

클로버 오일을 이용한 생마 저온부패균의 제어 및 기능성 생마 신선편이의 제조

류희영 · 박상조¹ · 이봉호¹ · 손호용*

안동대학교 식품영양학과, ¹경북농업기술원 생물자원연구소

Control of Yam-Putrefactive Psychrotrophic Bacterium Using Clove Oil and Preparation of Functional Fresh-Cut. Ryu, Hee-Young, Sang-Jo Park¹, Bong-Ho Lee¹, and Ho-Yong Sohn*. Department of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 760-749, Korea, ¹Experiment Station of Bioresources, Gyeongbuk Agricultural Technology Administration, Andong 760-749, Korea – Yam has been recognized as healthy food due to its various biological activities, such as anti-obesity, antimicrobial, anticancer and immuno-stimulation activities. In this study, antibacterial activities of 800 more natural plant extracts against yam-putrefactive psychrotrophic bacterium, *Pseudomonas rhodesiae* YAM-12, were evaluated to select a natural preservative, which is useful to long-term storage of yam and fresh-cut production. Finally, the clove oil was selected, and applied for the production of yam fresh-cut. The 1% of clove oil treated fresh-cut showed minor color changes during 31 days storage at 4°C and the microbial growth was not detected. When the artificially contaminated fresh cut by dipping with *P. rhodesiae* YAM-12 suspension for 3 min was treated 1% clove oil, the microbial growth was identified to 10⁴ CFU/g from 10³ CFU/g with minor color changes. Whereas, treatment of sterilized water, or 100 ppm NaOCl into artificially contaminated fresh cut showed severe putrefaction (10⁸ CFU/g) and color changes. Considering the previous reports that clove oil has antimicrobial, antioxidation, and antithrombosis activity, the use of clove oil into the yam fresh cut will provide market safety and consumer acceptability by prevention of microbial putrefaction and its biological activity.

Key words: Clove oil, functional fresh-cut, *Pseudomonas rhodesiae*, psychrotrophic bacterium, yam (*D. opposita* Thunb)

마는 백합목 마과식물(*Dioscoreacea*)로 현재까지 10속 650여종이 알려져 있으며, 한국, 일본, 중국 지역과 열대, 아열대 지역에 널리 분포하고 있는 다년생 덩굴식물이다[1]. 국내에서는 *D. opposita* Thunb. 또는 *D. batatas*로 분류되는 마가 재배되어 재배마로 알려져 있으며, 재배마의 지하괴근은 식용 및 약용으로 이용되고 있다[1, 19]. 국내에서의 생마 지하괴근 생산량은 연간 4,311톤을 상회하나, 수확 후의 장기 저장 및 유통의 문제점으로 인해 주로 11월에서 3월 사이에 한정적으로 유통되고 있다. 한편 마의 지하괴근은 15~20%의 전분질, 1~1.5%의 단백질, 1%의 지질, 미량의 미네랄 및 비타민을 포함하고 있으며, saponin, tannin, polyphenol, allantoin, uronic acid, chellidonic acid, sitosterol, mucin, araginine, yonogenin, kryptogenin, diosgenin 등 다양한 생리활성물질들을 포함하는 것으로 보고되어 있다[7, 25]. 최근에는 마의 유용 생리활성 물질에 의한 콜레스테롤 저하효과, 항산화작용, 항당뇨, 항대장암 효과 및 항돌연변이 활성[1, 5, 7, 8, 10] 등의 효능이 밝혀지면서 소비가 급격

히 증가되고 있는 실정이며, 또한 식품가공기술의 발달로 인해, 마 분말, 마 꿀차, 마 스낵, 마 케이크 형태의 간편식 형태의 다양한 식품으로 개발[12, 15, 20]되고 있어, 고부가가치 식품원료로 새롭게 주목받고 있다.

그러나 생마는 장기저장방법이 확립되어 있지 못하여 유통구조가 취약하며, 왕겨 또는 모래에 묻어 판매되거나, 재배지 토양이 그대로 제품에 부착된 채로 판매되고 있어, 생물학적 부패에 지속적으로 노출되어 있다. 또한 개인에 따라 식용을 위한 거피단계에서 피부 접촉에 따른 알러지 현상이 나타나는 문제점으로 인해 소비자 접근성 및 생마 유통에 한계를 가진다[6, 17]. 이러한 문제점은, 미생물 부패와 생마 자체의 조직변화를 효과적으로 제어하는 기술발달에 따라, 위생 세척생마 또는 생마 신선편이 제품과 같은 새로운 제품개발로 극복될 수 있다. 농산물 신선편이 제품은 식품소재 특유의 신선함을 유지하면서 거피, 절단, 분할, 포장 공정을 거친 Ready-to-eat 제품으로, 사용의 간편성과 접근성을 강화한 장점이 있으나, 다양한 공정을 거치는 과정중의 조직파괴로 인해 유통기간이 매우 짧으며, 공기노출 및 조직손상에 기인한 효소적 갈변, 호흡량의 증가, 미생물의 증식에 따른 빠른 부패진행으로 식품으로서의 품질과 안정성이 급격히 저하되는 단점을 가지므로[4, 14], 저온 저장 및

*Corresponding author

Tel: 82-54-820-5491, Fax: 82-54-820-5491

E-mail: hysohn@andong.ac.kr

저온 유통이 필수적이다. 그러므로 농산물의 경우, 저온 부패가 심할수록, 가공공정이 많을수록 저장 및 유통은 더욱 어려워질 수밖에 없는 기술적 한계를 갖고 있다.

본 연구팀에서는 생마의 장기 저온저장 및 유통방법을 확립하던 중 저온세균에 의한 생마부패의 문제점을 확인하였으며, 마의 저온 저장 및 저온유통 중 급격한 품질저하를 유발하는 *Pseudomonas* sp. 저온부패균에 대한 보고한 바 있다[19]. 본 연구에서는 생마의 저장성, 기호성, 접근성 강화에 따른 소비증대 및 유통 안전성을 확보하기 위해, 국내의 다양한 자생 및 약용식물 추출물 800여종을 이용하여 생마 저온부패균의 효율적인 제어 가능성을 검토하였으며, 안전성이 우수하면서 생마 부패를 효율적으로 억제하는 클로버 오일을 선별하여 이를 이용한 기능성 생마 신선편이 제조 가능성을 확인하였다. 이러한 클로버 오일을 처리한 생마 신선편이는 별도의 화학 방부제 처리 없이 생마의 유통안전성 향상 및 부패억제, 기능성 및 향미부여에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

재료 및 방법

생마 및 생마 신선편이

생마는 2006년 경북 안동 및 고령에서 수확한 마 (*Dioscorea opposita* Thunb.)를 이용하였으며, 4°C 냉장고에서 보관하며, 실험 직전 멸균칼로 거피하여 사용하였다. 부패 확인용 생마 신선편이는 지름 35 mm, 높이 4.5 mm로 조제하였으며, 클로버 오일 처리용 생마 신선편이는 지름 21 mm, 높이 4.5 mm로 조제하여 사용하였다.

Pseudomonas rhodesiae YAM-12에 의한 생마 부패 활성

생마의 저온부패균으로 이미 보고한 *Pseudomonas* sp.중에서 가장 부패활성이 강한 *P. rhodesiae* YAM-12[19]를 Nutrient broth (Difco Co., USA)에 20시간 배양하고, 균체를 회수한 후 멸균 증류수로 2회 수세하였다. 이후 멸균수에 재현탁하여 균체수를 1×10^6 CFU/ml로 조정하고, 건전한 생마절편을 멸균 칼로 절단하여 준비한 건전 신선편이를 3분간 침지하였다. 침지 생마 신선편이는 멸균 페트리디시 (55×12 mm, 녹십자의료공업, 한국)에 넣어 수분증발을 방지한 후 4°C 및 30°C의 배양기에 넣어 배양하면서 7일 동안 부패진행도를 관찰하였다.

천연물의 *P. rhodesiae* YAM-12에 대한 항균활성

합성 방부제를 사용하지 않고 생마 부패 및 생마 조직변화를 억제하는 천연물을 선별하고자, 본 연구팀에서 보유한 약 800여종의 천연물 추출물[9, 21-24]을 이용하여 *P. rhodesiae* YAM-12를 대상으로 항균활성을 평가하였다. Nutrient agar(Difco Co., USA)에 멸균 disc-paper(지름 6.5

mm, Whatman No. 2)를 이용한 생육저지환의 크기를 측정하여 항균 활성을 측정하였으며[22], 시료는 DMSO (dimethylsulfoxide)를 이용하여 희석하고, disc당 70 µg이 되도록 처리하였다. 대조 항균제로는 ampicillin(Sigma Co., USA) 및 erythromycin(Sigma Co., USA)을 사용하였으며, disc당 1~10 µg이 되도록 처리하였다. 한편 균주 대조구로는 *Pseudomonas aeruginosa* KACC 10186 및 저온 부패균인 *P. cepacia* YAM-10을 사용하였다.

클로버 오일의 생마 부패억제 평가

최종 선정된 클로버 추출물은 대량으로 조제할 수 없는 문제점으로 인해 거의 유사한 조성의 시판 클로버 오일 (Sigma Co., USA)로 대체하여 생마 부패억제력을 평가하였다. 먼저 클로버 오일이 생마 신선편이에 미치는 영향을 평가하기 위해, 1/10(10%), 또는 1/100(1%)로 희석된 클로버 오일 용액에 준비된 생마 신선편이를 3분간 침지한 후, 멸균 페트리디시에 넣어 4°C에서 31일 동안 부패진행도와 색차 변화를 측정하였다. 대조구로는 멸균 증류수에 3분간 침지한 신선편이를 사용하였다. 한편 초기 미생물에 오염된 생마를 가정된 경우에는, *P. rhodesiae* Yam-12 현탁액(1×10^5 CFU/ml)에 준비된 생마 신선편이를 3분간 침지하고, 이후 1% 클로버 오일 용액, 100 ppm NaOCl(Kanto Chemical Co., Japan), 또는 멸균 증류수에 각각 3분간 재침지하여 살균하거나 수세한 후, 멸균 페트리디시에 넣어 4°C에서 31일 동안 부패진행도와 색차 변화를 측정하였다. 실험군별로 10개의 각각 조제된 생마 신선편이를 사용하였다.

생마 신선편이의 색도 및 경도측정

생마 신선편이, 클로버 오일 처리한 신선편이, 부패균주를 도포한 후 클로버 오일을 처리한 신선편이의 색차는 색차계 (Colormeter, Tokyo Denshoku Co., super color SP-80, Japan)를 사용하여 표면의 명도(lightness, *L*), 적색도(redness, *a*), 황색도(yellowness, *b*)를 측정하였다. 이때의 표준 백색 판은 *L*값이 94.01, *a*값이 0.00, *b*값이 1.50으로 기준을 정하였으며, 시료당 3회 측정하여 평균값을 구하여 비교하였다. 무처리 신선편이와 클로버 오일 처리한 신선편이의 경도는 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System, Haslemere, England)를 이용하여 기존보고와 동일한 방법[2]으로 측정하였다.

기타 분석

생마 및 생마 신선편이 약 50 g을 무균백(Model 400, Closure Bags 6041)에 넣고, 분쇄기(Stomacher 400, Seward Limited, England)로 5분간 마쇄하여 균일화한 후, 10분간 원심분리(4000 rpm, HA-1000-3, Hanil Science, Korea)하여 상등액을 회수하였다. 회수한 상등액은 pH 측정, brix 측정 및 환원당 측정에 이용하였다. Brix 측정은 refractometer

(Atago N-1E, Japan)을 이용하였고, 환원당은 DNS 법[11]으로 측정하였다. 한편 균질화된 생마 시료 5 g을 회수하여 45 ml의 멸균수를 첨가하여 동일한 방법으로 균일화한 후 Nutrient broth 및 Nutrient agar(Difco Co., USA)를 이용하여 시료내의 총균수를 측정하였다.

결과 및 고찰

P. rhodesiae YAM-12에 의한 생마 부패 활성

생마 저온 부패균으로 분리된 *P. rhodesiae* YAM-12의 저온 및 상온에서 생마 부패력을 확인하였다. *P. rhodesiae* YAM-12의 현탁액(1×10^6 CFU/ml)에 3분간 침지 후, 30에서 3일간 저장한 경우 매우 심한 부패와 조직의 파괴, 심각한 갈변현상이 나타났으며, 4에서 7일간 저장한 경우에도 다소의 부패와 갈변현상이 나타났다(Fig. 1). 이러한 결과는 저온(4°C) 및 상온(30°C) 저장조건에서 *P. rhodesiae* YAM-12 오염이 나타나는 경우, 생마 조직의 파괴, 악취 및 갈변현상이 심각해짐을 제시한다. 따라서 생마 제품 품질을 유지하고, 유통 안전성을 확보하기 위해서는 적절한 살균처리가 필요할 것으로 사료되며, 생마의 특성상 가열처리가 불가하며, 화학방부제의 사용은 소비자의 기피현상이 있으므로 천연살균제를 선별하고자 하였다.

생마 신선편이 천연방부제로서 클로버 추출물의 선정

P. rhodesiae YAM-12를 효과적으로 제어하기 위해, 본 연구팀에서 구축한 800여종의 약용 및 자생식물 추출물의

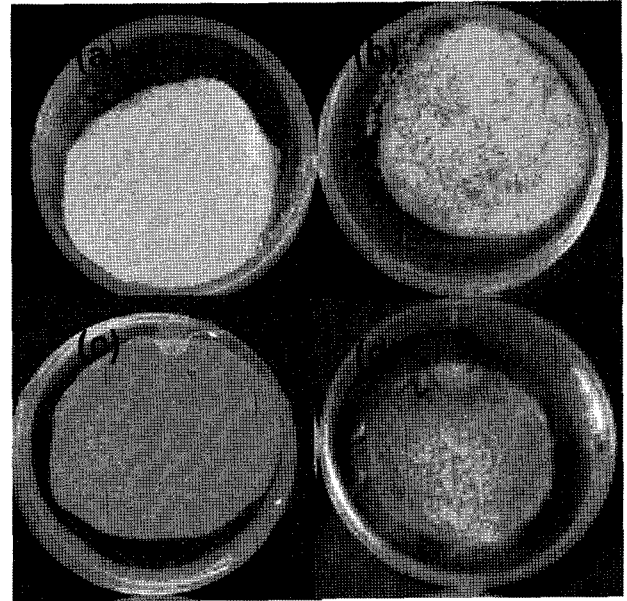


Fig. 1. Putrefaction of yam slices by treatment of *Pseudomonas rhodesiae* (YAM-12). (a) fresh yam, (b) stored at 4°C for 7 days without treatment, (c) stored at 4°C for 7 days or (d) stored at 30°C for 3 days after YAM-12 treatment (10^6 CFU/g-yam).

항 저온부패균 활성을 disc-paper법[22]으로 검색하였다. 대조균으로 사용된 기존의 광범위 항세균제인 ampicillin과 erythromycin의 경우 1 µg/disc 농도에서 *P. aeruginosa*, *P. cepacia* YAM-10, 및 *P. rhodesiae* YAM-12에서 항균활성을 나타내지 못하였으며, ampicillin의 경우 10 µg/disc 농도에

Table 1. Antibacterial activity of natural and medicinal plant extracts against yam-putrefactive psychrotrophic bacterium, *Pseudomonas rhodesiae* Yam-12.

Korean name	Scientific name	part used	¹ Ext. Sol.	² <i>P. a</i>	³ YAM-10	⁴ YAM-12
control	ampicillin-10 µg/disc			-	-	-
	erythromycin-10 µg/disc			10.5	10.5	11.5
클로버	<i>Eugenia caryophyllata</i>	flower	H	13.2	9.5	9.5
오수유	<i>Evodia officinalis</i>	whole	E	11.5	7.5	-
사상자	<i>Torilis japonica</i>	whole	M	10.0	10.0	-
산약	<i>Dioscorea batatas</i>	root bark	M	9.9	8.0	8.0
오미자	<i>Schizandra chinensis</i>	whole	M	8.5	9.0	8.5
작약	<i>Paeonia lactiflora</i>	petal	M	9.3	7.5	8.0
청피	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	whole	W	9.3	7.0	7.5
신이화	<i>Magnolia liliflora</i>	whole	E	8.6	-	-
구기자	<i>Lycium chinense</i>	whole	M	-	-	-
단삼	<i>Salvia miltiorrhiza</i>	whole	M	10.5	-	-
방기	<i>Sinomenium acutum</i>	whole	E	-	-	-
연교	<i>Forsythia koreana</i>	whole	B	-	-	-
죽자초	<i>Macleaya cordata</i>	whole	M	-	-	-
향부자	<i>Cyperus rotundus</i>	whole	M	-	-	-

¹Ext. Sol. Extraction solvent. M: methanol extract, H: hexane fraction, E: ethylacetate fraction, B: butanol fraction, W: water residue.

²*P. a*: *Pseudomonas aeruginosa* KACC 10186, ³YAM-10: *P. cepacia* Yam-10, ⁴YAM-12: *P. rhodesiae* YAM-12.

The concentrations of extracts used were 70 µg/disc, respectively.

서도 활성이 인정되지 않았다(Table 1). 반면 erythromycin 10 µg/disc 농도에서는 강한 항균력을 확인하였다. 이는 생마 저온부패균인 *Pseudomonas* sp.의 강한 항생제 저항성을 의미하며, 향후 항생제의 적절한 사회적 사용이 요구됨을 제시한다. 생마 저온 부패균에 대한 천연물의 항균활성을 검토한 결과 대부분의 천연물은 항균활성을 나타내지 않았으며(결과 미제시), 일반적인 보고와는 달리 단삼, 방기, 연교, 죽자초, 향부자 등에 대해서도 *P. rhodesiae* YAM-12는 상당한 저항성을 나타내었고, 클로버 추출물에서만 강력한 활성을 확인되었다(Table 1). 클로버 오일의 경우 서양에서는 향신료로 널리 사용되어 왔으며, 식품에는 카레 등에 이용되고 있으며, 항균[16], 항산화[3], 항혈전[13], 항돌연변이 효과[18]가 확인되어 있어 부가적으로 기능성 및 관능성을 증대시키는 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 생마 신선편이의 천연 방부제로 클로버 추출물을 최종 선정하였으며, 대량조제의 용이성을 고려하여 시판 클로버 오일로 대체하였다. 시판 클로버 오일은 eugenol이 83.3~87.4%, β-caryophyllene이 7.4~10.0% 포함되어 있어 본 실험의 클로버 추출물과 유사한 성분조성[26]과 항균활성을 나타내었다.

클로버 오일 처리에 의한 생마 신선편이 저장성 증대

거피한 생마 신선편이에 클로버 오일을 처리한 후, 부패 억제능과 갈변저해 활성을 평가하였다. 먼저 멸균수로 3분간 침지후 4°C에서 24일 동안 저장한 경우, 지속적으로 명도의 감소, 황색도의 증대가 나타났으며, 특히 19일째부터는 명도감소 및 황색도의 급격한 증대가 두드러져 종합적 색차가 급격하게 증가되었다(Fig. 2a, 2c, Table 2). 또한 미생물 오염의 경우 초기에는 검출되지 않았으나, 1일 후 10⁴ CFU/g 이상, 19일째에는 10⁷ CFU/g 이상으로 나타나 19일 이후에는 상품성을 상실하였다. 반면 1% 클로버 오일에 3분간

침지한 경우에는 저장기간의 연장에 따라 명도의 감소, 적색도, 황색도 값이 서서히 증가되었으나, 멸균수 처리보다 그 변화가 미약하였으며, 특히 황색도는 거의 변화하지 않았다(Fig. 2b, 2d, Table 2). 따라서 24일 이후에도 종합적 색차는 미미한 변화를 나타내었으며, 특히 미생물 오염은 24일 및 31일 저장기간 중 나타나지 않았다. 클로버 오일 처리에 의한 신선편이 강도 변화를 측정된 결과, 처리전 2,292±126(G)에서 24일 후 2,186±151(G)로 감소하였으나, 감소정도는 5% 이하로 관능성에 별 다른 영향을 미치지 않

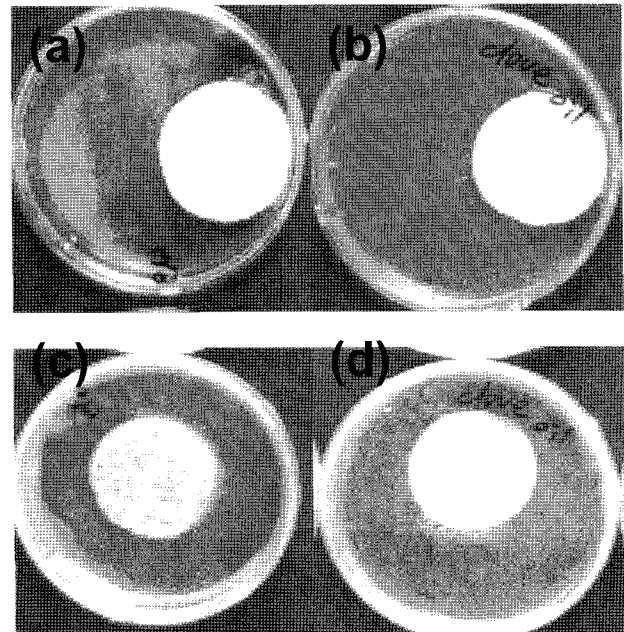


Fig. 2. Inhibitory activity of clove oil against putrefaction and color changes in fresh-cut of yam. (a) fresh yam slice and (c) 24-days stored yam at 4°C after sterilized water treatment, and (b) fresh yam slice and (d) 24-days stored yam at 4°C after 1% clove oil treatment.

Table 2. The color changes and microbial growth in fresh-cut of yam by clove oil treatment during long term storage.

Treatment*	Color values and growth	Storage time (day)					
		0	1	12	19	24	31
Water	¹ L	80.39	73.47	73.09	63.26	60.72	58.06
	² a	-0.16	-1.16	-0.88	3.58	3.79	4.56
	³ b	14.9	1.10	3.78	20.51	19.28	20.31
	⁴ E	-	15.47	13.32	18.41	20.53	23.45
	Log CFU/g	-	4	4	7	6	6
Clove oil	L	80.39	74.88	68.78	67.4	66.02	65.56
	a	-0.16	6.38	7.46	7.73	8.67	9.03
	b	14.9	0.84	2.44	2.92	3.33	3.57
	E	-	16.45	13.91	15.26	16.96	17.57
	Log CFU/g	-	-	-	-	-	-

*The fresh-cut of yam slices were dipped into sterilized water or 1% clove oil for 3 min, respectively, and stored at 4 for 31 days.

¹L: degree of lightness (white +100~0 black), ²a: degree of redness (red +100~-80 green), ³b: degree of yellowness (yellow +70~-80 black),

⁴E: overall color difference ($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$)

으며, 오히려 향미를 부여하는 것을 확인하였다. 한편 클로버 오일 농도를 10%로 증가시킨 경우에도 색차변화 및 부패억제는 거의 동일하게 나타났다(결과 미제시). 이러한 결과는 클로버 오일이 생마 신선편이의 심각한 색차 변화없이 미생물오염을 효율적으로 억제할 수 있음을 제시하고 있다.

한편 생마 신선편이에 저온부패균이 초기 오염된 경우, 클로버 오일의 부패억제 및 갈변억제능을 확인하기 위해 *P. rhodesiae* Yam-12 현탁액에 신선편이를 3분간 침지하고, 1% 클로버 오일 용액을 처리한 경우 1주일 저장 후부터 명도의 감소, 황색도 증대가 인정되었으나, 무처리, 멸균수 처리, NaOCl 처리에 비해 매우 미미하였다. 한편 처리구 모두 적색도의 변화는 미미하였다. 종합적 색차의 변화 역시, 클로버 오일을 처리하고 1주 및 2주 저장한 경우 색차 변화는 각각 3.31 및 4.68의 미미한 증가였으나, 무처리 및 멸균수 처리의 경우에는 각각 6.68, 15.80, 및 8.50, 19.26으로 2주 후 급격한 증가가 나타났다. 특히 NaOCl 처리 후 1주 및 2주 저장시에는 색차 변화가 5.51 및 23.83으로 나타나 2주 저장 후 가장 많은 색차변화를 나타내었다(Fig. 3). 또한 14일 저장 후 클로버 오일 처리구에서는 미생물 증가가 10³ CFU/g에서 10⁴ CFU/g로 거의 증가되지 않은 반면 무처리,

멸균수 및 NaOCl구에서는 모두 10⁸CFU/g 이상으로 나타나, 클로버 오일 처리가 이미 오염된 절편에서의 저온미생물 성장 억제에도 효과적인 것으로 나타났다(Table 3). 또한 클로버 오일 처리의 경우 pH 변화 및 brix의 변화도 거의 나타

Table 3. The changes of pH, brix, amount of reducing sugar and microbial growth (Log CFU/g) in fresh-cut of yam treated with psychrotrophic bacterium and clove oil during 4°C storage for 14 days.

Analysis	14 day				
	0 day	No treatment	*Treatment		
			Distilled water	NaOCl (100 ppm)	Clove oil (1%)
pH	6.2	7.6	8.2	7.7	5.7
brix (%)	6.0	2.8	3.4	1.8	6.0
reducing sugar (mg/g-yam)	10.7	8.8	1.2	3.6	5.6
Log CFU/g	3	8	8	8	4

*The fresh-cut of yam were dipped into the suspension of *Pseudomonas rhodesiae* Yam-12 (1x10⁵ CFU/ml) for 3 min, and then treated with distilled water, NaOCl, or clove oil for 3 min, respectively.

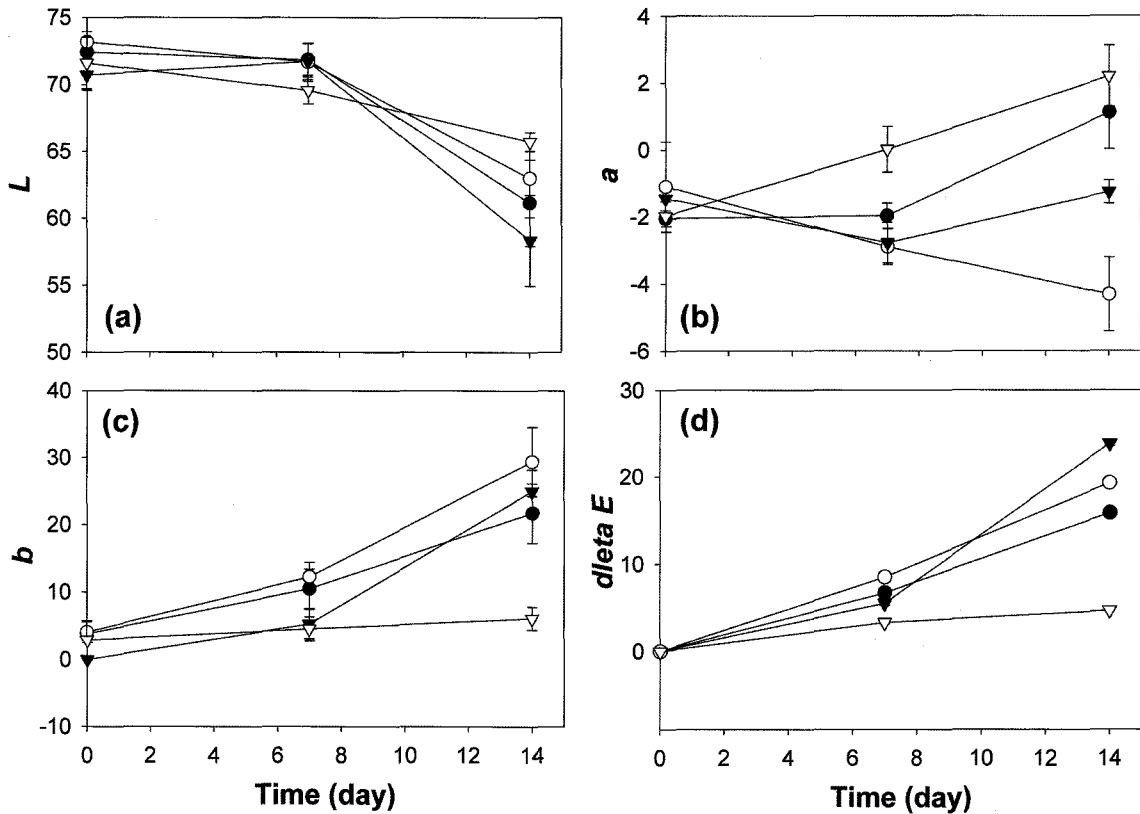


Fig. 3. The color changes of psychrotrophic bacterium infected yam slices after clove oil treatment. The fresh-cut of yam was dipped into the suspension of *Pseudomonas rhodesiae* Yam-12 (1x10⁵ CFU/ml) for 3 min, and then treated with distilled water (○), 100 ppm NaOCl (▼), or 1% clove oil (▽) for 3 min, respectively. Treated samples and without-treated yam slice (●) were stored at sterilized petri-dish and stored at 4°C for 14 days. *L*: degree of lightness (white +100~0 black), *a*: degree of redness (red +100~-80 green), *b*: degree of yellowness (yellow +70~-80 black), *E*: overall color difference ($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$)

나지 않은 반면, 다른 경우에는 pH 증가 및 brix의 급격한 감소가 나타났다. 이는 *P. rhodesiae* Yam-12의 성장시 pH가 증가되며, 당류의 소모가 나타난 것[19]으로 판단된다. 이러한 결과는 클로버 오일을 처리한 생마 신선편이제조가 유통 안전성 및 부패억제, 관능성 향상에 기여할 수 있음을 나타내고 있다.

요 약

생마의 저장성 및 접근성 강화에 따른 소비증대 및 유통 안전성을 확보하기 위해, 생마 저온부패균을 효율적으로 제어하는 천연물을 선별하였다. 저온(4°C) 및 상온(30°C) 부패에 직접적으로 관여하는 *Pseudomonas rhodesiae* YAM-12에 대해 다양한 자생 및 약용식물 추출물 800여종의 항균력을 평가하였으며, 그 결과 클로버 오일을 선정하였으며, 이를 이용한 생마 신선편이 개발 가능성을 검토하였다. 건진 생마 신선편이에 1% 클로버 오일을 3분간 침지하여, 4°C에서 31일간 저장한 경우, 색차의 변화는 거의 나타나지 않았으며, 미생물의 증식 또한 완전히 억제되었다. 한편 *P. rhodesiae* YAM-12를 인위적으로 오염시키고(초기농도 10^3 CFU/g), 4°C에서 14일간 저장한 경우에도, 1% 클로버 오일의 처리는 색차 변화를 최소화하며, 미생물 증식을 10^4 CFU/g로 억제하였다. 반면 무처리, 멸균수 및 NaOCl 처리의 경우에는 심각한 부패와 함께 색차변화로 상품성을 상실하였다. 클로버 오일의 항균, 항산화, 항혈전 활성화와 향신료로 사용되어온 점을 고려할 때, 클로버 오일을 처리한 생마 신선편이는 별도의 화학 방부제 처리 없이 생마의 유통안전성 향상 및 부패억제, 기능성 및 향미부여에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 농림기술센터의 농림기술개발과제(2006-0049)지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn J.-H., K.-H. Son, H.-Y. Sohn, and S.-T. Kwon. 2005. In vitro culture of adventitious roots from *Dioscorea nipponica* Makino for the production of steroidal saponins. *Kor. J. Plant Biotechnol.* **32**: 317-223.
- Chung D. S., Y. P. Hong, and Y. Lee. 2006. Effect of modified atmosphere film packaging application and controlled atmosphere storage on changes of quality characteristics in Hongo and Gamhong apples. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* **24**: 48-55.
- Dong, S., S. H. Jung, J. S. Moon, S. K. Rhee, and J. Y. Son. 2004. Antioxidant activities of clove by extraction solvent. *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.* **33**: 609-613.
- Hong, S. I., S. M. Son, M. S. Chung, and D. Kim. 2003. Storage quality of minimally processed onions as affected by seal-packaging methods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **35**: 1110-1116.
- Kim M. W. 2001. Effects of H₂O-fraction of *Dioscorea japonica* Thunb and selenium on lipid peroxidation in streptozotocin-induced diabetic rats. *Kor. J. Soc. Food Cookery Sci.* **17**: 344-352.
- Kubo, Y., S. Nonaka, and H. Yoshida. 1988. Allergic contact dermatitis from *Dioscorea batatas* Decaisne. *Contact Dermatitis* **18**: 111-112.
- Kwon, C.-S., H. Y. Sohn, S. H. Kim, J. H. Kim, K. H. Son, J. S. Lee, J. K. Lim, and J.-S. Kim. 2003. Anti-obesity effect of *Dioscorea nipponica* Makino with lipase-inhibitory activity in rodents. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **67**: 1451-1456.
- Kwon, C. S., I. S. Son, H. Y. Shim, I. S. Kwun, and K. M. Chung. 1999. Effects of yam on lowering cholesterol level and its mechanism. *Kor. J. Food Nutr.* **32**: 637-643.
- Kwon, C.-S., Y. S. Kwon, Y.-S. Kim, G.-S. Kwon, I.-N. Jin, G.-C. Ryu, and H.-Y. Sohn. 2004. Inhibitory activities of edible and medicinal herbs against human thrombin. *Kor. J. Life Sci.* **14**: 509-513.
- Kwon, E. G., E. M. Choe, and S. J. Gu. 2001. Effects of mucilage from yam (*Dioscorea batatas* DECENE) on blood glucose and lipid composition in alloxan-induced diabetic mice. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **33**: 795-801.
- Lee, B. Y., D. M. Kim, and K. H. Kim. 1991. Studies on the changes in rheological properties of chungkook-jang *Kor. J. Food. Sci. Technol.* **23**: 478-484.
- Lee, B. Y. and H. K. Kim. 1998. Quality properties of korean yam by various drying methods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **30**: 877-882.
- Lee, J. I., H. S. Lee, W. J. Jun, K. W. Yu, D. H. Shin, B. S. Hong, H. Y. Cho, and H. C. Yang. 2000. Screening of anticoagulant activities in extracts from edible herbs. *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.* **29**: 335-341.
- Lim, J. H., J. H. Choi, S. I. Hong, M. C. Jeong, and D. Kim. 2005. Quality changes of fresh-cut potatoes during storage depending on the packaging treatments. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **37**: 933-938.
- Onayemi, O. 1986. Some chemical factors affecting the quality of processed yam. *J. Food Sci.* **51**: 161-164.
- Park, C. S., and M. A. Choi. 1997. Effect of clove (*Eugenia caryophyllata* Thunb) on the survival of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* during cold storage. *Kor. J. Soc. Food. Sci.* **13**: 602-608.
- Park H. S., M. J. Kim, and H. B. Moon. 1994. Occupational asthma caused by two herb materials, *Dioscorea batatas* and *Pinellia ternata*. *Clin Exp. Allergy* **24**: 575-581.
- Purseglove, J. W., E. G. Brown, C. L. Green, and S. R. Robbins. 1981. Spices. Longman Inc. New York. pp. 100-286.
- Ryu, H. Y., Y. S. Kim, S. J. Park, B. H. Lee, S. T. Kwon, and

- H. Y. Sohn. 2006. Isolation and characterization of yam-putrefactive psychrotrophic bacteria from rotted yam. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **34**: 109-114.
20. Shin, S. R. 2004. Changes on the components of yam snack by processing methods. *Kor. J. Food Preservation* **11**: 516-521.
21. Sohn, H.-Y., C.-S. Kwon, K.-H. Son, G.-S. Kwon, Y.-S. Kwon, H.-Y. Ryu, and E.-J. Kum. 2005. Anti-thrombosis and antioxidant activity of methanol extract from different brands of rice. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **34**: 593-598.
22. Sohn, H.-Y., E. J. Kum, Y. S. Kwon, G.-S. Kwon, I.-N. Jin, H.-Y. Kwon, C. S. Kwon and K. H. Son. 2003. Screening of anti-candidosis agent from medicinal and wild plants. *Kor. J. Life Sci.* **13**: 604-617.
23. Sohn, H.-Y., H.-Y. Ryu, Y.-S. Kwon, E. J. Kum, C.-S. Kwon, G.-S. Kwon, K.-W. Kim, and K.-H. Son. 2005. Screening of thrombin inhibitors from medicinal and wild plants (II). *Kor. J. Pharmacogn.* **36**: 263-272.
24. Sohn, H.-Y., Y.-S. Kwon, Y.-S. Kim, H.-Y. Kwon, G.-S. Kwon, G.-J. Kim, C.-S. Kwon, and K.-H. Son. 2004. Screening of thrombin inhibitors from medicinal and wild plants. *Kor. J. Pharmacogn.* **35**: 52-61.
25. Stohs, J. S., C. L. Wegner, and H. Rosenberg. 1975. Steroids and sapogenins of *Dioscorea deltoidea* tissue cultures. *Planta Med.* **28**: 101-105.
26. Yoo, M. J., Y. S. Kim, D. H. Shin. 2006. Antibacterial effects of natural essential oils from various spices against *Vibrio* species and their volatile constituents. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **38**: 438-443.

(Received Feb. 2, 2007/Accepted Mar. 8, 2007)