

식품의 주요 성분이 예덕나무 껍산추출물의 *Listeria monocytogenes*에 대한 항균활성에 미치는 영향

안용선 · 신동화 · 김용석

전북대학교 응용생물공학부(식품공학 전공) 농업과학기술연구소

Inhibitory Effect of Major Food Components on the Activity of Antimicrobial Active Substance from n-Hexane Fraction of *Mallotus japonicus* Muell on *Listeria monocytogenes*

Yong-Seon Ahn, Dong-Hwa Shin and Yong-Suk Kim

Faculty of Biotechnology(Food Science & Technology), Chonbuk National University

Abstract

Inhibitory action of major food components on antimicrobial active substance (linolenic acid) was tested against *Listeria monocytogenes* ATCC 19111 for 72 hr at 30°C. Linolenic acid (50, 1000 ppm) and n-hexane fraction of *Mallotus japonicus* Muell (50, 1000 ppm) were added to the broth culture medium containing casein(1%, 3%), soybean oil(1%, 3%) and soluble starch (1%, 3%), respectively. Linolenic acid 1000 ppm and n-hexane fraction 1000 ppm exhibited strongly antimicrobial actions on *L. monocytogenes* which were not detected viable cell after 24 hr. But casein (3%) and soybean oil (3%) strongly diminished the antimicrobial action of 1000 ppm of n-hexane fraction. Soluble starch (1%, 3%) did not affect the antimicrobial action of 1000 ppm of linolenic acid and n-hexane fraction.

Key words : casein, soybean oil, soluble starch, *L. monocytogenes*, linolenic acid

서 론

*Listeria monocytogenes*는 50년 전부터 사람과 동물에게 병원성 균으로 알려져 왔으며, 발병 원인 식품으로는 살균우유, 치즈, turkey frankfurters, coleslaw, fish, fish product, ice cream, raw vegetable, fermented raw-meat sausages, raw and cooked poultry, raw meat 등이 보고⁽¹⁾되고 있다. 또한 5°C 이하의 냉장 온도에서도 생존 및 증식이 가능한 저온증식균(psychrotroph)이며, pH 4.6-9.2 범위에서 생존이 가능하고, 증식이 가능한 최소 수분 활성도는 0.93~0.92로 넓은 범위의 가공식품과 밀접한 관련이 있다⁽¹⁾. 또한 listeriosis와 관련된 증상으로는 뇌염, 패혈증, 유산, 심내막 합병증이 있으며, 특히 임신부, 알콜중독

자, 약물복용자, 만성질환을 앓고 있는 사람에게 더욱 치명적이며 이 균은 물, 토양, 식물, 먼지, silage 등의 자연계 및 소, 양, 가금류 등 동물의 장관에 널리 분포하는 세균으로 사람과 동물에게 질병을 야기한다^(2,3)고 알려져 왔다.

이러한 *L. monocytogenes*의 증식 억제에 관한 연구를 살펴보면, Arizcum 등⁽⁴⁾은 *L. monocytogenes*는 식품 공장에서도 시설 표면에 biofilm을 형성하고 그 안에서 증식하기 때문에 항균제에 잘 저항하며, 그러한 biofilm을 제거하기 위한 최적 조건은 NaOH와 acetic acid를 병용하여 55°C에서 5분 동안 적용했을 때 가장 효과적이라고 보고했으며, Carminati 등⁽⁵⁾은 *Listeria*에 항균 작용을 가지는 미생물을 Taleggio cheese에서 분리하여 *Listeria*와 동시에 cheese에 첨가한 다음 숙성기간 동안 균수 변화를 측정하였을 때 *Listeria*의 증식을 완벽히 억제하지는 못했다고 보고했다. Schobitz 등⁽⁶⁾은 *Carnobacterium piscicola*에서 분리된 bacteriocin을 진공 포장육에 첨가했을 때 4°C에서 14일이 지난 후에 *Listeria*를 완전히 억제했다고 보고했으며, 이와 유사한

Corresponding author : Dong-Hwa Shin, Faculty of Biotechnology(Food Science & Technology), Chonbuk National University, Dukjin-Dong, Chonju, Chonbuk 560-756, Korea.
Tel : 82-652-270-2570
Fax : 82-652-270-2572
E-mail : dhshin@moak.chonbuk.ac.kr

결과로서 *Lactobacillus alimentarius*와 *L. monocytogenes*가 첨가된 포장육에서 처음 균수에 비해 대조구는 1 log cycle가 증가한 반면 *Lactobacillus alimentarius*가 첨가된 시료에서는 2 log cycle이 감소했으며⁽⁷⁾, 또한 진공 포장된 감자표면에 sulfite와 갈변 억제제를 처리했을 경우 4°C에서 21일이 지난 후에도 증식하지 않았다⁽⁸⁾.

또한 최근에는 이러한 *L. monocytogenes*로 부터 오염을 방지하기 위해서 가공식품 등에 천연 항균 물질을 첨가하는 방법이 좋은 대안책으로 대두되고 있으며, 식물 유래의 천연물에서 항균물질의 분리 및 구조 동정 그리고 이를 식품에 적용하려는 시도가 보고되고 있다. Ahn 등^(9,10)은 *L. monocytogenes*에 항균 활성을 가지는 kushenol F 및 liquiritigenin을 고삼과 감초로부터 각각 분리하였고, Oh 등^(11,12)은 섬바디로부터 falcarindiol을 분리하였으며, falcarindiol과 유허제와의 상승효과가 우수함을 보고하였다. Hao 등⁽¹³⁾은 *L. monocytogenes*가 도포된 cooked beef에 eugenol과 pimento 추출물을 부여했을 때 *L. monocytogenes*의 증식을 억제했다고 보고했다.

본 실험에서는 현재 식품에 사용이 허용되고 있는 합성 보존료의 위해성에 대한 단점을 보완 할 수 있는 천연 항균제를 식품산업에 적용하기 위하여 식품의 주요 성분이 천연 항균제의 항균 활성에 미치는 영향을 비교하였으며, 그 결과를 바탕으로 식품산업에 이용 할 수 있는 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

시험용 항균물질은 식품의약품안전청 옥천 및 소록도 약용식물재배시험장에서 재배하고 있는 예덕나무 (*Mallotus japonicus* Muell) 잎을 수세, 음건, 마쇄 후 75% 에탄올로 80°C, 3시간 추출 후 n-hexane으로 분획한 분리물을 사용하였다. 예덕나무의 n-hexane 분리물에 있는 항균 활성 물질이 linolenic acid로 확인되었으며⁽¹⁴⁾, 표준물질로 사용한 linolenic acid는 Sigma사 (USA)에서 구입하여 사용하였다.

사용 균주 및 배지

항균 활성 시험에 사용한 균주는 *L. monocytogenes* ATCC 19111이었으며 배지로는 tryptic soy broth (Difco)와 agar(Difco)를 사용하였다.

식품 성분의 전처리

Casein은 0.05 N NaOH를 일정량 가한 후, 환류 냉각기가 부착된 플라스크에 넣고 90°C 수욕상에서 15분 가열하여 용해시켰으며⁽¹⁵⁾, soybean oil은 soybean oil: lecithin을 10:1(w/w)의 비율로 혼합 후 3차 증류수 일정량을 첨가하여 10°C에서 15분간 sonication 시켜서 균질화⁽¹⁶⁾ 하였다. Soluble starch는 3차 증류수를 첨가하여 일정 농도로 조정하였으며, 각 시료들은 모두 121°C에서 15분 동안 멸균하여 실험에 사용하였다.

식품 성분의 저해 효과 측정

L. monocytogenes ATCC 19111의 초기 균수가 $10^7 \sim 10^8$ CFU/mL 수준인 액체 배지(tryptic soy broth)에 casein, soybean oil 및 soluble starch를 각각 첨가하여 최종 농도를 1% 와 3% 수준으로 조정하였으며, 여기에 항균 활성이 우수한 예덕나무 hexane 분획물과 linolenic acid를 75% 에탄올에 녹인 다음 50 ppm 및 1,000 ppm 수준으로 첨가하여 72시간 동안 30°C에서 배양하면서 생균수를 계수하였다. 또한 항균 활성을 비교하기 위해서 hexane 분획물과 linolenic acid만 첨가한 처리구와 식품 성분에 의한 균의 증식 저해 여부를 확인하기 위해 casein, soybean oil 및 soluble starch만 첨가한 처리구를 선정했으며 균주만 접종한 처리구를 대조구로 하였다.

결과 및 고찰

항균 활성이 우수한 천연물을 식품에 적용하게 되면 식품성분의 어떤 작용에 의해 활성이 떨어지거나^(17,18) 또는 식품 성분이 미생물을 살균 기작으로부터 보호한다⁽¹⁹⁾고 알려져 왔다. 액체 배지(tryptic soy broth)에 단백질원으로 casein, 유지원으로 soybean oil, 전분원으로 soluble starch를 각각 1% 및 3% 수준으로 첨가 한 다음 이 배지에 항균 활성이 우수한 예덕나무 조 추출물인 hexane 분획물과 linolenic acid를 50 ppm 및 1,000 ppm 수준으로 첨가하여 30°C에서 72 시간 동안 *L. monocytogenes* ATCC 19111을 배양하면서 생균수의 변화를 관찰하였다.

Linolenic acid의 항균활성

예덕나무잎에서 분리된 linolenic acid와 표준품 linolenic acid의 항균활성을 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 배양 중 혼탁도의 변화를 살펴보면 천연 linolenic acid와 표준품 linolenic acid 모두 50 ppm 수준의 농도에서 72 시간 동안 혼탁도가 변하지 않아 항균 활성을 가지는 것으로 판단된다. 또한 생균수를 계수한 결

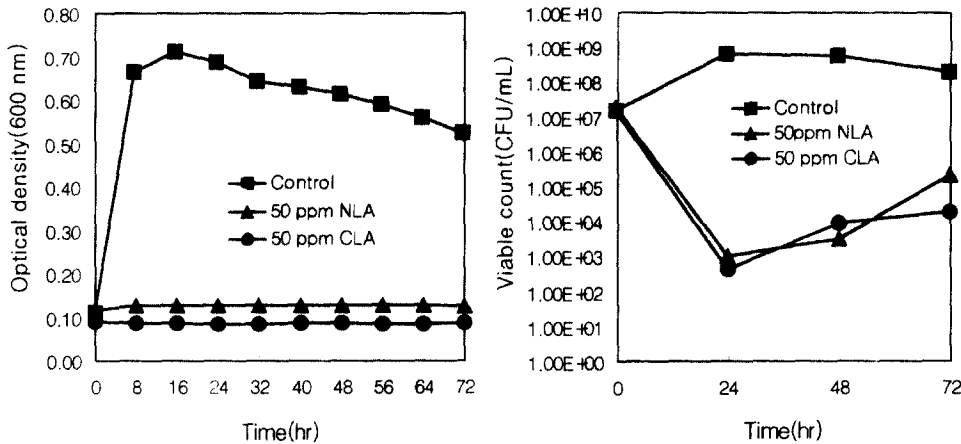


Fig. 1. Antimicrobial effects of authentic linolenic acid and natural linolenic acid isolated from *Mallotus japonicus* Muell by viable count and optical density on *Listeria monocytogenes* ATCC 19111 for 72 hr at 30°C. ▲ NLA : linolenic acid isolated from *Mallotus japonicus* Muell, ● CLA : authentic linolenic acid.

과 천연 linolenic acid와 표준품 linolenic acid 모두 초기 균수 $10^7 \sim 10^8$ CFU/mL에서 24시간 동안 10^3 CFU/mL로 감소하였다. 이후 서서히 균이 증가하여 72시간에서는 표준품의 경우 $10^4 \sim 10^5$ CFU/mL, 천연 linolenic acid의 경우 10^5 CFU/mL으로 증가하였으나 초기 균수와 비교해 $10^2 \sim 10^3$ CFU/mL 정도 감소하고 있다.

이와 유사한 실험으로 Kabara⁽²⁰⁾는 lauric acid, palmitoleic acid, linoleic acid, linolenic acid가 *Staphylococcus aureus* 등에 항균 효과가 있음을 보고하였고, Wang 등⁽²¹⁾은 $C_8 \sim C_{14}$ 지방산 중 lauric acid (C_{12})가 *L. monocytogenes*에 대해 항균 활성이 가장 우수했다고 보고했다. 본 실험에서 linolenic acid의 항균 활성이 우수한 이유 중 하나는 *L. monocytogenes* 세포막에 존재하는 포화지방산이 불포화 지방산으로 일부 대체됨에 따라 세포막의 유동성에 영향을 미치는 것으로 판단된다⁽²²⁾.

본 실험에서 천연 linolenic acid와 표준품 linolenic acid의 항균 활성은 거의 동일한 수준임을 알 수 있으므로 이후 실험은 표준품 linolenic acid를 이용하여 실험을 하였다.

단백질이 첨가된 경우

항균 활성이 우수한 예덕나무 조 추출물인 hexane 분획물과 linolenic acid가 첨가된 액체 배지에 단백질 원으로 casein을 1% 및 3% 수준으로 첨가하여 균의 증식 양상을 살펴본 결과는 Fig. 2~3과 같다.

Fig. 2~3에서 보면 대조구는 접종 초기 $10^7 \sim 10^8$

CFU/mL에서 24시간에는 $10^9 \sim 10^{10}$ CFU/mL으로 증가 하였으나 이후 서서히 감소하여 72시간에서는 초기 균수와 동일한 수준이었다. Casein(1%, 3%)만 첨가된 처리구는 대조구와 유사한 증식 양상을 나타냈으며 이는 *L. monocytogenes* ATCC 19111이 casein에 의해서 증식에 영향을 받지 않음을 알 수 있다. Hexane 분획물 50 ppm만 첨가된 처리구는 72시간에서 $10^3 \sim 10^4$ CFU/mL 정도 감소하였으며 linolenic acid가 50 ppm 첨가된 처리구는 10^4 CFU/mL 정도 감소했다. 그러나 hexane 분획물 1,000 ppm만 첨가된 처리구는 24시간 이후에 균이 검출되지 않아 강력한 살균 효과를 나타냈다.

Hexane 분획물 50 ppm과 casein(1%, 3%)이 첨가된 처리구는 casein(1%, 3%)만 첨가한 처리구와 거의 비슷한 양상을 나타냈으며, linolenic acid 50 ppm과 1% casein이 첨가된 처리구는 72 시간 동안 균의 증식이 미미하여 정균 작용을 가지는 것으로 나타났다. 또한 hexane 분획물 1,000 ppm과 1% casein이 첨가된 처리구는 72시간 동안 10^7 CFU/mL 수준으로 접종 초기 균수와 동일하여 정균 효과를 보였으나 hexane 분획물 1,000 ppm과 3% casein이 첨가된 처리구는 24시간 이후에 균수가 서서히 증가하여 72시간에서는 대조구와 같은 수준의 균수를 보였다. Linolenic acid 1,000 ppm과 1% casein이 첨가된 처리구는 24시간에서 균이 대조구와 비슷하게 증가하였으나 이후 감소하여 72시간에서 10^7 CFU/mL 수준으로 접종 초기 균수와 동일하여 정균 효과를 보였으며 linolenic acid 1,000 ppm과 3% casein이 첨가된 처리구는 72시간 동안 균의 증식

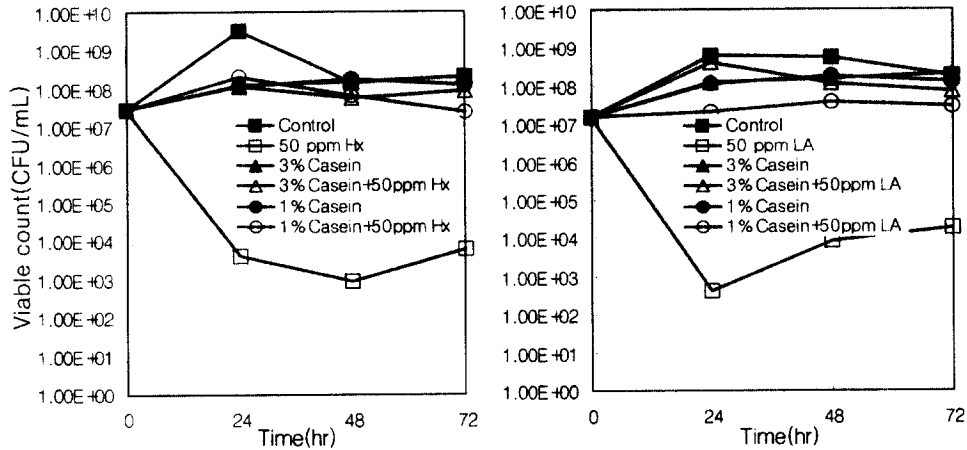


Fig. 2. Antimicrobial effect of n-hexane fraction obtained from *Mallotus japonicus* Muell and linolenic acid in tryptic soy broth containing casein(1%, 3%) on *L. monocytogenes* ATCC 19111 for 72 hr at 30°C. 50 ppm Hx : 50 ppm hexane fraction. 50 ppm LA : 50 ppm linolenic acid.

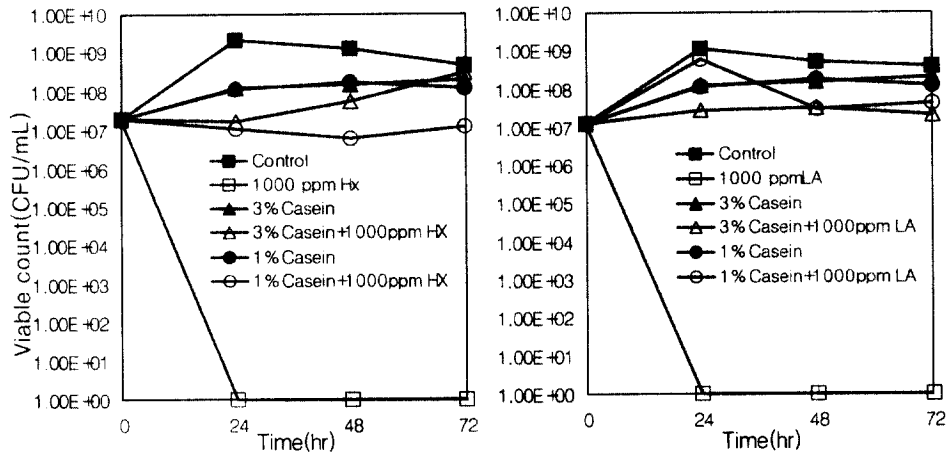


Fig. 3. Antimicrobial effect of n-hexane fraction obtained from *Mallotus japonicus* Muell and linolenic acid in tryptic soy broth containing casein(1%, 3%) on *L. monocytogenes* ATCC 19111 for 72 hr at 30°C. 1000 ppm Hx : 1000 ppm hexane fraction. 1000 ppm LA : 1000 ppm linolenic acid.

이 미미하여 정균 작용을 가지는 것으로 나타났다.

이와 유사한 실험으로 Rico-Munoz와 Davidson⁽²³⁾은 *Staphylococcus aureus*와 *Pseudomonas fluorescens*에 항균 활성이 우수한 butylated hydroxy anisole(BHA) (300 ppm)과 casein(3, 6, 9%)을 동시에 첨가했을 때 casein의 함량이 높을수록 BHA의 항균활성은 감소한다고 보고했다. 또한 Shelef 등⁽²⁴⁾은 nutrient broth에 sage를 0.1% 및 0.4% 첨가 후 *Bacillus cereus* 및 *Staphylococcus aureus* 등을 접종했을 때 항균 효과가 우수했으나, beef에서는 sage를 2.5% 첨가했을 때에도 항균 효과는 거의 없었다고 보고했다.

이와는 상반된 결과로 Stecchini 등⁽²⁵⁾은 cooked pork

에 *Aeromonas hydrophila*를 접종 후 essential oil을 도포했을 때 essential oil의 항균 활성은 감소하지 않았으며 이러한 이유는 항균물질과 미생물을 식품과 혼합하는 대신에 식품표면에 도포했기 때문이라고 설명했다. El-Ziney와 Debevere⁽¹⁸⁾은 단백질은 15.5% 함유한 cottage cheese에 항균 물질인 reuterin을 첨가한 다음 7°C에서 배양했을 때 *L. monocytogenes*의 생균수는 3주 후에 1.5 log cycle이 감소했다고 보고했다.

이상의 결과로 볼 때 식품 성분에 의한 항균 물질의 항균 활성 저해는 실험 조건에 따라 다양한 결과를 보이고 있으며, 본 실험에서 casein(1%, 3%)은 예덕나무 조 추출물인 hexane 분획물 50 ppm 및

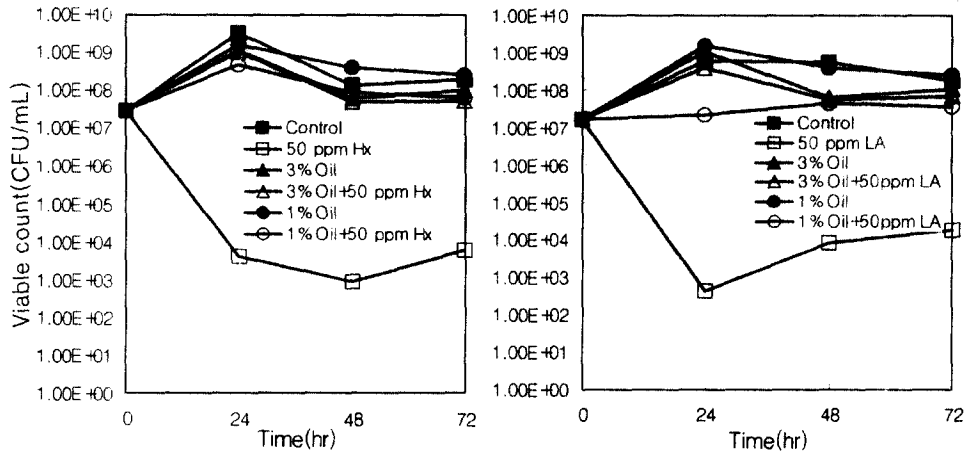


Fig. 4. Antimicrobial effect of n-hexane fraction obtained from *Mallotus japonicus* Muell and linolenic acid in tryptic soy broth containing soybean oil(1%, 3%) on *L. monocytogenes* ATCC 19111 for 72 hr at 30°C. 50 ppm Hx : 50 ppm hexane fraction. 50 ppm LA : 50 ppm linolenic acid.

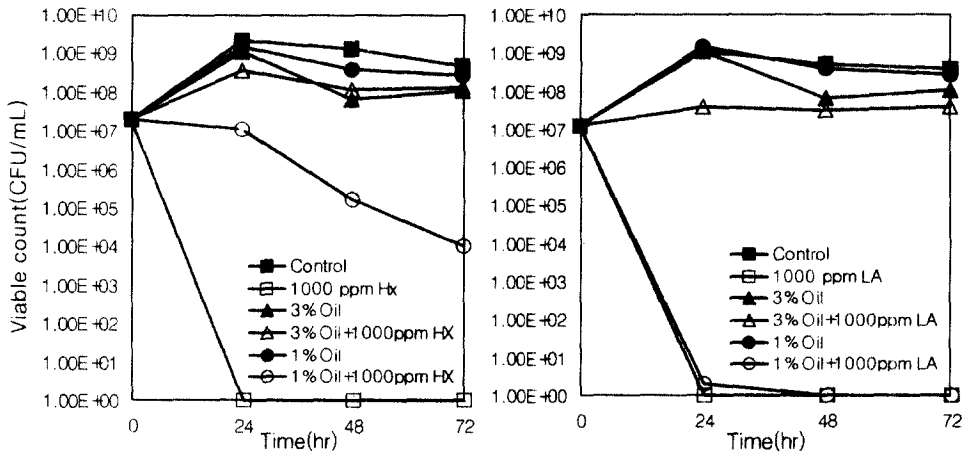


Fig. 5. Antimicrobial effect of n-hexane fraction obtained from *Mallotus japonicus* Muell and linolenic acid in tryptic soy broth containing soybean oil(1%, 3%) on *L. monocytogenes* ATCC 19111 for 72 hr at 30°C. 1000 ppm Hx : 1000 ppm hexane fraction. 1000 ppm LA : 1000 ppm linolenic acid.

linolenic acid 50 ppm수준의 항균 활성을 완전히 저해했으며, hexane 분획물 1,000 ppm의 항균 활성은 3% casein에 의해 활성이 완전히 저해되었다. 또한 linolenic acid 1,000 ppm의 항균 활성은 1% 및 3% casein에 의해 활성이 부분적으로 저해되어 정균 작용을 나타낼 수 있다.

유지가 첨가된 경우

Fig. 4~5에서 보면 soybean oil(1%, 3%)만 첨가된 처리구는 대조구와 유사한 증식 양상을 나타냈으며 이는 *L. monocytogenes* ATCC 19111이 soybean oil에 의해서 증식 저해를 받지 않음을 알 수 있다. 50 ppm

hexane 분획물과 soybean oil(1%, 3%)이 첨가된 처리구는 대조구와 거의 비슷한 양상을 나타냈으며 linolenic acid 50 ppm와 1% soybean oil이 첨가된 처리구는 균의 증식이 미미하였다. Hexane 분획물 1,000 ppm과 1% soybean oil이 첨가된 처리구의 경우 균수가 서서히 감소하여 72시간에서는 10⁴ CFU/mL로 대조구에 비해 10⁴~10⁵ CFU/mL이 감소하였으며, hexane 분획물 1,000 ppm과 3% soybean oil이 첨가된 처리구는 72 시간 동안 접종 초기에 비해 균이 증가하는 경향을 보였다. 반면에 linolenic acid 1,000 ppm과 1% soybean oil이 첨가된 처리구는 48시간 이후에 균이 검출되지 않았으며 linolenic acid 1,000 ppm과 3% soybean oil

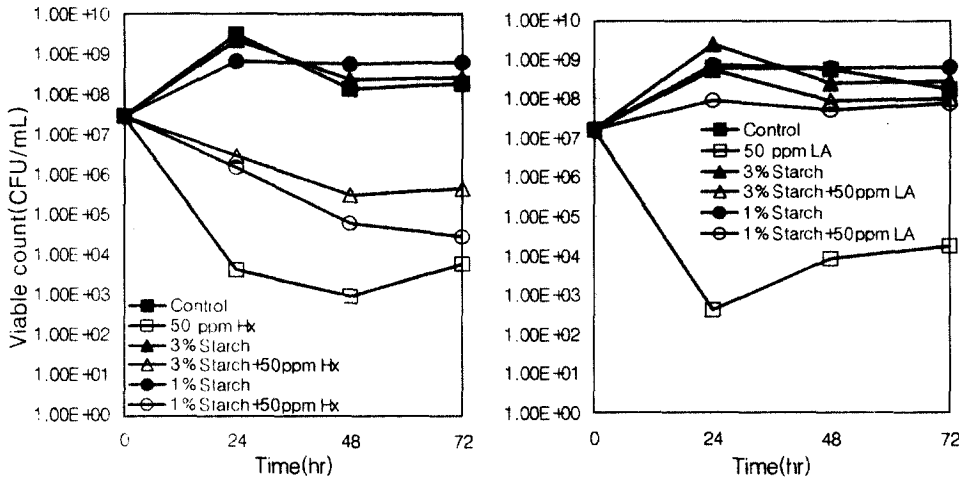


Fig. 6. Antimicrobial effect of n-hexane fraction obtained from *Mallotus japonicus* Muell and linolenic acid in tryptic soy broth containing soluble starch(1%, 3%) on *L. monocytogenes* ATCC 19111 for 72 hr at 30°C. 50 ppm Hx : 50 ppm hexane fraction. 50 ppm LA : 50 ppm linolenic acid.

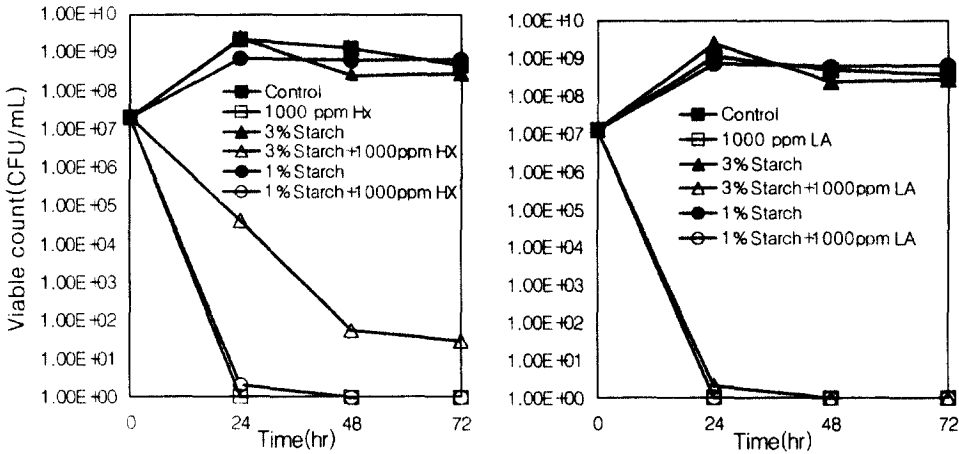


Fig. 7. Antimicrobial effect of n-hexane fraction obtained from *Mallotus japonicus* Muell and linolenic acid in tryptic soy broth containing soluble starch(1%, 3%) on *L. monocytogenes* ATCC 19111 for 72 hr at 30°C. 1000 ppm Hx : 1000 ppm hexane fraction. 1000 ppm LA : 1000 ppm linolenic acid.

이 첨가된 처리구는 72시간 동안 증식이 미미하였다.

이와 유사한 실험으로 Wang 등⁽²¹⁾은 monocaprin은 200 ppm 수준 이상의 농도에서 skim milk, 2% milk 및 whole milk에 접종된 *L. monocytogenes*에 대해 살균 효과를 나타냈으며 이는 monolaurin보다 더욱 효과적이라고 보고했다. 또한 El-Ziney와 Debever⁽¹⁸⁾는 1~3% milk fat에 항균 활성이 우수한 reuterin을 첨가 후 *L. monocytogenes*를 접종했을 때 1~3% milk fat은 reuterin의 항균 활성에 영향을 주지 않는다고 보고했다.

본 실험에서 soybean oil(1%, 3%)은 linolenic acid 1,000 ppm의 항균 활성은 1% soybean oil에 의해서는

저해를 받지 않으나 3% soybean oil에 의해 활성이 부분적으로 저해되었으며, 이는 3% 이하의 oil은 linolenic acid의 항균 활성을 크게 저해하지는 않는 것으로 나타났다.

전분이 첨가된 경우

Soluble starch(1%, 3%)만 첨가된 처리구는 casein (1%, 3%) 및 soybean oil(1%, 3%)만 첨가된 처리구와 마찬가지로 대조구와 유사한 증식 양상을 나타냈으며 (Fig. 6~7) 이는 *L. monocytogenes* ATCC 19111이 soluble starch에 의해서 증식 억제를 받지 않음을 알

수 있다. Hexane 분획물 50 ppm과 1% 및 3% soluble starch가 첨가된 처리구의 경우 72 시간 배양 후에 균수는 10^4 ~ 10^5 CFU/mL로 hexane 분획물 50 ppm만 첨가된 처리구(10^3 ~ 10^4 CFU/mL)에 비해서는 항균 활성이 다소 떨어졌으나, 대조구에 비해 균수가 10^2 ~ 10^3 CFU/mL이 감소한 것으로 나타났다. Linolenic acid 50 ppm과 1% soluble starch가 첨가된 처리구는 균의 증식양상이 미미하였다. Hexane 분획물 1,000 ppm과 1% soluble starch가 첨가된 처리구의 경우 24 시간 이후에 균이 검출되지 않아 강력한 살균 효과를 보였으며, hexane 분획물 1,000 ppm과 3% soluble starch가 첨가된 처리구는 접종 초기부터 꾸준히 균수가 감소하여 72시간에는 10^1 CFU/mL 수준으로 나타났다. 또한 linolenic acid 1,000 ppm과 1% 및 3% soluble starch가 첨가된 처리구는 48 시간 이후 균이 검출되지 않아 강력한 살균 효과를 나타냈다.

이러한 결과로 볼 때 soluble starch(1%, 3%)는 hexane 분획물 50 ppm 및 1,000 ppm의 항균 활성을 크게 저해하지 않는 것으로 나타났으며, 또한 linolenic acid 1,000 ppm은 1% 및 3% soluble starch에 의해 항균 활성을 저해 받지 않았다.

요 약

식품의 주요성분이 항균 활성 분획물의 항균 활성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 액체 배지에 casein, soybean oil 및 soluble starch를 일정 수준으로 첨가하여 최종 농도를 1% 및 3%로 조정한 후 항균 활성이 우수한 예덕나무 조 추출물인 hexane 분획물 및 linolenic acid를 50 ppm 및 1,000 ppm 수준으로 첨가한 액체 배지에 *L. monocytogenes* 2 균주를 접종, 30°C에서 72시간 동안 배양하면서 생균수를 계수하였다. Hexane 분획물 1,000 ppm과 3% casein이 첨가된 처리구는 초기 균수가 10^7 CFU/mL 수준이었으나 72 시간에서 10^8 CFU/mL 수준으로 증식하여 hexane 분획물 1,000 ppm의 항균 활성은 3% casein에 의해 완전히 저해되었으며, linolenic acid 1,000 ppm의 항균 활성은 3% casein에 의해 활성이 부분적으로 저해되었다. Soybean oil(1%, 3%)의 경우 linolenic acid 1,000 ppm의 항균 활성은 3% soybean oil에 의해 활성이 부분적으로 저해되었으며, soluble starch(1%, 3%)와 hexane 분획물 1,000 ppm이 첨가된 처리구는 48시간 이후 균이 검출되지 않거나(1% soluble starch), 또는 5 log cycle 정도 감소하였으며(3% soluble starch), soluble starch(1%, 3%)와 linolenic acid 1,000 ppm이

첨가된 처리구는 48시간 이후 균이 검출되지 않았다. 이상의 결과로 볼 때 soluble starch(1%, 3%)는 hexane 분획물 1,000 ppm 및 linolenic acid 1,000 ppm의 항균 활성을 저해하지 않는 것으로 나타났다.

감사의 글

이 연구는 1999년도 보건의료기술연구개발사업 중 중점공동연구사업으로 수행한 연구의 일부로 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Welbourn, J.L. and Williams, J. Jr. New *Listeria* control measures under consideration. Dairy, Food. Environ. Sanit. 19: 399-401 (1999)
2. Draughon, F.A., Anthony, B.A. and Denton, M.E. *Listeria species* in fresh rainbow trout purchased from retail markets. Dairy, Food. Environ. Sanit. 19: 90-94 (1999)
3. Miller, A.J., Whiting, R.C. and Smith, J.L. Use of risk assessment to reduce listeriosis incidence. Food Tech. 51: 100-103 (1997)
4. Arizcum, C., Vasseur, C. and Labadie, J. Effect of several decontamination procedures on *Listeria monocytogenes* growing in biofilms. J. Food Prot. 61: 731-734 (1998)
5. Carminati, D., Neviani, E., Ottogalli, G. and Giraffa, G. Use of surface-smear bacteria for inhibition of *Listeria monocytogenes* on the rind of smear cheese. Food Microbiol. 16: 29-36 (1999)
6. Schobitz, R., Zaror, T., Leon, O. and Costa, M. A bacteriocin from *Carnobacterium piscicola* for the control of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged meat. Food Microbiol. 16: 249-255 (1999)
7. Juven, B.J., Barefoot, S.F., Pierson, M.D., Maccaskill, L.H. and Smith, B. Growth and survival of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged ground beef inoculated with *Lactobacillus alimentarius* floracarn L-2. J. Food Prot. 61: 551-556 (1998)
8. Juneja, V.K., Martin, S.T. and Sapers, G.M. Control of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged pre-peeled potatoes. J. Food Sci. 63: 911-914 (1998)
9. Ahn, E.Y., Shin, D.H., Baek, N.I. and Oh, J.A. Isolation and identification of antimicrobial activity substance from *Glycyrrhiza uralensis* FISCH. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 680-687 (1998)
10. Ahn, E.Y., Shin, D.H., Baek, N.I. and Oh, J.A. Isolation and identification of antimicrobial activity substance from *Sophora flavescens* Ait. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 672-679 (1998)
11. Oh, J.A., Shin, D.H. and Baek, N.I. Isolation and identification of growth inhibition substance on *L. monocytogenes* from *Dystaenia takesimana* Kitagawa. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 984-993 (1999)

12. Oh, J.A., Shin, D.H. and Ahn, Y.S. Antilisterial synergistic effect of faltarindiol isolated from *Dystaenia takesimana* Kitagawa with monoglyceride. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 864-869 (1999)
13. Hao, Y.Y., Brackett, R.E. and Doyle, M.P. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas hydrophila* by plant extracts in refrigerated cooked beef. J. Food Prot. 61: 307-312 (1998)
14. Ahn, Y.S. Isolation and identification of antimicrobial substance from *Ruta graveolens* Linne and *Mallotus japonicus* Muell on *Listeria monocytogenes*. M.S. Thesis, Chonbuk National Univ., Chonju, Korea (2000)
15. Kang, K.H., Noh, B.S., Seo, J.H. and Huh, W.D. Food Analysis, Sungkyunkwan University Press, p.427 (1998)
16. Frankel, E.N., Huang, S.W., Kanner, J. and German, J.B. Interfacial phenomena in the evaluation of antioxidants : Bulk oils vs emulsion. J. Agric. Food Chem. 42: 1054-1059 (1994)
17. Venkatarayanan, K.S., Zhao, T. and Doyle, M.P. Antibacterial effect of Lactoferricin B on *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef. J. Food Prot. 62: 747-750 (1999)
18. EL-Ziney, M.M. and Debevere, J.M. The effect of reuterin on *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in milk and cottage cheese. J. Food Prot. 61: 1275-1280 (1998)
19. Faith, N.G., Wierzba, R.K., Innot, A.M., Roering, A.M., Lorang, T.D., Kaspar, C.W. and Luchansky, J.B. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in full- and reduced-fat pepperoni after manufacture of sticks, storage of slices at 4°C or 21°C under air and vacuum, and baking of slices on frozen pizza at 135, 191 and 246°C. J. Food Prot. 61: 383-389 (1998)
20. Kabara, J.J. Antimicrobial agents derived from fatty acids. J. Am. Oil Chem. Soc. 61: 397-403 (1984)
21. Wang, L.L., Yang, B.K., Parkin, K.L. and Johnson, E.A. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by monoacylglycerols synthesized from coconut oil and milkfat by lipase-catalyzed glycerolysis. J. Agric. Food Chem. 41: 1000-1005 (1993)
22. Juneja, V.K. and Davidson, P.M. Influence of altered fatty acid composition on resistance of *Listeria monocytogenes* to antimicrobials. J. Food Prot. 56: 302-305 (1993)
23. Rico-Muoz, E. and Davidson, P.M. Effect of corn oil and casein on the antimicrobial activity of phenolic antioxidants. J. Food Sci. 48: 1284-1288 (1983)
24. Shelef, L.A., Jyothi, E.K. and Bulgarelli, M.A. Growth of enteropathogenic and spoilage bacteria in sage-containing broth and foods. J. Food Sci. 49: 737-740, 809 (1984)
25. Stecchini, M.L., Sarais, I. and Gavedoni, P. Effect of essential oils on *Aeromonas hydrophila* in a culture medium and in cooked pork. J. Food Prot. 56: 406-409 (1993)

(2000년 2월 11일 접수)