

< Original Article >

경북 남부지역, 울릉군 한우에서 *Neospora caninum* 항체 양성률 조사

이종원¹ · 손준형^{2*} · 김정화¹ · 김상윤³ · 조광현¹

경상북도 동물위생시험소¹, 경상북도 동물위생시험소동부지소², 경상북도 동물위생시험소북부지소³

Serosurvey for antibodies against *Neospora caninum* in Korean indigenous cattle in the southern area of Gyeongbuk and Ulleung-gun

Jong Won Lee¹, Jun Hyung Sohn^{2*}, Jung Hwa Kim¹, Sang Youn Kim³, Kwang Hyun Cho¹

¹Gyeongbuk Veterinary Service Laboratory, Daegu 41405, Korea

²North-Branch, Gyeongbuk Veterinary Service Laboratory, Andong 36621, Korea

³East-Branch, Gyeongbuk Veterinary Service Laboratory, Gyeonogju 38101, Korea

(Received 3 September 2018; revised 21 September 2018; accepted 22 September 2018)

Abstract

This survey was carried out to investigate the seroprevalence of *Neospora caninum* in Korean indigenous cattle that was raised in the southern area of Gyeongbuk and Ulleung-gun. A total of 3,162 cattle from 984 farms were tested for the presence of antibodies against *N. caninum* using a commercial ELISA (IDEXX Switzerland AG, Liebefeld-bern) test kit. The Seropositive ratio of cattle was 1.38% (40/2,901), 0.77% (2/261) in the southern area of Gyeongbuk and Ulleung-gun, respectively. Regional seropositive rates of farms were 5.31% (11/207), 3.45% (4/116), 1.48% (2/135), 2.13% (2/94), 2.78% (3/108), 3.91% (95/128), 4.17% (4/96), 4.35% (3/69), 6.45% (2/31) at Gumi, Yeongcheon, Gyeongsan, Gunwi, Chengdo, Goryeong, Senogju, Chilgor and Ulleung-gun, respectively. A herd of cattle under 4 years old was 1.4% (28 heads), and above the age of 5 years was 1.1% (14 heads). and in seroprevalence cattles by herd size farms raising under 100 heads were 39 heads.

Key words : Seroprevalence, *Neospora caninum*, ELISA

서 론

*Neospora caninum*은 사산, 기형 송아지를 발생 시키는 원충성 병원체 중의 하나이며, 정상적인 소에 비하여 유산 발생위험이 2~3.5배 정도 높고, 1988년 Dubey가 분리, 보고하기 전까지는 유사한 형태학적 구조를 가진 *Toxoplasma gondii*로 잘못 알려져 왔다 (Dubey 등, 1988). *N. caninum* 생활사에서 나타나는 tachyzoite, bradyzoite, oocyst가 감염에 관련되어 있

며, 개는 bradyzoite가 포함된 조직을 먹이로 섭취하여 감염되어 종숙주의 역할을 한다. 중간숙주역할을 하는 소는 oocyst가 포함된 조직을 먹이나 물을 경구 섭취하여 감염되고, 임신기 태반을 통한 tachyzoite가 태아에게 옮겨짐으로 수직감염이 성립됨으로 알려졌다. 성우에서는 반복유산을 제외한 임상증상을 나타내지 않기 때문에 수직감염을 통해 지속적인 송아지 감염을 일으킬 수 있다. *N. caninum*에 감염된 송아지가 태어나면 출산 후 3~5일 경부터 신경근육의 마비를 보이면서 허약하고 기립불능, 체중감소와 보행장애 등 임상 증상이 나타나거나, 임상적으로 정상일지라도 보

*Corresponding author: Jun Hyung Sohn, Tel. +82-54-850-3319,
Fax. +82-54-850-3248, E-mail. vetsohn@korea.kr
The first two contributed equally to this work.

균우로 남아 지속적으로 축산 농가에 경제적인 피해를 주게 된다.

*N. caninum*에 대한 진단법은 원충 tachyzoite를 이용한 간접형광항체법(indirect fluorescent antibody test: IFAT), 원충의 다양한 성분을 이용한 enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), 포르말린으로 불 활성화된 원충이 특이 면역 글로불린을 응집하는 원리를 이용한 Neospora agglutination test법(NAT), H-E염색에 의한 광학 현미경적 원충 관찰, 감염조직을 이용한 중합효소 연쇄반응(PCR) 등이 이용된다.

소의 감염은 미국, 캐나다, 영국, 일본, 한국 등 12개국에서 발생이 보고된 바 있다. 한국에서는 임신 6개월 령의 유산된 젖소 태아에서 *N. caninum*에 의한 감염을 최초로 보고된 바 있으며, 원충의 감염으로 인한 반복유산이 발생되고, 예정일보다 늦게 분만된 기형 송아지의 뇌에서 *N. caninum*이 분리 되었다(김 등, 1997). 우리나라의 *N. caninum* 혈청 항체 조사는 서울축산물공판장 도축우에서의 *Neospora caninum* 혈청항체 양성률 조사(김 등, 2011), 강원도 사육 젖소의 네오스포라포자충(*Neospora caninum*)에 대한 양성률 조사(황 등, 2010), 강원도 사육 한우에서 *Neospora caninum*에 대한 항체 양성률 조사(황 등, 2003), 남원지소 관내 한우와 홀스타인 비육우에서 *Neospora caninum* 감염실태 조사(권 등, 2008), 경북 울진군 한우 *Neospora caninum* 감염실태 조사(전 등, 2008), 전북 익산지역 젖소에서 네오스포라, 요네병, 백혈병 및 브루셀라에 대한 항체가 조사(추 등, 2007), 전북 정읍지역에서 사육중인 한우에서 *Neospora caninum* 항체 양성률 조사(정 등, 2005) 등에서 이루어진 바 있다.

이번 조사 실험은 경북 남부지역, 울릉군에서 사육중인 한우를 대상으로 *N. caninum*에 대한 항체 보유 실태를 조사하여 한우 사육 농가에 막대한 경제적 손실을 유발하는 유산을 일으키는 원충성 질환에 대한 방역대책수립에 기초자료 역할을 하여 축산농가 소득 증대를 이루고자 한다.

재료 및 방법

공시재료

2016년 10~11월까지 경북 남부지역 구미시, 영천시, 경산시, 군위군, 칠곡군, 성주군, 청도군, 고령군에서 한우를 사육 하는 농가를 대상으로 브루셀라병

검사를 위해 경상북도동물위생시험소에 의뢰된 혈액 중 지역별 사육 비율에 따라 무작위로 선정된 농가 953호 2,901두와 울릉군에서 2006년부터 시작한 소 전염병 청정화 사업으로 매년 혈청검사를 의뢰하는 농가 대상인 31호 261두의 1세 이상 암소, 수소 혈청을 공시재료로 사용하였다. 혈액은 경정맥과 미정맥에서 채취하였으며, 혈청을 분리하여 검사 전까지 -20°C 에서 냉동 보관하여 시험에 이용 되었다.

검사방법

Neospora caninum Antibody Test Kit (IDEXX Switzerland AG, Liebefeldb-bern)를 사용 하였다. 시험은 제조회사 설명에 따라 실시하였다. Kit에 구성되어 있는 시료 희석액(Sample Diluent) 90 μl 을 항원이 코팅된 마이크로플레이트 각각의 well에 분주 후 검사할 혈청 10 μl 씩 각각 Well 분주하여 최종 10배를 희석하였다. 또한 양성, 음성 Control는 각각 10 μl 씩을 분주 하였다. 마이크로플레이트를 잘 밀봉하여 습기가 있는 통에 담아 37°C 배양기에서 1시간동안 배양 후 제품에 구성된 세척액으로 약 300 μl 씩 3회 세척 한다. Conjugate를 100 μl 씩 분주 후 37°C 배양기에서 1시간동안 배양하고 반복해서 300 μl 씩 3회 세척 후, TMB Substrate N.12 용액을 100 μl 분주 하여 $18\sim 26^{\circ}\text{C}$ 에서 15분간 배양한 후 Stop Solution No.3을 100 μl 분주 하여 TECAN[®] infinite M200 PRO 기기를 통하여 450 nm에서 흡광도 파장을 측정하였다.

결 과

경상북도 남부지역, 울릉군에서 사육중인 한우에 대한 *N. caninum* 보유 항체를 검사를 위하여 남부지역은 953호 2,901두, 울릉군은 31호 261두 혈청검사로 ELISA를 실시하였다. 984호 3,162두를 검사하여 36호(3.65%) 42두(1.32%)가 항체 양성을 나타내었다 (Table 1).

Table 1. *N. caninum* seropositive rate for Korean indigenous cattle

	Positive/Test	Positive (%)
Farms	36/984	3.65
Heads	42/3,162	1.32

Table 2. Positive rate of *N. caninum* in Korean indigenous cattle according to regions in the southern area of Gyeongbuk

Area	Livestock Farms/Heads	Positive/Farms (%)	Positive/Heads (%)
Gumi	1,427/35,066	11/207 (5.31)	14/609 (2.3)
Yeongcheon	1,250/40,892	4/116 (3.45)	4/450 (0.89)
Gyeongsan	937/33,786	2/135 (1.48)	4/455 (0.88)
Gunwi	537/13,552	2/94 (2.13)	2/317 (0.63)
Chengdo	720/23,851	3/108 (2.78)	4/299 (1.34)
Goryeong	723/15,351	5/128 (3.91)	5/266 (1.88)
Seongju	535/17,350	4/96 (4.17)	4/278 (1.44)
Chilgok	379/12,856	3/69 (4.35)	3/227 (1.32)
Total	6,508/192,704	34/953 (3.57)	40/2,901 (1.38)

Table 3. Positive rate of *N. caninum* in Korean indigenous cattle in ulleung-gun according to years

year	Positive/Farms (%)	Positive/Heads (%)
2013	10/43 (23.26)	22/496 (4.44)
2014	7/36 (19.44)	16/409 (3.91)
2015	0/34 (0)	0/324 (0)
2016	2/31 (6.45)	2/261 (0.77)
2017	2/31 (6.45)	2/261 (0.77)

Table 4. Positive rate of *N. caninum* in Korean indigenous cattle according to their age

Area	1~4 years		≥5 years	
	Positive/Test (%)	Positive/Test (%)	Positive/Test (%)	Positive/Test (%)
The Southern area of Gyeongbuk	27/1,708 (1.58)	13/1,193 (1.09)		
Ulleung gun	1/224 (0.45)	1/37 (2.70)		
Total	28/1,932 (1.45)	14/1,230 (1.14)		

지역별 항체 양성률

경북 남부지역 8개 시·군 2016년 경상북도에서 작성한 한우 사육통계는 6,508호 192,704두 이고, 농가별 평균 양성률은 3.57% (34호)였고, 울릉군 지역은 6.45% (2호)였다. 구미시가 농가별 양성율이 5.31% (11호), 개체별 양성율이 2.3% (14두) 으로 가장 높았다(Table 2). 개체별 양성율은 울릉군이 0.77% (2두)으로 경북 중부지역 보다 낮은 것으로 조사되었고, 2013년 이후 지속적으로 개체별 *N. caninum* 양성율이 떨어졌고, 2015년에 발생이 없었다. 그러나, 2016년 육지에서 입식한 소에 2호 2두 양성이 발견되었다(Table 3).

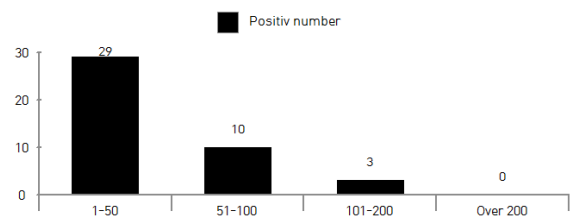


Fig. 1. Positive number of *N. caninum* in Korean indigenous cattle asize. according to farms herd siz.

연령별 항체 양성률

일반적으로 한우 사육농가는 1~4세 암소는 송아지 생산을 목적으로 사육을 하며, 5세 이후는 비육을 목적으로 사육하는 형태를 고려하여 1~4세와 5세 이상으로 구분하여 항체 양성률을 비교 하였다. 1~4세의 경우 1.45% (28두), 5세 이상은 1.14% (14두)으로 연령이 높을수록 조금 낮게 나타났다(Table 4).

사육규모별 발생 수

1~50두, 51~100두, 101~200두, 200두 이상의 사육 규모별로 나누어 항체 양성률을 비교하였다. 1~50두 규모의 우군에 농가의 발생두수가 29두로 가장 높고, 51~100두는 10두, 101~200두는 3두, 200두 이상규모에서는 발생이 없었다(Fig. 1).

고 찰

*N. caninum*은 분류학상 Apicomplex문, Coccidia아강, Sarcocystidae과에 속하는 *N. caninum* 원충성 기생충이다(Dubey 등, 1989).

*N. caninum*은 소에서 임신 3개월부터 분만 전까지

연령에 관계없이 유산을 일으키고, 특히 5~7개월의 임신중기에 다발하고 태아는 자궁 내에서 죽어 흡수되거나, 미이라, 침지, 사산되고, *N. caninum*에 감염된 송아지는 일반적으로 출산 후 3~5일경부터 신경근육 마비를 보이며 허약, 기립불능, 뚜렷한 체중 감소가 나타난다(허 등, 2001).

*N. caninum*에 감염된 유·사산 태아의 병리 조직학적 소견은 일반적으로 중추신경계통에 나타나며, 심장, 골격근, 간장, 태반 및 신장 등에서도 나타난다. 경도의 괴사, 신경 교증을 특징으로 하는 비화농성 뇌척수염과 심근염, 간의 문맥주위로 단핵세포 침윤, 근염, 신장염 및 태반염 등도 나타난다(손 등, 2004). 관절만곡 증상을 나타내는 사산된 태아의 경추 및 흉추의 척수부위에서 회백질부분의 감소, 비화농성척수염 및 조직포낭을 확인(Dubey 등, 1989) 하였고, 횡와하여 기립불능 상태인 송아지에서 운동실조 및 척수염을 보고(Parish 등, 1987)되었다.

N. caninum 감염을 진단하는 방법에는 원충의 tachyzoite를 이용한 간접형광항체법(IFAT)를 응집반응(Neospora agglutination test, NAT), 원충의 다양한 항원성분을 이용한 ELISA 등이 있다. 본 시험에는 혈액 항체를 이용한 ELISA 법을 사용하였다.

미국은 젖소의 항체 양성률이 지역별 각각 26.9%, 27.5%인데 비하여(Dyer 등, 2000; Ortega 등, 2007) 비육우는 23.5%였고(Sanderson 등, 2000), 벨기에 경우 동일지역 동시에 시행한 조사 결과 젖소는 28.6%, 비육우는 14.0%였다(De Meersman 등, 2000). 스페인은 젖소 36.8%, 비육우 17.9% (Quintanilla-Gozala 등, 1999), 이탈리아는 젖소 11.4%, 비육우 6.0% (Otranto 등, 2003), 아르헨티나 경우 젖소 27.6%, 비육우 9.7% (Moore 등, 2002), 캐나다는 지역별 젖소 10.4~25.5% (Keefe 등, 2000), 비육우 9.0% (Walder 등, 2001)였다. 그리고, 일본에서는 젖소 20.0%, 비육우 1.5% 항체 양성률을 보였다(Koiwai 등, 2005).

국내에 임신 6개월령의 유산된 젖소 태아에서 *N. caninum*에 의한 감염을 최초로 보고 하였고(김 등, 1997), 1998년 젖소에서 *N. caninum*에 대한 전국적 개체 항체 양성률이 35.6%였다(허 등, 1998). 2001년 충남지역 4개 시·군에서 사육 중인 젖소와 한우를 조사 결과 젖소는 64.2%, 한우는 47.8%가 항체양성을 보였고(허 등, 2001), 2002년은 국내 사육 한우에 대한 전국적 항체 양성률을 조사한 결과 4.1%였다(Kim 등, 2002). 2005년 전라북도 정읍시 지역 사육중인 한우에서 1.3% (정 등, 2005), 2008년 경상북도 울진군 지

역 사육중인 한우에서 7.6% (전 등, 2008), 2010년 경상남도 지역 사육중인 한우에서 29.8%였다(박 등, 2010). 1997년 이후로 지역별로 *N. caninum*에 대한 항체 양성률 조사 되었다. 그러나 지역별 다양한 사육 환경, 감염정도로 인해 항체 양성률에도 차이를 보이지만, 혈청 선정 방법 차이, 지역별 시료 수, 대상의 연령, 성별 등 차이가 항체 양성률에 많은 영향을 미쳤다고 생각된다.

이번 경상북도 남부지역 항체 양성률 조사에서는 이러한 시료 선정에 대한 문제점 때문에 2016년 상반기 경상북도 남부지역 구미 등 7개 시·군에서 사육중인 한우 통계를 바탕으로 총 사육두수가 6,493호 191,480두를 기준으로 하였다. 구미 등 7개 시·군 각각 지역에서 사육중인 한우 농가 중 평균 호수 대비 14.6% (953호), 개체별 1.5% (2,901두)를 선정하였다. 브루셀라병 검사를 위하여 경상북도동물위생시험소에 의뢰 되는 1세 이상 암소, 수소의 혈액을 시료로 채택함으로 거세우, 1세 미만의 소는 제외 되었다.

울릉군은 2016년 상반기 통계 32호 356두 사육중인 한우 농가 중 31호(96%), 261두(73.3%)를 검사 하였고, 1세 이상 암소, 수소의 혈액으로만 실험을 하였다.

이번 조사에서 경상북도 남부지역 구미 등 7개 시·군에서 구미시가 농가별 5.3% (11호), 개체별 2.3% (14두)으로 항체 양성률이 조사되었다. 그러나, 경상북도 남부지역 평균 농가별 3.5% (34호), 개체별 1.3% (40두)와 큰 차이가 보이지 않았다(Table 2). 이는 남부 지역 구미 등 7개 시·군 지역별로 *N. caninum* 감염율 차이가 없는 것으로 판단된다. 2002년 전국적으로 항체 양성률이 4.1%, 2005년 전라북도 정읍시 지역 한우 항체 양성률 1.3%, 2008년 경상북도 울진군 지역 사육중인 한우에서 7.6% (전 등, 2008) 과 비교하여 본다면 항체 양성률은 다소 떨어졌다고 판단된다. 이는 축주의 사양관리에 대한 교육을 통한 인식이 높아짐, 외부로 부터의 감염원이고 종숙주인 개와 접촉이 많이 낮아지고, 이 외 야생 설치류, 고양이, 조류 등의 분변, 분비물로 부터 사료, 음수원 오염에 의한 전파기전에 대한 이해도가 높아져 사육시설 현대화에 의해 감염 기회가 낮아진 것으로 사료된다. 또한, 울릉군은 2006년 소 전염병 청정화 사업을 시작하여 매년 항체 양성우를 색출하고, 후속 조치로 양성우에 대한 도태를 지속적으로 유도한 결과 2013년 10호(23.26%) 22두(4.44%) 항체 양성우가 발생되었으나, 2017년 2호 2두 항체 양성우가 발생되었다(Table 3). 이 결과는 울릉군에서 *N. caninum* 질병

을 매년 검사결과를 토대로 한우 사육농가에게 일대 일식 교육으로 방역 의식을 고조 시킨 성과로 보아야 하며, 섬이라는 울릉군 지역적 특수성 고려하면 지속적인 *N. caninum* 질병관리를 통해 청정화를 할 수 있을 것으로 사료 된다.

경상북도 남부지역, 울릉군은 연령별 항체 양성률은 1~4세, 5세 이상으로 분류하여 항체 양성률을 조사 결과 1~4세의 경우 1.45% (28두), 5세 이상은 1.14% (14두)로 연령이 높을수록 조금 낮게 나타났다(Table 4). 이번 조사는 경남 지역내 소 *N. caninum*에 대한 감염률 조사결과 1~4세 경우 25.4%, 5세 이상 39.7%로 연령이 높아 지면 항체 양성률이 높게 나타나는 경우와 상반된 결과가 나타났다(박 등, 2010). 이 결과는 최근 유·사산이 발생한 암소에 대하여 한우 사육농가들이 조기 도태 등을 실시하여 5세 이상 암소가 유·사산을 일으키는 질병에 감염이 작은 것이 생각된다.

또한, 사육 규모별 1~50두 사육 시설에서 양성 항체 개체수가 29두(69.05%)가 발생 하였다. 51~100두 사육농가 10두(23.8%), 101~200두 사육 농가에서는 3두(7.14%) 발생 하였다. 이것은 사육 규모가 100두 이상인 경우 소 사육농장은 외부로부터의 감염원을 차단하는 현대적인 시설과 방역의식이 강하여 철저한 관리가 잘 이루어짐으로 항체 양성우가 감소함을 알 수 있다. 따라서, *N. caninum* 질병 관리는 감염지역의 철저한 감염을 조사에 기초한 농가 홍보 및 교육, 소 사육 농가의 현대화 사업 중점을 둔다면, 다른 유·사산 및 이상 송아지를 생산하는 브루셀라병, 아까바네병 등과 달리 지속적인 예방대책으로 청정화 사업을 조기 달성할 수 있을 것으로 판단된다.

이번 조사 결과, *N. caninum*은 외국의 사례에서도 젖소는 착유를 위하여 높은 연령까지 사육을 하는 소이므로 높은 감염율을 나타내고 비육을 목적으로 사육하는 소에 대해서 짧은 기간 사육을 하고 생식에 이상이 발생하면 빠른 도태가 이루어짐으로 지속적인 감염원이 될 수는 없다. 따라서, 비육우는 감염률이 다소 떨어졌다.

현재 국내 한우 사육농가의 특성 고려하여 보면, 정부 방역기관에서 구제역, 브루셀라병, 결핵병 등 질병에 대한 교육과 홍보를 통해 축주 들이 질병에 대한 인식이 높아지고, 방역의식 또한 다른 어느 때보다 높다고 할 수 있다. 이러한 시기에 *N. caninum*에 대한 유·사산 발생에 따른 농가 경제적 소득 손실 등 홍보와 현대화 시설 전문적인 관리, 최근 사육규모가

작은 농장의 자연스러운 도태 등을 고려하면, 다른 어떠한 질병보다 빠른 청정화 사업 효과를 거둘 수 있는 기반이 된다고 생각된다.

결 론

경상북도 남부지역 및 울릉군에서 사육 중인 한우에 대한 *N. caninum* 항체 양성률 검사를 위하여 남부지역은 953호 2,901두, 울릉군은 31호 261두에 대한 혈청검사(ELISA)를 실시하였다. 총 984호 3,162두를 검사하여 36호(3.6%), 42두(1.3%)가 항체 양성을 나타내었다.

지역별 농가별 항체 양성률은 경북 남부지역 8개 시·군 농가별 평균 양성률은 3.5% (34호), 울릉군 지역은 6.4% (2호)였고, 이 중 구미시가 농가별 양성률이 5.3% (11호), 개체별 양성률이 2.3% (14두)로 가장 높았고, 울릉군은 0.7% (2두)였다. 연령별 항체 양성률은 1~4세의 경우 1.4% (28두)였으나, 5세 이상은 1.1% (14두)로 감소하였다. 사육 규모별 혈청 양성 두수는 1~50두 농가에서 29두로 가장 높았고, 51~100두는 10두, 101~200두는 3두, 200두 이상 농가에서는 발생이 없었다.

REFERENCES

- 권미순, 정재명, 이지영, 배정준, 윤여백. 2008. 남원지소 관내 한우와 홀스타인 비육우에서 *Neospora caninum* 감염 실태조사. *한국가축위생학회지* 31(1): 79-86.
- 김대용, 황우석, 김재훈, 허 권, 황의경, 이병천, 진영화, 이재진, 최상호. 1997. *Neospora*에 의한 소 유산 발생. *대한수의학회지* 37(3): 607-612.
- 김재훈, 손현주, 황의경, 황우석, 허권, 진영화, 이병천, 이재진, 강영배, 山根면郎. 1998. 국내 소에서 *Neospora caninum*의 분리. *대한수의학회지* 38(1): 139-145.
- 김재훈, 황의경, 손현주, 진영화, 유순식, 김대용. 1998. *Neospora caninum*에 의한 젖소의 반복유산. *대한수의학회지* 38(4): 853-858.
- 박애라, 하대식, 조성숙, 권영택, 박동엽, 이국천, 허정호. 2010. 경남 지역내 소 *Neospora caninum*에 대한 감염률 조사. *한국가축위생학회지* 33: 151-156.
- 손성봉, 정원일, 정규식, 이차수. 2004. 한우 및 이상산 송아지의 *Neospora caninum*의 감염에 대한 면역조직화학적 및 혈청학적 관찰. *한국가축위생학회지* 27(1): 53-62.
- 전령훈, 장영술, 이은미, 최정혜, 박노찬. 2008. 울진군 한우 *Neospora caninum* 감염 실태조사. *한국가축위생학회지* 31(3): 363-367.

- 정재명, 권미순, 윤여백, 한규삼. 2005. 정읍지역에서 사육중인 한우에서 *Neospora caninum*에 대한 항체가 조사. 한국가축위생학회지 24(1): 9-14.
- 추금숙, 형상기, 임정철, 서이원. 2007. 전북 익산지역 젖소에서 네오스포라, 요네병, 백혈병 및 브루셀라에 대한 항체가 조사. 한국가축위생학회지 30(1): 95-102.
- 허권, 김재훈, 황우석, 황의경, 진영화, 이병천, 배지선, 강영배, 야마네 이츠로, 김대용. 1998. 간접형광항체법을 이용한 국내 젖소의 *Neospora caninum*에 대한 항체가 조사. 한국가축위생학회지 24(1): 9-14.
- 허인, 김영진, 김 희, 허진희, 박일규, 강승원, 정우석. 2001. 소에서 *Neospora caninum*에 대한 항체양성을 조사. 대한수의학회지 43(2): 283-288.
- 황의경. 2003. 강원도 사육 한우에서 *Neospora caninum*에 대한 항체양성을 조사. 대한수의학회지 43(2): 283-288.
- De Meerschman F, Speybroeck N, Berkvens D, Rettingnera C, Focant C, Leclipteux T, Cassart D, Losson B. 2002. Fetal infection with *Neospora caninum* in dairy and beef cattle in Belgium. *Theriogenology* 58(5): 933-945.
- Dubey JP. 1999. Recent advances in *Neospora* and neosporosis. *Vet Parasitol* 84: 349-367.
- Dyer RM, Jenkins MC, Kwok OC, Douglas LW, Dubey JP. 2000. Serologic survey of *Neospora caninum* infection in a closed dairy cattle herd in Maryland: risk of serologic reactivity by production groups. *Vet Parasitol* 90(3): 171-181.
- keefe Gp, Vanleeuwen JA. 2000. *Neospora* then and now: prevalence of *Neospora caninum* in Maritime Canada in 1979, 1989, and 1998. *Can Vet J* 11(11): 864-866.
- Kim HY, Lee JK, Hwang EK, Kim DY. 2002. Prevalence of antibodies to *Neospora caninum* in Korean native beef cattle. *J Vet Med Sci* 64: 941-943.
- Koiwai M, Hamaoka T, Haritani M, Shimizu S, Tsutsui T, Eto M, Yamane I. 2005. Seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy and beef cattle with reproductive disorders in Japan. *Vet Parasitol* 130(1-2): 15-18.