

얼갈이배추김치, 열무김치 및 열무물김치의 저장 중 품질특성 및 질산염 함량 변화

박영희 · 서해정 · 조인영 · 한귀정 · 전해경[†]

농업과학기술원 농촌자원개발연구소

Changes of Quality Characteristics and Nitrate Contents in *Ulgari-Baechu Kimchi*, *Yulmoo Kimchi* and *Yulmoo Mul-Kimchi* during Storage Period

Young-Hee Park, Hae-Jeong Seo, In-Young Cho, Gwi-Jung Han and Hye-Kyung Chun[†]

National Rural Resources Development Institute, RDA, Gyeonggi 441-853, Korea

Abstract

Nitrate contents and quality characteristics of *Ulgari-Baechu Kimchi*, *Yulmoo Kimchi*, and *Yulmoo Mul-Kimchi* were investigated during a storage period. In case of *Ulgari-Baechu Kimchi* and *Yulmoo Kimchi*, an increase of pH and decrease of acidity were distinguished by the 4th day of the storage after fermentation. In *Yulmoo Mul-Kimchi*, pH value decreased and total acidity increased through the whole storage period. Total microbial and lactic acid bacterial counts of *Yulmoo Kimchi* and *Ulgari-Baechu Kimchi* reached the peak at the 4th day of storage and slowly decreased after the 18th day. Total microbial and lactic acid bacterial counts of *Yulmoo Mul-Kimchi* were also the highest at the 4th day of fermentation but showed gradual decreases from the same day. Nitrate contents of *Ulgari-Baechu Kimchi* significantly decreased by fermentation at room temperature, which continued during the whole store period to down by 11%. Showing the similar pattern in the nitrate content change, *Yulmoo Kimchi* and *Yulmoo Mul-Kimchi* recorded 12% and 5% decrease, respectively.

Key words: nitrate, *Ulgari Baechu Kimchi*, *Yulmoo Kimchi*, *Yulmoo Mul Kimchi*

서 론

식물은 성장발육에 반드시 필요한 성분인 질소(N)를 질산염(NO_3^-)을 통해 공급받으며 이러한 질소 성분의 경우 논에서는 암모늄형태(NH_4^+-N)로 흡수 이용되나 밭에서 재배되는 작물의 경우에는 거의 모든 질소성분이 질산형태(NO_3^--N)로 흡수 이동된다(1-3). 다소 차이가 있기는 하나 질소 시비량이 증가함에 따라 채소의 질산염 함량이 증가하며 식물체내의 질산염 축적량은 대체로 과채류에 비해 근채류나 엽채류에 높은 것으로 알려져 있다(4). 채소류는 인간이 섭취하는 질산염의 가장 큰 공급원으로 전체 섭취량의 75~80%를 차지하며 채소류의 질산염 함량에 대한 연구는 다른 식품군에 비해 비교적 많은 자료가 있다. 채소류의 질산염 함량은 1~10,000 mg/kg으로 광범위하게 분포하며(5) 동일 채소 내에서도 함량의 차이가 크다(6).

질산염이 과다하게 함유되어 있는 채소를 인간이 섭취할 경우 질산염은 장내에서 아질산염으로 환원되고 이는 다시 체내에 존재하는 아민류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 형성하는 것으로 알려져 있다(7,8). 그러나 이러한 반응은 특정 조건하에서 발생할 가능성이 있다는 확설이 있

을 뿐 실제 임상연구를 통하여 체내에서 이 반응이 어느 정도 진행되는지는 밝혀지지 않았다(5,9). 한편 질산염과 N-nitroso compounds에 대한 역학조사 결과, 식품을 통해 섭취된 질산염만으로는 암을 유발하지 않는다고 보고되고 있다(10).

김치는 우리나라의 식생활에서 빠질 수 없는 대표적인 전통발효식품으로 김치류의 섭취를 모두 합하였을 때 전체 채소류 섭취량의 40%를 차지하는 가장 큰 공급원이다(11). 채소의 주요 공급원인 김치의 질산염 함량에 대한 연구는 진행되었으나 대부분 배추 및 무 김치에 한정되어 있고(12-14) 그 밖의 재료를 이용한 다양한 별미 김치들에 대한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 별미 김치 중 대표적인 봄철 김치인 얼갈이배추김치와 여름 김치인 열무김치 및 열무물김치의 발효에 의한 품질특성 및 질산염 함량 변화를 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

김치 재료

열무와 얼갈이배추는 경기도 수원시 임북동에 소재한 비

[†]Corresponding author. E mail: chunhk@rda.go.kr
Phone: 82 31 299 0560, Fax: 82 31 299 0553

닐하우스(5 m×60 m)에서 2005년 5월에 직접 파종 및 재배 하였으며, 6월에 수확하여 그 당일에 각각의 김치를 제조하였다. 김치 제조에 필요한 파, 마늘, 고추 등은 수원시 권선구 소재 광천상회에서 담금 전달 구입하여 사용하였다.

김치 제조 및 저장 조건

얼갈이배추김치: 크기와 중량이 비슷하고 신선한 얼갈이 배추를 선별하여 7% 소금물에 1시간 동안 절인 후 세척하고 1시간 탈수하였다. 절인 얼갈이배추 100 g당 마늘(3.7 g), 생강(1.5 g), 파(5.1 g), 고춧가루(4.8 g), 멸치액젓(6.2 g, (주)해찬들) 그리고 녹말(참쌀:물-1:9, 8.0 g)의 부재료를 혼합하여 얼갈이배추김치를 제조한 후 상온에서 14시간 자연 발효 하여 -2°C(Dimchae, DC-R2227DCG, 김치보관코스)에 67일간 저장하면서 품질특성 및 질산염 함량의 변화를 조사하였다. 제조된 얼갈이배추김치는 100 g을 취하여 분쇄기로 분쇄한 후 분석시료로 사용하였다.

열무김치: 열무는 크기와 모양새가 비슷한 것을 선별한 뒤 밑동을 다듬고 일정한 크기로 잘라 7% 소금물에 2시간 절인 후 곧바로 꺼내 세척하고 1시간 탈수하였다. 절인 열무 100 g당 마늘(3.0 g), 생강(1.5 g), 파(8.0 g), 고춧가루(4.3 g), 멸치액젓(6.3 g, (주)해찬들) 그리고 풋고추(7.0 g)의 부 재료를 혼합하여 열무김치를 제조하였다. 제조한 열무김치는 상온에서 17시간 자연 발효 후 -2°C(Dimchae, DC-R2227DCG, 김치보관코스)에 67일간 저장하면서 정해진 시 료 채취 날짜에 100 g을 취하여 분쇄기로 분쇄한 후 분석시 료로 사용하였다.

열무물김치: 열무김치와 동일한 방법으로 준비한 열무에 절인 열무 100 g당 마늘(5.8 g), 생강(3.2 g), 파(6.5 g), 녹말 (참쌀:물-1:9, 3.2 g), 홍고추(4.5 g) 그리고 풋고추(6.5 g)를 혼합하여 부재료를 제조하였으며 마지막으로 2% 소금물 (200 mL)로 조절하였다. 제조한 열무물김치는 상온에서 10 시간 자연 발효 후 -1°C(Dimchae, DC-R2227DCG, 물김치 보관코스)에 18일간 저장하였다. 열무물김치는 고행물과 국 물을 1:2의 비율로 100 g을 취하여 분쇄한 후 측정에 사용하였다.

pH 및 산도 측정

pH는 pH meter(Corning Pinnacle 540, Corning, Inc., NY, USA)로 측정하였으며, 산도의 측정은 시료액 10 mL를 취하여 pH가 8.3에 도달할 때까지 0.1 N NaOH용액으로 적정하여 이때 소비된 NaOH 용액의 양을 다음 식에 의하여 lactic acid(%)양으로 환산하였다.

$$\text{Acidity (\%, as lactic acid)} = \frac{0.009 \times \text{mL of 0.1 N NaOH} \times F \times 100}{\text{sample (g)}}$$

F: factor of 0.1 N NaOH

총균수 및 젖산균 측정

각각의 김치즙액 1 mL를 취해 0.85% 멸균 식염수로 단계

적으로 희석하여 총균수는 건조필름배지(3M Petrifilm No.6406, USA)에 접종한 뒤 37°C 항온기에서 24시간 배양 후 형성된 colony를 계측하였다. 젖산균수는 MRS 배지 (*Lactobacillus* MRS agar, Difco Lab., USA)(15)를 사용하여 spreading culture method로 접종한 뒤 37°C 항온기에서 48시간 배양 후 형성된 colony를 계측하였다.

질산염 함량 측정

질산염 함량은 spectrophotometric method(16)로 분석하였다. 먼저 시료 5 g에 증류수 45 mL를 넣어 마쇄하고 60분 간 95~100°C에서 증탕하여 15% K₄(Fe(CN)₆)(1 mL)과 2 M ZnSO₄(2 mL)을 첨가한 다음 여과하였다. 여과된 sample 용액 2 mL에 혼합산(H₂SO₄:H₃PO₄-1:1)(15 mL)과 0.12% 2,6-dimethylphenol-acetic acid(2 mL)를 첨가하여 324 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 실시하였으며, 실험 결과는 SAS 8.1 program을 사용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 이들 값에 대한 ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정 (Duncan' multiple range test)을 실시하여 저장기간에 따른 유의적인 차이를 p<0.05 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

pH의 변화

얼갈이배추김치, 열무김치 및 열무물김치의 발효 및 저장 중 pH의 변화를 나타낸 결과는 Fig. 1과 같다. 담금 직후 얼갈이배추김치의 pH는 5.43이었으며, 상온에서 14시간 숙 성 후에는 4.45로 급격히 감소하였다. 저장 4일 이후에는 pH 4.40 부근에서 안정화되어 저장 67일까지 저장기간에 따른 변화는 보이지 않았다.

김치는 발효 숙성시 원재료에 함유된 각종 효소와 미생물 작용에 의해 구성 성분이 분해되어 여러 가지 유기산의 생성 으로 인해 김치 고유의 신선한 신맛을 갖게 되므로 pH와

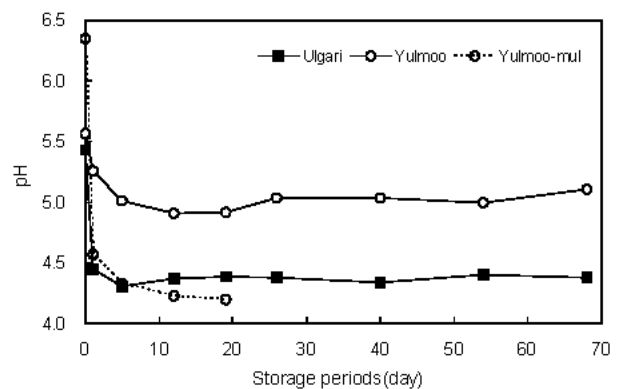


Fig. 1. Change of pH in *Ulgari-Baechu Kimchi*, *Yulmoo Kimchi*, and *Yulmoo Mul-Kimchi* during storage period.

산도는 김치의 주요 품질 지표라고 할 수 있다(17). 현재 열갈이배추김치의 품질 특성에 대한 연구 논문은 발표된 바 없으며 일반적으로 배추김치의 적정 pH는 4.2~4.4 범위로 알려져 있다. 본 연구에서 열갈이배추김치의 pH는 상온 14시간 숙성 이후 저장 67일까지 4.3~4.4 수준을 유지하였다.

열무김치의 pH는 담금 직후에는 5.57이었으며 상온에서 17시간 발효 후에는 5.26으로 감소하였다. 저장 4일 이후에는 pH 5.0 부근에서 안정화되어 그 이후에는 거의 변화가 나타나지 않았다. 본 연구에서 열무김치의 pH는 저장기간 동안 열갈이배추김치의 pH보다 높게 나타났는데 이는 Kim 등(18)의 연구에서 열무김치의 pH가 배추김치의 pH보다 높았다는 결과와 일치하는 경향이였다. 한편 Kong 등(19)에 의하면 5°C 발효 조건에서 열무김치의 pH는 초기 5.7내외로 본 연구와 비슷하였으나 발효 2~3주째에 적숙기인 pH 4.3까지 감소하였으며 5주일째에는 pH 4.0까지 감소하여 본 연구보다 다소 낮은 것으로 보고하였다. 김치류의 숙성시 발생하는 미생물 생육에는 부재료의 조성, 염도, 저장 온도 등 다양한 조건이 영향을 미치는데(20,21), 본 연구에서는 열무김치를 실온 발효 후 -2°C에서 저장함으로써 5°C에서 저장한 Kong 등(19)의 연구에 비해 저장 온도가 낮아 발효가 지연되어 pH가 높은 것으로 사료되었다.

열무물김치의 경우 pH는 담금 직후 6.35에서 상온에서 발효하는 동안 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 이후 저장기간이 경과함에 따라 완만한 감소를 지속하여 저장 18일째에는 pH 4.2를 기록하였다. 본 연구에서 열무물김치의 담금 직후 pH는 열무김치에 비해 높았으나 실온 발효를 거친 후부터 열무물김치의 pH는 열무김치보다 낮아짐으로써 열무물김치의 발효가 열무김치보다 빠르게 진행되는 것으로 나타났다. Kong 등(19)은 열무김치와 열무물김치의 pH를 비교하였을 때 담금 직후 pH는 5.7~5.8로 비슷하였으나 열무물김치는 발효 2주째에 pH 4.0까지 감소한 반면, 열무김치는 발효 5주째가 되어서야 pH 4.0 부근에 도달하였으며, 이는 물김치 제조시 첨가된 물에 의해 다른 김치보다 발효가 빨리 진행되기 때문인 것으로 보고하였다. 또한 물김치의 부재료로 첨가된 전분의 당 성분이 유산발효의 기질로 작용하여 미생물의 생육을 활발하게 함으로써 발효 속도를 촉진시키는 것으로 사료되었다.

산도의 변화

열갈이배추김치, 열무김치 및 열무물김치의 발효 및 저장 중 산도 변화는 Fig. 2와 같다. 열갈이배추김치의 산도는 담금 직후에는 0.29%였으며 상온에서 14시간 숙성 후 0.76%로 급격히 증가하였다. 이후 저장기간이 경과함에 따라 완만히 증가하여 저장 67일에는 0.90%까지 증가하였다. 저장 4일 이후 열갈이배추김치의 pH는 4.3으로 배추김치의 적정 pH인 4.2~4.4 범위내로 나타난 반면 산도는 0.80~0.90% 수준으로 적숙기 배추김치의 산도인 0.60~0.80%에 비해 다소 높게 나타났다. 산도의 증가는 발효에 의해서 생성되는 유기

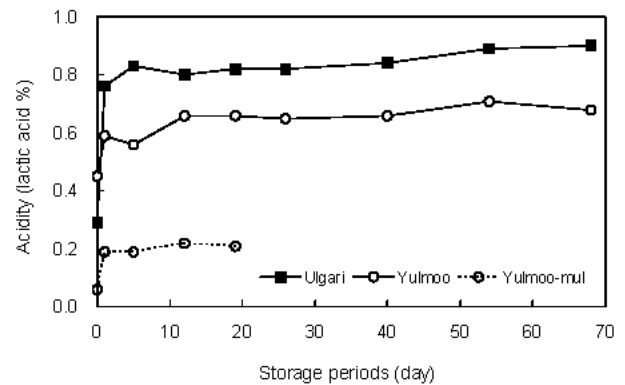


Fig. 2. Change of titrate acidity in *Ulgari-Baechu Kimchi*, *Yulmoo Kimchi*, and *Yulmoo Mul-Kimchi* during storage period.

산 중 주로 젖산과 초산에 의해 크게 좌우되며(22), 발효 온도에 따라서 관여하는 균이 달라지므로 산의 생성과 pH의 변화가 다르게 나타난다고 보고된 바 있다(23).

열무김치의 산도는 pH의 변화와 반비례하는 경향으로 담금 직후에는 0.45%이었으며, 저장 11일째부터 0.66%에서 안정화되어 이후 저장기간에 따른 변화를 보이지 않았다. 열무물김치의 산도는 담금 직후에는 0.06%이었으며 실온에서 10시간 발효 후에는 0.19%로 급격히 증가한 후 저장 18일까지 그 수준을 유지하였다. pH의 변화로 볼 때 열무물김치는 열무김치와 비교하여 발효가 빠르게 진행된 반면 낮은 산도 값을 나타내는 특징을 보였다. 이는 열무물김치의 품질 특성을 조사한 다른 연구 결과들과 일치하는 것으로, 전분, 고춧가루 등 부재료를 달리 하여 제조한 열무물김치의 pH는 담금 직후 5.5~6.7에서 발효 20일 후 3.7~4.1로 감소한 반면 산도는 담금 직후 0.01%에서 발효 20일 후 0.11~0.26%까지 증가하였으며, 적숙기에서도 0.2% 이하를 나타내었다고 보고하였다(21). 또한 매실즙, 들깨풀을 첨가한 열무물김치의 경우에도 발효 저장에 따라 pH는 3.4까지 감소하는데 비해 산도는 0.4% 이하인 것으로 보고하였다(24,25). 나박김치, 동치미 등 다른 물김치류의 발효숙성에 대한 연구에서도 이와 비슷한 경향을 보고하였는데(26,27), 낮은 산도는 물김치류가 갖는 발효 특징으로 첨가된 물에 의해 완충작용을 하는 용질의 농도가 상대적으로 감소하여 발효의 진행을 촉진함에 따라 산이 조금만 생성되어도 pH 감소가 크기 때문인 것으로 보고하였다.

총균수의 변화

열갈이배추김치, 열무김치 및 열무물김치의 저장 중 총균수의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 일반적으로 김치는 초기에 발효가 진행되면서 미생물수가 증가하여 최대치에 도달한 후 숙성됨에 따라 서서히 감소하는 발효양상을 보이며(28), 생화학적 변화를 수반하면서 김치에 독특한 맛과 향을 부여한다. 본 연구에서도 열갈이배추김치의 초기 총균수는 7.0×10^6 CFU/mL에서 발효가 진행되면서 꾸준히

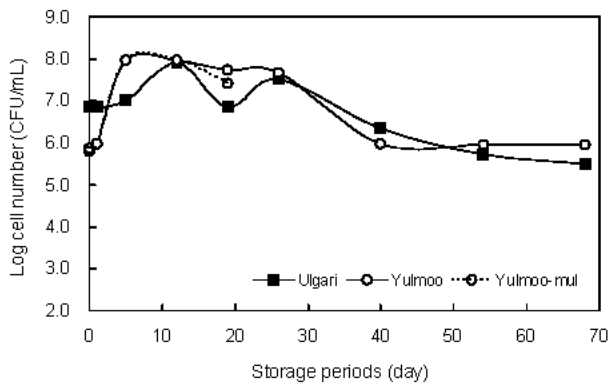


Fig. 3. Change of total microbial counts in *Ulgari-Baechu Kimchi*, *Yulmoo Kimchi*, and *Yulmoo Mul-Kimchi* during storage period.

증가하여 저장 11일째에 7.9×10^7 CFU/mL로 최대치에 도달한 후 차츰 감소하여 저장 67일째에는 3.2×10^5 CFU/mL 까지 감소하였다. 배추김치의 경우 최대 총균수는 보통 $10^6 \sim 10^8$ CFU/mL 수준으로 발효 온도가 낮으면 미생물 생육이 감소하여 총균수도 낮았다고 보고하고 있으나(20), 본 실험에서는 김치냉장고에 의한 상대적으로 낮은 저장온도에도 불구하고 얼갈이배추김치의 최대 총균수는 10^8 CFU/mL 수준으로 배추김치와 비슷하게 나타났다. 이외에도 김치의 미생물 증식 양상에는 미생물의 발효원으로 쓰이는 김치 재료의 당 성분, 염분 등이 영향을 미치므로(29,30) 얼갈이배추의 발효 특성에 관한 연구가 더 이루어져야 할 것으로 사료되었다.

열무김치의 총균수는 담금 직후 7.4×10^5 CFU/mL에서 실온에서 발효 숙성하는 동안 변화를 보이지 않다가 냉장저장에 의해 급격히 증가하여 저장 4일째에 최대치에 도달한 후 저장 25일부터 감소하는 것으로 나타났다. 열무물김치의 총균수도 열무김치와 비슷한 변화를 보여 저장 4일째에 9.1×10^7 CFU/mL로 최대치에 도달하였다가 저장 11일부터 감소하였다.

젖산균수의 변화

얼갈이배추김치, 열무김치 및 열무물김치의 저장 중 젖산균수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다.

얼갈이배추김치의 발효 저장 중 젖산균수는 담금 직후 2.3×10^6 CFU/mL에서 발효 초기 기간 동안 증가하여 저장 4일째에 9.6×10^7 CFU/mL를 기록한 후 저장 11일부터 감소하기 시작하였다.

열무김치의 젖산균수는 숙성 발효기간 동안 총균수의 변화와 비슷한 양상을 보여, 담금 직후 9.6×10^6 CFU/mL에서 저장 초기에 급격히 증가하여 저장 4일째 9.7×10^7 CFU/mL로 최대치에 도달한 후 저장 25일부터 감소하는 것으로 나타났다. 5°C 냉장고에서 숙성 발효시킨 열무김치의 젖산균수는 미생물 종에 따라 발효 2주일째에 최대치에 도달한 후 서서히 감소하거나 저장기간 동안 계속 증가하였다고 보고

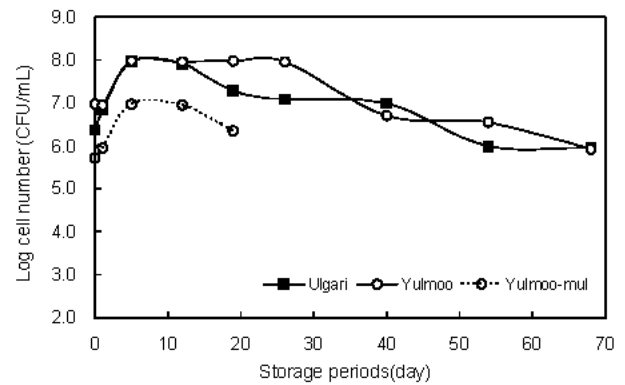


Fig. 4. Change of lactic acid bacteria counts in *Ulgari-Baechu Kimchi*, *Yulmoo Kimchi*, and *Yulmoo Mul-Kimchi* during storage period.

한데 비해(19) 본 연구 결과에서는 열무김치의 젖산균수가 이보다 늦게 하락하기 시작하였는데 상대적으로 저장온도가 낮아 젖산균의 생육을 저하시킴으로써 열무김치의 숙성을 지연시킨 것으로 사료되었다.

열무물김치의 젖산균수는 담금 직후 5.2×10^5 CFU/mL에서 저장 4일째에 최대치에 도달하였다가 저장 11일부터 감소하기 시작하여 열무김치에 비해 일찍 감소하기 시작하는 것으로 나타났으며, 이는 열무물김치의 산도 증가 기간이 열무김치보다 짧게 나타난 것과 일치하는 경향으로 판단되었다. 열무김치와 열무물김치의 젖산균수를 비교하였을 때, Kong 등(19)은 열무물김치의 젖산균이 열무김치에 비해 높은 값을 나타내었다고 보고한 반면 본 연구에서는 열무물김치의 젖산균수가 열무김치보다 낮았는데 이는 본 연구에서 열무물김치의 실온 숙성시간이 10시간으로 17시간 실온 숙성한 열무김치에 비해 젖산균의 생육기간이 짧았기 때문인 것으로 사료되었다.

질산염 함량 변화

얼갈이배추김치, 열무김치 및 열무물김치를 저장하는 동안 질산염의 함량 변화를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 얼갈이배추김치의 질산염 함량은 담금 직후 1,365 mg/kg에서 실온 발효를 거치는 동안 유의하게 감소하여 17시간 발효 후 1,323 mg/kg으로 감소하였다. 이러한 감소 추세는 저장기간 동안 지속되어 저장 25일에 1,212 mg/kg으로 담금 직후 함량과 비교하여 11% 감소하였으며, 저장 67일까지 더 이상의 감소를 보이지 않았다.

열무김치의 질산염 함량은 얼갈이배추김치와 마찬가지로 실온 발효에 의해 유의하게 감소하여 담금 직후 1,573 mg/kg에서 17시간 발효 후 1,497 mg/kg으로 약 5% 감소하였고, 저장 18일부터 저장 67일까지 1,390 mg/kg 수준으로 담금 직후 대비 12% 가량 감소하는 것으로 나타났다. 또한 열무물김치도 실온 발효 및 저온 저장을 거치는 동안 꾸준히 감소하여 담금 직후 1,466 mg/kg에서 저장 18일째에는 1,390 mg/kg으로 5% 가량 감소하였다.

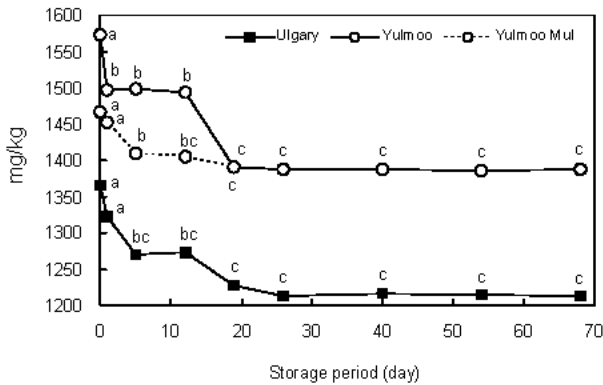


Fig. 5. Change of nitrate contents in *Ulgari-Baechu Kimchi*, *Yulmoo Kimchi*, and *Yulmoo Mul-Kimchi* during storage period.

Different letters in the same line indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

국내 채소류의 질산염 함량을 분석한 여러 연구에 의하면, 얼갈이배추와 열무의 질산염 함량 범위는 각각 34~6,266 mg/kg, 8~6,888 mg/kg으로 매우 광범위한 분포특성을 나타내고 있다(13,14,31). 함량의 차이가 크게 나타나는 원인은 같은 종류의 채소라도 품종 및 측정 부위에 따라 다양한 질산염 함량의 차이를 보이며, 또한 재배지의 토양, 일조량 등 환경 여건과 질소시비량, 수확시기와 같은 생육과정 등 다양한 인자가 영향을 미치기 때문이다(10). 전국에 유통되는 신선채소 및 가공김치를 수집하여 질산염 함량을 분석한 결과, 얼갈이배추김치, 열무김치의 질산염 평균 함량은 각각 1,890 mg/kg, 3,240 mg/kg으로 생채소 상태의 얼갈이배추, 열무의 질산염 함량인 3,180 mg/kg, 3,565 mg/kg에 비해 상당히 낮았다고 하였으며, 이는 절임, 세척 등 가공과정에 의한 것으로 예측하였다(14). 또한 배추김치와 열무김치를 제조하여 저장 13일까지 질산염 함량을 조사한 결과 저장기간에 따라 점차 감소하여 1,056 mg/kg, 1,174 mg/kg에서 저장 13일째에는 510 mg/kg, 350 mg/kg으로 감소하였으며, pH의 변화는 질산염의 함량 변화와는 관계가 없었다고 보고하였다(12). 아울러 Lee와 Choi(32)는 숙성 중 질산염의 분해능이 김치의 발효과정에서 증식한 젖산균 환원효소 및 내재하는 유기산 등에 의한 환원작용 때문으로 보고하고 있다. 본 연구에서도 김치의 종류에 따라 담금 초기에 비하여 발효과정을 거치면서 5~12%까지 질산염이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 질산염의 분해에 영향을 미치는 것으로 보이는 젖산균을 비롯한 유기산의 증식에는 김치 부재료 및 저장 온도 등 여러 인자가 영향을 미치므로 보다 여러 조건에서의 연구 수행이 필요한 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구에서는 얼갈이배추김치, 열무김치 및 열무물김치를 제조하여 저장기간 동안 품질특성 및 질산염 함량의 변화

를 측정하였다. 얼갈이배추김치와 열무김치는 실온 숙성을 거쳐 저장 4일까지 pH 감소가 두드러지게 나타난 반면 열무물김치는 저장기간 18일 동안 pH가 지속적으로 감소하였다. 산도의 경우 얼갈이배추김치와 열무김치는 pH 변화와 반비례하여 저장 초기에 급격히 증가하였으며, 열무물김치도 이와 비슷한 경향을 나타내었다. 총균수와 젖산균수는 열무김치와 얼갈이배추김치의 경우 발효 4일부터 18일까지 최대치를 기록한 후 감소하였다. 반면 열무물김치의 총균수와 젖산균수는 발효 4일째 최대치에 도달한 후 감소하기 시작하였다. 이러한 김치의 발효과정 중 미생물 변화의 결과는 일반 배추김치에서의 미생물 변화 양상과 유사하였다. 질산염 함량의 변화를 조사한 결과 얼갈이배추김치의 질산염은 담금 직후와 비교하여 실온 발효에 의해 유의하게 감소하였으며 이후 저장기간에도 감소가 지속되어 담금 직후 대비 11%가량 감소폭을 나타내었다. 열무김치와 열무물김치의 질산염 함량도 비슷한 변화 양상을 보이며 열무물김치는 담금 직후 대비 12%, 열무물김치는 5%가량 감소하는 것으로 나타났다.

문 헌

1. Ensminger AH, Ensminger NE, Konlande JE, Robinson JRK. 1994. *Food & Nutrition Encyclopedia* 2nd ed. CRC Press, London. Vol 2, p 1596 1601.
2. Fox RH, Roth GW, Iversen KV, Piekielek WP. 1989. Soil and tissue nitrate tests compared for predicting soil nitrogen availability to corn. *Agronomy J* 81: 971 974.
3. Sumiko T, Masako K, Yukihiko M, Tadashi S, Noboru K, Kazuko W, Sachiko U, Shigeaki I, Kazuya F, Hiroshi S, Yoshio I. 1993. Naturally occurring of nitrite and nitrate existing in various raw and processed foods. *J Food Hyg Soc Japan* 34: 294 313.
4. Hotchkiss JH. 1998. A review of current literature on N nitroso compounds in foods. *Advanced in Food Research* 31: 54 115.
5. WHO. 1995. Evaluation of certain food additives and contaminants: 44th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *WHO Technical Report Series No. 859*, p 29 35.
6. Chung SY, Sho YS, Kim M, Won KP, Hong MK. 1999. Analysis of nitrate contents of some vegetables grown in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 969 972.
7. Frommberger R. 1985. Nitrate, nitrite, nitrosamine in Lebensmitteln Pflanzenlicher Herkunft. *Ernahrungs Umschau* 32: 47 50.
8. Heisler EG, Siciliano J, Krulick S, Feninberg J, Schwartz JH. 1974. Changes in nitrate and nitrite content and search for nitrosamines in storage abused spinach and beet. *J Agric Food Chem* 22: 1029 1032.
9. Laitinen S, Virtanen SM, Rasanen L, Penttila PL. 1993. Calculated dietary intakes of nitrate and nitrite by young Finns. *Food Addit Contam* 10: 469 477.
10. Gangoli SD, Van den Brandt PA, Feron VJ, Janzowsky C, Koeman JH, Spiegelhalder B, Walker R, Wishnok JS. 1994. Assessment of nitrate, nitrite and N nitroso compounds. *European Journal of Pharmacology, Environmental Toxicology and Pharmacology Section* 292: 1 38.

11. Korean Health Industry Development Institute. 2006. The 3rd Korean National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES III) Nutrition Survey (I). Korean Health Industry Development Institute, Ministry of Health & Welfare, Seoul. p 117.
12. Namkung S. 1982. Effect of storage on pH and the contents of nitrate and nitrite of various Kimchi. *Annual Bulletin of Seoul College of Health* 2: 71-77.
13. Kim BY, Yoon S. 2003. Analysis of nitrate contents of Korean common foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 779-784.
14. Lee JY, Park YH, Jang BC, Kim SC, Kim PJ, Ryu SN. 2005. Variation of nitrate contents on distributed vegetables in Korea. *Korean J Crop Sci* 50: 231-238.
15. Difco Laboratories. 1984. *Difco Manual*. 10th ed. Difco Laboratory, Michigan.
16. Schwedt G, Schnepel FM. 1981. *Analytisch chemisches Umweltpraktikum*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York. p 92.
17. Hong SI, Park JS, Park NH. 1995. Quality changes of commercial Kimchi products by different packaging methods. *Korean J Food Sci Technol* 27: 112-118.
18. Kim GE, Lee YS, Kim SH, Cheong HS, Lee JH. 1998. Changes of chlorophyll and their derivative contents during storage of Chinese cabbage, leafy radish and leaf mustard Kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 852-857.
19. Kong CS, Kim DK, Rhee SH, Rho CW, Hwang HJ, Choi KL, Park KY. 2005. Fermentation properties and in vitro anticancer effect of young radish Kimchi and young radish watery Kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 311-316.
20. Shin DW, Kim MS, Han JS, Lim DK, Bak WS. 1996. Changes of chemical composition and microflora in commercial Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 28: 137-145.
21. Pie JE, Jang MS. 1995. Effect of preparation methods on *Yubnoo Kimchi* fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 990-997.
22. Mheen TI, Kwon TW, Lee CH. 1981. Traditional fermented food products in Korea. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 9: 253-261.
23. Kim KO, Kim WH. 1994. Changes in properties of Kimchi prepared with different kinds and levels of salted and fermented seafoods during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 26: 324-330.
24. Jang MS, Park JE. 2004. Effect of Maesil (*Prunus mume Sieb. et Zucc*) juice on *Yubnoo Mul Kimchi* fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 20: 511-519.
25. Kim HR, Park JE, Jang MS. 2002. Effect of perilla seed paste on the *Yubnoo Mul Kimchi* during fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 18: 290-299.
26. Kong CS, Seo JO, Bak SS, Rhee SH, Park KY. 2005. Standardization of manufacturing method and lactic acid bacteria growth and CO₂ levels of *Nabak Kimchi* at different fermentation temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 707-714.
27. Moon SW, Cho DW, Park WS, Jang MS. 1995. Effect of salt concentration on *Tongchimi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 11-18.
28. Park WP, Park KD. 2004. Effect of whey calcium on the quality characteristics of Kimchi. *Korean J Food Preserv* 11: 34-37.
29. Kim DG, Kim BK, Kim MH. 1994. Effect of reducing sugar content in Chinese cabbage on Kimchi fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 73-77.
30. Kim MH, Chang MJ. 2000. Fermentation property of Chinese cabbage Kimchi by fermentation temperature and salt concentration. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 43: 7-11.
31. Shin JH, Kang MJ, Yang SM, Kim HS, Sung NJ. 2002. Contents of nitrate and nitrite in vegetables and fruits. *J Fd Hyg Safety* 17: 101-105.
32. Lee JH, Choi JS. 1993. Influence of some flavonoids on N-nitrosoproline formation *in vitro* and *in vivo*. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 266-272.

(2007년 2월 20일 접수; 2007년 5월 16일 채택)