

마늘의 농도가 김치 미생물에 미치는 영향

조남철 · 전덕영 · 신말식 · 홍윤호 · 임현숙
전남대학교 식품영양학과

Effect of Garlic Concentrations on Growth of Microorganisms during *Kimchi* Fermentation

Nam-Chul Cho, Deok-Young Jhon, Mal-Shik Shin,
Youn-Ho Hong and Hyun-Sook Lim

Department of Food Science and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju

Abstract

Population changes of aerobic bacteria, yeasts, and lactic acid bacteria were investigated during the fermentation of *Kimchis* containing 0, 1, 2, 4, and 6% garlic at 21°C. The numbers of aerobic bacteria increased during the first 2 days and decreased thereafter. The higher the garlic concentration of the *Kimchis* was, the smaller the increase of the aerobic bacterial population was during the initial periods of the fermentations. Garlic concentrations that showed the largest population difference between them after 2-days fermentation were 1% and 2%. The population of lactic acid bacteria also increased only during the first 2 days and was held thereafter. Lactic acid bacterial population increased more at higher garlic concentrations during the initial period of the fermentations and major microorganisms contributed to the increase were *Lactobacillus brevis* and low acid-producing lactobacilli. Changes of yeasts at the different garlic concentrations during the fermentations were not apparent.

Key words: *Kimchi*, garlic, fermentation

서 론

김치는 우리나라의 고유 발효식품으로서 무우 및 배추 등의 재료로부터 유래되는 각종 미생물에 의해 발효되는 채소 발효식품이다. 한국인의 식생활에서 부식으로서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 김치는 미생물에 의해 여러 가지 저분자 물질이 생성됨으로서 생기는 독특한 맛을 지닌다. 김치의 숙성은 소금의 농도와 재료인 채소중의 효소 그리고 각종 미생물에 의해 영향을 받는다.

한편, 김치의 제조에 있어서 필수적인 부재료로 사용되는 마늘은 세균, 곰팡이 그리고 효모의 생육을 억제하는 효과를 갖고 있으며 이에 관한 많은 연구가 행해져 오고 있다⁽¹⁻⁸⁾.

미생물의 생육을 저해하는 마늘의 농도는 억제 정도에 따라 매우 낮은 농도에서 10%까지 다양하며 미생물의 종류에 따라 차이가 있다^(3,7,8). 일반적으로 마늘은 김치의 제조에 있어서 약 1% 정도로 사용되고 있는데 마늘의 양을 달리하면 김치의 발효에 관여하는 각종 미생물의 생육도 상당한 영향을 받으리라고 생각한다. 따라서 본 연구는 마늘의 함량을 달리한 김치를 제조하여 발효중 미생물의 변화를 조사하여 김치 재료를 표준화하는데 이용되게 하고자 한다.

재료 및 방법

김치의 제조 및 숙성

배추와 양념은 1987년 광주시중에서 구입하여 사용하였다. 먼저 배추를 씻어 2~4cm로 세절하여 혼합한 다음 100g씩 나누고 포화 정제염용액 100ml로 1시간 30

Corresponding author: Deok-Young Jhon, Department of Food Science and Nutrition, Chonnam National University, 300, Yongbong-dong, Buk-gu, Kwangju 500-757

분 동안 절였다. 이것을 수도물로 행군 다음 물기를 제거하고 양념을 섞어 Table 1과 같은 조성으로 제조하였다. 이때 최종적인 염의 농도는 1.9% (w/v)이었다. 그리고 제조된 김치는 뚜껑이 달린 일정한 크기의 병에 눌러 담고 $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 9일간 숙성시켰다.

Table 1. Ingredients ratio of Kimchi

Ingredients	Ratio(g)
Korean cabbage	100.0
Green onion	2.0
Ginger	1.0
Red pepper	2.0
Garlic	0,1,2,4,6

미생물의 변화

시료의 제조 : 100g의 김치를 waring blender에 넣고 멸균수 100ml를 가한 후 중간 속도로 1분간 마쇄하였으며 다시 3겹의 멸균된 가제를 이용하여 여과시킨 후 여과액을 실험에 사용하였다.

호기성 세균수와 효모의 측정 : 위에서 준비된 여과액을 적절히 희석한 다음 미리 제조되어 표면이 건조된 배지에 평판도말하여 30°C 에서 48시간 배양후 생겨난 colony를 계수하였다.

호기성 세균수를 측정하기 위해 nutrient agar 배지를 사용하였으며 효모에 대해서는 chloramphenicol을 0.05% 함유한 YEPDA (yeast extract : 1%, peptone : 2%, dextrose : 2%, agar : 2%) 배지를 사용하였다.

유산균의 측정 및 동정 : CaCO_3 를 함유한 MRS 배지 (Difco, Laboratories, Detroit, MI.)를 적절히

희석시킨 시료와 pour plate 방법에 의해 plate를 만든 후 30°C 에서 48시간 배양하였다. 주위가 투명한 colony를 산생성균으로 판정하여 plate당 10개의 산생성 colony를 무작위로 선발한 다음 이들에 대해 catalase 반응 검사, Gram 염색, 세포의 모양 등을 조사하였으며 glucose를 1.5% 함유한 TGY broth (tryptone : 0.5%, yeast extract : 0.5%, glucose : 1.5%, K_2HPO_4 : 0.1%, pH : 7.0)에서 10일간 30°C 에서 배양한 후 적정산도를 측정하여 Table 2와 같은 방법으로 분류하였다⁽⁹⁾. 산도 측정을 위해 페놀프탈레인을 지시약으로 사용하였으며 0.1N NaOH를 적정에 사용하였고 계산치는 lactic acid로 환산하였다.

결과 및 고찰

호기성 세균의 변화

마늘의 농도를 달리한 김치들에 있어서 호기적 세균의 변화는 Fig. 1과 같다. 마늘의 농도가 높아 질수록 초기의 호기성 세균수는 적게 나타났으며 발효가 말기로 접어들면서 점차 그 차이는 줄어들었다.

마늘이 첨가되지 않은 김치의 경우 초기 세균의 수는 다른 김치에 비해 훨씬 높았으며 세균의 증가 또한 2일까지 계속되다가 3일부터 감소하였다. 그리고 마늘 함량이 1%인 김치의 경우, 마늘이 없는 김치와 마찬가지로 2일까지 증식을 하였으나 그 증가 수준은 더 낮았다.

한편, 2%, 4%, 6%의 마늘 농도의 김치들에 있어서 단지 발효 하룻동안 세균의 증식이 나타났으며 그 증식 수준에 있어서도 마늘을 넣지 않은 것과 1%의 김치들에 비해 훨씬 낮게 나타났다. 이러한 차이는 숙성 3일까지 뚜렷하게 나타나다가 발효가 말기에 접어들면서 점차 감소하였다. 마늘의 함량에 따른 호기성 세균의 생육 정도는 마늘 농도가 1%와 2%사이에서 큰 차이를 나타내고

Table 2. Differentiation of lactic acid bacteria

Metabolism	Morphology	Total acid(%)	Microorganisms
Homofermentative	Rod	1.0-1.5 1.0-1.5	<i>Lactobacillus plantarum</i> Low acid-producing lactobacilli
	Tetrad cocci	1.0 < 0.4	<i>Pediococcus cerevisiae</i> <i>Streptococcus faecalis</i>
Heterofermentative	Rod Cocci	0.8-1.0 0.6-0.8	<i>Lactobacillus brevis</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i>

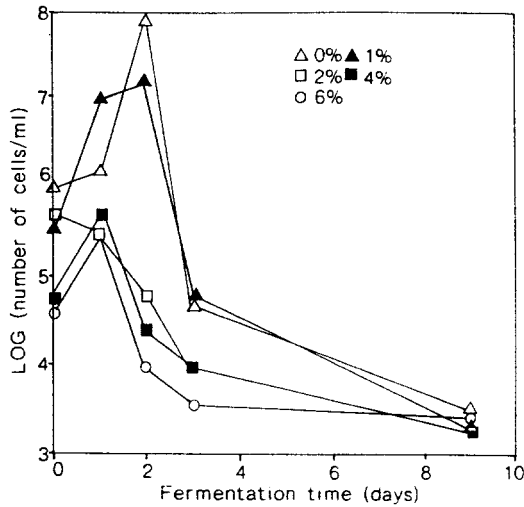


Fig. 1. Changes of aerobic bacteria of *Kimchi* of various garlic concentrations during fermentation at 21°C.

있어 김치에 있어서 호기성 세균을 억제하는 최소한의 마늘 함량은 2% 정도임을 알 수 있다.

총 유산균의 변화

Fig. 2는 마늘의 농도를 달리한 김치들의 숙성중 총 유산균의 변화를 나타내고 있다. 유산균의 경우, 호기성 세

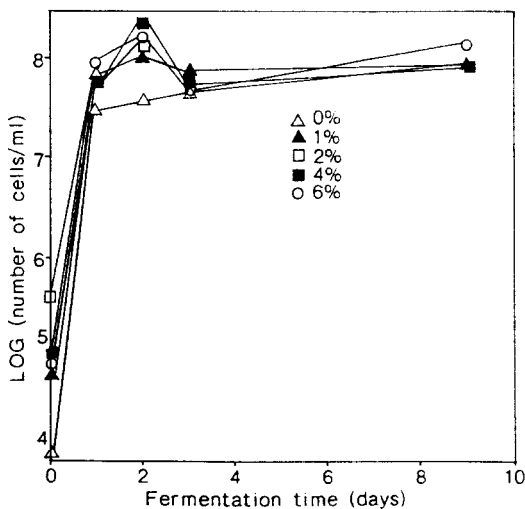


Fig. 2. Changes of lactic acid bacteria of *Kimchi* of various garlic concentrations during fermentation at 21°C.

균과는 매우 다른 양상을 나타내고 있음을 알 수 있다. 즉, 마늘의 농도가 높아짐에 따라 발효 초기에 유산균 수의 증가가 관찰되었다. 이러한 농도별 총 유산균 수의 차이는 발효 후기에는 줄어 들었으며 이런 경향은 호기성 세균의 경향과 관계가 있는 것으로 생각된다. 즉, 마늘의 영향으로 인해 초기 호기성 세균의 생육 억제가 일어나며 따라서 유산균의 생육에 좋은 환경을 가져다 줌으로써 유산균의 증식이 잘 일어나게 될 수 있을 것이다. 또한, 마늘의 어떤 성분이 유산균에 대한 증식 촉진제로 작용했을 가능성도 있으며 이에 대해서는 더욱 검토가 요구된다.

마늘의 농도를 달리한 김치들에 있어서 숙성중 유산균들의 변화

마늘이 함유되지 않은 김치의 경우, (Fig. 3-a) 발효 초기에 이상발효 젖산균인 *Lactobacillus brevis* 와 *Leuconostoc mesenteroides* 가 급증하였으며 이들은 발효가 진행되면서 감소하여 발효말기인 9일째에는 나타나지 않았다.

또한, 산 생성이 낮은 lactobacilli의 경우, 발효 전 기간에 걸쳐 꾸준한 증가를 보였으며 발효 후기에는 정상발효 젖산균인 *Lactobacillus plantarum* 과 *Pediococcus cerevisiae* 가 높은 수준으로 나타났다.

마늘의 농도가 1%인 김치의 경우, (Fig. 3-b) 초기에는 마늘이 함유되지 않은 김치에서와 마찬가지로 이상발효 젖산균들의 증식이 나타났으며 그 증식의 정도에 있어 더 높은 수준을 보였다. 또한, low acid-producing lactobacilli의 증식에 있어서도 숙성 2일째까지 증식한 후 그 수준을 계속 유지하였다.

마늘의 농도가 2%, 4%, 그리고 6%인 김치들의 경우 (Fig. 3-c~e) 역시 유산균의 분포에 있어서는 유사한 경향을 나타내고 있으나 발효초기에 관여하는 이상발효 젖산균들의 증식 정도가 비교적 보다 높은 것으로 나타났으며 주로 *Lac. brevis*의 증식이 초기 유산균의 증식에 대한 차이를 주는 것으로 나타났다.

따라서, 호기성 세균의 생육을 억제함과 동시에 유산균의 생육을 증가시키는 마늘의 농도는 약 2%가 적절할 것으로 생각된다.

한편, 발효의 적기라고 생각되는 2일과 3일에서는 대부분의 김치들에서 *Leu. mesenteroides* 가 높은 수준으로 존재하였으며 말기인 9일째에는 *Lac. plantarum* 이 존재하는 것으로 보아 김치의 숙성에는 *Leu. mesenteroides* 가 더 직접적으로 관여할 것이라는 민⁽⁹⁾들의 견해와 일치하였다.

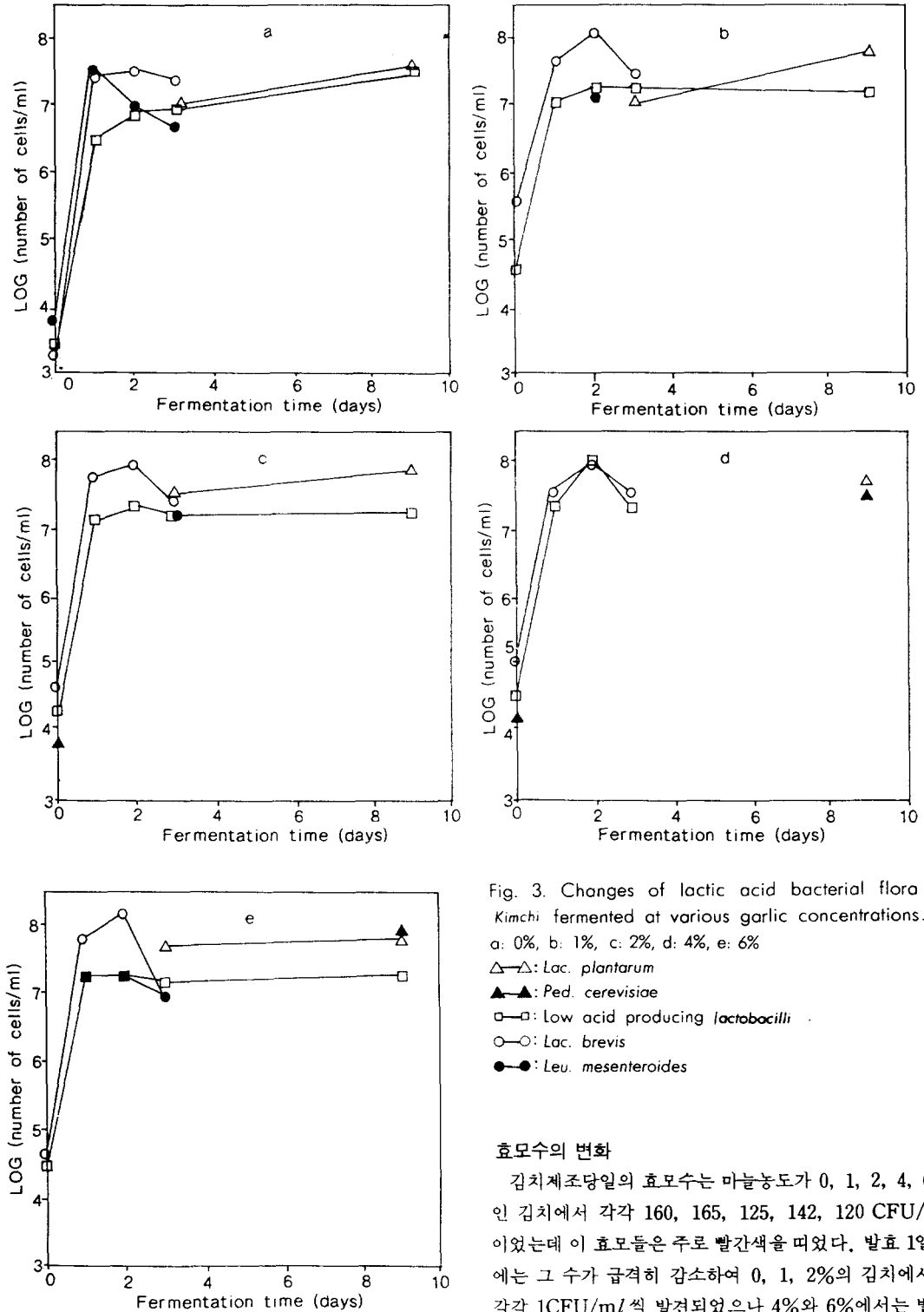


Fig. 3. Changes of lactic acid bacterial flora of Kimchi fermented at various garlic concentrations. a: 0%, b: 1%, c: 2%, d: 4%, e: 6%

- △-△: *Lac. plantarum*
- ▲-▲: *Ped. cerevisiae*
- : low acid producing *Lactobacilli*
- : *Lac. brevis*
- : *Leu. mesenteroides*

효모수의 변화

김치제조당일의 효모수는 마늘농도가 0, 1, 2, 4, 6%인 김치에서 각각 160, 165, 125, 142, 120 CFU/ml 이었는데 이 효모들은 주로 빨간색을 띠었다. 발효 1일째에는 그 수가 급격히 감소하여 0, 1, 2%의 김치에서는 각각 1CFU/ml씩 발견되었으나 4%와 6%에서는 발견

되지 않았다. 특히, 마늘 무침가 김치에서는 제조당일에 발견된 빨간색의 효모가 자랐다. 발효 2일째는 2, 4, 6%의 김치에서만 각각 1, 1.5, 1 CFU/ml 이 발견되었고 3일째에는 2%와 6%에서만 2CFU/ml 씩 자랐다. 발효 9일째에는 2%와 4%의 김치에서만 각각 1×10^4 과 2×10^4 CFU/ml 가 발견되었다. 따라서 효모수가 발효초기에 급격히 감소하는 것은 마늘과는 관계가 없는 것으로 생각된다.

요 약

마늘의 함량을 각각 0, 1, 2, 4, 6%가 되게하여 김치를 제조하고 21°C에서 숙성시킨 김치의 숙성 과정중 호기성 세균, 효모 및 종류에 따른 유산균 수의 변화를 조사한 바 호기성 세균수는 숙성 1~2일까지 증식하다 그후 감소하였다. 마늘의 함량이 높은 김치일수록 발효초기에 호기성 세균의 증가폭이 작았으며 1%와 2%마늘 농도에서 큰 차이를 나타냈다.

총 유산균수는 호기성 세균과는 달리 숙성 1~2일까지 증가한 후 발효말기까지 그 수준을 유지하였으며 마늘의 함량이 높은 김치일수록 발효초기의 증가가 컸다. 발효초기의 유산균의 증가에 주로 관여하는 유산균은 *Lac. brevis* 와 low acid-producing lactobacilli였으며 또한, 발효 기간중 효모수의 변화는 마늘 함량의 변화에 뚜렷하게 나타나지 않았다.

문 헌

1. Al-Delaimy, K.S. and S.H. Ali : Antibacterial action of vegetable extracts on the growth of pathogenic bacteria. *J. Sci. Food Agric.*, 21, 110(1970)

2. DeWit, C., S. Notremans, N. Gorin, and E.H. Kampelmacher : Effect of garlic oil or onion oil on toxin production by *Clostridium botulinum* in meat slurry. *J. Food Protection*, 42, 222(1979)
3. Mantis, A.J., P.G. Karaioannoglou, G.P. Spanos, and A.G. Panetos: The effect of garlic extract on food poisoning bacteria in culture media. *Lebensmittel. Wiss. Technol.*, 11, 26(1978)
4. Cavallito, C.J. and J.H. Bailey : Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. *J. Amer. Chem. Soc.*, 66, 1950(1944)
5. Moore, G.S. and R.D. Atkins : The fungicidal and fungistatic effects of an aqueous garlic extract on medically important yeast-like fungi. *Mycologia*, 69, 341(1977)
6. Tansey M.R. and J.A. Appleton : Inhibition of fungal growth by garlic extract. *Mycologia*, 67, 409(1975)
7. Conner, D.E. and L.R. Beuchat.: Effects of essential oils from plants on growth of food spoilage yeasts. *J. Food Sci.* 49, 429(1984)
8. Saleem, A.M. and K.S. Al-Delaimy : Inhibition of *Bacillus cereus* by garlic extracts. *J. Food Protection*, 45, 1007(1982)
9. Mheen, T.I. and T.W. Kwon : Effect of temperature and salt concentration on *Kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16, 443(1984)

(1987년 12월 21일 접수)