



보식용 지황의 플러그 육묘 재배를 위한 적정성 평가

이상훈* · 강승욱** · 이소희* · 구성철* · 허목* · 김미란* · 이우문* · 박민수*** · 김연복** · 한종원****†

*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, **한국농수산대학 특용작물학과, ***공주대학교 생물교육학과

Appropriateness Evaluation of Plug Seedling Cultivation for Replanting of *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud

Sang Hoon Lee*, Seung Uk Kang**, So Hee Lee*, Sung Cheol Koo*, Mok Hur*, Mei Lan Jin*, Woo Moon Lee*, Min Su Park***, Yeon Bok Kim** and Jong Won Han****†

*Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

**Department of Medicinal and Industrial Crops, Korean National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea.

***Department of Biology Education, Kongju National University, Gongju 32588, Korea.

ABSTRACT

Background: *Rehmannia glutinosa* is a perennial herb belonging to the family Scrophulariaceae and is used in traditional oriental medicine. This study was conducted to evaluate the appropriateness of plug-seedling cultivation for replanting of *R. glutinosa*.

Methods and Results: The seed rhizomes of *Rehmannia glutinosa* ‘Jihwang 1’ were harvested in the middle of March, 2018. Direct seedling cultivation was conducted after air curing for 3 days. The seedlings for transplanting were cultivated for 30 (30D), 45 (45D), and 60 days (60D). The mat formation rates of the 30D, 45D and 60D treatment seedling were 81.3%, 100%, and 100%, respectively. Of the tree treatment groups, flowering occurred only in the 45D and 60D treatment groups, and their flowering rates were $7.3 \pm 3.06\%$ and $13.3 \pm 1.15\%$, respectively. The agronomic characteristics and active components of the three treatment groups were evaluated in comparison with the DS1 (directly seeded group, control) and DS2 (directly seeded group, replanting) groups. As a result, the leaf length and leaf width of the 30D seedlings were higher than other treatment groups, but the number of leaves per plant was statistically the same. In addition, root diameter and yield of the 30D seedling were statistically the same as DS1. Moreover the catalpol contents of 30D, 45D, DS1 and DS2 group seedlings were 2.23%, 1.86%, 2.50% and 2.08%, respectively.

Conclusions: Taken together, these findings suggest it is feasible to use the plug-seedling cultivation method for replanting of *R. glutinosa* seedlings. However, further evaluation of the economic aspect is needed.

Key Words: *Rehmannia glutinosa*, Catalpol, Plug Seedling Cultivation, Replanting, Yield

서 언

지황 [*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud]은 다년생 식물로서 현삼과 (Scrophulariaceae)에 속하며, 중국이 원산지이다. 현재까지 *Rehmannia*속은 6 종으로 이루어진 작은 속으로 알려져 있으며, 지황을 제외한 5 개의 종 (*R. chingii*, *R. henryi*, *R. elata*, *R. piasezkii*, *R. solanifolia*)은

한약재로 쓰이고 있지 않다 (Zeng *et al.*, 2017).

지황은 온난한 기후에서 생육이 양호한 식물로 우리나라 강원도와 중부 산간지역 등 추운 지방을 제외한 중부와 남부지역에서 재배되고 있으며, 현재 주산단지인 충남 금산, 전북 정읍, 경북 안동, 영주이다. 2017년 기준으로 국내 지황의 재배면적은 210 ha, 수확면적은 209 ha, 생산량은 1,686 톤으로 조사되었다 (MAFRA, 2018). 수입대체 작물인 지황은 국내

†Corresponding author: (Phone) +82-46-871-5673 (E-mail) pvphan@korea.kr

Received 2019 March 27 / 1st Revised 2019 April 17 / 2nd Revised 2019 May 2 / 3rd Revised 2019 May 13 / Accepted 2019 May 13

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.

생산량이 늘면 수입량이 감소하는 경향이 있고, 중국 수입량도 2010년 이후로 점차 줄고 있는 추세이며, 지황의 수입량은 2010년 1,750 톤에서 2017년 877 톤으로 2010년 대비 약 50%가 감소한 것으로 나타났다 (Lee *et al.*, 2017).

지황은 지하경 (rhizome, 일반적으로 뿌리로 지칭)을 이용하는데, 가공하지 않은 지황을 생지황 (生地黃), 생지황을 건조한 것을 건지황 (乾地黃), 생지황을 한약 사인이 함유된 술에 담갔다가 찌서 말린 것을 9 차례 반복하여 제품화한 것을 숙지황 (熟地黃)으로 구분한다 (Lee *et al.*, 2017). 대한민국약전에 따르면 숙지황의 경우, 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde (5-HMF) 0.1% 이상을 함유해야 한다고 규정되어 있으나, 생지황의 정확한 지표성분에 대한 함량 내용은 없으며, 중국 약전에는 catalpol 0.2% 이상, verbascoside를 0.02% 이상 함유해야 한다는 기준이 있다 (Lee *et al.*, 2017).

지황은 한방에서 경옥고 (瓊玉膏), 십전대보탕 (十全大補湯), 쌍화탕 (雙和湯), 육미지황탕 (六味地黃湯) 등의 원료로 사용되어 왔고 (Ma *et al.*, 2000), 주요 성분으로는 aucubin, catalpol, rehmanin, 5-HMF, γ -Aminobutyric acid 등이 있으며 (Morota *et al.*, 1989; Park *et al.*, 1989; Lee *et al.*, 2017), 당 성분으로는 fructose, galactose, glucose, mannitol, raffinose, rehmannan S, stachyose, sucrose, verbascose 등이 보고되었다 (Liu *et al.*, 2013).

지황의 재배는 종자를 파종하거나 종근 (seed rhizome)을 이식하는데, 파종 및 이식 후 기상의 상황이 불안정할 경우 출아 불량, 종근 부패 등이 일어 날 수 있다. 특히 건조하고 온도가 올라갈 경우 출아가 늦어지고 균일하지 못하며, 강수량이 많고 온도가 급격히 올라가는 경우에는 부패가 많이 일어난다. 일반적으로 농가에서는 출아율이 80% 정도면 보식작업을 하지 않으나 (Lee *et al.*, 2018), 뿌리의 부패로 인해 출아가 불량할 때는 보식작업을 수행하게 되는데, 이때 종근이 더 필요하다. 또한 보식할 경우 생육시기가 한 달 정도 늦어져 생산량이 감소하는 경향이 있는데, 육묘 재배는 이러한 생육시기 조절 문제를 해결할 수 있는 좋은 방안이 될 수 있다.

다른 작물에서는 육묘에 대한 연구가 많이 되어 있는데, 고추에서는 트레이 크기 별 적정 육묘 시기구명에 대해 보고된 바 있고, 딸기에서는 육묘의 적정 정식 시기 구명에 대해 보고된 바 있다 (Chae *et al.*, 2014; Park *et al.*, 2016). 특히, 약용작물인 당귀에서는 육묘를 통해 추대 억제 및 생산량 증대에 대해 보고된 바 있다 (Ahn and Yu, 1996). 그러나 지황의 경우 지금까지 성분에 관한 연구 (Morota *et al.*, 1989; Park *et al.*, 1989; Liu *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2017), 육묘에 관한 연구 (Kim *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2008), 재배에 대한 연구는 있었으나 (Choi *et al.*, 1993; Choi *et al.*, 1994; Choi *et al.*, 1995), 종자가 아닌 종근을 이용하는 지황은 육묘에 대한 연구가 전혀 이루어진 바가 없으며, 더 나아

가 육묘로 재배하였을 때 생길 수 있는 수확량의 문제, 상품성 (商品性)의 문제 등 육묘 적정성에 대한 연구도 이루어진 바가 없다.

따라서 본 연구는 지황의 보식을 위한 플러그 육묘 재배 가능성을 평가하기 위해 수행하였다. 또한 이를 평가하기 위해 육묘 기간에 따른 매트 형성율, 추대율, 포장 정식 후 지상부 및 지하부 생육 조사 및 생산력 검정을 수행하였다.

재료 및 방법

1. 생육 특성 조사 및 생산량 검정

실험에 사용된 종근은 국립원예특작과학원 약용작물과 시험포장에서 2018년 3월 하순에 수확한 지황 [*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud] 1호 품종에서 종근을 수확하여 사용하였다. 일반적으로 지황의 종근 규격은 굵기 6-10 mm, 길이 2 cm로 이를 고려하여 정선한 후 실험에 사용하였다. 종근의 플러그 육묘는 50 공 트레이 (4.5 cm × 4.5 cm × 5 cm)를 사용하였고, 상토는 유기성 상토를 사용하였으며, 플러그 육묘 기간 동안 시설 내 평균온도는 20.9 ± 7.2°C로 나타났다. 또한 육묘의 시작 시기는 보식 시기를 동일하게 맞추기 위해 60 일 묘는 3월 31일, 45 일 묘는 4월 15일, 30 일 묘는 4월 30일에 각각 파종하였다. 매트 형성율 및 추대율은 1 반복 당 100 주씩 3 반복하여 조사하였으며, 매트 형성율은 묘를 트레이에서 분리하여 매트 형성 유무를 조사하였다. 또한 노화 상태는 엽색을 각 육묘 시기 별로 비교하여 판단하였다.

검은색 PE필름으로 멀칭한 시험구 (1 m × 5 m)를 설치하고, 재식거리는 조간거리 30 cm, 주간거리 15 cm으로 하였으며, 시험구의 배치는 난괴법 3 반복으로 하였다. 종근의 파종은 4 월 하순 (4월 30일)에 하였으며, 육묘 정식과 종근 보식은 5 월 하순 (5월 30일)에 실시하였다. 그리고 지상부의 생육조사는 파종 100 일 후 (8월 7일)에 실시하였고, 지하부의 생육조사와 생산량 검정은 10 월 하순 (10월 30일)에 실시하였으며, 생육조사는 반복 당 30 주씩 3 반복 하였다.

2. Catalpol 함량 분석

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

분석은 Agilent 1100 HPLC System (Agilent Technologies Inc., 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. 1과 같다.

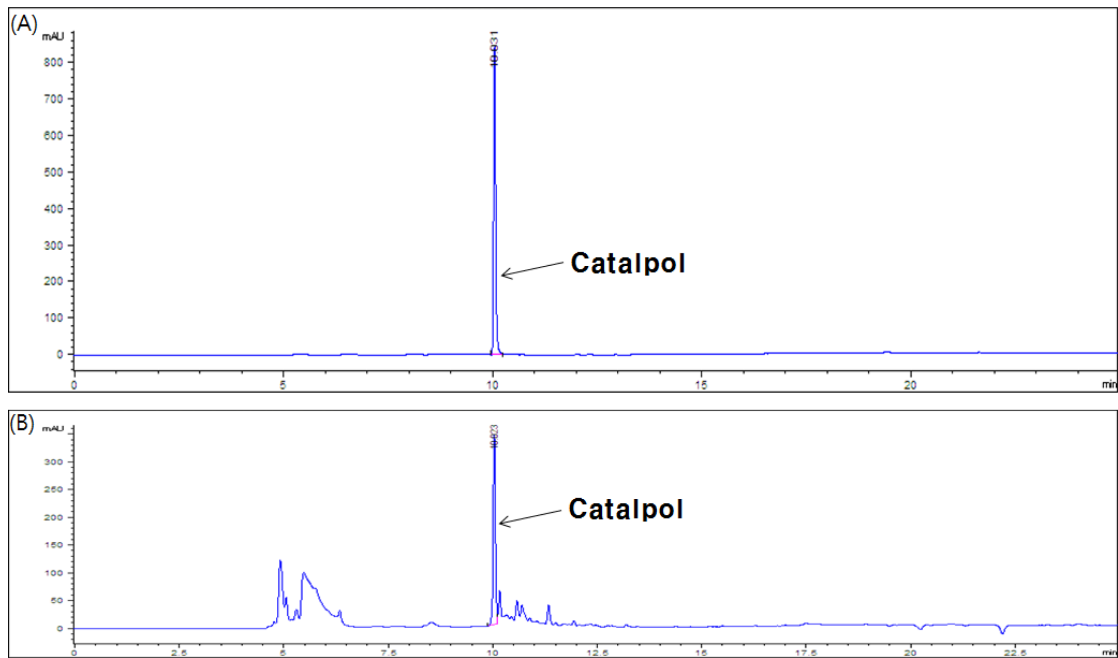


Fig. 1. HPLC chromatograms of catalpol (A) and sample (B) from *R. glutinosa*.

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 min | | |
| Gradient elution system | Time (min) | Solvnet A (%) | Solvent B (%) |
| | Initial | 97 | 3 |
| | 13 | 10 | 90 |
| | 19 | 10 | 90 |
| | 25 | 97 | 3 |
| Injection | 10 μl | | |

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. 플러그 육묘의 매트 형성율 및 개화율

플러그 육묘의 시기별 매트 형성율은 30 일에 81.3%였으며, 45 일이 되면 100%가 되는 것을 알 수 있었다 (Table 2). 개화율은 육묘 30 일에 0%, 육묘 45 일에 7.3%, 60 일에 13.3%로 육묘 기간이 길어질수록 계속 늘어나는 것을 알 수 있었다. 본 실험의 트레이 육묘 시 개화 시는 41 일로 나타났으며, 관행 직파한 처리구 DS1의 경우 32 일로 나타나 트레이 육묘 시에 추대가 늦게 일어나는 것을 알 수 있었다. 개화율에 관련된 영향에는 장일, 단일조건, 온도 감응 등 여러 요소가 있으며, 무의 경우 저온 처리 시에 화아 분화가 빨라진다는 보고가 있으며 (Hwang *et al.*, 2016), 딸기의 경우 저온암흑 처리 시에 화아 분화가 빨라진다는 보고가 있다 (Jun *et al.*, 2013). 아직까지 지황의 개화에 미치는 요인에 대한 연구는 없어서 자세히 알 수는 없지만, 본 실험에서 트레이 육묘 시에 노지보다 추대가 늦었던 이유는 저온처리에 따른 화아 분화의 영향으로 생각되어지는데, 그 이유는 트레이 육묘 시설은 가온이 되기 때문에 저온에 노출되기 어렵지만, 노지의 경우 저온에 쉽게 노출되기 때문이다.

지황 [*Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud]의 육묘 30 일과 45 일 때의 뿌리 상태를 보면, 30 일에는 매트는 형성되었지만 뿌리 비대가 일어나지 않았으나, 45 일은 뿌리 비대가 일어나기 시작한 상태였다 (Fig. 2). 또한 육묘 45 일부부터는 추대가 일어났으며, 60 일에는 엽색이 30 일

Table 2. Mat formation rate and flowering rate in *R. glutinosa* seedling.

| Seedling periods (days) | Mat formation rate (%) | Flowering rate (%) |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| 30 | 81.3±3.1 ^b | 0.0±0.0 ^c |
| 45 | 100.0±0.0 ^a | 7.3±3.1 ^b |
| 60 | 100.0±0.0 ^a | 13.3±1.1 ^a |

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).

Table 3. Aerial part growth characteristics of *R. glutinosa*.

| Seedling periods (days) | Leaf length (cm) | Leaf width (cm) | No. of leaf per plant |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 30 | 23.6±1.6 ^a | 11.4±1.0 ^a | 19.2±2.3 ^a |
| 45 | 21.4±1.9 ^b | 9.8±0.9 ^c | 20.0±2.4 ^a |
| DS1 | 21.6±2.0 ^b | 10.7±1.1 ^b | 20.1±1.8 ^a |
| DS2 | 20.2±2.2 ^c | 10.0±1.0 ^c | 18.8±2.3 ^a |

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). DS1, DS2 indicates directly seeding, directly seeding (replanting), respectively.



Fig. 2. Mat formation of different seedling periods in *R. glutinosa* (left; 30 days, right; 45 days). The bar size is 2 cm.

과 45 일에 비해 열어져 육묘의 노화가 진행되기 시작한 것으로 판단되었다.

지금까지 약용작물의 육묘 기간은 거의 밝혀지지 않았으나, 다른 작물에서 보고 된 바에 의하면, 쌀의 산과 육묘는 30 일, 포트 육묘는 35 - 50 일, 딸기의 포복경 육묘는 6 개월 이상이 필요하다고 보고된 바 있다 (Kwon *et al.*, 2011; Park *et al.*, 2016). 또한, 고추는 육묘 기간이 90 일이 넘어갈 경우 노화되어 수확량이 감소된다는 보고가 있었으며 (Chae *et al.*, 2014), 당귀의 경우는 이보다 길었지만 120 일에 묘의 노화가 일어났다는 보고가 있었다 (Ahn and Yu, 1996).

따라서 지황 종근의 적정 육묘 기간은 노화가 진행되지 않은 상태로 30 일에서 45 일 사이가 적절할 것으로 판단되며, 이를 고려하여 포장시험은 육묘 60 일을 제외한 육묘 30 일과 육묘 45 일을 적용하여 수행하였다.

2. 지황의 플러그 육묘 생육 특성

지황의 육묘를 이용한 보식 가능성을 평가하기 위해 관행대로 4 월 말에 종근을 정식한 처리구 (DS1)와 정식 후 한 달 뒤인 보식 시기에 직파한 처리구 (DS2)를 같이 비교하였다.

또한 육묘 30 일과 45 일 처리구는 DS2와 같은 시기인 5 월 말에 정식하였다. 지상부 생육은 지황의 생육중기에 맞추어 파종 후 100 일에 조사하였다. 지상부 생육 특성은 엽수의 경우 통계적인 유의성이 없었지만, 엽장과 엽폭은 유의성이 있었다 (Table 3). 엽장은 육묘 30 일 > DS1 > 육묘 45 일 > DS2 순으로 나타났으며, 엽폭은 육묘 30 일 > DS1 > 육묘 45 일, DS2 순으로 나타났다.

지하부 생육 특성은 전체적으로 통계적으로 유의성이 있었고, 그 결과는 Table 4와 같았다. 근장의 경우 DS1보다 다른 처리구의 근장이 모두 짧은 경향을 보였고, 근경의 경우 DS1, 육묘 30 일 > DS2 > 육묘 45 일 순으로 나타났으며, 생산량 검정 결과는 육묘 30 일, DS1 >육묘 45 일 > DS2 순으로 나타났다. 특히, 육묘 30 일의 경우 육묘 45 일, DS2와 같이 포장에서의 생육기간이 5 개월로 관행인 DS1보다 1 개월이 짧았음에도 불구하고 생산량이 DS1과 통계상 같았다. 또한, 같은 시기에 정식한 DS2에 비해 육묘 30 일과 45 일 모두 생산량이 높았다. 이러한 결과는 지황이 육묘를 통해 생산량을 증가시킬 수 있음을 보여주며, 뿌리를 이용하는 약용작물인 당귀에서 육묘를 통해 생산량이 증가되었다는 연구 결과와 경향이 비슷하였다 (Ahn and Yu, 1996).

지상부와 지하부의 생육 특성을 종합해 볼 때, 육묘 30 일 후 보식한 처리구는 지상부와 지하부의 생육 특성이 관행대로 재배한 처리구인 DS1와 비교해도 양호하였다. 그러나 육묘 45 일 후 보식한 처리구의 경우 관행대로 보식한 처리구인 DS2보다 생육이 양호하였으나, 관행 재배 처리구인 DS1보다는 불량하였다.

지황은 계약재배를 통해 납품을 많이 하는데, 상품성 (商品性)을 판단하는데 제일 중요한 기준은 근경이다. 실제 납품 기준은 근의 굵기를 육안으로 보고 품질규격을 나누는 달관검사를 통해 실시하는데, 하품 (下品)은 거의 납품 받지 않으며, 대부분 중근으로 쓰인다. 상품 (商品)으로 가치가 있는 것은 중품 (中品)과 상품 (上品)으로 품질규격은 근경 10 mm 내외를 중품 (中品), 15 mm 내외부터 상품 (上品)으로 구분하고 있다.

Table 4. Underground part growth characteristics of *R. glutinosa*.

| Seedling periods (days) | Root length (cm) | Root width (mm) | Fresh root yield (kg/10a) |
|-------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| 30 | 21.5±2.1 ^b | 15.37±1.76 ^a | 2,046±107 ^a |
| 45 | 21.5±1.7 ^b | 12.74±2.43 ^b | 1,767±50 ^b |
| DS1 | 24.2±2.6 ^a | 14.57±2.44 ^a | 1,939±61 ^a |
| DS2 | 22.1±2.3 ^b | 14.11±1.79 ^{ab} | 1,546±47 ^c |

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). DS1, DS2 indicates directly seeding, directly seeding (replanting), respectively.

또한, 상품 (上品)과 중품 (中品)의 납품가격 차이는 매년 납품업체에 따라 다르나, 보통 2 배 정도 차이가 난다. 이러한 상황을 고려해 봤을 때, 육묘 30 일 처리구의 경우 근경이 15 mm 내외로 상품성 (商品性)에 문제가 없을 것으로 판단된다. 또한 생산량도 육묘 30 일 처리구의 경우 DS1과 유사하여 보식 효과가 가장 높았음을 알 수 있었다. 그러나 육묘 45 일의 경우 관행대로 보식한 DS2보다 생산량은 좋았으나, 근경이 얇아 상품성 (商品性)에 문제가 있는 것으로 나타났다. 따라서 상품성 (商品性)과 생산량을 모두 고려할 때, 보식을 위한 적정 육묘 기간은 45 일 보다 30 일 정도가 가장 적절한 것으로 판단된다.

3. 플러그 육묘 지황의 Catalpol 함량

Catalpol 함량의 경우 DS1 > 육묘 30 일 > DS2 > 육묘 45 일로 나타났다 (Table 5). 지황의 육묘기간에 따른 catalpol 함량은 육묘 30 일의 경우 관행대로 재배한 처리구인 DS1보다는 catalpol 함량이 낮았으나, 관행적인 보식 처리구인 DS2에 비해 높은 것으로 나타났다. 지황 품종별 성분은 지황 1호에서 catalpol 함량이 1.74%로 보고된 바 있는데 (Lee *et al.*, 2017), 본 연구에서는 성분이 처리구에 따라 1.86 - 2.23%로 나타나 기존 연구에 비해 높게 나타났다. 이러한 차이가 나게 된 원인 중에서 큰 요인은 수확 시기의 차이로 생각되는데, 수확 시기는 성분 함량에 밀접한 영향이 있는 것으로 알려져 있다. 특히, 약용작물인 단삼, 천속단의 경우 수확 시기에 따라 함량 변화가 크다는 보고가 있다 (Kim *et al.*, 2015; An *et al.*, 2016).

본 연구의 수확 시기는 10 월 하순이었지만, 선행 연구에서의 수확 시기는 3 월 하순으로 차이가 있었기 때문에 이러한 성분의 함량 차이가 있었던 것으로 사료된다.

본 연구결과를 종합해 볼 때, 최적의 육묘 기간은 30 일 정도이며, 플러그 육묘를 통한 보식은 포장에서 한 달간의 생육 기간 차이가 있음에도 생산량을 보전할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 근경이 굵어 상품성 (商品性)에도 문제가 없는 것

Table 5. Catalpol content of *R. glutinosa*.

| Seedling periods (days) | Catalpol content (%) |
|-------------------------|------------------------|
| 30 | 2.23±0.04 ^b |
| 45 | 1.86±0.05 ^d |
| DS1 | 2.50±0.02 ^a |
| DS2 | 2.08±0.01 ^c |

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). DS1, DS2 indicates directly seeding, directly seeding (replanting), respectively.

으로 나타났으며, catalpol 함량도 기존 보식 처리구에 비해 높게 나타나 플러그 육묘를 통한 보식이 더 효과적임을 알 수 있었다. 그러나 본 연구결과를 실제 농가에 보급하기에는 육묘에 드는 생산비용과 생산량 증가로 인한 수입 증가 등 모든 제반 사항을 고려한 경제성 분석이 더 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

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

REFERENCES

Ahn SD and Yu CY. (1996). Effect of the short-time growing seedling for bolting control in *Angelica gigas* Nakai. Korean Journal of Plant Resources. 9:157-163.

An CH, Kim YG, An TJ, Hur M, Lee JH, Lee YJ, Cha SW and Song BH. (2016). Variation of yield and loganin content according to harvesting stage of *Dipsacus asperoides* Wall. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 24:110-114.

Chae SY, Park DK, Lee HJ, Kwak JH, Lee WM, Cho MC, Chun H and Yang EY. (2014). Evaluation of proper environmental condition, seedling production method and planting distance for pepper in shelter greenhouse. Journal of Agriculture and Life Sciences. 45:79-83.

Choi IS, Kim JH, Cho JT, Hong YK, Song IK, Park SK and Son SY. (1994). Effects of planting date and mulching material on yield of *Rehmannia glutinosa* LIBOSCHIZ. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 2:127-132.

Choi IS, Park JS, Cho JT, Son SY and Chung IM. (1995). Effect on planting depth on the quality and yield in *Rehmannia glutinosa* LIBOSCHIZ. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 3:12-15.

Choi IS, Song IK, Kim JH, Cho JT, Hong YK, Park SK and Park JK. (1993). Effects of planting density on plant growth and tuber yield of *Rehmannia glutinosa*. Korean Journal of

- Medicinal Crop Science. 1:70-73.
- Hwang SI, Kim JE and Na H.** (2016). Flower bud differentiation in response to low temperature treatment and day-length extension treatment in radish(*Raphanus sativus* L.). Korean Journal of Breeding Science. 48:48-53.
- Jun HJ, Liu SS, Jeon EH, Bae GH and Kang SI.** (2013). Effect of low temperature-darkness treatment on floral initiation and flowering response of Korean strawberry cultivars. Korean Journal of Horticultural Science and Technology. 31:726-731.
- Kim DH, Park CH, Park HW, Park CG, Sung JS, Yu HS, Kim GS, Seong NS, Kim JC, Kim MS, Bae SG and Chung BJ.** (2008). A new high-quality, disease resistance and high-yielding *Rehmannia glutinosa* cultivar, "Kokang". Korean Journal of Breeding Science. 40:84-87.
- Kim JY, Oh DH, Park CB, Song YE, Choi SY, Ryu JH, Park CH and Han SI.** (2002). A new variety "Goryeo-jihwang" of *Rehmannia glutinosa* Libosch. Korean Journal of Breeding Science. 34:276-277.
- 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.
- Kwon YR, Choi IY, Moon YH, Seo KW, Sharma PK and Kim DH.** (2011). The characteristics of growth, yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.) on the basis of pot seedling raising method in eco-friendly agriculture. Korean Journal of Environmental Agriculture. 30:275-280.
- Lee SH, Yoon JS, Kim JK, Park CG, Chang JK and Kim YB.** (2017). 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, Yun HM, Koo SC, Hur M, Han JW, Lee WM, Chang JK and Kim YB.** (2018). Effects on the storability enhancement and root yield by air curing of the seed rhizome of *Rehmannia glutinosa* Liboschitz ex Steudel. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 26:291-295.
- 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.
- Ma JY, Ha CS, Sung HJ and Zee OP.** (2000). Hemopoietic effects of rhizoma rehmanniae preparata on cyclophosphamide-induced pernicious anemia rats. Korean Journal of Pharmacognosy. 31:325-334.
- 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.7.
- Morota T, Sasaki H, Nishimura H, Sugama K, Chin M and Mitsahashi 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 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 GS, Kim YC and Ann SW.** (2016). Impact of transplant timing of mother plants for seedling strawberries on growth and development of daughter plants and initial field stage. Journal of Environmental Science International. 25:289-294.
- Zeng S, Zhou T, Han K, Yang Y, Zhao J and Liu ZL.** (2017). The complete chloroplast genome sequences of six *Rehmannia* species. Genes. 8:103. <https://doi.org/10.3390/genes8030103> (cited by 2019 May 3).