

과제구분	기관고유	수행시기	전반기	
전략체계	1-3-2	기술분야 및 품목표준코드	C05	
과제번호	LP004701		IC031902	
과 제 명		수행기간	과제책임자	
고품질 도라지 생산을 위한 현장 적용 기술 모델 개발		'21~'23	약용자원연구소	조용남
1) 도라지 연작장해 경감 용기재배 생산기술 개발		'21~'23	약용자원연구소	조용남
2) 도라지 부위별 이용 증대 재배 기술 개발		'21~'22	약용자원연구소	허재영
책임용어	도라지, 용기재배, 새싹			

도라지 부위별 이용 증대 재배 기술 개발

Development of Cultivation Technology to Increase the Use of Each Part of  
*Platycodon grandiflorum* A. De Candolle.

Jae-Young Heo\*, Young-Bin Kim\*, Yong-Nam Cho\*, Sang-Eun Lee\*, Yun-Suk Kim\*,  
and Heung-Soo Lee\*

\*Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju, Korea

**ABSTRACT** : Sprout vegetables have several advantages, including a rich level of nutrients and safety from agricultural pesticides. This study analyzed the functional components and antioxidant activities of *Platycodon grandiflorum* Sprouts to obtain basic data for their varied end-users in the food industry.

To determine an optimum harvest time for functional components and antioxidant activities of *Platycodon grandiflorum* sprouts, the sprouts were harvested five times, 20, 30, 40, 50, and 60 days after seeding in the tray. The sprouts were harvested each time, and the growth characteristics were investigated. Leaf length, above-ground, below-ground, leaf width, and 100-sprout weight were investigated. All data were statistically analyzed using the SAS software version 9.2. The growth of the *Platycodon grandiflorum* sprout was higher 60 days after seeding than the other day after seeding. However, due to sensory evaluation, chewiness, bitterness, and spicy taste were higher 30 days after seeding than the other day after seeding. The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity of the *Platycodon grandiflorum* sprout was highest at 21.51 AAE mg/g at 20 days after seeding. The 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid radical scavenging activity was highest at 192.79 TE mg/g at 60 days after seeding. The ferric-reducing antioxidant potential, total polyphenol content, and flavonoid were highest 60 days after seeding.

Based on these results, we intend to review the possibility of using *Platycodon grandiflorum* sprouts and develop a cultivation technology that enhances the functionality in the future.

**Key words** : *Platycodon grandiflorum*, Sprouts, Antioxidant activities.



## 1. 연구목표

도라지(*Platycodon grandiflorum*)는 국화목에 해당하는 초롱꽃과(Campanulaceae) 초롱꽃속에 속하는 도라지 종으로 분류된다. 분포는 한국을 비롯한 중국, 일본, 대만, 러시아 등 동남아시아에 자생하고 있으며 영양학적으로는 섬유질, 칼슘 및 철이 풍부하게 함유되어 있고 식품원료로 생채, 전 및 나물 등으로 이용되고 있다(임, 1971). 도라지 뿌리인 길경에는 다량의 사포닌이 함유되어 있는데, 사포닌의 주성분으로는 platycodin A, C, D와 platycoside A, B, C, D, E가 있다고 알려져 있다(Ozaki Y. 1995). 그러나 식품 가공산업에서 도라지는 사포닌 성분으로 인 한 독특한 쓴맛과 향이 있어 가공제품의 기호도를 저하시키며, 가공 과정에서 쓴맛이 강해져 장기적 식용을 기피하여 다양한 식품원으로서 부가가치를 높이는 데 제한 요소로 작용하였다. 따라서 이러한 문제를 해결하고 소비확대를 위하여 최근에는 농가의 신 소득 작물·개발 보급을 위한 연구 시도가 늘고 있으며 그 중 새싹보리, 브로콜리 새싹, 인삼 새싹 등 기능성과 영양성이 우수한 연구가 보고되고 있다. 본 연구는 도라지 농가의 새로운 소득원 창출과 지속적 소득을 위하여 생육기간을 단축 할 수 있는 새싹도라지 재배방법을 구명하고 그에 따른 관능검사 및 항산화물질에 미치는 영향을 분석하여 새싹도라지의 약리적 소재 활용에 필요한 실험적 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구는 경남 함양군 안의면 소재 약용자원연구소 내에서 2021년에 재배된 1년차 도라지의 종자를 사용하였다.

시험 1은 새싹도라지의 생육기간을 단축 할 수 있는 재배방법을 구명하기 위하여 원예용상토를 배지로 사용하여 재배일수에 따른 생육특성을 조사하였다. 재배일수는 20일, 30일, 40일, 50일, 60일의 5처리 일수로 재배하였으며, 새싹채소로 많이 사용되는 무순을 대조구로 실험하였다. 새싹도라지 재배를 위한 용기규격은 가로 32 cm × 세로 23.5 cm × 높이 9.5 cm의 용기에 도라지 종자 12.3 g을 각각 파종하여 3반복으로 재배하였다. 생육특성은 초장, 지상부 길이, 지하부 길이, 엽장, 엽폭 및 100주당 무게를 조사하였다. 기호도 검사는 약용자원연구소에서 근무하는 27명을 관능요원으로 선발하여 기호도 평가의 목적과 항목 및 측정방법에 관하여 충분히 설명하여 훈련시킨 후 실시하였다. 평가한 항목은 씹힘성(chewiness), 쓴맛(bitter taste), 매운맛(pungency), 향미(flavor)의 특성을 5점 척도범위로 평가하였다.

시험 2는 재배일수에 따른 새싹도라지가 항산화물질에 미치는 영향을 분석하였다. 시험을 위하여 재배일수 별 수확한 새싹도라지를 45℃로 건조하여 분쇄기로 분쇄하고 0.5 mm 체로 선별하여 냉동고에 보관하면서 실험에 사용하였다. 총 페놀 함량 측정은 AOAC의 Folin-Denis법을 일부 변형하여 비색 정량하였다. 각 시료 물 추출물 0.1 ml에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2.0 ml 넣고 2분간 실온에 정치한 후 50% Folin-ciocalieic(2 N) 시약을 0.2 ml 가하고 혼합하여 실온에서 30분 정치한 다음 750 nm에서 흡광도(UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 측정하였다. Quercetin을 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/ml의 농도로 조제한 뒤, 표준곡선을 작성하여 계산하였고, 모든 처리는 3회 반복했다. 항산화활성은 ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) 및 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) radical의 소거활성을 측정하였다(Lee and Lee, 2006). ABTS radical의 소거활성은 ABTS 7.4 mm과 potassium persulphate 2.6 mm을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4-1.5가

되도록 몰흡광계수( $\epsilon = 3.6 \times 10^4 \cdot M^{-1} \cdot cm^{-1}$ )를 이용하여 메탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS용액 1 ml에 추출액 50  $\mu$ l를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였으며, 표준물질로서 Trolox(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 동량 첨가하였고 mg  $\cdot$  TE(Trolox equivalent antioxidant capacity)/g로 표현하였다. DPPH radical의 소거활성은 0.2 mm DPPH용액(99.9% methanol에 용해) 0.8 ml에 시료 0.2 ml를 첨가한 후 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였으며, 표준물질로서 Trolox(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 동량 첨가하였고 mg  $\cdot$  TE/g로 표현하였다. 비타민 C 함량은 각 추출물을 0.2  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC(Shimadzu scientific coporation., Japan)로 분석하였다. 분석기기는 HPLC로, mobile phase는 Waters Bondapak C18 column (150 mm  $\times$  3.9 mm, 10.0  $\mu$ m particle size 컬럼을 사용하였으며, 245 nm에서 20분간 측정하였다. 표준곡선은 L(+)-ascorbic acid(Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Japan)을 표준시약으로 사용하여 최종농도가 25, 50, 75, 100 ppm이 되도록 하여 측정하였다. 본 실험에서 얻어진 생육특성, 관능검사, 항산화 물질 분석 등의 결과는 SAS(Statistical analysis system, ver. 9.2)를 이용하여 통계처리 하였으며, 분산분석(Analysis of variance, ANOVA) 및 다중범위검정(Duncan's multiple range test)에 의해 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

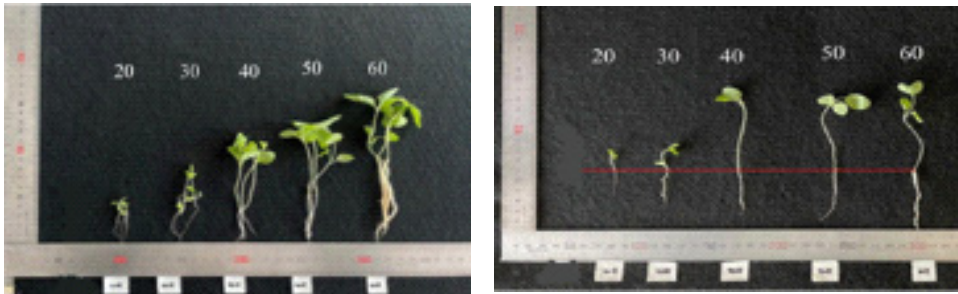
(시험 1) 새싹도라지 생육기간 단축을 위한 재배방법 구명

표 1. 재배일수 별 새싹도라지 생육 특성

재배 일수	초장 (cm)	지상 (cm)	지하 (cm)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)	100주당 무게(g)
20일	5.4d <sup>†</sup>	2.7d	2.7c	6.2d	4.4e	1.98d
30일	7.6c	4.8c	3.0c	8.8d	7.4d	4.1d
40일	10.2b	6.8b	3.4c	14.6c	11.7c	8.2c
50일	12.6a	8.0ab	4.4b	19.3b	14.1b	14.2b
60일	14.5a	9.2a	5.6a	23.6a	17.3a	23.7a

<sup>†</sup>DMRT 5%

새싹도라지의 재배일수에 따른 생육 특성은 표 1과 같다. 60일 동안 재배한 새싹도라지의 초장은 14.5 cm로 가장 길었으며, 20일 동안 재배한 새싹도라지와 비교 시 약 3배 정도 성장이 된 것을 알 수 있었다. 지상부의 길이는 60일 동안 재배한 새싹도라지는 9.2 cm로 가장 길었으며, 재배일수가 짧을수록 지상부 길이가 유의적으로 짧은 것을 알 수 있었다. 일반적으로 새싹채소로 활용되려면 지상부가 최소 10 cm 이상 형성이 되어야하기 때문에 새싹도라지로 활용하기 위해서는 60일 이전의 재배기간은 짧을 것으로 판단되었다. 지하부 길이도 지상부와 마찬가지로 재배일수가 길어질수록 유의적으로 길이가 길어지는 결과를 나타냈다. 엽장 및 엽폭도 재배일수가 길어질수록 유의적으로 길어졌으며, 100주당 무게 역시 60일 재배한 처리구에서 가장 무거운 결과를 나타냈다.



<새싹도라지 초장>

<새싹도라지 뿌리>

그림 1. 생육일자별 새싹도라지 생육모습

새싹도라지의 재배일자별 관능검사 결과는 그림 2와 같다. 씹힘성(chewiness)은 30일 동안 재배한 새싹도라지 군이 2.22로 기호 강도가 가장 높았으며, 재배기간이 길어질수록 기호 강도는 낮아지는 결과를 나타냈다. 재배기간 20일과 30일의 새싹도라지 씹힘성 차이는 40일, 50일, 60일과 같이 재배기간이 길어질수록 기호 강도는 유의적으로 낮아지는 결과를 나타냈다. 쓴맛(bitter taste)은 30일간 재배한 새싹도라지 군이 2.33으로 기호 강도가 높았으나 재배기간 별 유의적인 차이는 없었다. 매운맛(pungency)은 30일과 40일 동안 재배한 새싹도라지 군이 1.48로 기호 강도가 가장 높았으나 재배기간 별 유의적인 차이는 없었다. 향미(flavor)는 20일 동안 재배한 새싹도라지 군이 1.7로 기호 강도가 가장 높았으며 재배기간이 길어질수록 기호 강도가 유의적으로 낮아지는 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 재배기간이 길어질수록 새싹도라지의 기호도는 낮아지는 경향을 보였으며, 재배기간이 짧을수록 도라지 특유의 맛은 나타나지 않는다는 결과를 보였다.

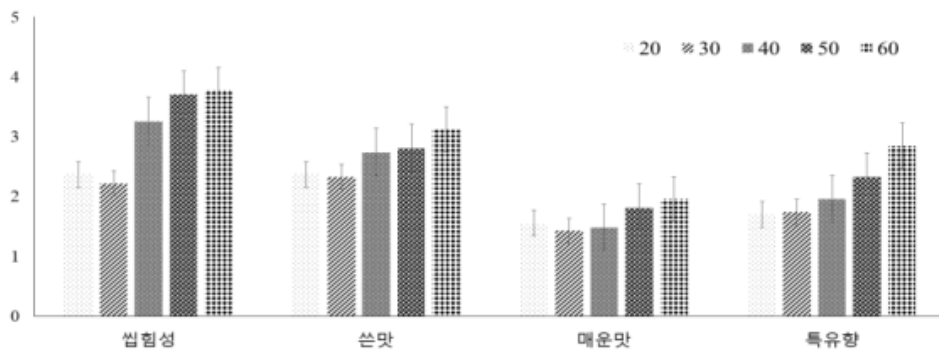


그림 2. 재배일자별 새싹도라지의 관능검사 결과

(시험 2) 재배일수에 따른 새싹도라지의 항산화활성 성분 함량 분석

표 2. 재배일수에 따른 새싹도라지 이화학적 특징

재배 일수	DPPH (mgAAE/g DW)	ABTS (mg TE/g DW)	FRAP (mg TE/g DW)	총 페놀 (mg GAE/g DW)	플라보노이드 (mg GAE/g DW)	비타민C (mg AA/g DW)
20일	21.51a <sup>†</sup>	147.33d	443.49b	18.255d	39.03d	0.45e
30일	18.22ab	162.91c	480.94b	18.83cd	52.87d	0.64de
40일	17.77ab	178.16b	489.56b	20.95c	85.30c	0.71d
50일	20.36a	188.20a	506.48b	29.48a	108.31b	0.76d
60일	17.56ab	192.79a	640.83a	26.38b	143.90a	1.19c
무순	14.30bc	145.80d	420.55b	17.71d	48.87d	3.67a

<sup>†</sup>DMRT 5%

재배일수에 따른 새싹도라지의 항산화물을 분석한 결과는 표 2와 같다. 페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포하며, 식물자원에 함유되어 있는 천연물질로써 다양한 구조와 생리 활성이 보고되고 있다(Kim et al, 2002). 특히 페놀성 화합물들은 생체 내에서 다양한 생리 활성을 나타내는 것으로 알려지면서 천연물로부터 항산화 물질을 추출하려는 연구가 다양한 각도에서 이루어지고 있다(김애정 등, 2008). 새싹도라지의 재배일수에 따른 ABTS radical 소거활성은 재배일수 60일에서 192.79 mg TE/g DW으로 가장 높게 나타났으며, 재배일수 20일에서 147.33 mg TE/g DW으로 재배일수가 짧을수록 뚜렷하게 감소하였다. 10일 재배한 무순은 145.80mg TE/g DW으로 20일 동안 재배한 새싹도라지와 비슷한 경향을 보였다. DPPH radical 소거활성은 재배일수 20일에서 21.51 mg AAE/g DW로 가장 높게 나타났으며, 재배일수 60일에서는 17.56 mg AAE/g DW로 가장 낮은 결과를 보였다. 하지만 재배일수가 50일인 새싹도라지는 재배일수 20일인 새싹도라지와 같이 높게 나타났다. 대조구인 10일 재배한 무순은 14.30mg AAE/g DW로 모든 재배일수에 따른 새싹도라지보다 모두 낮게 나타났다. 도라지는 황갈색 변화가 항산화성분 함량에 영향을 주어 페놀화합물과 ABTS, DPPH radical 소거활성이 증가한다고 보고되고 있다(이병진 등 2015). 따라서 이러한 결과는 재배일수가 증가할수록 새싹도라지의 줄기 및 뿌리가 황갈색으로 변하기 때문에 페놀화합물과 ABTS, DPPH radical 소거활성이 증가한 것으로 사료된다. 새싹도라지 재배일수에 따른 총 페놀 함량을 측정한 결과 재배일수가 길수록 증가하는 경향을 보였다. 새싹도라지의 재배일수가 50일에서 29.48 mg GAE/g DW로 가장 많았으며 대조구로 10일 재배한 무순의 총 페놀 함량은 17.71 mg GAE/g DW로 재배일수가 20일, 30일의 새싹도라지 총 페놀 함량과 비슷한 결과를 보였다. Flavonoid는 주로 anthocyanidins, falvonols, flavones, catechins 및 flavanones 등으로 구성되어 있으며, 그 구조에 따라 특정 flavonoid는 항산화 및 항균성 등 다양한 생리활성을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다(Middleton and



Kandaswami, 1994; Choi et al. 2013). 새싹도라지의 flavonoid 함량은 극히 미량이 들어 있으며, 재배일수에 따른 새싹도라지의 함량은 재배일수가 길어질수록 유의적으로 늘어나는 경향을 보였다. 새싹도라지의 재배일수 별 vitamin C 함량은 20일 0.45 mg, 40일 0.76 mg, 60일 1.19 mg, 무순 3.65 mg 순서로 나타났음. 재배일수가 길어질수록 vitamin C 함량은 증가함

#### 4. 결과요약

(시험 1) 새싹도라지 생육기간 단축을 위한 재배방법 구명

- 가. 20일→30일 동안 초장 증가율은 40.7%, 100주당 무게 증가율은 107%임. 30일 이후의 성장률과 비교할 때 20일→30일이 가장 높음
- 나. 재배일수 별 새싹도라지 묘사분석평가에서 씹힘성이 낮고 쓴맛과 매운맛이 적은 30일 새싹도라지에 대해 약간 좋다, 좋다고 응답한 비율이 59%로 높게 나타남
- 다. 30일 새싹 도라지에 대한 선호도가 컸으나 40, 50, 60일 새싹 도라지에 비해 기능성 성분이 낮아 이를 보완할 수 있는 연구를 수행하려 함

(시험 2) 재배일수에 따른 새싹도라지의 항산화활성 성분 함량 분석

- 가. 재배일수가 길어질수록 높은 항산화 물질의 증가를 ABTS와 FRAP 실험에서 확인할 수 있었고 비록 유의적인 차이는 없었으나 DPPH에서는 재배일수가 짧을수록 활성값이 높게 나타났음
- 나. 새싹도라지의 재배일수 별 vitamin C 함량은 20일 0.45 mg, 40일 0.76 mg, 60일 1.19 mg, 무순 3.65 mg 순서로 나타났음. 재배일수가 길어질수록 vitamin C 함량은 증가함
- 다. 대조구인 무순은 새싹도라지와 비교했을 때 항산화물질 수준이 낮았고 FRAP에서 새싹도라지(60일)에 비해 함량값이 34% 적음

#### 5. 인용문헌

- 김애정, 한명륜, 정경희, 조재철, 박원중, 한치원, 장경호. 2008. 인삼, 더덕 및 도라지 피클의 품질 특성 연구. 한국식품영양학회지. 21 : 443-447.
- 임기흥. 1971. 약용식물학. 동명사. p. 281.
- 이병진, 전승호, 노일래, 김영국, 조용손. 2015. 도라지 절단 길이에 따른 사포닌 함량 및 항산화 활성. 한국약용작물학회지. 23(5) : 363-369.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the AOAC, 15th ed, association of official analytical chemists, Washington, DC. USA.
- Choi KH, Nam HH and Choo BK. 2013. Effect of five Korean native Taraxacum on antioxidant activity and nitric oxide production inhibitory activity. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21 : 191-196.
- Dewanto V, Wu X and Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50 : 4959-4964.
- Duval B and Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea(Pisum sativum) elicited by genetically transformed anise root extract. Journal of

Food Biochemistry. 25 : 361-377.

Elena p.c et al. 2011. Antioxidative activity in the seeds of 28 Vicia species from southern Spain. Journal of biochemistry. 35(5) : 1373-1380.

Hwang et al. 2019. Antioxidant activity of deodeok(Codonopsis lanceolate) Sprout. Korean journal of food and nutrition. 37(6) : 630-635.

K. Thaipong et al. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis. 19 : 669-675.

Kim, YC and Chung, SK. 2002. Relative oxygen radical species scavenging effects of Korean medicinal plant leaves. Food Science and Biotechnology. 11 : 407-411.

Lee SM and Lee JS. 2006. Tocopherol and tocotrienol contents of vegetable oils, margarines, butters, and peanut butters consumed in Korean diet. Food Science and Biotechnology. 15 : 183-188.

Middleton E and Kandaswami C. 1994. Potential health promoting properties of citrus flavonoids. Food Technology. 48 : 115-119.

Ozaki Y. 1995. Studies on antiinflammatory effect of Japanese oriental medicines (Kampo medicines) used to treat inflammatory diseases. Journal of Biological and Pharmaceutical Bulletin 18 : 559-562.

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2021년도 (1년차)	기 초 자 료	○ 도라지 부위별 이용 증대 재배기술
2022년도 (2년차)	학 술 발 표	○ 수확시기에 따른 새싹도라지의 사포닌 함량 및 항산화 활성

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도	
						'21	'22
1) 도라지 부위별 이용 증대 재배 기술 개발	책 임 자	약용자원연구소	농업연구사	허 재 영	연구총괄		○
	공동연구자	단감연구소	농업연구사	김 영 빈	자료분석	○	
	공동연구자	약용자원연구소	농업연구사	조 용 남	자료분석	○	○
	공동연구자	약용자원연구소	농업연구사	이 상 은	자료분석	○	○
	공동연구자	약용자원연구소	농업연구사	김 윤 숙	자료분석		○
	공동연구자	약용자원연구소	농업연구관	이 흥 수	업무조정		○