

김치貯藏중 總細菌·乳酸菌 및 物性變化에 관한 研究

Change of Total Bacteria, Lactic bacteria and Textural Parameters during Kimchi Preservation

대전실업전문대학 식품영양과
부교수 임 국 이

Dept. of Food & Nutrition, Daejeon Junior College
Associate Prof.; Kook-Yi Yim

<목 차>

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
 - 1. 실험재료
 - 2. 김치제조
 - 3. 미생물생육시험
 - 4. 김치조직측정
 - 5. 관능검사

- III. 결과 및 고찰
 - 1. 미생물생육시험결과
 - 2. 김치조직의 변화
 - 3. 관능적 품질평가
- IV. 요 약
- 참고문헌

<Abstract>

To obtain basic data for the development of Kimchi preservation method, optimal ripening Kimchi was air-packaged with polyethylene bag, and followed by the microbiological, firmness and sensory evaluations during storage at 5°C.

1. Total aerobic count increased in the beginning of storage and then decreased slowly as the number of total *Lactic bacteria* (anaerobe) increased.

2. Textural parameters were remarkably changed according to the elapse of storage period.

3. Sensory evaluation showed that the score was decreased considerably 10 days after storage.

I. 서 론

우리食生活에 있어서 불가결의 傳統食品인 김치는 최근 國民生活의 水準向上과 아파트, 연립주택과 같은 住居類의 다양화에 따른 食生活習慣의 變遷으로 그 工業的 生産이 증가되고 수출 또한 계속 伸張되고 있는 실정이다. 그러나 김치는 貯藏중 김치의 酸敗現象으로 長期保存이 곤란하고 이것은 김치의 工業的 生産에 가장 큰 문제점으로

대두되고 있다.

국내의 김치에 관한 研究현황을 살펴보면 營養學的인 측면에서 研究가 進행되었는데 漬菜류의 비타민 C 함량을 조사한 채혜석등의 연구¹⁾, 김치를 포함한 醱酵食品의 비타민 B₁₂ 함량을 조사한 이인재등의 연구²⁾등을 들 수 있다. 또한 調理科學的인 측면에서는 배추를 절이는 소금의 농도와 時間에 대한 이혜수의 연구³⁾가 있으며 김치숙성중의 비타민류의 安全性에 대한 연구로는 調味料나 醬辛料가 비타민 C에 미치는 영향⁴⁾, 전분, 당질

및 아미노산이 비타민 C에 미치는 영향⁷⁻⁹⁾, 김치 담금용기에 대한 연구^{7,10,11)}, 醱酵條件이 비타민에 미치는 영향^{7,9)}등의 많은 연구가 진행되었다. 김치 醱酵동안의 有機酸에 대한 연구로는 김호식¹²⁾, 김덕순¹³⁾ 등이 있고 또 김치의 숙성온도에 따른 휘발성 有機酸 및 이산화탄소에 관한 김현우¹⁴⁾, 천종희¹⁵⁾의 연구가 있는데 이러한 연구들은 김치의 有機酸으로는 乳酸 외에도 수산, malonic acid, malic acid, 호박산, 구연산등으로 분리하였고 김치의 醱酵가 단순한 乳酸醱酵가 아니라 여러가지 醱酵의 複合作用임을 입증하였다.

김치 醱酵에 관여하는 微生物에 대한 연구로서는 김치 細菌의 전반적 특성을 조사한 권숙표¹⁶⁾의 연구, 동김치와 동치미로부터 혐기성 細菌을 分離, 同定한 정태석¹⁷⁾의 연구, 김치의 혐기성 및 호기성 細菌들의 分離同定실험결과 김치의 醱酵에 관여하는 혐기성 細菌으로는 주로 *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus faecalis* 이 있고 호기성 細菌으로는 *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *pseudomonas nigrifaciens*, *Pseudomonas mira*, *Bacillus macerans*임을 밝힌 김호식¹⁸⁾, 황규찬 등¹⁹⁾의 연구, 김치 醱酵과정중의 細菌의 動的變化에 대한 김호식²⁰⁾, 민태익²¹⁾의 연구가 진행되었다.

김치의 위생적 측면에 관한 연구로는 최충란의 발육 및 저항성에 대한 소진탁²²⁾의 연구, 김치 醱酵과 대장균의 死滅에 대한 정윤수²³⁾의 연구가 이루어졌다.

김치 貯藏중 김치의 物性變化연구가 육철²⁴⁾에 의해 수행되었고 Fabian 등²⁵⁾과 Demain 등²⁶⁾에 의해서도 칩채류의 조직변화실험이 보고된 바 있다.

이상과 같이 김치의 貯藏성과 品質에 영향을 미치는 要因에 대하여 여러 연구가 진행되었으나 總細菌 및 乳酸菌의 消長, 그리고 그에 따른 物性에 대한 연구는 없다.

이에 본 연구는 배추김치를 숙성시킨 후 김치의 貯藏성과 品質에 영향을 미치는 總細菌과 乳酸菌의 消長과 이에 따른 배추김치의 物性を 실험하고자 한다. 이는 김치의 酸敗現象으로 인한 長期保存의 문제점을 해결하고 나아가 工業的 生産을 실

현시킬 수 있는 기초연구가 될 것으로 생각된다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험을 위한 김치의 종류는 대표적인 김장김치를 대상으로 하였으며 김치제조를 위하여 배추, 무우, 마늘, 생강, 쪽파, 고추가루, 소금을 사용하였다. 주원료인 결구배추와 무우는 1986년산 김장으로 생산된 것을 사용하였고 생강, 마늘, 쪽파는 시장에서 신선한 것을 구입하여 박피, 수세하여 사용하였다. 고추는 씨와 쪽지를 제거하고 분쇄하여 사용하였으며 소금은 1등급인 한주소금을 사용하였다.

2. 김치제조

1) 절 임

절임시 사용되는 소금은 배추의 풋냄새제거 및 독특한 풍미를 부여하고, 사용된 염농도는 김치의 醱酵, 즉 乳酸生成과도 밀접한 관계가 있으며 저염농도에서 장시간 침치는 당, 유리아미노산등의 손실이 커서 풍미를 저하시키거나 조직손상등을 가져올 수 있다. 따라서 염농도의 결정은 매우 중요하며 이에 본 실험에서는 1.5 kg 정도의 결구배추를 4등분하고 1.5%의 식염용액에서 6시간 절임을 하였다.

2) 담 금

기본적인 원료배합은 Table 1과 같은 중량비로 제조하였다. 김치의 제조는 먼저 절임배추를 2회

Table 1. Combination of raw materials for the Kimchi preparation

Raw material	% by fresh weight
Korean cabbage	85.0
Radish roots	5.0
Green onion	3.0
Salt	3.0
Red pepper powder	2.5
Garlic	1.0
Ginger	0.5

Table 2. Formula ingredients per liter of distilled water for total aerobic bacteria count

Bacto-Tryptone	5.0 g
Bacto-Yeast extract	5.0 g
Bacto-Glucose	1.0 g
K ₂ PHO ₄	1.0 g
Kimchi extract	20 ml
Bacto-Agar	20 g

pH not adjusted

수도물로 수세한 후 탈수하고 부원료인 마늘, 생강을 잘 마쇄한 후 3~4 cm 정도로 세절한 쪽파와 고추가루, 소금을 첨가하여 잘 섞어서 절임배추에 곁고루 버무렸다. 이때 사용한 식염 3%는 배추를 절임할 때의 식염양이 포함된 것으로 배추김치의 식염함량은 0.5~0.7%이다.

3) 숙 성

제조된 김치를 외부공기와의 접촉을 피하기 위해 0.1 mm polyethylene pouch에 넣어 밀봉한 후 plastic 용기에 담아 10°C에서 2일간 숙성시켰다.

4) 김치의 포장 및 저장

김치의 포장 최적시기결정은 김치를 담근 후 숙성동안 적정산도, pH, 환원당 및 관능검사등의 실험에 연관하여 김치맛이 적당한 상태의 숙성도를 결정하였다. 본 실험에서는 김치의 숙성후 맛에 좋은 적정산도인 0.32%일때를 최적시기로 선정하여 pH, 환원당, 관능검사를 하였으며 포장재로서는 20 μ nylon 6/60 μ polyethylene 으로 접합된 pouch를 사용하여 1/4포기씩 含氣包裝하여 10°C의 대형냉장고에 저장하였다.

3. 微生物生育試驗

모든 微生物試驗은 내부 침지액 10 ml를 취하여 3회반복으로 수행하였다.

1) 好氣性 總細菌(Total aerobic bacteria)

김치저장중 호기성 총세균의 변화는 Pederson 등²⁷⁾의 방법에 따라 tryptone-glucose-yeast extract(TGY) ager(Table 2)를 이용한 平板法으로 30±1°C에서 1~2일간 배양한 후 계수하였다.

Table 3. Formula ingredients per liter of distilled water for total anaerobic bacteria count

Bacto-Tryptone	5.0 g
Bacto-Yeast extract	5.0 g
Bacto-Glucose	1.0 g
K ₂ HPO ₄	1.0 g
Sodium thioglycolate	1.0 g
Kimchi extract	20 ml
Bacto-Agar	20 g

pH not adjusted

Table 4. Formula ingredients per liter of distilled water for total lactic bacteria count

Trypticase peptone	10.0 g
Yeast extract	5.0 g
Monopotassium phosphate	6.0 g
Ammonium citrate	2.0 g
Dextrose	20.0 g
Sorbitan monooleate	1.0 g
Sodium acetate hydrate	25.0 g
Magnesium sulfate	0.575 g
Manganese sulfate	0.120 g
Ferrous sulfate	0.034 g
Agar	15.0 g

Final pH 5.0+0.1 at 25°C

2) 嫌氣性 總細菌(Total anaerobic bacteria)

혐기성 총세균은 Sodium thioglycolate를 함유한 TGY agar(Table 3)를 이용하여 Pour plate method로 접종 후 gas pak(BBL. Lab)에 담아 30±1°C에서 1~2일간 배양한 후 계수하였다.

3) 總乾酸菌(Total Lactobacilli)

총유산균은 Lactobacillus Selection(LBS) agar (BBL Lab)를 이용한 Pour Plate method로 30±1°C에서 1~2일간 배양한 후 계수하였다(Table 4)

4. 김치組織測定

김치조직의 변화정도를 측정하기 위하여 김치의 밀둥치로부터 5 cm 부위를 일정하게 절단하고 rh-eometer(I & T Co., Japan)를 사용하여 Table 5

Table 5. Operational condition of rheometer

Instrument	R-UDJ-DM type rheometer
Probe	Rheometer probe #5
Clearance	0.5 mm
Chart speed	120 mm/min
Table speed	33 mm/min
Measuring load	4 kg

와 같은 조건으로 Penetrating test 를 수행하였다.

5. 官能檢査

김치의 관능검사는 3점 試驗法으로²⁰⁾ 10명의 官能檢査要員을 선정하여 김치고유의 풍미와 組織에 대하여 5점기호척도시험을 실시하였다.²⁰⁾ 이때의 관능평점은 '매우 좋다'를 5점, '좋다'를 4점, '그저 그렇다'를 3점, '나쁘다'를 2점, '매우 나쁘다'를 1점으로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 微生物生育試驗結果

1) 好氣性 總細菌의 變化

김치숙성과정에서 호기성세균의 변화는 Fig. 1 과 같다. 김치담금직후에 호기성세균의 수는 4.5×10^6 /ml 정도였던 것이 숙성초기에는 급격한 증가를 보여 포장하기 직전에는 1.2×10^7 /ml 로 거의 3 log cycle 증가하였다. 그리고 10°C 에 저장 후 10일까지는 호기성세균의 증가를 보였으며 저장 10일 이후부터는 醱酵이 점차 진행됨에 따라 호기성 미생물의 생장이 억제되어 저장 60일에는 $10^5 \sim 10^6$ /ml 로 감소되었으며 그 이후부터는 다시 증가하는 경향이였다. 이는 저장말기에 있어서 효모의 증가가 그 원인으로 생각되며 이와 같은 결과는 김호식등²⁰⁾의 연구와 민태익등²¹⁾의 연구보고와 일치한다.

2) 總乳酸菌의 變化

김치발효과정에서 乳酸菌의 생육상태는 Fig. 2 와 같다. 김치담금직후에 있어서 乳酸菌數는 3.6×10^8 /ml 정도였으며 숙성 6일동안 乳酸菌의 계속적인 증가를 보여 포장직전의 乳酸菌數는 $8.8 \times$

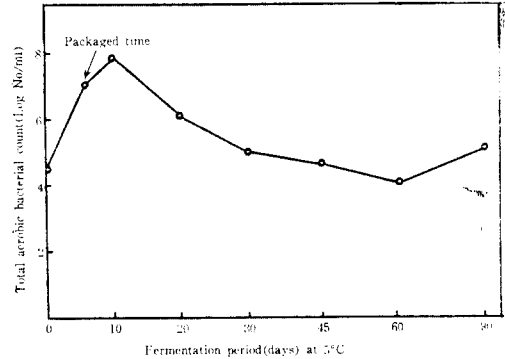


Fig. 1. Viable cell count of the total aerobic bacteria during Kimchi fermentation.

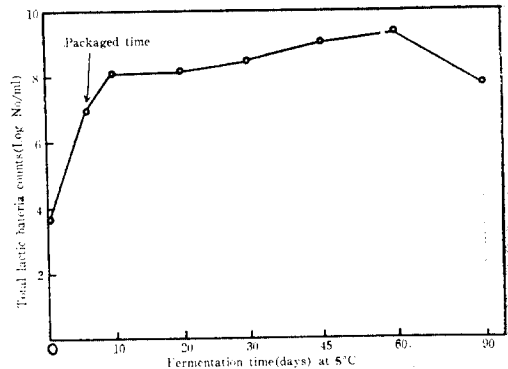


Fig. 2. Viable cell count of the total lactic bacteria during Kimchi fermentation.

10^6 /ml 이었다. 숙성진행기간중 乳酸菌의 변화를 보면 숙성 10일까지 급격한 증가를 보여 乳酸菌數가 1.5×10^8 /ml 정도였고 그 이후 완만하게 점진적으로 증가하여 저장 60일에 3.5×10^9 /ml 로 최대치를 나타내었다가 점차 감소하여 저장 90일에는 8.0×10^7 /ml 정도였다.

3) 嫌氣性 總細菌의 變化

김치의 醱酵에 관여하는 微生物은 주로 혐기성 세균으로 본 실험에서 혐기성 세균의 변화는 전술한 總乳酸菌數의 변화와 거의 동일한 경향이였으며 이는 혐기성 세균의 대부분이 乳酸生成細菌임을 알 수 있다(Fig. 2). 김치의 혐기적 醱酵에 관여하는 주요 微生物은 일반적으로 *Lactobacillus Plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc*

Table 6. Changes of firmness during Kimchi fermentation^a

(unit: kg)		
Fermentation period(days)		
0	30	60
1.605	1.405	1.128

^a Fermentation at 10°C

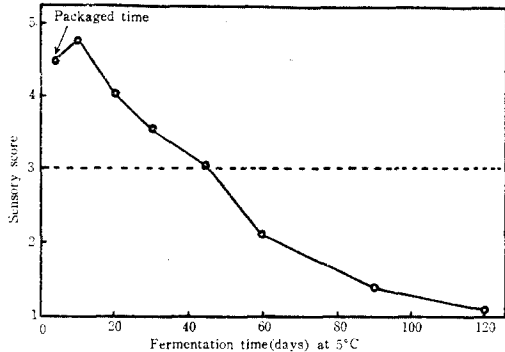


Fig. 3. The result of sensory evaluation for the overall acceptability during Kimchi fermentation.

Sensory scores are rated using a scale of 1 to 5: where 5, excellent; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, unacceptable.

mesenteroides, Streptococcus faecalis 등이라고 알려지고 있다²⁰⁾.

2. 김치組織의 變化

김치저장기간중 김치組織의 變化를 Rheometer를 이용하여 측정한 결과는 Table 6과 같다. 김치는 저장기간이 경과함에 따라서 組織이 軟化되었음을 알 수 있으며 이와 같은 김치組織의 變化는 Pectin 물질이 微生物이 분비하는 효소들이나 원료 자체에 존재하는 효소의 作用에 기인되며 처리된 것은 숙성중 계속 높은 정도를 유지하였고 조직내에 있는 polygalacturonase는 계속 감소하다가 말기에 증가²⁴⁾하였으므로 미생물 증식억제 대책이 필요하다.

3. 官能的 品質評價

김치의 저장중 전반적 기호성(외관, 풍미, 조직)

을 선정된 10명의 검사원으로 하여금 5점기호척도 시험을 수행한 결과는 Fig. 3과 같다. 김치의 풍미는 아미노산에 의한 감칠 맛과 당분에 의한 단맛, 낮은 온도의 김치국속에 많이 녹아 있는 CO₂에 의한 독특한 炭酸味와 酸味등에 의한 것으로 알려지고 있다²³⁾. 김치저장중 乳酸菌의 급격한 變化가 시작되었던 저장 10일경 이후부터는 官能的 品質評價試驗에서도 기호도가 급격히 저하됨을 알 수 있다.

IV. 요 약

김치저장법의 개선을 위한 기초실험으로서 김치를 5°C에서 냉장하면서 저장기간중 微生物의 生育과 김치組織의 變化 및 官能試驗을 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 微生物生育試驗에서 好氣性細菌은 貯藏初期에 증가하나 乳酸菌(嫌氣性細菌)의 증가와 함께 감소하는 경향이였다.
2. 김치의 組織變化는 貯藏期間이 경과함에 따라서 현저하였다.
3. 官能檢査에 의한 김치의 綜合的 品質評價에서 貯藏 10일이후에는 官能的 評點이 저하하였다.

참 고 문 헌

1. 채폐석, 주진순: 중양화학연구소보고, 4, 1955, p.47.
2. 이인재, 김성익, 허명: 한국발효식품에 대한 생물화학적 연구(제 9보), 중양화학연구소보고, 7, 1958, p.14.
3. 이혜수: 김치에 대한 조리과학적 연구, 대한가정학회지, 10(1), 1972, pp.617~625.
4. 황희자: 조미료 및 향신료가 Ascorbic acid에 미치는 조리화학적 연구, 한국영양학회지, 7(1), 1974, pp.37~43.
5. 안숙자: 김치에 당근을 섞었을 때의 Vitamin C의 변화, 대한가정학회지, 10(2), 1972, pp.793~806.
6. 전희정: 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, 1964.

7. 우경자 : 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1968.
8. 황희자 : 당질과 아미노산이 Ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향, 한국영양학회지, 15(1), 1985, pp.22~29.
9. 정하숙, 고영태, 임숙자 : 당류가 김치의 발효와 Ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향, 한국영양학회지, 18(1), 1985, pp.36~45.
10. 이강자 : L-ascorbic acid의 산화에 미치는 식품 및 thiamine 마늘가루의 영향, 대한가정학회지, 6(11), 1968, pp.57~59.
11. Lee, Y.C., Kirk, J.R., Bedford, C.L. and Heldman, D.R.: Kinetic and Computer Simulation of Ascorbic acid stability of tomato juice as functions of temperature, pH and metal catalyst, J. of Food Science, 42(3), 1977, pp.640~644.
12. 김호식, 조덕현, 이춘녕 : 서울대학교 논문집 (B) 14, 1963, p.1.
13. 김덕순, 조의순, 이근배 : 대한생화학학회지, 1(2), 1964, p.116.
14. 김현옥, 이혜수 : 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구, 한국식품과학회지 7(2), 1975, pp.74~81.
15. 천종희, 이혜수 : 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8(2), 1976, pp.90~94.
16. 권숙표 : 김치의 세균학적 연구(제 1보), 중앙화학연구소보고, 4, 1955, p.42.
17. 정태석, 황규찬 : 과연회보, 4, 1959, p.56.
18. 김호식, 황규찬 : 과연회보, 4(1), 1959, p.56.
19. 황규찬, 정운수, 김호식 : 과연회보, 5(1), 1960, p.51.
20. 김호식, 전재근 : 원자력논문집, 6, 1966, p.112.
21. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향, 한국식품과학회지, 16(4), 1984, pp.443~450.
22. 소진탁 : 회충란의 김치 및 그 성분안에서의 발육 및 그 저항력, 대한가정학회지 1(창간호), 1959, pp.48~58.
23. 정운수, 박근창, 유상열, 김정훈 : 기술연구보고서, 6(5), 1967.
24. 육철, 정금, 박관화, 안승요 : 예비열처리에 의한 무우김치의 연화방지, 한국식품과학회지, 17(6), 1985, pp.447~453.
25. Fabian, F.W., Byran, C.S. and Etchells, T.L.: Tech. Bull: Michigan State College, Agr, Expt. Sta. 1932, p.126.
26. Demain, A.L. and Phaff, H.J.: Journal of Agr. Fd. Chem., 5, 1959, p.60.
27. Pederson, C.S. and Albury, M.H.: New York State Agr, Expt, Station, Geneva, Cornell Univ. Bulletin, No. 824, 1969.
28. 이철호, 채수규, 이진근, 박봉상 : 식품공업품질관리론, 유림문화사, 1982.