

발효 온도와 시간 조합을 달리한 총각김치의 품질 특성

강정화 · 강선희 · 안은숙 · 정희종

전남대학교 식품공학과

(2003년 10월 31일 접수)

Quality Properties of Chonggak Kimchi Fermented at different Combination of Temperature and Time

Jeong-Hwa Kang, Sun-Hee Kang, Eun-Sook Ahn, and Hee-Jong Chung

Department of Food Science and Technology, Graduate School

Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

(Received October 31, 2003)

Abstract

To determine the conditions of the fermentation and storage for *Chonggak* kimchi in kimchi refrigerator, prepared *Chonggak* kimchi took into kimchi refrigerators which were controlled at four different modes of the fermented temperature and time, and fermented and kept for 16 weeks. The pH in *Chonggak* kimchi fermented at 20°C for 24 hours/stored at -1°C dropped greater than all of kimchi fermented at other combinations, and the changes of pH at any combinations were not greater than those in *Baechu* kimchi, because pH in *Chonggak* kimchi did not dropped below 4.5. Acidities in *Chonggak* kimchi were greatly increased at higher temperature. The acidity in *Chonggak* kimchi during the first week of fermentation was lower than that in *Baechu* kimchi and then it was rather higher because of the addition of waxy rice paste. In texture, puncture force of *Chonggak* kimchi was decreased slowly until 8 weeks of fermentation and then did not changed much and the highest values showed in *Chonggak* kimchi stored directly at -1°C without any fermentation. In sensory evaluation, the scores for the carbonated flavor and the sourness were the highest in *Chonggak* kimchi fermented at 20°C for 24 hours/stored at -1°C, but the lowest in *Chonggak* kimchi stored directly at -1°C without any fermentation because of some undesirable flavors. The lowest hardness showed in *Chonggak* kimchi fermented at highest temperature and the best hardness was in *Chonggak* kimchi fermented at 5°C for 3 days or 6 days/stored at -1°C.

The appearance was the best in *Chonggak* kimchi fermented at 20°C for 24 hours/stored at -1°C and the worst was in *Chonggak* kimchi stored directly at -1°C without any fermentation. The overall acceptability of *Chonggak* kimchi fermented at 20°C for 24 hours/stored at -1°C was good after 4 weeks of fermentation, but in *Chonggak* kimchi fermented at 5°C for 3 days or 6 days/stored at -1°C it was good after 6 weeks. Total microbial counts in most of *Chonggak* kimchi were reached to a maximum number within 7 days, and then decreased similarly at all modes. *Leuconostoc* spp. and *Lactobacillus* spp. increased to maximum number of 1.48×10^9 and 5.62×10^9 , respectively, in *Chonggak* kimchi fermented for 7 days. Yeast counts showed a increasing trend not depends on

fermenting temperature and they were lower counts than those in *Baechu* kimchi. Waxy rice paste which added to *Chonggak* kimchi resulted in increasement of glucose as a carbon source and stimulated to reproduce the microbes in *Chonggak* kimchi.

Key Words : combination of temperature and time, *Chonggak* kimchi, kimchi, fermentation, kimchi refrigerator

I. 서론

김치는 우리나라 고유한 침채류로서 채소류를 식염에 절인 후 여러 가지 부재료를 첨가하여 숙성시킨 발효식품의 일종으로¹⁾ 김치의 역사는 삼국사기와 삼국지위지 동이전에서 삼국시대에 채소를 먹었고 식품 발효기술이 뛰어났다는 기록으로 보아 채소를 절여 먹었음을 알 수 있으며 고려 중엽 이규보의 동국이상국집 중에서 가포 육영이라는 시편에 장아찌와 김치를 가리키는 구절이 있고 조선시대에 편찬된 규합총서에 우리나라 김치류의 제조법이 나와 있다²⁾.

김치의 종류와 담금방법은 지역에 따라 다르고 시대 및 계절환경에 따라 영향을 받으며 사용하는 재료와 제조방법에 따라 종류가 매우 다양하고 식생활이 풍족해 짐에 따라 그 종류는 점차 증가하는 추세이다²⁾. 2001년 김치 Codex 규격 안이 통과한 이후 세계적인 식품으로 인정되고 2003년 중국 등지에서 발생한 사스(SARS, 중증 급성호흡기 증후군) 예방효과가 있다는 보도 후에 김치에 대한 관심이 더욱 높아졌다. 김치는 세계적인 식품으로 각광을 받을 만큼 우수한 식품이면서도 저장과정에서 발효현상 등에 의하여 다른 식품에 비해 비교적 가식기간이 짧고 완전한 살균과 효소의 불활성화가 어려운 문제점을 안고 있다. 우리 김치가 세계적인 식품으로 발전하기 위해서는 위생성, 저장성, 영양성 등의 품질 우수성이 강조되어야 하고 이에 대한 폭넓은 과학적 연구가 수행되어야 한다³⁾. 더구나 최근에 식생활이 다양화되면서 무김치의 소비량이 점차 증가하는 추세이지만 현재까지 김치에 대한 연구는 대부분 배추김치를 중심으로 되어 있고 무김치에 대한 연구는 상대적으로 적은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 총각김치를 김치냉장고에서 발효 및 저장시키면서 먹을 경우 총각김치에 가장 적합한 발효온도와 시간의 조합을 결정하기 위

하여 4가지 유형의 발효온도/시간의 조합을 선택하여 각각 발효 및 저장하였을 때의 총각김치의 pH와 산도 변화, 관능적 특성, 및 미생물학적 품질 특성을 분석함으로써 총각김치를 위한 김치냉장고의 최적 발효 및 저장 조건을 확립하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

무는 무게가 130g 정도 크기의 고랭지 무, 부재료인 고춧가루, 멸치액젓(염도 11%), 새우젓(염도 24%), 마늘, 생강, 파는 광주광역시 농산물도매시장에서 제조전일 구입하여 사용하였다.

2. 총각김치의 제조

총각김치는 이⁴⁾의 방법에 준하여 <Table 1>과 같은 재료 배합비율을 사용하여 제조하였다. 우선 무를 깨끗이 세척하여 4등분하여 16% 소금물에 1시

<Table 1> Ingredient ratio for the preparation of *Chonggak* kimchi

Ingredients	Quantity(g)
Radish	100.0
Green onion	5.8
Powdered red pepper	4.2
Garlic	2.3
Ginger	1.2
Fermented anchovy sauce	4.8
Fermented shrimp sauce	2.7
Sugar	0.8
Welsh onion	2.1
Waxy rice paste	8.4

* Final salinity was adjusted to 3.0% with NaCl.

간 동안 절인 후 3회 세척하여 절인 무의 염도가 2.0%가 되도록 조절하였고 실과는 무 절인 물에 10분간 가볍게 절인 후 세척하여 4cm 크기로 썰고, 마늘과 생강은 다지고 대파는 어슷하게 썰었으며 새우젓은 곱게 다져 사용하였다. 찹쌀 풀은 찹쌀가루와 물의 비율을 1:8로 하여 풀을 조제하였고 멸치액젓과 곱게 다진 새우젓에 고춧가루를 넣어 버무린 후 식힌 찹쌀 풀을 첨가하여 끈기를 주고 절인 총각무 무게비율에 따른 부 재료를 첨가하여 고루 혼합하였다. 이때 최종 염도는 3.0%가 되도록 소금을 사용하여 조절하였다.

3. 총각김치 제조에 사용한 발효와 저장의 온도/시간 조합

제조된 총각김치는 플라스틱 김치용기(15L, 25×33×20cm)에 담아 미리 발효와 저장의 온도/시간 조합이 입력되어 자동적으로 조절되는 시판중인 A사 김치전용 냉장고 4대에 각각 넣고 14주 동안 발효와 저장과정에서의 품질 특성을 분석하였다. 발효와 저장의 온도/시간 조합은 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합, 5°C 6일간 발효/-1°C 저장 조합, 5°C 3일간 발효/-1°C 저장 조합, 및 무발효/-1°C 저장 조합의 4가지 조합을 사용하였다.

4. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 pH 변화

총각김치 시료 50g을 취하여 분쇄기로 분쇄하고 여과하여 얻어진 여과액 10ml를 취하여 pH meter (Orion, 520A)로 pH를 측정하였다.

5. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 산도 변화

산도는 AOAC법⁵⁾에 준하여 pH 측정에서 조제된 여과액 20ml를 취하여 0.1% phenolphthalein지시약을 3방울 떨어뜨린 다음 0.1N NaOH로 적정하여 NaOH 소요량을 구하고 산도 계산식에 의하여 lactic acid(% , w/w)로 환산하여 산출하였다.

6. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 텍스처 변화

총각김치의 텍스처⁶⁾는 무 전장의 1/3되는 지점을 측정점으로 하고 이 지점에서 4×1.5×1.0cm의 크기로 측정시료를 잘라낸 다음 <Table 2>와 같은 분석 조건에서 침투관통시험(puncture test)에 의한 경도(hardness)로 나타냈다.

7. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 관능적 특성 변화

총각김치의 관능적 특성을 평가할 관능검사원은 실험에 대한 관심도와 검사원으로서의 적합성이 인정된 학부와 대학원 학생 20명을 선발하여 본 실험의 목적을 설명하고 필요한 훈련을 시킨 후에 텍스처 측정에서와 동일한 방법으로 시료를 준비하여 관능평가를 실시하였다. 관능검사는 외관, 탄산미, 경도, 신맛, 무 배운맛, 총 기호도에 대하여 1에서 5(5: 매우 강하다, 4: 강하다, 3: 보통이다, 2: 약하다, 1: 매우 약하다)까지 점수로 나타내는 5점 채점법에 따라 실시하였다.

8. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 미생물학적 변화

1) 총균수의 변화

채취하기 전에 잘 혼합한 총각김치액 1ml를 무균적으로 취하여 0.1% peptone수로 적절하게 희석한 다음 희석액 1ml를 plate count agar plate에 pouring culture method로 접종하고 37°C에서 48시간 배양한

<Table 2> Analytical conditions for Texture Analyzer

	Puncture force
Instrument	The Universal Texture Analyzer (Model TA-XT2, England)
Probe	Cylinder(2mm)
Travel distance	100%
Probe speed	1.0mm/sec
Pre-test speed	5.0mm/sec
Sample size	2.0×2.0×1.0(cm)

후 형성된 colony 수를 총균수⁷⁾로 계수하였다.

2) 젖산균수의 변화

젖산균수는 *Lactobacilli* MRS broth(Difco)에 0.002% bromophenol blue를 첨가하여 미리 제조한 *Lactobacilli* MRS agar배지에 총균수 실험에서와 동일한 희석김치즙액 0.1ml를 취하여 도말하는 surface culture method로 접종한 다음 30°C에서 72시간 배양한 후에 colony를 관찰하여 colony의 형태와 색깔에 따라 *Lactobacillus* spp.와 *Leuconostoc* spp.의 수를 계수하여 젖산균 수⁸⁾를 산출하였다.

3) 효모수의 변화

총균수 실험에서와 동일한 희석김치즙액 0.1ml를 취하여 미리 10% tartaric acid로 배지의 pH를 3.5±0.1로 조정된 potato dextrose agar(Difco) plate에 도말하여 30°C±1°C에서 3일간 배양한 다음 형성된 colony를 계수하고 효모수⁹⁾로 나타냈다.

9. 통계분석

실험결과에 대한 통계처리는 Statistical Analysis System(SAS) 프로그램¹⁰⁾을 이용하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며 각 발효 및 저장의 온도-시간 조합별과 저장기간을 요인으로 하는 이원배치 분산분석을 수행하였고, 평균차이의 검정법인 다중 비교에서 Duncan 방법에 의해 그 유의성을 분석하였다.

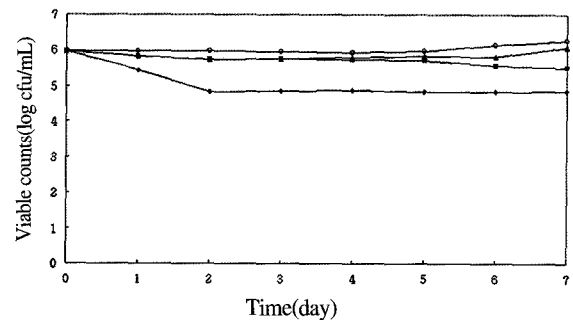
III. 결과 및 고찰

1. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 pH 변화

총각김치의 초기 7일 동안의 pH 변화는 <Fig. 1>에 나타낸 바와 같이 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합에서 발효 2일 후에 4.84까지 떨어졌고 그 이후에는 큰 변화가 없었으며, 다른 발효와 저장의 온도/시간 조합의 경우는 pH가 초기부터 크게 떨어지지 않고 서서히 낮아져 7일 후에도 6.0 정도를 나타냈다.

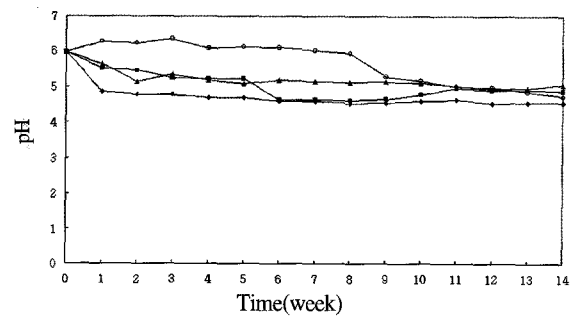
14주 동안 저장하는 과정에서의 pH 변화는 <Fig.

2>에서와 같이 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 경우 초기 pH 5.97이 1주 후에 4.85, 4주 후에 4.68, 8주 후에 4.53으로 낮아졌으나 그 이후에는 거의 변화가 없어 14주 후에는 4.54를 나타냈다. 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합의 경우 5주 후까지 서서히 낮아져 5.21이던 것이 6주 후에는 4.62로 크게 떨어졌고 8주 후에는 4.60까지 낮아졌으나 9주 후부터는 오히려 약간씩 높아져 14주 후에는 4.87까지 높아졌다. 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합의 경우는 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합에 비하여 약간 높은 pH를 나타냈으나 그 변화 경향은 거의 비슷하였는데, 2주 후에 5.14로 크게 떨어지다가 9주 후까지 5.13의 pH가 유지되었고 10주 후부터 약간 감소하기 시작하여 14주 후까지 5.0 내외의 pH를 유지하였다. 무발



<Fig. 1> Changes of pH in *Chonggak* kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 7 days.

- : I, kimchi was fermented at 20°C for 24 hours and stored at -1°C.
- : II, kimchi was fermented at 5°C for 6 days and stored at -1°C.
- ▲— : III, kimchi was fermented at 5°C for 3 days and stored at -1°C.
- : IV, kimchi was not fermented and directly stored at -1°C.



<Fig. 2> Changes of pH in *Chonggak* kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 14 weeks.

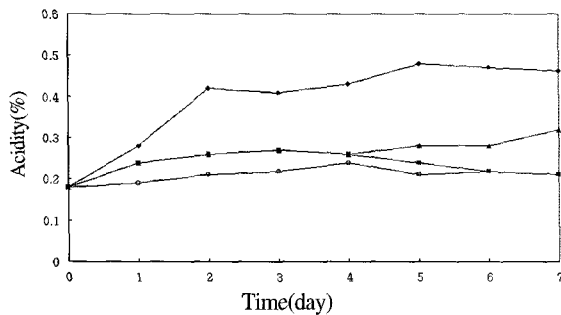
See footnotes in Fig. 1.

효/ -1°C 저장 조합의 총각김치는 3주 후까지 오히려 pH가 약간 높아지다가 4주 후부터 낮아지기 시작하여 8주 후에 초기 pH 수준으로 낮아진 것으로 보아 미생물의 생육이 느려 약간의 산 생성이 있었지만 첨가된 젓갈 등에 의한 완충작용에 의해 pH는 거의 변화가 없었다. 이처럼 총각김치는 발효와 저장의 온도/시간 조합에 따른 pH의 변화가 약간 차이가 있었는데 이는 총각김치에 사용된 무가 조직이 단단해서 내부까지 부재료의 침투가 어렵고 발효도 원활하게 진행되지 못하고 첨가량이 상대적으로 많은 젓갈류 속에 들어있는 아미노산의 완충작용에 기인된 것¹¹⁾으로 보인다.

2. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 산도 변화

총각김치의 0~7일 동안의 산도는 <Fig. 3>에서와 같이 20°C 24시간 발효/ -1°C 저장 조합의 경우 2일째까지 크게 증가하였고 그 이후에도 서서히 증가하여 7일째에는 0.46%까지 증가하였는데, 5°C 6일 발효/ -1°C 저장 조합과 5°C 3일 발효/ -1°C 저장 조합의 경우는 발효초기부터 서서히 증가하여 7일째에 각각 0.32%와 0.21%를 나타내 발효의 진행이 아주 느린 것으로 분석되었다. 그리고 무발효/ -1°C 저장 조합의 경우는 초기 산도와 7일째의 산도가 차이가 없는 것으로 보아 이 온도에서는 발효가 거의 일어나지 않는 것으로 나타났다.

총각김치의 14주 동안의 산도 변화는 <Fig. 4>와



<Fig. 3> Changes of acidity in *Chonggak* kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 7 days.

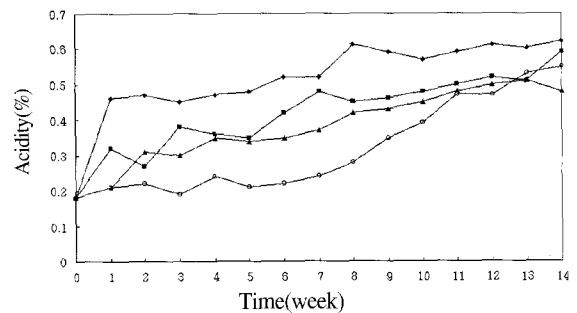
See footnotes in Fig. 1.

같이 20°C 24시간 발효/ -1°C 저장 조합의 경우 최초 1주일 동안 크게 증가하였고 그 이후에는 서서히 증가하다가 다시 7주 후에 크게 증가한 다음 14주째까지 거의 변화가 없었다. 5°C 6일 발효/ -1°C 저장 조합과 5°C 3일 발효/ -1°C 저장 조합의 경우는 20°C 24시간 발효/ -1°C 저장 조합에서 보다 산도가 훨씬 낮았으나 그 변화 경향은 비슷한 것으로 나타났고 무발효/ -1°C 저장 조합에서는 산도가 11주째에서야 5°C 3일 발효/ -1°C 저장 조합의 산도로 증가되었다.

3. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 텍스처 변화

<Table 3>과 같은 총각김치의 puncture test 결과, 발효와 저장의 온도/시간 조합에 관계없이 서서히 감소하는 경향을 보였으나, 20°C 24시간 발효/ -1°C 저장 조합의 총각김치는 숙성 1일 후에 크게 감소한 다음 그 이후에는 아주 서서히 감소하였고 5°C 6일 발효/ -1°C 저장 조합과 5°C 3일 발효/ -1°C 저장 조합의 경우 거의 비슷한 puncture force를 보였고 약간 감소하는 변화 경향도 동일하였다. 무발효/ -1°C 저장 조합의 경우 1일 후에 약간 감소하였지만 7일 후까지 거의 변화가 없었다.

총각김치의 16주 동안의 puncture force 변화는 <Table 4>에서와 같이 발효온도와 관계없이 8주째까지 감소하는 경향을 보이다가 그 이후부터 14주째까지 거의 변화가 없었다. 20°C 24시간 발효/ -1°C



<Fig. 4> Changes of acidity in *Chonggak* kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 14 weeks.

See footnotes in Fig. 1.

저장 조합의 총각김치는 초기부터 3주 후까지 큰 폭으로 감소하다가 그 이후부터 8주 후까지 서서히 감소하는 경향을 보인 후에, 9주 후부터 14주 후까지는 거의 변화가 없었다. 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합과 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합의 경우는 6주 후까지 거의 비슷한 정도로 서서히 감소하는 경향을 보이다가 그 이후에는 거의 변화가 없었고 무발효/-1°C 저장 조합의 경우 4주 후까지 약간 감소하다가 7주 쯤까지 다시 증가한 다음 14주 쯤까지는 거의 변화가 없었다.

4. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 관능적 특성 변화

총각김치의 0~7일 발효과정에서의 탄산미, 신맛, 경도, 외관, 무 매운맛, 총 기호도에 대한 관능적 특성 변화는 <Table 5>a-c에 나타났다. 탄산미와 신맛은 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치는 2일 후부터 탄산미와 신맛을 느낄 수 있어서 상대적으로 높은 평가를 받았으나 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합과 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합의 경우는 아직 느끼기에 충분한 발효기간이 되지 못하였다. 경도는 탄산미나 신맛과는 반대로 무발효/-1°C 저장 조합의 총각김치가 가장 경도가 높아 무가 딱

딱하였으나 발효가 가장 많이 진행된 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치의 경도는 7일 후까지 좋은 것으로 평가되었다. 외관은 초기에 발효가 많이 진행된 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치가 가장 높은 평가를 받았는데 김치의 외관은 발효가 적당하게 진행된 상태가 가장 좋고 발효가 너무 진행되거나 전혀 진행되지 않은 총각김치의 외관은 상대적으로 좋지 않은 것으로 나타났다. 무의 매운맛은 온도가 낮을수록 발효가 느리게 진행되어 매운맛이 강하게 느껴지기 때문에 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치가 매운맛이 가장 약한 것으로 평가되었다. 총 기호도는 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 경우 2일 후부터 높은 평가를 받아 7일 후에는 가장 높은 4.00으로 평가되었고 그 다음으로 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합, 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합이었으며 무발효/-1°C 저장 조합의 총각김치는 거의 발효가 일어나지 않아 아주 낮은 1.71로 평가되어 가장 기호도가 나쁜 것으로 평가되었다.

총각김치의 14주 동안 발효과정에서의 관능평가 결과는 <Table 6>a-c에 나타냈는데 탄산미는 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합에서 2주 후부터 아주 좋은 탄산미를 느끼기 시작하여 거의 14주 후까지 느낄 수 있었고, 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합에서

<Table 3> Changes of puncture force¹⁾ in Chonggak kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 7 days

Time(day)	Puncture force			
	I ²⁾	II	III	IV
0	1.08±0.38 ^{aA}	1.08±0.38 ^{aA}	1.08±0.38 ^{aA}	1.08±0.38 ^{aA}
1	0.92±0.16 ^{bb}	1.05±0.42 ^{aA}	1.05±0.42 ^{aAB}	1.06±0.61 ^{aA}
2	0.88±0.23 ^{bb}	1.08±0.52 ^{aA}	1.08±0.52 ^{aA}	1.02±0.43 ^{aA}
3	0.87±0.12 ^{bb}	0.99±0.11 ^{ba}	0.99±0.11 ^{abc}	1.00±0.22 ^{aA}
4	0.89±0.03 ^{bb}	1.00±0.59 ^{aA}	0.95±0.06 ^{abc}	0.98±0.09 ^{ba}
5	0.89±0.09 ^{bb}	1.04±0.53 ^{aA}	0.94±0.09 ^{bc}	0.99±0.07 ^{ba}
6	0.90±0.06 ^{bb}	1.03±0.14 ^{aA}	0.93±0.06 ^{bc}	1.03±0.54 ^{aA}
7	0.92±0.41 ^{bb}	0.99±0.39 ^{abA}	0.96±0.37 ^{bc}	1.05±0.44 ^{aA}

¹⁾ Values with different superscript in the same column are significantly different at p<0.05. Data were presented as means standard deviation.

²⁾ I : Kimchi was fermented at 20°C for 24 hours and stored at -1°C.

II : Kimchi was fermented at 5°C for 6 days and stored at -1°C.

III : Kimchi was fermented at 5°C for 3 days and stored at -1°C.

IV : Kimchi was not fermented and directly stored at -1°C.

<Table 4> Changes of puncture force¹⁾ in *Chonggak* kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 14 weeks

Time(day)	Puncture force			
	I ²⁾	II	III	IV
0	1.08±0.38 ^{aA}	1.08±0.38 ^{aA}	1.08±0.38 ^{aA}	1.08±0.38 ^{aA}
1	0.92±0.41 ^{baB}	0.99±0.39 ^{baA}	0.96±0.37 ^{abAB}	1.05±0.44 ^{aA}
2	0.94±0.66 ^{aA}	0.94±0.24 ^{aAB}	0.90±0.19 ^{aABC}	0.96±0.40 ^{aB}
3	0.90±0.48 ^{aAB}	0.89±0.27 ^{abC}	0.90±0.19 ^{aABC}	0.91±0.04 ^{bC}
4	0.90±0.48 ^{aAB}	0.88±0.32 ^{abC}	0.89±0.28 ^{aBC}	0.89±0.63 ^{abC}
5	0.91±0.22 ^{aAB}	0.79±0.67 ^{bC}	0.80±0.30 ^{bCD}	0.92±0.12 ^{bC}
6	0.86±0.39 ^{aAB}	0.86±0.31 ^{abC}	0.78±0.87 ^{aBC}	0.90±0.47 ^{bC}
7	0.83±0.68 ^{aAB}	0.88±0.78 ^{abC}	0.91±0.49 ^{aBC}	0.95±0.41 ^{aB}
8	0.80±0.60 ^{abB}	0.82±0.78 ^{bC}	1.01±0.32 ^{aA}	0.92±0.25 ^{abC}
9	0.81±0.08 ^{ab}	0.81±0.08 ^{ac}	0.81±0.08 ^{bCD}	0.81±0.09 ^d
10	0.81±0.08 ^{abAB}	0.81±0.07 ^{bC}	0.80±0.09 ^{bCD}	0.90±0.02 ^{bC}
11	0.82±0.85 ^{abB}	0.80±0.27 ^{abC}	0.71±0.48 ^{bd}	0.94±0.34 ^{aB}
12	0.87±0.62 ^{aAB}	0.84±0.25 ^{abC}	0.86±0.52 ^{abC}	0.90±0.37 ^{abC}
13	0.79±0.58 ^{ab}	0.85±0.23 ^{abC}	0.82±1.27 ^{cd}	0.84±0.40 ^c
14	0.81±0.07 ^{bb}	0.85±0.07 ^{bbC}	0.84±0.07 ^{bbCD}	0.95±0.3 ^{4ab}

¹⁾ Values with different superscript in the same column are significantly different at p<0.05. Data were presented as means standard deviation.

²⁾ See footnotes in Table 3.

는 3주 후부터 3.00이상의 평가를 받아 역시 14주 후까지 강하게 느낀 것으로 평가되었으며 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합에서는 6주 후에야 3.00이상의 탄산미 평가를 받아 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합과 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합에 비하여 비교적 낮은 탄산미를 느낀 것으로 평가되었다. 신맛은 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 경우 2주 후부터 아주 강하게 나타났고 13주 후부터는 신맛이 지나치게 강한 것으로 평가되었으며, 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합에서는 8주 후에 강한 신맛을 느끼기 시작하여 그 후 계속 신맛이 증가하여 14주 후에는 약간 지나치게 강한 신맛이 나는 것으로 평가되었고 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합의 경우 9주 후에 강한 신맛을 느끼기 시작하여 계속 신맛이 증가하여 14주 후에도 지나치지 않을 정도의 신맛이 있는 것으로 평가되었다. 무발효/-1°C 저장 조합의 총각김치는 8주 후부터 신맛이 느껴지기 시작하여 14주 후까지 서서히 발효가 진행됨에 따라 신맛이 증가되고 있는 것으로 평가되었다. 경도는 초기에 발효가 진행된 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의

경우 10주 후에 2.00으로 낮아져 무가 물려진 느낌을 주었고, 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합의 경우는 11주 후에, 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합에서는 13주 후에 경도가 2.00이하의 평가를 받았다. 그러나 무발효/-1°C 저장 조합의 총각김치는 14주 후까지 경도가 2.14의 평가를 유지함으로써 상대적으로 발효가 더디게 진행되어 무의 텍스처가 아직 단단함을 알 수 있었다. 외관은 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 경우 14주 동안 지속적으로 좋은 평가를 받았고 5°C 발효와 무발효 조합의 총각김치는 14주 내내 외관이 좋지 않은 것으로 평가되었다. 무의 매운맛은 숙성의 온도가 높고 초기에 발효가 많이 진행될수록 매운맛이 빨리 없어져 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 경우 2주 쯤부터 매운맛이 약한 것으로 평가되었으나 무발효/-1°C 저장 조합의 총각김치는 매운맛이 11주 후까지도 강한 것으로 평가되었다. 총 기호도는 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 경우 1주~10주까지 아주 좋은 것으로 평가되었고, 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합 총각김치는 2주~12주까지 아주 좋은 것으로 평가되었는

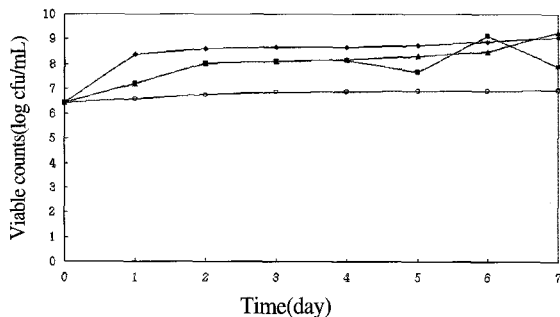
데 특히 8주 이후부터는 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치보다 더 좋다는 평가를 받았다. 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합 총각김치는 5주~11주까지 총 기호도가 아주 좋은 것으로 평가되었고 8주 후부터는 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치보다 더 좋은 것으로 평가되었으나 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합 총각김치보다 더 좋다는 평가는 받지 못하였다.

5. 발효와 저장의 온도/시간 조합에 의한 총각김치의 미생물학적 변화

1) 총균수의 변화

총각김치의 0~7일 동안의 총균수 변화는 <Fig. 5>에서와 같이 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합 김치가 다른 조합의 김치에서 보다 총균수가 더 높게 나타났고 발효 2일째까지 크게 증가된 후에 서서히 증가하여 7일째에는 1.15 10⁹까지 증가되었다. 담금 초기의 총균수가 2.67×10⁶으로 배추김치의 총균수보다 많았는데 이 등¹²⁾의 보고에 의하면 젖산균 생육에 영향을 주는 것으로 알려진 것갈의 첨가량이 배추김치에 비해 3배 정도 많았기 때문으로 생각된다.

<Fig. 6>에서와 같이 14주 동안의 총균수 변화는 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치는 총균수가 1주 후에 최대치인 1.15×10⁹을 나타낸 후 저장 14주 후까지 서서히 감소하였고, 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합 총각김치는 총균수가 1주 후에



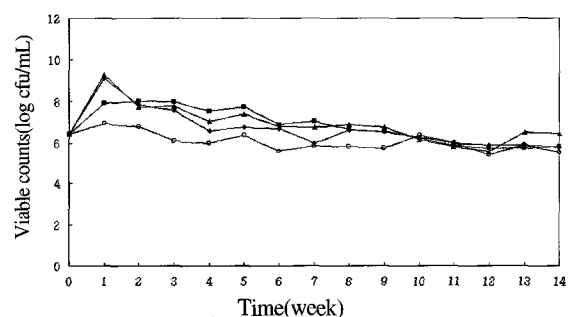
<Fig. 5> Changes of total microbial counts in Chonggak kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 7 days.

See footnotes in Fig. 1.

최대치인 7.41×10⁷로 증가하여 5주 후까지 거의 변화가 없다가, 그 이후부터 14주 후의 6.61×10⁶로 감소하였다. 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합 총각김치는 1주 후에 총균수가 최대치인 6.72×10⁹로 증가하였다가 서서히 감소하여 저장 14주 후에는 2.70×10⁶로 감소하였다. 무발효/-1°C 저장 조합 총각김치는 초기 총균수가 2주 후까지 유지되다가 3주 후에 1.23×10⁶로 감소되기 시작하여 저장 14주 후까지 서서히 감소하였으나 그 감소폭은 크지 않았다.

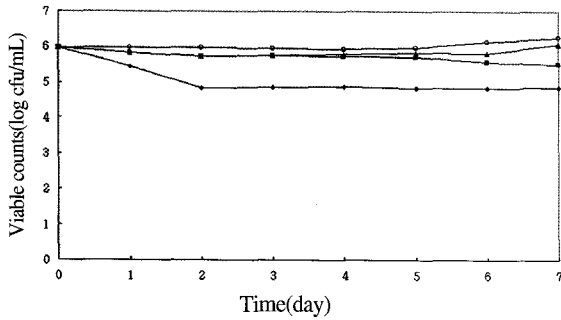
2) 젖산균수의 변화

총각김치의 0~7일 동안의 젖산균수는 <Fig. 7>과 같이 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합에서는 *Leuconostoc*은 1주 후까지 서서히 증가하여 3.17×10⁸으로 최고치를 나타냈고, *Lactobacillus*도 1주 후까지 계속해서 증가하여 3.17×10⁸으로 최고치를 나타냈다. 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합의 경우 *Leuconostoc*은 6일 후에 3.17×10⁸으로 최고치를 나타낸 후 1주 후에는 약간 감소하였고 *Lactobacillus*도 점점 증가하여 6일 후에 최고치인 1.34×10¹⁰을 나타낸 후 1주 후에는 약간 감소하는 경향을 보였다. 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합의 경우 *Leuconostoc*은 계속 증가하여 1주 후에 3.17×10⁸으로 최고치를 나타냈고 *Lactobacillus*도 점점 증가하여 1주 후에 최고치인 5.64×10⁸까지 증가하였다. 무발효/-1°C 저장 조합 총각김치에서는 1주 후까지 *Leuconostoc*과 *Lactobacillus*가 모두 서서히 증가하는 경향을 나타냈으나 초기의 균 수와 거의 같은 수준



<Fig. 6> Changes of total microbial counts in Chonggak kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 14 weeks.

See footnotes in Fig. 1.



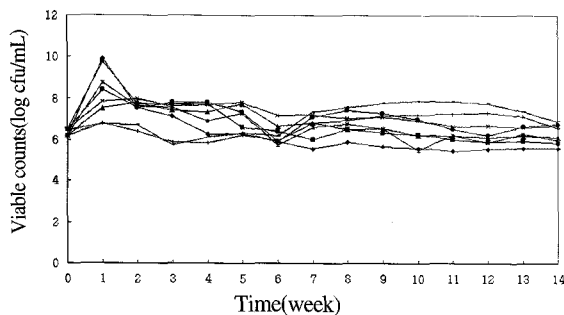
<Fig. 7> Changes of lactic acid bacteria counts in Chonggak kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 7 days.

- - - : I, kimchi was fermented at 20°C for 24 hours and stored at -1 (Leuc.)
- - - : I-1, kimchi was fermented at 20°C for 24 hours and stored at -1 (Lac.)
- - - : II, kimchi was fermented at 5°C for 6 days and stored at -1 (Leuc.)
- - - : II-1, kimchi was fermented at 5°C for 6 days and stored at -1 (Lac.)
- - - : III, kimchi was fermented at 5°C for 3 days and stored at -1 (Leuc.)
- - - : III-1, kimchi was fermented at 5°C for 3 days and stored at -1 (Lac.)
- - - : IV, kimchi was not fermented and directly stored at -1 (Leuc.)
- - - : IV-1, kimchi was not fermented and directly stored at -1 (Lac.)

이었다.

*Leuconostoc*이 발효 6일째 가장 높은 4.2×10^8 을 나타낸 총각김치는 찹쌀풀 농도가 10.8%이기 때문에 찹쌀풀 내에 존재하는 당의 이용이 높아진다는 이⁴⁾의 결과와 첨가된 찹쌀풀의 영향으로 젖산균이 찹쌀풀에 함유된 당의 이용이 높아져 찹쌀풀이 젖산균의 생육을 촉진시켰기 때문으로 생각된다는 최^등¹³⁾의 연구결과와도 일치하였다.

총각김치의 14주 동안의 젖산균수는 <Fig. 8>과



<Fig. 8> Changes of lactic acid bacteria counts in Chonggak kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 14 weeks.

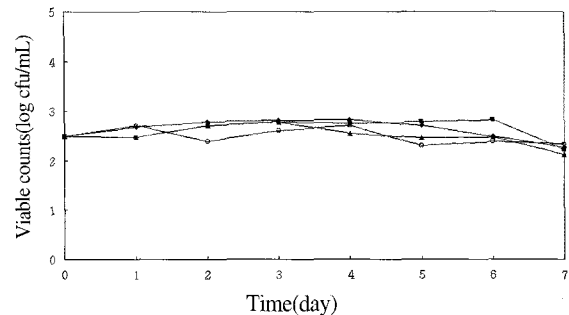
See footnotes in Fig. 7.

같이 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치에서는 *Leuconostoc*은 1주 후에 최고의 균 수를 보인 후 서서히 감소하여 14주 후에 1.51×10^6 까지 감소하였고, *Lactobacillus*도 1주 후에 2.57×10^6 으로 최고치를 보인 후에 점점 감소하여 14주 후에 4.57×10^6 까지 감소하였다. 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치는 *Leuconostoc*과 *Lactobacillus*의 균 수가 모두 2주 후에 최대치에 이르렀고 그 후부터 서서히 감소하여 14주 후에 1.66×10^6 및 2.4×10^6 까지 감소하였으며 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치는 *Leuconostoc*과 *Lactobacillus*의 균 수가 모두 1주 후에 최대치를 나타낸 후에 계속 감소하여 14주 후에 1.66×10^6 및 2.4×10^6 까지 감소하였다. 무 발효/-1°C 저장 조합에서 *Leuconostoc*은 1주 후까지 증식하다가 6주 후부터는 약간 감소한 후 다시 증가하여 12주째에 최대치인 2.45×10^7 으로 증가하였고 *Lactobacillus*는 2주 후까지 증가하다가 6주 후까지 감소한 다음 다시 증가하여 10주 후에 최대치인 1.12×10^6 으로 증가하였으며 그 이후에는 14주 후까지 거의 비슷한 수를 유지하였다.

3) 효모수의 변화

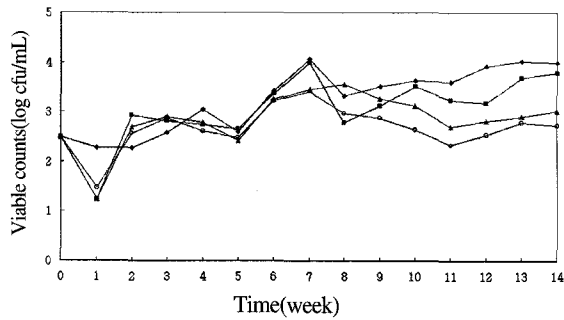
총각김치의 0~7일 동안의 효모수는 <Fig. 9>에 나타낸 바와 같이 모든 조합에서 저장온도가 -1°C로 비교적 낮기 때문에 효모수는 큰 변화가 없었으며 5일 후까지 효모수가 거의 비슷하였으나 6~7일에서는 전체적으로 약간 감소하는 경향을 보였다.

총각김치의 14주 동안의 효모수는 <Fig. 10>에서



<Fig. 9> Changes of yeast counts in Chonggak kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 7 days.

See footnotes in Fig. 1.



<Fig. 10> Changes of yeast counts in Chonggak kimchi fermented at different combinations of temperature and time and stored at -1°C for 14 weeks.

See footnotes in Fig. 1.

와 같이 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치의 효모수는 초기에 1.86×10^9 이던 것이 2주 후부터 서서히 증가하기 시작하여 저장 14주에는 9.77×10^9 까지 증가하였고 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합과 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합의 총각김치는 14주 후 각각 6.03×10^9 과 1.05×10^9 으로 증가하였으며 무발효/-1°C 저장 조합의 경우는 다른 조합에 비하여 낮은 효모수를 나타냈다. 이 결과는 발효온도가 높을수록 효모의 발현이 빠르고 그 검출수준도 높았다는 신¹⁴⁾ 등의 보고와 일치하였다.

IV. 요약

총각김치의 pH는 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 경우 다른 조합에 비하여 발효 초기에 크게 낮아졌지만 첨가한 젓갈중의 단백질에 의한 완충작용에 의해 pH 변화는 크지 않았다. 산도도 발효온도가 높아짐에 따라 더 크게 증가하였고 초기 1주일 동안의 산도는 배추김치의 산도보다 낮았으나 그 이후에는 더 높은 산도를 보였는데 이는 총각김치에 첨가한 찹쌀풀에 의해 산도가 증가했기 때문이다. 특히 총각김치는 찹쌀풀을 많이 첨가할수록 총각김치의 발효 후기의 산도가 높아진다. 조직감에서 puncture force는 발효 8주 후까지 서서히 감소하다가 그 이후에는 거의 변화가 없었으며 무발효/-1°C 저장 조합의 경우에 가장 높은 값을 나타냈다. 관능평가의 경우 탄산미와 신맛은 20°C 24시간 발

효/-1°C 저장 조합에서 가장 높았고 무발효/-1°C 저장 조합에서는 풋내와 같은 바람직하지 못한 풍미를 나타냈다. 경도는 발효온도가 높을수록 낮은 것으로 나타났고 5°C 3일 또는 6일 발효/-1°C 저장 조합이 가장 적당한 경도를 나타냈다. 외관은 초기에 발효가 진행된 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합이 가장 좋은 것으로 평가되었고 무발효/-1°C 저장 조합이 가장 나쁜 것으로 평가되었다. 총기효도는 발효온도가 낮을 경우 매운맛이 너무 강하게 느껴졌고 발효온도가 높을 경우 발효가 진행됨에 따라 매운맛도 감소하고 총기효도가 크게 증가하였다. 총균수는 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 경우 7일 후에 1.15×10^9 , 5°C 6일 발효/-1°C 저장 조합의 경우 6일 후에, 5°C 3일 발효/-1°C 저장 조합의 경우 7일 후에 각각 최고치를 나타냈으며 그 이후에는 거의 비슷한 경향으로 감소하였다. 젓산균수는 20°C 24시간 발효/-1°C 저장 조합의 경우 *Leuconostoc* spp. 와 *Lactobacillus* spp. 는 7일 후에 각각 1.48×10^9 와 5.62×10^9 으로 최고치를 나타냈다. 효모수는 발효온도에 관계없이 약간씩 증가하는 경향을 보였지만 배추김치에서 보다 훨씬 낮은 경향을 나타냈고 첨가된 찹쌀풀에 의해 당 함량이 높아져 미생물수가 배추김치에서 보다 더 크게 증가하였다.

■참고문헌

- 1) Lee CH, Ahn BS. Literature Review on Kimchi, Korean Fermented Vegetable Foods. Korean. J. Dietary Culture. 10(4): 311-319, 1995.
- 2) Chang KS, Kim MJ, Kim SD. Effect of Ginseng on the Preservability and Quality of Chinese Cabbage Kimchi. J. Korean Soc. Food Nutr. 24(2): 313-322, 1995.
- 3) Cho EJ, Lee SM, Rhee SH, Park KY. Studies on the Standardization of Chinese Cabbage Kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 30(2): 324-332, 1998.
- 4) Lee MY. Studies on standardization and quality improvement of the preparation for chonggak kimchi. MS Thesis in Busan National University, 2002.
- 5) A.O.A.C : Official Methods of Analysis, 14th ed.,

- Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA, 413, 1984.
- 6) Han HE, Park HK. Differential Determination of Lactic Acid Bacteria on Bromophenol blue agar plate. Papers in Research Institute for Basic Science, Inha University, 12: 89, 1991.
 - 7) Difco Manual : Digco Laboratories, 10th edition, Detroit, Michigan, USA, 689, 1984.
 - 8) Rhie SG, Chun SK. The Influence of Temperature on Fermentation of Kimchi. Korean J. Nutr & Food. 11(4): 63-66, 1982.
 - 9) Cheigh MJ, Han JS, Rhee SH, Park KY. Standardization of Ingredient Ratios of Wooung (Burdock , Arctium lappa, L) Kimchi. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27(4): 618-624, 1997.
 - 10) SAS : SAS/STAT guide for personal computers. Version 6 edition. SAS Institute Inc., Carg, NC (1985).
 - 11) Kim HO, Rhee HS. Studies on the Nonvolatile Organic Acids in Kimchis fermented at Different Temperatures. Korean J. Food Sci. Technol. 7(2): 74-81, 1975.
 - 12) Lee HS, Ko YT and Lim SJ. Effects of Protein Sources on Kimchi Fermentation and on the Stability of Ascorbic Acid. Korean J. Nutr. 17(2): 101-107, 1984.
 - 13) Choi SY, Kim YB, Yoo JY, Lee IS, Chung GS and Koo YJ. Effects of temperature and salt concentration on the storage of kimchi during the preparation. Korean J. Food Sci. Technol. 22(6): 707-710, 1990.
 - 14) Shin DH, Kim MS, Han JS and Lim DK. Changes of chemical composition and microflora in bottled vacuum packed kimchi during storage at different temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 28(2): 127-136, 1996.