P426

Trichloro isocyanuric acid 와 Calcium hypochlorite에 의한 대장균 사멸특성 비교연구

강자경[1], 변대진[2], 김응수[1]
한국외국어대학교 환경학과 생물공학 실험실[1], 성원환경주식회사[2]
전화 (0335) 330-4532

Abstract

The disinfection effects of Trichloro isocyanuric acid (TICA) and Calcium hypochlorite (Cal-hypo) against *E. coli* in aqueous suspension were compared at various concentrations of disinfectants as well as exposure times. When *E. coil* (~10^7 CFU/ml) were exposed by TICA and Cal-hypo (12 ppm each), 90% of the initial cells were reduced in 4 sec and 390 sec, respectively. Although Cal-hypo lost its disinfection capability in about 1 hr under the sun light, TICA maintained its effect up to 6 hrs. This comparative studies clearly demonstrate that TICA is more effective than Cal-hypo in terms of sterilizing *E. coli* as well as maintaining the disinfection effects.

서론

소독이란 각종 질병을 유발시킬 수 있는 미생물을 파괴하는 것으로써 다양한 종류의 박테리아, 바이러스, 세균, 원생동물, 기생충 등의 수인성 전염균으로 부터 인간을 보호하는 최종적인 수단이다.(1) 소독제를 사용할 때의 조건(접촉시간, 소독제 종류 및 농도, 온도, pH)과 미생물의 상태(세포벽, 세포막조성, 성장상태, 점액분비, colony형성, 생물막의 형성, 초기미생물농도)에 따라 소독력의 차이가 나타난다.(1,2,3) 염소 화합물은 물에 용해되었을 때 매우 효과적인 살균력을 지니고 또한 값이 싸고 운반이 간편하는 경제적인 이점 때문에 하수처리장 및 상수정수장에서 미생물을 살균하기 위해 광범위하게 사용되는 소독제이다.(2) 현재 우리나라에서 염소계 소독제로 TICA와 calcium hypochlorite가 많이 사용되고 있으나, 이들의 소독효과에 대한 과학적인 연구는 매우 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 소독제의 농도 및 미생물과의 접촉시간에 따른 TICA의 소독력 및 안정도를 calcium hypochlorite와 비교하는데 그 목적을 두었다.

재료 및 방법

사용균주와 성장조건

소독력을 측정하기 위한 미생물로써 *E. coli* DH5α를 사용하였다. 이 균주를 37℃에서 배양하여 OD_{600nm} = 1이 될 때까지 배양시켰다. 배양시 사용한 L-broth배지의 조성은 Trypton 10g, yeast extract 5g, NaCl 5g, glucose 0.5g in 1 ℓ of distilled water 이다.

소독제

소독력을 측정할 소독제로는 TICA (성원환경 Neochlor 90. 유효염소함량 90%)와 Calcium hypochlorite(일본T사. 유효염소함량 75%)를 사용하였다. 소독제는 실험 직전에 증류수에 충분히 용해시킨 후 각각 농도별로 증류수에 희석하여 소독력을 측정하였다.

농도별 소독력 측정

대장균 부유액 100㎕ (10^8 CFU/ml)을 TICA와 calcium hypochlorite 용액 (4, 8, 12, 16ppm) 10㎖에 접종시킨 후 즉시 vortex 시켜서 충분히 혼합시켰다. 각각의 접촉시간(30초~8분)에 따라 100㎕를 취한 후 증류수 900㎕에 희석하여 충분히 vortex 시킨 후 그중 100㎕를 L-agar(agar 10g, trypton 5g, yeast extract 5g, NaCl 5g, glucose 0.5g in 1 ℓ of distilled water) plate에 spreading 하여 18hr 동안 37℃ incubator에서 배양시킨 후 CFU를 측정하였다.

소독지속력 측정

50ppm의 TICA와 calcium hypochlorite 용액 500㎖을 햇볕이 잘드는 창가에 정치시켜 직사광선을 받도록 하였다. 각 시간별로 10㎖씩 sampling한 후 여기에 100㎕의 대장균 부유액 (10^8 CFU/ml)을 접종시킨 다음 즉시 vortex 시켜서 충분히 혼합시켰다. 1분동안 접촉시킨 다음 100㎕를 취하여 900㎕의 증류수에 희석하고 충분히 vortex 시킨 후, 그중 100㎕를 L-agar plate에 spreading 하여 18hr 동안 37℃ incubator에서 배양시킨 후 CFU를 측정하였다.

결과 및 토론

농도별 소독력 측정

증류수에서 각각 다른 농도의 TICA와 calcium hypochlorite에 의한 대장균의 사멸 측정 결과 TICA의 경우 12ppm에서 4초만에 90%가 사멸되었으나 calcium hypoc-

hlorite의 경우에는 12ppm에서 390초 동안이나 접촉해야 같은 사멸효과를 얻을 수 있었다(Fig 1, 2). Calcium hypochlorite 16ppm에서는 8분동안 접촉시켜야 단지 10^3CFU만이 감소하였다. 이것은 TICA 8ppm에서 1분 30초동안 접촉시켰을 때의 사멸효과와 비슷하였다(Fig 1, 2). Calcium hypochlorite 4ppm에서는 8분까지 접촉시켜도 어떠한 사멸효과가 보이지 않았다(Fig 1, 2). 각 소독제의 농도에서 대장균이 90% 사멸하는데 걸리는 시간을 Table 1에 나타내었다.

TICA와 calcium hypochlorite의 농도에 따른 90% killing time을 그래프로 나타내었다(Fig 3). 같은 실험조건이 적용된다면 각각의 소독제에 의한 대장균의 사멸을 예측하는데 매우 유용할 것이며, 이 결과로 보아 같은 농도로 주입시켜도 TICA가 calcium hypochlorite보다 훨씬 짧은 시간내에 미생물을 사멸시키고 또한 낮은 농도로 주입시켜도 같은 사멸효과를 얻을 수 있다는 결론을 얻을 수 있다.

소독지속력 측정

50ppm의 TICA와 calcium hypochlorite를 햇빛에 노출시킨 결과, calcium hypochlorite의 경우 햇빛에 1시간 노출되자 소독력이 급격히 감소하기 시작하여 4시간 노출된 후에는 거의 소독력이 없어졌다(Fig 4). 반면 TICA는 햇빛에 6시간동안 노출되어도 소독력이 계속 지속되었다(Fig 4). 이는 TICA로부터 생성되는 isocyanuric acid가 HOCl의 안정도를 증가시켜 햇빛에 의해 분해를 억제하는 반면 calcium hypochlorite로부터 생성되는 OCl^-는 매우 불안정하여 햇빛에 의해 분해가 매우 촉진되어 소독력이 급격히 감소하기 때문으로 추정된다.[4] 따라서 수영장과 같은 햇빛의 노출이 많은 물의 소독에는 calcium hypochlorite보다 TICA를 사용해야 지속적인 소독효과를 유지할 수 있으리라 예측된다.

참고문헌

1. Gabriel bitton , "Wastewater microbiology"(1996), 동화기술, pp. 175-208.

2. 金昌元, 尹泰一, "환경미생물학"(1992), 동화기술, pp103-114.

3. Roberto F., Ilaria N., Antonella M. and Antonertta G , "Bactericidal activity of chlorine dioxide against Escherichia coli in water and on hard surfaces"(1998). J. Food. Prot., **61,** 668-672

4. Shikoku사 기술자료

Table 1. Charasteristics of TICA and calcium hypochlorite

	Calcium hypochlorite	TICA
유효염소함량	75%	90%
분자식	$Ca(OCl)_2$	$C_3Cl_3N_3O_3$
구조식		
보존성	보존시 흡습성이 높아 장기보존시 문제발생	보존시 흡습성이 매우 낮아 장기보존가능
용해도	용해도가 매우 높아 과잉용해현상이 일어남	용해도가 낮아 과잉용해현상이 없음
불순물	불순물을 많이 함유하여 배관내에 스케일발생	불순물이 거의 없음
안정도	생성되는 HOCl이 불안정하여 여러성분에 의해 분해가 촉진	생성되는 HOCl이 안정하여 지속성이 높음
pH	용해측정시 알칼리성(pH 10-13)	용해측정시 산성(pH3-5)

Table 2. 90% killing time of *E. coli* cells at various concentrations of TICA and calcium hypochlorite. Data are the average of two samples.

소독제 농도(ppm)	90% killing time(s)	
	TICA	Calcium hypochlorite
4	1719.2	NE[a]
8	30.1	3550.3
12	4 >	390.4
16	4 >	139.7

[a] NE : no effect(소독효과없음)

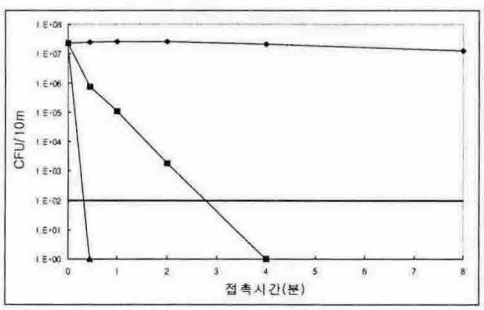

Fig 1. Disinfection effect of TICA on *E. coli* cells in aqueous suspension phase. The concentrations of disinfectant(ppm) : -◆- 4, -■- 8, -▲- 12, -×- 16, — Non-detectable range. Data are the average of two samples.

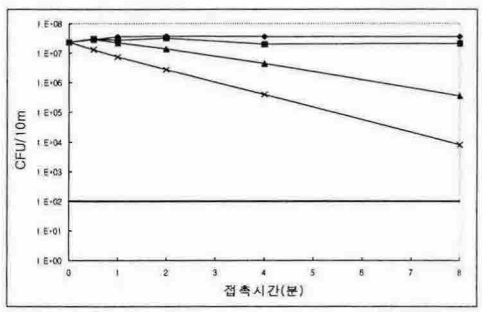

Fig 2. Disinfection effect of calcium hypochlorite on *E. coli* cells in aqueous suspension phase. The concentrations of disinfectant(ppm) : -◆- 4, -■- 8, -▲- 12, -×- 16, — Non-detectable range. Data are the average of two samples.

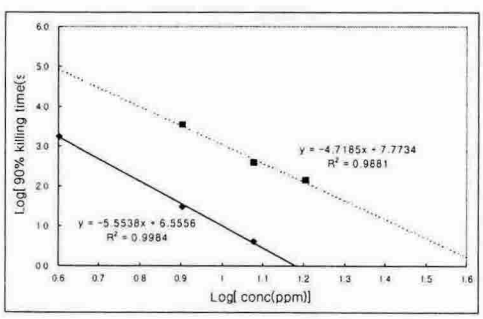

Fig 3. Disinfection effect on the 90% killing time of E. coli cells in TICA(◆) and calcium hypochlorite(■). Data are the average of two samples.

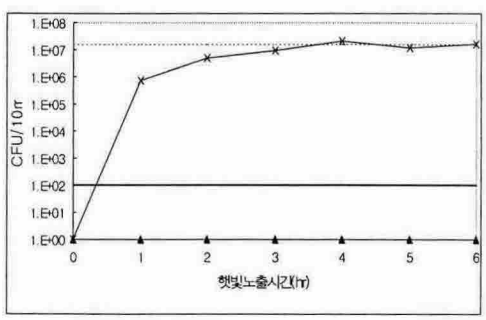

Fig 4. Disinfection effect reduction by sun light in TICA(▲) and calcium hypochlorite(×). --- initial cell concentration, — Non-detectable range.