

저장 기간에 따른 콜라비 김치의 품질 특성

구혜진 · *진소연

숙명여자대학교 전통문화예술대학원 전통식생활문화전공

Quality Characteristics of Kohlrabi *Kimchi* during Storage

Hye-Jin Koo and †So-Yeon Jin

Dept. of Traditional Dietary Life Food, Graduate School of Traditional Culture and Arts,
Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

Abstract

In the present study, kohlrabi-*kimchi* was prepared for assessment of changes in sensory qualities and measurement of changes in quality characteristics according to the storage period for the purpose of using kohlrabi as an ingredient of *Kimchi*. Examination of the physicochemical properties of kohlrabi-*kimchi* according to the storage period showed that the acidity increased steadily throughout the storage period, while soluble-solids content, pH and hardness decreased as the storage period elapsed. Meanwhile, the L value increased and then it decreased as the storage period elapsed, but, the a value increased and the b value gradually decreased after day 14 of storage. Reducing sugars increased up to day 10 of storage, and then they decreased slowly after day 15 of storage. Measurement of changes in lactic acid bacteria in kohlrabi-*kimchi* according to the storage period showed bacterial growth showing typical tendencies of *Kimchi* with a rapid increase on day 5 of storage and a decrease thereafter. Assessment of sensory qualities of kohlrabi-*kimchi* according to the storage period showed that the highest scores for appearance and sourness, odor, texture, and overall scores were obtained on day 15 of storage. Based on the above results, it was determined that the optimal maturity period of kohlrabi-*kimchi* is day 15 of storage.

Key words: *kimchi*, *Brassica oleracea* var. *gongyodes*, quality characteristics, storability

서론

급격한 도시화 및 산업화에 따라 식품의 공급이 풍부해지고, 식품산업 및 외식문화가 발달하면서 식생활이 서구화되고 있다. 이에 따라 식품시장도 글로벌화 되고 무역자유화(FTA)로 인해 식품시장의 개방 및 확대에 따라, 이전에는 쉽게 볼 수 없었던 다양한 작물들이 수입됨과 동시에 국내 재배도 이루어지고 있다. 또한 최근 체중감량이나 질병예방에 도움이 되는 기능성 식품에 대한 수요가 늘어나면서 기능성을 지닌 다양한 해외 채소에 대한 소비도 증가하고 있다(Jung & Lee 2010).

콜라비(*Brassica oleracea* var. *gongyodes*)는 양귀비목 배추과에 속하는 양배추과에서 분화된 채소로, 양배추에 비해 비타민 C의 함량이 높고, 식이섬유소가 풍부하고 칼로리가 낮아 다이어트에 도움이 된다고 알려져 있다(Cha & Lee 2013). 특히 콜라비 표면에는 보라색 색소성분인 anthocyanin 성분이 풍부하며, 그 외 carotenoid, glucosinolates와 같은 기능성 성분의 함량이 높아, 항암 및 항산화능이 높다고 보고되었다(Park 등 2012). 콜라비는 맛이 무와 비슷하지만, 무에 비해 매운맛이 적고 질감이 단단하여 생식 외에 피클 등에 활용되고 있다. 콜라비를 식품소재로 이용한 연구를 살펴보면 콜라비로 피클(Lee GY 2013)과 햄버거 패티(Cha & Lee 2013)를 개발

† Corresponding author: So-Yeon Jin, Dept. of Traditional Dietary Life Food, Graduate School of Traditional Culture and Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea, Tel: +82-2-2077-7473, Fax: +82-2-2077-7473, E-mail: syjin@sm.ac.kr

한 연구가 있으나, 아직까지 콜라비를 식품의 소재로 이용하기 위한 체계적인 메뉴 개발 및 이에 대한 연구는 부족한 실정이다.

김치는 우리나라를 대표하는 전통발효식품으로 채소를 섭취하기 어려운 겨울철에 비타민과 무기질을 섭취할 수 있게 해주며, 오랜 역사를 통해 한국 사람과 가장 친숙한 음식이다 (Park KY 1995). 김치는 채소에 포함된 다양한 비타민과 무기질이 풍부하고, 식이섬유의 함유량이 높아, 인체의 소화 및 정장작용을 돕고(Choi HS 2005), 발효과정에서 생성되는 독특한 맛과 젖산균 및 다양한 생리활성 물질을 통해 항산화, 항암, 항동맥경화, 항콜레스테롤, 항균작용, 비만 및 변비에 방 등의 효과가 있다고 보고되고 있다(Lee 등 1996; Kwon 등 1998; Kwon 등 1999; Hwang & Song 2000).

최근에는 김치의 주재료로 배추나 무가 주로 사용되고 있으나, 전통적으로 김치는 매우 다양한 채소를 이용하여 만들어졌으며, 어떤 채소라도 소금에 절인 뒤 양념을 버무려두면 김치로 이용할 수 있다. 최근 국내로 유입된 작물을 이용한 브로콜리 김치(Kim HM 2005), 비트첨가 김치(Yang & Han 2005), 양배추 김치(Park & Cho 2006) 등에 대한 연구가 있으나, 아직까지 가능성이 부각된 콜라비를 김치의 재료로 이용한 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 소비가 증가되고 있는 국내산 콜라비를 이용하여 김치를 제조하고, 김치의 저장기간에 따른 품질 및 관능적 특성을 분석하여, 콜라비를 김치의 재료로 이용하기 위하여 콜라비 김치의 상품 가능성을 알아보고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 연구에 사용한 콜라비(*Brassica oleracea* var. *gongylodes*)는 충청북도 제천에서 1주일 이내 수확된 것을 제공받아 사용하였으며, 쪽파는 담금 당일에 대형마트에서 구입하였고, 고춧가루(Daesang, Seoul, Korea), 새우젓(Hansung, Busan, Korea), 매실청(Ottogi, Anyang, Korea), 다진마늘과 소금(CJ CheilJedang, Seoul, Korea)은 시중에서 구매하여 사용하였다.

2. 콜라비 김치 제조

콜라비 김치 배합비는 관련 문헌(Han BR 2004; Kang SE 2011)을 바탕으로, 기존에 알려진 콜라비 김치 조리서와 선행 연구의 깎두기 배합비를 참고하여, 예비실험과 관능평가를 거쳐 최종 배합비를 정하였다. 예비 관능평가는 조리법, 콜라비의 절임방법, 고춧가루의 함량 및 부재료 첨가 등에 대해 실시하였으며, 예비실험을 통해 정해진 콜라비 김치의 최종 배합비는 Table 1과 같다. 콜라비는 세척 후 껍질을 제거한

Table 1. Ingredients of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) Kimchi

Ingredients	Weight (g)	Ratio (%)
Kohlrabi	1,000	80.22
Red pepper powder	40	3.21
Red pepper seed	20	1.60
Garlic	20	1.60
Salt	12.5	1.00
Green plum syrup	75	6.02
Salted shrimp sauce	41	3.29
Green onion	38	3.05
Total	1,246.5	100.00

뒤 아래와 윗부분을 제외한 가운데 부분을 2×2×2 cm 크기로 썬 다음, 5 cm 크기로 썬 실파와 분량의 소금과 고춧가루, 마늘, 새우젓, 매실청을 넣고 고루 섞어 김치 양념을 만든 뒤 썰어 놓은 콜라비와 함께 버무린 후 폴리에틸렌백에 500 g씩 담아 20℃에 36시간 동안 숙성한 뒤 4℃에서 보관하였다. 이렇게 제조한 콜라비 김치는 0~30일까지 저장하면서 5일 간격으로 채취한 김치 시료를 분석에 사용하였다.

3. pH 및 산도

저장 기간에 따른 콜라비 김치의 pH와 산도를 측정하기 위해 콜라비 김치 고형물과 국물을 1:1로 채취한 뒤 homogenizer(PT-2100, Kinematica AG, Lucerne, Switzerland)를 사용하여 14,000 rpm에서 30초간 균질화한 후, 여과지(No. 2, Whatman, Maidstone, UK)로 여과하여 측정용 시료로 사용하였다. pH는 pH 측정기(Coring340, Mettler Co., Toledo, UK)를 사용하여 3회 측정 후 평균값을 구하였다. 총산도는 여과한 시료 2 g을 증류수 20 mL로 희석한 다음, phenolphthalein시액 0.5 mL를 가한 후 pH 측정기를 이용하여 pH가 8.3이 될 때까지 0.1N NaOH 용액을 가한 후 소비된 NaOH 용액의 양을 산도(%)로 표시하였다.

$$\text{산도(lactic acid, \%)} = s \times (f \times 0.009) / \text{시료량(g)} \times 100$$

S: 0.1N NaOH의 소비량(mL)

f: 0.1N 수산화나트륨용액의 역가

4. 가용성 고형물 함량

콜라비 김치 고형물과 국물을 1:1 비율로 채취하여 분쇄한 후 여과지(No. 2, Whatman)로 2회 여과한 여액의 가용성 고형물 함량을 당도계(Atago, No. 4403-E02, Tokyo, Japan)로 3번

측정하고, 그 평균값을 사용하였다.

5. 물성

콜라비 김치의 물성은 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 사용하여 경도(hardness)와 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 이때 기기의 작동 조건은 pre-test speed 3.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, return speed 5.0 mm/sec, test distance 3.0 mm, trigger force 5 g으로 하였으며, 5회 반복 측정하여 그 평균값을 사용하였다.

6. 색도

콜라비 김치의 색도는 고형물과 국물을 1:1 비율로 채취하여 분쇄한 후 여과지(No. 2, Whatman)로 2회 여과한 시료 3 mL를 지름 9 cm의 페트리디쉬에 담은 후 색도측정계(Colorimeter CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)의 색도 값을 3회 반복 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 이때 사용한 표준백판(standard plate)의 L, a, b 값은 각각 97.14, -0.04, 1.92였다.

7. 환원당

콜라비 김치의 환원당 함량은 DNS(dinitrosalicylic acid)에 의한 비색법으로 측정하였으며, glucose(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 표준곡선을 작성하였다. 동량의 콜라비 김치 고형물과 국물을 분쇄한 후, 여과지(No. 2, Whatman)로 2회 여과한 여액을 시료로 사용하였다. 시료 1 mL를 DNS 시약 3 mL와 혼합한 뒤 100°C의 끓는 물에서 5분간 동안 증탕한 다음 10분간 방냉시킨 후 550 nm에서 흡광도 측정기(UV/VIS spectrophotometer V-530, Jasco, Tokyo, Japan)를 이용하여 흡광도를 측정하고, 표준곡선을 통하여 포도당으로 환산하였다.

8. 젖산균수

콜라비 김치의 저장기간에 따른 젖산균의 변화를 살펴보기 위해 Park 등(2011)의 방법에 따라 동량의 콜라비 김치 고형물과 국물을 분쇄한 후 여과지(Whatman No. 2)로 콜라비 김치의 국물을 2회 여과한 뒤 여액 1 mL를 정량한 후 멸균 stomacher bag에 넣고 0.85%의 NaCl 용액으로 10배 희석하고 stomacher(bagmixer 400 VW, Interscience, Saint Nom, France)를 이용하여 2분간 균질화하였다. 균질화된 시료는 0.85%의 NaCl 용액을 이용하여 10배씩 연속 희석하였다. 위의 시료 1 mL를 취해 MRS(de Man, Rosaga and Sharp agar) 배지에 spreading culture method로 접종한 다음 37°C incubator에서 36 시간 동안 배양한 후 형성된 균체(colony)를 계수하였다(Lee

등 1989).

9. 관능평가

관능 평가용 시료는 김치 고형물과 국물이 중량(weight)으로 1:1이 되도록 하여 총 30 g을 난수표로 표기한 흰색 접시에 담아 제공하였고, 저장기간을 달리한 콜라비 김치에 대하여 김치의 주요 특성인 외관(appearance), 단맛(sweetness), 매운맛(hot taste), 향(odor), 조직감(texture) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)의 6가지 항목에 대하여 7점 척도로 기호도를 평가하였다. 저장기간별 시료의 정확한 비교를 위해 콜라비 김치는 5일 간격으로 제조하여 저장한 후 모든 시료를 동시에 평가하였다. 관능검사에 참가한 패널은 숙명여자대학교의 식품관련전공 학생 15인으로 구성하여 실험의 목적과 관능평가 방법에 대하여 설명한 뒤 평가에 임하도록 하였다. 한 시료를 평가 후에는 물로 입안을 헹구고 평가하도록 하였다.

10. 통계처리

모든 자료의 통계 분석은 SPSS(Statistic Package for the Social Science, version 21 for Windows, Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균(Mean)과 표준편차(S.D.)로 나타내었다. 각 실험값의 유의성 검증을 위하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, 각 시료 간에 유의성이 있는 경우 사후검증으로 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. pH 및 산도

김치의 주재료로 콜라비를 사용하여 콜라비 김치를 담근 후 저장기간에 따른 콜라비 김치의 산도와 pH를 측정된 결과(Table 2), 제조 직후의 pH는 4.63에서 저장 15일에 pH 4.37으로 낮아지고, 저장 15~30일까지는 유의적인 변화가 없었다($p < 0.001$). 콜라비 김치의 저장 초기 pH는 무를 이용하여 담근 깎두기(Lee 등 2003)에 비해 낮게 측정되었는데, Kim MS(2008)의 연구에 따르면 매실을 첨가하여 김치를 담글 경우 매실에 함유되어 있는 유기산에 의해 저장 초기에 pH가 낮아진다는 보고가 있다. Kim 등(1991)의 연구에 따르면, 김치에 매실을 첨가할 경우, 김치의 발효기간 중 pH가 관능적 기호도가 가장 높은 pH 4.2~4.4의 범위를 유지한다고 보고하였는데, 콜라비 김치 역시 유사한 결과를 나타냈다.

저장 기간 중 산도의 변화는 Table 2에서와 같다. 콜라비 김치는 저장 기간 중 산도가 지속적으로 증가하여 전형적인 김치 발효 경향(Lee 등 2003)과 유사하게 나타났다. 김치의 산도는 김치의 발효 과정 중 생성되는 유기산에 의하여 변화

Table 2. pH and total acidity of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) Kimchi during storage at 4°C
mean±S.D.

Fermentation days	pH	Total acidity
0	4.63±0.02 ^{1)a2)}	0.24±0.01 ^g
5	4.56±0.02 ^b	0.30±0.01 ^f
10	4.52±0.02 ^c	0.41±0.02 ^e
15	4.37±0.03 ^d	0.55±0.01 ^d
20	4.36±0.01 ^d	0.61±0.02 ^c
25	4.35±0.01 ^d	0.68±0.01 ^b
30	4.35±0.02 ^d	0.74±0.01 ^a
<i>F</i> -value	118.25 ^{***3)}	818.51 ^{***}

¹⁾ Each value is mean±S.D.

²⁾ a-g Values with different letter within a column differ significantly by Duncan's multiple range test.

³⁾ *** $p < 0.001$.

게 되며, 산도는 특히 김치 맛에 직접적인 영향을 준다(Kim & Jang 1997). 콜라비 김치의 산도는 pH와는 달리 꾸준히 증가하는 경향을 보이는데, 저장 초기의 유기산 함량은 0.24±0.01%이고, 발효 말기에는 0.74±0.01%으로 저장기간에 따라 증가하는 경향을 나타냈다($p < 0.001$). 무를 이용하여 깍두기를 제조한 직후 산도를 측정할 결과 0.1%라고 보고하였는데(Mo 등 1999), 콜라비 김치의 초기 산도는 0.23%에 이르러 무 깍두기에 비해 산도가 상대적으로 높게 측정되었는데, 이는 환원당 함량이 높은 고춧가루 때문으로 사료되며, 이는 Yu 등(2001)의 결과와 일치한다. 또한 Cheigh & Park(1994)과 Kim MS(2008)는 pH의 감소속도에 비해 산도의 증가속도가 빠른 이유는 김치 내의 단백질과 아미노산의 완충 작용이라고 하였는데, 무에 비해 콜라비는 유리 아미노산의 함유량이 높아(Choi 등 2010) 무김치에 비해 산도가 빨리 증가한 것으로 사료된다. Sul 등(2004)과 Mheen & Kwon(1984)의 연구에서 김치의 적정산도를 0.7% 정도라고 보고하였는데, 콜라비 김치의 경우 저장 후 25일 이후부터 적숙기에 해당하는 산도를 보였으며, 이는 관능검사의 결과와 일치하는 결과를 나타냈다.

2. 가용성 고형물 함량

저장기간에 따른 콜라비 김치의 가용성 고형물 함량은 Table 3과 같다. 0일차에 14.53 °Brix에서 5일차에는 12.23 °Brix로 급격히 감소하였으며, 10일차에 12.07 °Brix로 가장 낮은 함량을 보이다가 15일에 12.30 °Brix로 소량 증가하여

Table 3. Soluble solid content of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) Kimchi during storage at 4°C

Fermentation days	Soluble solid content (°Brix)
0	14.53±0.06 ^{1)a2)}
5	12.23±0.06 ^c
10	12.07±0.06 ^d
15	12.30±0.10 ^e
20	12.87±0.06 ^b
25	12.87±0.06 ^b
30	12.90±0.00 ^b
<i>F</i> -value	541.83 ^{***3)}

¹⁾ Each value is mean±S.D.

²⁾ Values in same row with different superscripts are significant different by Duncan's multiple test ($p < 0.05$).

³⁾ *** $p < 0.001$.

($p < 0.001$) Kim 등(2001)과 Yu 등(2001)의 결과와 유사하였다. 담금 직후 가용성 고형물 함량이 높은 것은 고춧가루 및 양념에 함유되어 있는 당 함량에 따른 것으로 보이며(Yu 등 2001), 0일에 비하여 저장 5일에 가용성 고형물 함량이 급격히 감소하는 원인은 김치에 함유된 당 성분이 발효가 진행됨에 따라 소모되기 때문인 것으로 사료된다(Park SH 2008).

3. 물성

저장기간에 따른 콜라비 김치의 물성의 변화는 Table 4와 같다. 경도(Hardness)는 0일차가 1,407.33 g/cm² 가장 높게 측정되었으며, 저장기간이 증가함에 따라 담금 직후보다 경도가 유의적으로 감소하는 경향이 나타났다($p < 0.01$), 이는 Kim 등(2001), Lee 등(2003), Kim 등(2001)의 연구와 같은 양상이었으며, 특히 저장 10일에 1,356.04 g/cm²로 약간 증가하였다가 다시 감소하였으나, 저장 후반기에는 경도값에 큰 변화가 나타나지 않았다. 김치의 조직감은 절이는 과정 중 식물 세포 속 공기가 탈기되어 수분이 용출되고, 세포벽이 포개지면서 섬유소의 밀도가 증가함에 따라 변화되는데, 일반적으로 김치의 발효가 진행됨에 따라 경도는 감소된다고 보고되었고(Lee 등 1988), 발효 과정 중 미생물의 활동으로 생성되는 polygalacturonase(PG)와 pectinesterase(PE)의 작용으로 인한 세포의 펙틴함량에 따라 변화된다. 즉, 발효가 진행됨에 따라 김치의 산도가 높아지고, 조직의 경도가 감소하면 불용성의 프로토 펙틴의 함량이 낮아지고, 수용성 펙틴이 증가되어 조직의 연화가 촉진된다(Kim JH 2013). 콜라비 김치는 무 김치에 비해 경도의 감소폭이 작는데, 콜라비는 무에 비해 식감이

Table 4. Texture of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) Kimchi during storage at 4°C

Fermen- tation days	Texture value		
	Hardness (g/cm ²)	Springiness (%)	Chewiness (%)
0	1,407.33±21.57 ^{1)a2)}	0.85±0.02	137.21±18.47
5	1,329.27±35.46 ^{bc}	0.85±0.05	136.74±20.51
10	1,356.04±31.06 ^b	0.85±0.03	125.04±13.60
15	1,313.33±13.32 ^c	0.88±0.02	126.66±12.99
20	1,319.57±13.63 ^{bc}	0.90±0.03	127.86±8.75
25	1,319.00±10.15 ^{bc}	0.94±0.05	124.86±10.31
30	1,312.33±8.74 ^c	0.89±0.06	122.74±8.55
<i>F</i> -value	7.76 ^{**3)}	2.21	0.52

¹⁾ Each value is mean±S.D.

²⁾ a-c Values with different letter within a column differ significantly by Duncan's multiple range test.

³⁾ ** $p < 0.01$.

단단하고(Choi 등 2010), 수분함량이 낮기 때문에(Kim 등 2001) 콜라비로 김치를 제조할 경우에도 무 김치보다 경도가 더 높게 측정된 것으로 사료된다.

4. 색도

저장 기간에 따른 콜라비 김치의 색도 L, a, b값의 측정결과는 Table 5와 같다. 명도를 나타내는 L값은 0일차에 40.06에서 5일차에 41.35, 10일차에 41.85로 저장기간이 지나면서 약간 증가하는 경향을 나타냈으나 저장 15일차에 42.39로 가장 높은 값을 나타낸 뒤 20일차 이후에는 유의적으로 다소 감소하는 경향을 보였다($p < 0.001$). 이는 김치의 발효과정 중 pH의 변화와 여러 생성물에 따른 것으로 보이는데, Kim 등 (2008)의 연구에서 김치 발효 중 pH가 감소하면서 L값이 함께 감소한다고 보고하여, 콜라비 김치와 비슷한 경향을 나타내었다. 고춧가루 첨가 김치의 붉은색을 나타내는 a값은 저장기간이 증가함에 따라 그 값이 유의적으로 증가하였으며($p < 0.001$), 황색을 나타내는 b값의 경우 저장 0일에서 15일까지는 조금씩 증가하다가 저장 20일차 이후 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$).

5. 환원당

저장 기간에 따른 콜라비 김치의 환원당의 변화는 Table 6에 나타내었다. 0일차에 72.58 mg/mL였던 환원당은 5일차에 71.40 mg/mL로 감소하다가 10일차가 되면서 74.40±1.33 mg/mL까지 큰 폭으로 증가하였다가 15일 이후부터 저장 말

Table 5. Color value of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) Kimchi during storage at 4°C

Fermen- tation days	Color value		
	L	a	b
0	40.06±0.20 ^{1)bc2)}	8.04±0.12 ^f	10.02±0.17 ^e
5	41.35±0.01 ^c	12.29±0.03 ^a	9.12±0.01 ^d
10	41.85±0.59 ^b	11.51±0.01 ^d	10.97±0.11 ^b
15	42.39±0.03 ^a	10.66±0.04 ^e	11.20±0.05 ^a
20	40.90±0.02 ^d	12.03±0.02 ^b	8.47±0.04 ^e
25	40.85±0.08 ^d	11.76±0.12 ^c	8.30±0.11 ^f
30	40.92±0.01 ^d	11.99±0.03 ^b	8.55±0.03 ^e
<i>F</i> -value	30.71 ^{****3)}	1356.96 ^{***}	560.76 ^{***}

¹⁾ Each value is mean±S.D.

²⁾ a-f Values with different letter within a column differ significantly by Duncan's multiple range test.

³⁾ *** $p < 0.001$.

기까지 유의적으로 서서히 감소하였다($p < 0.001$). 김치의 저장기간이 증가될수록 김치의 환원당 함량이 감소하였는데, 이는 앞서 보고된 연구결과(Lee 등 2003; Kim 등 1998; Kim 등 1994)와 같은 경향이였다. 저장 15일차부터 환원당 함량이 급격히 감소하는 것은 pH의 변화 시기와 일치하는데, Yi 등 (1998)의 연구에서 pH 변화는 환원당의 변화 속도와 같은 경

Table 6. Reducing sugar of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) Kimchi during storage at 4°C

Fermentation days	Reducing sugar (mg/mL)
0	72.58±1.13 ^{1)bc2)}
5	71.40±0.92 ^b
10	74.40±1.33 ^a
15	70.82±1.17 ^c
20	70.35±0.44 ^c
25	67.00±0.83 ^d
30	66.88±0.51 ^d
<i>F</i> -value	25.11 ^{****3)}

¹⁾ Each value is mean±S.D.

²⁾ a-d Values with different letter within a column differ significantly by Duncan's multiple range test.

³⁾ **** $p < 0.001$.

향으로 나타난다는 보고와 일치하는 결과를 나타냈다. 환원당은 김치 미생물에 의해 사용되어, 총균수, pH, 산도와 상관관계가 있으며(Park & Im 2008), 이러한 과정을 통해 환원당이 lactic acid, carbon dioxide 등 여러 가지 물질로 변화되기 때문에, 저장기간이 증가하여 김치의 발효가 진행될수록 환원당의 함량이 감소(Park 등 2000; Lee GY 2013)된다고 보고되었다.

6. 젖산균수

콜라비 김치의 젖산균수의 변화는 Table 7에 나타내었다. 젖산균은 저장 5일차에 1.6×10^{10} cfu/mL로 측정되었으며, 저장 10일차에 3.8×10^9 cfu/mL로 급격히 감소하고, 저장 30일차에 1.0×10^8 cfu/mL로 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하는 경향을 나타냈다($p < 0.001$). 콜라비 김치의 경우, 젖산균이 급격히 증가하면서 산도 또한 증가하여, 김치발효 중 젖산균이 산을 생성한다는 Kim & Jang(2000)과 Lee 등(2003)의 결과와 유사하였다. 또한 Mheen & Kwon(1984)은 김치의 저온 숙성 시 작용하는 젖산균은 *Leuconostoc* 속이며, 10°C 이상의 온도에서 숙성한 김치의 과숙시 김치 산패에 작용하는 균주는 *Lactobacillus* 속이라고 보고하였다. 즉, 낮은 온도에서 김치를 저장하면 젖산균의 생육이 저해되어 김치의 산패를 막고, 가식기간을 연장할 수 있다. 깍두기 김치의 절임 방법에 따른 미생물의 특성을 연구한 Kim 등(2000)은 김치를 절이는 방법에 따라 저장 중 미생물의 변화가 다르게 나타난다고 보고하였는데, 김치 주재료에 소금을 직접 뿌려서 절이는 방법이 소금물을 사용하는 것에 비하여 김치의 발효가 빨리 진행되어 미생물이 급격하게 감소된다고 보고하여 본 결과와 일

Table 7. Lactic acid bacteria cell of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) Kimchi during storage at 4°C

Fermentation days	Lactic acid bacteria cell (cfu/mL)
0	ND ¹⁾
5	$1.6 \times 10^{10} \pm 13.20^{2)ab3)}$
10	$3.8 \times 10^9 \pm 7.00^b$
15	$1.1 \times 10^9 \pm 2.65^c$
20	$8.0 \times 10^8 \pm 3.61^c$
25	$3.6 \times 10^8 \pm 1.53^c$
30	$1.0 \times 10^8 \pm 1.00^c$
<i>F</i> -value	299.24 ^{***4)}

1) ND: Not detected.

2) Each value is mean±S.D.

3) a-c Values with different letter within a column differ significantly by Duncan's multiple range test.

4) *** $p < 0.001$.

치하였다. 이와 같은 결과를 통해 콜라비 김치의 저장성을 높이기 위해서는 절임과정에서 소금물을 이용하고, 낮은 온도에서 숙성하는 것이 좋은 방법이라 사료된다.

7. 관능적 특성

콜라비 김치의 관능적 특성에 대한 평가 결과는 Table 8과 같다. 외관에서는 20일차까지 저장초기와 비슷한 수준으로 5.73 ± 0.86 의 높은 값을 보이다가, 30일차에 4.60점으로 급격

Table 8. Sensory evaluation of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) Kimchi during storage for 30 days at 4°C

Fermentation days	Sensory characteristics						
	Appearance	Sweetness	Hot taste	Sourness	Odor	Texture	Overall acceptability
5	$5.67 \pm 0.75^{1) b2)}$	4.67 ± 0.98	4.40 ± 1.30	4.33 ± 1.18^c	4.87 ± 1.19^{ab}	5.33 ± 1.23^{ab}	5.00 ± 0.58^b
10	6.00 ± 0.76^{ab}	4.60 ± 1.24	4.67 ± 1.11	4.93 ± 1.16^{ab}	5.00 ± 1.60^{ab}	5.40 ± 0.83^{ab}	5.13 ± 0.72^b
15	6.27 ± 0.57^a	5.40 ± 1.35	5.53 ± 1.60	5.60 ± 1.03^a	5.67 ± 1.40^a	6.00 ± 1.07^a	5.93 ± 0.34^a
20	5.73 ± 0.86^b	4.67 ± 1.18	5.47 ± 1.46	4.80 ± 1.01^b	5.20 ± 1.18^{ab}	5.27 ± 1.28^{ab}	5.33 ± 0.67^{ab}
25	5.14 ± 0.65^c	4.32 ± 1.32	5.13 ± 0.97	4.37 ± 0.62^c	4.89 ± 1.34^b	4.75 ± 1.63^b	4.67 ± 1.34^{bc}
30	4.60 ± 0.78^c	4.07 ± 1.16	4.73 ± 1.34	4.07 ± 1.09^c	4.13 ± 1.25^b	4.40 ± 1.84^b	4.13 ± 0.95^c
<i>F</i> -value	6.15 ^{***3)}	2.40	2.07	3.36*	2.90*	2.93*	4.37**

1) Each value is mean±S.D.

2) a-c Values with different letter within a column differ significantly by Duncan's multiple range test.

3) * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

히 떨어져 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 단맛과 매운맛은 저장기간에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 신맛에 대한 기호도는 저장 15일차에 5.60으로 가장 높은 점수를 받았으나, 15일 이후에는 기호도가 점차 감소하여 저장 말기에 이르러 4.07로 감소하였다($p<0.05$). 향과 조직감 또한 저장 15일차에 각각 5.67, 6.00으로 가장 높은 점수를 받아 신맛과 유사한 경향을 보였으며($p<0.05$), 전반적인 기호도의 경우 15일차에 5.93, 20일차에 5.33으로 높았다가 30일차에 기호도가 급격히 감소하였다($p<0.01$). 이상의 결과로 외관, 신맛과 향, 조직감, 기호도에서 15일차의 기호도가 유의적으로 가장 높아 콜라비 김치는 저장 후 15일이 적속기로 판단된다.

요약 및 결론

본 연구는 항산화능 및 항암과 같은 기능성 성분이 풍부하고, 무에 비해 아삭한 식감과 단맛을 가진 콜라비(*Brassica oleracea* var. *gongyodes*)를 이용하여 김치를 제조한 다음, 저장 중 품질 및 관능적 특성의 변화를 살펴보았다. 김치의 저장기간이 증가함에 따라 가용성 고형물 함량, pH, 환원당은 감소하였고, 산도는 증가하였으며, 색도 L값과 b값은 유의적으로 감소하였고, a값은 증가하였다. 경도는 저장 10일경 감소하였으며, 젖산균은 저장 5일차에 급격히 증가하였다가 감소하였다. 관능평가 결과 외관, 신맛, 향, 조직감, 전반적인 기호도에 있어 저장 15일차의 기호도가 가장 높게 평가되었다. 이상의 결과를 통하여 콜라비를 이용한 김치의 제조는 기능성과 기호성이 높아, 새로운 김치 소재로서 개발 가능성이 높으며, 콜라비와 같은 고부가가치 작물의 생산과 소비를 촉진할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- Cha SS, Lee JJ. 2013. Quality properties and storage characteristics of hamburger patty added with purple kohlrabi(*Brassica oleracea* var. *gongyodes*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1994-2003
- Chaih HS, Park KY. 1994. Biochemical microbiological and nutritional aspects of *Kimchi* (Korean fermented vegetable product). *Critical Review Food Sci Nutr* 342:175-184
- Choi HS. 2005. Physiological composition and health functionality of *Kimchi*. *J Korean Soc Food Preserv* 4:2-10
- Choi SH, Ryu DK, Park SH, Ahn KG, Lim YP, An GH. 2010. Composition analysis between kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongyodes*) and radish (*Raphanus sativus*). *Korean J Hort Sci Technol* 28:469-475
- Han BR. 2004. 100 Kinds of *Kimchi* That We Really do Need to Know. Hyeonamsa. Seoul, Korea. pp.88
- Hwang JW, Song YO. 2000. The effect of solvent fractions of *Kimchi* on plasma lipid concentration of rabbit fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:204-210
- Jung SY, Lee JG. 2010. Functional varieties of vegetables foster present and future. *J Korean Soc Seed Sci Ind* 7:8-17
- Kang SE. 2011. Season *Kimchi* of *Kimchi* Master Kang Soon-Eui. Joongang Books. Seoul, Korea. pp.54
- Kim DG, Kim BK, Kim MH. 1994. Effect of reducing sugar content in chinese cabbage on *Kimchi* fermentation. *Korean Soc Food Nutr* 23:73-77
- Kim HM. 2005. Preparation and fermentation characteristics of Broccoli *Kimchi*. Master's Thesis, Pusan University, Busan, Korea. pp.1-56
- Kim HY, Kim BC, Kim MR. 2001. Physicochemical and sensory properties of *Kakdugi* added with various thickening agents during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:1060-1067
- Kim JH. 2013. A study on *Kimchi* consumption pattern and consumers perception about the functional *Kimchi* in Seoul and Gyeonggi-do areas. *J Korean Soc Diet Cult* 28:480-487
- Kim MR, Park HY, Jun BM. 2001. Characteristics of *Kakdugi* radish cube by autumn cultivars during salting. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:25-31
- Kim MS, Lee HJ, Kang KO. 2008. Effects of mashed Maesil and Maesil extract on the fermentation characteristics of *Kimchi*. *J East Asian Soc Diet Life* 18:226-233
- Kim NY, Jang MS. 2000. Effects of salting methods on the sensory and microbiological properties of *Kakdugi*. *Korean J Soc Food Sci* 16:75-83
- Kim SD, Hawer WD, Jand MS. 1998. Effect of fermentation temperature on free sugar, organic acid and volatile compounds of *Kakdugi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:6-23
- Kim SD, Jang MS. 1997. Effects of fermentation temperature on the sensory, physicochemical and microbiological properties of *Kakdugi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:800-806
- Kim WJ, Kang KO, Kyung KH, Shin JI. 1991. Addition of salts and their mixtures for improvement of storage stability of *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 23:188-191
- Kim YA, Rhee SH, Jeong KO, Park KY, Moon SH. 2002. Effect of storage temperature and packing method on the fermentation characteristics of *Kakdugi* (diced radish *Kimchi*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:971-976

- Kwon MJ, Chun JH, Song YS, Song YO. 1999. Daily *Kimchi* consumption and hypolipidemic effect in middle-aged men. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:1144-1150
- Kwon MJ, Song YS, Song Yo. 1998. Antioxidative effects of *Kimchi* ingredients on rabbits fed cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci* 27:1189-1196
- Lee CH, Hwang IJ, Hwang SY, Yoon EJ. 1988. Effects of K-sorbate, salt-fermented fish and CaCl₂ addition on the texture changes of Chinese cabbage during *Kimchi* fermentation. *J Korean Soc Diet Cult* 3:309-317
- Lee GY. 2013. A study on the quality characteristics of kohlrabi pickle prepared with addition of vinegar. Master's Thesis, Youngsan University, Busan, Korea. pp.1-43
- Lee JS, Lee YJ, Kim MR. 2003. Physicochemical and sensory characteristics of *Kakdugi* prepared with red paprika powder. *J East Asian Soc Diet Life* 13:64-71
- Lee Sk, Shin MS, Jhong DY, Hong YH, Lim HS. 1989. Changes of *Kimchis* contained different garlic contents during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21:68-74
- Lee YO, Park KY, Cheigh HS. 1996. Antioxidative effect of *Kimchi* with various fermentation period on the lipid oxidation of cooked ground beef. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25:261-266
- Lee YS, Son HS, Rho JO, 2011. Changes in the quality of *Baechu-Kimchi* added with Backryeoncho (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder during fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 27:59-70
- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on *Kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16:443-450
- Mo EK, Kim JH, Lee KJ, Sung CK, Kim MR. 1999. Extension of shelf-life of *Kakdugi* by hot water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:786-793
- Park BH, Cho HS. 2006. Physicochemical characteristics of cabbage *Kimchi* during fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 22:600-608
- Park JE, Lee JY, Jang MS. 2011. Quality characteristics of *Yulmoo Mul-kimchi* containing saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1006-1016
- Park KY. 1995. The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of *Kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24:169-182
- Park SH, Im HS. 2008. The correlation of physicochemical quality index and sensory index of *Kakdugi*. *Korean J Culi Res* 14:136-142
- Park WP, Park KD, Kim JH, Cho YB, Lee MJ. 2000. Effect of washing conditions in salted Chinese cabbage on the quality of *Kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:30-34
- Park WT, Kim JK, Park S, Lee SW, LiX, Kim YB, Uddin MR, Park NI, Kim SJ, Park SU. 2012. Metabolic profiling of glucosinolates, anthocyanins, carotenoids, and other secondary metabolites in Kohlrabi. *J Agri Food Chem* 60:8111-8116
- Sul MS, Hwang SY, Park SH, Lee HJ, Kim JK. 2004. The physico-chemical and sensory characteristics of *Kakdugi* with frozen mashed red pepper during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 20:436-443
- Yang YJ, Han JS. 2005. Effect of the beet addition on the quality of american preferred *Kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:538-543
- Yi JH, Cho Y, Hwang IK. 1998. Fermentative characteristics of *Kimchi* prepared by addition of different kinds of minor ingredients. *Korean J Soc Food Sci* 14:1-10
- Yu JS, Yu EH, Yeo JH, Kim JH, Ko KJ, Kim MR. 2001. Fermentation characteristics of *Kkakdugi* added with various condiments. *Chungnam J Human Ecol* 13:51-62

Received 07 April, 2017
 Revised 02 August, 2017
 Accepted 16 August, 2017