

지황 및 숙지황 분말의 품질 및 항산화 특성

오혜림¹ · 김초롱¹ · 김나연¹ · 전해련¹ · 도은수² · 김미리^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과
²중부대학교 한방제약학과

Characteristics and Antioxidant Activities of *Rehmanniae radix* Powder

Hye Lim Oh¹, Cho Rong Kim¹, Na Yeon Kim¹, Hye Lyun Jeon¹,
Eun Soo Doh², and Mee Ree Kim^{1*}

¹Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
²Dept. of Oriental Pharmaceutical Science, Joongbu University, Chungnam 312-702, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the quality characteristics and antioxidant activities of *Rehmanniae radix* (*Rehmannia glutinosa* Libosch. var. *purpurea* Makino) freeze-dried powder (RRP) and *Rehmanniae radix preparata* powder (RRPP). Under the Hunter color system, redness was higher and lightness/yellowness lower in RRPP, compared to RRP. The reducing sugar contents of RRP and RRPP were 0.8% and 6.0%, respectively ($p < 0.05$). The pH was lower in the RRPP (RRP: 6.71, RRPP: 4.23). The amount of catalpol amount in RRPP (47.20 mg/mL) was lower than RRP (144.90 mg/mL). RRPP contained high amounts of 5-HMF (5-hydroxymethyl-2-furaldehyde, 47,231 mg/mL), but 5-HMF was not detected in RRP. Total phenol contents of RRP and RRPP were 2.10 mg/mL and 3.66 mg/mL, respectively. FRAP values of RRP and RRPP were 0.51 mg/mL and 1.99 mg/mL, respectively. The antioxidant activities by DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) and hydroxyl radical scavenging activity of RRPP were much higher than RRP. Based on these results, RRPP is a good candidate for food processing in terms for its physicochemical and antioxidative activities.

Key words: *Rehmanniae radix*, *Rehmanniae radix preparata*, freeze-drying, antioxidant activities

서 론

지황(*Rehmanniae radix*)은 현삼과에 속하는 다년초로서 중국이 원산지이고 약용식물로 재배되고 있으며, 한의학에서는 뿌리의 생것을 생지황, 건조시킨 것을 건지황, 썬 것을 숙지황이라고 한다(1-4). 지황의 주요 효능은 보혈, 강장 해열제로서 특히 빈혈, 하혈, 또는 허약병 결핵 등으로 신농본초경 수록되어 있고 그 주성분은 phytosterol류, 당류, iridoid glycosides, inorganic elements, chryseoriod, luteolin 및 아미노산 11종 등으로 구성되어 있다(5). 생지황 및 건지황은 β -sitosterol, stigmasterol, campesterol, rehmanin, fatty acids, catalpol, glucose, γ -butyl amino acid, carbohydrate, norcarotenoid, stachyose, arginine 등의 성분을 함유하며, 숙지황은 stachyose, verbascose, mannotriose, raffinose, sucrose, glucose, fructose, galactose 등의 당류와 catalpol, vitamin A, arginine, mannitol, β -sitosterol 등이 소량으로 함유되어 있다고 보고되어 있다(6-11). 숙지황(熟地黃)은 맛은 달면서도 쓴맛이 들고 따뜻한 성질이 있어 혈

을 보(補)하고 정(精: 생명이 발생하고 활동하는 데 기본이 되는 물질)을 보충한다(12). 또한 숙지황은 항산화, 면역, 혈압 강하, 당뇨, 비만, 고지혈증 등 대사성 질환에 효과가 있는 것으로 보고되었다(13,14). 한의학에서 생지황은 열을 식히고 혈열(血熱)을 삭히는 청열양혈(淸熱涼血) 작용과 진액을 생성하고 갈증을 없애는生津止渴(生津止渴) 작용이 있으며, 음기를 보하는 보음작용과 혈을 생성케 하는 양혈(養血) 작용, 혈열을 식히는 양혈(涼血) 작용이 있다(15). 지황에 관한 연구로는 Hwang 등(16)의 수치에 따른 숙지황 중의 5-HMF 함량 분석, Park 등(17)의 지황 1호를 이용한 숙지황 제조기술 연구, Hong 등(1)의 숙지황, 건지황 및 생지황 중 숙지황의 특이성분 검색, Shih 등(3)의 숙지황 제조방법에 따른 당류함량의 변화 등 지황의 효능 및 효과에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으나 지황은 쓴맛이 강하여 식품소재로 활용되지 못하고 있는 실정이다(18). 현재 지황은 우리나라에서 건강기능식품소재의 부원료로 허가되어 있어, 식품 가공 시 활용도가 높을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 생리활성이 높은 지황을 식품 소재로 활용하기 위한

*Corresponding author. E-mail: mrkim@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6837, Fax: 82-42-821-8887

기초자료를 제공하고자 생지황 또는 숙지황을 분말화하여 이화학적 특성과 항산화능을 분석 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 생지황은 금산군 남이면 농가에서 재배한 GAP(good agricultural practices) 지황을 사용하였다. 숙지황은 전통적인 방법인 구증구포 방법으로 제조하였다. 생지황과 숙지황을 mixer(SM-800L, Sunbour, Seoul, Korea)로 분쇄하여 freeze dryer(FD8518, Ilshin, Gyeonggi, Korea)를 이용하여 동결건조 하여 분말화한 후 실험에 사용하였다.

색도

색도는 색차계(D-1001 DP, Digital color measuring/difference calculation meter, Nippon Denshoku Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness) 및 ΔE 값(색차지수)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 시료를 분쇄하여 패트리디쉬(50×12 mm)에 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 90.46, a값 0.12, b값 3.35, ΔE 값 0.00인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

당도 및 환원당

당도는 시료 2 g에 증류수 8 mL를 균질화 한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 하여 상정액을 취한 후 당도계(N-1E Brix 0~32%, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정해 그 평균값을 구하였다.

환원당은 당도 측정의 시료와 같은 시료를 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 분광광도계(UV-1800 240 V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 포도당 함량으로 나타내었다. 표준 곡선은 glucose(Duksan pharmaceutical Co. Ltd., Yongsu, Korea)를 농도에 따라 반응시켜 작성하였다.

pH 및 산도

pH는 AOAC method(19)를 적용하여 시료 2 g을 8 mL의 증류수와 함께 넣고 균질화하였다. 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상정액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, Washington, DC, USA)로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. 산도는 AOAC method(19)를 적용하여 pH 측정의 시료와 동일한 시료를 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상정액 0.1 mL와 0.9 mL의 증류수를 취하여 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH 양(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 총산 함량을 표시하였다.

일반성분 분석

지황으로 제조한 분말의 일반성분은 식품공전(20)에 따라

분석하였다. 지방 함량은 에테르 추출법, 회분은 직접 회화법(550~600°C), 단백질 함량은 킬달 증류법으로 측정된 질소량에 질소 환산계수 6.25를 곱하여 산출하였다. 조섬유의 함량은 H₂SO₄-NaOH 분해법으로 측정하였다. 수분함량은 시료 1.5 g을 취하여 적외선 수분 측정기(Sartorius, Frankfurt, Hessen, Germany)를 사용하여 측정하였고, 시료는 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. 탄수화물 함량은 식품 중에 함유된 수분, 단백질, 지질, 섬유질 및 회분을 측정 한 후 이를 사용하여 산출하였다.

유효지표성분 catalpol 및 5-HMF 분석

지황으로 제조한 분말을 2 g을 취하여 30% MeOH 100 mL를 넣고 1분간 마쇄 후 초음파진탕추출을 2시간 동안 하였다. 그 여과액을 13,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 상정액을 0.45 μ m syringe filter로 여과하여 지황의 유효지표성분인 catalpol 및 5-HMF를 HPLC로 측정하였다. 특히 catalpol은 지황의 주요 영양성분으로서 지황의 품질을 좌우하는 물질 중 하나이기 때문에 유효지표성분으로 선택하였다(21). HPLC 분석조건은 다음과 같다. Column은 Agilent 5 μ m C₁₈ 4.6×150 mm를 사용하였고 mobile phase 조건은 1% acetonitrile이며 flow rate는 1 mL/min으로 실험하였다. Injection volume은 10 μ L이며 detection wavelength는 204~206 nm로 측정하였다.

Total phenol 함량

시료 1.5 g에 methanol 50 mL를 넣은 후 15시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심 분리하여 얻어진 상정액을 진공증발농축기(RE-111, BUCHI, Flawil, Switzerland)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 250 mg 당 1 mL PBS buffer를 첨가하여 250 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 총 페놀 함량은 페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 방법으로 Folin-Denis법(22)에 의해 측정하였다. 시료추출액에 Folin-Denis 시약과 Na₂CO₃ 포화용액을 넣고 30분간 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였고, standard는 tannic acid를 사용하였다.

DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radical 소거능

시료 1.5 g에 methanol 50 mL를 넣은 후 15시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 진공증발농축기(RE-111, BUCHI)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 생지황 분말과 숙지황 분말은 추출물 250 mg 당 1 mL methanol을 첨가하여 250 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 시료 용액 50 μ L에 1.5×10⁻⁴ mM DPPH용액 150 μ L를 가한 후 30분 후에 분광광도계(Beckman)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀을 구하였다.

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

Hydroxyl radical 소거능

시료 1.5 g에 methanol 50 mL를 넣은 후 15시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 진공증발농축기(RE-111, BUCHI)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 250 mg 당 1 mL PBS buffer를 첨가하여 250 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 추출된 시료 용액 0.15 mL에 buffer 0.35 mL, 3 mM deoxyribose, 0.1 mM ascorbic acid, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM FeCl₃, 1 mM H₂O₂ 용액 0.1 mL를 넣어 잘 교반한 후 37°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후 2% TCA 용액과 1% TBA 용액을 잘 섞은 후 100°C에서 20분간 반응한 후 실온으로 냉각하여 원심분리한 뒤 상정액을 취하여 분광광도계(UV-1800 240 V, Beckman)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀을 구하였다.

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

FRAP(ferric-reducing antioxidant potential) 측정

FRAP 측정은 Benzie와 Strain(23)의 방법을 참고하여 측정하였다. FRAP reagent는 25 mL acetate buffer(300 mM, pH 3.6)를 37°C에서 가온한 후, 40 mM HCl에 용해한 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 2.5 mL와 20 mM ferric chloride(FeCl₃) 2.5 mL를 가하여 제조하였다. 제조된 0.9 mL FRAP reagent에 시료 0.03 mL와 증류수 0.09 mL를 넣은 후 37°C에서 10분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 시료 대신 에탄올을 넣어 측정하였다. 표준곡선의 계산은 0.025, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 및 1 mM의 농도로 반복하여 작성한 FeSO₄의 검량식에 대입하여 구하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, ver. 20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package 프로그램 중에서 Student's t-검정을 실시하였다(p<0.05).

결과 및 고찰

색도

생지황과 숙지황 분말의 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 명도는 생지황 분말이 68.60, 숙지황 분말이 19.92로 나타나 숙지황 분말의 명도가 낮았다. 이는 생지황을 가열, 발효하면서 검은색으로 색이 변하기 때문으로 사료된다. 또한 Song

Table 1. Hunter color values, sugar content, reducing sugar, pH and acidity of *Rehmannia radix* powder

	RGP	RPP
L (lightness)	68.6±0.0	19.9±0.1*
a (redness)	1.7±0.1	2.4±0.0*
b (yellowness)	31.6±0.0	4.6±0.0*
ΔE	35.7±0.0	0.1±0.1
Sugar content (°Brix)	21.0±0.32	30.3±0.29*
Reducing sugar (%)	0.8±0.04	6.0±0.17*
pH	6.71±0.04	4.23±0.05*
Acidity (%)	0.20±0.05	0.35±0.08*

RGP, *Rehmannia glutinosa* var. *purpurea* powder; RPP, *Rehmannia radix preparata* powder.

All values are mean±SD (n=3).

*Significant at p<0.05.

등(24)의 연구에서처럼 비효소적 갈색화 반응인 마이알 반응에 의해 갈변도가 증가하였기 때문이라 판단된다. 적색도는 생지황 분말이 1.72, 숙지황 분말이 2.44로 나타나 숙지황 분말의 적색도가 높게 측정되었다. 이는 Hong 등(25)의 연구에서 수삼을 초기 시료로 하여 9번의 증숙과 건조공정을 반복하면서 분말색도 및 갈변도를 측정된 결과, 적색도를 나타내는 a값은 초기에서 9번 증숙처리 후에는 크게 증가하였다는 보고와 유사한 결과를 보였다. 황색도는 생지황 분말이 31.65, 숙지황 분말이 4.36으로 측정되어 숙지황 분말의 황색도가 낮게 나타났으며, 색도는 각 시료간의 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05).

당도 및 환원당

생지황과 숙지황 분말의 당도 및 환원당을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 당도는 생지황과 숙지황 분말이 각각 21.0, 30.3°Brix를 나타내어 숙지황 분말의 당도가 높게 나타났다. 환원당 함량 또한 생지황과 숙지황이 각각 0.8, 6.0%로 숙지황 분말의 환원당 함량이 높게 나타났다. 이는 Oh 등(26)의 연구에서 환원당의 함량이 생지황 농축 페이스트가 2.4%, 숙지황 농축 페이스트가 44.9%로 나타나 숙지황 농축 페이스트의 환원당의 함량이 높게 측정되었는데 이와 유사한 경향을 보였다(p<0.05).

pH 및 산도

생지황과 숙지황 분말의 pH 및 산도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 시료들의 pH는 각각 6.7, 4.2를 나타내어 숙지황 분말의 pH가 생지황 분말보다 낮았다(p<0.05). 이는 생지황으로 숙지황으로 만들 때 발효가 일어나 pH가 낮아진 것으로 사료된다. 이는 Choi 등(27)의 연구에서도 생마늘과 흑마늘의 pH는 각각 6.84±0.01, 4.36±0.06으로 생마늘보다 흑마늘에서 더 큰 폭으로 산성화되었다는 보고와 유사한 결과를 보였다. 산도는 생지황과 숙지황 분말이 각각 0.2, 0.3%를 나타내었다. 생지황 분말보다 숙지황 분말에서 산도가 높았는데 이는 숙지황의 pH가 낮아지면서 나타난 변화로 사료된다. 또한 Choi 등(28)의 연구에서처럼 온도가 산도의

Table 2. Proximate analyses of *Rehmanniae radix* powder (% , dry basis)

	RGP	RPP
Carbohydrate	90.29±0.13	84.51±0.19*
Crude lipid	1.30±0.07	1.23±0.12*
Crude protein	5.70±0.04	6.07±0.05*
Ash	2.70±0.18	2.20±0.11*
Moisture	3.80±0.02	4.20±0.05*
Calorie (kcal/100 g)	395.66±0.48	397.39±0.31*

RGP, *Rehmannia glutinosa* var. *purpurea* powder; RPP, *Rehmanniae radix preparata* powder.

All values are mean±SD (n=3).

*Significant at p<0.05.

변화에 중요한 인자임을 알 수 있으며 pH의 변화는 비효소적 갈변반응 시 생성되는 전구물질인 공액불포화카보닐화합물의 작용과 숙성 기간 중 당 등의 성분변화에 의해 생성되는 유기산에 의한 것으로 사료된다.

일반성분 분석

생지황과 숙지황 분말의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 조지방은 각각 1.30, 1.23%를 나타내었으며, 숙지황 분말에서의 함량이 약간 적었다. 조단백은 각각 5.7, 6.1%로 숙지황 분말에서 약간 높게 나타났으며 조회분은 각각 2.7, 2.2%를 나타내어 숙지황 분말에서 그 함량이 약간 낮게 측정되었다(p<0.05). 이는 Lee와 Seo(2)의 숙지황 제조과정에서 증숙과정이 반복됨에 따라 조지방의 함량은 점차 감소하고 총질소 및 회분의 양은 큰 변화가 없는 보고와 유사한 경향을 나타냈다. 수분함량은 각각 3.8, 4.2%를 나타내어 생지황 분말보다 숙지황 분말의 수분함량이 높았다(p<0.05). 이는 Kim 등(29)의 연구에서 마늘껍질의 수분함량은 발효 전에 0.08 g/100 g으로 낮았는데, 이는 마늘껍질의 조직이 얇아 함수율이 낮고 수분의 건조가 용이하였기 때문으로 추정되며 발효 후에는 다소 증가되었다는 결과와 유사한 경향을 보였다. 본 실험에 사용된 숙지황 또한 주침 및 구증구포하는 과정에서 수분함량이 증가한 것으로 사료된다.

유효지표성분 catalpol 및 5-HMF 분석

생지황과 숙지황 분말에서 지황의 지표 성분으로 알려진 catalpol 및 5-HMF의 함량을 측정된 결과는 Table 3과 같다. Catalpol 함량은 생지황 분말에서 144.9 mg/mL, 숙지황 분말에서 47.2 mg/mL로 검출되어 생지황 분말에서 높은

Table 3. Analyses of active components of *Rehmanniae radix* powder (mg/mL)

	RGP	RPP
Catalpol	144.90±0.64	47.20±0.79*
5-HMF	—	47,231.6±0.82*

RGP, *Rehmannia glutinosa* var. *purpurea* powder; RPP, *Rehmanniae radix preparata* powder.

All values are mean±SD (n=3).

*Significant at p<0.05.

catalpol 함량을 보였다. 이는 Park 등(30)의 연구에서 생지황, 건지황 및 숙지황의 catalpol의 함량에서 생지황이 0.142~0.225%, 숙지황이 0.068~0.093%로 생지황이 가장 높았다는 보고와 유사한 결과를 나타냈다. 5-HMF는 숙지황 분말에서만 검출되었는데 이는 숙지황이 제조과정이 되풀이됨에 따라 catalpol의 농도는 점진적으로 감소되며, 다당류의 분해로 다당류의 농도는 증가하고 다당류의 분해산물인 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde(5-HMF) 등이 새로 만들어진다고 알려져 있다는 보고와 동일한 결과를 나타냈다(3,31).

Total phenol 함량

생지황과 숙지황 분말의 total phenol 함량 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다. Total phenol 함량 측정 결과, 생지황 분말에서 2.09 mg/mL, 숙지황 분말에서 3.66 mg/mL로 나타나 숙지황 분말에서 생지황 분말보다 높은 함량을 나타내었다(p<0.05). 이는 열처리에 의해 총 폴리페놀이 증가되는 원인이 숙지황의 세포벽이 파괴되어 불용성 성분으로부터 폴리페놀 성분이 유리되기 때문이라 판단되며 또한 열처리 및 가공과정 중에 항산화력을 가지고 있는 maillard reaction products 생성, 단백질 가수분해 등에 의하여 새로운 항산화 물질들이 형성되는 것으로 고찰한 Jiratanan과 Liu(32)의 연구와 유사한 경향을 보인 것으로 사료된다.

DPPH radical 소거능

DPPH는 비교적 안정한 free radical로써 ascorbic acid, tocopherol, poly hydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 원리를 이용하여 항산화 활성을 간단히 측정할 수 있는 동시에 식물체의 항산화 활성과도 연관성이 매우 높기 때문에 많이 이용되고 있는 방법이다(33,34). 지황으로 제조한 분말의 DPPH radical 소거능 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다. IC₅₀ 값이 생지황 분말은 26.64 mg/mL, 숙지황 분말은 13.74 mg/mL로 나타나 숙지황 분말의 항산화능이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 Jung 등(35)의 연구에서 증숙하지 않은 더덕보다 증숙처리된 더덕추출물의 항산화 활성이 크게 증가하였다는 보고뿐만 아니라 Lee와 Do(36)의 연구에서 증숙 처리 공정 중에 생성된 갈변물질이 자유라디칼을 소거시켜 항산화 효능을 향상시켰다는 결과와도 유사한 경향을 보여 총 페놀 함량과 같은 경향을 보였다.

Hydroxyl radical 소거능

지황으로 제조한 분말의 hydroxyl radical 소거능 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다. IC₅₀ 값은 생지황 분말이 13.27 mg/mL, 숙지황 분말이 6.37 mg/mL로 측정되어 숙지황 분말의 항산화능이 가장 높게 나타났다. 이는 Kim 등(37)의 연구에서 흑삼 주정 추출물에 대한 hydroxyl radical 소거능 IC₅₀ 측정값은 피부적삼이 29.34 mg/mL에서 9회 증포 시 3.20 mg/mL로 나타나 증포 횟수가 증가할수록 IC₅₀ 값이 9.7배 감소하였다는 보고와 유사한 경향을 보였다.

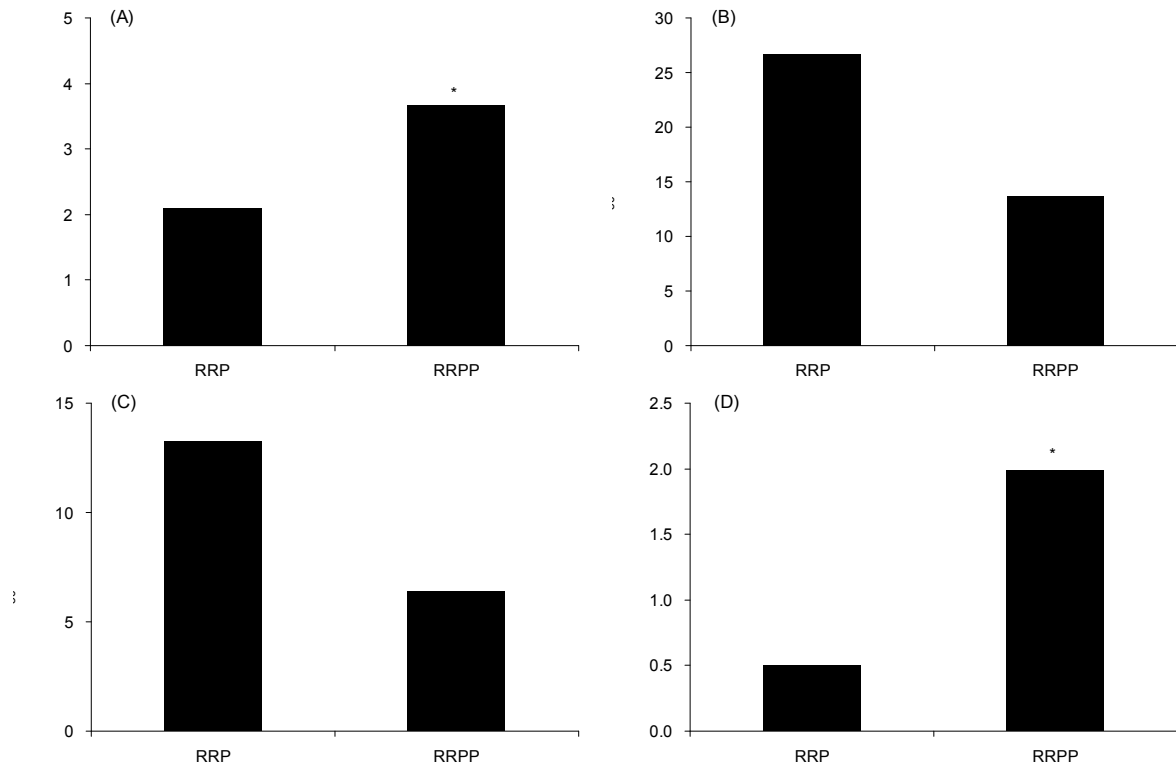


Fig. 1. Total phenol contents, DPPH radical scavenging activity, hydroxyl radical oxidation activity and FRAP activity of *Rehmanniae radix* powder. (A) Total phenol contents of *Rehmanniae radix* powder, (B) DPPH radical scavenging activity of *Rehmanniae radix* powder, (C) Hydroxyl radical oxidation activity of *Rehmanniae radix* powder, (D) FRAP activity of *Rehmanniae radix* powder. RGP, *Rehmannia glutinosa* var. *purpurea* powder; RPP, *Rehmanniae radix preparata* powder. RGP and RPP were made from freeze-drying of *Rehmannia glutinosa* var. *purpurea* and *Rehmanniae radix preparata*. IC₅₀ (mg/mL): vit C 0.531, tocopherol 1.024.

FRAP 측정

지황으로 제조한 분말의 FRAP 활성 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 그 결과 숙지황 분말이 1.99 mg/mL로 측정되어 생지황 분말의 값인 0.51 mg/mL보다 높게 나타나 숙지황 분말의 항산화능이 생지황 분말보다 높은 것으로 측정되었다. 이는 Lee 등(38)의 연구에서 건지황의 증포 횟수가 증가함에 따라 숙지황의 FRAP 값이 89.1% 증가한 것으로 나타났다는 보고와 유사한 경향을 보였다.

요 약

생리활성이 높은 지황을 식품소재로 간편하게 활용할 수 있도록 하기 위한 연구로, 생지황과 숙지황을 동결건조한 후 이화학적 특성과 항산화능 분석 및 관능검사를 실시하였다. 명도와 황색도는 숙지황 분말이 숙지황 분말보다 낮았고, 적색도는 숙지황 분말이 생지황 분말보다 높았다. 당도 및 환원당 함량은 숙지황 분말이 30.3°Brix 및 6.06%로 생지황분말에 비하여 높았다. pH는 숙지황 분말은 4.23으로 생지황 분말의 6.71보다 낮았으며 산도는 숙지황 분말은 0.35%로 생지황 분말의 0.20%보다 높았다. 일반성분 분석에서 수분함량은 숙지황 분말 4.2%, 지황분말 3.8%로 숙지황 분말에서 높았으나 그 외 일반성분은 유사하였다. 유효지표성분

분석에서 catalpol 함량은 생지황 분말에서 144.96 mg/mL로 검출되었고 숙지황 분말에서는 47.20 mg/mL로 검출되었다. 5-HMF는 숙지황 분말에서만 검출되었다. 총 phenol 함량 측정 결과 생지황 분말이 2.09 mg/mL, 숙지황 분말이 3.66 mg/mL로 생지황 분말보다 숙지황 분말에서 현저히 높은 함량을 나타내었고 DPPH radical 소거능 측정 결과 IC₅₀ 값이 생지황 분말 26.64 mg/mL, 숙지황 분말 13.74 mg/mL로 숙지황 분말의 항산화능이 매우 높았다. Hydroxyl radical 소거능 IC₅₀ 값은 숙지황 분말의 값이 6.37 mg/mL로 생지황 분말의 13.27 mg/mL보다 더 낮게 나타나 숙지황 분말의 항산화능이 더 높게 나타났다. FRAP 활성 측정 결과 생지황 분말이 0.51 mg/mL, 숙지황 분말이 1.99 mg/mL로 숙지황 분말이 높아 전반적으로 숙지황 분말의 항산화능이 더 높았다. 이상의 결과로부터 숙지황 분말이 식품소재로 더 적당한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 2011년도 지역농업 특성화 기술 지원 연구과제(PJ006862)로 수행한 연구의 일부로 이에 감사드립니다.

문헌

- 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.
- 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.
- Shih CK, Son YJ, Lee YJ. 1999. Changes in the carbohydrate contents of *Rehmanniae Radix* during processing. *Kor J Herbology* 14: 1-11.
- Lee JH, Koh JA, Hwang EY, Hong SP. 2002. Quantitative determination of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde from *Rehmanniae Radix Preparata* according to various processings. *Kor J Herbology* 17: 145-149.
- 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.
- Lee SI, Ahn DK, Shin MK, No SH, Lee YJ, Kim SH. 1986. *Oriental Medical Application*. Sungbosa, Seoul, Korea. p 354-355.
- Jung BS, Shin MK. 1998. *Illustration crude drug unabridged dictionary*. Youngrimsa, Seoul, Korea. p 906-909.
- Tomoda M, Miyamoto H, Shimizu N. 1994. Structural features and anti-complementary activity of rehmanna SA, a polysaccharide from the root of *Rehmannia glutinosa*. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 42: 1666-1668.
- Chen LZ, Feng XW, Zhou JH. 1995. Effects of *Rehmannia glutinosa* polysaccharide b on T-lymphocytes in mice bearing sarcoma 180. *Zhongguo Yao Li Xue Bao* 16: 337-340.
- Tomoda M, Miyamoto H, Shimizu N, Gonoda R, Ohara N. 1994. Characterization of two polysaccharides having activity on the reticuloendothelial system from the root of *Rehmannia glutinosa*. *Chem Pharm Bull* 42: 625-629.
- Tomoda M, Miyamoto H, Shimizu N, Gonoda R, Ohara N. 1994. Two acidic polysaccharides having reticuloendothelial system-potentiating activity from the raw root of *Rehmannia glutinosa*. *Biol Pharm Bull* 17: 1456-1459.
- Yang JY. 2007. The risk assessment of hazardous materials in *Rehmanniae Radix Preparata*. *MS Thesis*. Daegu Hanny University, Gyeongbuk, Korea.
- Brodbeck U. 1980. *Enzyme inhibitors*. Verlag Chemie, Weinheim, Germany. p 109-112.
- Gray GM. 1975. Carbohydrates digestion and absorption - role of the small intestine. *N Eng J Med* 292: 1225-1230.
- Ahn DK, Kim CM, Shin MK, Lee KS. 1998. *Oriental Medicine Dictionary*. Chungdam, Seoul, Korea. p 168-176.
- Hwang SY, Hwang BY, Choi WH, Jung HJ, Huh JD, Lee KS, Ro JS. 2001. Quantitative determination of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in the *Rehmanniae Radix Preparata* samples at various processing stages. *Kor J Pharmacogn* 32: 116-120.
- Park NK, Kim SL, Hur HS, Park CH. 2002. Development of *R. Radix preparata* with new variety "Jiwhang 1". *Kor J Intl Agri* 14: 34-39.
- You BR, Kim HR, Kim HJ, Lee JY, Lee SY, Song MR, Park JY, Kim MR. 2011. Catalpol content and antioxidant activities in various cultivars of *Rehmannia glutinosa*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 481-485.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Korean Food Standards Codex. 2007. Korea Food & Drug Administration, Chungwon, Korea.
- Park BY, Chang SM, Choi J. 1989. Effects of soil properties on the contents of satalpol, sugars and ash in the Rhizoma of *Rehmannia glutinosa*. *J Korean Agric Chem Soc* 32: 240-248.
- Singleton VL, Rossi Jr JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitric* 16: 144-158.
- Benzie IF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 230: 70-76.
- 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: 773-778.
- Hong HD, Kim YC, Rho JH, Kim KT, Lee YC. 2007. Changes on physicochemical properties of *Panax ginseng* C.A. Meyer during repeated steaming process. *J Ginseng Res* 31: 222-229.
- Oh HL, You BR, Kim HJ, Lee JY, Kim NY, Song JE, Kim MR. 2011. Quality characteristics and antioxidant activities of *Rhmannaie radix* paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1518-1524.
- Choi DJ, Lee SJ, Kang MJ, Cho HS, Sung NJ, Shin JH. 2008. Physicochemical characteristics of black garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 465-471.
- Choi JH, Kim WJ, Park KD, Sung HS. 1980. Color evaluation of red ginseng extract and its changes during heat treatment. *Korean J Ginseng Sci* 4: 165-174.
- Kim RJ, Kang MJ, Lee SJ, Shin JH, Sung NJ. 2010. Physicochemical characteristics and antioxidant activities of fermented garlic husk. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1731-1738.
- Park CY, Lim JI, Ryu KS. 1987. Content of catalpol in *Rehmanniae Radix* and its preparations. *Bull K H Pharma Sci* 15: 93-98.
- Ahn SW, Kim YG, Kim MH, Lee HY, Seong NS. 1999. Comparison of biological activities on *Rehmannia radix* and *R. Radix Preparata* produced in Korea. *Korean J Medicinal Crop Sci* 7: 257-262.
- Jiratanan T, Liu RH. 2004. Antioxidant activity of processed table beets (*Beta vulgaris var, conditiva*) and green beans (*Phaseolus vulgaris L.*). *J Agric Food Chem* 52: 2659-2670.
- Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
- You JK, Chung MJ, Kim DJ, Seo DJ, Park JH, Kim TW, Choi M. 2009. Antioxidant and tyrosinase inhibitory effects of *Paeonia suffruticosa* water extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 292-296.
- Jung LS, Yoon WB, Park SJ, Park DS, Ahn JH. 2012. Evaluation of physicochemical properties and biological activities of steamed and fermented *Deodeok (Codonopsis lanceolata)*. *Korean J Food Sci Technol* 44: 135-139.
- Lee JW, Do JH. 2006. Current studies on browning reaction products and acidic polysaccharide in Korean red ginseng. *J Ginseng Res* 30: 41-48.
- 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: 156-162.
- Lee JY, Kim NY, Oh HL, Lee KJ, Yang KH, Doh ES, Kim MR. 2011. Antioxidant activity of *Rehmanniae Radix* preparata prepared from dried root through steaming-drying cycles. *J East Asian Soc Dietary Liê* 21: 838-843.

(2012년 8월 20일 접수; 2012년 12월 13일 채택)