

김치 발효 미생물에 대한 소나무(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) 에탄올 추출물의 항균효과

임용숙[†] · 박경남 · 배만종* · 이신호

대구가톨릭대학교 식품공학과
*경산대학교 식품과학과

Antimicrobial Effects of Ethanol Extracts of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc on Lactic Acid Bacteria

Yong-Suk Lim[†], Kyung-Nam Park, Mang-Jong Bae* and Shin-Ho Lee

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Kyungsan 712-702, Korea

*Faculty of life resources Engineering, Kyungsan University, Kyungsan 712-715, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of ethanol extract of *Pinus densiflora* (PD) on the growth of lactic acid bacteria (LAB), A-1, B-9, K-7, M-7 isolated from *kimchi*. The growth of isolated LAB was inhibited significantly in the modified MRS broth containing 40 mg/mL PD ethanol extract. Ethyl acetate fraction showed the strongest antimicrobial activities against LAB strains compared to other fractions. The addition of PD ethanol extract to *kimchi* did not change the pH of *kimchi* greatly compare with the control during the fermentation for 25 days. Change of titratable acidity in control was more higher than in the PD ethanol extract added *kimchi* during fermentation. The growth of total bacteria and LAB was inhibited about 1 to 2 log cycle by the addition of PD ethanol extract during the *kimchi* fermentation for 25 days at 10°C. Sensory quality of PD ethanol extract added *kimchi* was lower than that of control.

Key words: *Pinus densiflora* extract, antimicrobial effects, lactic acid bacteria, *kimchi* fermentation

서 론

소나무(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.)는 국내 어느 지역
에서나 널리 자라고 있는 사철 푸른나무로 잎에는 비타민과
클로로필이 풍부하며, 플라보노이드, 안토시아, 카로틴, 수지
등이 함유되어 있다(1-7). 그리고 솔잎차는 신경통, 동맥경화
증 등에 효과가 있으며 체내조직에서의 산화, 소염 및 지혈작
용에 관여하고 있는 것으로 알려지고 있다. 솔잎의 기능성 검
토 연구 보고에서 솔잎 물 추출물의 구성성분 중 ethyl acetate
가용획분의 polyphenol 성분이 산화 안정성에 기여한 것으로
보고함과 동시에 약용식물, 향신료, 과채류 등 총 102종을
검색한 결과 솔잎이 김치의 보존성 증진에 효과가 있음을
발표하였다(8-10). 또한 솔잎에는 불포화지방산을 많이 함
유하여 콜레스테롤의 혈중 농도를 저하시켜 호르몬 분비를
높이는 것으로 알려져 있다. 김치(11,12)는 우리나라 특유의
침채류로서 여러 가지 영양소를 함유하고 있으며 살아있는
젖산균은 각종의 유해 미생물의 번식을 억제하고, 영양학적
인 측면에서 vitamin B 및 C 등(13,14)과 lactic acid, malic

acid, succinic acid 등의 각종 유기산이 풍부한 식품으로써
숙성이 진행됨에 따라 미생물들에 의해 발효가 일어나는 대
표적인 한국 발효 식품중의 하나이다. 김치는 발효가 진행됨
에 따라 여러 가지 향기성분과 맛 성분과 함께 알맞은 조직
감이 형성되지만, 발효가 계속 진행되면 미생물에 의해 산패
및 연부현상이 일어난다(15). 김치의 보존성을 높여 가식기
간을 연장시키기 위하여 김치내의 미생물을 제어함으로써
보존성을 증진코자 하는 연구가 주로 이루어지고 있지만 실
효성은 미미한 실정이다. 이에 본 연구에서는 예전부터 구황
식품으로 먹어 온 소나무를 이용하여 천연 기능성 식품으로
의 이용 가능성을 알아보고자 소나무 추출물이 김치에서 분
리한 유산균의 생육 억제 정도를 검토하고 김치에 첨가하여
김치의 보존성 증진에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

에탄올 추출

해인사에서 채취한 소나무 목질부는 정선·분쇄하여 시료
와 에탄올의 비율을 1:9로 하여 추출한 후 감압증발농축기

[†]Corresponding author. E-mail: jeje0103@hotmail.com
Phone: 82-53-850-3217. Fax: 82-53-850-3217

(Heidolph WB 2000)를 사용하여 1/10로 농축하여 사용하였다.

추출물의 분획

에탄올로 추출한 소나무 농축물을 methanol과 H₂O를 5:1 (v/v)로 녹인 후 ether, ethyl acetate, butanol을 사용하여 Lee와 Yim(16)의 방법으로 용매분획을 실시하였다.

사용균주 및 배지

시험균주로서는 김치에서 분리한 정상발효 유산균(hom-fermentative lactic acid bacteria, A-1, K-7) 2 균주와 이상발효 유산균(heterofermentative lactic acid bacteria, B-9, M-7) 2 균주를 modified Man, Rogosa and Sharpe MRS Broth (MMB : peptone 10 g, meat extract 10 g, yeast 5 g, glucose 20 g, sodium chloride 5 g, D.W. 1 L)에 접종하여 37°C에서 2회 계대배양하여 사용하였다.

항균성 검색

소나무 에탄올 추출물의 항균성 검색은 paper disk method(17)에 따라 24시간 배양한 각 균주 0.1 mL를 미리 멸균하여 modified MRS 배지 100 mL에 접종하여 고루 섞은 다음 petri dish에 부어 배지를 굳힌 후 멸균된 disk에 추출물을 흡수시켜 배지 위에 올려놓고 4°C에서 24시간 동안 방치시킨 후 37°C에서 24시간 배양하여 disk 주위의 투명존 생성유무로 확인하였다.

에탄올 추출물의 유산균 생육도 조사

MRS broth 100 mL에 소나무 에탄올 추출액을 0%, 0.1%, 0.5%, 1%를 첨가하고 유산균을 접종한 후 37°C에서 24 hr 배양하면서 6시간 간격으로 시료를 채취하여 pH meter(ion analyzer 150, Corning, USA)를 이용 pH를 측정하였고, 생균수를 pour plate method(18)로 측정하였다. 이때, 첨가한 추출물의 soluble soild 함량(19)은 농축된 추출물 1 mL를 취하여 105°C에서 건조한 후 증발 잔사의 무게를 측정하여 나타내었고, 그 결과 첨가한 추출물의 soluble soild 함량은 농축된 추출물 1 mL에 40 mg 함유되어 있었다. 그러므로 MRS broth 100 mL에 첨가된 추출물의 Soluble soild 함량 각각 0 mg/mL, 4 mg/mL, 20 mg/mL, 40 mg/mL로 나타났다.

분획별 유산균 생육조사

24시간 배양한 시험균주들을 ether 분획물, ethyl acetate 분획물, 및 butanol 분획물을 40 mg/mL 첨가한 modified MRS 배지에 각각 접종하여 37°C에서 12시간 배양한 후 생균수의 변화를 상기와 같은 방법으로 측정하였다.

소나무 에탄올 추출물 첨가 김치의 제조

김치제조는 배추를 4등분하여 5×5 cm 크기로 썰어서 배추무게 1.5배의 10% 소금물에 18시간 동안 절인 후 3회 세척한 뒤 4°C에서 3시간 물빼기를 하였다. 김치는 절임배추 무게 300 g을 기준으로 고춧가루 17.52 g, 젓갈 17.52 g, 마늘 7.2 g, 생강 1.56 g을 고루 혼합하고 소나무 에탄올 추출물을 절임배

추 무게의 각각 4 mg/mL, 120 mg/mL 수준으로 양념에 혼합하여 제조한 김치를 밀폐용기에 넣은 다음 10°C에 숙성시키면서 숙성중의 변화를 비교하였다.

이화학적 검사

김치 즙액 10 mL를 시료로 pH를 측정하였고 산도는 시료액에 증류수 10 mL를 첨가한 후 pH 8.3이 될때까지 소비된 0.1 N NaOH의 양을 유산량으로 환산하였다.

미생물학적 변화

무균적으로 채취한 김치 여액을 0.1% peptone으로 적정 희석하여 총균수는 plate count agar(Difco), 유산균수는 MRS agar(Difco)에 각각 접종한 후 37°C에서 24시간 배양하여 나타난 colony수를 계측하였다.

색상 측정

Homogenizer로 마쇄한 김치여액 50 mL를 일정한 크기의 petri dish에 담아 색차계(CR 200 Minolta, Japan)로 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였으며, 측정값은 L, a, b값으로 표시하였다.

결과 및 고찰

항균성 검색

소나무 추출물의 항균성 여부는 paper disk 법으로 시험되었으며 Fig. 1에서 보는 바와 같이 12 µg/mL의 첨가에 의해 LAB A-1에 대하여 뚜렷한 저해환을 생성하였으나 control로 사용한 에탄올에 대해서는 생육 저해환이 생성되지 않았으며 이러한 결과는 다른 B-9, K-7, M-7 균주에 대해서도 유사하게 나타났다.

농도별 항균효과

소나무 에탄올 추출물의 젖산균 4균주에 대한 생육도 조사한 결과는 Fig. 2~5에서 나타내었다. 소나무 에탄올 추출

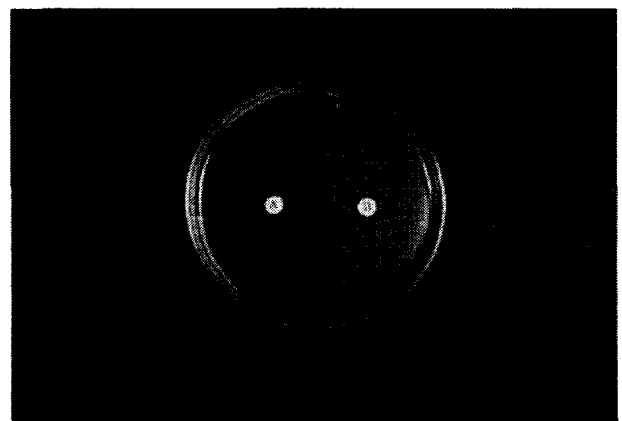


Fig. 1. Antimicrobial effects of *Pinus densiflora* on lactic acid bacteria A-1. A: Ethanol extracts of *Pinus densiflora* (12 µg/mL), B: Ethanol.

물 4 mg/mL 첨가시 젖산균 A-1, B-9, M-7, K-7에 대한 평균 효과는 배양 6시간째 모두 성장 저해 효과를 나타냈으며, A-1은 12시간 이후부터는 성장이 서서히 일어났으나 대조구에 비해 성장 저해 효과가 높게 나타났다. B-9는 4 mg/mL 첨가구의 경우 대조구 이후부터 성장이 대조구와 거의 비슷하게 일어났으나 대조구와는 다른 균 성장 양상을 나타냈다. M-7과 K-7은 첨가구 모두 전 배양기간 동안 거의 성장이 일어나지 않았다. 20 mg/mL, 40 mg/mL 첨가구의 경우 모든 시험균주가 현저하게 생육저해가 나타났다. 특히 M-7, K-7은 아주 뚜렷한 생균수 감소현상을 나타냈으며 농도에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. Lee 등(20-22)이 오미자 추출물 첨가에 의해 김치 분리 유산균에 대해 높은 증식저해 효과와 김치의 숙성이 억제된다는 보고와 또한 소목, 자초 추출물과 계집질 추출물이 김치발효관련 유산균의 성장을 억제한다는 보고

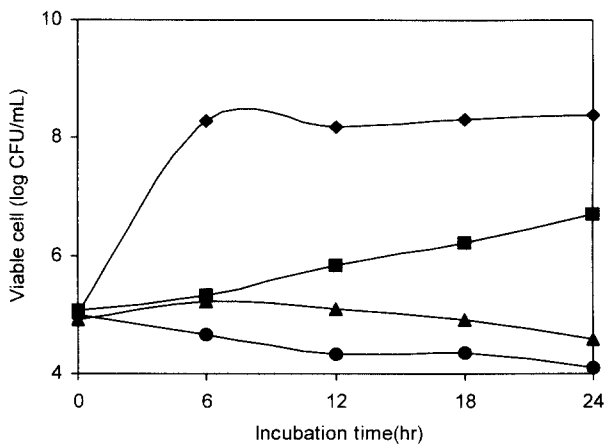


Fig. 2. Effect of ethanol extracts of *Pinus densiflora* against lactic acid bacteria A-1 in modified Man, Rogosa and Sharpe (MRS) Broth at 37°C. ◆ Control, ■ Pinus 4 mg/mL, ▲ Pinus 20 mg/mL, ● Pinus 40 mg/mL.

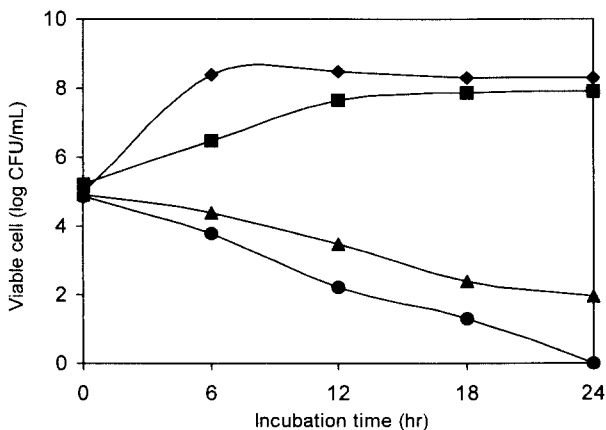


Fig. 3. Effect of ethanol extracts of *Pinus densiflora* against lactic acid bacteria B-9 in modified Man, Rogosa and Sharpe (MRS) Broth at 37°C. ◆ Control, ■ Pinus 4 mg/mL, ▲ Pinus 20 mg/mL, ● Pinus 40 mg/mL.

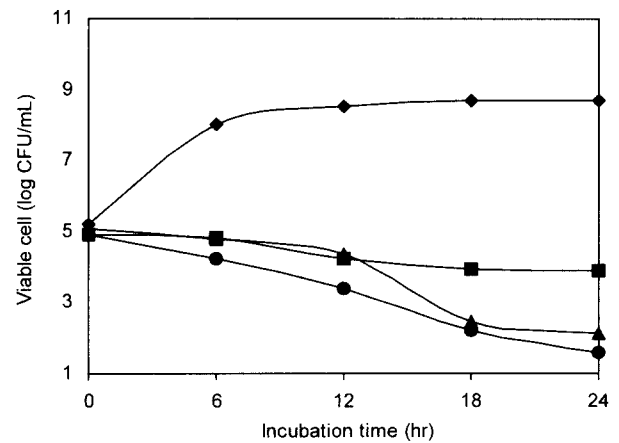


Fig. 4. Effect of ethanol extracts of *Pinus densiflora* against lactic acid bacteria M-7 in modified Man, Rogosa and Sharpe (MRS) Broth at 37°C. ◆ Control, ■ Pinus 4 mg/mL, ▲ Pinus 20 mg/mL, ● Pinus 40 mg/mL.

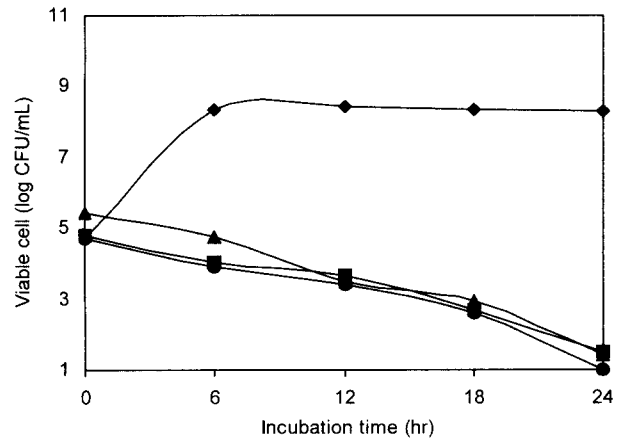


Fig. 5. Effect of ethanol extracts of *Pinus densiflora* against lactic acid bacteria K-7 in modified Man, Rogosa and Sharpe (MRS) Broth at 37°C. ◆ Control, ■ Pinus 4 mg/mL, ▲ Pinus 20 mg/mL, ● Pinus 40 mg/mL.

와도 유사하였다.

분획물의 항균효과

각각의 ether, ethyl acetate, butanol 분획물을 MMB에 40 mg/mL 농도로 첨가하고 4균주의 젖산균을 37°C에서 12시간 배양한 후 생균수 측정을 한 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 ether, ethyl acetate 분획물은 젖산균 4균주에 대해 뚜렷한 생육억제 현상을 나타내었다. 균주에 따라, 분획물의 종류에 따라 항균력은 다소 다르게 나타났으나 대부분 2~3 log cycle 이상 성장을 억제하였다. 특히 ethyl acetate 분획물이 ether 분획물에 비해 뚜렷한 억제 현상을 나타내었다. 이때 첨가된 유기용매 ether, ethyl acetate 및 butanol 자체에 의한 생육저해 영향을 알아보기 위하여 실험 배지에 유기용매 ether, ethyl acetate 및 butanol을 첨가하여 배양한 결과 ether, ethyl ace-

Table 1. Viable cell count of LAB in MMB containing organic solvent from ethanol extracts (40 mg/mL) after incubation for 12 hours at 37°C (Log CFU/mL)

Fraction solvent	Incubation time (hr)	A-1	B-9	M-7	K-7
Control	0	5.45±0.03 ¹⁾	5.45±0.03	5.38±0.03	5.40±0.02
	12	8.34±0.04	8.34±0.01	8.32±0.01	8.32±0.01
Ether	0	5.50±0.02	5.51±0.01	5.19±0.01	5.34±0.02
	12	5.54±0.01	5.46±0.01	5.50±0.11	5.26±0.10
Ethyl acetate	0	5.57±0.02	5.40±0.03	5.18±0.10	5.11±0.09
	12	5.47±0.05	4.89±0.09	4.67±0.09	4.79±0.09
Butanol	0	5.42±0.01	5.23±0.01	5.07±0.11	5.14±0.02
	12	9.88±0.04	8.93±0.03	8.73±0.04	8.56±0.07

¹⁾Mean ± standard deviation (n=3).

tate 및 butanol에 의한 균 증식 억제현상은 나타나지 않았다. 소나무 추출물의 젖산균에 대한 항균력은 여러 가지 물질의 복합적인 작용에 기인된다고 추정되나 특히 ethyl acetate 층에 함유되어 있는 물질이 김치 분리 젖산균에 대해 항균력이 강한 것으로 판단되었다. 그러나 천연물에서 항균성은 유효 물질의 특성에 따라 용매의 추출 정도가 다르며 실험에 사용한 소나무 추출물의 추출 성분이 어느 획분에 완전히 분리되는 것이 아니라 그양은 다르지만 수개 획분에 걸쳐서 나타나기 때문에 정확히 어떠한 성분이 젖산균에 대하여 강한 항균 작용을 나타내는지는 알 수 없었다.

김치의 숙성중 이화학적 변화

김치 제조에 소나무 추출물의 사용 가능성을 알아보기 위하여 절임 배추에 대해 소나무 에탄올 추출물을 40 mg/mL, 120 mg/mL 첨가하여 10°C에서 숙성 중 각 처리구별 pH와 산도의 변화를 Fig. 6에서 나타내었다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 숙성 초기 대조구의 pH는 5.54인데 반해 40 mg/mL, 120 mg/mL 첨가구는 각각 5.16, 5.02로 초기 pH가 약간 낮게 나타났다. 숙성 10일째 대조구의 pH는 4.67로 숙성이 진행됨에 따라 뚜렷하게 감소하였으나 40 mg/mL 첨가구는 숙성 초기 pH에 비해 4.87로 다소 낮아지는 경향을 보였으며 120 mg/mL 첨가구는 뚜렷한 차이를 관찰할 수 없었다.

숙성중 산도의 변화는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 숙성 10일째 각 처리구별 숙성 초기의 산도 변화는 숙성기간이 경과함에 따라 대조구는 산도 변화가 높아지는 반면 40 mg/mL 첨가구의 산도는 증가 속도가 매우 완만하였으며, 120 mg/mL 첨가구는 거의 변화가 나타나지 않아서 소나무 첨가에 의해 김치 숙성중 산생성이 억제되는 것으로 보아 김치의 숙성은 다소 지연 될 것으로 판단되었다. 이는 Lee 등(20-22)이 오미자 추출물 그리고 소목, 자초 추출물과 게겍질 추출물이 김치 관련 유산균의 성장 저해 효과와 김치 숙성이 지연된다는 내용과 유사하였다.

김치의 숙성중 미생물 변화

소나무 에탄올 추출물 첨가에 의한 김치의 숙성중 총균수의 변화는 Fig. 7에서 보는 바와 같다. 담금일에 대조구의 총균수가 5.86 log CFU/mL, 40 mg/mL 첨가구와 120 mg/mL

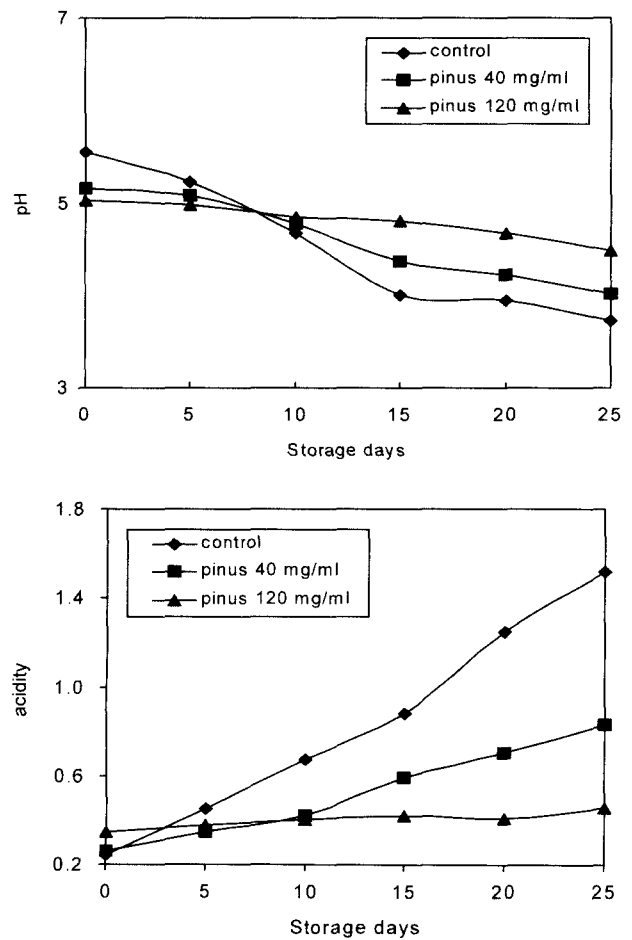


Fig. 6. Effects of *Pinus densiflora* ethanol extracts on the pH and titratable acidity changes during kimchi fermentation for 25 days at 10°C.

첨가구는 각각 5.80 log CFU/mL 및, 5.94 log CFU/mL를 나타내어 유사하게 나타났다. 김치의 숙성이 진행됨에 따라 총균수는 점차 증가하여 대조구의 경우 숙성 15일째까지 증가하다가 15일 이후부터 점차 감소하였고, 40 mg/mL 첨가구와 120 mg/mL 첨가구는 대조구에 비해 균 성장이 0.5 및 1 log cycle 정도 균 증식이 억제되는 경향을 나타내었다. 김치 숙성중 유산균수의 변화는 Fig. 8에서 보는 바와 같이 총균수와

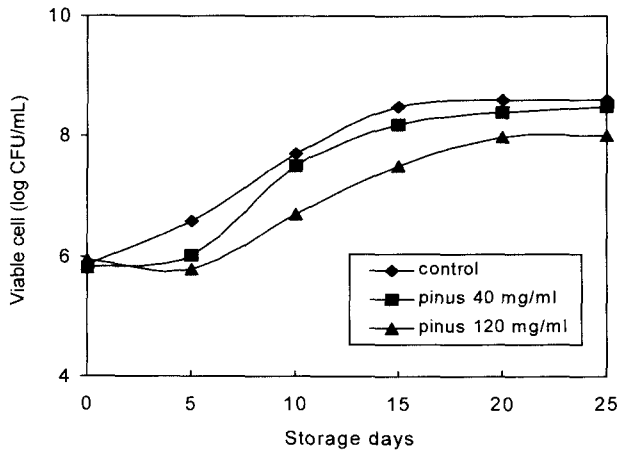


Fig. 7. Effects of *Pinus densiflora* ethanol extracts on the total bacteria changes during *kimchi* fermentation for 25 days at 10°C.

유사한 경향을 나타내었으며, 숙성 10일경에 대조구는 8.50 log CFU/mL 40 mg/mL 첨가구는 5.85 log CFU/mL 120 mg/mL 첨가구는 5.40 log CFU/mL로서 대조구에 비해 각각 2.65 및 3.1 log cycle 정도 억제되었다. 또한 김치 숙성 말기인 25일 경에도 대조구에 비해 각각 첨가구가 유산균 성장이 다소 억제되는 것으로 나타나 소나무 에탄올 추출액 첨가로 인한 김치의 숙성이 지연될 수 있을 것으로 판단되었다. 그러나 김치의 관능검사 결과 기호성이 많이 떨어져 소나무 에탄올 추출물을 단독으로 첨가하기엔 무리가 있는 것으로 판단되었으며 이에 대한 연구는 좀 더 진행되어야 할 것으로 판단되었다(결과엔 나타내지 않음).

김치의 색상

김치는 고춧가루를 사용함으로 특유의 붉은색이 많고, 선명한 붉은색은 김치의 기호도에 영향을 끼치며, 숙성이 진행되는 동안 고춧가루 등 부재료와 첨가제의 영향으로 인해 증

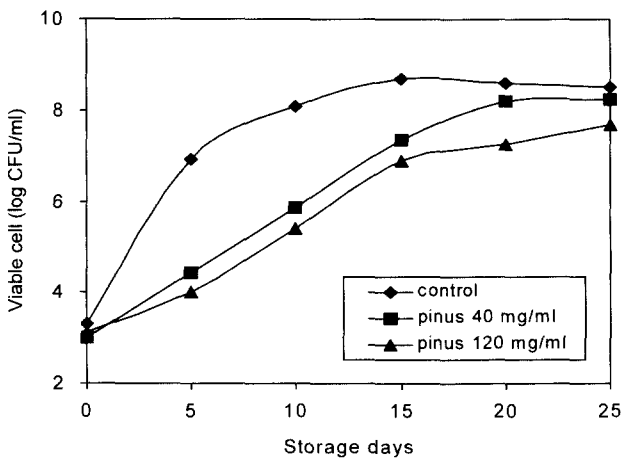


Fig. 8. Effects of *Pinus densiflora* ethanol extracts on the lactic acid bacteria changes during *kimchi* fermentation for 25 days at 10°C.

Table 2. Effects of *Pinus densiflora* ethanol extracts on color during *kimchi* fermentation for 25 days at 10°C

Color value	Conc. of PD (%)	Fermentation period (days)					
		0	5	10	15	20	25
Lightness (L)	A	39.24	40.37	40.91	37.49	40.42	45.13
	B	38.51	40.12	40.39	38.07	39.61	38.35
	C	42.99	38.19	38.56	39.39	39.87	38.55
Redness (a)	A	19.96	19.94	15.24	10.77	12.04	12.48
	B	18.29	18.32	18.56	20.99	21.58	18.72
	C	20.62	21.22	19.55	18.41	23.98	17.60
Yellowness (b)	A	28.56	30.75	31.44	24.50	27.16	26.16
	B	26.56	28.96	27.02	25.02	28.87	26.66
	C	32.13	26.58	25.13	24.56	28.77	23.79

A: Control.
 B: Ethanol extract of *Pinus densiflora* (40 mg/mL).
 C: Ethanol extract of *Pinus densiflora* (120 mg/mL).

액이 생성되고 이에 따라 색상이 변화하게 된다. 김치의 숙성이 진행되는 동안 대조구와 소나무 에탄올 추출물 및 소나무 에탄올 추출물 첨가구의 색상 차이는 Table 2에서 보는 바와 같다. 김치 숙성중 색상은 담금날 대조구는 L: 39.24, a: 19.96, b: 31.44였으며 1% 첨가구는 L: 38.51, a: 18.29, b: 26.56, 3% 첨가구는 L: 42.99, a: 20.62, b: 32.13을 나타냈는데 이는 첨가한 소나무 추출물의 색상에 기인하여 다소 다르게 나타났으며 3% 첨가구가 다소 진하게 보였으나 거부감을 주는 적색은 아니었다. 숙성 10일째 대조구의 L값은 가장 밝은 색을 띄었으며 a값은 발효의 증가에 따라 차츰 감소하는 경향을 보였는데 이는 pH와 산도를 비교해볼 때 숙성이 진행되면서 조직의 연화로 배추의 색상이 변한 것으로 여겨진다. 반면에 1% 첨가구는 숙성이 진행되면서 a값이 증가하는 경향을 나타내다가 숙성 15일이후부터 감소하는 경향을 나타냈는데 관능적으로 눈으로 보기에 김치의 색깔은 소나무 추출물 첨가에 따라 붉은 경향이 나타났으며 이는 Park 등(23)에 의한 연구 보고에 의하면 a값에 영향을 주는 고춧가루의 carotenoid 색소가 숙성과 함께 용출되기 때문이라고 한 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

요 약

김치의 선도를 유지할 수 있는 천연물의 사용 방안을 모색코저 소나무 추출물에 대한 김치 발효관련 유산균의 성장특성을 비교한 결과, 소나무 에탄올 추출물 40 mg/mL 첨가에 의해 김치에서 분리한 유산균인 A-1, B-9, K-7, M-7의 성장은 뚜렷하게 억제되었다. 특히 ethyl acetate 분획물이 항균 효과가 뚜렷하였다. 소나무 에탄올 추출물을 첨가한 김치 발효 25일 동안 대조구에 비해 pH와 산도의 변화는 크게 나타나지 않았다. 소나무 에탄올 추출물 첨가 김치의 숙성중 총균수와 유산균수는 대조구에 비해 전 숙성기간동안 1에서 2 log cycle 억제되는 경향을 나타내었다. 소나무 에탄올 추출물 첨가에 의해 김치의 숙성은 억제되는 경향을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 1997년 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 수행된 결과의 일부이며 이에 깊이 감사드립니다.

문헌

- Oh, Y.A., Choi, K.H. and Kim, S.D. : Changes in enzymes activities and growth of lactic acid bacteria in pine needle added *kimchi* during fermentation. *J. Food Sci. Technol., CUTH* **9**, 75-85 (1997)
- Oh, Y.A., Sae, K.Y. and Kim, S.D. : Quality of pine needle added *kimchi*. *J. Food Sci. Technol., CUTH* **9**, 51-56 (1997)
- Boo, Y.C., Jean, C.O. and Oh, J.Y. : Isolation of 4-hydroxy-5-methyl-3[2H]-furanone from pine needles as an antioxidative principle. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, **37**, 310-314 (1994)
- Lee, Y.H., Shin, Y.M., Cha, S.H., Chio, Y.S. and Lee, S.Y. : Development of the health foods containing the extract from *pinus strobus* leaf. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 379-383 (1996)
- Kim, I.K., Shin, S.R., Chung, J.H. and Kim, K.S. : Changes on the components of *dongchimi* added ginseng and pine needle. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 397-403 (1997)
- Oh, Y.A., Choi, K.H. and Kim, S.D. : Changes in enzyme activities and population of lactic acid bacteria during the *kimchi* fermentation supplemented with water extract of pine needle. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 244-251 (1998)
- Kang, Y.H., Park, Y.K., Ha, T. and Moon, K.D. : Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 367-373 (1996)
- Kang, Y.H., Park, Y.K., Oh, S.R. and Moon, K.D. : Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 978-987 (1995)
- 김순동, 이신희, 노홍균 : 전통발효 식품의 과학화 연구(김치의 보존성 증대에 관한 연구). 과학기술처 제1차년도 연차보고서 p.77-96 (1995)
- Kim, S.M., Cho, Y.S., Kim, E.J., Bae, M.J., Han, J.P., Lee, S.H. and Sung, S.K. : Effect of hot water extracts of *Salvia miltiorrhiza*, *Prunus persica stokes*, *Angelica gigas Nakai* and *Pinus strobus* on lipid oxidation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 399-405 (1998)
- Kim, J.M., Kim, I.S. and Yang, H.C. : Storage of salted Chinese cabbages for *kimchi* I. Physicochemical and microbial changes during salting of Chinese cabbages. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **16**, 75-82 (1987)
- Lee, J.W. and Lee, T.Y. : The change of vitamin C content and effect of galacturonic acid addition during *kimchi* fermentation. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, **24**, 139-144 (1981)
- Cheigh, H.S. : Critical review on biochemical characteristics of *kimchi*. *Research Bulletin of Kimchi Science and Technology*, **1**, 75-87 (1995)
- Park, Y.H., Kwon, J.J., Jo, D.H. and Kim, S.I. : Microbial inhibition of lactic strains isolated from *kimchi*. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, **26**, 35-40 (1983)
- Lee, S.H., Cho, O.K. and Park, N.Y. : The mixed of *Salvia miltiorrhiza* and *Glycyrrhiza uralensis* on the shelf of *kimchi*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 858-863 (1998)
- Lee, S.H. and Yim, Y.S. : Antimicrobial effects of *Schizandra chinensis* extract against *Listeria monocytogenes*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **25**, 442-447 (1997)
- Coolins, C.H. and Lyne, P.M. : Collins and lyne's microbiological methods. 6th ed., p.161 (1989)
- Vanderzant, C. and Splittstoesser, D.F. : Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3rd ed., American Health Association, p.80 (1992)
- Jung, G.T., Ju, I.O., Choi, J.S. and Hong, J.S. : The anti-oxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* Ruprecht (Omija) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 928-935 (2000)
- Lee, S.H. and Yim, Y.K. : Effect of omija (*Schizandra chinensis*) extract on the growth of lactic acid bacteria isolated from *kimchi*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **25**, 224-228 (1997)
- Lee, S.H., Lim, Y.K. and Choi, W.J. : Effect of *Schizandra chinensis* (omija) extract on the fermentation of *kimchi*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **25**, 229-234 (1997)
- Lee, S.H., Park, K.N. and Lim, Y.S. : Effect of *Caesalpinia sappan* L. and *Lithospermum erythrorhizon* extract mixture and crab shell on the fermentation of *kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 404-409 (1999)
- Park, I.K., Ku, Y.S. and Kim, S.D. : Fermentation of *kimchi* with decontaminated sub-ingredients. *J. Food Sci. Technol., CUTH* **9**, 1 (1997)

(2001년 7월 28일 접수)