

## 섬바디로부터 분리된 Falcarindiol과 유화제와의 혼합에 따른 *Listeria monocytogenes*에 대한 항균 상승효과

오진아 · 신동화 · 안용선  
전북대학교 식품공학과(농업과학기술연구소)

### Antilisterial Synergistic Effect of Falcarindiol Isolated from *Dystaemia takesimana* Kitagawa with Monoglyceride

Jin-Ah Oh, Dong-Hwa Shin and Young-Sun Ahn  
Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

#### Abstract

Synergistic effects of the falcarindiol isolated from *Dystaemia takesimana* Kitagawa and monoglyceride (monolaurate, monomyristate) were tested their growth inhibition on *L. monocytogenes* (ATCC 19111, ATCC19112, ATCC 19113, ATCC 19114 and ATCC 15313) in tryptic soy broth. The falcarindiol was added at 30 ppm or 10 ppm with 25 ppm or 10 ppm of monoglyceride in broth. Antimicrobial activity of the falcarindiol mixed with monoglyceride in broth exhibited strong growth inhibition on all test strains. It was confirmed that the falcarindiol mixed with monoglyceride exhibited bactericidal effect in broth against *L. monocytogenes* ATCC 19111 and ATCC 19114 at the same level.

Key words: antilisterial, *Dystaemia takesimana* Kitagawa, monoglyceride, monolaurate, monomyristate, *L. monocytogenes*, synergistic effect, bactericidal effect

#### 서 론

식중독을 일으키는 병원균의 일종인 *Listeria monocytogenes* (Lm)는 저온에서도 증식 가능한 psychrotroph로서 증식범위가 2.5~44°C이고 적정 pH는 5.6~9.8이며 높은 염 농도에서도 생존가능하며<sup>(1)</sup> 낮은 온도에서 저장된 유가공 식품에서 증식할 수 있다<sup>(2)</sup>. 이 Lm은 자연에 널리 분포되어 있고 인체내에서 뇌막염, 뇌염, 패혈증, 결막염, 유산, 사산과 경우에 따라서는 정신병까지 유발할 수 있고 심하면 사망하게 된다. Lm에 의한 식중독의 증상은 건강한 성인에게는 잘 나타나지 않고 임산부, 태아, 신생아, 노인 그리고 면역적으로 약한 사람에게 주로 나타난다<sup>(3)</sup>. 적은 양으로도 식중독에 걸릴 수 있는 이 Lm의 식품중 검출에 대한 연구로 Silvia 등은 Brazil의 Rio de Janeiro에서 생산된 치즈에서 Lm의 출현을 보고<sup>(4)</sup>하여 경각심을 불러 일으켰고, Lm의 열 저항성을 관찰하였으며<sup>(5,6)</sup>, Kim 등은 유가공

식품에 쉽게 오염이 되므로 식품을 생산하는 동안 Lm을 임상적으로 조절하고자 사멸 온도와 시간을 연구<sup>(7)</sup>하였다. Lm에 대한 유기산들에 의한 증식 저해 정도를 관찰<sup>(8)</sup>하였으며, Nisin<sup>(9)</sup>, *Carnobacterium piscicola*와 *Enterococcus faecium*에 의해 생성된 bacteriocin<sup>(10,11)</sup>, 가자육, 금앵자, 육두구 등의 에탄올 추출물<sup>(12)</sup>, 고삼<sup>(13)</sup>, 감초<sup>(14)</sup>, 상백피<sup>(15)</sup>, 단삼<sup>(16)</sup> 등 식물 추출물에 의해 분리된 phenolic compound와 식물 정유 성분<sup>(17)</sup>, 금속이온과 sodium polyphosphate에 의해 Lm의 성장이 저해<sup>(18)</sup>되었다. Thayer 등은 Lm이 사멸하는 적절한 방사선 조사량과 온도를 연구<sup>(19)</sup>하였고, Juven 등은 진공 포장된 ground beef에 젖산균을 증식시켜 Lm을 2 log cycle 감소시켰다고 보고<sup>(20)</sup>하였다. 한편 유화제에 의해 증식억제 현상을 구명한 연구들도 있는데 유화제는 천연식품을 비롯하여 가공식품 및 모방식품의 물리화학적 성질에 중요한 역할을 담당하는 식품첨가물의 일종으로 식품의 점성, 조직, 입안의 촉감 등에 영향을 미친다<sup>(21)</sup>. 유화제의 종류로는 글리세린 지방산 에스테르, 솔비탄 지방산 에스테르, 자당 지방산 에스테르 등이 있는데 이중 글리세린 지방산 에스테르 즉, monoglyceride는

Corresponding author: Dong-Hwa Shin, Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Dukjindong, Chonju, Chonbuk, 560-756, Korea

천연유지 중에도 1%이하 함유되어 있고, 유지의 조리, 가공과정에서도 생성된다. 또한 유지를 섭취했을 때 약 2/3는 분해되고 monoglyceride로 흡수되어, 유지의 한 성분으로 생각하는 쪽이 좋고, 실제 서독에서는 식품첨가물이라 하지 않고 식품으로서 취급되고 있었던 적도 있다. 또한 미국에서도 GRAS로 분류되어 있으며 FAO/WHO의 ADI도 제한이 없다고 되어 있다<sup>(22)</sup>. 또한 저급지방산에스테르(MC<sub>6</sub>-MC<sub>18</sub>)가 항균성이 있다고 보고되고있는데 특히 MC<sub>10</sub> (monocapriate), MC<sub>12</sub> (monolaurate), MC<sub>14</sub> (monomyristate)가 곰팡이, 효모 및 세균에 대한 항균성이 우수하였다는 보고가 있다<sup>(2,22,23)</sup>.

본 실험에서는 항균 활성 물질과 유화제의 상승효과에 대한 보고가 미비하여, 항균성이 대단히 우수한, 섭바디로부터 본 실험의 연구자들이 분리한 polyacetylene계 물질인 falcarindiol<sup>(24)</sup>과 항균성이 있는 유화제인 monoglyceride중 monolaurate (MC<sub>12</sub>)와 monomyristate (MC<sub>14</sub>)와의 상승효과를 관찰하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

Falcarindiol은 고창지역에서 자생하는 식용식물인 섭바디로부터 분리<sup>(24)</sup>하였고, 유화제는 Sigma사의 monolaurate (MC<sub>12</sub>), monomyristate (MC<sub>14</sub>)을 사용<sup>(2,23)</sup>하였다. 실험균주 및 배지 항균 활성 시험에 사용한 미생물과 배지는 Table 1과 같다.

#### 혼탁도 측정

미생물 증식에 따른 혼탁도 측정을 위해 Bioscreen C (Labsystem, Oy, Helsinki, Finland)를 이용<sup>(25,26)</sup>하였다.

#### Monoglyceride의 증식억제 효과<sup>(27)</sup>

Monoglyceride는 monolaurate, monomyristate (MC<sub>12</sub>, MC<sub>14</sub>, Sigma사)를 무수 에탄올에 녹여<sup>(23)</sup>(에탄올 농도는 1%) 일정농도를 만들어 사용하였다. 시험 균주가 접종된 사면배지에서 1백금을 취해 10 mL 액체배

지에 접종하여 30°C에서 24시간 배양시킨 배양액 0.1 mL를 다시 10 mL 액체배지에 접종하여 30°C에서 24시간 배양시켰다. 이 균주 배양액 0.1 mL를 monoglyceride를 일정농도(ppm)로 첨가한 액체배지에 접종한 후, Bioscreen C를 이용<sup>(25,26)</sup>하여 30°C에서 72시간 동안 2시간 간격으로 600 nm에서 혼탁 정도를 측정하여 증식억제 효과를 비교하였다. 이때 첨가되는 용매 자체의 항균력을 배제하기 위하여 모든 시험은 처리농도와 동일하게 에탄올만을 첨가한 대조구를 설정하여 증식정도를 비교하였다.

#### Falcarindiol과 Monoglyceride와의 synergistic effect

배지 10 mL에 falcarindiol과 monoglyceride와의 최소 저해 농도(MIC)와 그 이하의 일정농도를 첨가하여, monoglyceride의 증식억제 효과를 관찰하는 방법과 동일하게 실험하였다.

#### 정제된 소분획의 살균효과<sup>(27)</sup>

각 균주가 배양된 사면배지에서 1백금이씩 취해 액체배지 10 mL에 접종, 30°C에서 24시간 배양하였다. 이 배양액 0.1 mL를 falcarindiol과 monoglyceride 혼합물이 일정농도로 첨가된 액체배지에 접종하여 30°C에서 72시간 동안 배양하면서 24시간 간격으로 표준평판한천 배양법에 의해 생균수를 계수하고 같은 방법으로 균주배양액 0.1 mL의 생균수를 계수하여 초기 접종균수를 구했다. 처리구와 동일 농도로 에탄올만을 가한 것을 대조구로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### Monoglyceride (MG)의 *L. monocytogenes*에 대한 증식억제 효과

낮은 농도에서도 우수한 항균효과를 나타내는 monolaurate (MC<sub>12</sub>)와 monomyristate (MC<sub>14</sub>)를 사용하여 세 가지 농도(50, 25, 10 ppm)로 액체배지에 첨가하여 균의 증식억제 효과를 비교해 본 결과는 Fig. 1~5과 같다.

실험한 *Listeria* 5균주 모두에 대하여 MC<sub>12</sub>와 MC<sub>14</sub>의 10 ppm 농도는 Lm의 증식을 저해시키지 못했으며, MC<sub>12</sub>의 25 ppm 농도에서는 ATCC 19111, 19112, 19114, 15313에 대하여 생장억제를 시켰고(Fig. 1, 2, 4, 5), ATCC 19113은 증식 억제되다가 60시간 이후 성장하였다(Fig. 3). MC<sub>14</sub>의 25 ppm 농도에서 ATCC 19111은 24시간 후에 증식했으며(Fig. 1), ATCC 19112,

**Table 1. List of strains and media used for antimicrobial experiment**

Microorganism tested	Media used	Incubation (°C)
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19111	Tryptic soy broth & agar (Difco)	30
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19112		
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19113		
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19114		
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 15313		

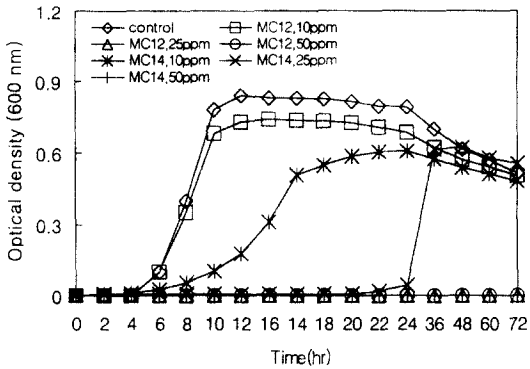


Fig. 1. Growth inhibition by monolaurate (MC12) and monomyristate (MC14) on *Listeria monocytogenes* ATCC 19111.

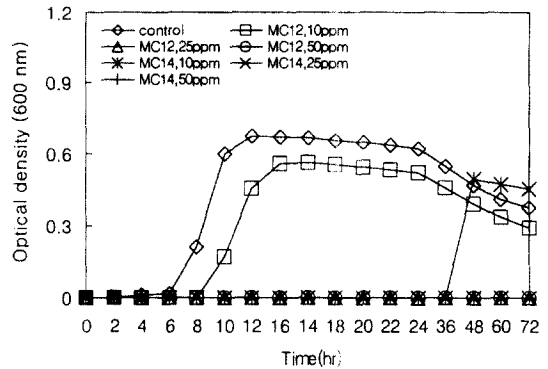


Fig. 4. Growth inhibition by monolaurate (MC12) and monomyristate (MC14) on *Listeria monocytogenes* ATCC 19114.

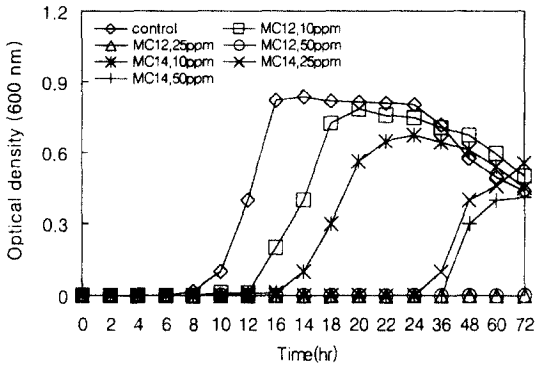


Fig. 2. Growth inhibition by monolaurate (MC12) and monomyristate (MC14) on *Listeria monocytogenes* ATCC 19113.

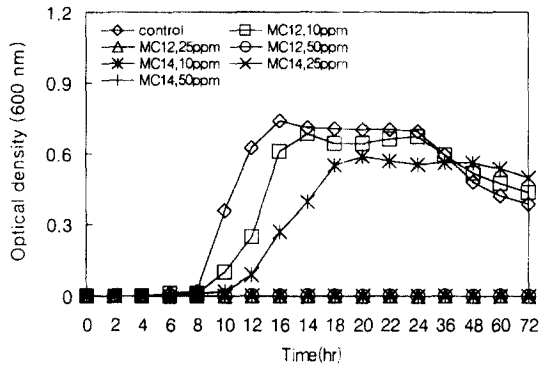


Fig. 5. Growth inhibition by monolaurate (MC12) and monomyristate (MC14) on *Listeria monocytogenes* ATCC 15313.

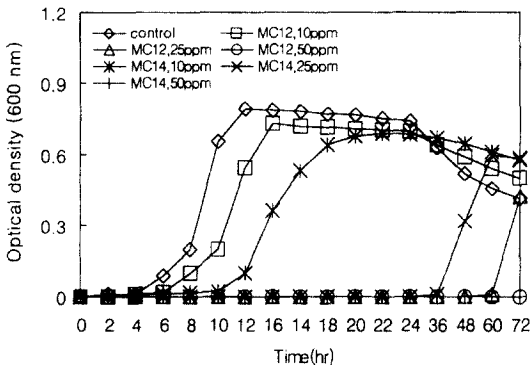


Fig. 3. Growth inhibition by monolaurate (MC<sub>12</sub>) and monomyristate (MC<sub>14</sub>) on *Listeria monocytogenes* ATCC 19113.

19113은 36시간 이후부터 성장(Fig. 2, 3)하였고, ATCC 19114와 15313에 대하여는 72시간 배양하는 동안 생장을 억제시켰다(Fig. 4, 5). 이 결과는 Wang 등의 보고<sup>(22)</sup>

와 같은 경향을 보이고 있다.

계면활성제의 항균작용 기구에 대해서는 우선 계면활성제가 균의 표면에 흡착해 세포벽의 정상적인 작용을 방해한 후, 세포 내에 침투하여 효소를 불활성화하고, 핵산이나 단백질을 변성시켜 세포 성장을 저해시키고<sup>(2,22)</sup>, 이에 따라 항균제가 세포 표면에 흡착해, 세포 내부에 쉽게 침투하여 세포를 사멸시킬거라 추측하고 있는데, monoglyceride의 경우 세포질 내부까지 깊이 침투하는 것이 아니라 그 세포 표면에 나타나 세포막의 구조변화를 일으키고, 그 기능을 저해함으로써 세포를 사멸시킨다고 보고<sup>(22)</sup> 되고 있다.

Facarindiol과 Monoglyceride의 혼합물의 혼합도 비교

앞서 실험한 결과를 기초로 monolaurate (MC<sub>12</sub>)와 monomyristate (MC<sub>14</sub>)의 MIC인 25 ppm과 *Listeria*의 생장을 억제시키지 못한 10 ppm, 그리고 삼바디로부

**Table 2. Effect of the combined use of monolaurate e(MC12) and falcarindiol isola-ted' from *Dystaemia takesimana* Kitagawa on the growth of *L. monocytogenes***

MC12 (ppm)	falcarindiol (ppm)	<i>L. monocytogenes</i>				
		ATCC 19111	ATCC 19112	ATCC 19113	ATCC 19114	ATCC 15313
25	30	++ <sup>1)</sup>	++	++	++	++
	10	++	++	++	++	++
10	30	++	++	++	++	++
	10	++	++	++	++	++
control		- <sup>2)</sup>	-	-	-	-

<sup>1)</sup>++: O.D. (optical density) value is zero after 3 days. (very strong inhibition)

<sup>2)</sup>-: *L. monocytogenes* grew to >10<sup>7</sup> CFU/g after 3 days.

**Table 3. Effect of the combined use of monomyristate (MC<sub>14</sub>) and falcarindiol isolated from *Dystaemia takesimana* Kitagawa on the growth of *L. monocytogenes***

MC14 (ppm)	falcarindiol (ppm)	<i>L. monocytogenes</i>				
		ATCC 19111	ATCC 19112	ATCC 19113	ATCC 19114	ATCC 15313
25	30	++ <sup>1)</sup>	++	++	++	++
	10	++	++	++	++	++
10	30	++	++	++	++	++
	10	++	++	++	++	++
control		- <sup>2)</sup>	-	-	-	-

<sup>1,2)</sup>See the foot note of Table 6.

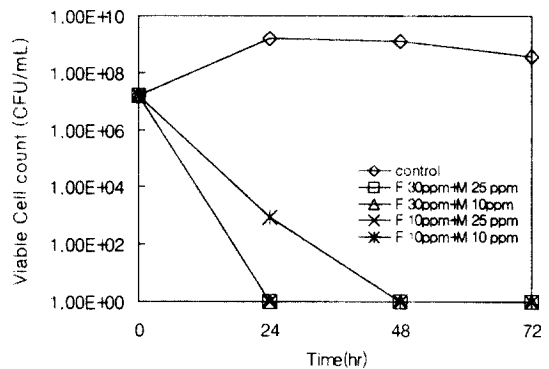
터 분리된 falcarindiol<sup>(24)</sup>의 10 ppm, 30 ppm을 각각 배지에 첨가하여 상승효과를 관찰한 결과는 Table 2, 3과 같다.

Falcarindiol 단독으로 사용하였을 때 증식억제 현상을 관찰할 수 없었던 농도(10 ppm)<sup>(24)</sup>에서 monoglyceride와 falcarindiol 두 물질을 혼합하였을 때, 실험한 모든 *Listeria monocytogenes* 5균주에 대하여 혼탁도가 보이지 않는 아주 탁월한 증식억제 효과를 나타냈다.

**Falcarindiol과 Monoglyceride의 혼합물의 살균효과**

액체배양법에서 혼탁도 측정은 균의 증식양상을 알 수 있으나 정확한 항균정도를 확인할 수 없기 때문에 이를 보완하기 위해 섭마디로부터 분리된 falcarindiol<sup>(24)</sup>을 30 ppm 및 10 ppm, monoglyceride를 25 ppm 및 10 ppm을 각각 혼합, 배지에 첨가하여 72시간동안 배양하면서 24시간 간격으로 생균수를 계수하면서 살균효과를 관찰한 결과는 Fig. 6~9와 같다.

초기 접종 균수는 10<sup>5</sup>~10<sup>6</sup> CFU/mL이었으며 균종에 따라 차이는 있지만 24시간 배양한 후 전체적인 균수 변화를 살펴보면, 대조구는 10<sup>7</sup> CFU/mL 증가한 반면 falcarindiol 10 ppm과 monolaurate 25 ppm이 첨가된 처리구에서 ATCC 19111의 균수는 10<sup>1</sup> CFU/mL이었



**Fig. 6. Bactericidal effect of the combined use of monolaurate (M) and falcarindiol (F) isolated from *Dystaemia takesimana* Kitagawa on *L. monocytogenes* ATCC 19111.**

으며(Fig. 6), falcarindiol 10 ppm과 monolaurate 10 ppm이 첨가된 처리구에서는 ATCC 19114에 대하여 균수의 변화가 없는 정균현상이 나타났다(Fig. 7). 그 이외의 처리구, 즉 falcarindiol을 30 ppm 및 10 ppm과 monolaurate의 10 ppm 및 25 ppm 첨가했을때는 colony가 전혀 나타나지 않았다. 48시간 배양 후에는 falcarindiol 30 ppm과 monolaurate 10 ppm이 첨가된 처리구에서 ATCC 19114에 대하여 10<sup>1</sup> CFU/mL의 균수가

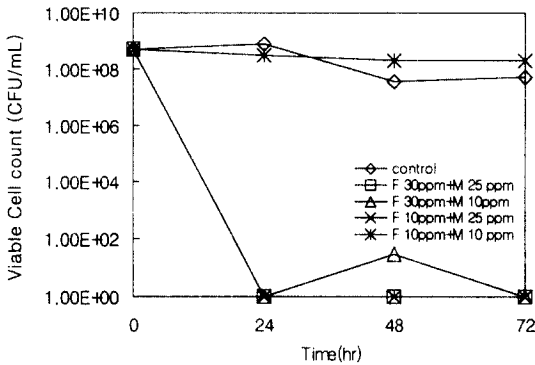


Fig. 7. Bactericidal effect of the combined use of monolaurate (M) and falcarindiol (F) isolated from *Dystaemia takesimana* Kitagawa on *L. monocytogenes* ATCC 19114.

관찰되었을 뿐 다른 처리구에서는 72시간 배양하는 동안, 대조구는 2 log cycle 감소한 반면, *Listeria*의 colony를 발견할 수 없었다(Fig. 6, 7).

Fig. 8과 9를 보면 초기 접종 균수는  $10^5 \sim 10^6$  CFU/mL이었으며 ATCC 19111에 대하여 24시간 배양한 결과 falcarindiol 10 ppm과 monomyristate 25 ppm이 첨가된 처리구에서  $10^2$  CFU/mL의 균수가 관찰되었고 (Fig. 8), 48시간 배양 후에는 falcarindiol 10 ppm과 monomyristate 10 ppm이 첨가된 처리구에서 1 log cycle 증가하였다. 그 이외의 처리구에서는 72시간 배양동안 colony를 발견할 수 없었다. *L. monocytogenes* ATCC 19114에 대하여는 72시간 배양 기간 동안 모든 처리구에서 *Listeria*의 colony가 발견되지 않았다(Fig. 9). 이 결과로 볼 때 falcarindiol과 monoglyceride의 혼합물은 *Listeria*를 사멸시키거나 정균 작용을 하여 단독으로 사용했을 때 보다 그 살균효과가 상승함을 확

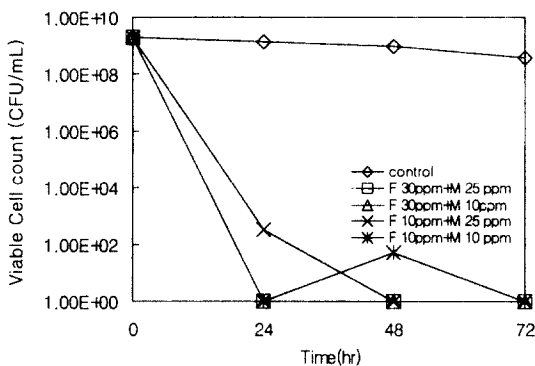


Fig. 8. Bactericidal effect of the combined use of monomyristate (M) and falcar-indiol (F) isolated from *Dystaemia takesimana* Kitagawa on *L. monocytogenes* ATCC 19111.

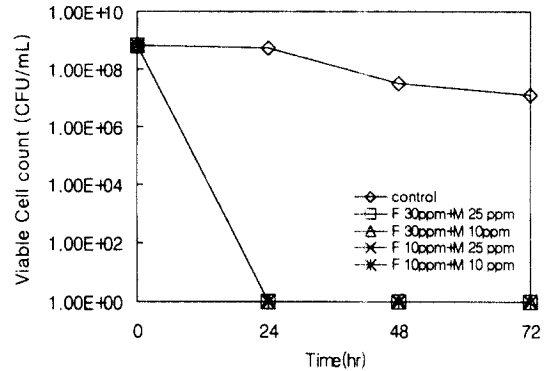


Fig. 9. Bactericidal effect of the combined use of monomyristate (M) and falcar-indiol (F) isolated from *Dystaemia takesimana* Kitagawa on *L. monocytogenes* ATCC 19114.

인하였다.

균 증식을 억제하는 지방산은 물에 잘 녹는 것이거나, 세균 세포표면의 소수성 단백질, 혹은 지질에 영향을 미치는 소수성인 물질 일 것이며, chain이 짧은 지방산은 소수성을 감소시켜 용해도를 증가시킬<sup>(23)</sup>수 있는데, 본 실험에서 Lm을 증식저해시킨 이유는 단독으로 사용한 falcarindiol이 monoglyceride에 의해 용해도가 증가하였기 때문이거나, 혹은 monoglyceride가 falcarindiol과 작용하여 세포의 생리 작용을 변화시켰기 때문일 거라 추측되었다. 이런 상승효과에 대한 항균작용에 대해서 보고된 자료가 없는 바, 더욱 깊이 있는 연구가 필요하다고 판단된다.

## 요 약

식용식물 섬바디에서 분리한 falcarindiol과 monoglyceride (MG)와의 상승효과를 실험하였다.

Falcarindiol 30 ppm 및 10 ppm과 MG 25 ppm, 10 ppm을 각각 배지에 첨가하여 Lm 5균주에 대한 혼탁도를 비교한 결과 4개의 처리구에서 시험된 모든 균에 대하여 혼탁도가 나타나지 않았다. 이 결과로 falcarindiol과 monoglyceride의 혼합물의 살균효과가 기대되어, Tryptic soy broth에 혼탁도 비교시 사용한 동일 농도를 첨가한 후, Lm 2균주(ATCC 19111, ATCC 19114)를 배양시켜 24시간 간격으로 생균수를 확인한 결과 대조구는 초기  $10^5 \sim 10^6$  CFU/mL에서 72시간 배양결과 2 log cycle 증가하는 반면, 처리구는 72시간 배양결과 colony를 발견할 수 없었다. 이 결과를 볼 살균효과가 인정되었다.

이상의 결과로 섬바디로부터 분리된 falcarindiol과

monoglyceride와의 혼합물은 살균효과가 단독 사용시보다 상승하였고, 합성 항균제보다 우수한 천연 항균제로서의 가능성이 있다고 평가된다.

### 감사의 글

이 연구는 '98년도 농림기술개발 연구과제로 수행하였으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

### 문헌

1. Brackett, R.E.: Presence and persistence of *Listeria monocytogenes* in food and water. *Food Technol.*, **42**, 162-164 (1988)
2. 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**, 1000-1009 (1993)
3. Marth, E.H.: Disease characteristics of *Listeria monocytogenes*. *Food Technol.*, **42**, 165-168 (1988)
4. Silva, M.D., Hofer, E. and Tibana, A.: Incidence of *Listeria monocytogenes* in cheese produced in Rio de Janeiro, Brazil. *J. Food Prot.*, **61**, 354-356 (1998)
5. Lou, Y. and Yousef, A.E.: Resistance of *Listeria monocytogenes* to heat after adaptation to environmental stresses. *J. Food Prot.*, **59**, 465-471 (1996)
6. Schuman, J.D. and Sheldon, B.W.: Thermal resistance of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in liquid egg yolk and egg white. *J. Food Prot.*, **60**, 634-638 (1997)
7. Kim, J.H., Schmidt, K.A., Phebus, R.K. and Jeon, I.J.: Time and temperature of stretching as critical control points for *Listeria monocytogenes* during production of mozzarella cheese. *J. Food Prot.*, **61**, 116-118 (1998)
8. Restaino, L., Frampton, E.W., Bluestein, R.L., Hemphill, J.B. and Regutt, R.R.: Antimicrobial efficacy of new organic acid anionic surfactant against various bacterial strains. *J. Food Prot.*, **57**, 496-501 (1994)
9. Dean, J.P. and Zottola, E.A.: Use of nisin in ice cream and effect on the survival of *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.*, **59**, 476-480 (1996)
10. Buchanan, R.L. and Bagi, L.K.: Microbial competition: effect of culture conditions on the suppression of *Listeria monocytogenes* Scott A by *Carnobacterium piscicola*. *J. Food Prot.*, **60**, 254-261 (1997)
11. Parente, E. and Hill, C.: Inhibition of *Listeria* in buffer, broth, and Milk by enterocin 1146, a bacteriocin produced by *Enterococcus faecium*. *J. Food Prot.*, **55**, 503-508 (1992)
12. Han, J.S. Shin, D.H. Yun S.E. and Kim, M.S.: Antimicrobial effect on *Listeria monocytogenes* by some edible plant extracts (in Korean). *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **26**, 545-551 (1994)
13. Ahn, E.Y., Shin, D.H., Baek, N.I. and Oh, J.A.: Isolation and identification of antimicrobial active substance from *Sophora flavescens* Ait (in Korea). *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **30**, 672-679 (1998)
14. Ahn, E.Y., Shin, D.H., Baek, N.I. and Oh, J.A.: Isolation and identification of antimicrobial active substance from *Glycyrrhiza uralensis* Fisch (in Korean). *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **30**, 672-679 (1998)
15. An, E.Y., Han, J.S. and Shin, D.H.: Growth inhibition of *Listeria monocytogenes* by pure compound isolated from extract of *Morus alba* Linne bark (in Korean). *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **29**, 1236-1240 (1997)
16. Mok, J.S., Park, U.Y., Kim, Y.M. and Chang, D.S.: Effects of solvents and extracting condition on antimicrobial activity of *Salviae miltiorrhizae* Radix (*Salvia miltiorrhiza*) extract (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 1001-1007 (1994)
17. Aureli, P., Costantini, A. and Zolea, S.: Antimicrobial activity of some plant essential oils against *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.*, **55**, 344-348 (1992)
18. Zaika, L.L., Scullen, O.J. and Fanelli, J.S.: Growth inhibition of *Listeria monocytogenes* by sodium polyphosphate as affected by polyvalent metal ions. *J. Food Sci.*, **62**, 867-872 (1997)
19. Thayer, D.W., Boyd, G., Kim, A., Fox, J.B., JR. and Farrell, H.M., JR.: Fate of gamma-irradiated *Listeria monocytogenes* during refrigerated storage on raw or cooked turkey breast meat. *J. Food Prot.*, **61**, 979-987 (1998)
20. Juven, B.J., Barefoot, S.F., Pierson, M.D., McCaskill, 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)
21. Song, J.C. and Yang, H.C.: *Food additives*. Semoon Co. p.483-507 (1992)
22. Hidaka, D.: *Food emulsifier* (2nd ed.). Sooseowon, p. 230-239 (1996)
23. Wang, L.L. and Johnson, E.A.: Inhibition of *Listeria monocytogenes* by fatty acids and monoglycerides. *J. Appl. Environ. Microbiol.*, **58**, 624-629 (1992)
24. Oh, J.A.: Isolation and identification of growth inhibition substance of *L. monocytogenes* from edible plant and synergistic effect with monoglyceride. *M.S. Thesis, Chonbuk National Univ., Chonju, Korea* (1999)
25. Minelli, E.B., Benini, A., Bassi, C., Abbas, H., Falconi, M., Locatelli, F., Marco, R. and Pederzoli, P.: Antimicrobial activity of human pancreatic juice and its interaction with antibiotics. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **40**, 2099-2105 (1996)
26. Hedin, G. and Hambræus, A.: Screening tests for the detection of methicillin resistance in *Staphylococcus epidermidis*. *J. Antimicrobial Chemotherapy*, **28**, 681-694 (1991)
27. Ahn, E.Y.: Isolation and identification of antimicrobial active substance from edible plant extract. *M.S. Thesis, Chonbuk National Univ., Chonju, Korea* (1998)