



## 감초 지하줄기를 이용한 영양체 증식방법 연구

오명원<sup>1</sup> · 손동균<sup>2</sup> · 정진태<sup>3</sup> · 한종원<sup>4</sup> · 마경호<sup>5</sup> · 이정훈<sup>6†</sup>

### Study on Propagation Method of Vegetative Organ using Licorice Rhizom (Stolon)

Myeong Won Oh<sup>1</sup>, Dong Kyun Son<sup>2</sup>, Jin Tae Jeong<sup>3</sup>, Jong Won Han<sup>4</sup>, Kyeong Ho Ma<sup>5</sup> and Jeong Hoon Lee<sup>6†</sup>

#### ABSTRACT

Received: 2021 August 11

1st Revised: 2021 September 27

2nd Revised: 2021 November 8

3rd Revised: 2022 February 4

Accepted: 2022 February 4

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.

**Background:** Licorice is a major medicinal crop used in most herbal remedies in Korea. Establishing efficient planting techniques for the licorice rhizome (stolon) requires, examining the agro-nomic characteristics of licorice rhizome (stolon) using different planting standards such as thickness, length, and planting methodology.

**Methods and Results:** Various cutting lengths (3 cm, 5 cm, and 7 cm) and sizes (4 mm - 6 mm and  $\geq 7$  mm in thickness) of licorice rhizome (stolon) were propagated. To optimize the planting methods, the licorice rhizome (stolon) cuttings were planted upright (90°), oblique (30°), and level (180°). The aboveground bud number and growth characteristics were investigated. The 7 cm length rhizome (stolon) with a thickness of 4 mm - 6 mm produced one bud. The thickest cutting ( $\geq 7$  mm) all produced two buds except the 3 cm length of rhizome (stolon). The plant heights were superior when grown from the thickest cuttings. However, there was no significant difference in growth between the different cutting lengths of the same thickness.

**Conclusions:** To optimize planting, the cutting should be  $\geq 7$  cm in length and  $\geq 7$  mm (biennial) in thickness and planted at 30° (oblique method).

**Key Words:** Licorice, Propagation, Rhizome, Stolon

#### 서 언

콩과 (Fabaceae) 감초속 (*Glycyrrhiza* L.)에 속하는 다년생 초본식물인 감초 (甘草, licorice)는 생약 및 건강기능성 식품 재료로써 널리 쓰이는 약용작물이다. 감초는 동서양에서 오랫동안 사용되고 있는 한약재이며, 약재의 조합이 잘 어우러지게 도와주는 조화생약이다 (Shin *et al.*, 2020). 또한 발열, 천식, 기관지염 등을 치료하기 위해 자주 처방되고 있다 (Wang and Nixon, 2001; Isbrucker and Burdock, 2006).

이러한 감초속 식물은 만주감초 (*G. uralensis* Fisch.), 광과감초 (*G. glabra* L.), 창과감초 (*G. inflata* Batal.), 개감초 (*G. pallidiflora* Maxim)를 포함해 22종이 세계적으로 분포한다 (Çetina *et al.*, 2015).

감초 성분은 triterpene glycoside 계열인 glycyrrhizin, triterpene 계열인 glycyrrhetic acid, liquiritic acid 및 glabrolide 등, flavanone 계열인 liquiritin과 liquiritigenin, isoflavone 계열인 formononetin과 licoisoflavone 등이 보고되었다 (Committee for compilation of pharmacognosy textbooks, 2012; Committee for compilation of Chinese medicine pharmacology textbooks, 2010). 이를 성분은 부신피질 호르몬 양의 작용 (Takeda *et al.*, 1987), 진경작용 (Sato *et al.*, 2007), 항산화 (Kim *et al.*, 2012), 항궤양 (Jalilzadeh-Amin *et al.*, 2015), 항바이러스 (Wang *et al.*, 2015), 항에스트로겐 작용 (Boonmuen *et al.*, 2016), 항염증 (Yang *et al.*, 2017), 항암 (Chen *et al.*, 2017), 거담 (Kuang *et al.*, 2018) 활성 등의 효능을 보인다.

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5670 (E-mail) artemisia@korea.kr

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 약용작물과 연구원 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>2</sup>국립원예특작과학원 약용작물과 연구원 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>3</sup>국립원예특작과학원 약용작물과 연구원 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>4</sup>국립원예특작과학원 약용작물과 연구원 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>5</sup>국립원예특작과학원 약용작물과 연구원 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>6</sup>국립원예특작과학원 약용작물과 연구원 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

이러한 성분들의 기능성을 통해 천연 조미료 (El-Lahot *et al.*, 2017), 천연방부제 (Kim *et al.*, 2015), 샴푸 등 한방 천연 세정제 (Azadbakht *et al.*, 2018), 한약재 (Kim *et al.*, 1995) 등 국내뿐 아니라 전 세계적으로 다양한 기능성 산업 소재로 활용되고 있다.

하지만 감초는 매우 다양한 분야에서 활용되는 식의약소재임에도 불구하고 국내 생산량이 거의 없어 대부분 수입에 의존한다 (MFDS, 2019). 또한 국내 환경에서 재배되는 감초는 종자 생산이 어려워 농가에서는 전량 종자를 수입하여 국내에서 일부 재배하고 있다.

최근 감초 주요 수입국인 중국, 몽골 등에서 사막화 방지를 위해 야생 감초 채취를 법으로 금지하면서 가격이 급상승할 것으로 예상되며, 이에 따라 감초 국내 자급화가 시급한 실정이다. 예로부터 감초의 자급화를 위한 국내 재배생산 노력이 이루어지고 있으나, 국내 재배 시 식품의약품안전처에 의해 설정된 유효성분의 함량이 대한민국약전 기준 (글리시리진 2.5% 및 리퀴리티게닌 0.7%)에 미치지 못할뿐더러 조기 낙엽 등 생리적 장해가 발생한다.

이전부터 감초 국내 재배를 시도하였고, 이에 대한 연구 결과가 보고된 바 있다. 1970년대 초반 유럽감초가 도입되어 재배를 시도하였으나, 번식수단인 포복경만 고가로 거래되고 종자 생산에는 실패하였다. 감초 종근을 춘천, 양구, 홍천, 평창 등 강원도 지역에 정식해 재배 시험한 연구 보고도 있다 (Park, 2000). 이처럼 감초 재배 및 종근 활용 연구 등 부분적으로 보고되어 있어, 실용적인 기술 보급이 필요한 바이다.

이로 인해 실생번식보다 지하줄기를 이용한 영양체 증식 방법이 선호되고 있으며, 영양체 증식에 있어 증식효율을 높이기 위한 체계적인 연구가 필요하다. 그러나 감초 지하줄기를 이용한 증식 연구는 주로 기내 배양 (*in vitro* cultivation) 수준에서 이루어지고 있어 노지재배 조건에서의 연구는 미흡한 수준이다. 따라서 본 연구는 국내에서 선발된 우수한 감초 자원의 특성을 지속적으로 유지하기 위한 기초연구로 지하줄기를 활용한 영양체 증식 방법을 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재배 방법

본 시험은 농진청 육성품종인 원감의 2년생 감초 지하줄기를 각 1,000 개씩 길이 3 cm, 5 cm 및 7 cm로 절단하고 굵기 4 mm - 6 mm 및 7 mm 이상으로 분류하였다. 절단된 지하줄기를 임의로 300 개씩을 골라 눈 개수를 육안으로 확인한 뒤, 4월 중순에 재식거리 조간 50 cm, 주간 20 cm로 정비한 인삼특작부 음성 포장에 난괴법 3반복으로 하여 노지삽목하였다. 시비량은 10 a 당 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 17-11-14 kg 및 퇴비 2,000 kg을 사용하였다. 기타 재배법은 농촌진흥청 시험재배

법에 준하였다 (RDA, 2012).

또한 식재방법은 지하줄기의 식재 각도를 달리하여 직식 (90°), 사식 (30°) 및 평식 (180°)으로 하여 식재하였다.

### 2. 생육 조사

생육 조사에서 초장 등의 특성은 각 시험구별로 20 개체씩 조사하였으며, 수량성 조사는 농촌진흥청 시험연구 조사기준에 따라 실시하였다 (RDA, 2012). 출아율은 5월에 2 차례에 걸쳐 조사한 결과의 평균값으로 산출하였다. 지상부 생육은 7월 및 9월에, 지하부 생육은 11월에 각각 조사하였다.

### 3. 통계처리

실험 결과는 One-way ANOVA를 SAS Enterprise Guide 4.2 (Statistical analysis system, Cray, NC, USA)로 분석하였고, 평균치 ± 표준오차로 나타내었다. 통계적 유의성은 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 유의수준 5%에서 검증하였다 ( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 1. 감초 영양체(지하줄기) 증식을 위한 적정규격

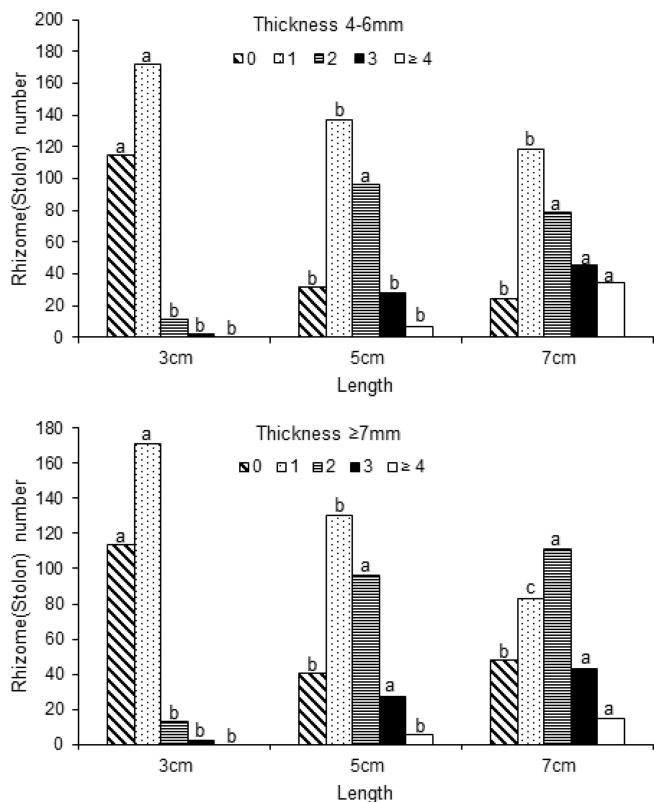
감초 종근으로 활용하기 위한 영양체(지하줄기) 증식 방법을 구명하기 위해 절단된 지하줄기를 규격을 달리하여 절단한 후 눈 개수 (number of bud)를 확인하였다.

3 cm 길이로 절단된 지하줄기는 굵기에 상관없이 대부분 눈이 없거나 1 개의 눈이 확인되었다. 반면 5 cm 및 7 cm로 절단된 지하줄기는 굵기 여부와 관계없이 눈이 없는 경우는 적었으며, 3 개 이상인 경우도 있었다.

본 연구에서 눈의 여부와 상관없이 포복경을 절단하였는데, 이는 농가에서 기술 활용 시, 눈을 확인하는 단계가 추가되면, 농가 활용도가 낮은데다 농가에서는 눈 여부와 관계없이 빠르게 활용할 수 있는 종근 기술을 요구하고 있다. 절단하는 포복경의 길이가 길수록 포함되는 눈의 개수가 많았으므로 출현율 및 발근율이 높아지게 돼서 농가 소득에 유리할 것으로 여겨진다.

감초 지하줄기의 길이에 따른 출현율을 살펴보면 3 cm 길이에서 굵기 4 mm - 6 mm는 3%, 굵기 7 mm 이상에서는 22%로 나타났다. 길이 5 cm로 고정하여 굵기를 4 mm - 6 mm, 7 mm 이상으로 달리했을 경우는 각각 42%, 57%의 출현율을 보였으며, 길이 7 cm 굵기 4 mm - 6 mm, 7 mm 이상으로는 각각 30%, 69%로 출현율을 보였다 (Fig. 2).

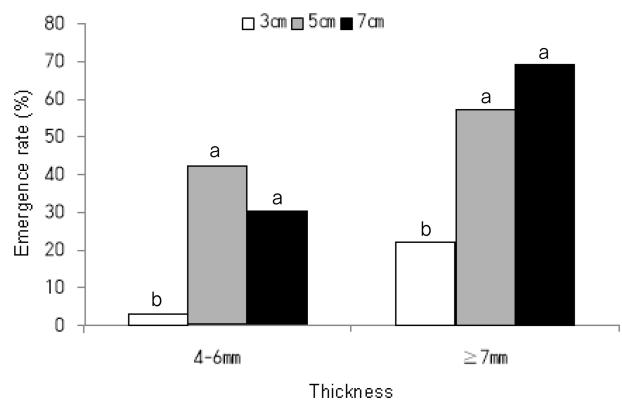
따라서 감초 지하줄기의 길이와 굵기에 따른 출현율은 길이 7 cm, 굵기 7 mm 이상이 눈의 개수와 출현율이 다른 처리구에 비해 상대적으로 큰 값을 나타내어 지하경의 길이가 길고 굵을수록 출현율이 높은 경향을 보였다. 눈 개수와 더



**Fig. 1.** The bud number of licorice stolon which cut in length 3 cm, 5 cm and 7 cm with thickness 4 mm - 6 mm and  $\geq 7$  mm. Different letters are indicated significant difference by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).

불어, 길이, 굵기가 감초 초기생육에 중요한 요소로써 작용할 것으로 판단된다.

감자 (*Solanum tuberosum* L.) 괴경은 지베렐린 (gibberellin), 옥신 (auxin), 사이토카닌 (cytokinin)이 맹아 발아에 관여하며 (Coutiño-Magdaleno *et al.*, 2018), *Ulmus villosa* (Bhardwaj and Mishra, 2005), 구기자 (Lee *et al.*, 1996) 그리고 국화 (Yoo and Roh, 2012) 삽수는 축적된 탄수화물 등의 저장양분



**Fig. 2.** The emergence rate of licorice stolon which cut in length 3 cm, 5 cm and 7 cm with thickness 4 mm - 6 mm and  $\geq 7$  mm. Different letter are indicated significant difference by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).

차이가 발근율에 영향을 주는 것으로 밝혀졌다. *Viburnum sieboldii*를 삽목 시 삽수 길이가 길수록 활착률이 커졌는데, 이는 발근능력이 커졌기 때문이라고 여겨진다고 보고되었다 (Morihara *et al.*, 2016).

본 연구에서 길이와 굵기를 달리하여 지하줄기를 식재하였을 때 지상부 생육의 특성을 평가한 결과 (Table 1), 지하줄기는 길이 (3 cm, 5 cm 및 7 cm)의 여부에 상관없이 굵을수록 생육이 우수한 결과를 보였고, 이는 아마도 지하줄기에 축적된 영양분이 출현율 및 뿌리 생육에 영향을 미치는 것으로 고려되며, 지하줄기의 굵기와 지상부, 지하부 생육과의 상관관계에 대한 추가 검정이 필요할 것으로 판단된다.

또한 지하줄기의 길이와 굵기에 따른 지하부 생육특성 및 수량을 평가한 결과, 지하줄기의 길이가 3 cm일 때, 굵기는 근중에 큰 영향을 미치지 않았으나, (굵기 4 mm - 6 mm, 주당 88.1 g,  $\geq 7$  mm 주당 97.4 g), 지하줄기 길이 5 cm에서는 주당 근중이 굵기 4 mm - 6 mm (101.9 g/주)보다 굵기 7 mm 이상 (111.5 g/주)에서 소폭 높은 값을 보였다. 비록 길이 7 cm로 잘랐을 때의 주당 근중이  $\geq 7$  mm (103.3 g/주) 굵기보다 4 mm -

**Table 1.** Growth characteristics of the aerial part according to the standard of licorice rhizome(stolon) (120 Days after planting).

Standard	Trait			Leaf			Leaflet	
	Thickness (mm)	Length (cm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Length (cm)	Width (cm)	Petiole length (cm)	Length (cm)
4-6	3	69.1 <sup>b</sup>	8.3 <sup>a</sup>	13.3 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>	2.0 <sup>b</sup>	3.4 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>
	5	79.0 <sup>a</sup>	9.5 <sup>a</sup>	13.8 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	2.4 <sup>ab</sup>	3.2 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>
	7	78.1 <sup>ab</sup>	9.6 <sup>a</sup>	14.7 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>
$\geq 7$	3	78.0 <sup>b</sup>	9.4 <sup>a</sup>	13.7 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>	2.4 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	1.8 <sup>a</sup>
	5	86.9 <sup>a</sup>	8.3 <sup>b</sup>	15.4 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>
	7	87.4 <sup>a</sup>	8.6 <sup>b</sup>	15.3 <sup>a</sup>	7.0 <sup>ab</sup>	2.6 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>

\*Means with different letters in the same column are significantly different by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).

**Table 2.** Growth characteristics of the underground part according to the standard of licorice rhizome (stolon).

Standard	Trait			Root				Rhizome				
	Thickness (mm)	Length (cm)	Seedling emergence rate (%)	Length (cm)	Width (mm)	Number of main root (ea/plant)	Weight (g/plant)	Yield (g/m <sup>2</sup> )	Number (ea/plant)	Length (cm)	Width (mm)	Weight (g/plant)
4-7	3	3 <sup>b</sup>	91.6 <sup>a</sup>	18.6 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>	88.1 <sup>b</sup>	139.5 <sup>b</sup>	1.8 <sup>b</sup>	42.7 <sup>b</sup>	3.9 <sup>a</sup>	6.0 <sup>b</sup>	29.5 <sup>a</sup>
	5	42 <sup>a</sup>	81.9 <sup>b</sup>	18.3 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	101.9 <sup>ab</sup>	186.5 <sup>a</sup>	1.8 <sup>b</sup>	62.4 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	25.0 <sup>a</sup>	33.1 <sup>a</sup>
	7	30 <sup>a</sup>	88.9 <sup>b</sup>	19.1 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	127.0 <sup>a</sup>	188.3 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	66.0 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	23.6 <sup>a</sup>	35.3 <sup>a</sup>
≥ 7	3	22 <sup>b</sup>	89.5 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	97.4 <sup>b</sup>	186.0 <sup>c</sup>	1.8 <sup>a</sup>	61.4 <sup>b</sup>	4.4 <sup>a</sup>	10.3 <sup>b</sup>	18.6 <sup>c</sup>
	5	57 <sup>a</sup>	83.6 <sup>ab</sup>	21.2 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>	111.5 <sup>a</sup>	352.9 <sup>b</sup>	2.0 <sup>a</sup>	71.3 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	26.3 <sup>a</sup>	78.1 <sup>b</sup>
	7	69 <sup>a</sup>	79.6 <sup>b</sup>	19.8 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	103.3 <sup>b</sup>	421.2 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	69.4 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>	95.7 <sup>a</sup>

\*Means with different letters in the same column are significantly different by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).

6 mm (127 g/주) 굽기일 때 많았으나, ≥ 7 mm 굽기의 수량 (421.2 g/m<sup>2</sup>)은 다른 처리구보다 유의적으로 높은 값을 보였다. 따라서 종합적으로 판단하였을 때, 지하줄기를 이용한 감초 영양체 증식은 길이 7 cm, 굽기 7 mm로 식재하는 것을 추천한다. 한편 천문동은 주당 눈 수가 많을수록 수량이 증가하였으며 (Kim et al., 2010), 연 (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)은 지하줄기의 마디 수가 증가할수록 생육이 우수하고 건조 중량이 높았다 (Hongpakdee et al., 2019). 조름나물은 지하줄기 길이가 길고 마디 수가 많은 것을 식재할수록 지하줄기 길이와 부피의 생장이 증가하는 경향을 나타냈다 (Lee and Kim, 2010).

작약 분주묘는 크기가 클수록 년차 간 수량 차이가 현저했으며 (Kim et al., 1998), 도라지는 재배 년수에 비례해 생근 중량이 증가한 것으로 나타났다. (Lee et al., 1999). 이로 인해 년수가 증가함에 따라 영양기관이 비대하며 그로 인해 수량성이 증대함을 알 수 있었으며, 크기, 재배 년수는 수량 혹은 생근중량과 양의 상관관계가 있는 것으로 여겨진다.

감초 역시 재배 년수가 증가할수록 지하줄기의 굽기가 비대해지고 수량이 증가하였는데, 1년생보다 2년생에서 지하줄기의 굽기가 7 mm 이상을 나타내는 것으로 보아 지하줄기를 종근으로 활용할 경우 1년생보다 2년생 이상의 감초를 활용할 것이 권장된다.

## 2. 감초 지하줄기의 식재 방법

식재 방법에 따른 지하부 무게를 조사한 결과 (Table 3), 건근중 (g/m<sup>2</sup>)은 직식 209.2 g/m<sup>2</sup>, 사식 243.4 g/m<sup>2</sup>, 평식 62.9 g/m<sup>2</sup>으로 나타났으며 평식보다 사식은 287%, 직식은 233% 증수하였다. 또한 지하줄기의 건중은 직식 34.5 g/m<sup>2</sup>, 사식 73.1 g/m<sup>2</sup>, 평식 9.7 g/m<sup>2</sup>로 건근중과 유사한 경향을 보였다.

카사바 (*Manihot esculenta* Crantz)는 직식일 때 뿌리 수량이 제일 높았으며 (Legese et al., 2011), 더 많은 양의 N, P 및 K를 소비하였다 (Polthanee and Wongpitchet, 2017). Nam 등 (2011)은 적심 시기가 감초의 생육 및 품질에 미치는 영향

**Table 3.** Fresh and dry weight of the licorice root and rhizome (stolon) by planting method.

Method	Fresh weight		Dry weight	
	Root (g/m <sup>2</sup> )	Rhizome (g/m <sup>2</sup> )	Root (g/m <sup>2</sup> )	Rhizome (g/m <sup>2</sup> )
UP <sup>1)</sup>	351.4 <sup>b</sup>	68.5 <sup>b</sup>	209.2 <sup>b</sup>	34.5 <sup>b</sup>
OP <sup>2)</sup>	392.8 <sup>a</sup>	142.0 <sup>a</sup>	243.4 <sup>a</sup>	73.1 <sup>a</sup>
LP <sup>3)</sup>	128.0 <sup>c</sup>	12.4 <sup>c</sup>	62.9 <sup>c</sup>	9.7 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>UP; upright planting, <sup>2)</sup>OP; oblique planting, <sup>3)</sup>LP; level planting.

\*Means with different letters in the same column are significantly different by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).

을 검토하면서 감초의 종묘를 식재할 때 사식, 평식, 직식 가운데 30° - 40° 경사로 사식 하는 것이 균장 및 균경의 생육에 유리하다고 보고를 인용한 바, 본 연구 결과에서도 감초 지하줄기를 사식으로 심었을 때 수량이 높은 것으로 나타났다. 두릅 (*Aralia elatas*) 삽수를 사식으로 심었을 때 관행법인 직식과 비교해 수량과 품질이 뛰어났다 (Kawano, 1993).

다양한 연구에서도 영양체를 중심으로 식재할 경우 평식보다 사식 또는 직식으로 재배하는 것이 생육 및 수량이 우수한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 종근 (지하줄기 등)의 양분 및 수분흡수 등이 영향을 미치는 것으로 판단되지만, 작물생리의 추가적인 연구를 통해 증명할 필요가 있을 것으로 여겨진다.

따라서 이상의 결과를 종합적으로 판단하면 감초 지하줄기를 종근으로 활용시, 2년생 이상의 지하줄기를 길이 7 cm, 굽기 7 mm 이상의 종근을 사식으로 식재하는 방법이 가장 적합할 것이라고 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ0143712022)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Azadbakht M, Monadi T, Esmaeili Z, Chabra A and Tavakoli N.** (2018). Formulation and evaluation of licorice shampoo in comparison with commercial shampoo. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences. 10:208-215. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6266641/> (cited by 2021 July 25).
- Bhardwaj DR and Mishra VK.** (2005). Vegetative propagation of *Ulmus villosa*: Effects of plant growth regulators, collection time, type of donor and position of shoot on adventitious root formation in stem cuttings. New Forest. 29:105-116.
- Boonmuen N, Gong P, Ali Z, Chittiboyina AG, Khan I, Doerge DR, Helferich WG, Carlson KE, Martin T, Piyachaturawat P, Katzenellenbogen JA and Katzenellenbogen BS.** (2016). Licorice root components in dietary supplements are selective estrogen receptor modulators with a spectrum of estrogenic and anti-estrogenic activities. Steroids. 105:42-49.
- Cetina O, Duran A, Martin E and Küçüködük M.** (2015). Karyological studies in some *Glycyrrhiza*(Fabaceae) taxa from Turkey. Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics. 68:254-264.
- Chen X, Liu Z, Meng R, Shi C and Guo N.** (2017). Antioxidative and anticancer properties of Licochalcone A from licorice. Journal of Ethnopharmacology. 198:331-337.
- Committee for compilation of Chinese medicine pharmacology textbooks.** (2010). Sinilsangsa, Seoul, Korea. p.116-120.
- Committee for compilation of pharmacognosy textbooks.** (2012). Pharmacognosy. Dongmyeongsa, Seoul, Korea. p.104-107.
- Coutiño-Magdaleno1 A, González-Hernández1 V, Ramírez-Ramírez1 I, Rodríguez-Mendoza M de la N and Soto-Hernández RM.** (2018). Endogenous chemical compounds having regulatory effect on stolon sprouting in *Solanum tuberosum* L. Agrocincia. 52:77-89.
- El-Lahot MA, El-Razek AA, Massoud MI and Gomaa EG.** (2017). Utilization of glycyrrhizin and licorice extract as natural sweetener in some food products and biological impacts. Journal of Food and Dairy Sciences. 8:127-136.
- Hongpakdee P, Samranyat C and Ruamrungsri S.** (2019). Propagation of sacred lotus(*Nelumbo nucifera* Gaertn.) by stolon cutting with active bud and different nodes number. Acta Horticulturae. 1263:233-240.
- Isbrucker RA and Burdock GA.** (2006). Risk and safety assessment on the consumption of Licorice root(*Glycyrrhiza* sp.), its extract and powder as a food ingredient, with emphasis on the pharmacology and toxicology of glycyrrhizin. Regulatory Toxicology Pharmacology. 46:167-192.
- Jalizadeh-Amin G, Najamezhad V, Anassori E, Mostafavi M and Keshipour.** (2015). Antiulcer properties of *Glycyrrhiza glabra* L. extract on experimental models of gastric ulcer in mice. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 14:1163-1170.
- Kawano M.** (1993). Some effects of “the oblique budwood planting” on the growth of lateral buds and work efficiency as seen in the cutting forcing culture of *Aralia elata*. Tokushima Agricultural Experiment Station Reports. 29:15-19.
- Kim DH, Park CB and Kim JY.** (2010). Effect of propagation method, planting density, amount of nitrogen fertilizer and cropping years on growth and yield of *Asparagus Cochinchinensis* (Lour.) Merr. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18: 93-97.
- Kim HJ, Seo JY, Suh HJ, Lim SS and Kim JS.** (2012). Antioxidant activities of licorice-derived prenylflavonoids. Nutrition Research and Practice. 6:491-498.
- Kim HS, Im NR and Park SN.** (2015). Enhanced antimicrobial activities and physicochemical characteristics of isoliquiritigenin encapsulated in hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin. Applied Chemistry for Engineering. 26:719-724.
- Kim NJ, Jin YH and Hong ND.** (1995). Studies on the processing of crude drugs(IV) -Physicochemical transformation of glycyrrhizin in *Glycyrrhizae Radix* by processing-. Korean Journal of Pharmacognosy. 26:31-39.
- Kim SJ, Park JH, Kim KJ, Park SD and Choi BS.** (1998). Effects of divided crown size on the growth and quality of *Paeonia lactiflora* Pallas. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 6:198-203.
- Kuang Y, Li B, Fan J, Qiao X and Ye M.** (2018). Antitussive and expectorant activities of licorice and its major compounds. Bioorganic and Medicinal Chemistry. 26:278-284.
- Lee BC, Lee HK, Paik SW, Cho IS, Seo KS and Kang DK.** (1996). Effects of stem number and propagation method on yield components of boxthorn(*Lycium chinense* Mill.). Korean Journal of Plant Resource. 9:71-76.
- Lee GM and Kim JG.** (2012). Effects of rhizome length and node numbers on the proliferation of *Menyanthes trifoliata* cuttings. Journal of Wetlands Research. 14:193-198.
- Lee ST, Ryu JS, Kim MB, Kim DK, Lee HJ and Heo JS.** (1999). Crude saponin contents of *Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A.DC. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 7: 172-176.
- Legese H, Gobeze L, Shegrot A and Geleta N.** (2011). Impact of planting position and planting material on root yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Journal of Agricultural Science and Technology. 5:447-454.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2019). Food and drug statistical yearbook. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. p.432-433.
- Morihara Y, Imamura F and Takubo R.** (2016). Effect of cutting length on propagation of *Viburnum sieboldii* Miq. shoot cuttings. Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology. 42:268-270.
- Nam SY, Kim IJ, Choi SY, Kim YH, Song IG, Lee GJ, Park JH and KIm TJ.** (2011). Effect of topping time on growth and quality in *Glycyrrhiza uralensis*. Korean Journal of Plant Resources. 24:189-194.
- Park CH.** (2000). Licorice cultivation technique. Jinsol. Seongnam, Korea. p.1-93.
- Polthanee A and Wongpichet K.** (2017). Effects of planting methods on root yield and nutrient removal of five cassava cultivars planted in late rainy season in Northeastern Thailand. Agricultural Sciences. 8:33-45.
- Rural Development Administration(RDA).** (2012). Standard method of investigation and analysis for research on the agricultural science and technology. Rural Development Administration. Jeonju, Korea. p.771-772.

- Sato Y, He J, Nagai H, Tani T and Akao T.** (2007). Isoliquiritigenin, One of the antispasmodic principles of *Glycyrrhiza ularensis* roots, acts in the lower part of intestine. Biological and Pharmaceutical Bulletin. 30:145-149.
- Shin SW, Yoon EK, Jo SH and Hwang JH.** (2020). A study on the ‘Harmonizing all medicinals’ property of Gancao. Journal of Korean Medical Classics. 33:179-196.
- Takeda R, Miyamori I, Soma R, Matsubara T and Ideda M.** (1987). Glycyrrhizic acid and its hydrolysate as mineralocorticoid agonist. Journal of Steroid Biochemistry. 27:845-849.
- Wang L, Yang R, Yuan B, Liu Y and Liu C.** (2015). The antiviral and antimicrobial activities of licorice, a widely-used Chinese herb. Acta Pharmaceutica Sinica B. 5:310-315.
- Wang ZY and Nixon DW.** (2001). Licorice and cancer. Nutrition and Cancer. 39:1-11. [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327914nc391\\_1](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327914nc391_1) (cited by 2020 July 13).
- Yang R, Yuan BC, Ma YS, Zhou S and Liu Y.** (2017). The anti-inflammatory activity of licorice, a widely used Chinese herb. Pharmaceutical Biology. 55:5-18.
- Yoo KY and Roh YS.** (2012). Effects of cutting condition on growth of rooted cuttings and cut flower in plug cutting of *Dendranthema grandiflorum* ‘Baekma’. Korean Journal of Horticulture Science and Technology. 30:13-20.