

우결핵 집단 발생지역에 대한 역학적 고찰

조범준 · 추금숙 · 조영숙 · 강미선 · 이정원*

전라북도축산위생연구소 정읍지소

(접수 2009. 5. 30, 게재승인 2009. 6. 23.)

Epidemiological studies on bovine tuberculosis in mass outbreak region

Bum-Jun Cho, Keum-Suk Chu, Young-Suk Cho, Mi-Seon Kang, Jeong-Won Lee*

Jeongeup-Branch, Jeonbuk Institute of Livestock & Veterinary Research, Jeong-eup 580-814, Korea

(Received 30 May 2009, accepted in revised from 23 June 2009)

Abstract

The epidemiological survey of mass outbreak region of bovine tuberculosis from January of 2007 through May in 2009. The results were enumerated as follows. The results of tuberculin skin test are: 7 (0.4%) out of 1,697 in 2007, 61 (2.8%) out of 2,163 in 2008, 80 (4.9%) out of 1,639 in 2009. The sex and age distribution among the incidence of positive: 135 (91.8%) out of 147 in female, 12 (8.2%) in male. Among female, age 1: 6.1%, age 2: 30.6%, 3: 38.8%, 4: 14.2%, 5: 0.7% and 6: 1.4%. Among male, age 1: 4.1%, 2: 1.4%, 3: 2.7% and more frequent occurrence in age 3, 38.8% in female and 2.7% in male. The rate of recurrence by farms: recurrence 1: 6 (35.3%), 2: 9 (52.9%), 3: 1 (5.9%), 6: 1 (5.9%). The recurrence rate of 2 or more was 64.7%. The ELISA test result among 114 heads over 14 farms: 75 (65.8%) showed positive and 39 (34.2%) negative. Geographical distribution of recurrence is characterized as concentrated along the major traffic and stream crossing the village, and spread from the high elevation to downward area.

Key words : *Mycobacterium bovis*, Tuberculin skin test, ELISA

서 론

결핵은 인류 역사상 가장 많은 생명을 앗아간 전염병으로 기원전 7천년 경 석기시대의 화석이나 이집트의 미이라에서도 결핵을 앓은 흔적이 발견되었다. 이처럼 오랫동안 인류의 건강과 생명을 위협해 온 결핵은 19세기 중반까지 그 원인을 알지 못하다가 1882년 독일의 세균학자 Robert Koch에 의해 결핵균이라는 세균이 원인인 것으로 밝혀졌다(<http://www.cdc.gov.kr/>).

*Mycobacterium*속의 *M. bovis*는 소 뿐만아니라 사슴,

산양, 개 등과 사람에게 감염되고 소에서는 세포내 기생하는 세균으로 만성 소모성질병이며 대부분 임상증상을 나타내지 않아 PPD 접종으로 인한 색출이 유일한 방법이었으나 최근 국내에서는 혈청학적 검사방법으로 ELISA법이 도입 되었다. 사람에서의 감염은 주로 감염된 개체의 고기나 우유 등을 생으로 섭취하였을 때 감염되어 폐와 내장에 결핵병변이 형성되어 만성으로 진행되다 사망하는 것으로 알려져 있고 인수공통전염병으로 사람에서의 감염율은 0.3~1.5%로 추정하고 있으며 국내에서도 제2종 가축전염병으로 분류되어 있다(강 등, 1996; 한국수의공중보건학회, 1989; 고바라다 등, 2007). 대한결핵협회 통계에 의하면 사람의 결핵은 2005년 35,269명, 2006년 35,361명, 2007년

*Corresponding author: Jeong-Won Lee, Tel. +82-63-290-6540,
Fax. +82-63-290-6568, E-mail. ljwon@korea.go.kr

34,710명으로 약간은 감소추세에 있지만 최근 언론에서는 항균제 치료에 전혀 감수성이 없는 슈퍼 결핵이 논란이 야기되고 있다(<http://www.knta.or.kr/>).

농림부 보고 자료에 의하면 우리나라 결핵병 발생두수는 2006년 656두, 2007년 839두, 2008년 1,194두로 매년 증가 추세에 있으며 최근에는 축산물위생검사에서 종종 젖소나 한우에서 해체검사 중 발견되어 보고되고 있다(변 등, 2007; 고 등, 2007). 국내에서는 1913년부터 1960년까지는 OT에 의한 열반응법으로 우결핵 검사를 해오다 1961년에서 1973년 HCSM으로 1차 검사를 실시하고 양성우는 PPD 2차 검사를 실시하였으며, 1994년부터 현재까지 사용하고 있고 피내검사는 우형 tuberculin을 사용하여 소 미근부 추벽과 경측부에 접종하는 단일 피내검사법(single intradermal test, SIT)과 우형(bovine PPD, PPD-B) 및 조형(avian PPD, PPD-A) tuberculin을 경부에 나란히 접종하는 비교 피내검사법(single intradermal comparative cervical tuberculin test, SICCT)이 있다(조, 2007; 조 등, 1999; 최 등, 1978; Monaghan 등, 1994). 그러나 피내검사법은 특이성 측면에서 환경 *Mycobacteria* 및 우형 결핵균과 항원구조가 비슷한 세균과의 비특이 반응과, 민감도 측면의 결핵 양성우의 음성반응에 의한 결핵 전파의 방지 차단에 문제점을 안고 있다(김, 1976; 김 등, 1993). 또한 우결핵 감염 후 3~6주 후에 정확한 진단이 이루어 질 수 있으며 우결핵의 증감염시 세포성 면역을 측정하는 피내검사법에서는 가음성으로 판정될 수도 있는 문제점도 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 γ -interferon test (γ -IFN)법이 호주에서 1980년대 후반 SIT 법과 병용하기 위해 개발되어 환경성 결핵균에 감염되었는지 감별 진단이 가능하게 되어 국내에서도 활용되고 있다. 국내의 소결핵 검진은 12개월 이상의 젖소에 PPD 진단액을 미근부의 추벽 피내에 접종하며, 다만 미근부 추벽의 상처 등으로 접종이 부득이한 경우 경측부 피내에 접종하여 48~72시간 사이에 접종부위 종창이 5mm 이상일 때 양성으로 판정하고 있다. 또한 우결핵의 국제 연구동향을 보면 역학적 연구는 선진국에서 야생동물에서의 발생과 보균자 자체에 대한 근절방향 설정과 전염원 추적에 의한 분자생물학적 역학기법을 이용한 분리균의 근연관계 등을 분석하며 체계적으로 이루어지고 있다(Courtenay 등, 2006; Winder 등, 2006; Smith 등, 2006; 유, 2007). 또한 야생동물은 야생동물 간 매개체 역할 뿐만아니라 우결핵 근절을 어렵게 만들기 때문에 국내에서도 모니터링을 위한

대책에 제시 되어야 할 것으로 사료되며, 현 검사 방법으로만 양성우를 색출하기란 어려움이 있어 발생농장에 대하여는 Pollock 등(2005)의 연구결과에 따라 γ -IFN법을 병행하는 것이 보다 나은 효과를 기대할 수 있을 것이다. 본 고찰에서는 우결핵 집단발생지역의 역학적 분석을 통하여 우결핵 발생농장의 방역자료로 활용함으로써 질병전파를 차단하고 조기 근절에 기여하고자 실시하였다.

재료 및 방법

대상동물 및 조사기간

2007년 1월부터 2009년 5월까지 정읍지소 관내 젖소 결핵병 집단 발생지역에서 사육되고 있는 1세 이상, 년 1회 우결핵 정기검진과 양성농가는 우결핵 및 브루셀라 방역실시요령에 의거 실시하였다.

피내 반응 검사

결핵검진은 결핵 및 브루셀라방역실시요령에 의거 미근부 추벽에 우결핵 진단액(중앙백신, PPD-T) 0.1ml을 피내 접종하여 48~72시간 후에 접종부위 피부두께를 측정하여 종창차이가 5mm 이상이면 양성으로, 그리고 3~5mm를 의양성으로 판정하였다.

ELISA 검사

AniGen BTB Ab ELISA kit를 사용하여 검사를 실시하였으며 순수 분리된 BTB 항원을 플레이트에 흡착하여 MPB70 효소를 접합시켜 소 혈청과 혈장에서 동시에 소결핵 항체를 검사할 수 있도록 고안되었다. 가검 혈청 50 μ l와 음성, 양성 대조를 항원이 코팅된 플레이트에 분주하여 37°C에서 60분 반응시킨 후 세척액으로 6회 세척하여 기질액 100 μ l씩 분주하여 빛을 차단한 후 15분간 실온에서 반응시킨 후 반응 정지액 100 μ l를 넣고 잘 혼합하여 청색이 노란색으로 완전히 변하면 흡광도 450nm에서 측정하여 S/P value 0.3 이상을 양성으로 판정하였다.

결과 및 고찰

피내반응 검사결과

우리나라에서 우결핵 검진은 1961~1973년에 HCSM 법으로 검사한 결과 159,627두 중 457두가 양성, 1974~1993년에는 HCSM법으로 1차 검사하고, PPD로 2차 검사한 결과 3,079,345두 중 1,318두, 그리고 1994~2004년 PPD 검사에서 5,722,089두 중 8,433두가 양성반응을 나타내었다고 보고하였다(Yoon et al., 2008). 또한 가축전염병 발생통계에 따르면 2006년 683두, 2007년 974두, 2008년 1,437두로 증가추세를 보이고 있다. 정읍지역 우결핵 집단 발생지역은 1984년 복지농촌조성사업 일환으로 12농가 68두를 시작으로 2008년에는 21농가 1,488두, 2009년에는 20농가에서 1,491두 사육중이며 이중 1농가가 우결핵 발생으로 폐업하게 되었다. 그간 피내반응 검사결과를 보면 2000~2004년에 11두가 산발적으로 발생되었고 2005~2006년에는 비발생, 2007년에 1,697두 중 7두(0.4%), 2008년 2,163두 중 61두(2.8%), 2009년 1,639두 중 80두(4.9%)로 증가하는 경향을 보였으며 2007~2009년 5월까지 감염율은 2.7%로 나타났다(Table 1). 이는 2007년의 감염율 전국 0.14%, 전북 0.10%, 그리고 경기지역의 1987~1996년 감염율 0.10%보다 높은 감염율을 보였다. 2008년 갑자기 발생두수가 늘어나게 된 것은 ○○농장에서 2007년에 외부 구입소가 약간의 설사, 호흡기 등으로 사색하여 도축장으로 도태 되면서 양성

으로 판정되어 증가하기 시작했으며 이농가에서 추가 발생이 6회 총 41두가 양성으로 도태되었다. 이렇게 미검사 착유우가 도입되면서 문제가 야기되어 마을 전체로 확산되는 것으로 사료되어 농장에 입식에는 반드시 확인검사를 실시한 농장에서 입식하고, 또한, 입식시 검사를 못하였을 경우 격리 사육하면서 검사 완료 후 합사하여야 할 것이다.

연령별 양성우 분포

우결핵 양성우 147두 중 암소는 135두(91.8%), 숫소는 12두(8.2%)가 발생되었으며 연령별로 암소는 1세 9두(6.1%), 2세 45두(30.6%), 3세 57두(38.8%), 4세 21두(14.2%), 5세 1두(0.7%)두, 6세 2두(1.4%) 이었고 숫소는 1세 6두(4.1%), 2세 2두(1.4%), 3세 4두(2.7%)로 나타났으며 암소 및 숫소 3세에서 38.8%, 2.7%로 가장 빈번이 발생하는 것으로 나타났다(Fig. 1).

발생농장의 2007~2009년 반복발생을

발생농장 17농가에 대한 반복 발생율을 보면 1회 6(35.3%)농가, 2회 9(52.9%), 3회 1(5.9%)농가, 6회 1(5.9%)농가로 조사되어 2회 이상 반복발생율은 64.7%를 차지하였다(Table 2). 또한, 발생원인별로는 외부구입이 3(17.6%)농가, 인근농장 등에서 기계적인전파 8(47.1%)농가, 과거발생이 6(35.3%)농가로 나타나 과거발생농가가 근절이 되었다가 재발되거나 인근농가로부터 사람 및 기계적인 전파 등으로 순환감염이 지속적으로 이루어지는 것으로 판단되며, 이와 같은 결

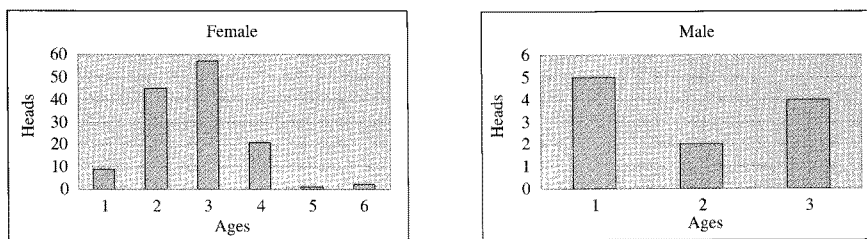


Fig. 1. The rates of ages and sex in the tuberculin skin test positive.

Table 1. Result of the tuberculin skin test in the mass outbreak area

Year	Farms	Heads	No. of tested	Positive (%)	Negative (%)
2007	26	1,709	1,697	7 (0.4)	1,690 (99.6)
2008	25	1,790	2,163	61 (2.8)	2,102 (97.2)
2009	23	1,762	1,639	80 (4.9)	1,559 (95.1)
Total	74	5,261	5,499	148 (2.7)	5,351 (97.3)

Table 2. Result of the serum ELISA in tuberculin skin test positive

Farms	No. of tested	ELISA (%)	
		Positive	Negative
14	114	75 (65.8)	39 (34.2)

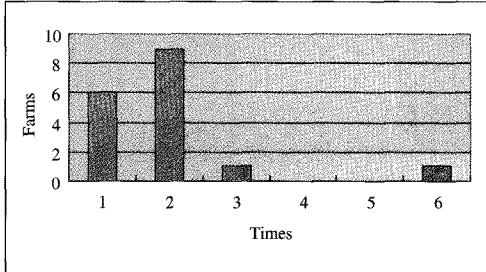


Fig. 2. The recurrence times of outbreak farms in 2007~2009.

과는 앞으로 지역적으로 상재화 되기 전에 근절할 수 있는 방역 프로그램이나 대책이 강구되어야 할 것으로 사료된다.

양성개체 ELISA 검사 결과

양성으로 판정된 14농가 114두의 ELISA 검사결과는 75두(65.8%)가 양성, 39두(34.2%)가 음성으로 조사되었으며(Table 2). 심 등(1997)이 보고한 피내반응 양성축 51두 중 43두(84.3%)보다 낮은 결과를 보였다.

발생농장 분포 및 지역적 특성

발생농장 분포를 보면 마을을 가로지르는 도로와 작은 하천을 기준으로 집중 분포되어 있다. 최초 발생 농장으로부터 3km이내에 위치하며 지형적인 특성으로는 마을의 위치상 산 중턱에 있는 농가에서 발생되어 아래쪽으로 전파되는 경향을 보이고 있다(Fig. 3).

발생지역 순환감염 원인 분석

1984년부터 복지농촌조성사업 일환으로 젓소가 집단 사육 되고 있는 이 마을은 2007년 1월부터 2009년 5월까지 사육 23개 사육농가 중 17(73.9%)농가에서 발생되어 일부 농가는 근절 되었거나 현재까지 진행 중에 있으며 국한적로 지속적인 순환감염이 이루어지고 있는 것으로 판단되어 순환감염의 원인을 분석한 결과는 다음과 같다.

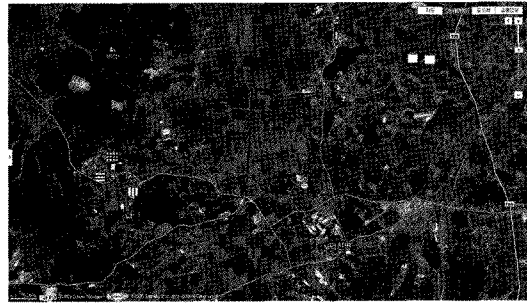


Fig. 3. The a distribution map of positive farms (2007 to yellow, 2008 to red, 2009 to blue).

1. 축주들의 방역의식 및 소독에 대한 의식 결여
2. 이 마을은 의성 김씨 집성촌으로 대부분 일가친척으로 구성되어 잦은 왕래, 축분처리시 장비 상호 대여, 축분의 동일업체 처리 등으로 사람이나 축분을 통한 전파
3. 도태우 처분 후 착유 웨터량을 맞추기 위해 미감사 착유우를 구입(일부 폐업목장 떨어소)하여 바로 합사하여 착유
4. 발생농장의 축분이 많아 일괄 처리하지 못하고 분변처리장에 쌓아 놓거나 일부 인근 밭에 밀거름으로 살포
5. 발생지역을 순회하는 집유차 및 사료 차량 등 차단방역 소홀
6. 초유폐기 수송아지 판매시 여러 농가 수집 및 미감사하여 반출
7. 23개 목장 중 12(52.2%)목장에서 발정 유도 및 자연교배용 수소 사육으로 인한 자연교배에 의한 전파
8. PPD 검사보다 검출율이 높은 γ -IFN검사를 실시하고자 하였으나 착유소의 스트레스 등에 따른 유량감소 등 비협조적 행위
9. PPD 검사시 정확한 부위 및 용량, 영양불량, 비특이를 일으키는 환경 *Mycobacteria*, *M. avium*, 기타 질병 및 스테로이드 제제 등의 투여에 따른 구별 등

조기근절을 위한 전략적 대응

지역적으로 발생되는 우결핵의 조기근절을 위한 전략 대응을 요약하면

1. 조기근절을 위하여 우선 방역대를 설정하고 매주 소독의 날에 결핵균 소독제로 동일 시간에 마을전체 일제소독 실시

2. 축분 처리시 장비대여 금지, 인근 농장 방문시 소독 및 축분처리업체 소독시설 설치하여 차량 등 소독
3. 착유우 입식시 음성목장 및 검사 완료된 목장에서 구입, 미검사 착유우 구입시 검사 후 합사하여 착유
4. 발생목장의 축분에 석회 도포 후 비닐 등으로 덮어 발효 처리하여 반출
5. 발생지역을 순회하는 집유차 및 사료 차량 등 차단방역 철저
6. 초유떼기 수송아지 반출시 방역강화 및 판매처 기록
7. 발정 유도 및 자연교배용 수소 사육 금지 및 전 농가 근절시까지 인공수정 장려
8. 양성농가는 PPD 검사와 검출율이 높은 γ -IFN검사가 함께 이루어 질수 있도록 법적으로 강구
9. PPD 검사 전문가 양성을 위한교육 및 비특이 반응과 타 질병과의 감별법에 대한 연구 등

이와 같이 지역적으로 발생하는 우결핵 순환감염의 원인과 차단이라는 대응전략을 여러 측면에서 논하였지만 조기근절을 위해서는 우선 농장을 경영하는 축주들의 방역에 대한 경각심과 일시적인 이익보다 장기적인 농장 운영에 따른 경제성을 분석해야 할 것이고, 분자생물학적인 역학조사와 아울러 더 효과적인 진단법이 개발되어야 하며 우리나라에서 사육되고 있는 각 축종 및 야생동물에 대한 모니터링 등 다양한 연구와 조사가 이루어져야 할 것으로 본다.

결 론

2007년 1월부터 2009년 5월까지 정읍지소 관내 젓소 결핵병 집단 발생지역에 대한 역학적 분석 결과에 서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 우결핵 피내반응 검사 결과는 2007년에는 1,697두 중 7두(0.4%), 2008년 2,163두 중 61두(2.8%), 그리고 2009년에는 1,639두 중 80두(4.9%)로 증가하였다.
2. 양성우의 성별 감염은 양성우 147두 중 암소는 135두(91.8%), 숫소는 12두(8.2%)에서 발생되었으며 연령별로 암소에서는 1세 9두(6.1%), 2세 45두(30.6%), 3세 57두(38.8%), 4세 21두(14.2%), 5세 1두(0.7%)두, 6세 2두(1.4%)이었고 숫소에서는 1세 6두(4.1%), 2세 2두(1.4%), 3세 4두(2.7%)로 나타났으며 암소 및 숫소 3세에서 38.8%, 2.7%로 빈번히 발생 되

었다.

3. 발생목장 17목장에 대한 반복 발생율을 보면 1회 6(35.3%)농가, 2회 9(52.9%), 3회 1(5.9%)농가, 6회 1(5.9%)농가로 조사 되어 2회 이상 반복 발생율은 64.7%를 차지하였다.

4. 양성 14목장 114두를 ELISA법으로 검사한 결과 75두(65.8%)가 양성, 39두(34.2%)가 음성으로 조사되었다.

5. 발생농장 분포 및 지형적 특성에서 마을을 가로지르는 도로와 작은 하천을 기준으로 집중 분포되어 있으며 최초 발생 농장으로부터 3km이내에 위치하고 지형적인 특성으로는 마을의 위치상 산 중턱에 있는 농가에서 발생되어 아래쪽으로 전파되는 경향을 보였다.

참 고 문 헌

- 강종구, 김창기, 권영방. 1996. 결핵 감염원에 대한 역학적 연구. 대한수의학회지 36(1): 31-38.
- 고바라다, 김현중, 박덕용, 박성도, 김재익, 박종태, 김용환. 2007. PCR 기법을 이용한 도축 소의 결핵병 신속진단. 한국가축위생학회지 30(3): 393-406.
- 국정희, 심향섭, 고태오, 우종태, 조중현, 박유순. 1998. 경기지역의 우결핵 발생에 관한 역학적 고찰(1987~1996). 한국가축위생학회지 21(1): 1-12.
- 김순복, 서정향, 문운경. 1993. 소 결핵균의 면역세포화학적 동정. 대한수의학회지 33(1): 119-123.
- 김종면. 1976. Tuberculosis 양성 무병소유우의 감별진단에 관한 실험적 연구. 대한수의학회지 16(2): 151-158.
- 변현섭, 이현주, 이상명, 한성태, 곽학구, 최해연, 조운상, 안병우. 2007. 도축 한우에서 발견된 결핵병. 한국가축위생학회지 30(3): 407-414.
- 심향섭, 국정희, 박명옥, 김성열, 박유순. 1997. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)를 이용한 혈청 및 원유 중의 *Mycobacterium bovis* 항체 검출에 관한 연구. 한국가축위생학회지 20(2): 133-142.
- 유한상. 2007. 산업동물에서 zoonosis 연구동향. 소 결핵병의 국제 연구 동향. 한국수의공중보건학회지 31(2): 69-82.
- 조운상. 2007. 산업동물에서 zoonosis 연구동향. 국내 소결핵의 발생 및 연구동향. 한국수의공중보건학회지 31(2): 61-67.
- 김종만, 우승룡, 박호호, 유한상, 정석찬, 조운상, 김종염, 안종삼. 1999. 비교 피내검사와 감마 인터페론 검사에 의한 우결핵의 진단. 대한수의학회지 39(6): 1119-1125.
- 최철순, 김재학, 이현수, 전윤성. 1978. Bovine tuberculin 개량에 관한 연구. 1. 저온살균 처리된 우결핵균 배양액 및 균 절세포질 유래 PPD's 특이성. 농시연보 17: 101-108.
- 한국수의공중보건학회. 1989. 한국수의공중보건학. 문운당. 서울: 69-72.

- Courtenay O, Reilly LA, Sweeney FP, Hibberd V, Bryan S, Ul-Hassan A, Newman C, Macdonald DW, Delahay RJ, Wilson GJ, Wellington EM. 2006. Is *Mycobacterium bovis* in the environment important for the persistence of bovine tuberculosis? *Biol Lett* 2(3): 460-462.
- Yoon HC, Chung BH, Yoon CS, Lee JH, Moon OK, Park SY, Lee WC, Kim TJ. 2008. Prevalence of bovine tuberculosis in dairy cattle in Korea from 1961 to 2004. *Korean J Vet Res* 48(1): 49-51.
- [Http://www.cdc.go.kr/](http://www.cdc.go.kr/)
- [Http://www.knta.or.kr/](http://www.knta.or.kr/)
- Monaghan ML, Doherty ML, Collins JD, Kazda JF, Quinn PJ. 1994. The tuberculin test. *Vet Microbiol* 40(1-2): 111-124.
- Pollock JM, Welsh MD, McNair J. 2005. Immune responses in bovine tuberculosis: towards new strategies for the diagnosis and control of disease. *Vet Immunol Immunopathol* 108(1-2): 37-43.
- Smith NH, Gordon SV, de la Rua-Domenech R, Clifton-Hadley RS, Hewinson RG. 2006. Bottlenecks and broomsticks: the molecular evolution of *Mycobacterium bovis*. *Nat Rev Microbiol* 4(9): 670-681.
- Winder CL, Gordon SV, Dale J, Hewinson RG, Goodacre R. 2006. Metabolic fingerprints of *Mycobacterium bovis* cluster with molecular type: implications for genotype-phenotype links. *Microbiology* 152(Pt9): 2757-2765.