

육용종계의 수정율·부화율 향상 방안 연구

이 봉 덕

충남대학교

서 론

축산기술연구소의 조사결과 (2000)에 따르면 닭의 종란중 18.5%가 일등급 품질의 병아리가 되지 못하는데 이러한 부화실패의 절반은 무정란 때문이고, 나머지 절반은 부화시 배자폐사 때문인 것으로 보고하였다. 통계적으로도 국내 종란의 수정율과 부화율은 외국에 비하여 떨어지는 것으로 나타나고 있다. 국내 육용종계의 낮은 수정율과 부화율은 종란의 보관온도와 보관일수, 계절별 집란회수와 종계 수컷의 정액성상, 암·수 합사비율 그리고 종란의 무게 등과 복합적으로 연관이 있는 것으로 사료된다. 국내 육용종계 농장을 대상으로 실시한 현장 조사결과 종란의 집란회수와 보관일수는 종란의 배부율과는 역의 관계가 있는 것으로 보고되었다(축산기술연구소, 2000). 또한, 육용종계농장에서 수정율의 저하가 40~50주령 사이에 발생하는 것으로 조사되고 있는데 수정율 저하 발생 원인에 대한 구체적인 연구가 없는 실정이다. 이와 더불어 국내에서 육용종계 부화율 향상을 위한 체계적인 연구 역시 거의 실시되지 않고 있으며 특히 육용종계 수컷의 계절별 능력에 대한 연구결과는 없는 편이다.

따라서 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. 우수 종계 수컷 정액의 이용 및 보존 효율성을 증진시키기 위한 시도로서 종계 수컷의 정자의 동결 보존시 종란의 수정율과 부화율에 미치는 효과를 조사하였다. 마지막으로, 수정·부화율 향상을 위한 적정 암수 합사비율을 결정하기 위한 연구와 종란의 난중이 부화율에 어떠한 영향을 미치는지 조사하였다.

1. 종란 보관온도와 보관일수가 부화율에 미치는 영향

가. 서 론

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

일반적으로 종란의 보관기간이 1주일 이 넘는 경우 부화율이 감소한다는 보고들이 있다 (Funk, 1934; Funk와 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 1주일 이내 보관종란은 고온에서 보관하는 것이, 1주일 이상 보관종란은 저온에서 보관하는 것이 좋다고 여러 학자들이 보고하였다(Olsen과 Haynes, 1948; Becker 등, 1967; Proudfoot, 1964, 1968). Proudfoot(1968)와 Reinhart와 Humik(1976)은 1주일 이내 보관종란의 최적 보관온도는 15~16℃, 1주일 이상 보관종란의 최적 보관온도는 10~11℃로써, 이 때의 부화율이 가장 좋았다고 보고하였다. 우리 나라에서는 김학규 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 우리 나라에서 많이 사육중인 로스 육용종계의 종란 보관온도와 기간이 부화율에 미치는 영향을 구명하여 앞으로 우리 나라 육용종계의 생산성 향상을 위한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

나. 재료 및 방법

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 평택공단내)를 사용하였다.

2) 실험설계

- 실험 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.
- 실험 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.

- 실험 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 실험에서 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 실험에서 수정율, 무정란수, 발생중지란수 및 부화율을 조사하였다.

5) 통계처리

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

다. 결과 및 고찰

1) 실험 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 1에 나타난 바와 같다. 종란 보관일수에 따른 수정율에는 차이가 없었으나 부화율은 종란 보관일수 5일부터 감소하였다. 따

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

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

¹ Means±SE (n = 3).

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

^{ab} Means in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

라서 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.

2) 실험 2 : 17℃에서 종란 보관일수가 부화율에 미치는 영향

로스 육계종란을 17℃에서 3, 5, 7 그리고 9일 보관 후 부화하여 수정율과 부화율을 조사한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 종란 보관일수에 따른 수정율과 부화율에 차이가 없었으며 17℃에 보관할 경우 9일까지 종란을 보관할 수 있

음을 입증하였다.

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

실험 3은 종란의 실온 보관 가능성을 검토하기 위하여 17℃에서 실시한 바, 종란을 1주일이내 보관하고자 할 때에는 15~16℃가 최적 보관온도라는 Proudfoot(1968) 그리고 Reinhart와 Hurnik(1976)의 보고와 잘 일치하고 있다.

3) 실험 3 : 28℃에서 종란 보관일수가 부화율에 미치는 영향

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

종란 보관일수에 따른 수정율에는 차이가 없었으나 부화율은 종란 보관일수 9일부터 감소하였다. 따라서 종란을 28

Table 2. Hatchability of Ross broiler eggs as affected by storage at 17℃ (Trial 2)

Storage time (days)	No. of eggs	No. of unfertilized eggs ^{1,2}	Fertile eggs (%) ¹	No. of dead eggs during hatch ^{1,2}	Hatchability of fertile eggs (%) ¹
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

¹ Means±SE (n = 3).

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

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

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

¹ Means±SE (n=3).

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

^{ab} Means in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

℃에 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℃에 보관한 종란이 23℃나 33℃에 보관한 종란보다 부화율이 높았으며, 33℃에서 5일 이상 보관했을 때 부화중 배아의 사망률이 증가하였다고 보고하였다. 또한 33에서 10일간 보관하였을 때 부화중 모든 배아는 사망하였다고 보고하였다. 그러나 Mayes와 Takeballi (1984)는 최대의 부화율을 얻기 위해서는 보관기간이 짧으면 짧을수록 높은 온도의 보관이 좋다고 보고하였다.

실험 3의 결과로 28℃에서 종란을 보관할 때, 보관기간이 7일까지는 Table 2의 17℃에서와 비슷한 부화율을 나타내어서 짧은 기간 보관할 때는 고온 보관이 부화율에 나쁜 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 4℃에서 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.

라. 적 요

본 시험은 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. 계절별 중용계의 정액성상에 관한 연구

가. 서 론

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(대

략 30℃)로 육용종계의 수정율이 떨어지는 것으로 알려져 있다. 열스트레스는 육용종계 수컷의 체온을 증가시키면서 정액성상을 낮추는데(McDaniel 등, 1995; 1996), Karaka 등(2002)은 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 중용계 정액의 이용가치를 높이기 위한 기초자료로서 계절별로 얻어진 정액을 5℃로 저온보존시 정액의 활력 그리고 수정율 및 부화율에 미치는 영향을 조사하였다.

나. 재료 및 방법

1) 공시종계의 확보 및 실험구 배치

로스(Ross) 중용계(40주령) 10수와 중빈계(40주령) 60수를 케이지에 사육하면서 정액채취는 1주일에 2회씩 실시하였다. 계절별로 정자의 내동성과 ATP 분석은 10수의 중용계에서 3반복으로 실시하였다. 혈액은 10수의 중용계에서 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 접란을 실시하여 수정율과 발육중지율을 조사하였으며, 입란 후 21일째 부화율을 조사하였다.

3) 주요 조사항목

정액량, 정자농도, 정자운동성, ATP, FSH, LH, testosterone, 정자의 내동성, 수정율

다. 결과 및 고찰

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

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

로스 중용계의 5℃ 보존시 액상정액의 정자운동성, 수정

Table 4. Seasonal semen characteristics in male broiler breeders

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

¹ Semen were collected from 10 male broiler breeders and repeated three times per collection time of each season. Values are expressed as means(±SE).

^{ab} Means in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

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

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

^{1,2} 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 (±SE).

^{ab} Means in a same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

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

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

¹ 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(±SE).

² No. of eggs was 60 per replicate with four replicates per seasonal treatment.

^{ab} Means in a same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

을 및 수정을 대비 부화율은 Table 6에서 나타난 바와 같이 여름철이 봄, 여름, 가을철에 비하여 낮았다.

3. 종용계 정자의 동결보존에 관한 연구

가. 서 론

육용종계의 경우 인공수정은 순계의 유지에 주로 사용되어져 왔다. 인공수정의 장점은 우수한 능력을 가지고 있는 육용종계를 최대한으로 이용할 수 있으며 적은 수의 수컷만이 필요하고 또한 수정율이 증가하는 것을 들 수 있다. 이와

는 반대로 인공수정은 많은 자본과 노동력을 필요로 하며 종계를 케이지에 사육시 발생하는 Footpad lesion 등이 있다 (Leeson과 Summers, 2000). 정액은 채취 후 시간이 경과함에 따라서 정자의 활력이 떨어지기 전에 주로 원정액을 인공수정에 사용되어져 왔다. 선행 실험결과 (실험 2)에 따르면 종용계 정액을 5°C에 6시간 저장시 정자의 활력은 82~95%의 범위로 여름철에 얻어진 정액의 활력이 가장 낮은 것으로 조사되었다. 수정을 역시 여름철에 얻어진 정액을 이용할 경우 81.5%로서 봄철 94.3%에 비하여 유의적으로 낮은 수정율을 나타내었다. 위의 결과는 여름철을 제외한 봄, 가을, 겨울철에 얻어진 정액은 5°C에 저장하여도 높은 활력을 보여주었으며 이는 정액의 이용 잠재성을 높일 수 있다는 것을 증명하였다.

육용종계에서 동결정액의 사용은 우수 종계 수컷의 선발을 극대화할 수 있는 잠재성이 이미 알려졌으나 이에 대한 연구는 극히 제한되어 있으며 아직까지 동결정액의 산업화는 아직 미비한 상태이다. 지금까지 연구결과에 따르면, 동결정액을 사용할 때 종란의 수정율은 상당한 변이를 나타낸다고 알려져 있다. 즉, Van Voorst와 Leenstra(1995a,b)는 동결정액을 사용하여 80~93%의 높은 수정율을 보고한 반면, Gill 등(1996)은 62~65% 수정율을 나타내었다. 따라서 본 연구는 원정액과 동결정액을 이용하여 인공수정시 종란의 수정율에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다. 부차적으로 본 연구는 동결정액의 산업화 적용 가능성에 대한 기초자료를 제공할 것으로 사료되어진다.

나. 재료 및 방법

1) 공시종계의 확보 및 실험구 배치

삼화농원으로부터 공급받은 로스(Ross) 종용계(40주령) 10수와 증빈계(40주령) 60수를 케이지에 사육하면서 정액채취는 1주일에 2회씩 실시하였고, 원정액과 동결정액은 각각 30수의 증빈계에 인공수정을 실시하였다. 생산된 종란은 17°C에서 3~4일 보관 후 2처리×6반복, 반복당 30개 총 360개의 종란이 부화에 공시되었다.

2) 인공수정 방법

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

3) 동결-융해 희석액 성분

동결-융해 희석액의 성분은 Table 7에 나타나 있다.

4) 동결-융해방법 및 정액의 평가

가) 정액의 평가

정액량은 눈금이 있는 5 ml 정액판으로 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 스펙트로메타 (Spectronic 20D*, Spectronic Instruments, Inc., USA)로 흡광도를 조사한 다음 미리 계산된 조사표에 의하여 산출하였다.

나) 정액의 동결방법

Table 7. Compositions of freezing and thawing diluents

Ingredients	Prefreezing Lake's diluent	Freezing Lake's diluent	Thawing Lake's 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	-	22.0 ml	-
Tripotassium citrate	-	-	0.128g
Glucose	-	-	0.600g
Bes N, N-bis[2-hydroxyethyl]-2-aminoethanesulfonic acid	-	-	3.050g
NaOH	-	-	5.80ml
Distilled water	100 ml	100ml	100ml

- (1) 원정액 1 또는 2 ml + prefreezing Lake's diluent 1 또는 2ml = 2 또는 4 ml : 원정액과 1차 희석액을 20 °C 전후의 실온에서 희석
- (2) 30분 이내에 5 °C로 하강시켜 2 또는 4ml 1차 희석액에 2 또는 4 ml의 freezing Lake's diluent를 5 °C에서 희석
- (3) 5 °C에서 0.5ml 스트로에 분주 및 봉인
- (4) 5 °C에서 30분간 글리세롤 평형
- (5) 액체질소 상단 5cm에서 20분간 동결 후 -196°C의 액체질소에 보관

다) 동결정액 융해방법

- (1) 4°C 수조에서 3분간 융해
- (2) Thawing Lake's solution으로 서서히 희석시킴 (정액 1: 희석액 20).
- (3) 4°C에서 1500rpm으로 15분간 원심분리하여 글리세롤 제거.
- (4) Pellet에서 100µl의 thawing Lake's solution을 희석하여 4 °C에서 운동성 관찰.
- (5) 주입정액량은 0.1ml에 주입정자수는 2억으로 한다.

라) 주요조사항목

정액량, 정자농도, 운동성, ATP, 동결-융해정자의 수정율 및 부화율을 조사하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 로스 종웅계의 개체별 정액특성

종웅계의 정액특성은 Table 8에 나타난 바와 같이 개체간에 정액량, ml당 정자농도에 있어서 차이가 있음을 알 수 있었다. 그러나 운동성에서는 차이가 없었다. 종웅계 10수중 5수는 정액채취가 불량하여 성적에서 제외하였다. 육계 종웅계는 산란계 종웅계에 비하여 특히 사양관리가 중요함이 입

Table 8. Semen characteristics of Ross male broiler breeders

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

¹ Data on five male broiler breeders were omitted due to lower production of semen.

^{ab} Means in a same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

증되었으며, 정액의 채취도 고도의 숙련도가 요구되었다.

2) 원정액 및 동결정액을 이용한 인공수정시 수정율 및 부화율에 미치는 영향

Table 9에 나타난 바와 같이 원정액을 이용한 인공수정이 무정란수, 수정율, 발생중지란수, 수정란대비 부화율에 있어서 동결정액을 이용한 인공수정보다 우수함을 알 수 있었다. 그러나 지금까지의 연구결과들에 의하면 동결정액의 수정율 및 부화율이 상당히 낮았으나 본 시험의 결과 상당히 좋은 결과를 얻어 앞으로 육계 동결정액의 실용화 가능성을 입증하였다.

4. 계절별 집란회수가 부화율에 미치는 영향

가. 서론

일반적으로 국내 종계업의 경우 종란의 집란회수는 오전

Table 9. Effects of artificial insemination using either fresh or frozen semen on fertility and hatchability

Treatment	No. of eggs	No. of unfertilized eggs	Fertility (%)	No. of dead eggs during hatch	Fertile hatchability (%)
Fresh semen	180	3.5±0.33 ^b	88.3±3.21 ^a	3.4±0.85 ^b	87.2±2.36 ^a
Frozen semen	180	9.6±2.45 ^a	68.0±4.25 ^b	10.8±1.26 ^a	47.1±3.24 ^b

¹ No. of eggs per replicate was 30 with 6 replicates per treatment. Values are expressed as means (±SE).

^{ab} Means in a same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

과 오후 대략 2회인 것으로 조사되고 있는데(축산기술연구소 2000) 이는 육용 종계 사양관리 지침서에 제시된 최소 일일 4회 집란에 비하여 낮은 것이다(Ross 2001). 집란회수가 빈번할수록 종란이 난상에 머무르는 시간이 줄어들어 결국 세균에 의한 감염 기회가 줄어들 것으로 사료되어진다. 부주 의한 종란 취급으로 인한 세균감염은 수정율의 저하와 약추 발생의 원인이 되기도 한다. 즉, 종란의 집란회수에 따라 종란의 수정율이 크게 영향을 받을 것으로 사료되어진다. 그러나, 이를 뒷받침할 수 있는 연구결과는 없는 실정이기 때문에 본 연구는 계절별 집란회수가 종란의 부화율에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 공시종란의 확보 및 실험구 배치

공시종란은 충남 서산시 인지면 애정리 119번지 소재의 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℃에서 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 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.

3) 주요 조사항목

수정율, 무정란 수, 발생종란 수 및 부화율을 조사하였다.

다. 결과 및 고찰

1) 계절별 집란횟수가 부화율에 미치는 영향

봄철 집란횟수가 부화율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 10에 나타난 바와 같이 수정율, 중지율, 약추율, 수정란 대비 부화율 그리고 입란대비 부화율간에 차이점을 발견할 수 없었다.

여름철 집란횟수가 부화율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 11에 나타난 바와 같이 수정율, 중지율, 약추율, 수정란 대비 부화율 그리고 입란대비 부화율에서 차이점을 발

견할 수 없었다.

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

이상의 결과를 종합하면 계절별로 2회 집란하는 것이 노동비와 생산비를 절감할 수 있기 때문에 앞으로 집란횟수는 2회로 하는 것이 좋다는 것을 입증하였다.

5. 수정·부화율 향상을 위한 적정 배웅비 결정 연구

가. 서 론

국내·외적으로 종계사에서 배웅비는 $\sigma : \varphi = 1 : 10$ 정도가 적당하다고 알려져 있으나, 이에 대하여 자세히 검토한 연구·보고는 드문 실정이다. 수탉 1수당 암탉 마리수가 많을 경우, 수정율이 저하될 것이 예상되며, 수탉의 경제 수명에도 영향을 미칠 것이 예상된다. 또한 암탉 마리수가 너무 적을 경우엔, 암탉이 수탉의 과도한 공격에 노출되면 수탉으로부터 도망다녀서 완전한 교배가 되지 않거나 덜 효율적이게 된다. 이러한 문제가 계속되면 암탉은 오후에 슬렛에 머물게 되고, 교배기회가 줄어들어 결국 수정율이 감소하게 된다.

수탉의 체중관리는 좋은 수정율을 올리기 위해 필수적이다. 앞에서 언급하였듯이 수탉은 대부분이 정액생산을 할 수 있도록 일생동안 약간씩의 증체가 필요하다. 그리하기 위해서는 매주 체중측정을 하고 후레싱(가슴살) 정도를 파악하도록 한다. 수탉의 적절한 증체가 이루어지지 않으면 교배행위가 줄어들게 되고, 가슴살이 너무 많아지면 교미행위가 방해되고, 공격성이 과도하게 된다.

본 실험 5에서는 국내의 종계장 조건에서 각 주령별 적정 배웅비를 조사하므로써, 수정·부화율을 향상시키고자 실시하였다.

다. 재료 및 방법

1) 실험장소 : 충남 금산

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

Frequency of egg collection ¹	No. of eggs ²	Fertility (%) ³	Dead eggs during hatch (%) ³	Weak chicks hatched (%) ³	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

¹ 2-time collection was done at 10:00, 16:00 hours, 3-time collection at 10:00, 13:00, 16:00 hours, and 4-time collection at 08:00, 10:00, 13:00, 16:00 hours.

² Each treatment consisted of 3 replicates with 150 eggs per replicate.

³ Mean±SE.

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

Frequency of egg collection ¹	No. of eggs set ²	Fertility (%) ³	Dead eggs during hatch (%) ³	Weak chicks hatched (%) ³	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

¹ 2-time collection was done at 10:00, 16:00 hours, 3-time collection at 10:00, 13:00, 16:00 hours, and 4-time collection at 08:00, 10:00, 13:00, 16:00 hours.

² Each treatment consisted of 3 replicates with 150 eggs per replicate.

³ Mean±SE.

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

Frequency of egg collection ¹	No. of eggs set ²	Fertility (%) ³	Dead eggs during hatch (%) ³	Weak chicks hatched (%) ³	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

¹ 2-time collection was done at 10:00, 16:00 hours, 3-time collection at 10:00, 13:00, 16:00 hours, and 4-time collection at 08:00, 10:00, 13:00, 16:00 hours.

² Each treatment consisted of 3 replicates with 150 eggs per replicate.

³ Mean±SE.

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

Frequency of egg collection ¹	No. of eggs set ²	Fertility (%) ³	Dead eggs during hatch (%) ³	Weak chicks hatched (%) ³	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

¹ 2-time collection was done at 10:00, 16:00 hours, 3-time collection at 10:00, 13:00, 16:00 hours, and 4-time collection at 08:00, 10:00, 13:00, 16:00 hours.

² Each treatment consisted of 3 replicates with 150 eggs per replicate.

³ Mean±SE.

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

2) 처리내용 : 3처리 4반복

처리구	Pen ¹ 당 ♂:♀ 사육수수	♂:♀ 배양비
처리 1	수 11 :암 99	1:9
처리 2	수 9 :암 99	1:11
처리 3	수 8 :암 104	1:13

¹ Pen 당 6.2평(3.2×6.4m).

- 3) 공시수수 : 30주령 Ross 종계 ♀ 1208수, ♂ 112수
- 4) 사육형태 : 평사
- 5) 조사항목
 - 수정율 및 부화율 : 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60주령
 - 생존율 : 30-65주령

다. 결과 및 고찰

종계의 암·수 비율을 달리 할 경우 종란의 수정율에 미치는 영향을 Table 14에 제시하였다. 43주령까지는 종계의 암·수비율이 수정율, 수정대발생율 그리고 입란대발생율에 영향을 미치지 못하였다. 30주령시 모든 처리구에서 수정율은 93~94%의 범위를 나타내었다. 35주령시에는 암·수비율을 각각 9:1과 11:1로 하였을 때 대략 96%로서 30주령시보다 증가하였다. 그러나 암·수비율을 13:1로 하였을 때 수정율은 약 93%로 30주령시와 비교시 증감은 없었지만 다른 처리구에 비하여 낮게 ($P>0.05$) 나타났다. 전체 산란기간에 걸쳐 35주령시에 최고의 수정율을 나타내었으며 그 후로 수정율은 점차 감소하기 시작하였다. 특히, 암·수비율을 13:1로 하였을 때 그 감소폭은 크게 나타났으며 그 결과 종란의 수

정율은 46주령시에 유의적으로 ($P<0.05$) 감소하였다. 이러한 감소는 51주령에도 나타났지만 유의적인 차이는 발견되지 않았다. 암·수 비율을 각각 9:1와 11:1로 배치하였을 때 수정율에는 유의적 차이가 없었다. 암·수 비율에 따른 수정란 대 부화율은 큰 차이를 나타내지 않았다. 암수비율을 11:1로 하였을 때 수정란 대 부화율은 35주령시 약 94%를 나타내었으며 51주령에는 87%로 감소하였다. 입란 대 수정율은 종란의 수정율과 같은 경향을 나타내었다. 35주령시에 입란 대 부화율은 최고치를 나타내었으며 그 후 점차 감소하기 시작하였다. 특히, 암·수 비율을 13:1로 하였을 때 낮은 부화율을 나타내었으며 46주령시에는 암수 비율이 각각 9:1과 11:1 일때보다 유의적으로 낮은 부화율을 나타내었다. 이러한 입란 대 부화율의 감소는 51주령에까지 나타내었지만 통계적 유의차는 없었다.

본 결과는 암·수 비율을 일정비율 이상으로 증가시 종란의 수정율과 입란 대 부화율에 부의 영향을 미치는 것으로 나타났으나 수정란대부화율에는 영향을 미치지 못하였다. 따라서, 암·수비율은 11:1로 하는 것이 효율적인 암·수 교배가 이루어져 결과적으로 높은 수정율과 부화율을 보여주었다.

6. 난중이 부화에 미치는 영향에 관한 연구

가. 서론

부화를 목적으로 하는 종란의 난중은 식란보다 5~10g 정도 더 무거워서 보통 60~70g 범위에 들게 된다. 평균 종란의 난중은 연령이 증가할수록 증가하는데 24주령시 약

Table 14. Fertility of broiler breeder eggs as affected by mating ratios

Parameters	Treatments ¹	Weeks				
		30 wk	35 wk	43 wk	46 wk	51 wk
Fertility, %	T1	93.3±1.63 ^a	96.8±1.38	91.7±1.94	89.5±0.65 ^a	87.4±4.20
	T2	94.1±1.74	96.2±1.89	93.2±2.21	91.5±1.76 ^a	87.4±6.72
	T3	93.4±1.16	92.9±3.93	93.5±0.05	84.6±2.97 ^b	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 ^a	75.8±5.64
	T2	86.0±2.66	90.3±2.65	83.0±1.69	83.7±2.64 ^a	76.4±8.32
	T3	84.6±1.79	85.5±3.11	80.7±5.90	76.9±2.65 ^b	71.8±10.97

¹ T1 represents a male-to-female ratio with 1:9, T2 with 1:11 and T3 with 1:13.

¹ Means±SD.

^{ab} Means in a same column with different superscript differ significantly ($P<0.05$).

47.0g의 난중을 나타내고 34주령에는 60.0g, 44 주령시 65.0g, 그리고 62주령시에 68.0g을 나타낸다. 종란의 난중은 초생추의 체중에 영향을 미치며 결국 육계의 출하체중에도 영향을 미치게 된다. 일반적으로 난중이 1g 증가시 초생추의 체중은 약 0.5g 증가하며 42일령 육계체중은 5g정도 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. 재료 및 방법

- 1) 실험장소 : 충남 금산 및 충남대학교
- 2) 처리내용

처 리	난중(g/개)
소 란(S)	608 내외
중 란(M)	658 내외
대 란(L)	708 내외

- 3) 실험구 배치 : Ross 종란 3처리, 4반복, 반복당 300개
- 4) 조사항목 : 수정율, 부화율, 병아리 체중

다. 결과 및 고찰

종란의 난중이 부화율에 미치는 영향은 Table 15에 제시하였다. 종란의 난중이 증가할수록 수정율에는 유의적인 영향을 미치지 못하였다. 수정란 대 부화율과 입란 대 부화율은 난중이 65g 내외일 때 유의적으로 향상되었지만 난중이 70g일때는 유의적인 차이가 발견되지 않았다. 난중과 초생

Table 15. Hatchability of broiler breeder eggs as affected by egg weight

	Egg weight ¹		
	Small	Medium	Large
Fertility, %	78.3±1.6 ^c	80.9±2.4	80.2±3.0
Fertile hatchability, %	81.5±4.7 ^b	91.2±3.3 ^a	87.4±1.7 ^{ab}
Hatchability of all eggs set, %	63.8±4.3 ^b	73.9±4.4 ^a	70.0±2.1 ^{ab}
Hatched chicks, g	45.1±1.7 ^b	46.7±1.7 ^b	50.2±1.7 ^a

¹ Small eggs weighed ca. 60g, medium eggs ca. 65g and large eggs ca. 70g.

² Mean±SD.

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

추 무계간의 상관계수(r)는 0.82로서 유의적인 정의 관계를 나타내었다. 본 실험은 난중이 증가할수록 초생추의 무게가 증가하는 반면에 수정란대부화율과 입란대부화율은 난중이 65g일 때 가장 우수한 결과를 보여주었다.

인용문헌

Becker WA, Spencer JV, Swartwood JL 1967 Hatchability of eggs held in plastic bags at two temperatures. Poultry Sci 46:311-314.

Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.

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.

Heier BT, Jarp J 2001 An epidemiological study of the hatchability in broiler breeder flocks. Poultry Sci 80: 1132-1138.

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.

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.

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

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, Summers JD 2000 Broiler breeder production. 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 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.
- Meijerhof R 1992 Pre-incubation holding of hatching eggs. *World's Poult Sci J* 48:57-68.
- Olsen MW, Haynes SK 1948 The effect of different holding temperatures on the hatchability of hen's eggs. *Poultry Sci* 27:420-425.
- 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.
- Reinhart BS, Humik 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.
- Ross 2001 Parent stock management manual. Ross 308. Aviagen Limited, Scotland.
- SAS/STAT 1996 SAS user guide. release 6.12 edition, SAS Inst Inc Cary NC.
- 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.
- 김학규 최철환 나재천 상병돈 장병귀 송치은 정행기 이상진 하정기 2000 재래닭의 정액성상 및 종란 보관기간이 부화율에 미치는 영향. *한국가금학회지* 27:79-84.
- 축산기술연구소 2000 육용종계의 생산성 향상 연구. 농림부.