

<원 저>

국내 흑염소에서 소결핵, 브루셀라, Q fever 유병률 연구

김효비 · 김성준 · 김기나 · 김 별 · 장병준 · 최농훈*

건국대학교 수의과대학

(접수: 2016년 2월 22일, 수정: 2016년 9월 5일, 게재승인: 2016년 9월 8일)

Prevalence of bovine tuberculosis, brucellosis and Q fever in Korean black goats

Hyobi Kim, Seongjoon Kim, Kina Kim, Byeol Kim, Byungjoon Chang, Nong-Hoon Choe*

College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 05029, Korea

(Received: February 22, 2016; Received: September 5, 2016; Accepted: September 8, 2016)

Abstract: As the meat of black goats has become popular as a healthy food, domestic goat meat-related industries are steadily growing. However, previous studies are scarce of informations about the zoonotic disease originated from the black goat in Korea. In this study, we investigated Korean black goat's infectious diseases representing bovine tuberculosis, brucellosis, and Q fever. One hundred and eighty samples were collected from a local slaughter house located in Jeollanam-do. Three typical zoonotic diseases were separately examined by carrying out enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) and polymerase chain reaction (PCR). Histopathological test was additionally performed in tuberculosis. In case of tuberculosis, results of the PCR and histopathological test were negative but the ELISA results were positive in eight samples. In case of brucellosis, one out of the total samples was shown to be positive in the ELISA and none in the PCR. In case of Q fever, there were forty one positive in the ELISA and twenty positive in the real-time PCR. Those results indicate that the Korean black goat could be a natural reservoir in the possible chain-infections among human, cows and goats. Thus, further study needs in order to improve productivity as well as to prevent the zoonosis spreading and circulation of other livestock with the black goat in this country.

Keywords: Q fever, brucellosis, goats, tuberculosis, zoonoses

서 론

그동안 국내에서 염소고기가 건강 보조식품 정도로 여겨졌던 종래의 인식이 바뀌어 염소고기도 차츰 식육으로 보편화하고 있다. 이처럼 염소고기가 소비자의 식탁에 올려지는 기회가 늘어남에 따라 국내 염소사육 두수와 고기의 생산량이 점차 증가하는 추세이다. 농림축산식품부 통계 자료에 따르면 2014년 12월 국내 흑염소의 사육 두수는 25만두에 달한다.

소나 돼지와 같은 주요 가축은 대부분 전업화되어 축사형 농장환경에서 사육되기 때문에 사육환경의 위생적 관리가 용이할 뿐만 아니라 정부 주도 때문에 사육 전반의 관리가 체계화되어 있다. 이와는 대조적으로 흑염소의 경우 현대화된 농장시설에서 사육되는 것이 일부에 불과하며, 국립축산과학원에 따르면 현재까지도 100두 이하의 부업 규모 농가가 전

체의 70%에 달하는데 사육 기반시설이 영세하여 위생 및 질병 관리가 체계적으로 이루어지지 못하고 있다 [4].

소에서 만성 소모성 질병을 일으켜 전 세계적으로 막대한 경제적 손해를 끼치는 결핵의 병원균인 *Mycobacterium(M.) bovis*는 넓은 숙주 영역을 가진 인수공통전염병 병원체이다. 인체로의 감염 역시 전 세계적으로 일어나고 특히 양축가나 도축업 종사자에게서 문제가 되고 있다. 사람의 소결핵 감염은 감염된 식육의 섭취나 감염된 동물로부터의 비말을 통해 전파되는 경우가 많은데 사람에게 감염되면 3주 정도의 잠복기를 거쳐 주로 기침과 호흡 곤란의 증상을 나타내고 심할 시 부정형의 발열, 피로, 권태감, 두통을 동반하는 전신 감염으로 이어질 수 있다 [1, 15]. 일찍이 국외에서는 염소에 의한 결핵 전파의 중요성이 주목되고 있었다 [20]. Zanardi 등 [29]에 의하면 염소사육 구조가 소와 함께 키우는 방식이 많은 이탈리아에서는 염소에서 44.1%의 결핵 양성률을 나타

*Corresponding author

Tel: +82-2-450-3709, Fax: +82-2-454-3709

E-mail: nojamaji@hanmail.net

냈으며 Seva 등 [25]에 의하면 스페인에서는 25.9%가 전신적 결핵 양성을 나타냈다. 국내에서도 염소의 결핵을 법정 전염병으로 지정했으나 현재 국내사육 염소에서 결핵 감염 실태를 보여주는 데이터는 전혀 없는 실정이다.

브루셀라병은 국내 2종 법정 가축전염병으로 지정되어 있으며, 국제수역사무국(World Organisation for Animal Health)에서도 List B로 분류하고 있어서 가축과 그 생산품에 대한 국제교역에서도 중요도가 높은 질환이다. 염소에서 문제가 될 수 있는 병원체는 *Brucella(B.) abortus*와 *B. melitensis*로 추정하고 있으며 염소는 브루셀라병의 전파 숙주로 의심되고 있다 [17, 23, 26]. Coelho 등 [5]은 포르투갈에서 염소와 양을 키우는 농가에서의 브루셀라병 양성률이 8.9%에 이른다고 하였으며 Reviriego 등 [21]에 의하면 스페인에서도 염소와 양 농가의 29%가 브루셀라 양성을 나타냈다고 한다.

Q fever의 병원체는 *Coxiella(C.) burnetii*로 가축이나 사람에게 다양한 경로로 전파된다. 사람에게 감염되었을 때 초기에는 가벼운 감기 증상이 나타나다 2~3주 후에 서서히 고열이나 두통, 볼레감, 혼수, 근육통, 구토, 설사 등이 나타나며 폐렴과 간염 등으로 심화할 수 있다 [16]. Q fever는 국내에서는 최근에는 가축에서의 감염률이 연구되기 시작한 인수공통 감염병이다 [12]. 일본에서는 염소의 Q fever 양성률이 23.5%로 나타나며 [19] 축산 선진국인 네덜란드에서는 2007~2010년 사이 염소에 의해 매개된 Q fever가 크게 유행하여 환자가 사망한 사례가 있으며 이때 네덜란드에서는 염소에서 7.8%의 Q fever 양성률을 나타냈다 [24]. 국내 염소사육의 특성상 대형 반추수인 소나 사슴 등의 농장이 염소 방목지 인근에 위치하는 경우가 많으며, 염소만 사육하는 전업이 아닌 다른 대형 반추수들과 함께 사육하는 부업인 경우가 많기 때문에 인수공통전염병이 염소를 매개로 소나 사슴 또는 그 역방향으로 전파될 가능성이 높다.

위와 같은 사유로 대형 반추수-소형 반추수-사람 간의 인수공통전염병의 전파고리가 형성될 수 있고, 이는 축산업의 경제적 손실뿐만 아니라 심각한 공중보건학적 위해를 가져올 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 염소가 감염되는 인수공통전염병 중 국외에서 발생빈도가 높지만, 국내에서는 선행연구가 많이 이루어지지 않은 소결핵과 브루셀라병 및 Q fever의 감염실태를 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

시료가 채취된 흑염소 생산지역

2014년 3월 초, 전남 화순군에 위치한 흑염소도축장의 협조를 얻어 시료를 채취하였다. 시료 채취에 공여된 염소는 전남의 농가들에서 출하되는 흑염소가 대부분이었으며, 약 10% 정도만이 전북과 경상도 소재의 흑염소농장에서 출하된 흑염소들이었다. 모든 시료는 Table 1의 20개 농장에서 출하된 총 180두에서 시료를 채취하였다. 각 개체당 전혈 1 튜브, 혈청 1 튜브, 폐 조직 및 폐문 림프절, 인후두 림프절을 각각 채취하였다.

Table 1. Origin (farm), number, sex and age of samples

Farm	Numbers	Sex	Age (mo)
A	4	Spayed	14
	1	F	24
B	4	M	6
	7	F	24
C	4	M	10
	7	F	24
E	20	F	20
F	34	F	24
G	10	F	24
H	3	M	5
I	4	F	12
	2	Spayed	12
J	3	M	8
L	2	M	20
M	2	F	35
	5	M	12
N	2	F	35
	6	M	5
O	10	F	25
P	11	F	25
	1	M	15
Q	14	M	12
R	7	M	13
S	1	M	20
	8	Spayed	12
T	1	F	24

F, female; M, male.

시료 별 채취방법

도축장으로 운송되어 도축되는 각 개체의 경정맥에서 혈액 5 mL씩 2 튜브를 채취하였다. Ethylenediaminetetraacetic acid(EDTA)가 들어있지 않은 진공 튜브(Becton, Dickinson and Company, UK)와 EDTA가 들어있는 진공 튜브(Becton, Dickinson and Company)에 각각 채혈한 혈액을 담았으며 보존을 위해 아이스박스에 담아 보관하였다.

결핵 진단을 위해 각 개체의 폐 조직으로부터 결절부와 정상조직을 함께 현미경으로 검사할 수 있도록 약 3 cm × 3 cm × 1 cm로 채취하였다. 시료는 10% 포르말린에 적셔서 고정시켰다. 만일 폐 조직에 특징적인 병변(건락괴사, 석회화 등)이 있을 시 병변부와 폐문 림프절을 같이 채취하였으며, 병변이 없을 시 중간엽 부위와 폐문 림프절을 채취하였다. Polymerase chain reaction(PCR)을 이용하여 결핵을 확인하기 위해 폐의 생체검사 조직을 냉동하였다. 또한 브루셀라병의 PCR 진단을 위한 것으로 인두뒤림프조직(retropharyngeal lymphoid tissue)과 상유방림프조직(supra-mammary lymphoid tissue)를 채취하여 냉동하였다.

소결핵(bovine tuberculosis) 진단

소결핵의 진단에 있어서 혈청학적 진단법과 분자유전학적 진단법이 유의성이 있다는 것은 알려져 있다 [6]. 이에 따라 본 실험에서는 조직병리학적 진단, 혈청학적 진단과 분자유전학적 진단을 하였다.

조직병리학적 진단은 다음과 같이 진행하였다. 10% 포르말린 용액에 고정한 조직으로 파라핀 블록을 제작하였다. 그 후 각 샘플당 조직 절편 슬라이드를 2개씩 제작하여 각각 hematoxylin and eosin(H&E)염색과 항산성염색(acid-fast stain; Ziehl-Neelsen method)을 실시하였다. 현미경을 이용하여 항산성염색으로부터 적색 균체가 나타날 시 혹은 H&E염색으로부터 건락성 괴사를 동반하는 만성육아종 병변이 나타날 시 양성으로 판정하였다.

혈청학적 진단은 염소의 혈청 속에 존재하는 *M. bovis*에 대한 항체의 정성검사를 하기 위해 혈액을 원심분리한 후 혈청을 이용해 ELISA-Direct Kit(pro-check MB ab ELISA-DIRECT; ChoongAng Vaccine Laboratories, Korea)를 적용한 후 450 nm 파장으로 흡광도를 측정하였다. ELISA kit에 포함된 방법에 따라 판정 값 sample/positive control(S/P) ratio는 다음과 같은 공식으로 계산하였으며, 브루셀라병과 Q fever의 ELISA 수행 시 같은 공식이 적용되었다.

$$\text{S/P ratio (\% 흡광도)} = \frac{(\text{Sample 흡광도} - \text{음성대조액 평균 흡광도})}{(\text{양성대조액 평균 흡광도} - \text{음성대조액 평균 흡광도})}$$

계산식의 결과는 S/P ratio가 0.2 미만일 때에는 음성, 0.2 이상일 때에는 양성으로 판정하였다.

분자유전학적 진단은 생체검사하여 냉동 발송된 폐 조직을 이용하여 진행하였다. 폐 조직으로부터 DNA Purification Kit(Bioingentech biotechnologies, Chile)을 이용하여 DNA를 분리해낸 후 PCR을 실시하였다. 결과의 확인은 band가 positive control과 같은 206 bp에 위치하였을 때 양성 판정하였으며 나머지는 모두 음성으로 판정하였다.

브루셀라병(brucellosis) 진단

Blasco 등 [2]은 소형 반추수에서의 브루셀라병에 대한 혈청학적 진단법이 유의하여 진단에 사용할 수 있다고 판단하였으며, Bricker [3]는 분자유전학적 진단법이 반추수에서의 브루셀라병의 진단에 사용할 수 있다고 하였다. 그에 따라 본 실험에서도 혈청학적 진단과 분자유전학적 진단 방법을 사용하였다.

혈청학적 진단은 다음과 같이 진행하였다. 염소의 혈청 속에 존재하는 *B. abortus*에 대한 항체의 정성검사를 하기 위해 혈액을 원심분리하여 얻은 혈청 샘플을 *B. abortus* Antibody Test Kit(IDEXX Laboratories, USA)에 적용하여 450 nm 파장으로 흡광도를 측정하였다. 이차항체는 peroxidase-labelled anti-ruminant IgG를 사용하였다. 결과는 S/P ratio가 0.8 미만일 때에는 음성으로 0.8 이상일 때에는 양성으로

판정하였다.

분자유전학적 진단은 인두뒤림프조직을 활용하여 *B. abortus* Detection Kit(Bioingentech biotechnologies)를 이용하여 PCR을 실시하였다. 결과의 확인은 band가 positive control과 같은 322 bp에 위치하였을 때에만 양성으로 판정하였으며, 나머지는 모두 음성으로 판정하였다.

Q fever 진단

Q fever의 진단에 있어서 혈청학적 진단법과 분자유전학적 진단법으로 유의미한 결과를 도출해 낸 결과가 있다 [8, 14]. 이처럼 이전 실험에 쓰인 진단법에 따라 본 실험에서도 혈청학적 진단과 분자유전학적 진단을 실시하였다.

혈청학적 진단은 염소의 혈청 속에 존재하는 *C. burnetti*에 대한 항체의 정성검사를 하기 위해 혈액을 원심분리하여 얻은 혈청 샘플을 Q fever Antibody Test Kit(IDEXX Laboratories)에 적용하여 450 nm 파장으로 흡광도를 측정하였다. 이차항체는 peroxidase-labelled anti-ruminant IgG를 사용하였다. 결과는 S/P ratio가 0.3 미만일 경우에는 음성, 0.3~0.4는 감염의심, 그리고 0.4 이상은 양성으로 판정하였다.

분자유전학적 진단은 전혈을 이용하여 진행하였으며 real-time PCR기기(Applied Biosystems, USA)를 이용하였다.

결 과

소결핵

폐 조직 파라핀 블록의 현미경 관찰 결과, 폐 조직에 대한 H&E염색의 경우 활성화된 대식세포 및 림프구의 침윤이 다수 관찰되는 림프구성 간질성 폐렴의 소견이 확인되며(Fig. 1A), 폐 조직에 대한 항산성염색 결과 염색 반응이 확인되지 않아 음성 판정 하였다(Fig. 1B).

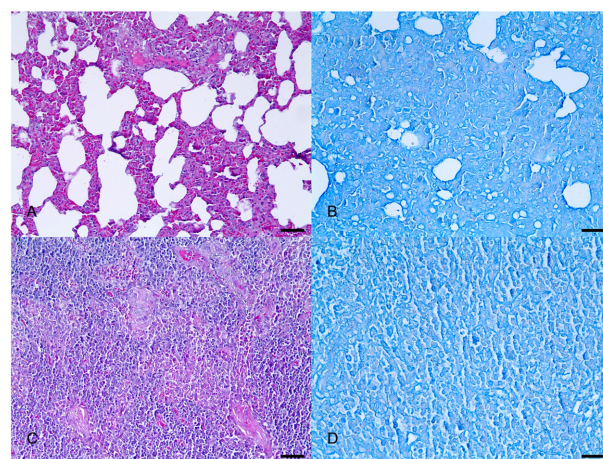


Fig. 1. Histopathological test about tuberculosis in lung and lymph node of black goats. (A) Chronic granulomatous inflammation was not shown in lung's fine structure. (B) *Mycobacterium bovis* was not shown inside lung structure. (C and D) Staining results of lymph nodes. H&E stain (A and C) and acid-fast stain (B and D). Scale bar = 50 μ m (A), 25 μ m (B), 50 μ m (C), 25 μ m (D).

Table 2. The result of each samples doing enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) and polymerase chain reaction (PCR) about bovine tuberculosis, brucellosis and Q fever

Tested disease	Number of sera tested	Positive rate (%)	
		ELISA	PCR
Bovine tuberculosis	180	4.4	0
Brucellosis	180	0.55	0
Q fever	180	22.77	11.11

함께 채취한 림프절의 H&E염색으로부터는 정상 림프 소절의 구조를 잃고 과도하게 증식하는 반응성 림프절 증식증(reactive lymphadenopathy)의 발생을 관찰하였으며(Fig. 1C), 폐 조직과 마찬가지로 림프절에 대한 항산성염색 결과 양성 반응이 나타나지 않았다(Fig. 1D).

ELISA결과 180마리 중 8마리에서 양성반응을 나타내어 4.4%의 양성률을 보였으나(Table 2), PCR을 이용한 분자유전학적 진단에서는 양성반응을 관찰할 수 없었다.

브루셀라병

ELISA 결과, 180마리 중 1마리에서 양성반응이 나타나 0.55%의 양성률을 보였으나(Table 2), PCR을 이용한 분자유전학적 진단에서는 양성반응을 관찰할 수 없었다.

Q fever

ELISA 결과, 180마리 중 41마리에서 양성반응이 나타나 22.77%의 양성률을 보였으며(Table 2), real-time-PCR을 이용한 분자유전학적 진단 결과 180마리 중 20마리에서 양성반응을 관찰하여 11.11%의 양성률을 보였다.

고 찰

국내 소에서의 결핵이 1913년 우역혈청소(현 농림축산검역본부 전신)에서 실시한 106두의 젖소 부검으로부터 2두의 최초 발생이 보고된 이후 [18], 정부는 소결핵을 2종 가축전염병으로 지정하고 'Test and slaughter'와 보상지원금 정책을 시행하는 등 박멸을 위해 지속해서 노력해왔다. 그러나 결핵은 워낙 넓은 숙주 영역을 가지기 때문에 야생동물이나 기타 가축의 전파고리를 무시한 채 소 살처분 정책만으로는 한계성이 있다고 보고되었다 [9]. 이에 국외의 일부 연구자들은 어린 염소에서의 인공감염을 통한 결핵 감염 여부, 소-염소 간의 감염고리 그리고 소-염소-사람으로 이어지는 감염고리를 확인 조사하였다 [20, 28, 29]. 국내에서는 대구지역에서 사육되는 흑염소들을 대상으로 시행한 결핵 검사에서 2.5%의 양성반응을 나타내었고 [27], 본 연구에서는 음성으로 최종 확인되었다. 이전 국내 연구에서는 purified protein derivatives tuberculin test를 진단법으로 사용하였다. 본 연구에서는 이와 다르게 ELISA와 PCR을 진단법으로 사용하였으며 방법의 차이에 따른 민감도와 특이도의 차이에서 본 연구와 이전 연구의 양성 값의 차이가 나타난 것으로 판단된다.

폐 조직의 경우 개체 별 차이는 존재하나 대부분의 환축

에서 경등도 이상의 폐렴이 관찰되었다. 일반적으로 결핵에 걸리는 경우 다핵 거대세포(multinucleated giant cell)의 침윤과 중심부의 건락괴사(caseous necrosis)를 동반하는 육아종성 폐렴의 소견이 나타날 수 있다고 알려져 있다. 본 실험에서 이용된 샘플 대부분은 폐포의 비후 및 활성화된 단핵염증세포(mononuclear inflammatory cell)들의 침윤을 동반하는 간질성 폐렴의 소견이 확인되었으며, *Mycobacterium*의 감염을 확인하기 위해 시행하였던 항산성염색에서도 뚜렷한 원인체가 확인되지 않아 결핵에 의한 결절성 병변은 아닌 것으로 판단된다.

일반적으로 식육용으로 도축장에 출하되는 흑염소의 월령은 사육되는 기간이 약 5~6개월로 짧다. 본 연구에서도 2년 미만의 염소가 대부분이었다(86.1%). 따라서 감염 후 임상증상이나 병변이 서서히 나타나는 결핵의 경우 연령이 어린 동물 개체에서는 양성률이 실제보다 낮게 판정될 가능성이 있을 것으로 짐작되므로, 사육 기간이 상대적으로 긴 번식용 암컷과 수컷 등을 대상으로 한 정밀조사가 추가로 필요하다고 판단된다.

외국의 많은 나라에서는 소형 반추수인 염소에서의 브루셀라병 감염에 대한 조사가 실시되었다. 포르투갈에서는 염소에서 브루셀라병 양성률이 8.9%에 이른다고 조사되었으며 [5] 스페인에서는 양과 염소를 사육하는 농가의 약 29%가 브루셀라 양성으로 조사되었다 [21]. Darwish 등 [7]에 의하면 시리아에서는 소형 반추수인 사슴과 양이 대형 반추수로의 전파 매개체 역할을 했다는 연구 결과가 있다. 국내에서는 소형 반추수인 사슴과 고라니를 상대로 브루셀라 양성검사를 하여 음성으로 확인되었으며 [10], 본 실험 결과도 최종 음성으로 판정되어 이는 이전의 조사 결과들과 일치한다 [11].

Q fever는 여러 국가에서 발생하고 있는 질병이다. Maurin 등 [16]에 의하면 일본은 1999년 이후로 매년 7~46건의 Q fever 환자가 발생하고 있으며, Schimmer 등 [24]은 축산선진국인 네덜란드에서 2009년에 염소 매개 Q fever의 대규모 감염에 따른 감염자 및 사망자의 발생을 보고하였다. Ruiz-Fons 등 [22]은 스페인에서 부분적으로 방목하는 소형 반추수들을 대상으로 조사한 결과, 염소와 양이 소의 Q fever 감염에 중요한 전파 숙주로 작용했다고 하였다. 우리나라의 경우 Q fever의 대규모 발생은 일어나지 않았으나 2006~2011년 사이 사람에서의 감염률이 점차 증가하고 있는 것으로 보고되고 있다 [15].

본 연구에서 조사된 흑염소의 Q fever 양성률(22.8%)은 국내 서식 한우를 대상으로 선행 보고된 양성률(7.9%)보다

높은 수치이고 [13], 사람에게서 Q fever 발생이 있었던 네덜란드의 양성률(21.4%)과 비슷한 수준이다 [24]. 이러한 결과는 염소가 Q fever의 전파에서 다른 야생동물과 소형 반추수로의 단계에서 중요한 역할을 할 수 있다는 것을 나타낸다. 더 나아가 Q fever는 염소에 감염증상을 나타내지 않고도 병원체를 다른 개체에 전파하는 숙주로 작용할 수 있으므로 사육농장에서 사육 기간이 비교적 긴 염소들과 다른 반추가축들이 사육된 경우를 대상으로 심도 있는 역학적 연구와 실험을 추진해 볼 필요가 있다.

본 실험에서 이용된 샘플은 전남의 흑염소 농장에서 출하된 흑염소가 90%를 차지하고 있다. 전남은 다른 지역에 비해 대형화된 흑염소 전업농가들이 많으며 축사 내 사육방식을 채택하고 있는 농장이 많은 편이다. 많은 경우 가축에서의 인수공통전염병은 축사 내 사육방식보다 방목형 사육방식에서 전파 가능성이 높을 것으로 추정된다. 그 이유는 축사 내 사육방식보다 방목형 사육방식은 인수공통전염병의 보균체 역할을 할 수 있는 야생동물과의 접촉 가능성이 높으며 역학적으로 보균체인 가축이 다른 가축과 접촉할 가능성을 높이기 때문이다. 이에 축사 내 사육방식을 채택하고 있는 대형농장 외에 방목이나 부분 방목형으로 사육하고 있는 소규모 농가들과 본 연구에서 조사되지 않은 국내 다른 지역에서의 흑염소들에 대한 역학적 조사가 더 필요할 것으로 판단된다.

본 연구 결과 결핵과 브루셀라병의 경우 감염률이 낮은 것으로 나타났지만, Q fever는 높은 수치의 감염률을 보였다. 이는 국외 연구 사례처럼 염소가 인수공통전염병의 보균 동물 역할을 할 수 있고, 다른 가축들과 사람에게로 질병을 전파하는 감염고리의 매개 역할을 할 수 있음을 의미한다. 인수공통전염병의 보균체로서 흑염소에 대한 국내 연구는 많지 않기 때문에 본 연구의 결과가 앞으로 진행될 관련 실험들의 기초 자료가 될 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 교육부 한국연구재단 연구지원사업(2013-A419-0120)으로 수행되었습니다.

References

1. **American Thoracic Society.** Diagnostic standards and classification of tuberculosis in adults and children. *Am J Respir Crit Care Med* 2000, **161**, 1376-1395.
2. **Blasco JM, Marín C, Jiménez de Bagués M, Barberán M, Hernández A, Molina L, Velasco J, Díaz R, Moriyón I.** Evaluation of allergic and serological tests for diagnosing *Brucella melitensis* infection in sheep. *J Clin Microbiol* 1994, **32**, 1835-1840.
3. **Bricker BJ.** PCR as a diagnostic tool for brucellosis. *Vet Microbiol* 2002, **90**, 435-446.
4. **Choi SH.** Korean black goat industry status, problems and improvements. National Institute of Animal Science, Wanju, 2009.
5. **Coelho AM, Coelho AC, Rodrigues J.** Seroprevalence of sheep and goat brucellosis in the northeast of Portugal. *Arch Med Vet* 2013, **45**, 167-172.
6. **Cousins D, Florisson N.** A review of tests available for use in the diagnosis of tuberculosis in non-bovine species. *Rev Sci Tech* 2005, **24**, 1039-1059.
7. **Darwish M, Benkirane A.** Field investigations of brucellosis in cattle and small ruminants in Syria, 1990-1996. *Rev Sci Tech* 2001, **20**, 769-775.
8. **de Cremoux R, Rousset E, Touratier A, Audusseau G, Nicollet P, Ribaud D, David V, Le Pape M.** *Coxiella burnetii* vaginal shedding and antibody responses in dairy goat herds in a context of clinical Q fever outbreaks. *FEMS Immunol Med Microbiol* 2012, **64**, 120-122.
9. **Etter E, Donado P, Jori F, Caron A, Goutard F, Roger F.** Risk analysis and bovine tuberculosis, a re-emerging zoonosis. *Ann N Y Acad Sci* 2006, **1081**, 61-73.
10. **Jo YS, Chung YS, So SY, Seol MS, Cho HS, Kim BS, Lim CW.** Serologic survey of the ruminant bacterial infectious diseases in farmed deer and wild water deer in Jeonbuk province. *Korean J Vet Serv* 2010, **33**, 249-254.
11. **Jung SC, Cho DH, Nam HM, Heo EJ, Cho YS, Hwang IY, Kim JW.** Current status and research trends of bovine brucellosis in Korea. *Korean J Vet Public Health* 2007, **31**, 91-103.
12. **Keyvani Rad N, Azizzadeh M, Taghavi Razavizadeh AR, Mehrzad J, Rashtibaf M.** Seroepidemiology of coxiellosis (Q fever) in sheep and goat populations in the northeast of Iran. *Iran J Vet Res* 2014, **15**, 1-6.
13. **Kim JY, Sung SR, Pyun JI, Her M, Kang SI, Lee HK, Jung SC.** Seroprevalence of Q-fever in Korean native cattle. *Korean J Vet Res* 2014, **54**, 147-150.
14. **Klee SR, Tyczka J, Ellerbrok H, Franz T, Linke S, Baljer G, Appel B.** Highly sensitive real-time PCR for specific detection and quantification of *Coxiella burnetii*. *BMC Microbiol* 2006, **6**, 2.
15. **Kwak W, Chu H, Hwang S, Park JH, Hwang KJ, Gwack J, Choi YS, Youn SK, Park MY.** Epidemiological characteristics of serologically confirmed Q fever cases in South Korea, 2006-2011. *Osong Public Health Res Perspect* 2013, **4**, 34-38.
16. **Maurin M, Raoult D.** Q fever. *Clin Microbiol Rev* 1999, **12**, 518-553.
17. **Mikolon AB, Gardner IA, Hernandez De Anda J, Hietala SK.** Risk factors for brucellosis seropositivity of goat herds in the Mexicali Valley of Baja California, Mexico. *Prev Vet Med* 1998, **37**, 185-195.
18. **Moon JB.** Bovine tuberculosis. *J Korean Vet Med Assoc* 1966, **10**, 43-47.
19. **Porter SR, Czaplicki G, Mainil J, Horii Y, Misawa N, Saegerman C.** Q fever in Japan: an update review. *Vet Microbiol* 2011, **149**, 298-306.
20. **Ramirez IC, Santillan MA, Dante V.** The goat as an experimental ruminant model for tuberculosis infection. *Small Rumin Res* 2003, **47**, 113-116.
21. **Reviriego FJ, Moreno MA, Domínguez L.** Risk factors for brucellosis seroprevalence of sheep and goat flocks in Spain. *Prev Vet Med* 2000, **44**, 167-173.
22. **Ruiz-Fons F, Astobiza I, Barandika JF, Hurtado A, Atxaerandio R, Juste RA, García-Pérez AL.** Seroepidemiological

- study of Q fever in domestic ruminants in semi-extensive grazing systems. *BMC Vet Res* 2010, **6**, 3.
23. **Samadi A, Ababneh MM, Giadinis ND, Lafi SQ.** Ovine and caprine brucellosis (*Brucella melitensis*) in aborted animals in Jordanian sheep and goat flocks. *Vet Med Int* 2010, **2010**, 458695.
 24. **Schimmer B, Luttkholt S, Hautvast JL, Graat EA, Vellema P, Duynhoven YT.** Seroprevalence and risk factors of Q fever in goats on commercial dairy goat farms in the Netherlands, 2009-2010. *BMC Vet Res* 2011, **7**, 81.
 25. **Seva J, Menchén V, Navarro JA, Pallarés FJ, Villar D, Vásquez F, Bernabé A.** Caprine tuberculosis eradication program: an immunohistochemical study. *Small Rumin Res* 2002, **46**, 107-114.
 26. **Singh SV, Singh N, Gupta VK, Shankar H, Vihan VS, Gupta VK, Tiwari HA.** Seroprevalence of brucellosis in a few important Indian goat breeds. *Small Rumin Res* 1998, **30**, 93-98.
 27. **Son JY, Kim YP, Lee HC.** Survey of tuberculosis in sheep and goats of Taegu area. *J Kyungpook Natl Univ* 1962, **5**, 257-269.
 28. **Tschopp R, Bobosha K, Aseffa A, Schelling E, Habtamu M, Iwnetu R, Hailu E, Firdessa R, Hussein J, Young D, Zinsstag J.** Bovine tuberculosis at a cattle-small ruminant-human interface in Meskan, Gurage region, Central Ethiopia. *BMC Infect Dis* 2011, **11**, 318.
 29. **Zanardi G, Boniotti MB, Gaffuri A, Casto B, Zanoni M, Pacciarini ML.** Tuberculosis transmission by *Mycobacterium bovis* in a mixed cattle and goat herd. *Res Vet Sci* 2013, **95**, 430-433.