

# 인천지역 반려동물 판매업소의 병원체 오염 조사

김태준\* · 정 철 · 김민영 · 김경호 · 권문주

인천광역시보건환경연구원

## Survey on pathogen contamination in pet shops in Incheon, Korea

Tae-Joon Kim\*, Cheol Jeong, Min-Young Kim, Kyung-Ho Kim, Moon-Joo Kwon

Public Health & Environment Research Institute of Incheon, Incheon 22320, Korea

Received August 30, 2024  
Revised September 7, 2024  
Accepted September 10, 2024

Corresponding author:

Tae-Joon Kim

E-mail: justine92@korea.kr

https://orcid.org/0000-0003-0983-0468

To survey different pathogens contaminated in pet shops in Incheon Metropolitan city, a total of 124 samples (67 cage swabs and 57 feed bowl swabs) were collected from 20 pet shops located in Incheon area and tested 10 viruses, one parasite, and 13 food-poisoning causing bacteria by conventional polymerase chain reaction (PCR) or real-time PCR assays in this study. Based on the PCR results for 67 cage swabs, the detection rates of canine herpesvirus, canine parvovirus and canine coronavirus were 13.4% (9/67), 7.5% (5/67), and 1.5% (1/67) respectively. Out of 57 feed bowl swab samples, 6 (10.5%), 3 (5.3%), and 2 (3.5%) were positive for *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, and enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC), respectively. These results showed that some pet shops in Incheon area were contaminated with different pathogenic viruses, bacteria. Therefore, more extensive efforts are needed to improve the biosecurity and disease prevention in pet animal shops.

**Key Words:** Companion animal, Pet shops, Viral diseases, Food poisoning bacteria, PCR

### 서 론

반려동물에 대한 관심도가 높아지면서 가정에서 반려 목적으로 기르는 개, 고양이 등의 동물 사육 두수가 꾸준히 증가하는 추세이다. 2020년 동물보호에 대한 국민의식조사 보고서에 따르면 반려동물을 양육하고 있는 가구는 약 638만 가구로 2019년 대비 1.3퍼센트 증가하였다(농림축산식품부, 2021). 이제 애완동물(pet) 개념이 아닌 반려동물(companion animal)이라는 개념이 정착되면서 사람과 생활환경을 공유하는데 그치지 않고 기쁨, 슬픔 등의 감정까지도 함께 느끼며 살아가는 진정한 가족과 같은 지위를 가지게 되는 추세이다. 이렇게 반려동물들의 사회적 인식이 높아지면서 자연스럽게 이와 같은 반려동물을 분양 또는 입양 받을 수 있는 동물판매업소에 대한 관심도 높다. 2018년 반려동물에 대한 인식 및 양육 현황 조사 보고서에 따르면 기르고 있는 반려동물을 분양받은 장소를 애견분양가게

라고 답한 경우가 30.4%로 친척/친구/지인으로부터 받은 경우(46.3%)에 이어 2번째로 많은 것으로 나타났다(문화체육관광부와 농촌진흥청, 2019).

이른바 펫샵이라고 불리는 동물판매업소를 통해 반려동물을 분양받는 과정에서 질병에 이환된 동물을 분양 받아 법적인 문제까지도 발생하는 등 사회적 문제가 대두되고 있다. 동물보호법 시행규칙 제 49조에서는 동물판매업자가 동물을 판매한 후 15일 내에 폐사한 경우 동종의 동물로 교환 또는 구입 금액을 환불하도록 명시하고 있고 같은 법 시행규칙 제 51조에서는 동물의 사육관리 및 질병예방에 관한 사항을 포함한 교육을 동물판매업자로 하여금 1년에 3시간 이상 이수하도록 하고 있다. 하지만 질병에 노출된 동물을 판매하는 것에 대한 제재 등의 법적 근거는 부족한 실정이다. 그러므로 무엇보다 판매중인 동물들이 질병에 노출되지 않도록 예방하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

동물병원에 내원한 반려견에 대한 바이러스성 질병의 실태조

사와 동물보호소의 입양대상 유기견에 대한 호흡기질병 실태조사가 이루어진 바는 있으나 동물판매업소를 대상으로 한 반려동물 질병 실태조사는 아직까지 국내에서 수행된 바 없다(Na 등, 2013; Koh 등, 2020).

이 연구에서는 이처럼 반려동물을 처음 만나게 되는 경로로 큰 비율을 차지하는 동물판매업소의 내부 환경에서 바이러스성, 기생충성, 세균성 병원체 오염 여부를 유전자 검사를 통해 확인함으로써 반려동물 분양시설의 사육 환경을 개선하는데 필요한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 채취

2019년 1월부터 2020년 12월까지 인천 소재 동물판매업소 35개소를 대상으로 시료를 채취하였다. 개와 고양이가 사육되고 있는 케이지의 내부 벽면과 바닥을 멸균 면봉으로 문질러 검사용 시료를 채취하였으며, 이를 바이러스 10종 및 기생충 1종에 대한 PCR 검사에 제공하였다. 또한, 사용 중인 사료그릇 표면에 세균 수송배지(COPAN, Brescia, Italy)를 사용하여 채취한 시료는 식중독을 유발하는 13종의 세균에 대한 real-time PCR 검사에 제공하였다. 이와 같이 검사 대상 35개소에서 총 124점(케이지 67점 및 사료그릇 표면 57점)의 시료를 채취하였다(Table 1).

### 핵산 추출 및 PCR 분석

케이지 시료를 채취한 면봉은 PBS (phosphate buffered saline) 1 mL에 균질화하여 3000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상층액을 분리하였고, 사료그릇 표면에서 채취하여 수송배지에 담아 운반한 시료는 Tryptic soy broth (BD, NJ, USA) 10 mL에 접종하여 24시간동안 증균배양하였다. 각 상층액 및 배양액 시료 200 µL를 대상으로 자동핵산추출기(QIACUBE HT, Qiagen, Hilden, Germany)를 이용하여 핵산을 추출하였다. 케이지 표면 시료에서 추출한 핵산 시료들은 10종의 바

이러스 즉, 개 허피스바이러스(Canine herpesvirus 1, CHV-1), 개 파보바이러스(Canine parvovirus 2, CPV-2), 개 코로나바이러스(Canine coronavirus, CCoV), 개 파라인플루엔자 바이러스(Canine parainfluenza virus, CPIV), 개 디스템퍼 바이러스(Canine distemper virus, CDV), 고양이 허피스 바이러스(Feline herpesvirus, FHV), 고양이 코로나바이러스(Feline coronavirus, FCoV), 고양이 칼리시바이러스(Feline calicivirus, FCV), 고양이 백혈병바이러스(Feline leukemia virus, FeLV) 및 고양이 전염성 복막염바이러스(Feline infectious peritonitis virus, FIPV)와 1종의 기생충 즉, 톡소포자충(*Toxoplasma gondii*)의 오염 여부를 확인하기 위한 PCR 검사를 실시하였다(Table 1). PCR 검사는 국내 제조업체(iNtRON Biotechnology, Seongnam, Korea)에서 시판되는 각 병원체 키트(IP11073, IP11074, IP12071, IP12072, IPC11048.1, IP11176, IP12176, IP12177, IP12178, IP12178, IP21666)를 구입하여 제조사의 추천 방법대로 PCR machine (C1000™ Thermal Cycler, BIO-RAD, CA, USA)을 이용하여 실시하였다. PCR 증폭 산물들은 1.5% agarose gel에 100 V로 25 분간 전기영동한 다음, 20,000배 희석한 red safe (iNtRON Biotechnology, Seongnam, Korea)로 염색한 후에 UV transilluminator (Gel DOC™ XR+, BIO-RAD)를 사용하여 각 병원체 특이적인 밴드의 유무를 확인하여 판독하였다. 사료그릇의 표면에서 채취한 시료에서 추출한 핵산시료들은 *Campylobacter (C.) jejuni*, *Campylobacter (C.) coli*, *Clostridium (C.) perfringens*, *Listeria (L.) monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Bacillus (B.) cereus*, *Yersinia (Y.) enterocolitica*, *Staphylococcus (S.) aureus*, EHEC (Enterohemorrhagic *Escherichia coli*), ETEC (Enterotoxigenic *Escherichia coli*), EAEC (Enteraggregative *Escherichia coli*), EPEC (Enteropathogenic *Escherichia coli*), EIEC (Enteroinvasive *Escherichia coli*) 등 13종 세균의 오염 여부를 real-time PCR로 확인하였다(Table 1). Real-time PCR은 PowerChek™ 20 Pathogen Multiplex Real-time PCR Kit (Kogenebiotech, Seoul, Korea)와 7500 real-time PCR System (Applied biosystems, MA, USA)을 이용하여 실시하

**Table 1.** Samples and pathogens tested in this study

Sample type	No. of collected	Pathogens tested
Cage swab	67	CPV-2, CHV-1, CCoV, CPIV, CDV, FHV, FCoV, FCV, FeLV, FIPV, <i>T. gondii</i>
Feed bowl swab	57	<i>C. jejuni</i> , <i>C. coli</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Y. enterocolitica</i> , <i>S. aureus</i> , EHEC, ETEC, EAEC, EPEC, EIEC

였으며, 키트 제조사에서 제시한 검출 한계인 Ct값 35 이하에서 특이적인 증폭곡선이 나타났을 경우 양성으로 판단하였다.

## 결 과

### 케이지 채취 시료에서의 바이러스 및 기생충 검출 결과

동물판매업소 35개소의 케이지 표면에서 채취한 시료 67점을 대상으로 PCR 검사를 실시한 결과(Table 2), 11개 업소의 시료 14점에서 총 15건의 바이러스가(CPV-2 5건, CHV-1 9건, CCoV 1건) 검출되었다. 미추홀구 소재 1개 업체의 케이지 시료 1점에서는 CHV-1과 CPV-2가 중복으로 검출되었다. 동구 소재 1개 업체의 케이지 시료 2점에서는 공히 CPV-2가 검출되었고, 연수구 소재 2개업체의 케이지 시료 4점에서는 공히 CHV-1가 검출되었다. 검사 대상 바이러스 10종 중 고양이를 숙주로 하는 FHV, FCoV, FCV, FeLV 및 FIP 그리고 개를 숙주로 하는 CPIV 및 CDV는 검출되지 않았으며 고양이를 종숙주로 하는 원충인 *T. gondii*도 검출되지 않았다.

### 사료그릇 채취 시료에서의 세균 검출 결과

동물판매업소 35개소의 사료그릇에서 채취한 시료 57점을 대상으로 Real-time PCR 검사를 실시한 결과(Table 3), 8개 업소의 시료 8점에서 11건의 세균이(*C. perfringens* 6건, *B.*

*cereus* 3건 및 EPEC 2건) 검출되었다. 연수구 2개 업체와 남동구 1개 업체 채취 시료에서는 2종 이상의 세균 유전자가 중복적으로 검출되었다. 검사대상 세균 중 *C. jejuni*, *C. coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Y. enterocolitica*, *S. aureus*, EHEC, ETEC, EAEC 및 EIEC는 검출되지 않았다.

### 업소별 병원체 검출 결과

동물판매업소 35개소 중 케이지 시료에서 바이러스가 검출된 업소는 11개소(31.4%)였고, 사료그릇 시료에서 세균이 검출된 업소는 8개소(22.9%)였으며, 바이러스 또는 세균이 모두 검출되지 않은 업소는 18개소(51.4%)였다.

## 고 찰

CPV-2는 어린 강아지에서 심각한 임상증상을 나타내며 폐사를 유발하는 바이러스로 이 연구에서 5건(7.5%)이 검출되었다. CPV-2는 주로 소화기계 장기에 친화성이 높고 그에 따라 분변으로 배설되어 몇 주에서 길게는 2년까지도 살아남는다(Patel과 Heldens, 2009). 그렇기 때문에 이처럼 CPV-2에 오염된 케이지에 충분한 세척, 소독 없이 새로운 동물이 들어온다면 분변-

**Table 3.** Detection of bacterial pathogens from feed bowl swab samples

Pathogens*	No. of tested	No. of positive	Detection rate (%)
<i>C. jejuni</i>	57	0	0
<i>C. coli</i>	57	0	0
<i>C. perfringens</i>	57	6	10.5
<i>L. monocytogenes</i>	57	0	0
<i>Salmonella</i> spp.	57	0	0
<i>B. cereus</i>	57	3	5.3
<i>Y. enterocolitica</i>	57	0	0
<i>S. aureus</i>	57	0	0
EHEC	57	0	0
ETEC	57	0	0
EAEC	57	0	0
EPEC	57	2	3.5
EIEC	57	0	0

\**Campylobacter* (*C.*) *jejuni*, *Campylobacter* (*C.*) *coli*, *Clostridium* (*C.*) *perfringens*, *Listeria* (*L.*) *monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Bacillus* (*B.*) *cereus*, *Yersinia* (*Y.*) *enterocolitica*, *Staphylococcus* (*S.*) *aureus*, EHEC (Enterohemorrhagic *Escherichia coli*), ETEC (Enterotoxigenic *Escherichia coli*), EAEC (Enteraggregative *Escherichia coli*), EPEC (Enteropathogenic *Escherichia coli*), EIEC (Enteroinvasive *Escherichia coli*).

**Table 2.** Detection of pathogens from cage swab samples

Pathogens*	No. of tested	No. of positive	Detection rate (%)
CHV-1	67	9	13.4
CPV2	67	5	7.5
CCoV	67	1	1.5
CPIV	67	0	0
CDV	67	0	0
FHV	67	0	0
FCoV	67	0	0
FCV	67	0	0
FeLV	67	0	0
FIPV	67	0	0
<i>T. gondii</i>	67	0	0

\*CHV-1, Canine herpesvirus 1; CPV2, Canine parvovirus 2; CCoV, Canine coronavirus; CPIV, Canine parainfluenza virus; CDV, Canine distemper virus; FHV, Feline herpesvirus; FCoV, feline coronavirus; FCV, Feline calicivirus; FeLV, Feline leukemia virus; FIPV, Feline infectious peritonitis virus; *T. gondii*, *Toxoplasma gondii*.

구강 경로를 거쳐 감염될 가능성이 높다.

CHV-1는 9건(13.4%)이 검출되며 검사대상 바이러스 10종 중 가장 높은 검출율을 보였다. CHV-1는 1960년대 중반 처음으로 어린 개에서 치명적인 증상을 일으키는 바이러스로 보고되었다(Carmichael 등, 1965). 성견에 감염될 경우는 가벼운 호흡기 증상만을 보이는 경우가 많으며 고령, 임신, 스트레스 등의 요인으로 면역기능이 떨어진 경우 더 강한 병원성을 나타낸다(Ronsse 등, 2005). 출산 과정 중 산도에서 CHV-1에 감염된 어미로부터 바이러스가 감염되는 경우가 많다(Hashimoto 등, 1982).

CCoV는 1건(1.5%)이 검출되었다. CCoV 감염은 보통 장관계에 국한되며 대개 불현성 감염이거나 약한 장염 증상만을 나타낸다(Tennant 등, 1991). 하지만 어리거나 면역이 저하된 개체에서는 CPV-2와의 복합감염으로 인해 급성 설사증상을 나타내어 폐사까지 이를 수 있다. CCoV에 감염된 반려견의 바이러스 배출은 6~9일간 정도이지만 6개월까지 지속되기도 한다(Pratelli, 2008).

이번 연구에서는 기존 광주광역시 동물보호소의 유기견을 대상으로 한 호흡기질병 실태조사에서 CHV-1이 95건(31.7%), CPIV가 6건(2.0%) 검출된 것에 비해 상대적으로 낮은 검출율을 보였다(Na 등, 2013). 또한 광주지역 반려동물 바이러스 질병 예측조사에서 CPIV가 11건(3.7%), CPV-2가 55건(18.3%) 검출된 것에 비해서도 낮은 비율을 보였다(Koh 등, 2020). 이는 개에서 직접 비침과 분변시료를 채취한 기존의 연구와는 달리 이번 연구에서는 케이지 내부 벽면과 바닥을 스왑한 것을 검사재료로 사용했으며, 기존의 연구들이 집단관리 환경으로 인한 스트레스로 전염성 질병의 전파 가능성이 큰 동물보호소의 유기견을 검사대상으로 했다는 점이 그 원인으로 생각된다.

이처럼 케이지 시료에서 CPV-2, CHV-1, CCoV 유전자를 PCR 검사법으로 확인할 수 있었다. 이것이 직접적인 질병 발생을 의미한다고 할 수는 없으나 바이러스가 케이지 환경 중 존재하여 언제든지 감염될 가능성이 있기 때문에 적절한 소독제를 사용하여 바이러스를 사멸시켜야 한다. CPV-2는 흔히 소독 목적으로 사용되는 70% 에탄올 용액으로는 사멸시킬 수 없고, 0.37%의 sodium hypochlorite 용액을 15분 이상 적용하는 것이 효과적이다. 소독 전 케이지 내부에 존재하는 분변 등의 유기물을 철저히 제거해야 알맞은 소독효과를 얻을 수 있다(Cavalli 등, 2018). CPV-2는 특히 어린 동물을 주로 판매하는 동물판매업소에서 특히 더 중요하게 관리해야 한다. 케이지에 새로이 입식되는 동물에 대해서 예방 접종을 철저히 하고, 예방접종을 통한 항체가 충분히 형성되기 전까지는 사람이나 오염된 물건에

의해 원인이 동물에 접촉·감염되지 않도록 위생관리를 철저히 하여야 할 것이다.

*C. perfringens*는 사람이나 동물의 장관에서 상주하는 균으로서 토양, 물, 식품 등 자연계에 널리 분포되어 있는 세균으로 6건(10.5%)이 검출되며 세균 검사항목 중 가장 높은 비율을 차지했다. 그러나 이번 조사에서 검출된 6건 모두 *C. perfringens*의 장독소 유전자 *cpa*였으며 *cpe* 유전자는 검출되지 않았다. *cpe*는 개에서 장염을 일으키는 원인으로 알려져 있으나 *cpa*는 임상적인 유의성이 없는 것으로 알려져 있다(Marks 등, 2002; Uzal 등, 2010).

*B. cereus*는 3건(5.3%)이 검출되었다. *B. cereus*는 그람양성 간균으로 호기성의 아포형성균이다. 이 균이 산생하는 enterotoxin, vomitoxin이 식중독을 일으키며 건조, 가열 등의 처리에 대해 저항성을 가지고 있어 환경 중에 장기간 생존한다.

EPEC는 2건(3.5%)이 검출되었는데, 이는 같은 시료에서 *eaeA*와 *bfpA* 2가지 유전자를 함께 검출한 것이다. 이 2가지 유전자는 숙주의 장 상피세포에 EPEC를 부착시키는 병원성 인자 발현에 관여한다(Nataro 등, 1998). 개에서 EPEC의 감염은 설사 등의 장관계 증상을 일으킨다고 알려져 있지만 건강한 개에서도 5%에서 9%까지 정상적으로 감염되어 있는 것으로 보고된 바 있다(Sancak 등, 2004).

반려동물이 이와 같은 식중독균에 감염되는 것을 막기 위해서 동물에게 사료 급여시 남기지 않고 먹을 수 있는 양만 급여하고, 남았다면 바로 그릇을 치우고 세척한 후 다시 사용할 수 있도록 하는 등 올바른 관리 방법을 준수하여 위생적인 환경을 조성해야 한다.

이번 연구는 국내에서 최초로 동물판매업소를 대상으로 하여 반려동물의 다양한 전염성 질병 원인체의 환경오염도를 조사하였다. 향후 동물판매업소의 환경검사 뿐만 아니라 사육중인 동물들에 대한 개체별 질병 감염 여부까지 종합하여 분석하는 연구가 수행된다면 마음놓고 건강한 동물을 분양받을 수 있는 환경을 조성하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

## 결론

인천지역에서 선정된 동물판매업소 35개소에 대한 10종의 바이러스, 1종의 기생충, 13종의 세균에 대한 유전자검사를 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 바이러스 검사 결과 35개소 67건의 케이지 시료 중 CPV-2가 5건(7.5%), CHV-1가 9건(13.4%), CCoV가 1건(1.5%) 검출되었다.

2. 식중독 유발 세균 검사 결과 35개소 57건의 사료그릇 채취 시료에서 *C. perfringens* (cpa) 가 6건(10.5%), *B. cereus*가 3건(5.3%), EPEC가 2건(3.5%)이 각각 검출되었다.

3. 본 결과는 해당 업체에 제공하여 동물판매업자로 하여금 동물을 사육하고 있는 케이지 내부를 주기적인 청소 및 소독을 통하여 청결하게 관리하고, 기존의 사육 동물이 나가고 새로운 동물을 들여보내기 전에 충분한 소독을 거쳐 환경에 존재하는 병원성 원인에 노출되는 것을 최소화할 수 있도록 지도 및 홍보하였다. 검사대상 업체의 관할 구청에 검사 결과를 제공하여 동물판매업소의 위생관리에 대한 기초 및 홍보자료로 활용할 수 있도록 할 예정이다.

## CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## ORCID

Tae-Joon Kim, <https://orcid.org/0000-0003-0983-0468>  
 Cheol Jeong, <https://orcid.org/0000-0003-0632-3604>  
 Min-Young Kim, <https://orcid.org/0009-0005-8811-5797>  
 Kyung-Ho Kim, <https://orcid.org/0009-0003-2034-752X>  
 Moon-Joo Kwon, <https://orcid.org/0009-0002-4314-5413>

## REFERENCES

- 농림축산식품부. 2021. 2020년 동물보호에 대한 국민의식조사 결과보고서.
- 농림축산식품부. 2024. 동물보호법 시행규칙 제 49조(영업자의 준수사항), 제 51조(영업자 교육).
- 문화체육관광부, 농촌진흥청. 2019. 2018년 반려동물에 대한 인식 및 양육 현황 조사 보고서.
- Carmichael LE, Squire RA, Krook L. 1965. Clinical and pathologic features of a fatal viral disease of newborn puppies. *Am J Vet Res* 26: 803-814.
- Cavalli A, Marinaro M, Desario C, Corrente M, Camero M, Buonavoglia C. 2018. In Vitro virucidal activity of sodium hypochlorite against canine parvovirus type 2. *Epidemiol Infect* 146(15): 2010-2013.
- Hashimoto A, Hirai K, Yamaguchi T, Fujimoto Y. 1982. Experimental transplacental infection of pregnant dogs with canine herpesvirus. *Am J Vet Res* 43: 844-850.
- Koh BRD, Kim HN, Kim HJ, Oh AR, Jung BR, Park JS, Lee JG, Na HM, Kim YH. 2020. A survey of respiratory pathogens in dogs for adoption in Gwangju metropolitan city animal shelter, South Korea. *Korean J Vet Serv* 43(2): 67-77.
- Marks SL, Kather EJ, Kass PH, Melli AC. 2002. Genotypic and phenotypic characterization of *Clostridium perfringens* and *Clostridium difficile* in diarrheic and healthy dogs. *J Vet Intern Med* 16: 533-540.
- Na HM, Bae SY, Lee YE, Park JS, Park SD, Kim ES, Kim YH. 2013. Prediction survey on the viral diseases of companion animals in Gwangju area, Korea. *Korean J Vet Serv* 36(3): 187-192.
- Nataro JP, Kaper JB. 1998. Diarrheogenic *Escherichia coli*. *Clin Microbiol Rev* 11: 142-201.
- Patel JR, Heldens JGM. 2008. Review of companion animal viral disease and immunoprophylaxis. *Vaccine* 27: 491-504.
- Pratelli A. 2008. Canine coronavirus inactivation with physical and chemical agents. *Vet J* 117: 71-79.
- Ronsse V, Verstegen J, Thiry E, Onclin K, Aeberle C, Brunet S, Poulet H. 2005. Canine herpesvirus (CHV-1): clinical, serological and virological patterns in breeding colonies. *Theriogenology* 64: 61-74.
- Sancak AA, Rutgers HC, Hart CA, Batt RM. 2004. Prevalence of enteropathic *Escherichia coli* in dogs with acute and chronic diarrhea. *Vet Rec* 154: 101-106.
- Tennant BJ, Gaskell RM, Kelly DF, Carter SD, Gaskell CJ. 1991. Canine coronavirus infection in the dog following oronasal inoculation. *Res Vet Sci* 51: 11-18.
- Uzal FA, Vidal JE, McClane BA, Gurjar AA. 2010. *Clostridium perfringens* toxins involved in mammalian veterinary diseases. *open toxinology J* 3: 24-42.