국내 육성 품종별 숙지황의 품질 특성

김예진¹ · 한신희¹ · 마경호¹ · 홍충의¹ · 한종원¹ · 이상훈¹ · 장재기¹ · 이준수² · 정현상^{2*}

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원, ²충북대학교 식품생명공학과

Quality Characteristics of Prepared Rehmannia Root with Four Domestic Cultivars

Yae Jin Kim¹, Sin Hee Han¹, Kyungho Ma¹, Chung-Oui Hong¹, Jong-Won Han¹, Sang Hoon Lee¹, Jae Ki Chang¹, Jun soo Lee², and Heon-Sang Jeong^{2*}

¹National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Eumseong 27709, Republic of Korea

²Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

Abstract *Rehmannia glutinosa*, one of the major medicinal crops in Korea, can be classified into three types: fresh, dried and prepared Rehmannia root. In this study, the quality characteristics of prepared rehmannia root were evaluated using four different cultivars that are commonly used in the market. In making prepared rehmannia root, roots of Jihwang 1, Kokang, Togang, and Dagang were dried, soaked in rice wine, and steamed nine times. At each stage, physiochemical properties were analyzed, including yield, which is one of the most important industrial factors to consider. The yield was the highest in Togang at 23.61% and the lowest in Dagang at 21.16%. These yield values showed a highly negative correlation with the moisture content of roots. The fructose and glucose contents were increased during the 3rd, 4th and 5th steaming but then decreased. The sucrose, raffinose, and stachyose content gradually decreased during the first three steaming and were not detected during the 4th steaming. Additionally, the catalpol content was not detected after the 4th steaming. On the contrary, the 5-hydroxymethylfurfural content was not detected in the raw root but increased during the steaming. Jihwang1 and Togang exceeded the 0.1% Korean Pharmacopoeia standard after the 5th steaming, reaching it faster than did the other cultivars. Overall, Togang was the optimal cultivar considering the overall characteristics of its high yield and short steaming time. These results could provide useful information for the industrial use of prepared Rehmannia root based on the requirements and characteristics of each cultivar.

Keywords Free sugar, *Rehmannia glutinosa*, Steaming, Yield, 5-HMF

Received on September 23, 2019. Revised on October 1, 2019. Accepted on October 11, 2019.

* Corresponding Author (E-mail: hsjeong@cbnu.ac.kr, Tel: +82-43-261-2570, Fax: +82-43-271-4412)

서 언

지황(*Rehmannia glutinosa*)은 현삼과에 속하는 다년생 초본으로, 금산, 안동, 정읍 등 국내에서 재배되는 주요 약용작물 중 하나이다. 지황의 뿌리는 제한적 식품 원료나 한약재로 사용될 수 있는데, 가공 형태에 따라 생지황, 건지황, 숙지황으로 나눌 수 있다. 주로 건지황 또는 숙지황 형태로 많이 유통되고 있으며, 일부 경육고 제조 등을 위해 생지황 형태로도 이용된다.

대한약전(Korea Food & Drug Administration, 2014) 에는 지황과 숙지황이 따로 수록되어 있는데 지황은 ‘지황 *Rehmannia glutinosa* Liboschitz ex Steudel (현삼과 Scrophulariaceae)의 뿌리’로 정의되어 있고 숙지황은 ‘지황의 뿌리를 포제가공한 것’으로 정의되어 있다. 지황의 성상은 원기둥모양~방추형이며 바깥면은 황갈색~흑갈색을 띠고 특유한 냄새가 있고 맛은 처음에

약간 달고 후에 약간 쓴 반면, 숙지황의 성상은 불규칙한 덩어리로 크기는 고르지 않고 바깥 면은 검고 광택이 나며 약간 특유한 냄새가 있고 맛은 달다.

숙지황 제조공정에 대하여 대한약전에서는 잘 정제된 지황을 술, 사인, 진피를 보료로 하여 숙과 곁이 검게 되고 윤기가 흐르며 질이 부드럽고 연하며 점조하게 될 때까지 찌고 햇볕에 말리는 것을 반복하도록 되어 있다. 한편, 한약재 표준제조공정 지침에서는 생지황을 건조한 후, 술에 담가 점조하게 될 때까지 찌고 말리는 것을 수회 반복하도록 되어 있다. 즉, 제조 공정에 대한 구체적인 온도나 시간 등은 수치화되어 있지 않고 다만, 최종 품질에서의 약전기준을 규정하고 있기 때문에 표준화된 공정과 품질을 기대하기는 어렵다.

숙지황 제조와 관련된 선행 연구로는 Lee et al. (2004)의 숙지황 제조과정에 따른 성분 함량 변화, Shih et al. (1999)의 숙지황

제조방법에 따른 당류 함량의 변화, Lee et al. (2002)의 숙지황의 포제(炮製)에 따른 5-HMF 함량 분석, Hwang et al. (2001)의 수처에 따른 숙지황 중의 5-HMF 함량 분석 등이 보고된 바 있다. 각각의 연구에서 약전 기준을 만족하는 증숙 횟수에 차이가 있었는데 이는 숙지황 제조에 이용한 지황 품종, 술의 종류, 증숙 온도, 시간 등 여러 가지 요인에 차이가 있었기 때문으로 생각된다.

지황의 품종은 지황1호와 고려지황, 대경, 고강, 토강, 다강, 원강, 연강, 황강, 다황, 세강, 충강으로 국내에는 총 12품종이 개발되어 있다. 각각의 품종들은 물리적 또는 화학적 측면에서 고유의 특성을 가졌는데(You et al. 2011, Oh et al. 2012, Lee et al. 2017b, Lee et al. 2018) 이러한 생지황의 특성 차이는 숙지황의 품질에도 영향을 줄 것으로 생각된다. 또한 숙지황 제조과정에서도 대한약전 기준을 만족하기 위한 건조, 증숙 소요 시간이 품종별로 다를 수 있으며 최종 품질도 차이가 있을 것으로 예상된다. 하지만 현재까지 대부분의 현장에서 품종 구분없이 숙지황이 제조되어 유통되고 있으며, 숙지황 제조와 관련한 품종별 비교 연구도 이루어진 바가 없다.

본 연구에서는 시중에서 많이 유통되고 있는 4가지 육성 품종을 이용하여 숙지황을 제조한 후, 기본적인 품질요인들과 외관상 요인, 경제적 요인, 대한 약전의 지표 성분인 5-HMF의 규격을 종합적으로 비교분석함으로써 숙지황 제조에 가장 적합한 품종을 선발하여 최종적으로 고품질의 숙지황을 생산하는 데에 유용한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

시험재료 및 숙지황 제조방법

본 실험에 사용된 지황(*Rehmannia glutinosa*)은 농촌진흥청 인삼특작부 약용작물과와 계약된 전북 정읍시 태인면 소재의 농가에서 수확한 것이다. 수확한 지황 중 10 ± 2.0 mm 굵기의 지황을 선별하여 사용하였다. 사용한 품종은 지황1호, 고강, 토강, 다강 4가지 품종이다. 생지황의 수분함량은 지황1호는 75.88%, 고강은 75.98%, 토강은 74.25%, 다강은 78.97% 이었다.

숙지황 제조는 실제 유통되고 있는 숙지황과 유사한 품질을 제조하기 위하여 다수의 주요 제조업체 조사내용을 참고하여 증숙 공정을 설정하였다. 먼저 생지황을 60°C에서 48시간 건조하여 건지황을 제조한 후, 막걸리에 48시간 주침한 후 110°C에서 8시간 증숙하였다. 증숙한 지황은 60°C에서 24시간 열풍 건조하여 1증을 완료하였다. 2증부터 5증까지는 주침 1시간, 110°C 증숙 8시간, 60°C 열풍 건조 14시간을 진행하였으며 6증부터

9증까지는 증숙 온도를 100°C로 낮추어 4시간 진행한 후, 60°C에서 4시간 열풍 건조하여 숙지황을 완성하였다. 증숙한 지황은 횟수 별로 구분하여 동결건조 후 분쇄하여 실험에 사용하였다.

수율 측정

수율은 생지황 무게 대비 증숙 후 무게의 비로, 백분율(%)로 표시하였다.

갈변도 측정

갈변도는 Lee et al. (2009)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 추출은 동결건조한 분말 0.5 g에 증류수 25 mL를 가하고 30분간 초음파 추출한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취한 후, 잔사에 증류수 25 mL를 가하여 동일한 방법으로 추출, 원심분리하여 최종 50 mL로 정용한 다음 0.45 μ m membrane filter (Syringe filter, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)로 여과 후 측정에 이용하였다. 추출물의 흡광도는 spectrophotometer (UV-1650 PC, Shimadzu, Japan)를 이용하여 420 nm에서 측정하였다.

유리당 함량 측정

유리당 함량은 Hwang et al. (2011)의 방법을 변형하여 분석하였고 High-Performance Liquid Chromatography (HPLC)는 JASCO (LC-4000 series, Jasco, Japan), 검출기는 ELSD (SOFTA 300S, SofTA Co., USA)를 사용하였다. 분석 컬럼은 Phenomenex Luna 5 μ m NH₂ column (100Å, 250 × 4.5 mm; Phenomenex Co., USA), 주입량은 10 μ L, 컬럼 온도는 50°C로 설정하였다. 이동상으로는 water와 acetonitrile을 사용하였고, 1.0 mL/min의 유속에서 80% acetonitrile isocratic 조건으로 분석하였다. 시료 추출은 ‘갈변도 측정’과 같은 방법으로 수행하였고, 표준물질로는 glucose, fructose, sucrose, raffinose 및 stachyose (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)를 사용하였다.

Catalpol 함량 측정

Catalpol 함량은 Lee et al. (2019)의 방법을 변형하여 분석하였고 기기는 Agilent Technologies 1260 series (Agilent Technologies, Germany)을 사용하였다. 분석을 위해 컬럼은 YMC-pack ODS-AM (250 × 4.6 mm, 5 μ m, YMC Co. Ltd., Japan)을 사용하였고, 주입량은 10 μ L, 컬럼 온도는 30°C, UV 검출 파장은 210 nm로 설정하였다. 이동상은 1.0 mL/min의 유속에서 ACN : H₂O : HCOOH (3:97:0.1) isocratic 조건으로 분석하였다. 시료 추출은

‘갈변도 측정’과 같은 방법으로 추출하여 분석에 사용하였고, 표준물질로는 catalpol (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

5-HMF 함량 측정

5-Hydroxymethylfurfural (HMF)는 숙지황의 지표성분으로, 대한약전에서는 기준치인 0.1% 이상을 숙지황으로 규정하고 있다. 이 성분은 생지황에는 없고, 증숙과정 중 갈변 반응을 통해 생성되어 숙지황에서만 검출되는 물질이다. 따라서 본 연구에서는 5-HMF 0.1% 이상을 만족하기 위해 각 품종별로 소요되는 증숙횟수를 알아보기 위하여 지표성분인 5-HMF를 분석하였다.

5-HMF 함량은 Song et al. (2007)의 방법을 변형하여 분석하였고, 기기는 Agilent Technologies 1100 series (Agilent Technologies, Germany), 컬럼은 Zorbax SB-C18 (250 × 4.6 mm, 5 μm, Agilent Technologies, Germany), 주입량은 10 μL, 컬럼 온도는 25°C, UV 검출 파장은 280 nm로 설정하였다. 이동상으로는 water와 acetonitrile을 사용하였고, 1.0 mL/min의 유속에서 5% acetonitrile isocratic 조건으로 분석하였다.

시료 추출은 동결 건조한 분말 1 g에 100% MeOH 10 mL를 가하고 1시간 초음파 추출(JAC-3010, Kodo Co. Ltd., Korea)한 다음, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 후, 상등액을 0.45 μm membrane filter (Syringe filter, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)로 여과하여 분석에 사용하였다.

통계분석

통계분석은 SAS 프로그램(Version 9.4, SAS Institute, USA)을 이용하였고, ANOVA (Analysis of variation) test로 분산분석 후 유의성이 있을 경우, Duncan’s Multiple Range Test (DMRT)의 다중범위검정으로 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

품종별 수율과 갈변도

식의약산업에서 지황은 가공하여 건지황 또는 숙지황으로 많이 이용되기 때문에 가공 시 수율은 매우 중요한 요인 중 하나이다. 본 연구에서는 품종에 따른 수율 측정을 위해 건조 후와 매 증숙횟수마다 무게를 측정하여 생지황 무게로 나누어 계산하였고, 백분율(%)로 표시하였다. 그 결과, 건지황 수율은 토강 품종이 23.61%로 가장 높았고, 9증이 완료된 후 숙지황 수율도 토강 품종의 수율이 25.10%로 가장 높았다. 반면 다강 품종은 건지황 수율과 숙지황 수율 모두 가장 낮게 나타났다. 즉, 품종 간 수율 경향이 건지황과 숙지황에서 동일하게 나타남을 확인할 수 있었다(Table 1).

품종별 생지황의 수분함량과 숙지황 수율의 상관계수는 -0.90으로 높은 음의 상관관계를 보였는데, 수분함량이 낮은 지황1호, 고강, 토강 품종은 수율이 높았고, 수분함량이 높은 다강 품종은 수율이 낮았다. 수분함량은 건조와 저장성과 관련된 품질특성으로 특히 지황은 가을에 수확하여 봄까지 저장하는 경우가 많기 때문에 수확 후 품질관리가 매우 중요하다. 일반적으로 수분함량이

Table 1. Change of yields of *Rehmannia glutinosa* with steaming conditions

Steaming	Yields (%)			
	Jihwang 1	Kokang	Togang	Dagang
Raw	100	100	100	100
Dried	22.82±0.02hB ^z	22.69±0.01dC	23.61±0.02jA	19.36±0.03iD
1st	23.48±0.02fB	23.02±0.01bC	24.10±0.01iA	22.31±0.02cD
2nd	23.41±0.02gB	23.14±0.01aC	24.46±0.02hA	22.14±0.01dD
3rd	23.53±0.02eB	22.75±0.02cC	24.66±0.01gA	22.61±0.04bD
4th	23.46±0.01fB	22.67±0.01dC	24.94±0.01eA	22.14±0.04dD
5th	23.40±0.02gB	22.14±0.01iD	24.78±0.01fA	22.74±0.04aC
6th	23.65±0.02dB	22.21±0.02hC	25.01±0.01dA	21.48±0.06gD
7th	24.02±0.01cB	22.36±0.01fC	25.27±0.01bA	21.74±0.02eD
8th	24.14±0.02bB	22.46±0.01eC	25.42±0.01aA	21.64±0.01fD
9th	24.22±0.01aB	22.31±0.01gC	25.10±0.01cA	21.16±0.03hD

^zMeans with same small letter on column (steaming times) except for raw condition and capital letter on line (4 cultivars) are not significantly different at $p < 0.05$ by a Duncan’s multiple range test.

많으면 저장 중 부패하기 쉽고(Choi et al. 1998), 건지황 제조시 건조 시간이 오래 걸리기 때문에 경제적으로 불리하다. 따라서 산업적 측면에서 수분함량이 낮아 건조와 저장이 용이하고 수율이 높은 품종이 유리할 것으로 생각되는데, 위의 결과들을 종합해보면 토강 품종이 경제적으로 가장 유리하며 그 다음으로는 지황1호, 고강, 다강 순으로 생각된다.

지황은 증숙과정을 거치면서 갈변 반응이 진행되는데, 갈변도는 이러한 갈변 반응의 결과를 육안으로 확인할 수 있는 중요한 외관 특성이다(Bae et al. 2000). 따라서 1회 증숙작업이 끝날 때 마다 갈변도를 측정하였고, 그 결과 모든 품종에서 증숙 횟수가 증가할수록 갈변도도 증가하는 경향을 보였다(Table 2). 지황1호는 생지황의 갈변도가 0.66에서 9증 숙지황에서는 2.04로 증가하였고, 고강은 0.85에서 1.13, 토강은 0.81에서 1.31, 다강은 0.55에서 1.20으로 증가하였다. Song et al. (2007)의 연구에서는 증숙 시 지황 자체의 당과 아미노기의 비효소적인 갈색화 반응에 의하여 갈변 물질이 생성되고 이에 따라 갈변도가 증가하였다고 보고하였는데 본 연구도 모든 품종에서 증숙 시 갈변도가 증가하는 경향을 보였다. 한편 최종 9증 숙지황에서의 갈변도는 4품종 중 지황1호가 가장 높았고 고강과는 최대 0.91의 차이를 보였지만, 이 차이는 육안으로는 식별하기 어려운 수준이었다. 따라서 4품종 모두 숙지황으로써의 외관특성에 문제가 없는 것으로 판단하였다.

품종별 유리당, Catalpol 및 지표 성분 함량

품종에 따른 유리당 함량으로는 fructose, glucose, sucrose, stachyose, raffinose를 측정하였고, 증숙에 따른 함량 변화는 4품종 간 유사한 경향을 보였다. Fructose는 3증까지 증가하다가

그 이후 감소하였고, glucose는 5증까지 증가하다가 그 이후 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). 이는 지황 내부의 다당류가 초기 증숙과정을 거치면서 glucose, fructose 등 단당류나 이당류로 분해되어 함량이 증가했다가 이후 지속적인 열분해와 갈변반응 과정에서 5-HMF, furfural 및 유기산의 생성에 이용되어(Song et al. 2007) 다시 감소한 것으로 판단된다.

Sucrose는 전체적으로 감소하는 경향을 보였으며 특히 1증과 2증 사이에 급격한 감소를 보였다(Fig. 1). 이는 증숙과정을 거치면서 sucrose가 fructose와 glucose 등의 단당류로 분해되었기 때문으로 생각된다. Hwang et al. (2013)의 연구에서는 온도별로 열처리에서 130℃ 이상의 고온 유압상태에서 sucrose 함량의 급격한 변화를 보였는데, 본 연구에서는 110℃의 무압 열처리에서도 sucrose가 급격히 감소함을 확인할 수 있었다. 이것은 열처리 시간이 2시간이었던 선행연구(Hwang et al. 2013)에 비해 본 연구에서는 8시간으로 상대적으로 1회의 열처리 시간이 길었기 때문에 비교적 낮은 온도에서도 sucrose의 분해가 급격히 진행된 것으로 보인다. Raffinose와 stachyose는 증숙 횟수가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 각각 4증과 5증 이후로는 검출되지 않았다(Fig. 2). 다만 raffinose의 함량이 생지황에서 1증 사이에 일시적으로 증가하였는데, 이는 4당류인 stachyose가 증숙과정에서 3당류인 raffinose와 단당류 등으로 분해되었기 때문으로 보이며, 이후 지속적인 가공과정에서 가수분해나 산화적 분해로 더 작은 이당류와 단당류로 분해된 것으로 생각된다(Chang et al. 2011).

품종에 따른 유리당 함량은 생지황과 숙지황에서 동일하게 나타나지 않았는데, 이것은 주침 시 술과 지황 사이의 물질 이동

Table 2. Change of browning index of *Rehmannia glutinosa* with steaming conditions.

Steaming	Yields (%)			
	Jihwang 1	Kokang	Togang	Dagang
Raw	0.66±0.04	0.85±0.01	0.81±0.01	0.55±0.00
1st	0.74±0.01fB ^z	0.59±0.01eD	0.67±0.03dC	0.78±0.01deA
2nd	1.08±0.06deA	0.72±0.00dBC	0.69±0.01dC	0.77±0.05eB
3rd	1.01±0.04eA	0.78±0.01dC	0.79±0.01dC	0.88±0.01dB
4th	1.11±0.01dC	1.01±0.00cD	1.23±0.01cA	1.16±0.01cB
5th	1.15±0.02dC	1.24±0.00bB	1.42±0.01abA	1.10±0.07cC
6th	1.35±0.10cB	1.17±0.21bB	1.33±0.20acB	1.66±0.01aA
7th	1.34±0.09cAB	1.24±0.02bB	1.46±0.03aA	1.41±0.13bA
8th	1.64±0.01bB	1.74±0.03aA	1.33±0.01acD	1.41±0.04bC
9th	2.04±0.04aA	1.13±0.02bcD	1.31±0.00bcB	1.20±0.05cC

^zMeans with same small letter on column (steaming times) except for raw condition and capital letter on line (4 cultivars) are not significantly different at p<0.05 by a Duncan's multiple range test.

Fig. 1. Change of free sugar contents (%) of *Rehmannia glutinosa* with steaming conditions. (A) Fructose. (B) Glucose. (C) Sucrose. Means with same small letter (except for raw condition) and capital letter on 4 cultivars are not significantly different at $p < 0.05$ by a Duncan's multiple range test.

Fig. 2. Change of oligosaccharides contents (%) of *Rehmannia glutinosa* with steaming conditions. (A) Raffinose. (B) Stachyose. Means with same small letter (except for raw condition) and capital letter on 4 cultivars are not significantly different at $p < 0.05$ by a Duncan's multiple range test.

Table 3. Change of catalpol contents of *Rehmannia glutinosa* with steaming conditions

Steaming	Catalpol (mg/g)			
	Jihwang 1	Kokang	Togang	Dagang
Raw	31.96±0.14	22.55±0.03	26.32±0.03	27.57±0.05
1st	11.66±0.42aB ^z	12.01±0.25aB	8.65±0.27aC	13.82±0.12aA
2nd	2.76±0.06bC	3.31±0.45bAB	3.01±0.01bBC	3.57±0.02bA
3rd	1.56±0.03cA	1.12±0.08cB	1.13±0.05cB	1.64±0.04cA
4th	ND	ND	ND	ND
5th	ND	ND	ND	ND
6th	ND	ND	ND	ND
7th	ND	ND	ND	ND
8th	ND	ND	ND	ND
9th	ND	ND	ND	ND

^zMeans with same small letter on column (steaming times) except for raw condition and capital letter on line (4 cultivars) are not significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range test. ND; Not detected.

이 있었기 때문으로 예상된다. 막걸리에는 sucrose, fructose 등의 당이 존재하는데 이러한 당액에 식품을 침지할 경우, 식품과 용액 사이에 농도차가 발생하고 이때 용질의 확산과 용액속으로의 수분 이동, 용질 용출 등이 일어나며 동시에 유용성분들의 용출도 일어난다(Kwon et al. 2015). 본 연구에서도 지황을 막걸리에 침지하였을 때, 막걸리와 지황 사이에 농도차가 발생하였고 이에 따라 주침액에 있던 당들이 지황으로 추가되거나 또는 역으로 지황에서 주침액으로 소실 되었을 것으로 생각된다. 이러한 간접 요인을 배제하기 위하여 주침하지 않고 숙지황을 제조하는 방법이 있지만, 본 연구에서는 실제 유통되고 있는 숙지황과 유사한 조건으로 제조하기 위하여 주침 과정을 수행하였다. 따라서 전체 당 함량 변화를 설명하기 위해서는 증숙 시 사용된 막걸리와 유출된 지황 즙의 당 분석이 추가적으로 필요할 것으로 보인다.

Catalpol은 지황에서 가장 먼저 보고된 성분으로(Kitagawa et al. 1971), 주요 활성을 나타내는 대표적인 배당체이다. 특히 치매치료(Jiang et al. 2008), 당뇨병(Zhou et al. 2015), 신장병(Zhao et al. 2016) 등의 치료에 효과가 있어 산업적으로 활용가치가 높은 성분이다. 하지만 Table 3과 같이 catalpol 함량은 증숙시 감소하는 경향을 보였으며, 4증 이후에는 모든 품종에서 검출되지 않았다. 특히 생지황과 1증 사이에 급격히 감소하였는데 지황1호는 31.96 mg/g에서 11.66 mg/g으로, 고강은 22.55 mg/g에서 12.01 mg/g으로, 토강은 26.32 mg/g에서 8.65 mg/g으로, 다강은 27.57 mg/g에서 13.82 mg/g으로 큰 감소폭을 보였다. Chang et al. (2011)의 연구에서는 catalpol이 80℃ 이상의 온도에서

파괴된다고 보고되었는데 본 연구에서도 증숙 시 100℃ 이상의 고온을 가하였기 때문에 1증부터 catalpol 함량이 급속히 감소하다가 분해되거나 다른 물질로 전환된 것으로 생각된다. 따라서 catalpol을 이용한 치료제나 의약품 개발을 위해서는 숙지황보다는 증숙과정을 거치지 않거나 최소한의 증숙과정만 거친 원료를 사용하는 것이 유리할 것으로 보인다.

숙지황의 지표 성분인 5-HMF 함량은 증숙 과정이 진행되면서 생성되는데 최종 9증 숙지황에서는 4품종 모두 대한민국약전 기준인 0.1% 이상을 만족하였다(Table 4). 5-HMF는 1증 때는 검출되지 않다가 2증부터 0.02%~0.03% 범위로 측정되었고, 지황1호와 토강은 5증 이후, 다강은 7증 이후, 고강은 8증 이후에 약전기준인 0.1% 이상을 만족하였다. 숙지황을 만들기 위한 지황 증숙조건과 관련해서 많은 연구들이 이루어졌다. Lee et al. (2004)은 탁주 24시간 주침, 100℃ 증숙 3시간, 60℃ 24시간 건조를 반복하여 숙지황을 제조한 결과, 7증 이상에서 기준치를 만족하였다. 반면 Hwang et al. (2001)은 약주를 가한 후, 100℃ 증숙을 1증에서는 5시간, 2증부터는 3시간 30분을 반복한 결과, 3증 이상에서 기준치를 만족하였다. Lee et al. (2002)은 침지 용매를 달리하여 16시간 주침, 8시간 증숙, 60℃ 24시간 열풍 건조를 반복한 결과, 탁주와 살균탁주, 에탄올, 증류수 모두 4증 이상에서 기준치를 만족하였다. 이상의 선행연구 결과를 보면 지표성분 5-HMF 0.1% 이상을 만족하기 위해 필요한 증숙 횟수에 차이가 있었는데 이것은 각 실험마다 사용된 원료 품종과 증숙 시 온도와 시간, 압력, 주침보료, 건조 온도 등 다양한 요인에서 차이가 있었기 때문으로 생각된다. 따라서 지표성분에

Table 4. Change of 5-HMF contents of *Rehmannia glutinosa* with steaming conditions

Steaming	5-HMF (%)			
	Jihwang 1	Kokang	Togang	Dagang
Raw	ND	ND	ND	ND
1st	ND	ND	ND	ND
2nd	0.02±0.00hB ^z	0.02±0.00fB	0.03±0.00fA	0.02±0.00gB
3rd	0.03±0.00gB	0.05±0.00eA	0.05±0.00eA	0.03±0.00fB
4th	0.08±0.00fA	0.08±0.00dA	0.08±0.00dA	0.07±0.00eB
5th	0.14±0.00eA	0.07±0.00dC	0.14±0.00cA	0.09±0.00dB
6th	0.17±0.00cA	0.09±0.01cB	0.17±0.00bA	0.09±0.00dB
7th	0.14±0.00dB	0.09±0.00bC	0.17±0.00bA	0.15±0.00aB
8th	0.18±0.00bB	0.10±0.01aD	0.19±0.00aA	0.11±0.00cC
9th	0.21±0.00aA	0.11±0.00aD	0.18±0.00bB	0.13±0.00bC

^zMeans with same small letter on column (steaming times) except for raw condition and capital letter on line (4 cultivars) are not significantly different at $p<0.05$ by a Duncan's multiple range test. ND; Not detected.

도달하기 위한 단순한 증숙 횟수보다는 전체 증숙 시간과 온도를 함께 고려해야 할 것으로 보인다.

품종별 5-HMF 함량(Table 4)과 갈변도(Table 2)를 비교해보면, 갈변도가 높게 나타난 품종일수록 5-HMF 함량이 높게 나타났다. 최종 9증 숙지황에서 5-HMF 함량과 갈변도 모두 지황 1호, 토강, 다강, 고강 순으로 경향이 일치하였다. 5-HMF와 갈변도 두 요인 간의 상관계수는 0.87로, 높은 양의 상관관계를 보였다.

본 연구 결과를 정리해보면, 품종에 따라 수분함량, 수율과 5-HMF 등의 품질 특성은 다르게 나타난 반면, catalpol과 일부 당류들은 모두 분해되어 검출되지 않았기 때문에 최종 숙지황에서의 품질에서 품종 간 차이가 없었다. 따라서 이러한 점들을 종합적으로 고려하였을 때, 숙지황 제조시 토강품종이 외관적 특성 및 기본적인 품질특성을 잘 유지하면서 수율이 높고, 건조 및 증숙시간도 상대적으로 적게 소요되어 산업적으로 가장 유리할 것으로 판단된다. 또한 토강은 재배 특성상 뿌리썩음병에도 강하고 수확량이 높다는 점에서(Lee et al. 2017a) 농가의 생산량도 보장하면서 숙지황 가공에도 적합할 것으로 보인다.

적 요

지황은 국내 주요 약용작물 중 하나로, 크게 생지황, 건지황, 숙지황으로 나누어 용도에 맞게 이용된다. 본 연구에서는 시중에 많이 이용되고 있는 4가지 육성품종에 대하여 이화학적 특성을 평가하고 숙지황에 가장 적합한 품종을 선발하고자 하였다.

본 실험에서는 지황 1호, 고강, 토강, 다강 총 4품종의 생지황을 이용하여 건조한 후, 막걸리에 담그는 작업부터 증숙 및 건조 작업까지를 1증으로 하여, 총 9회 반복하였다. 1증이 끝날 때마다, 산업적으로 중요한 요인 중 하나인 수율을 포함해 여러 이화학적 특성들을 평가하였다. 수율은 토강이 가장 높았고, 다강이 가장 낮게 나타났는데 이러한 수치들은 수분함량과 높은 부의 상관관계를 보였다. Fructose와 Glucose 함량은 초기에 일시적으로 증가하였다가 일정 시점 이후로는 감소하는 경향을 보였으며, Sucrose와 Raffinose, Stachyose는 점차 감소하다가 Raffinose, Stachyose의 경우, 4~5증 이후에는 검출되지 않았다. 유효성분인 Catalpol 함량도 모든 품종에서 4증 이후에는 검출되지 않았다. 반면 5-HMF 함량은 증숙이 진행됨에 따라 증가하였으며, 대한약전 기준인 0.1% 이상을 만족하였다. 지황 1호와 토강의 경우, 5증 이후 0.14%로, 타 품종에 비해 기준치에 빨리 도달하였다. 4가지 육성품종을 이용하여 숙지황을 제조하여 품질 특성을 평가한 결과, 전반적인 특성들을 종합적으로 고려하였을 때, 숙지황용으로는 토강이 상대적으로 수율이 높고 증숙시간도 짧게 소요되어 가장 적합할 것으로 보인다. 본 연구결과는 품종별 특성에 따라 산업적으로 적합한 용도로 활용하는 데에 유용한 정보가 될 것으로 생각된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01267403)의 지원에 의해 이루어진 것이다.

REFERENCES

1. Bae DK, Choi HJ, Son JH, Pack MH, Bae JH. 2000. The study of developing and stability of functional beverage from Korean persimmon (*Diospyros kaki* folium) leaf. Korean J Food Sci Technol 32: 860-866.
2. Chang JP, Kil GJ, Lee GH, Ji YS, Kim BR, Kang KH, Kim MR, Song MR, Park JY, Doh ES. 2011. Change of inorganic component, reducing sugar, catalpol and benzo[a]pyrene contents of *Rehmannia glutinosa* Libosch. var. *purpurea* Makino by drying methods. Korean J Med Crop Sci 19: 501-507.
3. Chang WT, Choi YH, Van der HR, Lee MS, Lin MK, Kong HW, Kim HK, Verpoorte R, Hankemeier T, Van der GJ, Wang M. 2011. Traditional processing strongly affects metabolite composition by hydrolysis in *Rehmannia glutinosa* roots. Chemical Pharmaceutical Bulletin 59: 546-552.
4. Choi ST, Chang KS, Lim BS, Lee CS, Kim YB. 1998. Change in physiological properties of garlic (*Allium sativum* L.) by storage and marketing condition after storage. Korean J Postharvest Sci technol 5: 105-110.
5. Hwang CR, Jeong EM, Lee SH, Hwang IG, Kim YB, Jeong JH, Lee J, Jeong HS. 2013. Chemical components and enzyme activity of hydroponic-cultured ginseng roots and leaves under different heating temperatures. J Korean Soc Food Sci Nutr 42: 911-916.
6. Hwang IG, Kim HY, Lee J, Kim HR, Cho MC, Ko IB, Yoo SM. 2011. Quality characteristics of Cheongyang pepper (*Capsicum annuum* L.) according to cultivation region. J Korean Soc Food Sci Nutr 40: 1340-1346.
7. 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 Pharmacog 32: 116-120.
8. Jiang B, Jing D, Liu JH, Bao YM, An LJ. 2008. Catalpol attenuates the neurotoxicity induced by β -amyloid1-42 in cortical neuron-glia cultures. Brain Research 1188: 139-147.
9. Kitagawa I, Nishimura T, Furubayashi A, Yosioka I. 1971. On the constituents of rhizome of *Rehmannia glutinosa* Libosch. forma *hueichingensis* Hsiao. Yakugaku Zasshi 91: 593-596.
10. Korea Food & Drug Administration, 2014. The Korean pharmacopoeia, 11th Edition. The KFDA Notification.
11. Kwon GM, Kim JW, Youn KS. 2015. Quality characteristics of semi-dried persimmons soaked in different concentration of sugar solution. Korean J Food Preserv 22: 314-321.
12. 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.
13. 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 Herbol 17: 145-149.
14. Lee SH, Hwang IG, Lee YR, Joung EM, Jeong HS, Lww HB. 2009. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of heated radish (*Raphanus sativus* L.) extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 38: 490-495.
15. Lee SH, Kim DH, Park CB, Han SH, Park CB, Park HR, Kim YB, Park CG. 2017a. A disease resistance and high yielding *Rehmannia glutinosa* Libosch. ex Steud. cultivar 'Tokang'. Korean J Breed. Sci 49: 36-40.
16. Lee SH, Yoon JS, Kim JK, Park CG, Chang JK, Kim YB. 2017b. Analysis of iridoid glycoside and GABA content in the roots of the *Rehmannia glutinosa* cultivars. Korean J Med. Crop Sci 25: 146-151.
17. Lee SH, Park CB, Kang YK, Kim GS, Han SH, Choi AJ, Han SH, Kim JY, Park HR, Hur M, Park CG. 2018. A High-yielding *Rehmannia glutinosa* Liboschitz ex Steudel cultivar 'Dagang'. Korean J Breed Sci 50: 236-239.
18. Lee SH, Kang SU, Lee SH, Koo SC, Hur M, Jin ML, Lee WM, Park MS, Kim YB, Han JW. 2019. Appropriateness evaluation of plug seedling cultivation for replanting of *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud. Korean J Med Crop Sci 27: 202-207.
19. Oh HL, Kim NY, Lee KJ, Yang KH, Doh ES, Song MR, Park JY, Kim MR. 2012. Proximate, mineral and sugar composition of *Rehmannia glutinosa* by cultivars. J East Asian Soc Dietary Life 22: 365-370.
20. Shih CK, Son YJ, Lee YJ. 1999. Changes in the carbohydrate contents of *Rehmanniae Radix* during processing. Korean J Herbol 14: 1-11.
21. 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.
22. 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.

23. Zhao M, Tao J, Qian D, Liu P, Shang E, Jiang S, Guo J, Su S, Duan J, Du L. 2016. Simultaneous determination of loganin, morroniside, catalpol and acteoside in normal and chronic kidney disease rat plasma by UPLC-MS for investigating the pharmacokinetics of *Rehmannia glutinosa* and *Cornus officinalis* Sieb drug pair extract. J Chromatogr B 1009-1010: 122-9.
24. Zhou J, Xu G, Ma S, Li F, Yuan M, Xu H, Huang K. 2015. Catalpol ameliorates high-fat dietinduced insulin resistance and adipose tissue inflammation by suppressing the JNK and NF- κ B pathways. Biochem Biophys Res Commun 467: 853-858.