

천마추출액을 이용한 찹쌀죽 조청의 다변량 분석기법을 통한 항산화 활성 및 품질 특성

이기원¹ · 김두연¹ · 이미영^{2*}

¹건국대학교 공과대학 생물공학과, ²장안대학교 건강과학부 식품영양과

Quality Characteristics of *Gastrodia elata* Extract Glutinous Rice Porridge *Jochung* and Principal Component Analysis of Antioxidant Activity

Ki-Won Lee¹, Du-Yeon Kim¹ and Mi-Young Lee^{2*}

¹Dept. of Biological Engineering, Konkuk University, Seoul 05029, Korea

²Dept. of Food & Nutrition, Jangan University, Gyeonggi 18331, Korea

ABSTRACT

This study was performed to investigate the effects of *Gastrodia elata* extract on the quality characteristics of glutinous rice porridge *Jochung* saccharide by barley malt. Glutinous rice porridge *Jochung* containing 0%, 5%, 10%, 15%, 20% of *Gastrodia elata* extract were produced. Soluble solid contents and pH increased as content of *Gastrodia elata* extract increased. Free acidity contents were 24.87 meq/kg (control) and 25.67~42.03 meq/kg (GR2~GR5) ($p < 0.001$ among samples). There was significant total phenolics and TEAC obtained for antioxidant activity of *Gastrodia elata* extract *Jochung* samples. Increased the ratio of *Gastrodia elata* extract in *Jochung* tended to decrease the color value. Results show *Jochung* containing less than 15% *Gastrodia elata* extract resulted in the highest scores for quality characteristics and sensory evaluation. Correlations between antioxidant activity and parameters were found to be statistically significant.

Key words : *Gastrodia elata* extract, glutinous rice porridge, *Jochung*, antioxidant activity

서 론

최근 다양한 스트레스와 불규칙한 식생활로 인하여 만성 질환 발병률이 높아지고 있으며, 그에 따른 건강에 대한 관심이 증대되고 있다. 식물계에 널리 분포되어 있는 총 페놀성 화합물은 다양한 구조와 분자량을 가진 2차 대사산물로 항산화 활성과 항암 및 항균 작용을 하는 생리활성물질로 알려져 있으며, 대부분의 식물체들에서 항산화 활성을 나타내는 화합물은 주로 폴리페놀 물질들이며, 천연항산화제로 알려져 있다(Huang MT *et al* 1992) 약재나 과일, 채소와 같은 천연물 유래의 항산화제 개발과 이를 이용하려는 연구가 증가하고 있는 실정이다(Maski H,S *et al* 1995).

천마(*Gastrodia elata* Blume, *Gastrodia*)는 난초과(Orchidaceae)에 속하는 다년초로서 뽕나무 버섯속(*Armillarilla*) 균사와 공생하며 땅속 괴경을 형성한다. 천마는 주로 근경을 말린 것을 예로부터 간질 치료제 등으로 사용하여 왔으며, 신농본초경에는 상품의 생약으로 분류되고 있다(OJ 1986). 또한

고혈압, 중풍, 두통, 신경성질환, 당뇨병 등에 효능이 있다고 알려져 한약재로 이용되고 있으며, 이와 관련된 성분으로 *gastrodin*, 페놀성 배당체, 유황 함유 페놀성 화합물 등의 페놀성 화합물과 sterol류, cholesterol, vanillin 등이 보고되고 있다(Chung HS & Ji GE 1996). 천마에 대한 국내 연구는 천마의 휘발성 향기성분(Lee JW & Kim YG 1997), 고지방 식이와 병행 섭취한 천마분말이 흰쥐의 혈청 및 간조직 지질 함량에 미치는 영향(Cho HE *et al* 2008), 천마 분말을 첨가한 식빵의 품질특성에 대한 연구(Kim HJ *et al* 2001) 등이 있다. 이와 같이 다양하게 천마의 연구결과가 보고되고 있지만, 천마의 독특한 맛과 냄새로 인해 식품으로의 이용성이 제한되고 있으며(Lee JW & Kim YG 1997), 천마를 이용한 조청의 연구는 아직 없다. 조청은 전분질 원료가 되는 곡류 또는 원료로부터 추출된 전분에 엿기름을 첨가하여 당화시킨 후 열을 가하여 제조한 우리나라의 고유 식품으로 줄이는 정도에 따라 줄이지 않은 식혜, 유동성이 있는 물엿의 일종인 조청, 단단한 강엿으로 크게 나눌 수 있다(Lee HJ 1991). 엿은 쌀과 맥아만으로도 조청의 제조가 가능하지만, 우리나라에서는 예로부터 다양한 첨가물을 사용하여 엿을 제조하였으며, 또한 전

* Corresponding author : Mi-Young Lee, Tel : +82-31-299-3067, Fax : +82-31-299-3609, E-mail : nayejoo@jangan.ac.kr

통식품의 현대화에 따라 다양한 제품이 시중에 선보이고 있다(Lee JJ 1999).

따라서 본 연구에서는 항산화 기능을 가진 천마를 이용하여 고부가 가치를 갖는 식품으로서 개발을 위한 기초자료로 제공하고, 천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 품질특성을 통하여 다양한 제품개발을 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 *Gastrodia elata*(천마)는 문장대 천마 농원식품(Gyeongbuk sangju)에서 구입하여 열풍 건조시켜 마쇄하여 100 mesh 표준체를 통과시킨 것을 재료로 사용하였다. 조청의 제조에 사용한 찹쌀(유가찹쌀), 엿기름(대아농산, Gyeonggi-do Yongin)은 농협에서 구입하여 사용하였다.

시약은 Bovine serum albumin, L-leucine, 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt form (ABTS), 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchloroman-2-carboxylic acid(Trolox) 등은 Fluka(Buchs, Switzerland) 제품을 사용하였으며, Folin-Ciocalteu reagent(FC reagent), potassium persulfate, 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 등은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA), gallic acid, sodium carbonate, sodium acetate, acetic acid, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 등은 Riedelde Haën(Seelze, Germany)에서 구입하였고, 그 외에 사용된 시약은 특급시약을 구입하여 사용하였다.

2. 조청의 제조

조청의 제조는 주방문 「Jubangmun(주방문, 酒方文)」(Lee HJ et al 2013)상의 방법을 변형하여 Table 1과 같이 제조를 하였다. 찹쌀을 실온에서 10시간 수침 후 체에 받쳐 1시간 동안 물기를 뺀 다음 쌀 제분기에 2회 제분한 다음 80 mesh 체를 통과시킨 후 사용하였다. 천마가루를 각각 20 g(5%), 40 g(10%), 60 g(15%), 80 g(20%)씩 물 3,000 mL에 넣고 가열하여, 천마 달인 물이 2,000 mL가 되도록 한 후 찹쌀가루 400 g에 첨가하여 죽을 제조하였다. 그 후 엿기름 60 g을 첨가하여 60°C 항온기에서 6시간 동안 당화시킨 후 면포로 걸러내어 90°C에서 2시간 동안 가열하여 조청을 만들었다(Fig. 1).

3. 일반성분 분석

천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 수분함량측정은 상압 가열건조법 AOAC법(1990)으로 측정하였다. 고형분은 조청 일정량을 도가니에 담아 105°C에 건조 후 증발 잔사의 양으로 하였다. 조청의 pH와 산가 측정은 María et al(2007)의 방법을 이용하여 실험하였다. 조청 10 g을 증류수 75 mL에 희석

Table 1. Composition ratio of Jochung with *Gastrodia elata* extract

Sample	Ingredients			
	Rice (g)	Barely (g)	<i>G. elata</i> powder (g)	Water (mL)
GR1 ¹⁾	400	60	0	3,000
GR2 ²⁾	400	60	20	3,000
GR3 ³⁾	400	60	40	3,000
GR4 ⁴⁾	400	60	60	3,000
GR5 ⁵⁾	400	60	80	3,000

- ¹⁾ Control Jochung added 0% *G. elata* powder (g) about the glutinous rice.
- ²⁾ Jochung added 5% *G. elata* powder (g) about the glutinous rice.
- ³⁾ Jochung added 10% *G. elata* powder (g) about the glutinous rice.
- ⁴⁾ Jochung added 15% *G. elata* powder (g) about the glutinous rice.
- ⁵⁾ Jochung added 20% *G. elata* powder (g) about the glutinous rice.

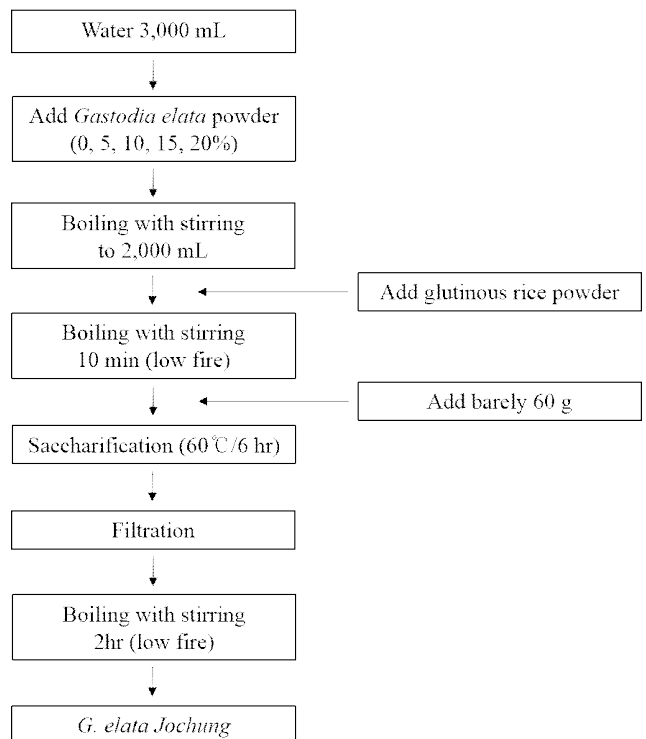


Fig. 1. Procedures for Jochung added with *Gastrodia elata*.

하여, pH meter(F-51, Horiba Inc., Japan)를 이용하여 측정하였고, pH를 8.5까지 적정하는데 소요된 0.1N NaOH 용액의

mL수를 계산하여 표시하였다.

4. 환원당 및 유리당 측정

환원당은 Miller(1959)의 DNS법을 변형하여 측정하였다. 조청 1 g을 증류수 10 mL에 정용한 시료액 1 mL에 DNS시약 1 mL를 가하여 90°C에서 5분간 가열시킨 후 급냉하고, 증류수 8 mL를 첨가하여 575 nm 파장에서 spectrophotometer (Ultraspec 3100 pro, AmershamBio., Cambridge, UK)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 maltose를 표준 물질로 사용하였다. 조청의 유리당 분석을 위해 시료 1 g에 HPLC 분석용 water 10 mL를 가하여 정용한 다음, 50°C water bath에서 진탕 추출 후 0.2 µm cellulose acetate syringe filter (Whatman, New Jersey, USA)로 여과하여 시험용액으로 사용하였다. HPLC 시스템은 YL 9100 series(Younglin Instrument Co., Ltd, Korea)의 Vacuum Degasser, Quaternary Pump, Column thermostat 그리고 RI Detector를 사용하였다. 데이터 처리는 Younglin사(Anyang, Korea)의 Autochro 2 프로그램을 사용하였으며, Column은 Bio-rad사(California, USA)의 Aminex HPLC-87H column(300 × 7.8 mm)을 사용하였으며, Column oven의 온도는 65°C에서 0.005M H₂SO₄를 이동상으로 하여 Iso-catic Elution방법을 사용하여, 유속 0.6 ml/min으로 흘려주며, 시험용액 5 µm를 주입하여 분석하였다.

5. 총 단백질 및 아미노산 함량

천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 총 단백질 함량은 Bradford(1976) 방법에 따라 측정하였다. 조청 1 g에 증류수 10 mL를 넣고 희석한 용액 25 µL에 Bradford 시약 975 µL를 혼합하여, 실온에서 5분간 반응시키고, 595 nm 파장에서 흡광도를 측정하여 총 단백질량을 계산하였다. 총 단백질 함량의 검량선은 bovine serum albumin을 이용하여, mg BSA/100 g으로 환산하였다. 총 아미노산 함량은 Luiza(2012)의 방법을 변형하여 실험하였다. 조청 1 g에 증류수 10 mL를 넣고 희석한 용액 1 mL와 Cd-ninhydrin 용액 2 mL를 혼합하여 84°C에서 5분간 반응시키고, 얼음물에 반응을 정지시킨 후 507 nm 파장에서 흡광도를 측정한다. 표준 검량선은 L-leucine을 이용하여 작성하였으며, 아미노산 함량은 mg LE/100 g으로 환산하였다.

6. 색도 측정

천마추출액을 달리한 찹쌀죽 조청의 일정량을 45~50°C로 가열한 증류수를 이용하여 50%(w/v) 농도로 희석하여 5분간 초음파 처리한 후 0.45 µm PVDF syringe filter(Whatman, New jersey, USA)로 여과하여 450 nm와 720 nm 파장에서 흡광도의 차이로 정의하였다

7. 항산화 활성 분석

1) 시료 준비

천마추출액을 함유한 찹쌀죽 조청의 항산화 활성 분석을 위해 모든 시료는 증류수를 이용하여 추출하였다. 천마가루는 1 g/10 mL의 농도로 희석하여, 30°C, 150 rpm에서 진탕 추출하였고, 조청은 1 g/mL의 농도로 희석한 후 30분간 초음파 처리를 한 후, 원심분리(8,000 × g, 15min, 4°C)하여 상등액을 사용하였다.

2) 총 페놀 함량의 측정(Total Phenolic Content, TPC)

천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 총 페놀 함량의 측정은 Waterhouse(2002)의 방법을 이용하여 실험하였다. 각 시료 20 µL에 증류수 1.58 mL를 추가한 후 Folin-Ciocalteu's(FC) reagent 100 µL를 vortex로 혼합하여 5분 후 20% sodium carbonate 용액 300 µL를 첨가하여 실온에서 2시간 동안 반응시킨 후 765 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 조청의 페놀 함량은 조청 100 g에 해당하는 gallic acid의 용량 mg GAE/100 g으로 표시하였다.

3) ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)] 라디칼 소거능 측정

천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 ABTS radical cation decolorization assay는 Re *et al*(1999)의 방법을 변형하여 실험하였다. 7 mM ABTS 용액과 140 mM potassium persulfate (K₂S₂O₈)를 섞어 12~16시간 암소에서 반응시킨 후 PBS buffer (pH 7.4)를 이용하여 734 nm 파장에서 흡광도 값이 0.7(±0.02)이 되도록 희석한 후 사용하였다. 모든 시료는 Radical inhibition(%)이 20~80%가 되도록 희석한 조청 시료 10 µL와 ABTS 용액 1 mL를 혼합하여, 10분간 반응시킨 후, 734 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 라디칼 소거능은 Trolox를 이용하여 µmol TE/100 g으로 표시하였다.

4) DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거활성 측정

천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 DPPH 라디칼 소거능 측정은 K. Thaipong *et al*(2006)의 방법에 준하여 측정하였다. DPPH stock solution 제조는 DPPH 24 mg을 methanol 100 mL에 녹인 후 -20°C에서 보관하여 사용하였다. DPPH 용액은 분석하기에 앞서 515 nm 파장에서 흡광도 값이 1.1(±0.02)이 되도록 methanol로 희석하여 사용하였다. Radical inhibition(%)이 20~80%가 되도록 희석한 조청 시료 50 µL와 DPPH 용액 2 mL를 혼합하여 실온의 암소에서 30분간 반응시킨 후, 515 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 라디

칼 소거능은 Trolox를 이용하여 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ 으로 표시하였다.

5) FRAP(Ferric Reducing Antioxidant Power)에 의한 항산화 활성 측정

천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 환원력을 구하기 위해 Raquel *et al*(2000)의 방법에 의하여 FRAP 분석을 하였다. FRAP 용액은 40 mM HCl에 10 mM TPTZ(2,4,6-tripyridyl-s-triazine)을 녹인 용액 2.5 mL와 20 mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 2.5 mL 그리고 300 mM acetate buffer(pH 3.6) 25 mL를 혼합하여 37 °C에서 보관하여 준비하였다. FRAP 용액 900 μL 에 시료 30 μL 와 증류수 90 μL 를 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 595 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 Trolox를 이용하여 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ 으로 표시하였다.

8. 관능검사

천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 기호도 검사는 관능적 품질특성에 대한 교육과 예비검사를 통해 선발된 남, 녀 대학생 20명을 대상으로 7점 척도법(1점-약하다, 7점-가장 강하다)을 실시하였다. 조청의 색(Color), 향(Flavor), 씹힘성(Chewiness), 달콤한 정도(Sweetness), 전체적인 기호도(Overall acceptability)를 평가하였으며, 각 시료는 25°C로 유지하여 점도를 동일하게 만든 다음 종이컵에 각각 10 g씩 담아 세 자리 난수표를 표기하여 제시하였고, 다음 시료 평가에 미치는 영향을 최소화 하고자 따뜻한 물과 함께 제공하였다.

9. 통계처리

본 연구의 통계처리는 R statistics software(ver. 3.1.2)(<http://www.rproject.org>)를 이용하였다. 모든 실험 결과는 3회 반복

실험 평균치로 표시하였으며, 관능검사의 결과는 one way ANOVA test를 실시하였고, 시료들 간의 평균치 차이 유무는 Duncan's multiple test를 통하여 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의성검증을 실시하였다. Principle component analysis는 R software의 FactmineR package(Sebastien *et al* 2008)와 Factoextra package(STHDA, <http://www.sthda.com/>)를 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

0%, 5%, 10%, 15%, 20% 농도의 천마추출액으로 만든 찹쌀죽 조청의 일반분석 결과는 Table 2와 같다. 천마추출액을 넣은 찹쌀죽 조청의 수분함량은 대조군(GR1)의 경우 26.33%로 나타났으며, 천마추출액의 농도가 10% 이상 증가할수록 수분함량이 감소하여 GR5의 수분함량은 22.81%로 대조군보다 3.5% 가량 감소하였다. 대조군인 GR1의 고형분 함량은 73.67%이었고, 천마추출액으로 제조한 GR2~5의 고형분 함량은 73.60~77.19%로 천마추출액 농도가 증가할수록 고형분의 함량은 증가하였다. Kim KH & Park SH(1995)와 Choi YH *et al*(2014)의 연구에 따르면 *Bacillus licheniformis* 유래 액화효소를 타피오카 전분에 첨가하여 액화하였을 때 급격한 점도의 감소가 일어나며, 쌀을 분쇄하여 조리하면 표면적이 증가하여 amylase의 작용에 의해 분해된 쌀의 전분질이 당화액으로 많이 용출되어 조청의 수율이 증가하며, 옛기름만을 사용한 처리보다 액화효소와 옛기름을 사용한 처리에서 점도가 감소한다고 보고하였다. 동일한 양의 옛기름을 사용하였을 경우 천마추출물의 농도가 높을수록 쌀과 천마의 전분입자에 대한 효소의 양이 부족하거나 작용이 용이하지 못하게 되어 고형분의 함량이 증가하고, 수분함량이 감소한

Table 2. The physicochemical and chemical characteristics of Jochung containing various levels of *Gastrodia elata* extract

Sample	Moisture (%)	Solids (%)	pH	Free acidity (meq/kg)	Reducing sugar (g maltose/L)	Proteins (mg BSA/100g)	Amino acids (mg LE/100g)
GR1 ¹⁾	26.33±0.58 ^{2)a3)}	73.67±0.58 ^b	5.05±0.05 ^c	24.87±1.63 ^c	1.15±0.04 ^b	125.08±3.63 ^b	40.25±2.87 ^d
GR2	26.40±2.36 ^a	73.60±2.36 ^b	5.37±0.10 ^a	25.67±0.58 ^c	1.25±0.04 ^a	126.33±4.70 ^b	47.66±1.97 ^c
GR3	25.48±2.57 ^{ab}	74.52±2.57 ^{ab}	5.35±0.06 ^a	30.13±1.60 ^b	1.23±0.04 ^a	130.33±1.11 ^{ab}	51.88±0.92 ^b
GR4	24.85±1.19 ^{ab}	75.15±1.19 ^{ab}	5.22±0.02 ^b	39.20±2.84 ^a	1.30±0.06 ^a	135.57±4.17 ^a	66.17±2.82 ^a
GR5	22.81±1.09 ^b	77.19±1.09 ^a	5.16±0.03 ^b	42.03±1.40 ^a	1.22±0.03 ^{ab}	105.71±3.87 ^c	53.53±0.47 ^b
F-value	2.133	2.133	16.863 ^{****4)}	59.338 ^{***}	4.801 [*]	27.979 ^{***}	64.029 ^{***}

¹⁾ GR1~5 = Glutinous rice with *G. elata* 0~20%.

²⁾ Each value in mean±S.D. All analyses were done in triplicate.

³⁾ Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

⁴⁾ Significance as determined by ANOVA test according to levels of *G. elata* (* $p<0.05$, *** $p<0.001$).

것으로 생각된다. 또한 고형분의 함량은 조청의 점도와 상관 관계가 있으며, 이는 소비자들이 조청을 선택할 때 관능적 요소로 중요한 역할을 한다. 고형분 함량을 측정함으로써 천마가루의 첨가량이나 줄이는 시간을 조절할 수 있으며(Park JS & Na HS 2005), 천마가루를 적정량 설정할 경우 공정 단축에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

pH를 살펴보면 대조구의 pH는 5.05로 가장 낮게 나타났으며, 천마추출액으로 제조한 조청의 pH는 유의적으로 증가하였으나($p < 0.001$), 천마추출액의 농도가 낮을수록 pH는 높게 측정되었다. 이는 증숙마늘 분말을 첨가한 조청의 품질특성에서 증숙마늘 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 감소했다는 결과(Kang MJ & Shin JH 2012)와 유사하였다. 식품에 있어서 맛을 결정하는 요소로 작용하는 산도는 대조구(GR1)가 24.87 meq/kg이었고, 천마추출액의 농도가 증가할수록 25.67~42.03 meq/kg으로 산도가 증가하였다($p < 0.001$).

2. 환원당 및 유리당 분석

천마추출액으로 제조한 찹쌀죽 조청의 환원당 결과는 Table 2와 같다. GR1의 환원당 함량은 1.15 g/L이었으며, 천마추출액의 농도가 증가할수록 환원당의 함량도 증가하여 15% 천마추출액 조청의 환원당 함량은 1.30 g/L로 가장 높은 값을 보였으며, GR2~5의 함량은 1.22~1.30 g/L 범위의 값을 보여, 농도에 따른 약간의 환원당 증가가 있었다. 조청의 환원당은 첨가 재료 자체의 환원당 함량에 따라 차이가 있는 것으로 생각된다. 천마 추출액을 함유한 조청의 당 조성을 알아보기 위하여 HPLC를 사용하여 유리당을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. Kang MJ & Shin JH(2012)과 Park JS & NA HS(2005)는 증숙마늘 분말과 표고버섯가루를 첨가한 조청에서 유리당으로 maltose, glucose, raffinose 및 fructose가 검출되었고, 함량이 증가할수록 유리당도 증가한다고 보고하였다. 천마추출액 찹쌀죽 조청에서 유리당은 maltose, maltotriose, glucose가 검출되었다. 발아된 엿기름가루의 추출물은 amylase 등의 효소 작용에 의해 starch에서 water-extractable sugars가 생성되는데, 이 당은 malto-oligosaccharides로 maltose~maltoheptaose가 만들어지게 된다(Teruo 2002). 본 실험에서 대조구인 GR1의 유리당 함량은 maltose 13.28 g/100 g, maltotriose 3.60 g/100 g, glucose 6.83 g/100 g이 검출되었다. 유리당의 분석결과, 천마추출액 찹쌀죽 조청의 maltose의 함량은 14.85~18.12 g/100 g, maltotriose 3.99~5.09 g/100 g, glucose 6.72~9.11 g/100 g으로 환원당과 유사하게 천마추출액의 농도가 증가할수록 유리당의 함량도 증가하는 결과를 보였다. 가장 높은 당 함량을 보인 GR4의 총 유리당 함량은 31.47 g/100 g이고, 총 유리당 함량 중 maltose와 maltotriose는 각각 57.4%와 16.2%로 대조구와 비교하여 1.4%와 1.0% 증가하였고, glu-

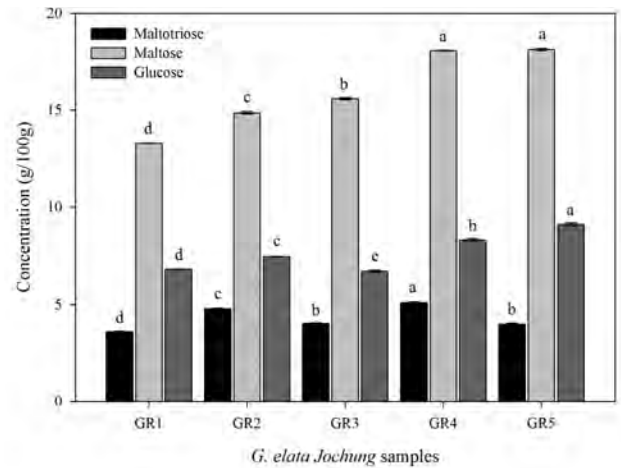


Fig. 2. Free sugar composition of Jochung containing various levels of *Gastrodia elata* extract.

^{a-d} Values are mean±S.D., Different letters within the same row indicate significant difference according to Duncan's multiple range test ($p < 0.05$). The values with 'a', 'b', 'c', 'd', letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p > 0.05$).

cose는 26.4%로 2.4% 감소하였다. Lee BY *et al*(2002)와 Choi SR *et al*(2011)는 천마의 유리당 종류로 maltose, fructose, glucose, sucrose가 검출되었으나, 시료 계통간의 차이와 건조 방법에 따라 함량의 차이가 상이하다고 보고하였다. 또한 천마를 절단하여 열풍 건조할 경우 단맛은 상승하고, 관능적으로 부정적인 특성은 많이 줄어들어 식품의 가공 활용도를 높일 수 있다는 결과와 유사한 결과를 보였다.

3. 총 단백질과 아미노산

천마추출액 찹쌀죽 조청의 총 단백질 함량과 아미노산 결과는 Table 2와 같다. GR1의 총 단백질 함량은 125.08 mg/100 g이고, 추출액 농도에 따라 105.71~135.57 mg/100 g의 범위를 보였으며, 20% 농도로 제조한 GR5 조청은 대조구보다 낮은 결과를 보였다. 총 아미노산도 또한 천마추출액의 농도가 증가할수록 대조구(GR1)의 결과보다 유리아미노산의 함량이 유의적으로 증가되는 경향을 보여주고 있다($p < 0.001$). 이는 천마음료의 품질특성에서 천마추출액 농도가 높을수록 유리아미노산의 함량이 증가하는 결과와 유사한 결과를 보였다(Lee SW *et al* 2010). 총 단백질과 아미노산 함량에서 천마추출액 농도가 15%를 첨가한 조청이 가장 높게 나오고, 20% 첨가량에서는 값이 낮아졌는데, 이는 천마가루의 높은 함량이 엿기름가루의 효소 작용을 저해한 것으로 생각된다.

4. 색도

천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 색도는 50%(w/v) 조

Table 3. Total phenolic contents and antioxidant capacities in *Gastrodia elata*

TPC (GAE mg/100g dw)	ABTS radical cation scavenging		DPPH radicals scavenging		FRAP ($\mu\text{mol TE}/100\text{g dw}$)
	EC50 ²⁾ (mg/mL)	TEAC ³⁾ ($\mu\text{mol}/100\text{g dw}$)	EC50 (mg/mL)	TEAC ($\mu\text{mol}/100\text{g dw}$)	
162.59 \pm 2.20 ¹⁾	140.23 \pm 3.08	85.14 \pm 1.89	1,286.95 \pm 52.13	61.52 \pm 2.53	114.63 \pm 0.79

¹⁾ Each value in mean \pm S.D. All analyses were done in triplicate.

²⁾ $EC_{50} = D - [(A - 50\% \text{ max response}) \cdot (D - C)] / (A - B)$

A is the immediately higher response of 50% max response; B is the immediately lower response of 50% max response; D = log concentration corresponding to A response; C = log concentration corresponding to B response.

³⁾ Trolox equivalent antioxidant capacity.

청 용액의 흡광도 값으로 분석하였으며, Table 4와 같다. 대조구인 GR1이 179 mAU이고, 천마추출물의 농도가 증가할수록 304~620 mAU의 결과를 보였다. 조청의 색도는 제조과정 중 발생하는 Maillard reaction에 의한 갈변반응과 천마의 색이 원인인 것으로 판단되며, 갈변반응은 일반적으로 온도가 높을수록, 수분함량이 낮을수록 더 쉽게 일어나는 것으로 알려져 있다(Ha JO *et al* 2004). 또한 Bertoneclj J *et al*(2007)의 꿀의 항산화 활성과 색 평가 연구에 의하면 net absorbance 값이 증가하면 a*, b* 값도 같이 증가하며, L*값은 감소하는 결과를 보이며, 밝은 색 경향을 보이면 평균의 당도와 낮은 산도를 보이고, 항산화 활성과 높은 상관관계를 가진다. Table 6의 상관분석 결과, 색도는 고형분과 산도와 높은 상관관계 ($0.899 \leq r, 0.947 \leq r, p < 0.05, p < 0.01$)를 보이며, 항산화 활성 실험들과 $0.966 \leq r \leq 0.995 (p < 0.01)$ 의 매우 높은 상관관계를 나타내었다.

5. 항산화 활성

조청의 항산화 활성 측정에 앞서 천마가루의 항산화 활성 실험을 하였고, 그 결과는 Table 3과 같다. 천마의 총 페놀함량

은 162.59 mg/100 g으로 분석되었다. Park MR *et al*(2012)의 연구에 따르면 비발효천마와 발효천마의 총 페놀 함량은 각각 108.65, 389.99 mg/mL로 보고하였는데, 본 연구의 결과보다 천마의 페놀 함량이 높은 것을 확인할 수 있었으며, 이는 천마 추출 방법의 차이에 기인한다. ABTS 라디칼 소거능 실험에서 천마의 EC₅₀값은 140.23 mg/mL, TEAC 값은 85.14 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 이었으며, DPPH 라디칼 소거능의 EC₅₀값은 1,286.95 mg/mL, TEAC 값은 61.52 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 나왔다. 본 실험에서 ABTS 활성 값이 DPPH 활성 값과 비교하여 낮은 EC₅₀값으로 높은 TEAC 값을 보였다. Park MR *et al* (2012)의 연구 보고에 의하면 DPPH 라디칼 소거능 효과는 페놀성 화합물에 의한 항산화 작용이며, 이 물질의 환원력이 클수록 DPPH 라디칼 소거 활성이 크며, DPPH는 자유라디칼을 ABTS는 양이온 라디칼을 소거하는 점에서 서로 차이가 나며, 두 기질과 반응물과의 결합정도가 달라져 라디칼 제거 능력에서도 차이가 있으며(Lee HJ *et al* 2011), 천마 추출액의 ABTS 활성효과보다 DPPH 활성효과가 높게 나왔다는 결과와는 다르게 분석되었는데, 본 실험에서 사용한 천마의 열수추출방법이 DPPH 라디칼 소거능에 효과를 보이는 페놀성 화합물을

Table 4. Total phenolics and antioxidant activities in *Jochung* containing various levels of *Gastrodia elata* extract

Sample	TPC (mg GAE/100g)	ABTS ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$)	DPPH ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$)	FRAP ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$)	Color Intensity ABS ₄₅₀ (mAU)
GR1	62.85 \pm 1.14 ¹⁾²⁾	195.25 \pm 3.34 ^c	30.71 \pm 0.36 ^c	46.51 \pm 0.71 ^c	179.00 \pm 5.00 ^e
GR2	123.79 \pm 0.76 ^d	322.59 \pm 4.92 ^d	39.49 \pm 1.28 ^d	60.90 \pm 0.38 ^d	304.67 \pm 6.51 ^d
GR3	153.12 \pm 1.25 ^c	822.19 \pm 8.39 ^e	58.99 \pm 0.92 ^c	103.19 \pm 1.35 ^c	407.00 \pm 3.61 ^c
GR4	194.52 \pm 0.87 ^b	981.81 \pm 12.39 ^b	72.77 \pm 0.77 ^b	138.92 \pm 1.17 ^b	542.00 \pm 6.24 ^b
GR5	223.05 \pm 0.81 ^a	1,079.59 \pm 11.24 ^a	81.38 \pm 0.45 ^a	146.36 \pm 0.67 ^a	620.67 \pm 4.73 ^a
F-value	1,208.6 ^{***3)}	6,164.5 ^{***}	2,031.9 ^{***}	7,073.3 ^{***}	3,342.4 ^{***}

¹⁾ Each value in mean \pm S.D. All analyses were done in triplicate.

²⁾ Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

³⁾ Significance as determined by ANOVA test according to levels of *G. elata* (^{***} $p < 0.001$).

추출하는데 적합하지 않았던 것으로 생각된다. FRAP 활성 실험은 114.63 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 으로 FRAP 활성 값이 가장 높게 나왔는데, 이는 Heo JC *et al*(2006)의 연구 결과에 따르면 천마추출물의 항산화 활성 실험 중 FRAP 활성 값이 다른 실험 측정값보다 높게 나왔다는 결과와 유사하였다.

천마추출액 찹쌀죽 조청의 항산화 활성 분석을 위해 TPC, ABTS, DPPH, FRAP 실험을 하였고, 그 결과는 Table 4와 같다. 총 페놀함량은 대조구(GR1)은 62.85 mg/100 g이 나왔으며, Lee JE *et al*(2012)와 Shin SI(2011)이 보고한 습식미분과 증미로 제조한 조청과 우영가루 조청의 총 페놀 함량의 결과와 유사하게 나왔다. 또한 천마추출물의 농도에 따라 총 페놀 함량은 123.79~223.05 mg/100 g으로 증가하였고, Moon JN *et al*(2011)이 천마농축액의 함량이 높을수록 젤리의 총 페놀 함량이 증가한 결과와 유사하게 천마추출물의 농도가 증가함에 따라 대조구와 비교하여 2~3.5배 이상의 페놀함량을 보였다. ABTS 실험의 결과 대조구는 195.25 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 이었으며, 10~20% 천마추출액으로 제조한 찹쌀죽 조청(GR3~GR5)은 822.19~1,079.59 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 으로 4~5배 이상의 결과를 보였다. 찹쌀 죽 조청의 대조구 DPPH값은 30.71 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$, FRAP값은 46.51 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 의 결과가 나왔다. 농도별 천마추출액으로 제조한 찹쌀 죽 조청(GR2~GR5)의 DPPH값의 범위는 39.49~81.38 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$, FRAP값의 범위는 60.90~146.36 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 으로 분석되어 ABTS 활성 값보다 낮은 값을 보였다. 천마추출액을 첨가한 찹쌀죽 조청의 모든 항산화 활성 실험은 높은 상관관계 값($0.952 \leq r \leq 0.996$, $p < 0.05$, $p < 0.01$)을 보였으며, 천마추출액의 농도가 증가할수록 항산화 활성 값도 비례적으로 높아졌으며, 조청의 항산화 효능을 분석하기 위해서 ABTS 라디칼 소거 활성의 실험이 가장 적합한 것으로 생각된다.

조청의 원료인 쌀에 함유된 페놀화합물 중 ferulic acid, caffeic acid, *p*-coumaric acid와 같은 페놀린산은 리니그린화 된 세포벽에서 볼 수 있으며, 다당류와 에스터 결합하여 존재하

는데(Jitlada Vichapong *et al* 2010; Melissa Walter *et al* 2013), 조청을 가열 처리하는 공정에서 다당류와 결합해 있던 페놀성 물질이 추출물 형태로 가용화되어 조청의 총 폴리페놀 함량의 향상에 영향을 주었다고 생각된다 또한 천마가루의 추출되지 않은 불용성 폴리페놀 화합물이 고분자 화합물로부터 분리되어 유리 폴리페놀 화합물로 분해되었을 것으로 사료된다.

6. 관능검사

농도별 천마추출액으로 제조한 찹쌀죽 조청의 관능(색, 향, 씹힘성, 감미도, 전체적인 기호도)을 평가한 결과는 Table 5와 같다. 천마추출액으로 제조한 찹쌀죽 조청의 색은 GR1은 3.50이었으나 GR2~5는 3.80~4.30으로 나타났다. 천마의 향이 나지 않는 GR1의 경우 3.70으로 나타났으며, GR4~5 조청의 향이 대조구보다 높게 나타났으며, 유의적인 차이는 없었다. 씹힘성의 경우, 천마추출액의 농도에 따라 4.10~4.60으로 증가하였는데, 이는 고형분이 많아지면서 씹힘성이 증가하는 것으로 보여진다. 감미도는 대조구(GR1) 4.00이었으며, 천마추출액의 농도가 증가할수록 감미도도 점차 증가하였다. 전체적인 기호도는 15% 천마추출액으로 제조한 찹쌀죽 조청이 5.10으로 가장 높은 기호도 점수를 보였다. Kang CS(2007)은 스폰지 케익에 천마 분말의 첨가 농도가 1.5% 정도가 되면 입에 쓴맛이 잔존하여 낮은 선호도를 나타내었으며, Moon JN *et al*(2011)은 천마 농축액으로 제조한 젤리에 10% 이상 천마 농축액 첨가군이 가장 좋은 점수를 얻었으나, 다른 농도의 첨가군과 유의차를 보이지 않았다는 보고는 본 실험과 같은 경향을 보였다. 표고버섯 추출액을 첨가하여 제조한 조청의 경우 버섯추출액의 양이 증가할수록 기호도가 감소하고, 맛과 조직감의 기대치가 떨어진다고 하였으나(Park JS & Na HS 2005), 본 연구 결과에서는 천마추출액의 농도가 증가할수록 유의적인 차이는 없으나 증가하는 경향을 보였다. 기존에 인지하고 있는 조청고유의 색, 맛, 감미도 등 인지하는데 차

Table 5. Sensory characteristics of Jochung containing various levels of *Gastrodia elata* extract

Sample	Color	Flavor	Chewiness	Sweetness	Overall acceptability
GR1	3.50±1.35 ^{1)a2)}	3.70±1.06 ^a	4.00±1.15 ^a	4.00±0.82 ^b	4.30±1.57 ^a
GR2	3.80±1.40 ^a	3.30±0.95 ^a	4.50±1.08 ^a	4.70±1.16 ^{ab}	4.60±1.26 ^a
GR3	4.30±1.06 ^a	3.50±0.71 ^a	4.10±0.74 ^a	4.10±0.99 ^b	4.40±1.17 ^a
GR4	4.30±1.34 ^a	4.30±1.77 ^a	4.60±0.97 ^a	5.20±0.63 ^a	5.10±1.37 ^a
GR5	4.30±1.34 ^a	4.30±1.34 ^a	4.50±0.97 ^a	4.70±1.06 ^{ab}	4.60±1.26 ^a
F-value	0.813	1.426	0.742	2.687	0.533

¹⁾ Each value in mean±S.D. All analyses were done in triplicate.

²⁾ Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 6. Correlation matrix among the analyzed parameters

	Mois- ture	Solids	pH	Free acidity	Sugar	Proteins	Amino acids	Malto- triose	Maltose	Glucose	TPC	ABTS	DPPH	FRAP	Color
Mois- ture	1.000														
Solids	-1.000**	1.000													
pH	0.215	-0.215	1.000												
Free acidity	-0.925*	0.925*	-0.143	1.000											
Sugar	-0.210	0.210	0.593	0.497	1.000										
Pro- teins	0.684	-0.684	0.340	-0.381	0.387	1.000									
Amino acids	-0.487	0.487	0.245	0.769	0.888*	0.262	1.000								
Malto- triose	-0.467	0.467	-0.314	0.722	0.575	0.066	0.771	1.000							
Maltose	-0.839	0.839	0.097	0.965**	0.697	-0.242	0.872	0.717	1.000						
Glucose	-0.973**	0.973**	-0.206	0.985**	0.356	-0.507	0.656	0.619	0.918*	1.000					
TPC	-0.870	0.870	0.205	0.935*	0.651	-0.340	0.794	0.556	0.977**	0.911*	1.000				
ABTS	-0.854	0.854	0.109	0.931*	0.564	-0.237	0.802	0.522	0.939*	0.920*	0.952*	1.000			
DPPH	-0.904*	0.904*	0.057	0.970**	0.560	-0.328	0.792	0.583	0.970**	0.958*	0.977**	0.988**	1.000		
FRAP	-0.876	0.876	0.038	0.972**	0.590	-0.258	0.833	0.635	0.975**	0.950*	0.965**	0.988**	0.996**	1.000	
Color	-0.899*/	0.899*	0.110	0.965**	0.609	-0.353	0.796	0.599	0.984**	0.946*	0.995**	0.966**	0.991**	0.983**	1.000

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

이가 없기 때문인 것으로 생각되어진다.

7. 다변량분석

농도별 천마추출액으로 찹쌀죽을 만들어 제조한 조청의 일반 성분 및 항산화 활성을 principal component analysis(PCA)를 이용하여 분석하였으며, 결과는 Fig. 3과 같다. 천마 찹쌀죽 조청의 주성분 분석결과를 보면 첫 번째 주성분 변수(PC1)의 누적설명력이 79.9%이고, 두 번째 주성분 변수(PC2)의 누적설명력은 11.7%로 PC1과 PC2의 누적 기여율은 91.6%으로 주성분 2개로 원변수를 축약할 수 있다. Fig. 3의 (A) score plot을 보면 점선에 의해 개체를 4분류로 나눌 수 있다. 1사분면에는 GR5가, 2사분면에는 GR4, 3사분면에는 대조구인 GR1이, 4사분면에는 GR2와 GR3으로 나눌 수 있다. Fig 3(B)의 주성분 부하(loading value)를 살펴보면 79.9%의 설명력을 보이는 PC1에서 계수가 큰 변수는 antioxidant analyses(TPC, ABTS, DPPH, FRAP)와 color, maltose, glucose, acidity로

GR4와 GR5 조청이 해당된다. 관능검사 결과, 기호도가 높았던 15% 천마추출물 찹쌀죽 조청(GR4)이 위치한 2사분면에는 TPC, maltose, color, free acidity, protein, amino acids 변수가 분포하였다. GR4는 항산화 활성과 일반성분 결과 값도 높게 분석되었으며, 제1, 제2 주성분으로 다른 개체와 구분되는 변수는 total protein과 total amino acid이다. GR4의 총 단백질량은 135.57 mg/100 g이었으며, 총 아미노산 값은 66.17 mg/100 g으로 대조구와 다른 농도의 천마조청 중 가장 높은 값을 보였다. 단백질은 아미노산과 펩타이드로 가수분해하며, 식품에 있어서 아미노산은 발효 및 저장 등의 과정에서 맛을 결정하는 요인으로 작용하고, 단백질로 결합하지 않은 상태로 존재하는 유리 아미노산의 경우 맛과 연관이 있다. 따라서 단백질과 아미노산의 양은 조청의 맛을 예측하는데 주요 요인이 될 수 있다(Yoshinori Mine *et al* 2010). 23.2%의 설명력을 보이는 PC2에서 계수가 큰 변수는 수분함량(Moisture)이, 낮은 변수는 고형분(Solids)이 분포하고 있다. 3사분

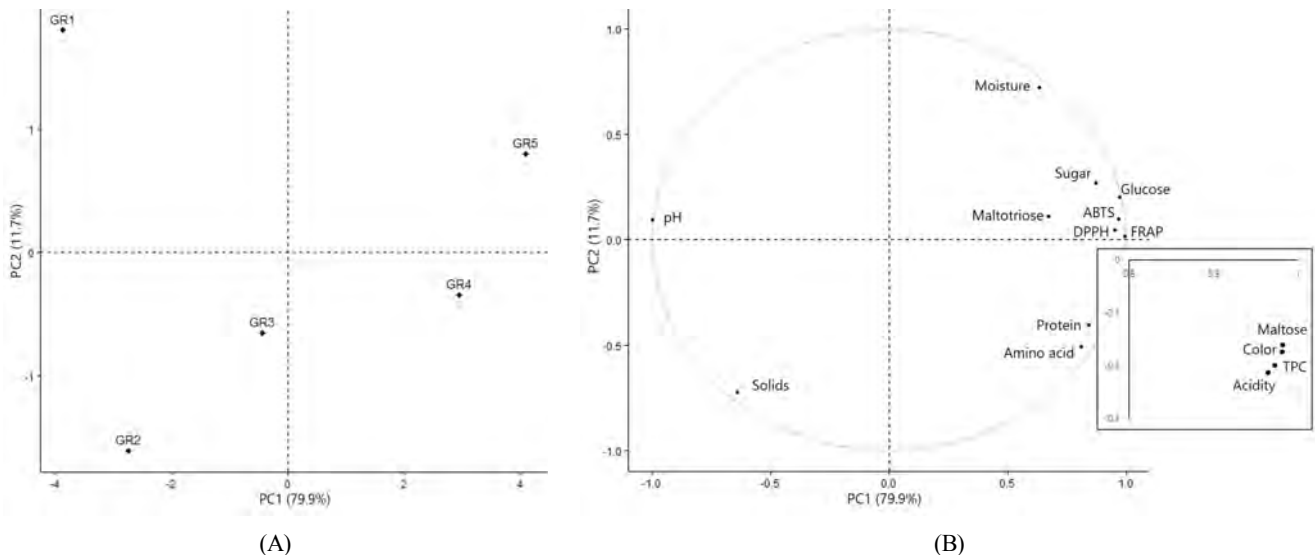


Fig. 3. Graph of score plot (A) of various *Jochung* of different *G. elata* extract contents and loading plot (B) of antioxidant markers and the analyzed parameters.

면에 위치한 대조구인 GR1은 2개의 주성분 산점도로부터 떨어져 있어, 다른 실험군보다 모든 실험값이 낮은 이상치임을 알 수 있으며, 관능 기호도 면에서도 천마추출물 찹쌀죽 조청들보다 낮은 관능수치를 보였다. 모든 주성분 값(score)과 주성분 부하(loading)의 결과는 Table 5의 상관분석 결과와 유사한 결과를 보인다.

요약 및 결론

천마를 이용하여 고부가가치를 갖는 식품으로서의 개발을 위하여 전통식품인 조청에 천마추출물과 찹쌀가루를 넣어 죽을 제조한 조청의 일반성분 분석과 항산화 활성, 관능검사를 분석하여 품질특성을 검토하였다.

1. 천마추출액을 농도별로 제조하여 찹쌀가루를 첨가하여 죽을 만들어 조청(GR2~5)을 제조하였으며, 수분함량과 고형분 함량의 두 요인은 천마가루의 첨가량에 따라 상호작용이 있었으며, pH는 대조구가 가장 낮고, 천마추출액의 농도가 증가함에 따라 pH 0.1~0.3정도가 증가하는 결과를 보였다.
2. 식품에서 산도는 맛을 결정하는 요소로 작용하는데, 대조구의 24.87 meq/kg과 비교하여 천마추출액을 사용한 찹쌀죽 조청은 25.67~42.03 meq/kg으로 산도가 증가하였다. 환원당은 천마추출액의 농도가 증가할수록 증가하였으며, 유리당을 분석한 결과, maltose, maltotriose, glucose가 검출되었다. 천마추출액의 농도가 증가할수록 찹쌀죽 조청의 총 단백질 함량과 총 아미노산도 역시 증가되는 경향을 보여주었으나, 20% 천마추출물 찹쌀죽 조청(GR5)의 결과

값은 감소하였으며, 15% 농도인 GR4의 결과 값이 가장 높았다.

3. 천마가루의 항산화 활성은 총 페놀함량이 162.59 mg/100 g, ABTS와 DPPH 라디칼 소거능 값이 85.14 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 과 61.52 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$, FRAP값 114.63 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ 이었다. 조청의 색도는 대조구보다 천마추출액의 농도가 증가할수록 조청의 색도는 높은 수치를 보였으며, 총 페놀함량, ABTS, DPPH, FRAP의 항산화 활성의 결과도 천마추출물의 농도 증가에 따라 높은 값을 보였으며, 높은 상관계수 값($0.952 \leq r \leq 0.996$, $p < 0.05$, $p < 0.01$)을 나타냈다. 조청의 항산화 활성 실험으로는 ABTS 라디칼 소거능과 FRAP 방법이 적합하였다.
4. 관능검사 결과, 천마추출액 찹쌀죽 조청의 색, 향, 씹힘성, 감미도, 전체적인 기호도를 평가한 결과, 대조군보다 천마추출액의 농도가 증가할수록 높은 값을 보였으며, 15% 천마추출액으로 제조한 조청의 전체적인 기호도가 좋은 것으로 나타났다.
5. 천마추출액 찹쌀죽 조청의 일반 성분 및 항산화 활성을 Principle component analysis(PCA)를 이용하여 분석한 결과를 보면 첫 번째 주성분 변수(PC1)의 누적설명력이 79.9%이고, 두 번째 주성분 변수(PC2)의 누적설명력은 11.7%로 PC1과 PC2의 누적 기여율은 91.6%으로 주성분 2개로 원변수를 축약할 수 있다. 주성분 부하(loading value)를 살펴보면 79.9%의 설명력을 보이는 PC1에서 계수가 큰 변수는 antioxidant analyses(TPC, ABTS, DPPH, FRAP)와 color, maltose, glucose, acidity로 GR4와 GR5 조청이 해당된다. 관능검사 결과 기호도가 높았던 조청인 15% 천마추

출액 찹쌀죽 조청(GR4)이 위치한 2사분면에는 TPC, mal-tose, color, free acidity, protein, amino acids, color 변수가 분포하였다. GR4는 항산화 활성과 일반성분 결과 값도 높게 분석되었다.

이상의 결과, 전통음식인 조청을 만들 경우, 천마추출액을 첨가하여 찹쌀죽 조청을 제조하면 기호도가 높아지고, 항산화 활성 및 품질이 우수한 조청을 만들 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- 「Jubangmun(酒方文)」 the mid 1600s. In: Lee HJ editor (2013) Kyomunsa. Gyeonggi-do. Korea.
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 15th ed. Association of Official Analytical Communities, Washington DC. USA
- Bertoncelj J, Dobersek U, Jamnik M, Golob T (2007) Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry* 105: 822-828.
- Bradford MM (1976) A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Anal Biochem* 72: 248-254.
- Cho HE, Choi SH, Park YS, Ahn BY (2008) Effect of *Gastrodiae rhizoma* powder on serum and liver lipid levels of rats with high fat diet. *Korean J Food & Nutr* 21: 64-70.
- Choi SR, Jang I, Kim CS, You DH, Kim JY, Kim YG, Ahn YS, Kim JM, Kim YS, Seo KW (2011) Changes of components and quality in *Gastrodiae rhizoma* by different dry methods. *Korean J Medicinal Crop Sci* 19(5): 354-361.
- Choi YH, Baek JE, Park SY, Choi HS, Song J (2014) Characteristics and yield of *Jochung* processed by different preparation methods. *Korean J Food & Nutr* 27(3): 414-420.
- Chung HS, Ji GE (1996) Composition and functionality of *Chonma*. *Korean J Food Sci Technol* 28:5 3-57.
- Ha JO, Lee SC, Bac HD, Park OP (2004) Food Chemistry. Dooyangsa, Seoul, Korea. 218-344.
- Heo JC, Park JY, An SM, Lee JM, Yun CY, Shin HM, Kwon TK, Lee SH (2006) Anti-oxidant and anti-tumor activities of crude extracts by *Gastrodia elata* Blume. *Korean J Food Preserv* 13(1): 83-87.
- Huang MT, Ho ST, Lee CY (1992) Phenolic compounds in food and their effects on health(II). Antioxidants and cancer prevention. American Chemical Society. Washington DC. USA. pp. 54-71.
- Jitlada V, Maliwan S, Voranuch S, Prasan S, Supalax S (2010) High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties. *LWT - Food Science and Technology* 43: 1325-1330.
- Kang CS (2007) Qualitative characteristics of sponge cakes with addition of *Gastrodiae rhizoma* powder. *Korean J Culinary Res* 13(4): 211-219.
- Kang MJ, Shin JH (2012) Quality characteristics of *Jochung* containing various of steamed garlic powder. *Korean J Food Cookery Sci* 28(6): 865-870.
- Kim KH, Park SH (1995) Liquefaction and saccharification of tapioca starch for fuel ethanol production. *Korean J Biotechnol Bioeng* 10:304-316.
- Kim HJ, Kang UW, Mun GD (2001) Quality characteristics of bread added with *Gastrodia elata* Blume powder. *Korean J Food Sci Technol* 33: 437-443.
- Kriengsak T, Unaroj B, Kevin C, Luis CZ, David HB (2006) Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J Food Composition Analysis* 19(6-7): 669-675.
- Lee BY, Choi HS, Hwang JB (2002) Analysis of food components of *Gastrodiae rhizoma* and changes in several characteristics at the various drying conditions. *Korean J Food Sci Technol* 34: 37-42.
- Lee HJ (1991) Hankook Minjok Moonhwa Dae Baikgwa Sa-jeon. The Academy of Korean Studies. Woongjin press, Seoul, Korea. 15: 462-464.
- Lee HJ, Jang HD, Lee KW, Lee HJ, Kang NJ (2011) Functional Food. Soohaksa, Seoul, Korea. pp 63-64.
- Lee JE, Choi YH, Cho MG, Park SY, Kim EM (2012) Characteristics of *Jochung* by wet-milled rice flour and steamed rice. *Korean J Food & Nutr* 25(3): 637-643.
- Lee JJ, Kim CS, Kim SH, Huh CS, Baek YJ (1999) Changes of polyphenol contents in unripe apples according to heat treatments. *Korean J Food Sci Tech* 31(1): 147-152.
- Lee JW, Kim YG (1997) Volatile flavor constituents in the rhizoma of *Gastrodia elata*. *Korean J Soc Appl Biol chem* 40: 455-458.
- Lee SW, Moon HK, Moon JN, Yoon WJ, Kim GY (2010) Quality characteristics of Chun Ma (*Gastrodiae rhizoma*) beverage prepared using concentrated extracts. *Korean J Food Preserv* 17(1): 58-65.
- Luiza D'O. Sant'Ana, Juliana P. L. M. Sousa, Fernanda B. Salgueiro, Maria Cristina Affonso Lorenzon, and Rosane

- N. Castro (2012) Characterization of monofloral honeys with multivariate analysis of their chemical profile and antioxidant activity. *Journal of Food Science* 71(1): c135-140.
- María M. Cavia, Miguel A. Fernández-Muñoz, Sara R. Alonso-Torre, José F. Huidobro, María T. Sancho (2007) Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry* 100: 1728-1733.
- Maski HS, Saki TA, Sakuri H (1995) Active oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol Pharm Bull* 18: 162-166.
- Melissa W, Enio M, Paulo FSM, Leila P da S, Gerson MSS, Rafael BF (2013) Antioxidant properties of rice grains with light brown, red and black pericarp colors and the effect of processing. *Food Research International* 50: 698-703.
- Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426.
- Moon JN, Lee SW, Moon HK, Yoon SJ, Lee WY, Lee S, Kim GY (2011) Quality characteristics of Chunma (*Gastrodia elata* Blume) Jelly with added *Gastrodia elata* Blume concentrate. *Korean J Food Cookery Sci* 27(5): 545-556.
- O, J (1986) *Sinnong Herbs*. Inmin Hygiene Publishing Co. 200-201.
- Park JS, NA HS (2005) Quality characteristics of *Jochung* containing various level of *Letinus edodes* powder. *Korean J Food Sci Technol* 37(5): 768-775.
- Park MR, Yoo C, Chang YN, Ahn BY (2012) Change of total polyphenol content of fermented *Gastrodia elata* Blume and radical scavenging. *Korean J Plant Res* 25(4): 379-386.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans CA (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26: 1231-1237.
- Raquel P, Laura B, Fulgencio SC (2000) Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *J Agric Food Chem* 48: 3396-3402.
- Sebastien Le, Julie Josse, Francois Husson (2008) FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *J Stat Softw* 25 (1): 1-18.
- Shin SI (2011) Quality characteristics of *Jochung* added with Burdock roots powder. *Master's Degree Thesis*, Myongji University, Korea, pp 44-46.
- STHDA. Statistical tools for high-throughput data analysis. Available from: <http://www.sthda.com/english/wiki/factoextra-r-package-visualization-of-the-outputs-of-a-multivariate-analysis-r-software-and-data-mining> (Accessed on 01. July 2015)
- Teruo Nakakuki (2002) Present status and future of functional oligosaccharide development in Japan. *Pure Appl Chem* 74 (7): 1245-1251.
- Waterhouse AL (2002) Determination of total phenolics. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* I 1.1.1- I 1.1.8.
- Yoshinori M, Eunice L-C, Bo J (2010) *Bioactive Proteins and Peptides as Functional Foods and Nutraceuticals*. Blackwell. Iowa. pp 341-358.

Date Received	Jul. 27, 2015
Date Revised	Sep. 17, 2015
Date Accepted	Sep. 18, 2015