

연구노트

이산화염소수 또는 푸마르산 처리된 고추, 생강, 당근의 미생물학적 변화

김민희 · 김윤정 · 김관수¹ · 송영복¹ · 서원준¹ · 송경빈[†]
충남대학교 식품공학과, ¹(주)세전

Microbial Changes in Hot Peppers, Ginger, and Carrots Treated with Aqueous Chlorine Dioxide or Fumaric Acid

Min-Hee Kim, Yun-Jung Kim, Kwan-Su Kim¹, Young-Bok Song¹, Won-Joon Seo¹,
and Kyung Bin Song[†]

Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

¹Sejeon Corporation, Chungbuk 365-824, Korea

Abstract

The effects of aqueous chlorine dioxide (ClO₂) or fumaric acid treatment on the reduction of microbial populations in hot pepper, ginger, and carrot, were investigated. Hot pepper, ginger, and carrot were treated with 5, 10, or 50 ppm of ClO₂, or 0.1, 0.3, or 0.5%(v/v) fumaric acid solution for 5 min. Aqueous ClO₂ or fumaric acid treatment significantly decreased the populations of both total aerobic bacteria, and yeasts and molds. In particular, 50 ppm ClO₂ treatment of hot pepper reduced total aerobic bacteria and yeast and mold levels, by 1.52 and 1.81 log CFU/g, respectively, whereas 0.5% (v/v) fumaric acid treatment eliminated all aerobic bacteria and all yeasts and molds. In addition, 50 ppm ClO₂ treatment of ginger reduced the populations of total aerobic bacteria, and yeasts and molds, by 0.53 and 0.92 log CFU/g, respectively, and 0.5% (v/v) fumaric acid treatment also decreased total aerobic bacteria, and yeast and mold levels, by 1.44 and 1.28 log CFU/g, respectively. With carrots, 50 ppm ClO₂ treatment decreased total aerobic bacteria, and yeasts and molds, by 1.76 and 2.22 log CFU/g, whereas 0.5% (v/v) fumaric acid treatment reduced the levels of these microorganisms by 1.94 and 1.73 log CFU/g, respectively. These results indicate that aqueous ClO₂ or fumaric acid treatment is useful for reducing microbial populations in hot peppers, ginger, and carrots.

Key words : aqueous chlorine dioxide, fumaric acid, hot pepper, carrot, ginger

서 론

신선한 채소는 샐러드 등 섭취의 편리성과 건강상의 이유로 최근 수요가 증가하고 있으나 생산, 수확 중 미생물 오염이나 식품 가공, 저장, 유통 중 세균 등에 의한 오염 가능성이 높다(1,2). 그 실제 예로 고추는 곰팡이와 세균으로 인한 피해로 생산량의 손실을 가져오고, 또한 생강은 축축하고 연한 표면이 수확 후 출하 과정 중 손상되기 쉬워 곰팡이로 인한 부패가 쉽게 일어나며, 당근의 경우 미생물에 의해 품질이 저하된다. 따라서 신선한 채소들의 미생물

오염으로 인한 식품 안전성이 문제시되기에, 가공이나 조리 전에 이러한 채소들의 미생물 감소를 위한 전처리 과정의 필요성이 강조되고 있다(3-5).

식품산업에서 미생물 감소를 위해 사용하는 비가열처리 방법으로 감마선이나 UV-C 조사, 염소, 유기산, 오존수, 이산화염소수 처리 등이 있다(6,7). 그 중 이산화염소수는 thermal processing을 할 수 없는 식품에 적합하여 샐러드와 같은 신선채소 식품의 위생적인 안전성 확보를 위해 사용되고 있는데, 염소와는 달리 발암물질인 트리할로메탄류 등을 생성하지 않고, 또한 염소보다 2.5배나 산화력이 강하며, pH의 변화에 따른 살균력의 변화도 없으며 식품의 풍미에도 큰 영향을 주지 않는다고 알려져 있다(8,9). 따라서 과일,

[†]Corresponding author. E-mail : kbsong@cnu.ac.kr,
Phone : 82-42-821-6723, Fax : 82-42-825-2664

채소, 어묵, 생선, 가금류 등의 이산화염소수 처리에 따른 미생물의 감균 효과에 관한 연구가 보고된 바 있다(10-13).

한편 유기산은 다양한 미생물의 생육을 저해할 수 있는데, 식품의 pH를 낮추거나 유기산의 특정한 음이온이 미생물의 대사과정에 영향을 줌으로써 미생물의 증식을 억제한다(15). 그 중에도 푸마르산은 강한 살균력으로 인해 식품의 미생물학적 안전성을 향상시키기 위해 사용되는데, 푸마르산의 미생물 감소 효과는 상추, 사과주, 브로콜리 새싹채소 등에서 이미 보고되었다(6,15-17).

이와 같이 이산화염소수와 푸마르산 처리는 비가열처리으로써 신선 채소의 관능적인 면에 영향을 주지 않으면서도 미생물 감소 효과를 얻을 수 있기에 효과적인 화학적 처리제로 사용될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 고추, 생강, 당근에 대한 가공 전처리 공정으로써 이산화염소수와 푸마르산 세척 처리에 의한 초기 미생물 감소를 통한 미생물학적 안정성을 향상시키고자 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에서 사용된 고추(*Capsicum annuum*), 생강(*Zingiber officinale*), 당근(*Daucus carota subsp. sativus*)은 국내에서 재배되어 판매하는 것으로 대전 지역의 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

화학적 전처리

고추, 생강의 전처리를 위해 시료 200 g을 사용하였고, 당근은 300 g을 취해 사용하였다. 각 시료는 물, 이산화염소수, 푸마르산 처리 용액에 5분간 침지한 뒤 개별적으로 low density polyethylene(LDPE) bag에 보관하였다. 이산화염소수 처리 용액은 chlorine dioxide generator system(CH₂O Inc., Olympia, WA, USA)을 사용하여 5, 10, 50 ppm의 농도로 제조하였으며, 농도는 iodometry 방법(18)으로 측정하였다. 푸마르산(Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA) 용액은 김 등(15)의 방법을 변형하여 농도가 0.1, 0.3, 0.5% 되도록 제조하여 사용하였다.

미생물 분석

화학적 전처리된 고추, 생강, 당근을 25 g씩 채취하여 멸균 bag에 넣고 각각 3분 동안 Stomacher(MIX 2, AES Laboratoire, France)를 이용하여 균질화 시켰다. 균질화된 시료는 멸균된 거즈로 거른 후 0.1% sterile peptone water로 희석한 후 배지에 각각 분주하였다. 미생물 측정 방법은 American Public Health Association(APHA) 방법에 따라 실시하였는데 총균수는 plate count agar(PCA, Difco Co. Detroit, MI, USA)에서 37℃에서 2일 동안 배양하였고, 효모

와 곰팡이는 potato dextrose agar(PDA, Difco Co.)에서 37℃에서 3일 배양하여 colony forming unit(CFU)로 계수하여 나타내었으며 미생물 측정은 3 반복의 평균치로 나타냈다.

통계 분석

실험 결과의 유의성 검정은 SAS program(19)을 사용하여 실시하였고 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test 방법을 사용하여 통계 처리를 하였다. 실험 결과는 평균±표준편차로 나타냈다.

결과 및 고찰

이산화염소수와 푸마르산의 농도 별로 처리된 고추, 생강, 당근의 초기 미생물의 감균 효과를 확인하였다(Table 1-3). 고추의 초기 총균수는 4.99 log CFU/g이었는데, 물에 5분간 침지 처리한 경우 총균수에 있어서 0.17 log CFU/g이 감소되어 큰 효과를 거두지는 못하는 것으로 나타났다. 반면에 이산화염소수를 5, 10 ppm 처리 시, 대조구와 비교하여 0.49, 0.59 log CFU/g의 차이를 보였으며, 특히 50 ppm에서는 1.52 log CFU/g의 차이를 나타냈다. 한편 푸마르산을 0.1, 0.3% 처리한 고추의 경우, 총균수에 있어서 2.09, 2.20 log CFU/g 감소를 보여 대조구와 큰 차이를 보였으며, 특히 0.5% 푸마르산 농도에서는 균이 검출되지 않았다(Table 1). 이러한 연구 결과는 Akbas 등(20)이 보고한 lactic, citric, acetic, ascorbic acid 0.5%를 처리하였을 때 대조구와 비교하여 최대 2 log CFU/g의 감소 효과를 보았다는 보고보다 뛰어난 결과를 나타냈다. 또한 본 연구 결과는 대조구나 물에 침지한 시료에 비해 이산화염소수나 푸마르산 처리가 총균수 억제에 효과적이고, 특히 이산화염소수 처리보다는 푸마르산 처리가 보다 효과적인 방법이라는 것을 시사한다.

고추에서의 초기 효모와 곰팡이 수는 3.69 log CFU/g이었는데, 물에 침지한 시료의 경우 0.31 log CFU/g의 감소를 보인 반면에, 이산화염소수 5, 10, 50 ppm 처리한 시료에서는 대조구와 대비하여 각각 0.46, 0.57, 1.81 log CFU/g의 차이를 보였다(Table 1). 그리고 푸마르산 처리의 경우, 효모와 곰팡이 수에 있어서 0.1%처리에서 대조구보다 1.59 log CFU/g이 감소하였으며 0.3, 0.5%에서는 검출되지 않았는데, 이러한 결과는 이온화되지 않은 푸마르산이 미생물의 지질 세포막을 통과함으로써 세포 내 사이토플라즘을 산성화시켜 미생물 생육을 저해하기 때문이라고 여겨진다(21,22).

전반적으로 이산화염소수와 푸마르산 처리에 의한 미생물 감소 효과는 단순히 물에 침지한 시료와 비교하여 큰 차이를 보여주었는데, 특히 0.5% 푸마르산 처리 시료에서

총균수, 효모와 곰팡이 모두 검출되지 않은 결과에서 보듯이 푸마르산 처리가 고추의 초기 미생물 감소 효과가 가장 크다는 것을 보여준다. 또한 본 연구 결과, 이산화염소수 및 푸마르산의 처리 농도에 비례하여 미생물의 감소 효과가 증가하는 것을 알 수 있었는데, 이러한 결과는 Kim 등(23)의 상추에 이산화염소수를 농도별로 처리한 경우 처리 농도에 비례하여 미생물 감소 효과가 크다는 연구 보고와 일치하고, Comes 등(16)의 푸마르산의 처리 농도에 비례하여 미생물이 감소되었다는 보고와도 일치한다.

Table 1. Inactivation of microorganisms in hot pepper by aqueous ClO₂ and fumaric acid treatment

(log CFU/g)		
Treatment	Total aerobic bacteria	Yeasts and molds
Control ¹⁾	4.99±0.14 ^{a2)}	3.69±0.30 ^{ba}
Water	4.82±0.28 ^{ba}	3.38±0.27 ^b
5 ppm ClO ₂	4.50±0.25 ^{bc}	3.23±0.13 ^{bc}
10 ppm ClO ₂	4.40±0.14 ^c	3.12±0.06 ^c
50 ppm ClO ₂	3.47±0.21 ^d	1.88±0.17 ^e
0.1% Fumaric acid	2.90±0.08 ^e	2.10±0.13 ^d
0.3% Fumaric acid	2.79±0.09 ^e	N.D
0.5% Fumaric acid	N.D ³⁾	N.D

¹⁾Raw hot pepper.

²⁾Any means in the same column followed by different letters are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test..

³⁾Not detected.

생강의 경우, 초기 총균수는 6.91 log CFU/g으로 상당히 높은 오염 수치를 보였는데, 물에 침지한 시료의 경우 총균수의 감소가 0.16 log CFU/g으로 이산화염소수나 푸마르산 처리 시료와는 대조가 된다(Table 2). 이산화염소수 5, 10, 50 ppm 처리 시료의 총균수 감소 효과는 각각 0.27, 0.37, 0.53 log CFU/g으로 물에 침지한 시료보다 총균수의 감소가 컸고, 특히 푸마르산을 0.1, 0.3, 0.5% 처리 시, 대조구 대비 1.22, 1.27, 1.44 log CFU/g의 차이를 나타내어 이산화염소수 처리보다도 총균수의 감소 효과가 뛰어났다(Table 2), 이러한 연구 결과는 Kim 등(15)의 연구에서 이산화염소수 처리보다 푸마르산을 처리한 새싹채소에서 미생물의 감소 효과가 컸다는 보고와 일치한다.

또한 생강의 초기 효모와 곰팡이 수는 5.88 log CFU/g으로 측정되었는데, 물에 침지한 생강의 경우 대조구와 대비하여 효모와 곰팡이 수 감소가 0.19 log CFU/g인 반면에, 이산화염소수 5, 10, 50 ppm 처리 시 각각 0.49, 0.77, 0.92 log CFU/g의 감소를 보였고, 또한 푸마르산 0.1, 0.3, 0.5% 처리 시 0.86, 0.87, 1.28 log CFU/g의 감소를 보여 1 log CFU/g 내외의 감소율을 보였다. 이산화염소수 처리에 따른 미생물 수 감소는 이산화염소수가 미생물 단백질의 아미노

Table 2. Inactivation of microorganisms in ginger by aqueous ClO₂ and fumaric acid treatment

(log CFU/g)		
Treatment	Total aerobic bacteria	Yeasts and molds
Control ¹⁾	6.91±0.44 ^{ba2)}	5.88±0.20 ^a
Water	6.75±0.44 ^{bc}	5.69±0.27 ^{ba}
5 ppm ClO ₂	6.64±0.08 ^{bc}	5.39±0.04 ^b
10 ppm ClO ₂	6.54±0.04 ^{bc}	5.11±0.08 ^c
50 ppm ClO ₂	6.38±0.14 ^c	4.96±0.03 ^c
0.1% Fumaric acid	5.69±0.12 ^d	5.02±0.15 ^c
0.3% Fumaric acid	5.64±0.22 ^d	5.01±0.10 ^c
0.5% Fumaric acid	5.47±0.14 ^d	4.60±0.22 ^d

¹⁾Raw ginger.

²⁾Any means in the same column followed by different letters are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

산 중 tyrosine, cysteine, tryptophan 등과 반응하여 단백질을 변성시켜 사멸시키고, 또한 mRNA의 불활성화, cell membrane의 변화로 인한 단백질 합성 등에 영향을 끼쳐 사멸시킨다고 보고되었다(11,24). 또한 푸마르산에 의한 미생물 감소는 푸마르산이 미생물 세포 내의 산도를 높이기 때문인 것으로 설명된다(14,24,25).

당근 시료의 초기 총균수는 6.60 log CFU/g으로 측정되었는데, 물에 침지한 시료에서 총균수 감소가 0.35 log CFU/g인 반면에, 이산화염소수 5, 10, 50 ppm 처리 경우는 0.93, 1.10, 1.76 log CFU/g으로 고추나 생강 시료와 마찬가지로 물에 침지한 경우 보다 큰 차이를 보였다(Table 3). 또한 푸마르산 0.1, 0.3, 0.5% 처리에서도 대조구 대비 1.82, 1.80, 1.94 log CFU/g의 감균 효과를 나타내었다(Table 3). 그리고 당근에서의 초기 효모와 곰팡이 수는 4.43 log CFU/g이었는데, 물에 침지 처리한 시료가 0.22 log CFU/g 감소를 보인

Table 3. Inactivation of microorganisms in carrot by aqueous ClO₂ and fumaric acid treatment

(log CFU/g)		
Treatment	Total aerobic bacteria	Yeasts and molds
Control ¹⁾	6.60±0.22 ^{a2)}	4.43±0.27 ^a
Water	6.25±0.27 ^{ba}	4.21±0.39 ^{ba}
5 ppm ClO ₂	5.67±0.06 ^c	3.11±0.05 ^c
10 ppm ClO ₂	5.50±0.20 ^c	3.13±0.05 ^c
50 ppm ClO ₂	4.84±0.28 ^d	2.21±0.04 ^c
0.1% Fumaric acid	4.78±0.04 ^d	2.99±0.09 ^{dc}
0.3% Fumaric acid	4.80±0.05 ^d	2.94±0.13 ^{dc}
0.5% Fumaric acid	4.66±0.10 ^d	2.70±0.07 ^d

¹⁾Raw carrot.

²⁾Any means in the same column followed by different letters are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

반면에, 이산화염소수에 침지한 시료의 경우는 대조구와의 차이가 농도별로 각각 1.32, 1.30, 2.22 log CFU/g를 보였고, 또한 푸마르산 0.1, 0.3, 0.5% 처리에서도 대조구와의 차이가 1.44, 1.49, 1.73 log CFU/g로 고추나 생강과 유사한 미생물 감소 효과를 확인할 수 있었다. 이러한 연구 결과는 김 등(15)의 연구 보고와 Lang 등(26)의 보고와 일치하는 결과이다.

따라서 본 연구 결과, 고추, 생강, 당근에서의 이산화염소수 50 ppm이나 푸마르산 0.5% 처리가 초기 미생물수 감소에 매우 효과적이라는 것을 입증하였고, 또한 푸마르산이나 이산화염소수 전처리와 신선한 채소의 미생물학적 안전성을 증진시킴으로써 저장 유통기한을 연장시킬 수 있는 전처리 방법으로 바람직하다는 것을 시사해준다.

요 약

이산화염소수 또는 푸마르산이 전처리된 고추, 생강, 당근의 초기 미생물수 감소 효과에 관한 연구를 하기 위하여 이산화염소수 5, 10, 50 ppm과 푸마르산 0.1, 0.3, 0.5%를 고추, 생강, 당근에 5분간 각각 처리하였다. 이산화염소수와 푸마르산 전처리는 총균수, 효모와 곰팡이 수를 유의적으로 감소시켰는데, 특히 50 ppm의 이산화염소수를 고추에 처리 시 총균수, 효모 및 곰팡이 수가 1.52, 1.81 log CFU/g 감소시킨 반면 0.5% 푸마르산의 처리는 총균수, 효모 및 곰팡이를 완전히 제거하였다. 또한 50 ppm의 이산화염소수 처리된 생강은 총균수, 효모와 곰팡이 수가 0.53, 0.92 log CFU/g 감소를 보였고, 푸마르산의 처리는 1.44, 1.28 log CFU/g 감소시켰다. 당근에 50 ppm의 이산화염소수 처리 시 총균수, 효모 및 곰팡이 수를 1.76, 2.22 log CFU/g까지 줄였고 푸마르산 처리는 1.94, 1.73 log CFU/g 감소를 보였다. 따라서 이산화염소수와 푸마르산 전처리가 고추, 생강, 당근의 초기 미생물 수 감소에 효과적인 전처리 방법이라고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품기술기획평가원의 지원을 받아 수행한 연구 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Han, Y., Sherman, D.M., Linton, R.H., Nielsen, S.S. and Nelson, P.E. (2000) The effects of washing and chlorine dioxide gas on survival and attachment of *Escherichia*

- coli* O157:H7 to green pepper surface. Food Microbiol., 17, 521-533
2. Food and Drug Administration. (1998) Guidance for industry guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables.
3. Kim, Y.J., Lee, S.H., Park, J., Park, J.H., Chung, M.S., Kwon, K.S., Chung, K.S., Won, M.S. and Song, K.B. (2008) Inactivation of *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on stored iceberg lettuce by aqueous chlorine dioxide treatment. J. Food Sci., 73, 418-422
4. Kim, Y.J., Kim, M.K., Shim, I.S., Dong, A.Y., Kang, S.H. and Song, K.B. (2008) Effect of aqueous chlorine dioxide treatment on the microbial growth and quality of grapes during storage. Hort. Environ. Biotechnol., 49, 47-51
5. Gómez-López, V.M., Devlieghere, P., Ragaert, P. and Debever, J. (2007) Shelf-life extension of minimally processed carrots by gaseous chlorine dioxide. Int. J. Food Microbiol., 116, 221-227
6. Chikthimma, N., Laborde, L.E. and Beelman, R.B. (2003) Critical factors affecting the destruction of *Escherichia coli* O157:H7 in apple cider treated with fumaric acid and sodium benzoate. Food Microbiol. Safety 68, 1438-1442
7. Kim, J.Y., Chun, H.H. and Song, K.B. (2008) Effect of UV-C irradiation on the quality of imported dried fish during storage. Korean J. Food Preserv., 15, 922-926
8. Benarde, M.A., Israel, B.M., Olivieri, V.P. and Granstorm, M.L. (1965) Efficiency of chlorine dioxide as a bactericide. Appl. Microbiol., 13, 776-780
9. Aieta, E.M. and Berg, J.D. (1986) A review of chlorine dioxide in drinking water treatment. J. Am. Water Works Asso., 78, 62-70
10. Hong, Y.H., Ku, K.J., Kim, M.K. and Song, K.B. (2008) Effect of chlorine dioxide treatment on the microbial growth and quality of chicken legs during storage. J. Food Sci. Nutr., 13, 45-50
11. Shin, H.Y., Lee, Y.J., Park, I.Y., Kim, J.Y., Oh, S.J. and Song, K.B. (2007) Effect of chlorine dioxide treatment on the microbial growth and qualities of fish paste during storage. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 50, 42-47
12. Singh, N., Sing, R.K., Bhunia, A.K. and Stroshine, R.N. (2002) Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. LWT-Food

- Sci. Technol., 35, 720-729
13. Fu, Y., Zhang, K., Wang, N. and Du, J. (2007) Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on polyphenol oxidases from golden delicious apple. LWT-Food Sci. Technol., 40, 1362-1368
 14. Warnecke, T. and Gill, R.T. (2005) Organic acid toxicity, tolerance, and production in *Escherichia coli* biorefining applications. Microbial. Cell Factories, 4, 1-8
 15. Kim, Y.J., Kim, M.H. and Song, K.B. (2009) Efficacy of aqueous chlorine dioxide and fumaric acid for inactivating pre-existing microorganisms and *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on broccoli sprouts. Food Control, 20, 1002-1005
 16. Comes, J.E. and Beelman, R.B. (2002) Addition of fumaric acid and sodium benzoate as an alternative method to achieve a 5-log reduction of *Escherichia coli* O157:H7 populations in apple cider. J. Food Protect., 65, 476-483
 17. Ryu, J.H., Deng, Y. and Beuchat, L.R. (1999) Behavior of acid adapted and unadapted *Escherichia coli* O157:H7 when exposed to reduced pH achieved with various acids. J. Food Protect., 62, 451-455
 18. APHA. (1995) Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. Method 4-54. American public health association, Washington DC, USA.
 19. SAS. (2001) SAS User's Guide Statistics, Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, U.S.A.
 20. Akbas, M.Y. and Olmez, H. (2007) Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. Lett. Appl. Microbiol., 44, 619-624
 21. Freese, E., Sheu, C.W. and Gallies, E. (1973) Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. Nature, 241, 321-325
 22. Salmond, C.V., Kroll, R.G. and Booth, I.R. (1984) The effect of food preservatives on pH homeostasis in *Escherichia coli*. J. Gen. Microbiol., 130, 2845-2850
 23. Kim, Y.J., Lee, S.H. and Song, K.B. (2007) Effect of aqueous chlorine dioxide treatment on the microbial growth and qualities of Iceberg lettuce during storage. J. Appl. Biol. Chem., 50, 239-243
 24. Walter, A. and Gutknecht, J. (1984) Monocarboxylic acid permeation through lipid bilayer membranes. J. Memb. Biol., 77, 255-264
 25. Goulbourne, E., Matin, M., Zychlinsky, E. and Matin, A. (1986) Mechanism of delta pH maintenance in active and inactive cells of an obligately acidophilic bacterium. J. Bacteriol., 166, 59-65
 26. Lang, M.M., Ingham, B.H. and Ingham, S.C. (2000) Efficacy of novel organic acid and hypochlorite treatments for eliminating *Escherichia coli* O157:H7 from alfalfa seeds prior to sprouting. Int. J. Food Microbiol., 58, 73-82

(접수 2009년 7월 10일, 채택 2009년 11월 20일)