Korean J Food Cook Sci
Vol. 33, No. 2, pp. 162~173 (2017)

pISSN 2287-1780
eISSN 2287-1772
https://doi.org/10.9724/kfcs.2017.33.2.162

상업용 김치와 담금 배추김치의 발효에 따른 품질특성 변화

남동건 · 김세나 · 최용민 · 김영섭 · 양미란 · 한혜경 · 최애진†
농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과

Change of Quality Characteristics of Commercial and Prepared Kimchi Depending on Fermentation

Dong-Geon Nam · Sena Kim · Youngmin Choi · Yong-Xie Jin · Mi-Ran Yang · Hye-Kyung Han · Ae-Jin Choi†
Functional Food & Nutrition Division, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the folate contents and quality characteristics of commercial and fermented Kimchi and compare the correlation between folic acid and quality characteristics. **Methods:** The contents of total folate and quality characteristics were evaluated in 10 kinds of industrial and local Kimchi and nine kinds of other commonly consumed Kimchi. Changes in folate content and quality characteristics of Kimchi during 14 days of fermentation at 15°C were compared. **Results:** Chungnam (L4) Kimchi had the lowest pH of 4.62, and acidity (0.57%) and salinity (3.26%) were highest compared to other areas. The content of total folate of D company (A) was the highest at 73.66 μg/100 g. The content of total folate was significantly higher than those of Sesame leaf Kimchi (O9) and Young leafy radish Kimchi (O5) containing 65.77 and 62.82 μg/100 g, respectively. The pH of fermented Kimchi decreased from 6.09 to 4.11 (p<0.05), and the acidity significantly increased (p<0.001) to 0.32-0.66%. Reducing sugar content decreased rapidly by 4 days and then slowly decreased (p<0.001). Total bacteria and lactic acid bacteria counts significantly increased (p<0.05) with fermentation period. Content of total folate was highest at 69.82 μg/100 g and 68.16 μg/100 g on days 0 and 2 of fermentation, after which it decreased to 77.6% at 15.61 μg/100 g on day 10 of fermentation. **Conclusion:** As a result, there was no definite trend regarding folate content in commercial Kimchi and other Kimchi. Young leafy radish, Chives, and Welsh onion Kimchi, which are rich in green leaves, are excellent folate source foods. The highest folate content of fermented Kimchi was identified on day 2 of fermentation. Therefore, it is recommended to use raw or immature Kimchi when using Kimchi as a folate source food.

Key words: Kimchi, folate content, fermentation, quality characteristics

Ⅰ. 서 론

엽산(folate)은 비타민 B군에 속하는 수용성 비타민으로 DNA 합성과 아미노산 대사에 필수적인 영양소이다. 세포분열이 빠르게 일어나는 임신기와 영유아기, 성장기에는 엽산 요구량이 증가하게 되며, 특히 임신부의 엽산 결핍은 신경관 손상으로 인한 선천성 기형아 출산율이 증가될 수 있어 엽산 섭취의 중요성이 더욱 강조되고 있다(Joung HJ 등 2003, Gropper SS 등 2005). 이와 같이 엽산이 체내 대사과정에 중요한 역할을 하는 비타민으로 알려짐에 따라 국내에서는 엽산의 섭취 실태와 엽산 급원식품, 엽산 함량 분석법 등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며(Blom HJ & Smulders Y 2011, Green R 2011, Kim HJ 등 2011), 국외의 50개국 이상에서는 신경관 결함 비율을 줄이기 위해 식품 내 엽산 강화를 요구하고 있다(Bailey LB 2009, Obeid R & Herrmann W 2012).

한국인 1일 엽산 권장섭취량은 성인남녀(19-65세)의 경우 400 μg이며, 임신부는 620 μg, 수유부는 550 μg이다(Ministry of Health and Welfare · Korean Nutrition Society 2015). 그러나 한국인의 실제 엽산 섭취량은 권장량의

†Corresponding author: Ae-Jin Choi, Functional Food & Nutrition Division, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, 166, Nongsaengmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, Jeonbuk 55365, Korea
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4700-4899
Tel: +82-63-238-3683, Fax: +82-63-238-3841, E-mail: aejini77@korea.kr

© 2017 Korean Society of Food and Cookery Science
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
http://www.ekfcs.org

70% 정도이며, 특히 여성들의 엽산 섭취량은 권장량에 못 미친다고 보고되고 있다. 그래서 임신준비기 및 임신기 여성들에게 엽산 보충제 섭취를 권하고 있는데, 대다수의 제품에 이산화규소 및 스테아린산 마그네슘 등 화학첨가물이 포함되어 있어 천연식품으로부터의 엽산 섭취의 중요성이 재인식되고 있다.

최근에는 식탁에서 쉽게 접할 수 있는 일상식품을 통하여 엽산을 섭취하려는 식생활 변화와 함께 2015년 국민건강통계(Ministry of Health and Welfare 2015)의 다소비 식품 조사에서 2위를 차지한 배추김치 등의 김치류 뿐만 아니라 일반 식품에 대한 엽산 함량의 정보 요구도가 증가되고 있다. 그러나 국내에 식품 중의 엽산 함량에 대한 신뢰할 만한 자료가 부족하고(Hyun T 등 1999), 섭취 빈도와 관련된 데이터베이스의 부재로 일상식품을 통한 엽산 섭취량의 산출도 어려운 실정이다.

지금까지 엽산 함량이 높은 식품으로 푸른 잎채소, 두류, 해조류 등이 소개되어 왔으나(Yon M & Hyun TH 2003), 최근 엽산 급원식품으로 김치가 새롭게 재조명되면서 배추김치를 비롯하여 푸른 잎이 많이 함유되어 있는 열무김치, 부추김치, 갓김치 등이 부각되고 있다. 2015년 김치산업동향 분석에 따르면 국내 김치 소비량은 연간 약 160만 톤으로 1인당 1일 김치섭취량이 2014년 62.5 g에서 2015년 69.2 g으로 약 10% 증가되었으며, 향후에도 지속적으로 증가할 것으로 추정된다(Park SH 등 2016). 우리의 전통발효 식품인 김치 소비량의 증가와 더불어 새로운 엽산 급원식품의 발굴 측면에서 상업용 배추김치 및 기타 김치의 엽산 함량 정보에 대한 검토가 필요한 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 국내 엽산 분석 데이터의 질적·양적 향상을 위해 판매량이 높은 기업 배추김치와 지역별 우수김치로 선정된 배추김치 및 다소비 기타 김치의 엽산 함량과 품질을 평가하였으며, 발효 시기별 담금 배추김치의 엽산 함량과 품질의 변화 양상을 비교하여 김치의 품질특성과 엽산과의 상관성에 대한 데이터를 제공하고자 하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서는 판매량이 높은 기업 배추김치 2종, 지역별 배추김치 8종과 다소비 기타 김치 9종을 상업용 김치로 선정하여 사용하였다. 지역별 배추김치는 2014년도 농림축산식품부 주관 김치품평회에서 선발된 경기도(L1), 강원도(L2), 충청북도(L3), 충청남도(L4), 전라북도(L5), 전라남도(L6), 경상북도(L7), 경상남도(L8) 8종을 선정하였다. 판매량이 높은 배추김치는 D사(A), H사(B) 2종을 선정하였으며, 다소비 기타 김치는 2015년 식품유통연감을 기준으로 알타리(O1), 갓김치(O2), 고들빼기(O3), 깍두기(O4), 열무김치(O5), 부추김치(O6), 파김치(O7), 오이소박이(O8), 깻잎김치(O9) 9종을 선정하였다. 발효 시기별 담금 배추김치는 실험실에서 직접 제조하였으며, 배추, 고춧가루, 멸치액젓, 마늘, 생강, 파, 설탕, 소금(천일염, NaCl 80% 이상) 등의 재료는 국내산을 사용하였다. 분석에 사용된 모든 시약은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)의 분석용 및 HPLC 등급을 사용하였다.

2. 김치 담금 및 숙성

배추는 겉잎을 제거하고 손질한 다음 세로로 2등분하여 준비하였다. 준비된 배추는 Kim SD(1997), Cho EJ 등(1998a)과 Cho EJ 등(1998b)의 연구 결과를 참고하여 물간법으로 15% 염수(배추 중량의 2배)로 8시간 절인 다음, 3번 수세하고 3시간 탈수하였다. 절임배추에 첨가된 부재료는 Cho EJ 등(1997)의 배추김치 재료 배합비 표준화 연구 결과를 바탕으로 Table 1과 같이 배합하였다. 무와 파는 채썰어 준비하였으며, 무채에 고춧가루와 찹쌀풀을 넣어서 버무린 다음 멸치액젓과 다진 마늘, 다진 생강을 섞어서 최종 염도를 2.5%로 조절하였다. 완성된 김치는 산소를 제거하고 용기에 담아 15°C 저장고((주)국제냉동, 천안, 대한민국)에서 14일까지 숙성시켰으며, 0일부터 2일 간격으로 한 포기씩 취하여 시료로 사용하였다.

3. 시료 채취 및 전처리

각 발효 시기별 배추김치는 가로와 세로 각각 1 cm로 세절한 다음, 균질과정 중 영양소 손실을 최소화하기 위해 액체질소를 사용하여 급속 냉동하였다. 급속 냉동된 배추김치는 균질기(Robot Coupe Blixer, Robot Coupe, Jackson, MS, USA)를 사용하여 분쇄하였으며, 체(169 mesh)에 걸러 일정량을 용기에 담아 -70°C 급속냉동고(Refrigerant DF8524, Ilshin Co., Ltd., Ede, Netherlands)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

Table 1. Composition of Kimchi prepared in this study

Ingredient	Weight (g)
Salted Chinese cabbage	100
Red pepper powder	3.5
Garlic	1.4
Ginger	0.6
Anchovy sauce	2.2
Leek	2.0
Radish	13.0
Sugar	1.0
Glutinous rice paste	8.5

4. 김치의 품질 평가

1) pH, 산도, 염도 측정

pH는 분쇄한 김치 10 g에 증류수 90 mL를 넣어 혼합 교반한 다음, 여과(No. 4, Advantec, Tokyo, Japan)하여 pH meter(AB15 Plus, Thermo Scientific, Hudson, NH, USA)를 이용하여 측정하였다. 산도는 여과액에 0.1 N NaOH를 가해 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH 용액의 소비량을 구한 후 젖산의 함량 %로 환산하여 표시하였다. 염도 분석은 여과액 10 mL를 취하여 2% K_2CrO_4을 넣고 암갈색이 될 때까지 0.02 N $AgNO_3$로 적정하여 소비된 mL 수를 측정하였다. 분석은 모두 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다.

2) 환원당 측정

환원당은 DNS(dinitrosalicylic acid)법으로 측정하였다. 분쇄한 김치 5 g에 45 mL의 물을 가한 다음, 균질기(Ultra turrax T25 basic, Ika Works Labortechnik, Staufen, Malaysia)를 이용하여 5분간 균질화하였다. 균질액은 3,500 rpm으로 4°C에서 10분간 원심분리(1580MGR, Gyrozen Co., Ltd., Daejeon, Korea)하여 상등액을 분리하였다. 상등액 1 mL와 DNS 시약 3 mL를 혼합하여 끓는 물에 5분간 중탕한 후 방냉시켜 molecular devices(Spectramax M2e, Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다(Chae SK 2006). Glucose를 이용하여 표준곡선을 작성하여 환원당 농도를 계산하였다.

5. 성분 함량 분석

1) 일반성분 함량 분석

김치의 일반성분 분석은 AOAC법(AOAC 2005)에 따라 수분 함량은 상압건조방법으로 105°C에서 건조하여 정량하였고, 조단백질은 Semi micro-Kjeldahl법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Hilleroed, Denmark)로 분석하였다. 조지방은 Soxhlet 추출기(Soxtec System HT 1043 extraction unit, Foss Tecator)를 사용하여 diethyl ether로 추출하여 정량하였으며, 조회분은 600°C 직접회화법으로 측정하였다.

2) 염산 함량 분석

김치의 염산 함량 분석은 *Lactobacillus casei*(ATCC 7469)가 염산의 농도에 따라 생육하는 정도를 측정하는 미생물학적 방법에 의해 실시하였다. 삼각플라스크에 분쇄한 김치 약 1 g과 0.1 M phosphate buffer(pH 7.8, 1% ascorbic acid) 및 증류수를 각각 30 mL씩 가하고 100°C에서 15분간 열처리한 다음 냉각하였다. 미리 제조한 protease 용액(2 mg/mL) 1 mL를 가하여 37°C에서 3시간 반응시킨 후에 100°C에서 5분간 열처리하여 protease를 불활성화 시켰다. 동일 플라스크에 α-amylase 용액(20 mg/mL) 1 mL를 넣고 37°C에서 2시간 반응시킨 뒤 conjugase 용액(5 mg/mL) 4 mL를 가하여 16시간 가수분해하였다. 효소반응을 정지시키기 위해 100°C에서 5분간 열처리한 다음, 추출액의 pH를 4.5로 조정한 후 100 mL로 정용하였다. 이 액을 여과 멸균하여 정량 시료로 사용하였다. 추출액의 희석과 균주배양 속도 측정은 microplate reader (Molecular Devices)를 이용하여 μg/100 g으로 나타내었다.

6. 미생물 조사

1) 총균수 측정

분쇄한 김치 25 g에 중량의 10배에 해당하는 0.85% 멸균 생리식염수 용액을 가하여 균질화(Ika Works Labortechnik) 시킨 다음, 균질액을 1 mL씩 취하여 0.85% 멸균생리식염수 용액으로 10^{-1}에서 10^{-8}까지 단계적으로 희석하였다. 각 희석액을 1 mL씩 총 균수 측정용 건조필름(petrifilm aerobic count plates, 3M Co., St. Paul, MN, USA)에 무균적으로 분주한 다음, 37°C 항온기(DF-95S, Duri science Inc., Bucheon, Korea)에서 48시간 배양하여 colony 수를 측정하여 colony forming unit(log CFU/g)으로 표시하였다.

2) 유산균수 측정

유산균수는 총균수와 동일한 방법으로 채취하여 희석한 용액을 사용하였다. *Leuconostoc* spp.는 *Leuconostoc* selective medium으로 phenylethyl alcohol과 sucrose를 첨가한 phenylethyl alcohol sucrose agar medium(PES medium)을 사용하여 20°C 진탕항온기(BAE07, FINEPCR, Gunpo, Korea)에서 120시간 혐기적 평판 배양하여 colony 수를 측정하였다. *Lactobacillus* spp.는 *Lactobacillus* selective medium(LBS medium)에 acetic acid와 sodium acetate를 첨가한 modified LBS agar medium(m-LBS medium)을 사용하여 37°C 항온기(Duri science Inc.)에서 72시간 혐기적으로 평판 배양하여 colony 수를 측정하여 colony forming unit(log CFU/g)으로 표시하였다.

Table 2. Sensory evaluation contents and range of fermented Kimchi

Contents	Range (score)
Appearance	Bad (0) <——————> Good (10)
Sour taste	Weak (0) <——————> Strong (10)
Spicy taste	Weak (0) <——————> Strong (10)
Salty taste	Weak (0) <——————> Strong (10)
Overall acceptance	Bad (0) <——————> Good (10)

7. 관능적 기호도 검사

관능검사 평가 항목 및 척도는 Table 2와 같다. 담금 김치의 발효 시기별 관능적 품질특성은 농촌진흥청 국립농업과학원 직원(연구원) 20명을 panel로 선정하여 10점 척도법으로 실시하였으며, 평가항목은 외관, 신맛, 매운맛, 짠맛, 전반적 기호도 등 총 5항목으로 조사하였다.

8. 통계처리

통계 분석은 SAS program(ver. 8.01, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 시료간의 차이 유무를 one-way ANOVA로 분석한 다음 Duncan's multiple range test를 이용하여 $p<0.05$ 수준에서 유의성을 분석하였다. 그리고 김치의 품질 요인과 엽산 함량 간의 상관분석(correlation analysis)을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 상업용 김치의 품질특성 및 성분

1) 상업용 김치의 원·부재료 정보

본 연구에 사용한 상업용 김치의 원·부재료 정보는 Table 3과 같다. 기업 배추김치는 절임 배추를 사용하였으며, 부재료로는 멸치젓, 멸치액젓, 새우젓과 같은 젓갈류를 선택적으로 사용하고 있었다. 일부 상업용 김치에서는 균일하고 신속한 발효 정도를 조절하기 위해 별도의 식물성 유산균 발효액과 김치유산균 발효액(*Leu.* DRC0211)을 사용하고 있었다. 지역 김치의 원·부재료 정보는 Table 4와 같다. 주재료는 상업용 김치와 동일하였으며, 부재료에서는 지역별로 차이가 있었다. 경남(L8)이 부재료가 가장 적게 사용되었으며, 충남(L4), 전북(L5), 경북(L7), 강원(L2), 경기(L1), 전남(L6), 충북(L3) 순으로 첨가된 재료의 수가 많았다. 공통적인 부재료로 무, 파, 양파, 마늘, 생강을 사용하고 있었으며, 전남(L6)과 경북(L7)의 경우에는 젓갈의 종류를 다양하게 사용하고 있었다. 또한 지역에 따라 표고버섯, 건고추, 배, 육수, 합성감미료 등을 선택적으로 사용하고 있었다. 다소비 기타 김치의 원·부재료 정보는 Table 5와 같다. 기타 김치의 원·부재료 수는 고들빼기(O3)가 13종으로 가장 많았으며, 열무김치(O5), 파김치(O7), 오이소박이(O8) 등이 첨가된 재료의 수가 많았다. 파, 고춧가루, 마늘, 생강, 젓갈, 찹쌀풀은 배추김치와 마찬가지로 공통적으로 사용하고 있었으며, 양파, 깨, 고추, 밤 등은 선택적으로 사용하고 있었다.

Table 3. Information of ingredients in industrial Kimchi

Ingredient	A[1)]	B
Salted Chinese cabbage	○	○
Radish	○	○
Leek	○	○
Onion	○	-
Garlic	○	○
Ginger	○	○
Salted anchovy	-	○
Anchovy sauce	○	○
Salted shrimp	-	○
Shrimp sauce	○	-
Kelp extract	○	○
Sugar	-	○
Red pepper powder	○	○
Glutinous rice paste	○	○
Chives	○	○
Vegetable *Lactobacillus* fermented extracts	○	-
Kimchi *Lactobacillus* fermented extracts (*Leu.* DRC0211)	○	-
Total	14	13

[1)] A: 'D' Co., Ltd.; B: 'H' Co., Ltd.

2) pH, 산도, 염도

상업용 김치의 pH, 산도, 염도 측정 결과는 Table 6, 7과 같다. 기업 배추김치(2종)와 지역 배추김치(8종)의 pH, 산도와 염도는 시료 간에 $p<0.01$ 수준에서 유의적인 차이를 나타내었으며, pH는 4.52-6.67, 산도는 0.20-0.57%의 범위로 나타났다. Ku KH 등(2003)의 연구에서 상업용 김치의 경우 pH 4.00-6.00, 산도 0.28-1.00%의 범위에 있는 것으로 보고되었는데, 이는 본 연구에서 수집된 김치의 결과와 유사한 것으로 확인되었다. 그리고 염도는 2.17-3.26%로 나타나 김치 담금시 권장 염도인 2.5% 범위에서 크게 벗어나지 않는 것으로 확인되었다. 지역 배추김치 중에서는 충남(L4)이 pH 4.62, 산도 0.57%로 가장 발효가 많이 진행된 것으로 나타났으며, 염도도 3.26%로 타 지역 김치에 비하여 높게 나타났다. 다소비 기타 김치의 pH, 산도와 염도는 시료 간에 $p<0.001$ 수준에서 유의적인 차이를 나타내었으며, 상업용 부추김치(O6)와 알타리(O1)의 pH는 각각 6.97, 6.70으로 높게 나타났으며, 갓김치(O2)와 깻잎김치(O9)는 각각 5.86과 5.62 정도로 발효가 좀 더 진행된 상태로 확인되었다. 산도는 pH와 같은 경향을 나타냈으며, 염도는 깻잎김치(O9)가 5.54%로, 갓김치(O2)가 4.53% 순으로 높게 나타났으며, 오이소박이(O8)는 1.04%로 가장 낮게 나타났다. 그 외에 열무김치(O5)와 깍두기(O4)도 1.56%와 1.80%로 다른 기타 김치에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다.

3) 수분과 엽산 함량

수분과 엽산 함량은 Table 6, 7과 같다. 기업 배추김치

Table 4. Information of ingredients in local Kimchi

Ingredient	L1[1)]	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
Salted Chinese cabbage	○	○	○	○	○	○	○	○
Radish	○	○	○	○	○	○	○	-
Leek	○	○	○	○	○	○	○	-
Onion	-	○	○	-	-	○	○	○
Garlic	○	○	○	○	○	○	○	○
Ginger	○	○	○	○	○	○	○	○
Salted anchovy	-	-	-	-	-	○	-	-
Anchovy sauce	○	○	○	○	○	○	○	○
Salted shrimp	○	○	○	○	○	○	○	-
Shrimp sauce	-	-	-	-	-	-	○	-
Fresh shrimp	-	-	-	-	-	○	-	-
Fish	-	-	○	-	-	-	-	-
Sugar	○	○	○	○	○	○	○	○
Red pepper powder	○	○	○	○	○	○	○	○
Glutinous rice paste	○	○	○	○	○	○	-	-
Chives	○	-	○	-	○	○	-	-
Shiitake mushroom	-	-	-	-	-	○	-	-
Dry red pepper	○	-	○	-	-	-	-	-
Sea staghom	-	-	○	-	-	-	-	-
Pear	-	-	○	-	-	-	-	-
Stock	-	-	○	○	-	-	-	○
Synthetic sweetener	○	○	○	-	-	-	○	○
Total	13	12	18	11	11	15	12	9

[1)] L1: Gyeonggi-do; L2: Gangwon-do; L3: Chungcheongbuk-do; L4: Chungcheongnam-do; L5: Jeollabuk-do; L6: Jeollanam-do; L7: Gyeongsangbuk-do; L8: Gyeongsangnam-do.

(2종)과 지역 배추김치(8종)의 수분 함량은 86.04-90.53%, 엽산 함량은 31.89-73.66 μg/100 g 정도의 범위로 나타났다. 배추김치 100 g 당 엽산 함량은 기업 배추김치 D사(A)가 73.66 μg/100 g으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 지역별로는 전북(L5) 64.09 μg/100 g, 강원(L2) 55.63 μg/100 g, 전남(L6) 55.17 μg/100 g, 경남(L8) 54.54 μg/100 g 순으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 배추김치의 1일 섭취 빈도를 도출해 본 결과 배추김치의 엽산 함량을 32-74 μg/100 g으로 기준을 선정할 경우, 작은 계란 하나 정도의 40 g 분량을 하루 세 번 먹으면 유아 성장·임신기에 꼭 필요한 엽산 1일 권장섭취량의 약 10-22%를 섭취할 수 있게 되는 것으로 나타났다(Park HS 등 2003, Lee JA 등 2004). 다소비 기타 김치의 수분함량은 열무김치(O5)가 90.54%로 가장 높게 나타났으며, 깻잎김치(O9)가 57.75%로 가장 낮게 나타났다. 엽산 함량은 푸른 잎이 많이 함유되어 있는 깻잎김치(O9)와 열무김치(O5)가 각각 65.77, 62.82 μg/100 g으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 부추김치(O6)가 53.47 μg/100 g, 파김치(O7)가 53.41 μg/100 g으로 높게 나타났다. 그에 반하여 푸른 잎이 적게 함유되어 있는 고들빼기(O3), 깍두기(O4), 오이소박이(O8)는 각각 19.06, 21.00, 26.46 μg/100 g으로 유의적으로 낮게 나타났다. Jin HO & Lim HS(2001)의 연구에서는 배추김치 51.60 μg/100 g, 열무김치 84.4 μg/100 g, 파김치 67.60 μg/100 g, 깍두기 6.80 μg/100 g으로 나타났으며, Kim JH 등(2015)의 연구에서는 배추김치 52.30 μg/100 g, 열무김치 43.00 μg/100 g, 파김치 51.70 μg/100 g, 깍두기 18.60 μg/100 g으로 나타났다. 이와 같은 결과들에서도 깍두기 보다는 푸른 잎의 함유 정도가 많은 열무김치나 파김치가 엽산 함량이 높은 것으로 확인되었다.

4) 품질특성과 엽산 함량과의 상관관계

상업용 배추김치의 엽산 함량과 원·부재료 수, pH, 산도, 염도, 수분 함량 등의 품질특성 요인과의 상관성 통계

Table 5. Information of ingredients in other Kimchi

Ingredient	O1[1)]	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9
Small radish	○	-	-	-	-	-	-	-	-
Mustard leaves	-	○	-	-	-	-	-	-	-
Sonchus-leaf crepidiastrum	-	-	○	-	-	-	-	-	-
Radish	-	-	-	○	-	-	-	○	-
Young leafy radish	-	-	-	○	○	-	-	-	-
Chives	-	-	-	-	-	○	-	○	-
Welsh onion	○	○	○	-	○	-	○	-	○
Stuffed cucumber pickles	-	-	-	-	-	-	-	○	-
Sesame Leaves	-	-	-	-	-	-	-	-	○
Red pepper powder	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Garlic	○	○	○	○	○	-	○	○	○
Ginger	○	○	○	○	○	-	○	○	-
Salted anchovies or other fish	○	○	○	○	○	○	○	○	-
Sesame	-	-	-	-	-	○	-	-	○
Sugar	-	○	○	-	-	○	○	○	○
Soy sauce	-	-	-	-	-	-	-	-	○
Glutinous rice paste	○	○	○	○	○	-	○	-	-
Carrot	-	-	-	-	-	-	-	○	○
Onion	-	-	-	-	-	○	○	○	-
Chestnut	-	-	○	-	-	-	-	-	-
Red pepper	-	-	○	-	○	-	-	-	-
Kimchi juice	-	-	○	-	-	-	○	-	-
Kelp extract	○	-	-	○	○	-	○	-	-
Vegetable *lactobacillus* fermented extracts	○	-	○	-	○	-	-	-	-
Kimchi *lactobacillus* fermented extracts (*Leu.* DRC0211)	○	○	○	○	○	-	○	-	-
Synthetic sweetener	-	-	-	-	-	-	-	○	-
Total	10	9	13	9	11	6	11	11	8

[1)] O1: small radish Kimchi; O2: mustard leaves Kimchi; O3: Sonchus-leaf crepidiastrum Kimchi; O4: seasoned cubed radish roots Kimchi; O5: young leafy radish Kimchi; O6: chives Kimchi; O7: welsh onion Kimchi; O8: stuffed cucumber pickles Kimchi; O9: sesame leaves Kimchi.

분석 결과, 상업용 배추김치의 pH와 산도만 $p<0.001$ 유의수준에서 음의 상관관계를 나타내었다(Table 8). 다소비 기타김치 역시 염산 함량과 다른 품질특성 요인과의 상관관계는 나타나지 않았으며(Table 9), 김치의 원·부재료의 수와 산도가 음의 상관관계($p<0.05$)를 나타내었으며, 또한 염도와 수분 함량 간에도 $p<0.01$ 수준에서 음의 상관관계를 나타내었다. 이러한 결과로 염산은 원·부재료 수, pH, 산도, 염도, 수분 함량 등의 품질 요인에 의한 영향보다는 원재료의 종류와 푸른 잎 함유 정도에 따라 성분 함량이 다르게 나타나는 것으로 판단되었다.

2. 담금 배추김치의 발효 시기별 변화

1) 일반성분 변화

발효 시기별 담금 배추김치의 일반성분 변화는 Table 10과 같다. 배추김치의 수분 함량은 89.32-90.65%, 조단백 1.45- 1.65%, 조지방 0.06-0.41%, 회분 1.49-1.69% 범위로 나타났다. 국가표준식품성분표 제8개정판(National Rural Living Science Institute 2011)에서 배추김치의 일반성분은 수분 92.80%, 조단백 1.40%, 조지방 0.20%, 회분 1.20%로 본 연구결과와 유사한 값을 나타내었다. 발효 시기별로 수분, 조단백, 조지방, 회분 함량은 유의적인($p<0.001$) 차이가 있었으나 일정한 경향은 나타나지 않았다.

Table 6. Quality characteristics and compositions of industrial and local Kimchi

Sample	pH	Acidity (% Lactic acid)	Salinity (%)	Moisture (%)	Total folate (μg/100 g)
A[1)]	[2)]5.53±0.00[e]	0.27±0.00[c]	2.17±0.13[d]	90.21±0.03[b]	73.66±1.35[a]
B	6.28±0.01[c]	0.20±0.02[d]	2.46±0.10[cd]	89.94±0.02[c]	58.78±5.79[c]
L1	5.07±0.02[f]	0.39±0.01[b]	2.65±0.26[bc]	87.61±0.04[h]	31.89±0.30[f]
L2	6.47±0.01[b]	0.29±0.04[c]	2.34±0.12[cd]	87.97±0.12[g]	55.63±1.14[c]
L3	6.28±0.01[c]	0.21±0.02[d]	2.19±0.15[d]	88.26±0.06[f]	38.44±3.31[e]
L4	4.62±0.01[g]	0.57±0.01[a]	3.26±0.29[a]	89.44±0.02[d]	43.41±2.89[d]
L5	4.52±0.01[h]	0.55±0.01[a]	2.34±0.66[cd]	90.53±0.04[a]	64.09±3.16[b]
L6	6.67±0.02[a]	0.20±0.01[d]	2.32±0.15[cd]	88.50±0.08[e]	55.17±1.18[c]
L7	6.12±0.00[d]	0.26±0.01[c]	2.62±0.11[bcd]	88.21±0.09[f]	32.61±2.44[f]
L8	5.09±0.01[f]	0.38±0.02[b]	2.40±0.14[cd]	86.04±0.05[i]	54.54±3.55[c]
F-value	14725.4***	159.89***	5.04**	1407.95***	66.52***

[1)] A: 'D' Co., Ltd.; B: 'H' Co., Ltd.; L1: Gyeonggi-do; L2: Gangwon-do; L3: Chungcheongbuk-do; L4: Chungcheongnam-do; L5: Jeollabuk-do; L6: Jeollanam-do; L7: Gyeongsangbuk-do; L8: Gyeongsangnam-do;
[2)] Mean±SD. **p<0.01, ***p<0.001.
[a-i] Means with different superscripts in the same column differ significantly at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 7. Quality characteristics and compositions of the other Kimchi

Sample	pH	Acidity (% Lactic acid)	Salinity (%)	Moisture (%)	Total folate (μg/100 g)
O1[1)]	[2)]6.70±0.01[b]	0.06±0.01[ab]	2.45±0.13[d]	87.89±0.16[d]	40.64±3.10[c]
O2	5.86±0.03[f]	0.07±0.01[a]	4.53±0.17[b]	86.55±0.12[f]	43.29±0.48[c]
O3	6.09±0.01[d]	0.04±0.00[d]	3.34±0.05[c]	78.41±0.22[h]	19.06±0.46[e]
O4	6.71±0.03[b]	0.04±0.00[cd]	1.80±0.11[f]	89.60±0.26[c]	21.00±0.54[e]
O5	6.02±0.02[e]	0.05±0.01[bc]	1.56±0.17[g]	90.54±0.06[a]	62.82±2.91[a]
O6	6.97±0.05[a]	0.07±0.01[a]	3.23±0.16[c]	84.35±0.04[g]	53.47±3.37[b]
O7	6.19±0.04[c]	0.03±0.01[d]	2.15±0.05[e]	87.18±0.03[e]	53.41±0.52[b]
O8	6.20±0.01[c]	0.03±0.00[d]	1.04±0.05[h]	90.28±0.03[b]	26.46±1.95[d]
O9	5.62±0.07[g]	0.05±0.00[cd]	5.54±0.09[a]	57.75±0.21[i]	65.77±2.25[a]
F-value	414.32***	12.08***	462.7***	14112.6***	211.79***

[1)] O1: small radish Kimchi; O2: mustard leaf Kimchi; O3: Sonchus-leaf crepidiastrum Kimchi; O4: seasoned cubed radish roots Kimchi; O5: young leafy radish Kimchi; O6: chives Kimchi; O7: welsh onion Kimchi; O8: stuffed cucumber pickles Kimchi; O9: sesame leaves Kimchi.
[2)] Mean±SD. ***p<0.001.
[a-i] Means with different superscripts in the same column differ significantly at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 8. Correlation coefficients between the physicochemical properties of industrial and local Kimchi

	Ingredients number	pH	Acidity	Salinity	Moisture	Total folate
Ingredients number	1	0.581	-0.626	-0.429	0.181	-0.142
pH		1	-0.919***	-0.469	-0.143	-0.048
Acidity			1	0.598	0.160	-0.005
Salinity				1	0.012	-0.476
Moisture					1	0.486
Total folate						1

***p<0.001.

Table 9. Correlation coefficients between the physicochemical properties of other Kimchi

	Ingredients number	pH	Acidity	Salinity	Moisture	Total folate
Ingredients number	1	-0.343	-0.732*	-0.411	0.243	-0.431
pH		1	0.335	-0.461	0.518	-0.300
Acidity			1	0.649	-0.081	0.301
Salinity				1	-0.809**	0.365
Moisture					1	-0.365
Total folate						1

*p<0.05, **p<0.01.

Table 10. Changes in proximate compositions of Kimchi depending on fermentation

Fermentation period (day)	Proximate compositions (%)			
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
0	1)90.40±0.06^{bc}	1.50±0.01^{bc}	0.41±0.03^{a}	1.62±0.01^{a}
2	89.32±0.01^{e}	1.45±0.02^{c}	0.38±0.01^{a}	1.55±0.22^{b}
4	89.32±0.20^{e}	1.49±0.02^{bc}	0.14±0.03^{d}	1.50±0.01^{b}
6	90.01±0.13^{d}	1.53±0.04^{b}	0.14±0.00^{d}	1.50±0.02^{b}
8	90.65±0.10^{a}	1.65±0.00^{a}	0.06±0.04^{e}	1.49±0.03^{b}
10	90.50±0.08^{ab}	1.63±0.01^{a}	0.20±0.04^{c}	1.54±0.05^{b}
12	90.61±0.15^{ab}	1.51±0.06^{bc}	0.26±0.02^{b}	1.55±0.05^{b}
14	90.17±0.03^{cd}	1.63±0.03^{a}	0.18±0.01^{cd}	1.69±0.01^{a}
F-value	46.41***	13.19***	48.74***	11.82***

1) Mean±SD. ***p<0.001.

a-e Means with different superscripts in the same column differ significantly at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

2) pH, 산도, 염도 변화

발효 시기별 담금 배추김치의 pH, 산도, 염도 변화는 Table 11과 같다. pH는 발효 0일 pH 6.09에서 발효 14일 pH 4.11까지 유의적으로(p<0.05) 감소하였다. Ryu BM 등(1996)과 Lee KH 등(1991)의 연구 결과를 참고로 생김치는 pH 5.8±0.1, 산도 <0.2%, 적숙기는 pH 4.3±0.1, 산도 0.7±0.1%, 과숙기는 pH 4.0±0.1, 산도 >1.0%로 기준을 선정할 경우, 본 연구의 배추김치는 저장온도 15°C 조건에서 발효 12일에 pH 4.32, 산도 0.64로 적숙기에 접어드는 것으로 확인되었다. 산도는 발효가 진행됨에 따라 0.32%에서 0.66%까지 유의적으로(p<0.001) 증가하였다. Park KB 등(2013)은 15°C의 동일한 저장온도 조건에서 발효 0일에 산도가 0.23-0.25%이었고 발효 10일에는 0.30-0.50% 정도로 본 연구 결과보다 비교적 낮은 산도를 나타냈는데, 이는 절임배추 원료의 염도 차이에 의해 저장기간 중에 산 생성 양이 다르게 나타난 것으로 판단되었다. 김치의 염도는 3.05-3.28% 범위로 나타났으며, 발효 시기에 따른 유의적인 차이가 없었다.

3) 엽산 함량

발효 시기별 담금 배추김치의 엽산 함량 변화는 Table 11과 같다. 엽산 함량은 발효 0일(pH 6.09, 산도 0.32%)과 2일(pH 5.91, 산도 0.36%)에 69.82 μg/100 g과 68.16 μg/100 g으로 가장 높게 나타났으며, 발효 일수가 증가할수록 감소하여 발효 10일(pH 4.47, 산도 0.60%)에는 15.61 μg/100 g 정도로 77.6%까지 감소하였다. 그 이후 발효가 더 진행되면서 pH가 낮아지고, 산도가 높아졌지만 엽산 함량은 유의적인 차이가 없었다. Du KM 등(2014)의 연구에 의하면 *L. plantarum* Fol 708과 *L. brevis* GABA 100의 1 : 1 혼합균주의 엽산 생성은 pH 4.5 배양액보다 pH 5.5 배양액에서 가장 높게 나타났다고 보고하였다. 또한 Liang XS 등(2013)은 엽산이 pH 8.05-10.40의 염기성 용액에서는 72시간까지 93.1% 이상의 우수한 안정성을 보였으나 pH가 2.51의 산성 용액에서는 23% 정도의 안정성을 나타내었다고 보고하면서, 비타민 C를 첨가하면 산화를 방지하여 엽산을 보호할 수 있다고 보고하였다. 이러한 연구 결과들로 엽산 함량은 pH가 낮은 산성 영역에서는 감소한다는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 김치는 발효되면서 pH가 낮아지고, 비타민 C 함량 역시 감소하므

Table 11. Changes in quality characteristics and total folate contents of Kimchi depending on fermentation

Fermentation period (day)	pH	Acidity (% Lactic acid)	Salinity (%)	Total folate (μg/100 g)
0	[1)]6.09±0.01[a]	0.32±0.01[g]	3.28±0.12	69.82±1.55[a]
2	5.91±0.03[b]	0.36±0.00[f]	3.11±0.07	68.16±5.36[a]
4	5.42±0.03[c]	0.40±0.01[e]	3.15±0.05	25.07±0.60[b]
6	4.85±0.01[d]	0.46±0.01[d]	3.14±0.24	23.47±1.64[b]
8	4.67±0.00[e]	0.55±0.02[c]	3.17±0.08	19.95±2.15[c]
10	4.47±0.00[f]	0.60±0.03[b]	3.06±0.09	15.61±0.75[d]
12	4.32±0.01[g]	0.64±0.02[a]	3.06±0.06	15.87±0.70[d]
14	4.11±0.01[h]	0.66±0.03[a]	3.05±0.09	13.33±0.43[d]
F-value	7734.14[*]	211.83[***]	1.08[NS]	331.66[***]

[1)] Mean±SD. [*]$p<0.05$, [***]$p<0.001$.
[NS] Not significantly.
[a-h] Means with different superscripts in the same column differ significantly at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 12. Changes in microbial contents of Kimchi depending on fermentation

Fermentation period (day)	Reducing sugar (%)	Total bacteria (log CFU/g)	Lactic acid bacteria (log CFU/g)	
			Leuconostoc spp.	*Lactobacillus* spp.
0	[1)]2.26±0.00[a]	4.11±0.92[b]	2.56±0.43[c]	3.31±0.59[f]
2	2.24±0.00[b]	3.98±0.87[b]	2.98±0.59[bc]	3.77±0.66[ef]
4	1.60±0.00[c]	4.38±0.93[b]	3.23±0.71[bc]	4.03±0.52[def]
6	1.58±0.00[d]	5.82±0.70[a]	3.34±0.55[bc]	4.61±0.65[cde]
8	1.57±0.00[e]	6.05±0.76[a]	4.05±1.22[abc]	5.17±0.22[bcd]
10	1.53±0.00[f]	6.00±0.64[a]	4.57±0.68[ab]	6.52±0.60[a]
12	1.53±0.00[f]	5.97±0.65[a]	5.27±0.30[a]	6.28±0.26[ab]
14	1.51±0.00[g]	5.58±0.83[a]	5.11±0.22[a]	6.24±0.59[abc]
F-value	37519.40[***]	5.48[*]	4.79[*]	9.96[**]

[1)] Mean±SD. [*]$p<0.05$, [**]$p<0.01$, [***]$p<0.001$.
[a-f] Means with different superscripts in the same column differ significantly at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

로(Jeon YS 등 1999) 엽산의 함량은 감소하게 되는 것이다. 본 연구에서는 발효 시기별 김치의 엽산함량 최고 시기는 15°C 발효 조건에서 발효 2일까지로 나타났으며, 결과적으로 발효 초기의 pH 5.91-6.09, 산도 0.32-0.36% 정도의 생김치가 엽산 함량이 가장 높은 것으로 확인되었다.

4) 환원당 및 미생물 변화

발효 시기별 담금 배추김치의 환원당과 미생물 변화는 Table 12와 같다. 환원당 함량은 발효 0일에 2.26%이었으나 4일째 1.60%로 급격히 감소하였으며($p<0.001$), 그 이후에는 발효 일수가 진행될수록 서서히 감소하여 발효 14일에는 1.51%를 나타내었다. 발효 0일 생김치의 총균수 농도는 4.11 log CFU/g이었으며, 발효 8일째 6.05 log CFU/g으로 최대 균수에 도달하였다($p<0.05$). *Lactobacillus* spp. 농도는 발효 0일에 3.31 log CFU/g이었으며, 발효 10일에 6.52 log CFU/g까지 증가했다가($p<0.01$) 12일부터 서서히 감소하였다. *Leuconostoc* spp.는 *Lactobacillus* spp.와 비슷한 경향으로 발효 0일에 2.56 log CFU/g에서 발효 12일에는 5.27 log CFU/g까지 증가했다가($p<0.05$) 그 이후에는 감소하였다. 본 연구에서 환원당은 미생물에 의해 발효가 진행될수록 유의적으로 감소되는 경향을 나타냈으며, 총균수와 *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp. 유산균 농도는 발효가 진행될수록 유의적으로 증가하는 경향을 보이다가 각각 6, 8, 10일째 이후에는 비슷한 농도를 나타내었다. 이와 같은 결과는 환원당의 급격한 감소가 미생물수, pH 및 산도의 변화 시기와 일치한다는 Hwang IG 등(2011)의 연구 결과에서도 확인할 수 있었다. 또한 Jung YK 등(2007)과 Woo MJ 등(2012)의 연구에서 김치의 발효가 진행됨에 따라 생성된 산에 의해 젖산균의 활동이 억제될 뿐만 아니라 탄소원인 환원당이 감소하여 미생물의 증식

Table 13. Correlation coefficients between the physicochemical properties of fermented Kimchi

	Day	pH	Acidity	Salinity	Reducing sugar	Total bacteria	*Leuconostoc* spp.	*Lactobacillus* spp.	Total folate
Day	1	-0.976***	0.990***	-0.799*	-0.812*	0.823*	0.972***	0.955***	-0.853**
pH		1	-0.975***	0.739*	0.891**	-0.915**	-0.924**	-0.944***	0.921**
Acidity			1	-0.768*	-0.801*	0.863**	0.981***	0.977***	-0.845**
Salinity				1	0.600	-0.541	-0.789*	-0.805*	0.633
Reducing sugar					1	-0.837**	-0.728*	-0.770*	0.997***
Total bacteria						1	0.780*	0.855**	-0.856**
Leuconostoc spp.							1	0.963***	-0.777*
Lactobacillus spp.								1	-0.816*
Total folate									1

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

Table 14. Changes in sensory evaluation of Kimchi depending on fermentation

Fermentation period (day)	Sensory evaluation				
	Appearance	Sour taste	Spicy taste	Salty taste	Overall acceptance
0	1)7.1±2.0	1.3±0.9^{d}	4.1±2.2	4.0±2.6	5.4±2.3
2	6.2±2.6	1.8±1.5^{d}	3.9±2.2	5.1±2.5	4.9±2.3
4	7.1±1.8	4.3±1.5^{bc}	4.7±1.8	4.7±1.3	6.3±1.8
6	6.2±2.0	3.8±1.5^{c}	4.4±2.1	4.4±1.2	5.1±1.6
8	7.3±1.3	5.2±1.8^{b}	4.4±1.9	4.5±1.4	5.1±1.1
10	7.7±1.5	7.6±1.7^{a}	4.2±2.0	4.4±1.2	5.5±2.4
12	7.4±1.8	8.2±1.5^{a}	4.1±2.1	4.3±1.8	5.5±2.8
14	8.0±1.3	8.7±1.4^{a}	4.1±2.1	4.3±1.6	5.2±3.1
F-value	1.17^{NS}	35.19***	0.14^{NS}	0.33^{NS}	0.37^{NS}

1) Mean±SD. ***p<0.001.
NS Not significantly.
a-d Means with different superscripts in the same column differ significantly at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

을 제한하게 된다는 보고와도 일치하는 결과였다.

5) 품질특성간의 상관관계

발효 시기별 담금 배추김치의 이화학적 특성 및 엽산 함량, 미생물 품질특성 간의 상관관계를 분석하였다(Table 13). 담금 배추김치의 발효 일수와 pH, 염도, 환원당, 엽산 함량은 p<0.05 유의수준에서 음의 상관관계를 나타내었으며, 산도와 총균수, *Leuconostoc* spp., *Lactobacillus* spp.는 p<0.05 유의수준에서 양의 상관관계를 보였다. 즉, 발효가 진행될수록 pH, 염도, 환원당, 엽산 함량은 감소하였고, 산도, 총균수, 유산균수는 증가하였다. 특히 엽산 함량은 염도를 제외하고, 환원당(p<0.001)과 pH(p<0.01)와 양의 상관관계를 나타내었으며, 발효 일수, 산도, 총균수, 유산균수들과는 음의 상관관계를 나타내었다(p<0.05). 따라서 발효가 진행될수록 환원당과 pH가 낮아지고, 이에 따라 엽산 함량도 같이 유의적으로 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

6) 관능검사

발효 시기별로 담금 배추김치의 관능검사를 실시한 결과는 Table 14와 같다. 신맛에서만 유의적인 차이(p<0.001)가 나타났으며, 외관, 매운맛, 짠맛, 전체적인 기호도에서는 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도는 발효 4일(pH 5.42, 산도 0.40%)에 6.3점으로 가장 높게 나타났지만, 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Hwang IG 등(2011)은 마쇄 홍고추를 첨가한 김치의 품질특성 연구에서 20°C 저장조건일 때, pH 4.04-4.09, 산도 0.78-0.84% 범위인 숙성 4일째 김치의 신맛, 아삭한 맛, 전반적인 기호도가 가장 높았다고 보고하여, 본 연구의 결과보다 발효가 좀 더 진행된 과숙기(pH 4.0±0.1, 산도 >1.0%) 상태

의 김치를 높게 평가하는 것으로 확인되었다.

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구에서는 상업용 김치와 발효 시기별 담금 배추김치의 엽산 함량과 품질특성 평가를 통해 엽산의 영양정보를 제공하고 엽산과 품질특성 간의 상관성에 대해 비교 분석하였다.

상업용 배추김치 10종 모두 절임 배추를 사용하였고, 발효 정도를 조절하기 위해 별도의 식물성 유산균 발효액과 김치유산균 발효액(*Leu.* DRC0211)을 사용하고 있었으며, 표고버섯, 건고추, 배, 육수, 합성감미료 등은 선택적으로 사용하고 있었다. 지역 김치(8종)와 기업 김치(2종)의 pH, 산도, 염도, 수분 및 엽산 함량에서 유의적인 차이를 나타내었으며, pH는 4.52-6.67, 산도는 0.20-0.57%, 염도는 2.17-3.26%, 수분은 86.04-90.53%, 엽산은 31.89-73.66 μg/100 g 정도로 나타났다. 충남(L4)이 pH 4.62, 산도 0.57%, 염도도 3.26%로 타 지역김치에 비하여 pH가 낮았고, 산도와 염도는 가장 높게 나타났다. 엽산은 D사(A)가 73.66 μg/100 g으로 유의적으로 가장 높게 나타났다. 상업용 다소비 기타 김치 역시 품질특성에서 $p<0.001$ 수준으로 유의적인 차이가 나타났다. 고들빼기(O3)가 원·부재료 수가 13종으로 가장 많았으며, pH는 부추김치(O6)가 6.97로 가장 높았으며, 산도는 부추김치(O6), 갓김치(O2), 알타리김치(O1)가 0.06-0.07%로 가장 높게 나타났다. 염도는 깻잎김치(O9)가 5.54%로 가장 높았으며, 엽산 함량은 푸른 잎이 많이 함유되어 있는 깻잎김치(O9)와 열무김치(O5)가 각각 65.77 μg/100 g, 62.82 μg/100 g으로 유의적으로 가장 높게 나타났다. 배추김치는 지역과 판매 기업별로 다른 엽산 함량을 나타내었으며, 다소비 기타 김치는 원재료의 푸른 잎 함유 정도에 따라 엽산 함량의 차이를 나타내었다.

발효 시기별 담금 배추김치의 일반성분의 함량 변화는 $p<0.001$ 수준에서 유의적인 차이는 있었으나, 일정한 경향은 나타나지 않았다. pH는 발효 0일에서 14일까지 6.09에서 4.11까지 감소하였고, 산도는 0.32%에서 0.66%까지 서서히 증가하였다. 염도는 발효 시기에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 엽산 함량은 발효 0일과 2일에 각각 69.82 μg/100 g과 68.16 μg/100 g으로 가장 높게 나타났으나, 발효 10일에는 15.61 μg/100 g 정도로 77.6%까지 감소하였다. 환원당은 발효 0일에 2.26%이었으나 4일째 1.60%로 급격히 감소하였으며, *Leuconostoc* spp., *Lactobacillus* spp.는 발효 8-10일까지는 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 발효 시기별 담금 배추김치의 관능검사 결과 신맛을 제외하고는 항목별로 유의적인 차이는 없었으나, 발효 4일째의 김치가 전체적인 기호도가 높은 것으로 나타났다. 담금 배추김치의 발효 일수와 pH, 염도, 환원당, 엽산 함량은 $p<0.05$ 유의수준에서 음의 상관관계를 나타내었으며, 산도와 총균수, *Leuconostoc* spp., *Lactobacillus* spp.는 $p<0.05$ 유의수준에서 양의 상관관계를 보였다.

결과적으로 기업 및 지역별 상업용 배추김치에서는 엽산 함량에 대한 일정한 경향을 확인할 수 없었으나, 푸른 잎이 많이 함유되어 있는 열무김치, 부추김치, 파김치 등은 우수한 엽산 급원식품으로 확인되었다. 또한 본 연구의 김치 제조 및 발효조건에서는 담금 배추김치의 엽산 함량 최고 시기는 발효 2일까지로 확인되었다. 즉 15°C 발효조건에서 pH 5.91-6.09, 산도 0.32-0.36% 범위의 김치가 엽산 함량이 68.16-69.82 μg/100 g 정도로 가장 높게 나타났다. 그러므로 배추김치를 엽산 급원식품으로 활용할 경우에는 생김치 또는 미숙기의 김치 섭취를 권장한다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgments

This work was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ01099604)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA. Method 985.29.

Bailey LB. 2009. Folate in health and disease, 2nd edition. CRC Press, Boca Ranton, FL, USA. p 198.

Blom HJ, Smulders Y. 2011. Overview of homocysteine and folate metabolism. With special references to cardiovascular disease and neural tube defects. J Inherit Metab Dis 34(1):75-81.

Chae SK. 2006. Pyojun sikpumbunseokak [Standard food analysis]. Jigu Publishing Co., Seoul, Korea. p 403.

Cho EJ, Lee SM, Rhee SH, Park KY. 1998a. Studies on the standardization of Chinese cabbage Kimchi. Korean J Food Sci Technol 30(2):324-332.

Cho EJ, Park KY, Rhee SH. 1997. Standardization of ingredient ratios of Chinese cabbage Kimchi. Korean J Food Sci Technol 29(6):1228-1235.

Cho EJ, Rhee SH, Park KY. 1998b. Standardization of kinds of ingredient in Chinese cabbage Kimchi. Korean J Food Sci

Thchnol 30(6):1456-1463.
Du KM, Park SJ, Park MS, Ji GE. 2014. Screening of lactic acid bacteria for strong folate synthesis and optimization of fermentation. Korean J Food Sci Technol 46(3):328-333.
Green R. 2011. Indicators for assessing folate and vitamin B-12 status and for monitoring the efficacy of intervention strategies. Am J Clin Nutr 94(2):666S-672S.
Gropper SS, Smith JL, Groff JL. 2005. Advanced nutrition and human metabolism. 4th ed. Thomson Wadsworth, Belmont, CA, USA. pp 301-315.
Hwang IG, Kim HY, Hwang Y, Yoo SM, Jeong HS, Lee JS, Kim HY. 2011. Effects of mashed red pepper on the quality characteristics of Kimchi. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(12):1769-1775.
Hyun T, Han YH, Lim EY. 1999. Blood folate level determined by a microplate reader and folate intake measured by a weighed food record. Korean J Community Nutr 4(4):512-520.
Jeon YS, Kye IS, Cheigh HS. 1999. Change of vitamin C and fermentation characteristics of Kimchi on different cabbage variety and fermentation temperature. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(4):773-779.
Jin HO, Lim HS. 2001. Major foods for folate and their folate contents of Korean child-bearing woman. J Korean Soc Food Sci Nutr 30(1):152-158.
Joung HJ, Choi BS, Shin JJ, Yoon SD, Yoon H, 2003. The dietary intake of pregnant women in Daegu area. Korean J Community Nutr 8(4):538-546.
Jung YK, Oh SH, Kim SD. 2007. Fermentation and quality characteristics of Kwamaegi added Kimchi. Korean J Food Preserv 14(5):526-530.
Kim HJ, Kim H, Kim KN, Kim G, Son JI, Kim SY, Chang N. 2011. Relationship among plasma homocysteine, folate, vitamin B12 and nutrient intake and neurocognitive function in the elderly. Korean J Nutr 44(6):498-506.
Kim JH, Lee EJ, Hyun T. 2015. Dietary folate intake and food sources of children and adolescents in Chungcheong area -Using nutrient database revised by measured folate in selected foods. J Nutr Health 48(1):94-104.
Kim SD. 1997. Preparation of Kimchi and salting. Korean J Post-Harvest Sci Technol AGRI Prod 4(2):215-225.
Ku KH, Cho MH, Park WS. 2003. Characteristics analysis for the standardization of commercial Kimchi. Korean J Food Sci Technol 35(2):316-319.
Lee JA, Lee JI, Lim HS. 2004. Maternal folate status and its influencing factors in early pregnancy. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(2):331-338.
Lee KH, Cho HY, Pyun YR. 1991. Kinetic modeling for the prediction of shelf-life of Kimchi based on total acidity as a quality index. Korean J Food Sci Technol 23(3):306-310.
Liang XS, Zhao FQ, Hao LX. 2013. Research on stability of synthetic folic acid. Adv Mater Res 781-784(2):1215-1218.
Ministry of Health and Welfare · Korean Nutrition Society. 2015. Dietary reference intakes for Koreans 2015. MOHW · Korean Nutrition Society, Sejong, Korea. pp 479-490.
Ministry of Health and Welfare. 2015. Korea Health Statistics 2015: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-3). MOHW, Sejong, Korea. pp 39-43.
National Rural Living Science Institute. 2011. Standard food composition table. 8th revision. Rural Development Administration, Jeonbuk, Korea. p 472.
Obeid R, Herrmann W. 2012. The emerging role of unmetabolized folic acid in human diseases: Myth or reality?. Curr Drug Metab 13(8):1184-1195.
Park HS, Kim YJ, Ha EH, Lee HY, Jang NS, Hong YC, Pang MG, Kim WK. 2003. The risk of MTHFR variants, folate and vitamin B12 deficiencies and hyperhomocysteinaemia during pregnancy associated with short gestational age and reduced birth weight. Environ Mutagen Carcinog 23(1):1-6.
Park KB, Kim SG, Yu JH, Kim JS, Kim ES, Jeon JI, Oh SH. 2013. Changes in fermentation properties and ornithine levels of Baechu Kimchi by storage condition. Korean J Food Nutr 26(4):945-951.
Park SH, Chung SW, Lee KM, Kim TU, Cho JE. 2016. 2015 Trend of Kimchi industry. World Institute of Kimchi, Gwangju, Korea. pp 47-50.
Ryu BM, Jeon YS, Song YS, Moon GS. 1996. Physicochemical and sensory characteristics of anchovy added Kimchi. J Korean Soc Food Nutr 25(3):460-469.
Woo MJ, Choi JR, Kim MJ, Jang MS, Cho EJ, Song YO. 2012. Physicochemical characteristics of seafood-added Kimchi during fermentation and its sensory properties. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(12):1771-1777.
Yon M, Hyun TH. 2003. Folate content of foods commonly consumed in Korea measured after trienzyme extraction. Nutr Res 23(6):735-746.

Received on Jan.11, 2017 / Revised on Feb.22, 2017 / Accepted on Mar.7, 2017