

## 재래닭의 근육 성장과 관련되는 cDNA Clone의 염기서열 및 특성

선상수<sup>†</sup> · 명규호 · 국길 · 김남오

전남대학교 동물자원학부

### DNA Sequence and Characteristics of Muscle Development cDNA Clone Derived from Korean Native Chicken

S. S. Sun<sup>†</sup>, K. H. Myung, K. Kuk and N. O. Kim

Department of Animal Science, Chonnam National University

**ABSTRACT** This experiment was conducted to examine the effective DNA related with muscle growth of Korean native chicken. cDNA library was constructed with mRNA subtraction from Korean native chicken to Cornish. Total mRNA was purified from pectoralis muscle of adult chicken. Five clones were compared their DNA sequence and characteristics based on GenBank. Clone NDS-1 (618nt) was low homology (10%) with other species, but it is closely related with triosephosphate isomerase which is play an important role in glycolysis. Clone NDS-6 (651nt) is corresponding to glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase. These two clones are encoding to enzymes in key role in glycolysis. However, other three clones (NDS-2, NDS-10, NDS-12) have low homology with other species about 5.0%. These clones were not similar with any other eukaryotics. Therefore, three clones (NDS-2, NDS-10, NDS-12) are high possibility of specific DNA for muscle growth in Korean native chicken. (Key words: Korean native chicken, muscle growth, cDNA clone)

## 서 론

우리나라의 재래닭을 위한 혈통 보존과 계통 조성 및 경제 능력의 향상 등을 위한 연구에 많은 노력을 하여왔지만 능력이 낮고 시장 출하 체중에 도달하는 기간이 늦으므로 다른 육용계에 비하여 생산비가 많이 소요되는 단점이 있다. 그러나 전용 육계는 성장이 빨라 경제성이 높으나 닭고기의 품질이 떨어지는 단점이 있어, 국민 식성에 맞는 독특한 맛과 육질을 가진 우리나라 재래닭을 이용한 고품질의 닭고기를 생산하여 소비자의 기호에 맞는 생산물로서 소비 확대와 생산비 보장을 이룩해야 할 것이다(최 등, 2002; 한 등, 1998).

재래 동물의 유전자원 확보는 세계적인 생물 산업과 연계하여 중요한 분야이다. 재래닭은 육질, 내병성 등 우수한 특성을 가지고 있어서 유전자원으로 활용할 수 있는 필요한 분야이다. 특히 육질을 연구하기 위해서는 근육을 구성하는 근육 단백질인 actin과 myosin의 발현 양상이 중요하다. 재

래닭의 유전자원에 관련된 연구는, 특히 유전자와 경제 형질 간의 연관성을 분석하기 위하여 QTL mapping(이 등, 2003), 재래닭의 경제 형질, 유전 능력 검증(상 등, 2003; Byung 등, 2006), SNP(Choi 등, 2006)를 연구하였다. 최근에 Shin 등(2005)은 재래닭의 정소에서 특이 유전자를 검증하였으며, Yun 등(2005)은 한국 재래 오골계에서 IGF 유전자 발현을 연구하였다. 이러한 연구들은 유용 유전자를 찾기 위한 기초 연구로서 현재까지 실효를 거두지 못하고 있는 실정이다. 본 연구는 재래닭의 성장 관련 유용 유전자를 검색하기 위하여, 재래닭에서 발현되는 유전자와 코니쉬에서 발현되는 유전자를 subtraction 하여 cDNA library를 구축하고, 염기 서열을 밝혀서 재래닭 특이 유용 유전자를 검증하고자 하였다.

## 재료 및 방법

시험 동물은 축산기술연구소(수원)에서 분양 받아 진주산

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : sssun@chonnam.ac.kr

업대학(손시환 교수)에서 키운 재래닭과 축산기술연구소 대전지소에서 분양 받은 코니쉬를 공시계로 이용하였다. 재래닭(A)과 비교 동물로서 코니쉬(B)의 가슴근육을 적출하여 즉시 액체 질소에 냉동하였다. RNA 분리 kit를 이용하여 total RNA를 분리하였다. mRNA는 PolyATtract mRNA isolation System(Promega, Korea)를 이용하여 Poly(A)<sup>+</sup> 정제 방법으로 분리하였다.

mRNA subtraction은 subtractive suppression hybridization 방법을 이용하였다. cDNA clone은 PCR-select cDNA Subtraction Kit(Clontech, Korea)를 이용하였다. Cloned cDNA는 PCR4 Blunt-TOPO vector(Invitrogen, Korea)에 삽입하였다. 분리된 RNA를 유진텍에 의뢰한 Lib, Sub-Lib DNA 사용하였다. 조합된 plasmid가 들어간 *E. coli*판을 선별하기 위해서 제조된 *E. coli* 0.1 mL를 LB/AMP/KAN/X-Gal plate에 spreading하고 37°C에서 하룻밤 배양하였다. Colony는 10 ng의 vector DNA 당  $1 \times 10^4$  cfu로 하였다. 배양해서 자란 colony중에서 single white colony를 LB/AMP/KAN에 접종해서 O.D값이 0.6~0.8이 될 때까지 shaking incubator에서 37°C 170 rpm에서 배양하였다(16~18시간). 얻어진 배양액 817  $\mu$ L와 80% glycerol 183  $\mu$ L를 혼합하여 culture stock을 만들고 -70°C에 보관하였다. 상태 양호한 single colony를 따내서 5 mL LB/AMP/KAN에 접종하고 37°C 170 rpm에서 하룻밤 배양을 하였다. 이 배양액을 1.5 mL tube 3개에 1 mL씩 넣고 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 *E. coli* cell pellet을 만들었다. Vector ligation은 80 ng의 cDNA와 10 ng의 PCR4 Blunt-TOPO vector를 사용하였다. TOP 10 electroporation cells(Invitrogen, Korea)에 cDNA가 삽입된 vector를 transformation하였다. 이 pellet을 가지고 QIAprep Miniprep kit을 이용하여 plasmid를 분리하여 pellet이 있는 1.5 mL tube에 250  $\mu$ L resuspension buffer (P1) 넣고 pellet을 완전하게 녹였다. 그리고 250  $\mu$ L Lysis buffer (P2)를 추가하고 조심스럽게 섞은 다음 실온에서 4분간 배양하였다. 250  $\mu$ L Neutralization buffer(N3)를 추가해서 조심스럽게 섞고 5분간 배양하고 나서 4°C에서 10분간 10,000 rpm으로 원심분리하였다. 상층액을 binding column tube에 옮기고 10,000 rpm, 60초간 원심분리를 하고 여과액을 버렸다. 다시 750  $\mu$ L PE buffer를 binding column tube에 넣고 12,000 rpm에서 1분간 원심분리하였다. 여과액을 버리고 13,000 rpm에서 1분간 원심분리를 하고 binding column tube를 완전하게 ethanol 냄새가 나지 않게 건조한 후 1.5 mL tube에 binding column tube를 결합하여서 50  $\mu$ L Elution buffer를 중앙에 넣고 1분간 대기하고 1분간 13,000 rpm으로 원심분리를 하였다. 이렇게 하여 우리가 원하는 plasmid를 획득한 후 제한 효

소로 절단하여 전기영동으로 확인하여 그 크기를 확인하였다. 분리해낸 plasmid를 DNA 자동 분석기를 통하여 염기 서열을 분석한 다음 Genbank에서 상동성을 비교하였다.

## 결과 및 고찰

cDNA library에서 얻은 clone들의 염기 서열을 분석하여 나타난 결과를 NCBI의 GeneBank에서 상동성을 검색하였다. 여기에서 나타나는 상동성은 지금까지 보고된 모든 염기 서열과 비교하여 유사성 정도를 파악하고 그 유전자의 가능한 특성을 파악하였다.

cDNA clone NDS-1의 염기서열(618nt)을 GenBank에서 비교해 보면(Table 1), 사람 및 설치류와 물고기에서 모두 triosephosphate isomerase와 10% 내외의 상동성을 보이고 있다. 그러나 닭에서 100%의 상동성으로 보이며 나머지 동물에서도 발견되는 것으로 보아 이 유전자는 triosephosphate isomerase라고 볼 수 있다. 이 효소는 해당 과정의 5번째 반응에 관여하여 dihydroxyacetone phosphate를 glyceraldehyde 3-phosphate로 바꾸어주는 중요한 역할을 담당하고 있다. 에너지 대사에서 6탄당의 당이 3탄당의 2개의 당으로 분리되면서 구조가 다른 이 2가지가 서로 상호 교환함으로써 중간 대사 산물을 원활하게 만들어내고 이용함으로써 성장 등에 관련된 작용을 할 수 있게 한다.

Clone NDS-2는 327 염기 서열을 가진 작은 유전자로서 가금에서는 transporter 단백질과 관련이 있는 것으로 보인다. 설치류에서는 골격근 단백질과 관련이 있으며, 사람에서는 actin이 부착되는 부위에 Zn-finger 단백질과 연관이 있는 것으로 보여진다. 닭에서 14%의 상동성을 보이며 나머지 개체에서 11%의 상동성을 보이는데 이 유전자는 닭 근육과 관련된 유전자라고 볼 수 있다. 사람에서와 마찬가지로 가금에서도 ATP-binding cassette(ABC) transporters(Piehler 등, 2006) 유전자가 있다고 볼 수 있다. ATP가 연관된 능동수송에 관여하여, 물질 대사와 이온의 이동 및 수송을 촉진할 수 있다. 설치류에서는 골격근 단백질이 근육 신장의 조절에 관여한다(Table 2).

Clone NDS-6은 닭, 개, 멍크 등에서 모두 glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase와 관련이 있는 것으로 보인다. 닭에서 100% 상동성을 보이며 또한 나머지 개체에서 약 41%의 상동성을 보이는 것으로 보아 이 유전자는 glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase라고 볼 수 있다. 이 효소는 해당 과정에서 6번째 반응에 관여하는 효소로서, glyceraldehyde 3-phosphate를 1,3-bisphosphoglycerate로 바꾸어주는 효

**Table 1.** Partial cDNA sequence (618 bases) and homology comparison of cDNA clone NDS-1 derived from Korean native chicken

1	TTCGAGCGGC.CGCCCCGGGCA.GGTGGTCTT.GCCTATGAGC.CAGTTTGGGC.TATCGGAACT.		
61	GGTAAAACTG.CTACTCCCCA.ACAGGCTCAG.GAAGTTCATG.AGAAGCTGAG.AGGCTGGCTC.		
121	AAAAGCCACG.TGTCTGATGC.TGTTGCTCAG.TCAACTAGGA.TCATCTATGG.AGGTTCAGTC.		
181	ACTGGTGGCA.ACTGTAAGGA.ACTGGCCTCC.CAGCATGATG.TGGATGGCTT.CCTTGTGGT.		
241	GGGGCTTCTC.TCAAGCCAGA.GTTTGTGGAT.ATTATCAATG.CAAAACATTA.AAGCAGCCTG.		
301	TGAGGAGCAG.TCCCTTACGG.TTAAGAGCAA.GAAACTGAA.GCAAGAAGGGA.CCTTGTGTTG.		
361	CACGTCTCTC.GGTACAGAGG.CTTCTTCTGA.GGCTTCCCC.CACCACCACA.ATTATTGTTT.		
421	TAGCTGTGCT.GCTAACCCCC.ACCACCTTGT.TGGAGTCCCA.TTAGTGTGAG.CCCATCTCAG.		
481	CAGAGTCTCC.TTTCTGAACT.GGNCAAATCC.TTGGTTATCT.GNTGAGCTGT.TAGAGCCACA.		
541	GTCAACCTGG.CCATTGCCTC.TCTCTTTG.CAGCCCTGCA.GGGAGGGAGG.GCCACTAGTA.		
601	CCTCGNCGC.GACCACGC		
	Organism	Homology	Definition
1	Chicken	100%	Chicken triosephosphate isomerase
2	Homo sapiens	18%	Homo sapiens triosephosphate isomerase 1 (TPI1)
3	<i>Mus musculus</i>	11%	<i>Mus musculus</i> triosephosphate isomerase
4	Danio rerio-zebrafish	10%	Triosephosphate isomerase 1b (tpi1b)

**Table 2.** Partial cDNA sequence (327 bases) and homology comparison of cDNA clone NDS-2 derived from Korean native chicken

1	TCGAGCGGCC.GCCCCGGGCA.GTACAGACTT.ATTTCAGTAG.CTTCATAACA.GAGCTGAAAG.		
61	GTGCTAAGTT.CTCACAGGAC.TTCATCCAAT.TCTGCACGTT.GGATGGTGCA.GCATTTCAC.		
121	TACCTGTCTG.CTGAAGCGCA.CACCATGCAA.CAATATCTGC.CACGGTGAGT.TCATTCCCA.		
181	CCAACCACGA.CGTCTTGCCC.AGGGCAGCAT.TCATGGATCG.CAAGACTGCT.CCTTTTTCTT.		
241	TACTGCTACC.TTCTTTGAGC.TGGAAGATGG.CTGTGTCAAC.CCAGCTGTCA.ATCAGAGTTG.		
301	AAGTAATTGC.CTCGGCCGCG.ACCAC		
	Organism	Homology	Definition
1	<i>Gallus gallus</i>	14%	<i>Gallus gallus</i> mRNA for ABC transporter protein
2	<i>Mus musculus</i>	16%	<i>Mus musculus</i> for a stretch regulated skeletal muscle protein
3	Homo sapiens	14%	Homo sapiens actin-binding double-zinc-finger protein (abLIM)
4	<i>Mus musculus</i>	14%	<i>Mus musculus</i> partial mRNA for hypothetical protein, (mvx2011)

소이다(Table 3).

Clone NDS-10(614 nt)은 모든 비교 생물에서 상동성이 10% 이하로 낮고 닭에서도 발견되지 않은 것으로 보아 우리가 찾고자 하는 특이 유전자가 있을 가능성이 있다고 생각된다. 침팬지에서는 7번 염색체와 관련이 있으며, 토끼에서는 haptoglobin과 연관이 있는 것으로 보인다. 특히 흡충류에서는 cosmid 운반체 벡터와 관계가 있다. 사람에서 발견되는 GAS7(growth arrest-specific protein) 유전자는 MIH(molt-inhibiting hormone)과 관련이 있다(Devaraj와 Natarajan, 2006) (Table 4).

Clone NDS-12(843 nt)는 사람과의 상동성도 매우 낮고 (5.0% 이하) 아직 보고된 것이 없기 때문에 특이 유전자가 있을 가능성이 아주 높다. 사람에서는 11번 염색체에서 분리된 clone(CTD-2515M10)과 5.0%의 상동성을 가지고 있다. Carboxy-terminal domain(CTD)은 RNA polymerase-II 의 인산화 과정에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Pei 등, 2001). 초파리(*Drosophila virilis*)에서는 myosin heavy chain (MHC)의 유전자와 4.7%의 상동성을 보인다. MHC는 근육이 운동하는 과정에 actin 단백질과 함께 ATP에 의하여 활성화되면서 근육 수축과 이완의 기전을 보인다(Table 5).

**Table 3.** Partial cDNA sequence (651 bases) and homology comparison of cDNA clone NDS-6 derived from Korean native chicken

1	TCGAGCGGCC.GCCCGGGCAG.GTACACAAAC.AGATCAGTTT.CTATCAGCCT.CTCCCACCTC.
61	CCCCAGGTGG.AGGAAGAAAT.TGGAGGAGTG.GGGGAGACAG.AAGGGAACAG.AACTGGCCTC.
121	TCACTGCAGG.ATGCAGAACT.GAGCGGTGGT.GAAGAGCAGG.GGCTCCAACA.AAGGGTCTTG.
181	CTTCCCTAGG.CAGCAGGGGG.GCTGTGTGCC.TGGCTCACTC.CTTGGATGCC.ATGTGGACCA.
241	TCAAGTCCAC.AACACGTTG.CTGTATCCAA.ACTCATTGTC.ATACCAGGAA.ACAAGCTTGA.
301	CGAAATGGTC.ATTCAGTGCA.ATGCCAGCAC.CCGCATCAAA.GGTGGAGGAA.TGGCTGTAC.
361	CATTGAAGTC.ACAGGAGACA.ACCTGGTCTT.CTGTGTATCC.TAGGATGCC.TTCAGGGGCC.
421	CATCAGCAGC.AGCTTCACT.ACCCTCTTGA.TATCATCATA.CTTGGCTGGT.TTCTCCAGAC.
481	GGCAGGTCAG.GTCAACAACA.GAGACATTGG.GGGGTTGGCA.CACGAAAGC.CATTCCAGTA.
541	AGCTTCCCAT.TCAGCTCAGG.GATGACTTTC.CCCACAGCCT.TAGCAGCCCC.AGTGGACGCT.
601	GGGATGATGT.TCTGGGCAGC.ACCTCTGCCA.TCACCTCGGC.CGCGACCACG.C

  

	Organism	Homology	Definition
1	<i>Gallus gallus</i> (chicken)	100%	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase
2	<i>Canis familiaris</i> (dog)	48%	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase
3	<i>Mustela vison</i> (American mink)	39%	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase
4	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	35%	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase

**Table 4.** Partial cDNA sequence (614 bases) and homology comparison of cDNA clone NDS-10 derived from Korean native chicken

1	GCGTGGTCGC.GGCCGAGGTA.CAGTTACCTC.TGCTGCATTA.TTCAGCCAGG.CTCTGATCAC.
61	CAAAATTAGT.TGAAAATATT.TTTGTTACAG.CAGATTACAG.CACAGCACAC.ATTTGCTCTC.
121	TAAGATCACA.CTAGGTAAGA.ATGGTAGTGC.ATCCAGATAT.TGCTGATTAC.ATTTTGTCTA.
181	GTTCTGCCTG.TGTGTAGCTT.TCAGTCAGTA.ATAAACTAAT.TTGAACCTGT.GCTTCTGATA.
241	GCATTTGTTT.GCTCATTCTT.GAGCCGTCCA.TTAGGTGTAG.CAGCAGTTTT.ACAGTCGTC.
301	TCAGGAGCTT.TCATTGCTAA.CAGTCTAAAA.GGTTCGGTTG.TTTCCGAAG.TCTCTGAACA.
361	ACAACAGCAT.TTTGCAACTT.TGCTTCTGT.AGTGTGAGCG.TCTCATCTTG.CAGTTCTCGA.
421	AAGGGCAGCG.AAGTAGTCAG.CATGAAGGGA.ACACCTCCCT.CTGATCCTTG.ATACTTTGTT.
481	ATGAAGTCTC.TGACATGGCT.TATTCTGTGG.GAAACGTTGA.ACTTCTGAAT.ATCCTCTCCC.
541	ATCCGCTACC.AGATCTGGAT.GTTAGTGATA.GGCTCCAAAT.CATTTAAAG.GTACCTGCC.
601	GGGGCGGNCGCTC

  

	Organism	Homology	Definition
1	Homo sapiens	8%	Homo sapiens PAC clone RP5-968I16 (7q33-q35)
2	Homo sapiens	6%	Homo sapiens growth arrest-specific 7 (GAS7)
3	<i>Pan troglodytes</i>	8%	Pan troglodytes chromosome 7 clone RP43-9F6,
4	<i>Boltenia villosa</i>	7%	<i>Boltenia villosa</i> cytoplasmic actin (ca1) mRNA,
5	<i>Mus musculus</i>	7%	<i>Mus musculus</i> chromosome 3 clone RP24-427G24
6	<i>Agaricus bisporus</i>	7%	<i>Agaricus bisporus</i> for putative xylanase (xyl1 gene)
7	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	6%	<i>Oryctolagus cuniculus</i> partial mRNA for haptoglobin
8	<i>Drosophila melanogaster</i>	6%	<i>Drosophila melanogaster</i> chromosome X section 7/74
9	<i>Caenorhabditis elegans</i>	6%	<i>Caenorhabditis elegans</i> cosmid T27F7

**Table 5.** Partial cDNA sequence(843 bases) and homology comparison of cDNA clone NDS-12 derived from Korean native chicken

1	GGCCCCGGCCG.ACGTGGGCGG.AAGACAGAAT.GTTTATTTTT.ATGAAATTGC.CATGCTTTGT.
61	GTGACTAATA.GACAACCTGGC.GCTGACAGCA.TGATACACTT.TGGACCTGAC.TCCTAACCTA.
121	TTGTACATTA.TGATTGATGA.TTCTTACACT.GCAGGCAAAT.GCGGACTACT.ATGGATGGCC.
181	GAAAGCTGTT.TGACTGCTCA.GCTGTGACTC.GTGGATTTAT.ACAGGAGTAC.CTTTCCGGCC.
241	GGGCGCTGGA.ACAGGCTACT.GCACTGTCGT.TAAAATCAGT.ATTACCTCTA.ACGAGCATGA.
301	TTACATGGAA.GGGGCCGTAT.GAATACTCCT.CCACGACTGT.GAAAGCCCTG.CCGTTTCCCA.
361	ACTGAATTGC.CTTGCGCCTC.TATACCCCTT.TACACAGATG.GCCTAATATC.GCAGAAGCCC.
421	GCACCTATTG.ACCTTGCCAA.CAGTACCTCA.GCCTATACCA.CCCTAAGGGC.AAAGTTTACA.
481	CCTATAAAAT.AGATAGCCCC.TATAGTGAGT.CTGAGGACGA.ACAAATGGAC.GTTATTGACA.
541	CCACCGCGGC.AACGGAAGGA.GACTCCCCTG.ACCCAAGCTC.GTCTGCTGGC.AGATCATGCC.
601	TCTCTTGAAC.TTTGGCCGGA.GATGCATATA.GGCCCATGAA.AATTGGCCTT.TGAAGACCAC.
661	CGCATGGTAT.ACGTGCCGGT.CTCCAATGTA.CGCCCCTAAA.TGGCATAGAC.CTCGTACGG.
721	CTGTATGTCG.ATGTACACAC.CGTATTCCTT.GACACCCCGG.GGCTACTGAA.TGGTGAGCCC.
781	CCTAGTCGAA.GCACGTATGC.TGTCTAATAA.ACTCTTCCGT.GAAATCCACC.CGCGGAGATC.
841	AGA

  

	Organism	Homology	Definition
1	Homo sapiens	5.0 %	Chromosome 11, clone CTD-2515M10
2	Homo sapiens	4.7 %	3 BAC RP11-138E24
3	<i>Drosophila virilis</i>	4.7 %	MHC (myosin heavy chain)

## 적 요

본 연구는 재래닭의 성장 관련 유용 유전자를 검색하기 위하여, 재래닭에서 발견되는 유전자와 코니쉬에서 발견되는 유전자를 subtraction하여 cDNA library를 구축하고, 염기서열을 밝혀서 재래닭 특이 유용 유전자를 검증하고자 하였다. cDNA library에서 얻은 clone들의 염기서열을 분석하여 나타난 결과를 5개의 clone을 비교 분석하였다. Clone NDS-1(618nt)은 비록 타 종과의 상동성은 낮으나(10%) 해당 과정에서 중요한 역할을 담당하는 triosephosphate isomerase이며, Clone NDS-6(651nt)는 닭에서 해당 과정에 관여하는 glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase로 여겨진다. 그러나 3가지 유전자(clone NDS-2, NDS-10, NDS-12)는 다른 유전자들과 비교하여 5.0% 내외의 낮은 상동성을 보이고 고등 동물과 거의 유사성이 없으므로 재래닭 특이 성장 관련 유용 유전자일 가능성이 있다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 바이오그린 21 연구 사업비(#2005-0301034367)의 지원에 의하여 수행되었습니다.

## 인용문헌

- Sang BD, Kong HS, Kim HK, Choi CH, Kim SD, Cho YM, Sang BC, Lee JH, Jeon GJ, Lee HK 2006 Estimation of genetic parameters for economic traits in Korean native chickens. *Asian-Aust J Anim Sci* 19(3):319.
- Choi CH, Cho BW, Jeon GJ, Lee HK 2006 Identification of novel SNPs with effect on economic traits in uncoupling protein gene of Korean native chicken. *Asian-Aust J Anim Sci* 19(8):1065.
- Devaraj H, Natarajan A 2006. Molecular mechanisms regulating molting in a crustacean. *FEBS Journal* 273(4):839-846.
- Pei Y, Hausmann S, Ho CK, Schwer B, Shuman S 2001 The length and phosphorylation state, and primary structure of the RNA polymerase-II carboxy-terminal domain dictate interactions with mRNA capping enzymes. *J Biol Chem* 276(30):28075-28082.
- Piebler AP, Wenzel JJ, Olstad OK, Haug KBF, Kierulf P, Kaminski WE 2006 The human ortholog of the rodent testis-specific ABC transporter Abca17 is a ubiquitously expressed pseudogene (ABCA17P) and shares a common 5'

- end with ABCA3. *BMC Mol Biol* 2006; 7:28.
- Shin, JH, Kim H, Song KD, Han BK, Park TS, Kim DK, Han JY 2005 A set of testis-specific novel genes collected from a collection of Korean native chicken ESTs. *Animal Genetics* 36(4):346-348.
- Yun JS, Seo DS, Kim WK, Ko Y 2005 Expression and relationship of the insulin-like growth factor system with posthatch growth in the Korean native Ogol chicken. *Poultry Sci* 84(1):83-90.
- 상병돈 최철환 김학규 김시동 장병귀 나재천 유동조 이상진 상병찬 이준현 2003 한국재래닭의 경제 형질에 미치는 계통 및 환경의 효과. *한국가금학회지* 29(5): 235-244.
- 이학교 공홍식 이승수 정호영 조창연 상병돈 최철환 김학규 2003 한국 재래닭 경제형질 관련 QTL 탐색 및 표지유전자 개발. *한국가금학회 제20차 정기총회 및 학술발표회* pp.135-137.
- 최철환 상병돈 김학규 조규호 정일정 상병찬 박창식 한성욱 2002 산란형질에 대한 한국 재래닭 계통간 교배종의 잡종강세 및 결합능력 추정. *한국가금학회 02 가을 학술발표논문집* pp.140-142.
- 한성욱 1998 재래닭 생산물의 소비형태에 관한 조사연구. *한국재래닭 및 백색산란계 산업의 육성방안* pp.51-86.