

지황 및 숙지황 농축 페이스트의 이화학적 품질 및 항산화 특성

오혜림 · 유보람 · 김효진 · 이지연 · 김나연 · 송정은 · 김미리[†]

충남대학교 식품영양학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of *Rehmanniae radix* Paste

Hye Lim Oh, Bo Ram You, Hyo Jin Kim, Ji Yeon Lee, Na Yeon Kim,
Jung Eun Song, and Mee Ree Kim[†]

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

Abstract

This study was investigated the quality characteristics and antioxidant activities of the *Rehmanniae radix* (*Rehmannia glutinosa* Libosch. var. *purpurea* Makino) paste (RRP) and *Rehmanniae radix preparata* extract (RRPP). RRP and RRPP were made from vacuum concentrates of hot water extracts. The sugar contents of RRP and RRPP were 65.3 and 72.0°Brix, respectively, whereas the reducing sugar contents were 2.4% and 44.9%. The pH level was lowest in the RRPP. The DPPH and hydroxyl radical scavenging activity of RRPP were much higher than those of RRP. Total phenol contents of RRP and RRPP were 2.15 mg/mL and 12.36 mg/mL, respectively. FRAP values of RRP and RRPP were 0.55 mg/mL and 2.02 mg/mL, respectively. Based on these results, it can be concluded that RRPP was the most appropriate in terms of both physicochemical and antioxidative activities.

Key words: *Rehmanniae radix*, *Rehmanniae radix preparata*, hot water extract, antioxidant activities

서 론

지황(*Rehmannia glutinosa* Libosch. var. *purpurea* Makino)은 현삼과(*Scrophulariaceae*)에 속하는 다년생 초본으로 중국이 원산지이며, 국내에서도 재배되고 있다(1). 지황의 뿌리는 한약재로 이용되는데, 용도에 따라 생지황(生地黃), 건지황(乾地黃) 및 숙지황(熟地黃)으로 구분된다(2). 지황의 주요 효능은 보혈, 강장 해열제로서 특히 빈혈, 하혈, 또는 허약병 결핵 등으로 신농본초경에 수록되어 있다(3). 생지황은 채취한 뒤 모래에 저장된 신선한 지황의 뿌리로 한방에서는 청열, 양혈, 생진의 효능이 있으며, 건지황은 생지황의 껍질을 벗겨 양건한 지황의 뿌리로 한방에서는 자음양혈 효능이 있고 허약체질, 토혈, 코피, 자궁 출혈, 생리불순, 변비 등에 사용하고 있다. 숙지황은 생지황이나 건지황을 사인이 함유된 술에 침지시킨 후 술과 함께 쪄서 건조시키는 과정을 9회 반복한 것으로 보혈, 자음의 효능이 있으며, 생리불순, 허약체질, 어린이의 발육 부진, 치매, 조루증, 발기부전 등에 사용되고 있다(4-6). 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, glu-

cose, fructose, galactose 등의 당류와 catalpol, vitamin A, arginine, mannitol, β -sitosterol 등이 소량으로 함유되어 있다고 보고되어 있다(7-12). 지황에 관한 연구로는 Park 등(13)의 지황 1호를 이용한 숙지황 제조기술 연구, Hwang 등(14)의 수처에 따른 숙지황 중의 5-HMF 함량 분석, Shih 등(15)의 숙지황 제조방법에 따른 당류함량의 변화, Hong 등(16)의 숙지황, 건지황 및 생지황 중 숙지황의 특이성분 검색 등(17) 지황의 효능 및 효과에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으나, 지황은 쓴맛이 강하여 식품소재로 활용되지 못하고 있는 실정이다(18).

본 연구에서는 생지황과 숙지황을 이용한 농축 페이스트를 만들어 이화학적 특성과 항산화능을 비교하고 이를 활용하여 식품 소재로서 개발하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 생지황은 금산군 남이면 농가에서 배한 GAP(Good Agricultural Practices) 지황을 사용하였다. 숙지황은 생지황을 9중9포 하여 제조하였다.

제조방법

지황으로 제조한 농축 페이스트의 제조방법은 다음과 같

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

다. 생지황과 숙지황의 농축 페이스트는 가진 약탕기(JH-D40, 휴먼플러스, 대구, 한국)를 이용하여 생지황과 숙지황 각 1 kg에 물 4 L를 넣은 후 95°C에서 7시간 추출 후 회전식 진탕기(KKR-P-20707385-00030003, 동양기계, 대전, 한국)를 이용하여 감압 농축하여 60~70°Brix 이상이 되도록 제조하였다.

색도

색도는 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, D-1001 DP, Nippon Denshoku Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness) 및 ΔE값(색차지수)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 시료를 으깨어 패트리디쉬(50×12 mm)에 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 90.46, a값 0.12, b값 3.35, ΔE값 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 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 포도당 함량으로 나타내었다. 표준곡선은 glucose(Duksan pharmaceutical Co. Ltd., Yonginuoop, Korea)를 농도에 따라 반응시켜 작성하였다.

pH 및 산도

pH는 시료 2 g을 8 mL의 증류수와 함께 넣고 Bag Mixer (Bag mixer 400, window door/porte fenetre, Human corp, Seoul, Korea)로 균질화(speed 7, 2 min)한 후 상정액을 3 mL 취해서 실험에 사용하였다. pH는 pH meter(SP-701, Suntex, Taipei, Taiwan)를 이용하여 3회 반복 측정하였고 산도는 AOAC method(19)를 적용하여 pH 측정의 시료와 동일한 시료를 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상정액 0.1 mL과 0.9 mL의 증류수를 취하여 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH양(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 총산 함량을 표시하였다.

영양성분 분석

지황으로 제조한 농축 페이스트의 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,

Table 1. HPLC condition for analysis of catalpol in *Rehmanniae radix*

Description	Condition
Column	Agilent 5 μm C18 4.6×150 nm
Mobile phase	1 % acetonitrile
Flow rate	1 mL/min
Injection volume	10 μL
Detection wavelength	204~206 nm

시료는 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. 탄수화물 함량은 식품 중에 함유된 수분, 단백질, 지질, 섬유질 및 회분을 측정 후 이를 사용하여 산출하였다.

유효성분 분석

지황으로 제조한 농축 페이스트를 각각 동결건조 하여 시료 2 g을 취하여 30% MeOH 100 mL을 넣고, 1분간 마쇄 후 초음파진탕추출을 2시간 동안 하였다. 그 여과액을 13,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 상정액을 0.45 μm syringe filter로 여과하여 HPLC(Waters, Milford, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. HPLC 분석조건은 Table 1과 같다.

Total phenol 함량

시료 1.5 g에 methanol 50 mL을 넣은 후 15시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 진공증발농축기(RE-111, BUCHI, Flawil, Switzerland)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 250 mg당 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(21)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 mL을 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 농축 페이스트와 숙지황 농축 페이스트는 추출물 250 mg당 1 mL methanol을 첨가하여 250 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 시료용액 50 μL에 1.5×10⁻⁴ mM DPPH용액 150 μL을 가한 후 30분 후에 분광광도계(Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며 radical 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 radical 소거능에 대한 검량선에서 radical 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 mL을 넣은 후 15시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심 분리하여 얻어진 상정액을 진공증발농축기(RE-111, BUCHI)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 250 mg당 1 mL PBS buffer를 첨가하여 250 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 추출된 시료용액 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 mL을 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 240V, Beckman)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. Radical 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 radical 소거능에 대한 검량선에서 radical 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect (\%)} = \frac{\text{Ab}_{\text{Sblank}} - \text{Ab}_{\text{Sample}}}{\text{Ab}_{\text{Sblank}}} \times 100$$

FRAP(ferric-reducing antioxidant potential) 측정

FRAP 측정은 Benzie와 Strain(22)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 mL과 20 mM ferric chloride (FeCl₃) 2.5 mL을 가하여 제조하였다. 제조된 0.9 mL FRAP reagent에 시료 0.03 mL과 증류수 0.09 mL을 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.

관능검사

관능검사 요원은 충남대학교 식품영양학과 학생 12명을 대상으로 지향으로 제조한 농축 페이스트의 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptability)를 조사하였다. 각 시료는 3자리 난수를 표기한 코팅된 일회용 컵에 담아서 물과 함께 제시하였다. 이때 채점기준은 7점 척도법으로, 매우 좋다(7점), 좋다(6점), 약간 좋다(5점), 보통이다(4점), 약간 좋지 않다(3점), 좋지 않다(2점), 매우 좋지 않다(1점)로 하였다. 관능검사 후 결과의 통계처리는 SPSS를 사용하여 p<0.05 수준에서 Duncan의 다중 검정법을 이용하여 시료간의 유의성을 검정하였다.

통계처리

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

Table 2. Hunter color values of *Rehmanniae radix* paste

	RRP	RRPP
L (lightness)	4.65±0.12	2.02±0.13*
a (redness)	1.34±0.04	-0.54±0.06*
b (yellowness)	0.68±0.12	-0.72±0.13*
ΔE	85.9±0.1	88.6±0.1

RRP: *Rehmanniae radix* paste, RRPP: *Rehmanniae radix pre-parata* paste.

All values are mean±SD (n=3).

*Significant at p<0.05.

결과 및 고찰

색도

생지황과 숙지황 농축 페이스트의 명도(lightness), 적색도(redness) 및 황색도(yellowness)를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 명도는 생지황 농축 페이스트보다 숙지황 농축 페이스트가 낮았다. 이는 생지황을 가열, 발효하면서 검은색으로 변했기 때문인 것으로 사료된다. 적색도는 생지황 농축 페이스트가 1.3으로 숙지황 농축 페이스트보다 높게 측정되었다. 황색도는 생지황 농축 페이스트가 0.68로 숙지황 농축 페이스트보다 높게 측정되었으며, 색도는 각 시료간의 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 이는 Choi 등(23)의 연구에서 생마늘, 전마늘 및 흑마늘의 색도를 비교한 결과 다른 시료들에 비해 흑마늘이 명도는 22.52±0.17로 가장 낮았고, 황색도 또한 3.19±0.68로 가장 낮았다는 보고와 유사한 결과를 보였다.

당도 및 환원당

생지황과 숙지황 농축 페이스트의 당도 및 환원당을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 당도는 각각 65.3, 72.0°Brix를 나타내어 숙지황 농축 페이스트의 당도가 높게 나타났다. 환원당 함량은 각각 2.4, 44.9%로 숙지황 농축 페이스트의 환원당 함량이 높게 나타났다. 이는 Lee와 Seo(17)의 연구에서 숙지황은 다당류의 분해로 단당류의 농도가 증가한다는 보고와 일치하는 결과를 보였다.

pH 및 산도

생지황과 숙지황 농축 페이스트의 pH 및 산도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 시료들의 pH는 각각 5.6, 4.1을 나타내어 숙지황 농축 페이스트의 pH가 생지황 농축 페이스트보다 낮았다. 이는 생지황을 이용하여 숙지황으로 만들 때 발효가 일어나 pH가 낮아진 것으로 사료된다. 이는 Lee 등(24)의 홍삼 제조 시에도 갈변물질의 생성과 더불어 pH가 저하하는

Table 3. Sugar content and reducing sugar of *Rehmanniae radix* paste

	RRP	RRPP
Sugar content (°Brix)	65.34±0.51	72.05±0.50*
Reducing sugar (%)	2.45±0.05	44.91±0.32*

All values are mean±SD (n=3).

*Significant at p<0.05.

Table 4. pH and acidity of *Rehmanniae radix* paste

	RRP	RRPP
pH	5.61±0.02	4.12±0.02*
Acidity (%)	0.11±0.01	0.19±0.09

All values are mean±SD (n=3).

*Significant at p<0.05.

테 온도가 높을수록 pH가 더 많이 감소하였다는 보고와 유사한 결과를 보였다. 산도는 각각 0.1, 0.2%를 나타내었다. 생지황 농축 페이스트보다 숙지황 농축 페이스트에서 산도가 높았는데 이는 숙지황의 pH가 낮아지면서 나타난 변화라고 사료된다. 또한 You 등(25)의 흑마늘의 pH가 낮아 산도가 높아졌다는 보고와 일치하는 결과를 보였다.

수분함량

생지황과 숙지황 농축 페이스트의 수분함량을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 시료들의 수분함량은 각각 37.2, 21.2%를 나타내어 숙지황 농축 페이스트보다 생지황 농축 페이스트에서 수분함량이 높았으며 각각 생지황 및 숙지황보다는 높은 수치였다. 이는 농축 페이스트를 만들 때 물이 첨가되었기 때문이라고 사료된다. 또한 Kim 등(26)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 보고와 유사한 결과를 보였다.

일반성분 분석

생지황과 숙지황 농축 페이스트의 영양성분을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 조지방은 각각 1.5, 0.5%를 나타내었으며, 생지황 농축페이스트에서 그 함량이 많았다. 조단백은 각각 2.0, 3.3%로 숙지황 농축 페이스트에서 높게 나타났다. 조회분은 각각 2.2, 1.1%를 나타내어 생지황 농축 페이스트

Table 5. Moisture content of *Rehmanniae radix* paste

	RMR	RMP	RRP	RRPP
Moisture content (%)	3.8±0.6 ^d	9.7±0.8 ^c	37.20±0.20 ^a	21.23±0.15 ^b

All values are mean±SD (n=3).

RMR: *Rehmanniae radix*, RMP: *Rehmanniae radix preparata*.

^{a-d}Different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

Table 6. Proximate analyses of *Rehmanniae radix* paste (% dry basis)

	RRP	RRPP
Carbohydrate	94.26±0.05	94.99±0.16*
Crude lipid	1.53±0.04	0.58±0.04*
Crude protein	2.01±0.02	3.34±0.04*
Ash	2.20±0.03	1.19±0.06*
Moisture	37.20±0.20	21.23±0.15*
Calorie (kcal/100 g)	398.85±0.08	398.54±0.21*

All values are mean±SD (n=3).

*Significant at p<0.05.

Table 7. Analyses of active components of *Rehmanniae radix* paste (mg/mL)

	RRP	RRPP
Catalpol	183.14±0.26	—
5-HMF	—	214,911.46±0.55

All values are mean±SD (n=3).

에서 조회분 함량이 높게 나왔다. 이러한 결과는 백삼과 홍삼의 무기질 성분 비교 시 대부분의 경우에서 백삼에 그 함량이 많이 존재한다는 보고와 일치하는 결과를 보였다(27).

유효성분 분석

생지황과 숙지황 농축 페이스트에서 지황의 지표 성분으로 알려진 catalpol 및 5-HMF의 함량을 측정된 결과는 Table 7과 같다. Catalpol 함량은 생지황 농축 페이스트에서 183.1 mg/mL로 검출되었고 숙지황 농축 페이스트에서는 검출되지 않았다. 이는 Lee와 Seo(17) 및 Shih 등(4)의 연구에 의하면 지황을 열처리하는 동안에 catalpol은 파괴되어 감소한다고 보고하였고, Kim 등(28)의 연구 또한 처리과정 중에 감소한다고 보고하였는데 이와 유사한 결과를 보였다(29). 5-HMF는 숙지황 농축 페이스트에서만 검출되었다. 5-HMF는 식품의 갈변화 과정 중에 발생하는 중간 생성물질로 일종의 색소이다. 식품 보관 중 안전성을 확보하기 위해 설정된 기준으로 신선도와 관련이 있으며 효소, 산, 자외선, 열 등의 영향을 받아 증가하는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 Lee와 Seo(17)의 견지황에서는 5-HMF가 나타나지 않았으며, 숙지황의 증수(蒸數)에 따라 1증에서 9증까지 5-HMF의 함량이 점차적으로 증가한다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다.

Total phenol 함량

생지황과 숙지황 농축 페이스트의 총 phenol 함량 측정 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 총 phenol 함량 측정 결과 숙지황 농축 페이스트가 12.36 mg/mL로 현저히 높은 함량을 나타내었다. 이는 침지용매에 따른 숙지황의 품질특성 연구에

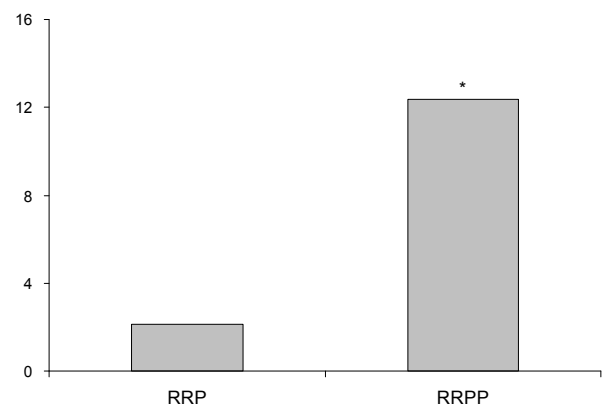


Fig. 1. Total phenol contents of *Rehmanniae radix* paste. RRP: *Rehmanniae radix* paste, RRPP: *Rehmanniae radix preparata* paste. RRP and RRPP were made from vacuum concentrates of hot water extracts. This values are represented as mean±SD. *p<0.05.

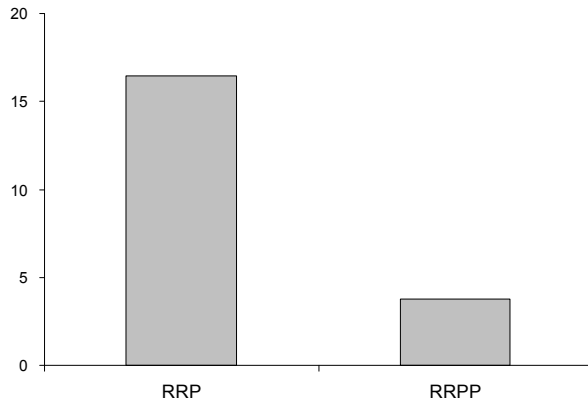


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of *Rehmanniae radix* paste. RRP: *Rehmanniae radix* paste, RRPP: *Rehmanniae radix preparata* paste. RRP and RRPP were made from vacuum concentrates of hot water extracts. IC₅₀ (mg/mL): vit C 0.542, tocopherol 1.092.

서 건지황과 시판 숙지황의 폴리페놀 함량이 각각 5.09 mg/g 및 13.90 mg/g이었다고 보고한 결과와 유사하며(30), 흑마늘의 이화학적 특성에 관한 연구에서도 흑마늘의 총 페놀 함량이 가장 높게 정량되었는데 이는 흑마늘이 장시간 열처리과정을 거치면서 일부 마늘 내 화합물의 구조적 변화 및 성분의 용출이 용이해지고 수분의 감소에 따른 상대적인 성분의 농축이 이루어졌기 때문이라고 한 보고와 유사한 결과를 보였다(23).

DPPH radical 소거능

DPPH는 비교적 안정한 free radical로서 ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족화합물, 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 원리를 이용하여 항산화 활성을 간단히 측정할 수 있는 동시에 식물체의 항산화활성 과도 연관성이 매우 높기 때문에 많이 이용되고 있는 방법이다(31,32). 지황으로 제조한 농축 페이스트의 DPPH radical 소거능 측정 결과는 Fig. 2에 나타내었다. IC₅₀ 값이 생지황 농축 페이스트, 숙지황 농축 페이스트의 순으로 감소하여 숙지황 농축 페이스트의 항산화능이 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 메일라드 반응에 의해 생성되는 갈색 반응생성물인 melanoidin이 지질의 산화를 막는 항산화 효과에 의한 것으로 판단된다(33). 또한 초고압 발효더덕 추출물의 DPPH 소거활성 결과 0.6 mg/mL에서 약 70%의 항산화도를 나타내었으며 이 값은 일반더덕 추출물 30.92%보다 높은 항산화도를 나타내었다는 보고와 유사한 결과를 보였다(34).

Hydroxyl radical 소거능

지황으로 제조한 농축 페이스트의 hydroxyl radical 소거능 측정 결과는 Fig. 3에 나타내었다. IC₅₀ 값은 생지황 농축 페이스트 8.47 mg/mL, 숙지황 농축 페이스트 1.45 mg/mL로 감소하여 숙지황 농축 페이스트의 항산화능이 가장 높게 나타났다. 이는 Shin 등(35)의 흑마늘의 항산화 활성에서 hydroxyl radical 소거활성은 물 추출물의 경우 생마늘과 쥔

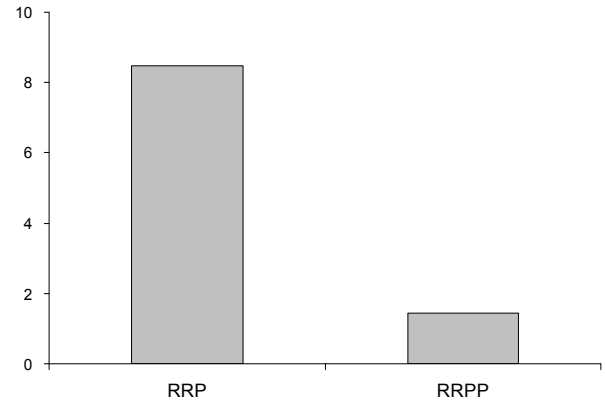


Fig. 3. Hydroxyl radical oxidation activity of *Rehmanniae radix* paste. RRP: *Rehmanniae radix* paste, RRPP: *Rehmanniae radix preparata* paste. RRP and RRPP were made from vacuum concentrates of hot water extracts.

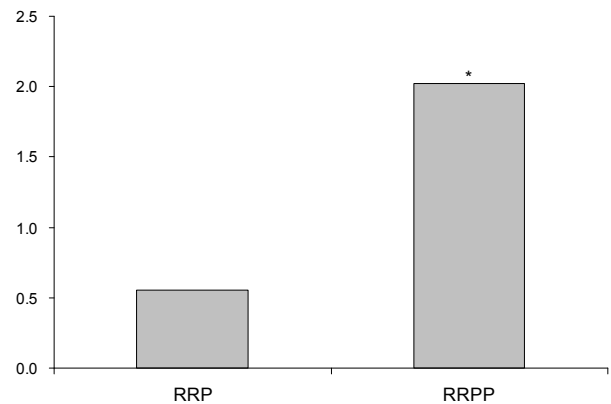


Fig. 4. FRAP activity of *Rehmanniae radix* paste. RRP: *Rehmanniae radix* paste, RRPP: *Rehmanniae radix preparata* paste. RRP and RRPP were made from vacuum concentrates of hot water extracts. This values are represented as mean \pm SD. *p<0.05.

마늘에서 최고 11.09% 정도로 매우 낮았으며 흑마늘은 5 mg/mL 농도에서 18.68 \pm 0.49%, 20 mg/mL 농도에서는 45.33 \pm 0.37%의 높은 활성을 나타내었다는 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

FRAP 측정

지황으로 제조한 농축 페이스트의 FRAP 활성 측정 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 그 결과 숙지황 농축 페이스트가 2.02 mg/mL로 측정되어 생지황 농축 페이스트의 값인 0.55 mg/mL보다 높았다. 이러한 결과로 숙지황 농축 페이스트의 항산화능이 생지황 농축 페이스트보다 높은 것으로 나타났다. 이는 Kim 등(36)의 피부직삼으로 흑삼을 만드는 과정에서 증포를 거듭할수록 FRAP value가 증가하여 피부직삼에 비하여 9회 증포한 흑삼의 FRAP value가 155.6% 증가한 것으로 나타나 피부직삼의 증포를 거듭할수록 흑삼의 항산화능이 증가되는 것으로 보고된 바와 유사한 결과를 나타냈다.

관능검사

지황으로 제조한 농축 페이스트에 대하여 7점 척도법을

Table 8. Sensory acceptability of *Rehmanniae radix* paste

	Color	Flavor	Taste	Overall preference
RRP	4.0±1.0	4.4±0.7	2.1±1.0	2.9±0.9
RRPP	5.0±1.0*	4.8±0.7*	5.5±0.8*	5.0±0.4*

All values are mean±SD (n=12).

*Significant at p<0.05.

사용하여 실시한 관능검사는 Table 8에 나타내었다. 패널은 20~30세의 충남대학교 식품영양학과 12명의 패널을 선정하여 기호도 검사를 실시하였다. 각 시료는 3자리 난수를 표기한 코팅된 일회용 컵에 담아서 물과 함께 제시하였다. 관능결과 식품소재의 맛, 색, 향, 선호도는 숙지황 농축 페이스트에서 가장 높은 점수를 나타내었다. 식품소재의 선호도는 5.0±0.4로 숙지황 농축 페이스트가 가장 높게 나타나 식품소재로서의 활용도가 가장 높은 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 생지황과 숙지황 물 추출물을 감압농축시킨 페이스트를 만들어 이화학적 특성과 항산화능을 분석하였다. 명도는 생지황 농축 페이스트보다 숙지황 농축 페이스트가 낮았다. 적색도는 생지황 농축 페이스트가 1.3으로 숙지황 농축 페이스트보다 높게 측정되었다. 황색도는 생지황 농축 페이스트가 0.68로 숙지황 농축 페이스트보다 높게 측정되었으며, 색도는 각 시료간의 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 당도는 숙지황 농축 페이스트가 72.0°Brix를 나타내어 더 높게 나타났고, 환원당 함량 또한 숙지황 농축 페이스트가 44.9%로 더 높게 나타났다. pH는 숙지황 농축 페이스트의 pH가 4.1을 나타내어 생지황 농축 페이스트의 pH인 5.6보다 낮았다. 일반성분 분석에서 조단백은 숙지황 농축 페이스트에서 3.3%, 생지황 농축 페이스트에서 2.0%로 나타나 숙지황 농축 페이스트에서 더 높게 나타났다. 유효성분 분석에서 catalpol 함량은 생지황 농축 페이스트에서 183.1 mg/mL로 검출되었고 숙지황 농축 페이스트에서는 검출되지 않았으며, 5-HMF는 숙지황 농축 페이스트에서만 검출되었다. 총 phenol 함량 측정 결과 숙지황 농축 페이스트가 12.36 mg/mL로 현저히 높은 함량을 나타내었고 DPPH radical 소거능 측정 결과 IC₅₀ 값이 생지황 농축 페이스트, 숙지황 농축 페이스트의 순으로 감소하여 숙지황 농축 페이스트의 항산화능이 더 높게 나타났다. Hydroxyl radical 소거능 측정 결과 IC₅₀ 값은 숙지황 농축 페이스트의 값이 1.45 mg/mL로 더 낮게 나타나 숙지황 농축 페이스트의 항산화능이 더 높게 나타났고, FRAP 활성 측정 결과 또한 숙지황 농축 페이스트가 2.02 mg/mL로 더 높아 항산화능이 더 높게 나타났다. 관능검사 결과, 숙지황 농축 페이스트의 선호도가 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과로 보아 지황의 농축 페이스트 중에서 식품소재로 활용될 때 숙지황 농축 페이스트가 더 적당한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 2011년도 지역농업 특성화 기술 지원연구과제로 수행한 연구의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Korean College of Oriental Medicine Professor. 1995. *Herbal medicine*. Youngrimsa, Seoul, Korea. p 190-192, 580-581.
2. Kim DH, Park CH, Park HW, Park CG, Sung JS, Yu HS, Kim GS, Seong NS, Kim JC, Kim MS, Bae SG, Chung BJ. 2008. A new high-quality, disease resistance and high-yielding *Rehmannia glutinosa* cultivar, "kokang". *Korean J Breed Sci* 40: 84-87.
3. Park SJ, Park HS, Yoo SO. 1998. Effects of supplementation of *Rehmannia radix* on performance and physiological status in broiler chicks. *KJ Poult Sci* 25: 195-202.
4. Shih CK, Son YJ, Lee YJ. 1999. Changes in the carbohydrate contents of *Rehmanniae radix* during processing. *Korean J Her* 14: 1-11.
5. 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 Her* 17: 145-149.
6. Chun JC, Kim JC, Hwang IT, Kim SE. 2002. Acteoside from *Rehmannia glutinosa* nullifies paraquat activity in *Cucumis sativus*. *Pesticide Biochem Physiol* 72: 153-159.
7. Lee SI, Ahn DK, Shin MK, No SH, Lee YJ, Kim SH. 1986. *Oriental medicine clinic application*. Sungbosa, Seoul, Korea. p 354-355.
8. Jung BS, Shin MK. 1998. Illustration crude drug unabridged dictionary. Youngrimsa, Seoul, Korea. p 906-909.
9. 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* 42: 1666-1668.
10. Chen LZ, Feng XW, Zhou JH. 1995. Effects of *Rehmannia glutinosa* polysaccharide b on T-lymphocytes in mice bearing sarcoma 180. *Chung Kuo Yao Li Hsueh Pao* 16: 337-340.
11. 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.
12. 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.
13. Park NK, Kim SL, Hur HS, Park CH. 2002. Development of *Rehmanniae Radix Preparata* with new variety "Jiwhang 1". *Kor J Intl Agri* 14: 34-39.
14. 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.
15. Shih CK, Son YJ, Lee YJ. 1999. Changes in the carbohydrate contents of *Rehmanniae Radix* during processing. *Kor J Herbiology* 14: 1-11.
16. 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.
17. 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.
 18. 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.
 19. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
 20. Korean Food Standards Codex. 2002. Korea Food & Drug Administration, Chungwon, Korea.
 21. Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitric* 16: 144-158.
 22. Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem* 230: 70-79.
 23. 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.
 24. Lee JW, Lee SK, Do JH, Shim KH. 1998. Characteristics of the water soluble browning reaction of Korean red ginseng as affected by heating treatment. *J Ginseng Res* 22: 193-199.
 25. You BR, Kim HR, Kim MJ, Kim MR. 2011. Comparison of the quality characteristics and antioxidant activities of the commercial black garlic and lab-prepared fermented and aged black garlic. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 366-371.
 26. 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.
 27. Korean ginseng history edit committee. 2002. *Korean ginseng history*. Dongilmunhwasa, Seoul, Korea. p 16-167.
 28. Kim JW, Choi HY, Cho JH, Ahn DK, Yook CS, Byun MW, Lee J, Im MH, Kim DH. 2005. Studies on the stability of catalpol components, and genotoxic safety of γ -irradiated *Rehmanniae radix* crude. *Korean J Pharmacogn* 36: 75-80.
 29. 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.
 30. Woo KS, Song DS, Lee JS, Lee HB, Jeong HS. 2007. Quality characteristics of *Rehmannia radix preparata* with pre-soaking solvents. *Korean J Food Sci Technol* 39: 289-294.
 31. 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.
 32. 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.
 33. Do JH, Kim KH, Jang JG, Yang JW. 1989. Changes in color intensity and components during browning reaction of white ginseng water extract. *Korean J Food Sci Technol* 21: 480-485.
 34. Park SJ, Park DS, Lee SB, Xinlong He, Ahn JH, Yoon WB, Lee HY. 2010. Enhancement of antioxidant activities of *Codonopsis lanceolata* and fermented *Codonopsis lanceolata* by ultra high pressure extraction. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1898-1902.
 35. Shin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Sung NJ. 2008. Antioxidant activity of black garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 965-971.
 36. 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.

(2011년 8월 25일 접수; 2011년 10월 25일 채택)