

조각과일용

자동계량

및

투입장치

개발

최종보고서

발간등록번호

11-1543000-002926-01

조각과일용 자동 계량 및 투입장치 개발 최종보고서

2019. 12. 15.

2019

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

주관연구기관 / 한국농수산대학
협동연구기관 / (주) 이엔푸드

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

발 간 등 록 번 호

11-1543000-002926-01

조각과일용 자동 계량 및 투입장치 개발

(Development of apparatus for supplying
fixed quantity of fruit piece)

한국농수산대학

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “조각과일용 자동 계량 및 투입장치 개발”(개발기간 : 2018. 9. 10. ~ 2019. 9. 9.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 12. .

주관연구기관명 : 한국농수산대학 산학협력단 (대표자) 오대근 (인)
협동연구기관명 : (주)이엔푸드 (대표자) 최미옥 (인)
참여기관명 : 농협경제지주 (대표자) 김원석 (인)

주관연구책임자 : 김 동 익

협동연구책임자 : 홍 승 기

참여기관책임자 : 진 성 득

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의
합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	318084-1	해당단계 연구기간	2018. 9. 10 - 2019. 9. 9 (12개월)	단계구분	총단계
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	농축산물 안정생산 유통관리 기술개발사업			
연구과제명	대과제명	조각과일용 자동 계량 및 투입장치 개발			
	세부과제명	조각과일용 자동 계량 및 투입장치 개발			
연구책임자	김동억	해당단계 참여연구원 수	총: 5명 내부: 3명 외부: 2명	해당단계 연구개발비	정부: 125,000천원 농협: 125,000천원 민간: 83,400천원 계: 333,400천원
		총연구기간 참여연구원 수	총: 5명 내부: 3명 외부: 2명	총연구개발비	정부: 125,000천원 농협: 125,000천원 민간: 83,400천원 계: 333,400천원
연구기관명 및 소속부서명	한국농수산대학 산학협력단			참여기업명 (주)이엔푸드	
연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반				

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문 발표	특허	보고서 원문	연구시설· 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	1										

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약

보고서 면수 : 64면

컵실러 자동포장라인 중간에 삽입되어 조각과일을 자동으로 공급하는 장치를 개발하기 위해 조각과일 이송 컨베이어 벨트, 투입 및 계량 장치를 개발하고 조각과일 계량 공급 장치와 컵실러 포장설비의 연동제어를 위한 제어기를 설계제작하였으며 조각과일 자동 계량 및 공급 시스템 구축하였음

목표중량에 맞춰 연속 계량 후 정량을 안전하게 투입하는 기술 개발하기 위해 컨베이어 끝단에 로드셀이 장착된 개구식 호퍼장치를 설치하여 설정무게에 따라 적량의 조각과일 공급이 가능하도록 메인 설비와 연동시스템으로 개발하였음

낙차에 의한 물리적 충격을 최소화하는 기술 및 핵심 장치를 개발하기 위해 낙하 높이에 따른 충격량, 낙하특성을 조사하여 최적 운전조건을 구명하였으며, 슬라이딩식의 호퍼 공급장치를 개발하였음

장비 및 인명의 안전을 보호하기 위한 자동 고장 경고 시스템과 안전 구조 확보하였으며 녹슬지 않는 소재의 부품 설계와 탈부착이 가능 자동 계량 투입장치 및 방수가 되도록 개발하였음

현재 수작업에 의존하고 조각과일을 용기에 투입하는 공정을 자동화함으로써 생력화 가능하고 위생적인 생산 가능하며, 조각과일 계량한 후 컵실러 자동포장 설비에 공급하는 시스템 개발로 사업화를 촉진하고 기술경쟁력 확보하였음

<요약문>

<p align="center">연구의 목적 및 내용</p>	<p>과일간식 가공업체에서 수작업에 의존하고 있는 원료의 계량과 투입 작업을 자동화하기 위해 깎뚝썰기된 사과를 자동 계량하여 5열 이상의 자동포장기(캡실러)에 공급하는 장치 개발</p> <p><input type="checkbox"/> 연구개발의 최종 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 조각과일을 계량한 후 자동포장기에 공급하는 시스템 개발 ○ 낙차에 의한 물리적 충격 최소화 기술 개발 ○ 계량된 중량을 용기에 오차 없이 안전하게 투입하는 기술 개발 ○ 청소가 용이하도록 탈부착 및 위생성 확보 <p><input type="checkbox"/> 연구개발 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 조각과일 외부에 손상을 입히지 않는 낙하 높이 구명 ○ 목표중량에 맞춰 연속 계량 후 정량을 안전하게 투입하는 계량 공급부 제작 ○ 조각과일 이송, 계량, 공급 장치 개발 		
<p align="center">연구개발성과</p>	<p><input type="checkbox"/> 연구개발의 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 조각과일을 자동 계량하여 자동포장기에 공급하는 장치 개발을 완료하였음 <ul style="list-style-type: none"> - 스트레인 게이지를 이용한 조각과일 이송장치의 낙하 충격량 분석 - 낙차 높이에 따른 조각과일 충격량 및 투입 성공률 분석 - 계량장치 열림속도에 따른 충격량 및 투입 성공률 분석 - 벨트 컨베이어 전후진 이동식 조각과일 공급 장치 설계·제작 - 적정량의 조각과일 공급을 위한 이송 컨베이어 적정 속도 구명 - 조각과일 투입장치와 캡실러 포장기 연동을 위한 제어기 제작 - 조각과일 자동 계량 및 투입장치 제작 ○ 연구개발에서는 목표 대비하여 계량장치 및 제어부 모두 만족할 만한 개발성과를 도출하였는데 다음과 같음 		
	<p align="center">구 분</p>	<p align="center">당초목표</p>	<p align="center">개발성과</p>
	<p align="center">동작열수</p>	<p align="center">5열 이상</p>	<p align="center">5열 이상</p>
	<p align="center">계량속도</p>	<p align="center">1~1.5초/개</p>	<p align="center">1.46초/개</p>
	<p align="center">포장용기 규격</p>	<p align="center">단면적 20cm² 이상</p>	<p align="center">단면적 20cm² 이상</p>
	<p align="center">계량범위</p>	<p align="center">60~300g이내</p>	<p align="center">60~300g이내</p>
	<p align="center">계량오차</p>	<p align="center">5g이하</p>	<p align="center">10g이하</p>
	<p align="center">투입높이</p>	<p align="center">3cm 이내</p>	<p align="center">5cm 이내</p>

<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p><활용계획></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 수작업에 의존하는 과일가공 포장작업의 자동화 완성 ○ 기술 개발의 결과물은 과일간식 가공업체의 조각과일 자동생산 라인에 활용, 조각과일 가공업체의 자동포장설비라인 설계 시 참고자료로 제공 ○ 간편식, 가공농산물 포장 시장의 확대로 간편식, 가공농산물 포장 공정에 활용 <p><기대효과></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 수작업에 의존하고 조각과일을 용기에 투입하는 공정을 자동화 함으로써 생력화 가능하고 위생적인 생산 가능 ○ 목표중량에 맞춰 연속 계량 후 정량을 안전하게 투입하는 공급 기술 개발로 정량 공급 ○ 낙차에 의한 물리적 충격을 최소화하는 기술개발로 조각사과의 갈변 현상 발생시기를 늦춰 유통기한 연장과 신선도 유지 기술 확립 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>컵과일</p>	<p>자동계량기</p>	<p>신선편이</p>	<p>가공</p>	<p>품질유지</p>

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	9
1-1. 연구개발 목적	9
1-2. 연구개발의 필요성	9
1-3. 연구개발 범위	12
1-4. 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계	14
2. 국내외 기술개발 현황	18
2-1. 국내 기술 수준 및 시장 현황	18
3. 연구수행 내용 및 결과	28
3-1. 조각과일 이송장치, 정렬장치 설계를 위한 자료조사	28
3-2. 장치 설계를 위한 현장 방문 조사	32
3-3. 핵심요소기술 분석 및 각 장치 개념설계	33
3-4. 과일 이송, 공급 장치 시작기 제작	35
3-5. 과일 낙차에 의한 물리적 충격 현상 분석	39
3-6. 벨트 컨베이어 전후진 이동식 조각과일 공급 장치 보완 제작	45
3-7. 과일 자동계량 및 투입장치 제작	48
3-8. 조각과일 계량, 투입장치 성능실험	56
3-9. 조각과일 자동 계량 및 투입장치 보완	62
3-10. 조각과일 자동 계량 및 투입장치 성능평가	64
3-11. 컨베이어 길이 고정식 조각과일 자동 계량 및 투입장치 제작	65
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	66
5. 연구결과의 활용 계획	69
붙임. 참고문헌	71

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 본 과제의 개발기술은 컵실러 자동포장설비에 각뚝썰기된 조각과일을 목표중량으로 계량한 후 포장용기에 손상없이 자동으로 공급하는 장치 개발임
- 1인 가구의 증가, 젊은 소비층의 간편식 선호 현상 등 소비트렌드 변화로 조각과일의 수요가 지속적으로 증가하고 있으나 조각과일은 편리한 대신 유통기한이 짧고, 공기 중에 노출될 경우 식물성 조직의 '폴리페놀'이라는 페놀화합물이 산소와 만나 산화 효소와 반응하면서 갈색으로 변하게 되어 갈변 방지 코팅을 하거나 밀폐된 음식 용기에 보관해야 함
- 따라서, 조각과일은 유통기한을 늘리고 갈변현상 방지를 위해 비타민 C 처리 등을 하게 되는데, 포장과정 중 충격에 의해 과일이 손상되면 코팅효과가 없어지기 때문에 계량 포장과정 중 외부손상으로 인해 코팅 면이 깨지지 않도록 하는 것이 중요함
- 조각과일을 자동으로 생산하는 자동화장치로 컵실러 자동포장설비에서 조각과일을 목표중량으로 계량하고 용기에 조각과일의 코팅 면이 깨지지 않도록 낙차 충격을 최소화하면서 공급하는 장치 개발로서 과일간식 가공업체에서 수작업에 의존하고 있는 원료의 계량과 투입 작업을 자동화 하는 것으로 조각과일을 목표중량의 $\pm 5g$ 이내의 오차로 계량하고 용기에 손상 없이 자동으로 공급하는 장치 개발임
- 농산가공기계 제조업체들이 다양하고 여러 가지 형태의 용기 포장기가 출시되고 있으나 연약한 조각 생과일을 기계적으로 처리하기 취급이 어렵기 때문에 현재 수작업에 의존하고 있는 조각과일을 용기에 투입하는 공정을 자동화함으로써 생력화에 기여하고자 함

1-2. 연구개발의 필요성

- 1인 가구 증가, 바쁜 도시생활, 편리함을 추구하는 젊은 층의 소비트렌드 변화로 조각과일의 수요가 지속 증가하고 있어 백화점과 할인점이 앞 다퉈 간편 조리식품 코너를 확대하고 있는 추세임
- 1인가구 : ('10) 422 → ('17) 556 → ('25) 670만명
- 조각과일은 신선한 과일만을 골라 다듬어 담아 달콤하고 신선하며, 선별, 살균세척, 행균, 세척, 탈수, 절단, 계량작업, 포장작업에 이르는 공정을 거쳐 생산되기 때문에 안전하고 신선하고 먹기 쉬어 초중고 학생들에게 원활이 공급할 수 있음



그림 1. 현재 유통되고 있는 조각과일



그림 2. 신선편이 과일제품의 사례

- 농식품부에서 어린이의 식습관 개선 등 국민 건강증진과 국산 제철과일의 소비를 확대하기 위하여 과일 간식 지원사업 추진 하고 있음. 올해 초등돌봄교실 초등학교학생 24만명을 대상으로 과일간식 지원 사업을 추진하고 있으며, 점차 초등학교 전체로 확대할 계획임
 - 초등 돌봄교실 대상 시범실시 후 초등 전학년으로 점차 확대
 - 인원 : ('18) 24 → ('19) 89 → ('22) 초등 전학년 250만명

《2018년 초등돌봄교실 과일간식 지원 시범사업 개요》

- (지원대상) 전국 초등학교 방과 후 돌봄교실 학생 전체(24만여 명)
- (공급방식) 1인당 150g 내외의 조각과일을 컵과일 등 신선편이형태로 HACCP 인증시설에서 가공하여 공급
 - '18. 4월부터 학생 1인당 주 1회, 연간 30회 공급 예정
- (품질·규격) 친환경(유기농·무농약) 또는 농산물우수관리(GAP) 인증을 받은 과실·과채를 조각과일의 원재료로 공급
- (소요예산) 약 150억 원(국고 72억원, 지방비 78억원)



**초등학교 돌봄교실 과일간식
지원사업 현황**

- 대상: 24만명
- 방식: 1인당 주1회,
연간 30회 공급
- 시행시기: 2018년 4월
- 시행 지자체: 전국 226개 시·군·구 중 108곳

(자료: 농림축산식품부)



그림 3. 초등학교 돌봄교실 과일간식 지원사업

- 초등돌봄교실 과일간식은 농식품부에서 시중보다 엄격한 기준을 적용해 가공 후 36시간 이내 냉장 유통 소비를 원칙으로 하고 있으며, 섭취 당일 배송하여야 하며, 간식시간 1시간 전까지 배달 완료하도록 하고 있으므로 신속하게 작업이 이루어져야 하고 안전성을 요함
- 조각과일은 편리한 대신 유통기한이 짧고, 공기 중에 노출될 경우 식물성 조직의 '폴리페놀'이라는 페놀화합물이 산소와 만나 산화 효소와 반응하면서 갈색으로 변하게 되어 갈변 방지 코팅을 하거나 밀폐된 음식 용기에 보관하였지만 최근 비타민C 처리로 조각난 사과와 갈변현상을 늦추는 기술이 개발됨으로써 유통기한이 연장됨
- 조각과일은 갈변현상 방지를 위해 비타민 C 처리 등을 하게 되는데, 포장과정 중 충격에 의해 외부가 손상되면 코팅효과가 없어지기 때문에 계량 포장 과정 중 외부손상으로 인해 코팅 면이 깨지지 않도록 하는 것이 중요함
- 조각과일은 원료 출고 전 색태, 중량, 당도, 육안선별, 가공시 이물질제거, 세척, 소독, 행균, 건조, 비가식부 제거, 세절, 갈변방지코팅, 계량, 포장, 출하의 단계를 거침. 과일의 선별작업, 세척 작업은 기계화, 자동화 되어 있으나 조각과일의 포장중 계량 작업은 수작업에 의존하고 있어 계량 및 포장작업의 자동화가 필요함



그림 4. 과일 포장작업

- 원료를 자동 공급하고 계량이 가능한 조합식 수직 계량 포장기계가 시판되고 있으나 속도, 중량조절이 가능하며 계량 유니트(10열, 14열, 20열 등)에 의해 조합계량이 가능하며, 다품종 생산라인 및 자동/반자동 라인에 적용 가능한 장점도 지니고 있으나 감자 칩, 쌀과자 등 부서지기 쉬운 제품의 포장에 적합하여 조각과일 포장에 적합한 포장기는 없는 실정으로 개발이 필요함
- 용기를 자동공급하며, 각종 액즙, 액상제품, 식료품 등을 충전하고 연속 또는 간헐 포장하는 자동 용기 충전 포장기를 생산하고 있으나 조각과일을 공급하는 장치는 없는 실정이며, 자동포장기와 연동 가능한 계량기로 모듈화된 구성이 가능한 제품이 생산되고 있으나 분말, 과립상태의 식품, 약품, 화학제품 등에 적합하기 때문에 조각과일을 목표중량으로 계량하고 용기에 손상 없이 자동으로 공급하는 장치 개발이 필요함
- 본 과제에서 이루고자 하는 핵심기술은
 - ① 조각과일을 계량한 후 5열 이상의 자동포장기에 공급하는 시스템,
 - ② 낙차에 의한 물리적 충격을 최소화하는 기술,
 - ③ $\pm 5g$ 이내의 오차로 정확히 계량 후 안전하게 투입하는 기술,
 - ④ 청소가 용이한 탈부착 및 위생성을 확보하는 기술이며,

최종목표는 과일간식 가공업체의 포장설비의 포장용기에 조각 과일을 자동 계량 및 투입하는 장치를 개발하는 것임

1-3. 연구개발 범위

(1) 낙차에 의한 물리적 충격을 최소화하는 기술 및 핵심 장치 개발

- 조각과일 외부에 손상을 입히지 않는 낙하 높이 구명
 - 스트레인 게이지를 이용한 조각과일 이송장치의 낙하 충격량 분석
 - 낙차 높이에 따른 조각과일 충격량 및 투입 성공률 분석
- 목표중량에 맞춰 연속 계량 후 정량을 안전하게 투입하는 계량 공급부 제작
 - 계량장치 열림속도에 따른 충격량 및 투입 성공률 분석

(2) 조각과일 계량한 후 컵실러 자동포장설비의 용기에 공급하는 시스템 개발

- 조각과일 이송, 공급 핵심 장치 개발
 - 벨트 컨베이어 전후진 이동식 조각과일 공급 장치 설계·제작
 - 적정량의 조각과일 공급을 위한 이송 컨베이어 적정 속도 구명

- 컵실러 자동포장라인 중간에 삽입되어 조각과일을 자동으로 공급하는 장치 개발
 - 조각과일 포장 용기 이송 컨베이어 상부에 조각과일 공급장치 설치
 - 조각과일 계량 장치와 컵실러 포장설비의 연동제어를 위한 제어기 설계 및 개발
 - 조각과일 자동 계량 및 공급 시스템 제작

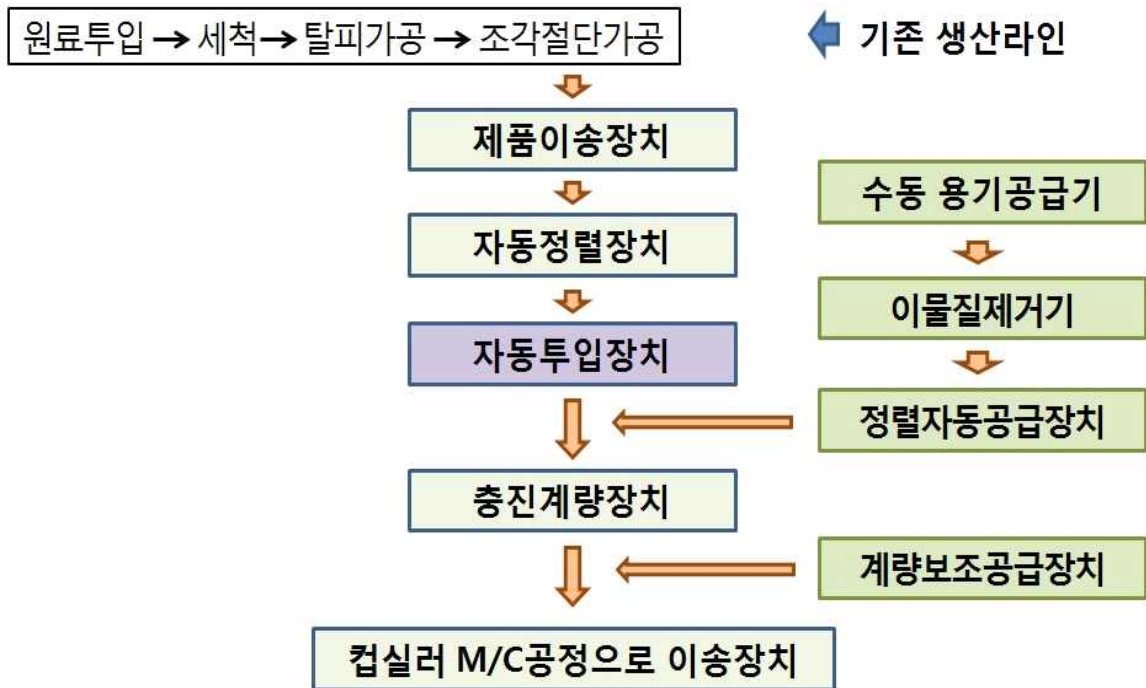


그림 5. 조각과일 자동생산라인 공정흐름도

1.4. 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계

가. 연구개발 추진방법

- 조각과일 계량 및 투입장치 개발과 관련하여 국내외 연구기관, 업체에서 수행되고 있는 연구내용 및 동향, 특허자료를 수집 분석하고 국내외 학회 또는 세미나에 참석하여 최신 연구동향 및 선도 기술을 수집 활용
- 프로젝트 진행은 농수산대학교 이엔푸드 간의 긴밀한 협력하에 핵심요소기술 등을 파악하고 거기에 맞는 각 요소기술별 역할 분담과 공동 연구 추진하고, 농협과 공동으로 조각과일 자동 계량 투입장치 현장실증을 진행
- 연구개발 성격에 따라 공동 연구 추진하고, 연구수행 내용 및 추진사항 등은 정기적인 회의 개최하여 공유 및 진행사항 점검

나. 연구개발 추진전략

- 조각과일을 자동으로 투입하는 기술은 아직 개발된 바 없으며, 관련이 깊은 특허 또한 적은 상태이므로, 농수산대학 및 이엔푸드가 기 보유한 기술을 기반으로 전략적 요소 기술 개발 및 향후 상용화를 염두에 둔 기술 개발 실시

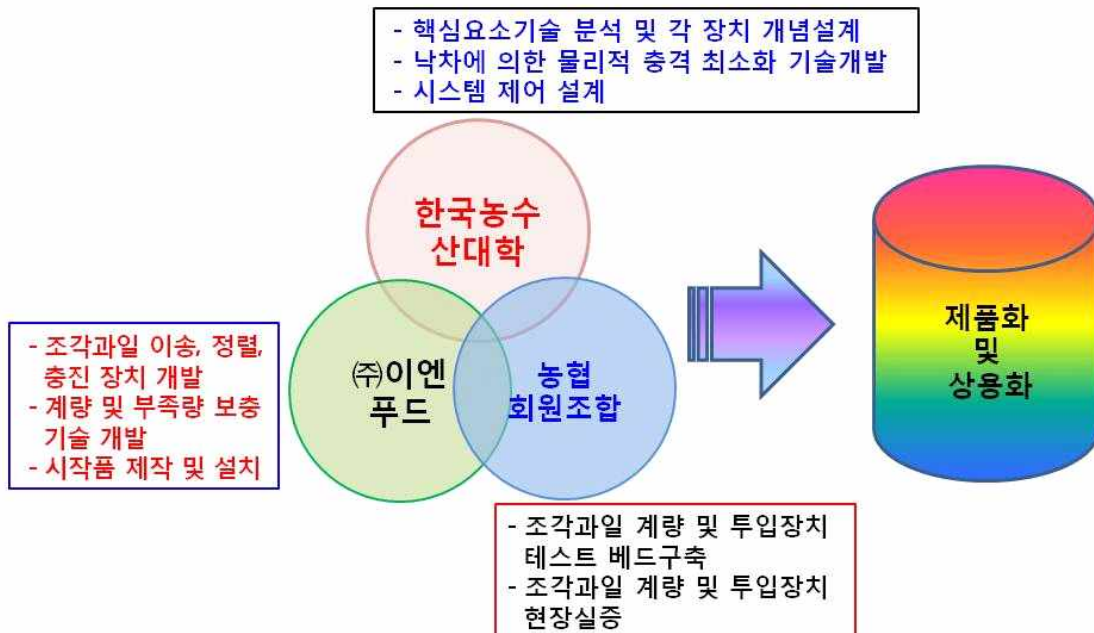


그림 6. 연구개발 추진전략

- 조각과일용 자동 계량 및 투입장치의 성공적 개발을 위해 필요한 자동 계량 및 투입장치의 요소기술, 이송·공급장치 연계 기술, 포장 공정자동화 기술, 자동화 공정을 위한 정보(IT)기술, 선별포장기계 제조 기술 및 자동화 기계 기술 전문가의 효율적인 협력에 의한 개발이 이뤄지도록 함

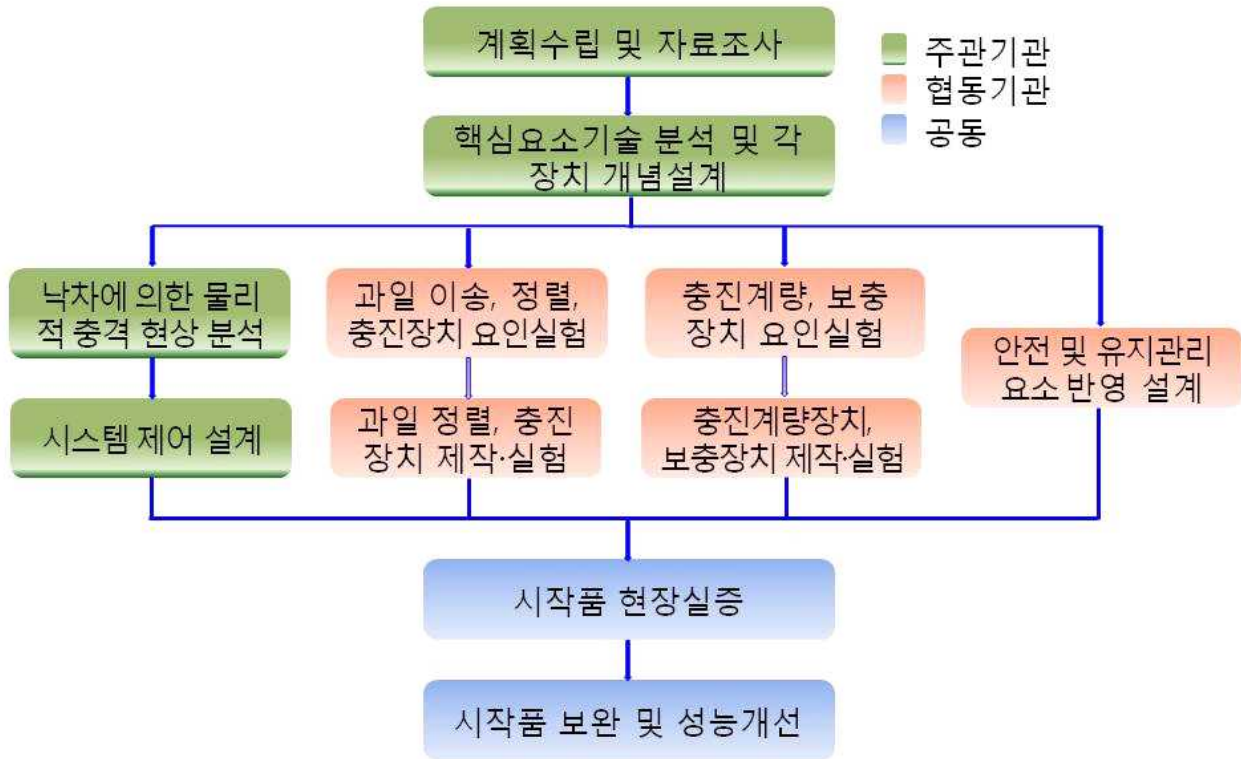


그림 7. 연구개발 추진체계도

다. 연구개발의 추진체계

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	조각 과일용 자동 계량 및 투입장치 개발	주관연구책임자 김동익외 총 4명

기관별 참여 현황		
구분	연구기관수	참여연구원수
대기업		
중견기업		
중소기업	1	1
대학	1	4
국공립(연)		
출연(연)		
기타		

국립한국농수산대학
낙차에 의한 물리적 충격 최소화 기술 개발
김동익 외 3명
담당기술개발내용
- 핵심요소기술 분석 및 개념설계 - 낙차에 의한 물리적 충격 최소화 기술개발 - 시스템 제어 설계 - 시제품 성능 및 품질 테스트

(주)이엔푸드
조각과일 정렬, 계량 및 투입 장치 개발
홍승기
담당기술개발내용
- 조각과일 이송, 정렬, 투입 장치 개발 - 계량 및 부족량 보충기술 개발 - 시제품 제작 및 설치, 실증 - 안전 및 유지관리 요소 반영 시제품 설계도면 작성

라. 연구개발 추진일정

번호	연구내용	월별 추진 일정											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	계획수립 및 자료조사	■											
2	핵심요소기술 분석 및 각 장치 개념설계	■	■	■	■								
3	낙차에 의한 물리적 충격 현상 분석				■	■	■	■	■	■	■	■	
4	과일 이송, 공급 장치 제작 및 요인실험					■	■	■	■	■	■	■	
5	계량 장치 제작 및 요인실험					■	■	■	■	■	■	■	
6	시작품 설계도면 작성		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
7	시작품 제작 및 성능평가									■	■	■	■
8	시작품 현장실증												■
9	시작품 성능 및 품질 테스트												■
10	시작품 보완 및 성능개선												■

2. 국내외 기술개발 현황

2-1. 국내 기술 수준 및 시장 현황

가. 기술현황

- 식품 가공 제조 기술은 장치, 설비 기술에 의존할 수 밖에 없는 특성으로, 식품 제조업은 외국 기계산업에 의존도가 높으며, 농식품 가공기술 분야의 기술 수준은 분야별로 선진국의 40~65% 수준임
- 식품기술은 시대적 흐름에 따라 변화해오고 있으며, 최근에는 자연 그대로의 식품인 천연 식품소재 기술, 비열가공기술, 저탄소·신가공 기술이 사용된 식품의 개발이 이루어지고 이러한 기술을 뒷받침하기 위한 식품가공기기가 출현할 것으로 예상됨

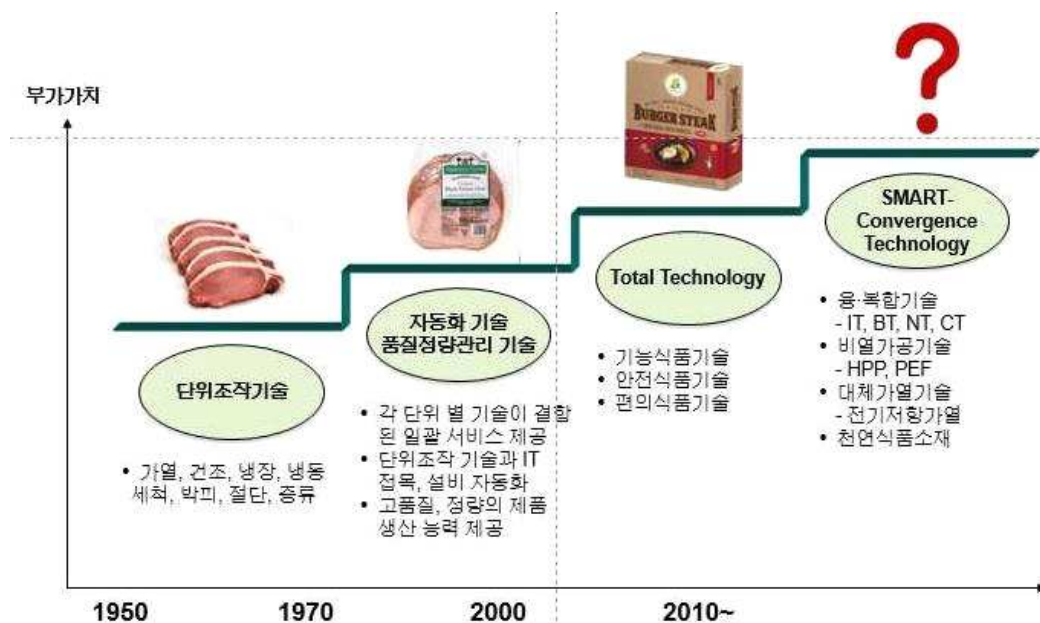


그림 8. 식품 및 식품기술의 시대 변화

- 국내 식품 가공 및 포장 기계 중 공정 전반에 대한 제어 기술, 첨단 포장 기술, 혼합 기술, 살균 기술 등에 있어서는 해외 의존도가 높은 편이며, 대부분이 중소기업으로 시장 상황이 열악함
- 현재 국내 포장기계 분야는 인력을 투입하지 않고도 모든 제품을 만들고 유통할 수 있는 완전 자동화 시스템을 구축해가는 것을 목표로 개발 중이며, 자동화 모듈과 제어기능의 센서 기술, 운영을 위한 컴퓨터 프로그램의 적용, 인터넷을 이용한 원격 조정 방식의 A/S 서비스 등 선진기술을 적용해 나가고 있음
- 식품기계산업은 고효율화, 융·복합화, 소형·가내화의 트렌드가 점차 확산되고 있으며, 식품가공 산업용 기기 첨단화가 가속되고 소형화, 가내화를 통해 가정용으로 세분화해 나갈 것으로 전망됨



응복합화

IT, BT기술과 융합된 기계나 기존의 여러 기능이 복합된 기계의 등장으로 사용자의 편의성이 증대됨

고효율화

기계 시스템의 최적화, 효율화를 이룩하고 성능과 경제성을 극대화 함

소형, 가내화

기존의 기기가 소형화되었고, 가정용 기기로 분화하였음

그림 9. 식품기계산업 기술 동향

- 포장기계 산업은 전체 시스템의 자동화를 꾸준히 추진해 나가고 있으며, 식품이나 제약, 화장품 제조 설비의 포장 단계에는 이미 수작업 없는 자동화 라인의 구축이 보편화되어 원료의 투입부터 가공·포장돼 물류로 이어지는 시스템이 자동화된 포장기계를 통해 이루어짐
- 내용물을 수납하기 위한 포장용기는 캔, 유리, 종이, 합성수지 등 다양한 종류의 재료를 사용하며, 캔이나 유리의 경우 부피 및 가공단가가 높고 그 사용이 감소하고 있는 추세이 근래에는 친환경 수지로 제작 되는 포장용기를 많이 사용하고 있는 추세임
- 친환경 수지로 이루어진 포장용기에는 그 형태에 따라 다양한 종류가 있으며, 그중 가장 많이 사용되는 평 파우치(Hat pouch)는 납작한 형태의 일반형 파우치로서, 2면 접합, 3면 접합, 4면 접합형의 파우치가 있음
- 파우치를 포장하는 기계는 구동 방식에 따라 연속운동방식과 간헐운동방식으로 구분되며, 연속구동방식은 높은 포장속도를 필요로 할 때에 적용되며, 간헐구동방식은 중간속도 이하의 저속도 포장에서 주로 적용되며, 또 이러한 운동은 직선형과 로타리형 두 가지로 나누어 지며, 직선형 운동을 하는 기계는 로타리형 기계에 비해 넓은 설치장소를 필요로 함



그림 10. 로타리형 포장기



그림 11. 직선형 포장기

- 조각과일용 용기포장기는 액체, 점체, 분말류의 제품을 일정량씩 용기에 담아주는 충전기, 일정량씩 계량하는 계량기, 용기의 입구를 밀봉하는 봉합기, 용기 외부에 LABEL을 부착하거나 인쇄하는 LABELLING MACHINE로 구성되며, 충전기에는 용량, 레벨, 부피 등을 제어하는 다양한 방법이 사용되고 있으며, 중량을 제어하는 WEIGHING 방식, 체적을 제어하는 VOLUMETRIC 방식이 사용되고 있으며, 계량기는 플라스틱 필름(비닐)의 입구를 열로 가열하여 봉합하는 HEAT SEALER가 이용되며, 용기포장기는 크기와 따라 수동포장기, 반자동 포장기, 자동형 포장기로 나뉘며, 용기에 제품을 충전하고 필름을 접착하는 컵실러를 생산하고 있으며, 2~4열 포장기가 대부분임



그림 12. 수동포장기



그림 13. 반자동포장기



그림 14. 자동포장기

- WEIGHING 방식의 계량기는 제품의 중량을 측정하고 측정값을 통신을 통해 제어시스템에 피드백 하는 방식으로 1차 충전 후 검량하고 2차 충전시 목표 중량에 맞춰 정확히 보충전하여 충전정밀도를 향상시키는 포장기계가 개발 시판되고 있음



그림 15. 수평 4면 자동포장기계

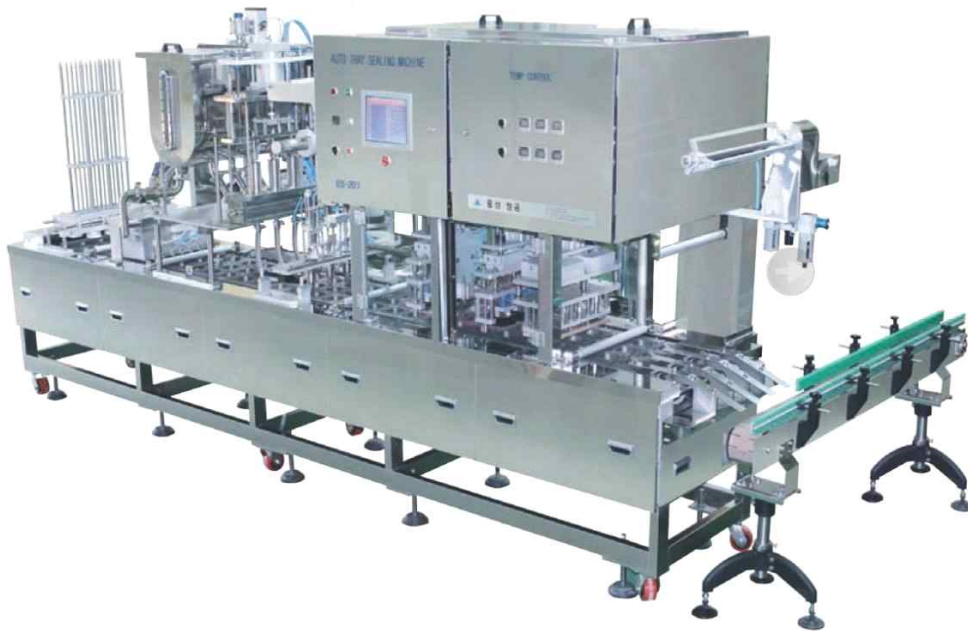


그림 16. 연속식 자동 용기 충전 포장기

- 농산물을 중량별로 선별하는 과정에서 충돌로 인한 농산물의 손상됨을 방지할 수 있도록 한 농산물 선별장치로 공급컨베이어 1, 2를 타고 이송중인 농산물을 중량별로 걸러주는 분류간막이를 통해 선별된 농산물을 공급받아 완충패드에 얹혀진 상태로 이송되는 농산물이 서서히 굴러가며 배출컨베이어로 공급되도록 경사지게 형성된 투입구에 의해 농산물의 손상을 방지하는 농산물 선별장치가 고안됨

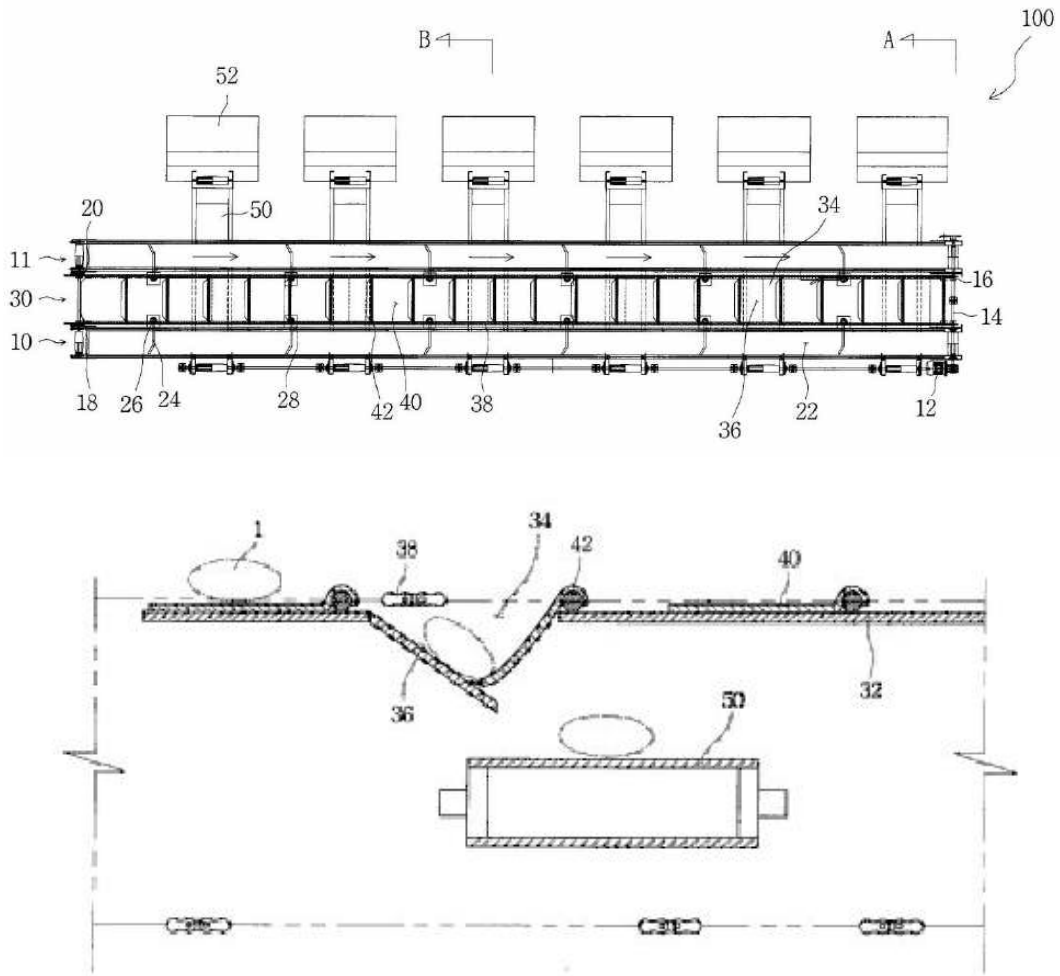


그림 17. 연속식 자동 용기 충전 포장기

- 과일이나 채소와 같은 구(球)형 농산물을 중량별로 선별하여 각 크기별로 배출부에서 자유낙하시 충격을 최소화하여 상품의 표면이 훼손됨을 방지하여 고품질을 유지하도록 컨베이어장치에 의한 선별시 자유낙하하는 농산물을 이송접시의 하부에 설치된 완충슈트가 완충작용을 하면서 배출플레이트와의 충돌을 완화하여 상품표면에 상처가 나지 않도록 하는 완충수단을 구비한 선별기가 고안됨

- 과일 배출장치의 벨트 표면에 유동방지용모를 형성하여 벨트로 떨어진 과일의 충격을 일차적으로 흡수함과 더불어 과일의 둘레면을 유동방지모들이 포위한 상태로 감싸도록 함으로서 벨트 위로 과일이 굴러가 다른 과일에 부딪쳐 표면이 손상되어 과일의 상품가치를 훼손할 수 있는 문제점을 해소할 수 있는 과일선별기의 충격완화 배출장치가 고안됨
- 과일 선별장치의 경사로 정렬벨트는 일직선으로 위치하고 있어야 원활한 과일공급 및 과일끼리의 충돌에 의한 상처를 방지할 수가 있으나 설비길이가 길어질 수밖에 없어 원활한 공간활용이 되지 않아 육안으로 선별하는 육안선별기와 경사로를 직선으로 위치하고 정렬벨트와의 결합시 90도로 직각으로 결합시 경사로부터 90도로 직각으로 무리한 회전에 따른 정렬벨트와 만나는 지점에서 과일과의 충돌 및 과일끼리의 충돌로 인한 상처를 방지하기 위해 과일의 회전시 원활한 과일공급을 위한 90도 회전슈트가 고안됨

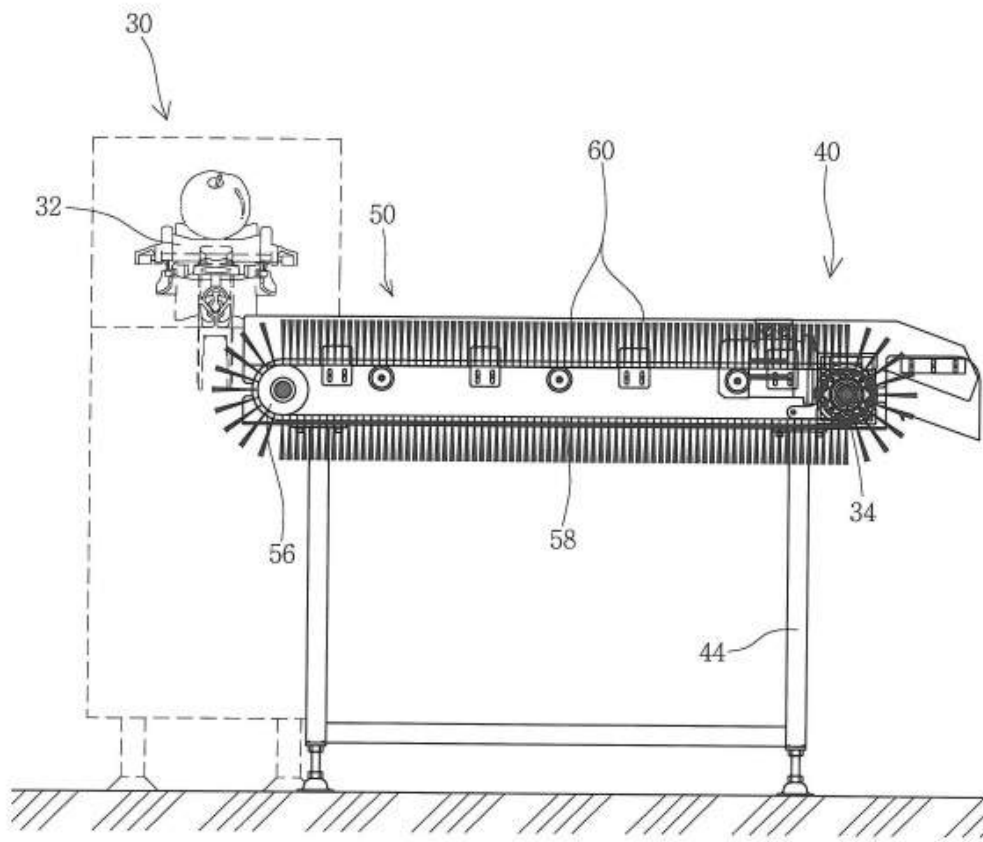


그림 18. 과일선별기의 충격완화 배출장치

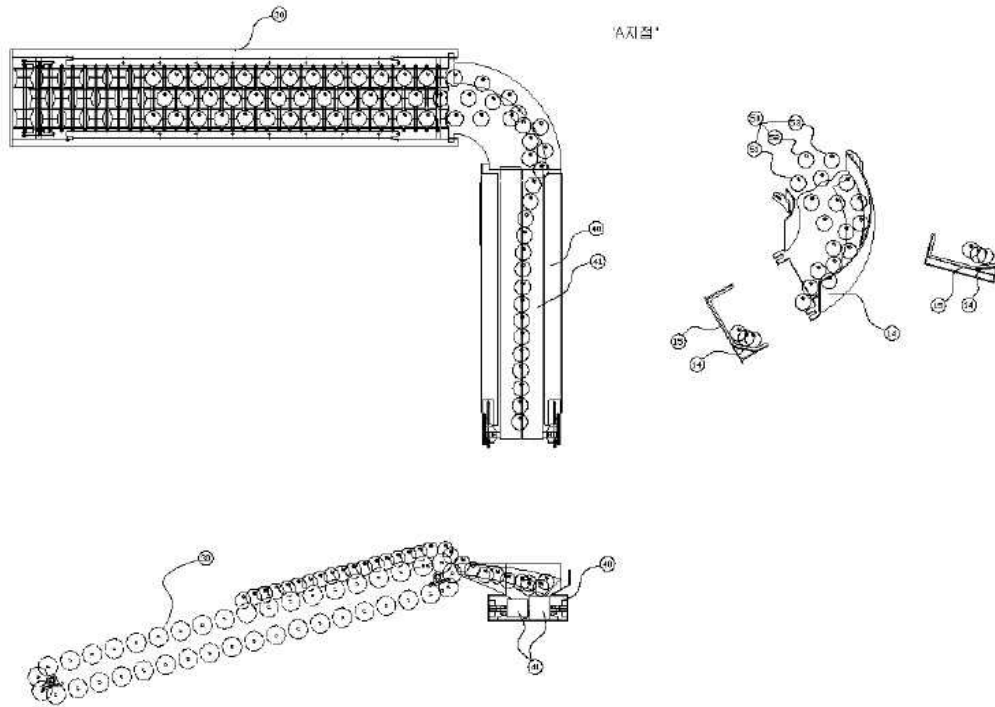


그림 19. 과일 보호용 90도 회전슈트

- 분말 형태의 원료를 포장지에 담기는 양을 측정하는 저울과 포장하기 위한 원재료를 담고 있는 호퍼의 출구의 열고 닫음 제어에 의해 정량을 공급하는 정량포장기와 필름을 공급받아 용기를 밀봉 포장하는 용기용 밀봉포장기로 캡이나 공압 실린더를 이용하여 히터 플레이트와 연결된 승강플레이트를 승강시켜 균일하게 접착면을 열융착 및 절단하여 밀봉포장기가 개발 시판되고 있음
- 원료 투입조로부터 공급되는 제품을 분기시켜 가진(진동)을 통해 배출시키는 다수의 분리 배출구와 로드셀이 마련되어 상기 분리 배출구에서 낙하하는 제품을 일시적으로 저장하되 바닥면이 개폐 가능하며 가로와 세로로 행렬을 이루어 배치되는 다수의 조합 계량조에 담긴 제품의 중량을 조합하여 상기 바닥면을 선택적으로 개폐시켜 포장하는 자동 조합 계량 포장장치가 시판되고 있음

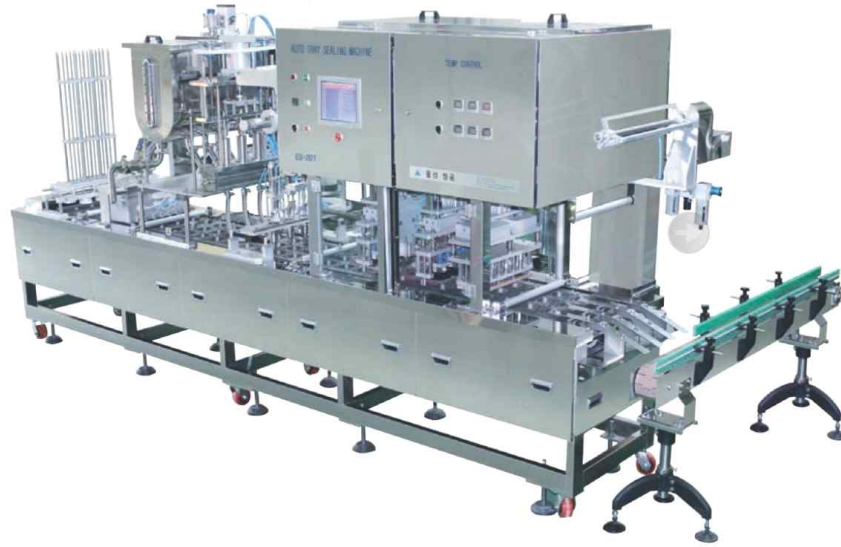


그림 20. 자동 계량 포장기

나. 시장현황

- 국내 식품산업의 규모는 지난 10년간 지속 성장을 이어가고 있으며, 15년 식품제조 매출액 102조에서 2022년에는 158조 원으로 성장할 것으로 전망됨. 특히, 국내 포장 산업 매출액은 2014년도 총 38조 3천억원에서 2020년에는 약 56조원으로 증가 예상
- 노인 및 독신 가구 증가 등 인구구조 변화와 코쿠닝¹⁾, 그레이징²⁾ 등 라이프사이클 변화에

1) cocooning : 사이버 공간 등 자신만의 세계에서 모든 것을 해결하려는 현상

2) grazing : 바쁜 현대인들이 1일 3식의 기존 방식에서 벗어나 수시로 음식을 섭취하는 현상

따라 편의식품 시장이 빠르게 성장하고 있음 특히, 바쁜 도시민들이 시간과 돈을 덜 들이고 당분과 섬유질을 섭취할 수 있는 장점으로 조각과일의 수요가 지속적으로 증가하고 있음

표 1. 국내 신선식품 시장규모(12년 기준)

구분	식품(조원)	신선식품 비중	신선식품 규모(조원)
농축수산업	71.1	100	71.1
식품제조업	70.6	38.7	27.3
식품유통업	186.3	33.0	61.5
계	328.0	48.7	159.9

출처 : KATS 기술보고서 제107호(신선물류 산업 동향 및 표준화 동향)

- 농식품부에서는 아동 청소년기에 다양한 식품과 균형 잡힌 영양 섭취를 위해 2018년 방과 후 초등돌봄교실 과일간식 지원 시범사업을 추진하고 있고 지원사업을 단계적으로 확대할 계획으로 있음
- 과일섭취 증진과 건전 식습관 교육을 병행하기 위해 학교급식과 분리하여 ‘과일간식 프로그램’을 국가적 차원에서 운영함. 2016년 기준 방과 후 초등돌봄교실 이용 학생수가 5,998개교 238천명으로 전체 초등학교 학생 수가 6,001개교, 2,672천명의 1/10에 해당하는 수준으로 시장규모는 증가할 것임
- 과일의 엄격한 품질관리를 위하여 가급적 원물은 과실전문산지유통센터(APC)를 통해서 가공업체에 공급하며, 2017년 현재 과실전문 일반산지유통센터(APC)는 14개소, 과수거점산지유통센터(APC)는 전국에 22개소를 운영 중임
- 초등돌봄교실에 공급되는 과일간식은 과일의 껍질 제거 절단, 용기별 배분 등에 따른 위생 안전이 확보된 HACCP인증 가공업체(2017년 현재 14개소)에서 공급받고 있음
- 아동 청소년기에 다양한 식품과 균형 잡힌 영양 섭취를 위해 2018년 방과 후 초등돌봄교실 과일간식 지원 시범사업을 추진하고 있고 지원사업을 단계적으로 확대할 계획으로 과일간식 수요는 점차 증가할 것으로 예상됨

3. 연구수행 내용 및 결과

3-1. 조각과일 이송장치, 정렬장치 설계를 위한 자료조사

○ 컨베이어 텐션 조절장치

- 발명목적

연료 또는 원료 등의 이송물을 이송하는 벨트 컨베이어에서 모터나 감속기에 부하를 최소화하기 위하여 벨트 컨베이어의 기동시 또는 정지시 수축과 팽창을 반복하는 벨트의 텐션을 조절하기 위한 텐션 장치를 고안하였다.

- 발명의 구체적 내용

컨베이어 벨트의 텐션조절을 위해 한 쌍의 아이들 풀리를 두고 풀리 사이에 위치되어 상기 벨트의 텐션을 조절하기 위한 텐션 풀리를 설치하고, 텐션 풀리에 일정한 크기의 무게를 가하도록 설치된 텐션 웨이트 박스를 설치하여 웨이트에 의해 텐션 풀리가 상하로 이동하면서 벨트의 텐션을 조절하였다.

- 설계 시 참고 및 고려 사항

- 벨트의 텐션에 따라 자동으로 텐션이 조절되는 텐션장치

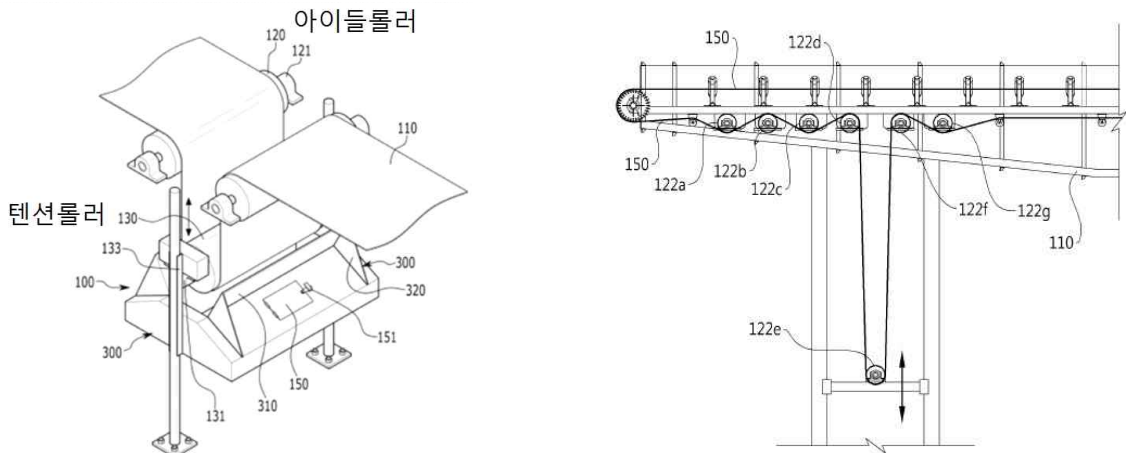


그림 21. 벨트 텐션조절장치

○ 과일 정렬 선별장치

- 발명목적

과일을 선별하는 과일선별장치의 메인 컨베이어벨트로부터 배출 컨베이어벨트로 이동될 때 과일이 연속적으로 이송될 경우 배출 컨베이어 벨트 내에서 과일끼리 부딪혀 상처가 생겨 과일의 상품가치가 하락하는 문제를 해결하기 위해 간헐적으로 이송시켜 과일이 이격된 상태로 이동되는 과일선별장치를 고안하였다.

- 발명의 구체적 내용

과일의 중량 또는 크기에 따라 분류된 과일이 각각 이송되는 복수의 배출 컨베이어벨트에 의해 이송되며, 정렬부에서 일렬로 정렬되어 이송되도록 하고 과일의 중량을 측정하며, 배출 컨베이어

벨트에 안착되는 과일이 이격 배치되도록 중앙영역이 파인 절구통 형상의 롤러로 컨베이어를 구성하며, 과일의 중량을 측정하여 중량이나 크기가 상대적으로 작은 과일일 경우 롤러 간격이 좁은 배출 컨베이어벨트에 이송되도록 하고, 중량이나 크기가 상대적으로 큰 과일일 경우에는 롤러 간의 간격이 넓은 배출 컨베이어벨트로 이송되도록 구성하였다.

- 설계 시 참고 및 고려 사항

- 조각과일의 공급시 조각과일이 한꺼번에 다량이 투입되거나 연속 투입되는 것을 막을 수 있는 정렬장치
- 조각과일의 공급 간격을 조정할 수 있는 장치

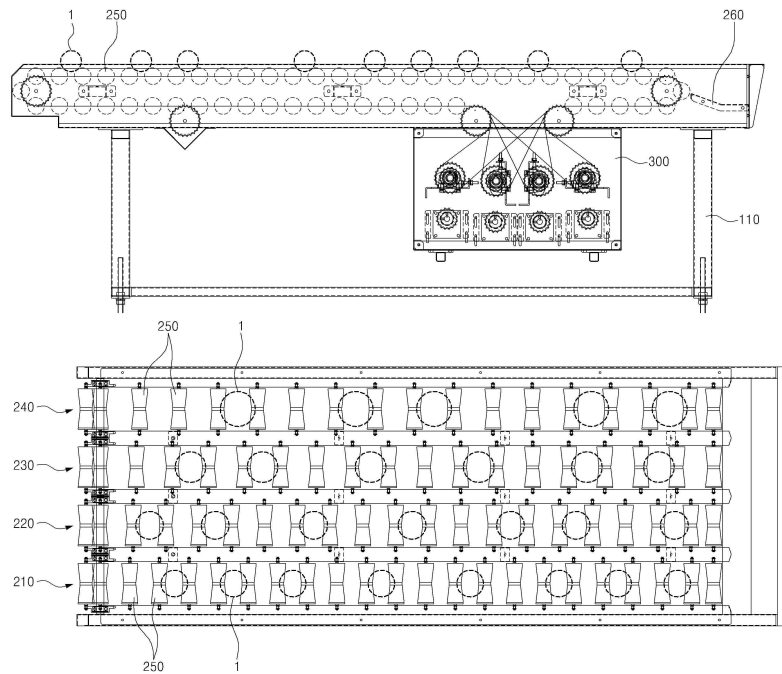


그림 22. 과일 선별장치

○ 자동 계량장치

- 발명목적

쌀, 콩 등의 곡물이나 가축사료, 화학비료 등 입자 모양의 재료를 계량장치에서 미리 정해진 양으로 계량하여 포장용기에 투입하는 포장기계를 고안하였다.

- 발명의 구체적 내용

호퍼식 계량장치를 사용할 때 실린더로 배출 게이트를 개방하여 내용물을 낙하하는데, 중량이 다른 내용물을 계량하고 배출할 경우 실린더의 스트로크를 재설정해야 하고 미세 계량의 어려움을 해결하기 위하여 투입 호퍼의 내측에 결합된 한 쌍의 개폐 게이트를 미세하게 조절할 수 있도록 서보모터의 회전 각도를 제어함으로써 실린더의 작동에 따라 소정의 각도로 개폐하는 게이트 각도를 제어하는 자동 계량장치를 고안하였다.

- 설계 시 참고 및 고려 사항

- 내용물을 일정하게 계량하여 배출하기 위해 서보모터의 회전 각도를 제어함으로써 배출 게이트의 각도 조절
- 한 쌍의 개폐 게이트가 힌지축에 의해 양쪽으로 개방

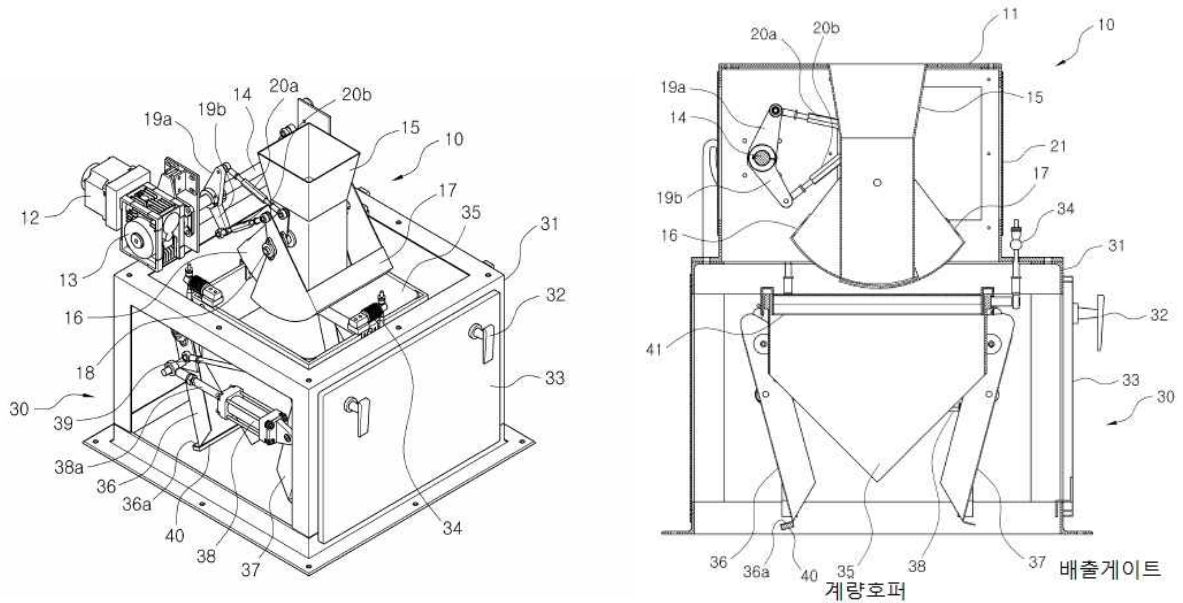


그림 23. 자동 계량장치

○ 혼합, 계량, 배출 일련의 작업가능 계량호퍼

- 발명목적

만두, 라면, 냉면, 떡볶이, 우동면을 생산할 때 제품의 품질을 높이기 위해 밀가루나 쌀가루에 첨가하는 2종 이상의 분말을 밀가루나 쌀가루에 고르게 혼합할 수 있도록 한 계량호퍼에 계량호퍼에서 혼합, 계량, 배출 등의 일련의 작업이 이루어지게 함으로써 무중력믹서와 홀딩호퍼 및 작업발판 등의 중간설비를 생략할 수 있는 계량호퍼 고안하였다.

- 발명의 구체적 내용

계량호퍼는 호퍼본체와 계량용 로드셀, 개폐밸브 등으로 구성되며, 호퍼본체의 무게를 측정하기 위해 외측면을 따라 등간격으로 배치되는 복수개의 계량용 로드셀이 설치. 호퍼본체에 혼합분말이 소정의 무게에 도달하면 계량용 로드셀의 전자적 신호에 의해 혼합분말의 유입이 중단되고 개폐밸브를 개방시켜 배출구로 혼합분말을 배출한다.

- 설계 시 참고 및 고려 사항

- 조각과일의 정확한 공급을 위하여 조각과일의 무게를 계량할 수 있는 호퍼, 방법
- 조각과일의 설정 무게에 의한 공급 중지

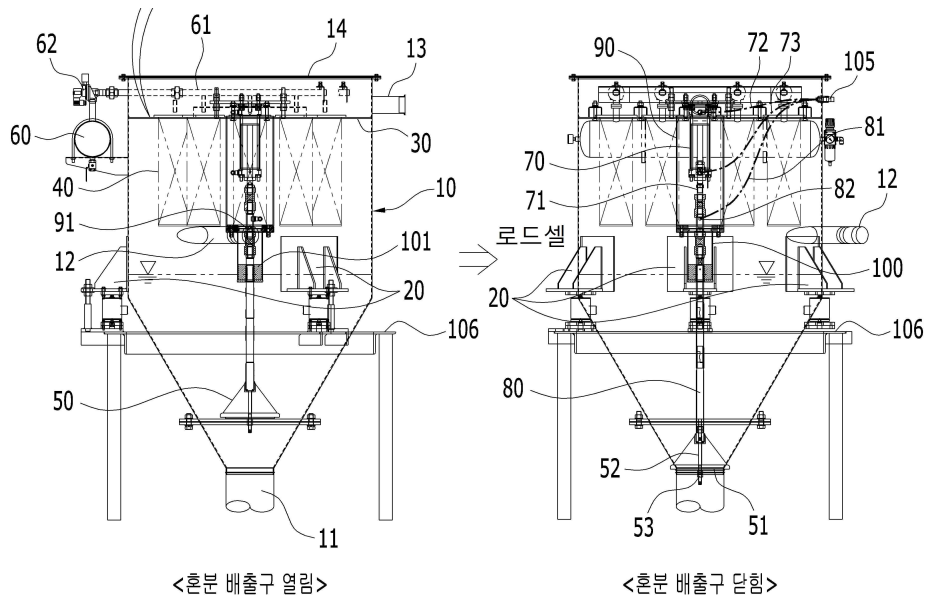


그림 24. 무게 계량호퍼

3-2. 장치 설계를 위한 현장 방문 조사

○ 정읍시, 산청시 농업기술센터 농산물가공센터, 선별장 등 현장조사

- 정읍 농산물 종합가공 기술지원센터

연면적 : 643m², 2층

장비 : 61종(습식가공장비 26, 건식가공장비 20, 위생 및 기타 15)

가공 희망 농업인의 공동제조 가공시설 활용한 시제품 생산기회 제공

- 사천시 농산물 종합가공센터

연면적 : 330m²

장비 : 46종(습식가공, 건식가공, 절임가공, 고추가공 등)



<정읍시 농산물종합가공센터>



<포장장비 조사>



<사천시 농산물종합가공센터>



<가공장비 조사>



<무고시설원에 영농조합법인>



<선별장치 조사>

그림 25. 농산물가공 현장조사

3-3. 핵심요소기술 분석 및 각 장치 개념설계

가. 장치 개념설계

- 조각과일을 용기에 투입하는 작업을 자동화하기 위하여 기존에 설치 활용되고 있는 포장기계에 자동으로 투입하기 위해 컨베이어의 길이가 조절되도록 장치를 설계하고 컨베이어의 끝에서 조각과일이 떨어지면서 받는 충격에 의한 손상이 일어나지 않는 최소 높이를 설정하고 을 투입량은 컨베이어의 속도제어에 의한 조각과일 공급량을 조절하는 방식으로 설계하였다.

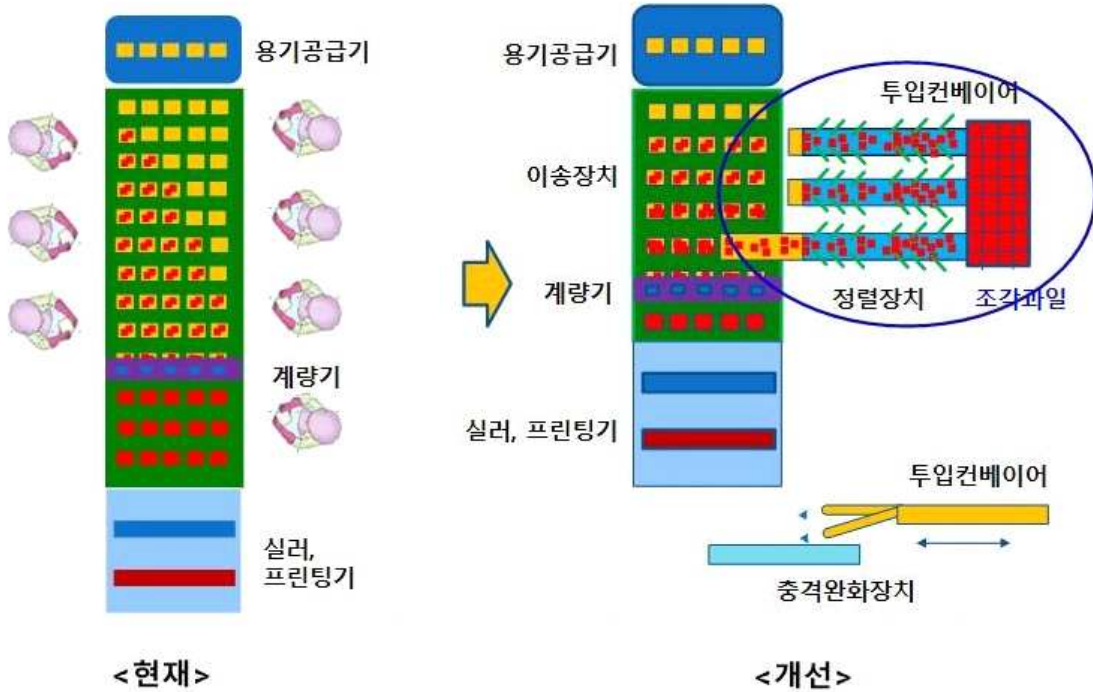


그림 26. 장치 개념 설계

- 조각과일의 투입시 낙차에 의한 손상을 최소화하기 위해 조각과일을 용기에 최대한 근접하여 투입할 수 있도록 컨베이어 롤러를 작게 설계하였다.

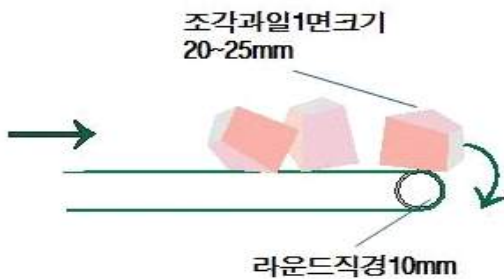


그림 27. 컨베이어 롤러 설계

나. 핵심요소기술 분석

- 조각과일을 자동포장기에 정체 없이 공급할 수 있도록 연속 공급하며, 공급량을 조절할 수 있는 속도 조절 기능이 필요하고, 조각과일을 $\pm 5g$ 이내의 오차로 정확히 용기에 계량 공급할 수 있어야 하며, 무게 조절이 가능하며, 청소가 용이하도록 탈부착이 가능한 구조로 설계하였다.

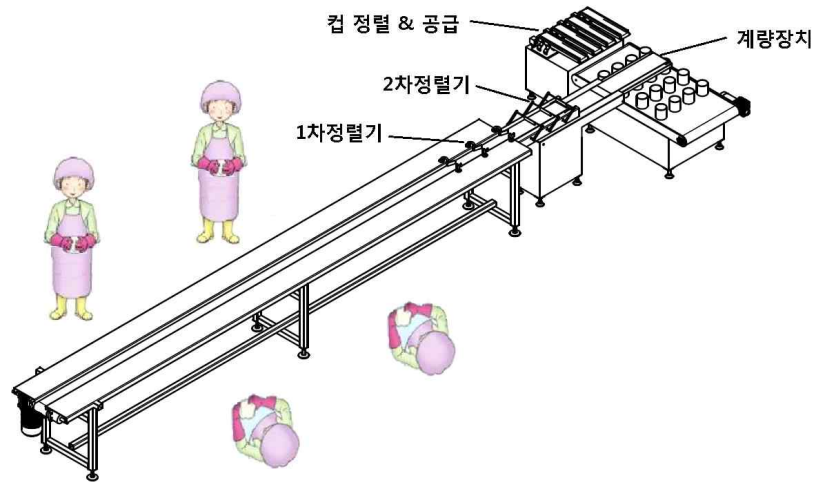


그림 28. 조각과일용 자동 계량 및 투입장치 개념도

다. 조각과일용 자동 계량 및 투입장치 개념 설계

- 조각과일 공급은 벨트 컨베이어 방식이며, 5열 이상의 용기에 정확히 조각과일을 공급하기 위해 컨베이어 길이가 조절되는 리니어 슬라이딩 방식의 벨트 컨베이어
- 컨베이어 길이 조절은 모터 정력회전에 의한 가이드라인이 전후이동하도록 하고, 전후이동 중 장력을 유지하며 안전하게 이송할 수 있도록 텐션이 자동조절기능 필요
- 조각과일의 공급량은 컨베이어의 이송속도에 따라 조절할 수 있도록 하고 조각과일이 용기 위치에 정확히 낙하할 수 있도록 센서 감지에 의한 정확한 거리 이송 정지와 조각과일 유무에 따라 전·후진 움직임 필요
- 투입이 끝 난 후에는 이송라인이 초기상태의 이송라인으로 돌아오면서 조각과일을 낙하시키지 않도록 벨트가 정지 후 과일 낙하방지를 위한 장치 필요
- 센서와 동작명령에 의한 자동 동작과 필요에 따라 조정이 가능하도록 수동조작 기능 필요
- 컨베이어 벨트 교체시 텐션의 장력만 조절하면 손쉽게 분해가 가능하며 방수가 되도록 고안

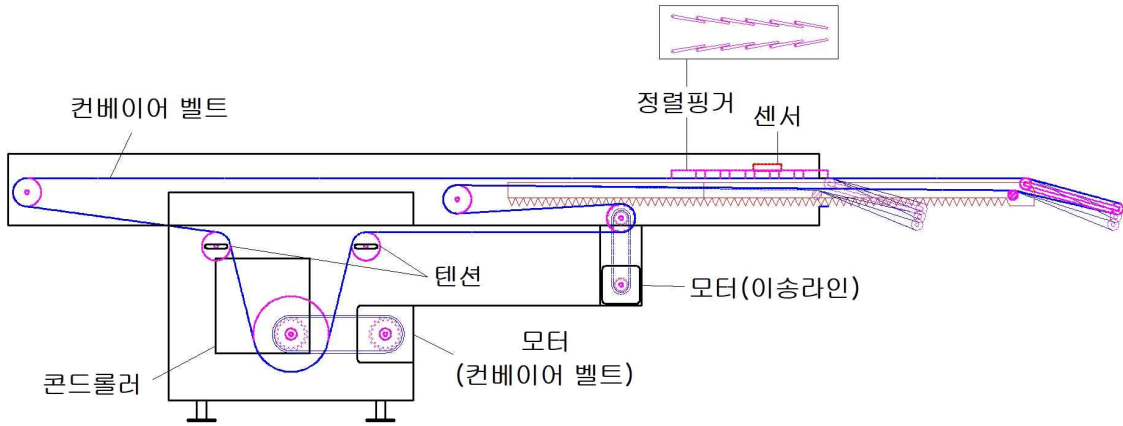


그림 29. 조각과일 투입장치 개념도

3-4. 과일 이송, 공급 장치 시작기 제작

가. 벨트 컨베이어 전후진 이동식 조각과일 공급 장치 설계·제작

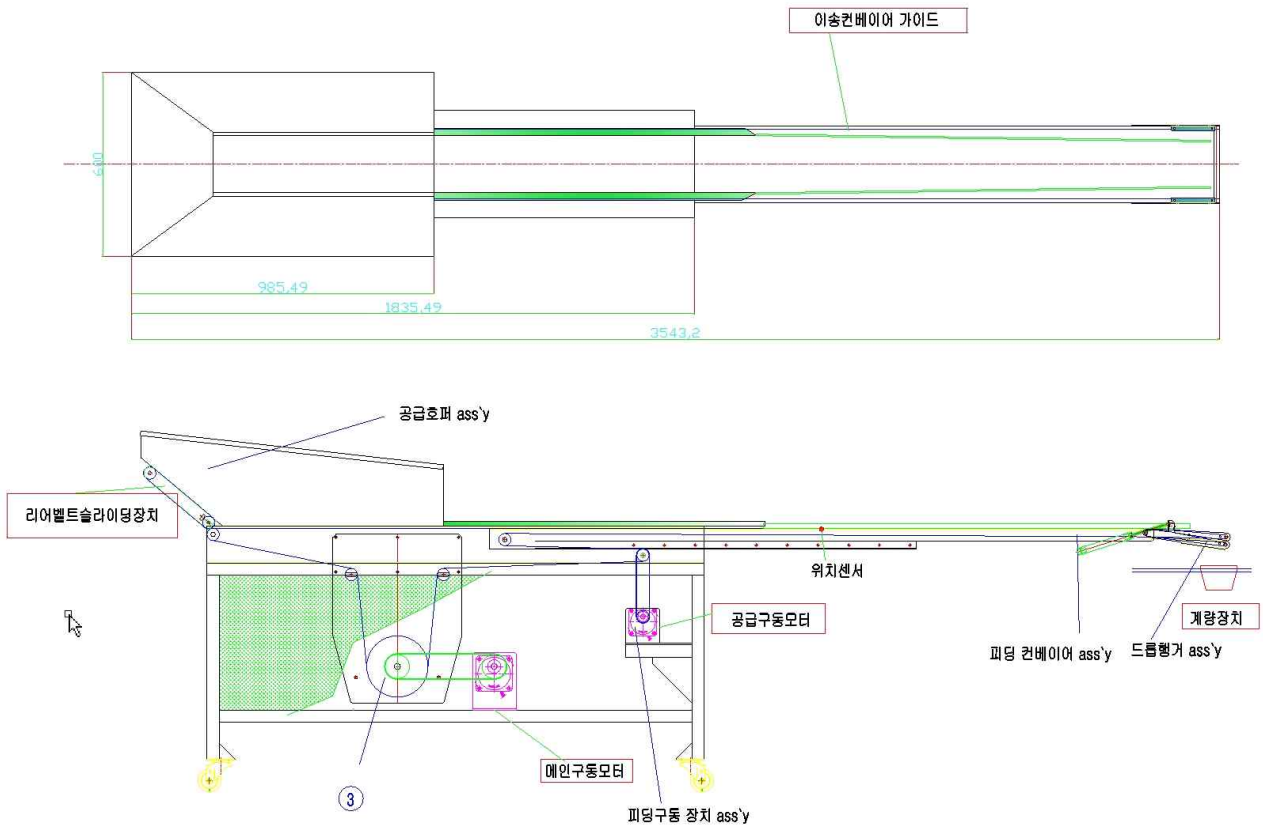


그림 30. 프로토타입 조각과일 공급장치 1차 시작기

조각과일 이송장치의 기본 이송방식은 컨베이어 벨트를 이용하여 조각과일을 낙하시켜 투입하는 방법으로 입력으로 공급호퍼에 조각과일을 공급하고 호퍼의 스크류로 일정량 만큼 조각과일을 투입. 컨베이어 벨트는 구동모터의 동력을 이용하여 조각과일을 킥실러에 이송 및 낙하투입되고 투입이 완료된 후 피딩구동 모터가 작동하여 슬라이딩 장치에 의해 다음위치로 컨베이어 벨트 길이가 변하며, 총 5회 투입한 후 초기 위치로 복귀하도록 하였다.

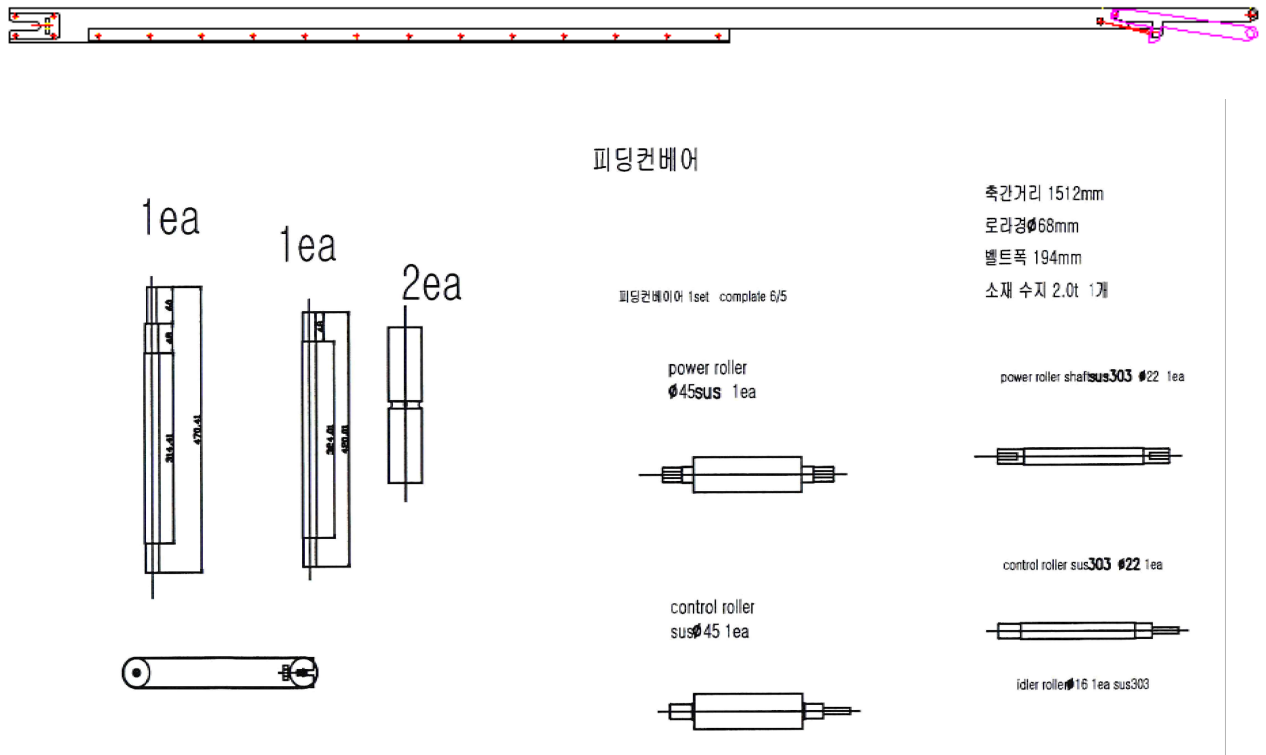


그림 31. 컨베이어 벨트 프레임, 롤러 및 LM가이드

컨베이어 벨트를 이용하여 이송할 프레임과 LM가이드는 각 위치마다 과일을 투입하기 용이하도록 설치하고 낙하지점에는 각도를 조절할 수 있도록 하여 조각과일의 낙하 포물선 조절 및 충격량 완화를 위해 각도 조절장치 설치하였다.

벨트컨베이어는 구동 시 벨트에 가해지는 인장력을 조절하도록 하여 벨트의 슬립을 방지하고 벨트가 안정적으로 구동될 수 있도록 벨트로 전달되는 구동력이 동일한 속도로 회전하는 구동롤러에 의해 일정하게 유지되며 그에 따라 벨트가 안정적으로 구동되도록 하였다.

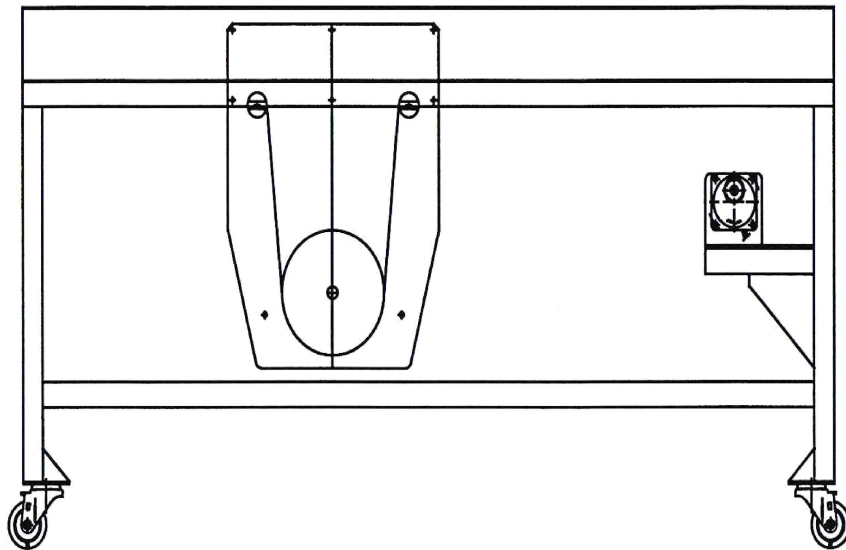
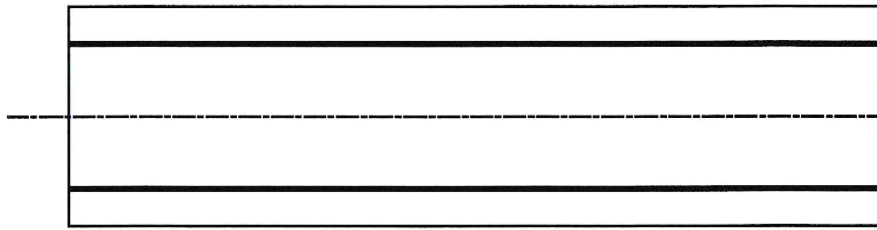
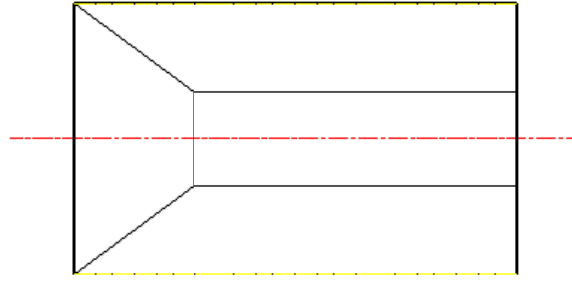


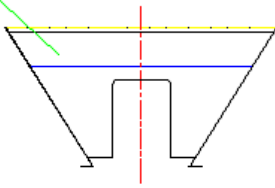
그림 32. 구동모터 및 피딩 구동모터

컨베이어 벨트는 구동모터의 동력을 구동롤러로 전달하여 조각과일을 이송시킨다. 컨베이어 벨트 장력은 구동롤러 상단에 있는 텐션롤러를 이용하여 장력을 조절하며 피딩 구동모터는 컨베이어 벨트의 길이를 조절하였다.

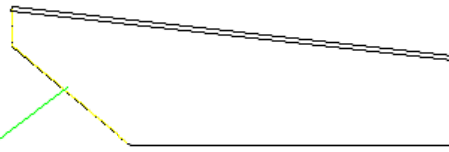
공급호퍼
sus 1.5t 폴리싱



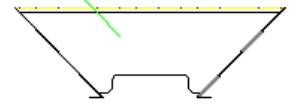
1 뒷판
sus 1.5t 폴리싱 1ea



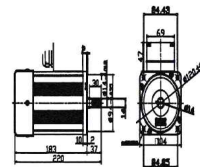
2 사이드 판
sus 1.5t 폴리싱 2ea



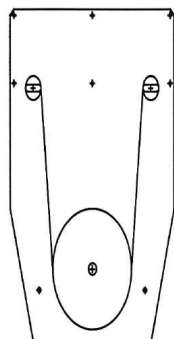
3 앞판
sus 1.5t 폴리싱 1ea



2 모터
DC 400w



1 구동롤러 사이드플레이트
sus 6.0t 1b 2ea



3 모터b/k
sus 5.0t 1b
1ea

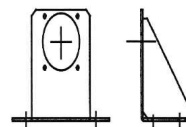


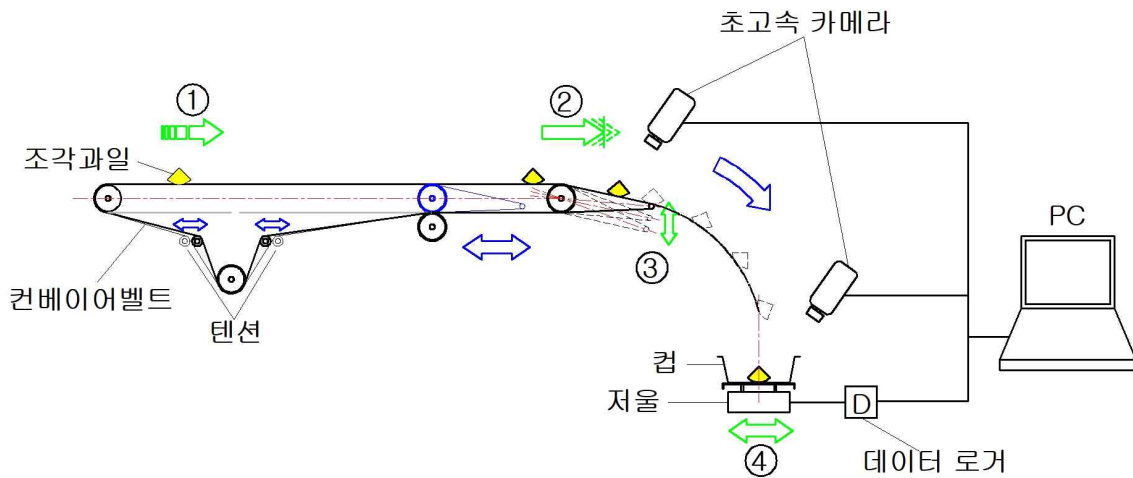
그림 33. 공급호퍼와 구동모터

공급호퍼는 조각과일을 저장하고 일정량씩 컨베이어에 배출하는 장치로 옆면은 경사를 주어 조각과일이 쉽게 공급되도록 하였으며 후면은, 롤러를 설치하여 일정 속도에 의해 일정량의 조각과일을 공급하도록 하고 호퍼 내부는 조각과일의 점성으로 인해 조각과일이 벽면에 붙지 않도록 코팅을 하였다.

3-5. 과일 낙차에 의한 물리적 충격 현상 분석

가. 실험장치 설계 제작

- 컨트롤러를 통해 조각과일이 이송속도를 조절할 수 있으며 이송 후 벨트 이송정지 및 가이드라인 복귀 과정 중 관성에 의한 조각과일 미끄러짐과 컨베이어벨트 끝 지점의 각도 및 낙차에 따른 조각과일의 낙하 포물선을 초고속 카메라 촬영 분석하고 이송속도 및 컨베이어벨트 끝 지점의 각도에 따른 조각과일의 충격량을 로드셀을 이용하여 측정하였다.



- ① : 조각과일 이송 속도 조절, ② : 급정지에 의한 조각과일의 미끄러진 거리 측정
- ③ : 컨베이어벨트 끝 지점의 각도 조절, ④ : 조각과일의 낙차지점 측정

그림 34. 낙차에 의한 물리적 충격 현상 분석 실험 개략도

나. 스트레인 게이지를 이용한 이송장치의 조각과일 낙하 충격량 1차 실험

○ 실험방법

이송장치의 낙하 충격량 실험을 하기위한 실험장소는 한국농수산대학교에서 진행하였다. 실험 재료는 일반 매장에서 판매하는 사과를 사용하였고 16등분 조각내어 각 실험마다 사과조각 5개씩을 사용하였다. 조각과일의 평균 무게는 $17.7g \pm 0.98g$ 로 측정되었으며 실험장치는 조각과일 낙하실험 장치를 설계 및 제작하여 실험하였다. 실험장치구성은 컨베이어 벨트를 이용하여 조각과일을 이송하는 방식으로 경로의 마지막지점에는 컵에 조각과일을 낙하시켜 공급하는 방법을 사용하고 있다. 이송속도는 컨트롤로 박스에 있는 인버터를 이용하여 속도를 조절한다. 충격량을 측정하기 위해 전자저울(AND, HC-6KW, Japan)을 사용하였다.

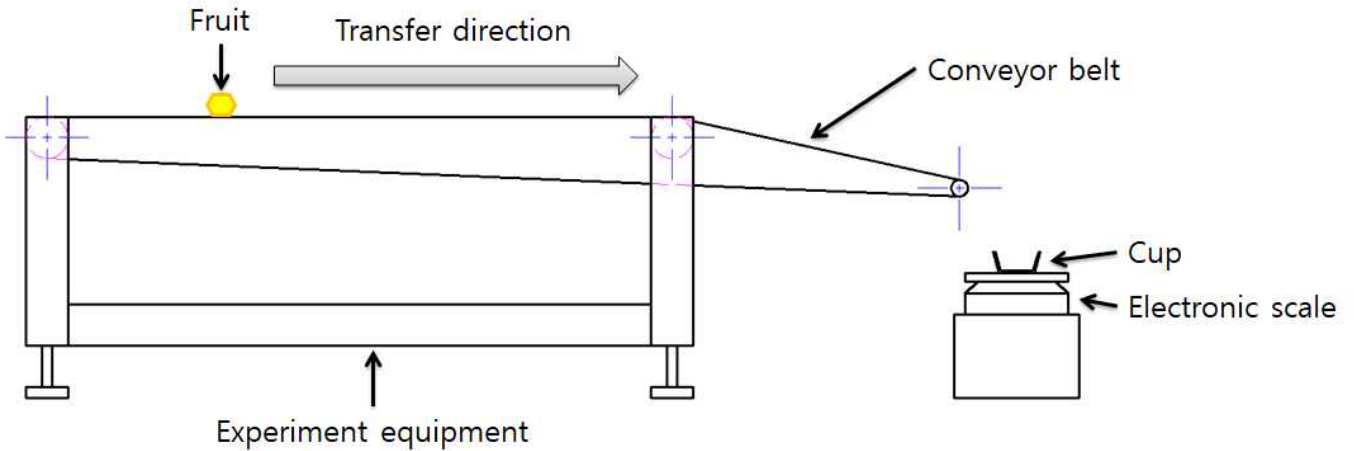


그림 35. 조각과일 낙하실험 장치

조각과일 이송장치의 이송속도 및 낙하높이에 따른 순간 충격량을 분석하기 위해 컨베이어 이송장치의 낙하지점에 사각 플라스틱 컵을 둔 전자저울 설치하였다. 조각과일이 컵실러 안으로 낙하할 수 있도록 위치를 설정하였으며 전자저울은 RS232C 통신을 통해 노트북에 연결하여 실시간으로 초당 10회씩 측정하도록 하였다. 이송속도는 인디케이터를 이용하여 20Hz, 40Hz, 60Hz로 설정하여 각각 0.09m/s, 0.21m/s, 0.33m/s으로 실험하였다. 실험당시 낙하 높이(컨베이어 벨트 윗면에서 컵실러 상단 윗면까지 거리) 15cm, 20cm, 25cm로 실험을 진행하였다.

○ 실험결과

조각과일 낙하실험결과 투입높이 20cm일 때 이송 컨베이어의 속도 0.09m/s, 0.21m/s, 0.33m/s에 따른 평균 충격량은 31.0g, 31.0g, 30.0g으로 나타나 속도차이에 따른 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 높이 15cm, 20cm, 25cm에 대한 평균 충격량은 27.3g, 31.3g, 33.0g으로 나타나 평균 충격량 차이가 6g 차이가 있었다. 조각과일 투입성공률은 속도일 때 0.33m/s, 높이 20cm에서 1회, 25cm에서 2회가 투하되는 높이와 속도에 의해 컵실러에 낙하 후 밖으로 튕겨나가는 경우가 발생하였고 그 외에는 정확하게 컵실러에 담겼다. 이는 높이가 높을수록 충격량이 크고 속도가 빠를수록 정확한 투하가 어려울 것으로 판단된다. 추후 작업 최고속도는 낮추고 낙차높이를 낮추어 실험을 하여도 될 것으로 보이며 구조물을 추가한 충격량 완화 실험이 필요할 것으로 사료되었다.

표 2 낙하높이 및 이송속도에 따른 조각과일 충격량

Height	Feeding speed	0.09m/s	0.21m/s	0.33m/s
	15cm		28g	28g
20cm		31g	32g	31g
25cm		33g	32g	34g

표 3 낙하높이 및 이송속도에 따른 조각과일 투입 성공률

Feeding speed \ Height	0.09m/s	0.21m/s	0.33m/s
15cm	0	0	0
20cm	0	0	1
25cm	0	0	2

다. 스트레인 게이지를 이용한 이송장치의 조각과일 낙하 충격량 2차 실험

○ 실험방법

실험장소는 (주)이엔푸드(경기도 화성시)의 작업실에서 진행하였으며 프로토타입 조각과일 이송 장치로 실험하였다.

프로토타입 조각과일 이송장치는 다음 그림과 같이 설계가 되었다. 공급호퍼에서 조각과일을 공급하여 구동롤러의 동력에 의해 피딩 컨베이어로 낙하지점까지 이송시켜 투입시킨다. 첫 조각과일을 투입시킨 후 다음위치에서 투입하기 위해 피딩구동 장치로 피딩 컨베이어의 길이를 조절하여 다음위치에서 멈추게 된다. 피딩 컨베이어가 다음 위치로 이동하는 동안 구동롤러는 정지하여 투입위치에 도착 시 다시작동을 실시한다. 컨베이어 끝에는 충격량을 완화시키기 위해 받침을 설치하였다.

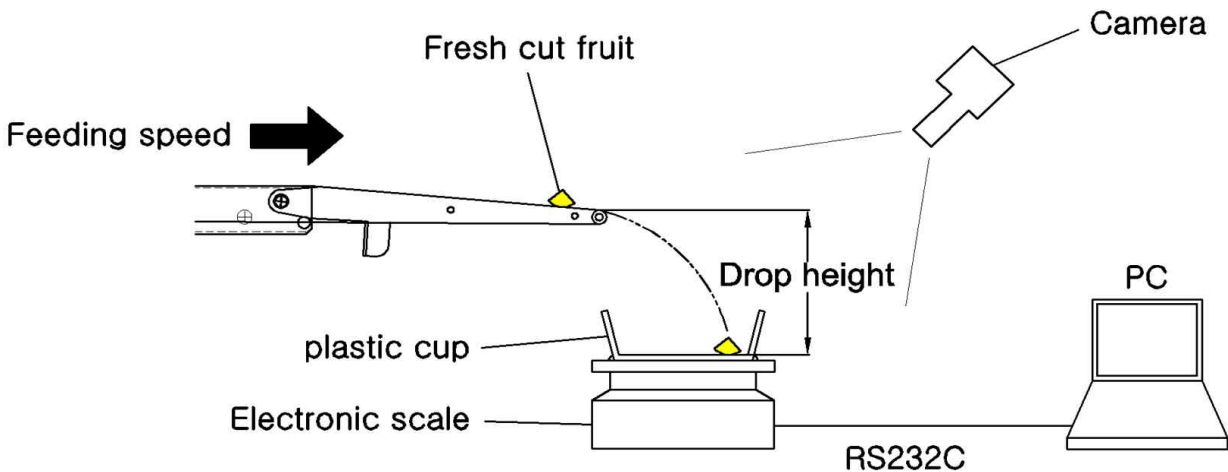


그림 36. 조각과일 이송장치의 낙하 순간 충격량 실험장치 구성도

실험재료는 일반 마트에서 판매하는 사과를 사용하였고 18등분 조각내어 각 실험마다 사과조각 3개씩을 사용하였다. 조각과일의 평균 무게는 $12.7g \pm 1.2g$ 으로 측정되었고 프로토타입 조각과일 이송장치의 낙하지점에는 전자저울(AND, HC-6KW, Japan)을 설치하였고 그 위에 플라스틱 용기를 설치하였다. 또한 조각과일 낙하에 대한 시각적 분석을 위해 고속카메라(Sony, DSC-RX10 IV, Japan) 설치하였다.

조각과일 이송장치의 이송속도 및 낙하높이에 따른 순간 충격량을 분석하기 위해 컨베이어 이송장치의 낙하지점에 사각 플라스틱 컵을 둔 전자저울 설치하였다. 조각과일이 컵실러 안으로 낙하할 수 있도록 위치를 설정하였으며 전자저울은 RS232C 통신을 통해 노트북에 연결하여 실시간으로 초당 10회씩 측정하도록 하였다. 이 조각과일 이송장치는 조각과일의 충격량을 완화시키기 위하여 받침대를 설치하였고 이전 실험을 기반으로 높이 20cm이하로 하며 플라스틱 용기와 최대한 가깝게 설정하였다. 조각과일 이송장치의 이송속도 0.10m/s, 0.18m/s, 0.26m/s로 설정하였고 낙하높이 14cm, 17cm, 20cm(컨베이어 낙하지점 받침 하단지점에서 플라스틱 용기 상단 윗면까지 거리 기준으로 1, 4, 7cm)로 설정하여 각 실험에 따른 순간 충격량을 분석하였다. 또한 조각과일의 낙하를 관찰하고자 카메라를 사용하여 슬로우 모션(960fps)으로 촬영 후 관찰하였다.



그림 37. 조각과일 이송장치의 낙하 충격량 실험

○ 실험결과

조각과일 낙하실험결과 컨베이어 이송속도 0.10m/s, 0.18m/s, 0.26m/s일 때, 높이 14cm의 충격량은 14.7g, 14.7g, 15.0 g으로 나타났고, 높이 17cm의 충격량은 16.0g, 16.7g, 17.3g으로 나타났고, 20cm의 충격량은 17.3g, 17.7g, 18.7g으로 나타났다. 이송속도에 의한 차이는 최대 1.3g로 나타났으며 높이에 의한 차이는 최대 3.7g로 나타나 이송속도 변화에 따른 충격량보다 낙하높이에 따른

충격량이 큰 것으로 나타났다. 본 연구에서는 낙하에 의한 물리적 충격량을 분석하여 적합한 낙하높이 17cm 이내, 이송속도는 0.26m/s에서 작동하는 것이 적합할 것으로 사료되었다. 또한 낙하지점에 받침이 있어 이전 실험에 비해 충격량이 완화되었다는 것을 확인할 수 있었다.



0.1m/s



0.18m/s



0.26m/s

그림 38. 고속카메라를 이용한 조각과일 낙하 영상

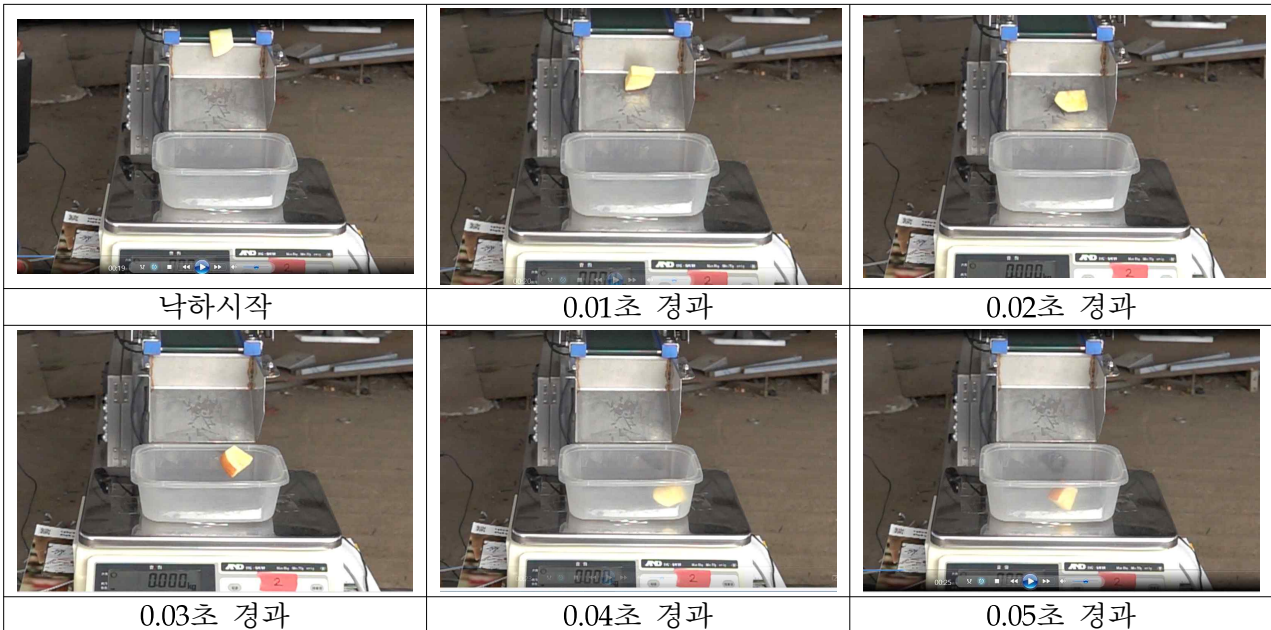


그림 39. 컨베이어 속도 0.10m/s일 때 조각과일 낙하

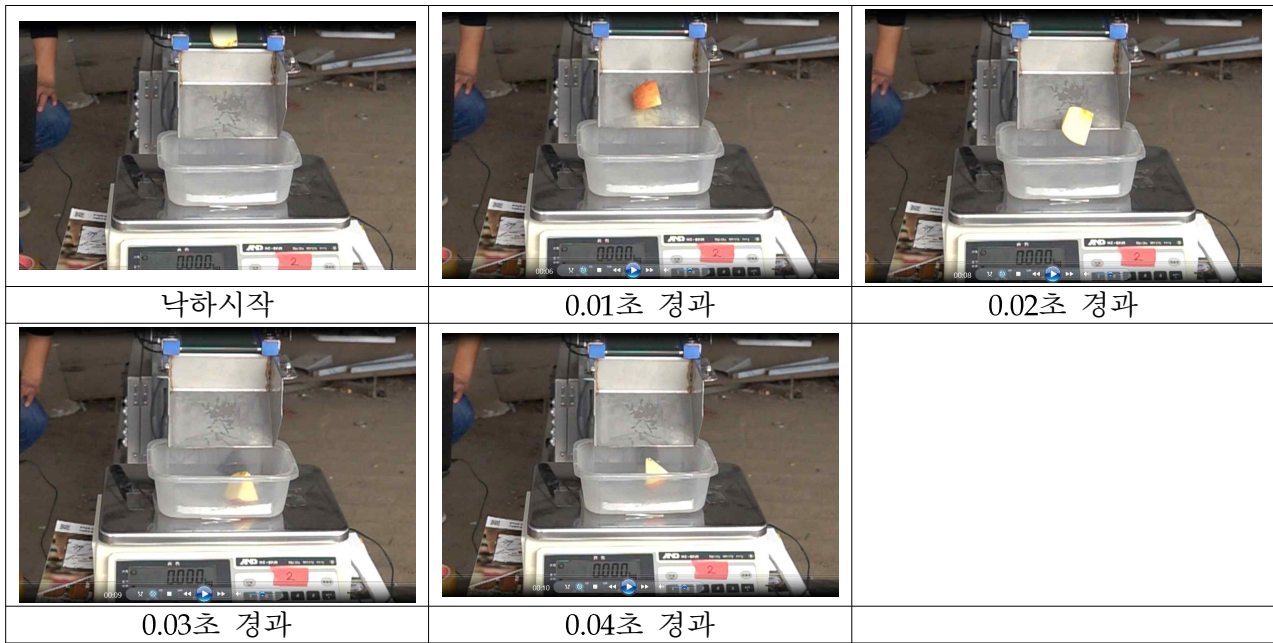


그림 40. 컨베이어 속도 0.18m/s일 때 조각과일 낙하

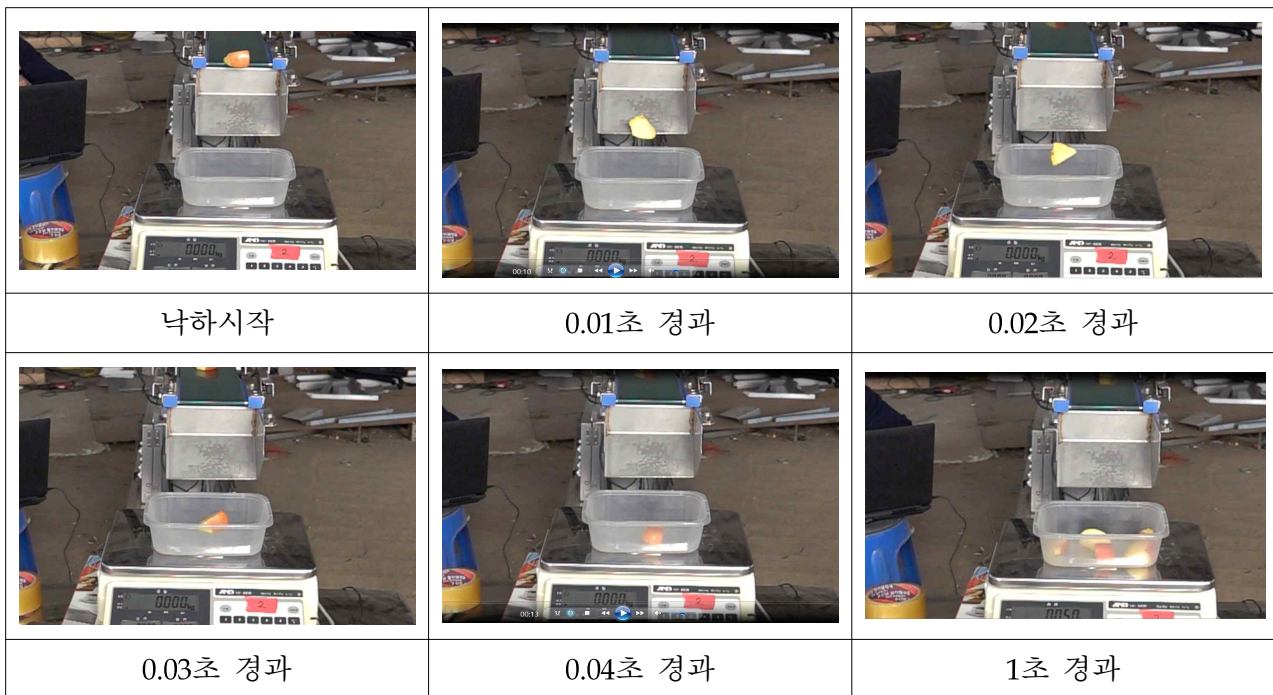


그림 41. 컨베이어 속도 0.26m/s일 때 조각과일 낙하

표 4 낙하높이 및 이송속도에 따른 조각과일 충격량

Feeding speed Height	0.10m/s	0.18m/s	0.26m/s
14cm	14.7 g	14.7 g	15.0 g
17cm	16.0 g	16.7 g	17.3 g
20cm	17.3 g	17.7 g	18.7 g

3-6. 벨트 컨베이어 전후진 이동식 조각과일 공급 장치 보완 제작

가. 1차 시작기 보완

(1) 1차 시작기의 문제점

- ① 호퍼내 리어슬라이딩 벨트 이송시 과다 이송되어 조각과일 간 충돌발생으로 크랙 및 스크래치 발생
- ② 드롭행거 장치와 계량장치 작동시 조각과일간 충돌 발생
- ③ 호퍼 앞쪽 판넬 직각부에서 조각과일토출시 간섭으로 파손현상 발생
- ④ 계량장치 호환이 어려워 별도 계량장치 필요
- ⑤ 공급구동 모터 작동을 위한 위치 제어를 센서로 감지하는 방식으로 전, 후진시 위치 오차발생
- ⑥ 공급장치 이송컨베이어 가이드 마찰로 조각과일 뭉치거나 정렬이 안 되어 정량투입 어려움

(2) 시작기 보완 내용

- ① 호퍼내 리어슬라이딩 벨트 이송시 과다 이송되어 조각과일 간 충돌발생으로 크랙 및 스크래치 발생 → 바이브레이터 부착
- ② 드롭행거 장치와 계량장치 작동시 조각과일간 충돌 발생 → 별도계량장치 부착
- ③ 호퍼 앞쪽 판넬 직각부에서 조각과일토출시 간섭으로 파손현상 발생 → 프론트판넬 경사로개선
- ④ 공급구동 모터 작동을 위한 위치 제어를 센서로 감지하는 방식으로 전, 후진시 위치 오차발생 → 서보모터 위치제어로 개선

(3) 보완 시작기

- 형식 : 피딩 멀티 컨베이어 시스템
- 크기 : 3,546×600×1,178mm
- 컨베이어 구동모터 : DC 400W
- 제어 : PLC 제어
- 컨베이어 속도 조절 : 인버터

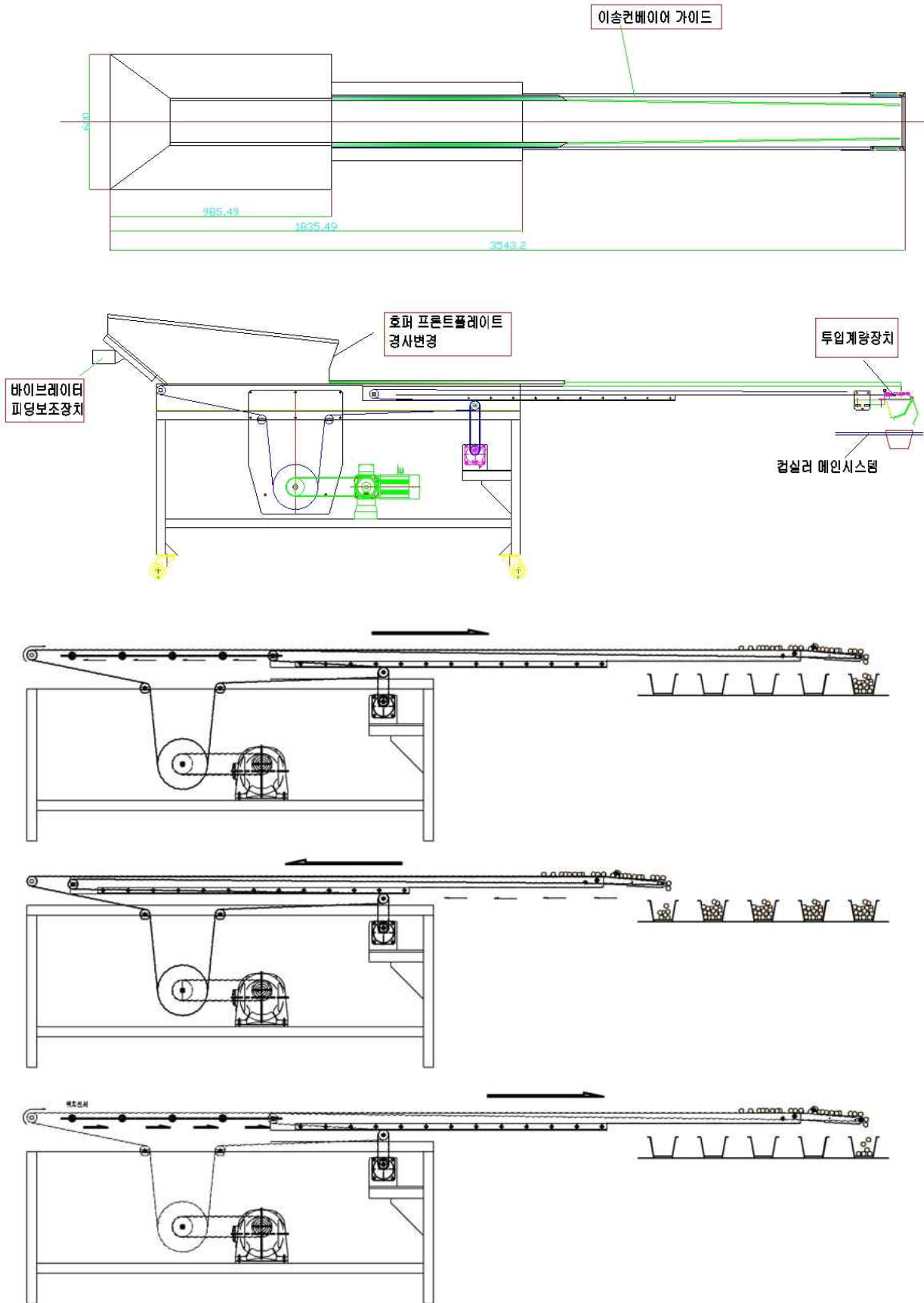


그림 42. 조각과일 공급 장치 보완 시작기

나. 1차 시작기 하드웨어 구성

(1) 구성 장치, 부품 선정

(가) 컨베이어 구동모터

○소형 리버시블 DC 모터 : 순간적으로 회전방향을 전환할 수 있는 30분 정격 모터로 속도, 토크 및 전압 등의 기본특성은 인덕션 모터와 동일하며, 짧은 시간 내 빈번한 회전방향 전환을 위해 간이 브레이크가 작동된다. 리버시블 모터는 짧은 시간 동안에 정역운전이 가능하도록 설계되어 있으므로 입력손실이 큼니다. 따라서 리버시블 모터의 온도가 일반 인덕션 모터보다 높아지게 되고 정격 운전시간은 30분으로 한정되는 단점이 있다. 리버시블 모터를 단시간 간헐운전으로 사용하는 경우 모터 기동시 및 역전시에 큰 전류가 흘러 발열이 크고 소형 경량으로 지속적인 정력회전과 중부하 이상에 요구되는 장치에는 부적합하다.

○DC 400W 모터 : 월드 전압이 90V, 아마츄어 전압이 180V이고 0.5마력의 용량으로 중부하용으로 적합하며, 속도조절이 쉽고 간단한 회로 결선으로 정역회전을 만들기 쉬워 컨베이어의 구동장치로 적합한 것으로 판단된다.



중부하용 DC 모터

소형 리버시블 DC 기어드모터

그림 43. 모터의 선정

(나) 제어장치

○PLC (Programmable Logic Controller)

PLC는 식료산업 분야의 생산 자동화 라인, 자동차 산업, 제철, 제강 등 전기 및 자동화 설비에 사용되는 범용 컨트롤러이다. PLC는 프로그램이 가능한 컨트롤러로, 기존에 사용하던 제어반 내 릴레이, 타이머, 카운터 등의 기능을 반도체 소자로 대체하고 시퀀스 제어와 연산 제어가 가능한 제어장치이다. PLC는 LS산전, 삼성, 미쓰비시, 지멘스, 사이몬, OMRON 등 국내·외 많은 기업에서 생산하고 있다. PLC는 공장자동화 등 산업용으로 설계되어 열악한 환경하에서도 안정성이 뛰어나며, 데이터 처리가 빠르고, 유지관리가 용이하고 PWM제어 출력 제공으로 인버터, 서보 드라이버에 의한 모터 속도제어가 용이하므로 조각과일의 제어장치로 적합한 것으로 판단된다.



그림 44. PLC

○인버터

전압이나 PWM제어에 의한 모터 속도조절 방식은 속도제어가 쉽고, 효율적이지만 부하가 경미하면 속도는 높아지고, 부하가 많이 걸리면 속도가 떨어지는 등 효율이 감소하기 때문에 간편한 가변속 모터 제어 기능을 주파수를 변화시켜 모터의 회전수를 제어해주는 장치로 인버터를 채용하면 모터의 최초 기동시 직입방식보다 적은 기동전류가 발생해 모터를 과부하로부터 보호하므로 적합한 것으로 판단된다.

3-7. 과일 자동계량 및 투입장치 제작

가. 조각과일 계량장치 설계

○ 조각과일을 이송하고 투입되는 양을 컨베이어의 속도에 의해 조절하는 방식은 공급량에 편차가 많이 발생하기 때문에 이를 줄이기 위해 조각과일을 계량하여 투입하는 방식으로 변경하였다.

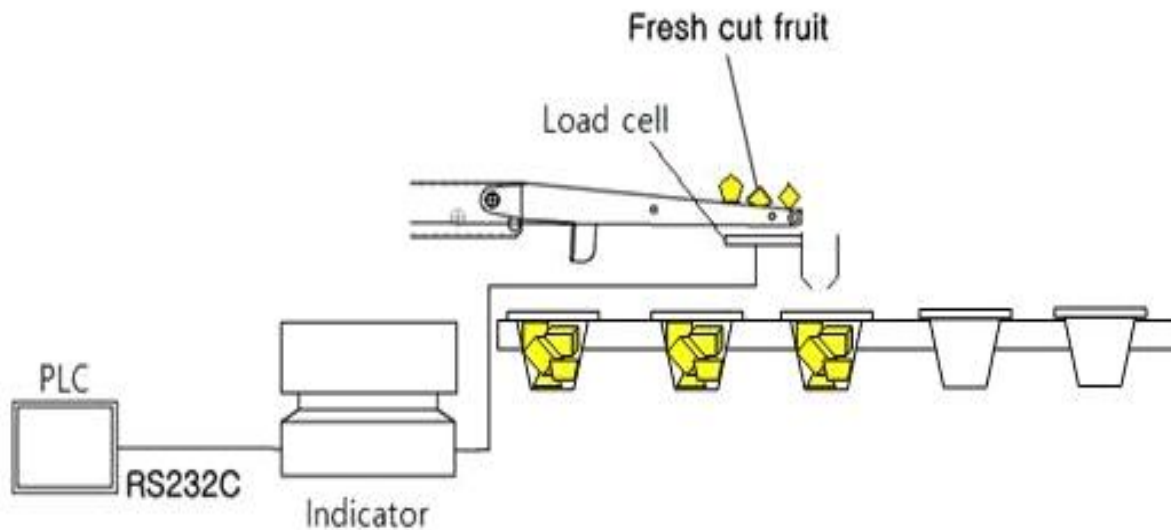


그림 45. 조각과일 이송, 계량, 투입장치 개략도

나. 조각과일 이송장치 이론 분석

벨트 컨베이어의 운반 능력은 운반물의 겉보기 비중에 의한 벨트 폭과 속도에 의해 정의된다. 벨트 폭에 따른 속도의 변화, 속도 변화에 따른 벨트 장력 및 구동 동력, 경사 각도에 따른 벨트 속도, 운반물의 최대크기 및 유동성 조건, 운반물의 적재 단면적을 고려하여 선정함

벨트 컨베이어의 운반 능력은 다음의 식으로부터 알 수 있다.

$$Q = 60 \times A \times V \times \gamma \text{ [ton/hr]} \quad (1)$$

여기에서,

A = 적재단면적 [m²]

γ = 재료의 비중 [ton/m³]

V = 벨트 컨베이어 속도 [m/min]

이므로 조각과일 이송 컨베이어의 운반능력은

$$Q = 60 \times 0.03 \times 20 \times 0.6 = 16.2 \text{ ton/hr 이다.}$$

총 저항력(유효 장력)은 주저항력, 2차 저항력, 특수저항력, 특수 2차 저항력, 경사저항력의 합으로 나타낸다. CEMA 규격의 경우 특별히 주저항력, 2차 저항력 또는 특수 저항력 등의 구분을 하고 있지 않기 때문에 저항력 요소를 타 표준규격과 비교하기 쉽게 유사 항목으로 분류하여 다룬다.

CEMA 규격에 의한 주 저항력 다음 식과 같이 계산할 수 있다.

$$T(1) = [Lh \times Kt \times (Kx + Ky \times Wb + 0.015 \times Wb) + Wm \times (Lh \times Ky)] \quad (2)$$

여기에서,

T(1) = 컨베이어 시스템의 주 저항력 [N]

Lh = 벨트 컨베이어의 수평 길이 [m]

Kt = 주위 온도에 대한 수정 계수

(일반적으로 실내 = 1.0, 실외 = 1.1 적용)

Kx = 아이들러 마찰 저항 계수

Ky = 아이들러 위의 운반물 및 벨트의 굴곡 저항 계수 (0.016 ~ 0.035)

(리턴 측의 굴곡 저항 계수 = 0.015) ; table에 의해 결정

Wb = 벨트의 단위 길이 당 하중 [kg/m]

Wm = 운반물의 단위 길이 당 하중 [kg/m]

2차 저항력은 다음 식과 같이 계산할 수 있다.

$$T(2) = T(A) + T(Sb) + T(P) \quad (3)$$

여기에서,

T(2) = 컨베이어 시스템의 2차 저항력 [N]

T(A) = 운반물의 가속 저항력 [N]

$$= Q \times 1,000 \times (V - V_0) / 3,600 \quad (3a)$$

여기에서,

Q = 컨베이어 운반량 [ton/hr]

V = 벨트 컨베이어 설계 속도 [m/s]

V₀ = 컨베이어 초기 속도 [m/s] ; 일반적으로 zero(0)임

T(S) = 운반물과 가이드와의 마찰 저항력 [N]

$$= L_s \times (\mu_s \times H_s^2 + 6) \times g \quad (3b)$$

여기에서,

L_s = 가이드 길이 [m]

μ_s = 가이드와 운반물의 마찰계수 (coal = 0.0754)

H_s = 가이드와 운반물과의 접촉 깊이 [m] = 벨트 폭의 10% 적용

T(P) = 회전하는 풀리에 대한 벨트의 저항력+ 풀리 축에서의 회전 저항력 [N]

벨트 클리너(belt cleaner), 스크래퍼 등 장치가 없기 때문에 특수저항력과 컨베이어가 수평이므로 경사저항력은 무시할 수 있다.

컨베이어 시스템이 구동하기 위해 필요한 총 저항력(유효 장력) T는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$T = T(1) + T(2) + T(3) \text{ [N]} \quad (4)$$

계산결과, 주 저항력 T(1) = 14 N, 2차 저항력 T(2) = 19.1 N, 특수저항력 T(3) = 44.3 N 이므로 총 저항력(유효 장력) T = 77.4 N

벨트 컨베이어 시스템의 소요 동력은 컨베이어 시스템이 구동하기 위해 필요한 총 저항력(유효 장력) T와 벨트 설계속도(V [m/s])의 관계로써 컨베이어 시스템의 소요 동력을 계산할 수 있다.

$$P = T \times V / \eta \text{ [kW]} \quad (5)$$

여기에서,

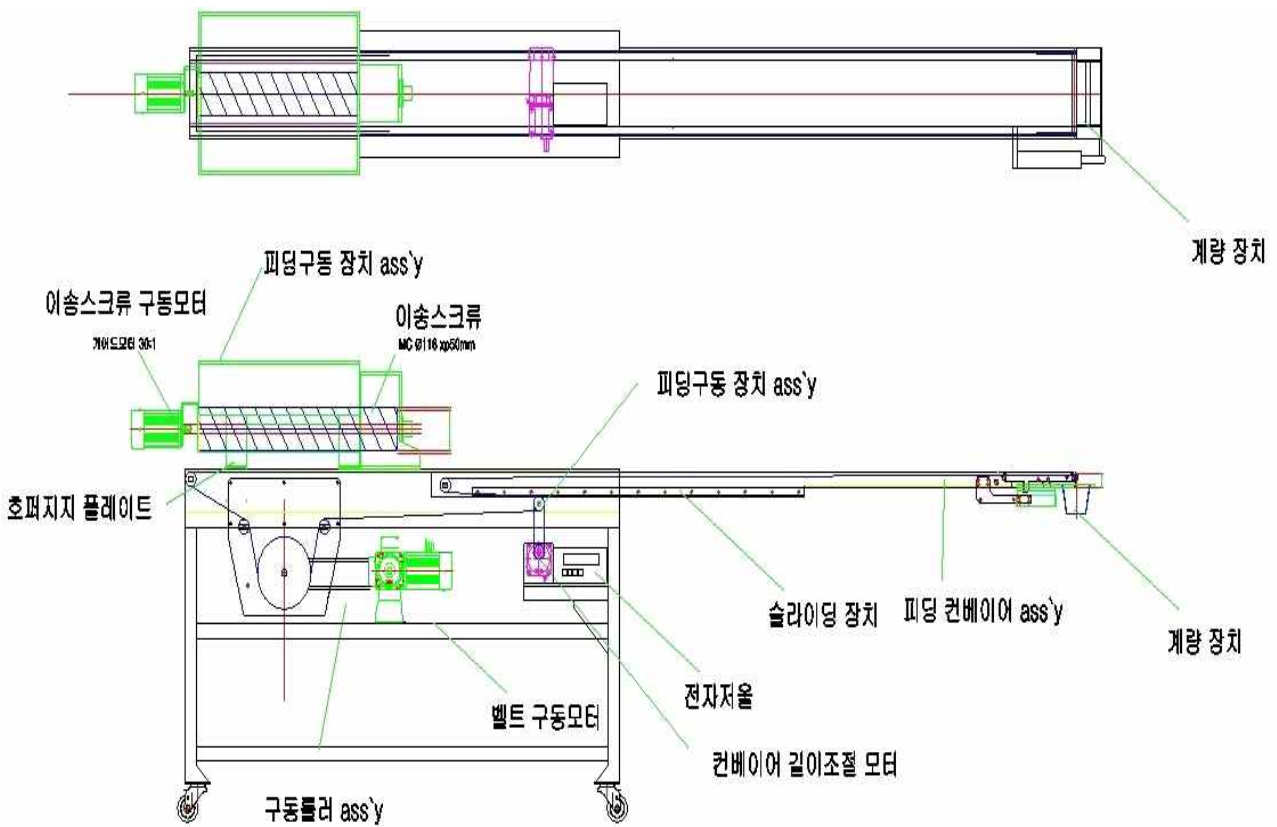
η = 전동 장치의 기계 효율 0.98

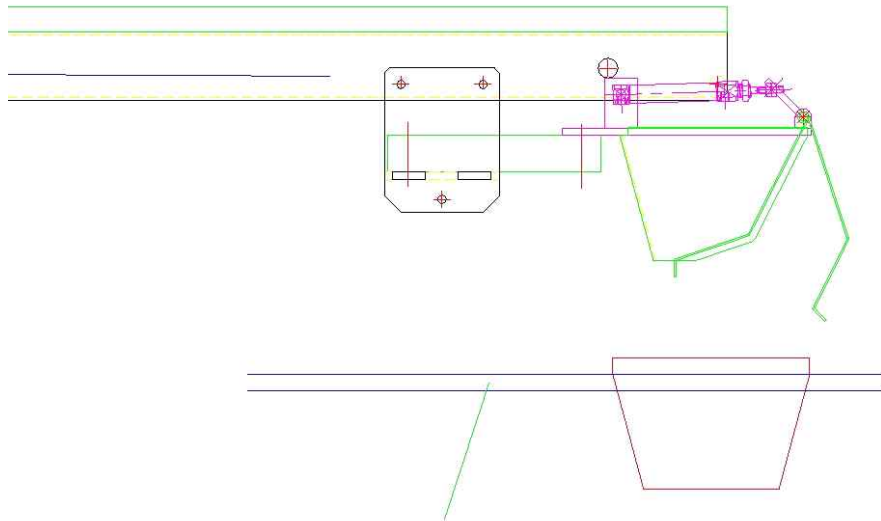
벨트 컨베이어 시스템의 소요 동력은

$$P = 77.4 \times 1 / 0.98 \text{ [kW]} = 79 \text{ W 이다.}$$

다. 과일 이송, 계량, 투입장치 설계

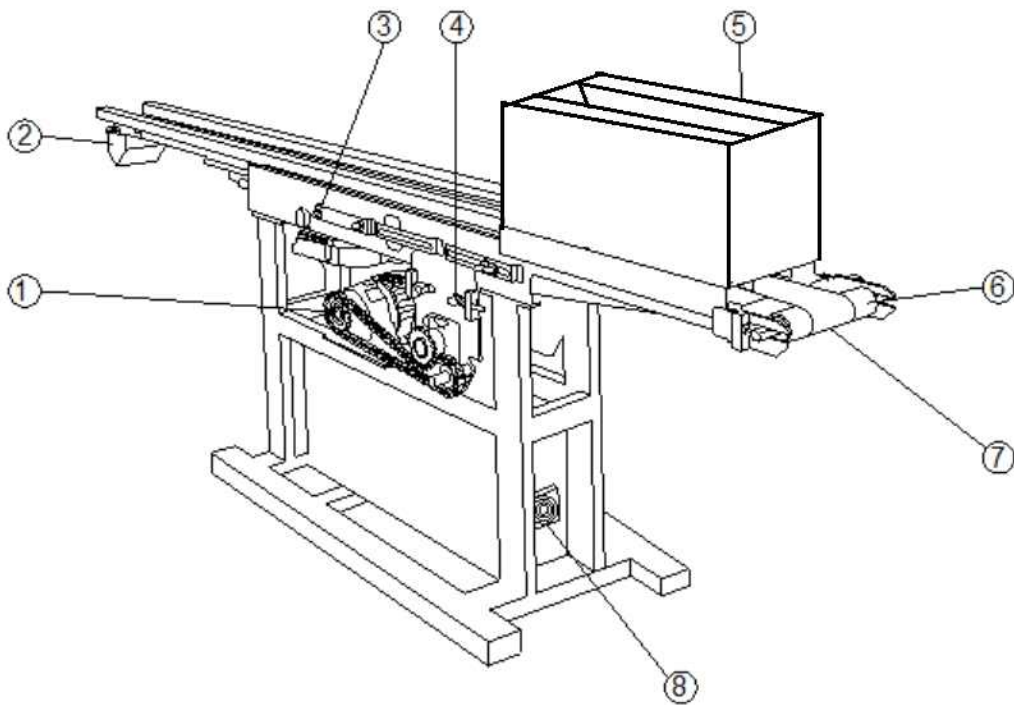
- 호퍼 내 조각과일의 배출장치는 습기가 있는 재료의 운반에 적합하고 구조가 간단하고 분해조립이 쉬워 청소하기 쉬우면서 스크류의 회전속도를 변화시켜 과일 배출량을 조절할 수 있는 스크류 컨베이어식으로 설계 변경하였다.
- 작업 후에는 이송장치에 묻은 과즙 및 이물질을 세척할 수 있는 구조로 제작하였으며, 식품용 라인으로 사용되는 PVC벨트를 사용하였고 컨베이어벨트에 Tip-up tail tension을 장착하여 청소 및 교환이 용이하도록 하였다.
- 조각과일 계량을 위해 벨트 컨베이어 끝단에 개구식 호퍼를 설치하고 로드셀에 의해 호퍼에 담기는 조각과일 무게를 측정하고 설정한 무게에 도달할 땐 경우, 호퍼가 열리면서 조각과일이 용기에 낙하되도록 설계하였다.





컵실러 메인시스템

그림 46. 과일 계량, 투입장치 제작 도면



- ① 모터 ② 계량장치 ③ 리더 모터 ④ 텐션 폴리 ⑤ 저장호퍼 ⑥ 텐션 롤러
- ⑦ 컨베이어 벨트 ⑧ 냉각 팬

그림 47. 과일 저장호퍼와 계량 호퍼를 장착한 조각과일 이송, 공급 장치 사시도

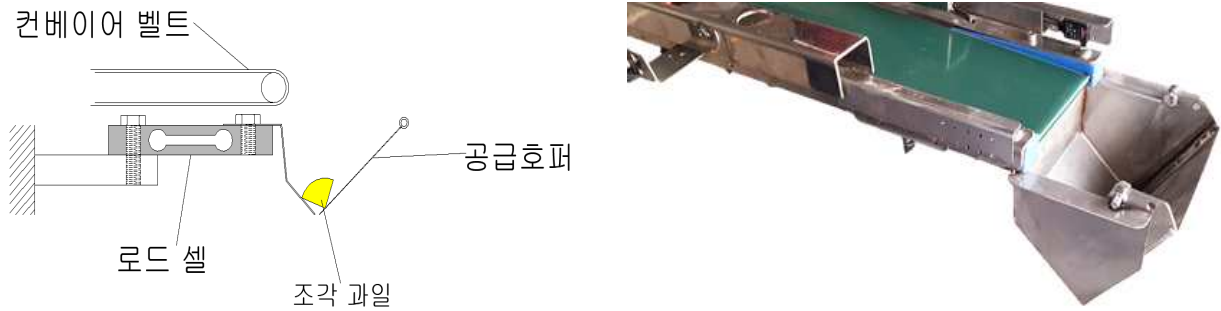


그림 48. 과일 계량 호퍼 구성도 및 사진

라. 시스템 설계

① 시스템 제어 설계

조각과일 이송, 계량, 투입장치 작동은 이송 컨베이어가 조각과일 포장기 첫 번째 용기가 있는 열로 전진하면 공급호퍼와 벨트 이송모터가 동작하여 조각과일을 계량호퍼로 공급한다. 조각과일의 무게가 설정한 무게 보다 크면 공급호퍼와 컨베이어 벨트가 정지하며 공급이 중단되고 개량호퍼가 열리면서 조각과일이 용기에 투입된다. 개량호퍼가 닫히고 컨베이어가 두 번째 열로 전진하면 공급이 중단되고 개량호퍼가 열리면서 조각과일이 용기에 투입된다. 이와 같은 과정이 5열 까지 완료되면 이송 컨베이어가 첫 번째 열로 복귀하도록 설계하였다.

이송 컨베이어의 투입 길이는 5열로 공급되는 포장기의 플라스틱 용기 위치에 맞게 조절되는데, 1열 위치에 정지하고 투입이 끝나면 2열 위치로 이동하고 그 다음 3, 4열 위치로 이동하고 마지막 5열 위치에 공급이 끝나면 1열 위치로 복귀하는 사이클을 이룬다. 계량장치는 로드셀과 인디케이터를 이용하여 조각과일이 설정된 무게만큼 투입이 되면 과일 공급 구동모터는 정지되고 계량장치가 오픈되어 플라스틱 용기에 과일이 공급된다. 컨베이어 작동 모터는 1마력 용량의 기어드 모터로 인버터에 의해 컨베이어 이송 속도를 조절한다.

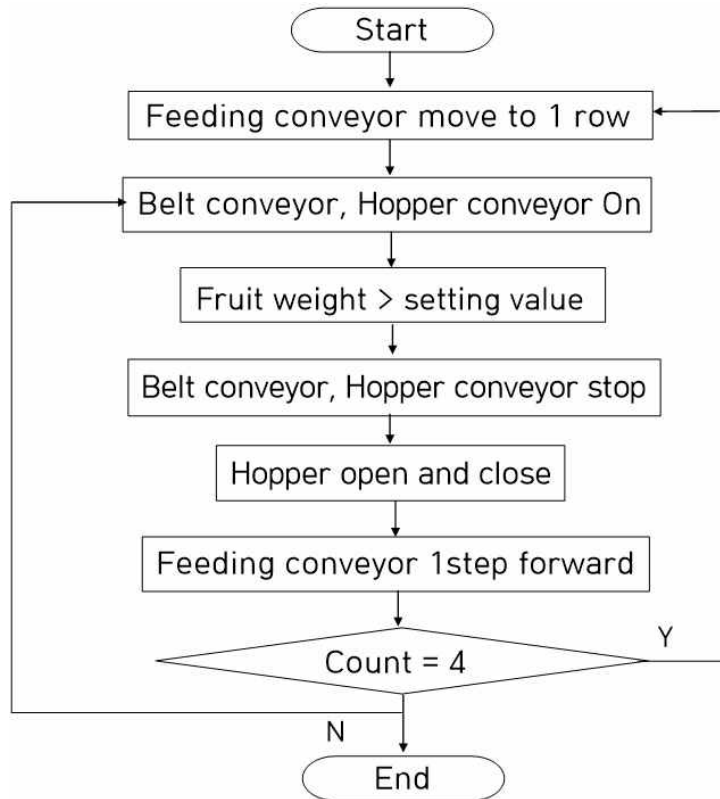


그림 49. 조각과일 이송, 계량, 투입장치 작동 순서도

② 장치 구성 및 작동

조각과일 계량 및 투입 장치는 컨베이어 벨트를 이용하여 조각과일을 이송시켜 투입하도록 구성하였다. 공급호퍼에서 조각과일의 배출은 공급량 조절이 가능하도록 속도조절 모터(기어드모터, DKM)로 구성하였으며, 이송 컨베이어 길이는 각 열에 정확히 위치되어야 하기 때문에 위치제어가 정확한 서보모터로 선정하여 구성하였다. 또한 조각과일을 계량 오차가 적게 공급하기 위해서 계량하여 투입하는 방식을 적용하였으며, 공급되는 조각과일의 무게를 실시간으로 측정하기 위해 컨베이어 끝단에 로드셀을 설치하였다. 로드셀은 한쪽을 장치 본체에 고정을 시키고 반대쪽은 공급 호퍼를 장착하여 조각과일 무게를 자동 측정하도록 하였으며 일정 무게에 도달하면 공급호퍼가 개방되어 조각과일을 낙하 공급시킨다.

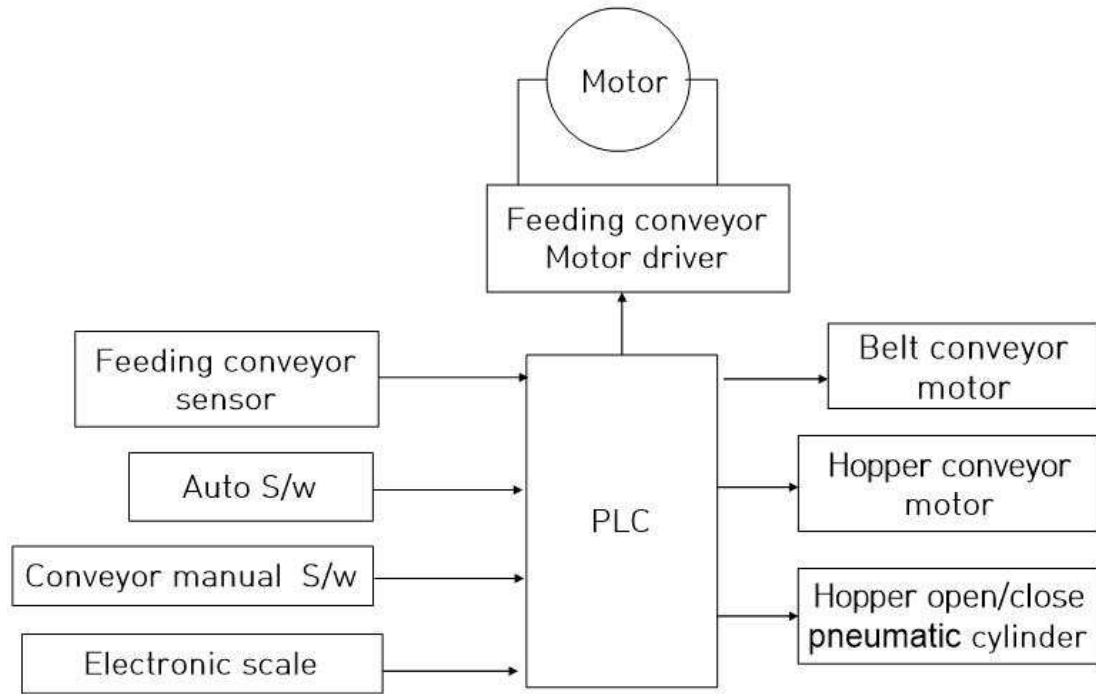


그림 50. 조각과일 계량 및 투입장치 장치 구성

표 5. 조각과일 계량 및 투입 장치 제원

장치 구성 부품	규격	재질	비고
○ 피딩장치	450x1800xH600	sus304	
- feeding power	servo motor hf-kp43b 400w		mitsubishi
- main power	1HP geared motor(20:1) 인버터제어		삼양감속기
- amin roller	Ø180x300	우레탄 코팅	
- feeding belt	white 1.8t	우레탄	
○ 투입장치			
- power	geared motor 90wx20:1		DKM motor
- feeding screw	Ø90x450	sus304	
- hopper	450x500xH300	sus304	
○ 계량장치	indicator control system	20kg	CAS
○ 제어반	PLC control		

3-8. 조각과일 계량, 투입장치 성능실험

가. 낙하 충격량과 투입성공률 분석

① 실험방법

이송장치의 낙하 충격량 실험을 하기위한 실험장소는 한국농수산대학교에서 진행하였다. 조각과일 이송장치의 기본 이송방식은 컨베이어 벨트를 이용하여 조각과일을 낙하시켜 투입하는 방법이다. 인력으로 공급호퍼에 조각과일을 공급하고 호퍼의 스크류로 일정량만큼 조각과일을 투입시킨다. 컨베이어 벨트는 구동모터의 동력을 이용하여 조각과일을 플라스틱 용기에 이송 및 계량장치에 낙하투입 시킨다. 계량장치는 로드셀과 인디케이터를 이용하여 조각과일이 설정된 량만큼 투입이 되면 구동모터는 정지되고 계량장치가 오픈되어 플라스틱 용기에 공급된다. 투입이 완료된 후 피딩구동 모터가 작동하여 슬라이딩 장치에 의해 다음위치로 컨베이어 벨트가 길이가 변한다. 총 6회 투입한 후 초기 위치로 길이가 변한다. 이송 중에는 정렬핑거가 조각과일을 일렬로 정렬 시켜준다.

측정장치로는 전자저울 AND-19(AND, HC-6KW, Japan)를 RS232통신케이블로 연결하여 노트북에서 1초당 10개의 데이터가 실시간으로 측정 및 기록하게 설정하였다. 전자저울 배치는 조각과일 이송장치의 계량장치 하단에 설치하였으며 전자저울 위에는 현장에서 사용하고 있는 컵을 테이프로 고정시켜 컵에 떨어지는 충격량을 측정하도록 하였다. 조각과일이 시각 t_0 에 운동량 P_0 를 가지며 $t_1 > t_0$ 에 운동량 P_1 을 가지며 t_0 부터 t_1 까지 받은 충격량(I)은 다음과 같이 계산하였다.

$$I = P_1 - P_0 = \int_{t_0}^{t_1} P(t) dt$$

낙차 높이에 따른 조각과일 충격량 및 투입성공률 측정은 이송장치에 조각과일을 12개씩 일렬로 간격 10cm씩 정렬하여 배치하였고 계량장치 오픈속도는 Fast(1.13m/s)를 기준으로 낙하높이 25cm, 30cm, 35cm로 조절하며 충격량을 측정하였고 육안으로 투입성공률을 조사하였다.

조각과일 배치간격 및 이송속도에 따른 계량장치 투입량 조사충격량 실험방법은 조각과일 이송장치에 조각과일을 일렬로 간격 5cm, 10cm, 15cm씩 배치하였다. 조각과일 이송속도는 인버터의 주파수를 20Hz, 40Hz, 60Hz로 설정하여 각 실험마다 3회씩 실험하였고 투입된 개수를 측정하여 평균으로 조사하였다.



그림 51. 조각과일 계량, 투입장치 성능실험

② 실험결과

낙하충격량은 낙하높이 25cm일 때 가장 낮게 나타났으며 25cm, 30cm의 충격량은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 투입성공률은 낙하높이 30cm일 때 가장 좋은 것으로 나타났으며 25cm, 30cm의 투입성공률은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 고속카메라로 촬영하여 확인한 결과 계량장치가 열리면 조각과일이 낙하하면서 퍼져나가 컵실러 바깥 또는 측면에 부딪혀 튕겨나가는 경우가 발생하였다. 따라서 컵실러와 최대한 가까운 25cm에서 투입해야 충격량이 적으며 투입이 잘 되는 것으로 판단된다.

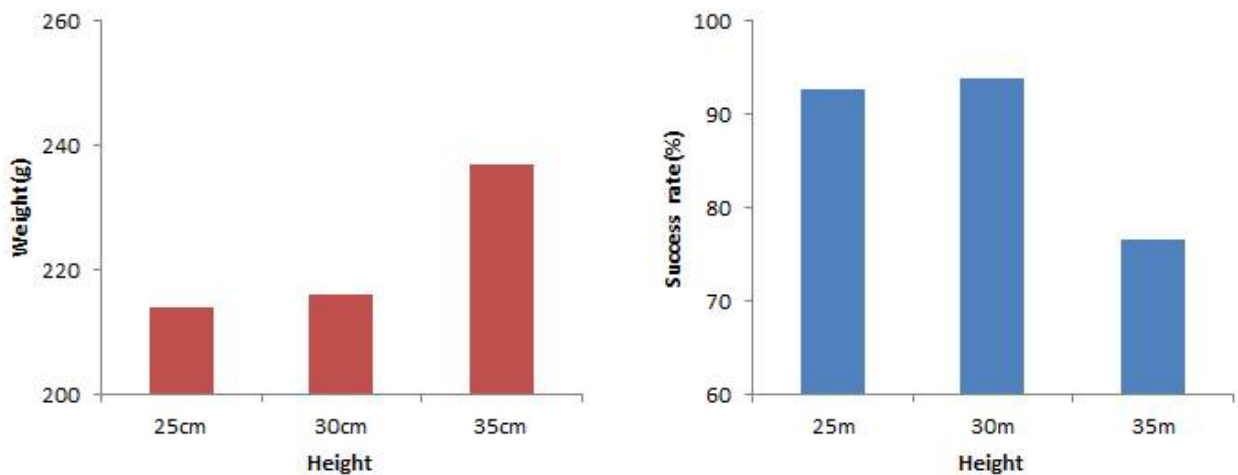


그림 52. 낙하높이에 따른 충격량 및 투입성공률 그래프

이송장치 인버터의 주파수 20Hz일 때 12개중 9개만 투입되었고 속도 60Hz일 때 조각과일 배치간격 5cm는 10.6개, 10cm는 9.6개, 15cm는 9.3개로 나타났다. 속도가 빠를수록 계량장치에 투입

되는 조각과일 개수가 많고 배치간격이 짧을수록 투입되는 조각과일 개수가 많은 것으로 나타났다. 이는 배치간격이 짧을수록 멎쳐있어 계량장치에서 적정량이 채워져 정지하는 속도보다 조각과일로 채워지는 속도가 더 빨라 과도하게 조각과일이 투입되는 것으로 판단된다. 조각과일은 이송장치에 투입되는 일렬 배치간격이 5cm를 초과해야하며 20Hz는 이송속도가 느리기 때문에 40Hz가 적당한 것으로 판단된다. 따라서 이송장치에 조각과일을 일렬로 배치할 수 있는 장치와 일정 간격으로 이송장치에 투입시킬 수 있는 투입장치 개발이 필요할 것으로 사료된다.

표 6 낙하높이 및 이송속도에 따른 조각과일 충격량

Height \ Feeding speed	25cm	30cm	35cm
0.10m/s	187.5gf	209.7gf	213.6gf
0.18m/s	197.0gf	187.5gf	212.7gf
0.26m/s	201.2gf	186.2gf	216.9gf

표 7 낙하높이 및 이송속도에 따른 조각과일 공급개수

Height \ Feeding speed	5cm	10cm	15cm
0.10m/s	9.00	9.00	9.00
0.18m/s	9.00	9.00	9.00
0.26m/s	10.67	9.67	9.33

나. 조각과일 계량장치 열림속도에 따른 충격량 및 투입 성공률 분석

① 실험방법

이송 컨베이어 끝단에 설치된 계량호퍼는 로드셀과 인디케이터를 이용하여 조각과일이 설정된 량만큼 투입이 되면 구동모터는 정지되고 계량호퍼가 오픈되어 컵실러에 공급된다. 계량호퍼의 열림속도에 따른 조각과일의 충격량과 투입 성공률 분석은 낙하높이 25m, 조각과일 배치간격 10cm로 설정한 상태에서 계량호퍼의 열림속도를 조절하여 충격량 및 투입 성공률을 조사하였다.

계량장치 열림속도는 공압실린더를 배기밸브로 조절하여 속도를 조절하였으며 정확한 속도측정을 위해 고속카메라로 촬영하여 열림속도를 측정하여 실험하였다.

② 실험결과

고속카메라를 이용하여 열림속도를 측정한 결과 Fast는 1.13m/s, Normal은 0.74m/s, Slow는 0.37m/s로 나타났다. 열림속도에 따른 충격량을 분석한 결과 속도 Slow에서는 충격량이 평균 169.1gf으로 나타났고 속도 Normal에서는 충격량이 평균 185.0gf으로 나타났으며 속도 Fast에서는 충격량이 평균 191.9gf으로 나타났다. 오픈속도가 느릴수록 충격량이 낮게 나타났고 오픈속도가

빠를수록 충격량이 높게 나타났다. 이는 계량장치의 측면에 붙어있던 조각과일이 오픈속도에 의해 날아가면서 충격량이 속도에 따라 일관적으로 증가하는 것이라 판단된다.

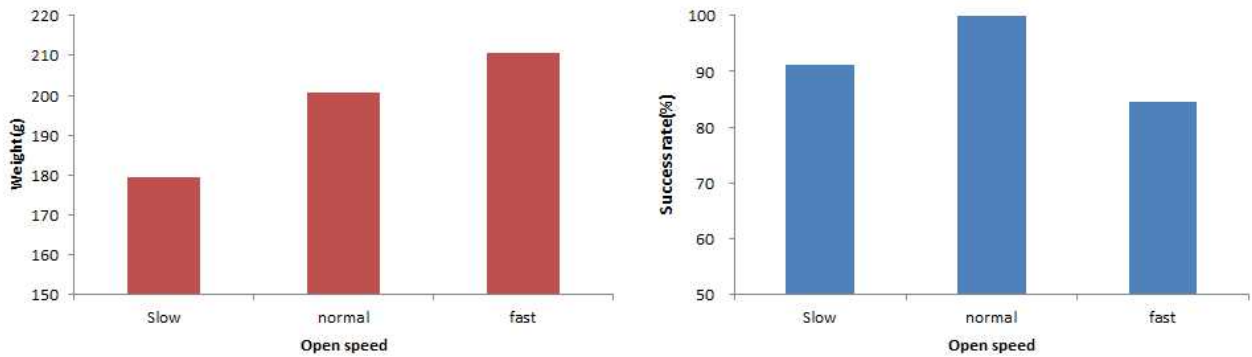


그림 53. 계량장치 열림속도에 따른 조각과일 충격량 및 투입성공률

투입률은 열림속도가 느릴 때 단히면서 과일이 날아가는 경우가 발생하였다. 이는 벽면에 붙어 천천히 미끄러져 내려오면서 투입되지 못하여 단히는 순간 날아가는 것을 확인하였다. 오픈속도가 빠를 때 열리면서 과일이 날아가는 경우가 발생하였다. 이는 벽면에 붙어 있던 과일이 열리는 속도로 인해 날아가 컵실러의 측면에 부딪혀 튕겨 나가거나 컵실러에 들어가지 않는 것을 확인하였다. 따라서 계량장치의 내부는 조각과일이 잘 붙지 않는 재질이나 코팅을 해야 하며 적당한 오픈속도로 투입해야한다고 판단된다.

표 8 자동 계량 장치의 오픈 속도에 따른 조각과일 충격량

Hight	Open speed	Slow	Normal	Fast
	25cm	169.1gf	185.0gf	191.9gf



컵실러 바깥으로 낙하하는 조각과일



컵실러 측면에 부딪혀 튕겨 나가는 조각과일

그림 54. 계량호퍼에 의한 조각과일의 용기 공급 상태

다. 원형과일의 공급 성능시험

① 실험방법

실험재료는 일반 매장에서 판매하는 방울토마토를 이용하였다. 측정장치로는 전자저울 AND-19 (AND, HC-6KW, Japan)를 RS232통신케이블로 연결하여 노트북에서 1초당 10개의 데이터가 실시간으로 측정 및 기록하게 설정하였다. 전자저울 배치는 조각과일 이송장치의 계량장치 하단에 설치하였으며 전자저울 위에는 현장에서 사용하고 있는 컵을 테이프로 고정시켜 컵에 떨어지는 충격량을 측정하도록 하였다.

실험 방법은 이전 사과를 이용한 실험과는 달리 구체형 과일로 성능을 실험하고자 방울토마토를 이용하여 실험을 진행하였다. 실험조건은 방울토마토 개수는 15개, 평균 무게는 16.9±0.60g, 낙하높이 17cm, 열림속도 중간, 과일 배치간격 10cm를 기준으로 이송속도의 인버터의 주파수 20Hz, 40Hz, 60Hz으로 실험하였다. 또한 계량장치의 조건을 160g으로 설정하여 9~11개만 투입될 수 있도록 설정하였다.

② 실험결과

이송장치 이송속도별 충격량 실험결과 이송속도 0.10m/s일 때 최대충격량은 217g, 196g, 203g으로 나타났고, 0.18m/s일 때 최대충격량은 208g, 176g, 188g으로 나타났고, 0.26m/s일 때 248g, 232g, 87g로 나타났다.

각 실험을 통해 속도 0.26m/s에서 가장 높은 충격량과 가장 낮은 충격량이 측정되었다. 가장 높은 충격량이 측정된 원인은 계량장치에서 일정 무게가 채워지면서 컨베이어 벨트가 정지시 관성에 의하여 정렬되어 있던 방울토마토는 열이 흐트러졌으며 계량장치로 방울토마토가 굴러가 추가적으로 투입되는 경우가 발생하였다. 따라서 구체와 같은 과일을 빠르게 전달하기에는 현 장치로는 어려울 것으로 판단되었으며 컨베이어 벨트의 낙하지점에 스톱퍼를 설치하여 정량만 투입될 수 있도록 조치가 필요할 것으로 판단된다.

표 9 이송속도에 따른 방울토마토의 충격량

Feeding speed	0.10m/s	0.18m/s	0.26m/s
1차	217g	208g	248g
2차	196g	176g	232g
3차	203g	188g	87g

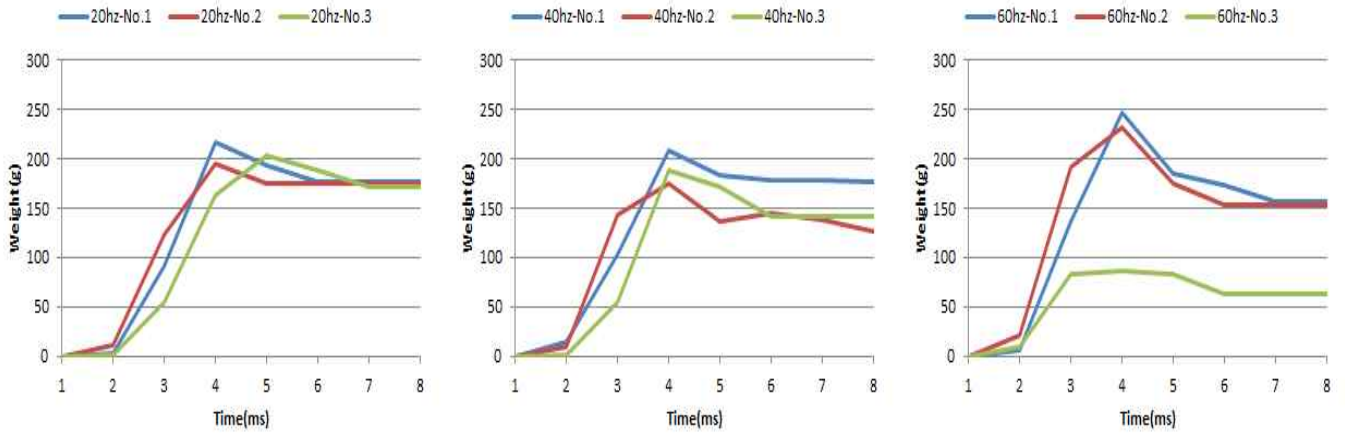


그림 55. 각 속도별 충격량 실험결과 그래프



그림 56. 조각과일 이송장치의 방울토마토 이송상태

컨베이어 이송 속도 0.10m/s일 때는 정확하게 투입에 이상이 없었으나 속도 40hz일 때는 계량 장치의 모서리부분에 3개의 방울토마토가 끼이는 현상이 발생하였고 속도 0.26m/s일 때는 1회차에 1개, 3회차에 4개 끼이는 현상이 발생하였다. 이는 이송속도가 빠르며 방울토마토 자체의 경도가 약하여 모서리에 끼이는 것으로 판단된다. 따라서 효율적인 계량장치 개발을 위하여 모서리의 각을 크게 하거나 이송속도를 낮추는 방안을 추진해야 할 것으로 사료된다.



그림 57. 조각과일 계량호퍼에 방울토마토가 공급되지 못하는 모습

3-9. 조각과일 자동 계량 및 투입장치 보완

조각과일 자동 계량 및 투입장치 시작기의 문제점 및 보완사항은 다음과 같다. ① 플라스틱 용기에 조각과일 투입시 계량장치 하부 개폐 게이트 회전반경으로 인해 근접 투입이 어려워 낙하 높이에 의한 낙차발생으로 크랙, 스크래치, 찍힘 등 손상이 발생하여 회전개폐식에서 슬라이식 게이트로 방식 변경함으로써 투입높이를 성능지표에 맞추기 위한 노력을 기울였다. ② 메인 설비인 포장기의 계량장치와 호환이 어려워 메인 설비인 포장기와 투입 계량장치의 연동시스템으로 변경하여 계량오차를 줄이기 위한 방안을 마련하였다. ③ 조각과일 이송시 공급장치의 이송 컨베이어 가이드와의 마찰로 인해 정렬장치를 핑거가이드 방식으로 개선하고 핑거 형상을 변경하였다. ④ 근접센서에 의한 컨베이어 위치 제어로 정확한 위치제어 어려워 서보모터에 의한 위치 제어 방식으로 개선하였다. ⑤ 공급호퍼에서 이송컨베이어로 리어슬라이딩 벨트로 과일 배출시 제품 간 흡착 및 엉김으로 원활한 공급이 어려워 스크류 컨베이어 방식으로 변경함으로써 공급 제품의 무게를 측정하는 별도의 계량장치가 없이도 원활한 제품 공급과 적체를 방지할 수 있는 방안을 수립하였다.

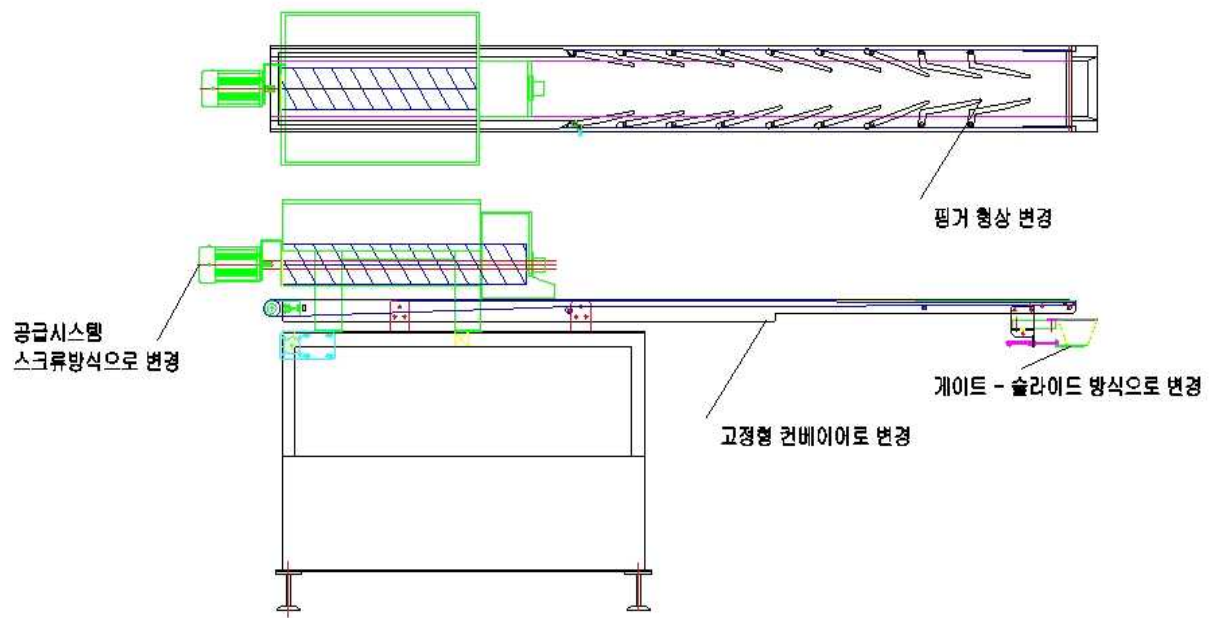


그림 58. 조각과일 자동 계량 및 투입장치 설계 도면



그림 59. 조각과일용 자동 계량 및 투입장치 모습

3-10. 조각과일 자동 계량 및 투입장치 성능평가

① 실험방법

조각과일 계량 및 투입 장치 성능평가 실험재료는 일반 매장에서 판매하는 사과를 구입하여 유통되고 있는 조각과일의 크기에 맞게 16등분 조각을 내어 사용하였다. 조각과일의 평균 무게는 $16.2g \pm 1.88g$ 이었다. 낙하높이 15cm, 계량장치의 무게를 100, 130, 150g으로 설정하고 측정하였다. 컨베이어 이송속도는 0.1m/s로 조정하였다.

② 실험결과

설정무게를 100, 130, 150g으로 설정하고 측정한 결과 각각 $109.8 \pm 5.76g$, $139.8 \pm 4.87g$, $159.2 \pm 6.26g$ 의 무게로 투입되는 것으로 조사되었다. 표준편차로는 최대 $\pm 6.3g$ 의 편차를 나타내어 당초 목표치인 계량오차 5g을 벗어났다. 원료의 무게를 5g 이내로 하면 당초 목표치인 계량오차 5g이내의 오차 목표 달성은 가능하나 현재 유통되고 있는 조각과일의 크기를 기준으로 성능 실험한 결과는 만족할 만한 수준을 나타내었다.

표 10 조각과일 계량 및 투입 장치 성능

동작 열수	계량속도	포장용기 규격	계량범위	계량오차	투입높이
5열 이상	1.46초/개	단면적 $20cm^2$ 이상	60~300g	109.8 ± 5.76	15cm 이내
				139.8 ± 4.87	
				159.2 ± 6.26	

* 투입높이는 컨베이어와 계량장치 상부와의 간격은 4cm이나 용기 바닥까지의 높이임

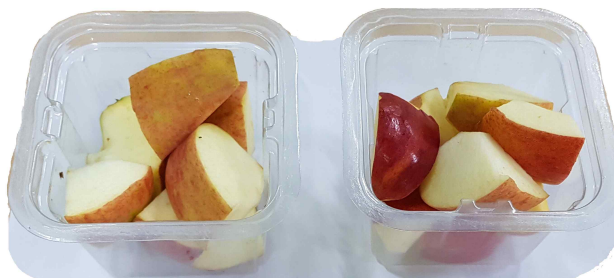
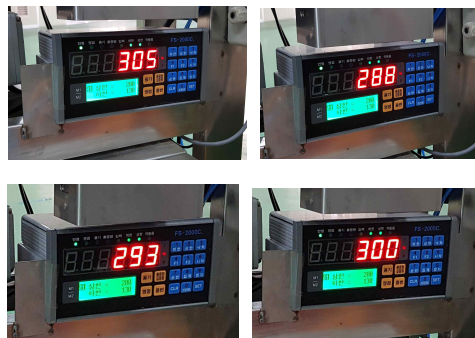
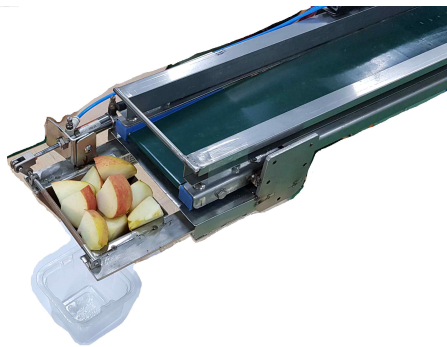


그림 60. 조각과일 공급장치 성능평가

3-11. 컨베이어 길이 고정식 조각과일 자동 계량 및 투입장치 제작

컨베이어 길이가 조절되는 타입의 시작기 1대로 5열의 포장기에 적용에 문제가 없으나 안성농 식품물류센터에서의 요청과 작업성능 향상을 위해 컨베이어 길이가 고정되는 컨베이어 길이 고정식 조각과일 자동 계량 및 투입장치를 설계 제작하였다.

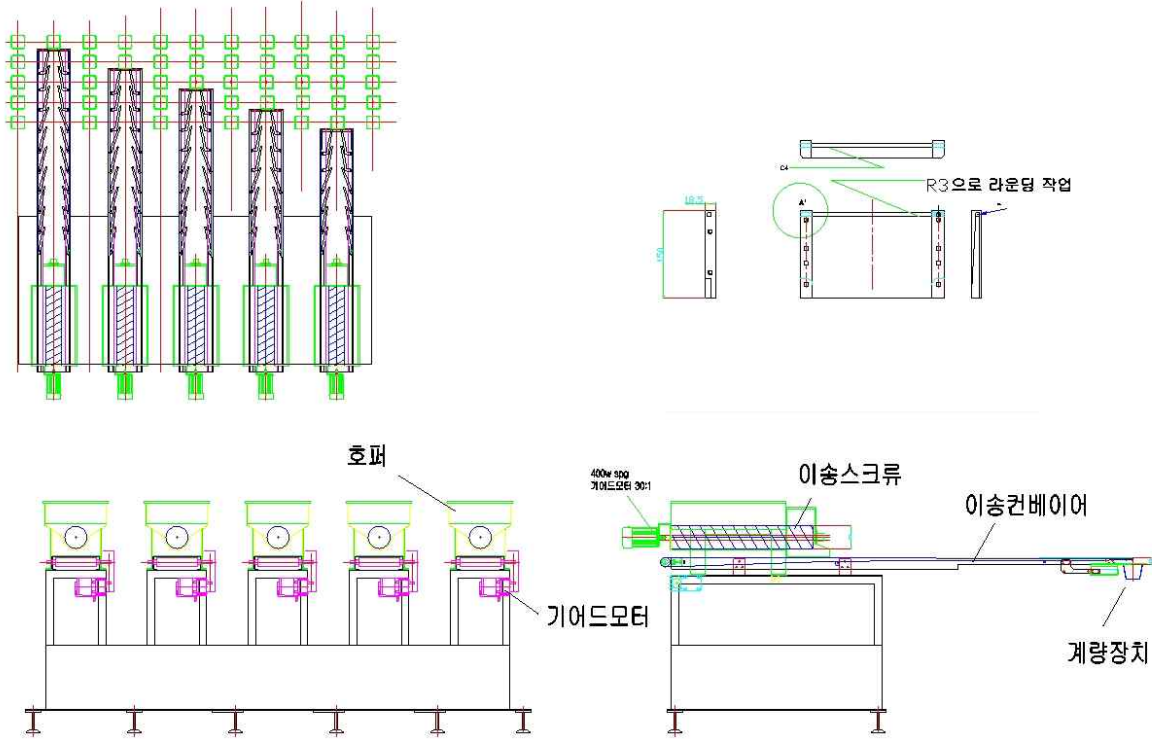


그림 61. 컨베이어 길이 고정식 조각과일 자동 계량 및 투입장치 시작기 도면



그림 62. 컨베이어 길이 고정식 조각과일 자동 계량 및 투입장치 시작기

4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표 달성도

(1) 목표달성도 평가지표

주요 성능지표	최종 개발목표	개발성과
동작열수	5열 이상	5열 이상
계량속도	1~1.5초/개	1.46초/개
포장용기 규격	단면적 20cm ² 이상	단면적 20cm ² 이상
계량범위	60~300g이내	60~300g이내
계량오차	5g이하	10g이하
투입높이	3cm 이내	5cm 이내

(2) 목표달성 여부

- 조각과일 계량한 후 컵실러 자동포장설비의 용기에 공급하는 시스템 개발
 - 컵실러 자동포장라인 중간에 삽입되어 조각과일을 자동으로 공급하는 장치를 개발하기 위해 조각과일 이송 컨베이어 벨트, 투입 및 계량 장치를 이용하여 개발하였다.
 - 조각과일 계량 공급 장치와 컵실러 포장설비의 연동제어를 위한 제어기를 설계하였으며 조각과일 자동 계량 및 공급 시스템 구축하였다.
 - 로드셀에 의한 정량 연속 공급장치를 제작하여 일정량의 조각과일 공급이 가능하게 되었으며, 메인 설비와 연동시스템으로 개발하였다.
- 낙차에 의한 물리적 충격을 최소화하는 기술 및 핵심 장치 개발
 - 조각과일 외부에 손상을 입히지 않는 낙하 높이, 물리적 충격 완화 장치 및 적정 투입 방법을 구명하고자 조각과일 이송장치 초기 모델을 이용하여 실험을 진행하였으며 최적 운전조건을 구명하였다.
- 청소가 용이한 탈부착 및 위생성 확보 기술
 - 장비 및 인명의 안전을 보호하기 위한 자동 고장 경보 시스템과 안전 구조 확보하였으며 녹슬지 않는 소재의 부품 설계와 탈부착이 가능 자동 계량 투입장치 및 방수가 되도록 개발하였다.
- 주요 성능지표 달성 방안
 - 계량오차는 조각과일 무게가 조각과일의 평균 무게는 17.7g±0.98g로 측정되어 오차범위 ±5g은 현실상 어려운 실정임. 현장의견은 조각과일이 용량 보다 적게 들어가는 것은 허용되지 않기 때문에 문제가 되지만 무게를 넘어가는 것은 문제가 없기 때문에 현장에서 기계를 사용하는 데는 아무런 문제가 없다고 함.
 - 조각과일 투입 높이는 현재 개발된 자동 계량 호퍼의 구조상 오픈되면서 플라스틱 용기가 닿지 않도록 설계됨에 따라 높이가 높아졌지만 조각과일을 3cm 이내로 투입하는 것이 가능하도록 계향호퍼의 개폐구조를 슬라이드 형태로 오픈되도록 개선함

(3) 연구개발성과

(가) 학술적 성과

○ 학술논문 발표 : 2건

- 강정균, 배광수, 김동억, 진성득, 홍승기, 2019. 5. 스트레인 게이지를 이용한 조각과일 이송장치의 낙하 충격량 분석. 한국농업기계학회 춘계학술대회
- 강정균, 배광수, 홍순중, 진성득, 홍승기, 김동억. 2019. 10. 조각과일 이송장치의 최적 공급조건 구명. 한국정밀농업학회 추계공동학술대회

(나) 기술적 성과

○ 기술개발완료

- 목표중량에 맞춰 연속 계량 후 정량을 안전하게 투입하는 계량 공급 기술
- 조각과일 계량한 후 컵실러 자동포장설비의 용기에 공급하는 시스템 기술
- 조각과일을 용기에 투입하는 공정을 자동화함으로써 생력화에 기여
 - ※ 4인 1,000~1,500개 → 1인 2,400개 생산 : 인건비 절감 75%, 생산비 절감 71%
- 조각과일 계량 및 충전 기술수준 향상 : 65 → 75%

○ 특허성과

- 조각과일용 자동 계량 및 투입장치, 10-2019-0156151, 이엔푸드 홍승기

○ 기술이전

- 직접실시, 조각과일용 자동 계량 및 투입장치, (주)이엔푸드, 실시료 1,225천원 (2019.12.18.~2022.12.19.)

(다) 사업화성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	-
			향후 3년간 매출	3억원
		관련제품	개발후 현재까지	-
			향후 3년간 매출	4억원-5대기준
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : 20% 국외 : %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : 20 % 컵과일, 간편식생산기업 국외 : %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		-
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		중위

나. 관련분야 기여도

(1) 기술적 측면

- 현재 수작업에 의존하고 조각과일을 용기에 투입하는 공정을 자동화함으로써 생력화 가능하고 위생적인 생산 가능하다.
- 조각과일 계량한 후 컵실러 자동포장설비에 공급하는 시스템 개발로 사업화를 촉진하고 기술경쟁력 확보하였다.
- 낙차에 의한 물리적 충격을 최소화하는 기술개발로 조각과일의 갈변 현상 발생시기를 늦춰 유통기한 연장과 신선도 유지 기술을 확립하였다.
- 목표중량에 맞춰 연속 계량 후 정량을 안전하게 투입하는 공급기술 개발로 정확한 제품 공급과 제품 낭비를 감소하였다.
- 깎둑썰기된 조각과일을 자동 계량하여 5열 이상의 자동포장기(컵실러)에 공급하는 장치의 기계화로 조각과일 자동 계량 및 투입 장치 기술, 낙차에 의한 물리적 충격을 최소화하는 기술, 목표중량에 맞춰 연속 계량 후 정량을 안전하게 투입하는 기술을 확보하였다.

(2) 경제적·산업적 측면

- 초등학교 과일간식공급 확대로 조각과일에 대한 수요 증가에 대응하여 조각과일 가공포장 자동화 설비 기술 완성으로 제조원가 절감 효과를 가져 오며, 위생과 안전성 향상으로 초등학생의 건강을 증진시킬 수 있다.
- 기존방식의 조각과일 생산은 수작업에 의존하기 때문에 4인 작업 기준 시간당 1,000~1,500개의 생산능률을 갖고 있으나, 자동 계량 및 투입장치를 도입하게 되면 1인의 작업에 시간당 2,400개의 생산성을 나타내어 생산성 향상과 사업화 가능성이 높다.
- 간편식(HMR) 시장은 연 1조 원이 넘는 시장 성장했으며, 올해는 5조 원을 돌파할 것으로 예상되는 등 성장에 따라 간편조리식, 가공농산물 포장 공정에도 적용가능한 조각과일 계량 및 투입장치가 보급되면 새로운 고용창출과 인력 투자 대비 생산성 향상에 기여할 것이다.
- 조각과일의 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상되나 조각과일을 자동으로 자동포장기에 투입하는 자동화기계를 제작하는 업체가 전무한 실정으로 조각과일을 손상없이 자동 공급하고 유지보수가 용이하고 신뢰성이 있는 제품완료시 플랜트 수출이 가능할 것이다.
- 세계적으로도 소포장의 과일을 선호하는 경향이 뚜렷하기 때문에 밀봉 식품포장 기계는 국내외로 진출이 가능하다.

5. 연구결과의 활용 계획

- 연구개발 결과의 조각과일 계량 및 투입장치 시작품은 안성농식품물류센터에 설치 과일의 공급장치로 활용하고 성능개선을 거쳐 보다 완성도 높은 제품 등을 생산하여 판매할 계획이다.
- 스트레인 게이지를 이용한 조각과일 이송장치의 낙하 충격량 분석, 조각과일 이송장치의 최적 공급조건 구명에 대하여 연구한 결과를 논문으로 발표하였고, 조각과일용 자동 계량 및 투입장치 개발에 대하여 학술지 등에 게재할 계획이다.
- 국내 조각과일가공업체 기술 개발의 결과물은 과일간식 가공업체의 조각과일 자동생산라인에 활용할 수 있고 조각과일 가공업체의 자동포장설비라인 설계 시 참고자료로 제공할 계획이다.
- 조각과일 계량 및 투입장치는 조각과일 뿐만 아니라 간편식, 가공농산물 포장 시장의 확대로 간편식, 가공농산물 포장 공정에도 활용할 계획이다.
- 시작기 성능시험 중 발생된 문제점인 조각과일 투입시 낙차발생으로 인한 크랙, 스크래치, 찍힘 등 조각과일의 손상 발생으로 드롭행거 장치 → 별도 계량장치 → 슬라이드게이트 방식으로 구조를 변경하고, 센서 감응시스템으로 정확한 위치제어 어려움으로 서보모터 위치제어로 개선하는 등 시작기를 보완 완료하였으나 안성농식품물류센터에서 사용 중인 메인설비인 포장기계에 결합시 컨베이어 길이가 조절되는 현 시스템에서 5대의 고정형 설비로 시스템 변경 요청으로 위치감응형 컨베이어 길이조절 시스템에서 고정형으로 변경하는 등 시작기를 보완 완료하고 안성농식품물류센터 설치할 계획이다.

가. 사업화 계획

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2년			
	소요예산(백만원)	200(인건비, 장비 구입비)			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
			4억원	8억원	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	-	20	30
국외		-			
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	2020년 킷과일전용기, 1인식공급장치, 간편식 등 간편 조리식품 수요에 따라 상용화 모델을 개발하여 출시 예정이며, 현재까지 출시 모델이 없음.			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

- 작업장 : 현재 공장건물의 500m²을 사용
- 신규 인력 : 1명 채용, 장비 구입 : 가공장비 외
- 예상 매출 : 1대당 판매가격은 5천만원(기본적으로 3~5대가 1개 생산라인으로 구성) 국내시장은 3년 후 3라인 판매, 5년 후 5라인 판매

나. 사업화 전략

구분	도입기(제품개발)	성장기	성숙기
연간 성장률	초기시장진입	30%	50%
이익	부분적인 이익실현	지속 성장	안정적 이익실현
경쟁상황	신규 시장 진입	추가 신제품의 개발을 통한 제품의 경쟁력 확보	제품 가격 경쟁
마케팅 전략	신 제품개발	신 제품개발	제품의 경쟁력 확보
제품 개발계획		간편조리식 시장공략 (대세임)	고급화 제품 개발
제품 판매 전략	- 제품 인지도 제고 - 제품 신뢰성 확보 - 조각과일 공급업체 수요 발굴	- 지속적인 제품의 개선을 통한 추가 제품 개발	- 기존 고객 관리기능 강화 - 시장 적극 개척

- 상용화 형태 : 제품완성형으로 조각과일, 간편식, 가공농산물 포장 시장의 확대로 폭발적으로 수요가 늘 전망임
- 과일간식 용기는 친환경 과일 급식 정책으로 학급별로 벌크용기로 조각과일을 제공하는 것으로 전환되었으나 2019년 9월부터는 생분해 플라스틱(PLA)으로 전량 교체로 플라스틱 용기와 벌크용기 모두에 적용이 가능해짐
- 수요처 : 조각과일 가공업체, 대형외식사업체, 메이저 식자재업체, 대형마트



다. 양산 및 판로 확보 계획

- 개발 후 시범설치된 농협농식품센터의 활성화에 따라 전국적인 PR시너지 발생으로 수요가 늘 것으로 판단되며, 본격적으로 투자를 하고 인력을 충원하여 생산에 돌입할 계획이며, 영업활동과 신제품 홍보 전개(이미 롯데푸드 등 시제품에 많은 관심표명)
- 조각과일 가공업체(단위농협, 식자제가공업체, 간편식 생산업체)에서 사용하는 여러 가지 형태의 용기 포장기에 적용될 수 있도록 현장 맞춤형 장치 제작과 마케팅을 실시하여 판로 확보

참고문헌

국가기술표준원. 2018. 신선물류 산업 현황 및 표준화 동향. KATS 기술보고서 VOL. 107

김경유. 2016. 2017년 산업 전망 19-34. KIET 산업경제

김선영, 조정석, 정문철, 문광덕. 2011. 고농도 CO₂와 Ascorbic acid 처리가 신선절단 사과
갈변에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회 18(4) : 475-480.

김성호 등. 2015. 평파우치로 사면체형상 파우치 제품을 생산하는 로타리자동포장기 개발.
산업통상자원부 『산단R&BD역량강화사업 지원사업 최종보고서』

김홍건, 신정규. 2014. 전주대학교 산학협력단 전라북도 식품기기 제조기반 육성사업연구
보고서.

김희동 등. 2016. 순간 가열에 의한 진공포장 및 트레이 포장이 가능한 복합 식품 포장기기
개발. 산업통상자원부 『산단R&BD역량강화사업 지원사업 최종보고서』

정은섭 등. 2013. 고성능 액체 계량기가 장착된 자동포장기 개발. 산업통상자원부 『생산기술사
업화지원사업 최종보고서』

조영준. 1996. 식품포장용 고성능 Pillow 포장기 및 전·후 자동공급 장치 연구개발. 통상산업부
1차년도 중간보고서.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농축산물 안정생산 유통관리 기술개발사업의 연구
보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농축산물 안정생산
유통관리 기술개발사업사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.