

과제구분	기관고유	수행시기	전반기	
전략체계	4-1-3	기술분야 및 품목표준코드	C05 FC010601	
과제번호	LP0036822022			
과 제 명		수행기간	과제책임자	
사과과원 노동력 절감 생력화 연구		'15~'22	사과이용연구소	손진향
1) 사과과원 적과용 친환경 약제 효과 검증		'15~'17	사과이용연구소	정은호
2) '홍로/M9' 밀식과원 수채 안정화 기술 연구		'16~'19	사과이용연구소	김현수
3) 밀식과원 재식거리에 따른 전정 및 착과관리 기술 개발		'18~'21	사과이용연구소	손진향
4) 적화 노동력 절감을 위한 기계화 기술 개발		'20~'22	사과이용연구소	손진향
색인용어	사과, 밀식재배, 생력화, 전정, 적화			

적화 노동력 절감을 위한 기계화 기술 개발

Development of Mechanized Technology to Reduce Flower Thinning Labor Force

**Jin-Hyang Son*, Ju-Yeol Oh*, Hyun-Soo Kim*, So-Hui Gu*, Jeong-Jin Hong*,
and Eun-Ho Jeong***

**Apple Utilization Research Institute. Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Geochang 50124, Korea*

ABSTRACT : Optimization of apple cultivation management is an essential task for producing high-quality apples. However, labor does most work before and after the short full bloom period, so time and labor are limited. Although a technology using lime sulfur and ATS has been developed as a chemical treatment method for efficient harvesting and fruiting work, the effect varies greatly depending on the spraying time, the appropriate concentration, and the external environment. Currently, mechanical flower Thinning, a physical method, must be improved in Korea. However, the range of use of mechanical flower Thinning is expanding in advanced apple-growing regions overseas. In this study, this test was conducted to develop a method of using a tractor-attached loader and an efficient use manual and to analyze the effect of the manual on the water body and production. Experimental field, the tractor operation speed was driven at 3 to 4 km/h. Compared to hand-flower thinning, the optimum rotation speed of mechanical flower Thinning was 200 rpm in 'Hongro' and 230 rpm in 'Fuji'. The higher the Mechanical Flower Thinning rpm, flowers and leaves tend to be damaged. Compared to hand-flower thinning, after full bloom stage mechanical flower Thinning, the time required for flower thinning and fruit thinning decreased by



48.7~59.1%. However, when using the mechanical flower Thinning during the early blooming period, it is recommended to use an rpm lower than the proper rpm in consideration of excessive flower thinning and physical damage to the fruit.

Key word : Apple, Labor-saving, Flower thinning, Fruiting

1. 연구목표

사과 재배관리에 적화는 고품질 사과 생산에 중요한 작업이지만 대부분 노동인력에 의해 짧은 만개기 전·후에 작업이 이루어져 시간 및 노동력에 제약을 받고 있다. 효율적인 적화·적과작업을 위해서 화학처리 방법으로 석회유황합제와 ATS 등을 활용하는 기술이 개발되었지만 살포 시기와 적정 농도, 외부환경 등에 따라 그 효과에 대한 차이가 크다. 현재 국내에서는 물리적 방법인 적화기 활용은 미비하나 해외 선진 사과 재배지역에서는 적화기를 활용하는 범위가 확대되고 있다. 본 연구는 트랙터 부착형 적화기 활용법과 효율적 사용매뉴얼을 개발하고 그에 따른 수채 및 생산량에 미치는 영향을 분석하고자 본 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 사과 적화 노동력 절감을 위한 기계적화 활용 효과를 검토해 보고자 사과이용 연구소에서 2년간(2020~2021), 거창군 사과재배 농가에서 1년간(2022) 수행되었다. 트랙터 부착형 적화기(FERRARI COBRAM 65AR(56마력), FERRARI CRF250)을 이용하였으며 소규모 시험포장에서 안정성을 고려하여 트랙터 속도는 3~4km/h로 운행하였다. 시험 1년차(2020)인 홍로 품종으로 재식거리 3.5×2.0인 시험포장에서 적화를 실시하였다. 처리 시기 및 방법으로는 개화 50% 시에 적화기 회전속도 150, 200, 300rpm, 만개기에는 적화기 회전속도 200rpm으로 손적화와 비교하였다. 시험 2년차(2021)인 만개기에 재식거리 3.5×1.0, 2.0m인 시험포장에서 홍로 품종으로 적화기 회전속도 150, 200, 250rpm으로 처리하였으며, 후지 품종은 재식거리 3.5×2.0m인 시험포장에서 적화기 회전속도 170, 200, 230, 260, 300rpm으로 처리를 하였다. 시험 3년차(2022)인 후지 품종으로 재식거리 3.5×2.0인 시험포장에서 시기는 개화 50% 시와 만개기로 나누고 적화기 회전속도 230rpm으로 손적화와 비교하였다. 주요 조사항목으로는 화총 비율, 적화·적과 소요시간, 평균과중, 수확량 등이었다. 수세가 비슷한 나무를 선정하여 적화 처리를 하였으며, 지면으로부터 1~3m 사이의 직경이 비슷한 6개의 측지를 선정하여 적화 후 화총 비율을 조사하였다. 주당 적화·적과 소요시간 측정하여 이를 10a당 재식주수로 계산하였다. 과실수량은 수확하여 전수 조사하였고, 과실특성은 주당 평균적인 과실 5개를 임의로 수확하여 조사하였다. 가용성 고형분 함량은 과일 전체를 착즙 후 디지털 굴절당도계(Refractometer PAL-1. Atago, Tohyo, Japan)로 측정하였다. 과실의 착색정도는 휴대용 색차계(Spectrophotometer CM-700D, Minolta co, Tokyo, japan)로 과실 적도면에서 과실당 3부위를 측정하여 산술 평균을 사용하였다.



그림 1. 트랙터 부착형 적화기

3. 결과 및 고찰

적화 시기 및 방법에 따른 화총 비율은 표 1과 같다. 만개 시 손적화할 때 남은 화총 비율은 62%, 적화기 회전속도 200rpm일 때 남은 화총 비율은 88%이었다.

표 1. ‘홍로’ 적화 시기 및 방법에 따른 화총 비율(2020)

시 기	방 법	적화 처리 전	적화 처리 후	
		화총 수 (개/측지)	화총 수 (개/측지)	남은 화총 비율 (%)
개화 50%	150rpm	26.1	25.0	95
	200rpm	9.4	6.9	73
	300rpm	39.2	19.7	50
만개	손	28.9	18.1	62
	200rpm	24.6	21.8	88

적화 및 1차 적과 소요시간은 표 2와 같다. 만개 시 기계적화 후 손적화 대비 적화·적과 작업 소요시간은 59.1% 감소하였다.

표 2. ‘홍로’ 적화 및 1차 적과 소요시간(시간/10a), (2020)

시 기	방 법	적화 소요시간	적과 소요시간	총 소요시간
개화 50%	150rpm	12분	25시간 6분	25시간 18분
	200rpm	11분	13시간 3분	13시간 14분
	300rpm	15분	14시간 4분	14시간 19분
만개	손	21시간	31시간	52시간
	200rpm	12분	21시간 2분	21시간 14분

적화 시기 및 방법에 따른 평균과중과 수확량은 표 3과 같다. 처리구 모두 평균과중은 300g 내외였으며 유의성은 없었다. 개화 50% 시 적화기 회전속도 300rpm일 때 수확량이 1.5ton/10a으로 가장 적었다. 이는 기계적화 후 남은 화총 비율이 수확량에 영향을 준 것으로 판단되었다.

표 3. '홍로' 적화 시기 및 방법에 따른 과실특성 및 수확량(2020)

시 기	방 법	평균과중(g)	수확량(ton/10a)
개화 50%	150rpm	306.6 ^{ns}	2.2
	200rpm	306.1	2.8
	300rpm	293.0	1.5
만개	손	276.6	3.1
	200rpm	271.5	3.2

DMRT 5%

품종별 재식거리 및 적화기 회전속도에 따른 화충 비율은 표 4, 5와 같다. 홍로 품종에서는 재식거리와 상관없이 적화기 회전속도 150rpm 시 적화 후 남은 화충 비율이 90% 내외로 다른 처리구보다 가장 높았다. 후지 품종에서는 적화기 회전속도 170~200rpm 시 적화 후 남은 화충 비율이 81%로 다른 처리구보다 가장 높았으며, 회전속도가 높아질수록 남은 화충 비율이 낮아지는 경향이였다.

표 4. '홍로' 적화기 회전속도에 따른 화충 비율(%), (2021)

재식거리(m)/ 회전속도(rpm)	적화 처리 전	적화 처리 후			
	총 화충 수 (개/측지)	남은 화충 수 (개/측지)	남은 화충 비율(%)	남은 꽃 수 비율(%)	
3.5×2.0	150	11.0	9.8	89.0	96.2
	200	15.0	11.0	73.3	79.2
	250	16.2	7.8	48.1	67.0
3.5×1.0	150	11.7	10.6	90.5	89.9
	200	12.0	8.5	70.8	70.6
	250	14.7	7.9	53.7	60.0

표 5. '후지' 적화기 회전속도에 따른 화충 비율(%), (2021)

재식거리(m)/ 회전속도(rpm)	적화 처리 전	적화 처리 후			
	총 화충 수 (개/측지)	남은 화충 수 (개/측지)	남은 화충 비율(%)	남은 꽃 수 비율(%)	
3.5×2.0	170	24.5	20.0	81.6	81.5
	200	19.9	16.2	81.4	74.4
	230	19.2	12.6	65.6	62.4
	260	23.1	12.3	53.2	55.8
	300	21.8	10.0	45.8	52.2

품종별 적화기 회전속도에 따른 잎 정상 비율은 표 6, 7과 같다. 홍로, 후지 품종 모두 적화기 회전속도가 높을수록 잎 손상률이 높았다.

표 6. '홍로' 적화기 회전속도에 따른 잎 정상 비율(%), (2021)

잎 정상 비율	3.5×2.0m			3.5×1.0m		
	150rpm	200rpm	250rpm	150rpm	200rpm	250rpm
90% 이상	88.0	22.4	8.1	63.2	21.3	7.6
70% 이상	8.2	33.6	6.1	22.2	29.1	20.0
51~69%	3.7	22.4	36.7	12.8	27.1	21.5
50% 이하	0	21.5	48.9	1.7	22.3	50.0

표 7. '후지' 적화기 회전속도에 따른 잎 정상 비율(%), (2021)

잎 정상 비율	3.5×2.0m				
	170rpm	200rpm	230rpm	260rpm	300rpm
90% 이상	50	5.6	3.8	8.8	6.9
70% 이상	30	36.6	16.9	10.6	5.8
51~69%	19	47.8	43.8	37.1	22.0
50% 이하	0	9.8	35.3	43.3	65.0



<90% 이상>

<70% 이상>

<51~69%>

<50% 이하>

그림 2. 잎 손상 기준

품종별 적화·적과 총 소요시간은 표 8, 9와 같다. 홍로, 후지 품종 모두 적화기 소요시간은 각각 회전속도에 따라 10a당 15분 이내로 유사한 경향을 보였다. 적화기 회전속도가 낮을수록 적화·적과 총 소요시간이 가장 많았다.

표 8. '홍로' 적화 및 1차 적과 소요시간(시간/10a), (2021)

재식거리(m)/ 회전속도(rpm)	적화 소요시간	적과 소요시간	총 소요시간	
3.5×2.0	150	12분	70시간 26분	70시간 38분
	200	11분	58시간 35분	58시간 46분
	250	13분	43시간 23분	43시간 36분
3.5×1.0	150	12분	79시간 58분	80시간 10분
	200	12분	72시간 21분	72시간 33분
	250	13분	51시간 44분	51시간 57분



표 9. '후지' 적화 및 1차 적과 소요시간(시간/10a), (2021)

재식거리(m)/ 회전속도(rpm)	적화 소요시간	적과 소요시간	총 소요시간
3.5×2.0	170	13분	35시간 30분
	200	12분	19시간 22분
	230	12분	19시간 6분
	260	12분	16시간 59분
	300	11분	15시간 39분
			총 소요시간
			35시간 43분
			19시간 34분
			19시간 18분
			17시간 11분
			15시간 50분

품종별 기계적화 처리에 따른 평균과중 및 수확량은 표 10, 11과 같다. 홍로 품종에서 재식거리와 상관없이 적화기 회전속도 150rpm 시 다른 처리구보다 수확량이 가장 많았다. 후지 품종에서는 170~230rpm 시 4.4~4.8ton/10a이었으며 300rpm 시 3.3ton/10a으로 수확량이 가장 적었다. 이는 rpm이 높을수록 화총과 잎이 많이 손상되어 수확량이 적은 경향이였다. 기형과 비율은 300rpm 시 4.3%로 가장 높았으며 rpm이 높을수록 적화기 회전에 의해 과실에 물리적 피해가 많은 것으로 보인다.

표 10. '홍로' 기계적화 처리에 따른 과중 및 수확량(2021)

재식거리 (m)	회전속도 (rpm)	평균과중 (g/개)	수확수 (개/주)	수확량 (ton/10a)
3.5×2.0	150	276.5 ^b	102 ^a	3.7 ^a
	200	281.7 ^a	70.6 ^b	2.8 ^b
	250	282.8 ^a	59.2 ^b	2.3 ^b
3.5×1.0	150	268.8 ^{ns}	75.2 ^a	5.2 ^a
	200	272.1	50.0 ^b	3.1 ^b
	250	274.4	36.8 ^b	3.1 ^b

DMRT 5%

표 11. '후지' 기계적화 처리에 따른 과중 및 수확량(2021)

재식거리 (m)	회전속도 (rpm)	평균과중 (g/개)	수확수 (개/주)	기형과 비율 (%)	수확량 (ton/10a)
3.5×2.0	170	301.9 ^c	120 ^{ab}	0.8	4.4 ^{ab}
	200	323.0 ^b	133 ^a	2.8	5.6 ^a
	230	344.3 ^a	111 ^{bc}	3.9	4.8 ^{ab}
	260	325.1 ^b	90.8 ^{bc}	6.8	3.8 ^{ab}
	300	329.0 ^{ab}	78.2 ^c	4.3	3.3 ^b

DMRT 5%

적화 시기 및 방법에 따른 화총 비율은 표 12와 같다. 시기에 따라 기계적화 시 개화 50%일 때보다 만개 시 남은 화총 비율이 65.8%로 가장 높았다.

표 12. '후지' 적화 시기 및 방법에 따른 화충 비율(2022)

시 기	방 법	적화 처리 전		적화 처리 후	
		화충 수 (개/측지)	화충 수 (개/측지)	남은 화충 비율 (%)	남은 꽃 수 비율 (%)
개화 50%	손	20.4	8.3	40.8	47.5
	기계	11.6	5.8	49.7	51.6
만개	손	17.8	8.9	49.7	56.4
	기계	21.0	13.8	65.8	70.5

적화 및 1차 적과 소요시간은 표 13과 같다. 후지 품종 기계적화 시 개화 50%일 때 손적화보다 적화·적과 총 소요시간이 51.2% 감소하였으며, 만개기일 때 손적화보다 적화·적과 총 소요시간은 48.7% 감소하였다.

표 13. '후지' 적화 및 1차 적과 소요시간(시간/10a), (2022)

시 기	방 법	적화 소요시간	적과 소요시간	총 소요시간
개화 50%	손	8시간 56분	5시간 37분	14시간 30분
	기계	13분	6시간 51분	7시간 4분
만개	손	10시간 45분	7시간 33분	18시간 18분
	기계	12분	9시간 11분	9시간 23분

적화 시기 및 방법에 따른 평균과중과 수확량은 표 14와 같다. 개화 50% 시 기계적화했을 때 과실의 물리적 피해로 기형과 비율이 높았으며, 이에 따라 이른 시기에 적화기 활용은 고려해야 할 것으로 판단되었다.

표 14. '후지' 적화 시기 및 방법에 따른 과중 및 수확량(2022)

시 기	방 법	평균과중 (g)	수확수 (개/주)	기형과 비율 (%)	수확량 (ton/10a)
개화 50%	손	305.7 ^{ns}	144.2 ^a	0.0	6.2
	기계	351.0	106.4 ^b	1.1	5.3
만개	손	346.1	140.6 ^{ab}	0.1	6.9
	기계	328.3	118.6 ^{ab}	0.3	5.5

DMRT 5%

4. 결과요약

가. 트랙터 부착형 적화기 운용 방법으로 만개 시 트랙터 주행속도는 3~4km/h로 하여 흉로 품종은 적화기 회전속도 200rpm, 후지 품종은 230rpm이 적정하다고 판단됐으나, 적화기 회전속도(rpm)가 높을수록 적화 후 남은 화충 비율이 낮아지고, 잎 손상율은 높아지는 경향이었음



다. 이른 개화 시기에 적화기 활용할 때에는 지나친 적화 및 과실의 물리적 피해 등을 고려해 적정 rpm보다 낮은 rpm으로 사용하기를 권장함
 라. 후지 품종 만개 시 기계적화 후 손적화 대비 적화·적과 작업 소요시간은 48.7~59.1% 감소하였음

5. 인용문헌

Damerow, L. Kunz, A. Blanke, M. 2007. Mechanische Fruchtbehangsregulierung(Regulation of fruit set by mechanical flower thinning). Erwerbs-Obstbau v.49 no.1 p1-9
 Barreto, Caroline Farias. 2019. Mechanical flower thinning in peach trees. Revista Brasileira de fruticultura v.41 no.6. p.465
 김정훈. 2005. 적화 및 적엽처리가 사과품질에 미치는 영향. 안동대학교 대학원

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2021년도 (2년차)	학 술 발 표 영 농 기 술 정 보	○ 사과 적화 노동력 절감을 위한 적화기 활용 ○ 트랙터 부착형 적화기 활용한 적화 노동력 절감 효과
2022년도 (3년차)	학 술 발 표 정 책 제 안	○ 사과 ‘후지’ 적화기 활용 시 수확량과 과실품질 특성 ○ 사과과원 노동력 절감을 위한 트랙터 부착형 적화기 도입 지원

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
						'20	'21	'22
4) 적화 노동력 절감을 위한 기계화 기술 개발	책 임 자	사과이용연구소	농업 연구사	손진향	총괄수행	○	○	○
	공 동 연 구 자	사과이용연구소	농업 연구사	김현수	조사분석	○	○	○
	공 동 연 구 자	사과이용연구소	농업 연구사	구소희	조사분석		○	○
	공 동 연 구 자	약용자원연구소	농업 연구사	김윤숙	조사분석	○	○	
	공 동 연 구 자	원예연구과	농업 연구관	김우일	결과검토	○		
	공 동 연 구 자	사과이용연구소	농업 연구사	홍정진	결과검토	○	○	○
	공 동 연 구 자	사과이용연구소	농업 연구사	오주열	결과검토	○	○	○
	공 동 연 구 자	사과이용연구소	농업 연구관	정용모	총괄검토	○		
	공 동 연 구 자	사과이용연구소	농업 연구관	정은호	총괄검토	○	○	○