

열무 추출물과 Cold Shock가 김치 젖산균의 생육에 미치는 영향

김은정* · 한영숙
성신여자대학교 식품영양학과

The Effect of Yulmoo Extract and Cold Shock on the Growth of Kimchi Lactic Bacteria

Eun-Jung Kim*, Young-Sook Hahn
Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

Yulmoo Kimchi becomes sour without carbonated taste when ripened at room temperature after being placed under cold temperature. The carbonated taste of Kimchi is reported to come from the hetero lactic fermentation of *Leuconostoc* strains. Yulmoo extract was made with methanol and added to four lactic bacteria strains originating from kimchi. The bacteria were also subjected to 1°C for 24 hours as a cold shock treatment. After which *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708, *Lactobacillus brevis* KCTC 3102, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108, and *Leuconostoc lactics* KCTC 3528 strains showed a growth inhibition with the addition of Yulmoo extract at the concentration of 250-4,000 ppm.

Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum KCCM 40708, *Lactobacillus brevis* KCTC 3102, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108, and *Leuconostoc lactics* KCTC 3528, a strains appearing at the early stage of Kimchi fermentation, showed a higher growth inhibition following Yulmoo treatment in combination with the cold shock.

Key words : Yulmoo Kimchi, Yulmoo extract, cold shock, lactic bacteria strain

1. 서 론

열무는 푸른 잎이 많아 초여름부터 여름 내내 김치거리로 가장 많이 쓰인다(Kong CS 등 2006). 열무는 비타민과 무기질이 풍부할 뿐 더러 배추에 비해 당질 함량도 약간 높다. 또한 열무에는 다른 십자화과 식물과 마찬가지로 생리활성성분을 가진 isothiocyanates 등의 항산화물질이 들어있을 뿐 아니라 fiber를 비롯한 각종 phytochemical이 다량 들어 있다(Choi SY 등 1998). 열무김치의 종류에는 담그는 방법에 따라 크게 젓갈을 넣어 국물 없이 담그는 열무김치와 절인 열무

에 물을 자작하게 부어 담은 열무 물김치가 이에 속한다(Kong CS 등 2005). 열무김치는 배추가 생산되지 않는 여름철에는 열무를 재료로 한 김치를 담가 국물을 주로 먹는다. 재료로는 열무, 풋고추, 마늘, 밀가루 등을 주로 사용하고 그밖에 파와 고춧가루를 사용하고 있다. 밀가루나 그 밖의 당질재료는 열무에 부족되는 당을 보충해서 발효작용을 촉진하고 점성을 부여할 목적으로 첨가되고, 그밖에 젓갈 등은 첨가하지 않아 시원한 맛을 낸다(Jo JS와 Hwang SY 1988). 여름철 김치인 열무로 김치를 담근 경우 젖산균이 다량 함유되어 있어 잘 익은 경우 짜릿한 신맛으로 여름철 식욕을 돋구나 곧장 시어져 상쾌한 신맛이 오래가지는 않는다. 최근 김치냉장고의 보급으로 김치를 담근 직후 김치냉장고에 보관하였다가 필요에 따라 꺼내 먹는데 열무김치는 그런 경우 시어지기만하고 상쾌한 탄산미를 즐기기 어렵다. 김치내의 젖산균은 *Leuconostoc mesenteroide*,

Corresponding author : Young-Sook Hahn, Sungshin Women's University,
249-1, Dongseon dong-3Ga, Sungbuk-Gu, Seoul 136-742, Korea
Tel : 82-2-920-7210
Fax : 82-2-921-3197
E-mail : yshan@sungshin.ac.kr

Lactobacillus brevis 등의 헤테로 발효 젖산균과 *Lactobacillus plantarum*과 같은 호모 발효 젖산균이 주류를 이룬다. 이들 젖산균 중 숙성초기에는 당을 영양원으로 이용하여 탄산가스와 수소가스를 발생하는 헤테로 발효 젖산균은 감소하는 반면 당으로부터 가스를 발생하지 않는 호모 발효 젖산균이 증식하게 된다. 그러므로 김치의 가스발생에 관여하는 주요 젖산균은 이들 헤테로 발효 젖산균인데 *Lactobacillus brevis*는 호모형과 유사하며, 김치의 가스발생 주 원인균은 *Leuconostoc mesenteroide*이다(Kim SD 등 2000). *Lactobacillus plantarum*은 숙성보다 오히려 산패를 야기시키는 것으로 알려지고 있다(Cho Y와 Yi JH 1994). 이에 본 연구에서는 김치 생육균인 *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708, *Lactobacillus brevis* KCTC 3102, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108, *Leuconostoc lactics* KCTC 3528 균주를 대상으로 열무 추출물이 생육에 어떤 영향을 주는가를 살펴봄과 동시에 1°C의 cold shock 를 가했을 때 김치 초기생육균인 *Leuconostoc* 균주생육에 어떤 영향을 주는가를 알기 위해 수행되었다.

II. 재료 및 방법

열무의 MeOH 추출액의 농도를 4000, 3000, 2000, 1000, 500, 250 ppm으로 조정하여 균주 *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708, *Lactobacillus brevis* KCTC 3102, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108, *Leuconostoc lactics* KCTC 3528 은 MRS broth에서(35°C, 24~48 h) 활성화시켜 각 농도별 열무 methanol 추출액의 1°C에서 24시간 cold-shock 후 20°C에서 0~120 h까지 젖산균의 생육 저해도(%)를 20°C와 1°C에서의 생육도와 비교하였다

열무추출물의 조제는 열무분말시료(항온항습에서 완전 건조하여<한일 후드믹서 FM-681C>를 사용해 분쇄 한 것)와 methanol 1:10(w/v)의 비율로 혼합하여 실온에서 6시간 동안 3회 반복 교반 추출하였고, 이 추출액을 여과지(whatman No. 2)로 여과한 후 회전진공증발기(Rotary evaporator N-1000, EYELA, JAPAN)로 45°C 수욕상에서 감압 농축하여 열무추출물을 얻었다. 고품분 함량은 농축된 추출물 1 ml을 취하여 105°C에서 건조 후 증발 잔사량을 계산했다(Kwon MK 2003) 열무 추출

물의 농도별 생육 저해 측정은 broth microdilution에 의해, 96 well plate(PALCON, U.S.A)에 열무추출물을 농도별로 조절한 후, MeOH를 완전히 증발시켜, MRS broth 100 µl씩 분주하고 균농도가 O.D가 0.5정도 되게 하여 100 µl씩 첨가 후, 0~120 시간이 되는 때에 65 nm에서 microplate reader(Biolog Inc., U.S.A.)로 흡광도를 측정하였다(Sung KO 2005).

III. 결과 및 고찰

김치생육 젖산균에 열무 MeOH 추출액을 첨가하여 젖산균의 생육정도를 살펴보고 추출물 첨가와 1°C 24시간 cold shock를 가했을 때의 결과를 나타내었다. 20°C에서 열무 메탄올 추출물을 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 ppm 첨가한 MRS Broth에서 *Lactobacillus brevis* KCTC 3102의 생육을 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 이 도표에서 보면 48시간 동안 *L. brevis*의 증식은 일어나지 않았다. 그 후, 열무 추출물 무첨가군에서는 72시간까지 약간의 증식이 일어났으며 그 후 96시간까지 급격히 증식하였으나 열무 추출물을 첨가한 경우에는 250 ppm을 첨가했을 때도 증식되지 않았을 뿐더러 48~72시간 후에는 거의 사멸하였다. 김치에 정상 젖산 발효를 하여 산도를 증가시키는 균으로 알려진 *L. plantarum*에 열무 추출물을 첨가하여 증식을 살펴 보았다(Fig. 2). 그 결과 *Lactobacillus brevis* KCTC 3102와는 달리 무첨가군인 경우 초기부터 균수는 꾸준히 증가하였으나 열무 추출물을 첨가한 경우는 24시간 후 균수가 줄기 시작하여 72시간 후에는 거의 사멸하였다. 열무 추출물 농도에 따른 차이는 거의 찾아 볼 수 없었다.

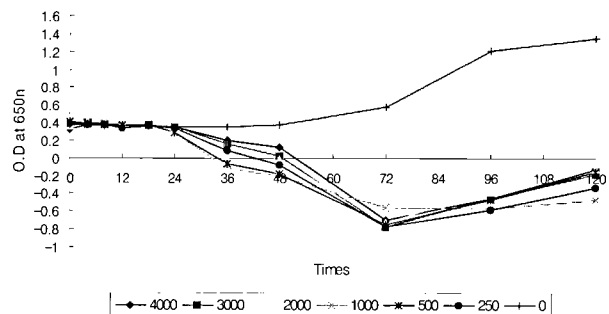


Fig. 1. Growth curves of *Lactobacillus brevis* KCTC 3102 in the media adding the MeOH extract of Yulmoo at 20°C.

김치 초기 생육균이며 이상젖산 발효를 하여 김치에 상쾌한 탄산미를 부여하는 것으로 알려져 있는 *Leuconostoc* 균주에 대한 열무 추출물의 생육저해를 살펴보았다(Fig. 3, Fig. 4). Fig. 3에서 보면 *Leuconostoc lactics* KCTC 3528 균주에는 MRS Broth 배지에서 *Lactobacillus*보다 빨리 증식하여 18시간 후에 최고 균수에 도달하였다. *Leuconostoc* 균주는 다른 젖산균에 비해 생육이 빨라 김치 초기발효균으로 김치 발효를 주도하여 젖산, 초산, CO₂를 생성하는 것으로 알려져 있다(Kong CS 2006). 열무 물김치의 젖산균의 생성은 그 성분인 수분과 전분에 의해 촉진되는 것으로 보고되었다. 그 후 열무 추출물 무첨가균에서는 정상기에 도달한 것처럼 보였다. 반면, 열무 추출물 첨가균에서는 24시간 후부터 균수가 급격히 감소하였으며 이 경우도 첨가 열무 추출물 농도 차이에 의한 구별은 없었다. 특히 열무 추출물 첨가 시 24시간 후부터 급격히 균수는 감소하여 36시간 후에는 사멸에 도달하였다. 그러나 같은 *Leuconostoc* 균주 특성에 따른 차이가 있

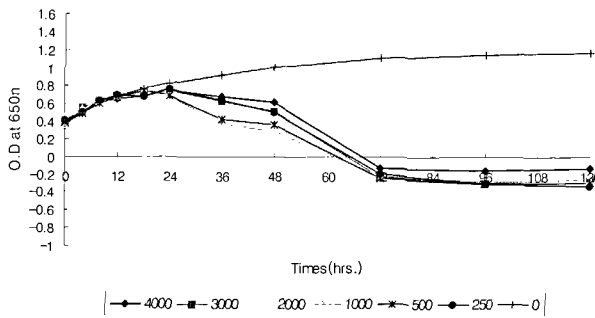


Fig. 2. Growth curves of *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108 in the media adding the MeOH extract of Yulmoo at 20°C.

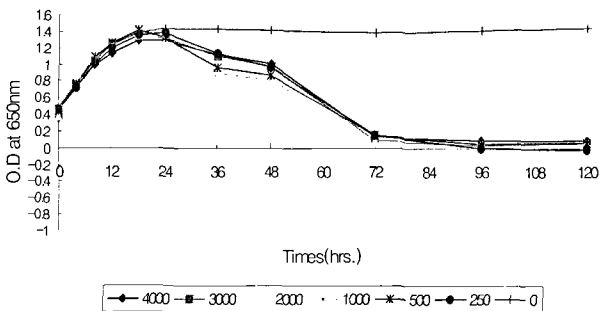


Fig. 3. Growth curves of *Leuconostoc lactics* KCTC 3528 in the media adding the MeOH extract of Yulmoo at 20°C.

는 것으로 보여(Fig. 4), *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708는 MRS 배지에서 잘 생육하지 않았다.

열무 추출물을 넣고 cold shock(1°C에서 24시간 방치 후 20°C로 shift up)를 가했을 때 균주별로 열무 추출물에 의한 저해 곡선을 그려 보았다(Fig. 5-8). Fig. 5에서 보면 *L. brevis* 균주는 MRS 배지에서 *Leuconostoc* 균주보다 늦게 증식이 일어나는 것을 살펴볼 수 있었다. 이때 열무 추출물을 첨가한 경우에는 36시간부터 생육 저해가 일어났다. 이 결과를 Fig. 1과 비교할 경우 *L. brevis* 균주는 cold shock에 의한 생육저해는 일어나지 않은 것으로 보였다. 생육 저해를 일으킨 열무 추출물 존재 하에 cold shock를 시킨 *L. plantarum* KCTC 3108에 대한 생육 곡선을 살펴 본 결과는 Fig. 6과 같다. 무첨가균은 꾸준히 생육하였으나 열무 추출물 존재 하에 cold shock를 시킨 *L. plantarum* 균은 초기부터 생육 저해를 받았고 특히 24시간 후부터는 생육이 저하되어 48시간 이후에는 사멸하는 것으로 보였다. 이것은 cold shock를 시키지 않은 것(Fig. 2)에 비해 사멸속도가 더 빠른 것으로 보였다.

Fig. 7에서는 *Leu. lactics* KCTC 3528에 대한 열무 추출물과 cold shock의 생육 저해에 미치는 영향을 살펴보았다. Cold shock를 받은 경우, 그렇지 않은 경우(Fig. 3)보다 생육에 약간 영향을 받아 급격히 사멸하는 시간이 36시간 이후 급격히 사멸하여 cold shock를 가하지 않은 경우는 48시간 이후 급격한 사멸이 와서 cold shock가 사멸을 앞당기는 것으로 생각되었다. 이는 열무 추출물 농도에 따른 차이는 없었다.

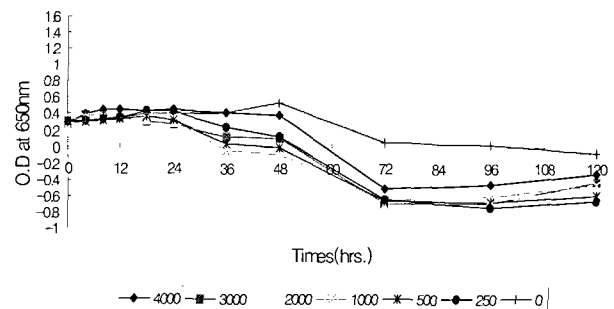


Fig. 4. Growth curves of *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708 in the MRS media adding the MeOH extract of Yulmoo at 20°C.

Fig. 8은 cold shock와 열무 추출물 첨가가 *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708의 생육에 미치는 영향을 살펴 본 결과이다. *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708 균주는 공시된 균주 중 cold shock에 영향을 가장 많이 받아 생육이 크게 저해되었다.

열무 추출물 농도에 의한 영향이 크게 나타나는 않았으나 농도가 높아질수록 오히려 생육 저해가 유의성은 없으나 약간 덜 일어나 이는 열무성분 중 환원당이 많은데(Cho Y와 Lee HS 1991) 이러한 당의 저온보호효과(Sakaix A 1987) 때문인지 열무 중의 성분인 황배당체의 생리활성 성분 때문인지는 더 조사할 필요가 있다고 생각되었다.

열무 추출물의 젖산균의 생육 저해는 isothiocyanate 류의 항균효과 등에 관한 보고로부터 이러한 성분들이 생육 저해를 일으키는 것으로 생각되었다. 본 실험에서 이러한 성분들이 cold shock와 함께 가해

졌을 때 김치 초기 발효균이며 이상 젖산 발효균인 *Leuconostoc* 균주 생육에 저해를 주며 김치 생육균이며 정상 젖산 발효균인 *Lactobacillus* 균주에는 영향을 주지 않는다. 따라서 열무김치를 담가 저온 저장 후 꺼냈을 때 특 쏘는 탄산미가 없으며 산미만 생기는 경우가 발생하는 것으로 생각되었다.

IV. 결 론

전반적으로 김치 유래 젖산균 *Lactobacillus brevis* KCTC 3102, *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108, *Leuconostoc lactics* KCTC 3528, *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708은 열무추출물에 의해 생육저해를 받았고, 김치 초기 발효균 *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708은 열무추출물과 1°C에서 24시간 방치한 cold shock에 의해 더 큰 생육저해를 보였다.

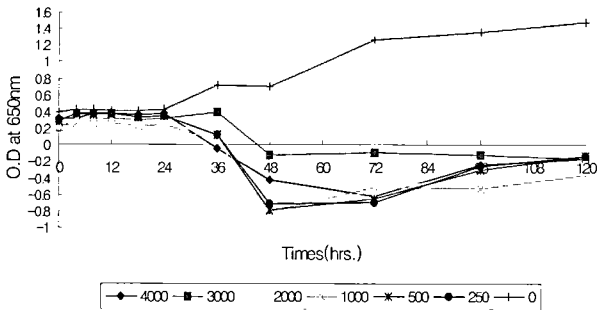


Fig. 5. Effect of cold shock on *Lactobacillus brevis* KCTC 3102 in the media adding the MeOH extract of *Yulmoo* at 20°C.

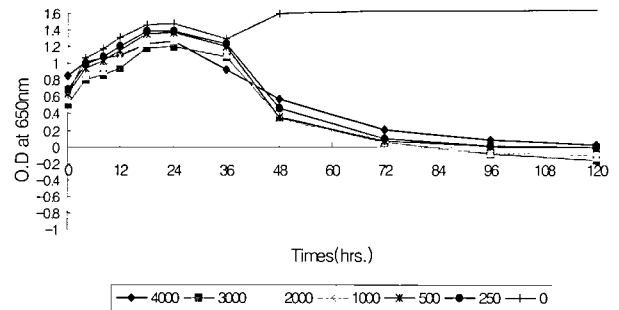


Fig. 7. Effect of cold shock on *Leuconostoc lactics* KCTC 3528 in the media adding the MeOH extract of *Yulmoo* at 20°C.

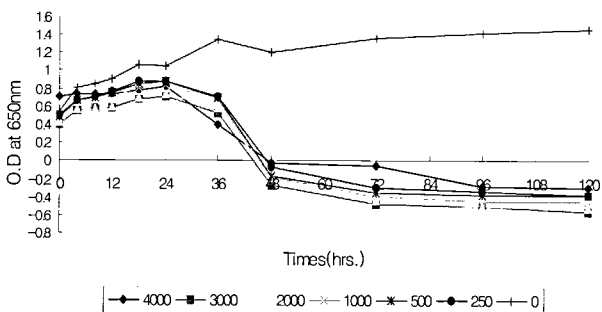


Fig. 6. Effect of cold shock on *Lactobacillus plantarum* KCTC 3108 in the media adding the MeOH extract of *Yulmoo* at 20°C.

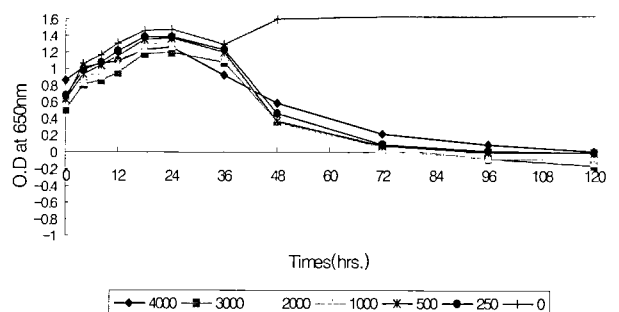


Fig. 8. Effect of cold shock on *Leuconostoc mesenteroide subsp. dextranicum* KCCM 40708 in the media adding the MeOH extract of *Yulmoo* at 20°C.

참고문헌

- Cho Y, Lee HS. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on Kimchi fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 7(1):15-25
- Cho Y, Yi JH, 1994. Effect of Kimchi Submaterial on Growth of *Leuconostoc mesenteroide* and *Lactobacillus plantarum* *Korean J Soc Food Sci* 10(1):35-38
- Choi SY, Oh JY, Yoo TW, Hahn YS. 1998. Fermentation Properties of Yulmoo Mulkimchi According to the Ratio of Water to Yulmoo. *Korean J Soc Food Sci* 14(4):327-332
- Jo JS, Hwang SY. 1988. Standardization of Kimchi and Related Products(2). *Korean J Dietary Culture* 3(3):301-307
- Kim SD, Kim MY, Kim DH, 2000. Effect of Dandelion (*Traxancum platycarpum* D.) Extracts on the Growth of Lactic Acid Bacteria and Gas Formation from Kimchi. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7(3):321-325
- Kong CS, Kim DK, Rhee SH, Rho CW. 2005. Standardization of Manufacturing Method of Young Radish Kimchi (Yulmoo Kimchi) and Young Radish Watery Kimchi (Yulmoo Mool-Kimchi) in Literatures. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34(1):126-130
- Kong CS, Kim DK, Rhee SH, Rho CW. 2006. Fermentation Properties and in vitro Anticancer Effect of Young Radish Kimchi and Young Radish Watery Kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34(3):311-316
- Kwon MK. 2003. A Study on the Antimicrobial Activities of the Extract of *Camellia Japonica* L. leaves. Sungshin Women's University. pp10
- Sakaix. A. 1987. Freezing Preservation. Tokyo Asakura Publishing. P278
- Sung KO. 2005. Antimicrobial Activities of the Extract of *Gingko Biloba* L. leaves on food-borne pathogens. Sungshin Women's University. pp10

(2007년 1월 29일 접수, 2007년 2월 14일 채택)