KOREAN J. FOOD COOK. SCI.
Vol. 30, No.1, pp. 076~083 (2014)

ISSN 2287-1780(Print)
ISSN 2287-1772(Online)
http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2014.30.1.076

당종류를 달리하여 제조한 지황정과의 품질특성 및 항산화성

김현정 · 민새롬 · 김미리†
충남대학교 식품영양학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of *Rehmannia glutinosa* JungKwa Prepared with Different Kinds of Sugars

Hyun Jeong Kim · Sae Rom Min · Mee Ree Kim†
Department of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

In this study, we have investigated the quality characteristics and antioxidant activities of *Rehmannia glutinosa* JungKwa (RJ) prepared with different types of sugars (sucrose, isomalto-oligosaccharide, honey or sorbitol). Moisture content was the highest in RJ with honey. The pH level was the highest in RJ with sorbitol, whereas the acidity is the highest in honey. The reducing sugar content is the highest in RJ with honey. The L and a values of Hunter color system showed the highest in RJ with honey, while the b value the highest in RJ with sorbitol. The hardness of texture profile analyses represented the lowest in RJ with sorbitol. Sensory results showed that RJ with sugar was the best in the sensory preference test. The total phenol content was the highest in RJ with honey, while the lowest in RJ with sorbitol. The antioxidant activity determined by IC_{50} values of DPPH and hydroxy radical scavenging activities was the highest in RJ with honey. From these results, it was suggested that RJ with honey show the highest antioxidant activity.

Key words: *Rehmannia glutinosa*, JungKwa, kinds of sugar, antioxidant activity, quality characteristics

Ⅰ. 서 론

지황(地黃, *Rehmannia glutinosa* Radix)은 현삼과 식물로 약용으로 재배되고 있으며, 한의학에서는 뿌리의 날것을 생지황이라하고, 말린 것은 건지황, 쪄서 말린 것을 숙지황이라고 한다(Oh HL 등 2013). 지황의 성분으로는 phytosterol류, 당류, 아미노산, iridoid glycosides, inorganic elements, chryseoriol, luteoline 등이 있다(Hong SP 등 1993). 지황은 예로부터 자음, 보혈 및 강장의 효능이 있고 음허발열, 소갈, 혈붕, 월경불순, 태동불안, 음허변비를 치료하여 한약재로써 사용되었다(Lee SY 등 2011). 최근 연구에 의하면 *Lactobacilli* 및 *Bifidobacterium*과 같은 유산균을 이용하여 발효한 지황은 항산화, 혈압강하, 혈당강하에 효과가 있다고 보고한 바 있다(Kim EH 등 2012). 지황과 관련된 연구로는 지황 및 숙지황 분말의 품질 및 항산화 특성(Oh HL 등 2013), 지황과 발효지황의 생리활성 비교 연구(Kim EH 등 2012), 베타아밀로이드로 유도된 신경세포사멸에 대한 지황 및 지황식초의 보호효과(Song HI 와 Kim KJ 2007), 생지황이 Streptozotocin으로 유발된 고혈당 생쥐에 미치는 영향(Kim JH 2004)가 있다. 이렇듯 많은 연구에서 지황은 각각의 포제방법에 따라 우수한 효능이 널리 알려져 있고 한방에서는 널리 이용되고 있으나, 식품소재로써 가공 및 조리에 대한 연구는 많지 않은 실정이다. 이에 지황의 쓴 맛을 보완하고, 한약재의 성격을 식품으로써 이용하기 위해 한국 전통식품인 정과로 만들어보고자 하였다.

정과(正果)는 한과류로 예부터 연근, 도라지, 유자, 생강, 인삼을 꿀과 설탕에 졸여 식물의 향기와 설탕과 꿀의 단맛을 이용한 과정류이다(Cho SH 등 1984).「수운잡방」(1481~1552)에 의하면 정과류 중 가장 먼저 이용된 식품은 생강정과와 동아정과이며 인삼정과는 뒤이어 이용되었다고 기록되고 있으며 최근 정과류는 식물 몸체를 그대로 살려 건강 및 기호식품으로 자리 잡고 있는 실정이다(Lee KS 등 2009). 정과에 관한 연구로는 연근정과의 재료 및 조리방법에 관한 연구(Cho SH 등 1984), 인삼정과의 제조과정에 따른 품질학적 특성(Lee KS 등 2009), 맥문동 열수추출액을 이용한 인삼정과의 품질특성(Lee KS 등 2010), 오미자 첨가 도라지 정과의 제조와 저장 중

†Corresponding author: Mee Ree Kim, Department of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
Tel: +82-42-821-6837
Fax: +82-42-821-8887
E-mail: mrkim@cnu.ac.kr

품질변화(Kwon HJ와 Park CS 2011), 대추 정과 제조를 위한 제조조건의 최적화(Hong JY 등 2011), 당 첨가량에 따른 송이정과의 물성 및 관능 특성(Park ML 등 2006)에 대한 연구가 이루어져왔다.

최근에는 설탕의 대용으로 새로운 감미료에 대한 연구가 보고되면서 이를 이용한 조리가 다양해지고 있다. 당 종류에 따라 제품의 보습성, 흡습성, 점도, 전분질 식품의 노화 방지, 분해 및 착색에 대한 안정성 등에 영향을 주어, 최종 제품의 물리화학적 특성이 달라진다(Yang MO 등 2009). 당 종류를 달리하여 조리한 연구에는 인삼정과(Song MR 등 2010), 콩설기(Kweon SY 등 2012), 하수오 머핀(Park GS 등 2011), 쿠키(Lee GC 등 2011), 모시대 분말 첨가 현미다식(Kim AJ 등 2010), 첨가한 당의 종류와 제분방법이 다른 찹쌀가루를 이용한 인절미(Kim JO 등 2000), 연잎 다식(Yang MO 2009), 깨다식(Kim JS 등 2003) 등이 있다.

본 연구에서 다양한 생리활성을 갖는 지황을 당 종류를 달리하여 제조하였을 때 품질특성을 조사하여 기능성이 높은 제품을 개발하고자 한다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 생지황은 금산군 농업기술센터에서 공급받았고, 첨가되는 당 종류는 백설탕(100% 원당, CJ, Incheon, Korea), 꿀(사양벌꿀, 고려인삼주식회사, Wonju, Korea), 이소말토올리고당 및 솔비톨을 사용하였으며 이소말토올리고당 및 솔비톨은 삼양제넥스에서 제공받아 사용하였다.

2. 지황정과 제조

지황정과 제조는 Lee KS 등(2009)의 방법을 일부 변경하여 제조하였고, 그 제조공정은 Fig. 1과 같다. 솔로 깨끗이 세척한 생지황 600 g을 솥에 가지런하게 담고 물 1.2 kg을 가하여 첨가한 물의 온도가 100℃가 되도록 강한 불로 승온한 후 이 온도에서 5분간 데쳤다. 한 번 데친 후에 솥에 넣은 물의 반량인 600g의 물을 빼낸 후 데친 지황에 설탕, 이소말토올리고당, 꿀 또는 솔비톨을 각각 720 g을 가하고 95±2℃의 당액 온도에서 한 시간 정도 졸인 후 24시간 방치하여 당용액에 침지된 채로 24시간 방치 후 다시 졸이는 과정을 5회 반복하였다.

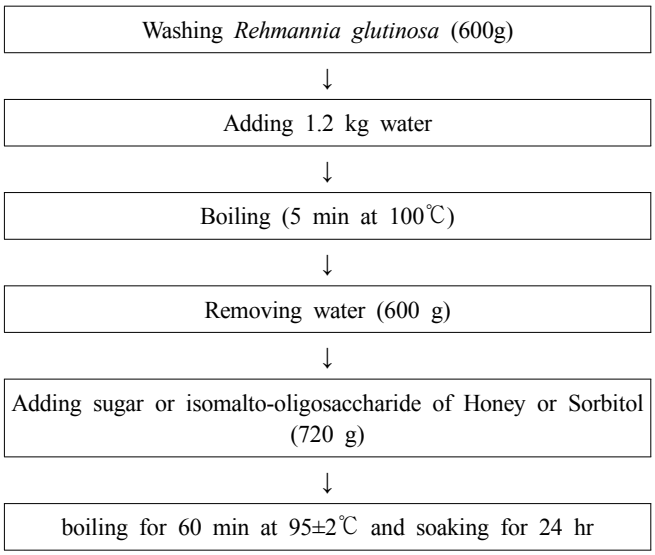


Fig 1. Procedure preparing *Rehmannia glutinosa* JungKwa

3. 실험방법

(1) 수분함량 측정

지황정과 및 정과액의 수분함량은 각 시료 1 g을 취하여 적외선 수분 측정기(ISCO, US/Retriever 500, Sartorius, Frankfurt, Germany)를 사용하여 측정하였으며 시료는 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

(2) pH 및 산도 측정

pH는 AOAC method(1990)를 적용하여 정과액 10 g을 90 mL의 증류수와 함께 넣고 균질화 하였다. 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 pH meter (SP-701, Suntex, Taipei, Taiwan)로 측정하였다.

산도는 AOAC method(1990)를 적용하여 정과액 10 g을 취하여 90 mL의 증류수를 첨가한 뒤 3,000 rpm 에서 15분간 원심분리한 후 상등액 10 mL를 취하여 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH 양(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 총산 함량을 표시하였다.

(3) 당도 및 환원당 측정

당도는 정과액 10 g에 증류수 90 mL를 균질화 한 후 원심분리(3,000 rpm, 20 min)하여 당도계(N-1E Brix 0~32%, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 환원당은 당도 측정의 시료와 같은 시료로 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)에 의한 비색법으로 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 glucose(Sigma-Aldrich, St. Louis, Mo, USA)를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

(4) 색도 및 흡광도 측정

색도는 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness) 및 b값(황색도, yellowness)을 3회 반복 측

정하여 평균값으로 나타내었다. 정과는 최대한 곱게 갈아 패트리디쉬 (50×12 mm)에 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 108.95, a값 -1.01, b값 -4.58인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. 흡광도는 정과액 10 g에 증류수 90 mL를 균질화 한 후 원심분리(3,000 rpm, 20 min)한 것을 시료로 하여 분광광도계를 이용하여 420 nm에서 측정하였다.

(5) 조직감 측정

지황정과의 조직감 특성을 알아보기 위하여 Texture analyser (TA/XT2, Stable Micro System Ltd., London, England)를 사용하여 probe(Φ 3 mm, cylinder type)를 연속 2회 압착하였을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다.

이 때 probe는 p 5를 이용하였고, Set Method는 graph type: force vs time, force threshold 5.0 g, contact force 5.0 g, pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, post-test speed 2.0 mm/s로 하였으며 distance 는 50%로 하였다.

(6) Total phenol 함량

졸임 횟수에 따른 지황정과의 Total phenol함량을 알아보기 위해 페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 Folin-Denis법 (Singleton VL와 Rossi JA 1965)으로 측정하였다. 시료 1.5 g에 MeOH로 50 mL mass up 한 후 12시간 동안 교반하여 3,000 rpm으로 4℃에서 10분간 원심 분리하여 얻어진 상징액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물을 PBS buffer로 녹인 20 mg/mL 시료용액에 Folin-Denis 시약과 Na_2CO_3 포화용액을 넣고 암소에서 30분 반응시킨 후, 흡광도 760 nm에서 측정하였다. Standard curve는 tannic acid(Yakuri Pure hemicals Co., Ltd, Kyoto, Japan)를 여러 농도로 희석하여 반응시켜 사용하였다.

(7) DPPH radical 소거능

시료 1.5 g에 메탄올 50 mL를 넣은 후 12시간 동안 150 rpm으로 교반추출 후 3,000 rpm, 4℃에서 10분간 원심분리하여 얻어진 상징액을 취해 filter paper로 거른 뒤 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물에 메탄올을 넣어 100 mg/mL 농도가 되도록 첨가하여 추출물 용액을 제조한 뒤 시료 용액으로 사용하였다. 각각의 희석한 시료 용액 (5, 10, 20, 40, 80배) 50 $\mu\ell$에 150 $\mu\ell$의 1.5×10^{-4} mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액을 가한 후 30분간 실온에서 방치한 뒤 엘라이저(Mutiskan, Thermo Labsystems, Helsinki, Finland)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하여 라디칼 소거능(%)을 다음 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC_{50}값을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect(\%)} = \frac{Abs_{DPPH} - Abs_{sample}}{Abs_{DPPH}} \times 100$$

(8) Hydroxyl radical 소거능

시료 1.5 g을 메탄올 50 mL를 넣고 150 rpm에서 12시간 동안 잘 교반하여 3,000 rpm, 4℃에서 10분간 원심 분리하여 얻어진 상징액을 취해 filter paper로 거른 뒤, evaporator로 용매를 휘발하여 추출물을 얻었다. 추출물을 100 mg/mL 농도가 되도록 PBS buffer로 녹인 뒤 사용하였다. 각각의 시료를 희석한 뒤(5, 10, 20, 40, 80배) , 시료용액 0.15 mL에 PBS buffer 0.35 mL, 3 mM deoxyribose, 0.1 mM ascorbic acid, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM $FeCl_3$, 1 mM H_2O_2 용액을 각각 0.1 mL씩 순서대로 넣어 잘 교반한 후 37℃에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 2% TCA용액 1mL과 1% TBA용액 1 mL을 넣고 잘 섞어 100℃에서 20분간 반응시킨 후 냉각하여 원심분리한 뒤 상징액을 취하여 분광광도계를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였으며 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC_{50}값 을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect(\%)} = \frac{Abs_{blank} - Abs_{sample}}{Abs_{blank}} \times 100$$

(9) 관능평가

당 종류로 조리한 지황정과에 대한 관능적 차이를 알아보고자 품질 차이를 구별할 수 있는 충남대학교 식품영양학과 대학생 및 대학원생 14명을 패널로 선정하여 7점 척도법을 사용하여 지황 냄새 및 단맛, 쓴맛에 대한 특성차이 검사를 실시하였다. 한편, 대학생 30명을 대상으로 외관, 맛, 냄새, 씹힘성, 부착성, 전체적인 수용도(1점 : 매우 싫다, 7점 : 매우 좋다)에 대해 기호도 검사를 실시하였다. 시료는 균일한 크기로 잘라서 3자리 난수를 표기한 백색의 접시에 담아 물(20±5℃)과 함께 제시하였다.

(10) 통계처리

지황정과의 실험 결과는 Windows SPSS 19.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago IL, USA) 프로그램을 이용하여 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)을 실시하였고 유의성이 있는 경우 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 수분함량 및 pH, 산도

당 종류에 따른 지황정과의 수분함량을 측정한 결과는 Table 1와 같다. 꿀이 34.59%로 가장 높았고 이소말토올리고당, 솔비톨 순이었으며 설탕을 첨가하여 제조한 지황정과의 수분함량이 17.28%인 것과 비교하여 설탕을 제외한 당을 첨가한 정과의 수분함량이 큰 차이로 높게 나타났다(p<0.05). 정과액의 수분함량은 꿀, 솔비톨, 이소말토올리고당 순으로 높았고 꿀로 제조한 정과와 나머지 당의 정과액의 수분함량이 유의적 차이를 보였다(p<0.05). 꿀의 보수력이 다른 당에 비해 높아 꿀로 제조한 정과 및 정과액의 수분함량이 높게 나타난 것으로 보인다. 또한, 이소말토올리고당의 물리적 성질 및 생리학적 특성(Kim JR 등 1995)의 연구에 의하면 이소말토 올리고당은 설탕에 비하여 수분보습의 효과가 높다고 보고하였고, 당 종류를 달리한 하수오 머핀의 수분함량은 이소말토 올리고당 첨가 하수오 머핀이 설탕 첨가 하수오 머핀보다 높은 것으로 보였다(Kim JR 등 1995).

정과액의 pH는 솔비톨이 5.27로 가장 높았으며 꿀이 4.80으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 그와 반대로 산도는 솔비톨이 가장 낮고 꿀이 가장 높은 값을 보였다. 이는 솔비톨이 정과에 첨가한 다른 당과 화학식 구조가 다른 당알콜류인 데서 기인한 것으로 보인다.

2. 당도 및 환원당 함량

당 종류에 따라 제조한 정과의 당도 및 환원당을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 정과 및 정과액의 환원당 함량은 꿀, 이소말토올리고당, 설탕, 솔비톨 순으로 높은 값을 보였다. 정과 및 정과액의 환원당 함량이 가장 높게 나타나는 꿀은 각각 35.49%, 51.33%이었고 솔비톨을 첨가하여 제조한 정과 및 정과액의 환원당 함량이 0.52%, 0.65%로 다른 당에 비해 큰 차이로 낮은 값을 보였다. 당알콜인 솔비톨 자체에는 환원당이 거의 없으므로 측정된 환원당은 열 조리하는 과정에서 지황으로부터 용출된 것으로 사료된다.

당도는 설탕이 81.0 °Brix로 가장 높은 값을 나타내었고 꿀이 65.3 °Brix로 가장 낮았다. 또한 정과액의 환원당 함량 및 당도의 결과 값은 모두 유의적 차이를 나타냈다(p<0.05). 꿀이 솔비톨보다 훨씬 많은 환원당을 함유함에도 불구하고 당도가 솔비톨보다 낮게 나온 것은 꿀의 보수력으로 인해 수분을 많이 보유하여 솔비톨을 첨가하여 제조한 지황정과액보다 당이 희석되었기 때문으로 보인다.

Table 1. Moisture content, pH and acidity of *Rehmannia glutinosa* JungKwa and syrup using different sugars.

Sugars	JungKwa	Syrup		
	Moisture(%)	Moisture(%)	pH	Acidity(%)
Sucrose	17.28±0.11[1)c2)]	20.19±0.41[b]	4.92±0.05[ab]	0.19±0.01[a]
Isomalto-oligosaccharide	24.31±0.66[b]	22.61±1.10[b]	4.99±0.26[ab]	0.18±0.02[a]
Honey	34.59±1.63[a]	31.19±6.91[a]	4.80±0.33[b]	0.19±0.02[a]
Sorbitol	22.64±0.36[b]	23.90±0.66[b]	5.27±0.08[a]	0.13±0.02[b]

1) Values are mean±SD of triplicate determinations.
2) Values with different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

Table 2. Reducing sugar and sugar content of *Rehmannia glutinosa* JungKwa and syrup using different sugars.

Sugars	Jungkwa	Syrup	
	Reducing sugar (%)	Reducing sugar (%)	Sugar content(oBrix)
Sucrose	17.99±0.45[1)b2)]	24.71±0.83[c]	81.0±0.2[a]
Isomalto-oligosaccharide	34.94±1.38[a]	45.88±1.75[b]	76.5±1.3[b]
Honey	35.49±0.59[a]	51.33±1.31[a]	65.3±2.5[d]
Sorbitol	0.52±0.04[c]	0.65±0.23[d]	72.1±0.9[c]

1) Values are mean±SD of triplicate determinations.
2) Values with different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

3. 색도 및 흡광도

당 종류에 따라 제조한 정과의 색도 및 흡광도를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 당 종류 중 꿀을 이용하여 정과를 제조할 경우 갈색화가 심하여 육안으로 볼 때 진갈색을 띠는 정도가 가장 심하였고, L-value는 꿀을 이용하여 제조한 정과가 9.00로 가장 높은 결과를 보여주었다. 설탕에 의한 정과제품의 황색도는 2.15로 가장 낮은 값을 보여주었고, 꿀이 2.76, 이소말토올리고당이 2.82, 그 다음이 솔비톨만으로 정과를 제조하였을 경우 황색도가 2.89로 가장 높은 결과를 보여주었다. 또한 490nm에서 정과액의 흡광도를 측정한 결과 설탕과 이소말토올리고당으로 제조한 정과액의 흡광도는 0.99로 나타내었고, 꿀로 제조한 정과액이 1.01로 가장 높았으며 솔비톨로 제조한 정과액은 0.84로 다소 낮은 값을 보였다. 이는 최종 정과제품의 당도가 높아 제품이 완료되었을 경우 당의 종류에 따라 과포화에 의한 석출현상이 당의 특성에 따라 다르게 일어남으로써 최종제품의 색도 및 흡광도는

Table 3. Color of *Rehmannia glutinosa* JungKwa and syrup using different sugars.

Sugars	Jungkwa			Syrup
	L-value	a-value	b-value	O.D. at 420nm
Sucrose	6.83±0.03[1)d2)]	1.35±0.16[c]	2.15±0.02[c]	0.99±0.00[b]
Isomalto-oligosaccharide	8.59±0.02[c]	2.04±0.08[b]	2.82±0.02[ab]	0.99±0.00[b]
Honey	9.00±0.11[a]	2.46±0.16[a]	2.76±0.06[b]	1.01±0.00[a]
Sorbitol	8.88±0.05[b]	2.09±0.07[b]	2.89±0.06[a]	0.84±0.00[c]

1) Values are mean±SD of triplicate determinations.
2) Values with different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

당 종류에 따라 크게 영향이 미침을 알 수 있었다. 따라서 정과제조 시 갈색화 정도를 조절하기 위해서는 당을 적절하게 이용할 필요가 있을 것으로 본다. 일반적으로 지황은 증숙하게 되면 건지황에 비하여 열처리에 의해 밝기, 적색도 및 황색도가 감소하게 되는데 이는 지황 자체에서도 당과 유리아미노산이 함유되어 있어서 가열처리에 의하여 갈색화 반응이 일어나는 경향이 있는데(Song MR 등 2007) 본 연구에서도 같은 결과를 보여준다. 특히 당을 인위적으로 첨가하여 졸이는 과정을 거치기 때문에 졸이는 시간이 증가함에 따라 갈색화는 더욱 촉진되어짐을 알 수 있다(Lee KS 등 2009). 당 종류마다 지황정과 제품은 갈색화 차이가 인정되지만 대부분 시각적인 측면에서 볼 때 상당히 진한 갈색에 가까운 색도를 보이는데 color meter에 의하여 색도를 측정할 경우 적색도와 황색도로 표현할 경우 진한 갈색으로 인하여 그 결과 값이 수치상으로는 작은 값을 보임을 볼 수 있었다. 이는 Park ML 등(2006)이 당 첨가량에 따라 송이정과 제조 시 당 첨가량이 높아짐에 따라 정과의 색도변화는 밝기, 적색도 및 황색도 모두 감소하는 결과를 나타내었다고 보고한 것과 같은 결과를 보여주었다.

4. 조직감

당 종류에 따라 제조한 지황정과 제조 시 경도를 비롯한 6종의 물성 값을 측정한 결과는 Table 4과 같다. 당은 단당류 및 이당류 또는 이당류의 구성당 등에 따라서 당도와 물성학적인 특성이 다르다(Hwang TY 등 1998, Han JY 등 2003). 따라서 지황정과 제조 시 첨가 당 종류에 따라서 졸여진 정과의 물성은 다르게 나타나게 된다. Hardness가 가장 높은 것은 설탕을 이용한 정과이었고 가장 낮은 것은 솔비톨을 이용한 정과이었다. Adhesiveness는 hardness와 달리 설탕을 이용한 것보다 꿀을 이용한 정과가 더 높은 경향을 보였다. Cohesiveness와 Gumminess는 설탕을 이용한 정과가 각각 0.64와 131.15 로 가장 높은 값을 보였으며 이에 반해 솔비톨을 이용한 정과는 각각 0.35과 58.91 로 가장 낮은 값을 보였다. Springiness는 설탕을 이용한 정과가 가장 높았고 이소말토올리고당을 이용한 정과가 가장 낮았으나 cohesiveness와 gumminess의 결과 값보다는 큰 차이가 나지 않았다. Chewiness는 설탕을 이용한 정과에서 가장 높았고 뒤이어 이소말토올리고당을 이용한 정과가 높았으며 솔비톨을 이용한 정과는 다른 당에 비하여 상당히 낮은 값을 보였다. 설탕으로 제조한 지황정과의 조직감은 Adhesiveness를 제외하고 다른 당에 비해 높은 값을 보였고 관능적인 기호도도 가장 우수하지만 향과 조직감에 의한 기호도를 충족시키기 위해서는 2종류 이상의 당을 첨가하여 품질을 향상시킬 필요가 있을 것으로 본다.

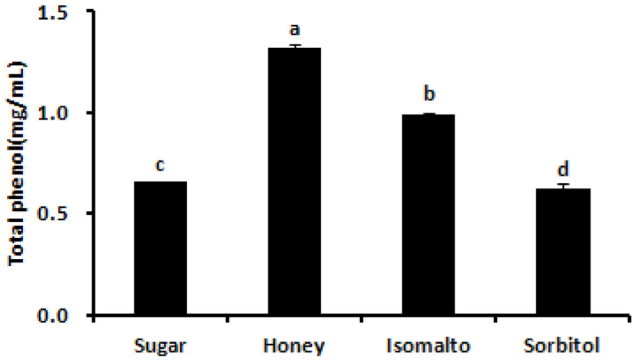
5. Total phenol 함량

당 종류에 따라 제조한 지황정과의 Total phenol함량을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 꿀을 이용하여 제조한 정과의 Total phenol함량은 1.32 mg/mL로 다른 당으로 만든 정과보다 유의적으로 총 페놀함량이 많았고(p<0.05) 이소말토올리고당, 설탕, 솔비톨 순으로 나타났다. Isnandia Andréa Almeida da Silva 등(2013)의 연구에 의하면 꿀에는 phenolic compound가 많이 함유되어 있다. 또한 꿀에 있는 phenolic compound가 산화적 스트레스와 관련된 질병을 예방하는 역할을 한다고 보고했다. 따라서 꿀을 이용

Table 4. Texture properties of *Rehmannia glutinosa* JungKwa and syrup using different sugars.

Sugars	Hardness	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Sucrose	253.88±27.34[1)a2)]	-108.26±11.45[d]	0.90±0.02[a]	0.64±0.04[a]	131.15±14.79[a]	100.25±8.13[a]
Isomalto-oligosaccharide	249.02±20.94[a]	-44.84±4.71[c]	0.81±0.02[b]	0.59±0.06[a]	121.58±8.92[a]	89.31±8.91[a]
Honey	238.40±35.44[a]	-16.63±1.88[a]	0.83±0.02[b]	0.45±0.02[b]	119.09±12.33[a]	88.12±13.16[a]
Sorbitol	220.28±17.16[a]	-27.18±3.92[b]	0.83±0.03[b]	0.35±0.07[c]	58.91±5.83[b]	74.76±1.98[b]

1) Values are mean±SD of triplicate determinations.
2) Values with different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05) by Duncan's multiple range test.



All values are Mean±S.D. Different superscripts in the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

Fig. 2. Total phenol contents of *Rehmannia glutinosa* JungKwa using different sugars.

하여 정과를 졸인다면 다른 당으로 졸인 정과보다 높은 항산화효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

6. DPPH radical 소거능

당 종류에 따른 지황정과의 DPPH radical 소거능의 IC50 측정 결과는 Fig. 3와 같다. 꿀로 졸인 지황정과의 IC50값이 13.04 mg/mL로 가장 낮은 수치를 보였고, 이소말토올리고당, 솔비톨, 설탕으로 졸인 지황정과의 IC50값은 각각 20.97, 22.63, 28.30 mg/mL로 나타났다. Kim HK 등(2010)의 연구에 의하면 벌꿀에는 플리보노이드, 페놀산, 각종효소(glucose oxidase, catalase 등), 비타민 C, 유기산, 아미노산 등 항산화 활성과 관련된 물질이 많다고 보고했다. 또한 앞서 실험한 Total phenol측정 결과 꿀로 졸인 지황정과의 Total phenol값이 가장 높게 측정된 것이 DPPH실험 결과에서 가장 낮은 IC50값으로 측정된 결과와 일치하는 것으로 보인다.

7. Hydroxyl radical 소거능

Hydroxy radical (·OH)은 반응성이 매우 강한 활성산

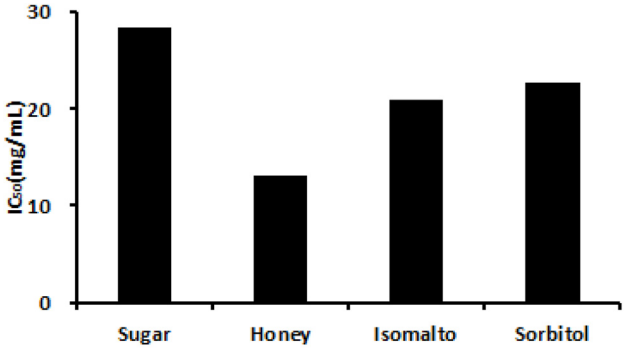


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of *Rehmannia glutinosa* JungKwa using different sugars.

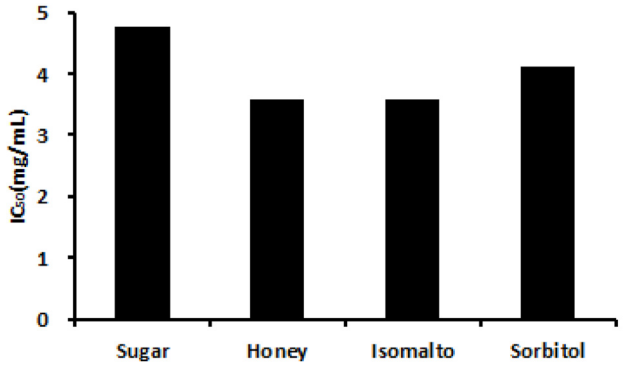


Fig. 4. Hydroxyl radical scavenging activity of *Rehmannia glutinosa* JungKwa using different sugars.

소로, 생체 산화에 주된 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Kim HJ 등 2011). Hydroxyl radical 소거활성이 지질과산화 과정의 진행에 직접적으로 방해하거나 활성화된 산소종을 소거함으로써 연쇄반응을 저해한다고 보고하였다(Manian 등 2008). 당 종류에 따른 지황정과의 hydroxyl radical 소거능의 IC_{50} 측정 결과는 Fig. 4와 같다. 설탕, 꿀, 이소말토올리고당, 솔비톨로 졸인 지황정과의 IC_{50}값은 각각 4.75, 3.57, 3.58, 4.11 mg/mL로 DPPH실험 결과의 경향과 일치하였다.

8. 관능적 특성

당 종류를 달리하여 제조한 지황정과의 물성적인 측면에서 관능평가를 실시한 결과 Table 5와 같다. 일반적으로 정과는 당을 첨가한 후 열을 가하여 졸이는 처리를 한 제품으로 당 첨가량, 당 종류의 혼합비율 및 졸이는 시간에 따라 물성이 상당히 차이가 난다(Lee NH 등 2006, Lee TW 등 1991, Hwang TY 등 1998, Han JY 등 2003). 단맛을 측정한 항목에서 설탕으로 제조한 지황 정과가 5.5점으로 가장 높이 평가되었으며, 다른 당을 첨가한 지황정과와 유의적인 차이가 나타났다($p<0.05$). 또한 설탕으로 제조한 지황정과는 지황 특유의 쓴맛도 가장 낮게 나타냈다. 지황 향을 평가하는 부분에서는 꿀이 3.8로 가장 높았고 설탕이 가장 낮은 2.8을 나타냈다. 정과에서 섭취 시 씹힘성 및 부착성에 대해서 가장 관심도가 높은데 씹힘성은 설탕과 이소말토올리고당이 비슷한 정도였으나 부착성은 설탕이 다른 당에 비해 월등하게 강한 것으로 평가되었다. 솔비톨을 이용하여 제조한 정과는 대체로 관능특성이 낮게 평가되었고 전체적인 기호도도 가장 낮게 평가되었다. 반면 설탕으로 졸인 정과는 강한 단맛과 적은 쓴맛, 외관 등이 기호적인 측면에서 가장 높은 선호도를 나타냈지만 향이 약하고 부착성이 강하여 치아에 잘 들러붙는 것이 단점으로 지적되었다. 따라서 정과 제조 시 사용당의 종류에 따라 색과 물성에 큰 차이가 있으므로 성분, 색도 및 물성적인 측면 등 전반적으로 품질

Table 5. Sensory properties of *Rehmannia glutinosa* JungKwa using different sugars.

		Sucrose	Isomalto-oligosaccharide	Honey	Sorbitol
Intensity	Reh[1]. flavor	2.8±1.5[2)a3)]	3.6±1.3[a]	3.8±1.3[a]	3.3±1.8[a]
	Sweet taste	5.5±1.3[a]	3.3±0.9[b]	3.6±1.3[b]	4.0±1.0[b]
	Bitter taste	2.9±1.2[a]	4.0±1.6[a]	3.5±1.7[a]	3.6±1.4[a]
Acceptability	Appearance	4.9±1.2[a]	4.1±1.0[ab]	3.7±1.3[b]	3.6±1.2[b]
	Smell	3.6±1.1[b]	4.4±1.2[ab]	4.7±1.3[a]	3.6±1.3[b]
	Taste	4.4±0.8[a]	4.0±1.6[a]	3.6±1.2[a]	3.5±0.7[a]
	Chewiness	4.5±1.2[a]	4.5±1.2[a]	3.9±1.2[ab]	3.1±1.3[b]
	Adhesiveness	4.1±0.8[a]	3.9±1.3[ab]	3.1±1.2[bc]	2.6±0.9[c]
	Overall-acceptability	4.6±0.9[a]	4.1±1.5[ab]	4.2±1.5[ab]	3.5±1.2[b]

1) Rehmannia
2) Values are mean±SD of triplicate determinations.
3) Values with different superscripts within a column indicate significant difference ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

을 향상시키기 위해서는 당을 한 종류로만 이용하기보다는 2종류 이상의 당을 적절하게 혼합하여 물성적인 측면에서 품질을 향상시킬 필요가 있을 것으로 본다.

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구에서 당 종류를 달리하여 제조한 지황정과의 품질 특성 및 항산화성을 분석하여 지황정과의 품질향상을 위한 기초자료를 얻고자 하였다. 생지황을 끓는 물에 5분간 데친 후 설탕, 꿀, 이소말토올리고당 또는 솔비톨을 각각 넣어서 60분간 졸인후 24시간 당침하여 제조하였다. 지황정과의 수분함량은 꿀로 만든 지황정과가 가장 높았고 설탕이 낮았다. 솔비톨로 만든 정과가 pH 가 가장 높은 반면 산도는 낮았다. 환원당 함량은 꿀로 제조한 정과가 가장 높았고 솔비톨로 제조한 정과는 다른 당보다 낮은 값을 보였다. 설탕으로 제조한 정과의 명도, 적색도, 황색도가 가장 낮았으며 꿀로 제조한 정과의 명도 및 적색도가 가장 높았고 솔비톨로 제조한 정과는 황색도가 가장 높은 값을 보였다. 조직감 중 adhesiveness, cohesiveness, gumminess, chewiness 값이 설탕으로 제조한 정과가 높았고, 솔비톨 정과는 낮았다. 관능평가에서 설탕으로 제조한 정과가 외관과 맛으로는 가장 높은 선호도를 나타냈지만 향이 약하고 부착성이 강하다는 단점이 있어 정과제조 시 전반적인 품질 및 기호성을 높이기 위해서는 당의 종류와 혼합비를 적절하게 처리할 필요가 있을 것으로 본다. 꿀로 조리한 지황정과의 Total phenol 값이 가장 높게 측정되었고, DPPH, Hydroxyl실험 결과 라디칼 소거능이 가장 높은 것으로 나타났다. 이를 통해 지황정과를 꿀로 졸이면 다른 당으로 조리하는 것보다 항산화 효능이 높을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 연구는 2012년도 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었음

References

Almeida da Silva IA, Sarmento da Silva TM, Camara CA, Queiroz N, Magnani M, Santos de Novais J, Bastos Soledade LE, Edeltrudes de Oliveira Lima, Lucia de Souza A, Gouveia de Souza A. 2013. Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil Food Chem 141(4) : 3552-3558

Cho SH, Kang RK, Lee HG. 1984. A study on the ingredients preparation method of lotus root jung kwa. J Korean Soc Food Sci Nutr 13(1) : 42-50

Han JY, Hwang SH, Youn KS, Kim NW, Shin SR. 2003. Optimization for the sugaring process of yam for snack food response surface methodology. Korean J Food Preserv 10(3) : 320-325

Hong JY, Nam HS, Youn KS, Woo SC, Shin SR. 2011. Optimization of process condition for processing of jujube fruit Jungkwa. Korean J Food Preserv 18(4) : 527-534

Hong SP, Kim YC, Kim KH, Park JH, Park MK. 1993. Characteristic component of Rehmanniae radix preparata compared to rehmanniae radix and rehmanniae radix crudus. Anal Sci Technol 6(4) : 401-404

Hwang TY, Kim JH, Kim JK, Moon KD. 1998. The effects of microwave heating on the texture of sugared chestnuts. Korean J Food Sci Technol 30(3) : 569-573

Kim AJ, Joung KH, Park WJ. 2010. Quality characteristics of brown rice dasik using seattered-flower ladybell powdered of various sugar. J Korea Acad Industr Coop Soc 11(11) : 4449-4454

Kim EH, Kim KS, Ohae SK, Kim BS, Kang JS. 2012. Comparison of biological activities on Rehmanniae radix and fermented Rehmanniae radix. Korean J Orient Physiol Pathol 26(3) : 306-313

Kim HJ, Lee JY, You BR, Kim HR, Choi JE, Nam KY, Moon BD, Kim MR. 2011. Antioxidant Activities of Ethanol Extracts from Black Ginseng Prepared by Steaming-Drying Cycles. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(2) : 156-162

Kim HK, Lee MY, Hong IP, Chio YS, Kim NS, LEe ML, Lee SC. 2010. Antioxidant an antimicrobial capacity of several monofloral honey correlation with phenolic and flavonoid contents. Korean J Agriculture 25(4) : 275-282

Kim JO, Shin MS. 2000. Effect of sugar on the textural properties of Injulmi made from waxy rice flours by different milling methods. Korean J Hum Ecol 3(2) : 68-76

Kim JR, Yook C, Kwon HK, Hong SY, Park CK, Park KH. 1995. Physical and physiological properties of isomaltooligosaccharides and fructooligosaccharides. Korean J Food Sci Technol 27(2) : 170-175

Kim JS, Han YS, Yoo SM, Kim HR, Chun HK. 2003. Quality chracteristics of sesame dasiks according to amount and the kind of sweetener. Korean J Food Cook Sci 19(3) : 280-285

Kim JS. 2004. Effect of Rhemanniae radix on the hyperglycemic mice induced with streptozotocin. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(7) : 1133-1138

Kweon SY, Kim JM. 2012. Change in the quality characteristics of kongsulgidduk according to the amount of sugar added and the type of sweeteners used. Korean J Food culture 27(6) : 695-701

Kwon HJ, Park CS. 2011. Development and quality characteristics of bellflower root jeonggwa added omija (Schizandra chinensis baillon) during storage. Korean J Food Preserv 18(3) : 279-287

Lee GC, Kim GH, Kang BS. 2011. Effects of the kind and mixture ratio of sugars on the physical and sensory characteristics of sugar snap cookies. J Korean Soc Food Sci Nutr 24(2) : 239-245

Lee KS, Kim GH, Kim HH, Song MR, Kim MR. 2009. Quality characteristics of ginseng jung kwa and jung kwa solution in jung kwa process. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(5) : 587-593

Lee KS, Kim GH, Seong BJ, Kim HH, Song MR, Kim MR, Lee GH. 2010. Physicochemical characteristics of ginseng jungkwa produced with hot-water extract from maegmundong (Liriope platyphylla tubers). J Korean Soc Food Sci Nutr 39(12) : 1819-1825

Lee NJ, Lee SJ, Shin YM. 2006. Effect of heating conditions on physical properties of model hard candy. Food Eng Prog 10(2) : 125-130

Lee SY, Yean MH, Kim JS, Lee JH, Kang SS. 2011. Phytochemical studies on Rehmanniae radix. Korean J Pharmacogn 42(2) : 217-137

Lee TW, Lee YH, Yoo MS, Rhee KS. 1991. Instrumental and sensory characteristics of jelly. Korean J Food Sci Technol 23(3) : 336-340

Manian R, Anusuya N, Siddhyraju P, Manian S. 2008. The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of Camellia sinensis (L.) O. Kuntz, Ficus bengalensis L. and Ficus racemosa L. Food Chem 107(3) : 1000-1007

Oh HL, Kim CR, Kim NY, Jeon HL, Doh ES, Kim MR. 2013. Characteristics and antioxidant activities of Rehmanniae radix powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(1) : 62-67

Park GS, Bae MJ, Seo GJ. 2011. Quality characteristics of the Hasuo(Polygoni multiflori Radix) muffin prepared with different types of sweeteners. Korean J Food Preserv 18(6) : 836-843

Park ML, Choi SK, Jung IC, Byun GI. 2006. Rheological and sensory characteristics of pine mushroom Jung-Gwa by different amount of saccharide(honey and oligosaccharide). Korean J Food Culture 21(6) : 695-701

Song DS, Woo KS, Seong NS, Kim KY, Jeong HS, Lee HB. 2007. Changes in quality of Rehmanniae radix Preparata with heating conditions. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(6) : 773-778

Song HI, Kim KJ. 2007. Protective effects of Rehmannia glutinosa extract and Rehmannia glutinosa vinegar against b-amyloid-induced neuronal cell death. Korean J Orient Physiol Pathol 21(1) : 190-198

Song MR, Kim MR, Kim HH, Chu S, Lee KS. 2010. Quality characteristics of ginseng jung kwa obtained by different sugar treatments. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(7) : 999-1004

Yang MO. 2009. Quality characteristics of lotus leaf dasik prepared with various sweeteners. J East Asian Soc Diet Life 19(3) : 437-443

Received on Jan. 24, 2014/ Revised on Feb.3, 2014/ Accepted on Feb. 19, 2014