

스테비아잎 첨가량에 따른 무 피클의 품질 특성

최순남¹ · 이근종² · 주미경³ · 정남용^{4*}

¹삼육대학교 식품영양학과, ²숭의여자대학교 식품영양과, ³삼육대학교 미술컨텐츠학과, ⁴경인여자대학교 식품영양과

Quality Characteristics of Radish Pickles added with Different Amounts of Stevia Leaf

Soon-Nam Choi¹, Kun Jong Lee², Mi-Kyoung Joo³ and Nam-Yong Chung^{4*}

¹Dept. of Food & Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

²Dept. of Food & Nutrition, Soongeui Women's College, Seoul 04628, Korea

³Dept. of Art Contents, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

⁴Dept. of Food & Nutrition, Kyung-in Women's University, Incheon 21041, Korea

ABSTRACT

Physicochemical and antioxidant activity characteristics of radish pickles added with different amounts of stevia leaf (0, 1.0, 2.0, and 3.0 g) were investigated. Radish slices (4×4×4 cm) were salted with NaCl, soaked into pickling solution added with different amounts of stevia leaf, and then stored at 4°C for 6 months. Throughout the whole storage periods, L and b values of radish pickles increased significantly with increasing amount of stevia leaf, whereas a value decreased. Hardness and strength increased significantly with increasing amount of stevia leaf during the storage period. Antioxidant compound contents and antioxidant activity increased significantly with increasing amount of stevia leaf. These results are expected to be useful in producing stevia leaf radish pickles with antioxidant activity and we propose the manufacture and commercialization of radish pickles added with 2.0 g of stevia leaf.

Key words : Stevia leaf, radish pickles, physicochemical characteristics, antioxidant activity

서 론

스테비아(*Stevia rebaudiana* Bertoni)는 국화과 식물로 과라과이 북동부 고산지대에 자생하는 감미 식물로 일본, 한국, 중국에서 주로 음료, 과자류, 채소절임 등 다양한 음식의 감미료로 이용되고 있으며, 스테비아잎의 약 5~10%에 해당하는 스테비오사이드는 감미도가 설탕의 약 200~300배이다(Park JE 등 2010; Ghanta S 등 2007). 스테비아에 관한 연구를 통해 항당뇨병(Dyrskog SE 등 2005), 항돌연변이성(Yasukawa K 등 2002), 고지혈증과 간 손상 회복능(Park JE 등 2006), 항산화능(Srijani G 등 2007) 등의 효능이 밝혀졌으며, 비만 치료 및 예방에도 효과적인 것으로 보고되었다(Park JE 등 2010; Tadhani MB 등 2007). 스테비아의 독성에 대해서도 광범위하게 연구되어 왔는데, 발암성과 유전독성은 포유류에서 관찰되지 않는 것으로 알려졌다(Koyama E 등 2003). 천연감미료인 스테비아의 식품과 관련한 연구에는 파운드케이크(Yoon KH 2002), 절임배추김치(Kim JH 등 2004), 설기떡(Noh MH 2005), 쌀겨단무지(Kim YS 등 2007), 쌍화음료(Back SE 2008),

머핀(Hong HY 2009), 카스텔라(Choi SN 등 2013), 두유(Choi SN 등 2014) 등이 있다.

최근 경제발전으로 인한 소득증대와 소비자의 기호도 변화에 따라 국내에서도 피자, 햄버거, 이탈리아 식품 등의 서양 요리 및 가공제품의 소비가 증가함에 따라 이들 요리와 함께 피클은 좋은 조화를 보여 소비량이 증가하고 있으며, 다양한 재료를 이용한 피클 제품이 요구되고 있다(Kim OS & Joo NM 2004; Jung HA 등 2004). 서양에서는 오이, 양파, 토마토, 피망, 고추, 양배추, 콜리플라워, 당근, 비츠, 머스트, 올리브 등 여러 종류의 가지 채소를 이용하여 만들어지고 있는데, 피클은 염지 피클과 스위트 피클로 구분되며, 우리나라에서 많이 이용되는 방법은 식초를 첨가한 스위트 피클이다(Jeong JE 등 2009). 피클은 서양식 절임장아찌로 재료를 소금물, 간장, 식초 등의 용액에 넣어 탈수시켜 세포기능을 잃게 하여 다시 장류에 넣어 발효시키는 한국 전통식품인 장아찌와 제조방법이 유사한 서양요리이며(Jung EA 등 2011), 계절 및 지역별로 생산량이 많은 채소류를 이용하여 만드는 것으로 장기간 보존할 수 있는 장점이 있고, 사용하는 향신료에 따라 강한 방향과 독특한 맛이 생겨 식욕을 증대시키는 역할을 한다(Jeong JE 등 2009). 피클에 관한 연구로는 당근과 무

* Corresponding author : Nam-Yong Chung, Tel: +82-32-230-0310, Fax: +82-32-540-0275, E-mail: happyywon15@kiwu.ac.kr

피클(Lee HJ & Kim JG 2000), 순무 피클(Son EJ 등 2003), 땅두릅 피클(Han GJ 등 2007), 인삼, 더덕 및 도라지 피클(Kim AJ 등 2008), 감식초와 매실액을 첨가한 마늘 피클(Song MR 등 2009), 오이고추피클(Jeong JE 등 2009), 비트추출물 첨가 연근 피클(Park BH 등 2009), 갓과 고추를 첨가한 저염 야콘 피클(Shim KH & Choi OJ 2012), 미숙 청방울토마토 피클(Koh JH 등 2012), 차잎 피클(Park BR 등 2014), 여주 피클(Lee HY 등 2015), 백포도주 첨가 무 피클(Kim KB 등 2015) 등이 있다.

본 연구에서는 항산화능 등 기능성이 있는 스테비아잎을 피클 절임액에 첨가하여 무 피클의 물성, 항산화성 등 품질 특성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였으며, 이를 통해 피클의 품질을 향상시키는 방안을 모색하는데 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

무(강화산 일반무, 경동시장 구입), 스테비아잎(다그루바이 오랩(주)), 설탕(정백당, 제일제당), 식초(청정원, 양조식초), 정제염(해표), 배합수는 정제수를 사용하였다. 스테비아잎 분말에 대한 성분분석은 한국식품연구원에서 하였으며, 100 g당 열량 223.3 kcal, 수분 8.7%, 단백질 19.2 g, 탄수화물 57.5 g, 식이섬유 28.3 g, 당류 5.5 g, 리놀렌산 597.3 mg, 비타민 E 1.4 mg, Ca 476.4 mg, Mg 317.1 mg이었고, 트랜스 지방과 콜레스테롤은 함유되어 있지 않았다.

2. 무 피클 제조

무를 깨끗이 씻은 후 위와 아래 부분을 8 cm씩 잘라내고, 중간부분을 4×4×4 cm 크기로 절단하여 소금(무 250 g 당 8 g 분량)을 고루 섞어 절였으며, 1시간 경과 후 절여진 무에 절임액을 붓고, 스테비아 건조잎을 각각 0 g, 1.0 g, 2.0 g, 3.0 g씩 담아 잘 혼합한 후, 냉장고에 넣어 저장하였다(Table 1). 스테비아잎 첨가량은 설탕에 비해 약 30배의 단맛을 가진 것(Geuns JMC 등 2003)과 절임액 함유 설탕의 단맛과 비교하는 수차례의 예비실험을 참고하여 설정하였다.

3. pH

무 피클 절임액의 pH는 pH meter(Cyber Scan pH 6500, U-technology Supply Co., Ltd., Singapore)를 사용하여 제조 1일, 7일, 30일 및 180일에 각각 3회 측정하여 평균값을 구하였다.

4. 색도

Table 1. Formulas of radish pickles with various levels of stevia leaf

Ingredients	Control	SL1	SL2	SL3
Radish (g)	250	250	250	250
Stevia leaf (g)	0	1.0	2.0	3.0
Sugar (g)	90	60	30	0
Salt (g)	2.5	2.5	2.5	2.5
Vinegar (mL)	100	100	100	100
Water (mL)	300	300	300	300

* Control: Stevia leaf 0 g, SL1: Stevia leaf 1.0 g, SL2: Stevia leaf 2.0 g, SL3: Stevia leaf 3.0 g

색도는 색차계(CM-3500, Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 제조 1일, 7일, 30일 및 180일에 무 피클의 L, a, b 값을 측정하였다. 명도(L, lightness)는 0(검은색)에서 100(흰색), 적색도(a, redness)는 -80(녹색)에서 100(적색), 황색도(b, yellowness)는 -70(청색)에서 70(황색)까지 측정하였고, 사용한 표준백판의 L, a, b값은 각각 93.35, 0.25, 1.30이었다. 색도는 무 피클의 가운데 부위를 측정하였으며, 총 5개의 무 피클을 사용하여 총 5회의 평균값을 산출하였다.

5. 경도 및 강도

무 피클의 경도 및 강도는 texture analyzer(EZ-tester 500-N, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 1일, 7일, 30일, 180일 저장하면서 각각 5회씩 측정하여 평균값을 구하였다. 측정조건은 load cell 2 kg, test speed 60 mm/min, plunger diameter 50 mm, test depth 25 mm, distance 50%이었다.

6. 항산화성

1) DPPH 라디칼 소거능

대조군과 스테비아잎을 첨가 무 피클의 180일 저장 시료를 동결건조하여 분쇄한 시료 10 g에 10배 부피의 에탄올(100 mL)을 플라스크에 넣고 진탕항온수조(Whashin Tech. Sonic 420, Daegu, Korea)에서 40℃, 150 rpm으로 24시간 동안 추출하여 여과지(Watman No. 2, Sigma-Aldrich, Buckinghamshire, UK)로 걸러 상층액을 모은 후 40℃ 회전증발농축기(R-210, Büchi-rotavator, Flawil, Swizerland)로 농축시켜 시료로 이용하였다. 이 시료 농축물은 0.01 g/mL EtOH 농도로 최종적으로 녹여 시료로 사용하였고, 0.2 μM 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH, Sigma, St. Louis, MO, USA) 1 mL를 넣고, 교반 후 37℃ 진탕항온수조에서 30분 동안 방치한 후, UV/Vis

spectrophotometer(D-1900 PC, Kongsung Technology, Seoul, Korea)를 이용하여 517 nm로 흡광도를 측정하였다. 시료를 넣지 않은 대조군의 흡광도에 대한 시료처리군의 감소한 흡광도의 비율에 의해 DPPH 라디칼 소거능을 계산하였고, 농도와 소거율과의 관계식을 이용하여 소거능이 50%인 농도에 해당하는 시료의 농도(IC₅₀)를 일차방정식으로 계산하였다. 이때 양성 대조군으로 BHA(butylated hydroxyanisole)를 기준으로 스테비아를 첨가한 무 피클의 항산화력을 다음 공식에 의하여 계산하였다.

$$\text{억제율(\%)} = \frac{\text{대조군의 흡광도} - \text{시료처리군}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

2) 총폴리페놀

대조군과 스테비아잎을 첨가 무 피클의 180일 저장 시료를 동결건조 후 총폴리페놀 함량은 Vemon의 방법(1999)을 일부 변형하여 측정하였다. 즉, 무 피클 분말 0.5 g에 75% 에탄올 50 mL를 첨가하고, 진탕배양기(LSI-3016A, Daehan Lab. Tech. Co. Seoul, Korea)로 24시간 추출하여 여과지(No. 2)로 거른 후 총 에탄올 추출액 50 mL를 얻었다. 시료의 에탄올 추출물에 200 μ L와 증류수 Folin-Ciocalteu's 페놀시약 1 mL를 섞어 5분간 반응시킨 후, 7.5% Na₂CO₃ 0.8 mL를 혼합하여 vortex하고, 실온(25°C)에서 호일로 시료를 덮어 빛을 차단하여 30분간 방치한 후, UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 검량선은 tannic acid를 에탄올에 녹여서 위와 같은 방법으로 측정하여 작성하였고, 총 페놀 함량은 동결건조한 무피클 시료 1 g당 mg tannic acid를 표준곡선으로 하여 그 양을 환산하여 나타내었다.

3) 총플라보노이드

스테비아잎을 첨가한 무 피클의 180일 저장 시료를 동결건조 후 플라보노이드 함량은 AOAC(1995)의 방법에 따라 일부 변형하여 측정하였다. 추출 시료의 0.5 g에 75% 에탄올 용액 50 mL를 첨가하고, 진탕배양기로 24시간씩 1회에 걸쳐 추출하여 여과지(No. 2)로 거른 후 총 에탄올 추출액 50 mL를 얻었다. 이 추출액을 5배 희석하여 100 mL에 90% diethylene glycol 0.9 mL를 넣어 잘 섞고, 여기에 1 N NaOH 20 μ L를 넣어 혼합한 후, UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 건조한 무 피클 1 g당 mg rutin을 표준곡선으로 하여 그 양을 환산하여 나타내었다.

7. 통계처리

실험결과는 SPSS(Statistics package for the social science, Ver. 12.0 for window) package를 이용하여 평균 및 표준편차를 구하였으며, 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중 범위 시험법(Duncan's multiple range test)을 통하여 $p < 0.05$ 에서 통계적 유의성 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. pH

무 피클 소스의 pH를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 대조군의 경우, 제조 1일 pH는 3.80, 첨가군은 각각 4.03, 4.11, 4.13으로 스테비아잎의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p < 0.001$) 제조 7일, 30일, 180일의 경우에서도 스테비아잎 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.001$).

저장기간별로 pH를 측정한 결과에서 대조군은 제조 1일

Table 2. pH change of radish pickles solution with various levels of stevia leaf by storage time

Samples ¹⁾	Storage time (days)				F value
	1	7	30	180	
Control	^{A3)} 3.80±0.10 ^{2)a4)}	^B 4.10±0.02 ^a	^B 4.12±0.01 ^a	^C 4.31±0.02 ^a	78.507 ^{***}
SL1	^A 4.03±0.02 ^b	^B 4.11±0.01 ^{ab}	^C 4.20±0.02 ^b	^D 4.32±0.02 ^a	395.354 ^{***}
SL2	^A 4.11±0.01 ^b	^B 4.13±0.01 ^b	^B 4.24±0.03 ^c	^C 4.33±0.05 ^b	519.853 ^{***}
SL3	^A 4.13±0.02 ^b	^B 4.16±0.02 ^c	^C 4.27±0.02 ^d	^D 4.40±0.07 ^c	343.575 ^{***}
F value	25.366 ^{***}	11.455 ^{***}	74.583 ^{***}	134.789 ^{***}	

¹⁾ Control, SL1, SL2, SL3: Refer to Table 1.

²⁾ All values are expressed as mean±S.D.

³⁾ Values with the same letter (^{A~D}) within in same row are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ Values with the same letter (^{a~d}) within in same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

^{***} $p < 0.001$.

3.80에서 180일 경과 후에는 4.31로 pH가 유의적으로 증가하였고($p<0.001$), 스테비아잎 첨가군에서도 제조 1일 각각 4.03, 4.11, 4.13에서 제조 180일 4.32, 4.33, 4.40으로 유의적으로 상승하였다($p<0.001$). 이는 무나 스테비아잎에서 알칼리성 물질이 유출되어 영향을 미친 것으로 생각된다. 이러한 결과는 Choi MK 등(2004)의 스테비아 녹차 연구에서도 스테비아 첨가량이 증가할수록 pH가 증가한다고 하였으며, 스테비아잎에 함유된 알칼리성 물질이 추출된 영향으로 추정된다고 하여 본 연구와 동일한 결과를 보였다. 일반적으로 채소 발효식품의 저장 중 연부현상은 pH 4.30 이상에서 나타나며, pH 4.10에서 미생물에 의한 부패현상이 나타나지 않았다고 한 연구(Jung ST 등 1995)와 비교해 보면 pH가 다소 높은 것으로 조사되었다.

2. 색도

무 피클의 색도 L, a, b값을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 제조 1일의 경우, 대조군 L값이 45.95로 스테비아잎 첨가군

의 38.84~43.62에 비해 유의적으로 높았고($p<0.001$), 첨가군에서도 시료 간 유의적 차이를 보였으며($p<0.001$), 전반적으로 스테비아잎 첨가량이 많을수록 명도가 낮아졌다. 이러한 결과는 제조 7일, 30일, 180일의 경우에서도 동일한 결과를 보여 첨가군은 스테비아잎 색소 등 추출물에 의해 명도가 저하되었으며, 저장기일이 지날수록 명도는 대조군과 첨가군 모두에서 유의적으로 높아졌다($p<0.001$). a값은 제조 1일의 경우, 대조군 -0.21 , 첨가군은 각각 -0.38 , -1.08 , -1.14 로 대조군에 비해 유의적으로 낮아졌고($p<0.05$), 이러한 경향은 제조 7일, 30일, 180일에서도 동일하게 나타났으며($p<0.001$), 녹색도는 대조군의 경우 저장기일이 지날수록 유의적 차이가 없었으나, SL1 군은 -0.38 에서 -3.22 , SL2 군 -1.08 에서 -3.77 , SL3 군은 -1.14 에서 -4.13 으로 모두 유의적으로 낮아졌으며, 이는 스테비아잎의 녹색 색소가 추출되면서 녹색도가 증가하면서 a값에 영향을 미친 것으로 보인다. b값의 경우, 대조군 1.85, 스테비아잎 첨가군은 2.41~3.71의 범위로 대조군에 비해 유의적으로 높은 값을 보였으며($p<0.001$),

Table 3. Color change of radish pickles with various levels of stevia leaf by storage time

Samples ¹⁾	Storage time (days)				F value
	1	7	30	180	
Control	^{A3)} 45.95±0.34 ^{2)d4)}	^B 49.08±0.37 ^c	^C 58.06±0.88 ^c	^D 67.84±1.16 ^d	654.612 ^{***}
SL1	^A 43.62±0.79 ^c	^B 48.71±1.53 ^c	^C 55.65±0.90 ^b	^D 59.10±0.99 ^c	284.467 ^{***}
L	^A 41.07±0.34 ^b	^B 46.47±0.55 ^b	^C 54.64±1.04 ^{ab}	^D 56.45±1.29 ^b	488.307 ^{***}
SL3	^A 38.84±2.08 ^a	^A 40.45±0.01 ^a	^B 53.52±0.34 ^a	^B 54.98±1.02 ^a	245.759 ^{***}
F value	29.301 ^{***}	296.356 ^{***}	21.499 ^{***}	203.117 ^{***}	
Control	^A $-0.21±0.31$ ^b	^A $-0.40±0.10$ ^c	^A $-0.51±0.10$ ^d	^A $-0.60±0.25$ ^c	2.536 ^{NS}
SL1	^D $-0.38±0.39$ ^b	^C $-0.86±0.09$ ^b	^B $-2.53±0.36$ ^c	^A $-3.22±0.85$ ^b	91.177 ^{***}
a	^C $-1.08±0.23$ ^a	^C $-1.19±0.13$ ^b	^B $-2.92±0.24$ ^b	^A $-3.77±0.48$ ^a	85.605 ^{***}
SL3	^D $-1.14±0.43$ ^a	^C $-1.99±0.41$ ^a	^B $-3.49±0.31$ ^a	^A $-4.13±0.29$ ^a	69.691 ^{***}
F value	7.406 [*]	35.899 ^{***}	24.669 ^{***}	23.476 ^{***}	
Control	^A 1.85±0.21 ^a	^B 2.60±0.05 ^a	^B 2.93±0.33 ^a	^B 3.10±0.85 ^a	6.044 [*]
SL1	^A 2.41±0.24 ^a	^{AB} 3.04±0.12 ^b	^B 3.30±0.87 ^a	^C 12.87±0.39 ^b	401.951 ^{***}
b	^A 3.41±0.48 ^b	^A 4.02±0.20 ^c	^A 4.78±0.46 ^b	^B 19.40±1.83 ^c	246.684 ^{***}
SL3	^A 3.71±0.68 ^b	^B 6.14±0.57 ^d	^C 7.99±0.53 ^c	^D 21.15±0.60 ^d	886.703 ^{***}
F value	14.919 ^{***}	481.402 ^{***}	62.226 ^{***}	111.076 ^{***}	

1) Control, SL1, SL2, SL3: Refer to Table 1.

2) All values are expressed as mean±S.D.

3) Values with the same letter (^{A~D}) within in same row are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

4) Values with the same letter (^{a~d}) within in same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

L: Lightness (white: +100~black: 0), a: Redness (red: +100~green: -80), b: Yellowness (yellow: +70~blue: -70), ^{NS} none significant.

* $p<0.05$, *** $p<0.001$.

제조 7일, 30일, 180일 시료의 경우에서도 b값이 유의적으로 증가하는 동일한 결과를 보였다($p<0.001$). 또한 저장기일이 지날수록 스테비아잎에서 추출된 색소에 의해 무 피클의 색도가 강해지면서 b값이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 무 피클의 변색의 원인은 pheophorbide 생성으로 추측되며, 산에 의해 스테비아잎의 엽록소가 변색되어 노란색이 진해지면서(Han GJ 등 2007) b값의 증가에 영향을 준 것으로 보인다. 백포도주 첨가 무 피클 논문(Kim KB 등 2015)에서는 저장기간이 길어짐에 따라 L값이 유의적으로 감소한다고 하여 다른 결과를 보였으나, a값은 감소하고, b값은 증가한다고 하여 동일한 결과를 보였다. Lee HJ & Kim JG (2000)의 당근, 무 피클 논문에서는 저장일이 경과하면서 색도가 변한다고 하였으며, 이는 시간이 지남에 따라 재료의 변색이 진행되기 때문이라고 하였다. 따라서 위의 여러 연구를 살펴 볼 때, 피클의 색도 변화는 주재료, 부재료, 첨가물 및 제조방법, 저장기간 등에 따라 다양한 결과가 나타나는 것을 알 수 있었다.

3. 경도 및 강도

무 피클의 경도와 강도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 경도는 외부 하중에 대한 재료 표면의 단단한 정도를 나타내며, 강도는 외부의 하중에 대한 재료 전체의 저항력을 의미한다. 경도는 제조 1일의 대조군 2.27, 스테비아잎 첨가군은 각각 2.49, 2.60, 3.31로 유의적 증가를 보였고($p<0.05$), 제조

7일, 30일, 180일의 경우에도 대조군에 비해 첨가군의 경도가 유의적으로 증가하는 결과를 보였다. 또한 저장기일이 지날수록 대조군의 경우 2.27에서 3.82로 경도가 유의적으로 증가하였고($p<0.001$), 첨가군의 경우도 각각 2.49에서 4.26($p<0.001$), 2.60에서 4.83($p<0.001$), 3.31에서 6.15($p<0.01$)로 증가하였는데, 이는 무의 수분이 삼투압에 의해 유출되면서 경도가 상승한 것으로 보인다. 스테비아잎 첨가군의 경우는 모든 군에서 경도가 대조군에 비해 유의적으로 증가하였다. 강도 측정결과, 제조 1일 대조군 1.14, 첨가군은 각각 1.25, 1.31, 1.37로 유의적 증가를 보였고($p<0.05$), 제조 7일, 30일, 180일의 경우에서도 유의적으로 증가하였다. 또한 저장기일이 지날수록 대조군 및 첨가군의 강도는 유의적으로 증가하는 결과를 보였다. 야콘 피클 연구(Shim KH & Choi OJ 2012)에서 저장기일에 따라 조직감이 저하되지 않는 결과를 보여 유사한 경향이였다. 백포도주 첨가 무 피클(Kim KB 등 2015) 연구에서는 백포도주 첨가량이 증가할수록 경도가 높아진다고 하여 첨가물이 경도에 영향을 미친 것으로 나타났다. 연근 피클(Park BH 등 2009)에서도 비트물이 증가함에 따라 대조군에 비해 경도가 높은 결과를 보였다. Huh YJ & Rhee HS(1990)와 Park MW 등(1995)의 연구에서 소금절임이 오이 지나 무의 경도를 증가시킨다고 하였으며, Park YK 등(2003)은 소금농도와 관계없이 염장기간이 지날수록 재료의 경도가 지속적으로 상승했다는 결과를 볼 때, 전처리 시 소금절임이 저장기간 중 피클의 경도에 영향을 미쳤을 것으로 생각

Table 4. Texture properties of radish pickles with various levels of stevia leaf by storage time

Samples ¹⁾	Storage time (days)				F value	
	1	7	30	180		
Hardness (kgf/mm ²)	Control	^{A3)} 2.27±0.31 ^{2)a4)}	^B 3.23±0.21 ^a	^C 3.67±0.06 ^a	^C 3.82±0.12 ^a	117.206 ^{***}
	SL1	^A 2.49±0.19 ^a	^B 3.56±0.09 ^a	^C 4.16±0.24 ^{ab}	^C 4.26±0.41 ^{ab}	39.943 ^{***}
	SL2	^A 2.60±0.07 ^a	^B 4.79±0.10 ^b	^B 4.79±0.28 ^{bc}	^B 4.83±0.33 ^b	93.898 ^{***}
	SL3	^A 3.31±0.74 ^b	^B 5.13±0.57 ^b	^B 5.23±0.77 ^c	^B 6.15±0.59 ^c	12.453 ^{**}
	F value	5.570 [*]	35.636 ^{***}	10.205 ^{**}	25.603 ^{***}	
Strength (kgf/cm ²)	Control	^A 1.14±0.02 ^a	^B 1.23±0.03 ^a	^C 1.31±0.01 ^a	^C 1.33±0.04 ^a	34.811 ^{***}
	SL1	^A 1.25±0.09 ^{ab}	^A 1.24±0.02 ^a	^{AB} 1.32±0.03 ^a	^B 1.37±0.02 ^{ab}	5.912 ^{**}
	SL2	^A 1.31±0.04 ^b	^A 1.33±0.04 ^b	^{AB} 1.37±0.04 ^a	^B 1.48±0.15 ^b	3.764 [*]
	SL3	^A 1.37±0.14 ^b	^A 1.40±0.08 ^b	^{AB} 1.48±0.09 ^b	^B 1.61±0.06 ^c	4.650 [*]
	F value	5.204 [*]	9.540 ^{**}	9.807 ^{**}	9.436 ^{**}	

¹⁾ Control, SL1, SL2, SL3: Refer to Table 1.

²⁾ All values are expressed as mean±S.D.

³⁾ Values with the same letter (^{A~D}) within in same row are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ Values with the same letter (^{a~d}) within in same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

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

된다. 또한 백포도주, 비트물 등 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 피클 경도가 증가하는 경향을 보인 결과, 본 연구의 스테비아잎 첨가 시 대조군에 비해 피클 경도가 증가하는 것을 볼 때, 부재료의 추출물이 피클의 아삭함을 유지하는데 도움이 될 것으로 생각되며, 이에 대한 자세한 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

4. 항산화성

1) DPPH 라디칼 소거능

스테비아잎을 첨가하여 180일 저장한 무 피클 무의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과는 Table 5와 같다. DPPH 라디칼 소거능은 최대 흡광도 515~517 nm에서 나타나며, 흡광도는 스테비아잎에 존재하는 페놀, 카로티노이드와 같은 항산화 물질에는 히드록시기(OH⁻) 등 환원력이 있는 물질이 많이 존재하므로 DPPH로부터 전자를 받아 항산화력을 더 크게 나타내는 것으로 여겨진다. 이 반응에서 특유의 보라색이 투명하고 노란색을 띠게 되며(Cho MS 2003), DPPH가 흡수 전자를 가지고 있어 항산화능이 있는 물질과 반응하게 되면 안정한 형태로 전환되면서 흡광도 값이 감소한다(Kim JH 등 2010). 대조군인 0.01% BHA를 기준으로 첨가군의 DPPH 라디칼 소거능의 IC₅₀ 값을 구했을 때, 대조군 37.40 mg/mL, 첨가군은 각각 8.13 mg/mL, 6.99 mg/mL, 3.70 mg/mL로 스테비아잎 첨가량이 증가함에 항산화능력이 유의적으로 높아짐을 알 수 있었다. 스테비아 추출물의 항산화 활성연구(Kim JH 등 2010)에서 스테비아 추출물에서 높은 라디칼 소거능이 관찰된 것은 강력한 항산화능을 갖는 페놀류의 화합물이 스테비아잎 추출물에 다량으로 포함되어 있기 때문이라고 하였으며, 본 연구에서도 스테비아잎 첨가군이 대조군에 비해 높은 항산화력을 나타내는 결과를 보였다.

2) 총폴리페놀

스테비아잎을 첨가하여 180일 저장한 무 피클의 총폴리페놀 함량(Table 5)은 대조군 0.58 mg TA/100 g, 첨가군은 각각 0.63 mg TA/100 g, 1.60 mg TA/100 g, 4.64 mg TA/100 g으로 나타났으며, 스테비아잎의 첨가량에 따라 총페놀 함량도 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 대부분의 식물유래 항산화능을 갖는 물질들은 페놀류 및 플라보노이드류의 화합물로 밝혀져 있고(Park SI & Jung DW 2005), Tadhani MB 등(2007)의 연구에서 스테비아 추출물의 항산화 활성은 천연 항산화제(Trolox)보다 높은 것으로 보고한 바 있으며, 다양한 허브류에서 총 75종의 폴리페놀을 비롯한 항산화활성을 분석한 결과에서도 스테비아에 가장 많은 폴리페놀이 함유된 것으로 밝혀져(Yamamoto N 등 2001) 스테비아잎을 첨가한 무 피클의 항산화력이 대조군보다 높은 것을 알 수 있었다. Holasova M 등(2002)은 페놀화합물의 함량이 높을수록 항산화력 증가한다고 보고하여 본 실험에서도 스테비아잎 무 피클의 항산화력이 높게 나타났으며, 이는 스테비아에 함유된 페놀류 화합물에 의한 것으로 보인다.

3) 총플라보노이드

스테비아잎을 첨가하여 180일 저장한 무 피클의 플라보노이드 함량은 Table 5와 같다. 대조군 6.91 mg rutin/100 g, 첨가군은 각각 9.43 mg rutin/100 g, 28.30 mg rutin/100 g, 57.65 mg rutin/100 g으로 각각 플라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 플라보노이드의 생리활성 작용 중 하나는 항산화 작용으로 유리기에 수소전자를 공여하여 생체 내에서 산화스트레스에 의해 생성된 과잉의 활성산소 등의 자유 라디칼 생성을 억제시킴으로써 항산화력을 나타내는 것으로 알려져 있어(Son MY 등 2004) 무 피클의 항산화력이 스테비아잎 첨가량 증가에 따라 유의적으로 증가하는 것으로 보인다.

요약 및 결론

Table 5. Changes in DPPH IC₅₀, total polyphenol and flavonoids of radish pickles with various levels of stevia leaf by storage time

Items	Control ¹⁾	SL1	SL2	SL3	F value
DPPH IC ₅₀ (mg/mL)	37.40±0.31 ²⁾	8.13±3.57	6.99±1.23	3.70±0.24	131.01***
Total polyphenol (mg TA ⁴⁾ /100 g)	0.58±0.10 ³⁾	0.63±0.30 ^a	1.60±0.03 ^b	4.64±0.03 ^c	273.13***
Flavonoids (mg rutin ⁵⁾ /100 g)	6.91±4.41 ^{2)a3)}	9.43±1.89 ^a	28.30±2.74 ^b	57.65±0.36 ^c	195.38***

¹⁾ Control, SL1, SL2, SL3: Refer to Table 1.

²⁾ All values are expressed as mean±S.D.

³⁾ Values with the same letter (^{a-d}) within in same column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ Total polyphenol content expressed of tannic acid (TA).

⁵⁾ Total flavonoids content expressed of rutin.

*** $p < 0.001$.

본 연구에서는 항산화성 등 기능성이 있는 스테비아잎을 피클 절임액에 첨가하여 무 피클의 품질 특성을 살펴보고자 하였으며, 결과는 다음과 같다.

1. 대조군은 제조 1일 pH 3.80, SL1 4.03, SL2 4.11, SL3 4.13으로 스테비아잎 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p < 0.001$), 제조 7일, 30일, 180일의 경우에도 스테비아잎의 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 저장기간별로 pH를 측정 한 결과, 대조군은 제조 1일 3.80에서 180일 경과 후에는 4.31로 pH가 유의적으로 증가하였고($p < 0.001$), 스테비아잎 첨가군에서도 제조 1일 각각 4.03, 4.11, 4.13에서 제조 180일 4.32, 4.33, 4.40으로 유의적으로 상승하였다.
2. 제조 1일에 L값은 대조군이 45.95로 첨가군 38.84~43.62에 비해 유의적으로 높았고, 스테비아잎 첨가량이 많을수록 명도가 낮았다. 제조 7일, 30일, 180일의 경우에서도 동일하여 저장기간이 지날수록 명도는 대조군과 첨가군 모두에서 유의적으로 높아졌다. a값은 제조 1일에 대조군 -0.21, 첨가군은 각각 -0.38, -1.08, -1.14로 대조군에 비해 유의적으로 낮아졌고, 제조 7일, 30일, 180일에서도 동일하였다. b값은 대조군 1.85, 스테비아잎 첨가군은 2.41~3.71의 범위로 대조군에 비해 유의적으로 높은 값을 보였으며, 제조 7일, 30일, 180일 시료의 경우에서도 b값이 유의적으로 증가하였다.
3. 경도는 제조 1일에 대조군 2.27, 첨가군은 각각 2.49, 2.60, 3.31로 유의적으로 증가하였고, 제조 7일, 30일, 180일의 경우에도 동일한 결과를 보였다. 저장기간이 지날수록 대조군의 경우 2.27에서 3.82로 경도가 유의적으로 증가하였고, 첨가군의 경우도 각각 2.49에서 4.26, 2.60에서 4.83, 3.31에서 6.15로 증가하였다. 강도는 제조 1일에 대조군 1.14, 첨가군은 각각 1.25, 1.31, 1.37로 유의적 증가를 보였고, 제조 7일, 30일, 180일의 경우에도 동일하였다.
4. 무 피클의 DPPH 라디칼 소거능은 IC_{50} 값이 대조군 37.40 mg/mL, 첨가군은 각각 8.13 mg/mL, 6.99 mg/mL, 3.70 mg/mL로 스테비아잎 첨가량이 증가할수록 항산화력이 유의적으로 증가하였다. 총 phenol 함량은 대조군 0.58 mg TA/100 g, 첨가군은 각각 0.63 mg TA/100 g, 1.60 mg TA/100 g, 4.64 mg TA/100 g, flavonoids 함량은 대조군이 6.91 mg rutin/100 g, 첨가군은 각각 9.43, 28.30, 57.65 mg rutin/100 g으로 스테비아잎 첨가량 증가에 따라 항산화력이 유의적으로 증가하였다.

무 피클 제조 시 스테비아잎을 첨가할 경우 설탕에 의한 열량을 감소시키고 바람직한 조직감을 유지하며, 항산화성

이 있는 것으로 나타나 스테비아잎 첨가 무 피클은 기능성을 가진 건강식품으로의 개발가능성이 있을 것으로 보이며, 물리적 특성 및 항산화력 등 무 피클의 품질 특성 및 외관상 색 등을 종합적으로 고려할 경우, 스테비아잎 2.0 g을 첨가하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

감사의 글

본 논문은 2016년 삼육대학교에서 연구비를 지원 받아 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- AOAC (1995) Official Methods of Analysis. Association of official analytical chemists, Washington DC. pp 127-130.
- Back SE (2008) Sensory properties of low calorie *Ssanhwa* beverages containing sweetener(I) - Relative sweetness and sensory properties of *Ssanhwa* beverages sweetened with glucose stevia, accesulfame-K and aspartame. Korean J Food Nutr 21(2): 190-196.
- Cho MS (2003) A study of intakes of vegetables in Korea. Korean J Food Cult 18(6): 601-612.
- Choi MK, Yong SY, Kim JY (2004) Development of functional green tea make use of stevia. J Indus Sci of Kijeon Women' College 24: 51-58.
- Choi SN, Kim HJ, Joo MK, Chung NY (2013) Quality characteristics of castella prepared by substituting sugar with stevia leaf powder. Korean J Food Cook Sci 29(2): 153-160.
- Choi SN, Joo MK, Chung NY (2014) Quality characteristics of soybean milk added with stevia leaf powder. J Korean Diet Assoc 20(2): 77-86.
- Dyrskog SE, Jeppensen PB, Colombo M, Abudula R, Hermansen K (2005) Preventive effects of soy based diet supplemented with stevioside on development of type 2 diabetes. Metabolism 54(9): 1181-1188.
- Ghanta S, Banerjee A, Poddar A, Chattopadhyay S (2007) Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of *Stevia rebaudiana* Bertoi, a natural sweetener. J Agric food Chem 55(26): 10962-10967.
- Geuns JMC, Augustijns P, Mols R, Buyse JG, Driessen B (2003) Metabolism of stevioside in pigs and intestinal absorption characteristics of stevioside, rebaudioside A and steviol. Food Chem Toxicol 41(11):1599-1607.

- Han GJ, Jang MS, Shin DS (2007) Changes in the quality characteristics of *Aralia continentalis* Kitagawa pickle during storage. Korean J Food Cook Sci 23(3): 294-301.
- Holasova M, Fiedlerova V, Smrcinova H, Orsak M, Lachman J, Vavreinova S (2002) Buckwheat the source of antioxidant activity in functional foods. Food Res Ins 35(2): 207-211.
- Hong HY (2009) Sensory evaluation and quality characteristics of low caloric muffin by the addition of stevia leaf powder. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 1-90.
- Huh YJ, Rhee HS (1990) Effects of preheating and salt concentration on texture of cucumber *Kimchi* during fermentation. Korean J Soc Food Sci Nutr 6(2): 1-6.
- Jeong JE, Shin JE, Hwang KJ, Lee JW, Kim SI (2009) Changes in the components and acceptability of cucumber-hot pepper pickles during storage. Korean J Food Cookery Sci 25(3): 345-349.
- Jung EA, Choi SK, Namkung Y (2011) Quality and sensory characteristics of low-salt fermented king mushroom(*Jiang-achi*) added with different amounts of soy sauce. Korean J Culin Res 17(5): 231-240.
- Jung HA, Yoon JY, Hwang JS, Joo NM (2004) Optimization on organoleptic characteristics of cauliflower pickles. Korean J Food Culture 19(2): 193-199.
- Kim AJ, Han MR, Joung KH, Cho JC, Park WJ, Han CW, Chang KH (2008) Physiological evaluation of Korea Ginseng, *Deoduk* and *Dorage* pickles. Korean J Food Nutr 21(4): 443-447.
- Kim KB, An DG, Hwang SY, Nam JS, Choi SK (2015) Quality characteristics of radish pickle added with different amounts of white wine. Korean J Culin Res 21(4): 72-85.
- Kim JH, Lee HG, Park JH, Ryu JD (2004) Effect of dill and stevia hot-water extracts on quality and sensory characteristics of *Kimchi*. Korean J Food Nutr 17(1): 25-31.
- Kim JH & Lee KJ (2013) Antioxidative activities and gelatinization characteristics of sponge cake added with purple sweet potato. J East Asian Soc Dietary Life 23(6): 750-759.
- Kim JH, Sung NY, Kwon SK, Jung PM, Choi JI, Yoon YH, Song BS, Yoon TY, Kee HJ, Lee JW (2010) Antioxidant activity of stevia leaf extracts prepared by various extraction methods. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(2): 313-318.
- Kim OS, Joo NM (2004) Optimization on organoleptic properties of mushroom. Korean J Soc Food Cook Sci 20 (2): 158-163.
- Kim YS, Lee SK, Jeong DY, Yang EJ, Shin DH (2007) Effect of powder of *Stevia rebaudiana* leaves against quality characteristics during salting of rice bran *Danmooji*. Korean J Food Preserv 14(5): 497-503.
- Koh JH, Shin HH, Kim YS, Kook MC (2012) Properties of immature green cherry tomato pickles. Korean J Food Nutr 25(1): 77-82.
- Koyama E, Sakai N, Ohori Y, Kitazawa K, Izawa O, Kakegawa K, Fujino A, Ui M (2003) Absorption and metabolism of glycosidic sweeteners of stevia mixture and their aglycone, steviol, in rats and humans. Food Chem Toxicol 41(6): 857-883.
- Lee HJ, Kim JG (2000) The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during th storage. Korean J Food Nutr 13(6): 563-569.
- Lee HY, Park KS, Joo OS, Hwang CE, Ahn MJ, Jeong YS, Hong SY, Kwon OK, Kang SS, Yuk HJ, Kim HR, Park DS, Cho KM (2015) Changes in quality characteristics and antioxidant activity of bitter melon (*Momordica charantia* L.) pickle during ageing. J Korean Soc Food Sci Nutr 44 (3): 401-411.
- Lee MK, Yang HJ, Kim SK, Park SH, Moon SW (2010) Determination of suitable Kolabi(*Brassica oleracea* var. *gonggylodes*) cultivars for pickle preparation. J Food Sci Nutr 15(2): 152-158.
- Noh MH (2005) The quality properties of *Seolgildeok* added with stevia leaf powder. MS Thesis Sunchon National University, Sunchon. pp 1-59.
- Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS (2009) Changes in the quality characteristics of lotus root pickle with beet extract during storage. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(8): 1124-1129.
- Park BR, Park JJ, Hwang IG, Han HM, Shin MS, Shin DS, Yoo SM (2014). Quality and antioxidant activity characteristics during storage of tea leaf pickles with different vinegar contents. Korean J Food Cook Sci 30(4): 402-411.
- Park JE, Kee HJ, Cha YS (2010) Effect of *Stevia rebaudiana* Bertoni leaf extract on antiobesity in C57BL/6J mice. Korean J Food Sci Technol 42(5): 586-592.
- Park JE, Soh JR, Oh SH, Cha YS (2006) The effects of stevia extract supplementation on lipid metabolism and liver function of rats administered with ethanol. Korean J Hum Ecol 9(1): 71-80.
- Park MW, Park YK, Jang MS (1995) Changes in pectic substances of Korean pickled cucumbers with different prepa-

- ration methods. J Korean Soc Food Nutr 24(1): 133-140.
- Park SI, Jung DW (2005) Effect of green tea powder on the growth inhibition of oral bacteria in yoghurt. Korean J Soc Food Sci Ani Resour 25(4): 500-506.
- Park YK, Park MW, Choi IW, Choi HD (2003) Effects of various salt concentration on physicochemical properties of brined cucumber for pickle process. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(4): 526-530.
- Shim KH, Choi OJ (2012) Quality characteristics of low-salted yacon pickles with leaf-mustard and pepper. Korean J Food Sci Tech 44(5): 545-552.
- Srijani G, Anindeta B, Avijit P, Sharmila C (2007) Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of *Stevia rebaudiana* Bertoi, a natural sweetener. J Agric Food Chem 55(26): 10962-10967.
- Son EJ, Oh SH, Heo OS, Kim MR (2003) Physicochemical and sensory characteristics of turnip pickles added with chitosan during storage. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(8): 1302-1309.
- Song MR, Kim MJ, Kwon OY, Kim HR, Kim MR (2009) Quality characteristics and antioxidative activity of garlic pickles prepared with persimmon vinegar and *Maesil* (Japanese apricot) juice. J East Asian Soc Dietary Life 19(6): 981-986.
- Son MY, Kim SH, Nam SH, Park SK, Sung NJ (2004) Antioxidant activity of Korean green and fermented tea extracts. J Life Sci 14(6): 920-924.
- Tadhani MB, Patela VH, Subhash R (2007) *In vitro* antioxidant activities of *Stevia rebaudiana* leaves and callus. J Food Comp Anal 20(3/4): 323-329.
- Vemon LS, Rudolf O, Rosa ML (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidant by means of Folin-Ciocalteu's reagent. Method in Enzymol. 299: 152-178.
- Yamanoto N, Mizue S, Sanno K, Takano N, Miyamoto A, Ueno Y, Kudo K, Mochizuki S (2001) Characterization of food composition and functionality of herbs cultivated in Oita. Reports 36, Oita, Japan. pp 144-149.
- Yasukawa K, Kitanaka S, Shujiro S (2002) Inhibitory effect of stevioside on tumor promotion by 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate in two-stage carcinogenesis in mouse skin. Biol Pharm Bull 25(11): 1488-1490.
- Yoon KH (2002) Characteristics of pound cakes containing stevioside and maltitol. J Commu Devol Lab. Sangji Youngseo College 9: 57-61.

Date Received	Mar. 3, 2017
Date Revised	Apr. 24, 2017
Date Accepted	May 17, 2017