

# 노동력 절감 유기농 고추 비가림 일시수확 기술개발

이해극\* / 한국유기농업협회 회장  
원선호 / 전 제천시농업기술센터 소장  
최승해 / 제천시농업기술센터 농촌지도사  
권순용 / 제천시농업기술센터 농촌지도사

## I. 연구 필요성

건고추는 대표적인 환금성 작물로, 연간 생산액이 8,806억 원(2015년 기준)에 이르러 농가 소득 증대에 크게 기여하고 있으며, 우리 식생활에서 빼놓을 수 없는 중요한 양념 채소이기도 하다. 건고추는 채소 중 가장 넓은 재배면적을 차지해 1976~1980년에는 10만여 ha, 전체 채소 면적 중 38.8%까지 늘어났다(경상북도농업기술원, 2022). 그러나 재배기간이 길고, 재배 중 노동력이 과다하게 소요되며, 수확 후 세척·건조·선별 과정 등의 어려움으로 인해 고추 재배면적은 해마다 줄어 2023년도에는 27,129ha로 축소되었다.

최근 농촌노동력은 고령화와 코로나19 발생으로 인한 외국인 노동자 입국 제한으로 감소세가 심각하고, 이는 자연스럽게 인건비와 생산비 상승으로 이어져 농가에 부담이 되고 있다. 특히 고추는 수확만 연간 5~6회에 걸쳐 작업하여 총 노동투입 시간의 39%(장석근 등, 2016)를 점유하므로 일시수확이 절실한 실정이다.

아울러 세계적인 이상기후 문제로 농업도 탄소중립이 요구되고 있다. 탄소중립은

---

\* 이해극(lhk6387@hanmail.net): 충북 제천시 봉양읍에서 유기농 채소, 고추를 재배하며, 농업 부문 탄소제로 정책에 관심을 두고 지속 가능한 농업을 위해 한국유기농업협회 회장으로 활동 중이다.

2016년 발효된 파리협정 이후 121개 국가가 '2050 탄소중립 목표 기후동맹'에 가입하는 등 전 세계의 화두가 되었다. 기후변화의 심각성에 대한 인식이 확대되어 전 세계적으로 탄소중립을 선언하고, 농축산을 포함한 2050 탄소중립에 대한 전략 수립을 가속화하고 있다. 농축산부문 온실가스 배출량은 국가 총배출량의 3.0% 수준('18)이며 배출원별 감축 기술은 꾸준히 개발되었으나, 영농현장 적용성과 감축 효율성은 낮은 편으로 탄소중립에 관한 연구도 절실하다.

이에 투입하는 노동 횟수를 절감하고, 노동 강도를 낮춰 고추 재배면적을 유지하는 한편, 에너지 소모량 감소를 통해 탄소중립을 실천하는 『노동력 절감 유기농 고추 비가림 일시수확 기술』을 확립하고자 한다.

## II. 연구방법 및 내용

### 1. 연구방법

선행연구는 농촌진흥청을 중심으로 이루어졌는데, 고추 일시수확을 위한 재배 방법과 가공, 경제성 등이 연구되었으나(신영안,2003;2016.,남춘우,2015.) 재배 방법이 직립 유인, 적화(摘花)에 맞추어져 있다. 재배기간에 직립 유인을 5~7회 실시하여 노동력이 과다 투입되고, 고추가 생육 후기까지 지속적으로 착과되어 하부 과(果) 무름증상, 상부 과(果) 생육불량 현상이 발생한다. 또한, 적화는 4차까지 수작업으로 시행되어 기존의 선행연구로는 노동력 절감에 한계가 있을 것으로 판단하여, 본연구를 통해 위 문제를 해결하고자 한다.

실험포는 충북 제천시 소재한 시설하우스로 10년간 순환재배 및 양분관리를 해 온 유기농지이다. 실험에 앞서 호밀을 파종하여(2021.11.3.) 토양관리를 하였고, 1기작 재배작물인 브로콜리를 수확 후(2022.5.15.~20.) 고추를 심었다.

일시수확 적합 품종으로는 바이러스와 탄저에 강해 병해충 발생이 적은 강철티탄과 칼라스피드 두 품종을 선택하였다. 강철티탄 품종은 조·중생종으로 유묘기 때부터 탄탄하게 자라며 키가 크고 파크기가 일정한 특성을 가진다. 칼라스피드 품종은

조생종으로 유묘기 때는 연약하게 자라지만 중후기에 생육이 왕성해지고 집중 착과의 특성을 가진 것으로 알려져 본 과제에 사용하였다.

〈표 2-1〉 연구 준비

구분	내용
장소	충북 제천시 봉양읍 장평리 933 외 4필지(6,600㎡)
재식거리	이랑 넓이 120cm × 포기사이 45cm × 1열 식재
작부체계	호밀(녹비작물)⇒ 브로콜리(1기작)⇒ 유기농고추(2기작)
품종	강철티탄, 칼라스피드
재배기간	정식(2022.5.29.~30), 수확(2022.10.10.~15)

5월 말 정식으로 생육기간을 줄여 병해충 발생 빈도를 낮추는 방법을 시도하였다. 또한 노동력 절감과 대과 수확을 위해 12~13마디에서 적심하여(2022.9.20.) 2회 유인 후 분수형 재배로 이용해 채광을 좋게 하고 품질을 향상하고자 했다.

〈표 2-2〉 실증 실험 방법

구분	실험군	대조군
적심	직립유인 12~13마디 적심	분수형 도장지 적심(9월 중순)
유인	분수유인 2회 후 방임	직립유인 4회
고추 건조 연료비용 경제성 분석	유기재배 고추를 지재부위에서 절취 <sup>a</sup> 하고, 고춧대에 달린 상태로 자연건조 15일 정도 후 일시 수확하여 열풍건조	관행재배 고추 구입 후 열풍건조 실시
식미도 평가	유기재배 고추 자연건조 후 열풍건조 고춧가루	관행재배 고추 열풍건조 고춧가루

a: 식물체 절취는 첫서리 오기 전 실시(10월 10일~15일)

토양 화학성 변화를 파악하기 위하여 고추 재배전 토양과 수확 작업 이후 토양을 채취하여 제천시농업기술센터에 의뢰하여 분석하였다. 고추재배 전에 ‘밀거름 쌀겨 사용경운(2021.11.01.)→ 호밀 녹비작물 파종재배(2021.11.03.~2022.03.07.)→ 브로콜리재배(2022.3.13.~5.20.)’ 순으로 재배한 후 채취하여 분석하고, 고추재배 후에 시료는 ‘브로콜리 후작 무경운 고추재배→ 고춧대 파쇄, 쌀겨 투입 후 경운→ 호밀재배 월동’ 중 채취하여 분석하였다.

## 2. 연구내용

본 과제 수행을 위해 고추재배 과정을 <표 2-3>로 요약하였다. 충북 제천시 봉양읍 장평리에 위치한 육묘하우스에서 노동력 절감을 위해 가식<sup>1)</sup> 과정을 생략하고 72구 트레이에 고추종자를 3일간 최아<sup>2)</sup>시켜 직파하였다.

<표 2-3> 고추 재배과정 및 작부체계

구분	일정	내용
밑거름	2021.11.01.	쌀겨 200kg + 유기농계분 1,000kg / 10a
호밀파종	2021.11.03.	호밀종자 15kg / 10a
브로콜리 파종	2022.01.20.	원예용상토 사용 72구 트레이포트
경운작업	2022.03.07.	호밀 출수 전 경운 녹비작물로 활용
브로콜리 정식	2022.03.13.	호밀+밑거름 시용, 간격 30cm 2열
고추 종자 파종	2022.03.18.	종자최아 실시, 50구 트레이포트 직파
브로콜리 수확	2022.05.15.~20.	정식 62일경 수확 시작
고추 정식	2022.05.29.~30.	70일 육묘, 강철티탄, 칼라스피드
1차 유인	2022.07.08.	정식 후 40일 4~5절간때 고추끈 1차 유인
2차 유인	2022.07.13.	초장 45cm, 고추끈 2차 유인
3차 유인(대조군)	2022.07.25.	2차 유인 후 12일경 고추끈 3차 유인
4차 유인(대조군)	2022.08.10.	3차 유인 후 15일경 고추끈 4차 유인
1차 적심	2022.09.20.	수확 45일전, 12~13마디에서 상단 적심
일시수확 고춧대 절단	2022.10.10.~15.	홍고추 착과상태에서 고춧대 절단
고추 일시수확 및 건조	2022.10.25.~11.20.	70% 정도 건조된 홍고추 수확 전기건조기에서 50℃, 35시간 건조/회

1) 종자나 모종을 제자리에 심을 때까지 임시로 딴 곳에 심는 일을 말한다.

2) 발아, 생육을 촉진할 목적으로 종자의 싹을 약간 튀워서 파종하는 일을 말한다.

### III. 연구결과

#### 1. 재배

##### 1.1. 육묘

육묘 기간에 온도, 양수분 관리는 매우 중요하다. 파종 전 균일발아를 위해 트레이 이 포트에 상토를 담고 터널 내에 3일 정도 두어 상토지온을 사전에 상승시킨 후 파종했다. 파종 후 발아될 때까지 터널 위에 차광막을 덮어 적당한 온도와 습도를 유지한다. 주간에 환기 없이 터널 내 25~30℃, 야간에 15℃ 내외로 발아적온을 유지하여 균일하게 발아시켰다.

육묘 중·후기에는 비질현상<sup>3)</sup> 예방을 위해 본엽에 양분 부족현상이 시작될 무렵, 들깻묵액비, GG아미노산, 씨스타(규산액)를 약 3,000배액 희석하여 3일 간격으로 관수하는 방법으로 건강한 묘를 키웠다.

〈그림 3-1〉 고추묘 육묘 과정



종자 파종(3.18.)



고추 육묘 중(3.30.)



고추 육묘 중(5.18.)

##### 1.2. 녹비작물 및 전작물 재배

2021년에 토양 물리성 개선을 위해 녹비작물인 호밀을 파종하고, 2022년 3월에

3) 거름기가 떨어지는 현상을 말한다.

경운 및 정지작업을 한 후 흑색비닐을 피복하였다. 전작물로 브로콜리를 식재하여 농지 활용도를 높이고 소득증대에도 일조하였다.

〈그림 3-2〉 호밀재배 및 경운작업



호밀 생육(1.27.)



경운(3.7.)

〈그림 3-3〉 전작물 브로콜리 재배과정



브로콜리 정식(3.13.)



브로콜리 생육(4.21.)



브로콜리 수확(5.18.)

### 1.3. 정식 및 유인 과정

파종 후 70일 내외로 육묘하여 뿌리 노화가 없고 활착이 잘되는 편이며, 상부 방아다리에 꽃눈 망울이 생긴 상태로 정식을 하였다. 브로콜리 수확 후에는 경운하지 않고, 비닐피복을 그대로 사용하였고 6월경 강한 일조와 과도한 지온 상승을 방지하기 위해 브로콜리 잎, 줄기 부산물을 피복재로 활용하였다. 열간 120cm, 주간 45cm로 1열 정식하고, 120cm 지주대를 20cm 깊이로 설치하였다. 7월 7일 1차부터 8월 10일까지 4차례에 걸쳐 유인작업을 시행하였다.

〈그림 3-4〉 정식 및 유인 과정



고추 정식(5.29.)



1차 유인(7.8.)



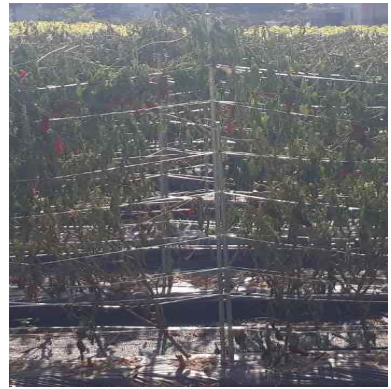
2차 유인(7.13.)



3차 유인(7.25.)



4차 유인(8.10.)



노지관행 8회 유인 및  
줄기절단(9.29.)

#### 1.4. 생육상태

복합내병계 품종으로 바이러스에 극히 강한 두 품종인 강철티탄과 칼라스피드 품종을 파종했다.

〈표 3-1〉 강철티탄과 칼라스피드 특성

구분	숙기	과 크기	내병성	특징
강철티탄	조중생종	대과종	TSWV <sup>a</sup> +탄저병	키 큰 편 과 크기 일정
칼라스피드	조생종	대과종	TSWV <sup>a</sup> +역병	키 작은 편 집중 착과

a: 토마토반점위조바이러스(tomato spotted wilt virus), 일명 칼라병으로 총체벌레가 옮기는 것으로 알려져 있음

품종별 특성은 노지재배를 기준으로 한다. 시설하우스 재배 시에는 고추 생육환경이 좋아 실험포뿐 아니라 시설하우스에서 두 품종 사이의 유의미한 차이가 없었다.

〈표 3-2〉 강철티탄과 칼라스피드 생육상태(7.13.)

구분	초장 <sup>a</sup> (cm)	주경장 <sup>b</sup> (cm)	경경 <sup>c</sup> (mm)
강철티탄	44.6	18.6	5.6
칼라스피드	45.2	18.4	5.5

- a: 초장(고추 전체 키)
- b: 주경장(땅에서 방아다리까지 높이)
- c: 경경(줄기 하단 지름)

### 1.5. 줄기 유인

관행적으로 시행하던 직립형 유인에서 분수형 유인으로 변경하여 채광조건과 노동력 절감의 이점을 얻고자 하였다. 분수형 유인은 2회(실험군), 직립형 유인은 3회(대조군)로 계획하였으나 직립형에서 초장이 많이 자라 4회까지 유인하였다.

8월 조사에서 줄기 유인을 많이 할수록 긴 것으로 나타났고, 경경과 착과량은 유의미한 차이를 보이지 않았다. 초장은 직립유인으로 인한 정아우세성<sup>4)</sup>에 의해 유인 횟수가 많을수록 직립으로 자라 길었지만, 착과량에 차이가 없었던 것은 직립유인 시 절간<sup>5)</sup>이 길어져 총 착과수에는 차이가 없는 것으로 보인다.

〈표 3-3〉 줄기 유인 횟수에 따른 생육상태(8.24.)

구분	초장(cm)	경경(mm)	착과량(개)	유인방식
2회	126	13.3	46	분수형
3회	138	13.2	45	직립형
4회	145	13.2	46	

9월 조사에서는 2~3회 유인 시 초장, 경경, 착과량에 거의 차이가 없었다. 4회 유인 시 초장이 약 20cm 더 길었고, 경경은 약간 가늘고, 착과량은 10개 정도 더

4) 줄기에 정아(끝눈)와 측아(곁눈)가 공존할 때 측아보다 정아가 먼저 발육하는 현상이다.

5) 식물 줄기의 마디와 마디 사이를 말한다.

많았다. 이는 8월과 마찬가지로 정아우세성으로 직립유인 시 초장이 더 길게 나타났고, 절간이 길어져 나타난 결과로 보인다. 착과수는 4회 유인에서 가장 많게 나타났으나, 상단에 맺힌 고추는 과가 작아 수확할 수 없을 것으로 보여 의미 있는 착과수는 유인 횟수 2~4회 모두 비슷한 것으로 판단했다.

〈표 3-4〉 줄기 유인 횟수에 따른 생육상태(9.24.)

구분	초장(cm)	경경(mm)	착과량(개)	유인방식
2회	142	15.3	53	분수형
3회	143	15.2	52	직립형
4회	162	14.7	61	

〈그림 3-5〉 유인 횟수에 따른 헛골 상태와 순멋이현상



2회 유인



3회 유인



순멋이

실험군은 분수형 재배로 작형상 2회 유인을 하였고 횟수에 따른 장·단점을 조사하였다. 2회 유인 후 분수형 재배 시 줄기가 헛골 바닥까지 늘어져 통풍 등에 문제가 있어 보이고, 기계를 이용한 줄기예취 작업에 불편함이 있다. 따라서 추가 유인을 하니 줄기가 바닥까지 내려오지 않아 통풍, 채광, 줄기 예취 기계화가 가능했다. 따라서 분수형으로 3회 유인이 유리하며 이는 대조군에서 직립형 4회보다 1회 유인을 적게 할 수 있다.

또한 분수형 재배 시 9월 초 줄기 상단 순멋이현상<sup>6)</sup>이 발생하였는데, 불필요한 착과를 막을 수 있고, 착과된 고추에 양분이 집중되어 정형과 수확을 할 수 있어 순멋이현상이 오히려 유리한 것으로 보인다.

6) 줄기의 신장이 억제되고, 짧은 마디에 암꽃이 밀생하는 현상이다.

## 1.6. 적심

수정된 고추는 대개 45일 정도 지나야 붉은 고추가 되어 수확할 수 있어서 일시 수확을 위한 줄기에취 낱자를 역산해야한다. 10월 중순경 오는 서리를 고려하여 줄기에취 낱자를 정한 후, 45일 이후에 피는 꽃은 수확이 불가하고 양분만 소모할 것으로 판단되어 9월 20일에 적심을 하였다.

분수형 작형은 9월 초·중순쯤 아래쪽으로 늘어진 줄기는 순뫂이 현상으로 적심이 불필요하였고, 식물체 중앙부위에 도장지(웃자람가지)가 발생하여 제거하였다. 또한 유인 직립형 작형은 9월 20일에 12~13마디에서 1회 적심을 시행하였다.

〈그림 3-6〉 유인에 따른 도장지 발생과 적심



실험군 2회 유인 도장지



실험군 2회 유인 적심



대조군 4회 유인 적심

## 1.7. 지온 및 수분

전작물로 브로콜리를 재배하고 수확 후 버려지는 잎을 비닐 위에 덮어두었다. 브로콜리 잎이 한여름 과도한 지온 상승 예방효과와 수분 증발량을 줄이는 효과를 내리라 기대했다. 7월 7일, 8월 5일 2회에 걸쳐 조사한 결과, 브로콜리 잎을 피복한 곳에서 4℃ 정도 지온이 낮은 것을 확인할 수 있었다.

〈표 3-5〉 전작물 잔사 피복에 의한 토양수분과 수분함량 변화

일자	구분	지온(°C)	수분함량(%)
7. 7.	브로콜리 잎 피복	34.2	20.6
	무(無) 피복	38.2	11.5
8. 5.	브로콜리 잎 피복	31.8	25.3
	무(無) 피복	35.2	22.1

주: 측정시간은 양일 모두 13시, 땅속 깊이 10cm에서 측정함

〈그림 3-7〉 토양피복 유·무에 따른 지온과 수분변화 비교(7. 7.)



브로콜리 잎 피복시 지온 및 수분함량



무 피복시 지온 및 수분함량

수분함량 또한 브로콜리 잎을 올려둔 곳이 높은 것으로 나타났다. 수분관리는 정식 후 5~7일 간격으로 관수하며 이후 고추가 약간 시듦 현상이 보이면 스프링클러로 30~40분 정도 물을 주었다.

추비는 고추 생육상태를 관찰하여 부족증상이 나타날 때 관주시비 하여 도장하지 않게 관리하였다. 비가림재배시 점적관수 시설을 설치하고 관비시비는 2주에 1회 간격으로 800~1200배액을 관수와 동시에 시비하면 생육 및 수량이 양호하고, 노동력 절감 효과도 좋다.7)

7) “2008년 농촌진흥청 표준영농교본 고추재배”, 작형별 재배기술, p99, p135, p138~140

〈표 3-6〉 고추의 표준 시비량(kg/10a)

비료명	총량 (환산량)	밑거름	웃거름(추비)				비고 (성분량)
			1차	2차	3차	4차	
퇴비	3,000	3,000					질소: 19.0kg 인산: 11.2kg 칼리: 14.9kg
요소	41	17	6	6	6	6	
용성인비	56	56					
염화가리	25	10	3.7	3.7	3.8	3.8	
고토석회	150	150					
붕소	2	2					

## 1.8. 병충해

병을 줄이는 방법으로 먼저 땅심에 주목해 쌀겨와 미생물을 활용하고 호밀 녹비 작물을 재배하여 유기물 공급을 늘렸다. 저항성 고추 품종 선택과 비를 맞지 않는 시설재배로 TSWV, 탄저병 등의 발생을 미리 방지하고, 재배 시에는 옷자람을 관리해 양분이 균형적으로 공급, 흡수되어 조직이 치밀해지고, 저항성이 커지는 효과로 바이러스 증상이 발생하지 않았다.

충의 피해를 막기 위해서 유인과 천적을 활용했다. 충해는 진딧물과 담배나방이 대표적인데, 진딧물은 전년도 파종한 호밀과 봄에 심은 옥수수를 하우스 기둥 주변에 8월까지 일부 남겨두어 진딧물이 호밀, 옥수수에서 서식하게 했다. 천적은 유기농 하우스 내에서 자연적으로 발생한 진디벌이 진딧물을 가해하여 고추로 이동하여 피해를 주는 것을 예방했다.

담배나방은 고추식물체 위쪽에 입체적으로 거미줄을 치는 호랑거미와 시설 내에 들어온 참새에 포식 되었으나 분수형 유인으로 늘어진 줄기 아래쪽에 숨어있는 담배나방은 천적의 포식이 어려웠다. 노지재배보다 피해는 감소하였지만 달관조사<sup>8)</sup> 시 25% 정도 피해가 발생하여 수확량이 감소하였다.

반면 총채벌레와 같은 다른 해충의 피해는 하우스 주변 참새가 5월부터 주변 곡식이 익어가는 수확기인 9월까지 서식하면서 잡아먹어 피해가 거의 없다.

8) 전체 고추를 눈으로 살펴보고 피해 정도를 판단하는 조사 방법이다.

〈그림 3-8〉 천적 서식 환경조성에 따른 천적 활동



진딧물 서식처 호밀 관리



호랑거미 해충 포획



참새 해충 포식

### 1.9. 수확 및 건조

고추 일시수확을 위해 서리가 오는 상강 전인 10월 10~15일경 고추가 고춧대에 달린 상태에서 낫 모양 농기구로 고추 줄기를 절단한다. 절단 후 15일가량 두어 수분이 70% 정도 건조될 때까지 자연 건조한다. 이후 꼭지가 붙어있지 않게 고추만 수확하며, 건조가 과도하게 되면 고추를 따는 데 걸리는 시간이 증가한다.

자연건조와 수확 이후에는 전기건조기를 활용하여 마지막 건조를 한다. 전기건조기에서 55℃로 3시간 1차 건조 후, 2차로 50℃에서 35시간 건조하면 색택 및 매운맛, 풍미가 좋은 상태로 건조할 수 있었다.

〈그림 3-9〉 일시수확 고춧대 절단 및 수확, 건조 과정



유기농 일시수확 후기  
홍고추 상태(9.29)



일시수확 고춧대 절단



고추 일시수확(10.25)



자연건조 70%정도 후  
건조기 입고 전(10.25)



고추 건조 완료



고추 저온 건조시 끝부분이  
+ 모양이 됨

## 2. 재배과정 및 결과 비교

### 2.1. 노동력 비교

#### 2.1.1. 재배 노동력 비교

본 농가는 유기농업으로 농작물을 재배하고 있다. 10년간 지력관리를 잘해왔기에 다양한 유익곤충이 서식하고, 입단화가 잘되어 부슬부슬한 토양환경이 잘 갖추어진 농토이다. 시설고추재배에서 양분공급 및 병해충방제를 위한 엽면살포, 유인작업 등에 들어가는 노동력을 절감하고자 하였으며, 고추생육 및 품질에 미치는 악영향이 크지 않는 범위 내에서 최소한의 노동력을 투입하여 재배하고자 하였다.

시설에서 엽면살포를 하지 않고 건전생육 유기농자재 관주처리하는 방식으로 병충해 방제를 했다. 노지 일반관행에서 약 10회 방제하는 것과 비교할 때, 노동력을 획기적으로 절감할 수 있다.

유인작업은 시설재배인 실험군에서 분수형 3회, 대조군에서 직립형 4회로 실험군이 1회 작업이 적으며, 노지 일반관행 4~6회보다도 적게 시행한다.

#### 2.1.2. 수확 노동력 비교

수확작업 인력수급은 농촌일손돕기봉사자, 고용인력, 지인, 자가 노동력을 활용하였으며 수확 노동력은 관행 대비 48.2% 수준으로 투입했다.

일시수확은 줄기 절단 후 15일간 하우스 내에서 태양광으로 건조 시킨 후, 수확 작업을 20일 진행했다. 수확 소요인력은 11.9명/10a로 총 95시간이 소요되었고, 관행적인 수확에서 고용노력비 33.5시간과 자가노력비 163.6시간 등 총 197.1시간이 소요되는 것과 비교해서 약 100시간 이상 절감하였다.<sup>9)</sup>

## 2.2. 에너지 절감 비교

실험군은 일시수확으로 70% 자연건조 된 홍고추를 건조기에 투입하므로 부피가 현저히 줄어들고, 건조시간, 건조횟수도 줄어들어 에너지 사용량이 85.5% 감소되는 결과를 얻었다.

- 실험군: 자연건조 70%+전기건조=건고추 213kg/10a 생산되었으며, 총 사용전력을 생산된 양으로 환산하였을 때 446kw/10a가 소요되었다. 건조방법은 1차 55℃로 3시간 건조 후, 2차 50℃에서 35시간 건조했다.
- 대조군: 전기건조+자연건조=220kg/10a 생산되었으며, 총 사용전력을 생산된 양으로 환산하였을 때 3,080kw/10a가 소요되었다. 건조방법은 1차 65℃에서 8시간 건조 후, 습기배출, 2차 55℃에서 48시간 건조 후, 3차 햇빛에서 1일 자연건조했다. 홍고추 100kg를 건조하면 건고추 20kg가 되며, 전력 280kw가 소요되므로  $280\text{kw} \times 11\text{회}(220\text{kg}/20\text{kg})=3,080\text{kw}$ 의 전기 소요량이 계산된다.
- 탄소 배출량: 실험군 189kgCO<sub>2</sub>. / 대조군 1,306kgCO<sub>2</sub>

9) 2006년 노지고추 소득분석표(전국기준/년 1기작/10a, 영농교본 고추재배 p28)

〈표 3-7〉 2006년 노지고추 소득분석표(전국기준/년 1기작/10a)

비목별		수량	금액(원)	비고	
조수입	주산물가액	220kg	2,465,524		
	부산물가액		18,866		
	계		2,484,390		
경영비	중간재비	종묘비	1.1dl	80,809	
		무기질 비료비	142.1kg	57,007	
		유기질 비료비	436.9kg	33,850	
		농약비		106,363	
		광열, 동력비		50,632	
		수리비		51	
		제재료비		90,581	
		소농구비		1,605	
		대농구비		38,448	
		영농시설비		7,200	
		위탁영농비		22,037	
		계		482,583	
		토지임차료		67,093	
		고용노력비(시간)	33.5시간	137,648	남 6.5시간 여 27.0시간
	축력비		174		
	계		693,499		
	자가노력비(시간)	163.6시간	767,960	남 80.6시간 여 83.0시간	
	소득		1,790,891		
	부가가치		2,001,807		
	소득률(%)		72.1		

자료: 농촌진흥청, 영농교본 고추재배 p28

### 2.3. 수확량 비교

실험군에서는 건고추 수확량이 10a당 213kg로 관행 노지 일반 건고추 수확량보다 10a당 7kg가 적게 수확되었다. 2022년 8월 지속된 강우로 흐린 날씨가 지속되

어 고추 생육감소와 담배나방 피해로 수확량이 감소한 것으로 판단한다.

수확량은 3.2% 적었으나 유기농으로 생산되어 판매가격을 높게 형성되었고, 특히 주 판매형태가 고춧가루이기 때문에 일반 고추보다 48% 정도 높은 가격에 판매되어 농가 소득증대 효과가 나타났다.

- 일반 고추 : 건고추 33,500원/kg, 고춧가루 15,500원/500g
- 유기농 고추(인터넷판매) : 건고추 40,000원/kg, 고춧가루 29,900원/500g

## 2.4. 토양검정 결과 비교

토양검정 결과로 실험포의 유효인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등이 적정범위를 넘어서는데 특히 전기전도도(EC)의 수치가 매우 높았고, 고추재배 후에 더 상승하는 결과로 결과가 나왔다.

〈표 3-8〉 고추재배 전과 후의 토양검정 비교

구분	고추재배 전 (2022.4.13.)	고추재배 후 (2023.2.10.)	적정범위
산도 (pH1:5)	7.2	6.8	6.0~6.5
유기물 (g/kg)	40	35	25~35
유효인산 (mg/kg)	892	1,545	350~450
칼륨 (cmol+/kg)	1.79	2.26	0.4~0.6
칼슘 (cmol+/kg)	18.1	14.2	5.0~6.0
마그네슘 (cmol+/kg)	3.1	4.5	1.5~2.0
전기전도도 (ds/m)	3.9	6.1	0.0~2.0

자료: 흥토람 「시설 토양 비료사용 처방서」

30년간 하우스재배에 의한 염류 집적의 영향으로 높았는데, 연구 후의 급격한 상승의 원인은 밑거름으로 사용한 유기농 계분이 영향을 미쳤을 것으로 생각하며 유기물이 토양의 입단화를 조장하여 통기 및 보수성을 좋게 하며 염기치환용량을 증가시켜 보비력<sup>10)</sup>을 향상시킨다. 고춧대를 절단한 10월 중순 이후 관수 하지 않았기 때문에 검정 시점인 다음해 2월까지 염류 농도가 높아진 것으로 판단된다.

10) 거름기를 오래 지속할 수 있는 땅의 능력을 말한다.

〈표 3-9〉 친환경농자재의 주요성분 함유량

자재명	탄소 (%)	탄질률 (C/N)	질소 (%)	인산 (%)	加里 (%)
쌀 겨	23.3	11	2.2	3.8	1.4
계 분	42.8	8	5.1	4.8	1.5

자료: 2017년 농촌진흥청 유기농재배 환경관리

추후 개선 방법으로 1기작 브로콜리 재배 전에 녹비작물인 호밀을 로터리 경운한 후, 심토파쇄기를 활용하여 땅속 50~60cm 깊이로 경반층을 파쇄하고, 충분한 관수를 통해 염류를 지하로 씻어 내려 근권부 생육향상을 도모하려 한다.

### 3. 품질 비교

건고추를 소비자가 구매할 때 선택기준 순위가 색깔(38.5%), 매운맛(16.5%), 친환경인증(10.7%) 순으로 나타나<sup>11)</sup> 유기농으로 재배하여 캡산틴(색상), 캡사이신(매운맛) 함량을 높일 필요가 있다.

#### 3.1. 유효성분 함량 비교

〈그림 3-10〉 유기농 일시수확 고춧가루



고추 유효성분 함량비교 결과, 유기농 일시수확 고추가 일반재배 관행고추보다 비타민A 성분이 25%, 캡산틴 25%, 베타크립토탄틴 32%, 베타카로틴 27%, 캡사이신 25%, 디하이드로캡사이신 58% 더 많으며, 탄수화물은 8% 정도 적었다.

이는 토양 유기물 공급을 늘리고, 질소성분을 줄여 탄수화물이 8% 감소한 것으로 보인다. 유기농 재배와 저온건조로 고추의 매운맛 성분인 캡사이신, 디하이드로캡사이신과 색상 관여 성분인 캡산틴, 제

11) “2008년 농촌진흥청 표준영농교본 고추재배”, 유통과 소비현황 p357

아잔틴, 카로틴을 많이 함유하고 있어, 일반 관행재배 고추보다 매운맛, 색상 성분 함량이 높은 것으로 나타났으며, 고추 식미도 비교 결과와 유의성이 있다고 볼 수 있다.

〈표 3-10〉 고추유효성분 함량비교(발급번호: U-23-00239)

구분	유기농 일시수확 고추(강철티탄)	일반재배 관행 고추	국가표준 식품성분표 <sup>a</sup>
수분	11.86g	10.63g	13.6g
조회분	7.00g	5.21g	6.34g
조지방	8.26g	8.32g	8.71g
조단백질	14.86g	12.56g	13.88g
비타민A	13.18mg	9.88mg	1.16mg
캡소루빈	0.9mg	0.6mg	-
캡잔틴	4.09mg	3.05mg	-
제아잔틴	1.06mg	1.01mg	-
베타크립토탄틴	0.51mg	0.35mg	-
알파카로틴	0.3mg	0.2mg	-
베타카로틴	1.05mg	0.76mg	-
탄수화물	0.06mg	0.06mg	0.06mg
캡사이신	83.27mg	28.13mg	-
디하이드로캡사이신	27.22mg	11.24mg	-

주 : 2023년 3월 9일, 한국농업기술진흥원 시험분석본부에서 검사함

a: 농식품 올바로\_국가표준식품성분표(고추, 빨간색, 말린 것)

### 3.2. 식미도 평가

2022년 12월 20일, 제천시 금성면 소뜰에 식당 회의실에서 제천시 새농민회 회원 27명을 대상으로 본 연구과제 설명 및 식미도 평가를 진행하였다. 일시수확 유기농 고춧가루와 관행 고춧가루를 이용하여 김치 제조하였으며, 고춧가루 이외의 레시피는 동일하다. 블라인드 방식으로 A와 B 김치를 시식하고 색감, 향미, 식감, 맛(풍미)이 좋은 김치에 스티커를 부착하였다.

모든 항목에서 유기농 일시수확 고춧가루를 이용한 김치가 관행보다 월등히 높은

평가를 받았다. 향미를 선택한 응답자는 88.9%로 관행과 가장 큰 차이를 보였고, 다음으로 색깔(77.8%), 맛(74.1%), 식감(66.7%) 순으로 나타났다.

또한 재배 실험군과 대조군 고춧가루로 각각 김치를 제조한 후 일반 소비자 30명 초청하여 김치 선택, 맛 관능 평가를 진행했다.

〈표 3-11〉 유기농 일시수확 고추 식미도 비교

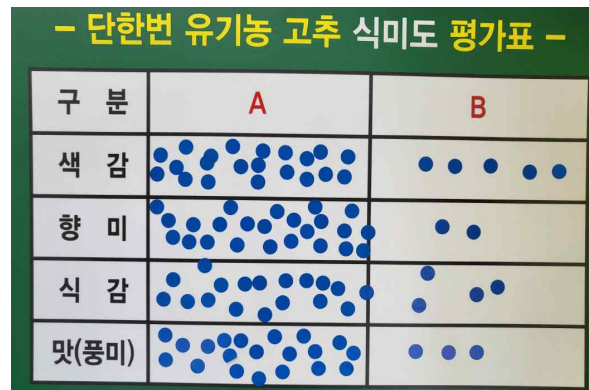
단위: 명, %

구분	유기농 일시수확	관행	결측	합계
색감	21 (77.8)	5 (18.5)	1 (3.7)	27 (100)
향미	24 (88.9)	2 (7.4)	1 (3.7)	27 (100)
식감	18 (66.7)	4 (14.8)	5 (18.5)	27 (100)
맛(풍미)	20 (74.1)	3 (11.1)	4 (14.8)	27 (100)

〈그림 3-11〉 유기농 일시수확 고추 식미도 비교



식미도 평가용 김치



김치 식미도 평가표

## 결론

본 연구의 주된 목적인 노동력 절감에 있어, 관행으로 약 10회 엽면살포하던 작업을 관주처리로 대신하고, 유인방식을 분수형으로 하여 직립형보다 1회, 노지 관행보다 1~3회 적게 실시하며, 천적을 활용한 병해충방제로 노동력을 절감하였다. 수확 노동력도 고추가 고춧대에 달린 상태로 70% 정도 자연건조하고, 전기건조기를 활용해 마무리 건조하여 고추 건조에 드는 에너지를 절감하고 탄소배출량도 85.5% 감소시켰다.

연구 결과물인 고추 수확량은 노지 220kg/10a보다 3.2% 감소한 213kg/10a였으나, 소득은 유기농 고추의 판매단가가 높으므로 일반고추보다 48% 많았다. 유기농 고추와 저온건조를 통한 고추 유효성분을 더 많이 함유하고 있어 고유의 색상과 매운맛을 간직하고, 김치의 풍미와 식감을 향상시키는 고품질 유기농 일시수확 건고추를 생산하는 재배 결과로 의미 있는 성과를 도출할 수 있었다.

본 연구과제는 일회성 연구에 그치지 않고 2023년도 재배에서 다음 내용을 개선하여 실증하고자 한다.

1) 분수형 유인에서 문제가 된 담배나방과 도장지를 해결해야 한다.

⇒ 분수형으로 늘어난 줄기는 담배나방이 천적을 피해 숨을 수 있는 공간이 되며, 이는 고추 수확량을 감소하기에 분수형 작형의 개선과 막걸리 유인트랩을 설치하여 유인·포살하여 수확 가능 고추증가 및 과 크기 균일의 효과를 도모하고자 한다.

⇒ 분수형 작형에서 후기 생육환경 좋아져 식물체 중심부에서 도장지가 과다하게 발생하여 9월 중순에 적심하는 것을 추가하였다. 1단 고추끈, 2~3단 화훼망, 4단 고추끈 설치하는 성장 상황에 따라 검토할 필요가 있다. 고추 줄기가 일정 높이까지 성장한 후 분수형처럼 조금 늘어지게 하여, 늦게까지 옥신히르몬 작용으로 정아우세성 유지로 측지발생억제, 착과된 고추 성장균일, 고추줄기가 땅바닥까지 늘어지지 않아 통풍, 투광개선, 잎 낙엽을 예방하고자 한다. 다만 고춧대와 화훼망 분리에 노동력 증가가 예상된다.

2) 하우스 내 염류관리 개선이 필요하다.

⇒ 1기작 브로콜리 재배 전 녹비작물인 호밀을 로터리 경운한다. 심토파쇄기를

활용하여 땅속 50~60cm 깊이로 경반층을 파쇄한다.

⇒ 충분한 관수로 염류를 지하로 씻어 내려 근권부 생육 향상을 도모한다.

3) 양분관리 개선으로 고추 고유의 매운맛, 향, 색상 등을 향상한다.

⇒ 고추 착과 후 1달 간격으로 유황성분을 관주하여 식물체가 저항성단백질을 만들어 불량환경과 병해에 견디는 힘을 키워주고자 한다.

⇒ 고추 줄기 절취 45일 전에 상단부를 적심하면 옥신 호르몬 생성이 급감하여 정아우세성이 약화 되고, 싸이토키닌 호르몬이 활성화되어 상단부에 새로운 측지가 발생하게 되어 양분을 소모하게 된다. 그리고 옥신 호르몬 작용이 급감하면 양·수분 흡수가 감소하여 착과된 고추 생육유지에 양분을 소모하게 되고, 어린 고추의 생장 및 비대, 성숙이 지연, 감소하게 되므로 이를 개선하기 위하여 적심 3~4일 전과 그 후 10일 간격으로 총 3회에 걸쳐 질소를 제외한 다량·미량원소(가리, 마그네슘, 칼슘, 붕소, 아연)를 관주한다. 가리 성분의 길항작용으로 질소흡수를 감소시켜 도장지 발생을 감소시키며, 고추 비대, 성숙, 착색, 당도가 향상될 것으로 사료되며, Mg, Ca, B, Zn은 K의 기능을 도와 품질향상에 도움을 주는 작용하여 결국 수확량, 품질이 향상될 것으로 판단한다.

또한 고추재배과정에서 탄소배출량을 감소시켜 지구환경을 보존하는 데 기여하고, 건강하고 고품질 먹거리 생산을 위하여 『노동력 절감 유기농 고추 비가림 일시수확 기술』을 보급할 가치가 있다고 판단한다. 본 연구의 결과물을 단행본 책자로 제작하고 타 농가에 홍보하여 재배노동력과 건조 에너지 절감을 통한 저탄소 건강한 먹거리를 생산하는 데 기여할 수 있는 기술을 보급하고자 한다. 추가로 본 연구를 바탕으로 한 일부 내용과 결과는 대신농촌재단 유튜브 [이해극 농하우] 영상으로 확인할 수 있다.

[이해극 농하우] 고추 농사 꿀팁



[1편 유기농 고추 재배, 이보다 쉬울 수 없다](#)

[2편 윤작으로 땅심을 키운다\(feat.천적곤충\)](#)

[3편 '단 한 번' 수확하는 고추](#)

## 참고문헌

- 강영희. (2009). *식물생리학*. 지구문화사
- 김영세. (2020). *재배학개론*. 부민문화사
- 남춘우 외 6명. (2013). “유기농 고추의 일시수확을 위한 적화효과”. *한국원예학회* 31(별호 II), 65.
- 남춘우. (2015). “고추 집중 착과에 의한 일시 수확과 유기농 탄저병 경감 기술 개발”. *농업기술*, 26-27.
- 농촌진흥청. (2008). *고추 재배*. 표준영농교본.
- 대산농촌재단. (2020). *농업실용연구총서 9집 『소농에게 적합한 친환경 농업기술과 농가공유동』*.
- 새농사. (2014). 다수확을 위한 고추 시설재배 길라잡이. *월간새농사* 21(2), 130-132.
- 신영안. (2004). 고추 일관생산 기술 산업화를 위한 경제성 평가. *시설원예연구* 17(1), 30-36.
- 신영안. (2006). *일시수확형 고추 재배법 확립 및 가공 특성 구명을 위한 현장 접목연구 / 고추 일관생산 재배기술 확립연구*. 농촌진흥청.
- 송성환 외 3명. (2017). *위기의 견고추산업 원인 및 시사점*. 한국농촌경제연구원.
- 장석근 외 6인. (2016). 고추 및 노지채소 수확작업 편이 장치 개발. *한국농업기계학회* 21(2), 71.
- 최용 외 7인. (2010). 고추 기계수확 시스템 개발(1) -고추 재배, 수확실태 조사-. *바이오시스템공학*. 35(6), 367-372.
- 월간 친환경. 2021년 12월 호.
- 농촌진흥청. (2017). *유기농 재배 환경관리*. 유기농기술서-27.
- 네이버 시사상식 사전
- 농사로 농업기술포털 [www.nongsaro.go.kr](http://www.nongsaro.go.kr)
- 농식품 올바로 [koreanfood.rda.go.kr](http://koreanfood.rda.go.kr)