韓藥作誌(Korean J. Medicinal Crop Sci.) 27(5) : 315 – 321 (2019)
ISSN(Print) 1225-9306
ISSN(Online) 2288-0186
http://www.medicinalcrop.org
http://dx.doi.org/10.7783/KJMCS.2019.27.5.315

지황의 비대시기와 수확시기 구명 연구

이상훈* · 홍충의** · 이소희* · 구성철* · 허목* · 이우문* · 장재기* · 한종원*·***†
*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, **농림축산검역본부 동물약품평가과, ***공주대학교 생물교육학과

Investigation of Rhizome Enlargement Stage and Harvest Time in *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud.

Sang Hoon Lee*, Chung Oui Hong, So Hee Lee*, Sung Cheol Koo*, Mok Hur*, Woo Moon Lee*, Jae Ki Chang* and Jong Won Han*·***†**

**Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.*
***Veterinary Drug and Biologics Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon 39660, Korea.*
****Department of Biology Education, Kongju National University, Gongju 32588, Korea.*

ABSTRACT

Background: There have been no studies to date on rhizome development and optimal harvest timing for *Rehmannia glutinosa.* We therefore, undertook this investigation.
Methods and Results: *R. glutinosa* 'Jihwang 1' was sown in early May and harvested in early November. Growth investigations were carried out at intervals of 10 days between 90 and 180 days after sowing (DAS). Leaf length, leaf width, and number of leaves increased until 150 DAS but decreased after 160 DAS. Rhizome length increased until 120 DAS subsequently, rhizome diameter increased rapidly between 130 and 150 DAS. Thus, the key period for rhizome enlargement in *R. glutinosa* is thought to be 130 to 150 DAS. Fresh root yield increased sharply from 916 ㎏/10a to 1,914 ㎏/10a between 4 and 5 months after sowing (MAS). Dry matter ratio increased gradually from 19.2% at 4 MAS to 24.4% at 6 MAS. Finally, the level of catalpol, a key active ingredient, increased sharply from 0.41% to 4.21% between 5 and 6 MAS. Given the dry matter ratio, catalpol content and yield measured, we suggest that optimal *R. glutinosa* harvest time is 6 MAS.
Conclusions: Based on our results, the key period for rhizome enlargement is 130 to 150 DAS and optimal harvest timing is 6 MAS. We anticipate that these and other results of this study can be used to inform cultivation of *R. glutinosa*.

***Key Words*:** *Rehmannia glutinosa*, Catalpol Content, Dry Matter Ratio, Enlargement Stage, Harvest Time

서 언

다년생 초본인 지황 [*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud.]은 중국이 원산지이며, 중국, 한국, 베트남 등지에서 분포한다. 또한 지황에는 *R. leutea* var. *purpurea*, *R. glutinosa* var. *hemsleyba* 등의 변종들이 분포하는 것으로 보고되었으나, 최근에는 같은 분류군으로 취급하고 있는 실정이다 (Wu *et al.*, 1998; Chang *et al.*, 2014). 지황 속은 6 개의 종으로 이루어져 있으며, 과거에 현삼과 (Scrophulariaceae)에 속하였으나, 최근에는 열당과 (Orobancaceae)에 포함시키거나 지황과 (Rehmnniaceae)로 따로 분리하기도 한다 (Albach *et al.*, 2009; Xia *et al.*, 2009; Refulio-Rodriguez and Olmstead, 2014; APG, 2016).

지황은 온난한 기후에서 잘 자라는 식물로 재배적지는 우리나라 중부 산간지역과 강원도를 제외한 중·남부지역이다. 현재 국내 지황의 주산단지는 충남 금산, 전북 정읍, 경북 안동, 영주이며, 전남 화순, 충남 서천, 충북 음성, 제천 등에는 소규모 농가가 재배하고 있다. 2017년 기준으로 지황의 전국 재배면

†Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5673 (E-mail) pvphan@korea.kr
Received 2019 July 24 / 1st Revised 2019 July 29 / 2nd Revised 2019 August 16 / 3rd Revised 2019 August 23 / Accepted 2019 August 23
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.

적은 210 ha이고, 국내 생산량은 1,686 톤으로 조사되었다 (MAFRA, 2018).

지황은 약재로 이용 시 지하경 (일반적으로 뿌리로 지칭)을 이용하는데, 가공 상태에 따라 세 가지로 구분된다. 즉, 가공하지 않은 지황 뿌리를 생지황 (生地黃), 건조한 것을 건지황 (乾地黃), 쪄서 말린 것을 숙지황 (熟地黃)으로 구분하며, 성미 (性味)와 효능이 다르다 (Chang *et al.*, 2011). 한방에서 지황은 경옥고 (瓊玉膏), 십전대보탕 (十全大補湯), 쌍화탕 (雙和湯) 등의 처방에 사용되어 왔고, 주요 성분으로는 aucubin, catalpol, rehmanin, 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde (5-HMF), GABA (γ-aminobutyric acid), manninotriose, stachyose, verbascose, rehmannan S 등이 보고되었으며, catalpol은 생지황 (生地黃)과 건지황 (乾地黃)의 지표 성분으로, 5-HMF는 숙지황 (熟地黃)의 지표성분으로 알려져 있다 (Morota *et al.*, 1989; Park *et al.*, 1989; Chang *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2017a). 또한, 효능으로는 항산화, 항알러지, 항염, 당뇨병, 신경변성질환 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다 (Shieh *et al.*, 2011; Reina *et al.*, 2013; Jiang *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2018).

약용작물은 대부분 재배면적 1,000 ha 이하의 소면적 작물로 응용학적인 연구가 주를 이루고 있어, 기초연구가 많이 부족한 실정이다. 약용작물인 지황 또한 마찬가지로 지금까지 기초연구는 종자의 발아적온, 자웅배우체의 발생학적 특성, 교잡친화성에 관한 연구 등에 불과한 실정이다 (Park *et al.*, 1998; Park *et al.*, 1999). 특히, 뿌리 부위를 이용하는 작물의 경우 비대시기는 재배 기간 설정 및 수확 시기 조절에 중요한 기초 연구로서 감자, 양파에서는 지대나 온도, 일장 등에 따른 비대시기의 변화까지도 보고되어 있으나 (Huh *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2012), 지황에서는 이러한 연구가 없었다.

따라서 본 연구는 지황의 재배 기간 설정 및 수확 시기 조절에 기초자료가 되는 비대시기를 구명하고, 적정 수확시기를 알아보기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재배법 및 건물율 측정

실험에 사용된 종근 (Seed Rhizome)은 국립원예특작과학원 약용작물과 시험포장에서 2018년 3월 하순에 수확한 지황 [*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud.] 1호 품종의 지하경을 수확하여 사용하였다. 종근은 일반적으로 판매되고 있는 굵기인 6 ㎜ - 10 ㎜의 지하경만 따로 정선하여 실험에 사용하였다. 생육 조사를 위한 시험은 차광막 화분을 이용한 용기 재배 (직경 60 ㎝, 높이 50 ㎝)를 하였으며, 재식 거리는 조간 거리 30 ㎝, 주간 거리 15 ㎝로 4 개체씩 재식하였다.

생산력 검정을 위한 시험구는 검은색 PE필름으로 멀칭하였고, 재식거리는 조간거리 30 ㎝, 주간거리 15 ㎝으로 하였으며, 시험구의 배치는 난괴법 3 반복으로 하였다. 파종 시기는 생육조사구와 생산력 검정 시험구 모두 4월 하순에 하였다. 지상부와 지하부의 생육 조사는 90 일 부터 10 일 간격으로 180 일까지 실시하였고, 생산량 검정은 4 개월 부터 1 개월 단위로 6 개월까지 3 번에 걸쳐 검정하였다. 생육 조사 및 생산량 검정은 농촌진흥청 시험연구 조사기준에 준하여 실시하였다.

농업기상정보서비스 (http://weather.rda.go.kr/index.jsp)를 이용한 결과, 재배기간 평균은도는 4월 12.4℃, 5월 18.0℃, 6월 22.4℃, 7월 26.7℃, 8월 27.1℃, 9월 19.1℃, 10월 10.8℃로 나타났으며, 강수량은 4월 121.0 ㎜, 5월 117.0 ㎜, 6월 64.5 ㎜, 7월 172.5 ㎜, 8월 313.1 ㎜, 9월 175.0 ㎜, 10월 112.5 ㎜로 나타났다.

건물율 측정 시 건조조건은 열풍건조로서 건조온도는 50℃로 유지하면서 10 일 동안 건조 하였다. 시료는 생산력 검정 시에 채취한 시료로서 반복 당 1 ㎏ 씩 3 반복하여 건조하였다. 건물율 공식은 아래와 같다.

$$\text{건물율 (\%)} = \frac{\text{건조 후 시료무게}}{\text{건조 전 시료무게}} \times 100$$

2. Catalpol 함량 분석

Catalpol 표준품은 Sigma-Aldrich 제품 (St. Louis, MO, USA)을 구입하여 사용하였고, 검액은 20 ㎎의 분쇄된 동결건조 지황을 1 ㎖의 30% methanol에 현탁하여 15 분간 초음파 추출한 후, syringe filter (0.45 ㎛)로 여과하여 사용하였다.

분석은 Agilent 1100 HPLC System (Agilent Tech, Santa Clara, CA, USA)을 이용하였고, column은 Zorbax Extend-

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

LC condition			
Column	Zorbax Extend-C18 (4.6 × 250 ㎜, 5 ㎛)		
Column oven temperature	30℃		
UV wavelength	210 ㎚		
Solvent A	Water		
Solvent B	Acetonitrile		
Flow rate	0.5 ㎖/min		
Gradient elution system			
Mobile phase	Time (min)	Solvent A	Solvent B
	Initiation	97	3
	13	10	90
	19	10	90
	25	97	3
Injection volume	10 ㎕		

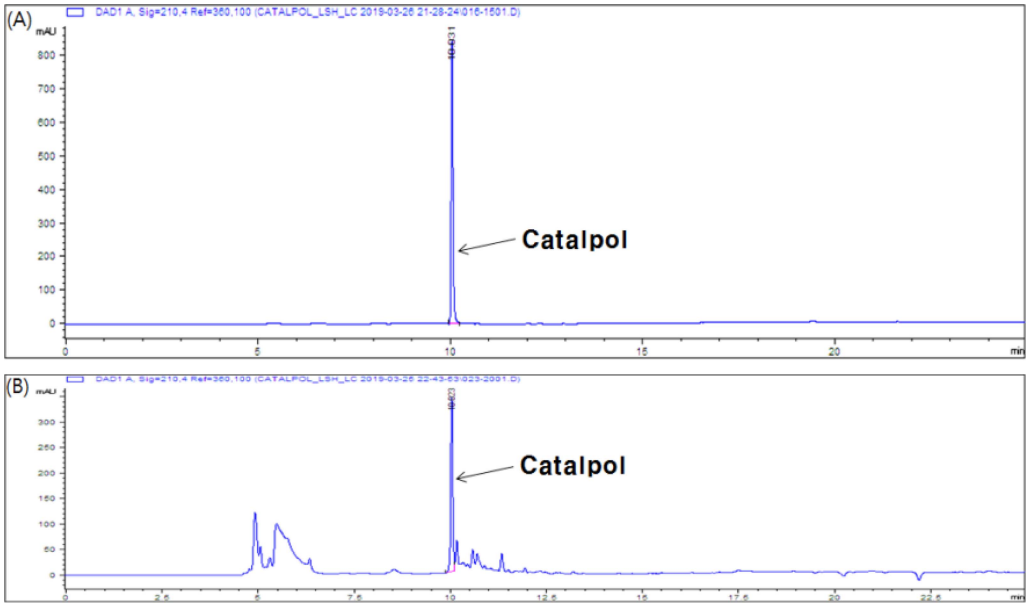

Fig. 1. HPLC chromatograms of catalpol (A) and *R. glutinosa* sample (B). (A); catalpol standard, (B); root sample of *R. glutinosa* cultivated for 6 months.

C18 (4.6 ㎜ × 250 ㎜, 5 ㎛, Agilent Tech, Santa Clara, CA, USA)을 이용하였다. 분석 조건은 Table 1과 같고, catalpol의 chromatogram은 Fig. 1과 같다.

3. 통계분석

실험결과는 SAS Enterprise Guide 4.2 (Statistical analysis system, 2009, Cray, NC, USA)로 분석하였고, 3 반복한 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

1. 생육시기에 따른 지상부 및 지하부 특성

엽장과 엽폭의 경우 파종 후 90 일에서 100 일 사이에 급격하게 증가했으며, 엽수의 경우 파종 후 110 일에서 120 일 사이에 급격히 증가하였다 (Table 2).

전반적으로 엽장, 엽폭은 파종 후 150 일에 정점을 찍고 점차 줄어드는 경향을 보였으며, 엽수의 경우는 파종 후 120 일에 정점을 찍는 것만 다를 뿐 150 일 이후부터 점차 줄어드는 경향은 비슷하였다.

파종 후 160 일에는 바깥쪽의 큰 잎부터 낙엽이 지기 시작하였고, 그 결과 엽장, 엽폭, 엽수 모두 점점 줄어드는 결과가 나타났다. 종합해보면, 지황 [*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud.]의 지상부 생장의 경우 엽수의 경우 파종 후 120 일이면 정점에 이르게 되고, 엽장과 엽폭은 계속 증가하다 150 일이면 정점에 이르며, 그 후에는 낙엽이지며 점점 고사하는 것으로 나타났다.

Table 2. Growth characteristics on aerial part of *R. glutinosa* by harvest time.

Harvest time (days)	Leaf length (㎝)	Leaf width (㎝)	Number of leaves (no./plant)
90	15.7±2.4^{c}	7.9±0.7^{d}	13.0±2.0^{c}
100	19.6±0.5^{ab}	9.6±0.4^{abc}	16.3±0.6^{bc}
110	20.0±1.2^{ab}	10.0±1.3^{abcd}	17.0±1.0^{b}
120	20.2±1.6^{ab}	10.6±0.2^{ab}	23.7±0.6^{a}
130	20.8±2.3^{ab}	10.5±1.3^{ab}	23.0±2.0^{a}
140	22.1±1.2^{a}	10.5±0.8^{ab}	25.3±3.8^{a}
150	22.0±0.4^{a}	10.9±0.7^{a}	24.0±1.0^{a}
160	19.1±1.2^{b}	9.5±1.3^{abcd}	17.7±1.2^{b}
170	18.3±1.6^{bc}	8.9±0.9^{bcd}	16.3±1.5^{bc}
180	18.0±1.1^{bc}	8.5±0.6^{cd}	13.3±0.6^{c}
CA[1)]	0.130	-0.004	0.039

[1)]CA; correlation analysis between harvest time and aerial part. Means values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means with difference letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

지황의 근장 (지하경의 길이)은 파종 후 120 일에 정점을 찍고, 그 이후로는 통계상 유의미한 차이가 없었으므로 파종 후 120 일이면 길이 생장은 완성이 된 것으로 생각된다 (Table 3). 근경 (지하경의 굵기)의 경우 파종 후 130 일에서 150 일 사이 급격한 비대가 이루어졌으며, 그 이후에는 점진적으로 커지긴 하였으나 통계적으로는 유의성이 없었다. 따라

Table 3. Growth characteristics on underground part of *R. glutinosa* by harvest time.

Harvest time (days)	Rhizome length (㎝)	Rhizome diameter (㎜)	Number of rhizomes (no./plant)
90	19.10±2.20^{c}	7.82±1.28^{e}	3.30±1.50^{b}
100	21.40±0.40^{bc}	9.76±1.67^{d}	5.00±0.90^{ab}
110	22.10±0.90^{b}	11.19±2.33^{cd}	5.00±1.00^{ab}
120	26.20±0.70^{a}	11.58±2.18^{c}	4.90±0.50^{ab}
130	27.20±1.50^{a}	12.20±3.19^{c}	5.00±1.10^{ab}
140	27.90±2.30^{a}	14.18±1.94^{b}	5.30±0.60^{a}
150	27.90±1.70^{a}	16.61±3.37^{a}	5.70±0.60^{a}
160	28.40±1.80^{a}	16.78±1.53^{a}	5.70±0.60^{a}
170	28.40±1.20^{a}	17.88±1.86^{a}	5.30±1.20^{a}
180	28.20±0.50^{a}	18.24±1.72^{a}	5.70±1.20^{a}
CA[1)]	0.890**	0.985**	0.776**

[1)]CA; correlation analysis between harvest time and underground part. **; significantly different at $p = 0.01$, respectively. Means values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means with difference letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

서 지황의 비대는 파종 후 150 일이면 끝나는 것으로 판단된다. 근수 (지하경의 개수)의 경우 파종 후 90 일에서 100 일 사이에 급격한 증가가 이루어졌으며, 140 일에 정점을 찍은 후 변화가 없었다. 종합해보면, 지황의 지하부 생장의 경우 파종 후 120 일에는 길이 생장이 마무리되고, 140 일에는 근수가 정점에 이르며, 150 일이면 비대가 거의 완성되는 것으로 나타났다. 또한, 지상부의 생장이 끝나는 시기와 지하부의 비대가 완성되는 시기가 파종 후 150 일로 거의 일치하는 경향을 보였다.

수확시기에 따른 상관관계 분석 결과 지상부의 경우 엽장 (0.130)은 약한 양의 상관관계가 나타났으며, 엽수 (0.039)와 엽폭 (-0.004)은 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다. 반대로 수확시기에 따른 지하부의 상관관계 분석 결과 근장 (0.890), 근경 (0.985), 근수 (0.776) 모두 고도로 유의한 양의 상관관계가 나타났다. 또한, 지상부와 지하부의 상관관계 분석 결과 양의 상관관계가 나타났으며, 엽장, 엽폭, 엽수 모두 근장, 근수와 높은 양의 상관관계가 나타났다 (Fig. 2). 그러나 근경과는 엽장만이 약한 양의 상관관계가 나타났고, 엽폭과 엽수는 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다. 특히 엽장의 경우 엽폭과 엽수에 비해 근장 (0.471)과 근수 (0.597)에서 높은 양의 상관관계가 나타났다.

약용작물에서도 작물의 종류에 따라 지상부와 지하부 생장에 대한 보고가 상이한데, 당귀의 경우 지상부의 고사가 일어나 경경이 줄어드는 시기부터 지하부의 급격한 생장이 일어난다는 보고가 있었고 (Lee *et al*., 2018), 인삼의 경우도 지상부의 노화가 지하부 생육증가와 연관이 있다고 하였다 (Park *et al*., 1986). 그러나 황기의 경우는 이와 반대로 지상부의 경장과 경경이 증가할수록 지하부의 생산량이 증가한다는 보고가 있었다 (Kim *et al*., 1996). 지황의 경우 지상부가 고사하는 시점인 파종 후 160 일 이후에는 근경의 경우 증가하는 경향을 보였으나 통계상 유의미한 차이는 없었고, 수확량의 경우도 증가하지 않았다. 그러나 엽장과 엽폭이 정점에 이르는 시기에 생산량이 최대가 되는 것으로 보아 지황의 경우 당귀, 인삼과는 다른 경향을 가지나, 황기와는 비슷한 경향이 있는 것으로 생각된다.

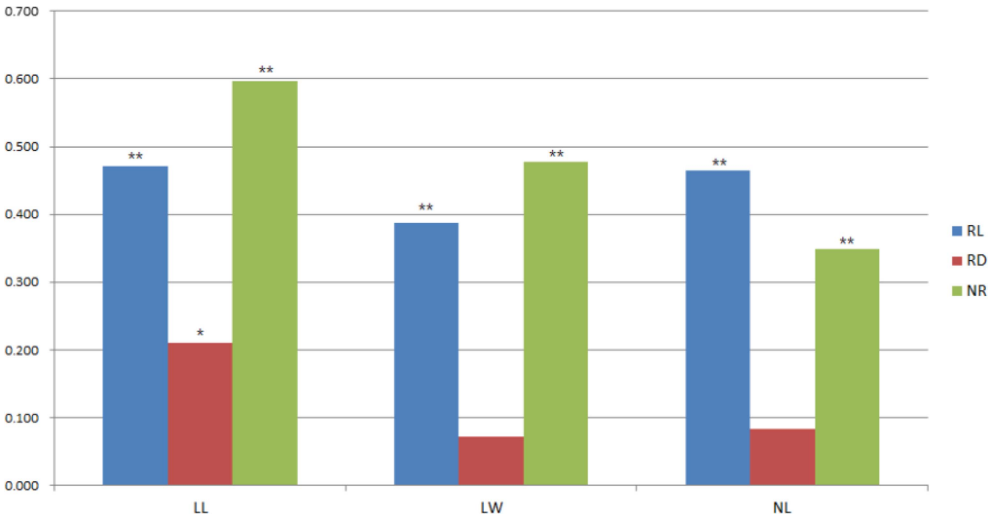

Fig. 2. Correlation analysis between aerial part and underground part. LL, LW, NL, RL, RD, NR indicates leaf length, leaf width, number of leaves, rhizome length, rhizome diameter, number of rhizomes, respectively. *, **; significantly different at $p = 0.05$, $p = 0.01$, respectively.

2. 수확시기에 따른 지황의 수량특성

지황의 비대시기와 관련하여, 적정 수확 시기를 판단하기 위한 생산력 검정 시험은 파종 후 4 개월부터 1 개월마다 시행하였는데, 파종 후 4 개월에는 생산량이 916 ㎏/10a에 불과하였으나, 5 개월에는 1,914 ㎏/10a으로 급격히 증가하였으며, 6 개월에는 1,884 ㎏/10a로 약간 감소하였으나 통계적으로 유의미한 차이는 없었다 (Table 4). 또한, 지황의 상품성 (商品性)에 제일 중요한 기준인 근경은 상품 (上品)으로 평가받기 위한 기준이 근경 15 ㎜ 전후인데 (Lee *et al*., 2019), 파종 후 150 일에는 16 ㎜로 상품 (上品) 기준인 15 ㎜를 넘기 때문에 납품 가격에도 문제가 없는 시기로 생각된다. 이러한 결과를 지하부의 비대시기와 연관시켜보면, 지황의 수확은 파종 후 5 개월부터 가능할 것으로 생각되는데, 이 시기는 지황의 비대가 완료되는 시기인 파종 후 150 일과 일치하는 경향이 있음을 알 수 있었다.

3. 수확시기에 따른 지황의 건물율과 catalpol 함량변화

건물율을 보면 파종 후 4 개월에는 19.2%, 5 개월에는 21.1% 그리고 6 개월에는 가장 높은 24.4%로 나타나, 수확시기가 늦어질수록 건물율은 높아지는 경향이 나타났다 (Table 4).

지황은 보통 경옥고 용도인 생지황 (生地黃)을 제외하고는 대부분 가공을 거쳐 숙지황 (熟地黃)으로 이용된다. 숙지황 (熟地黃)을 제조하는 업체에서 가장 중요하게 취급하는 것이 건물율인데, 건물율이 높아야 숙지황 생산수율이 높아지기 때문이다. 그러나 이와는 반대로 경옥고 용도인 생지황 (生地黃)은 건물율이 낮아야 즙이 많이 나오기 때문에 경옥고 제조업체에서는 건물율이 낮은 지황을 선호한다. 따라서 지황은 파종 후 6 개월 이후에 수확하는 것이 적절할 것으로 사료되나, 생지황 (生地黃) 용도의 경우 농가의 기대수입과 납품 단가가 적정할 경우, 파종 후 5 개월에서 6 개월 사이에 조기수확도 가능할 것으로 사료된다.

Catalpol 함량은 파종 후 6 개월 4.21% > 파종 후 5 개월 0.41% > 파종 후 4 개월 0.09% 순으로 나타났다 (Table 4).

Table 4. Rhizome yield, dry matter ratio and catalpol contents of *R. glutinosa* by advanced yield trial (AYT) time.

AYT[1)] time[2)] (months)	Fresh rhizome yield (kg/10a)	Dry matter ratio (%)	Catalpol (%)
4	916±54[b]	19.20±0.02[c]	0.09±0.01[c]
5	1,914±29[a]	21.10±0.30[b]	0.41±0.01[b]
6	1,884±14[a]	24.40±0.20[a]	4.21±0.10[a]

[1)]AYT; advanced yield trial, [2)]AYT time; 4, 5, 6 indicates 4 month after seedling, 5 month after seedling, 6 month after seedling, respectively. Means values ± SD from triplicate separated experiments are shown. [*]Means with difference letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

특히, 파종 후 5 개월과 6 개월은 수확량은 통계상 유의미한 차이가 없었으나, catalpol 함량은 10 배 이상 늘어나 파종 후 5 개월부터 6 개월 사이에 catalpol이 축적되는 시기임을 알 수 있었다.

같은 지황 1호 품종이라도 수확시기, 재배지역에 따라 catalpol 함량이 1.74 - 2.23%로 다르게 보고되었는데 (Lee *et al*., 2017b; Lee *et al*., 2019), 본 연구에서는 재배시기에 따라 catalpol 함량이 0.09 - 4.21%로 더 편차가 높게 나타났다. 이러한 이유는 기존의 연구는 수확시기가 봄과 여름으로 본 연구와 수확시기가 달랐으며, 재배기간 또한 상이하였기 때문으로 생각된다. 또한 본 연구는 4 개월에서 6 개월로 비대 및 catalpol 축적이 되지 않는 시기까지 수확을 하였기 때문에 편차가 큰 것으로 생각된다.

파종 후 5 개월에서 6 개월 사이에 catalpol 함량이 급격히 늘어났는데, 그 이유는 파종 후 6 개월째는 수확시기가 10월 하순으로 서리가 이미 내린 시기이기 때문으로 생각된다. 많은 약용작물에서 유용성분의 증가 때문에 첫서리가 내린 이후에 수확을 하는데, 단삼, 당귀, 작약, 천마에서 지표성분 함량이 10 월 하순에 많이 축적된다고 보고된 바 있다 (Kim *et al*., 2000; Kim and Park 2013; Kim *et al*., 2015; Lee *et al*., 2018). 따라서 지황도 이러한 약용작물들과 비슷한 경향이 있어서 파종 후 6 개월에 catalpol 함량이 급격히 높아졌던 것으로 생각된다.

Catalpol은 생지황의 품질관리를 위한 지표물질로 이용되고 있고, 혈당강하 작용이 있어 당뇨병 치료제로 연구가 많이 진행되고 있으며, 이 물질을 이용한 폐질환 및 천식 치료용 조성물에 대한 특허도 등록되어 있는 실정이다 (Zhu *et al*., 2003; Lee *et al*., 2017a). 그러나 대한민국약전에는 생지황의 지표성분에 대한 정확한 함량 내용이 없고, 중국약전에는 catalpol 0.2% 이상을 함유해야 한다는 기준이 있다 (Lee *et al*., 2017b). 파종 후 5 개월은 catalpol 함량이 0.41%로 중국약전 기준치 이상이기 때문에 수확에는 문제가 없을 것으로 생각된다.

본 연구 결과를 종합해보면, 지황 1호는 130 일에서 150 일 사이에 급격히 비대가 일어나는 것을 알 수 있었으며, 수확량과 catalpol 함량을 고려해 볼 때, 파종 후 5 개월부터 수확이 가능할 것으로 생각된다. 또한, 건물율을 고려하여 용도에 따라 수확할 경우, 경옥고 제조 용도로는 파종 후 5 개월에서 6 개월 사이에 조기수확도 가능할 것으로 생각된다.

본 연구 결과는 지황의 재배 및 수확시기 조절에 대한 연구의 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 생각되며, 농가의 재배시기 조절에 도움이 될 것으로 사료된다. 그러나 현재 농가에서 재배되는 품종이 다양하므로, 추후 농가 현장에서 쓰이는 품종에 대한 조사와 품종 별로 비대시기에 차이가 있는 지 여부에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 지황 우량 품종육성 및 영양체 번식 기술 개발연구 사업(과제번호: PJ01437101)과 2019년도 농촌진흥청 국립원예특작과학원 전문연구원 과정 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Albach DC, Yan K, Jensen SR and Li HQ. (2009). Phylogenetic placement of Triaenophora(formerly Scrophulariaceae) with some implications for the phylogeny of Lamiales. Taxon. 58: 749-756.

Angiosperm Phylogeny Group(APG). (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society. 181:1-20.

Chang CS, Kim H and Chang KS. (2014). Provisional checklist of vascular plants for the Korean penisula flora(KPF). Designpost. Paju, Korea. p.591.

Chang JP, Kil GJ, Lee GH, Ji YS, Kim BR, Kang KH, Kim MR, Song MR, Park JY and Doh ES. (2011). Change of inorganic component, reducing sugar, catalpol and benzo[α] pyrene contents of *Rehmannia glutinosa* Libosch. var. *purpurea* Makino by drying methods. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:501-507.

Huh EJ, Cho KS, Kwon YS and Woo JG. (2002). Effects of temperature and photoperiod on bulbing and maturity of spring sown onions in highland. Horticulture, Environment and Biotechnology. 43:587-590.

Jiang B, Shen RF, Bi J, Tian XS, Hinchliffe T and Xia Y. (2015). Catalpol: A potential therapeutic for neurodegenerative diseases. Current Medicinal Chemistry. 22:1278-1291.

Kim CG, Ok HC, Jeong JC, Hur OS, Seo JH, Jeong KH and Kim SJ. (2012). Effects of altitude and planting time on tuber bulking of potato. Korean Journal of Crop Science. 57:418-423.

Kim HT and Park EJ. (2013). Change of major functional components of *Gastrodia elata* Blume with cultivation conditions and harvest times. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:282-288.

Kim KJ, Park SD, Park CH, Shin JH, Kim JC and Choi BS. (2000). Changes of root yield and paeoniflorin content affected by harvesting times in peony(*Paeonia lactiflora*). Korean Journal of Medicinal Crop Science. 8:58-63.

Kim NS, Choi DJ, Choi EJ, Lee JH, Park S, Lee YS, Lee JW, Lee DY, Kim GS and Lee SE. (2018). Screening and evaluation of the anti-allergic effect of Korean medicinal plant extracts. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 26:42-54.

Kim YG, An TJ, Hur M, Lee JH, Lee YJ and Cha SW. (2015). Changes of major components and growth characteristics according to harvesting times of *Salvia miltiorrhiza* Bunge. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 23:395-399.

Kim YG, Kim KS, Chang YH and Yu HS. (1996). Effects of harvesting time on growth and root yield in *Astragalus membranaceus* Bunge. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:329-332.

Lee SH, Kang SU, Lee SH, Koo SC, Hur M, Jin MR, Lee WM, Park MS, Kim YB and Han JW. (2019). Appropriateness evaluation of plug seedling cultivation for replanting of *Rehmannia glutinosa*(Gaertn.) Libosch. ex Steud. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 27:202-207.

Lee SH, Yoon JS, Kim JK, Park CG, Chang JK and Kim YB. (2017b). Analysis of iridoid glycoside and GABA content in the roots of the *Rehmannia glutinosa* cultivars. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 25:146-151.

Lee SH, Yoon JS, Kim JK, Park CG, Kim SC, Jung SC, Chang JK and Kim YB. (2017a). Acubin, catalpol, and GABA contents in different plant part of *Rehmannia glutinosa* cultivars. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 25:16-21.

Lee SH, Yun HM, Koo SC, Lee WM, Chang JK, Koo HJ, Chang KJ and Kim YB. (2018). Changes in the growth characteristics and the content of decursin and decursinol angelate in *Angelica gigas* Nakai by mineral and hormonal agent treatment. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 26:227-232.

Liu Z, Lou Z, Ding X, Li X, Qi Y, Zhu Z and Chai Y. (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 Chemistry. 141:2833-2840.

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.

Morota T, Sasaki H, Nishimura H, Sugama K, Chin M and Mitsuhashi H. (1989). Two iridoid glycosides from *Rehmania glutinosa*. Phytochemistry. 28:2149-2153.

Park BY, Chang SM and Choi J. (1989). Relationships between the inorganic constituents contents and the catalpol and sugar contents in the rhizoma of *Rehmania glutinosa.* Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology. 32:249-254.

Park CH, Seong NS, Lee MS and Paek KY. (1998). Embryological characteristics and cross compatibility in chinese foxglove *Rehmannia glutinosa*. Korean Journal of Breeding Science. 30:24-35.

Park CH, Shim KB, Kim MK, Park CG and Seong NS. (1999). Germination of pelleted seeds in *Rehmannia glutinosa* Libosch. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 7:213-217.

Park H, Lee MG and Lee JR. (1986). Photosynthesis and respiration of ginseng leaf and root in relation to senescence of aerial part. Korean Journal of Ginseng Science. 10:180-186.

Refulio-Rodriguez NF and Olmstead RG. (2014). Phylogeny of Lamiidae. American Journal of Botany. 101:287-299.

Reina E, Al-Shibani N, Allam E, Gregson KS, Kowolik M and Windsor LJ. (2013). The effects of *Plantago major* on the activation of the neutrophil respiratory burst. Journal of Traditional and Complementary Medicine. 3:268-272.

Shieh JP, Cheng KC, Chung HH, Kerh YF, Yeh CH and Cheng JT. (2011). Plasma glucose lowering mechanisms of catalpol, an active principle from roots of *Rehmannia glutinosa*, in streptozotocin-induced diabetic rats. Journal of Agricultural

and Food Chemistry. 59:3747-3753.

Wu Z, Raven PH and Hong D. (1998). Flora of China 18. Science Press and Missouri Botanical Garden Press. Beijing, China and St. Louis, MO. USA. p.53-55.

Xia Z, Wang YZ and Smith JF. (2009). Familial placement and relations of *Rehmannia* and *Triaenophora*(Scrophulariaceae s.l.) inferred from five gene regions. American Journal of Botany. 96:519-530.

Zhu MF, Hong SP, Kim C and Lee JH. (2003). Determination methods of Rehmanniae radix by HPLC. Korea Journal of Herbology. 18:203-209.