

강원남부지역의 지황 재배 적정성 평가

이상훈¹, 구성철², 허 목², 이우문³, 장재기³, 한종원^{2,4*}

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과, 박사후연구원, ²농업연수사, ³농업연구관, ⁴공주대학교 생물교육학과, 대학원생

Appropriateness Evaluation of Cultivation of *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud. in the Region of Southern Gangwon Province, South Korea

Sang-Hoon Lee¹, Sung Cheol Koo², Mok Hur², Woo-Moon Lee³, Jae ki Chang³ and Jong-Won Han^{2,4*}

¹Post-doc, ²Researcher and ³Senior Researcher, Herbal Crop Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Eumseong 27709, Korea

⁴Postgraduate Student, Department of Biology Education, Kongju National University, Gongju 32588, Korea

Abstract - *Rehmannia glutinosa* is a perennial herb belonging to family Scrophulariaceae. This study was conducted to evaluate the appropriateness cultivation of *R. glutinosa* in Southern Gangwon Province. The seed rhizomes of *R. glutinosa* 'Jihwang 1' were planted in the early May and harvested in the early November. Agronomic characteristics and catalpol content was evaluated in comparison with Eumseong area. As a results, aerial parts of Pyeongchang area in leaf length and leaf width were better than other cultivation area but the leaf number per plant was statistically the same. And underground parts of Eumseong area in rhizome yield and number of rhizome were better than other cultivation area. Conversely, rhizome diameter of Pyeongchang and Jeongseon area were thicker than rhizome diameter of Eumseong area. The fresh rhizome yield of Eumseong, Jeongseon and Pyeongchang area were 1,848, 1,571, and 1485 kg/10a, respectively, higher than the domestic average production of 805 kg/10a. And, catalpol content of Pyeongchang, Jeongseon and Eumseong area were 1.93, 1.62 and 1.99%, respectively. Taken together, *R. glutinosa* cultivation in the region of southern Gangwon province is considered to be possible, but further evaluation of the economic aspect is needed.

Key words – Catalpol, Cultivation area, *Rehmannia glutinosa*, Rhizome diameter, Yield

서 언

지황[*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud.]은 다년생 초본으로 전통적으로는 현삼과(Scrophulariaceae)에 속하였으나 최근에 분자계통학적 연구결과를 바탕으로 열당과(Orobanchaceae)에 포함시키거나 지황과(Rehmanniaceae)로 처리하기도 한다(Albach *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2011; APG IV, 2016; Refulio-Rodríguez and Olmstead, 2014; Xia *et al.*, 2009). 또한 지황은 *R. glutinosa* var. *purpurea*, *R. glutinosa* var. *huechingensis* 등 여러 변종들이 분포하는 것으로 보고되

었으나 최근에는 하나의 분류군으로 취급하고 있는 실정이다 (Chang *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 1998).

지황은 온난한 기후에서 생육이 양호한 식물로 우리나라 중부 산간지역과 강원도 등을 제외한 중부지역이나 남부지역에서 주로 재배되고 있다. 현재 국내 지황의 주산단지는 충남 금산, 전북 정읍, 경북 안동, 영주이다. 2017년 기준으로 지황의 전국 재배면적은 210 ha이고, 국내 생산량은 1,686 톤으로 조사되었다(MAFRA, 2018). 수입대체 작물인 지황은 국내 생산량이 증가하면 수입량이 감소하는 경향이 있으며, 지황의 수입량은 2010년 1,750 톤에서 2017년 877 톤으로 약 50% 감소한 것으로 나타났다(Lee *et al.*, 2017).

지황의 이용부위는 지하경(일반적으로 뿌리라 지칭함)으로 가공 상태에 따라 세 가지로 구분되고 있다. 가공하지 않은

*교신저자: pvphan@korea.kr

Tel. +82-43-871-5673

© 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

지황 뿌리를 생지황(生地黃), 건조한 것을 건지황(乾地黃), 포제가공한 것을 숙지황(熟地黃)이라고 한다. 주요 성분으로는 aucubin, catalpol, rehmanin, GABA(γ -Aminobutyric acid), 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde(5-HMF) 등이 있으며(Lee *et al.*, 2017; Morota *et al.*, 1989; Park *et al.*, 1989), 당 성분으로는 glucose, galactose, fructose, mannitol, sucrose, raffinose, manninotriose, stachyose, verbascose, rehmannan S 등이 보고되었다(Liu *et al.*, 2013). 지황의 효능으로는 항산화, 항알러지, 항염, 당뇨병, 신경변성질환 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Jiang *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2018; Reina *et al.*, 2013; Shieh *et al.*, 2011).

현재 지구 온난화로 인한 평균기온 상승으로 따뜻한 기후에서 잘 자라는 작물들의 재배 적지가 북쪽으로 이동하면서 점점 넓어지고 있으나, 서늘한 기후에서 잘 자라는 작물들의 재배 적지는 현재 우리나라의 특성상 점점 북쪽으로 이동하면서 재배 면적이 축소되고 있는 추세이다. 특히, 당귀의 경우 냉온대산림 식생지역인 점봉산, 사명산, 오대산, 지리산, 치악산 등에 자생하며(Kim *et al.*, 2017; Park *et al.*, 2019), 기온상승 영향으로 현재 재배면적과 생산량이 점차 줄어들고 있는 추세이다(Lee *et al.*, 2019). 또한, 우리나라의 경우 재배 적지의 이동에 한계가 있는 상황으로 해발 300~700 m의 산간 고랭지 지역에서 재배되는 작물인 당귀, 천궁 등을 재배하는 농가에서는 대체 약용작물에 대한 필요성이 제기되고 있는 상황이다.

약용작물 중에 지황은 수입의존 작물로 식약처의 식품의약품통계연보에 의하면 2017년 기준으로 수입 상위 10대 품목 안에 들어있는 중요한 약재이고(MFDS, 2018), 현재 많은 농가들이 계약재배를 통해 안정적으로 소득을 얻고 있는 작물이다. 또한, 현재 기온상승으로 고온성 작물에는 생육촉진이 일어날 수 있고, 저온성 작물의 품질저하 및 병해충 발생의 증가가 일어날 수 있다는 보고가 있는데(Jeong and Kim, 2012), 지황은 온난한 기후에서 잘 자라는 작물로 이러한 기온상승에 생육촉진이 일어날 가능성이 있는 작물이다. 지황은 현재 강원도에서는 재배하는 농가가 거의 없으며, 지황의 실제 한계 재배지역인 충북 제천에서 소수 농가가 소규모로 재배하고 있는 실정이다. 그러나 현재의 기후 변화 상황을 고려해 보았을 때, 산간지역을 제외한 해발 고도 500 m 이하의 강원남부지역까지는 지황재배가 가능할 것으로 판단되어 이를 확인해 보고, 당귀, 천궁의 대체 작물로 재배 타당성이 있는지를 알아보기 위해 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재배법 및 기상환경 분석

실험에 사용된 종근(seed rhizome)은 국립원예특작과학원 약용작물과 시험포장에서 2018년 3월 하순에 수확한 지황1호 품종의 지하경을 수확하여 사용하였다. 종근은 판매되고 있는 종근 굵기인 6~10 mm의 지황만 따로 정선하여 실험에 사용하였다. 검은색 PE필름으로 멀칭한 시험구(1 m × 5 m)를 설치하고, 재식거리는 조간거리 30 cm, 주간거리 15 cm으로 하였으며, 시험구의 배치는 난괴법 3 반복으로 하였다. 종근은 5월 상순에 파종하였고, 지상부의 생육 조사는 8월 중순에 실시하였으며, 지하부 생육 조사 및 생산량 검정은 11월 상순에 검정하였다. 생육 조사 및 생산량 검정은 농촌진흥청 시험연구 조사기준에 준하여 실시하였다. 실험재배지는 3 곳으로 충청북도 음성군에 위치한 국립원예특작과학원 인삼특작부 시험포장(해발 160 m), 강원도 정선군 여량면에 위치한 농가 포장(해발 380 m), 강원도 평창군 진부면에 위치한 국립원예특작과학원 진부 시험포장(해발 500 m)이다. 기상자료는 농업기상정보서비스(<http://weather.rda.go.kr/index.jsp>)를 이용하여 분석하였다.

Catalpol 함량 분석

Catalpol 표준품은 Sigma Aldrich 제품(St Louis, MO, USA)을 구입하여 사용하였고, 검액은 20 mg의 분쇄된 건조 지황을 1 mL의 30% methanol에 현탁하여 15분간 초음파 추출한 후, syringe filter (0.45 μ m)로 여과하여 사용하였다.

Table 1. LC analysis condition of catalpol in *R. glutinosa*

LC condition	
Column	Zorbax Extend-C18 (4.6 × 250 mm, 5 μ m)
Column oven temperature	30°C
UV wavelength	210 nm
Solvent A	Water
Solvent B	Acetonitrile
Flow rate	0.5 mL/min
Gradient elution system	Gradient: B (3~90%) Course: 0-13 min, 3-90%B; 13-19 min, 90%B; 19-25 min, 90-3%B
Injection	10 μ L

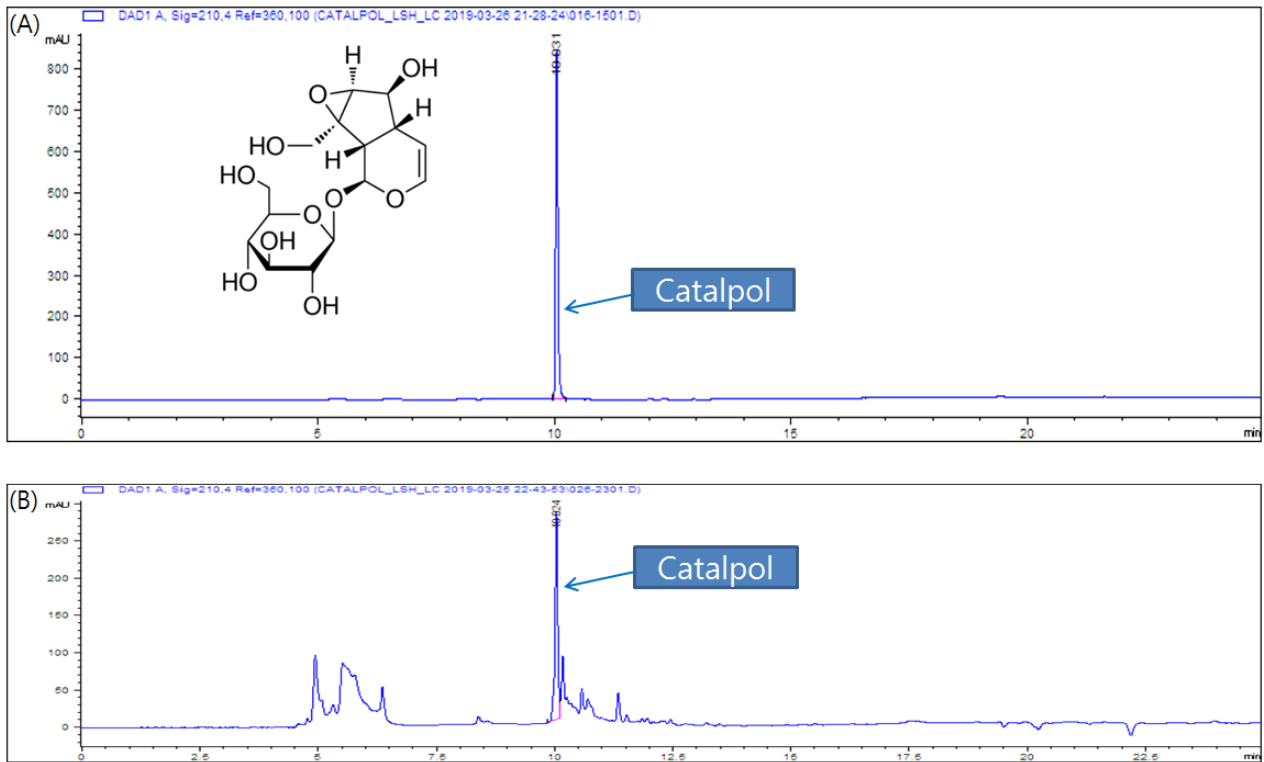


Fig. 1. HPLC chromatograms of catalpol (A) and sample (B) from *R. glutinosa*.

분석은 Agilent 1100 HPLC System (Agilent Tech., Santa Clara, CA, USA)을 이용하였고, column은 Zorbax Extend-C18 (4.6 × 250 mm, 5 μm, Agilent Tech., Santa Clara, CA, USA)을 이용하였다. 분석 조건은 Table 1과 같고, catalpol의 chromatogram은 Fig. 1과 같다.

통계분석

실험결과는 SAS Enterprise Guide 4.2 (Statistical analysis system, 2009, Cray, NC, USA)로 분석하였고, 3반복한 결과 값을 평균치 ± 표준편차(means ± SD)로 나타내었다. 시료간의 유의적인 차이는 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 유의수준 5%에서 검증하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

재배 지역에 따른 기상환경

2018년도 재배기간 동안 재배지역의 평균온도, 최고온도는 공통적으로 음성 > 정선 > 평창 순으로 나타났고, 최저온도는 평창 > 정선 > 음성 순으로 반대의 양상을 보였다(Table 2). 2018년

평균온도는 음성 대비 정선은 2℃정도 온도가 낮았고, 평창은 4℃정도 온도가 낮았다. 또한, 3년간 재배지역의 평균온도와 최고온도, 최저온도도 2018년도와 비슷한 양상을 보였다.

3년간 5월에서 11월까지의 강수량은 2016년도에는 음성 814 mm, 정선 916 mm, 평창 637 mm, 2017년도에는 음성 906 mm, 정선 880 mm, 평창 705 mm, 2018년도에는 음성 1,016 mm, 정선 1,149 mm, 평창 491 mm로 평창의 강수량이 다른 지역에 비해 적었음을 알 수 있었다.

3년간 5월에서 10월까지의 적산온도의 총합은 2016년도에는 음성 3,939.3℃ > 정선 3,827.0℃ > 평창 3,307.6℃, 2017년도에는 음성 3,761.8℃ > 정선 3,636.7℃ > 평창 3,186.9℃, 2018년도에는 음성 3,924.3℃ > 정선 3,582.5℃ > 평창 3,139.4℃로 나타나 북부지역으로 갈수록 적산온도는 감소하는 경향을 보였다. 적산온도는 작물에 생육에 필요한 열량을 나타낸 지표로 지황에서는 연구된 바 없으나, 당귀의 경우 4월에서 10월까지의 적산온도가 3,700℃ 이하일 때 수량이 좋다는 보고가 있었다(Kim *et al.*, 2009). 3년간 4월에서 10월까지의 적산온도를 적용해보면, 2016년도에는 음성 4,192.0℃ > 정선 4,058.9℃ > 평창 3,518.5℃, 2017년도에는 음성 4,025.4℃ >

Table 2. The weather conditions according to the cultivation area during the cultivation period in 2018

	Regions	May	June	July	August	September	October	November
Average Temperature (°C)	Eumseong	18.0	22.4	26.7	27.1	19.1	10.8	5.6
	Jeongseon	16.0	20.7	24.7	24.8	17.5	9.8	5.0
	Pyeongchang	13.9	18.7	22.8	22.8	15.6	7.7	3.0
Maximum Temperature (°C)	Eumseong	24.4	25.4	29.9	30.7	23.7	18.2	13.0
	Jeongseon	22.1	24.9	29.0	29.9	21.8	17.2	10.9
	Pyeongchang	20.1	23.5	27.2	27.3	20.2	14.7	9.5
Minimum Temperature (°C)	Eumseong	11.7	19.5	20.4	20.9	14.5	4.9	-0.6
	Jeongseon	8.4	16.0	17.2	19.0	12.5	4.1	-0.1
	Pyeongchang	5.8	13.2	14.2	18.1	10.0	2.0	-3.8
Precipitation (mm)	Eumseong	117.0	64.5	172.5	313.1	175.0	112.5	61.0
	Jeongseon	177.0	94.5	256.5	265.5	171.0	112.0	72.0
	Pyeongchang	0.0	85.5	28.3	174.6	117.2	37.0	48.4
Accumulated Temperature (°C)	Eumseong	555.6	673.3	827.1	830.5	574.5	330.0	133.3
	Jeongseon	494.5	620.8	765.4	768.9	526.6	295.3	111.0
	Pyeongchang	432.7	560.2	708.3	707.8	466.8	216.2	47.4

정선 3,897.4°C > 평창 3,426.9°C, 2018년도에는 음성 4,156.4°C > 정선 3,803.3°C > 평창 3,353.2°C로 나타나, 아직까지 평창은 지황보다 당귀생육에 더 적합한 것으로 생각된다.

지황의 경우 중·남부 지방에서는 보식을 제외하고는 늦어도 4월 하순까지는 파종이 끝난다. 그러나 지황의 최저 출아 적온인 18°C를 고려해 세 지역 모두 5월 상순에 파종을 실시하게 되었다. 또한 평창 지역에서는 5월에 강수량이 없어 파종 후 출아 지연으로 인한 생육기간 감소가 예상되었으나, 실제 파종 후 출아 지연 문제는 없었다.

재배 지역에 따른 지상부 생육 특성

지상부의 생육의 경우 초장의 경우 평창 > 정선 > 음성 순으로 크게 나타났으며, 엽장과 엽폭도 초장과 마찬가지로 평창 >

정선 > 음성 순으로 크게 나타났다(Table 3). 엽수의 경우는 지역 간에 통계상 유의미한 차이가 없었다. 결과를 종합해보면, 엽수를 제외한 모든 지상부의 특성은 평창 > 정선 > 음성의 순으로 크게 나타났다. 지상부의 생육이 강원도에서 좋게 나타난 이유는 2018년 하절기에는 이상 기후에 따른 온도 상승으로 지황이 자라는데 강원도의 기상 상황이 더 좋았기 때문으로 생각된다. 지황의 생육적온은 연구된 바 없으나, 열대성 식물인 고추의 생육적온은 25°C(Heo *et al.*, 2013), 온대성 식물인 마늘은 18~20°C(Lee *et al.*, 2013)로 보고된 바 있기 때문에 지황의 생육적온은 고추의 생육적온보다는 낮고 마늘과 비슷하거나 조금 높은 20°C 전후로 생각된다. 2018년 8월 음성의 평균온도는 고추의 생육적온보다 높은 27.1°C로 나타났고, 정선의 평균온도는 고추의 생육적온과 비슷한 24.8°C로 나타났다. 그리고 평창

Table 3. Growth characteristics on aerial part of *R. glutinosa* by cultivation areas

Cultivation area	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaf (no./plant)
Eumseong	21.9±2.6b ^z	18.3±2.5b	9.2±0.9b	15.5±2.0a
Jeongseon	24.6±2.8ab	20.7±2.1ab	10.0±1.1ab	13.9±1.6a
Pyeongchang	28.2±2.9a	24.7±3.1a	11.5±1.6a	14.4±2.1a

Means values ± SD from triplicate separated experiments are shown.

^zMeans with difference letters in column are significantly different at *p* < 0.05 by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

의 평균온도는 22.8℃로 고추의 생육조건보다 2.2℃나 낮게 나타나, 세 지역 중에 가장 낮은 평균온도를 나타냈다. 따라서 8월의 평균온도를 고려해보면 평창의 평균온도가 지황의 생육적온에 가까워 지상부의 생육이 좋았던 것으로 사료된다.

재배 지역에 따른 지하부 생육 특성

지황의 지하경의 굵기는 정선 < 평창 > 음성의 순으로 나타났고, 지하경 수는 음성 > 정선 > 평창 순으로 나타났다(Table 4). 또한 수량의 경우 통계적으로 음성 > 정선, 평창으로 나타났다. 지황은 지하경의 굵기가 15 mm 전후가 되면 상품(上品)의 등급으로 팔리는데, 3 지역 모두 15 mm가 넘어 지황의 강원도 재배 상품성(商品性)에는 문제가 없을 것으로 사료된다.

수량의 경우 음성 1,848 kg/10a, 정선 1,571 kg/10a, 평창 1,485 kg/10a로 나타나, 음성 대비 정선과 평창은 각각 85%, 80%의 수량을 보였으며, 북쪽지역으로 갈수록 수량이 줄어드는 경향이 나타났다. 지금까지 강원도에서 감초, 여주 등 강원도에서 재배되지 않았던 작물의 재배 가능성을 평가한 연구가 보고된 바 있는데(Han *et al.*, 2000; Seo *et al.*, 2016), 아열대 작물인 여주는 정식 시기에 따른 생산량만 보고되었고, 지역에 따른 생산량에 대한 비교는 없었다. 그러나 감초의 강원도 재배 가능성을 평가한 연구에서는 남부 지역인 평창이 북부지역인 양구, 춘천에 비해 지상부의 생육이 낮았으며, 지하부의 생산량은 양구 > 춘천 > 홍천 > 평창으로 북부로 올라 갈수록 생산량이 높아졌음을 보고하였다(Han *et al.*, 2000). 이러한 결과가 나타난 이유는 감초의 원산지는 한랭지이기 때문에 강원도 북부로 갈수록 생육이 알맞아 생산량이 높아지는 경향이 나타나는 것으로 사료된다. 본 실험에 이용된 작물인 지황은 원산지가 온대지로 감초와는 다르게 북부로 갈수록 생산량이 낮아지는 경향이 나타났는데, 감초의 연구 결과를 고려해 볼 때, 지황을 강원도 북부인 양구나 춘천에서 재배할 경우 지금보다 더 낮은 생산량이 나타날 것으로 사료된다.

지황의 평균 생산량을 보면, 2015년부터 2017년까지 평균 단수는 각각 846, 862, 805 kg/10a으로, 평균적으로 838 kg/10a을 생산하는 것으로 나타났다(MAFRA, 2018). 또한, 지역적으로는 415-1,490 kg/10a으로 3 배가 넘게 차이가 나며(MAFRA, 2018), 농가 별 생산량의 차이도 많이 나타난다. 본 연구 결과에서의 지역별 지황의 생산량은 음성 1,848 kg/10a, 정선 1,571 kg/10a, 평창 1,485 kg/10a로 3년 평균 단수보다 높게 나타나 강원도 남부지방에도 평균적인 재배는 가능할 것으로 사료된다. 그러나 지황의 재배가 까다롭고 지역 및 농가마다 생산량 편차가 큰 것을 고려해보면 강원도 남부지방에서 지황 재배는 가능하나, 농가의 재배 기술 능력도 중요할 것으로 생각된다.

재배 지역에 따른 지황의 catalpol 함량

지황의 지표성분인 catalpol 함량의 경우 음성 1.99%, 평창 1.93%, 정선 1.62%로 나타났다(Table 5). 음성과 평창의 catalpol 함량은 통계적으로 유의미한 차이가 없었으며, 정선은 두 지역보다는 낮은 함량을 보였다. 지황의 성분을 분석한 연구에서 지황 1호의 catalpol 함량이 1.74%로 보고된 바 있는데(Lee *et al.*, 2017), 본 연구에서는 같은 품종을 사용하였으나, 재배지역에 따라 1.62-1.99%로 함량의 차이가 나타나, 재배지역에 따른 변이가 있음을 알 수 있었다. 이러한 2차 대사산물의 성분 함량은 재배지역, 위도, 기상상황 등에 따라 변이가 다양해지는데, 블루베리, 산수유, 쑥, 콩, 토마토 등의 연구에서 재배지역, 위도, 강수량 등에 따라 변화가 다양함이 보고되었다(Hong *et al.*, 2010; Jang *et al.*, 2016; Na *et al.*, 2013; Ryu, 2008). 특히, 약용작물인 산수유와 쑥에서는 재배지역에 따라 각각 loganin 성분이 3.41-7.81 mg/g, eupatilin 성분이 1.55-2.17 mg/g로 함량 변화가 나타남이 보고되었다(Jang *et al.*, 2016; Ryu, 2008). 본 실험도 이러한 연구 결과와 마찬가지로 재배지역에 따라 catalpol 성분 함량의 차이가 나타났으며, 상대적으로 정선지역에서 1.62%로 낮은 함량을 보였다. 그러나 대한약전에 catalpol

Table 4. Growth characteristics on underground part of *R. glutinosa* by cultivation areas

Cultivation area	Rhizome diameter (mm)	Number of rhizome (no./plant)	Fresh rhizome yield (kg/10a)
Eumseong	16.81±3.29b ²	5.5±0.5a	1,848±71a
Jeongseon	18.48±2.54a	4.8±0.5ab	1,571±105b
Pyeongchang	18.02±2.08ab	4.3±0.2b	1,485±27b

Means values ± SD from triplicate separated experiments are shown.

²Means with difference letters in column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Table 5. Catalpol contents of *R. glutinosa* by cultivation areas

Cultivation area	Catalpol (%)
Eumseong	1.99±0.03a ^z
Jeongseon	1.62±0.04b
Pyeongchang	1.93±0.04a

Means values ± SD from triplicate separated experiments are shown.

^zMeans with difference letters in column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

함량에 대한 기준이 없고, 중국약전에는 기준치가 0.2% 이상으로 기재되어 있어서(Lee *et al.*, 2017), 3 지역에서 생산된 지황 모두 지표성분에는 문제가 없는 것으로 사료된다.

본 연구결과를 종합해 볼 때, 강원도 남부지역의 지황 재배는 생산량과 품질을 고려해볼 때 가능할 것으로 생각되나, 본 연구 결과를 실제 농가에 적용하기에는 지역마다 경영에 필요한 토지임차 비용 및 인건비 등 제반 사항이 다르므로 이를 고려한 경제성 분석이 더 필요할 것으로 생각된다. 또한 본 연구결과는 강원도에서 당귀, 천궁 등 서늘한 기후를 좋아하는 작물을 재배를 하는 농가의 대체작목 선정에 중요한 정보가 될 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 지황이 강원도 남부지역에서 재배가 가능한 대체 작목인지 평가하기 위해 수행하였다. 수량의 경우 음성 1,848 kg/10a, 정선 1,571 kg/10a, 평창 1,485 kg/10a로, 2015년부터 2017년 지황 평균 단수인 838 kg/10a보다 높게 나타났다. 또한, 지황은 근경 굵기가 15 mm 전후가 되면 상품(上品)의 등급으로 팔리는데, 강원도 재배지역 모두 15 mm가 넘어 상품성(商品性)에도 문제가 없었다. 그러므로 생산량과 품질 조건을 고려해 볼 때, 현재 강원도에서 지황 재배는 가능할 것으로 생각된다. 그러나 본 연구결과를 적용하기에는 강원도의 여러 제반 사항을 고려한 경제성 분석이 더 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 지황 우량 품종육성 및 영양체 번식기술 개발 연구 사업(사업번호: PJ01437101)과 2019년도 농촌진

흥청 국립원예특작과학원 전문연구원 과정 지원 사업에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

References

Albach, D.C., K. Yan, S.R. Jensen and H.Q. Li. 2009. Phylogenetic placement of Trianenophora (formerly Scrophulariaceae) with some implications for the phylogeny of Lamiales. *Taxon*. 58(3):749-756.

Angiosperm Phylogeny Group (APG) IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 181:1-20.

Chang, C.S., H. Kim and K.S. Chang. 2014. Provisional checklist of vascular plants for the Korean peninsula flora (KPF). Designpost. Paju, Korea. p. 591.

Han, S.S., Y.B. Kim, K.J. Chang and C.H. Park. 2000. Adaptability for culture of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. in Kangwon region. *J. Agri. Life Environ. Sci.* 11:39-46 (in Korean).

Heo, Y., S.H. Kim, E.G. Park, B.G. Son, Y.W. Choi, Y.J. Lee, Y.H. Park, J.M. Suh, J.H. Cho, C.O. Hong, S.G. Lee and J.S. Kang. 2013. The influence of abnormally high temperatures on growth and yield of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric & Life Sci.* 47(2):9-15 (in Korean).

Hong, S.B., S.J. Lee, Y.H. Kim, Y.S. Hwang, K.H. Yoon, S.I. Lee, M.Y. Nam, L.S. Song and M.G. Choung. 2010. Variation of anthocyanin and isoflavone contents in Korean black soybeans grown at different latitudinal locations. *Korean J. Environ. Agric.* 29(2):129-137 (in Korean).

Jang, D.E., S.H. Lee, I.G. Hwang, J. Song and K.A. Hwang. 2016. Method validation for the analysis of loganin content in *Cornus Officinalis* depends on cultivation regions. *Food Eng. Prog.* 20(2):152-157 (in Korean).

Jeong, J.H. and K.B. Kim. 2012. Analyzing the economic relevance of climate variables in the agriculture of Gangwon-do. *Journal of the Economic Geographical Society of Korea* 15(2):192-205 (in Korean).

Jiang, B., R.F. Shen, J. Bi, X.S. Tian, T. Hinchliffe and Y. Xia. 2015. Catalpol: a potential therapeutic for neurodegenerative diseases. *Curr. Med. Chem.* 22(10):1278-1291.

Kim, N.S., D.J. Choi, E.J. Choi, J.H. Lee, S. Park, Y.S. Lee, J.W. Lee, D.Y. Lee, G.S. Kim and S.E. Lee. 2018. Screening and evaluation of the anti-allergic effect of Korean medicinal plant extracts. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 26(1):42-54 (in

- Korean).
- Kim, S.J., H.T. Shin, J.B. An, J.W. Yoon, J.W. Lee, S.Y. Jung and T.I. Heo. 2017. Flora of Mt. Samyeong (Yanggu-gun, Gangwon-do) in DMZ area of Korea. *Korean J. Plant Res.* 30(2):191-212 (in Korean).
- Kim, Y.G., Y.S. Ahn, T.J. An, J.H. Yeo, C.B. Park and H.K. Park. 2009. Effect of yield and decursin content according to the accumulative temperature and seedling size in cultivation areas of *Angelica gigas* Nakai. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 17(6):458-463 (in Korean).
- Lee, J.S., I.J. Kim, G.W. Park, C.G. Yoon, G.H. Kim, G.S. An, S.Y. Nam and T.G. Kim. 2013. Effects of the time sowing on growth and yield of northern type garlic. *J. Korean Soc. Int. Agric.* 25(3):260-264 (in Korean).
- Lee, S.H., J.S. Yoon, J.K. Kim, C.G. Park, J.K. Chang and Y.B. Kim. 2017. Analysis of iridoid glycoside and GABA content in the roots of the *Rehmannia glutinosa* cultivars. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 25(3):146-151 (in Korean).
- Lee, S.H., S.H. Lee, M. Jin, C.O. Hong, M. Hur, J.W. Han, W.M. Lee, H.M. Yun, Y.B. Kim, Y. Lee and S.C. Koo. 2019. Analysis of index component content and antioxidant activity according to the root diameter of *Angelica gigas* Nakai. *Korean J. Plant Res.* 32(2):116-123 (in Korean).
- Li, X.D., Y.Y. Zan, M.M. Luo, H.T. Liu and J.Q. Li. 2011. Taxonomic revision of the Genus *Rehmannia*. *Plant Sci. J.* 29(4):423-431 (in Chinese).
- Liu, Z., Z. Lou, X. Ding, X. Li, Y. Qi, Z. Zhu and Y. Chai. 2013. Global characterization of neutral saccharides in crude and processed Radix *Rehmanniae* by hydrophilic interaction liquid chromatography tandem electrospray ionization time-of-flight mass spectrometry. *Food Chem.* 141(3):2833-2840.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2018. 2017 an actual output of crop for a special purpose. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p. 51.
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). 2018. Food & Drug Statistical Year Book (20th ed.), Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea. p. 391.
- Morota, T., H. Sasaki, H. Nishimura, K. Sugama, M. Chin and H. Mitsuhashi. 1989. Two iridoid glycosides from *Rehmannia glutinosa*. *Phytochemistry* 28(8):2149-2153.
- Na, H.S., J.Y. Kim, S.H. Yun, H.J. Park, G.C. Choi, S.I. Yang, J.H. Lee and J.Y. Cho. 2013. Phytochemical contents of agricultural products cultivated by region. *Korean J. Food Preserv.* 20(4):451-458 (in Korean).
- Park, B.Y., S.M. Chang and J. Choi. 1989. Relationships between the inorganic constituents and the catalpol and sugar contents in the rhizoma of *Rehmannia glutinosa*. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 32(3):249-254 (in Korean).
- Park, Y., D. Jeong, S. Sim, N. Kim, H. Park and G. Jeon. 2019. The characteristics of growth and active compounds of *Angelica gigas* Nakai population in Mt. Jeombong. *Korean J. Plant Res.* 32(1):9-18 (in Korean).
- Refulio-Rodriguez, N.F. and R.G. Olmstead. 2014. Phylogeny of Lamiidae. *Am. J. Bot.* 101(2):287-299.
- Reina, E., N. Al-Shibani, E. Allam, K.S. Gregson, M. Kowolik and L.J. Windsor. 2013. The effects of plantago major on the activation of the neutrophil respiratory burst. *J. Tradit. Complement. Med.* 3(4):268-272.
- Ryu, S.N. 2008. Environmental variation of available component in mugwort (*Artemisia princeps* Pamp.). *J. Korean Soc. Int. Agric.* 20(1):40-46 (in Korean).
- Seo, H.T., Y.J. Kim, E.H. Jang, J.H. Won and H.M. Kang. 2016. Effect of planting date on growth and yield of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) in Gangwon Area. *J. Agri. Life Environ. Sci.* 28(3):17-24 (in Korean).
- Shieh, J.P., K.C. Cheng, H.H. Chung, Y.F. Kerh, C.H. Yeh and J.T. Cheng 2011. Plasma glucose lowering mechanisms of catalpol, an active principle from roots of *Rehmannia glutinosa*, in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Agric. Food Chem.* 59(8):3747-3753.
- Wu, Z., P.H. Raven and D. Hong. 1998. Flora of China 18. Science Press & Missouri Botanical Garden Press, Beijing, China and St. Louis, USA. pp. 53-55.
- Xia, Z., Y.Z. Wang and J.F. Smith. 2009. Familial placement and relations of *Rehmannia* and *Triaenophora* (Scrophulariaceae.L.) inferred from five gene regions. *Am. J. Bot.* 96(2):519-530.

(Received 17 June 2019 ; Revised 28 July 2019 ; Accepted 5 August 2019)