

지황의 플러그 육묘재배 적정성 평가

이상훈¹, 이윤정¹, 오명원¹, 이소희², 구성철³, 허목³, 이우문⁴, 장재기⁴, 김이현⁵, 한종원^{3*}

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과, 박사후연구원, ²연구보조원, ³농업연기사, ⁴농업연구관
⁵한국농수산대학 특용작물학과, 학부생

Appropriateness Evaluation of Plug Seedling Cultivation of *Rehmannia glutinosa*

Sang-Hoon Lee¹, Yoon-Jeong Lee¹, Myeong-Won Oh¹, So-Hee Lee², Sung-Cheol Koo³, Mok Hur³,
Woo-Moon Lee⁴, Jae-Ki Chang⁴, Ei-Hyun Kim⁵ and Jong-Won Han^{3*}

¹Post-doc, ²Research Assistant, ³Researcher and ⁴Senior Researcher, Herbal Crop Research Division, National
Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Eumseong 27709, Korea

⁵Undergraduate Student, Department of Medicinal and Industrial Crops, Korean National College of Agriculture
and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

Abstract - This study was conducted to evaluate the appropriateness cultivation of *R. glutinosa* by plug seedling. Cultivation by direct seeding (DS) and plug seedling (PS) of *R. glutinosa* was conducted in each of the Pyeongchang and Eumseong areas. As a result, locally, for the Eumseong area, aerial parts in leaf length, leaf width and number of leaves per plant were better than for the Pyeongchang area. In the cultivation method, leaf width and number of leaves per plant were better with PS cultivation than with DS cultivation. Locally, rhizome yield of underground parts in the Eumseong area was better than that in the Pyeongchang area, but the rhizome yield with DS cultivation in the Eumseong area and PS cultivation in the Pyeongchang area were statistically the same. The fresh rhizome yield for DS in Eumseong, PS in Eumseong, DS in Pyeongchang and PS in Pyeongchang was 1,253 kg/10a, 1,376 kg/10a, 923 kg/10a and 1,256 kg/10a, respectively. Finally, the catalpol content for DS in Eumseong, PS in Eumseong, DS in Pyeongchang and PS in Pyeongchang was 3.67%, 2.03%, 2.96% and 1.60%, respectively. From these results, it can be seen that the *R. glutinosa* PS cultivation method can increase the rhizome yield.

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

서 언

지황[*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud.]은 다년생 초본으로 현삼과(Scrophulariaceae)에 속하며, 중국이 원산지이다. 최근에는 분자계통학적 연구를 바탕으로 현삼과가 아닌 열당과(Orobanchaceae)에 포함시키거나 지황과(Rehmanniaceae)로 따로 분리하기도 한다(Albach *et al.*, 2009; APG IV, 2016; Refulio-Rodríguez and Olmstead, 2014; Xia *et al.*, 2009).

지황은 온난한 기후에서 생육이 양호한 식물로 중국, 베트남 등지에 분포하며, 우리나라의 경우 중부 산간지역과 강원도를 제외한 중·남부지역에서 주로 재배하고 있다. 현재 국내 지황의 주산단지는 충남 금산, 전북 정읍, 경북 안동, 영주이며, 충남 서천, 충북 음성, 제천에서도 소규모 농가가 재배하고 있는 실정이다. 지황의 국내 재배면적은 2014년 115 ha, 2016년 156 ha, 2018년 181 ha로 점차 증가하는 추세이며, 생산량도 2014년 507톤, 2016년 1,337톤, 2018년 1,342톤으로 증가하는 추세이다(MAFRA, 2019).

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

*교신저자: E-mail pvphan@korea.kr
Tel. +82-43-871-5673

뿌리를 생지황(生地黃), 건조한 것을 건지황(乾地黃), 포제 가공한 것을 숙지황(熟地黃)이라고 한다. 주요 성분으로는 aucubin, catalpol, rehmanin, GABA(γ -Aminobutyric acid), 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde(5-HMF), vitamin A 등이 있으며, 이 중에 catalpol은 생지황과 건지황의 지표성분으로, 5-HMF는 숙지황의 지표성분으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2017; Morota *et al.*, 1989; Park *et al.*, 1989). 또한, 당 성분으로는 glucose, fructose, mannito, raffinose, manninotriose, stachyose, verbascose 등이 있다(Liu *et al.*, 2013). 또한, 지황의 효능으로는 항산화, 항알러지, 항염, 당뇨병, 신경변성질환, 치매 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Jiang *et al.*, 2008; Jiang *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2018; Reina *et al.*, 2013; Shieh *et al.*, 2011).

플러그 육묘의 경우 생육시기 조절, 생산량 증대 등을 목적으로 이루어지며, 지황의 플러그 육묘 연구에는 적정 플러그 육묘 시기를 구명한 연구와 지황 보식용으로 플러그 육묘가 적절한지 평가한 연구가 보고된 바 있다(Lee *et al.*, 2019a; Lee *et al.*, 2019b). 특히, 보식에 관한 연구에서는 플러그 육묘를 이용할 경우 재배 기간을 30일 정도 단축할 수 있음이 보고되었다(Lee *et al.*, 2019a).

본 연구는 지황을 플러그 육묘를 이용하여 재배했을 시 생산량 증대 효과가 있는지 알아보기 위해 수행하였다. 또한, 강원도의 경우 생육기간이 짧아 중부지방에 비해 생산량이 20%가 감소한다는 연구결과가 보고된 바 있는데 (Lee *et al.*, 2019c), 지황을 강원도에서 플러그 육묘재배를 했을 경우, 중부지방의 직파 재배만큼 생산량을 증가시킬 수 있는지 여부도 알아보기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

재배법

실험에 사용된 종근(seed rhizome)은 국립원예특작과학원 약용작물과 시험포장에서 2019년 3월 하순에 수확한 품종 ‘지황 1호’의 지하경을 사용하였다. 종근은 판매되고 있는 굵기인 6-10 mm의 지하경만을 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 직파하였고, 플러그 육묘는 30일간 육묘 후 5월 상순에 정식하였으며, 플러그는 50공 트레이(4.5 cm × 4.5 cm × 5 cm)를 이용하였다. 지

상부의 생육 조사는 파종 후 100일 후에 실시하였고, 지하부 생육 조사 및 생산량 검정은 파종 후 180일 후에 실시하였으며, 생육 조사는 15주를 1반복으로 3반복 조사하였다. 생육 조사 및 생산량 검정은 농촌진흥청 시험연구 조사기준에 준하여 실시하였다. 실험재배지는 충청북도 음성군에 위치한 국립원예특작과학원 인삼특작부 시험포장(해발 160 m)과 강원도 평창군 진부면에 위치한 진부 시험포장(해발 500 m)에서 실시하였다.

기상환경 분석

2019년도 기상자료는 농촌진흥청 농업기상정보서비스 (<http://weather.rda.go.kr/index.jsp>)를 이용하여 분석하였다. 2019년도 재배시험기간 동안 재배시험지역의 평균온도, 최고온도는 공통적으로 음성이 평창보다 높았고, 최저온도는 평창이 음성보다 나자 반대의 양상을 보였다(Fig. 1). 또한, 2019년도 재배기간 동안의 평균온도의 경우 음성 대비 평창은 3°C정도 온도가 낮았다.

2019년 5월에서 11월까지의 강수량은 음성 659.5 mm, 평창 652 mm로 두 지역의 강수량이 비슷하였다.

2019년 5월에서 10월까지의 적산온도는 음성 3,997.7°C로 평창 3,302.2°C보다 높게 나타나 2018년 적산온도인 음성 3,924.3°C, 평창 3,139.4°C와 비교해 볼 때, 음성은 비슷하였고, 평창은 더 높게 나타났다.

Catalpol 함량 분석

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

분석은 Agilent 1100 HPLC System(Agilent Tech., Santa Clara, CA, USA)을 이용하였고, column은 Zorbax Extend-C18 (4.6 × 250 mm, 5 μ m, Agilent Tech., Santa Clara, CA, USA)을 이용하였다. 분석 조건은 Table 1과 같고, catalpol의 chromatogram은 Fig. 2과 같다. 검량선 작성을 위해 catalpol 표준품을 methanol에 녹여 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 μ g/mL의 농도로 제조한 후 HPLC 분석을 수행했으며, 면적에 대한 농도로 검량선을 작성하였다. 그 결과 catalpol의 검량선 방정식은 $Area = 2.65041905x + 47.185437$ ($x = \mu$ g/mL, $r^2 = 0.999$)였다.

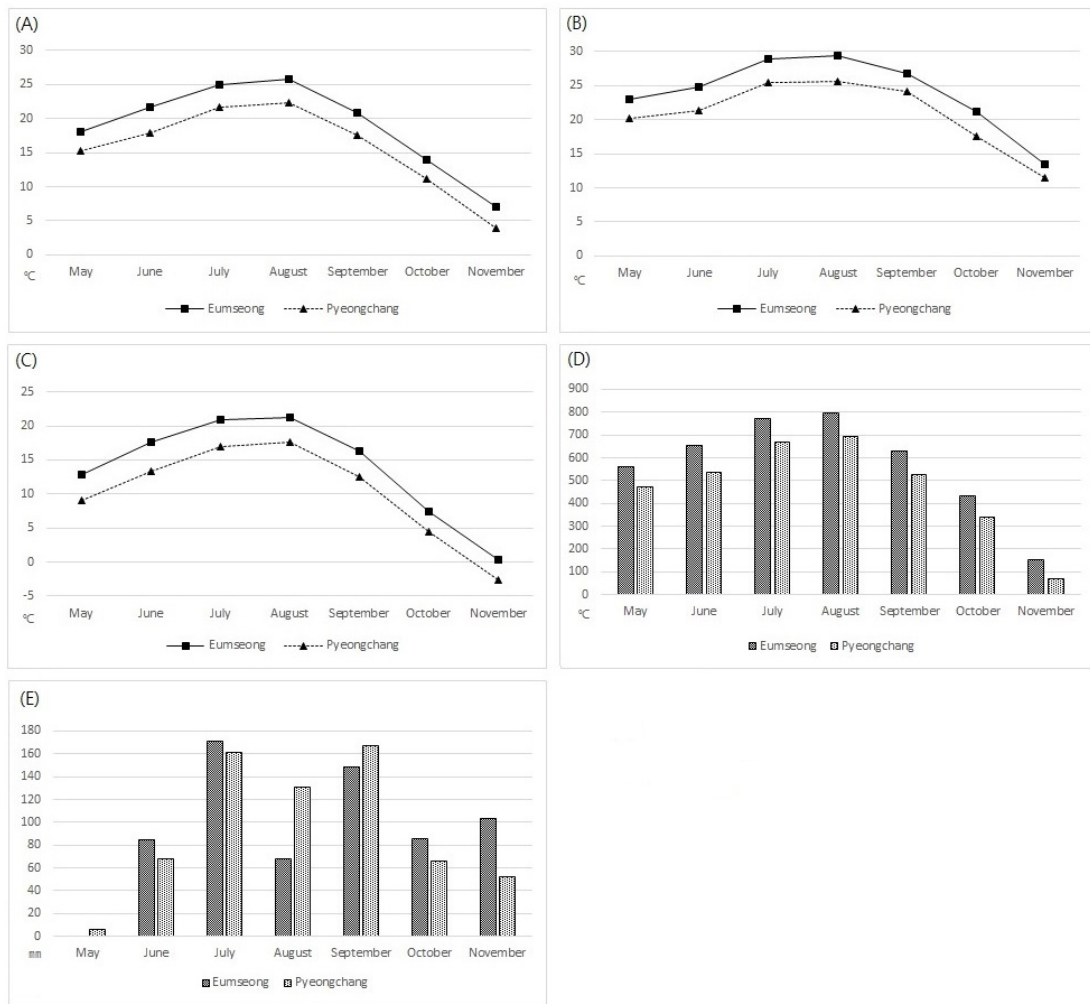


Fig. 1. The weather conditions according to the cultivation area during the cultivation period in 2019. (A): average temperature, (B): maximum temperature, (C): minimum temperature, (D): accumulated temperature, (E): precipitation.

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

| LC condition | |
|-------------------------|---|
| Column | Zorbax Extend-C18 (4.6 × 250 mm, 5 μm) |
| 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 |
| Mobile phase | |
| Injection | 10 μL |

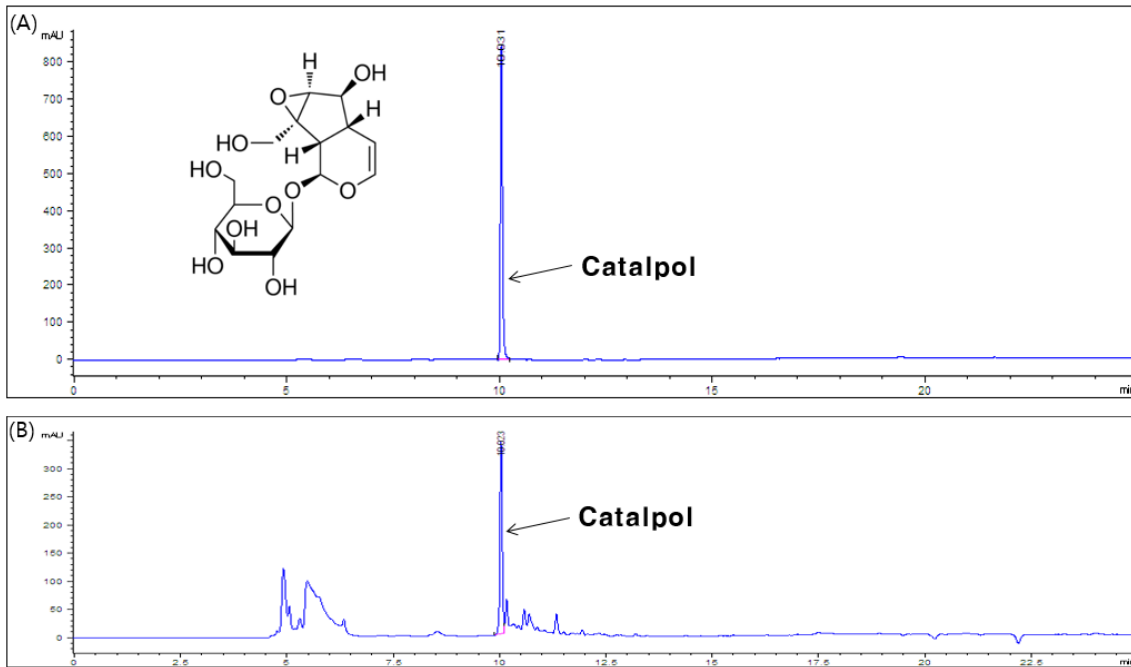


Fig. 2. HPLC chromatograms of catalpol (A) and sample (B) from *R. glutinosa*.

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

재배실험지역 및 재배 방법에 따른 지상부 생육 특성

지상부의 생육의 경우 엽장과 엽폭의 경우 음성보다 평창이 우수하였고, 재배 방법인 직파와 육묘의 차이보다는 지역적인 차이가 크게 나타났다(Table 2). 엽수의 경우는 음성이 평창보다 많아 지역 간의 차이가 있었고, 같은 지역 내에서도 육묘와 직파재배를 비교해 볼 때, 육묘재배가 직파재배보다 엽수가 많은 경향을 보였다. 음성의 지상부의 생육상황이 좋았던 이유는 생육적온과 관련이 있을 것으로 생각된다. 지황의 생육적온은 연구된 바 없으나, 강원도 지황 재배연구에서 20℃ 전후로 유추한 바 있다(Lee *et al.*, 2019c). 이를 대입해보면, 2019년 6월 음성의 평균온도는 21.7℃로 생육적온이 나타났고, 평창의 경우 7월에 21.6℃로 생육적온이 나타났으며, 음성이 1 개월 먼저 생

육적온에 도달하는 것을 알 수 있었다. 또한 생육적온이 유지되는 기간도 음성은 6월부터 9월까지로 4 개월인데 비해 평창은 7월부터 8월까지 2 개월 정도에 불과했다. 따라서 이러한 상황을 고려해 볼 때, 생육적온이 유지되는 기간이 길었던 음성에서 지상부의 생육이 좋을 수밖에 없었을 것으로 생각된다.

재배실험지역 및 재배 방법에 따른 지하부 생육 특성

지황의 지하경의 굵기는 평창이 음성보다 크게 나타났으나, 통계상 유의미한 차이가 없었다(Table 3). 지황은 근경 굵기가 8-12 mm 가 중품(中品), 그 이상의 굵기가 상품(上品)의 등급으로 팔리는데, 재배실험지역과 재배방법에 상관없이 모두 14 mm 가 넘어 상품성(商品性)에는 문제가 없을 것으로 사료된다.

지하경의 수는 평창 육묘재배(6.2 개/주)가 가장 많았고, 그 다음으로 음성 육묘재배(6.0 개/주), 음성 직파재배(5.2 개/주), 평창 직파재배(4.8 개/주) 순으로 나타났으나, 같은 지역의 경우 육묘재배가 직파재배보다 많게 나타나 지역적인 차이도 있지만, 재배 방법의 차이가 더 크게 영향을 미치는 것으로 생각된다.

수량의 경우 음성 육묘재배(1,376 kg/10a)가 가장 높았고, 그 다음으로 평창 육묘재배(1,256 kg/10a), 음성 직파재배 (1,253 kg/10a), 평창 직파재배(923 kg/10a) 순으로 나타났다. 같은 지역에서 육묘재배가 직파재배에 비해 수량이 많았으며, 특히, 음성 직파재배와 평창 육묘재배의 수량이 통계상 유의미한 차이

Table 2. Growth characteristics on aerial part of *R. glutinosa* by cultivation area and method

| Area | Treatment | Leaf length (cm) | Leaf width (cm) | No. of leaf per plant |
|-------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| Eumseong | DS ^z | 24.6±0.2a ^y | 12.1±0.2a | 19.1±1.2b |
| | PS | 25.0±1.1a | 11.7±0.8ab | 21.1±0.8a |
| Pyeongchang | DS | 22.0±0.3b | 11.1±0.1b | 17.1±1.2c |
| | PS | 22.0±0.3b | 11.0±0.4b | 17.9±0.8bc |

^zTreatment: DS, directly seeding; PS, plug seedling.

^yMeans with difference letters in column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Means values ± SD from triplicate separated experiments are shown.

Table 3. Growth characteristics on underground part of *R. glutinosa* by cultivation area and method

| Area | Treatment | Rhizome diameter (mm) | Number of rhizome (no./plant) | Fresh rhizome yield (kg/10a) |
|-------------|-----------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Eumseong | DS ^z | 14.66±1.61a ^y | 5.2±0.1b | 1,253±81b |
| | PS | 14.01±1.88a | 6.0±0.2a | 1,376±30a |
| Pyeongchang | DS | 15.49±0.76a | 4.8±0.1c | 923±59c |
| | PS | 15.52±1.03a | 6.2±0.1a | 1,256±48b |

^zTreatment: DS, directly seeding; PS, plug seedling.

^yMeans with difference letters in column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Means values ± SD from triplicate separated experiments are shown.

가 없었다. 따라서 평창에서 플러그 육묘를 이용한 지황 재배 시 음성의 직파재배와 비슷한 생산이 가능할 것으로 생각된다. 또한, 지황 육묘 재배가 생산량 증가에 미치는 효과는 직파재배 대비 음성의 경우 9.8% 증수, 평창의 경우 36.1% 증수로 나타나, 육묘 재배가 생산량 증가에 효과가 있음을 알 수 있었다. 이러한 생산량 증가가 나타난 원인은 생육기간 증가로 생각되는데, 지황의 육묘를 통한 보식 연구에서 육묘 재배를 통해 30일 정도의 생육기간 감소를 보전할 수 있는 것으로 보고된 바 있기 때문이다 (Lee *et al.*, 2019a). 따라서 보식이 아니라 본 연구처럼 같은 기간에 육묘로 정식할 경우 30일 정도의 생육기간 증가 효과를 보기 때문에 생산량이 증가하는 것으로 생각된다. 특히, 지황의 육묘재배가 평창에서 더 효과적인 이유는 음성처럼 정상적인 상황에서 생육기간이 연장되는 효과보다는 평창처럼 지황의 생육 상황이 불리하여 생육기간 감소를 극복할 때 더 효과가 좋기 때문으로 생각된다. 지황 보식연구에서도 생육기간이 감소된 상황에서 육묘를 통해 수량이 20% 증가되는 효과가 나타났는데 (Lee *et al.*, 2019a), 본 연구에서 음성지역 재배의 경우 육묘 효과는 10% 증가되는 효과가 나타났다. 따라서 적정 재배지역보다 불리한 환경을 가진 강원도의 경우 육묘를 통한 수량 증대 효과가 적정 재배지역에 비해 더 컸을 것으로 생각된다.

재배실험지역에 따른 지황의 catalpol 함량

지황의 지표성분인 catalpol 함량의 경우 음성 직파재배 (3.67%)가 가장 높았고, 그 다음으로 평창 직파재배(2.96%), 음성 육묘재배(2.03%), 평창 육묘재배(1.60%) 순으로 나타났다 (Table 4). 같은 재배 방법의 경우 음성이 평창보다 catalpol 함량이 높았으며, 재배 방법에 따라서는 직파재배가 육묘재배에 비해 catalpol 함량이 높았다. ‘지황 1호’ 품종의 catalpol 함량은 재배지역에 따라 1.62 - 1.99%로 변이가 나타난다고 보고된 바 있는데 (Lee *et al.*, 2019c), 같은 품종을 사용한 본 연구에서도 재배지역에 따른 함량 변화가 나타났다. 또한 재배방식에 따라서도 함량변화가 나타났으며, 재배지역보다는 재배방식에 따른 함량 변이가 더 큼을 알 수 있었다.

2차 대사산물의 성분 함량은 재배지역, 고도, 기상상황 등에 따라 변이가 다양해지는데, 블랙초크베리, 산수유, 쑥 등의 연구에서 이러한 함량 변이가 보고되었다 (Jang *et al.*, 2016; Ryu, 2008; Won *et al.*, 2018). 그러나 catalpol 함량에 대한 기준이 대한약전에는 없는 실정이고, 중국약전에서는 기준치가 0.2% 이상으로 되어 있어 (Lee *et al.*, 2017), 생산된 지황 모두 지표성분에는 문제가 없는 것으로 사료된다.

Table 4. Catalpol contents of *R. glutinosa* by cultivation area and method

| Area | Treatment | Catalpol (%) |
|-------------|-----------------|---------------------------|
| Eumseong | DS ^z | 3.67 ± 0.03a ^y |
| | PS | 2.03 ± 0.05c |
| Pyeongchang | DS | 2.96 ± 0.06b |
| | PS | 1.60 ± 0.02d |

^zTreatment: DS, directly seeding; PS, plug seedling.

^yMeans with difference letters in column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Means values ± SD from triplicate separated experiments are shown.

본 연구결과를 종합해 볼 때, 지황의 플러그 육묘 재배는 생산량을 증가시킬 수 있었으며, 강원도 남부지역에서 플러그 육묘를 이용한 지황 재배 시 중부지역의 직파재배와 비슷한 생산이 가능함을 알 수 있었다. 또한, 생산량과 품질을 고려해볼 때 플러그 육묘 재배가 효과가 있음을 알 수 있었다. 그러나 본 연구 결과를 실제 농가에 적용하기에는 직파 방식보다 더 들어가는 육묘비용과 인건비 등의 생산비와 증수되는 생산량에 대한 수익을 고려한 경제성 분석이 더 필요할 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 지황의 플러그 육묘 재배가 생산량을 증가시킬 수 있는지 평가하고, 강원도 남부지역에 플러그 육묘를 이용한 지황 재배 시 중부지역의 직파재배만큼 생산량을 늘릴 수 있는 지 알아보기 위해 수행하였다. 수량의 경우 음성 육묘재배(1,376 kg/10a)가 가장 높았고, 그 다음으로 평창 육묘재배(1,256 kg/10a), 음성 직파재배(1,253 kg/10a), 평창 직파재배(923 kg/10a) 순으로 나타나, 강원도에서 육묘재배 시에 중부지역 직파재배만큼 생산량을 늘릴 수 있는 것으로 나타났다. 또한, 지황은 근경 굵기가 8-12 mm가 중품(中品), 그 이상이 상품(上品)의 등급으로 팔리는데, 재배실험지역과 재배방법에 상관없이 모두 14 mm가 넘어 상품성(商品性)에도 문제가 없었다. 그러므로 생산량과 품질 조건을 고려해 볼 때, 플러그 육묘 재배를 통해 생산량을 늘릴 수 있었으며, 강원도에서 플러그 육묘를 이용한 지황 재배 시 중부지방의 직파재배와 비슷한 생산이 가능할 것으로 생각된다. 그러나 본 연구결과를 적용하기에는 늘어나는 생산비와 증가되는 수익을 고려한 경제성 분석이 더 필요할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 지황 우량 품종육성 및 영양체 번식기술 개발 연구 사업(사업번호: PJ01437101)과 2020년도 농촌진흥청 국립원예특작과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

References

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

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.

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 Officinals* depends on cultivation regions. *Food Eng. Prog.* 20(2):152-157 (in Korean).

Jiang, B., J. Du, J.H. Liu, Y.M. Bao and L.J. An. 2008. Catalpol attenuates the neurotoxicity induced by β -amyloid₁₋₄₂ in cortical neuron-glia cultures. *Brain Research* 1188:139-147.

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(11):1278-1291.

Kim, N.J., E.A. Jung, H.J. Kim, S.B. Sim and J.W. Kim. 2000. Quality evaluation of various dried roots of *Rehmannia glutinosa*. *Kor. J. Pharmacogn.* 31(2):130-141 (in Korean).

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).
- 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.U. Kang, S.H. Lee, S.C. Koo, M. Hur, M.L. Jin, W.M. Lee, M.S. Park, Y.B. Kim and J.W. Han. 2019a. Appropriateness evaluation of plug seedling cultivation for replanting of *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud. Korean J. Medicinal Crop Sci. 27(3):202-207 (in Korean).
- Lee, S.H., S.C. Koo, M. Hur, W.M. Lee, M.S. Park and J.W. Han. 2019b. Investigation of emergence conditions and plug seedling periods in *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud.. Korean J. Medicinal Crop Sci. 27(4):271-277 (in Korean).
- Lee, S.H., S.C. Koo, M. Hur, W.M. Lee, J.K. Chang and J.W. Han. 2019c. Appropriateness evaluation of cultivation of *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud. in the region of Southern Gangwon Province, South Korea. Korean J. Plant Res. 32(5):471-477 (in Korean).
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2019. 2018 an actual output of crop for a special purpose. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. pp. 98-99.
- 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.
- 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).
- 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).
- 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.
- Won, J., H. Shin, Y. Oh, H. Han, Y. Kwon and D. Kim. 2018. Tree growth and fruit characteristics of 'Nero black chokeberry according to different cultivation regions and altitudes. Korean J. Plant Res. 31(2):136-148 (in Korean).
- Xia, Z., Y.Z. Wang and J.F. Smith. 2009. Familial placement and relations of *Rehmannia* and *Triaenophora* (Scrophulariaceae s.l.) inferred from five gene regions. Am. J. Bot. 96(2):519-530.

(Received 23 December 2019 ; Revised 20 January 2020 ; Accepted 1 February 2020)