

소 세균성 호흡기 질병 분포도 조사

정병열* · 전용수

국립수의과학검역원

(게재승인: 2004년 7월 22일)

Prevalence of bacterial respiratory diseases in cattle

Byeong-yeal Jung* and Yong-soo Jeon

National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 430-824, Korea

(Accepted: July 22, 2004)

Abstract : The objective of this study was to determine the prevalence of pneumonic bacteria in lungs and nasal swabs of cattle with respiratory diseases. From 95 pneumonic lungs of slaughtered cattle, 41 (43.2%) positive lungs were yielded with 54 pneumonic bacteria, which corresponded to *P. multocida* (n = 34), *A. pyogenes* (n = 14) and *P. haemolytica* (n = 6). One-hundred sixty seven pneumonic bacteria were isolated from 195 nasal swabs in calves, 64.7% (108 isolates) belonged to *P. multocida*, 16.2% to *A. pyogenes*, 13.8% to *P. haemolytica* and 5.4% to *H. somnus*. Fifty percents (n = 6) of isolates from pneumonic lungs of calves were identified as *P. multocida*. All isolates of *P. multocida* belonged to type A according to hyaluronidase test. Antimicrobial susceptibility tests showed that most isolates of *P. multocida* and *P. haemolytica* were sensitive to amoxicillin/clavulanic acid, cephalothin, ciprofloxacin, enrofloxacin, florfenicol and norfloxacin. The emergence of antimicrobial resistant *Pasteurella* spp. observed in this study, however, might limit such application. According to histopathological examination, pneumonia by mycoplasma or/and bacteria accounted for 92.8% among 69 pneumonic lungs of slaughtered cattle.

Key words : prevalence, respiratory diseases, cattle, antimicrobial susceptibility

서 론

소에서의 호흡기 질병은 여러 가지 병원체 뿐만 아니라 수송, 면역억압 등 환경적인 요소가 복잡하게 연관되어 있으며, 특히 비육우에서 문제되는 질병중의 하나이다. 일반적으로 소 호흡기 질병을 유발하는 세균으로서 *Pasteurella(P.) multocida*, *P. haemolytica*, *Haemophilus(H.) somnus*, *Arcanobacterium(A.) pyogenes*, *Mycoplasma(M.) bovis*와 *M. dispar* 등이 알려져 있다 [16].

Family *Pasteurellaceae*에는 *Haemophilus*, *Actinobacillus*, *Pasteurella* 등 3개의 genus로 구성되어 있으며, 그 중 genus *Pasteurella*에는 약 20개의 species들이 분포해 있으나 *P. multocida*와 *P. haemolytica*가 가장 병원성이 크고 많은 경제적인 손실을 유발한다 [9]. *P. multocida*는 lipopolysaccharide에 따라 16 serotypes으로, capsule에 의

해 A, B, D, E, F로 구분되며 [20], 그 중 A형은 hyaluronic acid로 구성된 capsule을 다량 보유하고 있어 집락이 점액양으로 나타나며, 용혈성은 없으나 특이한 방향취를 나타낸다. *P. multocida*는 가축의 상부호흡기 점막에 상재균으로 분포하다가 기금콜레라, 폐렴, 수송열, 위축성 비염 등 축종에 따라서 다양한 질병을 유발하며, 소에서는 주로 B와 E형에 의한 출혈성 폐렴증과 A형에 의한 폐렴의 보고가 많다. *P. haemolytica*는 capsular polysaccharide 차이에 근거하여 17 serotypes과 biotype A와 T로 구분되며 [26], A형은 폐렴에서 그리고 T형은 폐혈증에서 많이 분리되며, 특히 A1형은 소의 폐렴에 많이 관여한다고 알려져 있다. *H. somnus*는 소의 호흡기와 생식기의 상재균으로 존재하다가 기회감염을 일으켜 혈전색성 뇌수막염, 폐렴, 유산 등을 유발한다. Pritchard와 McLeod는 *H. somnus*에 의한 폐렴과 뇌수막

*Corresponding author: Byeong-yeal Jung
National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 430-824, Korea
[Tel: +82-31-467-1733, Fax: +82-31-467-1740, E-mail: jungby@nvrqs.go.kr]

염을 보고하였으며 [17], 호주에서는 *Histophilus ovis*에 의한 양의 유방염, 폐혈증 보고가 있었고 [18], 미국에서는 *Haemophilus agni*에 의한 양의 폐혈증 보고가 있었다 [12]. 그러나 DNA-DNA hybridization 결과 이들 3가지 균종은 모두 동일한 균종으로 판명되어 [22], 비록 공식적인 균명은 아니지만 현재 *H. somnus*로 명명하고 있으며, Nayar 등은 *H. somnus*를 송아지에 비말접종하여 호흡기 증상을 유발시켰다 [15]. *A. pyogenes*는 *Actinomyces pyogenes*가 개명된 균으로서 그 이전에는 *Corynebacterium pyogenes*로 명명되었다 [8, 19]. *A. pyogenes*는 가축의 상부호흡기 및 생식기 점막에 정상 세균종으로 존재하다가 기회감염하여 폐렴, 유방염, 자궁축농증, 유산, 관절염, 농양 등 다양한 화농감염을 일으킨다 [14]. Tegtmeier 등은 소의 세균성 폐렴병변에서 *H. somnus*, *P. multocida*, *A. pyogenes*, *P. haemolytica*의 분리율이 높다고 보고하였으며 [24], Larsen 등은 급성 폐렴우에서 *A. pyogenes*(11%), *H. somnus*(10%), *P. haemolytica*(7%) 등을 분리 보고하였다 [13].

유효한 호흡기 백신을 개발하기 위해서는 유행하는 병원체 분포상황을 파악하는 것이 필수적이다. 그러나 국내 소 세균성 호흡기 질병에 대한 연구가 미진하고, 특정한 균종에 대한 연구보고는 있으나 전반적인 균분포 상황 및 분리율에 대한 보고는 아직 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 사용되는 소의 세균성 호흡기 질병의 감염상황 및 분리균의 분포율, 약제감수성 양상 등을 조사하고자 한다.

재료 및 방법

시험재료

2000년 1월부터 11월 사이에 1) 도축장에서 소의 병변폐 95건, 2) 13개 소 사육농가를 방문하여 호흡기 증상을 나타내는 7개월령이하 송아지 비점액 195건, 3) 7개 농가에서 호흡기 질병으로 폐사한 송아지의 병변폐 7건 등을 수거하여 *P. multocida*, *P. haemolytica*, *H. somnus*, *A. pyogenes* 등의 분리를 시도하였다.

균분리

균분리 재료를 면양혈액한천배지에 접종(37°C, 1일 배양)하여 집락형태, 용혈성, 그람염색성 등을 확인한 후, H₂S 및 nitrate 시험, catalase와 urease 시험 등의 생물화학적 성상시험을 실시하여 *P. multocida*와 *P. haemolytica*를 분리하였다 [10]. *P. multocida* A형의 판정은 면양혈액한천배지에 분리균주를 희석도말한 후 hyaluronidase를 산생하는 *Staphylococcus*(*S.*) *aureus*를 수직으로 도말(37°C, 1일 배양)하여 *S. aureus* 주위의 *P.*

*multocida*가 발육억제되는 것을 양성으로 판정하였다 [7].

*H. somnus*의 효율적인 분리를 위하여 Slee와 Stephens의 방법에 따라 선택배지를 제조하였다 [21]. 즉, blood agar base (Difco, USA)에 탈섬유된 면양혈액을 5% 첨가한 뒤 여과멸균된 vancomycin(5 ug/ml), neomycin(5 ug/ml), sodium azide(50 ug/ml), nystatin(100 IU/ml), cyclohexamide(100 ug/ml)과 thiamine monophosphate(1 ug/ml)를 혼합하여 초대분리배지로 사용하였으며, 집락형태 및 생물화학적인 성상시험을 거친 후 PCR로 확인하였다 [3].

A. pyogenes 분리동정은, 균분리 재료를 면양혈액한천배지에 접종(5% CO₂, 39°C, 2일 배양)하여 용혈성의 pin-point 집락을 대상으로 생물화학적인 성상시험을 실시한 후 *A. pyogenes*로 추정되는 균주를 PCR로 최종 동정하였다. *A. pyogenes*의 PCR은 용혈성 외독소인 pyolysin을 지배하는 *plo* 유전자를 이용하였으며, 5'-GGCCCCAATGTCACCGC-3'와 5'-AACTCCGCCTCTAGCGC-3'의 primers를 사용하여 270 bp의 증폭산물 형성유무를 관찰하였다 [4].

약제감수성시험

Pasteurella spp. 분리주에 대한 항생제 감수성시험은 디스크 확산법으로 실시하였다. 즉, 분리균을 Mueller Hinton broth (Difco)에서 37°C, 18시간 배양한 뒤 Mueller Hinton agar(Difco)에 도말하여 항생제 디스크를 접종하고 배양후 디스크 주위의 발육억제대로 감수성 유무를 확인하였다. 감수성 시험에 사용된 항생제는 amikacin(30 ug), amoxicillin/clavulanic acid(20/10 ug), cephalothin(30 ug), chloramphenicol(30 ug), ciprofloxacin(5 ug), enrofloxacin(5 ug), florophenicol(30 ug), gentamicin(10 ug), kanamycin(30 ug), lincomycin(2 ug), neomycin(30 ug), norfloxacin(10 ug), penicillin(10 U), tetracycline(30 ug), trimethoprim/sulfamethoxazole(1.25/23.75 ug) 등 15종을 사용하였다.

병리조직학적인 검사

도축우의 병변폐 69건을 육안적으로 관찰한 후 각 폐엽의 조직을 10% 중성완충포르말린용액에 고정, 탈수하여 파라핀 절편을 만든 다음 hematoxylin & eosin 염색하여 광학현미경으로 관찰하였다. 각 폐엽의 분류는 Carlton과 McGavin에 근거하여 다음과 같이 분류하였다 [6]. 즉, 기관지염과 세기관지염을 동반한 기관지간질성 폐렴 소견을 보이는 마이코플라스마성 폐렴, 간질성 폐렴 및 호산구 침윤, 유충 등이 관찰되는 기생충성 폐렴, 대엽 섬유소성 폐렴과 기관지 폐렴 소견을 보이는 세균성 폐렴 그리고 세엽폐포와 기도에 염증을 동반한

세기관지간질성 폐렴 소견을 보이는 바이러스성 폐렴 등으로 구분하였다.

결 과

국내 소 세균성 호흡기 질병의 감염상황을 알아보기 위하여 병변폐 및 비점액에서 *P. multocida* 등 4종의 호흡기 세균을 분리한 결과, 병변폐 95건 중 41건(43.2%)에서 54주의 호흡기 세균이 분리되었다. 그 중 *P. multocida* type A 단독 분리된 경우가 25건(26.3%)으로 가장 많았고, *P. multocida* type A와 *A. pyogenes*가 동시에 분리된 경우가 9건(9.5%)이었다. 분리된 54주 중 34주(63.0%)가 *P. multocida* type A, 14주(25.9%)가 *A. pyogenes*이었으며, 이들 두 균종이 전체 도축우 병변폐 분리주의 88.9%(n = 48)를 차지하였다. 한편, 호흡기 증상을 나타내는 7개월령 이하 송아지 비점액 195건 중 158건(81.0%)에서 167주의 호흡기 세균이 분리되었다. *P. multocida* type A 단독 분리된 경우가 99건(50.8%)으로 가장 많았으며 *P. haemolytica* 단독 분리는 23건(11.8%)이었다. 따라서 균분리된 송아지의 비점액 중 *Pasteurella* spp. 단독 분리된 경우가 77.2%(n = 122)를 차지하여 호흡기 증상을 유발한 송아지의 비점액에서는 다른 호흡기 세균과의 혼합 분리보다는 *Pasteurella* spp. 단독 분리가 우세하였다. 호흡기 질병으로 폐사한 송아지 9두를 부검한 결과, 자료로 제시되지는 않았지만, 전두수에서 출혈성 화농성 폐렴 소견을 관찰할 수 있었다. 9건의 병변폐에서 12주의 호흡기 세균이 분리되었으며 *P. multocida* type A가 6주(50.0%)로 가장 많이 분리되었고 *A. pyogenes*가 4주(33.3%), *P. haemolytica*가 2주(16.7%) 분리되었다. 이상의 결과에서 나타난 바와 같이 국내 소 세균성 호흡기 질병에서는 *P. haemolytica* 보다 *P. multocida* type A 단독 분리가 훨씬 우세하였

으며, 병변폐에서는 *P. multocida* type A와 *A. pyogenes*의 혼합 분리가 높은 반면에 비점액에서는 *P. haemolytica* 단독 분리가 우세하였다(Table 1).

호흡기 증상을 나타낸 송아지의 비점액에서 분리된 *Pasteurella* spp.를 대상으로 항생제 감수성시험을 실시하였던 결과, *P. multocida* type A(n = 78)는 amoxicillin/clavulanic acid, ciprofloxacin, fluorophenicol에서 분리주의 대부분이 고도의 감수성을 나타내었고, cephalothin, enrofloxacin, norfloxacin에서도 80%이상이 감수성을 나타낸 반면, amikacin, gentamicin, kanamycin, lincomycin, trimethoprim/sulfamethoxazole에서는 분리주의 30% 이하

Table 2. Antimicrobial susceptibility of *Pasteurella* spp. isolated from nasal swabs of calves with respiratory diseases

Antimicrobials	No. (%) of sensitive isolates	
	<i>P. multocida</i> type A (n=78)	<i>P. haemolytica</i> (n=23)
Amikacin	18 (23.1)	13 (56.5)
AmC ¹	76 (97.4)	23 (100)
Cephalothin	63 (80.8)	22 (95.7)
Chloramphenicol	49 (62.8)	22 (95.7)
Ciprofloxacin	76 (97.4)	23 (100)
Enrofloxacin	64 (82.1)	23 (100)
Fluorophenicol	78 (100)	23 (100)
Gentamicin	18 (23.1)	13 (56.5)
Kanamycin	8 (10.3)	5 (21.7)
Lincomycin	0	0
Neomycin	58 (74.4)	17 (73.9)
Norfloxacin	68 (87.2)	23 (100)
Penicillin	27 (34.6)	12 (52.2)
Tetracycline	52 (66.7)	16 (69.6)
SXT ²	6 (7.7)	0

1, amoxicillin/clavulanic acid; 2, trimethoprim/sulfamethoxazole

Table 1. Prevalence of pneumonic bacteria isolated from cattle

Isolates	No. (%) of samples with indicated isolates		
	Pneumonic lungs ¹ (n = 95)	Nasal swabs ² (n = 195)	Pneumonic lungs ² (n = 9)
<i>P. multocida</i> type A only	25 (26.3)	99 (50.8)	4 (44.4)
<i>P. multocida</i> type A + <i>A. pyogenes</i>	9 (9.5)	8 (4.1)	2 (22.2)
<i>P. haemolytica</i> + <i>A. pyogenes</i>	4 (4.2)	0	1 (11.1)
<i>P. haemolytica</i> only	2 (2.1)	23 (11.8)	1 (11.1)
<i>A. pyogenes</i> only	1 (1.1)	19 (9.7)	1 (11.1)
<i>H. sommus</i> only	0	8 (4.1)	0
<i>P. multocida</i> type A + <i>H. sommus</i>	0	1 (0.5)	0
Total	41 (43.2)	158 (81.0)	9 (100)

Originated from slaughtered cattle¹ and calves with respiratory diseases²

Table 3. Prevalence of agents in pneumonic lungs of cattle

Pneumonic agents	No. (%) of lungs
Mycoplasma + Bacteria	27 (39.1)
Mycoplasma	22 (31.9)
Bacteria	15 (21.7)
Virus	2 (2.9)
Mycoplasma + Virus	1 (1.4)
Bacteria + Parasite	1 (1.4)
Parasite	1 (1.4)
Total	69

에서만 감수성이 나타났다. 한편, *P. haemolytica*(n = 23)는 amoxicillin/clavulanic acid, cephalothin, chloramphenicol, ciprofloxacin, enrofloxacin, fluorophenicol, norfloxacin에서는 분리균주의 대부분이 고도의 감수성을 보였고, kanamycin, lincomycin, trimethoprim/sulfamethoxazole에서는 분리균주의 대부분이 감수성이 없는 것으로 나타났다(Table 2).

도축우의 병변폐 69건에 대해서 병리조직학적인 검사를 실시한 결과, 마이코플라즈마성 폐렴과 세균성 폐렴이 혼합된 폐가 27건(39.1%)으로 가장 우세하였으며, 마이코플라즈마성 폐렴만 관찰된 폐가 22건(31.9%), 세균성 폐렴만 관찰된 폐가 15건(21.7%)으로 나타나 이들이 국내 소의 병변폐중 92.8%(n = 64)를 차지하였으며, 그 외 바이러스성 폐렴과 기생충성 폐렴은 분포도가 극히 미약하였다(Table 3).

고 찰

호흡기 질병을 근절하기 위해서는 먼저 유행하는 호흡기 질병의 원인체 분포상황을 파악하는 것이 선행되어야 한다.

Blanco-Viera 등은 소, 양의 병변폐에서 분리한 *P. multocida* 중 A형이 61% 이었으며 [5], Al-Ghamdi 등은 소 유래 *P. haemolytica*에서는 serotype 1이 가장 우세하다고 보고하였다 [1]. *H. somnus*의 흡입이나 비점막에서 본 균이 증식하는 것만으로는 폐렴을 유발시킬 수 없으며 여러 가지 스트레스 요인이 선행되어야 한다는 보고가 있으며 [23], 암소보다는 숫소의 생식기에서 *H. somnus* 분리가 월등히 높아 숫소가 본 균을 전파시키는 주된 원인이라는 보고도 있다 [11]. *A. pyogenes*는 폐렴의 2차 감염균으로서 염증반응을 유발하여 폐렴을 더욱 악화시키며, Vogel 등은 폐렴증상을 나타낸 어린 송아지에서는 *M. bovis*(69%), *A. pyogenes*(46%), *H. somnus* (23%), *P. haemolytica*(15%), *S. suis*(7.7%), *P. multocida*

(7.7%) 등의 분리를 보고하였다 [25].

본 연구에서는 도축우의 병변폐 뿐만 아니라 호흡기 증상을 나타낸 송아지의 비점막, 폐사한 송아지의 병변 폐 등 모든 시험군에서 *P. multocida* type A의 분리가 월등히 높아서 국내 소 세균성 호흡기 질병을 근절하기 위해서는 *P. haemolytica*보다는 *P. multocida*에 대한 연구 및 백신개발이 절실히 요구됨을 알 수 있었다. 한편, 병변폐에서는 *P. multocida* type A와 *A. pyogenes*가 함께 분리된 경우가 우세하였으나 송아지 비점막에서는 오히려 *P. haemolytica* 단독 분리된 경우가 높았으며, *H. somnus*는 병변폐에서는 전혀 분리가 되지 않고 비점막 시료에서만 분리가 되어 폐와 비강의 호흡기 세균의 분포도 차이가 있음을 알 수 있었다.

Allan 등은 호흡기 질병에 감염된 소에서 분리한 *P. haemolytica*로 항생제 감수성 시험을 실시한 결과, ampicillin, chloramphenicol, oxytetracycline, trimethoprim/sulphamethoxazole, penicillin에는 민감하였으나 streptomycin과 lincomycin에서는 대부분의 균주들이 내성을 보였다 [2]. 그러나 본 연구에서는 *P. haemolytica* 모든 분리균들이 trimethoprim/sulphamethoxazole에 내성을 보여 Allan 등의 보고와는 차이가 있었다. 이렇듯 농장별로 항생제 내성을 획득한 균주의 차이가 있을 수 있으므로, 정기적으로 분리주를 이용한 항생제 감수성 시험을 실시하여 유용한 치료 약제를 선별하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

소의 호흡기 질병에 관여하는 바이러스로서는 bovine herpes virus-1, respiratory syncytial virus, infectious bovine rhinotracheitis virus 등이 중요한 원인체이며, 그 외에 parainfluenza-3 virus, adenovirus, bovine viral diarrhoea virus, coronavirus, rhinovirus 등이 폐렴에 관여하는 것으로 알려져 있다 [16]. 그러나 본 연구에서 소의 병변폐에 대해서 병리조직학적인 조사를 실시한 결과, 바이러스가 폐렴에 관여한 것은 4.3%(n = 3)에 불과하였으며, 국내 소 호흡기 질병의 원인체로써 바이러스보다는 세균이나 마이코플라즈마가 대부분을 차지함을 알 수 있었다.

이상의 연구결과를 기초로 소의 세균성 호흡기 질병에서 가장 많이 분리되는 *P. multocida* type A와 *P. haemolytica* 등을 이용하여 국내 실정에 적합한 소 세균성 호흡기 질병 백신개발이 신속히 이루어져야 할 것으로 생각된다.

결 론

소의 호흡기 질병 가검물을 대상으로 *P. multocida*, *P. haemolytica*, *A. pyogenes*, *H. somnus* 등 4종의 호흡기 세

균을 분리하였으며, 분리균의 약제감수성 및 병변폐의 폐렴 소견 등을 조사하였다.

(1) 도축우의 병변폐 95건 중 41건(43.2%)에서 54주의 호흡기 세균이 분리되었으며, 그 중 34주(63.0%)가 *P. multocida* type A, 14주(25.9%)가 *A. pyogenes* 이었으며, 이들 두 균종이 전체 도축우 병변폐 분리주의 88.9%를 차지하였다.

(2) 호흡기 증상을 나타내는 7개월령 이하 송아지 비점액 195건 중 158건(81.0%)에서 167주의 호흡기 세균이 분리되었으며, *P. multocida* type A가 단독 분리된 경우가 99건(50.8%)으로 가장 많았다.

(3) 호흡기 질병으로 폐사한 송아지 9두의 병변폐에서 12주의 호흡기 세균이 분리되었으며 *P. multocida* type A가 6주(50.0%), *A. pyogenes*가 4주(33.3%) 분리되었다.

(4) 송아지 비점액에서 분리된 *Pasteurella* spp.로 항생제 감수성시험을 실시하였던 결과, amoxicillin/clavulanic acid, cephalothin, ciprofloxacin, enrofloxacin, fluorophenicol, norfloxacin 등에서는 분리균주의 80% 이상이 높은 감수성을 나타내었고, kanamycin, lincomycin, trimethoprim/sulfamethoxazole에서는 매우 낮은 감수성을 나타내었다.

(5) 도축우의 병변폐 69건에 대해서 병리조직학적인 검사를 실시한 결과, 마이코플라즈마성 폐렴과 세균성 폐렴이 혼합된 폐가 27건(39.1%)으로 가장 우세하였으며, 마이코플라즈마성 폐렴만 관찰된 폐가 22건(31.9%), 세균성 폐렴만 관찰된 폐가 15건(21.7%)으로 나타나 이들이 병변폐의 대부분(92.8%)을 차지하였다.

참고문헌

1. Al-Ghamdi, G. M., Ames, T. R., Baker, J. C., Walker, R., Chase, C. C., Frank, G. H. and Maheswaran, S. K. Serotyping of *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica* isolates from the upper Midwest United States. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2000, **12**, 576-578.
2. Allan, E. M., Wiseman, A., Gibbs, H. A. and Selman, I. E. *Pasteurella* species isolated from the bovine respiratory tract and their antimicrobial sensitivity patterns. *Vet. Rec.* 1985, **117**, 629-631.
3. Angen, Ø., Ahrens, P. and Tegtmeier, C. Development of a PCR test for identification of *Haemophilus somnus* in pure and mixed cultures. *Vet. Microbiol.* 1998, **63**, 9-48.
4. Billington, S. J., Post, K. W. and Jost, B. H. Isolation of *Arcanobacterium (Actinomyces) pyogenes* from cases of feline otitis externa and canine cystitis. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2002, **14**, 159-162.
5. Blanco-Viera, F. J., Trigo, F. J., Jaramillo-Meza, L. and Aguilar-Romero, F. Serotypes of *Pasteurella multocida* and *Pasteurella haemolytica* isolated from pneumonic lesions in cattle and sheep from Mexico. *Rev. Latinoam. Microbiol.* 1995, **37**, 121-126.
6. Carlton, W. W. and McGavin, M. D. *Special Veterinary Pathology*, pp. 116-174, 2nd ed. Mosby, St. Louis, Missouri, 1995.
7. Carter, G. R. and Rundell, S. W. Identification of type A strains of *P. multocida* using staphylococcal hyaluronidase. *Vet. Rec.* 1975, **96**, 343.
8. Collins, M. D. and Jones, D. Reclassification of *Corynebacterium pyogenes* (Glage) in the genus *Actinomyces*, as *Actinomyces pyogenes* comb. nov. *J. Gen. Microbiol.* 1982, **128**, 901-903.
9. Confer, A. W. Immunogens of *Pasteurella*. *Vet. Microbiol.* 1993, **37**, 353-368.
10. Fisher, M. A., Weiser, G. C., Hunter, D. L. and Ward, A. C. Use of a polymerase chain reaction method to detect the leukotoxin gene *lktA* in biogroup and biovariant isolates of *Pasteurella haemolytica* and *P. trehalosi*. *Am. J. Vet. Res.* 1999, **60**, 1402-1406.
11. Humphrey, J. D., Little, P. B., Stephens, L. R., Barnum, D. A., Doig, P. A. and Thorsen, J. Prevalence and distribution of *Haemophilus somnus* in the male bovine reproductive tract. *Am. J. Vet. Res.* 1982, **43**, 791-795.
12. Kennedy, P. C., Frazier, L. M., Theilen, G. H. and Biberstein, E. L. A septicemic disease of lambs caused by *Haemophilus agni* (new species). *Am. J. Vet. Res.* 1958, **19**, 645-654.
13. Larsen, L. E., Tjørnehoj, K., Viuff, B., Jensen, N. E. and Uttenthal, A. Diagnosis of enzootic pneumonia in Danish cattle: reverse transcription-polymerase chain reaction assay for detection of bovine respiratory syncytial virus in naturally and experimentally infected cattle. *J. Vet. Diagn. Invest.* 1999, **11**, 416-422.
14. Lavin, S., Marco, I., Franch, J. and Abarca, L. Report of a case of pyogenic arthritis associated with *Actinomyces pyogenes* in a chamois (*Rupicapra pyrenaica*). *J. Vet. Med. B.* 1998, **45**, 251-253.
15. Nayar, P. S., Ward, G. E., Saunders, J. R. and MacWilliams, P. Diagnostic procedures in experimental *Haemophilus somnus* infection in cattle. *Can. Vet. J.* 1977, **18**, 159-163.
16. Peters, A. R. Vaccines for respiratory disease in cattle. *Vaccine* 1987, **5**, 164.

17. **Pritchard, D. G. and Macleod, N. S.** The isolation of *Haemophilus somnus* following sudden deaths in suckler calves in Scotland. *Vet. Rec.* 1977, **100**, 126-127.
18. **Rahaley, R. S. and White, W. E.** *Histophilus ovis* infection in sheep in Western Victoria. *Aust. Vet. J.* 1977, **53**, 124-127.
19. **Ramos, C. P., Foster, G. and Collins, M. D.** Phylogenetic analysis of the genus *Actinomyces* based on 16S rRNA gene sequences: Description of *Arcanobacterium phocae* sp. nov., *Arcanobacterium bernardiae* comb. nov., and *Arcanobacterium pyogenes* comb. nov. *Int. J. Sys. Bacteriol.* 1997, **47**, 46-53.
20. **Rimler, R. B. and Rhoades, K. R.** Serogroup F, a new capsule serogroup of *Pasteurella multocida*. *J. Clin. Microbiol.* 1987, **25**, 615-618.
21. **Slee, K. J. and Stephens, L. R.** Selective medium for isolation of *Haemophilus somnus* from cattle and sheep. *Vet. Rec.* 1985, **116**, 215-217.
22. **Stephens, L. R., Humphrey, J. D., Little, P. B. and Barnum, D. A.** Morphological, biochemical, antigenic, and cytochemical relationships among *Haemophilus somnus*, *Haemophilus agni*, *Haemophilus haemoglobinophilus*, *Histophilus ovis*, and *Actinobacillus seminis*. *J. Clin. Microbiol.* 1983, **17**, 728-737.
23. **Tegtmeier, C., Angen, ϕ , Grell, S. N., Riber, U. and Friis, N. F.** Aerosol challenge of calves with *Haemophilus somnus* and *Mycoplasma dispar*. *Vet. Microbiol.* 2000, **72**, 229-239.
24. **Tegtmeier, C., Uttenthal, A., Friis, N. F., Jensen, N. E. and Jensen, H. E.** Pathological and microbiological studies on pneumonic lungs from Danish calves. *Vet. Med. B.* 1999, **46**, 693-700.
25. **Vogel, G., Nicolet, J., Martig, J., Tschudi, P. and Meylan, M.** Pneumonia in calves: characterization of the bacterial spectrum and the resistance patterns to antimicrobial drugs. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 2001, **143**, 341-350.
26. **Younan, M. and Fodor, L.** Characterization of a new *Pasteurella haemolytica* serotype (A17). *Res. Vet. Sci.* 1995, **58**, 98.