

열처리조건에 따른 숙지황의 품질변화

송대식² · 우관식¹ · 성낙술³ · 김광업¹ · 정현상¹ · 이희봉^{1*}

¹충북대학교 식품공학과

²(주)신원에프아이

³농촌진흥청 작물과학원

Changes in Quality of *Rehmanniae radix* Preparata with Heating Conditions

Dae-Shik Song², Koan Sik Woo¹, Nak Sull Seong³, Kwang Yup Kim¹,
Heon-Sang Jeong¹ and Hee-Bong Lee^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

²Shinwon Food Industry Co., Hwaseong 445-944, Korea

³National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea

Abstract

This study was performed to develop a more simple and convenient heat treatment process for increasing heating temperature than the traditional 9-times steaming process for *Rehmanniae radix* Preparata (*R. radix* P.). The *R. radix* was heated to various temperatures (110, 120, 130, 140 and 150°C) for different lengths of time (1, 2, 3, 4 and 5 hr). Chromaticity, free sugar, amino acid, catalpol and 5-HMF (5-hydroxy-methyl-2-furaldehyde) content of water extracts of *R. radix* P. were analysed. With increasing heating temperature and time, the L, a and b-value of samples gradually decreased. Fructose and glucose contents were increased to 120°C for 5 hr (5.21 and 6.67%, respectively) with no changes afterward. Sucrose content was not detected after 130°C. Total amino acid was increased to 140°C and decreased afterward. The maximum total amino acid content was 4,172 mg/100 g at 140°C for 2 hr (*R. radix* L.: 3,029 mg/100 g). The catalpol was decreased to 130°C for 1 hr and not detected afterward. The 5-HMF content increased with increasing heating temperature and time. The maximum content of 5-HMF was 2.5% in 150°C for 5 hr. Hence, it can be suggested that the heat treatment at 130°C for 2 hr or more is the most optimum processing conditions, instead of the traditional 9-times steaming process.

Key words: *Rehmanniae radix*, heat treatment, catalpol, 5 HMF

서 론

지황(*Rehmanniae radix*)은 현삼과에 속하는 다년초로서 중국이 원산지이고 약용식물로 재배되고 있으며, 한방에서는 뿌리의 생것을 생지황, 건조시킨 것을 건지황, 찌서 말린 것을 숙지황이라고 한다(1-4). 생지황은 채취한 뒤 모래에 저장된 신선한 지황의 뿌리로 한방에서는 청혈, 양혈, 생진의 효능이 있으며, 건지황은 생지황의 껍질을 벗겨 양건한 지황의 뿌리로 한방에서는 자음양혈효능이 있고 허약체질, 토혈, 코피, 자궁 출혈, 생리불순, 변비 등에 사용하고 있다. 숙지황은 생지황이나 건지황을 사인이 함유된 술에 침지시킨 후 술과 함께 찌서 건조시키는 과정을 9회 반복한 것으로 보혈, 자음의 효능이 있으며, 생리불순, 허약체질, 어린이의 발육 부진, 치매, 조루증, 발기부전 등에 사용되고 있다(3-5). 건지황과 숙지황의 에탄올 추출물에 대한 생리활성의 연구

(6)에서 숙지황이 돌연변이 억제 활성이 가장 높게 나타났으며, 암세포에 대한 성장 저해는 건지황과 숙지황 모두 1 g/L의 농도에서 50% 이상 억제하였고 숙지황의 경우 간암세포에 대해 1 g/L의 농도에서 61%까지 억제하는 것으로 보고하였다. Jo(7)의 연구에 의하면 숙지황의 열수추출물은 사염화탄소에 의한 신장조직의 손상을 억제하고 신장내의 GSH 함량이 증가하며, 신장조직의 LDH 유출과 지질과산화물 감소시키는 것으로 보고하였다. 또한 난소가 절제된 쥐에 이용하여 폐경과 관련된 증상의 개선을 위한 연구(8)에서 숙지황의 열수추출물은 혈청 중 cholesterol 함량을 감소시키고 estrogen 결핍으로 인한 동맥경화성 혈관질환을 예방할 수 있을 것으로 보고하였다.

숙지황의 품질관리를 위한 지표 물질로서 과거에는 catalpol, D-mannitol 및 rehmannioside A-D 등이 사용되어져 왔지만 이는 생지황 및 건지황에도 존재하는 물질이며 산지

*Corresponding author. E mail: leehb@chungbuk.ac.kr
Phone: 82 43 261 2569, Fax: 82 43 271 4412

또는 계절별로 함량의 차이가 있을 뿐만 아니라 숙지황의 제조과정에서 주로 열에 의해서 분해되는 것으로 보고되는 등 여러 가지 문제점을 가지고 있다(4-6,9-13). 이에 따라 생지황 및 건지황에는 존재하지 않으며, 숙지황 제조 시 환원당과 아미노산을 함유하는 식품을 열처리할 경우 발생하는 비효소적 갈색화 반응인 마이알 반응(maillard reaction)의 중간산물 중 하나인 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde (5-HMF)를 이용한 표준화작업이 진행되어 대한약전(KP)에서는 “이 약을 건조한 것을 정량할 때 5-HMF 0.1% 이상을 함유한다”라고 규정하고 있다(3-4,9).

숙지황은 전통적인 제조방법인 구증구포 처리를 이용해서 제조하지만 지표성분인 5-HMF를 0.1% 이상 함유한다는 규정을 충족시키는 범위 내에서 2중 또는 4중, 7중정도 증숙시켜도 된다고 보고되고 있으나 이는 구증구포 처리에서 증숙 방법 및 온도, 증숙 시간 등 여러 변수가 별도의 정확한 기준 없이 사용되기 때문이다(2-4). 기존의 숙지황에 대한 연구로는 숙지황의 제조과정 중 성분변화에 관한 연구(5)와 수치와 포제에 따른 숙지황 중의 5-HMF 함량을 분석한 연구(4,5) 등 대부분 숙지황의 지표성분인 5-HMF의 함량에 관한 연구와 한약재로서의 연구(6,12)가 진행되었을 뿐 숙지황의 새로운 제조방법과 관련된 연구는 찾아보기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 숙지황을 간편하게 만들 수 있는 새로운 처리방법을 개발하기 위하여 고온고압처리방법을 적용시켜 처리조건에 따른 지표성분인 5-HMF의 함량변화를 조사하고, 기존 숙지황의 5-HMF 함량과 비교 분석하였다. 또한 각각의 열처리조건별 숙지황의 특성을 조사하여 숙지황 제조방법을 간편화하고 숙지황 제조를 위한 최적의 열처리 조건을 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 건지황은 중국산으로 2004년 세월제약(남양주, 한국)에서 제조한 시판제품을 제공받아 사용하였으며, 수분함량은 12%로 나타났다. 대조구로는 동일 회사에서 제조하여 시판되고 있는 숙지황을 제공받아 사용하였다.

시료 처리

건지황의 수분함량에 대해 생지황(수분함량: 82%)에 해당하는 수분을 첨가하여 온도(110, 120, 130, 140 및 150°C)와 시간(1, 2, 3, 4 및 5시간)을 변수로 25개 실험구를 설정하여 10 kg/cm² 이상의 압력에서도 견딜 수 있도록 고안·제작된 고온고압처리장치(Jisico, 서울, 한국)로 처리하였다(14-16). 시료는 내부용기에 담겨진 후 일정량의 물이 첨가된 외부용기에 넣어 밀봉한 다음 oil bath(JS Research, 공주, 한국)에 넣어 온도를 조절하며 숙지황을 제조하였다. 고온고압처리

로 제조한 숙지황과 건지황에 중량비로 10배량의 증류수를 넣고 마쇄한 다음 2시간 동안 3회 환류 추출한 후 여과하여 분석용 시료로 사용하였다.

색도 측정

열처리 조건에 따른 숙지황의 색 변화를 살펴보기 위하여 분석용 시료 50 mL를 정확히 취하여 색차계(CR310, Minolta Co., Tokyo, Japan)로 L(lightness), a(redness) 및 b(yellow) 값을 3회 반복 측정하였다.

유리당 함량 분석

열처리조건에 따른 숙지황의 유리당 변화를 살펴보기 위하여 Bae 등(17)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 분석용 시료를 0.45 µm syringe filter로 여과한 다음 HPLC(Thermo Separation Products Inc., Michigan, USA)로 분석하였다. 표준물질로 fructose, glucose 및 sucrose(Sigma-Aldrich, Saint Louis, Missouri, USA)를 사용하였다. Carbohydrate analysis column(4.6×150 mm, Agilent Technologies, California, USA)을 사용하여 RI detector로 검출하였으며, 이동상은 acetonitrile과 water를 75:25(v/v)로 하여 1 mL/min으로 흘려주었고, injection volume은 20 µL로 하여 3회 반복 측정하였다.

아미노산 함량 분석

열처리에 따른 구성 아미노산의 변화를 살펴보기 위하여 분석용 시료를 18 mL test tube에 칭량하고 6 N HCl 3 mL를 가한 다음 진공펌프로 진공 밀봉하였다. Sealing된 tube는 121°C로 설정된 heating block에서 24시간 동안 가수분해시킨 다음 진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)로 산을 제거한 후 sodium loading buffer를 이용하여 10 mL로 정용한 다음, 여기서 1 mL를 취해 여과하여 아미노산 분석기(Pharmacia Biochrom 20, Li+ type high performance ultra pack, UK)로 정량 분석하였으며, 대조구로 건지황과 시판 숙지황을 사용하였다. 분석시간은 2 hr/sample로 하였고 주입량은 20 µL, 완충용액은 초산나트륨 완충용액(4 kinds, Pharmacia Co., New Jersey, USA), 반응액은 ninhydrine (Pharmacia Co.)을 사용하였다.

Catalpol 함량 분석

지황의 지표성분으로 알려진 catalpol 함량의 변화를 살펴보기 위하여 열처리조건별 분석용 시료를 3,000 rpm에서 10 분간 원심분리하고 상등액을 취하여 syringe filter(0.45 µm)로 여과한 후 HPLC(Thermo Separation Products Inc.)로 분석하였으며(18), 표준물질로는 Wako pure chemical industries(Osaka, Japan)의 catalpol을 사용하였다. Column은 Bondapack/C₁₈(4.6×30 cm), 검출기는 UV 210 nm, 이동상은 H₂O-MeOH(90:10, v/v), 유속은 1 mL/min, 주입량은 20 µL로 하였고 3회 반복 측정하였다.

5-HMF(5-hydroxymethyl-2-furaldehyde) 함량

숙지황의 지표성분인 5-HMF 함량의 변화를 살펴보기 위하여 열처리조건별 시료를 Bae 등(17)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 분석용 시료를 일정량 취하여 ethyl acetate 50 mL로 3회 분획을 실시하여 얻은 ethyl acetate 층을 진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)로 용매를 제거하고 증류수 5 mL로 용해시킨 후 0.45 μ m membrane filter (Millipore, Billerica, Massachusetts, USA)로 여과하여 HPLC(Thermo Separation Products Inc.)로 분석하였으며, 표준물질로는 5-HMF(Wako pure chemical industries)를 사용하였다. LC-18 column(4.6 \times 250 mm)을 이용하였으며, 이동상은 acetonitrile-water(20:80, v/v)를 0.8 mL/min의 속도로 흘려주었고 검출기는 UV 280 nm, 주입량은 20 μ L로 하였고 3회 반복 측정하였다.

결과 및 고찰

색도 변화

시판 숙지황과 열처리조건에 따라 제조된 숙지황의 색의 차이를 살펴보기 위하여 열처리조건에 따른 색의 변화를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 원료로 사용된 건지황의 색도는 L, a 및 b값이 각각 32.53, 2.30 및 4.83이었으며, 시판 숙지황은 각각 23.56, 1.72 및 0.22이었다. 열처리온도와 열처리시간이 증가함에 따라 L, a 및 b값은 모두 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 비효소적 갈색화 반응인 마이알 반응에 의해 갈변도가 증가하였기 때문이라 판단된다. 열처리온도별 L값을 보면 110 및 120°C에서는 26.73~1.73 및 23.16~28.00 범위로 열처리온도와 시간에 따라 감소하는 경향을 나타내었지만, 130°C 이후에는 열처리시간에 따라 23.08~25.06 범위로 큰 변화가 없었다. 적색도를 나타내는 a값은 110°C에서는 열처리시간이 증가함에 따라 증가하였으며, 120°C, 1시간 처리구에서 2.06으로 가장 높은 값을 보인 후 감소하는 경향을 나타내었고 L값과 마찬가지로 130°C 처리 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은 110°C, 1시간 처리에서 4.23으로 가장 높은 값을 보였으며, 열처리온도와 열처리시간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었고, L 및 a값과 마찬가지로 130°C 처리 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 시판 숙지황의 색도와 비교해 볼 때 120°C, 4시간 처리와 130°C 처리 이후에 비슷한 L, a 및 b값을 보이는 것으로 나타났으며, 130°C, 2시간 처리 이후에는 a 및 b값이 시판 숙지황보다 낮은 수치를 나타내었다.

유리당 함량 변화

건지황 및 시판 숙지황 그리고 본 연구에서 제조된 숙지황의 유리당 함량을 살펴보기 위하여 열처리 조건에 따른 유리당 함량의 변화를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 원료로

Table 1. Changes of chromaticity of *R. radix* extract with heat treatment conditions¹⁾

Temp (°C)	Time (hr)	L	a	b
110	1	31.73 \pm 0.98	1.07 \pm 0.29	4.23 \pm 0.78
	2	28.20 \pm 0.58	1.88 \pm 0.14	4.58 \pm 0.26
	3	26.73 \pm 1.00	1.93 \pm 0.45	3.62 \pm 1.24
	4	27.32 \pm 3.75	2.00 \pm 0.18	2.57 \pm 0.88
	5	27.20 \pm 1.28	2.05 \pm 0.35	1.93 \pm 0.98
120	1	28.00 \pm 3.37	2.06 \pm 0.15	2.96 \pm 0.66
	2	25.84 \pm 0.66	2.01 \pm 0.58	2.78 \pm 1.58
	3	25.71 \pm 2.42	1.50 \pm 0.31	1.28 \pm 0.29
	4	24.42 \pm 2.46	1.33 \pm 1.51	1.38 \pm 2.60
	5	23.16 \pm 0.38	0.33 \pm 0.02	0.27 \pm 0.04
130	1	23.94 \pm 0.69	1.11 \pm 0.37	0.85 \pm 0.83
	2	23.34 \pm 0.35	0.37 \pm 0.03	0.28 \pm 0.02
	3	23.39 \pm 0.25	0.71 \pm 0.14	0.02 \pm 0.07
	4	25.06 \pm 2.25	0.25 \pm 0.09	0.25 \pm 0.10
	5	23.46 \pm 0.49	0.17 \pm 0.08	0.29 \pm 0.05
140	1	23.08 \pm 0.03	0.17 \pm 0.02	0.29 \pm 0.04
	2	23.42 \pm 0.40	0.13 \pm 0.01	0.26 \pm 0.04
	3	23.33 \pm 0.21	0.19 \pm 0.05	0.16 \pm 0.07
	4	23.28 \pm 0.17	0.12 \pm 0.01	0.25 \pm 0.06
	5	23.31 \pm 0.30	0.12 \pm 0.04	0.27 \pm 0.02
150	1	23.91 \pm 0.16	0.12 \pm 0.01	0.35 \pm 0.02
	2	23.76 \pm 0.17	0.15 \pm 0.02	0.25 \pm 0.07
	3	23.90 \pm 0.21	0.09 \pm 0.02	0.31 \pm 0.05
	4	23.41 \pm 0.51	0.15 \pm 0.02	0.18 \pm 0.08
	5	23.25 \pm 0.29	0.13 \pm 0.02	0.09 \pm 0.04
<i>R. Radix</i> L. ²⁾		25.53 \pm 0.38	2.30 \pm 0.65	2.38 \pm 0.98
<i>R. Radix</i> P. ³⁾		23.56 \pm 0.35	1.72 \pm 0.80	0.22 \pm 0.37

¹⁾Values represent the mean \pm SD of three replications.

²⁾*R. radix* Libosch (Sewon Pharmacy, Namyangju, Korea).

³⁾*R. radix* Preparata (Sewon Pharmacy, commercial sample).

사용된 건지황은 fructose가 검출되지 않았지만, 시판 숙지황의 fructose 함량은 1.06%이었다. 열처리온도와 시간이 증가함에 따라 fructose의 함량은 증가하였으며, 120°C, 2시간 처리구에서 5.08%로 증가하였고 이후에는 큰 변화가 없었다. 원료로 사용된 건지황과 시판 숙지황의 glucose 함량은 각각 1.59 및 2.84%이었으며, 본 연구에서 열처리온도와 시간이 증가함에 따라 glucose의 함량은 증가하여 120°C, 3시간 처리구에서 6.35%를 보였으며, 이후에는 6.35~6.77%로 큰 변화가 없었다. 원료로 사용된 건지황의 sucrose 함량은 6.81%이었으나, 시판 숙지황은 검출되지 않았다. 본 연구의 열처리온도와 시간이 증가함에 따라 sucrose의 함량은 큰 폭으로 감소하였으며, 130°C 이상의 처리구에서는 검출되지 않았는데 이 시점부터 sucrose 대부분이 fructose 및 glucose로 파괴된 것으로 보이며, 이는 Quintas 등(19)과 Ivan 등(20)이 보고한 바와 같이 열에 의해 sucrose가 파괴된 것으로 판단되었다. 또한 숙지황은 다당류의 분해로 단당류의 농도가 증가하고 분해산물인 5-HMF 등이 생성된다고 알려져 있으며(2), 본 연구에서도 열처리온도와 열처리시간이 증가함에 따라 sucrose가 변화되어 fructose 및 glucose가 생

Table 2. Changes in monosaccharide contents of *R. radix* P. extract with heat treatment conditions¹⁾ (unit: %)

Temp. (°C)	Time (hr)	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
110	1	2.57±0.09	4.39±0.15	6.28±0.21	13.24±0.44
	2	4.10±0.14	5.37±0.18	5.32±0.18	14.78±0.49
	3	4.23±0.12	5.93±0.20	3.87±0.13	14.03±0.47
	4	4.84±0.16	6.46±0.22	3.06±0.10	14.35±0.48
	5	4.91±0.13	6.40±0.21	2.44±0.08	13.76±0.46
120	1	4.91±0.16	5.89±0.20	5.35±0.18	16.16±0.54
	2	5.08±0.17	5.94±0.20	3.07±0.10	14.08±0.47
	3	5.13±0.19	6.35±0.21	2.42±0.08	13.90±0.46
	4	5.24±0.12	6.69±0.22	2.12±0.07	14.05±0.47
	5	5.21±0.17	6.67±0.22	1.69±0.06	13.57±0.45
130	1	5.24±0.19	6.65±0.22	ND ⁴⁾	11.89±0.40
	2	5.20±0.15	6.77±0.23	ND	11.97±0.40
	3	5.16±0.17	6.41±0.21	ND	11.56±0.39
	4	5.10±0.14	6.60±0.22	ND	11.70±0.39
	5	5.07±0.17	6.74±0.22	ND	11.80±0.39
140	1	5.37±0.18	6.67±0.22	ND	12.04±0.40
	2	5.62±0.19	6.72±0.22	ND	12.35±0.41
	3	5.23±0.17	6.75±0.22	ND	11.97±0.40
	4	5.51±0.18	6.76±0.23	ND	12.27±0.41
	5	5.38±0.18	6.66±0.22	ND	12.04±0.40
150	1	5.45±0.18	6.55±0.22	ND	12.00±0.40
	2	5.48±0.18	6.62±0.22	ND	12.10±0.40
	3	5.27±0.18	6.32±0.21	ND	11.59±0.39
	4	5.23±0.17	6.65±0.22	ND	11.88±0.40
	5	5.34±0.18	6.72±0.22	ND	12.06±0.40
<i>R. Radix</i> L. ²⁾		ND	1.59±0.15	6.81±0.18	8.39±0.33
<i>R. Radix</i> P. ³⁾		1.06±0.14	2.84±0.16	ND	3.89±0.30

¹⁾Values represent the mean±SD of three replications.^{2,3)}See the legend of Table 1.⁴⁾Not detected.

성된 것으로 판단되었다. 또한 전체 당함량이 감소한 것은 열에 의해 fructose 및 glucose가 파괴되어 5-HMF 등의 당분해산물로 전환된 것으로 보이며(2), 특히 시판 숙지황의 당함량이 적게 나타난 것은 구증구포 처리과정에서 유출물로 빠져나왔기 때문이라 생각되며, 이에 대한 정확한 연구가 필요할 것이다.

아미노산 함량 변화

숙지황 제조에 원료로 사용한 건지황과 시판 숙지황 그리고 각각의 온도에서 2시간 처리하여 제조한 숙지황의 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같이 모두 17종이 검출되었으며, cysteine, glutamine, tryptophan은 검출되지 않았다. 총 아미노산 함량은 건지황에서 3,029 mg/100 g으로 열처리에 의하여 110°C에서 3,779 mg/100 g, 120°C에서 3,890 mg/100 g, 130°C에서 4,116 mg/100 g, 140°C에서 4,172 mg/100 g, 150°C에서 3,707 mg/100 g으로 열처리온도가 증가함에 따라 증가하였으며, 140°C 처리에서 가장 높은 함량을 나타내었고 150°C에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 아미노산 종류별 함량 변화에 있어서는 threonine의 함량이 건지황에서 83 mg/100 g으로 열처리온도가 증가할수록 증가하여 150°C 처리에서 241 mg/100 g을 내었다. Lysine도 처리온도가 증가함에 따라 함량이 증가하여 건지황에서 124 mg/100 g으로 140°C 처리에서 379 mg/100 g까지 증가하였다. Proline도 건지황에서의 함량이 49 mg/100 g에서 120°C 처리에서 174 mg/100 g까지 증가하였다가 130°C 처리에서 159 mg/100 g으로 다소 감소하였다. Glutamic acid도 건지황의 함량 264 mg/100 g에서 처리온도가 증가할수록 증가

Table 3. Changes in amino acids contents of *R. radix* P. extract with heat treatment conditions (unit: mg/100 g)

Amino acid	<i>R. Radix</i> L. ¹⁾	<i>R. Radix</i> P. ²⁾	Treated temp. (°C) for 2 hr				
			110	120	130	140	150
Asp	237	248	230	239	244	243	235
Thr	83	191	201	209	200	212	241
Ser	246	185	241	235	232	229	187
Glu	264	421	269	294	425	439	345
Pro	49	140	171	174	159	124	112
Gly	203	215	292	276	262	266	246
Ala	278	312	304	330	387	384	345
Cys	ND ³⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Val	234	232	309	318	291	303	276
Met	83	83	58	66	52	51	54
Ile	158	137	207	204	205	222	197
Leu	248	248	269	279	253	270	228
Tyr	91	77	120	102	110	121	96
Phe	156	206	206	224	228	231	203
His	59	51	78	80	85	87	76
Lys	124	123	287	288	359	379	318
Asn	235	272	271	300	344	340	284
Arg	280	300	262	273	281	272	264
Gln	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total	3,029	3,439	3,779	3,890	4,116	4,172	3,707

^{1,2)}See the legend of Table 1. ³⁾Not detected.

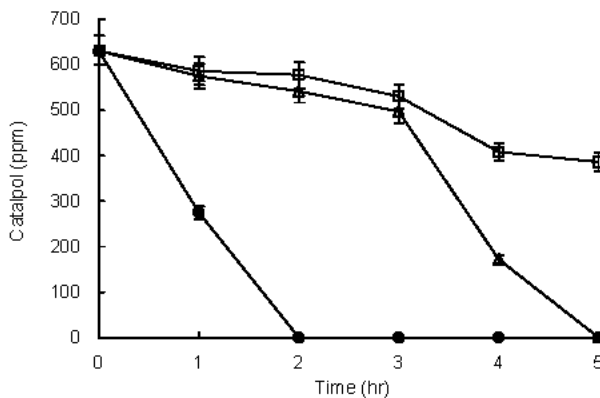


Fig. 1. Changes in catalpol contents of *R. radix* P. extract with heat treatment conditions.

□: 110°C, △: 120°C, ●: 130°C.

R. radix L.: 631.39 ppm, *R. radix* P.: not detected.

하여 140°C 처리에서 439 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 그 외의 다른 아미노산들도 처리온도가 증가할수록 약간씩 증가하였다. Methionine은 견지황의 함량 83 mg/100 g에서 처리온도가 높아질수록 감소하여 140°C 처리에서 51 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 나타내어, 처리온도가 증가함에 따라 다른 아미노산과는 다르게 감소하는 경향을 나타내었다.

Catalpol 및 5-HMF 함량 변화

Catalpol은 iridoid 배당체로 생쥐에 대한 동물실험에서 완만한 사하작용과 이뇨작용이 있는 것으로 알려져 있으며 (10), 지황의 품질평가에 관한 연구에서 생지황과 견지황의 지표성분으로 알려져 있다(11). Catalpol은 견지황에서 631.4 ppm 함유하고 있었으나 시판 숙지황에서는 검출되지 않았다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 처리온도와 시간이 증가할수록 catalpol은 급격히 감소하는 경향을 보였으며, 120°C, 4시간에는 172.8 ppm, 130°C, 1시간에는 275.9 ppm으로 나타났다. 120°C, 5시간 처리구와 130°C, 2시간 처리 이후에 검출되지 않았다. 110°C 처리에서는 386.0~586.1 ppm이 검출되었고 120°C에서는 4시간 처리까지 172.8~574.7 ppm이 검출되었다. Lee와 Seo(2) 및 Shih 등(3)의 연구보고에 의하면 지황을 열처리하는 과정 동안에 catalpol은 파괴되어 감소한다고 보고하였고, Kim 등(18)의 연구보고 또한 처리과정 중에 감소한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 열처리온도와 시간이 증가함에 따라 catalpol의 함량은 감소하였다.

숙지황의 지표물질로 이용하고 있는 5-HMF는 환원당과 아미노산을 함유하는 식품을 가공하거나 살균하는 과정에서 열처리에 의해 일어나는 일련의 비효소적 갈색화 반응인 마이알 반응의 중간 산물로 알려져 있다(2,4). Lee와 Seo(2)의 연구보고에서 숙지황 중에는 1.318 mg/g이 함유되어 있으며 생지황과 견지황에는 각각 0.195, 0.204 µg/g이 존재한다고 보고하였으며, 이 물질은 과일즙, 과일주, 커피 등 다양한 식품들에서 포함되어 있는 것으로 알려져 있다(3). Fig.

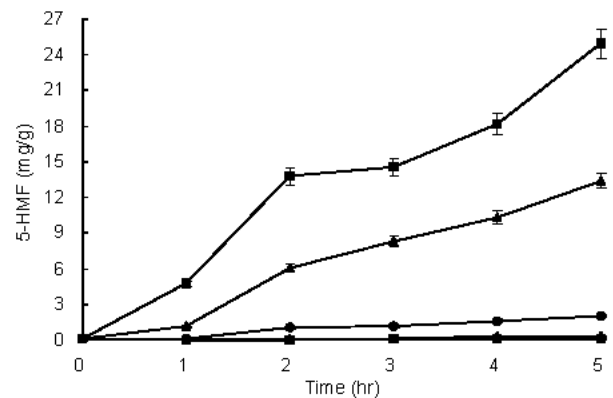


Fig. 2. Changes in 5-HMF contents of *R. radix* P. extract with heat treatment conditions.

□: 110°C, △: 120°C, ●: 130°C, ▲: 140°C, ■: 150°C.

R. radix L.: 0.12 mg/g, *R. radix* P.: 4.04 mg/g.

2에 보는 바와 같이 견지황과 시판 숙지황의 5-HMF의 함량은 각각 0.12 및 4.04 mg/g이었는데 열처리온도와 시간이 증가할수록 5-HMF의 함량은 증가하는 경향을 나타내었는데, 본 실험조건에서 0.03 mg/g에서 최고 24.95 mg/g까지의 증가를 보였다. 110°C 처리의 경우 0.03~0.12 mg/g, 120°C는 0.06~0.33 mg/g, 130°C, 1시간 처리는 0.15 mg/g로 완만한 증가를 보였지만, 130°C, 2시간 처리부터 1.05 mg/g으로 급격히 증가하였고, 140°C, 2시간 처리부터 6.04 mg/g으로 다시 급격히 증가하였다. 이후 140°C, 4시간 처리부터 10.34 mg/g에서 150°C, 5시간 처리구 24.95 mg/g까지 급격히 증가하였다. 이러한 결과는 Kwon 등(15)과 Hwang 등(16)의 보고에서 마늘과 배를 열처리할 경우 열처리온도와 시간이 증가함에 따라 5-HMF의 함량이 증가하는 것으로 밝혀졌는데, 본 실험에서도 유사한 결과를 나타내었다. 대한약전의 숙지황의 기준은 5-HMF의 함량이 0.1% 이상일 때 숙지황으로 불릴 수 있는 것으로 알려져 있으며(9), 시판 제품의 경우 5-HMF의 함량이 4.04 mg/g이므로 고온고압의 열처리 방법에 의한 숙지황 제조는 130°C, 2시간 처리(1.05 mg/g)에서 140°C, 2시간 처리(6.04 mg/g)가 적당할 것으로 보이며, 이후 처리에서는 5-HMF의 함량이 너무 높아(8.31 mg/g 이상) 지황의 품질을 저하시킬 수 있을 것으로 보인다.

요 약

숙지황을 간편하게 제조할 수 있는 새로운 방법을 개발하고자 고온고압처리방법을 적용시켜 처리조건에 따라 지표성분인 5-HMF의 함량과 몇 가지 품질특성의 변화를 조사하여 시판 숙지황과 비교분석하였다. 색도는 처리온도와 시간이 증가할수록 L, a, b값 모두 감소하였으며, 120°C, 4시간 처리와 130°C, 2시간 처리 이후가 시판 숙지황의 색도와 유사하였다. Fructose는 120°C에서 처리시간의 증가함에 따라 약간 증가하였고 그 후에는 큰 변화를 나타내지 않았으며,

glucose는 120°C, 3시간 처리까지 증가하였지만 그 후에는 변화가 적었다. Sucrose는 130°C, 1시간 처리부터 검출되지 않았다. 아미노산은 모두 17종이 분석되었으며, 총 함량은 건지황에서 3,029 mg/100 g이었고 열처리온도가 증가할수록 증가하여 140°C, 2시간 처리에서 4,172 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. Catalpol 함량은 건지황에서 631.4 ppm이 검출되었으나 숙지황에서는 검출되지 않았고 고온고압처리에 의한 숙지황은 130°C, 1시간 처리(275.9 ppm) 이후에 검출되지 않았다. 숙지황의 지표물질인 5-HMF는 건지황과 시판 숙지황에서 각각 0.12 및 4.04 mg/g으로 나타났다. 처리온도와 시간이 증가할수록 5-HMF 함량은 증가하였으며, 150°C, 5시간 처리구에서 24.95 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였다. 5-HMF의 함량이 0.1% 이상일 때 숙지황의 품질요건을 충족하므로 고온고압처리에 의한 숙지황 제조는 130°C, 2시간에서 140°C, 2시간 처리가 적합한 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었으며, 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. *Korean J Her* 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. *Korean J Her* 17: 145-149.
- 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.
- An SW, Kim YG, Kim MH, Lee HY, Seong NS. 1999. Comparison of biological activities of *Rehmannia radix* and *R. radix* Preparata produced in Korea. *Korean J Med Crop Sci* 7: 257-262.
- Jo SI. 2003. Anti oxidative effects of *Radix rehmanniae* Preparata on toxic agent induced kidney cell injury. *Korean J Her* 18: 119-126.
- Jo SI. 2005. Effects of the *Rehmanniae radix* Preparat on ovariectomized rats. *Korean J Her* 20: 61-67.
- 한국약학대학협의회 약전분과회 편저. 2003. 대한약전 제8개정 해설서. 도서출판 신일상사, 서울. p 1166.
- Kim NJ, Jung EA, Kim HJ, Sim SB, Kim JW. 2000. Quality evaluation of various dried roots of *Rehmannia glutinosa*. *Korean J Pharmacogn* 31: 130-141.
- 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. *Korean J Pharmacogn* 32: 116-120.
- Lee BK, Jung JE, Choi YH. 2005. Optimization of micro wave assisted extraction process of *Rehmannia radix* Preparata by response surface methodology. *Food Eng Pro* 9: 283-290.
- Lee YJ. 1998. Studies on the constituents analysis for commercial *Rehmanniae radix* Preparata. *Korean J Her* 13: 1-6.
- Woo KS, Jang KI, Kim KY, Lee HB, Jeong HS. 2006. Antioxidative activity of heat treated licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch) extracts. *Korean J Food Sci Technol* 38: 355-360.
- Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Hong JT, Jeong HS. 2006. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on the high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 38: 331-336.
- Hwang IG, Woo 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.
- Bae SK, Lee YC, Kim HW. 2001. The browning reaction and inhibition on apple concentrated juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 6-13.
- 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.
- Quintas M, Brandao TRS, Silva CLM. 2007. Modelling autocatalytic behaviour of a food model system sucrose thermal degradation at high concentrations. *J Food Eng* 78: 537-545.
- Ivan S, Igor S, Marek V. 2003. Primary reactions of sucrose thermal degradation. *J Anal Appl Pyrolysis* 70: 493-504.

(2007년 3월 2일 접수; 2007년 4월 30일 채택)