

최        종  
연구보고서

## 종계의 생산성 향상을 위한 기술 개발

### 연구기관

고려대학교	생명과학대학
강원대학교	사료생산공학과
건국대학교	축산학과, 수의학과
	농업경제학과
충남대학교	축산학과
축산기술연구소	가금과

농 립 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “중계의 생산성 향상을 위한 기술 개발”과제의 최종보고서로 제출합니다

2003년 7월 20일

주관연구기관명: 고려대학교  
총괄연구책임자: 지 규 만  
세부연구책임자: 지 규 만  
협동연구기관명: 강원대학교  
협동연구책임자: 이 규 호  
협동연구기관명: 축산기술연구소  
협동연구책임자: 이 상 진  
협동연구기관명: 충남대학교  
협동연구책임자: 이 봉 덕  
협동연구기관명: 건국대학교  
협동연구책임자: 강 창 원  
협동연구책임자: 송 창 선  
위탁연구기관명: 건국대학교  
위탁연구책임자: 김 정 주

# 요 약 문

## I. 계 목

종계의 생산성 향상을 위한 기술개발 연구

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리나라는 육용 원종계의 대부분을 외국에서 수입하고 있음에도 불구하고 종계의 생산성은 주변 국가들에 비해 현저히 낮다고 보고 되고 있다. 예를 들어 국내 육용종계 암탉 1수당 실용계 생산 수수가 1년에 약 95-100수 전후로 일본(119수), 태국 (125수) 및 중국 (113수)에 비해 매우 저조하며(한국육류수출입협회, 1996), 그로인해 국내 닭고기 생산비중 초생추 구입비가 20% 정도나 된다. 이렇게 생산성이 낮은 원인은 국내 육용종계의 산란율, 수정율 과 부화율이 낮고 한편 과란율이 높기 때문이며, 이는 국내의 위생환경이 불량한 것 이외에 수입종계의 국내 사료와 환경에 대한 적응을 위한 충분한 연구가 없이 외국 종계회사의 사양 프로그램을 그대로 적용하고 있는 데에서 그 원인의 일부를 찾아볼 수 있다.

한편 산란용 종계의 경우에도 우리나라는 외국과 달리 주로 케이지 사육에 의존하고 있는 특징이 있다. 따라서 외국의 종계회사에서 개발된 사육프로그램이 맞지 않는다는 지적이 있으며 국내의 사육 조건에 맞는 종계사료의 영양 수준의 연구와 더불어 종합적이고 체계적인 종계관리 시스템의 개발이 필요하다.

질병, 위생적인 면에서도 국내 양계산업이 전업화, 대형화, 집단화됨에 따라 전염성 질병에 의한 종계의 생산성 저하 역시 대형화되고 있어 집단면역에 의한 질병별 면역 수준 모니터링과 주요 전염성 질병에 대한 질병. 위생관리 프로그램의 개발이 중요해지고있다.

따라서 본 연구에서는 육용종계의 육성기, 산란피크기, 하절기, 동절기등 성장기와 산란단계별 및 다양한 환경조건에서 적정 영양소 공급체계와 영양소(에너지, 단백질) 공급수준을 재검토하고자 한다. 계절적 변이가 심한 수정율과 부화율 향상을 위한 종계관리 기술을 개발하며, 종란의 과란율 감소와 건강한 골격 발달을 위한 사양 관리

방법을 연구한다.

산란중계의 경우 품종별 생산성 분석을 위한 기초자료 조사와 생산성 저하 요인들을 분석하고, 산란중계 전용사료를 개발하며 동시에 적정 사육밀도, 점등관리 등 환경관리의 최적화를 위한 연구를 통해 산란중계의 생산성을 극대화 시키는 방법을 제시코자 한다. 동시에 육용중계와 산란중계에서 육성기와 산란기의 주요 질병 모니터링을 실시하면서 건강하고 위생적인 중계, 종란 생산을 위한 위생관리 프로그램을 개발한다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 제 1 세부과제: 육용종계의 골격 발달 및 파란을 개선 연구

육용종계에서 고온 스트레스 하에서 난각질 개선과 동시에 골격 건강개선을 위한 연구를 수행하였다. 이를 위해 난각품질의 측정 방법을 개선하였으며, 육용종계에서 고온 스트레스처리시 비타민 C와 E의 첨가 급여 효과를 연구하였다. 또 비타민 C가 첨가된 사료의 선호도 여부를 조사하였다.

또한 원료사료(대두박)에 들어있는 isoflavones의 estrogenic 성분이 닭의 골격 발달과 난각질에 미치는 영향을 조사하기 위해 수평아리, 육계 및 산란기의 닭을 사용하였고, 순도가 높은(>90%) genistin을 급여하면서 뼈 발달에 미치는 영향을 연구하였다.

동시에 우리나라 육용종계 농장의 산란율, 파란율, 난각품질 및 종계 사료의 품질을 조사하였다.

#### 제 1 협동과제: 육용종계의 종란 생산성 향상을 위한 영양수준 결정

본 협동과제에서는 육용 종계 산란기의 단백질 요구량을 결정하고, 동시에 육용 종계에서 동절기 산란 피크 때와 하절기 산란 피크 때의 에너지 요구량을 결정하였다.

#### 제 2 협동과제: 육용종계의 육추·육성시 영양수준이 산란성적에 미치는 영향 연구

우리나라의 환경에 적합한 육용종계의 육추,육성시 영양수준이 산란성적에 미치는 영향을 구명함으로써 농가의 소득 향상과 국제경쟁력을 강화하기 위하여 연구를 수행하였다. 육성기 동안의 효과적인 사료급여 방법을 연구하기 위해 24주령까지 사료의 점감점증 급여방법을 사용하여 사육하였다. 24주령 체중을 조사하였고, 산란기 동안의 총산란율 과 34주령의 입란 대비 부화율 등을 조사하였다.

### **제 3 협동과제: 육용종계의 수정율·부화율 향상방안 연구**

본 연구는 육용종계의 수정율과 부화율 향상 방안으로 먼저 종란관리에 대한 기준을 마련하고자 종란의 보관온도와 보관일수가 부화율에 미치는 영향을 조사하였다. 그리고 우리나라에서와 같이 4계절이 뚜렷한 환경하에서 종계의 능력을 모니터링하고자 계절별 집란회수 또는 계절별 수컷의 정액성상이 종란의 수정율에 어떠한 영향을 미치는지 구명하고자 하였다. 또한 인공수정시 우수 종계 수컷 정액의 이용 및 보존 효율성을 증진시키기 위한 시도로서 종계 수컷 정자의 동결보존시 종란의 수정율과 부화율에 미치는 효과도 조사하였다. 마지막으로, 수정·부화율 향상을 위한 적정 암수합사 비율을 결정하기 위한 연구와 종란의 난중이 부화율에 어떠한 영향을 미치는지도 조사하였다.

### **제 4 협동과제: 산란종계 생산성 향상을 위한 한국형 사양관리 프로그램 개발**

본 연구에서는 1차적으로 국내 산란 종계 사료의 영양성분 조사 분석을 실시하였고, 국내 산란종계 사양프로그램과 생산성 관련 자료를 수집 및 정리하였다. 케이지 사육용 육추, 육성 사료의 적정 영양수준을 연구하였고, 산란기 사육밀도가 종계생산성에 미치는 영향도 평가하였다.

산란말기 종란의 난중 조절 및 종계 생산성 향상을 위한 영양 및 사료에 관한 연구와 산란 점등 프로그램에 따른 종계 생산성의 변화를 조사하였다.

### **제 5 협동과제: 종계의 생산성 향상을 위한 질병·위생관리 프로그램 개발**

육용 및 산란종계 품종별 생산성 분석을 위한 기초자료 조사를 위해 모니터링 대상 농장을 선정하여 생산성과 주요 질병을 관찰하였다. 이를 위해 혈청검사를 실시하였고, SPF 감시조를 이용하였다. 모니터링 대상 농장에 대한 종계군 면역수준을 모니터링하였다. 동시에 육성기 종계 질병, 위생관리를 위해 육성기 종계생산성 향상을 위한 모델계군도 선발, 활용하였다. 대상 모델계군에서 육성기와 산란기 종계 면역수준 개선을 위한 예방프로그램을 작성하였다.

## 위탁연구과제: 육용 및 산란 종계 사육실태 및 생산성 조사

우리나라 육용종계는 부화 후 22~24주령부터 65-67주령까지 40~41주간 동안 생산에 쓰이며, 생산의 피크는 30~33주령에 이르고, 산란종계는 18-20주령부터 산란하여 25~27주령에 피크를 이루고 80주령까지 생산에 쓰인다. 현재 육용 원종계 155,000수, 산란 원종계 8,000수 정도가 매년 GPS 및 PS의 형태로 수입되고 있다. 2002년말 한국의 종계입식수수는 육계 4,500천수, 산란계 504천수, 검용계, 290천수로 2001년에는 입식수를 웃돌아 과잉생산으로 연결, 종계업의 불황 원인으로 작용하였다. 최근 양계시설의 현대화와 행정규제 완화 정책에 따라 종계업과 부화업에 대한 규제가 완화되고 있어 이런 종합적인 양계환경의 변화가 육용 및 산란 종계의 사육실태와 생산성에 미치는 영향을 설문지를 통해 조사하였다.

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 제 1 세부과제: 육용종계의 골격 발달 및 파란을 개선 연구

우리나라 육용종계의 산란능력은 4개 농장, 28만수를 대상으로 조사한 결과 26-35주령때 산란 피크 (82-85%)에 달하며, 50주령 때 60-75% 정도의 산란율이 유지되었다. 종란의 파란율은 비정상적인 크기의 종란을 포함하여 평균 1.6% 이하였다. 종계사료의 조단백질이나 칼슘 함량은 회사간에 심한 차이를 보였다. 종계사료의 isoflavones 함량은 평균 290 mg/kg 수준이었다. 외부난각막을 제외한 순수한 난각두께의 측정이 난각질의 평가의 정확성을 더 높여줄 수 있는 것으로 조사되었다.

더위 스트레스를 받은 종계에서 비타민 C가 첨가 (200 ppm)된 사료의 선택적인 선호가 보이지는 않았으나 비타민 C 첨가사료를 선택한 (self-selection) 계군의 난각질이나 스트레스에 대한 저항 biomarker의 수치가 더 우수하게 나타났다. 비타민 C와 E (250 ppm)를 첨가한 사료군의 계군에서 난각질의 여러 측정치가 더 좋게 나타났으며, 두 비타민의 혼합첨가시 더 효과가 좋았다. 특히 비타민 C 첨가 계군의 경우 경골의 파괴강도가 유의하게 더 높았다 ( $p < 0.05$ ). 일반 환경온도 조건에서는 비타민 E 첨가군의 효과가 가장 좋았다.

원료사료의 isoflavone(IF) 함량에 따른 뼈 발달관계 실험에서 어린 수평아리(순도

>90% 이상의 genistin 사용)와 육계 (대두박 수준 변화)에서 모두 IF 섭취량과 뼈 발달과 차이가 없었다. 산란계에서 대두박 첨가 수준을 0, 8 및 16% 로 달리하여 2개월 간 실험한 결과 60일 째에 0% 군에서 난중과 난각무게가 가장 적게 나타났다. 난각의 파괴강도는 대두박 첨가수준이 높아짐에 따라 3.54, 3.50 및 4.77 kg으로 변했으나 처리간에 통계적인 유의차는 없었다. 뼈의 밀도를 DEXA로 측정된 결과 0.225-0.246 g/cm<sup>2</sup>의 범위였고, 처리간에 유의한 차이가 없었다.

본 연구에서 비타민 C와 E 첨가 급여가 여름철 더위 스트레스 하에서 난각의 품질저하를 방지하는 효과를 보인 것은 매우 고무적이다. 비타민 C의 효과는 기존에도 많은 보고가 있지만 비타민 E의 경우는 새롭게 관찰되는 현상이며 앞으로 이 분야의 추가 연구가 기대된다. 난각두께의 측정에서 순수한 난각 만의 두께를 측정하는 것이 난각질의 평가에 정확성을 높여준다는 것을 확인한 것도 앞으로 연구에서 중요한 수단이 될것이다. Isoflavone의 섭취 결과는 본 연구실에서 관찰한 기존의 연구 결과와 다른 경향을 보였는데 추가적인 연구가 필요하다고 본다.

### **제 1 협동과제: 육용종계의 종란 생산성 향상을 위한 영양수준 결정**

본 연구에서 조사된 육용종계 산란기의 적정 단백질 공급수준은 1일1수당 20g이었다. 하절기 육용종계는 24주령에 대사에너지를 240 kcal에서 매주 20 kcal 씩 증가시켜 30-34주령에 400 kcal를 공급하는 것이 가장 유리하였다. 동절기에도 하절기와 동일한 수준의 대사에너지를 공급하는 방법이 가장 유리한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 육용종계의 생산성 향상을 위한 사료 및 영양적 대책을 마련하였다. 이 결과를 활용하면 종계생산농가의 경쟁력 제고에 도움이 될것이며, 결과적으로 육계병아리 생산비의 저하를 가져와 국산 닭고기의 경쟁력을 제고할 수 있을 것이다. 본 연구 결과를 활용한 종계의 산란율과 사료효율 향상을 위한 사양관리기술체계 지침서 작성이 필요하다.

### **제 2 협동과제: 육용종계의 육추·육성시 영양수준이 산란성적에 미치는 영향 연구**

육성기의 체중조절 모형 연구에서 24주 동안의 사료섭취량은 T3구(12주령까지 체중을 10% 억제하였다가 점차 증체시켜 20주령에 목표체중에 도달시키는 체중조절방



법)가 T1구(12주령까지 체중을 10% 증가시킨 후 증체를 억제하여 20주령 목표체중에 도달시키는 체중조절방법)에 비하여 수당 55 g을 적게 섭취하였으며, 초산일령은 다른 조절방법에 비하여 0.3~1.0일 지연되었다. 그리고 총산란율은 T3구가 다른 시험구보다 1.9-2.2% 향상되었으며, 기형란율은 0.56-0.62% 적게 발생하였고, 성계생존율은 T3구가 2.6-3.8% 높았다. 또한 초생추 생산수수는 T3구가 다른 시험구에 비하여 11.0-12.1수를 더 많이 생산하였다.

육성기 동안의 사료급여 방법 연구에서는 24주령 체중은 점감점증 급여한 T2구가 다른 급여방법보다 무거웠으며, 사료는 106g 적게 섭취하였다. 그러나 균일도는 격일 급여한 T3구가 다른 급여방법보다 9.2-11.4% 개선되었으며, 초산일령은 1.4-4.4일 지연되었다.

산란기 동안의 총산란율은 T1구 67.2%, T2구 66.3% 및 T3구 65.3%로 유의차를 보이지 않았으며, 난중은 T1구, T2구 및 T3구가 각각 63.1, 63.0 및 62.7g으로 차이가 없었다. 그리고 성계생존율은 T1구 96.7%, T2구 98.9% 및 T3구 98.3%로 사료급여방법에 따라서 차이를 보이지 않았다.

34주령 입란대비 부화율은 T1구 92.0%, T2구 89.3% 및 T3구 91.3% 였으며, 54주령 부화율은 T1구 81.3%, T2구 75.0% 및 T3구 83.3%로서 주령이 경과할수록 부화율은 감소하였다.

시험기간 동안의 종란생산수는 T1구 184.9개, T2구 184.5개 및 T3구 181.1개로서 급여방법에 따라 차이를 보이지 않았으며, 초생추 생산수는 T1구, T2구 및 T3구가 각각 160.0수, 151.3수 및 158.1수로서 차이를 보이지 않았으나 T1구가 가장 많이 생산하였다.

본 연구 결과는 영농활용, 월간지 게재, 논문 투고 및 학회 발표등을 통하여 육용종계 농장 및 종계 회사에 기술을 보급함으로써 육용종계의 생산성을 증대시킬 수 있으리라 판단된다.

이러한 육용종계의 생산성 향상은 닭고기 생산비를 절감함으로써 국제 경쟁력을 강화시켜 닭고기의 수출 증대에 기여하고, 닭고기의 수입 대체 효과를 높여 국가 경제에 이바지할 수 있으리라 사료된다.

### 제 3 협동과제: 육용종계의 수정율·부화율 향상방안 연구

종란보관 온도와 보관기간의 실험에서는 4℃ 에서 종란을 3, 5, 7 및 9일 보관하였을 때 3일 보관한 종란의 부화율이 다른 처리구보다 유의하게 우수하였다 ( $P<0.05$ ). 17℃ 에서 3, 5, 7 및 9일 동안 보관에서는 보관기간에 관계없이 부화율이 감소하지 않았다. 28℃ 에서 3, 5, 7 및 9일 동안 보관한 경우 9일 동안 보관한 것의 부화율이 감소되었다. 따라서 9일 이상 보관하는 종란은 17℃ 에 보관하는 것이 우수한 부화율을 유지할 수 있었다.

계절별 실험에서는 여름철의 정액량과 정자농도는 봄, 가을, 겨울철에 비하여 낮았으나, 운동성은 계절간 유의차가 없었다( $P<0.05$ ). 육용종계 호르몬(FSH, LH, testosterone)의 농도는 여름철에 가장 낮았다( $P<0.05$ ). 각 계절별로 얻어진 정액을 5도 C로 보존시 액상정액의 수정율과 부화율은 여름철에 가장 낮았으며, 봄, 여름, 겨울에는 큰 차이가 없었다.

동결정액의 수정율 및 부화율은 68.0 및 47.1%로 원정액처리구의 88.3 및 87.2%보다 유의하게 낮았다. 또한 동결정액을 이용하여 인공수정을 시켰을 때에 무수정란수는 원정액을 사용하였을 때 보다 2.7배 유의하게 높았으며 발생중지란수도 3.2배 높았다( $P<0.05$ ). 원정액과 비교하여 동결정액을 이용한 인공수정시 보여준 높은 무정란수와 발생중지란수를 개선하기 위한 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

계절에 따른 종란의 수정율 및 부화율은 종란의 집란횟수에 어떠한 영향도 받지 않았다( $P>0.05$ ). 따라서, 계절을 불문하고 년중 2회 집란하는 것이 노동비와 생산비를 절감할 수 있는 것으로 조사되었다.

주령과 배웅비 실험에서는 30주령시 종란의 수정율은 93 ~ 94% 내외로 처리간 유의차가 발견되지 않았다. 5주 후 종란의 수정율은 암컷과 수컷의 배웅비가 각각 9 : 1 및 11 : 1로 하였을 때 96 또는 97%로 가장 높은 수정율을 보인 반면 배웅비가 13 : 1 일 때 93%로 낮게 조사되었다. 46주령시 배웅비를 13 : 1로 하였을 때 다른 두 처리구 (암·수배웅비 9 또는 11 : 1)와 비교하여 월등히 낮은 수정율을 나타내었다 ( $P<0.05$ ). 암·수배웅비가 종란의 수정율에 미치는 영향은 51 주령까지 지속되었지만 처리간 유의적 차이는 발견되지 않았다 ( $P>0.05$ ). 수정란 대 부화율은 종란의 수정율에서 보여주었듯이 주령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었지만 처리간 유의

차는 없었다. 입란대부화율은 46주령시에 수컷 1 마리에 암컷 13마리의 비율로 합사시에 가장 낮은 부화율을 나타내었다 ( $P < 0.05$ ). 본 실험은 수컷 1수당 암컷의 비율이 증가하면 종계의 주령이 증가하면서 종란의 수정율과 부화율에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 조사되었는데 수컷 1수당 암컷 마리수는 대략 11수가 적정한 것으로 사료된다.

종란의 수정율은 종란의 난중에 영향을 받지 못하였다( $P > 0.05$ ). 그러나, 수정란대비 부화율은 종란 처리구에서 가장 우수한 결과를 나타내었다. 초생추무게는 대란 처리구에서 유의적으로 높게 나왔다( $P < 0.05$ ).

본 연구에서 제시된 종란의 집란회수, 적정 저장온도 및 기간은 곧바로 현장에 적용될 수 있으리라 사료된다. 동결정액을 이용한 인공수정에 대한 기초자료는 동결정액의 사용가능성을 제시하는 것으로 우수 종용계의 확대·이용차원에서 그 의의가 크다.

#### **제 4 협동과제: 산란종계 생산성 향상을 위한 한국형 사양관리 프로그램 개발**

산란종계 육추, 육성기의 에너지 및 단백질 급여 수준에 대한 연구와 후기 난각질 개선을 위한 25(OH) D3의 이용의 결과는 국내외 관련 연구 보고가 없다는 점을 고려하면 실용적 가치가 있는 자료로 이용될 수 있다. 이러한 연구 결과를 근거한 산란종계 육추 및 육성 전용사료, 후기 난각질 개선을 위한 전용사료의 개발이 간절히 요구된다.

종계 사육밀도에 대한 예비 조사를 통해 국내에서는 매우 심각한 밀사 조건에서 사육되고 있음이 확인되었고, 2차년도 사양실험에서도 밀사에 의한 생리적 스트레스의 증가가 항체 반응의 감소 등 면역활성의 저하를 유발하고 생산성 저하의 한 요인이 밝혀졌다. 따라서 산란종계 농장을 대상으로 상기 연구를 통해 얻어진 결과의 적극적인 홍보가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 사양 실험 결과를 토대로 사료 및 사양관리에서 나타난 문제점을 해결하기 위한 실질적인 연구 및 산란종계에 적용할 수 있는 종합적인 기술지도지침의 마련이 필요하다.

## 제 5 협동과제: 종계의 생산성 향상을 위한 질병·위생관리 프로그램 개발

혈청검색에 의한 종계군 질병모니터링 실시결과 SE, MS 등 난계대성 살모넬라, 마이코플라즈마 등이 종계군에서 검출되어 이들 질병에 대한 농장별, 지역별, 국가적 방역대책 수립이 필요하였다.

혈청검색에 의한 종계군 질병모니터링 실시결과 REV, APV, CAV, ORT, REO 등 바이러스성 질병이 검색되었으며 향후 이들 질병들에 의한 종계군의 체계적인 생산성 저하 조사 연구와 아울러 이들의 감염을 효과적으로 예방 할 수 있는 백신의 개발 및 도입의 필요성이 대두되었다.

모니터링 대상 종계장에 대한 ND, IB, IBD 등 3종의 생독백신에 대한 접종효능을 평가해 본 결과 니플급수기를 이용한 백신접종효능 개선과 ND, IB 등 호흡기 예방백신의 분무접종 유도 등 기존의 백신접종법에 대한 시급한 개선대책 마련 요구된다. 모니터링 대상 종계장에 적용된 개선된 백신접종 프로그램과 ND, IB, IBD 등 질병별 목표 항체가와 목표 항체 균일도를 일반 종계장에 확대 보급할 필요가 있다.

국내 종계군에서 검색된 변이형 IB인 유전형 III와 유전형 VI에 효과적인 IB 생독백신의 개발이 필요하며, 종계장 살모넬라 및 마이코플라즈마 조기검출을 위하여 실시된 환경모니터링법을 국내 종계군에 적용하여 국가적인 종계장 살모넬라 및 마이코플라즈마 조기검색 및 방제기법으로 채택활용이 요구된다.

## 위탁연구과제: 육용 및 산란 종계 사육실태 및 생산성 조사

육용종계의 헨데이 (Hen-Day) 산란율은 30주령에 76.0-61.6%에서 시작하여 35주령에서 77.9- 63.1%로 최고치를 나타냈다가 점차 감소하여 64주령에는 55.1-44.7%에 이르고, 헨 하우스 종란수는 64주령에 164.7-133.5개로 여기에 부화율 85.8%를 적용하면 헨하우스 초생추 수는 141.3-114.5수로 나타났다.

종계의 육성기 체중은 육성을 및 생산비에도 영향을 주는 바, 표준체중으로 사육한 계군의 20주령시 육성율은 88.6%, 수당 사료비 및 육성비는 각각 3,066원과 7,692원인 반면, 표준보다 10% 체중이 낮은 계군의 육성율, 수당 사료비 및 육성비는 각각 85.1%, 3,310원, 8,262원 인 것으로 나타났다. 산란 종계 폐사율은 전 생애에 걸쳐

22.72%에 이르며, 사육규모가 클수록 폐사율이 다소 떨어지는 경향을 보인다.

종계 산란기 사료가격은 공장도 가격에서 10~30%를 할인한 kg당 220원~270원에 거래되고 있는 것이 한국 사료시장의 불합리한 현실이다. 전국 220여개에 달하는 종계 장 중 40%정도는 직영, 60%정도는 위탁사육을 하고 있는 것으로 추정되는 바, 위탁사육으로 20,000수 규모를 사육하는 경우, 연간 26,600천원의 손실이 발생하며, 토지 자본 이자를 고려치 않아도, 연간 16,600천원의 손실이 나는 것으로 추산된다.

유창계사에 의한 종란생산은 인공점등의 한계로 H-H기준 5~10개가 감소되고, 무창계사는 시설비가 수당 20,000원 정도의 시설투자가 이루어져야 생산성 및 수익성의 극대화가 가능해 질 것으로 보인다.

이상의 현실상황에 대한 종계농가의 의견을 수렴하기 위하여 2001년 3월-5월 46개의 종계장을 대상으로 설문조사를 실시한 결과는 다음과 같다.

사육가능규모 평균 49,130수, 현재 사육규모는 35,173수, 상시 투입 노동력 5.9인(1인당 5,941수), 평균 토지 면적 10,252평, 계사 면적 2,781.7평, 계사 평당 사육수수 12.6수, 장비 및 시설투자 규모 463.6백만원, 토지 포함 총투자 규모가 745,2백만원 수준이었다.

계사구조는 유창계사가 46.2%, 사육방식은 평사가 69.6%, 급수방식은 니벨식이 69.6%, 환기 방식은 터널 크로스 방식이 65.3%, 계사 지붕재료는 갈바륨이 74.8%이었다. 급수 및 급이 시설에서 완전자동화 시설 69.6%, 종계 1수당 평균 계사면적은 0.17평, 경영형태로 직영형태 70.4%, 계열생산 7.4%, 계약방식은 일괄경영체제 65.3%, 부화장을 보유한 농장의 병아리 처분 방법으로 직접 판매가 86.9%였다. 지난 3년간 농가당 적자 규모가 120백만원이었다. 방역대책으로 42.9%가 정기적으로 소독 실시, 농장을 물려줄 후계자가 없는 농장 34.8%이었고, 종계 산업발전을 위한 대책으로는 철저한 종계장 관리, 수입육 검역 강화 등의 필요성이 제기되었다.

## SUMMARY

There have been many indications that productivities of local breeder hens were fairly lower compared to those of neighboring countries, although original stocks of the birds could be from the same sources. The reasons for the poor productivity of domestically raised breeders appeared very complicated due to poor performances in various aspects of production. Some of the major reasons could be related to insufficient efforts to localize the genetically new strains of imported birds. Localization of the birds includes adaptation to local feed and nutritional conditions as well as environment, raising facilities and general managing practices including disease control.

Present study was carried out with two different types of breeders (broiler breeder and egg-type breeder) 1) to find out present production status of breeding hens, egg-type and heavy-breed, 2) to develop new feeding programs for breeders, egg-type and heavy-breed, 3) to develop new feeding programs for starting-growing phase to perform better during egg production, 4) to improve fertility and hatchability of eggs from broiler breeders, 5) to improve egg shell quality and bone health of broiler breeders, and 6) to develop programs for better managing of disease and sanitation for breeders.

### **Study for nutritional requirements to improve egg production in broiler breeders**

Three experiments were conducted to study requirements for protein and energies for summer and winter with broiler breeder hens.

**Experiment 1** was to study the optimum daily protein allowance for broiler breeders of 24 to 64 weeks of age on a control-fed basis. This experiment was carried out with 400 hens of Arbor Acres strain. Four levels of dietary protein were used to supply 18 to 24 g of protein per day with a 2.0 g increment. As the age of hens increased, a same stepwise increase and decrease in daily energy

allotment was used in all treatments. Same amount of calcium, phosphorus, methionine and lysine were supplied in all treatments and throughout laying period. Hen-day egg production was highest in hens receiving 20 g protein per day ( $p < 0.05$ ), but there was no significant difference among those fed daily protein ranging 18 to 22 g, and increasing the daily protein allotment up to 24 g resulted in a significant decrease ( $p < 0.05$ ). Average egg weight showed a trend to increase as the daily protein allowance increase ( $p < 0.05$ ), but no significant difference was found among the hens fed daily protein 20 to 24 g. Feed and ME conversion was superior in hens receiving 20 g daily protein ( $p < 0.05$ ). CP conversion was increased as the daily protein allowance increase ( $p < 0.05$ ), but there was no significant difference between hens receiving 18 and 20 g daily protein. Feed cost required per egg or per kg egg was lowest in hens fed 20 g daily protein. It could be concluded that the optimum daily protein allowance was 20 g in all performances.

**Experiment 2** was conducted to study the optimum energy feeding system for broiler breeders peaked in summer season with 400 caged hens of Ross strain. Four of energy supply series which were different in daily energy allotment during laying period were employed for 40 weeks from 24 to 64 weeks of age. All experimental diets were formulated to contain 2,750 kcal ME/kg with adjustments made in total feed allotment to provide the desired energy levels. Total consumption of the feed would provide 20 grams of protein, 4 grams of calcium and 0.35 grams of available phosphorus. There were no significant difference in hen-day egg production and average egg weight among the series of energy supply, but egg production showed a trend to decline as the level of energy allotment increased. Feed, ME and CP conversion and feed cost required per egg or per kg egg were significantly increased as the level of energy allotment increased ( $p < 0.05$ ). It was concluded that the Treatment 1, which supplied 280 kcal ME per day at the age of 24 weeks and then increased the energy supply up to 400 kcal ME per day at the peak period of 30-34 weeks of age, was superior in all production parameters.

**Experiment 3** was to study the optimum energy feeding system for broiler breeders peaked in winter season with 400 caged hens of Ross strain. Four of energy supply series which were different in daily energy allotment during laying period were employed for 40 weeks from 24 to 64 weeks of age. All experimental diets were formulated to contain 2,750 kcal ME/kg with adjustments made in total feed allotment to provide the desired energy levels. Total consumption of the feed would provide 20 grams of protein, 4 grams of calcium and 0.35 grams of available phosphorus. There were no difference in hen-day egg production and average egg weight among the series of energy supply. Feed, ME and feed cost required per egg or per kg egg were significantly increased as the level of energy allotment increased ( $p < 0.05$ ). It was concluded that the Treatment 1, which supplied 280 kcal ME per day at the age of 24 weeks and then increased the energy supply up to 400 kcal ME per day at the peak period of 30-34 weeks of age, was superior in feed, ME and feed cost required per egg or per kg egg without any adverse effect on egg production and egg weight.

#### **Study for carry-over effects of nutritional conditions during the starter-grower phase on egg production in broiler breeders**

Two experiments were conducted to investigate the carry-over effects of body weight control systems and feeding systems during the starter-grower phase on the performance of broiler breeders.

**Experiment 1** was carried out to investigate the effects of a rearing system for birds to have various body weight on later performance of broiler breeders.

Five hundred and forty Arbor Acres, day-old birds were assigned to three body weight control systems, 110% of standard body weight at 12 weeks of age (T1), standard body weight (T2), 90% of standard body weight at 12 weeks of age (T3). There were three replicates with 60 birds per pen.

There were no difference on feed intake, feed conversion, CP intake, ME intake and viability during rearing period. However, body weight and body weight gain were significantly different with T2 heavier than T3 ( $P < 0.05$ ). There were no



differences on egg production, egg weight and viability during laying period. Egg production of all treatments was the highest between 32 to 40 week of age. Fertility and hatchability were similar among the various treatments, and their data at 37 week of age were better than those at 53 week in all treatments.

The number of hatcher eggs of T3 was 167.9 and greater than that of the other treatments but without a significant difference. The number of chicks in T3 was 131.1 and also greater than other treatments with no significant difference.

**Experiment 2** was to investigate effects of various feeding systems during starting -growing phase on performance in broiler breeders.

Five hundred and forty Ross, a day-old birds were assigned to three feeding systems such as daily feeding (T1), decrease-increase feeding (T2) and skip-a-day feeding (T3). There were three replicates with 60 birds per pen.

There was no significant difference on body weight, body weight gain, feed conversion and viability during rearing period. However, feed intake, ME intake and CP intake of T2 group were significantly lower than those of the other treatments ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference on 50% egg production days, egg production, egg weight and viability during laying period.

Fertility and hatchability were similar between treatments, and the data at 34-week of age were higher than those of 54-week in all treatments. The number of hatcher eggs of T1 was 184.9 and greater than that of the other treatments with no significant difference. The number of chicks from T1 was 160 birds and greater than that of the other treatments with no significance.

### **Study to improve fertility and hatchability of eggs from broiler breeders**

It has long been considered the low reproductive performance of broiler breeder chickens in Korea was the reason for increased production cost in commercial broiler industry. Thus, a series of experiments was conducted to look for a means to improve fertility and hatchability of breeder eggs which can then be applied into practice. Firstly, the effect of storage temperature and time on hatchability of breeder egg was evaluated. Secondly, reproductive performance of male broiler

breeders as to semen characteristics was monitored at different seasons. Thirdly, the effect of artificial insemination with semen that collected at different seasons on hatchability of breeder eggs was studied. Finally, whether mating ratios or egg weights would influence fertility and hatchability of breeder eggs was tested. The results and conclusions emerged from this study can be summarized as follows.

Hatchability was significantly reduced ( $P < 0.05$ ) when the eggs were stored at 4 more than 3 days. No significant difference ( $P > 0.05$ ) was found among all treatments at 17 storage temperature. Hatchability of eggs stored for 9 days at 28 was significantly reduced ( $P < 0.05$ ) when compared to the other treatments.

It was revealed that semen production and sperm concentration of male broiler chickens were lowest ( $P < 0.05$ ) in Summer. However, no differences as to semen characteristics were observed between Spring, Autumn, and Winter. Serum hormone concentration, i.e., FSH, LH, and testosterone, was observed significantly low ( $P < 0.05$ ) in Summer versus either Spring, Autumn, or Winter. The semen characteristics as to sperm motility, fertility and hatchability of fertile eggs were affected by seasons, especially being significantly worse with semen that collected during Summer.

Fertility and hatchability of breeder eggs collected from hens artificially inseminated with cryopreserved semen were 68.0 and 47.1%, respectively of which values corresponded to 77 and 54%, respectively of those with fresh semen. Both unfertilized eggs and dead eggs during hatch were significantly ( $P < 0.05$ ) higher in the cryopreserved semen-treated group by approximately 2.7- and 3.2-fold than the fresh semen-treated counterpart.

Fertility and hatchability of breeder eggs were not affected by frequency of egg collection, irrespective of seasons, suggesting that 2-time collection could reduce labour and production cost.

It was monitored that fertility of broiler breeder eggs ranged between 93 to 94% at 30 weeks of age. At 35 weeks of age, breeder eggs when a male to female (M/F) ratio kept 1 : 13 were less fertile ( $P > 0.05$ ) when compared to the groups being the M/F ratios either 1 : 9 or 1 : 11, respectively. The low fertility

observed in the group of 1 : 13 M/F ratio at 35 weeks of age further reduced to reach a statistical significance at 46 weeks of age when compared to those of 1 : 9 or 1 : 11 M/F ratios. Hatchability of breeder eggs between treatments tended to follow a similar trend as shown in fertility, keeping hatchability of breeder eggs that laid from breeder chickens with a 1 : 13 M/F ratio low when compared to the groups with either 1 : 9 or 1 : 11 M/F ratios. It can be concluded that the M/F ratio could influence fertility and consequently hatchability of breeder eggs. Furthermore, our study suggests that either 1 : 9 or 1 : 11 M/F ratio, but not 1 : 13 M/F ratio, seems suitable to sustain reproductive performance of broiler breeders throughout the laying periods.

Fertility of breeder eggs was not affected ( $P > 0.05$ ) by egg weights. However, fertile hatchability was high in eggs weighing approximately 65g. Initial weights of chicks hatched from large eggs (ca. 70 g) were significantly heavier ( $P < 0.05$ ) than those from either small (ca. 60 g) or medium eggs (65 g), respectively.

It can be concluded that various regimen, such as egg storage temperature and time, optimal mating ratio and collection frequency, as revealed in this study can be practically applied so as to improve fertility and hatchability of broiler breeder eggs. In addition, the moderate fertility with cryopreserved semen observed in this study may be of practical interests in broiler breeder industry and deserves further study.

#### **Study for improvement of egg shell quality and bone development in broiler breeders**

The study to assess shell qualities of eggs from broiler breeder hens covering five farms including 280,000 birds found that on site average shell breakage rate were under 1.6% with ranges of 0.6 to 3.13%. Since the data for breakage rate included the abnormal size eggs such as jumbo, actual net rate for broken eggs on farms could be lower than 1.6%, which appeared fairly good compared to the 2.0% (the overall breakage rate prior to hatching) suggested as the general guideline for U.S. farmers. Egg laying performances of local heavy breed hens also appeared pretty

normal with production peak levels of 82-85% at 25-35 weeks of age and 60-75% at 50 weeks of age.

A new attempt was made to show better relationship between the egg shell thickness and the other measurements of egg shell qualities. Egg shell thickness, the primary parameter in egg shell quality, are usually being measured as shell + outer shell membrane, which is very difficult to remove. When removed the outer shell membrane by boiling in an alkali solution we could show that the net egg shell thickness without outer membrane, compared to shell thickness with membrane, has better correlation with other egg shell measurements such as specific gravity, shell density, shell percent and breaking strength.

Chemical compositions for broiler breeder diets showed that crude protein contents were  $15.9 \pm 0.9\%$ , calcium  $3.6 \pm 0.5\%$  and total isoflavone (IF)  $289.5 \pm 118.4$  mg/kg diet. The high variations in nutrients contents indicate that nutrients recommendation for broiler breeders are not standardized yet among the local feed companies, even though restricted-feeding is a general way for the birds.

Hens self-selected vitamin C-supplemented diet (200 mg/kg) more than the other non-supplemental diet produced eggs with better shell qualities. Individual supplementation of vitamins C (200 mg/kg) or E (250 mg/kg) to breeder diets worked effective in preventing the down grading of egg shell qualities such as shell thickness and breaking strength ( $p < 0.05$ ) induced by continuous high environmental temperature. Furthermore simultaneous supplementation of the two vitamins appeared to maintain better egg shell quality under the heat stress conditions. Tibial breaking strength of the birds was also significantly improved by supplementing diets with vitamin C ( $p < 0.05$ ).

Another feeding trial with 13,000 breeder hens fed diets added with vitamins C (200 mg/kg) and E (250 mg/kg) were conducted for 4 weeks on a commercial farm under environmental temperature averaging 20° C. Birds fed diet added with vitamin E produced eggs with better shell thickness and breaking strength ( $p < 0.05$ ) compared to those fed control diet. The eggs from the birds consumed vitamin C added diets had shell qualities in the middle between those of the other

two dietary groups.

Biomarkers to show responses to stressful conditions were measured in the blood of the birds whenever high environmental temperature was applied. Higher serum H/L ratio (heterophyll/lymphocyte) and corticosterone levels as the markers appeared to confirm higher room temperature. The levels of those markers in the blood in the early period also responded to the supplementation of the vitamins, although their levels were not sustained during the whole experimental period.

The role of vitamin E in alleviating the response to heat stress is a completely new area. Vitamin E as a strong antioxidant could play a sparing action for the vitamin C since both vitamins share a common function in preventing oxidation in the animal tissues.

Effects of dietary IF on egg shell quality or bone development were studied with laying hens and also young birds. Day-old broilers were fed diets with different total IF levels (194 vs. 335 mg/kg diet) adjusted by levels of soybean meal, and day-old chicks of a layer breed were fed purified-type diets added with genistin (purity >90%) up to 650 ppm. Bone ash% from both studies were not affected by the IF consumption. Only the testicle weight of the chicks of a week-old was significantly reduced by the highest IF diet. The observations in bone ash content in this study were different from our previous results, of which IF sources were a concentrated IF commercial product or ethanol-extract from soybean meal prepared in the lab. A further study with purified IF is required to clarify the discrepancy between the studies.

Egg-type layer hens were used instead of broiler breeders for the IF study. Three levels of dietary IF were prepared by adjusting the soybean meal levels (0, 8 and 16%) in the diets. Egg shell breaking strength appeared 3.54, 3.50 and 4.77 kg and bone density measured using DEXA were 0.241, 0.225 and 0.246 g/cm<sup>2</sup>, for birds fed 0, 8 and 16% soybean diets, respectively, without significant differences.

## **Development of Korean type program for feeding and managing egg-strain breeders**

This study was undertaken to investigate practices and performances of egg-strain breeders cage-raised in Korea and to recommend proper feeds and feeding for the improvement of their productivities

In the first experiment, laying and hatching records of 4 year production were collected from 4 egg-strain breeder farms and their data were analyzed from 12 flocks of 224,600 hens. In addition, their feeds and feeding programs were also analyzed.

Second experiment was to study effects of dietary energy (ME) and protein (crude protein) levels on growth, bone development and flock uniformity. Dietary recommendations for the egg-strain breeder pullets to be reared in cage were examined.

Third study was aimed to examine effects of stock density in cages, lighting program and dietary levels of Ca and 25(OH)D<sub>3</sub> on performances of parent stock layers of Hy-line Brown.

Results from each experiment are as followings.

1. Analyses of productivity of domestic caged egg-strain breeders revealed that their average performances were far lower than the levels of parent stock standard; 90.1% of targeted HH egg production, 91.7% of standard hatching egg numbers, and 80.4% of standard salable chicks.
2. Two commercial rearing feeds were fed to chicks and resulted significantly different growth rates, indicating importances of feed quality in pullet rearing.
3. Surveys of feed and feeding program in the field revealed that the birds were fed one laying diet throughout the laying periods, ignoring importances of phase feeding.
4. When Hy-line Brown pullets in cages were fed for 8 weeks experimental diets with different combination of ME and protein levels, growth rate and bone strength were increased with the increment of the nutrient levels above the NRC

recommendations. Therefore, TME<sub>n</sub> levels of starter and grower are recommended to be 2800~2950 kcal/kg and crude protein levels are 19% and 16%, respectively, with balanced amino acid contents. The nutrient levels did not affect flock uniformities.

5. The effects of 4 stocking densities (980, 735, 640, 560 cm<sup>2</sup>/bird) on performances of cage egg breeder hens were investigated for 12 weeks. The densities did not influence laying performances, egg and eggshell qualities, fertility and hatchability. However, their plumage conditions and antibody titers to infectious bronchitis were significantly ( $p < 0.05$ ) improved with 980 cm<sup>2</sup>/bird, indicating that less space resulted in greater stress to the laying birds.

6. A factorial test of three dietary Ca levels (33, 3.9 and 4.5%) and 25(OH)D<sub>3</sub> (0, 75 and 150 ppm) in egg-type breeder hens was made to find a feeding regime of strong egg shell. The best shell strength was obtained with 4.5% Ca plus 150 ppm 25(OH)D<sub>3</sub>. The nutrient treatments did not influence on egg weight and internal egg qualities. Fertility and hatchability were also improved with the increased Ca and 25(OH)D<sub>3</sub>.

7. In the experiment of lighting program, egg fertility was improved when light stimulation started at 134 days of age or later. The late light stimulation resulted in increased egg size as well.

In conclusion, feeds and feeding program for egg-strain breeder raised in cages can be formulated differently from those of NRC(1994) and parent stock standard which are based upon floor feeding practices.

#### **Program development for managing disease and sanitation to improve productivity in egg type- and broiler breeders**

Serological, virological and environmental monitorings were conducted to screen nine broiler breeder and eight layer breeder flocks for antibodies and/or avian pathogens between years 2000 and 2003. More than 40% of the flocks were seropositive for SE and MS. Similar results were also observed using Salmonella and Mycoplasma environmental monitoring samples. There was a high prevalence

of antibodies against REV, APV, CAV, ORT and REO: 71% REV, 71% APV, 82% CAV, 82% ORT and 100% REO. Poor antibodies responses as well as %CV against ND, IB and IBD after nipple drinking water vaccination were monitored. However, spray vaccination against ND and IB, and drinking water vaccination against IBD under controlled by tongue test using dye could enhance the level of antibodies and %CV. Mass type IBV vaccine showed partial protection against variant IBVs and needed local live vaccine using Korean variant IBV strain, Non-systemic, non-acute, immunosuppressive and complex chronic diseases seemed to be emerging avian pathogens and could cause long-lasting mortality as well as poor production on breeder industry in Korean nowadays.

#### **Survey study for present status of productivity of egg- and broiler-breeder hens**

Korean agriculture faced by the trade liberalization has to produce the products that could be preferred by the consumers. For this purpose poultry industry should reduce the production cost through increasing productivities, and level-up the hygiene of the poultry products.

In 2002, 155,000 seed chicks for broiler and 80,000 for egg were imported, and the total number of seed chicks numbered to 4.5 million for broiler, 504,000 for egg, and 290,000 for dual purpose.

The poor conditions of hen houses where the virus and bacterial colonies used to be active, the lease of the regulation on the hygiene, and the permitted production of hybrid between broiler and layer could accelerate spread of infectious poultry diseases in Korea.

According to a previous report, the egg-laying rate of broiler breeder hens was 62-76% in 30 weeks. It is increased to 63-78% in 35 weeks, and reduced to 45-55% in 64 weeks. Mortality of the seed chicks for egg production was 22.7%, and it is improved as the farm scale is increased. Under an assumption that a farm is assigned to raise 20,000 chicks, financial loss per farm per year was calculated to be 26.6 million won.

In order to verify above mentioned facts, 46 breeder farms were surveyed from



March to May, 2001. The average total capacity of the sample farms was 49,130 birds (C.V. 143.5%) at a time. The full time labor input of the sample farms was 5.9 persons, and the farms have 10,252 pyung (pyung=3.3 m<sup>2</sup>) of total areas, and 2,781 pyung for chicken houses with investment of 436.6 million won for facilities and equipments, and consequently 745.2 million won in total including land.

Forty six point two per cent (46.2%) of the chicken houses of sample farms were constructed with windows facilitated and as for the roof materials of the chicken houses, 74.8% was chemical slate. Near 70% of the sample farms were reported to be fully automated in water supplying and feeding, and most of the sample farms(70.4%) were directly operated and, and 7.4% vertically integrated.

Among the sample farms with hatcheries, 87% used to sell the chicks to other farms, and 39.1% of the sample farms recorded financial loss in operation for last three years with the amount of 120 million won(C.V.81.4%). As for the reasons of the loss, 46.2% of the respondents pointed out the fluctuated chick price.

As for the sources for the new technologies, 38.7% of the respondents counted the seminars provided by poultry industries and academic societies. The average price of commercial feed paid by the sample farms was 254.4 won per kg(C.V. 10.9%), and 26.0% of the sample farms expressed their satisfaction with the quality of feed.

Sixty nine point six percent(69.6%) of the layers in the sample farms were molted by force, and the mortality was 89.3%(C.V.4.9%).

Infection and disease were controlled through regular sterilization (42.9%), and for the future seed chicken industries the respondents suggested to apply more strict control system to improve the sanitation of the farms, and to enforce the inspection of imported chicken meat.

# CONTENTS

<b>Chapter 1. Introduction</b> .....	29
Part 1. Objectives of the study .....	29
Part 2. Outlines and needs for the study .....	29
<b>Chapter 2. Present status of technological development in domestic           and abroad</b> .....	32
Part 1. Present status and domestic issues .....	32
Part 2. Perspectives .....	35
<b>Chapter 3. Research results and discussion</b> .....	36
Part 1. Study for improvement of egg shell quality and bone development in broiler breeders .....	36
Part 2. Study for nutritional requirements to improve egg production in broiler breeders .....	98
Part 3. Study for carry-over effects of nutritional conditions during the starter-grower phase on egg production in broiler breeders .....	125
Part 4. Study to improve fertility and hatchability of eggs from broiler breeders .....	147
Part 5. Development of Korean-type program for feeding and managing egg type breeders .....	176
Part 6. Program development for managing disease and sanitation to improve productivity of egg type- and broiler breeders .....	204
Part 7. Survey study for present status of productivity of egg type - and broiler breeders .....	228
Part 8. General discussion .....	273

<b>Chapter 4. Achievement and contribution of the study to industry .....</b>	<b>275</b>
Part 1. Broiler breeder studies .....	275
Part 2. Egg type breeder hen studies .....	277
Part 3. Disease and sanitation program development study .....	277
Part 4. Survey study for status and productivity of breeding hens .....	278
<b>Chapter 5. Future plan for application of the study results .....</b>	<b>279</b>
Part 1. Application of study results .....	279
Part 2. Necessity for further study .....	279
<b>Chapter 6. New knowledges and information for the research topics .....</b>	<b>281</b>
<b>Chapter 7. Literature cited .....</b>	<b>282</b>

# 목 차

<b>제 1 장 연구개발 과제의 개요</b> .....	29
제 1 절 연구개발의 목적 .....	29
제 2 절 연구개발의 필요성 .....	29
<b>제 2 장 국내외 관련기술 개발 현황</b> .....	32
제 1 절 국내외 기술현황과 문제점 .....	32
제 2 절 앞으로의 전망 .....	35
<b>제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과</b> .....	36
제 1 절 제 1 세부 과제: 육용 종계의 골격 발달 및 과란을 개선 연구 .....	36
제 2 절 제 1 협동 과제: 육용 종계의 종란 생산성 향상을 위한 영양 수준 결정 .....	98
제 3 절 제 2 협동 과제: 육용 종계의 육추·육성시의 영양수준이 산란성적에 미치는 영향 연구 .....	125
제 4 절 제 3 협동 과제: 육용 종계의 수정율·부화율 향상 방안 연구 .....	147
제 5 절 제 4 협동 과제: 산란 종계 생산성 향상을 위한 한국형 사양관리 프로그램 개발 .....	176
제 6 절 제 5 협동 과제: 종계의 생산성 향상을 위한 질병·위생 관리 프로그램 개발 .....	204
제 7 절 위탁연구 과제: 육용 및 산란 종계 사육실태 및 생산성 조사 .....	228
제 8 절 종합 고찰 .....	273
<b>제 4 장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도</b> .....	275
제 1 절 육용 종계 연구의 목표 달성도 및 기여도 .....	275
제 2 절 산란 종계 연구의 목표 달성도 및 기여도 .....	277
제 3 절 산란 및 육용종계 질병·위생관리 연구의 목표달성도 및 기여도 .....	277

제 4 절 산란·육용종계 사육실태 조사연구의 목표달성도 .....	278
<b>제 5 장 연구개발 결과의 활용계획 .....</b>	<b>279</b>
제 1 절 연구 결과의 활용 .....	279
제 2 절 추가 연구의 필요성 .....	279
<b>제 6 장 연구개발 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 .....</b>	<b>281</b>
<b>제 7 장 참고 문헌 .....</b>	<b>282</b>

# 제 1 장 연구개발 과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적

국내 육용종계의 사육실태와 생산성 현황 파악이 시급하다. 육성기의 체중조절 모형별 영양소 공급체계와 육성기 체중조절을 위한 실용적 사료급여방법을 연구한다. 육용종계의 경우 동절기와 하절기 산란피크 때의 에너지 공급수준을 다시 결정하며 산란기의 단백질과 제한 아미노산 공급수준을 결정한다.

계절적 변이가 심한 수정율의 향상을 위한 종계의 관리기술 개발과 건강한 실용계 생산을 위한 부화조건 및 부화기술을 확립코자 한다. 종계 사육 전 기간에 걸친 건강한 골격 발달·유지를 통한 생산성 향상방안을 강구하며 종란의 파란율을 감소시키며 강건한 난각생산을 위한 사양관리 방법을 확립코자 한다. 육용종계와 종란 생산을 위한 전반적인 위생관리 program을 개발하여 종계의 생산성 향상을 위한 체계적인 연구를 한다.

산란용 종계의 사육실태와 생산성 현황 파악이 시급하다. 우리나라 특징인 케이지 육추와 육성기 사료의 영양적 필요량에 관한 연구와 산란용 종계의 사료 및 사양프로그램 관련 자료 수집 및 정리한다.

산란용 종계의 사육밀도와 생산성 향상을 위한 연구와 더불어 산란말기 종란의 난중 조절 및 종계생산성 향상을 위한 영양 및 사료 연구를 수행한다. 산란 점등 프로그램에 따른 종계 생산성 변화를 재검토한다.

육성기 산란종계 주요질병을 모니터링하며 위생관리 프로그램을 확립한다. 산란기 산란종계에서도 주요질병의 모니터링과 위생관리 프로그램을 확립한다.

## 제 2 절 연구 개발의 필요성

육용 원종계는 국내에서 육종되는 것에 비해 외국 종계의 능력이 더 우수하기 때문에 대부분을 외국에서 수입하고 있다. 우수한 원종계를 수입해 음에도 불구하고 국

내 종계의 생산성은 주변 국가들에 비해 현저히 낮다고 보고되고 있다. 예를 들어 국내 육용종계 암탉 한마리당 실용계의 생산 수수가 1년에 약 95-100수 전후에 불과해서 일본(119수), 태국 (125수) 및 중국 (113수)에 비해 매우 저조하다(한국육류수출입협회, 1996). 육용종계 생산성의 저하는 국내 닭고기의 생산비를 증가시키는 주원인이 되며, 특히 생산비중 초생추 구입비가 20% 정도나 되어 우리나라 육계의 경쟁력에 매우 중요한 장애요인이 되고 있다. 이렇게 생산성이 낮은 원인은 국내 육용종계의 산란율, 수정율 과 부화율이 낮고 한편 파란율이 높기 때문이며, 이는 국내의 위생환경이 불량한 것 이외에 수입종계의 국내 사료와 환경에 대한 적응을 위한 충분한 연구가 없이 외국 종계회사의 사양 프로그램을 그대로 적용하고 있는 데에서 그 원인의 일부를 찾아볼 수 있다.

한편 산란용 종계의 경우에는 육용종계에 비해 사정이 조금 다르기는 하나 여전히 생산성이 저조한 편이며, 우리나라는 외국과 달리 주로 케이지 사육에 의존하고 있는 특징이 있다. 따라서 외국의 종계회사에서 개발된 사육프로그램이 맞지 않는다는 지적이 있으며 국내의 사육 조건에 맞는 종계사료의 영양 수준의 연구와 더불어 종합적이고 체계적인 종계관리 시스템의 개발이 필요하다.

근래에 국내 양계산업이 전업화, 대형화, 집단화됨에 따라 전염성 질병에 의한 종계의 생산성 저하 역시 그 규모가 커지고 있어 집단면역에 의한 질병별 면역수준 모니터링과 주요 전염성 질병에 대한 질병. 위생관리 프로그램의 개발이 점점더 중요해지고있다.

따라서 본 연구에서는 육용종계를 대상으로 육성기에서 부터 산란피크기, 하절기, 동절기등 성장기와 산란단계별 및 다양한 환경조건에서 적정 영양소 공급체계와 영양소(에너지, 단백질) 공급수준을 재검토하고자 한다. 종계의 경우 육성기의 사양관리가 특히 중요하므로 육성기의 영양 조건이 산란기에 미치는 영향을 다시 평가해 보며, 계절적 변이가 심한 수정율과 부화율 향상을 위한 종계관리 기술을 개발하며, 종란의 파란율 감소와 건강한 골격 발달을 위한 사양 관리 방법을 연구할 필요가 있다. 산란종계의 적정 사육밀도, 점등관리 등 환경 관리의 최적화를 위한 연구를 통해 산란종계의 생산성을 극대화 시키는 방법을 제시코자 한다.

동시에 육용종계와 산란종계에서 육성기와 산란기의 주요 질병 모니터링을 실시하면서 건강하고 위생적인 종계, 종란 생산을 위한 위생관리 프로그램을 재검토하고 새로운 프로그램을 개발할 필요가 있다.

한편 우리나라 육용과 산란종계의 경우 품종별 생산성 분석을 위한 기초자료 조사와 생산성 저하 요인들을 조사하고 앞으로의 연구에 도움이 되는 자료를 종합 분석하기 위해 종계사육 농장의 실태를 파악할 필요가 있다.



## 제 2 장 국내외 관련기술개발 현황

### 제 1 절 국내외 기술 현황과 문제점

#### 1. 육용 종계

우리나라 육용 종계의 낮은 생산성은 급이, 체중조절, 교배시설, 시설미비, 환기조절 미흡, 방역체계 등 다양한 부문에서 불합리한 기술이 적용되고 있는데 기인한다. 태국의 육용 종계 수정율은 85%, 부화율은 87% 였고 중국은 각각 90과 80% 였다 (한국육류수출입협회, 1996).

닭의 에너지 요구량은 환경온도의 변화에 민감하여 산란초기에 환경온도가 5°C 변할 때마다 약 20 kcal가 증가 또는 감소하며, 산란말기에는 환경온도가 5°C 변할 때마다 약 25 kcal의 에너지 요구량이 달라진다. 환경온도의 저하로 인해 에너지와 사료섭취량이 증가하면 사료단백질 수준을 낮춰주며, 반대로 환경온도가 높아지면 에너지와 사료섭취량이 감소되면 사료단백질 수준을 높여주어야 한다. 따라서 닭의 사양표준은 사육되는 지역(국가)의 환경온도가 고려되면서 만들어지는 것이 원칙이다. 그 외에 닭의 사양표준은 사육되는 지역에서 생산되는 배합사료의 원료구성에 따라 달라지게 된다. 따라서 외국에서 수입된 종계의 경우 우리나라 사료와 환경 조건하에서 연구된 사양표준에 의해 사육되는 것이 더 적합하다.

종란 보관일수에 따른 적정 온도는 1주일 2회 입란시 25°C 온도 유지가 좋으며 (스펠더홀드 연구소, 1992), 부화시 배자사망율은 난중 57 g 이상 보다 47~54 g에서 더 많이 발생하는데 적은 난중에서 배자사망율이 높았다 (McNaughton 등, 1978)고 한다. 육용종계의 부화율은 47주령 때 가장 높고, 35-47주령 보다 55주 이상은 부화율이 떨어지며, 최고의 부화율은 난각두께가 얇아지고 기공이 커지는 산란중기에 나타난다 (Peebles 와 Brake, 1987). 어린 계군의 종란은 부화기간 중 난각 두께와 무관하게 무게 감소와 부화율 저하하며, 수정율, 약추, 건강추는 종계의 연령과 무관하였다 (Roque과 Soares, 1994).

육용 종계 산란기 능력은 육추, 육성 기간중의 사양관리에 크게 좌우되며, 균일한

성장과 체중조절이 필수적이다. 육용종계는 성장능력이 지속적으로 개량 향상되어 제한급이가 더욱 심해지며, 그 결과 계군의 균일도가 불량해지고 있다. 제한급이는 모든 영양소의 공급이 제한되어 미량영양소의 부족 가능성이 커지기 때문에 매우 세밀한 영양관리가 필요하다.

육용종계의 경우 특히 초기 체중조절의 실패로 육성 후반기 체중의 극심한 조절 필요성이 대두되며, 국내 육용 종계의 낮은 생산성은 체중 조절 실패 이외에 낮은 산란율 과 수정율·부화율, 높은 파란율 및 불량한 위생환경에 기인된다고 판단된다.

종란의 파란율은 양계산업의 최종산물의 손실이라는 차원에서 경제적손실과 심리적 요인에 중요한 영향을 미친다. 파란은 여러 가지 요인에 의해 발생하며, 물리적 요인에 의한 파란은 시설의 개선에 의해 상당량이 방지될 수 있으나 근본적으로 파란을 일으키는 것은 영양적 요인에 의해 난각이 약해지는 데 있다. 파란의 중요성에 대한 인식이 높아 그동안 많은 연구가 이뤄졌으며, 일상적인 관리에서의 파란율은 상당히 낮아져 있다. 그러나 여름철 더위 스트레스는 닭의 생리적 변화에 의해 난각형성에 큰 지장을 주어 난각질의 저하를 초래하는 가장 큰 요인으로 되어있다. 비타민 C의 섭취는 스트레스로 인한 생리적 변화를 완화시켜주는 작용에 의해 난각의 품질저하를 방지하는 데도 큰 도움을 주고 있다 (Pardue 등, 1984, 1985).

## 2. 산란용 종계

국내 산란 종계장의 최근 조사에 의하면 외국의 성적에 비해 큰 차이가 있다. 수당 종란 생산수에서 국내와 외국표준 성적이 각각 195 대 230 개, 부화율 평균이 36 대 40%, 수당 병아리 생산수가 59.4 대 92.8 수였다. 종계 암컷 1수당 생산하는 종란수에서 35개가 적고, 실용계 병아리 생산량이 59.4수, 부화율 역시 4% 정도 외국 표준에 비해 낮았다. 본 연구계획서의 작성에 앞서 국내외의 산란종계를 모델로 한 선행 연구 자료 (미국 가금학회지, 영국가금학회지, 한국가금학회지 등)를 조사하였으나 산란종계와 관련된 공식적 연구는 거의 없었다. 국내의 산란종계는 주로 케이지에서 사육되는 관계로 평사 위주의 서구식 종계사육과는 영양소 요구량 및 환경 위생관리 면에서 차이가 있는데도 불구하고 국내 산란종계 사육에 대한 연구는 전무하였다.

육추, 육성기의 성장, 특히 3-7주령이 문제가 되고 있으며 이때 골격 미발달은 산란기에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 한편 산란초기에 종란이 너무 작으면 종란으로서의 이용성이 떨어지며, 산란후기에는 종란이 너무 커 파란율이 증가하므로 난중 조절

을 위해 사료 내 영양소 조절이 절대적으로 필요하다. 특히 산란후기에 난각질의 강화를 위한 사료 개발이 요구되고있다.

혹서기 종계 생산성 및 종란 품질의 저하가 심각하므로 혹서기에 heat stress에 의한 생산성 및 난각질 저하 방지할 스트레스 방지용 사료 첨가제 개발 및 사양 관리 시스템의 발전적 모델 개발이 필요하다. 따라서 계절 변화에 따른 종계 사양(seasonal feeding) 프로그램의 개발하며, 겨울철 사료 섭취량 증가에 대비한 사료 내 영양소 조절이 필요하다. 그 뿐만 아니라 겨울철 환기량 감소에 따른 계사 내 환경 개선을 위한 사료 개발도 요구된다.

암컷의 생산성 유지와 수컷의 영양 과다를 막을 수 있는 종계 사료의 개발 시급하며, 산란용 종계의 암수혼사로 별도의 사료 급여가 어려워 수컷의 영양과다 및 생산성 저하를 초래하여 수컷은 38-39 주령이 되면 능력 저하로 44 주령에 교체되고 있는 실정이다.

### 3. 위생관리의 기술 현황

종계의 생산성 저하의 큰 원인은 질병, 위생 관리 프로그램의 부재에 있다고 해도 과언이 아니다. 1998년도에 국립수의과학검역원에 의뢰된 696건의 가검물에 대한 질병검색 결과 전염성 원인체 감염에 의한 전염성 질병이 72.2%(472 건), 사료와 영양, 환경관리 및 유전적요인 등 비전염성 요인에 의한 질병이 27.8%(182 건)으로 전염성 질병의 검색율이 월등히 높았다. 이중 산란종계 및 산란계에의 경우 추백리, 가금티푸스등 살모넬라 관련 질병의 검색율이 10% 이상, 마이코플라즈마 (MG) 항체 검색율은 76% 이상이였다.

종계의 생산성을 저하시키는 중요한 질병은 뉴캐슬병(ND), 전염성 기관지(IB), 전염성 F낭병(IBD) 등이다. IB는 혈청형에 따라 백신의 방어능이 다르고, 국내에서는 1991년 현재 사용하고있는 백신과 혈청형이 다르다. 기존에 유행하던 IB 바이러스 (IBV)보다 병원성이 월등 강한 IBV의 유행이 밝혀졌다 (김재홍 등, 1992).

IBD는 고전형 외에 혈청학적으로 다른 변이형과 1980년대 후반부터는 강병원성형(Vanden Berg 등, 1991)이 유행하고 있으며, 국내 ND, IB, IBD 예방을 위해 백신을 반복 접종한 계군에서도 발병 피해가 있다. 따라서 종계군의 생산성 향상을 위해 현재의백신접종 프로그램의 재평가와 효과적인 새로운 프로그램의 제시 필요하다.

## 제 2 절 앞으로의 전망

그 동안 우리나라에서 종계의 낮은 생산성은 고질적인 문제로 인식되어 왔다. 그 문제를 해결하기 위한 체계적이고 본격적인 노력이 부족했던 면도 없지 않았다. 이번에 종계의 생산성을 개선하기 위한 기획과제가 제시된 것은 매우 다행이며 본 연구를 통해 우리나라 종계 생산성에 관련된 실태, 문제점, 해결책 등이 여러 가지 제시하였다.

종계, 특히 육용종계를 대상으로 국내에서 연구된 것은 본 프로젝트가 처음인 것 같다. 그동안 국내에서 전혀 연구된바가 없으며 인제서야 연구의 필요성이 인식된 것은 다행이다. 이번 연구에서 우리나라 종계의 사양관리, 생산성 문제가 모두 다루어질수는 없었다. 앞으로 계속 연구되어야할 많은 과제를 제시하였다는 점에서 더 큰 의미를 찾을 수 있을 것 같다.

예를 들어 본 연구에서 나타난 육용 종계의 단백질 요구량은 기존에 보고되었던 것과 유사하다는 점을 확인할 수 있었으며, 앞으로는 제한 아미노산 특히 methionine+cystine의 요구량에 초점이 맞추어질 필요가 있다. 에너지 요구량은 예상 하였던 대로 환경온도의 영향을 크게 받는 요인이어서 기존 외국 실험치와 다른 결과가 나왔다.

이렇게 기존의 실험치와 본 연구에서의 결과가 같거나 다른 경우 현재의 결과로서 우리의 결론은 내리는 것은 여전히 주저하게 된다. 생물을 대상으로 하는 연구에서 그 결과에 영향을 미치는 요인이 헤아릴 수 없이 많기 때문에 한두번의 실험 결과로서 최종적인 결론은 내리는 것이 무리이다.

그럼에도 불구하고 현재의 결과와 기존의 결과를 비교하면서 최대한의 공약수를 찾아내는 노력이 필요하며, 그런 공약수는 이 보고서에 제시된 결과를 앞으로 실제로 활용하게 되는 과정에서 더욱 검토하고 다듬어 어떤 합리적인 결론을 이끌어내는 연구자들의 노력에 달려있다고 생각된다.

누구보다도 본 연구에 참여한 연구자들이 앞으로 자신의 data를 더 다듬어 학회지나 발표회등을 통해 보다 폭 넓게 소개하는 노력을 얼마나 열심히 수행하는가에 따라 본 연구 결과의 활용전망이 좌우될 것이다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 제 1 세부과제:

#### 육용종계의 골격발달 및 파란을 개선 연구

##### 1. 실험 1: 육용 종계 종란의 난각 품질 평가

###### 가. 연구 목적

선정된 농장의 종란 품질, 사료품질 및 종계의 칼슘 영양상태를 파악한다. 동시에 종계사료에서 isoflavone 함량을 측정하여 estrogenic effect를 갖고 있는 이 phytochemical의 섭취상태를 조사코자 하였다.

###### 나. 연구 방법 및 재료

육용 종계의 산란율, 파란율, 난각질 및 종계사료의 품질을 조사하기 위해 총 4개 육용종계 농장 (삼화농원, 양지부화장, 독바위 농장, 도원 농장)에서 총 28만수 종계의 data를 분석하였다. 각 농장 내 종계군의 기호는 임의의 순서로 A, B, C, D 등으로 명명하였다.

##### 1) 종계의 산란율 및 파란율 조사

선정된 농장의 여러 계군에서 일정기간의 산란율과 파란율 실태를 조사하였다. 실태 조사는 농장에서 제공된 농장관리 일지에 의존하였다. 본래의 의도는 육용종계의 사육시설, 환경조건에 따른 차이를 조사할 계획이었으나, 현재 국내의 육용종계 사육이 거의 대부분 평사에서 이뤄지고 있어 케이지 사육과의 비교는 제외하였다. 산란율 조사에 사용된 각 계군별 산란개시 시 사육수수는 임의로 A, B, C, D 계군 순서로 각각 48 천수, 46 천수, 12 천수 및 18 천수 정도였다. 산란율은 hen-housed 기준이다 (Fig. 1-1).

파란율은 모든 종계장에서 실제로 난각이 파손된 것 이외에 비정상적으로 큰 종란

도 같이 포함해서 계산하고 있어 이것을 분리하는 것이 불가능하였다.

## 2) 종란의 난각 품질 및 종계 사료의 품질 조사

각 농장에서 품종 당 30-60 개의 종란 (총 510 개)을 수거하여 이들의 비중, 밀도, 난각의 파괴강도 등을 조사하였다. 품종간의 비교를 위해 Ross, Arbor Acre 및 Avian의 3품종의 종란을 수거하였다.

비중은 개별 종란을 Archimedes의 원리에 의해 측정하였는데 대기 중에서의 물속에서 난중을 측정하여 공식에 의해 계산하였다 (Thompson 과 Hamilton, 1982). 난각의 밀도(shell weight per unit surface area, SWUSA)는 다음 공식에 의해 구하였는데 난각의 무게를 표면적으로 나누었다.

$$SWUSA = \text{난각 무게 (mg)} / 3.9782 \times \text{난중 (g)}^{0.7056} \quad (\text{Carter, 1975})$$

난각의 파괴강도는 Instron (Tester model. 4465, Instron Corp.)으로 50 kg load cell과 cross head speed 2.0 mm/min.의 조건에서 측정하였다.

난각의 두께는 dial gage (micrometer)를 이용하여 millimeter의 소수점 이하 3자리 까지 읽었다. 난각 적도부의 3곳에서 읽어 평균치를 제시하였다. 여기서 측정한 난각 두께에는 외부 난각막도 포함되었다.

종계사료는 일반성분 함량, 칼슘, 총인과 더불어 isoflavone 함량도 분석하였다. 시료는 5개 회사 (제일제당, 천하제일사료, 대한제당, 서울사료, Purina) 에서 1-2회에 걸쳐 채취하였으며, 각 회사별로 임의의 순서로 A, B, C, D, E 등으로 표시하였다. 그 외 별도로 국내산 및 수입원료사료들의 isoflavone (daidzein, genistein, daidzin, genistin) 함량도 측정하였다. Isoflavone 함량 측정은 기본적으로 Wang 등(1990)의 방법에 의하였으며, internal standard로 flavone을 사용하였다.

## 다. 연구 결과 및 고찰

### 1) 연구 결과

#### 가) 종계의 산란율 및 파란율 조사

4개 종계군의 산란율과 파란율을 23 주령 정도에서 68 주령 정도까지 조사한 결과는 Fig. 1-1, Fig. 1-2 및 Table 1-1에서와 같다. 산란율은 네 계군에서 모두 26-35

주령 때 정상적인 산란 피크 (82-85%)에 도달함을 보였다. 50 주령 때 60-75% 정도의 산란율이 유지되어 농장(계군)에 따라 15% 정도의 큰 차이를 보였다.

Table 1-1에 제시된 파란율은 총 28만수의 육용종계에서 구해진 성적으로 최저 0.6%, 최고 3.13%로 전반적인 평균값은 1.6% 이하였다. Fig. 1-2에서 제시된 파란율은 A계군을 제외하고 전반적으로 산란초기에 1.5-2% 수준까지 높아지며, 그후 1% 내외수준을 유지하다 50 주령을 지나면서 매우 서서히 다시 높아지는 경향을 보였다. 그러나 60 주령을 지나도 2% 내외의 파란율을 유지하여 전반적으로 예상했던 것보다 파란율이 매우 우수하였다. 이 파란율은 계사에서 집란되는 과정에 발생한 것이다. 더구나 이 파란율에는 왕란 같은 것들도 포함되어 있다는 것을 고려하면 조사된 종란에서 실제 난각파괴로 인한 순수한 파란율은 이 보다 10% 이상 더 낮을 거라고 판단된다.

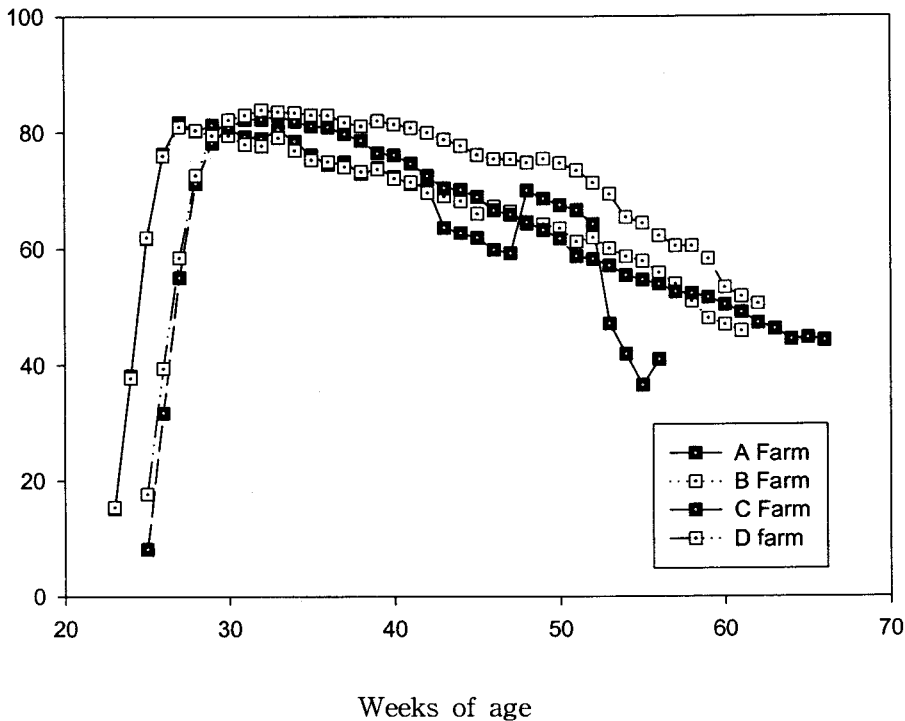


Fig. 1-1. Hen-housed egg production rate (%) of four groups of broiler breeders.

Table 1-1. % Egg breakage observed at the broiler breeder farms<sup>1</sup>

Farms or Breeder groups	Egg breakage (%)		Weeks for data collection
	Mean ± SD	Ranges	
A	0.87 ± 0.26	0.60 - 1.65	25
B	0.95 ± 0.21	0.66 - 1.60	30
C	1.28 ± 0.12	1.08 - 1.47	9
D	1.22 ± 0.31	0.99 - 1.97	8
E	2.02 ± 0.48	1.57 - 3.13	7
Mean	1.27	0.60 - 3.13	-

<sup>1</sup> Total numbers of birds involved were about 280,000.

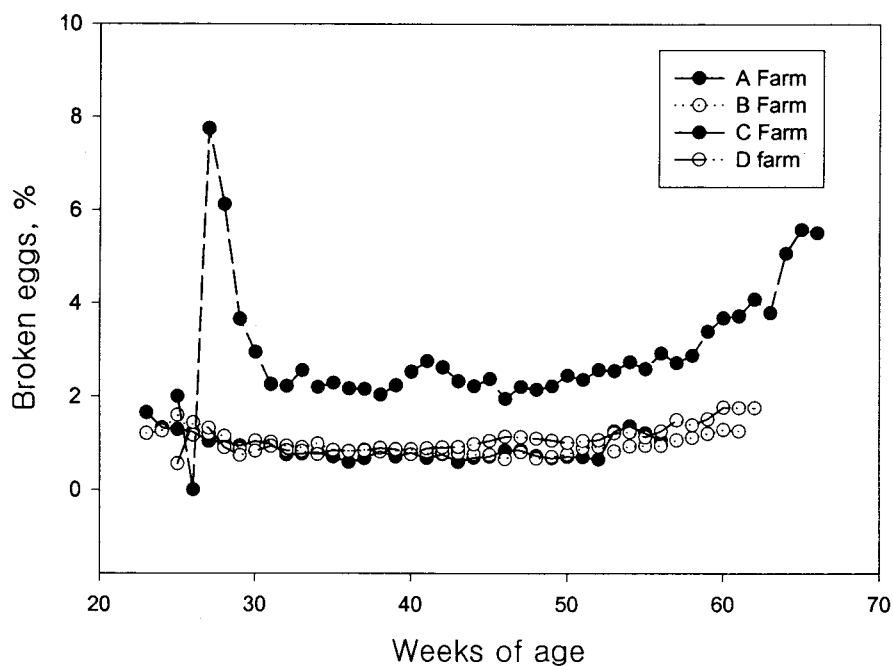


Fig. 1-2. Rate of egg breakage

#### 나) 종란의 난각 품질 및 종계사료 품질 조사

조사한 농장 (계군)별 난각 품질은 Table 1-2에서와 같다. 종란의 무게는 48.5-68.2 gram까지의 변이를 보였는데 이는 조사한 종란을 생산할 당시의 종계 나이와 주로



관련이 있었다.

품종간 비교를 위해서는 동일한 나이와 사료를 섭취하는 조건이 필요한데 일반 종계장의 상황에서 그런 조건의 것을 찾는 것이 불가능하였다. 주어진 조건 하에서 품종간의 차이를 비교해 보면 Table 1-2에서 Arbor Acre 종의 경우 난각 두께가 평균 0.332 mm (0.327- 0.342), Ross 종은 0.329 mm (0.317-0.343), Avian 종은 단일 계군으로 0.339 mm였다.

Table 1-3에서는 난각 품질 관련 변수들 사이의 상관관계를 보이고 있다. 농장에서 난각이 파괴되는 정도를 측정하는 일반적인 방법으로 난각의 두께가 많이 사용되고 있다. 난각 두께를 기준해 볼 때 상관지수(correlation coefficient)가 통계적으로 유의한 것은 난각중 ( $r=0.634$ )였다. 난각의 파괴강도는 전반적으로 다른 변수들과의 상관관계가 매우 낮은 것으로 나타났다.

이 조사에서 난각의 파괴강도가 난각중, 난각두께, 비중, 밀도 등 난각의 품질을 나타내는 변수들과 상관관계가 낮게 나타난 것은 종란의 생산 조건이 품종, 나이, 사료 등 난각질에 영향을 주는 조건들이 다양한 상태에서 비교된 것이기 때문이라고 판단된다.

국내 종계사료의 품질을 평가하기 위한 일반 성분 측정 결과는 Table 1-4에서와 같다. 사료회사에 따라 육용종계사료의 단백질, 지방, 칼슘 및 총인의 함량에서 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 조단백질 함량은 15.5-17.4%의 범위였고, 조지방은 2.7-5.4%, 칼슘 함량은 3.0-4.28%, 총인은 0.37-0.64%의 범위였다. 사료의 대사에너지 함량은 조사되지 않았으나 이 성분함량의 차이에서 볼 때 에너지 함량에도 적지않은 차이가 있다고 판단된다.

B와 E 사료의 경우 조지방 함량이 5.4와 4.0%로서 비교적 높은 편이어서 에너지 함량도 비교적 높을 수 있다고 판단되는데 반면에 칼슘 함량이 3.21 과 3.0%로 비교적 낮은 편이어서 다른 종계사료와 비교된다.

Table 1-5의 종계사료내 isoflavones 함량은 국내에서 처음으로 조사해 본 것이다. 네가지 주요 isoflavone (IF) 함량만을 분석하였는데 daidzin+daidzein 과 genistin+genistein의 비율이 비슷하게 들어있는 것으로 나타났다. 총 IF 함량이 152-504 mg/kg diet 의 수준이었고, 8개 종계사료의 총 IF 함량은 평균 289.5 mg/kg이었다.

이렇게 사료의 IF 함량이 달라지는 이유는 Table 1-6에서 보듯이 주로 사료에 첨가된 대두박함량에 따라 좌우되며, 또한 대두의 원산지에 따라 크게 달라짐을 알 수

있다.

## 2) 실험 1의 결론 및 고찰

본 연구에서 조사한 우리나라 육용종계의 산란율과 파란율은 예상하였던 것 보다 그렇게 나쁜 편은 아니었다. 물론 여기서 조사된 결과는 우리나라 육용종계 농장 실태의 일부라고 볼 수 있지만 네 계군에서 모두 26-35주령 때 도달한 산란 피크시 산란율이 82-85% 였고, 50주령 때 60-75% 정도였다. 왕란 같이 비정상적으로 큰 종란을 폐기한 것도 포함시킨 파란율이 평균 1.27% 정도였다. 참고로 최근에 발표된 미국의 자료 (Bell 과 Weaver, 2002)에 의하면 Hubbard, Hybro 와 Ross 세가지 품종의 종합 사양관리 지침에서 % Hen-day 산란율로 산란피크가 31주령 때 83%, 50주령 때 67%를 권장하고 있었다. 순수한 파란율은 일반적으로 부화되기 전까지 2% 수준이라고 하였다.

Instron을 사용해서 측정한 종란의 파괴강도 값이 난각 두께 및 난각무게와 통계적으로 유의한 상관관계 값을 보이지 않는 것은 종란의 생산 조건이 일정하지 않았기 때문에 다양한 변이가 개입되었기 때문이라고 판단된다. 후에 보다 일정한 조건에서 생산된 종란에서 다시 이들의 관계를 조사할 필요가 있다.

종계사료의 일반성분함량이 회사에 따라 많은 차이를 보이고 있었다. 일반적으로 육용종계는 자유급식보다 제한 급식을 하고 있으므로 회사마다 권장하는 사양 관리가 달라 일정한 잣대로 평가하는 것은 불가능하다. 하지만 영양소 함량을 에너지 함량 (조지방 함량)과의 비율로 대략적으로 나타내 비교할 때 역시 회사 간에 차이가 심하게 나는 것은 종계 사육농가의 상황을 어렵게 하는 원인이 될 수 있다.

Isoflavone (IF)는 여성 호르몬인 estrogen의 효과를 나타내는 물질로서 주로 대두박을 통해 닭에게 섭취된다. 식품 내 IF의 생리활성이 인체에 미치는 영향에 관하여 세계적으로 많은 연구가 되어있으나 가축에서의 연구는 매우 미진한 상태이다. 육용종계의 경우 국내 사료의 조건에서 하루 평균 50 mg 정도를 섭취하면 체중 kg당 15 mg 내외를 섭취하는 것에 해당된다. 암탉에서 estrogen의 역할이 매우 다양한 것을 고려할 때 이런 estrogenic한 성분의 섭취가 종계의 생리에 미칠 수 있는 영향에 관심을 가질 필요가 있다고 본다.

Table 1-2. Comparisons in egg shell quality among different broiler breeders

Farms or Breeders	Egg weight	Egg shell		Specific gravity	Density (SWUSA)	Breaking strength	Breeds
		Weight	Thickness				
	gram	gram	mm		mg/cm <sup>2</sup>	kg	
A-1	67.6	6.12	0.339	1.0770	78.52	3.45	Avian
A-2	56.6	4.81	0.329	1.0744	70.18	3.31	Arbor A.
A-3	68.2	6.13	0.342	1.0716	78.35	3.31	Arbor A.
B-1	63.3	5.59	0.327	1.0617	75.23	3.08	Arbor A.
B-2	58.2	5.18	0.317	1.0644	74.04	3.20	Ross
C-1	52.9	5.05	0.324	1.0188	77.07	3.33	Ross
C-2	61.0	5.27	0.328	1.0224	75.55	3.16	Ross
C-3	48.5	4.67	0.333	1.0257	75.81	3.47	Ross
D-1	63.5	5.67	0.328	1.0563	76.02	3.14	Arbor A.
D-2	63.4	6.02	0.343	1.0620	79.24	3.39	Ross
Mean	60.3	5.45	0.331	1.0534	76.0	3.28	-

A-D Breeder farms.. 1-3 Flocks of bird.

Table 1-3. Correlation coefficients among the variables relating to egg shell quality

Items	Egg weight	SWUSA <sup>1</sup>	Density	Shell weight	Shell thickness	Breaking strength
Egg weight	-					
SWUSA	0.658*	-				
Density	0.432	0.071	-			
Shell weight	0.925*	0.550	0.717*	-		
Shell thickness <sup>2</sup>	0.477	0.320	0.616	0.634*	-	
Breaking strength	0.246	0.003	0.335	0.009	0.569	-

<sup>1</sup> Shell weight per unit surface area (specific gravity)

<sup>2</sup> Shell thickness included outer shell membranes

\* p < 0.05

일반적으로 국내에서 육용종계가 하루에 섭취하는 사료량을 180 gram 정도로 간주할 때 이를 통해 평균적으로 50 mg (30-90 mg) 내외를 섭취하게 된다.

Table 1-4. Proximate composition of local commercial diets for broiler breeders

Components	Feed mill companies					Mean±STD
	A	B	C	D	E	
	----- % -----					
Moisture	11.2	11.7	11.3	12.7	10.6	11.5 ± 0.8
C. protein	16.2	17.4	15.5	15.3	15.3	15.9 ± 0.9
C. fat	2.7	5.4	3.4	2.9	4.0	3.7 ± 1.1
C. fiber	4.0	4.8	3.9	3.6	3.8	4.0 ± 0.5
C. ash	12.8	10.8	13.0	10.7	9.5	11.4 ± 1.5
NFE	53.1	49.9	53.0	54.7	56.9	53.5 ± 2.6
Calcium	3.94	3.21	4.28	3.36	3.01	3.60 ± 0.50
P, total	0.46	0.54	0.44	0.64	0.37	0.49 ± 0.10

Table 1-5. Isoflavones contents of local commercial diets for broiler breeders

Breeder Diets	Daidzin	Genistin	Daidzein	Genistein	Total
	----- mg/kg -----				
A	246.6	192.6	7.6	56.7	503.5
B	144.6	99.4	9.2	36.5	289.7
C	85.5	70.2	3.2	23.2	182.1
D	80.5	66.0	3.6	24.5	174.6
E	162.5	115.2	11.9	46.3	335.6
F	156.8	114.5	84.8	11.0	367.1
G	150.6	117.9	6.4	36.6	311.5
H	69.2	59.2	3.2	20.0	151.6
Mean	137.0±58.2	104.4±2.9	16.2±27.9	31.9±15.0	289.5±118.4

Table 1-6. Isoflavone contents in raw feed ingredients

Ingredients	Daidzin	Genistin	Daidzein	Genistein	No. analyzed	Origins
	-- mg/kg air dry meter --					
Soybean meal	557.6	839.6	413.2	124.0	11	local
	577.6	761.2	253.5	114.2	1	Brazil
	323.9	393.7	121.0	21.7	7	India
	364.1	515.6	157.0	31.4	1	China
Mean	455.8±130.4	627.5±208.4	236.2±130.6	72.8±53.8		
Soy hulls	162.5	151.0	59.9	21.8	2	local
Rapeseed meal	88.0	55.8	31.3	2.7	7	China
Cotton seed meal	6.1	146.2	9.9	N.D	3	China
Lupin seed	4.2	2.7	7.7	3.3	1	Australia
Lupin kernel	12.2	7.3	7.4	5.8	1	Australia
Palm meal	12.4	3.9	12.9	2.8	2	Indonesia
Corn, yellow	2.9	3.4	48.5	N.D	3	U.S.A.
	3.2	3.0	23.1	N.D	9	China
Corn germ meal	46.0	20.5	175.8	17.8	4	local
Corn gluten meal	32.8	68.0	216.5	28.9	3	local
Corn gluten feed	8.9	42.6	181.6	5.6	1	local
Wheat	N.D	N.D	N.D	N.D	1	Indonesia
Wheat flour	22.9	3.9	N.D	N.D	1	local
Wheat bran	10.5	6.3	2.8	0.9	4	local
	9.8	9.2	4.3	N.D	1	Indonesia

## 2. 실험 2: 하절기의 난각질(파란울) 개선을 위한 연구

### 가. 연구 목적

하절기 더위 스트레스로 인한 종계의 생산성 저하 방지와 난각질(파란울) 개선을 위한 연구임. 일차적으로 종란의 품질 평가를 위한 방법의 개선을 위한 연구를 먼저

수행하였으며, 이차적으로 더위 스트레스로 인한 종계의 생산성 저하 방지를 위한 연구를 수행하였다.

#### 나. 연구 방법 및 재료

네 단계로 나누어 연구하였다.

1차 실험은 난각의 품질 평가를 위한 방법의 비교와 개선을 위한 것으로 주로 난각 두께 측정의 정확성을 높이기 위한 실험이다. 2차 실험에서는 더위 스트레스 상태의 종계에서 비타민 C가 첨가된 사료에 대한 선호도 여부를 사료의 self-selection 방식에 의해 조사하였다. 3차 실험은 비타민 C와 E의 동시 급여가 종계의 더위 스트레스 완화와 종란 품질에 미치는 영향을 사양실험을 통해 조사한 것이다. 4차 실험에서는 일반종계농장의 일반 사육환경조건하에서 비타민 C와 E 첨가 급여가 육용종계의 생산성과 난각질에 미치는 영향을 조사하였다. 이 실험은 13,000 수의 종계를 대상으로 한 대규모의 것이었다. 이들 실험에서 사용된 난각의 품질 측정 방법을 먼저 소개한다. 종란의 비중, 난각 밀도 (SWUSA), 난각의 파괴강도 (Instron) 측정은 1차년도 실험 1,에서 사용된 방법과 동일하다.

난각의 칼슘 함량측정: 원자흡광법(atomic absorption spectrometry) 이외에 새로 고안된 carbonates 분석법을 이용하여 비교하였다. 난각의 칼슘 함량을 보다 신속하게 측정하기 위해 Schleiber-Dietrich 장치를 이용하여 탄산염과 염산의 반응에 의해 발생하는 이산화탄소양을 측정하였다. 이것과 이미 알고 있는 양의 탄산칼슘에서 생성되는 이산화탄소양을 비교하여 칼슘 함량을 간접적으로 계산하는 방법이다.

난각두께: 난각두께를 두가지 방법으로 측정하였다. 비파괴적 방법으로 측정하기 위해 초음파를 이용하였다. 종란의 적도부를 ultrasonic pulser/receiver (Krautkramer Model DMS 2; 150 MHz) 와 transducer (3.2 mm diameter, 18 mm focal length, center frequency : 22 MHz)를 이용하여 3번씩 주사하여 평균값을 구하였다. 파괴적인 방법으로 종란 적도부의 3 지점에서 0.001 mm 까지 dial gage (Mitutoyo Corp.)를 사용하여 측정하였다. 외부 난각막을 제거하기 위해 5% NaOH 용액에서 10분간 끓였다.

난각율: 난각율 (%)=난각무게 (g)/난중 (g) x 100

통계분석: 모든 데이터는 SAS program (SAS Institute, 1996)을 이용하여 one-way ANOVA에 의해 유의성을 검증하였다. 처리간의 평균은 Tukey's test에 의해  $p < 0.05$  수준에서 비교하였다. 필요한 경우 Pearson's correlation coefficient를 구하였다.

## 다. 연구 결과 및 고찰

### 1) 1차 실험: 난각 품질 평가 및 난각막 두께 측정 방법 개선을 위한 연구

#### 가) 연구 결과

난각과 난각막의 일반 성분 함량을 분석한 결과는 Table 1-7에서와 같다. 난각막을 제외한 난각의 칼슘 함량이 38.8%, 총인은 0.09% 였다. 난각막은 단백질이 99.3% 였다. 이들 조성은 난각막의 구성 단백질을 더 세분해서 분석하기 위한 전단계로 조사한 것이었다. 그러나 본 연구에서 난각막의 구성단백질에 대한 더 자세한 분석은 이뤄지지 못했다.

난각의 칼슘 함량은 Table 1-8에서와 같다. 이 부분도 난각 품질 평가의 더 구체적인 자료를 얻기 위한 전단계로 분석된 것이었다.

Table 1-9에는 난각 두께를 순수한 난각과 난각막 두께의 측정치 등으로 나누어 표시하였다. 이것을 조사한 목적은 난각 품질을 연구하는 많은 연구자들이 난각두께를 일차적인 기준치로 이용하고 있으나 난각막(외부)을 제거하지 않은 상태로 측정하고 있기 때문에 그 것이 미치는 정도를 알기 위한 것이었다.

이 Table 1-9의 data는 외부 난각막이 내부 난각막에 비해 6배정도 더 두꺼우며, 난각 두께를 외부 난각막을 제거하지 않고 측정할 때 약 6.5%의 오차가 생길 수 있다는 것을 보여준다.

한편 Table 1-10은 난각 두께를 순수한 난각 두께와 난각막(외부)을 포함한 두께의 값을 이용하여 종란의 비중, 밀도(SWUSA), 난각율, 파괴강도 등과 상관계수(correlation coefficient)를 조사하고 동시에 회귀 방정식을 구해 보았다.

Table 1-7. Proximate composition of egg shell and membranes<sup>1</sup>

Component	Egg shell	Membranes <sup>3</sup>
	- % dry matter -	
Crude protein	2.22 ± 0.43	99.33 ± 0.54
Crude fat	ND <sup>2</sup>	ND
Crude fiber	ND	ND
Crude ash	96.68 ± 1.06	0.67 ± 0.07
Calcium	38.82 ± 0.42	0.25 ± 0.10
Phosphorus	0.09 ± 0.02	ND

<sup>1</sup> Values are means ± STD (n=10)

<sup>2</sup> ND: not detected

<sup>3</sup> Membranes include inner and outer membranes.

전체적으로 순수한 난각 두께 측정치를 이용하였을 때 비중, 밀도(SWUSA), 난각을 및 파괴강도와와의 상관관계가 난각두께+외부난각막의 측정치 보다 항상 더 좋은 관계를 보여 순수한 난각 두께만을 이용하는 것이 보다 더 정확한 실험결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

Table 1-11의 내용은 순수한 난각막만의 두께를 측정하는 방법으로 비파괴적인 ultrasonic 측정법과 파괴적인 방법에 의한 dial gage 사용에 의한 측정치를 비교한 것이다. 두가지 방법에 의한 net thickness 값의 평균치가 0.326 mm로 같았으며 표준편차에서 ultrasonic 방법이 8.0%, dial gage 방법이 8.6%의 변이를 보여 전자의 방법이 매우 적은 차이로 더 정밀하다는 것을 보이고 있다. 그러나 이 차이는 무시할 수 있는 매우 적은 차이이며, ultrasonic 방법의 측정이 고가 장비가 필요하기 때문에 결국 dial gage 방법에 의한 측정으로 충분하다는 결론을 내릴 수 있었다.



Table 1-8. Comparison in egg shell calcium contents analysed by direct atomic absorption spectrophotometry method and indirect carbonate content measurement

Egg shell samples	By AAS <sup>1</sup> (A)	By carbonates method (B)	(A-B)/A
	- % dry matter -		- % -
1	35.17	34.30	2.47
2	36.99	36.33	1.78
3	38.52	37.66	2.23
4	36.97	36.99	-0.05
5	37.74	36.75	2.62
6	37.72	37.10	1.64
7	38.07	37.62	1.18
8	36.73	35.96	2.10
9	37.92	37.16	2.09
10	38.81	38.14	1.73
11	38.21	38.02	0.50
12	38.65	36.85	4.66
13	38.19	37.76	1.13
14	38.50	38.55	-0.13
15	38.53	38.60	-0.18
16	36.58	35.88	1.91
17	37.25	35.88	0.9
18	37.25	36.92	0.89
19	38.04	37.47	1.50
20	37.60	37.40	0.53
21	38.68	37.89	2.04
22	37.06	36.90	0.43
23	37.78	37.41	0.98
24	37.92	36.69	3.24
Mean	37.70	37.13	1.51
Standard deviation	0.84	0.93	1.13
Coefficient of variance	2.23	2.50	

<sup>1</sup> AAS: Atomic absorption spectrophotometry.

Table 1-9. Proportional thickness of egg shell components<sup>1, 2</sup>

Egg groups	No. of eggs	Egg shell	Membranes			Total thickness
			Outer	Inner	Total	
			----- mm × 10 <sup>-2</sup> -----			
<u>Based on egg weight</u>						
<70 grams	16	32.3 ± 3.7	2.2 ± 0.5	0.4 ± 0.1	2.5 ± 0.6	34.8 ± 4.2
70-72.5	18	34.7 ± 2.5	2.5 ± 0.4	0.4 ± 0.2	2.9 ± 0.5	37.7 ± 2.8
72.5-75	12	35.0 ± 2.2	2.4 ± 0.4	0.3 ± 0.1	2.8 ± 0.5	37.7 ± 2.4
>75	14	35.6 ± 2.6	2.5 ± 0.3	0.4 ± 0.2	3.0 ± 0.4	38.6 ± 2.9
Mean±SD	60	34.3 ± 3.0	2.4 ± 0.4	0.4 ± 0.2	2.8 ± 0.5	37.1 ± 3.4
%		92.5	6.5	1.1	6.6	100
<u>Based on specific gravity</u>						
<1.07	8	32.4 ± 2.8	2.1 ± 0.3	0.3 ± 0.1	2.4 ± 0.3	34.8 ± 2.9
1.07-1.075	22	32.8 ± 3.2	2.3 ± 0.5	0.3 ± 0.1	2.6 ± 0.5	35.4 ± 3.2
1.075-1.08	18	35.2 ± 1.9	2.4 ± 0.4	0.5 ± 0.2	2.9 ± 0.4	38.1 ± 2.2
>1.08	12	37.0 ± 2.0	2.8 ± 0.4	0.5 ± 0.1	3.2 ± 0.4	40.2 ± 2.2
Mean±SD	60	34.3 ± 3.0	2.4 ± 0.4	0.4 ± 0.2	2.8 ± 0.5	37.1 ± 3.4

<sup>1</sup> Data are mean values ± STD

<sup>2</sup> Measure with a dial gage (Mitutoyo, Japan).

Table 1-10. Comparison of net shell thickness and total shell thickness with membranes intact on regression with specific gravity, shell percent, SWUSA, and shell breaking strength

Egg shell parameter	Net shell thickness <sup>1</sup>		Total shell thickness <sup>2</sup>	
	Regression		Regression	
	equation	r value	equation	r value
Specific gravity	y=2353.0x-2163.2	0.67	y= 2240.9-2061.1	0.46
SWUSA <sup>3</sup>	y= 4.0x+51.6	0.91	y= 4.3x+50.0	0.69
Shell percent	y= 34.5x+60.6	0.88	y= 36.4x+60.4	0.66
Breaking strength	y= 0.32x+269.9	0.65	y= 0.32x+284.7	0.47

<sup>1</sup> Without inner and outer membranes.

<sup>2</sup> With outer membranes intact.

<sup>3</sup> Shell weight per unit surface area.

Table 1-11. Comparison between an ultrasonic tester and a dial gage in measuring egg shell thickness with or without shell membranes.

Egg shell thickness	Number of egg shells	Dial gage <sup>2</sup>		Ultrasonic tester (net thickness)
		Total thickness	Net thickness	
----- mm × 10 <sup>-3</sup> -----				
>360, mm x 10 <sup>-3</sup>	8	395 ± 9	367 ± 6	363 ± 11
340-360	11	369 ± 13	347 ± 5	345 ± 13
320-340	19	346 ± 10	328 ± 6	324 ± 9
300-320	8	326 ± 11	311 ± 5	313 ± 10
<300	12	298 ± 23	287 ± 19	294 ± 21
Mean ± SD	58	345 ± 34	326 ± 28	326 ± 26

<sup>1</sup> Values are means ± STD.

<sup>2</sup> Dial thickness gage, Mitutoyo, Japan

<sup>3</sup> Ultrasonic tester Krautkramer Model DMS 2, Germany

<sup>4</sup> Based on net shell thickness without membranes intact measured by dial gage

#### 나) 1차 실험 고찰

난각 품질 평가의 기본적인 측정치로 난각두께를 사용하고 있기 때문에 난각두께 측정의 정확성을 높이기 위한 연구를 수행하였다. 일반적으로 난각두께를 외부 난각막이 결합되어 있는 상태로 측정하고 있는 이유는 외부 난각막의 제거가 쉽지 않기 때문이다.

Ultrasonic 장치를 이용하여 순수한 난각두께 만 측정한 것과 난각막을 끊는 NaOH 용액에서 제거 후 dial gage로 측정해 본 결과 매우 비슷한 결과가 나왔다. 순수한 난각 두께와 종란의 비중, 밀도, 파괴강도 등과의 상관관계를 조사해본 결과 난각+외부난각막의 측정치에 비해 현저히 더 좋은 상관계수가 나타났다. 이는 난각두께를 비교할 때 순수한 난각두께를 이용하는 것이 더 정확한 연구 결과를 얻을 수 있다는 것을 의미한다.

## 2) 2차 실험: 더위 스트레스 상태의 종계에서 비타민 C 첨가사료에 대한 선호도 조사 연구

### 가) 연구 재료 및 방법

#### (1) 2-1 실험: 일반 환경온도에서 비타민 C 첨가 사료 선택 능력 조사

실험 종계: 38주령의 Arbor Acre 육용종계 26수. 개별 cage 수용.

실험설계 및 사료: 시판 종계사료에 비타민 C를 0 와 200 mg/kg 수준으로 첨가하였다. 이 실험의 환경 온도 조건은 일반 실온 상태 (섭씨 20도)를 유지하였다. Group 1은 비타민 C가 첨가된 사료통의 좌우 위치를 고정된 상태로 8일 동안 급여하면서 사료통의 위치에 익숙하도록 훈련을 시켰다. 다음 6일 동안 두개의 사료통에서 섭취한 사료량을 조사하여 비타민 C에 대한 구별 능력이 있는지를 조사하였다.

Group 2는 처음부터 14일 동안 두개의 사료통 위치를 매일 좌우로 교대하였다. 사료통의 구분을 쉽게 해주기 위해 비타민 C가 첨가된 사료통의 전면을 흑색으로 칠하였다.

#### (2) 2-2 실험: 환경온도가 다른 조건에서 비타민 C 첨가사료의 선택 능력 조사

실험 종계: 42주령의 Arbor Acre 육용종계 26수.

실험 설계 및 사료: 시판 종계사료에 비타민 C를 200 mg/kg 수준으로 첨가한 사료와 무첨가 사료 두 가지 사료통을 각 개별 케이지에 설치하고 매일 사료통의 위치를 바꾸어 주었다. Group 1은 환경온도 20도에서 8일간, Group 2는 이어서 10일간 환경온도 32도에서 실험하였다. 비타민 C가 들어있는 사료통의 식별을 도와주기 위해 앞쪽에 적색(red)으로 칠하였고, 무첨가 사료통은 녹색(green)으로 만들었다.

### 나) 2차 실험 연구 결과

#### (1) 2-1 실험 결과

일반 환경온도에서 육용종계가 비타민 C가 첨가된 사료를 식별할 수 있는지 여부

를 조사한 결과는 Table 1-12에서와 같다. 일반 환경온도에서 비타민 C 첨가 사료의 위치를 인식하는 사전 훈련기간을 둔 실험군과 그렇지 않은 실험군에서 모두 비타민 C 첨가사료에 대한 선호도가 나타나지 않았다. 사료통에 검정색을 칠한 것도 종계의 사료 선택에 도움이 되지 못하였다.

Table 1-12. Effect of feeder color on self-selection of diets added with vitamin C in broiler breeder hens under heat stress at room temperature 20°C<sup>1</sup> (experiment 2-1)

Group number <sup>1</sup>	Means for cognition	Feeder location or color added with vitamin C <sup>2</sup>	Feed intake in each phase <sup>3</sup>		
			Training	Testing	Total
- g/bird/day -					
Group 1	Feeder location	Right(+)	92.9 ± 11.7	93.1 ± 9.2	93.3 ± 10.3
		Left(-)	88.7 ± 18.0	94.9 ± 7.3	90.4 ± 14.3
Group 2	Feeder colors	Black(+)	-	92.7 ± 12.7	92.7 ± 12.7
		White(-)	-	93.5 ± 11.0	93.5 ± 11.0

<sup>1</sup>Birds of each group were 13 Arbor Acres breeding hens, 38 weeks of ages.

<sup>2</sup>Right and Left indicate direction of feeders located in front of cages. Black and White indicate feeder surface color. (+) and (-) indicate the diets supplemented with vitamin C (200 mg/kg) or not.

<sup>3</sup>Means±STD of 13 measurements.

## (2) 2-2 실험 결과

Table 1-13은 일반 환경온도에서 비타민 C가 첨가되었거나, 사료통의 색깔을 바꾸어도 비타민 C 첨가 사료에 대한 선호도가 나타나지 않았음을 보인다. 한편 Table 1-14는 더위 스트레스의 조건 하에서 비타민 C가 첨가된 사료의 선호도를 조사한 결과이며, 전체적인 평균 섭취량은 역시 두 실험사료 간에 차이가 없었다. 그러나 이번에는 개체별로 비타민 C 첨가 사료에 대한 선호도를 보인 것들이 확실하게 구분되었으므로, 이들을 비선호 계군과 구별하여 분석하였다.

비타민 C에 대한 반응이 다른 두 계군에서 난각 품질에 관한 측정 결과는 Table 1-15에서와 같다. 두 계군 모두 난각질이 환경온도가 섭씨 20도에서 32도로 높아지면 서 난각질의 여러 가지 측정값이 나빠지는 것이 관찰되었다. 그러나 비타민 C가 첨가된 사료에 대한 선호가 높았던 계군의 경우 난각품질의 저하 정도가 비선호 계군에 비해 일률적으로 더 적게 나타남을 알 수 있다. Table 1-16은 고온 처리된 계군에서 온도 처리 전, 고온처리 1일 및 10일째 종계의 혈액에서 온도 스트레스에 반응하는 pH, 기체 분압 등 여러 가지 항목을 측정한 결과이다. 고온처리 이전에 비해 처리 1일 만에 통계적인 유의성은 없으나 여러 측정 항목에서 올라가거나 저하되는 경향이 보이며, 이런 경향은 고온 처리 10일째에 다소 완화되는 경향을 보이고 있다. 예를 들어 혈액 pH가 고온 처리 이전에 7.30이었으나 처리 후에 7.35로 유의하게 상승하였고, 10일 후에 다시 7.32로 회복하였고 ( $p < 0.05$ ), 혈액  $pCO_2$ 는 고온처리에 의해 감소하였으나  $pO_2$ 는 증가하였다.

Table 1-13. Effects of feeder color on self-selection of diets added with vitamin C in broiler breeder hens at room temperature 20°C (experiment 2-2)

Group of birds based on vitamin C preference	Number of birds	Feed intake by feeder color <sup>1</sup>		
		Red +	Green -	Total intake
		- g/bird/day -		
Total	24	49.7 ± 18.1	60.0 ± 17.9	109.7 ± 29.4
Preferred <sup>2</sup>	11	63.7 ± 15.1	56.1 ± 17.3	119.8 ± 31.4
Not-preferred <sup>3</sup>	13	39.0 ± 13.7 <sup>a</sup>	63.1 ± 18.5 <sup>b</sup>	102.1 ± 26.5

<sup>a,b</sup>  $p < 0.05$ . Means ± STD.

<sup>1</sup> Red, Green: Feeder colors. (+) or (-) indicate diets added with vitamin C 200 mg/kg diet or not.

<sup>2</sup> Birds self-selected more diets from red colored feeders added with vitamin C.

<sup>3</sup> Birds self-selected more diets from green colored feeders without vitamin C.

Table 1-14. Effect of feeder color on self-selection of diets added with vitamin C in broiler breeder hens under 32°C room temperature<sup>1</sup> (experiment 2-2)

Day	Feeder color		Total intake
	Red +	Green -	
	- g/bird/day -		
1	70.1 ± 28.4	89.6 ± 26.6	159.7 ± 34.8
2	88.0 ± 33.4	79.6 ± 32.6	167.6 ± 26.4
3	79.3 ± 32.0	77.0 ± 31.5	156.3 ± 24.8
4	88.1 ± 30.2	69.7 ± 27.6	157.8 ± 25.7
5	100.0 ± 38.1	102.1 ± 30.6	202.1 ± 26.5
6	66.6 ± 27.7	74.2 ± 25.7	140.7 ± 18.6
7	78.0 ± 27.3	63.7 ± 33.2	141.7 ± 18.6
8	93.3 ± 35.2	88.6 ± 34.6	181.8 ± 25.4
Average	82.9 ± 11.5	80.6 ± 12.3	163.5 ± 15.2

<sup>1</sup>Red and Green: Feeders colored with red or green. + or - indicate the diets added with vitamin C 200 or 0 mg/kg. The feeder locations were rotated everyday.

Means±STD of 26 measurements. No differences exist between feeder colors.

Table 1-15. Effects of self-selection of diets added with vitamin C on egg shell quality in broiler breeding hens under room temperature 32°C during a 8-day pre-testing and a 10-day testing period<sup>1</sup> (experiment 2-2)

Measurement	Group of birds based on vitamin C preference					
	Preferred <sup>3</sup>			Not-preferred <sup>4</sup>		
	Pre-testing period	Testing period		Pre-testing period	Testing period	
	20°C	32°C	% Change	20°C	32°C	% Change
Thickness, mm	0.340 ± 0.019 <sup>a</sup>	0.320 ± 0.017 <sup>b</sup>	- 5.9	0.352 ± 0.018 <sup>a</sup>	0.326 ± 0.021 <sup>b</sup>	- 7.4
Breaking strength, kg	3.23 ± 0.49	2.88 ± 0.47	-10.8	3.28 ± 0.40 <sup>a</sup>	2.77 ± 0.38 <sup>b</sup>	-15.5
Specific gravity	1.071 ± 0.007	1.069 ± 0.005	- 0.2	1.076 ± 0.004 <sup>a</sup>	1.067 ± 0.009 <sup>b</sup>	- 0.8
Shell percent, %	8.78 ± 0.58	8.50 ± 0.37	- 3.2	9.15 ± 0.47 <sup>a</sup>	8.62 ± 0.63 <sup>b</sup>	- 5.8
SWUSA <sup>1</sup> ,mg/cm <sup>2</sup>	77.3 ± 5.4	74.2 ± 4.1	- 4.0	81.0 ± 4.1 <sup>a</sup>	75.5 ± 5.3 <sup>b</sup>	- 6.8
Egg weight, g	70.9 ± 5.4	68.8 ± 5.9	- 3.0	72.2 ± 1.9 <sup>a</sup>	69.3 ± 1.2 <sup>b</sup>	- 4.0

<sup>a,b</sup>Means with no common superscripts between different period within the same group of birds are significantly different (P<0.05).

<sup>1</sup> Means±STD of all the eggs during the experiment.

<sup>2</sup> Shell weight per unit surface area.

<sup>3,4</sup> Refer to Table 1-14.



Table 1-16. Effects of heat stress on blood parameters of broiler breeding hens at room temperature 32°C for 10 days<sup>1</sup>(experiment 2-2)

Item	Unit	Day 0 (20°C)	Day 1 (32°C)	Day 10 (32°C)
pH		7.30 ± 0.07 <sup>a</sup>	7.35 ± 0.07 <sup>b</sup>	7.32 ± 0.05 <sup>ab</sup>
pCO <sub>2</sub>	mmHg	56.41 ± 8.70	49.21 ± 8.57	52.56 ± 8.43
pO <sub>2</sub>	mmHg	36.76 ± 9.74	38.84 ± 9.09	36.22 ± 11.13
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> act	mmol/L	26.86 ± 3.37	26.08 ± 1.96	26.00 ± 2.12
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> std	mmol/L	22.80 ± 3.39	23.40 ± 1.84	22.99 ± 1.67
tCO <sub>2</sub>	mmol/L	28.58 ± 3.49	27.59 ± 2.11	27.60 ± 2.34
BEw	mmol/L	0.13 ± 3.94	0.26 ± 1.95	-0.30 ± 0.00
BE(B)	mmol/L	-0.77 ± 4.15	-0.24 ± 2.31	-0.79 ± 1.86
BE(ecf)	mmol/L	0.63 ± 4.32 <sup>a</sup>	0.76 ± 2.63 <sup>b</sup>	0.49 ± 2.82 <sup>a</sup>
O <sub>2</sub> SAT	%	60.47 ± 17.17	67.04 ± 17.27	60.08 ± 20.49

<sup>a,b</sup> p<0.05. Means±STD (n=12)

<sup>1</sup> tCO<sub>2</sub> = total carbon dioxide; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>act = bicarbonate actual; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>std=bicarbonate standard; BEw =base excess volume/volume; BE(B)=base excess of blood; BE(ecf)=base excess of extracellular fluid; O<sub>2</sub>SAT= oxygen saturation.

## 다) 2차 실험의 고찰

### (1) 2-1 실험

순 난각 두께의 측정값은 난각+외부난각막 두께에 비해 난각 파괴강도, 난각 밀도 (SWUSA), 난각율, 비중등과 상대적으로 더 좋은 상관관계를 보였다. 이는 앞으로 난각품질 연구에서 현재 일반적으로 사용하고 있는 난각과 외부난각막을 같이 측정하는 방법보다 순수한 난각만의 두께를 조사하는 것이 더 좋은 연구 방법이라는 것을 말해

준다. 한편 micrometer dial gage에 의한 순 난각 두께의 측정 결과는 비파괴적인 초음파 방법에 의한 측정값과 동일한 결과를 보였다. 초음파 방법이 비파괴적이라는 장점은 있으나 아직 장비 가격이 고가라는 점을 고려할 때 micrometer dial gage에 의존하는 것이 불가피하다고 판단된다.

## (2) 2-2 실험

육용종계에서 비타민 C가 200 mg/kg으로 첨가된 사료에 대한 식별 능력 또는 선호도를 사료통의 색깔을 달리하면서 self-selection 방식으로 조사한 결과 일반 환경온도에서는 전혀 차이가 없었다. 그러나 환경온도를 섭씨 32도로 올려 고온 스트레스를 처리한 경우 약 50%의 닭들이 비타민 C가 첨가된 사료에 대한 선호를 보였다.

고온 처리시 비타민 C가 첨가된 사료를 선호한 종계들이 생산한 계란의 난각 품질을 비교한 결과 비선호 계군의 계란에 비해 난각 품질 저하 정도가 완화되어있음을 볼 수 있었다. 이는 여름철 고온 다습한 환경에서 육용종계의 종란 품질을 유지하는데 비타민 C의 공급이 적지 않은 도움이 될 수 있다는 것을 의미한다.

## 3) 3차 실험: 고온 스트레스 처리된 육용종계에서 비타민 C와 E가 첨가된 사료 급여가 난각 품질에 미치는 영향

### 가) 연구 목적

하절기 더위 스트레스로 인한 종계의 생산성 저하 방지를 위해 비타민 C 또는 E가 첨가된 사료의 급여효과를 조사하기 위해 소규모의 실험 계사에서 난방과 가슴을 실행하면서 실험하였다.

### 나) 재료 및 방법

실험 동물: 83 주령의 Ross종의 종계 160 수를 개별 수용하였다.

실험 설계: 종계 구입후 10일 간의 적응기간을 두었다. 일반 육용종계 사료에 비타민 C와 비타민 E를 각각 200 과 250 mg/kg 수준으로 첨가하였다. 대조군, 비타민 C군, 비타민 E군, 비타민 C+E군의 4개 처리군을 두었다. 실내 온도는 3주간의 실험기간 내내 섭씨 32도를 유지토록 하였다. 사료 급여 수준은 구입된 종계가 본래부터 섭취하는 수준을 그대로 유지하였고, 점등도 본래의 수준을 유지하였다. 급여한 종계사료

에 비타민 C는 본래 첨가되어있지 않았으나 비타민 E는 50 IU/kg diet 수준으로 첨가되어있었다. 본 연구를 위해서는 혈액 내 각각의 백혈구를 분류하여 그 비율을 알아내는 것이 중요하였으며 이들 백혈구내의 핵의 모양과 세포질내의 vesicle을 확인하여 각각을 분류하였다(Fig. 1-3).

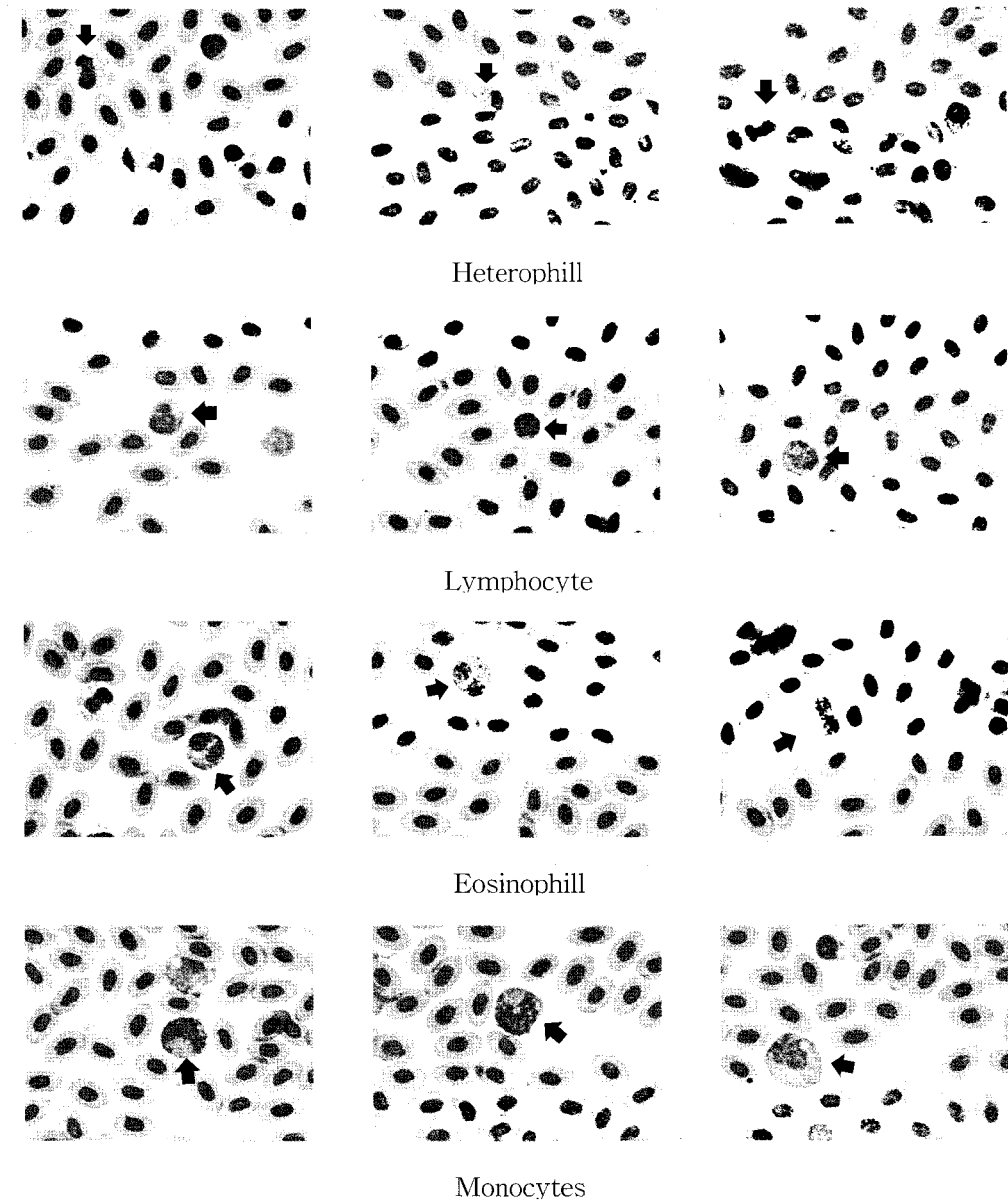


Fig. 1-3. Types of avian leukocytes

## 다) 실험 결과

비타민 C와 E를 첨가한 사료를 섭취한 종계에서 평균 난중, 산란율, 사료섭취량 및 폐사율은 Table 1-17에서와 같다. 산란율은 처음 1주 평균이 41-52% 수준이었는데 2주째 20-35%, 3주째 11-28% 수준으로 저하되었다. 난중은 1주째에 비해 3주째 약간 저하되는 경향이였다. 사료 섭취량은 제한 급이었기 때문에 전반적으로 변화가 없었다. 특이한 것은 고온 스트레스에 의해 처음 1주 동안에 10-20%의 폐사가 일어났는데 숫자상으로는 비타민 첨가군이 대조군에 비해 폐사율이 낮았으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다.

Table 1-18과 19는 각 주별로 생산된 계란의 난각 품질에 관한 여러 가지 항목을 조사한 결과를 보이고있다. Table 1-18에서 3주째의 난각 파괴강도를 처음 개시 시에 비해 대조군이 81.2%로 저하된 반면 비타민 C와 E 실험군은 각각 96과 94.3% 수준이었고, 두 비타민을 동시에 첨가한 실험군은 고온 처리 이전과 차이가 없이 여전히 좋은 파괴강도를 유지하고 있었다. Table 1-19에서 난각두께를 비교해 볼 때 고온처리 이전에 비해 대조군은 3주째에 92.6%로 저하된 반면 비타민 C와 E 실험군은 각각 100.6과 97.4% 였고, 두가지 동시 첨가군은 102.3%로 가장 좋은 난각 두께를 보였다.

Table 1-20은 사양 실험 종료후 각 처리별로 종계 8마리씩을 희생시켜 경골의 칼슘 영양 상태를 비교한 결과이다. 경골의 무게와 길이는 처리군간에 차이가 없었다. 그러나 파괴강도는 실험군간에 유의한 차이가 나타났으며, 대조군에 비해 비타민 C 첨가군은 24% 정도 더 강했다 ( $p < 0.05$ ). 비타민 E 첨가군은 유의한 차이가 없었으며, 비타민 C와 E 동시 첨가군은 대조군에 비해 12% 정도 더 강했으나 통계적으로 유의한 차이가 아니였다.

한편 혈중 heterophyll 과 lymphocyte 수의 비율 (H/L ratio)의 변화는 Table 1-21에서와 같다. 고온 처리 이전에 비해 1주만에 대조군에서 heterophyll이 33.7에서 64.5%로 증가하였고, lymphocyte는 평균 59.7에서 29.5%로 감소하였다. 이런 현상은 증가와 감소폭이 줄어들긴 하였으나 비타민 첨가군에서도 비슷하였다. 3주 실험 기간 동안 각 처리군의 초기 수치에서 큰 변동이 없이 유지되고 있었다. H/L ratio는 대조군이 비타민 첨가군에 비해 첫 주에 2.3대 1.5-1.7의 비율로 높았으나 전체적으로 처리구간에 유의한 차이가 없었다.

Table 1-17. Effect of dietary vitamins C and E on layer performances under heat stress conditions of 32 C<sup>1</sup>(experiment 2-3)

Treatment	Egg weight	Egg production <sup>2</sup>	Feed intake	Mortality
	g	%	g/bird/day	%
<u>Week 1</u>				
Basal Diet	62.6 ± 1.9	41.3 ± 6.0	129.2 ± 5.0	20.0 ± 14.4
B.D. + vitamin C <sup>3</sup>	62.8 ± 1.4	51.3 ± 16.8	131.9 ± 8.3	15.0 ± 12.9
B.D. + vitamin E <sup>3</sup>	63.5 ± 1.9	45.4 ± 8.8	131.2 ± 16.6	12.5 ± 9.6
B.D. + C + E <sup>3</sup>	64.9 ± 2.0	52.1 ± 3.7	127.5 ± 11.0	10.0 ± 8.2
<u>Week 2</u>				
Basal Diet	62.7 ± 1.7	20.3 ± 10.0	128.4 ± 8.7	
B.D. + vitamin C	62.6 ± 2.2	24.4 ± 14.0	136.3 ± 23.9	
B.D. + vitamin E	62.5 ± 0.8	25.3 ± 9.6	137.7 ± 11.9	
B.D. + C + E	64.5 ± 3.6	34.9 ± 7.3	137.7 ± 3.6	
<u>Week 3</u>				
Basal Diet	60.3 ± 1.8	11.7 ± 9.7	126.7 ± 10.3	
B.D. + vitamin C	62.6 ± 3.8	17.1 ± 12.5	126.2 ± 10.6	
B.D. + vitamin E	61.1 ± 2.9	17.7 ± 12.3	134.0 ± 23.7	
B.D. + C + E	66.2 ± 5.7	28.3 ± 5.4	125.8 ± 8.2	

<sup>1</sup> Means STD.

<sup>2</sup> Hen-day egg production

<sup>3</sup> Vitamin C and E were added at levels of 200 and 250 mg/kg diet, respectively.

Table 1-18. Effects of dietary vitamin C and E on egg weight, specific gravity and breaking strength under heat stress at room temperature 32°C for 3 weeks<sup>1</sup> (experiment 2-3)

Treatment	Egg weight	Specific gravity	Breaking strength	
	g		kg	% Week 0
<b>Week 0</b>				
Basal Diet	63.5 ± 4.7	1.066 ± 0.005	3.19 ± 0.53	100.0
B.D. + vit. C <sup>3</sup>	64.8 ± 4.6	1.062 ± 0.008	3.02 ± 0.48	100.0
B.D. + vit. E <sup>3</sup>	63.7 ± 4.7	1.066 ± 0.005	2.98 ± 0.33	100.0
B.D. + C + E <sup>3</sup>	65.3 ± 3.8	1.063 ± 0.011	3.05 ± 0.64	100.0
<b>Week 1</b>				
Basal Diet	64.0 ± 5.0	1.066 ± 0.007	2.69 ± 0.52	84.3
B.D. + vit. C	62.3 ± 4.4	1.065 ± 0.005	2.70 ± 0.37	89.4
B.D. + vit. E	63.6 ± 4.7	1.065 ± 0.009	2.63 ± 0.40	88.3
B.D. + C + E	64.7 ± 4.5	1.067 ± 0.005	2.93 ± 0.38	96.1
<b>Week 2</b>				
Basal Diet	62.9 ± 4.2	1.057 ± 0.012 <sup>a</sup>	2.58 ± 0.70 <sup>a</sup>	80.9
B.D. + vit. C	64.9 ± 2.6	1.063 ± 0.014 <sup>ab</sup>	2.99 ± 0.36 <sup>ab</sup>	99.0
B.D. + vit. E	63.2 ± 4.0	1.069 ± 0.007 <sup>b</sup>	3.00 ± 0.58 <sup>ab</sup>	100.7
B.D. + C + E	65.8 ± 3.1	1.068 ± 0.007 <sup>b</sup>	3.15 ± 0.43 <sup>b</sup>	102.6
<b>Week 3</b>				
Basal Diet	59.8 ± 4.6 <sup>a</sup>	1.064 ± 0.010	2.59 ± 0.72 <sup>a</sup>	81.2
B.D. + vit. C	63.5 ± 5.3 <sup>ab</sup>	1.066 ± 0.005	2.90 ± 0.54 <sup>ab</sup>	96.0
B.D. + vit. E	61.0 ± 5.9 <sup>a</sup>	1.062 ± 0.015	2.81 ± 0.39 <sup>ab</sup>	94.3
B.D. + C + E	66.1 ± 4.1 <sup>b</sup>	1.068 ± 0.007	3.15 ± 0.43 <sup>b</sup>	103.3
<b>Week 1 to 3</b>				
Basal Diet	62.2 ± 4.9 <sup>a</sup>	1.062 ± 0.010 <sup>a</sup>	2.62 ± 0.64 <sup>a</sup>	82.1
B.D. + vit. C	63.6 ± 4.2 <sup>b</sup>	1.065 ± 0.009 <sup>ab</sup>	2.86 ± 0.43 <sup>ab</sup>	94.7
B.D. + vit. E	62.6 ± 4.9 <sup>ab</sup>	1.065 ± 0.011 <sup>ab</sup>	2.81 ± 0.49 <sup>ab</sup>	94.3
B.D. + C + E	65.6 ± 3.9 <sup>b</sup>	1.068 ± 0.009 <sup>b</sup>	3.07 ± 0.49 <sup>b</sup>	100.7

<sup>a,b</sup> Means in a column with no common superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup> Means ± STD (n=30)

<sup>2</sup> Vitamins C and E were added at levels of 200 and 250 mg/kg diet, respectively.

Table 1-19. Effects of dietary vitamin C and E on egg shell percent, SWUSA and thickness under heat stress at room temperature 32°C for 3 weeks<sup>1</sup> (experiment 2-3)

Treatment	Shell percent	SWUSA <sup>2</sup>	Thickness	
	%	mg/cm <sup>2</sup>	mm	%Week 0
<b>Week 0</b>				
Basal Diet	8.69 ± 0.71	74.3 ± 4.7	0.352 ± 0.015	100.0
B.D. + vit. C <sup>3</sup>	8.25 ± 0.93	70.7 ± 8.1	0.335 ± 0.034	100.0
B.D. + vit. E <sup>3</sup>	8.46 ± 0.75	72.1 ± 6.9	0.343 ± 0.035	100.0
B.D. + C + E <sup>3</sup>	8.32 ± 1.23	71.6 ± 11.1	0.343 ± 0.047	100.0
<b>Week 1</b>				
Basal Diet	8.31 ± 0.90	71.0 ± 7.3	0.336 ± 0.031	95.5
B.D. + vit. C	8.41 ± 0.70	71.8 ± 5.9	0.331 ± 0.035	98.8
B.D. + vit. E	8.41 ± 0.87	69.2 ± 7.9	0.329 ± 0.033	98.8
B.D. + C + E	8.47 ± 0.71	72.6 ± 5.9	0.344 ± 0.031	100.6
<b>Week 2</b>				
Basal Diet	7.88 ± 1.02	66.9 ± 8.1 <sup>a</sup>	0.318 ± 0.035	90.3
B.D. + vit. C	8.28 ± 0.58	67.4 ± 4.7 <sup>ab</sup>	0.331 ± 0.028	98.8
B.D. + vit. E	8.60 ± 1.04	72.7 ± 8.5 <sup>b</sup>	0.340 ± 0.043	99.1
B.D. + C + E	8.25 ± 0.84	70.9 ± 7.3 <sup>b</sup>	0.344 ± 0.038	100.3
<b>Week 3</b>				
Basal Diet	8.10 ± 0.92	67.8 ± 7.4 <sup>a</sup>	0.326 ± 0.037	92.6
B.D. + vit. C	8.41 ± 0.53	71.7 ± 5.2 <sup>ab</sup>	0.337 ± 0.023	100.6
B.D. + vit. E	8.34 ± 1.16	70.4 ± 8.3 <sup>a</sup>	0.334 ± 0.045	97.4
B.D. + C + E	8.63 ± 0.92	74.4 ± 7.7 <sup>b</sup>	0.351 ± 0.028	102.3
<b>Week 1 to 3</b>				
Basal Diet	8.10 ± 0.95	68.6 ± 7.7 <sup>a</sup>	0.327 ± 0.034 <sup>a</sup>	
B.D. + vit. C	8.37 ± 0.60	70.3 ± 5.2 <sup>ab</sup>	0.333 ± 0.028 <sup>ab</sup>	
B.D. + vit. E	8.34 ± 1.03	70.7 ± 8.9 <sup>ab</sup>	0.334 ± 0.040 <sup>ab</sup>	
B.D. + C + E	8.45 ± 0.83	72.6 ± 7.1 <sup>b</sup>	0.346 ± 0.033 <sup>b</sup>	

<sup>ab</sup> Means in column with no common superscripts are significantly different (P<0.05).

<sup>1</sup> Means±STD (n=30)

<sup>2</sup> SWUSA = shell weight per unit surface area

<sup>3</sup> Levels of vitamins C and E supplemented to the diets were 200 and 250 mg/kg diet, respectively.

Table 1-20. Effects of dietary vitamins C and E on tibia bone measurements under heat stress by room temperature 32°C for three weeks<sup>1</sup>(experiment 2-3)

Treatment	Body weight	Tibia		
		Weight	Length	Breaking strength
	- g -	- g -	- cm -	- kg -
Basal Diet	3762 ± 343	22.81 ± 0.77	12.2 ± 0.4	29.91 ± 2.12 <sup>a</sup>
B.D.+vitamin C <sup>2</sup>	3890 ± 254	23.44 ± 0.87	12.2 ± 0.2	37.16 ± 2.91 <sup>b</sup>
B.D.+vitamin E <sup>3</sup>	3889 ± 391	22.52 ± 1.03	12.2 ± 0.2	29.22 ± 7.86 <sup>a</sup>
B.D.+C+E <sup>4</sup>	4049 ± 451	23.59 ± 0.67	12.3 ± 0.1	33.52 ± 4.75 <sup>ab</sup>

<sup>a,b</sup> Means in column with no common superscripts are significantly different (P<0.05).

<sup>1</sup> Values are means ± standard deviation of thirty samples

<sup>2</sup> Basal diet + vitamin C (200 mg/kg diet)

<sup>3</sup> Basal diet + vitamin E (250 mg/kg diet)

<sup>4</sup> Basal diet + vitamin C (200 mg/kg diet) + vitamin E(250 mg/kg diet)



Table 1-21. Effects of dietary vitamin C and E on differential white blood cells under heat stress by environmental temperature 32°C<sup>1</sup>(experiment 2-3)

Treatment	Week 1	Week 2	Week 3
		- % -	
<b>Heterophill</b>			
Basal Diet	64.5 ± 5.7	59.3 ± 4.8	58.0 ± 5.9
B.D. + vit. C <sup>2</sup>	57.8 ± 5.9	54.3 ± 6.5	53.8 ± 5.6
B.D. + vit. E <sup>2</sup>	56.8 ± 3.3	60.3 ± 5.7	55.8 ± 7.2
B.D. + C + E <sup>2</sup>	52.8 ± 6.9	54.8 ± 6.6	54.8 ± 4.8
<b>Lymphocyte</b>			
Basal Diet	29.5 ± 5.5	29.3 ± 7.5	31.0 ± 4.7
B.D. + vit. C	35.6 ± 5.4	35.5 ± 8.2	36.0 ± 4.5
B.D. + vit. E	36.4 ± 4.1	31.0 ± 8.9	31.4 ± 7.0
B.D. + C + E	39.4 ± 8.8	37.0 ± 5.3	34.8 ± 2.4
<b>Eosinophill</b>			
Basal Diet	1.8 ± 0.5	3.7 ± 2.9	6.2 ± 5.7
B.D. + vit. C	1.0 ± 1.2	4.0 ± 2.1	5.0 ± 3.2
B.D. + vit. E	2.0 ± 1.7	1.8 ± 1.1	6.2 ± 2.0
B.D. + C + E	4.0 ± 2.9	3.2 ± 3.8	5.4 ± 2.0
<b>Basophill</b>			
Basal Diet	0.5 ± 0.6	1.0 ± 0.8	0.0 ± 0.0
B.D. + vit. C	0.2 ± 0.4	0.3 ± 0.4	0.4 ± 0.5
B.D. + vit. E	0.6 ± 0.9	0.3 ± 0.4	0.4 ± 0.5
B.D. + C + E	0.4 ± 0.5	0.8 ± 0.8	0.8 ± 1.3
<b>Monocyte</b>			
Basal Diet	3.8 ± 1.0	6.7 ± 3.3	4.8 ± 1.8
B.D. + vit. C	5.4 ± 2.3	6.0 ± 1.3	4.8 ± 1.5
B.D. + vit. E	4.2 ± 1.9	6.8 ± 2.8	6.2 ± 0.8
B.D. + C + E	3.4 ± 0.1	4.0 ± 2.0	4.2 ± 1.1
<b>H/L ratio</b>			
Basal Diet	2.3 ± 0.6	2.5 ± 1.2	1.9 ± 0.4
B.D. + vit. C	1.7 ± 0.4	2.6 ± 0.2	1.5 ± 0.3
B.D. + vit. E	1.6 ± 0.3	2.5 ± 0.4	1.9 ± 0.9
B.D. + C + E	1.5 ± 0.5	1.5 ± 0.4	1.6 ± 0.2

<sup>1</sup> Means±STD (n=5). No significant differences appeared among dietary groups. Average levels of heterophils before and after the heat treatment were 33.7 and 58.3%, those of lymphocytes 59.7 and 33.5%, and H/L ratios 0.6 and 1.9, respectively.

<sup>2</sup> Levels of vitamins C and E added to the diets were 200 and 250 mg/kg diet, respectively.

### 라) 3차 실험 고찰

3차 실험은 160 수의 육용종계를 이용하여 중규모의 사양실험을 통해 하절기 고온 스트레스에 의한 종계의 생산성 및 난각질의 저하를 방지하기 위해 비타민 C와 E를 첨가 급여한 효과를 검토하기 위한 것 이었다. 비타민 C (200 mg/kg) 급여에 의한 산란율 저하 방지 효과는 고온처리 초기에 스트레스로 인해 높은 폐사가 발생하였고, 실험동물수가 충분하지 못해 의미있는 성적을 구하지 못했다. 국내 실험에서 이와 같이 폐사가 많이 발생할 가능성이 있는 실험을 육용종계로 수행하는 것은 동물을 직접 구입하지 않고는 불가능하기 때문에 실험 수수의 제한이 불가피 하였다.

난각의 파괴강도는 고온 환경 처리에 의해 전반적으로 감소되나 비타민 C 와 E 첨가군은 고온처리 이전의 성적을 기준할 때 대조군의 82% 수준에 비해 평균 94%로 더 좋았으며, 두 비타민을 동시에 첨가한 실험군은 고온처리 이전과 같은 정도 (100.7%)의 파괴강도를 유지하였다. 이런 경향은 난각두께에서도 관찰되었다. 이는 비타민 C와 E의 추가적인 공급에 의해 여름철 무더위로 인한 난각품질의 저하가 방지 될 수 있음을 다시 한번 입증하는 것이다. 난각과 더불어 다리의 경골에서 파괴강도를 조사한 결과는 비타민 C의 효과가 유의하게 좋은 것이 관찰되었다.

참고로 본 연구에서 처리한 고온 스트레스와 비타민 추가 공급이 육용종계의 혈중 농도와 스트레스 biomarker에 반영되는 여부를 조사해 보았다. 그 결과 혈중 비타민 농도가 현저히 증가하였고 corticosterone 농도도 대조군에서 현저히 증가한 반면, 비타민 첨가군에서는 유의하게 억제되었다. 그러나 혈중 H/L ratio는 예상되는 경향만 보였고, 실험군간에 유의한 차이를 나타내지 못했다. 이는 스트레스에 의해 H/L ratio의 증가가 반영되는 기간이 corticosterone에 비해 더 짧기 때문일 수 있다.

본 연구에서 보인 비타민 C의 효과는 다른 연구자들에 의해서도 많이 보고된바 있다. 그러나 비타민 E의 섭취가 고온 스트레스에 도움을 주는 효과는 새로운 연구에 해당된다. 실제로 비타민 E와 C는 체내 항산화작용에서 서로 상호작용을 하고 있는 것은 잘 알려져 있다. 스트레스에 대한 반응에서 두가지 비타민이 서로 어느정도 상승작용을 할 수 있는 것 같이 보인다. 비타민 C가 뼈의 건강 유지와 난각 형성에 영향을 미치는 것은 organic matrix (collagen)의 합성을 도와주는 작용에 의해 어느 정도 설명이 가능하다. 칼슘 대사와 관련하여 비타민 C가 직접적인 작용을 하기보다 혈 중 1,25-(OH)<sub>2</sub>나 osteocalcin 농도를 높일 수 있다는 보고 (Cantatore 와 Carrozzo,

1990) 처럼 간접적으로 칼슘 흡수와 calcification을 증가시키는 것도 가능하다고 생각된다. 여기서 비타민 E의 작용이 직접적인지 혹은 비타민 C의 sparing effect에 의한 간접적인 것인지를 더 연구가 필요하다.

#### 4) 4차 실험: 일반 종계농장에서 일반 온도조건에서의 비타민 C와 E 첨가사료 급여 실험

##### 가) 연구 목적

일반 환경 온도조건에서 비타민 C와 E를 첨가한 사료의 급여가 육용종계의 생산성과 난각품질에 미치는 영향 조사

##### 나) 재료 및 방법

실험 종계 및 농장: Ross 중, 13,000수. 일반 종계 농장 (경기도 북부)

실험 설계: 3개동의 종계사에 분산 수용. 일반 종계사료에 비타민 C와 E를 각각 200 및 250 mg/kg diet 첨가하였다. 대조구, 비타민 C, 비타민 E 첨가구의 3개 처리구를 두어 4주간 실험하였다. 사료 급여와 점등 (16D:8D)은 기존 농장 관행에 준하였다.

실험사료의 영양가는 대사에너지 2750 kcal, 조단백질 16%였고, 옥수수 (60%)-대두박 (23%)위주의 사료였다. 이 사료에는 dl-alpha-tocopherol acetate형태로 50 IU의 비타민 E가 첨가되어있었으며, 비타민 C는 첨가되어있지 않았다. 실험기간의 평균 온도는 섭씨 20도 내외였다.

##### 다) 실험 결과

실험기간을 2주씩 전,후기로 나누어 생산성을 검토하였다. Tabl 1-22에서는 산란율, 파란율에서 비타민 E 첨가군이 상대적으로 저조한 성적을 보이고 있으나 전반적으로 통계적으로 유의한 차이는 없었다. Table 1-23는 난각품질의 평가를 위한 여러 가지 항목의 측정값을 보여주고 있다. 비중, 밀도, 난각, 파괴강도, 난각율등은 실험군간에 차이가 없었다. 그러나 난각두께는 모든 기간동안 대조군이 가장 얇았고, 비타민 E첨가군이 가장 두꺼웠다 ( $p < 0.05$ ). 비타민 C 첨가군은 그 중간이었다. 이 실험에서 혈중 H/L ratio를 조사하였으나 모든 실험군에서 0.6으로 일정하게 나타났다 (Table 1-24).

Table 1-22. Effects of dietary vitamin C and E on egg production, cracked egg ratio, and mortality under normal temperature in broiler breeding hens during a 4-week-period on a commercial farm (experiment 2-4)

Measurement	Phase 1 (Week 0 to 2)			Phase 1 (Week 3 to 4)			Phase 1 (Week 0 to 4)		
	BD	BD+C <sup>1</sup>	BD+E <sup>1</sup>	BD	BD+C	BD+E	BD	BD+C	BD+E
Egg production,%	67.40	65.50	61.10	62.90	61.50	58.10	65.15	63.50	59.69
Cracked egg, %	0.95	0.87	1.50	1.00	1.00	1.60	0.98	0.94	1.55
Mortality, %	0.24	0.17	0.19	0.24	0.14	0.14	0.23	0.15	0.17

<sup>1</sup> Basal diets added with vitamins C and E at levels of 200 and 250 mg/kg diet, respectively.

#### 라) 4차 실험 고찰

일반 종계 농가에서 일반적인 사육환경 온도조건하의 육용종계에게 비타민 C와 E가 첨가된 사료를 급여하였을 때 산란율과 파란율에서 대조군에 비해 어떤 경향을 발견할 수 없었다. 그러나 난각의 파괴강도와 난각두께에서는 비타민 첨가군들이 도 좋은 성적을 보였다. 이렇게 파란율과 난각두께의 성적이 일치하지 않는 것은 파란율의 경우 농장의 사육 관리조건에 의해 더 많이 좌우되기 때문이라고 판단된다. 혈중의 heterophyll 과 lymphocyte의 비율은 트레스를 받을때 증가하는 요인이므로 본 연구가 환경온도가 쾌적한 상태에서 수행된것 이기 때문에 H/L ratio에 어떤 변화가 보이지 않는 것은 당연한 결과라고 생각된다.

본 연구는 일반 사육환경 온도에서도 비타민 C의 첨가가 난각질을 개선할 수 있음을 보였다. 닭은 체내에서 비타민 C를 합성할 수 있는 동물이다. 환경온도가 너무 높을 때는 스트레스에 의해 비타민 C의 필요량이 많아지기 때문에 추가로 공급하는 것이 효과적일 수 있다. 그러나 일반 온도조건에서도 추가로 공급되는 비타민의 효과가 나타나는 것은 흥미롭다.

Table 1-23. Effects of dietary vitamins C and E on egg shell quality from broiler breeding hens under normal temperature<sup>1</sup>(experiment 2-4)

Measurement.	B.D.	B.D. + C <sup>3</sup>	B.D. +E <sup>3</sup>
<u>Week 2nd</u>			
Egg weight, g	66.1 ± 3.5	66.7 ± 4.2	66.6 ± 4.1
Specific gravity	1.076 ± 0.005	1.074 ± 0.005	1.076 ± 0.005
Shell color score <sup>2</sup>	7.0 ± 1.8	6.5 ± 2.2	6.2 ± 1.7
Breaking strength, kg	2.83 ± 0.50	2.95 ± 0.53	3.04 ± 0.52
Shell percent, %	8.71 ± 0.68	8.65 ± 0.67	8.86 ± 0.72
SWUSA <sup>3</sup> , mg/cm <sup>2</sup>	75.2 ± 5.6	74.8 ± 5.6	76.6 ± 5.7
Thickness, mm	0.358 ± 0.024 <sup>a</sup>	0.364 ± 0.024 <sup>ab</sup>	0.370 ± 0.026 <sup>b</sup>
<u>Week 4th</u>			
Egg weight, g	67.7 ± 2.8	67.2 ± 3.5	67.6 ± 3.9
Specific gravity	1.071 ± 0.009	1.071 ± 0.008	1.072 ± 0.009
Shell color score <sup>2</sup>	6.4 ± 2.1	6.4 ± 1.7	6.4 ± 2.0
Breaking strength, kg	2.73 ± 0.58	2.84 ± 0.53	2.98 ± 0.56
Shell percent, %	8.67 ± 0.70	8.64 ± 0.66	8.80 ± 0.68
SWUSA <sup>3</sup> , mg/cm <sup>2</sup>	75.4 ± 6.3	75.0 ± 6.2	76.5 ± 5.8
Thickness, mm	0.353 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.360 ± 0.027 <sup>ab</sup>	0.368 ± 0.026 <sup>b</sup>
<u>Week 2 + 4 average</u>			
Egg weight, g	66.9 ± 3.3	67.0 ± 3.9	67.1 ± 4.0
Specific gravity	1.073 ± 0.008	1.072 ± 0.007	1.074 ± 0.008
Shell color score <sup>2</sup>	6.7 ± 2.0	6.5 ± 1.9	6.3 ± 1.9
Breaking strength, kg	2.78 ± 0.54 <sup>a</sup>	2.90 ± 0.53 <sup>ab</sup>	3.01 ± 0.53 <sup>b</sup>
Shell percent, %	8.69 ± 0.68	8.65 ± 0.66	8.83 ± 0.69
SWUSA <sup>3</sup> , mg/cm <sup>2</sup>	75.3 ± 5.9	74.9 ± 5.8	76.5 ± 5.7
Thickness, mm	0.356 ± 0.027 <sup>a</sup>	0.362 ± 0.025 <sup>ab</sup>	0.369 ± 0.026 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Means in a low no common superscripts are significantly different (P>0.05).

<sup>1</sup> Means±STD (n=60)

<sup>2</sup> SWUSA: shell weight per unit surface area

<sup>3</sup> Basal diets added with vitamins C and E at levels of 200 and 250 mg/kg diet, respectively.

Table 1-24. Effects of dietary vitamin C and E on differential avian white blood cells and H/L ratio of broiler breeding hens under normal temperature on a commercial farm<sup>1</sup> (experiment 2-4)

Blood cell	Basal Diet	B.D. + C <sup>2</sup>	B.D. + E <sup>2</sup>
		- % -	
Heterophill	35.3 ± 1.7	35.5 ± 3.7	35.0 ± 4.2
Lymphocyte	59.3 ± 2.6	57.3 ± 2.9	57.8 ± 3.3
Eosinophill	0.8 ± 0.5	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0
Basophill	ND <sup>3</sup>	ND	ND
Monocyte	4.8 ± 0.5	6.3 ± 1.0	6.6 ± 1.7
H/L ratio <sup>4</sup>	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1

<sup>1</sup> Means±STD (n=4)

<sup>2</sup> Basal diets added with vitamins C and E at levels of 200 and 250 mg/kg diet, respectively.

<sup>3</sup> H/L ratio = heterophill:lymphocyte ratio

<sup>4</sup> ND= not detected

### 라. 실험 2의 종합 고찰

실험 2는 하절기의 난각질(파란울) 개선을 목적으로 하는 연구였다. 연구 단계를 넷으로 나누어 수행하였다.

1차 실험에서는 난각두께의 측정방법을 개선하였는데 난각막의 제거가 매우 힘들어 대부분의 연구자가 보고한 난각두께는 순수한 난각두께에 외부난각막이 포함된 data 였다. 일부 연구자가 외부난각막을 제거하기 위해 plasma spray 방식을 사용하였으나 이는 매우 고가의 특수 장비가 필요한 것이다. 본 연구에서는 알카리 용액에서 단시간 열처리를 하여 외부 난각막을 제거하는 방법을 찾았고, 그 측정치를 초음파로 측정된 순수한 난각막 data 와 비교해본 결과 서로 잘 일치하는 것을 발견하였다. 순수한 난각막 두께를 사용할 때 다른 난각질 평가치와 더 좋은 상관관계가 인정되었다.

2차 실험에서는 일반 온도 또는 더위 스트레스를 받고있는 육용계에서 비타민 C 첨가사료에 대한 선호가 있는지를 확인코자하였다. 사료통의 color coding 또는 사진 혼련을 통해 비타민 C가 첨가된 사료를 구별하는데 도움이 될 수 있다고 판단되는 방법을 동원하였으나 self-selection에 의한 평균적인 섭취량으로는 이 비타민에 대한 선호가 보이지 않았다. 그러나 고온처리조건에서 비타민 C가 첨가된 사료를 더 많이 섭취한 종계의 계란은 비섭취군에서 생산된 것에 비해 난각질의 저하가 방지되는 효과가 보였다.

비타민 C가 첨가된 사료에 의한 난각질의 저하 방지 효과는 3차 실험에서도 나타났다. 3차 실험에서는 비타민 C 외에 비타민 E를 각각, 또는 공동으로 첨가한 사료를 고온 환경의 종계에게 급여한 실험이다. 그 결과 난각질에서 비타민 C의 첨가 효과 뿐만 아니라 비타민 E도 동일한 효과를 보였으며, 두가지 비타민의 공동첨가에 의한 상승효과 (synergistic effect) 까지도 관찰되었다. 그 다음 실험(4차)은 일반 종계농장에서 3차 실험의 규모를 확대하여 일반온도 조건에서 두 가지 비타민의 첨가 효과를 확인해 보기 위한 것이었다. 이때의 환경온도는 평균 섭씨 20도 정도였다. 이 실험에서는 비타민 E의 첨가군에서 난각질 개선효과가 가장 좋았으며 비타민 C는 중간의 성적을 보였다.

비타민 C 섭취가 고온 스트레스에 대한 저항을 높인다는 보고는 많이 있으나, 산란계에서 고온 스트레스의 방지 효과에 관한 연구 결과들은 찬반의 논쟁을 보여왔다. 비타민 C는 닭의 체내에서 합성이 될 수 있는 비타민이다. 일반적으로 고온을 포함한 다양한 종류의 스트레스를 받으면 동물에서 비타민 C의 요구량이 크게 많아진다. 그 이유는 스트레스를 극복하는데 필요한 에너지원의 생산을 위해 gluconeogenesis가 활발해져야 하는데 이를 위한 adrenal hormone의 합성에 비타민 C가 필수적이기 때문이다. 비타민 C는 이외에도 콩팥에서 비타민 D<sub>3</sub>의 활성화에 중요한 cofactor 역할을 한다. 따라서 닭에서 고온 스트레스로 인해 내생 비타민 C가 고갈되면 calcitriol의 합성이 방해되어 난각이나 뼈의 calcification이 불량해 질 수 있다. 비타민 C는 체내에 저장되는 비타민이 아니기 때문에 고온 스트레스를 받고 있는 기간 동안 종계에게 계속 공급해줄 필요가 있다.

한편 본 연구에서 관찰된 비타민 E의 난각질 저하 방지효과는 현재 명확한 설명이 불가능하지만 다음과 같이 추론해 볼 수 있을 것이다. 비타민 C와 비타민 E는 모두 체내에서 중요한 항산화제 역할을 하며 비타민 E는 비타민 C의 항산화 작용을 연장

시켜 줄 수 있는 위치에 있다. 따라서 비타민 E 섭취에 의해 난각질이 개선되는 것은 비타민 E의 직접적인 작용에 의해서 라기 보다 비타민 C의 절약 효과에 의한 간접적인 효과라고도 볼 수 있을 것이다. 이런 관점에서 본 연구에서는 비타민 E의 비타민 C에 대한 sparing effect가 있는 지를 확인해 보기 위해 혈액내 비타민 함량을 조사하였으나 그 결과는 부정적이였다.

이 연구 결과는 여름철 더위 스트레스를 받고있는 종계에게 비타민 C (200 ppm)와 비타민 E (250 ppm)를 사료에 첨가해 주는 것은 생산성을 유지하고 난각의 품질 저하를 방지할 수 있는 좋은 방법이라는 것을 다시 한번 확인하였다. 한편 비타민 E가 어떤 기전에 의해 스트레스의 부작용을 완화시킬 수 있는지에 대한 것은 앞으로 추가연구가 필요하다.

### 3. 실험 3: 동절기의 난각질 개선을 위한 연구

이 실험은 육용종계의 cold chamber 적응의 실패로 성공적인 수행을 하지 못하였음.

#### 가. 연구 목적

동절기의 사육 온도가 사료섭취량 및 난각질에 미치는 영향조사

#### 나. 연구 방법 및 재료

1) 실험 동물: 산란중의 육용종계 두 품종 각 20 수씩

2) 실험 설계: 소규모 실험의 반복 수행.

Cold chamber 제작. 환경 온도 조절 (섭씨 10-25도 까지)

4마리-cold exposure(섭씨 15도), cross-over design에 의한 설계

16마리-일반 사육실 (air conditioner에 의해 섭씨 20도 유지) 사료

비타민 C 와 E 첨가

조사항목- stress biomarker 조사 (혈액 H/L ratio, corticosterone)

serum alkaline phosphatase activity

난각질 조사 (두께, 파괴강도, 비중, 밀도등)

다. 연구 결과: 연구 수행 불가. Cold chamber의 적응단계에서 폐사 발생



#### 4. 실험 4: 사료 phytochemicals 급여가 종계의 골격 발달과 종란 난각질에 미치는 영향

##### 가. 연구 목적

사료 (대두박)에 들어있는 phytochemicals 중 특히 estrogen과 비슷한 효과가 있는 물질인 isoflavone 가 어린 육계와 산란 종계에서 골격 발달과 난각품질에 미치는 영향을 조사하였다. 산란종의 어린 육계 병아리 (1차 실험), 수평아리 (2차 실험) 및 산란계 (3차 실험)등을 이용하여 세 차례에 걸쳐 사양실험을 하였다.

##### 나. 1차 실험: 육계병아리에서 isoflavone 섭취량 차이가 뼈 발달에 미치는 영향

###### 1) 재료 및 방법

실험 동물: Arbor Acre종, 1일령, 암컷 224 수 + 수컷 224 수 = 448 수

실험 설계 및 사료: 일반 실용사료에서 사료내 대두박 첨가량을 각각 10과 20%로 조정하여 대두박으로부터의 총 IF 함량을 각각 194 및 335 mg/kg 의 두 수준으로 만들었다. 두개의 처리구에 4반복씩을 두고 각 반복구내에 암수 병아리를 1:1 비율로 56수씩 배치하였다. 실험사료(Table 1-25)는 NRC 사양표준(1994)에 준하였으나 Ca 함량은 요구량의 80% 수준으로 marginal하게 결핍시켜 사료의 estrogenic 성분(IF)에 의한 Ca 축적 현상이 예민하게 반응하도록 하였다. 3주에 육계 전기, 후기 사료의 교체를 하였고, 총 5주간 실험하였다.

###### 2) 실험 결과

대두박에 의해 IF 함량이 조절된 사료를 섭취한 육계의 성장률, 사료섭취량 등은 Table 1-26에서와 같다. IF 섭취량은 총 5주 동안에 Low IF 사료군에서 11.7 mg, High IF군은 19.3 mg/bird/day 였다. 사료섭취량은 전후기 사료에서 모두 처리구간에 차이가 없었다. 그러나 증체량은 전기동안에 Low IF군이 High IF군에 비해 20.7대 17.3 g/bird/day로 유의하게 더 좋았다.

Table 1-25. Formulation of experimental diets containing different levels of isoflavone (experiment 4-1)

Ingredients	Isoflavone levels in the diet	
	Low isoflavone diet	High isoflavone diet
	- % -	
Soybean meal	10.00	20.00
Corn	51.70	49.91
Corn gluten	10.96	5.90
Canola meal	17.00	15.00
Wheat bran	3.00	1.80
Soybean oil	4.30	4.50
Methionine(50%)	0.25	0.33
Lysine(80%)	0.33	0.11
Limestone	0.15	0.14
Others <sup>1</sup>	2.31	2.31
Total	100.00	100.00
<u>Calculated values</u>		
ME, kcal/kg	3064.7	3065.7
Crude protein, %	22.05	22.10
Calcium, %	0.80	0.80
Available phosphorus, %	0.45	0.45
Total isoflavone <sup>2</sup> mg/kg	193.8	335.3
GE+GI, mg/kg	89.4	168.9
DE+DI, mg/kg	104.3	166.4

<sup>1</sup> Contained tricalcium phosphate 1.5; NaCl 0.3; vitamin mix 0.06; mineral mix 0.10; choline chloride 0.20; Clinacox 0.05; Chlorotetracycline 0.10.

<sup>2</sup> Total isoflavones = GE(genistein)+GI(genistin)+DE(daidzein)+DI(daidzin)

혈중의 IF 함량을 분석해본 결과 육계가 섭취한 두가지 수준의 IF가 혈중 IF 농도에 명확하게 반영됨을 알 수 있다. IF 섭취량이 육계의 뉘, 교환, 난소 같은 제2차 성징 발효와 복부지방함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 1-27에서와 같다.

육계 전기와 후기사료 섭취 전체 실험기간에 걸쳐 IF 섭취가 암컷과 수컷 육계의 성장이나 복부지방산 함량에 미치는 영향은 암수 성별간에는 차이가 있으나 각 성별 내에서는 보이지 않았다. 경골(tibia)의 길이, 무게, 고골(femur)의 회분함량등은 Table 1-28에서와 같이 IF 섭취량이 달라도 육계의 주령이나 성별에 따른 차이가 없었다. 그러나 3주령 때는 수컷에서 Low IF군에 비해 High IF군의 골밀도는 더 낮았고, Ca 함량은 더 많았다. Ca함량은 5주령때도 수컷에서 High IF섭취군이 유의하게 더 많았다 ( $p < 0.05$ ).

암,수 육계에서 3과 5주령말에 채취한 경골의 breaking strength 와 stiffness를 측정해본 결과 High IF 섭취군 뼈의 파괴강도가 Low IF 섭취군에 비해 항상 더 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다. Table 1-29에서 혈중 alkaline phosphatase 활성이 3주령 때 High IF군에서 유의하게 더 낮았으나 5주령때는 두 실험군간에 차이가 없었다.

Table 1-26. Feed intake, body weight gain and feed/gain ratio of broiler chicks fed the diets containing different levels of isoflavones (experiment 4-1)

Measurements	Isoflavone levels in the diet	
	Low isoflavone diet	High isoflavone diet
	<u>1 ~ 3 weeks</u>	
Feed intake, g/bird/day	40.4 ± 6.9 <sup>1)</sup>	34.6 ± 0.5
Total isoflavone intake, mg/bird/day	7.8 ± 1.3 <sup>a</sup>	11.6 ± 0.2 <sup>b</sup>
Body weight gain, g/bird/day	20.7 ± 1.8 <sup>a</sup>	17.3 ± 1.3 <sup>b</sup>
Feed / gain ratio	1.95 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.01 ± 0.2 <sup>b</sup>
	<u>3 ~ 5 weeks</u>	
Feed intake, g/bird/day	85.5 ± 5.4 <sup>1)</sup>	87.1 ± 15.9
Total isoflavone intake, mg/bird/day	16.6 ± 1.0 <sup>a</sup>	29.2 ± 5.3 <sup>b</sup>
Body weight gain, g/bird/day	35.0 ± 3.4	37.7 ± 1.0
Feed / gain ratio	2.45 ± 0.1	2.32 ± 0.5
	<u>0 ~ 5 weeks</u>	
Feed intake, g/bird/day	60.2 ± 2.5	57.6 ± 7.1
Total isoflavone intake, mg/bird/day	11.7 ± 0.5 <sup>a</sup>	19.3 ± 2.4 <sup>b</sup>
Body weight gain, g/bird/day	31.3 ± 0.9	31.0 ± 0.9
Feed / gain ratio	1.92 ± 0.1	1.86 ± 0.3

<sup>a, b</sup> p < 0.05.

<sup>1)</sup> Means ± STD

Table 1-27. Abdominal fat, comb and testicles or ovary weight of chicks fed the diets containing different levels of isoflavone<sup>1</sup>(experiment 4-1)

Measurements	Isoflavone levels in the diet	
	Low isoflavone diet	High isoflavone diet
- 100g body weight basis -		
<u>3-week-old</u>		
Abdominal fat, g		
Male	0.75 ± 0.26 <sup>1)</sup>	0.78 ± 0.24
Female	0.87 ± 0.46	0.83 ± 0.37
Comb, mg		
Male	26 ± 7	25 ± 8
Female	16 ± 5	15 ± 3
Testicles, mg	25 ± 4	23 ± 5
Ovary, mg	25 ± 9	21 ± 5
<u>5-week-old</u>		
Abdominal fat, g		
Male	0.85 ± 0.48	0.89 ± 0.37
Female	0.79 ± 0.08	0.79 ± 0.23
Comb, mg		
Male	33 ± 10	29 ± 11
Female	14 ± 3	14 ± 4
Testicles, mg	19 ± 5	24 ± 11
Ovary, mg	20 ± 3	24 ± 8

<sup>1)</sup> Mean SD values of 8 chicks

No significant differences among the treatment within each dietary group.

Table 1-28. Bone length, wet weight, ash, density and Ca content of broiler chicks fed the diets containing different levels of isoflavone<sup>1</sup>(experiment 4-1)

Measurements in bone	Isoflavone levels in the diet	
	Low isoflavone diet	High isoflavone diet
<u>3- week-old</u>		
<i>Tibia</i>		
Length, mm		
Male	62.7 ± 2.0 <sup>1)</sup>	62.3 ± 1.5
Female	64.8 ± 3.1	60.9 ± 2.2
Wet Weight, g/100g body weight		
Male	0.97 ± 0.07	0.96 ± 0.05
Female	0.93 ± 0.09	0.90 ± 0.04
Density, g/cm <sup>3</sup> Male		
Male	1.26 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.19 ± 0.05 <sup>b</sup>
Female	1.24 ± 0.05	1.22 ± 0.07
<i>Femur</i>		
Ash, %		
Male	48.6 ± 0.7	48.0 ± 0.8
Female	47.9 ± 1.1	47.2 ± 1.1
Ca, mg/g fat free dry matter		
Male	178.6 ± 3.3 <sup>a</sup>	185.4 ± 7.7 <sup>b</sup>
Female	176.8 ± 8.2	182.5 ± 6.3
<u>5-week-old</u>		
<i>Tibia</i>		
Length, mm		
Male	84.9 ± 2.1	86.3 ± 3.7
Female	86.2 ± 3.0	86.4 ± 3.9
Wet Weight, g/100g body weight		
Male	0.98 ± 0.12	0.94 ± 0.10
Female	0.84 ± 0.10	0.86 ± 0.06
Density, g/cm <sup>3</sup> Male		
Male	1.34 ± 0.04	1.33 ± 0.06
Female	1.29 ± 0.09	1.35 ± 0.06
<i>Femur</i>		
Ash, %		
Male	48.9 ± 1.6	49.4 ± 1.0
Female	49.2 ± 1.4	48.4 ± 0.9
Ca, mg/g fat free dry matter		
Male	179.3 ± 8.7 <sup>a</sup>	185.1 ± 7.3 <sup>b</sup>
Female	180.6 ± 6.3	181.5 ± 8.9

<sup>1)</sup> Mean SD values of 8 chicks

<sup>a,b</sup> Means in a row with no common alphabet differ significantly(p<0.05).

Table 1-29. Serum alkaline phosphatase activity, inorganic phosphorus and total calcium contents of chicks fed the diets containing different levels of isoflavone<sup>1</sup> (experiment 4-1)

Measurements	Isoflavone levels in the diet	
	Low isoflavone diet	High isoflavone diet
	<u>3-week-old</u>	
Alkaline phosphatase, IU/dl	3258.5 ± 1190.6 <sup>a</sup>	2002.5 ± 636.4 <sup>b</sup>
Inorganic phosphorus, mg/dl	5.7 ± 0.5	5.9 ± 0.3
Total calcium, mg/dl	8.1 ± 0.9	8.3 ± 0.8
	<u>5-week-old</u>	
Alkaline phosphatase, IU/dl	494.0 ± 216.9	826.7 ± 546.7
Inorganic phosphorus, mg/dl	7.3 ± 1.3	6.8 ± 0.7
Total calcium, mg/dl	10.0 ± 0.7	9.4 ± 0.9

<sup>1</sup> Mean±STD (n= 8 chicks).

<sup>a,b</sup> Means in a row with no common alphabet differ significantly(p<0.05).

다. 2차 실험: 산란종 수평아리에서 정제된 isoflavone 급여가 골격발달에 미치는 영향

### 1) 재료 및 방법

실험 동물: 1일령, Hy-Line종 수평아리 160수. 본 실험에서 육계 대신 산란종의 수평아리를 이용한 이유는 정제된 isoflavones 사용량의 제한 때문이다.

실험설계 및 사료: 포도당, 전분, 정제 대두단백질(soy protein concentrate, SCP), α-cellulose등을 사용하여 정제사료 (purified type diet)를 만들었다. 이 사료에 genistin (90% 순도)을 0, 50, 250, 450 및 650 ppm의 5수준으로 첨가하여 3주간 급여하였다.

대조구의 기초사료 (Table 1-30)에는 SPC로부터 유래된 총 isoflavone 함량이 24.4 mg/kg 들어있었다.

Genistin이 뼈 발달에 미치는 영향을 극대화하기 위해 사료내 Ca 함량을 NRC (1994) 요구량의 50% 수준으로 낮추었다. 그러나 유효인의 수준은 요구량대로 유지하여 인(P)의 공급이 제한되지 않도록 하였다.

## 2) 연구 결과

병아리의 성장이나 사료섭취량에 미치는 영향은 Table 1-31에서와 같다. 총 IF 섭취량이 병아리 한 마리당 하루에 0.03에서 2.59 mg 까지 변하였으나 이것이 병아리의 증체량이나 사료섭취량, 사료이용효율에 어떤 영향을 미치지 않았다.

어린 수평아리에서 IF 섭취가 여러 조직과 장기의 발달에 미치는 영향은 Table 1-32에서와 같다. 수평아리에서 제2차 성징을 나타내는 벗과 고환의 무게에서 벗은 21일째에 50 ppm 군이 대조군에 비해 유의하게 위축된 결과를 보였는데 이 보다 IF 를 더 많이 섭취한 실험군 에서는 벗의 무게가 달라지지 않아 전체적으로 일정한 경향은 없었다. 7일째 측정된 고환의 무게는 IF 섭취량이 많을수록 계속 감소하였으며, 대조군에 비해 IF 650 ppm 섭취군은 70% 수준으로 유의하게 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 그러나 14일 이후에는 실험군간에 고환무게에 차이가 없어졌다. 흉선의 무게는 21일째에 650 ppm군을 제외하고 IF 섭취량이 증가함에 따라 계속 감소하였으나 간과 F낭의 무게는 전체적으로 차이가 없었다.

Table 1-33는 IF 섭취량에 따른 경골의 발달에 관한 측정치를 비교한 것이며, Table 1-34는 뼈 발달에 관련된 혈중 biomarker 성분을 조사한 것 인데 전체 측정 기간에 걸쳐 IF 섭취량과 뼈 발달, 또 alkaline phosphatase 활성, 혈중 총 Ca, 무기태 인 함량 등 과 관계가 없는 것으로 나타났다.



Table 1-30. Composition and nutrient content of the low-isoflavone basal diet  
(experiment 4-2)

Ingredients	Percentage
Corn starch	26.40
Glucose	31.80
Soy protein concentrate <sup>1</sup>	28.20
Soybean oil	3.20
$\alpha$ -Cellulose <sup>2</sup>	5.00
NaCl	0.30
Dicalcium phosphate	1.65
Choline chloride	0.20
Vitamin mixture <sup>3</sup>	0.20
Mineral mixture <sup>4</sup>	2.50
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.45
DL-Methionine(98%)	0.10
Total	100.00
<u>Calculated values</u>	
Metabolizable Energy, kcal/kg	3243.00
Crude protein, %	19.69
Calcium, %	0.45
Available phosphorus, %	0.40
Total isoflavone <sup>5</sup> , mg/kg	23.46

<sup>1</sup> Danpro A, Centra (Ft. Wayne, IN)

<sup>2</sup> Sigma Chemical Co.(St. Louis. MO)

<sup>3</sup> Vitamin mixture provides per kg of diet: vit. A 5200 IU, vit. D3 600 IU, vit. E 50 IU, vit. K 2.0 mg, thiamin 20 mg, riboflavin 15 mg, pyridoxine 7.8 mg, niacin 50 mg, biotin 1.0 mg, folic acid 6.0 mg, pantothenate 30 mg, vit. B12 1.0 mg, ascorbic acid 250 mg, inositol 100 mg, PABA 2.0 mg, BHT 100 mg

<sup>4</sup> Mineral mixture(2.5%) provides per kg of diet: K 4.0 g, Mg 625 mg, Mn 115 mg, Fe 80 mg, I 0.35 mg, Cu 8.0 mg, Zn 78 mg, Se 0.15 mg, Co 0.21 mg, Mo 3.3 mg, B 1.58 mg

<sup>5</sup> Total isoflavones= GE(genistein)+GI(genistin)+DE(daidzein)+DI(daidzin)

Table 1-31. Performances of chicks fed experimental diets containing various levels of genistin for 3 weeks (experiment 4-2)

Measurements	Dietary groups containing genistin(ppm)				
	0	50	250	450	650
	<u>0 ~ 7 days</u>				
Feed intake, g/bird/day	8.8 ± 0.4 <sup>1)</sup>	8.6 ± 1.0	8.7 ± 0.3	9.2 ± 0.5	8.9 ± 0.5
Genistin intake, mg/bird/day	0.04 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.46 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.05 ± 0.04 <sup>c</sup>	3.17 ± 0.18 <sup>d</sup>	4.34 ± 0.23 <sup>e</sup>
Body weight gain, g/bird/day	4.62 ± 0.43	4.08 ± 0.47	4.48 ± 0.25	4.45 ± 0.68	4.75 ± 0.21
Feed/gain ratio	1.92 ± 0.13	2.11 ± 0.10	1.93 ± 0.08	2.10 ± 0.40	1.88 ± 0.06
	<u>8 ~ 14 days</u>				
Feed intake, g/bird/day	15.7 ± 1.2	16.3 ± 2.1	16.1 ± 2.4	15.6 ± 1.5	15.7 ± 1.4
Genistin intake, mg/bird/day	0.08 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.11 <sup>b</sup>	2.70 ± 0.41 <sup>c</sup>	5.37 ± 0.50 <sup>d</sup>	7.63 ± 0.68 <sup>e</sup>
Body weight gain, g/bird/day	6.07 ± 0.80	6.77 ± 1.10	6.63 ± 1.20	5.92 ± 0.38	6.32 ± 0.74
Feed/gain ratio	2.36 ± 0.11	2.42 ± 0.11	2.45 ± 0.18	2.63 ± 0.25	2.48 ± 0.10
	<u>15 ~ 21 days</u>				
Feed intake, g/bird/day	17.4 ± 1.6	17.4 ± 1.0	15.4 ± 2.5	16.3 ± 2.6	15.1 ± 2.2
Genistin intake, mg/bird/day	0.09 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.93 ± 0.05 <sup>b</sup>	2.57 ± 0.41 <sup>c</sup>	5.64 ± 0.90 <sup>d</sup>	7.37 ± 1.05 <sup>e</sup>
Body weight gain, g/bird/day	6.47 ± 1.87	6.14 ± 2.81	6.22 ± 2.38	5.54 ± 1.78	5.46 ± 2.43
Feed / gain ratio	2.81 ± 0.57	3.52 ± 2.17	2.81 ± 1.21	3.04 ± 0.44	3.00 ± 0.80
	<u>0 ~ 21 days</u>				
Feed intake, g/bird/day	6.1 ± 1.0	5.9 ± 1.5	6.1 ± 1.2	5.1 ± 1.0	5.3 ± 1.3
Genistin intake, mg/bird/day	0.03 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.32 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.01 ± 0.20 <sup>b</sup>	1.76 ± 0.35 <sup>c</sup>	2.59 ± 0.65 <sup>d</sup>
Body weight gain, g/bird/day	14.7 ± 1.1	14.8 ± 1.1	14.1 ± 1.5	12.9 ± 3.5	12.6 ± 2.9
Feed/gain ratio	2.38 ± 0.23	2.59 ± 0.52	2.36 ± 0.33	2.51 ± 0.23	2.38 ± 0.22

<sup>1</sup> Mean±STD (n= 32 chicks)

<sup>a,b</sup> Means in a row with no common alphabet differ significantly(p<0.05).

Table 1-32. Weights of comb, testicles, liver, thymus, and F-sac of chicks fed experimental diets containing various levels of genistin for 3 weeks<sup>1</sup> (experiment 4-2)

Measurement	Dietary groups containing genistin(ppm)				
	0	50	250	450	650
- 100 g body weight basis -					
<u>7th day</u>					
Comb, mg	23 ± 6 <sup>1j</sup>	24 ± 6	24 ± 8	21 ± 8	21 ± 9
Testicles, mg	32 ± 8 <sup>a</sup>	33 ± 12 <sup>a</sup>	32 ± 8 <sup>a</sup>	26 ± 6 <sup>ab</sup>	22 ± 7 <sup>b</sup>
Liver, g	5.04 ± 0.56	4.78 ± 0.08	5.24 ± 0.99	5.17 ± 0.99	5.69 ± 0.69
Thymus, mg	381 ± 47	461 ± 108	462 ± 150	458 ± 141	456 ± 165
F-sac, mg	272 ± 73	263 ± 31	231 ± 43	293 ± 77	264 ± 75
<u>14th day</u>					
Comb, mg	30 ± 8	35 ± 4	31 ± 12	35 ± 7	35 ± 10
Testicles, mg	29 ± 7	26 ± 5	24 ± 6	27 ± 6	24 ± 10
Liver, g	3.60 ± 0.20 <sup>b</sup>	4.10 ± 0.50 <sup>a</sup>	4.05 ± 0.53 <sup>ab</sup>	4.15 ± 0.43 <sup>a</sup>	3.72 ± 0.44 <sup>ab</sup>
Thymus, mg	506 ± 125	518 ± 144	512 ± 185	497 ± 183	555 ± 109
F-sac, mg	364 ± 71	344 ± 58	348 ± 74	396 ± 93	329 ± 56
<u>21st day</u>					
Comb, mg	52 ± 16 <sup>a</sup>	37 ± 7 <sup>b</sup>	47 ± 14 <sup>ab</sup>	44 ± 11 <sup>ab</sup>	55 ± 12 <sup>a</sup>
Testicles, mg	26 ± 8 <sup>ab</sup>	21 ± 5 <sup>b</sup>	21 ± 4 <sup>b</sup>	25 ± 7 <sup>ab</sup>	28 ± 5 <sup>a</sup>
Liver, g	3.28 ± 0.29	3.56 ± 0.48	3.61 ± 0.37	3.58 ± 0.38	3.34 ± 0.41
Thymus, mg	529 ± 121 <sup>a</sup>	467 ± 100 <sup>ab</sup>	412 ± 78.0 <sup>ab</sup>	387 ± 76 <sup>b</sup>	491 ± 155 <sup>ab</sup>
F-sac, mg	418 ± 126	374 ± 63	372 ± 100	376 ± 110	347 ± 118

<sup>1</sup> Mean ± STD (n= 8 chicks).

<sup>a,b</sup> Means in a row with no common alphabet differ significantly(p<0.05).

Table 1-33. Tibial length, wet weight, density, ash and calcium contents of chicks fed experimental diets containing various levels of genistin for 3 weeks<sup>1</sup> (experiment 4-2)

Measurements	Dietary groups containing genistin(ppm)				
	0	50	250	450	650
	<u>7th day</u>				
Length, mm	36.7±1.4 <sup>1)</sup>	35.9±0.8	36.6±1.0	37.1±0.4	36.9±0.8
Wet weight, g/100g body wt.	0.91±0.05	0.90±0.05	0.91±0.07	0.94±0.04	0.91±0.04
Density, g/cm <sup>3</sup>	1.145±0.035	1.146±0.032	1.155±0.060	1.164±0.029	1.141±0.037
Ash, %	47.3±5.10	43.4±6.90	42.5±6.80	45.8±5.40	47.3±3.70
Calcium, mg/g fat-free dry matter	206.4±12.3	200.7±17.0	197.5±22.0	190.9±18.5	195.6±16.1
	<u>14th day</u>				
Length, mm	45.7±0.6	45.5±1.6	45.9±1.7	45.4±0.9	46.9±1.1
Wet weight, g/100g body wt.	1.03±0.08	1.03±0.07	1.04±0.09	1.03±0.09	1.07±0.07
Density, g/cm <sup>3</sup>	1.150±0.023	1.149±0.031	1.127±0.043	1.149±0.048	1.155±0.057
Ash, %	45.0±4.20	45.1±4.00	42.5±5.30	45.6±2.30	45.2±4.90
Calcium, mg/g fat-free dry matter	176.5±18.5	181.3±19.8	168.1±12.5	173.1±15.2	182.8±18.0
	<u>21st day</u>				
Length, mm	53.2±1.8	52.0±2.2	53.2±2.5	51.4±1.5	51.8±1.3
Wet weight, g/100g body wt.	1.22±0.13	1.13±0.07	1.18±0.08	1.18±0.10	1.22±0.09
Density, g/cm <sup>3</sup>	1.129±0.049	1.116±0.017	1.122±0.042	1.149±0.048	1.155±0.057
Ash, %	43.5±5.20	44.7±5.50	44.1±4.90	41.5±8.90	42.6±2.90
Calcium, mg/g fat-free dry matter	177.0±22.4	174.2±17.8	162.7±15.8	149.1±9.60	182.0±18.5

<sup>1</sup> Mean±STD (n= 8 chicks).

No significant differences among the treatment within each dietary group.

Table 1-34. Levels of serum alkaline phosphatase activity, inorganic phosphorus and total calcium contents of chicks fed experimental diets containing various levels of genistin for 3 weeks<sup>1</sup> (experiment 4-2)

Measurements	Dietary groups containing genistin(ppm)				
	0	50	250	450	650
	<u>7th day</u>				
Alkaline phosphatase, IU/dl	1470 ± 468	2002 ± 484	1798 ± 830	2941 ± 1532	2378 ± 1262
Inorganic phosphorus, mg/dl	7.0 ± 0.6	6.9 ± 0.4	6.4 ± 1.1	6.4 ± 0.4	7.1 ± 0.5
Total calcium, mg/dl	8.1 ± 0.9	8.2 ± 1.0	8.2 ± 0.9	7.6 ± 0.3	8.2 ± 1.1
	<u>14th day</u>				
Alkaline phosphatase, IU/dl	2669 ± 1360	3106 ± 1645	28.2 ± 1082	3038 ± 2598	5620 ± 3089
Inorganic phosphorus, mg/dl	7.7 ± 0.8	6.3 ± 0.4	6.8 ± 0.8	6.9 ± 1.2	7.4 ± 0.5
Total calcium, mg/dl	7.0 ± 1.8	7.8 ± 1.1	7.4 ± 1.3	7.2 ± 1.4	6.5 ± 0.5
	<u>21st day</u>				
Alkaline phosphatase, IU/dl	3623 ± 1159	3252 ± 1033	3478 ± 1880	5308 ± 3164	5497 ± 2214
Inorganic phosphorus, mg/dl	7.4 ± 0.3	6.2 ± 0.8	6.1 ± 1.3	6.6 ± 1.3	5.6 ± 0.8
Total calcium, mg/dl	6.8 ± 1.5	7.0 ± 1.5	7.4 ± 1.5	7.3 ± 2.2	7.2 ± 1.0

<sup>1</sup> Mean±STD (n= 6 chicks).

<sup>a,b</sup> Means in a row with no common alphabet differ significantly (p<0.05).

### 3) 1차 및 2차 실험 고찰

실험 4의 1차와 2차 실험은 각각 어린 육용종과 산란종의 병아리에서 estrogen 성분인 IF의 섭취가 골격 발달과 제2차 성장의 발현 및 전반적인 성장능력등에 미치는 영향을 보기위한 것이었다. 성계 실험에 앞서 어린 병아리에서 IF의 estrogenic 효과

를 확인하는 것이 더 쉬우리라 판단하였던 것이다.

육계의 경우는 사료의 대두박 함량을 조절하여 IF 섭취량을 달리하였고, 산란중 병아리의 경우는 순도가 90% 정도로 높이 정제된 형태의 genistin을 650 ppm 까지 첨가하였다. 육계의 경우 High IF 실험군에서 5주간 하루 평균 19.3 mg의 총 IF를 섭취하였고, 이중 genistein+genistin을 50%로 본다면 약 10 mg을 섭취한 편이 된다. 산란중 병아리는 3주 동안 IF 공급량이 가장 많았던 실험군이 하루 평균 8.9 mg의 genistin+genistein을 섭취한 편이 된다. 그러나 두 실험 모두 골회분 함량에서 IF 섭취에 의한 변화가 관찰되지 않았다. 이들 섭취량은 본 연구실에서 박민영(2000)이 실험한 산란중 병아리에서 하루 평균 8.0 mg 정도의 총 IF를 섭취한 실험군과 비교된다. 박민영의 실험에서는 골회분 함량이 유의하게 증가하였는데 이런 현상은 2주령까지 나타나며 3주령 쯤부터는 그 효과가 사라졌다.

본 연구와 박민영(2000)의 실험과는 IF의 공급형태가 다르며, 골 시료를 채취한 병아리의 나이(주령)에 차이가 있다. 박의 실험에서는 대두로부터 IF를 추출, 농축시킨 PhytoNutramin(상품명)이라는 제품을 사용하였고, 본 실험에서는 육계의 경우 대두박 자체의 첨가수준을 달리하거나 고순도의 genistin을 고가에 구입하여 투여하였다. PhytoNutramin 이나 대두박에는 여러 가지 IF이 존재할 수 있는 반면에 정제사료에서 단백질 급원으로 soy protein concentrate (SCP)를 사용한 경우에는 첨가한 genistin 만이 유일한 IF 급원이된다. Genistin은 genistein, daidzin, daidzein, glycetin, glycetein 등과 더불어 대두에 들어있는 여러 가지 IF의 하나이지만 대두에서 estrogenic 효과를 나타내는 대표적인 성분의 하나로 보고있다.

따라서 본 연구에서 정제된 genistin 첨가군의 경우 기대와 달리 아무런 효과가 나타나지 않은 것은 의문이며, 재실험에 의해 본 결과를 다시 확인할 필요가 있으며 앞으로 daidzin 등과의 동시 급여에 의한 실험의 필요성도 제기하고 있다. 박(2000)의 실험에서 IF의 뼈 발육 촉진 효과가 2주까지 이며 그후에는 사라지는 현상은 어린 동물에서 내 분비 기관의 발달 상태와 연관이 있을 것으로 판단된다. 3주령 경에는 홀몬 분비 능력이 어느 정도 갖추어 짐에 따라 섭취한 IF로 인한 weak estrogenic effect가 영향을 발휘하지 못하는 것일 수 있다.

IF 섭취량이 변, 난소 및 고환의 크기에 대체로 특이한 영향을 미치지 못하였다. 다만 2차 실험에서 7일째에 고환의 크기가 IF 섭취량이 증가함에 따라 유의하게 감소하는 현상을 보였고, 그후에는 대조군과 같은 크기로 나타났다. 수평아리의 경우 고환

의 발달이 일시적으로 저하되었던 현상은 좀더 깊이 연구할 필요가 있다고 본다.

뼈 발달의 biomarker 로 조사한 alkaline phosphatase 활성은 어린 동물에서는 그 변이가 커서 의미를 찾기 곤란하다는 지적도 있다. 본 연구에서도 변이가 너무 크게 나타나 유의한 경향을 볼수 없었다.

결론적으로 본 연구에서 IF의 효과가 뚜렷하게 나타나지 않았으며 이는 본 실험실에서 이 연구 이전에 수행하였던 IF 효과와 다른 결과였다. 이런 차이는 과거의 연구에 비해 실험 재료와 시료 채취 나이등 몇가지 다른 것 때문인지 그 원인을 파악하기 위한 추가 연구가 필요하다.

### 라. 3차 실험: 산란계에서 대두박내 isoflavone 섭취량 차이가 난각질과 경골에 미치는 영향

#### 1) 재료 및 방법

실험동물 및 설계: 일반 산란계 (Hy-Line) 192수, 40주령의 것을 3처리x 4반복 x 16수/반복이 되도록 배치하였다. 대조군(IF-Low군)은 대두박을 사용하지 않아 IF 함량을 최저 수준으로 하였으며, IF-Mid군은 대두박을 8% 첨가하였고, IF-High 군은 대두박이 16% 첨가한 사료를 급여하였다. 이때 세 사료군의 제한 아미노산, 에너지, 칼슘 및 인등 영양소 공급량은 최대한 동일한 수준이 되도록 배려하였다 (Table 1-35). 세가지 사료의 IF 함량은 각각 0, 193 및 386 mg/kg이 되었으며 이 사료를 60일간 자유롭게 섭취 토록하였다.

실험종료시 처리구 별로 16수씩 희생시켜 경골 (tibia)을 채취하였다. 경골의 골밀도를 dual energy X-ray absorptiometry (DEXA)를 사용하여 측정하였다 (Nagy et al., 2001). 여기서 골회분 함량은 ashing에 의한 것이 아니고 x-ray에 의한 무기질의 측정에 의해 구해진 것이다. 골밀도와 골회분 함량은 기계의 측정 범위에 비해 경골의 길이가 너무 길어 경골 상부에서 전체 길이의 중간 부위까지만 측정하였다. Lunar PIXImus densitometer (Lunar Corp.) 와 software 1.43.020 version을 사용하여 개체 별로 채취한 두개씩의 경골에서 모두 밀도와 골 회분함량을 조사하였다(Fig. 1-4).

난각은 처리구 별로 실험 개시시, 30일째 및 60일째에 각각 60개씩 채취하여 파괴 강도, 난각두께, 난각두께 (순수한 두께)등을 조사하였다. 난각질의 조사 방법은 앞 실험에서와 동일하다. 내부 난질에서 Haugh unit은 난백고 (micrometer)와 난중의 측정

에 의한 H.U. 계산식에 의해 구하였다. 난각은 일부 조각을 채취하여 외관상 차이가 있는지 알아 보기 위해 전자현미경(SEM)을 촬영하였다(Fig. 1-5).

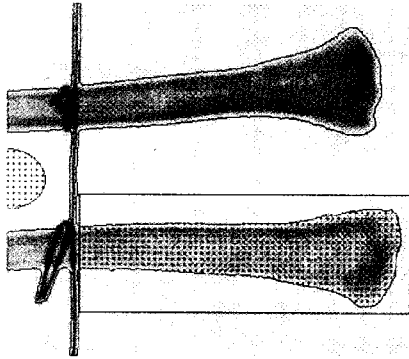


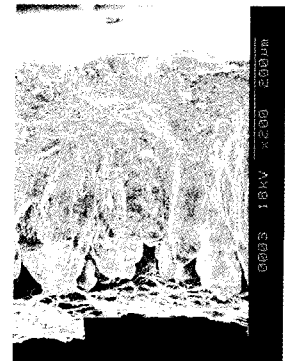
Fig. 1-4. DEXA image of tibia for measurement of bone density and mineral content. Upper halves of tibia from both sides of each bird were used.



0% SBM



8% SBM



16% SBM

Fig. 1-5. SEM image of egg shells

## 2) 실험 결과

실험기간중 처리구별 평균 1일 사료섭취량은 113-114.7 g의 범위로 처리구 간에 상당히 유사한 수준을 보였는데 이는 사료의 에너지 함량이 역시 매우 유사하였음을 의미한다.

처리구별로 실험 종료시에 채취한 혈액내 IF 함량을 조사한 결과 기대하였던 대로



0% SBM군의 혈액내 IF 함량은 0.6 ug/100 ml으로 매우 낮았고, IF 섭취량이 증가함에 따라 8.2와 17.3 ug/100 ml로 현저히 증가하였음을 보였다 (Table 1-37).

Table 1-38는 실험군별 산란율(%)을 보이고 있다. 실험사료 급여후 처음 4 주간은 처리군간에 차이가 없었으나 5-9 주간에는 대두박 함량이 높은 사료군일 수록 산란율이 유의하게 더 좋았다. 난중도 마찬가지로 경향을 보여서 대두박 섭취량에 비례해 더 무거운 계란이 생산되었다 ( $p < 0.05$ ).

계란의 내부 난질도 부분적으로 대두박 섭취량에 따라 달라져서 난백고의 경우 16% SBM군이 0% SBM에 비해 유의하게 더 높아지는 경향을 보였다. 그러나 Haugh unit는 크게 변하지 않았다. 실험기간에 따라 H.U. 와 난백고가 높아지는 것이 관찰되었다. 0% SBM군에 비해 16% SBM군의 난각무게와 파괴강도가 유의하게 증가하였다 ( $p < 0.05$ ). 그러나 난각두께와 비중은 어떤 차이나 경향을 보이지 않았다 (Table 1-39).

하지만 경골의 밀도와 골 회분 함량은 대두박(IF) 섭취량에 따라 전혀 영향을 받지 않았다(Table 1-40).

### 3) 3차 실험의 고찰

이 실험은 육용종계 대신 일반 산란계를 사용하여 수행하였다. 육용종계를 이런 성격의 실험에 사용하는 것을 농장에서 허락하지 않으며, 별도로 구입하는 것도 불가능하였기 때문이다. 대두박 첨가량을 조절한 결과 혈액내 IF 함량이 크게 달라짐을 확인할 수 있었다. 대두박 첨가량이 증가함에 따라 산란성적 (산란율과 난중) 뿐만 아니라 난중과 난각의 파괴강도가 현저히 유의한 차이를 보이면서 개선되었다. 그러나 난각의 두께와 비중 또 경골의 밀도와 골회분 함량은 차이를 보이지 않았다. 여기서 측정된 골회분 함량은 Muffle furnace를 사용한 ashing에 의한 것이 아니고 X-ray에 의해 측정된 무기질 함량으로 나타낸 것이다. Nagy 등(2001)에 의하면 쥐 뼈에서 DEXA로 측정된 것과 ashing에 의한 것 사이에 0.99의  $r^2$ 값을 보였다.

Table 1-35. Formulation of experimental diets (experiment 4-3)

Ingredients	Isoflavone levels in the diet		
	0% SBM	8% SBM	16% SBM
		- % -	
Soybean meal, dehulled, 46%	-	8.300	16.600
Corn	47.766	50.943	50.871
Wheat, soft	9.000	9.000	9.000
Corn gluten meal	4.080	3.291	1.034
Corn germ meal	5.000	5.000	5.000
Rape seed meal	10.000	5.000	2.000
Coconut meal	-	0.294	2.000
Cottonseed meal	10.000	5.000	0.518
Tallow	2.964	2.000	2.000
Methionine	0.054	0.067	0.093
Lysine HCl	0.194	0.108	-
Limestone	6.594	6.569	6.439
Oystershell	3.000	3.000	3.000
Dicalcium phosphate	0.477	0.608	0.668
Sodium bicarbonate	0.430	0.333	0.166
Salt	-	0.046	0.170
Others <sup>1</sup>	0.440	0.440	0.440
Total	100.000	100.000	100.000
<u>Calculated values</u>			
Metabolizable Energy, kcal/kg		2800	
Crude protein, %		16	
Calcium, %		3.80	
Available phosphorus, %		0.350	
Methionine		0.350	
Met + Cys		0.630	

<sup>1</sup> Contained per kg of premix: vit. A 9,000,000 IU, vit. D<sub>3</sub> 2,100,000 IU, vit. E 15,000 IU, vit. K 2,000 mg, vit. B1 1,500 mg, vit. B2 4,000 mg, vit. B6 3,000 mg, vit. B12 15 mg, Ca-pantothenate 8,500 mg, niacin 20,000 mg, biotin 77 mg, folic acid 600 mg, Fe 40,000 mg, Co 300 mg, Cu 3,500 mg, Mn 55,000 mg, Zn 50,000 mg.

Table 1-36. Plasma levels of isoflavones from laying hens fed diets containing various levels of soybean meal as a source isoflavones<sup>1</sup> (experiment 4-3)

Treatments	Daidzein	Genistein	Glycitein
		----- ug/dl -----	
0% SBM	0.29 ± 0.32 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.30 <sup>a</sup>	0.01 ± 0.04 <sup>a</sup>
8% SBM	3.82 ± 1.76 <sup>b</sup>	3.27 ± 1.06 <sup>b</sup>	1.11 ± 0.83 <sup>b</sup>
16% SBM	7.55 ± 1.46 <sup>c</sup>	7.76 ± 1.36 <sup>c</sup>	1.93 ± 0.38 <sup>c</sup>

Table 1-37. Egg production rate and egg weight from laying hens fed diets containing various levels of soybean meal as a source isoflavones<sup>1</sup> (experiment 4-3)

Week period	0% SBM	8% SBM	16% SBM
Egg production		-- % --	
1-4	92.1 ± 1.65	92.64 ± 1.40	95.71 ± 2.99
5-9	89.6 ± 2.60 <sup>b</sup>	90.76 ± 2.57 <sup>ab</sup>	94.39 ± 2.56 <sup>a</sup>
1-9	90.7 ± 2.12 <sup>b</sup>	91.59 ± 1.64 <sup>ab</sup>	94.97 ± 2.72 <sup>a</sup>
Egg weight		-- g/egg --	
1-4	59.6 ± 0.4 <sup>b</sup>	60.4 ± 0.8 <sup>b</sup>	62.1 ± 1.3 <sup>a</sup>
5-9	59.2 ± 0.6 <sup>b</sup>	60.5 ± 0.9 <sup>ab</sup>	62.0 ± 1.2 <sup>a</sup>
1-9	59.4 ± 0.5	60.5 ± 0.9	62.0 ± 1.2

<sup>1</sup> Mean±STD. a, b p<0.05.

Table 1-38. Egg internal quality and quality measurements of egg shells from laying hens fed diets containing various levels of soybean meal as a source isoflavones<sup>1</sup>(experiment 4-3)

Items	Dietary groups	After days fed experimental diets		
		0일	30일	60일
Haugh Unit	0%SBM		74.11 ± 2.51	77.92 ± 2.86
	8%SBM	73.49 ± 3.14 <sup>B</sup>	77.10 ± 0.89	77.52 ± 2.69
	16%SBM		76.91 ± 2.16 <sup>AB</sup>	79.15 ± 2.84 <sup>A</sup>
----- mm -----				
Height of egg white	0%SBM		5.63 ± 0.27 <sup>b</sup>	6.13 ± 0.40
	8%SBM	5.69 ± 0.32 <sup>b</sup>	6.08 ± 0.23 <sup>aAB</sup>	6.31 ± 0.30 <sup>A</sup>
	16%SBM		6.10 ± 0.26 <sup>aAB</sup>	6.51 ± 0.40 <sup>A</sup>
----- g -----				
Shell Weight	0%SBM		5.319 ± 0.062 <sup>BP</sup>	5.399 ± 0.068 <sup>BP</sup>
	8%SBM	5.628 ± 0.101 <sup>aB</sup>	5.582 ± 0.208 <sup>a</sup>	5.749 ± 0.233 <sup>a</sup>
	16%SBM		5.481 ± 0.146 <sup>ab</sup>	5.810 ± 0.166 <sup>a</sup>
----- mm -----				
Shell thickness	0%SBM		0.3412 ± 0.0022	0.3370 ± 0.0044
	8%SBM	0.3410 ± 0.0044	0.3457 ± 0.0055	0.3446 ± 0.0056
	16%SBM		0.3370 ± 0.0107	0.3378 ± 0.0046
----- kg -----				
Breaking strength	0%SBM		3.895 ± 0.216 <sup>A</sup>	3.540 ± 0.113 <sup>B</sup>
	8% SBM	3.963 ± 0.065 <sup>A</sup>	3.952 ± 0.067 <sup>A</sup>	3.497 ± 0.171 <sup>B</sup>
	16%SBM		4.012 ± 0.130	4.772 ± 1.350
----- g/cm <sup>3</sup> -----				
Specific gravity	0% SBM		1.081 ± 0.001 <sup>aA</sup>	1.078 ± 0.004 <sup>A</sup>
	8% SBM	1.064 ± 0.002 <sup>b</sup>	1.080 ± 0.001 <sup>abA</sup>	1.080 ± 0.002 <sup>A</sup>
	16% SBM		1.078 ± 0.002 <sup>ba</sup>	1.080 ± 0.004 <sup>A</sup>

<sup>1</sup> Mean±STD. <sup>ab</sup> p<0.05 among the dietary groups. <sup>A,B</sup> p<0.05 among the dates.

Table 1-39. Tibial bone mineral density and mineral content of laying hens fed diets containing various levels of soybean meal as a source isoflavones<sup>1</sup> (experiment 4-3)

Dietary treatments	Bone mineral density	Bone mineral content
	- g/cm <sup>2</sup> -	- grams -
0% SBM	0.2460 ± 0.0529	1.9466 ± 0.4008
8% SBM	0.2256 ± 0.0324	1.7469 ± 0.3452
16% SBM	0.2406 ± 0.0274	1.8357 ± 0.2230

<sup>1</sup> Mean±STD. No significant differences among the dietary groups.

Data represent measurements of upper halves of both side tibia from each bird.

이 실험에서 사용한 방법과 결과의 해석에서 중요한 것은 실험 설계에 의해 사료 대두박 함량을 0에서 16% 까지 차이를 둠으로서 IF 함량의 차이뿐만 아니라 또 다른 요인에서도 차이가 생길 수 있는가 하는 점이다. 실험사료배합표 작성에서 일반 사료회사의 computer formulation을 사용하였기 때문에 알고 있는 영양소 함량에서 처리구간에 차이는 있을 수 있지만 적어도 어느 영양소함량이 요구량에 부족한 상황은 없었다고 판단된다. 아미노산함량은 bioavailability data를 사용하였으며, 대사에너지 함량도 세 처리군간에 사료 섭취량이 매우 비슷하게 나타난 것으로 서로 비슷하였음을 알 수 있다. 섭취량의 유사성은 사료의 소화율의 유사성도 반영된다고 생각된다.

지방산의 종류와 함량 차이는 분석을 시도하지 않았으나 대두박과 잡박의 차이 정도에서 유의한 수준의 함량 차이가 나지는 않을 것으로 판단된다. 따라서 0% SBM 군과 16% SBM군의 중요한 차이는 대두박과 잡박에 들어있는 phytochemicals의 성격에 의한 것으로 보는 것이 타당할 수 있다. 물론 이를 증명하기 위한 추가 실험이 필요하다.

한편 난각무게의 차이는 16% SBM군에서 난중이 더 무거워 난각도 더 무거워진 것으로 볼 수 있다. 그러나 난각의 두께는 차이가 없이 파괴강도에서 16% SBM군이 유의하게 더 높아진 것은 흥미롭다. 파괴강도는 난각의 두께와 병행하는 것이 일반적인 관찰이었기 때문에 이 경우 어떤 이유로 파괴강도만 증가하였는지 확실하지 않다.

이것이 IF 섭취량의 차이 때문에 나타날 수 있는 현상인지 난각의 구조와 관련된 연구가 더 필요하다고 판단된다.

또 다른 관점에서 보면 16% SBM군에 비해 대두박 함량이 낮아진 사료에는 잡박(주로 채종박)이 더 많이 들어갔다는데 주의할 필요가 있다. 0% SBM군에서 산란율, 난중 등이 떨어진 이유가 IF 섭취량이 감소되었기 때문이라고 보는 것보다 잡박내 어떤 다른 성분의 섭취가 많아졌기 때문이라는 관점에서도 볼 수 있다.

최근 들어 인체 식품에서 polyphenol 계통의 phytochemicals 역할에 대한 관심이 높아지고 있다. 사료에는 인체 식품보다 더 많은 양의 다양한 phytochemicals가 존재하며 그중의 많은 것들을 항영양인자라는 관점에서 보고 있다. 인체는 사료의 영양소 이외에 이들 사료내 phytochemicals 성분들이 가축의 생리와 생산성에 미치는 영향에 더 관심을 보일 필요가 있다.

본 연구의 결과는 현재 다른 성분의 영향을 의심할 만한 증거를 갖고있지 않은 단계이므로 대두박내 IF 함량의 차이가 estrogenic 한 효과를 나타내서 유래된 것이라고 간주하는 것이 타당하다고 생각된다. 암탉에서 estrogen은 여러 가지 생리현상에 관여한다. 난각 형성에서 calcification 과 organic matrix 형성 모두에 관여할 수 있다. 앞으로 좀더 세밀한 추가 연구에 의해서 그 작용 현상이 더 확인될 필요가 있다.

#### 마. 실험 4의 종합 고찰

실험 4는 사료 phytochemicals 중 특히 isoflavones (IF)의 섭취가 닭의 골격발달과 종란의 난각질 발달에 미치는 영향을 평가하기 위한 것이다. 산란계 실험에 앞서 먼저 육계와 산란종의 수평아리에서 뼈 발육 관계의 기본적인 연구를 수행하고, 최종 단계에 산란계에서 확인 실험을 수행하여 전체 3차례의 실험을 하였다. 육계 실험과 산란계 실험은 대두박 자체의 첨가량을 조절하여 IF 함량을 달리하였고, 수평아리 실험은 고 순도의 genistin (>90% purity)을 사료에 여러 수준으로 첨가하여 급여하였다.

육계와 수평아리 실험에서 모두 사료내 IF 수준과 뼈 발육 정도를 나타내는 측정치가 무관하게 나타나서 실망스러운 결과를 보였다. 본 실험을 수행하기 전에 본 연구실에서 IF 농축물의 사용한 실험에서 수평아리의 골격 발달이 더 좋아지는 것을 관찰한바 있어 어느 정도의 확신을 갖고 있었다. 앞선 실험과 본 실험의 차이는 IF 중 에서 genistin 만을 고려대상으로 하였다는 점 (수평아리 실험)과 골 시료의 채취 주

량이 달랐다는 점 (육계) 등이다.

한편 산란계에서 대두박 첨가수준을 0, 8 및 16%의 세 수준으로 달리 하여 IF 함량을 조절한 경우 역시 뼈 밀도와 골 회분 함량에는 전혀 차이가 없었으나 대두박 첨가수준이 높을수록 난각의 파괴강도와 난각무게가 유의하게 증가하였다. 그러나 난각 두께와 비중은 차이가 없었다. 산란율과 난중도 대두박함량이 높은 실험군에서 더 좋게 나타났다.

산란계에서의 이런 현상을 대두박을 통한 IF의 섭취량에 기인하는 것으로만 볼 수 있는지는 확실하지 않다. 세 가지 실험군에서 영양적인 요인은 모두 충족되었다고 판단되기 때문에 여기서 나타난 결과는 영양소 외적 요인 즉 대두박과 잡박 (채종박 등)에 들어있는 phytochemicals 종류와 함량의 차이에 의한 것이라고 보는 것이 타당할 것이다.

대두박의 phytochemicals 중 IF을 가장 대표적인 것으로 보고 있으나 그 외 saponin도 관심의 대상이다. 특히 채종박의 경우 다른 종류의 phytochemicals가 많이 들어있어 그들의 adverse effect 관점에서도 난각질에 미치는 영향을 더 검토할 필요가 있다.

## 5. 제 1 세부과제의 종합적 결론 및 고찰

우리나라 육용종계의 산란능력과 난각질을 조사한 결과는 기존 보고와 달리 두가지 항목 모두 미국의 일반 수준에 비해 뒤지지 않는 성적이었다. 이는 전부 4개의 각기 다른 종계농장에서 합계 약28만수의 생산성적을 조사한 결과 26-35주령 때 산란피크 (82-85%)에 도달하였으며, 50주령때 60-75% 정도의 산란율이 유지되었다. 종란의 파란율에는 모든 농장에서 관례적으로 비정상적인 크기의 계란도 포함시키고 있었는데 평균적으로 1.6% (0.6~3.13%) 이하였다.

이런 성적은 처음 본 연구계획서를 제출할 당시의 우리나라 생산성 자료에 비해 다른 것을 보이고 있다. 이는 본 조사에서 참고한 농장들이 비교적 사양관리가 우수 한편일 수도 있으나 그 보다 최근 몇 년 사이에 우리나라 육용종계 농장들의 사양관리 능력이 크게 개선되었다고 보는 것이 타당할 것이다.

5개 사료회사의 종계사료의 단백질 함량은 평균 15.9% (15.3~17.4%), 칼슘 3.6% (3.21-4.28%), 인 0.49% (0.37~0.64%) 및 총 isoflavone (IF)은 289.5 mg/kg (151.6~503.5 mg) 수준이었다. 종계사료의 주요 영양소들의 함량이 회사에 따라 이렇

게 달리 나타나는 것은 육용 종계는 일반적으로 제한 급식을 하기 때문에 회사마다 종계사료의 1일 섭취량에 대한 기준이 다른 데에 기인한다고 본다. 사육하는 종계 품종과 체중에 따라 권장하는 영양소 양이 다를 수는 있으나 사료회사에 따라 너무 큰 차이가 보이는 것은 회사들의 영양소 공급기준이 확립되어있지 않다는 것을 의미한다. 총 IF 함량의 차이는 기본적으로 대두박 함량의 차이에 기인한다.

난각두께는 일반적으로 난각질을 나타내는 기준으로 많이 사용되고 있음에도 불구하고 그 측정치는 순수한 난각과 외부난각막을 같이 포함하고 있다. 이는 외부난각막의 제거가 쉽지않기 때문인데 외부난각막 자체의 두께는 약  $2.8 \text{ mm} \times 10^{-2}$  로서 난각두께의 일반 측정값( $36.7 \text{ mm} \times 10^{-2}$ )의 약 8%를 차지하였다. 본 연구에서 외부난각막을 제거한 난각두께 측정값을 사용할 때 기존의 난각두께에 비해 계란의 비중, 밀도, 난각을 및 파괴강도 같은 난각질의 평가값들과의 상관관계수 ( $r$ , correlation coefficient)가 평균 35% 정도 더 높아짐을 보였다.

더위 스트레스로 인한 생산성 저하의 방지를 위해 비타민 C의 급여실험에서 우선 비타민 C가 첨가된 사료에 대한 선호도 여부를 self-selection 방식으로 조사하였다. 비타민 C 첨가사료(200 mg/kg)를 선호한 종계의 경우 비선호 계군에 비해 고온환경에서 종란의 비중, 밀도, 파괴강도, 난각두께 등의 저하가 더 적었다. 모든 사료에 비타민 C (200 mg/kg) 또는 비타민 E (250 mg/kg)를 첨가한 경우 비 첨가군(대조군)에 비해 난각의 파괴강도 저하가 82대 94% 비율로 방지되었고, 두 비타민이 동시에 첨가된 경우 고온처리 이전과 같은 수준으로 유지(100.7%) 되었다. 이런 경향은 난각두께에서도 관찰되었다. 이 종계에서 다리 경골의 파괴강도를 조사한 결과 비타민 C의 효과만 유의하게 ( $p < 0.05$ ) 나타났다. 이 실험결과는 닭이 비타민 C를 자체적으로 생산하는 능력이 있음에도 불구하고 고온 환경에서는 추가로 공급되는 비타민 C가 스트레스 방지에 도움이 될 수 있다는 것을 다시 한번 입증하는 것이다. 비타민 E의 효과는 독자적인 것인지 또는 비타민 C와 더불어 항산화 작용을 공유하는 비타민으로서 산화작용에 관여하는 비타민 C의 절약효과 (sparing effect)에 의한 것인지 확실하지 않으며 추가연구가 필요하다.

한편 종계농가에서 13,000수의 육용종계로 9월-10월에 걸쳐 4주간 일반적인 환경 온도조건에서 비타민 C와 E의 첨가효과를 조사하여 보았다. 비타민의 첨가수준은 앞 실험과 동일하였다. 2주와 4주 실험 결과를 종합해본 결과 비타민 E 실험군에서 계란의 난각두께 와 파괴강도가 대조군에 비해 유의하게 더 높았고 ( $p < 0.05$ ), 비타민 C



사료군은 중간 수준이 었다. 난각의 파란율은 역시 왕란을 포함하여 1.6% 이하였으며 실험군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

이상의 고온 환경실험에서는 고온으로 인한 스트레스 유발관계를 혈중 H/L ratio (heterophyll/lymphocyte)와 corticosterone 함량등의 증가를 측정해 확인하였다. 이들 biomarker 들의 반응은 스트레스를 받은 후 일정기간동안 지속되며, 그 기간후 동물들이 스트레스에 적응되었다고 판단되는 시점에서는 정상으로 돌아가는 경향이 있었다.

동절기 스트레스 실험은 수행중 종계들의 폐사로 인해 실험이 불가능하였다. 동절기 실험을 위해 기존의 cold chamber를 개조하여 동시에 4마리씩을 수용하였다. 공기의 유통을 가능케 하였고 실내 점등 장치를 설치하였으나 섭씨 15도에서 chamber의 적응기간에 계속 폐사가 발생하였다.

사료내 phytochemicals 중 isoflavone 섭취가 종계의 골격발달과 종란 난각질에 미치는 영향을 조사하기에 앞서 육계와 어린 산란종의 수평아리에서 먼저 그 효과를 조사하였다. 육계의 경우 대두박 첨가량을 조절하여 총 IF 수준 (194 와 335 ppm)을 달리하였고, 수평아리는 고도(90%)로 정제된 genistin을 650 ppm 수준까지 첨가하였다. 두 실험 모두 골회분 함량에서 IF 섭취효과가 나타나지 않았다. 다만 1일령 수평아리에서 고환의 무게가 IF 섭취에 의해 약간 감소하는 ( $p < 0.05$ ) 경향을 보였다. 이 실험 결과는 과거에 본 연구실에서 관찰한 결과 (박민영, 2000)와 다른 경향을 보였다. 박민영의 실험에서는 농축된 IF 원료 또는 실험실에서 직접 대두박으로부터 ethanol로 추출한 것들을 사용하였었다. 정제된 IF 사용에 의한 phytoestrogenic 효과에 대한 재검토가 필요하다고 본다.

육용종계에서 사료내 IF 함량이 종란의 난각질과 경골의 건강에 미치는 영향을 실험하기 위해 육용종계 대신 일반 산란계 192수를 선택하였다. 일반 산란계를 대신 사용한 이유는 본 실험의 설계와 사료의 성격상 일반 육용종계 농장에서 사육하는 종계를 사용하는 것이 불가능하고 별도로 구매한 종계로 실험이 되어야 하나 구매 자체가 불가능하였기 때문이다.

사료내 IF 함량을 조절하기 위해 대두박함량을 세 수준, 0, 8 및 16%로 첨가하여 9주 동안 실험하였다. 대두박 첨가수준이 증가함에 따라 9주 때의 산란율이 각각 87.5, 87.9 및 96.1%, 난중이 58.3, 61.3 및 61.8 g, 파란율은 2.7, 2.2 및 2.4%로 나타났다. 실험종료후 처리구별로 12마리씩을 희생시켜 경골의 밀도를 DEXA를 사용하여

측정하였는데 실험군간에 유의한 차이가 없었다. 이 실험 결과는 대두박을 이용한 IF 공급량의 차이가 난각의 파란울과 뼈의 건강에 어떤 영향을 미치지 못하였다는 것을 뜻한다. 그러나 본 실험에서 대두박 첨가량을 크게 변화시켰을 때 IF 함량뿐만 아니고 다른 성분들 예를 들어 대두saponin 함량 또는 채종박으로부터 오는 다른 phytochemical 등의 함량이 상대적으로 달라질 수도 있다. 아미노산이나 지방산 같은 영양소 함량은 요구량에 충족되었다고 판단되나 이들 함량을 계산에 의해 적용하였기 때문에 여기서도 처리간에 완전한 일치가 이뤄졌다고 보기 힘들다. 이 실험 결과로 사료내 IF 함량의 차이가 닭에서 칼슘대사에 어떤 영향도 미치지 않는다고 결론내리는 것은 성급하다고 판단된다.

## 제 2 절 제 1 협동과제:

### 육용종계의 종란생산성 향상을 위한 영양수준 결정

#### 1. 실험 1: 육용종계 산란기의 단백질 공급수준 결정

##### 가. 연구목적 및 서론

육용종계는 주령별 적정체중과 산란능력을 유지하기 위하여 에너지 및 사료급여량을 1 일 1 수 기준으로 제한하여 정량급여 하여야 하므로, 단백질 요구량도 사료중의 단백질 함량으로 표시하는 것은 의미가 없으며, 1 일 1 수당 요구량으로 표시하고 급여하는 사료의 양에 따라 단백질의 함량을 조절하여야 한다.

육용종계 산란기의 1 일 1 수당 단백질요구량에 관한 연구는 1970년대 후반부터 이루어졌는데, Waldroup등(1976)은 24 주령 이후의 육용종계 1 일 1 수당 단백질공급량을 14, 16, 18, 20, 22 g으로 달리한 5개 처리로 산란기시험(1)을 실시한 결과 1 일 단백질공급량이 14 g에서 20 g까지 증가함에 따라 산란율과 난중이 증가하였으나 22 g구에서는 산란율과 난중이 더 이상 증가하지 않았으므로 옥수수-대두박 위주의 사료를 급여할 때 육용종계의 단백질 요구량은 1 일 20 g이면 충분하다고 하였

고, 계속된 시험(2)에서는 1 일 단백질공급량을 14.5, 16, 18, 20, 22, 24 g으로 하고 14.5와 16 g 공급구에는 lysine과 methionine을 각각 1 일 200 mg씩 첨가한 결과 산란율과 난중은 1 일 단백질공급량이 22 g까지 증가할수록 직선적으로 증가하였으나 24g구에서는 더 이상 증가하지 않았으며, lysine과 methionine의 첨가효과는 없었으므로 시험(1)과 (2)를 종합해볼 때 옥수수-대두박 위주의 사료에 아미노산을 첨가하지 않을 경우 육용종계 산란기의 1 일 단백질요구량은 20-22 g이라 하였다. 그 외에 육용종계 산란기의 1 일 단백질요구량에 대해 필수아미노산요구량이 충족될 경우 Marshall(1977)은 18 g, Pearson과 Herron(1981)은 19.5 g, Spratt와 Leeson(1987)은 19 g이 적당하다고 하였고, NRC(1994)도 19.5 g을 제시하고있으나, Jeroch등(1982)과 Schloffel등(1988)은 산란 피크시에 최대의 산란량을 얻기 위하여는 23 g까지도 필요

하다고 하였다. 지나치게 높거나 낮은 단백질공급량에 대하여, Pearson과 Herron(1981, 1982)은 27 g의 단백질섭취는 부화율에 나쁜 영향을 미친다고 하였고, Bornstein등(1979)은 아미노산의 첨가가 이루어지면 15.6-16.5 g의 낮은 단백질공급 시에도 만족한 결과를 얻을 수 있다고 하였으나, Waldroup등(1976)은 옥수수-대두박 위주의 사료를 급여할 때 단백질을 1 일 16 g 공급하면 lysine과 methionine을 첨가해도 능력이 향상되지 않았다고 하였다. 국내에서는 이규호 등(1985b)이 육용종계에 1 일 16-28 g의 단백질을 공급한 결과 산란율은 16-22 g 구간에는 유의차가 없었으나 24 g 이상에서는 오히려 감소하였으며, 평균난중은 1 일 단백질공급량이 16 g에서 20 g까지 많아짐에 따라 유의적으로 증가하였고 20 g 이상에서는 더 이상 증가하지 않았으므로 최고의 산란율과 최대의 난중을 얻기 위한 단백질의 최소 요구량은 1 일 20 g 이라고 결론하였다.

본시험은 우리나라의 농가가 개방식 계사에서 케이지 사양하는 육용종계의 1 일 적정 단백질 공급수준을 재검토하기 위하여 실시하였다.

## 나. 재료 및 방법

### 1) 공시동물, 시험기간 및 장소

본시험은 2000년 10월부터 2001년 3월까지 육용종계 45주령부터 64주령까지의 산란후기 시험과 2001년 2월부터 2001년 12월까지 육용종계 24주령부터 64주령까지의 산란 전기간에 대한 시험을 실시하였으며, 두 시험은 모두 강원도 홍천군 북방면 전치곡리 소재 홍천종계에서 실시되었고, 각각 Arbor Acres계통 육용종계 400수를 공시하였다.

### 2) 시험설계 및 시험사료

육용종계 산란기간 중 1일1수당 단백질 공급량은 표2에서 보는바와 같이 18, 20, 22 및 24 g을 공급하는 4개 처리를 두었으며, 처리당 3 반복, 반복당 34 수를 완전임의배치 하였다.

각 처리의 단백질 공급량은 서로 달랐어도 1 일 1 수당 대사에너지, 칼슘, 유효인, 메치오닌 및 라이신 등 기타영양소의 공급량은 Table 2-1에서 보는 바와 같은 동일한 양을 각 처리에 공급하였는데, 대사에너지는 동일한 ME수준(2,750 kcal/kg)의 사료의

급여량을 증감시킴으로서 주령에 따라 각 처리모두 같은 수준으로 공급량을 증감시켰다.

Table 2-1. Daily feed, ME and other nutrients allotment for broiler breeders in all treatments in every weeks of age

Weeks of age	Feed, g	ME, kcal	Calcium, g	Available Phosphorus, g	Methionine, g	Lysine, g
24	116.36	320	4.0	0.35	0.45	0.765
25	125.45	345	4.0	0.35	0.45	0.765
26	134.54	370	4.0	0.35	0.45	0.765
27	143.64	395	4.0	0.35	0.45	0.765
28-34	152.73	420	4.0	0.35	0.45	0.765
35-40	149.09	410	4.0	0.35	0.45	0.765
41-45	147.27	405	4.0	0.35	0.45	0.765
46-50	145.45	400	4.0	0.35	0.45	0.765
51-64	143.64	395	4.0	0.35	0.45	0.765

주령에 따라 모두 8개의 에너지 공급수준이 있었고 매 에너지수준마다 4개의 단백질 공급수준이 있었으므로 모두 32개의 사료 배합표가 이용되었으나 1일 ME공급량이 420 kcal인 28-34 주령의 산란피크기간에 이용된 배합표를 예로 소개하면 표 2-2 와 같다.

### 3) 사양관리 및 조사항목

공시 육용종계는 개방계사에서 2 수용 3 단 철제 케이지에 수용하고, 사료는 매일 아침 처리별 1 일 1 수당 급여량에 반복별 생존수수를 곱하여 반복별로 1 일 1 회 정량급여 하였고, 급수와 점등, 인공수정 및 예방접종 등 기타사양관리는 농장의 관행방법에 준하였다.

반복별 총 산란수와 종란 산란수를 기록하고 생존수수로 나누어 산란율을 계산하였으며, 종란의 총 무게를 측정하고 종란수로 나누어 평균난중을 계산하였고, 총 산란중량과 계란1개당 사료요구량, ME요구량, CP요구량 및 사료비를 계산하였다. 성계 생존율은 개시시의 공시수수에 대한 종료시의 생존수수를 백분율로 표시하였다.

## 다. 결과 및 고찰

### 1) 연구결과

육용종계 산란기에 1 일 1 수당 단백질공급수준을 18, 20, 22 및 24 g으로 달리 했을 때의 산란 전기간에 대한 총 산란율, 종란 산란율, 평균난중 및 성계 생존율은 Table 2-3에서 보는 바와 같다. 즉 Table 2-3에서 총 산란율과 종란 산란율은 모두 25-44 주령의 산란초기 및 산란피크기간에는 처리간에 유의적인 차이가 없었으나, 45-64 주령의 산란후기에는 1 일 1 수당 단백질 20 g 공급구가 가장 높았으며 18 g과 22 g 공급구는 20 g 공급구와 유의적인 차이가 없었으나 24 g 공급구는 20 g 공급구보다 유의적으로 낮았다( $P < 0.05$ ). 25-64 주령의 전기간에도 역시 20 g 공급구가 가장 높았고 18 g과 22 g공급구는 20 g 공급구와 유의적인 차이는 없었으나 낮았으며 24 g 공급구는 오히려 유의적으로 낮은 산란율을 보였다( $P < 0.05$ ).

Table 2-3에서 평균난중은 전 사육기간에 걸쳐 1 일 단백질 공급수준이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으나( $P < 0.05$ ), 20-24 g 공급구간에는 유의적인 차이가 없었으며, 18 g 공급구만 24 g 공급구에 비해 유의적으로 난중이 가벼웠다( $P < 0.05$ ).

25 주령부터 34, 44, 54, 64 주령까지의 누계 성계 생존율은 전반적으로 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 산란율에서와 유사한 경향을 보였다.

육용종계 산란기간 중의 1 일 1 수당 단백질공급수준을 달리했을 때의 계란 kg당 또는 계란 1 개당 사료 요구율과 사료비는 Table 2-4에서 보는바와 같다. 즉 계란 1 개당 사료 요구율은 처리별로 1 일 단백질 공급량이 달라도 1일 사료 급여량은 모두 같았으므로 Table 2-3의 산란율에서와 똑같은 경향을 보여 1 일 단백질 20 g 공급구가 가장 우수하였으나( $P < 0.05$ ), 계란 kg 당 사료요구율은 산란율과 난중이 모두 낮았던 18 g 공급구가 가장 높았고( $P < 0.05$ ), 산란율은 낮았으나 난중이 비교적 무거웠던 22 g과 24 g 공급구는 20 g 공급구와 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 2-2. Formula and chemical composition of experimental diets supplying 420kcal ME per day with different protein intake levels for broiler breeder hens of 28-34 weeks of age

Ingredients and chemical composition	Daily protein allotment(g/day)			
	18	20	22	24
<b>Ingredients(%)</b>				
Yellow corn	67.29	65.39	63.50	61.60
Wheat	2.00	1.43	0.87	0.30
Wheat bran	12.79	11.72	10.66	9.59
soybean meal	7.77	10.70	13.64	16.57
Corn gluten meal	-	0.61	1.22	1.83
Fish meal	1.80	1.80	1.80	1.80
Animal fat	1.20	1.25	0.30	1.35
Salt	0.26	0.26	0.26	0.26
Tricalcium phosphate(18%)	1.02	1.02	1.02	1.02
Limestone	5.47	5.44	5.41	5.38
DL-methionine(49%)	0.16	0.13	0.09	0.06
Vitamin premix <sup>1</sup>	0.12	0.12	0.12	0.12
Mineral premix <sup>2</sup>	0.12	0.12	0.12	0.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Chemical composition <sup>3</sup></b>				
ME, kcal/kg	2753	2751	2749	2747
Crude protein, %	11.79	13.10	14.40	15.71
Methionine, %	0.285	0.288	0.291	0.294
Lysine, %	0.534	0.609	0.684	0.759
Calcium, %	2.626	2.624	2.623	2.621
Available Phosphorus, %	0.230	0.230	0.230	0.230

<sup>1</sup> Contained per kg of premix : Vit. A 9,000,000IU, Vit. D<sub>3</sub> 2,100,000IU, Vit. E 15,000IU, Vit. K 2,000mg, Vit. B1 1,500mg, Vit. B2 4,000mg, Vit. B6 3,000mg, Vit. B12 15mg, Ca-pantothenate 8,500mg, Niacin 20,000mg, Biotin 77mg, Folic acid 600mg.

<sup>2</sup> Contained per kg of premix : Fe 40,000mg, Co 300mg, Cu 3,500mg, Mn 55,000mg, Zn 50,000mg.

<sup>3</sup> Calculated values

Table 2-3. Effect of daily protein allowances on egg production, egg weight and livability of broiler breeders during the whole laying period

Items	Daily protein allowances(g/bird)				SEM	
	18	20	22	24		
Total egg production, HD%	25-34 wk	71.15	71.32	70.83	70.16	1.79
	35-44	74.91	75.67	72.37	75.17	2.43
	45-54	65.93 <sup>ab</sup>	69.66 <sup>a</sup>	66.67 <sup>ab</sup>	63.65 <sup>b</sup>	1.98
	55-64	53.45 <sup>b</sup>	59.52 <sup>a</sup>	56.93 <sup>ab</sup>	54.73 <sup>ab</sup>	2.82
	25-64	67.10 <sup>ab</sup>	69.52 <sup>a</sup>	67.33 <sup>ab</sup>	66.67 <sup>b</sup>	1.30
Settable egg production, HD%	25-34 wk	68.17	68.35	67.04	66.76	1.72
	35-44	71.98	71.94	68.87	70.99	2.56
	45-54	63.08 <sup>ab</sup>	66.18 <sup>a</sup>	62.44 <sup>ab</sup>	59.60 <sup>b</sup>	2.61
	55-64	50.92 <sup>b</sup>	56.89 <sup>a</sup>	53.76 <sup>ab</sup>	51.64 <sup>ab</sup>	2.72
	25-64	64.26 <sup>ab</sup>	66.30 <sup>a</sup>	63.64 <sup>ab</sup>	62.96 <sup>b</sup>	1.59
Egg weight, g/egg	25-34 wk	55.37 <sup>c</sup>	56.28 <sup>b</sup>	56.31 <sup>b</sup>	57.11 <sup>a</sup>	0.40
	35-44	60.46	61.50	62.11	62.88	2.13
	45-54	63.39 <sup>b</sup>	64.45 <sup>ab</sup>	65.07 <sup>ab</sup>	65.65 <sup>a</sup>	0.91
	55-64	66.11 <sup>b</sup>	67.10 <sup>ab</sup>	67.83 <sup>ab</sup>	68.37 <sup>a</sup>	1.95
	25-64	60.63 <sup>b</sup>	61.26 <sup>ab</sup>	62.13 <sup>ab</sup>	62.77 <sup>a</sup>	0.84
Livability, %	25-34 wk	94.79 <sup>b</sup>	98.96 <sup>a</sup>	98.96 <sup>a</sup>	97.92 <sup>ab</sup>	1.80
	35-44	88.54	93.75	90.63	90.63	6.32
	45-54	83.33	88.55	83.33	84.38	9.38
	55-64	78.13	81.25	78.13	77.08	11.19
	25-64	78.13	81.25	78.13	77.08	11.19

계란 1 개당 사료비는 18 g 공급구가 산란율은 낮았지만 사료단가가 가장 낮았으므로 20 g 공급구와 유의적인 차이를 보이지 않은 반면 22 g과 24 g 공급구들은 산란율은 낮고 사료단가는 높았으므로 20 g 공급구보다 유의적으로 높은 사료비를 보였다(P < 0.05). 한편 계란 kg당 사료비에서는 18 g 공급구는 사료단가는 낮았으나 산란율과 난중이 모두 낮았고 22-24 g 공급구들은 난중은 무거웠으나 산란율은 낮고 사료단가는 높아 모두 20 g 공급구에 비해 유의적으로 높은 사료비를 나타냈다(P < 0.05).



Table 2-4. Effect of daily protein allowances on feed conversion and feed cost of broiler breeders during the whole laying period

Items	Daily protein allowances(g/bird)				SEM	Significance	
	18	20	22	24			
Feed conversion, kg/kg egg	25-34wk	3.65	3.58	3.61	3.58	3.09	NS
	35-44	3.30	3.20	3.32	3.16	0.11	NS
	45-54	3.48	3.25	3.36	3.49	0.13	NS
	55-64	4.03 <sup>a</sup>	3.58 <sup>b</sup>	3.70 <sup>ab</sup>	3.80 <sup>ab</sup>	0.18	*
	25-64	3.57 <sup>a</sup>	3.39 <sup>b</sup>	3.48 <sup>ab</sup>	3.48 <sup>ab</sup>	0.07	*
Feed conversion, g/egg	25-34wk	201.9	201.4	203.2	204.7	5.15	NS
	35-44	199.4	196.8	206.5	198.8	6.70	NS
	45-54	220.7 <sup>ab</sup>	209.2 <sup>b</sup>	218.7 <sup>ab</sup>	229.0 <sup>a</sup>	6.91	*
	55-64	266.2 <sup>a</sup>	240.0 <sup>b</sup>	250.8 <sup>ab</sup>	260.0 <sup>ab</sup>	13.44	*
	25-64	216.6 <sup>ab</sup>	209.1 <sup>b</sup>	216.3 <sup>ab</sup>	218.1 <sup>a</sup>	4.40	*
Feed cost, won/kg egg	25-34wk	686.95 <sup>ab</sup>	681.05 <sup>b</sup>	719.48 <sup>ab</sup>	739.40 <sup>a</sup>	27.89	*
	35-44	563.19	550.19	584.45	565.49	19.24	NS
	45-54	596.17 <sup>ab</sup>	567.43 <sup>b</sup>	597.82 <sup>ab</sup>	639.04 <sup>a</sup>	24.65	*
	55-64	708.98	635.16	670.04	700.62	39.00	NS
	25-64	638.82 <sup>a</sup>	608.46 <sup>b</sup>	642.95 <sup>a</sup>	661.14 <sup>a</sup>	15.58	*
Feed cost, won/egg	25-34wk	36.80 <sup>b</sup>	37.48 <sup>b</sup>	38.87 <sup>ab</sup>	40.50 <sup>a</sup>	1.25	*
	35-44	34.14 <sup>ab</sup>	33.85 <sup>b</sup>	36.38 <sup>a</sup>	35.59 <sup>ab</sup>	1.25	*
	45-54	37.83 <sup>b</sup>	36.57 <sup>b</sup>	38.95 <sup>b</sup>	42.00 <sup>a</sup>	1.34	*
	55-64	47.23	42.74	45.60	48.08	3.00	NS
	25-64	39.00 <sup>bc</sup>	37.66 <sup>c</sup>	39.95 <sup>ab</sup>	41.54 <sup>a</sup>	1.08	*

계란 kg 당 또는 계란 1 개당 소요된 대사에너지와 단백질 요구량은 Table 2-5에서 보는 바와 같다. 즉 계란 1 개당 ME요구량은 모든 처리의 시험사료와 ME공급량이 같았기 때문에 Table 2-7의 계란 1 개당 사료요구율에서와 같은 경향을 보였으며 계란 kg당 ME요구량은 계란 kg당 사료요구율 에서와 꼭 같은 경향을 보여 1일 단백질 20 g 공급구가 가장 우수하였다(P < 0.05). 계란 1 개당 또는 계란 kg당 단백질 (CP)요구량은 모두 1 일 단백질공급량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으나(P < 0.05), 20 g 공급구의 산란율이 높았기 때문에 18 g 과 20 g 구간에는 유의적인 차

이가 없었다.

Table 2-5. Effect of daily protein allowances on ME and CP conversion of broiler breeders during the whole laying period

Items	Daily protein allowances(g/bird)				SEM	Significance	
	18	20	22	24			
ME conversion, mca/kg egg	25-34wk	10.028	9.839	9.924	9.857	0.252	NS
	35-44	9.068	8.801	9.142	8.693	0.291	NS
	45-54	9.575	8.929	9.242	9.592	0.361	NS
	55-64	11.074 <sup>a</sup>	9.838 <sup>b</sup>	10.167 <sup>ab</sup>	10.459 <sup>ab</sup>	0.493	*
	25-64	9.824 <sup>a</sup>	9.306 <sup>b</sup>	9.573 <sup>ab</sup>	9.557 <sup>ab</sup>	0.197	*
ME conversion, kcal/egg	25-34wk	555.2	553.8	558.8	562.9	14.15	NS
	35-44	548.3	541.3	567.8	546.7	18.43	NS
	45-54	607.0 <sup>ab</sup>	575.4 <sup>b</sup>	601.4 <sup>ab</sup>	629.7 <sup>a</sup>	18.99	*
	55-64	732.1 <sup>a</sup>	660.1 <sup>b</sup>	689.6 <sup>ab</sup>	715.0 <sup>ab</sup>	36.96	*
	25-64	595.6 <sup>ab</sup>	575.1 <sup>b</sup>	594.7 <sup>ab</sup>	599.9 <sup>a</sup>	12.10	*
CP conversion, g/kg egg	25-34wk	516.6 <sup>c</sup>	557.7 <sup>c</sup>	644.7 <sup>b</sup>	706.8 <sup>a</sup>	28.35	*
	35-44	399.8 <sup>c</sup>	430.9 <sup>b</sup>	493.8 <sup>a</sup>	511.5 <sup>a</sup>	16.08	*
	45-54	432.4 <sup>c</sup>	448.9 <sup>c</sup>	511.1 <sup>b</sup>	582.3 <sup>a</sup>	21.32	*
	55-64	518.6 <sup>bc</sup>	506.4 <sup>c</sup>	577.0 <sup>b</sup>	646.1 <sup>a</sup>	32.89	*
	25-64	466.9 <sup>c</sup>	486.0 <sup>c</sup>	556.7 <sup>b</sup>	611.7 <sup>a</sup>	13.82	*
CP conversion, g/egg	25-34wk	27.52 <sup>d</sup>	30.19 <sup>c</sup>	34.66 <sup>b</sup>	38.53 <sup>a</sup>	1.25	*
	35-44	24.24 <sup>c</sup>	26.52 <sup>b</sup>	30.73 <sup>a</sup>	32.19 <sup>a</sup>	1.01	*
	45-54	27.44 <sup>c</sup>	28.93 <sup>c</sup>	33.30 <sup>b</sup>	38.28 <sup>a</sup>	1.18	*
	55-64	34.55 <sup>bc</sup>	34.08 <sup>c</sup>	39.26 <sup>b</sup>	44.34 <sup>a</sup>	2.51	*
	25-64	28.44 <sup>c</sup>	29.93 <sup>c</sup>	34.49 <sup>b</sup>	38.34 <sup>a</sup>	0.90	*

한편 육용종계의 45 주령 이후 산란후기에 1 일 1 수당 단백질공급수준을 18, 20, 22 및 24 g으로 달리 했을 때 산란후기에 대한 총 산란율, 종란 산란율, 평균난중 및 성계 생존율은 Table 2-6과 같다. 즉 산란후기의 총 산란율과 종란 산란율은 모두 1 일 20 g 단백질 공급구가 가장 높았고 그 다음으로 18 g 공급구가 높았으며 22-24 g 공급구는 오히려 산란율이 낮았다(P < 0.05).

그러나 평균난중은 18-20 g 공급구에 비해 22-24 g 공급구들이 유의적으로 증가

하는 경향을 보였고(P < 0.05), 성계 생존율은 서로 다른 단백질 공급구간에 유의적인 차이가 없었다.

Table 2-6. Effect of daily protein allowances on egg production, egg weight and livability of broiler breeders during late laying period

Items	Daily protein allowances(g/bird)				SEM	
	18	20	22	24		
Total egg production, HD%	45-54wk	64.72 <sup>ab</sup>	68.25 <sup>a</sup>	62.65 <sup>b</sup>	61.90 <sup>b</sup>	2.73
	55-64	54.97 <sup>b</sup>	59.57 <sup>a</sup>	51.09 <sup>c</sup>	49.76 <sup>c</sup>	0.88
	45-64	59.81 <sup>b</sup>	63.80 <sup>a</sup>	56.75 <sup>c</sup>	55.73 <sup>c</sup>	1.16
Settable egg production, HD%	45-54wk	61.28 <sup>ab</sup>	66.15 <sup>a</sup>	59.77 <sup>b</sup>	59.42 <sup>b</sup>	2.70
	55-64	52.30 <sup>b</sup>	57.62 <sup>a</sup>	48.63 <sup>c</sup>	47.23 <sup>c</sup>	1.10
	45-64	56.76 <sup>b</sup>	61.78 <sup>a</sup>	54.07 <sup>c</sup>	53.22 <sup>c</sup>	1.31
Egg weight, g/egg	45-54wk	64.95 <sup>ab</sup>	64.31 <sup>b</sup>	66.07 <sup>a</sup>	65.94 <sup>a</sup>	0.71
	55-64	65.49 <sup>b</sup>	65.45 <sup>b</sup>	67.66 <sup>a</sup>	68.22 <sup>a</sup>	0.69
	45-64	65.20 <sup>b</sup>	64.86 <sup>b</sup>	66.81 <sup>a</sup>	66.95 <sup>a</sup>	0.43
Livability, %	45-54wk	95.84	92.71	95.84	92.71	3.61
	55-64	87.50	88.54	89.58	88.54	2.21
	45-64	87.50	88.54	89.58	88.54	2.21

육용종계 산란후기에 1 일 단백질 공급수준을 달리 했을 때의 계란 kg당 또는 종란 1 개당 사료요구율과 사료비는 Table 2-7에서 보는 바와 같다. 즉 계란 kg당 사료요구율과 종란 1 개당 사료요구율은 모두 1 일 단백질 20 g 공급구가 18 g이나 22-24 g 공급구에 비해 가장 우수하였는데(P < 0.05), 이것은 모든 처리의 1 일 사료급여량이 같았으므로 1 일 단백질 20 g 공급구의 산란율이 높았기 때문이다. 계란 kg당 또는 종란 1개당 사료비는 1일 단백질 18 g과 20 g 공급구간에 유의적인 차이가 없었으나 22 g 과 24 g 공급구에서는 1 일 단백질 공급량이 많을수록 사료비가 증가하였는데 (P < 0.05), 18 g과 20 g 공급구간에 사료비의 차이가 없었던 것은 18 g 공급구는 20 g 공급구에 비해 산란율은 낮았지만 사료단가가 낮았기 때문이며, 22-24 g 공급구의 사료비가 높았던 것은 단백질 공급량이 증가할수록 산란율은 낮아졌고 사료단가는

높아졌기 때문이었다.

계란 kg당 또는 종란 1 개당 ME요구량은 Table 2-8에서 보는 바와 같이, 모두 사료요구율 에서와 같은 경향을 보여 1 일 단백질 20 g 공급구가 기타 처리에 비해 가장 우수하였고(P <0.05), 18 g 공급구와 22-24 g 공급구들은 사료 및 ME 섭취량은 같았으나 산란율이 저조하여 높은 사료 및 ME 요구율을 보였다.

계란 kg당 또는 종란 1 개당 CP 요구량도 Table 2-8에서 보는 바와 같이, 사료비 에서와 같은 경향을 보여, 1 일 단백질 18 g과 20 g 공급구간에는 유의적인 차이가 없이 가장 낮았고 22-24 g 공급구들에서는 1 일 단백질 공급량이 많아질수록 CP요구량이 증가하였는데(P <0.05), 이것은 1일 단백질 18 g 공급구는 20 g 공급구에 비해 산란율은 낮았으나 1 일 단백질 공급량이 적었기 때문이며 22-24 g 공급구들은 1 일 단백질 공급량이 많아질수록 산란율은 낮아졌고 단백질 공급량은 많아졌기 때문이었다.

Table 2-7. Effect of daily protein allowances on feed conversion and feed cost of broiler breeders during late laying period

Items		Daily protein allowances(g/bird)				SEM
		18	20	22	24	
Feed conversion, kg/kg egg	45-54wk	3.49	3.35	3.55	3.61	0.17
	55-64	3.91 <sup>c</sup>	3.60 <sup>d</sup>	4.07 <sup>b</sup>	4.14 <sup>a</sup>	0.04
	45-64	3.68 <sup>a</sup>	3.47 <sup>b</sup>	3.79 <sup>a</sup>	3.85 <sup>a</sup>	0.09
Feed conversion, g/egg	45-54wk	226.76 <sup>ab</sup>	215.47 <sup>b</sup>	234.68 <sup>ab</sup>	237.78 <sup>a</sup>	10.01
	55-64	225.88 <sup>b</sup>	235.89 <sup>c</sup>	275.27 <sup>a</sup>	282.69 <sup>a</sup>	4.72
	45-64	240.19 <sup>b</sup>	225.15 <sup>c</sup>	253.27 <sup>a</sup>	257.92 <sup>a</sup>	4.92
Feed cost, won/kg egg	45-54wk	573.28 <sup>b</sup>	570.48 <sup>b</sup>	625.62 <sup>ab</sup>	656.73 <sup>a</sup>	30.66
	55-64	641.53 <sup>c</sup>	613.39 <sup>d</sup>	716.41 <sup>b</sup>	754.45 <sup>a</sup>	7.04
	45-64	607.40 <sup>c</sup>	591.94 <sup>c</sup>	671.01 <sup>b</sup>	705.59 <sup>a</sup>	15.28
Feed cost, won/egg	45-54wk	37.23 <sup>b</sup>	36.67 <sup>b</sup>	41.33 <sup>a</sup>	43.30 <sup>a</sup>	1.77
	55-64	42.01 <sup>c</sup>	40.15 <sup>d</sup>	48.47 <sup>b</sup>	51.48 <sup>a</sup>	0.85
	45-64	39.62 <sup>c</sup>	38.41 <sup>c</sup>	44.90 <sup>b</sup>	47.39 <sup>a</sup>	0.76

Table 2-8. Effect of daily protein allowances on ME and CP conversion of broiler breeders during late laying period

Items	Daily protein allowances(g/bird)				SEM	
	18	20	22	24		
ME conversion, mcal/kg egg	45-54wk	9.957	9.563	10.136	10.293	496.71
	55-64	11.147 <sup>c</sup>	10.283 <sup>d</sup>	11.607 <sup>b</sup>	11.825 <sup>a</sup>	114.02
	45-64	10.511 <sup>a</sup>	9.901 <sup>b</sup>	10.813 <sup>a</sup>	10.990 <sup>a</sup>	272.93
ME conversion, kcal/egg	45-54wk	646.73 <sup>ab</sup>	614.74 <sup>b</sup>	669.54 <sup>ab</sup>	678.63 <sup>a</sup>	28.56
	55-64	730.02 <sup>b</sup>	673.00 <sup>c</sup>	785.34 <sup>a</sup>	806.81 <sup>a</sup>	13.48
	45-64	685.27 <sup>b</sup>	642.12 <sup>c</sup>	722.33 <sup>a</sup>	735.60 <sup>a</sup>	14.04
CP conversion, g/kg egg	45-54wk	422.45 <sup>c</sup>	450.51 <sup>c</sup>	525.08 <sup>b</sup>	581.75 <sup>a</sup>	25.78
	55-64	472.75 <sup>d</sup>	484.40 <sup>c</sup>	601.28 <sup>b</sup>	668.31 <sup>a</sup>	5.94
	45-64	447.60 <sup>c</sup>	467.45 <sup>c</sup>	563.18 <sup>b</sup>	625.03 <sup>a</sup>	12.97
CP conversion, g/egg	45-54wk	27.44 <sup>c</sup>	28.96 <sup>c</sup>	34.69 <sup>b</sup>	38.35 <sup>a</sup>	1.49
	55-64	30.96 <sup>c</sup>	31.70 <sup>c</sup>	40.68 <sup>b</sup>	45.60 <sup>a</sup>	0.74
	45-64	29.20 <sup>c</sup>	30.33 <sup>c</sup>	37.68 <sup>b</sup>	41.98 <sup>a</sup>	0.64

## 2) 결론 및 고찰

육용종계 24-64 주령간의 산란 전기간에 1 일 1 수당 단백질 공급량을 18, 20, 22 및 24 g으로 달리한 시험1의 결과에서 산란율은 20 g구가 강 높았으나 18-22 g 구간에는 유의차가 없었고 24 g구는 20 g구에 비해 유의적으로 감소하였으며, 평균난중은 1 일 단백질 공급량이 증가할수록 증가하는 경향이었고 20-24 g구간에는 유의차가 없었으나 18 g구는 24 g구에 비해 유의적으로 감소하여 산란율과 평균난중으로 평가할 때 최고의 산란율과 최대의 난중을 얻기 위한 최소의 단백질 공급수준은 1 일 20 g으로 나타났는데, 이러한 결과는 이규호(1985b)가 육용종계에 1 일 16-28 g의 단백질을 공급한 결과 산란율은 16-22 g구간에는 유의차가 없었으나 24 g이상에서는 오히려 감소하였으며, 평균난중은 1 일 단백질 공급량이 16 g에서 20 g까지 많아짐에 따라 유의적으로 증가하였고 20 g이상에서는 더 이상 증가하지 않아 최고의 산란율과 최대의 난중을 얻기 위한 단백질의 최소요구량은 1 일 20 g이라고 한 보고와 대체로 일치하는 것이며, 옥수수-대두박 위주의 사료에 아미노산을 첨가하지 않을 경우 육용종계

의 1 일 단백질요구량은 20-22 g이라고한 Waldroup등(1976)의 보고나, 필수 아미노산 요구량이 충족될 경우 육용종계의 1일 단백질 요구량은 18-19.5 g 이라고 한 Marshall(1977), Pearson과 Herron(1981), Spratt와 Leeson(1987), NRC(1994)의 보고와 유사하며, 산란피크시 최대의 산란량을 위해 1 일 23 g까지도 필요하다고 한 Jeroch 등(1982)과 Schloffel등(1988)의 보고나 아미노산을 첨가하면 1 일 15.6-16.5 g의 낮은 단백질을 공급해도 만족한 결과를 얻을 수 있다고 한 Bornstein등(1979)의 보고와 차이가 있는 결과였다.

## 2. 실험 2: 하절기 산란피크 육용종계의 에너지 공급수준 결정

### 가. 연구목적 및 서론

일반적으로 난용종 산란계의 경우는 사료를 자유채식시켜도 자신의 에너지 요구량에 따라 어느 정도 사료 섭취량을 스스로 조절할 수 있는 능력을 가지므로, 각종 영양소의 요구량을 사료중의 영양소함량으로 표시하는 것이 보통이다. 그러나 육용종계는 주령별 적정체중과 산란능력을 유지하기 위하여 계군의 나이와 산란율 및 환경온도 등을 고려하여 1 일 1 수당 영양소 요구량을 결정하고, 사료의 영양소함량과 함께 1 일 사료 급여량을 조절하여 사료와 영양소를 1 일 1 수당 기준으로 정량급여 하여야한다.

육용종계의 1 일 에너지요구량은 나이와 산란기 및 환경온도 등에 따라 달라지는데, 산란기간을 세분하고 산란기별 1 일 1 수당 에너지 요구량을 결정하려는 연구는 1970년대 후반부터 이루어졌으며, Waldroup과 Hazen(1976)은 육용종계 산란기간을 2 주 간격으로 세분하고 5 가지 에너지 공급체계를 비교한 시험(1)한 결과 육용종계 산란피크기간의 대사에너지(ME)요구량은 1일 400-425 kcal라 하였고 또한 산란피크기간의 최고 에너지 공급량을 결정하기 위한 시험(2)의결과 피크기간에 에너지 공급량이 1 일 450 kcal로 높아져도 산란율과 난중이 유의적으로 증가하였으므로 시험(1)과 (2)를 종합해볼 때 최고의 산란을 위한 산란피크기간의 ME요구량은 1 일 425-450 kcal라 하였다. 그 외에 육용종계 산란 피크시의 1 일 ME요구량에 대해 Bornstein등(1979), Bornstein과 Lev(1982), Pearson과 Herron(1982), Spratt과 Leeson(1987), Spratt등(1990) 및 NRC(1994)도 400-450 kcal를 제시하고 있다. 한편 국내에서는 이규호 등(1985, 1988)이 케이지 사양형태의 육용종계에 대한 여러 가지 산란기별 ME공급

체계를 비교 시험한 결과 육용종계 산란피크기간의 1 일 ME요구량은 400-410 kcal를 넘지 않는다고 하였는데 이와 같이 국내연구결과가 외국의 결과보다 낮은 것은 외국의 사양형태가 주로 평사인데 반해 국내연구가 케이지 사양이었기 때문이며, Scott(1977)는 육용종계의 에너지요구량 추정식에서 활동에 필요한 에너지요구량은 유지에 필요한 에너지요구량에 대해 평사시에는 50%인데 반해 케이지 사양 시에는 37%라 하였으므로 외국의 평사사양에서 보고된 425-450 kcal는 근본적으로 국내의 케이지 사양에서 보고된 400-410 kcal와 같은 것이며 평사상태의 외국사양기준을 국내의 케이지 사양형태에 응용할 때는 사료 및 에너지공급량을 7-8% 감량하여 적용하여야 한다고 하였다. Spratt와 Leeson(1987)도 단사케이지에 수용한 육용종계에 1 일 ME 385 kcal를 급여해도 산란피크기간에 정상적인 능력을 유지할 수 있다고 기존의 연구보고보다 낮은 에너지요구량을 보고한바 있다.

본시험은 우리나라의 농가가 개방식 계사에서 케이지 사양하며 하절기에 산란피크를 맞는 육용종계의 산란초기부터 산란피크기간 및 산란후기의 적정 에너지공급수준 및 공급체계를 재검토하기 위하여 실시하였다.

## 나. 재료 및 방법

### 1) 공시동물, 시험기간 및 장소

본시험은 2002년 4월부터 2003년 1월까지 강원도 홍천군 북방면 전치곡리 소재 홍천종계에서 40주간 실시되었으며, 4월에 24 주령에 도달하여 하절기에 산란피크에 도달하는 Ross계통 육용종계 400 수를 공시하여 64 주령까지 실시하였다.

### 2) 시험설계 및 시험사료

육용종계 24 주령부터 64 주령까지의 산란기간 중 1 일 1 수당 대사에너지 공급체계는 Table 2-9에서 보는 바와 같이 24 주령에 280(T1)-340(T4) kcal로부터 30-34 주령에 400(T1)-460 (T4)까지 매주 20 kcal씩 증가시키고 이후에는 380 kcal까지 감소시키는 4개 처리를 두었으며, 처리당 3 반복, 반복당 34 수의 육용종계를 완전임의 배치 하였다.

Table 2-9. Experimental design for daily energy allotment of broiler breeders  
(ME, kcal)

Energy series	Age in weeks										
	24	25	26	27	28	29	30-34	35-39	40-44	45-54	55-64
T1	280	300	320	340	360	380	400	380	380	380	380
T2	300	320	340	360	380	400	420	400	380	380	380
T3	320	340	360	380	400	420	440	420	400	380	380
T4	340	360	380	400	420	440	460	440	420	400	380

각 처리의 산란기별 1 일 1 수당 대사에너지 공급량인 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400, 420, 440 및 460 kcal를 공급하기 위한 10 종의 시험사료는 Table 2-10에서 보는바와 같이 대사에너지함량을 2,750 kcal/kg으로 모두 같게 하고 1 일 1 수당 사료 급여량을 조절하여 목표로 하는 에너지가 공급되도록 하였으며, 1 일 1 수당 대사에너지 공급량은 달라도 1 일 1 수당 단백질, 칼슘, 유효인, 메치오닌 및 라이신 공급량은 각각 20, 4.0, 0.35, 0.45 및 0.77 g으로 모두 같도록 사료중의 이들 영양소의 함량을 조정하였다. Table 2-10와 같은 시험사료들의 필요조건에 맞도록 배합한 시험사료의 배합율은 Table 2-11에서 보는 바와 같다.

### 3) 사양관리 및 조사항목

공시 육용종계는 개방계사에서 2 수용 3 단 철제 케이지에 수용하고, 사료는 매일 아침 처리별 1 일 1 수당 급여량에 반복별 생존수수를 곱하여 반복별로 1 일 1 회 정량급여 하였고, 급수와 점등, 인공수정 및 예방접종 등 기타사양관리는 농장의 관행방법에 준하였다.

반복별 총 산란수와 종란 산란수를 기록하고 생존수수로 나누어 산란율을 계산하였으며, 종란의 총 무게를 측정하고 종란수로 나누어 평균난중을 계산하였고, 총 산란중량과 계란 1개당 사료요구량, ME요구량, CP요구량 및 사료비를 계산하였다. 성계 생존율은 개시시의 공시수수에 대한 종료시의 생존수수를 백분율로 표시하였다.



Table 2-10. Daily feed and nutrient allotment and required chemical composition of experimental diets

Items	Daily energy allotment(ME kcal)									
	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460
Daily feed/nutrient allotment										
Feed, g	101.82	109.09	116.36	123.64	130.91	138.18	145.45	152.73	160.00	167.27
Protein, g	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Calcium, g	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Avail. Phosphorus, g	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Methionine, g	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Lysine, g	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
Chemical composition										
ME, kcal/kg	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Crude protein, %	19.64	18.33	17.19	16.18	15.28	14.47	13.75	13.10	12.50	11.96
Calcium, %	3.93	3.67	3.44	3.24	3.06	2.89	2.75	2.62	2.50	2.39
Avail. Phosphorus, %	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21
Methionine, %	0.44	0.41	0.39	0.36	0.34	0.33	0.31	0.30	0.28	0.27
Lysine, %	0.75	0.70	0.66	0.62	0.58	0.55	0.53	0.50	0.48	0.46

Table 2-11. Formula and chemical composition of experimental diets for broiler breeder hens

Ingredients and chemical composition	Daily energy allotment (ME kcal/day/hen)									
	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460
Ingredients(%)										
Yellow corn	50.43	53.27	55.76	57.96	59.91	61.65	63.23	64.65	65.94	67.12
Wheat	6.25	5.42	4.69	4.05	3.48	2.97	2.52	2.10	1.72	1.38
Wheat bran	0.40	2.81	4.91	6.75	8.40	9.88	11.18	12.39	13.46	14.45
Soybean meal	22.00	19.50	17.31	15.38	13.66	12.13	10.75	9.49	8.36	7.32
Corn gluten meal	4.60	3.92	3.33	2.81	2.34	1.92	1.55	1.21	0.90	0.62
Fish meal	4.00	3.52	3.11	2.74	2.41	2.12	1.85	1.61	1.41	1.20
Animal fat	1.67	1.57	1.48	1.41	1.34	1.28	1.23	1.18	1.13	1.09
Limestone	8.62	8.10	7.65	7.25	6.90	6.58	6.30	6.04	5.80	5.59
TCP(18%)	1.26	1.14	1.03	0.93	0.85	0.77	0.70	0.64	0.58	0.53
DL-methionine(49%)	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
L-lysine(78%)	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.03	0.04
Salt	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Vitamin mixture <sup>1</sup>	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Mineral mixture <sup>2</sup>	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Composition <sup>3</sup>										
ME, kcal/kg	2751	2751	2751	2751	2751	2751	2752	2751	2751	2751
Crude protein, %	19.64	18.33	17.20	16.19	15.28	14.48	13.76	13.10	12.51	11.96
Calcium, %	3.92	3.66	3.43	3.23	3.05	2.89	2.75	2.62	2.50	2.39
Av. Phosphorus, %	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21
Methionine, %	0.46	0.43	0.40	0.37	0.35	0.33	0.32	0.30	0.28	0.27
Lysine, %	0.86	0.78	0.72	0.66	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	0.46

<sup>1</sup> Contained per kg of premix : vit. A 9,000,000IU, vit. D<sub>3</sub> 2,100,000IU, vit. E 15,000IU, vit. K 2,000mg, vit. B1 1,500mg, vit. B2 4,000mg, vit. B6 3,000mg, vit. B12 15mg, Ca-pantothenate 8,500mg, niacin 20,000mg, biotin 77mg, folic acid 600mg.

<sup>2</sup> Contained per kg of premix : Fe 40,000mg, Co 300mg, Cu 3,500mg, Mn 55,000mg, Zn 50,000mg.

<sup>3</sup> Calculated values

## 다. 결과 및 고찰

### 1) 연구결과

4 월에 24 주령에 도달하여 여름철에 산란피크를 맞은 육용종계에게 Table 2-9에서 보는 바와 같이 24 주령의 산란초기부터 30-34 주령의 산란피크기까지의 기간에 1 일 1 수당 대사에너지 공급수준을 달리하고 이후 1 일 대사에너지공급수준을 380 kcal까지 낮추는 4 개 처리로 64 주령까지 40 주간 사양시험을 실시한 결과 처리별 산란율과 평균난중 및 성계 생존율은 Table 2-12에서 보는 바와 같다.

즉 Table 2-12에서 각 주령별 총산란율, 종란산란율, 평균난중 및 성계생존율은 모두 처리간에 유의적인 차이가 없었으나, 산란율은 24 주령에 1 일 ME공급량을 280 kcal로부터 시작하여 30-34 주령에 400 kcal까지 증가시켜 전 산란기간동안 에너지공급량이 가장 적었던 T1처리가 가장 높았고 같은 기간 중 에너지공급량이 많을수록 산란율이 점차로 감소하는 경향을 보였다. 평균난중과 성계 생존율은 처리간에 일정한 경향이나 유의차를 나타내지 않았다.

시험기간 동안의 계란 kg당 또는 계란 1 개당 사료 요구율과 사료비는 Table 2-13에서 보는 바와 같다. Table 2-12에서 처리별 산란율과 평균난중은 처리간에 유의적인 차이가 없었지만 1 일 에너지공급량과 사료급여량은 T1→T2→T3→T4 순으로 많았기 때문에 사료요구율과 사료비는 모두 1 일 에너지공급량이 많을수록 높아지는 경향을 보였다( $P < 0.05$ ).

시험기간 동안의 계란 kg당 또는 계란 1 개당 소요된 대사에너지와 단백질 요구량은 Table 2-14에서 보는 바와 같다. 에너지 요구량은 시험기간 중 처리별 산란율과 평균난중에 유의적인 차이가 없었기 때문에(Table 2-12) 1일 대사에너지공급량이 증가할수록(Table 2-3) 유의적으로 증가하였다( $P < 0.05$ ).

Table 2-12. Effect of different energy supply series on egg production, egg weight and livability of broiler breeders peaked in summer season

Items		Energy series				SEM
		T1	T2	T3	T4	
Total egg production, HD%	25-34wk	73.38	70.47	68.65	68.07	4.82
	35-44	77.71	74.75	75.03	75.66	2.48
	45-54	67.93	67.01	65.03	64.61	4.67
	55-64	58.97	56.38	55.81	53.65	3.61
	25-64	69.50	67.18	66.12	65.56	2.00
Settable egg production, HD%	25-34wk	69.86	65.85	64.52	63.62	5.19
	35-44	71.67	69.17	69.29	69.41	2.67
	45-54	63.63	63.17	61.43	60.28	4.65
	55-64	52.94	51.09	50.71	47.62	3.60
	25-64	64.52	62.35	61.48	60.30	2.27
Egg weight, g/egg	25-34wk	53.05	53.54	53.84	53.26	0.62
	35-44	58.39	59.04	59.00	58.01	0.63
	45-54	61.88	62.20	63.05	62.53	0.67
	55-64	63.41	64.07	64.19	63.43	0.59
	25-64	59.19	59.71	60.03	59.31	0.53
Livability, %	25-34wk	98.99	98.96	100.00	100.00	1.26
	25-44	96.94	96.94	98.96	96.94	2.77
	25-54	94.92	95.90	98.96	92.84	4.13
	25-64	86.71	91.83	95.93	90.78	5.72

단백질요구량은 시험기간중 처리별 1 일 에너지 공급량은 달랐어도 단백질 공급량은 같았기 때문에(Table 2-4) 각 산란기별 단백질 요구량은 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 전기간(25-64주령)의 요구량에서는 1 일 에너지공급량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였는데(P < 0.05), 이것은 Table 2-12에서 유의적인 차이는 아니었지만 1 일 에너지공급량이 증가할수록 산란율이 점차 감소하였기 때문이었다.

Table 2-13. Effect of different energy supply series on feed conversion and feed cost of broiler breeders peaked in summer season

Items		Energy series				SEM
		T1	T2	T3	T4	
Feed conversion, kg/kg egg	25-34wk	3.36 <sup>c</sup>	3.64 <sup>bc</sup>	3.92 <sup>ab</sup>	4.21 <sup>a</sup>	0.23
	35-44	3.06 <sup>c</sup>	3.26 <sup>bc</sup>	3.41 <sup>ab</sup>	3.60 <sup>a</sup>	0.12
	45-54	3.29	3.33	3.41	3.64	0.24
	55-64	3.71	3.83	3.86	4.09	0.26
	25-64	3.36 <sup>c</sup>	3.51 <sup>bc</sup>	3.65 <sup>b</sup>	3.89 <sup>a</sup>	0.10
Feed conversion, g/egg	25-34wk	188.0 <sup>c</sup>	208.8 <sup>ab</sup>	224.9 <sup>a</sup>	240.1 <sup>a</sup>	16.17
	35-44	194.1 <sup>c</sup>	207.9 <sup>bc</sup>	217.8 <sup>ab</sup>	227.7 <sup>a</sup>	8.33
	45-54	217.7	219.2	227.4	244.5	17.41
	55-64	261.8	270.8	273.0	292.0	22.31
	25-64	215.4 <sup>c</sup>	226.7 <sup>ab</sup>	236.0 <sup>ab</sup>	251.5 <sup>a</sup>	8.55
Feed cost, won/kg egg	25-34wk	573.12 <sup>b</sup>	616.66 <sup>ab</sup>	662.55 <sup>ab</sup>	698.51 <sup>a</sup>	48.42
	35-44	508.38 <sup>c</sup>	534.76 <sup>bc</sup>	550.91 <sup>ab</sup>	575.76 <sup>a</sup>	19.39
	45-54	547.89	554.33	570.31	598.19	40.76
	55-64	617.20	639.12	643.98	683.36	42.10
	25-64	561.65 <sup>c</sup>	586.22 <sup>ab</sup>	606.94 <sup>ab</sup>	638.96 <sup>a</sup>	17.67
Feed cost, won/egg	25-34wk	30.31 <sup>b</sup>	32.71 <sup>ab</sup>	35.72 <sup>a</sup>	36.90 <sup>a</sup>	2.69
	35-44	29.67 <sup>b</sup>	31.58 <sup>ab</sup>	32.55 <sup>a</sup>	33.44 <sup>a</sup>	1.08
	45-54	33.91	34.45	35.95	37.42	2.56
	55-64	39.18	40.99	41.39	43.38	2.86
	25-64	33.27 <sup>c</sup>	34.93 <sup>ab</sup>	36.40 <sup>ab</sup>	37.79 <sup>a</sup>	1.13

## 2) 결론 및 고찰

4월에 24 주령에 도달하여 여름철에 산란피크를 맞는 육용종계 산란기에 1일1수당 대사에너지 공급체계를 달리한 시험2의 결과 24 주령에 280 kcal로부터 매주 20 kcal 씩 증가시켜 30-34 주령에 400 kcal를 공급하고 35 주령 이후 380 kcal를 공급한 T1 처리가 이보다 산란기간 중 에너지공급량이 많았던 기타처리(T2, T3, T4)보다 유의적인 차이는 아니었지만 산란율이 가장 높았고 평균난중은 차이가 없었으나 사료요구율, ME 및 CP요구량과 사료비등에서 모두 가장 유리하였던 결과는 육용종계 산란피

Table 2-14. Effect of different energy supply series on ME and CP conversion of broiler breeders peaked in summer season

Items	Energy series				SEM	
	T1	T2	T3	T4		
ME conversion, kcal/kg egg	25-34wk	9,278 <sup>c</sup>	10,143 <sup>bc</sup>	11,059 <sup>ab</sup>	11,841 <sup>a</sup>	780.8
	35-44	8,447 <sup>c</sup>	8,973 <sup>bc</sup>	9,380 <sup>ab</sup>	9,928 <sup>a</sup>	327.4
	45-54	9,088	9,195	9,474	10,101	680.9
	55-64	10,238	10,601	10,682	11,335	698.4
	25-64	9,263 <sup>c</sup>	9,728 <sup>bc</sup>	10,148 <sup>b</sup>	10,801 <sup>a</sup>	292.5
ME conversion, kcal/egg	25-34wk	491.2 <sup>c</sup>	538.7 <sup>bc</sup>	591.2 <sup>ab</sup>	626.2 <sup>a</sup>	43.33
	35-44	492.9 <sup>c</sup>	529.8 <sup>b</sup>	554.1 <sup>ab</sup>	576.7 <sup>a</sup>	18.24
	45-54	562.5	571.4	597.1	631.8	42.71
	55-64	650.0	679.9	686.5	719.6	47.37
	25-64	549.1 <sup>c</sup>	580.0 <sup>ab</sup>	607.2 <sup>ab</sup>	638.6 <sup>a</sup>	18.74
CP conversion, g/kg egg	25-34wk	525.7	551.3	569.1	578.9	44.83
	35-44	442.2	455.6	453.6	457.7	16.30
	45-54	478.2	483.8	515.0	502.7	33.82
	55-64	538.7	557.8	562.1	596.4	36.75
	25-64	496.2 <sup>b</sup>	512.1 <sup>ab</sup>	524.9 <sup>ab</sup>	534.0 <sup>a</sup>	15.55
CP conversion, g/egg	25-34wk	27.73	29.15	30.31	30.51	2.47
	35-44	25.81	26.92	26.81	26.60	0.90
	45-54	29.60	30.06	32.47	31.46	2.10
	55-64	34.20	35.78	36.12	37.86	2.49
	25-64	29.33 <sup>b</sup>	30.48 <sup>ab</sup>	31.43 <sup>a</sup>	31.61 <sup>a</sup>	0.99

크시 1일 대사에너지요구량이 400-450 kcal이라고 한 Waldroup과 Hazen(1976), Bornstein등(1979), Bornstein과 Lev(1982), Pearson과 Herron(1982), Spratt과 Leeson(1987), Spratt등(1990) 및 NRC(1994)의 보고보다 낮은 것이며, 케이지 사양형 태의 육용종계 산란피크시 1일 대사 에너지 요구량은 400-410 kcal를 넘지 않는다고

한 이규호등(1985a,1988)의 보고와 일치하고, 단사 케이지에 수요한 육용종계에 1 일 385 kcal를 공급해도 산란피크기간에 정상적인 능력을 유지할 수 있다고 한 Spratt와 Leeson(1987)의 보고와 유사하였다.

### 3. 실험 3: 동절기 산란피크 육용종계의 에너지공급수준 결정

#### 가. 연구목적

본시험은 우리나라의 농가가 개방식 계사에서 케이지 사양하며 동절기에 산란피크를 맞는 육용종계의 산란초기부터 산란피크기간 및 산란후기의 적정 에너지공급수준 및 공급체계를 재검토하기 위하여 실시하였다.

#### 나. 재료 및 방법

##### 1) 공시동물, 시험기간 및 장소

본시험은 2002년 10월부터 2003년 7월까지 강원도 홍천군 북방면 전치곡리 소재 홍천종계에서 40 주간 실시되었으며, 10월에 24 주령에 도달하여 동절기에 산란피크에 도달하는 Ross계통 육용종계 400 수를 공시하여 64 주령까지 실시하였다.

##### 2) 시험사료 및 시험설계와 조사항목 및 조사방법

시험2와 동일하게 실시하였다.

## 다. 결과 및 고찰

### 1) 연구결과

Table 2-15. Effect of different energy supply series on egg production, egg weight and livability of broiler breeders peaked in winter season

Items		Energy series				SEM
		T1	T2	T3	T4	
Total egg production, HD%	25-34wk	55.93	55.40	55.90	56.67	1.05
	35-44	74.85	74.92	73.29	73.77	1.94
	45-54	67.46	64.89	66.53	65.70	2.41
	55-64	56.68 <sup>ab</sup>	54.60 <sup>b</sup>	57.61 <sup>a</sup>	57.45 <sup>a</sup>	1.23
	25-64	63.74	62.48	63.37	63.46	1.41
Settable egg production, HD%	25-34wk	52.12	51.51	51.80	52.26	0.33
	35-44	69.92	69.75	68.15	68.42	2.44
	45-54	62.42	60.13	61.65	60.27	2.75
	55-64	50.31 <sup>ab</sup>	48.81 <sup>b</sup>	52.10 <sup>a</sup>	51.32 <sup>a</sup>	1.14
	25-64	58.75	57.62	58.50	58.17	1.53
Egg weight, g/egg	25-34wk	55.40	55.84	55.51	55.35	0.66
	35-44	61.53	61.77	61.58	61.32	0.49
	45-54	63.84	63.89	63.81	63.65	0.49
	55-64	64.12 <sup>b</sup>	64.54 <sup>a</sup>	64.84 <sup>a</sup>	63.99 <sup>b</sup>	0.19
	25-64	61.21	61.42	61.34	60.99	0.41
Livability, %	25-34wk	91.92	90.91	92.93	91.92	0.47
	25-44	91.92	88.89	89.90	89.90	0.49
	25-54	86.87	84.85	81.82	81.82	0.49
	25-64	83.84	80.81	79.80	79.80	0.17

10 월에 24 주령에 도달하여 겨울철에 산란피크기간을 맞는 육용종계에 Table 2-3 에서 보는바와 같이 24 주령의 산란초기부터 30-34 주령의 산란 피크기까지의 기간에 1 일 1 수당 대사에너지 공급수준을 달리하고 이후 1 일 대사에너지 공급수준을 380 kcal까지 낮추는 4 개 처리로 64 주령까지 40주간 사양시험을 실시한 결과 처리별



산란율과 평균난중 및 성계 생존율은 Table 2-15에서 보는 바와 같다. 즉 Table 2-15에서 각 주령별 총 산란율, 종란 산란율, 및 평균난중은 5-64 주령의 산란말기를 제외하면 전 산란기간에 걸쳐 처리간에 유의적인 차이가 없었으며 일정한 경향도 보이지 않았다. 성계 생존율도 전 산란기간에 걸쳐 처리간에 차이가 없어서 동절기 산란피크 육용종계의 각 산란기별 에너지 공급수준 및 체계가 산란율과 평균난중 및 성계 생존율에 영향을 미치지 않았다.

시험기간 동안의 계란 kg당 또는 계란 1 개당 사료요구율과 사료비는 Table 2-16에서 보는 바와 같다. Table 2-15에서 처리별 산란율과 평균난중은 처리간에 유의적인 차이가 없었지만 1 일 에너지 공급량과 사료 급여량은 T1→T2→T3→T4 순으로 많았기 때문에 사료 요구율과 사료비는 모두 1 일 에너지공급량이 많을수록 높아지는 경향을 보였다(P <0.05).

시험기간 동안의 계란 kg당 또는 계란 1 개당 소요된 대사 에너지와 단백질 요구량은 Table 2-17에서 보는 바와 같다. 에너지 요구량은 시험기간 중 처리별 산란율과 평균난중에 유의적인 차이가 없었기 때문에(Table 2-15) 1일 대사에너지공급량이 T1→T2→T3→T4 순으로 증가할수록(Table 2-3) 유의적으로 증가하였다(P <0.05).

단백질 요구량은 시험기간 중 처리별로 1 일 사료 및 에너지공급량은 달랐어도 단백질공급량은 같았기 때문에(Table 2-4) 각 산란기별 단백질요구량은 처리간에 유의적인 차이를 보이지 않았고 산란후기 및 전기간(25-64 주령)의 요구량에서는 1 일 에너지공급량이 처리간에 유의적인 차이를 보였으나(P <0.05), 에너지 공급수준에 따른 일정한 경향은 보이지 않았다

## 2) 결론 및 고찰

10 월에 24 주령에 도달하여 겨울철에 산란피크를 맞는 육용종계 산란기에 1 일 1 수당 대사 에너지 공급체계를 달리한 시험3의 결과 24 주령에 280 kcal로부터 매주 20 kcal씩 증가시켜 30-34 주령에 400 kcal를 공급하고 35 주령 이후 380 kcal를 공급한 T1처리가 이보다 산란기간 중 에너지공급량이 많았던 기타처리(T2, T3, T4)에 비해 산란율과 평균난중은 차이가 없었다.

Table 2-16. Effect of different energy supply series on feed conversion and feed cost of broiler breeders peaked in winter season

Items		Energy series				SEM
		T1	T2	T3	T4	
Feed conversion, kg/kg egg	25-34wk	4.20 <sup>c</sup>	4.44 <sup>b</sup>	4.67 <sup>a</sup>	4.85 <sup>a</sup>	0.10
	35-44	3.02 <sup>b</sup>	3.10 <sup>b</sup>	3.34 <sup>a</sup>	3.49 <sup>a</sup>	0.09
	45-54	3.21 <sup>b</sup>	3.34 <sup>ab</sup>	3.28 <sup>ab</sup>	3.51 <sup>a</sup>	0.13
	55-64	3.78 <sup>ab</sup>	3.94 <sup>a</sup>	3.70 <sup>b</sup>	3.79 <sup>ab</sup>	0.09
	25-64	3.49 <sup>c</sup>	3.64 <sup>bc</sup>	3.69 <sup>b</sup>	3.86 <sup>a</sup>	0.08
Feed conversion, g/egg	25-34wk	232.68 <sup>d</sup>	248.14 <sup>c</sup>	259.14 <sup>b</sup>	268.48 <sup>a</sup>	4.57
	35-44	185.62 <sup>b</sup>	191.46 <sup>b</sup>	205.66 <sup>a</sup>	214.14 <sup>a</sup>	5.43
	45-54	205.04 <sup>b</sup>	213.45 <sup>ab</sup>	209.51 <sup>ab</sup>	223.57 <sup>a</sup>	7.46
	55-64	242.18 <sup>b</sup>	254.18 <sup>a</sup>	239.99 <sup>b</sup>	242.24 <sup>b</sup>	5.66
	25-64	213.44 <sup>c</sup>	223.32 <sup>b</sup>	226.52 <sup>ab</sup>	235.44 <sup>a</sup>	4.78
Feed cost, won/kg egg	25-34wk	713.96 <sup>b</sup>	741.52 <sup>b</sup>	773.77 <sup>a</sup>	787.45 <sup>a</sup>	16.71
	35-44	499.32 <sup>b</sup>	508.10 <sup>b</sup>	539.41 <sup>a</sup>	557.0 <sup>a</sup>	14.04
	45-54	532.52	553.93	544.34	572.86	20.53
	55-64	626.22 <sup>ab</sup>	652.94 <sup>a</sup>	613.63 <sup>b</sup>	627.63 <sup>ab</sup>	14.12
	25-64	581.56 <sup>b</sup>	602.06 <sup>ab</sup>	607.96 <sup>ab</sup>	628.83 <sup>a</sup>	13.64
Feed cost, won/egg	25-34wk	39.55 <sup>c</sup>	41.41 <sup>b</sup>	42.95 <sup>a</sup>	43.59 <sup>a</sup>	0.76
	35-44	30.72 <sup>b</sup>	31.39 <sup>b</sup>	33.22 <sup>a</sup>	34.15 <sup>a</sup>	0.88
	45-54	33.99 <sup>b</sup>	35.39 <sup>ab</sup>	34.73 <sup>ab</sup>	36.46 <sup>a</sup>	1.23
	55-64	40.15 <sup>b</sup>	42.14 <sup>a</sup>	39.79 <sup>b</sup>	40.16 <sup>b</sup>	0.94
	25-64	35.60 <sup>b</sup>	36.98 <sup>ab</sup>	37.29 <sup>a</sup>	38.35 <sup>a</sup>	0.79

사료요구율과 ME요구량 및 사료비등에서 모두 가장 유리하였던 결과는 육용종계 산란 피크시 1 일 대사 에너지 요구량이 400-450 kcal이라고 한 Waldroup과 Hazen(1976), Bornstein등(1979), Bornstein과 Lev(1982), Pearson과 Herron(1982), Spratt과 Leeson(1987), Spratt등(1990) 및 NRC(1994)의 보고보다 낮은 것이며, 케이지 사양형태의 육용종계 산란피크시 1 일 대사 에너지 요구량은 400-410 kcal를 넘지 않는다고 한 이규호등(1985a,1988)의 보고와 일치하고, 단사 케이지에 수요한 육용종계에 1일 385 kcal를 공급해도 산란피크기간에 정상적인 능력을 유지할 수 있다고 한 Spratt와 Leeson(1987)의 보고와 유사하였다.

Table 2-17. Effect of different energy supply series on ME and CP conversion of broiler breeders peaked in winter season

Items		Energy series				SEM
		T1	T2	T3	T4	
ME conversion, mcal/kg egg	25-34wk	11.551 <sup>c</sup>	12.220 <sup>b</sup>	12.839 <sup>a</sup>	13.339 <sup>a</sup>	0.277
	35-44	8.296 <sup>b</sup>	8.523 <sup>b</sup>	9.184 <sup>a</sup>	9.604 <sup>a</sup>	0.237
	45-54	8.833 <sup>b</sup>	9.188 <sup>ab</sup>	9.029 <sup>ab</sup>	9.660 <sup>a</sup>	0.343
	55-64	10.387 <sup>ab</sup>	10.804 <sup>a</sup>	10.178 <sup>b</sup>	10.411 <sup>ab</sup>	0.234
	25-64	9.590 <sup>c</sup>	9.998 <sup>bc</sup>	10.155 <sup>b</sup>	10.616 <sup>a</sup>	0.227
ME conversion, kcal/egg	25-34wk	639.87 <sup>d</sup>	682.39 <sup>c</sup>	712.64 <sup>b</sup>	738.33 <sup>a</sup>	12.56
	35-44	510.45 <sup>b</sup>	526.51 <sup>b</sup>	565.65 <sup>a</sup>	588.87 <sup>a</sup>	14.93
	45-54	563.87 <sup>b</sup>	586.99 <sup>ab</sup>	576.15 <sup>ab</sup>	614.82 <sup>a</sup>	20.52
	55-64	665.99 <sup>b</sup>	698.99 <sup>a</sup>	659.99 <sup>b</sup>	666.15 <sup>b</sup>	15.57
	25-64	586.96 <sup>c</sup>	614.12 <sup>b</sup>	622.93 <sup>ab</sup>	647.47 <sup>a</sup>	13.14
CP conversion, g/kg egg	25-34wk	655.66	655.89	654.07	653.86	14.48
	35-44	434.40	432.97	444.17	443.16	11.74
	45-54	464.78	483.46	475.09	483.00	17.65
	55-64	546.56 <sup>ab</sup>	569.88 <sup>a</sup>	535.57 <sup>b</sup>	547.79 <sup>ab</sup>	12.33
	25-64	514.02 <sup>b</sup>	524.26 <sup>ab</sup>	518.45 <sup>ab</sup>	539.12 <sup>a</sup>	11.83
CP conversion, g/egg	25-34wk	36.32	36.63	36.31	36.19	0.65
	35-44	26.73	26.75	27.35	27.17	0.74
	45-54	29.67	30.89	30.32	30.74	1.06
	55-64	35.04 <sup>b</sup>	36.78 <sup>a</sup>	34.73 <sup>b</sup>	35.05 <sup>b</sup>	0.82
	25-64	31.46 <sup>b</sup>	32.20 <sup>ab</sup>	31.80 <sup>ab</sup>	32.88 <sup>a</sup>	0.68

여름철에 산란피크를 맞은 육용종계에 본 시험과 동일한 에너지 공급체계로 사양 시험한 (시험2)에서 에너지공급수준이 증가할수록 유의적인 차이는 아니었지만 산란율이 감소하는 경향을 보인데 비해 본시험에서는 산란율의 차이가 없었다.

#### 4. 제 1 협동과제의 종합적 결론 및 고찰

육용종계 24-64 주령간의 산란 전기간에 1 일 1 수당 단백질공급량을 18, 20, 22 및 24 g으로 달리한 시험1의 결과에서 산란율은 20 g구가 강 높았으나 18-22 g 구간

에는 유의차가 없었고 24 g구는 20 g구에 비해 유의적으로 감소하였으며, 평균난중은 1 일 단백질 공급량이 증가할수록 증가하는 경향이었고 20-24 g 구간에는 유의차가 없었으나 18 g구는 24 g구에 비해 유의적으로 감소하여 산란율과 평균난중으로 평가할 때 최고의 산란율과 최대의 난중을 얻기 위한 최소의 단백질공급수준은 1 일 20 g으로 나타났는데, 이러한 결과는 이규호(1985b)가 육용종계에 1 일 16-28 g의 단백질을 공급한 결과 산란율은 16-22 g구간에는 유의차가 없었으나 24 g이상에서는 오히려 감소하였으며, 평균난중은 1 일 단백질 공급량이 16 g에서 20 g까지 많아짐에 따라 유의적으로 증가하였고 20 g이상에서는 더 이상 증가하지 않아 최고의 산란율과 최대의 난중을 얻기 위한 단백질의 최소 요구량은 1 일 20 g이라고 한 보고와 대체로 일치하는 것이며, 옥수수-대두박 위주의 사료에 아미노산을 첨가하지 않을 경우 육용종계의 1 일 단백질요구량은 20-22 g이라고 한 Waldroup등(1976)의 보고나, 필수 아미노산 요구량이 충족될 경우 육용종계의 1 일 단백질 요구량은 18-19.5 g이라고 한 Marshall(1977), Pearson과 Herron(1981), Spratt와 Leeson(1987), NRC(1994)의 보고와 유사하며, 산란피크시 최대의 산란량을 위해 1 일 23 g 까지도 필요하다고 한 Jeroch등(1982)과 Schloffel등(1988)의 보고나 아미노산을 첨가하면 1일 15.6-16.5 g의 낮은 단백질을 공급해도 만족한 결과를 얻을 수 있다고 한 Bornstein등(1979)의 보고와 차이가 있는 결과였다.

여름철 및 겨울철에 각각 산란피크를 맞는 육용종계 산란기에 1 일 1 수당 대사에너지 공급체계를 달리한 시험2 및 3의 결과 24 주령에 280 kcal로부터 매주 20 kcal씩 증가시켜 30-34 주령에 400 kcal를 공급하고 35 주령 이후 380 kcal를 공급한 T1처리가 이보다 산란기간 중 에너지공급량이 많았던 기타처리(T2, T3, T4)보다 유의적인 차이는 아니었지만 산란율이 가장 높거나 같았고 평균난중도 차이가 없었으나 사료요구율, ME 및 CP요구량과 사료비등에서 모두 가장 유리하였던 결과는 육용종계 산란피크시 1일 대사에너지요구량이 400-450 kcal이라고 한 Waldroup과 Hazen(1976), Bornstein등(1979), Bornstein과 Lev(1982), Pearson과 Herron(1982), Spratt과 Leeson(1987), Spratt등(1990) 및 NRC(1994)의 보고보다 낮은 것이며, 케이지 사양형태의 육용종계 산란피크시 1일 대사 에너지 요구량은 400-410 kcal를 넘지 않는다고 한 이규호등(1985a,1988)의 보고와 일치하고, 단사케이지에 수요한 육용종계에 1 일 385 kcal를 공급해도 산란피크기간에 정상적인 능력을 유지할 수 있다고 한 Spratt와 Leeson(1987)의 보고와 유사하였다.

여름철에 산란피크를 맞은 육용종계(시험2)에서는 에너지공급수준이 증가할수록 유의적인 차이는 아니었지만 산란율이 감소하는 경향을 보인데 비해, 겨울철에 산란피크를 맞은 육용종계(시험3)에서는 에너지공급수준이 다른 처리간에 산란율의 차이가 없었다.

### 제 3 절 제 2 협동과제:

## 육용종계의 육추·육성시 영양수준이 산란성적에 미치는 영향 연구

#### 1. 실험 1 : 육성기의 체중조절 모형별 영양소 공급체계 확립

##### 가. 연구 목적

우리나라 육용종계 암탉 1 수당 실용계 생산수수는 약 95 수 전후로 외국에 비하여 상당히 낮은데, 육용종계 산란기의 능력은 육추, 육성 기간중의 사양관리에 크게 좌우되며 체중조절이 필수적이다. 본 연구는 육용종계의 초생추 생산수를 선진국 수준으로 올릴수 있는 육성기 체중조절 모형을 확립하기 위하여 수행하였다

##### 나. 연구 방법 및 재료

###### 1) 공시축과 시험기간

육용종계 초생추(아바에이커)를 3반복, 반복당 60 수씩 총 540 수를 공시하여 2000년 10월 13일부터 2002년 1월 3일까지 64 주 동안 대전소재 축산기술연구소 가금과 시험계사에서 수행하였다.

###### 2) 시험설계

육용종계의 육추·육성시 체중조절 방법이 생산성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 (Table 3-1)에서 보는바와 같이 체중조절 방법이 다른 T1구(12주령까지 체중을 10% 증가시킨 후 그 이후에 체중을 억제하여 20주령 목표체중에 도달하는 방법, F-S), T2구(20주령까지 일정하게 체중을 증가시켜 목표체중에 도달하는 방법, S), T3구(12주령까지 체중을 10% 감소시킨 후 그 이후에 체중을 증가시켜 목표체중에 도달하는 방법, S-F)의 3개 시험구를 두었다.

Table 3-1. Body weight control systems

Items	4weeks	8weeks	12weeks	16weeks	20weeks	remark
T1	400 (100)*	840 (105)	1,320 (110)	1,680 (105)	2,000 (100)	F-S <sup>1)</sup>
T2	400 (100)	800 (100)	1,200 (100)	1,600 (100)	2,000 (100)	S <sup>2)</sup>
T3	400 (100)	760 (95)	1,080 (90)	1,520 (95)	2,000 (100)	S-F <sup>3)</sup>

\* ( ) : Index

1) Fast-Slow, 2) Standard, 3) Slow-Fast.

### 3) 사양관리 및 예방접종

시험 전기간 동안 평사에서 사육하면서, 시험사료는 1~6 주령(초생추 사료, CP 18%, ME 2,870 kcal/kg), 7~15 주령(중추사료, CP 15%, ME 2,800 kcal/kg), 16~22 주령(대추사료, CP 13%, ME 2,700 kcal/kg), 23~64 주령(종계사료, CP 16%, ME 2,750 kcal/kg)를 구입하여 제한급이하였으며, 물은 원형 자동 급수기를 이용하여 자유롭게 섭취하도록 하였다. 점등은 1~2 일령 23 시간, 3 일령 19 시간, 4 일령~19 주령 자연일조, 20~21 주령 13 시간, 22 주령 14 시간, 23 주령 15 시간, 24 주령 16 시간, 25~64 주령까지 17 시간 고정 점등을 실시하였고, 예방접종은 1 일령 IB+ND(점안), 11 일령 IBD(음수), 14 일령 IB+ND(음수), 21 일령 IBD(음수), 28 일령 IB+ND(음수), 33 일령 IBD(음수), 39 일령 라소타(음수), 46 일령 FP(천자, 단침), 53 일령 ILT(점안), 63 일령 ND-K(근육), 86 일령 AEP(천자, 쌍침), 98 일령 ILT+MG(점안), 106 일령 AE(음수), 119 일령 INE Oil(근육)을 실시하였다.

## 다. 연구 결과 및 고찰

### 1) 육성기

20 주령까지의 체중은 (Table 3-2)에서와 같이 T1구 2,023 g, T2구 1,995 g 및 T3구 1,970 g으로 시험구간에 유의적인 차이를 보이지 않아 육추·육성시의 제한급이에 의하여 체중조절은 시험목적에 맞게 양호하게 실시되었다.

Table 3-2. Body weight(g)

Items	T1	T2	T3
0 weeks	58.0	58.0	58.0
4	409.4	409.4	409.4
8	770.0 <sup>a</sup>	739.0 <sup>b</sup>	731.3 <sup>b</sup>
12	1258 <sup>a</sup>	1173 <sup>b</sup>	1104 <sup>c</sup>
16	1683 <sup>a</sup>	1627 <sup>b</sup>	1497 <sup>c</sup>
20	2023	1995	1970
24	2437 <sup>ab</sup>	2451 <sup>a</sup>	2403 <sup>b</sup>

\*a,b,c Means with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05.

증체량은 (Table 3-3)에서 보는바와 같이 8~12 주령에서 T1구 488.5 g, T2구 434.2 g, T3구 372.7 g으로 T1, T2구가 T3구에 비하여 유의적으로 높았으며(P<0.05), 16~20 주령에는 T1구 340.3 g, T2구 368.1 g, T3구 472.67 g으로 후기에 증체를 시킨 T3구가 다른 시험구에 비하여 유의적으로 높았다(P<0.05).

Table 3-3. Body weight gain(g)

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	351.4	351.4	351.4
4~ 8	360.6 <sup>a</sup>	329.7 <sup>b</sup>	321.9 <sup>b</sup>
8~12	488.5 <sup>a</sup>	434.2 <sup>a</sup>	372.7 <sup>b</sup>
12~16	424.6 <sup>ab</sup>	453.7 <sup>a</sup>	393.3 <sup>b</sup>
16~20	340.3 <sup>b</sup>	368.1 <sup>b</sup>	472.6 <sup>a</sup>
20~24	413.0	456.0	432.9
0~24	2379 <sup>ab</sup>	2393 <sup>a</sup>	2345 <sup>b</sup>

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05.

사료섭취량은 (Table 3-4)에서와 같이 8~12 주령에는 T1구, T2구 및 T3구가 각각 1,787 g, 1,672 g 및 1,521 g으로 시험구간에 서로 유의적인 차이를 보였으며 (P<0.05), 16~20 주령에는 각각 2,313 g, 2,361 g 및 2,526 g으로 후반기에 증체시킨



T3구가 다른 시험구보다 유의적으로 많이 섭취하였다(P<0.05). 그러나 육성기 전 기간동안의 사료섭취량은 T1구 11,142 g T2구 11,055 g, T3구 11,087 g으로 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 그리고 육성기 동안의 사료 요구율은 (Table 3-5)에서와 보는바와 같이 T1구 4.69, T2구 4.62 및 T3구 4.73으로 체중조절 방법에 따라 차이를 보이지 않았다.

Table 3-4. Feed intake(g)

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	838.0	838.0	838.0
4~ 8	1182	1175	1164
8~12	1787 <sup>a</sup>	1672 <sup>b</sup>	1521 <sup>c</sup>
12~16	2166 <sup>a</sup>	2052 <sup>b</sup>	1877 <sup>c</sup>
16~20	2312 <sup>b</sup>	2361 <sup>b</sup>	2526 <sup>a</sup>
20~24	2857 <sup>b</sup>	2957 <sup>b</sup>	3160 <sup>a</sup>
0~24	11142	11055	11087

\*a,b,c Means with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05.

Table 3-5. Feed conversion

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	2.39	2.39	2.39
4~ 8	3.28 <sup>b</sup>	3.56 <sup>a</sup>	3.62 <sup>a</sup>
8~12	3.66	3.85	4.12
12~16	5.11 <sup>a</sup>	4.52 <sup>b</sup>	4.79 <sup>ab</sup>
16~20	6.89 <sup>a</sup>	6.41 <sup>ab</sup>	5.35 <sup>a</sup>
20~24	6.96	6.49	7.31
0~24	4.69	4.62	4.73

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05.

육성기 동안의 대사에너지 섭취량은 (Table 3-6)에서와 같이 8~12주령에 T1구 5,003 kcal, T2구 4,682 kcal, T3구 4,260 kcal로 시험구간에 서로 유의차를 보였으며 ( $P>0.05$ ), 16~20주 동안에는 T1구 6,243 kcal, T2구 6,375 kcal, T3구 6,821 kcal로 T3가 T1, T2구보다 유의적으로 많이 섭취하였다( $P>0.05$ ). 이러한 결과는 체중조절을 위하여 기간별로 시험구간에 사료급이 정도가 달라기 때문으로 여겨지는데, 24주 동안의 전체 대사에너지 섭취량은 T1, T2 및 T3구가 각각 30,852 kcal, 30,595kcal 및 30,653 kcal로 시험구간에 차이를 보이지 않았다.

Table 3-6. Energy intake(kcal)

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	2,405	2,405	2,405
4~ 8	3,352	3,331	3,301
8~12	5,003 <sup>a</sup>	4,682 <sup>b</sup>	4,260 <sup>c</sup>
12~16	6,064 <sup>a</sup>	5,745 <sup>b</sup>	5,256 <sup>c</sup>
16~20	6,243 <sup>b</sup>	6,375 <sup>b</sup>	6,821 <sup>a</sup>
20~24	7,785 <sup>b</sup>	8,058 <sup>b</sup>	8,611 <sup>a</sup>
0~24	30,852	30,595	30,653

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $P<0.05$ .

그리고 조단백질 섭취량은 (Table 3-7)에서 보는바와 같이 8~12 주 동안에는 T1구 268 g, T2구 251 g, T3구 228 g으로 서로간에 유의적인 차이를 보였으며, 16~20 주 동안에도 T1구 301 g, T2구 307 g, T3구 328 g으로 대사에너지 섭취량과 마찬가지로 T3가 T1, T2구보다 유의적으로 많이 섭취하였다( $P>0.05$ ). 이러한 결과는 체중조절을 위하여 기간별로 시험구간에 사료급이 정도가 달랐기 때문이다. 그러나 24 주 동안의 전체 단백질 섭취량은 T1, T2 및 T3구가 각각 1,654 g, 1,639 g 및 1,639 g으로 체중조절 방법 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 3-7. Protein intake(g)

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	151	151	151
4~ 8	195	194	192
8~12	268 <sup>a</sup>	251 <sup>b</sup>	228 <sup>c</sup>
12~16	325 <sup>a</sup>	308 <sup>b</sup>	282 <sup>c</sup>
16~20	301 <sup>b</sup>	307 <sup>b</sup>	328 <sup>a</sup>
20~24	414 <sup>b</sup>	429 <sup>b</sup>	458 <sup>a</sup>
0~24	1654	1639	1639

\* a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05.

24 주 동안의 육성율은 (Table 3-8)에서와 T1구 96.7%, T2구 97.8% 및 T3구 97.8%로 시험구간에 차이를 나타내지 않았으나, 농촌진흥청(2000)이 종계농장의 자료를 분석한 표준체중으로 육성한 육성기 육성율 88.6%, 저체중 계군 85.1%라고 보고한 것보다는 상당히 높았다.

Table 3-8. Viability(%)

Items	T1	T2	T3
0 ~8 week	98.9±1.11	98.9±1.11	100.0±0.00
0~12	98.3±0.96	98.9±1.11	99.4±0.56
0~16	96.7±0.96	98.3±0.96	99.4±0.56
0~20	96.7±0.96	97.8±0.56	98.3±0.96
0~24	96.7±0.96	97.8±0.56	97.8±0.56

\* Values are means±S.E.

## 2) 산란기

초산일령은 (Table 3-9)에서와 같이 T1구 186.0 일, T2구 185.7 일 및 T3구 186.7 일로 전기에 증체시키고 후기에 증체를 억제한 T1구가 표준적으로 증체시킨 T2구보다 0.3일 지연되었으며, 전기에 증체를 억제하고 후기에 증체시킨 T3구가 표준적으로 증체시킨 T2구보다 1.0일 지연되었으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 이는 농촌

진홍청(2000)이 저체중구가 초산일령이 1 주일 정도 지연되었다는 보고와는 상이한 결과였다.

Table 3-9. Sexual maturity

Items	T1	T2	T3
days	186.0±1.73	185.7±2.33	186.7±1.45

\* Values are means±S.E.

총산란율은 (Table 3-10)에서 보는바와 같이 32~40 주령에는 T1, T2 및 T3구가 각각 74.7%, 77.6% 및 78.4%였으며, 시험 전기간 동안에는 T1구 61.6%, T2구 61.1%, T3구 63.5%로 유의적인 차이는 보이지 않았으나, T3구가 T2구에 비하여 2.4% 높았는데, 전기에 증체를 억제하고 후기에 증체시킨 T3구가 다른 체중 조절 방법에 비하여 기간별로도 산란율이 높은 경향을 보였다.

이러한 시험결과는 Krishnappa 등(1992)이 성장기의 사료제한은 자유채식보다 산란율이 증가한다고 보고한 것과는 일치하였으나, 농촌진홍청(2000)이 육성시(15~30주령)의 저체중구가 54 주령까지의 산란율에서 표준체중구나 고체중구보다 낮았다고 보고한 결과와는 상이하었는데, 이러한 차이는 공시계종과 체중조절 개시주령이 달랐기 때문으로 사료된다.

Table 3-10. Total egg production(%)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	52.0±1.79	55.3±1.22	53.5±1.27
32~40	74.7±3.13	77.6±3.54	78.4±1.71
40~48	68.9±2.85	67.5±4.10	71.1±1.43
48~56	62.9±3.37	58.3±6.86	62.6±3.06
56~64	49.6±3.23	46.7±5.80	51.8±4.12
24~64	61.6±2.60	61.1±3.77	63.5±1.66

\* Values are means±S.E.

총산란수에서 연란, 파란 및 기형란을 제외한 정상란율은 (Table 3-11)에서와 같이 T1구 58.8%, T2구 58.2% 및 T3구 61.2%로 체중조절 방법에 따라 유의차를 보이지 않았으나 T3구가 T1구보다 2.4%, T2구보다 3.0% 높았다. 그리고 시험 전기간 동안에 기형란을 포함한 연·파란율은 (Table 3-12)에서와 같이 T1구, T2구 및 T3구가 각각 2.86%, 2.92% 및 2.30%로 시험구간에 유의차는 보이지 않았으나, 표준으로 증체시킨 T2구가 발생율이 가장 높았으며, T3구가 가장 적었다.

Table 3-11. Normal egg production(%)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	50.7±2.12	54.1±1.43	52.6±1.20
32~40	71.8±3.48	75.2±3.49	76.9±1.47
40~48	65.1±3.15	63.9±4.88	67.9±1.70
48~56	59.5±3.65	53.9±7.44	59.9±3.15
56~64	46.8±3.48	43.7±6.22	48.8±4.14
24~64	58.8±2.90	58.2±4.06	61.2±1.67

\* Values are means±S.E.

Table 3-12. Abnormal egg production(%)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	1.38±0.34	1.15±0.23	0.86±0.08
32~40	2.88±0.58	2.45±0.31	1.55±0.24
40~48	3.77±0.43	3.58±1.06	3.26±0.27
48~56	3.44±0.29	4.36±0.99	2.74±0.38
56~64	2.84±0.28	3.08±0.52	3.09±0.04
24~64	2.86±0.36	2.92±0.56	2.30±0.19

\* Values are means±S.E.

24~64 주령의 평균 난중은 (Table 3-13)에서와 같이 T1구 64.2 g, T2구 63.6 g 및 T3구 63.4 g으로 시험구간에 차이를 보이지 않았으나 T1구가 가장 무거웠는데, 난

중은 주령이 경과할수록 체중조절방법에 관계없이 증가하는 경향이였다.

56~64 주령의 기간별 평균 난중은 T1구 70.9 g, T2구 70.4 g 및 T3구 70.0 g으로 시험구간에 차이를 보이지 않았는데, 이것은 한국사양표준(가금, 2002)에서 종계의 60 주령 난중이 66.7 g이라고 한것보다는 난중이 무거웠다.

Table 3-13. Egg weight(g)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	53.6±0.57	53.1±0.50	53.5±0.14
32~40	61.9±0.62	61.2±0.30	61.3±0.20
40~48	65.9±0.63	64.9±0.64	64.6±0.23
48~56	68.6±0.46	68.5±0.93	67.6±0.17
56~64	70.9±0.32	70.4±0.66	70.0±0.39
24~64	64.2±0.48	63.6±0.60	63.4±0.12

\* Values are means±S.E.

Table 3-14. Viability(%)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	96.7±1.52	98.7±1.30	98.1±0.00
32~40	95.8±2.45	97.4±2.60	96.0±0.00
40~48	95.2±3.05	96.0±2.25	96.0±0.00
48~56	94.6±2.80	94.7±2.91	96.0±0.00
56~64	92.2±3.39	93.4±1.89	96.0±0.00

\* Values are means±S.E.

24 주부터 64 주까지의 성계생존율은 (Table 3-14)에서와 같이 T1구 92.2%, T2구 93.4% 및 T3구 96.0%로 T3구가 가장 높았으나 시험구간에 차이를 보이지 않았다.

산란기 동안의 부화생산성은 (Table 3-15)에서 보는바와 같이 입란대비 수정율은 37 주령의 경우 T1구, T2구 및 T3구가 각각 97.2%, 97.8% 및 98.3%로 T3구가 가장 높았으며, 부화율은 각각 87.2%, 89.7% 및 88.6%로 T2구가 가장 높았으나, 체중조절 방법에 따라서는 유의차를 보이지 않았다. 그리고 53 주령에는 T1구, T2구 및 T3구의 수정율은 각각 94.8%, 94.31% 및 95.2%였으며, 부화율은 각각 83.6%, 80.7% 및

85.7%로 T3구가 다른 시험구에 비하여 수정율과 부화율이 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다.

37 주령과 57 주령을 비교하였을 때 주령이 경과한 57 주령의 수정율과 부화율이 37 주령보다는 떨어지는 경향을 보였다.

이것은 Robinson 등(1995)이 발생 시부터 24 주령까지 체중을 달리하여 육성하였을 때 28 주령에서 58 주령의 부화율이 고체중구에서 높았다고 보고한 것과는 상이한 결과로서 체중조절 개시 주령과 사육환경의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

Table 3-15. Fertility and hatchability

Items	37 weeks			53 weeks		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Fertility(%)	97.2±1.47	97.8±0.27	98.3±0.49	94.8±0.62	94.3±0.40	95.2±1.96
Hatchability(%)	87.2±2.46	89.7±0.53	88.6±2.27	83.6±1.88	80.7±0.40	85.7±3.94

\* Values are means±S.E.

시험 기간 동안의 종란 생산수는 (Table 3-16)에서 보는바와 같이 T1구 158.0 개, T2구 157.3 개 및 T3구 167.9 개로서 T3구가 다른 시험구보다 9.9~10.6 개 많이 생산하였으나 유의차는 보이지 않았다.

또한 초생추 생산수수는 전기에 체중을 억제하였다가 후기에 목표체중에 도달시킨 T3구가 146.2 수로 전기에 체중을 증가시키다가 후기에 체중을 감소시켜 목표체중에 도달시킨 T1구의 135.2 수보다 11.0 수가 많았으며, 시험기간 동안 일정하게 체중을 증가시켜 목표체중에 도달시킨 T2구의 134.1 수보다 12.1 수가 많았다(Table 3-16).

이것은 Robinson 등(1995)이 발생 시부터 24 주령까지 체중을 달리하여 육성하였을 때 초생추 생산수는 저체중구가 유의적으로 낮았으며, 농촌진흥청(2000)이 15 주령부터 30 주령까지 체중을 달리하여 육성하였을 때 저체중구가 유의적으로 적었다고 보고한 것과는 상이한 결과로서 공시계종과 체중조절 개시주령이 달랐기 때문으로 사료되나 체중조절 강도와 개시 주령에 대한 좀더 많은 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

Table 3-16. Normal eggs and chicks produced per hen

Items	T1	T2	T3
Eggs	158.0±6.70	157.3±9.73	167.9±4.65
Chicks	135.2±8.65	134.1±8.45	146.2±1.86

\* Values are means±S.E.

## 2. 실험 2: 육성기 체중조절을 위한 실용적 사료급여 방법

### 가. 연구 목적

본 시험은 육성기 체중조절을 위한 실용적 사료급여 방법 구명으로 육용종계의 생산성을 향상시키기 위하여 수행하였다.

### 나. 연구 방법 및 재료

#### 1) 공시축과 시험기간

육용종계 초생추(로스)를 3반복, 반복당 60 수씩 총 540 수를 공시하여 2002년 2월 16일부터 2003년 5월 9일까지 대전소재 축산기술연구소 가금과 시험계사에서 64 주 동안 수행하였다.

#### 2) 시험설계

육용종계 육성시의 효과적인 사료급여 방법을 알아보기 위하여 (Table 3-17)에서와 같이 9~20주령에 사료급여 방법이 다른 T1구(100% 매일급여), T2구(점감점증 매일급여), T3구(200% 격일급여)의 3개 시험구를 두었다.



Table 3-17. Feeding program

Age(Weeks)	T1(every day)	T2(every day)	T3(skip-a-day)
	-----%-----		
9	100	99	200
10	100	98	200
11	100	97	200
12	100	96	200
13	100	95	200
14	100	96	200
15	100	97	200
16	100	98	200
17	100	99	200
18	100	100	200
19	100	100	200
20	100	100	200

### 3) 사양관리 및 점등

사양관리와 점등은 시험 1의 방법과 동일하였다.

### 4) 예방접종

백신은 1 일령 MD, IB+ND(점안), 6 일령 FP(단침), 11 일령 IBD(음수), 14 일령 IB+ND(음수), 21 일령 IBD(음수), 28 일령 IB+ND(음수), 33 일령 IBD(음수), 39 일령 라스타(음수), 46 일령 ILT+MG(점안), 61 일령 ND-K(근육), 74 일령 AEP(천자, 쌍침), 90 일령 ILT(점안), 105 일령 AE(음수), 115 일령 INE Oil(근육)을 실시하였다.

## 다. 연구 결과 및 고찰

### 1) 육성기

사료 급여 방법에 따른 체중 변화는 (Table 3-18)에서와 같이 12 주령에 T1구 1,117 g, T2구 1,090g, T3구 1,134 g으로 격일급여한 T3구가 T2구보다 유의적으로 무거웠으며(P<0.05), 20주령에는 T1구 2,087 g, T2구 2,044 g, T3구 2,039 g으로 T2구, T3구보다100% 매일급여한 T1구가 유의적으로 가벼웠다(P<0.05). 24 주까지의 체중은

T1구, T2구 및 T3구가 각각 2,649 g, 2,718 g 및 2,643 g으로 사료급여방법에 따라 차이를 보이지 않았다.

Table 3-18. Body weight(g)

Items	T1	T2	T3
0 week	33.4	33.4	33.4
4	382	382	382
8	729	736	724
12	1117 <sup>ab</sup>	1090 <sup>b</sup>	1134 <sup>a</sup>
16	1452	1404	1445
20	2087 <sup>a</sup>	2044 <sup>b</sup>	2039 <sup>b</sup>
24	2649	2718	2643

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $P < 0.05$ .

육성기 동안의 증체량은 (Table 3-19)에서와 같이 8~12 주령에 T1구 387.9 g, T2구 353.7 g, T3구 409.6 g으로 점감점증 매일 급여한 T2구가 다른 시험구에 비하여 유의적으로 낮았으며, 16~20 주령에는 T1구 634.4 g, T2구 639.7 g, T3구 593.3 g으로 격일급여한 T3구가 T1구나 T2구보다 증체량이 유의적으로 낮았으며( $P < 0.05$ ), 사료섭취량은 (Table 3-20)에서와 같이 T1구, T2구 및 T3구가 각각 10,422 g, 10,316 g 및 10,422 g으로 점감점증 매일 급여한 T2구가 T1구나 T3구보다 유의적으로 적게 섭취하였다( $P < 0.05$ ). 이러한 결과는 9 주령부터 18 주령까지 사료를 적게 급여하였기 때문이라고 생각된다.

사료 요구율은 (Table 3-21)에서 보는바와 같이 8~12 주령에 T1구 3.83, T2구 4.09, T3구 3.63으로 T2구가 T3구보다 유의적으로 높았으며( $P < 0.05$ ), 16~20 주령에는 T1구 3.81, T2구 3.76, T3구 4.08로 200% 격일 급여한 T3구가 T1구나 T2구보다 유의적으로 높았다( $P < 0.05$ ).

Table 3-19. Body weight gain(g)

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	349.0	349.0	349.0
4~ 8	347.0	354.0	342.0
8~12	387.9 <sup>a</sup>	353.7 <sup>b</sup>	409.6 <sup>a</sup>
12~16	335.0	314.2	311.3
16~20	634.4 <sup>a</sup>	639.7 <sup>a</sup>	593.3 <sup>b</sup>
20~24	562.4	674.0	604.4
0~24	2,616	2,684	2,609

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $P<0.05$ .

Table 3-20. Feed intake(g)

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	775.0	775.0	775.0
4~ 8	1155	1155	1155
8~12	1485 <sup>a</sup>	1443 <sup>b</sup>	1485 <sup>a</sup>
12~16	1725 <sup>a</sup>	1669 <sup>b</sup>	1725 <sup>a</sup>
16~20	2416 <sup>a</sup>	2408 <sup>b</sup>	2416 <sup>a</sup>
20~24	2866	2866	2866
0~24	10422 <sup>a</sup>	10316 <sup>b</sup>	10422 <sup>a</sup>

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $P<0.05$ .

그러나 전 기간 동안에는 T1구, T2구 및 T3구가 각각 3.98, 3.85 및 3.99로 유의차를 보이지 않았으나 점감점증 급여한 T2구가 다른 급여구보다는 개선되었다.

육성기의 수당 대사에너지 섭취량은(Table 3-22)에서 보는바와 같이 T1구 28,820 kcal, T2구 28,524 kcal, T3구 28,820 kcal로 T2구가 다른 시험구보다 296 kcal를 적게 섭취하여 유의차( $P<0.05$ )를 보였는데, 이러한 결과는 9 주령부터 18 주령까지 사료를 제한 급여하였기 때문이라고 생각된다.

Table 3-21. Feed conversion

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	2.22	2.22	2.22
4~ 8	3.33	3.26	3.38
8~12	3.83 <sup>ab</sup>	4.09 <sup>a</sup>	3.63 <sup>b</sup>
12~16	5.15	5.35	5.54
16~20	3.81 <sup>b</sup>	3.76 <sup>b</sup>	4.08 <sup>a</sup>
20~24	5.10	4.39	4.74
0~24	3.98	3.85	3.99

\* a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $P<0.05$ .

또한 단백질 섭취량은 (Table 3-23)에서와 같이 T1구, T2구 및 T3구가 각각 1,541 g, 1,525 g 및 1,541 g으로 T2구가 대사에너지 섭취량과 마찬가지로 다른 시험구보다 유의적으로 적게 섭취하였는데( $P<0.05$ ), 이것은 9 주령부터 18 주령까지 사료를 제한 급여하였기 때문이라고 생각된다.

Table 3-22. Energy intake(kcal)

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	2,224	2,224	2,224
4~ 8	3,274	3,274	3,274
8~12	4,158 <sup>a</sup>	4,040 <sup>b</sup>	4,158 <sup>a</sup>
12~16	4,830 <sup>a</sup>	4,673 <sup>b</sup>	4,830 <sup>a</sup>
16~20	6,523 <sup>a</sup>	6,502 <sup>b</sup>	6,523 <sup>a</sup>
20~24	7,810	7,810	7,810
0~24	28,820 <sup>a</sup>	28,524 <sup>b</sup>	28,820 <sup>a</sup>

\* a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $P<0.05$ .

Table 3-23. Protein intake(g)

Items	T1	T2	T3
0~ 4 week	140	140	140
4~ 8	191	191	191
8~12	223 <sup>a</sup>	216 <sup>b</sup>	223 <sup>a</sup>
12~16	259 <sup>a</sup>	250 <sup>b</sup>	259 <sup>a</sup>
16~20	314 <sup>a</sup>	313 <sup>b</sup>	314 <sup>a</sup>
20~24	416	416	416
0~24	1541 <sup>a</sup>	1525 <sup>b</sup>	1541 <sup>a</sup>

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05.

24주까지의 육성율은 (Table 3-24)에서와 같이 T1구 99.4%, T2구 99.4%, T3구 98.9%로 사료급여방법에 따라 통계적인 차이나 일정한 경향을 나타내지 않았다.

Table 3-24. Viability(%)

Items	T1	T2	T3
0~8 week	100.0±0.00	100.0±0.00	100.0±0.00
0~12	99.4±0.56	100.0±0.00	99.4±0.56
0~16	99.4±0.56	100.0±0.00	99.4±0.56
0~20	99.4±0.56	99.4±0.56	98.9±1.11
0~24	99.4±0.56	99.4±0.56	98.9±1.11

\* Values are means±S.E.

평균체중±10%의 범위에 들어가는 균일도는 (Table 3-25)에서 보는바와 같이 12주령에는 T1구 56.5, T2구 53.4, T3구 55.6으로 점감점증 제한급여한 T2구가 가장 낮았으며, 20주령에는 T1구 46.8, T2구 44.8, T3구 51.1로 200% 격일급여한 T3구의 균일도가 가장 우수하였다.

전체적으로 살펴볼 때 격일급여가 다른 급여방법보다는 균일도 개선효과가 우수함

을 보여주고 있는데, 이것은 격일급여가 매일급여보다는 사료섭취 경쟁을 완화시켜 주기 때문에 일어난 결과로 사료된다.

Table 3-25. Uniformity

Items	T1	T2	T3
8 week	54.2	55.0	57.6
12	56.6	53.4	55.6
16	43.2	46.3	53.7
20	46.8	44.8	51.1

2) 산란기

초산일령은 점감점증 급여한 T2구가 193.3일로 매일급여한 T1구의 190.3일보다 3.3일 지연되었으며, 200% 격일급여한 T3구는 194.7일로 T1구보다 4.7일 지연되었다 (Table 3-26). 이러한 시험 결과는 Wilson 등(1989)이 4주령에 격일 제한급여를 하였을 때 초산일령이 204일이었다고 보고한 것과는 초산일령이 상당히 빨랐다

Table 3-26. Sexual maturity(days)

Items	T1	T2	T3
days	190.3±0.67	193.3±2.33	194.7±2.19

\* Values are means±S.E.

총산란율은 (Table 3-27)에서 보는것과 같은데 24~32 주령에서는 T1구 52.4%, T2구 49.9%, T3구 47.0%로 격일급여한 T3구가 매일급여한 T1구보다 유의적으로 적었으나(P<0.05), 64 주령까지의 총산란율은 T1구, T2구 및 T3구가 각각 67.2%, 66.3% 및 65.3%로 급여방법에 따른 유의차를 보이지 않았다.

그리고 연관, 파란 및 기형란을 제외한 시험 전기간 동안의 정상란율은 (Table 3-28)에서 보는바와 같이 T1구 67.1%, T2구 66.3%, T3구 65.2%로 매일 급여한 T1구가 가장 높았으나 총산란율에서와 마찬가지로 급여방법에 따라 統計的인 유의차는 보이지 않았다.

Table 3-27. Total egg production(%)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	52.4 <sup>a</sup>	49.9 <sup>ab</sup>	47.0 <sup>b</sup>
32~40	80.8	80.9	81.9
40~48	76.1	77.9	76.0
48~56	69.5	67.2	65.1
56~64	59.1	57.7	58.7
24~64	67.2	66.3	65.3

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05.

또한 연란, 파란 및 기형란을 포함한 전 기간 동안의 기형란율은 (Table 3-29)에서 보는바와 같이 0.04~0.07% 범위로서 사료급여 방법에 따라 일정한 경향이나 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 3-28. Normal egg production(%)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	52.2 <sup>a</sup>	49.8 <sup>ab</sup>	46.9 <sup>b</sup>
32~40	80.8	80.8	81.9
40~48	76.0	77.9	76.0
48~56	69.5	67.2	65.1
56~64	59.1	57.7	58.7
24~64	67.1	66.3	65.2

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05.

시험기간 동안의 평균 난중은 (Table 3-30)에서 보는바와 같이 T1구, T2구 및 T3구가 각각 63.1g, 63.0g 및 62.7g으로 사료급여방법에 따라서 일정한 경향이나 통계적인 차이를 보이지 않았으나, 주령이 경과함에 따라 난중은 무거워지는 경향을 보였다.

Table 3-29. Abnormal egg production(%)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	0.17±0.05	0.06±0.01	0.09±0.04
32~40	0.03±0.02	0.06±0.05	0.04±0.02
40~48	0.09±0.03	0.03±0.00	0.05±0.02
48~56	0.02±0.02	0.02±0.01	0.01±0.01
56~64	0.01±0.01	0.03±0.02	0.01±0.01
24~64	0.07±0.01	0.04±0.01	0.04±0.02

\* Values are means±S.E.

Table 3-30. Egg weight(g)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	53.8	53.2	53.6
32~40	61.1	61.2	61.3
40~48	65.6	65.5	65.9
48~56	66.9	66.8	66.6
56~64	69.2 <sup>a</sup>	69.6 <sup>a</sup>	67.4 <sup>b</sup>
24~64	63.1	63.0	62.7

\*a,b Means with different superscripts in the same row are significantly different at P<0.05.

산란기 동안의 성계생존율은 (Table 3-31)에서 보는바와 같이 T1구 96.7%, T2구 98.9%, T3구 98.3%로서 시험구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 3-31. Viability(%)

Items	T1	T2	T3
24~32 week	98.3±0.96	99.4±0.56	98.9±0.56
32~40	97.8±0.56	99.4±0.56	98.9±0.56
40~48	97.8±0.56	99.4±0.56	98.9±0.56
48~56	96.7±0.96	98.9±0.56	98.9±0.56
56~64	96.7±0.96	98.9±0.56	98.3±0.96

\* Values are means±S.E.



부화생산성은 (Table 3-32)에서와 같이 34 주령의 경우 입란대비 수정율은 T1구, T2구 및 T3구가 각각 98.0%, 99.0% 및 99.0%, 부화율은 각각 92.0%, 89.3% 및 91.3%로 시험구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

54 주령의 입란대비 수정율은 T1구, T2구 및 T3구가 각각 98.0%, 96.0% 및 98.3%, 부화율은 각각 81.7%, 75.0% 및 83.3%로 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 격일급여한 T3구가 점감점증 매일 급여한 T2구보다 부화율이 8.3%높았다.

34 주령과 54 주령을 비교하였을 때 수정율은 주령의 경과에 따라 커다란 차이를 보이지 않았으나, 부화율은 주령이 경과할수록 현저하게 저하되는 경향을 보였다.

Table 3-32. Fertility and hatchability

Items	34 weeks			54 weeks		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Fertility(%)	98.0±0.58	99.0±1.00	99.0±0.58	98.0±0.58	96.0±1.53	98.3±0.88
Hatchability(%)	92.0±1.00	89.3±4.33	91.3±0.33	81.3±4.18	75.0±4.36	83.3±4.67

\* Values are means±S.E.

종란 및 초생추 생산수는 (Table 3-33)에서와 같은데 시험기간 동안의 종란 생산수는 T1구 184.9개, T2구 184.5개 및 T3구 181.1개로서 사료급여방법에 따라 통계적인 유의차는 보이지 않았으며, 초생추 생산수수는 T1구가 160.0수로 T2구의 151.3개보다 8.7수가 많았으며, T3구의 158.1수보다 1.9수가 많았다.

Table 3-33. Normal eggs and chicks produced per hen

Items	T1	T2	T3
Eggs	184.9±4.41	184.5±3.87	181.1±2.66
Chicks	160.0±1.45	151.3±4.48	158.1±3.35

\* Values are means±S.E.

### 3. 종합결과

#### 가. 시험 1 : 육성기의 체중조절 모형별 영양소 공급체계 확립

육성기의 체중조절 모형별이 산란기의 생산성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 64주 동안 수행하였는데, 24주 동안의 사료섭취량은 T3구(12주령까지 체중을 10% 억제하였다가 점차 증체시켜 20주령에 목표체중에 도달시키는 체중조절방법)가 T1구(12주령까지 체중을 10% 증가시킨 후 증체를 억제하여 20주령 목표체중에 도달시키는 체중조절방법)에 비하여 수당 55g을 적게 섭취하였으며, 초산일령은 다른 조절방법에 비하여 0.3~1.0일 지연되었다. 그리고 총산란율은 T3구가 다른 시험구보다 1.9~2.2% 향상되었으며, 기형란율은 0.56~0.62% 적게 발생하였고, 성계생존율은 T3구가 2.6~3.8% 높았다. 또한 초생추 생산수수는 T3구가 다른 시험구에 비하여 11.0~12.1수를 더 많이 생산하였다.

#### 나. 시험 2 : 육성기 체중조절을 위한 실용적 사료급여 방법

육성기 동안의 효과적인 사료급여 방법을 구명하기 위하여 64령 동안 시험을 수행하였는데 24주령 체중은 점감점증 급여한 T2구가 다른 급여방법보다 무거웠으며, 사료는 106g 적게 섭취하였다. 그러나 균일도는 격일급여한 T3구가 다른 급여방법보다 9.2~11.4% 개선되었으며, 초산일령은 1.4~4.4일 지연되었다.

산란기 동안의 총산란율은 T1구 67.2%, T2구 66.3% 및 T3구 65.3%로 유의차를 보이지 않았으며, 난중은 T1구, T2구 및 T3구가 각각 63.1, 63.0 및 62.7g으로 차이가 없었다. 그리고 성계생존율은 T1구 96.7%, T2구 98.9% 및 T3구 98.3%로 사료급여방법에 따라서 차이를 보이지 않았다.

34주령 입란대비 부화율은 T1구 92.0%, T2구 89.3% 및 T3구 91.3% 였으며, 54주령 부화율은 T1구 81.3%, T2구 75.0% 및 T3구 83.3%로서 입란대비 부화율은 주령이 경과할수록 감소하였다.

시험기간 동안의 종란생산수는 T1구 184.9개, T2구 184.5개 및 T3구 181.1개로서 급여방법에 따라 차이를 보이지 않았으며, 초생추 생산수수는 T1구, T2구 및 T3구가 각각 160.0수, 151.3수 및 158.1수로서 유의적인 차이를 보이지 않았으나 T1구가 다른 사료 급여방법에 비하여 1.9~8.7수를 더 많이 생산하였다

#### 4. 제 2 협동과제의 종합적 결론 및 고찰

육용종계의 육성기 체중조절은 전기에 체중을 감소시키다가 후기에 체중을 증가시켜 목표체중에 도달시키는 것이 다른 체중조절 방법보다 총산란율은 1.9~2.2% 향상되었으며, 기형란율은 0.56~0.62% 적게 발생하였고, 성계생존율은 2.6~3.8% 높았다. 또한 초생추 생산수수는 다른 시험구에 비하여 11.0~12.1 수를 더 많이 생산하였다. 그렇기 때문에 육용종계의 생산성을 향상시키기 위해서는 체중을 감소시켰다가 증가시키는 체중 조절 방법이 더 효과적이라 사료된다.

육성기 동안의 사료급여 방법에서 24 주령 체중은 점검점증 급여 방법이 다른 급여방법보다 무거웠으며, 사료는 106 g 적게 섭취하였다. 그리고 산란기 동안의 총산란율은 매일급여 방법 67.2%, 점검점증 급여방법 66.3% 및 격일급여 방법 65.3%로 유의차를 보이지 않았으며, 성계생존율은 매일급여 방법 96.7%, 점검점증 급여방법 98.9% 및 격일급여 방법 98.3%로 사료급여방법에 따라서 차이가 없었으며, 34 주령의 입란대비 부화율은 매일급여 방법, 점검점증 급여방법 및 격일급여 방법이 각각 92.0%, T2구 89.3% 및 T3구 91.3%였다. 그리고 수당 종란 생산수는 매일급여 방법 184.9개, 점검점증 급여방법 184.5 개 및 격일급여 방법 181.1 개로서 급여방법에 따라 차이를 보이지 않았으며, 초생추 생산수수는 매일급여 방법, 점검점증 급여방법 및 격일급여 방법이 각각 160.0 수, 151.3 수 및 158.1 수로서 유의적인 차이를 보이지 않았으나 매일급여 방법이 다른 사료 급여방법에 비하여 1.9~8.7 수를 더 많이 생산하였다. 그러나 노동력 절감측면에서는 육용종계의 육성시 격일급여 방법도 고려할 필요가 있다고 사료된다.

## 제 4 절 제 3 협동과제:

### 육용종계의 수정율·부화율 향상 방안 연구

#### 1. 실험 1: 종란 보관온도와 보관일수가 부화율에 미치는 영향

##### 가. 연구목적

육용종계의 사육규모가 전업화 또는 기업화됨에 따라 종란 취급시설의 자동화 필요성이 증대되고 있는 실정이다. 종란 취급시설을 우리 실정에 맞게 자동화하기 위해서는 우선 종란 취급시설을 단순화 및 대량화를 할 필요가 있으며, 이를 위해서는 종란의 보관온도와 보관기간에 대한 기초자료를 확립할 필요가 있다고 하겠다.

일반적으로 종란의 보관기간이 1주일이 넘는 경우 부화율이 감소한다는 보고들이 있다 (Funk, 1934; Funk and Forward, 1960; McDonald, 1960). 그러나 Lapao 등 (1999)은 실제 상업용 부화장에서 입란이 1일만 지연되어도 부화율이 감소함을 관찰하였으며, 이는 알부민의 품질이 저하되기 때문이라고 하였다. Meijerhoff (1992)의 종설에 의하면 종계장에서 수집된 종란을 부화장에서 2-3일간만 보관하여도 부화율이 일당 0.5% 비율로 감소된다고 하였다. Heier와 Jarp (2001)은 보관기간이 로스 육용종란의 부화율에 미치는 가장 중요한 요인이며, 보관기간이 1일 증가함에 따라 부화율은 0.7% 감소된다고 하였다.

보관기간과 보관온도의 상호작용에 관해서는 1주일이내 보관종란은 고온에서 보관하는 것이, 1주일 이상 보관종란은 저온에서 보관하는 것이 좋다고 여러 학자들이 보고하였다 (Olsen과 Haynes, 1948; Becker et al., 1967; Proudfoot, 1964, 1968). Proudfoot (1968)와 Reinhart와 Hurnik (1976)은 1주일이내 보관종란의 최적 보관온도는 15~16℃, 1주일 이상 보관종란의 최적 보관온도는 10~11℃로써, 이 때의 부화율이 가장 좋았다고 보고하였다. 우리나라에서는 김 등 (2000)이 재래닭의 종란 보관기간에 따른 부화율에 관한 연구가 있었을 뿐, 육계 종란에 관해서는 보관온도와 기간에 따른 부화율 향상에 관한 연구가 구체적으로 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구는 우리나라에서 많이 사육중인 로스 육용종계의 종란 보관온도와 기간이 부화율에 미치는 영향을 구명하여 앞으로 우리나라 육용종계의 생산성 향상을 위한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

## 나. 연구 방법 및 재료

### 1) 공시란의 확보

공시종란은 충남 보령시 청소면 진죽 215-5 소재 삼화농원으로부터 2000년 10월부터 2001년 2월까지 공급받았다. 로스 (Ross) 육용종계의 공시종란은 암탉 100수당 수탉 7수를 합사한 40주령 전후의 종계로부터 아침시간에 산란한 것을 수집하여 사용하였다. 실험에 사용한 부화기는 온도, 습도, 환기 및 전란이 자동으로 조절되는 국산 소형 부화기 (평농산업, 경기도 평택시 세교동 536번지 평택 송단내)를 사용하였다.

### 2) 실험설계

- 시험 1 : 종란 보관온도를 4℃로 고정한 후, 보관일수를 각각 3, 5, 7, 9일 4처리로 하였을 때 부화율에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 각 처리당 180개의 종란을 공시하였으며, 처리당 3반복, 반복당 60개의 종란을 공시하였다.
- 시험 2 : 종란 보관온도를 17℃로 고정한 후, 보관일수를 각각 3, 5, 7, 9일 4처리로 하였을 때 부화율에 미치는 영향을 조사하였다. 실험 1에서와 마찬가지로 각 처리당 180개의 종란을 공시하였고, 처리당 3반복, 반복당 60개의 종란을 공시하였다.
- 시험 3 : 종란 보관온도를 28℃로 고정한 후, 보관일수를 각각 3, 5, 7, 9일 4처리로 하였을 때 부화율에 미치는 영향을 조사하였다. 각 처리 당 3반복, 반복당 60개의 종란을 공시하였다.

### 3) 검란 및 부화조건

모든 시험에서 부화 6일째에 제 1회 검란을, 부화 12일째에 2회 검란을 실시하여 무정란과 발육중지란을 선별하였다. 부화 18일째 최종 검란으로 발육란을 골라 발생좌로 옮겼다. 부화온도와 상대습도는 각각 37.5℃와 55%로 조절하였고, 발생실의 온도와 상대습도는 각각 36.5℃와 75%로 조절하였다.

#### 4) 주요 조사항목

모든 시험에서 수정율, 무정관수, 발생중지관수 및 부화율을 조사하였다.

#### 5) 통계처리

시험 1, 2 및 3에서 얻어진 자료는 SAS package (1996)의 GLM procedure로 분산 분석을 실시하고, Duncan (1955)의 신다중검정법으로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

### 다. 연구 결과 및 고찰

#### 1) 시험 1 : 4℃에서 종란 보관일수가 부화율에 미치는 영향

로스 (Ross) 육계종란을 4℃에서 3, 5, 7 그리고 9일 보관한 후 부화하여 수정율과 부화율을 조사한 결과는 Table 4-1에 나타난 바와 같다. 종란 보관일수에 따른 수정율에는 차이가 없었으나 부화율은 종란 보관일수 5일부터 감소하였다. 따라서 종란을 4℃에 보관할 경우 3일 이상 보관하는 것은 부화율에 나쁜 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

Olsen과 Haynes (1948)는 종란을 -1.1℃에서 2~4일간 보관한 후 부화할 경우 부화율이 58%였고, 6~8일간 보관한 후 부화할 경우 부화율이 2.2%였다고 하였다. 한편 10℃에서 2~4일간 보관한 후 부화한 종란의 부화율은 81.5%였고, 6~8일간 보관한 후 부화한 종란의 부화율은 78.6%였다고 하였다. 그러나 Phillips (1945)는 종란을 0~4℃에 1~7일 보존할 경우 부화율에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 본 시험의 결과는 저온 보존이 부화율은 저하시킨다는 Olsen과 Haynes (1948)의 보고와 잘 일치하고 있다.

Table 4-1. Hatchability of Ross broiler breeder eggs as affected by storage at 4 °C (Trial 1)

Storage time (days)	No. of eggs	No. of unfertilized eggs <sup>1,2</sup>	Fertile eggs (%) <sup>1</sup>	No. of dead eggs during hatch <sup>1,2</sup>	Hatchability of fertile eggs (%) <sup>1</sup>
3	180	12.9±2.1	92.8±1.1	25.9±2.9 <sup>b</sup>	84.5±2.5 <sup>a</sup>
5	180	18.9±2.1	89.5±1.1	53.8±5.0 <sup>a</sup>	66.6±4.2 <sup>b</sup>
7	180	14.6±4.8	91.9±4.3	59.7±5.3 <sup>a</sup>	63.9±4.2 <sup>b</sup>
9	180	18.0±3.0	90.0±1.7	66.1±3.4 <sup>a</sup>	59.2±3.4 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Means±SE (n = 3).

<sup>2</sup>No. of unfertilized and dead eggs were counted at 6 and 12 days during hatch.

<sup>ab</sup>Means in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

## 2) 시험 2 : 17°C에서 종란 보관일수가 부화율에 미치는 영향

로스 육계종란을 17°C에서 3, 5, 7 그리고 9일 보관 후 부화하여 수정율과 부화율을 조사한 결과는 Table 4-2에 나타난 바와 같다. 종란 보관일수에 따른 수정율과 부화율에 차이가 없었으며 17°C에 보관할 경우 9일까지 종란을 보관할 수 있음을 입증하였다.

Olsen과 Haynes (1948)는 10°C가 종란보관 최적온도라고 보고하였으며, Proudfoot (1968) 그리고 Reinhart와 Humnik (1976)은 종란 보관기간이 1주일 이내일 때 15~16°C가 최적 보관온도이며, 1주일이상 일 때는 10~11°C가 최적 보관온도라고 보고하였다.

실험 2는 종란의 실온 보관 가능성을 검토하기 위하여 17°C에서 실시한 바, 종란을 1주일이내 보관하고자 할 때에는 15~16°C가 최적 보관온도라는 Proudfoot (1968) 그리고 Reinhart와 Humnik (1976)의 보고와 잘 일치하고 있다.

Table 4-2. Hatchability of Ross broiler eggs as affected by storage at 17°C (Trial 2)

Storage time (days)	No. of eggs	No. of unfertilized eggs <sup>1,2</sup>	Fertile eggs (%) <sup>1</sup>	No. of dead eggs during hatch <sup>1,2</sup>	Hatchability of fertile eggs (%) <sup>1</sup>
3	180	7.6±3.8	95.8±3.1	18.4±2.1	90.5±0.9
5	180	1.1±0.9	99.4±0.6	14.8±5.0	91.7±3.5
7	180	5.9±1.8	96.7±1.0	17.1±2.7	90.2±1.6
9	180	2.0±1.8	98.9±1.1	24.6±5.2	86.2±4.6

<sup>1</sup>Means±SE (n = 3).

<sup>2</sup>No. of unfertilized and dead eggs were counted at 6 and 12 days during hatch.

### 3) 시험 3 : 28°C에서 종란 보관일수가 부화율에 미치는 영향

로스 육계 종란을 28°C에서 3, 5, 7 그리고 9일 보관한 후 부화하여 수정율과 부화율을 조사한 결과는 Table 4-3에 나타난 바와 같다.

28°C에서 종란 보관일수에 따른 부화율은 보관일수 9일부터 감소하였다. 따라서 종란을 고온에서 보관할 경우 7일 이상 보관하는 것은 부화율에 나쁜 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

Johar 등 (1973)은 White Leghorn과 New Hampshire 종란을 1~10일 동안 보관했을 때 7°C에 보관한 종란이 23°C나 33°C에 보관한 종란보다 부화율이 높았으며, 33°C에서 5일 이상 보관했을 때 부화중 배아의 사망률이 증가하였다고 보고하였다. 또한 33°C에서 10일간 보관하였을 때 부화중 모든 배아는 사망하였다고 보고하였다. 그러나 Mayes와 Takeballi (1984)는 최대의 부화율을 얻기 위해서는 보관기간이 짧으면 짧을 수록 높은 온도의 보관이 좋다고 보고하였다.

시험 3의 결과로 28°C에서 종란을 보관할 때, 보관기간이 7일까지는 Table 4-2의 17°C에서와 비슷한 부화율을 나타내어서 짧은 기간 보관할 때는 고온 보관이 부화율에 나쁜 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 4°C에서 종란을 보관할 때는 보관기간이 3일을 초과할



경우 부화율이 감소하며, 28℃ 에서 7일 이상 종란을 보관하는 것은 부화율의 급감을 초래한다고 하겠다. 그러나 17℃에서는 종란을 9일 동안 보관하여도 부화율의 감소가 나타나지 않았다.

Table 4-3. Hatchability of Ross broiler eggs as affected by storage at 28℃ (Trial 3)

Storage time (days)	No. of eggs	No. of unfertilized eggs <sup>1,2</sup>	Fertile eggs (%) <sup>1</sup>	No. of dead eggs during hatch <sup>1,2</sup>	Hatchability of fertile eggs (%) <sup>1</sup>
3	180	12.1±3.0	93.3±2.6	14.9±1.8 <sup>b</sup>	91.1± 1.0 <sup>a</sup>
5	180	7.4±2.1	95.9±1.1	24.3±4.8 <sup>b</sup>	85.9± 3.1 <sup>a</sup>
7	180	9.9±3.3	94.5±2.8	25.7±4.4 <sup>b</sup>	84.9± 3.4 <sup>a</sup>
9	180	9.9±2.7	94.5±1.5	67.5±6.6 <sup>a</sup>	60.3±13.8 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Means±SE (n = 3).

<sup>2</sup>No. of unfertilized and dead eggs were counted at 6 and 12 days during hatch.

<sup>ab</sup>Means in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

#### 라. 적 요

본 실험은 실용 육용종계 (Ross)의 종란 보관온도와 보관기간이 부화율에 미치는 영향을 구명하고자 하였다. 실험 1에서는 4℃에서 종란을 3, 5, 7 및 9일 보관하였을 때 부화율을 조사하였던 바, 3일 보관한 종란의 부화율이 다른 처리구보다 유의하게 우수하였다 (P<0.05). 실험 2에서는 17℃에서 3, 5, 7 및 9일 동안 보관하였던 바, 보관기간에 관계없이 부화율이 감소하지 않았다. 실험 3에서는 28℃에서 종란을 3, 5, 7 및 9일 동안 보관하였던 바, 9일 동안 보관한 종란에서 부화율의 감소가 나타났다. 따라서 9일 이상 보관하는 육용종계 종란은 17℃에 보관하는 것이 우수한 부화율을 유지할 수 있음을 입증하였다.

## 2. 실험 2: 계절별 종웅계의 정액성상에 관한 연구

### 가. 연구 목적

국내의 경우 육용종계를 평사에서 사육할 경우 40-50주령 이후에 수정율의 저하가 발생하는 것으로 알려져 있으며, 그 저하율은 대략 7% 내외인 것으로 보고되고 있다 (축산기술연구소, 2000). 우리나라와 같이 4계절이 명확한 환경하에서 종계의 수정능력 역시 영향을 받을 것으로 추측되어진다. 특히 고온다습한 여름철의 경우, 고온에 따른 열스트레스 (대략 30℃)로 육용종계의 수정율이 떨어지는 것으로 알려져 있다. 열스트레스는 육용종계 수컷의 체온을 증가시키면서 정액생산을 낮추며 (McDaniel 등, 1995, 1996), Karaka 등(2002)도 열스트레스에 의한 체온증가가 정액성상과 수정율에 부의 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서 본 연구는 먼저 육용종계 수컷의 정액성상을 계절별로 조사한 후, 각 계절별 정액성상이 종란의 수정율에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 이와 더불어, 우수 종웅계 정액의 이용가치를 높이기 위한 기초자료로서 계절별로 얻어진 정액을 5℃로 저온보존시 정액의 활력 그리고 수정율 및 부화율에 미치는 영향을 조사하였다.

### 나. 연구 방법 및 재료

#### 1) 공시종계의 확보 및 실험구 배치

로스 (Ross) 종웅계 (40주령) 10수와 종빈계 (40주령) 60수를 케이지에 사육하면서 정액채취는 1주일에 2회씩 실시하였다. 계절별로 정자의 내동성과 ATP 분석은 10수의 종웅계에서 3반복으로 실시하였다. 혈액은 10수의 종웅계에서 10 ml씩 계절별로 1주일에 1회씩 3번 채취한 후 혈청을 분리하여 FSH, LH 및 testosterone 농도를 조사하였다.

#### 2) 인공수정과 부화

인공수정은 1주일에 2회 액상정액을 이용하여 실시하였으며, 정자의 농도는 1억이 포함되도록 하여 0.2 ml의 정액을 주입하였다. 종란은 보관온도 11~18℃, 보관기간 4~6일로 하여 입란 후 12일째 검란을 실시하여 수정율과 발육중지율을 조사하였으

며, 입란 후 21일째 부화율을 조사하였다.

### 3) 주요 조사항목

정액량, 정자농도, 정자운동성, ATP, FSH, LH, testosterone, 정자의 내동성, 수정  
율

#### 다. 연구 결과 및 고찰

로스 종용계의 계절별 정액 특성은 Table 4-4에 나타난 바와 같이 여름철의 정액  
량과 정자농도가 봄, 가을, 겨울철에 비하여 낮은 것으로 나타났다. 그러나 운동성에  
있어서는 계절간에 차이가 인정되지 않았다.

로스 종용계의 계절별 ATP, FSH, LH 및 testosterone 농도변화는 Table 4-5에  
나타난 바와 같다. 정자의 ATP 함량은 계절간에 차이가 인정되지 않았으며, FSH,  
LH 및 testosterone의 농도는 여름철이 봄, 가을, 겨울에 비하여 낮았다.

로스 종용계의 5°C 보존시 액상정액의 정자운동성, 수정율 및 수정율 대비 부화율  
은 Table 4-6에서 나타난 바와 같이 여름철이 봄, 여름, 가을철에 비하여 낮았다.

Table 4-4. Seasonal semen characteristics in male Ross broiler breeders

Season	Semen (ml) <sup>1</sup>	Sperm concentration ( $\times 10^8$ /ml) <sup>1</sup>	Motility of sperm (%) <sup>1</sup>
Spring	0.41 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	26.4 $\pm$ 3.75 <sup>a</sup>	93.5 $\pm$ 0.96
Summer	0.26 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>	13.7 $\pm$ 3.15 <sup>b</sup>	88.9 $\pm$ 2.67
Autumn	0.45 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	28.5 $\pm$ 4.12 <sup>a</sup>	93.3 $\pm$ 0.95
Winter	0.48 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	25.8 $\pm$ 3.51 <sup>a</sup>	91.9 $\pm$ 1.35

<sup>1</sup>Semen were collected from 10 male broiler breeders and repeated three times per  
collection time of each season. Values are expressed as means $\pm$ SE.

<sup>ab</sup>Means in the same column with different superscripts differ significantly  
(P<0.05).

Table 4-5. Seasonal variation of concentration of ATP, FSH, LH and testosterone in male broiler breeder

Season	ATP concentration in Sperm ( $\mu\text{g}/10^8$ sperm) <sup>1</sup>	FSH (log ng/ml) <sup>2</sup>	LH (log ng/ml) <sup>2</sup>	Testosterone (ng/ml) <sup>2</sup>
Spring	0.65±0.13	0.65±0.11 <sup>a</sup>	0.85±0.12 <sup>a</sup>	4.95±0.64 <sup>a</sup>
Summer	0.60±0.09	0.38±0.06 <sup>b</sup>	0.43±0.08 <sup>b</sup>	2.40±0.30 <sup>b</sup>
Autumn	0.68±0.10	0.71±0.10 <sup>a</sup>	0.79±0.13 <sup>a</sup>	4.60±0.58 <sup>a</sup>
Winter	0.62±0.12	0.69±0.15 <sup>a</sup>	0.81±0.14 <sup>a</sup>	4.38±0.62 <sup>a</sup>

<sup>1,2</sup>Sperm and serum were collected from 10 male broiler breeder and repeated three times per collection time of each season. Values are expressed as means ( $\pm$ SE).

<sup>ab</sup>Means in a same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

Table 4-6. Effects of semen that preserved at 5°C on subsequent sperm motility, fertility and hatchability of fertile eggs

Season	Motility of sperm <sup>1</sup>	No. of egg <sup>2</sup>	Fertility (%)	Fertile hatchability (%)
Spring	94.0±1.2 <sup>a</sup>	240	94.3±0.5 <sup>a</sup>	91.5±1.6 <sup>a</sup>
Summer	82.5±2.4 <sup>b</sup>	240	81.5±0.7 <sup>b</sup>	79.6±2.7 <sup>b</sup>
Autumn	95.8±1.5 <sup>a</sup>	240	93.5±0.4 <sup>a</sup>	90.3±1.8 <sup>a</sup>
Winter	94.5±1.6 <sup>a</sup>	240	94.0±0.6 <sup>a</sup>	91.6±1.7 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Motility of sperm was monitored after semens were diluted with skim milk-glucose solution and subsequently stored 5 C for 6 hours. Values are expressed as means( $\pm$ SE).

<sup>2</sup> No. of eggs was 60 per replicate with four replicates per seasonal treatment.

<sup>ab</sup>Means in a same column with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

## 라. 적 요

본 실험은 육용종계의 정액성상을 계절별로 조사한 후, 각 계절별 정액성상이 종란의 수정율에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 여름철의 정액량과 정자농도는 봄, 가을, 겨울철에 비하여 낮게 조사되었으나, 운동성은 계절간 유의차가 없었다 ( $P>0.05$ ). 육용종계 호르몬(FSH, LH, testosterone)의 농도는 여름철에 가장 낮게 조사되었다( $P<0.05$ ). 각 계절별로 얻어진 정액을 5. C로 보존시 액상정액의 수정율과 부화율은 여름철에 가장 낮았으며, 봄, 여름, 겨울에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

## 3. 실험 3: 종용계 정자의 동결보존에 관한 연구(2차년도)

### 가. 연구 목적

닭의 인공수정은 순계의 유지에 주로 사용되어져 왔으나(Leeson과 Summers 2000), 최근에는 실용육계를 생산하는 일부의 농장과 산란계 농장에서 활용되고 있다(김학규, 2002). 닭의 인공수정은 대부분 원정액을 가지고 실시하는 바, 소량주입에 따른 어려움이 있으며, 보존 시간이 짧아서 인공수정하는 시간이 지체되거나 하는 문제점이 있다. 특히 여름철에는 정자의 정액성상이 빠르게 저하되어 수정율이 더욱 낮아지는 문제점이 있다(이봉덕, 2003). 이와는 달리, 희석정액은 인공수정시 1회 주입량을 증가시켜 시술이 용이하고, 인공수정에 필요한 적정량의 정자만을 이용할 수 있으나 희석 정액을 일정기간 보존할 수 있는 기술이 확립되어야 한다(김학규, 2002). 앞선 실험결과에 따르면 종용계 정액을 희석하여 5°C에 6시간 저장시 정자의 활력은 82 - 95%의 범위를 나타냈으며 종란의 수정율은 81.5 - 94.3%로 조사되었다(이봉덕, 2003).

육용종계에서 동결정액의 사용은 우수 종용계 선발효과를 극대화할 수 있는 잠재성이 이미 알려져 있다. 그러나 이에 대한 연구는 극히 제한되어있으며, 아직까지 동결정액의 산업화는 아직 미흡한 실정이다. Lake 등 (1981)은 닭 정액을 동결보존하여 장기적인 보관이 가능하다면 우수하고 유용한 유전자를 저렴한 가격으로 지구촌 곳곳에 공급할 수 있다고 하였다. Buss (1993)는 닭 정자의 동결보존을 성공시키기 위한 요건으로 좋은 희석액 선택, 적합한 항동해제의 사용, 동결·융해방법에 대한 기술개발과 항동해제의 제거방법에 있다고 하였다. 지금까지 연구결과에 따르면, 동결정액을

사용할 때 종란의 수정율은 상당한 변이를 나타내고 있다. 즉, Van Voorst와 Leenstra (1995a,b)는 동결정액을 사용하여 80 - 93%의 높은 수정율을 보고하였으며, Gill 등 (1996)은 62 - 65% 수정율을 나타내었다. 이와는 반면 20 ~ 30% 미만의 수정율도 보고된 바 있으며 (Kurbatov 등, 1976, 1979), 김학규 (2002)는 정액의 동결보존이 재래닭의 번식능력에 미치는 시험에서 동결보존정액을 사용하여 10%정도의 수정율을 보고하였다.

따라서 본 연구는 원정액과 동결정액을 이용하여 인공수정시 육용종계의 수정율에 미치는 영향을 비교·조사하여 동결정액의 산업화 적용 가능성에 대한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

## 나. 연구 방법 및 재료

### 1) 공시종계의 확보 및 실험구 배치

(주)삼화농원으로부터 공급받은 로스(Ross) 종용계(40주령) 5수와 종빈계(40주령) 60수를 케이지에 사육하였다. 정액채취는 1주일에 2회씩 실시하였으며 채취된 정액은 각각 원정액 및 동결정액으로 처리하여 인공수정에 사용하였다. 본 실험은 2처리(원정액 및 동결정액)로 하여 처리당 6반복, 반복당 5수의 종빈계를 공시하여 각각 인공수정을 실시하였다.

인공수정을 2회 실시후 24시간 후부터 종란을 수집하였으며, 수집된 종란은 훈증소독을 거쳐 종란 보관실에 저장하였다. 생산된 종란중 반복당 30개를 선발하여, 처리당 180개의 종란을 부화에 공시하였다. 입란후 10일째에 검란을 하여서 수정율 및 발육증지율을 조사하였고, 21일째 부화율을 조사하였다.

### 2) 인공수정 방법

인공수정은 원정액의 경우 1억의 정자가 포함된 0.02 mL 정액을 1주일에 2회, 동결정액의 경우 2억의 정자가 포함된 0.1 mL 정액을 1주일에 2회 실시하였다.

### 3) 동결-용해 희석액 성분

동결-용해 희석액의 성분은 Table 4-7에 나타나 있다.

Table 4-7. Compositions of freezing and thawing diluents

Ingredients	Prefreezing Lake's	Freezing Lake's	Thawing Lake's
	diluent	diluent	diluent
Magnesium acetate	0.070g	0.070g	0.080g
Sodium glutamate	1.920g	1.920g	1.520g
Potassium acetate	0.500g	0.500g	-
D-fructose	0.800g	0.800g	-
Polyvinyl pyrrolidone	0.300g	0.300g	-
Glycerol	-	22.0ml	-
Tripotassium citrate	-	-	0.128g
Glucose	-	-	0.600g
Bes N, N-bis[2-hydroxyethyl] -2-aminoethanesulfonic acid	-	-	3.050g
NaOH	-	-	5.80ml
Distilled water	100ml	100ml	100ml

#### 4) 동결-융해방법 및 정액의 평가

##### 가) 정액의 평가

정액량은 눈금이 있는 5 mL 정액관으로 정액을 채취하여 육안관찰로 결정하였다. 정자의 운동은 현미경배율을 100×로 하여 검경하고 이를 녹화한 다음 모니터를 통하여 반복하여 운동성을 관찰하였다. 정자농도는 채취된 정액을 2% 식염수에 500배 희석 후 스펙트로포토메타 (Spectronic 20D<sup>+</sup>, Spectronic Instruments, Inc., USA)로 흡광도를 조사한 다음 미리 계산된 조사표에 의하여 산출하였다. 시험기간동안 육용종계로부터 채취한 수당 평균 정액량, 정액농도, 및 정자운동성은 Table 4-8에 제시하였다.

##### 나) 정액의 동결방법

동결전 희석배율은 정액과 희석액의 비율이 1 : 1 ~ 1 : 5 범위를 넘지 않도록 하였다. 정액과 희석액을 20℃ 온도에서 원정액 1 또는 2 mL을 prefreezing Lake's diluent(Table 4-7) 1 또는 2 mL로 1차 희석하였다. 상온에서 1차 희석된 정액을 30

분 이내에 5분간에 걸쳐 5°C로 빠르게 냉각하고, 2 또는 4 mL 1차 희석액에 2 또는 4 mL의 freezing Lake's diluent(2차 희석액)를 첨가하여 5 °C에서 희석하였다. 동결 정액의 포장용기로는 0.5 mL 스트로(FHK, Japan)를 사용하였다. 동결방법으로는 액체질소 상단 5cm에서 20분간 동결 후 -196°C의 액체질소에 보관하였다(김학규 등, 1989).

#### 다) 동결정액 용해방법

액체질소에 보관된 정액을 4°C 수조에서 3분간 용해하고 용해된 정액은 Thawing Lake's solution으로 서서히 희석하였다(정액 1: 희석액 20). 4°C에서 1500 rpm으로 15분간 원심분리하여 그리세롤을 제거한 후, pellet을 100 µL의 thawing Lake's solution으로 희석하여 4°C에서 운동성 관찰하였다. 인공수정 주입정액량은 0.1 mL로 주입정자수는 2억으로 하였다.

#### 5) 주요조사항목

원정액과 동결정액을 인공수정하여 얻어진 종란에서 각각 수정율, 무정란수, 발생 중지란수 및 부화율을 조사하였다.

#### 6) 통계처리

실험에서 얻어진 자료는 T-검정법을 이용하여 5% 수준에서 유의성 검정을 하였다.

#### 다. 연구 결과 및 고찰

종용계의 정액특성은 Table 4-8에 나타난 바와 같이 개체간에 정액량, mL당 정자 농도에 있어서 차이를 나타내었으나 운동성에서는 차이가 없었다. 이러한 결과는 Benoff 등 (1981)이 닭 정액은 개체간에 많은 차이가 난다고 보고한 것과 일치하는 것이다. 원래는 종용계 10수를 사용하고자 하였으나, 5수는 정액채취가 불량하여 성적에서 제외하였다.



Table 4-8. Semen characteristics of Ross male broiler breeders

Individual <sup>1</sup>	Semen (ml)	Sperm concentration ( $\times 10^8/ml$ )	Motility (%)
1	0.31 $\pm$ 0.11	26.4 $\pm$ 3.78	93.3 $\pm$ 0.95
2	0.50 $\pm$ 0.13	25.6 $\pm$ 4.06	91.7 $\pm$ 1.36
3	0.28 $\pm$ 0.10	28.9 $\pm$ 3.98	91.7 $\pm$ 1.36
4	0.26 $\pm$ 0.10	13.7 $\pm$ 4.15	88.6 $\pm$ 2.67
5	0.48 $\pm$ 0.12	21.3 $\pm$ 3.51	93.3 $\pm$ 0.95
Average	0.37 $\pm$ 0.12	23.2 $\pm$ 3.90	91.7 $\pm$ 1.46

<sup>1</sup>Data on five male broiler breeders were omitted due to a low production of semen.

원정액 또는 동결정액을 사용하여 육용종계 암컷에 인공수정시 종란의 수정율, 무정란수, 발생중지란수 및 부화율에 미치는 영향을 Table 4-9에 제시하였다. 동결정액에 의한 수정율 및 부화율은 68.0 및 47.1%로 이는 원정액의 77 및 54%에 해당하였다( $P<0.05$ ). 그리고 동결정액을 이용한 인공수정시 무수정란수는 원정액에서 보다 2.7배 유의적으로 높았으며 발생중지란수도 3.2배 높았다( $P<0.05$ ). 동결정액을 이용한 인공수정시 보여준 낮은 수정율과 부화율은 높은 무정란수와 발생중지란수 발생인 것으로 나타났다 (Table 4-9).

Van Voorst와 Leenstra (1995a,b)는 동결정액을 사용하여 80 - 93%의 높은 수정율을 보고하였으며 Gill 등 (1996)도 동결보존 정액을 인공수정하여 62 - 65% 수정율을 보고하였다. 이와는 반면 20 ~ 30% 미만의 수정율도 보고되었으며 (Kurbatov 등, 1976, 1979), 김학규 (2002)는 정액의 동결보존이 재래닭의 번식능력에 미치는 시험에서 동결보존정액을 사용하여 10% 정도의 수정율을 보고하였다. 본 실험에서 동결정액을 인공수정하여 68%의 수정율을 나타내었는데 이는 기존에 보고된 결과들 (Kurbatov 등, 1976, 1979; 김학규, 2002)과 비교하여 우수한 것으로 향후 육용종계 동결정액의 실용화 가능성을 제시하였다.

Table 4-9. Effects of artificial insemination using either fresh or frozen semen on subsequent fertility and hatchability of Ross broiler breeder eggs

Semen	No. of eggs	No. of unfertilized eggs	Fertility (%)	No. of dead eggs during hatch	Hatchability of fertile eggs(%)
Fresh	180	3.5±0.33 <sup>b</sup>	88.3±3.21 <sup>a</sup>	3.4±0.85 <sup>b</sup>	87.2±2.36a
Frozen	180	9.6±2.45 <sup>a</sup>	68.0±4.25 <sup>b</sup>	10.8±1.26 <sup>a</sup>	47.1±3.24b

<sup>1</sup> No. of eggs per replicate was 30 with 6 replicates per treatment. Values are expressed as mean±SE.

<sup>ab</sup> Means in a same column with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

#### 라. 적 요

본 시험은 육용종용계의 원정액과 동결정액을 이용하여 인공수정시 종란의 수정율에 미치는 영향을 비교·조사하여 동결정액의 산업화 적용 가능성에 대한 기초자료를 제공하고자 실시하였다. 5수의 로스 육용종용계에서 얻어진 정액을 원정액 및 동결정액으로 처리하여 각각 30수 썩의 육용종빈계에 인공수정하였다. 종란은 정액처리당 총 180개를 입란하였으며, 입란 후 10일째에 검란하여 수정율 및 발육중지율을, 21일째 부화율을 조사하였다. 동결정액에 의한 수정율 및 부화율은 68.0 및 47.1%로 이는 원정액처리구의 88.3 및 87.2% 보다 유의하게 낮았다. 또한 동결정액을 이용하여 인공수정을 시켰을 때 무수정란수는 원정액을 사용하였을 때 보다 2.7배 유의적으로 높았으며 발생중지란수도 3.2배 높았다( $P<0.05$ ). 원정액과 비교하여 동결정액을 이용한 인공수정시 보여준 높은 무정란수와 발생중지란수를 개선하기 위한 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

### 4. 실험 4: 계절별 집란횟수가 부화율에 미치는 영향

#### 가. 연구 목적

일반적으로 국내 종계업의 경우 종란의 집란횟수는 오전과 오후 대략 2회인 것으로 조사되고 있는데 (축산기술연구소, 2000), 이는 육용종계 사양관리 지침서에 제시

된 최소 일일 4회집란에 비하여 낮은 것이다 (Ross, 2001). 집란횟수가 빈번할 수록 종란이 난상에 머무르는 시간이 줄어들어 결국 세균에 의한 감염기회가 줄어들 것으로 사료된다. 부주의한 종란취급으로 인한 세균감염은 수정율의 저하와 약추발생의 원인이 되기도 한다. 즉, 종란의 집란횟수에 따라 종란의 수정율이 크게 영향을 받을 것으로 사료되어진다. 그러나, 이를 뒷받침할 수 있는 연구결과는 없는 실정이기 때문에 본 연구는 계절별 집란횟수가 종란의 부화율에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

## 나. 연구 방법 및 재료

### 1) 공시종란의 확보 및 실험구 배치

공시종란은 충남 서산시 인지면 애정리 119번지 소재 신영농장으로부터 공급받았다. 로스 (Ross)종란의 집란은 하루중 2회 (10:00, 16:00), 3회 (10:00, 13:00, 16:00) 그리고 4회 (8:00, 10:00, 13:00, 16:00)로 나누어 실시하였고, 집란 후 16~21 °C에서 4~6일 보관한 후 부화에 공시하였다. 각 계절별로 각 처리당 450개의 종란을 공시하였으며, 처리당 3반복, 반복당 150개의 종란을 공시하였다. 부화는 신영농장에서 수행하였다.

### 2) 검란 및 부화조건

부화 6일째에 제1회 검란을, 부화 12일째에 제2회 검란을 실시하여 무정란과 발육 중지란을 선별하였다. 부화 18일째 최종 검란으로 발육란을 골라 발생좌로 옮겼다. 부화온도와 상대습도는 각각 37.5°C와 55%로 조절하였고, 발생실의 온도와 상대습도는 각각 36.5°C와 75%로 조절하였다.

### 3) 주요 조사항목

수정율, 무정란 수, 발생중란 수 및 부화율을 조사하였다.

## 다. 연구 결과 및 고찰

봄철 집란횟수가 부화율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4-10에 나타난 바와 같이 수정율, 중지율, 약추율, 수정란 대비 부화율 그리고 입란대비 부화율간에 차

이점을 발견할 수 없었다.

Table 4-10. Influence of frequency of egg collection on hatchability of broiler breeder eggs that collected during the spring period

Frequency of egg collection <sup>1</sup>	No. of eggs <sup>2</sup>	Fertility (%) <sup>3</sup>	Dead eggs during hatch (%) <sup>3</sup>	Weak chicks hatched (%) <sup>3</sup>	Fertile hatchability (%)	Hatchability of all eggs set (%)
2	450	97.3±0.80	2.7±0.7	0.9±0.4	95.2±3.0	92.0±4.3
3	450	97.8±0.50	2.7±0.0	0.4±0.4	94.5±4.1	91.5±3.5
4	450	96.0±0.38	3.1±1.0	0.0±0.0	94.3±1.8	91.4±2.6

<sup>1</sup>Two time collection was done at 10:00 and 16:00. Three time collection was done at 10:00, 13:00 and 16:00; four time collection at 08:00, 10:00, 13:00 and 16:00 .

<sup>2</sup>Each treatment consisted of 3 replicates with 150 eggs per replicate.

<sup>3</sup>Mean±SE.

여름철 집란횟수가 부화율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4-11에 나타난 바와 같이 수정율, 중지율, 약추율, 수정란 대비 부화율 그리고 입란대비 부화율에서 차이점을 발견할 수 없었다.

Table 4-11. Influence of frequency of egg collection on hatchability of broiler breeder eggs that collected during the summer period

Frequency of egg collection <sup>1</sup>	No. of eggs set <sup>2</sup>	Fertility (%) <sup>3</sup>	Dead eggs during hatch (%) <sup>3</sup>	Weak chicks hatched (%) <sup>3</sup>	Fertile Hatchability (%)	Hatchability of all eggs set (%)
2	450	96.3±0.6	3.1±1.0	0.5±0.3	93.0±3.5	90.0±3.8
3	450	96.3±0.6	3.1±0.7	0.4±0.2	92.5±2.0	90.4±2.5
4	450	95.8±0.4	3.5±1.5	0.2±0.1	93.2±1.7	90.0±3.8

<sup>1</sup>Two time collection was done at 10:00 and 16:00. Three time collection was done at 10:00, 13:00 and 16:00; and four time collection at 08:00, 10:00, 13:00, and 16:00.

<sup>2</sup>Each treatment consisted of 3 replicates with 150 eggs per replicate.

<sup>3</sup>Mean±SE.

가을철 집란횟수가 부화율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4-12에 나타난 바와 같이 수정율, 중지율, 약추율, 수정란 대비 부화율 그리고 입란대비 부화율에서 차이점을 발견할 수 없었다.

겨울철 집란횟수가 부화율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4-13에 나타난 바와 같이 수정율, 중지율, 수정란 대비 부화율 그리고 입란대비 부화율에서 차이점을 발견할 수 없었다. 약추율에서는 2회 및 3회 집란이 4회 집란 보다도 낮은 것으로 나타났다으나 ( $P < 0.05$ ) 비율이 낮기 때문에 큰 의미는 없었다.

이상의 결과를 종합하면 계절을 불문하고 년중 2회 집란하는 것이 노동비와 생산비를 절감할 수 있기 때문에 앞으로 집란횟수는 1일 2회로 하는 것이 좋다는 것을 입증하였다.

Table 4-12. Influence of frequency of egg collection on hatchability of broiler breeder eggs that collected during the autumn period

Frequency of egg collection <sup>1</sup>	No. of eggs set <sup>2</sup>	Fertility (%) <sup>3</sup>	Dead eggs during hatch (%) <sup>3</sup>	Weak chicks hatched (%) <sup>3</sup>	Fertile hatchability (%)	Hatchability of all eggs set (%)
2	450	97.8±0.4	3.1±1.0	0.9±0.4	93.2±2.9	91.1±2.7
3	450	97.8±0.4	2.7±0.7	0.7±0.4	92.5±2.0	90.4±2.0
4	450	96.0±0.7	2.0±0.7	1.0±0.9	94.2±1.7	90.4±1.5

<sup>1</sup>Two time collection was done at 10:00 and 16:00. Three time collection was done at 10:00, 13:00 and 16:00; and four time collection at 08:00, 10:00, 13:00, and 16:00.

<sup>2</sup>Each treatment consisted of 3 replicates with 150 eggs per replicate.

<sup>3</sup>Mean±SE.

#### 다. 적 요

본 연구는 계절별 집란횟수가 종란의 부화율에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다. 종란의 집란은 하루중 2회 (10:00, 16:00), 3회 (10:00, 13:00, 16:00), 그리고 4회 (8:00, 10:00, 13:00, 16:00)로 나누어 실시하였다. 계절별 따른 종란의 수정율 및 부화율에는 종란의 집란횟수에 어떠한 영향도 받지 않았다( $P > 0.05$ ). 따라서, 계절을 불문하고 년중 2회 집란하는 것이 노동비와 생산비를 절감할 수 있는 것으로 조사되었다.

Table 4-13. Influence of frequency of egg collection on hatchability of broiler breeder eggs that collected during the Winter period

Frequency of egg collection <sup>1</sup>	No. of eggs set <sup>2</sup>	Fertility (%) <sup>3</sup>	Dead eggs during hatch (%) <sup>3</sup>	Weak chicks hatched (%) <sup>3</sup>	Fertile hatchability (%)	Hatchability of all eggs set (%)
2	450	96.2±1.4	2.0±1.7	0.0±0.0	95.6±4.2	92.0±5.3
3	450	97.3±0.7	2.7±0.0	0.2±0.3	94.8±1.0	92.2±1.5
4	450	96.0±1.3	2.0±1.3	0.9±0.4	94.7±1.8	90.9±2.5

<sup>1</sup>Two time collection was done at 10:00 and 16:00. Three time collection was done at 10:00, 13:00 and 16:00; and four time collection at 08:00, 10:00, 13:00, and 16:00.

<sup>2</sup>Each treatment consisted of 3 replicates with 150 eggs per replicate.

<sup>3</sup>Mean±SE.

<sup>ab</sup> Means in a same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

## 5. 실험 5: 수정·부화율 향상을 위한 적정 배웅비 결정 연구(3차년도)

### 가. 연구 목적

종란의 부화율은 수정율 보다 대략 8 단위% 낮은 것으로 알려져 있다. 즉, 육용종계 종란의 93%가 수정되었다면 부화율은 85% 정도로 추측되어질 수 있다. 육용종계에서 수정율은 수컷과 암컷의 번식능력에 따라서 결정되어지며, 이러한 번식능력은 사육관리, 환경, 영양 그리고 유전 등에 의하여 영향을 받게 된다 (McDaniel, 2000).

축산기술연구소 (2000)는 육용종계 수컷의 정액량과 정액 mL당 정자수는 연령에 따라 감소한다고 보고하였다. 또한, 26주령된 육용 종계 수컷의 정액성상을 주령별로 조사한 결과, 평균 정액량은 0.54 mL이고, 정액 mL당 정자수는 26.2억개로 발표하였다 (축산기술연구소, 2000).

육용종계 암컷은 정자저장선 (sperm storage glands)이 있어서 수컷의 정자를 최대 3주간 저장할 수 있지만, 암컷은 수컷과 교배 후 3 ~ 4일간 최대 수정율을 나타내는 것으로 알려져 있다. 따라서, 종계 계군내 암컷과 수컷의 배웅비는 모든 암컷이 3일 간격으로 교배가 될 수 있도록 수컷마리수를 적정하게 유지하여야 최대의 수정란

생산이 가능하다고 하겠다.

국내·외적으로 종계사에서 배웅비는 ♂ : ♀ = 1 : 10 정도가 적당하다고 알려져 있으나, 이에 대하여 자세히 검토한 연구·보고는 드문 실정이다. 수탉 1수당 암탉 마리수가 많을 경우, 수정율이 저하될 것이 예상되며, 수탉의 경제수명에도 영향을 미칠 것이 예상된다. 또한 암탉 마리수가 너무 적을 경우엔, 암탉이 수탉의 과도한 공격에 노출되면 수탉으로부터 도망을 다니게 되어서 완전한 교배가 되지 않거나 덜 효율적이게 된다. 이러한 문제가 계속되면 암탉은 오후에 슬릿에 머물게되고, 교배기회가 줄어들어 결국 수정율이 감소하게 된다.

축산기술연구소 (2000)에 따르면 닭의 종란중 18.5%가 일등급 품질의 병아리가 되지 못하는데 이러한 부화실패의 절반은 무정란 때문이고, 나머지 절반은 부화시 배자 폐사 때문인 것으로 보고하였다. 국내 육용종계의 낮은 수정율과 부화율은 여러 가지 원인이 복합적으로 관여하는 것으로 사료되는데, 특히 종란의 보관온도와 일수가 부화에 미치는 영향은 이미 보고된 바 있다 (이봉덕 등, 2001). 따라서, 본 연구는 국내의 실제 종계장 조건에서 각 주령별 적정 배웅비를 조사하므로써, 수정·부화율을 향상시키고자 실시하였다.

## 나. 연구 방법 및 재료

### 1) 실험장소 및 공시종계

본 실험은 충남 금산 소재 육용종계 농장에서 실시하였다. 공시축은 30주령된 Ross 육용종계로 수컷 112수 및 암컷 1,208수를 평사에서 사육하였다.

### 2) 실험설계 및 사양관리

실험설계는 3처리 4반복으로 Table 4-14에 제시하였다. Table 4-14에 보여주듯이 육용종계 암컷 또는 수컷의 수를 달리하여 각 처리에 해당하는 배웅비를 결정하였다. T1은 암·수배웅비를 9 : 1로 하여 반복당 수컷 11 : 암컷 99수로 사육하였다. T2는 11 : 1의 암·수배웅비로 반복당 수컷 9 : 암컷 99수로 하였으며, T3은 13:1의 암·수배웅비로 반복당 수컷 8 : 암컷 104수로 하였다. 암·수 종계는 3.2 x 6.4m Pen에 수용하였으며 각각의 Pen은 반복으로 간주하였다. 사료와 물의 급여는 육종회사에서 제시하는 종계 표준사양관리에 따라 실시하였다 (Ross breeder, 2001). 시판중인 암·수

종계사료를 암·수 분리하여 급여하였다. 종란은 오전 2회 (8:30, 11:30)·오후 1회 (16:30)에 걸쳐 집란하였다. 종란의 보관온도는 17 °C로 1주일동안 저장고에 보관하였다. 부화는 경기도 평택시 고덕면 소재한 성화식품(주) 부화장에서 실시하였다.

Table 4-14. Experimental designs by a male to female ratio

Treatments	No. of male and female broiler breeders per pen <sup>1</sup>	Male:female ratio
T 1	male 11 : female 99	1 : 9
T 2	male 9 : female 99	1 : 11
T 3	male 8 : female 104	1 : 13

<sup>1</sup> 20.5 m<sup>2</sup>/pen

### 3) 조사항목

수정율 및 부화율은 30, 35, 43, 46, 51주령에 검사하였으며 생존율은 전 실험기간에 걸쳐 측정하였다. 종란의 입란 후 부화 6일째에 제 1회 검란을 실시하여 무정란을 선별하였으며, 부화 18일째 발육란을 골라 발생좌로 옮겼다. 입란수에 대한 수정란수의 비율을 수정율 (%)로 나타내었고, 입란수에 대한 발생수의 비율을 부화율 (%)로 표시하였다 (강보석 등, 2002). 부화온도와 상대습도는 부화장 표준관리지침에 기준하여 실시되었다.

### 4) 통계처리

실험에서 얻어진 자료는 SAS package (1996)의 GLM procedure로 분산분석을 실시하고, Duncan (1955)의 신다중검정법으로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

### 다. 연구 결과

종계의 암·수 비율을 달리 할 경우 종란의 수정율에 미치는 영향을 Table 4-15에 제시하였다. 30주령시 모든 처리구에서 수정율은 93 ~ 94%의 범위를 나타내었다. 35주령시 암·수 배양비를 각각 9:1과 11 : 1로 하였을 때 대략 96%로서 30주령보다 증



가하였다. 그러나 암·수비율을 13 : 1로 하였을 때 수정율은 약 93%로 30주령과 비교시 증감은 없었고, 다른 처리구에 비하여 낮게 나타났으나 유의한 차이는 없었다 ( $P>0.05$ ). 전체 산란기간에 걸쳐 35주령시에 최고의 수정율을 나타내었으며, 그 후로 수정율은 점차 감소하기 시작하였다. 특히, 암·수비율을 13 : 1로 하였을 때 그 감소 폭은 크게 나타났으며, 그 결과 종란의 수정율은 46주령시에 다른 두 처리구에 비하여 유의적으로 ( $P<0.05$ ) 감소하였다. 이러한 감소는 51주령에도 지속되었지만 처리간 유의적인 차이는 발견되지 않았다.

암·수비율에 따른 수정란대부화율은 조사기간동안 큰 변이를 나타내지 않았다. 35주령에 가장 우수한 수정란대부화율을 나타내었으며, 51주령에는 87%로 감소하였다.

Table 4-15. Fertility and hatchability of broiler breeder eggs as affected by a male-to-female ratio

Parameters	Treatments <sup>1</sup>	Age				
		30 wk	35 wk	43 wk	46 wk	51 wk
Fertility, %	T1	93.3±1.63 <sup>2</sup>	96.8±1.38	91.7±1.94	89.5±0.65 <sup>a</sup>	87.4±4.20
	T2	94.1±1.74	96.2±1.89	93.2±2.21	91.5±1.76 <sup>a</sup>	87.4±6.72
	T3	93.4±1.16	92.9±3.93	93.5±0.05	84.6±2.97 <sup>b</sup>	82.9±9.66
Fertile hatchability, %	T1	90.6±1.01	91.5±1.59	88.8±1.31	91.3±0.99	86.2±2.20
	T2	91.3±1.22	93.9±1.43	89.0±0.86	91.1±1.22	87.2±3.05
	T3	89.8±1.65	92.1±1.99	89.5±0.61	90.9±0.57	85.5±3.34
Hatchability of all eggs set, %	T1	84.5±2.42	88.6±1.97	81.4±2.67	81.7±0.63 <sup>a</sup>	75.8±5.64
	T2	86.0±2.66	90.3±2.65	83.0±1.69	83.7±2.64 <sup>a</sup>	76.4±8.32
	T3	84.6±1.79	85.5±3.11	80.7±5.90	76.9±2.65 <sup>b</sup>	71.8±10.97

<sup>1</sup>T1 represents a male-to-female ratio with 1:9, T2 with 1:11 and T3 with 1:13.

<sup>2</sup>Mean±SD.

<sup>ab</sup> Means in a same column with different superscript differ significantly ( $P<0.05$ ).

입란 대 부화율은 종란의 수정율과 같은 경향을 나타내었다. 35주령시에 입란대부화율은 86 ~ 90% 범위로 최고치를 나타내었으며 그 후 점차 감소하여 51주령에는 72 ~ 76%를 유지하였다. 암·수배웅비에 따른 입란 대 부화율은 수컷 1수에 대한 암

컷 비율을 13수로 증가시 낮았지만 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 그러나, 종란의 수정율에서 보여주었듯이, 46주령시 입란 대 부화율은 암·수비율을 13 : 1로 하였을 때 다른 처리구에서 보다 (암·수비율 = 9 : 1 또는 11 : 1) 유의적으로 낮았다 ( $P < 0.05$ ). 이러한 입란대부화율의 감소는 51주령에까지 나타났지만 처리간 통계적 유의차는 없었다.

#### 라. 고찰

본 연구는 국내 육용종계업의 만성적인 생산성 저하 문제점 (정선부 1996)을 극복하고자 육용종계 종란의 수정율·부화율을 향상시키기 위한 적정 종계 배웅비를 결정하고자 실시하였다. 국내 육용종계농장에서 사용되는 암·수컷의 배웅비는 주로 외국 육종회사에서 제시하는 종계관리지침에 따라 실시되어왔다. 이러한 연유로 종계 배웅비에 대한 연구는 전반적으로 빈약한 편이며 배웅비에 따른 종계 번식능력에 대한 연구 역시 없는 실정이다.

본 실험에서 얻어진 결과는 암·수비율을 일정 비율 이상으로 증가시 종란의 수정율과 입란대부화율에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났으나 수정란대부화율에는 영향을 미치지 못하였다. 특히, 암·수배웅비를 13 : 1로 유지하였을 때 종계의 번식 행동에 좋지 않은 영향을 미쳐 결과적으로 낮은 수정율로 이어지는 것으로 나타났다. 종계의 배웅비는 계군내 모든 암컷이 3일 간격으로 교배가 될 수 있도록 적정하게 유지되도록 권장하고 있는 바, 이는 종계 암컷은 수컷과 교배 후 3 ~ 4일간 최대 수정율이 나타내는 것으로 알려져 있기 때문이다 (McDaniel, 2000).

수탉 1수당 암탉 마리수가 많을 경우, 수정율이 저하될 것이 예상되며, 수탉의 경제 수명에도 영향을 미칠 것이 예상된다. 암탉 마리수가 너무 적을 경우에는, 암탉이 수탉의 과도한 공격에 노출되면 수탉으로부터 도망다녀서 완전한 교배가 되지 않거나 덜 효율적이게 된다. 이러한 문제가 계속되면 암탉은 오후에 슬랫에 머물게 되고, 교배 기회가 줄어들어 결국 수정율이 감소하게 된다. 또한, 낮은 암·수비율은 수컷간의 세력다툼으로 수컷의 교미 욕구를 저하시키게 되는데 일반적으로 암컷 100수당 수컷이 12 ~ 13마리 합사시에 예상된다 (Keirs, 1997). Keirs (1997)는 로스 육용종계 적정 암·수배웅비는 암컷 100수당 수컷 7 내지 8수 정도라고 보고하였다. 아바에이커 육용종계는 암컷 100수당 8 내지 10수 정도 (삼화농원, 1998), 코브 육용종계는 수컷 10수를 권장하고 있다 (Moye, 1993). 그러나, 육종회사가 제시하는 육용종계 암·수배웅

비는 단지 사양관리지침이기 때문에 종계의 번식능력을 최상으로 유지하기 위해서는 항상 계군 상태를 파악하여 계군에 맞는 배웅비를 선택하여야 한다 (Ross Breeder, 2001). Ross Breeder (2001)에 따르면, 22주령시 적정 배웅비는 암컷 100수당 9.0 ~ 8.5수 수컷을 권장하는데 이 비율은 점차 감소하여 60주령에는 암컷 100수당 수컷 6.5 내지 6수를 권장하고 있다.

본 실험은 수컷 1수 대비 암컷을 각각 9, 11 및 13수로 증가하여 암·수배웅비를 결정하였는데 이는 암컷 100수 기준시 수컷의 마리수가 11.1, 9.1 및 7.7수로 낮아지게 된다. 따라서, 본 실험에 적용된 암·수 배웅비는 육종회사에서 제시하는 권장범위에 해당되기 때문에 수컷의 과밀로 인한 수컷간의 경쟁 또는 암탉에 대한 수컷의 공격적인 성향으로 야기되는 비효율적인 교배는 없는 것으로 사료된다. 일반적으로 종란의 수정율은 40주령 즈음하여 감소하기 시작하는데 이는 수컷의 경우 교배회수의 감소와 더불어 암컷의 경우 적정 수정율 유지를 위해서는 더 많은 교배가 이루어져야 하는데 그렇지 못하기 때문이다. 본 실험에서도 종계의 연령이 증가하면서 수정율이 감소하는 경향을 나타내었는데, 특히 수컷 1수당 암컷을 13수로 하였을 때 뚜렷한 감소경향을 보여주었다. 이러한 결과는 기존에 보고된 연구논문과 일치하는 것으로, Deeming 과 Wadl (2002)는 평 암·수컷 배웅비를 8 : 1 또는 12 : 1로 달리하였을 때 배웅비를 8 : 1로 유지하였을 때 수정율이 4%정도 향상되었다고 발표하였다. Chotesangasa (2001)는 태국 재래닭을 이용하여 암·수컷 배웅비를 달리할 때 수정율에 미치는 영향을 조사하였는데 암·수배웅비는 수컷 1수와 암컷 7, 10, 13 및 16마리로 하여 결정하였다. 35 ~ 44주령에 걸쳐 조사한 평균 수정율은 수컷 대비 암컷이 10마리일 때 91%로 가장 우수한 수정율을 보인 반면 암컷이 16마리 일 때 80%로 가장 낮은 수정율을 나타내었다. 위의 결과는 본 실험에서 얻어진 결과에 일치하는 것으로 암컷 100수 기준시 수컷 마리수는 9수 내외 또는 수컷 1수 기준시 암컷 11수 내외가 되어야 하는 것을 의미한다고 하겠다.

#### 마. 적요

본 연구는 육용종계 암컷과 수컷의 배웅비를 달리할 경우 종란의 수정율과 부화율에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 육용종계 암컷과 수컷 비율이 각각 9 : 1 (암컷 : 수컷 = 11 : 99), 11 : 1 (9 : 99), 및 13 : 1 (8 : 104)이 되도록 하여 3.2 × 6.4m 크기의 pen에 사육하였다. 각 처리당 3반복으로, 30주령된 Ross 종계 수컷 112

수 암컷 1,208수를 시험에 공시하였다. 30주령시 종란의 수정율은 93 ~ 94% 내외로 처리간 유의차가 발견되지 않았다. 5주 후 종란의 수정율은 암컷과 수컷의 배웅비가 각각 9 : 1 및 11 : 1로 하였을 때 96 또는 97%로 가장 높은 수정율을 보인 반면 배웅비가 13 : 1 일 때 93%로 낮게 조사되었다. 46주령시 배웅비를 13 : 1로 하였을 때 다른 두 처리구 (암·수배웅비 9 또는 11 : 1)와 비교하여 월등히 낮은 수정율을 나타내었다 ( $P<0.05$ ). 암·수배웅비가 종란의 수정율에 미치는 영향은 51주령에까지 지속되었지만 처리간 유의적 차이는 발견되지 않았다 ( $P>0.05$ ). 수정란대부화율은 종란의 수정율에서 보여주었듯이 주령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었지만 처리간 유의차는 없었다. 입란대부화율은 46주령시에 수컷 1 마리에 암컷 13마리의 비율로 합사시에 가장 낮은 부화율을 나타내었다 ( $P<0.05$ ). 본 실험은 수컷 1수당 암컷의 비율이 증가하면 종계의 주령이 증가하면서 종란의 수정율과 부화율에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 조사되었는데 수컷 1수당 암컷 마리수는 대략 11수가 적절한 것으로 사료된다.

## 6. 실험 6: 난중이 부화에 미치는 영향에 관한 연구

### 가. 연구 목적

부화를 목적으로 하는 종란의 난중은 식란 보다 5~10 g 정도 더 무거워서 보통 60~70 g 범위에 들게 된다. 평균 종란의 난중은 연령이 증가할 수록 증가하는데 24주령시 약 47 g의 난중을 나타내고 34 주령에는 60 g, 44 주령시 65 g, 그리고 62주령시에는 68 g을 나타낸다. 이러한 종란의 주령별 난중 변화는 종용계의 체중 변화와 밀접한 관계가 있어서, Ross (2001) 사양관리지침에 의하면 평균 종란의 난중이 체중의 1.6~1.7%정도가 되고 있다.

난중은 초생추의 체중에 영향을 미치며 결국 육계의 출하체중에도 영향을 미치게 된다. 일반적으로 난중이 1 g 증가시 초생추의 체중은 약 0.5 g 증가하며 42일령 육계 체중은 5 g정도 증가한다고 보고하였다 (Leeson과 Summers, 2000). 그러나 이제까지 종란의 난중이 부화율 및 초생추의 체중에 미치는 영향에 대한 문헌 보고는 그리 많지 않은 실정에서 본 실험이 설계되고 수행되었다.

## 나. 연구방법 및 재료

- 1) 실험장소 : 충남 금산 및 충남대학교
- 2) 처리내용

처 리	난중 ( g/개)
소란 (S)	60 내외
중란 (M)	65 내외
대란 (L)	70 내외

- 3) 실험구 배치 : Ross 308 (55주령) 종란 3처리, 4반복, 반복당 300개
- 4) 조사항목 : 수정율, 부화율, 병아리 체중

## 다. 연구 결과 및 고찰

55주령 Ross 종계로부터 얻어진 종란의 난중이 부화율에 미치는 영향은 Table 4-16에 제시하였다. 종란의 난중이 증가할 수록 수정율에 유의적인 영향을 미치지 못하였다. 수정란대부화율과 입란대부화율은 난중이 65 g 내외일 때 유의적으로 향상되었지만 난중이 70 g일 때에는 유의적인 차이가 발견되지 않았다. 난중과 초생추 무게 간의 상관계수( $r$ )는 0.82로서 유의적인 정(+)의 관계를 나타내었다.

종란의 평균난중은 주령이 증가할수록 점차 증가하여, 30주령에는 57.5 g이던 것이 60주령에는 66.6 g으로 증가한다고 하였다 (Ross, 2001). 본 실험은 난중이 증가할 수록 초생추의 무게가 증가함을 입증하였고, 우수한 수정란대부화율과 입란대부화율을 얻기 위해서는 난중이 최소한 평균 난중 이상이 되어야 한다는 결과를 보여주었다고 하겠다.

## 라. 적요

종란의 난중이 부화율 및 초생추의 체중에 미치는 영향에 대한 문헌 보고는 그리 많지 않은 실정에서 본 실험이 설계되고 수행되었다.

Table 4-16. Hatchability of eggs from 55-wk-old Ross broiler breeders as affected by egg weight

	Egg weight <sup>1</sup>		
	Small	Medium	Large
Fertility, %	78.3±1.6 <sup>2</sup>	80.9±2.4	80.2±3.0
Fertile hatchability, %	81.5±4.7 <sup>b</sup>	91.2±3.3 <sup>a</sup>	87.4±1.7 <sup>ab</sup>
Hatchability of all eggs set, %	63.8±4.3 <sup>b</sup>	73.9±4.4 <sup>a</sup>	70.0±2.1 <sup>ab</sup>
Hatched chicks, g	45.1±1.7 <sup>b</sup>	46.7±1.7 <sup>b</sup>	50.2±1.7 <sup>a</sup>

<sup>2</sup>Small eggs weighed ca. 60 g, medium eggs ca. 65 g and large eggs ca. 70g.

<sup>1</sup>Mean±SD.

<sup>ab</sup> Means in a same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

처리는 종란의 난중에 따라 3처리로 - 소란(60g 내외), 중란(65g 내외), 대란(70g 내외) - 하여, 처리당 4반복 반복당 300개의 종란을 공시하였다. 종란의 수정율은 종란의 난중에 영향을 받지 못하였다( $P>0.05$ ). 그러나, 수정란대비 부화율은 중란 처리구에서 가장 우수한 결과를 나타내었다. 초생추무게는 대란 처리구에서 유의적으로 높게 나왔다( $P<0.05$ ).

### 7. 제 3 협동과제 종합고찰

본 연구는 육용종계의 수정율과 부화율 향상 방안으로 먼저 종란관리에 대한 기준을 마련하고자 종란의 보관온도와 보관일수가 부화율에 미치는 영향을 조사하였다. 그리고 우리나라에서와 같이 4계절이 뚜렷한 환경하에서 종계의 능력을 모니터링하고자 계절별 집란회수 또는 계절별 수컷의 정액성상이 종란의 수정율에 어떠한 영향을 미치는지 구명하고자 하였다. 또한 인공수정시 우수 종계 수컷 정액의 이용 및 보존 효율성을 증진시키기 위한 시도로서 종계 수컷 정자의 동결보존시 종란의 수정율과 부화율에 미치는 효과도 조사하였다. 마지막으로, 수정·부화율 향상을 위한 적정 암수합사 비율을 결정하기 위한 연구와 종란의 난중이 부화율에 어떠한 영향을 미치는지도 조사하였다.

4℃에서 종란을 3, 5, 7 및 9일 보관하였을 때 부화율을 조사하였던 바, 3일 보관한

종란의 부화율이 다른 처리구보다 유의하게 우수하였다 ( $P < 0.05$ ). 17°C에서 3, 5, 7 및 9일 동안 보관하였던 바, 보관기간에 관계없이 부화율이 감소하지 않았다. 28°C에서 종란을 3, 5, 7 및 9일 동안 보관하였던 바, 9일 동안 보관한 종란에서 부화율의 감소가 나타났다. 따라서 9일 이상 보관하는 육용종계 종란은 17°C에 보관하는 것이 우수한 부화율을 유지할 수 있음을 입증하였다.

여름철의 정액량과 정자농도는 봄, 가을, 겨울철에 비하여 낮게 조사되었으나, 운동성은 계절간 유의차가 없었다( $P > 0.05$ ). 육용종계 호르몬(FSH, LH, testosterone)의 농도는 여름철에 가장 낮게 조사되었다( $P < 0.05$ ). 각 계절별로 얻어진 정액을 5. C로 보존시 액상정액의 수정율과 부화율은 여름철에 가장 낮았으며, 봄, 여름, 겨울에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

동결정액에 의한 수정율 및 부화율은 68.0 및 47.1%로 이는 원정액처리구의 88.3 및 87.2% 보다 유의하게 낮았다. 또한 동결정액을 이용하여 인공수정을 시켰을 때에 무수정란수는 원정액을 사용하였을 때 보다 2.7배 유의적으로 높았으며 발생중지란수도 3.2배 높았다( $P < 0.05$ ). 원정액과 비교하여 동결정액을 이용한 인공수정시 보여준 높은 무정란수와 발생중지란수를 개선하기 위한 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

계절별 따른 종란의 수정율 및 부화율에는 종란의 집란횟수에 어떠한 영향도 받지 않았다( $P > 0.05$ ). 따라서, 계절을 불문하고 년중 2회 집란하는 것이 노동비와 생산비를 절감할 수 있는 것으로 조사되었다.

30주령시 종란의 수정율은 93 ~ 94% 내외로 처리간 유의차가 발견되지 않았다. 5주 후 종란의 수정율은 암컷과 수컷의 배웅비가 각각 9 : 1 및 11 : 1로 하였을 때 96 또는 97%로 가장 높은 수정율을 보인 반면 배웅비가 13 : 1 일 때 93%로 낮게 조사되었다. 46주령시 배웅비를 13 : 1로 하였을 때 다른 두 처리구 (암·수배웅비 9 또는 11 : 1)와 비교하여 월등히 낮은 수정율을 나타내었다 ( $P < 0.05$ ). 암·수배웅비가 종란의 수정율에 미치는 영향은 51주령에까지 지속되었지만 처리간 유의적 차이는 발견되지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 수정란대부화율은 종란의 수정율에서 보여주었듯이 주령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었지만 처리간 유의차는 없었다. 입란대부화율은 46주령시에 수컷 1 마리에 암컷 13마리의 비율로 합사시에 가장 낮은 부화율을 나타내었다 ( $P < 0.05$ ). 본 실험은 수컷 1수당 암컷의 비율이 증가하면 종계의 주령이 증가하면서 종란의 수정율과 부화율에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 조사되었는데 수컷

1수당 암컷 마리수는 대략 11수가 적정한 것으로 사료된다.

종란의 수정율은 종란의 난중에 영향을 받지 못하였다( $P>0.05$ ). 그러나, 수정란대 비 부화율은 중란 처리구에서 가장 우수한 결과를 나타내었다. 초생추무게는 대란 처리구에서 유의적으로 높게 나왔다( $P<0.05$ ).

본 연구는 육용종계의 수정율 및 부화율 향상을 위한 여러 가지 방안을 제시하였다. 종란의 집란회수, 적정 저장온도 및 기간은 곧바로 현장에 적용될 수 있으리라 사료된다. 동결정액을 이용한 인공수정에 대한 기초자료는 동결정액의 사용가능성을 제시하는 것으로 우수 종용계의 확대·이용차원에서 그 의의가 크다 하겠다.



## 제 5 절 제 4 협동과제:

### 산란종계 생산성 향상을 위한 한국형 사양관리 프로그램 개발

#### 1. 실험 1 : 국내 산란종계의 사료의 조사 분석 (1차년도)

##### 가. 연구목적

국내 산란종계 사료의 이용 현황을 조사하기 위해 국내에서 생산되는 다양한 종류의 산란종계 사료를 수거하여 사료 내 영양수준, 사용 중인 첨가제의 종류 및 mycotoxin 함량을 분석하였다.

##### 나. 연구방법 및 재료

총 5개 회사, 21종(어린 병아리부터 산란 후기 사료까지)의 산란 종계 사료를 수집하여 영양 성분 및 대사에너지(ME 또는 TME<sub>n</sub>) 분석을 실시하였다. 수집한 사료 내 aflatoxin 함량을 분석하였으며, 종계 사료 내 함유된 각종 첨가제의 종류를 조사하였다.

육종회사(Hy-Line Variety Brown)의 영양소 권장 수준과 실제 사용되는 사료간의 차이를 비교하였다.

##### 다. 연구결과 및 고찰

산란종계 사료 내의 영양 성분에 대한 실제 분석치 및 계산치의 결과를 Table 5-1에 명시하였다. 각 사료회사 별로 기별 사료(어린 병아리, 중추, 대추, 산란 초기, 산란 후기 등 약 4-5종의 전용사료)가 생산되고 있지만, 표준성적과 유사한 성장 및 생산성적을 충분히 뒷받침해주지 못하기 때문에 적절한 주령에 교체 급여하지 못한다는 문제점이 발견되었다.

실제 분석 결과, 종계 사료 내에서는 aflatoxin이 검출되지 않았거나 5ppm 이하로 함유된 것으로 나타났으며 aflatoxin 오염은 문제가 없는 것으로 판단되었다. 사료에 따라 약간의 차이가 있었으나 유기산 제제, vitamin E, 생리활성물질, 전해질 제제, 효

소제 등이 산란종계 사료용 첨가제로서 많이 이용되고 있었다(Table 5-6).

육종회사(Hy-Line Variety Brown)의 영양소 권장 수준과 실제 사용되는 사료간의 차이를 비교한 결과를 Table 5-7에 명시하였다. 영양소 권장 수준과 명시된 영양소 수준간에 큰 차이는 없었으나 실제 분석치는 제시된 수준과 차이를 나타내기도 하였다.

Table 5-1. The chemical composition in starter feeds of egg-type breeder

	ME, TMEn (kcal/kg)**	DM (%)*	MET (%)* <sup>1</sup>	MET+CYS (%)*	CP (%)*	EE (%)*	Calcium (%)*	P (%)*
A	2950	88.11	0.36	0.72	20.32	3.95	0.38	0.40
B	2976	87.11	0.41	0.73	18.03	3.15	0.89	0.62
C	-	88.42	0.36	0.69	18.05	3.19	0.91	0.69
D	3000	88.61	0.43	0.77	23.34	6.22	1.02	0.76
E	2995	86.60	0.37	0.71	18.45	3.33	0.75	0.69

\* 실제 분석치, \*\* 계산치

<sup>1</sup> MHA를 포함한 실제 분석치

Table 5-2. The chemical composition in grower feeds of egg-type breeder

	ME, TMEn (kcal/kg)**	DM (%)*	MET (%)* <sup>1</sup>	MET+CYS (%)*	CP (%)*	EE (%)*	Calcium (%)*	P (%)*
A	2830	88.72	0.29	0.59	15.50	3.16	1.37	0.67
B	2950	87.79	0.35	0.65	15.66	3.34	0.77	0.55
C	-	88.87	0.26	0.53	15.46	4.14	0.87	0.56
D	2800	87.80	0.31	0.59	15.97	3.98	0.79	0.52
E	2874	86.92	0.35	0.65	15.46	3.71	0.99	0.66

\* 실제 분석치, \*\* 계산치

<sup>1</sup> MHA를 포함한 실제 분석치

Table 5-3. The chemical composition in pre-starter feeds of egg-type breeder

	ME, TMEn (kcal/kg)**	DM (%)*	MET (%)* <sup>1</sup>	MET+CYS (%)*	CP (%)*	EE (%)*	Calcium (%)*	P (%)*
B	2793	88.26	0.31	0.56	14.03	3.43	2.34	0.50
E	2871	87.21	0.34	0.65	16.02	3.63	1.97	0.61

\* 실제 분석치, \*\* 계산치

<sup>1</sup> MHA를 포함한 실제 분석치

Table 5-4. The chemical composition in early stage layer feeds of egg-type breeder

사료 회사	ME, TMEn (kcal/kg)**	DM (%)*	MET (%)* <sup>1</sup>	MET+CYS (%)*	CP (%)*	EE (%)*	Calcium (%)*	P (%)*
A	2850	89.03	0.30	0.61	17.60	4.09	3.68	0.57
B	2847	88.31	0.30	0.61	16.26	4.36	3.13	0.55
C	-	89.86	0.33	0.60	16.87	5.48	4.01	0.63
D1	2820	89.22	0.32	0.61	16.41	3.61	3.59	0.61
D2	2860	89.09	0.37	0.67	17.43	5.18	3.98	0.60
D3	2840	89.29	0.35	0.65	17.11	3.62	3.80	0.61
E	2832	87.83	0.41	0.31	16.80	3.09	3.77	0.59

\* 실제 분석치, \*\* 계산치

<sup>1</sup> MHA를 포함한 실제 분석치

Table 5-5. The chemical composition in post layer feeds of egg-type breeder

	ME, TMEn (kcal/kg)**	DM (%)*	MET (%)* <sup>1</sup>	MET+CYS (%)*	CP (%)*	EE (%)*	Calcium (%)*	P (%)*
A	2810	89.03	0.33	0.63	16.38	3.20	3.90	0.54
C	-	89.62	0.41	0.69	16.08	5.35	3.82	0.63

\* 실제 분석치, \*\* 계산치

<sup>1</sup> MHA를 포함한 실제 분석치

Table 5-6. Various feed additives in egg-type breeder feed

feed type		feed additives	level (%)
A	mash	Organic acids (formic and propionic acids)	0.10
		Vitamin E (50%)	0.01
		Bioactivator (Zeolite and various minerals)	0.10
		Vitamin C	0.20
		Organic acids (formic and propionic acids)	0.10
B	mash	Vitamin E (50%)	0.01
		Bioactivator (Zeolite and various minerals)	0.10
		L-Carnitine	0.05
		Antibiotics -bacitracin	0.30
C	mash	-colistin	0.10
		Enzymes (phytase etc.)	0.006
		Bio-Casi (Electrolyte)	0.30
		Antibiotics -bacitracin	0.30
		-colistin	0.10
D	mash	Enzymes (phytase etc.)	0.006
		Bio-Casi (Electrolyte)	0.30

Table 5-7. The comparison between Hy-Line PS guide program and practical feeding program (CP)\*

Hy-Line PS Guide		Farm A		Farm B		
Weeks	CP (%)	Weeks	CP (%)	Weeks	CP (%)	
50%-32 wks	18.86	onset-35wks	18.86 (20.60)	onset-40wks	18.00 (18.60)	95g feed intake
32-44 wks	17.75	36-54 wks	18.00 (18.40)			100g feed intake
44-55 wks	16.60			45 wks-	16.00 (17.50)	
55 wks-	15.90	55 wks-	-			

\* CP는 배합비 상의 계산치이며, ( ) 내는 실제 실험실 분석치임

## 2. 실험 2 : 국내 산란종계 사양 프로그램과 생산성 관련 자료 수집 및 정리

### 가. 연구목적

실험 1에서 선정된 농장에서 육추, 육성 및 산란기간에 적용하고 있는 사양관리 프로그램과 사료회사 또는 육종회사 사양지침을 비교분석하고 환경 관리(케이지, 사육밀도, 환기, 점등 프로그램)의 관련 자료를 수집하고 정리함으로써 국내 산란종계의 생산성 현황을 파악하기 위한 목적으로 실시하였다.

### 나. 연구방법 및 재료

#### 1) 국내 산란종계 사육 현황 및 조사 대상 자료

국내 대규모 산란종계 사육 농장 4 곳(A, B, C, D로 표기)을 조사 대상으로 선정하여 조사하였으며, 조사 대상 농가의 사육 형태는 케이지 군사 사육으로, Hy-Line (Variety Brown)이 3 농가, ISA Brown이 1 농가이었다

#### 2) 국내 산란종계의 생산성 조사 결과 및 표준 성적과의 비교 조사

사육밀도, 종료주령, 폐사율 누계 자료와 생산성에 관련된 요인으로 HH 산란수, HH 종란수, 평균 종란율 등을 조사하였으며, 육종회사 사양관리 핸드북(Parent Stock Management Guide)에 제시된 표준 성적과의 성적 비교하였다. 조사 대상 농장의 계군의 최고 성적, 최저 성적 및 평균 성적과 육종회사에서 제공하는 표준 성적을 비교하여 백분율로 나타내었다. 질병이나 사양관리 부실에 의하여 급격히 생산성이 저하된 계군은 최저 성적에 포함시키지 않았음

#### 3) 사료 및 사양관리가 생산성에 미치는 영향 (실제 사례)

동일 농장 내에서 비슷한 시기에 각기 다른 회사의 어린 병아리용 사료를 급여하고 체성장 발달을 조사했을 때 체성장에서 큰 차이를 보이는 케이스가 나타났으며, 케이스 스터디로서 조사하였음

## 다. 연구결과 및 고찰

### 1) 국내 산란종계 사육 현황(1997년-2000년)

최근 4년간의 통계자료를 통해 국내 산란종계 총 사육수수가 1999년 640,000수에서 2000년에는 480,000수로 약 160,000수가 감소한 것으로 나타났으며, 산란종계의 생산성 저하 요인 외에도 절대 사육수수의 감소가 산란종 실용계 병아리의 생산 감소의 원인인 것으로 사료되었다.

Table 5-8. Trends in annual number of egg-type breeder population

	1997	1998	1999	2000
No. egg-type layers (bird)	587,000	550,000	640,000	480,000

### 2) 국내 산란종계의 생산성 조사 결과 및 표준 성적과의 비교 조사

대규모 산란종계 사육 농장 4 곳, 평균 5년간 총 39계군, 682,100수의 생산성 자료를 Table 5-9에 명시하였다. 종계의 사육밀도, 암수비율 및 종료주령 등에서 농장별로 차이를 나타내었으며, 생산 성적 (HH 산란수, HH 종란수 및 종란율 평균) 역시 상당한 차이가 있음이 관찰되었다. 농장의 사양관리 방식이 경험 의존적인 것으로 과학적이며 통일된 사양관리 프로그램은 없는 것으로 나타났다.

### 3) 육종회사 사양관리 핸드북(Parent Stock Management Guide)에 제시된 표준 성적과의 성적 비교

동일 계통의 종계군에서도 사양 및 영양 관리에 따라 생산 성적이 크게 달라지는 결과가 시사되었다.

생산성 성적 평균이 사양관리 핸드북에 제시된 표준 성적과 비교하여 산란율에서 약 10%, 종란율에서 8.3%, 배부율에서 약 20% 생산성이 낮았으며, 국내 산란종계의 생산성 저하가 매우 심각한 상태이었다.

Table 5-9. Recent main performance characteristics of egg-type breeders

	수/cage	사육밀도 (cm <sup>2</sup> /수)	암수 비율	종료주령 (wk)	폐사율 누계(%)	HH 산란수	HH 종란수	종란율 평균(%)	비 고 (우 기준)
A	25.9	618.1	9.4	65.7	13.4	226.6	206.7	91.2	총 6년간 6 계군 84,400수의 평균
B	25.4	631.9	8.8	66.0	14.5	221.5	191.3	86.4	총 7년간 14 계군 220,600수의 평균
C	24.0	667.9	9.9	74.0	14.9	243.6	213.6	88.1	총 4년간 7 계군 152,500수의 평균
D	24.3	656.8	8.4	68.8	10.3	258.2	207.3	89.2	총 3년간 12 계군 224,600수의 평균

가) 산란율

Table 5-10. Comparison of egg production rate between standard, minimum and maximum performances\*

	20-35 wks (%)	36-50 wks (%)	51 wks- (%)	Total (%)	% of Std.
Max.	86.5	85.5	69.3	80.4	99.0
Min.	78.0	72.4	53.5	66.0	81.3
Mean	82.2	80.9	60.6	73.2	90.1
Std.	87.7	87.3	70.8	81.2	100

\* B 농장 자료

나) 종란율

Table 5-11. Comparison of fertilized egg production between standard, minimum and maximum performances\*

	20-35 wks (%)	36-50 wks (%)	51 wks- (%)	Total (%)	% of Std.
Max.	87.3	91.8	84.7	88.2	94.9
Min.	83.4	88.1	81.2	83.7	90.1
Mean	85.2	88.9	83.0	85.2	91.7
Std.	88.4	95.9	93.2	92.9	100

\* B 농장 자료

다) 배부율

Table 5-12. Comparison of the rate of saleable chicks between standard, minimum and maximum performances\* \*\*

	20-35 wks (%)	36-50 wks (%)	51 wks- (%)	Total (%)	% of Std.
Max.	37.2	39.8	33.5	36.3	87.0
Min.	32.6	33.9	27.9	31.5	75.3
Mean	33.4	37.3	31.5	33.6	80.4
Std.	43.9	43.9	39.5	41.8	100

\* B 농장 자료 ; \*\* 배부율 = 부화율/2/1.03

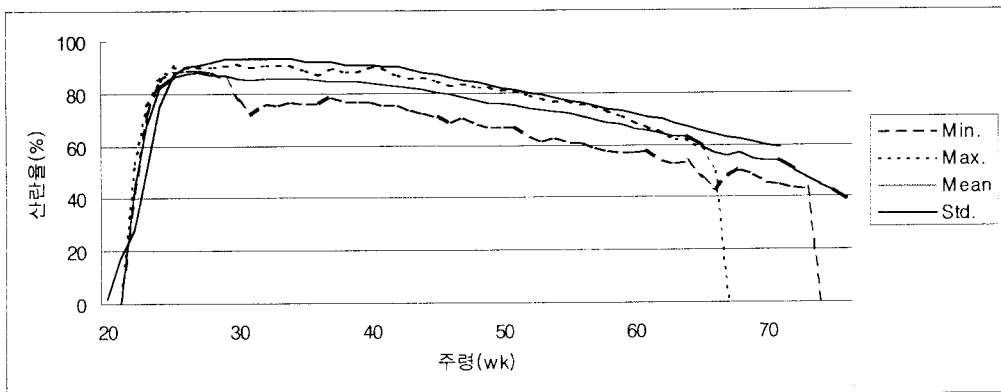


Fig. 5-1. Comparison of egg production rate between standard, minimum and maximum performances.

4) 사료 및 사양관리가 생산성에 미치는 영향 (실제 사례)

동일 농장 내에서 비슷한 시기에 각기 다른 회사의 어린 병아리용 사료(Table 5-13)를 급여하고 체성장 발달을 조사했을 때 체성장에서 큰 차이를 보이는 케이스가 관찰되었다.

A 사료 급여 계군에서는 육성기 발육이 표준 성적의 약 97%에 해당하는 성적이 얻어졌으나, B 사료 급여 계군에서는 체중 증가가 표준 성적의 89%에 불과하는 체중 미달의 결과가 나타났다(Fig. 5-4). 동일한 사육 조건과 질병 감염 등의 영향이 없었기 때문에 체중의 차이가 주로 사료에 의한 것으로 판단되었다.



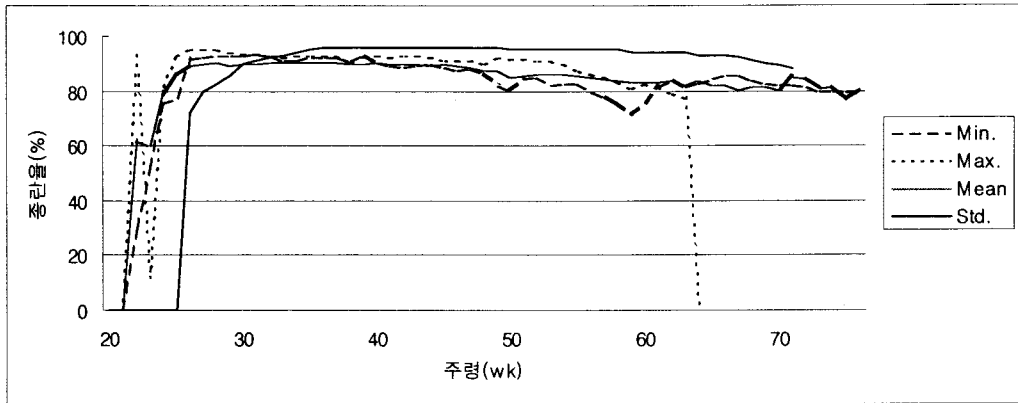


Fig. 5-2. Comparison of fertilized egg production between standard, minimum and maximum performances.

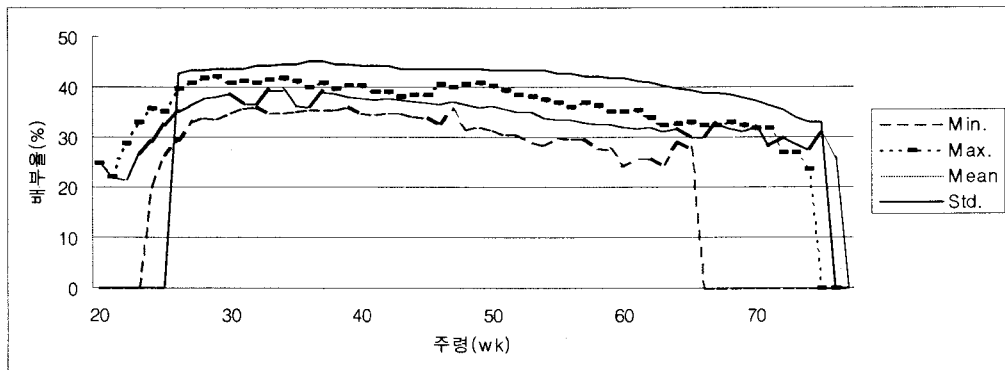


Fig. 5-3. Comparison of the rate of saleable chicks between standard, minimum and maximum performances.

대부분의 계군에서 산란 피크 이후에 산란율이 저하되었다가 회복 후에도 목표 성적을 밑도는 전형적인 패턴이 관찰되었는데 이는 육성기의 체중 미달(B사료 급여 계군)이 주된 원인인 것으로 사료되었으며, A 사료 급여계군에서도 8주령에 표준 성장 곡선을 넘는 체중과다 현상이 나타남으로서 적절한 사료로의 교체 및 기별 사양 프로그램의 적용 필요성이 시사되었다.

Table 5-13. The contents of nutrients in different pre-starter feeds

	A (pre-starter feed)	B (pre-starter feed)
Energy (kcal/kg)	2,996 (TMEn)	2,950 (ME)
CP (%)	18.45	21.00
EE (%)	3.33	4.49
Crude fiber (%)	3.42	3.67
Ash (%)	5.43	5.97
DM (%)	86.60	88.10
Ca (%)	0.75	1.00
Avail. P (%)	0.41	0.50
Linoleic acid	-	2.03
Methionine	0.37	0.42
Met+Cys	0.71	0.79

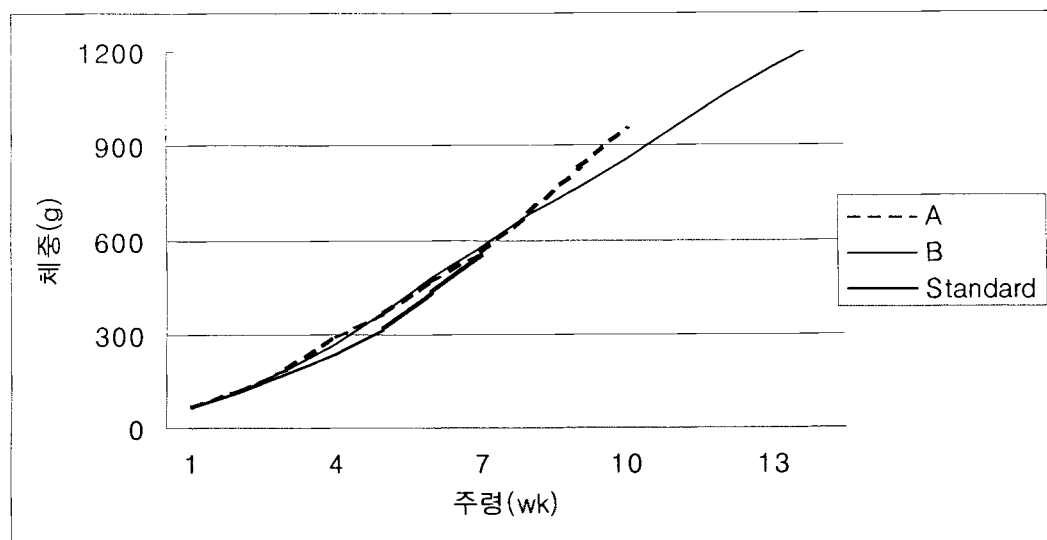


Fig. 5-4. The effects of different pre-starter feeds on chick growth.

### 3. 실험 1 : 케이지 사육용 육추, 육성 사료의 영양수준 연구 (2차연도)

#### 가. 연구목적

난용 및 육용종계에서 육성기의 영양 관리는 성성숙 이후의 전 산란기간 동안의 난 생산성에 지대한 영향을 미친다. 육성기의 영양 관리는 성장 단계별로 적절한 수준의 에너지, 단백질 및 필수 영양소를 공급함으로써 정해진 목표체중이 도달하도록 하는데 초점이 맞추어져 왔다.

본 연구는 케이지에서 육추, 육성되는 갈색 산란종계에서 사료 내 에너지 및 단백질 수준이 산란종계 병아리의 육성기 성장 성적 뿐 아니라 골격발달 및 성장 균일도에 미치는 영향을 규명함으로써 우리의 현실에 적합한 산란종계의 육성 사료를 위한 적정 영양소 수준을 제시하기 위한 목적으로 실시하였다.

#### 나. 연구방법 및 재료

Table 5-14. Experimental design

		2주-6주		6주-10주	
		ME (kcal/kg)	CP (%)	ME (kcal/kg)	CP (%)
Control	NRC 수준	2800	17	2800	15
T1	국내 종계사료 CP 수준의 평균치	2800	19	2800	16
T2	국내 종계사료 ME 수준의 평균치	2950	17	2900	15
T3	사료회사 CP+ME 수준의 평균치	2950	19	2900	16
T4	종계회사 권장치 수준	3050	20	3000	17

#### 1) 연구 방법

- 공시계 : 1주령 Hy-line Brown 병아리
- 실험기간 : 총 10주
- 실험기간 : 총 10주
- 실험설계 : 5처리×4반복×20수/반복 = 총 400수
- 사육밀도 : 전기, 수당 270cm<sup>2</sup>; 후기, 수당 540cm<sup>2</sup>

## 2) 측정항목

- 증체량, 사료 섭취량, 사료요구율
- 성장률 및 균일도
- 정강이 길이(shank length)
- 경골(tibia) 골밀도 및 골강도

## 다. 연구결과 및 고찰

### 1) 증체량, 사료 섭취량 및 정강이 길이에 미치는 영향

사료 내 에너지 및 단백질 수준이 증가함에 따라 증체량이 유의하게 증가하거나 또는 증가하는 경향을 나타내었다. 육성기 증체량의 변화에서 에너지 수준에 대한 반응보다는 단백질 수준의 증감에 따른 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

Phase I 기간 중에는 저 에너지 사료를 급여한 처리구에서 사료섭취량이 유의하게 증가하였고( $P<0.05$ ), Phase II에서는 처리구간에 큰 차이가 나타나지 않았다. 사료 내 단백질 수준이 증가함에 따라 정강이 길이 역시 유의하게 증가하거나( $P<0.05$ ) 증가하는 경향이 관찰되었으며, 조사한 공시계의 정강이 길이는 공시계의 체중 증가에 상응하는 결과가 시사되었다.

따라서 NRC 사양표준(1994)에서 Phase I 과 PhaseII의 에너지 및 단백질 요구수준인 2,800 kcal/kg, 17%와 2,800 kcal/kg, 15%, 그리고 종계회사 권장수준(Hy-Line Variety Brown, 2000)인 3,050 kcal/kg, 20%와 3000 kcal/kg, 17%를 본 연구의 결과와 비교할 때 Phase I에서는 에너지와 단백질 수준을 NRC (1994)요구량보다 높고 종계회사 권장치 수준보다 낮은 에너지 2800~2950 kcal/kg, 단백질 19%정도인 T3구가 육성초기 가장 적합한 영양수준이었다.

PhaseII에서도 T3, 즉 에너지 2800~2950 kcal/kg, 단백질 16% 수준이 가장 육성중기 병아리 발달에 가장 적합한 영양수준인 것으로 판단되었다.

Table 5-15. Effects of dietary energy and protein levels on weight gain, feed intake and shank length of egg-type breeder pullets<sup>1, 2</sup>

	Control	T1	T2	T3	T4
Phase I <sup>1</sup>					
BW gain, g/bird	338± 6.77 <sup>b</sup>	378± 7.54 <sup>a</sup>	352± 13.49 <sup>b</sup>	381± 4.73 <sup>a</sup>	382± 1.93 <sup>a</sup>
Feed intake, g/bird	964± 1.19 <sup>ab</sup>	999± 0.84 <sup>a</sup>	920± 1.25 <sup>b</sup>	969± 1.32 <sup>ab</sup>	937± 1.14 <sup>ab</sup>
Shank length, cm	6.54± 0.08 <sup>c</sup>	6.70± 0.04 <sup>ab</sup>	6.64± 0.04 <sup>bc</sup>	6.79± 0.03 <sup>a</sup>	6.75± 0.03 <sup>ab</sup>
Phase II <sup>2</sup>					
BW gain, g/bird	407± 10.46 <sup>b</sup>	424± 9.71 <sup>a</sup>	408± 20.24 <sup>b</sup>	420± 7.40 <sup>a</sup>	442± 6.34 <sup>a</sup>
Feed intake, g/bird	1467± 0.77	1488± 0.54	1421± 1.08	1421± 1.46	1388± 0.36

<sup>1</sup>T1=19%, 2800 kcal/kg; T2=17%, 2950 kcal/kg; T3=19%, 2950 kcal/kg; T4=20%, 3050 kcal/kg

<sup>2</sup>T1=16%, 2800 kcal/kg; T2=15%, 2900 kcal/kg; T3=16%, 2900 kcal/kg; T4=17%, 3000 kcal/kg

<sup>a-c</sup>Means±SE within a row with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

## 2) 경골의 길이, 중량, 경골 내 회분 함량 및 경골 파쇄 강도에 미치는 영향

경골의 길이는 대조구에 비해 사료 내 에너지 및 단백질 수준을 증가시킨 모든 처리구에서 유의하게 증가하거나(P<0.05) 증가하는 경향을 나타내었다. 경골 중량에서도 유사한 결과가 관찰되었는데, 사료 내 에너지 수준보다는 단백질 수준의 증가에 따른 영향이 더 명확하였으며, 에너지와 단백질 수준이 가장 높았던 T4 처리구에서는 대조구와 T2 처리구에 비해 경골 중량이 유의하게 증가하였다(P<0.05).

경골 내 회분 함량은 T4 처리구에서 가장 높았으며, T2 및 T3 처리구에서도 대조구에 비해 경골 내 회분 함량이 유의하게 증가하는(P<0.05) 결과가 관찰되었다. 경골 파쇄 강도에서는 T4 처리구가 T2 처리구에 비해 유의하게 (P<0.05) 높았으며, 사료 내 단백질 수준이 상대적으로 높았던 T2, T3 및 T4 처리구에서 증가하는 경향을 나타내었다.

뼈의 파쇄 강도(Ruff와 Hughes, 1985)와 회분 함량(Garlich 등, 1982)은 다양한 사료적 처리에 있어서 골격의 상태를 예측하는 지표가 될 수 있으며, 본 연구에서도 T2, T3 및 T4 처리구에서는 경골 내 회분 함량과 경골의 파쇄 강도에 상응해 증가하는 결과를 관찰할 수 있었다.

Table 5-16. Effects of dietary energy and protein levels on tibia length, weight, ash content, and bone strength of tibia of egg-type breeder pullets<sup>1, 2</sup>

	Control	T1	T2	T3	T4
Tibia length, cm	9.14± 0.09 <sup>d</sup>	9.48± 0.09 <sup>ab</sup>	9.21± 0.07 <sup>cd</sup>	9.41± 0.10 <sup>bc</sup>	9.74± 0.09 <sup>a</sup>
Tibia weight, g	5.32± 0.07 <sup>c</sup>	6.01± 0.18 <sup>ab</sup>	5.59± 0.12 <sup>bc</sup>	5.96± 0.19 <sup>ab</sup>	6.35± 0.17 <sup>a</sup>
Tibia ash content, g	4.01± 0.03 <sup>c</sup>	4.25± 0.22 <sup>bc</sup>	4.68± 0.12 <sup>ab</sup>	4.78± 0.17 <sup>a</sup>	5.01± 0.17 <sup>a</sup>
Bone strength, N	106.3± 4.19 <sup>ab</sup>	101.2± 1.07 <sup>b</sup>	112.0± 5.64 <sup>ab</sup>	115.6± 2.46 <sup>ab</sup>	118.3± 8.38 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> T1=19%, 2800 kcal/kg; T2=17%, 2950 kcal/kg; T3=19%, 2950 kcal/kg; T4=20%, 3050 kcal/kg

<sup>2</sup> T1=16%, 2800 kcal/kg; T2=15%, 2900 kcal/kg; T3=16%, 2900 kcal/kg; T4=17%, 3000 kcal/kg

<sup>a-d</sup> Means±SE within a row with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

### 3) 성장 균일도에 미치는 영향

사료 내 에너지 및 단백질 수준의 증가에 따라 성장 균일도가 Phase I 기간 중에는 대조구와 T1 처리구가 성장 균일도가 다소 높았다.

Phase II기간인 실험 마지막 10주째 사료 내 에너지 및 단백질 수준이 가장 높았던 T4 처리구가 다른 처리구에 비해 성장 균일도가 비교적 높은 것으로 나타났지만, 처리구간 유의한 큰 차이는 인정되지 않았다.

## Flock Uniformity

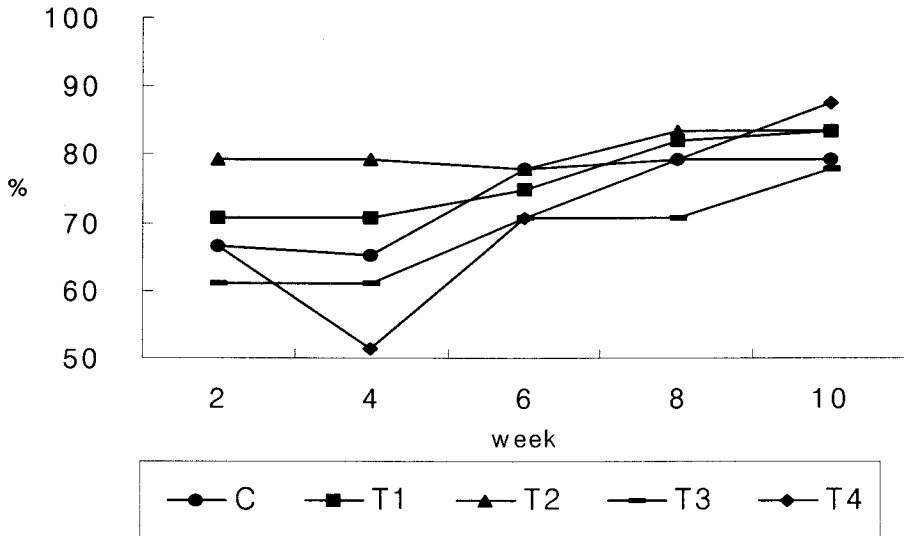


Fig. 5-5. Effects of dietary energy and protein levels on the flock uniformity of egg-type breeder pullets.

### 4. 실험 2 : 산란기 사육밀도가 종계 생산성에 미치는 영향

#### 가. 연구목적

국내의 산란종계 사육은 경제적인 면을 고려하여 한정된 공간에 많은 사육 수수를 수용하고 있는 실정으로 이러한 사육 방식으로는 생산성의 개선에 어려움이 있다. 가축의 생산성에 큰 영향을 미치는 물리적 환경이나 사육밀도는 관리자의 판단에 의해 결정되는 환경적 요인이기 때문에 매우 중요하다.

본 연구는 케이지 내 사육밀도를 다르게 하였을 때 산란종계의 난 생산성, 난질, 수정율 및 부화율, 우모상태 그리고 혈청 내 Newcastle disease (ND) 및 infectious bronchitis (IB)의 항체 역가에 미치는 영향을 규명하기 위해 실시하였다.

## 나. 연구방법 및 재료

### 1) 연구 방법

- 공시계 : Hy-line Brown 산란종계
- 실험기간 : 총 10주
- 실험설계 : 4처리×4반복×22수/반복 = 총 352수

### 2) 측정항목

- 사료 섭취량, 산란율 및 난중
- 난질 및 난각질
- 수정율, 부화율 및 배부율
- 우모상태 조사
- 혈청 내 ND 및 IB 항체 역가

Table 5-17. Experimental design

	사육 수수	사육 면적 (cm <sup>2</sup> )	케이지 크기	
			넓이	폭
T1 종계회사 권장 수준	수(2), 암(20)	980	240	90
T2 cage 회사 권장 수준	수(2), 암(20)	735	180	90
T3 1차 연도 농장 조사 평균치	수(2), 암(20)	640	156	90
T4 고밀도 사육	수(2), 암(20)	560	137	90

## 다. 연구결과 및 고찰

### 1) 사료섭취량, 산란율, 난중 및 일산란량에 미치는 영향

전 기간에 걸쳐 사료섭취량은 처리간의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 산란율, 난중 그리고 일산란량에서도 큰 차이는 인정되지 않았다.



Table 5-18. Effects of stocking density on feed intake, egg production, egg weight and egg mass of egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Items	T1	T2	T3	T4
Feed intake, g/d/bird	101.9 ±2.1	100.2 ±2.1	101.6 ±2.3	101.0 ±2.5
Egg production rate, %	80.3 ±1.7	78.0 ±1.8	79.1 ±2.0	80.3 ±2.3
Egg weight, g	58.5 ±0.3	59.1 ±0.3	59.2 ±0.2	59.0 ±0.2
Egg mass, g/d/bird	47.0 ±1.0	46.2 ±1.0	46.9 ±1.1	47.4 ±1.5

<sup>1</sup>T1=980cm<sup>2</sup>/bird; T2=735cm<sup>2</sup>/bird; T3=640cm<sup>2</sup>/bird; T4=560cm<sup>2</sup>/bird.

Values are means±SE.

## 2) 난질 및 난각질에 미치는 영향

난각강도에서는 사육밀도의 변화에 의한 처리간의 유의차가 나타나지 않았다. 난각두께는 실험 7~12 주에 있어서 640 cm<sup>2</sup>/bird구가 유의적으로(P<0.05) 낮은 수치를 나타내었지만, 전체적인 실험기간으로 볼 때 전 처리간의 차이를 나타내지 않았다.

Haugh unit에 있어서도 모든 처리간의 차이점을 발견할 수 없었으며, 본 연구에서는 사육밀도가 증가하여도 난각강도, 두께 및 계란의 신선도의 지표인 Haugh unit에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났음

## 3) 수정율 및 부화율에 미치는 영향

수정율은 전 기간에 걸쳐 처리간의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 부화율은 전체 실험기간 동안 사육밀도가 증가함에 따라 감소하는 경향이 관찰되었지만 처리간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

Table 5-19. Effects of stocking density on egg shell strength, thickness, Haugh unit of egg-type breeder layers<sup>1</sup>

	T1	T2	T3	T4
Eggshell strength, kg/cm <sup>2</sup>				
1 to 6 wk	3.5 ±0.2	3.4 ±0.2	3.1 ±0.3	3.3 ±0.3
7 to 12 wk	3.2 ±0.1	3.2 ±0.1	3.0 ±0.1	3.3 ±0.1
1 to 12 wk	3.4 ±0.1	3.3 ±0.1	3.0 ±0.2	3.3 ±0.1
Eggshell thickness, 0.01mm				
1 to 6 wk	34.8 ±0.8	34.3 ±0.8	33.2 ±1.1	34.1 ±1.3
7 to 12 wk	35.1 ±0.5 <sup>a</sup>	34.5 ±0.1 <sup>a</sup>	33.2 ±0.3 <sup>b</sup>	34.5 ±0.2 <sup>a</sup>
1 to 12 wk	35.0 ±0.4	34.4 ±0.3	33.2 ±0.5	34.3 ±0.6
Haugh unit				
1 to 6 wk	79.2 ±1.0	77.7 ±0.2	79.0 ±0.2	80.5 ±0.8
7 to 12 wk	82.5 ±1.1	79.1 ±1.2	82.0 ±1.3	82.9 ±1.3
1 to 12 wk	80.9 ±1.0	78.4 ±0.6	80.5 ±0.9	81.7 ±0.9

<sup>1</sup> T1=980cm<sup>2</sup>/bird; T2=735cm<sup>2</sup>/bird; T3=640cm<sup>2</sup>/bird; T4=560cm<sup>2</sup>/bird.

<sup>a-b</sup>Mean±SE within a row with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

Table 5-20. Effects of stocking density on fertility and hatchability of egg-type breeder layers<sup>1</sup>

	T1	T2	T3	T4
Fertility, %	87.4 ±1.6	87.7 ±1.3	85.1 ±1.6	89.9 ±1.5
Hatchability, %	89.1 ±2.0	88.5 ±2.5	87.8 ±2.7	85.7 ±3.3

<sup>1</sup> T1=980cm<sup>2</sup>/bird; T2=735cm<sup>2</sup>/bird; T3=640cm<sup>2</sup>/bird; T4=560cm<sup>2</sup>/bird.

Values are means±SE.

#### 4) 우모 상태에 미치는 영향

우모 상태는 사육밀도가 증가함에 따라 유의적으로( $P < 0.01$ ) 감소하는 결과가 관찰되었다. 사육밀도가 가장 낮은 980  $\text{cm}^2/\text{bird}$  처리구가 다른 처리구에 비해 가장 좋은 우모 상태를 나타내었으며, 특히 사육밀도가 가장 높은 560  $\text{cm}^2/\text{bird}$  처리구에서 유의하게( $P < 0.01$ ) 낮은 수치를 나타내었음

Table 5-21. Effects of stocking density on the score of plumage condition of egg-type breeder layers<sup>1</sup>

	T1	T2	T3	T4
Feather score	13.2 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	12.4 $\pm$ 0.1 <sup>ab</sup>	11.8 $\pm$ 0.3 <sup>b</sup>	10.8 $\pm$ 0.4 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> T1=980 $\text{cm}^2/\text{bird}$ ; T2=735 $\text{cm}^2/\text{bird}$ ; T3=640 $\text{cm}^2/\text{bird}$ ; T4=560 $\text{cm}^2/\text{bird}$ .

<sup>a-c</sup>Mean $\pm$ SE within a row with no common superscripts differ significantly ( $P < 0.01$ ).

#### 5) 혈액 내 ND 및 IB 항체역가에 미치는 영향

ND 항체 역가는 사육밀도가 가장 높은 560  $\text{cm}^2/\text{bird}$  처리구에서 낮은 결과가 관찰되었지만 처리간의 유의차는 인정되지 않았다. IB 항체 역가는 사육밀도가 가장 낮은 980  $\text{cm}^2/\text{bird}$  처리구에서 유의하게( $P < 0.05$ ) 높은 수치를 나타내는 결과가 관찰되었다.

밀사에 의해 식우증 등에 의한 물리적 피해가 더 많이 발생하여 행동 변화 및 생리적 스트레스 수준이 증가되고, 바이러스와 같은 항원에 대한 항체 생성의 감소로 면역활성이 저하될 수 있다는 새로운 결과가 시사되었다.

Table 5-22. Effects of stocking density on serum ND and IB antibody titers of egg-type breeder layers<sup>1</sup>

	T1	T2	T3	T4
ND antibody titers, log <sup>2</sup>	10.2 ±0.6	10.6 ±0.6	10.7 ±0.3	9.2 ±0.2
IB antibody titers, log <sup>2</sup>	8.6 ±0.4 <sup>a</sup>	7.3 ±0.5 <sup>b</sup>	6.3 ±0.4 <sup>b</sup>	6.3 ±0.4 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>T1=980cm<sup>2</sup>/bird; T2=735cm<sup>2</sup>/bird; T3=640cm<sup>2</sup>/bird; T4=560cm<sup>2</sup>/bird.

<sup>a-b</sup>Mean±SE within a row with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

## 5. 실험 1 : 산란말기 종란의 난중 조절 및 종계 생산성 향상을 위한 영양 및 사료에 관한 연구(3차년도)

### 가. 연구목적

실용종 산란계 및 산란종계에서 산란후기의 급작스러운 난각질 저하 생산된 계란의 손실에 막대한 영향을 미친다. 특히 산란종계에서는 난각이 지나치게 얇거나 파각된 것들은 종란으로서 이용되지 못하며, 따라서 후기 난각질의 개선을 위한 다양한 영양적 연구가 수행되어 왔다.

본 연구에서는 산란종계 사료 내의 Ca 함량의 조절 및 비타민 D3의 대사산물인 25(OH) D3의 사료 내 첨가가 산란 후기 종계에서 난각질에 미치는 영향을 규명하기 위한 목적으로 실시하였다.

### 나. 연구방법 및 재료

#### 1) 연구 방법

- 공시계 : 55주령 Hy-line Brown 산란종계
- 실험기간 : 총 8주
- 실험설계 : 9처리(3×3 factorial)×3반복×20수/반복 = 총 540수

## 2) 측정항목

- 사료 섭취량, 산란율 및 난중
- 난질 및 난각질
- 수정율, 부화율 및 배부율
- 경골 내 회분 및 Ca 함량
- 혈액 성분의 조성

Table 5-23. Experimental design

	Ca 수준		25(OH) D3 수준
	%	비고	( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
T1	3.3		0
T2	3.3	NRC 요구량	75
T3	3.3		150
T4	3.9		0
T5	3.9	종계회사 권장 수준	75
T6	3.9		150
T7	4.5		0
T8	4.5	Keshavarz (2000)의 권장 수준	75
T9	4.5		150

## 다. 연구결과 및 고찰

### 1) 난중, 난각강도, 난각두께 및 Haugh unit에 미치는 영향

Ca 급여 수준의 변화 및 25(OH) D3의 첨가에 따른 난중의 변화에는 큰 영향이 없었다. 난각강도는 Ca 급여 수준의 변화에 따라 처리구간에 유의한 차이가 나타났으며 ( $P<0.001$ ), 25(OH) D3의 첨가에 의해서도 유의한 변화( $P<0.001$ )가 인정되었다. Ca $\times$ 25(OH) D3의 interaction에서도 유의한 차이가 인정되었다.

난각두께 역시 Ca 급여 수준의 변화에 따라 처리구간에 유의한 차이가 나타났으며

( $P < 0.001$ ), 25(OH) D3의 급여에 의해서도 유의한 변화( $P < 0.001$ )가 인정되었으며, 난 각두계의 Ca×25(OH) D3의 interaction에서도 유의한 변화( $P < 0.001$ )가 관찰되었다.

Haugh unit 및 난황색 항목에서는 Ca 급여 수준의 변화 및 25(OH) D3의 첨가에 따라 처리구간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.

## 2) 사료섭취량, 산란율, 수정율 및 부화율에 미치는 영향

Ca 급여 수준의 변화 및 25(OH) D3의 첨가는 사료섭취량에서 처리구간에 유의한 차이는 나타나지 않았다.

산란율은 Ca 급여 수준의 변화에 따라 처리구간에 유의한 차이가 나타났으며 ( $P < 0.001$ ), 25(OH) D3의 첨가에 의해서도 유의한 변화( $P < 0.001$ )가 인정되었으며, Ca×25(OH) D3의 interaction에서도 유의한 차이가 인정되었다( $P < 0.001$ )

부화율은 Ca 급여 수준의 변화에 따라 처리구간에 큰 차이가 없었으나, 25(OH) D3의 첨가에 의해서도 유의한 변화( $P < 0.01$ )가 인정되었다.

## 3) 경골 내 수분, 조회분, Ca 및 P 함량에 미치는 영향

경골 내 수분 함량은 Ca 급여 수준의 변화에 따라 처리구간에 유의한 차이가 나타났으며( $P < 0.001$ ), 25(OH) D3의 첨가에 의해서도 유의한 변화( $P < 0.01$ )가 인정되었다. Ca×25(OH) D3의 interaction에서도 유의한 차이가 인정되었다( $P < 0.05$ ).

조회분 함량 및 P 함량에서는 Ca 급여 수준의 변화 및 25(OH) D3의 첨가에 따른 처리구간에 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

경골 내 Ca 함량은 Ca 급여 수준의 변화에 따라 처리구간에 유의한 차이가 나타났으나( $P < 0.001$ ), 25(OH) D3의 첨가의 효과는 인정되지 않았다.

Ca 4.5% 급여구의 경골 내 Ca 함량은 Ca 3.3% 및 Ca 3.9% 급여구에 비해 높은 수치를 나타내었다.

Table 5-24. Effects of dietary Ca and 25(OH) D3 levels on egg weight, egg and egg shell qualities in post-laying egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatment	Egg weight (g)	Shell strength (kg/cm <sup>2</sup> )	Shell thickness (mm×100)	Haugh unit	Yolk color
T1	64.40 ±0.27	3.33 ±0.12	36.63 ±0.14	85.05 ±1.47	7.98 ±0.14
T2	64.28 ±1.14	3.48 ±0.06	37.88 ±0.31	84.90 ±1.47	8.03 ±0.18
T3	64.65 ±0.10	3.53 ±0.11	36.80 ±0.18	83.98 ±2.04	8.05 ±0.10
T4	64.78 ±0.33	3.40 ±0.10	36.80 ±0.04	84.35 ±2.32	8.10 ±0.20
T5	63.68 ±0.26	3.60 ±0.09	37.95 ±0.46	85.13 ±1.35	8.08 ±0.13
T6	64.32 ±0.36	3.63 ±0.05	37.98 ±0.17	85.20 ±1.25	8.13 ±0.14
T7	65.03 ±0.31	3.48 ±0.03	37.50 ±0.23	81.83 ±1.86	8.13 ±0.16
T8	64.48 ±0.43	3.55 ±0.06	37.73 ±0.14	81.30 ±1.25	8.13 ±0.19
T9	64.35 ±0.37	3.83 ±0.09	38.08 ±0.34	84.25 ±1.75	8.15 ±0.15
Ca	NS	P<0.001	P<0.001	NS	NS
25(OH)D <sub>3</sub>	NS	P<0.001	P<0.001	NS	NS
Ca×25(OH)D <sub>3</sub>	NS	P<0.05	P<0.001	NS	NS

<sup>1</sup>T1, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 0μg; T2, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 75μg; T3, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 150μg; T4, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 0μg; T5, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 75μg; T6, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 150μg; T7, Ca 4.5%-25(OH)D<sub>3</sub> 0μg; T8, Ca 4.5%-25(OH)D<sub>3</sub> 75μg; T9, Ca 4.5%-25(OH)D<sub>3</sub> 150μg.

Table 5-25. Effects of dietary Ca and 25(OH) D3 levels on feed intake egg production, fertility and hatchability in post-laying egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatment	Feed intake (g/hen/day)	Egg production (%)	Fertility (%)	Hatchability (%)
T1	113.13 ±1.24	66.20 ±1.42	50.47 ±1.79	80.33 ±4.14
T2	107.90 ±2.34	66.13 ±1.58	52.97 ±2.49	83.90 ±3.51
T3	112.70 ±2.34	65.37 ±0.96	52.73 ±0.58	89.40 ±0.95
T4	116.73 ±1.47	71.77 ±1.53	57.13 ±2.13	81.23 ±2.14
T5	104.53 ±3.12	63.67 ±1.18	51.40 ±2.75	82.03 ±3.32
T6	113.30 ±2.68	65.07 ±1.78	51.80 ±1.27	85.20 ±2.91
T7	115.53 ±1.67	65.30 ±1.60	50.90 ±2.46	79.03 ±3.68
T8	114.03 ±2.09	66.50 ±0.90	53.63 ±1.97	84.33 ±1.45
T9	113.40 ±1.04	64.23 ±1.44	53.27 ±2.27	86.20 ±3.23
Ca	NS	P<0.001	NS	NS
25(OH)D <sub>3</sub>	NS	P<0.001	NS	P<0.05
Ca×25(OH)D	NS	P<0.001	NS	NS

3

<sup>1</sup>T1, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 0μg; T2, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 75μg; T3, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 150μg; T4, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 0μg; T5, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 75μg; T6, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 150μg; T7, Ca 4.5%-25(OH)D<sub>3</sub> 0μg; T8, Ca 4.5%-25(OH)D<sub>3</sub> 75μg; T9, Ca 4.5%- 25(OH)D<sub>3</sub> 150μg.



Table 5-26. Effects of dietary Ca and 25(OH) D3 levels on chemical compositions of tibia in post-laying egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatment	Moisture (%)	Crude ash (%)	Ca (%)	P (%)
T1	35.29 ±2.06	33.57 ±0.86	11.81 ±1.93	1.34 ±0.26
T2	40.11 ±3.19	36.39 ±1.73	17.33 ±3.76	1.68 ±0.09
T3	32.34 ±0.52	32.42 ±0.76	13.72 ±1.62	1.80 ±0.02
T4	30.51 ±2.11	35.64 ±2.16	12.97 ±1.60	1.72 ±0.02
T5	29.32 ±1.93	37.52 ±2.81	16.18 ±1.79	1.81 ±0.06
T6	30.70 ±1.46	34.80 ±1.49	14.99 ±1.01	1.72 ±0.02
T7	30.47 ±1.47	35.26 ±1.85	17.97 ±1.09	1.72 ±0.02
T8	32.40 ±2.65	34.77 ±0.95	16.70 ±2.05	1.64 ±0.11
T9	26.65 ±1.47	37.79 ±2.55	19.71 ±0.53	1.45 ±0.12
Ca	P<0.001	NS	P<0.05	NS
25(OH)D <sub>3</sub>	P<0.01	NS	NS	NS
Ca×25(OH)D <sub>3</sub>	P<0.05	NS	NS	P<0.05

<sup>1</sup>T1, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 0 $\mu$ g; T2, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 75 $\mu$ g; T3, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 150 $\mu$ g; T4, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 0 $\mu$ g; T5, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 75 $\mu$ g; T6, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 150 $\mu$ g; T7, Ca 4.5%-25(OH)D<sub>3</sub> 0 $\mu$ g; T8, Ca 4.5%-25(OH)D<sub>3</sub> 75 $\mu$ g; T9, Ca 4.5%- 25(OH)D<sub>3</sub> 150 $\mu$ g.

#### 4) 혈액 성상에 미치는 영향

혈청 내 albumin, GOT 및 BUN 수치는 처리구간에 큰 차이를 나타내지 않았다 (Table 5-27).

혈청 내 cholesterol, P 및 G-GT 수준은 Ca 급여 수준의 변화에 따라 유의한 차이가 인정되었으며, 25(OH) D3의 첨가 수준의 변화에 따른 차이는 발견되지 않았다. 대조적으로 Ca 농도는 Ca 급여 수준의 변화에 따른 차이는 인정되지 않았고, 25(OH) D3의 첨가 수준의 변화에 따른 유의한 차이가 관찰되었다.

Table 5-27. Effects of dietary Ca and 25(OH) D3 levels on blood profiles in post-laying egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatment	Albumin	GOT	BUN	Cholesterol	Ca	P	G-GT
T1	2.11 ±0.04	169.86 ±4.56	2.40 ±0.14	115.46 ±11.38	27.07 ±1.19	71.24 ±6.03	49.16 ±3.42
T2	2.16 ±0.06	185.50 ±20.16	2.43 ±0.41	161.33 ±30.16	21.67 ±3.45	91.49 ±16.26	56.59 ±9.44
T3	2.15 ±0.05	185.29 ±15.66	1.60 ±0.15	104.66 ±13.71	20.66 ±1.30	62.66 ±7.38	41.64 ±4.25
T4	2.16 ±0.05	194.64 ±17.49	2.15 ±0.55	125.04 ±13.98	24.31 ±1.91	74.67 ±6.46	49.49 ±2.85
T5	2.07 ±0.03	175.07 ±7.40	1.75 ±0.16	101.11 ±14.79	20.80 ±1.91	60.94 ±8.15	40.87 ±4.89
T6	2.11 ±0.03	191.79 ±16.04	1.90 ±0.25	102.76 ±16.84	21.69 ±1.04	62.23 ±8.84	41.93 ±4.85
T7	2.14 ±0.04	180.07 ±8.81	1.81 ±0.16	160.81 ±25.74	23.56 ±1.22	92.19 ±12.79	57.86 ±6.35
T8	2.06 ±0.08	178.14 ±7.84	1.86 ±0.18	114.37 ±11.64	22.30 ±1.24	68.31 ±6.28	45.31 ±3.63
T9	2.26 ±0.08	210.00 ±9.58	2.07 ±0.22	195.84 ±34.51	24.77 ±1.31	110.29 ±17.17	67.51 ±8.54
Ca	NS	NS	NS	P<0.01	NS	P<0.01	P<0.05
25(OH)D <sub>3</sub>	NS	NS	NS	NS	P<0.05	NS	NS
Ca×25(OH)D <sub>3</sub>	NS	NS	NS	P<0.01	NS	P<0.01	P<0.05

<sup>1</sup>T1, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 0μg; T2, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 75μg; T3, Ca 3.3%-25(OH)D<sub>3</sub> 150μg; T4, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 0μg; T5, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 75μg; T6, Ca 3.9%-25(OH)D<sub>3</sub> 150μg; T7, Ca 4.5%-25(OH)D<sub>3</sub> 0μg; T8, Ca 4.5%-25(OH)D<sub>3</sub> 75μg; T9, Ca 4.5%- 25(OH)D<sub>3</sub> 150μg.

## 6. 실험 2 : 산란점등 프로그램에 따른 종계 생산성 변화 연구(3차 년도)

### 가. 연구목적

실용 산란계 및 산란종계는 산란개시 일령에 따라 초기 난중이 달라지는 것으로 알려져 있다. 점등자극을 통해 산란개시 일령을 앞당기는 것은 가능하지만, 초기 난중이 너무 적어 종란으로의 이용 가치가 저하되기도 하며, 초기 난중의 빠른 증가를 위해 점등자극을 너무 지연시키면 그 만큼 종란 생산 일령이 늦어지게 되는 문제점이 발생한다.

본 연구는 점등자극 개시일령을 달리 하였을 때 생산된 종란의 품질 및 산란종계의 생산성에 미치는 영향을 규명하기 위해 실시하였다.

## 나. 연구방법 및 재료

### 1) 실험 처리

- 127일령, 134일령 및 141일령의 각기 다른 일령에 점등 자극을 개시하였다.

### 2) 연구 방법

- 공시계 : Hy-line Brown 산란종계
- 실험기간 : 총 5주
- 실험설계 : 3처리×3반복×20수/반복 = 총 180수

### 3) 측정항목

- 사료 섭취량, 산란율 및 난중
- 난질 및 난각질
- 수정율, 부화율 및 배부율

## 다. 연구결과 및 고찰

### 1) 산란율, 종란율 및 난중에 미치는 영향

점등자극을 7일씩 지연했을 때 산란율이 증가하는 경향이 관찰되었다. 127일령 점등자극 처리구와 비교할 때 134 및 141일령 점등자극 처리구의 초기 난중이 유의하게 증가함으로서 종란 이용율 향상에 기여할 수 있다는 결과가 나타났다.

종란율 역시 점등 지연에 의해 증가한다는 결과가 관찰되었다.

Table 5-28. Effects of starting period of lighting program on egg production, fertility and egg weight in egg-type breeder pullets

	Egg production(%)	Fertiled egg (%)	Egg weight (g)
127	91.45±1.42	92.66±1.79 <sup>b</sup>	53.75±0.27 <sup>b</sup>
134	93.51±1.53	95.04±2.13 <sup>a</sup>	55.10±0.33 <sup>a</sup>
141	94.39±1.60	95.24±2.46 <sup>a</sup>	56.02±0.31 <sup>a</sup>

<sup>a-b</sup>Mean±SE within a row with no common superscripts differ significantly (P<0.01).

#### 7. 제 4 협동과제 종합적 결론 및 고찰

1차년도에 실시된 국내 산란중계 생산성에 예비 조사를 통해 영양 및 사양관리 항목의 다양한 요인들이 생산성 저하에 관여되어 있음이 확인되었고, 이러한 조사결과를 기초로 2, 3차년도의 사양실험을 실시하였다. 1차년도의 생산성 조사 자료는 앞으로의 산란중계 생산성과 관련된 연구 방향을 제시했다는 면에서 의미가 있다고 판단된다.

2차년도의 육추, 육성 사료의 영양수준 연구와 3차년도의 산란말기 난각질 향상을 위한 연구 결과는 우리 실정에 적합한 산란중계의 육추, 육성 사료 및 후기 사료 제조에 실용적 가치가 있는 자료로 이용될 수 있을 것이다.

또한 2차년도의 사육밀도 실험에서는 사육밀도의 증가가 생산성에는 큰 영향을 미치지 않았지만, 밀사에 의해 물리적 피해가 더 많이 발생하고 행동 변화 및 생리적 스트레스 수준이 증가됨으로서 바이러스와 같은 항원에 대한 항체 생성의 감소로 면역활성이 저하된다는 새로운 결과가 시사되었으며, 이와 관련된 추후 연구를 위한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 제 6 절 제 5 협동과제:

### 종계의 생산성 향상을 위한 질병·위생 관리 프로그램 개발

#### 1. 실험 1. 국내 종계의 품종별 생산성 분석을 위한 기초자료 조사(1차년도)

가. 연구 목적: 국내사육 종계군의 품종별 생산성 기초자료 수집 및 조사로 품종별 표준 또는 양계 선진국과의 종계의 품종별 생산성 비교 분석

#### 나. 연구 방법 및 재료:

##### 1) 종계 생산성 조사 및 질병모니터링 대상농장 선정

가) 모니터링 대상농장 선정시 사육규모, 계사형태, 품종 등을 고려함

##### 2) 모니터링 대상농장에 대한 종계 품종별 능력 검토

가) 육성기 : 체중, 주간증체량, 체중 균일도, 주간 도태/폐사율, 주간 사료소비량, 미스계율 등

나) 산란기 : 체중, 주간 도태/폐사율, 주간 산란율, 주간 종란율, 주간 무정란율, 주간 부화율, 주간 초생추 생산수 등

#### 다. 연구 결과 및 고찰

##### 1) 질병모니터링 대상농장 선정

가) 질병모니터링을 위하여 육용종계군 9개, 산란종계군 8개 등 총 7개 농장, 17계군을 집중관리 모니터링 대상농가로 선정하였다.

나) 종계군 주요 질병 모니터링을 위하여 7개 농장 소재 계군에 대하여 육성기

및 산란기로 구분하여 혈청검색에 의한 질병모니터링과 병계 및 폐사계 병성감정을 통한 질병 모니터링을 실시하였으며, 산란기에는 SPF 감시조를 이용한 질병 모니터링을 실시하였다.

Table 6-1. 집중관리 질병모니터링 대상농장 선정 (7농장 17계군)

구분	품종	사육규모	계사형태	사육형태	급수형태	환기방식
육용종계 5농장 9계군	Ross: 5	6천수: 4	무창: 9	평사: 5	니폴: 8	터널/크로스: 6
	AA: 3	8천수: 3		3단 케이지: 4	유수식: 1	중하식: 1
		1만수: 2				튜브식: 2
산란종계 2농장 8계군	H/B: 8	1만6천수: 4 1만3천수: 4	무창: 8	직립 케이지: 8	니폴: 8	터널/크로스: 8

## 2) 국내 육용종계 및 산란종계 생산성 조사

- 가) 종계 생산성 조사를 위하여 육용종계군 16개, 산란종계군 14개 등 총 10개 농장, 30 계군을 대상으로 품종별 종계의 생산성 자료를 수집/분석하였다.
- 나) 국내 사육 육용종계의 경우 종계 평균 수명 64주를 기준으로 평균 육계병아리 생산 수수는 90 - 100수로 품종별 표준 120 - 130수 이상에 미치지 못하였으며, 주평균 폐사율은 0.4 - 0.6%로 품종별 표준 0.2% 이하에 비하여 2 - 3 배 높게 분석되었다.
- 다) 산란종계의 경우에도 종계 평균 수명 68주를 기준으로 평균 암병아리 생산 수수는 65 - 70수로 품종별 표준 85 - 90수 이상에 비하여 큰 생산성의 차이를 나타냈으며, 주평균 폐사율 역시 0.3 - 0.4%로 품종별 표준 0.2% 이하에 비하여 많게는 2배 가량 높게 조사되었다.

Table 6-2. 모니터링 대상농장에 대한 종계 품종별 생산성 자료 수집/분석 내역

구분	품종	생산성 관련 자료수집 내역
육용종계 6농장 16계군	Ross: 10	- 육성기: 체중, 주간 도태/폐사율, 주간 사료 소비량, 미스계율 등
	AA: 4	- 산란기: 체중, 주간 도태/폐사율, 주간 산란율, 주간종란율, 주간부화율, 주간 초생추생산수 등
산란종계 4농장 14계군	H/B: 9	- 육성기: 체중, 주간 도태/폐사율, 주간 사료 소비량, 등
	ISA/B: 3	- 산란기: 체중, 주간 도태/폐사율, 주간 산란율, 주간종란율, 주간부화율, 주간 초생추생산수 등

Table 6-3. 모니터링 대상농장에 대한 종계 품종별 생산성 조사 (10농장 30계군)

구분	품종별	품종별 표준	국내 종계의 생산성	비 고
평균 병아리 생산수수	육용종계	120-130수	90 - 100수 (75%)	64주 기준
	산란종계	85-90수	130 - 140수 (75%)	64주 기준
육성기 주평균 폐사율	육용종계	0.2% 이하	0.4 - 0.6% (2 - 3 배)	68주 기준
	산란종계	0.2% 이하	0.3 - 0.4% (2 배)	68주 기준

\* 육용종계 7농장, 16계군, 산란종계 3농장 14 계군

## 2. 실험 2: 국내 종계 주요질병 모니터링을 통한 생산성 저하요인 조사

### 가. 연구목적

국내사육 종계의 생산성 저하요인 중 질병감염으로 인한 요인을 분석하기 위하여 모니터링 대상 농장에 SPF 감시조 투입, 본 계군에 대한 혈청검색 및 폐사계 병성감정 등을 정기적으로 실시하였으며, 뉴캐슬병, 닭전염성기관지염 등 백신을 접종하는 질병에 대한 면역수준을 조사하기 위하여 육성기 7회, 산란기 10회 채혈하여 혈청검색을 통한 면역수준을 모니터링하였다. 종계 주요질병 및 면역수준 모니터링은 종계군에서 문제시되는 주요질병에 의한 생산성 저하의 정도와 아울러 현행 예방접종 프로그램 및 집단면역법에 대한 평가를 목적으로 실시하였다.

## 나. 연구방법 및 재료 :

### 1) 모니터링 대상농장에 대한 주요 질병 모니터링

- 가) 혈청검색에 의한 질병모니터링
- 나) SPF 감시조를 이용한 질병 모니터링
- 다) 병계 및 폐사계 병성감정을 통한 질병모니터링
- 라) 검색대상질병:
  - 살모넬라 등 난계대성 세균성 질병
  - 백혈병 등 종양성 질병
  - 뉴캐슬병 등 급성 호흡기 질병
  - 감보로병 등 면역억제질병
  - 닭전염성기관지염 등 산란저하질병

### 2) 모니터링 대상농장에 대한 중계군 면역수준 모니터링

- 가) 주요 질병에 대한 백신접종 프로그램 및 백신별 접종법 조사
- 나) 모니터링 대상농장에 대한 시기별, 백신 및 백신접종 방법별, 질병별 계군 면역수준 조사
- 다) 현행 예방접종 프로그램에 대한 평가 및 미비점 조사분석
- 라) 검사대상 질병
  - 뉴캐슬병
  - 닭전염성기관지염
  - 감보로병

## 다. 연구 결과 및 고찰

### 1) 집중관리 질병 모니터링 대상농장에 대한 주요 질병 모니터링

#### 가) 혈청검색에 의한 질병모니터링

- (1) 검색시기는 성계편입시, 계군도태시, 질병의심시 수시로 실시하였다.



- (2) 검색대상 농장 육용종계군 9개, 산란종계군 8개 등 총 7개 농장, 17개 종계군을 대상으로 실시하였다.
- (3) 혈청검색에 의한 품종별 종계군 질병 모니터링은 성계편입 시점인 16-18주령 경에 1회, 종계군 도대전 1회 실시하였으며 질병으로 인한 생산성 저하가 의심될 경우 수시로 혈청검색을 실시하였다.
- (4) 육용종계군 9개, 산란종계군 8개 등 총 7개 농장, 17 계군 집중관리 모니터링 대상 농가를 대상으로 주요질병검색을 실시한 결과 SP, FT, MG, ALV-J 등 4개 질병에 대해서는 육성기 및 산란기 모두 음성으로 조사되었다.
- (5) 그러나 SE, MS 등 2종의 난계대성 세균성 질병과 만성소모성 질병과 면역억제를 유발 할 수 있는 REV, APV, CAV, ORT, REO 등 질병 5종이 검색되었다.
- (6) SE, MS 등 난계대 세균성 질병 검색은 종계 생산성 및 후대병아리 품질 저하가 우려되었다.
- (7) REV, APV, CAV, REO 등 면역억제질병 검색은 종계군의 호흡기유발과 아울러 2차 세균감염에 의한 복막염 유발 등 타질병에 대한 감수성 증가가 우려되었다.
- (8) MS, APV, ORT 등 급성/만성 호흡기질병 검색은 종계 생산성 저하에 직접 또는 간접적으로 영향을 미칠 수 있는 질병들로 추후 이들 질병들에 대한 추가적인 피해 조사가 필요할 것으로 판단되었다.

Table 6-4. 검색대상 질병별 혈청검사법 및 양성기준

질병	혈청검사법	제조사	양성기준
SP / FT	RSA	Intervet	Agglutination (60 sec)
SE / ST	Indirect ELISA	Biochek	S/P > 0.5
MG / MS	Indirect ELISA	IDEXX	Titer >1076
REV	Indirect ELISA	IDEXX	Titer >1076
ALV-J	Indirect ELISA	IDEXX	S/P > 0.6
APV	Indirect ELISA	Svanova	PI > 40
CAV	Blocking ELISA	IDEXX	S/N ≤ 0.6
ORT	Indirect ELISA	IDEXX	Titer > 844
REO	Indirect ELISA	IDEXX	Titer > 396
IBD	Indirect ELISA	IDEXX	Titer > 396
NDV/AIV/IBV	HI test	Konkuk Univ.	Titer ≥ 16

Table 6-5. 혈청검사에 의한 국내 종계군 질병모니터링 검색결과

구분	검사 질병(양성계군/조사계군)																			
	SP/FT		SE/ST		MG		MS		REV		ALV-J		APV		CAV		ORT		REO	
	Tube	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA	ELISA
육용종계 9계군	육성 0/9	산란 0/9	육성 0/9	산란 3/9	육성 0/9	산란 0/9	육성 0/9	산란 4/9	육성 3/9	산란 7/9	육성 0/9	산란 0/9	육성 3/9	산란 7/9	육성 4/9	산란 7/9	육성 6/9	산란 9/9	육성 8/9	산란 9/9
산란종계 8계군	0/8	0/8	0/8	4/8	0/8	0/8	0/8	4/8	0/8	5/8	-	-	0/8	5/8	4/8	7/8	3/8	5/8	8/8	8/8

나) 종계군 품종별 SPF 감시조를 이용한 질병모니터링

- (1) SPF 감시조를 이용한 질병모니터링은 모두 성계군을 대상으로 실시하였다.
- (2) 육용종계군 9개, 산란종계군 8개 등 총 7개 농장, 17 계군 집중관리 모니터링 대상 농가를 대상으로 SPF 감시조 투입한 후 감염조직 및 혈청시료를 채취/분석하여 질병 검색을 실시한 결과 SP, FT, MG, ND, AI, IBD, MD 등 7개 질병에 대해서는 육성기 및 산란기 모두 음성으로 조사되었

다.

- (3) 그러나 SE, MS 등 2종의 난계대성 세균성 질병과 호흡기 및 산란저하 질병, 만성 소모성 질병과 면역억제를 유발 할 수 있는 IB, LL, REV, APV, CAV, ORT, REO 등 질병 7종이 검색되었다.
- (4) REV, APV, CAV, REO 등 5종의 면역억제질환의 검색은 동절기 ND, AI 등 호흡기 질병에 대한 감수성이 증가되어 감염 시 더욱 큰 피해의 우려가 예상되어 추후 이들 질병들에 대한 추가적인 피해 조사가 필요할 것으로 판단되었다.
- (5) IB, MS, APV, ORT 등 4종의 급성/만성 호흡기질환은 ND나 AI 감염과 혼동 될 가능성이 많으며, 만성 경과시 그 감염 피해가 제대로 진단되지 못할 가능성이 있는 것으로 판단되었다.

Table 6-6. 품종별 SPF 감시조를 이용한 질병모니터링 검색결과 (7농장 17계군)

구분	검사질병(양성계군/조사계군)															
	SP	FT	SE/ST	MG	MS	ND	IB	AI	IBD	MD	REV	LLV	APV	CAV	ORT	REO
육용종계 9계군	0/9	0/9	3/9	0/9	4/9	0/9	5/9	0/9	0/9	0/9	7/9	1/9	8/9	9/9	6/9	9/9
산란종계 8계군	0/8	0/8	4/8	0/8	4/8	0/8	5/8	0/8	0/8	0/8	6/8	0/8	5/8	8/8	6/8	8/8

**다) 병계 및 폐사계 병성감정을 통한 국내 종계군 질병 모니터링 검색결과**

- (1) 병계 및 폐사계 병성감정을 통한 질병모니터링은 육성계군과 성계군을 대상으로 실시 하였다.
- (2) 7개 농장, 17 계군 집중관리 모니터링 대상농가를 대상으로 폐사 및 도태 계에 대하여 정기적으로 부검을 실시하였다.
- (3) 주요 육안 및 해부병리소견을 요약해 보면 육용종계군에서는 약추관절계, 호흡기에 의한 복막염, 과비에 의한 지방간, 간과열이 주요 병리해부소견

으로 조사되었으며, 그 외 케이지사에 사육될 경우 과비로 인한 지루 발생이 관찰되었다.

- (4) 그리고 산란종계의 경우 카니발리즘, 생산성 저하 요인이 되는 수란관염 및 난추, 과비로 인한 지방간, 간과열이 주요 병리해부소견으로 조사되었다.
- (5) 즉, 국내사육 종계는 육용종계의 경우 급성/만성 호흡기 질병, 환기불량, 과체중 등이 주로 문제 시 되었으며, 산란종계의 경우에는 밀사/스트레스, 급성/만성 호흡기 질병, 난계대 질병 등이 주로 문제 시 되는 것으로 조사되었다.

Table 6-7. 병계 및 폐사계 병성감정을 통한 질병 모니터링 검색결과

구분	주요 육안 및 해부병리소견
육용종계	약추 관절계, 환기불량 호흡기, 지방간, 간과열, 복막염, 흑두병 등
산란종계	밀사 카니발리즘, 수란관염, 간과열, 난추, 지방간, 종양 등

## 2) 모니터링 대상농장에 대한 종계군 면역수준 모니터링

가) 주요질병에 대한 백신접종 프로그램 및 백신별 접종법 조사

- (1) 뉴캐슬병 : 육성기 1d, 14d, 21d, 56d 음수 12-16w ING, 18w BBNE
- (2) 닭전염성기관지염 : 육성기 14d, 21d, 56d 음수 12-16w ING, 18w BBNE
- (3) 감보로병 : 10d, 20d, 30d 음수 12-16w ING

나) 모니터링 대상농장에 대한 시기별, 백신 및 접종방법별, 질병별, 계군 면역 수준 조사

- (1) 검색대상 질병은 뉴캐슬병(HI), 전염성기관지염(HI), 감보로병(ELISA)등을 대상으로 실시하였다.
- (2) 검색시기는 육성기 7회, 산란기10회를 실시하였다.
- (3) 검색방법은 기존 니플급수기 이용 음수 예방접종 프로그램에 대한 평가를 실시하였으며, 음수접종시 백신종류별, 급수기 종류별, 급수량별, 음수접종

방법별 색소 tongue test에 의한 면역수준을 평가하였다.

- (4) 종계군의 면역수준 모니터링은 뉴캐슬병(ND), 닭전염성기관지염(IB), 감보로병(IRD) 등 3종의 질병을 대상으로 실시하였다.
- (5) 국내에서 사용중인 ND, IB, IRD 등 3종의 생독백신에 대한 접종효능을 조사하기 위하여 선정된 7개 집중관리 모니터링 대상 농가 중 현재 야외 농가에 보편화되어 있는 니플급수기를 이용한 음수접종법을 기존의 방식대로 ND, IB, IRD 등 3종의 생독백신을 5주령 이전에 2 - 3회 적용한 후 주령 별로 채혈하여 생독백신 접종 효능을 조사하였다.
- (6) 또한 음수접종시 백신에 색소를 첨가하여 색소 tongue test에 의한 면역수준 평가를 병행 실시하였다.
- (7) 음수접종 후 주령별로 실시한 혈청검사 성적에서 나타난 바와 같이 백신 종료 후 5 - 6주령까지도 ND, IB, IRD에 대한 평균 항체는 거의 생성되지 않는 경우가 많았으며 항체의 균일도 (%CV)는 100% 이상으로 목표치 60%이하에 미치지 못하였으며, Tongue Test 결과도 45% 이하로 목표치 90% 이상에 근접하지 못하는 매우 불균일한 경우가 많은 것으로 조사되었다.
- (8) 또한 국내에서 사용중인 ND-IB-IRD-EDS 또는 ND-IB-IRD 사독오일 백신에 대한 면역지속능을 조사하기 위하여 선정된 7개 집중관리 모니터링 대상 농가 중 현재 야외농가에 보편화되어 있는 기존의 방식대로 ND-IB-IRD-EDS 또는 ND-IB-IRD 사독오일백신을 산란개시 4 - 8주전에 1회 접종한 후 주령별로 채혈하여 사독오일 백신의 접종지속능을 조사 하였다.
- (9) 사독오일백신 접종 후 주령별로 혈청검사를 실시한 결과 35 - 40주령 이후 ND, IB, IRD에 대한 평균 항체가 낮거나 불균일한 경우가 많았고 CV가 100%이상으로 목표치 60% 이하에 미치지 못하는 매우 불균일한 경우가 많은 것으로 조사되었다.

Table 6-8. 국내 종계군 니플급수기 이용 음수접종 시 주령별 평균 항체형성능

주령	혈청수	검색질병/방법	평균항체가 (AV)	항체균일도 (%CV)	비 고
1	15	ND/HI	5.5	33.6	* 육성기 백신접종 프로그램 - ND, IB: 14일, 21일, 56일 음수 - IBD: 10일, 20일, 30일 음수 - Tongue Test: 45% (목표 90% 이상) * 6주령 목표 항체가 및 균일도 - ND: > 3 HI log <sub>2</sub> >95% Ab +ve, <60% %CV - IBD: 2500-8000 < 30-45 %CV * 산란기 백신접종 프로그램 - ING: 12-16w, BBNE: 18w * 35-40주령 목표항체가 및 균일도 - ND, IB: 7 - 9 HI log <sub>2</sub> - IBD: 6,000 - 8,000 < 30 %CV
		IB/HI	5.6	27.5	
		IBD/ELISA	730	45.5	
5	15	ND/HI	1.25	120.0	
		IB/HI	4.9	115.0	
		IBD/ELISA	97	97.3	
6	15	ND/HI	2.40	108.8	
		IB/HI	4.53	119.0	
		IBD/ELISA	1131	69.9	
7	15	ND/HI	2.80	128.0	
		IB/HI	4.93	124.3	
		IBD/ELISA	40	166.0	
35-40 주령 이후	15	ND/HI	5.00- 7.00	100.0 이상	
IB/HI	5.00-11.00				
IBD/ELISA	6,000이하				

### 3. 실험 3. 육성기 종계 질병·위생관리를 통한 생산성 개선 연구(2차년도)

#### 가. 연구목적

국내 육성기 종계군에 대한 품종별, 사육환경별 최적의 예방접종 프로그램을 작성하기 위하여 모델계군을 대상으로 하여 육성기 종계 면역수준 개선을 위한 뉴캐슬병, 닭전염성기관지염 등 수정된 예방접종 프로그램을 적용한 후 정기적인 혈청 및 바이러스 검사를 실시하였으며, 아울러 모델계군에 대한 폐사계 병성감정 등을 통한 주요 질병에 대한 모니터링을 실시하였다. 본 실험은 종계의 육성기 면역수준 개선을 위한 수정된 예방접종 프로그램 및 집단면역법에 대한 평가를 목적으로 실시하였다.

#### 나. 연구 방법 및 재료

##### 1) 육성기 종계 생산성 향상을 위한 모델계군 선발

모델계군 선정시 사육규모, 계사형태, 품종 등을 고려함

## 2) 육성기 종계 질병·위생관리 프로그램 확립

### 가) 주요질병에 대한 백신접종 프로그램 등 모델계군 적용시험

#### 나) 주요 질병별 백신접종 프로그램

##### (1) 뉴캐슬병

###### (가) 생독 + 생독

캐비넷, Ulvavac, Desvac 등 분무기 종류별 적용시험

육성기 1d, 15d, 49d, 12w 분무

###### (나) 생독 + 사독

1일령 생독분무+사독오일(SC, IM; 육계용 단미, 산란계용 단미, BBNE 등)

##### (2) 닭전염성기관지염

###### (가) 생독 + 생독

육성기 5d, 15d, 49d, 12w 분무

###### (나) 생독 + 사독

육성기 5d, 15d 분무

육성기 49d BBNE 사독오일

##### (3) 감보로병

###### (가) 생독 + 생독

음수접종방법별 색소 tongue test 실시

육성기 10d, 20d, 30d 음수

###### (나) 생독 + 사독

육성기 20d 음수

육성기 5d ING 사독오일

**다) 적용대상 모델계군**

- (1) 육용종계 (평사, 케이지)
- (2) 산란종계 (평사, 직립케이지, 군사케이지)

**3) 모델계군 대상 종계군 면역수준 조사**

가) 주요 질병에 대한 백신접종 프로그램 및 백신별 접종법 조사

나) 모델계군 대상 종계군에 대한 시기별, 백신 및 백신접종 방법별, 질병별 계군 면역 수준 조사

다) 모델계군에 적용한 예방접종 프로그램에 대한 평가 분석

라) 검사대상 질병

- (1) 뉴캐슬병
- (2) 닭전염성기관지염
- (3) 감보로병

마) 검사시기

육성기 7회 (1일, 3주, 5주, 6주, 7주, 10주, 14주)

**4) 모델계군 대상 육성기 종계 주요질병 모니터링**

가) 혈청검색에 의한 질병모니터링

나) SPF 감시조를 이용한 질병 모니터링

다) 병계 및 폐사계 병성감정을 통한 질병모니터링



라) 검색대상질병

- (1) 살모넬라 등 난계대성 세균성 질병
- (2) 백혈병 등 종양성 질병
- (3) 뉴캐슬병 등 급성 호흡기 질병
- (4) 감보로병 등 면역억제질병
- (5) 닭전염성기관지염 등 산란저하질병

다. 연구 결과 및 고찰

1) 육성기 종계 질병·위생관리 프로그램 확립 및 모델계군 적용

면역수준 개선을 위한 백신접종 프로그램 모델계군 대상 적용시험 실시

가) 백신접종프로그램

- (1) ND, IB: 1-5일, 15-20일 2회 분무접종
- (2) IBD: 10, 20, 30일 3회 음수접종
- (3) 음수접종시 색소 Tongue test 실시: 접종율 90% 미만시 재접종

나) 6주령 목표 항체가 및 목표 항체 균일도 설정

- (1) ND: 목표 항체가 - 3 HI log<sub>2</sub> 이상, 95% 이상 항체 양성  
목표 균일도 - 60 %CV 이하
- (2) IB: 목표 항체가 - 6 HI log<sub>2</sub> 이상, 95% 이상 항체 양성  
목표 균일도 - 60 %CV 이하
- (3) IBD: 목표 항체가 - ELISA 2,500 - 8,000  
목표 균일도 - 30-45 %CV 이하

2) 모델계군 대상 종계군 면역수준 조사

가) 검사대상 질병 (검사방법)

- (1) 뉴캐슬병 (혈구응집억제 : HI)
- (2) 닭전염성기관지염 (혈구응집억제 : HI)

(3) 감보로병 (ELISA)

나) 검사시기

육성기 7회 (1일, 3주, 5주, 6주, 7주, 10주, 14주)

3) 검색방법

수정된 예방접종 프로그램에 대한 평가 완료

가) 분무법: 분무입자별, 백신종류 및 백신희석비율별 면역수준 평가

나) 음수법: 백신종류별, 급수기 종류별, 급수량별, 음수접종방법별 색소 tongue test에 의한 면역수준 평가

4) 검색결과

개선된 분무 및 음수접종 프로그램 적용 후 육성기 주령별 항체 형성능

가) 육성기 종계 질병·위생관리 프로그램 확립을 위하여 ND, IB, IBD에 대한 개선된 백신접종 프로그램을 모델계군에 적용하였으며, 주령별로 채혈하여 생독백신 접종 효능을 조사하였다.

나) ND, IB는 분무접종을 실시하였으며, IBD는 음수접종 시 백신에 색소를 첨가하여 색소 tongue test에 의한 면역수준 평가를 병행 실시하였다. 음수접종 후 주령별로 실시한 혈청검사 성적에서 나타난 바와 같이 백신접종 후 5주령에 ND, IB, IBD에 대한 평균 항체가 목표치에 가깝게 상승되었으며 항체의 균일도 (%CV)도 20 - 50%로 목표치 60%이하로 접근하였다.

다) IBD 음수접종 시 병행실시한 Tongue Test 결과도 93% 이상으로 목표치 90% 이상에 근접하여 매우 균일한 것으로 조사되었다.

Table 6-9. 모델 종계군 개선된 프로그램 적용 후 육성기 주령별 평균 항체형성능

주령	혈청수	검색질병/방법	평균항체가 (AV)	항체균일도 (%CV)	백신접종 및 Tongue Test
1	15	ND/HI	5.87	14.1	* 육성기 백신접종 프로그램 - ND, IB: 14일, 21일, 56일 음수 - IBD: 10일, 20일, 30일 음수 - Tongue Test: 45% (목표 90% 이상) * 6주령 목표 항체가 및 균일도 - ND: > 3 HI log2 >95% Ab +ve, <60% %CV - IB: > 6 HI log2 >95% Ab +ve, <60% %CV - IBD: 2500-8000 < 30-45 %CV
		IB/HI	5.60	19.1	
		IBD/ELISA	2226	46.7	
5	15	ND/HI	5.47	20.3	
		IB/HI	6.10	22.5	
		IBD/ELISA	1842	40.0	
6	15	ND/HI	5.87	33.4	
		IB/HI	6.40	19.7	
		IBD/ELISA	2255	37.0	
7	15	ND/HI	3.13	53.0	
		IB/HI	7.30	18.4	
		IBD/ELISA	3181	30.3	

5) 모델계군 대상 육성기 종계 주요 질병 모니터링

가) 혈청검색에 의한 질병모니터링

(1) 검색시기 : 성계편입시, 질병의심시 수시

(2) 검색대상 농장

육용종계군 9개, 산란종계군 8개 등 총 7개 농장, 17개 종계군

Table 6-10. 혈청검색에 의한 육성기 종계 질병모니터링 검색결과

구분	검사 질병(양성계군/조사계군)									
	SP/FT RSA	SE/ST ELISA	MG ELISA	MS ELISA	REV ELISA	ALV-J ELISA	APV ELISA	CAV ELISA	ORT ELISA	REO ELISA
육용종 계 9계군	0/9	0/9	0/9	0/9	3/9	0/9	3/9	4/9	6/9	8/9
산란종 계 8계군	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	-	0/8	4/8	3/8	8/8

Table 6-11. SPF 감시조를 이용한 육성기 종계 품종별 질병모니터링 검색결과

구분	검사질병(양성계군/조사계군)															
	SP	FT	SE/ST	MG	MS	ND	IB	AI	IBD	MD	REV	LLV	APV	CAV	ORT	REO
육용종계 9계군	0/9	0/9	0/9	0/9	0/9	0/9	3/9	0/9	0/9	0/9	3/9	0/9	1/9	4/9	6/9	8/9
산란종계 8계군	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	2/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	4/8	3/8	8/8

Table 6-12. 병계 및 폐사계 병성감정을 통한 육성기 종계 질병 모니터링 검색결과

구분	주요 육안 및 해부병리소견
육용종계	약추 관절계, 환기불량 호흡기 등
산란종계	밀사 카니발리즘, 종양 등

#### 4. 실험 4. 산란기 종계 질병·위생관리를 통한 생산성 개선 연구(3차년도)

##### 가. 연구 목적

국내 산란기 종계군에 대한 품종별, 사육환경별 최적의 예방접종 프로그램을 작성하기 위하여 모델계군을 대상으로 하여 산란기 종계 면역수준 개선을 위한 뉴캐슬병, 닭전염성기관지염 등 수정된 예방접종 프로그램을 적용한 후 정기적인 혈청 및 바이러스 검사를 실시하였으며, 아울러 모델계군에 대한 폐사계 병성감정 등을 통한 주요 질병에 대한 모니터링을 실시하였다. 본 실험은 종계의 산란기 면역수준 개선을 위한 수정된 예방접종 프로그램 및 집단면역법에 대한 평가를 목적으로 실시하였다.

## 나. 연구 방법 및 재료

### 1) 산란기 종계 생산성 향상을 위한 모델계군 선발

모델계군 선정시 사육규모, 계사형태, 품종 등을 고려함

### 2) 산란기 종계 질병·위생관리 프로그램 확립

가) 주요질병에 대한 백신접종 프로그램 등 모델계군 적용시험

나) 주요 질병별 백신접종 프로그램

#### (1) 뉴캐슬병

(가) 사독: ND-IB-IB-EDS 또는 ND-IB-IBD 혼합오일백신

산란개시 4주전 근육접종

(나) 생독: ND-IB 혼합생독백신 (Clone 30-Ma5)

성계사 편입 후 매 6 - 8주 간격으로 종계군 도태 시까지 분무

#### (2) 닭전염성기관지염

(가) 사독: ND-IB-IB-EDS 또는 ND-IB-IBD 혼합오일백신

산란개시 4주전 근육접종

(나) 생독: ND-IB 혼합생독백신 (Clone 30-Ma5)

성계사 편입 후 매 6-8주 간격으로 종계군 도태 시까지 분무

#### (3) 감보로병

사독: ND-IB-IBD 혼합오일백신(산란개시 4주전 근육접종)

### 다) 적용대상 모델계군

① 육용종계 (평사, 케이지)

② 산란종계 (평사, 직립케이지, 군사케이지)

### 3) 모델계군 대상 종계군 면역수준 조사

- 가) 주요 질병에 대한 백신접종 프로그램 및 백신별 접종법 조사
- 나) 모델계군 대상 종계군에 대한 시기별, 백신 및 백신접종 방법별, 질병별 계군 면역 수준 조사
- 다) 모델계군에 적용한 예방접종 프로그램에 대한 평가 분석
- 라) 검사대상 질병
  - (1) 뉴캐슬병
  - (2) 닭전염성기관지염
  - (3) 감보로병
- 마) 검사시기
  - 산란기 10회 (18주, 22주, 26주, 30주, 36주, 42주, 48주, 54주, 60주, 66주)

### 4) 모델계군 대상 산란기 종계 주요질병 모니터링

- 가) 혈청검색에 의한 질병모니터링
- 나) SPF 감시조를 이용한 질병 모니터링
- 다) 병계 및 폐사계 병성감정을 통한 질병모니터링
- 라) 환경시료를 이용한 살모넬라 및 마이코플라즈마 환경 모니터링
- 마) 검색대상질병
  - (1) 살모넬라 등 난계대성 세균성 질병
  - (2) 백혈병 등 중양성 질병
  - (3) 뉴캐슬병 등 급성 호흡기 질병
  - (4) 감보로병 등 면역억제질병
  - (5) 닭전염성기관지염 등 산란저하질병

## 다. 연구 결과 및 고찰

### 1) 산란기 종계 질병·위생관리 프로그램 확립

면역수준 개선을 위한 백신접종 프로그램 모델계군 대상 적용시험 실시

#### 가) 백신접종프로그램

- (1) ND-IB-IBD 사독: ING - 12-16w, BBNE - 18w 1-2회 근육접종
- (2) ND-IB 생독: 성계사 편입 후 매 6-8주 간격 도태시까지 분무접종

#### 나) 35-40주령 목표 항체가 및 목표 항체 균일도 설정

- (1) ND, IB: 목표 항체가 - 7 - 9 HI log<sub>2</sub>  
목표 균일도 - 30 %CV 이하
- (2) IBD: 목표 항체가 - ELISA 6,000 - 8,000  
목표 균일도 - 30 %CV 이하

### 2) 모델계군 대상 종계군 면역수준 조사

#### 가) 검사대상 질병 (검사방법)

- (1) 뉴캐슬병 (혈구응집억제 : HI)
- (2) 닭전염성기관지염 (혈구응집억제 : HI)
- (3) 감보로병 (ELISA)

#### 나) 검사시기

산란기 10회 (18주, 22주, 26주, 30주, 36주, 42주, 48주, 54주, 60주, 66주)

#### 다) 검색결과

- (1) 산란기 종계 질병·위생관리 프로그램 확립을 위하여 ND, IB에 대한 개선된 백신 접종 프로그램을 모델 계군에 적용하였으며, 주령 별로 채혈하여 개선된 백신접종 프로그램의 접종효능을 조사하였다.

(2) 주령별로 실시한 혈청검사 성적분석 결과 종계군의 도태시점까지 ND와 IB에 대한 평균 항체수준은 목표치인 7 - 9 (HI log2)이상으로 유지되었으며, IB에 대한 평균 항체 수준도 목표치인 6000 - 8000로 유지되었으며, 항체의 균일도 (%CV)도 30% 이하로 목표치 60% 이하에 접근하여 매우 균일한 것으로 조사되었다.

### 3) 모델계군 대상 산란기 종계 주요 질병 모니터링

#### 가) 혈청검사에 의한 질병모니터링

(1) 검색시기 : 계군도태시, 질병의심시 수시

(2) 검색대상 농장

육용종계군 9개, 산란종계군 8개 등 총 7개 농장, 17개 종계군

Table 6-13. 혈청검사에 의한 산란기 종계 질병모니터링 검색결과

구분	검사 질병(양성계군/조사계군)									
	SP/FT RSA	SE/ST ELISA	MG ELISA	MS ELISA	REV ELISA	ALV-J ELISA	APV ELISA	CAV ELISA	ORT ELISA	REO ELISA
육용종계 9계군	0/9	3/9	0/9	4/9	7/9	0/9	7/9	7/9	9/9	9/9
산란종계 8계군	0/8	4/8	0/8	4/8	5/8	-	5/8	7/8	5/8	8/8



Table 6-14. SPF 감시조를 이용한 산란기 종계 품종별 질병모니터링 검색결과

구분	검사질병(양성계군/조사계군)															
	SP	FT	SE/ST	MG	MS	ND	IB	AI	IBD	MD	REV	LLV	APV	CAV	ORT	REO
육용종계 9계군	0/9	0/9	3/9	0/9	4/9	0/9	5/9	0/9	0/9	0/9	7/9	1/9	8/9	9/9	6/9	9/9
산란종계 8계군	0/8	0/8	4/8	0/8	4/8	0/8	5/8	0/8	0/8	0/8	6/8	0/8	5/8	8/8	6/8	8/8

Table 6-15. 병계 및 폐사계 병성감정을 통한 육성기 종계 질병 모니터링 검색결과

구분	주요 육안 및 해부병리소견
육용종계	약추 관절계, 환기불량 호흡기, 지방간, 간과열, 복막염, 흑두병 등
산란종계	밀사 카니발리즘, 수란관염, 간과열, 난추, 지방간, 종양 등

#### 4) 모델계군 대상 종계군 변이형 IBV에 대한 방어효과 조사

##### 가) 백신내역

모델계군 대상 BBNE 사독백신 접종 후 닭전염성기관지염 생독백신 정기 분무접종 실시

##### 나) 검사대상 질병 (검사방법)

닭전염성기관지염 (바이러스 분리, 유전형 분석)

##### 다) 검사시기

매월 폐사계 대상, 질병 의심 시 수시

##### 라) 검색결과

- (1) 산란기 종계 질병·위생관리 프로그램 확립을 위하여 실시된 변이형 IB에 대한 방어능 시험에서는 위와 같이 Mass type IB 생독백신을 정기적으로 분무접종 실시한 계군과 실시하지 않은 계군간에 야외 변이형 IB 바이러스

스 분리율에 많은 차이가 있는 것으로 조사되었다.

- (2) 즉, 정기적인 Mass type IB 생독백신의 분무접종은 국내 유행 변이형 IB 방어에 다소 효과적이거나 국내유행중인 호흡기형 IBV 유전형 VI에 대한 방어효과는 다소 떨어지는 것으로 조사되었다.

Table 6-16. : Mass type IB 생독백신의 국내유행 변이형 IBV에 대한 방어능

IBV 유전형	분무접종	대조군
IBV type III (KM91 type)	0/10*	3/10
IBV type VI (호흡기형)	1/10	3/10

\* IBV 분리횟수 / IBV 분리시도 횟수

#### 5) 모델계군 대상 환경모니터링 조사

##### 가) 백신내역

모델계군 대상 BBNE 사독백신 접종 후 닭전염성기관지염 생독 백신 정기 분무접종 실시

##### 나) 검사대상 질병, 검사시기 및 방법

- (1) 살모넬라: 종계장 - 월 1 회 계사별 환경 샘플링 (drag swab 6개)  
부화장 - 매 부화시 마다 환경 샘플링 (50개 장소)
- (2) 마이코플라즈마: 종계장 - 월 1 회 계군당 기관 샘플 10수, 깃털샘플 3개

##### 다) 검색결과

- (1) 종계장 살모넬라 및 마이코플라즈마 감염에 대한 조기 검출을 위하여 실시한 종계장 살모넬라 및 마이코플라즈마 환경 모니터링 실시 결과 기존의 평판응집반응이나 ELISA에 의한 혈청검색법에 비하여 검출효율이 매우 높은 것으로 조사되었다.
- (2) SE와 MS 감염 계군을 대상으로 실시한 검출효율 비교시험에서 조사된 바와 같이 살모넬라 및 마이코플라즈마 환경 시료샘플에서의 균 검출법은

평판응집반응이나 ELISA에 의한 혈청검색법에 비하여 4주에서 6주 정도 조기에 종계군의 살모넬라 및 마이코플라즈마 감염여부를 확인 할 수 있는 것으로 조사되었다.

Table 6-17. SE 및 MS 감염 종계군을 대상으로 항체검색과 환경모니터링검출을 비교

구분	검색방법	검색시료	검색결과
항체검색	SP, MG, MS: RSA SE/ST, MG/MS: ELISA	혈청	SE, MS 감염시점에서 6주 후 항체양성반응 확정
환경 모니터링	균 분리 동정 유전자 검사	환경시료	SE, MS 감염시점에서 1-2주 이내 균 검출 확정

#### 5. 제 5 협동과제 종합적 결론 및 고찰

혈청검색에 의한 품종별 종계군 질병 모니터링을 실시한 결과 SE, MS, REV, APV, CAV, ORT, REO 등 7종의 질병이 종계군에 감염되어 이들이 단독 또는 중복감염되어 나타나는 피해가 예상되었다. 모니터링 대상 종계군에 대한 ND, IB, IBD 등 3종의 생독 백신에 대한 접종효능을 평가해 본 결과 니플급수기 이용 음수접종시 매우 불균일한 면역반응이 나타나는 것으로 조사되어 기존의 백신접종법 개선 등 대책 마련이 요구되었다.

종계 질병·위생관리 프로그램 확립을 위하여 개선된 백신접종 프로그램을 모델 계군에 적용한 후, 주령별로 생독백신 접종효능을 조사한 결과 백신접종 후 ND, IB, IBD에 대한 평균 항체가와 항체의 균일도 (%CV)가 표준 목표치 이상 상승하여 개선의 효과를 볼 수 있었다. 변이형 IB에 대한 방어능 시험결과 Mass type IB 생독백신은 국내 유행 호흡기형 IBV 유전형 VI에 대한 방어효과는 다소 떨어지는 것으로 조사되어 국내 분리주를 이용한 IB 생독백신의 개발이 요구되었다.

종계장 살모넬라 및 마이코플라즈마 환경 모니터링 실시 결과 기존의 혈청검색법에 비하여 검출효율이 매우 높은 것으로 조사되어 향후 국내 종계군에 대한 살모넬라 및 마이코플라즈마 조기검출과 방제에 큰 도움이 될 것으로 판단되었다.

실험 1 에서 실시한 종계 생산성 조사에서 육용종계 5농장 9계군, 산란종계 2농장 8계군에 대해서 생산성 자료를 수집분석 하였으나 조사에 응한 종계장에서 자료의 공

개를 하지 않는 조건으로 생산성 자료를 입수하였기 때문에 자세한 자료의 공개가 불가능하여 부득이 평균자료만을 공식적으로 이용할 수 밖에 없는 등의 애로사항이 있었다.

금번 기획연구과제 중 산란종계와 육용종계를 모두 조사대상으로 하는 과제는 질병/위생과제 뿐으로 최초의 과제제안내역 (과제제안 당시 산란종계만이 조사 내역에 포함되어 있었음)에 비하여 조사물량이 2배 이상 증가되어 연구의 진행에 있어 연구 인력, 예산 등 연구진행상에 많은 어려움이 있었다.

현재 국내 종계농장들이 뉴캐슬병, 가금인플루엔자, 추백리, 가금티푸스 등과 같은 눈에 띄는 질병에 의한 피해는 잘 알려져 있는 사실이나, 본 연구의 질병 위생관련 연구성과에서 제시된 바와 같이 SE, MS 등과 같은 난계대성 질병, APV, CAV, ORT, REO, REV 등과 같은 만성소모성 또는 면역억제질병에 노출되어 있는 점과 현재 대부분의 국내 종계농장들이 이들 질병의 피해내역과 감염 사실 조차도 대부분 모르고 있는 실정인바 이들 질병들에 대한 감염 및 피해 내역들에 대한 국가적인 추적 조사와 아울러 추가적인 조사/연구가 진행되어야 할 것으로 판단되었다.

## 제 7 절 위탁연구과제:

### 육용 및 산란 종계 사육실태 및 생산성조사

#### 1. 과제의 필요성 및 목적

한국의 농업은 대내외적으로 풍전등화의 위기에 처해 있고 끝임 없는 도전과 경쟁 그리고 변화의 소용돌이 속에서 미래에 대한 예측이 불허한 혼돈의 상황에 놓여져 있는 실정이다

대외적으로는 WTO 체제하에서 DDA 협상이 진행됨에 따라 무역 자유화가 급속도로 진행되고 있으며 거센 시장개방 압력과 무역자유화의 진전에 따라 농산물 생산이 한·두 국가에 집중됨으로써 식량의 안정적 확보가 위협받을 소지가 그 만큼 더 많아질 조짐을 보이고 있다. 대내적으로는 국내농업정책의 불안정과 농업인구의 노령화, 부녀자화, 이농의 가속화, 농업에 대한 투자의 둔화 등으로 농업에 대한 미래가 불투명한 상황에 놓여져 있다.

그러나 아무리 시장이 개방되어 수입농산물이 물려온다 해도 우리 소비자들이 수입농산물 대신 국내산 농산물을 선택해 준다면 문제 될 것이 없다 할 것이다.

그렇다면 어떻게 하면 소비자의 선택을 받을 수 있느냐 하는 문제가 남아 있다. 그런데 상품의 선택은 반드시 가격에 의해서만 선택되지 않음은 주지의 사실이다. 특히 소득 수준이 높아질수록 상품의 가격보다는 안전성 등의 요인이 크게 작용된다.

따라서 우리의 농업이 준비를 철저히 하고 생산성 향상을 통해 생산비를 지속적으로 절감시키고 위생적 수준을 높인다면 위기를 기회로 맞이할 수도 있을 것이다. 특히 축산업, 그 중에서도 양계산업은 시장개방의 압력 속에서도 가격 면에서는 경쟁력이 있는 부문이라 할 수 있다. 그러므로 지금이라도 양계산업의 숙제는 위생적 수준을 높이는 방향으로 지속적으로 노력할 필요가 있다.

그 동안 양계산업 중 육계 및 산란계산업에 대한 연구는 지속적으로 이루어져 왔지만 육계산업과 산란계 산업의 가장 기본이 되고 근간이 되는 육계 및 산란계의 종계산업에 대한 연구는 그리 활발하지 못했던 것이 우리의 현실이다. 양계의 종계업은 경종농업의 씨앗에 해당된다. 이러한 점에서 양계산업의 기반이 되는 육계 및 종계의 생산성에 대한 연구는 그 어느 때 보다도 가장 절실하면서도 산업의 기준이 되

는 지표를 제공하는 것은 만사지탄은 있으나 필요한 연구가 된다. 또한 육계 및 산란계의 종계에 대한 생산성을 연구하는데 있어서 종계산업의 현황 및 실태의 파악 없이 생산성을 연구한다는 것은 “사상누각”과 같은 것이라 할 수 있다. 산업의 현 상황을 파악하고 그에 대한 면밀한 분석 후에 생산성에 대한 연구가 이루어져야 현실성 있는 연구결과물이 나올 수 있을 것이기 때문이다.

## 2. 연구 방법

육계종계 및 산란계종계 사육실태 및 생산성 향상방안을 모색하기 위하여 이와 관련된 선행연구, 각종 논문 및 전문지, 신문기사 등에 투고된 내용을 검토하였고, 양계종계분야의 전문가, 관련단체 실무자, 종계농장 경영자 등과의 면접을 통하여 필요한 정보를 취득하였다. 다음으로 보다 정형적인 정보를 획득하기 위하여 전국에 위치한 종계장 120개를 대상으로 2001년 3월부터 5월까지 3개월에 걸쳐 사전에 준비된 설문지를 통하여 방문, 전화인터뷰, 우편조사 등을 실시하여 46개의 종계장의 자료를 획득·분석하였다.

따라서 이 연구는 전반은 비교적 비 정형적인 자료를 바탕으로 구성되었고 후반은 정형적인 자료를 바탕으로 구성되었다.

## 3. 선행연구에 대한 검토

지금까지의 육계 및 산란계의 기술적인 연구는 상당히 진행되어오고 있으나 경영, 경제적인 접근에 주안점을 둔 연구는 다음과 같이 제한적이다.

- 김정주(1995, 농림부)는 “육계 농가를 위한 가격예측프로그램 개발 및 이용법 교육”에서 농가가 영농활동에 직접으로 응용할 수 있는 컴퓨터소프트웨어를 개발 전국 육계 농가에게 보급시키고 있다.
- 김정주 외(1997, 농림부)는 “21세기를 향한 한국 모델농가설정과 영농소프트웨어 개발(육계)”에서 양계산업 특히 육계산업에 대한 전반적인 고찰과 아울러 21세기 한국 육계산업의 표준 모델 농가를 설정함으로써 육계산업의 기준을 마련하여 육계 산업에 새로이 진입하고자 하는 신진농가에 기준을 제시하고 육계사육농가에서 사용 할 수 있는 영농 회계소프트웨어를 개발 농가에 보급시킴으로써 다른 외국 양계 산업과의 경쟁력을 제고 하였다.

- 김정주 외(1998, 농림부) “21세기를 향한 한국 모델농가설정과 영농소프트웨어 개발 (산란계)”에서 양계산업, 특히 산란계 산업에 대한 전반적인 고찰과 아울러 21세기 한국 산란계산업의 표준 모델농가를 설정함으로써 산란계산업의 기준 지표를 마련하여 산란계 산업에 새로이 진입하고자 하는 신진농가에 기준을 제시하고 산란계 사육농가에서 사용 할수 있는 영농 회계소프트웨어를 개발 농가에 보급시킴으로써 농업의 정보화의 기틀을 제시하였다.
- 김정주 외(1999, 농민신문사)는 “성공적인 경영기법 -양계- ”에서 산란계 및 육계 산업의 전반적인 생산, 유통, 소비에 이르기까지 양계산업전반에 대한 고찰과 아울러 양계산업의 기술적인 문제를 다룸으로써 농가가 생산 시 직면하고 있는 문제점에 대해 해결할 수 있는 농업경영핸드북으로서의 역할을 하였다.
- 농촌진흥청 축산기술연구소(2000)는 “육용종계의 생산성 향상 연구”에서 육용종계의 생산성이 낮은 이유와 생산성 향상대책을 다음과 같이 지적하고 있다.
  - 종계농장의 부지확보가 어려워 질병전파를 방지할 수 있는 충분한 거리유지가 어렵다. 따라서 소모성질병이 만연하고 있다.
  - 사양시설미비 간이계사로 외부 기온변화에 대응하기가 어렵다.
  - 적정체중유지를 위한 육성관리가 미흡하다.
  - 육성계 전문육성 보다는 자체 육성하는 경향이 높으나 이는 육계에서 육성계의 관리가 성계의 전반적인 능력을 좌우하기 때문에 종계육성은 전문농장에 위탁하는 것이 바람직하다.
  - 종계의 체중관리를 철저히 하는 농장일수록 종계생산성이 높은 것으로 나타났으므로 관행적인 사료급여 방식에서 벗어나 최적 사료급여 관리에 따라야 한다.
  - 종계는 사육수수, 영양공급, 사료급여를 엄격하게 관리하지 않으면 산란중기이후 산란율이 급격히 떨어지게 된다. 그렇게 되면 조기 도태나 강제 환우가 불가피하게 되는 데 강제 환우는 불량병아리 생산가능성이 높아진다.

#### 4. 종계 산업의 현황

가. 종계의 생산성 개념과 종계의 라이프 싸이클

생산성(Productivity)이라 함은 토지, 노동, 자본의 3대 생산요소를 기준하며 단위

당 생산량 또는 생산액으로 정의된다. 따라서 종계 생산성은 토지 단위 면적당, 관리 노동 단위당, 자본 단위당 종란 또는 병아리 생산량 또는 생산액으로 표시되어야 할 것이다. 그러나 종계의 경우는 종계 병아리가 육성기간을 거쳐 어미 닭이 되어 생산 단계에 돌입할 때까지 살아있는 닭(Hen-Housed)의 총 산란 수, 또는 부화된 병아리 수로 생산성을 표시한다. 이것이 헨하우스(Hen-Housed; H-H) 개념이다. 이와는 대조적으로 현재 산란중인 닭의 총 산란 수 또는 병아리 생산수로 생산성을 나타내기도 하는 데 이 것이 헨데이(Hen-Day; H-D) 개념이다.

일반적으로 육용종계는 부화 후 22~24주령까지의 육성 기를 거쳐 산란을 시작하여 65-67주령까지 40~41주간 동안 종란생산에 쓰인다. 이때 생산의 피크는 30~33주령에 이른다. 산란종계는 육용종계에 비하여 성 성숙이 빠르고 경제수명도 길다. 즉, 산란종계는 18-20주령부터 산란하여 25~27주령에 피크를 이루고 80주령까지 생산에 쓰인다.

Table 7-1. Productivities of the Seed Chicken(Unit : Week)

	begin to produce	close to produce	Production Period	Peak of Production
For Broiler	22-24	65-67	40-41	30-33
For Eggs	18-20	80	60-62	25-27

## 나. 종계의 생산

### 1). 종계생산의 현황

#### 가). 종계의 공급

국내에 처음 본격적으로 원종계가 도입된 것은 6.25 한국전쟁이 끝난 1952년 전쟁 복구사업의 일환으로 외국원조기관(ECA)을 통하여 미국으로부터 단관 백색 레그혼종과 검용종인 뉴햄프셔종의 종란 21만개, 종계 497수가 수입된 것이 처음이다. 이로부터 50여년이 지난 현재 종계는 육용원종계 155,000수, 산란원종계 8,000수 정도가 매년 수입되고 있으며, 대부분 외국 육종회사에서 육종된 계종으로 GPS 및 PS의 형태로 수입되고 있다. 수입된 라인은 육용종계의 경우 로스, 아바에이카, 코브, 하바드 등



이, 산란 종계의 경우 하이라인, 이사브라운, 테트라, 로만, 브라운넵 등이, 겸용종계는 하코 등이 수입되고 있다.

종계는 육계, 산란계, 겸용계로 구분되는데, 우리 나라 종계의 2002년말 입식수수를 보면 육계 4,500천수 산란계 504천수, 겸용계, 290천수(육계로 통계에 잡힘) 수준이다.

Table 7-2. Supply of Seed Chicken and their Source(2002)

	No. of Chicks Imported	Import Lines	Domestic Producers	Domestic Production
For Broiler	155,000	Ross, Arbor Acres, Cobb, Hubbard	Samwha Wonjong, Halim	4,500,000
For Eggs	8,000	Hy-Line, ISA Brown, Tetra, Lohman	Hanyang	504,000
For Dual	-	Hako	Sungjin	290,000

한편, 2001년에는 산란종계 입식이 69만수를 웃돌아 이것이 과잉생산으로 연결, 산란계는 물론 종계업의 불황을 가져온 원인으로 작용하였는데 2003년의 채란업도 결코 낙관할 상황이 아니다. 다만, 산란종계 입식수수가 504천수로 2001년도에 비해 28%가 줄어든 정도의 변화가 있다.

종계 주요생산업자는 육계의 경우 삼화, 한국원종, 하림 등이 있고 산란계의 경우는 한양 등이 있으며, 겸용종계의 경우에는 성진 등이 있다.

국내 육용종계의 계통은 PL(순계) → GGP (원원종계) → GPS (원종계) → PS (중계) → CC (실용계)으로 구분되는데 중계로부터 생산되는 실용계(CC) 수는 약 666백만 수로 추정된다. 이러한 추정은 정부가 추정하는 숫자(430 백만 수)에 비하여 다소 차이가 있다.

Table 7-3. Estimation of Commercial Chicks(Egg and Broiler)

	Yearly Production (1,000)	Seed Chicks vs Commercial (%)	CC Production (Million)
For Broiler	4,500	115	517.5
For Eggs	500	70	35.0
For Dual	290	150	42.5
Hybrid	700	100	70.0
Total			666.0

\* Souece : Institute of Livestock Technology Development.

#### 나). 종계장

종계장 규모는 영세수준을 크게 벗어나지 못하고 있다. 전국의 종계장 수는 130 여 개가 있는 것으로 추정되나 그 중 123개 종계장을 대상으로 조사한 종계장 규모는 대략 10천수~20천수 정도가 39.0%로 대부분을 차지하고 있고 다음으로는 20천수~30천수 정도가 26.8%를 차지하여 결국 10,000~30,000수 규모가 65.8%를 점하고 있다. 10,000수 미만의 농장은 7.3%로 거의 없고, 30,000~50,000 수 규모는 17.9%, 50,000 수 이상 규모는 8.9%에 불과하다. 50,000 수 이상 규모 중에서도 100,000 수가 넘는 종계장 수는 3.2%에 이르고 있으며, 종계장 시설도 열악한 수준인 것으로 지적되고 있다.

종계장의 경영형태는 위탁 사육형태가 주를 이루고 있다. 생산된 종란은 산란계의 경우 거의 모두가 자가 부화 되지만 육계의 경우 일부 위탁부화 시키는 경우도 있다.

육계의 경우 생산된 병아리 중 절반정도(50~55%)는 계열주체가 자가소비하고 나머지 절반(45~50%)정도는 판매하는데 이중 다시 절반정도(20.0~25%)는 육계농장에 직접 판매하고 나머지는 소위 유사 인티 업체에게 넘기는 구조로 되어 있다.

Table 7-4. Distribution of Seed Chicken Farms by Size

	No. of Farms ( % )	Remarks
Less than 10,000	9 ( 7.3)	
10,000 - 15,000	38 ( 30.9)	39.0%
15,000 - 20,000	10 ( 8.1)	
20,000 - 25,000	31 ( 25.2)	26.8%
25,000 - 30,000	2 ( 1.6)	
30,000 - 50,000	22 ( 17.9)	
50,000 - 100,000	7 ( 5.7)	
100,000 - 200,000	3 ( 2.4)	8.9%
200,000 and Over	1 ( 0.8)	
<b>Total</b>	<b>123 (100.0)</b>	

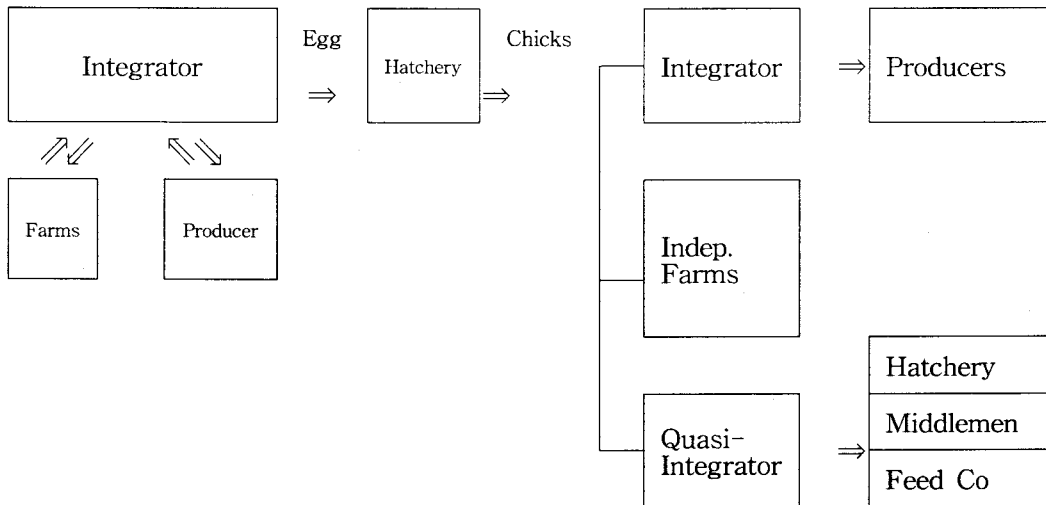


Fig. 7-1. Flow of Egg and Chick for Seed

## 2) 부화

중계의 주령에 따라 수정율과 부화율에 영향을 받는 바 30주령에서는 수정율, 입란수 대비 부화율, 수정란수 대비 부화율이 각각 97.75%, 87.80%, 89.94%이던 것이 50주령에서는 95.14% 83.66%, 87.87%로 각각 하락하였다.

수정율은 30주령에서 부터 42주령 까지는 증가하다가 그 이후 하락하였고, 입란수 기준 부화율은 38주령 까지 증가하다가 그 이후에 하락하였으며, 수정란수 기준 부화율은 42주령 까지 증가하다가 그 이후에 하락하였다.

병아리의 수요는 연중 일정하지 않는 반면, 공급능력은 연 중 거의 일정하다. 따라서 병아리의 수요와 공급이 불균등하여 병아리 가격이 불안정하다. 즉 연중 4월경까지는 병아리 수요가 병아리 공급능력을 하회하여 공급이 과잉되고 병아리 가격은 상대적으로 하락하지만 반대로 4-6월중에는 되어 병아리 가격은 상대적으로 상승하다가 6월 이후는 다시 병아리 수요가 병아리 공급능력을 상회하여 병아리 가격하락이 반복된다.

Table 7-5. The Fertility and Hatching Rate by Hen Age

	Fertility (%)	Hatching Rate/Eggs input(%)	Hatching Rate/Eggs fertilized(%)
30 weeks	97.75	87.80	89.94
38 weeks	97.10	91.56	94.29
42 weeks	98.27	86.20	97.74
50 weeks	95.14	83.66	87.87

Source: RDA,2000(3)

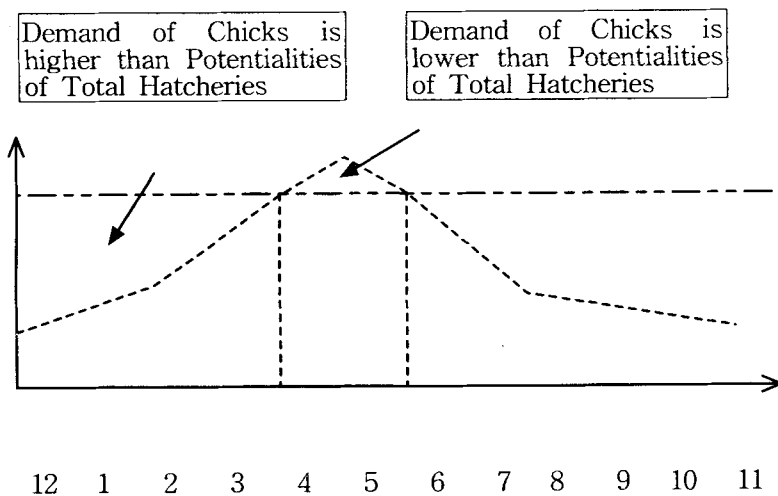


Fig. 7-2. Hypothetical Demand of Chick and Potentialities of Hatcheries

## 다. 종계장의 관리

### 1). 종계장의 위생수준

#### 가). 위협받은 종계장 위생수준

정부의 지원정책에 따라 산란 실용계(CC)농장의 수는 감소하면서도 수용능력이 크게 늘어났고 기술 수준도 크게 향상되었다. 그러나 현대화된 산란계 사육시설은 일교차에 의한 내부온도 변화가 적어 닭의 적응을 용이하게 하기도 하지만 계사 내부의 세균이나 바이러스 활동에도 유리한 환경을 제공하므로 결국 산란계 시설의 현대화가 진행될수록 방역에 대한 대비도 더욱 철저해질 필요가 있다.

최근 행정규제 완화 정책에 따라 각종규제는 점차 완화되는 경향이다. 그러나 이러한 정책규제 완화가 식품위생을 크게 위협하고 있다. 따라서 행정규제완화도 좋지만 식품위생에 관한 정부의 통제, 감독, 지원은 오히려 강화하고 이에 대한 정책당국자의 인식전환이 시급한 실정이다. 예컨대, 과거에는 종계업이 등록제이었고 부화업은 허가제이었다. 그러나, 최근 행정규제 완화정책에 따라 이를 각각 신고제 및 등록제로 완화시켰다. 특히 백세미는 종계가 아니라는 이유로 신고도 등록도 할 필요 없이 아무나 참여할 수 있도록 되어있어 전체 양계업의 병원체 전파에 크게 위협을 주고 있는 실정이다.

#### 나). 백세미 생산의 문제

종계 부분의 위생수준 향상차원에서 볼 때 백세미에 대하여 정부가 미온적인 태도를 취하고 있다. 백세미는 산란용 실용계(CC) 암컷에다가 육계 PS 수컷을 교배시킨 것으로 삼계탕용으로 이용되고 있다. 백세미는 종계가 아니어서 종계 생산에 적용되는 각종 위생규제가 적용되지 않아도 되므로 각종 병원체의 온상이 되고 있다. 따라서 이를 종계 차원에서 규제하든지 아니면 이를 금지시키든지 양단간의 조치를 취하지 않으면 육계로 병원체 감염이 확산되어 한국 양계산업의 공멸을 초래할 위험이 있다.

#### 다). 위험수위에 이른 종계장

대개 바이러스나 세균은 숙주를 거칠 때마다 병원성이 높아져 여러 단계 숙주를 거치는 동안 최악의 상태에 이르게 된다. 예컨대 가금 티프스 경우 병원성이 있는 티프스 균이 한 농장에서 발생, 다른 숙주로 감염되면 세균의 병원성이 증폭되어 항생제에 대한 내성을 갖게 된다. 이처럼 내성이 생긴 병원체를 막기 위해서는 소위 제 3세대 이상의 항생제 사용이 불가피하다. 닭에 대한 이러한 바이러스나 세균의 감염을 치료하기 위하여 엄청난 양의 항생제가 투여되는 바, 한국이 외국에 비교하여 동물약품 항생제 중 제 3세대 항생제 및 항균제 판매가 높은 수준이라는 사실이 한국의 양계분야 방역대책의 심각성을 말해주고 있다.

#### 라). 미흡한 종계 사료의 Toxin 규제

Toxin은 가축에게 병변을 일으켜 폐사에 이르게 할 뿐 아니라 가축 면역능력을 저하시켜 결국 생산성을 크게 떨어뜨리는 기능을 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 한국의 사료에 대해서는 아프라톡신 B1만 규제하고 나머지 Toxin에 대해서는 언급이 없으므로 Toxin에 의한 직·간접의 피해가 클 것으로 보고 있다. 따라서 사료관리법에서 아플라톡신 B1에 대한 규제는 물론 전반적인 Toxin 문제를 규제해 주어야 한다.

#### 마). 미흡한 방역체계

최근 육용종계에서 유행하는 질병으로는 AI, IB, ND, 가금티푸스가 있는 바 그 원인과 출처를 알기는 어려운 실정이다. 종계장은 어느 부문보다도 방역에 철저를 기하지만 질병발생은 예상하지 못한 농장에서 발생하기 때문이다.

육용종계 질병은 한번 발병한 농장에서 해가 갈수록 강독형과 변이형으로 발전하고 있어 발병에 따른 피해가 큰 것이 특징이다. 이러한 종계 질병의 원인으로서는 종계장 외부오염과 환우, 급격한 외부 온도변화에 의한 스트레스에 의한 항병력 약화로 추정된다.

특히 종계 환우는 병아리 가격 하락 시기에 맞추어 주령에 관계없이 이루어지고 있기 때문에 종계에 많은 스트레스를 줄뿐만 아니라 생산성도 겨울철에는 환우 전 수준으로 생산성이 회복되기가 어렵다.

또한 종계를 이동시킬 때 받는 스트레스로 인한 산란율 저하와 기온의 급강하, 환

기불량에 의한 호흡기성 질병 발생 빈도가 높아지고 있으며 백세미에 의한 ND, 추백리, 마이코 플라즈마병의 질병발생이 예상되고 있어 종계 및 부화업계의 피해는 클 가능성이 있다.

#### 바). 종계의 환우와 위생문제

과거에는 특별한 요인(질병 등)이 있는 경우를 제외하고는 대부분 70주령 이후 환우를 실시하였다. 그러나 최근에는 경기흐름에 따라 시기를 조절하는 경향이 있고 과거에 비해 환우가 줄어들어 가는 경향을 보이고 있다. 그러나 환우를 실시한 계군에서 나온 병아리는 가급티푸스 등 질병이 발생하는 가능성이 높은 것으로 알려지고 있다.

종계의 빈번한 환우로 종계와 병아리의 면역력 저하와 난계대 질병 감염 등으로 각종 질병을 초래, 위생적이고 안전한 계란과 닭고기 생산, 품질경쟁력 강화에 걸림돌이 되고 있다. 따라서 규모화 된 전문 종계·부화장 육성으로 부화장의 위생관리를 강화하는 한편 종계환우를 근절하는 대책을 추진함으로써 값싸고 우수한 병아리가 공급될 수 있는 기반을 구축해야 한다. 이와 관련해서 우수 종계장 지정과 종계장의 허가제 전환, 완전 수직계열화 사업이 정착되어야 한다.

이처럼 종계의 강제 환우는 생산성, 내병성, 정부정책 수행면에서 모두 문제가 있다. 종계는 앞서 말한 사용기간이 끝나면 도태하는 것이 정상이나 전체 종계 중 절반 정도는 강제환우를 하는 것으로 추정된다. 즉, 연간 100만수 이상의 종계가 강제 환우되어 4-6개월간 사용이 연장된다. 여기에서 생산된 실용 계(CC)만도 줄잡아 50 백만수(100만수×50수)가 넘는 것으로 추정된다. 따라서 앞서 말한 농림부 공식통계와 현실시장과의 괴리는 더욱 심해진다.

종계의 강제 환우는 법으로 금지되지는 않고 있으나 종계를 강제 환우 하면 질병 저항력, 특히, 살모넬라에 대한 저항력이 급격히 떨어진다. 따라서 종계의 강제 환우는 제한하는 경향이 세계적인 추세이다. 살모넬라균은 인간에게도 치명적이어서 미국의 경우 매년 600여명이 살모넬라 감염으로 사망한다는 보도가 있다.

자원의 활용 면에서 종계의 강제 환우를 이해할 수도 있다. 그러나 심지어는 다른 농장이 도태시킨 종계를 다시 구입하여 강제 환우시키는 경우도 있는데 이러한 것 때문에 한국의 종계는 위생적으로 안전할 수 없다. 따라서 종계업자로 하여금 종계생산이 바로 식품안전과 연결된다는 의식을 갖게 할 필요가 있다.

## 2). 종계의 기술적 관리

종란은 최소한 4일마다 수거해야 하는데 잦은 종란수거와 벨트, 케이지 바닥의 오염물 제거는 기계사용에 의한 질병만연을 예방하는데 필수적이기 때문이다.

염소 계 또는 페놀계 소독제로 공인된 QAC는 사용설명서에 따라서 사용해야 한다. 계란은 난각에 살아있는 세균들의 침입을 예방하기 위해 수거된 후 가능한 빨리 세척해야 한다.

종란은 15.5~18.3℃의 온도, 70%의 습도상태에서 보관되어야 최상의 부화율을 올릴 수 있을 것이며 농장에서의 저장은 3일을 넘겨서는 안된다. *Aspergillus* 균과 세균의 병원체 존재를 검출하기 위해서 케이지 바닥과 계란저장고의 정기적인 미생물검사가 실시되어야 한다. 부화장에서 계란과 병아리, 기계의 이동은 깨끗한 부분과 오염된 부분을 선별하여 이루어져야 한다.

육계종계 생산성에 가장 큰 영향을 준 요인은 계사의 환기 관리, 육성기의 체중조절인 것으로 파악되었으므로 종계사의 시설개선이나 종계 육성기의 정확한 사양관리가 종계업의 성패를 좌우한다.

부화장에서 병아리를 빨리 출하할수록 농장내 병아리의 생존능력을 높일 수 있다. 병아리 수송차량은 환경온도와 관련해서 충분한 환기가 이루어져야 하며 정기적으로 오염물질을 제거 해야 한다. 병아리 이송 중 난폭한 운전은 생존율을 떨어뜨려 폐사율을 높인다.

계군의 균일도는 종계군의 피크 산란율을 제한하는 가장 중요한 요인이다. 균일도는 같은 체중의 닭 수수가 많은 것을 뜻한다. 체중을 기준하는 이유는 체중이 닭의 성성숙에 도달하는 일령에 주요한 영향을 미치기 때문이다.

육성기의 균일도를 높이기 위하여 전체 계군의 체중을 개체별로 측정하고 체중별로 계군을 나누어 칸막이를 설치하여 제한 급이를 실시한 농장의 초생추 체중 균일도를 나타내는 변이계수(표준편차x100/평균)는 8-12%로 낮게 나타났지만 육안관찰에 의한 관행적인 방법으로 사육관리한 농장의 변이 계수는 18-22%로 높게 나타났다.

최근 캐나다 앨버타 대학 실험 결과 종계 20주령 평균 체중과 도체의 지방 함량을 비교해보면, 하위 그룹은 1,639g, 6.3%인데 반하여 표준 그룹은 1,995g, 8.9%이었고, 상위 그룹은 2,394g, 10.1%이었다.

부화율에 가장 큰 영향을 미치는 것은 입란 온도인데, 고능력 계태아는 온도변화에



매우 민감하여 입란 온도가 약간만 변해도 부화율과 병아리 품질에 영향을 받는다. 그러므로 부화장 온도계를 자동온도 조절장치로 교체할 필요가 있다. 품질 좋은 병아리 생산을 위한 정상적인 입란 기간(종란을 입란한 시점부터 병아리를 꺼내는 시점까지의 전체시간)은 21일~21.4일 이어야 한다. 만일 입란 온도가 너무 높으면 병아리는 너무 일찍 부화되어 심지어 20일 12시간만에 부화가 완료되기도 한다. 입란 온도는 37.3~37.5 ℃로 유지하는 것이 좋다.

종란의 평균 수분량은 약 68~71 %이다. 고능력 계태아의 수분 손실량을 막기 위해서는 습구 온도를 27.2~28.8 ℃로 하거나 상대습도를 48~52 %로 유지시켜야 한다.

고능력계의 계태아는 수년전의 계태아보다 근육량이 더 많기 때문에 더 많은 신진대사열을 발생하는데 발생기와 발육기내 열을 제거하고 공기흐름이 원활해야 하는 것이 고품질 병아리 생산에 필수적임을 이해해야 한다.

종란은 21일의 부화기간동안 60g의 종란기준으로 6리터의 산소를 섭취하고 4.5리터의 이산화탄소를 배출하며 11리터의 물을 증발시키는데 적절한 환기가 매우 중요하다.

### 3) 종계의 생산성

육용종계의 헨데이 (Hen-Day) 산란율(현재 산란 중인 성계 수를 기준한 산란율)은 30주령에 76.0-61.6%에서 시작하여 35주령에서 77.9-63.1%으로 최고치를 나타냈다가 점차 감소하여 종계 사용기간이 끝나는 64주령에는 55.1-44.7%로 낮아졌다.

Table 7-6. Egg-laying Rate by Hen-Day of Seed Chick for Broiler

		Weeks								
		25	30	35	40	45	50	55	60	64
Egg-laying Rate (%)	Over	2.9	76.0	77.9	74.1	69.4	64.6	61.8	58.0	55.1
	Middle	2.6	68.8	70.5	67.1	62.8	58.5	55.9	52.5	49.9
	Lower	2.3	61.6	63.1	59.3	56.2	52.4	50.1	47.0	44.7

종계장의 생산성을 나타는 헨하우스 종란수는 64주령에 164.7-133.5개인 것으로 조

사되었고 여기에 평균 부화율 85.8%를 적용할 경우 헨하우스 초생추 수는 141.3-114.5수인 것으로 나타났다. 종계의 육성기 체중은 육성율 및 생산비에도 적지 않은 영향을 주는 바 표준체중으로 사육한 계군의 20주령시 육성율은 88.6%, 수당 사료비 및 육성비는 각각 3,066원과 7,692원인 반면, 표준보다 10% 체중이 낮은 계군의 육성율, 수당 사료비 및 육성비는 각각 85.1%, 3,310원, 8,262원 인 것으로 나타났다.

산란수 및 H-H 종란수는 각각 146.1개와 137.4개인 반면 표준보다 표준체중으로 사육한 계군의 경우 피크 산란율은 77.6%, H-H 10% 체중이 낮은 계군의 피크 산란율, H-H 산란수 및 H-H 종란수는 각각 65.8%, 120.4개, 115.7개인 것으로 조사되었다.

#### 4). 종계의 폐사율

전국의 13개 산란 종계농장 실제 기장자료를 획득 이를 대상으로 주별 종계 폐사율을 조사한 바 종계 전 생애에 걸쳐 22.72%의 폐사율이 나는 것으로 추산되었다. 이를 단계별로 파악해 보면, 20주령 이전까지는 폐사율 진폭이 심하여 불안한 양상을 보이다가 이후는 안정적 내림세를 유지하고 있다. 1~10주령까지 폐사율이 0.4% 이던 것이 11~20 주령에는 0.5%로 상승하였다가 21~30주령에는 0.32%로 안정적이 된다.

Table 7-7. Eggs and Young Chicks by Hen-Housed Broiler Seed Chicks

		30	35	40	45	50	55	60	64
H-H Eggs	Over	16.8	44.4	69.5	93.0	114.8	133.7	152.4	164.7
	Middle	15.2	40.2	63.0	84.2	103.9	121.0	137.9	149.1
	Lower	13.6	36.0	56.4	73.4	93.0	108.3	123.5	133.5
H-H Chicks	Over	12.3	32.6	58.4	79.1	98.0	115.0	130.3	141.3
	Middle	11.1	32.6	52.9	71.6	88.7	104.1	118.0	127.9
	Lower	9.9	29.2	47.4	64.1	79.4	93.2	105.6	114.5

Table 7-8. Productivities of the Seed Chick for Broiler by Body Weight in 20 Weeks

	3Uprising Rate (%)	Feed cost/Head	Rearing cost/head	Egg production rate at peak	H - H Eggs	H - H Chicks
Group with standard body weight	88.6	3,066 won	7,692 won	77.6%	146.1	137.4
Group with 10% lower body weight	85.1	3,310 won	8,262 won	65.8%	120.4	115.7

31~40주령에는 0.4%, 41~50주령에는 0.3% 이던 것이 51~60주령에는 0.2%로 하락하여 61~70주령에서는 0.1%로 낮아지는 것으로 나타났다.

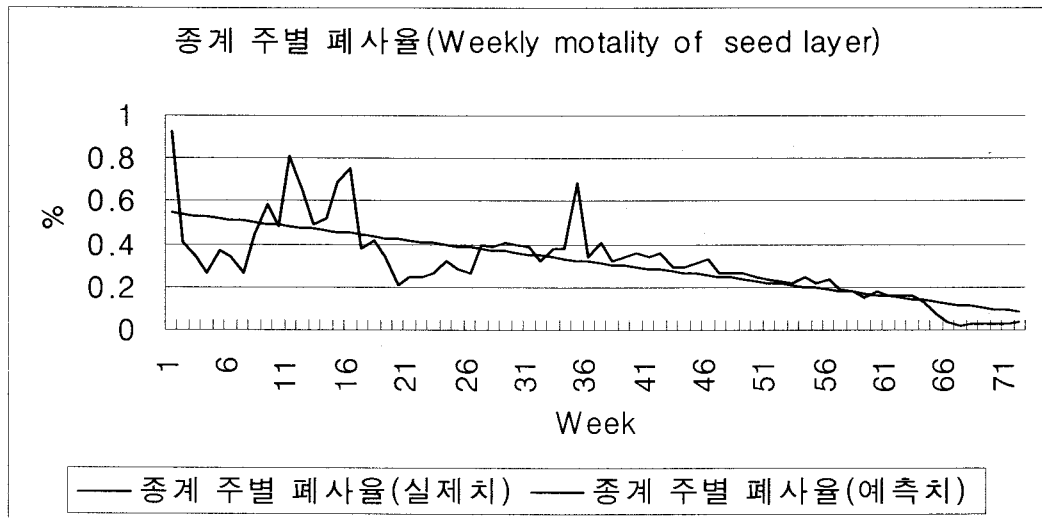


Fig. 7-3. Mortality of Seed Chicks by Week

한편, 사육규모별로는 규모가 클수록 총 폐사율이 다소 떨어지는 경향을 보이고 있다. 즉, 10천수 미만의 경우 20.9%이던 것이 10-20천수의 경우 27.1%로 증가했다가 20천수이상의 경우 19.2%로 하락하는 경향을 보였다.

### 5). 종계 사료

종계사료에 관한 통계자료를 보면 공장도 가격만 있을 뿐 사료에 대한 소비자 가

격(농장 도착가격)은 없다. 이는 가격이 천차만별함을 의미한다. 실제로 종계 산란기 사료가 kg당 220원~270원에 거래되고 있는 바, 이는 공장도 가격에서 10~30%를 할인한 가격인 것이 한국 사료시장의 현실이다. 따라서 공장도 가격이 수요자에게나 세무당국에게 보여주기 위한 자료에 불과하고 현실적으로는 아무 의미가 없다.

배합사료는 곡물을 분쇄하여 적절한 첨가제를 넣어 물리적으로 섞어 만든 단순제품이다. 따라서 그 원가계산도 그렇게 복잡하지 않다. 예컨대 옥수수과 대두박을 60~75% 쓰고 여기에 동물성 단백질원료인 우지나 잡박 또는 라이신, 메치오닌 등 합성단백질을 섞은 후 미량무기질 및 항생제를 넣은 것이 배합사료의 전부이다.

이는 육용 종계의 경우 환율이 1100-1150원/US\$ 수준이고, 옥수수 톤당 가격이 100-120US\$이며, 대두박이 240-250US\$ 수준임을 가정하고 여기에 제조경비 kg당 20~40원, 수송비 10~15원/kg, 제조업체 및 판매대리점 이윤을 가산하면 kg 당 220~270원에 배합사료 농장도착 가격이 형성되고 있는 것이 가능해 보인다.

최근 들어 OEM방식에 의한 주문사료가 선호되고 있다. 이는 사료제조업체의 경우 현금 결제를 전제로 하기 때문에 금융부담이 적고 수요자의 경우 입에 맞는 사료를 확보할 수 있어서 좋다. 실제로 몇몇 OEM주문사료 kg당 공급가격이 210~230원/kg 수준인 것을 보면 사료시장이 신축성이 얼마나 큰 것임을 알 수 있다. 따라서 현재 논의되고 있는 농협사료공장의 전문화는 시급히 해결해야할 숙제이다. 전문화를 통하여 마진폭을 18~20%에서 절반이하로 떨어뜨릴 수가 있기 때문이다. 그러나 농협사료 전문화에 대한 반대논리도 만만치 않다. 그 요지는 대략 다음 몇 가지이다.

- ① 제조단가는 절약될지 몰라도 수송비용이 많이 든다.
- ② 실수요자가 불편해진다.
- ③ 농협 중앙회 관리하에서 단위조합관리체제로 전환되면 전문인력이 부족하다.
- ④ 원료곡을 공장별로 구매할 경우 단가가 높아진다.

그러나 수송은 외주(아웃소싱)되어 있으므로 수송비 문제를 사료공장이 고민할 문제가 아니다. 실수요자의 불편을 덜기 위하여 공장마다 제품의 구색을 맞추어 구비하면 실수요자의 불편은 해소된다. 전문인력은 현재 사료공장 종사자 전원이 그대로 평행 이동하면 당분간 인력 부족 문제는 없다. 다만 중앙회 신분의 직원이 단위조합 신분으로 격하된다는 의미의 저항은 있을 수 있으나 이는 인사관리의 문제이다. 원료곡 수입은 농협중앙회가 전담하여 사료공장에 배정하면 된다.

### 6). 종계장의 경영성과

전국 220여개에 달하는 종계장 중 40%정도는 직영, 60%정도는 위탁사육을 하고 있는 것으로 추정된다. 위탁사육을 가정한 종계장이 20,000수 규모로 경영할 경우를 가정하여 수익성을 분석한 결과 연간 26,600천원의 손실을 감수하고 있으며, 토지자본 이자를 고려치 않더라도 연간 16,600천원의 적자를 감수하고 있는 것으로 계산된다.

위탁사육 계약조건은 대략 다음과 같다.

- ① 종계, 사료를 공급하고 종란 개당60-65원을 지급, 종계비는 추후 정산하거나,
- ② 종계, 사료, 약품 등을 공급하고 종란 개당 45원을 지급하거나,
- ③ 종란 1개당 185-220원을 지급하는 조건 등이다.

여기에서는 ②의 조건하에서 종계장 수익을 시산하였다.

Table 7-9. Profitability of the Seed Chick Farms

Calculation(unit:won)	Amount (1,000 won)
Revenue 20,000Heads x 150eggs(H-H)÷(65/52 weeks)x45won=108,000,000	108,000
Fixed Land : 4,000(Py) x 50,000 = 200,000,000	500,000
Assets House & facilities: 20,000Heads x 15,000won/head =300,000,000	
-labor : 5 persons x 1,000,000/1 person x 12month = 60,000,000	
-Interest: 500,000,000 won x .5%/year=25,000,000 (300,000,000 x 5%/year=15,000,000)(exclusive for land)	134,600
Cost -Depreciation: 300,000,000 won÷18years=16,600,000	
-Litters and maintenance: 1,000,000/yearx12 Months = 12,000,000	(124,600)
-Power, Water, Tax: 1,000,000 x 12months = 12,000,000	
-Others(egg place): 3 x 3,000,000=9,000,000	
Net Revenue: 108,000,000 - Total cost 134,600,000 = Δ26,600,000	Δ 26,600
profit Revenue: 108,000,000 - Total cost 124,600,000 = Δ26,600,000 = Δ 16,600,000	(Δ 16,600)

Remarks: ( ) within parentheses shows the case that interest on land is exclusive.

## 7) 종계사육 시설

유창 종계장의 시설로는 생산성 극대화에 한계가 있다. 현재의 유창계사에 의한 종계생산은 인공점등의 한계로 H-H기준 5~10개의 종란 감소를 유발하고 있다. 이는 아무리 점등이 철저하다 하더라도 일조량이 줄어들에 따라 성성숙이 그만큼 늦어지는 관계로 3월~5월에 입식할 경우 초산주령이 25~27주령으로 연장되는 바람에 전체 생산성에는 5~10개이상의 손실이 불가피하다. 그러나 유창계사보다 무창계사는 시설비가 수당 5,000원 이상 추가 발생한다. 무창계사에는 혹서기 냉방용으로 증발식 냉방시스템 및 터널 환기시스템을 설치하여야 하고, 겨울 혹한기를 대비하여 Space 히팅, 크로스 환기시설 등이 추가되기 때문이다. 결국 무창계사의 경우 육용종계 수당 20,000원 정도의 시설투자가 이루어져야 생산성 및 수익성의 극대화가 가능해 질 것이다.

## 8) 종계의 시장 상황

2002년 말 육용종계 입식수수는 4,500천수로 이는 2000년 3,640천수에 비하여 23.6% 증가한 것이다. 이를 품종별로 분류해 보면 아바에이카 35.0%, 로스 31.5%, 코브 21.9%, 에이비안 10.0%, 피터슨 1.6%가 입식된 것으로 나타났다. 육용종계를 생산하는 GPS농장인 삼화농원, 중원농장, 하림 등의 시장점유율은 삼화농원이 66.6%, 하림이 21.7%, 중원농장이 11.6%를 나타내어 삼화농원의 육용종계 보급 율이 가장 높은 것으로 조사되었다.

2000년 12월 병아리 부화율은 약 79.4%를 나타냈고 종란생산비는 개당 150~180원, 병아리 생산비는 수당 300~350원으로 조사되었다.

2000년 하반기부터 수당 400원대로 생산비 이상을 유지하던 병아리 가격이 2000년 12월부터 320원으로 하락하다가 2001년 1월에 들어서면서부터 170원까지 급락하였다. 이러한 병아리가격 하락원인은 종계 사육수수가 많아진 탓도 있겠지만 그보다는 육계 사육일령이 2-3일 늘어나면서 일정기간 동안 병아리 수요가 정체된 때문으로 보인다. 이러한 병아리 가격 하락은 계속해서 저가를 지속하다가 수당 100원까지 매매가 된 바 있다.

## 9) 종계의 계열화사업

우리나라에서 실시되고 있는 종계 계열화 사업체계의 주된 형태는 사료 효율 형 (feed conversion type)이었으나 최근 들어서 일부 계열주체는 사료 효율 형과 이윤 배분 형을 절충한 형태를 채택하고 있다. 즉, 사료 효율 형은 사육농가가 계열주체로부터 종계병아리, 사료, 동물약품, 난방연료 등 생산자재와 기술 지도를 공급받아 자신의 노동력과 사육시설을 이용하여 사육한 후 계열주체의 요구에 따라 출하하고 약 정된 사육보수를 지급 받는 형태이다. 또는 사육농가가 계열주체로부터 종계병아리, 사료 등 생산자재를 구매하여 종계 병아리를 사육, 종란을 계열주체에 판매하는 형식을 취하여 농가로 하여금 일정한 소득을 얻게 하는 절충 형이 있다.

우리나라에서 계열화사업에 관심을 갖기 시작한 것은 1960년대부터이나 이렇다할 진전을 이루지 못하다가 1980년대에 들어 축산물이 수입개방이라는 새로운 도전에 접하게 되자 축산물 유통 근대화화 경영 합리화 문제가 대두되면서 이에 대한 관심이 고조되었으며, 2001년 5월 현재 (주)하림, 농협중앙회 등 10여 개 회사와 협동조합 등이 주도하는 계열주체가 참여하고 있다.

한편, 정부에서도 1985년부터 축산업의 계열화사업에 관심을 갖기 시작하여 농가 소득증대의 일환으로 계열주체를 지원하여 왔으며 육계의 경우는 약 50-60%(산란계의 경우 3%내외)의 시장을 점유하고 있는 것으로 추계되고 있으며 계열화사업 참여 농가가 1,300여 농가에 이른 것으로 알려 있다.

계열화사업의 핵심은 전체 경영을 담당하는 계열주체(기업)와 가축의 사육을 담당하는 생산주체(사육농가) 사이에 이루어지는 계약내용이다. 이를 H사의 경우를 기본으로 요약한 것이 Table 7-10 이다.

Table 7-10에서 보는 바와 같이 종계병아리, 사료, 약품, 난방연료 등 생산자재는 사전에 약정된 기준에 의거 계열주체 책임 하에 공급되거나 판매하는 형식을 취하고 있으며, 생산을 담당하는 생산주체는 자신이 소유한 사육시설과 노동력을 활용하여 종란을 공급할 책임을 진다.

Table 7-10. Contents of Contract between Integrators and Producers of Integration

	Integrator	Producer
Basic Principle	All Inputs (chicks, feed) shall be sold in credit to producers at predetermined price.	Producers shall care chicks and make produce eggs for seed using their own labour and facilities and inputs purchased from integrator. After shipping the eggs cost of the inputs provided by the integrator shall be deducted from the price of the egg.
Bring-up Management	Staffs shall visit producers' farm regularly for consulting in management	Producers shall report details about their farms ceaselessly.
Input Supply	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Price of chick : 2,500 won/head(♀), Price of feed : 235won/kg (to be negotiated according to market price).</li> <li>2. Inputs supplied shall not be disposed.</li> <li>3. Medicine and fuel shall be supplied in kind and excess application than predetermined be borne by the producer.</li> <li>4. Producer shall use inputs delivered by the integrator only.</li> </ol>	
Grade of eggs for seed	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Weight of egg : over 50g(170days)</li> <li>2. Hatchery rate: over 70%</li> <li>3. Egg laying rate: over 40%</li> <li>4. Development rate: over 75%</li> </ol>	
Delivery and shipment	Be responsible while trucking	Be responsible for loading.
	Hen or egg may not be disposed to the third parties. Otherwise, to be accused, and at the same time to compensate at 35,000 won per 1 head of hen, and at two times of the market price for the eggs.	
Clearance	$[(\text{No. of eggs input} \times 168 \text{ won}) + \text{No. of eggs failed} \times 30 \text{ won}] - [(\text{No. of eggs input} \times 50 \text{ won}) + (\text{cost of feed})]$ (Deduction of 50 won will be done until input cost is paid thoroughly)	
Termination of Contract	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. When producer violate the regulation of the contract.</li> <li>2. When producer is compulsorily executed by provisional attachment, or auction</li> <li>3. When integrator decide that producer can not carry out the contract.</li> </ol>	

이 때 생산의 효율성을 높이기 위하여 계열주체는 사양기술지도를, 생산주체는 사육농가는 사육현황을 수시로 보고할 의무를 진다. 왜냐하면 생산주체에 공급되는 종계 병아리, 사료,약품, 연료 등 생산자재는 판매 형식을 거치나 현금이 수수되지 않는 외상 거래 담보로 저장되어 있기 때문이다. 계약기간(육계의 경우 66주령)의 성실한 계약이행을 보증하기 위하여 생산주체는 계열주체에게 양도담보 물건을 제공하고



있다.

생산주체가 생산한 종란을 계열주체에 납품하면 종란대금과 사료 및 종계병아리 매출 대금을 사전에 정한 가격으로 환산하여 차감 후 잔액을 지급하는 형식을 취한다. 이처럼 번거로운 거래 형식을 취한 것은 부가가치세 등 세금을 절약하기 위함이다. (H사의 경우 종란 개당 168원, 종계 병아리 수당 2,500원, 사료 kg당 235원, 연료비 수당 월 660원(1월)~62원(7월)으로 차등지급하고 있음.)

생산주체인 사육농가는 주어진 생산자재를 가지고 자신의 사양기술을 발휘하여 종란을 생산하면 되는데 이 때 문제가 되는 것은 종란의 등급이다. 왜냐하면 종란의 등급은 성과금을 지급하는 기준이 되기 때문이다.

생산된 종란의 부화율은 70%이상, 산란율은 40%이상 유지되어야 하며 부화율이 70%를 하회 할 경우 종계는 도태 처리되는데 이때 소요되는 인력 및 제 비용은 사육농가의 부담이다. (노계의 판매단가는 H사의 경우 수당 2,870원으로 하고 있음.)

종란 납품시 계사로부터 상차가 완료될 때까지의 사고에 대한 책임은 생산주체가 지며, 상차가 완료된 후 운송도중의 모든 사고는 계열주체가 지도록 하고 있다.

납품된 종란의 입란 대비 발생 율은 75%이상을 유지하여야 하며 발생율에 따라 종란의 매입단가는 차등 지급한다. (H사의 경우 75%일 경우 168원부터 시작하여 1%포인트 상승시 마다 1-2원을 추가하고 있음.)

계열주체는 생산주체가 계약사항을 성실히 이행하고 생산실적이 극히 우수하다고 인정될 때에는 생산지수에 의한 응분의 성과금(보너스)을 지급하도록 하고 있는 경우도 있다. 즉, 종란의 등급에 따라 성과 금 또는 벌칙 금을 지급한다. (H사의 경우 종란을 외관, 난중, 난각, 균일도, 무중율, 배부율 등 6가지 항목에 각 5점씩을 부여, 총점 30점 만점의 등급을 매김. 이때 27점 이상은 종란 개당 2원을, 22-26점의 경우는 1원을 성과 금으로 지급하고 9-12점인 경우는 2원, 1-8점인 경우는 4원의 벌칙금을 부과하여 생산농가로 하여금 선량한 관리의무를 다하도록 하고 있음.)

납품된 종란에 대한 정산은 월단위로 실시하되 다음방식으로 계산, 월말 정산하여 익월 20일까지 현금으로 지급하고 있다. 즉, [입란 종란수 x 종란 매입단가(168원) + 부적격 종란수 x 30원] - (입란 종란수 x 50원) - (사료매출액). 여기에서 종란 개당 50원을 공제한 것은 사료를 제외한 원재료 매출액이 전액 회수되는 월까지만 실시한다.

계열주체와 생산주체간의 계약은 반드시 계약서를 작성하도록 권장하고 있으며 계

약보증의 수단으로 계약서를 공증하거나 별도의 담보를 징수케 하고 필요에 따라 별도의 연대보증인을 입보 하도록 요구하는 경우도 있다. 기타 쌍방의 계약사항으로서 생산주체는 해당 계열주체와 전속 계약할 의무를 진다는 것이다. 다시 말해서 보유한 종계와 생산된 종란은 제3자에게 판매할 수 없으며 이를 위반 시 형사상 책임이외에도 종계는 수당 35,000원, 종란은 시중시세의 2배를 배상하여야 하도록 하고 있다.

계열주체는 생산주체가 계약서 약정 사항 중 어느 한 가지라도 이행하지 않거나 위반할 경우, 또는 생산주체가 제 3자로부터 가압류, 압류, 경매 등의 강제집행을 당하는 경우나, 생산주체가 더 이상 사육을 할 수 없다고 판단될 경우, 또는 사육 변상이 3회 이상 지속될 경우 계약을 해지 할 수 있도록 되어있다.

이상의 주요 계약내용은 일부 시행되는 것도 있지만 아직 양자간의 의견 절충이 이루어지지 않은 것도 있어서 앞으로 계열화사업체계가 정착되기 위해서는 많은 노력이 수반되어야 할 것이다.

## 5. 종계 생산성 향상방안 모색을 위한 설문 조사

### 가. 조사 개요

이 조사는 종계 생산성 향상방안을 모색하기 위하여 전국에 위치한 종계장 120개를 대상으로 2001년 3월부터 5월까지 3개월에 걸쳐 사전에 준비된 설문지를 통하여 방문, 전화인터뷰, 우편조사 등을 실시하여 46개의 종계장의 자료를 획득하였다.

#### 1) 표본 농장주의 인구 통계학적 자료

설문조사에 응한 응답자 개별적 자료를 살펴보면 우선 응답자의 평균연령은 54.5세(변이계수 12.8%)로 40-50세가 26.1%, 50-60세가 52.2%, 60세 이상이 21.7%의 구성을 보여 우리농업인의 고령화를 그대로 반영하고 있었다.

응답자의 학력을 보면 대학졸업(39.1%), 고등학교 졸업(26.1%), 초등학교 졸업(13.0%), 대학원 졸업(8.7%)의 구성을 보여 응답자의 73.9%가 고등학교 졸업 이상의 학력을 보유하고 있는 것으로 나타나 우리 나라 국민의 평균학력을 월등히 상회하고 있다.

이러한 현상은 실제로 모집단인 농업인의 학력이 높은 것인지, 아니면 응답자가 유독 학력을 과대 평가하여 응답한 것인지 판단하기 어려우나 통상적으로 익명의 조사

에서 학력은 다소 과대 평가되는 현실이 반영된 결과로 보인다.

Table 7-11. Age of Respondents

	Age of the Respondents	
	Respondents (persons)	Rate( % )
Over 60 years	10	21.7
50 ~ 60	24	52.2
40 ~ 50	12	26.1
Total	46	100.0
Statistics	Average : 54.5 years	
	Standard deviation : 7.0	
	Coefficient of Variance: 12.8 (%)	
	Max : 69 years	
	Min : 42 years	

Table 7-12. Educational Back Ground of the Respondents

	Respondents (persons)	Rate( % )
Primary school	6	13.0
Middle school	4	8.7
High school	12	26.1
University	18	39.1
Graduate school	4	8.7
No response	2	4.4
Total	46	100.0

응답자의 영농 경력을 묻는 질문에는 20년 이상 25년 미만이 26.2%로 가장 많았고 평균 영농경력은 21.54년(변이계수: 47.3%)으로 나타났으며, 양계경력은 25년 이상 30년 미만이 39.2%로 가장 많았으며 종계 평균 사육경력은 21.0년(변이계수: 36.1%)으로

나타났다.

응답농가의 연간 소득을 묻는 질문에 대하여 30 백만원 미만인 농장이 13%, 30 백만원 이상 50 백만원 미만이 21.7%, 50 백만원 이상 70 백만원 미만이 30.4%, 70백 만원 이상이 30.4%이것으로 응답하여 결국 소득이 50백만원 이상인 농장이 60%가 넘는 것으로 추정된다.

Table 7-13. Experience of the Respondents in Farming

	Experience in general farming		Experience in chicken farming	
	Respondents (persons)	Rate( % )	Respondents (persons)	Rate( % )
Over 30 years	8	17.4	2	4.3
25~30	8	17.4	18	39.2
20~25	12	26.2	12	26.2
15~20	2	4.3	6	13.0
10~15	6	13.0	0	0.0
5~10	2	4.3	6	13.0
No response	8	17.4	2	4.3
Total	46	100.0	46	100.0
Statistics	Average : 21.5 years		Average : 21.0 years	
	Standard deviation : 10.2		Standard deviation : 7.6	
	Coefficient of Variance: 47.3 (%)		Coefficient of Variance: 36.1 (%)	
	Max : 46 years		Max : 36 years	
	Min : 5 years		Min : 5 years	

Table 7-14. Annual Income of the Respondents

	Annual Income	
	Respondents (persons)	Rate( % )
Over 70 million won	14	30.4
50 ~ 70	14	30.4
30 ~ 50	10	21.7
Under 30 million won	6	13.0
No response	2	4.5
Total	46	100.0

요컨대 경영실태조사에 응한 농가는 46개 농가로서 50대 중반, 20년 이상의 양계 경력과 50백만원 이상의 연간소득을 보유한 경영자인 것으로 추정된다.

#### 나. 표본 농장의 일반현황

##### 1) 표본 농장의 종계 종류 및 원종계 확보방법

설문에 응한 표본농장의 종계 종류를 보면, 산란종계가 17.4%, 육계종계가 82.6%인 것으로 조사되었는바, 이는 육계 및 산란계 종계 연간 입식 수 비율(86.4%, 13.5%)과 비슷한 결과인 것으로 나타났다.

Table 7-15. Seed Chicks in Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
For eggs	8	17.4
For broiler	38	82.6
Total	46	100.0

조사대상 농장의 73.9%가 원종계(PS)를 외부에서 조달하는 것으로 나타났다.

Table 7-16. How to Secure the PS in Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Self supply	0	0.0
Supplied from Outside	34	73.9
No response	12	26.1
Total	46	100.0

##### 2) 표본 농장의 사육규모 및 노동력 투입

표본농장의 사육규모를 사육가능규모와 현재 사육규모를 보면 사육가능규모는 평

균 49,130수(변이 계수: 143.5%), 현재 사육규모는 35,173수(변이계수: 151.2%)인 것으로 나타나 전체 사육가능규모의 71.6%만이 사육되고 있는 것으로 추정되어 종계 사육 시설의 30% 정도가 가동되지 않고 있는 현실임을 알 수 있다.

표본농장의 현재 사육 규모를 보면 20천수이상 30만수의 규모가 34.9%로 가장 많고 다음이 30천수이상 40천수미만(17.4%)인 것으로 나타났다.

Table 7-17. Size of Sample Farms

	Potential Capacity		Present Production	
	Respondents (persons)	Rate( % )	Respondents (persons)	Rate( % )
Over 50,000	8	17.4	6	13.0
40,000~ 50,000	6	13.0	2	4.3
30,000~ 40,000	14	30.5	8	17.4
20,000~ 30,000	10	21.7	16	34.9
10,000~ 20,000	4	8.7	4	8.7
Under 10,000	0	0.0	2	4.3
No response	4	8.7	8	17.4
Total	46	100.0	46	100.0
Statistics	Average : 49,130 heads		Average : 35,173 heads	
	Standard deviation : 70,510		Standard deviation : 53,195	
	Coefficient of Variance: 143.5 (%)		Coefficient of Variance: 151.2 (%)	
	Max : 345,000 heads		Max : 250,000 heads	
	Min : 10,000 heads		Min : 5,000 heads	

한편, 표본농장의 상시 노동력 투입현황을 보면 남자 3.3인(변이 계수: 74.3%), 여자 2.6인(변이계수 : 56.7%), 도합 5.9인인 것으로 나타나 관리 노동력 1인당 5,941수를 관리 한 것으로 계산되어 일반 채란 양계 1인당 수 7,397수에 비하여 많은 노동력이 필요한 것으로 파악되었다. 이는 종계생산이 일반 채란 양계에 비하여 노동집약적인 분야임을 알 수 있다. 여기에 연간 평균 임시 고용인력 91.3인(변이 계수: 173.5%)까지를 고려한다면 노동집약 분야임을 더욱 실감할 수 있다.

Table 7-18. Labour Force in Sample Farms

		Labour Force				
		Average	Std	C.V (%)	Max	Min
Men	persons	3.3	259	74.3	10	1
permanent	won/month	800,000	505,085.3	63.1	1,400,000	800,000
Women	persons	2.6	1.5	56.7	7	1
permanent	won/month	528,260.9	300,675.6	56.9	1,000,000	500,000
Temporary	persons	91.30	158.42	173.5	500	30
	won/day	19,652.2	20,753.8	105.6	50,000	25,000

### 3) 표본농장의 사육규모 및 노동력 투입

표본농장의 고정 투자 규모를 보면 토지 면적이 평균 10,252평(변이계수:141.1%), 계사의 평균 면적은 2,781.7평(변이 계수:108.9%)인 것으로 조사되었고 평균 사육 규모는 총사육 가능규모는 49,130수이나 현재 평균 사육규모는 35,173수로 계사 평당 사육수수는 12.6수인 것으로 나타났다.

토지 및 계사이외에도 장비 및 시설은 463.6 백만원(변이계수: 177.6%)이 투자 된 것으로 나타나, 위 토지와 계사를 환산한 총투자 규모는 745.2 백만원(변이계수 : 142.2%)인 것으로 파악되었다.

Table 7-19. Fixed Assets in Sample Farms

		Fixed Assets				
		Average	Std	C.V (%)	Max	Min
Land	Area ( Pyuong )	10,252.2	14,473.9	141.2	70,000	2,100
	Amount (won/PY )	82,826.1	82,889.8	100.1	350,000	15,000
	Area ( Pyuong )	2,781.7	3,031.0	109.0	14,000	800
House	No. of building	7.61	8.02	105.42	33	4
	Cost for construction or purchase(won/PY)	125,217.4	165,163.1	131.9	500,000	100,000
Facility & equipment (million won)		463.61	823.86	177.60	380,000	12,000
Total(million won)		745.22	1,060.01	142.20	5,000,000	1,000,000

#### 다. 표본 농장의 계사 및 시설

##### 1) 표본 농장의 계사구조 사육방식

표본 농장의 축사를 보면, 전체 표본농장의 46.2%가 유창계사를, 표본농장의 42.3%가 무창 계사를 선택하고 있는 것으로 나타나, 이러한 조사 결과는 유창계사와 무창 계사의 비율이 비슷한 현실이 그대로 반영되고 있음을 수 있다.

한편, 표본 농장의 시설에 따른 사육방식을 보면, 평사가 69.6%로 가장 많고, 케이지 사육은 26.1%인 것으로 나타났다. 이는 우리나라 대부분의 채란양계가 케이지 사육인 것과는 크게 대조되는 현상이다. 또한 표본 농장의 케이지는 3단 케이지가 전체 표본 농장의 66.7%로 가장 많고 직립케이지는 33.3%에 그쳤다.

Table 7-20. Hen-House Structure of Sample Farms by the Type of Window

	Respondents (persons)	Rate( % )
Without window	22	42.3
With window	24	46.2
No response	6	11.5
Total	52*	100.0

\* multiple choice

Table 7-21. Type of Hen-House of Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Plat	32	69.6
Cage	12	26.1
No response	2	4.3
Total	46	100.0



## 2) 표본 농장의 급수시설·케이지 및 환기 방식

표본 농장의 급수시설을 보면, 전체 표본 농장의 69.6%가 니플식을 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났으며, 다음이 유수식(흐르는 물)으로 전체 표본 농장의 26.1%로 나타나 계사의 현대화가 빠르게 진행되고 있는 것으로 판단된다.

한편, 표본 농장의 환기 방식을 보면 전체 표본 농장의 65.3%가 터널 크로스 방식을 채택하고 있었으며, 그 다음으로는 중하식(30.4%)을 많이 사용하고 있는 것으로 조사 되었다. 반면, 튜브식을 채택한 농장은 한 농장도 없었다.

Table 7-22. Type of Cage of Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
3-stage cage	8	66.7
Standing cage	4	33.3
No response	0	0.0
Total	12*	100.0

\* No. of the respondents with cage

Table 7-23. Water Supply of Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Nipple type	32	69.6
Water flowing type	12	26.1
No response	2	4.3
Total	46	100.0

Table 7-24. Ventilation of Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Tunnel cross type	30	65.3
Conventional type	14	30.4
Tube type	0	0.0
No response	2	4.3
Total	46	100.0

### 3) 표본 농장의 계사 지붕 재료

표본 농장의 계사 지붕재료를 보면 전체 표본 농장의 70.4%가 갈바륨을 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로는 보온 덩개(22.2%), 스테이트(7.4%)인 것으로 조사 되었다.

이렇게 볼 때, 계사의 현대화가 상당히 진전된 현실이 잘 반영되고 있다고 판단된다.

Table 7-25. Hen House Roof of Sample Farms

구	분	Respondents (persons)	Rate( % )
Blanket		12	22.2
Galbarium		38	70.4
Cement slate		4	7.4
No response		0	0.0
Total		54*	100.0

\* multiple choice

### 4) 표본 농장의 시설 자동화 정도

표본 농장의 급수 시설 및 급이 시설의 자동화 율을 조사한바, 전체 표본농장의 69.6%가 급수 및 급이 시설에서 완전자동화 시설을 갖추고 있다고 응답하여 높은 시

설 자동화 율을 나타내고 있었다.

Table 7-26. Status of Automation of Sample Farms

	water		feed	
	Respondents (persons)	Rate( % )	Respondents (persons)	Rate( % )
Fully automated	32	69.6	32	69.6
Partly automated	14	30.4	10	21.7
Manually	0	0.0	0	0.0
No response	0	0.0	4	8.7
Total	46	100.0	46	100.0

#### 5) 표본 농장의 사육방식별 필요 면적 및 사육수수

표본 농장의 종계 1수당 필요면적은 평균 0.17평(변이계수 133.3%), 케이지당 수용 종계수수는 21수인 것으로 나타났다.

Table 7-27. Size and Capacity of Hen House

		Average	Std	C.V (%)	Max	Min
Plat	area/ head ( PY )	0.17	0.23	133.29	0.76	0.05
Cage	heads/cage	21	1.15	5.49	22	20

#### 라. 표본 농장의 경영 형태

##### 1) 표본농장의 사육구조

표본농장의 경영구조를 보면 대부분(70.4%)이 직영형태이었고 위탁 육은 30%를 밀돌았다.

Table 7-28. Management Structure of Sample Farms

	Direct control	Totally contracted	Partly contracted	Integration	Total
Respondents (Persons)	38	2	10	4	54*
Rate (%)	70.4	3.7	18.5	7.4	100.0

\* multiple choice

표본 농장의 계약방식을 조사한 바, 전체 표본 농장의 65.3%가 종계 초생추의 육성 - 산란 - 부화를 모두 포함한 일괄경영체제의 경영형태를 채택하고 있었으며, 다음으로는 21.8%가 산란 - 부화만 참여하는 경영형태를 채택하고 있는 것으로 조사되었다.

## 2) 표본 농장의 병아리 처분 방법 및 사육형태

표본 농장의 병아리 처분 방법을 질문한 바, 전체 표본 농장의 13.1%만이 “자가소비” 한다고 응답하였으며, 86.9%가 “직접 판매”한다고 응답하였다.

또한, 표본 농장의 사육구조를 질문한 바, 전체 표본 농장의 70.4%는 “직영”한다고 응답하였으며, 전체 표본 농장의 18.5%는 “일부 위탁”, 3.7%만이 “완전 위탁”, 7.4%가 “계열생산“에 임하고 있다고 응답하였다.

Table 7-29. Types of Contract of Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Bring-up-Egg Production-Hatchery	30	65.3
Bring-up-Egg Production	2	4.3
Egg Production-Hatchery	10	21.8
Egg Production	2	4.3
No response	2	4.3
Total	46	100.0

Table 7-30. How to Supply Chicks in Sample Farms

	Self consumption	Direct sell	Total
rate (%)	13.1	86.9	100.0

### 3) 표본 농장의 수익성

표본 농장의 지난 3년간 수익창출 여부에 대한 질문에 전체 표본 농장의 39.1%가 적자를 냈고, 그 적자 규모가 연간 평균 1억 2천만원(변이계수 81.5%) 정도라고 응답하였으며, 표본 농장의 적자 원인으로는 ① “병아리 시세의 불균형(46.2%)”과 ② “질병 및 사양관리 미숙(38.4%)”을, 전체 표본 농장의 7.7%는 ③ “금융부담” 및 ④ “사료 가격 폭등”을 주요 적자 원인으로 지적하였다. 나머지 60.9%는 수익에 관해서는 함구하고 있어 소득이 노출되는 것을 꺼려하는 경향이 여실히 반영되고 있다.

Table 7-31. Reaction on the Profitability by Farm Operators

	Respondents (persons)	Rate( % )
Continuously loss last 3 years.	18	39.1
Scarcely managed last 3 years.	0	0.0
Continuously profit last 3 years.	0	0.0
Don't know	0	0.0
No response	28	60.9
Total	46	100.0

Table 7-32. Amount of Loss of Sample Farms(Last 3 Years)

	Average	Std	C.V (%)	Max	Min
Amount (1,000 won)	120,000	97,750	81.5	300,000	50,000

Table 7-33. Reasons of Loss of Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Fluctuated price of chicks	6	46.2
Disease and unskilled raring	5	38.4
Interest on debt	1	7.7
Increase of the feed price	1	7.7
Total	13	100.0

**마. 표본 농장의 새로운 기술 습득 방법**

이번에는 표본 농장의 새로운 기술 습득 방법을 질문한 바, 전체 표본농장의 38.7%가 ① “학회 및 세미나에 참석함으로써 새로운 기술을 습득”한다고 응답하였으며, 그 다음으로는 12.9%가 각각 ②“선도 농가로부터의 새로운 기술습득” 과 ③ “독학으로 새로운 기술습득”을 꼽았으며, ④ “정부기관 및 협회, 농협 등의 교육으로 새로운 기술 습득”을 한다는 반응은 전체 표본 농장의 3.2%에 불과 하였다.

**바. 표본농장의 사료조달 및 특신규제에 대한 평가**

표본 농장의 사료조달 가격을 질문한 바, 이번 조사에 응한 조사 대상 표본 농장들의 사료조달 가격은 kg당 평균 254.4원(변이계수 10.9%)인 것으로 조사되었다.

표본 농장의 사료에 대한 품질 만족도를 물어 보는 질문에 있어서 전체 표본 농장의 26.0%가 사료 품질에 대해 “매우 만족하다(4.3%)”고 응답하거나 “만족한 편이다(21.7%)”라고 긍정적인 반응을 보이고 있었으며, 전체 표본 농장의 21.7%는 사료품질에 대해 “다소 불만족하다(17.4%)”고 응답하거나 “매우 불만족 하다(4.3%)”라고 부정적인 반응을 보이고 있는 것으로 조사되었다.

Table 7-34. How to Access to New Technologies of Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Self learning	8	12.9
From training program organized by government, association, cooperatives	2	3.2
From advanced neighbour farmers	8	12.9
From seminar	24	38.7
Others	14	22.6
Don't know	0	0.0
No response	6	9.7
Total	62 *	100.0

\* multiple choice

Table 7-35. Cost of Feed Paid by Sample Farms(Per Kg)

	Cost of Feed Paid by Sample Farms(won/kg)		
	Average	Std	C.V(%)
Max (won/kg)	286.4	47.0	16.4
Average(won/kg)	254.4	427.7	10.9
Min (won/kg)	225.8	17.1	7.6

이번에는 조사 대상 농장의 주문사료 사용경험을 질문한 바, 전체 표본 농장의 47.8%가 “항상 주문 사료만 쓴다(26.1%)”라고 응답하거나 “주문 사료를 사용해 본 경험이 있다(21.7%)”라고 긍정적인 반응을 보인 반면, 전체 응답자의 47.9%는 “주문 사료를 사용한 경험이 없다”라는 반응을 보였다.

이러한 결과로 볼 때, 주문 사료를 쓰는 농장이 높게 나타난 것은 최근 주문 사료에 대한 관심과 농가의 인식이 높아진 현실이 반영된 결과로 보인다.

Table 7-36. Reaction on the Quality of Feed

	Respondents (persons)	Rate( % )	Remarks (%)
Highly satisfied	2	4.3	26.0
Quit satisfied	10	21.7	(%)
So, so	20	43.6	-
Quit unsatisfied	8	17.4	21.7
Highly unsatisfied	2	4.3	(%)
No response	4	8.7	-
Total	46	100.0	-

또한, 표본 농장의 특신 관리에 대해 질문한 바, 전체 표본 농장의 56.6%가 “특신을 규제해야한다”라는 긍정적 반응을 보인 반면, 표본 농장의 8.7%가 “특신을 규제할 필요가 없다”라는 부정적 반응을 보였으며, 전체 표본 농장의 21.7%가 “잘 모르겠다”라는 반응을, 전체 표본 농장의 13.0%는 “무응답”을 보였다.

이러한 결과로 볼 때, 아직까지는 농가단위에서 특신 규제에 대한 이해도가 낮은 것으로 판단된다.



Table 7-37. Use of Pre-ordered Feed by Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )	Remarks (%)
Always use the pre-ordered feed	12	26.1	47.8 (%)
Once used the pre-ordered feed	10	21.7	
Never used the pre-ordered feed	22	47.9	47.9 (%)
No response	2	4.3	-
Total	46	100.0	-

Table 7-38. Ideas on the Toxin Regulation by Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Must controll.	26	56.6
Not necessary to control	4	8.7
Don't know	10	21.7
No response	6	13.0
Total	46	100.0

**사. 표본농장의 항생제 및 항균제사용에 대한 평가**

조사 대상 농장의 항생제 및 항균제 사용에 대해 질문한 바, 전체 표본 농장의 30.4%는 “항생제나 항균제 사용이 전보다 많아졌다”라고 응답하였으며, 34.8%는 “항생제나 항균제 사용이 전보다 줄어들었다”라는 응답을 하였다.

반면에 표본 농장의 26.1%는 “항생제나 항균제 사용이 전과 대동소이하다”라는 응답을 하여 항생제 및 항균제 사용감소의 노력은 아직 실효를 보지 못하고 있는 것으로 판단된다.

Table 7-39. Response on the Anti-biotics by Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Use more than before.	14	30.4
Use same amount as before	12	26.1
Use less than before	16	34.8
Don't know	4	8.7
No response	0	0.0
Total	46	100.0

**아. 표본 농장의 강제 환우 실시에 대한 평가**

조사 대상 농장의 강제 환우 경험에 대해 질문한 바, 전체 표본 농장의 69.6%가 “강제 환우를 실시한 경험이 없다”라고 응답하였으며, 전체 표본 농장의 26.1%만이 “강제 환우를 실시한 경험이 있다”라고 응답을 하였다.

강제 환우후 평균 89.3%(변이계수 4.9%)의 생존율을 보였으며, 강제 환우후 평균 4.6개월(변이계수 15.7%)의 생산기간이 연장되는 것으로 조사되었다.

Table 7-40. Enforced Molting in Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Experienced	12	26.1
Never experienced.	32	69.6
No response	2	4.3
Total	46	100.0

Table 7-41. Effect of Enforced Molting in Sample Farms

	Effect of Enforced Molting		
	Average	Std	C.V(%)
No. of hen molted(heads)	14,666.7	7,243.7	49.4
Frequencies of molting(times)	2.2	1.5	68.5
max	92.8	3.5	3.7
Mortality after molting(%) average	89.3	4.4	4.9
min	83.4	9.0	10.7
max	5.7	1.0	17.1
Economic life extended by molting(months) average	4.6	0.7	15.7
min	3.7	0.9	25.2

강제 환우의 실시에 대한 평가를 질문한 바, 전체 표본 농장의 26.1%가 “강제 환우는 절대로 해서는 안 된다”는 반대 입장을 표명하였으며, 34.8%는 “강제 환우는 경제적으로 자원 이용 율을 높인다”는 강제 환우 실시 찬성의 입장을 표명하였다. 또한 30.4%는 “강제 환우를 어쩔 수 없이 하지만 위생적으로는 문제가 있다”는 반응을 보여 강제 환우를 실시하면서도 위생문제를 두려워하고 있는 것으로 판단된다.

이러한 결과로 볼 때, 전체 표본 농장의 65.2%정도는 강제 환우를 찬성하는 것으로 추정되지만, 이러한 추정은 앞의 전체 표본 농장의 70%정도가 강제 환우 경험이 없다고 응답한 내용과 일치하지 않는 반응임을 알 수 있다. 따라서 전체 표본 농장에서 강제 환우는 설문 조사에 나타난 내용보다 훨씬 더 많이 실시되고 있는 것으로 판단된다.

#### 자. 백세미 규제에 대한 평가

육계 백세미는 사육목적이 육용임에도 종계가 아니라는 이유로 종계에 부과되는 각종 규제가 적용되지 않는다. 이로서 질병의 급속한 전파 위험이 있는 이미 지적한 바와 같다. 이에 대한 표본 농가의 견해를 질문에 91.4%는 잘못된 일이라고 응답하였다.

Table 7-42. Response on the Enforced Molting by Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Good for expanded economic life.	16	34.8
Be compelled to do, but problem existed in hygiene	14	30.4
It should not be done.	12	26.1
No response	4	8.7
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100.0</b>

Table 7-43. Response on the uncontrolled Broiler Hybrid measures by sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Well done.	2	4.3
Poorly done.	42	91.4
Don't know	2	4.3
No response	0	0.0
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100.0</b>

#### 차. 표본 농장의 방역 대책

조사 대상 농장의 방역대책에 대해 질문한 바, 전체 표본 농장의 42.9%가 ① “프로그램에 의한 정기적인 소독방법”으로 방역대책을 세우고 있었으며, 전체 표본 농장의 23.8%는 ② “프로그램에 의한 백신 투여방법”으로, 전체 표본 농장의 19.0%는 ③ “출입자의 철저한 통제방법”으로 방역에 중점을 두고 있는 것으로 조사 되었다.

#### 카. 표본 농장의 후계자 확보 유무

이번에는 “농장을 물려줄 후계자가 있겠는가?” 라는 질문에조사 대상 전체 표본 농장의 17.4%만이 “농장을 물려줄 후계자가 있다”라는 반응을 보였으며, 78.3%가 “농

장을 물려줄 후계자가 없다(34.8%)”고 응답하거나 “농장을 물려줄 계획이나 생각을 아직 해보지 못했다(43.5%)”라는 응답을 하였다.

그러나 조사 대상 전체 농장의 농장경영자 평균 연령이 54세인 점을 감안한다면 후계자 육성에 문제가 있음은 분명한 일로 보인다. 이러한 결과는 일반 농업부분에서도 대동소이한 현상인 것으로 추정된다.

Table 7-44. Epidemic Control by Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Regularly sterilized	9	42.9
Vaccine	5	23.8
Strictly control the visitors	4	19.0
Adopted integrated sanitary system	2	9.6
Keep the feed in good condition	1	4.7
Total	21 *	100.0

\* 질문에 응한 응답자 수입.

Table 7-45. Successor of the Sample Farms

	Respondents (persons)	Rate( % )
Have a successor	8	17.4
Have no successor.	16	34.8
Never thought about successor	20	43.5
No response	2	4.3
Total	46	100.0

**타. 종계산업 발전을 위한 견해**

종계산업 발전을 위한 제언으로, 전체 표본 농장의 대부분이 종계산업 발전을 위해서는 ① 철저한 종계장 관리, ② 농장의 철저한 방역위생 관리, ③ 수입육 검역 강화 등의 내용을 지적하였다.

Table 7-46. Suggestion for the Seed Chicken Industries by Sample Farms

구	분	Respondents (persons)	Rate( % )
Farms for bringing-up the young chicks and for seed should be separated		2	13.3
Seed farms and hatcheries should be integrated		2	13.3
Train manpower and expand epidemic control		2	13.3
Coordination among the industries, universities and government		2	13.2
Strictly control the imported chicken and apply the quarter system		2	13.3
Perfectly control the GPS farms		1	6.7
Prevent the arrogance of the super industries		1	6.7
Enforced molting should be prevented by law		1	6.7
Government subsidy		1	6.7
Up-grading the quality of feed		1	6.7
Total		15 *	100.0

\* multiple choice.

**6. 위탁 연구과제의 종합적 결론 및 고찰**

**가. 한국 종계산업의 현황**

한국농업의 과제는 어떻게 소비자의 선택을 받을 수 있겠느냐 하는 것으로 생산성

향상을 통해 생산비를 지속적으로 절감시키고 위생 수준을 높이는 일이 하나의 대안이다. 이를 위하여 양계산업은 우선 씨앗에 해당되는 종계산업에 대한 연구가 절실하다.

종계 생산성은 Hen-Housed(부화후 생산단계까지 살아있는 닭의 총 산란 수, 또는 부화된 병아리 수)나 Hen-Day(산란중인 닭의 총 산란 수 또는 병아리 수)로 표시된다. 육용종계는 부화 후 22~24주령부터 65-67주령까지 40~41주간 동안 생산에 쓰이며, 생산의 피크는 30~33주령에 이르고, 산란종계는 18-20주령부터 산란하여 25~27주령에 피크를 이루고 80주령까지 생산에 쓰인다.

국내에 처음 원종계가 도입된 것은 1952년 외국원조기관(ECA)을 통하여 수입된 것을 시발로 현재는 육용 원종계 155,000수, 산란 원종계 8,000수 정도가 매년 GPS 및 PS의 형태로 수입되고 있다. 2002년말 한국의 종계입식수수는 육계 4,500천수, 산란계 504천수, 검용계, 290천수로 2001년에는 입식수를 웃돌아 과잉생산으로 연결, 종계업의 불황 원인으로 작용하였다.

양계시설이 현대화 될수록 세균이나 바이러스에도 유리한 환경이 제공되고, 행정규제 완화 정책에 따라 종계업과 부화업에 대한 규제가 완화되었을 뿐 아니라 백세미는 신고나 등록의무를 면제하고 있어서 병원체 전파의 원인이 되고 있다. 바이러스나 세균이 항생제에 대한 내성을 갖게 되어 고단위 항생제 사용이 늘어났고, 사료의 Toxin에 대한 규제가 없어서 이에 따른 피해가 예상된다.

최근 육용종계에 유행하는 AI, IB, ND, 가금티푸스는 갈수록 강독형과 변이형으로 발전하고 있는 바, 이는 종계장 외부오염과 환우, 급격한 외부 온도변화 등 스트레스에 의한 항병력 약화로 추정된다. 특히 종계의 강제 환우와 백세미는 질병의 원인제공이 예상된다.

육용종계의 헨데이 (Hen-Day) 산란율은 30주령에 76.0-61.6%에서 시작하여 35주령에서 77.9-63.1%로 최고치를 나타냈다가 점차 감소하여 64주령에는 55.1-44.7%에 이르고, 헨 하우스 종란수는 64주령에 164.7-133.5개로 여기에 부화율 85.8%를 적용하면 헨하우스 초생추 수는 141.3-114.5수인 것으로 나타났다.

종계의 육성기 체중은 육성을 및 생산비에도 영향을 주는 바, 표준체중으로 사육한 계군의 20주령시 육성율은 88.6%, 수당 사료비 및 육성비는 각각 3,066원과 7,692원인 반면, 표준보다 10% 체중이 낮은 계군의 육성율, 수당 사료비 및 육성비는 각각 85.1%, 3,310원, 8,262원 인 것으로 나타났다. 산란 종계 폐사율은 전 생애에 걸쳐

22.72%에 이르며, 사육규모가 클수록 폐사율이 다소 떨어지는 경향을 보인다.

중계 산란기 사료가격은 공장도 가격에서 10~30%를 할인한 kg당 220원~270원에 거래되고 있는 것이 한국 사료시장의 불합리한 현실이다. 전국 220여개에 달하는 중계장 중 40%정도는 직영, 60%정도는 위탁사육을 하고 있는 것으로 추정되는 바, 위탁사육으로 20,000수 규모의 경우, 연간 26,600천원의 손실이 발생하며, 토지자본 이자를 고려치 않아도, 연간 16,600천원의 손실이 나는 것으로 추산된다.

유창계사에 의한 종란생산은 인공점등의 한계로 H-H기준 5~10개가 감소되고, 무창계사는 시설비가 수당 20,000원 정도의 시설투자가 이루어져야 생산성 및 수익성의 극대화가 가능해 질 것으로 보인다.

#### 나. 설문조사 결과

이상의 현실상황에 대한 중계농가의 의견을 수렴하기 위하여 2001년 3월~5월 46개의 중계장을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 표본농장 운영자는 50대 중반나이로 20년 이상의 양계 경력과 50백만원 이상의 연간소득을 획득한 경영자이였으며, 종목은 육계종계가 82.6%로 대종을 이루었다.

사육가능규모는 평균 49,130수, 현재 사육규모는 35,173수, 상시 노동력 투입은 5.9인(1인당 5,941수)인으로 노동집약적이었고, 평균 토지 면적이 10,252평, 계사 면적이 2,781.7평, 계사 평당 사육수수는 12.6수, 장비 및 시설투자 규모는 463.6백만원, 토지 포함 총투자 규모는 745.2백만원인 것으로 조사되었다.

계사구조는 유창계사가 46.2%, 사육방식은 평사가 69.6%이었고, 급수방식은 니벨식이 69.6%, 환기 방식은 터널 크로스 방식이 65.3%이였으며, 계사 지붕재료는 갈바륨이 74.8%이었다. 69.6%가 급수 및 급이 시설에서 완전자동화 시설을 갖추고 있었으며, 중계 1수당 평균 계사면적은 0.17평인 것으로 나타났고, 70.4%가 직영형태이고 7.4%만이 계열생산이였으며, 계약방식은 일괄경영체제가 65.3%이었고, 부화장을 보유한 농장의 병아리 처분 방법은 86.9%가 직접 판매한다고 응답하였다.

지난 3년간 39.1%가 병아리 시세의 불균형과 질병 및 사양관리 미숙 등의 이유로 120백만원 정도의 적자를 냈다고 응답, 다소 과장된 것으로 보이며, 38.7%가 학회 및 세미나에 참석을 통하여 새로운 정보나 지식을 획득한다고 응답하였다.

표본농장의 사료조달 가격은 kg당 254.36원, 품질에 대하여 26.0%가 만족하고, 26.1%는 항상 주문사료만 사용한다고 응답하였다. 56.6%는 “사료의 특신을 규제”해야



한다는 반응을 보였고, 34.8%는 항생제나 항균제 사용이 전보다 줄어들었으며, 26.1%는 강제 환우를 실시한 경험이 있다고 응답을 하였다. 방역대책으로 42.9%가 정기적인 소독을 들었고, 34.8%가 농장을 물려줄 후계자가 없으며, 종계 산업발전을 위하여 철저한 종계장 관리, 수입육 검역 강화 등을 지적하였다.

#### 다. 제언

한국농업의 과제는 어떻게 소비자의 선택을 받을 수 있겠느냐 하는 것으로 생산성 향상을 통해 생산비를 지속적으로 절감시키고 위생 수준을 높이는 일이 하나의 대안이므로 농가의 낙후된 생산성을 높이기 위하여 종계농가에 대한 체계적인 경영지도가 선행 되어야 한다.

양계산물의 위생 수준을 높이기 위하여 우선 씨앗에 해당되는 종계산업에 대한 연구가 지속되어야 하고, 행정규제 중에서 식품의 위생과 관련된 규정은 완화시키는 대신 오히려 강화 시키며, 양계질병 전파의 원인이 되는 백세미 생산에 대한 규제를 서두르고 양계사료에 대한 특신에 대한 규정을 만들어야 한다. 또한 종계의 강제환우는 경제적으로는 득이 될지 몰라도 위생수준 향상에는 걸림돌이 되므로 강력히 대처해 나가야 한다.

대부분 위탁사육을 하고 있는 농가의 권익을 보호하기 위하여 표준 계약서 작성 등 대책을 세워야 하고 농가로 하여금 새로운 정보를 쉽게 접할 수 있게 하고, 철저한 종계장 관리, 수입육 검역 강화 등 대책을 마련하여야 한다.

## 제 8 절 종합 고찰

우리나라 환경에서 육용 및 산란용 종계의 생산성을 향상시키기 위한 종합적인 연구가 수행되었다. 육용종계의 산란기 단백질과 에너지의 요구량을 검토하였고, 종계의 육성기 영양 조건이 산란기 생산성에 미치는 영향을 검토하여 최적의 사양조건을 조사하였다.

육용종계의 영양소 요구량은 단백질의 경우 기존에 외국에서 보고된 것과 동일한 결과가 나타났고, 다만 에너지 요구량은 기존 보고와 다른 결과를 보였다. 에너지 요구량은 본래 사육환경온도에 의해 적지 않게 지배되는 것이기 때문에 이 결과는 새로운 것이라도 볼 수 없다. 다만 배합사료를 생산할 경우 계절적인 온도를 고려하여 사료의 에너지 함량을 적절하게 조절할 필요성이 있다는 것을 다시 한번 강조해주는 연구 결과라고 생각된다.

육용종계의 산란기 생산성은 산란기 동안의 영양관리는 물론이고 육성기 동안에 어떤 조건으로 사육되었는지에 따라 크게 영향을 받는다. 그런 점에서 육계의 육추, 육성기 동안에 영양 조건을 달리하면서 산란기에 대비한 최적의 사육 조건을 검토한 것은 매우 바람직한 연구였다. 그 결과 새로운 사육방법을 적용한 종계의 산란기 종란 생산율이 기존 보고에 비해 35-60% 이상 증가되는 성적을 보일 수 있었다.

종란 생산의 생산된 종란의 관리 방법을 개선하여 부화율을 높이는 연구는 우리나라 사육농가의 시설을 고려한 조건에서 수행되었다. 이 연구 결과는 현지 농가들에서 종란의 일상 관리에 크게 도움이 되는 안내 자료가 될 것이다. 종란의 수정율을 높이는 암수컷 종계의 배웅비 연구도 기존의 보고를 다시 확인하는 것이었지만 사육농가에게 확신을 갖게 해주는 효과가 있을 것이다. 수탉 정액의 동결정액 제조 연구는 다시 한번 그 중요성을 일깨워 주었으며 보다 더 개선된 효과를 위해 앞으로 추가 연구의 필요성을 제기하고 있다.

최근 국내 육용종계의 종란 파란율은 기존에 보고된 것에 비해 현저히 개선되어 있음을 보였다. 한편 여름철 더위 스트레스로 인한 종계의 생산성이 전반적으로 저하되며 동시에 파란율도 높아지는 현상이 나타난다. 본 연구에서 여러차례의 실험에 의해 종계사료에 비타민 C와 비타민 E의 첨가 급여에 의해 파란율 상승을 방지하는 효과가

있다는 것을 보인 것은 그동안 논란이 되어왔던 비타민 C의 긍정적인 효과에 관해 보다 확신을 더하는 계기가 되었다. 동시에 비타민 E의 효과도 입증하였으며, 더구나 두가지 비타민의 상승효과 (synergistic effect)가 관찰된 것은 매우 흥미로운 일이다. 대두박에 들어있는 phytochemicals중 대표적인 isoflavones의 estrogenic 효과를 병아리, 육계, 산란계등에서 뼈 발육과 난각질에 미치는 영향을 검토한 결과 부분적인 효과만 인정되었다. 이 문제는 기존의 연구 결과와 다른 현상으로 앞으로 추가 실험에 의해 보다 확실한 결론이 나와야 할것이다.

산란 종계도 장기간 사육을 하는 산란용 실용계를 생산하는 특성상 종합적이고 체계적인 관리 시스템의 개발이 중요하다. 본 연구에서 육성기의 영양조건, 산란기의 사육 밀도, 점등 프로그램 등과 더불어 전반적인 사양프로그램 등을 다양하게 검토하였다. 국내 산란종계의 생산성 현황이 표준자료와 비슷하다는 것을 확인하였으며, 영양 및 사양관리의 개선을 통해 생산성이 더 향상될 가능성이 있음을 보였다.

육용종계나 산란종계 모두 공통적으로 질병.위생관리 문제가 생산성에 막대한 영향을 미치고 있다. 본 연구에서 적용한 살모넬라/마이코플라즈마 환경모니터링 방법은 기존의 방법에 비해 검출효율이 매우 높게 나타나서 향후 이들의 조기 검출과 방제 연구에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

우리나라에서 그동안 종계 생산 실태가 체계적으로 조사된 바가 거의 없는 것은 그만큼 어려움이 있다는 것을 말해준다. 본 연구에서도 육용과 산란용 종계의 사육실태를 조사하였으나 생산성 관련 자료의 확보가 용이하지 않았다. 설문지 조사에 의해 현실점에서 종계 농가들의 현황을 일부나마 확인할 수 있었다. 이를 계기로 앞으로도 계속 발전해가는 업계의 상황을 파악하기 위해 본 연구에서와 같은 조사가 정기적으로 수행될 필요가 있다.

종계의 생산성은 사료와 영양, 환경 및 사양관리 그리고 질병 및 위생관리 등 3가지 관리 요소에 의해 결정되며, 무엇보다 이들 요소간의 균형이 잘 이루어 져야 종계의 생산성이 극대화 될 수 있다. 종계는 장기간의 생산 (산란)을 목적으로 하는 실용계를 생산하는 특성상 종합적이고 체계적인 종계관리 시스템의 개발이 중요하다. 본 연구 결과가 국내 종계의 합리적 관리를 위한 종합적 관리시스템의 개발을 위한 기초 자료에 일조할 수 있기를 기대한다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 육용종계 연구의 목표달성도 및 기여도

육용종계의 영양소 요구량중 우선 가장 중요한 단백질과 에너지의 요구량에 관한 검토가 이루어 졌다. 단백질 요구량은 계절의 영향을 적게 받기 때문에 계절구분 없이 요구량을 조사하였고, 에너지는 하절기와 동절기를 나누어 산란 피크 때의 요구량을 조사하였다.

모든 연구가 계획대로 수행되었으며 단백질의 경우 종계 한 마리당 하루 조단백질 요구량이 20 g이 적절하다는 결론을 내릴 수 있었는데 이는 기존에 다른 연구자들의 보고와 일치하는 수준이었다. 대사에너지 요구량은 기존 보고와 다른 성적이 나왔는데 이는 당연한 결과라고 판단된다. 에너지 요구량은 환경온도의 영향을 크게 받기 때문에 연구당시의 환경온도에 따라 달리 나올 수 있으며, 다만 이런 결과를 활용할 때 항상 환경온도를 고려해서 사료의 에너지 함량을 조절해 주는 것이 필요하다.

육용종계의 영양소 요구량은 본 연구에서 단백질과 에너지만 검토하였고, 앞으로 그 외에 제한 아미노산의 요구량과 칼슘, 인등 난각과 뼈 발달에 중요한 대량 미네랄의 요구량 연구가 추가로 수행되어야 할 것이다.

우리나라의 육용종계 암탉 1수당 병아리 생산수는 1996년에 보고된 자료 (한국육류수출입협회)에 의하면 95-100수 정도였다. 그러나 본 연구에서 나타난 결과는 1차 시험에서 134.1-146.2수, 2차 시험에서 151.3-160.0수를 생산하여 무려 35-60% 이상의 개선 효과를 보였다. 이러한 연구결과로 볼 때 연구개발 목표는 충분히 달성되었다고 판단된다.

이는 육용종계의 육추, 육성기의 영양수준과 체중 증가의 관리를 통해 산란기에 최적의 생산이 이루어 질 수 있는 사육 프로그램을 적용한 결과이다. 중요한 것은 여기서 개발된 사육기술이 앞으로 기술 보급을 통해 사육농가에 전달되어 활용되도록 하는 것이다.

육용종계의 수정율과 부화율 향상 연구에서도 예정대로 계획된 연구 목표를 달성

하였다. 우리나라 사육 농장의 실정에 맞추어 부화율을 개선할 수 있는 종란의 보관 일수와 보관 온도의 최적 조건을 제시하였다. 수탉의 정액을 동결결정액화 하는 문제는 그동안 해당분야의 중요 현안이었다. 본 연구에서는 동결정액의 수정율과 부화율이 각각 68과 47% 까지 가능하다는 것을 보일 수 있었다. 이 분야는 보다 더 개선된 성적을 위해 앞으로도 더 많은 추가 연구가 수행되어야 할 것이다.

종란의 난각질의 개선하는 연구는 하절기의 더위 스트레스로 인한 난각질 저하를 완화시키는 방법의 개발에 상당한 성과를 거두고 있다. 비타민 C의 투여에 의한 더위 스트레스 완화 효과는 기존에도 많은 연구가 있었으나 서로 상반되는 결과들이 보고되고 있었다. 본 연구에서는 여러 차례의 실험을 통해 고온 스트레스 환경에서 비타민 C (200 ppm)와 E (250 ppm)의 단독이나 혼합투여에 의해 난각질의 저하가 완화, 방지될 수 있음을 확인하였다. 특히 비타민 E의 투여 효과는 기존의 연구가 매우 드문 새로운 내용이라고 할 수 있다. 비타민 C의 첨가 급여에 의해 산란기 성계의 뼈(경골)의 파괴강도가 유의하게 더 높아진 것은 매우 중요한 의미를 갖고있다.

한편 동절기 난각질의 개선을 위한 연구가 계획대로 진행되지 못한 점은 매우 아쉬우나 하절기의 연구에서 양적으로 풍부한 내용을 조사한 것으로 대신 코자 한다. 난각질의 개선을 위한 연구를 수행하면서 난각질의 평가 방법을 개선하고 다양한 평가 방법을 동원하면서 연구 결과의 신뢰도를 높이기 위한 노력을 하였다. 동절기의 스트레스도 기본적으로는 하절기의 스트레스와 유사한 스트레스 홀몬이 관련될 것이라고 예상하였다. 그렇다면 혈액의 H/L ratio와 corticosterone에 여전히 반영될 것이며, 비타민 C와 E의 투여에 반응을 보이게 될 것으로 예상되지만 여전히 확인이 필요하다.

원료사료내 phytochemicals 중 대표적이라고 할 수 있는 isoflavones의 섭취가 어린 병아리, 육계, 산란계에서 뼈 발육과 난각질 등에 미치는 영향을 검토한 결과 어린 병아리와 육계에서는 과거의 실험과 달리 효과가 없는 것으로 나왔다. 과거의 실험에 비해 본 연구에서 사용한 IF 급원의 형태가 약간 다르고 시료를 채취한 병아리의 나이가 다른 것이 이런 차이의 원인이 될 수 있는지 좀더 조사가 필요하다. 산란계에서는 경골의 밀도와 회분 함량에는 차이가 없었는데 계란의 파괴강도에서 대두박 (IF) 섭취량이 증가함에 따라 유의하게 더 튼튼한 결과가 나왔다. 그러나 난각두께와 난각비중등에서는 차이가 없었다. 파괴강도는 계란의 calcification 정도는 물론이고 organic matrix 형성정도 관련이 있는 것이기 때문에 난각에 이 두가지 요인의 변화를 초래할 수 있는 물질이면 파괴강도에 영향을 미칠 수 있다. IF의 estrogenic 성질

이 난각에 어떻게 작용하였는지를 앞으로 더 세밀하게 연구할 필요가 있다.

## 제 2 절 산란종계 연구의 목표달성도 및 기여도

본 연구에서는 국내 산란종계 사료의 조사 분석, 산란종계 사양프로그램과 생산성 관련 자료의 수집 및 정리를 예정대로 마쳤다. 이어서 케이지 사육용 육추, 육성 사료의 영양수준을 결정하였고, 산란기 사육밀도가 종계 생산성에 미치는 영향을 조사하였다.

산란말기 종란의 난중 조절 및 종계 생산성 향상을 위한 영양 및 사료에 관한 연구를 마쳤으며 산란점 등 프로그램에 따른 종계 생산성 변화를 검토하여 모든 실험을 계획대로 수행, 완료하였다.

## 제 3 절 산란 및 육용종계 질병·위생관리 연구의 목표 달성도 및 기여도

본 연구의 최종 목표는 종계의 생산성 향상을 위한 질병·위생관리 프로그램의 개발이다.

1차년도 연구개발의 목표는 종계의 주요질병 모니터링을 통한 생산성 저하요인 조사와 종계군 검색시기별 면역수준 모니터링이 주 내용으로 모니터링 대상농장에 대한 질병검색과 항체검사가 종계군이 도태될 시점인 65주령까지의 조사가 진행되었다. 아울러 종계 품종별 생산성 조사 역시 질병검색과 항체검사와 함께 병행 조사가 완료되었다.

2차년도 연구개발의 목표는 육성기 종계의 질병·위생 관리 프로그램 확립과 모델계군 대상 종계군 육성기 면역수준 및 주요질병 모니터링이 주 내용으로 모델계군에 대한 예방접종 프로그램 적용시험과 정기적인 항체검사가 모델 종계군이 성계군으로 편입될 시점인 20-22주령까지의 조사가 진행되었다. 아울러 모델계군대상 육성기 종계 주요질병 모니터링 역시 예방접종 프로그램 적용시험과 함께 병행 조사가 완료되었다.

3차년도 연구개발의 목표는 산란기 종계의 질병·위생 관리 프로그램 확립과 모델 계군 대상 종계군 산란기 면역수준 및 주요질병 모니터링이 주 내용으로 모델계군에 대한 예방접종 프로그램 적용시험과 정기적인 항체검사가 모델 종계군이 도태될 시점인 65주령까지의 조사가 진행되었다. 아울러 모델계군 대상 산란기 종계 주요질병 모니터링 역시 예방접종 프로그램 적용시험과 함께 병행 조사가 완료되었다.

## 제 4 절 산란, 육용종계 사육실태 조사연구의 목표달성도

이 과제는 다른 연구과제에게 필요한 기초 자료를 제고하기 위한 것으로 2001년 8월에 계획대로 달성되었다.

관련분야의 기술 발전 기여는 학회 발표 (2003년 5월 한국 가금학회 세미나 발표), 석사과정 논문 지도 (건국대학교 대학원 농업경제학과 임하라 석사학위 취득, 2002.2월), 일반 학생 지도(건국대학교 농업경제학과학생 50명을 대상으로 “농업경영 연습” 강의 자료로 활용), 일반 강연 (2001년 10월 대한 양계협회 종계인 대회 연사로 초청 강연) 등을 통해 수행하였다. 앞으로도 학술지등을 통해 계속 연구 자료의 추가 발표가 있을 예정이다.

## 제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획

### 제 1 절 연구 결과의 활용

본 연구는 국내에서 처음으로 육용종계와 산란종계를 대상으로 이루어진 실험이다. 이번 연구에서 종계의 생산성에 장애가 되는 여러 요인에 대한 검토가 이루어 졌고 상당한 성과를 내었음에도 불구하고 여기서 제시된 결과로서 해당 분야의 최종적인 결론을 내리는 것은 여전히 어려운 일이다. 또한 이번의 연구에서 종계의 사양관리, 생산성 문제가 모두 다루어 질수 있는 것도 아니었다. 앞으로 계속 더 연구가 되어야 할 과제를 제시하였다는 것도 이번 연구의 수확중의 하나라고 생각된다.

종계의 질병, 위생관리 개선 연구에서 사용한 환경 모니터링 방법은 기존의 방법들에 비해 검출효율이 매우 높은 것을 밝혔고, 또한 IB 생독백신의 경우 국내분리주를 이용하는 것이 더 효과적임이 제시하였는데 이런 연구 결과들의 활용은 국내 양계 질병관리에 중요한 의미가 있을 것이다.

한가지 놀라운 것은 이 연구의 계획당시의 우리나라 종계 사육 기술실태에 비해 연구가 종료된 시점의 기술 상황이 상당히 개선되어 있다는 것이다. 이 현상의 큰 부분은 국내 종계농가의 자발적인 개선 노력에 의해서 이루어진 것으로 생각되며 본 연구의 중간 결과들이 어느 정도의 역할을 하였는지는 확실하지 않다.

다만 본 연구 결과들은 이미 여러 차례에 걸쳐 학회 발표와 농민 교육, 양계분야 월간지, 세미나 등을 통해 홍보, 전달되었다. 이번의 종합적인 최종 연구 발표의 출판을 계기로 연구 결과의 활용이 더 활발하게 이루어 질것이며 동시에 국내외 학회지의 투고와 학술 발표를 통해 본 연구 결과의 보다 적극적인 홍보가 필요하다.

### 제 2 절 추가 연구의 필요성

어느 연구에서든지 연구자들은 연구 기간이 종료된 이후에도 항상 확인 실험과 추가 연구의 필요성을 절실하게 느끼게 된다. 본 연구에서도 마찬가지로 많은 부분에서



미진함을 느끼며 앞으로 동료 연구자들에 의한 추가 연구를 통해 본 연구 결과가 확인되고 수정되면서 계속 다듬어 지기를 기대한다.

종계 영양 분야에서 추가로 더 연구되어야 할 것은 육용종계의 단백질 요구량 중에서 제한 아미노산 (총합유황 아미노산)의 요구량과 칼슘 및 인의 요구량에 관한 부분이다. 사실 제한 아미노산의 요구량은 조단백질의 요구량을 좌우하게 되는 중요한 요인으로 단백질 영양에서 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다.

육용종계의 산란기 생산성의 큰 부분이 초기 성장단계 즉 육추, 육성단계의 성공여부에 의해 좌우된다고 할 수 있다. 본 연구에서 시도한 것은 그런 연구의 한 단계에 불과하다. 앞으로 보다 더 세밀한 영양조건하에서 성장 초기 단계 영양의 carry-over 효과가 산란기 생산성에 미치는 영향이 연구될 필요가 있다.

수탉에서 동결정액의 수정율과 부화율을 개선하는 연구도 경제성과 육종 능력개선이라는 관점에서 앞으로 추가 연구가 필요한 중요한 분야이다.

여름철 더위 스트레스 조건하에서 난각질의 저하를 비타민 E 투여에 의해 완화시킬 수 있다는 것은 매우 새로운 관찰이다. 더구나 비타민 C와 E의 혼합투여에 의해 상승효과가 관찰된 것은 매우 흥미로운 현상이다. 이런 내용은 외국에서도 연구가 매우 드문 경우로써 비타민 E가 어떤 작용 기전에 의해 난각질의 저하를 방지할 수 있는지에 관해 앞으로 추가 연구가 필요하다.

본 연구에서 대두박의 isoflavones 섭취가 수평아리와 육계에서 뼈 발달에 도움을 주지 못한 것은 과거에 동일한 연구실에서 관찰된 것과 다른 결과였기 때문에 이를 확인하기 위한 추가 실험이 역시 필요하다. 산란계에서 대두박을 통한 IF 섭취가 난각의 파괴강도를 현저하게 개선하면서 난각두께에는 전혀 영향을 미치지 못한 현상은 매우 흥미롭다. 이 분야도 앞으로 더 세밀한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

- 육용종계는 육성기간 동안 난소기능의 생리학적 발달은 체중과 초산시 사료섭취량에 의해 영향을 받으며 (Hocking 등, 1993), 체중조절은 물리적, 화학적 사료제한이 유리하다고 보고하였다 (Pinchasov와 Hir, 1993).
- 성장기(7-22주령)의 사료제한은 자유채식보다 체중은 저하되나 성성숙 일령은 빨라지고 산란율 및 난중이 증가하고, 사료효율, 수정율 및 부화율이 개선된다 (Krishnappa 등,1992). - Bartov 등(1994)은 성장초기 강한 성장제한은 산란성적에 영향을 미치지 않으며 사료섭취량은 2.5-6.6% 감소한다고 하였다.
- 미국에서 계란 수집 단계의 파란율이 20-29주령까지 2.01%, 30-39주령 2.62%로 계속 상승하여 60-69주령때 6.18%로 산란계 나이가 많아지면서 파란율이 계속 높아진다. 총 50주 생산기간동안 평균 3.75%나 된다 (Bell, 1982).
- 난각질의 밀도를 측정할 때 Archimede's 방법과 소금물을 활용하는 flotation 방법 간에 전자가 더 정확하나, 후자의 방법도 충분한 정확성을 지니고 있다 (Thompson 과 Hamilton, 1982)
- 대두에 들어있는 isoflavones 는 여성 호르몬인 estrogen과 구조적 유사성으로 인해 weak estrogenic 한 성질을 갖고있으며, 폐경기 여성성에 골다공증의 예방에 도움이 된다 (Armandi 등, 1998)
- Isoflavones 중에 daidzein이 genistein 보다 난소 적출 쥐에서 골 손실의 방지에 더 효과적이다 (Picherit 등, 2000).
- 난각의 강도 (shell strength)는 난각두께 및 cystalline structure와 매우 높은 상관관계가 있다 (Bell 과 Weaver, 2002)
- 미국에서 난각파괴로 인한 손실은 연간 250만 달러에 해당하며 이는 산란계 한 마리당 약 1달러에 해당되는 액수다 (Bell 과 Weaver, 2002).

## 제 7 장 인용 문헌 (Literature cited)

- Adams AW, Craig JV Bhagwat AL 1978 Effects of flock size, age at housing and mating experience on two strains of egg-type chickens in colony cages. *Poultry Sci* 57:48-53.
- Becker WA, Spencer JV, Swartwood JL 1967 Hatchability of eggs held in plastic bags at two temperatures. *Poultry Sci* 46:311-314.
- Bennett, CD, Leeson S 1989 Growth of broiler breeder pullets with skip-a-day vs daily feeding. *Poultry Sci* 68:838-838.
- Benoff FH, Rowe KE, Fuguay JI, Renden JA, Arscott GH 1981 Effect of semen collector in semen volume and sperm concentration in broiler breeder males. *Poultry Sci* 60:1062-1065.
- Berg LR, Hansen RS, Berse GE 1963 Effect of photoperiod on the response of developing pullets to different nutritional treatments. *Poultry Sci* 42:1346-1355.
- Bhagwat AL Craig JV 1975 Fertility from natural matings influenced by social and physical environments in multiple-bird cages. *Poultry Sci* 54:222-227.
- Bornstein S, Hurwitz S, Lev Y 1979 The amino acid and energy requirement of broiler breeder hens. *Poultry Sci* 58:104-116.
- Bornstein S, Lev Y 1982 The energy requirement of broiler breeders during the pullet-layer transition period. *Poultry Sci* 61:755-765.
- Buss EG 1993 Crypreservation of rooster sperm. *Poultry Sci* 72:944-954.
- Cantatore FD, Carrozzo M 1990 The action of ascorbic acid in increasing serum 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> and osteocalcin in human. *Calcif Tissue Int* 46(suppl 2) A16
- Carter TC 1975 The hen's egg: Estimation of shell superficial area and egg volume using measurements of fresh egg weight and shell length and breadth or in combination. *British Poultry Sci* 16:541-543.
- Chang TK, Coon CN 1990 Sensitivity of various bone parameters of laying hens to different daily calcium intake. *Poultry Sci* 69:2209-2213.

- Chotesangasa R 2001 Effects of mating ratio, cock number in the flock and breeder age on fertility in Thai native chicken flock. *Kasetsart J.* 35: 122-131.
- Christmas RB, Harms RH 1982 The effect of low protein pullet growing diets on performance of laying hens housed in the fall. *Poultry Sci* 61:2103-2106.
- Davami A, Wineland MJ, Jones WT, Peterson RA 1987 Effects of population size, floor space, and feeder space upon productive performance, external appearance, and plasma corticosterone concentration of laying hens. *Poultry Sci* 66:251-257.
- Davison S, Benson CE, Eckroade RJ 1996 Evaluation of disinfectants against *Salmonella enteritidis*. *Avian Disease* 40: 272-277.
- Deeming DC, Wadl D 2002 Influence of mating sex ratio in commercial pheasant flocks on bird health and the production, fertility, and hatchability of eggs. *Brit Poultry Sci* 43:16-23.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- Erdi J, Kaleta BK, Bachair EF, Shortridge KF, Lomniczi B 1987 Newcastle disease vaccine (LaSota) strain specific monoclonal antibody. *Arch Virol* 96:265-269.
- Faaberg, KA, Peeples ME 1988 Strain variation and nuclear association of Newcastle disease virus matrix protein. *J Virol* 62:586-593.
- Fuller HL, Chaney LW 1974 Effect of delayed maturity of White Leghorn chickens and subsequent productivity. *Poultry Sci* 53:1348-1355.
- Funk EM 1934 Factors influencing hatchability in the domestic fowl. *Missouri Agr Expt Sta Bull.* 341.
- Funk ME, Forward J 1960 Effect of holding temperature on hatchability of chicken eggs. *Research Bull Missouri Agr Expt Sta* 554.
- Gill SPS, Buss EG, Mallis RJ 1996 Cryopreservation of rooster semen in thirteen and sixteen percent glycerol. *Poultry Sci* 75:254-256.
- Gomez-Lillo M, Bankowski RA, Wiggins AD 1974 Antigenic relationships among viscerotropic velogenic and domestic strains of Newcastle disease virus. *Am J Vet Res* 35: 471-475.
- Gough RE, Allan WH 1975 Aerosol vaccination against Newcastle disease using the Ulster strain. *Avian Disease* 19: 81-95.

- Hanson, RR, Spalatin J 1978 Thermostability of the hemagglutinin of Newcastle disease virus as a strain marker in epizootiologic studies. *Avian Disease* 22:659-665
- Harms RH, Wright CF, Damron BL 1967 Low protein diets for replacement pullets. *Feedstuffs* 39:29-30.
- Heckert RA, Estevez I, Russek-Cohen E, Pettit-Riley R 2002 Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. *Poultry Sci* 81:451-457.
- Heier BT, Jarp J 2001 An epidemiological study of the hatchability in broiler breeder flocks. *Poultry Sci* 80:1132-1138.
- Hill AT, Hunt JR 1978 Layer cage depth effects on nervousness, feathering, shell breakage, performance and net egg returns. *Poultry Sci* 57:1204-1216.
- Hughes BO 1980 Feather damage in hens caged individually. *Br Poult Sci* 21:149-154.
- Hussein AS, Johnson TJ 1996 Effect of dietary protein and energy levels on pullet development. *Poultry Sci* 75:973-978.
- Hy-Line VARIETY BROWN 2000 Parent Stock Management Guide.
- Jeroch H, Halle I, Pahle T, Gebhardt G 1982 Investigations of the crude protein requirement of hens for broiler production. *Arch Tierernaehr* 32:9
- Johar KS, Bray BDJ, Norton HW 1973 Effect of holding temperature on hatchability of White Leghorn and New Hampshire eggs. *Indian Vet J* 50(1):66-71.
- Kamiya N, Niikura M, Ono M, Kai C, Matsuura Y, Mikam T 1994 Protective effect of individual glycoproteins of Newcastle disease virus expressed in insect cells: the fusion protein derived from an avirulent strain had lower protective efficacy. *Virus Research* 32: 373-379.
- Karaca AG, Parker, HM, McDaniel CD 2002 Elevated Body Temperature Directly Contributes to Heat Stress Infertility of Broiler Breeder Males. *Poultry Sci*. 81:1892-1897
- Keirs RW 1997 Assessing and achieving fertility: The role of male management. Technical information for the broiler industry. Ross Breeders.
- Kennedy MA, Mellan VS, Caldwell G, Petgieter LN 1995 Virucidal efficacy of the

- newer quaternary ammonium compounds. *J Am Ani Hosp Assoc* 31(3):254-258.
- Keshavarz K 1984 The effect of different dietary protein levels in the rearing and laying periods on performance of White Leghorn chickens. *Poultry Sci* 63:2229-2240.
- Kurbatov AD, Narubina LE, Bubluyeva GB, Moskalenko LI 1979 Testing diluents used for cock sperm dilution, storage and deep freezing. *Sbornick Nauchnikh Trudove VNIRGJ* 28:9-103.
- Kurbatov AD, Narubina LE, Ivanov BI, Bubluyeva GB 1976 Cryopreservation of cock sperm with glycerol. *Bulletin VNIRGJ* 18:26-28.
- Lake PE, Ravie O, McAdam J 1981 Preservation of fowl semen in liquid nitrogen: Application to breeding programmes. *Brit Poultry Sci* 22:71-77
- Lapao C, Gama LT, Soares MC 1999 Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability. *Poultry Sci* 78:640-645.
- Leeson S, Caston LJ 1991 Growth and development of Leghorn pullets subjected to abrupt changes in environmental temperature and dietary energy level. *Poultry Sci* 70:1732-1738.
- Leeson S, Summers JD 1979 Step-up protein diets for growing pullets. *Poultry Sci* 58:681-686.
- Leeson S, Summers JD 2000 *Broiler Breeder Production*.
- Leeson S, Summers JD 2000 *Broiler breeder production*. University books. Guelph, Ontario, Canada.
- Lilburn MS, Smith JH, 1987 Relationships between dietary protein, dietary energy, rearing environment, and nutrient utilization by broiler breeder pullets. *Poultry Sci* 66:1111-1118.
- Marks HL, Tindell LD, Lowe RH 1970 Performance of egg production stocks under three cage densities. *Poultry Sci* 49: 1094-1100.
- Marshall LG 1977 Nutrient requirement of broiler breeders. MSc Thesis, Univ. Guelph, Ontario, Canada..
- Mayes FJ, Takeballi MA 1984 Storage of the eggs of the fowl (*Gallus domesticus*) before incubation: a review. *World's Poult Sci* 40:131-140.

- McDaniel C 2000 The only good broiler breeder egg is a fertilized egg. Information sheet 1610. <http://www.msstate.edu/dept/poultry/pubs/is1610.htm/> assessed at May 19 2003.
- McDaniel CD, Bramwell RK, Howarth B, Jr. 1996 The male contribution to broiler breeder heat-induced infertility as determined by sperm-egg penetration and sperm storage within the hen's oviduct. *Poultry Sci.* 75:1546-1554.
- McDaniel CD, Bramwell RK, Wilson, JL, Howarth B, Jr. 1995 Fertility of male and female broiler breeders following exposure to an elevated environmental temperature. *Poultry Sci.* 74:1029-1038.
- McDonald MW 1960 Effect of temperature of storage and age of fowl eggs on hatchability and sex ratio, and viability of the chicken. *Australian J Agr Research* 11:664-672.
- McNulty MS, Adair BM, O'loan CJ, Allan GN 1988 Isolation of an antigenically unusual paramyxovirus type 1 from chickens. *Avian Pathology* 17:509-513.
- Meijerhof R 1992 Pre-incubation holding of hatching eggs. *World's Poult Sci J* 48:57-68.
- Moye J 1993 Fine-tuning the breeder male. Technical news vol 1. no. 2. Cobb-Vantress Inc.
- Nagy TR, Prince CW, Li J 2001 Validation of peripheral dual-energy x-ray absorptiometry for measurement of bone mineral in intact and excised long bones of rats. *J of Bone and Mineral Research* 16:1682-1687.
- National Research Council 1994 Nutrient Requirement of Poultry. 9th rev ed. National Academy Press. Washington DC.
- National Research Council 1994 Nutrient requirements of poultry. 9th ed. Natl Acad Sci, Washington, DC.
- Okpokho NA, Craig JV, Milliken GA 1987 Density and group size effects on caged hens of two genetic stocks differing in escape and avoidance behavior. *Poultry Sci* 66:1905-1910.
- Olsen MW, Haynes SK 1948 The effect of different holding temperatures on the hatchability of hen's eggs. *Poultry Sci* 27:420-425.

- Parede L, Young PL 1990 The pathogenesis of velogenic Newcastle disease virus infection of chickens of different ages and different levels of immunity. *Avian Disease* 34:803-808.
- Partadiredja M, Edison CS, Kleven H 1979 Immunization of broiler breeder chickens against Newcastle disease with oil-emulsion vaccine. *Avian Disease* 23: 597-607.
- Patterson PH, Siegel HS 1998 Impact of cage density on pullet performance and blood parameters of stress. *Poultry Sci* 77:127-140.
- Pearson RA, Herron KM 1981 Effects of energy and protein allowances during lay the reproductive performance of broiler breeder hens. *Brit Poultry Sci* 22:227-239.
- Pearson RA, Herron KM 1982 Effects of maternal energy and protein intakes on the incidence of malformation and malpositions of the embryo and time of death during incubation *Brit Poultry Sci* 23:71.
- Petitte JN, Hawes RD, Gerry RW 1981 Control of flock uniformity of broiler breeder pullets through segregation according to body weight. *Poultry Sci* 60:2395-2400.
- Phillips RE 1945 Hatchability as influenced by environmental and different storage temperatures. *Poultry Sci* 24:25-28.
- Proudfoot FG 1964 The effects of plastic packaging and other treatments on hatching eggs. *Can J Anim Sci* 44:120-121.
- Proudfoot FG 1968 Hatching egg storage effects on hatchability and subsequent performance of the domestic fowl. *Poultry Sci* 47:1497-1500.
- Quart MD, Adams AW 1982 Effects of cage-design and bird density on layers. 1. Productivity, feathering and nervousness. *Poultry Sci* 61:1606-1613.
- Reinhart BS, Hurnik JF 1976 The effect of temperature and storage time during the pre-incubation period. 1. The influence of storage temperature changes on hatchability and first ten days chick performance. *Poultry Sci* 55:1632-1640.
- Robinson D 1979 Effects of cage shape, colony size, floor area, and cannibalism preventative measures on layer performance. *Br Poultry Sci* 20:345-356.



- Robinson FE, Robinson NA, Hardin RT 1995 Effects of feed allocation on female broiler breeders.
- Robinson FE, Wilson JL, Yu MW, Fassenko GM, Hardin RT 1993a The relationship between body weight and reproductive efficiency in-meat type chickens. *Poultry Sci.* 72:912-922.
- Robinson FE, Wilson JL, Yu MW, Lupicki ME, Hardin RT 1993b Short-term consequences of a sudden increase in feed allowance in broiler breeder hens. *Can J Anim Sci* 73:159-167.
- Ross breeder 2001 Ross 308 Parent stock management manual. Aviagen limited. Newbridge, Midlothian, UK.
- Roush WB, Mashaly MM, Graves HB 1984 Effects of increased bird population in a fixed cage area on production and economic responses of Single Comb White Leghorn Laying Hens. *Poultry Sci* 63:45-48.
- Ruff CR, Hughes B 1985 Bone strength of height restricted broilers as affected by levels of calcium, phosphorus and manganese. *Poultry Sci* 64:1682-1636.
- Samberg Y, Hornstein K, Cuperstein E, Gottfried R 1977 Spray vaccination of chickens with an experimental vaccination vaccine against Newcastle disease. *Avian Pathology* 6:251-258.
- Samberg, Y., and M. Meroz. Application of disinfectants in poultry hatcheries. *Rev Sci Tech.* 1995. 14(2): 365-380.
- Sandoval MR. Miles D, Jacobs RD 1991 Cage density and house temperature gradient effects on performance of white Leghorn hens. *Poultry Sci* 70(Suppl. 1):103.(Abstr.)
- SAS Institute 1996 SAS/STAT Software for PC Release 6.12 SAS Institute Inc Cary NC USA.
- Schaible PJ, Davidson JA, Bandemer SJ 1947 Cannibalism and feather pecking in chicks as influenced by certain changes in a specific ratio. *Poultry Sci* 26:651-656.
- Schloer, G., J. Spalatin, R.P. Hanson. Newcastle disease virus antigens and strain variations. *Am J Vet Res.* 1975. 36(4): 505-507.

- Schloffel HJ, Jeroch H, Gebhardt G 1988 Influence of the energy and protein supply of broiler hens on their laying performance, live weight development, reproductive performance and the growth of broiler chickens. *Arch Anim Nutr* 38:493.
- Scott ML 1977 A discussion of nutritional requirements of broiler breeder hens. *Proc cornell Nutr Conf* Pages 28-32.
- Seldin ED 1965 Archeologic model for cortical bone. *Acta Orthop Scand* 36(Suppl. 83):1-77.
- Song CS 1998 Induction of protective immunity in chickens vaccinated with infectious bronchitis virus S1 glycoprotein expressed by a recombinant baculovirus. *Journal of General Virology* 79:719-723.
- Song, C. S. et al. Epidemiologic classification of infectious bronchitis virus isolated in Korea between 1986 and 1987. *Avian Pathology*. 1998. 27:409-416.
- Song, C. S. et al. Detection and classification of infectious bronchitis virus isolated in Korea by dot-immunoblotting assay using monoclonal antibodies. *Avian Diseases*. 42:92-100.
- Spratt RS, Bayley HS, McBride BW, Leeson S 1990 Energy metabolism of broiler breeder hens. 1. The partition of daily energy intake. *Poultry Sci* 69:1339.
- Spratt RS, Leeson S 1987 Broiler breeder performance in response to diet protein and energy. *Poultry Sci* 66:683.
- Stone HD 1985 Determination of Hemagglutination Activity Recovered from Oil-Emulsion Newcastle Disease Vaccines as a Prediction of Efficacy. *Avian Dis* 29: 721-728.
- Stone HD, Brugh M, Beard CW 1983 Influence of Formulation on the Efficacy of Experimental Oil-Emulsion Newcastle Disease Vaccine. *Avian Dis* 27: 688-697.
- Summers JD, Leeson S 1983 Factors influencing early egg size. *Poultry Sci* 72:1705-1713.
- Tauson R, Ambrosen T, Elwinger K 1984 Evaluation of procedures for scoring the integument of laying hens-Independent scoring of plumage condition. *Acta Agric Scand* 34:400-408.

- Thomsen MG 1992 Influence of increasing stocking density rates on performance and carcass quality of broilers. Page 285-287 in: Fourth European Symposium on Poultry Welfare. C. J. Savory and B. O. Hughes, ed. Universities Federation for Animal Welfare, Herts, Great Britain.
- Thompson BK, Hamilton RM 1986 Comparison of the precision and accuracy of the flotation and Archimedes' methods for measuring the specific gravity of eggs. *Poultry Sci* 61:1599-1605.
- Van Eck JH, van Wiltenburg HN, Jaspers D 1991 An Ulster 2C strain-derived Newcastle disease vaccine: efficacy and excretion in maternally immune chickens. *Avian Pathol* 20:481-485.
- Van Voorst A, Leenstra FR 1995a Fertility rate of daily collected and cryopreserved fowl semen. *Poultry Sci* 74:136-140.
- Van Voorst A, Leenstra FR 1995b Effect of dialysis before storage or cryopreservation on fertilizing ability of fowl semen. *Poultry Sci* 74:141-146.
- Van Voorst A, Leenstra FR 1995b Effect of dialysis before storage or cryopreservation on fertilizing ability of fowl semen. *Poultry Sci* 74:141-146.
- Waldroup PW, Damron BL, Harms RH 1966 The effect of low protein and high fiber grower diets on the performance of broiler pullets. *Poultry Sci* 45:393-402.
- Waldroup PW, Hazen KR 1976 A comparison of the daily energy needs of the normal and dwarf broiler breeder hen. *Poultry Sci* 55:1383.
- Waldroup PW, Hazen KR, Bussell WD, Johnson ZB 1976 Studies on the daily protein and amino acid needs of broiler breeder hens. *Poultry Sci* 55:2342.
- Wang H, Murphy PA 1994 Isoflavone content in commercial soybean foods. *J Agric Food Chem* 42:1666-1673
- Wilson HR, Ingram DR, Mather FB, Harms RH 1989 Effect of daily restriction and age of initiation of a skip-a-day program for young broiler breeders. *Poultry Sci* 68:1442-1446.
- Zhang B, Coon CN 1997 The relationship of various tibia bone measurements in hens. *Poultry Sci* 76:1698-1701.
- 강보석 서옥석 나재천 김상호 김학규 장병귀 김태호 이상진 하정기 2002 육용종계 중

- 란의 보관온도에 따른 입란 전 저장기간이 부화율에 미치는 영향. 한국가금학회지 29:89-94.
- 김재홍 송창선 1990 닭전염성기관지염 신장형의 국내발생. 농시논문집 32(2).
- 김재홍 송창선 1990 육계에서의 마력병 발생 (일과성 마비). 농시논문집 32(2).
- 김재홍 송창선 1992 최근의 닭 뉴캐슬병 만연에 따른 원인과 바이러스의 성상, 진단 및 백신 운용에 관한 고찰. 한국가금학회지 19(2):65-76.
- 김정주 1997 “21세기를 향한 한국 모델농가설정과 영농소프트웨어 개발(육계)”, 농림부.
- 김정주 1998 “21세기를 향한 한국 모델농가설정과 영농소프트웨어 개발 (산란계)”, 농림부.
- 김정주 1999 “성공적인 경영기법 - 양계 -”, 농민신문사.
- 김학규 2002 정액의 액상 및 동결보존이 닭의 번식능력에 미치는 영향. 박사학위논문 충남대학교.
- 김학규 고문석 김인철 정행기 이광원 손동수 김현 지설하 박창식 1989 액체질소 콘테이너를 이용한 돼지정액의 동결. 한국축산학회지 31:155-157.
- 김학규 최철환 나재천 상병돈 장병귀 송치은 정행기 이상진 하정기 2000 재래닭의 정액성상 및 종란 보관기간이 부화율에 미치는 영향. 한국가금학회지 27:79-84.
- 농림부 2002 한국사양표준(가금).
- 농촌진흥청 2000 육용종계의 생산성 연구.
- 농촌진흥청 축산기술연구소 2000 “육용종계의 생산성 향상 연구”, 농촌진흥청.
- 박근식 김선중 김순재 1986 뉴캐슬병 바이러스 한국주의 병원성에 관한 연구. 농시논문집 28(1):40-48.
- 박민영 2000 어린 병아리에서 isoflavones 섭취가 골격 발달에 미치는 영향. 고려대학교 석사논문
- 배필황 1996 육용종계의 시설 및 환경개선. 한국가금학회 심포지엄: 육용종계의 생산성 향상 방안. Pro 64-71.
- 삼화농원 1998 아바에이커 종계 사양관리 지침서. 삼화농원.
- 성환우 김선중 김재홍 송창선 모인필 김기석 1996 닭 세망내피증 국내 발생. 농시논문집 38(2):707-715.
- 성환우 김재홍 송창선 모인필 1997 Touchdown Polymerase Chain Reaction을 이용한 조류

- 백혈병 바이러스의 검출. 농시논문집 39(2):76-83.
- 성환우 김재홍 송창선 모인필 이지환 김상희 1993 주요 닭질병에 대한 국내 종계군의 항체 보유 현황. 농시논문집 35(2):604-611.
- 성환우 송창선 김재홍 김선중 1996 단크론성 항체 및 중합효소연쇄반응을 이용한 닭전염성 빈혈 바이러스의 검출. 농시논문집 38(2):699-706.
- 송창선 김재홍 김상희 김순재 1991 뉴캐슬병 상재지에 대한 예방접종 프로그램 작성. 농시 논문집 33(3):25-37.
- 송창선 성환우 이윤정 이창원 이영주 1996 국내 종계 주요질병 모니터링에 따른 생산성 개선 대책 연구. 농촌진흥청 수의과학연구소 시험연구보고서 396-416.
- 송창선 성환우 한명국 이윤정 김재학 1999 Evaluation of the Recent Applications of Live Vaccination Against Newcastle Disease Under Field Conditions. 한국수의학회지.
- 송창선 이택주 1988 각종 불활화제가 Newcastle Disease Virus를 구성하는 Polypeptide에 미치는 영향. 농시논문집 30(3):77-89.
- 이규호 이상진 김영호 1988 육용종계 산란기의 에너지 요구량에 관한 연구. 한국영양 사료학회지 12:141-146.
- 이규호 정연중 1994 산란계 육성기 사료의 에너지 수준이 육성기의 성장 및 영양소 섭취량과 산란능력에 미치는 영향. 강원대학교.
- 이규호 한인규 이상진 강태홍 김강식 1985a 육용종계의 영양소 요구량에 관한 연구.  
1. 육용종계의 에너지 요구량에 관한 연구. 한국축산학회지 27:161-168.
- 이규호 한인규 이상진 강태홍 김강식 1985b 육용종계의 영양소 요구량에 관한 연구.  
2. 육용종계의 단백질 요구량에 관한 연구. 한국축산학회지 27:169-175.
- 이봉덕 2003 육용종계의 수정율·부화율 향상 방안 연구. 한국가금학회 춘계심포지움 '종계의 생산성 향상을 위한 기술개발' 37-48.
- 이봉덕 한성욱 김학규 나재천 이영주 박창식 2001 로스 육계 종란의 보관온도와 기간이 부화율에 미치는 영향. 한국가금학회지 28:225-229.
- 정선부 1996 생산능력을 기준으로한 육용종계의 사육현황과 문제점. 한국가금학회 23:77-84.
- 정선부 1996 생산능력을 중심으로한 육용종계의 사육현황의 현황과 문제점. 한국가금학회 심포지움: 육용종계의 생산성 향상 방안. Pro 1-15.
- 축산기술연구소 2000 육용종계의 생산성 향상 연구. 농림부.

한국육류수출입협회 1996 닭고기 대일 수출가능성과 대책에 관한 조사 연구