

재료를 달리한 김치의 발효중 미생물학적 및 화학적 변화

유 영 균

동신전문대학 식품영양과

Microbial and Chemical Changes of Kimchies Containing Different Ingredients During Fermentation

Young-Kyun, Yoo

Depart. of Food and Nutrition, Dongshin Junior College, Kwangju 500-714, Korea

Abstract

Population changes of aerobic bacteria and lactic acid bacteria and changes of pH, acidity, and total sugar content were investigated during the fermentation of Kimchies containing different ingredients at 25°C. The numbers of aerobic bacteria decreased from initial period of fermentation. Lactic acid bacteria increased during the first one day rapidly and thereafter they did not change to the late period of fermentation in all Kimchies. pH decreased at first day of fermentation drastically and decreased slowly thereafter. Acidity increased on the third day of fermentation. Acidity was very low in Kimchi containing both salted anchovies and salted shrimp and this result was concerned with the number of lactic acid bacteria and changes of pH. Total sugar content decreased gradually from initial period to late period of fermentation.

Key words : Kimchi

서 론

김치는 채소에 향신료를 가하여 발효시켜 맛과 저장성을 향상시킨 과학적이고 뛰어난 식품으로 독특한 맛과 향취를 내며, 식이섬유, 비타민, 무기물 등 풍부한 영양성분을 갖고 있다.^{1,2)} 김치는 삼국시대 이전부터 형성된 한국의 농경문화와, 사계절 기후에 따라 채소를 저장하기 위한 방법의 일환으로 발전된 음식으로, 곡식류, 탕채류와 함께 우리의 3대 기초음식으로 자리잡았다.

최근, 국민소득 증대와 식생활 패턴의 변화, 사회적 다변화 및 국제적 교류의 증가 등으로 우리의 전통식품에 대한 관심이 고조되고 있다. 그에 따라 김치는 우리나라를 대표하는 국제적인 식품으로 각광을 받으면서 김치를 재평가하는 작업에 따라 많은 연구가 이루어지고 있다.

채소류를 젖산발효한 식품은 다른 나라에도 일부 있으나 김치와 같이 채소에 고추가루, 마늘, 생강 등의 양념 외에 젖갈을 첨가하여 채소에 부족한 단백질을 보충한 식품은 세계에서 유래를 찾아보기 힘든 과학적이고 특창적인 식품이다. 채소를 소금에 절이면 세포막 파괴

와 삼투압 현상으로 양념과 미생물의 출입이 자유로워진다. 그래서 절인 채소와 양념을 혼합하여 적절한 온도에 놓아두면 자연에 존재하는 젖산균의 발효 작용으로 산미 등의 풍미가 생긴다. 그러나 조건에 따라 여러가지 형성되는 성분에 차이가 있고 그에 따라 맛도 다르다.

그러므로 김치 제조시의 조건과 그에 따른 미생물의 종류와 양, 생성되는 성분의 종류와 양 등을 밝히는 것은 김치제조에 매우 중요한 요소로, 김치를 과학화 체계화하여 세계 만방에 널리 알리는데 필수적인 기초 자료가 된다. 그에 따라 국내외적으로 김치의 발효과정에 관여하는 미생물과 여러 화학변화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.^{4~16)}

본 연구는 그의 일환으로 재료를 달리하여 김치를 제조하면서 발효과정 중의 미생물학적 화학적 변화를 조사한 결과이다.

재료 및 방법

1. 김치의 제조

시중에서 구입한 배추를 포화식염수에 1시간 동안 침

지시킨 후 Table 1과 같이 재료를 달리 하여 6종류의 김치를 제조한 다음 25℃의 항온기에 보관하면서 시료로 사용하였다.

2. 호기성 세균수의 측정

멸균수로 깨끗이 행군 믹서기에 김치 100g과 멸균수 100ml를 가한 다음 3분 동안 균질화한 후 멸균된 거즈를 통해 여과하여 그 여과액을 취해 호기성 세균과 젖산균 측정시료로 이용하였다. 호기성 세균 수는 적당히 희석한 시료를 0.5%의 peptone(Difco), 0.3%의 beef extract(Difco) 2%의 agar(Difco)를 함유한 영양 평판배지에 도말한 후 30℃에서 48시간동안 배양한 다음 배지표면에 생성된 미생물 군락의 수를 측정하였다.

3. 젖산균수의 측정

젖산균 수를 측정하기 위해 적당히 희석된 시료를 2%의 bacto-agar(Difco)와 3%의 CaCO₃가 함유된 MRS(Difco)와 혼합한 후 pour plate 방법으로 plate를 만든 후 30℃에서 48시간동안 배양한 다음 주위가 투명한 폴로니를 산생성균으로 판정하여 수를 측정하였다.

4. pH 측정 및 산도 측정

멸균수로 깨끗이 행군 믹서기에 김치 100g과 멸균수 100ml를 가한 다음 3분 동안 균질화한 후 18,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상징액의 pH, 산도, 총당함량, 그리고 염도를 측정하였다. 산도는 상기 상징액 50ml에 bromothymol blue를 지시약으로 가하고 0.01 N-NaOH 용액으로 적정한 다음 변색점까지 소요된 0.01 N-NaOH의 양으로부터 시료중의 산도를 NaOH 밀리당량으로 계산하였다.

5. 총당함량 측정

상기 상징액을 시료로 하여 총당함량은 페놀-황산법¹⁷⁾을 이용하여 측정하였다. 포도당으로 검량 곡선을 작성하여 당의 함량을 계산하였다.

6. 염도 측정

시료용액에 지시약으로 10% K₂CrO₄을 가한 후 0.1 N-AgNO₃ 용액으로 적정하여 식염 농도를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 호기성 세균의 변화

저장기간의 김치들의 호기성 세균수 변화는 Fig. 1과 같다. 김치 제조 당일의 호기성 세균의 수는 김치 B가 1g당 1×10⁶ 마리로 가장 많았다. 그 다음으로 김치 A가 6.3×10⁵이었으며 김치 E는 1.6×10⁵으로 가장 낮았다. 김치 A와 B가 다른 김치에 비해 비교적 높은 값을 나타낸 것은 첨가된 젓갈류에 존재하는 호기성 세균의 영향으로 생각된다. 저장기간 중의 호기성 세균은 발효초기부터 급격히 감소하여 저장 3일 후 김치 1g당 약 800마리에서 300마리 정도로 감소하였으며 그후에는 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 김치 발효로 급격히 증식하는 젖산균이 산을 생성하여 pH가 낮아져서 호기성세균의 생육정지와 사멸이 일어나기 때문으로 생각된다.

2. 젖산균의 변화

재료를 달리하여 김치 발효 중의 젖산균 변화를 조사한 결과 Fig. 2와 같다. 젖산균의 변화는 호기성 세균의 변화와는 매우 다른 결과를 나타내 젖산균의 증가가 호기성 세균의 감소와 밀접한 관계를 나타내고 있다. 김치 제조 당일의 젖산균 수는 5×10⁴에서 3.2×10⁵였다. 멸치젓과 생강을 넣지 않은 김치 E의 젖산균 수가 가장 높았고, 멸치젓을 첨가하지 않은 김치 B가 가장 낮았

Table 1. Ingredients ratio of Kimchi

unit(g)

Kimchi	A	B	C	D	E	F
Cabbage	100	100	100	100	100	100
Salted anchovies	8	0	8	0	0	0
Salted shrimp	8	8	0	0	8	8
Garlic	2	2	2	2	0	2
Ginger	1	1	1	1	1	0
Carrot	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Onion	2	2	2	2	2	2
Red pepper	6	6	6	6	6	6
Sesame	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6
Sugar	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

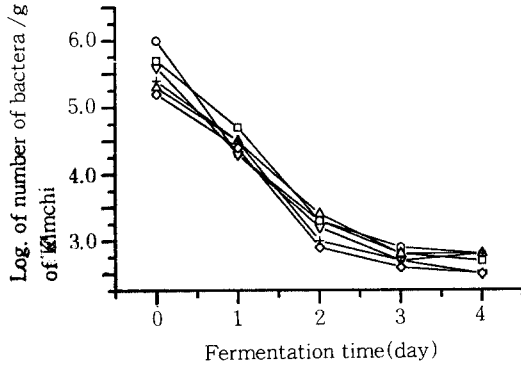


Fig. 1. Changes of aerobic bacteria in different kimchies during fermentation. □ : A, ○ : B, △ : C, ▽ : D, ◇ : E, + : F, A : Kimchi containing all spices(control), B : Kimchi deleted salted shrimp, C : Kimchi deleted salted anchovies, D : Kimchi deleted salted anchovies and salted shrimp, E : Kimchi deleted salted anchovies and garlic, F : Kimchi deleted salted anchovies and ginger.

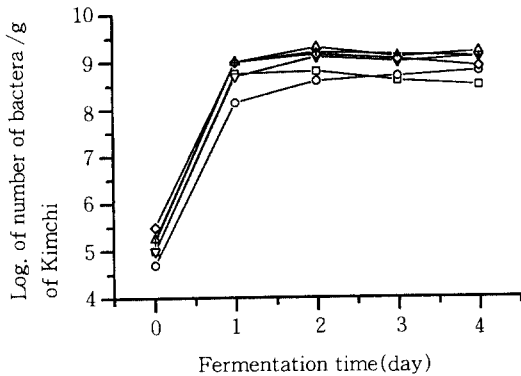


Fig. 2. Changes of lactic acid bacteria in different kimchies during fermentation. □ : A, ○ : B, △ : C, ▽ : D, ◇ : E, + : F, A : Kimchi containing all spices(control), B : Kimchi deleted salted shrimp, C : Kimchi deleted salted anchovies, D : Kimchi deleted salted anchovies and salted shrimp, E : Kimchi deleted salted anchovies and garlic, F : Kimchi deleted salted anchovies and ginger.

다. 젖산균의 증식은 발효 첫날 현저히 증가하였으나 그 후에는 비교적 일정한 수를 유지하였다. 발효 후기의 젖산균 수는 두 가지 젖갈이 모두 첨가된 김치 A가 다른 김치에 비해 낮았으며 김치 C와 D는 비교적 높게 나타났다.

3. 저장중 pH의 변화

발효시의 김치의 pH 변화는 Fig. 3과 같다. 각 김치

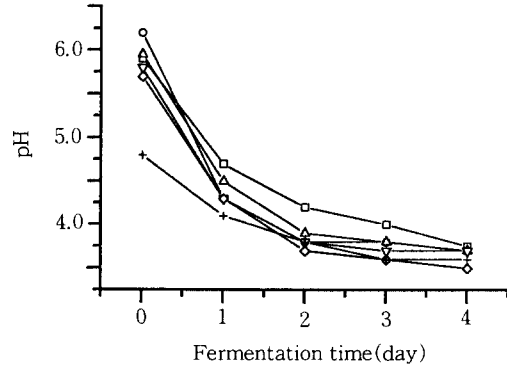


Fig. 3. Changes of pH in different kimchies during fermentation. □ : A, ○ : B, △ : C, ▽ : D, ◇ : E, + : F, A : Kimchi containing all spices(control), B : Kimchi deleted salted shrimp, C : Kimchi deleted salted anchovies, D : Kimchi deleted salted anchovies and salted shrimp, E : Kimchi deleted salted anchovies and garlic, F : Kimchi deleted salted anchovies and ginger.

의 제조당일의 pH는 5.7에서 6.2 사이였으며 멸치젓과 마늘이 첨가되지 않은 김치 E가 가장 낮았고 멸치젓만을 뺀 김치 B가 가장 높았다. 각 김치는 발효가 진행되면서 모두 pH가 감소되었다. pH는 발효 첫날 가장 급격히 감소되었고 그후 원만하게 감소되었다. 이런 변화는 호기성 세균의 감소나 젖산균의 증가추세와 관련된다. 발효 후기의 pH는 4.0 이하로 나타났다. 이렇게 낮은 pH에서 대부분의 호기성 세균은 생육이 어려운 것으로 알려져 있다.

4. 저장중 산도의 변화

각 김치의 발효중 산도의 변화는 Fig. 4와 같다. 제조당일의 산도는 김치 100g당 약 0.5 mEq이었으나 발효가 시작되면서 급격히 증가하여 발효 후기에는 김치 C와 D가 100g당 약 6.9 mEq으로 가장 높은 값을 나타냈다. 김치 A는 발효 후기에서 100g당 약 5.5 mEq을 나타내 가장 낮은 값을 보였다. 이러한 산도의 증가로 김치의 pH가 하락하지만, 본 연구 결과에서는 산도의 높고 낮음이 반드시 pH의 높고 낮음과 일치하지는 않았다. 본 연구결과에서 나타난 급격한 산의 증가는 젖산균에 의하므로 젖산균의 수가 가장 높았던 김치 C와 D가 산도 또한 가장 높았다. 젖산균수가 가장 낮은 김치 A의 경우 가장 낮은 산도를 나타냈다.

5. 저장중 총당함량의 변화

제조당일의 총당함량은 김치 100g당 3.8g에서 5.3g

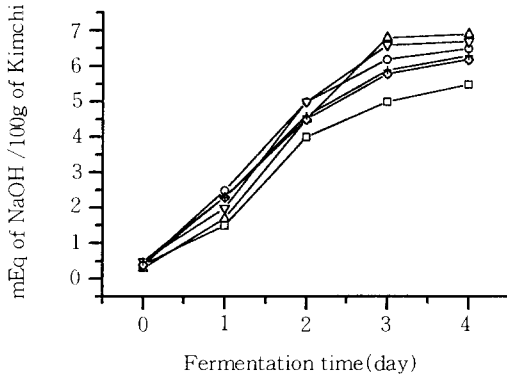


Fig. 4. Changes of acidity in different kimchies during fermentation. □ : A, ○ : B, △ : C, ▽ : D, ◇ : E, + : F, A : Kimchi containing all spices(control), B : Kimchi deleted salted shrimp, C : Kimchi deleted salted anchovies, D : Kimchi deleted salted anchovies and salted shrimp, E : Kimchi deleted salted anchovies and garlic, F : Kimchi deleted salted anchovies and ginger.

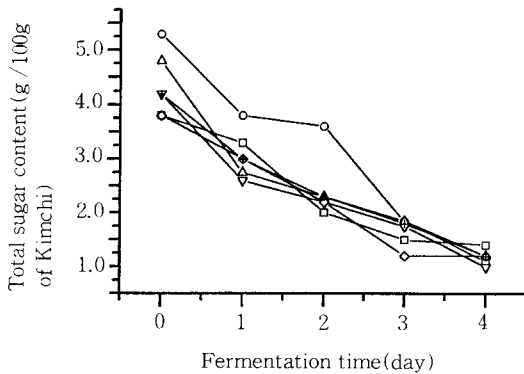


Fig. 5. Changes of total sugar content in different kimchies during fermentation. □ : A, ○ : B, △ : C, ▽ : D, ◇ : E, + : F, A : Kimchi containing all spices(control), B : Kimchi deleted salted shrimp, C : Kimchi deleted salted anchovies, D : Kimchi deleted salted anchovies and salted shrimp, E : Kimchi deleted salted anchovies and garlic, F : Kimchi deleted salted anchovies and ginger.

으로 나타났다. 그중 멸치젓을 넣지 않은 김치 B가 가장 높았고 발효중간단계까지 다른 김치들에 비해 높은 값을 유지하였다(Fig. 5). 발효후기의 김치별 산도의 순위는 젓산균수의 순위와 유사하며 또한 김치별 총당 함량 순위와도 연관성을 보였다. 즉, 젓산균수가 증가하면서 김치중의 산의 양이 증가하였다. 이러한 산은 대부분 당에서 생성되었을 것으로 보인다. 따라서 산도와 총

당함량은 서로 상반된 변화를 보인다.

6. 염도 측정

각 김치의 염도 측정 결과는 Table 2와 같다. 김치 A는 다른 김치들에 비해 식염의 농도가 비교적 높았다. 이는 김치 A의 제조시 첨가한 젓갈류의 양에 의한 것으로 생각한다. 가장 낮은 값을 나타낸 김치 D는 젓갈류가 포함되지 않았기 때문이다.

Table 2. Salt concentration of Kimchies(%)

A	B	C	D	E	F
2.04	1.46	1.49	0.96	1.34	1.44

요 약

재료를 달리하여 6가지 김치를 제조한 다음 25℃에서 보관하면서 김치의 발효 중 미생물의 변화 및 화학적 변화를 관찰하였다. 김치는 호기성세균이 발효 첫날부터 이틀째까지 급격히 감소하다 그후 완만하게 감소하였다. 젓산균은 발효 첫날에 급격히 증가한 후 발효 후기까지 큰 변화를 나타내지 않았다. 김치 재료에 따른 미생물들의 증식의 차이는 크지 않았으나 멸치젓과 새우젓을 비롯하여 모든 재료가 첨가된 김치에서 발효 후기의 젓산균의 수가 가장 낮았다. 저장중 pH의 변화는 발효초기에는 멸치젓과 생강이 들어 있지 않은 김치가 가장 낮았으나 발효 후기에서는 김치별로 큰 차이는 나타나지 않았다. 발효 후기의 김치별 산의 생성정도는 젓산균의 증식정도와 밀접한 관계를 나타냈다.

참고문헌

1. 이성우 : 중, 한, 일에서 김치류의 변천과 교류에 관한 연구. 한국영양식품과학회지, 4, 71(1975).
2. 이서래 : 김치의 맛과 영양, 식품과 영양, 8, 20(1987).
3. 김치의 과학 : 한국식품과학회(1994).
4. 조영, 이혜수 : 젓산균과 온도가 김치발효에 미치는 영향, 한국조리과학회지, 7, 89(1991).
5. 조남철, 전덕영, 신말식, 홍윤호, 임현숙 : 마늘의 농도가 김치미생물에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 20, 231(1988).
6. 조남철, 전덕영 : 김치에서 분리한 호기성 세균의 생육에 대한 마늘의 영향, 한국식품과학회지, 20, 357(1988).
7. 이승교 : 지역별 김치의 특성과 섭취실태, 식품과 영양, 8, 23(1987).
8. 김현옥, 이혜수 : 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관하여, 한국식품과학회지, 7, 74(1975).
9. 민태환, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향, 한국식품과학회지, 16, 443(1984).

10. 유재연, 이해성, 이혜수 : 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미 성분의 변화, 한국식품과학회지, **16**, 169(1984).
11. 안승요 : 김치제조에 관한 연구(제1보), 조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과, 국립공업시험연구원 연구보고, **20**, 61(1970).
12. 유태중, 정동효 : 김치의 공업적 생산을 위한 공업표준화에 관한 연구, 제1보 공업적 생산을 위한 조사, 한국식품과학회지, **6**, 116(1974).
13. 이성우 : 고려이전의 한국 식생활사 연구, 향문사(1987).
14. 김명희, 신말식, 전덕영, 홍운호, 임현숙 : 재료를 달리한 김치의 품질, 한국식품영양학회지, **16**, 268(1987).
15. 박우포, 김재옥 : 조미료, 젓갈 등이 김치발효에 미치는 영향, 한국농화학회지, **34**, 242(1991).
16. 조 영 : 김치의 맛성분에 관한 고찰, 한국조리과학회지, **3**, 107(1990).
17. Chaplin, M. F. and Kennedy, J. F. : *Carbohydrate Analysis*, IRL Press(1987).

(1996년 8월 31일 접수)