

천마가루를 이용한 조청의 항산화 활성 및 품질 특성

이기원¹·이미영^{2,*}

¹건국대학교 생물공학과, ²장안대학교 건강과학부 식품영양과

Quality Characteristics of *Gastrodia elata* Powder Jochung with Antioxidant Activity

Ki Won Lee¹, Mi Young Lee^{2,*}

¹Department of Biological Engineering, Konkuk University, Korea

²Department of Food & Nutrition, Jangan University, Korea

Abstract

This study was performed to investigate the effect of *Gastrodia elata* powder on the quality characteristics of *Jochung* with barley malt. Grain syrups with 0, 2.5, 5, 7.5, and 10% *Gastrodia elata* powder were produced. The pH value decreased with higher volume of *Gastrodia elata* powder and showed a significant difference between the samples ($p < 0.05$). Total polyphenol content was 77.45~129.25 mg/100 g, and DPPH radical scavenging ability was 36.70~57.09 μmol . Sensory score of *Jochung* containing 2.5% *Gastrodia elata* powder was similar to that of control. *Jochung* containing less than 7.5% *Gastrodia elata* powder gave the highest scores in terms of quality characteristics and sensory evaluation. The data from different procedures were compared and analyzed by multivariate techniques (correlation matrix, principal component analysis). Correlations between antioxidant activity and the analyzed parameters were found to be statistically significant ($p < 0.05$).

Key Words: *Gastrodia elata* powder, glutinous rice, *jochung*, antioxidant, multivariate analysis

1. 서 론

우리나라의 감미료로 사용되고 있는 조청은 오랜 역사를 지닌 우리민족 고유의 전통음식으로 전분질의 원료에서 이용되는 전분에 엿기름을 추가하여 당화시킨 후 열을 가해 만들어지는데 줄이지 않을 경우 식해가 되고 줄이는 정도에 따라서 유동성이 있는 조청, 단단하게 줄이는 갱엿으로 나누어 진다(Lee 1991). 조청을 포함한 엿류는 주방문의 기록으로 보아 1600년대 이전부터 만들어진 것으로 추정되는데 엿 자체로서 뿐 아니라 유밀과, 강정류 등 한과 제조과정에서는 없어서는 안 될 재료중 하나이다(Kim & Kim 1985). 쌀과 맥아만으로도 조청의 제조가 가능하지만 우리나라에서는 예로부터 다양한 첨가물을 사용하여 엿을 제조하였으며, 또한 전통식품의 현대화에 따라 다양한 제품이 시중에 선보이고 있다(Lee 1999). 이와 관련하여 단감을 첨가한 조청의 제조와 품질특성에 관한 연구(Bae et al. 2001), 사과첨가 조청의 제조 및 품질특성(Yang & Ryu 2010), 마이크로웨이브 오븐을 이용하여 과학적 제조방법을 모색한 연구(Kim & Kim 1985), 증숙마늘 분말을 첨가한 조청의 품질특성(Kang &

Shin 2012), 표고버섯 가루(Park & Na 2005a)와 표고버섯 추출액을 첨가한 조청의 제조와 품질특성(Park & Na 2005b)에 관한 연구 등이 있다. 현대 사회인들의 골다공증, 당뇨병 등의 발병률이 높아지면서 설탕 등의 단당류 섭취를 줄이고 곡물을 통한 다당류 섭취의 필요성이 높아지고 있다. 조청은 음식의 맛을 내주고, 체내 유용한 당분을 효과적으로 공급할 수 있는 방안이 될 뿐 아니라 식생활에서도 다양하게 이용되어 왔다. 천마(*Gastrodia elata* Blume, *Gastrodia*)는 난초과(Orcidaceae)에 속하는 다년초로서 뽕나무버섯속(Armillarilla) 균사와 공생하며 땅속 괴경을 형성한다(Choi 2003). 천마는 주로 근경을 말린 것을 예로부터 간질 치료제 등으로 사용하여 왔으며 신농본초경에는 상품의 생약으로 분류되고 있다(O.J 1986). 또한 고혈압, 중풍, 두통, 신경성질환, 당뇨병 등에 효능이 있다고 알려져 한약재로 이용되고 있으며, 이와 관련된 성분으로 *gastrodin*, 페놀성 배당체, 유허 함유 페놀성 화합물 등의 페놀성 화합물과 sterol류, cholesterol, vanillin 등이 보고되고 있으며(Chung & Ji 1996), 여러 매체를 통해 천마의 다양한 효능이 알려지면서 이를 이용한 가공식품 개발에 관심이 집중되고 있으나 현재

*Corresponding author: Mi Young Lee, Department of Food & Nutrition, Jangan University, 1182 Samchunbyungma-ro, Bongdam-eup, Hwaseong-si, Gyeonggi-do Korea Tel: 82-31-299-3067 Fax: 82-31-299-3609 E-mail: nayejoo@jangan.ac.kr

천마를 이용하여 만든 조청에 대한 연구는 수행된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 천마를 이용하여 고부가가치를 갖는 식품으로서의 개발을 위하여 전통식품인 조청에 천마를 넣어 제조하여 항산화활성 및 품질특성을 통해 제품개발을 위한 기초자료를 확립하고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 *Gastrodia elata* (천마)는 문장대 천마 농원식품(경북 상주)에서 구입하여 열풍 건조시켜 마쇄하여 100 mesh 표준체를 통과시킨 것을 재료로 사용하였다. 조청의 제조에 사용한 멥쌀(철원 오대쌀)과 찹쌀(유기찹쌀), 엿기름(대아농산, 경기도 용인시)은 농협에서 구입하여 사용하였다. 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, FeCl₃·6H₂O 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 et al. 2013) 상의 방법을 변형하여 <Table 1>과 같이 제조를 하였다. 멥쌀과 찹쌀을 각각 3회 세척후 실온에서 10시간 수침을 하였다. 수침한 멥쌀과 찹쌀 500 g에 천마가루를 쌀 양에 대하여 각각 12.5 g (2.5%), 25 g (5%), 37.5 g (7.5%), 50 g (10%)씩 쌀에 첨가하여 찜기에서 고두밥을 제조 하였다. 그 후 엿기름 100 g과 물 1,500 mL를 첨가하여 60°C 항온기에서 6시간 동안 당화하였다. 당화액은 면포로 걸러낸 후 90°C에서 2시간 동안 가열하여 조청을 만들었다.

3. 수분함량과 고형분 측정

천마가루를 첨가한 멥쌀과 찹쌀조청의 수분함량측정은 상압가열건조법 AOAC (1990)으로 측정하였다. 고형분은 조청 일정량을 도가니에 담아 105°C에 건조 후 증발 잔사의 양으로 하였다.

4. pH 및 산가측정

조청의 pH와 산가 측정은 María et al.(2007)의 방법을 이용하여 실험하였다. 조청 10 g을 증류수 75 mL에 희석하여, pH meter (F-51, Horiba Inc., Japan)를 이용하여 측정하였

<Table 1> Composition ratio of *Jochung* with *Gastrodia elata* powder

Sample	Ingredients			
	Rice (g)	<i>G. elata</i> powder (g)	Barely (g)	Water (mL)
NGR1 ¹⁾		0		
NGR2 ²⁾		12.5		
NGR3 ³⁾	500	25	100	1,500
NGR4 ⁴⁾		37.5		
NGR5 ⁵⁾		50		
GR1 ⁶⁾		0		
GR2 ⁷⁾		12.5		
GR3 ⁸⁾	500	25	100	1,500
GR4 ⁹⁾		37.5		
GR5 ¹⁰⁾		50		

¹⁾Control: *Jochung* Added 0% *G. elata* powder (g) about the Nonglutinous Rice

²⁾*Jochung* Added 2.5% *G. elata* powder (g) about the Nonglutinous Rice

³⁾*Jochung* Added 5% *G. elata* powder (g) about the Nonglutinous Rice

⁴⁾*Jochung* Added 7.5% *G. elata* powder (g) about the Nonglutinous Rice

⁵⁾*Jochung* Added 10% *G. elata* powder (g) about the Nonglutinous Rice

⁶⁾Control: *Jochung* Added 0% *G. elata* powder (g) about the Glutinous Rice

⁷⁾*Jochung* Added 2.5% *G. elata* powder (g) about the Glutinous Rice

⁸⁾*Jochung* Added 5% *G. elata* powder (g) about the Glutinous Rice

⁹⁾*Jochung* Added 7.5% *G. elata* powder (g) about the Glutinous Rice

¹⁰⁾*Jochung* Added 10% *G. elata* powder (g) about the Glutinous Rice

고, pH를 8.5까지 적정하는데 소요된 0.1 N NaOH 용액의 mL수를 계산하여 표시하였다.

5. 환원당 및 유리당 측정

환원당은 Miller(1959)의 DNS법을 변형하여 측정하였다. 조청 1 g을 증류수 10 mL에 정용한 시료액 1 mL에 DNS시약 1 mL을 가하여 90에서 5분간 가열시킨 후 급냉하고 증류수 8 mL을 첨가하여 575 nm 파장에서 spectrophotometer (Ultraspec 3100 pro, AmershamBio., Cambridge, UK)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 maltose를 표준물질로 사용하였다. 조청의 유리당 분석을 위해 시료 1 g에 HPLC 분석용 water 10 mL을 가하여 정용한 다음 50 water bath에서 진탕 추출 후 0.2 µm cellulose acetate syringe filter (Whatman)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. 데이

터 처리는 Younglin 사의 Autochro 2 프로그램을 사용하였으며, Column은 Bio-rad사의 Aminex HPX-87H column (300×7.8 mm)을 사용하였으며 Column oven의 온도는 65°C에서 0.005 M H₂SO₄를 이동상으로 하여 Isocratic Elution방법을 사용하여, 유속 0.6 mL/min으로 흘려주며 시험용액 5 µm를 주입하여 분석하였다.

6. 총 단백질 및 아미노산 함량

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 검량선을 이용하여 총 단백질량을 계산하였다. 총 단백질 함량의 검량선은 Bovine serum albumin을 이용하여, mg BSA/100 g으로 환산하였다. 총 아미노산 함량은 Luiza(2011)의 방법을 변형하여 실험하였다. 조청 1 g에 증류수 10 mL를 넣고 희석한 용액 1 mL과 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.

7. 색도측정

일정량의 조청을 45~50°C로 가열한 증류수를 이용하여 50%(w/v) 농도로 희석하여 5분간 초음파 처리한 후 0.45 µm PVDF syringe filter (Whatman)로 여과하여 450 nm와 720 nm 파장에서 흡광도의 차이로 정의하였다.

8. 항산화 활성 분석

1) 시료 준비

천마를 함유한 조청의 항산화 활성 분석을 위해 모든 시료는 증류수를 이용하여 1 g/mL의 농도로 희석한 후 30분간 초음파 처리를 한 후, 원심분리 (8,000×g, 15 min, 4°C)하여 상등액을 사용하였다.

2) 총페놀함량(Total phenolic content, TPC)의 측정

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 carbonate용액 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 g)으로 표시하였다.

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

조청의 ABTS radical cation decolorization assay는 Re

et al.(1999)의 방법을 변형하여 실험하였다. 7 mM ABTS용액과 140 mM potassium persulfate (K₂S₂O₈)를 섞어 12~16 시간 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 µL과 ABTS용액 1 mL를 혼합하여, 10분간 반응시킨 후, 734 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 라디칼 소거능은 Trolox를 이용하여 (µmol TE/100 g)으로 표시하였다.

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

조청의 DPPH 라디칼 소거능 측정은 K. Thaipong et al. (2006)의 방법에 준하여 측정하였다. DPPH stock solution제조는 DPPH 24 mg을 Methanol 100 mL에 녹인 후 -20°C에서 보관하여 사용하였다. DPPH용액은 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 µL과 DPPH 용액 2 mL를 혼합하여 실온의 암소에서 30분간 반응시킨 후, 515 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 라디칼 소거능은 Trolox를 이용하여 (µmol TE/100 g)으로 표시하였다.

5) FRAP (Ferric reducing antioxidant power)에 의한 항산화 활성 측정

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 FeCl₃·6H₂O 2.5 mL 그리고 300 mM acetate buffer (pH 3.6) 25 mL를 혼합하여 37°C에서 보관하여 준비하였다. FRAP 용액 900 µL에 시료 30 µL와 증류수 90 µL를 혼합하여 37°C에서 30분간 반응 시킨 후 595 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 Trolox를 이용하여 (µmol TE/100 g)으로 표시하였다.

9. 관능검사

천마가루를 첨가한 맵쌀조청과 참쌀조청의 기호도 검사는 관능적 품질특성에 대한 교육과 예비검사를 통해 선발된 남녀 대학생 20명을 대상으로 7점 척도법(1점-가장싫어한다, 7점-가장 좋아한다)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 세자리 난수표를 표기하여 제시하였고, 다음 시료 평가에 미치는 영향을 최소화 하고자 따뜻한 물과 함께 제공하였다.

10. 통계처리

본 연구의 통계처리는 R statistics software (ver. 3.1.2) (<http://www.rproject.org>)을 이용하였다. 모든 실험 결과는 3 회 반복 실험 평균치로 표시하였으며, 관능검사의 결과는 one way ANOVA test를 실시하였고, 시료들 간의 평균치 차이유무는 Duncan's multiple test를 통하여 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의성검증을 실시하였다. Principal component analysis는 R software의 FactomineR package (Sebastien et al.(2008))와 Factoextra package (STHDA)를 이용하여 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수분함량과 고형분

멥쌀조청과 찹쌀조청에 천마가루를 0, 2.5, 5, 7.5, 10%를 첨가하였을 때 수분함량과 고형분의 분석 결과는 <Table 2>와 같다. 수분함량은 멥쌀조청과 찹쌀조청의 대조군의 경우 각각 28.61, 19.67%로 나타났으며, 천마가루 2.5% 첨가시 대조군보다 수분함량이 크게 감소하였고 5% 이상 첨가시 증가하였으나 대조군과는 유의성차이가 나타나지 않았다. 고형분 함량은 2.5% 첨가시 유의적으로 증가하였으나 5% 이상 첨가군에서는 대조군과 유의성이 차이가 나타나지를 않았다. 대조군과 2.5% 첨가군의 경우 고형분이 증가를 보인 이유는 쌀전분의 α -amylase와 β -amylase가 전분을 가수분해하면서 당도가 증가하였기 때문에 유의적으로 증가한 것으로 생각되어지며, 이는 돼지감자 분말을 첨가한 조청의 품질특성(Lee 2015)에서 대조군보다 돼지감자 분말을 16% 첨가군이 낮아지는 결과와 같은 경향을 보인다. 고형분의 함량은 조청의 점도와 상관이 있으며, 이는 소비자들이 조청을 선택할 때 관능적 요소로 중요한 역할을 한다. 고형분 함량을 측정함으로써 천마가루의 첨가량이나 줄이는 시간을 조절할 수 있으며(Park & Na 2005), 천마가루를 적정량 설정할 경우 공정 단축에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

2. pH 및 산가

멥쌀조청과 찹쌀조청에 천마가루를 달리하여 만든 조청의 pH와 산가를 살펴보면 <Table 2>와 같다. 대조군의 pH가 5.73으로 가장 높게 나타났으며, 천마 가루를 첨가할수록 pH는 5.58~5.36으로 유의적으로 감소하는 결과를 보였다. 이는 표고버섯가루(Park & Na 2005)와 우영가루를 첨가할수록(Shin 2011) pH가 증가한다는 결과와는 일치하지 않으나, 증숙마늘 분말을 첨가한 조청의 품질특성에서 증숙마늘 분말의 첨가량이 증가할수록(Kang & Shin 2012) pH가 감소했다는 결과와 일치한다. 식품공전 규격에 보면 제조 조청의 경우 식품공전 엿류 규격기준에 pH 범위가 4.5~7.0이 되어야 하는데 천마분말을 첨가한 멥쌀조청의 경우 pH가 5.58~5.36, 찹쌀조청 pH가 5.50~5.32이므로 조청 규격기준에 적합한 것으로 생각된다(KFDA 2007). 산도는 식품에 있어서 맛을 결정하는 요소로 작용하고, 미생물의 생육, 식품조각과 물성 등 제품의 유통기한에 영향을 준다. 조청의 경우 산도의 명확한 기준은 없지만 벌꿀의 경우 국내는 40 meq/kg, 유럽과 미국은 50 meq/kg 이하로 기준을 두고 있다(Maria et al. 2007; KFDA 2011). 천마가루를 첨가한 멥쌀조청의 산도는 대조구가 21.33 meq/kg, 천마가루 함량이 증가할수록 24.87~31.67 meq/kg으로 산도가 증가하였고, 찹쌀천마조청의 대조구는 25.6 meq/kg으로 멥쌀조청의 대조구보다 산도가 조금 더 높았고, 천마가루를 10% 첨가한 찹쌀조청의 경우 37.07 meq/kg으로 가장 높은 산도를 보였다. 멥쌀을 이용하였을 때 산도는 동일한 함량의 찹쌀 천마조청보다 4~5 meq/kg 정도가 낮게 분석되었다.

3. 환원당 및 유리당

천마가루를 첨가한 멥쌀과 찹쌀조청의 환원당 결과는 <Table 2>와 같다. 천마가루를 첨가하지 않은 멥쌀과 찹쌀조청의 환원당 함량은 각각 1.13, 1.27 g/L으로 나타났으며, 천마가루의 함유량이 증가할수록 환원당의 함량도 멥쌀 천마

<Table 2> Chemical contents of *Jochung* made from various levels of *Gastrodia elata* powder and each rice species

Sample	Moisture (%)	Solids (%)	pH	Free acidity (meq/kg)	Reducing sugar (g Maltose/L)	Proteins (mg BSA/100g)	Amino acids (mg LE/100g)
NGR1 ¹⁾	28.61±2.71 ^{2)a3)}	71.39±2.71 ^b	5.73±0.01 ^a	21.33±1.04 ^d	1.13±0.02 ^e	23.13±2.42 ^c	44.91±0.41 ^d
NGR2	21.70±1.23 ^b	78.30±1.23 ^a	5.58±0.01 ^b	24.87±1.03 ^c	1.15±0.02 ^{bc}	25.08±2.48 ^{bc}	47.91±1.59 ^c
NGR3	26.67±0.53 ^a	73.33±0.53 ^b	5.49±0.04 ^c	27.80±0.72 ^b	1.19±0.06 ^{abc}	29.08±1.37 ^a	52.98±0.67 ^b
NGR4	28.24±2.42 ^a	71.76±2.42 ^b	5.40±0.06 ^d	29.33±1.15 ^b	1.23±0.05 ^{ab}	28.20±0.62 ^{ab}	55.71±0.36 ^a
NGR5	29.51±1.33 ^a	70.49±1.33 ^b	5.36±0.05 ^d	31.67±0.58 ^a	1.26±0.07 ^a	31.57±2.54 ^a	52.57±0.38 ^b
GR1	19.67±0.98 ^{bc}	80.33±0.98 ^{bc}	5.56±0.02 ^a	25.60±0.96 ^d	1.27±0.05 ^c	34.51±1.62 ^d	49.88±1.21 ^c
GR2	12.69±1.35 ^d	87.31±1.35 ^a	5.50±0.09 ^{ab}	29.37±1.39 ^c	1.26±0.04 ^c	40.46±2.27 ^c	53.71±1.41 ^b
GR3	18.43±0.92 ^c	81.57±0.92 ^b	5.45±0.08 ^{abc}	33.27±0.81 ^b	1.35±0.06 ^{bc}	46.95±1.08 ^b	56.42±1.60 ^{ab}
GR4	20.42±0.75 ^{ab}	79.58±0.75 ^{cd}	5.35±0.09 ^{bc}	35.57±0.75 ^a	1.41±0.06 ^b	51.31±2.32 ^a	57.36±1.01 ^a
GR5	22.03±0.31 ^a	77.97±0.31 ^d	5.32±0.09 ^c	37.07±1.45 ^a	1.69±0.04 ^a	46.33±2.30 ^b	55.99±2.68 ^{ab}

¹⁾NGR1~5=Nonglutinous rice with *G. elata* 0~10%; GR1~5=Glutinous rice with *G. elata* 0~10%.

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

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

조청 1.15~1.26 g/L, 찹쌀 천마조청 1.26~1.69 g/L으로 천마 가루를 첨가할수록 유의적으로 증가하였다. 조청의 환원당은 첨가 재료 자체의 환원당 함량에 따라 차이가 있는 것으로 판단되는데, 증숙마늘의 분말 첨가 비율이 높을수록 환원당 함량이 높았다는 보고(Kang & Shin 2012)는 본 실험의 결과와 유사하게 나타났다. 천마 가루를 함유한 조청의 당 조성을 알아보기 위하여 HPLC를 사용하여 유리당을 분석한 결과는 <Table 3>과 같다. Kang & Shin(2012)과 Park & NA (2005)는 증숙마늘 분말과 표고버섯가루를 첨가한 조청에서 유리당으로 maltose, glucose, raffinose 및 fructose가 검출되었고, 첨가물의 함량이 증가할수록 유리당도 증가한다고 보고 하였다. 천마가루를 첨가한 멥쌀과 찹쌀 조청에서 유리당은 maltose, maltotriose, glucose가 검출되었다. Lee et al. (1997)은 쌀 품종에 따른 식혜 제조시 maltose, glucose, maltotriose, fructose가 주요 당으로 나타났다고 보고하였으며, 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 대조군인 멥쌀 조청의 유리당 함량은 maltose 13.70 g/100 mL, maltotriose 1.25 g/mL, glucose 1.19 g/100 mL이 검출되었고, 찹쌀조청은 maltose 20.05 g/100 mL, maltotriose 2.11 g/mL, glucose 1.39 g/100 mL이 검출되었다. 또한, 환원당의 결과와 유사하게 천마가루의 함량이 증가할수록 유리당의 함량도 증가하는 결과를 보였다. 천마가루를 첨가한 멥쌀과 찹쌀 조청의 glucose의 함량은 각각 5.9~6.4%와 6.5~6.9%로 두 군의 결과가 비슷하였으나, maltose와 maltotriose의 함량은 천마가루를 첨가한 찹쌀 조청이 멥쌀 조청과 비교하여 maltose 함량은 모든 실험군 합계 2.5% 감소하였고, maltotriose는 2.3% 증가하였다. 이는 엿기름의 amylase에 의한 전분의 당화과정 중 amylose보다 amylopectin의 가수분해 정도가 높기 때문에 amylopectin 함량이 높은 찹쌀의 당 함량이 멥쌀조청보다 높으며, maltotriose의 함량이 많은 것으로 생각된다. 또한 Lee

et al.(2002)와 Choi 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.

4. 총단백질과 아미노산

천마가루를 첨가한 멥쌀과 찹쌀조청의 총 단백질 함량과 아미노산 결과는 <Table 2>와 같다. 멥쌀조청 대조군의 총 단백질 함량은 23.13 mg/100 g이고, 첨가량에 따라 25.08~31.57 mg/100 g로 증가하는 것을 볼 수가 있었으며, 찹쌀조청의 경우는 대조군이 34.51 mg/100 g, 천마가루 첨가량에 따라 40.46~46.33 mg/100 g으로 멥쌀조청보다 찹쌀조청의 경우 총 단백질 함량이 더 높게 나타났다. 천마가루를 달리하여 제조한 멥쌀과 찹쌀 조청의 아미노산은 분말양이 증가할수록 유리아미노산의 함량이 증가되는 경향을 보여주고 있다. 이는 천마음료의 품질특성에서 천마추출액 농도가 높을수록 유리아미노산의 함량이 증가하는 결과와 비슷한 양상을 보인다(Lee et al. 2010). 총 단백질과 아미노산 함량에서 천마가루 5%와 7.5%를 첨가한 실험군이 10% 첨가군보다 높게 나왔는데, 이는 천마가루의 높은 함량이 엿기름가루의 amylase 작용을 저해한 것으로 생각된다.

5. 색도

천마조청의 색도는 50%(w/v) 조청 용액의 흡광도 값으로 분석하였고, 그 결과는 <Table 4>와 같다. 멥쌀 조청은 221 mAU인 대조군과 천마가루양이 증가할수록 236~331 mAU 값이 나왔고, 찹쌀 조청은 대조군의 색도는 309 mAU, 천마가루 양에 따라 367~476 mAU으로 멥쌀 조청보다 높은 수치를 보였다. 조청의 색도는 제조과정 중 발생하는 Maillard reaction에 의한 갈변반응과 천마분말 자체의 색이 원인인 것

<Table 3> Carbohydrates composition of *Jochung* containing various levels of *Gastrodia elata* power

Sample	Maltotriose (g/100 g)	Maltose (g/100 g)	Glucose (g/100 g)	Total (g/100 g)
NGR1	1.25±0.06 ^{1) b3)} (7.7) ²⁾	13.70±0.09 ^c (84.9)	1.19±0.09 ^a (7.4)	16.13 (100)
NGR2	1.05±0.02 ^c (5.8)	15.88±0.06 ^d (88.0)	1.12±0.04 ^a (6.2)	18.05 (100)
NGR3	1.38±0.01 ^a (7.2)	16.57±0.08 ^c (86.4)	1.22±0.09 ^a (6.4)	19.18 (100)
NGR4	1.30±0.07 ^b (6.7)	16.77±0.05 ^b (87.4)	1.13±0.06 ^a (5.9)	19.19 (100)
NGR5	1.39±0.02 ^a (6.9)	17.38±0.05 ^a (87.0)	1.20±0.01 ^a (6.0)	19.97 (100)
GR1	2.11±0.04 ^c (9.0)	20.05±0.06 ^d (85.1)	1.39±0.04 ^d (5.9)	23.55 (100)
GR2	2.15±0.04 ^b (9.2)	19.72±0.03 ^c (84.0)	1.62±0.05 ^{bc} (6.9)	23.48 (100)
GR3	2.28±0.07 ^{ab} (9.3)	20.51±0.05 ^c (84.2)	1.58±0.09 ^c (6.5)	24.37 (100)
GR4	2.41±0.06 ^a (9.5)	21.24±0.08 ^b (83.6)	1.76±0.09 ^a (6.9)	25.40 (100)
GR5	2.47±0.02 ^{ab} (9.2)	22.65±0.06 ^a (84.3)	1.74±0.07 ^{ab} (6.5)	26.87 (100)

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

²⁾Unit: %

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

으로 판단되며 갈변반응은 일반적으로 온도가 높을수록, 수분함량이 낮을수록 더 쉽게 일어나는 것으로 알려져 있다(Ha et al. 2004). 또한 Bertoneclj 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. 조청의 색도와 산도의 상관관계를 <Table 6>에서 보면 멥쌀조청의 색도는 산도와 높은 상관관계(0.972=r, p<0.01)를 보였으며, 찰쌀조청의 경우는 (0.978=r, p<0.01)로 나타났고, 항산화 활성 실험들의 경우 멥쌀조청은 0.883=r=0.981 (p<0.05, p<0.01), 찰쌀조청은 0.922=r=0.976 (p<0.05, p<0.01)의 상관관계를 나타내었다.

6. 항산화 활성

천마가루를 첨가한 멥쌀과 찰쌀 조청의 항산화 활성 분석을 위해 TPC, ABTS, DPPH, FRAP 실험을 하였고, 그 결과는 <Table 4>와 같다. 총 페놀함량은 멥쌀과 찰쌀 조청의 대조군은 각각 60.45 mg/100 g와 69.12 mg/100 g으로 나타났으며, Lee et al.(2012)와 Shin(2011)이 보고한 총 페놀 함량의 결과와 유사하게 나왔다. 또한 천마가루의 함유량이 증가할수록, 멥쌀조청은 77.45~129.25 mg/100 g, 찰쌀조청은 96.25~147.39 mg/100 g으로 찰쌀을 사용한 천마조청의 페놀 함량이 높게 분석이 되었으며, Moon et al.(2011)이 천마농축액의 함량이 높을수록 젤리의 총 페놀 함량이 증가한 결과와 같이 천마 분말의 첨가에 따라 각 대조구와 비교하여 2배 이상의 페놀함량을 보였다.

ABTS 실험의 결과 멥쌀과 찰쌀 조청의 대조군은 각각 194.44, 227.18 μmol 이었으며, 천마가루 10% 함유한 실험군인 NGR5 & GR5은 727.74, 802.19 μmol 로 대조구 3배 이상의 결과를 보였다. 조청과 항산화활성 실험과의 상관관계를 분석한 결과 <Table 6>과 같다 멥쌀조청의 경우 총 페놀 함량과 ABTS 값은 높은 상관관계(0.944=r, p<0.01)를 보였으며, DPPH와 FRAP의 값도 비슷한 수치를 보였다. 또한

찰쌀조청의 경우 0.916=r (p<0.05)으로 더 높은 상관관계를 보였다. 멥쌀과 찰쌀 조청의 대조군은 DPPH값의 경우 각각 31.75 μmol 과 36.83 μmol , FRAP 값은 각각 48.32 μmol 과 57.51 μmol 의 결과가 나왔다. 천마가루를 첨가한 멥쌀조청의 DPPH값의 범위는 36.70~57.09 μmol , FRAP값의 범위는 53.57~88.53 μmol 이 나왔고, 찰쌀조청은 DPPH값이 41.10~60.33 μmol , FRAP값은 62.24~91.97 μmol 로 분석되었다. <Table 6>에서 멥쌀조청의 총 페놀함량은 0.987=r=0.992 (p<0.01), 찰쌀조청의 경우 총 페놀함량은 0.948=r=0.955 (p<0.01)의 높은 상관관계 값을 보였다. 천마 조청의 모든 항산화 활성 실험은 서로 높은 상관관계를 보였으며, 천마 가루의 첨가량이 높아질수록 항산화 활성 값도 비례적으로 높아졌으며, 조청의 항산화 효능을 분석하기 위해서 ABTS 라디칼 소거 활성의 실험이 가장 적합한 것으로 생각된다.

폴리페놀 화합물은 식물에서 발견되는 화학물질로 우리 몸에 있는 활성 산소를 해가 없는 물질로 바꾸어 주는 항산화 효과가 있어 노화를 방지한다. 또한 DNA 보호, 세포구성 단백질 및 효소 보호, 항암 작용, 심장 질환 예방 등 여러 생리활성을 갖고 있다(Augustin et al. 2005; Kanti & Syed 2009). 조청의 원료인 쌀에 함유된 페놀화합물 중 ferulic acid, caffeic acid, p-coumaric acid와 같은 페놀린산은 리니그린화 된 세포벽에서 볼 수 있으며 다당류와 에스터 결합하여 존재한다. 조청을 가열 처리하는 공정에서 다당류와 결합해 있던 페놀성 물질이 추출물 형태로 가용화되어 조청의 총 폴리페놀 함량의 향상에 영향을 주었다고 생각된다(Jitlada et al. 2010; Melissa et al. 2013). 또한 천마가루의 추출되지 않은 불용성 폴리페놀 화합물이 고분자 화합물로부터 분리되어 유리 폴리페놀 화합물로 분해되었을 것으로 사료된다(Lee et al. 1999).

7. 관능검사

천마가루를 첨가하여 멥쌀과 찰쌀 조청을 제조한 결과 색, 향, 씹힘성, 감미도, 전체적인 기호도를 평가한 결과는

<Table 4> Total phenolics and Trolox equivalent antioxidant capacity obtained for the antioxidant activity of the *G. elata* Jochung samples

Sample	TPC (mg GAE/100 g)	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)
NGR1	60.45±1.01 ^{1)k2)}	194.44±1.58 ^c	31.75±0.63 ^c	48.32±0.29 ^e	221.33±4.73 ^d
NGR2	77.45±1.01 ^d	270.21±6.32 ^d	36.70±0.66 ^d	53.57±0.60 ^d	236.33±6.43 ^c
NGR3	99.65±1.22 ^c	319.10±4.57 ^c	42.97±0.97 ^c	68.51±0.91 ^c	298.33±3.21 ^b
NGR4	114.39±1.68 ^b	595.52±11.71 ^b	48.36±0.64 ^b	80.42±1.45 ^b	305.33±3.21 ^b
NGR5	129.25±0.90 ^a	727.74±13.33 ^a	57.09±0.79 ^a	88.53±1.50 ^a	331.33±7.02 ^a
GR1	69.12±1.40 ^e	227.18±3.36 ^e	36.83±0.89 ^e	57.51±0.43 ^e	309.00±7.94 ^e
GR2	96.25±1.42 ^d	290.96±3.15 ^d	41.10±0.66 ^d	62.24±0.54 ^d	367.00±6.24 ^d
GR3	114.25±0.81 ^c	325.84±3.15 ^c	44.77±0.12 ^c	69.71±0.58 ^c	390.33±5.77 ^c
GR4	133.59±0.81 ^b	695.52±5.09 ^b	50.05±0.31 ^b	89.03±0.63 ^b	454.67±7.51 ^b
GR5	147.39±0.76 ^a	802.19±10.18 ^a	60.33±0.52 ^a	91.97±0.95 ^a	476.67±6.11 ^a

¹⁾Each value in mean±SD. 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

<Table 5> Sensory characteristics of *Jochung* containing various levels of *Gastrodia elata* powder

Sample	Color	Flavor	Chewiness	Sweetness	Overall acceptability
NGR1	2.90±1.60 ^{1)a2)3)}	2.60±1.07 ^a	2.60±0.70 ^b	3.50±1.08 ^a	3.10±1.10 ^a
NGR2	2.80±1.62 ^a	2.60±0.97 ^a	2.90±0.74 ^{ab}	3.40±0.97 ^a	3.10±0.74 ^a
NGR3	3.70±1.34 ^a	3.50±1.43 ^a	3.50±0.71 ^{ab}	4.10±1.10 ^a	3.90±1.52 ^a
NGR4	3.10±1.52 ^a	3.70±0.95 ^a	3.80±1.03 ^a	4.30±1.34 ^a	4.20±1.40 ^a
NGR5	3.20±1.48 ^a	3.70±1.42 ^a	3.30±1.42 ^{ab}	4.20±0.79 ^a	4.00±1.49 ^a
GR1	4.40±1.78 ^a	4.00±1.05 ^a	4.20±0.63 ^b	4.80±1.14 ^{ab}	4.40±1.17 ^{ab}
GR2	4.70±1.16 ^a	3.60±1.35 ^a	4.20±0.63 ^b	4.00±0.67 ^b	3.90±0.99 ^b
GR3	5.00±1.15 ^a	4.50±1.27 ^a	5.10±0.74 ^a	4.80±1.03 ^{ab}	5.10±1.10 ^a
GR4	5.10±1.10 ^a	4.70±1.06 ^a	5.30±0.95 ^a	5.60±0.70 ^a	5.50±0.71 ^a
GR5	5.00±1.15 ^a	4.20±1.75 ^a	4.50±1.27 ^{ab}	5.00±1.15 ^a	4.60±1.65 ^{ab}

¹⁾Each value in mean±SD. 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⁾1=dislike very much, 7=like very much

<Table 5>와 같다. 천마가루를 첨가한 멥쌀조청의 색은 대조군은 2.90이었으나 천마가루 첨가량에 따라 2.80~3.20으로 유의적인 차이는 없었으며, 찹쌀조청의 대조군은 4.40, 천마가루 첨가량에 따라 점수가 4.70~5.10으로 기호도가 높게 나타났다. 천마의 향이 나지 않는 대조군인 멥쌀과 찹쌀 조청의 경우 2.60, 4.00으로 나타났으며, 천마가루의 양이 증가할수록, 멥쌀조청보다는 찹쌀조청의 향이 대조군보다 높게 나타났으며 유의적인 차이는 없었다. 씹힘성의 경우 천마가루를 첨가할수록 멥쌀조청의 경우 2.90~3.80, 찹쌀조청의 경우 4.20~5.30으로 증가하는데 이는 고형분이 많아지면서 씹힘성이 증가하는 것으로 보여진다. 감미도는 멥쌀조청 대조군이 3.50, 찹쌀조청 대조군이 4.80인 반면 천마가루 양이 증가할수록 감미도도 점차 증가하였다. 전체적인 기호도는 천마가루를 첨가한 멥쌀조청의 경우 3.10~4.20, 찹쌀조청의 경우 3.90~5.50으로 나타났으며, 천마가루를 7.5% 첨가한 멥쌀, 찹쌀조청의 기호도 점수가 높게 나타났다. 표고버섯 가루를 첨가하여 제조한 조청의 경우 버섯양이 증가할수록 기호도가 감소하고 맛과 조직감의 기대치가 떨어진다고 하였으나, 본 연구 결과에서는 천마가루를 첨가할수록 유의적인 차이는 없으나 증가하는 경향을 보였다. 기존에 인지하고 있는 조청고유의 색, 맛, 감미도등 인지하는데 차이가 없기 때문인 것으로 생각되어진다.

8. 다변량분석

천마가루를 멥쌀과 찹쌀에 첨가하여 고두밥으로 제조한 조청의 일반 성분 및 항산화 활성을 Principal Component Analysis (PCA)를 이용하여 biplot으로 나타내었다. <Figure 1>의 결과를 보면 첫 번째 주성분 변수(PC1)의 누적설명력이 69.9%이고, 두 번째 주성분 변수(PC2)의 누적설명력은 23.2%로 PC1과 PC2의 누적 기여율은 93.1%가 된다.

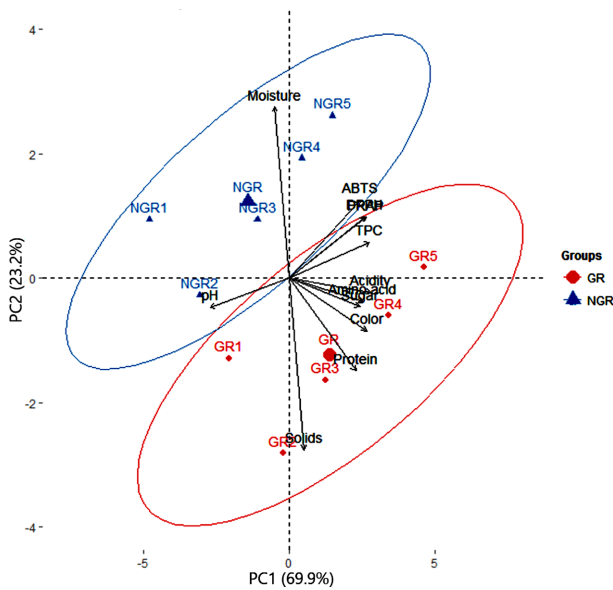
PC1 양의 방향에 위치한 개체로는 멥쌀 천마조청 중 NGR4, NGR5와 찹쌀 천마조청 GR5가 1사분면에 찹쌀 천

마조청 GR 3, GR4는 2사분면에 분포하고 있다. 주성분 부하(loading value)를 살펴보면 PC1에서 계수가 큰 변수는 1사분면에 위치한 antioxidant analyses (TPC, ABTS, DPPH, FRAP)와 2사분면의 free acidity, sugar, protein, total amino acids, color 변수가 분포하였다. <Table 5>의 관능검사 결과 기호도가 높았던 조청으로는 멥쌀 천마조청의 경우 NGR4와 NGR5 이었으며, 찹쌀 천마조청은 전체적으로 멥쌀 천마조청보다 기호도 면에서 높았다. 기호도가 높았던 GR3~5 찹쌀 천마조청들은 PC1의 양의 방향에 분포하였으며, 항산화 활성과 일반성분 결과 값도 높았다. 천마조청 중 기호도가 가장 높게 나온 GR3과 GR4는 2사분면에 분포하고 있으며, total protein과 total amino acid이 variables factor로 작용한다. GR3과 GR4의 총 단백질량은 각각 46.95 mg/100 g과 51.31 mg/100 g이었으며, 총 아미노산 값은 각각 56.42 mg/100 g과 57.36 mg/100 g으로 모든 천마조청 중 가장 높은 값을 보였다. 단백질은 아미노산과 펩타이드로 가수분해하며, 식품에 있어서 아미노산은 발효 및 저장 등의 과정에서 맛을 결정하는 요인으로 작용하며, 단백질로 결합하지 않은 상태로 존재하는 유리 아미노산의 경우 맛과 연관이 있다. 따라서 단백질과 아미노산의 양은 조청의 맛을 예측하는데 주요 요인이 될 수 있다(Yoshinori et al. 2010). 23.2%의 설명력을 보이는 PC2에서 계수가 큰 변수는 수분함량(Moisture)이, 낮은 변수는 고형분(Solids)이 분포하고 있다. 양의 방향에는 멥쌀로 제조한 천마조청 집단이 분포하였고, 음의 방향에는 찹쌀로 제조한 조청 집단이 분포하였다. 찹쌀은 멥쌀에 비해 높은 amylopectin 함량을 가지고 있으며, 동일한 조건에서 침지에 따른 수분함량이 높고, 엿기름을 이용한 당화과정에서 amylase에 의한 쌀의 전분질을 분해하여 생성된 당이 많이 용출된다. 따라서 찹쌀 천마 조청의 많은 당 함량이 제조 중 조리는 과정에서 멥쌀 천마 조청보다 굳는 정도가 높아 수분함량의 차이를 줄인 것으로 생각된다(Jeon et al. 1998). 주성분 값(score)과 주성분 부하(loading)

<Table 6> Correlation matrix among the analyzed parameters

	Moisture	Solids	pH	Freeacidity	Sugar	Proteins	Aminoacids	Maltotriose	Maltose	Glucose	TPC	ABTS	DPPH	FRAP	Color
Non-glutinous Rice															
Moisture	1.000														
Solids	-1.000**	1.000													
pH	0.283	0.283	1.000												
Freeacidity	0.331	-0.331	-0.992**	1.000											
Sugar	0.508	-0.508	-0.963**	0.974**	1.000										
Proteins	0.394	-0.394	-0.933*	0.967**	0.934*	1.000									
Aminoacids	0.291	-0.291	-0.912*	0.876	0.843	0.811	1.000								
Maltotriose	0.838	-0.838	-0.529	0.587	0.656	0.709	0.566	1.000							
Maltose	0.918*	-0.918*	-0.580	0.624	0.734	0.694	0.601	0.966**	1.000						
Glucose	0.556	-0.556	-0.008	0.112	0.133	0.351	-0.010	0.754	0.598	1.000					
TPC	0.425	-0.425	-0.985**	0.994**	0.992**	0.960**	0.876	0.637	0.691	0.134	1.000				
ABTS	0.512	-0.512	-0.910*	0.916*	0.973**	0.841	0.744	0.543	0.671	0.003	0.944*	1.000			
DPPH	0.466	-0.466	-0.955*	0.976**	0.992**	0.951*	0.790	0.631	0.696	0.167	0.987**	0.967**	1.000		
FRAP	0.524	-0.524	-0.963**	0.973**	0.998**	0.937*	0.864	0.684	0.757	0.156	0.992**	0.962**	0.985**	1.000	
Color	0.495	-0.495	-0.953*	0.972**	0.967**	0.978**	0.887*	0.756	0.775	0.294	0.981**	0.883*	0.958*	0.976**	1.000
Glutinous Rice															
Moisture	1.000														
Solids	-1.000**	1.000													
pH	-0.557	0.557	1.000												
Freeacidity	0.482	-0.482	-0.975**	1.000											
Sugar	0.682	-0.682	-0.853	0.805	1.000										
Proteins	0.339	-0.339	-0.861	0.915*	0.509	1.000									
Aminoacids	0.226	-0.226	-0.842	0.921*	0.513	0.982**	1.000								
Maltotriose	0.656	-0.656	-0.990**	0.969**	0.878	0.846	0.818	1.000							
Maltose	0.766	-0.766	-0.893*	0.834	0.985**	0.580	0.555	0.924*	1.000						
Glucose	0.201	-0.201	-0.919*	0.908*	0.652	0.868	0.879*	0.857	0.676	1.000					
TPC	0.470	-0.470	-0.986**	0.994**	0.838	0.881*	0.890*	0.973**	0.859	0.928*	1.000				
ABTS	0.635	-0.635	-0.965**	0.885*	0.886*	0.724	0.680	0.956*	0.930*	0.856	0.916*	1.000			
DPPH	0.583	-0.583	-0.952*	0.921*	0.965*	0.693	0.701	0.953*	0.963**	0.824	0.948*	0.945*	1.000		
FRAP	0.633	-0.633	-0.991**	0.941*	0.854	0.827	0.784	0.987**	0.909*	0.885*	0.955*	0.985**	0.938*	1.000	
Color	0.477	-0.477	-0.995**	0.978**	0.836	0.866	0.862	0.974**	0.865	0.948*	0.922**	0.950*	0.948*	0.976**	1.000

*p<0.05, **p<0.01



<Figure 1> PCA biplot of score sample (various *Jochungs* of different *G. elata* contents in red; NGR1 to NGR5, in blue; GR1 to GR5) and loading plot (the analyzed parameters.).

의 결과는 <Table 6>의 상관분석 결과($r=0.967$, $p<0.05$, $p<0.01$)와 유사한 결과를 보인다.

IV. 요약 및 결론

천마를 이용하여 고부가가치를 갖는 식품으로서의 개발을 위하여 전통식품인 조청에 천마가루를 넣어 제조한 멥쌀과 찹쌀 조청의 환원당 및 유리당, 총 단백질, 아미노산함량, 색도, 총 페놀함량, ABTS, DPPH 라디칼 소거 활성능, FRAP 항산화활성, 관능검사를 분석하여 품질특성을 검토하였다. 천마가루를 첨가한 멥쌀조청 NGR2~5와 찹쌀조청 GR2~5로 나누어 제조하였으며, 수분함량과 고형분 함량의 두요인은 천마가루의 첨가량에 따라 교호작용이 있었으며, pH는 멥쌀과 찹쌀 천마조청 대조군의 pH가 가장 높게 나타났으며, 천마 가루를 첨가할수록 대조군과 비교하여 pH 0.2~0.3정도가 감소하는 결과를 보였다. 식품에서 산도는 맛을 결정하는 요소로 작용하는데, 천마가루를 첨가한 멥쌀 조청의 경우 24.87~31.67 meq/kg으로 산도가 증가하였고, 천마가루를 10% 첨가한 찹쌀조청의 경우 37.07 meq/kg으로 가장 높은 산도를 보였다. 멥쌀과 찹쌀조청의 환원당은 천마가루의 함유량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며, 유리당을 분석한 결과 천마가루를 첨가한 멥쌀과 찹쌀 조청에서 maltose, maltotriose, glucose가 검출되었다. 천마가루의 첨가량이 증가할수록 멥쌀과 찹쌀 천마조청의 총 단백질 함량과 총 아미노산도 역시 증가되는 경향을 보여주었다. 조청의 색도는 대조군보다 천마가루 양이 증가할수록 멥쌀조청보다 찹쌀조청이 높은 수치를 보였으며, 총 페놀함량은 천마가루를 첨가

한 멥쌀조청이 77.45~129.25 mg/100 g, 찹쌀조청은 96.25~147.39 mg/100 g으로 찹쌀을 사용한 천마조청의 페놀함량이 높게 분석이 되었으며, ABTS 결과 천마가루 10% 함유한 실험군인 NGR5 & GR5은 727.74, 802.19 μmol 로 대조군의 3배 이상의 결과 값을 보였다. 천마가루를 첨가한 멥쌀조청의 DPPH값의 범위는 36.70~57.09 μmol , FRAP값의 범위는 53.57~88.53 μmol 이 나왔고, 찹쌀조청은 DPPH값이 41.10~60.33 μmol , FRAP값은 62.24~91.97 μmol 로 분석되었다. 천마조청의 색, 향, 씹힘성, 감미도, 전체적인 기호도를 평가한 결과 대조군보다 멥쌀과 찹쌀 조청에 천마가루의 양이 증가할수록 높은 값을 보였으며, 전체적인 기호도는 천마가루를 7.5% 첨가했을 때가 좋은 것으로 나타났다. 천마가루를 멥쌀과 찹쌀에 첨가하여 고두밥으로 제조한 조청의 일반 성분 및 항산화 활성을 Principal Component analysis (PCA)를 이용하여 biplot으로 나타낸 결과를 보면 첫 번째 주성분 변수(PC1)의 누적설명력이 69.9%이고, 두 번째 주성분 변수(PC2)의 누적설명력은 23.2%로 PC1과 PC2의 누적 기여율은 93.1%가 된다. 주성분 부하(loadings)를 살펴보면 PC1에서 계수가 큰 변수는 1사분면에 위치한 antioxidant analyses (TPC, ABTS, DPPH, FRAP)와 2사분면의 free acidity, sugar, protein, total amino acids, color 변수가 분포하였다. 관능검사 결과 기호도가 높았던 멥쌀 천마조청 (NGR4, NGR5)과 찹쌀 천마조청 (GR3~5)이 PC1의 양의 방향에 분포하였다. 이 중 기호도가 가장 높은 GR3과 GR4는 2사분면에 분포하고 있으며, 항산화 활성과 맛을 결정하는 중요한 요인인 total protein과 total amino acid 변수의 부하 값이 높았다.

이상의 결과 전통음식인 조청을 만들 경우 천마가루를 2.5~10% 수준으로 첨가하여 멥쌀과 찹쌀로 고두밥을 만들어 제조 시 멥쌀 고두밥으로 만든 조청보다는 찹쌀 고두밥으로 만든 조청이 맛을 좌우하는 산도, 단백질 함량과 아미노산 및 항산화 활성 이 더 우수하여 품질이 우수한 조청을 만들 수 있을 것으로 기대된다.

References

「*Jubangmun* (酒方文)」 the mid 1600s. In: Lee HJ editor. 2013. Kyomunsa. Gyeonggido, Korea

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 15th ed. Association of Official Analytical Communities, Washington DC, USA

Bae SM, Park KJ, Shin DJ, Hwang YI, Lee SC. 2001. Preparation and characterization of *Jochung* with Sweet Persimmons. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 44(2):88-91

Bertoncelj J, Dobersek U, Jamnik M, Golob T. 2007. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. Food Chem., 105(27):822-828

Choi DG. 2003. Quality characteristics and preference as

- beverage of *Gastrodia elata* Blume. Masters Degree Thesis, Sangju University, Korea, pp 1-2
- 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
- Chung HS, Ji GE. 1996. Composition and functionality of Chonma. Korean J. Food Sci. Technol., 28:53-57
- Ha JO, Lee SC, Bac HD, Park OP. 2004. Food chemistry. Dooyangsa, Seoul, Korea. pp 218-344
- Jeon ER, Kim KA, Jung LH. 1998. Morphological Changes of Cooked Rice Kernel During Saccharification for *Sikhe*. Korean J. Soc. Food Sci., 14(1):91-96
- Kang MJ, Shin JH. 2012. Quality characteristics of *Jochung* containing various of steamed garlic powder. Korean J. Food Cook. Sci., 28(6):865-870
- Pandey KB, Rizvi SI. 2009. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. Oxid. Med. Cell Longev., 2(5):270-278
- KFDA. 2007. Korea food and drug administration. Food Code. Munyoungsa, Seoul, Korea 154-155
- KFDA. 2011. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. 5-29-7.
- Kim TH, Kim HJ. 1985. A study on the recipe and the characteristic of Yeots by microwave oven. J Korean Home Econ. Assoc., 23(3):55-61
- Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrne DH. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. J. Food Compos. Anal., 19(6-7):669-675
- Lee AJ. 2015. Quality characteristics of *Jochung* Containing Various Level of *Helianthus tuberosus* L Powder. Masters Degree Thesis, Sejong University, Korea, pp 27-49
- 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 sajeon. The Academy of Korean studies. Woongjin press, Seoul, Korea. 15:462-464
- Lee JE, Choi YH, Cho MG, Park SY and 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 and Baek YJ. 1999. Changes of polyphenol contents in unripe apples according to heat treatments. Korean J. Food Sci. Tech., 31(1):147-152
- Lee KH. 1999. The method of *Jochung* preparation with fruits. Korean Patent. pp 62-369
- Lee SK, Joo HK, Ahn JK. 1997. Effect of rice varieties on saccharification in producing *Sikhe*. Korean J. Food Sci. Technol., 29(3):37-42
- 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
- Sant'Ana LDO, Sousa JPLM, Salgueiro FB, Lorenzon MCA, Castro RN. Characterization of Monofloral Honeys with Multivariate Analysis of Their Chemical Profile and Antioxidant Activity. J. Food Sci., 71(1):c135-140
- Cavia MM, Fernández-Muiño MA, Alonso-Torre SR, Huidobro JF, Sancho MT. 2007. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. Food Chem., 100:1728-1733
- Walter M, Marchesan E, Massoni PFS, Da Silva LP, Sartori GMS, Ferreira RB. 2013. Antioxidant properties of rice grains with light brown, red and black pericarp colors and the effect of processing. Food Res. Int., 50:698-703
- Miller, G.L., 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 Cook. Sci., 27(5):545-556
- O, J. 1986. Sinnong herbs. Inmin Hygiene Publishing Co. pp 200-201
- Park JS, NA HS. 2005a. Quality characteristics of *Jochung* containing various level of *Letinus edodes* powder. Korean J. Food Sci. Technol., 37(5):768-775
- Park JS, NA HS. 2005b. Quality characteristics of *Jochung* containing various level of *Letinus edodes* extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34(7): 1082-1090
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M., Rice-Evans C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolourization assay. Free Radical Bio. Med., 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
- Scalbert A, Johnson IT, Saltmarsh M. 2005. Polyphenols: antioxidants and beyond. Am. Soc. Clin. Nutr., 81:215S-217S
- 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

- Nakakuki T. 2002. Present status and future of functional oligosaccharide development in JAPAN. *Pure Appl. Chem.*, 74(7):1245-1251
- Vichapong J, Sookserm M, Srijesdaruk V, Swatsitang P, Srijaranai S. 2010. High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties. *LWT-Food Sci. Technol.*, 43:1325-1330
- Waterhouse AL. 2002. Determination of Total Phenolics. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. University of California, USA, 1.1.1-1.1.8
- Yang HJ, Ryu GH. 2010. Preparation and Characterization of *Jochung*, a Grain Syrup, with Apple. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 39(1):132-137
- Mine Y, Li-Chan E, Jiang B. 2010. *Bioactive Proteins and Peptides as Functional Foods and Nutraceuticals*. Blackwell, Iowa, USA, pp 341-358
- 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 2015.07.01]

Received July 22, 2015; revised August 21, 2015; accepted August 22, 2015