

지황정과 제조 과정 중 졸임 횟수에 따른 품질 특성 및 항산화성

김현정 · 민새롬 · 김미리[†]

충남대학교 식품영양학과

Antioxidant Activities and Quality Characteristics of *Rehmannia glutinosa* Jungkwa during Preparation

Hyun Jeong Kim, Sae Rom Min and Mee Ree Kim[†]

Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

Jungkwa is a traditional Korean dessert preserved in honey or sucrose. This study was carried out to investigate the antioxidant activities and quality characteristics of *Rehmannia glutinosa* Jungkwa (RJ). RJ was prepared after six repeated cycles of boiling-cooling. After blanching fresh *Rehmannia glutinosa* (600 g) for 5 min at 100°C, *Rehmannia glutinosa* was boiled in sucrose syrup (sucrose 720 g in water 600 g) for 60 min and then cooled for 24 hr. Moisture, pH and color values of lightness, redness and yellowness in the Hunter color system of Jungkwa decreased as the number of boiling-cooling cycles increased, whereas acidity, °Brix and reducing sugar contents of syrup increased. Total phenol content increased in by the 6th boiling-cooling cycle. Antioxidant activities, including DPPH and hydroxyl radical scavenging activities, increased in RJ by the 6th boiling-cooling cycle. Based on these results, the antioxidant activities of *Rehmannia radix* Jungkwa was improved according to an increasing number of boiling-cooling cycles due to increased total phenol contents.

Key words : *Rehmannia glutinosa*, Jungkwa, boiling-cooling cycle, antioxidant activity, quality characteristics

서 론

정과(正果)는 전과(煎果)라고도 하며, 문헌에 기록된 바에 의하면 한국 전통 과점류인 유밀과, 유과, 다식, 정과, 과편, 옛강정 및 당으로 분류한 것 중에 속하는 우리나라 고유 의례음식으로, 「산가요록」에 우모전과, 동아전과, 생강전과, 앵도전과 4종, 「수운잡방」에 동아정과, 생강정과 2종, 「도문대작」에 응지정과, 들쭉정과 2종, 「요록」에 동아정과, 도행정과 2종으로 모두 10종이 기록되어 있다(Cho SH 1991). 정과류는 비교적 수분이 적은 식물뿌리나 줄기 또는 열매를 꿀이나 설탕 시럽에 오랫동안 조려서 만든 식품으로, 한국 고유 식품인 정과류가 제조, 이용되고 있으며(Lee *et al* 2009), 이에 대한 식품학적 연구를 한 것을 보면, 연근정과의 품질 향상을 위한 조리 방법에 대한 개선 연구(Cho *et al* 1984), 재료 배합비 및 조리 방법에 따른 동아정과의 물성(Lee *et al* 2001), 봉밀첨가가 인삼정과의 품질에 미치는 영향(Kim *et al* 1985), 당침 시간을 달리한 인삼정과의 품질 특성(Paek *et al* 2006) 등이 보고되었으며, Kwon & Park (2009)은 생리기능성을 향

상시키기 위하여 도라지와 연근정과 제조 시 졸임 때 사용되는 당 대신에 오미자 추출물을 첨가하여 정과를 제조한 후 품질 특성을 보고하는 등 정과류의 품질 개선에 대한 연구가 이루어져왔다.

지황(*Rehmannia glutinosa* Liboschitz var. *purpurea* Makino)은 현삼과(Scrophulariaceae)에 속하는 다년생 초본이다(College of Oriental Medicine Herbal Medicine Professor 1995). 생지황은 채취한 뒤 모래에 저장된 신선한 지황의 뿌리로 한방에서는 청혈, 양혈, 생진의 효능이 있고, 숙지황은 생지황이나 건지황을 사인이 함유된 술에 침지시킨 후 술과 함께 찌서 건조시키는 과정을 9회 반복한 것으로 보혈, 자음의 효능이 있으며, 생리 불순, 허약 체질, 어린이의 발육 부진, 치매, 조루증, 발기 부전 등에 사용되고 있고(Hong *et al* 1993, Lee *et al* 2004, Shih *et al* 1999, Lee *et al* 2002, Chun *et al* 2002), 그 주 성분은 phytosterol류, 당류, iridoid glycosides, inorganic elements, chryseoriod, luteolin 및 아미노산 11종 등으로 구성되어 있다(Park *et al* 1998). 이처럼 지황은 각각의 포제 방법에 따라 성미와 효능이 다양하여 한방에서 널리 이용되고 있으나, 건강식품으로서의 가공 및 조리법에 대해 연구한 바는 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 각종 생리활성 물질이 다양하게 함유되

[†] Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel : 82-42-821-6837, Fax : 82-42-821-8887, E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

어 있는 지황으로 정과를 제조하는 과정 중 줄임 횟수에 따른 지황정과와 품질 특성과 항산화성을 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용한 생지황은 충남 금산군 금산인삼약초영농조합에서 공급받았고, 백설탕(CJ Co., Incheon, Korea)을 사용하였다.

2. 지황정과 제조

지황 정과 제조는 Lee *et al*(2009)의 방법을 일부 변경하여 제조하였으며, 그 제조 공정은 Fig. 1과 같다. 즉, 생지황을 솔로 깨끗이 세척하여 솔에 지황 600 g을 가지런하게 담고, 물 1.2 kg을 가하여 강한 불을 이용하여 첨가한 물의 온도가 100 °C가 되도록 승온한 후, 이 온도에서 5 min 동안 데쳤다. 한번 데친 후 솔에 넣은 물의 반량인 600 g의 물을 빼낸 후, 데친 지황(RJ 1)을 솔에 최종 제품의 당 및 수분 함량이 70 °Brix 및 17%가 되도록 하기 위하여 설탕을 720 g 가하고, 95±2 °C의 당액 온도에서 1 hr 정도 졸였다(RJ 2). 한 번 졸인 후 당액 솔에서 당액에 침지한 그대로 24 hr 동안 두었다가, 다시 당침된 지황을 1 hr 정도 약한 불에서 졸였다(RJ 3). 이와 같이 세 번(RJ 4), 네 번(RJ 5), 다섯 번 졸인 후 잔존하고 있는 당액은 거름망을 이용하여 액상을 제거한 후 지황 정과(RJ 6)를 만들었다.

3. 실험 방법

1) 수분 함량 측정

지황 정과 및 정과액의 수분 함량은 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 15 min 동안 원심분리(Combi-514R, Hanil, Incheon, Korea)한 후 상등액을 취하여 pH meter(SP-701, Sontex, Taipei, Taiwan)로 측정하였다.

산도는 pH와 동일한 방법으로 준비하여 상정액 10 mL 취하고 0.1N NaOH buffer를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH 양(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 총산 함량을 표시하였다.

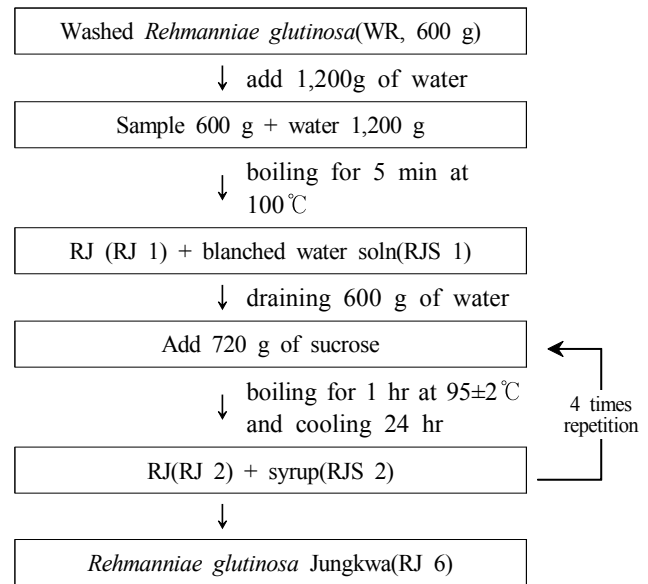


Fig. 1. Preparation process of *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa.

3) 당도 및 환원당 측정

당도는 정과액 10 g에 증류수 90 mL를 균질화한 후 원심 분리(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 Co., St. Louis, Mo, USA)를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

4) 색도 및 갈색도 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 측정하여 평균값으로 나타내었다. 정과는 최대한 곱게 갈아 패트리 디쉬(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

지황정과와 조직감 특성을 알아보기 위하여 지황정과와 중심부에서 가로, 세로, 높이를 각각 1 cm × 1 cm × 1 cm가 되게 잘라서 사용하였다. 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 number 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, distance는 50%로 하였다.

6) Total Phenol 함량

졸임 횡수에 따른 지황 정과의 Total phenol 함량을 알아보기 위해 페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 Folin-Denis법으로 측정하였다. 시료 1.5 g에 MeOH로 50 mL를 넣은 후 12 hr 동안 교반하고, 3,000 rpm으로 4℃에서 10 min 동안 원심 분리하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물을 PBS buffer로 녹인 100 mg/mL 시료 용액을 5 배 희석하여, 20 mg/mL를 Folin-Denis 시약과 Na₂CO₃ 포화 용액을 넣고, 암소에서 30 min 동안 반응시킨 후, 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. Standard curve는 tannic acid(Yakuri Pure chemicals Co., Ltd, Kyoto, Japan)를 여러 농도로 희석하여 반응시켜 사용하였다.

7) DPPH Radical 소거능

시료 1.5 g에 메탄올 50 mL를 넣은 후 12 hr 동안 150 rpm으로 교반 추출 후 3,000 rpm, 4℃에서 10 min 동안 원심 분리하여 얻어진 상정액을 취해 filter paper number 4로 거른 뒤 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물에 메탄올을 넣어 100 mg/mL 농도가 되도록 첨가하여 추출물 용액을 제조한 뒤 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128배 희석하여 시료 용액으로 사용하였다. 각각 희석한 시료 용액 50 μL에 150 μL의 1.5 × 10⁻⁴ mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl, Sigma-Aldrich Co. Missouri, United States)용액을 가한 후 30 min 동안 실온에서 방치한 뒤 ELISA(Mutiskan, Thermo Lab-systems, Vantaa, Finland)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하고, 라디칼 소거능(%)을 다음 식으로 계산한 후, 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀ 값을 구하였다.

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

8) Hydroxyl Radical 소거능

시료 1.5 g을 메탄올 50 mL를 넣고 150 rpm에서 12 hr 동안 잘 교반하여 3,000 rpm, 4℃에서 10 min 동안 원심 분리하여 얻어진 상정액을 취해 filter paper number 4로 거른 뒤, evaporator로 용매를 휘발하여 추출물을 얻었다. 추출물을 100 mg/mL 농도가 되도록 PBS buffer로 녹인 뒤 사용하였다. 각각 시료를 5, 10, 20, 40, 80배 희석한 뒤, 시료 용액 0.15 mL에 PBS buffer 0.35 mL, 3 mM deoxyribose, 0.1 mM ascorbic acid, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM FeCl₃, 1 mM H₂O₂ 용액을 각각 0.1 mL씩 순서대로 넣어 잘 교반한 후 37℃에서 1 hr 반응시켰다. 반응 후 2% TCA용액 1 mL와 1% TBA 용액 1 mL를 넣고 잘 섞어 100℃에서 20 min 동안 반응시킨 후 냉각하여 원심분리한 뒤, 상정액을 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 IC₅₀ 값을 구하였다.

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

9) 통계 처리

지황 정과의 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 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 시료 간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 수분 함량, pH 및 산도

졸임 과정 중 지황 정과 및 정과액의 수분 함량 및 pH 및 산도를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량이 78.47%인 원료 지황으로 정과 제조 시 삶는 첫 과정에서 나온 지황(RJ 1)의 수분 함량은 80.65%로 증가하였으며, 그 이후 당액을 첨가한 다음 처음 졸여진 지황(RJ 2)에서 급격히 수분이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 그 이후 졸임 횡수의 증가에 따라 감소하여 졸이는 마지막 단계의 지황(RJ 6)에서 수분 함량이 17.28%이었다. 이는 당침 시간을 달리한 인삼 정과 제조 시 수분 함량이 30% 이상이었다고 보고한 것(Paek *et al* 2006)보다는 낮은 수분 함량이었으며, 도라지와 연근을 가지고 정과를 제조한 결과, 도라지 정과의 수분 함량이 14~18%이라고 보고한 것(Kwon *et al* 2009)과 비교할 때 거의 비슷한 결과를 보여주었으며, 연근의 경우는 10% 이하의 수분 함량

Table 1. Moisture contents, pH and acidity of *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa and syrup prepared according to the times of boiling-cooling cycle in sugar syrup

JungKwa ¹⁾	Moisture(%)	Syrup ²⁾	Moisture(%)	pH	Acidity(%)
WR	78.47±0.33 ³⁾⁴⁾	RJS 1	99.82±0.04 ^a	5.55±0.06 ^a	0.12±0.02 ^c
RJ 1	80.65±0.37 ^a	RJS 2	43.96±0.75 ^b	5.33±0.08 ^b	0.15±0.01 ^b
RJ 2	50.14±1.05 ^c	RJS 3	34.00±1.05 ^c	5.13±0.05 ^c	0.16±0.01 ^b
RJ 3	32.59±1.97 ^d	RJS 4	24.76±0.68 ^d	5.09±0.09 ^c	0.17±0.01 ^{ab}
RJ 4	23.68±0.44 ^e	RJS 5	20.19±0.41 ^e	4.92±0.05 ^d	0.19±0.01 ^a
RJ 5	19.81±1.28 ^f				
RJ 6	17.28±0.11 ^g				

¹⁾ WR : Washed *Rehmanniae glutinosa*, RJ 1 : Blanched *Rehmanniae glutinosa* in boiled water for 5 min, RJ 2 : *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa cooling for 24 hr after boiling RJ 1 in sugar-added RJS 1 for 60 min, RJ 3 : *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa cooling for 24 hr after boiling RJ 2 in RJS2 for 60 min. RJ 4 and 5 were prepared with the same procedure as RJ 3.

²⁾ RJS 1 : Solution produced after blanching WR in water, RJS 2 : syrup of RJ2, RJS 3 : syrup of RJ 3.

³⁾ Values are mean±S.D. of triplicate determinations.

⁴⁾ Values with different superscripts within a column indicate significant difference ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

을 보여주었는데, 이는 연근 정과 제조 시 슬라이스 형태로 정과를 제조하였기 때문에, 정과 내 수분 함량이 더 낮게 나타남을 볼 수가 있었다. 이는 지황을 가지고 정과를 제조할 경우도 당침 시 주입당액의 농도와 줄이는 시간, 원료 지황의 크기 및 제조 형태에 따라 최종 정과 제품의 수분 함량에 차이가 있을 것으로 판단되었다. 정과 제조 시 얻어지는 정과액의 수분 함량 및 pH도 당침 후 줄이는 시간에 따라 낮아짐을 볼 수 있었으며, 최종 정과 제품이 만들어지기 전에 얻어지는 정과액 RJS 5의 수분 함량은 20.19%이었다. 정과액이 지황 정과보다 수분이 감소하는 폭이 더 큰 것을 볼 수 있었는데, 정과 제조 시 지황에 당액이 삼투 작용에 의하여 침투됨과 동시에 줄이는 과정 중 정과액 내 수분 증발이 정과보다 용이하여 수분이 더 급격하게 감소하는 것으로 보였다. 정과액의 pH는 줄임 횟수가 증가함에 따라 다소 낮아짐을 볼 수 있었다. 또한 정과액의 산도는 줄이는 횟수가 증가함에 따라 높아지는 경향을 보였다. 이는 줄이는 횟수가 증가하면서 지황 내의 유기산이 정과액으로 용출되어 정과액의 산도가 증가하는 것으로 사료된다.

2. 당도 및 환원당 함량

줄임 과정 중 정과의 환원당 및 정과액의 당도와 환원당을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 줄임 횟수가 증가함에 따라 지황 정과 및 정과액의 환원당 함량도 증가하였다. 당 침가 후 4회차 줄임 시(RJ 5 및 RJS 5) 환원당이 급격하게 증가하여 최종 지황 정과의 환원당 함량은 17.99%이었고, 정과액은 24.71%를 나타내었다. 이는 지황 정과 제조 시 첨가된

비환원당인 설탕이 산, 알칼리 또는 효소 invertase(sucrase)에 의해 가수분해를 하여 포도당과 과당과 같은 환원당으로 전환이 되고, 열로 인한 지황 물성의 변화로 당이 침투되기 용이하여 지황 정과의 환원당이 증가하고, 정과액의 수분이 줄임 시 증발되면서 농축으로 인한 환원당 함량에 변화가 있게 된 것으로 추정된다. 또한 정과액의 당도는 줄이는 횟수가 증가함에 따라 높아져서 최종 당액은 81 °Brix이었는데, 이는 Lee *et al*(2009)의 인삼 정과와 비슷한 결과를 보여주었다.

3. 색도 및 흡광도

줄임 과정 중 지황 정과의 색도 및 흡광도 변화를 검토한 결과는 Table 3과 같다. 줄임 횟수가 증가함에 따라 지황 정과의 L 값(밝기)이 감소함을 볼 수 있었고, 특히 첫 번째 줄인 지황(RJ 2)에서 L 값이 급격히 감소하여 육안으로도 지황 특유의 등황색이 거의 없어지는 것을 볼 수 있었다. a 값(적색도)과 b 값(황색도)도 줄임 횟수가 증가함에 따라 서서히 감소하는 것을 볼 수 있었으며, a 값 및 b 값도 L 값과 마찬가지로 첫 번째 줄인 지황에서 급격히 감소하였다. 정과액의 흡광도는 당을 첨가하기 전(RJS 1)에는 0.48이었는데, 당을 첨가하여 줄임 이후부터 서서히 증가하여 최종 정과액에서는 0.99를 나타내었다. 이는 비효소적 갈색화 반응에서 갈색화 정도가 수분이 20% 정도의 이하에서 갈색화 속도가 빨라진다고 한 것(Kim *et al* 1973)을 고려하면, 갈색화 반응에 당, 아미노산 및 유기산 이외에도 수분이 크게 좌우함을 알 수 있었다. 또, Jo *et al*(1996)에 의하면 갈색화 반응에 관여하는 아미노산으로 asparagine, glycine, alanine 및 arginine 등이

Table 2. Reducing sugar and sugar contents(°Brix) of *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa and syrup prepared according to the times of boiling-cooling cycle in sugar syrup

JungKwa	Reducing sugar (mg of 1 g Jungkwa)	Syrup	Reducing sugar (mg/g Jungkwa)	Sugar content (°Brix)
RJ 1	0.23±0.00 ^{1)e2)}	RJS 1	0.04±0.01 ^d	0.59±0.01 ^c
RJ 2	1.23±0.23 ^c	RJS 2	3.40±0.16 ^e	53.40±0.20 ^d
RJ 3	4.12±0.86 ^d	RJS 3	5.12±0.41 ^e	63.97±0.06 ^c
RJ 4	6.34±0.78 ^c	RJS 4	10.56±1.91 ^b	75.10±0.10 ^b
RJ 5	15.29±0.52 ^b	RJS 5	24.71±0.83 ^a	81.00±0.20 ^a
RJ 6	17.99±0.45 ^a			

¹⁾ Values are mean±S.D. of triplicate determinations.

²⁾ Values with different superscripts within a column indicate significant difference ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 3. Color of *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa and syrup prepared according to the times of boiling-cooling cycle in sugar syrup

JungKwa	Color			Syrup	Absorbance at 420 nm
	L-value	a-value	b-value		
WR	32.70±0.14 ^{1)a2)}	10.65±0.15 ^a	19.27±0.10 ^a	RJS 1	0.48±0.00 ^d
RJ 1	32.98±0.71 ^a	5.84±0.26 ^b	15.26±0.37 ^b	RJS 2	0.42±0.00 ^e
RJ 2	18.18±0.22 ^b	4.36±0.19 ^c	7.68±0.23 ^c	RJS 3	0.75±0.00 ^e
RJ 3	13.67±0.23 ^c	4.08±0.33 ^c	6.07±0.08 ^d	RJS 4	0.86±0.00 ^b
RJ 4	9.68±0.02 ^d	2.81±0.08 ^d	3.84±0.05 ^e	RJS 5	0.99±0.00 ^a
RJ 5	6.78±0.12 ^e	1.46±0.06 ^e	2.21±0.09 ^f		
RJ 6	6.83±0.03 ^e	1.35±0.16 ^e	2.15±0.02 ^f		p

¹⁾ Values are mean±S.D. of triplicate determinations.

²⁾ Values with different superscripts within a column indicate significant difference ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

있다고 하였다. 따라서 지황으로 정과를 제조하는 과정에서 생성되는 아미노산 유도체 물질의 검도가 향후 더 진행되어야 할 것으로 본다.

4. 조직감

졸임 과정 중 지황 정과의 조직감을 측정된 결과는 Table 4와 같다. Hardness는 처음 당을 첨가하여 졸인 지황(RJ 2)에서 급격히 감소하였다가 졸임 횟수가 증가함에 따라 서서히 증가하여, 최종 지황정과에서는 253.88 g/cm²를 나타내었다. 또한, 첫 번째 졸임 이후 졸임 횟수에 따른 지황의 hardness 값은 모두 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). 당침 시간을 달리한 인삼정과의 품질 특성(Paek *et al* 2006)의 연구에서도 처음 끓인 정과의 경우, 경도가 173.94 g/cm²였으나, 졸임 과정을 거쳐 5번 거치는 동안 경도가 꾸준히 증가하여 마지막으로 졸였을 때 경도가 487.69 g/cm²로 증가하였는데, 이

것은 당침 시간이 길어질수록 수분 함량이 감소하여 견고성과 씹힘성이 증가한다고 하였다. 또한, 동아 정과의 재료 배합비와 조리 방법에 다른 물성 특성에 대한 연구(Lee & Kim 2001)에서 당침 시간을 오래할수록 동아 정과의 최대 절단력은 증가하는 경향을 보여주었는데, 이것은 설탕량의 증가로 인해 수분량이 감소하여 절단력이 증가했다고 하였다. 본 연구에서 RJ 1의 경우, 지황에 수분을 첨가하여 지황의 연도가 증가되어 경도가 감소한 것으로 보이고, 지황 정과를 끓이는 과정에서 수분이 증발하여 수분함량이 감소하고, 당의 유입량이 증가하면서 경도가 증가한 것으로 보인다. Adhesiveness는 서서히 증가하다가 두 번째 졸임 시부터 감소하여 마지막 졸임 시에 -108.26 g를 나타내었다. Springiness는 처음에 유의적으로 감소하다가($p<0.05$) 두 번째 졸임 시부터 서서히 증가하여 마지막 졸임 시에 0.90 %을 나타내었다. Cohesiveness는 졸임 횟수가 증가할수록 서서히 증가하였다. 이는

Table 4. Texture properties of *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa prepared according to the times of boiling-cooling cycle in sugar syrup

	Hardness(g/cm ²)	Adhesiveness(g)	Springiness(%)	Cohesiveness(%)	Gumminess(g)	Chewiness(g)
WR	3,928.56±237.95 ^{1)a2)}	-30.03± 7.56 ^b	0.89±0.05 ^a	0.26±0.01 ^c	982.61± 71.84 ^a	909.44± 66.58 ^a
RJ 1	2,242.09±312.22 ^b	-9.29± 3.53 ^a	0.90±0.03 ^a	0.30±0.12 ^c	466.29±119.12 ^b	420.60±104.74 ^b
RJ 2	110.62± 13.08 ^c	-1.16± 0.55 ^a	0.77±0.08 ^c	0.47±0.04 ^b	57.33± 6.35 ^c	44.19± 8.21 ^c
RJ 3	148.85± 29.89 ^c	-10.01± 1.67 ^a	0.82±0.04 ^{ab}	0.48±0.04 ^b	65.28± 14.16 ^c	57.79± 9.23 ^c
RJ 4	193.02± 37.44 ^c	-35.27± 5.41 ^b	0.84±0.10 ^{ab}	0.60±0.06 ^a	102.20± 4.77 ^c	76.69± 3.23 ^c
RJ 5	206.86± 21.77 ^c	-46.02±10.34 ^c	0.86±0.06 ^a	0.62±0.08 ^a	113.56± 10.01 ^c	91.10± 11.87 ^c
RJ 6	253.88± 27.34 ^c	-108.26±11.45 ^d	0.90±0.02 ^a	0.64±0.04 ^a	131.15± 14.79 ^c	100.25± 8.13 ^c

¹⁾ Values are mean±S.D. of triplicate determinations.

²⁾ Values with different superscripts within a column indicate significant difference ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

수분이 증발함에 따라 지황 구조 내 분자 간의 인력이 작아져서 외부의 힘에 의해 쉽게 부서지는 것으로 보인다. Gumminess 및 chewiness는 hardness와 마찬가지로 처음 당을 첨가하여 졸임 지황에서 급격히 감소하였다가 졸임 횟수가 증가함에 따라 서서히 증가하여 최종 지황 정과에서는 각각 131.15 g, 100.25 g을 나타내었다. 졸임 초반에 당이 첨가되면서 삼투압으로 인한 탈수 작용으로 지황 조직이 연해지지만 졸임 횟수가 증가할수록 탈수 작용과 함께 당이 지황 조직 내로 침투하면서 조직이 단단해져 hardness, gumminess 및 chewiness가 증가하는 것으로 보인다. 또한 세 번째 졸임 지황(RJ 4) 이후부터 adhesiveness를 제외한 나머지 조직감은 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$).

5. Total Phenol 함량

졸임 횟수에 따른 지황 정과의 total phenol 함량 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 처음 끓인 지황 정과(RJ 1)의 total phenol 함량은 0.54 mg/mL로 측정되었고, 첫 번째 졸였을 때(RJ 2)는 0.64 mg/mL로 증가하였다. 그리고 졸임 횟수가 증가할수록 서서히 phenol 함량이 증가하여 마지막으로 졸였을 때(RJ 6) 1.06 mg/mL까지 증가하였다. 이를 통해 지황 정과를 졸일 경우, total phenol 함량이 증가하는 것을 알 수 있었다. Kim *et al.*(2007)에 의하면 수삼에 함유되어 있는 total phenol은 0.42% 정도이나, 수삼을 증숙하는 횟수가 증가할수록 total phenol 함량이 증가하여 9번 증숙하였을 때 2.89%로 증가하였다고 보고되었다. 이를 통해 고온 고압처리한 수삼의 경우에 처리 온도가 높아지고, 처리 시간이 길어질수록 total phenol 화합물의 함량이 증가된다고 보고되었다. 또한, 열처리 조건에 따른 한국산 배즙의 이화학적 특성 변화(Hwang *et al.* 2006)에 따르면 열처리 시 고분자의 페놀성 화합물이 저분자의 페놀성 화합물로 전환되고, 단백질에 결합한 페놀성

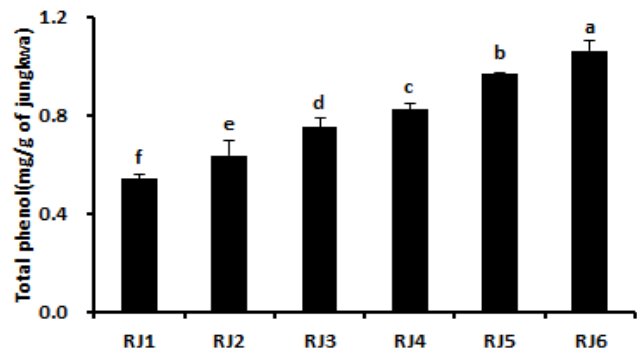


Fig. 2. Total phenol contents of *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa prepared according to the times of boiling-cooling cycle in sugar syrup.

Values with different superscripts indicate significant difference ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

화합물이 열처리에 의해 화합물의 결합이 파괴됨에 따라 페놀이 증가한다고 보고하였다. 지황 및 숙지황 분말의 품질 및 항산화 특성의 연구(Oh *et al.* 2013)에 따르면 생지황의 total phenol 함량은 2.09 mg/mL이고, 숙지황은 3.66 mg/mL로 측정되었는데, 이는 열에 의해 숙지황의 세포벽이 파괴되어 불용성 성분의 폴리페놀 성분이 유리되어 페놀 함량이 증가했다고 하였다. 따라서 지황 정과를 졸이는 과정에서 열 변화에 따라 페놀 화합물이 증가된 것으로 사료된다.

6. DPPH Radical 소거능

졸임 횟수에 따른 지황 정과의 DPPH radical 소거능의 IC₅₀ 측정 결과는 Fig. 3과 같다. 지황 정과 제조 시 삶은 첫 과정의 지황 정과(RJ 1)의 IC₅₀ 값은 16.38 mg/mL로 측정되었고, 졸임 횟수가 증가함에 따라 IC₅₀ 값이 감소하여 마지막으로 졸임 지황 정과(RJ 6)의 IC₅₀ 값은 8.81 mg/mL로 측정되었다.

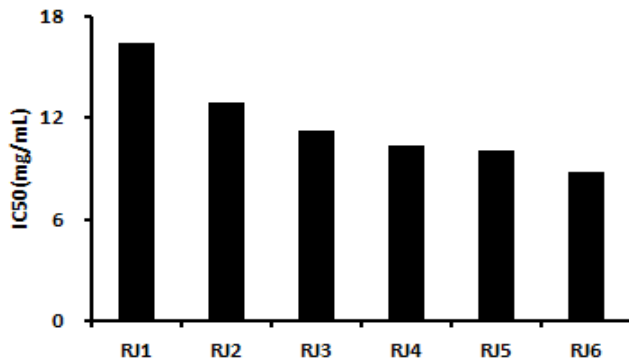


Fig. 3. DPPH radical scavenging activities of *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa prepared according to the times of boiling-cooling cycle in sugar syrup.

Lee *et al*(2006)의 연구에 따르면 항산화 활성에 대한 IC₅₀ 값이 낮은 처리구는 폴리페놀 함량이 높은 처리구와 상관 관계를 갖는데, 이는 페놀성 화합물이 항산화 효과를 가지고 있어서 열처리에 따른 페놀성 화합물의 증가로 항산화 효과가 증가되었다고 보고되었다. 열처리 조건에 따른 한국산 배즙의 이화학적 특성 변화(Hwang *et al* 2006)에 관한 연구에 의하면, 열처리 및 가공 과정 중 항산화력을 가지는 마일야드 반응의 부산물을 형성하여 항산화 효과가 증가되었다고 보고하였는데, 이는 본 연구에서도 열처리가 증가함에 따라 마일야드 반응의 부산물 형성에 의해 항산화 효과가 증가되었을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서 지황 정과를 줄이는 과정에서 페놀 화합물이 생성되고(Fig. 2), 갈변 반응으로 인한 부산물이 생성되어 이것이 DPPH radical 소거능에 영향을 주었다고 사료된다.

7. Hydroxyl Radical 소거능

줄임 횟수에 따른 지황 정과의 Hydroxyl radical 소거능의 IC₅₀ 측정 결과는 Fig. 4와 같다. 지황 정과 제조 시 삶은 첫 과정의 지황 정과(RJ 1)의 IC₅₀ 값은 9.86 mg/mL로 측정되었고, 첫 번째 줄였을 때는 감소하여 7.79 mg/mL로 측정되었다. 또한, 줄임 횟수가 증가될수록 IC₅₀ 값은 감소하여 마지막으로 줄였을 때 지황 정과(RJ 6)의 IC₅₀ 값은 4.31 mg/mL로 측정되었다. 또한 hydroxy radical 소거능의 결과는 total phenol, DPPH radical 소거능 실험의 결과와 일치하여, 지황 정과를 줄이는 과정이 줄임 과정을 거치지 않은 지황 정과보다 높은 항산화능을 기대할 수 있는 것으로 사료된다.

요약 및 결론

당액에 지황을 넣고 줄이는 횟수에 따라 얻어진 지황 정과의 품질 특성을 조사하여 지황 정과 제조를 위한 기초 자료를

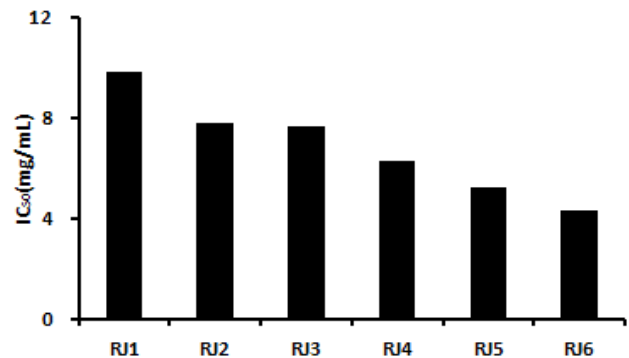


Fig. 4. Hydroxyl radical scavenging activities of *Rehmanniae glutinosa* Jungkwa prepared according to the times of boiling-cooling cycle in sugar syrup.

얻고자 하였다. 지황 정과는 생지황을 끓는 물에 5 min 동안 데치고, 물의 반량을 제거하여 설탕을 넣어 60 min 동안 줄여서 24 hr 당침하는 작업을 5회에 걸쳐 행하여 제조하였다. 줄임 횟수가 증가함에 따라 정과와 정과액 모두 수분 함량과 pH는 낮아졌고, 정과액의 당도 및 환원당 함량은 상대적으로 높아졌다. 줄임 횟수가 증가할수록 정과의 색도는 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness) 모두 감소하는 경향이었고, 정과액의 흡광도는 증가하는 경향을 보였다. Hardness, springiness, cohesiveness, gumminess 및 chewiness는 대체적으로 줄임 횟수가 증가함에 따라 서서히 증가하였고, adhesiveness는 두 번째 줄임 시부터 지속적인 감소를 보였다. 줄임 과정에서 일어나는 변화로 total phenol 함량이 증가하였고, 항산화성을 알아보는 DPPH radical 소거능 및 hydroxyl 소거능 실험 결과, 6번 째 줄였을 때까지 항산화능이 서서히 증가하였다. 이와 같은 결과로부터 품질이 좋은 지황 정과는 지황을 시럽에 넣고 6회에 걸쳐 끓임(줄임)과 식힘을 반복하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

감사의 글

이 연구는 2012년도 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되어 이에 감사드립니다.

문헌

- College of Oriental Medicine Herbal Medicine Professor (1995) Herbal Medicine. Youngrimsa. Seoul. pp 190-192, 580-581.
 Cho SH (1991) A historical research on “Kha-Jung” Korean traditional cookies. *Ph D Dissertation* Sungshin Women's University, Seoul. pp 181.
 Cho SH, Kang RK, Lee HG (1984) A study on ingredients

- preparation method of lotus root Jung Kwa. *J Korean Soc Food Nutr* 13: 42-50.
- Chun JC, Kim JC, Hwang IT, Kim SE (2002) Acteoside from *Rehmannia glutinosa* nullifies paraquat activity in *Cucumis sativus*. *Pest Biochem Physiol* 72: 153-159.
- 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. *J Korean Soc Anal Sci* 6: 401-404.
- Hwang IG, Won KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS (2006) Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol* 38: 342-347.
- Jo KS, Kim JH, Shin HS (1996) Major components affecting nonenzymatic browning in ginger (*Zingiber officinale* Poscoe) paste during storage. *Korean J Food Sci Technol* 28: 433-439.
- Kim HJ, Jung DK, Joo HK (1985) The effect of honey concentration on the quality of honeyed ginseng in the process of manufacturing honeyed ginseng. *Korean J Ginseng Sci* 9: 128-134.
- Kim MN, Choi HY, Lee KH (1973) Non-enzymatic browning reaction in dried Alaska Pollak stored at different water activities. *J Korean Soc Food Nutr* 2: 41-47.
- Kim YC, Hong HD, Rho JH, Cho CW, Lee YK, Lim JH (2007) Changes of phenolic acid contents and radical scavenging activities of ginseng according to steaming times. *J Ginseng Res* 31: 230-236.
- Kwon HJ, Park CS (2009) Quality characteristics of bellflower and lotus root Jeonggwa added omija (*Schizandra chinensis* Baillon) extract. *Kor J Food Preserv* 16: 53-59.
- Lee CK, Seo JM (2004) Changes of the constituents in the *Rehmanniae radix* Preparata during processing. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1748-1752.
- Lee HG, Kim HJ (2001) Sensory and mechanical characteristics of wax gourd Jungkwa by different recipes. *Korean J Food Cookery Sci* 17: 412-420.
- Lee JH, Koh JA, Hwang EY, Hong SP (2002) Quantitative determination of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde from *Rehmanniae radix* Preparata according to various processings. *Korean J Herbology* 17: 145-149.
- Lee KS, Kim GH, Kim HH, Song MR, Kim MR (2009) Quality characteristics of ginseng Jungkwa and Jungkwa solution on Jungkwa process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 587-593.
- 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: 62-67.
- Paek JK, Kim JH, Yoon SJ (2006) Quality characteristics of ginseng Jungkwa after different soaking times in sugar syrup. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 792-798.
- Park SJ, Park HS, Yoo SO (1998) Effects of supplementation of *Rehmannia radix* on performance and physiological status in broiler chicks. *Korean J Poult Sci* 25: 195-202.
- Shih CK, Son YJ, Lee YJ (1999) Changes in the carbohydrate contents of *Rehmanniae radix* during processing. *Korean J Herbology* 14: 1-11.

접 수: 2014년 2월 7일
 최종수정: 2014년 2월 19일
 채 택: 2014년 2월 28일