韓藥作誌(Korean J. Medicinal Crop Sci.) 34(5) : 348 – 354 (2026)
ISSN(Print) 1225-9306
ISSN(Online) 2288-0186
http://www.medicinalcrop.org
http://dx.doi.org/10.7783/KJMCS.2026.34.5.348

화경제거 횟수가 지황 '토강'의 화경 재발생, 생육 및 근경 수량에 미치는 영향

권아름[1] · 원미경[2] · 길기정[3†]

Effects of Flower Stalk Removal Frequency on Re-Bolting, Growth, and Rhizome Yield of *Rehmannia glutinosa* 'Togang'

A Reum Kwon[1], Mi Kyoung Won[2], and Gijung Kil[3†]

Received: 2026 September 07
1st Revised: 2026 September 23
2nd Revised: 2026 October 06
3rd Revised: 2026 October 12
Accepted: 2026 October 12
Published: 2026 October 30

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.

ABSTRACT

Background: Flower stalk removal is recommended during cultivation of *Rehmannia glutinosa*; however, its effects on rhizome yield of the Korean cultivar "Togang" remain unclear. This study evaluated the effects of flower stalk removal frequency on re-bolting, growth, rhizome yield, and economic returns.

Methods and Results: Field experiments involving no flower stalk removal as well as treatments with one to four removal sessions were conducted in 2024 and 2025. Re-bolting occurred after flower stalk removal, with repeated removal reducing the bolting rate during the late growth stage. In 2025, the final bolting rate of the treatment with four flower stalk removal sessions was the lowest (4.8%). However, repeated flower stalk removal did not significantly increase the marketable or total rhizome yields. Two-way analysis of variance of the two-year yield data showed significant year effects; conversely, those of the flower stalk removal frequency and year × removal frequency interaction were not significant. Economic benefits did not consistently increase with increasing flower stalk removal frequency, as labor costs increased with repeated removal. In the farm validation trial, the marketable and total rhizome yields did not significantly differ among the treatments with no flower stalk removal, one removal session, and conventional removal.

Conclusions: Repeated flower stalk removal reduced late-season bolting; however, it did not improve the marketable or total rhizome yield in *R. glutinosa* "Togang." Therefore, minimizing or omitting flower stalk removal may reduce labor and production costs without adversely affecting rhizome productivity.

Key Words: *Rehmannia glutinosa*, Flower Stalk Removal, Re-bolting, Rhizome Yield, Labor-saving Cultivation

서 언

지황 (*Rehmannia glutinosa* Libosch.)은 현삼과 (Scrophulariaceae)에 속하는 다년생 약용작물로, 비대한 근경을 생지황, 건지황 및 숙지황 등의 한약재로 이용한다. 지황의 근경 생육과 수량은 재식시기와 재배환경 등 다양한 요인의 영향을 받으며, 생육기간에 따라 근경의 비대와 수량도 크게 변화하는 것으로 알려져 있다 (Lee *et al*., 2019). 국내 육성품종인 '토강'에서도 토양수분 조건에 따라 지상부 생육과 광합성 및 증산 등의 생리적 특성이 변화하는 것으로 보고되었으며 (Kwon *et al*., 2023), 최근 국내 주요 산지에서 생산된 '토강'의 근경 굵기와 품질 특성에 대한 평가를 통해 근경 굵기가 생산물의 상품성을 결정하는 주요 요인으로 제시되었다 (Han *et al*., 2024b). 따라서 안정적인 근경 생산을 위해서는 품종의 생육특성과 상품성을 고려한 적절한 재배관리가 중요하다.

지황은 생육과정에서 본잎이 4–5 매 정도 출현하면 대체로 화경이 발생하며, 농촌진흥청에서 발간한 농업기술길잡이 약용작물 편에서는 화경 발생 시 가급적 조기에 제거하도록 권

†Corresponding author: (Phone) +82-41-750-6225 (E-mail) kildosa@joongbu.ac.kr
[1]충청남도농업기술원 농업환경연구과 연구사 / Researcher, Agricultural Environment Research Division, CARES, Yesan 32418, Korea
[2]충청남도농업기술원 인삼약초연구소 연구소장 / Director of Research, Ginseng Medicinal Plant Research Institute, CARES, Geumsan 32723, Korea
[3]중부대학교 한방보건제약학과 부교수 / Director of Research, Department of Herbal Pharmaceutical Science, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea

장하고 있다 (RDA, 2019). 생식기관의 제거는 광합성 산물의 분배에 영향을 미쳐 지하부 저장기관의 생육과 수량을 변화시킬 수 있다. 마늘에서는 화경 제거에 의해 구중과 수량이 증가하였으며 (Nam *et al*., 2008), 인삼속 (*Panax*) 작물에서도 생식기관 제거에 따른 지하부 수량 증가가 보고되어, *P. ginseng*에서는 화뢰 적화에 따라 근 수량이 증가하였고 (Liu *et al*., 2011), *P. quinquefolius*에서도 화서 제거에 의해 근 수량이 증가하였다 (Proctor *et al*., 1999; Kołodziej *et al*., 2015). 이러한 결과는 지하부 저장기관을 수확하는 작물에서 생식기관 제거가 수량 증대를 위한 재배관리 방법으로 이용될 수 있음을 보여준다.

그러나 생식기관 제거에 따른 지하부 수량 반응은 작물과 품종 및 재배조건에 따라 달라질 수 있으며, 지황의 경우 화경제거가 재배관리 방법으로 권장되고 있음에도 국내 육성품종 '토강'을 대상으로 화경제거 횟수와 화경 재발생, 지상부 및 지하부 생육과 근경 수량 간의 관계를 체계적으로 검토한 연구는 부족하다.

특히 지황은 화경제거 후에도 새로운 화경이 발생할 수 있어 생육기간 동안 화경을 지속적으로 제거하기 위해서는 반복적인 작업이 요구된다. 최근 농촌 노동력의 감소와 고령화에 따라 약용작물 재배에서도 노동력 절감을 위한 생력화 기술의 중요성이 증가하고 있으며, 지황에서도 기계수확에 적합한 품종육성 및 이식작업의 기계화를 고려한 육묘기술 개발 등 재배 전반의 생력화 필요성이 제기되고 있다 (Han *et al*., 2024a; Lee *et al*., 2024).

따라서 관행적으로 수행되는 화경제거가 실제로 '토강'의 근경 생육과 상품수량을 증가시키는지 검증하고, 반복적인 화경제거에 따른 수량 증대 효과와 추가적인 노동력 및 비용을 함께 평가할 필요가 있다.

본 연구는 2024년과 2025년 2개년 포장시험을 통해 지황 '토강'의 화경제거 횟수에 따른 화경 재발생과 지상부 및 지하부 생육, 근경 수량의 변화를 구명하고자 수행하였다. 또한 화경제거에 따른 생산액과 작업비용을 비교하고 농가 포장에서 현장 실증을 수행함으로써 반복적인 화경제거의 필요성을 검토하고, 화경제거 횟수의 최소화 또는 생략을 통한 노동력 절감형 재배관리 기술의 적용 가능성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료 및 화경제거 처리

본 시험은 2024년과 2025년에 시험포장에서 수행하였으며, 시험품종은 지황 '토강'을 이용하였다.

2024년 시험은 4월 25일에 정식하였으며, 재식거리는 10 ㎝ × 20 ㎝로 하였다. 시비량은 N-P_2O_5-K_2O-퇴비를 기준으로 16-14-20-2,000 ㎏/10 a로 하였다. 시험구는 화경 무제거구와 화경제거 1 회, 2 회 및 3 회 처리구로 구성하였다. 1 회 처리구는 개화기인 6월 7일에 화경을 제거하였으며, 2 회 처리구는 6월 7일과 개화 30 일 후인 7월 5일, 3 회 처리구는 6월 7일과 개화 15 일 후인 6월 20일 및 개화 30 일 후인 7월 5일에 각각 화경을 제거하였다. 시험구는 난괴법 (randomized block design) 3 반복으로 배치하였다.

2025년에는 5월 12일에 정식하였으며, 시험구는 화경 무제거구와 화경제거 1 회, 2 회, 3 회 및 4 회 처리구로 구성하였다. 최초 화경제거는 개화기인 6월 11일에 실시하였으며, 이후 처리구별 제거 횟수에 따라 개화 15 일 후인 6월 26일, 30 일 후인 7월 11일 및 45 일 후인 7월 26일에 추가로 제거하였다. 그 외 재식거리, 시비량 및 시험구 배치는 전년도와 동일하게 하였으며, 기타 재배관리는 농촌진흥청 약용작물 농업기술길잡이에 준하여 실시하였다 (RDA, 2019).

2. 화경 발생 및 생육특성 조사

화경 발생 특성은 화경제거 횟수에 따른 추대 및 재추대 양상을 조사하였다. 2024년에는 처리별 화경 발생을 조사하여 주당 누적 화경수를 산출하였다. 2025년에는 6월 11일, 6월 26일, 7월 11일, 7월 26일 및 8월 10일에 처리별 추대율을 조사하였다. 6월 11일부터 7월 26일까지의 조사는 해당일 화경제거 작업 직전에 실시하였으며, 조사 후 처리별로 예정된 화경제거를 실시하였다. 8월 10일 조사는 모든 예정된 화경제거가 종료된 후 실시하였다.

수확기 지상부 생육은 반복당 10 주를 대상으로 초장, 엽장, 엽폭 및 엽수를 조사하였으며, 2025년에는 지상부 생체중을 추가로 조사하였다. 지하부 생육은 근경수, 근경장 및 근경직경을 조사하였으며, 수확한 근경은 근경직경에 따라 12 ㎜ 이상을 상품근, 6 ㎜–12 ㎜를 종근으로 구분하여 수량을 조사하였다.

3. 경제성 분석

화경제거에 따른 경제성은 상품근과 종근 수량을 기준으로 10 a당 처리별 생산액을 산출하여 비교하였다. 판매단가는 금산군 부리농협의 수매 평균단가를 기준으로 근 (600 g)당 상품근 2,200 원, 종근 1,500 원을 적용하였다. 화경제거 작업에 따른 인건비는 금산군 여성 농작업 임금 80,000 원/인·일을 기준으로 산출하였다. 경제적 효과는 각 화경제거 처리구와 무제거구의 생산액 차이에서 화경제거에 소요된 인건비를 차감하여 산출하였다.

4. 농가 실증시험

시험포에서 도출된 화경제거 횟수 감소의 현장 적용 가능성을 검토하기 위하여 2025년 지황 재배 농가에서 실증시험을 수행하였다. 처리구는 화경 무제거구, 1 회 제거구 및 농가 관

행구로 구성하였으며, 각 처리는 3 반복으로 수행하였다. 농가 관행구는 재배기간 중 화경제거를 3 회–4 회 실시하였다. 수확 후 종근 수량, 상품근 수량 및 총수량을 조사하여 10 a당 수량으로 환산하였으며, 총수량에 대한 상품근 수량의 비율을 상품근 비율로 산출하였다.

5. 통계분석

통계분석은 SAS Enterprise Guide (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석 (ANOVA)을 실시하였다. 각 측정값은 평균 ± 표준편차로 나타내었으며, 처리 간 평균의 유의성은 Duncan's multiple range test (DMRT)를 이용하여 5% 유의수준에서 검정하였다 ($P \leq 0.05$).

또한 2개년 수량자료 중 공통 처리인 무제거, 1 회, 2 회 및 3 회 제거구를 대상으로 연도와 화경제거 횟수를 요인으로 하는 이원분산분석 (two-way ANOVA)을 실시하여 연도, 화경제거 횟수 및 이들의 상호작용 효과를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 화경제거 횟수에 따른 화경 발생 특성

화경제거 횟수에 따른 화경 발생 양상은 처리 횟수에 따라 뚜렷한 차이를 나타냈다 (Fig. 1). 2024년 7월 20일 조사에서 주당 누적 화경수는 무제거구에서 2.0 개로 가장 적었으며, 1 회와 2 회 제거구에서는 각각 2.9 개와 3.2 개, 3 회 제거구에서는 4.1 개로 가장 많았다. 특히 3 회 제거구의 누적 화경수는 무제거구의 약 2 배 수준으로, 화경을 제거한 이후에도 새로운 화경이 지속적으로 발생하며 반복 제거에 따라 생육기간 중 발생한 누적 화경수가 증가함을 확인할 수 있었다.

2025년 추대율은 6월 11일부터 7월 26일까지 각 화경제거 작업 직전에 조사하였으며, 8월 10일에는 모든 예정된 화경제거가 종료된 후 조사하였다 (Fig. 1B). 6월 11일에는 모든 처리구의 추대율이 94.7%–95.4%로 차이가 없었으나, 최초 제거 15 일 후인 6월 26일에는 제거 처리구에서 45.1%–50.6%의 추대율을 나타내어 화경제거 후 비교적 짧은 기간 내에 재추대가 이루어짐을 확인하였다. 이후 추가 제거가 없었던 1 회 제거구의 추대율은 7월 11일 85.2%, 7월 26일 100.0%, 8월 10일 94.1%로 다시 높아진 반면, 반복적으로 화경을 제거한 처리구에서는 최종 추대율이 2 회 제거구 35.2%, 3 회 제거구 15.1%, 4 회 제거구 4.8%로 낮아졌다. 특히 4 회 제거구는 마지막 제거 후 15 일이 경과한 8월 10일에도 추대율이 4.8%로 가장 낮았다. 한편 무제거구에서도 생육 후기로 진행됨에 따라 추대율이 감소하여 8월 10일에는 20.0%를 나타냈다.

본 연구의 2개년 결과를 종합하면, 지황은 화경제거 후에도 새로운 화경의 발생이 지속되었으며, 생육기간 동안 낮은 추대율을 유지하기 위해서는 반복적인 화경제거가 필요한 것으로 나타났다. 특히 2025년 최초 화경제거 후 15 일 만에 제거 처리구의 약 절반에서 재추대가 확인된 것은 1 회의 화경제거만으로 생육 후기까지 화경 발생을 억제하기 어렵다는 것을 보여준다. 반면 화경제거 횟수가 증가할수록 최종 추대율은 감소하였으나, 무제거구에서도 생육 후기에 추대율이 감소한 점을 고려하면 지황의 화경 발생은 생육기간 동안 지속적으로 증가하기보다는 생육단계에 따라 변화하는 양상을 나타내는 것으로 판단된다. 따라서 반복적인 화경제거는 생육 후기의 잔존 화경을 감소시키는 데 효과적이지만, 재추대에 따른 반복 작업이 수반된다는 점에서 화경제거 횟수 증가에 따른 관리 효과와 작업 부담을 함께 고려할 필요가 있을 것으로 판단된다.

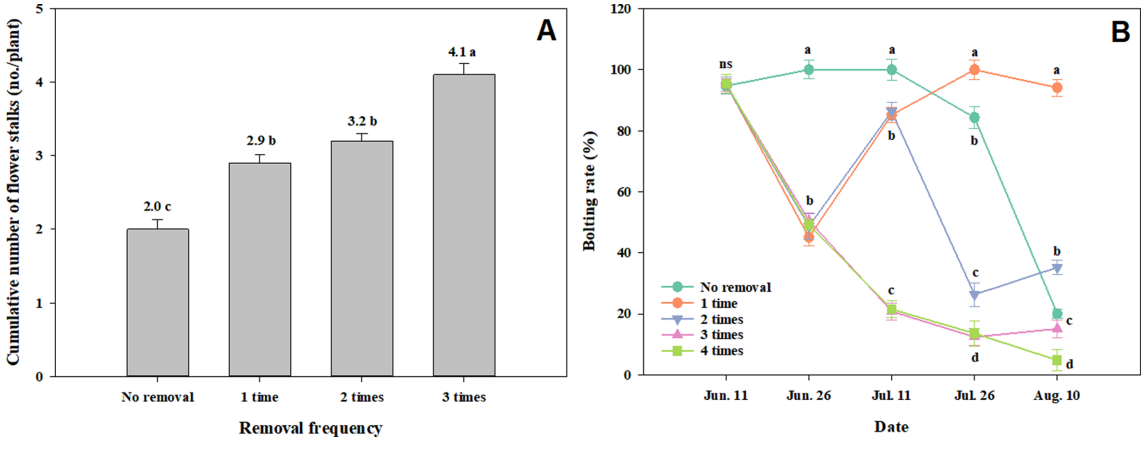


Fig. 1. Effects of flower stalk removal frequency on flower stalk development in *Rehmannia glutinosa* 'Togang'. (A) Cumulative number of flower stalks per plant measured on July 20, 2024. (B) Changes in bolting rate over time in 2025. Vertical bars indicate SD ($n = 3$). In (A), means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (DMRT) at $P \leq 0.05$. In (B), means within each observation date followed by the same letter are not significantly different according to DMRT at $P \leq 0.05$.

2. 화경제거 횟수에 따른 지상부 생육 특성

2024년 수확기 지상부 생육을 조사한 결과, 초장은 27.3 ㎝–27.7 ㎝, 엽장은 20.8 ㎝–21.2 ㎝, 엽폭은 7.1 ㎝–7.3 ㎝로 화경제거 횟수에 따른 유의한 차이가 없었다 (Table 1). 반면 엽수는 무제거구에서 주당 23.8 개, 1 회 제거구에서 24.7 개, 2 회 제거구에서 24.1 개였으나, 3 회 제거구에서는 21.7 개로 유의하게 적었다. 따라서 2024년에는 화경제거 횟수가 대부분의 지상부 생육에는 뚜렷한 영향을 미치지 않았으며, 3 회 반복 제거에서 엽수 감소만 확인되었다.

2025년 수확기에는 초장이 38.5 ㎝–39.9 ㎝, 엽폭이 8.6 ㎝–11.9 ㎝로 처리 간 유의한 차이가 없었으나, 엽장, 엽수 및 지상부 생체중에서는 유의한 차이가 나타났다. 엽장은 무제거구의 31.7 ㎝에서 화경제거 횟수가 증가함에 따라 감소하여 4 회 제거구에서 25.8 ㎝로 유의하게 짧았으며, 엽수는 무제거구의 주당 43.7 개에서 4 회 제거구의 52.7 개로 증가하였다. 지상부 생체중은 무제거구와 1 회 및 2 회 제거구에서 주당 200.5 g–206.0 g이었던 반면, 3 회와 4 회 제거구에서는 각각 주당 262.6 g 및 273.0 g으로 유의하게 높았다. 따라서 반복적인 화경제거에 따라 엽수와 지상부 생체중은 증가한 반면 최대 엽장은 감소하여 생육형질에 따라 서로 다른 반응을 나타냈다.

'토강'은 재배환경에 따라 엽수와 잎 생장뿐만 아니라 광합성 및 증산 등 생리적 특성이 함께 변화하는 것으로 보고되었으며 (Kwon *et al*., 2023), Niu 등 (2011)은 지황에서 엽 제거에 따라 지상부 생장과 엽록소 및 당 함량이 감소하는 등 영양기관의 변화가 생리적 상태와 밀접하게 관련됨을 보고하였다. 또한 콩에서도 지속적인 꽃 제거에 의해 엽의 노화와 엽록소 감소가 지연되고 (Crafts-Brandner and Egli, 1987), 초장과 엽면적에는 큰 변화가 없으면서 처리 후기에 건물생산량이 증가하는 등, 생식기관 제거에 대한 지상부 반응이 생육형질에 따라 다르게 나타난 바 있다 (McAlister and Krober, 1985). 이러한 선행연구를 고려할 때, 본 연구에서 나타난 엽수와 지상부 생체중의 증가 및 최대 엽장의 감소는 반복적인 화경제거에 따라 지황의 지상부 생장 양상이 변화할 수 있음을 보여주는 것으로 판단된다.

3. 화경제거 횟수에 따른 지하부 생육 및 근경 수량

2024년 수확기 지하부 생육을 조사한 결과, 주당 근경수는 9.8 개–11.8 개, 근경장은 37.1 ㎝–38.1 ㎝, 근경직경은 21.0 ㎜–21.7 ㎜로 화경제거 횟수에 따른 유의한 차이가 없었다 (Table 2). 10 a당 종근 수량은 807 ㎏–859 ㎏, 상품근 수량은 1,338 ㎏–1,467 ㎏, 총수량은 2,145 ㎏–2,281 ㎏으로 처리 간 유의한 차이가 없었다. 특히 3 회 제거구의 상품근 수량은 1,467 ㎏으로 무제거구의 1,338 ㎏보다 수치적으로 9.6% 높았으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

2025년에도 주당 근경수는 10.0 개–10.5 개, 근경장은 25.9 ㎝–26.7 ㎝, 근경직경은 18.8 ㎜–20.1 ㎜로 처리 간 유의한 차이가 없었다. 10 a로 환산한 종근 수량은 469 ㎏–563 ㎏, 상품근 수량은 1,177 ㎏–1,229 ㎏이었으며, 총수량은 무제거구 1,938 ㎏, 1 회 제거구 2,042 ㎏, 2 회 제거구 1,875 ㎏, 3 회 제거구 1,865 ㎏ 및 4 회 제거구 1,844 ㎏으로 나타났으나 종근, 상품근 및 총수량 모두 처리 간 유의한 차이는 없었다. 따라서 2개년 시험에서 화경제거 횟수 증가에 따른 근경 생육과 상품근 및 총수량의 일관된 증가가 나타나지 않았으며, 반복적인 화경제거가 지황의 지하부 생산성을 향상시키는 효과는 확인되지 않았다.

Table 1. Aboveground growth characteristics of *Rehmannia glutinosa* 'Togang' as affected by flower stalk removal frequency in 2024 and 2025.

Year	Flower stalk removal frequency	Plant height (㎝)	Leaf length (㎝)	Leaf width (㎝)	No. of leaves (per plant)	Shoot fresh wt. (g/plant)
2024	No removal	27.7±0.8^{a}	21.2±0.6^{a}	7.2±0.2^{a}	23.8±0.9^{a}	–
	1 time	27.3±0.1^{a}	20.8±0.7^{a}	7.2±0.4^{a}	24.7±0.5^{a}	–
	2 times	27.3±1.3^{a}	21.1±0.2^{a}	7.1±0.3^{a}	24.1±1.5^{a}	–
	3 times	27.7±1.0^{a}	20.9±1.0^{a}	7.3±0.2^{a}	21.7±0.4^{b}	–
	Significance	NS	NS	NS	*	–
2025	No removal	38.7±1.3^{a}	31.7±1.6^{a}	11.9±0.6^{a}	43.7±0.6^{b}	200.5±25.1^{b}
	1 time	38.5±1.6^{a}	29.5±1.6^{a}	10.4±0.6^{a}	47.3±1.2^{ab}	204.5±19.1^{b}
	2 times	39.9±2.0^{a}	29.0±3.2^{a}	9.3±0.8^{a}	47.4±1.2^{ab}	206.0±32.7^{b}
	3 times	39.3±0.2^{a}	28.1±0.0^{a}	9.1±0.4^{a}	49.3±0.4^{ab}	262.6±4.3^{a}
	4 times	39.2±0.4^{a}	25.8±0.9^{b}	8.6±1.8^{a}	52.7±0.3^{a}	273.0±6.8^{a}
	Significance	NS	*	NS	**	**

Values are expressed as mean ± standard deviation. Means followed by the same letter within each year and column are not significantly different according to Duncan's multiple range test (DMRT). NS, non-significant; $^{*}P \leq 0.05$; $^{**}P \leq 0.01$.

Table 2. Underground growth and rhizome yield of *Rehmannia glutinosa* 'Togang' as affected by flower stalk removal frequency in 2024 and 2025.

Year	Flower stalk removal frequency	No. of rhizomes (per plant)	Rhizome length (㎝)	Rhizome diameter (㎜)	Propagules (kgFW/10a)	Marketable rhizomes (kgFW/10a)	Total rhizomes (kgFW/10a)
2024	No removal	9.8±1.5[a]	38.1±2.8[a]	21.3±2.2[a]	807±56[a]	1,338±276[a]	2,145±319[a]
	1 time	10.8±2.3[a]	37.4±2.3[a]	21.7±2.7[a]	824±151[a]	1,436±234[a]	2,261±331[a]
	2 times	11.8±2.5[a]	37.1±1.5[a]	21.0±1.0[a]	859±169[a]	1,344±178[a]	2,202±103[a]
	3 times	10.6±3.3[a]	37.2±1.8[a]	21.7±1.5[a]	815±149[a]	1,467±129[a]	2,281±245[a]
	Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS
2025	No removal	10.0±0.6[a]	25.9±0.4[a]	20.1±0.9[a]	563±63[a]	1,229±18[a]	1,938±63[a]
	1 time	10.0±0.6[a]	26.6±0.6[a]	19.6±1.3[a]	563±94[a]	1,198±18[a]	2,042±180[a]
	2 times	10.5±0.6[a]	26.6±1.0[a]	18.8±1.1[a]	552±48[a]	1,177±18[a]	1,875±63[a]
	3 times	10.3±0.0[a]	26.6±0.1[a]	19.2±0.2[a]	521±18[a]	1,188±54[a]	1,865±90[a]
	4 times	10.2±0.0[a]	26.7±0.3[a]	19.2±0.2[a]	469±31[a]	1,188±31[a]	1,844±31[a]
	Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Values are expressed as mean ± standard deviation. Means followed by the same letter within each year and column are not significantly different according to Duncan's multiple range test (DMRT). NS, non-significant.

지황의 근경 굵기는 생산물의 등급과 상품성을 결정하는 주요 요인으로, 국내 주요 산지에서 생산된 '토강'에서도 근경직경에 따른 생산비율과 품질특성을 바탕으로 등급 기준이 제시된 바 있다 (Han *et al*., 2024b). 따라서 본 연구에서 화경제거 횟수에 따른 근경의 직경뿐만 아니라 상품근 수량을 함께 평가한 결과 처리 간 유의한 차이가 나타나지 않은 것은, 반복적인 화경제거가 '토강'의 근경 생산성과 상품성 향상으로 이어지지 않았음을 보여준다.

일반적으로 지하부 저장기관을 수확하는 작물에서는 지상부의 영양생장과 생식생장이 저장기관의 생육 및 수량과 밀접하게 관련될 수 있다. 지황에서는 엽 제거 정도가 증가함에 따라 당과 엽록소 함량 및 근 활력이 감소하고 지하부 생육이 억제되는 것으로 보고되어 영양기관의 생육과 지하부 생산성이 밀접하게 관련됨이 제시되었다 (Niu *et al*., 2011). 마늘에서도 화경 제거에 의해 구중과 수량이 증가하고 구 비대 후기 인편의 sucrose 함량이 증가하는 것으로 보고되었다 (Nam *et al*., 2008). 또한 인삼속 (*Panax*) 작물에서도 생식기관 제거에 따른 지하부 수량 증가가 보고되었다. *P. ginseng*에서는 화뢰적화에 따라 근 수량이 증가하였으며 (Liu *et al*., 2011), *P. quinquefolius*에서도 화서 제거에 의해 근 수량이 증가하였다 (Proctor *et al*., 1999).

이러한 선행연구와 달리 본 연구의 '토강'에서는 반복적인 화경제거에 따른 근경 생육 및 상품근 수량의 뚜렷한 증가가 2개년 동안 확인되지 않았다. 2개년 수량자료를 종합하여 분석한 결과, 연도에 따른 차이는 종근과 총수량에서 $P < 0.001$, 상품근 수량에서 $P = 0.005$로 유의하였으나, 화경제거 횟수의 주효과와 연도 × 화경제거 횟수의 상호작용 효과는 모두 유의하지 않았다 ($P > 0.05$). 따라서 연도에 따라 전반적인 근경 수량 수준에는 차이가 있었으나, 화경제거 횟수에 따른 수량 반응은 연도에 관계없이 뚜렷하지 않았으며, '토강'에서는 화경제거 횟수를 증가시키는 것이 근경 비대 및 수량 향상으로 직접 연결되지는 않는 것으로 판단된다.

4. 화경제거 횟수에 따른 경제성

화경제거에 따른 경제성을 비교하기 위하여 상품근과 종근 수량을 기준으로 10 a당 처리별 생산액을 산출하고, 무제거구 대비 생산액 증감액에서 화경제거에 소요된 인건비를 차감하여 경제적 효과를 비교하였다 (Table 3). 2024년 생산액은 무제거구에서 6,923,500 원이었으며, 1 회, 2 회 및 3 회 제거구에서는 각각 7,325,333 원, 7,075,500 원 및 7,416,500 원으로 나타났다. 화경제거 인건비를 고려한 무제거구 대비 경제적 효과는 1 회 제거구에서 +247,833 원, 2 회 제거구에서 −131,000 원, 3 회 제거구에서 +188,000 원으로 나타났다. 따라서 2024년에는 일부 제거 처리에서 경제적 이익이 나타났으나, 제거 횟수 증가에 따른 일관된 증가 경향은 확인되지 않았다.

2025년 생산액은 무제거구에서 5,913,833 원이었으며, 1 회, 2 회, 3 회 및 4 회 제거구에서는 각각 5,800,167 원, 5,695,667 원, 5,658,500 원 및 5,528,500 원으로 나타났다. 화경제거 횟수가 증가함에 따라 10 a당 누적 인건비는 1 회 제거구의 300,000 원에서 4 회 제거구의 572,000 원까지 증가하였다. 이에 따라 무제거구 대비 경제적 효과는 1 회 제거구 −413,667 원, 2 회 제거구 −638,167 원, 3 회 제거구 −765,333 원 및 4 회 제거구 −957,333 원으로 나타나 모든 화경제거 처리에서 경제적 이익이 나타나지 않았다.

2개년 결과를 종합하면 화경제거에 따른 경제적 효과는 연

Table 3. Economic effects of flower stalk removal frequency in *Rehmannia glutinosa* 'Togang'.

Year	Flower stalk removal frequency	Production value (Won/10a)	Labor cost (Won/10a)	Net economic effect (Won/10a)
2024	No removal	6,923,500	0	
	1 time	7,325,333	154,000	247,833
	2 times	7,075,500	283,000	−131,000
	3 times	7,416,500	305,000	188,000
2025	No removal	5,913,833	0	
	1 time	5,800,167	300,000	−413,667
	2 times	5,695,667	420,000	−638,167
	3 times	5,658,500	510,000	−765,333
	4 times	5,528,500	572,000	−957,333

Production value was calculated based on marketable rhizomes and propagule yields, using prices of 2,200 won/600 g and 1,500 won/600 g, respectively. Labor cost was calculated using a daily wage of 80,000 won per person. Net economic effect = (production value of each treatment − production value of the control) − labor cost for flower stalk removal.

도에 따라 차이가 있었으나, 화경제거 횟수 증가에 따른 일관된 경제적 이익은 확인되지 않았다. 특히 2개년 모두 화경제거에 따른 상품근 및 총수량의 유의한 증가가 나타나지 않은 반면, 화경제거 횟수가 증가할수록 작업에 필요한 인건비는 누적되었다. 따라서 '토강' 재배에서 수량 증대를 목적으로 반복적인 화경제거를 실시하는 것은 경제적 이점이 제한적이며, 화경제거 횟수를 최소화하거나 생략하는 것이 노동력 및 생산비 절감 측면에서 유리할 것으로 판단된다.

5. 화경제거 횟수 저감에 따른 농가 실증

2025년 농가 포장에서 화경제거에 따른 근경 수량을 10 a로 환산하여 비교한 결과, 상품근 수량은 무제거구 5,177 kg, 1 회 제거구 5,219 kg 및 농가 관행구 5,250 kg으로 처리 간 유의한 차이가 없었다 (Table 4). 총수량도 각각 7,469 kg, 7,490 kg 및 7,771 kg으로 농가 관행구에서 수치적으로 높았으나 처리 간 유의한 차이는 없었다. 반면 종근 수량은 농가 관행구에서 1,698 kg으로 무제거구의 1,521 kg과 1 회 제거구의 1,542 kg보다 유의하게 높았다.

상품근 비율은 무제거구와 1 회 제거구에서 각각 69.3%와 69.7%로 나타났으며, 농가 관행구에서는 67.5%로 유의하게 낮았다. 따라서 농가 관행에 따른 반복적인 화경제거는 종근 수량을 증가시켰으나, 상품근 수량과 총수량의 유의한 증가로 이어지지 않았으며 상품근 비율도 증가하지 않았다. 이러한 결과는 2개년 시험포에서 화경제거 횟수 증가에 따른 상품근 및 총수량의 유의한 증가가 나타나지 않은 결과와 유사하였다.

농가 실증 결과를 종합하면, '토강' 재배에서 화경제거를 실시하지 않거나 1 회만 실시하더라도 농가 관행에 비해 상품근 및 총수량이 유의하게 감소하지 않았다. 이는 2개년 시험포에서 반복적인 화경제거에 따른 상품근 및 총수량의 증가가 확인되지 않은 결과와 일치하며, 실제 농가 재배조건에서도 화경제거 횟수에 따른 수량 증대 효과가 크지 않음을 보여준다.

지황 '토강'은 화경제거 후에도 재추대가 지속되었으며, 반복적인 화경제거로 생육 후기의 추대율은 감소하였으나 근경 생육과 상품근 및 총수량의 뚜렷한 증가는 나타나지 않았다. 또한 화경제거 횟수가 증가할수록 작업비용이 증가하였으며, 농가 실증에서도 반복적인 화경제거에 따른 상품근 및 총수량의 증가가 확인되지 않았다. 시험기간 중 종자 결실은 관찰되지 않았으며, 생육 후기까지 화경이 남아 있는 경우에도 화경으로 인한 병 발생이나 기타 뚜렷한 생육 피해는 관찰되지 않았다.

따라서 지황 '토강'의 화경 재발생, 근경 수량, 경제성 및 농가 실증 결과를 종합적으로 고려할 때, 수량 증대를 목적으

Table 4. Rhizome yield and marketable rhizome ratio as affected by flower stalk removal under farm conditions in 2025.

Flower stalk removal frequency	Propagules (kgFW/10a)	Marketable rhizomes (kgFW/10a)	Total rhizomes (kgFW/10a)	Marketable rhizome ratio (%)
No removal	1,521±100^{b}	5,177±266^{a}	7,469±368^{a}	69.3±0.7^{a}
1 time	1,542±72^{b}	5,219±31^{a}	7,490±110^{a}	69.7±0.9^{a}
Conventional	1,698±18^{a}	5,250±195^{a}	7,771±213^{a}	67.5±0.7^{b}
Significance	*	NS	NS	*

Values are expressed as mean ± standard deviation. Means followed by the same letter within each year and column are not significantly different according to Duncan's multiple range test (DMRT). NS, non-significant; $^{*}P \leq 0.05$.

로 반복적인 화경제거를 실시할 필요성은 낮으며, 화경제거 횟수를 최소화하거나 생략하는 것이 노동력과 생산비를 절감할 수 있는 효율적인 재배관리 방법으로 판단된다.

REFERENCES

Crafts-Brandner SJ and Egli DB. (1987). Sink removal and leaf senescence in soybean: Cultivar effects. Plant Physiology. 85:662-666.

Han JW, Hur M, Jeong JT, Lee JH, Yoon YH, Ma KH, Park WT and Kim YG. (2024a). Breeding of the new variety *Rehmannia glutinosa* 'Hanbangae' for mechanical harvesting. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 32:279-284.

Han JW, Park WT, Kim YG, Jeong JT, Lee JH, Sung JH, Yoon YH, Ma KH and Hur M. (2024b). Quality characteristics and criteria for establishing standards of fresh *Rehmannia glutinosa* 'Togang' produced in Korea. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 32:373-379.

Kołodziej B, Sugier D and Kwiatkowski C. (2015). Phosphorus fertilization and inflorescence removal in American ginseng culture. Industrial Crops and Products. 74:619-627.

Kwon AR, Jang WS, Kim SI, Seong BJ and Guak S. (2023). Effect of soil water status on growth, photosynthesis, and antioxidant enzyme activity in *Rehmannia glutinosa* var. 'Togang'. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 31:235-246.

Lee ES, Kim YI, Kim JH, Kim YG, Han JW, Kim MR, Han KS and Kim DH. (2024). Impact of *Rehmannia glutinosa* sprouting on seedling quality and quantity. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 32:285-294.

Lee SH, Hong CO, Lee SH, Koo SC, Hur M, Lee WM, Chang JK and Han JW. (2019). Investiagation of rhizome enlargement stage and harvest time in *Rehmannia glutinosa* (Gaertn.) Libosch. ex Steud. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 27:315-321.

Liu SQ, Ren YY and Xu HB. (2011). Effect of thinning flower buds on fruit and seed traits and root yield of *Panax ginseng* C.A. Meyer. Industrial Crops and Products. 33:559-565.

McAlister DF and Krober OA. (1985). Influence of deflowering on dry matter production of soybeans. Field Crops Research. 12:163-173.

Nam SS, Choi IH, Bae SK and Bang JK. (2008). Effect of scape cut during bulb development stage on carbohydrate formation and yield of garlic(*Allium sativum* L.). Horticultural Science & Technology. 26:215-218.

Niu MM, Fan HM, Li J, Du JF, Chen XJ and Zhang ZY. (2011). Effects of leaf removal on growth and physiological characteristics of *Rehmannia glutinosa*. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 36:107-111.

Proctor JTA, Percival DC and Louttit D. (1999). Inflorescence removal affects root yield of American ginseng. HortScience. 34:82-84.

Rural Development Administration(RDA). (2019). Medicinal crops. Agricultural Technology Guide 7. Rural Development Administration. Jeonju, Korea.