

매실추출물의 항균 효능 및 활용

경상대학교 식품공학과

조 성 환

1. 서 론

매실추출물(*Prunus mume* Sieb. et Zucc. extract:이하 PME라 칭함)은 우리나라, 일본, 중국 등에 분포하는 장미과에 속하는 낙엽활엽교목인 매화나무의 핵과를 매실(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.)이라 하고 우리나라에서 매실은 삼국시대부터 관상용으로 정원에 심었고 열매를 이용한 것은 한의학이 도입된 고려중엽 때부터라고 알려져 있다. 매실의 대표적인 약리적인 효능인 항균작용과 항알러지 작용은 약알카리성으로 체질을 개선하는데 효과가 있다고 알려져 있을 뿐만 아니라, 본초강목 등에 의하면 만성기침, 하열에 의한 가슴의 열기나 목마름, 오래된 학질, 만성설사, 치질, 혈변 등에도 효과가 있는 것으로 기록되어 있다. 또한 매실의 풍부한 유기산과 rutin 같은 성분 등으로 인해 항균활성과 피로회복, 식욕증진과 해독 등의 효과가 있어 민간약으로 이용성이 높음을 알 수 있다. 매실은 succinic acid, citric acid, malic acid 및 tartaric acid 등의 유기산 뿐 만 아니라 sitosterol과 무기질 함량이 많은 알카리성 식품으로 잘 알려져 있는데 한국산 과실의 품종별 유리당, 유기산 함량의 보고에서 매실의 유기산 함량이 다른 과실보다 다소 높게 함유되어 있음이 보고되고 있고 매실의 주요 향기 성분으로 malic acid 등의 유기산 물질들이 관련되어 있음이 밝혀진 바 있다. 또한, 매실과육의 향기성분으로 benaldehyde, terpinen-4-ol, benzyl alcohol, hexadecanoic acid 등이 보고된 바 있고, 신선한 매실의 특징적인 휘발성 성분은 benzaldehyde, benzyl alcohol, 5-methyl-2-furfural, 2,3-dimethyl maleic anhydride 등이라 보고되었고, 이후 소금에 절인 매실로부터 181종의 성분을 확인하여 그중 aromatic compound,

monoterpene 및 monoterpene alcohol, acid, aliphatic aldehyde 및 alcohol 류가 주성분이라고 알려 지고 있다. 최근 암세포 증식에 미치는 매실 추출물의 영향 연구 등 매실의 기능적 특성에 관한 연구와 성숙과정 중 매실의 이화학적 특성변화에 관한 연구가 보고되어 있으며, 매실의 항균작용에 대한 연구도 보고되고 있다. 이와 같이 매실 추출물에 대한 항균, 항진균 및 항산화 효과가 발표되면서 광범위한 분야에서 탁월한 효과를 나타내고 있으나, 아직까지 매실의 활성물질이 무엇이며, 어떠한 기작에 의해 살균이 되는 지에 관한 기초연구는 거의 이루어져 있지 않다. 천연물에는 우리가 아직 확인하지 못한 여러 성분들이 존재하고, 또한 이미 알고는 있으나, 그 물질의 효용을 제대로 파악치 못하여, 산업화, 실용화가 되지 못하고 있다. 매실추출물도 예외는 아니어서 적어도 수십 가지 이상의 여러 성분들이 복합적으로 이루어져 있으리라고 예상은 되지만, 미량 존재하는 여러 가지 성분들의 분리나 효능은 알려진 바 없다. 이와같은 상황에서 본인등의 연구는 매실추출물의 방부제로서의 역할과 항균제로서의 탁월한 효능을 이해하려 함에 그 목표를 두고 다음과 같은 순서에 맞추어 연구를 진행 중에 있다. 첫째는, 매실추출물의 효능성분을 찾는 일이다. 먼저, 효능 성분이 효소에 의한 것인지 아니면, 효소이외의 다른 요인에 의한 것인지를 살펴보기 위해 효능성분을 찾는 기본적 실험을 전개하였다. 둘째로, 매실추출물의 항균 효능은 미생물 대사의 어느 곳을 억제하기 때문인가를 밝히는 일이다. 미생물 대사의 각 단계에 관여하는 효소에 미치는 영향을 조사하는 한편, 미생물의 세포막 기능에 미치는 영향을 검토함으로써 항균효과를 과학적으로 입증시키는 중요한 기초자료를 획득하여 식품보존료 개발에 기본토대를 마련하고자 하였다. 셋째로, 이들 항균물질의 항균작용을 응용할 목적으로, 농축수산물 식품원료 및 그 가공식품에 매실추출물 또는 추출분리한 항균물질을 처리하여 선도유지 및 보존효과를 검토하였

다. 넷째로, 궁극적으로 매실추출물의 급성구강독성, 피부자극실험 등에 대한 안전성검사를 실시하여 이용범위를 확대하고자 하였다.

2. 본 론

가. 매실추출물의 이화학적 성질

(1) 무기성분

알칼리성 식품으로 알려진 의 영양생리와 맛에 필수요소로 관여하는 무기성분의 함량은 표 1과 같다. 매실추출물의 무기성분으로는 K가 203.9 mg/100g으로 가장 높게 나타났으며, Ca, P, Mg 순으로 함유하고 있었다.

(2) 수용성 비타민

매실추출물의 영양강화제 및 항산화제 등의 기능성 식품으로 활용하기 위한 기초자료를 얻기 위한 수용성 비타민 함량을 분석한 결과는 표 2와 같다. 즉 ascorbic acid 1.08mg%, niacin 0.40mg%, flavin 0.05mg%, thiamin 0.03mg%, β -carotene 1.2ppm로 나타났다

표 1. 매실추출물의 무기질 성분함량

(Unit : mg/100g)

무기질성분	함량	무기질성분	함량
K	203.6	Fe	0.6
Na	5.9	P	14.0
Ca	14.9	Zn	1.1
Mg	8.8	Total	248.9

표 2. 매실추출물의 수용성 비타민 함량

(mg%, Wet basis)

Ascorbic acid	Niacin	Flavin	Thiamin	β-Carotene
1.08	0.40	0.05	0.03	1.2 ^{a)}

a) : ppm

(3) 유기산

향미성분으로서 중요한 역할을 할 것으로 사료되는 PME의 유기산을 분석한 결과는 표 3과 같다. 즉 citric acid 0.47mg%, malic acid 0.43 mg%, oxalic acid 0.25mg%으로 대부분을 차지하였다. 매실 중에서 확인된 주요 유기산이 tartaric acid, succinic acid, malic acid, citric acid 이었으며, malic acid와 citric acid를 합한 양이 전체 유기산의 대부분을 차지하였다.

표 3. 매실추출물의 유기산 함량

(Unit : mg%)

Organic acids	Contents	Organic acids	Contents
Oxalic acid	0.25	Malic acid	0.43
Fumaric acid	0.06	Citric acid	0.47
Succinic acid	ND	Total	1.21

(4) 향기성분

매실의 휘발성 성분을 분석한 결과는 그림 1과 같고, 분리된 각 성분은 표준물질의 분석data를 비교, 확인하여 표 4에 나타내었다. 표 4에서

나타낸 바와 같이 phenol류 8종, acid류 5종, aldehyde류 6종 및 alcohol류 2종으로 총 21종의 휘발성 성분을 동정하였다. 여러 가지 식물의 향균성을 조사한 결과, 정유성분을 많이 함유한 것이 향균성이 높았다고 보고하였으며, 식품, 의약품, 화장품 등을 장기간 보관하기 위하여 benzoic acid를 세계적으로 널리 사용하고 있다. 그림 1에서와 같이 benzoic acid Peak area %가 17.8%로 비교적 높고, 또한 향균성이 있는 것으로 알려진 acetic acid(8.3%), p-coumaric acid(13.1%) 등이 많이 함유되어 있으므로 매실 추출물은 향균성이 좋은 것으로 생각된다. 매실의 휘발성 성분에서 phenol류 화합물이 8종이 함유되어 있고, 또한 향균성이 있는 5-hydroxymethyl furfural(32.3%), furfural(8.3%), 3-methyl-2,3-furandione (2.3%) 등의 furan류 화합물이 많으므로 향균성 효과가 좋을 것으로 생각된다.

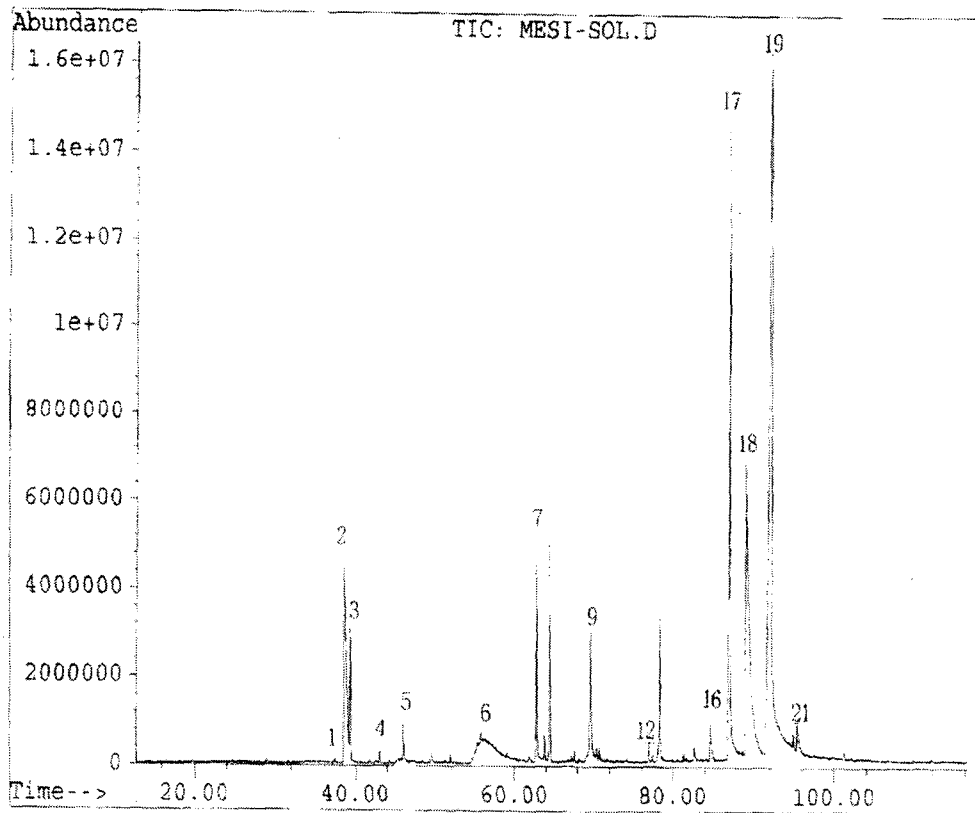


그림 1. 매실추출물로부터 분석한 향기성분 분석곡선

표 4. 매실추출물로부터 분리 동정된 향기성분

Peak ^{a)} No.	Components	Peak area(%)
1	5-Methyl-2(3H)-furanone	0.09
2	acetic acid	8.32
3	Furfural	1.99
4	Benzaldehyde	0.23
5	5-Methyl furfural	0.72
6	3-methyl-2,3-furandione	2.32
7	Benzyl alcohol	3.52
8	1-(1H-pyrrol-2-yl)-Ethanone	0.16
9	1-(2-furyl)-2-Hydroxyethanone	2.89
10	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde	0.26
11	1,5-Heptadiene-3,4-diol	0.24
12	Eugenol	0.26
13	3-Ethyl phenol	0.11
14	2,6-Dimethoxy phenol	0.12
15	3,5-Dimethoxy-2-methyl-4H-pyran-4-one	0.43
16	4-Oxo Pentanoic acid	1.04
17	p-Coumaric acid	13.15
18	Benzoic acid	17.81
19	5-Hydroxymethyl furfural	32.38
20	Vanillin	0.57
21	Benzene acetic acid	0.97

a) : 숫자는 그림 3에 표기되어 있는 것과 일치.

나. 매실추출물의 항균력 시험

매실추출물의 항균력을 측정하기 위하여 부패성 또는 병원성 공시세균 및 효모에 대한 매실추출물의 항균력 실험결과, 매실추출물 100 ppm 이상의 농도에 침지처리한 paper disk 주위에는 균의 증식이 억제되어 clear zone을 형성함으로써 매실추출물의 항균력을 뚜렷하게 관찰할 수 있었다. 매실추출물은 Gram양성균, Gram음성균, 곰팡이 및 효모 등 광

범위한 영역의 미생물에 대하여 뚜렷한 생육저해환을 보여 항균 및 항진균작용이 우수한 식품보존료로 이용가능성을 확인해 주었다.

다. 매실추출물이 병원성 및 부패성 미생물 세포막의 기능성에 미치는 영향

(1) 전자현미경을 이용한 미생물 세포조직 및 세포형태변화

매실추출물의 미생물 세포의 생리특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 매실추출물 희석용액으로 처리한 균체세포 및 포자를 처리하지 않은 대조구와 함께 전자현미경검정시료로 조제하여 전자현미경으로 촬영한 사진은 그림 3 및 그림 4와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 시료촬영결과, 매실추출물 용액에 처리한 미생물 균체세포 및 포자는 세포막의 기능이 파괴되어 세포막의 기능이 상실되는 것을 알았고 또한 세포내용물이 균체외부로 유출되어 균체의 생육이 억제되었으며, 세포막의 삼투조절기능의 상실로 인하여 세포내용이 빈 사멸균체수가 증가함을 알 수 있었다. 이상의 결과에서 미생물 균체세포에 대한 매실추출물의 항균작용이 탁월함을 확인할 수 있었다. 따라서 부패성 및 병원성 균주오염 가능성이 있는 식품을 매실추출물로 예방처리함으로써 변패성 미생물균주에 의한 농축수산 식품원료 및 그 가공식품의 변패현상을 억제할 수 있을 것으로 생각되며, 매실추출물이 첨가된 매실 가공식품의 섭취로 이상발효를 유발하여 장내 생리기능을 악화시키는 변패미생물의 생육을 억제하여 정상작용을 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

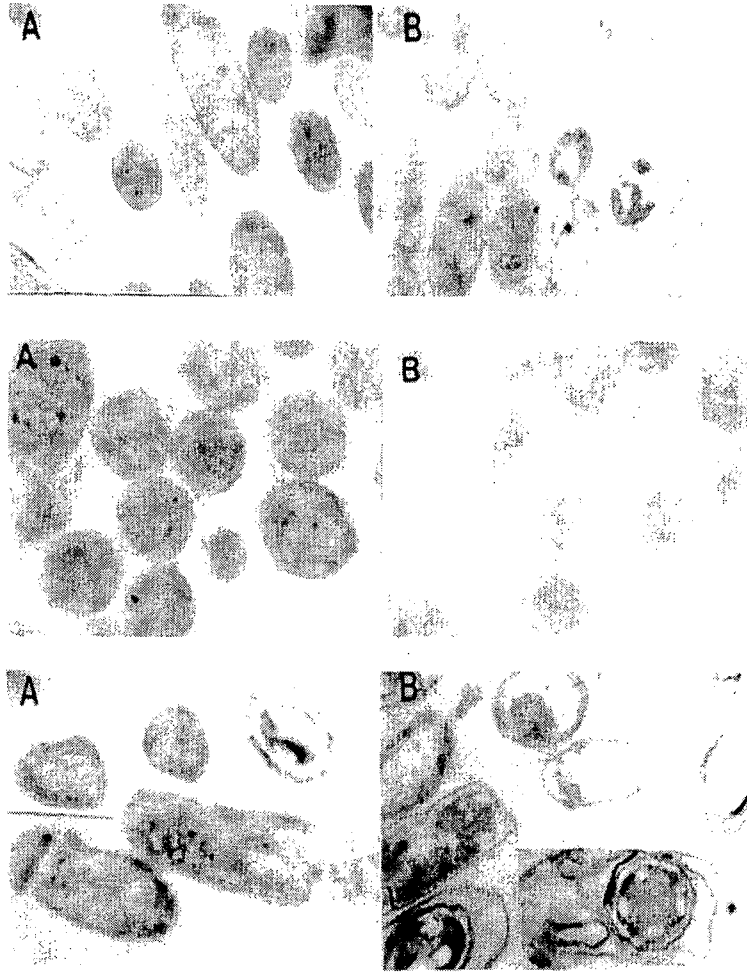


그림 3. 대장균(위), 살모넬균(중간) 및 고초균(아래)의 매실추출물 처리 전(A)과 처리후(B)의 미생물세포의 전자현미경 촬영사진

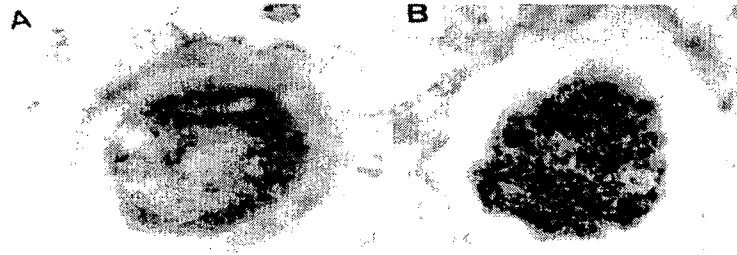


그림 4. 곰팡이 포자의 매실추출물 처리전(A)과 처리후(B)의 미생물세포의 전자현미경 촬영사진

라. 매실추출물의 안전성 검사

매실추출물의 안전성 실험을 수행하기 위하여 경구투여를 위해 매실추출물을 일정 희석용액으로 조제하여 실험동물에 투여하였다. 경구투여 후 2주일간의 관찰한 결과 운동활동의 변화, 경련 및 반사활동의 이상 등이 관찰되지 않았다. 또한 정상군에 대해서는 생리식염수를 경구투여 후 2주간의 관찰결과 운동 및 반사활동 등이 모두 정상적이었다. 실험결과 얻어진 LD₅₀ 값은 표 5에서 보는 바와 같이 7,500mg/kg 이상으로 나타나, 보존료로 공용되고 있는 sodium benzoate (2,700mg/kg), dehydroacetic acid(1,200~1,400mg/kg) 등 보다 더 안전한 것으로 판명되었다.

표 5. 매실추출물의 LD₅₀ 값

Sample	Test item	Unit	Final data
PME	Acute oral toxicity (LD ₅₀)	mg/kg	above 7,500

* PME : *Prunus mume* extract, 매실추출물

또한, 실험동물 뉴질랜드산 토끼에 대하여 피부자극시험을 실시한 결과, 토끼피부에 대하여 초기에 약간의 홍반을 일으키지만 48, 72시간 후에는 거의 자극이 없었다. 결론적으로, 급성독성 시험결과 운동 활동의 변화, 경련 및 반사활동의 이상 등이 관찰되지 않았다. 또한 피부자극 시험결과에서도 자극성이 크지 않음을 확인할 수 있었다.

마. 농축수산물 및 그 가공식품에 대한 매실추출물의 처리 효과

(1) 채소류

비닐하우스 재배 농가에서 직접 수거한 고추를 구입하여 수도수로 세척하고 풍건하여 저온저장하면서 일부를 채취하여 매실추출물 희석용액에서 10분간 침지 시킨 후, polyethylene film bag에 보관하면서 변화 과정을 관찰하였다. 처리후 10일경부터 표면이 건조해지기 시작하면서 표피의 색깔이 갈색화하고 꼭지가 떨어져 나가면서 병폐현상이 진행되는 등 외관이 손상되기 시작하여 20일 경과시에 대조구는 고추전체중량의 75% 변패한데 반하여 매실추출물 처리구의 경우에는 12%정도가 변패 되어, 매실추출물 처리에 의하여 저장고추의 변패도가 크게 감소함을 알 수 있었다.

(2) 과일류

토마토, 감귤등의 과일류를 매실추출물 용액에 일정시간 동안 침지시킨 후, 풍건하여 실온에서 방치하면서 외관상의 변화를 관찰하였다, 저장 일주일 후 까지 별다른 외관상의 차이는 볼 수 없었으나, 대조구의 경우 상당비율의 과일이 조직감이 물러지는 것을 확인할 수 있었다. 각각 저장 3 또는 5주일 후, 대조구의 경우, 토마토(그림 5)나 감귤(그림 6)은 조직의 대부분이 물러지고 일부에서 심한 부패현상을 나타냈으나, 매실추출물 처리구의 경우, 토마토와 감귤은 아직까지 조직감의 결여 및 기타 부패 현상은 찾아볼 수 없었으며, 확실한 선도 유지효과를 확인할 수 있어, 대조구에 비하여 상당기간 저장효과를 가질수 있을 것으로 생각되었다.

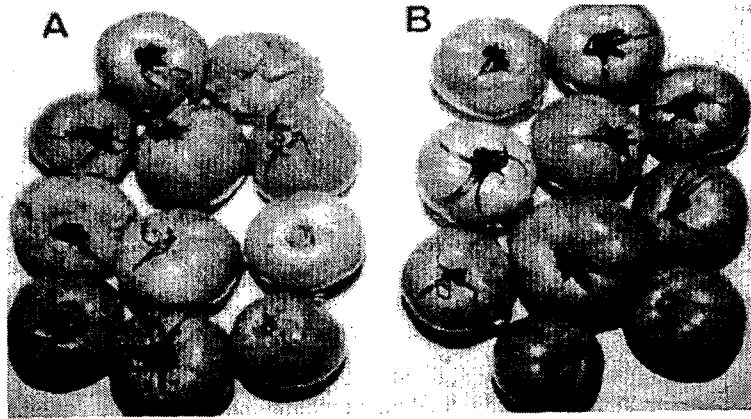


그림 5. 매실추출물 용액에 침지처리한 것(B)과 처리하지 않은 토마토 (A)를 10°C~15°C의 온도조건에서 3주간 저장한 상태

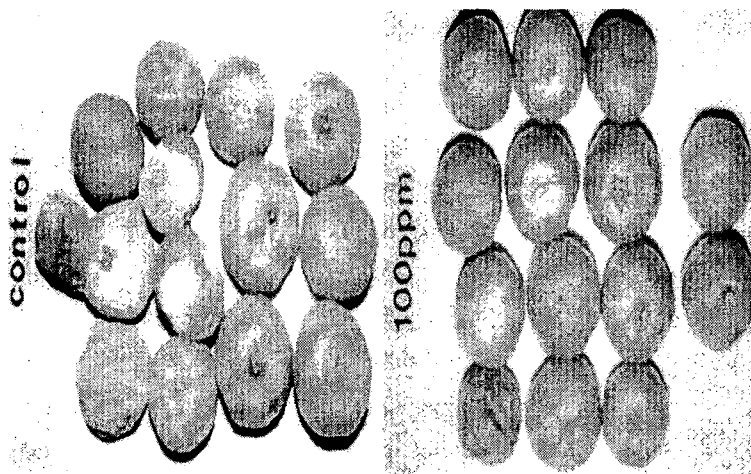


그림 6. 매실추출물 용액에 침지처리한 것(B)과 처리하지 않은 감귤(A)을 10°C~15°C의 온도조건에서 5주간 저장한 상태

(3) 두부

제조한 콩두부를 직접 수거하여 실험재료로 사용하였다. 상온에서 변패의 가능성이 많은 두부를 일정 농도의 매실추출물 용액에 침지시킨 후 실온에서 방치하면서 매실추출물의 적용 가능성과 보존효과를 비교한 결과, 그림 7에서 보는 바와 같이, 상온에서 방치한지 3일 경과후 부패를 두부표면에 갈색도가 심한 미생물의 서식상태로 확인 할 수 있었다. 한편, 1주일 경과후 침지수조내 용액을 채취하여 오염미생물 검출용 검액으로 사용하여 각 처리구를 비교, 검토한 결과, 검출된 총균수는 대조구 7.6×10^3 cfu/ml, 50 ppm의 매실추출물 용액으로 처리한 경우 4.9×10^2 cfu/ml, 100 ppm의 매실추출물 용액으로 처리한 경우, 두부의 선택 및 선도의 유지 그리고 부패성 미생물의 증식으로 인한 부패방지에 있어서 가장 적절한 처리농도수준으로 생각된다.

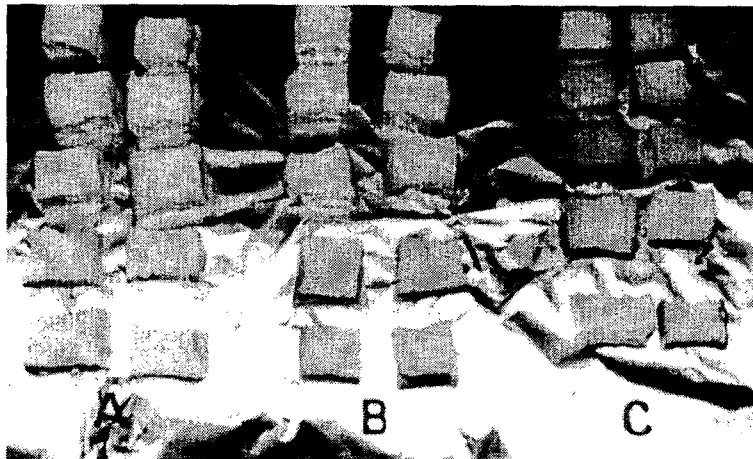


그림 7. 매실추출물 용액으로 처리한 두부(A : 100ppm, B : 50ppm)와 처리하지 않은 두부(C)의 상온에서 3일 저장한 후의 상태

(4) 고추장

발효, 숙성과정을 마치고 포장단계에 있는 고추장에 매실추출물 500 ppm 또는 1,000 ppm 농도가 되도록 첨가하고 상온에서 40일간 저장하면서 외관상의 품질변화를 대조구와 비교실험한 결과는 그림 8과 같다.

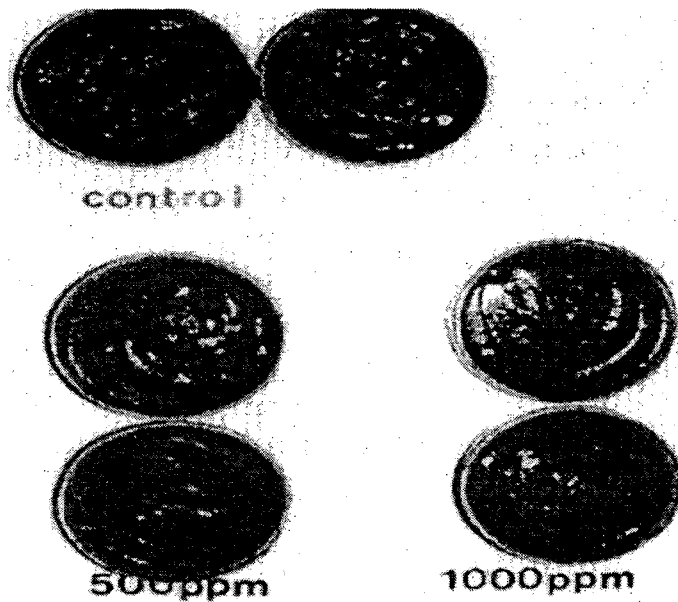


그림 8. 고추장에 매실추출물을 첨가(500 ppm 또는 1,000ppm : 대조구는 무처리구)한 후 40일간 저장한 상태

즉, 대조구의 경우, 오염된 부패미생물의 작용으로 이상발효가 왕성하게 진행되어 다량의 gas 발생과 수분증발로 인한 고추장표면의 건조가 심화되고 불쾌취가 심한 반면, PME처리구는 이상발효에 의한 악취 발생 및 표피건조현상이 뚜렷하지 않아 상품가치를 유지할 수 있었다.

3. 결 론

매실추출물에 대한 처리효과가 단편적으로 발표되고 있으나 대부분 실제응용분야에 있어서 효과면에 치중한 연구로서 항균작용을 하는 유효 성분 및 작용기작을 규명하기 위한 기초연구가 부족한 상태이며, 매실추출물의 급성구강독성, 피부독성, 공기흡입 독성 및 부식작용 등 안전성에 관한 조사가 또한 미흡한 실정이다. 즉, 강력한 살균력을 가지며, 항생효과 및 강장효과, 독물에 대한 중화, 분해효과, 백혈구의 항균력 증강 등 항균제로서의 구비조건을 갖춘 천연항균제의 개발을 유도하기 위하여는 매실추출물의 활성물질과 작용기작에 관하여 충분한 연구결과를 제시하지 못하고 있는 형편이다. 연구결과를 매실추출물의 미생물 생육억제 효과를 분자수준적인 입장에서 해명하기 위하여 미생물의 생육과 그에 필요한 에너지 생산에 관련된 효소작용, 물질의 수송을 조절하는 세포막의 생화학적 기능, 매실추출물의 세포벽 또는 세포막 파괴 효소 기능을 검토하여 매실추출물의 항균기작을 규명함으로써 매실추출물의 적용범위를 확대시켜, 미생물 오염이 원인이 되는 일반적인 부패, 또는 변패현상을 근절시키는 계기가 될 것이다. 매실추출물은 천연보존료로서, 폭넓은 사용범위가 예상되는 물질이며, 특히 인체에 독성이 없으므로, 그 실용 가치가 무궁무진할 것으로 예측된다. 이미 매실추출물의 효능은 실험실 단계에서 입증되고 있으며, 산업화가 추진되고 있다. 앞으로 더욱 계속되는 실험을 통하여, 활성물질의 세포내 작용부위와 기작을 분자수준에서 이해하고, 이러한 일련의 실험결과를 토대로 하여 신물질, 특히 새로운 항균성 물질, 항암성물질로의 개발을 목표로 해야 할 것이다. 이러한 개발의 과학적 접근을 도모하기 위하여, 본 과정의 후속연구로서 더욱 구체적이고 과학적인 매실추출물의 활성항균

및 항산화물질의 분리 및 구조분석이 이루어지고 매실추출물의 생체기능에 미치는 영향을 토대로 하여, 그 안전성에 대한 좀 더 구체적인 연구가 진행될 필요성이 있을 것으로 생각된다. 이러한 실험이 성공적으로 수행되었을 경우, 1) 새로운 항균 메커니즘을 가지는 항균성 의약품 개발, 2) 암세포 증식에 작용하는 새로운 항암제의 개발, 3) 농수산물이나 수산물등 부패성 식품의 저장, 보존에 사용할 식품 방부제 4) 피부 질환예방을 위한 건강 화장품 소재로서의 역할 등의 성과를 기대할 수 있을 것으로 예측된다. 뿐만 아니라 이러한 연구결과들을 토대로 후속 연구로서 i) 신물질의 작용기를 알아보는 연구, ii) 구조의 작용기를 유기화학적 지식과 기법을 이용하여 더 활성이 높은 유도체의 합성 연구, iii) 대량생산을 위한 분자생물학적 연구등이 진행되어야 할 것으로 예상된다. 그러나, 상기의 결과만으로도 광범위 항균제, 식품보존 및 저장을 위한 식품첨가제 및 화장품소재로서의 개발 및 활용에 중요한 자료가 될 것으로 전망된다.