J Korean Soc Food Sci Nutr
48(10), 1120~1126(2019)

한국식품영양과학회지
https://doi.org/10.3746/jkfn.2019.48.10.1120

황칠발효액 첨가가 배추김치의 숙성 중 품질에 미치는 영향

김도희[1*] · 이송미[2*] · 노희경[2]
[1]동신대학교 대학원 식품영양학과
[2]동신대학교 식품영양학과

Effects of Fermented *Dendropanax morbifera* Extract on the Quality of *Kimchi* during Fermentation

Dohee Kim[1*], Songmi Lee[2*], and Hee-Kyong Ro[2]
[1]*Department of Food and Nutrition, Graduate School of Dongshin University*
[2]*Department of Food and Nutrition, Dongshin University*

ABSTRACT This study examined the quality of *Kimchi* prepared with fermented *Dendropanax morbifera* extract. The fermented *D. morbifera* extract was added to salted cabbage at concentrations of 0%, 2.5%, 5% or 10% and stored at 4°C for 49 days to compare physicochemical and microbiological characteristics. In the period from 7 to 14 days, the pH of *Kimchi* prepared with fermented *D. morbifera* extract decreased and the acidity increased. The lowest lightness, redness and yellowness of the Hunter's color values were observed in *Kimchi* prepared with fermented *D. morbifera* extract of 10% at 21 days. The hardness during the fermentation period was higher in all *Kimchi* prepared with fermented *D. morbifera* extract compared to *Kimchi* prepared with fermented *D. morbifera* extract of 0%, and *Kimchi* prepared with the fermented *D. morbifera* extract of 10% showed the highest hardness value. The *Kimchi* prepared with fermented *D. morbifera* extract of 0% showed a sharp decrease in hardness during the fermentation period. However, *Kimchi* prepared with fermented *D. morbifera* extract decreased gently, inhibiting the softening of the *Kimchi* tissues. The reduction of sugar content showed no difference between different *Kimchi* except for the first and 21st days. The growth of total bacteria and lactic acid bacteria were high in the early stages of maturation, but the growth of the bacteria was inhibited after the mature stage. Therefore, the addition of fermented *D. morbifera* extract appears to be an reasonable approach to enhancing the quality of *Kimchi* without reduction of acceptability.

Key words: *kimchi*, *Dendropanax morbifera*, fermentation, quality

서 론

우리나라의 전통 발효식품 김치는 소금에 절여 세척한 배추를 고춧가루, 마늘, 생강, 젓갈 등의 부재료와 혼합하여 적정한 온도에서 숙성시킨다. 채소류의 신선한 맛을 바탕으로 하여 젓갈류, 향신료 및 발효의 과정을 통해 감칠맛, 독특한 맛 및 상쾌한 맛 등이 어우러진다(Kim 등, 1994; Park, 1995; Hwang 등, 2012). 김치는 배추를 비롯한 고춧가루, 마늘, 생강, 젓갈 등의 갖은 재료의 혼합으로 제조되는 식품으로 재료 내에 함유되어 있는 페놀, 플라보노이드, 베타카로틴 등의 성분에 의해 항산화 효과를 가진다(Hwang 등, 2000). 또한 재료의 혼합비율, 부재료의 종류, 숙성 기간 등에 의해 김치의 영양 가치가 달라지며, 대부분 채소로 구성되어 식이섬유, 비타민, 무기질 등을 풍부하게 함유해 고혈압, 이상지질혈증 및 당뇨병 예방에 영향을 미친다(Yi 등, 1998; Park 등, 2018b). 뿐만 아니라 김치의 비만 억제, 동맥경화 예방, 항노화, 항돌연변이 및 항암 효과 등에 대한 연구가 활발히 진행됨에 따라 김치의 건강 기능성이 규명되고 있다(Park 등, 2018b; Kim 등, 2013; Kang과 Cho, 2013; Kim과 Kim, 2002; Kim 등, 2004). 김치의 숙성 중 발효를 통해 생성된 젖산균은 식중독균과 같은 유해균을 감소시키고 정장작용을 함으로써 변비와 대장암을 예방하는 데 효과적이다(Moon 등, 2007). 또한 배추의 β-sitosterol, 고추의 캡사이신, 마늘의 황화합물 등으로 지질 저하 효과와 독특한 방향, 질감, 감칠맛과 발효로 인한 상쾌한 산미 등이 조화되어 식욕을 증진시키는 효과가 있다(Shin 등, 2012). 김치의 품질, 기능성 및 저장성을 향상시킨 김치의 개발을 위해 전분질, 아미노산 구성이 우수한 단백질, 비타민과 무기질 및 flavone 색소가 풍부한 감자(Chang, 2007), 피로 회복과 항암효과가 뛰어난 cucurbitacin을 함유한 참외껍질(Nam 등, 2013),

Received 14 June 2019; Accepted 19 September 2019
Corresponding author: Hee-Kyong Ro, Department of Food and Nutrition, Dongshin University, Jeonnam 58245, Korea
E-mail: hkro@dsu.ac.kr, Phone: +82-61-330-3220
*These two authors contributed equally to this work.
Author information: Dohee Kim (Graduate student), Songmi Lee (Professor), Hee-Kyong Ro (Professor)

높은 항산화 효능에 의한 항암작용, 항균작용 등을 비롯하여 콜레스테롤 저하 등의 성인병 예방 효과를 가진 분말녹차(Ko와 Lee, 2007), 어성초(Kwak 등, 2009), 미더덕(Bae와 Lee, 2008), 흑미(Mo 등, 2010), 경엽식물(Park 등, 2010), 마늘(Shin 등, 2012), 백련초(Lee 등, 2011), 홍삼 추출액(Kim 등, 2010) 등 생리활성이 규명된 다양한 부재료를 첨가하여 제조한 김치에 대한 연구가 증가하고 있다. 현대에 들어 국민들의 생활 수준 향상으로 인해 영양성 및 기능성이 확대된 한방약재와 천연식품이 김치 부재료로서 관심이 증대되고 있다.

본 연구에 사용된 황칠(*Dendropanax morbifera*)은 우리나라 서남해안과 섬지방에 자생하는 두릅나무과의 난대성 상록 활엽수에 속하며, 겨울에도 낙엽이 지지 않는다(Jeong 등, 1995). 이 식품은 자체적으로 항산화능을 나타내는 phytochemical을 함유하며, 황칠나무의 경우 항산화능에 기반한 여러 효과들이 보고되고 있다(Lee 등, 2019). 황칠은 sesquiterpene 등의 정유 성분뿐만 아니라 arachidic acid, palmitic acid, arginine 등의 성분을 함유하여 혈중 지질 개선, 당뇨병 개선, 항혈전 및 신장 손상 보호, 면역 활성 증진 등 다양한 효과를 가진다(Tan과 Ryu, 2015; An 등, 2014; Lee 등, 2002; Choi 등, 2015; Kim 등, 2015; Youn 등, 2018). 또한 피부 미백 개선에도 일정 수준 이상의 탁월한 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Park 등, 2014; Lee 등, 2015). 피부 알레르기를 거의 유발하지 않으며, 취급이 용이한 황칠은 의약품 등에 이용할 수 있을 뿐만 아니라 식품을 비롯한 다양한 제품에 이용될 수 있다(Woo 등, 2012). 황칠에 대한 새로운 기능성 소재로의 충분한 가치가 보고됨에 따라 약재 및 화장품에 활용된 연구는 활발히 진행되고 있으나, 황칠이 가지는 고유의 맛과 향으로 인해 식품 산업에서의 활용도는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 다양한 생리활성이 알려진 황칠의 고유의 맛과 향을 개선하고자 황칠발효액을 제조하였으며, 황칠발효액의 첨가량을 달리하여 김치를 제조한 후 숙성 중의 품질 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

배추김치 재료인 배추, 갓, 미나리, 마늘, 양파, 생강, 대파, 쪽파, 새우젓, 생새우, 배, 무, 통깨, 검정깨, 청각, 소금, 찹쌀, 고춧가루, 멸치, 북어, 물은 전남 나주시 소재 농협하나로마트에서 구입하였다. 김치 제조 시 육수는 물 2 kg당 북어 25 g, 멸치 240 g을 넣고 끓여 건더기를 제외한 후 사용하였다. 황칠발효액의 제조를 위하여 완도군 신지면에서 자생하는 황칠 잎과 줄기를 채취하였고, 설탕은 전남 나주시 소재 농협하나로마트에서 구입하였다.

황칠발효액의 제조

완도군 신지면에서 채취한 황칠 잎과 줄기의 이물질을 제거한 후 5 kg을 세절하여 준비하고, 동일 중량의 설탕을 혼합한 다음 황칠 잎과 줄기 대비 8배 중량의 물을 첨가하였다. 이를 밀봉하여 3개월간 30°C의 암소에서 숙성시키고, 숙성된 결과물의 황칠 잎과 줄기를 제외한 상층액을 여과한 후 4°C에 보관하여 원료로 사용하였다.

황칠발효액을 첨가한 배추김치의 재료 배합비 및 제조

배추는 겉잎을 제거하고 실온에서 소금물 10% 용액에 20시간 절인 후 수돗물로 3회 세척하여 3시간 동안 자연 탈수시켰다. 이때 절인 배추의 최종 소금 농도는 1.58%였다. 절인 배추는 3×3 cm^2로 자르고 양념 재료인 갓, 미나리, 대파, 쪽파, 무, 청각, 생새우는 적당한 크기로 자르고, 다진 마늘, 생강, 배, 찹쌀, 소금, 통깨, 검정깨, 새우젓, 고춧가루, 육수를 그릇에 담아 고루 혼합하여 준비하였다. 절인 배추 1 kg을 기준으로 황칠발효액을 0%, 2.5%, 5%, 10%의 비율로 첨가하여 제조하였다. 경도 측정을 위한 김치는 절인 배추의 안쪽 속잎에서 3~6번째 잎의 위에서 약 8 cm 아래를 3×3 cm^2 크기로 절단하여 동일한 방법으로 제조하였다. 김치 및 황칠발효액 첨가 김치는 동일한 방법으로 3회 제조 후 지퍼백에 1 kg씩 담아 4°C에서 49일간 냉장 보관하였다.

pH 측정

pH 측정을 위한 시료는 4°C 냉장고에서 밀봉처리 된 김치에서 고형물과 액체 전체를 blender에 분쇄한 후 3겹의 거즈로 여과하여 사용하였다. pH는 여과액 20 mL에 증류수 80 mL를 가하여 만든 시료를 균질화시켜 pH meter(F-71 G, Horiba, Kyoto, Japan)를 이용하여 3개의 밀봉처리 된 김치를 각각 채취하여 3회 반복 측정하였다.

산도 측정

pH 측정 시 사용한 시료와 동일하게 처리 후 산도는 여과액 20 mL에 증류수 80 mL를 가한 시료에 pH meter(F-71G, Horiba) 전극을 담그고 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 lactic acid(%, w/w)로 표시하였다.

색도 측정

시료액 10 mL를 취한 후 Color spectrophotometer 비색계(CM-35000, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness)의 값으로 표시하였다. 이때 사용된 표준백색판의 L, a, b의 값은 각각 96.99, -0.115, -0.155였으며, 모든 시료의 측정은 3회 이상 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

경도 측정

절인 배추의 안쪽 속잎에서 3~6번째 잎의 위에서 8 cm 아래를 3×3 cm^2 크기로 절단하여 제조한 김치의 경도는

Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

환원당 측정

환원당은 김치의 국물과 고형물을 blender에 분쇄한 후 3겹의 거즈로 여과한 여액 1 mL를 적당한 비율로 희석한 다음 0.5 mL를 취하였다. 여기에 DNS 시약 1.5 mL를 첨가하고 5분간 중탕하여 반응시킨 후 실온으로 식힌 다음 흡광도계(G10S UV-VIS, Thermo Fisher, Massachusetts, MA, USA)를 사용하여 550 nm에서 측정하였다. Glucose를 사용한 표준곡선으로부터 그 함량을 산출하였으며, 3회 반복 측정한 결과 평균값과 표준편차로 나타내었다.

미생물 측정

김치 미생물을 측정하기 위해서 김치의 국물과 고형물을 blender에 분쇄한 후 3겹의 거즈로 여과하여 김치 시료 100 μL와 멸균 증류수 900 μL를 혼합하였다. 혼합한 시료 용액을 100 μL를 취하여 6차례로 나누어 희석하여 배양액을 준비한다. 총균수는 희석액 200 μL를 petri dish에 첨가한 뒤 PCA(plate count agar, Difco, New Jersey, MD, USA)를 적절한 양 부어주었다. 젖산균은 평판도말법을 이용하여 MRS agar 배지에 희석액 100 μL를 첨가한 후 도말하였다. 총균수와 젖산균은 30°C에서 48시간 동안 배양한 다음 colony 수를 계수(log CFU/mL)하였다.

통계처리

모든 통계분석은 SPSS Statistics(ver. 25.0, IBM Corp., Chicago, IL, USA)를 사용하여 실시하였다. 자료의 기술은 평균값과 표준편차로 나타내었으며, one-way ANOVA test 및 Duncan's multiple range test를 통하여 군 간 유의적인 차이를 검증하였다($P<0.05$).

결과 및 고찰

pH 변화

황칠발효액을 0%, 2.5%, 5%, 10%로 달리하여 담근 황칠발효액 김치를 4°C에서 49일 동안 숙성시키면서 나타난 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 김치는 발효과정으로 인해 각종 유기산들이 생성되며, 이에 따라 특유의 신선한 맛을 내게 되므로 pH와 산도는 김치의 주요한 품질 지표이다(Park 등, 2002). 담금 첫날의 pH는 배추김치와 황칠발효액을 2.5% 첨가한 김치에 비해 황칠발효액을 5%, 10% 첨가한 김치에서 유의적으로 낮은 pH를 나타냈다. 7일째의 경우 대조군에 비해 황칠발효액 첨가군이 유의적으로 낮았다. 발효 숙성 과정에서 pH는 숙성 7일째부터 14일째까지 급격한 감소를 나타냈으며, 그 이후부터는 다소 완만하게 감소하였다. 김치의 숙성이 진행됨에 따라 pH의 변화는 느려지는데 숙성 중 생성되는 아미노산과 무기 이온들의 완충 작용에 의한 것이라 보고하였다(Kang 등, 1988). 김치의 적숙기 상태는 pH 4.2~4.4 범위이다(Kim 등, 1991). 배추김치는 14~21일까지 약 일주일간 적숙기 상태를 유지하였으나, 황칠발효액을 5%, 10% 첨가한 김치는 14~35일까지 약 3주간 적숙기 상태를 유지하였다. 황칠발효액 5% 이상의 첨가가 김치의 pH 저하를 지연시키며, 배추김치보다 적숙기가 약 2주간 연장돼 김치의 깊은 맛을 더 유지할 수 있을 것으로 사료된다. 황칠발효액 자체의 pH 측정 결과 3.1±0.0으로 나타나 황칠발효액 첨가 김치의 숙성 초기 pH 저하에 영향을 미친 것으로 보이나, 숙성 중 적숙기 수준의 pH의 유지 기간을 연장시킴과 동시에 발효 속도를 늦춰 황칠발효액이 김치의 적숙기 유지에 효과를 보였다. Park 등(2001)의 연구에서 나타난 녹미채를 첨가한 김치와 You와 Kim(2013)의 연구에서 나타난 삼채뿌리를 첨가한 김치가 일반 배추김치보다 적숙기가 연장되는 것과 유사한 결과를 나타냈다.

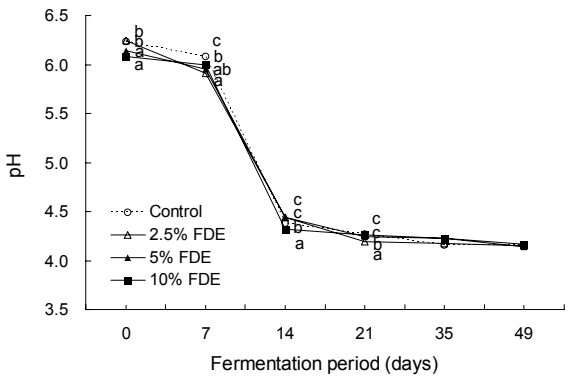

Fig. 1. Changes in pH of *Kimchi* prepared with different fermented *Dendropanax morbifera* extract ratios during fermentation for 49 days at 4°C. Control, *Kimchi*; 2.5% FDE, *Kimchi* added fermented *D. morbifera* extract 2.5%; 5% FDE, *Kimchi* added fermented *D. morbifera* extract 5%; 10% FDE, *Kimchi* added fermented *D. morbifera* extract 10%. Different letters (a-c) in the same fermentation period indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

산도 변화

황칠발효액을 0%, 2.5%, 5%, 10%로 달리하여 담근 황칠발효액 첨가 김치를 4°C에서 49일 동안 숙성시키면서 나타난 산도의 변화는 Fig. 2와 같다. 산도 역시 pH와 마찬가지로 김치의 적숙기와 신맛을 나타내는 주요 품질 지표이다. 배추김치에 비해 담금 첫날에는 황칠발효액 5%, 10% 첨가 김치, 7일차에는 황칠발효액 첨가 김치, 14일차에는 10% 황칠발효액 첨가 김치의 산도가 유의적으로 높았다. 21일차에는 황칠발효액 10% 첨가 김치의 산도가 유의적으로 가장 낮게 나타났다. 35일차에는 전체적으로 유의적인 차이가 없었다. 49일차에는 2.5%와 10% 황칠발효액 첨가 김치가 유의적으로 높았다. 황칠발효액 10% 첨가 김치는 14일차에 유의적으로 높은 산도를 나타냈으나 21일차 유의적으로 낮은 산도를 나타냄으로 초기 발효는 촉진되지만, 숙성 중 산도를 완만하

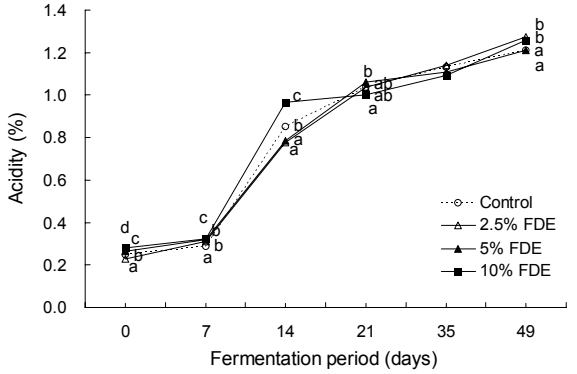

Fig. 2. Changes in acidity of *Kimchi* prepared with different fermented *D. morbifera* extract ratios during fermentation for 49 days at 4°C. Control, 2.5%, 5%, and 10% FDE: See the legend in Fig. 1. Different letters (a-d) in the same fermentation period indicates a significant difference by Duncan's multiple range test (P<0.05).

게 증가시킴으로 발효 속도를 늦춘 것으로 보인다. 산도 변화를 측정한 결과 7~14일에 급격하게 증가한 이후 완만하게 증가했다. 이는 pH의 변화와 일치한다. 김치의 발효가 진행됨에 따라 주로 lactic acid와 acetic acid 등의 유기산이 생성되는데, pH의 저하와 산도의 증가에 영향을 주었다(Lee와 Yang, 1970). 김치의 적숙기 상태 산도는 0.6~0.8% 범위이다(Park과 Lee, 2005). 황칠발효액 10% 첨가 김치가 14일에 0.97%로 나타나 숙성 기간 중 가장 먼저 적숙기에 도달한 것으로 판단된다. 하지만 숙성 14일 이후 완만하게 증가하는 경향을 보인다. 황칠발효액의 자체 산도 측정 결과 3.8±0.0으로 높은 수준이었다. 이에 따라 초기 황칠발효액 첨가 김치의 산도가 높게 나타났으나, 이후 완만히 증가하여 황칠발효액의 첨가가 김치 발효 속도를 늦추는 경향을 보였다. 이는 황칠발효액이 초기 발효에 긍정적인 영향을 미친 후 김치의 품질 유지 기간을 연장시킨 것으로 사료된다. Lim 등(2013)의 연구에서 전복과 다시마 김치 초기의 산도가 0.17~0.19%로 나타났으나, 28일째 1.13~1.18%로 증가하였다고 보고하였으며, 본 실험 결과 유사한 경향을 나타냈다.

색도 측정

황칠발효액 첨가량에 따른 황칠발효액 첨가 김치의 색도 차이를 알기 위해 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도) 값으로 측정한 결과는 Table 1과 같다. 김치의 적숙기인 숙성 21일의 색도를 비교하였다. 숙성 21일의 명도는 배추김치와 황칠발효액 2.5% 첨가 김치는 유의적인 차이가 없었으나, 황칠발효액을 5% 이상 첨가한 김치의 명도가 유의적으로 낮았다. 적색도는 배추김치에 비해 황칠발효액 2.5%, 5% 첨가 김치는 유의적인 차이가 없었으나, 황칠발효액 10% 첨가 김치의 적색도는 유의적으로 낮았다. 황색도는 황칠발효액의 첨가량이 많을수록 높을 것으로 예상했으나, 배추김치와 황칠발효액 2.5% 첨가 김치가 유의적으로 높게 나타났고, 5% 이상 첨가 시 유의적으로 감소하여 황칠발효액의 첨가량이 증가할수록 황색도가 감소했다. Lee 등(2013)의 연구에서 김치의 숙성에 따라 고춧가루의 붉은색이 배추의 백색 부분의 조직에 스며들어, 배추의 백색 부분이 주황색으로 되는 것으로 적숙기임을 알 수 있다고 하였는데, 황칠발효액 10% 첨가 김치의 명도, 적색도 및 황색도가 유의적으로 낮게 나타난 것으로 보아 김치의 숙성이 지연된 것으로 사료된다. 황칠발효액의 칼슘 등의 무기질과 배추 조직의 펙틴이 결합하여 배추 조직의 경도가 높아짐(Fig. 3)에 따라 배추 조직 내로 양념의 투여가 늦어져 적숙기의 주황색을 나타내는 시기가 늦춰진 것으로 사료된다.

Table 1. Hunter's color values of *Kimchi* prepared with different fermented *D. morbifera* extract ratios of the 21 days

Samples[2)]	Attributes[1)]		
	L	a	b
Control	33.75±0.14[b3)4)]	34.58±0.13[b]	49.37±0.31[c]
2.5% FDE	33.85±0.08[b]	34.69±0.08[b]	49.45±0.23[c]
5% FDE	32.42±0.04[a]	34.72±0.10[b]	47.73±0.12[b]
10% FDE	32.33±0.06[a]	33.75±0.92[a]	46.94±0.07[a]

[1)]L, lightness; a, redness; b, yellowness.
[2)]Control, 2.5%, 5%, and 10% FDE: See the legend in Fig. 1.
[3)]Mean±SD.
[4)]Means with different letters (a-c) within a column are significantly different (P<0.05).

경도 변화

배추김치와 황칠발효액 첨가 김치를 발효시키면서 나타난 경도 변화는 Fig. 3과 같다. 배추김치의 단단한 정도와 씹힘성을 나타내는 경도는 김치의 품질을 좌우하는 중요한 요소이다(Lee와 Rho, 2014). 본 연구에서 숙성 기간 동안 배추김치에 비해 황칠발효액 첨가 김치가 높은 경도를 유지하여 배추김치 조직의 단단함을 보였다. 담금 첫날 황칠발효액의 첨가가 증가할수록 경도가 유의적으로 증가했다. 배추김치는 저장 기간 동안 경도가 급격히 감소하지만, 황칠발효

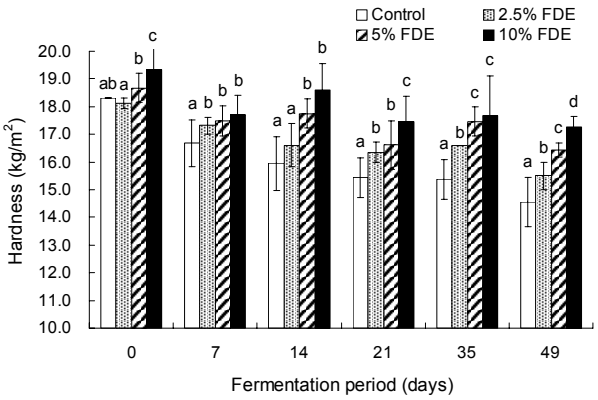

Fig. 3. Changes in hardness of *Kimchi* prepared with different fermented *D. morbifera* extract ratios during fermentation for 49 days at 4°C. Control, 2.5%, 5%, and 10% FDE: See the legend in Fig. 1. Different letters (a-d) in the same fermentation period indicate a significant difference by Duncan's multiple range test (P<0.05).

액 첨가량이 증가할수록, 특히 황칠발효액 10% 첨가 김치는 저장 기간 동안 경도의 감소가 완만하게 진행되는 경향을 보였다. 숙성 기간 동안 황칠발효액의 첨가량이 많을수록 배추의 단단한 정도가 물러지지 않고 유지되었다. 배추 조직 중의 펙틴은 칼슘과 결합하여 조직의 경도 증가로 김치의 아삭거림을 증가시킨다고 보고되었는데(Choi 등, 2006), 황칠발효액에 풍부하게 함유되어 있는 칼슘(6.320 mg/100 g)이 김치의 조직감에 영향을 미쳐 숙성 중의 연화 작용을 억제하는 것으로 사료된다. 본 연구에서는 10% 황칠발효액 첨가 김치는 적숙기인 14~21일차 이후에도 적숙기와 유사한 일정한 수준의 높은 경도를 유지하여 김치의 상품성을 향상시킨 것으로 판단된다. Choi 등(2006)의 연구에서는 경도가 30일째 급격히 감소하였다고 보고했으나, 본 연구에서는 숙성 기간 중 발효액 첨가량이 증가함에 따라 경도가 완만히 감소했다. Shin 등(2007)은 뽕잎 분말 첨가량의 증가로 인해 칼슘 및 철분의 함량이 높아 김치의 조직감이 개선된 것으로 보고하였다. 본 연구에서 제조된 배추김치는 절임 배추의 최종 농도가 1.58%로 저염 배추이기 때문에 더욱 빠른 배추의 연화로 인해 품질이 저하될 수 있으나, 황칠발효액 첨가를 통해 배추의 연화를 방지하여 숙성 중에도 물러지지 않는 우수한 품질의 김치 제조를 기대할 수 있다.

환원당 변화

배추김치와 황칠발효액 첨가 김치를 숙성시키면서 나타난 환원당 함량의 변화는 Fig. 4와 같다. 환원당은 젖산발효의 결과물로 유기산, 아세트산, 알코올, 탄산 등을 생성하고 발효가 진행되면서 그 양이 감소한다(Park 등, 2012). 또한 젖산균 등의 미생물을 비롯하여 pH 및 산도와 밀접한 관계를 가져 김치의 단맛과 신맛에 영향을 미친다(You와 Kim, 2013). 김치 담금 첫날에 비하여 배추김치를 포함한 모든 황칠발효액 첨가 김치에서 숙성 중 감소하는 경향을 보였다. 김치 담금 첫날에는 황칠발효액 10% 첨가 김치가 27.3%로 유의적으로 가장 높았고, 황칠에 함유된 자체의 환원당 함량에 의한 것으로 사료된다. 21일차에는 배추김치가 14.1%로 가장 높았고, 황칠발효액 2.5% 첨가 김치는 배추김치에 비해 유의적으로 낮았다. 담금 첫날과 21일차를 제외한 숙성 기간 중 시료 간의 유의적인 차이는 없었다. Park 등(2012)의 연구에서 김치의 숙성으로 미생물들에 의해 김치 속의 당이 분해되고, 에너지원으로 사용됨에 따라 환원당 함량이 감소한다고 보고하였다. 황칠발효액을 5% 이상 첨가할 경우 담금 첫날부터 7일까지 환원당 함량이 급격히 감소하였는데, 이는 미생물 발육에 의한 초기 김치 숙성에 영향을 미치는 것으로 보인다. 숙성 7일차까지 환원당의 감소가 급격히 일어났으며, 이는 산도가 증가하는 시기와 일치하였으며 Woo 등(2012) 및 Park 등(2018a)의 연구 결과와 유사하였다.

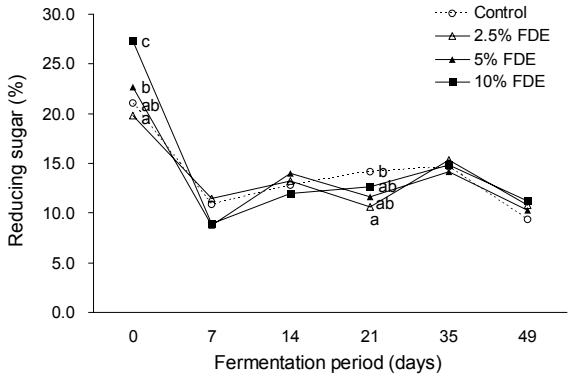

Fig. 4. Changes in reducing sugar of *Kimchi* prepared with different fermented *D. morbifera* extract ratios during fermentation for 49 days at 4°C. Control, 2.5%, 5%, and 10% FDE: See the legend in Fig. 1. Different letters (a-c) in the same fermentation period indicate a significant difference by Duncan's multiple range test (P<0.05).

미생물 변화

황칠발효액이 첨가된 배추김치의 숙성 중 총균수 및 젖산균수의 변화는 Fig. 5와 같다. 총균수는 배추김치와 황칠발효액 첨가 김치 모두 급격히 증가하여 7일차에는 황칠발효액 5% 첨가 김치가 8.35 log CFU/mL로 가장 높게 나타났고, 황칠발효액 10% 첨가 김치가 7.39 log CFU/mL로 가장 낮게 나타났다. 하지만 14일차에는 황칠발효액 10% 첨가 김치가 9.64 log CFU/mL로 급격히 증가하였고, 배추김치

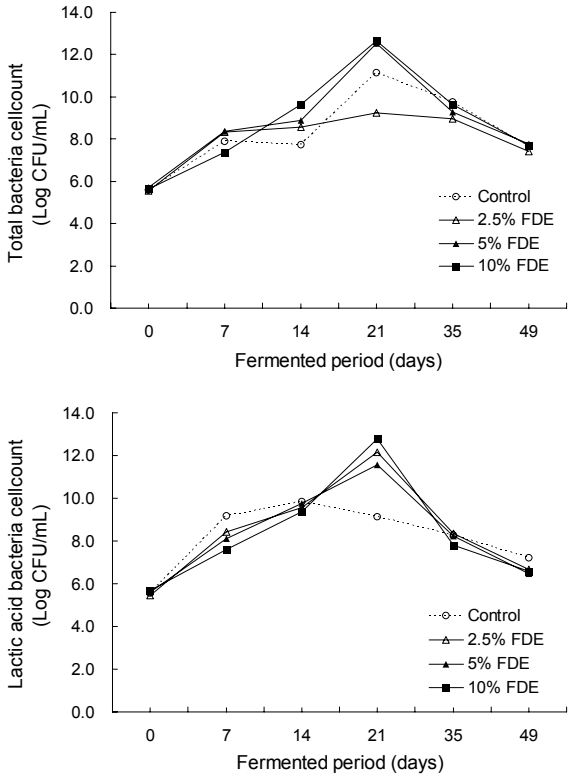

Fig. 5. Changes in the microorganism of *Kimchi* prepared with different fermented *D. morbifera* extract ratio during fermentation for 49 days at 4°C. Control, 2.5%, 5%, and 10% FDE: See the legend in Fig. 1.

가 7.72 log CFU/mL로 낮은 값을 보였다. 배추김치와 황칠발효액 첨가 김치 모두 21일차에 9.25~12.67 log CFU/mL로 최대값을 나타내었다. 21일차 이후에는 배추김치와 황칠발효액 첨가 김치 모두 감소하는 경향을 보였다. 황칠발효액 첨가에 따라 숙성 14일까지 낮은 균의 생육을 보였으나, 적숙기인 21일에 균의 높은 생육을 나타낸 이후 다시 감소하는 경향을 보였다. 적숙기를 제외한 숙성 기간에서 높은 균 증식 억제율을 보였다. 이는 pH, 산도 및 환원당과 같은 양상을 보였다. *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Enterococcus faecalis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus cerevisiae* 등의 젖산균은 김치 발효에 가장 큰 영향을 미치며, *Leuconostoc* sp.가 최대가 될 때 적숙기라고 한다(Lim 등, 2013; Kwak 등, 2009).

황칠발효액 첨가 김치의 젖산균수는 총균수의 변화와 비슷한 양상을 나타내었다. 젖산균수는 숙성 초기에 배추김치가 황칠발효액 첨가 김치에 비해 5.56~9.19 log CFU/mL로 7일차까지 급격히 증가하고 14일차까지 9.86 log CFU/mL로 높은 젖산균수로 최대치를 보였으나 이후 감소하였다. 황칠발효액 첨가 김치의 젖산균수는 배추김치에 비해 14일차에 급격히 증가하여 21일차에 황칠발효액 첨가 김치가 11.55~12.78 log CFU/mL로 최대값을 보였으며, 21일차 이후에 감소하였다. Shin 등(2007)의 연구에서 김치의 적숙기에 젖산균수가 최대가 된 이후 감소한 것은 본 연구와 유사하였으나, 뽕잎 분말 첨가량의 증가로 인해 젖산균수 생육이 억제된 결과는 본 연구에서 적숙기를 제외한 숙성 기간에서만 균의 생육이 억제된 것으로 나타나 차이를 보이며, 추후 연구가 필요한 실정이다.

요 약

본 연구에서는 기능성 소재로 가능성이 확인된 황칠을 이용하여 황칠발효액을 제조하였다. 황칠발효액을 첨가한 배추김치를 제조하여 품질 특성을 살펴보았다. 황칠발효액 0%, 2.5%, 5%, 10%를 첨가하여 4°C에서 49일 동안 저장하면서 숙성기간별 이화화적 및 미생물학적 특성을 살펴보았다. 저장온도 4°C에서 김치의 깊은 맛은 pH가 4.2~4.4 범위에서 약 2주라고 보고된 바가 있으나, 배추김치에 황칠발효액 5%, 10%를 첨가하였을 때 pH의 저하가 지연됨에 따라 적숙기가 약 3주간 유지하여 적숙기가 연장됐다. 산도는 황칠발효액 10% 첨가 김치에서 초기 발효가 촉진되지만 적숙기 이후 숙성이 완만하게 증가하였다. pH와 마찬가지로 초기 발효 촉진 후 품질 유지 기간이 연장된 것으로 사료된다. 황칠발효액 자체의 pH와 산도는 김치의 초기 pH와 산도에 영향을 미쳤으나, 숙성 중 발효 시간을 늦추면서 적숙기를 연장하는 것으로 나타나 황칠발효액이 김치의 적숙기 연장에 효과적임을 알 수 있었다. 김치의 적숙기인 21일차의 색도를 측정한 결과 황칠발효액 10% 첨가 김치가 명도, 적색도, 황색도 모두 유의적으로 낮게 나타났으며, 황칠발효액 첨가에 따라 김치의 숙성이 지연됐다. 황칠발효액의 첨가가 증가함에 따라 경도는 유의적으로 증가했다. 김치의 숙성 기간 중 황칠발효액의 첨가가 높을수록 높은 경도를 유지하였다. 배추김치는 숙성 기간 중 경도의 급격한 감소가 진행된 반면 황칠발효액 첨가 김치는 경도의 완만한 감소를 보였다. 황칠발효액이 풍부하게 함유하는 칼슘 등 무기질의 영향으로 숙성 중의 배추 조직의 연화 작용이 억제됐다. 환원당은 배추김치 및 황칠발효액 첨가 김치 모두 7일차까지 급격하게 감소하였으나 이후 완만하게 증가하는 경향을 보였다. 황칠발효액 첨가 시 초기 환원당의 함량이 높게 나타났으나, 숙성 기간에 따라 급격히 감소하여 초기 발효가 촉진된 이후 완만히 유지되어 김치의 품질 유지 기한이 연장된 것으로 사료된다. 총균수와 젖산균수도 환원당과 같은 경향을 보였다. 황칠발효액 첨가 시 초기 미생물은 낮은 생육 활성을 보이나, 적숙기에는 높은 활성 이후 다시 감소하는 경향을 보여 초기 발효가 촉진된 이후 품질 유지 기한이 연장된 것으로 사료된다. 이상의 결과 황칠발효액 첨가 김치가 배추김치에 비해 발효 시간이 늦춰져 적숙기가 연장돼 전반적인 품질이 향상됐다. 특히 김치는 숙성 중 배추의 조직이 연화되는데 황칠발효액 첨가 시에는 배추의 조직감이 무르지 않게 유지되었고, 김치의 깊은 맛을 나타내는 적숙기를 연장하여 저장성이 우수해졌다. 김치 제조 시 황칠발효액의 첨가는 김치의 품질 및 저장성을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 따라서 황칠발효액 첨가 김치는 건강기능성 뿐만 아닌 상품 김치로의 가능성이 확인됨에 따라 소비를 활성화시킬 수 있는 기반으로 김치 및 황칠 산업의 발전에 영향을 미칠 것으로 기대된다.

REFERENCES

An NY, Kim JE, Hwang DY, Ryu HK. Anti-diabetic effects of aqueous and ethanol extract of *Dendropanax morbifera Leveille* in streptozotocin-induced diabetes model. J Nutr Health. 2014. 47:394-402.

Bae MS, Lee SC. Preparation and characteristics of kimchi with added *Styela clava*. Korean J Food Cook Sci. 2008. 24:573-579.

Chang SK. Fermentation properties and *in vitro* anticancer effect of *kimchi* prepared with potato. Korean J Food Cook Sci. 2007. 23:227-234.

Choi JH, Kim DW, Park SE, Lee HJ, Kim KM, Kim KJ, et al. Anti-thrombotic effect of rutin isolated from *Dendropanax morbifera* Leveille. J Biosci Bioeng. 2015. 120:181-186.

Choi YM, Whang JH, Kim JM, Shu HJ. The effect of oyster shell powder on the extension of the shelf-life of *Kimchi*. Food Control. 2006. 17:695-699.

Hwang IG, Kim HY, Hwang Y, Jeong HS, Lee J, Kim HY, et al. Changes in quality characteristics of *Kimchi* added with the fresh red pepper (*Capsicum annuum* L.). Korean J Food Cook Sci. 2012. 28:167-174.

Hwang JH, Song YO, Cheigh HS. Fermentation characteristics and antioxidative effect of red mustard leaf *kimchi*. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2000. 29:1009-1015.

Jeong BS, Jo JS, Pyo BS, Hwang B. Studies on the distribution of *Dendropanax morbifera* and component analysis of the Golden Lacquer. Korean J Biotechnol Bioeng. 1995. 10:393-

400.
Kang HW, Cho YJ. Antioxidant activities of extracts from various *kimchi* with heat and non-heat treatment of salt-fermented anchovies. J East Asian Soc Diet Life. 2013. 23:257-263.
Kang SS, Kim JM, Byun MW. Preservation of *Kimchi* by ionizing radiation. Kor J Food Hygiene. 1988. 3:225-232.
Kim EM, Kim YJ, Jeong MK. Preference and eating activities of Chinese for traditional Korean *Kimchi*. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2004. 33:1641-1645.
Kim ES, Lee JS, Akram M, Kim KA, Shin YJ, Yu JH, et al. Protective activity of *Dendropanax morbifera* against cisplatin-induced acute kidney injury. Kidney Blood Press Res. 2015. 40:1-12.
Kim H, Mo EK, Sung CK. The effect of red ginseng extract on fermentation of *baechu kimchi*. Korean J Food Preserv. 2010. 17:555-562.
Kim HY, Kil JH, Park KY. Comparing the properties and functionality of kimchi made with Korean or Japanese baechu cabbage and recipes. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:520-526.
Kim MK, Kim SY, Woo CJ, Kim SD. Effect of air controlled fermentation of Kimchi quality. J Korean Soc Food Nutr. 1994. 23:268-273.
Kim SH, Kim JO. A study on the strategy to promote export for Korean Kimchi business to Japan. Collection of Treatises, Mokwon University. 2002. 42:313-340.
Kim WJ, Kang KO, Kyung KH, Shin JI. Addition of salts and their mixtures for improvement of storage stability of *kimchi*. Korean J Food Sci Technol. 1991. 23:188-191.
Ko YT, Lee SH. Quality characteristics of *Kimchi* added with green tea powder. J Korean Soc Appl Biol Chem. 2007. 50:281-286.
Kwak HJ, Jang JS, Kim SM. Quality characteristics of *Kimchi* with added *Houttuynia cordata*. Korean J Food Nutr. 2009. 22:332-337.
Lee C, Yang M, Moon JO. Antioxidant and hepatoprotective effects of the ethanol extract of *Dendropanax morbifera* Leveille on the *t*-butyl hydroperoxide-induced HepG2 cell damages. Kor J Pharmacogn. 2019. 50:32-36.
Lee HA, Song YO, Jang MS, Han JS. Effect of *Ecklonia cava* on the quality *kimchi* during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:83-88.
Lee SH, Lee HS, Park YS, Hwang B, Kim JH, Lee HY. Screening of immune activation activities in the leaves of *Dendropanax morbifera* Lev. Korean J Med Crop Sci. 2002. 10:109-115.
Lee SY, Choi EJ, Bae DH, Lee DW, Kim S. Effects of 1-tetradecanol and β-sitosterol isolated from *Dendropanax morbifera* Lev. on skin whitening, moisturizing and preventing hair loss. J Soc Cosmet Sci Korea. 2015. 41:73-83.
Lee YH, Yang IW. Studies on the packaging and preservation of kimchi. J Korean Agric Chem Soc. 1970. 13:207-218.
Lee YS, Rho JO. A study on quality characteristics of *Kimchi* with added Mulberry leaves extracts. J East Asian Soc Diet Life. 2014. 24:827-836.
Lee YS, Sohn HS, Rho JO. Changes in the quality of *Baechu Kimchi* added with *Backryeoncho* (*Opuntia ficus-indica* var. saboten) powder during fermentation. Korean J Food Cook Sci. 2011. 27:59-70.
Lim JH, Park SS, Jeong JW, Park KJ, Seo KH, Sung JM. Quality characteristics of *kimchi* fermented with abalone or sea tangle extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:450-456.
Mo EK, Kim SM, Yang SA, Jegal SA, Choi YS, Ly SY, et al. Properties of *baechu kimchi* treated with black rice water extract. Korean J Food Preserv. 2010. 17:50-57.
Moon SW, Park JE, Jang MS. The effects of added ripened tomato on the quality of *Baechukimchi*. J East Asian Soc Diet Life. 2007. 17:678-688.
Nam JH, Ahn J, Suh JK, Kim DW. Quality characteristics of a *Kimchi* containing oriental melon peel. Korean J Food Preserv. 2013. 20:518-523.
Park BH, Cho HS, Oh BY. Physicochemical characteristics of Kimchi treated with chitosan during fermentation. Korean J Human Ecology. 2002. 5:85-93.
Park DI, Choi AR, Woo HJ, Rhee SK, Chae HJ. Effects of sclerophyllous plant leaves addition on fermentative and sensory characteristics of kimchi. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2010. 39:580-586.
Park IM, Song HS, Cho SS. Physicochemical characteristics of radish kimchi supplemented with seafood (*gizzard shad*) during fermentation. Korean J Food Sci Technol. 2018a. 50:601-607.
Park KY. The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of Kimchi. J Korean Soc Food Nutr. 1995. 24:169-182.
Park SA, Lee HM, Ha JH, Jeon SH, Park SN. Inhibitory effects of *Dendropanax morbifera* leaf extracts on melanogenesis through down-regulation of tyrosinase and TRP-2. Appl Chem Eng. 2014. 25:468-473.
Park SH, Lee JH. The correlation of physico-chemical characteristics of *Kimchi* with sourness and overall acceptability. Korean J Food Cook Sci. 2005. 21:103-109.
Park SU, Chung YB, Park SH, Park HW, Han ES. Quality characteristics and kimchi processing ability of kimchi cabbage cultivars 'Cheonjincheongmayeop' and 'Chunkwang'. Korean J Food Preserv. 2018b. 25:189-194.
Park SY, Lim HK, Park SG, Cho MJ. Quality and preference changes red sea cucumber (*Stichopus japonicus*) Kimchi during storage period. J Korean Soc Appl Biol Chem. 2012. 55:135-140.
Park WP, Cho YB, Lee SC, Kim JM, Lee MJ. Changes in *kimchi* quality as affected by the addition of boiled-dried *fusiforme*. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2001. 30:834-838.
Shin JH, Kim RJ, Kang MJ, Kim GM, Nak JS. Quality and fermentation characteristics of garlic-added kimchi. Korean J Food Preserv. 2012. 19:539-546.
Shin SM, La SH, Choi MK. A study on the quality characteristics of *kimchi* with mulberry leaf powder. Korean J Food Nutr. 2007. 20:53-62.
Tan X, Ryu HK. Effects of *Dendropanax morbifera* leaf extracts on lipid profiles in mice fed a high-fat and high-cholesterol diet. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2015. 44:641-648.
Woo M, Cho JR, Kim M, Jo MS, Choi EJ, Sung YO. Physicochemical characteristics of seafood-added kimchi during fermentation and its sensory properties. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2012. 41:1771-1777.
Yi JH, Cho Y, Hwang IK. Fermentative characteristics of kimchi prepared by addition of different kinds of minor ingredients. Korean J Soc Food Sci. 1998. 14:1-8.
You BR, Kim HJ. Quality characteristics of kimchi added with *Allium hookeri* root. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:1649-1655.
Youn JS, Kim MS, Na HJ, Jung HR, Song CK, Kang SY, et al. Screening test for *Dendropanax morbifera* Leveille extracts: *in vitro* comparison to ox-LDL-induced lipid accumulation, ethanol-induced fatty liver and HMG-CoA reductase inhibition. J Appl Biol Chem. 2018. 61:1-8.