

배추김치의 저장성에 미치는 감자 첨가의 영향

†백 재 은

부천대학 식품영양과

Effects of Potato on the Storage of *Kimchi*

†Jae-Eun Paik

Dept. of Food & Nutrition, Bucheon College, Gyeonggi-do 420-735, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the properties of *Kimchi* made with potato as compared to *Kimchi* made with radish. The pH, acidity, hardness, and number of lactic acid bacteria were examined as properties of the *Kimchi* to determine the suitability of adding the potato and with focus on the possible duration of storage. First in the case of pH, the storage duration at pH 4.2~4.3, which is the state for optimal tasting *Kimchi*, was approximately 10 days in the control group, while that of the experimental group was 10 to 16 days, and thus, longer than the control. Second in the case of acidity, representing the maturity of *Kimchi*, we examined the time it took to reach 0.6% acidity, in which the experimental group took more longer time than the control. Although the experimental group was slower to mature than the control, the period for keeping at the proper pH was longer than that of the control group. Thirdly, in the case of hardness, which relates to softening, the experimental group had remarkably high values. This suggests that the *Kimchi* in the experimental group had a more rigid texture and more difficultly softening than the control group. Lastly in the case of the number of lactic acid bacteria, which closely relates to the process of fermentation, there were no significant differences. In conclusion, these results indicate that adding potato to *Kimchi* can extend its storage period.

Key words: potato *Kimchi*, pH, acidity, hardness, lactic acid bacteria.

서 론

김치는 전통 채소 발효 식품으로 맛과 건강 기능을 갖는 한국을 대표하는 식품이다. 김치의 숙성도는 김치의 종류에 따라 다르지만, 발효 온도, 재료, 양념의 종류와 발효에 관여하는 미생물에 따라 자연 발효^{1,2)}가 다르게 일어나고 미생물이 계속적으로 성장하기 때문에 일정 기간의 맛있는 상태 후에는 시어지고, 조직이 물러지며, 불쾌취가 생성되어 섭취가 곤란하여³⁾ 가식 기간을 연장하려는 노력이 지속되어 왔다⁴⁾. 김치는 자연 발효 식품으로 인공 합성제의 사용이 법적으로 금지되어 천연 재료를 사용해 김치 고유의 맛과 향에 영향을 주지 않고, 저장성을 높이기 위한 연구가 다각적으로 지속되

고 있다⁵⁻⁹⁾. 김치는 그 지역과 계절에 따라 사용하는 부재료와 제조 방법이 달라서 그 맛이 다양하며¹⁰⁻¹⁴⁾ 특히 전라도 지방의 여름 김치는 저장성 증가를 위하여 부재료로 무 대신 여름에 생산되는 감자를 사용하는 것이 특징이다. 감자는 가지, 토마토와 같은 가지과에 속하는 1년생 작물로서, 연간 3.5억톤이 생산되는 세계 4대 작물 중의 하나이다¹⁵⁾. 감자는 수분 75~85%, 전분 16~17%, 단백질 2%, 그 외에 지방, 무기질로 구성되어 있으며, 비교적 적은 양이지만 양질의 단백질을 함유하며, 생감자 100 g 중에는 2%의 단백질이 들어 있어 건조하면 약 10%가 되어 대부분의 곡류 중에 함유된 단백질과 비슷한 양이다^{16,17)}. 그리고 감자에는 glycoalkaloid인 solanine과 chaconine 성분이 상당량 함유되어 있다¹⁸⁾. 감자를 포

† Corresponding author: Jae-Eun Paik, Dept. of Food & Nutrition, Bucheon College, 424 Simkok-dong, Wonmi-gu, Bucheon-si, Gyeonggi-do 420-735, Korea.

Tel: +82-32-610-3444, Fax: +82-32-610-3205, E-mail: jepaik@bc.ac.kr

함한 가지과 식품에 함유된 glycoalkaloid가 가진 생리 활성 기능을 보면 암세포 성장을 억제한다고 알려져 있으며^{19,20)}, Lee 등²¹⁾은 지금까지 유독 성분으로만 알려져 왔던 감자 alkaloid 성분의 생리 활성과 기능성을 연구한 결과, 암세포 성장 억제 효과가 뛰어난 사실을 보고하였다. 이러한 감자를 이용하여 김치를 제조할 경우, 김치의 다양화와 함께 김치의 기능성을 증가시킬 수 있으며, 감자의 이용률을 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다.

김치는 저장 중 젖산균에 의한 발효 과정이 계속 진행되어 각종 유기산과 탄산가스 등이 생성되므로 pH가 감소하고 산도가 증가하는 등의 변화가 나타나며^{22~29)}, 완숙기가 지난 김치는 젖산이 많아져 식품으로 섭취할 수 없는 상태가 되는 연부 현상이 나타난다. 김치의 과숙 현상을 억제하기 위하여 가장 보편적으로 이용되는 방법은 숙성 온도를 조절하는 방법과 김치의 염농도를 증가시켜 김치의 숙성을 조절하는 방법이다^{22,30,31)}. 그 밖에도 항균 작용을 하는 녹차나³²⁾나 키토산²³⁾, 오미자³³⁾, 한약재³⁴⁾ 등의 기능성 식품 소재를 김치에 첨가하여 다양한 형태의 김치를 개발하고 저장 기간을 연장하고자 하는 연구도 시도되었다. 그러나 김치의 저장성을 증가시키기 위하여 많은 연구가 진행되었음에도 김치를 장기간 저장하기 위한 방법은 냉장 저장 방법 이외의 만족할 만한 방법이 제시되고 있지 못하고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 여러 가지 기능성을 가지고 있는 것으로 확인된 감자를 첨가한 배추김치를 다양한 조건으로 제조한 후 저장 기간별 pH, 산도, 젖산균수, 조직감의 단단한 정도를 실시하여 저장 중 품질 특성의 변화를 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용한 배추, 무, 감자, 고춧가루, 파, 마늘 등은 국내산으로 실험 당일 부천시 중동 재래시장에서 구입하여 사용하였고, 소금은 천일염(푸름농원, 고창, 한국), 멸치액젓(하선정 종합식품, 한국), 설탕(제일제당, 한국), 찹쌀가루(100% 찹쌀가루, 사임당 식품, 한국) 제품을 이용하였다.

2. 김치 제조

구입한 시료 배추의 줄잎을 모두 제거하고 양끝에서 5 cm 씩 자른 다음 4×4 cm로 크기로 썰어 15% 소금물에서 2시간 동안 절였고, 절임 조건은 20℃에서 2시간 절여 침지하는 동안 배추 조직에 염분이 골고루 침투되도록 상층부와 하층부를 3회 교반해 주었다. 물로 3회 세척한 후 1시간 탈수시켰다. 각 부재료는 배추 무게의 10%의 무 첨가균을 대조균으로 하

Table 1. Ingredient of various potato Kimchi

Ingredient	Composition(g)			
	C ¹⁾	S-1 ²⁾	S-2 ³⁾	S-3 ⁴⁾
Chinese cabbage	4,500	4,750	4,500	4,250
Radish	500	-	-	-
Potato	-	250	500	750
Garlic	100	100	100	100
Red pepper powder	400	400	400	400
Salted anchovy	250	250	250	250
Sugar	75	75	75	75
Glutinous rice flour solution	250	250	250	250

¹⁾ C: control, ²⁾ S-1: Potato 5%, ³⁾ S-2: Potato 10%,

⁴⁾ S-3: Potato 15%.

였고, 배추 무게의 5%, 10%, 15%의 감자를 첨가하여 Table 1과 같이 제조하여 김치 제조 1일후 측정을 시작하여 3일 간격으로 25일간에 걸쳐 10℃에 저장하면서 저장 기간에 따른 결과를 관찰하였다.

3. 이화학적 특성 연구

1) pH, 산도 측정

배추김치 100 g을 취하여 믹서기(Hanil Co Ltd, Seoul, Korea)로 2분간 분쇄하고 3겹의 거즈를 사용하여 여과한 후 그 여과액을 취하여 pH와 산도를 측정하였다. pH는 여과액 20 ml를 취하여 pH meter(Coming 340, NY, USA)로 직접 측정하였고, 산도는 여과액 1 ml를 취하여 증류수로 50배 희석시킨 후 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가하고 0.1 N NaOH 용액으로 적정하였으며, 소비된 NaOH 용액의 양을 lactic acid(% w/w)로 환산하여 표시하였다.

4. 조직감 연구

배추김치를 3 cm×3 cm로 일정하게 자른 후 Rheometer(Compac-100, Sun Sci. Co Ltd, Tokyo, Japan)에 probe No 9를 부착하여 경도를 측정하였다. 시료는 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였으며, 측정 조건은 Table 2와 같다.

5. 젖산균수 측정

젖산균수는 김치의 국물부분 1 ml를 취하여 10배 희석법으로 희석하면서 MRSA 배지(Difco, NY, USA)를 이용하여 pour plate method에 의해 30℃에서 48시간 배양 후 colony 수가 30~300개인 평판을 선택하여 산출하였다. 각 처리군을 10℃에서 저장하면서 저장 30일까지의 젖산균수의 변화를

Table 2. Operating conditions of rheometer

Instrument	Rheometer
Sample height	5 mm
Probe diameter	20 mm
Chart speed	120 mm/min
Table speed	120 mm/min
Maximum force	2 kg

관찰하였다.

6. 통계 처리

통계 package SAS(ver. 8.12) package를 이용하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며, two way ANOVA test 및 Tukey의 다범위 검정을 통하여 각 처리구간에 유의적인 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

실험은 김치 제조 1일 후 측정을 시작으로 3일 간격으로 25일간에 걸쳐 저장 기간에 따른 결과를 살펴보았다.

1. 이화학적 특성 연구

1) pH 및 산도

감자 함량을 달리한 배추김치의 숙성 기간 동안의 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. 숙성 1일 차의 pH는 부재료 첨가 범위에 큰 영향 없이 pH 5.3~5.45 범위를 나타내었고, 숙성 7일차에 대조군은 pH 4.58를 나타내었으나, 감자 5% 첨가군(S-1), 감자 15% 첨가군(S-3)은 pH 4.81~4.94로 감자 함유 퍼센트가 증가함에 따라 숙성이 지연됨을 알 수 있었다. 숙성 중 김치의 맛이 가장 좋다고 알려진 pH 4.2~4.3³⁵⁾의 기간이 대조군은 10일 전후였고, 감자 첨가군의 경우 10~16일 사이로 감자 첨가군에서 더 길게 나타났다. 숙성 25일까지 대조군이 실험군보다 숙성이 빨리 되는 것을 알 수 있었다. 그러므로 김치 부재료로 첨가한 감자가 김치의 숙성을 지연시키는 요인이 되는 것으로 추측된다.

Fig. 2는 김치 시료의 적정 산도를 나타낸 것으로 pH 결과와 같은 경향으로 김치가 숙성됨에 따라 유기산이 생성되어 숙성 25일까지 계속 증가하는 경향을 보였다. 숙성 4일까지는 대조군과 첨가군의 차이가 나타나지 않았지만, 숙성 7일째 대조군이 실험군에 비해 젖산 함량이 가장 빠른 속도로 증가하였다. 개인의 기호도에 따라 차이가 있으나, 완숙기의 산도가 약 0.6% 정도라는 보고가 있는데³⁶⁾, 본 실험 결과 산도 0.6%에 도달하는 시간이 대조군보다 감자 첨가군이 오래 소

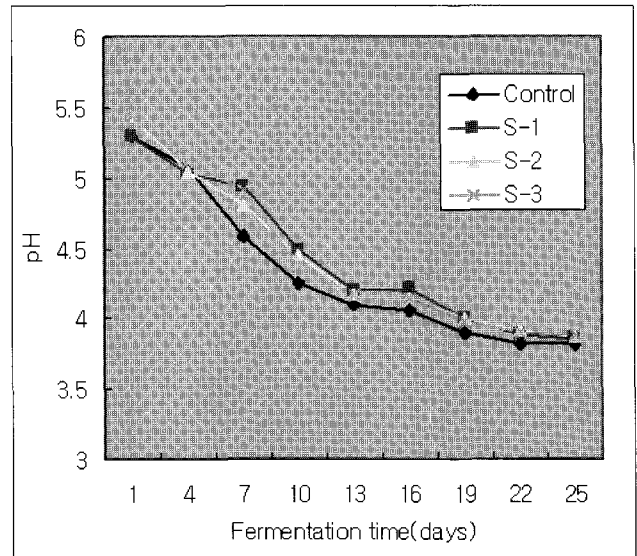


Fig. 1. Change in pH of Kimchi with various potato addition during fermentation at 10°C.

Control: Kimchi with radish,
 S-1: Kimchi with potato 5%,
 S-2: Kimchi with potato 10%,
 S-3: Kimchi with potato 15%.

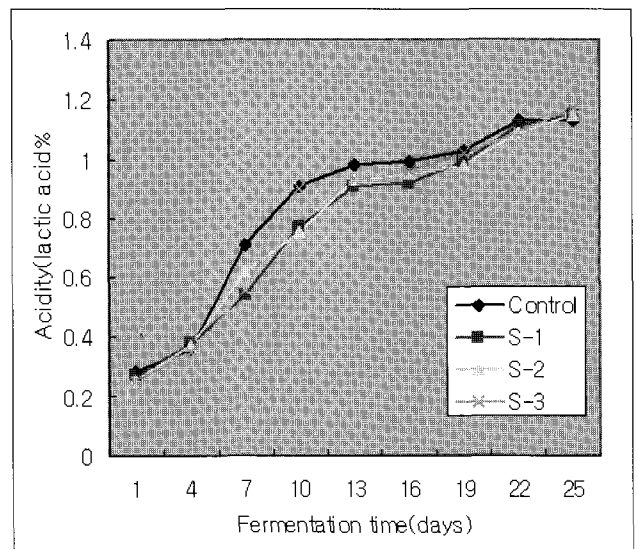


Fig. 2. Change in titratable acidity of Kimchi with various potato addition during fermentation at 10°C.

Control: Kimchi with radish,
 S-1: Kimchi with potato 5%,
 S-2: Kimchi with potato 10%,
 S-3: Kimchi with potato 15%.

요되었다. 이러한 경향은 숙성 22일까지 진행되어 감자 10% 첨가군 S-2, 감자 15% 첨가군 S-3, 감자 5% 첨가군 S-1, 대조

균 순으로 산도가 높아졌다. 적정 산도와 pH 변화를 관찰한 결과, 감자를 첨가한 김치는 대조군에 비해 숙성이 지연되는 것으로 나타나 부재료의 역할이 김치 숙성을 지연시키는 것으로 나타났다.

2. 조직감 연구

배추김치의 숙성 중 질감을 Texture analyser로 측정 한 결과는 Fig. 3과 같다.

대조군과 실험군의 경도 측정에서 숙성 기간 및 감자 첨가량에 대해 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.001$).

대조군의 경우, 실험군에 비해 경도가 현저히 저하되는 것을 알 수 있었으며, 숙성이 진행됨에 따라 감자 첨가량이 높아진 실험군의 경우 경도가 높은 값을 나타냈다. 숙성 7일차에 대조군과 실험군 모두 급속히 감소하는 경향을 나타냈으며, 감자 10% 첨가군 S-2군의 경우 숙성 7일차부터 완만한 감소 경향을 나타내 다른 군에 비해 높은 경도를 나타내었다.

3. 젖산균수 측정

감자 함량에 따른 배추김치의 젖산균의 변화는 Fig. 4와 같다. 모든 시료에서 7일까지 젖산균이 급격히 증가하였고, 10일째에 최대 젖산균수를 나타냈으며, 그 이후 완만한 감소를 보였다. 젖산균에 있어서는 대조군과 감자를 첨가한 실험군 사이에 차이를 볼 수 없었다.

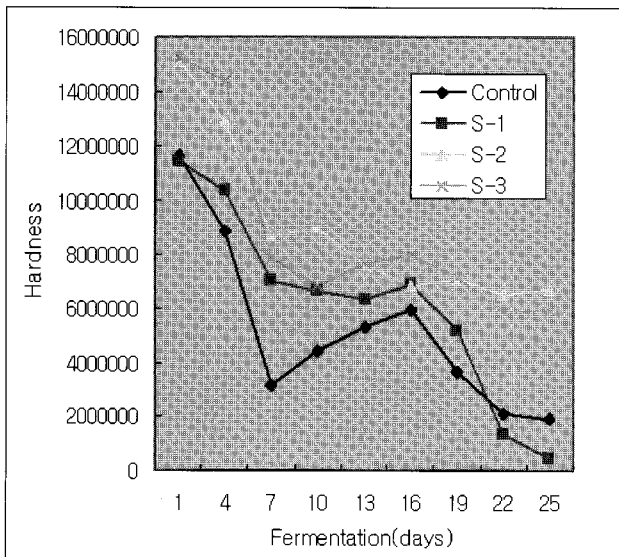


Fig. 3. Change in hardness of Kimchi with various potato addition during fermentation at 10°C.

Control: Kimchi with radish,
 S-1: Kimchi with potato 5%,
 S-2: Kimchi with potato 10%,
 S-3: Kimchi with potato 15%.

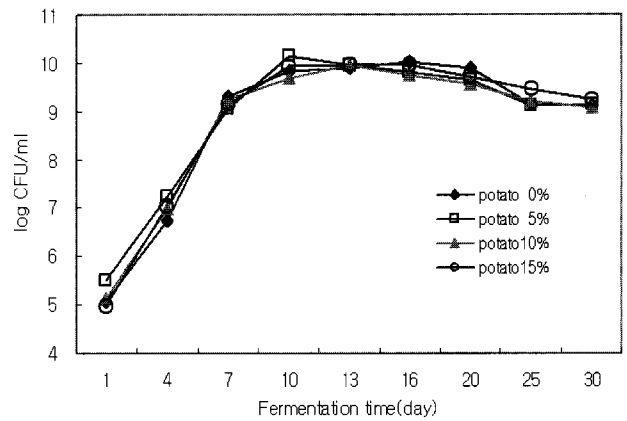


Fig. 4. Change in lactic acid bacteria of Kimchi with various potato addition during fermentation at 10°C.

Control: Kimchi with radish,
 S-1: Kimchi with potato 5%,
 S-2: Kimchi with potato 10%,
 S-3: Kimchi with potato 15%.

요약 및 결론

배추김치의 부재료 중 무 첨가군을 대조군으로 하고 무대신 감자 첨가량에 따른 배추김치를 제조하여 25일간 저장하면서 저장 기간별로 pH, 산도, 경도, 젖산균수 등의 품질 특성을 실험한 결과는 다음과 같다.

pH의 경우, 김치의 맛이 가장 좋다고 알려진 pH 4.2~4.3의 기간이 무 넣은 대조군의 경우 10일 전후였고, 실험 결과 감자 첨가군의 경우 10~16일 사이로 감자 첨가군에서 더 길게 나타났다. 산도의 경우 완숙기의 산도 0.6%라는 기준에 따르면 본 실험에서 감자 첨가군의 김치가 산도 0.6%에 도달하는 시간이 대조군보다 오래 소요되었다. 산도와 pH 실험 결과, 감자를 첨가한 김치가 대조군에 비하여 숙성을 지연시키는 효과가 있었다. 조직감의 경우, 대조군에 비하여 감자 첨가군의 경도가 현저히 높은 값을 나타내어 감자를 첨가한 김치가 쉽게 물러지지 않고, 조직감이 더 단단함을 알 수 있었다. 젖산균 수의 경우, 대조군과 감자 첨가군 사이에 별다른 차이가 보이지 않았다. 이상의 결과로 보았을 때, 감자 첨가에 따른 배추김치의 저장성은 명백한 연장 효과를 볼 수 있었다. 본 연구 결과를 기초로 하여 감자를 첨가한 배추김치 레시피의 최적화를 위한 연구를 지속적으로 진행하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 부천대학 교내 학술 연구비 지원으로 수행된 연구이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Han, HU, Lim, CR and Park, HK. Determination of microbial community as an indicator of *Kimchi* fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 22:26-32. 1990
2. Lee, CW, Ko, CY and Ha, DM. Microfloral change of lactic acid bacteria during kimchi fermentation and identification of the isolates. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 20:102-109. 1992
3. 이서래. 한국의 발효 식품. 한국문화연구원 한국문화총서 15, p144. 이화여자대학교 출판부. 1986
4. Moon, KD, Byun, JA, Kim, SJ and Han, DS. Screening of natural preservatives to inhibit kimchi fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27:257-263. 1995
5. Cha, BS, Kim, WJ, Byun, MW, Kwon, JH and Cho, HO. Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of *Kimchi*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 21:109-119. 1989
6. Park, KJ and Woo, SJ. Effect of Na-acetate, Na-malate and K-sorbate on the pH, acidity and sourness during *Kimchi* fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 20:40-44. 1988
7. 장근우, 임한백, 이병현, 김양수. 저장성이 연장된 김치류의 제조 방법. 특허공보 제1883호. 1990
8. Kim, WJ, Kang, KO, Kyung, KH and Shin, JI. Addition of salts and their mixtures for improvement of storage stability of *Kimchi*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 23:188-213. 1991
9. 윤석인, 박길동, 김영찬, 임영희, 이철. 산초추출물을 첨가한 김치류의 보존연장방법. 특허공법 제1766호. 1990
10. Cha, YJ, Lee, YM, Jung, YJ, Jeong, EJ, Kim, SJ, Park, SY, Yoon, SS, and Kim, EJ. A nationwide survey on the preference characteristics of minor ingredients for winter kimchi. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 32:555-561. 2003
11. 손경희. 김치의 종류와 이용. *Kor. J. Dietary Culture.* 6: 503-520. 1991
12. 조재선. 김치의 연구. pp.88-95. 유림문화사. 한국. 2000
13. Kim EM, Kim, YM, Jo, JH and Woo, SJ. A study on the housewives recognition and preference of seafoods and fermented seafoods add kimchi. *Kor. J. Dietary Culture.* 13: 19-26. 1998
14. Cha, YJ, Kim, H, Cho, WJ, Jung, YJ, Lee, YM and Kim, EJ. A survey on the sensory preference for home making of summer kimchi by nationwide region. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 32:393-399. 2003
15. Hawkes, JG. The evolution of cultivated potato and their tuber-bearing wild relatives. *Kultrup-flanze.* 36:189-208. 1988
16. Friedman, M. The nutritional value of proteins from different food source. A review. *J. and Agri. Food Chem.* 44:6-29. 1996
17. McCay, CM, McCay, JB and Smith, O. The nutritive value of potatoes-potato processing. pp.287-331. AVI, Westport, Connecticut. 1987
18. Friedman, M and McDonald, GM. Potato glycoalkaloid-chemistry analysis, safety and plant physiology. *Crit. Rev. Plant Sci.* 16:55-132. 1997
19. Cham, BE, Gilliver, M and Wilson, L. Antitumor effect of glycoalkaloid isolated from *Solanum sodomaeum*. *Planta Med.* 53:34-36. 1987
20. Cham, BE. Solasodine glycosides as anti-cancer agents-pre-clinical and clinical studies. *Asia Pac. J. Pharmacol.* 9:113-118. 1994
21. Lee, KR, Kozukue, N, Han, JS, Park JH, Chang EY, Baek, EJ and Friedman M. Glycoalkaloids and metabolites inhibit the growth of human colon(HT29) and liver (HepG2) cancer cells. *J. Agric. Food Chem.* 52:2832-2839. 2004
22. Choi, SY, Kim, YB, Yoo, JY, Lee, IS, Chung, KS and Koo, YJ. Effect of temperature and salts concentration of kimchi manufacturing of storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 22:707-710. 1990
23. Kim, Ko, Noon, HA and Jeon, DW. The effect of low molecular weight chitosans of the characteristics of kimchi during fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27:420-427. 1995
24. Han, ES. Quality changes of salted chinese cabbage by packing methods during storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 26: 283-287. 1994
25. Jeon, YS, Kye, IS and Cheigh, HS. Changes of vitamin C and fermentation characteristics of *Kimchi* on different cabbage variety and fermentation temperature. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 28:773-779. 1999
26. Lee, KH, Cho, HY and Pyun, YR. Kinetic modeling for the prediction of shelf-life of kimchi based on total acidity as a quality index. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 23:306-310. 1991
27. Kim, DK, Kim, SY, Lee, JK and Noh, BS. Effects of xylose and xylitol on the organic acid fermentation of kimchi. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 32:889-890. 2000
28. Han, ES. Salting storage method of highland Chinese cabbage for *Kimchi*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 25:118-122. 1993
29. Kim, WJ, Kang, Ko, Kyung, KH and Shin, JI. Addition of

- salts and their mixtures for improvement of storage stability of *Kimchi*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 23:188-195. 1991
30. Park, WP, Park, KD, Kim, JH, Cho, YB and Lee, NJ. Effect of washing conditions in salted Chinese cabbage on the quality of *Kimchi*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 29:30-34. 2000
31. Kim, SY and Kim, Ko. Effect of sodium chloride concentrations and storage periods on characteristics of *Kakdugi*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 21:370-374. 1989
32. Park, HJ, Kim, SI, Lee, YK and Han, YS. Effects of green tea on *Kimchi* quality and sensory characteristics. *Kor. J. Soc. Food Sci.* 10:315-321. 1994
33. Moon, SW and Jang, MS. Effects of water extracts from *Omiija*(*Schizandra chinensis* Baillon) on *Nabak Kimchi* preservation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 29:814-821. 2000
34. Kim, MR, Mo, EK, Kim, JH, Lee, KJ and Sung, Ck. Effects of hot water extracts of natural plants on the prolongation of optimal fermentation time of *Kakdugi*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 28:365-370. 1999
35. Mheen, TI and Kwon, TW. Effect of temperature and salt concentration of *Kimchi* fermentation. *Kor. J. Food Sci Technol.* 16:443-450. 1984
36. Ko, YT and Baik, IH. Changes in pH, sensory properties and volatile odor components of *Kimchi* by heating. *Kor. J. Soc. Food Sci. Nutr.* 34:1123-1126. 2002
-
- (2007년 11월 12일 접수; 2007년 12월 10일 채택)