

한국산 꿩 곡세정관내 정자형성세포의 형태학적 분류

박 영 석 · 양 흥 현*
공주문화대학 애완동물과

The Morphological Classification of the Spermatogenic Cells in the Seminiferous Tubule of the Korean Native Pheasant (*Phasianus colchicus korpowi*)

Park, Y. S. and H. H. Yang*

Department of Companion Animal, Kongju National Culture College

SUMMARY

The morphological study was carried out to classify the spermatogenic germ cells of the seminiferous tubule in Korean Native Pheasant during the breeding season. The results were as follows :

1. The spermatogonia can be classified into the three types of A, In(intermediate) and B.
2. The primary spermatocyte can be classified into the five types as preleptotene, leptotene, zygotene, pachytene and diakinesis.
3. The maturing processes of nucleus of spermatid can be divided into seven steps. The round shape of the spermatid was changed to the elongated form during the spermiogenesis.

This observation may be useful to the study of the breeding cycles in the Korean Native Pheasant.

(Key words : Pheasant, Classification, Spermatogenic cell, Seminiferous tubule)

I. 서 론

한국산 꿩은 미관상 수려하여 관상용으로 가치가 있을 뿐만 아니라 꿩의 육질은 매우 부드러워 식용으로 특이한 맛을 내므로써 농가에서 고소득을 올릴 수 있는 가금화 조류로 널리 사육되고 있다. 그러나 꿩은 아직 순화되지 않은 야생조류로서 성격이 급하고, 계절번식을 하는 특성을 가지고 있다. 최근 들어 꿩에 대한 관심이 높아져 가금화를 위한 기초적인 연구가 진행되고 있지만(양과 김, 1995; 양과 김, 1993; 양 등, 1994; 양 등, 1995; 백 등, 1997), 아직까지는 번식분

야와 관련된 본격적인 연구가 많지 않은 형편이다.

동물의 번식에 있어서 중요한 역할을 하는 수컷 생식세포의 연구는 주로 포유동물 고환내 곡세정관의 정조세포에서 정자 완성에 이르기까지의 과정을 정자발생과정과 정자형성과정으로 대별하여 연구되었다. 정자발생과정은 각종 생식세포로 이루어진 집단, 즉 A형 정조세포에서부터 정자가 완성되는 분화단계를 각각의 정자형성세포들의 핵 위치와 핵분열 그리고 형태변화를 기준으로 하는 정자발생주기(cycle)를 Roosen-Runge와 Giessel(1950)이 쥐를 대상으로 8주기로 분류한 이래, 소와 말(Amann, 1962, 1981), 돼지(Swierstra, 1968)와 개(Foote와 Swierstra, 1972;

* 전북대학교 수의과대학(College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University)

Russell 등, 1990; 김과 박, 1993; 이 등, 1991), 한국 재래산양(이 등, 1985) 등에서 보고되었다. 정자형성 과정은 사람, 원숭이와 면양의 정자세포에 출현한 acrosome계의 형태변화에 대한 특징을 중심으로 Clermont와 Leblond(1955)가 보고한 이래, 소(Berndston과 Desjardins, 1974), 햄스터(Oud와 Rooji, 1977), 한우(이 등, 1986), 개(Russell 등, 1990; 박과 이, 1992) 등에서 정자의 변태과정을 14단계까지 세분화하여 보고한 바 있다.

하지만 가금류에서의 정자발생에 관한 연구는 닭(Strurkie, 1976; 한, 1985)을 대상으로 곡세정관내 각종 정자형성세포들의 주령에 따른 출현을 보고하였고, 정모세포에서 정자까지의 생성된 시간과 정자가 부고환과 정관을 통과하는 시간을 Takeda(1969)에 의해 보고되었다. 또한 메추리에서 성 성숙기까지 정소발육에 대하여(Mather와 Wilson, 1964; Purcell과 Wilson, 1975), Jones와 Jackson(1973)은 정조세포에서 성숙정자의 출현까지의 기간이 약 25일 걸린다고 보고하였다.

가금류의 정자발생주기에 관한 연구는 메추리와 오리의 곡세정관에서 정자발생주기를 5기로 구분하여 발표(김과 박, 1989; 이와 박, 1989)하였을 뿐, 타 가금류에 대한 보고는 대단히 희소하다.

이 분야의 연구가 희소한 이유는 가금류 고환 곡세정관의 한 단면에서 여러 단계의 정자 발생주기가 동시에 존재하며, 세포의 구분에 대해 연구자들에 따라 견해차(Garner와 Hafetz, 1980)가 있기 때문으로 추측된다.

따라서 본 연구는 성 성숙한 번식기 숫컷 꿩 고환의 곡세정관내 각종 정세포들의 특징을 구분하여 분류함으로써 꿩 번식연구의 기초자료를 얻기 위해서 시도되었다.

II. 재료 및 방법

1. 실험동물

부화후 1년에서 2년생(체중 1,200~1400 g)인 성 성숙한 한국산 숫컷 꿩(Korean native pheasant, *Phasianus colchicus korpowi*) 10마리를 번식기인 5월 초에 전주 근교에 있는 꿩 농장에서 구입하여 실험에 사용하였다.

2. 조직의 채취

실험에 사용된 꿩은 경추후두탈구법으로 희생시킨 다음 복강을 절개하고 복대동맥을 통하여 3% glutaraldehyde (0.1 M phosphate buffer, pH 7.2)로 관류고정하였다. 1차 관류고정된 고환을 적출하고 1 mm³로 세절한 후 1% osmium tetroxide로 2시간 동안 2차 고정을 하였다.

3. 조직표본의 제작

고정된 고환 조직은 세척하였으며, 탈수 등 투과 전자현미경 시료제작 과정을 거쳐 Epon 812로 포매하였다. Epon에 포매된 조직들은 초박절기(ultramicrotome)를 이용하여 약 1 μ m 두께의 박절편을 제작하였다. 박절편들은 basic fuchsin-methylene blue(Agnesse와 Jensen, 1984)로 염색하여 광학현미경하에서 각 정자형성세포들의 특징을 관찰하고 분류하였다.

III. 결 과

1. 곡세정관의 형태

성성숙한 한국산 숫컷 꿩 곡세정관의 단면은 타원형 또는 다각형의 형태로 관찰되었다. 곡세정관내에는 각종 정자형성세포들이 중층 입방상피 형태로 구성되어져 있었다. 기저부에 근처에는 세르톨리(Sertoli)세포와 정조세포들로 구성되어 있었으며, 중간부에는 정모세포와 일부의 정자세포, 내강측 침단부에는 장축성장한 정자세포들이 기저부를 향하여 정자세포 두부를 향하고 있었다(Fig. 2).

2. 각 정자형성세포들의 특징

1) 정조세포

정조세포는 3가지 형태로 분류되며 기저막 근처에 위치한다.

(1) A 형 정조세포(Fig. 1-A)

핵의 형태는 원형에 가까우며 밝은 핵질에 1개의 핵소체를 가지고 있고 핵의 직경은 약 7.5 μ m 정도의 세포이다.

(2) Intermediate 형 정조세포(Fig. 1-IN)

핵의 형태는 타원형이고 A형 정조세포 보다 약간 어두운 핵질에 2개의 핵소체를 가지고 있으며 핵의 크기는 장경과 단경을 평균으로 약 $7\mu\text{m}$ 정도 크기의 세포이다.

(3) B 형 정조세포(Fig. 1-B)

핵이 약 $7\mu\text{m}$ 정도 크기이며 원형에 가깝고, IN형 정조세포 정도의 약간 어두운 핵질이며, 4~6개 정도의 작은 핵소체들이 핵막에 부착되어 마치 메추리알 껍질과 같은 형상으로 관찰되었다.

2) 정모세포

정모세포는 제 1차 정모세포와 제 2차 정모세포로 구분되며, 제 1차 정모세포는 감수분열의 전 단계에 따라 원형의 핵이 여러 가지 형태로 관찰되었다. 이를 세분하면 전세사기, 세사기, 접합기, 태사기 및 이동기로 구분되었다.

(1) 제 1 차 정모세포

가. 전세사기(Fig. 1-PL)

전세사기의 핵은 미세한 핵질이 넓게 분포하여 밝게 보이며, 밝은 1개의 핵소체를 갖는 원형에 가까우며 약 $7\sim 7.3\mu\text{m}$ 정도 크기의 핵을 갖는다.

나. 세사기(Fig. 1-L)

세사기의 핵은 전세사기와 거의 같은 형태이나 가는 실모양의 약간 염색성이 있는 염색사가 엉켜있는 형태를 나타낸다.

다. 접합기(Fig. 1-Z)

세사기 보다 굵은 실모양의 염색사가 진한 염색성을 나타내면서 접합기의 핵 한쪽으로 모여있어 마치 꽃모양을 나타낸다. 핵의 크기는 약 $8\mu\text{m}$ 정도이다.

라. 태사기(Fig. 1-P)

접합기의 염색사보다도 더 굵으며 진한 염색성을 띤 염색사가 핵의 전반에 걸쳐 보인다. 크기는 약 $8.5\mu\text{m}$ 정도의 크기이다.

마. 이동기(Fig. 1-D)

이중기와 이동기를 포함한 핵의 형태를 편의상 이동기로 분류하였다.

굵고 진한 염색성의 염색사들이 교차현상과 짙어진 염색사들이 핵막의 주변으로 모이는 형태를 나타내고 있다. 핵의 크기는 약 $8.5\sim 9\mu\text{m}$ 정도의 크기를 갖는다.

바. 제 2 차 정모세포(Fig. 1-II)

제 2 차 정모세포는 짧은 시간의 감수분열을 하므로 잘 관찰되지는 않는다. 핵은 정자세포보다 약간 큰 약 $6\mu\text{m}$ 정도 크기를 가지며, 핵질이 약간 어둡게 염색된다.

3) 정자세포

본 실험에서는 정자세포 두부의 변태과정을 형태적으로 1 단계부터 7단계로 구분하였다.

(1) 단계 1 정자세포(Fig. 1-1)

핵질이 전반적으로 약간 어둡고 균등질이고 1~2개의 작은 핵소체가 존재하며, 원형의 핵 크기는 약 $4.5\sim 5\mu\text{m}$ 정도이다.

(2) 단계 2 정자세포(Fig. 1-2)

핵막 주위로 어둡게 염색된 염색질들이 균일하게 분포하여 핵 중앙은 약간 밝게 보이며, 핵막 주위에 1~3개의 존재한다. 핵막에 부착된 acrosome 공포가 간혹 관찰된다.

(3) 단계 3 정자세포(Fig. 1-3)

균등질하고 어둡게 염색된 염색질이 원형의 핵에 전반적으로 분포하며 1~3개의 핵소체가 관찰된다.

(4) 단계 4 정자세포(Fig. 1-4)

도토리 모양으로 약간 길쭉한 형태의 핵은 진한 염색성을 나타내며, 세포질로 돌출한 침체과립과 일부 미부의 형성이 관찰된다.

(5) 단계 5 정자세포(Fig. 1-5)

핵은 표주박모양으로 염색성이 진하며, 붉게 염색된 침체과립이 보인다.

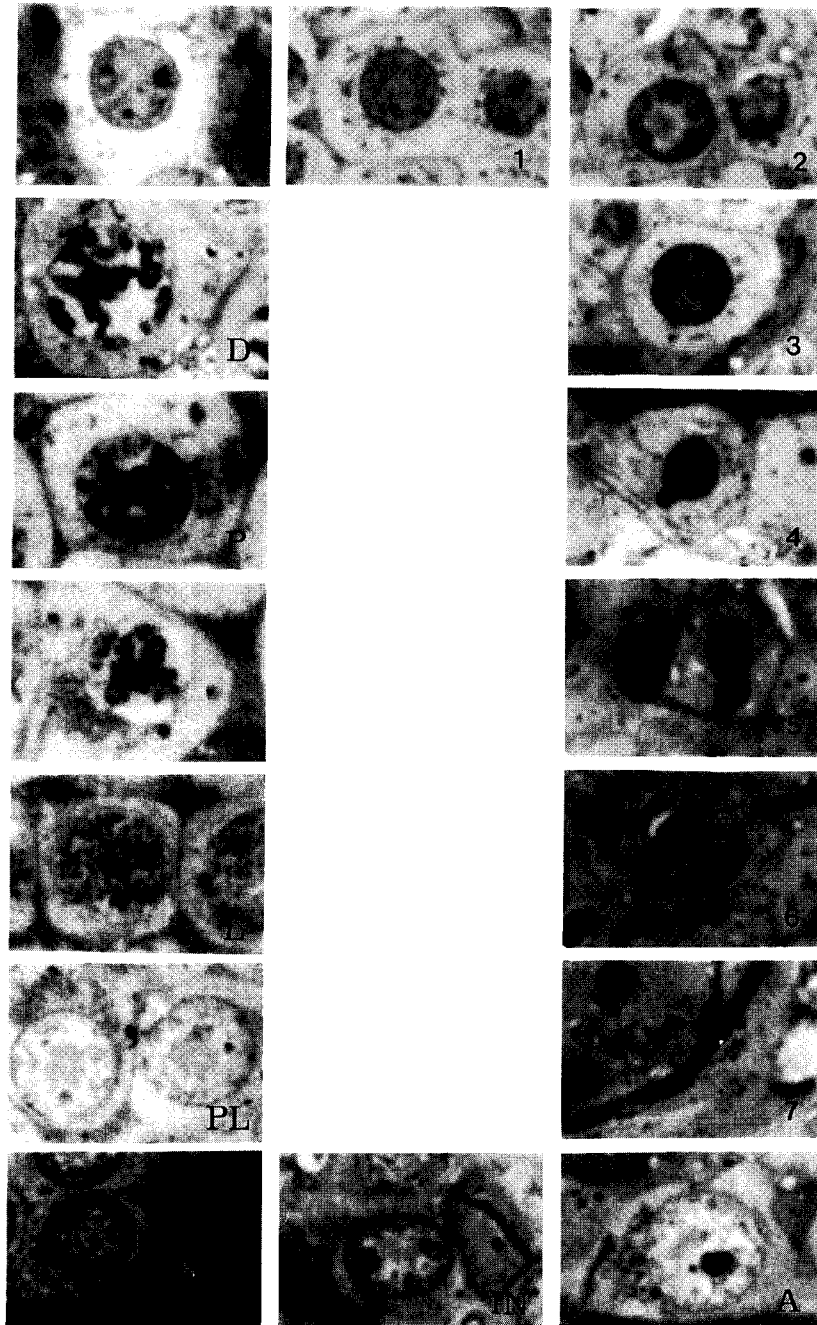


Fig. 1. The sequential steps of the spermiogenesis in Korean native pheasant. A, type A spermatogonium; IN, intermediate spermatogonium; B, type B spermatogonium, PL, preleptotene; L, leptotene; Z, zygotene; P, pachytene; D, diakinesis primary spermatocyte; II, secondary spermatocyte; 1-7, steps of the spermatid in spermiogenesis. $\times 1,500$.

(6) 단계 6 정자세포(Fig. 1-6)

포주박모양의 핵이 세장되어 마치 오이형태를 나타내며 침체는 핵의 절반 정도를 덮고 있다. 곡세정관에서 이 단계의 정자세포는 기저막 쪽의 세르톨리세포질에 두부를 깊이 묻고 있음이 관찰된다.

(7) 단계 7 정자세포(Fig. 1-7)

단계 7 정자세포의 핵은 약간 만곡된 수술용 봉합바늘과 같은 형태를 나타내며, 여러 개의 두부가 세르톨리세포에 깊이 묻혀 있다가 내강으로 이동한다(Fig. 2).

IV. 고 찰

본 실험은 평의 숫컷 번식연구에 기초자료를 얻기 위해 실시하였다. 평의 곡세정관을 구성하고 있는 세포는 기저부에서 지지세포인 세르톨리세포와 3종류의 정조세포가 분류되었으며, 제 1 및 제 2 정모세포와 등근 정자세포에서 장축성장한 정자세포까지 7단계의 변태과정을 곡세정관의 중간부와 첨단부에서 분류되었다. 이러한 각 정자형성세포의 분류는 조류인 메추리(김과 박, 1989), 오리(이와 박, 1989)와 포유류인 개(박과 이, 1992), 쥐(Leblond와 Perey, 1957), 소(Berndston과 Desjardins, 1974; 이 등, 1986)의 분류 기준에 따라 평 고유의 정자형성세포들의 분류가

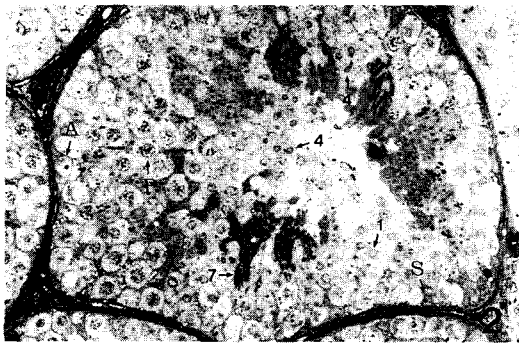


Fig. 2. Sequential steps of the spermatid in a tubular section during the breeding season. S, Sertoli cell; P, pachytene; 1, step 1 spermatid; 4, step 4 spermatid; 7, step 7 spermatid. X 400.

이루어졌다.

본 실험에서 평의 정조세포는 원형이며 핵질이 밝고 1개의 핵소체가 있는 A형 정조세포, 타원형이며 약간 어둡고 2개의 핵소체를 갖는 IN형과 원형에 가깝고 4~6개의 핵소체가 핵막에 부착된 B형 정조세포로 구분되었다. 이러한 결과는 일부 포유류동물 정조세포핵이 Ap형, Ad형과 In형과 B형 등 4가지로 분류된 보고(Clermont와 Perey, 1957; Curtis와 Amann, 1981; 이 등, 1985)와 비교하면, 포유류에서 A형이 밝은 형태(Ap)와 어두운 형태(Ad)의 두 가지로 세분된 것을 제외하고는 거의 비슷하였다.

평의 제 1 정모세포 분류는 전세사기, 세사기, 접합기, 태사기와 이중기의 5가지 형태로 분류되어, 상기의 연구자의 결과보다도 1~2개 정도의 세분화 되었다. 이들의 형태는 포유류와 조류의 제 1 정모세포와 분류형태는 같았다. 하지만, 제 2 정모세포의 분류는 일부 동물에서는 분류되지 않은 것도 있음은 제 2 정모세포의 존재는 짧은 시간에만 존재하는 것(Russell 등, 1990; 박과 이, 1994; 이 등, 1986)으로 본 실험의 결과에서도 관찰이 용이하지 않았다.

본 실험에서 평의 정자형성단계에는 포유류의 것보다도 구분이 어려웠으며, 조류 특유의 정자변태과정을 거친다고 사료된다. 포유류의 일반적인 정자변태과정은 등근 정자핵에 소공포가 형성되고 그 속에 침체과립이 생성되는 골지기, 침체과립이 핵막 중심부에 위치한 침체 소포가 핵을 1/3에서 1/2까지 덮고 있는 두모기, 정자세포들이 장축 성장을 완료하여 성숙한 정자로 이행되는 상태인 침체기와 성숙기로 대별된다(Oud와 Rooij, 1977; Berndstone과 Desjardins, 1974; Russell 등, 1990; 박과 이, 1994; 이 등, 1986). 하지만 조류에 대한 정자변태에 관한 연구는 외국의 문헌 조사에서 찾아볼 수 없었으며, 국내에서 메추리(김과 박, 1989), 오리(이와 박, 1989)에서만 연구보고가 되었을 뿐이다.

메추리와 오리에서 정자세포 변태과정을 3단계로 구분되었으나(김과 박, 1989; 이와 박, 1989), 본 실험동물인 평에서는 7단계로 분류되었다. 메추리에서 1 단계 정자세포는 원형의 핵에 미세한 염색질 과립이 중심으로 뿔은 수레바퀴의 형상이다. 메추리 1 단계는 평에서 제 1, 2 단계에 해당하며 핵의 형태에서 약간의 차이점을 나타내고 있었다. 메추리 2 단계는 핵이 진

한 바둑알형과 콤파형인데 비해서, 본 실험에서는 3, 4, 5 단계에 해당하며, 핵질이 진한 염색을 나타내며 표주박의 형상이 관찰되어 형태상 차이점을 나타내고 있었다. 메추리 3단계 정자세포의 형태는 핵이 세장되어 마치 알파벳의 대문자인 I, C, V와 비슷한 형태를 나타냈으며, 오리에서도 비슷한 형태(이와 박, 1989)를 보인다고 하였다. 꿩에서는 제 6 과 7 단계와 형태적으로 유사하였다.

이상과 같이 본 연구는 꿩의 곡세정관내 정자형성세포들을 분류함으로써 조류의 번식연구에 기초자료로 제공될 것이라 생각된다. 하지만 곡세정관에 나타나는 정자발생계는 대부분의 포유류와는 다르게 한 단면에 정자발생주기를 결정하는 여러 변태과정 중의 정자세포가 부분적으로 나타남으로 인해서 주기의 분류에 대한 연구는 연구자의 견해에 따라서 차이가 있으리라 사료된다.

V. 적 요

본 연구는 성성숙한 번식기의 한국산 숫컷 꿩을 대상으로 번식연구의 기초자료를 얻기 위해 곡세정관의 정자형성세포를 분류하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 정조세포는 A형, In형 및 B형의 3가지 정조세포로 분류되었다.
2. 제 I 정모세포는 전세사기, 세사기, 접합기, 태사기 및 이동기의 5가지 형 제 1 정모세포로 분류되었다.
3. 정자세포는 핵의 변화에 따라서 등근 정자세포에서 장축성장한 정자세포로 성장하는 과정을 7단계로 분류되었다.

VI. 인용문헌

1. Agnese, P.A.D.S. and K.L.M. Jensen. 1984. Dibasic staining of large epoxy tissue section and application to surgical pathology. *Amer. J. Clin. Pathol.*, 81:25-29.
2. Amann, R.P. 1962. Reproductive capacity of dairy bull: IV. Spermatogenesis and testicular germ cell degeneration. *Am. J. Anat.*, 110:69-78.
3. Amann, R.P. 1981. Spermatogenesis in the stallion: A review. *J. Equine Vet. Sci.*, 131-139.
4. Berndston, W.E. and C. Desjardins. 1974. The cycle of the seminiferous epithelium and spermatogenesis in the bovine testis. *Am. J. Anat.*, 140:167-180.
5. Clermont, Y. and C.P. Leblond. 1955. Spermiogenesis of man, monkey, ram and other mammals as shown by the "Periodic acid-Schiff" technique. *Am. J. Anat.*, 96:229-253.
6. Clermont, Y. and B. Perey. 1957. Quantitative study of the cell population of the seminiferous tubules in immature rats. *Am. J. Anat.*, 100:241-268.
7. Curtis, S.K. and R.P. Amann. Testicular development and establishment of spermatogenesis in holstein bulls. *Anim. Sci.*, 53: 1645-1657.
8. Foote, R.H., E.E. Swierstra and W.L. Hunt. 1972. Spermatogenesis in the dog. *Anat. Rec.*, 173:341-352.
9. Garner, D.L. and E.S.E. Hafetz. 1980. Spermatozoa. In: *Reproduction in farm animals*. Hafetz, E.S.E. (eds), 4th ed. Lea and Febiger, Philadelphia, U.S.A., p.167-179.
10. Jones, P. and H. Jackson. 1973. Estimation of duration of spermatogenesis in Japanese quail using antispermatogonial chemicals. *J. Report. Fert.*, 31:319-328.
11. Mathex, F.B. and W.O. Wilson. 1964. Post-natal testicular development in Japanese quail. *Poul. Sci.*, 43:860-864.
12. Oud, J.L. and D.G. Rooji. 1977. Spermatogenesis in the chinese hamster. *Anat.* 187:114-124.
13. Purcell, S.M. and W.O. Wilson. 1975. Growth and maturation of testes in young coturnix and modification by exogenous FSH, LH, and testosterone-a stereologic evaluation.

- tion. Poul. Sci., 54:1115-1122.
14. Roosen-Runge, E.C. and Giesel L.O. 1950. Quantitative studies on spermatogenesis in the albino rat. *Am. J. Anat.*, 87:1-30.
 15. Russell, L.D., R.A. Ettlín, A.P. Sinha-Hikim and E.D. Clegg. 1990. Histological and histopathological evaluation of the testis. *Cacche River Press, Clearwater*, p. 162-194.
 16. Sturkie, P.D. 1976. *Avian physiology*. 3rd ed. New York:Springerverag, 332-334.
 17. Swierstra, E.E. 1968. Cytology and duration of the cycle of the seminiferous epithelium of the boar: Duration of spermatozoon transit through the epididymis. *Anat. Rec.*, 161:171-186.
 18. Takeda, A. 1969. Labelling of cook spermatozoa with radioactive phosphorus. *Jan. J. Zoothech. Sci.*, 40:412-420.
 19. 김용환, 박영석. 1993. 진도견 곱슬정세관상피의 정자발생과 미세구조. *대한수의학회지*, 33(1):23-36
 20. 김재홍, 박영석. 1989. 메추리(*Coturnix coturnix*)의 정자발생에 관한 연구. *한국가금학회지*, 16(2):91-103.
 21. 박영석, 이재홍. 1992. 진도견의 정자형성과 Sertoli 세포 특수 연결부의 미세구조: I. 진도견의 정자형성에 관한 연구. *대한수의학회지*, 32(3):281-293.
 22. 백영기, 양홍현, 김인식, 박영석. 1997. 한국산 평의 고환수출소관의 구조. *대한수의학회지*, 37(1):25-39.
 23. 양영훈, 김대철. 1995. 인공접동에 의한 조기 산란 유도 평집단의 산란능력과 난형. *한국가금학회지*, 22(1):7-13.
 24. 양영훈, 김준. 1993. 육성기 평의 주령별 체중과 정강이 길이의 측정치에 나타나는 난화차순과 성별의 효과. *한국가금학회지*, 20(4):197-201.
 25. 양영훈, 이현중, 김규일, 김준, 김대철. 1995. 부화시 체중 및 정강이 길이가 평의 육성기 체중에 미치는 영향. *한국가금학회지*, 22(1):1-6.
 26. 양홍현, 백영기, 김인식. 1994. 한국산 평 Sertoli 세포의 계절적인 변화. *대한해부학회지*, 27(1):67-78.
 27. 이재홍, 박영석. 1989. 오리의 정소발육과 정자발생에 관한 연구. *대한수의학회지*, 29(4):417-424.
 28. 이재홍, 박영석, 이성호. 1991. 개의 정소발육과 정자발생에 관한 연구. *대한수의학회지*, 31(4):355-365.
 29. 이재홍, 이방환, 이성호. 1985. 한국재래산양의 정자발생에 관한 연구. *대한수의학회지*, 25(2):91-102.
 30. 이재홍, 이성호, 박영석. 1986. 한우의 정자발생에 관한 연구. *대한수의학회지*, 26(2):201-210.
 31. 한방근. 1985. 육계의 성성숙에 따른 세정관발육에 관한 연구. *한국가축번식연구회보*, 9(2):124-132.
- (접수일자 : 1999. 1. 25. /채택일자 : 1999. 2. 26.)