

초기 숙성 조건을 달리한 배추김치의 저장기간에 따른 품질 특성 비교

Comparison of the Quality Characteristics of Kimchi with Initial Auto-aging Condition During Storage

박혜린*, 오지은**, 조미숙*
이화여자대학교 식품영양학과*, 이화여자대학교 신산업융합대학**

Hye-Rin Park(gpfls001@nate.com)*, Ji-Eun Oh(oje96@ewha.ac.kr)**,
Mi-Sook Cho(misocho@ewha.ac.kr)*

요약

본 연구는 김치 냉장고 내에서 초기 숙성 조건을 달리한 배추김치의 저장기간에 따른 이화학적 품질특성과 소비자 기호도를 측정하여 김치냉장고의 발효 시스템 개발을 위한 기초자료로 사용하고자 진행되었다. 저장 기간이 증가함에 따라 모든 시료는 경도가 감소하였다. 젖산은 저장 2주차에는 급격히 증가하여 저장 기간 내 많은 함량을 보였다. 하지만 -1.3℃에서 바로 저장한 시료는 타 시료에 비해 낮은 젖산 값을 보였다. 저장기간에 따른 젖산균의 함량은 초기 4.50 logCFU/mL에서 6.70~7.47 logCFU/mL까지 증가하였다가 5.08~6.10 logCFU/mL의 값까지 감소하였다. 소비자 기호도 평가 결과, 저장 6주차까지 초기 숙성을 거친 세 시료들의 전반적 기호도, 전반적인 맛에서 높은 기호도를 보였다. 초기 숙성 없이 바로 저장한 시료는 4주차까지 낮은 전반 기호도를 보였다. 따라서 초기 숙성 조건은 저장기간 동안의 김치의 맛과 발효 정도에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

■ 중심어 : 김치 | 발효 | 저장 | 숙성 | 김치냉장고 |

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of initial ripening condition placed within a kimchi refrigerator and this result will be used as basic data for the development of fermentation system of Kimchi refrigerator. Hardness significantly decreased as the storage period longer. Lactic acid and Lactobacillus spp. showed a large amount until 8 weeks, but one without initial ripening contained much lower. The content of lactic acid bacteria increased from 4.50 logCFU/mL to 6.70 ~ 7.47 logCFU/mL and decreased to 5.08 ~ 6.10 logCFU/mL according to storage period. Consumer preferred 15℃/52h samples rather than others in two weeks. 15℃/36h and 6℃/113h samples were significantly preferred during the whole storage period. These results indicate that the initial fermentation conditions affect the taste and fermentation degree of kimchi during the storage period.

■ keyword : Kimchi | Fermentation | Storage | Ripening | Kimchi Refrigerator |

I. 서론

김치는 우리나라의 대표적인 전통 채소발효식품으로 주 재료인 배추나 무 등을 소금에 절인 후 여러 가지 부재료와 양념류를 혼합하여 발효시킨 채소절임 식품이다 [1][2]. 김치는 발효, 숙성 과정 중 젖산균에 의해 여러가지 유기산이 생성되며[2], 이러한 과정에서 독특한 향미와 신맛이 발생하여 조화로운 맛을 낸다[3]. 잘 숙성된 김치란 젖산균의 생육이 촉진되어 이들이 생성한 유기산과 탄산이 잘 혼합되어 상큼한 신맛을 내고 채소의 세포벽이 적절히 파괴된 상태의 아삭아삭함을 느낄 수 있는 김치로, 이 시기를 적숙기라고 한다. 과거 김치는 저장식품으로 시간을 두고 숙성시켜 섭취하는 음식이었지만 오늘날에는 가정내에서도 김치를 소량씩 만들거나 마켓에서 구매하는 경우가 많으며, 이처럼 김치 제조 및 유통 등 소비 환경이 변화되면서 제조 후 빠른 시간내에 섭취할 수 있는 품미가 좋은 적숙 상태의 김치를 선호하며, 자연스럽게 적숙 상태로의 도달을 앞당길 수 있는 기술이 요구되고 있다.

김치의 맛은 젖산균의 증식과 관련이 있으며, 젖산균은 온도에 큰 영향을 받으므로 발효과정에서 온도는 가장 큰 영향을 주는 조건으로 알려져 있다[5][6]. 온도 조절이 김치의 품질에 영향을 미치기 때문에 다수의 선행 연구에서는 온도 조절을 통한 김치의 속도 조절과 가식기간 연장을 위한 연구들이 수행되었다. 실제 맛있는 김치의 가식기간을 연장시킬 수 있는 가장 효과적인 방법은 적은 저장 후 저장하는 것이라고 보고되면서[7-9] 1995년 가정용 김치냉장고가 개발될 당시 초기 발효 후 냉장 저장 시 자동적으로 저장온도 낮아지는 기술이 도입되었다[10]. 기존의 연구는 대부분 기존 김치에 부재료를 첨가하여 저장중의 품질특성을 보는 연구가 대부분이다[11-13]. 초기 숙성은 김치의 맛을 좌우하는 젖산균을 최대로 생육시켜 장기간 유지하여, 김치를 장기간 맛있게 즐길 수 있게 해주나 현재까지는 초기 숙성 조건이 김치의 맛에 미치는 영향에 대한 비교 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 초기 숙성을 달리한 배추김치의 저장기간에 따른 이화학적 특성 변화 양상과 소비자 기호도를 살펴봄으로써 최적의 초기 숙성 조건을 알아보고자 한다. 본 연구 결과는 향후 맛 좋은 김치 생산

뿐만 아니라 숙성 기간을 단축시킴으로써 저장 등에 소요되는 비용 감소에도 도움이 될 것으로 사료된다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 시료

시료는 김치회사에서 당일 제조한 배추김치(Daesang Co. Ltd., Gangwon-do, Korea)를 직접 제공받아 사용하였다. 김치 시료는 [그림 1]과 같이 3가지 온도와 시간 조건에 따라 초기 숙성을 진행한 후 냉장 -1.3°C 에서 8주 동안 저장하면서, 저장 0, 2, 4, 6, 8 주차에 시료 분석을 실시하였다. 실험의 대조군은 초기 숙성 과정 없이 -1.3°C 에서 8주간 보관하면서 주차에 맞춰 분석하였다. 이와 달리 실험군에서는 초기 숙성 온도와 시간 조건은 $6^{\circ}\text{C}/113\text{h}$, $15^{\circ}\text{C}/52\text{h}$, $15^{\circ}\text{C}/36\text{h}$ 으로 설정하였다. 실험에 적용된 초기 숙성 조건은 시판되는 김치 냉장고 모델의 온도를 참고하여 설정하였다. 실험에 사용된 분석용 시약들은 sigma-Aldrich Chemical Co. (St.Louis, MO, USA)와 Junsei chemical Co., Ltd. (Tokyo, Japan) 에서 구입하였다.



그림 1. 초기 숙성 및 초기 숙성 후 저장 조건

2. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 저장기간에 따른 pH와 산도 측정

김치 시료 30 g을 채취하여 증류수 270 mL 첨가하여 bag filter(Sterile lateral filter bags, interscience bag system)에 넣어 stomacher(T18 basic, Ultra-Turrax®, IKA®, Staufen, Germany)로 균질 냉화 하였다. 균질화된 반응액을 다시 한 번 bag

filter(Sterile lateral filter bags, interscience bag system)를 사용하여 여과하였다. 이때, pH를 측정을 위해서 pH meter(Orion star A211, Thermo Scientific Singapore)를 buffer 용액 4.0, 7.0, 10.0을 이용하여 보정을 한 뒤 pH meter(Orion star A211)를 사용하여 실온에서 pH를 측정하였다. 산도는 여과된 여액 50 mL의 pH가 8.23이 될 때까지 소비되는 0.1 N NaOH의 소비량(mL)을 측정하여 구하였다.

3. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 저장기간에 따른 경도 측정

배추김치 시료를 포기 겉면에서부터 3번째 안쪽 앞의 중심부위를 2 cm × 2 cm 크기로 잘라 물성분석기(Texture analyzer, TACT2i, Stable Microsystems LTD, Godalming, UK)를 사용하여 측정하였다. 사용한 probe는 끝이 뾰족한 stainless steel 막대로 직경이 0.5cm이며 Test speed는 1mm/s, trigger force는 5.0g였다. 각 시료들은 5회 반복 측정하여 가장 큰 값과 가장 작은 값을 제외한 3회 값의 평균을 구하였다.

4. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 저장기간에 따른 젖산 함량 측정

20배 희석한 배추김치원액을 13,000 rpm, 1분 30초간 원심분리(High performance pro-microcentrifuge WiseSpin CF-10, DAIHAN-scientific, Wonju, Korea)한 후 0.20 μm nylon syringe filter(Whatman®, GE Healthcare life Sciences, Little Chalfont, UK)로 여과하여 시료액을 준비하였고 Agilent Technologies 1260 infinity HPLC system(Palo Alto, CA, USA)으로 분석하였다. HPLC 분석조건은 column으로 Aminex HPX-87H Ion Exclusion(7.8×300 mm, BIO-RAD, Hercules, CA, USA)을 사용하였고 검출기는 UV detector로 215 nm에서 검출하였으며 이동상은 0.008 N sulfuric acid용액을 0.6 mL/min유속으로 흘려주었고 10 μL 를 주입하였다. 표준물질로는 lactic acid(Organic acids kit, SUPELCO, Bellefonte, PA, USA)를 사용하였다.

5. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 저장기간에 따른 젖산균 함량 측정

배추김치 시료 10g을 속잎과 겉잎이 모두 포함되도록 세로방향으로 잘라 멸균수 90 mL와 함께 bag filter(Sterile lateral filter bags)에 넣어 stomacher(T18 basic)로 1분간 균질화 한 뒤 거른 용액을 시료로 사용하였다. MRSagar(Difco, Lenexa, KS, USA)에 단계별로 희석한 용액 0.1 mL를 접종하고 35°C 에서 3일 배양한 후에 생성된 colony수를 측정하여 CFU/mL로 표시하였다.

6. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 소비자 기호도 평가

소비자 기호도 평가는 경기도 거주 건강한 20대~50대 여성 32명을 대상으로 실시되었으며, 본 연구의 윤리적 고려를 위하여 연구의 목적과 내용, 방법에 대한 연구 계획서를 이화여자대학교 생명윤리위원회에 제출하여 연구에 대한 승인을 받았다(IRB No: 137-3). 소비자 기호도를 평가하기 전에 연구 참여자에게 연구 참여 내용 및 진행 순서를 설명한 다음 평가하기 직전까지 각 김치 냉장고에서 보관되었던 시료 4종을 흰색 일회용 플라스틱 용기(지름 5cm X 높이 3cm, Sambupack Co., LTD, Seoul, Korea)에 담은 후 뚜껑을 덮어서 제공하였다. 배추김치의 시료는 줄기 부분만을 취해 제공하였으며, 시료에 대한 편견을 막기 위해 세 자리의 난수를 시료 용기에 표기하고 순서는 패널마다 무작위로 제공되었다. 시료는 동시에 4종을 제공하였으나 평가를 하는 동화 미각의 둔화를 억제하기 위해 한 개의 시료가 평가가 끝나면 생수로 입안을 헹구게 하였으며 입가심용 식빵도 함께 제공되었다. 저장기간에 따른 김치의 기호도 평가는 9점 기호 척도법을 이용하여 『매우 많이 좋다 9점, 매우 좋다 8점, 좋다 7점, 약간 좋다 6점, 좋지도 싫지도 않다 5점, 약간 싫다 4점, 싫다 3점, 매우 싫다 2점, 매우 많이 싫다 1점』으로 검사되었으며, 평가 내용은 전반적인 기호도, 외관(숙성 정도), 향/냄새, 전반적인 맛, 신맛, 짠맛, 매운맛, 풋내, 탄산감, 아삭한 질감으로 총 10가지 항목이었다.

7. 통계분석

모든 이화학 실험결과는 3회 반복실험에 대한 평균(mean)±표준편차(standard deviation)로 나타내었다. 통계 처리는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 19.0 for Window, IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하여 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 multiple range test를 통하여 각 처리군간의 유의성을 5% (P<0.05) 수준에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 저장기간에 따른 pH와 산도 측정

저장 기간의 증가에 따른 pH, 산도의 변화는 [표 1]과 같다. 초기 배추김치를 담근 직후의 pH는 pH 6.34±0.03 이었으나 저장기간에 2주에 이른 후에는 초기 숙성모드를 거친 시료들은 pH가 pH 4 대로 감소하였다. 초기 숙성 시 6℃의 상대적 저온에서 숙성했던 시료는 15℃의 상대적 고온에서 숙성한 시료보다 2주차에서 유의하게 pH가 높았으며(P<0.05), 4주차에 이르러서는 세 시료의 pH가 유사한 값을 가졌다. 4주차 이후 초기 숙성을 거친 세 시료들은 배추김치의 적숙기인 pH 4.2[14] 부근의 값을 나타내며 적숙기에 도달하였으며 이러한 pH 값은 저장기간 8주차까지 유지되었다. 하지만 초기 숙성을 하지 않고 저온 저장한 시료는 저장 기간 동안 다른 시료보다 pH값이 감소하는 속도가 느렸으며, 8주차에 이를 때까지 적숙기 단계에 도달하지 않아 전반적으로 숙성 온도가 높고 숙성 기간이 길수록 pH 감소 속도가 증가한다는 선행연구의 결과와 일치함을 확인할 수 있었다[15].

김치의 산도는 모든 시료가 초기 산도 0.18±0.02%에서 꾸준히 증가하는 양상을 보였으며 6주차에 가장 높은 산도를 나타냈다. 초기 숙성을 거친 세 시료는 2주부터 발효 김치 맛이 느껴지는 초기 숙성 산도 0.4%(16)에 도달하였으며 4주차부터는 모든 냉장고의 김치가 적숙 산도인 0.6~0.8%에 도달하였다. 초기숙성을 거치지 않고 저온에 바로 저장한 시료는 적숙기에 도달하는 시점이 느리게 나타났는데 이는 온도에 따라 젖산균의 종류와

증식 정도가 달라져 무발효의 경우 산도가 낮았다는 선행연구의 결과와 일치하였다[15][16].

2. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 저장기간에 따른 경도 측정

저장 기간의 증가에 김치의 경도는 [표 1]과 같다. 배추김치의 경도는 모든 시료가 저장을 함에 따라 감소하는 양상을 보이며 숙성과 발효가 진행됨에 따라 김치의 경도는 점차 감소한다는 선행연구의 결과와 일치하였다[17][18]. 초기 숙성을 거친 배추김치는 숙성 없이 바로 저장한 시료보다 경도의 감소 폭이 크게 나타났으나, 상대적으로 초기에 고온에서 짧은 시간 숙성시킨 시료(15℃, 36h)와 저온에서 장시간 숙성시킨 시료(6℃, 113h)의 경도가 고온에서 장시간(15℃, 52h) 숙성시킨 시료보다 감소 폭이 적어 상대적으로 그 경도가 유지되는 경향을 보였다. 또한 숙성 과정 없이 즉시 저장한 김치의 경도는 6주차에서부터 유의적으로 감소하는 것으로 나타나(P<0.05) 초기 경도 값에 비해 저장기간에 따른 경도의 감소가 가장 적은 양상을 보였다. 이는 초기 숙성과 발효 기간을 거치지 않고 저온 저장을 했기 때문에 탈수 작용 및 발효작용의 정도에 따라 경도의 차이가 발생하게 된다는 선행연구의 결과와 일치하였다[19].

표 1. 저장기간 동안 pH, 산도, 경도 변화

항목	숙성조건	0 주차	2 주차	4 주차	6 주차	8 주차
pH	-1.3℃	6.34±0.03 ^{1abc3}	5.11±0.04 ^{2cd}	4.52±0.05 ^{bc}	4.32±0.01 ^{Ca}	4.40±0.03 ^{Cb}
	6℃/113h	6.34±0.03 ^c	4.33±0.07 ^{Bb}	4.19±0.02 ^{Aa}	4.17±0.01 ^{Aa}	4.24±0.01 ^{Ba}
	15℃/36h	6.34±0.03 ^b	4.21±0.05 ^{aa}	4.19±0.04 ^{aa}	4.19±0.01 ^{ABa}	4.19±0.02 ^{Aa}
	15℃/52h	6.34±0.03 ^b	4.19±0.02 ^{aa}	4.21±0.02 ^{aa}	4.19±0.02 ^{Ba}	4.21±0.01 ^{ABa}
산도 (%)	-1.3℃	0.18±0.02 ^a	0.29±0.05 ^{Ab}	0.70±0.02 ^{Ac}	0.78±0.04 ^{Ad}	0.68±0.02 ^{Ac}
	6℃/113h	0.18±0.02 ^a	0.59±0.02 ^{Bb}	0.82±0.04 ^{Bcd}	0.89±0.05 ^{Be}	0.73±0.02 ^{Bc}
	15℃/36h	0.18±0.02 ^a	0.80±0.03 ^{Cb}	0.84±0.10 ^{Db}	0.92±0.06 ^{Bc}	0.75±0.01 ^{Bbc}
	15℃/52h	0.18±0.02 ^a	0.77±0.05 ^{Cb}	0.78±0.04 ^{Bbc}	0.91±0.06 ^{Bc}	0.76±0.01 ^{Cb}
경도 (kgf)	-1.3℃	2.61±0.01 ^c	2.54±0.12 ^{Bbc}	2.46±0.08 ^{abc}	2.31±0.10 ^{Aa}	2.42±0.09 ^{ABa}
	6℃/113h	2.61±0.01 ^b	2.46±0.05 ^{ABab}	2.36±0.13 ^a	2.57±0.15 ^{Bb}	2.31±0.07 ^{BCa}
	15℃/36h	2.61±0.01 ^b	2.30±0.09 ^{aa}	2.32±0.04 ^a	2.25±0.10 ^{Aa}	2.26±0.03 ^{ABa}
	15℃/52h	2.61±0.01 ^d	2.49±0.01 ^{ABcd}	2.38±0.05 ^{bc}	2.29±0.16 ^{Ab}	2.15±0.04 ^{Aa}

3. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 저장기간에 따른 젖산 함량 측정

저장기간에 따른 젖산 함량 변화 양상은 [그림 2]와 같다. 젖산은 산도, 발효온도와 관련된 유기산으로 배추김치 발효과정에서 가장 많이 생성되는 유기산으로 알려져 있다[19]. 제조 직후의 김치는 11.80±0.03 mg%의 젖산 값을 나타냈으나 저장 2주차에 급격히 증가하여 저장기간 내 많은 함량을 보였다. 이와 같은 결과는 젖산은 발효단계를 거치며 지속적으로 생성되어 발효 후기에 까지 많은 함량을 보인다는 보고와 일치하였다[20]. 초기 숙성 없이 -1.3℃에서 바로 저장한 시료는 기타 시료에 비해 낮은 젖산 값을 보여 초기 숙성과정이 김치의 장기 저장 시 젖산 함량에 영향을 미친 것으로 사료된다.

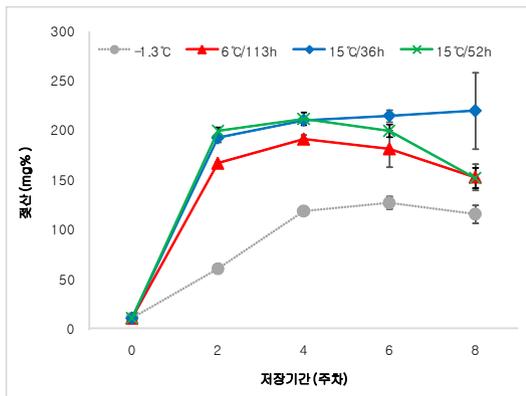


그림 2. 저장 기간 동안 젖산 함량 변화

4. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 저장기간에 따른 젖산균 함량 측정

젖산균 수는 4.50 logCFU/mL에서 6.70~7.47 logCFU/mL까지 증가하였다가 5.08~6.10 logCFU/mL의 값까지 감소하였다[그림 3]. 젖산균은 초기 숙성 시 15℃에서 36시간 숙성시킨 시료에서 저장기간 전반에 걸쳐 높은 함량을 나타냈고, 초기 숙성을 거치지 않고 바로 저장한 시료에서는 가장 낮은 값을 나타냈다. 배추김치의 숙성이 진행됨에 따라 젖산균 수가 증가하다가 최대 생육 후 저장기간이 길어질수록 감소하였는데, 이는 배추김치의 숙성이 진행됨에 따라 생성된 산에

의해 젖산균의 활동이 억제될 뿐만 아니라 탄소원인 환원당이 감소하여 미생물의 증식을 제한하였기 때문인 것으로 생각된다. 또한 적숙기에 젖산균 수가 가장 높은 경향을 보였는데, 이는 선행 연구보고와 일치하였다[21].

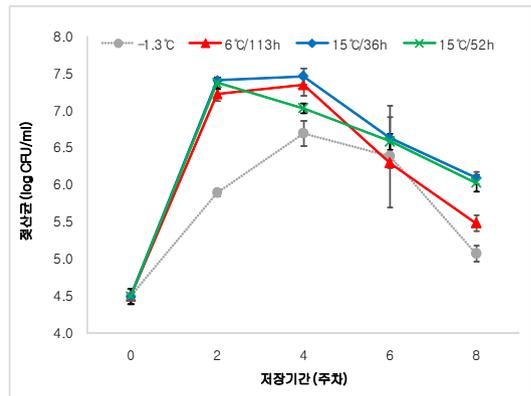


그림 3. 저장 기간 동안 젖산균 함량 변화

5. 초기 숙성 기간을 달리한 시료의 소비자 기호도 평가

초기 숙성조건을 달리한 배추김치의 저장 중 기호도 평가에 대한 중요한 항목으로 각 시료에 대한 전반적인 기호도, 외관(숙성 정도), 향/냄새, 전반적인 맛, 맛/향미(신맛, 짠맛, 매운맛, 풋내), 탄산감, 아삭한 질감에 대한 결과를 [표 2]에 나타내었다. 저장 6주차까지 초기 숙성을 거친 세 시료들의 전반적 기호도, 전반적인 맛이 유의적으로 높은 값을 나타내(P<0.05), 김치를 담근 직후 2달 내 섭취 예정 시 초기 숙성을 거쳐 저장하는 것이 좋겠다고 생각되었다. 초기 숙성 없이 바로 저장한 시료는 4주차까지 다른 조건에 비하여 유의적으로 낮은 전반 기호도를 보였으나, 8주차에 저장조건 중 가장 높은 전반 기호도를 나타냈으며 이 경향은 전반적인 맛 기호도, 신맛 기호도, 짠맛 기호도, 탄산감 기호도, 아삭한 질감 기호도에서도 유사한 양상을 보였다. 이는 숙성김치보다 아삭함이 잘 유지되고, 저장기간이 길어짐에 따라 김치의 산미가 생성되어 신맛에 대한 기호도 등이 증가되었기 때문으로 생각되었다. 초기 숙성 시 상대적으로 고온(15℃)에서 장시간(52 h)발효시켰던 시료는 8주차까지 저장 조건에 따른 전반적인 기호도, 짠맛 기호도, 매운맛

표 2. 저장기간 동안 기호도 평가의 변화

숙성 조건	주차	전반적인 기호도	전반적인 외관	전반적인 향/냄새	전반적인 맛	맛/향미_신맛	맛/향미_짠맛	맛/향미_매운맛	맛/향미_꽃내	탄산감	아삭한 질감
-13℃	0W	5.29±1.70 ^{1)BC3)}	5.18±1.7 ^{Ab}	6.32±1.17 ^B	5.29±1.73 ^B	5.44±1.65 ^{ABab}	5.65±1.7 ^{BCab}	5.06±1.43 ^{Ab}	4.91±1.50 ^{Ab}	5.74±1.50 ^{Ba}	6.82±1.34 ^{Ca}
	2W	4.18±1.45 ^{2)Aa}	5.18±1.60 ^A	5.03±1.53 ^{Aa}	4.35±1.45 ^{Aa}	4.59±1.33 ^{Aa}	4.79±1.43 ^{ABa}	4.68±1.39 ^A	4.21±1.70 ^{Aa}	4.56±1.48 ^{Aa}	5.21±1.59 ^{Aa}
	4W	4.66±1.59 ^{ABa}	5.31±1.73 ^{ABa}	5.20±1.51 ^{Aa}	4.43±1.72 ^{Aa}	4.71±1.71 ^{Aa}	4.97±1.69 ^{ABCa}	4.51±1.70 ^{Aa}	4.51±1.48 ^{Aa}	4.71±1.38 ^{Aa}	5.60±1.59 ^{AB}
	6W	4.12±1.37 ^{Aa}	5.38±1.77 ^A	5.31±1.78 ^{Aa}	4.00±1.65 ^{Aa}	4.88±1.84 ^A	4.69±1.93 ^{Aa}	4.73±1.46 ^{Aa}	4.23±1.58 ^{Aa}	4.62±1.44 ^{Aa}	5.12±1.63 ^{Aa}
	8W	5.88±1.72 ^C	6.38±1.56 ^B	5.75±1.78 ^{AB}	5.75±1.78 ^{Bab}	6.06±1.76 ^{Ba}	5.78±1.52 ^{Ca}	5.84±1.22 ^{Ba}	5.69±1.53 ^{Ba}	5.94±1.61 ^{Ba}	6.31±1.45 ^{BCab}
6℃/113h	0W	5.29±1.70	5.18±1.7 ^A	6.32±1.17 ^B	5.29±1.73 ^A	5.44±1.65	5.65±1.7	5.06±1.43 ^{Ac}	4.91±1.50 ^{Ab}	5.74±1.50	6.82±1.34
	2W	5.68±1.66 ^b	5.68±1.66 ^{AB}	6.12±1.37 ^{ABb}	5.82±1.85 ^{ABb}	5.94±1.72 ^b	5.50±1.76 ^b	5.15±1.40 ^A	5.53±1.66 ^{ABb}	5.85±1.64 ^b	6.18±1.49 ^b
	4W	6.11±1.81 ^b	6.23±1.59 ^{Bc}	6.26±1.63 ^{Bb}	6.31±1.75 ^{Bc}	6.06±1.81 ^b	6.17±1.48 ^b	6.00±1.53 ^{Bb}	6.17±1.52 ^{Bb}	6.06±1.63 ^b	6.29±1.74
	6W	5.69±1.72 ^b	6.04±1.66 ^{AB}	6.35±1.20 ^{Bb}	5.77±1.75 ^{ABb}	5.73±1.89	5.42±1.65 ^{Bb}	5.65±1.32 ^{ABb}	5.58±1.33 ^{ABb}	5.88±1.58 ^b	6.65±1.32 ^c
	8W	5.44±1.78	5.47±1.72 ^{ABa}	5.50±1.61 ^A	5.38±1.79 ^{ABA}	5.34±2.28 ^{AB}	5.44±1.56 ^A	5.78±1.29 ^{ABab}	5.34±1.64 ^{ABb}	5.91±1.71 ^A	6.00±1.83 ^A
15℃/36h	0W	5.29±1.70	5.18±1.7	6.32±1.17 ^B	5.29±1.73	5.44±1.65	5.65±1.7	5.06±1.43 ^A	4.91±1.50 ^{Ab}	5.74±1.50	6.82±1.34 ^B
	2W	5.41±0.18 ^b	5.35±1.50	5.79±1.47 ^{ABb}	5.44±1.78 ^b	5.59±1.67 ^b	5.68±1.59 ^b	5.26±1.46 ^{AB}	5.29±1.64 ^{ABb}	5.68±1.49 ^b	6.00±1.41 ^{Ab}
	4W	5.80±1.62 ^b	6.00±5.31 ^{Cc}	6.20±1.32 ^{ABb}	5.83±1.56 ^b	5.91±1.58 ^b	5.89±1.55 ^b	5.80±1.30 ^{Bb}	5.97±1.34 ^{Bb}	6.06±1.28 ^b	6.35±1.65 ^{AB}
	6W	5.58±1.58 ^b	5.54±1.63	6.23±1.03 ^{ABb}	5.54±1.68 ^b	5.27±1.95	5.77±1.27 ^b	5.35±1.29 ^{ABab}	5.85±1.41 ^{Bb}	5.81±1.47 ^b	6.15±1.54 ^{ABbc}
	8W	5.50±1.39	5.47±1.48 ^b	5.56±1.48 ^A	5.84±1.30	5.50±1.72	6.06±1.13	5.44±1.16 ^{AB}	5.53±1.24 ^{ABab}	6.03±1.36	6.28±1.37 ^{AB}
15℃/52h	0W	5.29±1.70	5.18±1.7A ^B	6.32±1.17 ^B	5.29±1.73	5.44±1.65	5.65±1.7	5.06±1.43 ^c	4.91±1.50	5.74±1.50 ^{ABab}	6.82±1.34 ^{Ba}
	2W	6.06±1.35 ^b	5.97±1.42 ^B	6.26±1.21 ^{Bb}	6.21±1.41 ^b	5.79±1.65 ^b	6.06±1.50 ^b	5.35±1.54 ^{AB}	5.71±1.78 ^b	6.32±1.32 ^{Bb}	6.24±1.37 ^{ABb}
	4W	5.43±1.90 ^{Ab}	5.03±1.67 ^{Aa}	5.34±1.53 ^{Ab}	5.34±1.78 ^b	4.97±1.98 ^b	5.80±1.61 ^b	5.40±1.22 ^{ABb}	5.43±1.69 ^b	5.32±1.72 ^{ABb}	5.53±1.74 ^A
	6W	5.62±1.81 ^b	5.62±1.44 ^{AB}	5.65±1.90 ^{ABab}	5.73±1.93 ^b	5.69±1.95	5.38±1.79 ^b	5.88±1.53 ^{Bb}	5.54±1.58 ^b	5.38±1.65 ^{ABb}	5.50±1.73 ^{ABab}
	8W	5.22±1.98	5.06±1.54 ^{Aa}	5.78±1.39 ^{ABab}	5.41±1.88	5.41±2.00	5.91±1.30	5.50±1.19 ^{ABA}	5.53±1.44 ^A	6.00±1.46 ^{ABab}	5.78±1.58 ^{Ab}

기호도, 꽃내 기호도, 탄산감 기호도가 유의적으로 높은 수치를 보였으나(P<0.05), 2주차 이후로 저장 기간에 따라 전반적인 향/냄새 기호도, 탄산감 기호도, 아삭한 질감 기호도가 감소하는 경향을 나타냈다(P<0.05). 이화학적 품질 특성과 소비자 기호도의 관련성을 살펴보았을 때, 경도가 감소하면 아삭한 질감 기호도의 감소로 이어지고, 적숙기의 높은 산도는 높은 신맛 기호도로 이어진 것으로 분석된다. 15℃에서 52h 동안 초기 숙성을 시켰던 시료는 빠른 시간 내 적숙기에 도달한 만큼 이후 경도도 빠르게 감소하여 아삭함의 기호도와 전반적 기호도가 하락하여 김치의 경도가 소비자 기호도에 미친다고 생각되었다. 특히, 4주차 저장 시점에서는 6℃에서 113 h 저장한 시료와 15℃에서 36 h 저장한 시료가 높은 산도를 보이는데, 이때 이들의 신맛 기호도 역시 높게 평가되고 이는 높은 전반적 기호도로 이루어졌다고 추측되어 소비자 기호도에 있어서 김치의 적절한 신맛이 가지는 중요성을 보여준다고 생각되었다.

IV. 결론

본 연구에서는 김치 냉장고 내에서 초기 숙성 조건을 달리한 배추김치의 저장기간에 따른 이화학적 품질특성과 소비자 기호도를 측정하여 김치냉장고의 발효 시스템 개발을 위한 기초자료로 사용하고자 하였다. 배추김치 제조 직후 초기의 pH는 6.34±0.03, 산도는 0.18±0.02%였다. 저장 시작 2주 후에는 초기 숙성모드를 거친 시료들은 pH 4로 감소하였고 초기 숙성을 거친 시료는 2주차에는 적숙 산도에 도달하였으며, 4주차 이후에는 적숙기의 pH에 도달하였다. 저장 기간이 증가함에 따라 모든 시료는 경도가 감소하였다. 초기 숙성을 거친 배추김치는 숙성 없이 바로 저장한 시료보다 경도의 감소 폭이 크게 나타났으나, 15℃에서 36시간, 6℃에서 113 시간 초기 숙성을 시킨 시료가 15℃에서 52 시간 숙성시킨 시료보다 감소 폭이 적게 나타났다. 배추김

치 제조 직후의 젖산 함량은 11.80 ± 0.03 mg%로 나타났으며 저장 2주차에는 급격히 증가하여 저장 기간 내 많은 함량을 보였다. 하지만 -1.3°C 에서 바로 저장한 시료는 타 시료에 비해 낮은 젖산 값을 보였다. 저장기간에 따른 젖산균의 함량은 초기 4.50 logCFU/mL에서 $6.70 \sim 7.47$ logCFU/mL까지 증가하였다가 $5.08 \sim 6.10$ logCFU/mL의 값까지 감소하였다. 젖산균은 초기 숙성 시 15°C 에서 36시간 숙성시킨 시료에서 저장기간 전반에 걸쳐 높은 함량을 나타냈고, 초기 숙성을 거치지 않고 바로 저장한 시료에서는 가장 낮은 값을 나타냈다. 소비자 기호도 평가 결과, 저장 6주차까지 초기 숙성을 거친 세 시료들의 전반적 기호도, 전반적인 맛에서 높은 기호도를 보였다. 초기 숙성 없이 바로 저장한 시료는 4주차까지 낮은 전반 기호도를 보였으나, 8주차에 저장조건 중 가장 높은 전반 기호도를 나타냈다. 이상의 결과로 인하여 김치 냉장고 내에서 초기 숙성 조건은 저장기간 동안의 김치의 맛과 발효 정도에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

참고 문헌

- [1] C. H. Lee, "Kimchi: Korean fermented vegetable foods," Korean J. Dietary Culture, Vol.1, No.4, pp.395-402, 1986.
- [2] B. H. Bang, J. S. Seo, and E. J. Jeong, "A method for maintaining good kimchi quality during fermentation," Korean J. Food Nutr, Vol.21, No.1, pp.51-55, 2008.
- [3] B. H. Park, H. S. Cho, and B. Y. Oh, "Physicochemical characteristics of kimchi treated with chitosan during fermentation," Korean J. of Human Ecology, Vol.5, No.1, pp.85-93, 2002.
- [4] J. S. Noh, H. J. Seo, J. H. Oh, M. J. Lee, M. H. Kim, H. S. Cheigh, and Y. O. Song, "Development of auto-aging system built in kimchi refrigerator for optimal fermentation and storage of korean cabbage kimchi," Korean J. Food Sci. Technol., Vol.39, No.1, pp.432-437, 2007.
- [5] 이은화, 이명주, 송영옥, "김치냉장고의 숙성 후 저장 및 저온 저장 모드에서 6개월간 저장한 김장 김치의 발효 특성 비교," 한국식품영양과학회지, 제41권, 제11호, pp.1619-1625, 2012.
- [6] M. J. Yoo, H. R. Kim, and H. J. Chung, "Changes in physico-chemical and microbiological properties in low-temperature and long-term fermented kimchi during fermentation," Korean J. Diet Culture, Vol.16, No.5, pp.431-441, 2001.
- [7] H. S. Kim, "The effect of storage method and duration on the physicochemical characteristics and consumer acceptance of kimchi," Korean J. Food Culture, Vol.17, No.5, pp.638-645, 2002.
- [8] J. S. Jo, "Analytical Survey on the Study of Traditional Fermented Food in Korea," Journal of The Korean Society of Dietary Culture, Vol.4, No.4, pp.375-382, 1989.
- [9] 고용덕, 김홍재, 전성식, 성낙계, "냉장고를 이용한 김치 발효 및 저장 제어시스템의 개발," 한국식품과학회지, 제26권, 제3호, pp.199-203, 1994.
- [10] Tae-Ick Mheen and Tai-Wan Kwon, "Effect of Temperature and Salt Concentration on Kimchi Fermentation," 한국식품과학회지, 제16권, 제4호, pp.443-450, 1984.
- [11] 정복미, 한경아, "천년초 물 추출물을 이용한 갓김치의 저온저장 중 품질 특성," 한국식품영양과학회지, 제45권, 제12호, pp.1808-1815, 2016.
- [12] 김지현, 박기순, "꽃게를 첨가한 김치의 품질특성," Culinary Science & Hospitality Research, 제20권, 제2호, pp.246-259, 2014.
- [13] 이현아, 송영옥, 장미순, 한지숙, "감태 첨가가 배추김치의 숙성 중 품질에 미치는 영향," 한국식품영양과학회지, 제42권, 제1호, pp.83-88, 2013.
- [14] Y. H. Lee, and I. W. Yang, "Studies on the packaging and preservation of kimchi," J. Korean Agric. Chem. Soc, Vol.13, No.3, pp.207-218, 1970.
- [15] J. H. Kang, S. H. Kang, E. S. Ahn, M. J. Yoo, and H. J. Chung, "Effect of the combination of

fermentation temperature and time on the properties of Baechu kimchi," Korean J. Food Culture, Vol.19, NO.1, pp.30-42, 2004.

- [16] H. K. Park, J. R. Lim, and H. H. Han, "The trend of the microbial changes of kimchi during the fermentation at different temperatures," Journal of Basic Science Research, Vol.11, No.1, pp.61-69, 2009.
- [17] K. H. Kim, and H. S. Cho, "Physicochemical and microbiological properties of skate (raja kenojei) kimchi on the market," Korean J. Food Nutr, Vol.23, No.2, pp.235-242, 2008.
- [18] 김효주, 신현경, 양은주, "혼합 스타터를 이용한 묵은지의 제조 및 발효 특성," 한국식품영양과학회지, 제42권, 제9호, pp.1467-1474, 2013.
- [19] M. S. Ko, S. W. Hur, M. R. Kim, S. J. Jung, H. R. Lee, and M. S. Cho, "The quality properties of rapidly fermented mukeun (long-term fermented) kimchi with different salinity and fermented temperature," Korean J Food Nutr, Vol.28, No.3, pp.335-342, 2015.
- [20] Jong-Kyung Lee, Da-Wa Jung, Yun-Ji Kim, Seong-Kwan Cha, Myung-Ki Lee, Byung-Hak Ahn, No-Seong Kwak, and Se-Wook Oh, "Growth Inhibitory Effect of Fermented Kimchi on Food-borne Pathogens," Food Science and Biotechnology, 제18권, 제1호, pp.12-17, 2009.
- [21] 정유경, 오승희, 김순동, "과메기 첨가 김치의 숙성과 품질특성," 한국식품저장유통학회지, 제14권, 제5호, pp.526-530, 2007.

저 자 소 개

박 혜 린(Hye-Rin Park)

정회원



- 2016년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학사)
- 2018년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학석사)

〈관심분야〉 : 식문화, 식품개발, 영양분석, 김치, 발효과학, 단백질, 고단백

오 지 은(Ji-Eun Oh)

정회원



- 2000년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학사)
- 2002년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학석사)
- 2014년 8월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학박사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 이화여자대학교

교 신산업융합대학 조교수

〈관심분야〉 : 메뉴개발, 외식, 식생활교육, 식문화, 식생활

조 미 숙(Mi-Sook Cho)

정회원



- 1983년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학사)
- 1985년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학석사)
- 1991년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과(이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 이화여자대학교

교 식품영양학과 교수

〈관심분야〉 : 식문화, 식행동, 식생활교육, 식품개발, 영양학