레스테롤을 측정하였다.

아) 도체 지방산 함량

지방산 조성의 분석은 시료 5 g과 Folch용액 (chloroform : 2 : 1, v/v) 100 ml를 혼합하여 마쇄기로 마쇄한 후 질소 충전진전에 밀봉하여 실온에서 30분간 교반한 다음 Bucher 여과기로 여과하였다. 여과액을 분액여두에 옮기고 증류수 70 ml를 가한 후 서서히 혼합한 다음, 냉장고 (5°C)에서 2개의 층이 분리될 때까지 방치한 후, 아래층을 취해서 회전진공농축기 (35°C)에서 농축시켰다. 농축액을 시험관에 옮겨 질소가스로 건조시킨 다음 5% sulfuric acid-methanol 3 ml를 가하고 석유 에테르 3 ml로 3회 추출하여 질소가스로 건조시킨 다음, 석유 ether 100 μ g로 녹여서 GC로 분석하였다.

자) Abdominal Fat pad 및 장기무게 측정

Deaton (1974)의 방법에 의하여 처리구별 6수의 개체별로 생체중을 먼저 측정하였으며, 각 장기의 무게와 복부지방의 무게는 공시축의 경정맥을 절단하여 채혈을 하였으며, 탈모 처리 한 후 내장을 제거하는 동시에 가슴살과 늑골내의 근위, 장, 총배설설강 및 복부 근육 주위에 둘러 쌓여 있는 지방을 적출하여 abdominal fat pad의 무게를 측정하였다. 소낭, 심장, 간, 근위, 췌장, 맹장, 신장, 소장, 대장을 각각 적출하여 무게를 측정하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 증체량, 사료섭취량 및 사료효율

남은 음식물 및 녹차 부산물을 첨가하여 6주간 사양 시험한 결과 증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 표 2에 나타나 있다.

Table 2. Effects of dietary leftover food and GTB levels on performance of broiler

| Treatments | LOF level | | | | GTB 1% | | | |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | LOF 0% | LOF 10% | LOF 20% | LOF 30% |
| Initial weight(g) | 0.824 ^{ns} | 0.814 | 0.825 | 0.823 | 0.815 | 0.814 | 0.823 | 0.816 |
| Final weight(g) | 2,163 ^a | 2,111 ^{ab} | 2,112 ^{ab} | 1,987 ^{bc} | 2,080 ^{ab} | 2,097 ^{ab} | 1,998 ^{bc} | 1,922 ^c |
| Weight gain(g) | 1,364 ^d | 1,297 ^a | 1,287 ^{ab} | 1,164 ^{cd} | 1,265 ^{abc} | 1,284 ^{ab} | 1,175 ^{bcd} | 1,106 ^d |
| Feed intake(g) | 2,457 ^{ns} | 2,544 | 2,579 | 2,591 | 2,421 | 2,590 | 2,445 | 2,460 |
| Feed efficiency | 0.56 ^a | 0.51 ^b | 0.50 ^b | 0.45 ^d | 0.51 ^{ab} | 0.49 ^{bc} | 0.48 ^{abc} | 0.45 ^{ac} |

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

^{a,b,c,d} Mean with different superscripts within the same raw are significantly different ($P < 0.05$)

사육후기의 증체량은 대조구가 1,364 g으로 가장 높은 증체를 보였으며 ($P < 0.05$), 남은 음식물 10%, 20% 및 30% 그리고 이 4처리구에 녹차 부산물을 첨가한 처리구에서는 모두 대조구 보다 낮은 증체를 보였다. 남은 음식물 30% + GTB 1%의 처리구가 1,106 g으로 증체량이 가장 낮았으며 유의성이 인정되었다 ($P < 0.05$). 사육 후기의 사료 섭취량은 대조구가 2,457 g이었고, 남은 음식물 10%와 20% 및 30%첨가구가 각각 2,544 g와 2,578 g 및 2,591 g로 높은 사료 섭취량을 보였으나 유의성은 인정되지 않았다 ($P > 0.05$). 남은 음식물 10%, 20% 및 30%처리구에 녹차부산물을 1.0%첨가한 4처리구 중 녹차 부산물 1%처리구가 2,421 g으로 낮은 사료 섭취량을 보였고, 사료효율은 남은 음식물 10%와 20% 및 30%첨가구가 각각 0.51%, 0.50% 및 0.45%로 대조구 0.56%보다 낮은 경향을 보였다 ($P < 0.05$). 이 세 처리구에 녹차 부산물 1.0%를 첨가한 4처리구의 사료효율도 대조구 0.56% 보다 낮게 나타났다 ($P < 0.05$). 개시체중과 사료 섭취량에서는 통계적 유의차를 보이지 않았다 ($P > 0.05$). 이 결과 육계에 남은 음식물을 급여하였을 경우 처리구별로 증체량 및 섭취량이 증가했다는 김 등 (2001)과는 다소 반대되는 경향을 보였으나 조 (2002)의 경우 육계에 남은 음식물을 급여하였을 경우 증체량이 감소한다는 결과와 유사한 결과를 보였다.

2) 폐사율

사육 전 기간 동안의 폐사율은 표 3에 나타나 있다. 폐사는 남은 음식물 10% + GTB 1% 첨가구에서만 나타났다. 남은 음식물 첨가가 육계의 폐사에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

Table 3. Effect of dietary leftover food and GTB on mortality rate in broiler chicks

| Weeks | Items | LOF level | | | | GTB 1% | | | Total | |
|--------------------|-------|-----------|-----|-----|-----|--------|---------|---------|-------|---------|
| | | 0% | 10% | 20% | 30% | 0% | LOF10 % | LOF20 % | | LOF30 % |
| 1 | | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2 | | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 3 | | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 4 | | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 5 | | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6 | | - | - | - | - | - | 1 | - | 1 | |
| Total | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Mortality rate (%) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.33 | 0 | 0 | 0.42 |

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

3) 남은 음식물 조성분 함량 분석

육계의 사료배합에 이용한 남은 음식물 원료사료의 성분 분석은 표 4에 나타나 있다.

Table 4. Chemical composition of feed of leftover food (%)

| Chemical composition | Leftover food |
|----------------------|---------------|
| Moisture | 9.98 |
| Crude ash | 14.64 |
| Crude protein | 20.09 |
| Crude fiber | 16.70 |
| Ether extract | 10.55 |

조성분 분석결과 수분 (9.98), 조단백질 (20.09)와 조지방 (10.55) 조섬유 (16.70), 회분 (14.64) 함량으로 나타났다. 박 (1993)은 건조된 식품부산물은 약 21%의 조단백질과 18%의 조지방이 함유되어 있어 양돈사료로 유용하다고 보고하였으며, 김 (1994)은 대형 급식소에서 발생한 남은 음식물의 경우 약 22%의 조단백질과 19%의 조지방 및 41%의 탄수화물 함량을 나타내 양돈 및 양계사료로 적합하다고 보고하였다.

4) 체조성

남은 음식물과 녹차 부산물 첨가 수준이 육계의 체조성에 미치는 영향을 규명하기 위하여 가슴살과 다리살의 성분분석을 실시한 결과는 표 5에 나타나 있다. 수분 함량은 남은 음식물 20% + GTB 1% 첨가구가 75.39로 다른 첨가구와 유사한 경향을 보였으며 대체적으로 대조구 보다 높은 경향을 보였다. 조회분 함량은 대조구가 1.77로 높게 나타났으며 남은 음식물 + GTB 1%첨가구가 1.30으로 낮게 나타났다. 조단백질 함량은 남은 음식물 30%첨가구가 21.93으로 높게 나타났으며 대조구가 20.18로 가장 낮게 나타났다. 조지방 함량은 남은 음식물 10%첨가구가 14.57로 다른 처리구 보다 높게 나타났으며 녹차 부산물 1%첨가구가 7.04로 낮게 나타났다.

Table 5. Effect of leftover food and GTB on the carcass composition of broiler(%)

| Treatments | LOF level | | | | GTB 1% | | | |
|---------------|-----------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | LOF 0% | LOF 10% | LOF 20% | LOF 30% |
| Moisture | 73.59 | 74.75 | 74.20 | 74.36 | 75.03 | 74.93 | 75.39 | 73.74 |
| Crude ash | 1.77 | 1.63 | 1.32 | 1.48 | 1.46 | 1.50 | 1.30 | 1.58 |
| Crude protein | 20.18 | 20.63 | 20.69 | 21.93 | 21.83 | 21.41 | 21.00 | 20.41 |
| Ether extract | 12.59 | 14.57 | 8.76 | 9.69 | 7.04 | 9.12 | 8.97 | 9.27 |

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

5) 혈중 콜레스테롤 함량

시험 육계의 혈액을 채취해 혈중 cholesterol을 분석한 결과 표 6에 나타나 있다. 혈중 cholesterol 함량은 대조구 135.70 mg/100 ml에 비해 시험 사료를 섭취한 첨가구에서 대체적으로 낮게 나타났으며 남은 음식물만을 첨가한 처리구에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았으나 ($P > 0.05$), 남은 음식물 20% + GTB 1%와 남은 음식물 30% + GTB 1%에서 각각 146.96 mg/100 ml와 172.03 mg/100 ml로 높은 수치를 보였으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 이 결과 흰쥐에서 단백질 섭취의 증가는 체중, 장기, 분뇨 중 질소배설량, 혈중콜레스테롤의 증가를 동반한다는 Hagsted와 Chang (1965)의 결과에서 혈중 콜레스테롤이 증가한 것과 유사한 결과를 보였으며, 오히려 단백질 수준의 증가가 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시켰다는 Leveille와 Sauberlich (1961)의 보고와는 다소 반대되는 결과를 보였다.

Table 6. Effects of dietary leftover food and GTB on plasma cholesterol in broiler (mg/100 ml)

| Treatments | LOF level | | | | GTB 1% | | | |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | LOF 0% | LOF 10% | LOF 20% | LOF 30% |
| Cholesterol | 135.70 ^b | 129.62 ^b | 132.44 ^b | 130.97 ^b | 126.57 ^b | 122.19 ^b | 146.96 ^{ab} | 172.03 ^a |

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

^{a,b} Mean with different superscripts within the same raw are significantly different (P<0.05)

6) 도체 콜레스테롤 함량

도체 콜레스테롤을 분석한 결과는 표 7에 나타나 있다. 도체 콜레스테롤은 대조구에서 98.57 mg/100 g으로 가장 높은 수치를 보였으며 남은 음식물 30%+GTB 1%가 72.10 mg/100 g으로 낮게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 (P<0.05).

Table 7. Effects of dietary leftover food and GTB on meat cholesterol in broiler (mg/100g)

| Treatments | LOF level | | | | GTB 1% | | | |
|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | LOF 0% | LOF 10% | LOF 20% | LOF 30% |
| Cholesterol | 98.57 ^a | 85.37 ^{ab} | 82.17 ^{ab} | 89.63 ^{ab} | 87.05 ^{ab} | 94.69 ^{ab} | 77.58 ^{ab} | 72.10 ^b |

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

^{a,b} Mean with different superscripts within the same raw are significantly different (P<0.05%)

7) 도체 지방산 함량

시험사료를 섭취한 육계의 도체 지방산 함량을 분석한 결과는 표 8에 나타나 있다. 본 시험의 결과 도체 내의 여러 지방산 중 Palmitic acid (C16:0), Oleic acid (C18:1) 및 Linoleic acid (C18:2)의 함량이 많은 부분을 차지한다.

Table 8. Effects of dietary leftover food and GTB on meat fatty acid in broiler (%)

| Treatments | LOF level | | | | GTB 1% | | | |
|--------------------|-----------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | LOF 0% | LOF 10% | LOF 20% | LOF 30% |
| (C14:0) | 0.95 | 0.78 | 0.72 | 0.48 | 0.51 | 1.24 | 0.40 | 0.47 |
| (C16:0) | 22.58 | 23.15 | 24.15 | 24.33 | 23.46 | 22.76 | 25.46 | 24.55 |
| (C16:1) | 2.18 | 1.46 | 2.30 | 1.67 | 1.77 | 1.79 | 2.70 | 1.45 |
| (C18:0) | 16.03 | 17.76 | 15.36 | 16.88 | 17.78 | 16.47 | 12.99 | 16.73 |
| (C18:1) | 21.09 | 14.10 | 18.88 | 13.71 | 16.67 | 15.08 | 31.43 | 15.35 |
| (C18:2) | 23.69 | 28.46 | 27.02 | 30.91 | 23.55 | 26.75 | 19.64 | 28.93 |
| (C18:3) | 0.56 | 0.88 | 0.96 | 0.90 | 0.69 | 0.65 | 0.63 | 1.62 |
| (C20:n9) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.34 | 0.00 |
| (C20:2n6) | 0.00 | 0.00 | 0.56 | 0.46 | 0.39 | 0.00 | 0.33 | 0.48 |
| (C20:3) | 0.81 | 0.00 | 0.75 | 0.70 | 0.88 | 0.62 | 0.38 | 0.61 |
| (C20:4) | 12.12 | 13.41 | 9.29 | 9.97 | 14.30 | 14.65 | 5.69 | 9.79 |
| SFA ¹⁾ | 39.56 | 41.69 | 40.23 | 41.69 | 41.75 | 40.47 | 38.85 | 41.75 |
| USFA ²⁾ | 60.44 | 58.31 | 59.77 | 58.31 | 58.25 | 59.53 | 61.15 | 58.25 |
| USFA/SFA | 1.53 | 1.40 | 1.49 | 1.40 | 1.40 | 1.47 | 1.57 | 1.40 |

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

¹⁾ Saturated fatty acid, ²⁾ Unsaturated fatty acid

남은 음식물 첨가구들은 대조구에 비해서 Palmitic acid (C16:0) 및 Linoleic acid (C18:2)가 증가하였으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 한편 포화지방산과 불포화지방산의 비율 (USFA/SFA)을 살펴보면 대조구, 남은 음식물 10%, 20% 및 30%와 남은 음식물 10%, 20% 및 30%에 녹차 부산물 1% 첨가구가 각각 1.53%, 1.40%, 1.49%, 1.40%, 1.40%, 1.47%, 1.57% 및 1.40%로 남은 음식물 10%와 30% 및 녹차 부산물 1%와 남은 음식물 30% + GTB 1%가 동일한 1.40%로 나타났다. Oleic acid (C18:1)는 단일 불포화 지방산으로서 다량 섭취시 중성지방이나 콜레스테롤의 저하

를 가져오고 동맥경화증과 같은 성인병에 유익한 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며 (Grundy, 1986), 콜레스테롤과 포화지방산은 뇌졸중, 동맥경화, 고혈압등의 성인병의 주요 위험인자로서 이들을 섭취하면 관상동맥 경화증이 더 많이 발생한다고 하였다 (Key, 1980). 또한 SFA를 많이 섭취하면 인체에 해로운 저밀도지단백 (Low-Density Lipo-protein : LDL)의 수용체 활성이 감소되어 LDL의 체내함량이 상승된다고 하였는데 LDL은 혈전 생성의 주요물질로서 혈관의 협착과 경화를 가져오게 한다 (Grundy, 1986).

8) Abdominal fat pad 및 장기무게

6주 동안 시험 사료를 급여한 육계의 소낭, 근위, 심장, 간, 췌장, 신장, 맹장, 소장, 대장 및 복강 내 지방의 무게를 생체중에 대한 백분율로 계산한 결과는 표 9와 같이 나타났다.

생체중에 대한 췌장의 비율은 남은 음식물 30%첨가구가 1.03으로 높았고 대조구와 남은 음식물 20% + 녹차 부산물 1%첨가구가 0.49로 낮게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 복강 내 지방 축적률도 대조구에 비해 전 처리구에서 높은 경향을 보였지만 통계적 유의차는 보이지 않았다 ($P > 0.05$). 간, 신장, 소장, 대장, 근위, 소낭 및 심장에서도 통계적 유의차를 보이지 않았다 ($P > 0.05$). 생체중의 맹장의 비율은 남은 음식물 20% + 녹차 부산물 1%첨가구가 0.88로 높게 나타났으며 남은 음식물 10% + 녹차 부산물 1% 첨가구에서 0.67로 낮게 나타났으며, 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 이는 Savory와 Gentle (1976 a, b)이 섬유소 함량이 많은 사료를 섭취하는 병아리는 각종 장관의 크기와 무게가 증가한다는 보고와 유사한 결과를 보였다. 이와같이 주요 장기의 무게가 처리간에 큰 차이가 없는 것은 시험사료가 육계의 생리적 변화에 아무런 영향을 끼치지 않았기 때문이라 사료된다.

Table 9. Effects of leftover food and GTB on development of intestinal organ in broiler (%)

| Items | Treat | LOF level | | | | GTB 1% | | | |
|-----------------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 0% | 10% | 20% | 30% | LOF 0% | LOF 10% | LOF 20% | LOF 30% |
| Crop wt. /Live wt. | | 0.28 ^{ns} | 0.28 | 0.32 | 0.31 | 0.27 | 0.29 | 0.35 | 0.30 |
| Heart wt. /Live wt. | | 0.50 ^{ns} | 0.46 | 0.45 | 0.46 | 0.43 | 0.48 | 0.47 | 0.45 |
| Liver wt. /Live wt. | | 1.85 ^{ns} | 1.66 | 1.83 | 1.86 | 1.73 | 1.81 | 1.83 | 1.89 |
| Gizzardwt. /Live wt. | | 2.14 ^{ns} | 1.84 | 2.10 | 2.05 | 1.92 | 1.74 | 2.10 | 2.02 |
| Pancreas wt. /Live wt. | | 0.49 ^c | 0.66 ^{bc} | 0.77 ^b | 1.03 ^a | 0.70 ^c | 0.73 ^{bc} | 0.49 ^{bc} | 0.80 ^{ab} |
| Cecum wt. /Live wt. | | 0.71 ^b | 0.70 ^b | 0.77 ^{ab} | 0.74 ^{ab} | 0.71 ^b | 0.67 ^b | 0.88 ^b | 0.71 ^a |
| Kidney wt. /Live wt. | | 0.24 ^{ns} | 0.22 | 0.24 | 0.31 | 0.44 | 0.48 | 0.47 | 0.39 |
| S · Intestine wt. /Live wt. | | 2.16 ^{ns} | 1.88 | 2.22 | 2.16 | 2.02 | 1.98 | 2.29 | 1.94 |
| L · Intestine wt. /Live wt. | | 0.20 ^{ns} | 0.15 | 0.18 | 0.20 | 0.18 | 0.18 | 0.21 | 0.17 |
| Ab. fat pad wt. /Live wt. | | 1.32 ^{ns} | 1.64 | 2.01 | 1.94 | 1.65 | 1.68 | 2.06 | 1.77 |
| Provent wt. /Live wt. | | 0.48 ^a | 0.38 ^{ab} | 0.36 ^b | 0.40 ^{ab} | 0.37 ^{ab} | 0.41 ^{ab} | 0.46 ^{ab} | 0.47 ^{ab} |

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

라. 적 요

본 시험에서는 무첨가구인 대조구와 대조구에 남은 음식물을 수준별로 첨가하고 단백질의 수준을 높여준 leftover food 10%와 leftover food 20% 및 leftover food 30%의 4처리구와 각 처리구에 녹차 부산물을 1%씩 첨가한 4처리로 총 8처리 5반복으로 반복 당 6수씩 총 240수를 임의 배치하여 사양 시험을 실시하고, 증체량 과 사료섭취량 및 사료효율, 폐사율과 체조성 및 혈중 콜레스테롤 및 도체 콜레스테등을 측정 한 결과는 다음과 같다.

1) 사육후기의 증체량은 대조구가 1,364 g으로 가장 높은 증체를 보였으며 (P

<0.05), 남은 음식물 10%, 20% 및 30% 그리고 이 4처리구에 녹차 부산물을 첨가한 처리구에서는 모두 대조구보다 낮은 증체를 보였다. 남은 음식물 30% + GTB 1%의 처리구가 1,106 g으로 증체량이 가장 낮았으며 유의성이 인정되었다 ($P < 0.05$). 사육 후기의 사료 섭취량은 대조구가 2,457 g이었고, 남은 음식물 10%와 20% 및 30% 첨가구가 각각 2,544 g와 2,578 g 및 2,591 g로 높은 사료 섭취량을 보였으나 유의성은 인정되지 않았다 ($P > 0.05$). 남은 음식물 10%, 20% 및 30% 처리구에 녹차부산물을 1.0% 첨가한 4처리구 중 녹차 부산물 1% 처리구가 2,421 g으로 낮은 사료 섭취량을 보였다. 사료효율은 남은 음식물 10%와 20% 및 30%첨가구가 각각 0.51%, 0.50% 및 0.45%로 대조구 0.56%보다 낮은 경향을 보였다 ($P < 0.05$). 이 3 처리구에 녹차 부산물 1.0%를 첨가한 4처리구의 사료효율도 대조구 0.56%보다 낮게 나타났다 ($P < 0.05$). 개시체중과 사료 섭취량에서는 통계적 유의차를 보이지 않았다 ($P > 0.05$).

- 2) 폐사는 남은 음식물 10% + GTB 1%첨가구에서만 나타났다. 남은 음식물 첨가가 육계의 폐사에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.
- 3) 조섬유 (16.70)와 조단백질 (20.09)의 함량은 유사한 결과를 보였으나 조지방 (10.55)함량은 다소 낮게 나타났다.
- 4) 수분 함량은 남은 음식물 20% + GTB 1% 첨가구가 75.39로 다른 첨가구와 유사한 경향을 보였으며, 대체적으로 대조구보다 높은 경향을 보였다. 조회분 함량은 대조구가 1.77로 높게 나타났으며, 남은 음식물 + GTB 1%첨가구가 1.30으로 낮게 나타났다. 조단백질 함량은 남은 음식물 30%첨가구가 21.93으로 높게 나타났으며, 대조구가 20.18로 가장 낮게 나타났다. 조지방 함량은 남은 음식물 10%첨가구가 14.57로 다른 처리구 보다 높게 나타났으며 녹차 부산물 1%첨가구가 7.04로 낮게 나타났다.
- 5) 혈중 cholesterol 함량은 대조구 135.70 mg/100 ml에 비해 시험 사료를 섭취한 첨가구에서 대체적으로 낮게 나타났으며 남은 음식물만을 첨가한 처리구에서는 통계적 유의성이 나타나지 않았으나 ($P > 0.05$), 남은 음식물 20% + GTB 1%와 남은 음식물 30% + GTB 1%에서 각각 146.96 mg/100 ml와 172.03 mg/100 ml로 높은 수치를 보였으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$).
- 6) 도체 콜레스테롤은 대조구에서 98.57 mg/100 g으로 가장 높은 수치를 보였으며 남은 음식물 30% + GTB 1%가 72.10 mg/100 g으로 낮게 나타났으며 통계적

유의차를 보였다 ($P < 0.05$).

- 7) 도체 내의 여러 지방산 중 palmitic acid (C16:0), oleic acid (C18:1) 및 linoleic acid (C18:2)의 함량이 많은 부분을 차지한다. 남은 음식물 첨가구들은 대조구에 비해서 palmitic acid (C16:0) 및 linoleic acid (C18:2)가 증가하였으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 한편 포화지방산과 불포화지방산의 비율 (USFA/SFA)을 살펴보면 대조구, 남은 음식물 10%, 20% 및 30%와 남은 음식물 10%, 20% 및 30%에 녹차 부산물 1% 첨가구가 각각 1.53%, 1.40%, 1.49%, 1.40%, 1.40%, 1.47%, 1.57% 및 1.40%로 남은 음식물 10%와 30% 및 녹차 부산물 1% 와 남은 음식물 30% + GTB 1%가 동일한 1.40%로 나타났다.
- 8) 생체중에 대한 체장의 비율은 남은 음식물 30%첨가구가 1.03으로 높았고 대조구와 남은 음식물 20% + 녹차 부산물 1%첨가구가 0.49로 낮게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 복강 내 지방 축적률도 대조구에 비해 전 처리구에서 높은 경향을 보였지만 통계적 유의차는 보이지 않았다 ($P > 0.05$). 간, 신장, 소장, 대장, 근위, 소낭 및 심장에서 통계적 유의차를 보이지 않았다 ($P > 0.05$). 생체중의 맹장의 비율은 남은 음식물 20% + 녹차 부산물 1%첨가구가 0.88로 높게 나타났으며 남은 음식물 10% + 녹차 부산물 1%첨가구에서 0.67로 낮게 나타났으며, 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$).

(2003. 5월. 한국유기성폐자원학회 학술대회 논문발표, 2003년 말 Asian-Aust. J. Anim. Sci.에 논문투고 예정)

6. 남은 음식물과 녹차 부산물의 산란계의 생산성 및 난 성분에 미치는 영향

가. 서론

최근, 우리나라의 폐기물 발생량은 점점 심각하게 대두되고 있으며, 우리나라의 경우 식생활의 특성 때문에 폐기물 중 음식물 쓰레기가 주는 심각성은 더 크다고 할 수 있다. 남은 음식물은 발열량이 낮고 함수율이 높아 소각처리에 부적합하여 상당량이 매립되고 있다, 매립시 악취 및 침출수등에 의한 2차 오염원이며, 발생원에서 원천적인 감량화가 필요하고 퇴비화 및 사료화의 재활용이 필요하다. 현재 국내 음식물 쓰레기의 발생량은 연간 417만톤이 발생하고 있으며, 이러한 발생량은 전년도

대비 1.25% 증가한 양이다 (환경부, 2000). 현재 이렇게 발생되고 있는 음식물쓰레기의 처리는 소각, 매립, 재활용 등의 방법으로 처리되고 있으며, 재활용 비율을 살펴보면 재활용량은 전체 음식물 쓰레기의 약 45%정도를 차지하는 188만톤이라고 조사되어졌다 (환경부, 2000). 이러한 처리 부산물의 재활용 방안으로 퇴비화를 적극적으로 실시하여 왔으나 충분히 숙성되지 못하고 염분함량이 높아 토양과 농작물에 악영향을 미쳐 장기 숙성과 염분함량을 낮추기 위한 2차 가공이 필요한 것으로 판단되어 정부에서도 음식물 쓰레기의 1차적인 활용방으로 사료화를 모색하며 정책적으로 뒷받침하고 있다 (김, 2001).

우리나라 남은 음식물은 비록 염분 함량이 3.5%내외로 높지만 단백질 및 무기물 등의 함량이 높아 부존 사료자원으로 충분히 활용될 수 있을 것이며 (김, 1997), Draper (1945), Soliman 등 (1978a, b), Hoshii 등 (1981), Lipstein (1984, 1985) 등도 육계와 산란계의 사료자원으로 영양적 가치가 있다고 보고하고 있다. 또한 남은 음식물을 사료화에 이용하면 사료용 곡물수입도 크게 줄일 수 있을 것이다. 남은 음식물의 발효시 (주)넬 바이오텍에서 개발한 첨가제인 파워필은 산란계 및 육계의 증체량 사료효율 개선, 육질 향상 면역력 증강, 질병 예방, 환경 개선, 가축 분 배출 및 물성개선, 악취성분 반응 제거 등을 할 수 있다고 보고하고 있으며 (박, 1999), 파워필의 효과는 돼지 콜레라 예방, 육계 및 산란계의 항콕시딕 등에 효과가 보고되어지고 있다 (류경선, 2000). 우리나라의 경우 연간 65%정도 재활용이 가능하고 이를 사료로 이용할 경우 137만리의 돼지 사육이 가능하며 연간 4,600억원의 비용을 절감시킬 수 있는 것이다. 따라서 본 시험에서는 현재 우리나라 환경오염원의 중요한 부분으로 지적되고 있는 남은 음식물에 파워필을 첨가한 남은 음식물의 사료 자원화 시험의 일환으로 실시하였다. 따라서 삼능건설 사료화사업소에서 파워필을 이용하여 발효건조 처리한 남은 음식물사료를 산란계에 급여하여 산란율, 난중, 산란량, 섭취량 및 사료요구율 등에 미치는 영향을 평가하기 위해 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 시험기간 및 장소

시험기간은 2002년 8월 26일부터 9월 1일까지 5일간 적응기간을 거쳐 본 실험은 2002년 9월 2일부터 10월20일까지 7주간에 걸쳐 순천대학교 부속동물사육장에서 사양시험을 실시하였다.

2) 공시동물

공시동물은 50주령 갈색 테트란 산란계 168마리를 공시하였다. 공시된 산란계는 2수용 2단 철제 cage에서 사육하였으며 실험 사료 및 물은 자유 채식토록 하였으며 점등 및 기타 사육관리는 일반 관행을 따랐다.

3) 시험설계

시험은 대조구의 0%와 남은 음식물에 Protein의 요구량 수준을 각각 높은 10%, 20%, 30%, 40%, 대조구에 녹차 부산물 (GTB) 첨가구 1.0%, 남은 음식물 30% + 녹차 부산물 (GTB) 1.0%로 총 7처리 4반복으로 하였으며, 반복당 6마리씩 개체별로 사육하였다.

4) 시험사료

원료사료로 사용한 남은 음식물 사료는 삼능건설 (주) 음식물사료화사업소에서 구입한 남은 음식물 시험사료를 사용하였다. 이 남은 음식물 사료는 발효를 촉진하고 기능성을 부여하기 위하여 음식물 원료에 (주) 넬 바이오텍에서 생산된 파워필 제품을 톤당 0.6 l (0.06%)를 첨가하여 발효후 건조한 것으로 사양시험에 이용하였다. 이 남은 음식물 사료를 이용하여 Table 1과 같이 NRC (1994)의 산란계 영양소 요구량에 맞추어 대조구 및 처리구별로 사료를 배합하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diet (%)

| Ingredients | LOF | | | | | GTB1% | |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF0% | LOF30% |
| Corn grain | 65.59 | 58.00 | 50.40 | 42.45 | 34.06 | 65.59 | 42.52 |
| Wheat bran | 6.50 | 4.56 | 2.34 | 1.15 | 1.05 | 6.50 | 1.15 |
| Soybean meal | 16.00 | 17.13 | 18.00 | 17.30 | 15.00 | 16.00 | 17.30 |
| Corn gluten | 2.60 | 2.21 | 2.10 | 2.80 | 4.45 | 2.60 | 2.80 |
| Salt | 0.30 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.00 |
| Vit-min. mix | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| L-Lysine, HCl | 0.04 | 0.08 | 0.13 | 0.21 | 0.33 | 0.04 | 0.21 |
| Methionine | 0.07 | 0.12 | 0.18 | 0.23 | 0.25 | 0.07 | 0.23 |
| Limestone | 7.73 | 6.78 | 5.88 | 4.98 | 4.05 | 7.73 | 4.98 |
| Tricalcium P. | 0.87 | 0.80 | 0.67 | 0.58 | 0.51 | 0.87 | 0.58 |
| Leftover food | 0.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00 | 40.00 | 0.00 | 30.00 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.07 |
| Chem. Composition ² | | | | | | | |
| ME (kcal/kg) | 2,750 | 2,750 | 2,750 | 2,750 | 2,750 | 2,750 | 2,750 |
| Crude Protein | 15.00 | 16.50 | 18.00 | 19.50 | 21.00 | 15.00 | 19.50 |
| Calcium | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.25 |
| Phosphorous | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |

¹. Vit-min. mix provided following nutrients per kg of diet: Vitamin A, 9,000,000 IU; Vitamin D3, 2,100,000 IU; Vitamin E, 15,000 IU; Vitamin K, 2000 mg; Vitamin B1, 1,500 mg; Vitamin B2, 4,000 mg; Vitamin B6, 3,000 mg; Vitamin B12, 15 mg; Pan-acid-Ca, 8,500 mg; Niacin, 20,000 mg; Biotin, 110 mg; Folic-Acid, 600 mg; Fe, 40,000 mg; Co, 300 mg; Cu, 3,5000 mg; Mn, 55,000 mg; Zn, 40,000 mg; 1,600 mg; Se, 130, 130 mg

². Calculated value

GTB; green tea by-product, LOF; leftover food

남은 음식물 일반 분석은 Table 2에 나타나 있다. 남은 음식물 첨가구는 대조구에 남은 음식물 10%, 남은 음식물 20%, 남은 음식물 30%, 남은 음식물 40%, 녹차 부산물은 대조구에 1.0%, 남은 음식물 30%에 녹차 부산물 1.0%씩 첨가하여 배합하였다.

Table 2. Chemical composition of leftover food (%)

| Chemical composition | Leftover food |
|----------------------|---------------|
| Moisture | 9.98 |
| Crude ash | 14.64 |
| Crude protein | 20.09 |
| Crude fiber | 16.70 |
| Ether extract | 10.55 |

5) 조사 항목 및 조사방법

가) 산란율

산란율은 시험기간 중 생산된 총 산란수를 공시수로 나누어 백분율로 환산하였다.

나) 난중

난중은 매일 5시에 집란후 평량, 반복별로 총 난중을 산란수로 나누어 평균 난중을 구하였다.

다) 산란량

산란량은 산란률에 난중을 곱하여 계산하였다.

라) 사료섭취량

시험기간중 매 1주 간격으로 사료섭취량을 평량하여 1일 1수당 사료 섭취량을 계산하였다.

마) 사료요구율

시험기간중 총 사료섭취량을 총 산란량으로 나누어 사료요구율을 계산하였다.

바) 난각의 두께

난각의 두께는 시험기간중 1주 간격으로 집란, 난의 세 지점을 검란기로 측정하

여 그 평균치를 사용하였다.

사) 난황 cholesterol

난황 내 cholesterol 함량은 시험기간 중 시험 종료시 총 4처리 4반복 반복당 2개씩 총 32개의 난황을 분석하였다.

난황의 cholesterol 함량은 Brunnekreeft 등 (1983)의 방법에 준하여 gas chromatography (GC)로 분석하였다. 난황 sample 0.5 g을 cholestane 4 mg과 함께 0.5 N KOH 용액에 균질하여 55°C에서 30분 검화한 다음 hexane으로 추출하여 GC (HP5890 series II)에 주입하였다. 사용된 column은 HP-1 (cross-linked methyl silicone, 25 m×0.17 μm) capillary column이었으며, column 온도는 290°C이었다.

아) 난황 지방산 조성

난황의 지방산 조성은 시험기간 중 4주째와 시험 종료시 반복당 2개씩 총 32개를 분석하였다.

지방산 조성의 분석은 시료 5 g과 Folch용액 (chloroform : methanol = 2 : 1, v/v) 지방 100 ml를 혼합하여 마쇄기로 마쇄한 후 질소 충전진전에 밀봉하여 실온에서 30분간 교반한 후 서서히 혼합한 다음, 냉장고 (5°C)에서 2개층이 분리될 때까지 방치한 후, 아래층을 취하여 회전진공농축기 (35°C)에서 농축시켰다. 농축액을 시험관에 옮겨 질소가스로 건조시킨 다음 5% sulfuric acid-methanol 3 ml를 가하고 석유 에테르 3 ml로 3회 추출하여 질소 가스로 건조시킨 다음, 석유 ether 100 μg로 녹여서 GC로 분석하였다.

자) 계란의 Thiobarbituric acid (TBA)

계란의 산패도 (TBA)는 시료를 평량하여 tesse tube에 넣고 TBA solution을 넣어 centrifuge tube에 담아 2,500 rpm에서 15분간 원심분리를 하고, 그 후에 상층액을 cuvette에 옮겨 UV-Spectrophotometer (KONTRON 942, Italy)를 이용하여 530nm에서 흡광도를 측정하였다.

차) 난황색

난황색은 색차계 (CHROMA METER, CR-200)를 사용하여 L (백색도) 97.10, a (적색도) -0.17, b (황색도) 1.99의 표준 백색판을 기준으로 2주, 4주, 7주째를 채취한 계란의 난황을 채취하여 L (백색도), a (적색도), b (황색도)의 수치를 측정하고 2주,

4주 7주째에 평균을 나타내었다.

카) Shape index, 난백높이, 난황 높이, 하우 유니트 (Haugh unit)

TSS (Technical services and supplies)로 측정하였다. 하우 유니트는 난황의 끝으로부터 대략 1 cm 밖의 난백이 수평인 부분을 다리가 세 개인 난백 측정기를 가지고 가볍게 눌러서 바닥에 닿으면 컴퓨터로 연결된 센서에 나온 수치로 측정한다.

타) 관능검사

관능검사의 시료는 7주의 계란으로 끓은 물에 20분간 삶았고, 관능검사원의 대상은 순천대학교 동물자원과학과 학부생 20명으로 이루어져 1에서 1점까지 점수 (1:매우 나쁘다, 2: 나쁘다, 3: 보통이다, 4: 좋다, 5: 매우 좋다.)로 외형, 색깔, 다즙성, 연도, 향과 종합적인 평가를 검사하였다.

파) 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS Package Program (1989)에 의하여 분산분석을 실시하였으며 처리 평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하여 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 산란율

남은 음식물 첨가에 따른 산란율은 표 3에 나타나 있다. 산란율은 남은 음식물 10%, 20% 및 40%첨가구에서 각각 82.65%, 81.54% 및 82.27%로 높게 나타났으나 남은 음식물 30%첨가구는 75.34%로 낮게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 대조구가 72.87%가 가장 낮게 나타났으며 ($P < 0.05$), 주령별로는 주령이 증가할수록 산란율이 다소 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 사료의 에너지 수준이 낮아도 단백질 요구량을 추가로 공급하면 산란율을 적정수준으로 유지할 수 있다는 Johnson과 Fisher (1959), Peterson 등 (1971)의 보고와 유사한 결과를 보였다.

Table 3. Effect of dietary leftover food and GTB on the egg production rate of the layers (%)

| Week | Treat | LOF level | | | | | GTB 1% | | Average |
|------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
| | | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF0% | LOF30% | |
| 1 | | 76.19 | 75.60 | 84.52 | 76.19 | 86.31 | 80.36 | 82.14 | 80.18 |
| 2 | | 75.00 | 76.79 | 81.55 | 76.79 | 80.95 | 77.38 | 81.55 | 77.57 |
| 3 | | 74.40 | 75.60 | 82.14 | 76.19 | 83.33 | 77.98 | 82.74 | 78.91 |
| 4 | | 73.21 | 86.90 | 82.14 | 76.79 | 86.90 | 75.60 | 85.12 | 79.85 |
| 5 | | 72.61 | 86.90 | 80.95 | 77.38 | 84.52 | 74.40 | 86.90 | 79.50 |
| 6 | | 70.24 | 88.69 | 83.33 | 76.19 | 76.79 | 73.81 | 83.93 | 77.89 |
| 7 | | 68.45 | 88.10 | 76.19 | 72.02 | 82.14 | 73.21 | 74.40 | 74.91 |
| Mean | | 72.87 ^b | 82.65 ^a | 81.54 ^a | 75.93 ^b | 82.99 ^a | 76.10 ^b | 82.39 ^a | 78.39 |

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$)

GTB; green tea by-product, LOF; leftover food

2) 난중

남은 음식물 첨가에 따른 주령별 및 평균 난중은 표 4에 나타나 있다. 난중은 전 처리구중 가장 높은 경향을 보인 것은 남은 음식물 30% + GTB 1%처리구가 63.78로 높은 경향을 보였다. 가장 낮은 난중은 남은 음식물 10%처리구가 60.02로 나타났다 ($P < 0.05$). 본 실험에서 주령별 난중을 보면 주령이 지나감에 따라 전체적으로 5주까지 증가하는 것으로 나타나 주령이 높아지면 난중의 무게도 무거워진다는 James (1978)와 Baiether (1999)의 보고와 유사한 결과를 보였다.

Table 4. Effect of dietary leftover food and GTB on egg weight of layer

| Treat Week | LOF | | | | | GTB1% | | Average |
|---------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF0% | LOF30% | |
| 1 | 61.99 | 58.48 | 60.17 | 61.59 | 61.49 | 59.83 | 62.46 | 60.85 |
| 2 | 64.20 | 59.95 | 60.85 | 62.36 | 61.09 | 57.16 | 63.41 | 60.95 |
| 3 | 62.04 | 58.78 | 58.82 | 62.80 | 60.83 | 61.98 | 62.94 | 61.17 |
| 4 | 60.57 | 60.79 | 62.22 | 63.66 | 62.72 | 60.75 | 64.02 | 62.10 |
| 5 | 63.64 | 60.27 | 61.96 | 63.88 | 62.43 | 60.11 | 63.54 | 62.66 |
| 6 | 61.82 | 60.22 | 62.48 | 62.35 | 65.29 | 63.34 | 64.41 | 51.38 |
| 7 | 60.98 | 61.66 | 59.47 | 63.16 | 64.30 | 64.32 | 65.70 | 62.79 |
| Mean | 62.17 ^{abc} | 60.02 ^d | 60.85 ^{cd} | 62.82 ^a | 62.59 ^{ab} | 61.07 ^{bcd} | 63.78 ^a | 61.52 |

^{a,b,c,d} Mean with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$)

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

3) 산란량

남은 음식물 첨가에 따른 산란량은 표 5에 나타나 있다. 산란량은 전 처리구에서 남은 음식물 30% + GTB 1%가 52.53 g으로 높게 나타났고, 가장 낮은 산란량을 보인 것은 대조구가 45.32 g으로 가장 낮게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 대조구의 산란량이 다른 처리구 보다 낮은 원인은 후반기로 갈수록 산란량이 감소한 것이 원인으로 보여진다. 총 실험기간을 통하여 과위필이 첨가된 남은 음식물 사료공급과 녹차 부산물을 혼합하여 공급한 것이 산란량에 영향을 준 것으로 보여지며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$).

Table 5. Effect of dietary leftover food and GTB on egg mass of layer (g)

| Treat Week | LOF | | | | | GTB 1% | | Average |
|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF 0% | LOF 30% | |
| 1 | 47.23 | 44.21 | 50.86 | 46.92 | 53.07 | 48.08 | 51.31 | 48.81 |
| 2 | 48.15 | 46.03 | 49.62 | 47.88 | 49.45 | 44.23 | 51.71 | 48.15 |
| 3 | 46.16 | 44.43 | 48.32 | 47.84 | 50.69 | 48.33 | 52.08 | 48.26 |
| 4 | 44.35 | 52.83 | 51.11 | 48.88 | 54.51 | 45.92 | 54.49 | 50.29 |
| 5 | 46.21 | 52.38 | 50.16 | 49.43 | 52.76 | 44.72 | 55.22 | 50.12 |
| 6 | 43.42 | 53.41 | 52.07 | 47.50 | 50.13 | 46.75 | 54.06 | 49.62 |
| 7 | 41.74 | 54.32 | 45.31 | 45.49 | 52.82 | 47.09 | 48.88 | 47.95 |
| Mean | 45.32 ^c | 49.65 ^{ab} | 49.63 ^{ab} | 47.70 ^{bc} | 51.91 ^a | 46.44 ^{bc} | 52.53 ^a | 50.08 |

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

LOF; leftover food

GTB; green tea by-product

4) 사료 섭취량

남은 음식물 첨가에 따른 사료 섭취량은 표 6에 나타나 있다. 사료 섭취량은 남은 음식물 30% + GTB 1%가 147 g으로 대조구 128 g에 비해 사료 섭취량이 높은 경향을 보였으며, 대조구 + GTB 1%첨가구가 118 g으로 가장 낮은 사료 섭취량을 보였다. 주령별 사료 섭취량을 보면 5주령에 165 g로 가장 높은 사료 섭취량을 보였다. 전 처리구에서 주령이 증가할수록 사료 섭취량이 증가하는 경향이 보였다. 단백질 요구량 수준을 상향한 처리구는 섭취량이 증가하는 경향을 보였고, 남은 음식물을 급여한 처리구는 수준을 높일수록 증가하는 경향을 보였지만, 남은 음식물 10%, 30%와 40%에서는 낮은 경향을 나타내었다. 다른 처리구에 비해 남은 음식물 30% + 녹차 부산물 1.0%처리구와 남은 음식물 20%첨가구가 동일한 142으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$). 사료 섭취량을 주령에서 보면 1주에서 5주까지는 증가하는 경향을 보였지만 6, 7주령에서는 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 McNaughton 등 (1977)이 사료 섭취량은 에너지 수준 및 단백질 수준 높아질수록 떨어졌다는 보고는 다소 반대되는 결과를 보였으며 또한 쥐에서 단백질 수준이 증가할수록 사료 섭취량 및 요구율이 감소했다 Mitchell과 Beadles (1952)의 보고와는 유사한 결과를 보였다.

Table 6. Effect of dietary leftover food and GTB on feed intake of layers (g)

| Week | Treat | LOF | | | | GTB 1% | | Average |
|------|-------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF0% | |
| 1 | | 119 | 84 | 124 | 120 | 115 | 123 | 114 |
| 2 | | 144 | 117 | 147 | 132 | 144 | 125 | 136 |
| 3 | | 123 | 129 | 139 | 129 | 137 | 108 | 129 |
| 4 | | 127 | 126 | 149 | 123 | 142 | 111 | 132 |
| 5 | | 137 | 141 | 144 | 139 | 150 | 123 | 141 |
| 6 | | 125 | 140 | 144 | 140 | 140 | 118 | 135 |
| 7 | | 122 | 136 | 148 | 142 | 143 | 121 | 137 |
| Mean | | 128 ^{cd} | 124 ^{cd} | 142 ^a | 132 ^{bc} | 138 ^{ab} | 118 ^d | 142 ^a |

^{a,b,c,d} Mean with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05)

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

5) 사료 요구율

산란계 사료에 남은 음식물을 첨가한 수준이 시험기간 중의 사료 요구율에 미치는 영향은 표 7에 나타나 있다. 사료 요구율은 남은 음식물 20%첨가구가 2.86으로 높게 나타났으며, 낮은 요구율은 남은 음식물 10%첨가구가 2.47으로 낮게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 (P<0.05). 전 처리구간에서 사료 요구율은 주령이 증가할수록 요구율이 증가하는 경향을 보였다. 이 결과는 박 (1993)은 육계 및 산란계에서 남은 음식물 발효 사료의 대체수준이 증가할수록 사료 요구율이 높은 경향을 보였다는 보고와 유사한 결과를 보였으며 또한 단백질 수준은 높여준 경우 사료 요구량이 증가한다는 안 등 (1994)의 보고와 유사한 결과를 보였다.

Table 7. Effect of dietary leftover food and GTB on feed conversion of layers

| Week | LOF | | | | | GTB 1% | | Average |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF 0% | LOF 30% | |
| 1 | 2.16 | 1.63 | 2.10 | 2.20 | 1.86 | 2.19 | 1.97 | 2.01 |
| 2 | 2.99 | 2.53 | 2.96 | 2.76 | 2.92 | 2.82 | 2.82 | 2.82 |
| 3 | 2.66 | 2.91 | 2.93 | 2.69 | 2.71 | 2.22 | 2.74 | 2.69 |
| 4 | 2.87 | 2.38 | 2.91 | 2.51 | 2.60 | 2.42 | 2.75 | 2.63 |
| 5 | 2.97 | 2.69 | 2.87 | 2.82 | 2.85 | 2.76 | 2.84 | 2.82 |
| 6 | 2.89 | 2.61 | 2.77 | 2.94 | 2.79 | 2.53 | 2.25 | 2.68 |
| 7 | 2.92 | 2.50 | 3.27 | 3.11 | 2.70 | 2.57 | 3.04 | 2.87 |
| Mean | 2.78 ^a | 2.46 ^b | 2.83 ^a | 2.72 ^{ab} | 2.63 ^{ab} | 2.50 ^b | 2.62 ^{ab} | 2.59 |

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05)

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

6) 난각 두께

남은 음식물 첨가에 따른 난각의 두께는 표 8에 나타나 있다. 난각 두께는 남은 음식물 10%첨가구가 384 μm , 남은 음식물 30%첨가구가 383 μm 로 높게 나타났으며, 얇은 난각의 두께는 대조구 + GTB 1%첨가구가 동일한 364 μm 로 낮게 나타났다 (P<0.05). 남은 음식물 10%, 20%, 30% 및 40%첨가구는 통계적 유의차를 보이지 않았으며 녹차 부산물 첨가구에서도 통계적 유의차를 보이지 않았다 (P>0.05). 시중유통 계란의 난각 두께를 조사한 안 등 (1981)은 6~9월에 난각 두께가 가장 얇고 9월 이후 증가되어 3월까지 가장 두꺼워지고 3월 이후 점점 얇아진다고 하였고 평균 난각 두께는 360 μm 으로 보고하였다.

Table 8. Effect of dietary leftover food and GTB on egg shell thickness (μm)

| Week | Treat | LOF | | | | | GTB 1% | | Average |
|------|-------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------|
| | | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF 0% | LOF 30% | |
| 1 | | 388 | 385 | 380 | 385 | 378 | 380 | 370 | 381 |
| 2 | | 370 | 403 | 383 | 398 | 410 | 393 | 398 | 394 |
| 3 | | 395 | 390 | 383 | 390 | 390 | 368 | 358 | 382 |
| 4 | | 375 | 368 | 373 | 378 | 365 | 360 | 363 | 369 |
| 5 | | 375 | 385 | 378 | 375 | 383 | 340 | 340 | 354 |
| 6 | | 375 | 380 | 370 | 375 | 375 | 365 | 363 | 358 |
| 7 | | 348 | 383 | 378 | 388 | 375 | 378 | 365 | 374 |
| Mean | | 375 ^{ab} | 385 ^a | 378 ^a | 384 ^a | 382 ^a | 364 ^b | 365 ^b | 327 |

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$)

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

최 등 (1983)은 2개월간의 시장조사에서 평균 난각 두께는 327 μm 이라고 보고한 바 있다. 본 시험에서의 측정치는 전체평균 361 μm 로 계란 유통과정 중 파손으로부터 안전한 360 μm 를 상회하는 것으로 나타났다.

7) 난황 cholesterol 함량

난황 cholesterol 함량은 표 9에 나타나 있다. 전 처리구간 중 가장 높은 콜레스테롤은 대조구 + GTB 1.0%첨가구가 13.923으로 높게 나타났지만 통계적인 유의차가 없었다 ($P > 0.05$). 가장 낮은 콜레스테롤은 남은 음식물 40%처리구가 12.003으로 낮게 나타났다. 남은 음식물을 첨가한 처리구가 난황 내 콜레스테롤 함량이 낮아지는 경향을 보였으나 남은 음식물 30%첨가구가 12.835로 높은 수치를 보였으며 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$). 난황 내 cholesterol은 농촌진흥청 (1991)의 보고와는 유사한 결과를 보였으며, Balmer (1974)와 박 등 (1997)에 의하면 섬유소는 불소화 물질로서 cholesterol 대사를 조절하는 작용이 있는 것으로 알려져 있으며 섬유소가 cholesterol 함량을 저하시키는데 영향을 미친다는 연구 결과와는 다소 차이를 보인 것이다.

Table 9. Egg-yolk cholesterol in relation to week in the experiment (mg/g)

| Treatment | LOF | | | | | GTB 1% | |
|-------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF 0% | LOF 30% |
| Cholesterol | 12.618 ^{ns} | 12.438 | 12.390 | 12.835 | 12.003 | 13.923 | 13.200 |

^{ns} Not significant

LOF; leftover food GTB; green tea by-product

8) 난황 지방산 조성

본 시험 개시후 6주째 채취한 난황의 지방산 조성은 표 10에 나타나 있다.

Table 10. Effect of leftover food and GTB on fatty acid composition of egg yolk in the experiment (%)

| Fatty acid | Treat. | LOF | | | | | GTB 1% | |
|--------------------|--------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF 0% | LOF 30% |
| (C14:0) | | 0.36 ^c | 0.42 ^{ab} | 0.42 ^{ab} | 0.39 ^{bc} | 0.73 ^c | 0.36 ^c | 0.43 ^a |
| (C16:0) | | 25.21 ^{bc} | 25.64 ^b | 25.73 ^b | 24.86 ^{cd} | 24.08 ^d | 25.80 ^b | 26.91 ^a |
| (C16:1) | | 3.59 ^a | 4.10 ^a | 4.14 ^a | 2.47 ^b | 2.95 ^b | 3.79 ^a | 3.81 ^a |
| (C18:0) | | 9.89 ^a | 8.75 ^b | 7.97 ^b | 10.29 ^a | 8.43 ^b | 8.44 ^b | 9.14 ^{ab} |
| (C18:1) | | 43.30 | 46.59 | 44.56 | 45.06 | 46.12 | 44.66 | 45.51 |
| (C18:2) | | 12.12 ^b | 11.57 ^b | 14.34 ^a | 14.06 ^a | 14.96 ^a | 14.26 ^a | 11.67 ^b |
| (C18:3) | | 0.21 ^d | 0.32 ^{cd} | 0.60 ^{ab} | 0.32 ^{cd} | 0.76 ^a | 0.60 ^{ab} | 0.43 ^{bc} |
| (C20:n9) | | 0.29 ^d | 0.33 ^{ab} | 0.31 ^{bc} | 0.28 ^d | 0.34 ^a | 0.30 ^{cd} | 0.30 ^{cd} |
| (C20:2n6) | | 0.13 ^{ab} | 0.12 ^{ab} | 0.12 ^{ab} | 0.15 ^{ab} | 0.17 ^a | 0.13 ^{ab} | 0.11 ^b |
| (C20:3) | | 0.20 ^{ns} | 0.17 | 0.15 | 0.20 | 0.29 | 0.14 | 0.15 |
| (C20:4) | | 1.63 | 1.99 | 1.64 | 2.12 | 1.55 | 1.51 | 1.54 |
| SFA ¹⁾ | | 35.46 | 34.81 | 34.12 | 35.54 | 33.24 | 34.60 | 36.48 |
| USFA ²⁾ | | 64.54 | 65.19 | 65.88 | 64.46 | 66.76 | 65.40 | 63.52 |
| USFA/SFA | | 1.82 | 1.87 | 1.93 | 1.81 | 2.00 | 1.89 | 1.74 |

^{a,b,c,d} Mean with different superscripts in the same row are significantly different (P < 0.05)

^{ns} Not significant

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

¹⁾ Saturated fatty acid, ²⁾ Unsaturated fatty acid

난황 내 지방산 중 oleic acid (C18:1)와 palmitic acid (C16:1)가 많은 부분을 차

지한다. palmitic acid (C16:1)는 남은 음식물 20%가 4.14로 높은 수치를 나타냈으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). linoleic acid (C18:2)는 남은 음식물 40%첨가구가 14.96 높게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). docosahexaenoic acid (C20:4)는 남은 음식물 40%첨가구가 2.12로 높게 나타났으며 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$). 난황 내 지방산 조성은 Maynard (1979)의 결과보다는 포화 지방산 (30.1)과 불포화지방산 (52.1)이 다소 높은 수치를 보였으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 계란 내 ω -3 지방산을 강화시키는 것은 비교적 용이한데 일반적으로 동물체 지방의 지방산 조성은 식이지방산 패턴을 반영하는 것으로 알려져 있다 (Hegsted 등, 1960; Chen 등, 1965).

9) 난황 Thiobarbituric acid (TBA)

난황 Thiobarbituric acid (TBA)는 표 11에 나타나 있다. 전 처리 구간 중 TBA가 가장 높은 처리구간은 1주에는 남은 음식물 40% 첨가구가 3.205로 높게 나타났으며 2주에는 남은 음식물 30%첨가구가 3.275로 높게 나타났다. 마지막 주에는 3.947로 높게 나타났다. 이 결과로 볼 때 남은 음식물을 첨가한 처리구가 대체적으로 산패도가 높게 나타나는 경향을 보였으며 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).

Table 11. Egg-yolk TBA in relation to week in the experiment ($\mu\text{mol}/100\text{g}$)

| Fatty acid \ Treat | LOF | | | | | GTB 1% | |
|--------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF 0% | LOF 30% |
| 1 week | 2.515 ^{ns} | 2.125 | 2.725 | 2.700 | 3.205 | 2.765 | 2.192 |
| 2 week | 3.277 | 3.002 | 2.977 | 3.275 | 2.652 | 2.975 | 2.585 |
| 3 week | 3.022 | 3.207 | 2.952 | 3.207 | 2.932 | 3.947 | 3.833 |
| Mean | 2.938 | 2.778 | 2.885 | 3.061 | 2.930 | 3.229 | 2.870 |

^{ns} Not significant

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

10) 난황 색도

남은 음식물 첨가에 따른 난황 색도는 표 12에 나타나 있다.

Table 12. Egg yolk color changes of layers feed with leftover food and GTB diets

| Treatment | LOF | | | | | GTB 1% | |
|-----------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF 0% | LOF 30% |
| L | 57.307 ^{ns} | 55.708 | 54.366 | 54.166 | 52.873 | 56.901 | 52.473 |
| a | -1.155 ^d | 1.333 ^c | 1.896 ^c | 4.506 ^b | 5.059 ^{ab} | 0.779 ^c | 6.144 ^a |
| b | 51.946 | 51.945 | 51.363 | 54.109 | 51.155 | 54.845 | 51.696 |

^{a,b,c} Mean with different superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$)

^{ns} Not significant

색도 측정은 2주에 한번씩 채취한 계란으로 백색도 (L), 적색도 (a), 황색도 (b)를 1차, 2차, 3차로 측정하였다. 백색도는 대조구가 57.307로 가장 높은 수치를 보였으며 통계적 유의차는 없었다 ($P > 0.05$). 적색도는 남은 음식물 30% + GTB 1%처리구가 6.144로 높은 수치를 보였다 ($P < 0.05$). 황색도는 대조구 + GTB 1%가 54.845로 높은 수치를 보였으며 통계적 유의차는 없었다 ($P > 0.05$).

11) Shape index, 난백높이, 난황높이, 하우 유니트 (Haugh unit)

Shape index, 난백높이, 난황높이, haugh unit는 표 13에 나타나 있다.

처리구중 shape index가 가장 높은 처리구는 남은 음식물 30%첨가구가 74.80로 나타났다. 처리구간의 통계적 유의차는 없었다 ($P > 0.05$). 난백 높이는 남은 음식물 40%첨가구가 0.14로 가장 높았으나 통계적 유의차는 없었다 ($P > 0.05$). 난황의 높이는 대조구 + GTB 1.0%처리구가 0.46으로 가장 높았다 ($P < 0.05$). 하우 유니트 (HU)는 남은 음식물 20%첨가구가 89.00으로 가장 높았다 ($P < 0.05$). 남은 음식물을 첨가한 경우 Shape index, 난백높이, 난황높이, 하우 유니트가 대체적으로 증가하는 경향을 보였다.

Table 13. Effect of leftover food and GTB on shape index, yolk index, albumen index and haugh unit in the eggs

| Treatment | LOF | | | | | GTB 1% | |
|---------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF 0% | LOF 30% |
| Shape index | 73.55 | 73.75 | 72.00 | 74.80 | 74.10 | 73.00 | 73.05 |
| Albumen index | 0.09 | 0.09 | 0.10 | 0.13 | 0.14 | 0.10 | 0.09 |
| Yolk index | 0.44 ^b | 0.44 ^{ab} | 0.45 ^{ab} | 0.45 ^{ab} | 0.45 ^{ab} | 0.46 ^a | 0.44 ^{ab} |
| Haugh unit | 85.80 ^{ab} | 84.20 ^b | 89.00 ^a | 85.90 ^{ab} | 88.55 ^a | 87.15 ^{ab} | 86.95 ^{ab} |

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$)

12) 관능 검사

관능 검사에 대한 결과는 표 14에 나타나 있다. 관능 검사 결과 외형은 남은 음식물 20%첨가구를 3.52로 가장 선호하였다 ($P < 0.05$). 색에서는 남은 음식물 20%첨가구와 대조구에 녹차부산물을 1.0%첨가한 처리구가 동일한 3.63으로 선호도가 높았으며, 다즙성은 남은 음식물 10%첨가구가 3.05로 선호도가 높았으나 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$). 조직감은 남은 음식물 30%에 녹차 부산물을 1.0를 첨가한 처리구가 3.57로 높았다 ($P < 0.05$). 향미는 남은 음식물 10%와 대조구에 녹차 부산물을 1.0%첨가한 처리구가 각각 3.31로 높은 선호도를 보였으나 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$). 종합적인 기호도에서는 남은 음식물 30%에 녹차부산물을 1.0%첨가한 처리구가 3.68로 높았다 ($P < 0.05$). 이 결과 산란계에 남은 음식물에 녹차 부산물을 첨가하여 사료화 할 경우 기호성과 계란의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

Table 14. Sensory evaluation of the egg on productivity in laying hens

| Sense | Treat | LOF | | | | GTB 1% | | |
|-----------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | LOF 0% | LOF 30% |
| Appearance | | 3.21 ^{ab} | 3.15 ^{ab} | 3.52 ^a | 2.94 ^b | 3.26 ^{ab} | 3.21 ^{ab} | 3.36 ^{ab} |
| Color | | 3.00 ^b | 3.00 ^b | 3.63 ^a | 3.21 ^{ab} | 3.00 ^b | 3.63 ^a | 3.36 ^{ab} |
| Juiciness | | 2.84 | 3.10 | 2.94 | 2.89 | 2.63 | 3.31 | 3.57 |
| Texture | | 2.94 ^b | 3.31 ^{ab} | 3.42 ^{ab} | 3.00 ^{ab} | 2.89 ^b | 3.31 ^{ab} | 3.57 ^a |
| Flavor | | 3.26 | 3.31 | 3.21 | 2.89 | 2.89 | 3.31 | 3.15 |
| Overall Acceptability | | 2.84 ^b | 3.10 ^{ab} | 3.15 ^a | 2.94 ^{ab} | 3.05 ^b | 3.26 ^{ab} | 3.68 ^a |

^{a,b} Mean with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$)

LOF; leftover food, GTB; green tea by-product

라. 적요

시험은 대조구 0%와 남은 음식물 (과워필 0.06% 포함) 첨가 수준에 따라 Protein의 요구량 수준을 각각 높인 10%, 20%, 30%, 40% 그리고 대조구에 녹차 부산물 (GTB) 1.0%첨가구, 남은 음식물 30% + 녹차 부산물 (GTB) 1.0% 첨가구로 총 7처리 4반복으로 반복당 6수씩 개체별로 사양 실험을 실시하였다. 산란율, 난중, 난각두께, 난황색, Thiobarbituric acid (TBA) 및 관능검사 등을 측정한 결과는 다음과 같다.

- 1) 산란율은 남은 음식물 10%, 20% 및 40%첨가구에서 각각 82.65%, 81.54% 및 82.27%로 높게 나타났으나 남은 음식물 30%첨가구는 75.34%로 낮게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 대조구가 72.87%가 가장 낮게 나타났으며 ($P < 0.05$), 주령별로는 주령이 증가할수록 산란율이 다소 감소하는 경향을 보였다.
- 2) 난중은 전 처리구중 가장 높은 경향을 보인 것은 남은 음식물 30% + GTB 1% 처리구가 63.78로 높은 경향을 보였다. 가장 낮은 난중은 남은 음식물 10%처리구가 60.02로 나타났다 ($P < 0.05$).
- 3) 산란량은 전 처리구에서 남은 음식물 30% + GTB 1%가 52.53 g으로 높게 나타났고, 가장 낮은 산란량을 보인 것은 대조구가 45.32 g으로 가장 낮게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$).

- 4) 사료 섭취량은 남은 음식물 30% + GTB 1%가 147 g으로 대조구 128 g에 비해 사료 섭취량이 높은 경향을 보였으며, 대조구 + GTB 1%첨가구가 118 g으로 가장 낮은 사료 섭취량을 보였다. 주령별 사료 섭취량을 보면 5주령에 165 g로 가장 높은 사료 섭취량을 보였다. 전 처리구에서 주령이 증가할수록 사료 섭취량이 증가하는 경향이 보였다. 단백질 요구량 수준을 상향한 처리구는 섭취량이 증가하는 경향을 보였고, 남은 음식물을 급여한 처리구는 수준을 높일수록 증가하는 경향을 보였지만, 남은 음식물 10%, 30%와 40%에서는 낮은 경향을 나타내었다. 다른 처리구에 비해 남은 음식물 30% + 녹차 부산물 1.0%처리구는 섭취량이 147으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$). 사료 섭취량을 주령에서 보면 1주에서 5주까지는 증가하는 경향을 보였지만 6, 7주령에서는 감소하는 경향을 보였다.
- 5) 사료 요구율은 남은 음식물 20%첨가구가 2.86으로 높게 나타났으며, 낮은 요구율은 남은 음식물 10%첨가구가 2.47으로 낮게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). 전 처리구간에서 사료 요구율은 주령이 증가할수록 요구율이 증가하는 경향을 보였다.
- 6) 난각 두께는 남은 음식물 10%첨가구가 384 μm , 남은 음식물 30%첨가구가 383 μm 로 높게 나타났으며, 얇은 난각의 두께는 대조구 + GTB 1%첨가구가 동일한 364 μm 로 낮게 나타났다 ($P < 0.05$). 남은 음식물 10%, 20%, 30% 및 40%첨가구는 통계적 유의차를 보이지 않았으며 녹차 부산물 첨가구에서도 통계적 유의차를 보이지 않았다 ($P > 0.05$).
- 7) 콜레스테롤은 대조구 + GTB 1.0%첨가구가 13.923으로 높게 나타났다. 가장 낮은 콜레스테롤은 남은 음식물 40%처리구가 12.003으로 낮게 나타났다. 남은 음식물을 첨가한 처리구가 난황 내 콜레스테롤 함량이 낮아지는 경향을 보였으나 남은 음식물 30%첨가구가 12.835로 높은 수치를 보였으며 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).
- 8) 난황 내 지방산 중 oleic acid (C18:1)와 palmitic acid (C16:1)가 많은 부분을 차지한다. palmitic acid (C16:1)는 남은 음식물 20%가 4.14로 높은 수치를 나타냈으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). linoleic acid (C18:2)는 남은 음식물 40%첨가구가 14.96 높게 나타났으며 통계적 유의차를 보였다 ($P < 0.05$). docosahexaenoic acid (C20:4)는 남은 음식물 40%첨가구가 2.12로 높게 나타났으며 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).
- 9) TBA가 가장 높은 처리구간은 1주에는 남은 음식물 40%첨가구가 3.205로 높게 나타났으며 2주에는 남은 음식물 30%첨가구가 3.275로 높게 나타났다. 마지막

주에는 3.947로 높게 나타났다. 이 결과로 볼 때 남은 음식을 첨가한 처리구가 대체적으로 산패도가 높게 나타나는 경향을 보였으며 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P>0.05$).

- 10) 색도 측정은 2주에 한번씩 채취한 계란으로 백색도 (L), 적색도 (a), 황색도 (b)를 1차, 2차, 3차로 측정하였다. 백색도는 대조구가 57.307로 가장 높은 수치를 보였으며 통계적 유의차는 없었다 ($P>0.05$). 적색도는 남은 음식물 30% + GTB 1%처리구가 6.144로 높은 수치를 보였다 ($P<0.05$). 황색도는 대조구 + GTB 1%가 54.845로 높은 수치를 보였으며 통계적 유의차는 없었다 ($P>0.05$).
- 11) 처리구중 shape index가 가장 높은 처리구는 남은 음식물 30%첨가구가 74.80로 나타났다. 처리구간의 통계적 유의차는 없었다 ($P>0.05$). 난백 높이는 남은 음식물 40%첨가구가 0.14로 가장 높았으나 통계적 유의차는 없었다 ($P>0.05$). 난황의 높이는 대조구 + GTB 1.0%처리구가 0.46으로 가장 높았다 ($P<0.05$). 하우 유니트 (HU)는 남은 음식물 20%첨가구가 89.00으로 가장 높았다 ($P<0.05$).
- 12) 관능 검사 결과 외형은 남은 음식물 20%첨가구를 3.52로 가장 선호하였다 ($P<0.05$). 색에서는 남은 음식물 20%첨가구와 대조구에 녹차부산물을 1.0%첨가한 처리구가 동일한 3.63으로 선호도가 높았으며, 다즙성은 남은 음식물 10%첨가구가 3.05로 선호도가 높았으나 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P>0.05$). 조직감은 남은 음식물 30%에 녹차 부산물을 1.0를 첨가한 처리구가 3.57로 높았다 ($P<0.05$). 향미는 남은 음식물 10%와 대조구에 녹차 부산물을 1.0%첨가한 처리구가 각각 3.31로 높은 선호도를 보였으나 통계적 유의차는 나타나지 않았다 ($P>0.05$). 종합적인 기호도에서는 남은 음식물 30%에 녹차부산물을 1.0%첨가한 처리구가 3.68로 높았다 ($P<0.05$).

(2003. 5월. 한국유기성폐자원학회 학술대회 논문발표, 2003년 말 Asian-Aust. J. Anim. Sci.에 논문투고 예정)

7. 유기성 폐기물의 최적 사료화를 위한 자가사료 배합 프로그램 개발

1. 서론

남은 음식물, 부산물 등을 이용하여 농가에서 직접 사료를 배합하여 사료비 절감을 꾀하는 것은 중요한 경영 요소로 인식되고 있다. 1998년 4월 이후 농가에서도 옥수수 등 원료사료를 구매할 수 있도록 법이 개정되어 농가 스스로 자가배합사료를

제조할 수 있게 되었다. 농가 자가배합은 여러 가지 면에서 고려하여야 하지만 사료에 대한 충분한 기술적 능력이 확보된다면 경영비 절감에 획기적인 요소이다.

농가에서 직접 사료 배합비를 계산하기 위해 필요한 것은 원료사료의 확보 및 영양소 함량과 가격 조사, 그리고 각 원료사료의 특성에 따른 사용량의 제한에 관한 정보, 그리고 농가에서 사육중인 가축의 영양소 요구량을 사양표준을 통하여 결정하는 것 등이다. 그리고 이런 자료가 준비되었다 하더라도 배합비를 계산하는 작업은 매우 까다로워서 손으로 계산한다는 것은 아주 숙련된 전문가가 아니라면 너무 어려운 일이다.

농가에서 남은 음식물과 부산물 등을 이용한 자가사료를 활용할 수 있도록 하기 위해서는 위와 같은 여러 자료를 포함한 정보를 제공하면서 자가사료 배합비를 손쉽게 계산할 수 있는 전산프로그램이 필요하다.

본 연구는 농가에서 직접 선형계획법 (linear programming)을 이용한 최소비용 배합비 계산으로 최소가격 사료배합비 (LCF; least cost formula)를 실현하고, 또 이렇게 하여 보다 적은 생산비로 축산물을 생산 (least cost production)할 수 있도록 자가사료 배합비를 계산하는 프로그램을 개발하는 것을 그 목표로 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 입력항목 및 양식 결정

1) 원료분류 입력화면

원료를 종류별로 구분하기 위한 분류기준을 입력하기 위한 화면은 다음과 같은 입력화면을 가진다.

- 가) 원료분류코드
- 나) 원료분류명

2) 원료성분표 입력화면

원료성분표를 입력하는 화면은 다음과 같은 입력항목을 가진다.

- 가) 원료명
- 나) 원료의 분류코드
- 다) 원료의 사용여부
- 라) 원료의 표시순서

- 마) 영양소명 및 호칭단위
- 바) 영양소의 표시순서
- 사) 영양소 함량
- 아) 원료의 가격

3) 배합비 계산화면

- 가) 배합사료명의 추가, 수정, 삭제
- 나) 원료의 사용비율 (%) 하한과 상한
- 다) 원료의 가격
- 라) 영양소 요구량의 하한과 상한
- 마) 배합할 양

나. 출력항목 및 양식 결정

1) 원료성분표

프린터로 출력되는 원료성분표는 원료입력화면과 기본적으로 동일하다. 사용하는 원료만 선택해서 인쇄할 수 있도록 하며, 등록된 모든 원료사료를 출력하는 경우에는 사용하는 원료를 앞으로 인쇄하도록 할 수도 있다.

2) 배합비 계산결과

배합비 계산결과의 출력항목은 기본적으로 배합비 계산화면과 동일하게 하였다. 첫째로 배합비분석 표는 배합비, 전체 배합량과 각 원료사료의 배합량 및 비용, 그리고 감도분석결과 등을 출력한다. 둘째로 함량분석에서는 영양소의 함량, 감도분석 등을 출력한다.

3) 비가능요인

배합비 계산 중 발생하는 비가능요인을 화면으로 표시하고 이를 프린터로 인쇄할 수 있다.

다. DB설계

프로그램에 사용하는 database는 Microsoft사의 Access DB를 사용하였으며, 다음과 같은 구성으로 설계되었다.

- 가) 배합비: 각 배합사료의 원료사료별 배합비 등

- 나) 배합사료명: 등록된 배합사료명
- 다) 영양소명: 등록된 영양소명과 단위 및 표시순서
- 라) 영양소합량: 각 배합사료의 배합비 계산결과를 저장
- 마) 원료명: 등록된 원료명, 원료분류코드, 표시순서 등을 저장
- 바) 원료분류: 원료분류코드와 원료분류명을 저장
- 사) 원료성분표: 각 원료사료의 영양소별 합량, 원료가격

라. 프로그램 개발 및 운용 환경 설정

개발도구는 Visual Basic 6.0 SP5와 Flex Grid 7.0을 사용하였고, 개발된 프로그램은 Windows XP Professional edition에서 개발되었으며, Windows 98 / XP에서 설치 및 작동시험을 실시하였다. 설치파일은 Install Shield Developer 8.0을 사용하여 단일 설치파일로 제작하여 설치의 편의성을 꾀하였다.

3. 연구 결과

가. 프로그램의 구성

남은 음식물 사료배합 프로그램은 그림 1과 같이 크게 원료분류 입력화면, 원료등록 화면 그리고 배합비 계산 화면으로 나누어진다.

나. 원료분류 입력

원료를 종류별로 구분하기 위한 분류기준을 입력하기 위한 화면은 다음과 같은 입력화면을 가진다 (그림 2). 원료분류 코드와 원료분류명을 입력, 수정 삭제할 수 있도록 하였다. 기존 등록된 원료명에서 사용되고 있는 원료분류코드는 이 원료분류코드를 수정하면 같이 수정되도록 하였다.

다. 원료등록

원료등록 화면에서는 원료명 및 영양소명을 추가, 수정, 삭제 할 수 있으며, 원료명과 영양소명의 표시 순서를 조정할 수 있다. 또한 등록된 원료는 농장 사정에 따

료등록 화면 그리고 배합비 계산 화면으로 나누어진다.

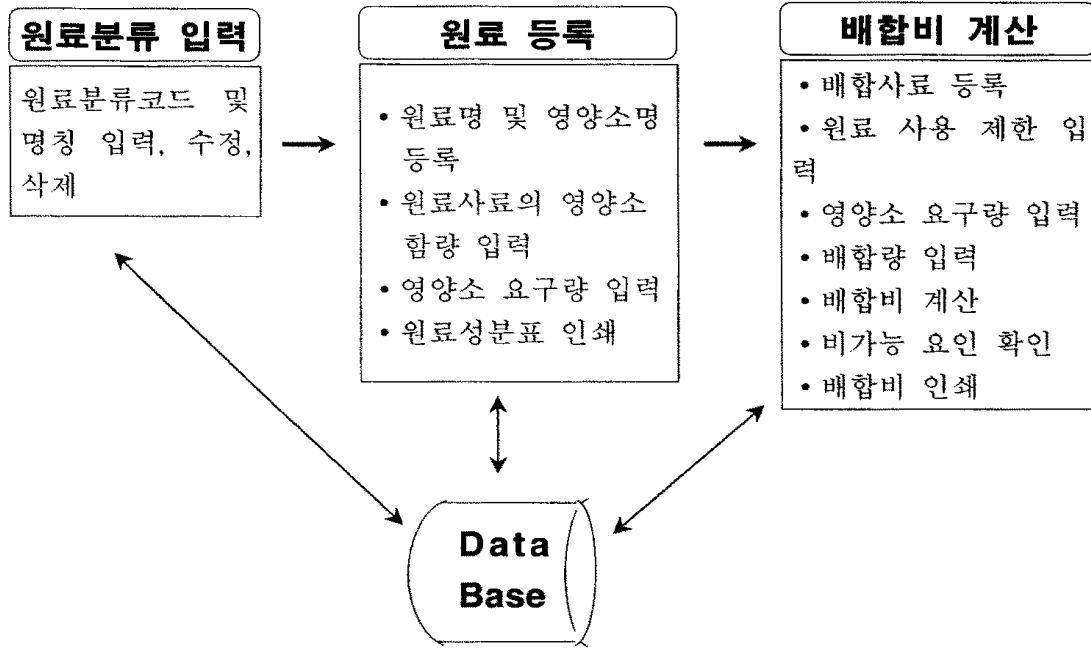


그림 1. 남은 음식물 사료배합 프로그램의 구조

나. 원료분류 입력

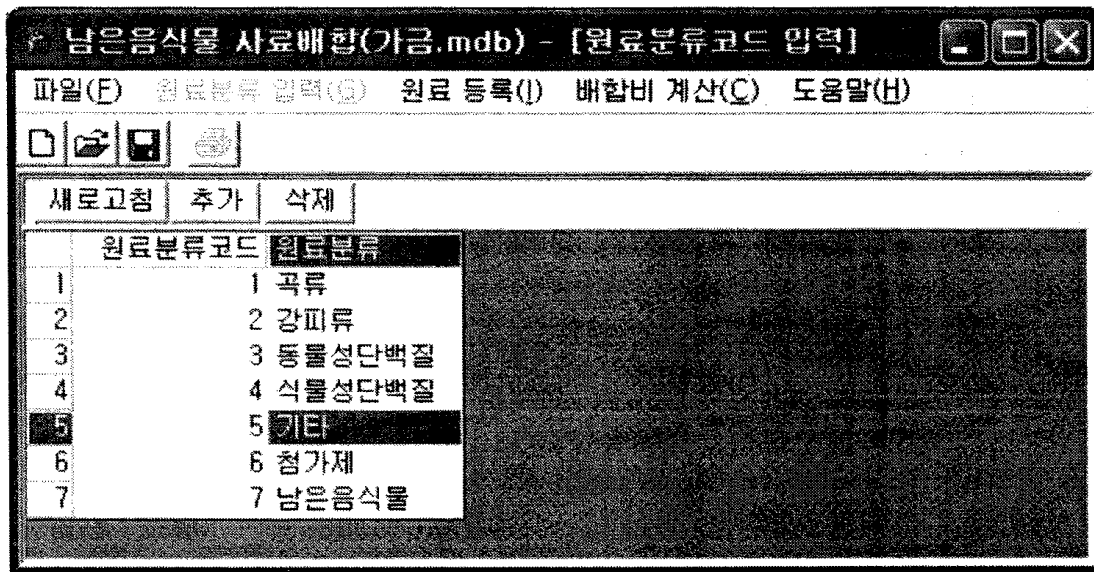


그림 2. 원료분류코드 입력화면

원료를 종류별로 구분하기 위한 분류기준을 입력하기 위한 화면은 다음과 같은 입력화면을 가진다 (그림 2). 원료분류 코드와 원료분류명을 입력, 수정 삭제할 수 있도록 하였다. 기존 등록된 원료명에서 사용되고 있는 원료분류코드는 이 원료분류코드를 수정하면 같이 수정되도록 하였다.

다. 원료등록

원료등록 화면에서는 원료명 및 영양소명을 추가, 수정, 삭제 할 수 있으며, 원료명과 영양소명의 표시 순서를 조정할 수 있다. 또한 등록된 원료는 농장 사정에 따라 구입 가능한 것은 으로 표시하여 배합비 계산시 계산에 포함되도록 하고, 구입할 수 없는 사료는 배합비 계산에서 제외된다. 입력된 원료성분표는 바로 인쇄할 수 있다 (그림 3).

라. 배합비 계산

1) 배합비의 계산방법

사료 배합비 계산에 사용되는 선형계획법 (liner programming)은 자원 배분 • 생산계획, 수송문제, 식단문제, 투입산출 모형 등 여러 경영과학 (OR; operations research) 분야에서 널리 사용된다. 배합비 계산은 그 중에서 식단 문제에 해당된다. 이 식단문제의 모형은 다음과 같다.

$$\text{Min } \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{subject to } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i=1, \dots, m$$

$$l_j \leq x_j \leq u_j \quad \forall j$$

여기서 c_j : j 번째 원료사료의 가격

x_j : j 번째 원료사료의 배합비

a_{ij} : j 번째 원료사료의 i 번째 영양소의 함량

b_i : i 번째 영양소의 요구량

l_j, u_j : j 번째 원료사료의 배합비율 제한 상·하한

이 모델의 목적함수는 배합에 사용된 원료사료의 비용을 최소화하는 것이 목표이며 제한 조건은 영양소 요구량 상·하한, 원료사용비율 상·하한이 된다.

이 선형모형에 따라 주어진 자료를 계산하면 주어진 조건식을 만족하는 여러 해 중에서 가격이 최소인 최적해를 얻는다.

2) 배합비 계산화면

본 사료배합 프로그램은 이 모델을 풀기 위해서 수정단체법 (revised simplex method)을 사용하여 해를 구할 때까지 반복계산 (iteration)을 한다. 자료에 따라서는 최적해가 구해지지 않는 경우도 있으며 이 때는 비가능 요인을 보고하고 계산을 끝마친다. 비가능 요인은 주로 부적절한 조건식 (예를 들면 조단백 10% 원료와 15% 원료를 사용하여 조단백 18% 이상의 배합사료를 구하려 하는 경우 등)에 의해 발생한다. 대개 배합사료는 영양소의 구성이 적절한 균형을 이루고 있지만 원료사료는 특정 영양소가 아주 많거나 적은 경우가 있다. 특히 부산물인 경우는 이런 현상이 심한데, 이런 원료사료만으로 배합비를 계산하면 영양소의 편중이 심하여 주어진 조건을 만족하지 못하는 경우가 발생한다. 최적해가 구해지지 않고 비가능 요인이 발생하면 원료사료의 종류를 재검토하여 조정하고 다시 계산한다. 남은 음식물을 20% 첨가한 유계와 산란계의 사료배합비 계산 결과가 그림 4와 5에 나타나 있다.

선형계획법에 의한 배합비 계산은 수치화 할 수 없는 사료의 물리적, 영양학적 특성을 다루지 못한다. 즉 사료의 입자도, 색, 모양, 향, 유해물질의 허용수준 등의 특성은 일반적으로 조건식에 포함시키지 못한다. 따라서 이런 특성을 고려해야 할 경우 특정 원료사료의 배합비율을 일정 수준 이하로 제한하거나 일정 수준 이상 사용하도록 제한하므로써 품질을 조절한다. 그러나 제한조건이 많아질수록 배합사료의 가격은 상승하게 되는 특성이 있어 필요 이상으로 과도하게 제한하는 것은 피하여야 한다.

최적해가 구해지면 이어서 원료사료의 가격에 대한 감도분석과 영양소 요구량에 대한 감도분석이 이어진다. 원료사료의 가격에 대한 감도분석은 원료사료의 가격 변동이 일정 범위를 벗어나면 배합비가 변동되는 데, 이 가격의 변

농업농산물 시료배합(농업농산물(육계).mdb) - [배합비 계산]

파일(F) 원료분류 입력(G) 원료 등록(I) 배합비 계산(O) 배합사료(B) 도움말(H)

배합사료 선택: 육계전기:음식20X 배합량(kg):500 배합비 계산

| 원료명 | 원료제한(%) | | 단가 (원/kg) | 상태 | 배합비 (%) | 금액 (원/kg) | 배합량 (kg) | 가격변동범위 | | 합인가 (원/%) |
|---------------|---------|------|--------------|----|------------|--------------|-------------|---------|---------|--------------|
| | 하한 | 상한 | | | | | | 하한 | 상한 | |
| 합계 | | | | | 100.000 | 18.2 | 500.000 | | | |
| 옥수수, 알곡 | 0.0 | 80.0 | 150 | | 52.150 | 78.2 | 260.752 | 130.5 | 163.2 | |
| 소맥피 | 0.0 | 10.0 | 150 | | 5.978 | 9.0 | 29.890 | 146.9 | 157.8 | |
| 여분(대구), 기계추출 | 0.0 | 5.0 | 550 | 하한 | | | | 475.9 | ∞ | 0.741 |
| 대두박, 웬배추출 | 0.0 | 40.0 | 330 | | 9.442 | 31.2 | 47.211 | 324.6 | 340.4 | |
| 옥골루텐일, 조단백60% | 0.0 | 10.0 | 450 | 상한 | 10.000 | 45.0 | 50.000 | 0.0 | 459.4 | -0.094 |
| 우지 | 0.0 | 5.0 | 450 | 하한 | | | | 197.1 | ∞ | 2.529 |
| 소금 | 0.0 | 0.0 | 100 | 하한 | | | | 41.7 | ∞ | 0.583 |
| 광물첨가제 | 0.3 | 0.3 | 800 | 하한 | 0.300 | 2.4 | 1.500 | 41.7 | ∞ | 7.583 |
| 항생제 | 0.1 | 0.1 | 4,000 | 하한 | 0.100 | 4.0 | 0.500 | 41.7 | ∞ | 39.583 |
| 라이신 | 0.0 | 1.0 | 1,000 | | 0.396 | 4.0 | 1.977 | 569.5 | 1,227.5 | |
| 메치오닌 | 0.0 | 1.0 | 2,000 | | 0.114 | 2.3 | 0.572 | 1,378.5 | 5,772.8 | |
| 석회석 | 0.0 | 2.0 | 35 | | 1.519 | 0.5 | 7.597 | 0.0 | 41.7 | |
| 인산칼슘 | 0.0 | 1.0 | 300 | 하한 | | | | 38.3 | ∞ | 2.617 |
| 농업농산물평균 | 20.0 | 20.0 | 50 | 상한 | 20.000 | 10.0 | 100.000 | 0.0 | 216.3 | -1.683 |

| 영양소명 | 영양소요구량 | | 상태 | 합량 | 요구량변동범위 | | 잠재가 |
|-------------|----------|---------|----|-----------|-----------|-----------|--------|
| | 하한 | 상한 | | | 하한 | 상한 | |
| 건물(%) | 0.00 | ∞ | | 88.215 | | | |
| 수분(%) | 0.00 | ∞ | | 11.784 | | | |
| 조단백질(%) | 20.00 | 22.0 | 하한 | 20.000 | 18.032 | 22.925 | 4.644 |
| 조지방(%) | 0.00 | ∞ | | 5.191 | | | |
| 조섬유(%) | 0.00 | ∞ | | 3.849 | | | |
| 조회분(%) | 0.00 | ∞ | | 1.660 | | | |
| 칼슘(%) | 0.90 | 1.3 | 상한 | 1.300 | 0.349 | 1.074 | -0.183 |
| 인(%) | 0.40 | 0.8 | | 0.568 | | | |
| 라이신(%) | 1.00 | 1.3 | 하한 | 1.000 | 0.718 | 1.431 | 6.038 |
| 메치오닌(%) | 0.44 | 0.6 | 하한 | 0.440 | 0.386 | 0.860 | 33.967 |
| ME(kcal/kg) | 3,100.00 | 3,300.0 | 하한 | 3,100.000 | 3,030.934 | 3,202.655 | 0.019 |

그림 4. 배합비 계산 (육계)

동 범위를 구하는 것이다. 이 가격 변동 범위는 배합에 사용된 원료사료의 구성, 영양소 요구량의 범위에 따라 달라진다. 영양소 요구량에 대한 감도분석은 일정 범위 내에서 영양소 요구량이 변동될 때 영양소 요구량의 증·감에 따른 가격 변동량을 예측하는 데 사용된다. 즉 그 영양소 요구량의 변동범위와 단위 변동량에 대한 배합사료의 가격변동 예측 값을 제시한다.

원료등록 화면에서 원료의 등록 및 자료 입력을 마치고 배합비 계산화면을 열어 배합비 계산 작업을 한다. 배합비계산 화면에서는 배합사료명을 등록, 수정, 삭제할 수 있고, 등록된 배합사료 중 하나를 선택하고, 원료사료의 사용비를 제한값 상·하한 및 배합사료의 영양소 요구량 상·하한을 입력한다. 또 배

남은음식물 사료배합(남은음식물(산란계).mdb) - [배합비 계산]

파일(F) 원료분류 입력(G) 원료 등록(I) 배합비 계산(O) 배합사료(R) 도움말(H)

배합사료 선택: 산란종기: 음식20Z 배합량(kg): 500 배합비 계산

| 원료명 | 원료제한(%) | | 단가 (원/kg) | 상태 | 배합비 (%) | 금액 (원/kg) | 배합량 (kg) | 가격변동범위 | | 할인가 (원/%) |
|----------------|---------|------|--------------|----|------------|--------------|-------------|---------|---------|--------------|
| | 하한 | 상한 | | | | | | 하한 | 상한 | |
| 합 계 | | | | | 100.000 | 144.5 | 500.000 | | | |
| 옥수수, 알곡 | 0.0 | 80.0 | 150 | | 44.365 | 66.6 | 221.927 | 127.1 | 179.6 | |
| 소맥피 | 0.0 | 20.0 | 150 | | 17.987 | 27.0 | 89.935 | 144.2 | 159.3 | |
| 대두박, 용매추출 | 0.0 | 40.0 | 330 | 하한 | | | | 323.4 | ∞ | 0.066 |
| 옥수수덴밀, 조단백 60% | 0.0 | 10.0 | 450 | | 7.014 | 31.6 | 35.071 | 299.3 | 461.6 | |
| 소금 | 0.0 | 0.0 | 100 | 하한 | | | | 44.9 | ∞ | 0.551 |
| 광물질첨가제 | 0.3 | 0.3 | 800 | 하한 | 0.300 | 2.4 | 1.500 | 44.9 | ∞ | 7.551 |
| 라이신 | 0.0 | 1.0 | 1,000 | | 0.297 | 3.0 | 1.486 | 560.7 | 1,262.6 | |
| 메치오닌 | 0.0 | 1.0 | 2,000 | | 0.016 | 0.3 | 0.081 | 1,224.8 | 9,746.8 | |
| 석회석 | 0.0 | 10.0 | 35 | 상한 | 10.000 | 3.5 | 50.000 | 0.0 | 44.9 | -0.099 |
| 인산칼슘 | 0.0 | 5.0 | 300 | 하한 | | | | 44.9 | ∞ | 2.551 |
| 남은음식물평균 | 20.0 | 20.0 | 50 | 상한 | 20.000 | 10.0 | 100.000 | 0.0 | 215.4 | -1.654 |

| 영양소명 | 영양소요구량 | | 상태 | 합량 | 요구량변동범위 | | 잠재가 |
|-------------|----------|---------|----|-----------|-----------|-----------|--------|
| | 하한 | 상한 | | | 하한 | 상한 | |
| 건물(%) | 0.00 | ∞ | | 89.091 | | | |
| 수분(%) | 0.00 | ∞ | | 10.909 | | | |
| 조단백질(%) | 15.00 | 17.0 | 하한 | 15.000 | 11.314 | 15.284 | 4.446 |
| 조지방(%) | 0.00 | ∞ | | 5.109 | | | |
| 조섬유(%) | 0.00 | ∞ | | 4.132 | | | |
| 조회분(%) | 0.00 | ∞ | | 1.468 | | | |
| 칼슘(%) | 3.70 | 5.0 | | 4.371 | | | |
| 인(%) | 0.30 | 1.0 | | 0.608 | | | |
| 라이신(%) | 0.69 | 1.0 | 하한 | 0.690 | 0.462 | 1.228 | 5.736 |
| 메치오닌(%) | 0.30 | 0.5 | 하한 | 0.300 | 0.292 | 0.760 | 34.103 |
| ME(kcal/kg) | 2,650.00 | 2,700.0 | 하한 | 2,650.000 | 2,611.004 | 2,998.423 | 0.019 |

그림 5. 배합비계산 (산란계)

합할 양을 입력한 후 선형계획법 (liner programming)에 의해 최소비용 배합비 계산을 수행한다. 배합비 계산 결과 비가능 (infeasible) 요인으로 인해 배합비 계산에 실패한 경우 그 상황을 보여준다. 배합비 계산에 성공하면 각 원료별 배합비 및 실제 배합량, 원료사료의 가격에 대한 감도분석 (sensitivity analysis) 결과를 표시한다. 남은 음식물을 활용한 비육돈 후기의 사료배합 계산결과를 인쇄하면 화면에서 보는 내용과 동일하게 인쇄된다 (그림 6).

마. 프로그램의 배포

설치프로그램의 이름은 남은 음식물_사료배합_설치.exe 이다. 이 파일의 크기는 약 6 Mbyte 정도이다.

남은음식물 사료배합(남은음식물(양돈).mdb) - [배합비 계산]

파일(F) 원료분류 입력(G) 원료 등록(I) 배합비 계산(C) 배합사료(B) 도움말(H)

배합사료 선택: 비육돈 후기: 음식 30% 배합량(kg): 700 배합비 계산

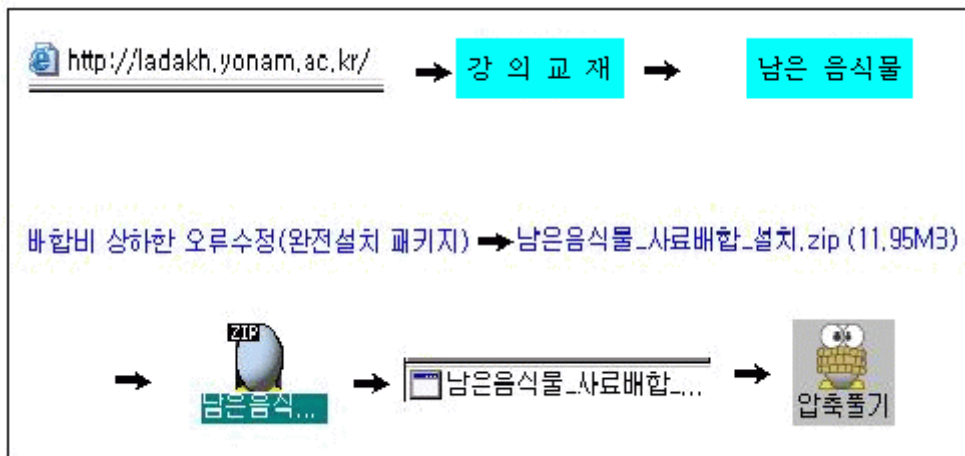
| 원료명 | 원료제한(%) | | 단가 (원/kg) | 상태 | 배합비 (%) | 금액 (원/kg) | 배합량 (kg) | 가격변동범위 | | 합인가 (원/%) |
|-----------|---------|------|--------------|----|------------|--------------|-------------|--------|-------|--------------|
| | 하한 | 상한 | | | | | | 하한 | 상한 | |
| 합 계 | | | | | 100.000 | 1312.4 | 700.000 | | | |
| 옥수수 | 0.0 | 80.0 | 150 | | 63.821 | 95.7 | 446.747 | 55.2 | 150.3 | |
| 밀기울 | 0.0 | 10.0 | 150 | | 0.849 | 1.3 | 5.945 | 149.7 | 288.0 | |
| 대두박(도입산) | 5.0 | 40.0 | 280 | 하한 | 5.000 | 14.0 | 35.000 | 148.7 | ∞ | 1.313 |
| 우지 | 0.0 | 5.0 | 450 | 하한 | | | | 147.8 | ∞ | 3.022 |
| 소금 | 0.0 | 0.0 | 100 | 상한 | | | | 0.0 | 150.9 | -0.509 |
| 비타민광물질첨가제 | 0.3 | 0.3 | 1,800 | 하한 | 0.300 | 5.4 | 2.100 | 150.9 | ∞ | 16.491 |
| 항생제 | 0.0 | 0.0 | 4,000 | 하한 | | | | 150.9 | ∞ | 38.491 |
| 라이신 | 0.0 | 1.0 | 1,000 | 하한 | | | | 150.0 | ∞ | 8.500 |
| 메치오닌 | 0.0 | 1.0 | 2,000 | 하한 | | | | 149.7 | ∞ | 18.503 |
| 석회석 | 0.0 | 1.0 | 35 | | 0.030 | 0.0 | 0.208 | 0.0 | 150.0 | |
| 인산칼슘 | 0.0 | 1.0 | 300 | 하한 | | | | 92.8 | ∞ | 2.072 |
| 남은음식물평균 | 30.0 | 30.0 | 50 | 상한 | 30.000 | 15.0 | 210.000 | 0.0 | 138.9 | -0.889 |

| 영양소명 | 영양소요구량 | | 상태 | 합량 | 요구량변동범위 | | 잠재가 |
|-------------|----------|---------|----|-----------|-----------|-----------|--------|
| | 하한 | 상한 | | | 하한 | 상한 | |
| ME(kcal/kg) | 3,265.00 | 3,300.0 | 상한 | 3,300.000 | 3,264.717 | 3,266.136 | 0.000 |
| 조단백질(%) | 12.90 | 14.0 | | 13.998 | | | |
| 라이신(%) | 0.61 | 0.8 | | 0.610 | | | |
| 메치오닌(%) | 0.16 | 0.3 | | 0.240 | | | |
| 칼슘(%) | 0.45 | 1.1 | 상한 | 1.100 | 0.448 | 0.459 | -3.189 |
| 인(%) | 0.40 | 1.0 | | 0.628 | | | |
| 건물(%) | 0.00 | ∞ | | 88.425 | | | |
| 수분(%) | 0.00 | ∞ | | 11.810 | | | |
| 조지방(%) | 0.00 | ∞ | | 6.419 | | | |
| 조섬유(%) | 0.00 | ∞ | | 3.838 | | | |
| DE(kcal/kg) | 3,400.00 | 3,500.0 | | 3,431.743 | | | |

그림 6. 배합비 계산 (양돈)

바. 프로그램 설치

남은음식물 사료배합 프로그램의 설치는 CD 또는 인터넷으로 설치가 가능하며, 순천대학교 동물영양학연구실 (<http://home.suncheon.ac.kr/~vangci/>), 남은음식물재활용연구회 (<http://home.suncheon.ac.kr/~recycle/>), 천안연암대학 (<http://tmr.yonam.ac.kr>) 등에 접속한 후 그림과 같이 강의교재를 마우스로 클릭하면 자료목록이 나온다. 그리고 나머지를 그림 7과 같이 클릭하면 남은음식물 사료배합 설치파일을 다운을 한 후 압축파일을 풀면 프로그램설치 설치프로그램이 차례로 나오며, 설치 프로그램의 지시대로 따르면 설치된다.



약 6 Mbyte 정도이다.

바. 프로그램 설치

프로그램의 설치는 연암축산전살실 (<http://ladakh.yonam.ac.kr/>), 순천대학교 동물영양학연구실 (<http://home.suncheon.ac.kr/~yangcj/>), 남은 음식물 재활용 연구회 (<http://home.suncheon.ac.kr/~recycle/>) 접속한 후 그림과 같이 강의교재를 마우스로 클릭하면 자료목록이 나온다. 그리고 나머지를 그림과 같이 클릭하면 남은음식물 사료배합 설치파일을 다운을 한 후 압축파일을 풀면 프로그램설치 설치프로그램이 차례로 나오며, 설치 프로그램의 지시대로 따르면 설치된다.

그림 7. 프로그램 설치 순서

4. 적 요

- 가. 농가에서 남은 음식물을 활용하는 자가배합사료를 생산하기 위한 배합비 계산 프로그램을 개발하였으며, 사용법이 간단하고 쉬우며, 결과를 즉시 화면상에서 볼 수 있도록 하였다.
- 나. 작업은 원료분류 입력, 원료등록 화면 및 배합비 계산화면에서 이루어지며, 선형계획법에 의한 최소비용 배합비를 구하고 원료 가격과 영양소 요구량에 대한 감도분석을 한다.

- 다. 자료파일은 축종별 영양소의 종류와 값을 다르게 구성할 수 있도록 하였으며, 원료사료, 영양소, 배합사료는 추가, 수정, 삭제가 가능하다. 또 등록된 원료사료 중 사용 가능한 원료를 선택할 수 있도록 하였다.
- 라. 배합비 계산화면에서 실제 배합할 양을 입력하면 배합비에 따라 각 원료사료의 배합량을 구해준다.
- 마. 원료성분표, 배합비
계산결과, 비가능 요인을 인쇄할 수 있다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

| 연도 세부과제 및 주요내용 | 2000년 (1차년도) | 2001년 (2차년도) | 2002년 (3차년도) |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| 제1세부과제 : <ul style="list-style-type: none"> ▶ 유용토착 미생물의 발굴 및 유용토착 미생물의 생물학적 특성 규명 ▶ 혼합발효 미생물의 개발 및 최적조건확립 ▶ 양돈사료에 남은 음식물 사료의 최적 첨가수준 규명 ▶ 유용 미생물군 혼합배양 대량생산 최적조건 및 정제 방법개발 ▶ 미생물 발효제제에 의한 육성·비육돈의 장내와 분변의 미생물 성장조사 ▶ 양돈에서 발효균을 활용한 남은 음식물 발효사료의 최적 첨가 수준 규명 ▶ 환경 친화적 효과 검토 | | | |
| 제 2세부과제 : <ul style="list-style-type: none"> ▶ 건조 남은 음식물의 첨가수준이 브로일러의 성장 및 체조성에 미치는 영향 ▶ 건조 남은 음식물의 첨가수준이 산란계의 생산성에 미치는 영향 | | | |

| 연도 세부과제 및 주요내용 | 2000년 (1차년도) | 2001년 (2차년도) | 2002년 (3차년도) |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| 제1세부과제 : <ul style="list-style-type: none"> ▶ 유용토착 미생물의 발굴 및 유용토착 미생물의 생물학적 특성 규명 ▶ 혼합발효 미생물의 개발 및 최적조건확립 ▶ 양돈사료에 남은 음식물 사료의 최적 첨가수준 규명 ▶ 유용 미생물군 혼합배양 대량생산 최적조건 및 정제 방법개발 ▶ 미생물 발효제제에 의한 육성·비육돈의 장내와 분변의 미생물 성장조사 ▶ 양돈에서 발효균을 활용한 남은 음식물 발효사료의 최적 첨가 수준 규명 ▶ 환경 친화적 효과 검토 | | | |
| 제 2세부과제 : <ul style="list-style-type: none"> ▶ 건조 남은 음식물의 첨가수준이 브로일러의 성장 및 체조성에 미치는 영향 ▶ 건조 남은 음식물의 첨가수준이 산란계의 생산성에 미치는 영향 ▶ 남은 음식물 사료와 생균제 첨가에 따른 육계의 성장 및 체조성에 미치는 영향 ▶ 남은 음식물 사료와 생균제가 산란계의 생산성에 미치는 영향 ▶ 남은 음식물과 녹차 부산물의 첨가가 육계의 성장과 체조성에 미치는 영향 ▶ 남은 음식물과 녹차 부산물의 산란계의 생산성 및 난 성분에 미치는 영향 ▶ 유기성 폐기물의 최적 사료화 | 158 | | |

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1 절 타 가축의 사료로의 활용

본 연구에서는 남은 음식물 사료를 이용하여 육계, 산란계 및 돼지에 대하여 실험을 실시하였다. 이들 축종 외에도 본 연구결과를 적용한다면 남은 음식물을 활용하여 소, 개 및 오리 등의 사료를 생산하는 데 활용할 수 있을 것이다. 이러한 남은 음식물 사료를 가축의 사료로 활용할 경우 배합사료를 대체함으로써 축산농가의 소득증대, 사료원료의 수입을 줄여 외화를 직접적으로 절감하고 축산업계의 경쟁력을 강화하고 남은 음식물의 재활용률을 높임으로써 남은 음식물에 의한 환경오염 문제와 사회문제를 해결할 수 있게 된다.

제 2 절 기업과 농가에 대한 컨설팅 활용

환경부, 농림부 및 각각의 지자체에서 많은 예산을 지원하여 남은음식물을 처리하는 시설을 지원하고 있으나 가축의 영양소 요구량에 충족한 사료를 만들고 있는 곳은 많지가 않다. 본 연구결과를 활용한다면 남은음식물의 배출처를 유형별로 나누고 발효균을 활용한 유기성 폐기물 등의 부존자원들도 유형에 따른 분류하여 적합한 배합비를 작성할 수 있는 자가사료 배합프로그램의 활용이 가능하게 된다. 또한 이 프로그램은 농가에서 직접 원료를 구매하여 자체적으로 배합할 수 있도록 운용하기 쉬운 사료배합비 계산 전산프로그램을 개발하여, 사료비 절감 및 합리적인 배합비 작성을 통한 사료비 절감과 생산성 향상을 유도할 수 있다. 이러한 결과는 남은 음식물을 사료화하는 기업과 농가에 대하여 자문과 컨설팅을 제공할 수 있는 중요한 자료가 될 것이다. 우리의 연구결과는 참여기업인 삼능건설 (주) 사료화사업소와 새로운 용역을 체결하였으며, 본 연구 결과와 사료배합프로그램을 활용하여 새로운 사업을 논의중에 있다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

우리는 연구개발과정에서 미국 플로리다 대학과의 연락을 통하여 연구결과를 입수하고 최근에는 관련 자료를 수집할 수 있었다. 국내에서는 남은 음식물 사료의 단순 혼합에 의한 가축의 성장률 저하 및 남은 음식물의 활용도 미흡하였으나 미국의 연구결과는 상당히 효율적이었다. 이들은 남은음식물 사료의 정확한 성분분석과 사료배합비 작성으로 가축의 성장율과 사료효율 등을 개선하였다 (표 1과 2).

Table 1. Performance of finishing pigs fed diets containing a dehydrated restaurant food waste product (DFW) trial 1^a

| Item | Dietary treatment | | |
|--|---------------------|----------|-----------------|
| | 0%DFW1 ^b | 40% DFW1 | SE ^c |
| Avg. daily gain (kg) | 1.01 | 1.01 | 0.012 |
| Avg. daily feed intake ^d (kg) | 3.38 | 3.00 | 0.084 |
| Feed/unit gain ^e (kg/kg) | 3.35 | 2.98 | 0.087 |

^aFour pens per treatment with six pigs per pen. On experiment from 63 to 112kg average body weight per pig.

^bDehydrated restaurant food waste blended product (blended prior to dehydrated); approximately 60% food waste (dry) and 40% soy hulls/wheat flour blend (55:45)DFW1.

^cStandard error of the mean;n = 4.

^dMeans differ (P<0.05).

^eMeans differ (P=0.06)

Table 2. Performance of finishing pigs fed diets containing a dehydrated restaurant food waste product (DFW) trial 2.^a

| Item | Dietary treatment (% DFW ^{2b}) | | | |
|--|--|------|------|-----------------|
| | 0 | 40 | 80 | SE ^c |
| Avg. daily gain (kg) | 0.91 | 0.91 | 0.90 | 0.016 |
| Avg. daily feed intake ^d (kg) | 2.98 | 2.88 | 2.67 | 0.036 |
| Feed/unit gain | 3.27 | 3.17 | 2.98 | 0.025 |

^aThree pens per treatment with eight pigs per pen. On experiment from 56 to 108 kg average body weight per pig.

^bDehydrated restaurant food waste blended product (blended prior to dehydration); approximately 60% food wastes (dry) and 40% soy bulls/ground corn blend (67:33); DFW2.

^cStandard error of the mean;n = 3.

^dMeans differ (p < 0.01; linear)

제 7 장 참고문헌

- A.O.A.C. 1995. Official of Analysis Assciaion of Official Analytical Cremists. Washington. D.C.
- Bai, K. H., T. C. Ko, J. H. Kim., W. T. Cho and Y. K. Han. 1999. Use of Metabolically Active Substances to Substitute for Antibiotics in Finishing Pigs Kor. J. Anim. Sci. 41 (1) 23-30.
- Bair, C. W. and Marion, W. W. 1978. Yolk cholesterol in egg from various avian species. Poul. Sci. 57: 1260.
- Balmer, J. and D. B. Zilversmit. 1974. Effects of dietary roughage on cholesterol absorption, cholesterol turnover and steroid excretion in the rat. J. Bvtr. 104: 1319-1328.
- Bang, H. O., Dyerberg, J. and Hjome, N. 1976. The omposition of food consumed by Greeniand Eskimos. Acta. Med. Scand. 200:69-73.
- Beitler, E 1997. Practical poultry nutrition and feed formulation 1th Ed. Wesselseweg 32, The Netherlands pp.12-15.
- Bringe, A. N. and Schulty, L. H. 1986. Effects of rouhage type or added bentonite in maintaining fat test. J. Daily Sci. 50 : 465-471.
- Brunnekreeft, J. W., G. J. M. Boerma and B. Leijnse.1983. Direct determination of total cholesterol by columnn gas chromatographoc analysis without precious derivatisation compared with WHO-CDC reference method. Ann. Clin Biochem. 20 : 360-363.
- C. H. Kim. 2001. Effect of Feeding Entruded Swine Manure and Food Waste Mixture Diet on Growth Performance, Body Composition and Feeding Behaviour of Broilers
- C. K. Han, B. H. Lee and N. H. Lee 1999. Analysis of Biofunctional Components in brand eggs. Korean journal animal science. 41 (3): 343-354.
- Chae B. J., In K. Han, J. H. Kim, C. J. Yang, S. J. Ohh, Y. C. Rhee and Y.K. chung. 1997. 4. Effect of Feed Processing and Feeding Methods on Growth and Carcass Traits for Growing-Finishing Pigs. Asian-Australasian J. of Anim. Sci. 10:2. 164-169.

- Chen, P. H., Common, H. R., Nikolaiczuk, N. and MacRae, F. H. 1965 Some effects of added dietary fats on the lipid composition of hens egg yolk. *J. Food Sci* 30 : 838.
- Cho, S. K. 1992. Effect of Addition *Lonicera japonica* Thunberg on Productivity and Development of Intestinal Organs in Broiler Chickens. *K. J. Poul. Sci.* 19 (1) : 27-34.
- Cho. Y. M, 2002. A Study on the Utilization of Leftover Food for Domestic Animals. A Dissertation for the Degree of Doctor in Suncheon National University.
- Chung, T. H., Yun, S. K., Lee, B. K., Choi J. D., Lee, M. W. 1983. Study on the Genus *Salmonella* Cultures Isolated in Korea 1982. *J. Kor. Soc. Microbiol.* 18 (1), 31-38.
- Deaton. J. W., Kubena, L. F., Chen, T. C. and Reece. F. N. 1974. Factors influencing the quantity of abdominal fat in broilers. 2. Cage versus floor rearing. *Poult. sci.* 53:574.
- Dilworth, B. C. and Day, E. J. 1978. *Lactobacillus* cultures in broiler diets. *Poultry sci.* 57:1001.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple tests. *Biometrics.* 11:1.
- Dyerberg, J. 1986. Linolenate-derived polyunsaturated fatty acid and prevention of atherosclerosis. *Nutr. Rev.* 44:125.
- Dyerberg, J. and H. O. Bang. 1978. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis. *Lancet.* 117:119.
- Dyerberg, J., H. O. Bang. and N. Hjørne. 1975. Fatty acid composition of the plasma lipids in greenland eskimos. *Am. J. Clin. Nutr.* 28:958.
- Goldstein, J. L. and M. S. Brown. 1977. The low density lipoprotein pathway and its relation to atherosclerosis. *Ann. Rev. Biochem.* 46:897-902.
- Hegsted, D. M. and Chang, Y. O. 1965. Protein utilization in growing rats at different levels of intake. *J. Nutr* 87:19-25.
- Hevia, P., Kari, F. W., Ulman, E. A. and Visek, W. J. 1979. Serum and liver lipids in growing rats fed casein with L-lysine. *J. Nutr.* 110:1224-1230.
- Hinton M. Mead G. C. Impey C. S. 1991. Protection of chicks against environmental challenge with *Salmonella enteritidis* by competitive exclusion and acid

- treated feed. *Letters Appl Microbiol.* 12 (3):69-71.
- James, 1978. Research note : A study relating validity of haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. *Poultry. sci.* 57:378.
- Kim, E. M., J. H. Choi and K. M. Chee 1997. Effects of dietary safflower and perilla oils on fatty acid composition in egg yolk. *Korean journal animal science* 39 (2): 135-144.
- Leveille, G. A. and Sauberlich, N. E. 1961. Influence of dietary protein level on serum pretein components and cholesterol in the growing chick. *J. Nutr.* 74:500-504.
- Lipstein, B. 1985. The nutritional value of treated Kitchen waste in layer diets. *Nutr. Rep. Int.* 32:693-698.
- Maiolino, R., Fioretti, A., Menna, L. F. and M, C. 1992 Research on the efficiency of probiotics in deits for broiler chickens. *Nutr. Abstr. Rev., Series B.* 62:482.
- Mastroeni, P. and Menager, N. 2003. Development of acquired immunity to Salmonella. *J. Med. Microbiol.* 52, 453-459.
- Mayer, R. O., Brendmuhl, J. H. and Johnson, D. D. 1999. Evaluation of dehydrated restaurant food waste products. *J. Anim. Sci.* 77:689-692.
- Maynard, L. A., J. K. Looli, H. F. Hintz and R. G. Warner. 1979. *Animal Nutrition.* 7th ed. McGraw-Hill Book Company. New York.
- McNaughton, J. L., L. F. Kubena, J. W. Deaton and F. N. Reece. 1977. Influence of dietary protein and energy on the performance of commercial egg-type pullets reared under summer condition. *Poultry Sci.* 56:1391-1398.
- Meyerholz, D. K. and Stabel, T. J. 2003. Comparison of Early Ileal Invasion by Salmonella enterica Serovars Cholerasuis and Typhimurium. *Vet. Pathol.* 40, 371-375.
- Miller, E. C. and Denton, C. A. 1962. Serum and egg yolk cholesterol of hens fed dried egg yolk. *Poul. Sci.* 41:335
- NRC. 1998. *Nutrient Requirements of Swine.* National Academy Press Washington, D.C.
- Park, J. H. and Y. H. Song. 1997. Nutritive Valuse of korean Medical Herb Residue as Dietary Supplements for Broler Chicks. *Kor. J. Anim. Nutr.*

- Feed. 21 (1) : 59-64.
- Parker, R. B. 1974. Probiotics: the half of the antibiotic story. *an. Nutr. & Health* 29:4-8.
- Patricia, R. W., Sue M. P., Philip W. J. and Timothy S. W. 2000. Interaction of Salmonella serotypes with porcine macrophages in vitro does not correlate with virulence. *Microbiol.* 146, 1639-1649.
- Peppler, H. J. 1979. Production of yeasts and yeast products. In H. J. Peppler and D. Perlman (Eds.). *Microbial Technology (2nd Ed.)*. Vol. 1. pp. 157-185.
- SAS. 1995. *SAS User's Guide Statistics*. Statistical Analysis System. Inst.
- Sehgal and H. S. and Simmi Sharma, 1993. A note on evaluation of some wastes and byproducts from agriculture and animal husbandry feed ingredients for *Cirrhina mirigala*. *Bio-resource Technology*, 41, 9~11.
- Sheridan, A. K., Humphris, C. S. M. and Nicholls, P. J. 1982. The cholesterol content of eggs produced by Australian egg-laying strains. *Br. Poul. Sci.* 23:569.
- Soliman, A. A., S. Hamdy, A. A. Khaleel, M. A. Abaza, A. R. Akkada and K. Shazly. 1978. The use of restaurant food waste in poultry nutrition. 1. Effects on growing chicks. *Alex. J. Agric. Res.* 26 (3):489-499.
- Spandorf, A. H. 1973. Effect of kaolin levels and nutrient on chick growth response. *Poultry.* 52 : 2087
- Tortuero, F. 1973. Influence of implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption *Sci.* 52:197-203.
- Washburn, K. W. and Marks, H. L. 1997. Relationship of yolk and plasma cholesterol level to position of egg in clutch. *Poul. Sci.* 56:1676.
- Watkins, B. A. and Kratzer, F. H. 1983. Effects of oral dosing of *Lactobacillus* strains on gut colonization and liver biotin in broiler chicks. *Poultry Sci.* 62: 2088-2094.
- Westendorf, M. L., Z. C. Dong, and P. A. Schoknecht. 1998. Recycled Cafeteria Food Waste as a feed for Swine: Nutrient Content, Digestibility, Growth, and Meat Quality. *J. Anim. Sci.* 76 : 2976-2983.
- Whitehead, C. C. 1986. Nutritional factors influence fat in poultry. *Feedstuff.* jan. 20:31.

- Yamori, Y., Nara, Y., Iritani, N., Workman, r.J. and Inagami, T. 1985. Comparison of serum phospholipid fatty acids among fishing and farming japanese populations and Amerian Inlanders. J. Nutr. Sci. Vitaminol. 31:417-422
- Yei, J. and Kim, K. 1997. Effects of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic. or yucca extract in broiler chicks. Poultry Sci. 76:381-385.
- 김광석, 한인규, 하종규, 이학림. 1987. Feednectar 첨가수준이 산란계의 생산능력에 미치는 영향. 한국축산학회지. pp.11 (3): 182-186.
- 김남천. 1994. 음식물 찌꺼기의 재활용에 관한 연구. 한국 유기성 폐기물 자원화협의회학회지 2 (1) : 51-64.
- 김남천. 1995. 스팀 고속건조에 의한 음식물쓰레기의 사료화에 관한 연구. 유 기성 폐기물 자원화. Vol. 3:69-78.
- 김승욱, 한인규, 하종규, 이학림. 1987. 사료중 Feednectar와 에너지수준이 난질과 사료의 저장중 영양소 변화와 곰팡이 번식에 미치는 영향. 한국축산학회지 pp.11 (4): 254.
- 김창혁. 송명한. 채병조. 이영철. 2001. 돈분-남은 음식물 혼합 Extrusion 사료 의 급여가 브로일러의 사양성적, 체조성 및 섭식행동에 미치는 영향. 동물자원 지. 43 (1):91-100.
- 남병섭, 정일병, 김영화, 문홍길, 김동훈, 허상만, 배인휴, 양철주. 2000. 남은 음식물 사료가 육성·비육돈의 성장과 도체특성에 미치는 영향. 동물자원학회지. 42 (3):279-288.
- 류경선, 박홍석. 1998. 생균제의 급여가 육계의 생산성과 장내 미생물의 변화에 미치는 영향. 한국가금학회지. 25 (1):31-37.
- 류경선, 서경석, 김상호, 송희중. 파워필의 급여가 육계의 생산성 및 장내 미생물에 미치는 영향. 한국가금학회지 28 (1):55-59.
- 맹원재, 정승현, 이상락, 김천, 안정제. 1997. 음식물쓰레기 발효사료가 산란에 미치는 영향. Proceedings of the 7th Annual Congress. pp 185.
- 박두희, 김원용, 김철중, 마점술, 1994. Polymerase chain reaction에 의한 *Salmonella*속균의 검출. Korean J. Vet. Res. 34 (1), 115-125.
- 박봉선. 1993. 도시 미이용 자원 (식품부산물)의 사료화 기술. 한국 유기성 폐기물 자원화 협의회 학회지 1 (1) : 49-58
- 박성진, 유성오. 항생제, 생균제 및 효모제 첨가가 육계의 성장과 육질에 미치는 영향. 가금학회지 27 (3):203-208.

- 송영한, 김창혁, 이용준, 임종규, 이영철. 1999. 돈분 및 남은 음식물 급여가 육계의 사료섭취 및 음수행동에 미치는 영향. 축산시설환경학회지. pp.: 29-36.
- 신형태, 정기환. 1993. 남은 음식물 발효사료 첨가가 육계의 성장과 사료효율에 미치는 효과. 한국영양사료 학회지 23 (6) 419-426.
- 양시용, 박홍양, 김창원, 박근규. 2001. 남은 음식물 발효를 위한 내열성 유산균의 분리. 축산시설환경학회지. 7:137-140.
- 이규호, 이상곤. 1998. 건조된 음식물 쓰레기의 닭에 대한 생물학적 사료가치. 한영사지. 22:95-102.
- 이현우, 김인호, 김춘수, 손중천. 1997. 효모의 급여가 육계의 성장 및 장내 대장균의 변화에 미치는 영향. 한국가금학학회지 24 (2):67-72.
- 정영철. 2001. 녹차부산물 첨가가 육계 및 산란계의 생산성에 미치는 영향. 순천대학교 석사 학위 논문 pp:40~48
- 한인규, 이상철, 이진희, 이금기, 이정치. 1984. 브로일러에 대한 *Lactobacillus sporeg*ne의 생산촉진효과와 장내 세균총의 변화에 미치는 영향. 한국축산학회지. 26 (2):150-157.

주 의

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