

317036-3

보안과제(), 일반과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
고부가가치 식품기술개발사업 최종 보고서

발간등록번호

11-1543000-003054-01

막김치

생산

자동화

기술

및

장치

개발

최종
보고서

2020

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

막김치 생산 자동화 기술 및 장치 개발 최종보고서

2020. 03. 30.

주관연구기관 / (주)한성식품
협동연구기관 / 세계김치연구소
협동연구기관 / (주)명성
위탁연구기관 / (주)크리스탈이엔지

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “막김치 생산 자동화 기술 및 장치 개발”(개발기간 : 2017. 06. 15 ~ 2019. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 03. 30.

주관연구기관명 : (주)한성식품	(대표자) 김 순 자 (인)
협동연구기관명 : 세계김치연구소	(대표자) 최 학 중 (인)
협동연구기관명 : (주)명성	(대표자) 정 보 영 (인)
위탁연구기관명 : (주)크리스탈이엔지	(대표자) 이 평 범 (인)

주관연구책임자 :	김 순 진
협동연구책임자 :	한 응 수
협동연구책임자 :	김 상 신
위탁연구책임자 :	이 평 범

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

보고서 요약서

과제고유번호	317036-3	해 당 단 계 연 구 기 간		단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치식품기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	막김치 생산 자동화 기술 및 장치 개발			
연구책임자	김 순 진	해당단계 참여연구원 수	총: 명 내부: 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 20명 내부: 20명 외부: 명	총 연구개발비	정부:1,160,000천원 민간: 400,000천원 계:1,560,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)한성식품 세계김치연구소 (주)명성			참여기업명 : (주)한성식품 (주)명성	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: 크리스탈이엔지			연구책임자: 이평범	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유					

9대 성과 등록·기탁번호

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

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황: 해당사항 없음

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

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다) 보고서 면수 : 427

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>수입김치와의 경쟁력을 확보하기 위하여 가격을 수입김치의 1.5배, 품질도 수입김치의 1.5배인 막김치의 생산 기술과 장치를 개발하고자 하였다. 막김치의 가격은 자동화를 통한 노무비감소와 염수재사용과 폐수발생을 줄여 제조경비를 감소시켜 제조원가를 절감하고, 막김치의 품질은 수입 포기김치의 번거로움을 막김치 형태로 공급하여 해결하면서 기계화를 통한 품질균일화로 막김치의 품질을 높이고자 하였다.</p>
<p>연구개발성과</p>	<p>◎ 막김치 자동화 생산 공장 건설 및 시운전</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자동화 연속식 막김치 공장의 HACCP 대응공장 개념설계 후, 자동화 생산라인이 설치되었다. - 고염수를 이용한 가압절임기계의 3차에 걸친 시운전이 이루어졌으며, 가압절임 조건으로 20% 염수 및 25% 염수 농도의 차이에 의한 차이를 보여주지 않았고, 처리시간은 3분 고염수 투입, 6분 고염수 처리, 3분 고염수 배수로 결정하였다. - 막김치 생산 자동화 장치 시운전 및 시생산 실험이 5회 이루어졌으며, 시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 기술에 대한 가능성을 보여주었다. - 막김치 생산단가 절감 및 품질향상을 위한 부가실험에서 폐배추즙액 배지를 이용한 유산균 배양 및 접종방법에 의한 검토가 이루어졌으나, 배양시설을 추가로 설치하여야 하는 비용문제와 위생문제가 제기되었다. - 유산균 스타터 균주 우점을 분석을 통한 김치 품질관리기술에 대한 신기술인증 신청 후 신기술로 인증되었다. (인증번호 : 31-075) - 김치 발효제어제 첨가를 통한 막김치의 품질유지기한 연장 실험에서 막김치의 숙성지연 효과를 확인하였으며, 수출 막김치에의 김치 발효제어제의 선발이 이루어졌다. - 배추를 저장하기 위한 여러 조건에서의 실험이 이루어졌고, 배추 뿌리 제거와 배추 겉잎을 2-3겹 제거하는 것이 저장성이 높은 것으로 밝혀졌다. 또한 110℃ 오븐을 이용한 간이 수분측정방법이 확립되었다.

◎ 막김치의 연속 자동 생산 기술 개발

- 막김치의 연속 자동 생산 시스템을 설계하고, 시스템 구축에 필요한 공정을 설계한 다음, 공정에 필요한 기계 장치를 선정하고, 기계 장치의 자동화에 필요한 기술을 개발하였다.

- 배추상자 자동 쏘기 기술 개발 : 배추 팔레트의 layer depalletizer 기술과 배추상자의 회전식 반전기술을 개발하였다.

- 배추 부위별 절단 분리 기술 개발: 배추를 중륵, 엽신, 고갱이, 심으로 절단 분리하는 기술을 개발하였다.

- 막김치 가압 연속 절입 기술 개발 : 썰은배추를 12분에 염도 1.5%로 절이는 연속식 염수순환 가압 절입 기술을 개발하였다.

- 막김치 연속 절입 세척 탈수 집중 기술 개발 : 썰은배추를 용기에 담고 염수 세척수 중간액을 순차적으로 순환시켜 절입배추에 중균을 집중하는 기술을 개발하였다.

- 막김치 연속 혼합 포장 기술 개발 : 썰은절입배추에 균질화된 양념을 연속으로 혼합하는 기술과 막김치를 10kg씩 연속적으로 충전 포장하는 기술을 개발하였다.

- 절입염수 재사용 기술 개발 : 절입염수를 규조토로 여과하고 용존 오존으로 살균하는 기술을 개발하였다.

- 세척수 재사용 기술 개발 : 세척수를 스크린여과하고 고도산화 처리한 다음 자외선으로 살균하여 재사용하는 기술을 개발하였다.

◎ 막김치 연속식 자동생산 기계 장치 개발

- 배추상자 쏘기 장치의 개발을 위한 시간당 96상자 이상을 공급할 수 있는 배추 상자 쏘기 장치 (팔레트에 적재된 상자를 1개씩 개별 공급 한 후 공급된 상자를 회전식 반전시켜 배추를 쏘고, 빈 상자만 배출하는 시스템)가 개발되었다. 배추상자 쏘기 장치는 팔레트를 일정부분씩 상승을 시키는 리프트 장치, 상자 6개를 잡아서 옮기는 장치, 상자 6개 중 2개씩 일렬로 밀어 내는 장치, 밀어낸 상자를 뒤집어 배추를 빼내는 장치 및 다시 상자를 뒤집어 상자를 배출하는 장치로 구성되어 있다.

- 시간당 480포기 이상 배추를 절단할 수 있는 배추 부위별 절단 장치가 개발되었다. 이 장치는 원하는 형태에 따라 배추부위 절단, 배추심 제거 방식 선택이 가능하도록 설계되어 있다. 배추 부위별

절단기 개발을 위한 3차례의 시제품을 제작 후, 최종 회전 방식의 부위별 절단기를 개발 하였는데, 이 장치에서 엽신부를 절단한 배추를 회전하는 테이블에 세운 상태로 공급하면 1/4회전 후 하부에서 고갱이 절단 knife (또는 심제거 knife)가 상승하여 일부 절단을 하고, 다시 1/4회전 후 배추 측면을 3절하는 방식의 배추 부위 절단 장치가 개발되었다.

- 고염수 및 압력을 이용한 자동절임 장치의 개발을 위하여 시간당 600kg 절임 가능 장치가 개발 되었는데, 1차적으로 500리터 절임기 시제품 제작하여 가능성 확인 후, 600kg 자동절임 장치를 제작하였다. 연속 절임, 세척 및 탈수를 할 수 있는 회전식 가압절임 장치는 공간절약 및 시간 절약이 가능한 장치이다.

- 막김치 양념 혼합 포장 장치는 시간당 10kg씩 60팩을 포장할 수 있는 장치가 개발되었다. 개발된 양념 혼합 포장 장치는 p-box 외 비닐 포장이 가능하도록 설계된 장치이다.

◎ 절임염수 재처리 및 세척살균수 제조장치 개발

- 시간당 6kL, 일일 24시간 연속, 100회 사용할 수 있는 염수 재사용 장치가 개발되어 (주)한성식품 서산공장에 설치되었다. 구조토자동여과기 통과 후 대장균은 95% 제거되었으며, 오존 살균처리 후에는 99.99% 대장균이 제거되었다. 용존 유기물 제거를 위한 거품분리기가 설치되었다.

- 배추의 염수절임이 끝난 후 세척을 위한 시간당 6kL, 일일 24시간 연속 공급할 수 있는 세척살균수 제조장치가 개발되어 (주)한성식품 서산공장에 설치되었다.

<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>◎ 막김치의 연속 자동 생산 기술의 활용</p> <p>- 막김치 연속 자동 생산 기술을 적용하여 개발한 자동화 생산 기계장치로 시간당 600kg 생산규모로 모델공장을 설치하여 운영하였고, 이를 시간당 2,500kg 으로 생산 규모화 하여 막김치 모델공장을 김치산업계에 보급을 계획하고 있다.</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>막김치</p>	<p>생산자동화</p>	<p>연속절임</p>	<p>염수재사용</p>	<p>배추</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>cut kimchi</p>	<p>automation</p>	<p>continuous salting</p>	<p>brine recycling</p>	<p>kimchi cabbage</p>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	8
2. 연구수행 내용 및 결과	18
2-1. 제1세부기관 연구내용	18
2-2. 제1협동기관 연구내용	111
2-3. 제2협동기관 연구내용	250
2-4. 제1위탁기관 연구내용	392
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	409
4. 연구결과의 활용 계획 등	411
붙임. 참고 문헌	412

<별첨>

1. 연구개발보고서 초록	415
2. 주관연구기관의 자체평가의견서	418
3. 연구성과 활용계획서	422

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

막김치 연속 자동 생산 기술 개발 과제의 목적은 막김치 연속 자동 생산 시스템 표준 모델을 개발하는데 필요한 기술을 개발하는 것이다. 모델 규모는 시간당 600kg의 막김치를 1일 24시간 연속으로 생산하고 제조원가는 수입산의 1.5배 (18,000원/10kg)로 낮추고 품질은 수입산의 1.5배 이상으로 높이는 것을 연구개발목표로 하였다.

1-2. 연구개발의 필요성

1. 수입김치와의 경쟁력 확보

지난 10년간 김치의 수입실적은 표 1과 같다. 중국으로부터의 김치 수입은 2000년까지는 수입이 없었으나 2003년 3만 톤을 시작으로 2005년에는 11만 톤, 2007년에는 22만 톤으로 빠르게 증가하다가 세계금융위기로 일시 감소하였고, 2011년에는 23만 톤으로 크게 증가하여 5년간 그 수준을 유지하다가 2016년부터 연평균 2만 톤씩 다시 증가하여 2019년에는 30만 톤을 넘어섰다. 김치 수입이 증가한 이유는 중국산김치가 국산김치에 비해 품질은 다소 낮으나 가격이 훨씬 저렴하여 외급식업소에서 선호하기 때문이다.

수입량 30만 톤은 국내 상품김치의 40%를 차지하는 많은 양으로 한국의 김치산업을 크게 위협하고 있다. 특히 최근 4년간에는 8만2천 톤이 증가하여 평균규모 김치공장(생산량 463톤, 종업원 15명)이 177개 폐업하고 2,655명이 실직하였을 것으로 추정된다(2018년도 김치산업동향, 세계김치연구소).

이러한 추세를 억제하려면 한국김치의 경쟁력을 확보하여야 한다.

표 1. 김치 수입 실적

연도	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
물량(천 톤)	193	230	219	220	213	224	253	276	291	306
금액(백만 불)	102	121	111	117	104	113	121	129	138	131

가. 수입김치와의 가격경쟁력 확보

중국산 수입김치는 수입단가가 톤당 430달러(2010년)로 낮는데 이는 중국내 생산원가가 낮기도 하지만 중국의 관세환급 제도 등으로 통관가격이 왜곡되기 때문이다. 수입된 배추김치 30만 톤은 대부분이 외급식업소에서 소비되는데 외급식업소 배추김치 사용량(53만 톤) 중 구입하는 양 32만 톤보다 조금 많은 양이다. 조사한 외급식업소 756개소 중 52.3%가 시판김치를 구입하였는데 구입

가격은 10kg 상자 당 평균 20,060원으로 중식음식점이 17,060원으로 낮고 기관구내식당업이 25,426원으로 높았으며, 가격분포는 14,231원과 29,806원을 중심으로 두 개의 집단으로 분리되어 정규분포를 이루지 않았다. 낮은 가격이 수입김치 그룹이고 높은 가격이 국산김치 그룹이다. 한편 본사로부터 조달받는 외급식업소(46개소, 5.2%)는 평균가격이 26,053원으로 더 높았고 정규분포를 이루었으며, 중식음식점이 14,000원으로 낮고 한식음식점이 28,685원으로 높았다. 이상의 자료를 종합하면 외급식업소에서 공급받는 수입김치의 가격은 최소 14,000원(10kg)으로 판단된다.

외급식업소가 김치를 구입하는 이유는 저렴한 가격(31.2%), 번거로움(26.2%), 시간이 없음(21.8%)으로 나타나 가격과 더불어 번거로움을 해결하고 시간을 절약할 수 있도록 막김치로 공급하는 것이 소비자에게 편리함을 제공할 수 있다.

외급식업소의 69.6%가 수입김치 사용한다고 응답하였으나(20만 톤) 수입김치(29만 톤, 2018년)의 대부분이 외급식업소에서 소비되는 현실을 고려하면 수입김치 사용비율은 90%(수입량 291천 톤/구입량 322천 톤) 정도로 추정된다.

외급식업소가 시장에서 구입하는 김치의 단가는 평균 20,060원이지만 이중 수입김치의 평균단가는 14,231원이고 이와 경쟁하기 위한 목표가격을 처음에는 수입김치의 1.5배로 잡았지만 작금의 외급식업소 경영상태를 고려하면 1.3배를 넘지 않는 가격으로 공급할 수 있어야 하겠다.

그래서 외급식업소에서 구입가격을 10kg 상자 당 18,000원에 맞출 수 있는 생산 방법을 연구하였다. 국산김치의 제조원가를 10kg 당 20,000원으로 가정하고 이중 재료비가 12,000원(60%), 노무비가 5,000원(25%), 제조경비가 3,000원(15%)로 가정하였다. 배추, 고춧가루, 마늘 등 김치재료는 12,000원으로 그대로 유지하고, 김치생산을 자동화하여 노무비를 2,000원으로 줄이고, 절임염수와 세척수를 재사용하여 소금과 물의 소비량을 줄이고 폐수처리비를 절약하여 제조경비를 1,200원으로 줄이는 전략을 수립하였다. 그러면 김치의 제조원가가 15,200원이 되고 매출이익 800원과 유통마진 2,000원을 더하면 18,000원에 외급식업소에 공급할 수 있어서 가격을 수입김치의 1.3배에 맞출 수 있을 것으로 계산되었다.

이때 생산성은 인당 연간 30톤에서 139톤으로 4.6배 향상되고 연간 5,000톤의 김치를 생산하는데 인력은 162명에서 36명으로 22%로 감소하며 인당 급여는 양질의 기술 일자리에 맞춰 180% 증가할 것으로 예상하였다.

표 2. 자동화 생산 막김치의 목표원가

항목	수입김치	현재 국산김치		자동화 막김치		비고
품질	보통 이하	보통 이상		보통 이상		
소매가격	14,231	24,000		18,000		수입김치의 1.26배
유통마진		3,000		2,000		
도매가격		21,000		16,000		
제조마진		1,000		800		
제조원가		20,000	100	15,200	100	그대로 생산자동화 소금과 폐수절감
재료비		12,000	60	12,000	79	
노무비		5,000	25	2,000	13	
제조경비		3,000	15	1,200	8	
생산성(톤/인.연)		31		139		4.5배
5000톤당 인력(명)		162		36		3교대, 월급 180%로

나. 수입김치와의 품질경쟁력 확보

김치의 품질을 종합적으로 측정할 수 있는 방법을 개발하지 못하여 객관적인 종합평가는 어려우나, 관능적 평가, 이화학적 평가, 미생물학적 평가, 위생안전적 평가를 통해 단편적인 평가를 할 수 있다. 이중 관능적 평가만으로 김치를 평가한다면 김치의 모양과 크기의 외관, 붉은색과 윤기의 색, 신맛 짠맛 매운맛 등의 맛, 신내 군내 발효내 등의 냄새, 아삭함 질감 흐물함 등의 질감 등을 중요한 품질요소로 고려해야 한다.

외관으로는 작은 크기로 썰은 막김치가 긴 모양의 포기김치보다 먹기가 편리하므로 외관품질이 높고, 고춧가루를 미세입자로 하고 증점제를 넣어 색을 개선하며, 짠맛 매운맛 신맛을 최적화하고, 신내 군내 발효내를 억제하며, 아삭함을 높여 관능품질을 수입김치 대비 1.5배 향상시키기는 것이 필요하다.

2. 한국 채소농업 보호

한국의 주요 채소는 배추, 무, 고추, 마늘, 양파 등으로 주로 김치의 원료로 사용되고 있다. 한국에서 김치생산이 감소하는 만큼 이들 채소의 생산량도 감소할 것이다.

표 3. 한국의 채소 생산량 변화

(천 톤)

품목	2000년	2010년	2015년	2016	2017	2018
배추	3,149	2,079	2,135	1,793	2,396	2,392
무	1,732	1,039	1,249	1,012	1,159	1,235
건고추	194	95	98	85	55	71
마늘	474	272	266	276	304	332
양파	878	1,412	1,094	1,299	1,144	1,521
파	658	412	400	410	485	490
생강	16	25	39	59	41	21

*<http://kosis.kr>

김치의 수입이 없었던 2000년 배추생산량이 315만 톤이었으나 김치수입이 29만 톤으로 늘어나면서(2018년) 배추생산량이 76만 톤(24%) 감소하였다. 같은 기간 무도 173만 톤에서 124만 톤으로 28%, 건고추는 19만 톤에서 7만 톤으로 63%, 마늘은 47만 톤에서 33만 톤으로 30%, 파는 66만 톤에서 49만 톤으로 26% 감소하였다.

최근의 추세로 김치의 수입이 증가하면 2025년에는 김치 수입이 추가로 10만 톤 증가하여 국내 채소농업은 위기에 처할 것이다. 국내 채소농업을 현 수준으로 유지하기 위해서는 김치의 수입이 더 이상 증가하지 않도록 김치산업의 경쟁력을 확보하는 것이 시급하다.

3. 양질의 일자리 창출

가. 김치공장의 일자리 창출

자동화 공장에서 막김치를 생산하는 경우 연간 5,000톤(1일 18톤, 주 5.5일, 52주)의 김치를 1일 36명(3교대)의 인력으로 생산할 수 있다. 수입김치를 5천 톤 대체할 때마다 36명의 일자리를 창출할 수 있으므로 매년 3만 톤의 김치를 수입대체하면 216개의 양질의 일자리(현재급여 1.8배 수령)가 창출된다.

막김치 자동화 생산 공장에서 소요되는 인력은 표 4와 같다.

표 4. 막김치 자동화 생산 공장의 소요인력

공정순서	인력 (명)	주업무	부업무	자동화 장비
배추상자쏟기	3	배추팔레트 운반	빈박스 정리	상자쏟기장치 지게차
배추다듬기	6	배추 겉잎 뿌리 제거	겉잎 세척 착즙	겉잎세척착즙기
부위별절단	3	배추중륜 절단	엽신 고갱이 포장	부위별 절단기
절임세척	3	절임세척장치 운전	염수세척수 재처리	절임세척장치 염수재처리장치
종균접종	3	절임배추 종균 접종	배양액제조 종균배양	종균배양탱크
양념혼합	6	절임배추 양념혼합	양념배합균질	양념혼합기
김치포장	3	막김치 포장	포장재공급	자동포장기
입출고	3	김치팔레트 적재	검사 운반 입고	지게차
사무관리	3	생산관리	구매, 판매, 사무관리	냉장트럭2
공장장	1	공장관리	마케팅	차량1
폐수처리	1	경비	환경관리 폐수처리장	폐수처리장
품질관리	1	품질관리	클레임처리	실험실
계	36			

나. 채소농업의 일자리 창출

막김치 자동화 공장에서 막김치를 생산하여 수입김치를 매년 3만 톤씩 대체한다면 국내에서 채소생산이 증가하게 된다. 매년 배추 48,000톤, 무 2,142톤, 건고추 1,287톤, 마늘 858톤, 파 858톤, 생강 500톤이 추가로 소요되고 이를 생산하려면 약 4,410명의 인력이 소요되어 그만큼의 농촌 일자리가 창출된다.

표 5. 수입김치의 대체생산에 따른 원료의 추가 소요량과 생산인력 추정

품목	막김치 원료배합비 (%)	가공수율 (%)	원료소요량 (톤)	막김치 3만 톤 생산 시 원료량 (톤)	원료채소 생산인력 (명)
절임배추	80	50	배추 160.00	48,000	2,400
무즙	5	70	무 7.14	2,142	107
고춧가루	3	75	건고추 4.29	1,287	1,287
마늘	2	70	마늘 2.86	858	172
파	2	70	파 2.86	858	172
양파	2	70	양파 2.86	858	172
생강	1	60	생강 1.67	500	100
기타	5	100	젓갈 등 5.00	1,500	-
계	100(톤)				4,410

1-3. 연구수행 내용 및 결과

가. 연구수행 내용 및 범위

	개발 내용	범위
주관 (한성식품)	- 막김치 자동화 생산공정을 위한 설계도면 작성 - HACCP 품질 유지를 위한 생산공정 설계	- 막김치 600kg/h 생산, 24시간 연속 - 밀폐식 절입, 세척, 탈수, 종균접종
	- 막김치 연속 자동화 생산공장 건설 - 막김치 연속 자동화 생산 시스템의 시운전	- 330m ² , 380V, 20kW - 연간 3,750톤 생산규모 - 소요인력 6명 ×3교대
	- 연속 자동화 생산 시스템으로 막김치 시생산 (14톤/일) - 막김치 연속 자동화 생산 최적 공정 확립 - 막김치 연속 자동화 생산 및 판매	- 14톤/일 - 공정 간 균형도 98% - 840톤(60일) 생산 판매
협동1 (세계김치 연구소)	- 배추 부위별 절단 기술 개발 - 막김치 가압 연속 절입 기술 개발	- 시간당 480포기 부위별 절단 분리 기술 - 절입시간 20분 이내, 압력 1.5기압
	- 막김치 연속 절입 세척 탈수 접종 기술 개발 - 막김치 연속 혼합 포장 기술 개발 - 배추상자 자동 쏘기 기술 개발	- 회전 연속식 정체시간 20분 - 10kg 정량 충전 포장 - 96상자/h 처리
	- 시생산 결과 평가 분석 및 문제점 도출 - 문제점 해결 방안 제시 - 막김치 연속 자동화 생산 공정 최적화 기술 개발	- 생산량, 인력, 김치품질 평가 - 생산속도, 품질개선 기술 - 공정 간 균형도 98%
협동2 (명성)	- 배추 부위별 절단 장치 개발 - 막김치 가압 연속 절입 장치 개발	- 시간당 480포기 절단 분리 - 500L, 1.5±0.1기압
	- 막김치 연속 절입 세척 탈수 접종 장치 개발 - 막김치 연속 혼합 포장 장치 개발 - 배추상자 자동 쏘기 장치 개발	- 90° 회전 연속식 액체 순환식 - 10kg 정량 충전 자동 포장 - 96상자/h 처리, 파손방지
	- 시생산 결과 평가 분석 및 문제점 도출 - 문제점 해결 방안 제시 - 막김치 연속 자동화 생산 기계 장치 개선	- 생산량, 인력, 김치품질 평가 - 생산속도, 품질개선 기술 - 공정 간 균형도 98%
위탁 (크리스탈 이엔지)	- 염수 재사용 기술 및 장치 개발	- 3kL/h, 24시간 연속 처리
	- 세척수 재사용 기술 및 장치 개발	- 3kL/h, 일반세균 0, 24시간 연속
	- 시생산 결과 평가 분석 및 문제점 도출 - 문제점 해결 방안 제시 - 염수 및 세척수 재사용 기술 및 장치 개선	- 생산량, 인력, 김치품질 평가 - 생산속도, 품질개선 기술 - 염수 및 세척수 처리 수준, 처리 속도

나. 연구개발 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표											연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건	건	
가중치																			
최종목표	6	4					17,155	30	40				2	2					1*
1차년도	계획	3												1					
	달성														5				
2차년도	계획	3											1	1					
	달성	4	1						1				1	2	2				
3차년도	계획		4		3	30							1						1
	달성	1	3		3	30					1		2	1	1				2
소계	계획	6	4		3	30							2	2					1
	달성	5	4		3	30			1		1		3	3	8				2
종료 1차년도							2,009	6	10										
종료 2차년도							2,612	6	10										
종료 3차년도							3,395	6	20										
종료 4차년도							4,178	6											
종료 5차년도							4,961	6											
소계							17,155	30	40										
합계	6	4		3	30		17,155	30	40				2	2					1

* 막김치 자동화 생산 공장 표준 설계서 1건

(1) 특허 출원 및 등록

구분	출원/등록 특허명	출원/등록 번호	출원/등록 구분	출원/등록 일자
협동1	막김치 자동제조시스템 및 막김치 제조방법	10-2018-0003810	출원	2018-01-11
협동1	막김치 자동제조시스템 및 막김치 제조방법	10-1895746	등록	2018-08-31
협동1	절임 살균시스템 및 그 방법	10-2018-0012119	출원	2018-01-31
협동1	배추 부위별 절단 분리장치	10-2018-0012121	출원	2018-01-31
협동1	김치 종균 접종시스템 및 이의 접종방법	10-2018-0012120	출원	2018-01-31
협동1	절임 살균시스템 및 그 방법	10-2047170	등록	2019-11-14
협동1	김치종균접종시스템 및 이의 접종방법	10-2047171	등록	2019-11-14
협동1	배추 부위별 절단분리장치	10-2062445	등록	2019-12-27
세부1	콜마지 생성 억제를 위한 막김치 제조 방법	10-2019-0179500	출원	2019-12-31

(2) 기술 실시 (이전)

구분	기술실시 이전명	기술이전 업체명	기술이전료 (백만원)	기술이전 체결일
협동1	막김치 자동제조시스템 및 막김치 제조방법	(주)명성	10	2019-03-26
협동1	김치종균 접종시스템 및 이의 접종방법	(주)명성	10	2019-03-26
협동1	절임 살균시스템 및 그 방법	(주)명성	10	2019-03-26

(3) 고용 창출

구분	고용창출 내용	고용창출 인력명	고용기관	고용창출일
세부1	정규직 직원으로 고용	김**	(주)한성식품	2018-09-17

(4) 기술 인증

구분	기술인증 유형	신기술인증명	인증기관	신기술인증일/ 인증번호
세부1	신기술인증	유산균 스타터 균주 우점을 분석을 통한 김치품질 관리기술	농림축산식품부	2019-12-30/ 31-075

(5) 논문 게재 및 학술 발표

구분	논문명/ 학술발표명	학술지명/ 학회명	저자명/ 발표자명	성과발생 연도
협동1	구연산과 에탄올 세척에 의한 배춧잎의 미생물 저감화/	산업식품공학회지/	한응수, 양지희	2019
협동1	Quality characteristics and kimchi processing ability of kimchi cabbage cultivars 'Cheonjincheongmayeop' and 'Chunkwang' /	한국식품저장 유통학회지/	박상언, 한응수, 정영배, 박해웅	2018
협동1	비살균 무첨가 배추즙에서 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> WiKim32의 배양 특성/	한국식품과학회지/	한응수	2019
협동1	/김치산업 경쟁력 강화를 위한 생산 자동화 연구	/한국산업식품공학회	한응수	2018
협동1	/막김치 생산 자동화 기술과 장치 개발	/한국산업식품공학회	한응수	2018
협동1	/구연산과 에탄올 세척에 의한 배춧잎의 미생물 저감화	/한국산업식품공학회	양지희, 한응수	2019

(6) 교육 및 컨설팅

구분	교육 및 컨설팅 내용	교육 및 컨설팅 대상	교육인원	성과발생 연도
세부1	우송대학교의 외국인 셰프들에게 김순자 명장의 김치강의 및 김치 시연	우송대학교 외국인 셰프	30명	2017
세부1	김치류 HACCP 적용사례 발표 식품 위생안전만이 기업이 살길이라는 내용	HACCP 기술세미나 참석자	60명	2017
세부1	김순자 대표이사가 동국대학교에 방문하여 학생들에게 특허성공사례 발표	동국대학교 학생	40명	2017
세부1	전주 르윈호텔에서 군장대학교 학생을 대상으로 명장 아카데미 워크샵에서 성공사례 발표	군장대학교 학생	40명	2017
세부1	전통식품 김치 세계화로 한국식 문화 발전 기여 및 김치 홍보	군장대학교 학생	7명	2017
세부1	활기찬 농촌 프로젝트 시범사업인 지역 역량강화 상생 워크숍의 찾아가는 김치 체험교실 교육	정선군 신동읍 부녀회 회원	10명	2018
협동1	김치 제조 자동화 기계에 대한 경상대학교 최고농업경영자 교육	최고농업경영자	30명	2018
협동1	김치 생산 자동화 기계에 대한 경상대학교 최고농업경영자 교육	최고농업경영자	30명	2019

(7) 타 연구에의 활용 등 기타 성과

구분	기타 성과 내용	활용 내용	활용기관	성과발생 연도
협동1	농기평 연구과제 “막김치 자동화 생산설비의 규모화와 성과보급” 2019.12.2 - 2020.12.1	타 연구개발 사업에 후속연구로 활용	세계김치연구소	2019
세부1	막김치 자동화 생산 공장 표준 설계서	최종보고서 pp363-390에 제시되어 있음	(주)한성식품	2019

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 제 1세부기관 연구내용

<제1세부기관 연구내용 >

막김치 자동화 생산 공장 건설 및
시운전

(주)한성식품

I. 서론

1. 막김치 연속 자동화 생산라인 설치

막김치 연속 자동화 생산라인 설치를 위해 자동화 연속식 막김치 공장의 HACCP 대응공장 개념설계를 검토하고, 개념설계 기본 방향을 설정하였다. 새 공장 건설, 기존 공장 리모델링의 두가지 경우를 모두 고려하였으며, 막김치 자동화 생산 라인을 실생산에 활용하기 더 적합한 방향으로 레이아웃을 검토하고 확정하여 막김치 연속 자동화 생산라인을 설치하였다.

2. 가압절임기 파일럿 시운전

밀폐순환 연속 가압절임기의 본 제작에 앞서 1대의 가압절임기를 제작하여 5차례 파일럿 시운전을 실시하였다. 막김치 생산의 자동화 공정에 있어서 가장 핵심이 되는 것은 절임공정으로, 기존 재래식 방법으로는 10시간 이상 소요되는 절임을 20분 이내로 단시간에 완료할 수 있는지, 기존 재래식 방법으로 절여진 배추, 그리고 그 배추를 이용하여 제조된 막김치와는 품질의 차이가 있는지 확인하는 것이 중요하다. 주관연구기관에서는 30년 이상의 김치제조 경험과 노하우를 가지고 있는만큼, 가압절임으로 배추가 적절하게 절여졌는지, 절여진 배추로 막김치를 담겼을 때, 기존 막김치와 품질의 차이가 나타나는지를 중점적으로 테스트하였다.

3. 막김치 생산 자동화 장치 시운전

주관연구기관에서는 본 연구과제를 통해 개발된 막김치 생산 자동화 장치가 실 생산에 적용되어 제품판매까지 이어질 수 있도록 하는 것에 주안점을 두고 막김치 생산 자동화 장치의 시운전과 개선을 진행하였다. 1·2차 시운전에서는 장치별로 작동 여부, 소음 정도, 청소의 용이성 등의 사항을 점검하였으며, 공정 단위별로 시운전을 진행하며 시운전 중 발생하는 문제점을 확인하고 개선방안을 설정하였다. 3·4차 시운전에서는 1·2차 시운전과 달리 배추 투입 공정부터 절임·세척·탈수 공정까지 인력을 배치하여 연속적으로 진행하였으며, 공정간 밸런스를 맞추는 데에 초점을 맞추었다. 5차 시운전에서는 이전 시운전에서 공정간 밸런스를 맞추는 데 가장 크게 문제가 된 배추 절단 라인에서의 고갱이 제거 작업으로 인한 배추세절기에서의 배춧잎 걸림 문제를 해결하기 위해 배추 부위별 절단기의 칼날을 조정하여 고갱이 제거를 심 파내기로 변경하여 진행하였다. 품질관리가 까다롭고 위생기준이 높은 김치를 생산해야하는 만큼, 연구기간 종료 이후에도 지속적으로 개선방향을 설정하고, 시운전 및 시생산이 진행되고 있다.

4. 막김치 생산단가 절감 및 품질향상을 위한 부가실험

주관연구기관에서는 막김치 자동화 생산 시스템에 시너지 효과를 줄 수 있는 막김치 생산단가 절감 및 품질향상을 위한 여러 가지 부가실험을 수행하였다.

4-1. 폐배추 즙액 배지에서 유산균 스타터 배양 및 막김치 제조실험

유산균 분말을 양념에 혼합하여 접종하는 기존 방식과 달리, 절임배추에 유산균을 배양한 폐배추 즙액 배지를 적서 접종하는 방식의 활용가능성을 확인하기 위해 실험을 진행하였다.

4-2. 유산균 스타터 균주 우점을 분석을 통한 김치품질관리기술

막김치 자동화 생산 시스템을 통해 제조되는 막김치 제품의 품질을 향상시킬 수 있는 기술로 유산균주 특이적 프라이머 세트와 PCR을 이용하여 우점을 분석하고, 이를 품질관리에 활용하는 기술을 개발하고 검토하였다.

4-3. 김치발효제어제 첨가를 통한 막김치의 품질유지기한 연장

막김치제품 수출 시, 장거리 이동에 따른 과숙, 포장지 팽창이 문제가 된다. 김치의 세계화로 해외현지의 식품업체에서도 로컬 농산물을 이용하여 김치를 제조하여 판매하고 있기 때문에, 막김치의 수출경쟁력 강화를 위해 숙성을 지연시키고 품질유지기한을 연장시킬 수 있는 김치 발효제어제 첨가 실험을 진행하였다.

4-4. 배추 장기저장 실험

배추는 계절에 따른 가격의 등하락폭이 상당히 큰 편으로, 생산원가에도 크게 영향을 준다. 따라서 안정된 배추의 공급은 생산원가 절감에도 기여할 수 있으므로, 뿌리와 겉잎 전처리방법, 그리고 포장방법에 따른 배추장기저장 실험을 진행하였다.

4-5. 막김치와 절임배추의 간이수분정량법 고안

막김치 자동화 생산라인에서는 15분 간격으로 절임배추가 배출되기 때문에, 탈수가 부족하게 이루어질 수 있다. 따라서 탈수의 적합도를 판단하기 위해 수분정량을 실시할 필요성이 있으나, 기존의 수분정량법은 장시간을 필요로하기 때문에, 수분함량의 비교를 목적으로 단시간내에 정량할 수 있는 방법을 고안하였다.

II. 연구내용

1. 막김치 연속 자동화 생산라인 설치

1-1. 자동화 연속식 막김치 공장의 HACCP 대응공장 개념설계

자동화 연속식 막김치 HACCP 대응공장용 개념설계를 하기 위해 기존 공장 및 막김치, 자동화 연속식 막김치 설비 및 신규 제조 공정 등을 비교 분석하여 개념설계 기본 방향을 설정한 후 구역(청결, 일반), 동선(종사자, 원부자재, 제품, 기타) 등을 효과적으로 정하여 신축할 막김치 공장의 건축에 활용 가능한 개념설계 도서(평면도, 동선도 등)를 마련하였다.

1) 현황 파악 및 요구조사

기존의 막김치 생산 공정, 막김치 생산 설비, 막김치 공장 등 현황을 파악하고, 새롭게 개발도입하는 막김치 연속 자동설비 제원, 특성 및 공정 변화를 분석하였다.

기존 공장의 효율적 공간, 작업, 비용 등에 대한 관계자 요구조사 및 의견 수렴을 하여 공간 효율성, 비용 경제성 등이 높도록 부재료 전처리, 양념 배합 등은 기존 공장에서 공급하는 것으로 개념설계 기본 방향을 설정하였다.

2) 구역, 동선 등 검토

신축공장의 개념설계 기본 방향과 HACCP 고시 시설기준에 따른 구역, 동선 등을 결정하였다. 구역은 기존 막김치 공정 분석결과, 기존 공장 작업실 분리·구획 현황, 신규 자동 연속 막김치 설비 등을 식품안전 수준 구분을 하여 청결, 일반으로 크게 구분하였다. 자동 연속 막김치 설비는 절임, 세척, 유산균접종을 각각 다른 설비를 이용하지 않고 동일 설비로 이들 3가지 공정이 가능토록 설계되어 있으므로 통상적 청결(준청결) 구역과 달리 동일 유산균 접종 이후부터 청결 구역으로 설정하였다.

1-2. 막김치 자동화 생산라인 설계 레이아웃 검토

기존 공장으로부터 전처리된 부재료와 배합된 양념을 공급받는 것은 생산성 측면에서 바람직하지 않은 것으로 판단되어, 막김치 자동화 생산만을 위한 공장을 새로이 건설하는 것보다 기존공장의 내부를 리모델링하여 최대한 공간을 활용하고 생산효율을 높이는 방향으로 설계 레이아웃을 재검토하였다.

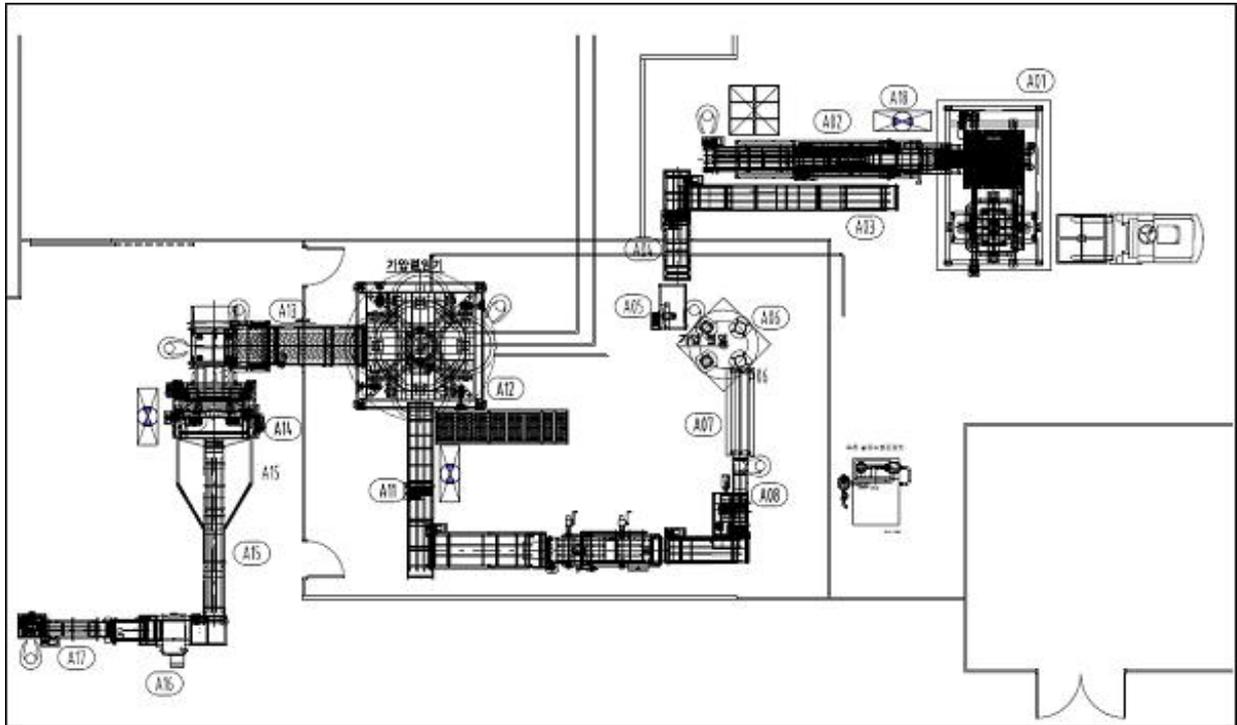


Fig. 1-1. 막김치 자동화 라인 확대도 - 설비 부분

1-3. 막김치 자동화 생산라인 설치

기존 작업동선에 대한 영향을 최소화하고 막김치 자동화 생산을 위한 설비 및 작업 공간을 최대화하여 생산성을 높일 수 있도록 레이아웃을 확정된 후, 기존 공장의 내부 리모델링을 거쳐 막김치 자동화 생산 설비라인을 설치하였다.



Fig. 1-2. 배추 공급 라인

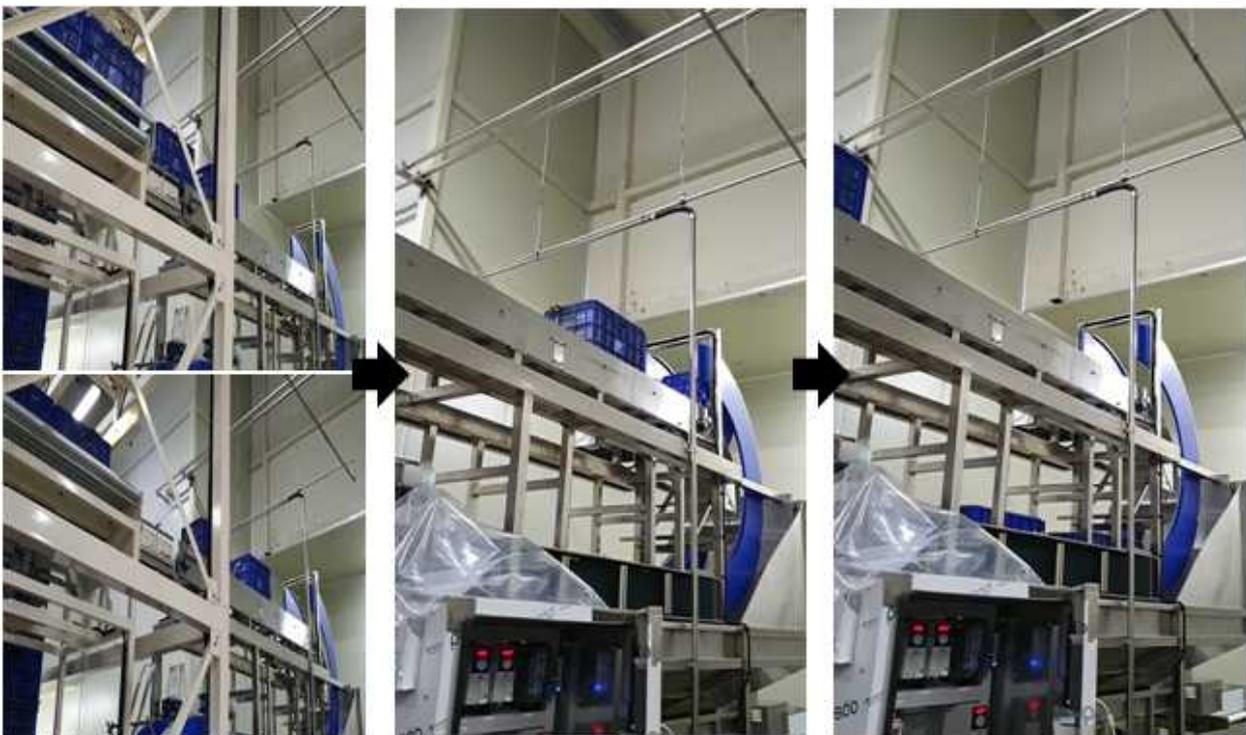
1-1: 배추상자 테이블리프트 적재, 1-2: 상자 분리, 1-3: 상자 한줄 공급
 1-4: 배추 쏘기, 1-5: 배추 공급 컨베이어, 2: 배추 절단 라인



테이블 리프트: 지게차를 이용하여 배추 상자가 7단(2*3형태, 총 42상자)으로 적재된 팔레트를 적재



상자 분리 장치: 1단(2*3형태, 6상자)씩 상자 한줄 공급 장치로 이동



상자 한줄 공급 장치: 2개의 상자씩 배추 쏘기 장치로 공급



배추 솟기 장치: 상자 한줄 공급 장치에서 공급된 상자를 컨베이어에 의해 뒤집는 방식으로 배추를 솟음. 솟아진 배추는 컨베이어를 통해 절단 라인으로 이동



Fig. 1-3. 배추 절단 라인

2-1: 엽신부 절단기, 2-2A: 배추 홀더, 2-2B: 삼절 칼날부, 2-3: V컨베이어, 2-4A: 배추 절단 칼날부, 2-4B: 사각절단부, 2-5: 배추 절단 후



배추 부위별 절단기: 배추를 홀더 장치에 고정시킨 후, 테이블이 회전하면 내부의 단축경 절단기가 단축경부분을 절단하며, 다시 테이블이 회전하면 삼절 칼날부가 배추를 3절하는 방식으로 부위별 절단이 이루어짐



배추 세절기: 배추 부위별 절단기를 통해 고갱이가 제거되고, 3절된 배추가 V자 컨베이어 벨트를 지나 2열 7개의 칼날을 통과하며 곱절이 형태와 같이 길게 절단되며, 마지막으로 회전칼날부를 통과하며 막김치 형태로 절단됨



Fig. 1-4. 진동체 선별 및 절단배추 투입

3-1A: 절단 배추 이송 컨베이어, **3-1B:** 절단 배추 진동체 투입
3-2A: 진동체 선별 및 샤워, **3-2B:** 진동체 선별 후,
3-3: 절단 배추 투입 컨베이어 **3-4:** 절단배추 투입

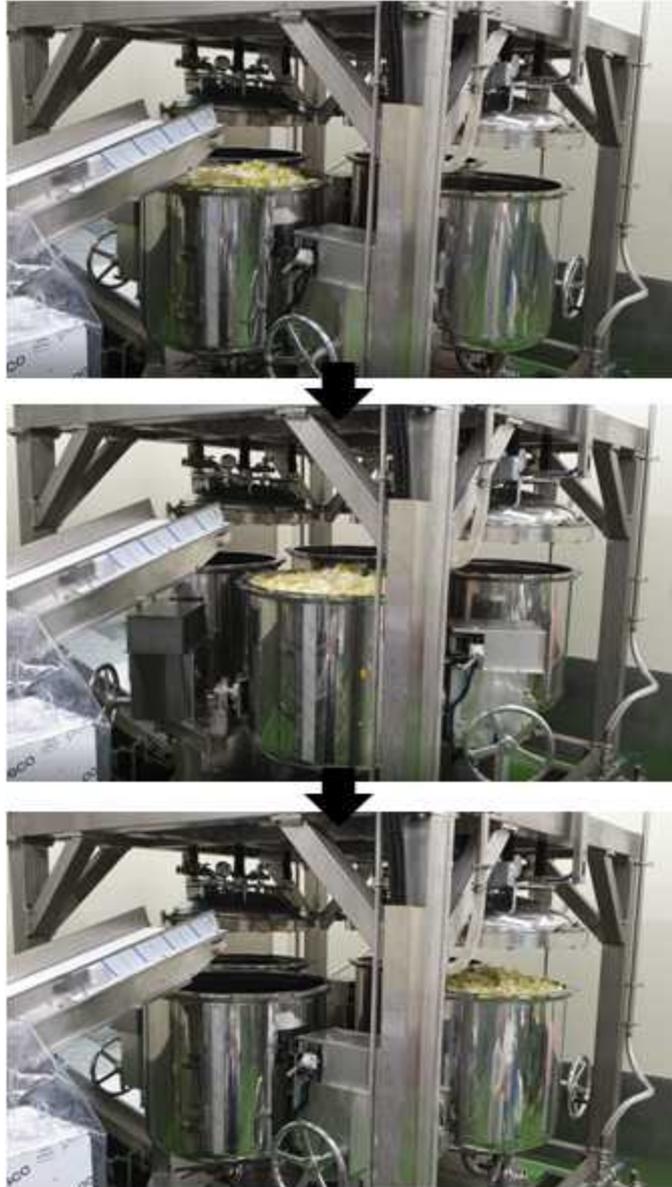
진동체선별기: 진동을 통해 배추에 묻어있는 흙, 먼지, 벌레 등을 제거함

로드셀(load cell) 컨베이어: 배추가 일정무게 이상 컨베이어에 담기게 되면 가압절임기로 배추를 투입함



Fig. 1-5. 밀폐순환 가압연속절임기 및 연속 혼합기 라인

4: 밀폐순환 가압연속절임기, **4-1:** 절임배추 쏟아내기, **5:** 연속 혼합기 라인



밀 폐순환 가압연속절임기:

배추 공급 - 염수 공급 및 가압 - 염수 회수 - 세척수 공급 및 순환 - 세척수 회수 - 탈수 - 절
 임배추 배출 순으로 공정이 이루어지며, 가압절임통이 90도씩 회전하며 배추 투입과 가압절
 임, 세척, 탈수가 진행됨



막김치 연속 혼합 포장 장치: 배합기, 벨트호퍼, 금속검출기, 개량 포장 장치로 구성됨

2. 가압절임기 파일럿 시운전

1. 가압절임기 시운전 및 가압절임 시간에 따른 막김치의 품질비교

가. 가압절임시간에 따른 절임배추의 품질비교

4대의 가압절임기로 구성된 용기순환식 가압 절임 설비를 제작하기에 앞서, 우선 1대의 가압절임기 시작품을 공장 내에 배치하여 시운전을 진행했다. 시작품의 첫 번째 시운전에서는 배추를 막김치를 담그는 데에 최적의 상태로 절이기 위한 여러 조건들 중 가압절임시간을 중점적으로 실험하였으며, 이외에 가압절임기 용량 대비 투입 가능한 배추 중량의 무게, 염수 투입 및 배수 소요시간, 세척수 투입 및 배수 소요시간을 측정했다.

1) 실험재료

- 배추 중량 300kg(150kg*2회)
- 25% 포화염수
- 염도계
- 스톱워치
- Stomacher(150306-LEDEMBO, LED Embo stomacher, HansolTech, Korea)
- Stomacher bag

2) 실험방법

가압절임기에 배추 중량을 가득 채우며, 이때 투입한 배추 중량의 무게를 확인한다. 이후 미리 제조해둔 염도 25%의 염수를 투입하며, 가압절임기를 가득 채우는 데 걸리는 시간(염수 투입 시부터 가압절임기의 상단으로 염수가 배수되기까지의 시간)을 측정한다. 가압절임 시간을 비교하기 위해 첫 번째 테스트는 가압절임을 12분간, 두 번째 테스트는 6분간 진행한다. 이후 염수를 탈수하며, 이때 소요되는 시간을 측정한다. 다음으로 세척수를 투입하고, 순환하고, 배수하며 같은 방법으로 소요시간을 측정한다. 마지막으로 절임 품질의 척도로써 세척이 끝난 절임 배추의 염도를 측정하여 비교한다.



Fig. 1-6. 가압절임기 시작품(외부, 내부)

3) 실험결과

① 가압절임기 용량 대비 투입 가능한 배추 중량의 무게

가압절임기 시작품(Fig. 1-6)의 내경은 900mm, 상하부 다공판 사이 간격은 700mm로 배추 투입 가능한 다공판 사이 공간의 부피는 약 450L이다. 투입량으로 200kg을 예상하였으나 시운전에서는 150kg이 한계였으며, 150kg도 인력으로 눌러 담은 것을 고려할 때, 컨베이어 이용 시에는 투입량이 130kg가 될 것으로 예상된다.

② 가압절임

염수를 투입하는 데에는 약 3분 20(±5)초가 소요되었고, 염수의 순환을 통한 가압절임을 첫 번째 테스트에서는 12분간, 두 번째 테스트에서는 6분간 진행하였으며, 이후 3분간 염수를 배수하였다.

③ 세척

세척수를 투입하는 데에는 약 4분 50(±10)초가 소요되었으며, 이후 12분간의 세척수 순환을 통해 세척을 진행하였다. 배수는 마찬가지로 3분이 소요되었는데, 3분 이후로는 소량으로 배출되었다.

④ 절임배추 상태 확인

가압절임 및 세척 후에는 Fig. 1-7과 같이 배추가 절여져 생배추와 비교할 때 부피가 확연히 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 절임 품질의 척도로써 절임배추의 염도를 측정된 결과, 12분간 가압절임한 절임배추의 염도는 2.02%였으며 6분간 가압절임한 절임배추의 염도는 1.52%로 측정되었다. 대체로 절임배추의 염도가 1.4%~1.6%의 범위를 보이는 것으로 볼 때, 가압절임은 6분으로 충분하다는 것을 확인했다.



Fig. 1-7. 가압절임 및 세척 후의 절임배추

나. 가압절임 배추를 이용한 막김치의 제조 및 품질비교

최적 가압절임 조건을 찾기 위해 가압절임기의 시운전 테스트 결과물인 절임배추를 이용하여, 막김치를 제조하고 품질을 비교하였다. 각 테스트별로 절임배추 샘플을 5kg 이상 채취하였는데, 이때 가압절임을 12분간 진행한 첫 번째 테스트 샘플은 세척 후 추가적인 탈수과정을 거치지 않은 것과 2시간 가량 탈수를 거친 것으로 2가지 샘플로 나누어 채취를 하였다. 6분간 가압절임한 두 번째 테스트 샘플은 세척 후 추가적인 탈수과정을 거치지 않고 샘플을 채취하였다.

1) 실험재료

- 각 테스트별 절임배추 샘플 5kg
- 막김치 양념 5kg
- 이화학검사(염도계, pH meter, 0.1N NaOH)
- 미생물균수검사(petri film AC, EC 및 MRS agar 배지)
- Stomacher(150306-LEDEMBO, LED Embo stomacher, HansolTech, Korea)
- Stomacher bag
- 희석액(0.85% NaCl)
- 관능평가지

2) 실험방법

샘플군은 A(12분 가압절임-탈수 미실시), B(12분 가압절임-탈수 실시), C(6분 가압절임-탈수 미실시)의 3가지로 나누어, 각각 5kg씩 막김치로 제조하고 500g씩 소분포장한다. 소분포장한 막김치는 초숙, 중숙, 완숙에 맞추어 관능검사를 실시하며, pH·산도·염도를 측정하고 일반균수, 대장균균수, 유산균수를 측정하여 숙성에 따른 이화학변화와 미생물균수 변화를 비교한다.

① 관능평가

사내 직원 (10명 이상)에 의하여 **Fig. 1-8**과 같은 관능평가지를 사용하여 7점 척도법으로 수행한다.

② 염도 측정

염도는 마쇄한 막김치 시료를 stomacher bag에 stomacher로 speed 10에서 1분간 균질화 후 여과된 액을 염도계로 측정한다.

③ pH 및 적정산도의 측정

시료를 마쇄하여 stomacher bag으로 여과된 즙 20mL를 비커에 담아 pH meter로 pH를 측정하고, 초기 pH에서 pH 8.30이 될 때까지 0.1N NaOH로 적정하여 총 소비된 0.1N NaOH의 양으로 적정산도 값을 계산한다.

* 적정산도 계산

$$\text{적정산도} = \frac{0.1N \text{NaOH 소비량}(mL) \times 0.009(\text{젖산의 산량}) \times 100}{\text{시료 양}(mL)}$$

시료 A

1. 외관 (appearance)의 기호도, 좋아함 정도

외관이 나쁨	보통		외관이 좋음

2. 냄새(flavor)의 기호도, 좋아함 정도

냄새가 싫음	보통		냄새가 좋음

3. 조직(texture)의 강도

단단하지않음	보통		단단함

4. 신맛 (acid taste)의 강도

신맛이 약함	보통		신맛이 강함

5. 짠맛 (salty taste)의 강도

짠맛이 약함	보통		짠맛이 강함

6. 전체적인 맛 (total taste)의 기호도, 좋아함 정도

맛이 없음	보통		맛이 좋음

Fig. 1-8. 가압절임 막김치에 대한 관능평가지

④ 미생물 균수

가) 시료준비

미생물 균수의 측정을 위하여 마쇄한 막김치시료 25g에 희석액 225mL을 첨가하여 speed 10에서 1분간 균질화 후 여과액 1mL(10배 희석액)을 9mL 희석액에 넣고 순차적으로 10⁻⁵ 내지 10⁻⁷ 희석 비율까지 희석하여 준비한다.

나) 유산균수의 측정

마지막 3단계 희석액 0.1mL씩을 MRS agar 위에 떨어뜨려서 spreader로 희석액이 건조될 때까지 약 20회 회전하여 문지른 후, 35°C 배양기에 넣어 48시간 후에 생성된 집락수를 계수한다.

다) 일반세균수의 측정

마지막 3단계 희석액을 1mL씩 petri film의 비닐 덮개를 열고 떨어뜨린 후, 덮개를 닫고 압봉으로 누른 후, 35°C 배양기에 넣어 48시간 후에 붉은색을 띠는 집락수를 계수한다.

라) 대장균균수의 측정

10⁻¹ ~ 10⁻³까지의 희석액 1mL씩을 petri film EC 배지위에 떨어뜨리고, 누름판으로 조심스럽게 눌러 옆으로 액이 흐르지 않게 처리하고 37°C에서 배양기에 넣어 1일 후에 생성된 집락수를 계수한다.

3) 실험결과 및 고찰

가) 관능평가

관능평가 결과는 **Table 1-1**에서 보여주는 것과 같다. 외관은 대체로 보통(4점) 이상인 것으로 나타났으며 대체로 실험군 A(12분 가압절임-탈수 미실시)의 점수가 전기간에 걸쳐 가장 높았다. 냄새는 숙성 초기(3·4일차)에는 대체로 보통 이상인 것으로 나타났으나, 숙성 말기(11·12일차)에는 보통 이하로 하락했다. 조직감은 3·4·7일차에서는 실험군 C(6분 가압절임) > 실험군 B(12분 가압절임-탈수 실시) > 실험군 A(12분 가압절임-탈수 미실시) 순으로 나타났으나 11·12일차에는 이러한 경향성이 나타나지 않는다. 짠맛은 실험군 A가 대체로 전기간에 걸쳐 가장 높았으며, 실험군 C가 가장 낮았다. 신맛 또한 실험군 A가 대체로 전기간에 걸쳐 가장 높았으며, 실험군 C가 가장 낮았다. 전체적인 맛은 전기간에 걸쳐 대체로 보통(4점) 이하의 점수로 나타났다. 선호도에 따른 뚜렷한 경향성이 보이지 않으며, 표준편차가 대체로 크게 나타났다.

Table 1-1. 가압절임기 1차 시운전의 절임배추를 이용한 막김치의 관능평가 결과

	저장기간 (일)	외관	냄새	조직	짠맛	신맛	전체적인 맛
A	3	5.46±1.27	4.77±1.17	3.69±1.25	5.08±1.04	3.85±1.52	3.77±1.83
B		4.62±1.50	4.38±0.96	4.00±1.35	5.23±1.30	4.15±1.34	4.00±1.35
C		4.54±1.39	4.31±0.95	4.46±0.78	4.31±1.03	4.00±1.47	4.31±1.55
A	4	5.50±1.31	4.33±1.07	4.00±0.95	5.58±1.31	4.58±0.79	4.17±2.04
B		4.50±1.83	4.50±1.00	4.50±1.17	4.92±1.44	4.08±1.16	4.08±1.56
C		4.67±1.23	4.08±1.00	4.83±1.47	4.50±1.17	4.08±1.31	3.25±1.22
A	7	4.65±1.31	4.10±0.79	3.75±0.97	5.05±1.28	5.05±1.23	3.70±1.17
B		4.10±1.37	4.10±1.02	3.80±1.24	4.85±1.42	4.95±1.19	3.75±1.52
C		4.35±1.35	3.75±0.91	4.20±1.32	4.50±1.36	4.55±0.94	3.75±1.48
A	11	3.58±1.38	3.75±1.14	3.75±1.36	4.58±1.38	5.33±1.23	3.17±1.27
B		3.42±1.51	3.92±0.79	3.50±1.45	5.33±1.30	5.33±1.07	3.25±0.87
C		4.75±1.48	4.50±1.00	4.33±1.30	4.75±1.06	4.50±1.09	4.00±0.95
A	12	4.70±1.06	3.80±0.79	4.70±1.25	5.60±0.84	5.30±0.82	3.60±1.43
B		3.50±1.08	3.80±0.63	5.30±1.25	5.40±0.97	4.90±0.88	3.10±0.99
C		4.20±1.32	4.10±1.10	4.50±1.27	5.50±0.97	4.70±1.06	3.30±1.49

A: 12분 가압절임-탈수 미 실시 절임배추를 이용해 제조한 막김치

B: 12분 가압절임-탈수 실시 절임배추를 이용해 제조한 막김치

C: 6분 가압절임 절임배추를 이용해 제조한 막김치

나) 이화학분석

이화학분석을 통해 염도, pH, 산도를 측정 한 결과는 Table 1-2 및 Fig. 1-9와 같다. 염도는 전 기간에 걸쳐 실험군 A(12분 가압절임-탈수 미 실시), 실험군 B(12분 가압절임-탈수 실시), 실험군 C(6분 가압절임) 순으로 나타났다. 공장에서 생산되는 막김치의 염도가 1.6~1.8%의 범위인 것을 고려할 때, 모든 샘플군의 염도가 높은 편에 속했으며 특히 실험군 A의 염도가 2.4% 이상으로 크게 높았다. pH의 경우에는 3일차에 실험군간의 차이가 다소 있었으나, 4일차 이후에는 차이가 미미했다. 산도는 실험군 A와 B가 대체로 비슷했으며 실험군 C가 전기간에 걸쳐 가장 낮았다.

Table 1-2. 가압절임 막김치의 이화학분석 결과

실험군	저장기간 (일)	염도	pH	산도
A	3	2.45±0.01	5.09±0.01	0.64
	4	2.41±0.00	4.51±0.00	0.99
	11	2.43±0.00	4.39±0.00	1.20
	12	2.42±0.00	4.32±0.00	1.15
B	3	2.12±0.00	4.57±0.00	0.88
	4	2.08±0.01	4.48±0.00	0.98
	11	2.12±0.01	4.32±0.01	1.15
	12	2.12±0.01	4.27±0.00	1.26
C	3	2.02±0.00	5.26±0.00	0.45
	4	2.07±0.00	4.56±0.01	0.81
	11	1.97±0.01	4.36±0.01	0.99
	12	2.08±0.00	4.34±0.01	0.89

A: 12분 가압절임-탈수 미실시 절임배추를 이용해 제조한 막김치

B: 12분 가압절임-탈수 실시 절임배추를 이용해 제조한 막김치

C: 6분 가압절임 절임배추를 이용해 제조한 막김치

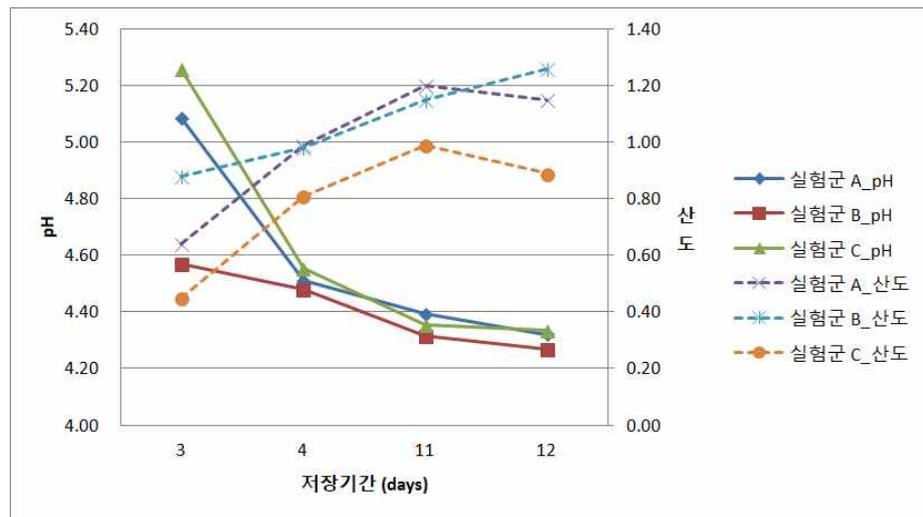


Fig. 1-9. 숙성에 따른 가압절임 막김치의 pH·산도 변화

다) 미생물균수 분석

미생물균수 분석은 초숙, 중숙, 완숙에 맞추어 숙성 3, 4, 11, 12일차에 실시했으며, 결과는 Fig. 1-10 및 Table 1-3과 같다. 유산균수는 전기간에 걸쳐 실험군 간의 차이가 미미했으며, 대체로 실험군 B(12분 가압절임-탈수 실시), 실험군 C(6분 가압절임), 실험군 A(12분 가압절임-탈수 미 실시) 순으로 나타났다. 일반세균수는 3·4일차에 실험군 B, 실험군 C, 실험군 A 순으로 나타났으며, 11·12일차에는 실험군 A, 실험군 B, 실험군 C 순으로 나타났다. 숙성에 따라 일반세균수가 감소되는 경향을 보였는데, 경향폭은 실험군 C가 가장 큰 것으로 나타났다. 대장균균수는 실험군 B와 실험군 C가 비슷하고, 대체적으로 실험군 A가 가장 적은 것으로 나타났다. 대장균균수도 숙성에 따라 감소되는 경향을 보였는데, 경향폭은 실험군 A가 가장 큰 것으로 나타났다.

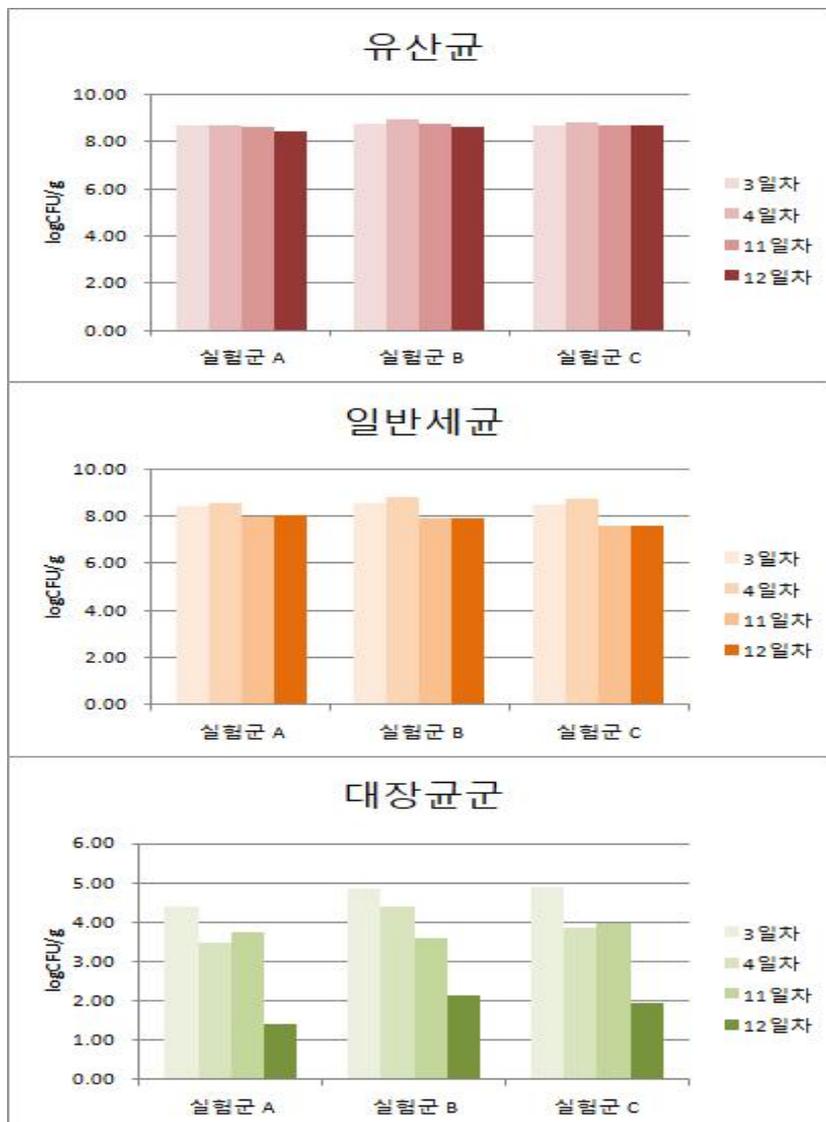


Fig. 1-10. 숙성에 따른 가압절임 막김치의 미생물균수 변화

Table 1-3. 가압절임 막김치의 미생물균수 변화

실험군	저장기간 (일)	유산균수 (LogCFU/mL)	일반세균수 (LogCFU/mL)	대장균균수 (LogCFU/mL)
A	3	8.70±0.01	8.43±0.05	4.37±0.10
	4	8.69±0.03	8.56±0.11	3.47±0.07
	11	8.63±0.03	7.94±0.01	3.75±0.11
	12	8.45±0.05	8.05±0.08	1.39±0.12
B	3	8.77±0.09	8.53±0.01	4.85±0.04
	4	8.95±0.01	8.80±0.01	4.40±0.02
	11	8.79±0.04	7.91±0.01	3.60±0.00
	12	8.60±0.03	7.88±0.04	2.11±0.05
C	3	8.72±0.09	8.47±0.03	4.88±0.04
	4	8.84±0.00	8.76±0.03	3.85±0.03
	11	8.70±0.05	7.61±0.05	3.92±0.03
	12	8.71±0.01	7.60±0.00	1.92±0.11

A: 12분 가압절임-탈수 미실시 절임배추를 이용해 제조한 막김치

B: 12분 가압절임-탈수 실시 절임배추를 이용해 제조한 막김치

C: 6분 가압절임 절임배추를 이용해 제조한 막김치

다. 가압절임기의 첫 번째 시운전 테스트 최종결론

가압절임 시작품의 첫 번째 시운전 테스트는 가압절임 배추의 품질, 가압절임·세척 등 각 공정 소요시간, 가압절임 배추를 이용하여 제조한 막김치의 품질을 확인했다는 데에 의의가 있다. 가압절임 시간으로 12분과 6분을 테스트하였는데, 가압절임으로 인한 외관의 손상은 관찰되지 않았으며, 가압절임 배추의 염도가 2.02%, 1.52%로 나타나 배추가 절여졌다는 것을 확인 할 수 있었다. 그러나 가압절임 배추를 이용하여 제조한 막김치의 관능평가 결과에서 전체적인 맛에 대한 점수가 보통 이하인 것으로 나타나 배추중독 투입, 가압절임, 세척 등 각 공정에 대하여 공정별 소요시간 및 막김치 품질에 영향을 끼칠 수 있는 요소들을 확인하고 테스트할 필요성이 있는 것으로 확인되었다.

2. 가압절임기 2차 시운전 - 가압절임염수 회수(배수) 방식의 결정

가. 가압절임기 2차 시운전 및 절임배추의 품질비교

1차 시운전에서는 가압절임 후 염수를 하부로 배수하였는데, 이는 세척공정에서 세척수 투입시 염수와 섞이지 않는다는 장점이 있으나, 염수 회수를 위한 추가적인 설비를 필요로 한다는 단점이 있다. 2차 시운전에서는 가압절임 후 염수를 하부로 배수하지 않고, 세척수를 투입하여 염수를 상부로 회수하는 방법을 테스트했다. 세척수를 투입하여 염수를 상부로 회수하는 방법은 염수회수를 위한 추가적인 설비를 필요로 하지 않는다는 장점이 있으며, 염수 배수시간이 필요치 않으므로 더 경제적이다. 가압절임기 내부에 염수가 차있는 상태로 세척수를 투입 시 섞일 수 있으나, 염수와 세척수의 비중차이로 인해 염수가 원활하게 회수될 가능성이 있으므로 2차 시운전에서는 이 방법을 테스트하였다.

1) 실험재료

- 배추 중량 150kg
- 25% 포화염수
- 염도계
- 스톱워치
- Stomacher(150306-LEDEMBO, LED Embo stomacher, HansolTech, Korea)
- Stomacher bag

2) 실험방법

가압절임기에 배추 중량을 가득 채우며, 이때 투입한 배추 중량의 무게를 확인한다. 이후 미리 제조해둔 염도 25%의 염수를 투입하며, 6분간 염수순환을 통한 가압절임을 실시한다. 가압절임 후 1차 시운전과는 달리 염수를 배수하지 않고, 세척수를 하부로 투입하여 염수를 상부로 밀어내어 회수한다. 이때 1분 간격으로 상부에서 배수되는 염수의 염도를 측정한다. 마지막으로 절임 품질의 척도로써 세척이 끝난 절임배추의 염도를 측정하여 비교한다.

3) 실험결과

배추 중량 140kg을 투입하고, 3분 15초간 염수를 주입한 후 6분간 염수순환을 통한 가압절임을 실시했다. 이후 염수를 하부로 배수하지 않고, 세척수를 주입하여 염수를 상부로 배수하였다(Fig. 1-11 참조). 세척수 주입 후 상부로부터 배수되는 염수의 염도를 1분 간격으로 14분간 측정한 결과는 Table 1-4와 같다. 14분간의 세척에도 4.5% 염도의 염수가 배출되는 것으로 불

때, 세척수 주입 시 내부의 염수와 섞이게 된 것으로 보이며, 따라서 이 방법은 시간적으로나 경제적으로 적당하지 않다는 것을 확인할 수 있었다. 세척 후 12분간 탈수를 진행하였으며, 절임배추를 채취하여 염도를 측정된 결과, 2.01%로 높게 나타났다. 1차 시운전에서 6분간 가압절임한 절임배추의 염도가 1.52%였던 것과 비교할 때 세척을 더 오래했음에도 불구하고 염도가 더 높게 나타났는데, 이는 세척 시 내부에 남아있는 염수로 인해 가압절임이 계속해서 진행되었기 때문인 것으로 예상된다.

Table 1-4. 세척시간에 따른 배수되는 염수의 염도 변화

세척시간 (분)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
염도(%)	25.2	24.6	22.7	20.9	18.6	16.1	13.9	12.0	10.1	8.7	7.4	6.3	5.3	4.5

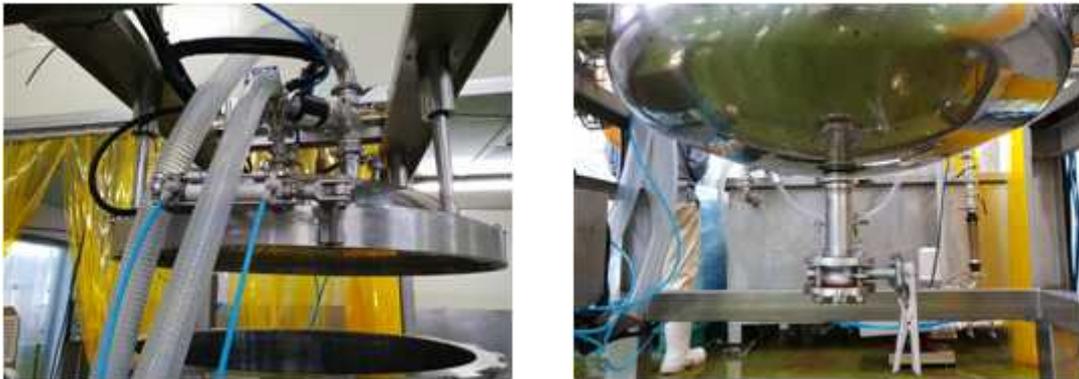


Fig. 1-11. 가압절임기 상부와 하부

나. 가압절임 배추를 이용한 막김치의 제조 및 품질비교

실험군으로 가압절임배추 샘플과, 대조군으로 전날 절여둔 절임배추를 이용하여 막김치를 제조하고 숙성시키며 초숙, 중숙, 완숙에 맞추어 품질검사를 실시하였다.

1) 실험재료

- 가압절임배추 샘플 5kg, 대조군 절임배추 5kg
- 막김치 양념 3kg
- 막김치 500g 포장지 20장
- 이화학검사(염도계, pH meter, 0.1N NaOH)
- 미생물균수검사(petri film AC, EC 및 MRS agar 배지)
- Stomacher(150306-LEDEMBO, LED Embo stomacher, HansolTech, Korea)
- 회석액(0.85% NaCl)
- 관능평가지

2) 실험방법

가압절임배추 샘플 5kg과 대조군 절임배추 5kg으로 막김치를 5kg씩 제조하고 500g씩 소분포장한다. 소분포장한 막김치는 초숙, 중숙, 완숙에 맞추어 1차례씩 관능검사를 진행하며, pH·산도·염도를 측정하고, 일반균수, 대장균군수, 유산균수를 확인하여, 숙성에 따른 막김치의 이화학변화와 미생물균수 변화를 비교한다.

① 관능평가

사내 직원 (10명 이상)에 의하여 **Fig. 1-12**와 같은 관능평가를 사용하여 수행한다. 외관, 냄새, 전체적인 맛에 대해서는 기호도로 평가하고 조직감, 신맛, 짠맛에 대해서는 강도로 평가를 한다.

② 염도 측정

염도는 마쇄한 막김치 시료를 stomacher bag에 stomacher로 speed 10에서 1분간 균질화 후 여과된 액을 염도계로 측정한다.

③ pH 및 적정산도의 측정

시료를 마쇄하여 stomacher bag으로 여과된 즙 20mL를 비커에 담아 pH meter로 pH를 측정하고, 초기 pH에서 pH 8.30이 될 때까지 0.1N NaOH로 적정하여 총 소비된 0.1N NaOH의 양으로 적정산도 값을 계산한다.

* 적정산도 계산

$$\text{적정산도} = \frac{0.1N\text{NaOH소비량}(mL) \times 0.009(\text{젓산의 산량}) \times 100}{\text{시료 양}(mL)}$$

시료 A					
1. 외관 (appearance)의 기호도, 좋아함 정도					
외관이 나쁨		보통			외관이 좋음
2. 냄새(flavor)의 기호도, 좋아함 정도					
냄새가 싫음		보통			냄새가 좋음
3. 조직(texture)의 강도					
아삭하지 않음		보통			아삭함
질기지 않음		보통			질김
4. 신맛 (acid taste)의 강도					
신맛이 약함		보통			신맛이 강함
5. 짠맛 (salty taste)의 강도					
짠맛이 약함		보통			짠맛이 강함
6. 전체적인 맛 (total taste)의 기호도, 좋아함 정도					
맛이 없음		보통			맛이 좋음

Fig. 1-12. 가압절임 막김치의 품질평가를 위한 관능평가지

④ 미생물 균수

가) 시료준비

미생물 균수의 측정을 위하여 마쇄한 막김치시료 25g에 희석액 225mL을 첨가하여 speed 10에서 1분간 균질화 후 여과액 1mL(10배 희석액)을 9mL 희석액에 넣고 순차적으로 10⁻⁵ 내지 10⁻⁷ 희석 비율까지 희석하여 준비한다.

나) 유산균수의 측정

마지막 3단계 희석액 0.1mL씩을 MRS agar 위에 떨어뜨려서 spreader로 희석액이 건조될 때까지 약 20회 회전하여 문지른 후, 35°C 배양기에 넣어 48시간 후에 생성된 집락수를 계수한다.

다) 일반세균수의 측정

마지막 3단계 희석액을 1mL씩 petri film의 비닐 덮개를 열고 떨어뜨린 후, 덮개를 닫고 압봉으로 누른 후, 35°C 배양기에 넣어 48시간 후에 붉은색을 띠는 집락수를 계수한다.

라) 대장균균수의 측정

10⁻¹ ~ 10⁻³까지의 희석액 1mL씩을 petri film EC 배지위에 떨어뜨리고, 누름판으로 조심스럽게

눌러 옆으로 액이 흐르지 않게 처리하고 37℃에서 배양기에 넣어 1일 후에 생성된 집락수를 계수한다.

3) 실험결과 및 고찰

가) 관능평가

관능평가 결과는 **Table 1-5**에서 보여주는 것과 같다. 외관은 대조군이 실험군보다 점수가 높았으며, 특히 실험군은 3·7일차에서 점수가 보통 이하로 나타났다. 냄새는 대조군과 실험군 모두 보통 이상의 점수로 나타났으나 대체로 대조군이 실험군보다 점수가 높았다. 조직감의 척도 중 하나인 아삭함의 정도에서도 대조군과 실험군 모두 보통 이상의 점수로 나타났으나, 뚜렷한 경향성은 보이지 않았다. 조직감의 다른 척도인 질감의 정도에서는 대조군과 실험군 모두 대체로 보통 이상의 점수로 나타났으며, 대체로 실험군이 대조군보다 점수가 높았다. 신맛의 강도는 대체로 대조군이 실험군보다 점수가 높았으나, 11일차에서는 점수차가 줄어들었다. 짠맛의 강도는 대조군과 실험군 모두 보통 이상의 점수로 나타났으며, 실험군이 대조군보다 점수가 높아 더 짠 것으로 확인되었다. 전체적인 맛에 대해서는 전기간에서 대조군은 보통 이상의 점수로, 실험군은 보통 이하의 점수로 나타났다.

Table 1-5. 가압절임기 2차 시운전의 절임배추를 이용한 막김치의 관능평가 결과

저장 기간 (일)	외관	냄새	조직감 (아삭함)	조직감 (질김)	신맛	짠맛	전체적인 맛	
3	대조군	4.78±1.20	4.44±0.53	4.33±1.12	4.00±0.87	2.44±1.24	4.56±0.53	5.44±0.73
	실험군	3.33±1.41	4.33±0.87	4.56±0.73	4.00±1.12	2.44±1.33	5.56±1.13	3.78±1.30
7	대조군	6.09±0.70	4.82±1.08	5.55±1.13	3.73±1.27	4.73±1.49	4.18±0.98	4.82±0.87
	실험군	3.55±1.63	4.64±0.92	5.00±1.10	4.73±1.62	4.09±1.04	5.00±1.34	3.73±1.10
11	대조군	5.22±1.09	4.44±0.73	4.67±1.58	4.78±1.39	5.00±1.66	5.00±0.87	4.33±1.41
	실험군	4.56±0.88	4.22±0.67	4.67±1.50	5.33±0.71	4.89±1.62	6.00±1.00	3.56±1.74

나) 이화학분석

이화학분석을 통해 염도, pH, 산도를 측정된 결과는 **Table 1-6** 및 **Fig.1-13**과 같다. 염도는 전기간에서 실험군이 대조군보다 높게 나타났으며, 관능평가 결과와도 일치했다. pH는 전기간에서 대조군이 실험군보다 낮게 나타났으나, 차이는 크지 않았다. 산도는 3일차에는 실험군이 높았으나 7일차에는 차이가 미미했고 11일차에는 대조군이 실험군보다 조금 더 높게 나타났다.

Table 1-6. 가압절임 막김치의 이화학분석 결과

시료	저장기간 (일)	염도	pH	산도
대조군	3	2.13±0.01	5.86±0.01	0.64
	7	2.26±0.01	4.26±0.01	0.99
	11	2.12±0.00	4.07±0.01	1.20
실험군	3	2.79±0.01	5.91±0.01	0.88
	7	2.81±0.03	4.63±0.01	0.98
	11	2.83±0.01	4.08±0.01	1.15

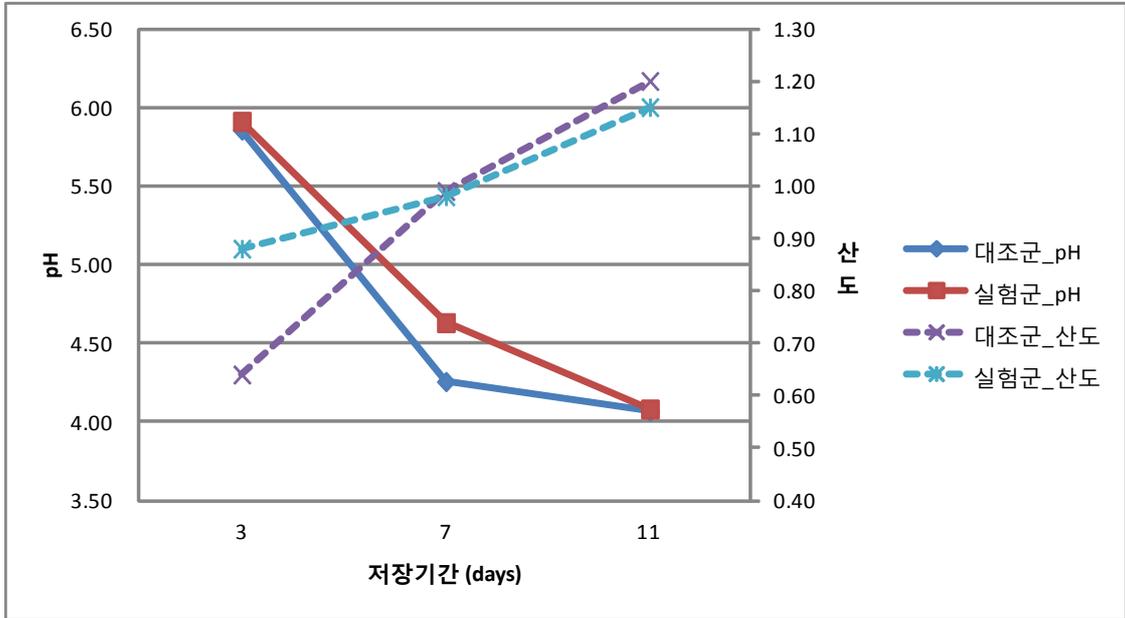


Fig. 1-13. 숙성에 따른 가압절임 막김치의 pH·산도 변화

다) 미생물균수 분석

숙성에 따른 막김치의 미생물균수 분석은 저장 3일차와 11일차에 실시했으며, 결과는 Fig. 1-14 및 Table 1-7과 같다. 유산균수는 3일차에는 대조군이 실험군보다 많았으나, 11일차에는 실험군이 대조군보다 많았다. 일반세균수는 3일차 11일차 모두 대조군이 실험군보다 많은 것으로 나타났다. 대장균균수는 3일차에는 대조군이 더 많았으나 11일차에는 실험군이 더 많았다. 하지만 전 기간에 걸쳐 대조군과 실험군의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

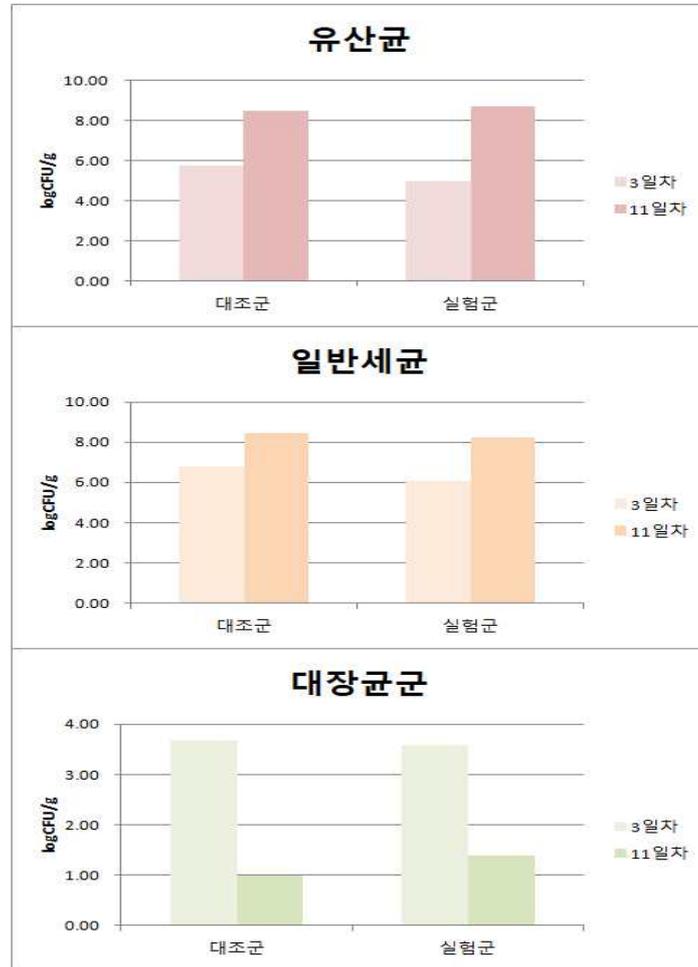


Fig. 1-14. 숙성에 따른 가압절임 미생물균수 변화

Table 1-7. 가압절임 막김치의 미생물균수 변화

실험군	저장기간 (days)	유산균수 (LogCFU/mL)	일반세균수 (LogCFU/mL)	대장균군수 (LogCFU/mL)
대조군	3	5.78±0.00	6.79±0.01	3.67±0.08
	11	8.50±0.01	8.43±0.05	1.00±0.00
실험군	3	5.00±0.00	6.02±0.25	3.58±0.05
	11	8.67±0.08	8.24±0.14	1.39±0.12

다. 가압절임기 2차 시운전 테스트의 최종결론

가압절임 시작품의 2차 시운전은 가압절임 후 염수 회수 방법 2가지를 테스트했다는 데에 의의가 있다. 1차 시운전과 같이 염수를 하부로 배수할 경우, 염수 회수를 위한 추가적인 설비가 필요하다는 단점이 있어서 2차 시운전에서는 염수를 하부로 배수하지 않고 세척수를 주입하여 상부로 밀어내는 방법을 테스트하였다. 염수와 세척수의 비중차이에 의해 세척수 주입을 통해 염수가 상부로 원활하게 배출될 것으로 기대를 했으나, 테스트 결과 14분간의 세척수 주입에서도 염도가 4.5%로 높게 나타났으며, 절임배추의 염도 또한 2.01%로 높게 나타났다. 관능평가에서도 대조군에 비해 점수가 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 이를 통해 염수 회수 방식은 기존의 방법이 더 효율적이고, 절임배추 및 막김치의 품질에도 긍정적인 것으로 확인되었다.

3. 가압절임기 3차 시운전 - 절임염수의 염도 결정

가. 가압절임기 3차 시운전 및 절임배추의 품질비교

가압절임기 1, 2차 시운전에서는 모두 포화염수를 사용하여 배추를 가압절임 하였다. 1차 시운전에서 6분간의 가압절임으로도 1.52%의 충분한 염도로 배추를 절일 수 있다는 것을 확인했다. 3차 시운전에서는 25% 포화염수와 20% 불포화염수를 이용하여 가압절임을 실시하여 포화염수보다 낮은 염도에서도 가압절임이 충분하게 이루어지는지를 확인하였다.

1) 실험재료

- 배추 중량 250kg
- 25% 포화염수, 20% 염수
- 염도계
- 스톱워치
- Stomacher(150306-LEDEMBO, LED Embo stomacher, HansolTech, Korea)
- Stomacher bag

2) 실험방법

가압절임기에 배추 중륵을 가득 채우며, 이때 투입한 배추 중륵의 무게를 확인한다. 이후 첫 번째 테스트에서는 염도 20%의 염수를 주입하고, 6분간 염수순환을 통한 가압절임을 실시한다. 염수를 가압절임기 하부로 배수 후, 세척수를 주입하여 6분간 세척하며 다시 3분간 탈수한다. 두 번째 테스트에서는 염도 25%의 염수를 주입하고, 6분간 가압절임 후 3분 탈수한다. 세척시에는 1분간격으로 배출되는 세척수의 염도를 측정하여 충분한 세척이 이루어지는지를 확인한다.

3) 실험결과

배추 중륵은 20% 염수 실험에서 120kg, 25% 염수 실험에서 126kg이 투입되어 1차 시운전에서 150kg, 2차 시운전에서 140kg이 투입되었던 것과는 차이를 보였다. 이는 실험을 위해 준비한 배추 중륵에 중량에 비해 부피를 많이 차지하는 엽신이 많이 포함되었기 때문인 것으로 예상된다. 세척수 주입 후, 6분간 순환하는 동안 상부로부터 배수되는 세척수의 염도를 1분 간격으로 6분간 측정한 결과는 **Table 1-8**과 같다. 20% 실험군은 초기 염도 3.1%에서 6분 후 0.1%로 감소했으며, 25% 실험군은 초기 염도 2.3%에서 6분 후 0.2%로 감소했다. 염수를 하부로 배수하지 않고 세척수를 주입을 통해 염수의 배수 및 세척을 동시에 진행했던 2차 시운전에서, 14분간의 세척에도 염도가 4.5%로 높았던 것과 비교할 때 가압절임기 내부의 염수가 비교적 충분히 제거되었음을 확인할 수 있다. 절임배추의 염도를 측정한 결과, 20% 실험군은 1.50, 25% 실험군은 1.46으로 차이가 미미한 것으로 나타났다. 1차 시운전에서 6분간의 가압절임으로 절임배추의 염도가 1.52%였던 것과 비교하면 가압절임조건에 따라 절임배추 염도가 비교적 재현성 있게 나타난다는 것을 확인하였다.

Table 1-8. 세척시간에 따른 배수되는 세척수의 염도 변화

실험군	세척시간(분)						
	초기	1	2	3	4	5	6
20%실험군 염도(%)	3.1	2.3	1.5	0.7	0.4	0.3	0.1
25%실험군 염도(%)	2.3	1.8	1.3	0.7	0.5	0.3	0.2

나. 가압절임 배추를 이용한 막김치의 제조 및 품질비교

실험군으로 두가지 가압절임배추 샘플(20% 실험군, 25% 실험군)과 대조군으로 전날 절여둔 절임배추를 이용하여 막김치를 5kg씩 제조하고 500g씩 소포장하여 숙성시키며 초숙, 중숙, 완숙에 맞추어 품질검사를 실시하였다.

1) 실험재료

- 20% 샘플균 가압절임배추 5kg, 25% 샘플균 가압절임배추 5kg, 대조균 절임배추 5kg
- 막김치 양념 9kg
- 막김치 500g 포장지 30장
- 이화학검사(염도계, pH meter, 0.1N NaOH)
- 미생물균수검사(petri film AC, EC 및 MRS agar 배지)
- Stomacher(150306-LEDEMBO, LED Embo stomacher, HansolTech, Korea)
- 회석액(0.85% NaCl)
- 관능평가지

2) 실험방법

20% 샘플균 가압절임배추 5kg, 25% 샘플균 가압절임배추 5kg 그리고 대조균 절임배추 5kg으로 막김치를 5kg씩 제조하고 500g씩 소분포장한다. 소분포장한 막김치는 초숙 2차례, 중숙 1차례, 완숙 1차례씩 관능검사를 진행하며, pH·산도·염도를 측정하고, 일반균수, 대장균균수, 유산균수를 확인하여, 숙성에 따른 막김치의 이화학변화와 미생물균수 변화를 비교한다.

① 관능평가

사내 직원 (10명 이상)에 의하여 **Fig. 1-15**와 같은 관능평가를 사용하여 수행한다. 외관, 냄새, 신맛, 전체적인 맛에 대해서는 선호도를 조사하고, 중요한 평가인자인 조직감과 짠맛에 대해서는 선호도와 강도를 모두 조사했다.

② 염도 측정

염도는 마쇄한 막김치 시료를 stomacher bag에 stomacher로 speed 10에서 1분간 균질화 후 여과된 액을 염도계로 측정한다.

③ pH 및 적정산도의 측정

시료를 마쇄하여 stomacher bag으로 여과된 즙 20mL를 비커에 담아 pH meter로 pH를 측정하고, 초기 pH에서 pH 8.30이 될 때까지 0.1N NaOH로 적정하여 총 소비된 0.1N NaOH의 양으로 적정산도 값을 계산한다.

* 적정산도 계산

$$\text{적정산도} = \frac{0.1N \text{NaOH 소비량}(mL) \times 0.009(\text{젓산의 산량}) \times 100}{\text{시료 양}(mL)}$$

시료 A				
1. 외관 (appearance)의 기호도, 좋아함 정도				
외관이 나쁨		보 통		외관이 좋음
2. 냄새(flavor)의 기호도, 좋아함 정도				
냄새가 싫음		보 통		냄새가 좋음
3. 조직(texture)의 강도				
무름		보 통		단단함
4. 조직(texture)의 기호도				
나쁨		보 통		좋음
5. 신맛 (acid taste)의 강도				
신맛이 약함		보 통		신맛이 강함
6. 짠맛 (salty taste)의 강도				
짠맛이 약함		보 통		짠맛이 강함
7. 짠맛 (salty taste)의 기호도				
나쁨		보 통		좋음
8. 전체적인 맛 (total taste)의 기호도, 좋아함 정도				
맛이 없음		보 통		맛이 좋음

Fig. 1-15. 가압절임 막김치에 대한 관능평가지

④ 미생물 균수

가) 시료준비

미생물 균수의 측정을 위하여 마쇄한 막김치시료 25g에 희석액 225mL을 첨가하여 Stomacher를 speed 10으로 설정하고 1분간 균질화 한 후 여과액 1mL(10배 희석액)을 9mL 희석액에 넣고 순차적으로 10^{-5} 내지 10^{-7} 희석 비율까지 희석하여 준비한다.

나) 유산균수의 측정

마지막 3단계 희석액 0.1mL씩을 MRS agar 위에 떨어뜨려서 spreader로 희석액이 건조될 때까지 약 20회 회전하여 문지른 후, 35°C 배양기에 넣어 48시간 후에 생성된 집락수를 계수한다.

다) 일반세균수의 측정

마지막 3단계 희석액을 1mL씩 petri film의 비닐 덮개를 열고 떨어뜨린 후, 덮개를 닫고 압봉으로 누른 후, 35°C 배양기에 넣어 48시간 후에 붉은색을 띠는 집락수를 계수한다.

라) 대장균균수의 측정

10^{-1} ~ 10^{-3} 까지의 희석액 1mL씩을 petri film EC 배지위에 떨어뜨리고, 누름판으로 조심스럽게 눌러 옆으로 액이 흐르지 않게 처리하고 37°C에서 배양기에 넣어 1일 후에 생성된 집락중 기포가 발생한 집락수를 계수한다.

3) 실험결과 및 고찰

가) 관능평가

막김치 샘플의 관능평가는 Fig. 1-16과 같이 동일한 흰 그릇에 500g의 막김치를 담아 실시하였다. 관능평가 결과는 Table 1-9과 1-10에서 보여주는 것과 같다. 외관에 대한 선호도는 1일차의 25% 실험군, 13일차의 대조군과 20% 실험군은 제외하고는 보통(4점) 이상인 것으로 나타났으며, 뚜렷한 경향성은 보이지 않았다. 냄새에 대한 선호도는 13일차의 실험군을 제외하고는 전기간에서 보통(4점) 이상의 점수로 나타났으며 마찬가지로 뚜렷한 경향성은 보이지 않았다. 조직감의 강도에 대해서 1일차의 아삭함 정도는 25% 실험군, 대조군, 20% 실험군 순으로 나타났으며, 질김의 정도는 25% 실험군이 가장 강하고 나머지 두 샘플군은 비슷한 것으로 나타났다. 6일차 이후 조직감의 강도는 25% 실험군, 20% 실험군, 대조군 순으로 나타났으며, 대체로 5점에 가까웠다. 13, 18일차에서 조직감에 대한 선호도는 대체로 보통(4점) 이상의 점수로 나타났으나 뚜렷한 경향성은 없었다. 신맛의 강도에 대해서는 숙성에 따라 점수가 증가했으나, 샘플군간의 뚜렷한 경향성은 보이지 않았다. 짠맛의 강도는 대체로 보통(4점) 이상의 점수로 나타났으며 경향성은 25% 샘플군, 20% 샘플군, 실험군 순으로 나타났다. 짠맛의 선호도에 대해서는 대체로 보통(4점) 이상의 점수이나, 대체로 C의 점수가 가장 낮았다. 전체적인 맛에 대한 선호도는 전기간에서 대체로 보통 이상의 점수였으며, A와 B는 5점 이상의 결과도 보였다. 실험군 B와 C를 비교할 때는 B의 선호도가 전기간에서 더 높은 것으로 나타났다.

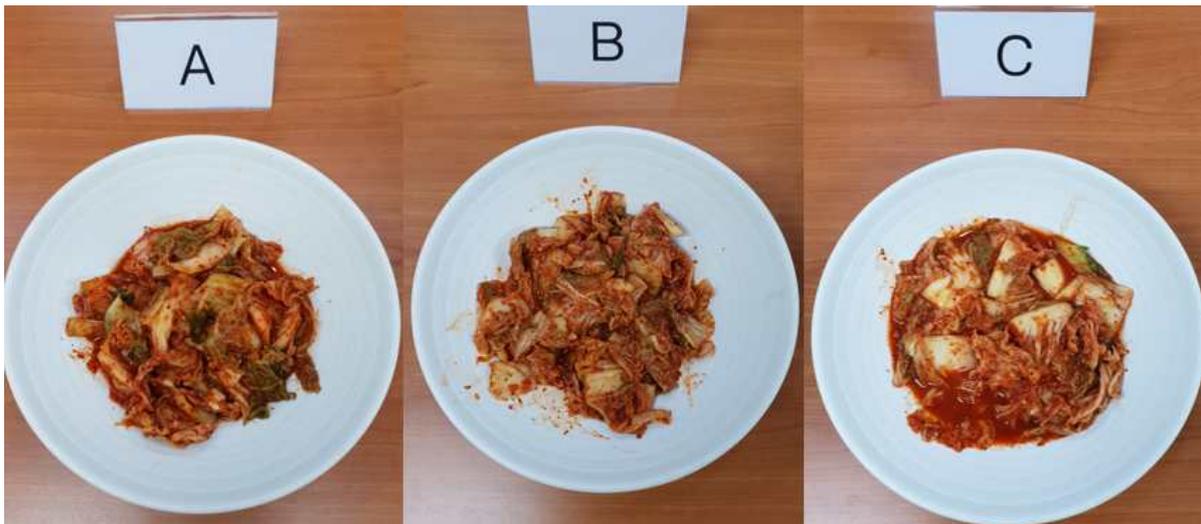


Fig. 1-16. 가압절임 막김치 샘플
(A:대조군, B: 20%염수 실험군, C:25%염수 실험군)

Table 1-9. 3차 시운전 막김치 샘플의 저장 1일차 관능평가 결과

	저장 기간 (일)	외관	냄새	조직감 (아삭함)	조직감 (질김)	신맛	짠맛	전체적인 맛
대조군		4.43	4.57	4.71	4.14	1.71	3.86	5.14
20% 실험군	1	4.29	4.57	4.43	4.14	1.86	4.29	4.43
25% 실험군		3.57	4.43	4.86	4.29	1.71	4.29	3.71

Table 1-10. 3차 시운전 막김치 샘플의 저장 6·13·18일차 관능평가 결과

	저장 기간 (일)	외관	냄새	조직감 (강도)	조직감 (선호도)	신맛	짠맛 (강도)	짠맛 (선호도)	전체적인 맛
A		4.71	4.71	5.29	-	5.29	4.57	5.00	5.43
B	6	4.00	5.00	5.43	-	5.14	4.86	4.71	5.71
C		4.29	4.43	5.57	-	4.29	5.00	4.00	4.71
A		3.86	4.14	4.43	4.29	4.14	4.29	4.00	4.43
B	13	3.29	3.71	4.57	3.86	3.57	4.14	4.00	4.43
C		4.43	3.71	4.14	4.00	4.71	4.43	4.00	3.86
A		4.86	4.57	4.71	4.57	4.86	4.00	4.00	4.14
B	18	5.00	4.71	5.00	4.71	5.43	4.29	4.29	5.29
C		4.29	4.71	5.29	4.71	5.29	4.29	3.86	4.43

- A: 대조군 막김치
- B: 20% 염도 실험군
- C: 25% 염도 실험군

나) 이화학분석

이화학분석을 통해 염도, pH, 산도를 측정된 결과는 **Table 1-11** 및 **Fig.1-17**과 같다. 염도는 전 기간에 걸쳐 25% 실험군, 대조군, 20% 실험군 순으로 나타났다. pH는 13일차의 20% 실험군을 제외하고는 대체로 비슷한 값을 보였다. 산도는 13일차에서 대조군과 25% 실험군이 비슷하고 20% 실험군이 낮은 것으로 나타났지만, 18일차에서는 대조군과 20% 실험군이 비슷하고 25% 실험군이 낮은 것으로 나타났다.

Table 1-11. 이화학분석 결과

시료	저장기간 (일)	염도	pH	산도
대조군	1	1.93	5.94	0.34
	6	2.02	5.95	0.36
	13	1.99	4.54	0.84
	18	1.95	4.12	1.35
20% 실험군	1	1.71	6.01	0.34
	6	1.86	6.05	0.38
	13	1.77	4.91	0.66
	18	1.77	4.16	1.35
25% 실험군	1	1.93	6.04	0.32
	6	2.11	6.08	0.35
	13	2.09	4.46	0.86
	18	2.07	4.12	1.17

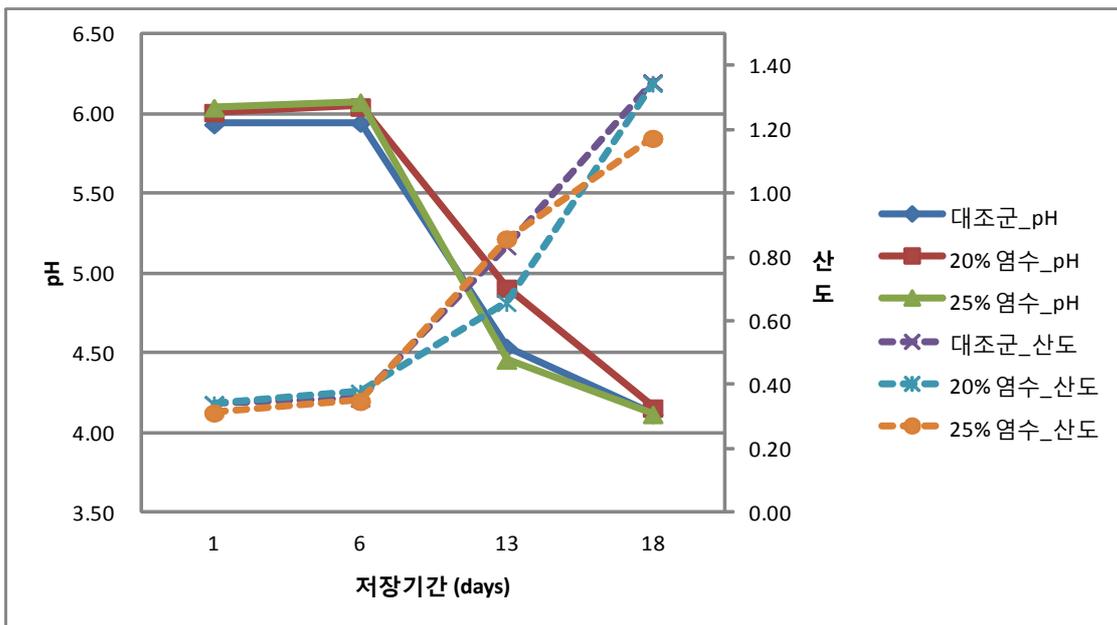


Fig. 1-17. 숙성에 따른 막김치의 pH · 산도 변화

다) 미생물균수 분석

미생물균수 분석 결과는 Fig. 1-18 및 Table 1-12와 같다. 저장 6, 13, 18일차에 미생물균수 분석을 실시한 결과, 유산균수는 다른 샘플군과 비교하여 20% 샘플군이 적었지만 그 차이는 미미했다. 일반세균수는 다른 샘플군과 비교하여 마찬가지로 20% 샘플군이 적었으나 6, 13일차에는 그 차이가 미미했고 18일차에 이르러 0.3 logCFU/mL 가량 차이가 났다. 마지막으로 대장균군의 경우 18일차에는 샘플군간의 차이가 거의 없으나 6, 13일차에는 20% 샘플군이 가장 많았다.

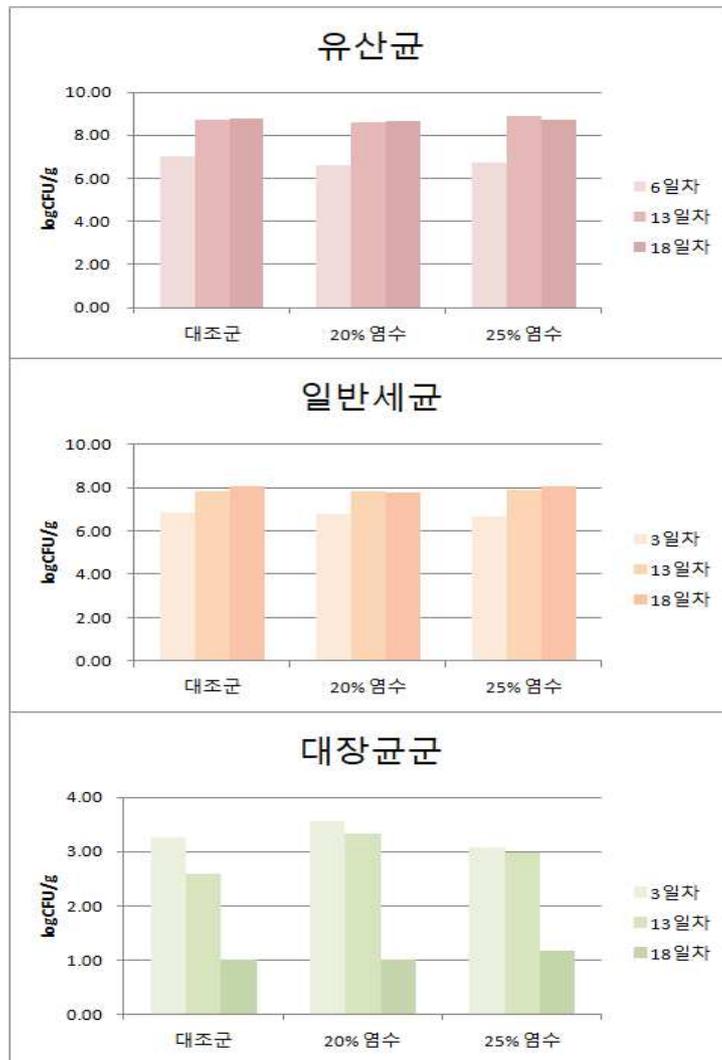


Fig. 1-18. 숙성에 따른 막김치의 미생물 균수 변화

Table 1-12. 미생물 균수 분석 결과

실험군	저장기간 (days)	유산균수 (LogCFU/mL)	일반세균수 (LogCFU/mL)	대장균균수 (LogCFU/mL)
대조군	6	7.00±0.02	6.84±0.01	3.25±0.10
	13	8.74±0.01	7.85±0.01	2.59±0.01
	18	8.76±0.09	8.04±0.04	1.00±0.00
20% 실험군	6	6.61±0.02	6.81±0.01	3.57±0.03
	13	8.60±0.06	7.82±0.04	3.34±0.03
	18	8.67±0.01	7.76±0.02	1.00±0.00
25% 실험군	6	6.72±0.04	6.68±0.03	3.08±0.05
	13	8.89±0.01	7.87±0.04	2.97±0.10
	18	8.73±0.01	8.05±0.02	1.15±0.21

다. 가압절임기 3차 시운전 테스트의 최종결론

가압절임 시작품의 3차 시운전은 그동안 염도 25%의 포화염수만을 가압절임에 이용했었는데, 그보다 낮은 염도의 염수로도 가압절임이 원활하게 이루어지는지를 확인했다는 데에 의의가 있다. 동일한 조건으로 가압절임 및 세척을 실시하고, 가압절임 배추의 염도를 확인한 결과 20% 실험군의 염도가 1.50, 25% 실험군의 염도가 1.46으로 나타나 두 실험군간의 차이가 미미했다. 가압절임배추를 이용하여 막김치를 제조하고 관능평가를 실시한 결과에서도, 두 샘플군이 선호도 항목에서 대체로 보통(4점) 이상의 점수로 나타났으며 특히 전체적인 맛에 대해서는 전기간에서 20% 실험군이 25% 실험군보다 점수가 높았다. 따라서 20% 염도의 염수로도 가압절임이 충분히 이루어지며, 관능적인 측면과 경제적인 측면에서 25% 염수를 사용하는 것보다 더 긍정적일 수도 있다는 것을 확인할 수 있었다.

3. 막김치 생산 자동화 장치 시운전 및 시생산

■ 1차 시운전

1차 시운전에서는 시운전에 앞서 각 장치별로 작동 여부, 소음 정도, 부식 방지, 전기배선, 청소의 용이성 등에 대한 점검이 진행되었다. 시운전은 문제 확인에 초점을 맞추어 배추 공급 및 부위별 절단 공정부터 절임·세척·탈수 공정까지 생산공정별로 진행되었다. 밀폐순환 연속 절임기는 과일럿 시운전 결과를 토대로 절임, 세척 시간을 설정하여 진행하였으며, 탈수 후 절임배추의 염도를 확인하였다.

• 배추 공급 라인



- 지게차를 이용하여, 테이블리프트에 배추상자 적재 후, 배추 공급 라인 시운전 실시
- 상자 분리 장치와 한줄 공급 장치는 원활하게 작동함
- 배추 쏘기 장치에서 배추가 떨어질 때 충격이 강한 듯함

Fig. 1-19.
배추 쏘기 공정

• 배추 절단 라인

- 배추 공급 라인을 통해 공급된 배추를 이용하여 절단 라인 시운전 실시
- 배추 홀더 장치에 배추를 넣을 때 중심이 잘 맞지않는 경우가 있어 작업자의 숙련도가 요구될 것으로 판단됨
- 배추 삼절 후, 인력으로 고갱이를 제거하는 과정에서 배춧잎이 흩어지고, 절단기에서 배춧잎이 걸려 자주 정체되며 절단 크기가 불균일함
- 배추 절단 크기가 작은 편으로, 칼날의 조절이 필요할 것으로 판단됨



Fig. 1-20.
배추 고정 작업



Fig. 1-21.
고갱이 제거



Fig. 1-22.
배추 절단기 끼임 문제



Fig. 1-23.
배추 절단 상태

• 밀폐순환 연속 절입기

- 배추 절단 라인을 통해 절단된 배춧잎을 진동체선별기를 거쳐 이물을 걸러내고 가압절입 통에 공급하여, 가압절입과 세척, 탈수의 시운전을 실시함
- 가압절입기 파일럿 시운전을 통해 확인된 적정 절입, 세척 시간을 적용하여 진행함
- 염수투입(분당 120L 공급)에 4분 5초, 순환에 5분, 배수에 3분 소요.
(투입과 순환 시간의 합을 9분 기준으로 함)
- 세척수 투입 4분, 순환 7분, 탈수 8분 30초 소요
- 배추 원물은 200kg이 공급되어 이중 50kg이 폐기되었으며, 절입기에 150kg이 투입되었고, 절입·세척·탈수 후 절입배추의 무게는 135kg으로 확인됨 (절입 로스 10%)
- 절입배추의 염도는 3.3%로 확인됨(밀폐순환 연속 절입기에 염수가 들어간 상태로 시운전이 지체되면서 염도가 높아진 것으로 추측됨)

• 1차 시운전 결론

시운전에 앞서 진행된 장치별 점검에서, 배추 부위별 절단기와 진동체 선별기의 소음이 큰 것으로 확인되어 현장에서 즉각 조치하였다. 생산라인별 시운전에서 배추 공급 라인은 비교적 원활하게 작동이 되었다. 반면에 배추절단라인에서는 배춧잎이 절단기에 자주 걸리고, 불균일한 크기로 절단되는 문제가 있었다. 절단된 배추는 로드셀 컨베이어를 통해 밀폐순환 연속 절입기로 투입이 되었으며, 밀폐순환 연속 절입기는 파일럿 시운전 결과를 토대로 절입, 세척 시간을 설정하여 진행하였는데, 절입·세척 진행 중에 다소 지체되어 절입배추의 염도가 3.3%로 높게 나타났다. 전반적으로는 제작된 기기의 작동에 큰 문제가 없었으나, 제품의 품질에 영향을 끼칠 수 있는 문제점들이 확인되어 그에 따른 개선방안을 설정하였다.

■ 2차 시운전

1차 시운전에서 배춧잎이 기존공장에서 막김치 제조를 위해 절단되는 절임배추 크기보다 작게 절단되는 것으로 확인되어 절단 크기 조절을 위해 칼날을 일부 제거하고 진행하였다.

2차 시운전은 1차 시운전 다음날에 진행되어 1차 시운전에서 확인된 기기적 문제점을 모두 개선하지는 못하였지만, 각 생산공정을 보다 원활하게 진행하는 것에 초점을 맞추어 진행되었다.

• 배추 공급 라인

- 테이블리프트에 지게차를 이용하여 배추상자를 적재한 후, 공급 라인을 통해 상자를 투입함
- 총 15상자, 200kg의 배추를 투입함

• 배추 절단 라인



- 1차 시운전에서 배추가 작게 절단되어, 절단 크기 조절을 위해 7개의 칼날 중 3개를 제거하여 사용함
- 고갱이를 인력으로 제거하는 과정에서 배춧잎이 흐트러져 절단기로 투입됨에 따라 자주 걸려 정체됨
- 절단크기는 1차 시운전에 비하여 커졌으나, 절단크기가 불균일함

Fig. 1-24.
배추 절단기
끼임 문제

• 밀폐순환 연속 절임기

- 염수투입(분당 120L 공급)에 4분 5초, 순환에 5분, 배수에 3분 소요
- 세척수 투입 4분, 순환 7분, 탈수 8분 30초 소요
- 배추 원물은 200kg이 공급되어 이중 50kg이 청잎 제거 및 선별 과정에서 폐기되었으며, 절임기에 150kg이 투입되었고, 절임·세척·탈수 후 절임배추의 무게는 135kg으로 확인됨 (절임 로스 10%)
- 절임배추의 염도는 2.14%로 확인됨(세척수 투입에 지연이 있었음)



Fig. 1-25. 배추 가압 절임 전

• 2차 시운전 결론

1차 시운전에서 배춧잎이 작게 절단되는 것으로 확인되어 절단 크기 조절을 위해 칼날을 일부 제거하고 진행한 결과 절단크기는 개선이 되었다. 그러나 고갱이를 인력으로 제거하는 과정에서 배춧잎이 흐트러진 상태로 절단기로 투입됨에 따라 크기와 모양이 불균일하게 절단되는 것으로 확인이 되었다. 밀폐순환 연속 절임기에서는 세척수 투입에 지연이 있어, 절임배추의 염도가 2.14%로 1차 시운전보다는 낮았지만 막김치로 제조하기에는 높은 수준으로 나타났다. 또한 탈수가 부족할 것으로 예상되어 다음 시운전에서 절임배추와 절임배추에서 나오는 물의 무게를 확인하기로 계획하였다. 2차 시운전에서는 배추 세절기의 칼날을 제거한 것을 제외하고는 1차 시운전과 환경이 동일하여, 1차 시운전에서 나타난 문제점들을 다시 한번 확인하고 개선방안을 설정하였다.

■ 3차 시운전

3차 시운전에서는 1·2차 시운전과 달리 배추 투입 공정부터 절임·세척·탈수 공정까지 연속적으로 진행하여, 공정간 밸런스를 맞추는 데에 초점을 맞추어 진행되었다. 또한 2차 시운전에서 절임·세척 후 탈수가 부족한 것으로 판단되어 절임배추의 무게와 절임배추에서 나오는 물의 무게를 측정하여 비교하였다.

• 배추 절단 라인



- 배추 홀더 장치에서의 삼절 후, 고갱이를 인력으로 제거하는 과정에서 배추가 흩어지고 부서지며, 절단기에 자주 걸리고 절단 크기와 모양이 균일하지 못함
- 걸림현상 방지와 균일한 절단크기를 위해서 절단기로 배춧잎이 일정한 방향으로 투입되어야 할 것으로 판단됨

- 절단 라인에서 지연됨에 따라 전후 공정까지 함께 지연됨

Fig. 1-26.
배추 절단 상태

• 밀폐순환 연속 절임기



- 염수투입(분당 120L 공급) 4분 20초, 순환 6분 30초, 배수 3분 소요
- 세척수 투입에 3분 40초, 순환 6분 소요, 탈수는 5분 이상 진행
- 탈수 후 절임배추 무게는 100kg(배추 투입 시 눌러담지 않음)

Fig. 1-27.
가압절임 중

• 3차 시운전 결론

1·2차 시운전과 달리 3차 시운전에서는 연속적으로 진행됨에 따라, 새로운 문제점들이 확인되었다. 배추 절단 문제가 개선되지 않아, 절단기에 걸린 배추를 제거하는 동안 배추 투입과 절단 배추 공급의 전후 공정 모두 영향을 받았다. 공정간 밸런스를 위해 배추 절단 라인에 대한 전반적인 검토가 필요함이 확인되었다.

■ 4차 시운전

4차 시운전에서는 3차 시운전과 마찬가지로 배추 투입 공정부터 절입·세척·탈수 공정까지 연속적으로 진행하였으며, 배추 절단 라인에서 지연되지 않도록 고갱이 제거에 인력을 증원배치하였다. 공정간 밸런스를 맞추는 데에 초점을 맞추어 진행되었으며 밀폐순환 연속 절입기로 배추가 투입되는 데 소요되는 시간을 측정하였다.

• 배추 공급 라인

- 공급 라인을 통해 배추 공급 후, 육안으로 배추 선별하여 절단 라인으로 투입함

• 배추 절단 라인

- 배추 홀더 장치에서의 삼절 후, 고갱이를 인력으로 제거하는 과정에서 배추가 흩어지고 부서지며, 절단기에 자주 걸리고 절단 크기가 균일하지 못함
- 고갱이를 제거하는 대신, 심을 파내면 해당 문제가 상당부분 해소될 것으로 판단됨

• 밀폐순환 연속 절입기



- 배추투입에 17분 소요
- 염수투입(분당 120L 공급) 3분 20초, 순환 6분, 배수 3분 40초 소요
- 세척수 투입 3분 40초, 순환 6분, 탈수는 5분 이상 진행
- 탈수 후 절입배추 무게는 137kg(배추 투입시 눌러담음)

Fig. 1-28.
절입·세척·탈수 후

Table 1-13. 세척수 순환 중 염도 확인

경과 시간	1분 30초	2분	2분 30초	3분	5분
염도	1.8%	1.4%	1.2%	1.0%	0.9%

Table 1-14. 세척수 배수 중 염도 확인

경과 시간	1분	2분	3분	4분	5분
염도	0.2%	0.3%	1.4%	1.6%	1.8%

Table 1-15. 절임배추 염도, 분리수분비율

	배추		분리수분		분리수분 비율
	무게	염도	무게	염도	
3차 시운전 절임배추	2,262g	1.80%	301g	2.45%	11.74%
4차 시운전 절임배추	466g	1.73%	67g	2.40%	12.57%
대조군*	1,118g	1.55%	100g	2.03%	8.21%

*대조군은 당일 서산공장에서 막김치 제조에 이용한 절임배추임.

• 4차 시운전 결론

4차 시운전에서는 고갱이 제거를 공정간 밸런스를 맞추기 위해 그동안 시운전에서 문제가 되었던 고갱이 제거에 인력을 증원하고 시운전을 진행하였다. 고갱이 제거 후 흐트러진 배춧잎을 정리하여 세절기로 투입하게됨에 따라 걸림 문제는 다소 해소되었으나, 인력이 늘어남만큼 바람직한 해결방안으로 볼 수는 없다. 따라서 고갱이 제거 대신 심파내기로 변경하는 것에 대한 검토 필요성이 제기되었다. 또한 절임배추 무게 중에서 절임배추로부터 분리되는 물의 무게가 차지하는 비율을 비교하였을 때, 대조군에 비해 실험군이 높은 것으로 확인되어 탈수가 부족하다는 것을 확인하였다.

■ 5차 시운전

5차 시운전에서는 배추 투입 공정부터 절입·세척·탈수 공정까지 연속적으로 진행하였으며, 배추 절단 라인에서 기존에 고갱이를 제거하던 것을 심 파내기로 변경하였다. 배추 부위별 절단기가 고갱이 제거와 심 파내기 모두 가능하도록 제작되어, 심을 파낼 수 있도록 기기 내부를 일부 조정하였다. 이전 시운전에서 탈수가 부족한 것으로 확인되어 5차 시운전에서는 탈수 시간을 늘려 진행하였다.

• 배추 절단 라인

- 고갱이 제거에서 심 파내기로 변경 후, 절단기에서의 정체현상이 상당부분 개선됨
- 그러나 심이 덜 파지는 경우가 종종 있음(배추 부위별 절단기에 배추가 중심이 맞지않는 상태로 투입되면 배추 크기가 큰 경우에 심이 덜 파지는 경우가 발생하였음)

• 밀폐순환 연속 절입기

- 염수투입 3분 30초, 순환 5분 30초, 배수(염수회수) 3분 진행
- 세척수 투입 3분 35초, 순환 2분 25초, 탈수 15분 이상 진행
- 탈수 후 절입배추 무게는 90kg
(배추 투입 시 눌러담지 않았으며, 지난 시운전보다 탈수를 오래 진행하여 무게가 줄었음)

• 연속 혼합기 라인

- 작업의 용이성을 위해 절입배추 이동 컨베이어 벨트의 높이를 낮춤

• 자동포장기

- 설정한 무게(10kg)만큼 박스에 담기면 컨베이어 벨트가 멈추는 방식
- 막김치가 한번에 쏟아질 경우 10kg 무게를 초과하게 됨



Fig. 1-29. 자동포장기

Table 1-16. 절임배추 염도, 분리수분비율

	배추		분리수분		분리수분 비율
	무게	염도	무게	염도	
대조군*	1,579g	1.55%	71g	1.47%	4.30%
실험군	1,290g	2.48%	130g	3.00%	9.15%

*대조군은 당일 서산공장에서 막김치 제조에 이용한 절임배추임.

Table 1-17. 숙성 8일차 관능평가 결과

	외관의 기호도	신맛의 강도	아삭함의 정도	질감 정도	짠맛의 강도	전체적인 선호도
대조군	3.11	2.89	3.78	3.33	4.11	3.22
실험군	3.44	3.00	3.33	3.33	4.00	2.56

• 5차 시운전 결론

고갱이 제거를 심 파내기로 변경하여 시운전을 진행한 결과, 절단기에서의 정체현상이 상당부분 개선되었으나, 배추 부위별 절단기에 배추의 중심이 어긋난 채로 투입되거나 배추의 크기가 큰 경우 심이 덜 파지는 문제가 발생하였다. 탈수 부족 문제와 관련하여, 해결을 위해 기존 5분에서 15분 이상으로 시간을 늘려 탈수를 진행한 결과, 분리수분의 비율은 9.15%로 3·4차 시운전과 비교하여 낮아졌으며, 대조군(8.21%)에 근접하였다.

4. 막김치 생산단가 절감 및 품질향상을 위한 부가실험

4.1. 폐배추 즙액 배지에서의 유산균 스타터 배양 및 막김치 제조실험

실험목적 : 유산균 스타터 접종방법 (배추에 유산균 스타터 발효액 적시어 접종하는 방법)의 가능성 확인을 위하여 배추즙액 CCM 배지 (Chinese cabbage medium, 문신혜 등. 2013. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42:1125-1132)를 이용 WiKim32 유산균 스타터를 배양하고, 막김치 배추에 배양액을 적시는 방법으로 접종한 처리구 막김치와 접종하지 않은 대조구 막김치의 발효 중 어떠한 차이를 보여주는지 비교하기 위함.

실험내용 : 공장에서 폐기처리 되고 있는 배추잎을 열수추출하여 배추즙액을 얻어 **CCM 배지 (Chinese cabbage medium, 문신혜 등. 2013. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42:1125-1132)**를 제조하고, WiKim32를 접종하여 배양한 유산균 스타터를 자동세척이 끝난 배추 밑둥이와 엽신부를 잘라낸 증류부위만의 막김치 배추에 배양액을 적시는 방법으로 접종하여 막김치를 제조한다. 이후 5℃에서 발효과정 중 스타터 접종한 **처리군 (A)**과 스타터 접종하지 않은 **대조군 (B)** 및 기존 재래식 방법에 의한 동결건조 스타터를 사용한 **대조군 (C)**의 미생물군수 (일반세균수, 유산균수, 대장균군수), pH, 적정산도, 염도를 측정하고 관능검사를 수행한다.

필요재료 및 기구 :

- 믹서 및 여과포
- CCM 배지 (폐배추 즙액 40%, Yeast extract 0.5%, Glucose 4%, Sodium acetate 1%, Disodium phosphate 0.4%, Sodium citrate 0.4%, Ammonium sulfate 0.4%, Magnesium sulfate 0.02%, Manganese sulfate 0.01%) 5L
- 자동세척이 끝난 배추의 증류부위만을 이용한 막김치용 배추 15kg
- 막김치 제조용 양념 3kg
- 동결건조 유산균 스타터 (*Leuconostoc mesenteroides* WiKim 32)
- (주)한성식품 현재 사용하고 있는 500g 포장지 30개
- pH meter, 염도계
- 0.1 N NaOH solution
- 9mL 희석액 (0.1% peptone, 0.85% NaCl)
- 균수측정 배지 : 일반세균 (3M petrifilm aerobic count, AC), 유산균 (MRS agar), 대장균군 (3M petrifilm, EC)

실험방법 :

1. CCM 배지 및 유산균 스타터 처리균 A 접종액의 준비

CCM 배지(Table 1-18 참조)의 준비는 폐배추를 121℃에서 15분간 가열, 멸균하고 여과포를 이용하여 열수추출물을 얻고, 멸균한 배추즙액 40%와 Yeast extract 0.5%, Glucose 4%, Sodium acetate 1%, Disodium phosphate 0.4%, Sodium citrate 0.4%, Ammonium sulfate 0.4%, Magnesium sulfate 0.02%, Manganese sulfate 0.01%의 성분으로 CCM 배지를 준비하였다. 동결건조 유산균 스타터 (*Leuconostoc mesenteroides* WiKim 32)를 CCM 배지 5L에 0.05% 접종하여 35℃에서 1일 배양하여 처리균 A의 접종액으로 사용하였다.

2. 막김치의 제조

1) 절인 배추

자동세척이 끝난 배추를 밑둥이와 엽신부를 잘라내고 중륵부위만을 막김치 형태로 자른 절인 배추 15kg을 준비한다.

2) 막김치 양념 준비 및 배합

유산균을 제외한 공동배합양념은 2,703g을 배합하여 901g씩 3등분 하였다. 이 때 배추즙액 배지 배양액 처리균 A는 4,094g 막김치용 배추에 CCM 배지 5L에 키운 접종액을 적신 후 20분간 탈수과정을 거쳐서 공동배합양념 901g을 섞어 막김치를 제조하였으며, 증류수 처리 대조군 B는 증류수 5L를 4,094g 막김치용 배추에 적신 후 20분간 탈수과정을 거쳐서 공동배합양념 901g을 섞어 막김치를 제조하였다. 동결건조 스타터 사용 대조군 C는 동결건조 유산균 0.5g을 증류수 80ml에 섞어 공동배합양념 901g에 넣고 막김치를 버무려 제조하였다.

3) 포장 및 저장

각 군별로 5kg씩 제조한 막김치는 500g씩 한성포장지에 소분하여 밀봉한 후 사무실 내 5℃ 냉장고에서 발효시키면서 분석을 하였다.

Table 1-18. CCM배지 조성표

Composition	Amount (<i>L</i>)
Cabbage extract	400 mL
Nitrogen source (yeast extract)	5 g
Carbon source (glucose)	40 g
Sodium acetate trihydrate (CH ₃ COONa·3H ₂ O)	10 g
Disodium hydrogen phosphate (Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O)	4 g
Sodium citrate (C ₆ H ₅ Na ₃ O ₇ ·2H ₂ O)	4 g
Ammonium sulfate ((NH ₄) ₂ SO ₄)	4 g
Magnesium sulfate (MgSO ₄ ·7H ₂ O)	0.2 g
Manganese sulfate (MnSO ₄ ·4~5H ₂ O)	0.1 g

3. 염도, pH, 적정산도

1) 염도 측정

마쇄한 김치시료를 stomacher bag에 담아 여과된 액을 염도계로 측정한다.

2) pH 및 적정산도의 측정

시료를 마쇄하여 stomacher bag으로 여과된 즙 20mL를 비커에 담아 pH meter로 pH를 측정하고, 초기 pH에서 pH 8.30이 될 때까지 0.1N NaOH로 적정하여 총 소비된 0.1N NaOH의 양으로 적정산도 값을 계산한다.

* 적정산도 계산

$$\text{적정산도} = \frac{0.1N \text{NaOH 소비량 (mL)} \times 0.009 (\text{젓산의 산량}) \times 100}{\text{시료 양 (mL)}}$$

4. 미생물 균수

1) 시료준비

미생물 균수의 측정을 위하여 마쇄한 김치시료 25g에 희석액 225mL을 첨가하여 speed 10에서 1분 stomaching 후 여과액 1mL(10배 희석액)을 9mL 희석액에 넣고 순차적으로 10⁻⁵ ~ 10⁻⁷ 희석 비율까지 희석하여 준비한다.

2) 유산균수의 측정

마지막 3 단계 희석액 0.1mL씩을 미리 만들어 균한 MRS agar 위에 떨어뜨려서 유리 spreader로 희석액이 건조될 때까지 약 20회 회전하여 문지른 후, 35°C 배양기에 넣어 48시간 후에 순차적인 희석에 맞게 생성되었는지 확인 후, 25-250개의 집락이 형성된 plate를 선정하여 균수를 계산한다.

3) 일반세균수의 측정

마지막 3 단계 희석액을 1mL씩 petrifilm의 비닐 덮개를 열고 petrifilm 배지에 떨어뜨린 후, 덮개를 닫고 압봉으로 누른 후, 35°C 배양기에 넣어 48시간 후에 순차적으로 잘 희석되었는지 확인하고 25 ~ 250개 집락이 형성된 petrifilm을 취하여 집락수를 계수한다.

4) 대장균균수의 측정

$10^1 \sim 10^3$ 까지의 희석액 1mL씩을 petrifilm EC 배지위에 떨어뜨리고, 누름판으로 조심스럽게 눌러 옆으로 액이 흐르지 않게 처리하고 37°C에서 배양기에 넣어 1일 후에 순차적으로 잘 희석되었는지 확인하고, 기포가 형성된 집락수를 계수한다.

4. 관능검사

시료의 관능검사

사내 직원 (10명 이상)에 의하여 Fig. 1-30과 같은 관능검사지를 사용하여 수행.

시료 A				
1. 외관 (appearance)의 기호도, 좋아함 정도				
외관이 나쁨		보통		외관이 좋음
2. 냄새(flavor)의 기호도, 좋아함 정도				
냄새가 싫음		보통		냄새가 좋음
3. 양념의 결합성 (adherence) 혹은 찢김 정도, 분리 정도				
양념이 분리됨		보통		양념이 잘 붙음
4. 신맛 (acid taste)의 강도				
신맛이 약함		보통		신맛이 강함
5. 전체적인 맛 (total taste)의 기호도, 좋아함 정도				
맛이 없음		보통		맛이 좋음

Fig. 1-30. 관능검사지

실험결과:

가) 숙성에 따른 미생물균수 변화

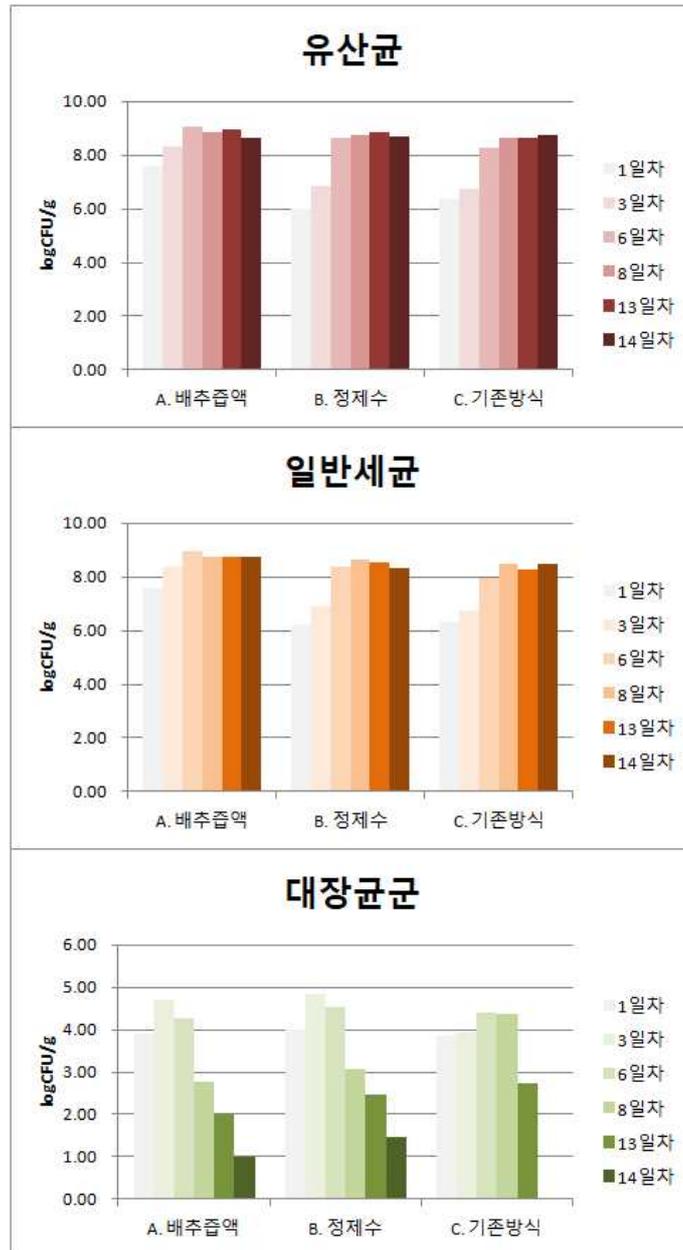


Fig. 1-31. 숙성에 따른 미생물균수 변화

숙성에 따른 미생물균수변화는 Fig. 1-31 및 Table 1-19와 같다. 절임배추를 적시는데 사용된 CCM 배지(chinese cabbage medium)의 유산균수는 8.69 log CFU/ml 였으며, 배추즙액 처리군

(A)의 1일차 유산균수는 7.59로 나타나, 배추에 CCM 배지를 적시는 방식으로 유산균이 충분히 접종될 수 있음을 확인했다. 한편, 유산균을 접종하지 않은 B군의 유산균수는 6.02, 기존방식으로 접종한 C군은 6.41로 나타나 초기 유산균수는 A군이 가장 많았다. 실험군간의 유산균수 차이는 중숙 이후로 크게 줄어들었다. 배추즙액 처리군(A)의 1일차 일반세균수는 7.59 log CFU/ml 으로 나타났으며, 유산균을 접종하지 않은 B군의 유산균수는 6.22, 기존방식으로 접종한 C군은 6.31로 나타나 초기 일반세균수 또한 A군이 가장 많았다. 실험군간의 일반세균수 차이는 중숙 이후로 줄어들지만 전기간에 걸쳐 A군의 일반세균수가 가장 많았다. 초기 대장균균수는 실험군간의 차이가 미미했으며 숙성이 진행됨에 따라 대장균균수는 급격히 줄어들었으며, 감소의 정도는 실험군간에 다소 차이가 있었다.

Table 1-19. 숙성 중 미생물 균수 변화

실험군	저장기간 (days)	유산균수 (LogCFU/mL)	일반세균수 (LogCFU/mL)	대장균균수 (LogCFU/mL)
A. 배추즙액	1	7.59±0.08	7.59±0.01	3.91±0.02
	3	8.34±0.04	8.39±0.01	4.69±0.02
	6	9.04±0.01	8.97±0.06	4.28±0.11
	8	8.86±0.01	8.74±0.04	2.77±0.01
	13	8.94±0.00	8.73±0.03	1.99±0.12
	14	8.65±0.07	8.77±0.01	1.00±0.00
B. 배추즙액	1	6.02±0.09	6.21±0.09	4.00±0.02
	3	6.86±0.02	6.89±0.00	4.84±0.04
	6	8.65±0.10	8.38±0.02	4.54±0.07
	8	8.75±0.03	8.65±0.08	3.06±0.01
	13	8.85±0.01	8.52±0.05	2.48±0.05
	14	8.71±0.01	8.34±0.00	1.45±0.21
C. 배추즙액	1	6.40±0.08	6.31±0.01	3.88±0.01
	3	6.73±0.07	6.77±0.01	3.95±0.02
	6	8.26±0.04	7.97±0.03	4.41±0.01
	8	8.63±0.06	8.47±0.08	4.37±0.04
	13	8.67±0.04	8.29±0.05	2.72±0.07
	14	8.74±0.03	8.46±0.04	-

나) 숙성에 따른 이화학 변화

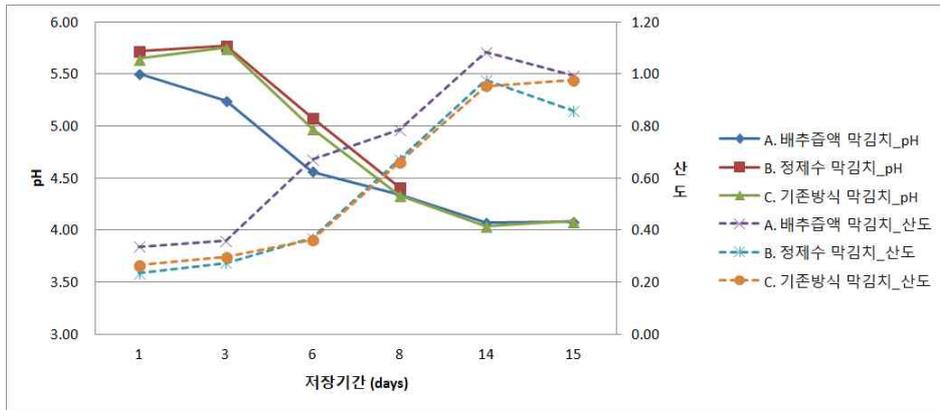


Fig. 1-32. 숙성에 따른 막김치의 이화학 변화

숙성에 따른 막김치의 이화학 변화 실험결과는 Fig. 1-32 및 Table 1-20과 같다. pH는 배추즙액 처리군(A)이 6일차까지 낮게 나타나다가, 8일차 이후로는 실험군간의 차이가 미미했다. 산도는 전기간에 걸쳐 배추즙액 처리군(A)이 높게 나타났는데, 이는 초기 유산균수가 높았던 것과 관련이 있을 것으로 예상된다.

Table 1-20. 숙성 중 이화학 변화

시료	저장기간 (일)	염도	pH	산도
A. 배추즙액	1	1.89±0.01	5.50±0.03	0.34
	3	1.89±0.01	5.24±0.00	0.36
	6	1.86±0.04	4.56±0.03	0.67
	8	1.89±0.01	4.35±0.01	0.79
	14	1.96±0.04	4.07±0.00	1.08
	15	1.94±0.01	4.08±0.00	0.99
B. 정제수	1	1.68±0.01	5.72±0.03	0.23
	3	1.68±0.03	5.78±0.05	0.27
	6	1.68±0.01	5.08±0.00	0.37
	8	1.75±0.00	4.42±0.01	0.67
	14	1.75±0.02	4.02±0.03	0.98
	15	1.82±0.02	4.10±0.01	0.86
C. 기존방식	1	1.90±0.00	5.65±0.00	0.27
	3	1.87±0.01	5.75±0.00	0.30
	6	1.82±0.04	4.98±0.01	0.36
	8	1.77±0.00	4.34±0.01	0.66
	14	1.92±0.01	4.04±0.00	0.95
	15	1.72±0.00	4.09±0.00	0.98

실험결론 :

본 실험은 유산균 분말을 양념에 혼합하여 접종하는 기존 방식과 달리, 유산균을 배양한 배지를 절임배추에 투입하여 접종하는 방식의 활용가능성을 확인하기 위해 진행되었다. 실험결과, 배추 즙액 배지를 적시는 방법을 통해 유산균이 충분히 접종되었으며, 우려와 달리 관능적인 면에서도 크게 떨어지지 않는다는 것을 확인하였다. 그러나 CCM배지에 유산균을 배양하여 절임배추에 투입하는 방식은 아래와 같은 몇 가지 문제점이 있음을 확인하였다.

1. 유산균수 제어에 어려움이 있다.

유산균이 과다하게 접종되면 숙성이 빠르게 진행될 수 있으며, 유산균수를 일정하게 접종하지 못한다면 품질 균일화 측면에서도 문제가 생길 수 있다.

2. 배지 제조에 어려움이 있다.

공장 내에서 공정 중 발생하는 폐배추를 이용하여 배지를 직접 제조하여야 하는데, 폐배추를 수거하여 열수추출물을 얻어내고, 여러 가지 조성물과 혼합하여 배지를 제조하고 관리하는 데에 상당한 시간과 비용이 소요될 것으로 예상된다.

3. 배지 조성물에 따른 제한사항이 있다.

CCM 배지는 폐배추 즙액 40% 외에 Yeast extract 0.5%, Glucose 4%, Sodium acetate 1%, Disodium phosphate 0.4%, Sodium citrate 0.4%, Ammonium sulfate 0.4%, Magnesium sulfate 0.02%, Manganese sulfate 0.01% 등 다양한 조성물이 함유되어 있다. 식품첨가물 공전에 따르면 이들 성분은 II. 2. 1)의 규정(식품 중에 첨가되는 식품첨가물의 양은 물리적, 영양학적 또는 기타 기술적 효과를 달성하는데 필요한 최소량으로 사용하여야 한다)에 따라 사용하여야 한다고 제시되어 있다.

4. 추가적인 인력과 비용을 요구로 한다.

배지를 제조하기 위한 제반 설비 및 이를 위한 공간확보가 요구되며, 배지를 제조하고 관리하기 위한 인력, 그리고 유산균수를 주기적으로 확인하기 위한 장비 및 인력이 필요하다.

CCM 배지 혹은 타 배지에 유산균을 배양하여 절임배추에 투입하는 방식은 자동화가 가능하다. 그러나 이를 현장에 적용하기 위해서는 상당한 시간과 비용을 들여 배지 제조와 관리, 적절한 유산균수의 접종에 대한 노하우와 데이터의 축적이 요구될 것으로 보인다.

4.2. 유산균 스타터 균주 우점을 분석을 통한 김치품질관리기술

<김치 발효 과정 중 스타터 균주의 PCR에 의한 모니터링>

실험목적: 유산균 스타터 균주(*Leuconostoc mesenteroides* WiKim32)의 PCR 검출 및 우점을 분석을 통한 김치품질관리기술의 막김치 적용 실험

실험내용: *Leuconostoc mesenteroides* WiKim32 균주는 김치 발효 중 70% 이상의 높은 우점율을 유지하며, 상쾌한 단맛을 내는 만니톨을 생성하는 특징을 가지고 있기 때문에, 김치에 접종할 시 품질을 균일화할 수 있고 품질유지기환을 증대시킬 수 있으며, 관능이 향상되는 이점이 있다. WiKim32 특이적 프라이머 세트와 PCR을 이용하여 김치 발효 중 WiKim32를 검출하고 우점율을 분석할 수 있는데, 이를 김치품질 관리기술로 활용하게되면 품질이 향상된 막김치를 균일하게 생산하는 것이 가능하다.

1. 스타터 균주의 multiplex PCR 확인

가. 스타터 균주

- *Leuconostoc mesenteroides* WiKim32

나. 균주 배양

- WiKim32 균주를 MRS broth 5mL에 배양 후 MRS agar plate에 획선 도말함



Fig. 1-33. WiKim32균주 획선 도말

다. Multiplex PCR 수행

- Micro tube에 HPLC용 물 10uL씩 분주한 후 단일 콜로니를 현탁함
- PCR 주형: 1) 현탁액 원심분리(6000rpm, 5분) 후 10uL 물에 재현탁하여 사용,
2) 현탁액 직접 사용
- PCR 반응액 조성: Multiplex PCR Mix(인트론바이오, 한국) 10uL + 프라이머 4쌍(정방향, 역방향 각각 5pmole) 각각 2uL + 콜로니 현탁액(주형) 1uL + 물 1uL (전체 20uL)
- Multiplex PCR 조건

구분	온도(°C)	시간	주기(cycle no.)
예비 변성(Pre-denaturation)	95	10분	1
변성(Denaturation)	95	30초	35
프라이머 결합(Annealing)	60	30초	
합성(Extension)	72	1분	
최종 합성(Final extension)	72	5분	1

- 아가로스 겔(1.2%) 전기영동(TAE buffer), 염색(Red-Safe™; 인트론바이오) 후 사진촬영

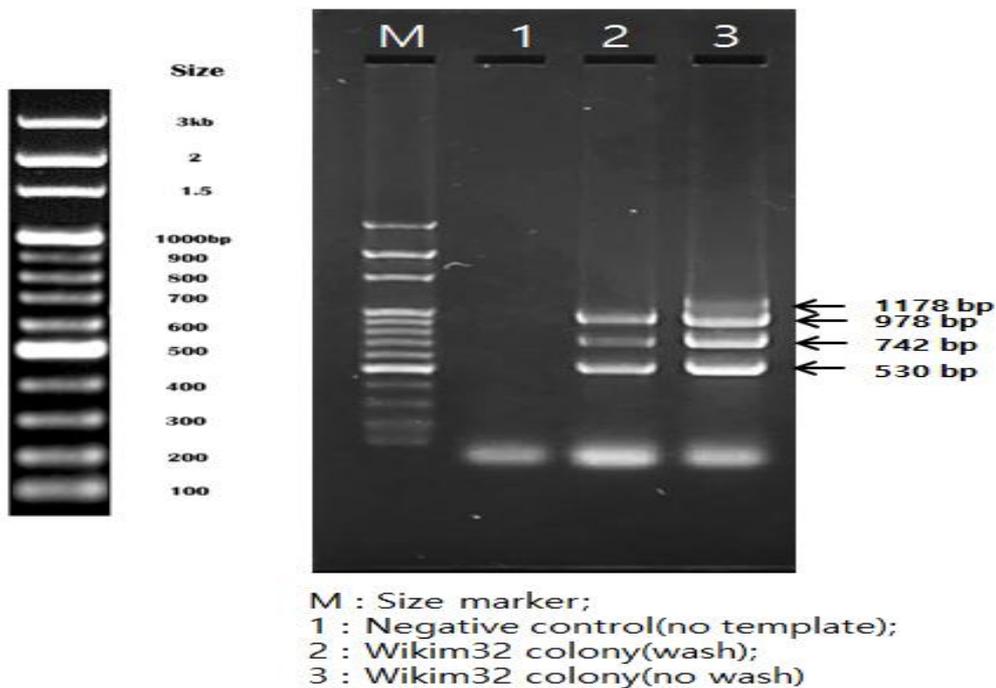


Fig. 1-34. WiKim32균주 콜로니 PCR 결과

-> 콜로니 세척 단계 없이 바로 사용하는 것이 검출감도(Sensitivity)가 우수함

2. 막김치시료 분석

가. 막김치시료 저장 숙성

- 스타터(WiKim32) 접종 후 저장 및 숙성한 시료의 희석액을 조제하여 콜로니 확보
- 각각의 콜로니를 취해 앞서 확립한 최적조건으로 PCR 수행



Fig. 1-35. WiKim32 접종 후 저장 및 숙성한 막김치 시료로부터 확보한 콜로니



M : Size marker;
1 : Negative control (no template);
2 : Positive control (Wikim32 colony);
3-40 : 1번~38번 colony

Percent of positive colonies : 27/38 (71%)

Fig. 1-36. WiKim32 접종 후 저장 및 숙성한 막김치 시료로부터 확보한 콜로니의 multiplex PCR 결과

-> 분석한 콜로니 중 WiKim32로 확인된 콜로니는 71% (우점종)

43. 김치발효제어제 첨가를 통한 수출막김치 제품의 품질유지기한 연장

<김치발효제어제 첨가를 통한 수출막김치 제품의 품질유지기한 연장 실험 1차>

실험목적: 막김치 수출제품의 골마지 생성 억제 및 품질유지기한 연장을 위해 김치발효제어제의 첨가효과를 테스트한다.

실험내용:

막김치제품 수출 시, 장거리 이동에 따른 과숙, 포장지 팽창이 문제가 된다. 김치의 세계화로 인해 해외현지의 식품업체에서도 김치를 제조하여 판매하고 있기 때문에, 막김치의 수출경쟁력 강화를 위해 숙성을 지연시키고 품질유지기한을 연장시킬 수 있는 김치발효제어제를 첨가하는 것은 불가피하다. 따라서, 기존 3가지 수출막김치 레시피에 김치발효제어제의 함량을 달리 첨가하여 숙성시키며, 김치발효제어제의 숙성지연효과가 나타나는지 품질을 비교분석한다.

- ① (주)한성식품의 3가지 수출막김치 레시피로 각각 10kg씩 제조한다.
- ② 각각 4등분하여 김치발효제어제를 0.5%, 1%, 2%씩 첨가한 실험군과 첨가하지 않은 대조군으로 나누어 배합하고, 수출용 450g 플라스틱 용기에 담아 포장한다.
- ③ 포장한 샘플은 5℃ 이하에서 숙성시키며, 숙성에 따른 품질변화를 비교분석한다.

Table 1-21. 수출막김치 레시피A 관능평가(순위법) 결과

샘플 구분	숙성 일수	외관에 대한 선호도	냄새에 대한 선호도	신맛의 강도	전체적인 선호도	조식감의 강도
대조군	4	3.22 (4)	2.94 (4)	-	1.89 (1)	2.78 (4)
	11	2.25 (1)	1.70 (1)	1.40 (1)	1.70 (1)	-
	13	1.75 (1)	1.79 (1)	1.75 (1)	1.42 (1)	-
	14	2.14 (2)	2.11 (1)	1.93 (2)	1.57 (1)	-
	26	-	-	1.85 (1)	1.80 (1)	-
0.50%	4	2.22 (2)	2.39 (3)	-	2.11 (2)	1.89 (1)
	11	2.25 (1)	2.10 (2)	2.10 (2)	2.50 (2)	-
	13	2.42 (2)	2.21 (2)	2.17 (2)	2.17 (2)	-
	14	1.71 (1)	2.18 (2)	1.79 (1)	2.21 (2)	-
	26	-	-	2.50 (3)	1.93 (2)	-
1%	4	2.33 (3)	2.17 (1)	-	2.78 (3)	2.33 (2)
	11	2.35 (3)	3.00 (3)	2.90 (3)	2.70 (3)	-
	13	2.58 (3)	2.29 (3)	2.67 (3)	2.33 (3)	-
	14	3.00 (4)	2.82 (3)	3.07 (3)	3.00 (3)	-
	26	-	-	2.43 (2)	3.07 (4)	-
2%	4	1.89 (1)	2.17 (1)	-	2.89 (4)	2.67 (3)
	11	3.15 (4)	3.10 (4)	3.30 (4)	2.90 (4)	-
	13	3.00 (4)	3.63 (4)	3.25 (4)	3.75 (4)	-
	14	2.93 (3)	2.89 (4)	3.14 (4)	3.21 (4)	-
	26	-	-	2.50 (3)	2.86 (3)	-

괄호 안 숫자는 순위를 뜻함

- 외관에 대해 대조군과 0.5%첨가군의 선호도는 높고, 1%, 2%첨가군의 선호도는 낮게 나타남.
- 냄새에 대해 4일차에서는 1%, 2%첨가군의 선호도가 높았지만, 11일차 이후로는 선호도가 대조군과 0.5%첨가군보다 낮게 나타남.
- 신맛에 대해 대조군과 0.5%첨가군의 신맛은 강하고, 1%, 2%첨가군의 신맛은 약한 것으로 나타남.
- 전체적인 선호도는 대체로 첨가량이 높을수록 선호도가 낮아지는 것으로 나타남.

Table 1-22. 수출막김치 레시피B 관능평가(순위법) 결과

샘플 구분	숙성 일수	외관에 대한 선호도	냄새에 대한 선호도	신맛의 강도	전체적인 선호도	조직감의 강도
대조군	4	2.33 (2)	2.28 (2)	-	1.78 (2)	2.28 (2)
	11	2.55 (3)	1.60 (1)	1.85 (2)	1.90 (1)	-
	13	1.88 (1)	1.54 (1)	2.00 (1)	1.33 (1)	-
	14	1.71 (1)	1.75 (1)	2.00 (1)	1.14 (1)	-
	26	-	-	2.33 (1)	1.53 (1)	-
0.50%	4	2.56 (3)	2.17 (1)	-	1.67 (1)	1.94 (1)
	11	2.45 (1)	2.20 (2)	1.55 (1)	2.20 (2)	-
	13	2.13 (2)	2.04 (2)	2.50 (3)	2.00 (2)	-
	14	3.00 (3)	2.61 (3)	2.79 (4)	2.71 (2)	-
	26	-	-	2.68 (3)	2.68 (2)	-
1%	4	2.00 (1)	2.39 (3)	-	2.89 (3)	2.28 (2)
	11	2.45 (1)	2.60 (3)	3.05 (3)	2.50 (3)	-
	13	2.71 (3)	3.04 (3)	2.42 (2)	3.08 (3)	-
	14	2.00 (2)	2.46 (2)	2.64 (3)	2.79 (3)	-
	26	-	-	2.48 (2)	2.93 (3)	-
2%	4	2.78 (4)	2.83 (4)	-	3.33 (4)	3.17 (4)
	11	2.55 (3)	3.10 (4)	3.35 (4)	3.00 (4)	-
	13	2.96 (4)	3.21 (4)	3.00 (4)	3.42 (4)	-
	14	3.21 (4)	2.89 (4)	2.36 (2)	3.14 (4)	-
	26	-	-	2.73 (4)	3.18 (4)	-

괄호 안 숫자는 순위를 뜻함

- 외관에 대해 대조군의 선호도는 높고, 2% 첨가군의 선호도는 낮게 나타남.
- 냄새에 대해 대조군과 선호도는 높고, 2% 첨가군의 선호도는 낮게 나타남.
- 신맛에 대해 대조군의 신맛은 강하고, 상대적으로 김치발효제어제 첨가군은 약한 것으로 나타남.
- 전체적인 선호도는 대체로 김치발효제어제 첨가량이 높을수록 선호도가 낮아지는 것으로 나타남.

Table 1-23. 수출막김치 레시피C 관능평가(순위법) 결과

샘플 구분	숙성 일수	외관에 대한 선호도	냄새에 대한 선호도	신맛의 강도	전체적인 선호도	조직감의 강도
대조군	4	2.22 (2)	2.56 (4)	-	2.11 (1)	2.56 (4)
	11	2.25 (1)	1.70 (1)	2.35 (2)	1.50 (1)	-
	13	1.75 (1)	1.63 (1)	2.08 (1)	1.25 (1)	-
	14	1.71 (1)	1.75 (1)	1.71 (1)	1.57 (1)	-
	26	-	-	2.18 (2)	1.60 (1)	-
0.50%	4	2.89 (4)	2.22 (1)	-	2.33 (2)	2.44 (3)
	11	2.25 (1)	2.00 (2)	1.85 (1)	2.20 (2)	-
	13	2.17 (2)	2.04 (2)	2.33 (2)	1.67 (2)	-
	14	2.50 (3)	2.18 (2)	2.29 (2)	2.50 (2)	-
	26	-	-	2.03 (1)	2.05 (2)	-
1%	4	2.67 (3)	2.44 (2)	-	2.56 (4)	2.11 (1)
	11	2.55 (3)	2.90 (3)	2.75 (3)	2.80 (3)	-
	13	2.67 (3)	2.88 (3)	2.50 (3)	3.08 (3)	-
	14	2.43 (2)	2.68 (3)	2.86 (3)	2.79 (3)	-
	26	-	-	-	-	-
2%	4	1.78 (1)	2.44 (2)	-	2.56 (4)	2.22 (2)
	11	2.95 (4)	3.10 (4)	2.75 (3)	3.40 (4)	-
	13	2.92 (4)	3.04 (4)	2.83 (4)	3.50 (4)	-
	14	3.00 (4)	3.25 (4)	2.93 (4)	3.36 (4)	-
	26	-	-	-	-	-

괄호 안 숫자는 순위를 뜻함

- 외관에 대해 대조군의 선호도는 높고, 2%첨가군의 선호도는 낮게 나타남.
- 냄새에 대해 대조군과 0.5%첨가군의 선호도는 높고, 1%, 2%첨가군의 선호도는 낮게 나타남.
- 신맛에 대해 대조군과 0.5%첨가군의 신맛은 강하고, 1%, 2%첨가군은 약한 것으로 나타남.
- 전체적인 선호도는 대체로 김치발효제어제 첨가량이 높을수록 선호도가 낮아지는 것으로 나타남.

Table 1-24. 이화학분석 및 미생물균수 분석 결과

샘플구분		저장 일수	이화학분석		미생물균수(logCFU/mL)		
			염도	pH	일반균수	효모	곰팡이
수출막김치 레시퍼A	대조군	5	2.45	5.92	6.20	3.51	1.40
		20	2.40	3.92	6.89	3.45	2.69
	0.50%	5	2.47	5.47	5.73	3.24	1.54
		20	2.35	3.97	6.79	3.24	2.32
	1%	5	2.44	4.92	5.20	3.06	1.00
		20	2.38	4.03	6.77	3.72	2.72
	2%	5	2.46	4.55	5.04	3.08	1.00
		20	2.38	4.59	5.23	2.40	2.53
수출막김치 레시퍼B	대조군	5	2.36	5.42	5.57	3.10	1.30
		20	2.21	4.16	7.09	3.70	2.06
	0.50%	5	2.27	4.91	5.40	2.93	1.70
		20	2.32	4.05	6.88	3.49	2.04
	1%	5	2.40	4.83	5.23	2.70	1.30
		20	2.25	4.45	6.76	2.74	2.19
	2%	5	2.39	4.41	5.15	3.00	1.18
		20	2.29	4.41	5.11	3.33	2.81
수출막김치 레시퍼C	대조군	5	2.48	5.31	5.59	3.37	1.18
		20	2.60	3.93	6.82	2.30	1.30
	0.50%	5	2.51	4.87	5.30	3.22	1.00
		20	2.50	4.07	6.86	2.48	1.18
	1%	5	2.48	4.57	5.11	3.23	0.70
		20	2.38	4.25	6.80	3.76	1.00
	2%	5	2.51	4.25	5.00	2.95	0.00
		20	2.38	4.23	5.18	2.93	1.78

- pH는 5일차에서 김치발효제어제 첨가량이 높을수록 더 낮았으며, 20일차 분석결과 김치발효제어제 첨가량이 높을수록 pH 하락폭이 작다는 것이 확인됨.
- 특히 **2%첨가군**의 pH는 5일차와 20일차의 차이가 거의 없는 것으로 나타남.
- 일반균수는 김치발효제어제 첨가량이 높을수록 더 적었으며, 특히 20일차에서 **2%첨가군**의 균수가 다른 실험군보다 10배 이상 적은 것으로 확인됨.
- 효모·곰팡이수에 있어서는 첨가량과 균수 사이에 경향성이 확인되지 않음.

실험결론

본 실험에서는 김치발효제어제 첨가를 통한 수출막김치의 품질유지기한 증대, 골마지 생성 억제 효과를 확인하고자 하였으며, 아래와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 첨가량이 높을수록 외관, 냄새를 비롯한 전체적인 선호도는 떨어진다.
- 첨가량이 높을수록 신맛의 강도는 약해진다.
- 첨가량이 높을수록 일반균수는 적었으며, 특히 2%첨가군과 나머지 실험군간의 균수 차이가 10 배 이상으로 크게 나타났다.
- 효모·곰팡이수는 김치발효제어제 첨가량과 균수 사이에 뚜렷한 경향성이 확인되지 않았다.

김치발효제어제 첨가를 통한 숙성지연효과, 일반균수 저감 효과는 어느정도 확인이 되었으나, 관능도 측면에서 크게 떨어진다는 것이 문제로 남았다. 따라서 김치발효제어제의 이미/이취 개선이 요구되며, 장기간의 실험을 통해 품질유지기한 증대 효과와 제품 단가를 고려한 적정 첨가량을 선정해야 할 것으로 판단된다.

<김치발효제어제 첨가를 통한 수출막김치 제품의 품질유지기한 연장 실험 2차>

실험목적:

- 이미/이취를 개선한 김치발효제어제를 수출막김치에 첨가하여 숙성지연효과, 균수, 관능도를 확인한다.

실험내용:

지난 1차 실험에서 김치발효제어제의 이미,이취가 문제가 되어 이미, 이취를 개선한 김치발효제어제를 수출막김치 레시피C에 첨가하여 막김치를 제조하고, 품질을 분석하여 이미, 이취가 개선되었는지, 숙성지연효과는 나타나는지 확인한다.

- 기존 김치발효제어제와 신규 김치발효제어제를 0.5%, 1% 함량으로 각각 계량하여 혼합한 후 양념 표면위에 깨끗한 비닐을 덮어 공기를 차단하고 냉장온도에서 약 1시간 가량 숙성시켜준다.
- 절단 절입하여 탈수된 막김치용 배추와 숙성이 끝난 양념을 배합하며, 이때 배추에 힘이 가해지지 않도록, 주무르지 않도록 주의한다.
- 배합이 끝난 샘플은 새 용기에 담아 실링한다.
- 5℃ 이하로 보관하며 pH와 염도를 측정하고, 산미와 이미 강도를 평가하며, 일반세균수와 호모·곰팡이수를 측정한다.

실험결과:

Table 1-25. 이화학분석 및 미생물균수 분석 결과

샘플구분	저장일수	이화학분석		미생물균수(logCFU/ml)		
		염도	pH	일반균	효모	곰팡이
대조군	2	2.27	5.49	6.56	3.89	2.40
	10	2.29	5.30	6.76	3.72	1.60
	28	2.08	4.30	6.04	1.98	ND
	37	2.42	4.28	-	-	-
	50	2.25	4.22	5.85	2.04	ND
신규 0.5%	2	2.21	4.89	5.93	3.66	2.40
	10	2.29	4.76	5.91	3.55	1.00
	28	2.23	4.73	5.23	2.00	ND
	37	2.09	4.53	-	-	-
	50	2.03	4.34	5.27	3.11	ND
신규 1%	2	2.15	4.61	5.88	3.19	2.18
	10	2.34	4.39	5.69	2.54	1.18
	28	2.15	4.45	5.06	1.81	ND
	37	2.05	4.49	-	-	-
	50	2.01	4.54	4.65	2.44	ND
기존 0.5%	2	2.10	5.02			
기존 1%	2	2.15	4.77			

저장온도: 5°C이하, 품온: 4°C이하

- 샘플제조에 사용된 절임배추(생막절임)의 염도는 1.4~1.5%였으며, 샘플의 염도는 2.10~2.27%로 측정됨.
- 초기 pH는 김치발효제어제 첨가량이 많을수록 낮게 측정되었으며, 신규 김치발효제어제 첨가 샘플이 기존 김치발효제어제 첨가샘플보다 pH가 더 낮은 것으로 확인됨.
- 미생물균수는 김치발효제어제 첨가량이 많을수록 적은 것으로 나타나, 김치발효제어제 첨가에 따른 미생물균수 저감화 효과가 확인됨.
- 28일차에서 pH는 초기 pH와 비교하여, 대조군은 1.19, 신규 김치발효제어제 0.5% 첨가군은 0.16, 신규 김치발효제어제 1% 첨가군은 0.16 낮아져 숙성지연효과가 확인됨.

Table 1-26. 관능평가(5점 척도법) 결과

샘플구분	저장일수	신맛의 강도	이미의 강도	전체적인 선호도
대조군	3	1.57	1.57	3.71
	11	2.29	2.00	3.29
	29	3.92	2.25	3.67
	51	4.00	2.22	3.67
신규 0.5%	3	1.43	2.14	3.71
	11	2.43	3.71	2.00
	29	2.42	3.50	2.75
	51	3.44	3.33	3.33
신규 1%	3	2.29	3.14	3.00
	11	2.43	4.29	1.86
	29	2.50	3.75	2.50
	51	3.00	3.89	2.56
기존 0.5%	3	1.86	3.14	3.00
기존 1%	3	1.86	3.57	2.43

저장온도: 5℃이하, 품온: 4℃이하

- 3일차 관능평가에서 신규 김치발효제어제 첨가 샘플이 기존 김치발효제어제 첨가 샘플보다 이미의 강도가 약한 것으로 나타났으며, 전체적인 선호도는 더 높은 것으로 나타남.
- 11일차 관능평가에서는 신규 김치발효제어제 첨가 샘플의 이미의 강도가 3일차보다 더 강한 것으로 나타남.
전체적인 선호도는 3일차에 비해 전반적으로 떨어졌으며, 특히 신규 김치발효제어제 첨가 샘플의 선호도가 크게 떨어짐.
- 이는 이미가 3일차보다 강하게 느껴졌기 때문인 것으로 판단됨.
- 28일차 관능평가에서는 11일차에 비해 김치발효제어제 첨가군의 이미의 강도가 낮아졌으며, 전체적인 선호도는 김치발효제어제 첨가량이 많을수록 낮았지만 11일차에 비해서는 모든 샘플의 선호도가 높아짐.

실험결과:

실험결과, 신규 김치발효제어제 첨가군이 기존 김치발효제어제 첨가군보다 이미, 이취가 개선은 되었으나 대조군과 비교하였을 때는 여전히 이미, 이취가 강하게 느껴지므로 개선이 필요함.

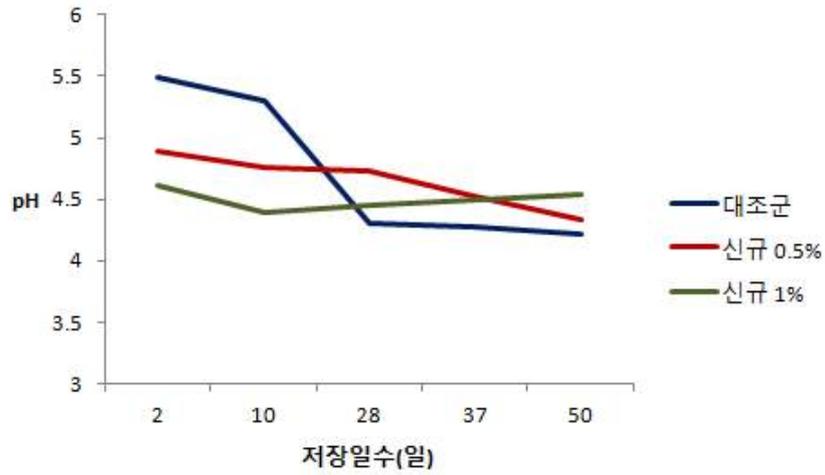


Fig. 1-37. 숙성에 따른 pH 변화

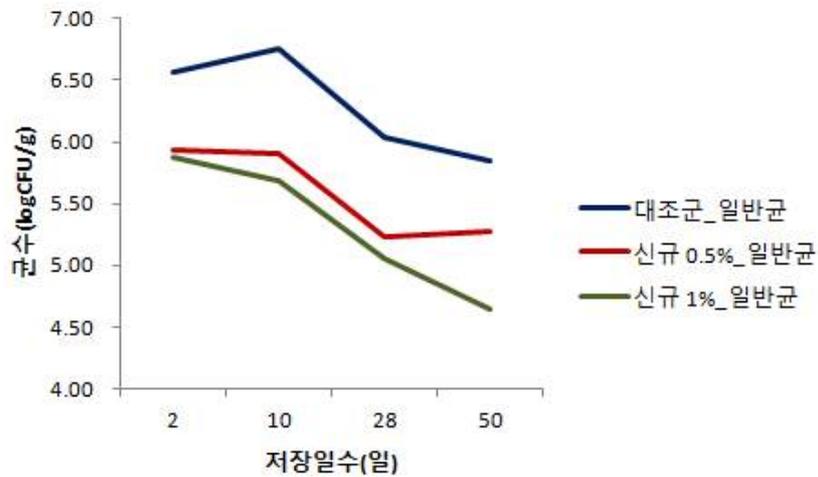


Fig. 1-38. 숙성에 따른 일반균수 변화

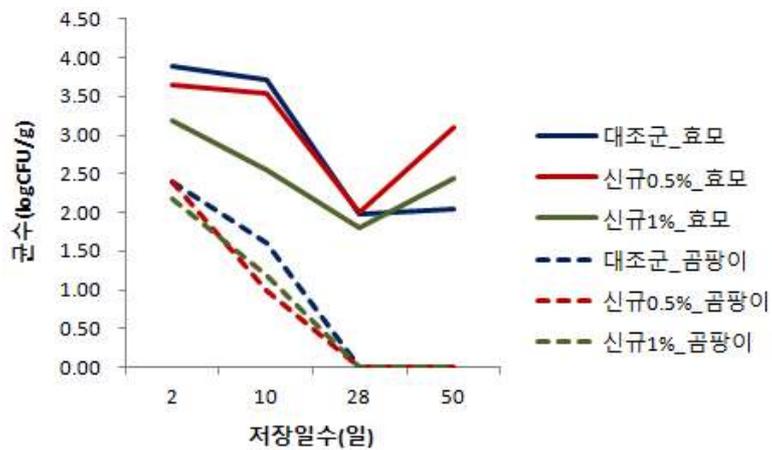


Fig. 1-39. 숙성에 따른 효모 · 곰팡이수 변화

<김치발효제어제 첨가를 통한 수출막김치 제품의 품질유지기한 연장 실험 3차>

실험목적:

- 이미/이취를 개선한 김치발효제어제를 수출막김치에 첨가하여 숙성지연효과, 균수, 관능도를 확인한다.

실험내용:

2차 실험에서 신규 김치발효제어제 첨가군이 기존 김치발효제어제 첨가군보다 이미, 이취가 약한 것으로 확인은 되었으나, 대조군과 비교시에 여전히 이미, 이취가 강하게 느껴지므로, 개선한 김치 발효제어제를 첨가하여 막김치를 제조하고 기존 김치발효제어제 첨가군, 김치발효제어제를 첨가하지 않은 대조군과 품질을 비교분석한다.

- Table 1-27과 같은 양으로 양념과 김치발효제어제를 계량하여 혼합 후 2시간 저온숙성
- 절단 절입하여 탈수된 막김치용 배추와 저온숙성한 양념을 배합
- 450g 수출용 용기에 포장(김치 표면에 50배 희석 식초 분무)
- 이취 강도, 신맛 강도, pH 변화를ff 모니터링(30일, 40일, 60일차에 테스트)
- 5°C 이하로 보관하며 pH와 염도, 산도를 측정하고, 산미와 이미 강도를 평가하며, 일반세균 수와 대장균군수를 측정한다.

Table 1-27. 샘플 제조 내용

샘플구분	샘플제조량	배추(g)	양념(g)	김치발효제어제(g)
대조군	11개 (450g*11=4,950g)	4,400	600	0
기존 김치발효제어제 0.5% 첨가군	11개 (450g*11=4,950g)	4,400	575	25
개선 김치발효제어제 0.5% 첨가군	11개 (450g*11=4,950g)	4,400	575	25
합계		13,200		

실험결과:

Table 1-28. 이화학분석 결과

	저장기간	염도	산도	pH
대조군	30일	2.42	0.71	4.46
	42일	2.35	0.80	4.32
	60일	2.31	0.97	4.15
기존 김치발효제어제	30일	2.43	0.55	4.82
	42일	2.28	0.54	4.77
	60일	2.28	0.74	4.30
개선 김치발효제어제	30일	2.59	0.55	4.92
	42일	2.26	0.59	4.61
	60일	2.39	0.77	4.45

- 이화학분석 결과, 김치발효제어제의 숙성지연효과가 확인됨.

Table 1-29. 미생물균수 분석 결과

	저장기간	일반균	대장균군
대조군	30	6.64	3.30
	42	5.69	
	60	6.06	ND
기존 김치발효제어제	30	6.31	2.64
	42	5.20	
	60	6.09	1.83
개선 김치발효제어제	30	6.72	2.02
	42	5.27	
	60	5.76	2.44

- 미생물균수 분석 결과, 일반균의 경우 대조군보다 김치발효제어제 첨가군의 일반균수가 대체로 적은 것으로 나타나나, 대장균군의 경우에는 대조군이 더 적은 것으로 나타남.
- 이는 김치발효제어제 첨가군보다 대조군의 숙성이 빠르게 진행됨에 따라 낮아진 pH로 인해 대장균군이 억제되었기 때문인 것으로 판단됨.

실험결론:

- 숙성 30일, 42일, 60일의 3차례 품질분석에서, 김치발효제어제의 숙성지연효과를 확인하였음.
- 관능적인 측면에서는 개선 김치발효제어제 첨가군이 기존 김치발효제어제 첨가군보다 이미, 이취가 약한 것으로 나타남.

<김치발효제어제 첨가를 통한 수출막김치 제품의 품질유지기한 연장 실험 4차>

실험목적:

- 김치발효제어제 성분 중 캐나다에서 사용불가능한 성분을 제외한 김치발효제어제를 수출막김치에 첨가하여 숙성지연효과, 미생물균수, 관능도를 확인한다.

실험내용:

3차 실험결과, 개선 김치발효제어제 첨가군의 이미, 이취가 기존 김치발효제어제 첨가군보다 약하며, 숙성지연효과도 양호한 것으로 확인되었지만, 개선 김치발효제어제 성분 중 캐나다에서 사용불가능한 성분이 포함되어 있어, 해당성분을 제외한 김치발효제어제 2가지를 각각 첨가하여 막김치를 제조하고, 김치발효제어제를 첨가하지 않은 대조군과 품질을 비교분석한다.

- **Table 1-30**과 같은 양으로 양념과 김치발효제어제를 계량하여 혼합 후 2시간 저온숙성
- 절단 절입하여 탈수된 막김치용 배추와 저온숙성한 양념을 배합
- 450g 수출용 용기에 포장(김치 표면에 50배 희석 식초 분무)
- 5°C 이하로 보관하며 pH와 염도, 산도를 측정하고, 산미와 이미 강도를 평가하며, 일반세균 수과 대장균균수를 측정한다.

실험재료:

- 막김치용 배추(생막 절입) 25kg
- 450g 포장용기
- 김치발효제어제 A, 김치발효제어제 B
- 저울, 염도계

Table 1-30. 샘플 제조 내용

샘플구분	샘플제조량	배추(g)	양념(g)	김치발효제어제(g)
대조군	17개 (450g*17=7,650g)	7,040	960	0
김치발효제어제 A 0.5% 첨가군	17개 (450g*17=7,650g)	7,040	920	40
김치발효제어제 B 0.5% 첨가군	17개 (450g*17=7,650g)	7,040	920	40
합계		21,120		

실험결과:

Table 1-31. 이화학분석 결과

	저장기간	염도	산도	pH
대조군	31일	2.32	0.43	5.28
	40일	2.32	0.93	4.46
	66일	2.55	1.31	4.12
	86일	2.36	1.29	3.96
김치발효제어제 A	31일	2.37	0.52	4.94
	40일	2.48	0.56	4.86
	66일	2.47	0.89	4.51
	86일	2.37	0.98	4.37
김치발효제어제 B	31일	2.24	0.51	4.98
	40일	2.43	0.54	4.88
	66일	2.47	0.88	4.52
	86일	2.41	0.87	4.45

- 이화학분석 결과, 김치발효제어제의 숙성지연효과가 확인됨.

Table 1-32. 미생물균수 분석 결과

	저장기간	일반균	대장균군
대조군	31일	6.30	2.67
	40일	5.79	1.00
	66일	5.76	1.65
	86일	6.11	1.00
김치발효제어제 A	31일	5.69	1.39
	40일	5.70	2.66
	66일	5.45	2.66
	86일	5.91	1.00
김치발효제어제 B	31일	5.75	2.54
	40일	5.76	2.60
	66일	5.68	2.74
	86일	6.42	1.00

- 미생물균수 분석 결과, 일반균은 김치발효제어제 첨가군이 대조군보다 적었지만, 대장균군은 대조군이 김치발효제어제 첨가군보다 적은 것으로 나타남.
- 이는 대조군이 김치발효제어제보다 빠른 숙성 진행으로, 낮아진 pH가 대장균군을 억제했기 때문인 것으로 판단됨.

Table 1-33. 숙성 31일차 관능평가 결과 (5점 척도법)

	신맛의 강도	이미의 강도	전체적인 선호도
대조군	2.40±0.70	2.70±0.67	3.20±1.14
김치발효제어제 A	2.50±0.85	3.40±0.70	2.70±1.16
김치발효제어제 B	2.60±0.70	3.00±0.82	3.00±0.94

- 31일차 관능평가 결과, 대조군의 신맛의 강도가 가장 낮았으며, 전체적인 선호도는 가장 높은 것으로 나타남.
- 이미의 강도는 김치발효제어제 A 첨가군이 3.40점으로 가장 높게 나타났으며, 김치발효제어제 B 첨가군은 3.00점으로 보통 수준인 것으로 나타남.

Table 1-34. 숙성 66일차 관능평가 결과 (5점 척도법)

	신맛의 강도	이미의 강도	쓴맛의 강도	전체적인 선호도
대조군	4.25±0.46	2.25±0.89	2.75±1.04	3.13±0.83
김치발효제어제 A	3.25±1.04	3.75±1.16	2.50±0.76	2.50±0.93
김치발효제어제 B	3.38±1.06	2.75±0.71	2.75±0.46	2.75±1.04

- 66일차 관능평가 결과, 대조군의 신맛의 강도가 가장 강했으며, 전체적인 선호도는 가장 높은 것으로 나타남.
- 이미의 강도는 김치발효제어제 A 첨가군이 3.75점으로 가장 높게 나타났으며, 김치발효제어제 B 첨가군은 2.75점으로 보통 수준인 것으로 나타남.
- 쓴맛의 강도는 김치발효제어제 A 첨가군이 2.50점으로 가장 낮았고, 대조군과 김치발효제어제 B 첨가군이 2.75점으로 비슷한 것으로 나타남.

Table 1-35. 숙성 86일차 관능평가 결과 (5점 척도법)

	신맛의 강도	이미의 강도	쓴맛의 강도	전체적인 선호도
대조군	4.00±1.22	2.00±1.00	2.00±0.71	3.60±0.89
김치발효제어제 A	3.40±0.55	3.20±1.64	3.20±1.10	2.80±0.84
김치발효제어제 B	3.00±0.71	3.00±0.71	3.00±0.71	2.80±0.45

고찰:

- 숙성 31일, 40일, 66일의 3차례 품질분석에서, 김치발효제어제의 숙성지연효과를 확인하였음.
- 관능적인 측면에서는 김치발효제어제 B 첨가군이 김치발효제어제 A 첨가군보다 이미, 이취가 약한 것으로 나타남.
- 전체적인 선호도에서도 김치발효제어제 B 첨가군이 김치발효제어제 A 첨가군보다 좋은 것으로 나타나, 수출막김치에 김치발효제어제 B를 적용하는 것이 적합할 것으로 판단됨.

4.4. 배추 장기저장 실험

<배추 장기저장 실험 - 샘플 전처리>

실험목적:

- 배추의 보관방법에 따른 장기저장 중 상태변화를 관찰하여 신선도를 장기간 유지할 수 있는 최적의 방안을 찾기 위함.

실험내용:

- 3가지 뿌리 전처리(온전, 절반 제거, 완전 제거)와 3가지 겉잎 전처리(온전, 2겹 제거, 3겹 제거), 그리고 7가지 포장방법(자연상태, 일반밀봉, 이산화탄소 충전, 질소 충전, 산소 충전, 신문지 포장, 모조지 포장)으로 63가지 샘플군을 3세트씩, 총 189개 배추샘플을 준비한다.
- 배추샘플을 정선공장 저온창고에 보관하여 1달 간격으로 상태를 관찰하며 아래와 같은 척도로 평가한다.
 - 1) 외관 및 이절 후 단면, 그리고 신선도에 대해 육안관찰하여 기록
 - 2) 배추의 무게를 측정, 저장당시 무게로부터 감소량을 계산하여 비교
 - 3) 겉잎과 속잎의 V/H(Vertical length / Horizontal length)비*를 측정하여 비교

*V/H비: 잎을 세웠을 때 높이를 눕혔을 때 길이로 나뉜 값으로 잎의 시들정도를 가늠할 수 있는 대략적인 척도.

실험재료:

- 뿌리와 겉잎을 제거하지 않은 배추 200포기
- 이산화탄소, 질소, 산소 가스
- 비닐 포장지, 신문지, 모조지
- 저울(SW-1W, CAS)
- 실링기(러브러 비닐접착기 SK510-5mm, 삼보테크)

샘플준비

- 뿌리와 곁잎을 제거하지 않은 배추(Fig. 1-40의 1)를 아래와 같은 9가지 배추 전처리 방법에 따라 21 포기씩 손질한다(Fig. 1-40의 2,3).

Table 1-36. 배추 전처리방법에 따른 샘플구분

샘플구분	전처리방법		샘플수(포기)
	뿌리	곁잎	
1-1	온전	온전	21
1-2		2겹 제거	21
1-3		3겹 제거	21
2-1	절반 제거	온전	21
2-2		2겹 제거	21
2-3		3겹 제거	21
3-1	완전 제거	온전	21
3-2		2겹 제거	21
3-3		3겹 제거	21

- 손질한 배추를 7가지 포장방법에 따라 포장하며, 포장하기 전에 미리 무게를 측정한다.
- 신문지 포장과 모조지 포장(Fig. 1-40의 4, 5)은 2겹으로 배추를 감싸 포장한다.
- 일반밀봉과 가스충전밀봉(Fig. 1-40의 6, 7)은 배추를 비닐에 담아 실링기로 실링한다.
- 가스는 내부의 공기가 제거되도록 충분히 주입하며, 외부공기가 들어가지 않도록 실링 후에 가스를 잠근다.
- 포장작업 완료 후, 배추는 P박스에 담아 저온창고(2.5℃이하)에 보관한다.



Fig. 1-40. 배추 장기저장 실험 샘플전처리

- (1: 뿌리와 곁잎을 제거하지 않은 배추, 2: 곁잎 제거 작업, 3: 뿌리 절단 작업, 4: 신문지 포장, 5: 모조지 포장, 6: 일반밀봉, 7: 가스충전밀봉, 8: 저온창고 저장)

<배추 장기저장 실험 - 1개월차>

실험방법

- 샘플수와 실험소요시간을 고려하여, 모든작업은 저온창고 내에서 진행
- 무게감소량 비교를 위해 각 샘플의 무게를 측정
- 외관과 절단 후 단면을 관찰하며, 배추잎의 갈변, 무름병·밑둥썩음병 등의 발병정도를 확인

Table 1-37. 배추 저장 1개월차 외관 및 단면

뿌리	은전			절반 제거			완전 제거		
	은전	2겹 제거	3겹 제거	은전	2겹 제거	3겹 제거	은전	2겹 제거	3겹 제거
대조군									
신문지									
모조지									

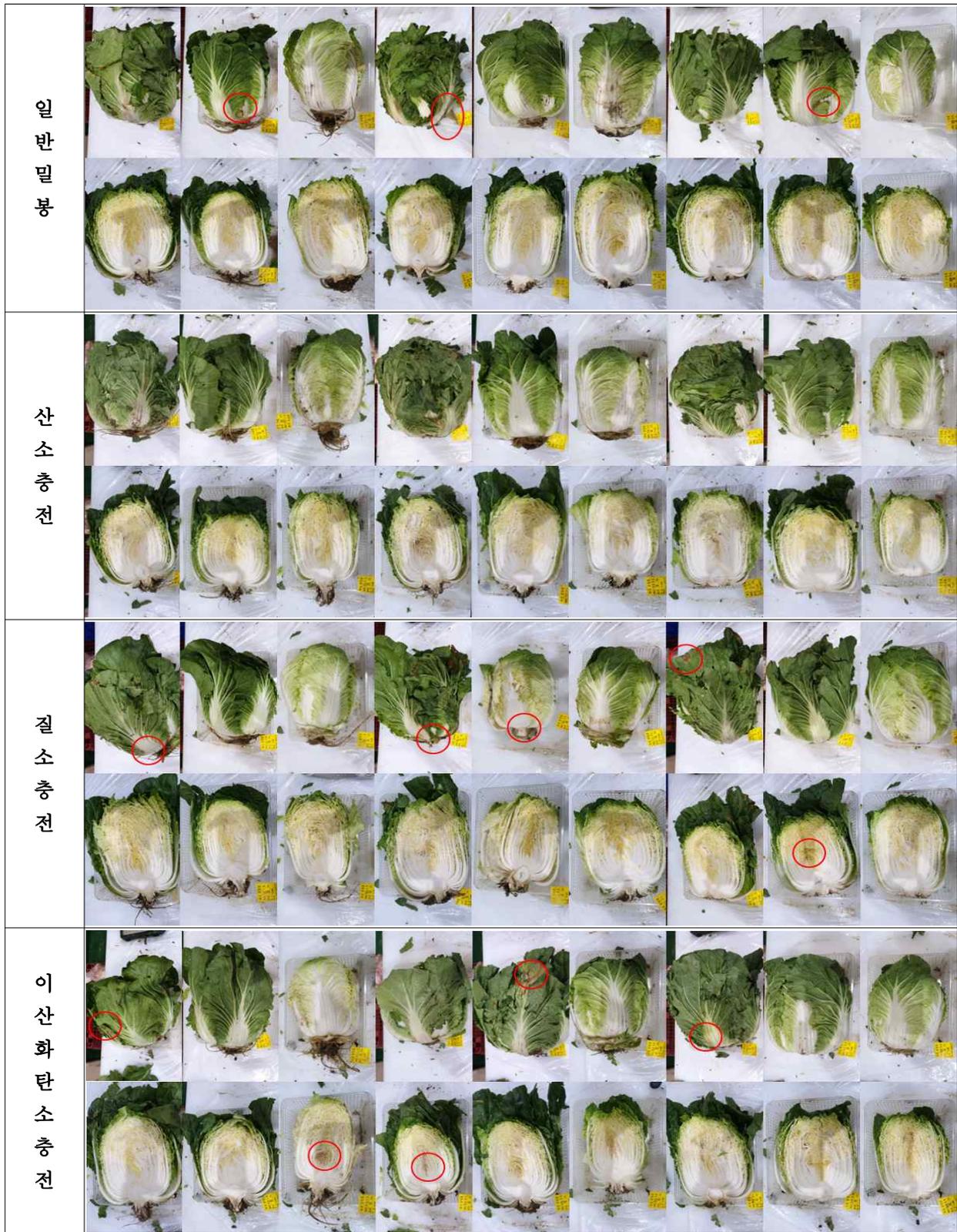


Table 1-38. 배추 저장 1개월차 무게감소량

뿌리	온전			절반 제거			완전 제거			평균
	온전	2겹 제거	3겹 제거	온전	2겹 제거	3겹 제거	온전	2겹 제거	3겹 제거	
대조군	429	418	253	432	86	315	449	254	100	304
신문지	200	156	118	224	176	151	192	161	67	161
모조지	192	168	110	231	153	110	208	173	99	160
일반밀봉	15	4	12	103	5	10	74	1	52	31
산소	32	4	4	44	11	13	23	3	0	15
질소	45	18	6	36	106	15	50	0	10	32
이산화탄소	0	25	43	13	32	4	72	0	0	21
평균	130	113	78	155	81	88	153	85	47	

실험결과

- 일부 무름병이 나타난 샘플을 제외하고는 전반적으로 상태가 양호하였음.
- 겉잎이 온전한 샘플의 경우 겉잎의 상태가 좋지 않은 경우가 많았음(갈변, 무름병 등).
- 밀봉하지 않은 실험군(대조군, 신문지, 모조지)이 밀봉하는 실험군(일반밀봉, 산소, 질소, 이산화탄소)에 비하여 무게감소량이 더 큰 것으로 나타남.
- 밀봉하지 않은 실험군(대조군, 모조지, 신문지)에서는 겉잎을 제거할수록 무게감소량이 적었음.
- 밀봉하는 실험군간에는 무게감소량의 차이가 크지 않았음.
- 1개월차 실험결과, 배추를 밀봉하는 것이 무게감소가 적으며, 배추를 밀봉하지 않을 경우에는 겉잎을 제거하는 것이 저장에 더 유리하다는 것이 확인됨.

<배추 장기저장 실험 - 12주차>

실험방법

- 무게감소량 비교를 위해 각 샘플의 무게를 측정
- 외관과 절단 후 단면을 관찰하며, 배추잎의 갈변, 무름병·밀등썩음병 등의 발병정도를 확인

Table 1-39. 배추 저장 12주차 외관 및 단면

뿌리 길이	은전			절반 제거			완전 제거		
	은전	2겹 제거	3겹 제거	은전	2겹 제거	3겹 제거	은전	2겹 제거	3겹 제거
대 조 균									
신 문 지									
모 조 지									
일 반 밀 봉									



Table 1-40. 배추 저장 12주차 무게감소량

뿌리	온전			절반 제거			완전 제거			평균
	온전	2겹 제거	3겹 제거	온전	2겹 제거	3겹 제거	온전	2겹 제거	3겹 제거	
대조군	692	496	502	113	1098	558	840	590	571	607
신문지	405	248	357	423	320	183	520	229	160	316
모조지	393	310	257	460	337	197	358	264	226	311
일반밀봉	99	16	22	151	265	24	447	21	7	117
산소	24	44	21	179	50	116	155	28	24	71
질소	152	528	31	141	414	45	42	336	33	191
이산화탄소	62	193	8	56	201	114	107	176	57	108
평균	261	262	171	218	384	177	353	235	154	

실험결과

- 곰팡이가 피고, 부패취가 많이 나며, 잎이 썩는 등 전반적으로 상태가 크게 불량하였음.
- 간혹 속잎의 상태가 양호한 배추가 있었지만, 겉잎과 밑둥의 부패로 인해 김치 제조에 사용이 불가하였음.
- 포장방법 중에서는 산소 충전 실험군의 무게 감소가 가장 적었고, 대조군의 무게 감소량이 가장 컸으나, 전체적인 배추의 상태를 봤을 때는 대조군이 가장 양호하였음.
- 배추 전처리 방법중에서는 겉잎을 3겹 제거한 배추의 무게 감소량이 가장 적었으며, 배추 무게 감소에 뿌리보다는 겉잎의 상태가 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었음.

고찰

- 배추를 밀봉하게 되면, 호흡 중 발생한 수분이 포장비닐 내에 모이게 되고, 이로 인해 배추가 빠르게 부패되는 부작용이 있는 것으로 확인됨.
- 따라서 배추 저장에 있어 밀봉하는 방식은 적합치 않은 것으로 판단됨.
- 배추 전처리 방법에 있어 무게감소량을 확인한 결과, 뿌리의 영향보다는 겉잎의 영향이 큰 것으로 확인됨.
- 수확과 저장의 용이함을 위해 뿌리는 완전히 제거하는 것이 유리할 것으로 판단됨.
- 배추 무게 감소량과 겉잎의 부패 정도를 고려할 때, 겉잎은 온전한 것보다 2~3겹 제거하는 것이 더 유리할 것으로 판단됨.

4.5. 막김치와 절임배추의 간이수분정량법 고안

실험목적

- 자동화 생산 라인을 통해 제조된 막김치와 기존 방법으로 제조된 막김치의 수분함량을 비교하기 위한 간이수분정량법을 고안한다.

실험재료

칭량접시, 분석용 저울, 시약스푼, 절임배추, 막김치, 믹서기, 건조기, 스텐그릇, 데시케이터

실험방법

- ① 건조기의 온도를 실험온도(110℃, 130℃, 150℃)로 설정한다.
- ② 건조시간을 단축하기 위해 막김치와 절임배추를 각각 믹서기로 분쇄한다.



- ③ 칭량접시의 무게를 측정한다.



- ④ 칭량접시에 막김치와 절임배추를 각각 10g 가량 넣는다.



⑤ 건조시간을 단축하기 위해 스푼을 이용하여 시료를 평평하게 펴준다.



⑥ 건조기에 시료가 담긴 칭량접시를 넣고 뚜껑을 열어 30분간 건조 시킨다.



⑦ 건조 후 뚜껑을 닫고 데시케이터에 넣어서 방냉시킨다.



⑧ 방냉시킨 칭량접시를 분석용 저울에 넣고 무게를 측정한다.

⑨ ⑥~⑧의 과정을 반복하여 무게 변화가 거의 없을때까지 측정한다.

⑩ 시료무게를 기준으로 그래프를 그리고, 수분함량을 계산한다.

실험결과

Table 1-41. 온도별 막김치 수분정량 결과

건조온도		건조시간(분)						
		0	30	60	90	120	150	180
110℃	시료무게(g)	10.4640	2.7736	0.8892	0.8379	0.8262	0.8238	0.8175
	수분함량(%)	-	73.49	91.50	91.99	92.10	92.13	92.19
130℃	시료무게(g)	10.3606	1.4655	0.9155	0.9043	0.8973	0.8909	0.8867
	수분함량(%)	-	85.86	91.16	91.27	91.34	91.40	91.44

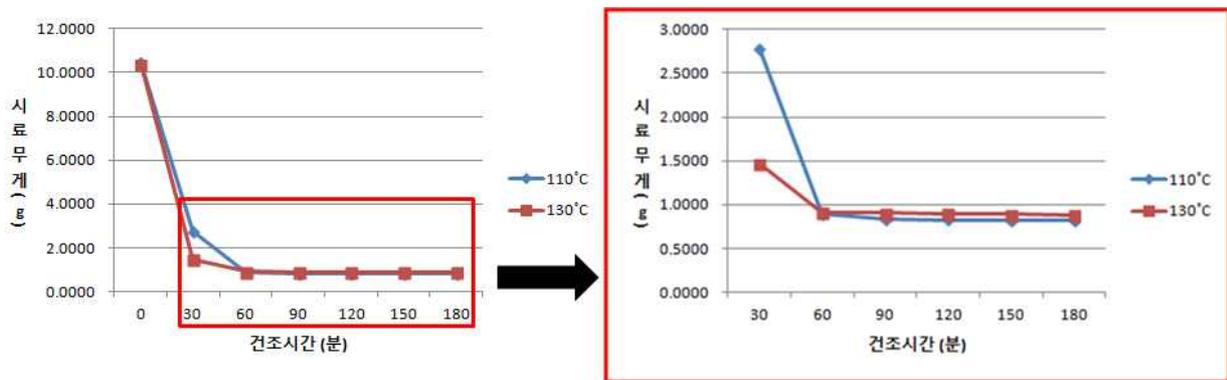


Fig. 1-41. 온도별 건조시간에 따른 막김치 시료무게 변화

Table 1-42. 온도별 절임배추 수분정량 결과

건조온도		건조시간(분)						
		0	30	60	90	120	150	180
110℃	시료무게(g)	10.4318	3.3645	0.9301	0.8565	0.8449	0.8378	0.8270
	수분함량(%)	-	67.75	91.08	91.79	91.90	91.97	92.07
130℃	시료무게(g)	10.3271	1.3229	0.9926	0.9695	0.9583	0.9500	0.9431
	수분함량(%)	-	87.19	90.39	90.61	90.72	90.80	90.87

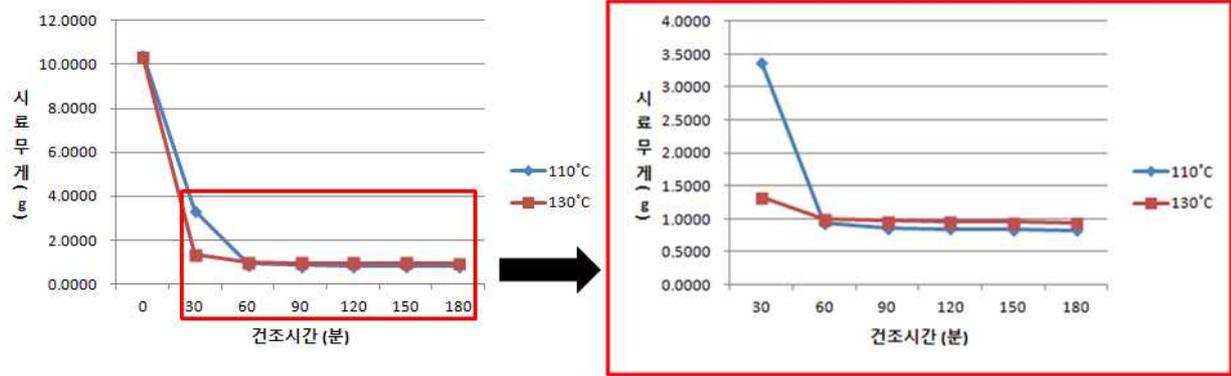


Fig. 1-42. 온도별 건조시간에 따른 절임배추 시료무게 변화

Table 1-43. 온도별 120분 건조에 따른 시료 상태 변화

건조온도	건조 전	120분 건조 후
110°C		
130°C		

고찰

- 건조 초기에는 2가지 온도간에 건조속도의 차이가 큰 것으로 나타나지만, 1시간 이후로는 차이가 미미한 것으로 확인됨.
- 건조 전과 120분 건조 후의 시료 외관을 관찰하였을 때, 130℃에서 건조한 시료는 색이 검게 변한 반면, 110℃에서 건조한 시료는 색의 변화가 크지 않았음.
- 간이수분정량의 목적은 막김치 생산 자동화 시스템 상에서 절임배추가 충분히 탈수되었는지, 그 절임배추로 제조된 막김치 제품의 기존 재래식으로 제조된 막김치 제품과 비교하여 수분함량이 높지 않은지 확인하기 위함으로, 실험결과를 종합하였을 때 110℃에서 2시간 건조하는 것으로도 충분히 비교가 될 것으로 판단됨.

III. 결론

1. 막김치 연속 자동화 생산라인 설치

막김치 자동화 생산만을 위한 공장을 새로이 건설하는 것보다 기존공장의 내부를 리모델링하여 최대한 공간을 활용하는 것이 막김치 자동화 생산 라인을 실생산에 활용하는데에 더 유리할 것으로 판단되어, 기존 작업동선에 대한 영향을 최소화하고 막김치 자동화 생산을 위한 설비 및 작업 공간을 최대화하여 생산성을 높일 수 있도록 레이아웃을 확정된 후, 기존 공장의 내부 리모델링을 거쳐 막김치 자동화 생산 설비라인을 설치하였다.

2. 가압절임기 파일럿 시운전

막김치 생산의 자동화 공정에 있어서 가장 핵심이 되는 것은 절임공정으로, 기존 채래식 방법으로는 10시간 이상 소요되는 절임을 20분 이내로 단시간에 완료할 수 있는지, 기존 채래식 방법으로 절여진 배추, 그리고 그 배추를 이용하여 제조된 막김치와는 품질의 차이가 있는지 확인하는 것이 중요하다. 2차년도에 1대의 가압절임기로 5차례 파일럿 시운전을 실시한 결과, 염수 투입 3분, 순환 절임 6분, 염수 탈수 3분으로 총 12분으로도 충분한 염도로 절일 수 있음이 확인되었다. 주관연구기관에서는 30년 이상의 김치 제조 경험과 노하우를 가지고 있는만큼, 가압절임으로 절여진 배추로 막김치를 담궜을 때, 기존 막김치와 품질의 차이가 나타나는지를 중점적으로 테스트하였다. 가압절임 막김치의 품질평가 결과, 가장 우려했던 부분인 조직감에 있어서는 관능평가에서 대조군과 큰 차이가 나타나지 않았으며, 저장기간에 따른 숙성도의 변화에도 큰 차이가 없었다. 적정 절임시간을 초과할 경우 과절임 되어 염도가 높아져 관능도가 대조군에 비해 크게 떨어졌지만, 가압절임 배추의 염도를 적정수준으로 맞출 경우에는 관능도에서도 대조군과 큰 차이를 보이지 않았다.

3. 막김치 생산 자동화 장치 시운전

막김치 자동화 생산 설비라인은 가압절임기 과일럿 시운전 결과를 토대로하여 수차례에 걸쳐 시운전 및 시생산을 실시하였다. 1차 시운전에서는 장치별로 작동 여부, 소음 정도, 청소의 용이성 등의 사항을 점검하였으며, 공정 단위별로 시운전을 진행하였다. 배추 공급 라인에 비교적 원활하게 작동이 되었으나, 배추 절단 라인에서 배추 걸림 문제가 발생하였다. 이는 배추 부위별 절단기에서 고갱이가 일부 절단된 후, 인력으로 고갱이를 제거하게 되는데 이 과정에서 배춧잎이 흐트러지게 된 상태로 배추 세절기로 투입됨에 따라 걸림현상이 자주 발생하였다. 또한 절단되는 크기가 기존 막김치 제품과 비교할 때 작았고, 모양도 불균일하였다. 2차 시운전에서는 절단크기 문제 해결을 위해 배추 세절기의 칼날을 일부 제거하여 진행하였으며, 그 결과 기존 막김치 제품 수준의 크기로 절단이 되었다. 3차 시운전에서는 1·2차 시운전과 달리 배추 투입 공정부터 절임·세척·탈수 공정까지 인력을 배치하여 연속적으로 진행하였으며, 공정 간 밸런스를 맞추는 데에 초점을 맞추었다. 배춧잎 걸림 현상이 개선되지 않아 배추 절단 라인의 전·후 공정 모두 영향을 받았으며, 따라서 공정간 밸런스를 맞추기 위해 배추 절단 라인에 대한 전반적인 검토가 필요함이 확인되었다. 4차 시운전에서도 배추 투입 공정부터 절임·세척·탈수 공정까지 인력을 배치하여 연속적으로 진행하였으며, 공정간 밸런스를 맞추는 데에 초점을 맞추었으며, 원활한 시운전 진행을 위해 배추 절단 라인에 인력을 증원 배치하였다. 그 결과 고갱이 제거 후 흐트러진 배춧잎을 정리하여 세절기로 투입하게됨에 따라 걸림 문제는 다소 해소되었으나, 인력이 늘어난만큼 바람직한 해결방안으로 볼 수는 없다고 판단하여, 고갱이 제거 대신 심 파내기로 변경하는 것에 대한 검토가 진행되었다. 또한 탈수 부족 문제가 대두되어, 절임배추 무게 중에서 절임배추로부터 분리되는 물의 무게가 차지하는 비율을 비교하였을 때, 기존공장의 절임배추에 비해 높은 것으로 나타나 탈수가 부족하다는 것을 확인하였다. 5차 시운전에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여, 고갱이 제거를 심 파내기로 변경을 하였고, 탈수의 시간을 늘려 진행하였다. 고갱이 제거를 심 파내기로 변경하여 시운전을 진행한 결과, 절단기에서의 정체현상이 상당부분 개선되었으나, 배추 부위별 절단기에 배추의 중심이 어긋난 채로 투입되거나 배추의 크기가 큰 경우 심이 덜 파지는 문제가 발생하였다. 3·4차 시운전에서 확인된 탈수 부족 문제를 해결하기 위해 기존 5분에서 15분 이상으로 탈수 시간을 늘려 진행한 결과, 분리수분의 비율은 9.15%로 3·4차 시운전과 비교하여 낮아졌으며, 대조군(8.21%)에 근접하였다.

주관연구기관에서는 본 연구과제를 통해 개발된 막김치 생산 자동화 장치가 실 생산에 적용되어 제품 판매까지 이어질 수 있도록 하는 것에 주안점을 두고 연구를 진행하였다. 품질관리가 까다롭고 위생기준이 높은 김치를 생산해야하는 만큼, 연구기간 종료 이후에도 지속적으로 개선방향을 설정하고, 시운전 및 시생산을 계획 및 진행하고 있다.

4. 막김치 생산단가 절감 및 품질향상을 위한 부가실험

주관연구기관에서는 막김치 자동화 생산 시스템에 시너지 효과를 줄 수 있는 막김치 생산단가 절감 및 품질향상과 관련된 여러 가지 부가실험을 수행하였다.

4.1. 폐배추 즙액 배지에서의 유산균 스타터 배양 및 막김치 제조실험

유산균 분말을 양념에 혼합하여 접종하는 기존 방식과 달리, 절임배추에 유산균을 배양한 폐배추 즙액 배지를 적셔 접종하는 방식의 활용가능성을 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 실험결과, 폐배추즙액 배지를 적시는 방법을 통해 유산균이 충분히 접종되었으며, 관능적인 면에서도 크게 떨어지지 않는다는 것을 확인하였다. 그러나 폐배추 즙액 배지를 제조하고 관리하기 위한 추가적인 인력과 시설을 요구한다는 점에서 생산현장에 바로 적용하기에는 다소 어려움이 있다는 것을 확인하였다.

4.2. 유산균 스타터 균주 우점을 분석을 통한 김치품질관리기술

유산균 스타터 균주 우점을 분석을 통한 김치품질관리기술은 *Leuconostoc mesenteroides* WiKim32 균주 특이적 프라이머 세트와 PCR을 이용하여 김치 내 균 중에서 WiKim32가 차지하고 있는 비율, 즉 우점율을 분석하여 하나의 품질관리적으로 활용함으로써 WiKim32 첨가를 통해 향상된 김치 품질을 균일하게 유지·관리할 수 있는 기술이다. 막김치 자동화 생산 시스템을 통해 제조되는 막김치 제품에 기술을 적용하게 되면 품질향상에 기여할 수 있다. 해당기술은 그 우수성을 인정받아 2019년 하반기에 농림식품 신기술 인증(인증번호: 31-075)을 획득하였다.

4.3. 김치발효제어제 첨가를 통한 막김치의 품질유지기한 연장

막김치제품 수출 시, 장거리 이동에 따른 과숙, 포장지 팽창이 문제가 된다. 김치의 세계화로 해외현지의 식품업체에서도 로컬 농산물을 이용하여 김치를 제조하여 판매하고 있기 때문에, 막김치의 수출경쟁력 강화를 위해 숙성을 지연시키고 품질유지기한을 연장시킬 수 있는 김치발효제어제 첨가를 고려하게 되었다. 4차례의 김치발효제어제 첨가 실험을 진행하여, 숙성지연효과가 나타면서도 관능도에는 크게 영향을 끼치지 않는 김치발효제어제를 선정하였다.

4.4. 배추 장기저장 실험

배추는 계절에 따른 가격의 등하락폭이 상당히 큰 편으로, 생산원가에도 크게 영향을 준다. 따라서 안정된 배추의 공급은 생산원가 절감에도 기여할 수 있으므로, 3가지 뿌리 전처리(온전, 절반 제거, 완전 제거)와 3가지 겉잎 전처리(온전, 2겹 제거, 3겹 제거), 그리고 7가지 포장방법(자연상태, 일반밀봉, 이산화탄소 충전, 질소 충전, 산소 충전, 신문지 포장, 모조지 포장)에 따른 배추장기저장 실험을 진행하였다. 실험

결과, 장기저장에 따른 배추의 무게 감소에는 뿌리보다는 겉잎의 영향이 컸으며, 겉잎이 온전할수록 배추 중량 감소가 크고, 부패정도도 심했다. 포장방법의 경우, 밀봉하게 되면 배추에서 배출되는 수분이 비닐 내에 갇히게 되고, 그로인해 배추가 심하게 부패하게 되어 배추저장에 적합지 않은 것으로 확인되었다.

4.5. 막김치와 절임배추의 간이수분정량법 고안

막김치 자동화 생산라인에서는 15분 간격으로 절임배추가 배출되기 때문에, 탈수가 부족하게 이루어질 수 있다. 따라서 탈수의 적합도를 판단하기 위해 수분정량을 실시할 필요성이 있으나, 기존의 수분정량법은 장시간을 필요로하기 때문에, 수분함량의 비교를 목적으로 단시간내에 정량할 수 있는 방법을 고안하였다. 실험결과를 토대로, 향후 막김치 자동화 생산라인을 통해 제조된 절임배추와 막김치의 수분함량을 정량하는 데에 110℃에서 2시간 건조를 기준으로 설정하였다.

2-2. 제 1협동기관 연구내용

<제1협동기관 연구내용 >

막김치 자동화 생산 기술 개발

세계김치연구소

I. 서론

1. 국내외 시장 및 기술현황

가. 시장 현황

국내 김치 소비량은 17년 기준 194톤이며 이중, 상품김치는 71만 톤으로 전체 소비량의 36.8%를 차지한다(2017 김치산업동향, 세계김치연구소). 막김치는 전체 상품김치의 35~40% 규모로 추정되지만 1, 2인 가구 증가 등 사회 환경 변화로 그 비중이 점차 확대되고 있다. 수출 김치 3만 톤(2019 김치수입통계, 무역협회)도 대부분 막김치이므로 막김치 경쟁력 확보의 중요성은 더욱 커지고 있다.

하지만, 국내 김치 생산기계장치 시장은 200억 규모이고 이를 제작하는 업체 20여개 중 연구 개발 역량을 갖춘 회사는 1~2개에 불과하다. 또한, 김치제조업체 대부분이 영세·중소기업도 신규 기계·장치 투자에 소극적이어서 김치 제조 산업의 기계화, 현대화에 어려움이 있다.

나. 경쟁기관 현황

국내에서 김치생산 자동화 연구를 하는 전문연구기관은 세계김치연구소가 유일하다. 일부 기업으로는 O사는 M사와 협력하여 진일보한 김치생산 자동화 공장을 건설하였고 D사와 C사가 막김치 생산자동화 등 파편적인 연구를 일부하고 있다.

다. 표준화 현황

김치는 전통식품규격, 식품공전, CODEX, KS 규격에서 개념, 규격 등이 정의되어 있지만 세부품목, 품질, 기계장치 등에 대한 표준규격이 전무하므로 표준화 연구를 통해 표준규격을 설정하여 제품의 품질을 균일화하고 향상시키는 노력이 필요하다.

라. 기술 현황

인건비 증가, 공정의 효율성 증대 요구로 '김치공정 자동화 장치·기술 개발' 노력을 막김치 생산 공정을 중심으로 연구가 진행되고 있다.

개별 생산 공정으로는 원료전처리(절단), 절임, 버무림(속넣기), 포장 등에 관한 특허가 다수 출원되었으며 이중 버무림(속넣기) 공정이 10건으로 가장 높은 비율을 차지하고 있다.

그 동안 김치공장 자동화 연구는 개별 공정에 초점이 맞춰져 있고 현장에서 일부 적용되고 있지만, 전체공정의 시스템 및 기계장치 개발은 구현되지 못하고 있다. 특히 영세·중소기업이 대부분을 차지하는 김치 공장에서는 원가 경쟁력을 확보하려면 개별공정만이 아닌 전체 생산공정의 시스템 개발을 통한 인건비 절감이 필요하고 다른 기업에도 이를 확산을 위한 노력이 요구된다.

Table 2-1. 김치 생산 자동화 기술 및 장치 주요 특허

No	분류(공정)	발명의명칭	출원인	등록번호
1	속냉기	포기김치 양념 속 넣기 자동화 장치(device for filling kimchi sauce into cabbages)	대상 주식회사 김병선	101760737
2	복합	김치 가공을 위한 복합 자동화 장치(MULTI AUTOMATIC APPARATUS FOR PROCESSING KIM-CHI)	(주)해오름종합식품	
3	복합	막김치 자동제조시스템 및 막김치 제조방법(Automatic manufacturing system for sliced kimchi and manufacturing method thereof)	한국식품연구원	101895746
4	복합	신속 세절 막김치 제조시스템(Rapid Manufacturing System for Cut Kimchi)	주식회사 한국캐비치	101655883
5	절단	직압식 막김치 절단장치(Slicer for the instant Kimchi)	김중석	100620918
6	속냉기	배추김치 속냉기 장치(Device for filling kimchi sauce into cabbages)	대상에프엔에프 주식회사	101495303
7	혼합	신속 날잎 김치 제조시스템(Rapid Manufacturing System for Simple Leaf Kimchi)	주식회사 한국캐비치	101655880
8	혼합	김치양념 혼합장치(Mixing apparatus for kimchi seasoning)	한국식품연구원	102064061
9	혼합	썰은 포기형태 김치 제조방법(The manufacturing method for cut kimchi form)	씨제이제일제당 (주)	101609442
10	종균	김치종균접종시스템 및 이의 접종방법(Kimchi Inoculating system and process thereof)	한국식품연구원	102047171
11	속냉기	침지식 김치 양념소넣기 장치(A immersion type kimchi sauce stuffing device)	한국식품연구원	101579620
12	가공 (저염김치)	저염화 김치 제조방법(method of manufacture low salinity kimchi)	한국교통대학교 산학협력단	101215594
13	전처리	김치원료 처리방법 및 이를 적용한 김치원료 처리시스템 (TREATING METHOD KIMCHI MATERIALS AND KIMCHI MATERIALS TREATING SYSTEM USING IT)	한국식품연구원	101753231
14	속냉기	배추김치 양념소넣기 장치(Kimchi sauce stuffing device)	한국식품연구원	101623069
15	가공 (저염김치)	신속 배추절임 및 저염김치 제조 시스템(Manufacturing System for Rapid Kimchi Cabbage Salting and Low Salt Kimchi)	주식회사 한국캐비치	101537635
16	가공 (저염김치)	신속 저염김치 제조시스템 (Rapid Manufacturing System for Low Salt Kimchi)	주식회사 한국캐비치	101730971
17	가공	동결건조김치의 제조방법 및 이에 의해 제조되는 동결건조김치 (Manufacturing Process For Freeze Dry Pickles Vegetables and Kim-chi using the same method)	에넌농산 영농조합법인	101930772
18	포장	김치제조방법 및 이를 위한 김치포장방법과 그 포장체(Kim-chi Manufacturing Method and Kim-chi PackagingMethod/Package)	양건태	100689715
19	혼합	김치 양념 혼합장치(Kimchi seasoning mixing device)	타프기계공업(주)	200489727
20	절임	김치 재료의 신속 수축임방법(Quick Dehydration Process for Material of Kimchi)	주식회사 한국캐비치	101567415
21	속냉기	김치 제조 장치(DEVICE FOR MAKING KIMCHI)	씨제이제일제당 (주) 한국과학기술원	101283258
22	속냉기	김치 양념 혼합장치(Kimchi seasoning mixing device)	타프기계공업(주)	101910985
23	절임	절임배추의 제조 및 저장 방법(Method for Manufacturing and Preservation of Brined Cabbage)	주식회사 한국캐비치	101730975
24	포장	엽근채소 반찬 정량투입장치(FEEDING APPARATUS OF WITH FIXED QUANTITY FOR ROOT VEGETABLES FOOD)	박화춘	101287295
25	포장	계량 포장 자동장치(Weighing package auto apparatus)	(주)라이스코리아	101118617
26	전처리	배추가공방법(processing method of white cabbage)	(주)명성	101385497
27	포장	발효식품 포장방법 및 이를 이용한 발효식품(Pacaging Method for Fermented Food and Fermented Food using it)	주식회사 아워홈	101642748
28	포장	발효식품 포장용 파우치의 제조방법 및 제조장치(Method and	주식회사 아워홈	

		Apparatus for making Pouch for Packaging Fermented Food)		
29	절임	2단계 염수 절임방식을 이용한 채소 절임방법(Salting method of vegetables using two step brine salting process)	대상에프엔에프 주식회사	101153774
30	절단	배추 부위별 절단분리장치(Cabbage cutting device for the edible portion)	한국식품연구원	102062445

2. 개발기술 개요

가. 연구개발 목표

- 막김치 연속 자동 생산 시스템 표준모델 개발
- 시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 시스템
- 막김치 제조원가는 수입김치의 1.5배 이하 / 노무비 제조원가의 10% 이하 / 품질 수입김치 1.5배 이상이면서 균일도 90% 이상

나. 막김치 연속 자동 생산 시스템 개념설계

1hr 당 600kg 배추를 “상자 쏘기부터 제품포장”까지 연속생산이 가능한 공정(개념)을 아래와 같이 설계하고 5개 주요공정 기술을 개발하였다. 막김치 연속 자동화 생산 공장은 (주)한성식품 서산공장에 설치(2019년 2월), 시운전을 통해 생산성과 품질을 점검하였고 공정 안정화 진행 중이다.

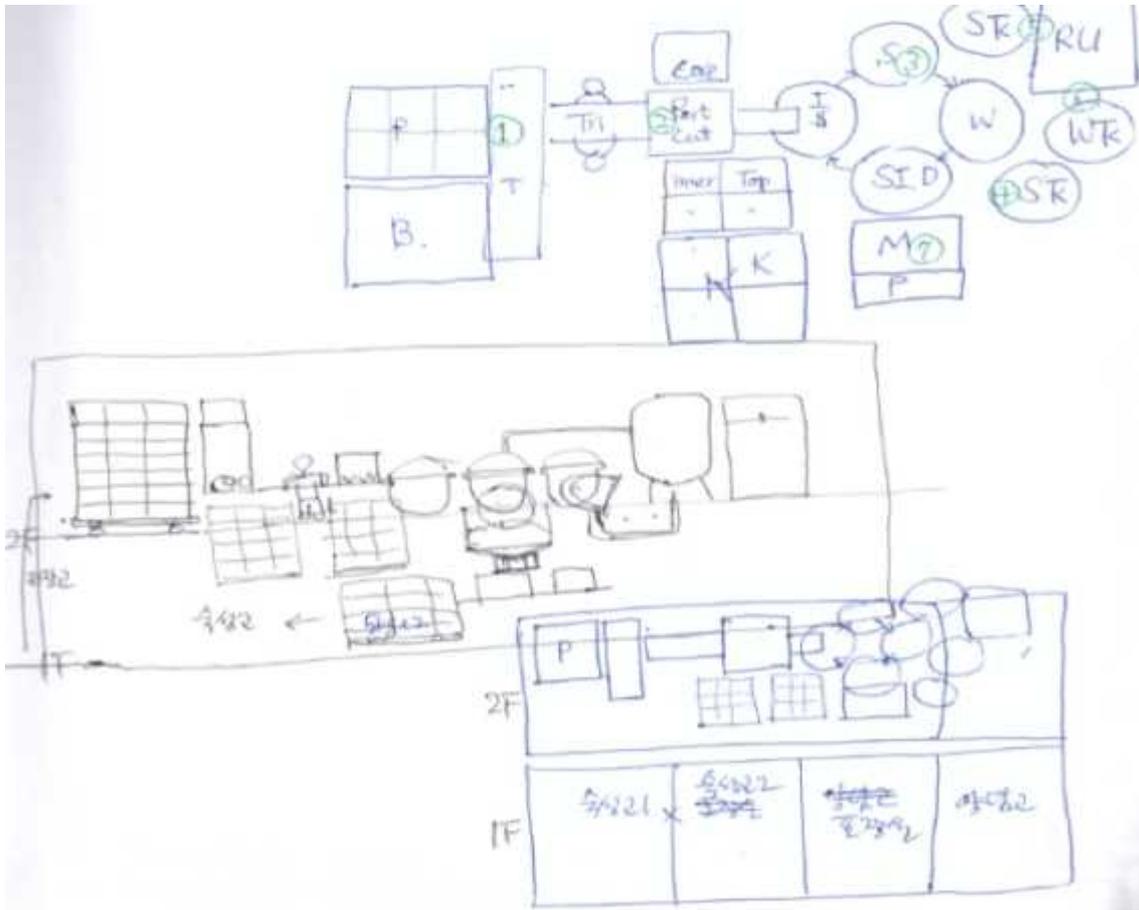


Fig. 2-1. 막김치 연속 자동 생산시스템 개념설계

다. 주요 공정 기술

막김치 자동화 생산 시스템에 적용된 주요공정(기술)은 아래 5가지로 각 기술에 대한 특허(등록)는 기술 이전하였다.

※특허: 배추부위별 절단분리장치(1020190092864), 절임 살균 시스템 및 그 방법(1020190092862), 막김치 자동제조시스템 및 막김치 제조방법(101895746), 김치중균접종시스템 및 이의 접종방법(1020190092863)

Table 2-2. 막김치 자동화 생산시스템 주요 공정

No.	공정명	설명
1	배추상자 자동 쏘기 기술	팔레트 단위로 입고된 배추상자를 이송하고 배추를 쏘는 장치
2	배추 부위별 절단 기술	배추를 엽신, 중륵, 고갱이, 단축경으로 절단 분리하는 장치
3	막김치 가압 연속 절임 기술	절단배추에 염 침투시간을 가압을 통해 단축시키는 장치

4	연속 절임 세척 탈수 집종 기술	절단배추를 연속적으로 절임, 세척, 탈수, 집종하는 순환식 절임장치
5	막김치 연속 혼합 포장 기술	양념혼합된 막김치를 자동으로 계량, 충전, 포장하는 장치
6	염수 재사용 기술과 장치 개발	사용한 염수를 여과, 살균하여 재사용하는 기술 및 장치
7	세척수 재사용 기술과 장치 개발	사용한 세척수를 여과, 살균하여 재사용하는 기술 및 장치

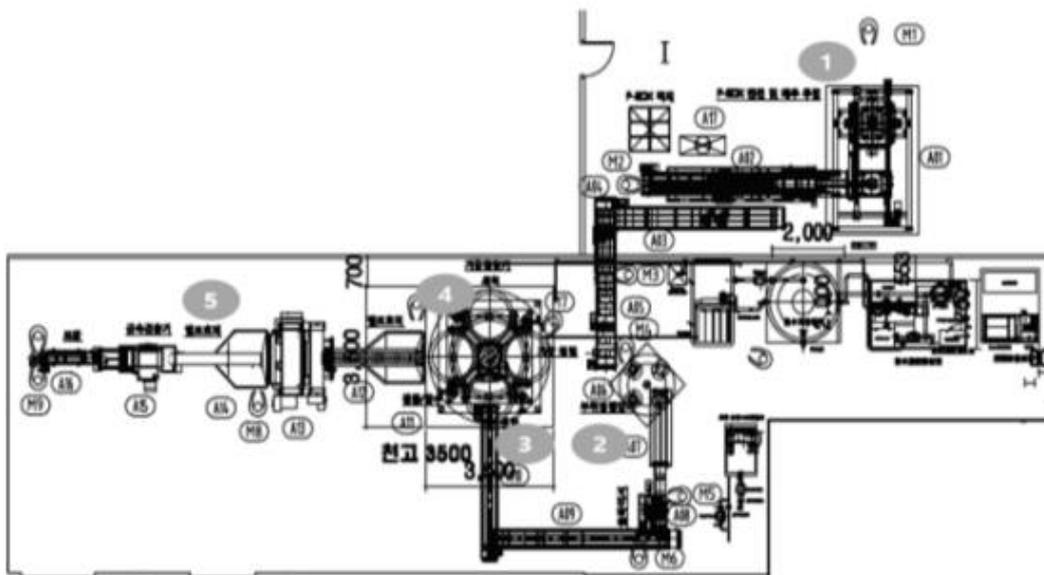


Fig. 2-2. 막김치 생산 자동화 공정 배치도

II. 연구내용

1. 배추상자 자동 쏘기 기술 개발

가. 기술현황

(1) 현장 애로사항

일반적으로 김치공장에서 사용되는 배추는 산지에서 P-box(4~5개)에 담아서 팔레트 단위(6상자X6단)로 이송한다. 공장에 입고되면 작업자들이 전처리실에서 배추상자(P-box)를 내리고 배추를 쏘는데 상자당 무게가 15~20kg 내외로 연속작업이 어렵고 근골격계 질환 등으로 인해 매우 기피하는 공정이다. 대부분의 김치공장에서 해당공정은 외국인 근로자들이 배치되어 수행하지만 근본적인 개선이 요구된다.



배추수확



배추이송

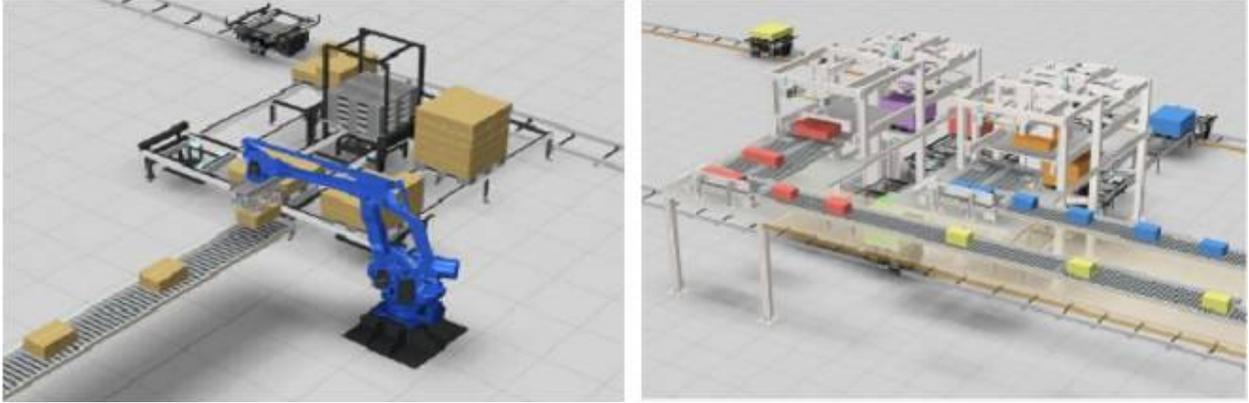


배추입고

Fig. 2-3. 배추수확에서 입고까지의 과정

(2) 배추상자 디팔렛타이저 기술

팔레트 단위로 입고되는 상자를 컨베이어로 이송하는 자동화 장치는 케이스피킹로봇과 레이저 디팔렛타이저가 활용된다. 국내 김치공장에서는 2~3개 업체만이 케이스 피킹로봇을 사용하는데 매우 고가 장비로 중소기업에서 활용하기 쉽지 않다.



케이스 피킹 로봇(Case Depalletizing Robot) 레이어 디팔렛타이저(Layer Depalletizer)

Fig. 2-4. 배추상자 디팔렛타이저 기술(출처: DAIFUKU-Logisticssolutions)

(3) 배추상자 쏘기(반전기) 기술

배추상자(P-box) 자동 쏘기는 김치공장에만 적용되는 특수한 공정한 공정으로 이에 대한 선행연구(특허, 논문)는 미비하다. 현장에서 사용되는 2가지 반전기는 아래 그림 2-5와 같다. 충격형 반전기는 상자를 뒤집어서 배추를 배출하고 회전식 반전기는 회전낙하를 통해 배출하는 구조이다. 충격형 반전기가 배추를 잘 쏘아지지만 충격으로 인해 상자 손상이 크고 회전식 반전기는 그와 반대이다.



충격형 반전기



회전식 반전기

Fig. 2-5. 배추상자 쏘기 장치(출처: Autotekt. 명성 홈페이지)

나. 연구개발 목표

- 공장의 활용도(좁은 공간)에 맞춰 설치가 가능한 배추상자 팔레트 un-loading 장치 및 배추상자 자동 쏘기 기술 개발
 - . 배추상자 팔레트 상·하 이동 기술 개발
 - . 배추상자 수평이동 및 배추상자 분리 기술 개발
 - . 배추상자에서 자동 쏘기 기술 개발
 - . 각 유닛별 메커니즘 구현 제어 가능한 전기제어장치 개발
 - . 쏘아진 배추의 배출기술 개발
 - . 빈 장사 회수 적재기술 개발

다. 연구개발 결과

(1) 배추 쏘기 장치 개념설계

산지에서 배추는 배추상자(P-box)에 담아서 팔레트 단위로 입고된다. 본 공정에서는 입고된 배추를 팔레트에서 분리된 후에 배추를 쏘아야 한다. 장치는 디팔레타이저와 반전기를 결합하는 형태로 개념을 설계하였다. 팔레트 배추는 지게차로 이송하여 리프트에 장착하고 디팔레타이저에서 배추상자는 1열로 반전기로 공급되어 1단씩 자동으로 uploading 되도록 하였다.

(2) 배추 쏘기 장치 상세설계

본 장치는 중소김치업체에서 사용이 용이하도록 투자금액이 낮은 유압식 원격제어 “레이어 디팔레타이저”와 “회전식 반전기”를 기본 장치로 설계하였다.

(가) 배추상자 다수 집기 기술 개발

배추는 수확하여 4-6 포기씩 컨테이너 상자에 담아 팔레트에 1단에 6 상자씩 7단으로 쌓아서 유통한다(팔레트 당 42상자, 210포기, 630kg). 배추 한상자의 무게는 15-20kg 이므로 1단 6 상자를 한꺼번에 집어 옮기기 위해서는 90-120kg을 잡을 수 있는 그리퍼(gripper)가 필요하다. 그리퍼는 2열3조식으로 쌓여 있는 배추상자 6개를 빠지지 않도록 한꺼번에 잡아야 하므로 길이 50-70cm, 폭 10cm 이상 30cm이하의 그리핑 밴드 4개가 4면에 접촉하여야 한다. 그리고 1,100-1,500cm를 수평으로 빠르고 정확하게 이동할 수 있어야 한다. 배추 팔레트 거치대는 자동으로 배추상자 높이(33cm) 만큼 자동으로 위로 올라와서 정지하여야 그리퍼가 일정한 높이에서 수평패도상 운동만으로 배추상자를 옮길 수 있다.

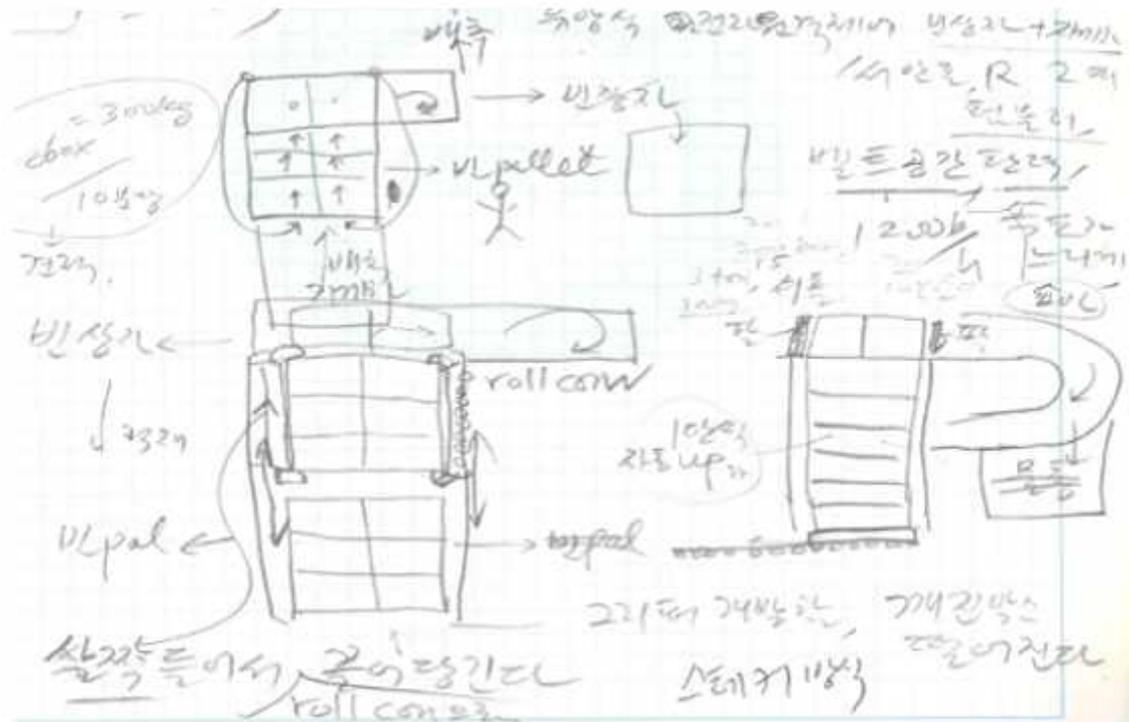
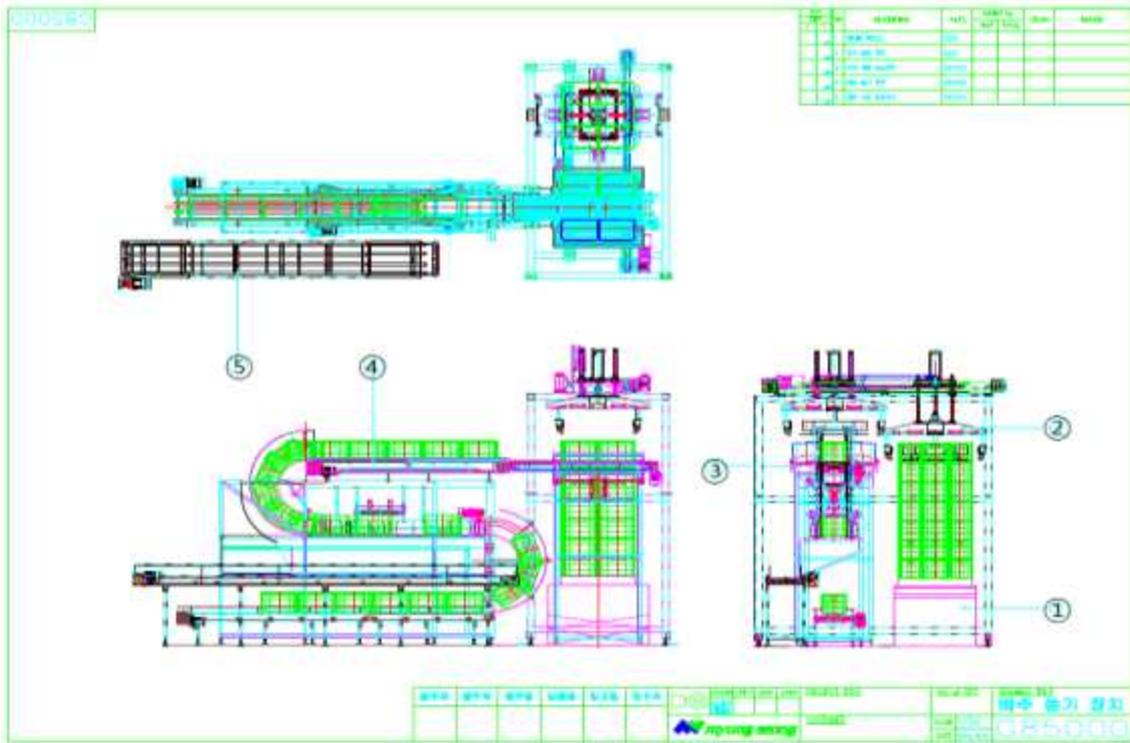


Fig. 2-6. 배추 쏘기 장치 개념설계

(나) 배추상자 쏘기 기술개발

배추상자 6개가 반전기 위에 3열로 2개씩 길이로 옮겨지면 우선 가운데 2 상자가 길이로 벨트위에 얹히고 양쪽 2개씩은 중앙으로부터 양간씩 분리되어 중앙의 2상자가 빠져나갈 수 있도록 하고, 중앙의 2상자가 빠져 투입되면 좌측의 2상자가 중앙 컨베이어 위로 이동하여 투입되며 마지막으로 우측의 2상자가 중앙으로 이동하여 투입된다. 중앙벨트에서 투입된 2상자는 다시 1상자씩 벨트를 타고 아래로 회전하면서 원심력에 의해 배추가 상자 밖으로 나오게 된다. 이때 너무 세게 빠지면 충격으로 배추가 손상되고 너무 약하게 회전하면 배추가 빠지지 않으므로 배추가 빠지면서 충격으로 손상되지 않도록 하는 것이 중요하다. 해결방법으로 반전기의 회전력을 크게 하여 배추가 잘 빠지면서도 배추가 손상되지 않도록 빠진 배추가 떨어지는 부위에 완충장치를 설치하는 방안이 있다. 그리고 빈 상자를 다시 정리하게 편리하도록 상자의 개구부가 위로 향한 상태로 반전기에서 빠져나도록 빈 상자를 다시 한 번 아래로 회전하는 장치가 필요하다. 그리고 배추상자를 모두 처치한 빈 팔레트를 옆으로 수평 이동시켜 빈 상자를 쌓을 수 있도록 자동으로 이송시키는 장치도 필요하다. 그리퍼와 반전기의 성능은 분당 2상자씩 처리하여 1시간에 120 상자를 처리하는 규모로 설계하였다.



No.	장치 명	주요재질
①	테이블 리프트	SS41
②	상자 분리 장치(6상자단위로 분리)	SS41
③	상자 한줄 공급 장치	SUS304
④	배추 쏘기 장치	SUS304
⑤	배추 이송 컨베이어	SUS304

Fig. 2-7. 배추 쏘기 장치 상세설계

(가) 테이블 리프트

테이블 리프트의 테이블에 배추 상자가 6단으로 적재된 팔레트가 공급되면 적재된 상자의 1 layer를 그립 할 수 있는 높이까지 상승한다. 상승이 완료 된 후 상자 분리 장치로 1layer를 분리하면 전기적 신호에 의해 다시 테이블이 상승하여 다음 layer를 분리 할 수 있는 높이까지 상승한다. 본 연구 과제에 적용된 테이블 리프트의 사양은 아래와 같다.

- * 적재중량 : 1000 kg
- * Table size : 1500 X 1200 mm
- * 최고인상높이 : 1100 mm
- * 최저인하높이 : 700 mm
- * 스트로크 : 1900 mm

테이블 리프트는 유압 유닛에 의해 동작을 하며 상승 및 하강 높이 제한 리미트 스위치가 부착되어 테이블 리프트가 일정 높이 이상 상승 및 하강이 되지 않도록 안전장치를 갖추고 있다. 상승 하강 시 안전을 위해 테이블 리프트를 양카볼트를 이용하여 단단하게 고정을 한다. 테이블에는 팔레트를 정위치 할 수 있도록 안내 가이드가 부착되어 있다.



Fig. 2-8. 테이블 리프트 및 주요 부분

(나) 상자 분리 장치

테이블 리프트에서 상승된 상자 6 box를 그립하여 한줄 공급 장치로 이송하는 장치이다. 본 장치는 Frame part, Gripper part, Gripper moving part로 구성되어 있다.

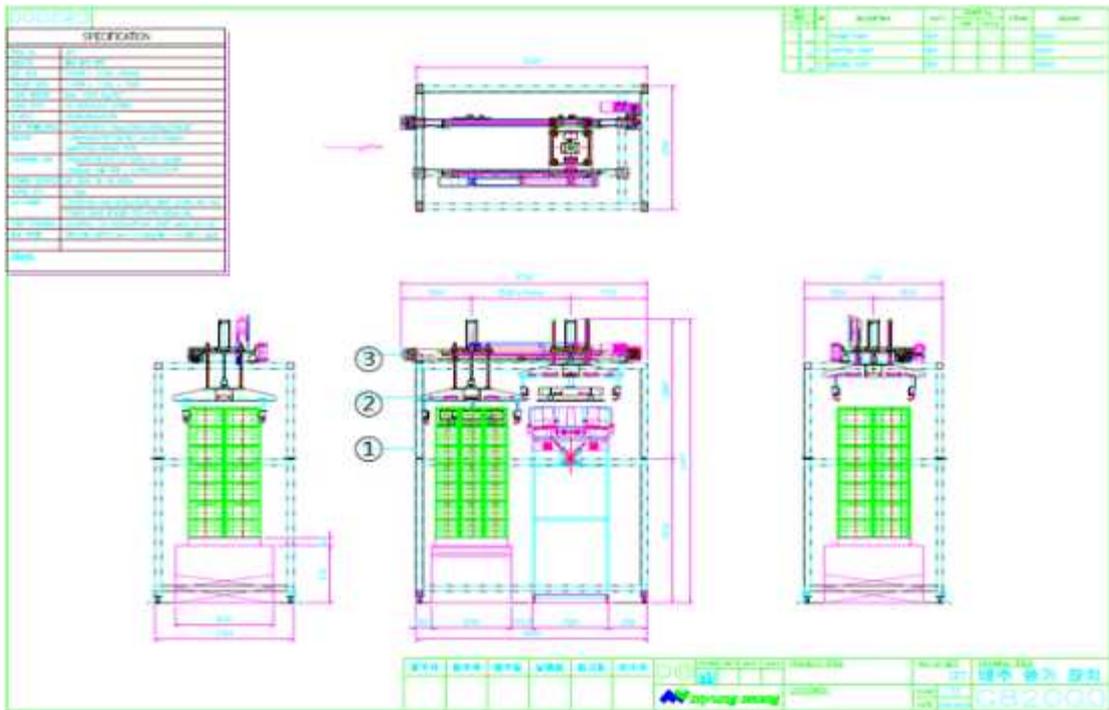


Fig. 2-9. 상자 분리 장치 상세설계

(다) 상자 한줄 공급 장치

상자 한줄 공급 장치에 상자 분리장치에서 2×3 형태의 6상자를 올려 주면 1차 가운데 있는 2개의 상자를 먼저 배출하고, 다음으로 좌측에 있는 2개의 상자를 에어 실린더가 가운데 배출 컨베이어로 밀어 주면 2개의 상자를 배출한 후 우측에 있는 2개의 상자를 에어 실린더가 다시 가운데 배출 컨베이어로 밀어 주면 2개의 상자를 배출하도록 구성되어 있다. 상자 배출은 상자를 감지하는 센서에 의해 이루어진다.



Fig. 2-10. 상자 한줄 공급 장치

(라) 배추 쏘기 장치

상자 한줄 공급 장치에서 상자를 3층 컨베이어로 1개씩 공급하면 상자 반전 안내 가이드에 의해 상자가 뒤집어 지면서 상자 안에 있는 배추를 쏘아 낸다. 뒤집어진 상자는 2층 컨베이어 (사이드 벨트 타입 :양 측면을 잡아서 이송)로 이송하여 다시 상자 반전 안내가이드에 의해 원 위치로 뒤집어 지고 1층 배출 컨베이어로 상자를 배출하면 작업자가 필요한 곳에 상자를 적재 하도록 되어 있는 장치이다.



Fig. 2-11. 배추 쏘기 장치

라. 연구개발 성과와 활용

배추상자 자동 쏘기 장치는 (주)한성식품 서산공장에 설치되어 활용되고 있다. 연속작업이 가능하고 작업인원을 줄일 수 있어 인건비 절감효과를 보이고 있다.

※ 생산 capacity : 2 ton/hr, 작업인원 4 → 1명 (3명 절감)

단, 배추 쏘기 장치는 3층 컨베이어에서 안내 가이드를 통해 배추상자가 뒤집어지면서 안의 배추가 배출되는 구조인데, 산지에서 배추상자에 배추를 꼭 담았을 경우 배출되지 않는 경우가 있다. 개선방안은 1층 배출 컨베이어에서 에러를 감지하는 장치를 마련하거나 산지에서 배추를 담은 방법을 작업자에게 표준 매뉴얼로 제시하고 교육하는 방법이 있다.

2. 배추 부위별 절단 기술 개발

막김치의 품질을 균일화하고 향상시키기 위해서는 배추의 중륵부위만을 이용한 막김치를 생산하는 것이 필요하다. 또한 배추의 중륵 수율을 높여야 막김치의 제조원가를 낮출 수 있다.

막김치는 배추를 절단하여 양념을 혼합해 생산하므로 생산이 용이하고 먹기도 편리하다. 막김치는 배추를 썰어서 절이는 방식과 절여서 썬는 방식으로 나뉜다. 썰어서 절이는 방식은 막김치를 전문으로 생산하는 업체에서 배추를 고갱이와 엽신까지 모두 절단하여 절이므로 작은 조각이 발생하여 수율이 10% 가량 낮아지는 문제가 있다. 절여서 절단하는 방식은 절인 배추를 세척하고 정선할 때 상품은 절임배추로, 중품은 포기김치로 하고 하품은 썰어서 막김치로 만들므로 막김치의 품질이 낮아지고 단축경에 붙은 밑동부분의 중륵은 손실되어 막김치의 수율이 포기김치보다 낮아진다. 또한 절임배추 제조 시 중륵 부분과 엽신 부분의 염도가 균일하지 않아 제품의 표준화에도 어려움이 있다.

따라서 배추의 중륵부위만으로 막김치를 제조하여 막김치의 품질을 균일화 하면서 향상시키려면 중륵부위만으로 막김치를 제조하여야한다. 이때 막김치의 제조원가를 낮추기 위하여 중륵의 수율 또한 높여야한다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 배추 부위별 절단 기술을 개발하였다. 배추를 중륵부, 엽신부, 고갱이, 단축경(심)을 4부위로 나누고, 각 부위를 절단하는 기술을 개발하였으며, 이를 실행할 수 있는 배추 부위별 자동 절단 분리 장치의 개념을 설계하였다.

가. 기술현황

(1) 특허

배추 절단 관련 특허는 1979년부터 24건이 출원되었으며 한국이 20건으로 83%를 차지하고 중국이 3건, 미국이 1건 이었다.

배추 부위별 절단 기술은 단일공정과 연속 또는 결합공정 장치 기술로 나뉜다. 그리고 단일공정 장치 기술은 두 가지로 구분된다. 배추를 2절하는 기술과 장치 3건, 배추를 부위별 적당한 크기로 절단하는 기술과 장치 2건이 있다. 최근에는 막김치를 제조를 위해 단일공정을 결합한 연속공정의 부위별 절단 장치에 대한 기술이 개발되고 있다.

(가) 단일공정

통배추 절단 장치(KR200423497)는 연속적으로 통배추를 2절하고 균일한 2절 배추를 생산하고자 개발되었다(그림 2-12). 이 장치의 기술은 V자 컨베이어벨트(m1, m2)를 통해 이동과정 중 컨베이어벨트 상부에 달린 컷팅날(20)로 통배추를 2절하는 장치이다. 통배추 2절 절단은 포기김치 제조에 필수적인 공정이다. 통배추를 김치로 담그기 위해 통배추를 2절하여 절임, 세척,

속냉기 공정을 거치게 된다. 따라서 통배추 2절 장치로 작업하는 것이 작업성과 생산성을 높일 수 있다. 통배추 2절장치는 배추의 심이 일정하게 위치하지 않고 배추 심 모양이 다양하기 때문에 V자 컨베이어벨트를 이용하여 조금 더 균일하게 절단할 수 있다.

배추 절단기(KR101473098)는 낱장의 배추 절단을 보다 안전하고 용이하게 작업하기 위해 개발되었다(그림 2-12). 배추 절단기는 평평한 컨베이어벨트(60)를 따라 배추가 이동하면서 컨베이어벨트에 설치된 정치식 절단 장치(50)를 지나가면서 배추가 절단되는 기술 장치이다. 상세하게는 작업대(60); 작업대 일측으로 연장되는 가상의 평면상에 둘 이상 구비되고, 가공물을 일정한 이동 경로를 따라 이동시키도록 상기 이동 경로를 따라 각각 구비되는 복수의 컨베이어 벨트(40); 상기 복수의 컨베이어들 사이에 수직으로 구비되고, 상기 이동 경로를 따라 이동하는 가공물을 절단하는 블레이드(50); 상기 이동 경로를 기준으로 상기 블레이드의 전후에 각각 구비되고, 상기 블레이드가 위치할 공간을 확보하도록 타 부분에 비하여 외경이 적게 형성되는 단차부가 형성되며, 상기 이동중인 가공물을 상부로부터 가압하는 제1 및 제2 가압 롤러부(10, 20); 및 상기 제1 가압 롤러부와 상기 작업대의 사이에 구비되어 상기 이동중인 가공물을 상부로부터 가압하는 제3 가압 롤러부(30);를 포함한다. 본 발명에 따르면 낱장의 배추를 절단기 내로 밀어넣는 것으로서 용이하게 절단 가공함으로써 배추 절단 가공의 효율을 향상시킬 수 있다.

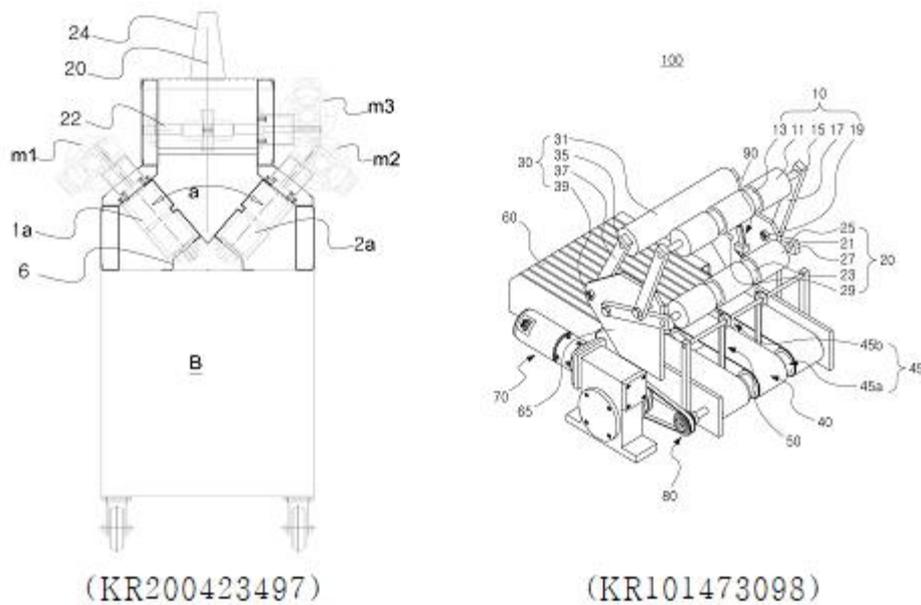


Fig. 2-12. 배추절단기술 단일공정 특허

배추 절단기(KR101246776)는 배추의 크기가 클 경우 칼날의 샤프트에 배추가 닿아 손상을 막고 배추 이송 시 컨베이어벨트 내측면의 소음과 마모의 발생을 막고 컨베이어벨트 높이를 조절하여 작업자에게 편의를 제공하기 위해 개발되었다(그림 2-13). 배추 절단기는 상부 중앙에 공간이 형성된 작업대(100); 상기 작업대의 공간 양측에 설치되어 배추를 올려놓고 이송시키기 위한 좌우 한 쌍의 컨베이어(200); 상기 작업대의 공간 상부에 축 설치되어 이송되는 배추를 절단하기 위한 원형 칼날(300); 및 상기 양측 컨베이어 사이의 간격과 각도를 조절하기 위한 좌우 한 쌍의 컨베이어 조절수단(400);을 포함하여 구성됨에 따라, 배추의 크기나 형태에 따라 안전하고 정확하게 배추를 절단할 수 있는 배추 절단기를 제공한다.

배추를 수평과 수직으로 절단하는 사절기(KR1020150096812)는 배추를 사절할 때 배추의 크기에 따라 정확히 중심을 잡아 4개로 절단하기 위해서 개발되었다(그림 2-13). 배추를 수평과 수직으로 절단하는 사절기는 좌우로 이동이 가능하고, 메인프레임에서 분리가 되는 V형 컨베이어(11); 배추가 이송될 때 높이를 측정하는 적외선 감지기(21); 적외선 감지기에서 측정된 높이로 배추의 중심 높이를 계산하고, 이를 통해 절단 톱날(42)을 배추 중심 높이에 위치시키도록 구동모터(45)에 신호를 보내는 중앙처리장치; 배추가 이송될 때 배추의 비틀림을 보정해주고, 배추가 절단될 때 배추를 위에서 눌러 안정된 절단이 이루어지도록 해주는 배추 누름판(31); 하나의 모터로 가로 및 세로로 배추를 절단하는 8자형 띠톱(42); 절단 톱날을 배추의 중심 높이로 이송시키는 구동모터와 스크류 방식의 높이 조절장치(35);를 포함하여 구성된다. 따라서 각각의 크기를 갖는 배추에서 배추의 중심을 기준으로 균등하게 절단된 4절 배추를 얻을 수 있다.

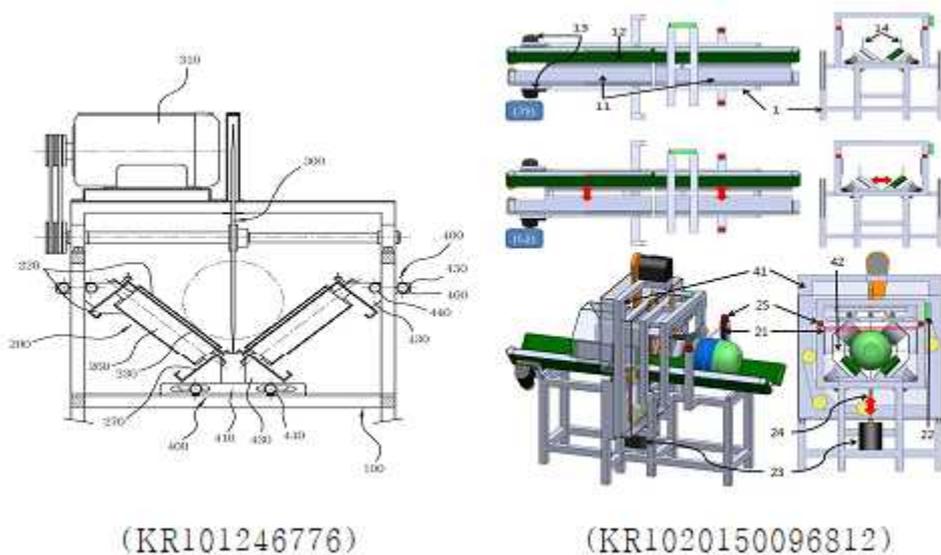


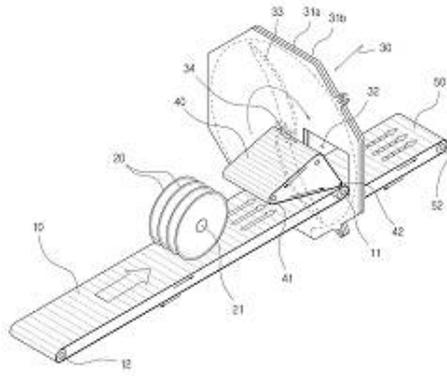
Fig. 2-13. 배추 수평수직절단기술 특허

(나) 연속 및 결합공정

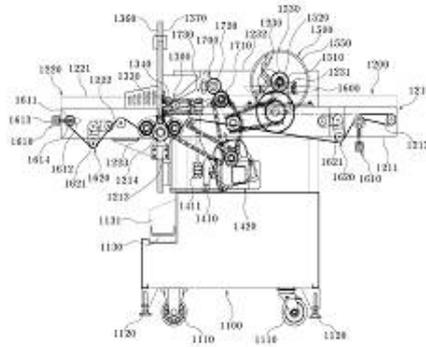
막김치 제조를 위한 배추 절단 결합공정 기술 장치는 4가지 특허가 있다. 대표적으로 배추 심 제거와 부위별 절단을 동시에 수행하는 기술 장치가 있고, 배추 심 제거 후 부위별 절단하는 기술 장치가 있다. 이는 여러 공정을 연속 공정으로 만들어 생산성이 높고 막김치 생산 자동화가 가능할 것으로 판단된다.

배추 절단장치(KR101822956)는 통배추나 절임배추 또는 반으로 절단된 반포기 배추 등을 종방향과 횡방향으로 자동 절단할 수 있도록 하는 배추 절단장치를 제공하기 위해 개발되었다(그림 2-14). 배추 절단장치는 평평한 컨베이어벨트(10)를 따라 배추가 이동하면서 컨베이어벨트에 설치된 종방향 회전식 커팅 장치(20)와 횡방향 회전식 커팅 장치(33)를 지나가면서 배추가 절단되는 기술 장치이다. 상세하게는 양측 끝단에 배치된 구동축(11) 및 종동축(12)에 감긴 벨트가 회전하여 피가공물을 이송시키는 투입 컨베이어(10); 상기 피가공물을 종방향으로 절단하기 위해, 다수 개의원판 칼의 중심축이 상기 투입 컨베이어(10)의 이송 방향과 직각으로 배치된 제1샤프트(21)에 축설되어 회전하고, 각 원판 칼이 상호 일정 거리 이격 설치되며, 각 원판 칼의 최하단이 상기 투입 컨베이어(10) 상단에 위치 하게 된 제1 커터(20); 상기 피가공물을 횡방향으로 절단하기 위해, 일정 길이의 칼날을 가진 적어도 하나의 제2 커터(33)를 포함하고, 상기 제2커터(33)의 일측 끝단이 상기 투입 컨베이어(10)의 이송 방향과 평행하게 배치된 제2샤프트(34)에 고정되며, 상기 제2샤프트(34)의 회전시 상기 제2커터(33)가 상기 투입 컨베이어(10)의 말단을 경유하도록 배치된 제2커터부(30); 를 포함하는 배추 절단장치에 관한 것이다.

회전식 막김치 절단장치(KR101076727)는 반으로 자른 이절 배추를 배추의 길이방향과 폭 방향으로 절단하는 것과 청소를 용이하게 하기 위해서 개발되었다(그림 2-14). 회전식 막김치 절단장치는 배추를 컨베이어벨트(1200)로 이송되면서 상기 설치된 원형칼날(1550)과 회전식 절단기(1300)를 통해 절단되어진다. 상세하게는 이동 및 고정이 가능하도록 설치된 프레임(1100)과, 이 프레임의 상부에 프레임에 설치된 구동수단(1410)의 회전력에 의해 배추를 배추의 길이 방향으로 이송하도록 설치된 컨베이어 (1200)와, 이 컨베이어를 따라 배추의 길이 방향으로 이송되는 배추를 배추의 길이방향에 직각방향으로 절단하도록 된 회전식 절단기(1300)를 갖춘 절단수단을 포함하되, 상기 회전식 절단기(1300)로 배추를 이송하기 위한 컨베이어(1200)의 상부에 배추의 이송방향과 평행하게 폭방향으로 일정한 간격을 두고 절단할 수 있도록 원형칼날(1550)이 일정한 간격을 두고 조립됨과 더불어, 상기 프레임(1100)에 설치된 구동수단(1420)의 회전력을 전달받아 회전하도록 착탈가능하게 설치된 원형칼날몸체(1500)와, 상기 회전식 절단기(1300)로 배추를 이송하기 위한 컨베이어(1200)의 설치프레임(1211)상부이면서 상기 원형칼날몸체(1500)의 하부에 위치하도록 상기 컨베이어 (1200)의 설치프레임(1211)상부에 상기 원형칼날(1550)의 삽입홈(1601)이 복수개 형성된 상승방지판(1600)이 착·탈 가능하게 설치된 것을 한다.



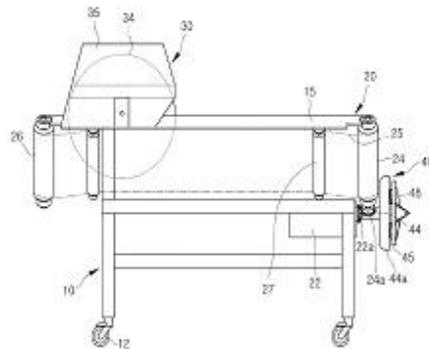
(KR101822956)



(KR101076727)

Fig. 2-14. 배추 회전식 절단기술

통배추 절단장치(KR101293676)는 통배추를 덮고 있는 겉잎을 간편하게 제거함과 동시에 동일한 속도로 이송되는 이송벨트에 의해 통배추를 2절 절단이 정확하고 원활하게 이루어질 수 있도록 한 통배추 절단장치이다(그림 2-15). 상세하게는 통배추를 2분절로 절단하기 위한 절단 장치에 있어서, 본체(10)와; 상기 본체의 상부 전방에 구비되는 하나의 동력원(22)에 의하여 동일한 속도로 이송되도록 사잇각을 가지며 서로 대향되게 구비되는 좌,우 이송벨트(25, 25a)로 구성되어 올려지는 통배추를 이송하는 이송부(20)와; 상기 좌, 우 이송벨트의 후방 중앙부에 구동모터에 의해 회전되는 컷팅날(34)에 의하여 이송되는 통배추를 2절로 절단하도록 형성되는 절단부(30)와; 상기 동력원에 장착되어 회전에 의하여 통배추를 감싸고 있는 겉잎을 제거하기 위해 구비되는 겉잎 제거부(40)를; 더 포함하는 것을 특징으로 하는 통배추 절단장치에 관한 것이다.

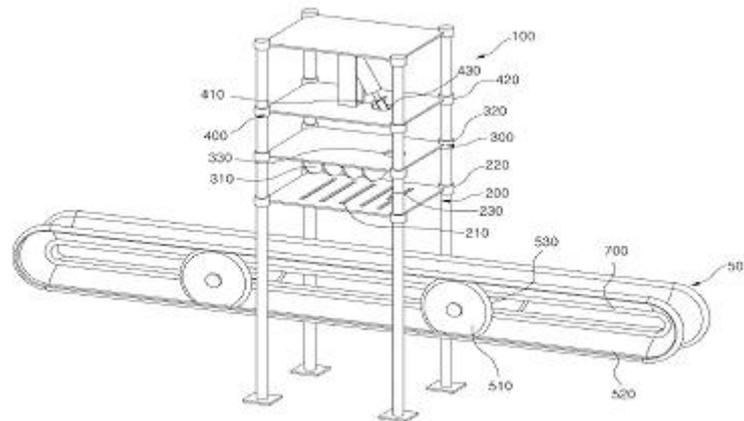


(KR101293676)

Fig. 2-15. 통배추 절단기술

절임배추 또는 포기김치의 절단 및 배추심 제거 자동화 장치(KR1020160093394)는 막김치를 제조하기 위해 포기김치의 심 제거와 균일하게 절단하기 위해 개발되었다(그림 2-16). 배추심

제거위치에 도달한 때 이송이 정지되도록 구성된 컨베이어가 통과하는 프레임(100)과; 프레임의 상하방향으로 승강 가능하게 설치되고 절임배추나 포기김치가 배추심 제거위치에 도달하여 이송이 정지된 때 절임배추나 포기김치를 압착하며, 절임배추나 포기김치를 절단하기 위한 다수의 슬릿(210)과 배추심을 제거하기 위한 배추심 제거 날(410) 진입 홈이 형성된 위치고정부(200)와; 위치고정부 위쪽에 배치되어 프레임의 상하방향으로 승강 가능하게 설치되며 위치고정부의 슬릿을 통과하여 절임배추나 포기김치를 절단하는 다수의 절단 날(310)이 평판의 하면에 구비되고 배추심 제거 날 진입 홈과 대응되는 위치에 배추심 제거 날 통과 구멍이 관통형성된 커터부(300)와; 커터부 위쪽에 배치되어 프레임의 상하방향으로 승강 가능하게 설치되며, 배추심 제거 날 진퇴 구멍이 형성된 판체(430)와, 배추심 제거 날 진퇴 구멍에 인접하여 판체의 상면에 설치되어 유공압의 작용방향에 따라 배추심 제거 날 진퇴 구멍과 배추심 제거 날 통과 구멍과 배추심 제거 날 진입 홈을 통해 승강하는 배추심 제거 날이 구비된 배추심 제거부로 이루어져 있다.

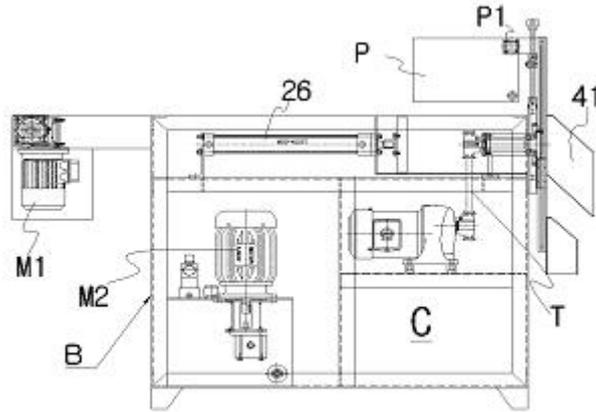


(KR1020160093394)

Fig. 2-16. 배추 절단 자동화 기술

직압식 막김치 절단장치(KR100620918)는 배추의 절단 작업과 동시에 많은 인원이 소요되는 배추심 제거를 동시에 가능하게 한 절단장치로 최종적으로 무인자동화하여 인원을 최소화하기 위해 개발되었다(그림 2-17). 상세하게는 박스형 프레임의 상면중앙 전체를 길게 관통하도록 이송벨트(10)를 설치하고, 이송벨트의 끝단에는 적재부, 절단부 그리고 이송안내슈트가 배치되도록 하고 프레임내부에는 유공압용구동모터(M2) 그리고 로터리칼날구동모터(M3), 동력전달장치들(T) 그리고 제어부(C)가 배치된 본체(B)의 상부에 벨트(10)가 무한궤도형태로 동작하는 이송부를 설치하며, 상기한 이송부의 끝나는 부위의 양측에 개방부(21)를 이송부의 벨트와 평행하도록 배치하고, 내측하부에 승하강이 자유로운 적재대(22)를 배치하고, 상기한 적재부의 정면측에 적재부의 압입부의 압입방향과 수직으로 배치되어진 9절종절삭부(31)와 로터리칼날구동모

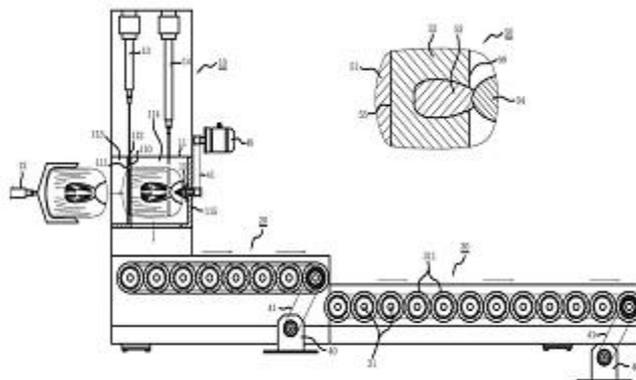
터(M3)에 의하여 회전하는 로터리절삭부(32)가 서로 밀접하게 설치된 절단부를 구성하여 배추를 연속적으로 종방향과 횡방향으로 절단 처리하도록 하는 것이다. 따라서 배추의 2절공정, 배추심제거공정이 단일공정으로 자동화하여 원가절감, 공정의 단순화등의 효과를 거두게 된다.



(KR100620918)

Fig. 2-17. 직압식 배추절단기술

회전식 배추 부위별 절단장치(KR101190155)는 배추를 상부의엽, 외엽중륵부, 내엽의 3부분으로 분리절단하여 각각의 배추 부위를 용도에 맞게 사용하게 하며 막김치 품질을 향상시키기 위해 개발되었다(그림 2-18). 상세하게는 고정수단(12)에 의해 배추(50) 심(54) 부위를 고정축(15)에 고정하면 배추(50)의 상부의엽(51) 부위가 격벽(110)의 관통공(111)을 통해 노출된다. 이 상태에서 제1칼날장치(13)를 구동하면 제1칼날장치(13)의 칼날 부위가 격벽(110)의 가이드홈(112)을 따라 하강하면서 배추(50)의 상부의엽(51) 부위를 정확하게 절단한다. 따라서 배추 다듬기 공정의 개선을 통해 각각의 배추 부위를 용도에 맞게 사용할 수 있으며 현재 품질이 저급한 배추를 이용하여 생산되고 있는 막김치 제품의 품질 향상을 가져 올 수 있다.



(KR101190155)

Fig. 2-18. 회전식 배추 부위별 절단기술

(2) 논문

지금까지 배추 부위별 절단에 관한 연구는 없었다.

(3) 현장

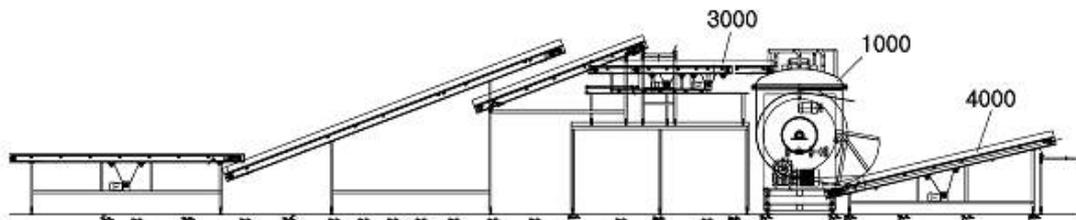
김치제조업체 현장에서는 다양한 절단기술이 활용되고 있으며 일례로 배추가공방법(KR 101385497)기술을 적용한 것도 있다(그림 2-19). 배추가공방법 기술은 배추 심을 제거하는 배추 심 제거단계(400)와; 상기 배추심 제거단계에 의해 배추심이 제거된 배추를 다수개로 등

분되게 절단하는 절단단계(900)와; 절단된 배추를 절임장치로 이송되는 이송단계(3000)와; 상기 이송단계에 의해 절임장치로 투입된 배추가 절임장치 내부에서 염수와 함께 가압된 상태로 교반되는 절임단계(103)와; 상기 절임단계에 의해 절여진 배추가 배출되는 배출단계(4000);를 포함하는 것으로, 본 발명은 자동으로 배추심을 제거하고 다수개로 등분되게 절삭하며, 절삭된 배추를 절임으로써 김치를 제조 판매하는 공장에서 전 공정을 자동화할 수 있도록 하여 인건비를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 생산속도를 높이고, 상품으로서 품질이 향상되는 현저한 효과를 나타내는 기술을 이용하고 있다.



(KR101385497)

Fig. 2-19. 배추심 제거 기술



(KR101385497)

Fig. 2-20. 절단배추 이송기술

나. 연구개발 목표

막김치의 품질을 균일화하고 향상시키기 위해서 배추를 거치 및 고정시킬 수 있는 이송 컨베이어 장치를 개발하고 부위별 절단 장치에 맞는 원형칼날 및 수평칼날을 구비하여 시간당 480포기의 배추를 부위별로 절단 분리하는 기술을 개발한다.

다. 연구개발 결과

(1) 배추의 계절별 특성

배추의 부위별 절단 분리 기술을 개발하기 위하여 배추의 물리적·화학적 특성을 연구하였다. 배추는 호냉성 채소로 생육초기에는 고온에서 잘 자라고 생육후기에는 서늘한 기후에서 결구가 촉진되는 작물로 김장배추 위주로 재배되었지만 육종 개발로 인해 봄배추, 여름(고랭지)배추, 가을배추, 겨울(월동)배추 등 연중 출하가 가능해졌다. 배추는 생산시기 별로 외형, 이화학, 미생물 특성이 각기 다르기 때문에 연중 사용하는 부위별 절단 장치를 개발하기 위해서는 이에 대한 자료 조사가 필요하다.

(가) 봄 배추 품종별 품질 특성 비교

봄배추 5종의 구중, 구고, 구폭, 결구지수 및 중록 두께를 생육특성으로 측정하였고 유리당, 아미노산, 무기이온함량, pectin, cellulose를 성분특성으로 측정하였으며 조직감은 texture analyzer로 측정하여 봄배추의 품종별 특성을 비교하였다(1). 생육특성으로 구중은 2.82~3.77 kg, 구고는 28.19~32.13 cm, 구폭은 20.25~24.38 cm, 결구지수는 8.01~8.97을 나타냈다. 수분은 96.29~97.62%, 가용성고형분은 2.73~3.37 °Brix를 나타냈고 유기산은 malic acid가 227~470 ppm으로 가장 높게 나타났고 citric acid, succinic acid가 검출되었다. 유리당은 glucose와 fructose가 주종으로 총당은 1.82~2.31% 였다. 아미노산은 alanine, glutamic acid가 주종이었고, 미네랄은 Na>K>Ca>Mg 순이었고, pectin 함량은 13.85~15.35 mg/g, cellulose 함량은 47.39~50.52 mg/g 이었다. 조직감은 hardness는 0.72~1.00 kg-force, Firmness는 0.58~0.87 kg-force로 나타났다.

Table 2-3. 배추의 품종별 물리적 특성

배추 품종	주중 (g)	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	엽폭 (mm)	엽장 (mm)	속잎 수	겉잎 수
추광	2453	1320	220	137	250	380	57	12
불암3호	2347	1160	240	156	242	368	56	16
노랑미니	3050	2158	230	138	250	377	65	10
추노	2352	1322	263	158	260	370	51	14
불암플러스	2340	1147	242	133	225	357	64	11
춘광	2672	1757	240	123	263	353	49	11
수호	4217	2688	263	123	263	380	56	15
대통	2485	1417	243	117	270	380	49	11
CR하루요시	3588	2103	273	130	277	410	54	12
K-파워	3215	1823	247	137	253	390	55	12
고려금동이미니	2780	1823	247	120	263	363	49	12
고향쌈	3208	1855	263	127	307	407	45	15
글로벌	3055	1785	257	127	270	403	55	12
금방울	2770	1790	247	127	273	347	49	11
노랑미니	2045	1360	233	100	233	337	43	10
신바람봄	3325	1998	257	127	253	363	50	12
신황봄	3027	1755	247	127	283	393	50	13
우리알배기	2573	1597	243	110	243	380	47	12
진청	2893	1802	260	120	283	393	47	12
청샘	2568	1450	237	117	230	367	48	14
춘쌈황51	2263	1323	260	120	280	403	39	8
춘황	3327	1992	263	137	280	390	53	12
킹콩봄	2973	1888	247	130	220	373	44	12
태청봄	3592	1940	257	120	280	427	56	11
황금복쌈	2668	1617	253	117	270	380	44	12
황금숙음	2703	1550	220	110	237	373	42	14
황금춘하	2665	1505	253	143	252	387	47	12
1년 평균 (g)	2854	1701	248	127	260	380	50	12
편차 (g)	482.55	343.44	13.31	13.01	20.76	20.37	6.11	1.69

*농촌진흥청, 채소육종과 자료

(나) 봄배추 재배방법 및 품종에 따른 생육 및 절임 특성

봄 노지배추와 하우스배추의 생육특성을 조사하였다. 노지재배의 경우 구중은 1.00~2.20 kg, 구고는 21.7~26.3 cm, 구폭은 12.0~19.7 cm, 절구지수는 5.6~9.7, 잎수는 59.0~81.7장, 잎 두께는 4.3~6.7 mm, 경도는 25.9~33.0 N, 수분 함량은 94.7~96.4%, 정선손실률은 28.3~45.7%로 나타났고, 하우스 재배의 경우 구중은 2.52~3.70 kg, 구고는 25.7~30.0 cm, 구폭은 15.7~19.0 cm, 절구지수는 11.0~15.0, 잎수는 61.0~79.7장, 잎 두께는 6.2~8.0 mm, 경도는 20.5~25.8 N, 수분 함량은 96.7~97.5%, 정선손실률은 22.9~31.0%로 나타나 하우스 배추가 크고 물렀다.

(다) 고랭지 여름배추 품종간 품질 비교 및 저장온도 최적화

고랭지 여름배추 8종의 품종별 품질 특성을 무게, 경도, 가용성고형분, 관능평가를 실시하였다. 강원도 고랭지 지역인 강릉, 정선, 태백, 평창에서 재배된 고랭지 배추 구중은 7월에 수확한 'CR-농심'과 '력광'은 600-1,300g인 반면, 9월 초에 수확한 '춘광'과 '수호'는 3,000g으로 차이가 있었다. 경도는 10~15N으로 낮았고, 가용성고형분 함량은 2~3 °Brix로 낮았다. 관능평가 항목 중 외관, 신선함, 조직감은 유의적 차이가 나지 않았고, 단맛과 쓴맛은 품종별로 유의적 차이를 보였다.

(라) 월동배추의 품질 특성 및 김치 발효 중 이화학적 변화

월동배추 3품종의 외형적 특성으로 구중은 2.96~4.70 kg, 구고는 26.33~32.00 cm, 잎의 두께는 0.90~0.96 cm, 잎수는 67~86장 단축경 길이는 5.00~6.67 cm로 나타났다. 이화학적 특성으로 pH는 6.34~6.43, 조직감은 778.7~836 g/φ 2mm으로 나타났다. 유기산은 malic acid 1028.8~1251.3 ppm, citric acid 114.7~440.5 ppm으로 나타났고, 유리당은 glucose, fructose, sucrose이 주종이었으며 총당이 3.6~5.1%로 높게 나타났다.

(마) 한국인 상용 과일과 채소의 계절별 영양성분 변화

한국인이 주로 섭취하는 채소 중 배추의 수분함량은 봄 94.40%, 여름 93.05%, 가을 94.34%, 겨울 94.18%로 나타났다. 배추의 단백질 함량은 봄 0.38%, 여름 0.27%, 가을 0.24%, 겨울 0.41%로 나타났으며, 지방 함량은 봄 0.20%, 여름 0.15%, 가을 0.15%, 겨울 0.19%로 나타났다. 배추의 아스코르브산 함량은 봄 16.5 mg%, 여름 11.2 mg%, 가을 26.5 mg%, 겨울 29.0 mg%으로 나타났으며, 베타-카로틴 함량은 봄 50 mg%, 여름 45 mg%, 가을 68 mg%, 겨울 63 mg%으로 나타났다.

Table 2-4. 배추의 계절별 성분 특성

계절	봄	여름	가을	겨울
수분(%)	94.40	93.05	94.34	94.18
단백질(%)	0.38	0.27	0.24	0.41
지방(%)	0.20	0.15	0.15	0.19
아스코르브산(mg%)	16.5	11.2	26.5	29.0
베타-카로틴(mg%)	50	45	68	63

(바) 한국인 상용 과일과 채소의 계절별 무기질 함량 변화

한국인이 주로 섭취하는 채소 중 배추의 Na 함량은 봄 3.41 mg%, 가을 6.16 mg%, 겨울 8.14 mg%, K 함량은 봄 138 mg%, 가을 223 mg%, 겨울 166 mg%, Mg 함량은 봄 3.08 mg%, 가을 8.14 mg%, 겨울 5.16 mg%, Ca 함량은 봄 16.05 mg%, 가을 37.73 mg%, 겨울 27.61 mg%, P 함량은 봄 13.86 mg%, 가을 28.82 mg%, 겨울 15.84 mg%, Fe 함량은 봄 0.21 mg%, 가을 0.29 mg%, 겨울 0.23 mg%, Cr 함량은 봄 25.3 $\mu\text{g}\%$, 가을 35.2 $\mu\text{g}\%$, 겨울 27.5 $\mu\text{g}\%$, Mn 함량은 봄 29 $\mu\text{g}\%$, 가을 63 $\mu\text{g}\%$, 겨울 43 $\mu\text{g}\%$, Cu 함량은 봄 26 $\mu\text{g}\%$, 가을 15 $\mu\text{g}\%$, 겨울 33 $\mu\text{g}\%$, Zn 함량은 봄 84 $\mu\text{g}\%$, 가을 107 $\mu\text{g}\%$, 겨울 144 $\mu\text{g}\%$, Se 함량은 봄 5.83 $\mu\text{g}\%$, 가을 5.17 $\mu\text{g}\%$, 겨울 5.28 $\mu\text{g}\%$, Al 함량은 봄 0.66 $\mu\text{g}\%$, 가을 0.33 $\mu\text{g}\%$, 겨울 1.10 $\mu\text{g}\%$ 으로 나타났다(6).

Table 2-5. 배추의 계절별 무기질 변화

계절	봄	여름	가을	겨울
Na(mg%)	3.41	-	6.16	8.14
K(mg%)	138	-	223	166
Mg(mg%)	3.08	-	8.14	5.16
Ca(mg%)	16.05	-	37.73	27.61
P(mg%)	13.86	-	28.82	15.84
Fe(mg%)	0.21	-	0.29	0.23
Cr($\mu\text{g}\%$)	25.3	-	35.2	27.5
Mn($\mu\text{g}\%$)	29	-	63	43
Cu($\mu\text{g}\%$)	26	-	15	33
Zn($\mu\text{g}\%$)	84	-	107	144
Se($\mu\text{g}\%$)	5.83	-	5.17	5.28
Al($\mu\text{g}\%$)	0.66	-	0.33	1.10

(사) 김치원료 수급 안정을 위한 원료종합처리시스템 구축

김치원료 수급 안정을 위한 원료종합처리시스템 구축연구에서는 배추의 연중 공급 체계를 확립하기 위하여 김치 절임원료 절임 차트 개발을 목적으로 계절별 배추의 특성을 조사하였다. 봄배추의 구중은 2.59~3.29 kg, 둘레는 67.88~71.50 cm, 구고는 32.28~35.11 cm, 단축경 길이는 4.41~5.44 cm, 정선손실률은 72.94~73.96%로 나타났고, 여름배추의 구중은 1.90~2.34 kg, 둘레는 56.17~58.87 cm, 구고는 29.72~31.72 cm, 단축경 길이는 1.99~3.25 cm, 정선손실률은 61.00~77.46%로 나타났다. 가을배추의 구중은 3.52~4.65 kg, 둘레는 57.76~64.86 cm, 구고는 36.38~40.63 cm, 단축경 길이는 3.10~4.31 cm, 정선손실률은 66.02~78.41%로 나타났고, 겨울배추의 구중은 3.23~4.95 kg, 둘레는 57.30~68.00 cm, 구고는 31.50~35.08 cm, 단축경 길이는 2.38~4.17 cm, 정선손실률은 73.68~84.24%로 나타났다.

(2) 배추의 부위별 특성

(가) 결구배추의 부위별 특성

겨울배추를 이용하여 통배추, 다듬은 후, 엽신, 고갱이, 심, 중륵, 폐기물의 무게와 특성을 측정하였다. 통배추의 무게는 2.460g, 다듬은 후 무게는 1.928g, 엽신의 무게는 420g, 고갱이 무게는 226g, 배추 심 무게는 57g, 중륵 무게는 1.288g, 폐기물 무게는 532g으로 측정되었다. 배추의 다듬기 수율은 78.4%이며, 폐기율은 21.6%였다. 다듬은 배추의 부위별 비율은 63.7%, 엽신 21.8%, 고갱이 11.7%(심, 3.0%)로 측정되었다. 중륵의 엽수가 38개인 배추의 길이는 29 cm, 둘레가 51.2cm, 직경이 8.15cm 였으며, 심 하부직경이 45mm, 배추 심 길이가 43mm, 자른 길이가 30mm, 상부 직경이 30mm, 중륵길이가 174mm, 절단 길이가 29mm로 측정되었다.

(나) 결구배추 잎의 이화학적 성분 조성

배추를 겉잎, 중잎, 속잎으로 3등분하여 부위별로 일반성분을 포함한 이화화학적 성분을 측정하여 비교하였다. 조단백(1.5%)과 조지방(0.3%)은 겉잎이 높았고, 조회분(0.8%)과 탄수화물(5.2%)은 속잎이 높았다. 열량은 24.5~26.5 kcal/100g으로 부위별로 유의적인 차이가 없었으며, 식이섬유(2.80%)는 겉잎이 높았다. 유리당은 fructose, glucose, sucrose가 확인되었으며, 속잎에서 fructose(2.51%)와 glucose(2.86%)가 높았다. 유기산은 citric acid(0.02%), malic acid(0.08%)는 속잎이 높았고 succinic acid(0.19%)는 겉잎이 높았다. 총유리 아미노산의 30% 이상을 차지하는 glutamic acid 함량은 속잎이 높았으며, 배추의 주요 미네랄 성분은 K, Na, Ca, Mg이며, 이 중 K의 함량이 가장 높았다. 총 미네랄 함량은 겉잎이 가장 높았다.

(다) 배추의 부위별 이화학적 품질 특성

배추의 전장 1/3부분 엽신(leaf)과 2/3 부분 중륵(midrib)을 2cm 폭으로 횡 절단하여 조섬유, 엽록소, 유리당을 분석하였다. 조섬유는 엽신 0.23~0.34%, 중륵 0.25~0.36%로 유의적 차이가 나지 않았으며, 엽록소는 엽신 4.42~17.38 mg/L, 중륵 1.28~3.16 mg/L로 엽신이 높았다. 유리당은 엽신 1.22~1.60%, 중륵 1.90~2.03%로 중륵이 높았다.

(3) 배추의 부위별 이용

배추를 그림 2-21과 같이 부위별로 나누어 중륵은 막김치용, 엽신은 배추쌈용, 고갱이는 샐러드용, 단축경(심)은 피클용으로 이용함으로써 배추를 신선편의 채소류의 소재로 활용하여 부가가치를 높이고 막김치 생산에 있어서의 문제점을 해결할 수 있을 것이다.

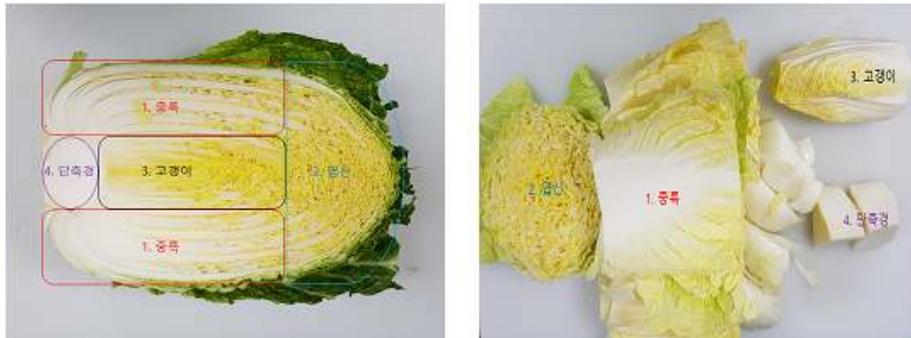


Fig. 2-21. 배추의 부위별 명칭

(가) 중륵부 이용

기존 막김치의 제조방법은 배추 전체를 절단하여 김치를 제조함으로써 엽신, 중륵, 고갱이가 혼재하여 품질이 균일하지 못하고, 선별과정에서 작은 고갱이 조각 등이 손실되어 수율이 낮아지고 엽신과 고갱이가 기계장치에 끼어 청소가 곤란한 문제가 발생한다. 중륵만을 사용하여 제조한 막김치 제조는 막김치의 염도와 조직감 등 품질을 균일화하고 막김치 생산공정에서 기계장치의 청소를 용이하게 한다.

(나) 엽신부 이용

엽신부는 중륵에 비하여 조직이 얇고 연하여 수분이 적어 절입 시 중륵보다 빠르게 절여진다. 또한 막김치 생산에 있어 기기장치에 끼어 청소가 곤란한 문제가 발생한다. 따라서 배추의 엽신부를 막김치 제조에 이용하지 않고 쌈을 싸 때 이용하는 신선편의 채소류인 상추나 깻잎 대용으로 이용 가능할 것이다. 표 2-6과 같이 상추, 깻잎, 배추 엽신의 장당 단가를 계산해보면 상추와 깻잎은 장당 13원, 16원 이었고, 배추의 엽신은 18원으로 추정되어 가격면에서도 경쟁

력이 있다고 판단된다. 가락시장에서 2017년 봄상추는 4kg(1500장)에 8,026원으로 1장의 무게는 8.0g 이었고 가격은 16원 이었다. 깻잎은 100속, 2.6kg(1200장)에 15,352원으로 1장의 무게는 2.2g이고 가격은 13원 이었다. 배추엽신은 장단 무게가 11g 이므로 무게 비율로 추정하면 가격은 장당 18원이 된다. 이 경우 배추 1포기에서 생산되는 엽신의 가격은 666원이 된다(18원/장 ×37장).

Table 2-6. 배추 엽신과 경쟁제품의 가격 비교

채 소	가격/포장단위	장당무게(g/장)	가격/장
배추 엽신	4,000원/6개 (2.4kg)	11.0	18원/1장
상추	8,026원/4kg (500장)	8.0	13원/1장
깻잎	15,352원/100속, 2.6kg (1200장)	2.2	16원/1장

* 2017년 3월 가락시장 경매 가격

(다) 고갱이 이용

고갱이는 수분 함량이 적고 당도가 높아 샐러드용으로 많이 사용되어 지고 있으며, 실제로 마트나 고급 식당에서 흔히 볼 수 있는 신선편의 채소이다. 하지만 엽신부와 마찬가지로



Fig. 2-22. 배추 엽신의 상품화

고갱이를 포함하여 막김치의 제조 시 제품의 불균일화와 기기장치에 끼는 문제점을 가지고 있다. 고갱이 역시 막김치 제조에 이용하지 않고 기존 판매 되어지는 샐러드용으로 판매할 수 있다(개당 2~3천원).

(라) 단축경(심) 이용

단축경(심)은 막김치 제조 시 활용하지 않고 폐기된다. 하지만 단축경을 이용하여 피클이나

자차이 등으로 가공이 가능할 것이다.

(4) 배추의 4부위별 품질 특성

배추를 부위별로 이용하기 위해서는 부위별로 외형적, 이화학적, 미생물학적 특성의 분석이 필요하므로 배추의 부위별 외형특성, 이화학적 특성, 미생물학적 특성을 분석하였다.

(가) 실험방법

① 외형 특성

본 실험에 사용된 배추는 강원도 평창에서 재배된 춘광 품종으로 2017년 10월 광주서부농수산물시장에서 구입하여 사용하였고, 배추의 외형특성은 구중, 구고, 구경, 엽수, 단축경 길이를 측정하였다. 배추의 부위별 비율은 부위별 이용에 따라 나는 중륵, 엽신, 고갱이, 단축경(심)의 무게를 달아 전체 배추에서 차지하는 비율로 계산하였다.

배추 외형 특성은 배추의 계절별, 품종별, 생산지 등에 따라 달라 자료 구축이 필요하며 이에 따라 2017년 3월 구입한 겨울배추 5종과 2017년 10월 구입한 가을배추 3종의 외형특성을 위의 방법으로 측정하였다.

② 이화학적 특성

일반성분(수분, 회분, 조지방, 조단백, 탄수화물, 열량), 식이섬유, 유리당, 유기산, 미량성분, 비타민 C, 조직감등을 분석하였다.

③ 미생물학적 특성

시료는 무균적으로 취하여 블렌더로 갈아서 이용하였으며, 시료 20g을 멸균 필터백에 취하여 생리식염수(0.85% NaCl) 180ml로 희석하여 균일·여과하였다. 총균수의 경우 PCA (Plate count agar, Difco)를 사용하여 단계별로 희석한 시료를 접종한 후 pouring culture method로 30°C에서 48시간 배양하여 계수하였다. 젖산균수의 경우, MRS agar (Lactobacilli MRS agar, Difco)에 BCP (bromocresol purple) 지시약을 25 ppm으로 넣어 제조한 배지에 시료를 접종한 후 pouring culture method로 30°C에서 48시간 배양하고 총 colony와 yellow 발색 반응을 나타낸 colony(유기산 생성균)를 계수하였다. 효모 및 곰팡이 균수는 PDA (potato dextrose agar, Difco)를 멸균 후 10% tartaric acid 1.4 mL/100 mL를 첨가하고 시료를 접종한 다음 spreading culture method로 25°C에서 48~72시간 배양 후 계수하였다. 대장균군은 3M Petrifilm™(E. Coli/Coliform Count Plate)에 시료를 접종한 후, 30°C에서 48시간 배양하여 붉은색 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 집락을 대장균군으로 측정하였다.

(나) 실험결과

① 외형특성

춘광 배추의 외형 특성은 표 2-7과 같이 구중은 $3.74\pm 0.23\text{kg}$, 구고 $28.5\pm 0.71\text{cm}$, 구경 $61.5\pm 0.71\text{cm}$, 엽수 51.5 ± 0.71 장, 단축경길이 $4.85\pm 0.21\text{cm}$ 로 나타났다. 배추의 부위별 비율은 표 15와 같이 중륵은 72.16%로 대부분을 차지하였고, 엽신은 15.39%, 고갱이 8.97%, 단축경 3.48% 순으로 나타났다(표 2-8).

2017년 3월에 구입한 겨울배추의 구중은 2.46kg, 구고는 29.0cm, 구경은 51.2cm, 엽수는 37.6장, 단축경 길이는 4.3cm 였고, 10월에 구입한 가을배추의 구중은 3.82kg, 구고는 30.33m, 구경은 64.67cm, 엽수는 52.67장이었다(표 2-9). 구고와 단축경 길이는 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 2017년 겨울배추 부위별 비율은 중륵 62.44%, 엽신 23.64%, 고갱이 11.18%, 단축경 2.74% 였고, 가을배추 부위별 비율은 표 2-10과 같이 중륵 73.21%, 엽신 17.03%, 고갱이 5.82%, 단축경 3.94%이었다. 계절에 관계없이 중륵이 대부분을 차지하였고 엽신, 고갱이, 중륵 순으로 나타났다.

배추의 부위별 외형은 계절별, 품종별, 생산지, 저장기간 등에 따라 다르게 나타나며, 가을배추와 겨울배추의 저장 전후 부위별 비율은 표 2-11과 같다.

Table 2-7. 춘광 배추의 외형 특성

구중(kg)	구고(cm)	구경(cm)	엽수(장)	단축경길이(cm)
3.74 ± 0.23	28.5 ± 0.71	61.5 ± 0.71	51.5 ± 0.71	4.85 ± 0.21

Table 2-8. 춘광 배추의 부위별 비율

	배추전체	중륵	엽신	고갱이	단축경
무게(kg)	3.74 ± 0.23	2.70 ± 0.15	0.58 ± 0.08	0.34 ± 0.01	0.13 ± 0.01
비율(%)	100	72.16	15.39	8.97	3.48

Table 2-9. 겨울배추와 가을배추의 외형 특성

배추	구중(kg)	구고(cm)	구경(cm)	엽수(장)	단축경길이(cm)
겨울배추	2.46 ± 0.44	29.0 ± 1.87	51.2 ± 2.68	37.6 ± 4.22	4.30 ± 0.45
가을배추	3.82 ± 0.41	30.33 ± 0.58	64.67 ± 4.04	52.67 ± 6.81	-

Table 2-10. 겨울배추와 가을배추의 부위별 비율

배추		배추전체	중록	엽신	고갱이	단축경
겨울배추	무게(kg)	1.94±0.24	1.21±0.21	0.46±0.06	0.22±0.05	0.05±0.01
	비율(%)	100	62.44	23.64	11.18	2.74
가을배추	무게(kg)	3.82±0.41	2.86±0.29	0.67±0.09	0.23±0.07	0.15±0.04
	비율(%)	100	73.21	17.03	5.82	3.94

Table 2-11. 생배추와 저장배추의 부위별 비율

배추	원배추 무게 (g)	다듬은 배추 무게 (g)	엽신 무게 (g)	고갱이 무게 (g)	심 무게 (g)	중록 무게 (g)
겨울 저장배추	2,460	1,928	357	226	57	1,288
비율 (%)		100	18.5	11.7	3.0	66.8
가을 생배추	-	3,820	666	228	154	2,862
비율 (%)		100	17.5	6.1	4.1	75.0
가을 저장배추	2,840	2,400	149	522	82	1,617
비율 (%)		100	6.2	23.0	3.4	67.4
겨울 생배추	3,037	2,328	177	275	147	2,729
비율 (%)		100	7.6	11.8	6.3	74.3
평균 (%)		100	12.4	13.2	4.2	70.9

② 이화학적 특성

일반성분(수분, 회분, 조지방, 조단백, 탄수화물, 열량), 식이섬유, 유리당, 유기산, 미량성분, 비타민 C, 조직감등을 분석하였다.

③ 미생물학적 특성

배추의 부위별 이용에 따라 나는 중록, 엽신, 고갱이, 단축경(심)의 미생물학적 특성은 표 2-12와 같이 나타났다. 일반세균은 단축경에서 6.01±0.04 Log CFU/g으로 가장 높게 나타났고 중록>엽신>고갱이 순으로 나타났다. 유산균은 엽신에서 3.96±0.07 Log CFU/g으로 가장 높게 나타났고, 효모 및 곰팡이도 엽신에서 4.13±0.18 Log CFU/g으로 가장 높게 나타났다. 대장균군은 단축경에서 4.37±0.04 Log CFU/g으로 가장 높게 나타났고, 중록도 3.62±0.08 Log CFU/g으로 높게 나타났다. 단축경과 중록은 토양과 직접 닿은 부분으로 토양 유래 미생물의 영향을 많이 받는 것으로 판단된다.

Table 2-12. 배추의 부위별 미생물

(Log CFU/g)

배추 부위	일반세균	유산균	효모및곰팡이	대장균군
배추 전체	5.78±0.09	3.89±0.16	3.51±0.07	2.69±0.12
중륵	5.72±0.04	2.14±0.13	3.30±0.14	3.62±0.08
엽신	5.18±0.04	3.96±0.07	4.13±0.18	2.92±0.11
고갱이	4.85±0.07	1.15±0.21	3.96±0.17	ND
단축경	6.01±0.04	2.32±0.09	2.77±0.10	4.37±0.04

(5) 배추를 부위별로 나누는 방법

(가) 엽순으로 나누는 방법

배추를 엽순으로 나누는 방법은 그림 2-23과 같이 외엽, 중간엽, 내엽으로 나누는 방법이다. 각 부위를 3등분하여 나누는 방법으로 각 부위별 특성에 따라 사용이 가능하고 외엽은 외형상 녹색 부분이 많고, 영양학적으로 우수하다. 중간엽부터는 노란색을 띄며 내엽으로 갈수록 배추의 당도가 높아져 샐러드 용으로 많이 사용되어 지고 있다.

배추를 엽순으로 나누기 위해서는 단축경을 삼각형으로 잘라내고 분리된 잎사귀를 순서대로 3부분으로 나눈다. 이때 나누는 기준은 잎사귀 수(최소 10cm 이상)나 잎사귀 무게(고갱이 포함)를 기준으로 할 수 있다. 단축경을 잘라내도 엽신부가 결구와 포함된 경우 잎사귀를 날개로 분리하기가 어렵다.

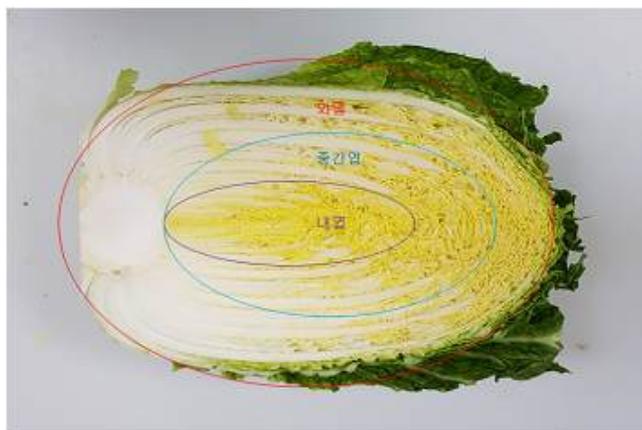


Fig. 2-23. 배추를 엽순으로 나누는 방법

(나) 부위별로 나누는 방법

배추를 부위별로 나누는 방법은 그림 2-24와 같이 단축경, 중륵, 엽신으로 나누는 방법이다. 부위별 특성에 따라 나누는 방법으로 중륵은 다른 부위에 비해 수분함량이 많으며 배추에서 가장 많은 비율을 차지하고, 또한 김치의 제조 중 절임 공정에서 엽신이 중륵보다 더 잘 절여져 큰 염도 차이를 보인다.

결구 포함된 엽신부를 먼저 절단한 다음 단축경을 삼각형으로 오려내면 중륵과 고갱이가 쉽게 낱잎으로 분리된다. 작은 고갱이가 낱잎으로 떨어지므로 중륵부가 균일하지 못하고 작은 쪼가리가 이 후의 공정을 어렵게 한다.

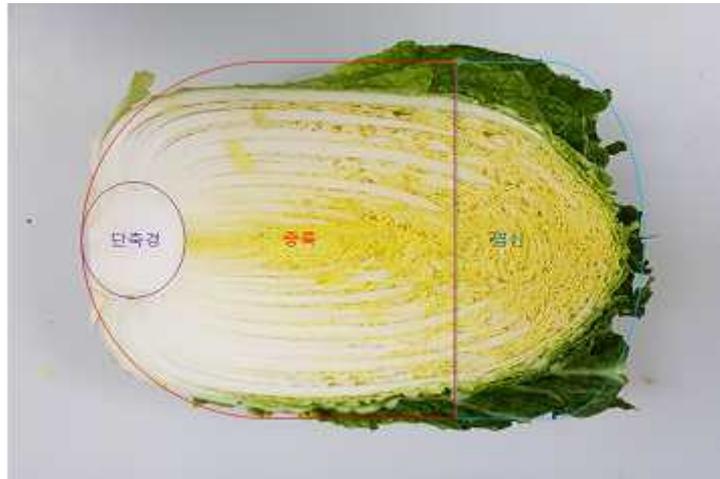


Fig. 2-24. 배추를 부위별로 나누는 방법

(다) 용도별로 나누는 방법

배추를 용도별로 나누는 방법은 그림 2-25와 같이 중륵, 엽신, 고갱이, 단축경으로 나누는 방법이다. 부위별 용도에 따라 나누는 방법으로 중륵은 막김치 제조용, 엽신은 쌈용, 고갱이는 샐러드용, 단축경은 피클 제조용으로 나누어 배추를 효율적으로 사용하여 배추의 부가가치를 높이고, 배추 전체를 사용 할 수 있다.

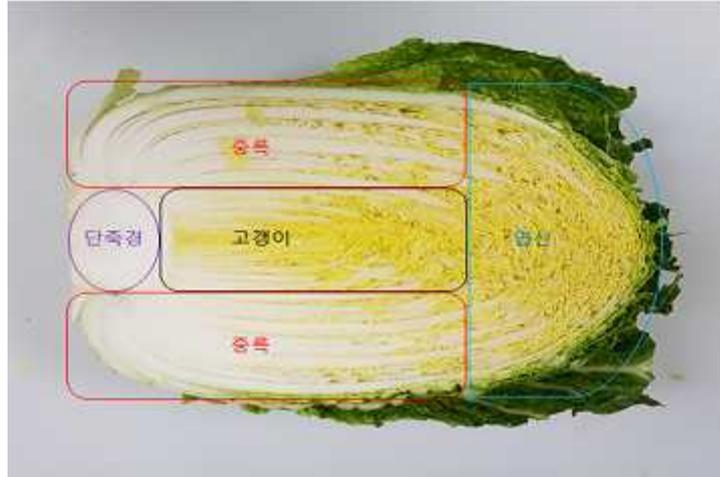


Fig. 2-25. 배추를 용도별로 나누는 방법

(6) 배추의 부위별 절단 분리 장치 개념 설계

(가) 중륵부와 엽신부 절단 분리 장치 개념

배추를 중륵부, 엽신부, 고갱이, 단축경(심) 4 부위로 나누기 위한 첫 단계인 중륵부와 엽신부 절단과 분리는 **그림 2-26**과 같이 배추에서 엽신을 잘라낸다. 이때 절단 기준은 배추의 평균 구고를 30cm로 보면 밑동으로부터 20cm 절단하면 결국 포함된 엽신을 제거 할 수 있다(중륵:엽신=2:1). 직압식 칼날이나 원형 칼날로 절단할 수 있으며 칼날의 폭은 25cm 정도가 적당하다.



Fig. 2-26. 배추의 중륵부와 엽신부 분리

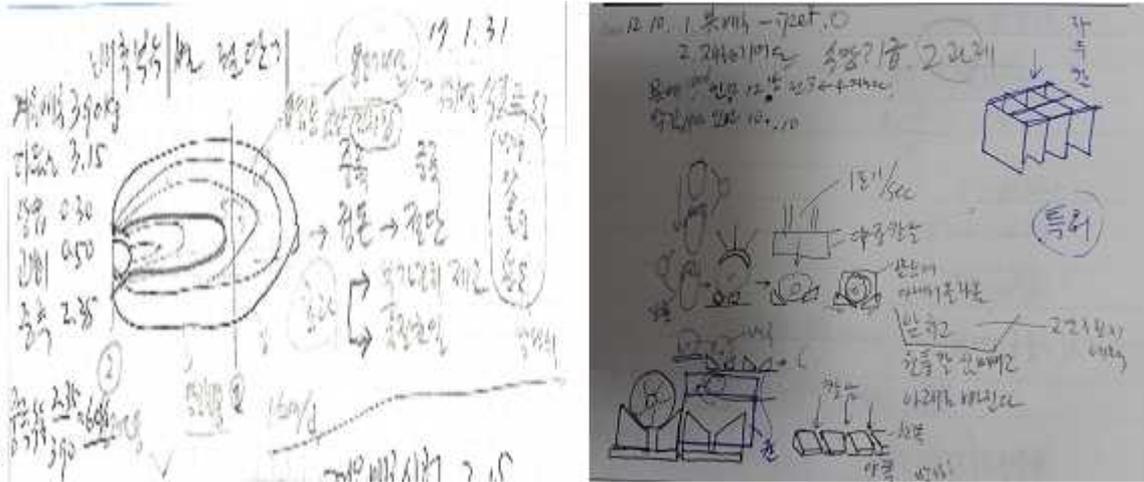


Fig. 2-27. 배추 부위별 절단 장치 개념설계

① 엽신부 절단기

엽신부 절단기는 다듬은 배추를 이송하는 이송 컨베이어와 배추를 고정하는 V형 홈, 엽신부를 절단하는 회전칼날 및 에어 유닛 및 컨트롤 패널로 구성되어 있다. 동작은 다음은 배추를 이송컨베이어의 V-홈에 올려주면 컨베이어가 이동하면서 엽신부 절단 칼날에 의해 엽신부를 절단한다.

(나) 중륵부와 밑동부 절단 분리 장치 개념

배추의 중륵부와 단축경 분리를 위한 중륵부와 밑동부 절단 분리는 그림 2-29와 같이 밑동에서 3~5cm 절단한다. 이때의 절단 위치는 배추의 중륵을 단축경으로부터 모두 떨어뜨리고 고갱이는 절단된 단축경에 붙어있어 상품성을 갖추어야 하므로 위치 결정이 어렵다. 만약 비파괴 방법으로 단축경의 모양을 확인하는 방법이 있다면 절단위치를 정확하게 결정할 수 있을 것이다. 배추의 계절, 품종, 재배지역 등 여러 환경 조건에 따라 배추의 외형이 다르므로 밑동으로부터 절단 길이는 배추의 형태에 따라 달라질 수 있으며, 이에 대한 분석으로 많은 자료의 축적이 필요하다.



이송 컨베이어



배추 그립 v-홈



1차 엽신부 절단 장치



에어 유니트



전기 컨트롤 판넬(외부, 내부)



Fig. 2-28. 배추 부위별 절단장치의 부품설계



Fig. 2-29. 배추 중특부와 밑동부 분리

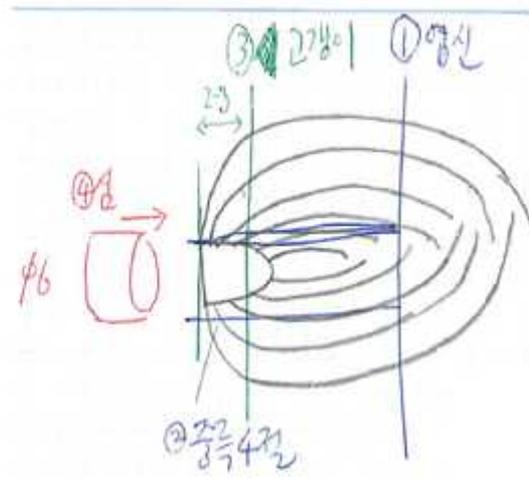
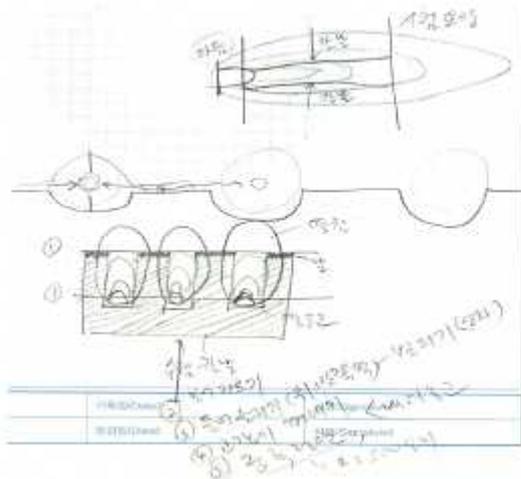


Fig. 2-30. 배추 중특부와 밑동부의 분리기술 개념설계

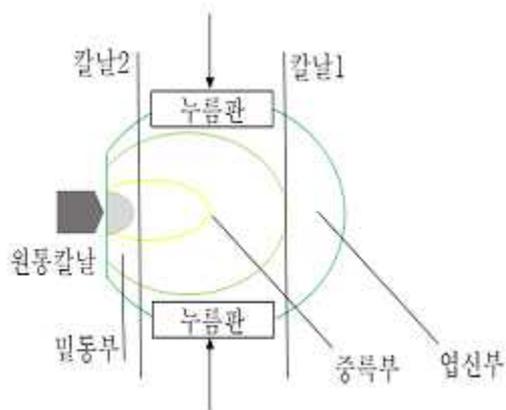
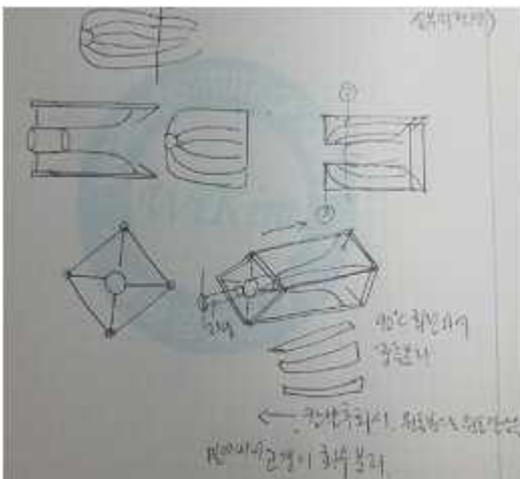


Fig. 2-31. 배추 고갱이와 심의 분리기술 개념 설계

① 배추 엽신부, 중륵부, 밑동부 절단기

배추 부위별 절단기의 주요 구성품은 이송 컨베이어 벨트, 배추 그립 V홈, 위에서 아래로 눌러주는 누름판, 밑동부를 고정시켜주는 고정판, 배추를 3절시켜주는 파트 등으로 크게 나눌 수 있다. 이 장치는 다듬은 배추를 V형 홈에 거치하고 이송하여 절단부에 도달하면 엽신부, 중륵부, 밑동부를 누름판과, 고정판을 이용하여 3절 하였다. 그 결과 배추는 절단면이 찢어지는 듯이 절단이 되어 배추의 품질이 불량하게 나타나는 문제가 있었다.



Fig. 2-32. 배추 외엽, 중륵부, 밑동부 절단기 시운전 (절단 전 후)

② 막김치 절단기

막김치 절단기의 주요 구성품은 배추를 이송시키는 컨베이어 벨트와; 컨베이어 벨트 위 배추를 세로로 절단하는 칼날; 세로방향으로 절단된 배추를 가로로 절단하는 수직칼날로 구성되어 있다. 막김치 절단기는 칼날을 이용하여 고갱이가 분리된 날장의 배추를 세로 절단장치, 회전식 수직 절단장치를 이용하여 일정 크기(3cm × 3cm)로 절단한다. 이 장치는 작업성이 뛰어나다. 하지만 제품의 완성도가 떨어지며 시운전 중 설비 에러가 많이 발생하였고 세로방향 절단장치 투입구와 컨베이어 개선이 필요하다.



Fig. 2-33. 회전식 수직 절단장치

(다) 중특부와 고갱이 절단 분리 장치 개념

배추의 엽신부와 밑동을 절단하였으므로 단축경 일부에 붙어있는 고갱이와 중특을 그림 2-34와 같이 날개로 분리하여야한다. 이때 중특에 남아있는 엽신이 엽을 중특까지 싸고 있으므로(1바퀴에 5잎) 충격을 주어도 한꺼번에 쉽게 분리되지 않는다. 중특부를 굴리면서 충격진동을 주면 겉잎부터 순차적으로 분리되고 단축경에 붙은 고갱이만 남게 된다. 이때 분리된 중특은 분리 컨베이어가 길어지지 않도록 가지런히 정돈하는게 필요하다. 각형 롤러컨베이어를 상향 또는 하향 경사로 설치하고 걸림장치나 압축공기로 중특부를 굴려주는 방법이 가능하다.



Fig. 2-34. 중특부와 고갱이 분리

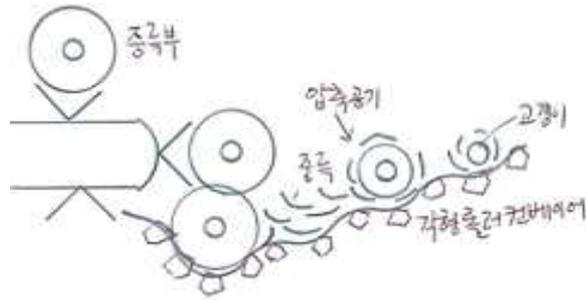


Fig. 2-35. 중특부와 고갱이 절단 분리 장치 개념

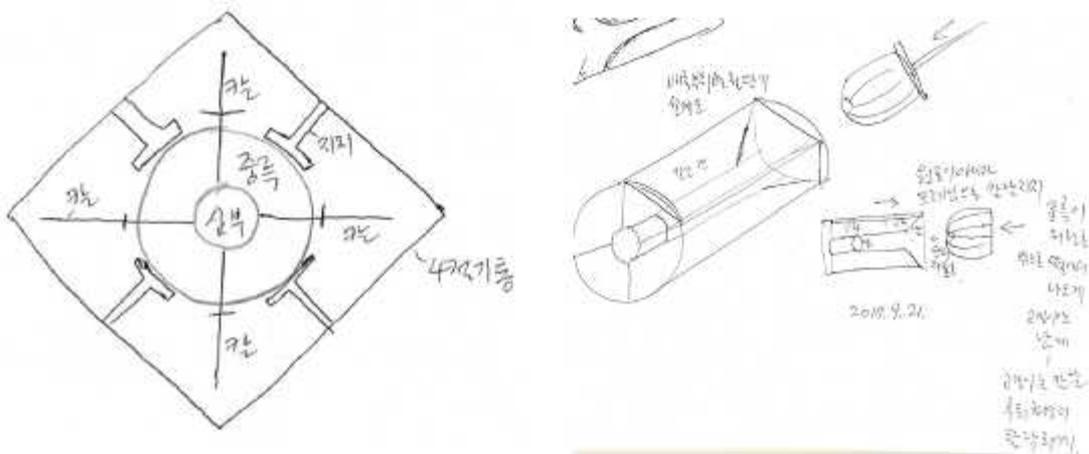


Fig. 2-36. 고갱이 분리를 위한 중특부 절단 설계

(라) 밀동의 단축경과 중특 절단 분리 장치 개념

단축경의 절단모양은 그림 2-37과 같이 사각형, 삼각형, 원형 절단 등의 방법이 있다. 밀동부는 배추전체의 10~15%를 차지하고 단축경에 중특이 붙어 있으므로 이 중특을 회수하여 중특 수율을 높여야 한다. 원통 칼날로 단축경을 잘라내는데 큰 힘이 걸리므로 밀동을 지지하는 판이 필요하다. 단축경의 직경은 45mm 정도 되는데 이때 원통칼날의 크기는 직경이 45mm 보다 크고 길이가 밀동 절단 길이와 같아야 한다. 직경이 작으면 중특이 분리되지 않고 직경이 크면 중특의 수율이 낮아지며 길이가 길면 칼날이 지지판에 닿아 무디어지고 짧으면 중특이 모두 절단되지 않는다.



Fig. 2-37. 단축경 분리

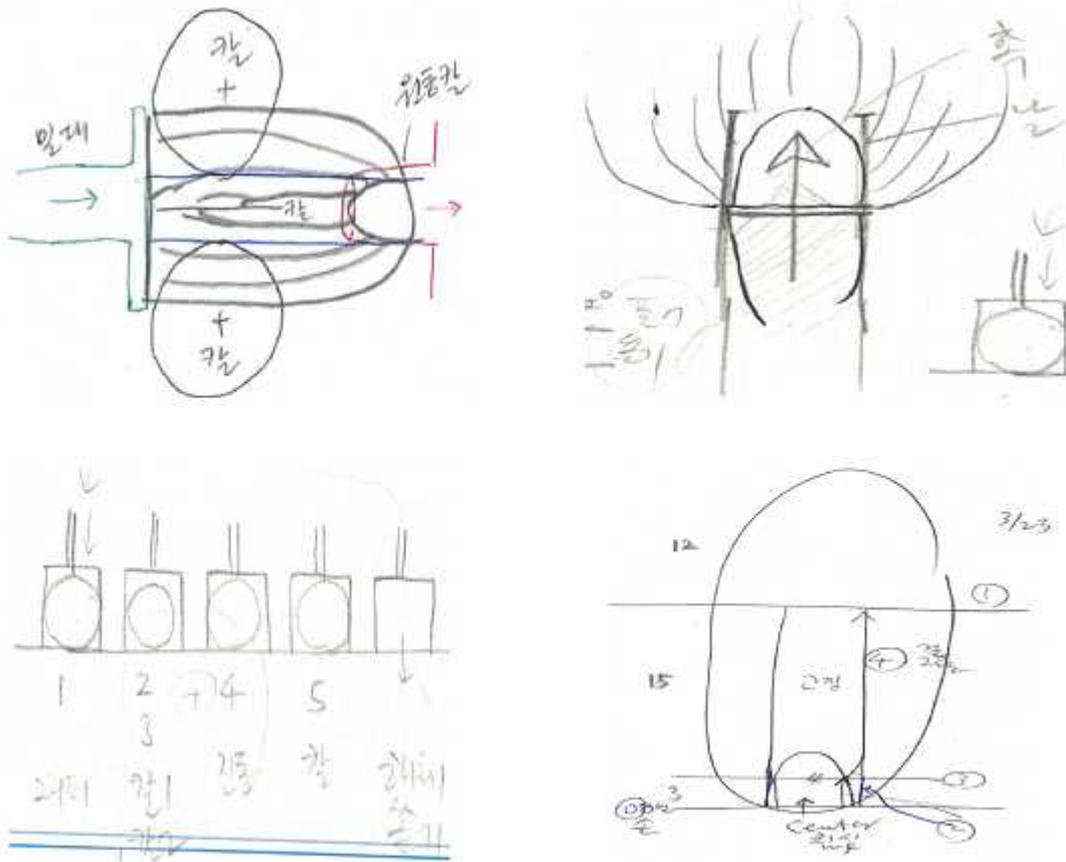


Fig. 2-38. 배추 단축경 절단 장치 개념 설계

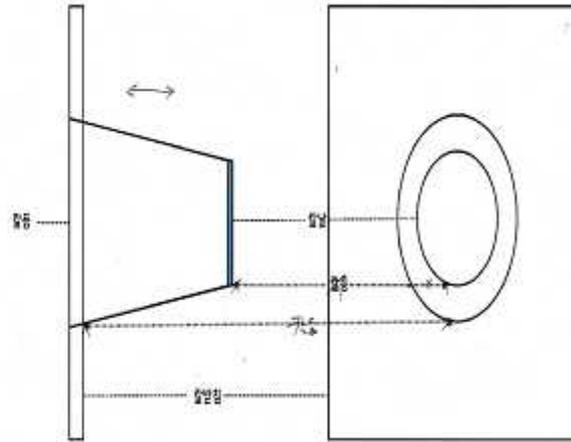
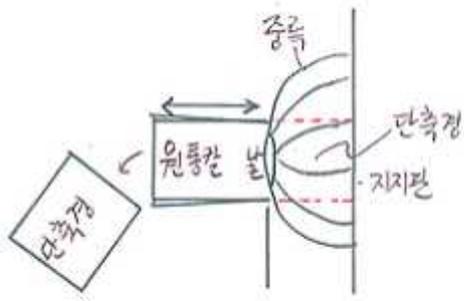


Fig. 2-39. 배추 단축경(심) 절단 분리장치의 개념 설계도

① 배추 단축경 절단기

배추 단축경 절단기는 설계하고 시작품을 제작하여 그림 2-40과 같이 시험하였다. 배추를 고정된 다음 엽신부를 절단하고 원통 칼날로 단축경을 고갱이 부분까지 절단하여 중륵을 낚았으로 분리하였다. 이때 단축경이 단단하여 원통칼날로 자를 때 큰 힘이 걸리므로 중륵과 고갱이가 꺾이고 손상되는 문제가 있었다. 그리고 그림 2-40과 같이 엽신이 절단 분리된 통배추를 실린더로 밀어줄 때 배추가 아래로 기울어져 단축경과 원형 칼날이 정확하게 일치하지 못하는 문제가 있었다.



Fig. 2-40. 배추 부위별 절단 장치 시운전

위와 같이 원통 칼날로 단축경을 고갱이 부분까지 절단하여 중륙을 낱잎으로 분리하는 과정에서 단축경이 단단하여 원통칼날로 자를 때 중륙과 고갱이가 꺾이고 손상되는 문제를 해결하기 위해서 그림 2-41과 같은 장치 기술을 개발하였다. 고갱이와 통배추를 분리하기 위해 통배추는 고갱이 분리장치를 이용하여 고갱이를 분리하였다. 그 결과 고갱이는 효율적으로 분리가 되었다. 하지만 고갱이를 분리하고 분리된 고갱이는 장치에 끼여 쉽게 빠지지 않는 문제가 있었다.



Fig. 2-41. 배추 단축경 분리장치

② 배추 부위별 절단기

배추 부위별 절단기위 주요 구성품은 **그림 2-43**과 같이 정위치제어 및 테이블을 회전하는 메인 구동부, 배추를 잡아주는 배추 홀더 장치, 배추 단축경부분을 절단하는 회전 칼날, 배추를 2절 또는 3절하는 파트등으로 크게 나눌 수 있다. 엽신부가 절단된 배추를 작업자가 배추 부위별 절단기의 투입부에 올려주면 배추 홀더 장치가 동작하여 배추를 잡고, 테이블이 회전하여 단축경 부분을 절단하는 위치에 오면 회전 칼날 드라이브가 상승하여 단축경부분을 절단한다. 단축경 부분을 절단한 후 회전 칼날 드라이브는 하강하고 테이블이 회전하여 삼절하는 위치에 오면 배추 홀더가 동작하여 잡고 있던 배추를 놓아준다. 이때 배추는 자유 낙하를 하고 3절 회전 칼날에 의해 절단이 이루어진다. 이렇게 절단된 배추는 이송 컨베이어를 통해 다음 공정으로 이송이 된다.

1차 시험한 결과를 반영하여 배추를 엽신부, 중륙부, 밑동부로 절단한 다음 밑동부를 지지판으로 지지하고 원형 칼날로 단축경을 잘라 내도록 하였다. 새로 개선한 배추 부위별 절단 분리 장치의 개념도는 **그림 2-42**와 같다.

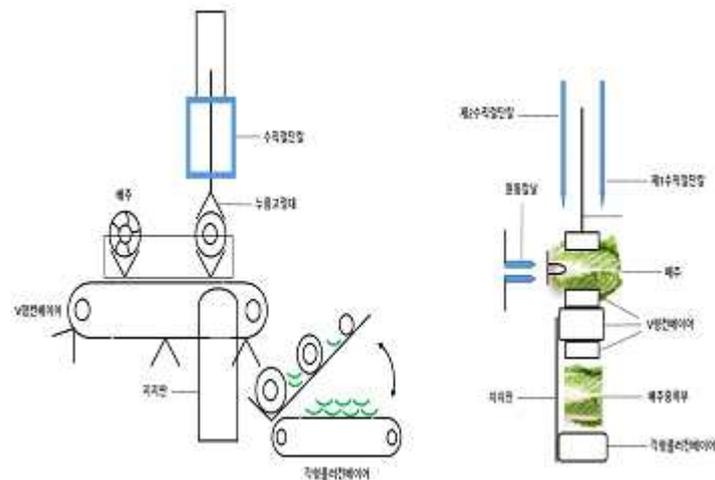


Fig. 2-42. 개선한 배추 부위별 절단 장치의 설계도

(7) 배추의 부위별 절단 분리 장치 상세 설계

배추 부위별 절단 분리 장치의 상세 설계는 **그림 2-44**와 같이 배추 공급 컨베이어, 엽신부와 밑동부 절단 시 배추 고정을 위한 V형 홈 누름판, 엽신부 절단을 위한 제 1차 칼날, 밑동부 절단을 위한 제 2차 칼날, 밑동부 절단 시 고정을 위한 지지판, 밑동부에서 중륙부와 단축경 절단을 위한 원형칼날, 1차 절단에서 분리된 중륙부의 분리를 위한 진동하는 각형 롤러컨베이어로 구성된다.

배추를 배추 공급부를 통하여 컨베이어 V형 홈에 얹혀 엮고 눌러 고정된 다음 제 1차 칼날로 엽신부를, 제 2차 칼날이 중륵부를 수직으로 절단한 다음 제 2차 칼날이 위로 빠질 때 아래로부터 지지판이 올라와 밑동을 지지하면 추가로 중륵이 붙은 밑동의 단축경을 원형칼날이 수평으로 밀어서 절단한다. 1차 절단에서 분리된 중륵부는 진동하는 각형 롤러컨베이어 위를 지나면서 중륵이 벗겨지고 고갱이가 분리되며, 분리된 중륵은 가지런히 정돈되어 막김치에 적합한 크기로 절단된다.



전체 구성



메인 구동부



배추 홀더 장치



단축경 절단부



삼절 칼날부 (외부, 내부)



Fig. 2-43. 회전식 배추 심빼기와 날잎 분리 장치

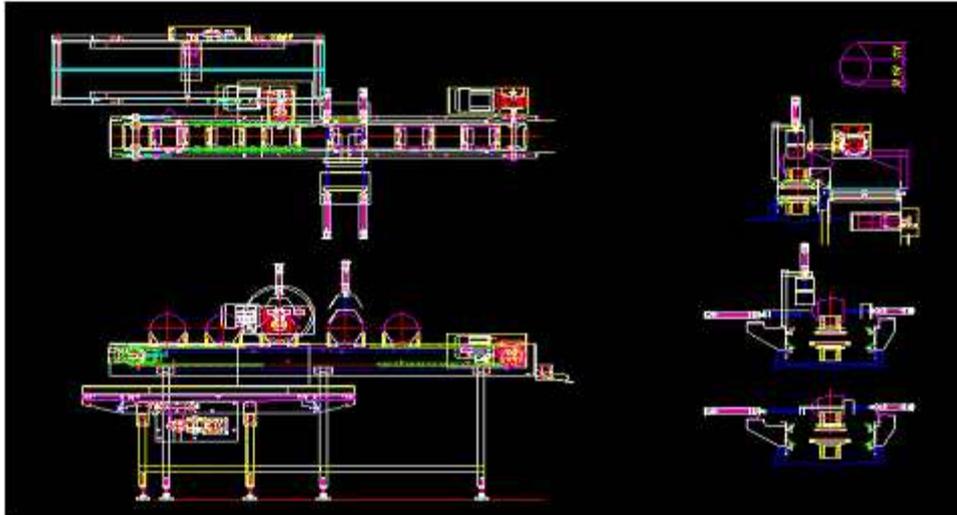


Fig. 2-44. 배추 부위별 절단 장치 상세 설계

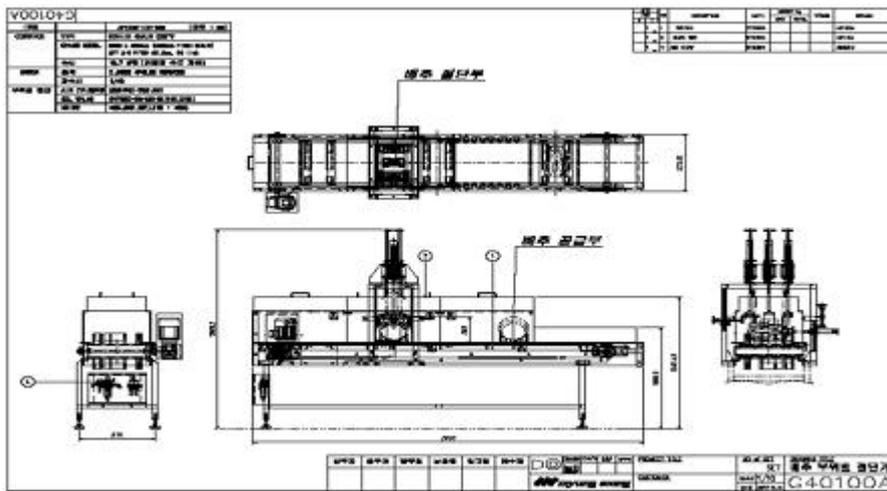


Fig. 2-45. 배추의 부위별 절단 장치 상세 설계 도면

라. 연구개발 성과와 활용

(1) 특허 내용

배추 부위별 절단분리기술을 개발하여 특허장치(KR 102062445000)를 등록하였다. 배추 부위별 절단분리장치는 막김치의 품질을 균일화 하고 막김치 생산 공정 기계장치의 청소를 용이하게 하며 중륙의 수율을 높이기 위하여 배추를 중륙, 엽신, 고갱이, 단축경의 부위별로 절단하여 분리하는 기계장치를 제시한다. 또한 컨베이어 위에서 배추의 고정을 용이하게 하고, 밑동에 붙어있는 중륙의 손실을 최소화하여 중륙의 수율을 높이고자 개발되었다.

이하 **그림 2-46**을 통해 본 발명에 따른 배추절단분리시스템에 의해 절단되는 배추(100)의 단면 구조를 살펴보면, 배추(100)는 도시된 제1절단선(10)과 제2절단선(20)을 경계로 엽신부(110)와 중륙부(120) 그리고 밑동부(130)로 크게 3등분 할 수 있다. 제1절단선(10)을 경계로 배추(100)의 엽신부(110)와 중륙부(120)가 구분되며, 제2절단선(20)을 경계로 중륙부(120)와 밑동부(130)가 구분된다.

본 발명에 따른 배추절단분리시스템에 의하여 배추(100)를 제1절단선(10)과 제2절단선(20)을 기준으로 절단시키면 배추(100)는 엽신(111), 중륙(121), 고갱이(122), 단축경(131)의 형태로 분리될 수 있다. 보다 구체적으로 설명하면 절단된 배추(100)의 엽신부(110)는 엽신(111)으로, 중륙부(120)는 중륙(121)과 고갱이(122)로, 밑동부(130)는 중륙(132)과 단축경(131)으로 분리된다. **그림 2-47**은 본 발명에 따른 배추절단분리시스템의 정면부 및 측면부를 나타낸 것이다. 본 발명에 따른 배추 절단분리시스템은 배추(100)를 절단위치로 이송하는 V 자형 홈(210)이 구비된 컨베이어(200), V 자형 홈(210)에 대응하여 배추(100)를 누를 수 있는 누름판(310), V 자형 홈(210) 상에 얹혀있고 누름판(310)에 의해 눌러진 배추(100)의 엽신부(110)를 수직으로 절단하는 제1 칼날(410), V 자형 홈(210) 상에 얹혀있고 누름판(310)에 의해 눌러진 배추(100)의 중륙부(120)를 수직으로 절단하는 제2 칼날(420), 배추의 단축경(131)에 붙은 중륙부(120)를 분리하는 원통형 칼(600), 절단 분리된 배추(100)를 이송하면서 진동하는 롤러컨베이어(700)를 포함하여 구성될 수 있다.

컨베이어(200)는 배추(100)를 안정적으로 수용할 수 있는 V 자형 홈(210), 모터(미도시)에 의해 회전하는 회전구동부(220)와 회전구동부(220)의 외주에 형성되는 이송장치(230)를 포함한다. V 자형 홈(210)은 배추(100)가 수납되어 이탈되지 않도록 정면상 "V"자 형상으로 형성되며, 이송장치(230)의 상부면에 동일 간격으로 형성된다. 모터에 의하여 회전구동부(220)가 회전하면 외주에 형성된 이송장치(230)도 동일 방향으로 회전하며 V 자형 홈(210)을 원하는 방향으로 이송시킬 수 있으며, **그림 2-47**에 도시된 바와 같이 V 자형 홈(210)을 절단위치의 하부로 이송시키는 것도 가능하다. 컨베이어(200)는 V 자형 홈(210)의 이동로의 일측면에 직사각판 형상의 벽면(240)을 포함할 수 있다. 벽면(240)에 의하여 배추(100)가 이송장치(230) 상에서 이송되는 과

정 중에 V 자형 홈(210)으로부터 이탈되지 않고 절단하기 용이하게 일렬로 정렬될 수 있다. 배추(100)를 V 자형 홈(210) 내부에 수용할 때 밀동부(130)가 일측 벽면(240)에 닿도록 횡으로 얹어지는 것이 바람직하다. 누름판(310)은 배추(100)의 상부를 지면 방향으로 가압하여 배추(100)를 V 자형 홈(210)으로부터 이탈시키지 않도록 고정시키는 누름고정대(300)와 누름고정대(300)를 상하 방향으로 승강시킬 수 있는 승강부재(320)를 포함하여 구성될 수 있다.

누름판(310)은 절단칼날(400)이 구동되기 전에는 절단위치의 상부에 위치하며, 절단칼날(400) 구동 전 단계에서 승강부재(320)에 의하여 이송장치(230) 상단까지 하부로 수직 이동될 수 있다. 배추(100)가 이송장치(230)에 의하여 절단위치 하부로 이송되면 승강부재(320)에 의하여 누름고정대(300)가 하강되어 배추(100)를 고정시킬 수 있다. 누름고정대(300)는 배추(100)가 이탈되지 않도록 정면상 뒤집힌 “V”자 혹은 뒤집힌 “U”자 형상으로 형성되는 것이 바람직하다.

절단칼날(400)은 제1절단선(10)을 기준으로 배추(100)의 엽신부(110)를 수직으로 절단하는 제1 칼날(410)과 제2절단선(20)을 기준으로 배추(100)의 중륵부(120)를 수직으로 절단하는 제2 칼날(420)을 포함한다. 배추(100)가 절단위치 하부에서 누름고정대(300)에 의하여 견고하게 고정되면 제1 칼날(410)이 구동된다. 제1 칼날(410)이 하강되면서 단두대와 같이 제1절단선(10)을 기준으로 배추(100)의 엽신부(110)를 수직으로 절단한다.

본 발명의 일실시예에 따른 배추 부위별 절단분리 장치는 지지판(500)을 더 포함할 수 있다. 지지판(500)은 제2 칼날(420)의 하부이면서 동시에 컨베이어(200)의 일측면 하단에 배추(100)의 밀동부(130)를 지지할 수 있는 형상으로 형성된다. 지지판(500)은 상하로 이동이 가능한 구조이며, 제2 칼날(420)이 상부로 이동할 때 함께 연동하여 상부로 이동하여 배추(100)의 밀동부(130)를 지지할 수 있다. 배추(100)의 중륵부(120)가 누름고정대(300)에 의해 고정된 상태에서 제2 칼날(420)이 하강되면서 배추(100)의 중륵부(120)를 제2절단선(20)을 따라 수직으로 절단할 수 있다. 제2 칼날(420)의 구동과 연동하여 지지판(500)이 상부로 이동하면서 배추(100)의 밀동부(130)를 지지하고, 원통형 칼(600)이 배추의 밀동부(130)를 향하여 수평으로 이동하면서 단축경(131)을 도려낼 수 있다.

그림 2-48은 본 발명에 따른 배추절단분리시스템의 원통형 칼(600)의 상세도이다. 원통형 칼(600)은 원통형상의 칼등(610)과 및 칼등(610)의 일단에 구비되며, 선단으로 갈수록 단면적이 줄어드는 칼날(620), 그리고 칼등(610) 내부의 중공형상으로 형성되어 단축경(131)의 수납이 가능한 수용부(630)를 포함한다. 원통형 칼(600)은 절단위치와 누름판(310) 하부의 일측면 또는 컨베이어(200) 상에 위치한 V 자형 홈(210)의 일측면에 형성되는 것이 바람직하다. 칼등(610)의 직경은 칼날(620)의 직경보다 상대적으로 길게 구성된다. 칼날(620)은 선단으로 갈수록 날카로운 원형 칼 형상으로 배추(100)의 밀동부(130)에 원형의 칼집을 내어 단축경(131)을 도려낼 수 있

다. 도려낸 단축경(131)은 칼등(610) 내부에 위치한 수용부(630)에 담겨 채취될 수 있다. 본 발명의 일실시예에서는 칼날(620)의 외주(621)만이 감소하면서 원형 칼 형상을 형성할 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에서 칼날(620)은 **그림 2-48**에 도시된 바와 같이 칼등(610)의 일단으로부터 내주(622) 및 외주(621)가 함께 감소하면서 연장되도록 구비될 수 있다. 특히 칼날(620)의 외주(621)는 제1구간(L1, 601)에서부터 감소되도록 구비되며, 상기칼날(620)의 내주(622)는 제2구간(L2, 602)에서부터 감소되도록 구비될 수 있다. 이때, 내주(622)가 함께 감소하면서 구비될 경우, 수용부(630)의 선단 입구부분이 좁아지게 되는데 수용부(630)에 수용된 단축경(131)이 좁아진 입구를 통하여 쉽게 빠지지 않는다는 장점이 존재한다. 종래 단축경(131)을 제거하는 화살촉 모양의 고정칩과 고정통이 없이 컨베이어(200)의 V 자형 홈(210)과 누름판(310)만으로 배추(100)를 고정시켜 기계장치가 단순해지고, 원통형 칼(600)을 이용하여 단축경(131)에 붙은 중륵(132)까지도 회수함으로써 중륵(132)의 수율을 기존의 70%에서 75%로 높일 수 있다. 또한 기계장치 1대가 분당 4포기의 배추(100)를 부위별로 절단 분리할 수 있고, 2대를 병렬로 배치하면 분당 8포기의 배추(100)를 처리하여 생산성을 시간당 1,080kg까지 높일 수 있다.

롤러컨베이어(700)는 이송대상물인 중륵부(120)를 이송하기 위해 컨베이어(200)와 연결 설치되는 것으로서, 설치 높이가 컨베이어(200)보다 낮게 설치된다. 이와 같이 롤러컨베이어(700)를 컨베이어(200)와 같은 높이로 설치하지 않고, 컨베이어(200)보다 낮게 설치할 경우, 컨베이어(200)로부터 이송된 중륵부(120)가 롤러컨베이어(700)로 이송되는 순간 단차에 의해 낙하하면서 중륵부(120)로부터 완전히 분리되지 않은 중륵(121)과 고갱이(122)가 분리되며, 분리된 중륵(121)은 가지런히 정돈되어 막김치에 적합한 크기로 절단된다. 롤러컨베이어(700)는 분리된 중륵(121)을 수평 이송시키거나 중륵부(120)에 진동 등의 충격을 가하여 중륵부(120)에서 분리되지 않은 중륵(121)을 분리시키는 기능을 하며 경사를 주거나 수평으로 하여 구동할 수 있다. 롤러컨베이어(700)는 중륵부(120)를 이송하는 원형의 원형회동부(721)를 포함하고, 중륵부(120)가 지면과 평행하게 이동할 수 있도록 설치되거나, 지면과 경사지게 형성되어 중륵부(120)가 경사로를 따라 이동할 수 있도록 설치될 수 있다. 경사로를 이동하는 과정에서 원형의 중륵부(120)는 스스로 회전되는 과정을 통하여 충격을 전달 받는다. 롤러컨베이어(700)는 중륵부(120)를 이송하는 원형회동부(721)와 4각형, 5각형, 6각형, 8각형, 10각형, 12각형, 16각형, 24각형 등과 같은 각형의 각형회동부(722)를 포함하고, 원형회동부(721)와 각형회동부(722)는 서로 교차로 배열되는 이중구조로 형성될 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서 롤러컨베이어(700)는 진동 및 압축공기를 생성하여 이송되는 중륵부(120)에 충격이 전달되도록 컴프레서(미도시)가 설치될 수 있다. 중륵부(120)에 충격을 전달하는 구성으로 롤러컨베이어(700) 상부에 중륵걸림장치(미도시)를 설치하여 이송되는 중륵부(120)를 중륵걸림장치와 충돌시키는 구성을 포함할 수 있다. 배추(100)에서 분리된 중륵부(120)는 롤러컨베이어(700) 상부로 이송되는데, 이 때 중륵부(120)

는 중륵(121)과 고갱이(122)가 완전히 분리되지 않은 상태일 수 있다. 중륵부(120)는 롤러컨베이어(700) 상에서 이송되면서 각 회회동부(722)의 회동과정에서 발생하는 진동, 경사진 구조 또는 별도의 압축공기를 발생시킬 수 있는 컴프레서 등에 의하여 충격을 전달받고 중륵(121)과 고갱이(122)로 분리된다. 중륵부(120)에서 중륵(121)이 분리되면 고갱이(122)는 임의의 장소로 이동되고, 중륵(121)은 절단칼날(400)로 이송되어 작은 크기로 절단된다.

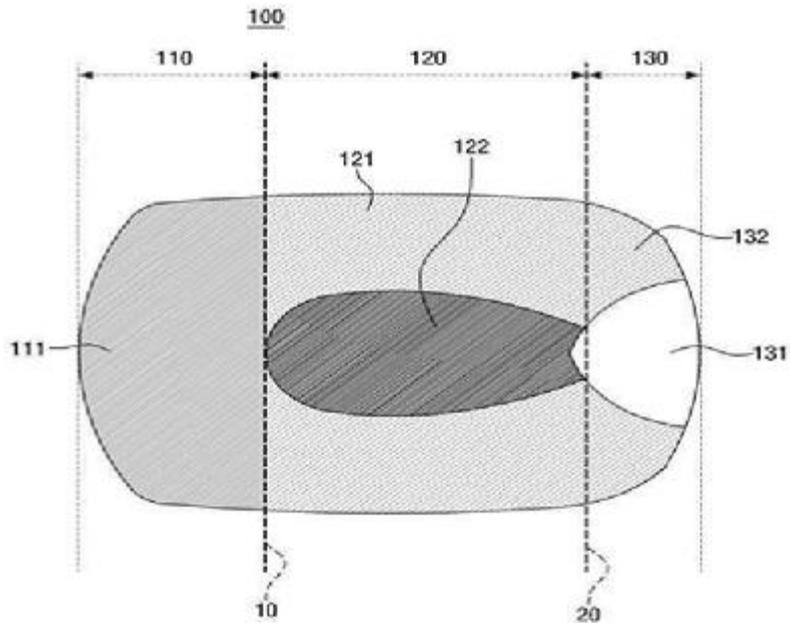


Fig. 2-46. 배추 부위별 절단분리장치(KR1020624450)
부위별 절단

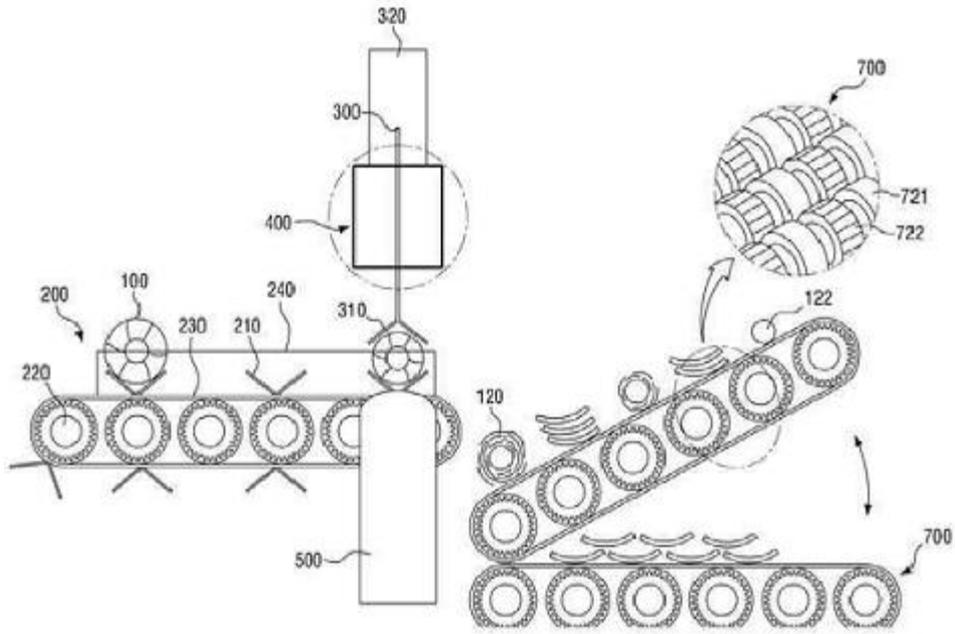


Fig. 2-47. 배추 부위별 절단분리장치(KR1020624450) 중특분리

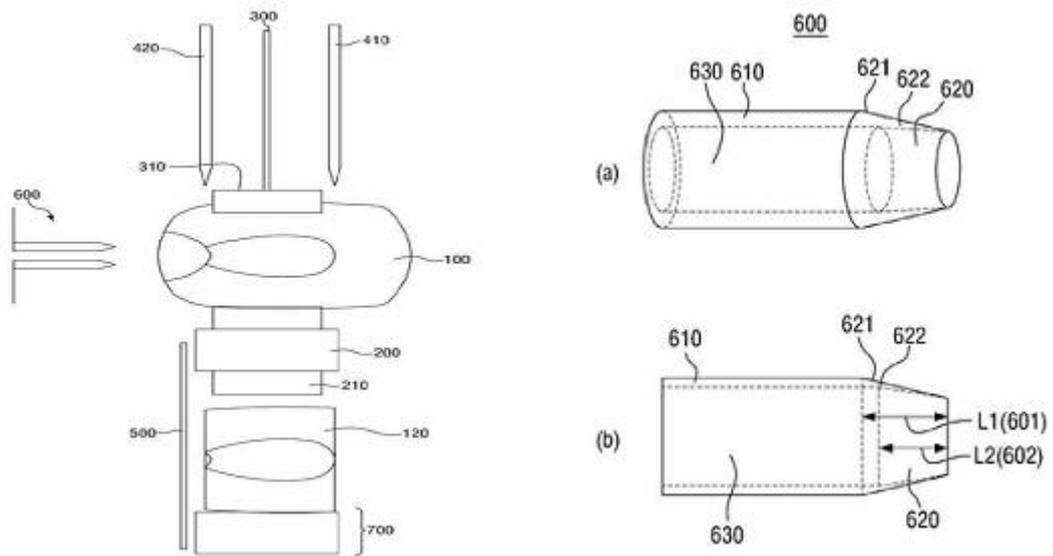


Fig. 2-48. 배추 부위별 절단분리장치(KR1020624450) 배추심 분리

(2) 기술실시

배추를 부위별로 절단하여 중략부로 균일한 막김치를 생산하려면 부위별 절단에서 부산물로 생산되는 부분을 상품화하는 기술개발이 필요하다. 즉 중략은 막김치로, 고갱이는 샐러드용 알배추로, 엽신은 깻잎과 상추대용의 쌈용으로, 단축경(심)은 피클용으로 상품화하는 연구개발이 필요하다.

3. 막김치 가압 연속 절임 기술 개발

가. 막김치 연속절임 필요성

(1) 상품김치 경쟁력

상품김치의 경쟁력은 가격대비 품질에 좌우된다. 막김치의 품질은 배추의 엽신과 고갱이를 제거하고 중략만으로 제조하면 가능하다. 막김치의 제조원가는 재료비, 노무비, 제조경비로 구성되고 이중 노무비를 줄이기 위해 생산 공정의 자동화가 필요하다. 공정 자동화의 기본은 단위공정을 기계화하고 공정 간에 균형을 맞추는 일이다. 특히 시간이 오래 걸리는 공정을 우선적으로 연구하여 공정시간을 단축하고 연속화하여야 한다. 막김치의 생산 공정에서 절임공정은 시간이 길게 소요되므로 먼저 절임공정을 소요시간을 최소한으로 단축하고 연속 공정화하여야 한다.

(2) 상품김치 품질

상품김치 품질은 재료의 신선도와 배추의 절임공정에 좌우된다. 절임이 지나치면 짜고 질겨지며 덜 절여지면 물이 많고 쉽게 시어진다. 배추를 잘 절이려면 배추의 크기, 절임염수의 농도, 절임염수의 온도, 염수 순환 횟수, 염수의 종류, 절임 압력을 잘 조절해야 한다. 배추의 절임 방법은 크게 소금 절임법, 염수 절임법, 혼합 절임법이 있는데 이 중 염수 절임법은 절임조에 배추를 쌓고 배추가 떠오르지 않도록 지지한 다음, 일정농도의 염수를 부어 절이는 방식으로 절임조 간의 염도 차이를 줄일 수 있으며 표준화 및 자동화가 용이하다. 또한 절임속도 향상을 위해 매우 중요한 요소인 절임 염수의 농도, 절임염수의 온도, 절임 압력 등을 조절하여 절단배추를 20분 이내로 절이는 기술을 개발하여야 막김치 제조공정을 자동화 할 수 있다. 절단배추의 절임 속도에 영향을 주는 요소로는 절단배추의 크기, 절임염수의 농도, 절임염수의 온도, 염수 순환 횟수, 염수의 종류, 절임 압력을 들 수 있다. 배추의 중략을 짧게 절단할수록

빨리 절여지나 소비자가 선호하는 크기가 3cm 길이에 7cm 폭이므로 절임배추의 크기는 이 규격에 맞추었다. 절임염수의 농도는 높을수록 빨리 절여지므로 포화농도인 26%(w/w)로 하였고, 절임염수의 온도는 높을수록 빨리 절여지기는 하나 높은 온도로 장시간 절이면 배추가 열 손상을 받으므로 30-50℃에서 20분 이내로 절이는 연구를 하였다. 하지만 50℃ 이상에서도 10분 이내로 단시간 절이면 열 손상을 억제하면서 절임이 가능할 수도 있다.

절단배추의 절임에서 염수 순환은 포기배추의 절임 시보다 덜 중요하지만 절단배추에서도 정치식 절임보다는 순환식 절임이 절임속도가 빠르고 고르게 절일 수 있으므로 염수를 순환하면서 절였다. 배추는 소금물로 절이는 것이 보통이나 절임속도를 빠르게 하기 위하여 막김치의 향미와 질감을 향상시키면서 절임속도를 빠르게 하는 물질들을 염수에 첨가하여 절일 수 있다. 또한 매우 중요하면서 어려운 방법이 절임 압력을 조절하는 것인데, 단순히 배추를 눌러주며 절이는 방법부터 절임시스템을 가압 또는 감압하는 방법과 절임시스템에 가압과 감압을 번갈아 처리하는 방법이 있다. 이 4가지 방법 모두가 연속적으로 절이는 공정으로 개발하기는 어렵다. 위의 절임요소들을 다양하게 조합하여 절단배추를 20분 이내에 절이는 기술을 개발하였다.

나. 연구 및 기술현황

(1) 배추를 눌러 절이는 방법

(가) 단속식 통배추 절임

국내에서 개발된 연속식 배추 절임장치는 절임공정의 작업인원을 최소화 하고 승강 컨베이어 벨트를 이용하여 2절 혹은 4절 된 배추의 절임 및 건짐 작업을 보다 편리하고 신속 용이하게 할 수 있도록 한 '배추 절임장치(KR101554765)'가 있으며 배추 절임장치(그림 2-49)는 소금물 공급구와 배수구를 구비한 직사각 함체 형태의 절임조, 상기 절임조의 상부로 배치되어 분절기에서 분절된 배추를 자동 이송하기 위하여 프레임의 양 단으로 구비된 구동 롤과 동종 롤 사이에 긴장 상태로 걸어져 무한 궤도상으로 회전하게 되는 컨베이어 벨트, 상기 프레임의 길이 방향을 따라 가장자리로 배치 구성되는 누름틀, 상기 누름틀에 마련되는 각 낙하공간으로는 누름판이 경첩으로 연결 설치되며, 상기 경첩으로는 누름판을 탄성적으로 열고 닫히도록 하기 위한 개폐부재를 구비하여 분절된 배추를 이송하기 위한 이송 컨베이어를 포함하여 구성되었으며 상기 이송 컨베이어는 승강조작수단에 의해 승강 조작되도록 구성하여 상기 절임조 내에 적염된 배추를 일정한 압력으로 균등하게 가압하도록 구성됨을 특징으로 한다.

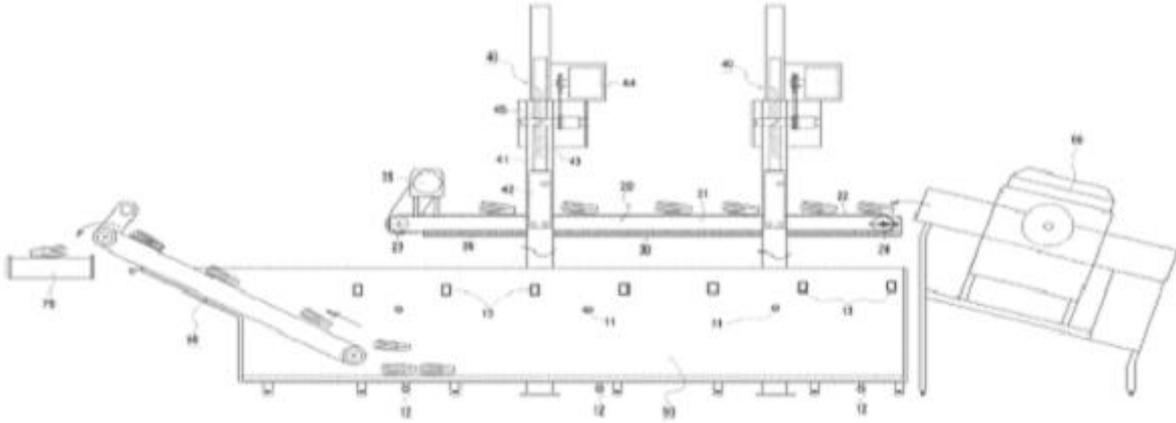


Fig. 2-49. 배추 절임장치

(나) 단속식 절단배추 절임

막김치 제조 방법과 관련해서는 정선된 배추를 3cm~4cm 크기로 절단한 후 0℃~5℃의 저온에서 누름판을 이용하여 가압하면서 절임한 후 양념을 혼합하여 밀봉하는 '김치 제조 방법 및 이에 의하여 제조된 김치(KR1020050023682)'가 있으며 김치 제조공정은 아래 그림 2-50과 같다.

상기의 방법에서 절임염수는 배추무게의 5% 내외의 소금을 투입하며 배추무게의 1~2배의 가압판을 이용하여 배추를 눌러준 후 12시간 이상 절임을 하는 절임공정으로 절임 온도는 0~5℃로 유지시키는 방법을 특징으로 한다(그림 2-50).

(다) 호이스트 덮개판 누름절임

가압을 이용하여 절임배추를 제조하는 절임배추 제조장치는 '절임배추 제조장치(KR101727008)'를 대표적인 예로 들 수 있으며 절임배추 제조장치는 배추 절단기, 이송컨베이어, 복수의 절임조, 가압 덮개판, 가압 덮개판 이송 호이스트, 건짐 컨베이어, 1차 세척기, 2차 세척기, 행굼조, 온열기능, 가압 침지 기능을 포함하고 있다.

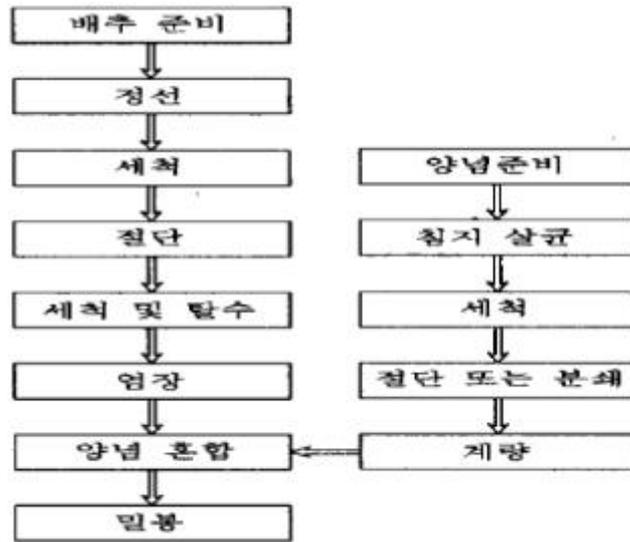


Fig. 2-50. 김치 제조 방법 및 이에 의하여 제조된 김치 공정 순서도

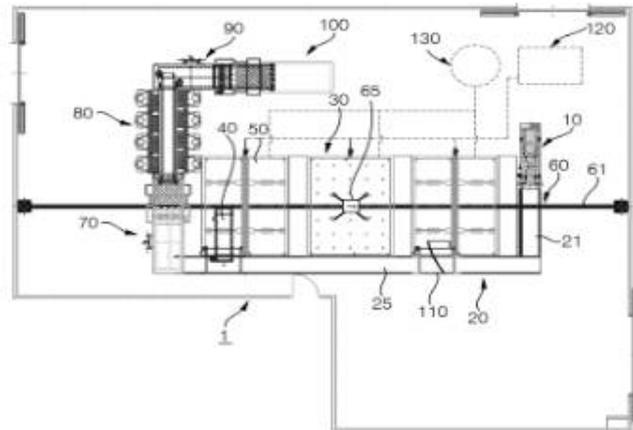


Fig. 2-51. 절임배추 제조장치

절임배추 제조장치에서 절임조는 일정한 온도를 유지하는 유체가 순환될 수 있도록 하는 수용 공간을 가지는 2중 자켓구조를 특징으로 하며 가압 덮개판은 이절 되어진 배추를 잠기도록 눌러 가압하는 누름판으로 절임 전·후 덮개판부의 상부에 고정된 이송 호이스트를 통해 이송이 가능하도록 제작되었다.

(2) 절입시스템 가압방법

(가) 단속식 절단배추 절입

절입시스템을 가압하는 방법으로 일본의 미야마 사는 가압절입 방법을 이용하여 배추를 절입으로써 절입시간을 0.5~1hr로 단축 할 수 있는 기술(KR101276622)을 개발하였으며 건식무역에 적용되고 있다.

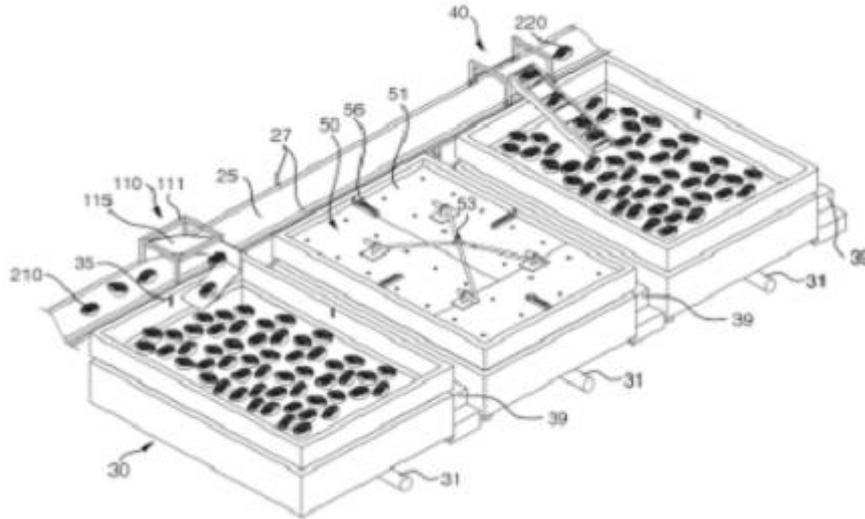


Fig. 2-52. 이중 자켓구조 절입조 및 가압 덮개관

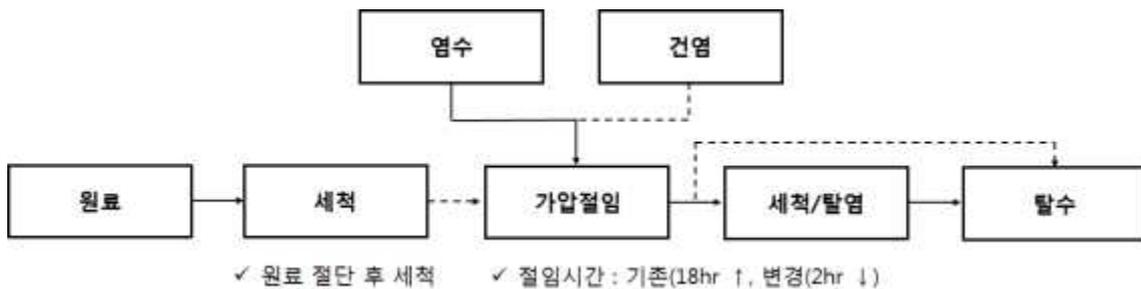


Fig. 2-53. 절입시간 단축 기술

가압교반부는 절단 배추를 넣고 가압 교반시키는 가압탱크 및 뚜껑, 가압탱크의 일측에 구비되어 뚜껑을 선택적으로 개폐시키는 개폐수단, 가압탱크의 하측에 구비되어 채소류를 교반시키는 제1구동부와 가압탱크를 회전시키는 제2구동부로 구성되어 있고 절단배추 공급컨베이어의 양측에 가압 교반부를 2개 병렬로 설치하여 1번이 가압 절입하는 동안에 2번에 절입배추를 채워넣고 2번이 가압 절입하는 시간에 1번에 절단배추를 채워넣는 방식으로 연속적으로 절입한다.

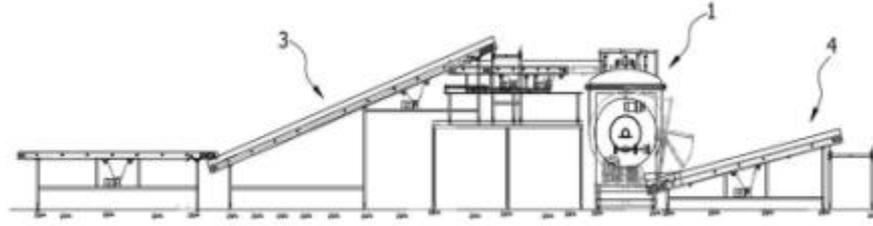


Fig. 2-54. 채소류를 단시간 내에 절임 및 숙성시키는 장치

가압 절임장치를 이용하여 절단배추를 단시간에 절이는 기술은 '가압 교반부 개폐 → 절단배추 투입 → 가압 및 교반 → 에어 배출 → 절단배추 배출'의 방식으로 절임공정을 수행하며 염수의 농도는 약 18~25% 이다. 염수의 투입량은 절임배추 투입량 대비 30~40%를 중량부에 포함할 수 있으며 절임 압력은 1~30kgf/cm² 으로 가압시간은 1~60분 까지 소요된다. 하지만 이 방법은 시스템이 밀폐되어 배추조직 공극의 공기를 제거하기 어렵다.

(나) 밀폐순환식 가압절임 방법

배추조직의 공극에 들어있는 공기를 제거 할 수 있는 밀폐순환식 가압절임 시스템은 본 과제에서 개발 중이다.

(다) 절임시스템 감압 방법

이 등은 절임시스템 감압 방식을 이용하여 배추의 품질특성을 평가하였으며 감압 절임한 후 측정된 조직 견고성(firmness)은 6% 이상의 절임환경에서 배추에 가한 물리적 힘, 압력 변화가 높을수록 강하였다. 절임배추의 염도는 10%염수에 500mmHg로 감압한 절임배추의 염도는 2.34±0.01%로 250mmHg로 감압한 2.93±0.17% 보다 20.2% 낮게 나타났다.

(라) 절임압력 변화 방법

국내에서 개발된 '감압, 가압장치를 이용한 배추류의 숙성 절임방법(KR100076267)'은 배추류의 절임방법에 관한 것으로 감압, 가압 및 상압장치를 이용하여 배추류를 숙성으로 절임하는 장치이다.

감압, 가압 장치를 이용하여 배추를 숙성으로 절이는 방법은 '배추류 염수 공급 → 감압(배추조직 중의 공기제거) → 가압 공정 → 상압방치(배추 조직에 고른 염 농도 존재)'의 방식으로

절임 공정을 수행하며 염수의 농도는 13~20%, 감압 기준은 750~0mmHg (500~350mmHg)에서 5~60분이고, 가압 기준은 1025~2280mmHg(1200~1150mmHg), 5~60분이며, 상압방치 기준은 30~100분간이다. 하지만 이 방법은 조직 투명화의 문제가 있다.

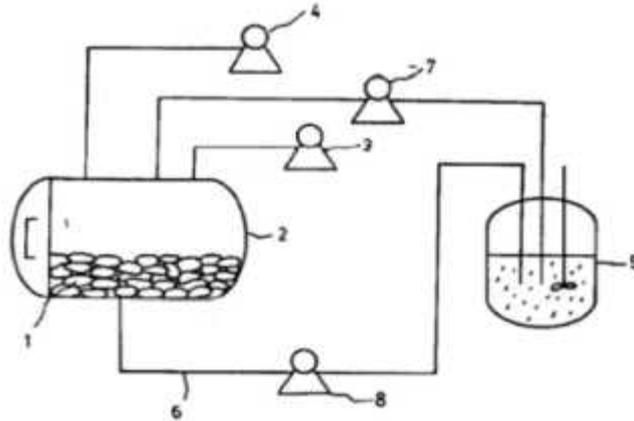


Fig. 2-55. 감압, 가압장치를 이용한 배추류의 속성 절임 방법

(3) 절임 후 절단과 절단 후 절임

채소의 조직은 점탄성 성질을 가지고 있어 변형된 다음 어느 정도 복원되는 성질을 가지고 있다. 최 등의 연구결과에 따르면 절임배추의 경우는 생배추와 달리 항복응력을 나타내지 않으며 소금절임에 의한 배추조직의 변화는 삼투현상에 의한 탈수에 주로 기인한다고 하였다. 이 등의 실험에 따르면 배추는 속잎부터 겉잎까지 평균 40개의 배춧잎을 가지고 있으며 배추의 염장에 의하여 최대 절단력과 절단에너지는 각각 5배 및 2.5배 증가하였고 관능적으로는 씹힘성이 높아진 반면 깨어지는 성질은 감소되었다고 하였다. 또한 김치제조에 사용되는 결구포합형 배추의 구조와 그 조직감 특성 조사결과 배춧잎의 미세구조는 밀집된 유관속 조직 주위에 유조직 세포가 쌓여있는 형태로써 절단시험에서 절단방법에 따라 외피와 유관속조직의 특징적인 절단곡선을 나타낸다고 하였으며 절임과 데침 처리에 의해 배춧잎의 절단력은 증가되고 이것은 주로 세포벽의 구조적 변형에 따라 포개짐에 의한 절단면의 수적 증가에 의한 것이라고 하였다. 막김치 제조를 위한 배추 절단 방법은 절임 후 절단과 절단 후 절임방법으로 구분할 수 있으며, 절임 후 절단 시에는 절임 수율이 높고 건식 절임이 가능하다는 장점이 있다. 하지만, 이물 선별이 어렵다는 단점이 있으며 세절 후 칼날에 배추 잎이 묻어나는 현상과 칼날의 마모가 심하다는 단점이 있다. 반대로 절단 후 절임 방법은 이물 선별이 육안으로 확인이 가능하다는 장점이 있으며 기계선별시 손실되는 쪼가리 때문에 절임 수율이 감소된다는 단점과 절

임조 및 세척조 등의 기계장치에 배춧잎이 끼이는 단점이다. 본 과제에서는 배춧잎을 부위별로 절단하는 기술의 개발을 통해 배추를 부위별로 사용이 가능하게 하였으며 중륵부위를 막김치에 활용함으로써 기계장치에 배춧잎이 끼이는 현상을 최소화 하고 이물 선별이 용이하도록 절단 후 절이는 방법을 채택하였으며 절단배추를 20분 이내 절입할 수 있도록 하였다.

(4) 절단 후 절입의 연속 공정화 연구

반절배추의 절입은 절입시간이 4시간 이상으로 길고 절입배추의 절단 시 절단칼날이 빠르게 마모되는 문제가 있으므로 절단 후 절입방법을 채택하였다. 절입염도가 높을수록 기계적 조직 강도가 높아지는 양상은 배추의 견고성을 측정하는 절단시험에서도 유사한 결과를 나타내며, 생배추보다 절입배추에서 뚫는 힘(puncture force)은 증가한다고 보고되었다. 본 연구에서도 기존의 실험 결과를 토대로 생배추를 절단 후 절이므로 절입공정을 연속적으로 수행할 수 있도록 연속 공정을 설계하였다.

나. 연구개발 목표

- 막김치 가압 연속절입 기술 개발
- . 가압식 압력용기 설계와 개발
- . 가압식 압력용기 안전 덮개 자동 개폐 기술 개발
- . 가압식 절입용기 염수순환 시스템 개발
- . 가압식 절입용기 자동 회전 시스템 개발
- . 각 유닛별 제어기술 개발

다. 연구개발 결과

(1) 막김치 가압 연속 절입장치 개념 설계

김치공정에서 “절입”은 배추와 염수(소금) 간의 삼투압 작용으로 일어난다. 소금에 의해 배추 세포막 외부의 농도가 내부보다 높아져서 세포 내의 물이 빠져나오게 되는데 이러한 과정에서 유해한 미생물의 번식을 억제하고 양념이 절입배추 내부로 잘 침투될 수 있는 환경을 조성하는 것이다. 삼투압에 관여하는 인자는 염수의 농도 외에도 압력, 열 등으로 이를 조절하여 삼투압을 조절할 수 있다. 절입시간을 단축하는 방법으로 배추에 열을 가하거나 압력을 조절할 수 있지만 열을 가하는 것은 배추의 조직감 등 관능에 영향을 줄 수 있다. 본 기술은 압력으로 절입속도를 조절하도록 하고 절입 후에 세척, 탈수, 절종 등의 연속공정이 가능하도록 설계하였다. 본 과제에서는 막김치의 품질을 균일화 하기위해 배추의 중륵 부분을 이용하여 막김치를 좁은 공간에서 짧은 시간에 절입할 수 있는 연속 자동화 순환공정(circuit process)을 개발하였

으며, 공정의 순서는 배추의 부위별 절단 → 염수 순환식 가압 연속절임 → 세척 및 탈수의 방법으로 절임공정을 수행할 수 있도록 하였다.

(가) 절임 속도 향상

시간당 600kg, 1일 24시간 연속 생산이 가능하도록 막김치 생산공정을 설계하였으며, 시작품을 제작하여 예비실험을 한 후 절임 속도 향상결과를 검토하여 막김치 연속 절임장치의 개념을 설계하였다. 절단배추의 절임시간을 20분 이내로 단축하기 위하여 40L 규모의 절임기에 절단 중류 9kg을 넣고 26% 염수를 40℃로 가열하여 순환시켰다. 염수의 순환속도는 분당 0.5리터였고 배추염수의 온도는 31℃ 이었으며, 용기 내 압력은 절임속도를 향상시키기 위해서 절임조 내부의 압력을 0.1Mp(약 2기압)로 하여 15분간 절인 결과, 절인 배추의 염도가 1.77%로 높아져 상압절임에 비해 41.6% 빨라졌다. 이 결과로부터 절임통 내부의 압력이 높아질수록, 염수 온도가 높을수록, 염수순환 속도가 빠를수록 배추의 절임속도가 빨라질 것으로 예상되었다.

(나) 연속 절임

배추의 가압 절임공정을 완전 연속화하기 위해서는 배추를 염수에 침지시킨 상태로 이동시키면서 가압을 해야 하는 어려움이 있다. 그 전단계로 배추를 통에 담고 정치시킨 후 염수를 순환시켜 절이는 공정으로 반연속화 하였다. 즉 가압 연속 절임 기술은 절단배추를 원통형 절임용기에 넣고 뚜껑을 닫은 다음 염수를 순환시켜 절이고 나서, 용기를 이동시켜 절임배추를 세척하고, 용기를 이동시켜 세척한 절임배추에 종균을 접종한 다음 쏟아내고 다시 절단배추를 담아 절이는 용기순환식 연속 절임 방식으로 개발하였다.

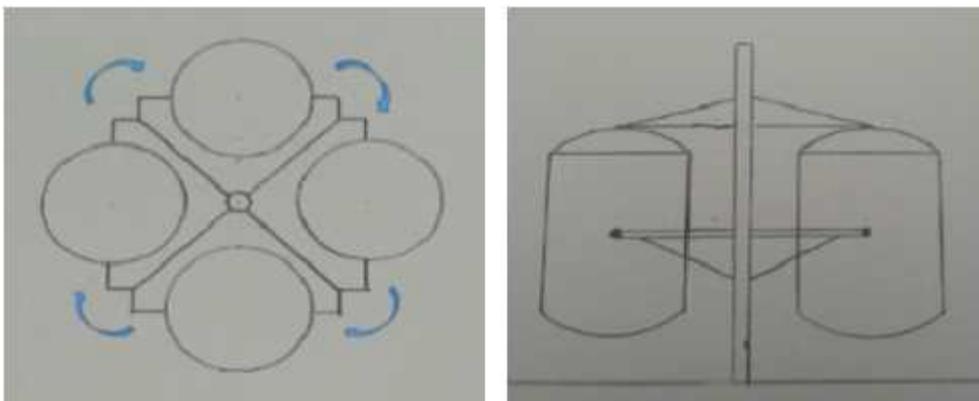


Fig. 2-56. 막김치 가압 연속절임장치 개념도

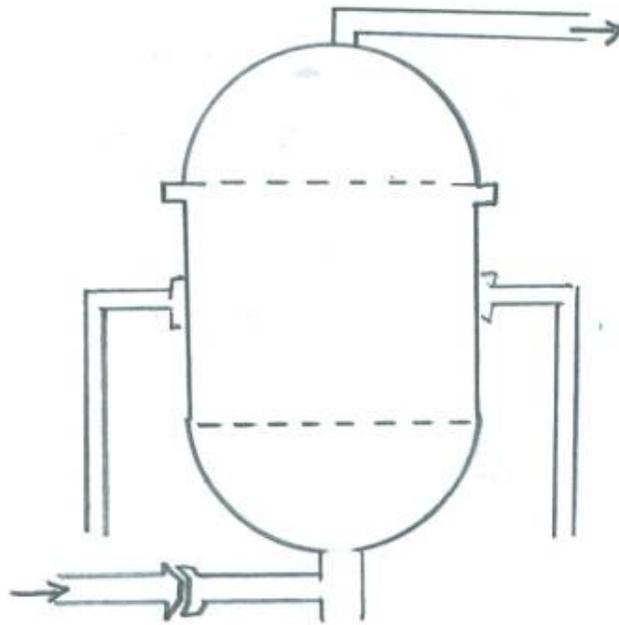


Fig. 2-57. 밀폐순환 가압 연속 절임 기술 개념도

(2) 막김치 가압 연속 절임 탈수 기술 개발

(가) 막김치 가압 연속 절임 연구

① 연구 목적

품질이 균일화된 막김치 제조를 위해 본 연구에서는 배추의 가압 연속 절임 기술을 적용하였으며 절임 기술은 절단배추를 원통형 절임용기에 투입 후 상부 뚜껑을 닫은 후 고농도의 염수 (26%, w/v)를 순환시켜 절임 한 후 용기를 이동시켜 절임배추를 세척하고, 다시 용기를 이동시켜 세척한 절임배추에 종균을 접종한 다음 쏟아내고 다시 절단 배추를 담아 배추를 절이는 용기 순환식 연속 절임방식을 개발하였다.

② 가압식 연속 절임장치 제작

막김치 가압 연속 절임 기술의 현장적용을 위해 실험실 규모의 시작품을 제작하였으며 시작품은 그림 2-58과 같다.

막김치 연속 절임용기 시작품은 40L 규모로 제작되었으며, 배추의 가압연속 절임 기술을 적용하기 위해 고농도의 염수가 원통형 절임조의 하단으로 주입되어 상단으로 배출 되도록 설계하였다. 상부의 뚜껑은 개폐가 가능하도록 설계 하였으며, 이 때 절임조 뚜껑에는 압력계를 부착하고 용기내의 압력을 염수의 주입속도와 배출속도를 조절하여 조절할 수 있도록 하였다. 이 때 막김치 가압 연속 절임용기 시작품의 상부에 부착된 압력계는 최대 0.6Mpa이다.



Fig. 2-58. 막김치 가압 연속 절임장치 시작품(전면부, 우측, 좌측)

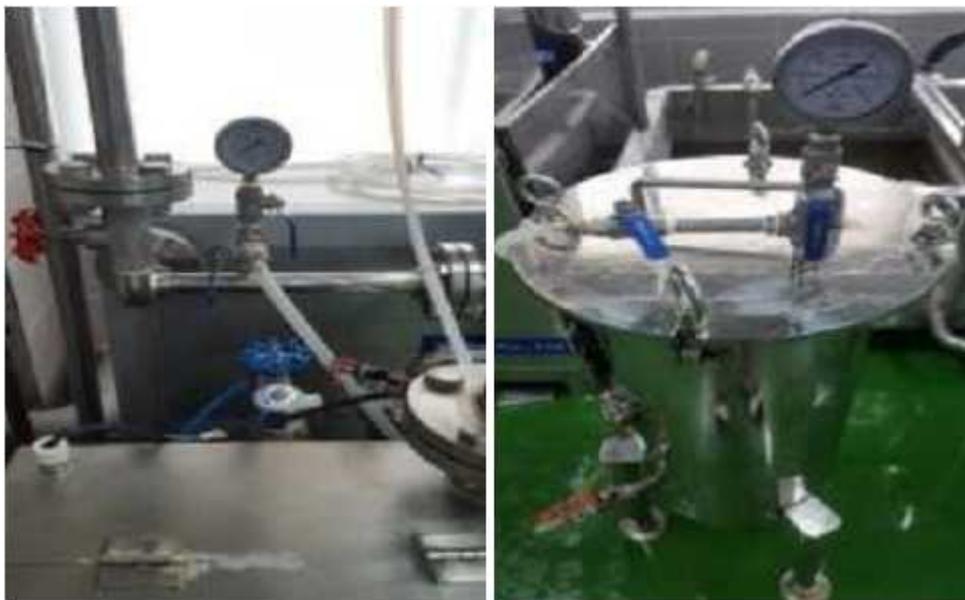


Fig. 2-59. 막김치 가압 연속 절임장치 압력조절 장치(좌: 염수 주입부압력, 우: 절임조 내부압력)

③ 가압식 연속 절임 시험

절단배추의 절임시간을 20분 이내로 단축하기 위하여 40L규모의 절임용기로 가압 절임을 시험하였다. 실험 조건은 중류 9kg을 절임용기 시작품에 넣고 26%의 염수를 40℃로 가열하여 순환시켰다. 이 때 염수의 순환 속도는 분당 0.5리터였고 염수의 온도는 31℃ 였으며, 용기 내 압력은 0.1Mp(약 2기압) 이었으며 15분간 절이고 3회 세척하고 10분 탈수하였다. 가압 절임으로 제조한 절임배추의 염도는 1.77±0.04%로 상압 절임배추의 1.25±0.02%보다 41.6% 높았다. 탈수율(%)을 1분 간격으로 탈수한 것을 기준으로 측정한 결과 표 2-13과 같이 10분간 탈수하면 절임배추의 무게가 5.49%가 줄어들었다. 절이기 전 배추 무게를 기준으로 절단배추의 가압 절임 수율은 93.3%로 나타났다.

Table 2-13. 가압 절임으로 제조한 절임배추의 탈수율

절임배추	1분	5분	10분	15분
탈수율(%)	0	3.30±1.64	5.49±0.92	7.43±1.08

가압 연속 절임한 절임배추의 살균효과를 측정하기 위한 절단배추의 품질특성은 표 2-14와 같다. 절단 생배추 중류의 일반세균은 5.39±0.04(Log CFU/g), 유산균은 1.72±0.17(Log CFU/g), 대장균군은 1.39±0.12(Log CFU/g)로 나타났다.

Table 2-14. 가압절임 배추 중류부의 미생물 특성

(단위: Log CFU/g)

원료	일반세균	유산균	대장균군
절단 생배추 중류	5.39±0.04	1.72±0.17	1.39±0.12
상압 절임배추 중류(20℃)	5.00±0.06	2.36±0.18	1.54±0.09
가압 절임배추 중류(40℃)	4.77±0.06	2.83±0.09	1.90±0.08

가압절임 절임배추의 일반세균 수는 생배추 보다 약간 감소하였으나 유의적 차이가 없었고 유산균수와 대장균군 수는 오히려 약간 증가하였다. 이러한 현상은 같은 염수로 20℃에서 상압으로 절인 경우에도 유사하였으므로 40℃로 가압절임 함으로써 미생물의 감균효과를 기대하기는 어려운 것으로 판단하였다. 가압절임공정에서 감균효과를 기대하려면 염수를 오존으로 살균하는 것뿐만 아니라 오존이 절임탱크에도 용존되어야 할 것으로 판단되었다

④ 시스템 가압의 연속 절임 기술

막김치 연속 절임공정을 위한 시스템 가압연속 연속절임기술은 절단배추를 신속하게 절이는 효과가 있으나 절임배추의 미생물을 감균하기 위해서는 배추를 절이는 연속절임탱크와 절임 염수를 여과 살균하는 염수재처리 장치, 재처리한 절임 염수에 오존을 미세기포로 용존시키는 오존 용해장치를 거친 염수를 가압상태로 절임탱크로 순환시키는 밀폐회로로 구성된 밀폐순환 가압식 배추 절임장치로 설계하였다.

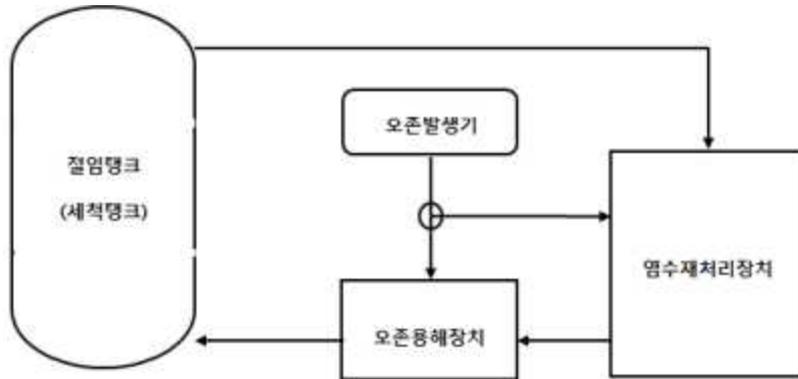


Fig. 2-60. 막김치 연속 절임기술 시스템

(나) 막김치 가압 연속 절임 주효과 분석

절임염도에 영향을 미치는 인자(압력, 온도, 시간)를 변수로 실험계획법 설계하여 분석결과 ‘시간’이 ‘압력’이 주효과 분석되며 회귀식은 “염도(Y) = 0.439 + (0.000319×압력) + (0.03866×시간)” 로 도출되었다(R square: 86.24%)

Table 2-15. 가압 순환절임 절임시험 반응표면설계

압력(Torr)	온도(℃)	시간(min)	염도(%)
760	20	15	1.25
760	30	10	1.06
760	30	30	1.85
760	30	10	1.15
760	30	30	1.55
1520	40	15	1.77
1520	40	10	1.25
1520	40	30	2.32
2280	30	10	1.35
2280	30	30	2.31

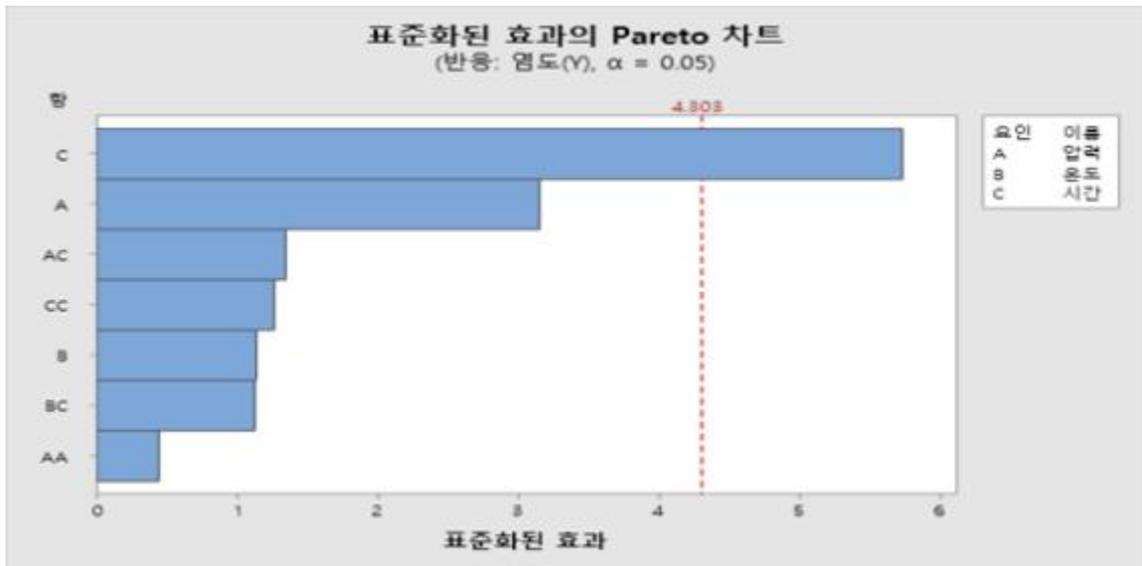


Fig. 2-61. 배추 가압절임 시험 주효과분석

(다) 막김치 연속 절임 세척 탈수 시험

연구용 500L 가압 연속 절임기를 명성에서 제작하여 한성 서산 공장에 설치하고 연구팀 모두 참여하여 세절배추를 절임 세척 탈수 시험을 5회 수행하였고 절임배추의 외관 염도 조직감을 평가하여 절임장치의 성능을 평가하였고 막김치를 제조하여 막김치의 품질도 평가하였다.

① 연속절임 세척 탈수 장치 작동 확인 시험(1차)

㉠ 절임시험

2018년 7월 27일 오전에 썰은 배추 150kg을 연속식 가압절임장치(500L)에 넣고 가압절임기의 뚜껑을 닫은 다음 포화염수(25.4% w/v)를 3분간 주입하여 채우고 9분간 게이지압력 1kg/cm²(2기압)으로 순환하여 절인다음 하부 밸브를 열어 3분간 염수를 중력탈수 하였다. 염수주입 펌프의 용량이 1.5HP로 분당 100리터 이상을 이송하므로 절임장치 용량에 적합하여 염수주입이 3분간에 완료되었고, 배출속도는 배출구의 구경이 76.3mm로 적합하여 처음 계획한 대로 3분에 배추가 완료되었다. 염수의 순환압력도 염수배출구의 밸브를 약간 닫아서 쉽게 1kg/cm²로 조절할 수 있었다.

㉡ 세척시험

2018년 7월 27일 오전에 썰은 배추 150kg을 넣고 포화염수(25.4% w/v)로 절인 다음 염수를 배수하고 세척수를 3분간 주입하여 채우고 9분간 순환시켜 절인 다음 하부 밸브를 열어 3분간

중력탈수 하였다. 서산공장의 세척수 압력은 옥상의 물탱크 높이에 의해 형성된 수압(또는 세척수 펌프의 용량)에 의해 3분 만에 세척탱크에 350L가 채워지고 9분간을 상압으로 순환하여 세척한 다음 세척수 밸브를 잠그고 세척탱크 하부 밸브를 열어 3분 만에 중력탈수 하였다.

㉔ 시험결과

시험결과 가압절임장치는 염수주입, 염수압력조절, 압력유지순환, 배수 기능이 정상적으로 작동하였다. 그리고 절인배추의 외관을 관찰하여 보니 너무 부드러웠고 짠맛이 너무 강하여 절임 시간을 단축하여도 될 것으로 판단되어 다음 시험에서 절임시간을 9분에서 6분으로 단축하여 절이기로 결정하였다.

② 연속 절임시간 단축시험

㉔ 절임시험

2018년 7월 27일 오후에 썰은 배추 150kg을 다시 가압절임기에 넣고 포화염수(25.4% w/v)를 3분간 주입하여 채우고 6분간 게이지압력 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ (2기압)으로 순환하여 절였다. 절임이 끝나 염수공급밸브를 잠그고 절임탱크 하부의 배수밸브를 열어 3분간 중력탈수 하였다. 염수의 주입속도는 염수주입 펌프의 용량이 적합하여 3분간에 완료되었고, 배출속도는 배출구의 구경이 적합하여 처음 계획한 대로 3분에 완료되는 것을 다시 확인하였고, 염수의 순환압력도 염수배출구의 밸브를 약간 닫아서 쉽게 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 조절할 수 있어서 제작한 기계장치는 재현성이 있었다.

㉔ 세척시험

2018년 7월 27일 오후에 썰은 배추 150kg을 다시 넣고 포화염수(25.4% w/v)로 12분간(3분 주입, 6분 순환, 3분 배수) 절인 다음 염수를 배수하고 세척수를 3분간 주입하여 채우고 6분간 순환시켜 세척한 다음 하부 밸브를 열어 3분간 중력탈수 하였다. 서산공장의 세척수 압력은 옥상의 물탱크 높이에 의해 형성된 수압(또는 세척수 펌프의 용량)에 의해 3분 만에 세척탱크에 350L가 채워지고 6분을 상압으로 순환하여 세척한 다음 세척수 밸브를 잠그고 세척탱크 하부 밸브를 열어 3분 만에 탈수 하였다.

㉔ 시험결과

시험결과 절인배추의 외관이 조금 뻣뻣하였으나 짠 맛은 적당하였다. 1차 시험한 시료와 2차 시험한 시료를 대상으로 막김치를 제조하여 품질을 평가하였다. 배추의 절임속도는 염수농도+절임온도+절임압력+절임시간에 좌우되는 바 절임속도를 빠르게 하기 위하여 포화염수(30% w/v)로 30℃에서 절임압력과 절임시간을 달리하여 40L 가압절임장치에서 염수를 순환시켜 절

이고 절임배추를 3회 세척하고 10간 탈수하여 절임배추의 염도를 시험하였다. 상압(1기압, 760mmHg, 게이지압력 0kg/cm²) 30분간 절이면 염도는 1.85% 였고, 2기압(게이지압력 1kg/cm²)으로 15분간 절이면 1.77%, 30분간 절이면 2.32%에 달했으며, 게이지 압력 2kg/cm²로 같은 시간 절여도 염도는 약간 더 높아져서 절임압력은 1kg/cm²로 충분한 것으로 판단하였다. 실용규모 500L 가압절임장치로 상온(20℃)에서 2기압(게이지압력 1kg/cm²)으로 18분간(3분 채움, 12분 유지, 3분 배수) 절임하고 같은 시간 세척 탈수한 절임배추의 염도는 2.02%로 약간 높았다. 그래서 절임시간을 12분((3분 채움, 6분 유지, 3분 배수)으로 단축한 결과 절임배추의 염도가 1.53%로 적절하였다. 양념을 혼합하여 제조한 막김치의 염도는 각각 2.11%와 2.05%로 비슷하였다.

③ 제3차 세척수로 염수 밀어내기 시험

절임염수를 배수하지 않고 바로 세척수를 주입하여 염수를 밀어내면서 세척을 할 수 있다면 전체 공정시간이 3분 단축되므로 절임염수를 배수하지 않고 바로 세척수를 주입할 경우 절임탱크 안에서 염수와 세척수가 혼합되지 않고 분리되어 배출되는가를 시험하였다.

㉠ 절임시험

2018년 8월 10일에 썰은 배추 150kg을 넣고 가압절임기의 뚜껑을 닫은 다음 포화염수(25.4% w/v)를 3분간 주입하여 채우고 6분간 게이지압력 1kg/cm²(2기압)으로 순환하여 절였다. 염수의 주입은 3분에 완료되었고 염수의 순환압력도 염수배출구의 밸브를 약간 닫아서 쉽게 1kg/cm²를 조절할 수 있었다.

㉡ 세척시험

2018년 8월 10일 썰은 배추 150kg을 넣고 포화염수(25.4% w/v)로 절인 다음 염수를 배수하지 않고 염수 공급밸브를 닫고 바로 세척수 공급밸브를 열어 14분간 순환시켜 세척하면서 배수되는 세척수의 염도를 1분 간격으로 측정하였다. 염수를 배수하지 않고 바로 세척수를 주입하여 세척한 결과 10분 안에 세척이 완료될 것으로 예상하였으나 탱크 안에서 염수와 세척수가 혼합되어 배출되는 세척수의 염도는 5분에 18.6%였고, 10분에도 8.7%였으며, 14분까지도 4.5%가 유지되어 세척시간이 오히려 길어져서 효과가 없었다.

세척수 압력은 옥상의 물탱크 높이에 의해 형성된 수압에 의해 3분 만에 세척탱크에 채워지고 12분을 상압으로 순환하여 세척한 다음 세척수 밸브를 잠그고 세척탱크 하부 밸브를 열어 3분 만에 세척수를 배수하였다.

Table 2-16. 절임배추 세척 후 순환 세척 시 배출 세척수의 염도 변화

세척시간(분)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
예상염도	25.6	25.6	25.6	23	20	15	7	3	1					
실제염도	-	-	22.7	20.9	18.6	16.1	13.9	12.0	10.1	8.7	7.4	6.3	5.3	4.5

③ 배수특성 시험

중력으로 3분간 배수 후에 추가로 배출되는 세척수 양을 측정한 결과 배수 3분에 10.3kg이 배수되고 누적시간 9분에 17.2kg이 배수되었다. 이때 배수 밸브를 잠그고 공기압을 형성시킨 다음 밸브를 열어 배수하는 방법도 상압으로 하는 것과 비슷하였다.

Table 2-17. 세척수의 배수 시간별 배수량 변화

탈수시간(분)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1분간 나온 량(L)	5	3.3	2	1.7	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8
누적량(L)	5	8.3	10.3	12.0	13.4	14.6	15.5	16.4	17.2

㉔ 시험결과

시험결과 세척수의 염도가 세척 3분에 20%로 높았고 세척 10분까지도 세척수의 염도가 10% 이상이어서 염수를 배수하지 않고 세척수를 주입하는 방법은 세척효과가 없었다. 절임배추의 염도도 3%로 높았는데 이는 세척수의 염도가 13분간이나 10% 이상을 유지하여 세척공정에서도 배추가 계속적으로 절여졌기 때문이다. 그리고 배수 시 공기압을 가하여 배수하는 것은 중력 배수하는 것과 별 차이가 없는 것으로 판단되었다.

④ 저농도 염수 절임 시험

절임염수의 농도를 포화농도(25.4% w/v)로 높이지 않고 20%(w/v)로 하여 절여도 12분 만에 세절배추가 원하는 염도로 절여지는지 확인하였다.

㉕ 절임시험

2018년 10월 4일에 오전에 썰은 배추 120kg을 넣고 가압절임기의 뚜껑을 닫은 다음 20.0%(w/v) 염수를 3분간 주입하여 채우고 6분간 게이지압력 1kg/cm²(2기압)으로 순환하여 절인 다음 탱크 하부 밸브를 열어 3분간 중력 탈수하였다. 염수의 주입은 3분에 완료되었고 염수의 순환압력도 염수배출구의 밸브를 약간 닫아서 쉽게 1kg/cm²를 조절할 수 있었다.

㉔ 세척시험

2018년 8월 10일 오전에 썰은 배추 120kg을 넣고 20.0%(w/v) 염수로 절인 다음 염수를 3분간 배수하고 세척수를 연결하여 3분간 주입하고 6분간 상압으로 순환하여 세척하고 3분간 배수하였다. 세척수 압력은 세척수 펌프의 용량에 의해 3분 만에 세척탱크에 채워지고 6분을 상압으로 순환하여 세척한 다음 세척수 밸브를 잠그고 세척탱크 하부 밸브를 열어 3분 만에 탈수 하였다.

㉕ 시험결과

시험결과 20.0%(w/v) 염수로 절인배추의 외관도 양호하였고 짠맛도 적당하였다. 그러나 포화염수로 절이는 것과의 차이가 있는지 확인하기 위하여 다시 포화염수로 절임하기로 결정하였다.

⑤ 포화농도 염수 절임 시험

절임염수의 농도를 포화농도(25.4% w/v)로 높여 12분간 절여서 절임배추와 막김치의 품질을 평가하였다.

㉖ 절임시험

2018년 10월 4일에 오후에 썰은 배추 120kg을 넣고 가압절임기의 뚜껑을 닫은 다음 25.4%(w/v) 포화염수를 3분간 주입하여 채우고 6분간 게이지압력 1kg/cm²(2기압)으로 순환하여 절인 다음 절임탱크 하부 밸브를 열어 3분간 중력 탈수하였다. 염수의 주입은 3분에 완료되었고 염수의 순환압력도 염수배출구의 밸브를 약간 닫아서 쉽게 1kg/cm²를 조절할 수 있었다.

㉔ 세척시험

2018년 8월 10일 오후에 썰은 배추 120kg을 다시 넣고 25.40%(w/v) 포화염수로 절인 다음 염수를 3분간 배수하고 세척수를 연결하여 3분간 주입하고 6분간 상압으로 순환하여 세척하고 3분간 배수하였다. 서산공장의 세척수 압력은 옥상의 물탱크 높이에 의해 형성된 수압(또는 세척수 펌프의 용량)에 의해 3분 만에 세척탱크에 350L가 채워지고 6분을 상압으로 순환하여 세척한 다음 세척수 밸브를 잠그고 세척탱크 하부 밸브를 열어 3분 만에 탈수 하였다.

㉕ 시험결과

시험결과 절임배추의 외관이 양호하였고 짠맛도 적당하였다. 포화염수로 절이는 것 과 20%

염수로 절인 배추의 품질을 비교하기 위하여 각각의 절임배추로 막김치를 제조하고 서산공장의 상품 막김치를 대조구로 하여 막김치의 품질을 평가하였다

(3) 막김치 가압 연속 절임장치 상세 설계

본 과제에서는 막김치 품질을 균일화 하기위해 배추의 중륵 부분을 이용하여 막김치를 좁은 공간에서 짧은 시간에 절임할 수 있는 연속 가압 절임 장치를 개발하였으며, 배추 공급→염수 공급→염수 가압→염수배수→세척수 공급→세척→종균 공급→종균 배출→탈수→절임배추 배출의 순으로 공정이 이루어진다.

가압 연속 절임 기술은 절단배추를 원통형 절임용기에 넣고 절임기를 회전시켜 절임위치로 이동한다음 뚜껑을 닫고 염수를 공급하여 상부로 염수가 회수되면 밸브를 조작하여 염수에 의한 가압 절임이 되도록 하였으며, 절임이 완료되면 염수를 배수하고, 용기를 이동시켜 절임배추를 세척하고, 용기를 이동시켜 세척한 절임배추에 종균을 접종한 다음 쏟아내고 다시 절단배추를 담아 절이는 용기순환식 연속 절임 방식으로 개발하였다.

(4) 가압식 절임장치 절임 시험

시제품 시험: 막김치 가압 연속 절임기 현장적용을 위해 시제품을 사전에 제작하였으며 시제품으로 가압절임 시험을 진행하였다. 염수조건, 가압시간 등을 달리하여 진행한 결과, 포화염수로 압력 1.0~1.2kgf/cm², 3~6분 내에 절임이 가능하다는 결론을 확인하여 연속절임장치 본장치를 제작하였다.

절임 시험: 본 장치로 염수조건, 가압시간 등을 달리하여 시험한 결과, 23~25%의 염수에 압력 1.0~1.2kgf/cm², 절임시간 5분으로 목표염도(1.5~2.0%)에 도달하였고 김치로 제조하여 관능품질도 문제가 없음을 확인하였다. 가압식 절임장치를 사용할 경우 기존 batch식 절임조의 절임시간(16~20hr)과 비교해 절임시간을 현저히 단축시킬 수 있고 연속작업이 가능하므로 이후 양념 혼합·포장 등 이후 작업이 연속공정이 가능하므로 공정효율성을 향상시킬 수 있다.

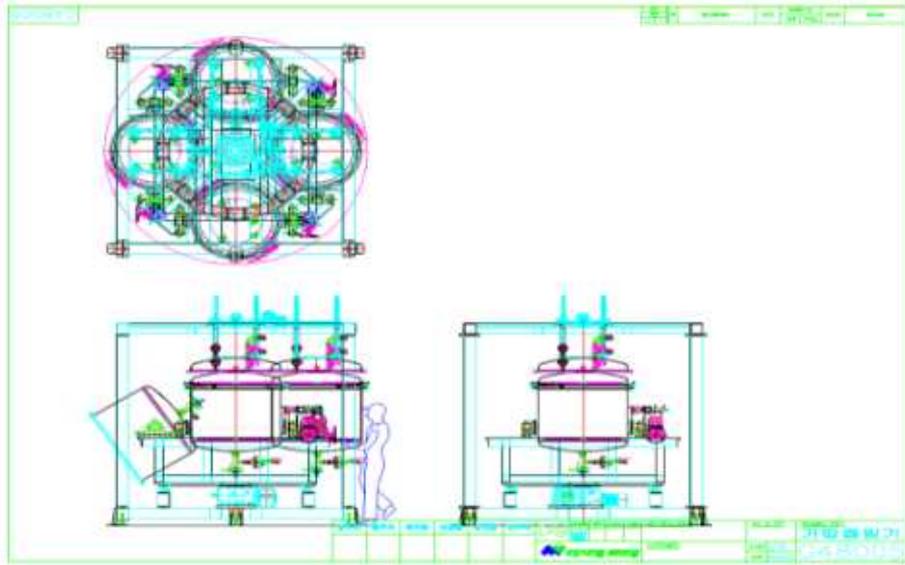


Fig. 2-62. 밀폐순환 가압 연속 절임기 상세설계

생산수율 및 추정 capacity: 절임수율은 90% 수준이며, 현재 설정된 투입기준으로 생산 시 막김치 생산capacity는 8hr 기준 5.1ton(막김치 양념비율 15% 가정). 향후 고염수 침지로 배추 투입량이 30% 증량된다는 가정 시 capa.는 일 6.6ton까지 향상시킬 수 있을 것으로 추정된다.

구분	배추	절단배추	절임배추
사진			
중량(kg)	200	150	135
수율(%)	100.0%	75.0%	67.5%

Fig. 2-64. 막김치 가압 연속 절임장치 생산수율 측정



Fig. 2-63. 막김치 가압 연속 절임장치 절임 시험

(5) 막김치 가압 연속 회전절임 장치 설계

막김치 가압 연속 절임장치의 절임조는 500L 규모의 원통용기 4개로 구성되고, 원통용기 하단에 배추의 이물질을 걸러내기 용이하도록 타공망을 가진 거름망, 하부에서 고농도 염수를 주입할 수 있는 염수 주입구, 절임염수의 배출이 용이하고 가압 상태를 유지할 수 있는 절임조 상부의 뚜껑, 뚜껑에 부착되어 염수를 조절하여 배출 하는 염수 배출구, 절임배추 배출이 용이하도록 구성된 지지대 및 쏘기장치로 구성하였다.

막김치 가압 연속 절임장치는 순환식(circuit-process)으로 구성하였으며 주어진 원주패도를 순환하는 복수개의 원통용기, 일정시간 이후 자동으로 순환할 수 있는 순환 방식 및 순환 장치, 일정패도를 순환하는 원통용기를 지지할 수 있는 복수개의 지지대, 일정 시간 이후 원통용기의 뚜껑을 개폐할 수 있는 개폐장치, 절임배추의 배출이 용이하도록 구성된 절임배추 쏘기장치로 하였다. 회전을 원활하게 하기위해 인텍스 드라이브를 적용하였고 테이블의 하중을 분산하기 위해 특수 베어링(ISB KOREA, SW-100-I)을 적용하였다. 뚜껑 업/다운을 원활하게 하기위

해 대책도 적용하였다. 상부 뚜껑에는 압력을 확인할 수 있는 압력 게이지와 압력 센서, 가압 염수 회수용 배관, 염수 드레인을 원활하게 하기 위한 흡입구 등을 부착하였다. 동체와 뚜껑 밀폐는 패킹부분에 에어를 공급하여 오링과 동패 표면의 표면력을 높였으며 가압시 뚜껑이 들리지 않도록 톱니형 클램프 구조를 적용하였다.

막김치 가압 연속 절입장치를 이용하여 설계한 순환식(circuit-process) 절입배추 제조공정은 아래 그림 2-65와 같으며 제조공정을 구성하는 기계장치는 컨베이어식 선형(line-process) 절입배추 제조공정과 유사하나, 원통용기 4개가 주어진 원주케도를 순환하면서 하나의 용기로 절단배추의 절입, 세척, 종균접종을 모두 수행 하고 다시 절입배추 투입공정으로 복귀하여 연속적으로 막김치를 생산하는 것이 특징이다. 이 방식은 종균이 접종된 절입배추를 양념 혼합기에 쏟아서 바로 막김치를 제조 할 수 있어서 잡균의 오염을 방지할 수 있다.

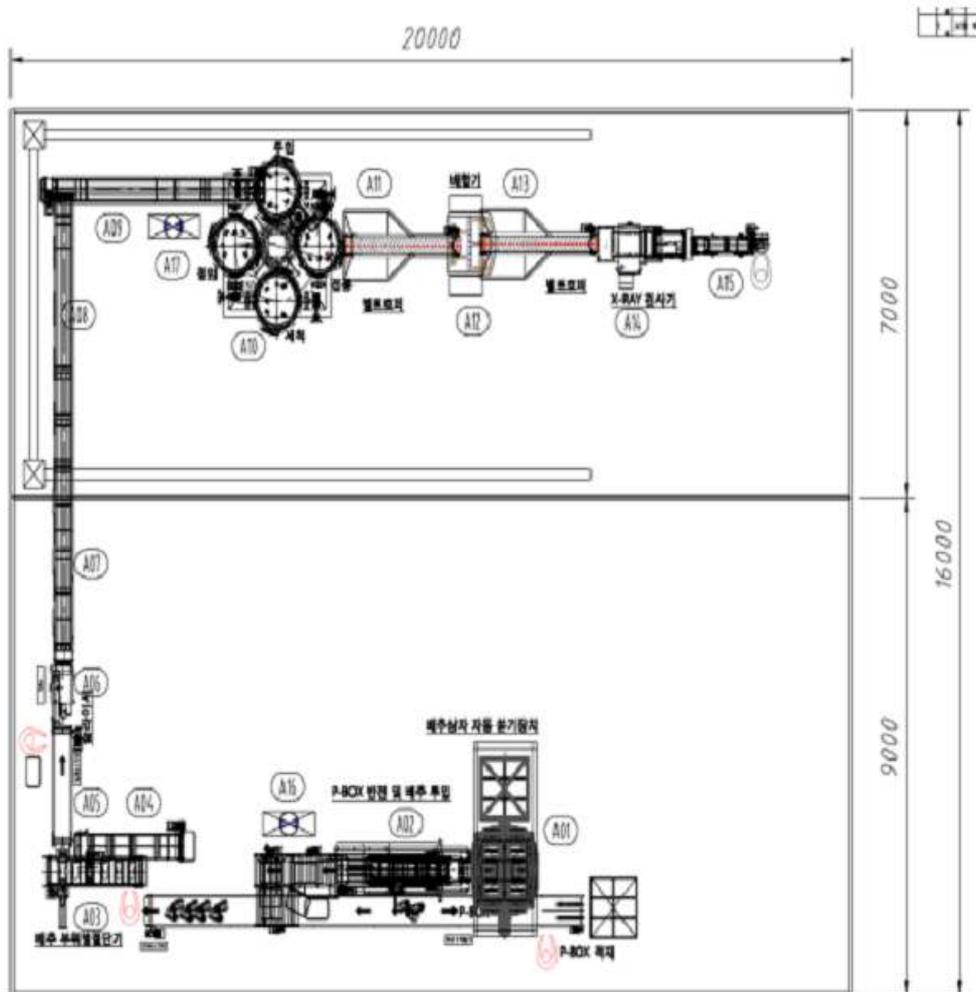


Fig. 2-65. 용기순환식 막김치 가압 연속 절입시스템 상세 설계도

(6) 개발기술의 경쟁사 기술과의 비교

개발 장치와 유사한 설비를 보유한 경쟁사 제품을 비교하면 절임속도, 품질(조직감) 측면에서 개발된 장치가 가장 성능이 우수하다. 또한, 절임 외에 세척, 탈수, 종균접종까지 1사이클로 구현할 수 있어 가장 진보적인 기술로 판단됩니다. 다만, 각 사이클마다 배관을 탈 부착하는 점과 탈수시간이 충분하지 않다는 점이 추가 해결해야 할 과제로 확인되었다. 현재 농림축산식품부 고부가가치기술개발사업으로 추진하는 후속과제(막김치 자동화 생산설비 규모화)에서 이 부분을 해결하고 규모화된 장치를 개발하고자 한다.

Table 2-18. 개발한 한성식품 막김치 가압절임 장치의 경쟁사 제품과의 비교

구분	그림	특성	장점	단점	비고
한국 (주)건식무역		공기가압 회전날개 2개 병렬(3,000L)	속성절임	30-60분 배추조직손상	-
일본 (주)미야마		공기가압 회전날개 6개 병렬(3,000L)	속성절임	30-60분 배추조직손상	-
한국 (주)CJ		공기가압 회전날개 2개 병렬(3,000L)	속성절임	30-60분 배추조직손상	-
한국 (주)한성 (개발설비)		염수순환가압 염수 재사용 4개 탱크회전(500L)	15분 절임 배추조직양호	공정불균형 배관탈부착	600kg/h

라. 연구개발 성과와 활용

막김치 가압 연속 절임장치는 특허등록과 기술실시 완료하였고 (주)한성 서산공장에 설치하여 활용되고 있다(막김치 자동제조시스템 및 막김치 제조방법, 등록번호: 101895746)

현재 (주)한성에 설치된 장치는 모델공장(Pilot) 규모로 현재 기준으로 생산 시 막김치 생산 capacity는 8hr 기준 5.1ton(막김치 양념비율 15% 가정)이다. 생산성 향상을 위해 절임 전 고염수 침지로 배추 투입량을 증량시키고 좀 더 규모화하여 경쟁력을 제고할 필요가 있다. 현재 농림축산식품부 고부가가치기술개발사업으로 “막김치 자동화 생산설비 규모화” 추진 중이며 이를 통해 시간당 2.5ton 규모의 막김치 연속생산 시스템을 개발하고 중소 김치업체(3개소)에 자동화 생산시스템 보급과 기술지원을 실시할 계획이다.

4. 막김치 연속 절임 세척 탈수 집중 기술 개발

가. 기술현황

막김치 제조기술은 배추를 썰어서 절이는 방식과 절이고 나서 썬는 방식으로 나뉜다. 전자는 막김치를 전문적으로 생산하는 업체에서 생산하는 방식으로 고갱이까지 모두 절단하여 이송하므로 이송과정에서 작은 쪼가리가 손실되어 기계장치에 끼이게 되고 수율이 낮아지는 문제가 있다. 후자는 절인 배추를 세척하고 정선할 때 상품은 절임배추로, 중품은 포기김치로 하고 하품을 썰어서 막김치로 만듦으로 막김치의 품질이 낮으며 심에 붙은 밑동부분의 중품은 손실되어 막김치의 수율이 포기김치보다 낮아진다.

막김치 생산 기계장치는 포기김치와 같이 다듬은 배추를 이절하고 염수에 절여서 세척하고 정선한 다음 일정 크기로 절단하는데 이 때 절단기의 칼날이 쉬 마모되고 무더져서 절임배추가 잘라지며 눌러 압상을 받고 이는 막김치의 품질저하로 이어진다. 위와 같은 방법에 이용되는 막김치 생산 장치는 단위 기계장치로써 개발되어 사용되고 있으나 연속공정이 아니고 절임시간도 15-18시간으로 길다. 배추를 썰어서 절이는 방식은 배추 전체를 일정 간격으로 절단하여 선별기로 작은 쪼가리를 여과 선별하고 절임통에 담아 누름판으로 누르고 염수를 부어 3-6시간 절인 다음 세척하고 탈수한 후 양념을 혼합한다. 최근 H사에서 막김치 생산 공정을 자동화 하였으나 넓은 공간에 개방형 염수 흐름식 절임방식이라서 공정은 연속식이나 공간이 많이 소요되고 낙하균의 오염이 우려된다.

국내에서 김치생산 자동화 연구를 하는 전문 연구기관은 세계김치연구소가 유일하며, 김치제조 업체 중에서는 C사에서 자체적으로 막김치 생산 자동화를 위한 연구를 하고 있고 D사는 포기김치 양념소넣기 자동화 장치를 연구하고 있으며 H사는 M사와 협력하여 진일보한 김치생산 자동화 공장을 건설하였다.

김치생산 기계장치에 대한 특허는 절임장치, 세척장치, 양념소넣기장치, 염수재사용장치 등이 출원되었으며, 이 중 일부는 현장에서 실용되고 있으나 많은 특허들이 아직 실질적인 생산기계장치로 구현되지 못하고 있다.

막김치에 대한 제조기술을 보유한 국가는 일본뿐이며 중국에서 생산되는 김치는 대부분이 포기김치다. 일본은 뛰어난 절임기술을 이용하여 일본식 막김치를 생산할 뿐만 아니라 기계기술을 적용하여 가압식 절임을 하고 있는 실정이다. 막김치 제조설비도 가압절임장치를 비롯하여 소포장 자동포장기술에 장점이 있다.

(1) 특허

김치의 제조공정 특성 상, 장시간 배추의 절임공정이 포함되는데 이 부분이 자동화 과정에서 선결해야하는 문제였다. 등록특허 1256804호에서는 기존의 염수침지 절임방법을 하지 않는 김치제조용 배추 절임기술을 제시하였다. 이는 기존의 염수침지 방식이 염수농도에 따라 8~48시간이 소비되는 반면 고농도 염수분사 절임방식을 통하여 2~6시간으로 절임시간을 단축하였다. 하지만 절임과정의 효율을 위해 고농도 염수의 온도를 60도 이상 상승시켜야하는 불편함은 개선하지 못하였다. 특허 1290419호에서는 배추 산지에서 김치공장으로 이동 중에 절임배추를 생산할 수 있는 이동식 절임배추 생산시스템을 제시하였으나 트레일러 3개를 1조로 구성하는 방법이 현재 배추 수송 수단에 적용하기 어려운 점이 있다. 자동화 기술에서는 가압방식을 이용한 채소 절임 장치들이 특허 1276622, 1320626호에 등록되어 있으며 기존 방식보다 빠르게 채소류를 절일 수 있는 장점이 있다. 또 김치원료 처리방법을 자동적으로 수행함으로써 생산성을 향상시킬 수 있는 방법이 특허 1753231호에, 김치 제조공정에서 사용되는 절임용 염수 또는 세척수의 세균을 살균하여 재사용하는 방법이 특허 1300655호에 기술되어있어 김치 자동화 생산공정에 많은 노력이 수행되고 있음을 알 수 있다. 김치를 담그는 공정을 연속으로 수행하는 것이 가능하며 저염김치(특허 1537635) 혹은 막김치(특허 1655883)를 대량으로 제조하는 것이 가능하게 하는 기술이 제시되었으나 마이크로파나 열풍장치를 이용하여 가열하는 방식으로 40분간 염수 침지식으로 절임배추를 처리하였다. 특허 1895746호에서 최초로 연속 자동화 순환공정으로 막김치를 좁은 공간에서 짧은 시간에 수행할 수 있는 기술이 제시되었다.

김치 종균에 관련한 특허로는 주로 김치로부터 분리한 유산균을 이용한 특성이 대다수이며 종균접종시스템에 관련한 것은 전무한 실정이다. 2006년에 포장김치의 제조방법 중 절임배추 발효 스타터로 류코노스톡 속 균주를 첨가하는 특허(0738277) 이후로, 김치 유래 유산균을 이용한 김치 제조 방법 특허(1302465, 1660847, 1836365)가 꾸준히 등록되었다.

Table 2-19. 막김치 절임 세척 접종 관련 특허 분석

번호	발명 명칭	특허권자	등록번호
1	저장성과 관능특성이 향상된 포장 김치의 제조방법	주식회사 포스코	KR100738277
2	이동식 절임배추 생산시스템 및 그 장치	한응수	KR101290419
3	염수 침지를 하지 않는 김치제조용 신규한 배추 절임방법	대상에프엔에프 주식회사	KR101256804
4	채소류를 단시간 내에 절임 및 숙성시키는 장치	건식무역(주)	KR101276622
5	염수 또는 세척수 살균 정화장치	(주)엠브로푸드	KR101300655
6	김치로부터 분리된 유산균 및 상기 유산균을 이용한 발효식품	조선대학교산학협력 단	KR101302465
7	채소류 절임장치	(주)명성	KR101320626
8	신속 배추절임 및 저염김치 제조 시스템	주식회사 이랩	KR101537635
9	신속 세절 막김치 제조시스템	주식회사 이랩	KR101655883
10	류코노스톡 메센테로이드 WiKim33 균주 및 이를 이용한 김치의 제조방법	한국식품연구원	KR101660847
11	김치원료 처리방법 및 이를 적용한 김치원료 처리시스템	한국식품연구원	KR101753231
12	류코노스톡 메센테로이드 WiKim32를 첨가한 김치 양념소 및 이를 이용한 김치의 제조방법	한국식품연구원	KR101836365

(2) 논문

현재 김치 자동화 생산에 관련되어 출간된 논문은 거의 없는 실정이다. 자동화에 필요한 배추 세척 단계의 연구로는, 배추의 미생물 저감화를 위해 물리적 처리방법인 배추즙 가열살균 방법과 고압 가열 추출하는 방법이 제시되었고 비가열 처리 방법으로 방사선조사, 자외선살균, 광펄스처리 등이 연구되었으나 초기투자비용이 많이 소요되어 현장에서 적용되기 어려운 점이 있다. 현장에서는 화학적 처리방법으로 염소계 살균제가 선호되고 있으나 염소 특유의 냄새가 나고 유기물과의 반응성이 높아 살균효과가 낮아지는 문제점이 있다.

종균의 선발은 김치용 종균 선발에 집중되어 종균을 접종하면 김치의 관능품질을 개선하고 품질유지기간을 연장하며 기능성을 부여할 수 있다고 하였으며, 이속균주를 혼합한 종균으로 김치의 품질을 1.5배 연장할 수 있었다는 연구결과가 있다. 종균의 산업적 생산을 위한 배추즙 배지의 개발과, 산업적 생산을 위한 배지제조방법 등이 개발되었으나 현장에서 배추즙을 활용한 유산균 배양은 적용하기 어려운 실정이다.

Table 2-20. 막김치 절입 세척 접종 관련 논문 분석

번호	연도	제목	학술지명
1	2006	Effect of ozone and gamma irradiation for eliminating the contaminated microorganisms in food materials for kimchi manufacturing	한국식품 영양과학회지
2	2012	식물성 배지에서 <i>Lactobacillus plantarum</i> 의 배양을 위한 배지 최적화	한국생물공학회
3	2013	페배추 추출물을 이용한 <i>Leuconostoc citreum</i> GR1 종균 배양용 최적 배지 및 배양 조건 개발	한국식품 영양과학회지
4	2015	Starter cultures for kimchi fermentation	J. Micorobiol. Biotechnol
5	2016	Study of the limitation standards setting of sterilization processing to vegetable juice contain barley sprout	Korea Acad-Ind
6	2016	Sterilization of rapeseed sprouts by intense pulsed light treatment	한국식품과학회지
7	2017	Development of cabbage juice medium for industrial production of <i>Leuconostoc mesenteroides</i> starter	J. Micorobiol. Biotechnol
8	2018	Microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salads in developing countries and potential solutions in the supply chain to control microbial pathogens	Food Control
9	2019	Mixed starter of <i>Lactococcus lactis</i> and <i>Leuconostoc citreum</i> for extending kimchi shelf-life	J. Microbiol

(3) 현장

현재 현장에서 제조되고 있는 종균김치는 동결건조된 종균분말을 양념에 섞어 접종하는 기술을 채택하고 있다.



Fig. 2-66. 현장에서 사용되는 종균 접종 기술

나. 연구개발 목표

절임배추에 종균을 시간당 600 kg 씩 10^7 CFU/g 수준으로 24시간 연속으로 접종하는 기술 개발

다. 연구개발 결과

(1) 막김치 연속 접종 기술 개발

절임 세척 탈수가 완료된 절임배추에 종균을 연속적으로 접종하는 기술을 실험실 규모로 개발하였다.

기술은 막김치 생산 공장에서 부산물로 나오는 배추겉잎을 세척하고 착즙하여 종균 배양용 배지로 활용하였다. 즉 종균을 김치공장 현장에서 배양하고 활력이 우수한 배양종균을 직접 절임배추에 순환시켜 접종하는 방법으로 개발하였다.

절임배추에 종균을 순환하여 접종하는 방법은 종균을 양념에 혼합하여 종균김치를 생산하는 방법에 비해 다음과 같은 장점이 있다.

첫째 종균을 고르게 실패 없이 접종할 수 있다. 김치의 주원료인 절임배추에 액상으로 순환시켜 접종하므로 종균이 절임배추에 고르게 접종되고 실패율도 낮아진다.

둘째 종균의 활력이 유지된다. 종균을 김치공장에서 직접 배양하여 바로 접종하므로 동결건조한 종균에 비해 활력이 우수하고 회수한 종균액에 추가적으로 종균배양액을 공급하므로 종균의 활력이 높게 유지된다.

셋째 종균김치 제조원가가 낮아진다. 동결건조된 종균분말을 구입하여 양념에 혼합하여 제조하는 방법은 종균분말의 가격이 kg당 250,000원으로 고가이어서 김치 1톤 생산에 1kg의 종균이 소요되므로 종균비용 250,000원이 추가적으로 발생하여 김치의 제조원가가 5-10% 상승한다. 그러나 종균을 김치공장에서 직접 배양하여 사용하면 종균비용이 김치 1톤당 20,000원으로 대폭 줄어든다.

(가) 배춧잎 세척 탈수 기술

김치공장에서 종균을 배양하기 위해서는 버려지는 배춧잎으로 종균배양배지를 만들 수 있어야 경제적이다. 지금까지의 배추즙 배지 제조방법은 배추즙을 고온고압으로 살균하고 접종하는 방식으로 고온가압설비가 필요하므로 저온을 유지해야 하는 김치공장에 부적합하다. 그래서 배추즙을 가열살균하지 않고 감균할 수 있는 방법을 연구하였고 그 방법으로 배춧잎을 유기산과 알코올 혼합 염수로 세척한 다음 착즙하는 기술을 개발하였다.

Table 2-21. 배춧잎 세척 방법 시험 설계

	표준수	알코올+구연산	알코올+소금	구연산+소금	알코올	구연산
배춧잎	3 kg	3 kg	3 kg	3 kg	3 kg	3 kg
세척액	30 L	30 L	30 L	30 L	30 L	30 L
알코올	6 L	6 L	6 L	-	6 L	-
구연산	300 g	300 g	-	300 g	-	300 g
소금	3,000 g	-	3,000 g	3,000 g	-	-
수돗물	21 L	24 L	21 L	27 L	24 L	30 L

Table 2-22. 세척액에 따른 배추즙 품질

세척액	염도 (%)	pH	총균수 (log CFU/g)	유산균수 (log CFU/g)
무세척	0.32	5.85	7.52	5.00
구연산+소금	1.60	4.40	4.55	3.40
알코올+소금	1.70	4.90	4.97	3.80
알코올+구연산	0.30	4.50	4.12	3.20
알코올+구연산+소금	1.68	4.56	3.27	3.00

배추 다듬기 공정에서 부산물로 나오는 배추 겉잎 중에서 마르거나 부패한 것을 제외한 겉잎을 물로 1회 세척하고 다시 에탄올과 구연산의 혼합 염수로 세척하고 탈수 하였다. 그리고 세척 전후의 미생물 수를 측정하여 세척효과를 조사하였다. 세척하고 탈수한 배춧잎의 수율은 60% 였다.

Table 2-23. 에탄올과 구연산으로 세척한 배춧잎의 미생물 변화

	봄배추		저장봄배추		고랭지배추	
	생배추	세척배추	생배추	세척배추	생배추	세척배추
일반세균(logCFU/ml)	7.05±0.07	4.99±0.12	7.52±0.12	5.46±0.08	7.08±0.18	4.50±0.01
유산균수(logCFU/ml)	5.17±0.12	3.70±0.07	5.00±0.12	4.00±0.07	3.81±0.03	1.92±0.08
염도(%)	-	-	0.32	1.68	0.22	1.78
pH	-	-	5.85	4.41	5.71	4.32

(나) 배춧잎 착즙 기술

세척하고 탈수한 배춧잎을 휴름 착즙기로 착즙하였다. 착즙 시 배추즙의 수율은 75%였다. 배추즙은 엽록소가 많아 진한 암록색이고 흐름성이 양호하였다.

(다) 배추즙 조정 기술

배추즙은 염도가 1.5-2.5%로 유산균 생육에 적합하였으나 pH가 4.0-4.5로 낮아서 유산균이 자라기에 부적합하므로 NaOH 용액으로 pH를 5.0-8.0으로 조정하였다. 효모추출물 등 몇 가지 영양소를 첨가하여 배양한 결과 첨가효과가 유의적이지 않아서 영양소는 추가하지 않았다.

(라) 배추즙에 유산균 배양 기술

세척한 배추즙의 일반세균수가 ml당 10만마리 이하였고 유산균수가 1만마리 이하였으므로 일반세균의 100배인 1천만마리가 되도록 유산종균을 접종하였다. 접종한 배지는 무균통에 담아 마개를 하고 4-25℃ 항온기에 24-72시간 정치하여 배양하였다.

(마) 절임배추에 유산종균 접종 기술

접종한 유산균이 1억마리 이상으로 자라면 종균액을 배양탱크에서 회수탱크로 이송한 다음 회수탱크와 접종탱크를 순환시켜 절임배추에 종균을 접종하였다. 접종은 접종탱크 내의 절임배추에 종균액을 채우고 1분간 접촉을 유지한 다음 다시 종균액은 회수탱크로 회수하고 99% 회수된 종균액에 배양한 종균액을 보충하여 다음 접종에 반복하여 사용하였다.

(2) 배춧잎의 미생물 저감화 기술 개발

(가) 서론

김치공장에서 부산물로 생산되는 배추 겉잎은 대부분은 쓰레기로 버려지고 있으나 이를 유산균 배양 배지로 이용하면 종균을 염가로 생산하고 폐기물 처리비용도 절감할 수 있다. 배추즙을 유산균 배양 배지로 사용하려면 접종한 유산균이 잘 자랄 수 있는 배지환경이 조성되어야 한다. 배추즙은 포도당을 비롯한 영양물질이 고르게 들어 있어 유산균 배양 배지로서의 기본조건을 갖추고 있으나, 배추 겉잎에는 토양 유래 이물질과 다양한 미생물이 오염되어 있어서 이들을 일정수준 이하로 감소시켜야 배지로 사용할 수 있다. 배추에 오염된 토양 등 이물질은 물로 세척하여 용이하게 제거할 수 있으나 오염된 미생물은 물리적 처리나 화학적 처리 단독으로 살균하기는 어렵다.

물리적 처리방법인 배추즙 가열살균 방법(Jeong 등, 2012)과 고압 가열추출 하는 방법(Moon 등, 2013)은 열 에너지가 소요되어 저온을 유지하는 김치공장에 적용하기 어렵고, 방사선조사(Lee & Cho, 2006), 자외선살균(Bang 등, 2016), 광펄스처리(Park 등, 2016) 등의 비가열 처리방법은 초기투자비용이 많이 소요되어 아직은 종균 배양 현장에서 적용되지 못하고 있다. 화학적 처리방법으로 염소계 살균제가 선호되고 있으나(Mir 등, 2018), 염소 특유의 냄새가 나고 유기물과의 반응성이 높아 살균효과가 낮아지는 문제가 있어서 대체제의 연구가 진행되었다(Pablos 등, 2018 and Park 등, 2012).

유기산은 과일과 채소에 널리 분포하며 살균효과가 있어 초산, 구연산, 젖산 등 60 여종이 식품첨가물공전에 등록되어 있는데, 유기산에 의해 증가된 수소이온이 미생물 세포막을 파괴하고 대사작용을 저해함으로써 생육을 저해하고 사멸시킨다. 대부분의 유기산은 풍미가 좋고 농도제한이 없어서 신선과채류의 미생물 저감 효과가 보고되었다(Park 등, 2004 and Park 등,

2013). 특히 구연산은 가격이 저렴하고 맛이 좋으며 농도제한이 없어서 신선채소 살균 목적의 첨가물로 사용하기 적합하다.

에탄올은 미생물 세포벽의 가교결합한 펩티도글리칸의 조합을 방해하고 그 결과 세포벽을 붕괴시켜 살균효과를 나타내는데(Ingram, 1981), 30% 이상의 농도에서는 단독으로 살균효과가 있으나 20% 이하에서는 다른 물질과 병용 처리하여야 효과가 있는 것으로 보고되었다(Jang 등, 2003). 특히 유기산, 에탄올과 소금을 복합처리 하면 생물막 형성 세균을 효과적으로 제어할 수 있다고 하였다(Lee 등, 2013).

소금은 삼투압을 높이고 수분활성도를 낮추어 미생물의 생존과 생육을 저해하고 사멸에 이르게 한다. 구체적으로는 탈수작용, 불가역적 원형질 분리, 효소 활성 저해, 염소 이온의 독성, 산소용해도 감소와 이산화탄소에 대한 감수성을 높이기 때문이다(Jang 등, 2003).

(나) 재료 및 방법

① 재료

본 연구에 사용한 배추는 광주 서부농수산물시장에서 구입한 가을 배추로 포기당 약 3.0 kg 중량인 것을 구입하였으며, 파쇄된 겉잎은 제거하고 푸른 겉잎을 포기당 10잎씩 떼어 시료로 사용하였다.

② 배춧잎 세척과 착즙

배춧잎 3.5-4.0kg을 세탁기(LG WF-KJ650, Korea)에 넣고 수돗물 20L에 구연산 300g(1%)을 에탄올 6L(20%)에 녹여 부은 다음 수돗물로 총 30L로 맞춰 저속으로 10분간 교반하여 세척하였다. 세척 후 3분간 원심 탈수 하여 물기를 제거하였다. 소금을 3000g(10%) 추가로 용해하여 그 첨가 효과를 시험하였고, 이물질은 먼저 수돗물로 10분간 세척한 다음 세척 효과 증가를 시험하였다. 또한 구연산의 양을 600g과 900g으로 늘리고 에탄올의 양을 4L와 2L로 줄여서 구연산과 에탄올의 미생물에 대한 감균 효과를 시험하였다.

세척 수율은 세척 전 배춧잎 무게와 세척 후 배춧잎 무게를 측정하여 백분율로 계산하였다. 탈수한 배춧잎을 착즙기(Hurom, HWS-SBF18, Korea)로 착즙하여 즙액을 회수하고 착즙 수율을 측정하였다. 착즙 수율은 착즙 전 배춧잎 무게와 착즙 후 배추즙 무게를 측정하여 백분율로 계산하였다. 총수율은 세척수율과 착즙수율을 곱하여 계산하였다.

③ 배추즙 보관

착즙한 배추즙을 상온에서 배지로 사용할 수 있는 기간을 조사하고자 배추즙을 20℃에서 8일간 보관하면서 염도, pH, 일반세균수와 유산균수의 변화를 측정하였다.

④ 염도 및 pH 측정

염도는 Morh법(AOAC 1990)으로 측정하였다. 착즙한 배추즙 1g을 100배로 희석한 후 10 mL을 취하여 2% potassium chromate(K₂CrO₄) 1 mL를 넣고 0.02 N AgNO₃ 로 적정하여 염도를 측정하였다. pH는 착즙한 배추즙의 여과액을 4겹의 거즈(Sterile gauze No. 3, Soosung, Yangsan, Korea)로 여과한 다음 pH meter(TitroLine easy, SI Analytics, Mainz, Germany)로 측정하였다.

$$\text{염도}(\%) = \frac{\text{소비된 AgNO}_3 \times 0.00117 \times \text{AgNO}_3\text{Factor} \times 10 \times \text{희석부피}(\text{mL})}{\text{시료 채취량}}$$

⑤ 일반세균수와 유산균수 측정

배추즙의 일반세균수는 PCA(plate count agar, Difco, Spark, MD, USA)를 사용하여 단계별로 희석한 시료를 pouring culture method로 접종한 후 37℃에서 48시간 배양하여 집락수를 계수하였다. 유산균수는 MRS(de Man, Rogosa and Sharpe agar, Difco, Detroit, MI, USA)를 사용하여 37℃에서 48시간 배양하여 집락수를 계수하였다. 검출된 일반세균과 유산균수는 로그로 나타냈다.

⑥ 통계처리

실험 결과는 Statistical Analysis System(SAS, Cary, NC, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였고, Duncan's multiple range test 방법으로 0.05% 수준에서 유의성을 분석하였다.

(다) 결과 및 고찰

① 배춧잎의 세척수율과 착즙수율

세척방법에 따른 배춧잎의 세척수율과 착즙수율은 표 2-24 및 표 2-25와 같다.

Table 2-24. 배춧잎의 세척 조건에 따른 배추즙 수율

세척 조건	세척 수율 (%)	착즙 수율 (%)	총 수율 (%)
CA1%+EtOH20% ¹⁾	76.75±1.13 ^b	78.96±1.10 ^b	60.60±0.86 ^b
CA1%+EtOH20%+NaC10% ²⁾	73.05±0.51 ^a	75.24±0.87 ^a	54.97±0.91 ^a
CA1%+EtOH20%+NaC10% aW ³⁾	73.49±0.80 ^a	75.41±0.92 ^a	55.42±0.35 ^a
CA1%+EtOH20%+NaC5% aW ⁴⁾	74.05±0.60 ^a	75.50±0.93 ^a	55.91±1.13 ^a

- 1) Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid and 20% ethanol solution.
- 2) Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid, 20% ethanol and 10% sodium chloride solution
- 3) Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid, 20% ethanol and 10% sodium chloride solution after washing with tap water
- 4) Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid, 20% ethanol and 5% sodium chloride solution after washing with tap water

a-bMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

Table 2-25. 배춧잎 세척 용액 내 구연산 농도 증가에 따른 배추즙 수율

세척 용액	세척 수율 (%)	착즙 수율 (%)	총 수율 (%)
CA1%+EtOH20% ¹⁾	76.54±0.52 ^a	80.65±0.88 ^a	61.73±0.32 ^a
CA2%+EtOH13% ²⁾	78.75±0.38 ^b	80.32±0.86 ^a	63.25±0.83 ^b
CA3%+EtOH7% ³⁾	80.82±0.18 ^c	79.32±0.67 ^a	64.11±0.49 ^b

- 1) Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid and 20% ethanol solution.
- 2) Washing kimchi cabbage leaves with 2% citric acid and 13% ethanol solution
- 3) Washing kimchi cabbage leaves with 3% citric acid and 7% ethanol solution

a-cMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

배춧잎의 세척수율은 구연산 1%-에탄올 20% 혼합용액(구연산-에탄올)으로 세척 시 76.75%였고 추가로 소금을 10% 첨가한 용액(구연산-에탄올-소금)으로 세척하면 73.05%로 낮아졌다. 착즙수율은 구연산-에탄올 용액으로 세척 시 78.96%였고 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 75.24%로 낮아졌다. 총수율은 구연산-에탄올 용액으로 세척 시 60.60%였고 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 54.97%로 조금 낮아졌다. 소금을 첨가하여 세척하면 배춧잎이 절여지면서 수분이 빠져나가므로 세척수율과 착즙수율이 모두 낮아진 것으로 보인다. 수율이 낮아지는 현

상은 배춧잎을 수돗물로 1회 세척하고 나서 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척한 경우에도 비슷하여 수율면에서는 소금을 첨가하지 않은 구연산-에탄올 용액으로 세척하는 것이 양호하였다.

구연산 농도를 높이고 에탄올 농도를 낮추어 세척한 경우 에탄올 농도가 20%에서 7%로 낮아짐에 따라 세척수율이 76.54%에서 80.82%로 증가하였는데 이는 에탄올에 의한 탈수작용이 억제되었기 때문으로 보인다. 착즙수율은 변화 없이 80% 수준이었고 전체수율은 세척수율의 영향으로 61.73%에서 64.11%로 증가하였다.

② 배추즙의 염도와 pH

세척방법에 따른 배추즙의 염도와 pH는 표 2-26 및 표 2-27과 같다.

Table 2-26. 배춧잎의 세척 조건에 따른 배추즙의 염도와 pH

세척 조건	염도 (%)	pH
CA1%+EtOH20%	0.30±0.02 ^a	3.99±0.36 ^b
CA1%+EtOH20%+NaC10%	1.67±0.03 ^b	4.32±0.07 ^c
CA1%+EtOH20%+NaC10% aW	3.27±0.03 ^d	3.82±0.04 ^a
CA1%+EtOH20%+NaC5% aW	1.86±0.04 ^c	3.95±0.03 ^b

Abbreviations are the same as in Table 31

a-dMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

Table 2-27. 배춧잎 세척 용액 조성에 따른 배추즙 염도와 pH

세척 용액	염도 (%)	pH
CA1%+EtOH20%	0.25±0.01 ^a	3.82±0.03 ^c
CA2%+EtOH13%	0.25±0.00 ^a	3.27±0.01 ^b
CA3%+EtOH7%	0.26±0.00 ^a	2.98±0.03 ^a

Abbreviations are the same as in Table 32

a-cMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

생배춧잎을 착즙한 배추즙의 염도는 0.23±0.05%였고 구연산-에탄올 용액으로 세척한 배춧잎을 착즙한 배추즙의 염도는 0.30%였으며 소금을 10% 첨가하여 세척하면 1.67%로 높아졌다. 물로 1회 세척 후 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 염도가 3.27%로 크게 높아졌는데, 이는 물 세척 시 교반 물살에 의해 배춧잎이 일부 깨어지면서 깨어진 부분으로 소금이 빠르게 침투하였기 때문이다. 그래서 세척수의 소금 농도를 5%로 낮춘 결과 배추즙의 염도는 1.86%로 낮아져 유산균 배양에 적합하였다.

생배춧잎을 착즙한 배추즙의 pH는 5.75 ± 0.10 이었고 구연산-에탄올 용액으로 세척한 배춧잎을 착즙한 배추즙의 pH는 3.99였으며 소금을 10% 첨가하여 세척하면 4.32로 더 높아졌다. 물로 1회 세척 후 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 3.82로 낮아졌다가 소금의 농도를 5%로 낮추면 3.95로 다시 높아졌다.

구연산 농도를 높이고 에탄올 농도를 낮추어 세척한 결과 염도는 0.25%로 변화가 없었고, pH는 구연산의 농도가 높아짐에 따라 3.82에서 2.98로 크게 감소하였다. 배추즙이 강한 산성으로 변화하여 pH가 유산균의 배양에 적합하지 않았으나 다른 미생물의 생육도 억제되므로 배추즙을 상온에 단기간 보관하기에 적합하였다. 상온 보관한 배추즙은 사용시에 pH를 중성으로 조정하여 유산균 배양 배지로 사용하기에는 오히려 편리할 수 있을 것이다.

③ 배추즙의 일반세균수와 유산균수

세척방법에 따른 배추즙의 미생물수는 표 2-28과 같다.

Table 2-28. 배춧잎의 세척 조건에 따른 배추즙의 총균수와 유산균수

세척 조건	총균수	유산균수
CA1%+EtOH20%	3.91 ± 0.21^b	1.65 ± 0.05^a
CA1%+EtOH20%+NaCl10%l	4.03 ± 0.08^b	1.98 ± 0.12^b
CA1%+EtOH20%+NaCl10%l aW	3.41 ± 0.03^a	2.12 ± 0.17^b
CA1%+EtOH20%+NaC5% aW	3.45 ± 0.11^a	2.13 ± 0.08^b

Abbreviations are the same as in Table 31

a-bMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test($p < 0.05$)

생배춧잎의 일반세균수는 $\log 6.53 \pm 0.72$ 였는데 구연산-에탄올 용액으로 세척한 배춧잎은 $\log 3.91 \pm 0.21$ 로서 2.62 log CFU/g 감소하였다. 절단 고춧잎에 차아염소산수를 200ppm농도로 1분간 처리한 결과 총세균수가 1.0 log CFU/g 감균되었다(Allende 등, 2009)는 보고와 비교하면 구연산 1%와 에탄올 20% 혼합용액으로 세척한 것이 살균효과가 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 배춧잎에서 구연산-에탄올 용액의 세척효과는 같은 세척 조건의 적채썩에서 일반세균이 5.30 log CFU/g 낮아졌다는 효과(Cho & Park, 2012)보다는 조금 낮게 나타났다.

구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 일반세균수는 $\log 4.03 \pm 0.08$ 로 오히려 높아졌는데 이는 에탄올과 소금의 병용 처리 시 살균 시너지 효과가 높았다는 보고(Jang 등, 2003 and Lee 등, 2013)와 다른 결과이다. 그러나 물로 1회 세척 후 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 $\log 3.41 \pm 0.03$ 로 더 낮아졌는데, 이는 물로 1차 세척 시 이물질이 일부 제거되고, 배춧잎이 교

반 물살로 일부 깨어지면서 그 부분으로 소금이 침투하여 소금의 미생물 살균효과가 증가된 것으로 보인다. 그리고 수돗물로 1차 세척하고 구연산-에탄올-소금 용액으로 2차 세척한 결과 일반세균수가 0.62 log CFU/g 낮아지는 효과가 있었다. 그러나 계면활성제를 첨가하여 1차 교반 세척하고 미세기포 발생장치에서 2차로 5분간 세척하면 나룩풀(basil)의 세균수가 2-3 log CFU/g 감소했다는 보고(Klintham 등, 2018)만큼의 효과가 배춧잎의 2단 세척에는 나타나지 않았다.

생배춧잎의 유산균수는 log 4.40±0.48 이었는데 구연산-에탄올 용액으로 세척한 배춧잎은 log 1.65±0.05로 2.75 log CFU/g 감소하였다. 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 log 1.98±0.12로 높아졌고 물로 1회 세척 후 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 log 2.12±0.17로 더 높아졌다. 이는 물 세척 시 배춧잎이 일부 깨어지면서 소금이 배추조직으로 침투하여 일반세균은 살균이 촉진되었으나 내염성이 있는 유산균은 낮은 소금 농도에서 덜 감균되었기 때문으로 보인다. 그리고 에탄올 20% 농도에서 5분간 단독 처리하면 살균효과가 없었으나 10% 소금과 병용 처리하면 *B. cereus*의 생육이 크게 저해되었다(Jang 등, 2003 and Lee 등, 2013)는 보고와는 다르게 배춧잎에서는 소금의 유산균 감균효과가 크지 않았다. 이는 배춧잎에는 *B. cereus* 외에 유산균을 포함한 다양한 야생균들이 존재하기 때문으로 보인다.

구연산 농도를 높이고 에탄올 농도를 낮추어 세척한 결과는 표 2-29와 같이 일반세균수는 log 4.44±0.02에서 log 3.69±0.01로 더 낮아졌고, 유산균수도 log 2.15±0.03에서 log 2.01±0.48로 낮아졌는데 이는 구연산의 살균효과가 농도 의존적으로 증가하였기 때문이다. 이러한 현상은 절단 고춧잎에 구연산을 0.6% 농도로 1분간 처리하면 총세균수가 1.0 log CFU/g 정도 낮아졌으나(Allende 등, 2009), 양상추에 1.0% 농도로 5분간 처리하면 총세균수가 1.4 log CFU/g 정도 낮아졌고(Francis and O'Beirne, 2002), 대장균은 3.1 log CFU/g 가 낮아졌으며(Akbas and Olmez, 2007), 양상추에 유기산과 초음파를 병용 처리한 결과 병원성세균이 2-3 log CFU/g 낮아졌다는 보고(Sagong 등, 2011)와 같은 경향이였다. 그리고 시금치 잎을 구연산 1% 용액에 5분간 침지한 결과 *E. coli* O157:H7이 1.5 log CFU/g 낮아졌고, 40°C에서 5분간 침지하면 2.3 log CFU/g 낮아졌다(Huang & Chen, 2011)는 보고에 의하면 세척 온도를 상온보다 높게 하면 살균효과를 높일 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 유기산 농도를 1%에서 2%로 높이면 양상추에서 병원성 세균이 더 많이 감균되었다는 보고(Sagong 등, 2011)와도 같은 경향이였다.

Table 2-29. 배춧잎 세척 용액 조성에 따른 배추즙의 총균수와 유산균수

세척 용액	총균수	유산균수
CA1%+EtOH20%	4.44±0.02 ^c	2.15±0.03 ^a
CA2%+EtOH13%	4.22±0.11 ^b	2.32±0.02 ^a
CA3%+EtOH7%	3.69±0.01 ^a	2.01±0.48 ^a

Abbreviations are the same as in Table 32

a-cMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

구연산 1%, 에탄올 20%, 소금 10% 용액으로 10분간 처리하여 생물막 형성 B. cereus를 7 log CFU/g 감균 했다는 보고(Lee 등, 2013)와는 다르게, 배춧잎을 소금의 첨가 없이 구연산 농도를 3%로 높이고 에탄올 농도를 7%로 낮추어 10분간 세척함으로써 일반세균수를 log 6.53 CFU/g에서 log 3.69 CFU/g으로 2.84 log CFU/g 감균시키고, 유산균수를 log 4.40 CFU/g에서 log 2.01 CFU/g으로 2.39 log CFU/g 낮출 수 있었다.

④ 배추즙 상온 보관

배추즙을 상온에 8일간 보관하면서 염도, pH, 일반세균수와 유산균수를 측정한 결과는 표 2-30과 같다. 염도는 1.68%로 변화가 없었고, pH는 초기 3.85±0.00에서 저장 8일차에 3.32±0.00로 조금 감소하였다. 일반세균수는 초기 2.64±0.06 log CFU/g에서 저장 8일차에 2.57±0.05 log CFU/g로 유지되었고 유산균수는 초기 2.46±0.05 log CFU/g에서 2.57±0.01 log CFU/g으로 거의 변화가 없었다. 배춧잎을 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하여 착즙한 배추즙은 상온에서 8일간 보관하는 동안 pH와 미생물수의 변화가 거의 없어서 유산균 배양 배지로 사용하기에 적합하였다.

Table 2-30. 상온 저장 중 배추즙의 pH, 총균수 및 유산균수의 변화

저장일	0	2	4	6	8
pH	3.85±0.00 ^b	3.84±0.00 ^b	3.83±0.00 ^b	3.33±0.00 ^a	3.32±0.00 ^a
총균수	2.64±0.06 ^b	2.29±0.02 ^a	2.53±0.04 ^b	2.26±0.02 ^a	2.57±0.05 ^b
유산균수	2.46±0.05 ^c	1.90±0.03 ^a	2.32±0.03 ^b	2.23±0.02 ^b	2.57±0.01 ^c

a-cMeans with different small letter in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

(3) 비살균 무침가 배추즙에서의 유산균 배양 특성

(가) 서론

김치공장의 부산물로 버려지는 배추 겉잎을 이용하여 유산균을 배양하면 종균의 생산비용을 절감할 수 있고, 폐기물 처리비용도 줄일 수 있다(Moon 등, 2013; Jeong 등, 2017).

배추즙은 포도당을 비롯한 영양물질이 고르게 들어 있어 유산균 배양 배지의 조건을 갖추고 있으나, 영양소를 추가로 보충하거나 배춧잎에 오염된 미생물을 살균하는데 상당한 비용이 수반된다.

지금까지는 MRS배지를 대체할 유산균 배양 배지로 여러 가지 영양소를 조합하여 최적의 유산균 배양 배지를 개발하는 연구(Kim 등, 2004; Handong University, 2013)와 배추즙을 기본으로 하여 영양소를 추가하려는 연구(Park과 Jeon, 2002; Korea Food Research Institute, 2013)에 집중되었고, 버섯추출물이나(Zhao 등, 2016) 콩 가수분해물을 기본으로 한 배지(Park 등, 2013) 등이 연구되었다. 이들은 모두 배지를 가열하거나(Korea Food Research Institute, 2013) 막여과하여(Lactomason, 2017) 살균하므로 가열취가 발생하거나 제조공정이 추가되므로 김치공장에 직접 적용하는 데에 한계가 있다. 김치에 접종할 종균을 배양하기 위해서는 접종한 균을 우점종으로 배양할 수 있으면 가열살균이 필요 없는 저비용 기술의 적용이 가능하므로 배춧잎을 구연산, 에탄올, 소금 용액으로 세척하여 배추즙의 초기 미생물수를 낮추는 배지 제조방법이 보고되었다(Han과 Yang, 2019).

또한 유산균의 균체 생산량을 극대화하기 위하여 다양한 영양소를 첨가하는 방법들(Lactomason, 2017; Daesang F&F, 2008)이 연구되었으나 유산균 배양액을 직접 절임배추에 접촉시켜 접종한다면 균체의 농도가 높지 않아도 접종이 가능하므로 배추즙에 영양소를 추가하지 않는 경제적인 배양방법도 가능하다.

이번 연구에서는 종균김치를 생산하는 김치공장 내부에서 종균을 자체 생산하여 사용하는 방법을 개발하고자 가열살균하지 않은 배추즙에 영양소를 추가하지 않고 유산균을 배양하는 방법을 연구하였다.

(나) 재료 및 방법

① 배추와 배추즙

배추는 2018년 10월에 광주 서부농수산물시장에서 구입하여 비가식부를 제거한 다음 외부의 푸른 겉잎을 포기당 5잎씩 떼어서 시료로 사용하였다. 배추즙은 배추겉잎을 에탄올 20%와 구연산 1% 수용액으로 세탁기에서 10분간 교반 세척한 다음 10분간 중력탈수하고 마쇄 착즙하였다(Han과 Yang, 2019).

② 배추즙의 성분분석

배추즙의 조단백질, 조지방, 탄수화물, 포도당, 무기질과 비타민은 식품의 기준 및 규격 (Korea Food and Drug Administration, 2019)에 따라 분석하였고, 초산, 구연산, 사과산은 WIKIM-SOP-C002(World Institute of Kimchi, 2012)에 따라 분석하였다.

③ 유산균과 배양

시험에 사용한 유산균은 세계김치연구소에서 배양하여 동결건조한 한 *Leuconostoc mesenteroides* WiKim32 균으로 균의 농도는 g당 9.62 log CFU 범위였다. 착즙 냉동 배추즙을 해동하여 얻은 배추즙은 pH가 3.71로 산성이었으므로 1 M NaOH로 pH를 조정하였고 염도는 정제염으로 염도 1.5%로 조정하였으며, 500 mL 플라스크에 100 mL씩 분취하여 유산균을 0.1% 접종하고 알루미늄 호일로 덮어 정온배양기에서 정치 배양하였다.

④ 배양액 pH

배양액의 pH는 배양액에 직접 pH meter(TitroLine easy, SI Analytics, Mainz, Germany)를 넣어 측정하였다.

⑤ 유산균수 측정

유산균수는 MRS(de Man, Rogosa and Sharpe agar, Difco, Detroit, MI, USA)를 사용하여 37°C에서 48시간 배양하여 나타난 집락수를 계수하였다.

⑥ 통계처리

실험 결과는 Statistical Analysis System(SAS, Cary, NC, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였고, Duncan's multiple range test 방법으로 P<0.05 수준에서 유의성을 분석하였다.

(다) 결과 및 고찰

① 배추즙의 성분특성

대한민국 배추의 일반적인 성분특성은 식품성분표(Rural Development Agency, 2018)를 바탕으로 계절별 배추의 평균을 구한 결과 표 2-31과 같다. 일반성분은 수분 94.8%, 단백질 1.25%, 지방 0.05%, 회분 0.66%, 탄수화물 3.20%였고 이중 당이 1.75%, 섬유소가 1.4%였다, 주요 무기질은 칼륨 258mg%, 칼슘 52mg%, 인 40mg%, 마그네슘 13mg%, 나트륨 9mg% 였고, 주요 비타민은 아스코르빈산 15.16mg%, 니아신 0.416mg%, 베타카로텐 0.146mg%, 리보플라빈 0.052mg%, 엽산 0.034mg%로 무기물과 비타민이 다양하고 풍부하게 들어 있었다.

Table 2-31. 배추와 배추 겉잎 착즙액의 성분 구성

성분	단백질	지방	탄수화물	당	칼슘	마그네슘	인	칼륨	나트륨	아스코르브산
	g%				mg%					
배추	1.25	0.05	3.20	1.75	52	13	40	258	9	15.2
배추즙	1.02	0.00	2.78	1.36	194	28	54	622	20	37.4

Revised from Korean Food Composition Table 9th revision. <http://koreanfood.rda.go.kr>

배추의 겉잎을 세척 탈수하고 착즙한 배추즙의 일반성분은 단백질 1.02%, 지방 0.00%, 탄수화물 2.78%였고 이중 포도당이 1.36%로 평균배추의 일반성분보다 낮았고, 포도당만 검출되어 과당과 맥아당도 검출되었다는 보고(Moon 등, 2013)와 차이가 있었다. 그리고 유기산으로 초산, 구연산, 사과산이 각각 45.3mg%, 15.5mg%, 8.5mg% 검출되었다. 그러나 비타민과 무기질은 각각 아스코르빈산 37.4mg%, 칼륨 622mg%, 칼슘 194mg%, 인 54mg%, 마그네슘 28mg%, 나트륨 20mg%로 평균배추의 함량보다 평균 2.38배(1.34-3.73) 높아서 배추의 겉잎이 배추 전체의 평균보다 일반성분의 함량은 적으나 비타민과 무기질은 풍부함을 확인하였다.

② 초기 pH의 영향

배추즙의 초기 pH를 중성과 약산성으로 조정하여 5°C에서 유산균을 배양한 결과 표 2-32에서 보듯이 중성(pH7.0)에서는 빠르게 성장하여 배양 5일에 8.60 log CFU/mL로 증식하였고, 약산성(pH4.5)에서는 느리게 성장하여 배양 15일에 8.37 log CFU/mL로 증식하였다. 그러나 구연산과 에탄올로 세척하여 착즙한 배추즙 배지는 pH가 3.61로 낮아서 배양 15일에 겨우 5.08 log CFU/mL로 증식하였고 21일까지도 유산균이 1 mL 당 10만마리 이하로 거의 증식하지 못하였다.

Table 2-32. 비살균 무첨가 배추즙의 유산균 배양에서 pH의 영향 (5°C)

배양시간(일)		0	5	9	13	15	19	21
대조구	pH	3.61	3.77	3.65	3.59	3.45	3.45	3.45
	LAB	3.49±0.20 ^a	4.43±0.19 ^a	4.49±0.20 ^a	4.92±0.13 ^a	5.08±0.07 ^a	4.69±0.12 ^a	4.48±0.07 ^a
pH 4.5	pH	4.54	4.59	4.55	4.47	4.26	4.14	4.03
	LAB	7.27±0.03 ^b	7.24±0.02 ^b	7.55±0.09 ^b	7.84±0.12 ^b	8.37±0.05 ^b	8.34±0.18 ^b	8.18±0.11 ^b
pH 7.0	pH	7.29	4.70	4.49	4.28	4.08	4.08	4.04
	LAB	7.87±0.13 ^c	8.60±0.00 ^c	8.62±0.04 ^c	8.36±0.32 ^c	8.43±0.14 ^b	8.12±0.10 ^b	8.34±0.01 ^c

Log CFU/mL

a-cMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

배추즙에 효모추출물을 1% 첨가하면 표 2-33과 같이 유산균의 성장속도는 무첨가보다 약간 느렸으나 유산균의 농도는 중성에서 15일차에 10억마리 이상으로 증식하였고 배양 21일까지 1 mL 당 1억마리 이상으로 더 높게 유지되었다. 이는 유산균배양용 배추즙 배지에 질소원과 염 혼합물을 첨가하여 *Leuconostoc citreum* GR1을 30°C에서 24시간 배양하여 9.87 log CFU/mL의 균체농도로 얻은 결과(Moon 등, 2013)보다는 조금 낮은 결과였다.

Table 2-33. 효모추출물을 첨가한 비살균 배추즙의 유산균 배양에서 초기 pH의 영향 (5°C)

배양시간(일)		0	5	9	13	15	19	21
pH 4.5	pH	4.47	4.54	4.49	4.43	4.30	4.25	4.22
	LAB	7.37±0.04 ^a	7.32±0.10 ^a	7.43±0.10 ^a	7.80±0.17 ^a	7.85±0.10 ^a	8.26±0.15 ^a	8.25±0.15 ^a
pH 7.0	pH	6.90	5.49	4.87	4.51	4.33	4.26	4.27
	LAB	7.85±0.05 ^b	8.32±0.00 ^b	8.74±0.03 ^b	8.98±0.20 ^b	9.06±0.10 ^b	8.69±0.04 ^b	8.63±0.04 ^b

Log CFU/mL

a-cMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

초기 pH를 중성으로 조정한 배양액의 pH는 약산성으로 조정된 배양액보다 초기에는 더 빠르게 낮아졌으나 21일차에는 비슷하였고, 효모추출물을 1% 첨가하면 초기 pH의 조정과 관계 없이 무첨가구보다 느리게 낮아졌다. 이는 김치유래 유산균을 배추즙에 질소원과 염혼합물을 첨가하여 pH 5.5-6.8에서 배양한 결과 pH의 영향이 크지 않았다는 보고(Moon 등, 2013)와 유사하였고, 배추즙 70% 희석액에 sucrose 0.5%, yeast extract 1%, soy peptone 1%를 첨가하여 *Leuconostoc mesenteroides* 종균을 9.16 log CFU/mL의 농도로 배양할 때 pH가 5.5에서 4.0으로 낮아졌다는 보고(Jeong 등, 2017)와 유사하였다.

③ 배양액의 pH조정 효과

배추즙에 효모추출물을 1% 첨가한 다음 초기 pH를 6.0으로 조정하여 5°C에서 배양한 결과 표 2-34에서 보듯이 유산균이 배양 3일차에 1 mL 당 1억마리 이상으로, 6일차에 10억마리 이상으로 증식하여 pH 무조정구와 유의적인 차이가 없었으나, 그 후로는 유의적으로 차이가 있어서 무조정구에서는 1 mL 당 1억마리 수준으로 감소하였으나 pH를 6.0으로 조정된 구에서는 유산균수가 배양 20일차까지 1 mL 당 10억마리 이상을 유지하였다.

Table 2-34. 비살균 배추즙의 유산균 배양에서 pH 조절 효과 (5°C)

배양시간(일)		0	3	6	10	12	15	18	20
N	pH	6.03	5.62	4.48	4.25	4.23	4.14	4.12	4.22
	LAB	6.96±0.04 ^a	8.12±0.21 ^a	9.12±0.05 ^a	8.43±0.07 ^a	8.44±0.08 ^a	8.51±0.03 ^a	8.00±0.02 ^a	8.01±0.06 ^a
A	pH	6.03	5.56	4.41	5.08	5.79	5.51	5.33	5.79
	LAB	6.87±0.04 ^a	8.15±0.10 ^a	9.20±0.25 ^a	9.07±0.14 ^b	9.25±0.04 ^b	9.17±0.09 ^b	9.03±0.07 ^b	9.20±0.05 ^b

N: not adjust pH, A: adjust pH to 6.0 with 1M NaOH

Log CFU/mL

a-cMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

배양액의 pH는 무조정구에서는 초기 6.03에서 3일차에 5.62, 6일차에 4.48로 낮아져 그 후 4.2 수준을 유지하였고, 배양액의 pH가 5.5 이하로 낮아지면 1M NaOH를 넣어 pH 6.0으로 조정하면서 배양한 조정구에서는 6일차에 4.41로 낮아져 6.0으로 조정하였고 10일차에 다시 5.08로 낮아져 6.0으로 조정하였으며, 그 후에는 서서히 낮아져 18일차에 5.33으로 낮아졌다. 이는 배추즙 배지에 영양소를 첨가하고 pH를 6.8로 조정하면서 20시간 배양하여 유산균수를 10.06 log CFU/mL로 배양(Moon 등, 2013)한 것보다는 낮았으나 비살균 무첨가 배추즙으로 유산균수를 1 mL 당 10억마리 이상으로 20일 이상 유지할 수 있는 배양 방법이었다.

④ 배추즙 추가효과

영양소로 탄소원, 질소원, 무기질, 비타민을 추가하지 않고 배추즙만을 추가로 공급하면서 유산균을 배양한 결과는 표 2-35와 같다. 배추즙 100 mL에 유산균을 0.1% 첨가하여 25°C에서 배양하면서 매일 배추즙을 25 mL씩 추가하고 pH를 6.0으로 조정한 결과 배양 1일차에 1 mL 당 10억마리 이상으로 빠르게 증가했다가 2일차부터 감소하여 3일차에 1억마리 이하로 감소하였다. 그리고 배추즙을 50 mL씩 추가하여 배양하면 배양 2일차까지 10억마리 이상으로 증가했다가 3일차에 1억마리 이하로 낮아졌다. 배양온도 25°C의 배양조건에서 배추즙을 추가하지 않으면 1일차에 10억마리 가까이 증식했다가 그 후 빠르게 감소했지만 배추즙을 추가하면 10억마리 이상으로 증식하였고 유산균수가 2일차까지 10억마리 이상으로 유지되었다.

Table 2-35. 비살균 무첨가 배추즙의 유산균 배양에서 배추즙 첨가에 따른 효과 (25℃)

배양시간(일)		0	1	2	3	4
0 mL	pH	6.10	6.08	6.01	6.03	-
	LAB	6.85±0.03 ^a	8.98±0.20 ^a	8.81±0.03 ^a	7.81±0.03 ^a	7.89±0.08 ^a
25 mL	pH	6.10	6.03	6.05	6.09	-
	LAB	6.85±0.03 ^a	9.16±0.01 ^a	9.00±0.04 ^b	7.87±0.03 ^a	8.10±0.02 ^b
50 mL	pH	6.10	6.06	5.99	6.14	-
	LAB	6.85±0.03 ^a	9.09±0.14 ^a	9.37±0.07 ^c	7.89±0.19 ^a	7.90±0.05 ^a

Log CFU/mL

a-cMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

그리고 GABA(gamma-aminobutyric acid)를 생산하기 위한 방법으로 *Lactobacillus brevis*의 유가식 배양 조건을 32℃, pH 5.0, glutamate 초기농도 400mM에서 12시간 간격으로 glutamate를 1.5mol과 1.2mol씩 추가하여 36시간 배양한 결과 GABA를 1005mM 농도로 생산하여(Li 등, 2010), 유가식 배양이 대사산물 생산에 효과적임을 보고하였다.

그러나 유가식 배양 3일차에는 pH는 6.0 이상으로 조정되었지만 유산균수는 1억마리 이하로 감소하였다. 이는 영양소는 적정하게 공급되었지만 pH를 6.0으로 조정하는 과정에서 배지에 Na이온이 증가되었기 때문으로 생각된다. Joe 등은 김치유산균의 생산성을 높이기 위하여 반복 유가식 배양 방법으로 22시간 배양 후 배양액 500 mL를 빼내고 농축배지 500 mL를 공급하여 32시간에 건체량 15.17 g/L를 얻었는데, 36시간 후부터는 고염농도의 영향으로 성장이 감소되었다는 보고(Jeo 등, 2005)와 유사하였다.

위의 결과는 유산균을 유가식으로 배양하면 비살균 무첨가 배추즙을 일정량씩 추가하는 것으로 유산균을 1 mL 당 10억마리 이상으로 배양할 수 있으나 NaOH 첨가량을 줄이는 것이 바람직함을 시사하는 것이다.

⑤ 김치공장 조건에서의 유산균 배양

배양한 유산균을 김치종균으로 사용하기 위하여 김치공장의 배양여건을 고려하여 배양온도를 20℃, 종균접종량을 0.1%, 배추즙 첨가량을 매일 100 mL씩 추가하고, pH를 약산성(pH 5.0/5.5)으로 조정하여 배양 시험한 결과는 표 2-36과 같다.

Table 2-36. 비살균 무첨가 배추즙의 유산균 배양에서 pH 조절 및 배추즙 첨가효과 (20℃)

배양시간(일)		0	1	2	3	4
대조구	pH	5.01	4.81	4.67	4.41	4.40
	LAB	7.17±0.04 ^a	7.70±0.02 ^a	8.88±0.02 ^a	8.74±0.01 ^a	8.57±0.08 ^a
5.0 조절	pH	5.01	4.88	4.66	4.45	4.50
	LAB	7.17±0.04 ^a	7.73±0.03 ^a	8.87±0.00 ^a	8.78±0.11 ^a	8.87±0.07 ^b
5.5 조절	pH	5.57	4.91	4.57	4.67	4.96
	LAB	7.29±0.07 ^a	8.32±0.05 ^b	9.06±0.05 ^b	8.92±0.01 ^b	8.88±0.05 ^b

Log CFU/mL

a-cMeans with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

초기 pH를 5.01로 조정하여 접종 배양하면 유산균수는 배양 2일차에 8.88 log CFU/mL로 높아졌는데, 이는 25℃, pH 6.0 배양 조건보다는 느리고 낮게 성장한 결과이나 배양 4일차까지 1억마리 이상을 유지하였다. 또한 pH를 매일 5.0으로 조정하면서 배양하면 유산균수가 pH 무조정구와 배양 3일차까지 유의적 차이가 없었고 4일차에야 유의적으로 높았다. 그러나 pH를 5.5로 조정하면서 배양하면 배양 초기부터 유산균수가 유의적으로 높아서 1일차에 1억마리 이상, 2일차에 10억마리 이상으로 증식하였고 4일차까지 8.88 log CFU/mL 이상으로 유지되었다.

배양액의 pH는 초기 pH를 5.01로 조정하여 접종 배양하면 지속적으로 낮아져 4일차에 4.40으로 감소하였고, 1M NaOH로 매일 5.0으로 조정한 처리구도 무조정구와 유사하게 낮아져 pH 조정의 효과가 작았다. 그러나 pH를 매일 5.5로 조정한 처리구는 1일간 배양한 후의 pH도 더 높게 유지되었고 유산균수도 유의적으로 높아서 pH 조정 효과가 인정되었다.

⑥ 고찰

종균이나 프리바이오틱스를 생산하기 위한 유산균 배양 연구가 균주의 선발, 배지의 조성, 유산균의 배양조건, 배지의 살균조건 등으로 전개되었다.

종균의 선발은 김치용 종균 선발에 집중되어 종균을 접종하면 김치의 관능품질을 개선하고 품질유지기간을 연장하며 기능성을 부여할 수 있다고 하였으며(Lee 등, 2015), 이속균주를 혼합한 종균으로 김치의 품질을 1.5배 연장할 수 있었다고 보고하였다(Kim 등, 2019). 그리고 구미에서는 과일과 채소를 유산발효시켜 영양소와 생리활성물질 생산에 활용하였고(Axelle 등, 2018), 과채발효에 적합한 유산균 혼합균주를 선발하는 기준을 제시하였다(Cagno 등, 2013).

배지의 조성 연구는 단일성분을 혼합하여 최적의 배지를 개발하려는 연구로 MRS 배지를 대체할 유산균 배양용 배지를 통계적 방법으로 연구하여 glucose(20 g/L), yeast extract(12.5 g/L), sodium acetate trihydrate(6.12 g/L), potassium phosphate(42.55 g/L), dibasic ammonium citrate(4.12 g/L)의 조성으로 *Leuconostoc citreum* 배양용 최적배지를 개발하였고

(Kim 등, 2004), *Leuconostoc mesenteroides* 대수증식을 위한 배지를 single omission 방법으로 연구하여 glutamine, methionine, valine, nicotinic acid를 필수영양소로, 8종의 아미노산과 5종의 비타민을 보조영양소로 선정하였다(Kim 등, 2012). 한편 배추즙에 영양소를 첨가하여 배지를 개발하려는 연구로는 배추를 한약추출기로 121℃에서 15분간 가열추출하고 여기에 질소원과 염혼합물을 첨가하여 *Leuconostoc citreum* GR1에 최적화된 배지를 개발하였고(Moon 등, 2013), 배추즙 70% 희석액에 sucrose 0.5%, yeast extract 1%, soy peptone 1%, ark shell powder 1.5%를 첨가하여 *Leuconostoc mesenteroides* 종균의 산업적 생산을 위한 배추즙 배지를 개발하였으며(Jeong 등, 2012), 계속된 연구로 유산균의 산업적 생산을 위한 배지제조방법을 개발하였다(Handong University, 2013; Jeong 등, 2017). 그리고 배추즙 배지 외에 유산균 배양을 위한 간단하고 저렴한 범용성 배지를 버섯추출물 200 g/L, sodium acetate 5 g/L, riboflavin 0.5 mg/L로 개발하였고(Zhao 등, 2016), 발아시켜 껍질을 벗긴 콩을 10배 가수하여 분쇄하고 121℃에서 15분간 멸균하여 유산균 배양용 식용배지를 개발하였다(Park 등, 2013). 이들은 모두 영양소를 추가하고 가열 살균하므로 비용이 추가로 소요된다.

유산균의 배양조건으로 Joe 등은 김치유산균의 생산성을 높이기 위하여 반복 유가식 배양 방법으로 22시간 배양 후 배양액 500 mL를 빼내고 농축배지 500 mL를 공급하여 32시간에 건체량 15.17 g/L를 얻었는데 36시간 후부터는 고염농도의 영향으로 유산균의 성장이 감소되었다고 보고하였다(Jeo 등, 2005). 그리고 GABA(gamma-aminobutyric acid)를 생산하기 위한 *Lactobacillus brevis*의 유가식 배양조건으로 glutamate 초기농도 400 mM에서 12시간 간격으로 glutamate를 1.5 mol과 1.2mol씩 추가하여 32℃에서 pH 5.0으로 36시간 배양한 결과 GABA를 1005 mM 농도로 생산하여 유가식 배양이 유산균체 생산과 대사산물 생산에 효과적임을 보고하였다(Li 등, 2010).

한편 과채류를 발효시킨 유산균음료 연구로 Yoon 등(2006)은 양배추즙에 *Lactobacillus plantarum*을 접종하여 30℃에서 48시간 배양하면 9 log CFU/mL 농도로 증식되었고, 초기 pH 5.0-5.8에서 72시간 배양 후 pH가 3.4-3.6으로 낮아졌으며, 이를 4℃에서 4주간 저장하여도 유산균수가 7 log CFU/mL 이상으로 유지되었다고 보고하였다. 그리고 Savard와 Champagne (2017)은 당근, 양배추, 양파 혼합 채소즙을 유산균으로 발효시킬 때 pH 완충제로 구연산소다를 첨가하여 초기 pH를 7.0-5.8로 조정하면 배양 80일까지 pH 4.0 이상으로 유지되었고, 150mM 첨가하면 당대사를 2.8배 증대시키고 유산균을 2.3배 높게 배양하여 배양액의 품질을 장기간 유지할 수 있었다고 보고하였다. 이들 결과는 영양소를 추가하지 않고 유산균을 배양할 수 있고 pH를 조정하여 유산균 발효를 촉진할 수 있음을 보여준 것이다.

배지의 살균은 121℃에서 15분간 가열살균하는 방법(Korea Food Research Institute, 2013) 과 막여과하는 방법(Lactomason, 2017) 등이 있고, 가열살균이나 막여과 없이 배춧잎을 세척하

여 감균하고 착즙하는 방법이 보고되었다(Han 과 Yang, 2019).

이번 연구는 김치공장에서 종균을 경제성 있게 생산하기 위하여 비살균 무침가 배추즙으로 유산균을 고농도로 배양할 수 있음을 보여주었다.

(4) 막김치 연속 접종 장치 개발

(가) 막김치 종균 접종 공정

종균배양과 접종은 배춧잎 세척, 착즙, 배추즙에 종균접종, 배양, 종균배양액을 절임배추에 접종하는 공정으로 구성되고 각 단계별 미생물 수의 변화는 그림 2-68과 같다.

(나) 종균접종 시스템 구성

막김치에 김치종균을 접종하는 시스템은 배춧잎 세척기, 착즙기, 종균배양탱크, 종균회수탱크와 종균접종탱크로 구성된다.

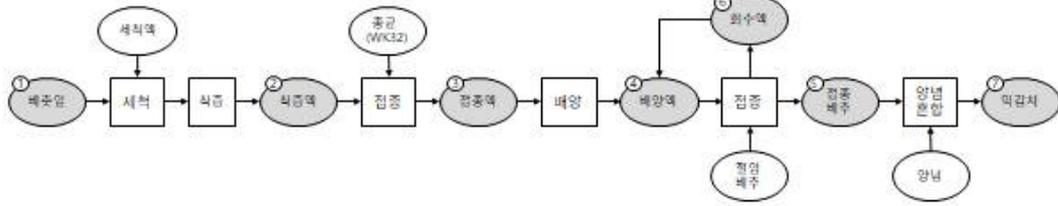


Fig. 2-67. 막김치 종균접종 시스템 구성

(다) 연속 종균 접종 장치 구성

절임배추에 종균액을 순환시켜 접종하고 남은 종균액은 99% 회수되는데 종균액을 회수하면 절임배추에 남아 있던 미생물이 종균액에 오염될 수 있어서 종균회수탱크와 종균배양탱크를 분리하고, 배양탱크에서 고농도로 배양된 종균액을 회수탱크에 보충하여 반복사용하면서 배양탱크의 오염을 방지하였다.

종균 접종 시스템 공정도



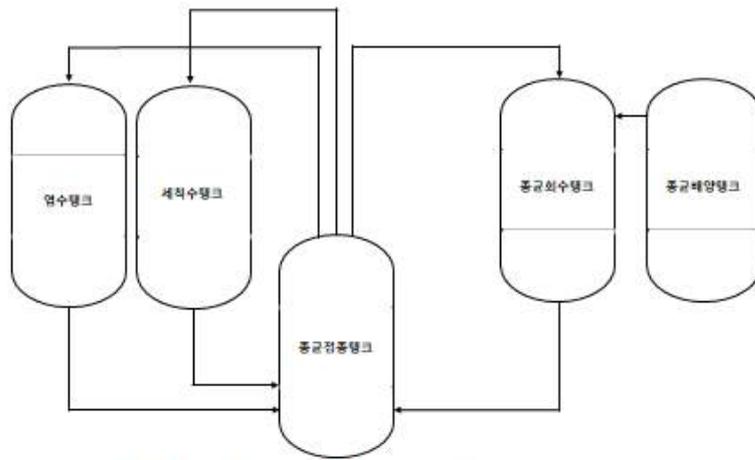
공정별 미생물 변화

단위: logCFU/ml

	①배추잎	②착즙액	③접종액	④배양액	⑤접종배추	⑥회수액	⑦막김치*
일반세균	7.05±0.07	4.99±0.12	7.00±0.01	8.80±0.11	7.52±0.05	8.25±0.15	8.16±0.17
유산균	5.17±0.12	3.70±0.07	7.16±0.05	8.89±0.03	7.53±0.06	8.30±0.03	8.05±0.22

* 20회시 접종, 접종 후 1일

Fig. 2-68. 종균접종 시스템 공정 설계와 공정별 미생물수



<절임배추에 김치종균을 접종하는 장치 구성>

Fig. 2-69. 절임배추에 종균을 접종하는 시스템 구성

(5) 종균 접종 시스템 개발

앞서 연구했던 내용들은 모두 김치종균 접종시스템을 개발하기 위한 선행연구라 해도 과언이 아니다. 현재 김치 제조 단계에 있어서 종균 접종은 원하는 종균을 사서 양념에 넣고 절임 배추와 버무리는 것이 전부라 할 수 있다. 이에 본 연구과제에서는 현재 수행되고 있는 일반적인 종균 김치의 제조방식에서 벗어나 좀 더 효율적이고 저렴한 종균 접종 방식을 고안하고자 하였다.

(가) 절임 살균시스템 및 그 방법

종균 접종 기술에 앞서 목적하는 특정 미생물을 우점적으로 발효시키기 위해 재료를 절임 살균하는 시스템을 개발 및 특허로 등록하였다. 종래 기술의 경우, 김치의 세척 및 절임단계는 통상적으로 절임에 미리 고정된 부피의 절임수를 이용하여 미생물의 살균이 효율적으로 이루어지기에 어려운 문제가 발생해왔다. 일례로 한국등록특허 1276622호는 채소류를 단 시간 내에 절임 및 숙성시키는 장치에 관한 것으로 절임탱크에 배추를 넣고 뚜껑을 밀폐한 다음 염수를 주입하여 절임탱크 내에서 염수를 순환시키는 기술을 제시하고 있다. 동 기술의 경우에도 절임 탱크에 특정된 미리 고정된 절임수를 이용하여 시간이 지남에 따라 살균 기능이 낮아짐으로써 미생물의 살균이 효율적으로 이루어지기에는 한계가 있다. 또 다른 종래기술로 한국등록특허 1300655호는 염수 또는 세척수 살균 정화장치에 대한 것으로 배추의 절임에 이용되는 염수를 필터와 오존을 이용하여 정화·살균하는 기술에 대한 것으로 배추를 절이는 공정은 본 선행기술에서 제외되어 있으며 배추를 절인 후 염수를 살균 및 정화하는 것으로 국한되어, 이 역시 절임 과정에서 발생할 수 있는 살균력의 저하를 최소화 할 수 있는 기술구성이 제시되어 있지 않다. 따라서 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 염수 또는 세척수를 오존으로 살균하는 재처리챔버, 재처리챔버와 연결되며 오존의 농도를 정확하게 조정하기 위한 오존조정챔버, 재처리챔버와 오존조정챔버에 오존을 공급하는 오존발생기, 오존발생기로부터 발생된 오존을 상기 재처리챔버 및 오존조정챔버로 공급하고 공급을 조정하기 위한 2-way 밸브, 오존발생기와 연결되며 오존 가스를 상기 재처리챔버 또는 오존조정챔버로 주입시 미세기포가 발생되도록 하는 미세기포장치, 상기 오존조정챔버에서 정확한 오존 농도로 조정된 염수 또는 세척수가 유입되는 유입구, 내부에 소정의 내용물을 저장할 수 있는 공간, 염수 및 세척수가 배출되는 배출구를 포함하는 작업 챔버를 포함하여 구성된 순환 가능한 세척, 살균, 절임 공정을 수행하는 기술을 개발하였다. 본 기술에 따른 절임 살균시스템은 염수농도 30%, 염수온도 40도, 작업 챔버 내압 0.1 Mpa에서 염도 2%로 절임에 20분 이하가 소요되는 것이 특징이다.

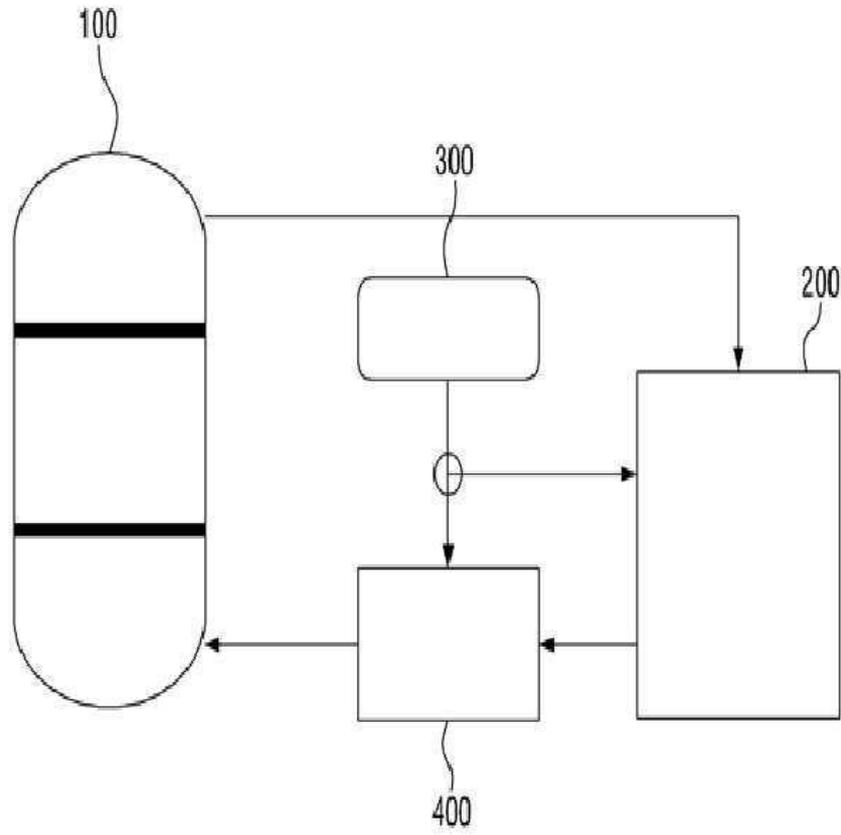


Fig. 2-70. 절입 살균시스템의 오존처리 개념 설계

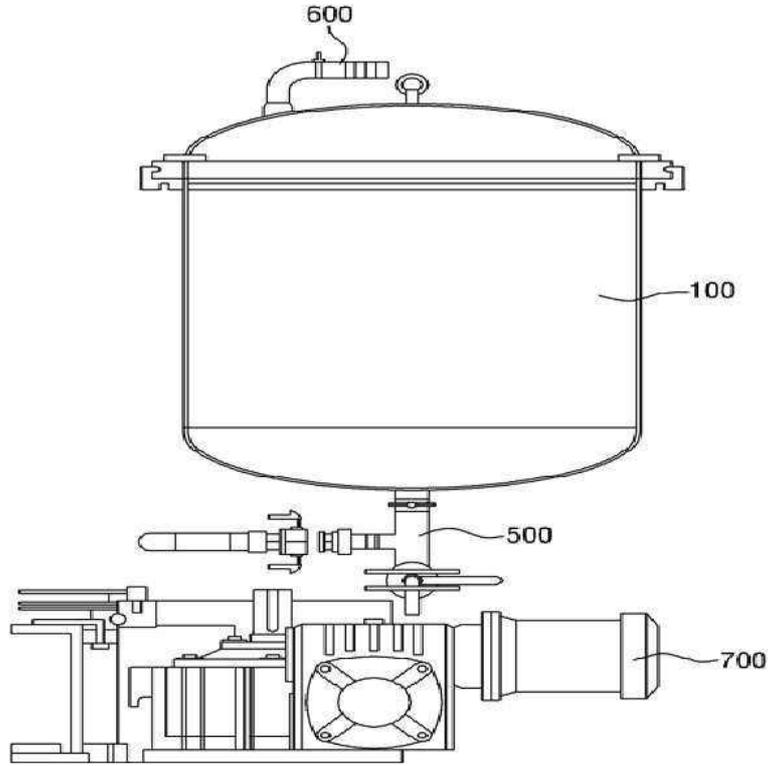


Fig. 2-71. 종균접종용 배추 절입용기

(나) 김치종균접종시스템 및 이의 접종방법

종균 배양액을 양념에 접종하는 기존의 방식에서 벗어나, 짧은 시간에 많은 양의 종균을 접종할 수 있는 액상 순환 방식의 김치종균접종 시스템을 개발 및 특허로 등록하였다. 종래 기술의 경우 김치의 접종은 배양된 김치 종균을 양념에 혼합한 다음 절입배추에 상기 양념을 혼합하여 이루어졌다. 이 경우 양념에 혼합되는 종균이 농축되거나 제형화가 이루어져야 하며 종균과 혼합되기 이전에 양념을 살균해야 하는 문제가 있고 김치공장에서 종균을 구입해서 보관해야 하는 번거로움이 지적되어 왔다. 또한, 종균을 접종하기 위해서는 배추 및 무 등 절입대상물의 세척과 절입이 필수임에도 불구하고 세척공정 및 절입공정이 별도로 구성되어, 일관화된 공정과 비교하여 공정시간이 길어지고 복잡해지는 문제가 있었다. 일례로, 한국공개특허 제 2006-0046388호는 저장성과 관능특성이 향상된 포장 김치의 제조방법에 대한 것으로, 배추와 양념을 각각 발효시키면서 절인 배추를 미리발효시켜 락토바실러스균을 살균 시킬 때 스타터로 류코노스톡 속 균주를 첨가하고, 발효시킨 배추를 물 세척과 차아염소산나트륨으로 처리하여 살균하도록 구성되어 있다. 상기 선행기술에서는 김치제조용 양념은 배추와 별도로 발효 및 건조시켜 균을 제거하고 건조양념과 배추 발효 단계에서 얻은 살균발효수를 혼합하여 제조한 다대기 양념과 발효배추를 혼합하여 김치가 제조되도록 구성되어있다. 또 다른 종래기술로는 한국등록특허 제1300655호로, 염수 또는 세척수 살균 정화장치에 대한 것으로 종균 접종 과정에서 필수적인 세척 및 절입에 이용되는 세척수와 염수를 살균, 정화하여 재이용할 수 있는 장

치에 대한 것이다. 상기의 종래 기술에서 알 수 있듯이, 김치 종균을 양념에 혼합하여 접종이 이루어질 경우, 상기의 선행기술에서와 같이 종균과 혼합되기 이전에 양념을 살균해야 하고 배추와 양념을 각각 발효해야 하며 양념을 살균하는 공정이 어렵고 복잡해질 수 있다. 또한, 세척, 절임, 종균접종이 일체화되지 못하고, 개별 공정으로 구성되어 공정이 복잡해지는 단점이 있어왔다.

상기의 문제점을 해결하기 위하여 개발된 본 기술에 따른 김치종균접종시스템은 염수, 세척수, 종균액의 유입구 및 배출구를 구비하고, 내부에 소정의 내용물을 내장할 수 있는 종균접종 챔버 ; 상기 종균접종챔버에 소정 농도의 오존이 용존된 염수를 공급하는 염수챔버 ; 상기 종균접종챔버에 소정 농도의 오존이 용존된 세척수를 공급하는 세척수챔버 ; 상기 종균접종챔버에 소정 농도의 종균액을 공급하는 종균챔버 ; 상기 염수챔버 및 세척수챔버에 오존을 공급하는 오존발생기 ; 상기 오존발생기와 연결되며, 오존 가스를 상기 염수챔버 및 세척수챔버로 주입시 미세기포가 발생되도록 하는 미세기포발생장치를 포함하여 구성될 수 있다. 여기에서 상기 염수챔버의 염수의 농도는 3 내지 30% 인 것을 특징으로 하며 상기 염수챔버 및 세척수챔버의 오존의 농도는 1 내지 10 ppm 인 것을 특징으로 하고 염수농도 30%, 오존 농도 10 ppm, 분당 염수 유량 100리터에서 시간 20분 내에 절임배추의 총균수를 g 당 10,000 마리 이하인 것을 특징으로 한다. 또한 오존 농도 10 ppm, 분당 세척수 유량 100리터에서 시간 20분 내에 절임배추의 총균수를 g 당 1,000 마리 이하인 것을 특징으로 하며, 절임 배추에 종균 농도 g당 1천만 마리의 종균액의 시간당 유량 100리터에서 종균 4.5×10^6 cfu/g 접종시 3분 이하가 소요되는 것을 특징으로 한다.

종균접종방법은 오존발생기로부터 생성된 오존을 가압시켜 염수챔버에 공급하여 오존미세기포를 생성시키는 염수챔버 오존미세기포 생성 단계 ; 상기 염수챔버의 염수를 종균접종챔버에 공급하여 종균접종챔버 내부의 내용물을 절이고 살균하는 절임살균 단계 ; 오존발생기로부터 생성된 오존을 가압시켜 세척수챔버에 공급하여 오존미세기포를 생성시키는 세척수챔버 오존미세기포 생성 단계 ; 상기 세척수챔버의 세척수를 종균접종챔버에 공급하여 종균접종챔버 내부의 내용물을 세척하고, 살균하는 세척살균 단계 ; 종균챔버로부터 농도 g당 1만마리 내지 1억마리의 종균접종액을 종균접종챔버로 공급하는 종균접종 단계를 포함하여 구성된다. 여기에서 상기 절임 단계에서 소정의 시간 동안 염수가 상기 종균접종챔버와 염수챔버 사이를 순환하는 것을 특징으로 하며 상기 세척살균 단계에서 소정의 시간 동안 세척수가 상기 종균접종챔버와 세척수챔버 사이를 순환하는 것을 특징으로 하고, 상기 종균접종 단계에서 소정의 시간 동안 종균액이 상기 종균접종챔버와 종균챔버사이를 순환하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 김치종균접종시스템 및 이의 접종방법은 순환 이송이 가능한 액상의 종균액을 이용하여 양념을 통하지 않고 배추 및 무 등 절임대상물에 직접 종균을 접종하여 절임과

종균 접종을 간단하고 빠른 시간 내에 실행할 수 있는 효과가 있다. 또한, 세척, 절입, 종균을 일체화하여 1개의 단일화된 시스템에서 접종을 연속으로 수행하여 접종 시간을 단축하면서, 오염 등의 품질관리가 용이한 효과가 있다. 또한, 본 발명에 따른 김치종균접종시스템은 세척 및 절입 공정에서도 상기의 순환 방식을 적용하여, 세척수챔버와 종균접종챔버, 염수챔버와 종균접종챔버간의 순환 회로를 구성하여 세척과 절입을 빠른 시간 내에 수행할 수 있는 효과가 있다.

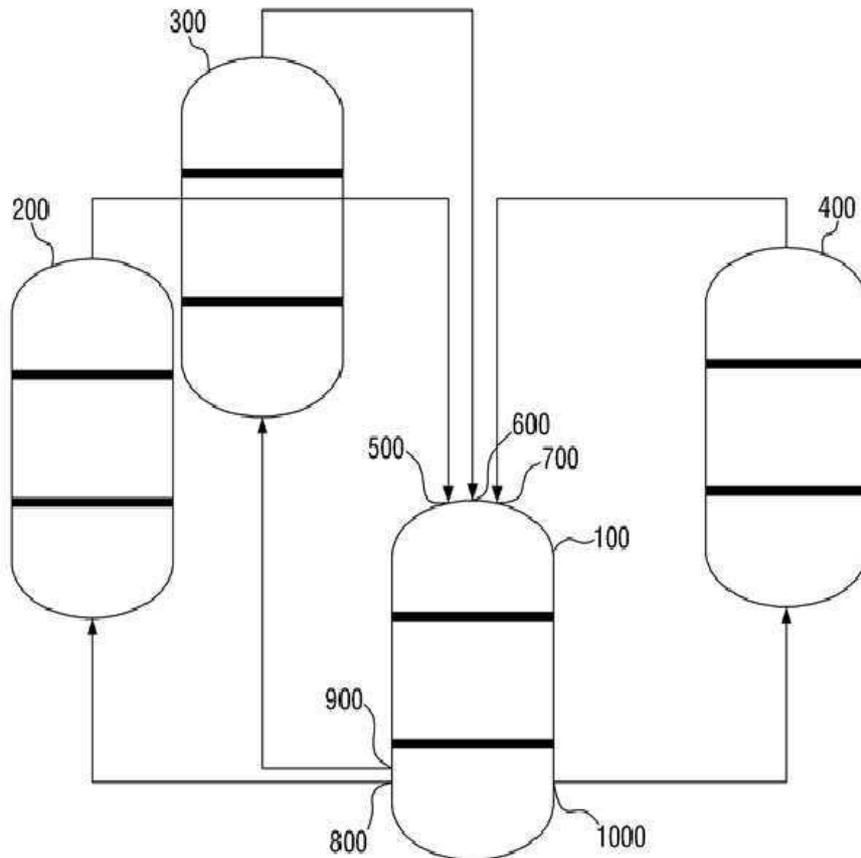


Fig. 2-72. 김치종균접종시스템의 구성도.

(100: 종균접종챔버, 200: 염수챔버, 300: 세척수챔버, 400: 종균챔버,
500: 염수 유입구, 600: 세척수 유입구, 700: 종균액 유입구, 800: 염수
배출구, 900: 세척수 배출구, 1000: 종균액 배출구)

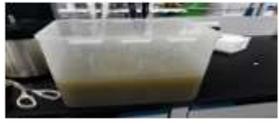
(다) 배추 길이를 이용한 종균 배양 시스템

① 종균 배양 시스템 공정 설계

600 L 순환탱크의 종균접종액 손실률을 1회당 1%라 판단하여, 24시간 공정에 총 24.24 kg의 추가 종균배양액이 필요하다 보았다. 실험결과 약 24 kg의 배추즙 배양액을 얻으려면 배춧잎 50 kg이 필요하다. 50 kg의 배춧잎을 17 kg 용량의 세탁기로 세척 시, 3회에 걸쳐 세척 단계를 수행하게 된다. 사용된 세척액은 세척액 탱크로 회수되어 재사용되며, 세척이 끝난 배추의 무

계는 40 kg로 예상된다. 시간당 40 kg의 속도로 착즙할 수 있는 착즙기에 세척 배추를 넣으면 약 4:6의 비율로 고형물 16 kg, 배추즙 24 kg을 얻을 수 있을 것이다. 약 24 kg의 배추즙에 1% 접종을 위한 종균 240 g을 첨가하여 종균 배양탱크에서 종균을 배양하며, 제작된 종균 배양액은 매일 순환탱크로 보충된다.

Table 2-37. 종균 배양 시스템 공정도 설계

공정도	사진	기계 장치	용량/h	사양	조작조건
배춧잎 ↓			50kg		
세척수 → 세척액 → ↑ 회수 ←		세척조 세척액 탱크 (교반)	17kg/회	모델명: TS22BV	*빠른 세탁 *스테인레스로 위생
세척 배추			40kg		
착즙		착즙기	40kg/h	*750×1750×1250 전원: 380V 용량: 300kg/h *760×1900×H1,440 전원: 380V 용량: 400kg/h *전원: 220V 용량: 300kg/h	*정소용이
고형물 (16 kg) ← ↓ 즙액 ↓			24kg	고형물 40%, 즙액 60%	
종균 (240g) →		배양기	200L	*640×H620 전원: 380V 교반 모터 상온	
↓ 배양액 ↓			24.24kg	종균 1% 집중	
↓ 순환		순환 탱크	600L	*930×H970 전원: 380V 교반 모터 상온	

② 배추즙 유산균 배양 시험

㉠ 절임배추 종균 반복접종 시험

정선, 절단, 절임, 세척, 탈수의 연속적인 과정으로 절임배추를 제조하였다. 정선 후 절단과정에서 일정한 크기(3 cm)로 절단하여 포화염수에 30분 동안 절임한 후 흐르는 물에 3회 세척 후 5분 동안 자연탈수하였다.

동결건조된 WiKim32 균주의 유산균수를 확인하고 멸균수로 희석하여 종균액(10^6 , 10^7)을 제조하였다. 종균액 1 L에 절임배추 800 g을 0, 1, 3, 5, 7 분간 침지 후 종균액의 유산균수를 측정하였다. 또한 침지된 절임배추를 3분간 탈수하여 절임배추의 미생물 수를 확인하였다. 위와 같은 과정을 20회 반복하였다.



Fig. 2-73. 배추의 절임, 세척, 탈수, 착즙 과정

Table 2-38. 분말종균과 절임배추의 유산균수

	종균(WiKim32)	절임배추
유산균수(Log CFU/g)	9.40±0.05	2.43±0.05

Table 2-39. 침지 시간에 따른 절임배추의 유산균수

종균액 농도	절임배추 (Log CFU/g)				침지 후 종균액 농도
	1분	3분	5분	7분	
10 ⁷	6.58±0.05	6.69±0.02	6.61±0.06	6.54±0.07	7.41±0.10
10 ⁸	7.52±0.02	7.56±0.08	7.60±0.03	7.55±0.06	8.43±0.10

Table 2-40. 절임배추의 1분 침지를 반복 수행한 후 종균액(10⁸)의 유산균수

반복 회수	유산균수 (Log CFU/g)
1	8.43±0.10
2	8.46±0.06
3	8.52±0.02
4	8.34±0.03
5	8.46±0.11
6	8.34±0.08
10	8.30±0.17
15	8.31±0.08
20	8.30±0.03

㉠ 종균액 반복사용으로 인한 김치 품질 변화

종균액을 반복사용 했을 때 반복회차 별로 김치 품질 변화를 확인하고자 하였다. 한성식품에서 2018.08.10. 생산하여 냉장 택배한 절임배추를 2018.08.14.에 받아 냉장 보관하였고 양념은 마쇄하여 냉장 보관하였다. 배추즙에 염도 1.5%와 pH 6으로 조정하고 종균을 0.1% 접종하여 20℃, 24시간 동안 배양하였다. 종균배양액에 절임배추(1000 g)를 1분간 침지하여 접종하고 9분간 배수한 다음 양념(200 g)을 혼합하여 막김치를 제조하였다. 종균배양액에 침지하는 과정을 20회 반복하였고 제조된 김치는 10℃, 5일 발효 후 0℃ 숙성하여 품질을 평가하였다.



Fig. 2-74. 종균접종 막김치 제조와 관능평가

Table 2-41. 종균접종 막김치 품질 평가 (0일차)

시료	관능평가	유산균수	총균수	염도	pH
접종하지 않은 김치 (대조구)	짜고 조미료맛 질김 어두운색	7.48±0.03	7.41±0.04	3.53	6.08
양념에 접종한 김치 (대조구)	짜고 조미료맛 질김 어두운색	9.14±0.02	8.95±0.05	3.21	6.08
절임배추에 접종(1회차)한 김치	짜고 조미료맛 질김 어두운색	9.18±0.05	9.08±0.03	3.32	5.86
절임배추에 접종(10회차)한 김치	짜고 조미료맛 질김 어두운색	9.22±0.07	8.98±0.01	4.09	5.96
절임배추에 접종(20회차)한 김치	짜고 조미료맛 질김 어두운색	9.18±0.01	8.93±0.06	4.04	5.92

Table 2-42. 종균접종 막김치 품질 평가 (발효 10°C, 5일차)

시료	관능평가	유산균수	총균수	pH
접종하지 않은 김치 (대조구)	짜고 질김	5.57±0.38	5.59±0.16	5.22
양념에 접종한 김치 (대조구)	짜고 질김	7.02±0.03	6.78±0.00	5.02
절임배추에 접종(1회차)한 김치	짜고 질김 신맛	8.91±0.00	8.87±0.00	3.93
절임배추에 접종(10회차)한 김치	짜고 질김 신맛	8.96±0.07	9.00±0.04	4.00
절임배추에 접종(20회차)한 김치	짜고 질김 신맛	8.60±0.08	8.41±0.15	4.04

Table 2-43. 종균접종 막김치 품질 평가 (7일차)

시료	관능평가	유산균수	총균수	pH
접종하지 않은 김치 (대조구)	짠내	<7	7.47±0.01	5.80
양념에 접종한 김치 (대조구)	짠내	<7	6.78±0.00	5.92
절임배추에 접종(1회차)한 김치	상쾌한 냄새	8.48±0.00	8.74±0.03	4.14
절임배추에 접종(10회차)한 김치	상쾌한 냄새	9.21±0.26	8.54±0.23	4.11
절임배추에 접종(20회차)한 김치	상쾌한 냄새	8.74±0.26	8.45±0.20	4.09

Table 2-44. 종균접종 막김치 품질 평가 (14일차)

시료	관능평가	유산균수	총균수	pH
접종하지 않은 김치 (대조구)	짜고 질기고 감칠맛 검은빛	<8	7.00±0.00	4.91
양념에 접종한 김치 (대조구)	짜고 질기고 감칠맛	8.57±0.27	8.27±0.01	4.26
절임배추에 접종(1회차)한 김치	시고 질기고 짜고 검은빛	8.59±0.11	8.54±0.23	4.02
절임배추에 접종(10회차)한 김치	시고 질기고 짜고 검은빛	9.06±0.06	8.92±0.17	4.00
절임배추에 접종(20회차)한 김치	시고 질기고 짜고 검은빛	<8	<8	4.12

Table 2-45. 종균접종 막김치 품질 평가 (21일차)

시료	관능평가	유산균수	총균수	pH
접종하지 않은 김치 (대조구)	군내, 짜다	7.70±0.00	7.99±0.08	4.52
양념에 접종한 김치 (대조구)	짜고 질기고 신맛적당	8.90±0.00	8.38±0.05	4.24
절임배추에 접종(1회차)한 김치	시고 질기고 짜다	8.45±0.15	8.61±0.04	4.12
절임배추에 접종(10회차)한 김치	시고 질기고 짜다	8.39±0.09	8.64±0.11	3.98
절임배추에 접종(20회차)한 김치	시고 질기고 짜다	8.48±0.10	7.80±0.20	4.07

㊤ 배추즙 종균 배양시 pH와 효모추출물의 영향

세척, 탈수, 착즙한 배추즙에 효모추출물을 1% 첨가하고 pH를 조정했을 때 종균 배양에 미치는 영향을 조사하였다. 배추즙 120 mL에 효모추출물을 각각 0, 1% 첨가하고 pH는 7.0, 4.5 두 그룹으로 나누어 조정하였다. 배추즙에 종균이 10^7 수준이 되도록 접종한 다음 5°C에서 정지배양하여 총균수, 유산균수, pH를 측정하였다.



Fig. 2-75. 배추즙 종균배양 시험

Table 2-46. 효모추출물 첨가 및 pH 조절이 종균 배양에 미치는 영향

처리방법	항목	0일	5일	9일	13일	15일	19일	21일
대조구	유산균수	3.49±0.20	4.43±0.19	4.49±0.20	4.92±0.13	5.08±0.07	4.69±0.12	4.48±0.07
	총균수	3.39±0.02	4.32	4.48	4.69±0.12	4.80±0.44	4.39±0.12	4.36±0.03
	pH	3.61	3.77	3.65	3.59	3.45	3.45	3.45
pH 7.0 효모 1%	유산균수	7.85±0.05	8.32±0.00	8.74±0.03	8.98±0.20	9.06±0.10	8.69±0.04	8.63±0.04
	총균수	7.52±0.06	<8.00	8.79	8.78±0.25	8.93±0.04	8.54±0.00	8.61±0.01
	pH	6.90	5.49	4.87	4.51	4.33	4.26	4.27
pH 7.0 효모 0%	유산균수	7.87±0.13	8.60±0.00	8.62±0.04	8.36±0.32	8.43±0.14	8.12±0.10	8.34±0.01
	총균수	6.86±0.03	8.62	8.66	8.45±0.21	8.37±0.04	7.98±0.03	8.23±0.04
	pH	7.29	4.70	4.49	4.28	4.08	4.08	4.04
pH 4.5 효모 1%	유산균수	7.37±0.04	7.32±0.10	7.43±0.10	7.80±0.17	7.85±0.10	8.26±0.15	8.25±0.15
	총균수	7.02±0.11	7.38	7.34	7.00±0.00	7.63±0.05	7.92±0.03	8.06±0.03
	pH	4.47	4.54	4.49	4.43	4.30	4.25	4.22
pH 4.5 효모 0%	유산균수	7.27±0.03	7.24±0.02	7.55±0.09	7.84±0.12	8.37±0.05	8.34±0.18	8.18±0.11
	총균수	7.03±0.05	7.23	7.61	7.78±0.25	8.32±0.03	8.21±0.09	8.19±0.02
	pH	4.54	4.59	4.55	4.47	4.26	4.14	4.03

㉔ 배추즙 유산균수 유지를 위한 유가식 배양

배추즙에 유산균을 키울 때 배양시간이 지날수록 유산균수가 감소하는 경향이 관찰되어, 배양 중 유산균수의 손실을 최소화하는 방법을 개발하고자 하였다. 배추즙 500 mL를 해동하여 염도를 2.0%로 조정하고 500 mL 삼각플라스크에 100 mL씩 5개 분취하여 pH를 5.0과 (A,B,C,D) 5.5로(E 1M NaOH) 조정하고 4개구(B,C,D,E)에 종균을 0.1%(0.10 g)씩 접종한 다음 무접종구(A)와 함께 20℃에 배양하였다. 24시간 배양하고 pH, 유산균수, 총균수를 측정하였다. 24시간마다 배추즙(염도2.0%, pH5.0)을 100 mL씩 첨가(C,D,E)하고 pH를 조정(D 5.0/E 5.5, 1M NaOH)하여 배양하였다. 4일간 배양하며 pH, 유산균수, 총균수를 측정하였다.



Fig. 2-76. 배추즙 첨가에 따른 유산균수 유지 실험

Table 2-47. pH와 배추즙 첨가에 따른 총균수와 유산균수의 변화

구분	측정항목	0일	1일	2일	3일	4일	7일	14일
A 무접종 무조정 무추가	pH	5.01	5.01	4.99	4.75	4.41	4.22	
	LAB	3.18±0.00	4.52±0.04	7.12±0.06	8.39±0.02	8.72±0.11	8.55±0.01	8.21±0.02
	총균수	2.97±0.10	3.68±0.02	7.12<	8.35±0.04	8.70±0.00	8.45±0.05	8.11±0.12
B 접종 무조정 무추가	pH	5.01	4.84	4.59	4.30	4.23	4.13	
	LAB	7.16±0.05	7.94±0.04	8.99±0.03	8.84±0.02	8.79±0.04	8.33±0.03	8.25±0.01
	총균수	7.00±0.01	7.77±0.09	8.80±0.11	8.78±0.09	8.69±0.09	8.13±0.02	8.13±0.02
C 접종 무조정 추가	pH	5.01	4.81	4.67	4.41	4.40	4.25	
	LAB	7.17±0.04	7.70±0.02	8.88±0.02	8.74±0.01	8.57±0.08	8.60±0.07	8.00±0.10
	총균수	7.01±0.01	7.52±0.01	8.71±0.04	8.59±0.12	8.48±0.07	7.92±0.08	8.03±0.01
	즙추가량	-	100	100	100	-		
	즙추가후pH	-	4.88	4.77	4.50	-		
D 접종 5.0조정 추가	pH 전	5.01	4.88	4.66	4.45	4.50	4.44	
	LAB	7.17±0.04	7.73±0.03	8.87±0.00	8.78±0.11	8.87±0.07	8.11±0.10	7.78±0.06
	총균수	7.08±0.03	7.51±0.03	8.77±0.05	8.71±0.09	8.40±0.02	7.92±0.04	7.71±0.10
	즙추가량	-	100	100	100	-		
	즙추가후pH	-	4.89	4.77	4.53	-		
	NaOH ml	-	0.3	1.1	3.5	-		
E 접종 5.5조정 추가	pH 후	-	5.02	5.01	4.99	-		
	pH 전	5.57	4.91	4.57	4.67	4.96	4.95	
	LAB	7.29±0.07	8.32±0.05	9.06±0.05	8.92±0.01	8.88±0.05	7.93±0.00	7.82±0.03
	총균수	7.17±0.03	8.23±0.00	8.83±0.04	8.92<	8.82±0.02	7.92±0.04	7.60±0.03
	즙추가량	-	100	100	100	-		
	즙추가후pH	-	4.93	4.65	4.73	-		
NaOH ml	-	1.4	4.5	5.0	-			
pH 후	-	5.52	5.53	5.50	-			

㉞ 초기 접종량에 따른 배추즙 종균배양액의 유산균수 변화

종균의 초기접종량에 따른 비살균 무첨가 배추즙 배양에서 유산균수 변화를 관찰하였다. 균주는 *Leuconostoc mesenteroides* WiKim32 균주를 사용했으며 배추즙은 광주서부농수산물시장에서 구입한 배추의 곁잎만 떼서 세척, 탈수, 착즙하였다. 배추즙의 초기 pH를 5.5로 맞추고 20°C에서 정치배양 하였으며 유산균수는 탄산칼슘 2%가 첨가된 MRS agar plate에 희석도말하여 측정하였다.

Table 2-48. 초기 접종량을 달리하였을 때 배추즙 배양액의 유산균수 변화 (Log CFU/mL)

접종량	0일	1일	2일	3일	4일	7일
10 ⁶	6.57±0.04	8.63±0.46	8.71±0.08	8.89±0.02	8.59±0.03	8.47±0.15
10 ⁷	7.71±0.09	8.75±0.07	9.12±0.10	9.21±0.04	9.23±0.03	8.66±0.08

㉞ 배추즙 종균배양액을 반복 사용하였을 때 시간에 따른 유산균수 변화

배추즙을 이용한 종균배양액에 절임배추를 반복접종하였을 때, 절임배추와 종균배양액의 유산균수 변화를 측정하였다. 균주는 *Leuconostoc mesenteroides* WiKim32 균주를 사용했으며 배추즙은 광주서부농수산물시장에서 구입한 배추의 겉잎만 떼서 세척, 탈수, 착즙하였다. 배추즙의 초기 pH를 5.5로 맞추고 20℃에서 3일간 정치배양한 다음, 절단 절임배추를 1분간 접종하고 5분간 탈수하는 작업을 하루 20회 수행하였다. 20회차에 접종된 절임배추와 종균배양액을 회수하여 탄산칼슘 2%가 첨가된 MRS agar plate에 희석도말하여 유산균수를 측정하였다.

Table 2-49. 절임배추를 20회 반복 접종한 종균배양액과 절임배추의 배양시간별 유산균수 변화

항목	0일	1일	2일	4일	7일
종균배양액	6.92±0.11	7.32±0.01	7.91±0.08	8.66±0.05	7.97±0.06
절임배추	6.64±0.23	6.39±0.12	7.41±0.05	8.32±0.28	7.52±0.11

라. 연구개발 성과와 활용

(1) 특허

막김치 생산 자동화 기술 및 장치 개발 관련 특허 2건을 출원등록하고 기술이전하였다.

Table 2-50. 출원 등록한 특허 명칭과 요약

번호	발명 명칭	요약
1	절임 살균시스템 및 그 방법 (KR102047170)	본 발명은 밀폐 순환방식에 의해 배추, 무 등을 절임으로써 시간을 단축하고, 오존에 기반한 세척 및 살균기술로 살균의 효율성을 개선할 수 있는 절임 살균시스템 및 그 방법에 대한 것으로, 염수 또는 세척수를 오존으로 살균하는 재처리챔버; 상기 재처리챔버와 연결되며 오존의 농도를 정확하게 조정하기 위한 오존조정챔버; 상기 재처리챔버 및 오존조정챔버에 오존을 공급하는 오존발생기; 상기 오존발생기로부터 발생된 오존을 상기 재처리챔버 및 오존조정챔버로 공급하고 공급을 조정하기 위한 2-way 밸브; 상기 오존발생기와 연결되며, 오존 가스를 상기 재처리챔버 또는 오존조정챔버로 주입시 미세기포가 발생되도록 하는 미세기포발생장치 ; 상기 오존조정챔버에서 정확한 오존 농도로 조정된 염수 또는 세척수가 유입되는 유입구, 내부에 소정의 내용물을 저장할 수 있는 공간, 염수 및 세척수가 배출되는 배출구를 포함하는 작업챔버를 포함하는 절임살균시스템을 제시하고 있다.
2	김치종균접종시스템 및 이의 접종방법 (KR102047171)	본 발명은 액상 순환 방식에 기반한 김치종균접종으로 짧은 시간에 많은 양의 종균을 접종할 수 있는 김치종균접종시스템 및 이의 접종방법에 대한 것으로, 염수, 세척수, 종균액의 유입구 및 배출구를 구비하고, 내부에 소정의 내용물을 내장할 수 있는 종균접종챔버; 상기 종균접종챔버에 소정 농도의 오존이 용존된 염수를 공급하는 염수챔버; 상기 종균접종챔버에 소정 농도의 오존이 용존된 세척수를 공급하는 세척수챔버; 상기 종균접종챔버에 소정 농도의 종균액을 공급하는 종균챔버; 상기 염수챔버 및 세척수챔버에 오존을 공급하는 오존발생기 ; 상기 오존발생기와 연결되며, 오존 가스를 상기 염수챔버 및 세척수챔버로 주입시 미세기포가 발생되도록 하는 미세기포발생장치를 포함하여 구성되는 김치종균접종시스템을 제시한다.

(2) 논문

막김치 생산 자동화 기술 및 장치 개발 관련 논문 2편을 게재하였다.

Table 2-51. 게재된 논문의 제목, 요약 및 의의

번호	제목	요약
	학술지명	의의
1	구연산과 에탄올 세척에 의한 배춧잎의 미생물 저감화	구연산과 에탄올을 이용하여 배춧잎의 초기미생물 저감화 방법을 연구하였다. 구연산 3%, 에탄올 7% 세척용액으로 배춧잎을 세척하고 착즙하여 미생물 수를 조사한 결과, 대조구 대비 총균수는 6.53 log CFU/g에서 3.69 log CFU/g으로, 유산균수는 4.40 log CFU/g에서 2.01 log CFU/g으로 감소하였다.
	산업식품공학	김치의 부산물인 배춧잎을 이용하여 유산균을 키우고자 할 때, 배춧잎을 구연산과 에탄올로 세척 후 착즙하면 유산균 배양에 적합한 상태로 미생물이 감소하였다.
2	비살균 무첨가 배추즙에서 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> WiKim32의 배양 특성	김치 발효에 사용되는 유산균을 경제적으로 배양하는 연구방법을 개발하였다. pH 5.5로 조정된 비살균 무첨가 배추즙에 WiKim32 종균을 0.1% 접종하고 20℃에서 4일간 배양하며 매일 배추즙 100 mL씩 첨가하였을 때, 유산균수는 1억 마리 수준까지 성장하였으며 배양 기간 중 8.88 log CFU/mL 수준을 유지하였다.
	한국식품과학회지	멸균이나 첨가물 없이, 버려지는 배춧잎을 활용하여 종균으로 사용하고자 하는 유산균을 배양하였을 때, 원하는 수준으로 유산균이 자란 것을 확인하였다. 이는 김치산업에서 보다 경제적으로 종균김치를 생산할 수 있는 새로운 길을 제시한다.

5. 막김치 연속 혼합 포장 기술 개발

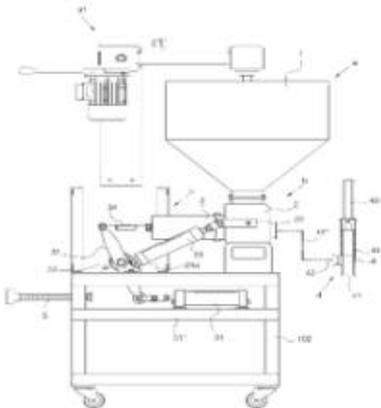
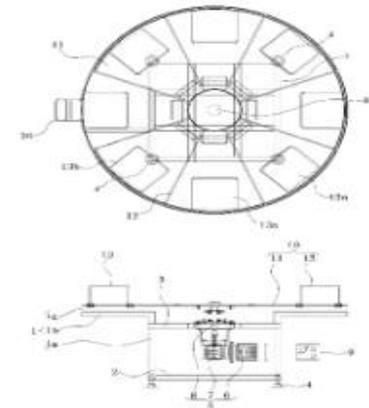
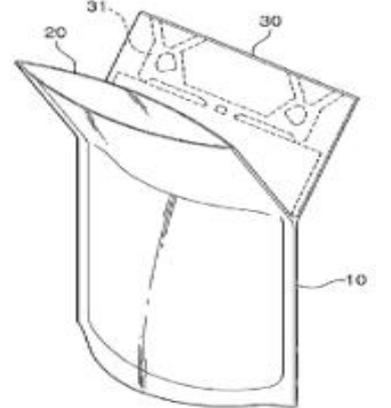
가. 기술현황

막김치 연속 혼합 기술과 포장기술을 개발하기 위하여 특허기술과 현장에서 적용되고 있는 기술을 조사하였다.

(1) 특허

막김치 연속 포장 특허는 소포장 제품을 생산하는데 필요한 계량, 투입장치, 포장지에 관한 특허가 조사되었다.

Table 2-52. 막김치 연속포장 기술 특허 조사

엽근채소 반찬 정량투입장치 (개인특허)	계량 포장장치 (주)라이스코리아)	발효식품 포장용 파우치, 이를 이용한 포장방법 (주)아워홈)
		
<p>엽근채소 반찬 정량투입장치. 공급 호퍼로 구동수단에 의해 회전하는 공급스크류를 설치하여서 된 공급수단이 적정량을 신속하게 투입할 수 있는 장치 투입물체(2) 내부 설치공간(21)으로 중심부에 연결통로(22)가 형성된 원통형의 개폐부재(22)를 설치하여 개폐실린더(23)로 회전 작용시키는 한편, 상기 설치공간(21) 상부에 공급통로(24)를 형성</p>	<p>본 계량 포장 자동장치는 포장 봉투를 담은 다수 봉투거치대를 등간격으로 갖춘 작업테이블이 모터의 동력으로 투입하고 배출컨베이어 사이를 회전하도록 설치. 다수 봉투거치대의 특정 회전 지점에 담겨진 물품(김치)의 적정 중량 여부를 확인하는 계량 저울을 설치하므로 규격화된 상품의 자동화된 작업 공정으로 높은 생산성이 이루어질 수 있는 특징</p>	<p>본 장치는 미로 실링부에 가스배출을 이루어지도록 함으로써 가스흡수제 없이도 김치보관 중의 가스에 대한 파손을 방지할 수 있도록 고안. 포장용 파우치로서 제품투입구와 가스배출구의 구성이 간편하고 제조단가가 절감되는 이점을 제공</p>

(2) 현장

김치공장에서 이용되는 자동화 설비 종류는 아래 그림 2-53과 같이 3가지로 분류되며 모두 2kg 미만의 소포장 제품에 활용이 가능하다. 대용량 막김치는 대부분 중소기업에서 생산하는 제품으로 아직 수작업으로 계량·충전·포장하고 있어 개선이 필요하다.

Table 2-53. 막김치 연속 혼합 충전기술

펌프방식	조합식계량기	블류메트릭 방식
		
적용제품: 막김치 등 (500g 미만) 생산성: 35개/분 설치비용: 30백만원/대	적용제품: 막김치 등 (200g~1kg) 생산성: 35~40개/분 설비비용: 150백만원/대	적용제품: 막김치 등 (500g~2kg) 생산성: 30~35개/분 설비비용: 200백만원/대
소포장 제품이 적합 구성이 간단하여 이동 및 세척이 용이	중량편차가 적음 제품손상이 적고 펌프방식에 비해 다양한 중량의 충전 가능	다양한 김치종류에 적용 가능 작업인원이 소요되지 않아 인건비 절감 효과

※ 출처: 2017 김치산업론, 세계김치연구소

나. 연구개발 목표

- 좁은 장소에서 설치 가능한 연속식 혼합 및 정량 충전 시스템 개발
- . 절임배추와 양념의 연속혼합 기술개발
- . 막김치의 정량이송 기술 개발
- . 막김치 충전기술 개발(10kg 상자)

다. 연구개발 결과

(1) 막김치 연속 혼합 기술 개념설계

종균이 접종된 절임배추가 공급되면 자동으로 공급된 양념과 혼합하고 버무린 김치가 연속적으로 배출되도록 설계하였다. 하지만, 막김치 연속 혼합 장치 기술은 본 연구에서 개발을 완료하지 못하여 혼합장치는 배치(batch) 타입으로 설계하였다.

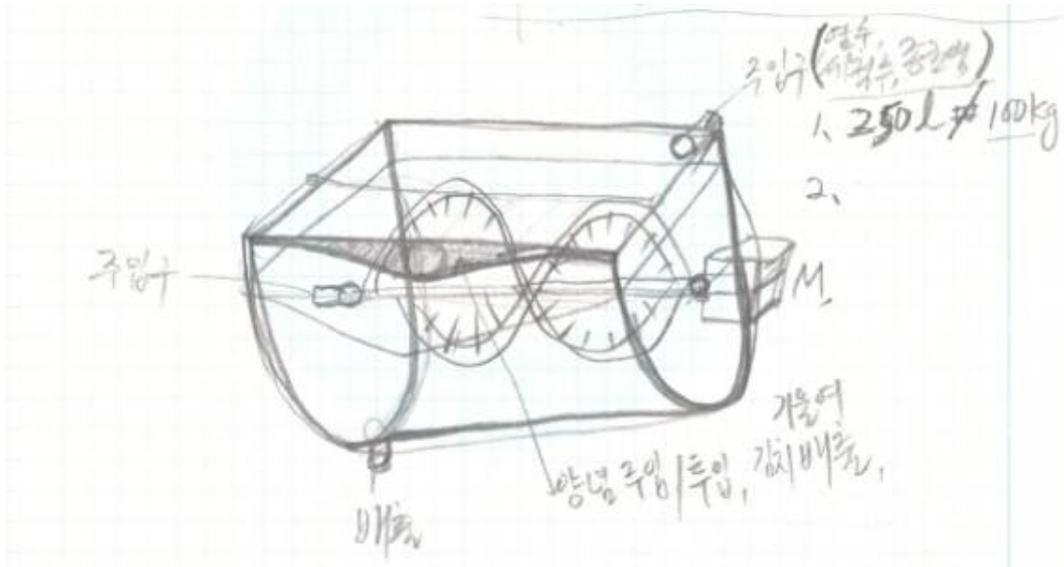


Fig. 2-77. 막김치 연속혼합 장치 개념설계

(2) 막김치 연속 혼합 기술 상세설계

종균액을 1분간 접촉시켜 접종한 절임배추에서 3분간 종균액을 배수하고 접종절임배추를 혼합기에 기울여 쏟은 다음 준비된 양념을 20%가 되도록 첨가하고 임펠러를 회전시켜 절임배추와 양념을 혼합한다. 혼합기의 용량은 절임배추 160kg과 양념 40kg을 수용할 수 있도록 설계하였고, 임펠러의 모양과 회전수는 양념이 빠르게 혼합되면서 절임배추의 물성이 변화하지 않도록 설계하였다.



Fig. 2-78. 막김치 혼합장치 개념

(3) 막김치 연속 충전 포장 기술 개념 설계

막김치를 정량충전하기 위하여 막김치를 스크루로 일정한 압력이 되도록 압착하여 건더기를 성형하면서 국물을 분리한다. 성형된 건더기를 PE필름으로 9.5kg이 되도록 분리칼날로 분할하여 실린더로 밀어 넣고 나머지 500g정도를 앞공정에서 분리하여 모아 놓은 국물로 정확하게 맞추어 포장한다. 500g단위 병포장을 하는 경우는 450g정도를 건더기로 먼저 채우고 나머지 50g을 국물로 정확히 맞추어 포장한다.

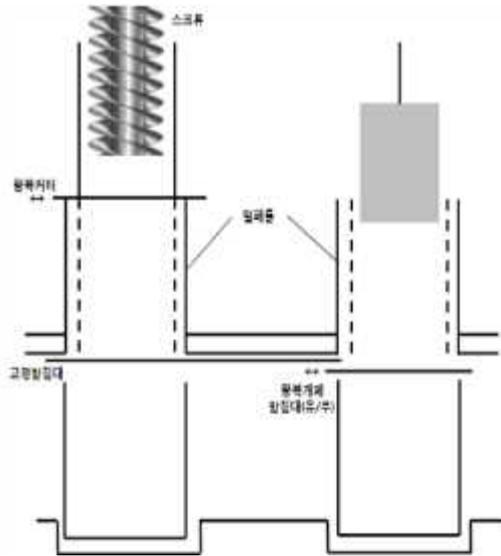


Fig. 2-79. 막김치 정량 분급장치 기술 개념도

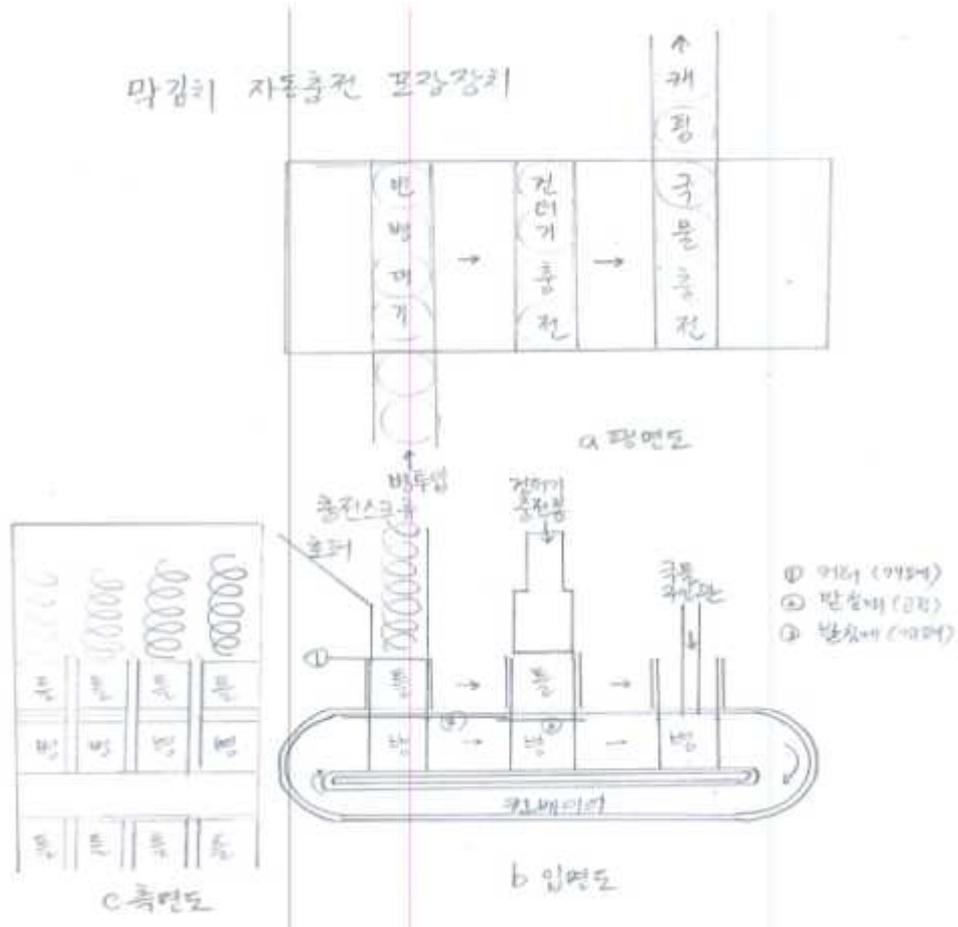


Fig. 2-80. 막김치 자동포장 장치시스템 개념도

(4) 막김치 연속 충전 포장 기술 상세설계

공간의 활용도 및 좁은 장소에서 설치가 가능한 10kg 상자에 정량 포장 장치를 제작 하였다. 가압절입기에서 배출되는 절입배추 200kg을 혼합기의 대차에 절입배추를 이송하고 200kg의 비율에 맞춰 양념을 대차에 공급 한 후 혼합기로 배추 및 양념을 쏟아 부으면 혼합기에서 절입 배추 및 양념을 혼합한다. 일정시간 혼합 후 혼합된 막김치를 배출하면 금속검출기로 제품을 검사 한 후 계량 장치로 공급된다. 로드셀로 일정량 받은 후 컨베이어 속도를 조절하여 정량 충전이 되도록 구성하였다.

배합기는 높이를 낮게 제작하여 발판이 필요하지 않아 설치 공간을 줄이고, 또한 정비 및 양념 공급을 쉽게 할 수 있도록 하였다.

포장 비닐을 작업자가 잡고 있지 않아도 되도록 비닐 그립 장치를 적용하였다. 또한 다양한 포장 규격에 대응하기 위해서 베이스 높이 조절이 가능하도록 하였다.

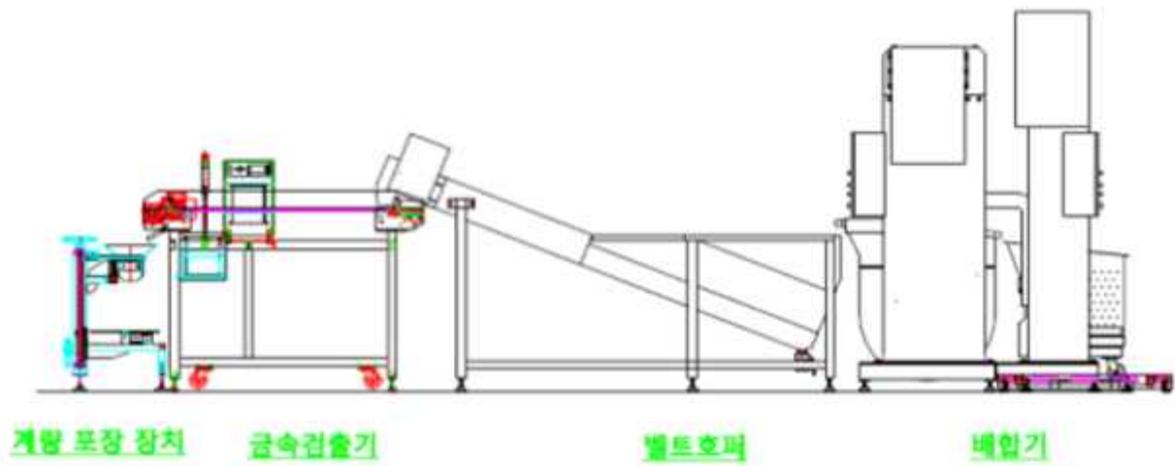


Fig. 2-81. 막김치 연속 혼합 장치



Fig. 2-82. 막김치 연속 혼합 세부 장치

(5) 막김치 연속 충전 포장기 설치 및 시운전

막김치 연속 충전 포장기는 (주)한성식품 서산공장에 설치하였으며 자동포장기 시운전을 실시하였다. 로드셀 방식으로 설정무게(10kg)가 박스에 담기면 컨베이어 벨트가 멈추는 방식이다. 하지만, 컨베이어 속도가 빠를 경우 무게를 초과하여 작업자가 별도 검수해야 하는 문제점이 확인되어 전후 공정에 맞춰 라인 밸런스를 맞추는 작업을 진행하고 있다.



Fig. 2-83. 막김치 자동포장기

라. 연구개발 성과 및 활용

막김치 연속 혼합 포장 장치는 (주)한성 서산공장에 설치하였고, 시험 결과 양념혼합, 충전·계량, 포장까지 전체적인 문제는 없는 것으로 확인되었다. 다만, 앞선 공정의 시운전 및 안정화 단계로 전체 라인의 밸런스 등을 충분히 검증하지 못해 현재 농림축산식품부 고부가가치기술 개발사업으로 추진 중인 “막김치 자동화 생산설비 규모화” 과제를 통해 구축된 생산시스템에 대한 공정균형과 안정화를 시험할 예정이다.

6. 염수 재사용 기술과 장치개발

가. 절임염수 재처리 필요성과 목적

김치공장의 절임염수는 미생물, 탁도, 악취, 및 용존유기물이 다량으로 함유되고 있어 재처리하기가 쉽지 않다. 막 김치 생산자동화에 따른 염수 재처리 시스템은 처리의 효율뿐만 아니라 장비를 운영함에 있어 가장 안전하고 경제적이어야 하며 시스템운영이 생산성 증대로 이어져 생산원가를 절감함에 부족함이 없어야 할 과제를 안고 가압용존 순환식 절임방식에 적합한 장비로 개발함이 주된 목적이다.

나. 절임 염수 재처리 기술 개발

- 1) 회수된 절임염수를 신 염수의 수준으로 재 처리하는 기술 개발 (악취제거, 색도, 탁도제거 및 대장균과 일반세균의 살균)
- 2) 염수를 재처리 함에 있어 용존오존수를 절임통에 직접 가압공급하는 기술개발
- 3) 회수된 염수의 유기물(작은 유기물, 용존유기물)을 연속적으로 제거하는 기술개발
- 4) 처리공정으로는
 - * 절임통에서 염수를 회수하여 스크린필터로 크고 작은 이물질 제거하는 공정
 - * 가압부상조에서 용존유기물을 제거하는 공정
 - * 염수저장탱크로 저장
 - * 규조토여과기(Pre-Coat filter System)로 정밀여과 하는 공정
 - * 여과된 염수를 오존으로 고도산화처리 하는 공정
 - * 재처리된 염수를 절임통으로 직접 공급하는 공정

다. 절임 염수 재처리 공정도

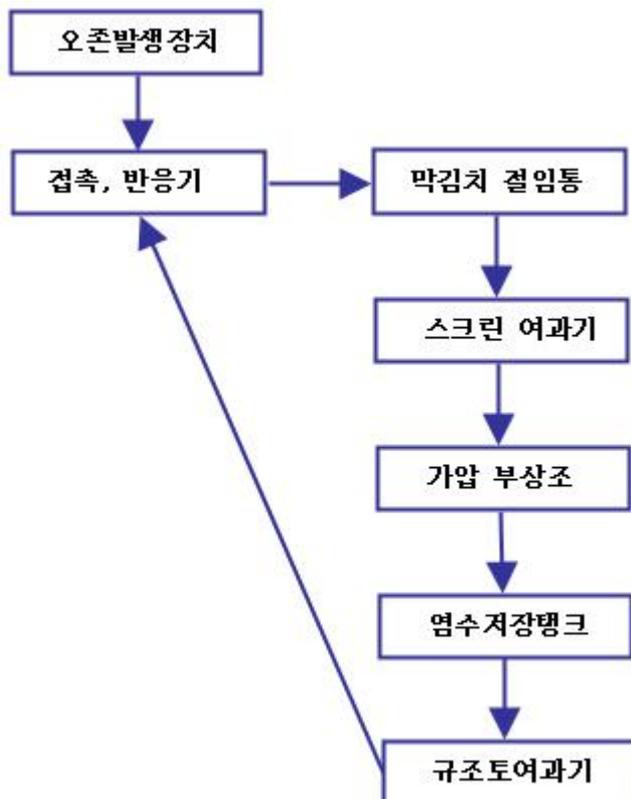


Fig. 2-84. 절임 염수 재처리 시스템 공정도

라. 절임 염수 재처리 장치 설계사양

- * 염수 재처리능력 : 3,000-5,000Lit/Hr
- * 오존투입량 : 30ppm(10wt%)
- * 오존발생량 : 중저압 수냉식 오존발생기 : 150g.Hr(10wt%)
- * 산소공급량 : 20Lit/min
- * 접촉 반응기압력 : 5bar 이상
- * 접촉 반응시간 : 60초 이내
- * 미반응 배오존 : 발생없음

바. 절임 염수 재처리 장치의 운전

(1) 스크린여과기

회수된 염수에 잔류하는 크고 작은 이물질을 스크린여과기로 슬러지를 걸러내는 장비

- * 장비의 구성 : 스크린여과기, 펌프

(2) 가압부상조

염수 속에 잔류하고 있는 용존 유기물(콜로이드성 유기물)을 용존된 산소로 가압 부상시켜 거품을 배출해내는 장비로 맑은 염수는 가라앉고 거품은 부상되어 배출시키는 장비

- * 장비의 구성 : 무동력 원통형 거품부상조, 브로워

(3) 염수저장탱크

이물질이 제거된 염수는 저장탱크로 유입되어 일정량의 소금이 염수제조기에 의하여 소금이 투입되어 적정염도가 보정

- * 장비의 구성 : 염수제조기, 염수순환펌프, 염수교반기

(4) 규조토 자동여과기

규조토를 이용하여 회수염수를 1-0.5미크론 수준으로 정밀여과하는 장비

여과기 필터를 규조토로 Pre-Coating하고 회수염수를 통과 시키어 오존고도처리 장치로 공급하며 슬러지가 쌓이면 자동으로 역세척하여 영구적으로 필터의 교체 없이 사용하는 여과기

(가) 규조토 여과기 특성

① Pre-coat Filter 개요

초정밀 여과에 의한 부유물이 제거됨으로써 식품 및 음료공장, 해수여과, 온천 및 목욕탕 재순환, 공정수처리, 우수처리, 하/폐수처리의 재활용 등에 적용되며, 각 분야별 용도에 맞게 살균설비 (오존/자외선)와 함께 구성되므로 냄새와 맛, 색깔 등을 사용 용도에 따라 제거가 가능하다.

* 적용처

- 김치 제조공장 : 절임염수 재활용
- 해수처리 : 횃집, 사우나(해수 탕)
- 온천. 목욕탕 : 탕 물의 재순환
- 우수 : 중수도 재활용
- 공정수 : 냉각 순환 수 재활용
- 하, 폐수처리 : 최종 방류 수 법적 적용, 재활용 수 이용

② Pre-coat Filter의 특성

- 처리 수, 방류 수 수질이 우수하여 부유물질 0.5 μ m 까지 제거
- 어떠한 수질 및 용량도 적용 가능
- 초소형 및 경량
- 설치 면적 및 유지관리비가 적게 듦
- 적은 역세 수량에 1분 미만의 완벽한 역세 기능을 발휘
- 여과 수 + AIR주입 + 압축공기 역세 기능

③ Pre-coat Filter의 경제성

- 설치공간이 타 설비에 비해 1/4 이하로 축소됨
- 설비가격이 타 설비에 비해 1/2 이후로 초기투자비가 적음
- 완전자동화일 경우 무인운전 가능
- 운전비가 타 설비보다 1/3 수준으로 저렴함
- 기존 폐수설비에 집목하여 사용할 수 있음

④ Pre-coat Filter의 작동원리



Fig. 2-85. 규조토 여과장치의 여과개념

(나) Pre-coat Filter 공정순서

① 제 1 공정

규조토 혼합기 내에 여과조제(규조토)를 일정량을 투입하고 자동스위치를 켜면 여과기내의 슬러지가 방출되며 규조토가 밸브 V8 에 의하여 공기가 공급되면서 물과 규조토가 혼합된다. 60초가 지나면 자동밸브 V3, V4가 열리고 펌프 P1이 작동되며 이 규조토를 순환여과 펌프의 압력에 의해 여과통의 여과포에 부착시켜 Pre-Coat 층을 형성하게 된다. 이 공정을 Pre-Coating Cycle이라고 하며, 5~10분의 단시간에 다음 공정으로 옮겨진다.

* Pre-coat 의 목적

- 부유물질(SS) 등으로 인한 Filter 막힘을 방지
- 역세 운전 시 청소 용이
- 부유물질의 입자크기에 따라 여과조제를 선택할 수 있음

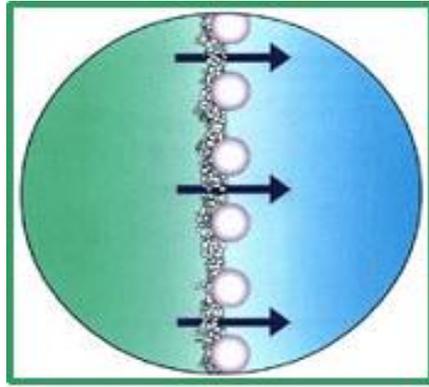


Fig. 2-86. 규조토 여과장치의 Pre-Coating

② 제 2공정

Pre-Coating이 완료되면 Pre-Coat 탱크의 벨브(V3)가 닫히고, 회수염수의 공급 벨브(V1)(V11)가 열림과 동시에 여과공정 및 오존 고도처리공정이 개시된다. 이 공정으로 1.0-0.5 μ m 이내의 미세한 이물질(부유물질)은 Pre-Coat 층에서 완전히 포집된다. 계속적 포집으로 인해 압력계로 확인할 수 있는 차동 압력이 상승된다. 일정한 압력(4.0bar)에 도달되면 장치가 정지되고 다음 역세공정으로 이어진다.

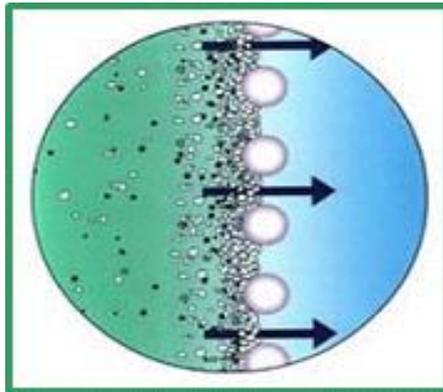


Fig. 2-87. 규조토 여과장치의 역과

③ 제 3공정

여과통 하부의 벨브(V6)를 열고, 여과통 상부로부터 벨브(V7)를 열고 압축공기를 공급하여 통 내의 Slurry용수를 역류시키면서, 이물질(부유물질)과 혼합 된 여과조제는 강제로 배출된다. 여과통 내부는 비어지고, 여과포도 세척되면 제1공정의 규조토 Pre-Coating Cycle로 다시 재운전 된다.

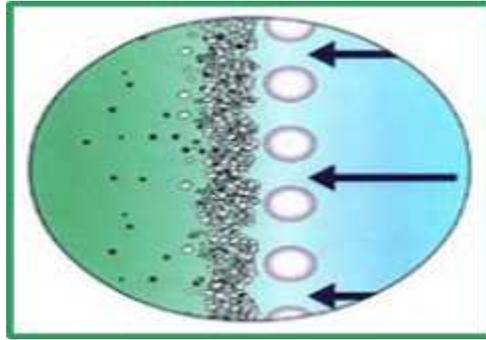


Fig. 2-88. 규조토 여과장치의 역세

(다) 규조토 여과기 조작방법

① 운전 준비

- 여과기 에어탱크로 압축공기가 주입되어 압력이 유지되는지 확인($3.0\text{g}/\text{cm}^2$)
- 운전 전 규조토혼합탱크에 적정량의 물이 들어있는지 확인(자동충전)
- 규조토 혼합탱크에 규조토를 적정량을 공급(8Kg 정도 : 계량컵사용)
- 전기조작반의 스위치를 자동으로 조작

※ 사용 전 주의사항 등을 반드시 숙지하여 만약의 사태에 대비한다.

② 규조토 코팅(Pre-Coating)

- 규조토를 혼합기에 공급하고 전기 조작반의 자동스위치를 켜다.
- 자동스위치 버튼을 작동함과 동시에 규조토 혼합기에 압축공기가 공급되며 염수와 규조토가 60초 동안 진행되며 Slurry가 형성된다.
- 혼합시간이 60초 경과하면 자동으로 염수 이송 펌프가 작동되며 혼합된 규조토는 여과통으로 공급, 혼합탱크로 순환되며 여과포에 Slurry가 Coating된다. (Pre-Coating 시간은 5분간 진행되며 자동으로 여과공정으로 연결된다.)

③ 염수의 여과

Pre-Coating이 자동으로 약 5-10분에 걸쳐 완료되면 자동으로 회수된 염수가 Supply 펌프와 혼합 펌프를 통해 오존과 접촉, 반응이 이루어지며 산화처리 된 염수가 여과통에서 여과되어 깨끗한 처리염수가 배출된다.

④ 역세

자동운전 시에는 운전종료와 동시에 역세가 자동으로 이루어진다. 자동으로 여과가 진행되면 부유물질에 의해 여과통에 슬러지가 부착되어 압력이 $3.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상이 되면 장치는 자동으로 정지되고 부저가 울리며 5초 후에 자동으로 역세에 들어간다. 역세를 할 때에는 다른 자동밸브는 닫히고 배출밸브 V6과 공기 공급밸브 V7이 순서대로 열리면서 에어탱크의 압축공기가 $3\text{kg}/\text{cm}^2$ 압력으로 자동으로 열렸다가 닫히면서 털어낸 규조토 및 오염물질은 배출밸브를 통해 밖으로 자동 배출한다.

* 장비의 구성 : 규조토혼합기, 여과펌프, 여과기 챔버, 자동밸브

(5) 오존 고압 접촉 반응기

헨리의 법칙을 이용한 기체, 액체의 용해율을 향상시키는 압력에너지를 이용한 용해원리. 규조토 여과기를 통과한 염수는 가압펌프로 인젝터로 공급된다. 공급된 염수는 압력의 차압에 의하여 진공이 형성되고 그 진공에 의하여 공급되는 오존은 염수와 혼합된다. 염수와 오존이 혼합된 상태로 믹싱펌프로 유입되며 3,700rpm의 원심펌프의 회전력에 의하여 오존용해도가 향상되며 가압된 상태로 밀폐된 루트(LOOP)로 공급되며 여기에서 일정한 시간과 압력을 유지하며 접촉과 반응으로 오존의 산화력이 극대화되어 단시간(60초) 내에 효과적으로 염수가 재처리되는 원리. 접촉 반응기를 거쳐 배출되는 염수에는 용존 오존이 산소로 환원되어 용해되어 초임계적 상태로 압력식 막김치 절입통으로 공급

* 장비의 구성 : 염수공급펌프, 유량계, 인젝터, 가압믹싱펌프, 접촉반응기, 압력조절밸브

(6) 오존발생설비

오존발생은 산소발생기를 이용하여 순도 90% 이상의 산소를 공급받아 고농도의 오존을 생성시키고 중저압의 방전방식 수냉식 오존발생기로 고농도의 오존을 발생

* 장비의 구성 : 산소발생기, 오존발생기, 냉각기, 배출오존과괴기

마. 절임 염수 재처리 장치

절임 염수 재처리 장치는 그림 2-89와 같고, 절임염수를 재사용하는 기준은 학계나 정부에서 정한 판단 기준이 없지만 업체에서 사용하는 품질기준(표 2-54)를 참고하여 기준을 마련하였다.



Fig. 2-89. 절임 염수 재처리 시스템

Table 2-54. 재사용 염수 품질기준(A사)

구분	품질지표	측정방법	품질기준	비고
1	염도	염도계	18±3%	A사 기준
2	탁도	탁도계	20NUT	A사 기준
3	냄새	관능검사	산취나지 않음	A사 기준
4	pH	pH meter	5.5 이상	A사 기준
5	총균수	평판배양법	10,000 이하	A사 기준
6	유산균수	평판배양법	10,000 이하	A사 기준
7	잔류오존농도	인디고법	0.01 ppm 이하	자연계 농도
8	잔류농약	식품공전	불검출	A사 기준
9	중금속	식품공전	납 0.05 ppm 이하	먹는물 기준
10	절임배추/김치	관능검사	기존제품과 차이 없음	A사 기준

※ 출처: 2019 Kimchi FAQ, 세계김치연구소

7. 세척수 재사용기술 및 장치개발

가. 세척수 재처리장치 필요성과 목적

막김치를 절임통에서 소금으로 절이고 난 후에는 세척과정을 거치는데 탈염하는 과정과 세척과정에서 많은 양의 세척수가 소모되고 세척과정에서 세척수의 오염도에 따라 막김치 품질에 영향을 주고 있다. 막김치 제조공정에서 절임김치의 세척공정에서 회수된 세척수는 미생물, 탁도, 악취, 및 용존유기물이 다량으로 함유되고 있어 재처리하기가 쉽지 않다. 막김치 생산자동화에 따른 세척수 재처리 시스템은 처리의 효율뿐만 아니라 장비를 운영함에 있어 가장 안전하고 경제적이어야 하며 시스템운영이 생산성 증대로 이어져 생산원가를 절감함에 부족함이 없어야 할 과제를 안고 유존살균수제조장치에 의한 순환세척방식에 적합한 장비로 개발함이 주된 목적이다.

나. 세척수 재처리 기술개발

- 1) 회수된 세척수를 수돗물 수준으로 재처리하는 기술 개발 (악취제거, 탁도 제거 및 대장균과 일반세균의 살균)
- 2) 세척수를 재처리함에 있어 오존살균수로 제조하여 공급하는 기술개발
- 3) 회수 세척수를 연속적으로 여과하여 이물질 제거하는 기술개발.
- 4) 처리공정으로는
 - * 절임통에서 세척수를 회수하여 스크린필터로 크고 작은 이물질을 제거하는 공정
 - * 정밀여과장치에서 용존유기물을 제거하는 공정
 - * 세척수 저장탱크로 저장
 - * 여과된 세척수를 유존(오존+자외선) 고도산화처리 하는 공정
 - * 재처리된 세척수를 절임통으로 직접 공급하는 공정

다. 세척수 재처리 공정도

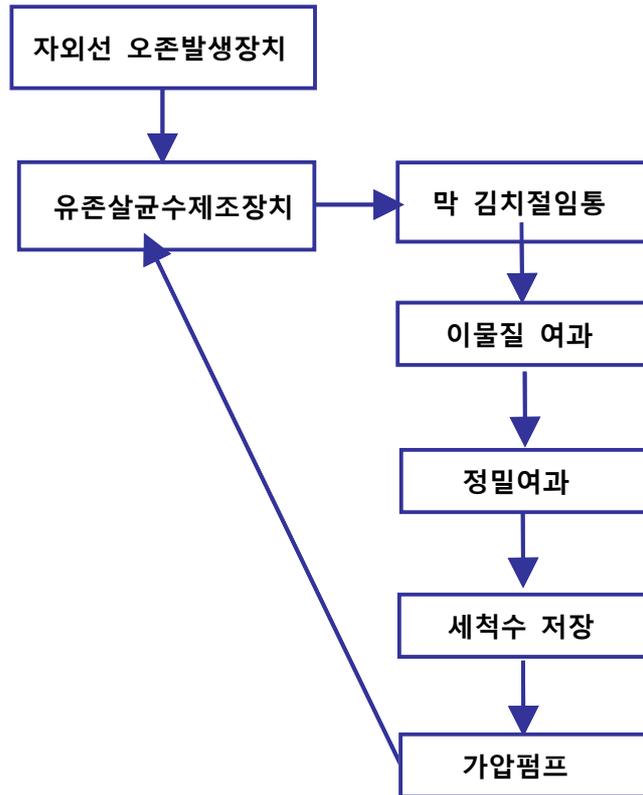


Fig. 2-90. 막김치 세척수 재처리 공정도

라. 세척수 재처리장치 설계사양

- * 세척수 재처리능력 : 3,000-5,000Lit/Hr
- * 오존투입량 : 3.0ppm(0.5wt%)
- * 오존발생량 : 오존발생용 자외선램프 : 1.50g.Hr(0.5wt%)
- * 산소공급량 : 20Lit/min
- * 접촉 반응기압력 : 2bar 이상
- * 접촉 반응시간 : 20초 이내
- * 미반응 배출 배오존 : 발생 없음

마. 세척수 재처리 장치의 구성

(1) 이물질여과기

회수된 세척수에 잔류하고 있는 큰 이물질을 스크린여과기로 슬러지를 걸러내는 장비

- * 장비의 구성 : 스크린여과기, 펌프

(2) 정밀여과기

세척수 속에 잔류하고 있는 작은 유기물을 제거하는 필터장치

* 장비의 구성 : 마이크로필터

(3) 세척수 저장탱크

이물질이 제거 된 세척수를 저장탱크로 유입하여 저장하는 위생탱크

* 장비의 구성 : 저장탱크, 수위조절장치

(4) 유존살균수제조장치

오존발생용 자외선램프를 이용하여 저농도의 오존을 발생하여 세척수에 용해시킨 다음 용존 오존수를 자외선 Chamber를 통과시켜 세척수 살균을 극대화하는 살균장비

* 장비의 구성: 자외선램프 Chamber, 오존발생용 자외선램프, 산소발생기, 펌프, Venturi Injector, 오존유입자동밸브

(가) 오존살균장치 조작

① 산소 발생장치 (Oxygen Generator : Option)

오존의 생성은 공기 중의 산소를 이용하여 발생시키나 공기 중의 습도가 높을 경우에는 오존발생량 현격히 줄어들고 오존의 농도가 약하여 효과적인 살균이 어려워진다.

산소발생기를 사용할 경우에 일반적인 공기를 사용할 경우보다 2 -3배의 오존의 농도가 발생되며 효과적인 살균과 음용수의 생산량을 증가시킬 수가 있다.

② 오존 발생장치(Ozone Generator)

오존발생용 자외선램프를 이용한 오존 Chamber에 공기를 공급한다. 공급된 공기 중의 산소는 자외선파장 185nm에 의하여 해리되며 저 농도의 오존이 생성된다. 오존 발생장치에 공급되는 공기 중의 산소는 온도와 습도에 따라 오존의 발생량과 농도를 결정 하게 된다. 이렇게 발생한 오존은 저 농도의 순수한 오존으로써 질소 산화물이 생성되지 않아서 식품 및 제약 회사와 생수회사에서 가장 안전하고 위생적이며 경제적인 살균수를 제조할 수 있는 장치이다.

③ 오존/용수 혼합기(Venturi Injector)

순환펌프의 가압에 의하여 Venturi Injector에 진공이 걸리며 발생된 오존이 주입, 혼합된다. Venturi Injector의 선택에 의하여 공급되는 용수와 주입되는 오존의 비율이 오존수의 농도를 결정한다. 아무리 고농도의 오존이라 할지라도 용수 속에 오존을 혼합하여 Emulsion화하지 않으면 용존 효과가 떨어지며 높은 살균효과를 얻을 수 없다.

④ 오존 접촉 반응장치(High Contact/ Reactor)

오존은 매우 불안정하기 때문에 빠른 시간 내에 물속의 미생물과 접촉. 반응하여 살균효과를 얻어야 하며 분해 및 산화시킬 수 없을 경우에는 오존은 자연적으로 소멸되며 효과적인 살균 작용을 할 수 없다. 용해된 오존 수는 일정한 압력과 시간동안 접촉과정을 통하여 반응되며 높은 산화력에 의한 살균효과를 얻을 수 있다. 그러나 이 장치에 공급되는 용수는 반드시 이온을 제거한 용수이어야 한다. 심미적 영향물질(칼슘. 마그네슘. 철. 망간. 증발잔류물. 황산이온)이 많은 경우. 오존은 살균보다 이온의 산화에 다량으로 소비되기 때문이다.

⑤ 마이크로 여과기(Micro Filter Housing)

공급되는 용수에 섞여있는 배관 속의 부식물 또는 부유 물질을 제거하기 위한 여과장치로 용수의 오존살균에 효과적인 전처리설비(5 Micron)

⑥ 순환펌프(Circulation Pump)

오존을 주입. 혼합과. 접촉 .용해시키기 위한 Venturi Injector와 고접촉 반응장치를 연속 적으로 통과시키며 순환에 의해 용수의 살균작용이 지속적으로 이루어진다.

⑦ 공급펌프(Feed Pump)

반응탱크의 용존 오존수를 오존수와 살균용수로 사용처에 공급해주는 펌프이며 사용량에 따라 반응기로 급수가 자동 공급되도록 설계되었다.

⑧ Base Frame/Line Piping

살균 시스템을 장착할 수 있는 골격으로 외관이 미려하고 견고하며 내구성을 고려한 STS 사각 파이프로 제작되어 있다. 오존에 의한 부식과 위생을 고려하여 배관을 STS 위생파이프로 제작하여 영구적으로 사용할 수 있게 하였다.

⑨ 전기조작반(Electric Control Panel)

고출력의 오존램프의 안정기를 내장하였고 램프의 수명을 알려주는 타이머를 부착하였으며 반응기 저장조의 수위에 의하여 급수가 자동으로 공급 할 수 있는 자동 레벨 스위치를 장치하였고 사용이 중지 될 경우엔 시스템이 자동으로 정지될 수 있는 자동제어 장치로 구성 되었다.

* 오존의 특징

오존은 공기 중의 산소가 광화학 반응에 의해 산소(O₂) 분자에서 오존(O₃) 분자로 만들어진 산소동위체이다. 오존은 산소 원자 3개로 되어있고, 무색 혹은 연한 청색을 띠며 바닷가나 깊은 산속 높은 산에서 맡을 수 있는 비릿한 냄새가 나며 상쾌한 느낌을 주는 근원으로, 오존(O₃)은 불안정한 기체이므로 산소로 환원되려는 특성 때문에 2차오염의 잔류성이 없다.

오존은 염소계 살균제보다 약 6배의 살균력이 있다. 대장균 0-157, 황색 포도구균, 살모넬라균, 병원성 대장균, 비브리오균, 일반세균, 바이러스 등을 급속 살균하며 염소에서 죽지 않는 균도 사멸한다. 오존은 미생물의 세포벽을 구조적으로 파괴하는 힘이 강하고 단시간에 분해하여 식품 중에 잔류하지 않으나 염소는 미생물 세포 내 효소의 활동을 약화시키고 강한 살균작용을 하지만, 식품 중에 잔류하므로 안전성이 우려된다. 또한 잔류한 소독제에 대하여 저항력을 가진 내성균이 생기지만 오존을 사용할 경우에 내균성이 나타나기 어렵다.

오존 발생에는 물과 전기만을 사용하고 약품은 일절 사용하지 않는다. 살균탈취가 강한 오존수는 흐르는 상태로는 수분 내에 산소로 기화해 버리고 모아둔 오존수도 20분 전후에 기화해 버려 그 물은 용존산소가 풍부한 물로 변한다. 생야채, 과일 등을 오존수에 2-5분 정도만 담가 두면, 세정 살균된다. 표면에 여러 가지 세균이 붙어있는 생선 및 고기도 오존수로 세척하면 살균될 뿐만 아니라 신선도를 높이고 육질도 연화된다. 또 오존을 사용하면 파리, 바퀴벌레 등의 접근을 방지하는 효과가 있으며, 작업장 내의 기구나 바닥도 오존수로 세척하면 미끈거림과 곰팡이가 붙지 않고 악취도 제거된다.

* AOP(Advance Oxidation Process, 고도 산화처리법)

일반적으로 알려져 있는 산화제로는 염소계 (염소가스, 이산화염소, 차아염소산소) 과산화수소 (H₂O₂), 과망간산 칼륨(KMnO₄), 중크롬산 칼륨(K₂Cr₂O₇)등이 있으며 이러한 산화제는 각종 수 처리 현장의 살균 및 탈색, 유기물 분해 등의 용도로 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 오존을 제외한 산화용 약제는 수처리에 사용하는 경우 사용 후 수중에 잔류물질을 남기거나 또 다른 화합물질을 형성하여 2차 오염을 유발하는 등의 문제점을 안고 있다.

기존의 용수 처리기술 중에서 산화제로서의 이용이 보편화 되었던 염소는 최근 정수처리 시물 속의 Humic acid와 반응. 발암물질인 THM을 형성시키고 유기산화물에 취약한 단점으로 인해 사용에 한계를 맞고 있으며, 그 결과 대체 산화제에 대한 연구가 진행되어왔고 그 중 오존은 강력한 산화력으로 유력한 산화 수단으로 인정받아 프랑스, 독일, 스위스에서는 1,200개소 정도의 정수장에서 오존수 처리시설이 도입 가동 중에 있고 미국, 일본 등지에서도 보급이 확산되고 있다.

그러나 다른 산화제에 비교하여 이렇게 월등한 장점을 가진 오존도 일부 유기물과 선택적으

로 반응하고 유기물과의 반응이 느리다는 단점이 밝혀지고 난후에는 이를 개선시키기 위한 많은 연구를 진행시켜왔으며 최근에 와서 오존 분해 시 중간물질로 생성되는 OH - 라디칼이 오존보다 더 광범위한 유기물 산화력과 빠른 반응속도를 가진다는 것이 밝혀지게 되었다.

오존의 분해 시 부산물인 OH- 라디칼은 오존보다 높은 전위차(3.08 V)를 가지며 거의 모든 유기물과 매우 빠른 속도로 골고루 반응하는 특성이 있다. 따라서 오존을 강제로 분해하여 OH- 라디칼의 생성을 증가시킬 수 있다면 매우 효과적인 결과를 얻을 수가 있으며 이에 대한 이루어져 널리 보급 되고 있다.

OH - 라디칼의 생성을 증가시킬 수 있는 Ozone/U.V A.O.P 방법은 우리가 이용할 수 있는 가장 경제적이고 안전한 방법이며 오존과 자외선에 의한 A.O.P는 오존과 자외선 각각의 사용 효과보다 최고 13배의 상승효과를 나타낸다.

크리스탈 이엔지는 OH- 라디칼의 이용 효율을 증대시키는 고도산화처리방식으로 오존 발생용 자외선램프를 이용한 살균음용수 제조 장치를 개발하였으며, 산업자원부 기술표준원에서 환경설비 / 신기술로 품질인증서를 획득하여 학교, 단체급식소, 아파트, 호텔, 군부대 및 농어촌의 간이급식소 식품, 의약품 회사의 공업용수의 수처리 및 살균수 및 음용수 공급에 핵심적인 역할을 담당하고 있다. OH- 라디칼 생성량을 극대화시키기 위해서 오존과 자외선을 겸용해서 수처리에 기여하고 있다.

(5) 오존접촉 반응장치

헨리의 법칙을 이용한 기체, 액체의 용해율을 향상시키는 압력에너지를 이용한 용해원리 세척수는 가압펌프로 벤츄리 인젝터로 공급된다. 벤츄리 인젝터로 공급된 세척수는 압력의 차압에 의하여 진공이 형성되고 그 진공에 의하여 공급되는 오존은 세척수와 혼합된다. 세척수와 오존이 혼합된 상태로 자외선 Chamber로 유입되며 자외선파장에 의하여 오존의 살균력이 증폭되며 가압된 상태로 밀폐된 LOOP로 공급되며 여기에서 일정한 시간과 압력을 유지하며 접촉과 반응으로 오존의 살균력이 극대화되어 단시간(20초) 내에 효과적으로 세척수가 재처리되는 원리다.

* 장비의 구성 : STS316L sanitary Pipe(Loop)

바. 세척수 재처리 장치

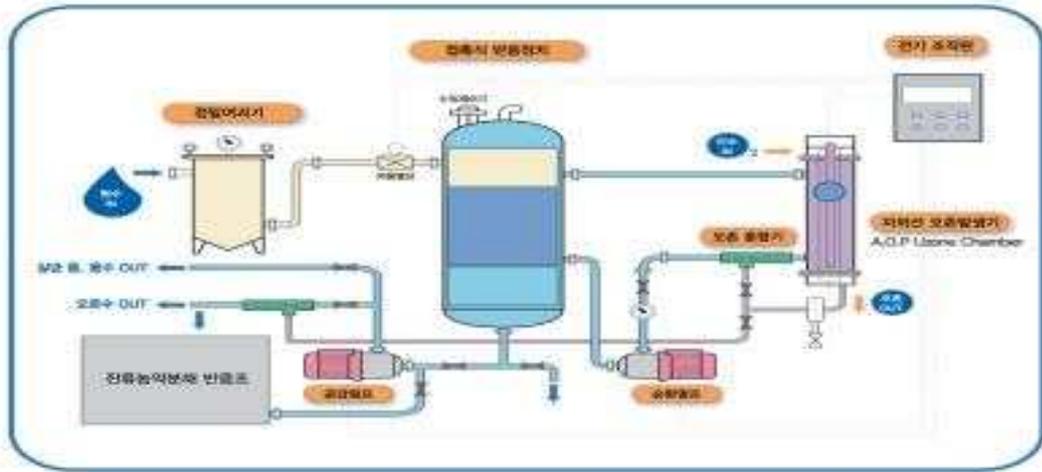


Fig. 2-91. 세척수 재처리 시스템



- 1) UV Chamber (자외선오존발생장치)
- 2) 자동제어반
- 3) 벤츄리인젝터
- 4) 가압펌프
- 5) 점속, 반응기

Fig. 2-92. 세척수 재처리장치

2-3. 제 2협동기관 연구내용

<제2협동기관 연구내용 >

막김치 자동화 생산 장치 개발

(주)명성

I. 서론

1. 개요

1-1. 막김치 생산 자동화 장치 개발

요즘 1인 가구의 증가로 간편하게 먹을 수 있는 막김치의 소비가 늘어나고 있다. 막김치는 포기김치에 비해 적은 양으로 포장이 가능하여 소비가 편리할 뿐 만 아니라 생산을 자동화하기도 용이하다.

막김치의 품질을 향상시키고 제조원가를 낮추기 위해서는 생산 공정을 자동화하여야 한다.

막김치 생산 자동화는 배추의 입고, 배추상자의 쏘기, 배추의 다듬기, 배추의 부위별 절단, 절단배추의 절입, 절입배추의 세척, 세척 배추의 종균접종, 양념혼합, 포장 출고의 과정을 자동화하여야 한다.

1) 배추 쏘기 장치 개발

팔레트에 P-BOX로 적재되어 공급되는 상자를 개별 상자로 분리 공급해주어야 한다. 이를 위해서 P-BOX 한 개 층(2X3=6BOX)을 잡고 이동하여 개별 상자 공급 하는 장치와 개별 공급된 상자를 뒤집어 배추를 배출하는 장치를 개발하였다.

상자 개별 공급장치에는 상자를 한 개층씩 올리기 위해서 테이블 리프트를 사용했으며, 상자 그립 장치, 그립퍼 up-down 장치, 그립퍼 좌우 이송 장치로 구성되어 있으며, 6개의 상자가 개별 분리장치에 올려지면 1줄씩 공급하는 한줄 공급 컨베이어, 좌우측의 상자를 밀어주는 장치로 구성되어 있다.

상자를 뒤집는 장치에는 상자 이송 컨베이어 및 뒤집은 상자에서 배추 배출이 용이하도록 상자를 측면에서 벨트로 이송하도록 되어 있는 사이드 벨트 컨베이어, 배추 배출이 완료된 상자를 다시 뒤집어서 배출하는 배출슈트 및 배출 컨베이어로 구성되어 있다.

2) 배추 부위별 절단기 개발

막김치의 생산을 표준화 하기 위해 배추심을 제거하고 심 제거된 배추를 3등분으로 절단한 다음 적당한 사이즈로 절단하는 장치로 구성하였다. 배추 상자 쏘기 장치로 공급된 배추를 4개의 투입구를 가진 회전체에 투입위치에서 배추를 세워서 투입하면 에어실린더 동작에 의해 배추를 잡고 1/4회전하여 다음 공정에서 배추 심을 제거한다. 배추심 제거용 칼은 하부에서 회전을 하면서 에어실린더에 의해 상승하면서 배추심을 제거한다. 제거된 배추심은 에어로 불어내어 내부에 쌓이는 것을 방지한다. 심제거된 배추는 1/4회전하여 3등분 절단을 하게된다. 절단 위치에는 하부에 3개의 원형 칼날이 회전을 하고 있고 회전테이블에서 잡고 있던 배추를 놓으면 자중에 의해 아래로 내려가면서 3등분 절단되면서 다음 공정으로 배출되도록 설비가 구성되어 있다.

3) 막김치 가압 연속 절임기 개발

막김치의 제조원가 및 맛의 균일화를 위해서는 노동생산성과 자본생산성을 높이는 것이 필요하고 일정한 절임 방식이 필요하므로 절단배추를 연속적으로 절임, 세척, 탈수, 종균 접종하는 순환식 연속 가압 절임기를 개발하였다. 가압 절임기 베이스의 구조의 간단화, 회전 및 정위치 제어를 원활하게 하기 위해서 인덱스 드라이브를 적용하였으며, 하중을 지지해주기위해서 스테인레스 재질의 특수 베어링을 적용하였다. 또한 절임에 사용된 염수를 재활용하기 위해서 배출되는 염수를 저장 tank에 모은 후 염수 재활용 설비로 회수하는 펌프도 설치하였다.

4) 막김치 연속 혼합 포장 장치 개발

공간의 활용도 및 좁은 장소에서 설치가 가능한 10kg 박스에 정량 포장 가능한 장치를 개발 하였다. 가압절임기에서 배출되는 절임배추 200kg을 혼합기의 대차에 절임배추를 이송하고 200kg의 비율에 맞춰 양념을 대차에 공급 한 후 혼합기로 배추 및 양념을 쏟아 부으면 혼합기에서 절임 배추 및 양념을 혼합한다. 일정시간 혼합 후 혼합된 막김치를 배출하면 금속검출기로 제품을 검사 한 후 계량 장치로 공급된다. 로드셀로 일정량 받은 후 컨베이어 속도를 조절하여 정량 충전이 되도록 구성하였다.

5) 막김치 자동화 장치 주요 구성품 및 생산 능력

no	설비명	요구 능력	설계 능력
1	배추 상자 공급 장치	96 box / 시간	270 box / 시간
2	배추 상자 쏟기 장치	96 box / 시간	270 box / 시간
3	배추 엽신부 절단기	8포기 / 분	13포기 / 분
4	배추 부위별 절단기	8포기 / 분	13포기 / 분
5	연속식 가압 절임기	200kg/1회, 600kg/시간	180kg/1회, 600kg/시간
6	연속혼합포장장치	혼합 : 200kg/1회 포장 : 10kg/회 , 60팩/시간	혼합 : 200kg/1회 포장 : 10kg/회 , 70팩/시간
7	전기 컨트롤 판넬		

II. 연구내용

1. 배추 쏘기 장치 개발

P-BOX에서 배추를 분리하기 위해서 팔레트에 적재되어 공급되는 상자를 한 개씩 분리 공급하여 상자를 뒤집어 주어야 한다. 이를 위해서 팔레트위의 P-BOX 한 개 층(2X3=6BOX)을 잡고 개별 상자 공급 장치로 이동하고, 개별 상자 공급 장치에서는 2개씩 상자를 배출하고 컨베이어로 상자를 이송하여 자동으로 상자를 뒤집어 배추를 배출하는 장치를 개발하였다.

연구과제로 시작한 배추 공급량은 절임배추 600kg/시간 기준으로 했을 때 통상 50%의 수율로 계산을 하여 필요한 공급 배추는 시간당 1200kg이 필요하였다. 배추 1포기당 무게를 2.5kg, p-box 당 6포기의 배추가 담겨 있으므로 p-box 1개당 무게는 $2.5\text{kg} * 6\text{포기} = 15\text{kg}/1\text{box}$ 가 나온다. 공급해야하는 P-BOX 수량은 $1200\text{kg}/15\text{kg}=80 \text{ BOX}/\text{시간}$, 이를 분단위로 환산하면 1.3 BOX/분 이라는 계산값이 나온다. 한 layer가 6box 씩 적재 되어 있으므로 테이블 리프트는 $6/1.3 \approx 4.5\text{분}/1 \text{ layer}$ 공급하면 된다. 이는 유압 리프트가 4.5분에 box 높이인 323mm를 올리면 되는 값이다. 유압 리프트의 통상적인 상승 속도는 30~45 초/1미터 이므로 충분한 상승값을 가진다. 연구과제에서 필요로하는 속도값은 만족하도록 설계/제작되었다. 다음으로 Gripper carriage 속도를 보면 중공축 모터의 감속비가 1/60이므로 회전수는 $1750/60=29.16 \text{ rpm}$ 이다. 타임벨트 구동용 풀리의 중심지름값이 139.2 로 설계하였다. 위의 값으로 Gripper carriage 속도를 구해 보면 $29\text{rpm} * \varnothing 139.2 * 3.14 / 1000 = 12.7 \text{ M}/\text{MIN}$, Gripper 위치와 상자 한줄 공급장치의 거리차 (스트로크)는 1500mm이다. 따라서 캐리지가 1500mm를 움직이는데 필요한 시간은 $1.5 \times 60 / 12.7 = 7\text{초}$ 이다. Gripper 상승 하강 시간은 공급되는 에어의 압력과 실린더 속도 조절에 의해 결정된다. 통상 2~3초 정도고 가정하면 상승/하강에 6초가 소요된다고 가정할 수 있다. 1사이클에 대한 속도를 계산해보면 한줄 공급장치 위치에서 Gripper 가 테이블 리프트까지 이동하는 시간 ① 7초, 테이블 리프트 위치에서 하강하는 시간 ② 3초, 상자 그립하는 시간 ③ 3초, 다시 상승하는 시간 ④ 3초, 한줄공급장치 위치로 복귀하는 시간 ⑤ 7초, 하강하는 시간 ⑥ 3초, Grip을 해제하는 시간 ⑦ 3초, Gripper 상승하는 시간 ⑧ 3초, 정도로 가정하고 위에서 나온 ①~⑧의 값을 더하면 총 소요 시간은 32초이다. 이는 연구과제에서 요구하는 4.5분/1 layer 공급조건을 만족한다. 위 값은 이론 값이고 현재 생산 중에는 약 1분 정도의 시간에 1사이클이 운동 할수 있도록 전기 장치를 구성하였다. 이는 좌우 이송 모터의 헤르츠를 조절하여 속도를 조절할 수 있고 센서 감지 후 동작시간의 타임을 설정하여 제어 할 수 있다.

1) 배추 쏘기 장치 개념

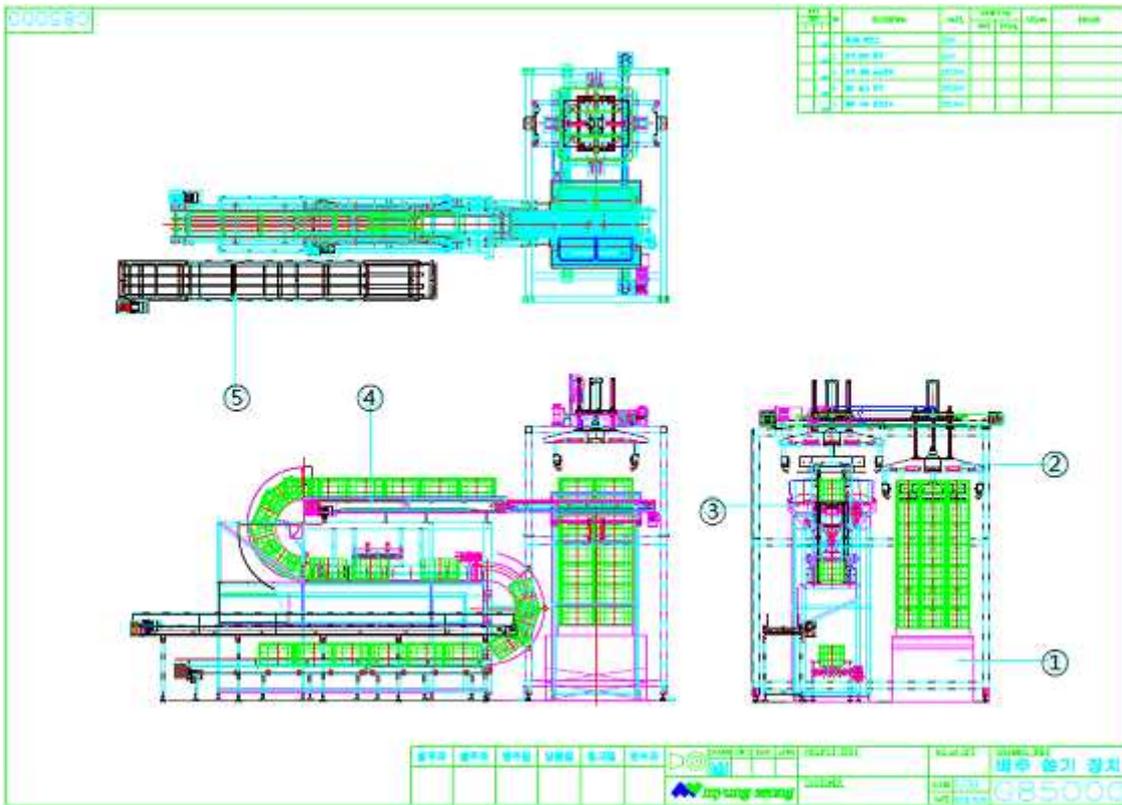


Fig. 3-1. 배추 쏘기 장치 개념도

NO	장치 명	주요재질	비고
①	테이블 리프트	SS41	
②	상자 분리 장치(6박스단위로 분리)	SS41	
③	상자 한줄 공급 장치	SUS304	
④	배추 쏘기 장치	SUS304	
⑤	배추 이송 컨베이어	SUS304	

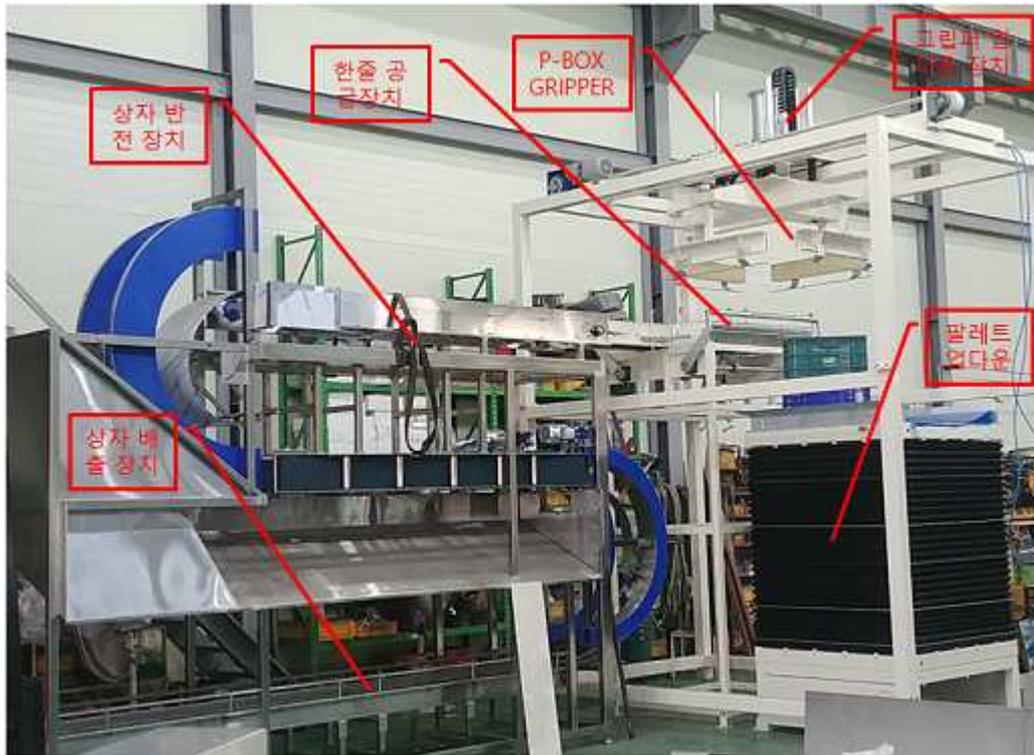


Fig. 3-2. 제작 후 명성 공장내 배치 테스트 도

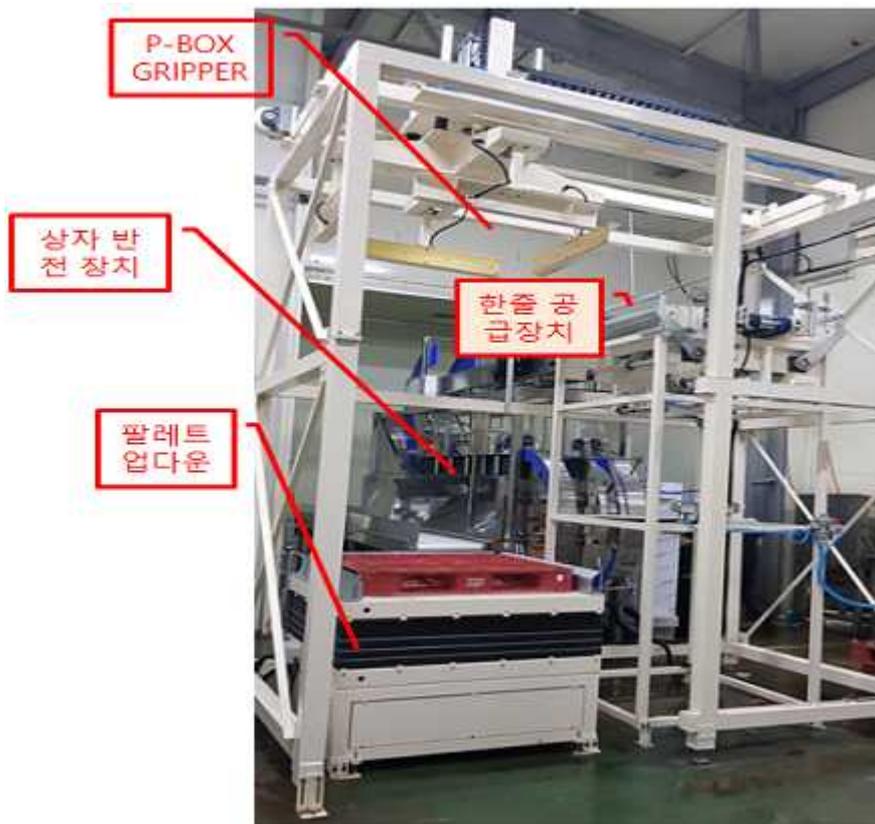


Fig. 3-3. (주)한성식품 현장 설치 사진

① 테이블 리프트

팔레트의 P-BOX를 일정한 높이까지 올려주기 위해 유압방식의 테이블 리프트를 사용하였다. 리프터의 상단 테이블에 P-BOX가 7단으로 적재된 팔레트를 올리면 적재된 상자의 1 layer를 그림할 수 있는 높이까지 상승한다. 이 높이는 센서에 의해 제어 할수 있도록 전기 장치를 구성하였다. 상승이 완료 된 후 상자 분리 장치로 1layer를 분리하면 전기전 신호에 의해 다시 테이블이 상승하여 다음 layer를 분리 할 수 있는 높이까지 상승한다. 본 연구 과제에 적용된 테이블 리프트의 사양은 아래와 같다.

- * 적재중량 : 1000 kg
- * Table size : 1500 X 1200 mm
- * 최고인상높이 : 1100 mm
- * 최저인하높이 : 700 mm
- * 스트로크 : 1900 mm

테이블 리프트는 유압유닛에 의해 동작을 하며 상승 및 하강 높이 제한 리미트 스위치가 부착되어 테이블 리프트가 일정 높이 이상 상승 및 하강이 되지 않도록 안전 장치를 갖추고 있다. 상승 하강 시 안전을 위해 테이블 리프트를 양카볼트를 이용하여 단단하게 고정을 한다. 테이블에는 팔레트를 정위치 할 수 있도록 안내 가이드가 부착되어 있다.

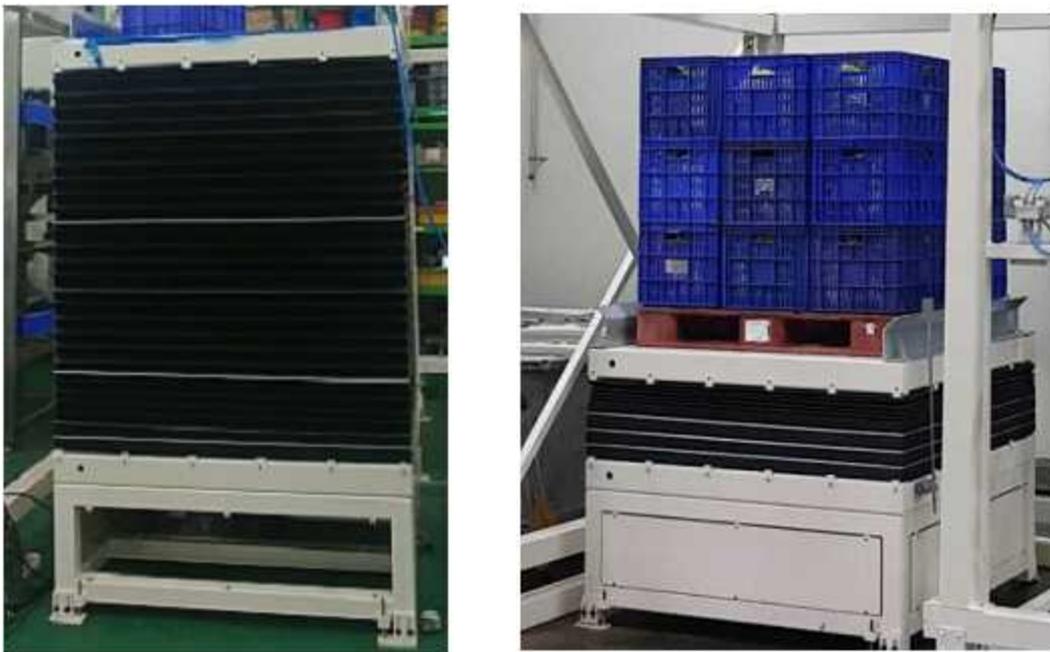


Fig. 3-4. 테이블 리프트

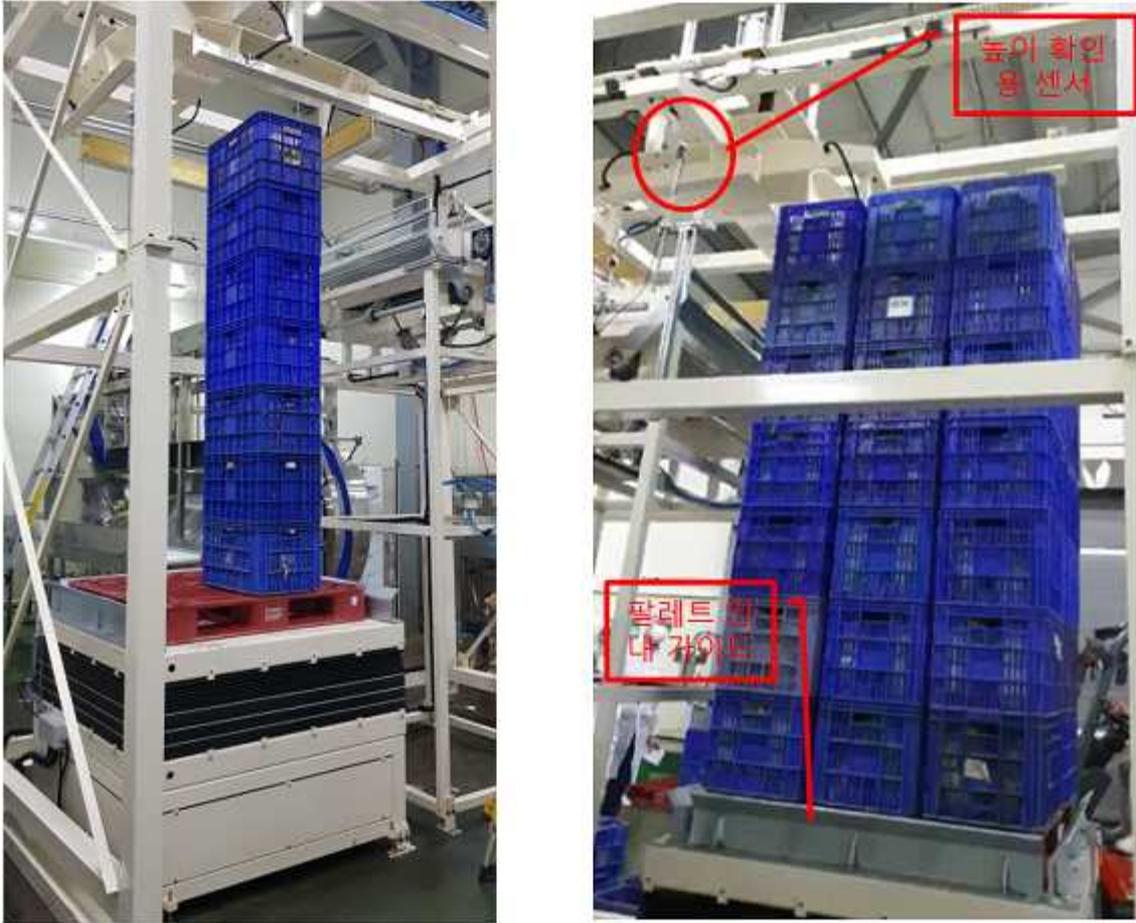


Fig. 3-5. 현장 설치 셋팅 자료

② 상자 분리 장치

테이블 리프트에서 상승된 상자 6 box를 그립하여 한줄 공급 장치로 이송하는 장치이다. 본 장치는 Frame part, Gripper part, Gripper moving part로 구성되어 있다.

㉠ Frame part

Frame part에는 사각파이프 구조물과 그립퍼를 좌우로 이송하는 LM 볼 가이드 및 타임 벨트를 적용하여 동작이 원활하게 이루어지고 정확한 위치 제어가 가능하도록 하였다. 또한 그립퍼가 좌우로 이동될 때 프레임이 흔들리거나 전도되지 않도록 하부에는 앵카볼트로 고정할 수 있도록 구성하였다. 이송 모터에는 브레이크를 부착하여 원하는 위치에 정확하게 정지 할수 있도록 하였다. 박스를 그립하는 위치 및 그립한 박스를 놓는 위치에는 센서를 각각 3개씩 설치하여 감속, 정지, 완전정지가 가능하도록 안전장치 개념으로 센서를 배치하였다.

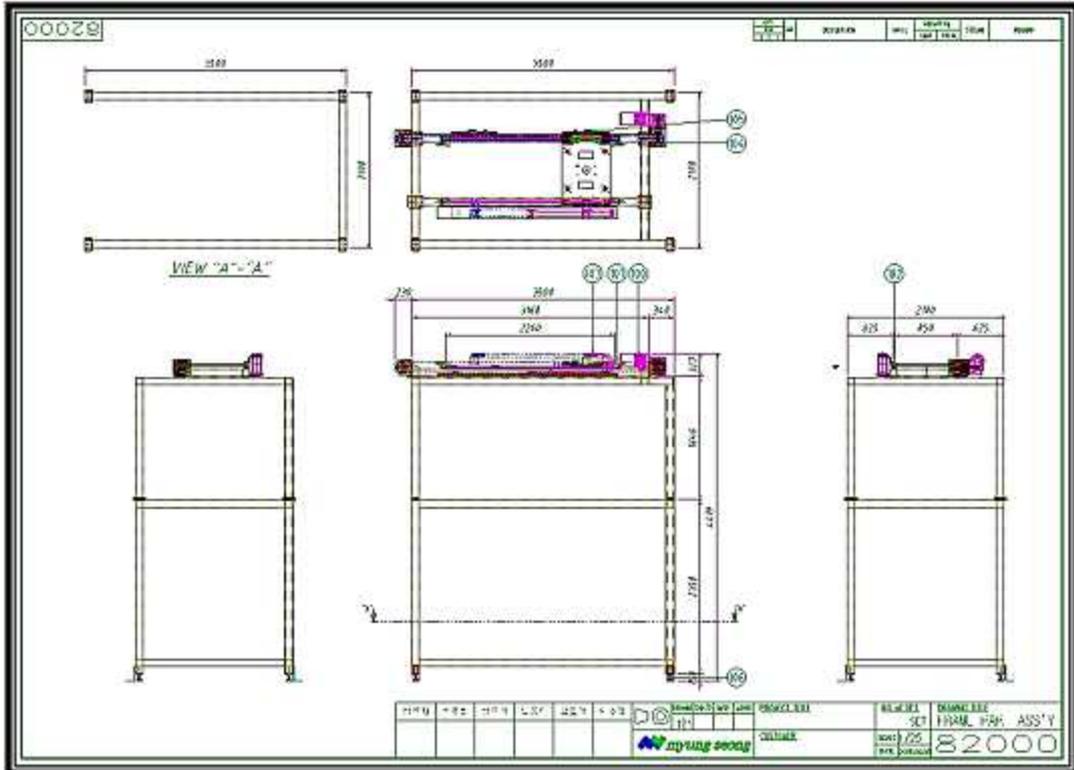


Fig. 3-6. Frame part 설계 도면

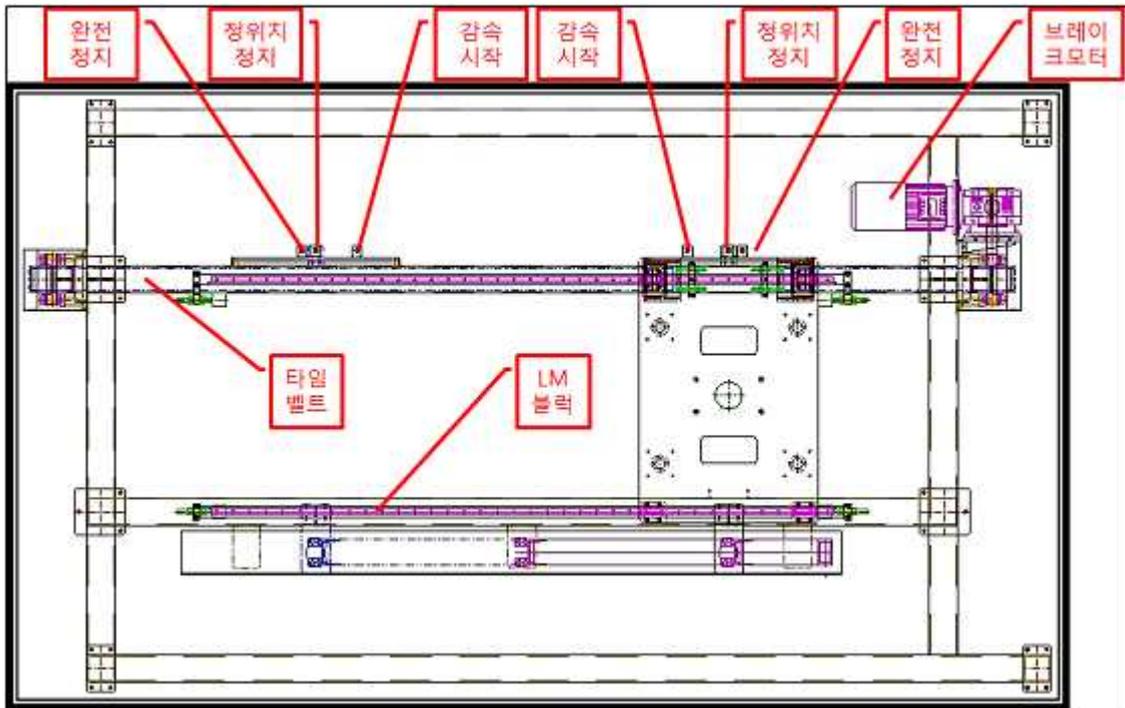


Fig. 3-7. Frame part 평면도

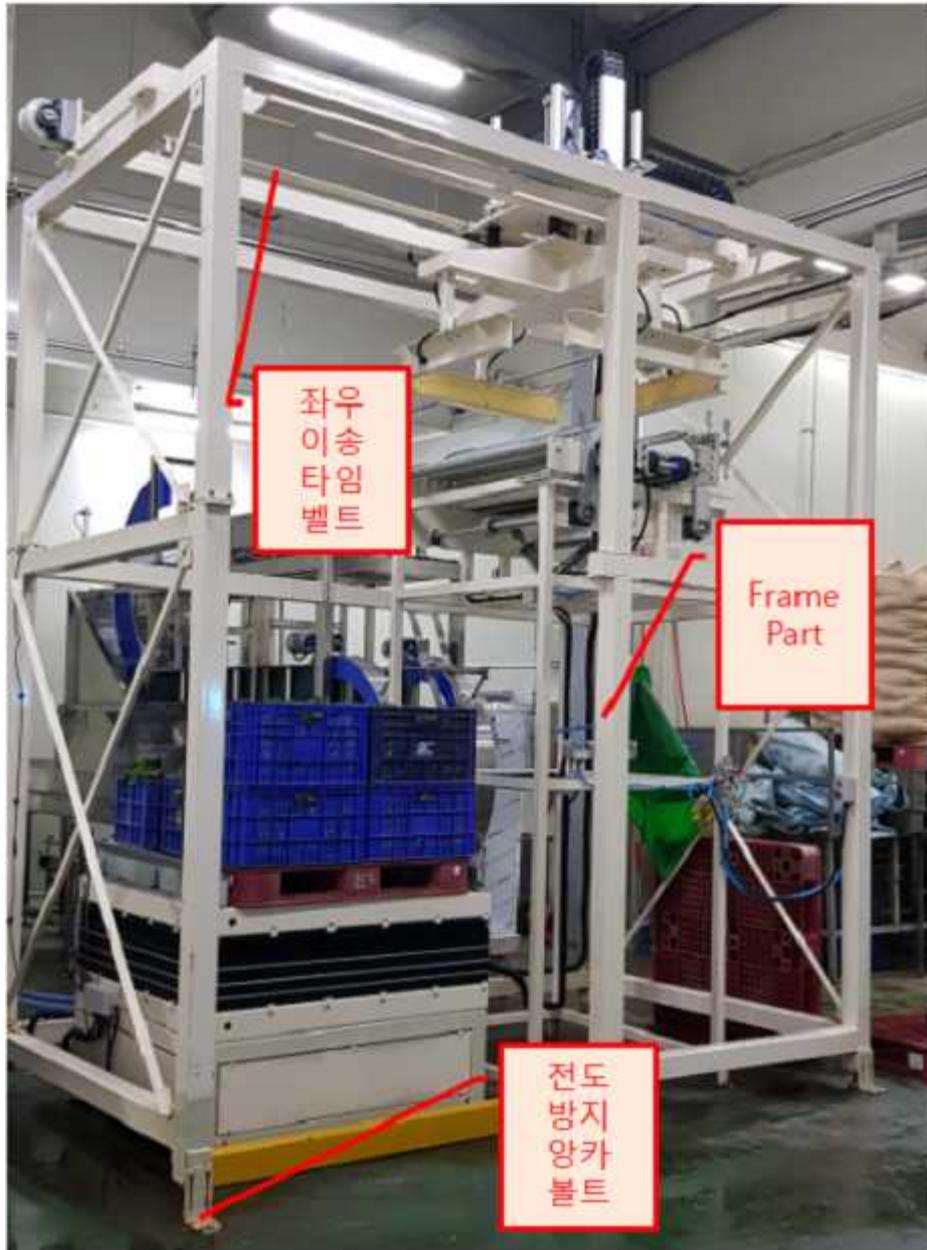


Fig. 3-8. ㈜한성식품 현장 배치 사진

⑥ Gripper part

Gripper part는 4면에서 Plate가 움직여 상자를 잡도록 되어 있다. 또한 plate가 원활하게 움직일 수 있도록 LM 볼가이드를 부착했으며, Plate는 에어 실린더에 의해 동작한다. plate와 에어 실린더의 평행도 보안을 위해 볼조인트를 부착하여 원활한 동작이 이루어 질 수 있도록 하였다. Grip plate에는 pin 과 우레탄 재질의 패드를 부착하여 상자를 안정적으로 잡을 수 있도록 구성하였다.

③ 상자 한줄 공급 장치

상자 한줄 공급 장치에 상자 분리장치에서 2*3 형태의 6상자를 올려 주면 1차 가운데 있는 2개의 상자를 먼저 배출하고, 다음으로 좌측에 있는 2개의 상자를 에어 실린더가 가운데 배출 컨베이어로 밀어 주면 2개의 상자를 배출한 후 우측에 있는 2개의 상자를 에어 실린더가 다시 가운데 배출 컨베이어로 밀어 주면 2개의 상자를 배출하도록 구성되어 있다. 상자 배출은 상자를 감지하는 센서에 의해 이루어진다.

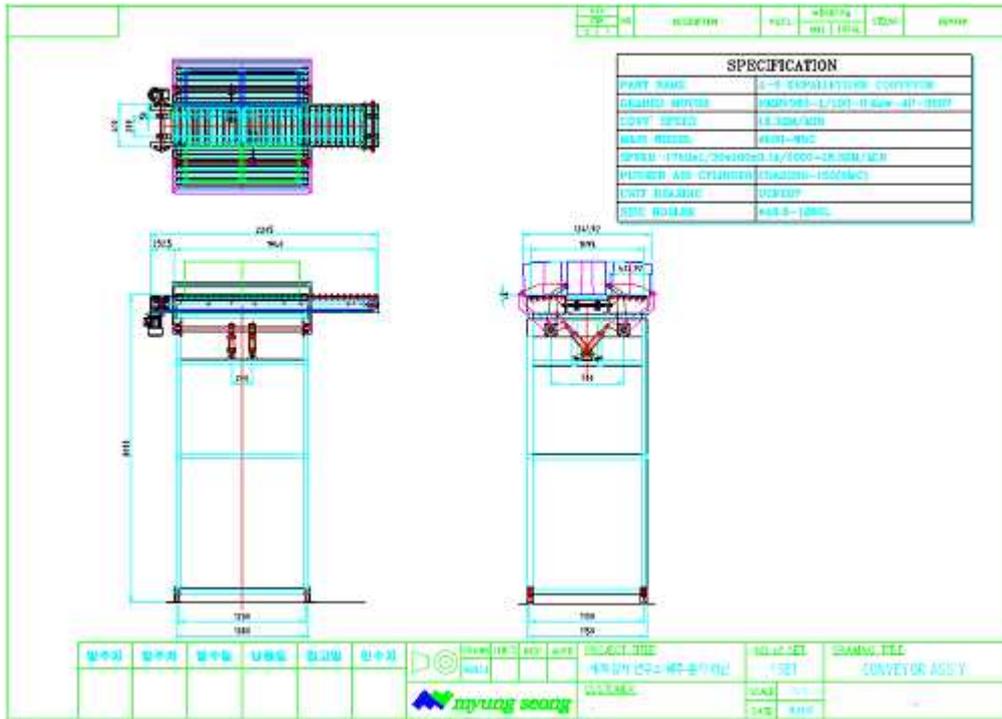


Fig. 3-13. 상자 한줄 공급 장치



Fig. 3-14. 한줄공급장치 좌측



Fig. 3-15. 한줄공급장치 우측

④ 배추 쏘기 장치

상자 한줄 공급 장치에서 상자를 3층 컨베이어로 1개씩 공급하면 상자 반전 안내 가이드에 의해 상자가 뒤집어 지면서 상자 안에 있는 배추를 쏘아 낸다. 뒤집어진 상자는 2층 컨베이어(사이드 벨트 타입: 양 측면을 잡아서 이송)로 이송하여 다시 상자 반전 안내가이드에 의해 원위치로 뒤집어 지고 1층 배출 컨베이어로 상자를 배출하면 작업자가 필요한 곳에 상자를 적재 하도록 되어 있는 장치이다.

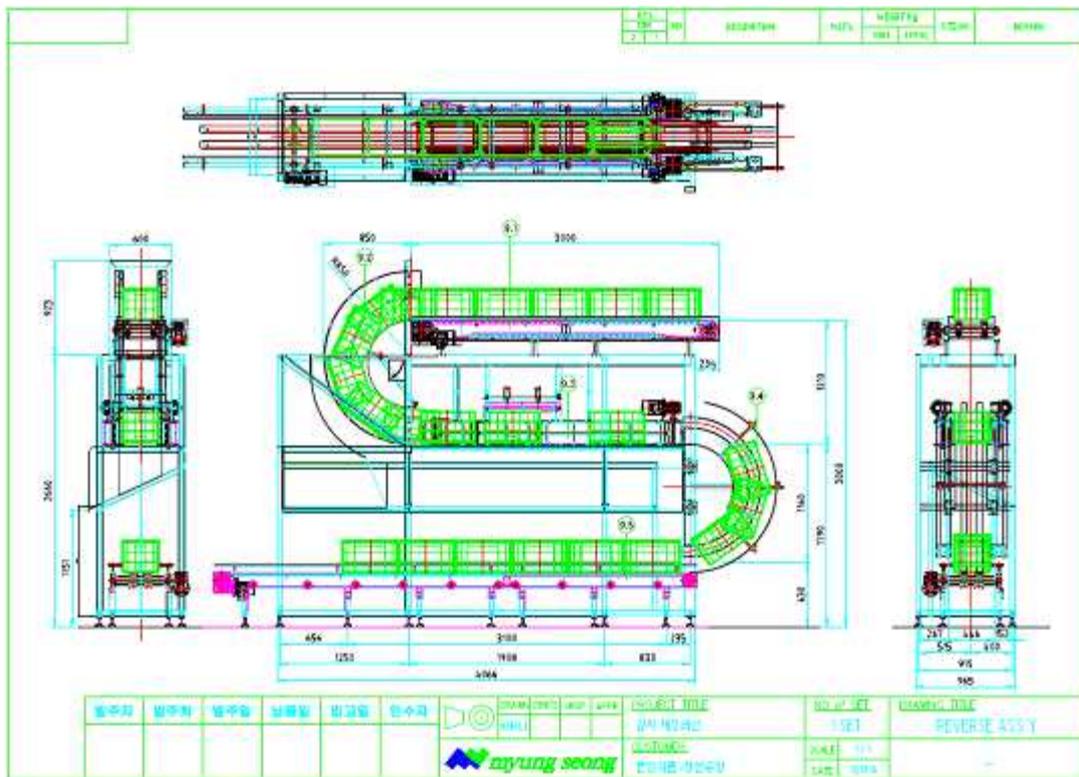


Fig. 3-16. 배추 쏘기 장치 설계도

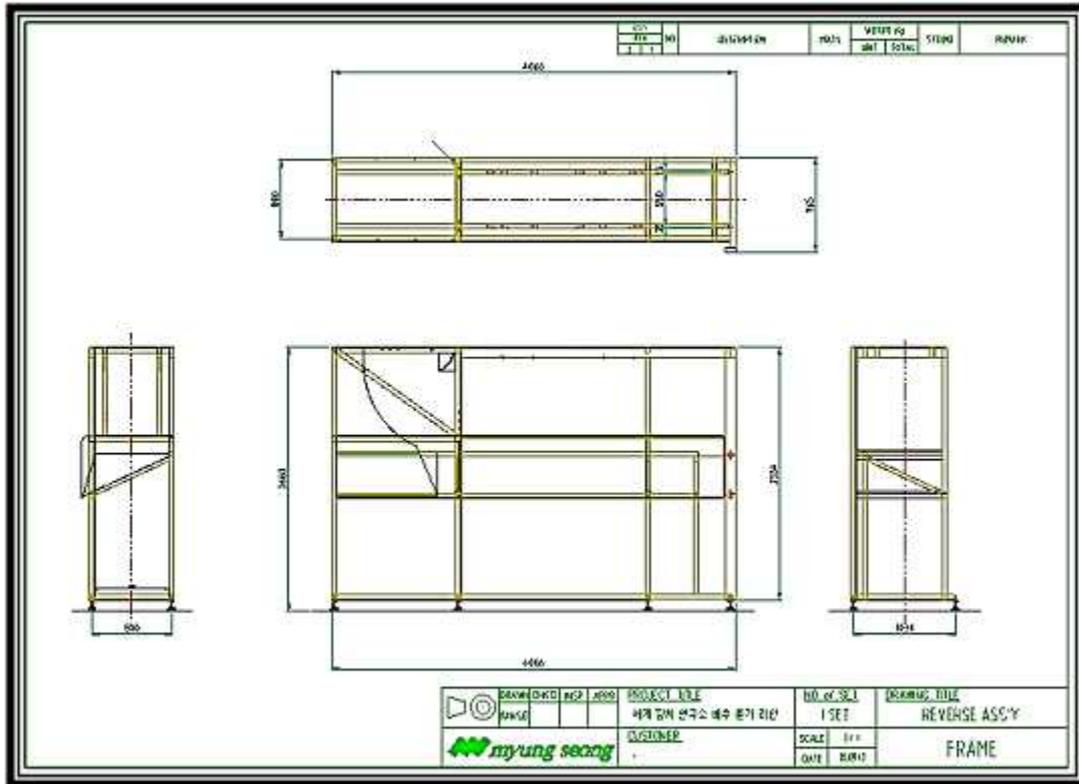


Fig. 3-17. 배추 선구기 장치 Frame part

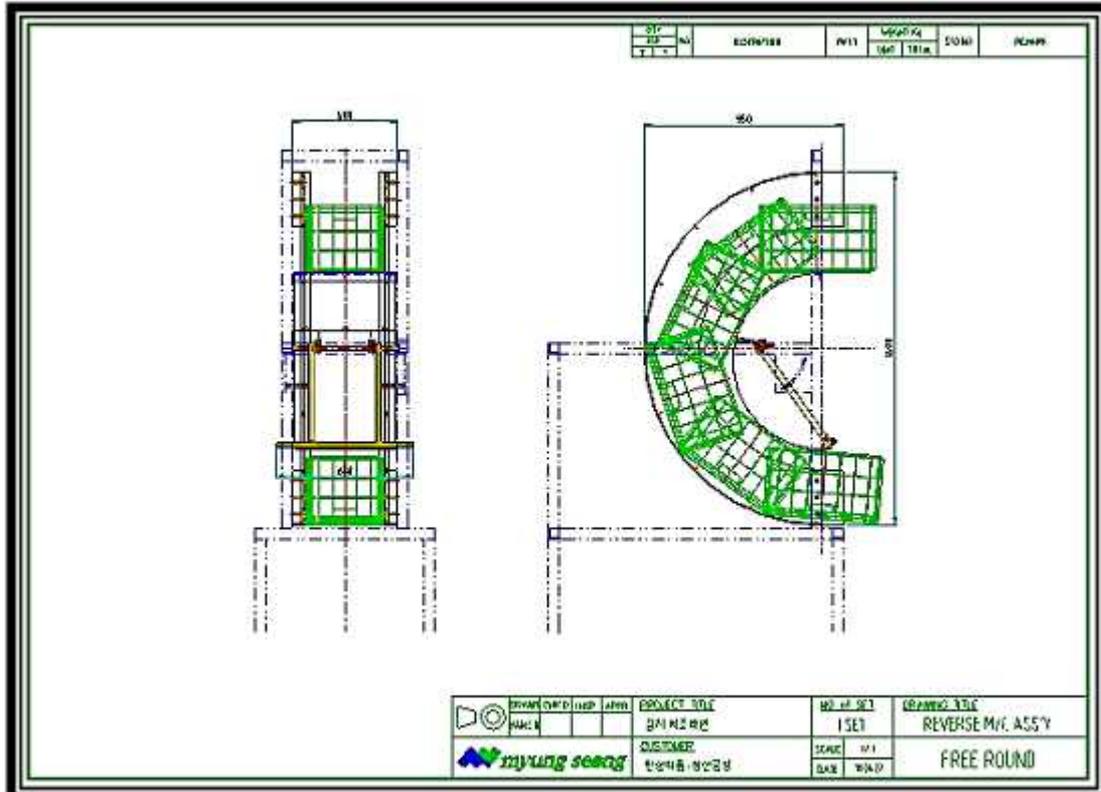


Fig. 3-18. Free round -상자 반전부

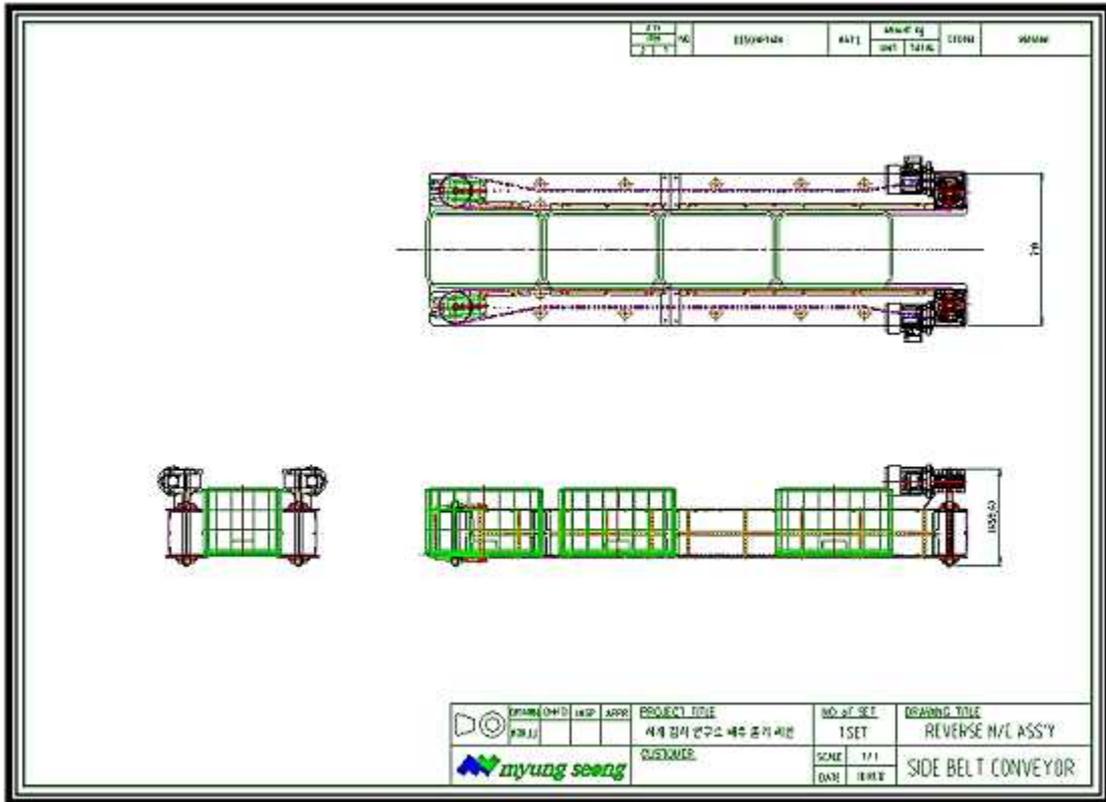


Fig. 3-19. Side belt conveyor - 반전 상자 배출 conveyor

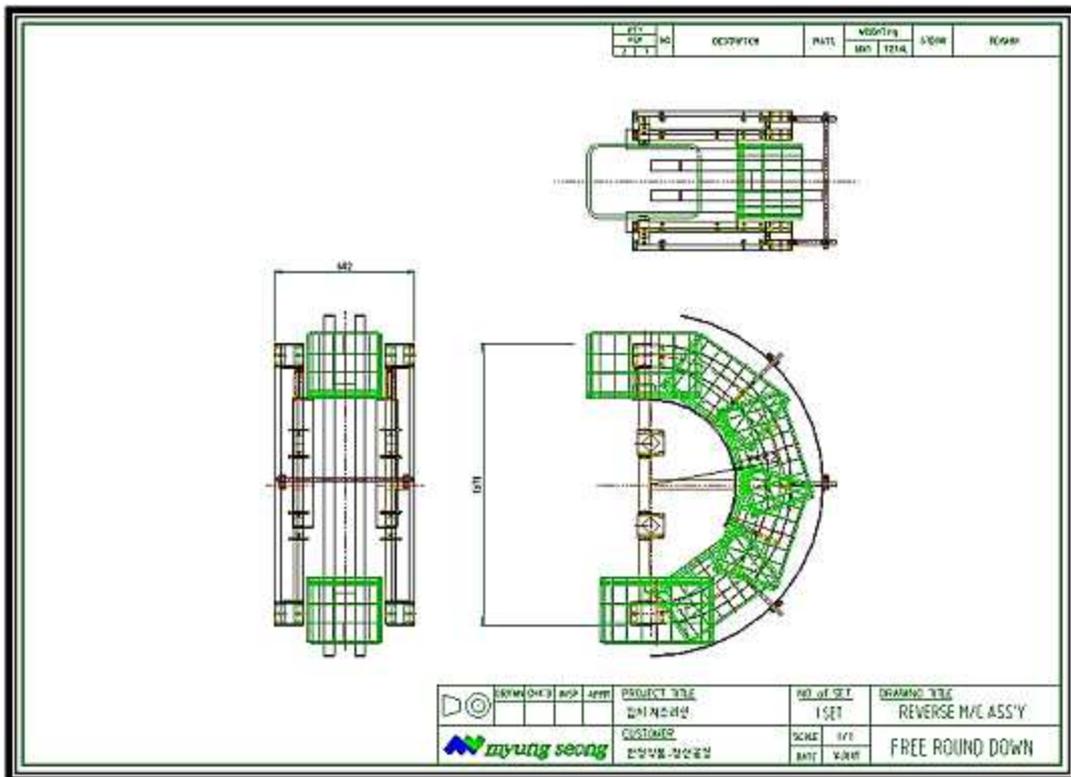


Fig. 3-20. Free round down - 상자 반전 부

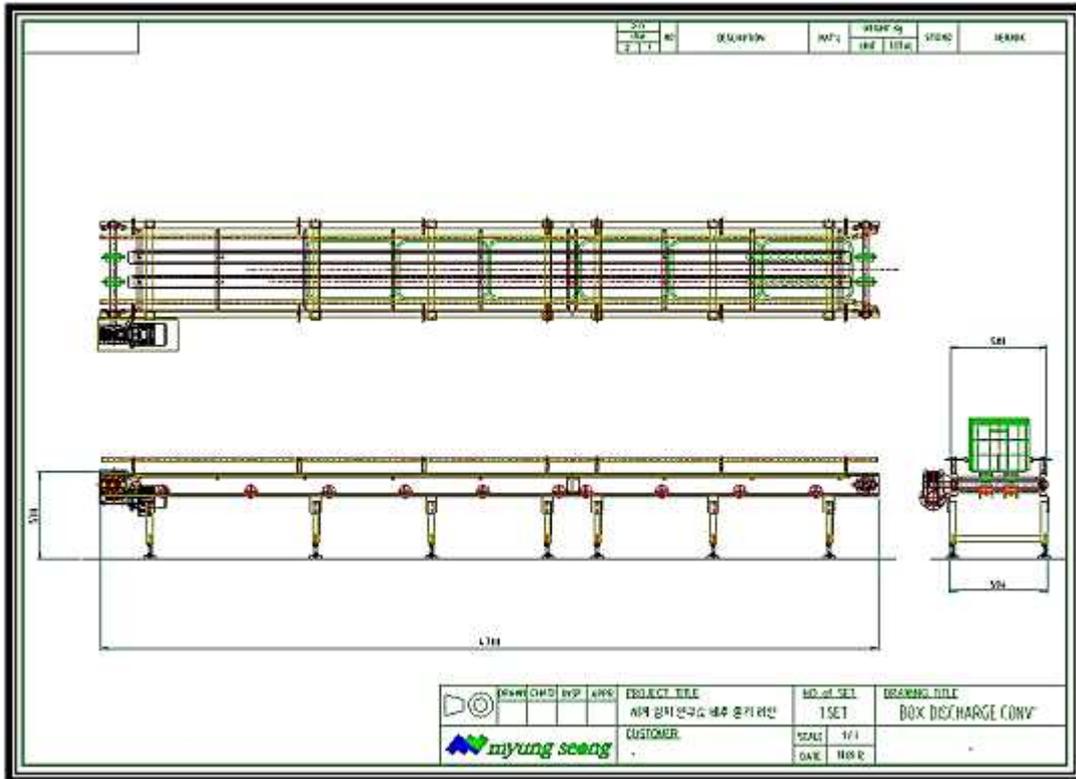


Fig. 3-21. 상자 배출 컨베이어

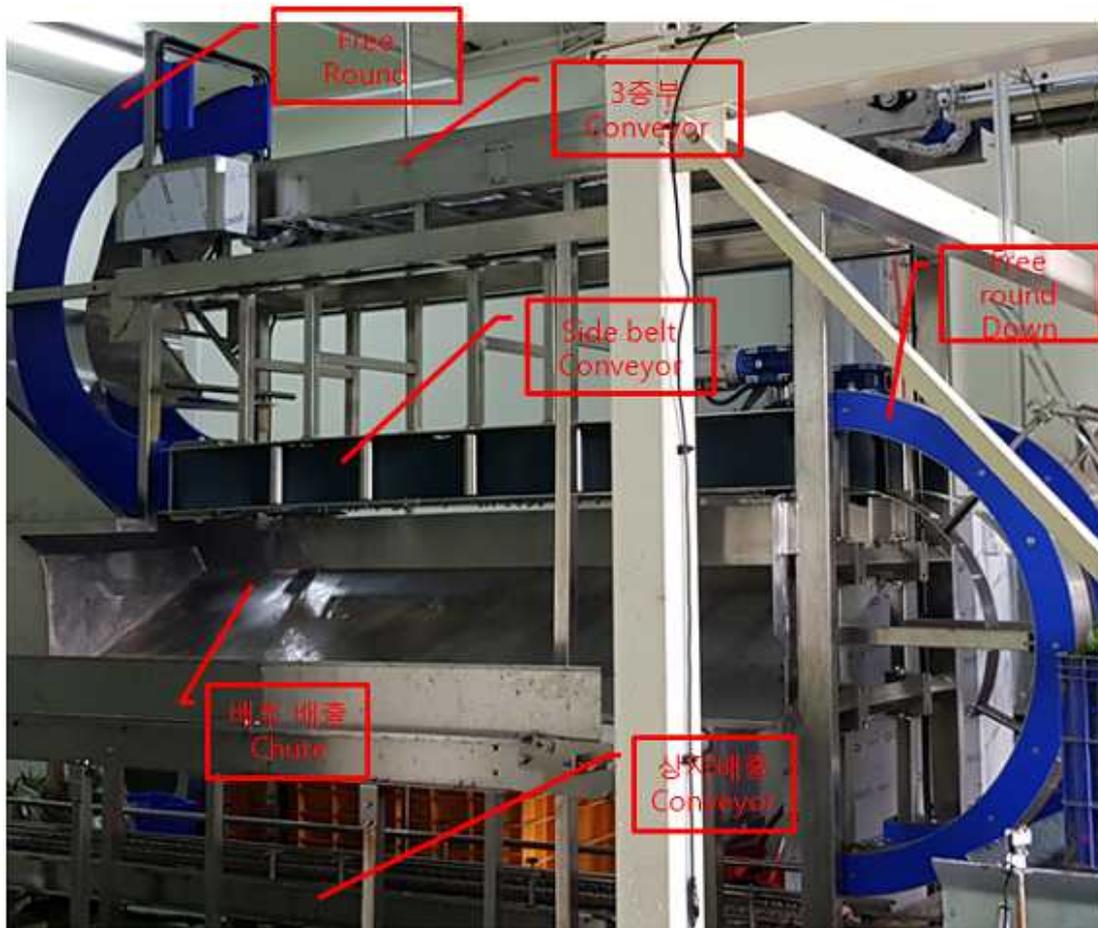


Fig. 3-22. ㈜한성식품 설치 자료 - 각 파트별 설명

2) 배추 쏘기 장치 테스트

현장 설치 완료 후 전기 셋팅을 하면서 테스트를 실시 하였다. 필요한 사이클로 공급하는 상자 수량에는 문제가 없었으나 공급되는 박스의 형태에 따라 박스를 Grip 할 때 에러가 발생하였다. 동작이 Gripper 가 Grip 위치에서 대기하고 있으면 테이블 리프트가 센서에서 박스를 감지할 때까지 상승하고, 센서 감지되면 테이블 리프트 상승을 멈추고 박스를 Grip 하는 동작으로 프로그램 구성하였다. 동작하는 데는 큰 문제는 없었으나 박스 보다 높게 배추 잎이 올라 와 있는 경우 센서가 배추 잎을 감지하여 테이블 리프트 상승 높이가 정확하게 올라오지 않아 박스를 Grip 할 때 정확하게 Grip 하지 못하고 이송중에 박스를 떨어뜨리는 경우가 발생하였다. 이를 방지하기 위하여 상자를 감지하는 센서의 높이를 좀 높게 하고 상자를 중간정도에서 Grip 할 수 있도록 조절하여 테스트를 진행하여 필요한 기능이 나올 수 있도록 하였다.

배추 쏘기 장치에서는 큰 문제없이 테스트를 진행하여 원하는 기능이 나올 수 있도록 하였다. 배추 쏘기 장치에서도 공급되는 박스의 사이즈에 따라 박스를 뒤집는 과정에 레일에서 박스가 빠지는 현상이 발생하였으나 레일 부분을 보완하고 박스가 빠졌을 때 다시 레일에 올라 올 수 있도록 하는 안내 가이드를 부착하여 보완하여 생산 할 수 있도록 하였다.

3) 컨트롤 판넬

본 배추상자 쏘기 장치를 운전하기 위한 컨트롤 판넬을 제작하였다. 그리퍼를 좌우로 이송하는 모터와 한줄 공급기, 이송 컨베이어는 생산량에 대응하기 위해 인버터를 부착하여 속도를 조절할 수 있도록 하였다. 설비 제어를 위한 오퍼레이팅 부분은 터치 판넬을 적용하여 쉽게 동작 제어를 할수 있도록 하였으며, 필요시 수정이나 추가 제어도 가능하도록 하였다.

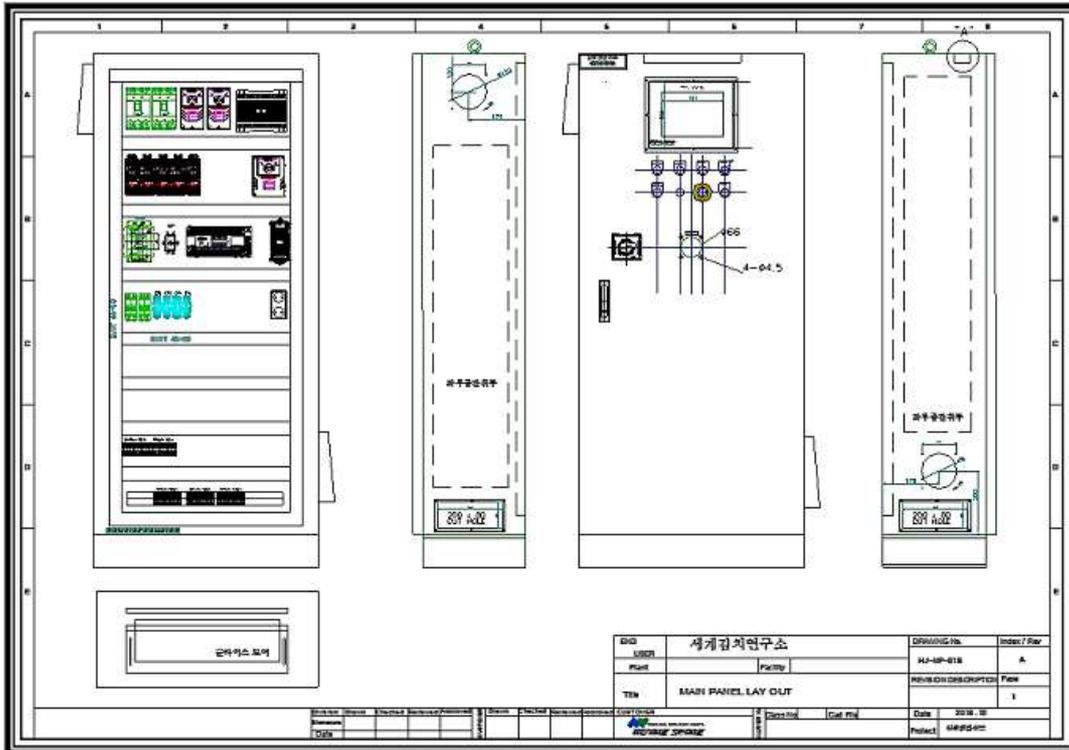


Fig. 3-23. 컨트롤 판넬 제작도

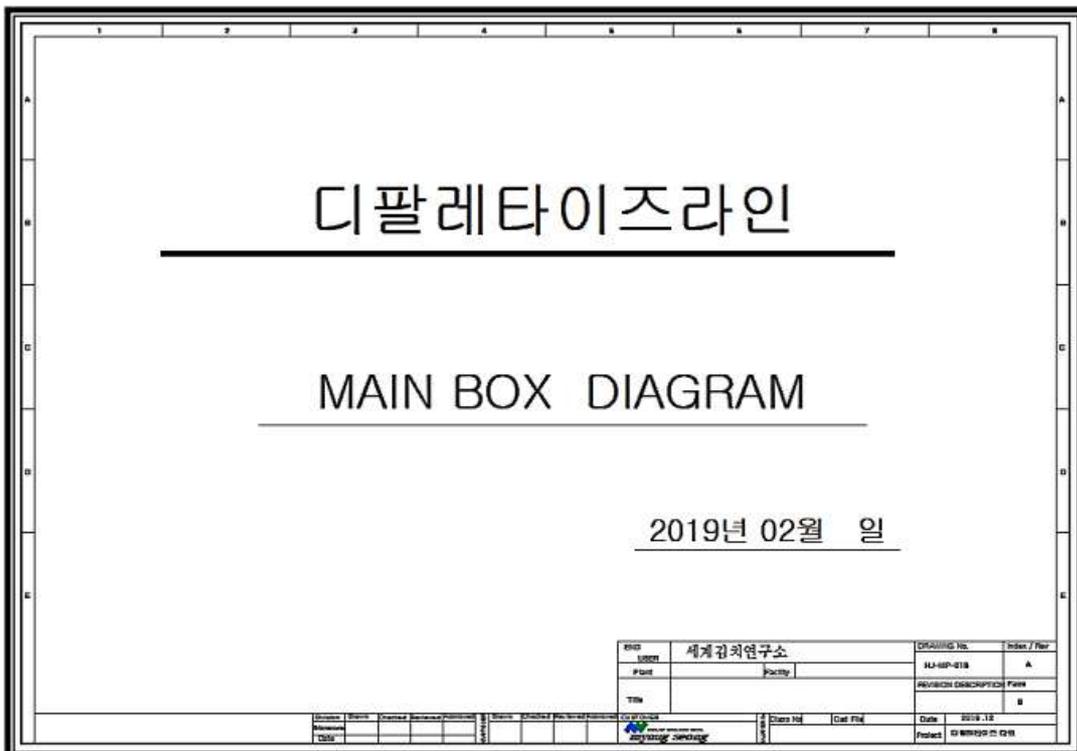


Fig. 3-24. 전기 회로도

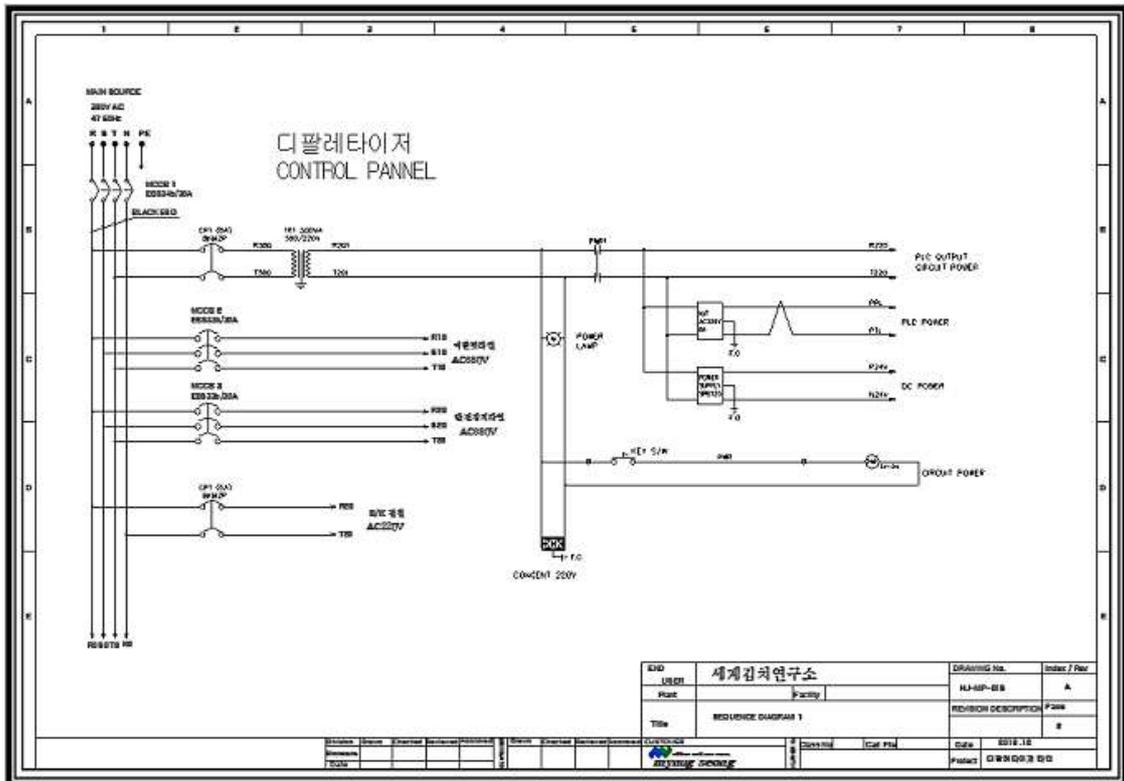


Fig. 3-25. 전기 회로도 1

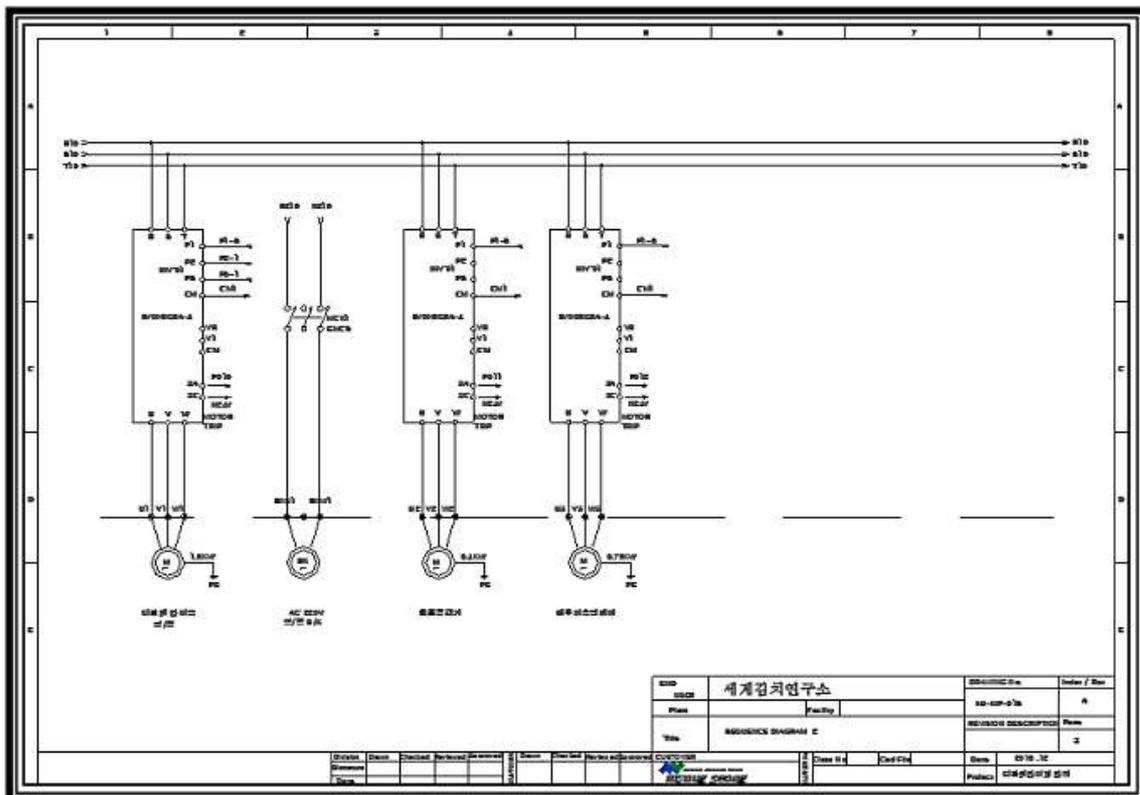


Fig. 3-26. 전기 회로도 2

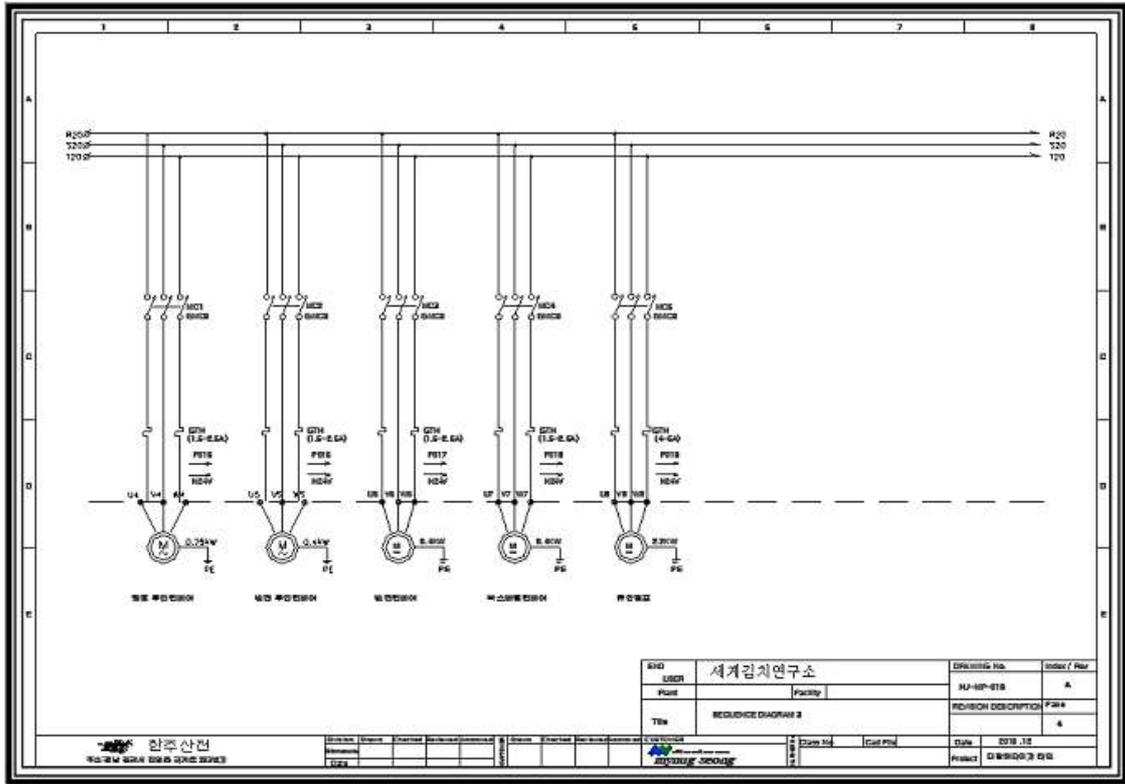


Fig. 3-27. 전기 회로도 3

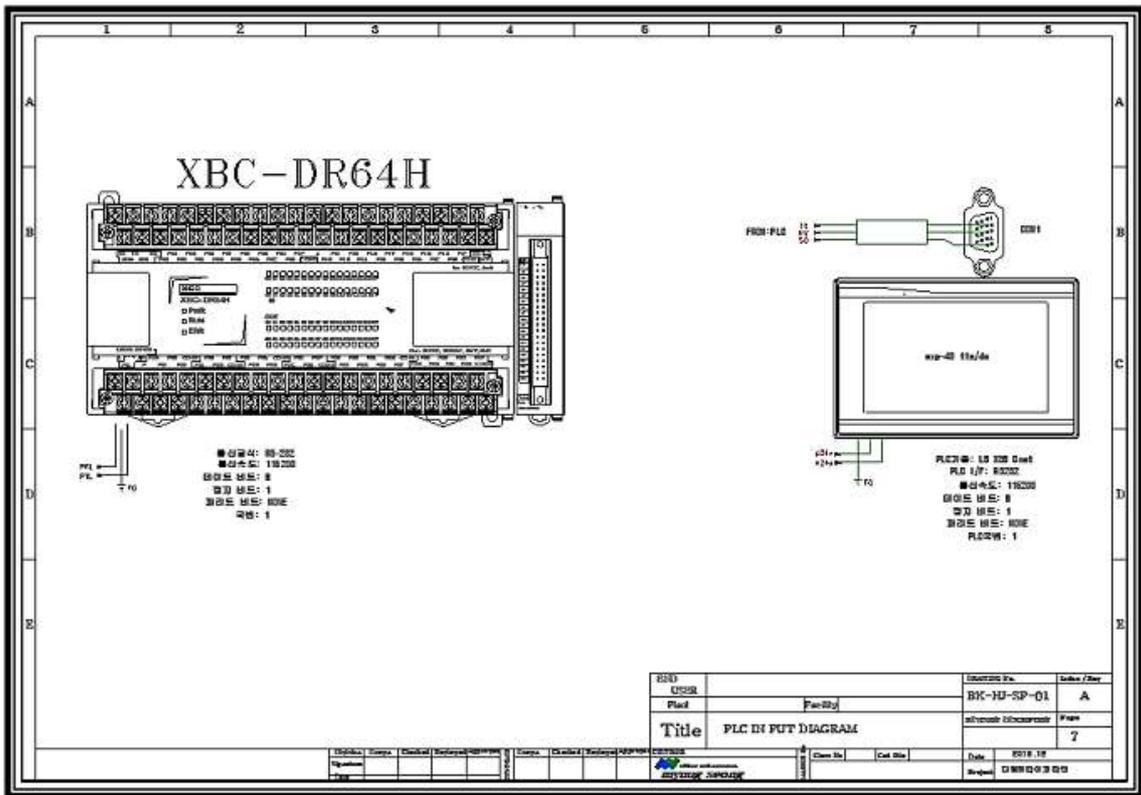


Fig. 3-28. PLC 구성도 1

4) 배추 쏘기 장치 제작 테스트 결과

현장 설치 완료 후 전기 결선 후 테스트를 실시 하였다. 필요한 사이클로 공급하는 상자 수량에는 문제가 없었으나 공급되는 박스의 형태에 따라 박스를 Grip 할 때 에러가 발생하였다. 동작이 Gripper가 Grip 위치에서 대기하고 있으면 테이블 리프트가 센서에서 박스를 감지할 때까지 상승하고, 센서에 감지되면 테이블리프트 상승을 멈추고 박스를 Grip 하는 동작으로 프로그램 구성하였다. 동작하는데는 큰 문제는 없었으나 박스 보다 높게 배추 잎이 올라 와 있는 경우 센서가 배추잎을 감지하여 테이블 리프트 상승 높이가 정확하게 올라오지 않아 박스를 Grip 할 때 정확하게 Grip 하지 못하고 이송중에 박스를 떨어뜨리는 경우가 발생하였다. 이를 방지하기 위하여 상자를 감지하는 센서의 높이를 좀 높게 하고 상자를 중간정도에서 Grip 할 수 있도록 조절하여 테스트를 진행하여 필요한 기능이 나올 수 있도록 하였다. 배추 쏘기 장치에서는 큰 문제없이 테스트를 진행하여 원하는 기능이 나올 수 있도록 하였다. 배추 쏘기 장치에서도 공급되는 박스의 사이즈에 따라 박스를 뒤집는 과정에 레일에서 박스가 빠지는 현상이 발생하였으나 레일 부분을 보완하고 박스가 빠졌을 때 다시 레일에 올라 올 수 있도록 하는 안내 가이드를 부착하여 보완하여 생산 할 수 있도록 하였다.

2. 배추 부위별 절단기 개발

막김치의 품질을 균일화하고 향상시키기 위해서는 배추심을 제거하고 일정한 사이즈로 절단을 해야 한다. 이를 위해서 배추를 부위별로 절단하는 장치를 개발하였다.

1) 초기 배추의 부위별 절단 개념

배추를 Fig. 3-33과 같이 부위별로 나누어 중륵은 막김치용, 엽신은 배추쌈용, 고갱이는 샐러드용, 단축경(심)은 피클용으로 이용함으로써 배추를 신선편의 채소류의 소재로 활용하여 부가가치를 높이고 막김치 생산에 있어서의 문제점을 해결할 수 있을 것이다. 이를 위해 배추를 4 부위로 절단하는 장치를 개발 테스트 하였다.

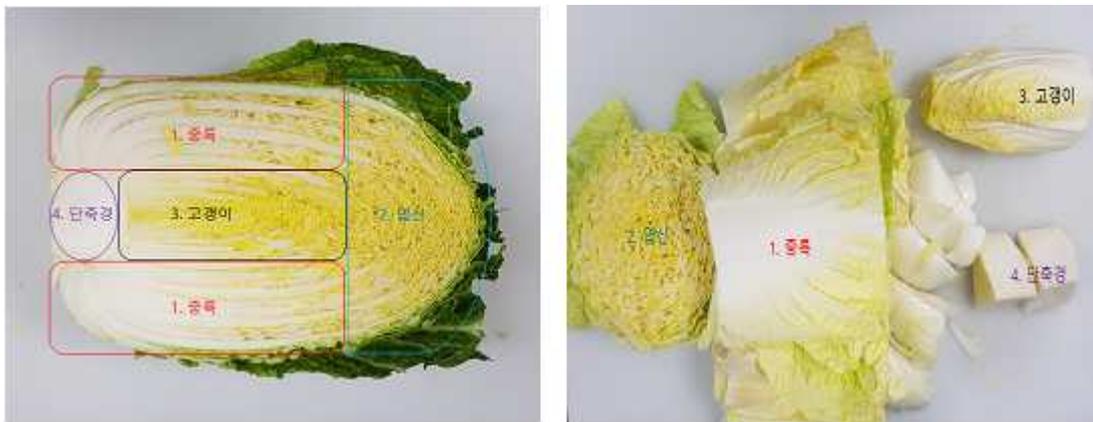


Fig. 3-33. 배추의 부위별 절단 개념

2) 배추 부위별 절단기에 적용된 배추 부위별로 나누는 방법

배추 부위별 절단기에 적용된 개념은 배추를 용도별로 나누는 방법은 Fig. 3-33과 같이 중륵, 엽신, 고갱이, 단축경으로 나누는 방법이다. 배추를 부위별로 나누어 다른 용도로 모두 사용가능하도록 하여 배추의 부가가치를 높이고, 배추 전체를 사용 할 수 있도록 하였다.



Fig. 3-38. 에어 유닛



Fig. 3-39. 컨트롤판넬-외부



Fig. 3-40. 컨트롤판넬-내부

② 엽신부 절단기

엽신부 절단기는 이송 컨베이어에 부착된 배추를 고정하는 V형 홈에 올려져 이송컨베이어의 v-홈에 올려주면 컨베이어가 이동하면서 엽신부 절단 칼날에 의해 엽신부를 절단한다.

또한 엽신부의 절단 길이를 조절 할 수 있도록 칼날의 위치를 옮길 수 있는 장치도 부착하였다.

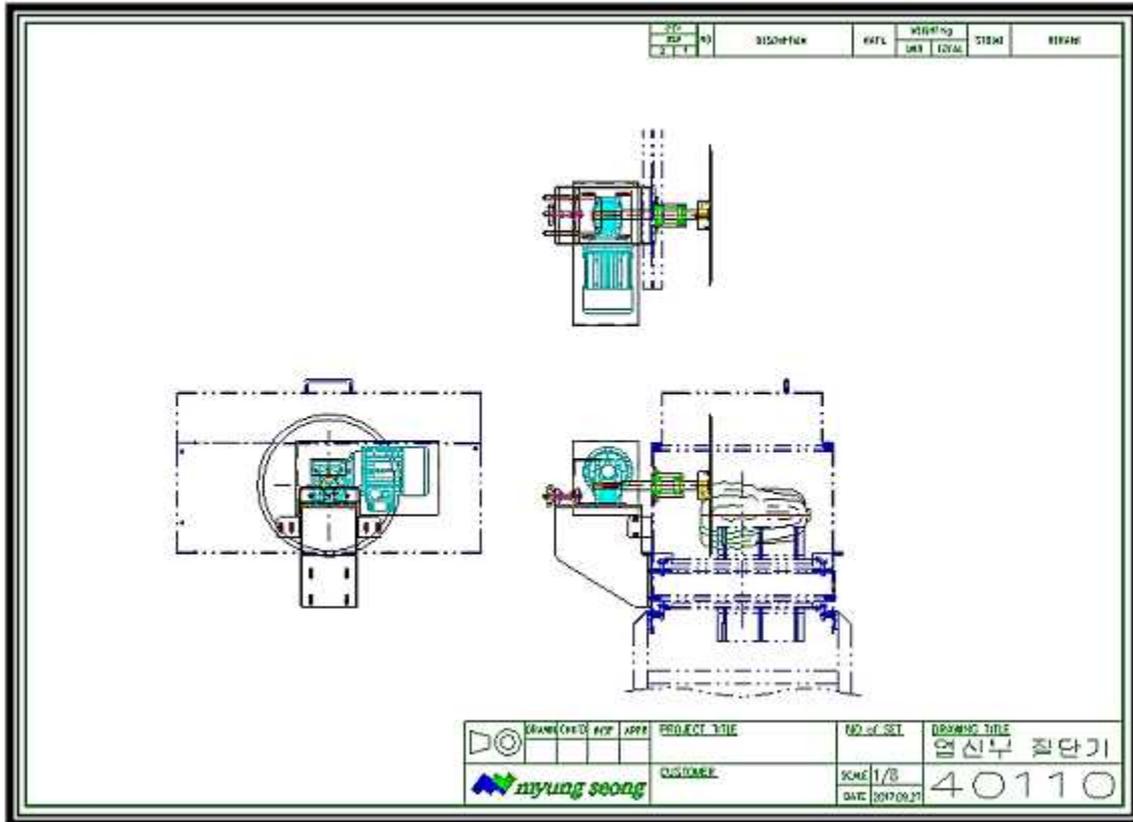


Fig. 3-41. 엽신부 절단기

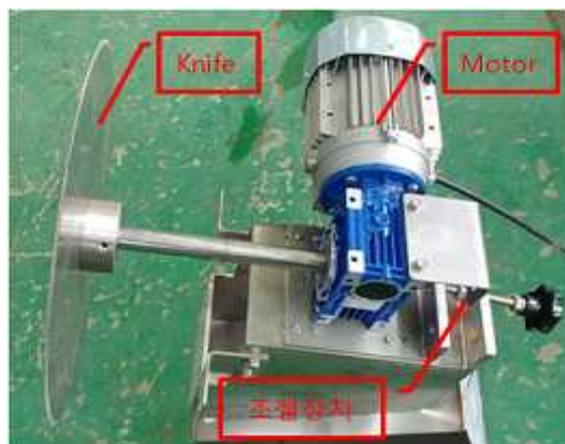


Fig. 3-42. 엽신부 절단기 제작 사진

③ 부위별 절단기

부위별 절단기는 엽신부가 절단된 배추가 이송되어 정위치에 오면 배추 형상 및 크기에 따라 배추가 통과할 통의 높이를 셋팅 한다. 앞쪽에서 배추를 에어 실린더로 밀어서 4등분 할수 있는 칼날이 장착된 원형통으로 배추를 밀어 넣는다. 이때 고갱이 부분을 빼내기 위해 원형의 칼날을 배추 뿌리 부분에 밀어 넣는다. 이후 원형 칼날은 후진하고 배추를 끝까지 밀어 넣어 배추는 등분이 되면서 고갱이와 4등분된 중륵부는 하부로 배출이 되도록 설계를 하였다.

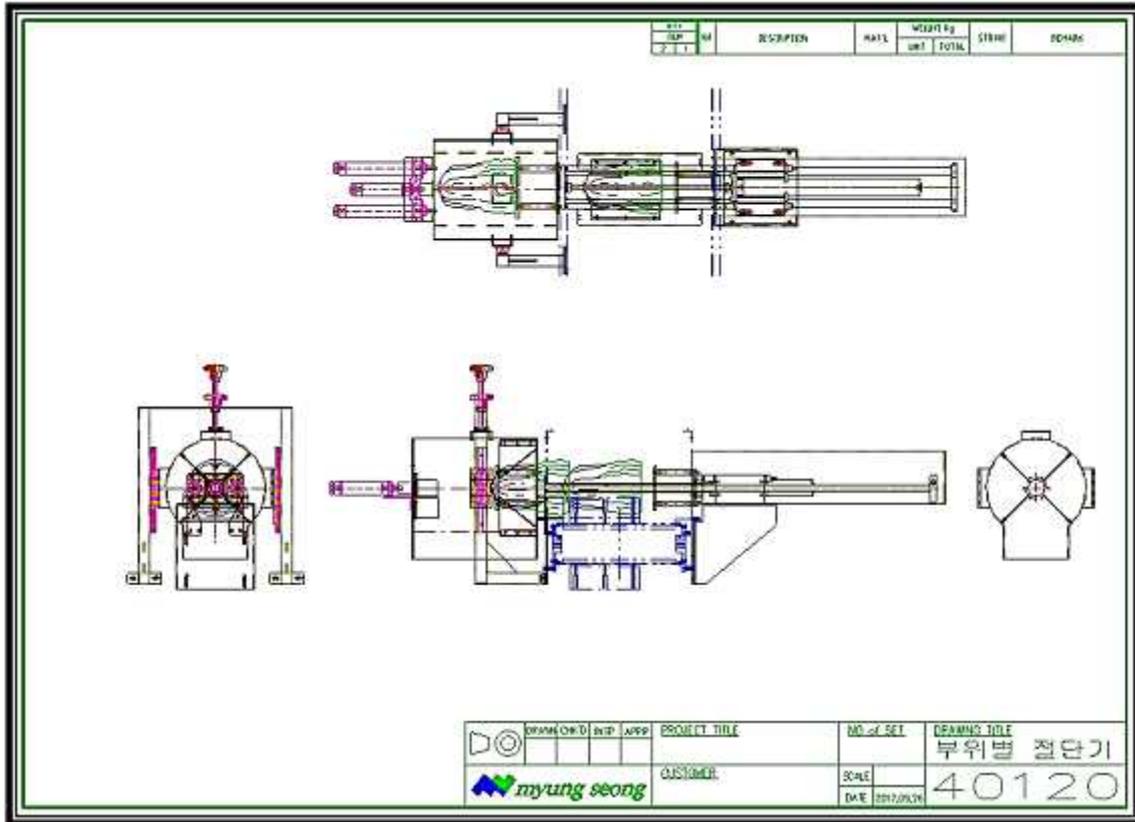


Fig. 3-43. <배추 부위별 절단기>



Fig. 3-44. <부위별 절단기 제작 사진-1>

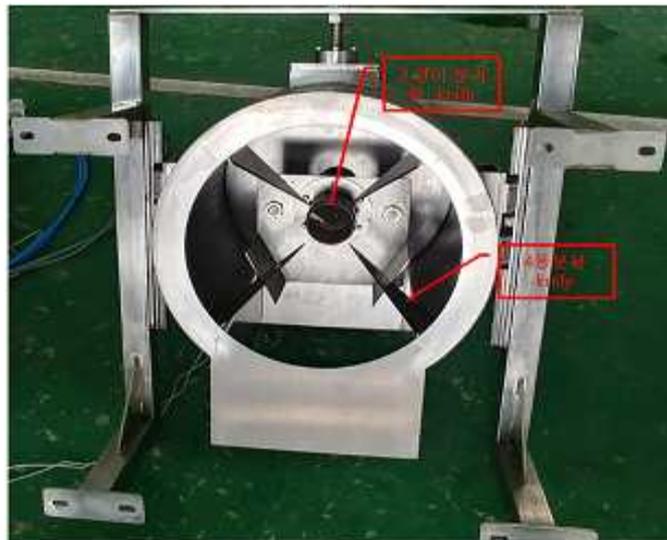


Fig. 3-45. <부위별 절단기 제작 사진-2>



Fig. 3-46. 부위별 절단기 제작 사진-3 배추 푸셔 실린더 장치



Fig. 3-47. 제어용 전기 컨트롤 패널(외부, 내부)

④ 시제품 테스트 결과

1차 배추부위별 절단기를 제작하여 테스트를 진행하였다. 배추를 최대한 동일한 사이즈를 선정하여 공급하여 테스트를 진행했다. 1차 엽신부 절단이 컨베이어 이송 과정에서 진행되는 부분이라 큰 문제점 없이 절단 되었다. 엽신부 절단 후 2차 배추 부위별 절단에서는 약간의 문제점이 발견되어 설계 변경을 진행 하였다. 주요 문제점으로는 배추를 4등분 하는 통으로 밀어 줄 때 배추가 수평으로 가지 않고 일정 부분에서 밑으로 기울어 지는 현상이 있어 고갱이 중심부분을 맞추는데 문제가 있었다. 기울어져 등분하는 통으로 들어감으로 인하여 배추 4등분도 편심으로 되어 1차 시제품은 문제가 있어 절단 부위를 보완 하여 2차 설계를 진행 하였다.



Fig. 3-48. 고갱이 편심으로 인한 미 분리-1



Fig. 3-49. 고갱이 편심으로 인한 미 분리-2



Fig. 3-50. 고갱이 편심으로 인한 미 분리-3

⑤ 1차 테스트 결과 요약

1차 제작한 배추부위별 절단기 테스트 결과를 요약하면

- 수평으로 밀어 줄 때 배추가 아래로 쏠리는 현상에 의한 등분이 정확하게 되지 않음
- 배추 사이즈에 따른 고갱이 절단 칼날 높이 수작업 조절
- 원통 내부에 4절 칼날을 배치함에 따라 절단 배추 배출이 용이 하지 않음
- 엽신부 절단된 부분 처리 문제(일정 구간에서 배출되는 것이 아니라 이송 중 배출됨)

3-2) 배추 부위별 절단기 2차 시제품 제작 및 테스트

1차 배추 부위별 절단기를 제작하여 테스트 한 결과 위에 나온 결과에도 언급하였지만 수평으로 배추를 밀어주다 보니 반듯하게 고갱이와 등분이 되지 않는 문제가 있었다. 그래서 설계 변경을 하여 부위별 절단 방식을 변경하였다. 변경된 방식은 투입은 기존 방식과 같이 컨베이어의 "v"홈에 배추를 올려주면 1스텝씩 이동을 하고 배추 부위별 절단기 부착 위치까지 오면 1차로 상부에 설치된 3개의 실린더 중 "v"홈을 가진 1차 가운데 실린더가 하강하여 배추를 움직이지 않도록 눌러 준다. 다음으로 측면에서 원형 칼날이 전진하여 일정한 지름으로 심부분에 칼집을 넣은 후 다시 후진한다. 다음 공정으로 엽신부 및 배추 뿌리 부분을 절단한다. 이후 컨베이어로 배추를 배출하면 컨베이어에 3개의 흔들이 장치를 부착하여 배추를 흔들어서 낱잎으로 분리 하도록 하였다.

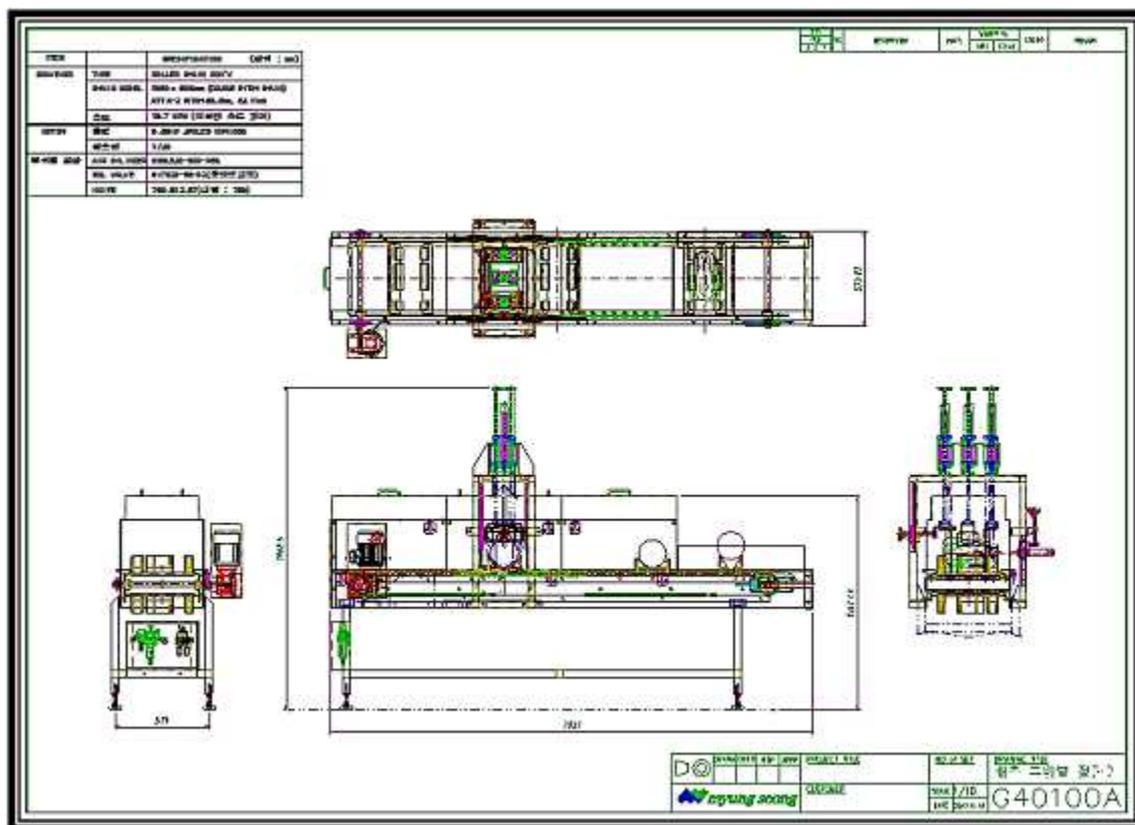


Fig. 3-51. 배추 부위별 절단기 2차 설계도

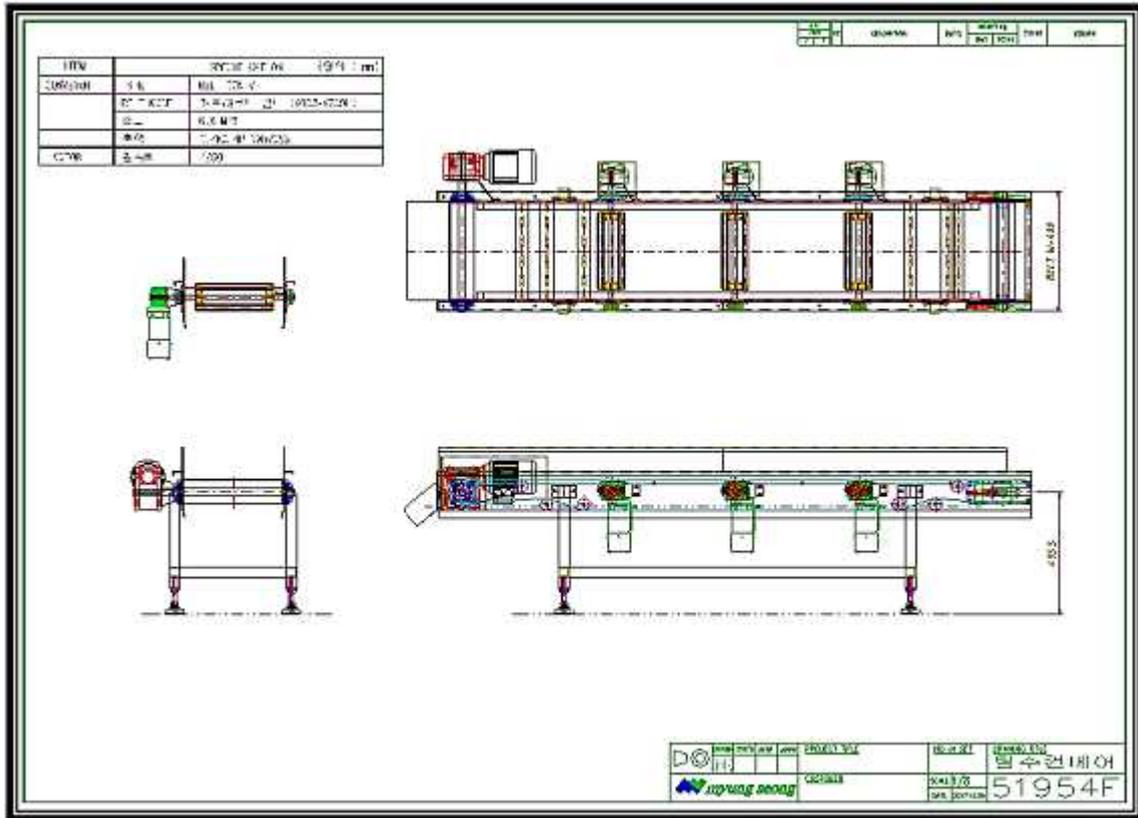


Fig. 3-52. 배추 낱잎 분리용 컨베이어

① 배추 부위별 절단 장치 동작

배추 부위별 절단장치 2차분은 배추를 컨베이어의 "v"홈에 있는 상태에서 고갱이 부분 및 엽신부, 뿌리부분을 절단할 수 있도록 설계 하였다. 배추가 정위치에 도착하면 누름 실린더가 하강하여 배추가 움직이지 않도록 고정된 다음 고갱이 분리용 knife가 전진하여 일정한 사이즈로 고갱이 부분을 잘라주고, 엽신부 절단 및 뿌리부 절단 실린더가 하강하여 배추를 부위별로 절단 한다. 또한 엽신부의 절단 길이를 조절 할 수 있도록 조절 장치가 부착되어 있고, 고갱이 분리용 knife를 배추의 중심부에 맞추기 위해서 높이 조절 장치도 부착되어 있다. 또한 엽신부 / 뿌리부 절단 칼날은 사선으로 제작하여 절단될 때 부하를 최소화 시켜 절단이 잘 되도록 하였다.

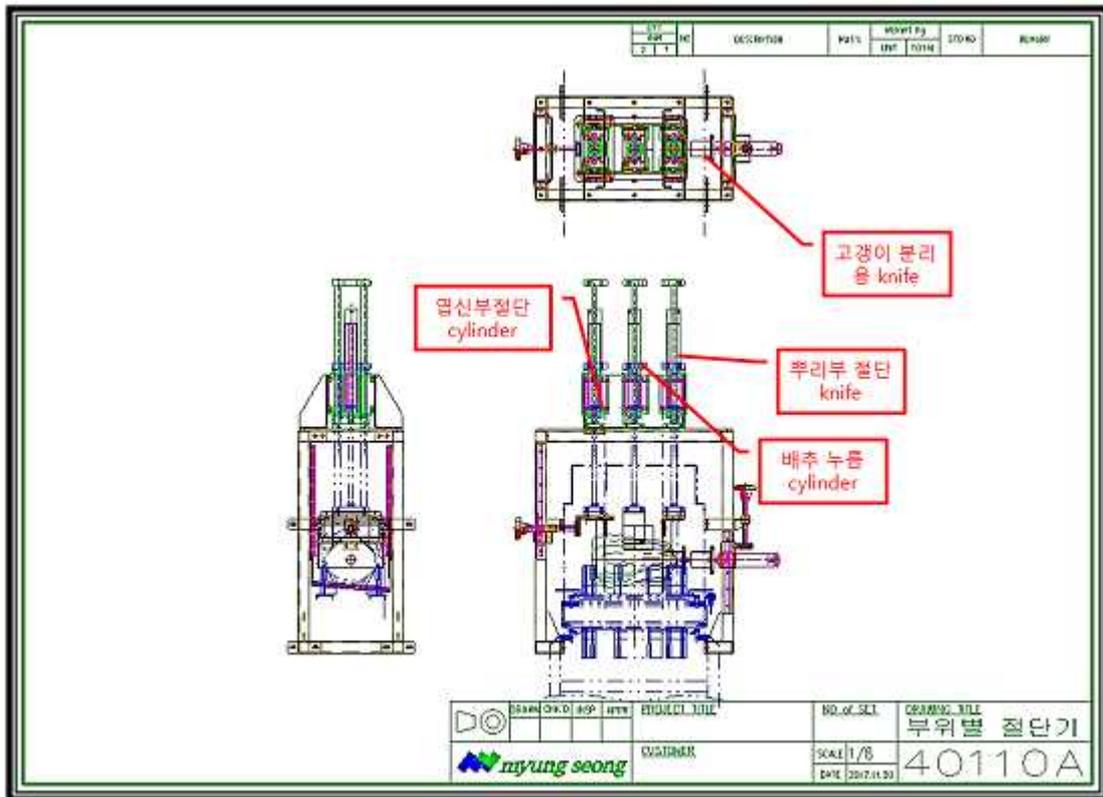


Fig. 3-53. 배추 부위별 절단기

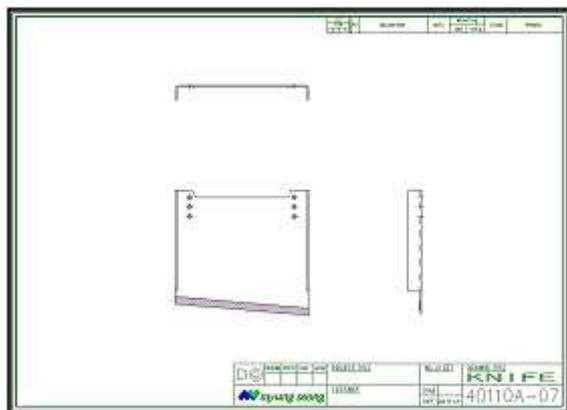


Fig. 3-54. 엽신부 / 뿌리부 절단용 knife

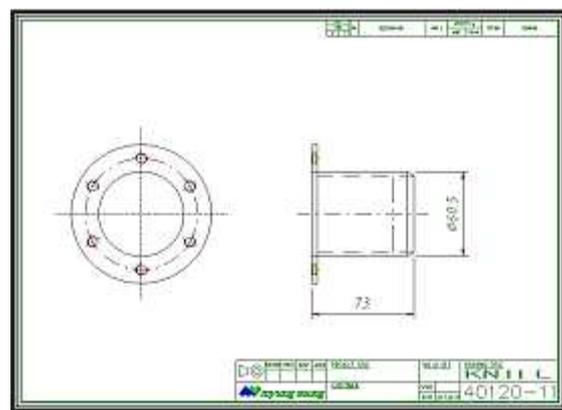


Fig. 3-55. 고갱이 분리용 knife

② 배추 부위별 절단 장치 2차 테스트 및 문제점

2차 설계 변경하여 제작한 설비로 테스트를 진행 하였다. 1차 테스트를 진행한 결과 배추를 누른 후 고갱이 절단 칼이 전진하니 배추가 밀리는 현상이 발생하였다. 그래서 동작방식을 변경하여 3차 테스트를 진행하였다.

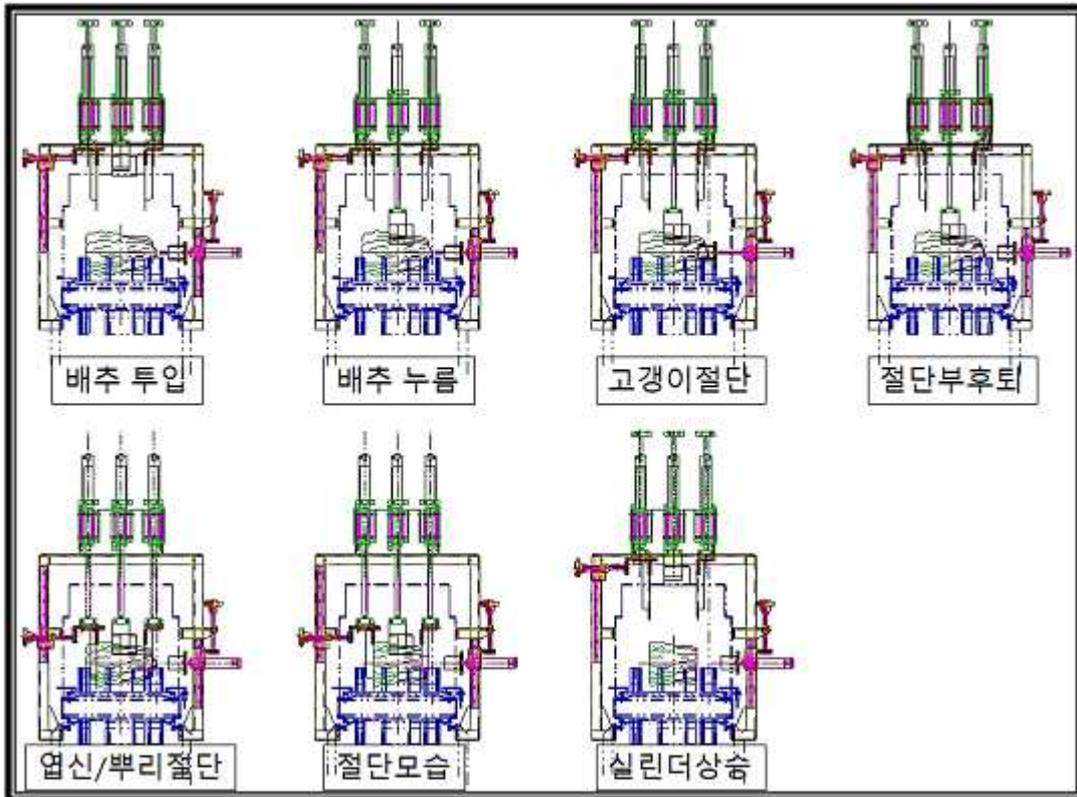


Fig. 3-56. 부위별 절단기 2차 테스트 공정도

③ 배추 부위별 절단 장치 3차 테스트 및 문제점

2차 설계 변경 후 테스트에서 발생한 문제점을 보완하기 위해 실린더 동작 순서를 바꿔서 3차 테스트를 진행하였다. 배추가 정위치에 도착하면 상부 누름 실린더가 동작하여 배추를 잡고 다음으로 엽신부를 절단하는 knife가 하강하여 엽신부를 자른다. 다음 공정으로 고갱이 절단용 knife가 전진하여 배추에 고갱이부분을 절단하도록 하였다. 이때 엽신부 knife는 하강 상태를 계속 유지하면서 배추가 밀리는 것을 방지 하도록 하였다. 다음으로 뿌리 절단 knife가 하강하여 뿌리 부분을 절단한 후 엽신부, 뿌리 절단 knife가 상승하면서 부위별 절단 공정을 마무리 하였다.

테스트에서 나타난 문제점은 뿌리 부분 절단 knife가 하강할 때 실린더의 긴 스트로크와 뿌리부분에서 받는 저항력으로 절단 knife 가 하강하는 과정에서 휘는 현상이 발생하여 뿌리 부분을 수직으로 절단을 못하는 현상이 발생하였다.

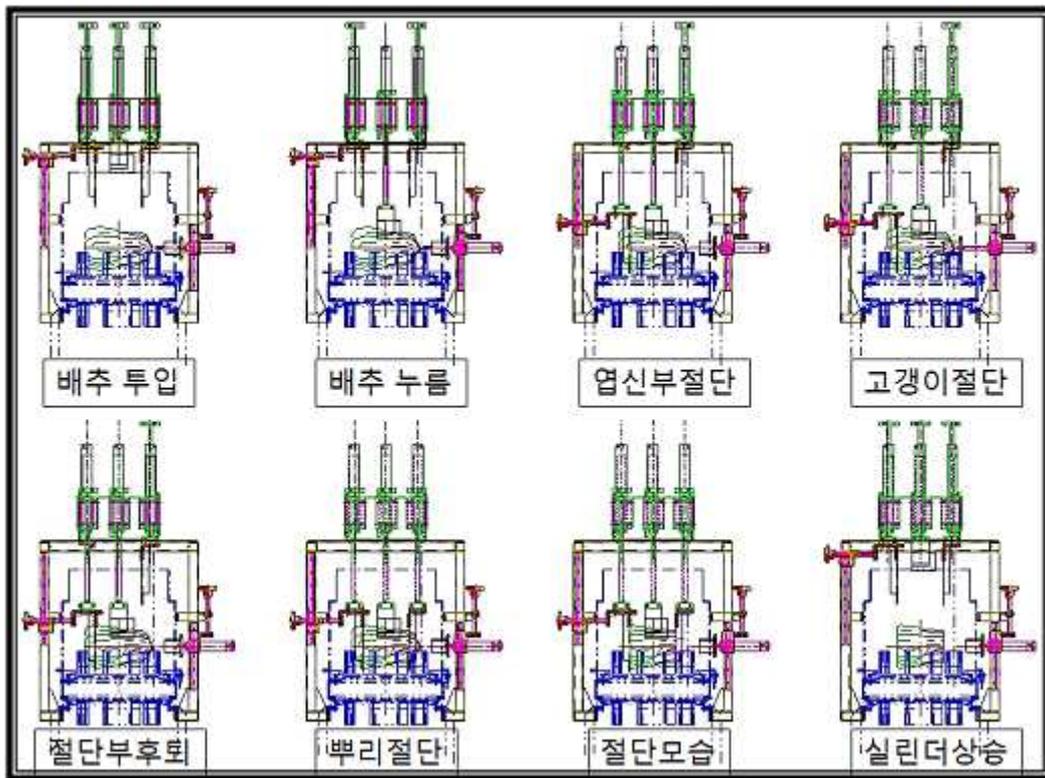


Fig. 3-57. 배추 부위별 절단기 3차 테스트 공정도

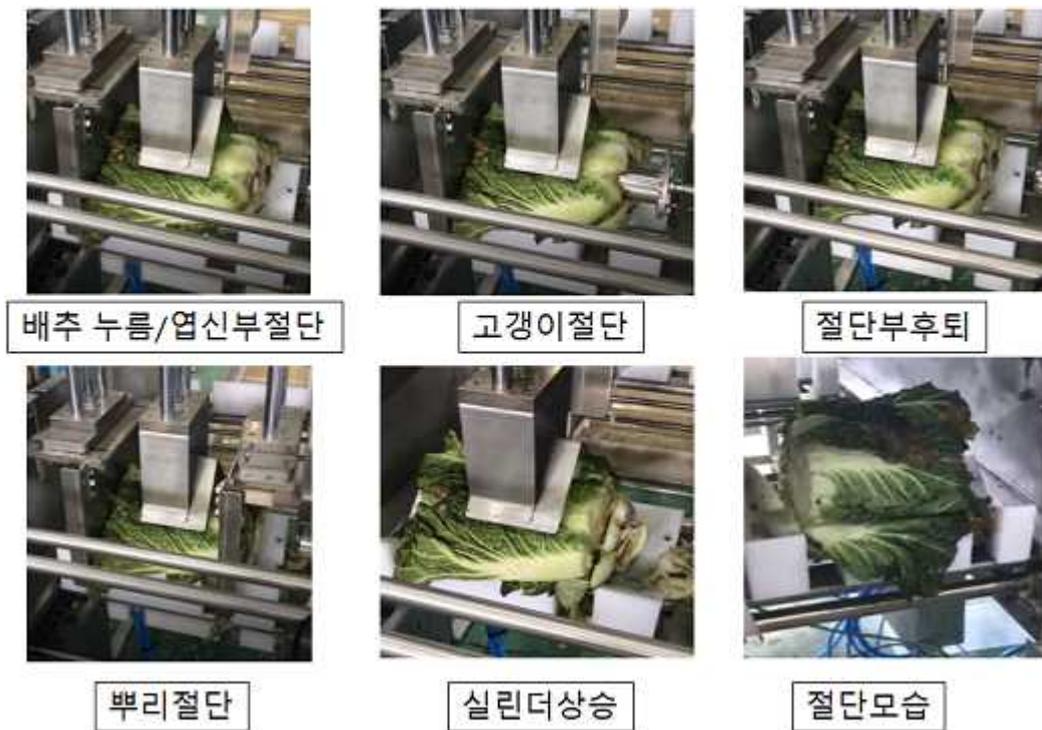


Fig. 3-58. 배추 부위별 절단기 3차 테스트 사진 자료

④ 배추 낱잎 분리 테스트

앞서 3차 방식으로 테스트한 배추를 낱잎 분리 테스트를 실시하였다. 낱잎 분리장치는 3지점에 벨트를 흔들어 주는 장치를 부착하여 엽신/뿌리가 절단된 배추를 흔들어 낱잎으로 분리하여 고갱이 부분만 선별할 수 있도록 하는 컨베이어를 제작하였다.

테스트를 진행한 결과 배추가 낱잎으로 완전히 분리하기 위해서는 컨베이어 길이가 설계보다 2~3배 이상 길어져야 완전히 낱잎으로 분리가 되어 고갱이 부분을 분리 할수 있다는 결론이 나왔다. 그러나 이는 고갱이 분리 목적만 만족하는 결과로 다른 목적에는 맞지 않다는 결론도 나왔다. 뿌리 부분과 고갱이 부분을 분리하는 인원이 필요한 문제, 낱잎으로 분리된 배추를 절단기에 넣기 위해서는 가지런히 정렬을 해야 하는데 흩어져 있는 배추 잎을 정렬하는데는 한계가 있다는 결론이 나왔다.



Fig. 3-59. 배추 분리 장치 테스트

⑤ 2차 배추 부위별 절단기 테스트 결과

2차 배추 부위별 절단기 테스트 결과를 요약해보면

- 배추 사이즈에 따른 중심부 수작업으로 셋팅 필요
- 배추 사이즈에 따른 누름 장치 동작 범위 문제
 - > 큰배추가 공급될 경우 많이 누르게 되어 배추가 깃눌리는 현상 발생
 - > 작은 배추가 공급될 경우 적게 누르게 되어 고갱이 분리 나이프가 전진시 배추 밀리는 현상 발생
- 엽신부/뿌리부 절단시 실린더 스트로크 및 배추의 저항으로 knife 가 휘는 현상
- 낱잎 분리 장치에서 뿌리/고갱이 선별 인원 필요
- 뿌리 부분의 흙이나 이물이 분리된 낱잎에 묻어 배추를 더 오염시키는 문제
- 분리된 낱잎을 절단하기 위해 다시 정렬해야 하는 문제
- 부위별 절단 및 낱잎 분리가 한 설비에서 이루어지지 않아 추가 설비 및 설치에 필요한 공간을 많이 필요로 함

2차에 걸친 설계 변경 및 테스트를 진행 한 결과 위와 같은 문제점이 대두되어 배추를 뉘어서 공급하는 방식이 아닌 세워서 공급하고 하부에서 심 제거, 2~3절로 절단하는 타입으로 변경한 3차 설계 변경을 진행 하였다.

3-3) 배추 부위별 절단기 3차 시제품 제작 및 테스트

배추를 세운 상태에서 고갱이 부분을 분리시 발생하는 문제점을 사전에 체크하기 위해 간이로 먼저 테스트를 진행하였다.

우선 고갱이 절단부의 knife를 원형 파이프에 톱니 형태의 칼날을 만들어 임시 회전 장치에 부착하여 고갱이 분리 테스트를 하였다. 고갱이 테스트 결과 파이프 사이즈에 따라 고갱이 분리되는 사이즈를 달리 할 수 있었으며 테스트시에는 배추를 절단하지 않고 고갱이를 분리하여 고갱이 부분이 파손이 되었는데 실제 설비 제작시에는 고갱이 사이즈에 맞도록 하여 배추를 2~3등분 하면 고갱이가 쉽게 빠질수 있다는 결론을 내렸다.

이에 배추를 잡는 부분을 견고하게 하고, 분리 knife의 정밀화, 고갱이 분리 knife 외경에 사이즈에 맞춰 배추를 2~3 등분하면 고갱이 부분만 쉽게 분리가 되고 절단 배출된 배추를 컨베이어로 받아 이송하므로 낱잎 분리 없이 절단기로 이송이 가능하겠다는 판단으로 3차 설계 변경하여 제작 테스트를 진행하여 납품설치 하였다.



Fig. 3-60. 고갱이 분리 간이 테스트

① 회전식 배추 부위별 절단기

3차 설계 변경한 배추 부위별 절단기는 회전타입으로 주요 구성품은 정위치제어 및 테이블을 회전하는 메인 구동부, 배추를 잡아주는 배추 홀더 장치, 배추 단축경부분을 절단하는 회전 칼날, 배추를 2절 또는 3절하는 파트 등으로 크게 나눌수 있다. 엽신부가 절단된 배추를 작업자가 배추 부위별 절단기의 투입부에 올려주면 배추 홀더 장치가 동작하여 배추를 잡고, 테이블이 회전하여 단축경 부분을 절단하는 위치에 오면 회전 칼날 드라이브가 상승하여 단축경부분을 절단한다. 단축경 부분을 절단한 후 회전 칼날 드라이브는 하강하고 테이블이 회전하여 삼절하는 위치에 오면 배추 홀더가 동작하여 잡고 있던 배추를 놓아준다. 이때 배추는 자유 낙하를 하고 3절 회전 칼날에 의해 절단이 이루어진다. 이렇게 절단된 배추는 이송 컨베이어를 통해 다음 공정으로 이송이 된다. 파트별 주요 설계 내용은 아래 항에서 설명하였다.

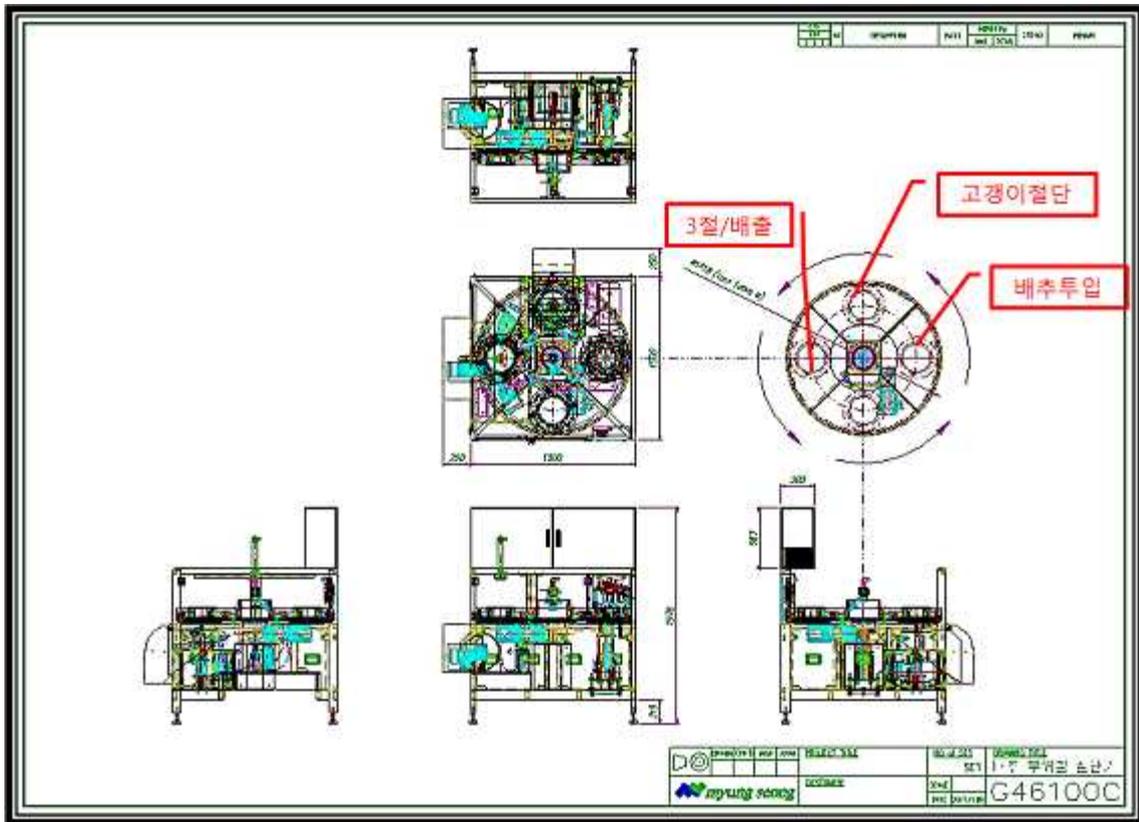


Fig. 3-61. 배추 부위별 절단기 3차 설계도

①-① 회전 구동부

3차로 설계한 부위별 절단기의 핵심 부분 중의 하나는 회전하는 테이블이 원하는 위치에 정확하게 올 수 있도록 구상하는 것이었다. 시중에 구할 수 있는 인덱스 드라이버를 적용하여 위와 같은 문제를 해결할 수 있었다. 4개의 홀을 가진 회전 테이블을 인덱스 드라이버에 조립하여 필요한 회전 후 정위치에서 정지할 수 있도록 하였다. 회전 신호는 2가지로 제어할 수 있도록 하였다. 첫째 방식은 수동 동작 방식으로 배추를 배추 투입구에 공급한 후 작업자가 foot 스위치를 밟아 회전 신호를 주는 방식, 두 번째 방식은 자동 동작 방식으로 분당 회전할 수 있는 회전수를 입력하여 회전 후 일정시간동안 정지, 다른 동작 신호 없이 정해진 시간 이후 회전할 수 있도록 구성하였다. 본 설비의 최대 회전 수량은 분당 약 3.5 rpm 으로 생산량은 약 $3.5 \times 4 = 14$ 포기/분 이다. 이는 본 연구과제에서 필요로 하는 분당 8포기 처리 요구량을 만족하는 생산량이다. 분당 14포기는 순수한 테이블의 회전수에 의한 생산량으로 작업자의 숙련도 및 공급되는 배추의 양에 따라 실제 생산량은 달라질 수 있다.

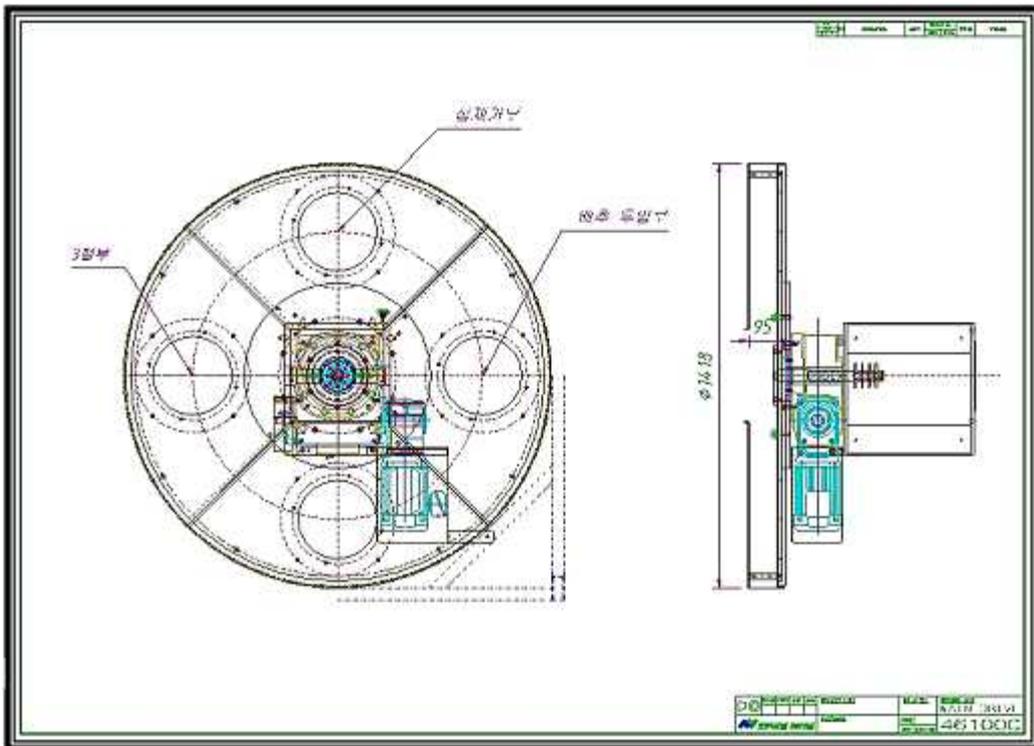


Fig. 3-62. 배추부위별 절단기 - 테이블 회전 구동부

①-② 배추 홀더

회전 테이블에 수직으로 세워져 공급되는 배추를 흘러 내리지 않고 회전할수 있도록 하며, 하부에서 고갱이 부분을 절단하기 위해 고갱이 절단 knife가 회전하면서 상승할 때 배추가 위로 밀려 가지 않도록 잡아주는 역할을 하는 부품이다. 동작은 에어 실린더에 의해서 이루어 지도록 하였다. 실린더의 전진 후진에 따라 홀더 고정 plate가 회전하며, 이 plate에 가공 되어 있는 레일에 따라 홀더가 움직이면서 배추를 투입시 잡거나 배출시 놓는 동작을 하도록 하였다. 또한 원활하게 동작 할 수 있도록 하기 위해 캠팔로워 베어링을 적용하였으며 plate가 동작할 때 마찰을 줄이기 위해 mc 재질의 plate를 적용하였다. 본 설비에 적용된 배추 사이즈는 최대 약 250파이에서 최소 약 150파이 정도의 배추를 잡을 수 있도록 하여 다양한 배추 사이즈에도 적용 가능하게 하였다. 또한 배추 사이즈가 다양하더라도 중심부분은 항상 일정하게 유지되기 때문에 고갱이 부분 절단 시 틀어지거나 중심이 맞지 않아 제대로 절단이 되지 않는 문제는 없도록 하였다. 다만 배추의 단축경 부부의 형상에 의한 절단이 제대로 되지 않는 문제는 고려되어야 할 사항이다.

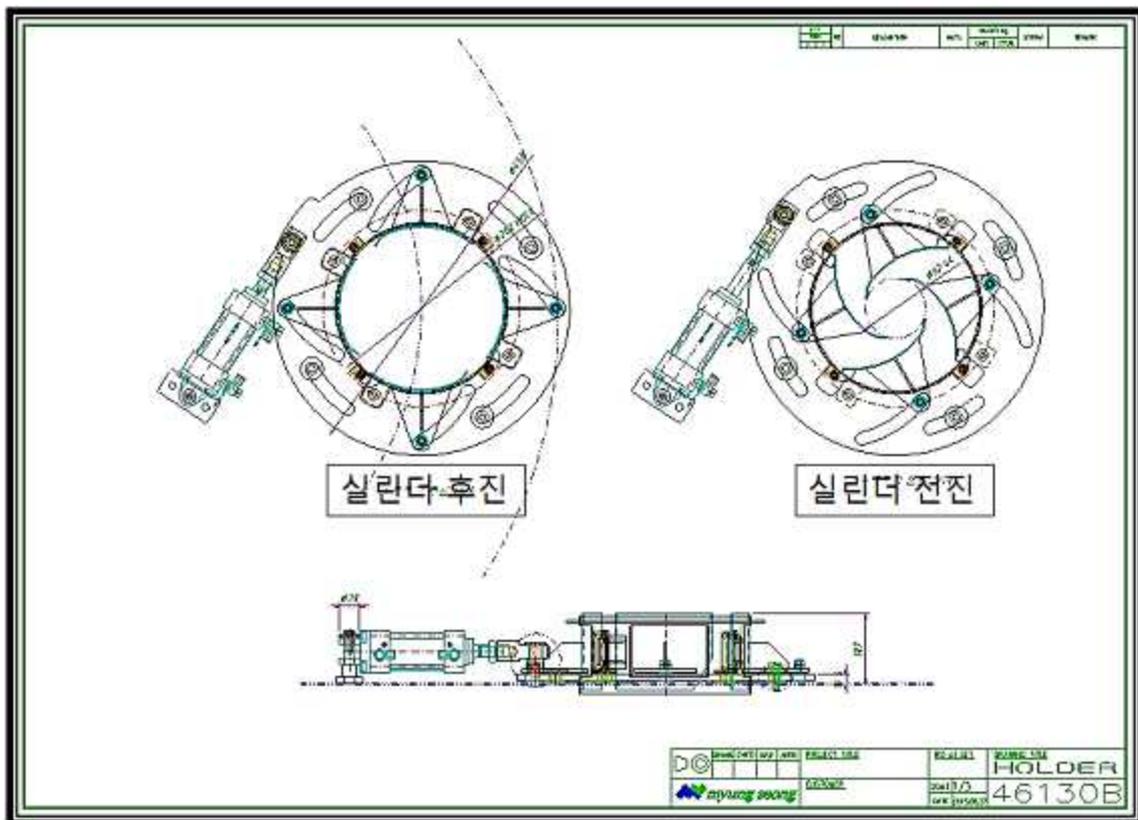


Fig. 3-64. 배추 홀더 파트

①-③ 고갱이 절단부 구동 모터

회전 테이블에 수직으로 공급된 배추가 배추 홀더로 잡아 고갱이 절단부에 도착하면 고갱이 절단용 knife 가 회전하면서 상승을 한다. 이 때 발생하는 슬러지는 하부 슬러지 받이로 받고 뒤에서 에어를 불어 설비 밖으로 배출 되도록 하여 내부에 슬러지가 쌓이는 것을 방지하였다. 상하 동작은 에어 실린더를 이용하였고 칼날 회전 모터는 0.5마력을 적용하여 테스트한 결과 속이 딱찬 배추의 고갱이를 절단하는데 토크가 모자르는 경우가 발생하여 1마력 모터를 적용하여 배추의 상태에 따라 고갱이 절단을 용이하게 하였다. 고갱이 제거 칼날이 회전하면서 상승하여 통배추에서 통배추와 분리를 하고자 하는 고갱이의 일정 부분을 절단 한 후 실린더가 하강을 하도록 하였다. 이 동작이 진행되었다 하더라도 고갱이가 배추에서 분리가 되는 것은 아니다. 고갱이를 통배추에서 분리하기 위해서는 다음 공정인 3절 공정에서 배추를 3등분 한 후 필요한 고갱이를 분리하면 된다.

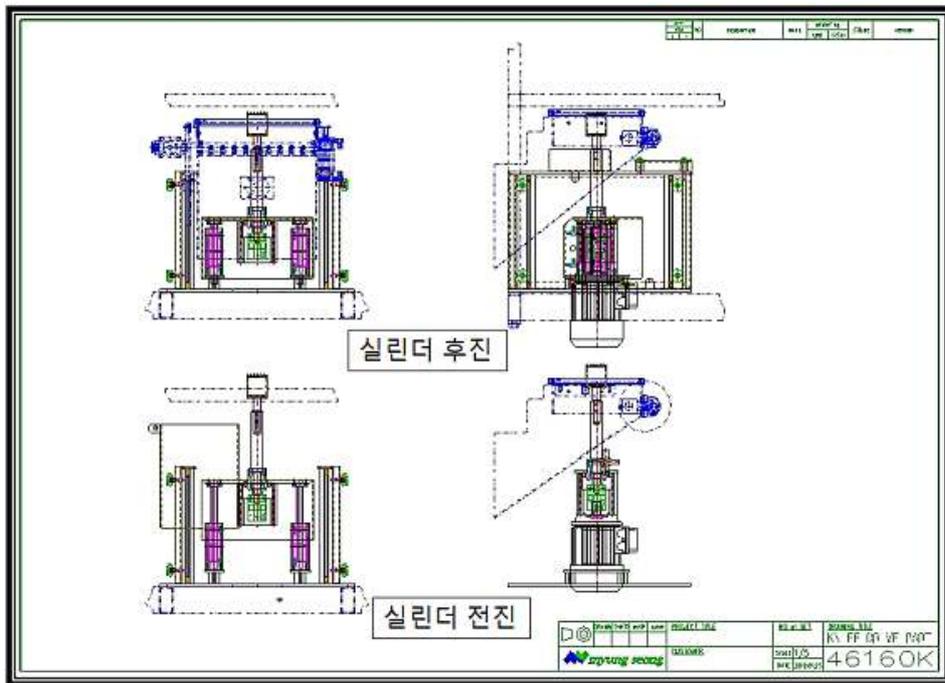


Fig. 3-65. 고갱이 절단부 구동 모터

고갱이 절단용 knife는 시제품테스트에서 진행했던 자료를 참고로하여 제작하였다. 원형의 파이프 사이즈 기준으로 외경 사이즈를 결정하였으며 이 경우 고갱이 부분에 붙어 있는 배추잎도 절단 knife의 외경 사이즈 및 절단 깊이에 의해 결정이 된다. 절단 깊이도 조절이 가능하도록 하여 원하는 고갱이 분리 사이즈에 대응하도록 하였다. 배추에서 고갱이 부분을 많이 분리하고자 하면 외경이 큰 knife와 절단 깊이를 낮게 하면 되고, 고갱이 부분을 적게 분리하고자 하면 외경이 작은 knife와 절단 깊이를 깊게 하면 된다. 필요에 따라서는 칼날 형태를 변경하여 고갱이 분리 없이 배추 심 부분을 제거할 수 있도록 하여 배추 부위별 절단기를 다양하게 활용할 수 있도록 설계 하였다.

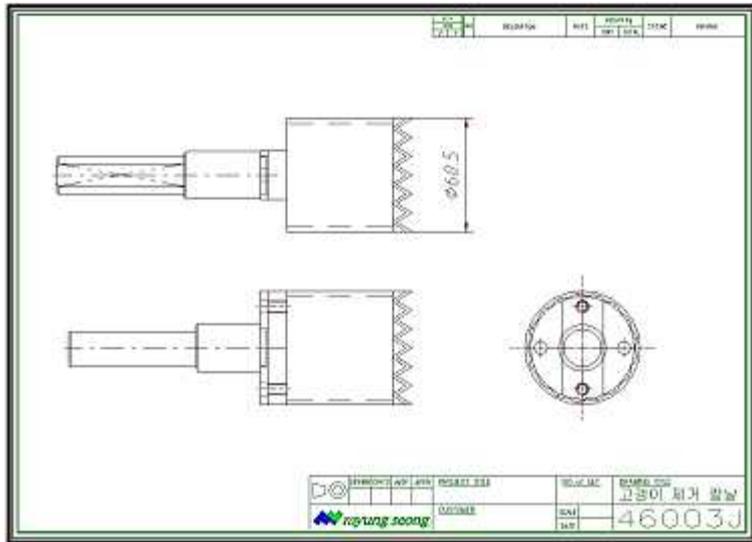


Fig. 3-66. 고갱이 절단용 칼날

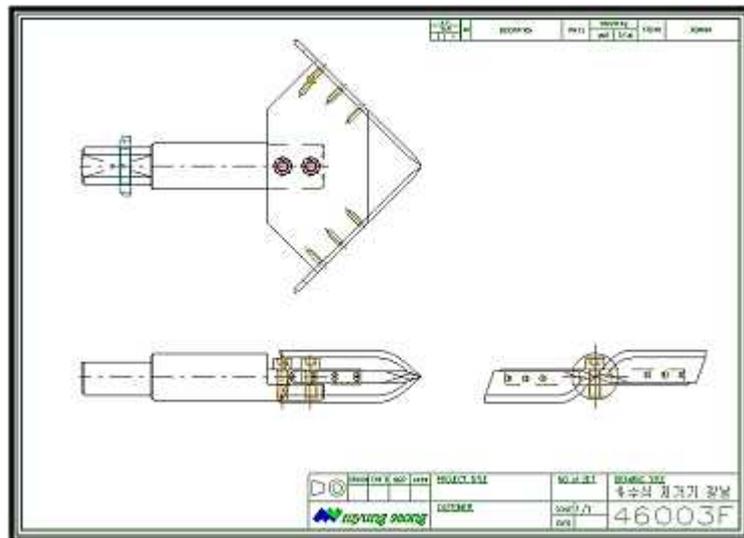


Fig. 3-67. 심제거용 칼날

①-④ 배추 3절 부

배추 3절은 고갱이 부분이 절단 된 배추를 1/4회전 하여 3절 부위에 도착하면 이루어 진다. 3절 부위에 도착하면 하강시 배추가 틀어지지 않도록 안내 가이드가 상승하고 3절 칼날은 회전을 하고 있는 상태에서 배추 홀더에서 에어 실린더가 후진하면 잡고 있던 배추를 놓게 된다. 이때 배추의 무게에 의해 배추가 아래로 떨어지면서 회전하는 3개의 칼날에 의해 3등분이 이루어 진다. 무게가 작은 배추가 떨어지지 않을 경우에 대비해 3절부 상부에는 에어 실린더를 부착하여 실린더가 배추를 아래로 밀어 낼 수 있도록 하였다. 원하는 고갱이 사이즈에 따라 일정부분 칼날의 조절 범위가 있으며, 조절 범위를 벗어날 경우에는 칼날의 사이즈를 변경하여 제작하여 조립하면 원하는 고갱이 사이즈를 얻을 수 있다.

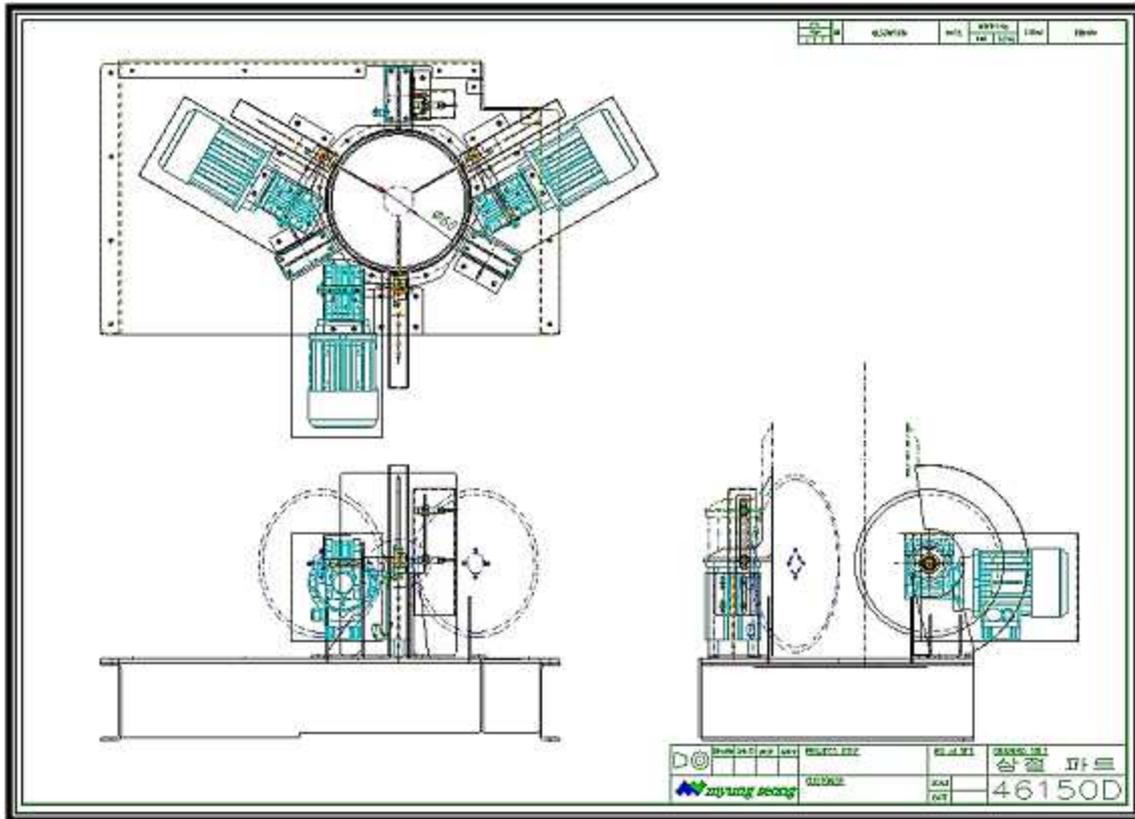


Fig. 3-68. 삼절 파트

실제 제작된 배추 부위별 절단기의 사진은 아래와 같다.



Fig. 3-69. 배추 부위별 절단기



Fig. 3-70. 메인 구동부



Fig. 3-71. 배추 홀더 장치



Fig. 3-72. 고갱이 절단부



Fig. 3-73. 삼절 칼날부 - 측면

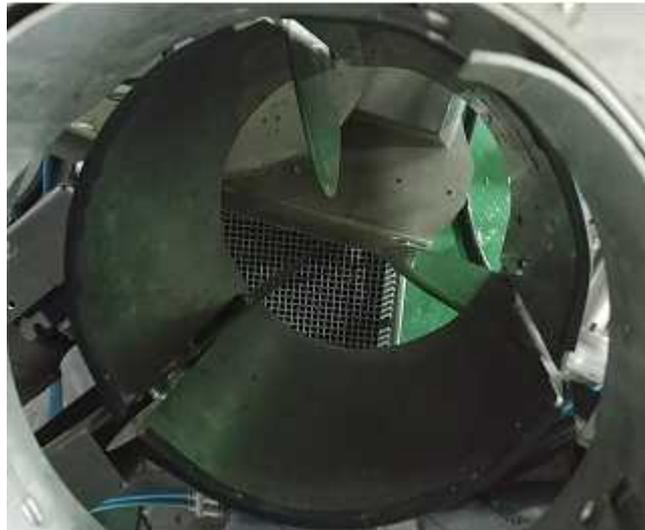


Fig. 3-74. 삼절 칼날부 - 상부

①-⑤ 컨트롤 판넬

배추 부위별 절단기의 컨트롤 판넬은 부위별 절단기 상부에 부착하여 설비이동시 편리하게 하였으며 또한 작업자가 쉽게 접근하여 제어 할 수 있도록 되어 있어 편리성도 갖췄다. 판넬의 외형은 SUS로 제작하여 물청소 및 습한 환경에서도 녹이 슬지 않도록 하였다.

동작이 많은 부분을 스위치를 적용하지 않고 터치 스크린을 적용하여 제어 할 수 있도록 하였다.

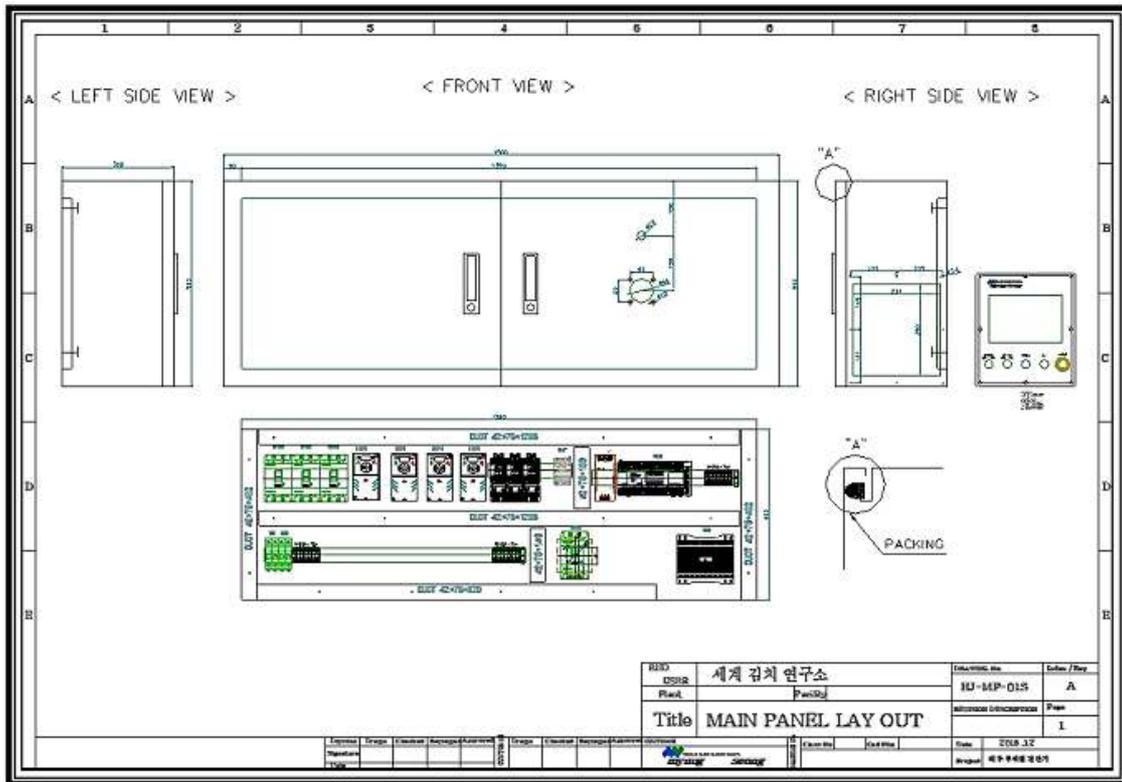


Fig. 3-75. 판넬 외형 제작도

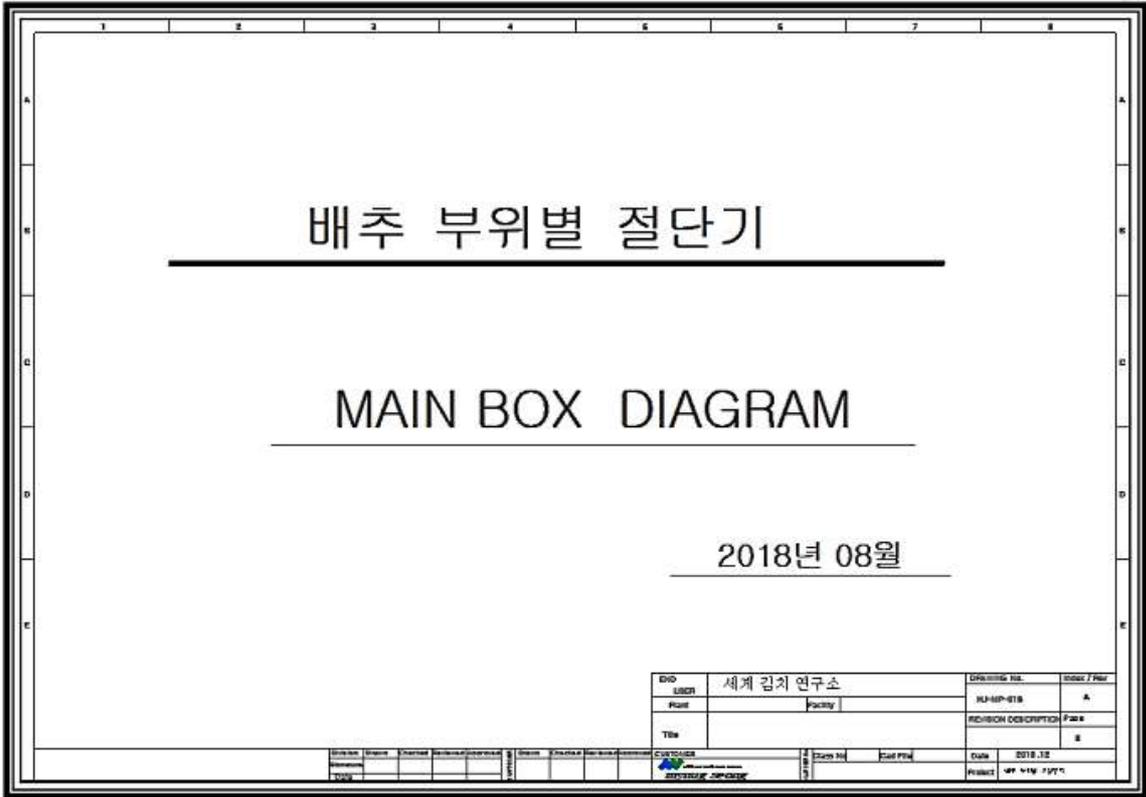


Fig. 3-76. 배추 부위별 절단기 회로도 1

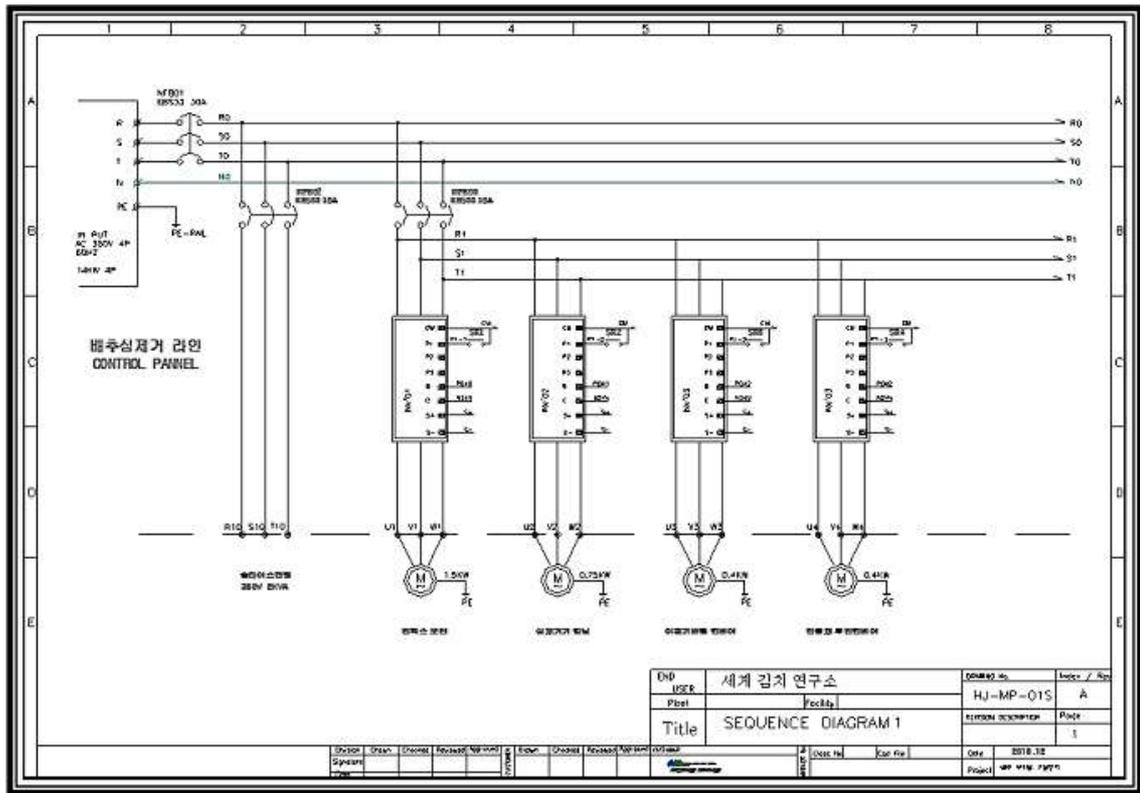


Fig. 3-77. 배추 부위별 절단기 회로도 2

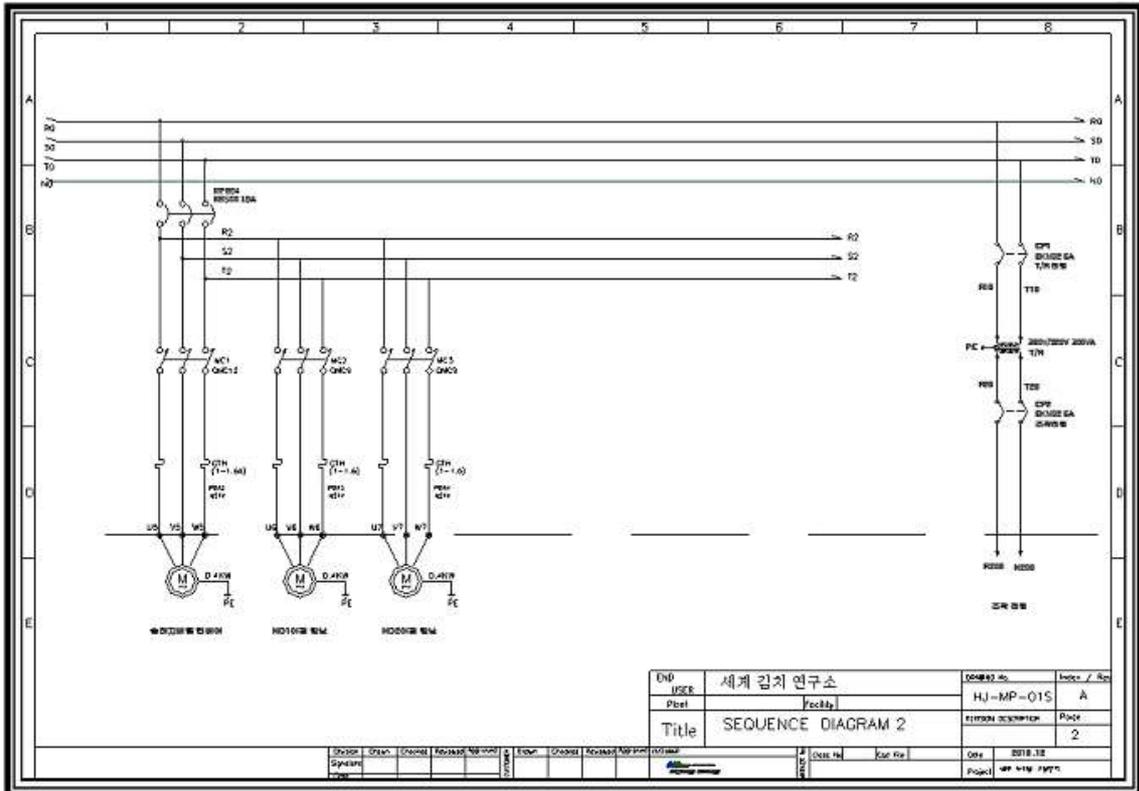


Fig. 3-78. 배추 부위별 절단기 회로도 3

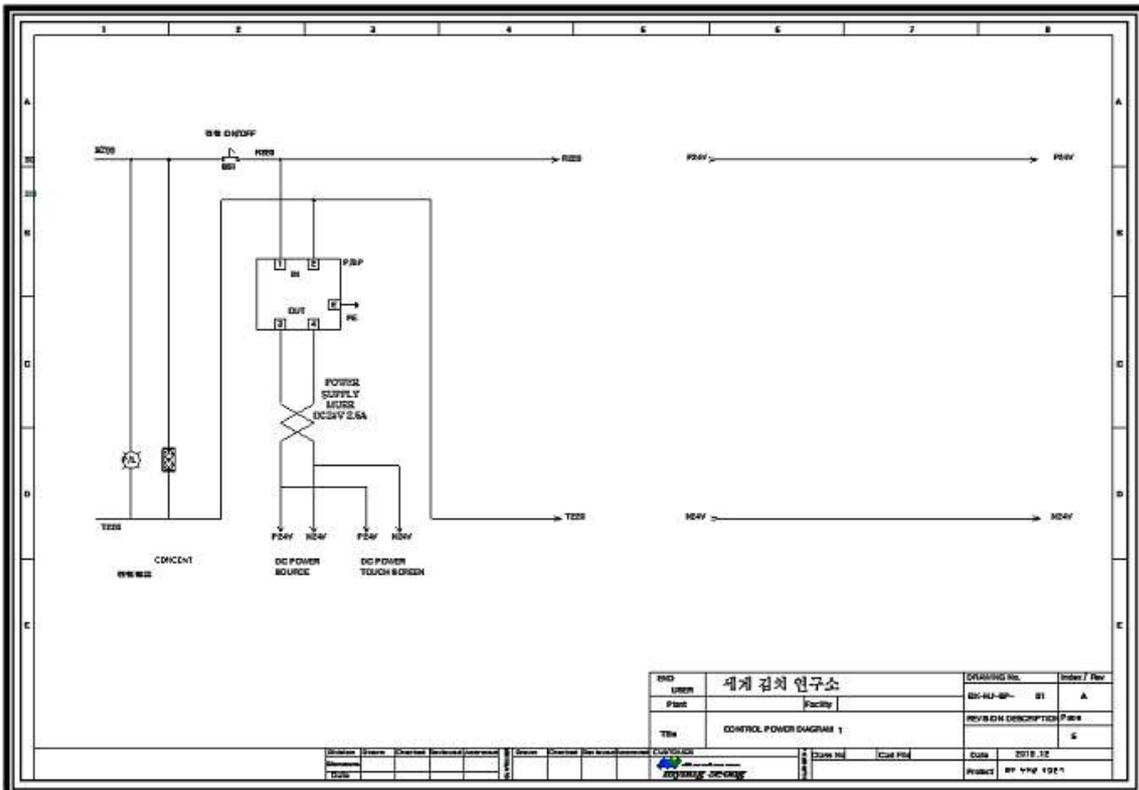


Fig. 3-79. 배추 부위별 절단기 회로도 4

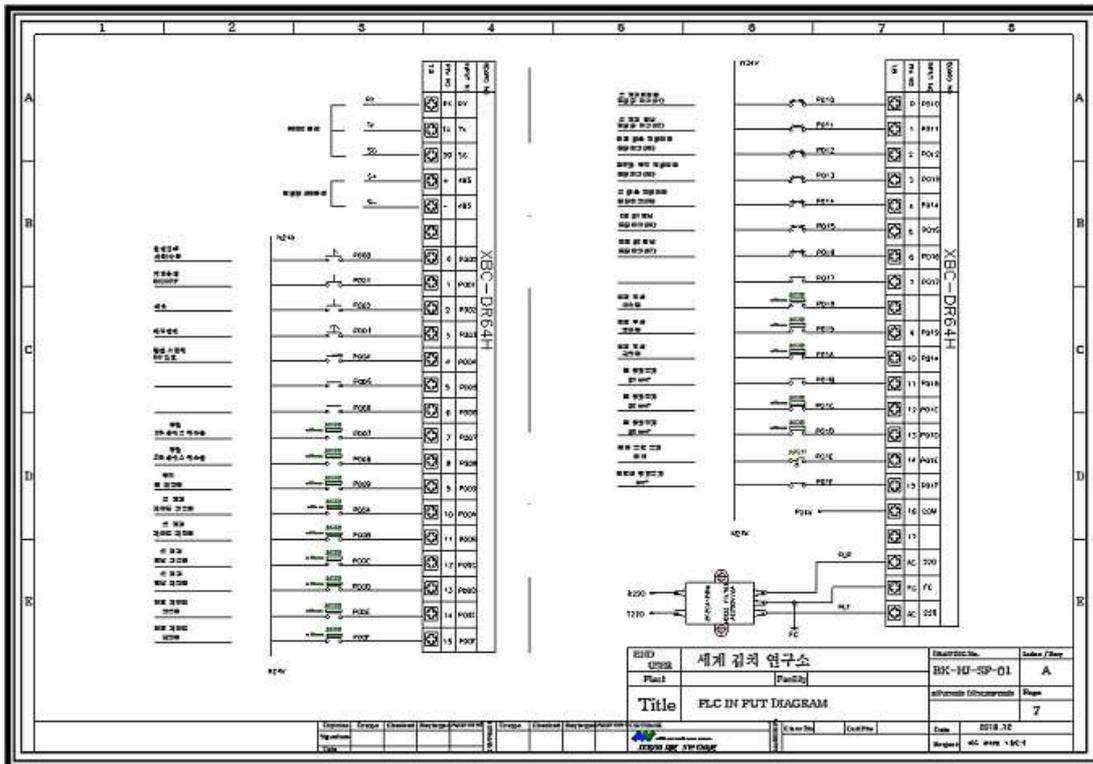


Fig. 3-80. 배추 부위별 절단기 PLC 다이어그램 1

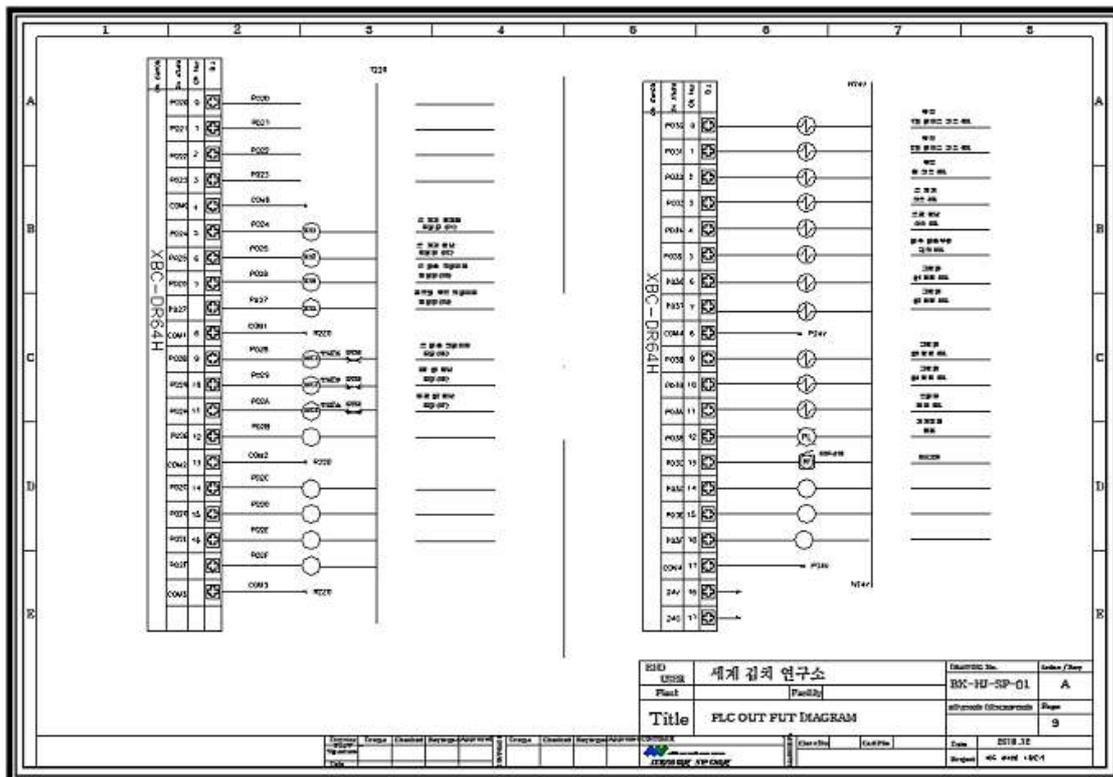


Fig. 3-81. 배추 부위별 절단기 PLC 다이어그램 2



Fig. 3-82. 컨트롤 판넬



Fig. 3-83. 컨트롤 판넬



Fig. 3-84. 컨트롤 판넬 내부

② 배추 부위별 절단 테스트

3차로 제작한 설비에 대해 고갱이 절단 knife 기준은 외경 60파이, 절단 깊이 50밀리로 하여 테스트를 진행하였다. 엽신부 절단은 다른 설비에서 진행하기로 하여 엽신부 절단은 하지 않고 고갱이 분리만 테스트를 진행하였다. 3차로 제작한 설비로 테스트를 진행한 결과 본 연구과제에서 필요로 하는 결과를 얻을 수 있었다. 원하는 고갱이 부분 사이즈에 대해서는 추후 사이즈에 맞게 knife를 신규제작, 3절부 조절 또는 knife 신규 제작, 고갱이 절단 깊이 등을 조절하여 생산하면 된다.



Fig. 3-85. 부위별 절단 장치 시운전

③ 배추 부위별 절단 테스트 결과

배추 부위별 절단기 3차 설비를 제작하여 고갱이 분리경 60파이, 깊이 50밀리로 1차 절단 후 2차 중륵 부위를 3절하는 방식으로 테스트를 진행하여 본 연구과제에서 추구하는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 본 연구과제에서 진행하고자 하는 중륵부분을 확보하기 위해서 계절별, 배추 사이즈 별로 고갱이 분리용 knife 사이즈를 다르게 준비하여 입고되는 배추의 상태에 맞춰 knife를 교환하여 얻을 수 있다.

3-4) 엽신부 절단기

2차에 걸쳐 테스트를 진행한 결과 고갱이 절단 방식을 수평 구조에서 수직구조로 하는게 원활하게 진행할 수 있다는 결론으로 엽신부 절단은 부위별 절단기에서 분리하여 단독 설비로 진행하였다. 상자 반전기에서 공급되는 배추를 작업자가 잡아서 회전하는 칼날을 통과시키는 방식으로 제작하였다. 이때 절단된 엽신부는 하부 p-box 로 받도록 설계 되었다. 자르고자 하는 엽신부의 길이에 따라 조절이 가능한 가이드를 부착하여 생산에 대응할 수 있도록 하였다. 엽신부를 절단하지 않을 경우에는 모터를 회전하지 않도록 하였으며 칼날 부분에도 덮개를 설치하여 작업자의 안전성도 고려하였다. 엽신부 절단 테스트는 간단하게 진행할 수 있었고 큰 문제가 발생하지 않아 제작후 현장 설치를 진행하였다.

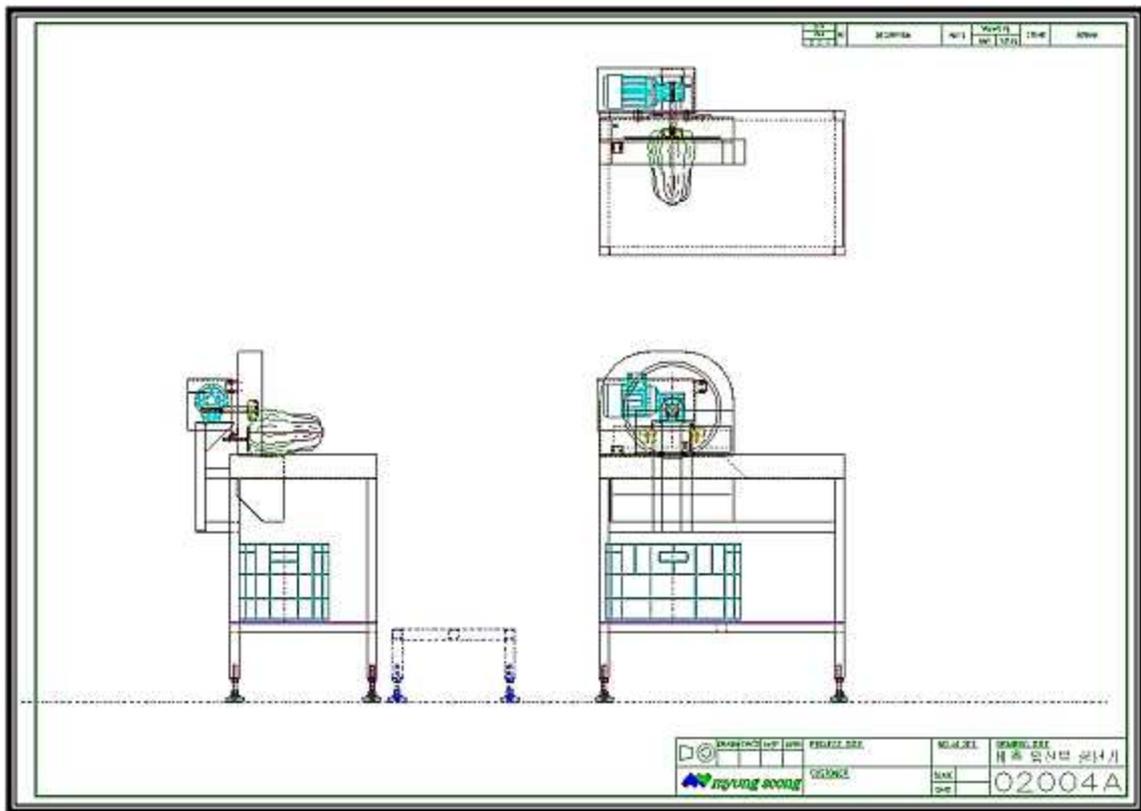


Fig. 3-86. 엽신부 절단기

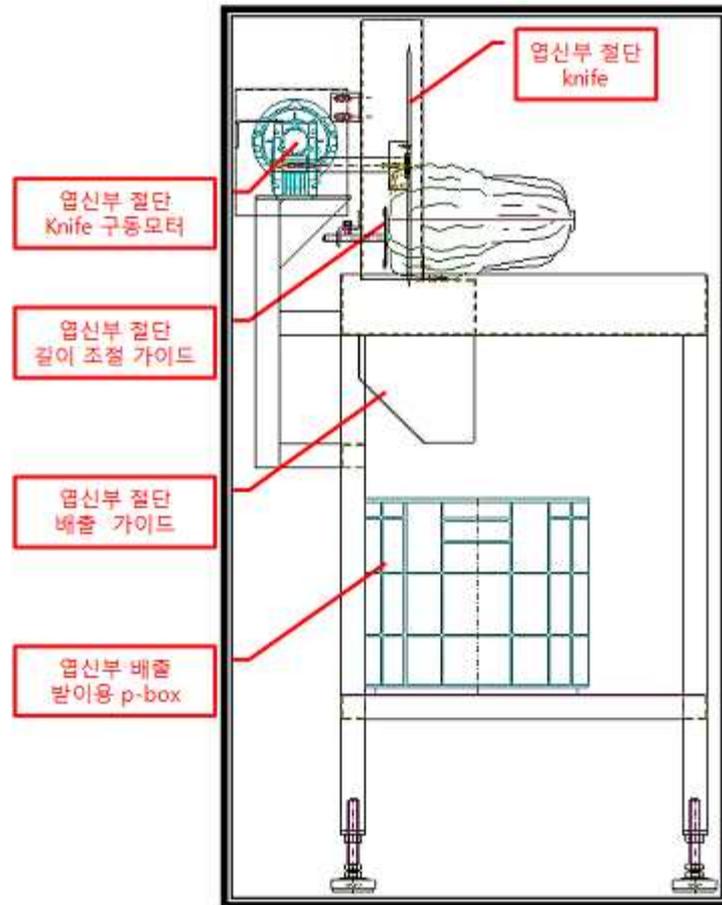


Fig. 3-87. 엽신부 절단기 상세도



Fig. 3-88. 엽신부 절단기 제작

3. 막김치 가압 연속 절임기 개발

막김치의 제조원가를 낮추기 위해 절단배추를 단시간에 자동으로 절이는 장치를 개발하였다. 초기 1대의 가압절임기를 제작하여 필요한 성능에 대한 검증을 실시하였으며, 충분한 사전 테스트를 진행한 후 절임기 4대를 회전타입으로 적용하여 본 과제에서 추구하고자 하였던 연속적 절임이 이루어질 수 있도록 하는 장치를 개발 현장 설치하였다.

3-1. 1차 막김치 가압 절임 장치 개발

1) 1차 막김치의 가압 절임 시스템 개발

본 과제에서는 막김치의 품질을 균일화 하기위해 배추의 중륵 부분을 이용하여 막김치를 좁은 공간에서 짧은 시간에 절임할 수 있는 연속 가압 절임 장치를 개발하였으며, 배추 공급→염수 공급→염수 가압→염수 배수→세척수 공급→세척→세척수 배수→종균 공급→종균 배출→탈수→절임배추 배출의 순으로 공정이 이루어지는 설비를 개발하기 위해 1차 시제품 1대를 제작하여 위와 같은 공정이 이루어 질수 있도록 장치를 구성하였다.

시제품 제작은 본 연구과제에서 요구한 절임기 체적을 전체 500리터(유효체적 450리터)에 맞춰 설계를 진행 하였다.

뚜껑은 중공축 모터와 와이어를 이용하여 상하 동작이 이루어 질 수 있도록 하였으며, 절임기 배출시 반전 장치를 감속기 및 핸들을 이용하여 작업자가 쉽게 반전을 시킬수 있도록 하였다. 또한 절임기를 정위치로 셋팅하기 위하여 스톱퍼 장치를 부착하였으며, 본 절임기에서 가장 중요한 역할을 하는 절임기 본체와 뚜껑 사이의 밀폐를 시키는 방식 패킹 부분 설계에 집중을 하였다. 뚜껑이 하강 하면 클램프가 회전하여 본체와 뚜껑이 염수 압이 가해지더라도 들어 올려지지 않도록 하였고, 클램프 체결이 완료 되면 원형튜브 형상을 가진 패킹 부분에 에어를 가하여 골고루 밀폐가 되도록 하였다. 가압 절임이 완료 된 후에는 패킹을 흡으로 빨아 들일 수 있도록 진공발생기를 적용하여 클램프가 회전할 때 패킹이 마모되는 것을 방지하였다. 절임기 뚜껑 부분에는 타공판을 부착하여 염수/세척수 순환시 절단 배추가 따라 가지 않도록 하였고, 절임기 본체 내부에도 타공판을 부착하여 절임/세척 완료시 염수/세척수를 배수하는 과정에서 배수를 원활하게 하고 절임배추가 배출되지 않도록 하였다.

뚜껑 상하 동작시 원활한 동작과 방향이 틀어지지 않도록 하기 위해 4곳의 지지부를 설치하였다.

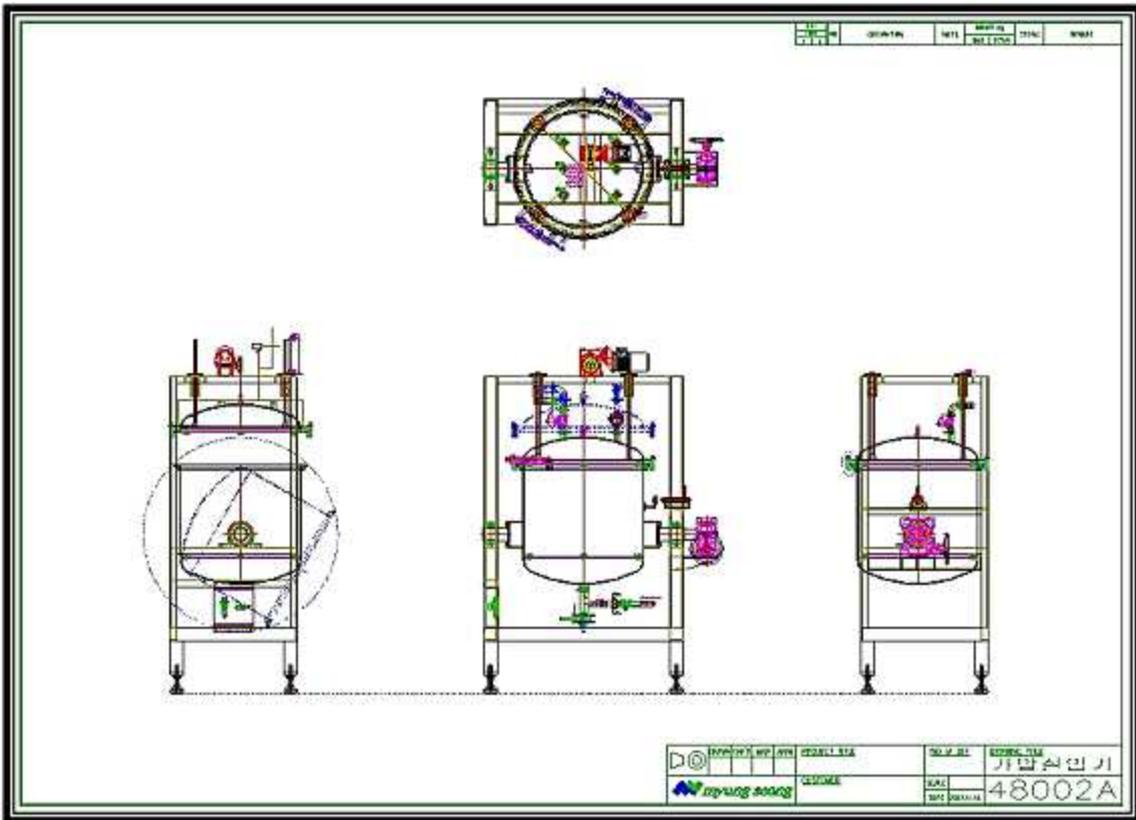


Fig. 3-89. 1차 시제품 가압 절임기 조립도면



Fig. 3-90. 절임기 외부



Fig. 3-91. 절임기 내부



Fig. 3-92. 뚜껑 상부



Fig. 3-93. 절임기 하부

2) 가압식 절임장치 절임 테스트

막김치 가압 연속 절임기 기술의 현장적용을 위해 시제품을 제작하며 가압절임 테스트를 진행하였다. 1차 제작된 시제품을 명성 본사에서는 테스트를 하는데 제약이 있어 (주)한성식품 서산 공장의 절임실을 이용하여 진행하였다. (주)한성식품에서 염수 및 절임용 배추, 세척수를 공급받아 절임 테스트를 진행하였다. 1차 진행 조건으로 25%의 염수에 가압 압력 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$, 가압 시간 6분, 염수 배수 시간 3분, 세척 시간 9분, 배수 3분 순으로 절임테스트를 진행했다. 이는 실제 회전 방식의 가압 절임기를 적용 할 경우 가압 절임시간 및 세척 시간, 종균 접종 시간이 동시에 이루어지므로 실제 타임 사이클을 측정해서 생산량을 예측 할 수 있었다. 가압 절임 조건으로 보면 절임기 하부로 염수를 공급하여 뚜껑으로 넘쳐 나오는데 걸리는 시간이 약 3분, 이 시간 이후부터 가압 압력 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 으로 밸브를 조절하여 가압 시간 6분으로 진행 하였다. 가압 6분 완료 후 절임기 내부의 염수를 배수하는데 걸리는 시간이 약 3분 정도 소요 되었다. 가압 절임이 이루어지는 사이클 시간은 약 12분 정도였다. 이는 200kg으로 절임기 4대를 순환 하여 절임을 진행할 경우 1사이클당 약 20분 정도 필요하며, 절임기 체적 150kg으로 하였을 경우에는 1사이클 당 15분의 시간이 필요하다. 위에서 테스트한 결과값으로 보면 절임시간이 12분 정도로 1사이클에 필요한 15분의 시간보다 적은 시간으로 진행된 것을 알 수 있다. 추후 자동화로 진행 될 경우 배추 투입시간, 및 세척수 배수 시간등에 더 많은 시간을 활용 할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다. 몇 차례에 걸쳐 가압 압력, 염수 농도 조건 및 세척 방식, 가압 시간등을 달리하면서 진행했으며, 절임에는 문제가 없다는 결론으로 연속절임장치를 제작하였다. 약 135kg의 생배추를 가압 절임하여 얻은 절임 배추양은 약 120kg 이었다.

배추 투입량부분에서는 이론과 맞지 않는 부분이 발생 하였다. 이론상 450리터의 절임기 체적에 약 200kg의 절단 생배추를 넣을 수 있을것으로 판단하였으나 실제 담을 수 있는 배추 의 양은 절임기 체적의 30%인 약 135~150kg 정도였다. 자연적으로 투입하는 경우에는 약 135kg정도 넣을 수 있었으며, 일정부

분 투입 후 작업자가 눌러주는 방식으로 하면 약 150kg까지 넣을 수 있었다. 이 부분은 추후 연속식 절임 장치를 설계 할 때 절임기의 체적을 약 650리터 정도를 늘려 제작하도록 협의를 진행하였다. 여러 가지 조건을 다르게 하면서 절임 테스트를 진행하였으며 절임에는 문제가 없다는 결론을 얻었으나 탈수 시간이 부족하다는 의견도 있었다. 또한 공급된 배추를 선별하는 구간이 없어 추후 라인에 설치 시 세척 또는 선별할 수 있는 장치 또는 공간도 확보를 해서 진행하기로 하였다.



Fig. 3-94. 염수 회수



Fig. 3-95. 가압 절임 후



Fig. 3-96.
절임 완료 후 배출된 절임배추



Fig. 3-97.
절임배추 절임상태 확인 중

3-2. 막김치 가압 연속 절임 장치 설계/제작

1) 막김치의 가압 연속 절임 시스템 개발

1차 시제품으로 테스트한 결과를 기준으로 막김치 가압 연속 절임장치의 절임조는 약 700L(유효체적 650L) 규모의 절임용기 4개로 구성되고, 절임용기 하단에 배추의 이물질을 걸러내기 용이하도록 타공망을 가진 거름망, 하부에서 염수를 주입할 수 있는 염수 주입구 및 배출구, 절임염수의 배출이 용이하고 가압 상태를 유지할 수 있는 절임조 상부의 뚜껑, 뚜껑에 부착되어 염수의 압력을 조절하여 회수 하는 염수 압력 조절 회수구, 절임배추의 배출이 용이하도록 구성된 지지대 및 쏘기장치로 구성하였다. 막김치 가압 연속 절임장치는 순환식(circuit-process)으로 구성하였으며 주어진 원주궤도를 순환하는 4개의 절임 용기, 일정시간 이후 회전 할 수 있는 회전 장치, 일정궤도를 순환하는 절임 용기를 지지할 수 있는 지지대, 일정 시간 이후 절임용기의 뚜껑을 개폐할 수 있는 개폐장치, 절임배추의 배출이 용이하도록 절임용기를 젖힐 수 있는 쏘기 장치로 구성 하였다. 회전을 원활하게 하기위해서 인텍스 드라이브를 적용하였고 테이블의 하중을 분산하기 위해 특수 베어링(ISB KOREA, SW-100-I)을 적용하였다. 뚜껑 업/다운을 원활하게 하기위해서 랙잭도 적용하였다. 상부 뚜껑에는 압력을 확인할 수 있는 압력 게이지와 압력 센서, 가압 염수 회수용 배관, 염수 드레인을 원활하게 하기 위한 공기 흡입구 등을 부착하였다. 동체와 뚜껑 밀폐는 패킹부분에 에어를 공급하여 오링과 동체 표면의 표면력을 높였으며 가압시 뚜껑이 들리지 않도록 톱니형 클램프 구조를 적용하였다. 톱니형 클램프의 동작은 에어 실린더에 의해 이루어지도록 하여 밀폐력을 높였다.

가압 절임 완료 후 하부로 배수되는 염수를 회수 저장조로 받아 염수 재활용 설비로 보내주기 위한 펌프를 부착하였으며, 펌프의 동작은 염수 회수 저장조에 부착되어 있는 수위 센서에 의해 자동으로 동작하도록 하였다. 이는 절임 부분 뿐만 아니라 세척수 세척 구간, 종균 접종 구간에도 동일하게 적용하였다. 1차 테스트에서 부족하다고 나왔던 탈수율에 대해 종균 접종 구간에는 탱크에 한번만 종균을 공급한 뒤 바로 배수하는 방식으로 하여 탈수 시간을 1차 테스트에서 가졌던 시간보다 더 진행 할 수 있도록 하였다. 실제 탈수를 위해 적용할 수 있는 시간은 약 13분~15분정도 였다. 탈수 후 절임 용기를 반전시켜 절임완료된 배추를 배출하면 연속 절임기의 한 공정이 마무리 된다.

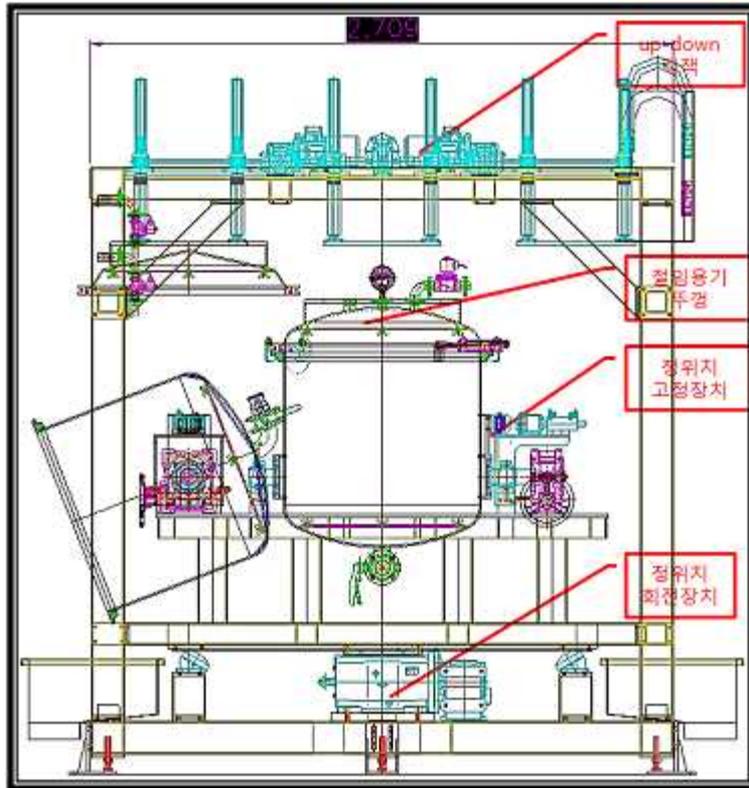


Fig. 3-100. 연속 절입기 정면도

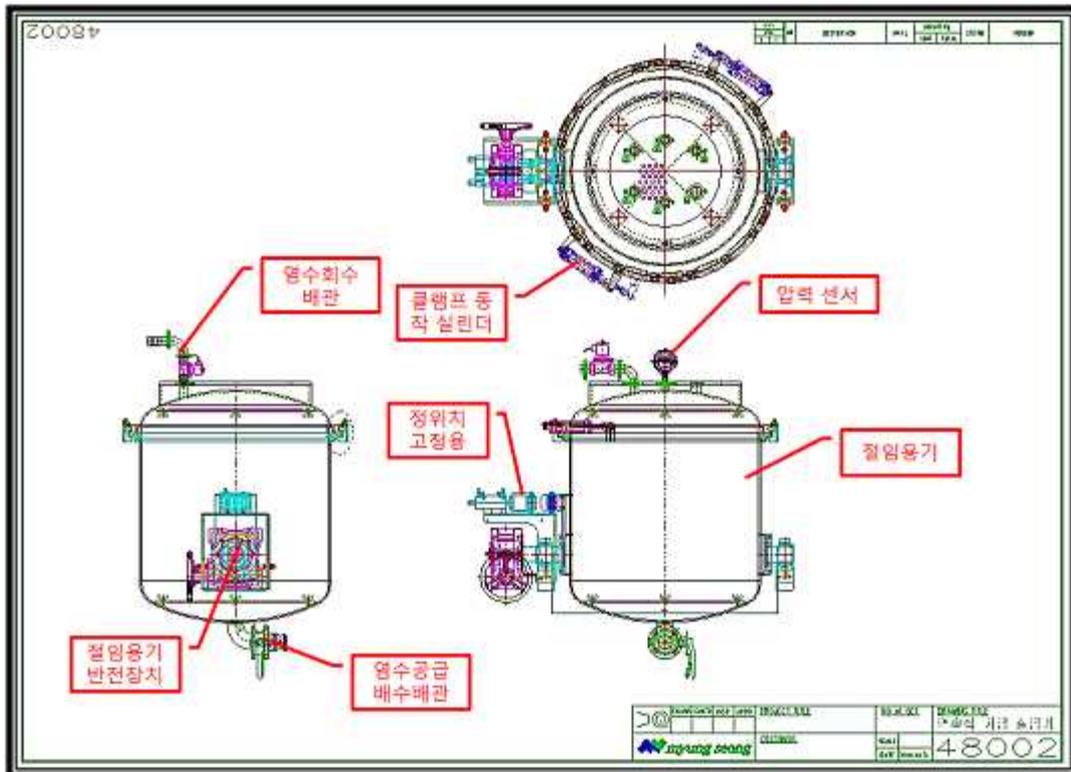


Fig. 3-101. 절입 용기 상세도

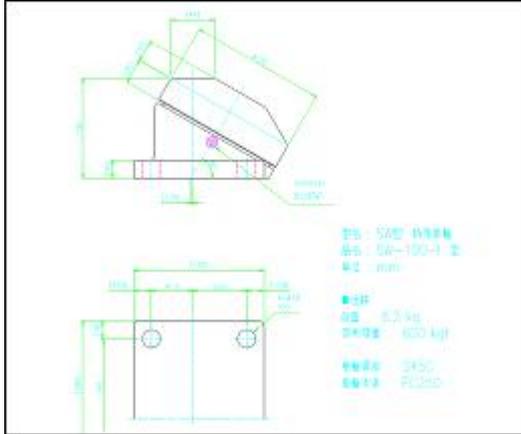


Fig. 3-104. SW-100-I-BEARING



Fig. 3-105. 베어링 하중 방향

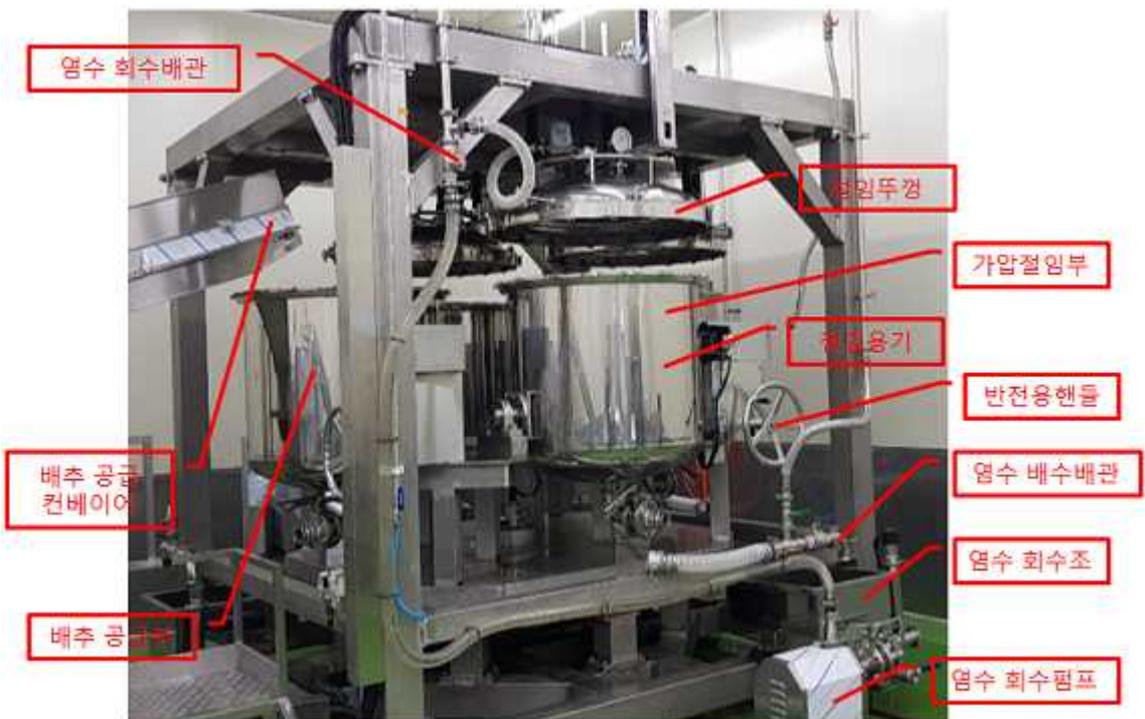


Fig. 3-106. <연속 가압 절임기>

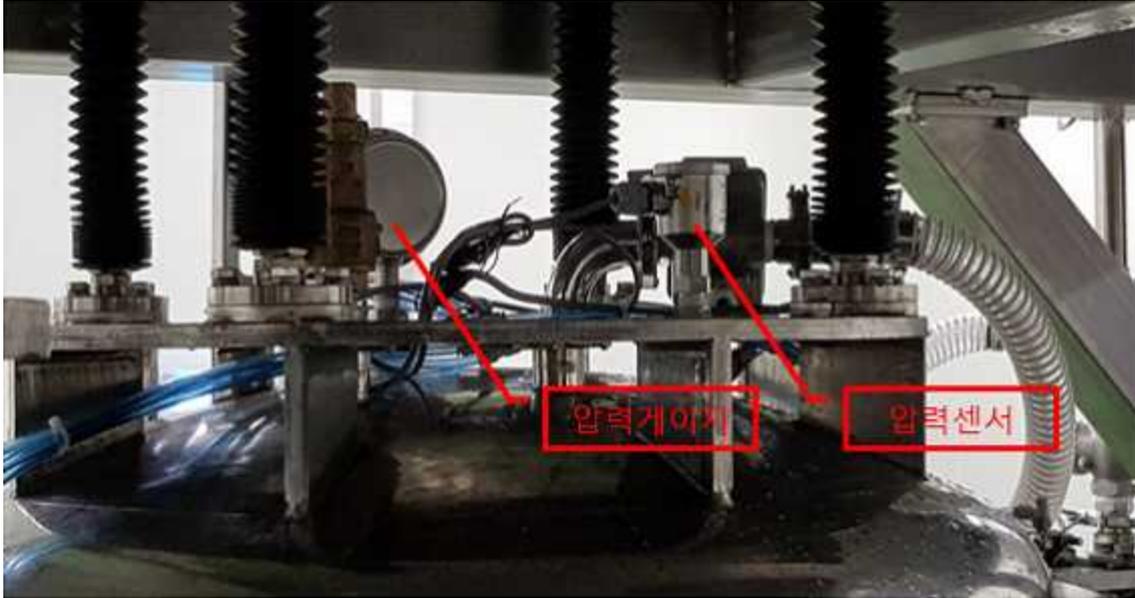


Fig. 3-107. 뚜껑부 제작 사진 1

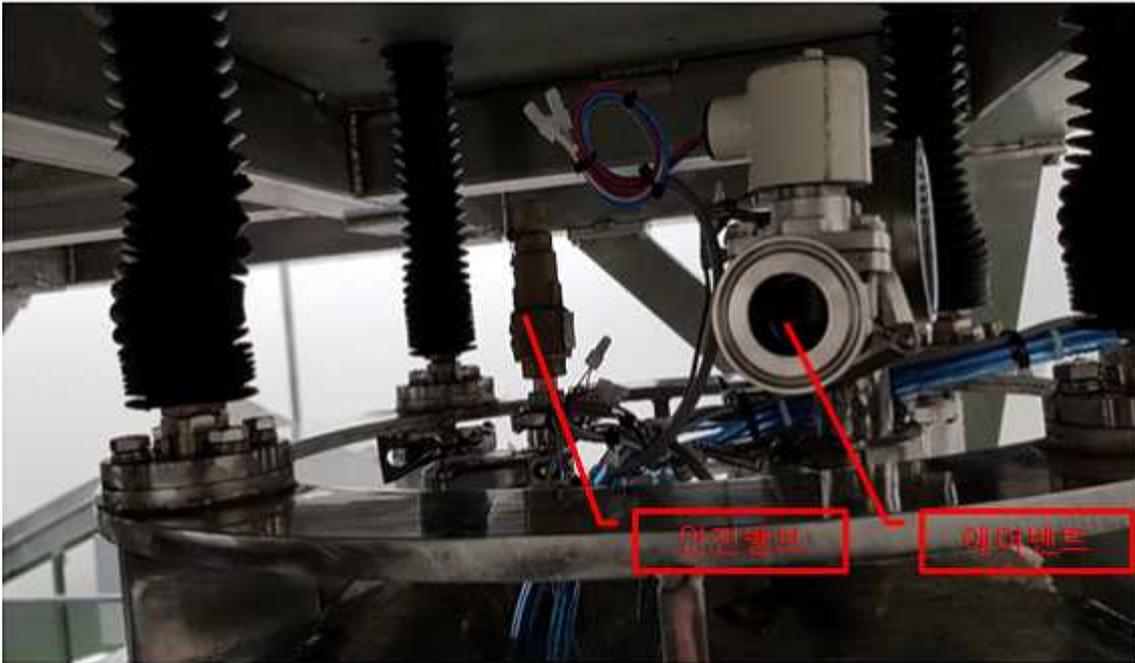


Fig. 3-108. 뚜껑부 제작 사진 2



Fig. 3-109. 절입용기 클램프 부분



Fig. 3-110. 뚜껑 내부

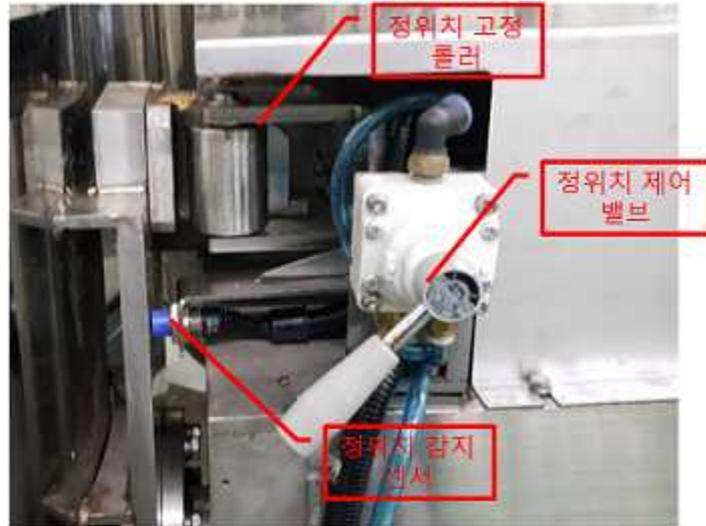


Fig. 3-111. 정위치 고정 장치

2) 막김치의 가압 연속 절임 시스템 컨트롤 패널

막김치 가압 연속 절임 시스템을 위한 컨트롤 패널을 제작하였다. 본 패널에는 막김치 절임용기로 공급해주는 컨베이어 제어도 포함되어 있다. 공급 컨베이어에는 로드셀을 부착하여 일정량이 공급될 수 있도록 제어 하였다. 1차 10kg을 계량하여 컨베이어를 일정부분 전진, 2차 10 kg 계량 전진 하는 방식으로 하여 40kg 계량 후 전량 절임용기로 공급하는 방식으로 총 4회 진행, 최종에는 10kg계량 2회 하여 총 투입량 180kg을 맞출 수 있도록 프로그래밍 하였다. 회전 테이블 구동 모터 및 정량 공급 컨베이어 구동 모터 속도제어는 인버터를 이용하였다. 또한 각 단계별 제어 화면을 터치로 구성하여 외형을 깔끔하게 하였다.

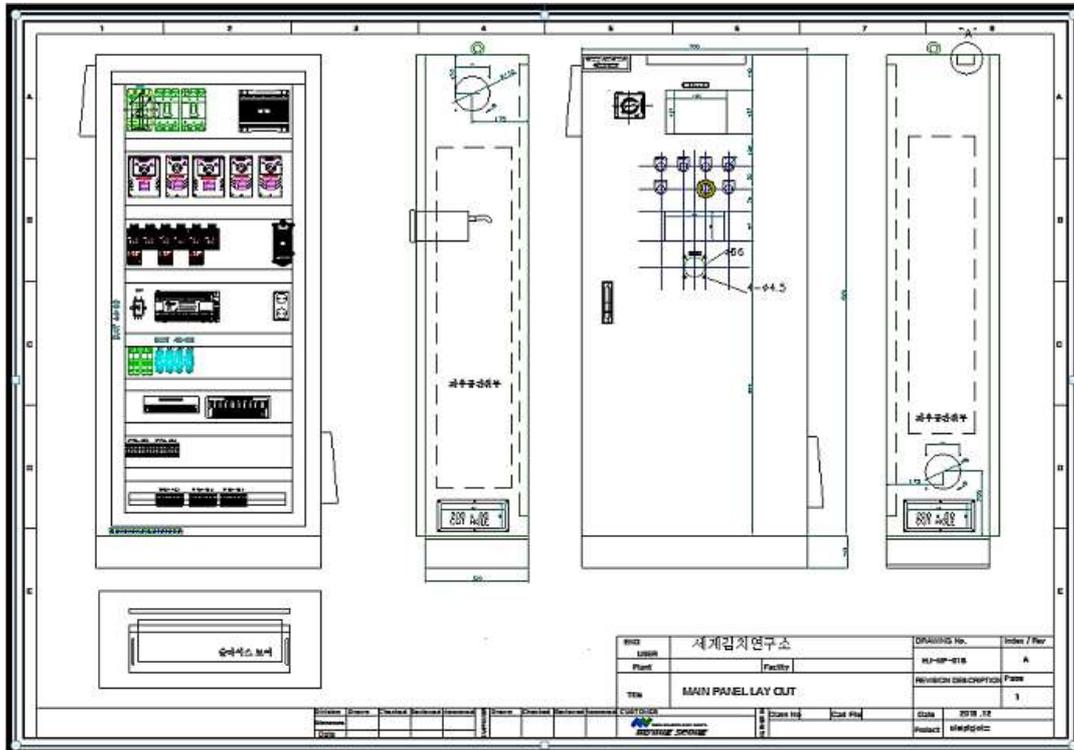


Fig. 3-112. 가압 절임기 컨트롤 패널 외함 도면

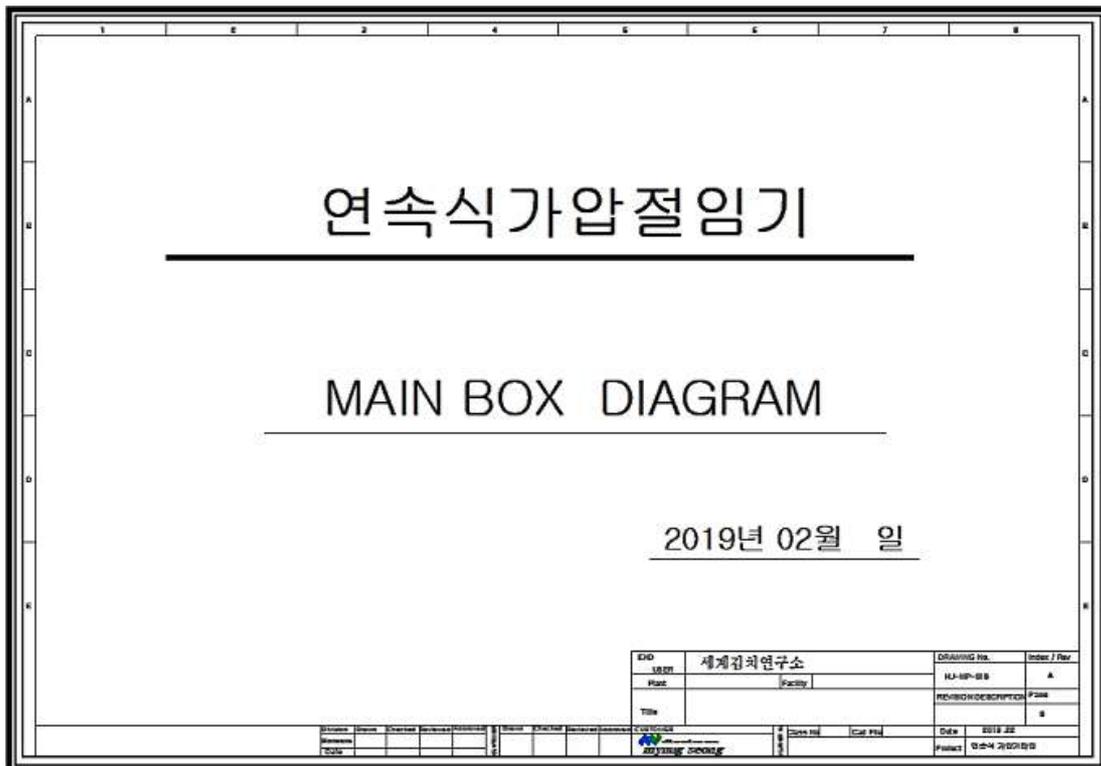


Fig. 3-113. 연속 가압절임기 회로도 1

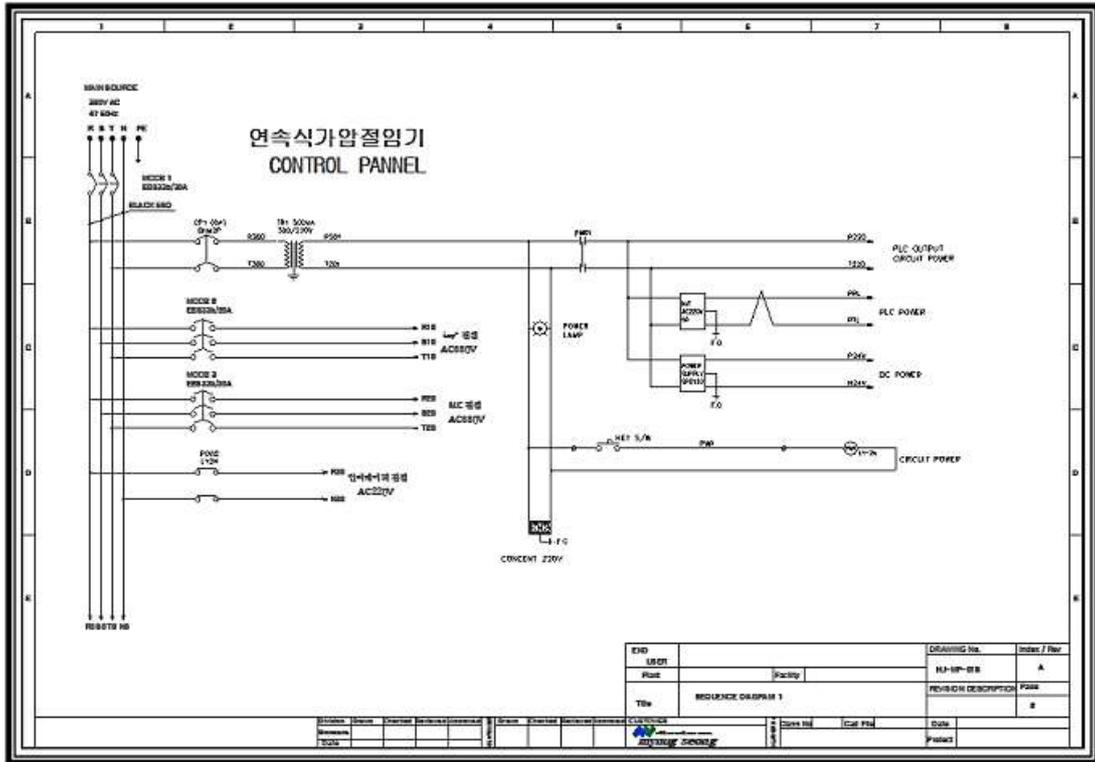


Fig. 3-114. 연속 가압절임기 회로도 2

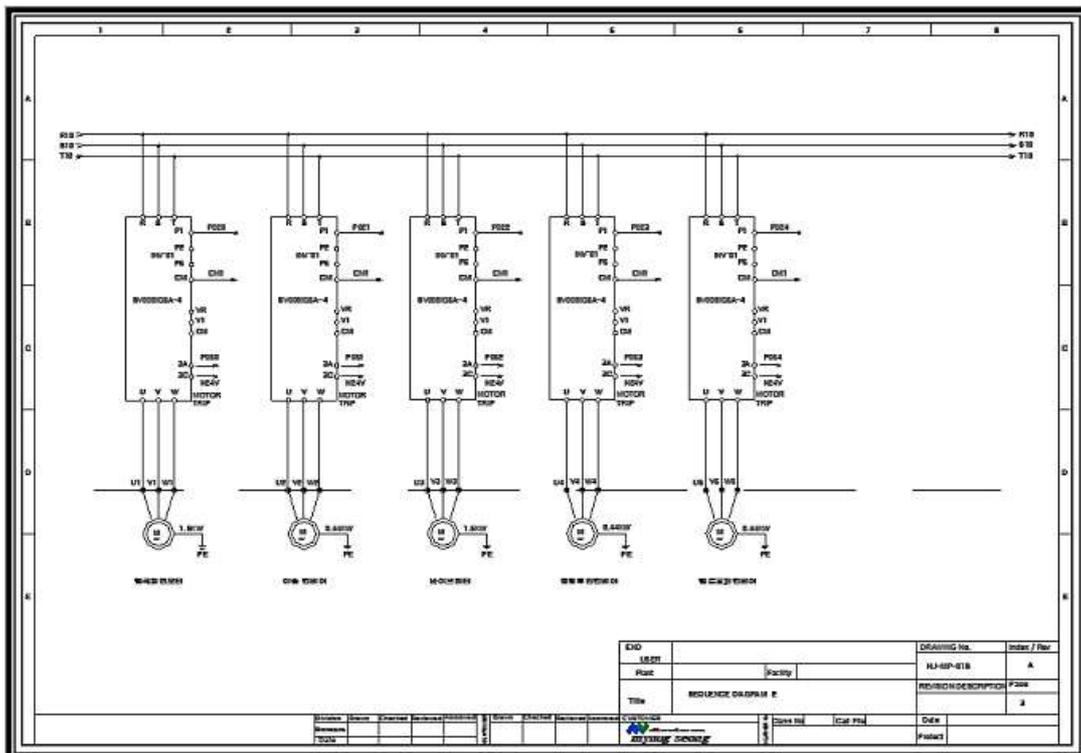


Fig. 3-115. 연속 가압절임기 회로도 3

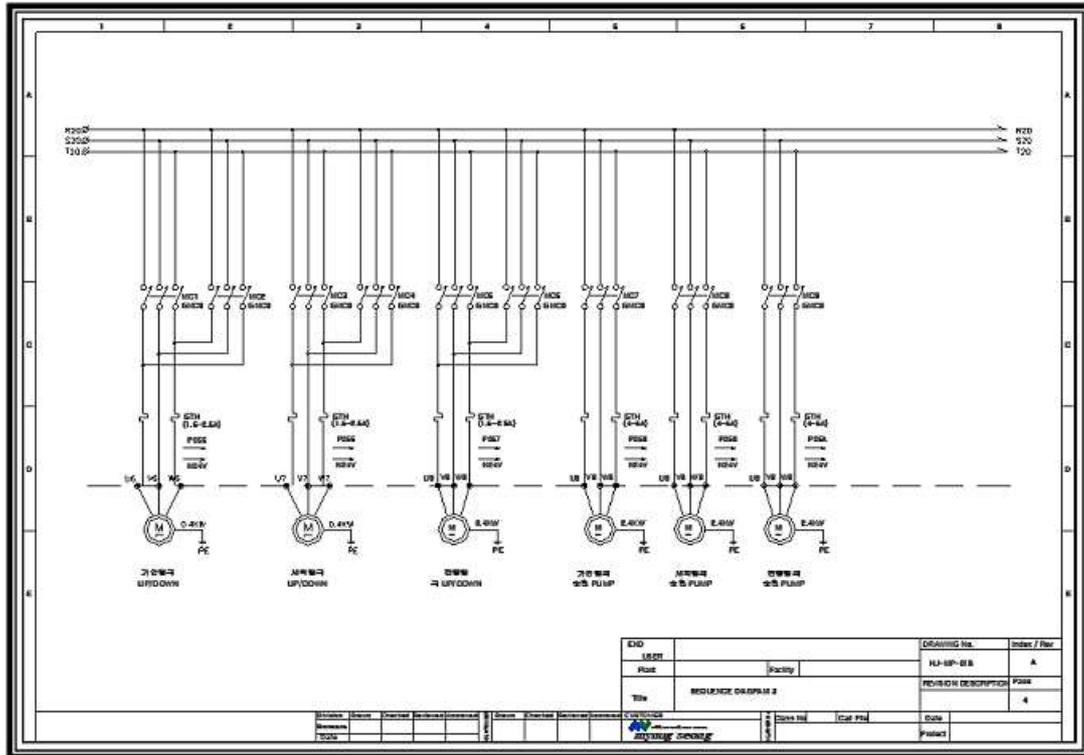


Fig. 3-116. 연속 가압절임기 회로도 4

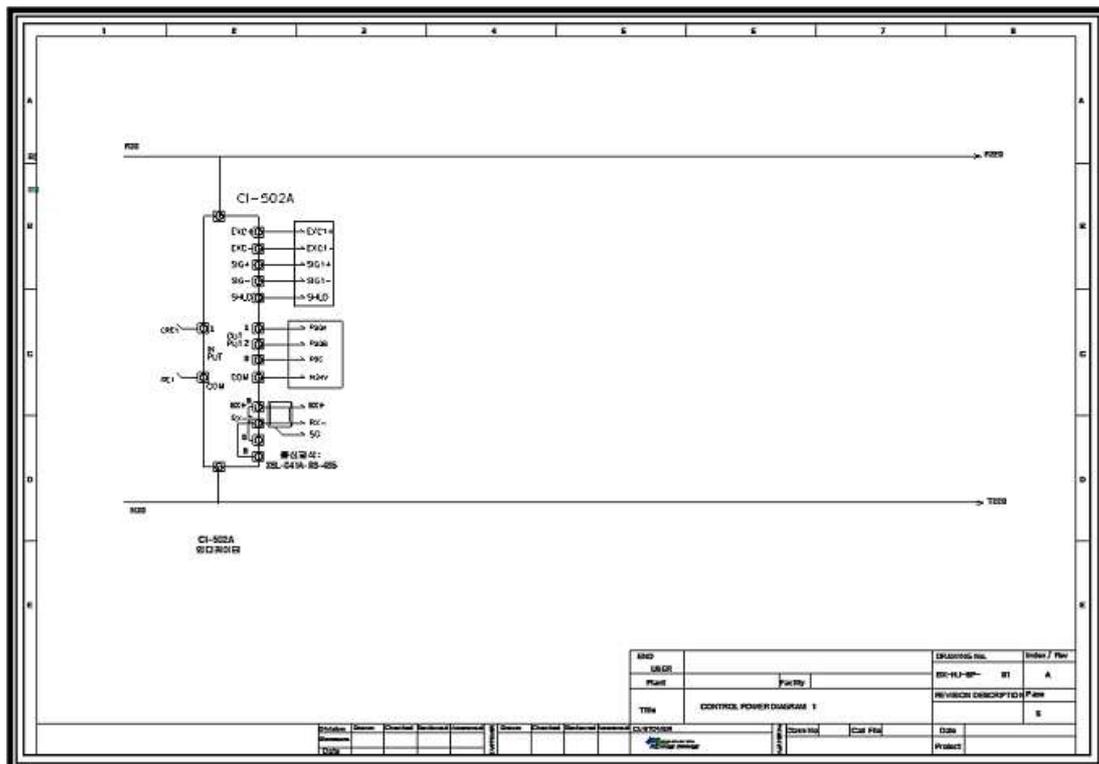


Fig. 3-117. 연속 가압절임기 회로도 5

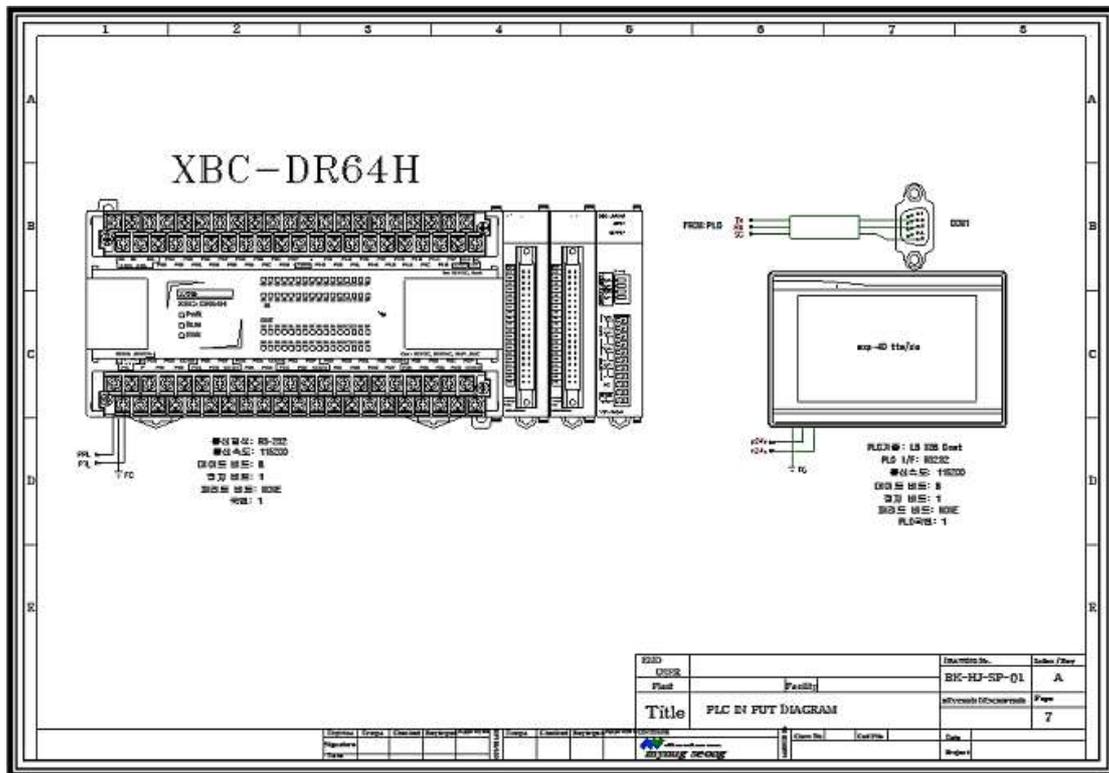


Fig. 3-118. 연속 가압절입기 PLC IN PUT 다이어그램 1

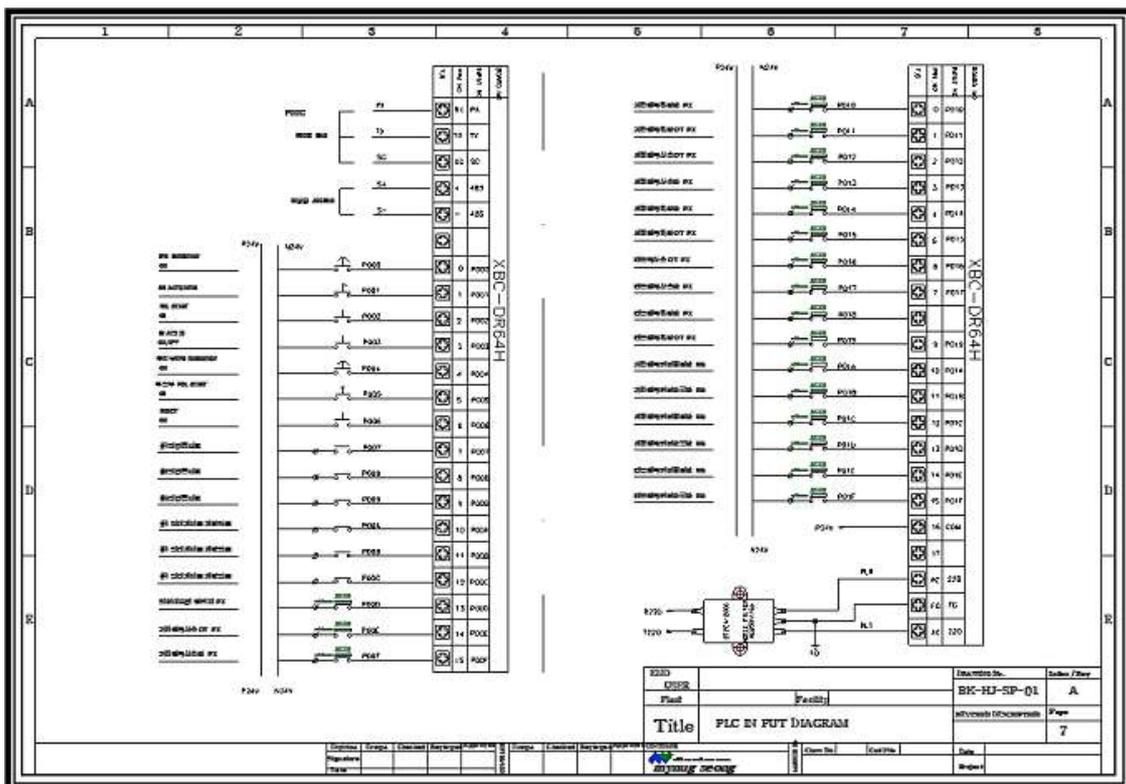


Fig. 3-119. 연속 가압절입기 PLC IN PUT 다이어그램 2

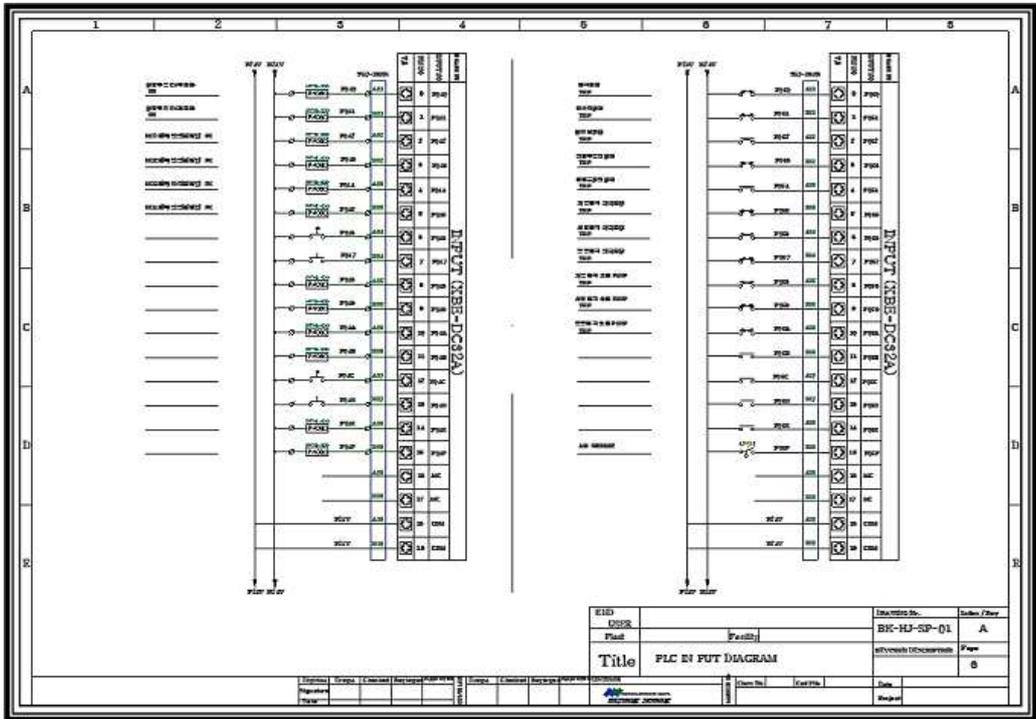


Fig. 3-120. 연속 가압철임기 PLC IN PUT 다이어그램 4

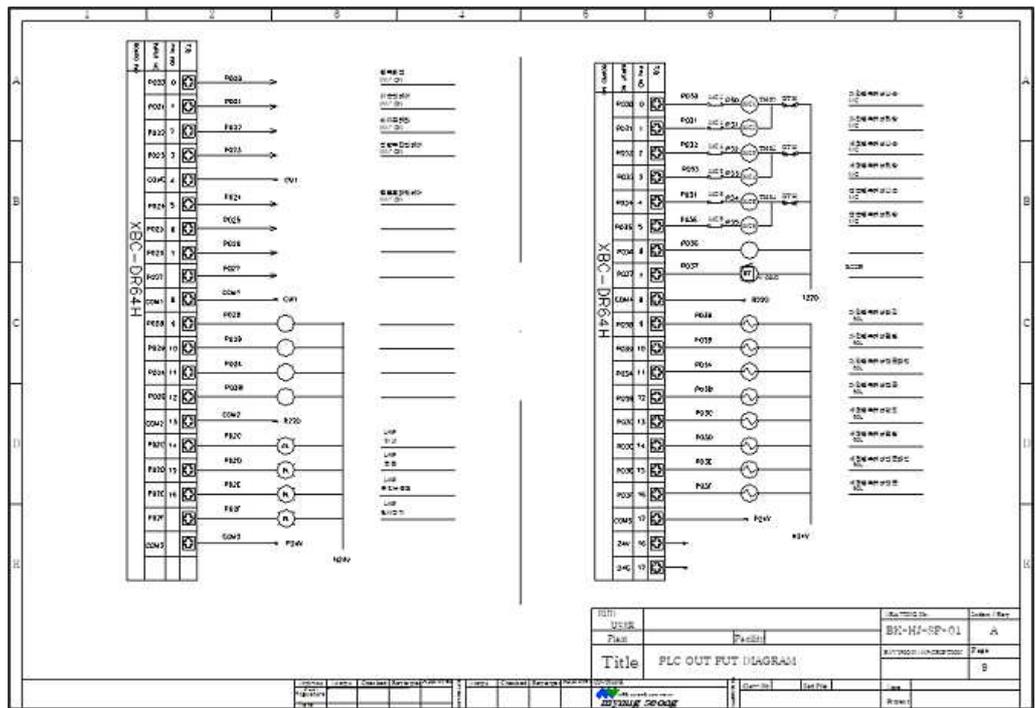


Fig. 3-121. 연속 가압철임기 PLC IN PUT 다이어그램 3

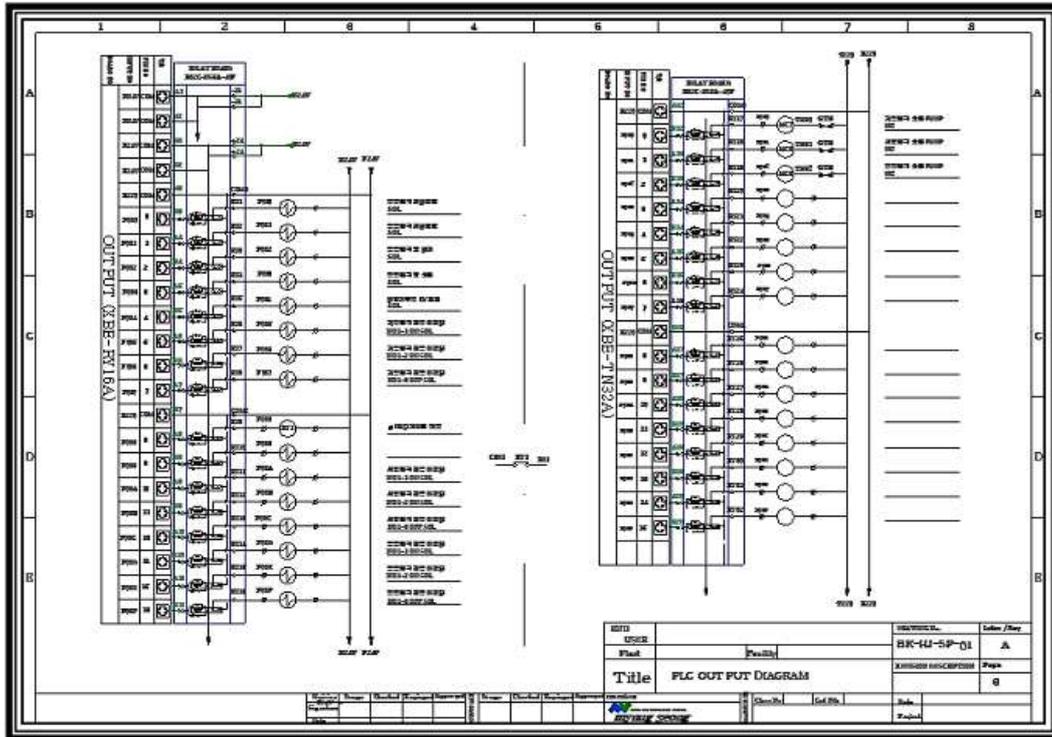


Fig. 3-122. 연속 가압절임기 PLC IN PUT 다이어그램 5

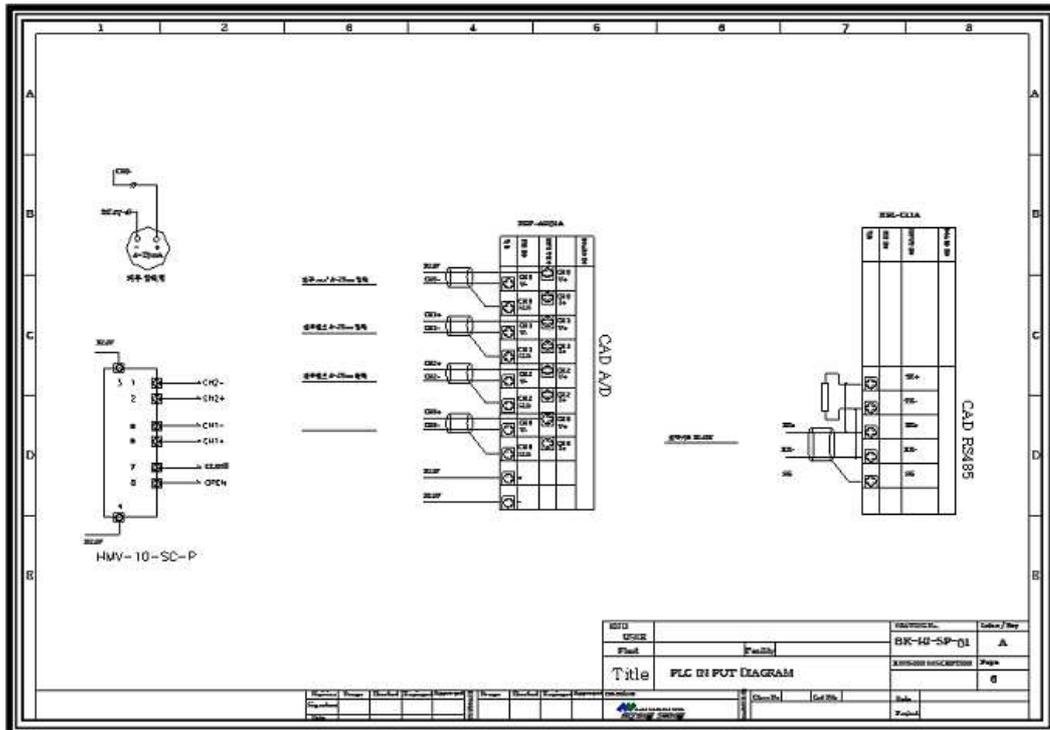


Fig. 3-123. 연속 가압절임기 PLC IN PUT 다이어그램 6



Fig. 3-124. 연속 가압 절임기 외함



Fig. 3-125. 연속 가압 절임기 내함

3) 막김치의 가압 연속 절임 시스템 테스트

연속식으로 제작된 가압 절임 시스템에 대하여 절임용기 4대분 중 1대분에 배추를 공급하여 절임-세척-탈수-배출 하는 형식으로 하여 테스트를 진행하였다. 배추 쏘기 장치에서부터 공급된 배추를 부위별 절단기에서 심제거하는 방식으로 하여 배추 심을 제거하고 슬라이서로 30x30으로 배추를 절단하여 이송 컨베이어로 가압절임용기에 공급하는 방식으로 하였다. 이송 컨베이어로 절임용기에 배추를 공급하니 산처럼 쌓이는 현상이 발생하여 실제 필요로 했던 배추 공급량인 약 200kg에는 못 미쳤고 자연스럽게 공급했을 경우 약 150~160kg이 절임용기에 공급되었고 작업자가 눌러주는 방식으로 하여 공급할 경우에는 약 180kg의 배추를 절임용기로 공급할 수 있었다. 투입되는 컨베이어에 계량 장치를 부착하여 일정량 계량 후 컨베이어 구동하는 방식으로 이러한 동작을 5회 정도 진행 후 절임용기로 전체 공급하는 방식으로 계량을 하였다. 공급되는 배추의 양에 따라 다르지만 여러번의 테스트를 거쳐 나온 배추 공급 시간은 약 17분 정도 소요 되었다. 이 이간이 전체적인 절임 1사이클 시간으로 하여 생산량을 계산하면 된다. 공급이 완료되면 절임용기 회전 테이블이 1/4회전하여 가압 절임위치에서 정지한다. 회전 하는데 걸리는 시간은 대략 5~7초 정도 소요 되었다. 이 시간은 전체 절임기 동작 시간에는 큰 영향을 끼치지 않는 시간이 된다. 절임용기가 가압 절임 위치에 도착하면 작업자가 뚜껑을 하강하여 절임용기와 밀착시키고, 클램프 동작 실린더를 작동하여 뚜껑과 절임용기를 꼭 잠근다. 이후 패킹부에 에어를 공급하여 패킹홈에 있던 패킹을 밀어내어 절임용기를 밀폐시킨다. 이후 절임용기 하부에 있는 염수 공급 배관과 염수 재활용 설비에서 오는 배관을 연결 한 후 공급 밸브를 열어 염수를 공급한다. 약 3분 정도의 시간 경과 후 뚜껑에 연결된 염수 회수 배관으로 염수가 회수되는 것을 확인 하면 비례 제어 밸브를 동작시켜 절임용기 내부에 압력을 약 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 로 유지한 상태로 약 6분간 가압 절임을 진행한다. 6분간의 가압절임이 완료되면 염수 공급 밸브를 잠그고 염수 회수 수조에 연결된 밸브를 열어 절임용기 내부에 있는 염수를 배수시키고, 동시에 회수 수조의 수위 조절 밸브의 센서에 따라 동작하는 회수 펌프를 동작시켜 배수되는 염수를 염수 재활용 설비로 보내준다. 이때 절임용기 내부의 염수 배수를 원활하게 하기위해서 절임용기 뚜껑에 있는 에어 벤트용 밸브를 동작시켜 절임용기 내부로 에어를 공급한다. 이렇게 배수되는 시간이 약 3분 정도 필요하였다. 염수 배수가 완료 되면 하부에 연결한 배관을 분리하고, 뚜껑 패킹부에 진공을 발생시켜 패킹이 패킹홈으로 들어가도록 하여 클램프 동작시 패킹이 마모되는 것을 방지 한다. 클램프 실린더를 회전시켜 절임용기와 뚜껑이 분리 될 수 있도록 한다. 다음 동작으로 뚜껑 상승 모터를 동작시켜 뚜껑을 들어 올린다. 이후 다시 절임용기 회전테이블을 1/4회전 시켜 다음 공정인 세척 공정으로 이동시킨다. 절임용기가 세척공정에 도착하면 가압 절임 공정에서와 마찬가지로 뚜껑을 내리고, 클램프 실린더 동작, 패킹부 에어 공급, 절임용기 하부 세척수 공급 배관 연결까지는 동작이 같다. 하부 세척수 배관 연결이 완료되면 세척수 공급 밸브를 열어 세척수를 공급한다. 세척 구간에서는 압력이 필요하지 않으므로 뚜껑에 있는 회수 밸브를 완전히 열어 두도록 하였다. 세척시간은 약 9분 정도 진행하였다. 원하는 절임 배추의 농도에 따라 이 시간은 17분 안에 조절이 가능하다. 세척이 완료되면 가압절임에서의 배수 과정

및 테이블 회전 준비과정은 동일하다. 회전 준비가 완료 되면 다시 회전테이블을 1/4회전 시켜 접종구간에 도착한다. 접종 구간에서도 마찬가지로 뚜껑을 내리고 클램프를 잠그고 패킹부 에어를 공급한후 하부 배관을 연결하여 접종을 한다. 접종은 짧은 시간만 진행해도 상관 없으므로 약 3분 정도 진행 후 바로 배수 공정으로 들어간다. 최대한 탈수시간을 가져갈 수 있도록 하며 일정시간 탈수 후 절임용기 정위치 고정용 장치를 해제하고 용기 반전 장치의 핸들을 돌려 절임 배추를 배출 한다. 이때 완전히 배출되지 않는 절임 배추는 도구를 이용하여 긁어 내면 된다. 필요시 절임 배추 배출이 완료 되면 다시 물을 뿌려 절임용기 내부 청소를 해준다. 청소 완료 후 절임용기를 다시 세워 정위치 고정용 장치를 동작하여 절임 용기를 바로 세운다. 이 공정이 완료 되면 다시 회전 테이블을 1/4 회전 시켜 배추 공급부 위치에 오도록 한다. 여기까지의 공정이 절임용기 1개의 1사이클로 진행되는 과정이다. 본 과제 진행 초기에 제기되었던 절임용기 하부 배관 연결은 작업자가 수동으로 하기로 한 부분이다.



Fig. 3-126. 배추 연속 가압 절임 테스트

4) 막김치의 가압 연속 절임 시스템 테스트 결과

위에 나열 한 방식으로 연속 가압 절임 테스트를 5회 진행 한 결과 만족할 만한 결과를 얻었다. 용기에 담을 수 있는 절단 배추 양이 초기 목표치로 잡았던 200kg에는 약간 못미치는 180kg이었으나 배추공급시간 최대 약 17분, 절임 및 배수 약 15분, 세척 및 배수 약 15분, 접종 및 배수 약 17분 등 한 공정에서 최대로 필요한 시간이 17분으로 시간으로 계산 할 경우 600kg의 배추를 절임할 수 있어 처음 목표로 했던 시간당 600kg 절임 배추를 얻을 수 있었다.

본 연구 과제 수행 후 추후에 연속 가압 절임시스템을 활성화 하고자 할 경우

- ① 수작업으로 진행하기로 한 배관 연결부분을 자동화
- ② 배추 절임 세척 후 물기를 제거하는 탈수 방식 개선
- ③ 용량을 600kg에서 1000kg 정도 생산할 수 있도록 절임기 용량 증대
- ④ 종균 접종 후 절임 배추 쏘는 방식 개선

등 일부분을 개선하면 많은 업체에서 도입을 할 수 있을 것으로 기대 된다.

4. 막김치 연속 혼합 포장 장치 개발

공간의 활용도 및 좁은 장소에서 설치가 가능한 10kg 박스에 정량 포장 장치를 제작 하였다. 가압절임 기에서 배출되는 절임배추 200kg을 혼합기의 대차에 절임배추를 이송하고 200kg의 비율에 맞춰 양념을 대차에 공급 한 후 혼합기로 배추 및 양념을 쏟아 부으면 혼합기에서 절임 배추 및 양념을 혼합한다. 일정시간 혼합 후 혼합된 막김치를 배출하면 금속검출기로 제품을 검사 한 후 계량 장치로 공급된다. 로드 셀로 일정량 받은 후 컨베이어 속도를 조절하여 정량 충전이 되도록 구성하였다.

배합기는 높이를 낮게 제작하여 발판이 필요하지 않아 설치 공간을 줄이고, 또한 정비 및 양념 공급을 쉽게 할 수 있도록 하였다.

포장 비닐을 작업자가 잡고 있지 않아도 되도록 비닐 그립 장치를 적용하였다. 또한 다양한 포장 규격에 대응하기 위해서 베이스 높이 조절이 가능하도록 하였다.

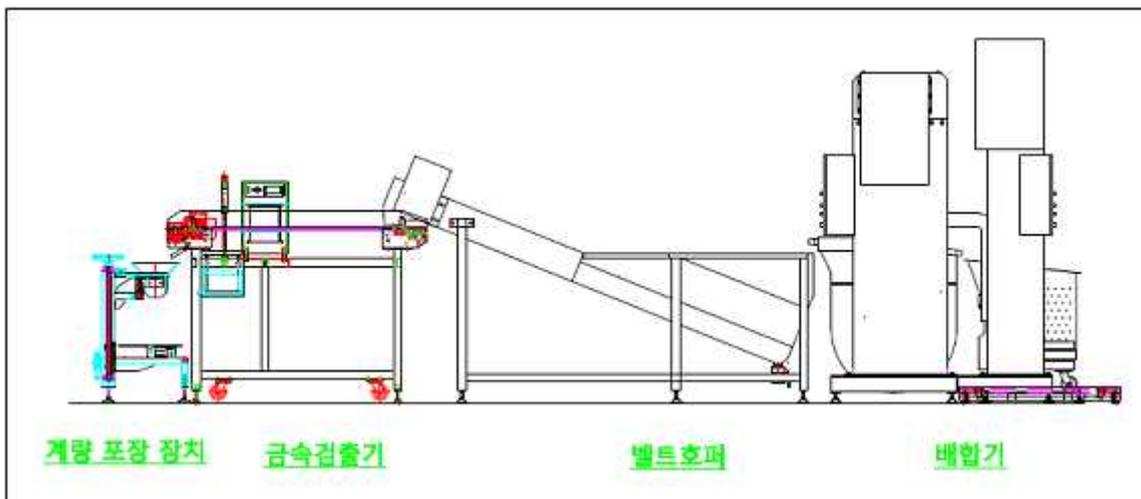


Fig. 3-127. 막김치 연속 혼합 포장 장치 구상도

1) 막김치 연속 혼합 장치(배합기 : 덤퍼+혼합기)

막김치 연속 혼합 장치는 연속 절임기에서 배출되는 절임배추를 받아주는 대차와 무게를 측정하는 계량부, 대차를 혼합기로 쏟아주는 덤퍼, 쏟아진 절임배추와 양념을 혼합하는 혼합기로 구성되어 있다. 대차 계량부에서 절임배추 무게를 계량하면 업체에서 정해진 무게에 맞춰 양념을 대차에 넣어 덤퍼로 대차를 밀어 넣고 덤퍼를 반전시킨다. 계량부에는 4개의 로드셀을 설치하여 균일한 무게를 측정할 수 있도록 하였고 STS304 판재를 사용하여 물을 사용하는 환경과 청소 시 물 비산에도 문제가 없도록 설계 하였다. 대차를 상하로 이동시키는 체인은 RS80번 체인을 적용하여 대차 하중에 충분히 대응을 할 수 있도록 하였으며 상하 동작부에 센서를 설치하여 대차가 동작하는 범위를 조정할 수 있도록 하였다. 대차 고정부에는 사각파이프 형태 및 무게추를 적용하여 대차가 없는 상태에서 상하 동작을 할 경우에도 문제 없이 동작하도록 하였다.

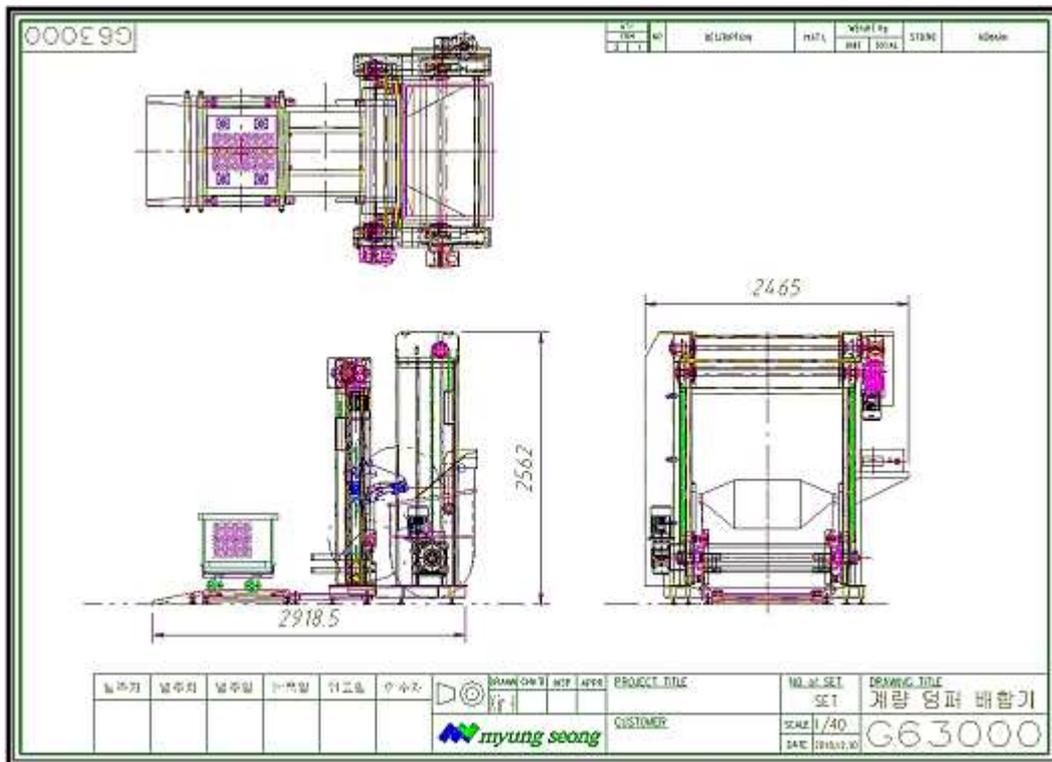


Fig. 3-128. 계량 & 덤퍼 & 배합기

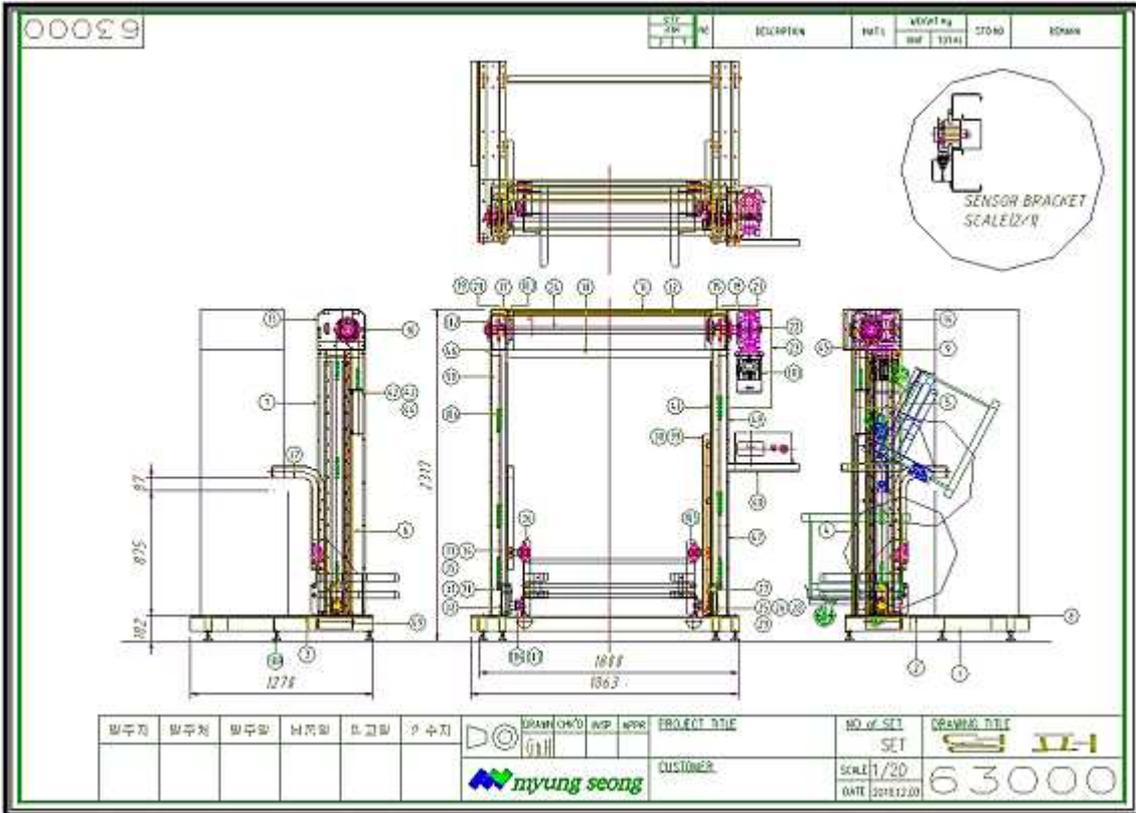


Fig. 3-129. 대차 덤퍼 설계도

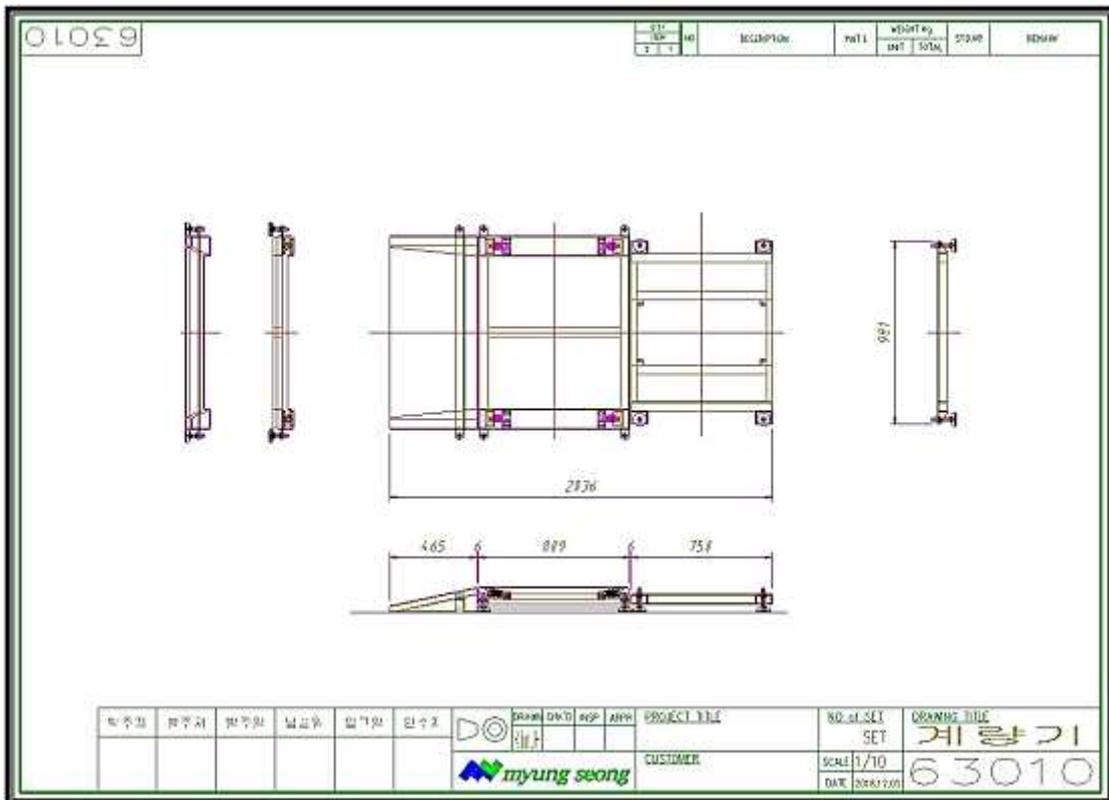


Fig. 3-130. 계량기 설계도

제품설명

HBS는 스테인리스강 재질의 Single ended beam 타입 로드셀입니다. 밀폐 구조의 압축 타입으로 플랫폼, 호퍼, 탱크 스케일 등 다양한 사용환경에 적합합니다.

제품특징

- 압축타입
- 스테인리스강 재질
- 완전 용접 구조
- IP67 규격에 준한 설계

선택사양

- 볼 타입 액세서리
- HBS-EXP/본질안전방폭인증 (Ex ia IIC T4) 10~500kgf
- OIML C3급 인증 취득 (OIML R60)

사용용도

- 플랫폼 스케일
- 탱크 및 호퍼 스케일



Fig. 3-131. 계량기 적용 로드셀

혼합기는 약 400리터의 용량의 혼합통 내부에 리본 모양의 날개를 부착하여 절임 배추와 양념의 혼합이 잘 이루어 질 수 있도록 설계를 하였다. 양념과 절임배추를 섞어주는 교반 날개축 구동 모터는 5마력을 적용하여 충분한 토크로 교반이 원활하게 이루어 질 수 있도록 하였다. 상하 동작은 덤퍼와 같은 원리로 될 수 있도록 제작하였다. 상하로 움직이는 측면 레일부분에는 자바라 COVER를 부착하여 양념이 튀거나 물 청소시 레일에 물이 튀는 것을 방지하였다. 교반 부분에는 리본형태의 날개와 주걱 형태의 날개를 적용하여 절임배추에 양념이 골고루 묻을 수 있게 하였으며, 제어 패널에는 회전 방향을 정회전, 역회전으로 할 수 있도록 하여 배추가 한쪽으로 쏠리는 부분도 보완 하였다. 배합 완료된 김치를 쏘기위해 배합기를 상승시키면 자동으로 회전이 되도록 되어 있으며, 배출을 원활 하게 하기위하여 교반 날개를 회전시키면서 배출 할 수 있도록 하였다.

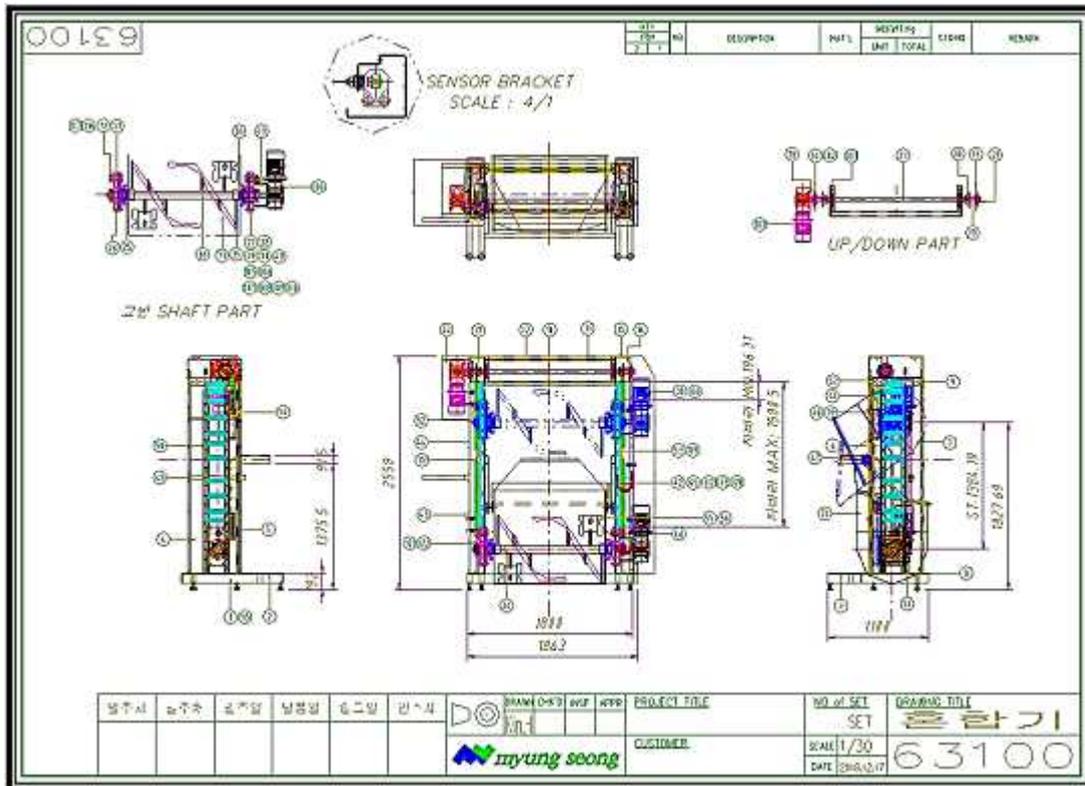


Fig. 3-132. 혼합기



Fig. 3-133. 혼합기 내부 교반 날개 모양



Fig. 3-134. 계량 & 대차 & 덩퍼 & 혼합기

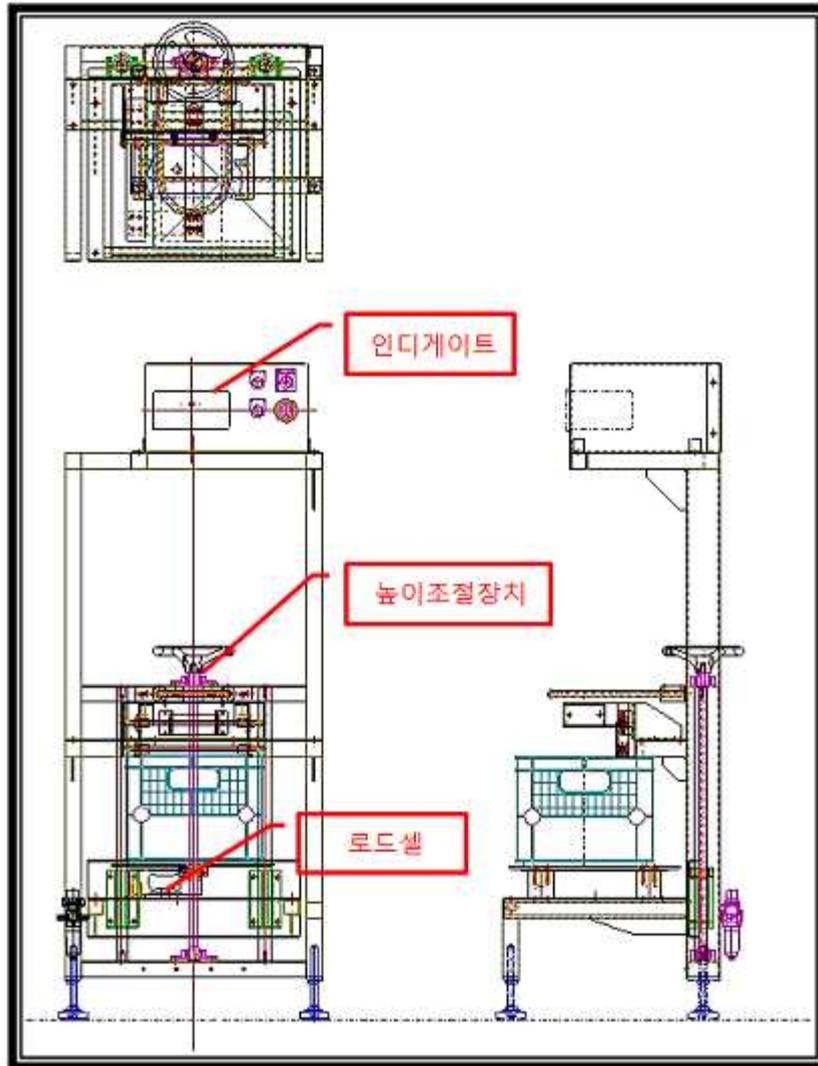


Fig. 3-136. 계량 장치 상세도

BC | Single Point Load Cell
3kgf-30kgf



특징
BC는 Low profile single point 타입의 로드셀로서 측정 플랫폼과 직접 미운점이 가능합니다. 또한, 고정확도의 로드셀로 소형의 산업용 스키텔 및 벤치 스키텔 계수용 스키텔 등에 적합합니다.

제품특징
▶ 압축타입
▶ IP65 규격에 의한 설계

사용용도
▶ 산업용 스키텔
▶ 벤치 스키텔
▶ 계수용 스키텔

제품사양

Capacity(용량)	kgf	60, 100, 150, 200
정격출력(비율) 최대 출력스	mV/V mV/V	3-3kgf : 1.0(Aprox.) 10-30kgf : 1.2(Aprox.) 0.02, 0.05
정확도 용량	-	-
비직선성	% R.O.	±0.01
히스테리시스	% R.O.	±0.01
하중이득 복귀	% R.O.	±0.01
복합성	% R.O.	±0.01
크립(30분)	% R.O.	±0.01
크립 복구(30분)	% R.O.	±0.01
분해도	-	± 1/1000
온도영향	mV/V	± 0.003(Aprox.) / ± 0.004(Aprox.)
온도영향 - 온도	% / 1°C	± 0.001
온도영향 - 출력	% / 1°C	± 0.01%
인가전압 - 저항 인가전압	V	15
인가전압 - 최대 인가전압	V	15
차량 - 입력저항	Ω	470 ± 2%
차량 - 출력저항	Ω	300 ± 3%
차량 - 임피던스	MΩ	> 2000
온도보상범위	°C	-10 to +40
습도보상범위	°C	<30 to +80
재질 및 표면처리	-	알루미늄 / 스테인리스
케이블 사양	-	05 x 4 x 20m (PVC)
하중 과부하	% R.O.	150
하중 플랫폼 사이즈	mm	400 x 400

Fig. 3-137. 계량장치에 적용된 로드셀

3) 컨트롤 패널

계량 및 덤퍼 혼합기 및 계량 장치용 패널에는 이송 컨베이어 금속 검출기 등을 제어 할 수 있도록 구성 하였다. 또한 패널에 계량기에서 계량되는 값을 표시하기 위한 인디케이터가 부착되어 작업자가 양념을 투입시 편리하게 하였다. 메인 패널 외에 라인에는 수동으로 제어 할 수 있는 버튼을 부착하여 생산 환경에 대응하였고, 혼합기 덤퍼 동작용 버튼을 설치하여 작업자가 컨베이어로 배출되는 막김치의 양을 조절 할 수 있도록 하였다.

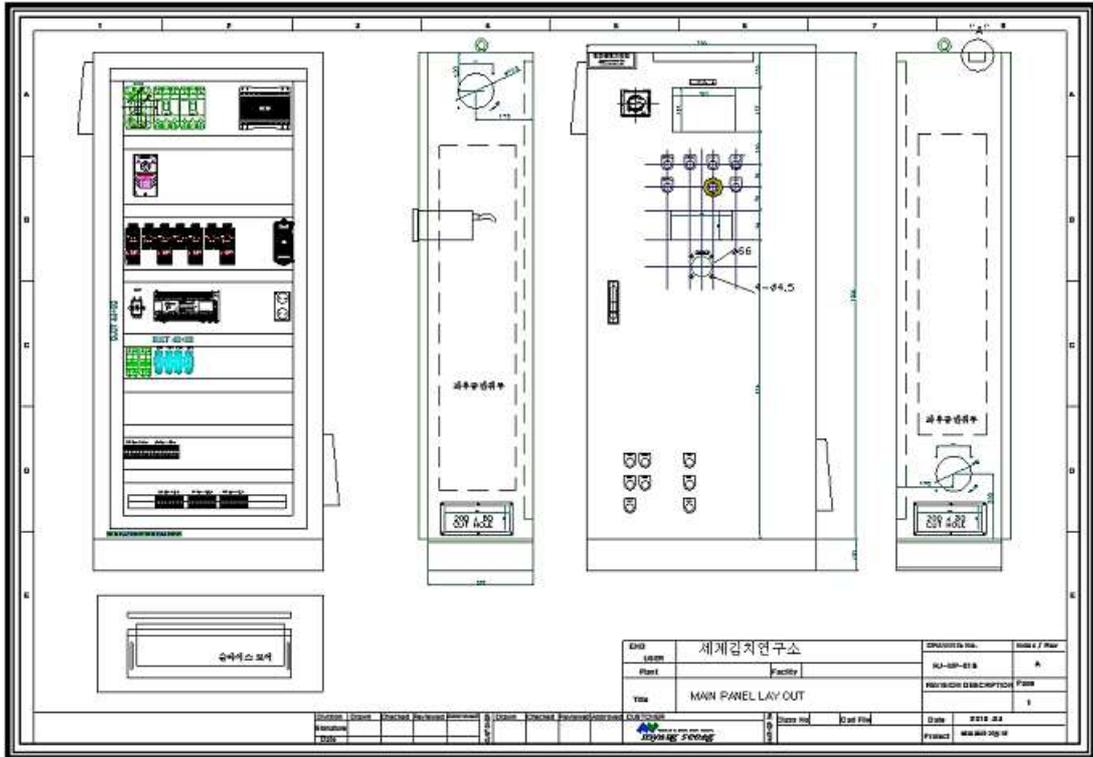


Fig. 3-138. 덤퍼 혼합기 라인 외형 제작도

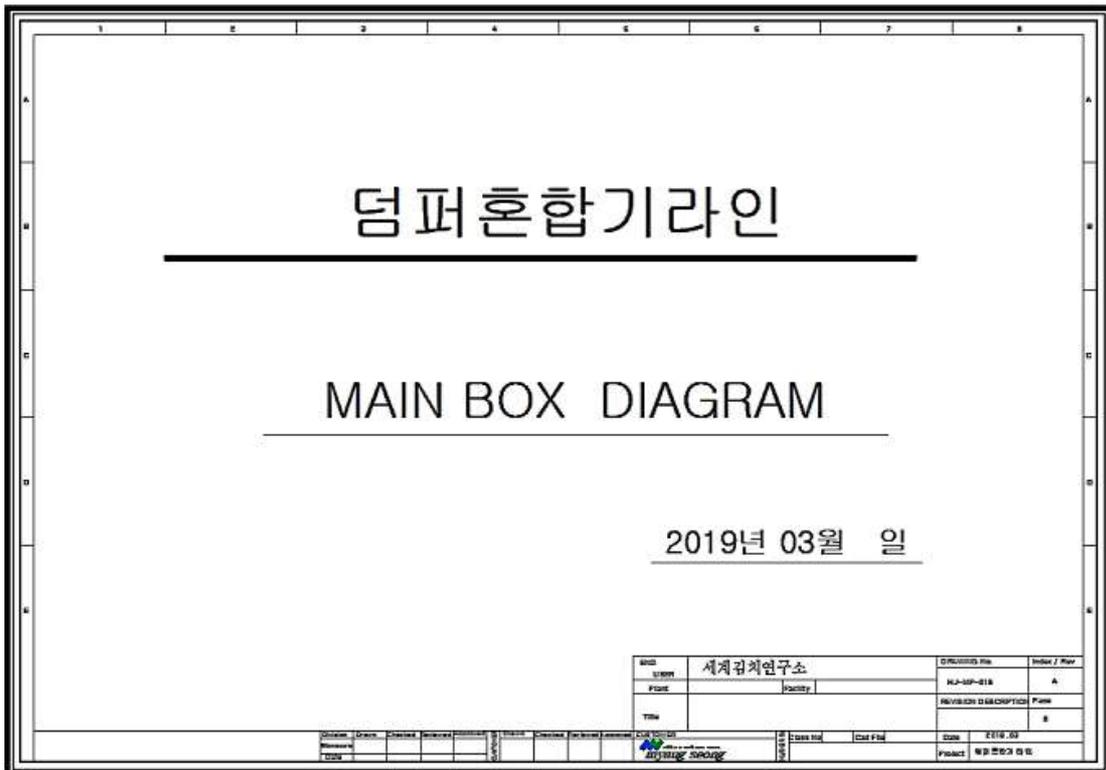


Fig. 3-139. 덤퍼 혼합기 라인 결선도 1

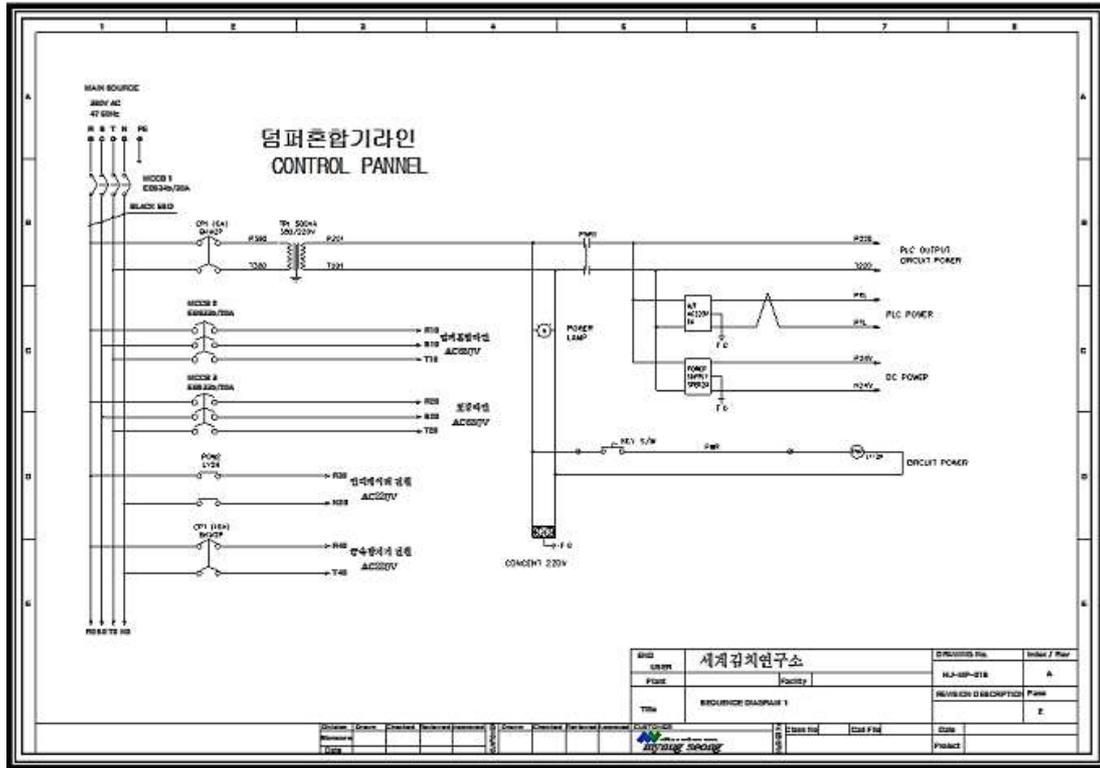


Fig. 3-140. 덤퍼 혼합기 라인 결선도 2

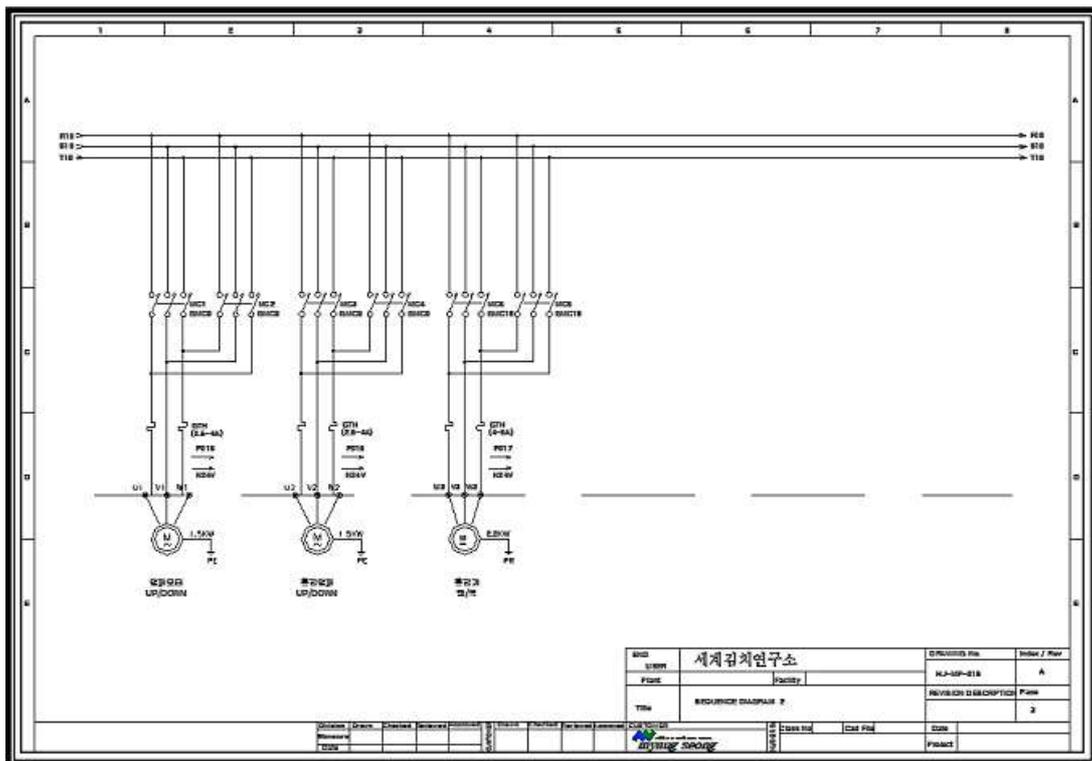


Fig. 3-141. 덤퍼 혼합기 라인 결선도 3

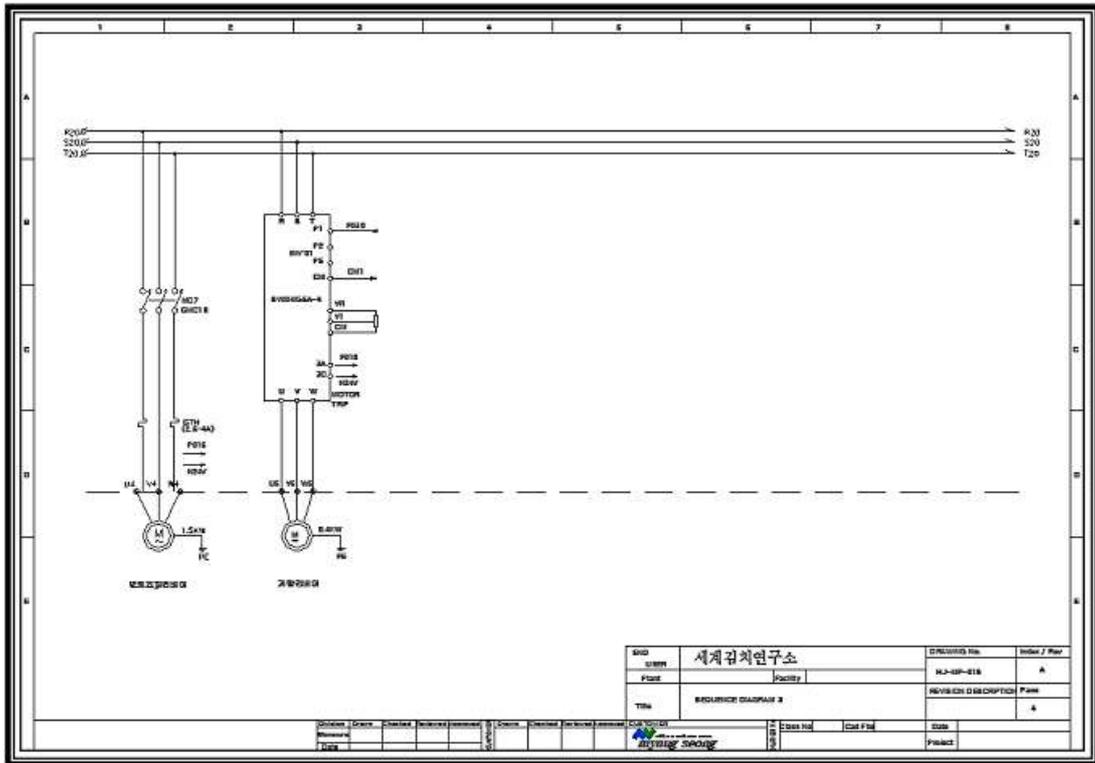


Fig. 3-142. 덤퍼 혼합기 라인 결선도 4

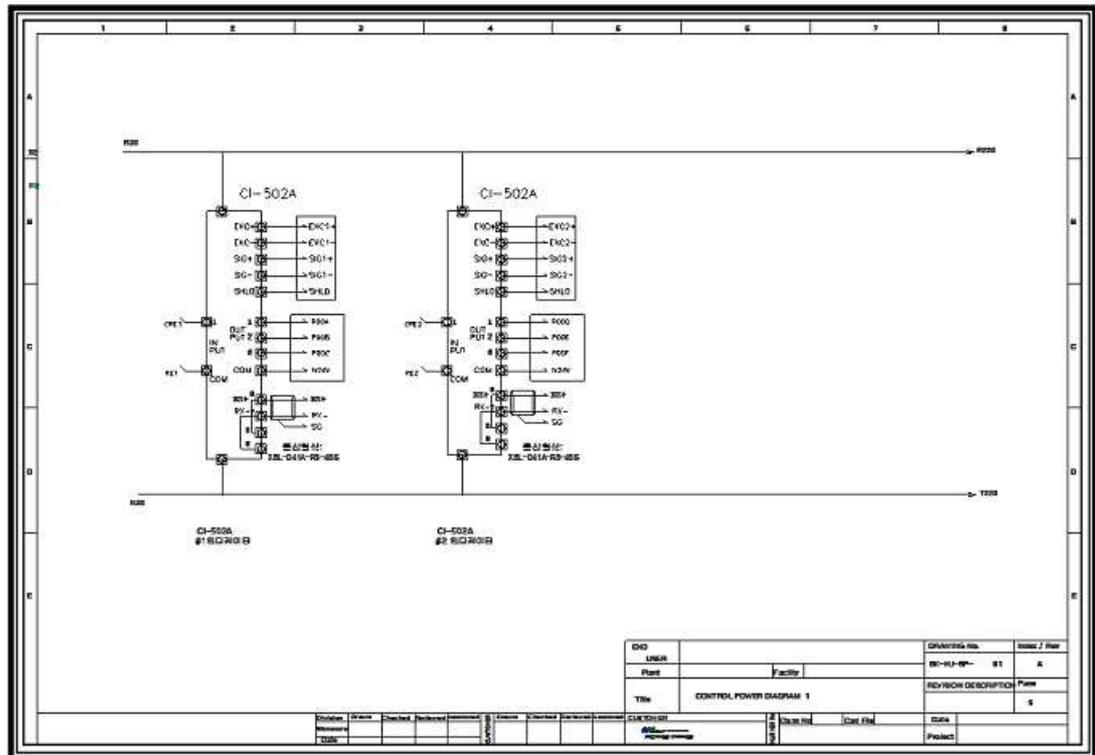


Fig. 3-143. 덤퍼 혼합기 라인 결선도 5

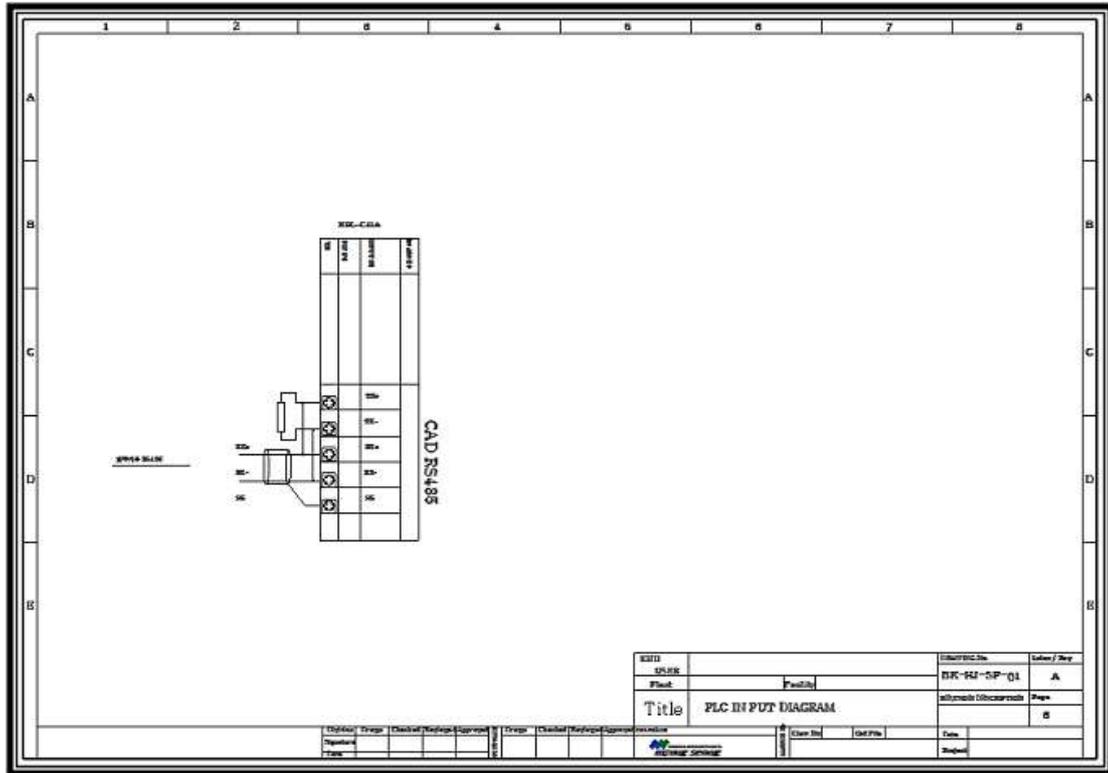


Fig. 3-148. 덤퍼 혼합기 라인 PLC INPU 다이어그램 5



Fig. 3-149. 덩퍼 혼합기 라인 패널 외함



Fig. 3-150. 덤퍼 혼합기 라인 판넬 내함

4) 연속혼합포장장치 테스트

설비 설치 후 공 회전 테스트 후 실제 절임 배추를 넣고 혼합 및 포장 장치 테스트를 진행 하였다. 연속 가압 절임기에서 180kg을 절임하여 얻은 절임배추 양은 약 160kg이었고 여기에 맞춰 양념을 공급하여 혼합 테스트를 진행 하였다. 혼합기에 부착된 리본 형태의 교반 날개는 절임배추에 양념이 골고루 묻을 수 있게 하였다. 양념 배합이 완료된 막김치를 포장하기 위해 P-BOX 에 비닐을 씌운 상태로 계량 장치 위에 올려 두고 컨베이어에서 배출되면 받을 수 있도록 하였다. 인디케이터에 10kg을 셋팅하고 배추를 공급하면 9.5kg까지는 빠른 속도로 배추를 담고 나머지 0.5kg은 벨트 속도를 현저히 줄여 목표로 하는 10 kg으로 계량 테스트를 진행 하였다.

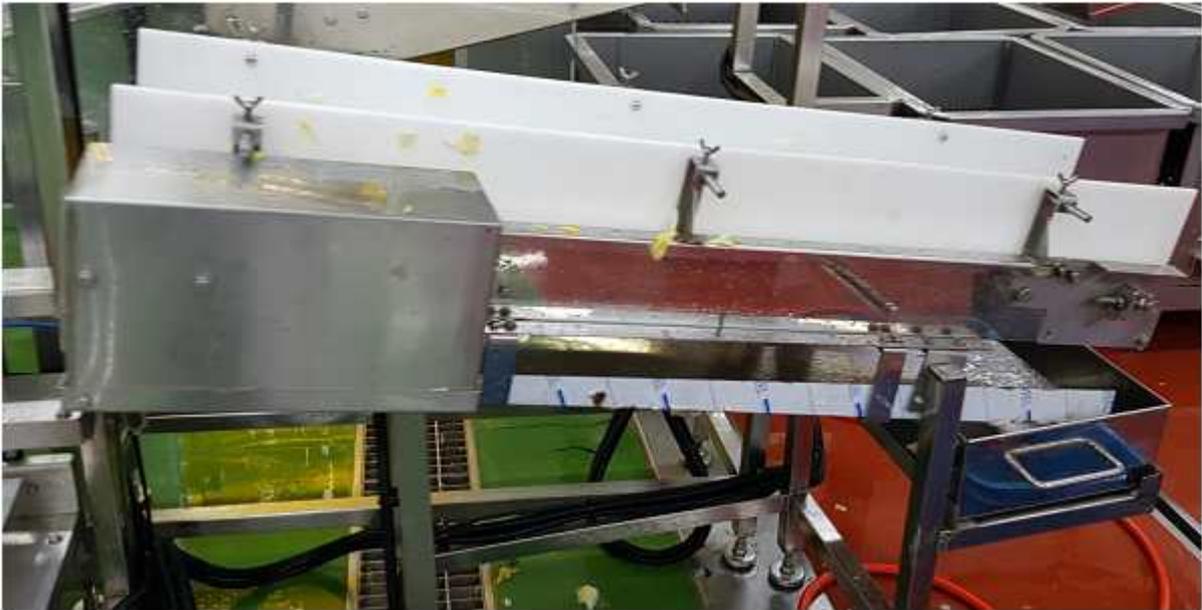


Fig. 3-151. 계량장치 공급 컨베이어



Fig. 3-152. 계량 장치 테스트



Fig. 3-153. 계량장치



Fig. 3-154. 계량 장치 테스트



Fig. 3-155. 계량 장치 테스트

5) 연속혼합포장장치 테스트 결과

연속 혼합 포장장치를 실제 가압절임기에서 배출된 절임배추와 양념을 혼합하는 테스트를 진행한 결과 배추에 양념이 골고루 묻혀 졌으며, 본 연구에서 진행하고자 했던 1회 200kg 양념 혼합도 잘 진행 되었다. 또한 10kg 단위 포장 진행도 약 50~55초 이내에 1팩 포장을 진행하여 목표로 한 시간당 60팩 기준보다 많은 약 65~70팩 포장 가능성을 확인하였다.

5. 막김치 자동화 라인 설치

1) 전체 설비 배치도

앞서 개발한 배추 씻기 장치, 배추 부위별 절단기, 연속식 가압 절임기, 자동혼합계량장치 등을 완료 후 현장에 설치하여 테스트를 진행하였다. 초기 계획된 라인과 실제 현장에서 요구하는 라인에 차이가 있어 추가로 진동체 선별기를 제작 설치하였고, 각 설비와 연결되는 컨베이어도 설계, 제작 설치 하였다. 현재 설치 된 배치도면은 아래와 같다. 배추 씻기 장치는 실외에, 부위별 절단기 및 가압 절임기는 준청결구역에, 자동혼합계량장치는 청결 구역에 배치하여 HACCP에 맞춰 배치하였다.

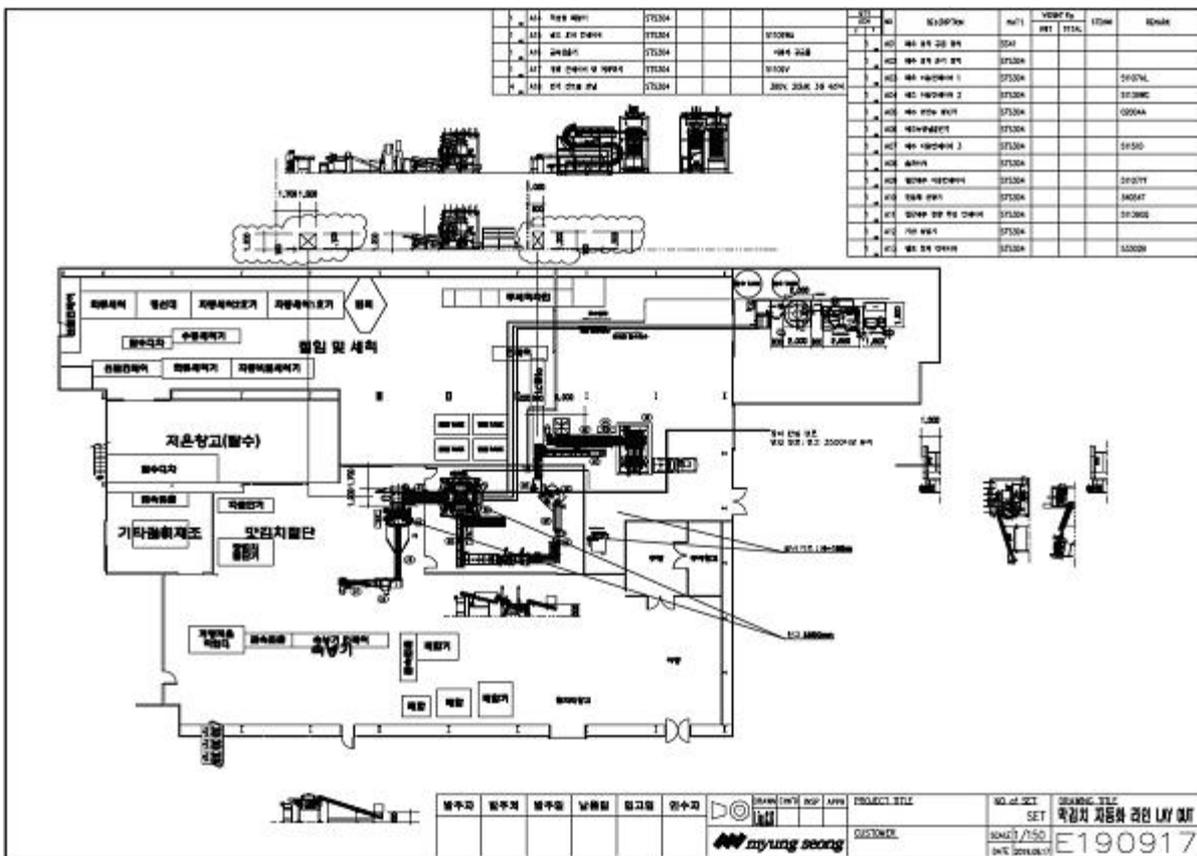


Fig. 3-156. 막김치 자동화 라인 설치도

2) 연결용 컨베이어 및 사각 절단기, 진동체 선별기 외

본 연구과제를 수행하기 위해 위에서 설명한 주요 설비 이외에 연결 컨베이어, 부위별 절단된 배추를 사각으로 절단하기 위한 사각절단기, 절단된 배추 규격의 사이즈를 선별하기 위한 진동체 선별기, 연속 절입기로 사각 절단된 배추를 정량으로 공급해 주기 위한 정량공급컨베이어, 절입된 배추를 이송하는 이송 컨베이어, 이송된 배추를 받아서 계량하기 위한 계량대차 등 설비도 설계 제작 진행하여 라인에 배치를 하였다.

① 이송 컨베이어

이송 컨베이어는 이송용 벨트는 우레탄 벨트를 적용하여 위생적이며, 종동부분에는 짓혀지는 구조를 적용하여 청소가 용이하게 하고, 내부를 건조시켜 미생물 번식을 방지하였으며, 또한 레일 형식으로 벨트를 받치는 구조를 적용하여 마찰력도 줄였다. SUS 재질을 적용하여 위생적이며 청소 시 물 튀현상에 의한 녹방지도 가능하게 하였다. 컨베이어 구동 모터 속도 제어는 인버터를 적용하여 생산속도를 조절할 수 있도록 하였다. 각 구동 모터에는 SUS 재질의 COVER를 설치하여 청소시 물이 튀어도 안전하게 제작하였다. 벨트 하부에는 "M" 가이드를 부착하여 사행을 방지하였다.

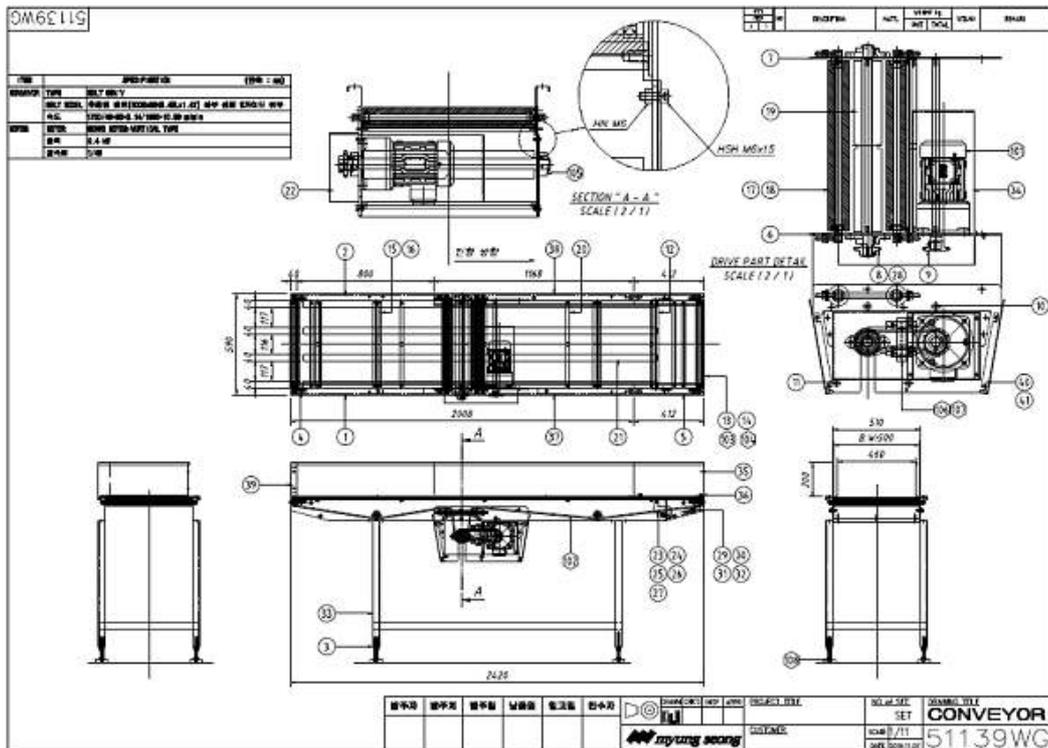


Fig. 3-159. 이송 컨베이어 1



Fig. 3-160. 이송 컨베이어 1

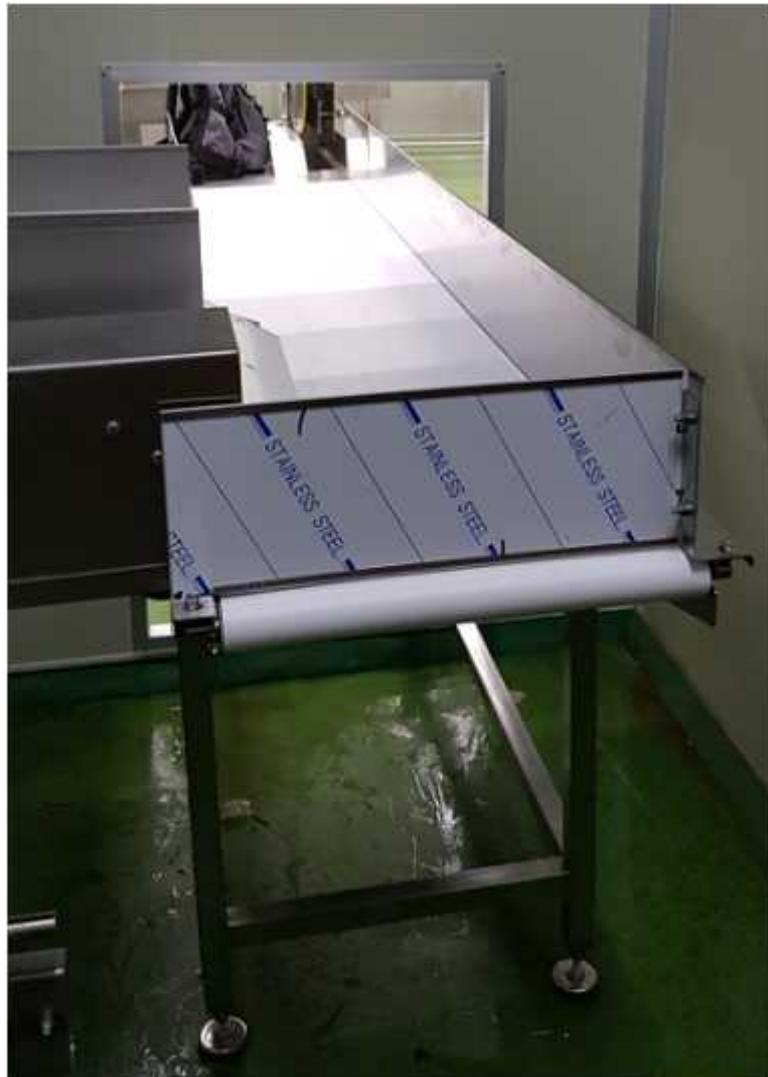


Fig. 3-161. 이송 컨베이어 2

② 사각 절단기

사각 절단기는 부위별로 절단된 배추를 원하는 사이즈 30*30으로 절단해주는 설비이다. 절단 사이즈에 맞춰 knife set를 구매하면 원하는 사이즈로 생산이 가능하도록 하였다. knife가 회전하는 부위에는 cover를 설치하여 작업자의 안전을 고려하였으며, 생산중 cover를 열 경우에는 설비가 정지하도록 센서를 부착하여 제어를 하였다. knife회전 및 belt 속도를 인버터로 제어하여 생산량을 조절 할 수 있도록 하였다. 청소시 작업성을 고려하여 공구 없이 cover 분해가 가능하도록 하였다.

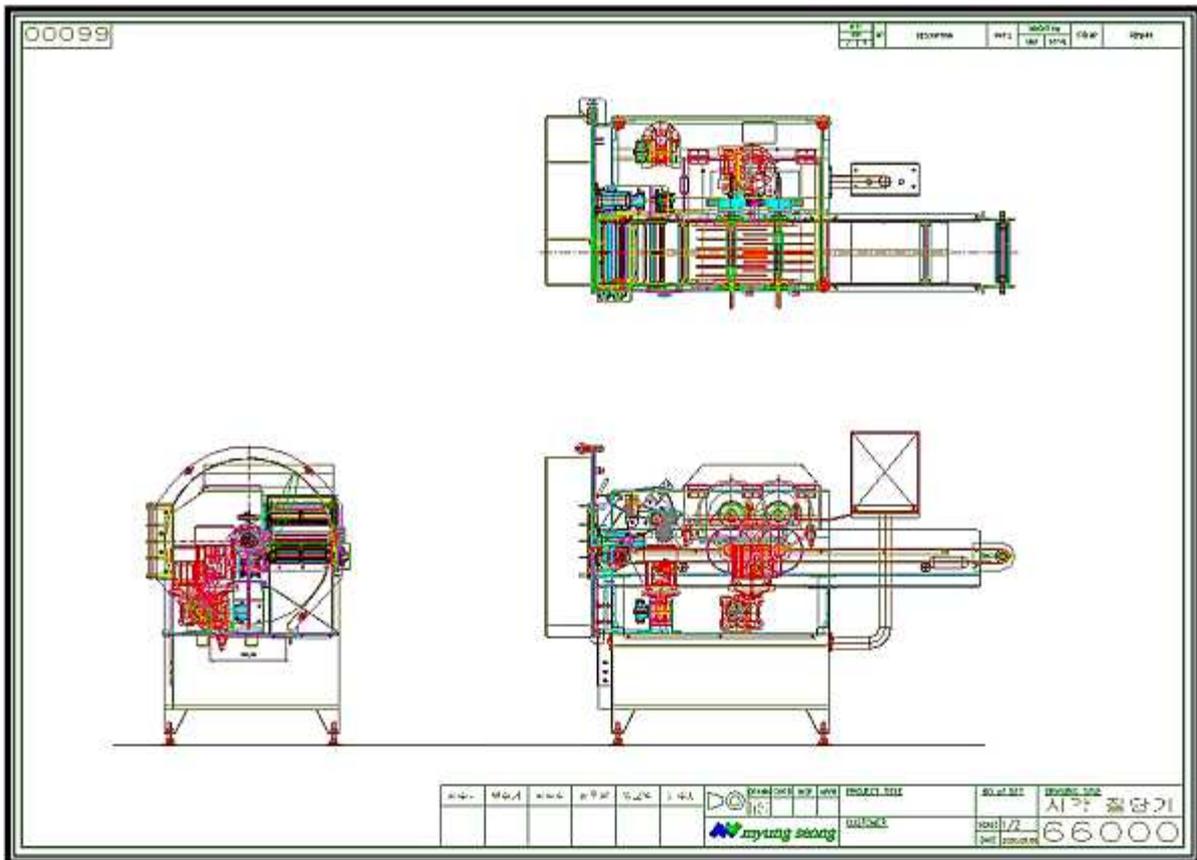


Fig. 3-162. 배추 사각 절단기



Fig. 3-163. 배추 사각 절단기

③ 진동체 선별기

사각 절단된 배추에는 규격의 사이즈가 포함이 되어 있어 이를 자동으로 분리하기위해 진동체 선별기를 제작 설치 하였다. 진동체 선별기는 양측에 부착된 바이브레이터 모터에서 진동을 발생시키면 몸체에 설치된 메쉬 사이즈보다 큰 배추는 통과 하고 메쉬보다 작은 배추는 하부로 떨어지게 하여 배출하는 구조로 되어 있다. 또한 상부에는 물을 분사할 수 있는 배관을 설치하여 배추에 묻은 이물을 1차로 세척 배출할수 있도록 하였다. 진동체 좌우,앞뒤로 4개의 오실레이팅 마운트를 설치하여 동작, 정지, 기동시 소음을 최소로 하였고 또한 설비가 안정적으로 운전 될 수 있도록 하였다. 진동체 모터부분에 COVER를 설치하였으며, 정지, 기동을 인버터로 제어 하여 정속 동작이 가능토록 하였다. 하부로 배출된 이물은 진동체에 의해 진행방향으로 이동 배출되는 구조로 하부에는 이물 받이를 설치하여 한곳으로 모아 처리 할 수 있도록 하였다. 몸체 내부에 설치된 메쉬는 사각 절단 사이즈 및 이물로 배출하고자 하는 사이즈에 맞춰 제작이 가능하며 필요에 따라 교체하여 사용할 수 있다. 제작 높이를 고려하여 청소 및 정비가 용이하도록 작업자 발판을 제작 설치하였으며 상부에는 안전관리 기준에 맞춰 난간대 및 발끝 방지판도 설치하였다.

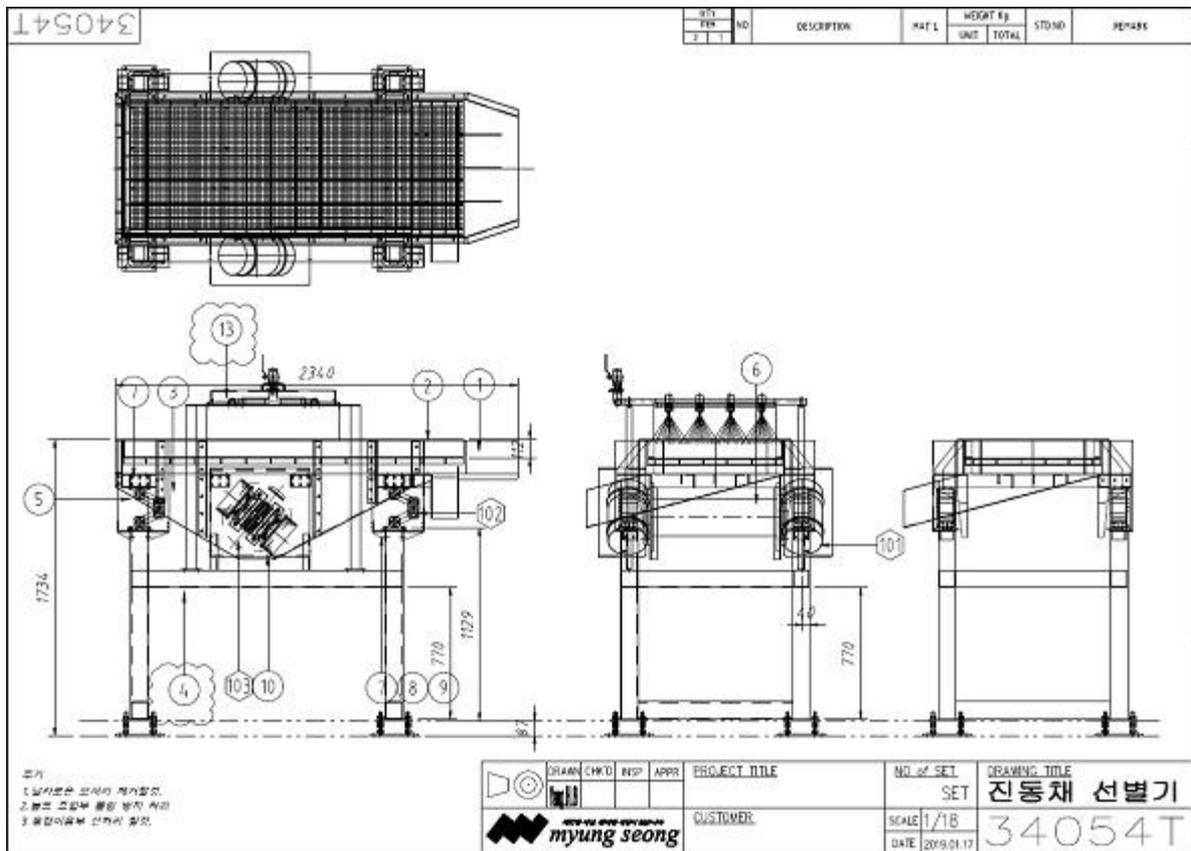


Fig. 3-164. 진동체 선별기 제작도



Fig. 3-165. 진동체 선별기



Fig. 3-166. 몸체 매쉬 및 선별 테스트



Fig. 3-167. 진동체 선별기 - 규격의 비품 배출 장면

별첨자료. 막김치 자동화 생산 공장 표준 설계서

막김치 자동화 생산 공장 표준 설계서

- 목 차 -

I. 설계 설명서

II. 일반 시방서

III. 설비 배치도

IV. 설비 조립도

I. 설계 설명서

1. 설 계 명 : 막김치 자동화 생산 공장 표준화 설비 제작

2. 설계 일반사항 :

본 설비의 설계는 수입김치와의 경쟁력을 확보하기 위하여 가격을 수입김치의 1.5배, 품질 또한 수입김치의 1.5배인 막김치의 생산 기술과 장치를 개발하고자 한 것으로 막김치의 연속 자동 생산 공정에 필요한 기계 장치를 설계, 제작, 설치, 시운전, 양산화를 목표로 하고 있다.

3. 표준화 사양

- 1) 배추상자 자동 쏘기 장치 개발 : 시간당 96박스의 배추를 쏘는 장치 개발
- 2) 배추 부위별 절단 분리 장치 개발 : 분당 8포기의 배추를 중륵, 고갱이, 엽신, 심으로 절단하는 장치 개발
- 3) 막김치 가압 연속 절입 장치 개발 : 시간당 600kg의 썰은 배추를 절이는 장치 개발
- 4) 막김치 연속 혼합 포장 장치 개발 : 시간당 10kg씩 60팩 포장하는 장치 개발

4. 주요 설비명

no	설비명	규격(WxLxH)	수량	용도
1	배추 상자 공급 장치	2200x3500x5000	1	팔레트에 적재된 1 layer 6개의 p-box를 1개씩 배출하는 장치
2	배추 상자 쏘기 장치	1000x5000x3500	1	1개로 공급된 p-box 내부의 배추를 박스를 반전하여 쏘아내는 장치
3	배추 이송 컨베이어 1	600x4800x1300	1	쏘아진 배추를 이송하는 컨베이어
4	배추 이송 컨베이어 2	580x2400x1170	1	쏘아진 배추를 이송하는 컨베이어
5	배추 엽신부 절단기	700x1000x1100	1	배추의 엽신부를 절단하는 장치
6	배추 부위별 절단기	1400x1400x1800	1	배추의 중륵, 고갱이 또는 심을 제거하는 장치
7	배추 이송 컨베이어 3	600x2200x1000	1	부위별 절단된 배추의 고갱이를 선별하고 절단기로 이송하는 컨베이어
8	슬라이서	800x2800x1500	1	부위별 절단된 배추를 원하

				는 사이즈로 절단하는 장치
9	절단배추 이송 컨베이어	580x4900x5000	1	절단된 배추를 이송하는 컨베이어
10	진동체 선별기	1300x2340x2000	1	절단된 배추 중 규격이외의 슬러지를 진동으로 배출하는 장치
11	절단배추 정량 투입 컨베이어	590x3900x3550	1	절단된 배추를 일정량 연속식 절입기로 공급하는 장치
12	연속식 가압 절입기	2900x2900x3500	1	공급된 배추를 연속적으로 투입,가압절입,세척,집중및배출의 4가지 공정을 진행 할 수 있는 회전하는 연속식 가압 절입 설비
13	벨트 호퍼 컨베이어	1120x3100x900	1	절입완료된 배추를 배합기용 대차로 배출하는 컨베이어
14	저상형 배합기	1400x2900x2300	1	절입된 배추 무게를 계량 하여 배합 비율에 맞춰 양념을 공급하고 양념과 절입배추를 배합한 후 배출하는 설비
15	벨트 호퍼 컨베이어	1100x4000x1500	1	양념 배합된 막김치를 금속 검출기로 이송하는 컨베이어
16	금속검출기	1100x2500x1000	1	제작 완료된 막김치에 포함 되었을 수 있는 금속을 검출하는 설비
17	계량 컨베이어 및 계량 장치	600x2600x1700	1	최종 막김치를 원하는 포장 단위로 포장하는 설비
18	전기 컨트롤 패널		4	라인을 제어하기 위한 전기 컨트롤 패널

II. 일반 시방서

1. 배추 상자 공급장치

1-1. 설비 개요

팔레트 위에 적재된 상자를 1레이어 단위로 해체하여 상자 배출 컨베이어로 이송시켜 2상
자씩 다음 공정으로 공급 해주는 장치

1-2 기계 사양

- ① 기계 사이즈 : 2200x3500x5000
- ② 요구 성능 : 96 box/hr
- ③ 설계 성능 : 270 box/hr

1-3 주요 설비 구성

- ① 팔레트 리프트 장치
- ② 상자 그립퍼
- ③ 그립퍼 업다운 장치
- ④ 그립퍼 좌우 이송 장치
- ⑤ 메인 프레임
- ⑥ 개별 상자 공급 장치

1-4 세부 사양

- ① 메인 프레임 : SS41 100X100X3T 사각파이프 용접구조+페인트 도장
- ② 상하 동작 : 에어 실린더+랙잭
- ③ 에어 실린더 : 메이커 SMC
- ④ 좌우 이송 : 중공축 모터+타임벨트
- ⑤ 상자 그립퍼 : 에어실린더
- ⑥ 개별 상자 공급장치 : 롤러 컨베이어
- ⑦ 에어 소모량 : 6Bar 15A 400NL/min
- ⑧ 전기 사양 :
 - 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw
 - 제어전원 : AC 220V
 - 전기용량 : 3.3kW

1-5 특징

- ① 제품 투입시 인력절감 및 편리성

2. 배추 상자 쏘기 장치

2-1. 설비 개요

한줄 공급장치에서 이송된 상자를 반전시켜 상자에 있는 배추를 배출하고 다시 상자를 반전하여 공상자를 배출하는 설비

2-2 기계 사양

- ① 기계 사이즈 : 1000x5000x3500
- ② 요구 성능 : 96 box/hr
- ③ 설계 성능 : 270 box/hr

2-3 주요 설비 구성

- ① 컨베이어 구동 모터 : 중공축 모터
- ② 상자 이송용 체인 : PRT 체인
- ③ 메인 프레임
- ④ 배추 배출용 슈트
- ⑤ 상자 안내 가이드
- ⑥ 공상자 배출 컨베이어

2-4 세부 사양

- ① 메인 프레임 : STS304 50X50X3T 사각파이프 용접구조
- ② 메인 모터 : 중공축 모터
- ③ SIDE BLET 컨베이어 : 엠보싱 벨트
- ④ 전기 사양 :
 - 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw
 - 제어전원 : AC 220V
 - 전기 용량 : 3.3kW

2-5 특징

- ① 제품 투입 시 인력절감 및 편리성
- ② 배출 배출 및 상자 회전을 한설비에서 진행하여 설치 공간최소화

3. 이송 컨베이어류(공통사양)

3-1. 설비 개요

통배추, 부위별 절단된 배추, 원하는 사이즈로 절단된 배추, 절임 완료된 배추, 막김치 혼합 완료된 배추, 계량기 공급을 위한 컨베이어로 이송 형태에 및 설치 위치에 따라 구성된 컨베이어

3-2 기계 사양

- ① 기계 사이즈 : 설치 위치 및 공간에 따라 결정(LAY OUT 참조)
- ② 요구 성능 : 8포기 이송/분
- ③ 설계 성능 : 13포기 이송/분

3-3 주요 설비 구성

- ① 컨베이어 구동 모터 : 중공축 모터
- ② 배추 이송 벨트 : 우레탄 또는 PVC 재질의 벨트
- ③ 메인 프레임

3-4 세부 사양

- ① 메인 프레임 : STS304 40X40X2T 사각파이프 용접 및 STS304 2T 절곡 구조
- ② 메인 모터 : 중공축 모터
- ③ 전기 사양 :
 - 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw
 - 제어전원 : AC 220V
 - 제어 방식 : 인버터 제어
 - 전기 용량 : 0.4kW ~ 0.75 kW

3-5 특징

- ① 인버터를 적용하여 원물의 형태, 수량에 적극 대응 할 수 있는 구조
- ② 중동부 젓혀지는 구조를 적용하여 청소 용이

4. 엽신부 절단기

4-1. 설비 개요

배추의 엽신부를 절단하는 설비

4-2 기계 사양

- ① 기계 사이즈 : 700x1000x1100
- ② 요구 성능 : 8포기 이송/분
- ③ 설계 성능 : 13포기 이송/분(작업자의 숙련도에 따라 차이 발생)

4-3 주요 설비 구성

- ① 칼날 회전 모터 : 중공축 모터
- ② 엽신부 배출 슈트
- ③ 메인 프레임

4-4 세부 사양

- ① 메인 프레임 : STS304 40X40X2T 사각파이프 용접 및 STS304 2T 절곡 구조
- ② 메인 모터 : 중공축 모터
- ③ 전기 사양 :
 - 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw
 - 제어전원 : AC 220V
 - 제어 방식 : 인버터 제어
 - 전기 용량 : 0.4kW

4-5 특징

- ① 배추 안내가이드를 설치하여 원하는 길이로 엽신부 절단 가능

5. 배추 부위별 절단기

5-1. 설비 개요

엽신부 절단된 배추를 회전테이블의 공급부에 배추를 세워서 공급하면 그립퍼로 배추를 붙잡고 테이블이 90도 회전하여 고갱이 부분을 절단한다. 또한 필요에 따라 절단 KNIFE를 교체하여 배추심을 제거하는 설비로도 이용 가능하다. 배추심을 제거할 경우에는 배추심은 하부 슈트를 통해 다음 공정으로 넘어가고 다음 배추가 투입되면 다시 90도 회전하여 배출부 위치에 오면 배추가 하강하여 배출된다. 배출부 하부의 원형 삼절 칼날에 의해 하강하며 배추가 삼절되고 배출 컨베이어로 배출되어 고갱이 칼집 및 심제거와 삼절이 동시에 이루어 지는 장치.

5-2 기계 사양

- ① 기계 사이즈 : 1400x1400x1800
- ② 요구 성능 : 8포기 이송/분
- ③ 설계 성능 : 13포기 이송/분

5-3 주요 설비 구성

- ① 배추 투입 슈트
- ② 배추 그립퍼
- ③ 배추 그립퍼 개폐 판형 캠
- ④ 배추 고갱이 절단 또는 심 제거부
- ⑤ 배추 배출 및 삼절부
- ⑥ 회전 테이블
- ⑦ 전기 제어 장치
- ⑧ 에어 유니트

5-4 세부 사양

- ① 메인 후레임 : 관재 2.0t와 40x40x1.5t 사각파이프 용접 구조 STS304
- ② 배추심 제거 칼날 STS304
- ③ 배추 삼절 칼날 STS304
- ④ 메인 모터: 중공축 감속기 인버터 구동
- ⑤ 에어 실린더: SMC

⑥ 에어 소모량: 6Bar 20A 120NL/min

⑦ 전기사양

- 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw

- 제어전원 : AC 220V

- 제어 방식 : 인버터 제어

- 전기 용량 : 3kW

5-5 특징

- ① 인버터를 적용하여 원물의 형태, 수량에 적극 대응 할 수 있는 구조
- ② 제품 투입시 인력 절감 및 편리성
- ③ 고갱이 분리 / 심제거 용을 칼날 교체로 쉽게 변환 가능
- ④ 모터류 및 전선류, 단자대 부분 밀폐형으로 물청소 가능

6. 슬라이서

6-1. 설비 개요

배추 부위별 절단된 배추를 원하는 사각형 규격으로 절단하는 장치

6-2 기계 사양

- ① 기계 사이즈 : 800x2800x1500
- ② 요구 성능 : 8포기 이송/분
- ③ 설계 성능 : 13포기 이송/분

6-3 주요 설비 구성

- ① 컨베이어 구동 모터 : 기어드 모터
- ② 배추 이송 벨트 : 우레탄 벨트
- ③ 메인 프레임
- ④ 회전 원형 칼날
- ⑤ 회전 횡형 칼날

6-4 세부 사양

- ① 메인 프레임 : STS304 40X40X2T 사각파이프 용접 및 STS304 2T 절곡 구조
- ② 메인 모터 : 중공축 모터
- ③ 전기 사양 :
 - 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw
 - 제어전원 : AC 220V
 - 제어 방식 : 인버터 제어
 - 전기 용량 : 1.5

6-5 특징

- ① 인버터를 적용하여 원물의 형태, 수량에 적극 대응 할 수 있는 구조
- ② 균일하고 일정한 제품 생산 및 품질 관리 가능
- ③ 기계 탈착이 간단하고 분해, 세척이 용이

7. 진동체 선별기

7-1. 설비 개요

슬라이스된 원물을 결구 풀림 및 규격이하의 제품을 타공판 하부로 배출하고 규격품은 다음 공정으로 이송하는 장치

7-2 기계 사양

- ① 기계 사이즈 : 1300x2340x2000
- ② 요구 성능 : 8포기 이송/분
- ③ 설계 성능 : 13포기 이송/분

7-3 주요 설비 구성

- ① 진동 모터
- ② MESH SCREEN
- ③ 메인 프레임

7-4 세부 사양

- ① 메인 프레임 : STS304 100X100X3T 사각파이프 용접 구조
- ② 메인 BODY : STS304 6T 절곡구조
- ③ MESH SIZE : # 1 MESH(고객사의 요청에 따라 변경 가능)
- ④ 전기 사양 :
 - 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw
 - 제어전원 : AC 220V
 - 제어 방식 : 인버터 제어
 - 전기 용량 : 1.5 kW

7-5 특징

- ① 인버터를 적용하여 원물의 형태, 수량에 적극 대응 할 수 있는 구조
- ② 균일하고 일정한 제품 생산 및 품질 관리 가능
- ③ 기계 탈착이 간단하고 분해, 세척이 용이
- ④ 1차 비품 선별에 따른 제품성 향상
- ⑤ 작업자에 비해 비품 선별 속도가 빠름

8. 연속식 가압절입기

8-1. 설비 개요

사각으로 규격화된 배추를 공급-가압절입-세척-접송/배출 하는 공정을 하나의 설비에서 진행하도록 한 연속 절입 장치

8-2 기계 사양 :

- ① 기계 사이즈 : 2900x2900x3500
- ② 요구 성능 : 200kg /회, 600kg/시간
- ③ 설계 성능 : 180kg /회, 600kg/시간

8-3 주요 설비 구성

- ① 절입 용기
- ② 회전 테이블
- ③ 메인 프레임
- ④ 염수/세척수/종균 회수 수조
- ⑤ 절입 용기 반전 장치
- ⑥ 절입 용기 정위치 장치
- ⑦ 뚜껑 상하 이동 장치
- ⑧ 뚜껑-절입용기 정위치 고정 장치
- ⑨ 압력 제어 장치
- ⑩ 배관 제어 회로

8-4 세부 사양

- ① 메인 프레임 : STS304 100X100X3T 사각파이프 용접 구조
- ② 회전 모터 : 인덱스 드라이브
- ③ 절입용기 체적 : 약 총 720리터, 배추 적재 가능 체적 : 680리터
- ④ 뚜껑 엷다운 장치 : 중공축 모터 + 랙잭
- ⑤ 뚜껑-절입용기 클램프 장치 : 에어 실린더 동작에 의한 클램프
- ⑥ 뚜껑-절입용기 밀폐 : 원형의 패킹부 에어 공급 및 진공에 의한 밀폐
- ⑦ 압력 제어 : 압력 센서+ 비례 제어 밸브의 개폐를 통한 제어
- ⑧ 배관 제어 : 자동 밸브 및 전기 신호에 의한 제어

- ⑨ 절입 용기 반전 장치 : 감속기 + 수동 조작 핸들
- ⑩ 절입 용기 정위치 고정 장치 : 에어 실린더 + 수동 조작 밸브에 의한 제어
- ⑪ 에어 소모량 : 6Bar 20A 400NL/min
- ⑫ 염수/세척수 회수 펌프 : 월로 펌프 + 수위에 따른 자동 제어
- ⑬ 전기 사양 :
 - 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw
 - 제어전원 : AC 220V
 - 전기 용량 : 5 kW(펌프 가동시)

8-5 특징

- ① 인덱스 드라이버를 적용하여 정확한 위치 제어 가능
- ② SUS 재질 소재 사용하여 물청소 용이
- ③ 정량 투입/절입 압력 및 시간 일정하게 제어에 따른 절입의 균일화
- ④ 한 설비의 회전에 의해 4가지 공정을 수행하여 공간 절약
- ⑤ 가압 절입에 의한 절입 시간 단축
- ⑥ 에어를 이용한 패킹 밀폐 구조 적용으로 완벽한 밀폐 가능

9. 저장형 배합기

9-1. 설비 개요

절임 배추를 계량하고 계량된 무게에 따라 정해진 비율의 양념을 대차에 넣은 후 혼합용 버킷으로 쏟아 넣어 리본 타입의 교반 날개를 이용하여 혼합하여 배출하는 설비

9-2 기계 사양

- ① 기계 사이즈 : 1400x2900x2300
- ② 요구 성능 : 200kg/회
- ③ 설계 성능 : 200kg/회

9-3 주요 설비 구성

- ① 중량 체크 장치
- ② 대차 덤퍼
- ③ 혼합기 덤퍼
- ④ 혼합용 날개

9-4 세부 사양

- ① 메인 프레임 : STS304 3T 절곡 구조
- ② 덤퍼 모터 : 중공축 모터
- ③ 교반 모터 : 중공축 모터
- ④ 혼합기 덤퍼 모터 : 중공축 모터
- ⑤ 위치 및 덤퍼 각도 제어 : 근접센서에 의한 제어
- ⑥ 중량 체크용 로드셀 : 카스 제품 적용
- ⑦ 전기 사양 :
 - 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw
 - 제어전원 : AC 220V
 - 전기 용량 : 토탈 7.5kW(실 가동 : 3.75kW)

9-5 특징

- ① 정확한 계량에 의한 양념 공급으로 맛과 품질의 균일화
- ② 낮은 상태에서 혼합이 진행되어 청소 및 육안으로 확인이 용이

10. 막김치 계량 포장기

10-1. 설비 개요

혼합 완료된 막김치를 계량 포장하는 장치

10-2 기계 사양

- ① 기계 사이즈 : 600x2600x1700
- ② 요구 성능 : 10kg/회, 60팩/시간
- ③ 설계 성능 : 10kg/회, 70팩/시간

10-3 주요 설비 구성

- ① 중량 체크 장치
- ② 상자 높이 조절 장치
- ③ 이송 컨베이어
- ④ 비닐 그립 장치

10-4 세부 사양

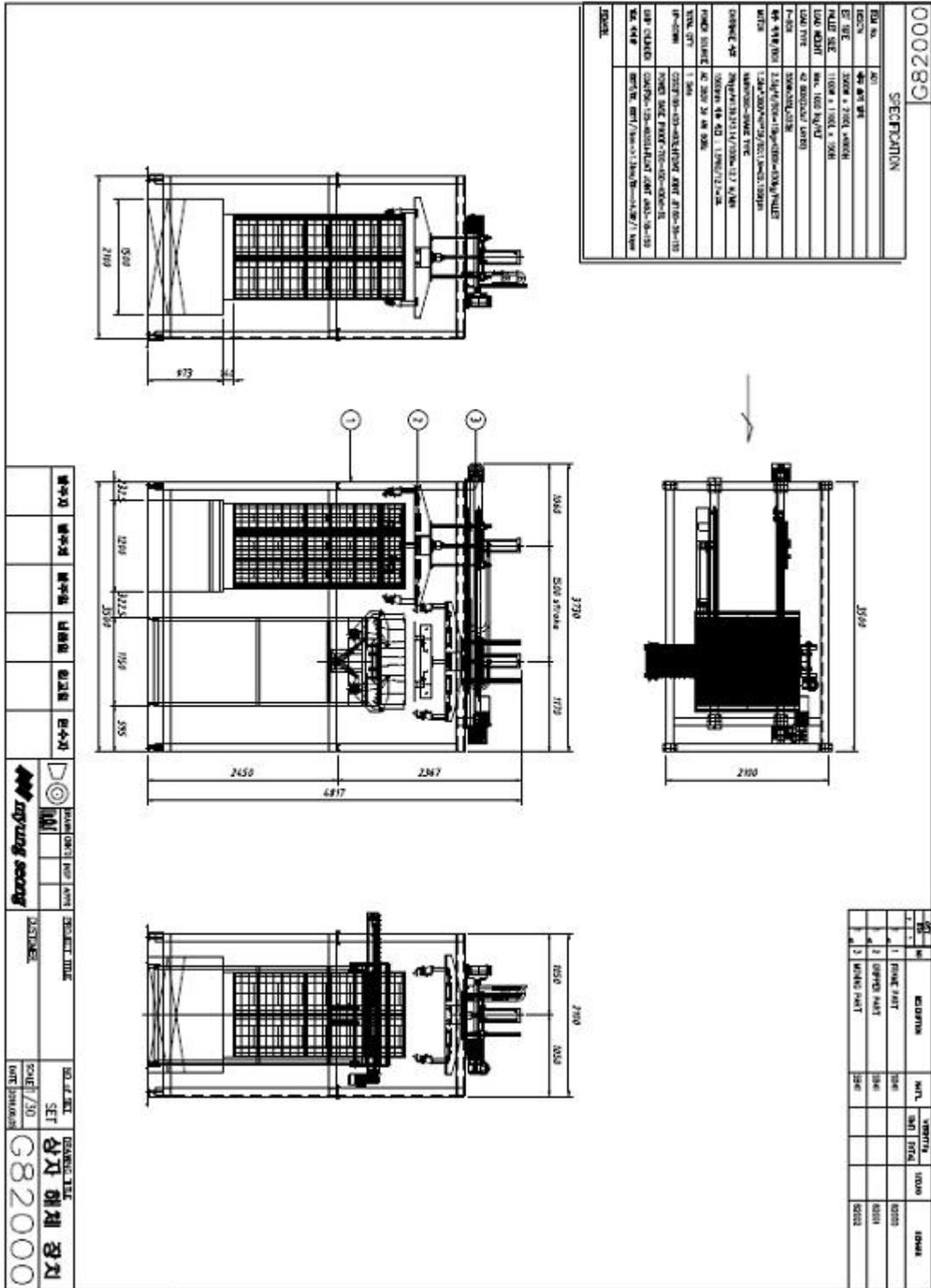
- ① 메인 프레임 : STS304 40X40 2T 절곡 구조
- ② 컨베이어 구동 모터 : 중공축 모터
- ③ 컨베이어 재질 : 우레탄 벨트
- ④ 양념 받이 : 컨베이어 하부 물받이 적용
- ⑤ 컨베이어 속도 인버터 제어에 따른 정확한 계량 가능
- ⑥ 중량 체크용 로드셀 : 카스 제품 적용
- ⑦ 전기 사양 :
 - 메인전원 : AC 3상 380V 60Hz 3Kw
 - 제어전원 : AC 220V
 - 인버터 제어(컨베이어 속도)
 - 전기 용량 : 0.4kW

10-5 특징

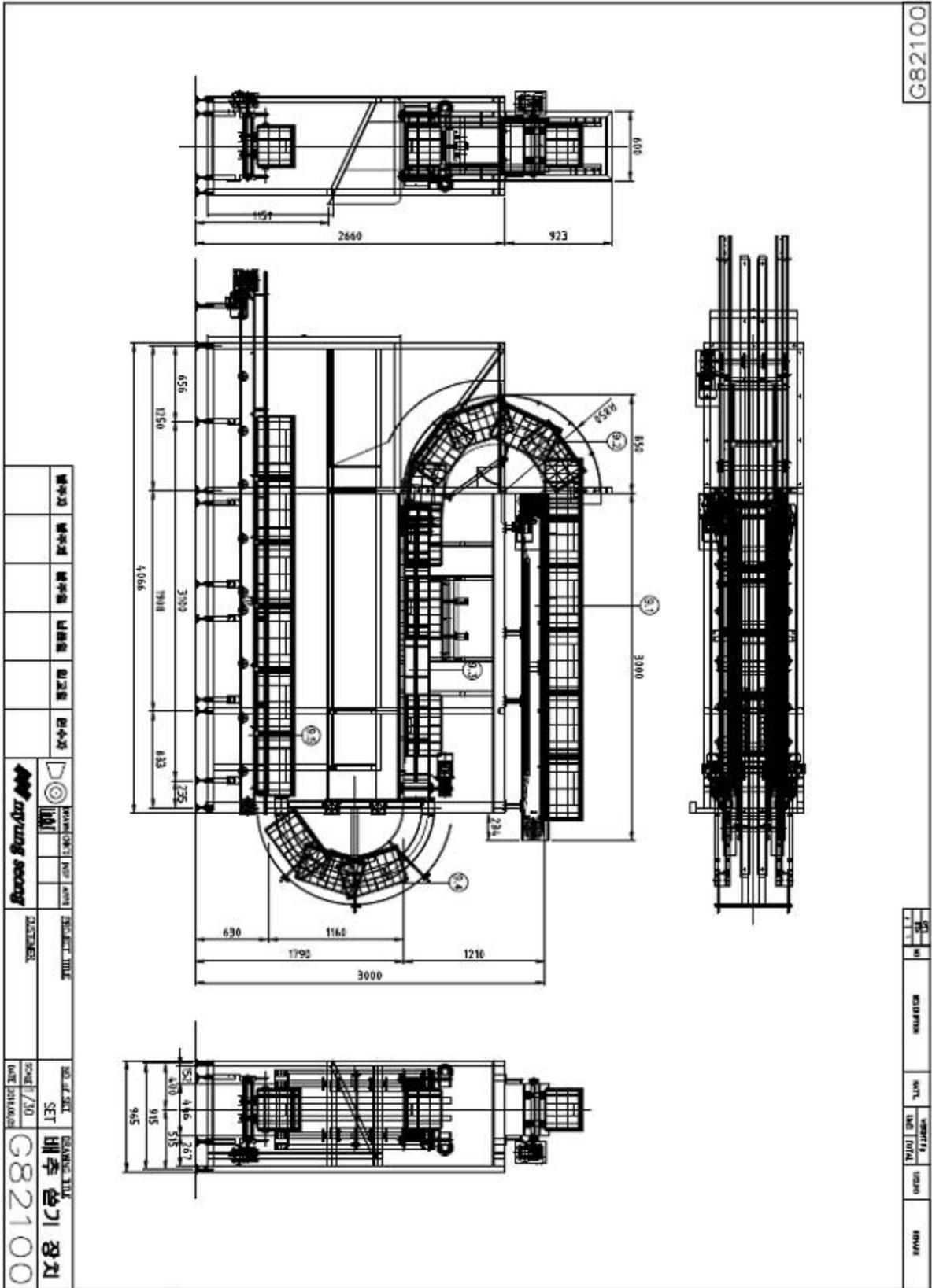
- ① 정확한 계량에 의한 포장으로 안정적인 생산 가능
- ② P-BOX 및 비닐형태의 포장 가능으로 소비자 요구에 맞게 포장 가능
- ③ 높이 조절 장치 적용으로 포장 형태 변경에 대응 가능

IV. 설비 조립도

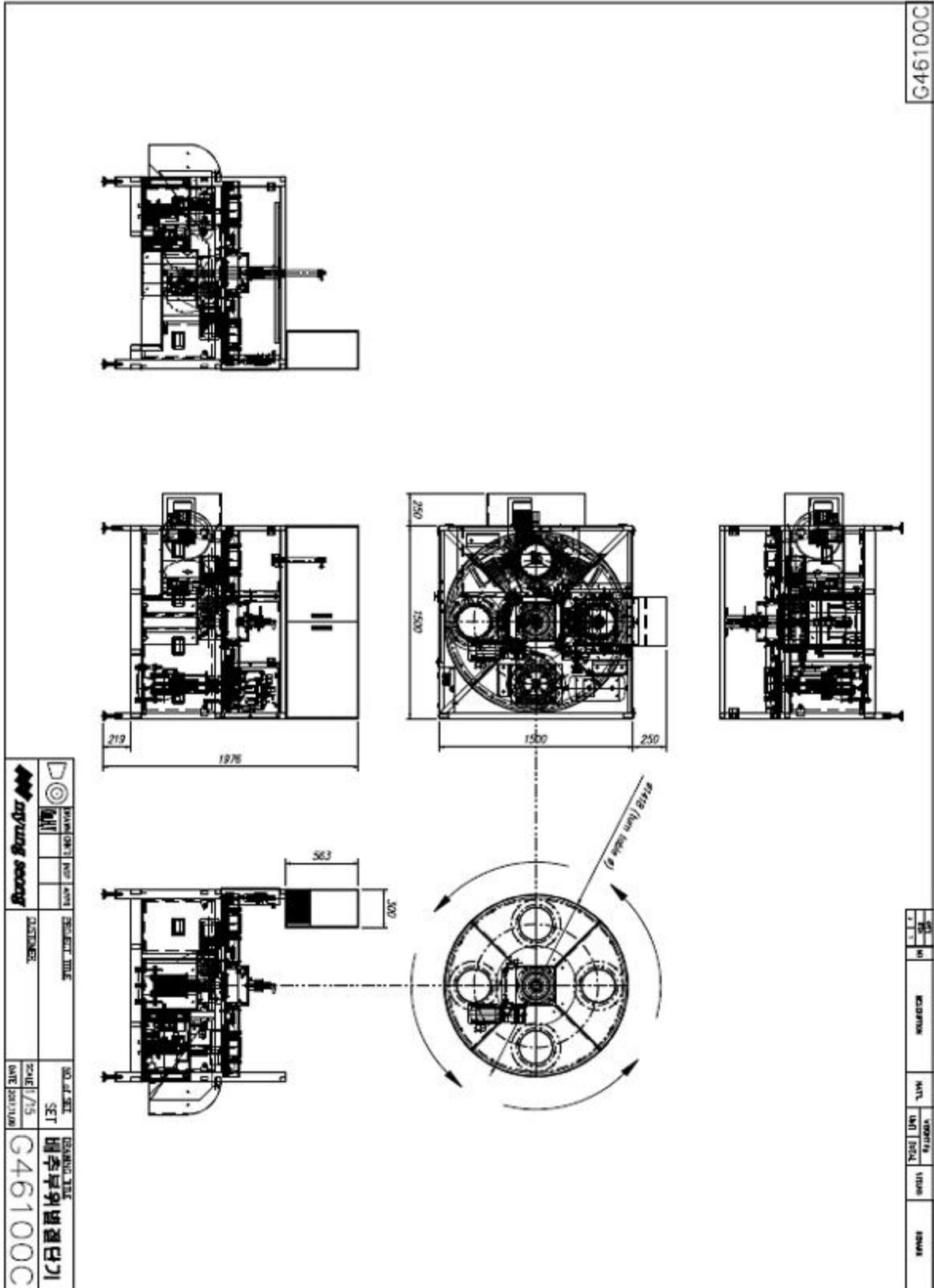
1. 배추 상자 공급장치



2. 배추 상자 쏘기 장치



5. 배추 부위별 절단기



6. 슬라이서

																																																																																																																																																																																																																																																												
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

7. 진동체 선별기

1734
2340
770
1129
87
103 10
102
13
7 3
2 1
5
6
770
101

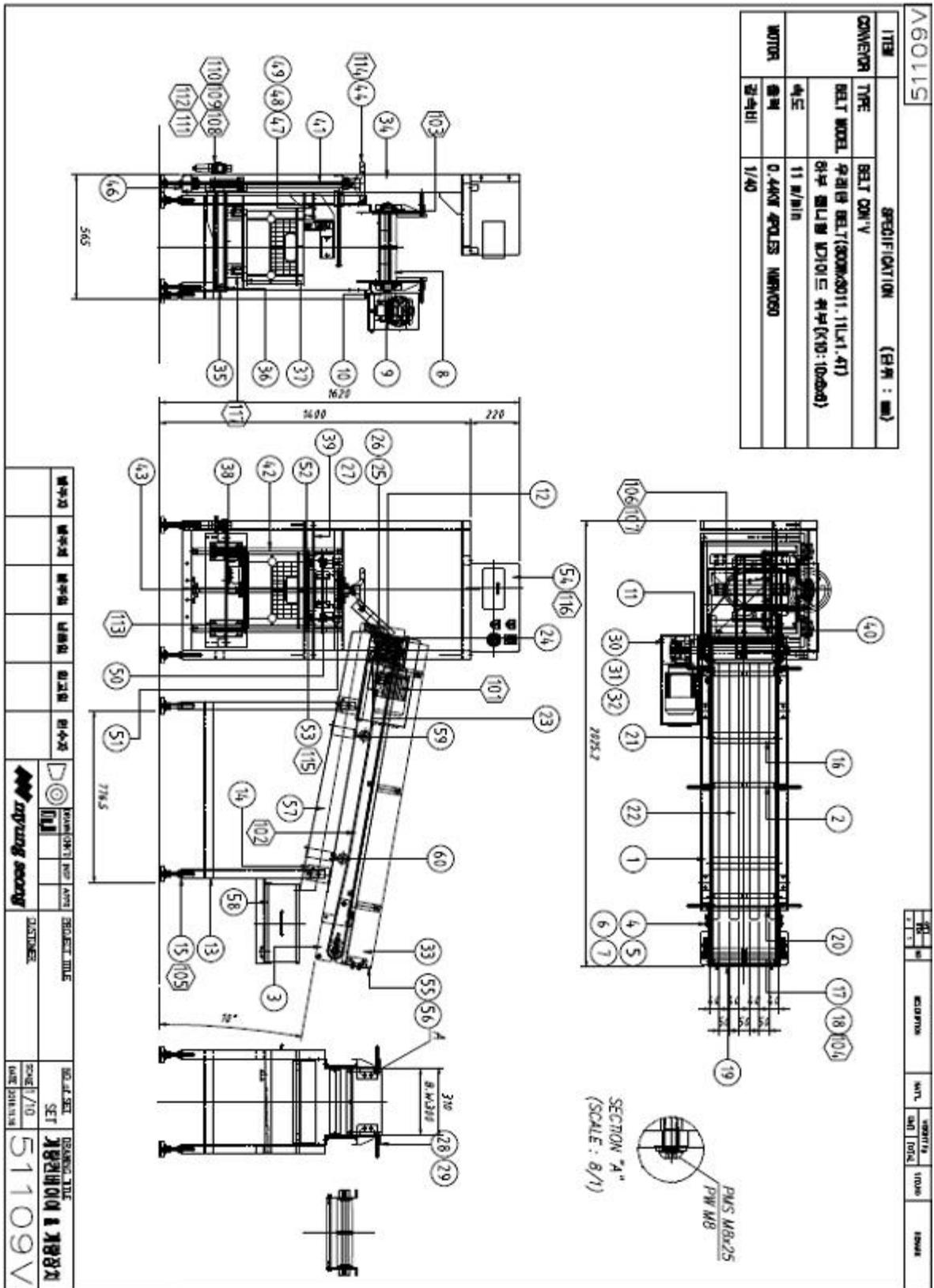
34054T

QTY	NO	DESCRIPTION	MATT	WDSRT KG		STONO	REMARK
				UNIT	TOTAL		
2	1						

본기
1. 내키틀은, 모서리, 제거함
2. 모든 드럼과, 롤링, 장치, 처리
3. 롤링이, 롤, 안, 장치, 장치

	BRANK	CR'D	NSP	PPR	PROJECT TITLE	NO. of SET SET 진동체 선별기	DRAWING TITLE 34054T
	CUSTOMER						
SCALE		DATE					
1/18		2018.01.17					

10. 막김치 계량 포장기



Ⅲ. 결론

막김치의 품질을 향상시키면서 제조원가를 낮추기 위하여 배추의 투입에서 완제품 포장까지 시스템을 구축하여 제작 및 설치 완료 하였다.

배추 상자 쏟기 장치는 분당 6박스이상 처리 가능 하도록 하여 실제로 필요한 시간당 96상자보다 많은 상자를 공급 할 수 있어 라인이 원활하게 동작 할 수 있도록 시스템을 구성하였다.

배추 부위별 절단기는 배추를 분당 8포기, 시간당 480포기(1,200kg) 의 속도로 엽신, 중륵, 고갱이로 절단 분리 가능하도록 제작 하였다. 또한 필요에 따라 심부분만 제거한 배추를 3등분하여 배출하는 방식도 가능하도록 하여 여러 가지 생산 형태에 대응할 수 있도록 하였다. 실제 테스트 진행시 측정된 속도는 설비 회전 속도는 최대 3.2회전 - 1회전 시 배추 4포기 처리가능 - 으로 1분에 최대 13포기 까지 처리 가능하였으며, 생산량은 공급되는 배추량 및 작업자의 숙련도에 따라 결정될 수 있다.

가압 연속 절입기는 200kg의 배추를 20분동안 절입 및 세척하는 공정으로 시간당 3회 총 600kg을 절입하는 설비를 구상하였다. 이론상 200kg을 담기위해서는 약 450리터의 가용체적이 필요하다고 김치연구소에서 제시하여 450리터 용기로 시제품 제작 및 가압 절입 테스트를 진행하였다. 테스트시에 450리터에 담을 수 있는 절단 배추의 양은 체적의 약 30%인 135kg 정도인 것을 확인 할 수 있었다. 또한 절입 부분에서는 큰 문제가 도출되지 않아 절입용기의 용량을 약 650kg정도로 키워 제작하기로 하고 절입통 4개를 회전하는 타입으로 제작하였다. 실제 5회 테스트를 통하여 650리터의 용기에 담을 수 있는 절단 배추의 양은 대략 180kg이었지만, 절입시간외 4개의 구간(배추 투입부 : 약 17분, 가압 절입부 : 15분, 세척 부 : 12분, 접종_배수_배출 : 18분)에서 최대로 필요로 하는 시간이 약 18분 으로 나타나 시간당 600kg 절입이 가능하였다.

막김치 연속 혼합 포장장치는 1회 혼합가능한 혼합기 사이즈를 300리터로 하여 배추 200kg 및 양념을 한번에 혼합할 수 있도록 하였으며 포장 장치는 로드셀 및 비닐 고정장치를 적용하여 작업자가 쉽게 포장 작업을 할 수 있도록 하였다. 1회에 10kg 포장 형식으로 공급되는 컨베이어 속도를 약 95%까지는 빠르게 진행하고 나머지 5%는 컨베이어 속도를 줄여 원하는 10kg을 계량하여 포장할 수 있도록 프로그래밍화 하여 테스트를 완료하였다.

본 연구과제인 막김치 연속 자동화 생산 시스템 관련하여 설비 제작 완료 및 부대 설비 제작하여 현장 설치 및 테스트까지 완료하였다.

2-4. 제 1위탁기관 연구내용

<제1위탁기관 연구내용 >

염수 및 세척수 재사용 장치 개발

(주)크리스탈이엔지

I. 서론

본 연구의 목적은 막김치를 가압식으로 절임 함에 있어 회수되는 염수 속에 잔류하는 유기물과 악취, 탁도, 색도를 제거하고 살균하므로 절임배추의 품질향상과 일정시간동안 무방류 재처리함으로 신 염수기준의 품질을 유지하여 원가를 절감하는데 있다. 본 연구는 아래와 같이 안전성, 경제성, 효율성에 중점을 두어 염수와 세척수의 재사용기술 및 장치를 개발하였다.

가. 안전성

- * 회수 된 염수를 재처리하였을 경우 처리 된 염수의 안전성
 - 재처리 한 후 염수 속에 잔류하는 이물질 제거상태와 악취, 탁도, 색도, 살균상태
 - 오존처리후의 오존산화 부산물(브론산염) 검사
- * 재처리 된 염수로 배추를 절였을 경우 절임배추의 안전성
- * 절임배추로 김치를 제조할 경우 김치의 안전성을 최우선으로 한다.

나. 경제성

- * 염수 재처리장치의 처리능력과 유지관리비용
 - 원가절감 : 회수 된 염수의 98% 재처리
 - 염수를 제조하기 위한 공급용수비용절감
 - 회수염수를 배출하였을 때 폐수처리 하는 비용을 얼마나 절감할 수 있는가

다. 효율성

- * 재처리 한 회수염수가 얼마동안 무방류로 사용할 수 있는가
- * 운전관리자가 용이하게 장치를 조작할 수 있는가
- * 유지관리 비용이 얼마나 소요 되는가

염수는 회수 된 염수에 3%정도의 소금만 투입하여 염도를 보정 하면 무방류로 계속하여 사용할 수 있다.

II. 연구내용

1. 염수 재사용기술 및 장치개발

개발목적

김치공장의 절임염수는 미생물, 탁도, 악취, 및 용존유기물이 다량으로 함유되고 있어 재처리하기가 쉽지 않다. 막김치 생산자동화에 따른 염수 재처리 시스템은 처리의 효율뿐만 아니라 장비를 운영함에 있어 가장 안전하고 경제적이어야 하며 시스템운영이 생산성 증대로 이어져 생산원가를 절감함에 부족함이 없어야 할 과제를 안고 가압용존 순환식 절임방식에 적합한 장비로 개발함이 주된 목적이다.

연구개발과제

- 1) 회수된 절임염수를 신 염수의 수준으로 재 처리하는 기술 개발
(악취제거, 색도, 탁도제거 및 대장균과 일반세균의 살균)
- 2) 염수를 재처리 함에 있어 용존오존수를 절임통에 직접 가압공급하는 기술개발
- 3) 회수 된 염수의 유기물(작은 유기물, 용존유기물)을 연속적으로 제거하는 기술개발
- 4) 처리공정 개발
 - * 절임통에서 염수를 회수하여 스크린필터로 크고 작은 이물질을 제거하는 공정
 - * 가압부상조에서 용존유기물을 제거하는 공정
 - * 염수저장탱크로 저장
 - * 규조토여과기(Pre-Coat filter System)로 정밀여과 하는 공정
 - * 여과 된 염수를 오존으로 고도산화처리 하는 공정
 - * 재 처리 된 염수를 절임통으로 직접공급하는 공정

1) 염수 재처리방식 조사

- 전기분해방식을 이용한 염수 재처리방식

유지관리비와 운전자의 관리가 어려워 설치한 공장도 100% 철거한 상태임

- 멤브레인필터를 이용한 염수여과 재처리방식

회수염수의 이물질질을 제거하고 단계적인 여과기를 이용하여 정밀여과를 한 다음 멤브레인 필터를 이용하여 염수를 재처리하는 방법인데 초기에는 효과적으로 처리효율이 높으나 필터의 수명에 비하여 처리효율이 현저히 떨어지며 필터 비용이 고가이므로 유지관리 비용이 상대적으로 많이 소요되는 단점이 있음

- 모래여과와 활성탄 및 산화제를 이용한 재처리방식

모래여과기와 활성탄을 이용하고 산화제 약품을 사용하는 재처리방식이나 유지관리와 효율성에서 사용을 지양하고 있는 현실임.

- 규조토 자동여과와 오존고도처리방식

규조토 자동여과와 오존을 이용하여 악취, 색도, 탁도를 제거하며 살균 소독을 가장 효과적으로 처리하는 방식으로 생산성이 높고 운전이 쉽고 유지관리비 적게 들어 국내 김치공장에서 가장 많이 설치하여 사용하고 있는 방식임

2) 회수염수의 이물질제거

가. 드림스크린 : 5mm 이상의 큰 이물질질을 제거함

나. 씨브스크린 : 1mm 이상의 작은 이물질질을 제거함

다. 규조토여과기 : 0.5-1.0micron 이상의 이물질질을 제거함

(대장균이 95% 이상 제거 됨)

3) 염수의 살균, 소독방법

가. 자외선살균, 소독방법

시간이 흐를수록 석영관에 유기물이 코팅되어 자외선 투과율이 현저히 감소되어 살균효과가 떨어짐

나. 살균소, 산화제 투입방법

염수에 산화제인 염소 및 과산화수소를 투입하는 방법이나 안전성에 문제가 제기되는 방식

다. 오존 살균, 소독방법

오존을 이용하여 염수를 살균 소독하는 방법이나 오존을 염수에 용해하는 시스템이 완벽하지 않을 경우 오존고도처리효과가 감소되고 미 반응 배 오존이 발생되어 안전성에 문제를 야기할 수 있음.

4) 회수염수 재처리 방법과 장치의 개발

가. 크고 작은 이물질제거 : 씨브스크린(Sieve Screen)

- 회수 된 염수 속에 잔류하는 유기물인 크고, 작은 이물질은 씨브스크린을 이용하여 이물질은 외부로 배출되고 염수는 내부로 떨어져 여과하는 방식으로 가장 경제적이고 안정적이며 유지관리가 용이한 이물질 제거방식이다.

나. 살균, 소독방법(Ozone System)

- 광화학적인 방법으로 오존을 이용하여 회수염수의 살균과 소독을 하는 방법인데 오존은 강력한 산화제로 염소의 6배 살균, 소독효과를 얻을 수 있으나 시스템의 구성과 오존용해율에 의하여 처리효과가 증가 또는 현저히 감소되며 미 반응 배 오존에 의하여 환경 안전성에도 문제가 발생 할 수 있어 고도의 기술적 노하우가 필요하다.
- 오존용해율이 오존살균, 소독효과를 향상시키며 미 반응 배 오존이 발생되지 않는 핵심 기술이며 이는 압력에너지를 이용한 오존용해기술이다.

다. 거품분리기 : 용존 유기물제거

- 회수염수 속에는 크고 작은 이물질과 더불어 절단 된 배추 속에서 추출 된 당류, 전분 등 (콜로이드성) 유기물이 다량으로 녹아있기 때문에 이 유기물이 시간이 흐르고 온도가 상승되면 미생물이 증식 되어 염수가 부패되고 pH가 떨어져 염수의 안전성에 큰 문제를 야기한다. 오존접촉, 반응기를 통과 한 염수는 용존오존이 용존산소로 변하고 용해율이 향상 된 염수는 거품이 발생하며 거품분리기에서 거품과 더불어 용존 유기물은 거의 빠져나간다.

5) 염수 재처리 장치의 구성

가. 씨브스크린(Sieve Screen)

- 크고 작은 이물질을 제거한다.
- 절임통 속에는 이물질을 제거할 수 있는 다공판이 부착되어 크고 작은 이물질을 제거한다.

나. 염수저장탱크(Buffer tank)

- 회수 된 염수를 저장하는 탱크로 위생청소를 할 수 있도록 내, 외부를 연마해야한다.

다. 규조토여과장치(Pre-Coat Filter)

- STS316 재질의 Spring에 P.P Filter를 입히고 그 위에 200mesh(74micron)의 규조토를 Pre-Coating을 한 후 회수 된 염수를 통과시켜 정밀여과를 하는 장치이다.
- Filter Pore size는 : 1.0-0.5micron이며 정산적인 여과를 할 경우 대장균의 95%를 제거할 수 있는 정밀여과기다. 필터는 반 영구적으로 사용할수 있고 슬러지가 쌓일 때마다 Back washing하여 규조토와 슬러지를 배출하면 된다.
- 정밀여과의 효과에 따라 오존처리과정에서 오존 소모량을 줄일 수 있으며 오존처리효과도 상승된다.

라. 오존발생장치(Ozone generating System)

- 고농도의 오존을 발생하기 위하여는 순도 높은 산소가 필요하며 많은 공기량이 소요되기 때문에 압축공기가 필요하다
- 1) 공기압축기
 - 2) 압축공기 건조기
 - 3) 산소발생기
 - 4) 오존발생기
 - 5) 냉각기로 구성된다.

마. 염수공급펌프(Supply Pump)

- 규조토여과기를 거친 염수를 오존유입장치로 가압, 공급하는 펌프

바. 오존유입장치(Venturi Injector)

- 염수공급펌프로 가압되는 염수는 오존유입장치를 통과하면서 압력이 상승되고 배출되는 과정에서 압력이 떨어지면서 진공이 형성된다.

- 이 진공에 의하여 공급되는 오존은 Venturi Injector로 유입되면서 염수와 혼합되고 용해되며 미세기포가 발생되며 용해펌프로 공급 된다.

사. 오존용해펌프(Ozone Mixing Pump)

- 오존이 용해된 용존오존염수는 용해펌프로 유입되면서 밀폐된 접촉, 반응기로 공급된다. 접촉, 반응기는 Loop로 형성되어 있어 유입된 용존오존염수가 압력에너지에 의하여 일정 시간동안 접촉과 반응으로 용해율이 상승되어 산화효과가 극대화되며 염수재처리가 이루어진다.
- 이때는 오존이 산소로 환원되어 용존산소염수로 되어 거품분리기로 공급된다.

아. 거품분리기(Bubble Separator)

- 거품분리기는 원통형탱크로 제작되었으며 용해된 용존산소염수가 유입됨과 동시에 거품은 상승되고 맑은 염수는 침전되어 염수저장탱크로 공급 된다.
- 거품은 상부의 Outlet를 통하여 배출되며 이때 용존 유기물이 동시에 빠져나간다.
- 저장탱크에 재처리되어 공급된 염수는 염수제조기로 공급되어 순환되면서 염도를 보정하게 된다.
- 보정된 염수는 Booster Pump에 의하여 막 김치 절입통으로 공급되어 자동으로 순환처리가 된다.

6) 시험생산 결과

가. 계획된 처리능력으로는 정상적인 생산량에 염수공급량이 부족하여 생산능력을 증가시켰다.

* 초기계획 : 3,000리터/시간

* 변경계획 : 6,000리터/시간

- 염수 재처리 능력을 증가하자 김치 절입속도가 빨라지고 절입의 효과도 상승되었다.
- 염수 재처리설비에서 직접 절입통으로 염수를 공급하는 계획을 변경
- 재처리 된 염수를 저장탱크로 보내고 염도를 보정하여 절입통으로 공급하는 형태로 생산성 증가하는 방법을 모색하게 되었다.

나. 염수가 재처리 된 상태의 수질은 악취, 탁도, 색도가 정상적으로 유지되었으며 살균효과가 좋아 재처리 염수의 안전성을 확보하게 되었다.



Fig. 4-1. 절임 염수 재처리 표준설비



Fig. 4-2. 염수 재처리 장치



Fig. 4-3. 거품분리장치

2. 세척수 재사용기술 및 장치개발

개발목적

막김치를 절임통에서 소금으로 절이고 난 후에는 세척과정을 거치는데 탈염하는 과정과 세척 과정에서 많은 양의 세척수가 소모되고 세척과정에서 세척수의 오염도에 따라 막김치 품질에 영향을 주고 있다. 막김치 제조공정에서 절임김치의 세척공정에서 회수된 세척수는 미생물, 탁도, 악취, 및 용존유기물이 다량으로 함유되어 있으며 더욱이 일정량의 염도가 재처리하여 사용하는데 문제점으로 나타나 세척수를 재처리 하지않고 전처리 세척수로 재이용하는 방안을 고려하였다.

막김치 생산자동화에 따른 세척수 재처리 시스템은 처리의 효율뿐만 아니라 장비를 운영함에 있어 가장 안전하고 경제적이어야 하며 시스템운영이 생산성 증대로 이어져 생산원가를 절감함에 부족함이 없어야 할 과제를 안고 유존살균수제조장치에 의한 순환세척방식에 적합한 장비로 개발함이 주된 목적이다.

연구개발과제

- 1) 공급되는 세척수를 유존살균수로 공급하는 기술개발.
- 2) 세척살균수를 제조하여 유존살균수를 절임통에 직접 가압공급 하는 기술개발
- 3) 회수 된 세척수를 전처리 세척공정에 공급하는 기술개발.
- 4) 유존살균세척수 제조공정으로는
 - * 공급되는 용수(수돗물)를 Bag Filter를 통과하여 반응기로 공급하는 공정
 - * 순환, 공급펌프로 용수를 오존유입장치로 가압하는 공정
 - * 자외선, 오존발생기에서 오존을 발생하는 공정
 - * 오존 유입기에서 용수와 오존이 유입, 혼합되는 공정
 - * 순환공급펌프에 의하여 절임통으로 가압, 공급하는 공정

유존살균수 제조장치(UV + Ozone 살균수 제조장치) : 현장에 설치가동 중

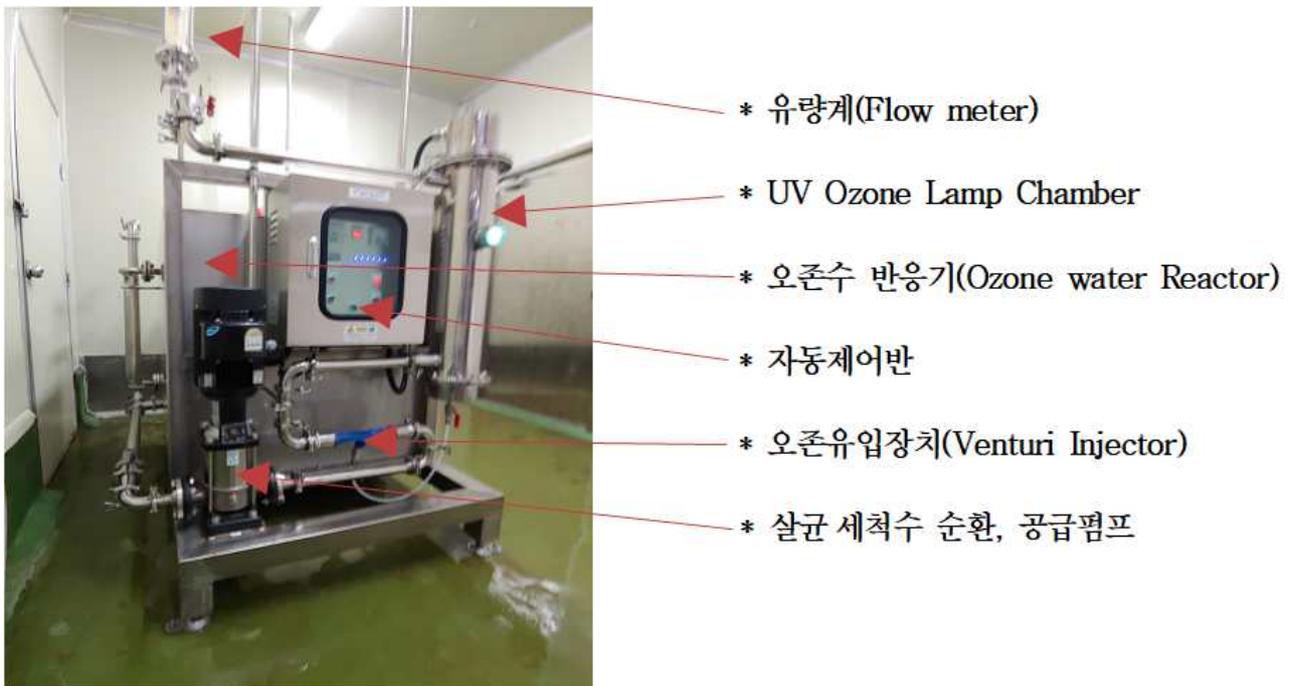


Fig. 4-4. 유존살균수 제조장치

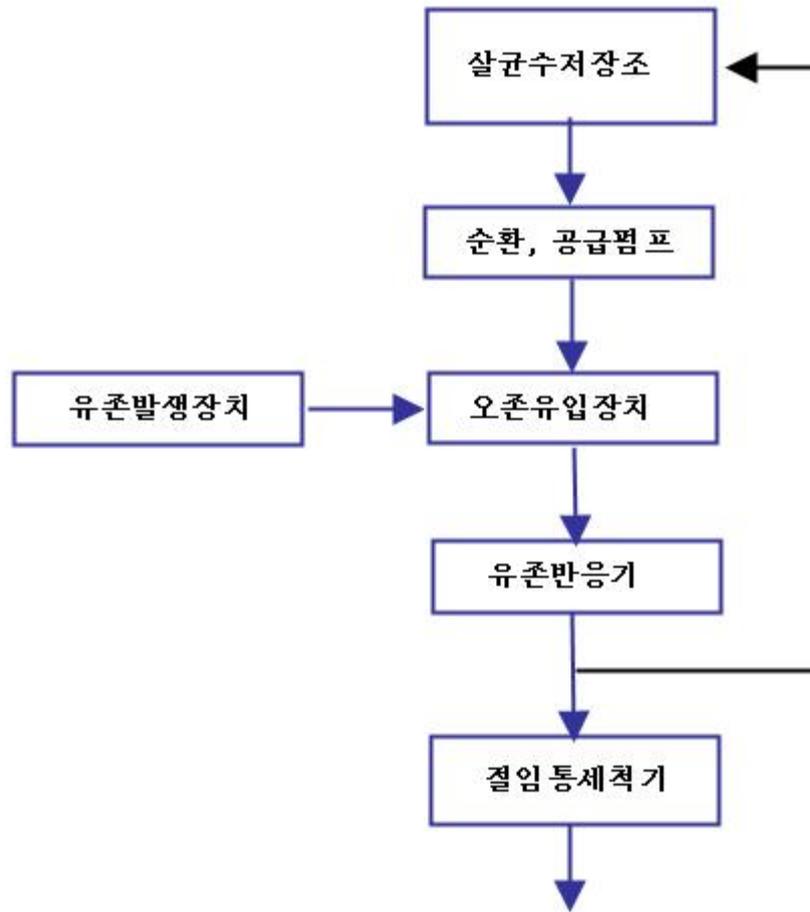


Fig. 4-5. 막김치 세척 살균수 공급 공정도

1) 세척수 재처리설비 설계사양

살균세척수 제조능력 : 초기계획 : 3,000/Hr에서 5,000Lit/Hr으로 유량조정

오존투입량 : 1.0ppm

오존발생량 : 오존발생용 자외선램프 : 1.50g.Hr(0.5wt%)

산소공급량 : 20Lit/min

접촉, 반응기압력 : 1.0bar 이상

접촉, 반응시간 : 5초 이내

미 반응 배 오존 : 발생 없음

2) 세척살균수 제조장치 설비의 구성

(1) 정밀여과기

공급되는 용수(수돗물)에 함유된 이물질을 여과기로 여과하는 장비

* 장비의 구성 : Bag Filter Housing, Bag Filter(30micron)

: Housing : 180dia * 1,250H

(2) 세척수 저장탱크

순환 공급펌프에 의하여 절임세척기로 공급된 세척 살균수는 세척이 정지될 경우 저장탱크로 순환된다.

* 장비의 구성 : 살균수저장조(1,000리터), 수위조절장치

(3) 유존 살균수 제조장치 (별첨 자료첨부)

오존발생용 자외선램프를 이용하여 저 농도의 오존을 발생하여 세척수에 용해시킨 다음 유존 오존수를 자외선 Chamber를 통과시켜 살균세척수를 제조하는 살균장비

* 장비의 구성 : 자외선램프 Chamber, 오존발생용 자외선램프, 펌프, Venturi Injector.

* 오존접촉, 용해기

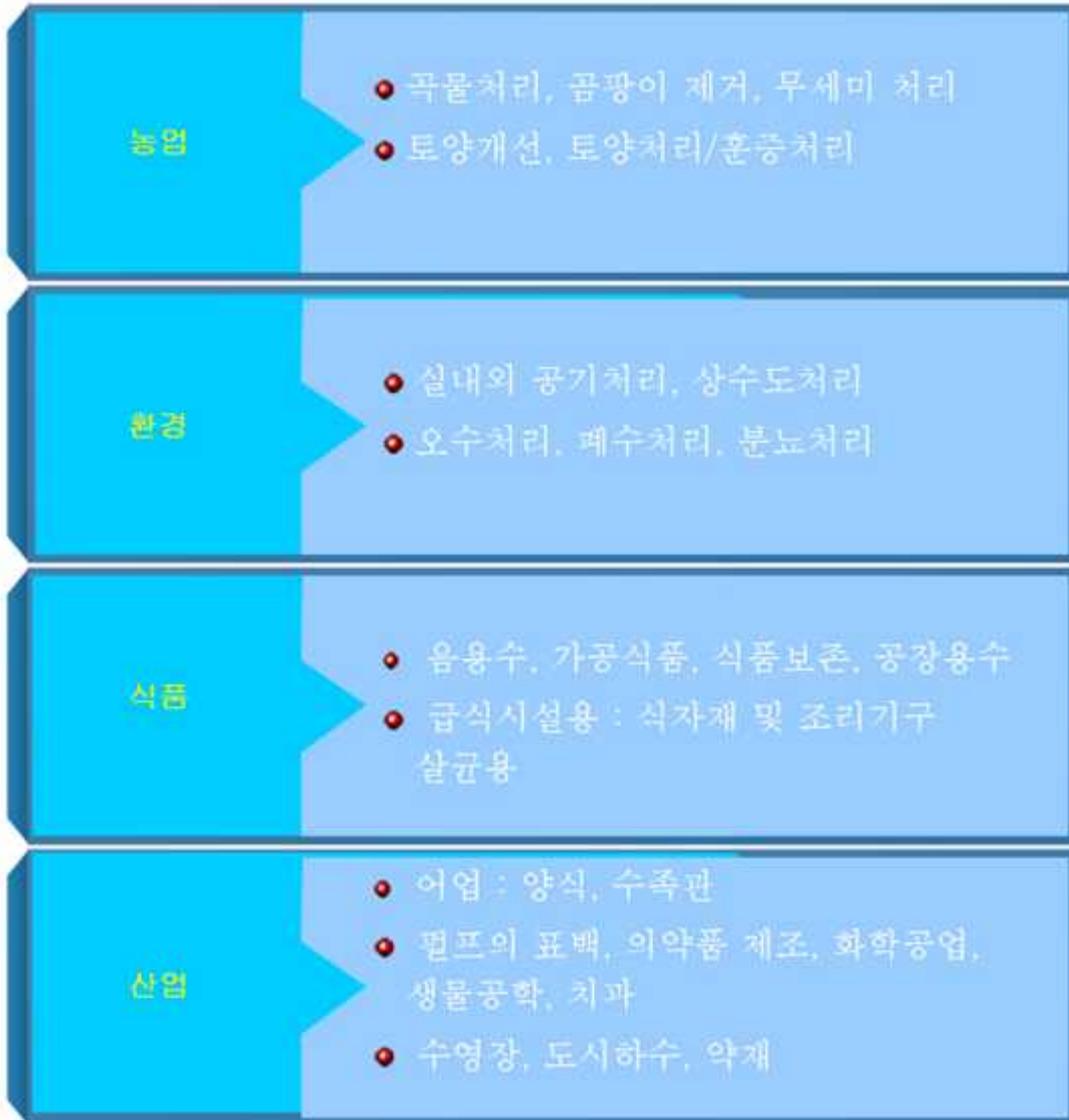
원리: 헨리의 법칙을 이용한 기체, 액체의 용해율을 향상시키는 압력에너지를 이용한 용해원리
세척수는 가압펌프로 벤츄리 인젝터로 공급된다.

벤츄리 인젝터로 공급된 세척수는 압력의 차압에 의하여 진공이 형성되고 그 진공에 의하여 공급되는 오존은 세척수와 혼합된다.

세척수와 오존이 혼합된 상태로 자외선 Chamber로 유입되며 자외선과장에 의하여 오존의 살균력이 증폭되며 가압된 상태로 세척기로 공급된다.

별첨자료 2. 국내외 오존장치 제조현황

국내외 오존장치 제조현황



별첨자료 3. 국내외 오존장치 제조현황

국내외 오존장치 제조현황

구분	관 리 현 황		
	관 리 구 분	관 리 여 부	관 리 조 항
미국	식품첨가물	○	21 CFR 148. 1563 (직접첨가물) 21 CFR 173. 368 (2차 식품첨가물)
	수처리제	○	America water work Association (AWWA)
	환경(대기, 실내)	○	FDA Occupational Health Administration (OSHA)
일본	식품첨가물	○	노동후생성 식품위생법
	수처리제	○	Japan Water Work Association (JWWA) 일본수도협회규격
	환경(대기, 실내)	○	산업위생 협의회 29CFR 1910. 1000
유럽	식품첨가물	×	Directive No. 89/107/EEC-WHO EU level 식품첨가물 인정국가 - 덴마크 (GRAS)
	수처리제	○	America water work Association (AWWA) 에 의해 Biocide로 관리
	환경(대기, 실내)	○	Derective 2002/3/EC(2002.02.12)
한국	식품첨가물	○	식품의약품안전청고시 제2007-74호 고시
	수처리제	○	환경부고시 제187호 수처리제의 기준과 규격 및 표시기준 (2002년 19월 9일)

Ⅲ. 결론

절임염수 재처리장치가 서산공장에 설치되어 시운전을 완료하고 생산이 이루어졌다. 염수재처리장치 처리능력을 초기 계획인 3KL/시간에서 6KL/시간으로 증설하여 장치를 제작하였으며, 유량과 유속이 절임속도와 절임효과가 품질에 영향을 주었다.

세척살균수 제조장치를 개발하여 서산공장에 설치하고 시운전을 완료하고 생산이 이루어졌다. 세척살균수 제조장치 제조능력을 초기 계획인 3KL/시간에서 6KL/시간으로 증설하여 장치를 제작하였으며, 세척살균수로 세척한 후의 미생물 및 일반세균의 감균이 이루어져 염소계통의 산화제를 사용하지않고서도 살균세척 효과가 탁월함을 확인하였다.

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

■ 주관연구기관: (주)한성식품

- 1일 15톤, 24시간 연속 막김치 생산 공장 공정 설계
- 막김치 자동화 생산공장 건설 및 시운전

■ 협동연구기관1: 세계김치연구소

- 시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 기술 개발
- 제조원가 중 노무비의 비중이 10% 이하인 자동화 생산기술 개발
- 막김치 품질이 수입김치의 1.5배 이상인 품질향상 기술 개발

■ 협동연구기관2: (주)명성

- 시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 장치 개발
- 배추상자 자동쏙기 장치 개발: 시간당 96상자
- 배추 부위별 절단 장치 개발: 시간당 480포기
- 배추 자동 절임 세척 탈수 장치 개발: 500L, 시간당 600kg 절단 중략 처리
- 종균 자동 접종 장치 개발: 시간당 600kg
- 막김치 양념 혼합 포장 장치 개발: 시간당 600kg, 60팩

■ 위탁연구기관: (주)크리스탈이엔지

- 염수 재처리 장치 개발: 시간당 3kL, 일일 24시간 연속
- 세척수 재처리 장치 개발: 시간당 3kL, 일일 24시간 연속

3-2. 목표 달성여부

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
1일 15톤, 24시간 연속 막김치 생산 공장 공정 설계	5	100	1일 15톤, 24시간 연속 막김치 생산 공장 공정이 설계된 막김치 자동화 생산공장 표준 설계서가 작성 되었음.
막김치 자동화 생산공장 건설 및 시운전	10	100	(주)한성식품 서산공장에 막김치 자동화 생산공장이 건설 되었으며, 시운전 및 시생산이 이루어졌다.
시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 기술 개발	5	100	시간당 600kg, 1일 24시간 연속 용기 회전식 막김치 생산 기술이 개발되 었음
제조원가 중 노무비의 비중이 10% 이하인 자동화 생산기술 개발	5	100	제조원가 중 노무비의 비중이 13%인 막김치 연속 자동화 생산기술이 개 발되었음
막김치 품질이 수입김치의 1.5배 이상인 품질향상 기술 개발	5	100	막김치 품질이 수입김치의 1.5배 수 준인 막김치 품질향상 기술이 개발 되었음
시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 장치 개발	10	100	시간당 600kg, 1일 24시간 연속으로 막김치 생산하기 위한 장치를 설계 제작, 설치 시운전 및 시생산 완료함
배추상자 자동쏏기 장치 개발: 시간당 96상자	10	100	시간당 96상자에 있는 배추 자동 쏏기 장치를 설계 제작하여 테스트를 진행한 결과 시간당 270상자의 배추를 쏏을 수 있었음
배추 부위별 절단 장치 개발: 시간당 480포기	10	100	시간당 480포기 분당 8포기의 배추 부위별 절단 장치를 설계 제작하여 설치 테스트를 진행한 결과 설비 회전수에 따른 최대 포기는 분당 12포기, 작업자 숙련도 및 공급되는 배추의 양에 따라 분당 10포기 시간당 600포기의 배추를 부위별로 절단가능한 설비임을 검증함
배추 자동 절입 세척 탈수 장치 개발: 500L, 시간당 600kg 절단 중류 처리	10	100	시제품으로 500리터를 제작하여테스트를 진행한 결과 500리터에는 배추 200kg이 담겨지지 않아 실제 설비제작시에는 가용면적 650리터로 제작하였으며, 180kg을 약 18분 정도 절입하여 시간당 600kg의 절단 중류를 처리 할수 있음을 검증함
종균 자동 접종 장치 개발: 시간당 600kg	5	100	시간당 600kg의 종균 접종 장치를 제작하여 검증 완료 함
막김치 양념 혼합 포장 장치 개발: 시간당 600kg, 60팩	10	100	회당 절입배추 약 180kg을 약 18분 이내에 양념 혼합을 하였으며, 10kg포장단위로 시간당 최대 70팩까지 포장 가능을 확인하여 요구수량은 60팩 포장은 가능함을 검증 함
염수 재처리 장치 개발:	10	100	염수재처리장치 처리능력증설 :

시간당 3kL, 일일 24시간 연속			유량과 유속이 절입속도와 절입효과가 품질에 영향을 주었다. 3KL/시간 → 6KL/시간
세척수 재처리 장치 개발: 시간당 3kL, 일일 24시간 연속	5	100	세척살균수 제조장치 제조능력 증설 : 염소계통의 산화제를 사용하지 않고서도 살균세척 효과가 탁월하였다. 3KL/시간 → 6KL/시간
합계	100		

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

시간당 600kg의 막김치를 연속으로 생산하는 자동 생산 기술을 개발하여 목표를 달성하였음 경제성 있는 생산성에 도달하려면 시간당 2,500kg으로 생산성을 높여야 하고 후속 과제로 막김치 자동화 생산설비의 규모화와 성과보급 과제를 추진하고자 함

4. 연구결과의 활용 계획 등

막김치를 연속으로 생산하는 자동 생산 기술을 활용하여 시간당 600kg의 생산 장치를 개발하고 이를 한성식품 서산공장에 막김치 자동 생산 모델 시스템으로 설치 운영하고, 시간당 2,500kg으로 생산성을 높이는 후속 과제로 발전시키는데 활용하고자 함

붙임. 참고 문헌

<종합>

1. 2019 Kimchi FAQ, 세계김치연구소. 2019.11.
2. 2019 김치수입통계(K-stat), 한국무역협회
3. 2018년도 김치산업동향, 세계김치연구소. 2019.11.
4. 2017 김치산업론, 세계김치연구소. 2018.11.

<배추 부위별 절단 기술>

5. 고인자, 절임 배추 제조 장치, 한국특허, KR101727008
6. 김미정, 김주현, 오현경, 장문정, 김선희, 한국인 상용 과일과 채소의 계절별 영양성분 변화: 수분, 단백질, 지방, 아스코르브산, 베타-카로틴 함량, 한국식품조리과학회, 23(4), 423~432, 2007.
7. 김순동, 오영애, 김미경, 김치의 보존성 증진 방안, 식품산업과 영양, 특집 : 제1회 김치의 과학과 산업화 심포지움, 1(1), 71~80, 1996.
8. 김순동, 이신호, 노홍균, 장경숙, 전통발효식품의 과학화 연구, 김치의 보존성 증대에 관한 연구, 과학기술처 1차년도 보고서, 114, 1995.
9. 김옥희, 전병우, 최재천, 배추 절임장치, 한국특허: KR101554765
10. 김재용, 이은지, 박승국, 최근원, 백남권, 몇가지 배추 품종의 이화학적 품질 특성, 원예과학기술지, 18(3), 348~352, 2000.
11. 김종석, 직압식 맛김치 절단장치, 한국특허 100620918 (2006)
12. 김주현, 김미정, 오현경, 장문정, 김선희, 한국인 상용 과일과 채소의 계절별 무기질 함량 변화, 동아시아식생활학회, 17(6), 860~875, 2007.
13. (주)남선푸드, 김치 제조방법 및 이에 의하여 제조된 김치, 한국특허: KR1020050023682
14. (주)농업회사법인새빛촌, 절임배추 또는 포기김치의 절단 및 배추심 제거 자동화 장치, 한국특허 1020160093394 (2016)
15. 두산인재기술개발원연구조합, 두산개발 주식회사, 감압, 가압장치를 이용한 배추류의 숙성 절임방법, 한국특허: KR100076267
16. (주)라이스코리아, 통배추 절단 장치, 한국특허 200423497 (2006)
17. (주)라이스코리아, 회전식 막김치 절단장치, 한국특허 101076727 (2011)
18. (주)명성, 배추가공방법, 한국특허 101385497 (2014)
19. 박정열, 통배추 절단장치, 한국특허 101293676 (2013)
20. 백형순, 배추 절단기, 한국특허 101246776 (2013)
21. 성기운, 황인욱, 정신교, 결구배추 잎의 이화학적 성분 조성, 한국식품영양과학회지, 45(6), 923~928, 2016.
22. 엄향란, 김병섭, 양용준, 홍세진, 고랭지 여름배추 품종간 품질 비교 및 저장온도 최적화, 원예과학기술지, 31(2), 211~218, 2013.
23. 오준석, 장지훈, 문대원, 정은지, 한남수, 문진석. 유산균 배양용 배지 및 그 배지를 이용한 고농도 유산균 배양 방법. KR1020140064354
24. 윤용철, 채소류를 단시간 내에 절임 및 숙성시키는 장치, 건식무역(주), 한국특허: KR101276622
25. 이광희, 곽한섭, 정지원, 이은준, 정다미, 강기용, 채경일, 윤석훈, 장미란, 조순덕, 김건희,

- 오지명, 봄 배추 품종별 품질특성 비교, 한국식품저장유통학회지, 20(2), 182~190, 2013.
26. 이명기, 양혜정, 우하나, 이영경, 문성원, 절임방법에 따른 배추 조직 및 염도 변화, 한국식품영양과학회지, 40(8), 1184~1188, 2011.
 27. 이재철, 배추를 수평과 수직으로 절단하는 사절기, 한국특허 1020150096812 (2015)
 28. 이정수, 박수형, 이윤석, 임병선, 임상철, 전창후, 봄배추 재배방법 및 품종에 따른 생육 및 절임 특성, 한국식품저장유통학회지, 15(1), 43~48, 2008.
 29. 이철호, 황인주, 김정교. 김치제조용 배추의 구조와 조직감 측정에 관한 연구, 한국식품과학회지, 20(6), 742~748, 1998.
 30. 이화주, 배추 절단기, 한국특허 101473098 (2014)
 31. 이희섭, 이철호, 이귀주, 배추의 염장과정 중 성분변화와 조직감의 변화, 한국식품조리과학회지, 3(1), 64~70, 1987.
 32. 정석태, 김지강, 강은주, 월동배추의 품질 특성 및 김치 발효 중 이화학적 변화, 농산물저장유통학회, 6(2), 179~183, 1999.
 33. 정영배, 김치원료 수급 안정을 위한 원료종합처리시스템 구축, 세계김치연구소 2차년도 보고서, 2014.
 34. 정자립, 김미정, 김순동, 감압하에서 배추의 소금절임, 동아시아식생활학회지, 3(2), 99~106, 1993.
 35. 조재선, 김치의 연구, 유림문화사, 2000.
 36. 최동원, 김주봉, 유명식, 변유량, 배추조직의 가열 연화의 속도론적 연구, 한국식품과학회지, 19(6), 515~519, 1987.
 37. ㈜타프기계공업, 배추 절단장치, 한국특허 101822956 (2016)
 38. 한국식품연구원, 회전식 배추 부위별 절단장치, 한국특허 101190155 (2012)
 39. 한국식품연구원, 배추 부위별 절단분리장치, 한국특허 102062445 (2019)
 40. 한응수, 김치 제조공정의 표준화 및 자동화기술 개발, 농협대학 농촌개발연구소, 1992. 2. <막김치 연속 절임 세척 접종 기술>
 41. 경기대학교. 배추즙 배지를 이용한 박테리오신의 제조방법. 한국특허 1020120032711 (2010)
 42. 농촌진흥청. 국가표준식품성분표 제9개정판. <http://koreanfood.rda.go.kr>. (2018)
 43. 대상 F&F. 식물성 배지, 식물성 부형제 조성물 및 이를 이용한 식물성유산균 발효 분말의 제조방법. 한국특허 1020100076540 (2008)
 44. 락토메이슨. 막 필터를 이용한 유산균 성장용 배지의 제조방법 및 이의 제조방법으로 제조된 유산균 성장용 배지. 한국특허 1020180062426 (2017)
 45. 문신혜, 장해춘, 김인철. 폐배추 추출물을 이용한 *Leuconosotoc citreum* GR1 종균 배양용 최적 배지 및 배양 조건 개발. 한국식품영양과학회지. 42:1125-1132 (2013)
 46. 박소림, 박선현, 장지은, 양혜정, 문성원, 이명기. 곡류 및 두류를 이용한 젖산균 전배양용 식용 배지의 제조. 한국식품영양과학회지. 42:991-995 (2013)
 47. 박현근, 전인철. 배추 폐기물을 이용하여 제조된 유산균 배양용 배지. 한국특허 100453376 (2002)
 48. 세계김치연구소. 김치 품질 실험 메뉴얼, WIKIM-SOP-C002
 49. 식품의약품전처. 식품 코드. (2019)
 50. 정은지, 문대원, 오준석, 문진석, 엄현주, 최혜선, 김창섭, 한남수. 식물성 배지에서 *Lactobacillus plantarum*의 배양을 위한 배지 최적화. 한국생물공학회. 27:347-351 (2012)
 51. 한국식품연구원. 폐절임배추를 이용한 미생물 배양용 식용 배지의 생산 방법. 한국특허 101744324 (2013)

52. 한국식품연구원. 김치중균집중시스템 및 이의 집중방법. 한국특허 1020180012120 (2018)
53. 한동대학교. 유산균 배양 배지 및 산업적 규모의 유산균 배양 및 보관 방법. 한국특허 1020140102888 (2013)
54. 한응수, 양지희. 구연산과 에탄올 세척에 의한 배춧잎의 미생물 저감화. 산업식품공학. 23:112-117 (2019)
55. 한응수. 비살균 무침가 배추즙에서 *Leuconostoc mesenteroides* WiKim32의 배양특성. 한국식품과학회지. 51:343-347 (2019)
56. Axelle S-M, Remize F, Poucheret P. Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: Changes in bioactive compounds during lactic fermentation. Food Research international. 104:86-99 (2018)
57. Cagno RD, Coda R, Angelis MD, Gobbetti M Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. 33:1-10 (2013)
58. Jeong EJ, Moon DW, Oh JS, Moon JS, Seong HB, Kim KY, Han NS. Development of cabbage juice medium for industrial production of *Leuconostoc mesenteroides* starter. J. Microbiol. Biotechnol. 27:2112-2118 (2017)
59. Joe L, Kwun KH, Chang HC, Lee JH. Enhanced production in recycle fed-batch cultivation by lactic acid bacteria isolated from kimchi. 한국생물공학회, 학술대회논문집 (XVII). October: 312-315 (2005)
60. Kim MJ, Lee HW, Lee ME, Roh SW, Kim TW. Mixed starter of *Lactococcus lactis* and *Leuconostoc citreum* for extending kimchi shelf-life. Journal of Microbiology. 57:479-484 (2019)
61. Kim H, Eom HJ, Lee J, Han J, Han NS. Statistical optimization of medium composition for growth of *Leuconostoc citreum* Biotechnology and Bioprocess Engineering. 9:278-284 (2004)
62. Kim YJ, Eom HJ, Seo EY, Lee DY, Kim JH, Han NS. Development of a chemically defined minimal medium for the exponential growth of *Leuconostoc mesenteroides* ATCC8293. J. Microbiol. Biotechnol. 22:1518-1522 (2012)
63. Lee ME, Jang JY, Lee JH, Park HW, Choi HJ, Kim TW. Starter cultures for kimchi fermentation. J. Microbiol. Biotechnol. 25:559-568 (2015)
64. Li H, Qiu T, Huang G, Cao Y. Production of gamma-aminobutyric acid by *Lactobacillus brevis* NCL912 using fed-batch fermentation. Microbial Cell Factories. 9:85-91 (2010)
65. Savard T, Champagne CP. Sodium citrate reduces residual levels of carbohydrates and increases bacterial counts in a fermented mixed vegetables medium. Food Bioscience. 18:34-37 (2017)
66. Yoon KY, Woodams EE, Hang YD. 2006. Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria. Bioresource Technology. 97:1427-1430 (2012)
67. Zhao Y, Wang Y, Song Z, Shan C, Zhu R, Liu F. Development of a simple, low-cost and eurytopic medium based on *Pleurotus eryngii* for lactic acid bacteria. AMB Express. 6:65-72 (2016)

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 막김치 생산 자동화 기술 및 장치 개발				
	(영문) Development of automatic manufacturing technology and equipment for producing Mak kimchi				
주 관 연구 기관	(주)한성식품		주 관 연 구 자	(주)한성식품	
참 여 기 업			책 임 자	김 순 진	
총 연구개발비 (1,560,000천원)	계	1,560,000	총 연 구 기 간	2017. 06. ~ 2019. 12. (2년 6개월)	
	정부출연 연구개발비	1,160,000	총 참 여 연 구 원 수	총 인 원	20명
	기업부담금	400,000		내부인원	20명
	연구기관부담금			외부인원	

◎ 막김치 자동화 생산 공장 건설 및 시운전

- 자동화 연속식 막김치 공장의 HACCP 대응공장 개념설계 후, 자동화 생산라인이 설치되었다.

- 고염수를 이용한 가압절임기계의 3차에 걸친 시운전이 이루어졌으며, 가압절임 조건으로 20% 염수 및 25% 염수 농도의 차이에 의한 차이를 보여주지 않았고, 처리 시간은 3분 고염수 투입, 6분 고염수 처리, 3분 고염수 배수로 결정하였다.

- 막김치 생산 자동화 장치 시운전 및 시생산 실험이 5회 이루어졌으며, 시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 기술에 대한 가능성을 보여주었다.

- 막김치 생산단가 절감 및 품질향상을 위한 부가실험에서 폐배추 즙액 배지를 이용한 유산균 배양 및 접종방법에 의한 검토가 이루어졌으나, 배양시설을 추가로 설치하여야 하는 비용문제와 위생문제가 제기되었다.

- 유산균 스타터 균주 우점을 분석을 통한 김치 품질관리기술에 대한 신기술인증 신청 후 신기술로 인증되었다. (인증번호 : 31-075)

- 김치 발효제어제 첨가를 통한 막김치의 품질유지기한 연장 실험에서 막김치의 숙성지연 효과를 확인하였으며, 수출 막김치에의 김치 발효제어제의 선발이 이루어졌다.

- 배추를 저장하기 위한 여러 조건에서의 실험이 이루어졌고, 배추 뿌리 제거와 배추 겉잎을 2-3겹 제거하는 것이 저장성이 높은 것으로 밝혀졌다. 또한 110℃ 오븐을 이용한 간이 수분측정방법이 확립되었다.

◎ 막김치의 연속 자동 생산 기술 개발

- 막김치의 연속 자동 생산 시스템을 설계하고, 시스템 구축에 필요한 공정을 설계한 다음, 공정에 필요한 기계 장치를 선정하고, 기계 장치의 자동화에 필요한 기술을 개발하였다.

- 배추상자 자동 쏘기 기술 개발 : 배추 팔레트의 layer depalletizer 기술과 배추상자의 회전식 반전기술을 개발하였다.

- 배추 부위별 절단 분리 기술 개발: 배추를 중륵, 엽신, 고갱이, 심으로 절단 분리하는 기술을 개발하였다.

- 막김치 가압 연속 절임 기술 개발 : 썰은배추를 12분에 염도 1.5%로 절이는 연속식 염수순환 가압 절임 기술을 개발하였다.

- 막김치 연속 절임 세척 탈수 접종 기술 개발 : 썰은배추를 용기에 담고 염수 세척수 종균액을 순차적으로 순환시켜 절임배추에 종균을 접종하는 기술을 개발하였다.

- 막김치 연속 혼합 포장 기술 개발 : 썰은절임배추에 균질화된 양념을 연속으로 혼합하는 기술과 막김치를 10kg씩 연속적으로 충전 포장하는 기술을 개발하였다.

- 절임염수 재사용 기술 개발 : 절임염수를 구조토로 여과하고 용존오존으로 살균하는 기술을 개발하였다.

- 세척수 재사용 기술 개발 : 세척수를 스크린여과하고 고도산화처리한 다음 자외선으로 살균하여 재사용하는 기술을 개발하였다.

◎ 막김치 연속식 자동생산 기계 장치 개발

- 배추상자 쏘기 장치의 개발을 위한 시간당 96상자 이상을 공급할 수 있는 배추 상자 쏘기 장치 (팔레트에 적재된 상자를 1씩 개별 공급 한 후 공급된 상자를 회전식 반전시켜 배추를 쏘고, 빈 상자만 배출하는 시스템)가 개발되었다. 배추상자 쏘기 장치는 팔레트를 일정부분씩 상승을 시키는 리프트 장치, 상자 6개를 잡아서 옮기는 장치, 상자 6개중 2개씩 일렬로 밀어 내는 장치, 밀어낸 상자를 뒤집어 배추를 빼내는 장치 및 다시 상자를 뒤집어 상자를 배출하는 장치로 구성되어 있다.

- 시간당 480포기 이상 배추 부위를 절단할 수 있는 배추 부위별 절단 장치가 개발되었다. 이 장치는 원하는 형태에 따라 배추부위 절단, 배추심 제거 방식 선택이 가능하도록 설계되어 있다. 배추 부위별 절단기 개발을 위한 3차례의 시제품을 제작 후, 최종 회전 방식의 부위별 절단기를 개발 하였는데, 이 장치에서 엽신부를 절단한 배추를 회전하는 테이블에 세운 상태로 공급하면 1/4회전 후 하부에서 고갱이 절단 knife (또는 심제거 knife)가 상승하여 일부 절단을 하고, 다시 1/4회전 후 배추 측면을 3절하는 방식의 배추 부위 절단장치가 개발되었다.

- 고염수 및 압력을 이용한 자동절임 장치의 개발을 위하여 시간당 600kg 절임 가능 장치가 개발 되었는데, 1차적으로 500리터 절임기 시제품 제작하여 가능성 확인 후, 600kg 자동절임 장치를 제작하였다. 연속 절임, 세척 및 탈수를 할 수 있는 회전식 가압절임 장치는 공간절약 및 시간 절약이 가능한 장치이다.

- 막김치 양념 혼합 포장 장치는 시간당 10kg씩 60팩을 포장할 수 있는 장치가 개발되었다. 개발된 양념 혼합 포장 장치는 p-box 외 비닐 포장이 가능하도록 설계된 장치이다.

◎ 절임염수 재처리 및 세척살균수 제조장치 개발

- 시간당 6kL, 일일 24시간 연속, 100회 사용할 수 있는 염수 재사용 장치가 개발되어 (주)한성식품 서산공장에 설치되었다. 규모토자동여과기 통과 후 대장균은 95% 제거되었으며, 오존 살균처리 후에는 99.99% 대장균이 제거되었다. 용존 유기물 제거를 위한 거품분리기가 설치되었다.

- 배추의 염수절임이 끝난 후 세척을 위한 시간당 6kL, 일일 24시간 연속 공급 할 수 있는 세척살균수 제조장치가 개발되어 (주)한성식품 서산공장에 설치되었다.

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	317036-3		
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	고부가가치식품기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	막김치 생산 자동화 기술 및 장치 개발			과제유형	(기초, 응용, 개발)
연구기관	(주)한성식품, 세계김치연구소, (주)명성, 크리스탈이엔지			연구책임자	김순진
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2017.06.15. ~ 2017.12.31.	260,000	100,000	360,000
	2차연도	2018.01.01. ~ 2018.12.31.	450,000	150,000	600,000
	3차연도	2019.01.01. ~2019.12.31.	450,000	150,000	600,000
	계		1,160,000	400,000	1,560,000
참여기업	(주)한성식품, (주)명성				
상대국	상대국연구기관				

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 :

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)한성식품	부사장	김순진

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	--

1. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

수입김치와의 경쟁력을 확보하기 위하여 가격을 수입 김치의 1.5배, 품질도 수입김치의 1.5배인 국내 최초라 할 수 있는 막김치의 자동화 생산기술과 장치가 개발되어 (주)한성식품 서산공장에 HACCP 대응공장으로 설치 되었고, 시운전 및 시생산이 이루어졌다.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

배추 쏘기 장치, 배추 절단장치, 고염수와 압력을 이용한 절임공정 등에 의한 막김치 연속 자동 생산 기술을 적용한 자동화 생산 기계장치가 (주)한성식품 서산공장에 설치됨으로 막김치 자동 생산 모델공장이 완성 되었으며, 국내 김치산업에의 파급효과를 기대할 수 있다.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

(주)한성식품 서산공장에 설치된 막김치 연속 자동 생산 기술을 적용한 시간당 600kg 생산규모의 모델공장은 농기평 후속 연구과제를 통하여 시간당 2,500kg 생산 규모의 막김치 모델공장을 계획하고 있으며, 김치산업계의 활용가능성이 크다.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

연구기간 동안 주관 및 협동 연구기관은 연구목표를 달성하기 위하여 잦은 교류와 협력을 통하여 실증 검증 및 기술이전 등을 수행함으로 막김치 생산 자동화 기술 및 장치개발에 대한 연구과제를 성실히 수행하였고, 완료하였음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

논문게재 : 비 SCI 2건 게재 목표에 3건 달성하였고, 학술발표 2건 목표에 3건 달성하였음
지적소유권 : 특허출원 6건 목표에 5건 출원, 특허등록 4건 목표에 4건 특허등록 하였음
기술이전 : 3건 3,000만원 목표에 기술이전 3건, 3,000만원 기술이전료 목표달성을 하였음
기술인증 : 추가 연구성파로 신기술인증 (인증번호 :31-075) 받았음
타연구에의 활용 등 : 농기평 후속연구 (막김치 자동화 생산설비의 규모화와 성과보급)가 시작되었고, 막김치 자동화 생산공장 표준설계서 1건이 최종보고서에 삽입되었음

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
1일 15톤, 24시간 연속 막김치 생산 공장 공정 설계	5	100	1일 15톤, 24시간 연속 막김치 생산 공장 공정이 설계된 막김치 자동화 생산공장 표준 설계서가 작성 되었음
막김치 자동화 생산공장 건설 및 시운전	10	100	(주)한성식품 서산공장에 막김치 자동화 생산공장이 건설 되었으며, 시운전 및 시생산이 이루어졌음
시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 기술 개발	10	100	시간당 600kg, 1일 24시간 연속 용기 회전식 막김치 생산 기술이 개발되었음
제조원가 중 노무비의 비중이 10% 이하인 자동화 생산기술 개발	10	100	제조원가 중 노무비의 비중이 13%인 막김치 연속 자동화 생산기술이 개발 되었음
막김치 품질이 수입김치의 1.5배 이상인 품질향상 기술 개발	10	100	막김치 품질이 수입김치의 1.5배 수준인 막김치 품질향상 기술이 개발되었음
시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 장치 개발	10	100	시간당 600kg, 1일 24시간 연속으로 막김치 생산하기 위한 장치를 설계 제작, 설치 시운전 및 시생산 완료함
배추상자 자동쏟기 장치 개발: 시간당 96상자	10	100	시간당 96상자에 있는 배추 자동 쏟기 장치를 설계 제작하여 테스트를 진행한 결과 시간당 270상자의 배추를 쏟을 수 있었음
배추 부위별 절단 장치 개발: 시간당 480포기	10	100	시간당 480포기 분당 8포기의 배추 부위별 절단 장치를 설계 제작하여 설치 테스트를 진행한 결과 설비 회전수에 따른 최대 포기는 분당 12포기, 작업자 숙련도 및 공급되는 배추의 양에 따라 분당 10포기 시간당 600포기의 배추를 부위별로 절단가능한 설비임을 검증함
배추 자동 절입 세척 탈수 장치 개발: 500L, 시간당 600kg 절단 중류 처리	5	100	시제품으로 500리터를 제작하여테스트를 진행한 결과 500리터에는 배추 200kg이 담겨지지 않아 실제 설비제작 시에는 가용면적 650리터로 제작하였으며, 180kg을 약 18분 정도 절입하여 시간당 600kg의 절단 중류를 처리 할 수 있음을 검증함
중균 자동 접종 장치 개발: 시간당 600kg	5	100	시간당 600kg의 중균 접종 장치를 제작하여 검증 완료 함
막김치 양념 혼합 포장 장치 개발:	5	100	회당 절입배추 약 180kg을 약 18분 이내에 양념 혼합을 하였으며, 10kg포

시간당 600kg, 60팩			장단위로 시간당 최대 70팩까지 포장가능을 확인함
염수 재처리 장치 개발: 시간당 3kL, 일일 24시간 연속	5	100	시간당 6kL, 일일 24시간 연속 염수 재처리장치가 개발되었고, 시운전 및 막김치 시생산이 이루어졌음
세척수 재처리 장치 개발: 시간당 3kL, 일일 24시간 연속	5	100	시간당 6kL, 일일 24시간 연속 공급할 수 있는 세척살균수 제조장치가 개발되었고, 시운전 및 막김치 시생산이 이루어졌음
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구과제의 주관 및 협동연구기관은 연구 목표를 달성하기 위하여 많은 협의와 교류를 하였고, 많은 연구성과를 얻음으로써 국내 최초로 막김치 연속 자동 생산 모델공장이 (주)한성식품 서산공장에 설치되었음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 연구과제를 통하여 배추 쏘기 장치, 배추 절단장치, 고염수와 압력을 이용한 절임공정 등에 의한 막김치 연속 자동 생산 기술을 적용한 자동화 생산 모델공장이 (주)한성식품 서산공장에 설치됨으로 국내 김치산업에의 많은 파급효과를 기대할 수 있음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

(주)한성식품 서산공장에 설치된 막김치 연속 자동 생산 기술을 적용한 시간당 600kg 생산규모의 모델공장은 농기평 후속 연구과제를 통하여 시간당 2,500kg 생산 규모의 막김치 모델공장을 계획하고 있으며, 김치산업계의 활용가능성이 있음

IV. 보안성 검토 : 해당사항 없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
연구과제명	막김치 생산 자동화 기술 및 장치 개발			
주관연구기관	(주)한성식품		주관연구책임자	김순진
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	1,160,000	400,000		1,560,000
연구개발기간				
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①1일 15톤, 24시간 연속 막김치 생산 공장 공정 설계	1일 15톤, 24시간 연속 막김치 생산 공장 공정이 설계된 막김치 자동화 생산공장 표준 설계서가 작성 되었음
②막김치 자동화 생산공장 건설 및 시운전	(주)한성식품 서산공장에 막김치 자동화 생산공장이 건설 되었으며, 시운전 및 시생산이 이루어졌음
③시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 기술 개발	시간당 600kg, 1일 24시간 연속 용기 회전식 막김치 생산 기술이 개발되었음
④제조원가 중 노무비의 비중이 10% 이하인 자동화 생산기술 개발	제조원가 중 노무비의 비중이 13% 인 막김치 연속 자동화 생산기술이 개발되었음
⑤막김치 품질이 수입김치의 1.5배 이상인 품질향상 기술 개발	막김치 품질이 수입김치의 1.5배 수준인 막김치 품질향상 기술이 개발되었음
⑥시간당 600kg, 1일 24시간 연속 막김치 생산 장치 개발	시간당 600kg, 1일 24시간 연속으로 막김치 생산하기 위한 장치를 설계 제작, 설치 시운전 및 시생산 완료함
⑦배추상자 자동쏟기 장치 개발: 시간당 96상자	시간당 96상자에 있는 배추 자동 쏟기 장치를 설계 제작하여 테스트를 진행한 결과 시간당 270상자의 배추를 쏟을 수 있었음
⑧배추 부위별 절단 장치 개발: 시간당 480포기	시간당 480포기 분당 8포기의 배추 부위별 절단 장치를 설계 제작하여 설치 테스트를 진행한 결과 설비 회전수에 따른 최대 포기는 분

	당 12포기, 작업자 숙련도 및 공급되는 배추의 양에 따라 분당 10포기 시간당 600포기의 배추를 부위별로 절단가능한 설비임을 검증함
⑨배추 자동 절입 세척 탈수 장치 개발 : 500L, 시간당 600kg 절단 중특 처리	시제품으로 500리터를 제작하여테스트를 진행한 결과 500리터에는 배추 200kg이 담겨지지 않아 실제 설비제작시에는 가용면적 650리터로 제작하였으며, 180kg을 약 18분 정도 절입하여 시간당 600kg의 절단 중특을 처리 할수 있음을 검증함
⑩종근 자동 접종 장치 개발: 시간당 600kg	시간당 600kg의 종근 접종 장치를 제작하여 검증 완료 함
⑪막김치 양념 혼합 포장 장치 개발 : 시간당 600kg, 60팩	회당 절입배추 약 180kg을 약 18분 이내에 양념 혼합을 하였으며, 10kg포장단위로 시간당 최대 70팩까지 포장 가능을 확인함
⑫염수 재처리 장치 개발 : 시간당 3kL, 일일 24시간 연속	시간당 6kL, 일일 24시간 연속 염수 재처리장치가 개발되었고, 시운정 및 막김치 시생산이 이루어졌음
⑬세척수 재처리 장치 개발 : 시간당 3kL, 일일 24시간 연속	시간당 6kL, 일일 24시간 연속공급 할 수 있는 세척살균수 제조장치가 개발되었고, 시운전 및 막김치 시생산이 이루어졌음

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술 발표	정책 활용			홍보 전 시		
												SCI	비 SCI						논문 평균 IF	
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치																				
최종목표	6	4		3	30							2		2				1		
연구기간내 달성실적	5	4		3	30				1	1		3		3	8			2		
달성율(%)	83.3	100		100	100							150		150				200		

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	막김치 자동제조시스템 및 막김치 제조방법
②	절임 살균시스템 및 그 방법
③	김치종균 접종시스템 및 이의 접종방법
④	배추 부위별 절단 분리장치
⑤	골마지 생성 억제를 위한 막김치 제조 방법

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에 로 결	정책 자료	기타
①의 기술		✓				✓	✓			
②의 기술		✓				✓	✓			
③의 기술		✓				✓	✓			
④의 기술		✓				✓	✓			
⑤의 기술		✓				✓				

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	막김치 자동화 생산 시스템의 핵심이 되는 기술로, 해당기술을 토대로 장치가 제작되었으며 막김치 제품의 실생산에 활용되어 생산성 향상에 기여할 것으로 기대됨.
②의 기술	살균 효율이 저하되지 않으면서 절임시간이 단축될 수 있는 기술로, 막김치 제품의 실생산에 활용되어 생산성 향상과 제품 안전성 재고에 기여할 것으로 기대됨.
③의 기술	액상 순환 방식에 기반한 종균 자동 접종 기술로, 종균발효김치 시장의 확대에 기여할 것으로 기대됨.
④의 기술	배추 부위별 절단분리장치에 대한 기술로, 막김치의 품질을 균일화하고 생산성을 향상시키는 데에 기여할 것으로 기대됨.
⑤의 기술	수출막김치에서 큰 문제가 되는 골마지의 생성 억제와 관련된 기술로, 수출막김치 제품의 품질을 향상시키는데에 기여할 것으로 기대됨.

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용홍보		기타 (타연구활용 등)	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평균 IF			학술발표	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치																				
최종목표	6	4		3	30							2		2				1		
연구기간내 달성실적	5	4		3	30				1		1	3		3	8			2		
연구종료 후 성과창출 계획							17,155	30	40											

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	막김치 자동제조시스템 및 막김치 제조방법		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	10,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	계약일로부터 12개월 이내에 “기술”을 이용하여 생산에 착수하여야 하며, “생산개시일”을 서면으로 “연구소”에 통보하여야 한다.		

핵심기술명 ¹⁾	절임 살균시스템 및 그 방법		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	10,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	계약일로부터 12개월 이내에 “기술”을 이용하여 생산에 착수하여야 하며, “생산개시일”을 서면으로 “연구소”에 통보하여야 한다.		

핵심기술명 ¹⁾	김치종균 접종시스템 및 이의 접종방법		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	10,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	계약일로부터 12개월 이내에 “기술”을 이용하여 생산에 착수하여야 하며, “생산개시일”을 서면으로 “연구소”에 통보하여야 한다.		

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
 통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행조건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품 기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.