J. Fd Hyg. Safety 16(4), 258–263 (2001)

집단 급식용 생계육에서 *Campylobacter*의 분리 및 동정

박종현†
경원대학교 식품생물공학과

Isolation and Identification of *Campylobacter* spp. from Raw Chicken Carcasses in Food Service

Jong-Hyun Park†
Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Songnam 461-701, Korea

ABSTRACT – *Campylobacter* spp. isolated and identified from the raw chicken carcasses in food service, were characterized. Total bacterial counts on the skins of raw chicken were 10^4~10^6 CFU/g and a total of 205 strains were primarily isolated after enrichment culture and selective culture of the sample with candle and microaerophilic chamber method. Among them, twenty eight strains of Gram-negative, catalase-positive and oxidase-positive were further isolated by the determination of biochemical characteristics. Only sixteen strains of them were finally identified as *Campylobacter* with PCR of pA and pB primers. Nine strains, more than half of them, have grown at 42°C and 25°C and seven strains defined as thermophilic *Campylobacter* grew not at 25°C, but at 42°C. Therefore, more careful management of food safety for raw chicken is needed in food service. Particularly, we should concern the raw chicken carcasses with high bacteria contamination, more them 10^5CFU/g, which possibly includes *Campylobacter* spp. grown at low temperature.

Key words □ raw chicken, food service, PCR, total bacterial count, low temperature *Campylobacter*

현재 우리나라는 경제 발전과 함께 식품 위생환경은 향상되었으나, 육류 식품의 소비가 늘고 외식의 증가로 선진국과 유사[1-2]한 병원성식중독균에 의한 식중독 사고의 위험은 증가하고 있는 추세에 있다. 그리고 식품 생산의 대형화 및 공장화 등의 이유로 이전에 문제시되지 않던 여러 문제가 대두되고 있으며, 수입 식품의 증가, 집단 급식의 증가에 따라서 식중독은 점차 대형화와 발생 빈도 역시 증가되고 있는 실정이며 따라서 이러한 문제 해결을 위한 대안제시가 시급하게 요구되고 있다.

우리나라의 식중독 유발 식품은 주로 육류 및 그 가공품으로 전체 식중독 환자의 50%이상[3]을 차지하고 있으며, 그 중에서 가금류는 다른 쇠고기, 돼지고기 등과는 달리 생산 공정 중에 세균오염이 잘 일어나는 육류이다. 가공, 유통, 조리 중에 물과 함께 모공에 포집되는 *Salmonella*등이 주요 원인균임이 입증되었고, *Campylobacter*는 가공공정 중 닭 내장 속에 존재하다가 계육 표면으로 오염[4]되는 것으로 알려져 있다.

인체에 감염시 병원성 질환을 일으키는 *Campylobacter*는 Butzler[5] 등, Blaser[6] 등에 의하여 *Salmonella, E. coli* 등과 더불어 중요한 병원성 세균으로 주목 받고있다. 이러한 *Campylobacter*는 McFadyean과 Stockman이 유산된 면양으로부터 분리해 미호기성 *Vibrio*로 명명[7]하였으나 그 이후 King은 이 균의 세균학적 특성을 검토한 결과 *Vibrio*와는 다른 균임을 확인하고 이 균을 "related Vibrio"라 분류[8]하였다. Veron, Chatelain 및 Smibert[9]는 DNA의 GC함량이 *Vibrio*와는 달리 33~35 mole%인 것이 규명되어 새로이 curved rod라는 뜻의 *Campylobacter*라고 분류하였다.

*Campylobacter*는 Gram(-), 만곡형 또는 나선형의 간균, 균체 양극에 단일 편모를 가지고 있으며 corkscrew의 독특한 운동성을 가지고 있고, 미호기성이며 공기 노출, 건조, 낮은 pH, 열처리, 냉동 등의 환경 stress에 의해 균들이 점차 구형으로 변하는 특성[10]을 갖는다. 이 중 *Campylobacter jejuni*와 *Campylobacter coli*가 대부분 인체내 병원성을 나타내고 있고, 급성 장염의 90% 정도는 *Campylobacter jejuni*가 일으키기는 하나 이외의 균종들도 설사병을 일으킬 가능성이 있기 때문에 모든 *Campylobacter* 균주들이 병원성을 가지고 있다.[11-12] 세균성 설사증이 주된 증상이지만 열, 메스꺼움, 복통, 구토 등도 나타나며, 드문 경우지만 최근에는 급성 염증다발성신경병인 Guillain-Barre syndrome을 일으킬 수 있으

†Author to whom correspondence should be addressed.

며[13], 심한 경우는 사망까지 이를 수 있다. *Campylobacter*의 발병 기전은 아직 정확히 규명되지 않았지만 현재까지 알려진 것은 *V. cholerae, E. coli* 등의 enterotoxin과 유사한 설사를 유발하는 heat-labile toxin의 생성, 소장 상피 세포로 침투, 증식해 세포의 손상 및 염증의 유발, 소장 외부로 *Campylobacter* 감염을 전이하는 것으로 알려져 있다[4]. *Campylobacter*의 항생물질에 대한 내성은 대부분의 균주가 cephalothin, cefaxain, moxalactam, cefoperazone, trimethoprim lactate등에 내성이 있는 것으로 알려져 있고, 약제내성 전달은 *Campylobacter jejuni*와 *Campylobacter fetus*의 plasmid가 tetracycline 내성유전자를 보유하고 있으며, tetracycline내성은 다른 장내세균에서는 전달이 되지 않는 특성을 갖는 것으로 알려져 있다.[14]

이러한 특성을 지닌 *Campylobacter*는 60°C 이상의 온도, 건조 등에 민감하며, 다른 병원균들과 유사하게 실온보다는 냉장 조건에 생존율이 더욱 높고, hydrogen peroxide, ascorbic acid 및 trisodium phosphate 처리, 방사선 조사, 2% 염농도 등의 처리로 생육을 억제하거나 파괴시키므로 가금류 등에서의 발생율을 낮출 수 있다고 보고되고 있다.

이와같이 *Campylobacter*는 *Arcobacter, Yersinia*등과 같이 최근에 주로 문제가 대두되기 시작한 newly emerging pathogen[15]이나 국내에서의 식품 조리 및 제조 과정 중의 식중독 오염 경로에 대한 분석 등의 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. *Campylobacter*는 일반적인 식중독 세균에 비해 아주 적은 infective dose인 20~500cell 만으로도 식중독을 유발[16]할 수 있으며, 또한 viable but nonculturable cell(VBNC)로 보고[17]되고 있어 이에 대한 대책이 시급하게 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 집단급식소에 납품되는 계육에서 *Campylobacter*를 분리, 동정 후 오염정도를 분석하여 이의 위해 가능성에 대한 분석을 하고자 하였다.

재료 및 방법

계육 및 사용 균주

경기지역의 한 초등학교에 납품되어지는 단체 급식용 계육 제품에서 일반 세균과 *Campylobacter*를 분리하여 실험에 사용하였다. 수집된 재료들은 식단에 따른 발주 사양에 맞추어 납품업체에서 전처리 되어 부위별로 분리 포장되어 5°C 이하의 온도에서 납품되었다. 부위별 5회에 걸쳐 계육 토막 30개, 닭가슴살 20개, 닭다리살 10개, 닭다리 10개, 통닭 5마리 등 75개의 시료를 사용하였다. 항생제 내성 및 sanitation reagent의 특이성 확인하기 위해 표준 균주로 *Campylobacter jejuni* ATCC 33291, *Campylobacter jejuni* A74/C를 사용하였다.

총균수 계수

닭고기 25 g을 무균적으로 채취하고 0.85% 생리 식염수 225 ml을 가하여 stomaching(60sec., 8.0 strokes/sec)한 후 0.1 ml을 취하여 Plate Count Agar(Difco) 배지에 도말하고 35°C에서 24시간 동안 배양한 후 계측하여 총균수로 사용하였다. 특히 통닭의 표피와 표피 내부의 살 부위에서의 총균수 측정을 위하여 무균적으로 각각의 시료 25 g씩을 채취하였다.

*Campylobacter*의 증균 및 분리

*Campylobacter*의 분리를 위해 재래적인 방법인 candle method와 miroaerophilic chamber(Bug box, Ruskin tech. Co., UK)를 병행하여 비교 실험하였다.

*Campylobacter*를 분리하기 위하여 증균 배지로는 Doyle과 Roman[18]의 실험 방법에 따라 Brucella broth(Difco) 1 L를 pH 7.0으로 조정하여 고압 증기멸균(121°C, 15분)한 후 50 °C로 식혀서 7%의 탈섬유된 sheep blood(Komed Ltd. Co., Korea)와 sodium succinate 3 g, cystein · HCI 0.1 g, vancomycin 15 mg, trimethoprim lactate 5 mg, polymyxin B 20,000 IU, cycloheximide(Sigma) 50 mg을 첨가한 후 225 ml씩 시험관에 분주하였다. 취한 시료 25 g을 시험관에 넣고 질소를 충진하거나 Bug box(Ruskin Technology, UK)를 이용하여 5% O_2, 10% CO_2 및 85% N_2의 혼합가스를 사용하여 미호기적인 상태에서 42°C에서 24시간 증균배양하였다[19].

*Campylobacter*의 분리를 위한 선택배지는 Blaser[6] 등의 방법에 준하여 Campy-BAP agar를 사용하였다. 본 배지는 Brucella agar(Difco) 1 L를 pH 7.0으로 조정하여 고압증기멸균(121°C, 15분)한 후 50°C로 식혀서 10%의 sheep blood (Komed)와 vancomycin 10mg, trimethoprim lactate 5 mg, polymyxin B 2,500IU, amphotericin B 2 mg, cephalothin 15 mg(Sigma)을 첨가한 후 petri dish에 18~20 ml씩 분주한 평판배지에 획선하여 candle법을 사용하거나 미호기 조건의 Bug box에서 42°C에서 24시간 배양하였다. 이때 candle를 사용하여 배양하는 경우는 밀폐된 공간에 배지와 불을 붙인 양초를 넣고 뚜껑을 닫은 후 양초가 꺼질 때까지 기다린 후 항온기에 옮겨 배양을 하였다.

*Campylobacter*의 생화학적인 특성분석

위와 같은 선택배지로부터 Gram test[20-21], catalase test, oxidase test[22]를 실시하였다. Gram test는 슬라이드에 한 방울의 3% KOH를 떨어뜨린 후 각각의 세균 집락을 따서 2 mm 직경의 loop로 60초까지 회전시켜 string 현상이 나타나

면 Gram negative로 확인하였고, catalase test는 24시간 배양한 후 집락을 따서 slide glass에 도말하고, slide glass 위에 피펫으로 3% H_2O_2 한 방울을 떨어뜨리고 즉시 거품이 생기는지를 관찰해 거품이 생기면 양성이며 거품 발생이 없으면 음성으로 판독하고, oxidase test는 Tryptic Soy Agar (Difco)에서 24시간 배양된 집락 위에 Kovac's 시약을 떨어뜨린 후 15초 내에 진한 자주빛으로 변하면 양성으로 확인하였다. 결과가 Gram(-), catalase(+), oxidase(+)인 분리균을 대상으로 H_2S 생성시험, nitrate 환원시험, 운동성시험, 25°C 및 42°C에서의 발육시험 등의 생화학적 검사[23]를 실시하여 1차적으로 *Campylobacter*-like strain균을 분리하였다. 이렇게 선택배지로부터 분리된 균을 동정하기 위해서 PCR을 실시하였다.

PCR을 위한 primer 합성 및 template 조제

사용된 primer의 염기서열은 Table1과 같으며 주문(Genotech, Taejon, Korea)에 의하여 합성하였다. 이 primer중 target gene이 16S rRNA인 pA, pB primer는 Genus *Campylobacter*의 동정에 사용하였으며 *Campylobacter jejuni*를 동정하기 위해서는 이 균 *ceu*E의 JEJ 1과 JEJ 2 primer를 사용하여 PCR을 수행하였다.

PCR[24]을 위하여 DNA extraction을 하지 않고 분리 균주의 용해된 whole cell을 template DNA 시료로 사용하였다. 배양된 균을 centrifugation한 후에 sterile deionized water (SDW)에 washing 한 후, 다시 SDW 1/10 volume에 현탁시켜 이것을 100°C, 3분간 처리해서 cell lysate를 만들어 template로 사용했다.

PCR에 의한 *Campylobacter*의 동정

PCR은 1U thermostable DNA polymerase, 250 μM의 dNTP, 50 mM Tris-HCl(pH 8.3), 40 mM KCl, 1.5 mM $MgCl_2$를 포함하는 PCR PreMix (Bioneer, Chongwon, Korea)에 2 μl의 cell lysate를 첨가하여 mixture tube를 만들어 이것을 Gene cycler(BioRad, USA)로 옮겨 실험하였다. PCR cycle은 pA, pB는 94°C에서 5분간 1cycle 후 94°C 30초, 52°C 30초, 72°C 1분을 30cycle 진행하였으며 마지막으로 72°C에서 5분간 1cycle 조건으로 실시하였고, JEJ 1, JEJ 2는 94°C에서 5분간 1cycle 후 57°C 30초, 72°C 1분을 30cycle 진행하였으며 마지막으로 72°C에서 5분간 1cycle 조건으로 실시하였다. PCR product 10 μl를 0.5 μg/ml ethidium bromide를 포함하는 TAE buffer에서 1% agarose gel을 만들어 전기영동을 한 후 gel을 UV light에서 결과를 확인하였다.

결과 및 고찰

계육오염 총균수

집단급식을 위하여 공급업체에서 토막으로 분리하지 않은 5마리의 통닭으로부터 총 세균의 오염정도를 분석하였다. Table 2와 같이 닭의 표피와 표피내부의 살부위의 세균 분포는 이미 많은 오염을 확인할 수가 있었다. 표피부위는 10^4~10^6CFU/g의 분포를 보이고 있으며 표피내부의 살부위는 10^4~10^5CFU/g의 세균이 오염되어 있는 것으로 나타났다. 그러나 표피의 바로 아래 부위인 살부위에는 표피부위보다 약 1/10정도의 세균분포를 보이고 있었으며 흥미롭게도 이미 많은 세균이 표피의 내부의 살부위에도 오염되어 있음을 알 수가 있었다.

따라서 표피부위에 오염된 균의 분포가 평균 10^5CFU/g정도는 되기 때문에 집단급식을 위한 조리시 충분한 주의가 이루어져야 교차오염을 줄일 수 가 있음을 알았고 또한 이를 조리할 때에는 충분한 열처리가 이루어져야 하는 것으로 보인다.

Table 2. Total viable cell counts from each parts of raw chicken carcass (unit : CFU/g)

Raw chicken		Chicken breast	Chicken leg
1	Flesh*	3.80×10^4	1.30×10^5
	Skin	4.10×10^5	4.40×10^5
2	Flesh	1.70×10^4	1.90×10^4
	Skin	9.20×10^4	3.15×10^5
3	Flesh	3.60×10^4	7.20×10^4
	Skin	1.10×10^5	3.90×10^6
4	Flesh	3.10×10^5	3.40×10^5
	Skin	1.79×10^6	1.04×10^6
5	Flesh	3.20×10^6	5.90×10^5
	Skin	3.70×10^5	3.70×10^5

*Fresh samples were prepared just insides of skin.

Table 1. The sequences of the oligonucleotide primer

No.	Primer	Sequence(5'→3')	Target gene	Product
1[25]	JEJ 1	CCTGCTACGGTGAAAGTTTTGC	*ceu*E	793bp
	JEJ 2	GATCTTTTGTTTTGTGCTGC		
2[26]	pA	GGAGGATGACACTTTTCGGAGC	16S rRNA	426bp
	pB	ATTACTGAGATGACTAGCACCCC		

Table 3. Viable cell counts of *Campylobacter* selective medium with candle method and microaerophilic chamber

Strain		Viable cell counts on Campy-BAP*	
		Candle method	Microaerophilic chamber
Campylobacter jejuni A74/C		2.6×10^3	2.40×10^3
Campylobacter jejuni ATCC 33291		4.40×10^3	3.90×10^3
Raw chicken	Sample 1**	4.10×10^3	4.30×10^3
	Sample 2	3.80×10^3	4.00×10^3
	Sample 3	6.20×10^3	5.90×10^3

*The same inoculum was applied to the agar plates with the candle method and the microaerophilic chamber.
**Raw chicken sample was enrichment-cultured.

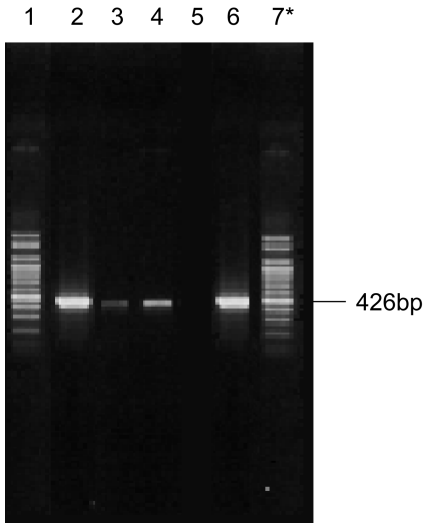

Fig. 1. Agarose gel electrophoresis showing identification of selective bacteria isolated from Campy-BAP agar. Lane 1 and 7, 100bp DNA ladder marker; Lane 2~3, Isolates; Lane 4, *Campylobacter jejuni* A74/C; Lane 5, *Arcobacter butzleri* NCTC12481; Lane 6, *Campylobacter jejuni* ATCC 33291

Campylobacter 분리법

*Campylobacter*의 분리를 candle method와 microaerophilic chamber(Bug box, Ruskin Tech. Co., UK)를 병행하여 비교 실험한 결과는 Table 3과 같다.

Candle method는 밀폐된 공간에 균이 접종된 배지를 넣고 양초에 불을 붙인 후 뚜껑을 밀폐시켜 닫고 양초가 꺼지면 항온기에 옮겨 배양을 하였다. Microaerophilic chamber에서는 O_2의 농도를 5%로 고정시키면서 배양을 실시하였다. 따라서 candle method나 microaerophilic chamber에서나 같은 초기 종균을 사용하였을 때 *Campylobacter*의 배양된 균수는 Table 3에서와 같이 차이를 나타내지 않았다. 따라서 미호기적인 배양장치가 구비되어 있는 않은 상태에서도 간단히 candle을 사용하여 *Campylobacter*의 배양이 가능한 O_2 조건을 충족시킬 수 있는 것으로 보이고 *Campylobacter*를 쉽게 배양할 수 있다는 것을 알았다. 본 실험에서도 candle method와 microaerophilic chamber를 병행하여 사용하였다.

Campylobacter-like strain의 분리

생계육에서부터 증균된 후 Campy-BAP 선택배지에서 생육이 이루어지는 집락으로부터 *Campylobacter*-like strain 총 205개의 균주를 분리하였다. 그러나 이들 선택배지에서 분리된 균주가 전부 *Campylobacter*인지를 동정할 필요가 있기 때문에 *Campylobacter*의 생리화학적인 검사[18-20]를 실시하였다. 여기에서 여러 가지 *Campylobacter*에 공통적인 특성을 이용하여 동정을 시작하였다. 따라서 이들 1차 분리 균주로부터 우선 Gram test를 실시하여 107개의 Gram(-) 균주를 선발하였다. 이어서 catalase test를 실시하여 catalase(+) 균주를 분리하고 이렇게 분리된 균주로부터 다시 oxidase (+) 균주를 선발하였다. 이렇게 하여 재분리된 28개의 Gram(-), catalase(+), oxidase(+)인 분리균주를 얻었다. 그러나 상기의 동정특성 요인외에는 *Campylobacter* 전체의 공통적인 생리적인 생화학적인 공통의 동정특성으로 분리할 수가 없었다. Hippurate hydrolysis, H_2S production, NO_3 reduction, motility, antibiotics resistancy, 25°C 및 42°C등의 생육시험 등의 분석에 대한 특성이 서로 달랐다. 따라서 이들 분리된 균주를 PCR 에 의한 동정을 계속하였다.

*Campylobacter*의 PCR동정과 생육온도특성

여러 생리화학적인 특성을 기준으로 분리된 균주를 PCR 분석기법으로 *Campylobacter*로 동정하였다. 우선 target gene을 16S rRNA로 하는 primer pA, pB를 사용한 결과는 Fig. 1과 같은데 이 primer를 사용하여 *Campylobacter*를 다른 균주로부터 동정할 수 있었다. 전체 분리 균들 28개 중 Fig. 1에서와 같은 426bp의 DNA단편을 관찰할 수 있어 *Campylobacter*로 확인이 된 균은 16개로 나타나 약 60%의 정확도를 보였다. 또한 이들 *Campylobacter* sp.로 동정된 균주를 JEJ1과 JEJ2 primer를 사용하여 *C. jejuni*인지를 실험하였으나 이들 중에서는 검출되지 않았다.

이렇게 분리된 *Campylobacter*를 다른 공급시기의 부위별로 나타낸 것은 Fig. 2와 같다. 분리된 부위를 보면 주로 계육의 다리 부위에서 전체 분리균의 75%가 분리된 것으로 나타났으나 이 부위만 특별하게 오염되는 것이기 보다 이들이

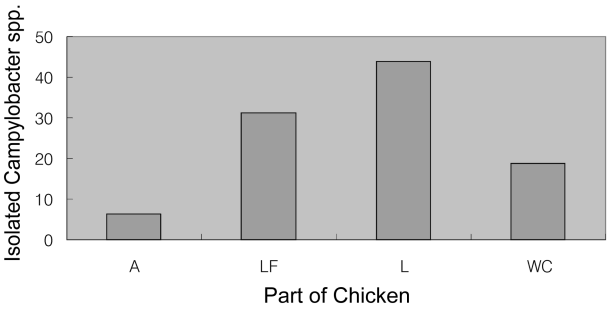

Fig. 2. Ratio of isolated *Campylobacter* spp. from raw chicken supplied at different time.
A, LF, L and WC indicate *Campylobacter* spp. isolated from mixed cut meat, flesh of chicken leg, chicken leg and whole chicken meat, respectively, which were supplied to the Food Service at different time.

납품되는 시기가 다르므로 이들이 각각 제조될 때에 오염된 것으로 사료된다. 따라서 도계단계와 공급업체들에 의한 *Campylobacter*의 전처리 과정 중에서도 이들 균주의 교차오염이 일어날 수 있을 것으로 보인다.

그리고 *Campylobacter*로 동정된 16개의 분리동정 균주의 생육온도을 분석하면 Table 4와 같이 9균주가 42°C와 25°C에서 생육이 가능함을 알았고 단지 7균주만이 42°C에서 생육이 가능하였으나 25°C에서는 생육이 되지 않는 thermophilic *Campylobacter*임인 것을 알았다. 또한 이들 분리된 *Campylobacter*는 20°C인 상온에서도 생육할 수 있기 때문에 저온 유통 과정 중에서도 균의 증식이 가능하게 되어 *Campylobacter*에 의한 위해 가능성은 있을 것으로 보인다.

Table 4. Growth temperature of isolated *Campylobacter* spp. at 25°C and 42°C

	Growth temperature (°C)	
	25	42
Campylobacter spp.	3,5,7,12,14,63,70, 97,107	3,5,7,12,14,31,32,42,43,44, 63, 70,74,97,107,124

감사의 말

본 연구는 2000년도 경원대학교 학술연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드리며 기초적인 실험에 도움을 준 이영덕, 강지현 학생에게 고마움을 표합니다.

국문요약

집단급식에 공급되는 생계육에의 *Campylobacter*의 오염특성을 분석하기 위하여 경기지역의 한 공급업체의 단체급식용 생계육에서 *Campylobacter*를 분리·동정하고 특성을 분석하였다. 생계육에 오염된 일반 세균수는 10^4~10^6CFU/g로 나타났고 *Campylobacter*를 분리를 위하여 증균배지와 선택배지를 사용하여 candle method과 microaerophilic chamber를 활용하여 일차적으로 205균주를 분리하였다. Gram staining, catalase, oxidase의 생화학적인 특성으로 28개의 균주를 분리하였고 pA와 pB의 primer를 사용한 PCR로 16개의 *Campylobacter* spp.를 동정할 수가 있었다. 특히 이들 중 9개의 균주가 42°C도 뿐만아니고 25°C에서도 생육이 가능한 것으로 나타났다. 따라서 생계육의 초기 총균수가 평균적으로 10^5CFU/g로 높은 것으로 나타났고 저온 생육가능한 *Campyobacter*도 많이 분포하고 있으므로 infective dose가 낮은 이들에 의한 식중독의 위해를 줄이기 위하여 대량 집단급식시 철저한 위생관리가 요구되었다.

참고문헌

1. Shin, S. J.: Emerging foodborne pathogens of public health importance, *The challenges and prospects for the 21st century in verterinary science*. **38**, 77-83 (1998).
2. Lewinne, M.M. and Lewie, W.: Changes in human ecology and behaviour in relation to the emergence of diarrheal disease, including cholera. *PNAS USA*, **91**, 2390-2394 (1994).
3. 한국식품위생연구원: 식중독 발생동향분석 및 효과적인 관리 방법 모색 연구. (1998)
4. 김성희, 박선희, 박영식, 김창민 : Campyloacter 감염증과 그 예방, 식품과 산업 (1998).
5. Butzler, J. P., Dekeyser, P., Detrain, M., and Edhaen, F. : Related *Vibrio* in stool. *J. Petiatr.*, **82**, 493 (1984).
6. Blaser, M.J., Berkowits, I.L., Laforce, F.M., Cravans, J., Reller, L.B., and Wang, W.L. : *Campylobacter enteritis*, Clinical and epodemeology features. *Am., Interm. Med.*, **91**, 179 (1979).
7. McFadyean, J. and Stockman, S. : Report of the departmental committee appointed by the board of agriculture and fischeries to enquire into epizootic aborption, Appendix D., Her majestry's stationary office, London (1909).

8. King, E. O., Orcutt, M., and Little, R. B. : Human infections with *Vibrio* fetus and a closely related *Vibrio*. *J. Inf. Dis.*, **101**, 119 (1957).
9. Smibert, R.M. : The genus *Campylobacter*., *Annu. Rev. Microbiol*., **3**, 673 (1978).
10. Moran, A.P. and Upton, M.E.: Factors affecting production of coccoid forms by *Campylobacter jejuni* on solid media during incubation., *J. Appl. Bacteriol.*, **62**, 517 (1987).
11. Butzler, J.P. : *Campylobacter* infections in man and animal., CRC press, Inc. BocaRaton, Florida. (1984).
12. Blaser, M.J., Hardesty, H.L., Powers, B., and Wang, W.L. : Survival of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni* in biological milleus. *J. Clin. Microbiol*., **27**, 309 (1980).
13. Fugimotto, S., Yuki, N., Itoch, T. and Amako, K. : Specific serotype of *Campylobacter jejuni* Associated with Guillain-Barre syndrome. *J. Infect. Dis.*, **165**, 183 (1992).
14. 김용환, 마점술 : 동물에서 thermophilic *Campylobacter* 의 분포 및 분리세균의 약제에 대한 내성. *Korean Journal of Veterinary Research*, **29**(3), 11(1989).
15. Waage, A.S., Vardund, T., Lund, V., and Kapperud, G. : Detection of small numbers of *Campylobacter jejuni/coli* cells in environmental water, sewage and food samples by a seminated PCR assay. *Appl. Env. Microbiol.*, **65**, 1636-1643 (1999).
16. Bryan, F.I. and Doyle, M.P. : Health risks and consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry. *J. Food Prot.*, **58**, 326-344 (1995).
17. Tholozan, J.L., Cappelier, J.M., Tissier, J.P., Delattre, G., and Federrichi, M. : Physiological characterization of viable-but-nonculturable *Campylobacter jejuni* cells. *Appl. Env. Microbiol*., **65**, 111-1116 (1999).
18. Doyle, M.P. and Roman, D.J. : Recovery of Campylobacter jejuni and Campylobacter coli from inoculated foods by selective enrichment. *Appl. Environ. Microbiol*., **43**, 1343 (1982)
19. 오정선, 신광순, 윤용덕, 박정문: 육계 및 도계장에서의 *Campylobacter jejuni*의 오염에 관한 연구. *Kor. J. Food Hygiene*, 3(1), 27-36 (1998)
20. Halebian, S., Harris, B., Finegold, S.M., and Rolfe, R.D. : Rapid method that aids in distinguishing gram-positive from gram-negative anaerobic bacteria. *J. Clin. Microbiol*., **13**, 444 (1981).
21. Bourgault, A.M. and Lamothe, F. : Evaluation of the KOH test and the antibiotic disk test in routine clinical anaerobic bacteriology. *J. Clin. Microbiol.,* **26**, 2144 (1988).
22. Hanker, J.S. and Rabin, A.N. : Color reaction streak test for catalase-positive microorganisms. *J. Clin. Microbiol*., **2**, 463-464 (1975).
23. AOAC international : Bacteriological Analytical Manual(8th edition) (1995).
24. Shin, S.Y., Park, J.H., and Kim W.J. : Specific detection of enteropathogenic *Campylobacter jejuni* in food using a polymerase chain reaction. *J. Microbiol. Biotech*., **9**(2), 184-190 (1999).
25. Gonzalez, I., Grant, K.A., Richardson, R. T., Park, S. F. and Collins M. D., Specific identification of the enteropathogens Campylobacter jejuni and CAmpylobacter coli by using a PCR test based on the ceuE gene encoding a putative virulence determinant. *J. Clin. Microbiol.* **35**, 759-763(1997).
26. Giesendorf, B.A.J. Quint, W. G. V., Henkens, M. H. C., Stegeman, H., Huf, P.A. and Niesters, H.G.M. Rapid and sensitive detection of Campylobacter spp. in chicken products by using the polymerase chain reaction. *Appl. Environ. Microbiol.* **58**, 3804-3808(1992).