

굴김치 숙성에 따른 노로바이러스 대체모델 Feline Calicivirus의 불활성화

신순범·오은경·유홍식·이희정¹·김지희²·박큰바위¹

권지영·윤호동·손광태*

국립수산물품질관리원 식품안전과, ¹남서해수산연구소 해역산업과,

²남동해수산연구소

Inactivation of a Norovirus Surrogate (Feline Calicivirus) during the Ripening of Oyster Kimch

Soon Bum Shin, Eun-Gyoung Oh, Hongsik Yu, Hee-Jung Lee¹,
Ji-Hoe Kim², Kunbawui Park¹, Ji-young Kwon and Kwang-Tae Son*

Food Safety Division, NFRDI, Busan 619-705, Korea

¹Southwest Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea

²Southeast Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Tongyeong 650-943, Korea

In Korea, oysters are used as an ingredient of Kimchi (Korean pickled cabbage) in early winter. Although viral contamination of oysters, including contamination by norovirus, can provoke gastroenteric illness, little is known of the epidemiological relationship to outbreaks. We postulated that Kimchi ripening can reduce the infectivity of norovirus, in order to test this hypothesis, we carried out a model experiment. Since norovirus is currently regarded as non-culturable, feline calicivirus (FCV) was used as a surrogate to examine the activation of norovirus with Kimchi ripening. In commercial well-prepared Kimchi, the infectivity (TCID₅₀) of FCV decreased by 2 log every 12 hours and reached the limit of detection after 48 hours during over-aging at 25°C. During storage at 4°C, the infectivity (TCID₅₀) of FCV decreased slowly and reached 5.00 TCID₅₀ after 48 hours. The low pH appears to affect the infectivity of FCV directly via organic acids produced by ripening during over-aging and storage. In neutralized lab-prepared Kimchi (pH 7.0), the infectivity (TCID₅₀) of FCV also decreased and reached the limit of detection after 72 hours at 4°C. This indicates that there are substances beside organic acids in Kimchi that originate from the raw materials and are produced during ripening. Among the raw materials, salt-fermented anchovies and garlic showed high direct antiviral activity. The main factor decreasing the infectivity of FCV in Kimchi was the high acidity caused by organic acids, regardless of the type, produced by ripening. Furthermore, unknown secondary products of microorganisms associated with Kimchi ripening and antiviral materials originating from raw material might contribute to the decreased infectivity of FCV, the surrogate of norovirus.

Key words: Norovirus, Surrogate, Kimchi ripening, Infectivity

서 론

노로바이러스는 Caliciviridae에 속하며 27~32 nm의 피막이 없는 바이러스로 약 7.6 kb의 single stranded RNA로 구성된다. 이러한 노로바이러스는 유전학적 또는 면역학적으로 매우 다양한 분류체계를 가지는데, 크게 5가지의 genogroup (GI-GV) 중 GI, GII 및 GIV genogroup만 인체에서 급성장염을 일으키는 바이러스로 알려져 있다 (Koopmans et al., 2002; Seymour et al., 2001). 일반적으로 노로바이러스에 대한 항체는 인체에서 흔히 발견되고 있지만 노로바이러스에 대한 면역학적 저항성은 나타나지 않는 것으로 알려져 있는데, 그 이유는 노로바이러스에 대한 인체의 면역학적 저항성은 바이러스의 유전자 형태에 따라 다르고 그 종류가 매우 다양하기 때문이다 (Atmar and Estes, 2001).

노로바이러스는 특정 연령 혹은 성별과 무관하게 가장 많이 장염을 유발시키는 원인물질로 비세균성 장염의 약 90% 이상의 발병원인으로 알려져 있다 (Fankhauser et al., 2002). 미국의 경우에는 수질과 관련하여 발생한 장염환자의 약 70% 이상, 그리고 식품과 관련한 장염환자의 50% 이상이 노로바이러스에 의해 발병되는 것으로 알려져 있으며 (Blackburn et al., 2004; Widdowson et al., 2005), 일본의 경우에는 2001년부터 2007년까지 발생한 식중독을 원인물질별로 살펴보면 노로바이러스를 원인으로 하여 발생한 환자수가 가장 많은 것으로 나타났다 (Jo et al., 2009).

국내에서도 최근 원인물질별 식중독 발생현황을 살펴보면 2005년까지는 노로바이러스가 병원성대장균의 다음 순위를 차지하였으나, 2006년 노로바이러스로 인한 학교 급식 사고 발생이후 현재까지 노로바이러스에 의한 식중독이 크게 급증

*Corresponding author: ktson@nfrdi.go.kr

하여 식중독 발생시 가장 많은 환자 발생수를 차지하고 있다 (Jo et al., 2009).

노로바이러스 식중독은 주로 바이러스에 오염된 물이나 패류, 과일, 채소 등을 바로 섭취함으로써 발생하는데, 주로 분변 및 경구를 통하여 전이가 된다. 그리고 노로바이러스는 적은 양으로도 감염을 유발시킬 수 있으며, 인체 감염시 많은 수의 바이러스가 배출되는 특징이 있다. 특히 패류는 해수 중에 바이러스가 오염되어 있는 경우 여과섭이 (filter feeding) 작용으로 장내에 바이러스를 농축하기도 한다 (Sarbelio et al., 2004; Beuret et al., 2003). 대부분 패류는 가열조리 후 섭취되기 때문에 노로바이러스에 의한 식중독 발생에 대하여 우려할 필요가 없다. 그러나 굴의 경우 우리나라에서는 70% 이상이 생굴의 형태로 소비되고 있는 실정이므로 노로바이러스 전달 매개체 역할을 할 가능성이 높다

한편 김치는 우리나라의 전통적인 채소발효식품이며 2001년 국제식품규격 (CODEX) 목록에 등록되어 있을 정도로 대표적인 식품이다 (KREI, 2009). 김치는 배추와 여러 부재료들이 적당한 온도에서 젖산 발효를 통하여 숙성과정을 거치게 되는데, 이 때 생성된 산과 젖산균이 생성하는 특수한 향균성 물질인 박테리오신 등에 의해서 다른 균의 증식이 크게 억제된다 (Choi and Beuchat, 1994; Park et al., 1999). 예를 들면 대표적인 식중독세균인 *Staphylococcus*나 *Salmonella*를 김치에 첨가하였을 때 초기에는 생존하였으나 발효가 진행되면서 그 수가 급격히 감소하였으며 (Inatsu et al., 2004), 위에 염증을 유발시키는 *Helicobacter pylori*도 김치에서 분리된 젖산균에 의해 근절되었다는 보고도 있다 (Lee and Lee, 2006). 이 외에도 김치를 섭취하게 되면 혈청 콜레스테롤의 양을 감소시켜 동맥 경화를 예방하는 효과 등 김치의 우수한 생리기능성들에 관한 연구들이 많이 보고되어 있다 (Choi, 2005; Lee and Jeong, 1999; Park et al., 2000).

이처럼 영양학적으로나 면역학적으로 다양한 장점을 가진 김치는 우리나라 국민들이 1인당 거의 매일 90.3 g (2005년 기준) 정도를 섭취하고 있는 것으로 보고되고 있다 (MOHW, 2006). 이처럼 한국인에게 필수 음식인 김치를 제조함에 있어서 사람들마다 기호특성에 따라 팽이버섯, 녹차, 미더덕 등 다양한 부재료를 첨가하기도 하는데 (Park et al., 2001a; Park et al., 2001b; Bae and Lee, 2008), 특히 굴은 특유의 향과 맛이 탁월하여 생굴로 섭취할 뿐 아니라, 겨울철이 주 생산시기로 김장 시기와 부합하므로 많은 사람들이 김치에 부재료로 첨가하여 소비하고 있다.

그러나 김치에 첨가된 굴의 섭취에 기인한 장관계 바이러스 감염질환의 발생은 보고된 바 없으며, 장관계 바이러스 집단 발생 후 보건당국에서 실시한 역학조사에서도 김치가 매개식품으로 의심받거나 확인된 경우도 없다. 이는 김치발효 중 노로바이러스를 비롯한 장관계 바이러스가 분해되거나 감염력을 상실한 결과로 추정되어 그 상관관계를 구명할 필요가 있을 것으로 사료되었다. 그래서 세포배양 기술이 확보되지 않아 실험실에서 감염력을 판별할 수 없는 노로바이러스를 대신하여 feline calicivirus (이하 FCV)를 굴이 함유된 시판

김치와 실험실에서 조제한 김치에 반응시켜 김치 숙성과 부재료의 작용에 따른 FCV의 감염력 변화를 파악하였다.

재료 및 방법

세포 및 바이러스 배양

Feline calicivirus (FCV) VR-782 및 FCV의 숙주세포인 crandell-reese feline kidney (CRFK) CCL-94TM 세포는 American Type Culture Collection (ATCC)에서 분양받아 사용하였다.

FCV를 배양하기 위한 CRFK 세포는 Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM, Hyclone, USA)과 10% fetal bovine serum (FBS, Hyclone, USA), 1% 10 mM non-essential amino acids (Gibco, USA)을 넣어 37°C, 5% CO₂ 조건에서 배양하였고, 세포가 90% 이상 단일층을 형성하면 계대배양하여 사용하였다 (Park et al., 2006; Chi et al., 2006). 그리고 FCV는 배양한 CRFK 세포에 접종하여 1시간 반응 후 세포유지 배지 (DMEM, 5% FBS, 1% NEAA)를 넣어준 뒤 37°C에서 배양하였고, 3-4일 배양한 후 세포병변효과 (cytopathic effects)가 일어나 부착된 세포들이 떨어지면 15 mL tube (Corning, USA)에 회수하여 액체질소로 급속냉동시킨 후 37°C 항온수조에 녹인 다음 vortex하여 세포를 파쇄하였다. 위의 과정을 2회 추가 반복한 후 2,000 rpm에서 8분간 원심분리하고 상등액을 1 mL씩 나누어 cryogenic vial (Nalgene, USA)에 담고 액체 질소에 보관하여 사용하였다.

김치 및 유기산

실험에 사용된 시판 배추김치 (P사 포기김치; 순중량 2 kg)와 김치 조제를 위한 생굴 및 각종 부재료들은 대형할인점에서 구입하여 사용하였다. 시료 김치는 Kang and Han (2005)의 방법을 일부 변경하여 조제하였는데, 배추를 등분하여 수세한 후 10% (W/V) NaCl 용액에 약 10시간 절인 다음 수도수로 3회 세척한 후 30분간 체에 담아 물기를 제거하였다. 그리고 등분한 배추를 다시 이등분하여 Table 1과 같은 비율로 김치를 조제한 다음 실험에 사용하였다.

실험에 사용된 유기산은 비휘발성 유기산 (lactic acid, succinic acid), 휘발성 유기산 (acetic acid, propionic acid) 및 무기산인 HCl (염산)을 사용하였으며 (Sigma, USA), 김치가 완전히 숙성된 pH인 3.5 농도에서 FCV와 반응시킨 후 감염력을 비교하였다.

Table 1. Composition of raw materials for kimchi preparation

Ingredients	Amount (g)
Chinese cabbage	88.0
Garlic	1.6
Ginger	0.9
Green onion	3.0
Red pepper powder	4.5
Salt-fermented anchovy	2.0
Oyster	5.0

시판 및 조제 김치, 부재료와 FCV의 혼합

실험은 시판 배추김치에 FCV를 반응시켜 결과를 도출한 후 김치를 직접 조제하여 결과를 도출하였으며, 이 후 1 N NaOH (Merck, Germany)를 첨가하여 pH 7로 중화된 김치에 FCV를 반응시켜 결과를 도출하였다.

FCV의 감염력 측정을 위하여 시판 및 조제된 김치를 blender로 균질화 하였고, 부재료는 Table 1에 제시된 김치 제조시 혼합된 비율에 맞추어 phosphate buffer (pH 7.2, Bioneer, Korea)에 각 부재료별로 첨가하여 균질화하였으며, 이 때 각 균질액은 glass roller bottle (NUNC, Japan)에 headspace가 50% 정도 되도록 충전하였다. 그리고 마쇄한 김치 및 각 부재료 균질액들로부터 FCV의 분리를 용이하게 하기 위하여 DMEM에 배양한 FCV를 투석막 (50,000 dalton MWCO, ϕ 28 mm)에 5 mL씩 나누어 충전한 다음 각 glass roller bottle에 10개씩 넣고 roller culture apparatus (Bellco Biotechnology, USA)에 분당 2회전하면서 온도구간별로 저장하면서 FCV의 감염력 변화를 측정하였으며 실험은 3회 반복하여 실시하였다.

FCV의 감염력 측정

김치 및 각 부재료 성분의 숙성기간에 따른 FCV의 감염력 변화는 Jang et al. (2004)의 방법을 일부 변경하여 TCID₅₀ (50% tissue culture infection dose)으로 측정하였다. 즉, 96 well 조직 배양판의 각 well에 10⁵~10⁶ cell/mL 농도로 CRFK 세포 100 μ L를 접종하여 2-3일 동안 37°C로 조정된 5% CO₂ 조건하에서 배양한 다음 각 well에 단층 배양시켰다. 여기에 김치 및 부재료 추출액과 반응한 FCV를 10¹~10⁸ cell/mL의 농도가 되도록 10배수로 단계희석한 후 각 희석액을 50 μ L씩 접종하고, 37°C, 5% CO₂ 조건하에서 3-4일간 배양한 다음 세포병변 효과를 관찰하여 TCID₅₀을 산출하였다.

결과 및 고찰

김치 숙성 과정에서의 FCV 감염력 변화

김치발효 산물이 FCV의 감염력에 미치는 영향을 조사하고자 시판 숙성 배추김치에 FCV를 가하고 시간경과에 따른 FCV 감염가의 변화를 조사하였다. 사용된 시판 김치의 초기 pH는 4.55로 최적의 발효단계에 있는 것으로 확인되었다 (Mheen and Kwon, 1984). 이 시판 김치를 앞에서 설명한 바와 같이 균질화한 후 FCV (감염가 9.30 TCID₅₀)를 가하였다. 그리고 4°C 및 25°C에 각각 보관하면서 FCV 감염가 변화를 조사하였으며 발효 진행의 지표로서 pH를 측정하였다.

25°C 반응구간에서는 12시간 마다 약 2 log 정도씩 FCV 감염가가 감소하여 48시간째에는 검출한계인 2.30 TCID₅₀ 이하로 감소하였다. 4°C 반응구간에서는 24시간까지는 25°C 반응구간과 유사한 양상을 나타내었으나 48시간째에는 FCV 감염가가 5.00 TCID₅₀으로 감소율이 25°C 반응구간 보다 낮은 것으로 나타났다 (Table 2).

pH의 변화는 25°C 반응구간에서는 숙성이 지속적으로 측

Table 2. The FCV infective titer according to the time variation of the marketing Kimchi

Time	25°C		4°C	
	pH	Log (TCID ₅₀)	pH	Log (TCID ₅₀)
0	4.55	9.30	4.55	9.30
6	4.15	7.30	4.59	6.30
12	4.00	7.03	4.40	5.80
24	3.74	5.80	4.32	5.30
48	3.64	2.30	4.20	5.00

진되어 48시간 후에 3.64로 하강하였는데 이 단계는 김치발효 중 젖산균이 생존할 수 없는 과숙성 단계로 급격한 화학적 변화가 일어났다고 볼 수 있다 (Lee et al., 1992). FCV가 pH 5.0 이하의 조건에서 쉽게 불활성화 된다는 보고를 볼 때 25°C 반응구간에서 일어나는 급격한 pH 하강이 FCV의 감염력 변화에 영향을 미치는 주요인자라고 생각되었다 (Erwin et al., 2004).

김치발효 중 유기산의 생성으로 인한 pH의 변화가 FCV의 감염력 감소를 유발하는 중요 인자라는 것을 확인하기 위해 Table 1과 같은 조성으로 김치를 제조한 후 미 발효 상태에서 FCV와 반응시키고 각기 다른 온도 (4°C, 18°C, 25°C)에 저장하면서 FCV의 감염력 변화와 pH 변화를 조사하였다.

초기 pH가 5.50로 확인된 조제 김치와 초기 감염가가 6.30 TCID₅₀인 FCV를 앞에서 설명한 방법으로 반응시켰다. 25°C 반응구간에서는 FCV의 감염력이 시간의 경과와 더불어 점차 감소하여 96시간째에는 검출한계인 2.30 TCID₅₀로 나타났다. 이때 pH는 김치의 숙성과 더불어 3.54까지 하강하였다. 18°C 반응구간에서는 96시간 후 pH는 3.91로, FCV 감염가는 3.55로 감소되었고, 4°C 반응구간에서는 120시간 후에도 pH의 변화가 거의 일어나지 않아 발효가 지연되는 것으로 확인되었으며, FCV 감염가는 2 log 정도 감소하였다 (Table 3).

Table 3. The FCV infective titer according to the time variation of lab-prepared Kimchi

Time	25°C		18°C		4°C	
	pH	Log (TCID ₅₀)	pH	Log (TCID ₅₀)	pH	Log (TCID ₅₀)
0 hr	5.50	6.30	5.50	6.30	5.50	6.30
12 hr	5.30	4.80	5.35	5.05	5.38	5.30
24 hr	4.52	3.30	5.37	4.05	5.41	4.80
48 hr	4.04	3.05	4.22	3.80	5.40	4.80
72 hr	3.72	3.05	4.06	-	5.39	-
96 hr	3.54	2.3	3.91	3.55	5.42	-
120 hr	3.45	-	3.77	-	5.40	4.05

김치발효는 생 원료에 존재하는 미생물의 작용으로 진행되기 때문에 발효의 속도에 영향을 미치는 가장 중요한 인자는 온도이다. 발효의 진행속도 뿐만 아니라 유기산의 최대 생성량도 발효온도에 따라 달라지는데 20°C에서는 총 유기산량이 1.6%에 달하나 10°C에서는 1.2%를 초과하지 않는다는 보고도 있다 (Mheen and Kwon, 1984). 즉, 미생물 발효가 원활히 일어나는 20°C 부근의 온도조건에서는 유기산의 생성이 급속히

일어나며 수일 후에는 FCV가 사멸하는 것으로 확인되었다. FCV를 충분히 불활성화하기 위해서는 pH가 4.00 이하의 산도에 도달하여야 하며 산도 도달에 필요한 시간은 발효온도에 좌우되는 것으로 사료되었다.

한편, pH의 변화가 거의 없이 발효의 진행이 120시간까지 지연된 4°C 반응구의 경우에도 FCV의 감염력이 2 log 정도 감소한 것으로 나타나 유기산외에 항 바이러스성 물질이 존재하는 것으로 추정되었다.

이를 확인하기 위해 충분히 숙성된 김치 (pH 3.75)를 균질화한 후 1 N NaOH를 이용하여 pH를 7로 중화시키고 FCV를 가한 후 4°C에 저장하면서 FCV 감염가 변화를 관찰하였다. 그 결과, 중화된 김치 중의 FCV 감염력은 72시간 만에 검출 한계인 2.30 TCID₅₀ 이하로 감소하였는데 대조구인 충분히 숙성된 김치 중의 FCV 감염력은 48시간 만에 검출 한계치 이하로 감소하였다 (Fig. 1). 즉, 생성된 유기산과 이로 인해 유도된 낮은 pH 조건을 배제하여도 여전히 충분히 숙성된 김치에는 FCV의 감염력을 감소시키는 항 바이러스 작용력을 가진 물질이 존재하는 것으로 확인되었다.

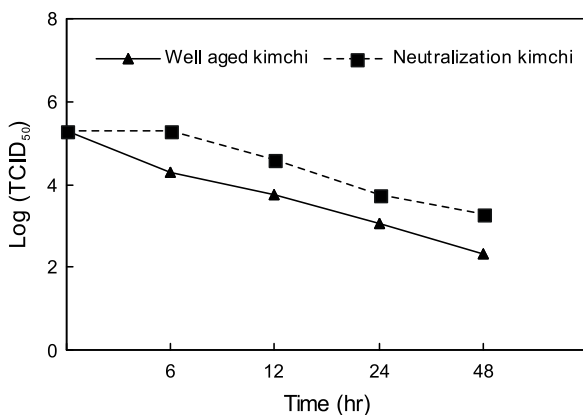


Fig. 1. The FCV infective titer change among the storage process of the well aged *Kimchi* and neutralization *Kimchi*.

유기산 및 양념류에 의한 FCV의 불활성화

배추김치에서 생성되는 비휘발성 유기산에는 malic acid, fumaric acid, lactic acid, succinic acid, malonic acid, oxalic acid, glycolic acid, citric acid 및 tartaric acid 등이 있으며 이중에 lactic acid와 succinic acid가 대표적 비휘발성 유기산으로 알려져 있다. 또한 휘발성 유기산에는 formic acid, acetic acid, propionic acid, butyric acid, valeric acid, caproic acid와 heptanoic acid등이 있으며 이중에 acetic acid와 propionic acid가 대표적 휘발성 유기산으로 알려져 있다 (Pusan national university Kimchi research institute, 2010).

본 연구에서는 김치발효 중 생성되는 대표적 유기산이 FCV의 감염력에 미치는 영향을 파악하고 김치 제조 시 사용되는 부원료가 FCV의 감염력에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하였다. 유기산으로는 비휘발성 유기산인 lactic acid, succinic acid 및 휘발성 유기산인 acetic acid, propionic acid 등 4가지

유기산을 이용하였고 대조구로서 HCl (염산)를 추가하여 FCV와 반응시킨 후 감염가를 비교하였다. 그 결과, 김치가 완전히 숙성되어 pH가 3.5에 도달하는 경우에는 산의 종류와 상관없이 12시간 이후 바이러스 감염가가 2-3 log 이상 감소하는 것으로 나타났다 (Table 4).

Table 4. The FCV infective titer according to the reaction with the organic acid (4°C)

Time	TCID ₅₀					Control
	Lactic acid	Succinic acid	Acetic acid	Propionic acid	HCl	
0 hr	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
6 hr	4.05	5.30	5.80	4.80	5.05	7.05
12 hr	3.55	3.55	3.80	3.80	3.30	6.80

Table 5. The FCV infective titer according to the reaction with a spice used *Kimchi* (4°C)

Time	TCID ₅₀						Control
	Red Garlic (1.6%)	pepper powder (4.5%)	Green onion (3.0%)	Salt-fermented anchovy (2.0%)	Ginger (0.9%)	Mixture (8.3%)	
0 hr	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
24 hr	4.80	5.55	7.30	6.05	7.80	6.05	6.55
72 hr	4.05	6.05	6.05	5.30	8.05	6.30	6.05

또한, 김치를 담그는 과정에서 사용되는 양념원료인 마늘, 고춧가루, 파, 멸치 젓갈 및 생강의 FCV 불활성화 작용력을 확인하고자 하였다. 김치 부원료 성분의 고유 pH에 의한 영향과 부패에 의한 미생물 증식과 같은 부영향을 배제하기 위하여 4°C 조건에서 실험하였다. 그 결과, 72시간 경과 후 마늘과 젓갈에서 FCV의 감염력이 3 log 이상이 감소하여 우수한 바이러스 억제 효과를 나타내었다 (Table 5).

마늘은 오랫동안 그 가치가 높이 평가되고 있으며 약용, 향균 및 살균효과적인 특성으로 인해 실제로 질병의 치료나 예방에 사용되고 있다. 특히 강력한 살균효과를 나타내는 알리신이 존재하여 바이러스에도 억제 효과도 있는 것으로 판단된다. 또한 *E. coli*, *S. typhimurium*, *V. parahaemolyticus*, *B. subtilis*, *L. monocytogenes*와 같은 식중독균에 대해서도 감수성 또는 중등도의 감수성을 나타내었다는 보고도 있다 (Kim et al., 2003; Yoon, 2009; Goncagul and Ayaz, 2010). 그리고 멸치 젓갈은 재료에 따라 차이가 있지만 호염성 미생물이 존재하는 식품으로 이러한 미생물의 직접작용과 이들이 생성하는 2차 대사산물의 영향에 의해 FCV 활성이 억제되는 것으로 사료되었다.

김치는 유산균에 의해서 발효가 진행되면서 생성된 젓산을 비롯한 대사산물이 포함하게 되어 재료의 단순 혼합체와 뚜렷이 구별되는 특징을 가지게 된다. 유기산은 채소 중에 함유된 효소나 숙성에 관여하는 미생물이 재료 중 당질에 작용하여

생성되는데 배합원료의 종류, 숙성온도, 소금농도 및 시간에 따라 그 생성량과 생성되는 유기산의 종류에 차이가 나타나게 된다 (Mheen, 1998). 발효가 완료된 김치에 존재하는 성분 중 FCV와 같은 바이러스의 감염력 감소에 영향을 미치는 주요 인자는 유기산의 종류에 상관없이 유기산으로 유도된 낮은 pH 환경이며, 더불어 주재료 및 부재료에서 유래하는 항 바이러스성 물질과 발효에 관여하는 미생물의 2차 대사산물의 복합 작용도 일부 기여하는 것으로 확인되었다.

이상의 결과로 미루어 보아 김치 숙성에 따른 낮은 pH 환경과 각종 대사산물의 복합작용으로 부원료를 통하여 김치에 혼입된 노로바이러스가 감염을 유발하지 못하는 수준으로 불활성화 될 것으로 판단되었다. 즉, 충분히 숙성된 김치의 경우 부원료로 사용된 굴에서 유래하는 노로바이러스에 의한 2차 감염의 가능성은 매우 낮다고 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물학원 수출패류 생산해역 및 수산물 위생조사 연구 (RP-2010-FS-008)의 수행에 따른 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

Atmar RL and Estes MK. 2001. Diagnosis of noncultivable gastroenteritis viruses the human caliciviruses. Clin Microbiol Rev 14, 15-37.

Bae MS and Lee SC. 2008. Preparation and characteristics of kimchi with added *Styela clava*. Korean J Food Cookery Sci 24, 573-579.

Beuret C, Baumgartner A and Schluep J. 2003. Virus contaminated oyster: A three month monitoring of oysters imported to Switzerland. Appl Environ Microbiol 69, 2292-2297.

Blackburn BG, Craun GF, Yoder JS, Hill V, Calderson RL, Chen N, Lee SH, Levy DA and Beach MJ. 2004. Surveillance for waterborne-disease outbreaks associated with drinking water United States, 2001-2002. MMWR Surveil Summ 53, 22-45.

Chi HY, Lee CH, Kim KH, Kim SL and Chung IM. 2006. Induction of apoptotic cell death by red pericarp rice (Jakwangchalbyeo) extracts. Food Sic Biotechnol 15, 534-542.

Choi HS. 2005. Physiological components and health function of *Kimchi*. Food Preserv Proces Indus 4, 2-10.

Choi SY and Beuchat LR. 1994. Growth inhibition of *Listeria monocytogenes* by a bacteriocin of *Pediococcus acidilactici* M during fermentation of *Kimchi*. Food Microbiol 11, 301-307.

Erwin D, Paul B, Barry R, Astrid de G, Fleur T and Marion

K. 2004. Inactivation of Caliciviruses. Appl Environ Microbiol 70, 4538-4543.

Fankhauser RL, Monroe SS, Noel JS, Humphrey CD, Bresee JS, Parashar UD, Ando T and Glass RI. 2002. Epidemiologic and molecular trends of "Norwalk-like viruses" associated with outbreaks of gastroenteritis in the United States. J Infect Dis 186, 1-7.

Goncagul G and Ayaz E. 2010. Antimicrobial effect of garlic (*Allium sativum*). Recent Pat Antiinfect Drug Discov 5, 91-93.

Inatsu Y, Bari ML, Kawasaki S and Isshiki K. 2004. Survival of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes* in *Kimchi*. J Food Prot 67, 1497-1500.

Jang HO, Lee JA, Kim NH, Chung EH and Lee HJ. 2004. Prevalence of antibodies against adenoviruses in Korean children and adults. Korean J Pediatr 47, 1300-1305.

Jo SH, Kim HJ, Choi EJ and Ha SD. 2009. Trends analysis of food-borne outbreaks in United States of America, Japan and Korea. Safe Food 4, 3-14.

Kang SY and Han MJ. 2005. Effect of *kimchi* ingredients on the growth of pathogenic and lactic acid bacteria. Korean J Food Cookery 21, 838-843.

Kim M, KIM SY, Shin WS and Lee J. 2003. Antimicrobial activity of garlic juice against *Escherichia coli* O157:H7. Korean J Food Sci Technol 35, 752-755.

Koopmans M, Bonsdor CH, Vinje J, Medici D and Monroe S. 2002. Foodborne viruses. FEMS Microbiol 26, 187-205.

KREI (Korea rural economic institute). 2009. Quartely agriculture/rural economic trend. 1-108.

Lee CW, Ko CY and Ha DM. 1992. Microfloral changes of the lactic acid bacteria during kimchi fermentation and identification of the isolates. Kor J Appl Microbiol Biotechnol 20, 102-109.

Lee HM and Lee YH. 2006. Isolation of *Lactobacillus plantarum* from *Kimchi* and its inhibitory activity on the adherence and growth of *Helicobacter pylori*. J Microbiol Biotechnol 16, 1513-1517.

Lee JJ and Jeong YK. 1999. Cholesterol-lowering effect and anticancer activity of *Kimchi* and *Kimchi* ingredients. Korean J Life Science 9, 743-752.

Mheen TI. 1998. *Kimchi*, in microorganisms and industry, Mheen ed, Hanlimwon TI. Pub Co *Kimchi* 454-480.

Mheen TI, and Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. Kor J Food Sci Technol 16, 443-450.

- MOHW (Ministry of health & welfare). 2006. The Korea national health & nutrition examination survey, 394-424.
- Park DC, Park JH, Gu YS, Han JH, Byun DS, Kim EM, Kim YM and Kim SB. 2000. Effect of salted-fermented fish products and their alternatives on angiotensin converting enzyme inhibitory activity of kimchi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 37, 920-927.
- Park EJ, Han HE and Min BH. 1999. Isolation of *Lactococci* inhibiting *Listeria monocytogenes* from *Kimchi* habitat and its identification by 16S rDNA analysis. *Korean Soc Ecol* 22, 45-50.
- Park KJ, Ha HC, Kim HS, Chiba K, Yeo IH and Lee SY. 2006. The neuroprotective and neurotrophic effects of Korean gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) in PCI2h cells. *Food Sci Biotechnol* 15, 735-738.
- Park MJ, Jeon YS and Han JS. 2001a. Antioxidative activity of mustard leaf kimchi added green tea and pumpkin powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30, 1053-1059.
- Park WP, Lee SC, Bae SM, Kim JH and Lee MJ. 2001b. Effect of enoki mushroom (*Flammulina velutipes*) addition on the quality of *kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30, 210-214.
- Pusan national university Kimchi research institute. 2010. Database for Kimchi nutrition. Retrieved from <http://www.kimchiresearch.com> on July 12.
- Sarbelio M, Espinosa M, Farkas T and Jiang X. 2004. Human caliciviruses and pediatric gastroenteritis. *Semin Pediatr Infect Dis* 15, 237-245.
- Seymour, IJ and Appleton H. 2001. Foodborne viruses and fresh produce. *J Appl Microbiol* 91, 759-773.
- Widdowson MA, Sulka A, Bulens SN, Beard RS, Chaves SS, Hammond R, Salehi ED, Swanson E, Totaro J, Woron R, Mead PS, Bresee JS, Monroe SS and Glass RI. 2005. Norovirus and foodborne disease, United States, 1991-2000. *Emerg Infect Dis* 11, 95-102.
- Yoon IS. 2009. Sensitivity test on the food poisoning bacteria of the garlic extract. *Korean J Contents* 9, 339-349.

2010년 7월 27일 접수

2010년 9월 16일 수정

2010년 10월 11일 수리