GOVP1200723291

최 종
연구보고서

이동식 배추절임장치 개발

Development of Movable Baechu Salting Apparatus

2007. 7

연 구 기 관
농 협 대 학

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “이동식 배추절임장치의 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007. 7

주관연구기관명 : 농협대학
총괄연구책임자 : 한 응 수
연 구 원 : 신 윤 식
연 구 원 : 양 태 진
연 구 원 : 이 영 민
연 구 원 : 이 현 우
합동연구기관 : 충북대학교
합동연구책임자 : 한 충 수
위탁연구기관 : 동국대학교
위탁연구책임자 : 이 승 주

요 약 문

Ⅰ. 제목

이동식 배추절임장치의 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구개발의 목적은 이동식 배추절임장치를 제작하여 실용화하는 것으로 지금까지 개발된 절임기술과 절임장치를 종합하여 이동식 배추절임장치를 개발하는 것이다. 즉 25 톤 트레일러에 절임장치를 설치하여 이동식 배추절임장치를 제작하고, 이를 산지 배추밭을 따라 이동시키면서 절임배추를 생산하여 김치공장이나 소비지 유통센터로 공급하는 체계를 완성하는 것이다.

지난 연구에서 배추를 4 시간에 절일 수 있는 감압속성절임기술을 개발하였고, 500 kg 규모의 절임장치도 개발하였으므로, 이제는 이들 기술과 장치를 활용하여 실제로 배추밭을 따라 이동하면서 절임배추를 대량으로 생산할 수 있는 이동식 배추절임장치를 제작하여 실용화할 연구개발단계에 도달하였다. 그러나 아직 트레일러라는 제한된 공간에서 절임배추를 경제성 있게 생산할 수 있는 기술이 개발되지 않았으므로 시작품을 만들어 그 가능성을 확인할 필요가 있다.

우리나라의 배추 생산량은 연평균 250 만 톤으로 그 중 80 %인 200 만 톤이 김치의 원료로 쓰인다고 보면 도시지역과 김치공장에서 생산되는 배추쓰레기의 양이 50 만 톤(200×0.25)이 된다. 이동식 배추절임장치가 실용화된다면 대부분의 배추쓰레기가 산지 밭에 남게 되므로 김치의 원가절감과 도시의 배추쓰레기 문제를 동시에 해결할 수 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

이동식 배추절임장치는 지금까지 개발된 기술들과 기존의 단위기계장치들을 종합화하여 25 톤 트레일러에 탑재한 감압 속성 배추절임장치를 제작한다. 그리고 이 장치를 배추밭 현장에서 적용시험을 거쳐 문제점을 찾아낸다. 마지막으로 현장적용시험에서 발견된 문제점들을 종합하여 완전한 시스템을 설계하고, 제작한 절임장치를 개선보완하여 이동식 배추절임장치를 완성한다.

1. 이동식 배추절임장치 설계
2. 이동식 배추절임장치 제작
3. 이동식 배추절임장치의 시운전

4. 이동식 배추절임장치의 개선안 도출
5. 이동식 배추절임장치의 개선
6. 이동식 배추절임장치 평가
7. 이동식 배추절임장치의 경제성 분석

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 이동식 배추절임장치의 설계

이동식 배추절임장치는 25 톤 트레일러의 적재함에 염수저장탱크를 설치하고, 염수저장탱크 위에 감압절임조 10 개를 제작하여 설치한다. 감압절임조와 기계실 사이에 염수조절탱크를 설치하고, 맨 뒤의 4 칸은 세척조와 정선조로서 더 깊게 만든다. 절임조와 세척조 위에 호이스트를 2 열로 설치하고, 기계실에 발전기, 연료탱크, 감압펌프, 염수펌프를 설치한다.

2. 이동식 배추절임장치 제작

이동식 배추절임장치의 개념설계를 마치고 조건에 맞는 25 톤 트레일러를 구입하였다. 그리고 구입한 25 톤 low bed 트레일러의 규격에 맞추어 수차례 설계도를 수정하여 최종설계도를 확정하였다. 최종설계도에 맞추어 배추절임장치의 요소기계장치를 제작하고 이동식 배추절임장치의 시스템을 구성하였다.

3. 이동식 배추절임장치의 시운전

제작한 이동식 배추절임장치를 해남화원으로 견인이동한 후 염수를 제조하고 배추를 구입하여 절임장치를 시운전하였다. 시운전 결과 배추는 잘 절여졌으나 절임장치의 조작이 불편한 등 몇 가지 문제점이 발생되어 2 차 제작 시에 개선하기로 하였다.

4. 이동식 배추절임장치의 개선안 도출

1 차 시운전 결과 발생된 문제점을 파악하여 염수가열을 버너식으로 하고, 감압관을 절임조 뚜껑에 설치하는 등 11 가지의 개선안을 도출하였다.

5. 이동식 배추절임장치의 개선

화원농협 김치공장 현장적용시험에서 발견된 문제점들을 종합 분석하여 개선점을

도출하고, 시작품으로 제작한 이동식 배추절임장치를 현장에서 실용화할 수 있도록 개선 및 보완하여 2 년차에 나머지 반 쪽 분을 제작하였다.

6. 이동식 배추절임장치 평가

개선된 이동식 배추절임장치를 대상으로 자동화성능을 평가하고 생산관리지침과 위생안전관리지침을 구축하였으며, 생산된 절임배추 및 김치의 품질을 평가하였다.

7. 이동식 배추절임장치의 경제성 분석

이동식 배추절임장치를 25 톤 트레일러 위에 설치 시 절임조를 소형으로 5 칸씩 2 열로 설치하여 노지에서 절이는 방식은 공간 활용성은 우수하나 생산성이 1 일 24 시간에 10 톤으로 낮아서 경제성이 없었다. 그래서 절임조를 대형화하여 1 일 24 시간에 16 톤을 생산 할 수 있도록 하고 산지유통센터까지 감압절임장치를 견인 이동하여 절이는 방식으로 개선하는 것이 바람직하였다. 이 방식으로 10 년간 사업할 경우 사업성을 분석한 결과 초기 투자비가 650 백만 원으로 매년 4,628 백만 원의 매출을 시현한다면 내부수익률이 72 %로 높아서 현행김치공장의 초기투자비 2,555 백만 원, 매출 5,082 백만 원, 내부수익률 8 %보다 사업성이 높았다.

8. 이동식 배추절임장치의 활용건의

배추의 속성절임기술은 이미 개발되었고, 본 과제에서는 이 들 기술을 활용하여 이동식 배추절임장치를 제작하고 현장적용시험을 거쳐 개선하였다. 개선된 이동식 배추절임 및 장치는 배추 산지를 따라 이동하면서 연중 절임배추를 생산할 수 있었고 실용화가 가능하였다. 실용화의 주체는 첫째로 기존의 배추 유통업자가 산물 생배추 유통에서 절임배추 유통으로 전환하여 사업의 주체가 될 수 있고, 둘째로 기존의 김치공장 경영자가 생배추 대신 절임배추를 공급받는 공급사슬관리(SCM)의 주체가 되어 사업화 할 수도 있다. 또 벤처 기업가도 이동식 배추절임장치를 신규사업으로 실용화할 수 있을 것이다. 그리고 이동식 배추절임장치로 감압속성절임장치의 실용성이 확인된 후에는 기존의 김치공장에서 노후화된 절임설비를 감압속성절임장치로 교체하여 김치공장의 생산성을 향상시키는데 활용할 수도 있다.

SUMMARY

Ⅰ. Title

Development of Movable *Baechu* Salting Apparatus

Ⅱ. Object and Significance of Research

The object of this research was to make a movable *baechu* salting apparatus as 10ton/24hr scale. *Baechu* is produced at 2,500,000 tons every year in Korea, and 2,000,000 tons of them is used as Kimchi making material. In the Kimchi making process about 500,000 tons of garbage is producted as by product, and they are the cause of environmental pollution. The use of movable *baechu* salting apparatus can decrease the amount of garbage in Kimchi factory and city area.

Ⅲ. Contents and results of research

1. Design of movable *baechu* salting apparatus
2. Making of movable *baechu* salting apparatus
3. Operation test of movable *baechu* salting apparatus
4. Problem solving of movable *baechu* salting apparatus
5. Inovation of movable *baechu* salting apparatus
6. Evalution of movable *baechu* salting apparatus
7. Economic analysis of movable salting system

Ⅳ. Results and Suggestion

1. Design of movable *baechu* salting apparatus

Movable *baechu* salting apparatus(MBSA) was designed to produce 10 tons of salted *baechu* in 24 hours, and it was composed of brine storage tank, vacuum salting equipment, brine control tank, *baechu* cage, hoist, washing and trimming equipment.

2. Making of movable *baechu* salting apparatus

MBSA was made on the 25 ton low bed trailer in stainless steel and tracked by tractor.

3. Operation test of movable *baechu* salting apparatus

MBSA was tracked to *Haenam* district and operated in field. Brine was made of bay salt and *baechu* was purchased in that area. Salted *baechu* was produced by movable *baechu* salting apparatus.

4. Problem solving of movable *baechu* salting apparatus

Eleven problems of MBSA was induced during operation test. They are noise of electric power machine, small size of *baechu* cage, etc..

5. Innovation of movable *baechu* salting apparatus

MBSA was innovated to large size of vacuum salting equipment, rigid barrier to flute, stainless steel cover and inner curvature of salting equipment

6. Evalution of movable *baechu* salting apparatus

MBSA was evaluated in the view of automation, HACCP and production manual.

7. Economic analysis of movable salting system

MBSA was evaluated by economic analysis as internal rate of return(IRR).

8. Suggestion of utilization

MBSA can be utilized by *baechu* distributor, Kimchi maker and new venture business man.

CONTENTS

Chapter1. Introduction ····· 11

Section1. Purpose and need of research ····· 11
Section2. Scope of research ····· 13

Chapter2. Present situation of the technological development ····· 16

Chapter3. Contents and results of research ····· 21

Section1. Design of movable *baechu* salting apparatus ····· 21
Section2. Making and testing of movable *baechu* salting apparatus ····· 32
Section3. Innovation of movable *baechu* salting apparatus ····· 49
Section4. Evaluation of automation in movable *baechu* salting apparatus ····· 56
Section5. Development of production manual in movable *baechu* salting apparatus ····· 61
Section6. Development of HACCP plan in movable *baechu* salting apparatus ····· 68
Section7. Quality evaluation Kimchi ····· 100
Section8. Economic analysis of movable salting system ····· 105

Chapter4. Completion of the object and a contribution to the concerned ····· 134

Chapter5. Application of research results ····· 139

Chapter6. Abroad information of research ····· 139

Chapter7. Reference ····· 140

목 차

제1장 연구개발과제의 개요 ····· 11

제1절 연구개발의 목적 및 필요성 ····· 11

제2절 연구개발의 목표 및 범위 ····· 13

제2장 국내외 기술개발 현황 ····· 16

제3장 연구개발 수행내용 및 결과 ····· 21

제1절 이동식 배추절임장치의 설계 ····· 21

1. 이동식 배추절임장치의 개념설계

가. 이동식 배추절임 시스템 설계

나. 이동식 배추절임장치의 개념설정

다. 이동식 배추절임장치의 기계장치 요구조건 설정

2. 이동식 배추절임장치의 제품설계

가. 이동식 배추절임장치 개념 설계의 분석

나. 이동식 배추절임장치 개념 설계의 평가

다. 이동식 배추절임장치의 제품설계

3. 이동식 배추절임장치의 설계요약

제2절 이동식 배추절임장치의 제작 및 시운전 ····· 32

1. 이동식 배추절임장치의 제작

가. 이동식 배추절임장치의 제품설계 평가

나. 이동식 배추절임장치의 요소기계장치 제작

다. 이동식 배추절임장치의 시스템 구성

2. 이동식 배추절임장치의 1차 시운전

가. 이동식 배추절임장치의 이동

나. 이동식 배추절임장치의 1차 시운전

3. 이동식 배추절임장치의 공정품질 평가
가. 이동식 배추절임장치의 작업 매뉴얼
나. 이동식 배추절임장치의 염수관리 매뉴얼
4. 이동식 배추절임장치 1차 시작품의 문제점 및 개선방안
가. 이동식 배추절임장치의 문제점 도출
나. 이동식 배추절임장치의 개선방안

제3절 이동식 배추절임장치의 개선 49
1. 이동식 배추절임장치의 개선안 채택
가. 이동식 배추절임장치의 개선 제작
나. 이동식 배추절임장치의 개선 요망사항
2. 이동식 배추절임장치의 2차 시운전
가. 이동식 배추절임장치의 이동
나. 이동식 배추절임장치의 2차 현장 시운전
3. 이동식 배추절임장치의 위생관리
4. 이동식 배추절임장치의 자동화

제4절 이동식 배추절임장치의 자동화성능 평가 56
1. 자동화의 기본개념
2. 작업분석
3. 자동화성능 평가

제5절 절임배추 생산관리지침 구축 61
1. 생산관리지침 구축의 기본개념
2. 직무명세서
3. 작업명세서

제6절 이동식 배추절임장치의 위생관리지침 구축 68
1. HACCP Plan 개발
2. SSOP-HACCP 관리기준 개발

제7절 김치의 품질평가 100
1. 서설
2. 재료와 방법
3. 결과와 고찰

제8절 경제성 분석 105
1. 경제성 분석 모형
2. 현행 김치공장모형의 경제성 분석
3. 개선 김치공장모형의 경제성 분석
4. 산지유통센터이동모형의 경제성 분석
5. 노지이동모형의 경제성 분석

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 134

제1절 연구개발목표의 달성도 134
제2절 관련분야 기술발전에의 기여도 136

제5장 연구개발결과의 활용계획 139

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 139

제7장 참고문헌 140

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

본 연구개발의 목적은 이동식 배추절임장치를 제작하여 실용화하는 것으로 지금까지 개발된 절임기술과 절임장치를 종합하여 이동식 배추절임장치를 개발하는 것이다. 즉 25 톤 트레일러에 절임장치를 설치하여 이동식 배추절임장치를 제작하고, 이를 산지 배추밭을 따라 이동시키면서 절임배추를 생산하여 김치공장이나 소비지 유통센터로 공급하는 체계를 완성하는 것이다.

예상되는 문제점으로는 첫째, 절임배추를 어떻게 연속적으로 생산해 낼 수 있을 것인가이다. 즉 절임조의 수와 규모, 염수조의 규모와 위치를 트레일러 위에 어떻게 배치해야만 최적의 작업조건으로 야외에서 절임배추를 연속 생산할 수 있을 것인가이다.

둘째, 배추절임망의 투입과 인출방법을 어떻게 할 것인가이다. 배추를 망에 담아 절임조에 넣는 방법, 절임조 뚜껑을 닫는 방법, 뚜껑을 열고 배추망을 꺼내는 방법이 야외작업조건에 맞도록 편리하면서도 효율성이 높은 방법을 찾아내는 것이다. 즉 배추를 망에 담아 절임조에 넣는 방법, 절임조 뚜껑을 닫는 방법, 뚜껑을 열고 배추망을 꺼내는 방법에 맞추어 기계 장치를 설계하고 제작하여 작동시키는 것이다.

셋째, 절여진 배추를 대량으로 세척하여 탈수 냉각하는 기술과 장치의 개발이다. 즉 절여진 배추를 망째로 꺼내서 세척수에서 기계로 상하로 세척하고, 최종 세척단계에서 망에서 쏟아서 사람이 손으로 세척하면서 선별 다듬어, 이를 탈수통에 담아 탈수하면서 냉각시키는 시스템을 야외에서 작업이 가능하도록 체계화하는 것이다.

2. 연구개발의 필요성

1) 기술적 측면

한국의 김치공장은 김치를 하루에 1 회밖에 생산하지 못한다. 그 이유는 배추의 절

임시간이 16 시간으로 길어서 김치생산의 전 공정을 연속공정으로 할 수 없기 때문이다. 만약 절임시간을 3~6 시간으로 단축한다면 김치를 연속적으로 생산할 수 있고, 그 결과 김치공장의 노동생산성과 자본생산성은 현재의 2 배로 높아지게 된다.

여기에서 꼭 필요한 기술이 배추를 6 시간 이내, 가능하면 3 시간 이내에 절일 수 있는 배추의 속성절임기술이다. 이 기술이 개발된다면 배추를 공장에서 뿐만 아니라, 이동식 배추절임장치를 개발하여 배추산지를 따라 이동하면서 절임배추를 효율적으로 생산함으로써 배추의 물류비용을 크게 낮출 수 있고, 김치공장이나 도시에서의 배추 쓰레기 발생량을 혁신적으로 줄일 수 있다.

지난 연구에서 배추를 4 시간에 절일 수 있는 감압속성절임기술을 개발하였고, 500 kg 규모의 절임장치도 개발하였으므로, 이제는 이들 기술과 장치를 활용하여 실제로 배추밭을 따라 이동하면서 절임배추를 대량으로 생산할 수 있는 이동식 배추절임장치를 제작하여 실용화할 연구개발단계에 도달하였다. 그러나 아직 트레일러라는 제한된 공간에서 절임배추를 경제성있게 생산할 수 있는 기술이 개발되지 않았으므로 시작품을 만들어 그 가능성을 확인할 필요가 있다.

2) 경제 · 산업적 측면

김치는 한국에서의 소비량이 150 만 톤이고, 북한 70 만 톤, 일본 35 만 톤, 중국 10 만 톤으로 동북아 3 국에서의 소비량이 265 만여 톤에 달하는 중요한 식품이다.

김치는 일본으로의 수출이 33 천 톤에 1 억 달러 규모로 많았으나 기생충 알 파동 이후 감소하여 현재는 7 천만 달러 수준에 머물고 있다. 그러나 2003년부터 크게 늘어난 중국산 김치의 수입이 2006년도에는 한국으로 14 만 톤을 넘어섰고, 2007년에는 19 만 톤에 이를 것으로 예상된다. 이처럼 중국에서 김치생산이 본격화되면서 한국김치의 국제경쟁력이 크게 약화되고 있는데, 주된 이유는 중국산 김치의 가격이 한국산김치보다 월등히 싸기 때문이다.

이를 극복하는 방법은 품질고급화와 생산원가 절감인데, 김치의 특성상 품질을 고급화하는 것이 어려우므로 생산원가를 절감할 수 있는 연구를 하여야 하고, 이는 김치공장의 제조공정 개선을 통한 생산성 혁신으로 가능할 것이다.

3) 사회문화적 측면

김치는 배추를 다듬고 절여서 만드는데 이때 배추쓰레기가 20~30 % 발생한다. 이

쓰레기가 전에는 가축의 사료로 일부 쓰였으나, 지금은 도시쓰레기의 주범이 되어 도시환경을 악화시키고 있고, 김치공장에서는 산업폐기물로 분류되어 처리비용이 비싸 김치의 제조원가를 상승시킨다. 그러나 배추를 밭에서 다듬어 절인다면 그때 발생되는 배추쓰레기는 그대로 밭에서 썩으므로 배추쓰레기 문제를 근본적으로 해결할 수 있다.

또 배추를 밭에서 다듬어 절인 다음 도시나 김치공장으로 수송하면 그 과정에서 무게가 30~40 %가 줄어들어 물류비용이 크게 절감되므로 우리나라의 배추유통을 혁신할 수 있을 것이다.

우리나라의 배추 생산량은 연평균 250 만 톤으로 그 중 80 %인 200 만 톤이 김치의 원료로 쓰인다고 보면 도시지역과 김치공장에서 생산되는 배추쓰레기의 양이 50 만 톤(200×0.25)이 된다. 이동식 배추절임장치가 실용화된다면 대부분의 배추쓰레기가 산지 밭에 남게 되므로 김치의 원가절감과 도시의 배추쓰레기 문제를 동시에 해결할 수 있다.

제2절 연구개발의 목표 및 범위

1. 연구개발 목표

1 일 10 톤의 절임배추를 생산할 수 있는 이동식 배추절임장치를 개발한다.

2. 연구개발 내용

가. 이동식 배추절임장치를 1 일 10 톤 생산규모로 제작한다.

나. 이동식 배추절임장치를 노지에서 시험 운전한다.

다. 현행 절임배추 생산공정과 경제성을 비교분석한다.

3. 연차별 연구개발 목표와 범위

이동식 배추절임장치는 지금까지 개발된 기술들과 기존의 단위기계장치들을 종합화하여 25 톤 트레일러에 탑재한 감압 속성 배추절임장치를 제작한다. 그리고 이 장치를 배추밭 현장에서 적용시험을 거쳐 문제점을 찾아낸다. 마지막으로 현장적용시험에서 발견된 문제점들을 종합하여 완전한 시스템을 설계하고, 제작한 절임장치를 개선보완하여 이동식 배추절임장치를 완성한다.

구분	연구개발 목표	연구개발 범위
1차년도 (2005)	이동식 배추절임장치 제작 (주관기관)	⊙ 25톤 트레일러상에 배추절임장치 제작 - 염수저장탱크 및 염수조절탱크의 제작 - 절임조 및 배추망의 제작 - 염수순환시스템 및 염수여과장치의 제작 - 염수가열장치 및 절임조 뚜껑 개폐장치의 제작 - 배추망 투입 및 인출장치의 제작 - 절임배추 세척장치 및 외부 보호막의 제작
	이동식 배추절임장치 설계 (협동기관)	⊙ 25톤 트레일러상에 배추절임장치 설계 - 염수저장탱크 및 염수조절탱크의 설계 - 절임조 및 배추망의 설계 - 염수순환시스템 및 염수여과장치의 설계 - 염수가열장치 및 절임조 뚜껑 개폐장치의 설계 - 배추망 투입 및 인출장치의 설계 - 절임배추 세척장치 및 외부 보호막의 설계
	이동식 배추절임장치 평가 (위탁기관)	⊙ 배추절임 성능 및 품질평가 - 자동화 장치의 성능 평가 - 절임배추의 품질 물성 평가 ⊙ 특허출원
2차년도 (2006)	이동식 배추절임장치의 시운전 (주관기관)	⊙ 이동식 배추절임장치의 노지 시운전 - 가을 김장배추의 노지절임 시운전 - 겨울 월동배추의 노지절임 시운전
	이동식 배추절임장치의 개선안 도출 (협동기관)	⊙ 시운전 결과 개선안 도출 - 매회 시운전마다 문제점 도출 - 문제점에 대한 개선안 도출

2차년도 (2006)	이동식 배추절임장치의 평가 (위탁기관)	⊙ 배추절임 성능 및 품질평가 - 절임장치의 생산관리 및 지침 구축 - 절임배추의 품질 물성 평가 ⊙ 특허보완
3차년도 (2007)	이동식 배추절임장치의 경제성 분석 (주관기관)	⊙ 이동식 배추절임장치의 보완 및 경제성 분석 - 이동식 배추절임장치의 보완 - 이동 편리성 분석 - 노동 생산성 분석 - 자본 생산성 분석
	이동식 배추절임장치의 개선 (협동기관)	⊙ 이동식 배추절임장치의 개선 - 염수저장탱크 및 염수조절탱크의 개선 - 절임조 및 배추망의 개선 - 염수순환시스템 및 염수여과장치의 개선 - 염수가열장치 및 절임조 뚜껑 개폐장치의 개선 - 배추망 투입 및 인출장치의 개선 - 절임배추 세척장치 및 외부 보호막의 개선
	이동식 배추절임장치의 평가 (위탁기관)	⊙ 배추절임 성능 및 품질평가 - 절임장치의 위생관리 및 지침 구축 - 절임배추의 품질 물성 평가

제2장 국내외 기술개발 현황

제1절 배추절임기술

배추를 소금(물)에 절이는 과정은 김치의 맛을 좌우하는 가장 중요한 공정으로서 그동안 배추절임에 대해 여러 편의 연구논문이 발표되었으나, 대부분은 세절배추의 절임에 관한 것이며 통배추의 절임에 관한 연구는 드물었다.

통배추절임에 관한 연구로서 우경자는 결구포합형 배추(1.8~2.5 kg)를 구입하여 반쪽으로 등분하고, 20 % 소금물을 배추 무게의 2 배량을 가하여 배추가 잠기도록 일정한 무게로 눌러서 2 시간과 8 시간을 절인 다음, 흐르는 물에서 3 회 씻고 소쿠리에서 물을 빼어 염도 1.8 %와 3.0 %의 김치를 제조하였고, 이때 절이지 않은 배추를 양념의 소금만으로 염도 2.9 %가 되도록 하여 21 ℃에서 숙성한 결과, 절인 배추로 담근 김치가 절이지 않은 배추로 담근 김치보다 맛이 좋았고, 저염김치가 고염김치보다 산도가 높았다고 하였다(우경자, 1988).

그리고, 전통적 통배추김치 제조 시 최적 절임조건 및 저장기간 설정에 관한 연구를 하였고(이종미, 1994), 배추의 절임공정에서 배추의 쪼개는 방법에 따른 염도, pH, 절임수율 등을 연구하여, 통배추를 중륵부분만 10 ㎝ 쪼개어 엽신부와 중륵부 간의 염도차이를 줄일 수 있었는데, 이때 속대를 파내는 것은 효과가 없었다고 하였다(Han E. S., 1996).

저장배추와 햇배추를 2 등분하여 90 ㎝ 높이로 쌓고 13 % 염수로 절임온도와 절임시간을 달리하면서 절이고 세척 탈수한 결과, 절임조 하부의 배추가 상부배추보다 염도가 1 %정도 높았고, 4 ℃에서 20 시간, 10 ℃에서 15 시간, 15 ℃에서 10 시간, 24 ℃에서 5 시간 절이는 것이 배추를 염도 2.0 %로 절일 수 있는 조건이라고 하였으며, 세척횟수가 탈수시간보다 염도에 미치는 영향이 더 컸다고 하였다(한기영, 1996).

그리고, 김치공장의 배추절임공정 개선에서 통배추절임 시 가누름한 것이 40 kg /3000 ㎠로 누른 것보다 수율과 염도가 높았고, 염도와 pH는 절임조 하부배추가 상부배추보다 높았으며, 염수를 순환시키면 증륵부와 엽신부 간의 염도차이가 작아졌다고 하였다(한응수, 1996).

배추를 5 % 이상의 소금물에 침지하면 초기 4 시간 동안에 그 중량과 부피가 급격

히 감소하여 8 시간 후에는 완료되었는데, 중량은 22~27 %, 부피는 22~35 % 감소하였다. 밀도는 생배추 중륵이 0.88 g/ml인데 0.2 M 이상의 염용액에 절였을 때에는 1.02 g/ml로 약 15 % 증가하였고, 공기함량은 생배추는 0.093~0.120 ml/ml인데 4 시간만에 급격히 구축되어 25 %만 잔류하였다. 수증기로 데치면 생배추는 3.7~7.2 %의 중량감소와 9.2~10.1 %의 부피감소가 있었고 소금절임배추는 중량과 부피 변화율이 각각 8 %와 10 % 정도였다.

배추의 소금절임(50 ℃, 25 % 소금물)과정 중 물질이동을 조사한 결과, 초기 6 시간 동안 빠르게 이루어지고 그 후 둔화되었는데, 24시간 소금절임 후 초기배추 100 g당 수분은 33.35 g이 유출되고 소금은 6.26 g이 흡수되어, 수분은 83.11 %로 낮아지고 환원당은 6.5 mg/ml로 낮아졌다(Kim D. K., 1993).

배추를 15 % 염수로 15 시간 절일 때 배추의 엽신부는 중륵부보다 염도가 2 배나 높았는데 배추의 하단부를 길이로 10 cm 이상 자른 경우는 중륵부의 염도가 높아져 엽신부와 중륵부간의 차이가 줄어들었으며, 0 ℃에서 1 주간 저장하는 동안에 그 차이는 더욱 작아졌다(Han E. S., 1996).

배추를 90 cm 높이로 쌓고 15 kg/1200 cm^2 압력으로 눌러 떠오르지 않도록 하면서 절인 결과 절임조의 하부배추 염도가 상부배추 염도보다 상당히 높았고, 세포조직의 파괴도 관찰되었다(한기영, 1996).

감압절임은 배추의 속성절임기술로서 몇 번 시도되었으나, 배추조직이 투명해지는 문제가 발생하여 실패하였다. 그러나 압력을 500-700 torr로 낮게 설정하고, 감압속도와 해제속도를 느리게 함으로써 4 시간 만에 배추를 염도 1.5 %로 절이면서 조직이 투명해지는 문제를 해결할 수 있었다.

제2절 배추의 절임 메카니즘

김치의 발효는 소금절임으로부터 시작된다. 소금절임시 소금의 삼투압 작용으로 배추조직으로부터 미생물의 영양원이 되는 각종 물질이 유출되며 조직에 불활성 형태로 결합되어 존재하는 각종 효소를 이탈시켜 활성화 형태로 전환하게 된다(변유량, 1994). 또 이로 인해 전분질, 단백질 등 각종 고분자 물질이 분해되어 젖산균의 번식환경이 조성된다(김순동, 1996).

즉 절임을 통해 김치의 저장성과 향미가 개선되는 효과를 가져온다. 절임식품은 절이는 재료에 따라 소금절임류, 식초절임류, 간장절임류, 그리고 된장절임류 등으로 구

분된다. 또한 절이는 방식에 따라 물간법과 마른간법으로 나눌 수 있다(한응수, 1996).

현재까지 600 여 편의 연구 논문이 김치에 관해 발표되었으나 절임공정과 절임배추에 관한 자료는 매우 불충분한 편이다. 절임에 관한 연구에서 절임시간은 짧게는 2 시간에서 길게는 24 시간으로 넓은 범위에 걸쳐 연구하였으며(김현옥, 1975), 이들 절임시간은 염농도, 절임방법 등에 의해 좌우된다(이승교, 1984).

간절임에 관한 연구로 김중만 등(1987)이 배추를 4 절하여 소금물 농도별로 30 분마다 염수를 교반하여 절이면서 이화학적 및 미생물학적 변화를 고찰한 결과 절임배추 내 염도가 3 % 도달하는데 염수 농도 15 %에서 3 시간 걸렸으며 장기간 절임은 수용성 성분의 유실을 초래한다고 하였다. 절임 시 염침투속도 및 확산에 대한 연구로서 권태연 등(1991)은 배추를 절이는 동안 식염의 침투속도를 측정한 결과 식염농도가 높을수록 식염 침투속도가 빨랐다고 하였다. 또한 무를 염절임할 때 무 내 소금의 침투량 예측모델과 확산도 예측모델식을 수립하여 발표하였다.

한응수 등(1996)은 절임배추를 효과적으로 저장 유통할 수 있는 방법을 개발하기 위하여 포장압력을 달리하여 저장하면서 절임배추의 품질 특성을 조사하였다. 그리고 염수의 절임조건은 절임염수의 염도, 온도, 절임시기, 배추의 쪼개는 방법, 염수순환횟수, 누름힘에 따라 달라진다고 보고하였다(한응수, 1998).

이외에도 김치산업화에 대한 연구들이 수행되어 왔으나 생산성 향상에 중요한 절임공정에 대해서는 연구가 미흡한 편이고 절임설비에 관한 연구는 거의 없다. 생산성 향상을 위해 절임공정의 개선은 물론 새로운 절임설비의 도입이 매우 절실한 상황이다.

제3절 소금물의 조제와 품질변화

배추를 절이는 염수에 대한 연구로서 시판되는 식염을 분석하여 천일염은 식염함량이 82~83 %이고, 칼륨 1500~1800 ppm, 마그네슘 660~680 ppm, 칼슘 600~1000 ppm이였으며, 재제염은 식염함량 87~96 %, 칼륨 580~760 ppm, 마그네슘 320~360 ppm, 칼슘 260~330 ppm으로, 함량비율은 서로 비슷하지만 천일염보다 재제염의 무기질 함량이 적었다고 하였다(조재선, 1994).

그리고, 배추절임 염수의 반복사용 중에 일어나는 일반성분과 미생물의 변화를 조사하여 절임 염수의 초기 미생물수는 1.45×10^4 마리에서 1 회절임 후 1.55×10^6 마

리로 증가하였으나 6 회 절임 후에도 5.72×10^6 마리를 유지하였다고 하였고, pH와 산도는 초기 7.39와 0.06 %에서 6 회절임 후 5.71과 0.26 %으로 변화하였다고 하였다(신동화, 1997). 천일염, 암염, 재제염과 KCl로 배추를 절여서 김치를 제조하여 3 주간 숙성시키면서 품질을 평가하여 천일염과 암염간에 차이가 없음을 밝혔고, 천일염으로 만든 염수와 배추 즙액을 1 % 혼합한 염수를 각 온도별로 저장하면서 품질변화를 조사하여 25 % 염수를 12 ℃에서 저장할 때 품질변화가 적었다고 하였다(Han E. S., 1997). 그리고 실제 가을 김장배추를 10 % 염수와 25 % 염수로 4 주간에 걸쳐 15 회를 절이면서 염수의 품질변화를 측정하여, 고농도 염수는 장기간 사용이 가능하다고 하였다(한응수, 1998).

그리고 배추의 절임염수를 여과하고 정제하여 재활용할 수 있는 기술도 이미 개발되었고(김동만 외, 배추절임염수 처리장치, 특허), 절임수를 여과 후 전해 결정화 침전시킨 다음 재사용하는 순환시스템(특허 제 10-200673082)도 개발되었다.

제4절 배추절임장치의 개발

김치공장에서 배추를 절이는 방식은 다듬은 배추를 반으로 쪼개어 중륵부에 소금을 뿌려 주면서 1 톤 규모의 스테인레스 절임조에 차곡차곡 쌓고, 절임조에 가득 쌓은 다음에는 누름판을 덮고 그 위에 무거운 물통을 얹어서 16 시간 전후로 절이는 형식이 대부분이다.

절임장치에 대한 연구는 아직 초보단계로서 학술적으로 연구되지는 못하였고, 김치공장에서는 고랭지배추를 산지 밭에서 다듬어 절임조에 쌓고 소금물을 부은 상태로 공장으로 이동하면서 절이려는 시도가 있었고, 배추를 트럭에 싣고 염수를 순환시키면서 절이려는 시도가 있었으나 중륵부가 잘 절여지지 않는 문제 때문에 모두 실패하였다.

한은 이문제를 해결하기 위하여 통배추를 반4 절하여 절임조에 쌓고 고농도 염수를 순환시키거나 배추를 고농도 염수로부터 완전히 꺼내서 배추잎 사이의 묽어진 염수를 빼낸 다음, 새로운 고농도 염수와 접촉하게 함으로써 배추를 5~6 시간 만에 절이는데 성공하였다.

그리고 이러한 기술체계를 고랭지배추를 대상으로 현장시험을 거쳐 기술적으로 실용이 가능함을 확인하였다. 그러나 절임장치와 세척장치를 트럭에 싣고 내리는데 어려움이 있어서 이 시스템을 좀더 간소화한 장치를 개발하고, 개발한 장치를 트럭에 탑

재하여 이동하면서 배추를 절이는 쪽으로 연구방향을 설정하였다.

그러나 트럭에 탑재할 경우 절임용량이 작아지므로 절임시간이 5~6 시간으로 길면 시간당 생산성이 낮은 문제가 예상되었다. 그래서 절임시간을 더 단축하려는 연구를 하였고 그 결과 감압속성절임기술을 개발하여 4 시간 내에 배추절임을 해결하였다. 즉 반4 절 배추를 고농도 염수를 순환시키면서 절일 때 절임조 안의 압력을 낮추어줌으로써 4 시간에 염도 1.5 %의 절임배추를 생산할 수 있었다.

그리고 절임조의 규모를 1 톤 크기로 scule up 하여 배추를 절이는 연구를 하여 절임조의 밀폐기술, 압력조절기술이 중요한 요소임을 알아내고, 이들에 대한 최적조건을 밝혀냈으므로 배추를 4 시간에 절이는 기술과 장치는 해결하였다고 할 수 있다.

제3장 연구개발 수행내용 및 결과

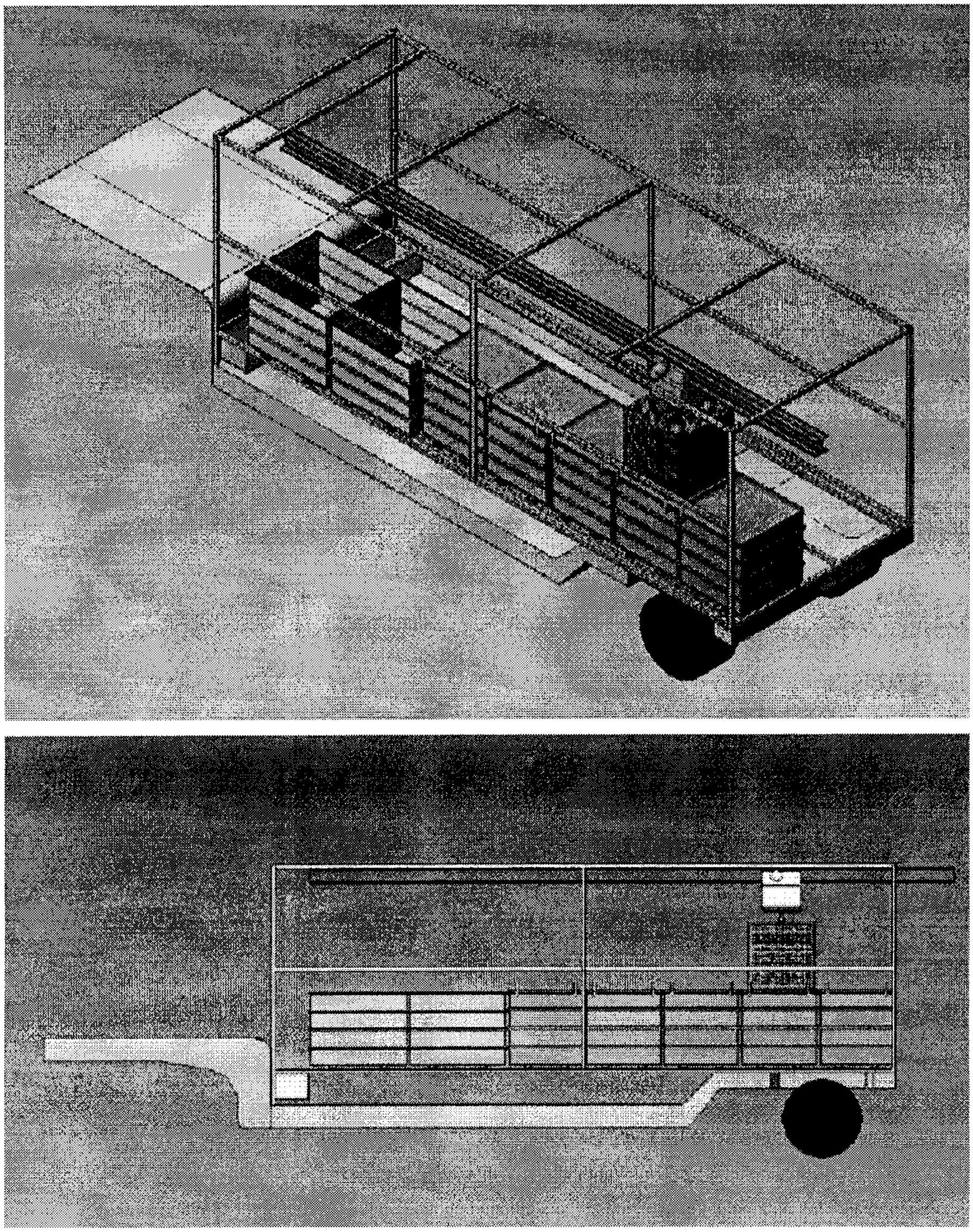
제1절 이동식 배추절임장치의 설계

1. 이동식 배추절임장치의 개념설계

가. 이동식 배추절임 시스템 설계

이동식 배추절임장치는 <그림 1>과 같이 25 톤 트레일러의 적재함에 염수저장탱크를 설치하고, 염수저장탱크 위에 감압절임조 10 개를 제작하여 설치한다. 감압절임조와 기계실 사이에 염수조절탱크를 설치하고, 맨 뒤의 4 칸은 세척조와 정선조로서 더 깊게 만든다. 절임조와 세척조 위에 호이스트를 2 열로 설치하고, 기계실에 발전기, 연료탱크, 감압펌프, 염수펌프를 설치한다.

이들 장치의 작동시스템은 다음과 같다. 우선 소금용해조에 소금과 지하수를 넣으면서 교반하여 포화염수를 제조하여 염수펌프로 퍼올린다. 염수조절탱크에서 염수를 가열하여 40 ℃로 조절한 다음 배추절임조로 보내어 배추를 절인다. 포화염수로 배추를 절이고 나서 절임조 밸브를 열어 절임염수를 염수조절탱크로 보낸다. 염수를 염수저장탱크로부터 염수조절탱크로 펌핑하고, 염수조절탱크에서는 염수를 일시 보관하면서 적정온도로 가열살균한 후 살균된 염수를 절임조로 보내어 배추절임을 반복한다. 절임용 배추는 산지 밭에서 다듬고 쪼개서 망에 담아 경운기나 세레스 트럭으로 이동식 절임장치까지 운반하며, 운반된 배추망은 호이스트로 들어올려서 절임조 안에 넣는다. 절임조의 뚜껑을 닫아 잠그고 염수를 채운 다음, 감압펌프로 서서히 압력을 낮추어 배추조직 속의 공기를 빼어 내고 나서 서서히 압력을 해제하여 배추를 속성으로 절인다. 절임이 끝난 묽어진 염수는 염수저장탱크에 저장하였다가 소금용해조를 통과하여 염도를 포화농도로 높이면서 염수조절탱크로 보낸다.



<그림 1> 이동식 배추절임장치의 시스템 개념도

나. 이동식 배추절임장치의 개념 설정

1) 이동식 배추절임장치의 개념설계

1 일 10 톤의 절임배추를 생산할 수 있는 이동식 배추절임장치를 트레일러 위에 설치할 수 있도록 시스템을 설계하였다. 배추절임공정에서 염수농도, 절임온도, 절임압력을 조절하여 절임시간을 최소화할 수 있는 시스템으로 설계하였다.

2) 이동식 배추절임 시스템 설계

배추망은 1 일 10 톤의 절임배추를 생산할 수 있는 규모로 이동식 배추절임시스템을 설계하였다.

1 망 당 생배추 140 kg(66 포기)을 넣고 절임수율 90 %로 절여서 절임배추를 126 kg 생산 할 수 있는 규모인 95×95×45 cm(자체중량 25 kg)의 크기로 제작하여 1 일 10,080 kg의 절임배추를 생산할 수 있는 시스템으로 설계하였다.

126 kg/망×10 개절임조×2 망/절임조×4 회/일= 10,080 kg

그리고 시스템 설계 시 각장치의 기능을 최우선하고, 안전성, 생산성, 자동화, 편리성, 위생성을 고려하였으며 시스템 설계의 자세한 설계검토사항은 <표1>과 같다.

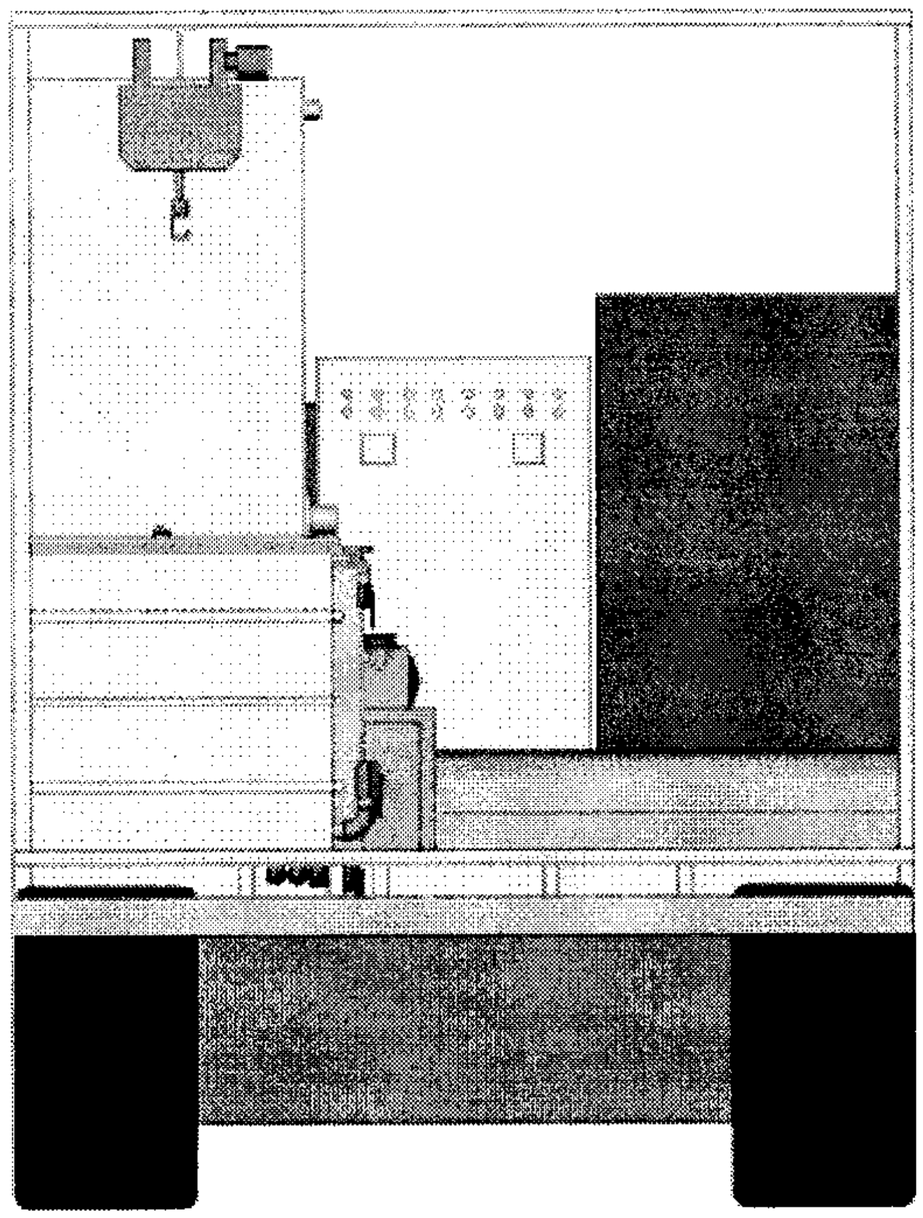
<표 1> 이동식 배추절임장치의 설계검토사항

번호	대상장치	기능	안전성	생산성	자동화	편리성	위생성
1	시스템	이동식 배추절임	G	M	M	M	G
2	트레일러	장치이동 및 정치	G	G	M	M	M
3	배추절임조	염수 및 압력 유지	G	M	M	B	G
4	배추망	배추입출 및 지지	G	M	B	M	G
5	호이스트	배추망 이동 및 인입	G	G	M	G	M
6	뚜껑	개폐용이 및 기밀유지	G	G	B	M	G
7	감압펌프	감압속도 및 정밀도	G	G	G	G	G
8	염수펌프	염수용량 및 펌핑속도	G	G	G	G	G
9	염수여과	여과입도 및 지지력	G	G	B	M	G
10	염수가열	가열용량 및 보온유지	G	G	G	G	G
11	염수저장탱크	염수용량 및 강도	G	G	M	M	G
12	염수조절탱크	염수용량 및 유압	G	G	G	G	G
13	세척조	세척용량 및 배관	G	M	M	M	M
14	연료탱크	연료용량 및 재질	G	G	G	G	G
15	발전기	발전용량 및 소음도	G	G	G	G	G
16	보호천막	재질 및 내염성	M	G	B	M	M
17	통로	폭과 지지도	G	G	B	M	M
18	트레일러 하부	내염성 및 도색	M	G	M	G	M

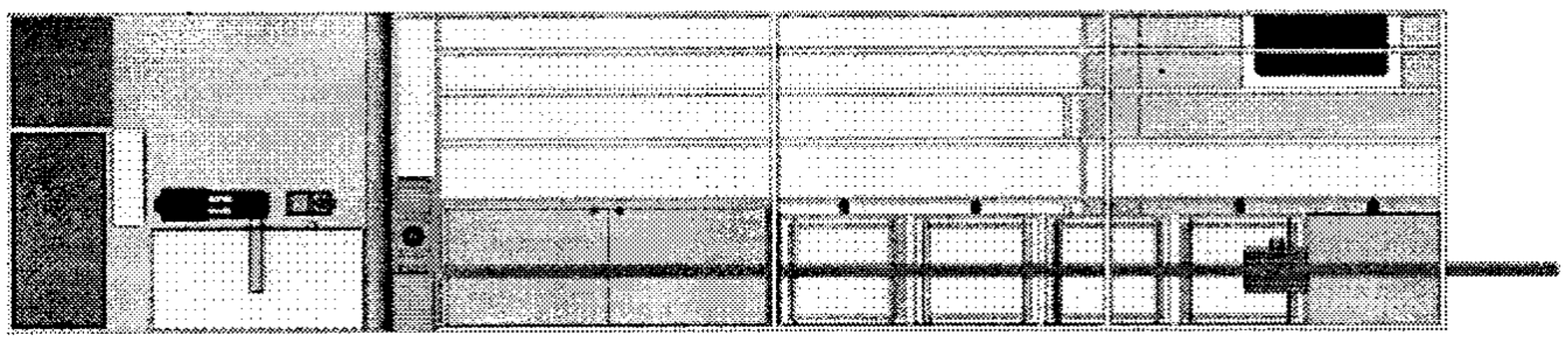
G : good, M : moderate, B : bad

다. 이동식 배추절임장치의 기계장치 요구조건 설정

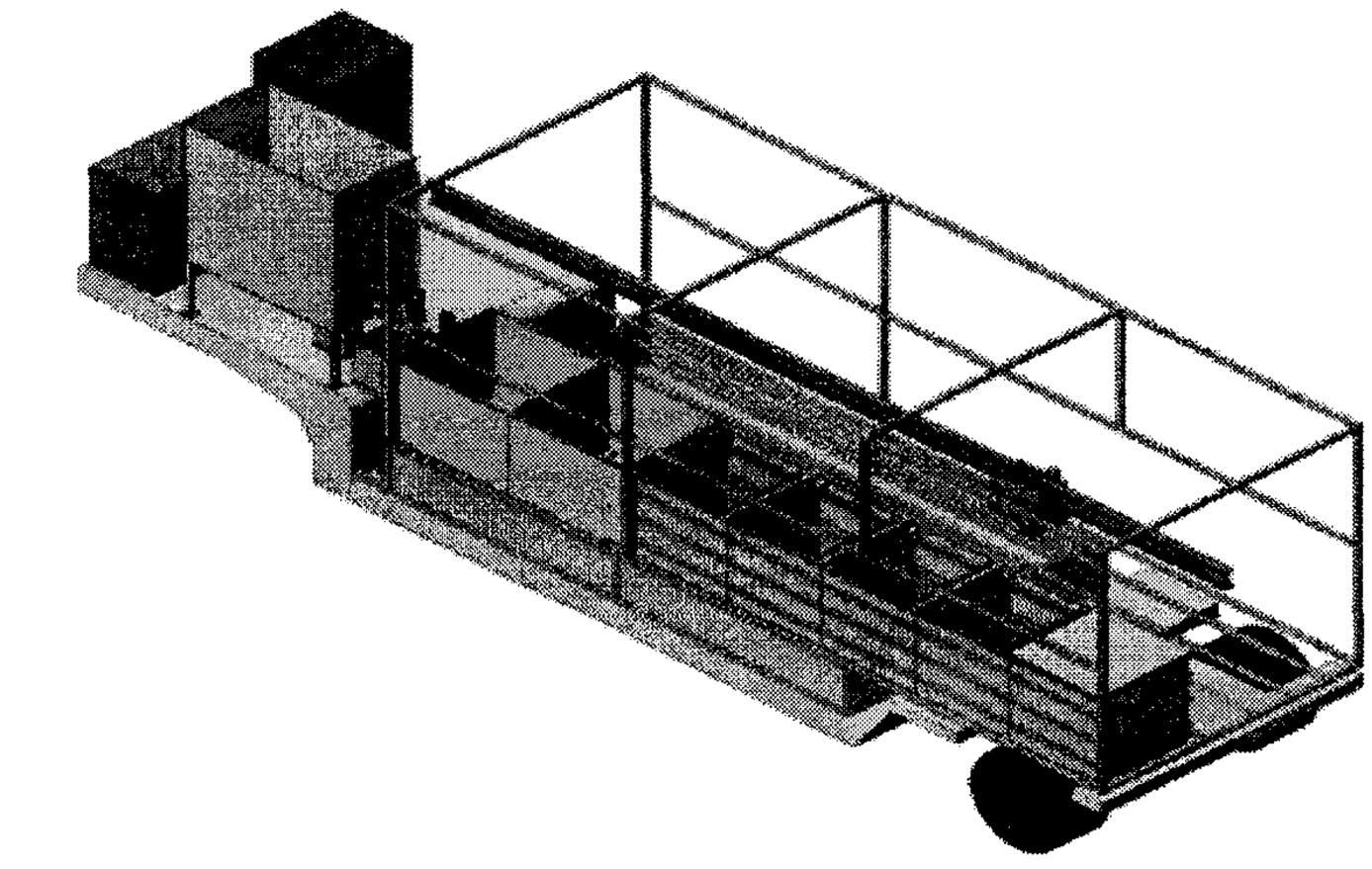
1) 이동식 배추절임장치를 저상식 트레일러(폭 3 m, 길이 12 m)에 총높이 4 m로 설치하되, 총하중이 40 톤 이하가 되어야 일반도로를 운행할 수 있다. 특히 폭은 2.5 m이내이어야 하나 예전에 허가받은 특수 트레일러는 3 m폭이 허용된다.<그림 2>
2) 절임조는 전후 2 열로 설치하고 각 열은 뒤로부터 저압절임조 5 개, 세척조, 정선조의 순으로 배열하며 상부에 호이스트를 설치하여 배추망을 수평과 수직으로 이동시킬 수 있도록 한다. 1 차년도에는 반 쪽만 설치하여 시험하고 문제점을 개선하여 2 차년도에 나머지 절반을 제작한다. <그림 3>
3) 절임조 하부에 염수저장탱크를 설치하고, 트레일러 앞부분에 염수조절탱크, 발전기, 연료탱크, 제어판을 설치한다. <그림 4>
4) 기계실과 절임실 사이에 소금용해조를 설치하여 회수한 묽은 염수에 소금을 추가로 용해한 다음 염수조절탱크로 펌핑하여 가열하고, 감압절임조로 보내어 절인 후 회수관을 통하여 회수조에 모아 순환시킨다. <그림 5>
각 기계장치 설계유의사항은 <표 2>와 같다.



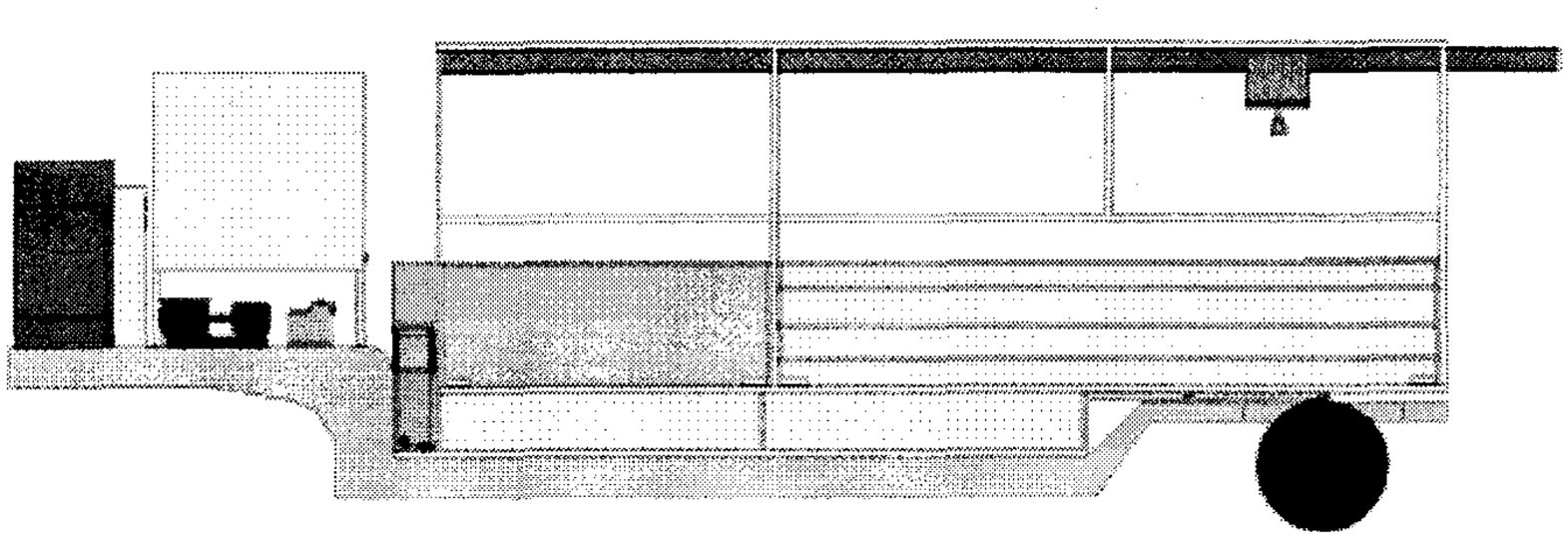
<그림 2> 이동식 배추절임장치의 후면도



<그림 3> 이동식 배추절임장치의 평면도



<그림 4> 이동식 배추절임장치의 입체도



<그림 5> 이동식 배추절임장치의 측면도

<표 2> 이동식 배추절임장치 설계유의사항

번호	대상장치	규격	유의사항
1	시스템	이동식 절임배추 1일 10톤	1회절임 4시간, 1일 5회 절임, 1망 생배추 140kg(18포기×4단, 포기당 2kg (직경 22×길이 25cm)), 1조 2망 총 10조, 절임수율 90%

2	트레일러	12*3m 저상식	완충능력, 상면지상고 900mm
3	배추절임조	1*1*1m 5개*2열	연벽, T 실링, 프레임없기
4	배추망	95*95*45cm 공무게 25kg	이동성, 작업성(상하개폐), 변형성, 2망 상하연결
5	호이스트	9m 1톤	배추망 2개 280kg+50kg, 물의저항=200kg, 안전여유 470kg
6	뚜껑	1*1m 5kg이하	기밀성, 개폐편리성. 도르레(가스실린더), 수동식
7	감압펌프	500L/min	소경, 밸브연결, 오일식
8	염수펌프	300L/min, 토출 높이 3m	대경, 주입관, 회수밸브, 오일식
9	염수여과	2단망	소금포거치, 세척용이성
10	염수가열	50KWh	염수 2톤, 25→ 45℃/1h
11	염수저장탱크	5.0*0.9*0.43m 2개	지지프레임, 잔사제거, 고압살수 청소공
12	염수조절탱크	1.0*1.3*1.8 2t	내부 하부에 내염성 가열기 설치
13	세척조	1.2*1.3*1.1m	잔사제거, 세척조 2개, 정선조 2개
14	연료탱크	2t	철제, 유량게이지
15	발전기	70kw	전기용량, 히터, 호이스트, 감압펌프, 염수펌프, 조명 등
16	보호천막	덮개	강도, 재질, 내염성
17	통로	폭 60cm 이상	하부는 염수회수조로 이용, 위생성, 출입계단, 소독수
18	소금용해조	1회 123리터 생산 1회 5분 소요	35×35×120cm크기, 프로펠러식 교반모터

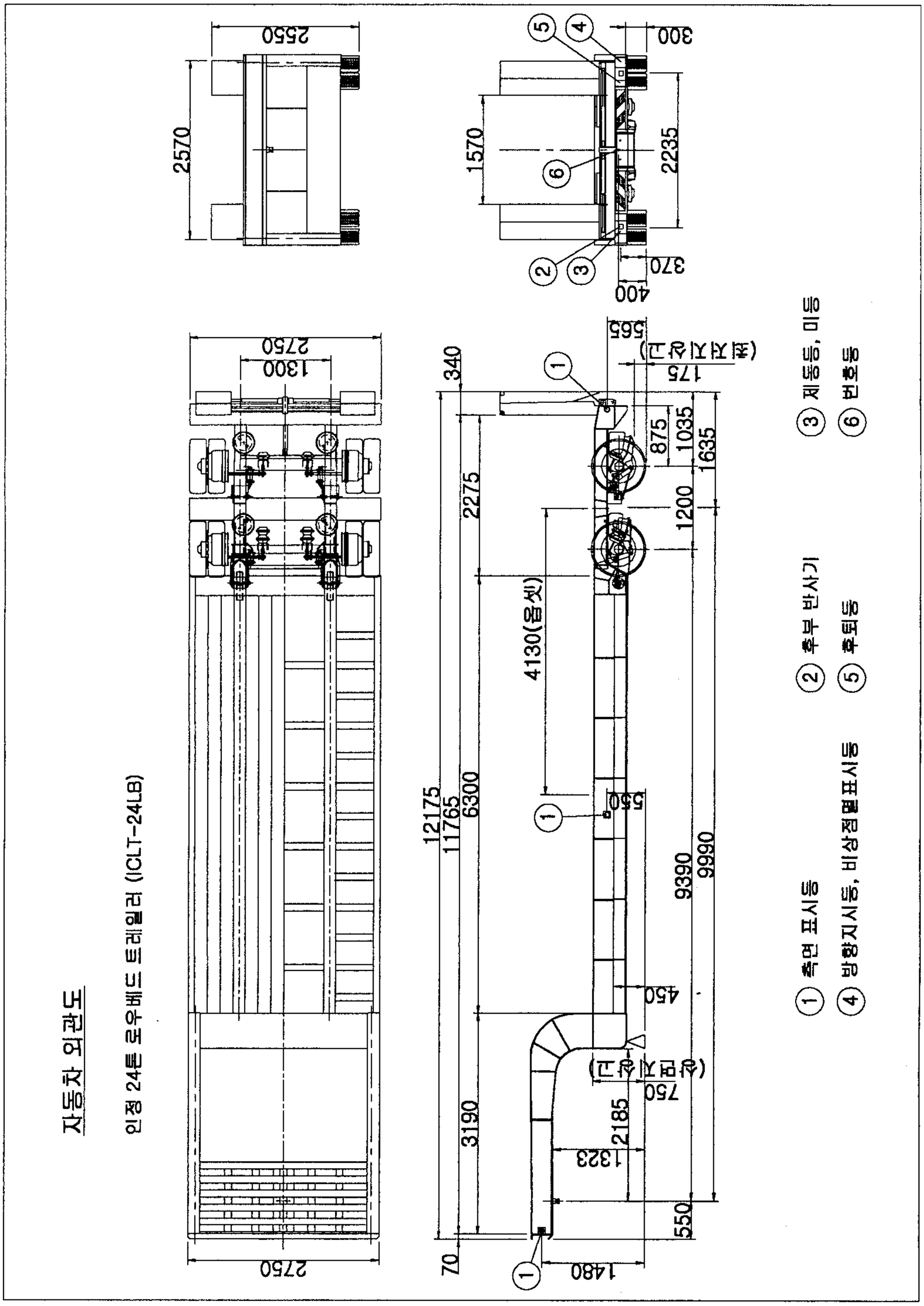
2. 이동식 배추절임장치의 제품설계

가. 이동식 배추절임장치 개념설계의 분석

1) 적재중량 25 톤의 저상식 트레일러를 구입하여 트레일러 규격에 맞추어 1 일 10 톤의 절임배추를 생산할 수 있는 배추절임장치로 설계하였다. 구입한 저상식 트레일러의 규격은 <그림 6> 과 같다. 저상식 트레일러를 구입하여 트레일러상에서 배추를 절이고 세척 정선까지 할 수 있는 장치를 설계하였다.
2) 구입한 저상식 트레일러의 실제규격에 맞추어 설계도면을 수차례 시뮬레이션하여 설계도를 수정하였다. 트레일러 앞부분에 발전기를 설치하여 전기도 차제생산하여 이동식배추절임장치체계의 완성도를 높였다.
3) 수정한 설계도를 기능, 안전성, 생산성, 위생성, 편리성, 자동화를 기준으로 평가하여 수정하고 최종설계도를 확정하였다. 기능성, 안전성, 위생성을 우선하고, 생산성, 편리성, 자동화를 추구하였다.

나. 이동식 배추절임장치 개념설계의 평가

1) 배추망의 적정성 평가
1 회 1 망 절임 시 배추망용량은 절임배추 252 kg(생배추 280 kg×0.90)을 생산할 수 있는 크기
규격 950× 950× 900 mm
배추 18포기×8단 쌓기
배추망을 농민이 인력으로 배추밭까지 이동할 수 있도록 빈망 무게를 25 kg으로 가볍게 하고 배추를 담은 망을 2 명이 인력으로 차에 실을 수 있도록 150 kg이하가 되도록 배추망을 상하로 나누어 2개로 함
배추망 규격 950×950×450 mm
배추 18 포기 씩 4 단 쌓기 1 일 절임량 10 톤
2) 호이스트 용량 평가
호이스트 용량은 0.756 톤 (배추망 2 개 330 kg(280+50), 염수저항 300 kg, 안전율 20 % 126 kg)



<그림 6> 저상식 트레일러의 규격

3) 염수조절탱크의 전기 용량 평가

가) 탱크 용량

1.0×1.3×1.8 m(85 % 채움)

나) 염수가열에너지

염수질량=2,000 kg, 비열=1 kcal/kg·℃,

온도변화=45-25 ℃=20 ℃,

소요열량(Q)=질량(m)×비열(C)×온도변화(△t) = 40,000 kcal

다) 전기히터 용량

1 kWh= 860 kcal 0.2389 kcal/s=1 kw

1 시간에 필용한 전열기 용량 = 40,000 kcal/860 = 46.5 kWh

라) 발전기 용량

46.5 kWh÷0.7=66.7 kWh(효율 70 %)

발전기 70 kWh 선정

마) 경유 소비량

15.5 ℓ/hr

다. 이동식 배추절임장치의 제품설계

1) 염수저장탱크 설계 및 제작

5×2.2×0.43 m

염수저장탱크 : 바닥높이 불균일

뒷바퀴부분이 중간부분보다 0.43 m 높음

중간 부분 염수조로 설계

2) 감압절임조 설계 및 제작

1×1×1 m

감압절임조 크기 1 톤

배추= 280 kg,

염수 =700 L

3) 염수순환시스템

염수 펌프 용량 300 ℓ/min, 토출 높이 3 m

4) 절임조 감압설비 및 감압펌프 설치

감압 펌프 용량 500 l/min

5) 절임조 뚜껑 개폐장치

덮개와 절임조의 밀착부분에 내염성 패킹제 사용

배추망 : 내염성자재

배추망 투입구 개폐 : 매미고리

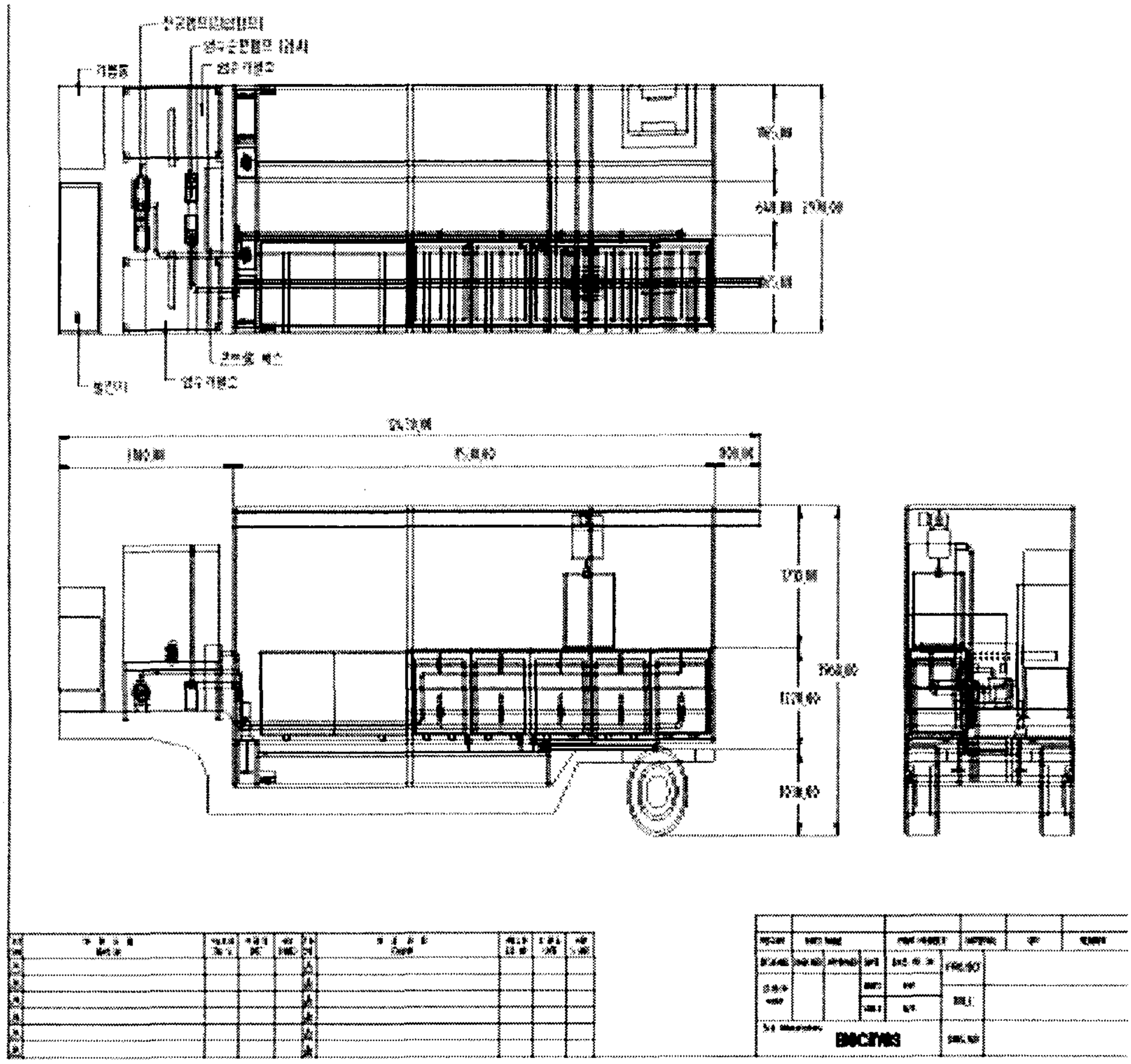
6) 절임배추 세척조

1.1×1.3×1.1 m

절임조보다 약간 크고 높게 : 세척과 정선작업 용이

3. 이동식 배추절임장치의 설계요약

이동식 배추절임장치를 노지밭까지 이동시키고, 배추망을 농민이 배추밭으로 운반하여 작업할 수 있는 소형망으로하여 이동식 배추절임장치를 <그림 7>과 같이 설계하였다. 이 때 배추망을 상하로 2 개씩 연결하여 절임조에서 절이고 이어서 세척할 수 있도록 세척 정선조를 절임조와 연결하였다.



<그림 7> 이동식 배추절임장치의 설계도

제2절 이동식 배추절임장치의 제작 및 시운전

1. 이동식 배추절임장치의 제작

가. 이동식 배추절임장치의 제품설계 평가

이동식 배추절임장치의 개념설계를 마치고 조건에 맞는 25 톤 트레일러를 구입하였다. 그리고 구입한 25 톤 low bed 트레일러의 규격에 맞추어 수차례 설계도를 수정

하여 최종설계도를 확정하였다. 최종설계도에 맞추어 배추절임장치의 요소기계장치를 제작하고 이동식 배추절임장치의 시스템을 구성하였다.

나. 이동식 배추절임장치의 요소기계장치 제작

1) 염수저장탱크

트레일러 bed에 수평 프레임을 장방형으로 설치하고 그 위에 스테인레스판을 용접하여 염수저장탱크를 제작하였다. <사진 1>, <사진 2>

2) 감압절임조

염수저장탱크 위에 프레임을 설치하고 그 위에 감압절임조를 트레일러 후단부터 연벽하여 5 개 설치하고 윗부분을 T형으로 하여 뚜껑이 밀착될 수 있도록 하였다. 뚜껑은 속을 관찰 할 수 있는 투명 아크릴판으로 제작하고 실리콘밴드를 붙여 기밀성을 부여하였다.<사진 3>

3) 세척정선조

염수저장탱크 위에 절임조에 이어서 세척조와 정선조를 설치하였다. <사진 4>

4) 호이스트

절임조와 세척조 상부 중앙에 길이로 호이스트를 설치하였다. <사진 5>

5) 염수조절탱크

트레일러 전단부에 4 각함으로 염수조절탱크를 설치하고 수위를 볼 수 있도록 레벨호스를 부착하였고 내부에 염수를 가열 할 수 있는 전기히터를 2 개 설치하였다. <사진 6>

6) 소금용해조

세척조와 염수조절탱크 사이에 소금을 녹여서 염수를 만들 수 있는 프로펠러식 교반기가 달린 소금용해조를 설치하였다. <사진 7>

7) 발전기

발전기는 기성품을 구입하여 트레일러 전단부에 설치하였다. <사진 8>

8) 배관

각 장치를 연결하는 배관을 스테인레스와 PVC 재질로 설치하였다. <사진 9>

9) 펌프

감압펌프와 염수펌프를 염수조절탱크 하부에 설치하였다. <사진 10>

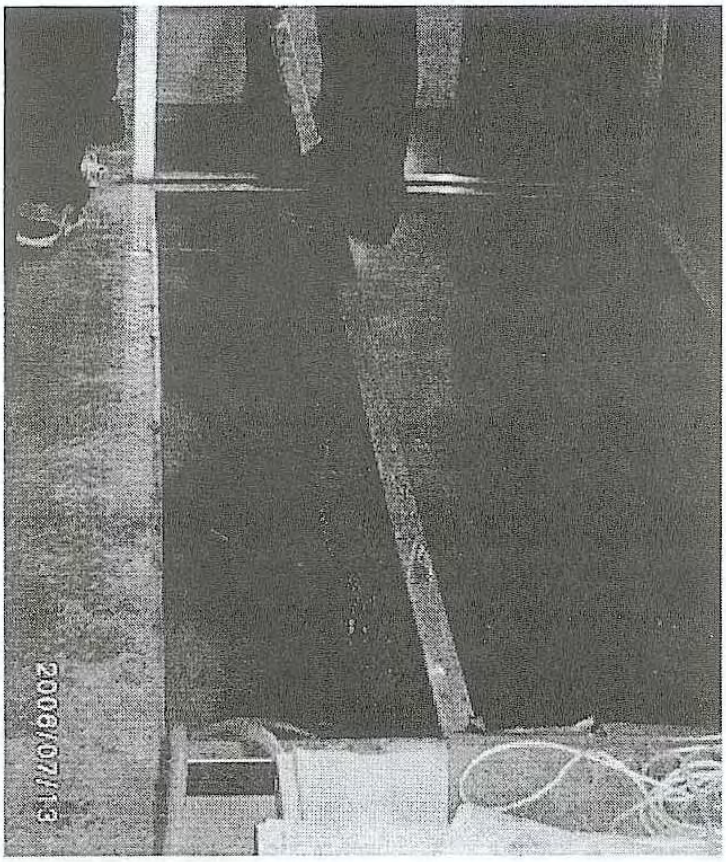
10) 외장 호루

철재로 사각 프레임을 짜고 천장에 합판을 얹은 다음 차호루를 씌웠다. 중간에 창문

도 설치하였다. <사진 11>

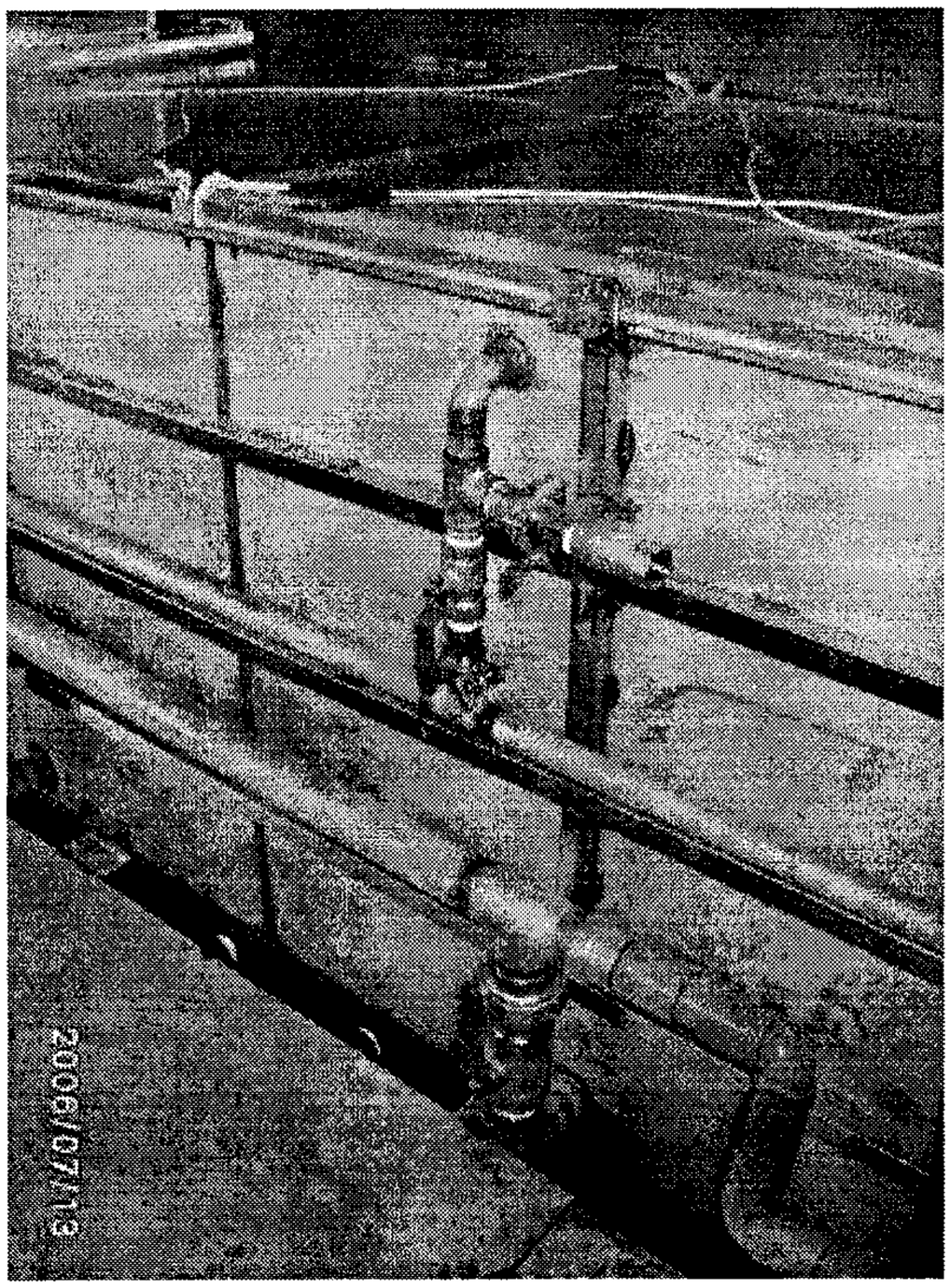
11) 배추절임망

배추절임망은 스테인레스로 950×950×450 크기로 제작하여 상하로 2 망을 연결하였다. <사진 12>

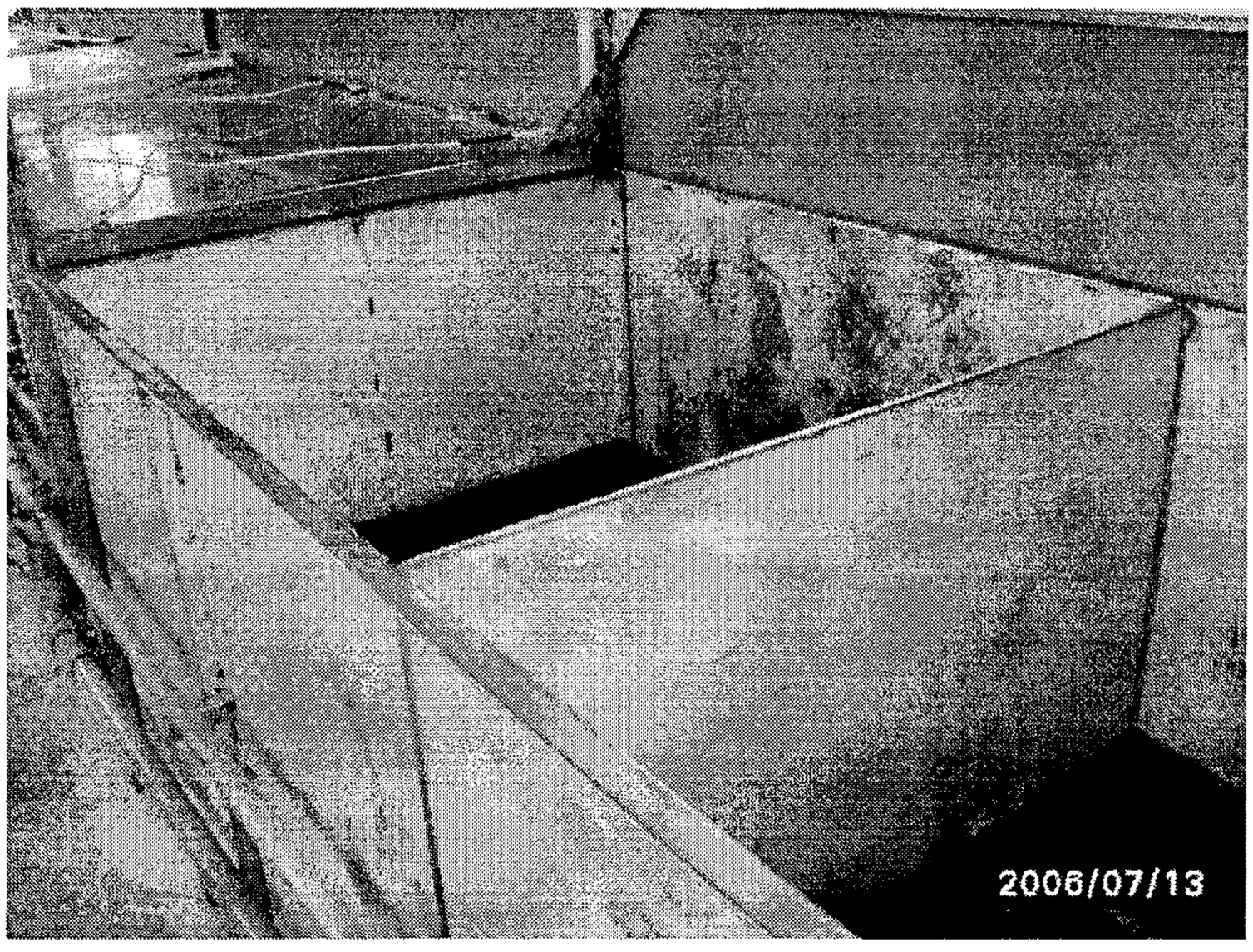


<사진 1> 염수저장탱크의 내부

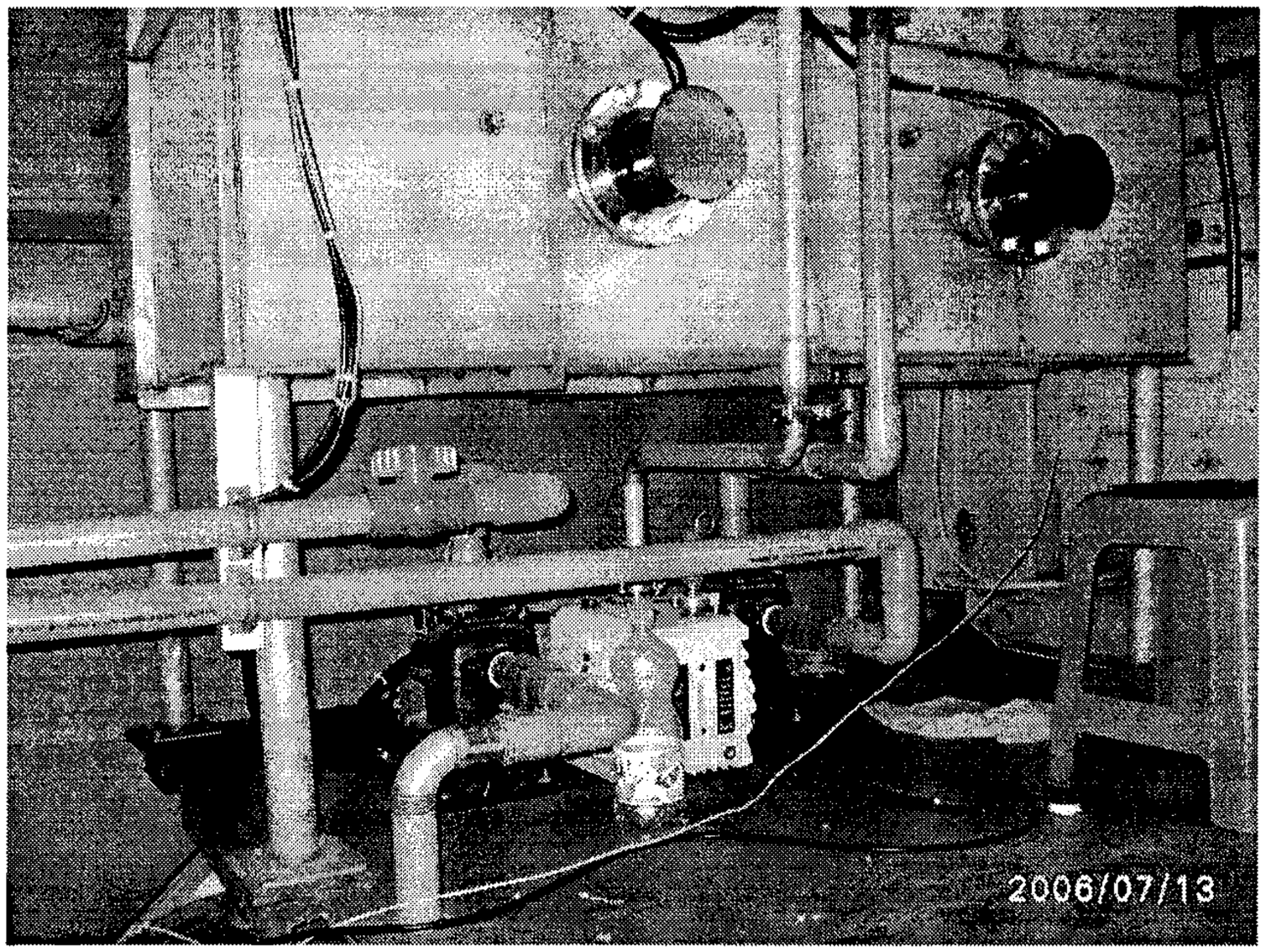
<사진 2> 염수저장탱크의 외부



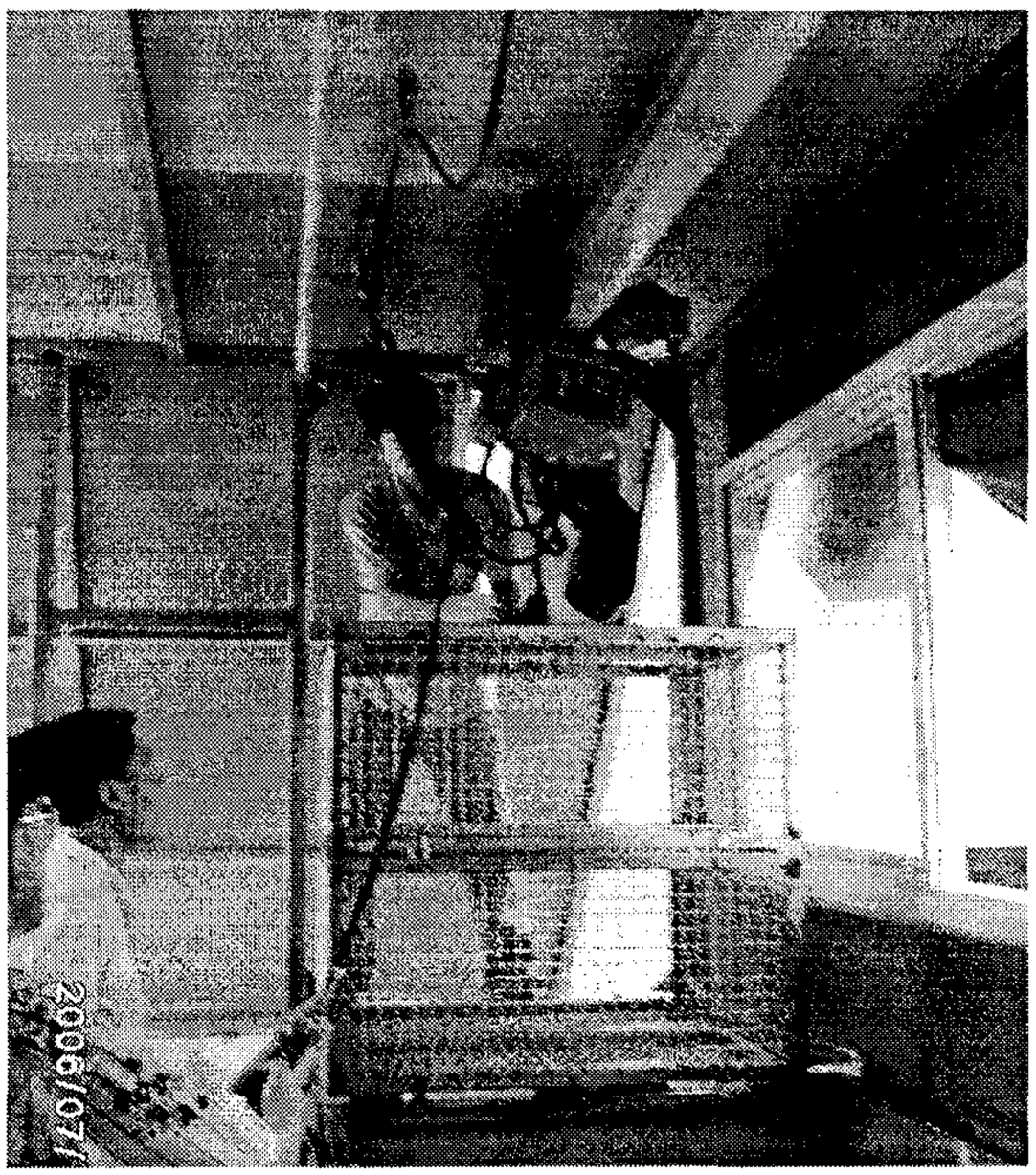
<사진 3> 감압절임조와 아크릴 뚜껑



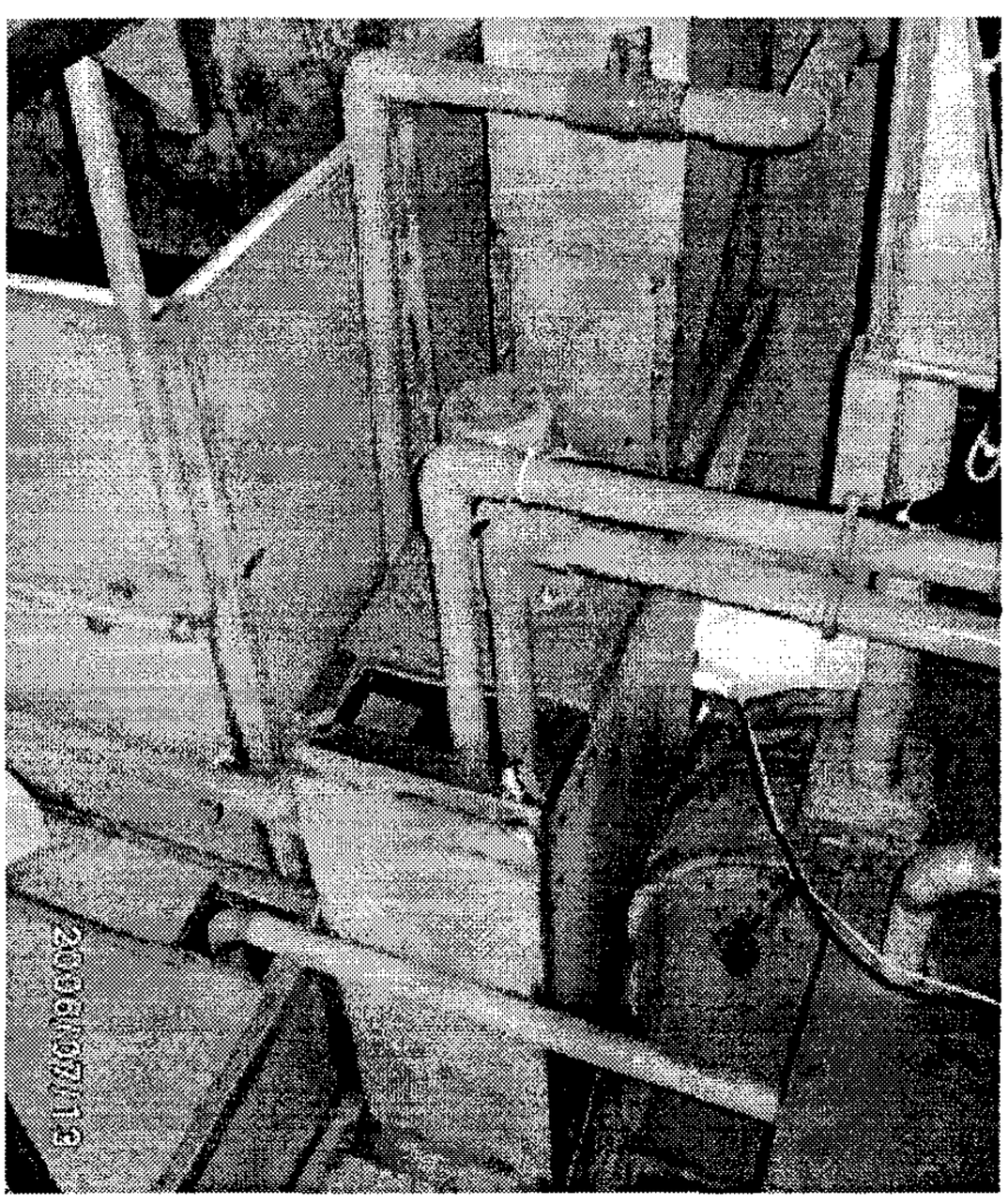
<사진 4> 세척조와 정선조



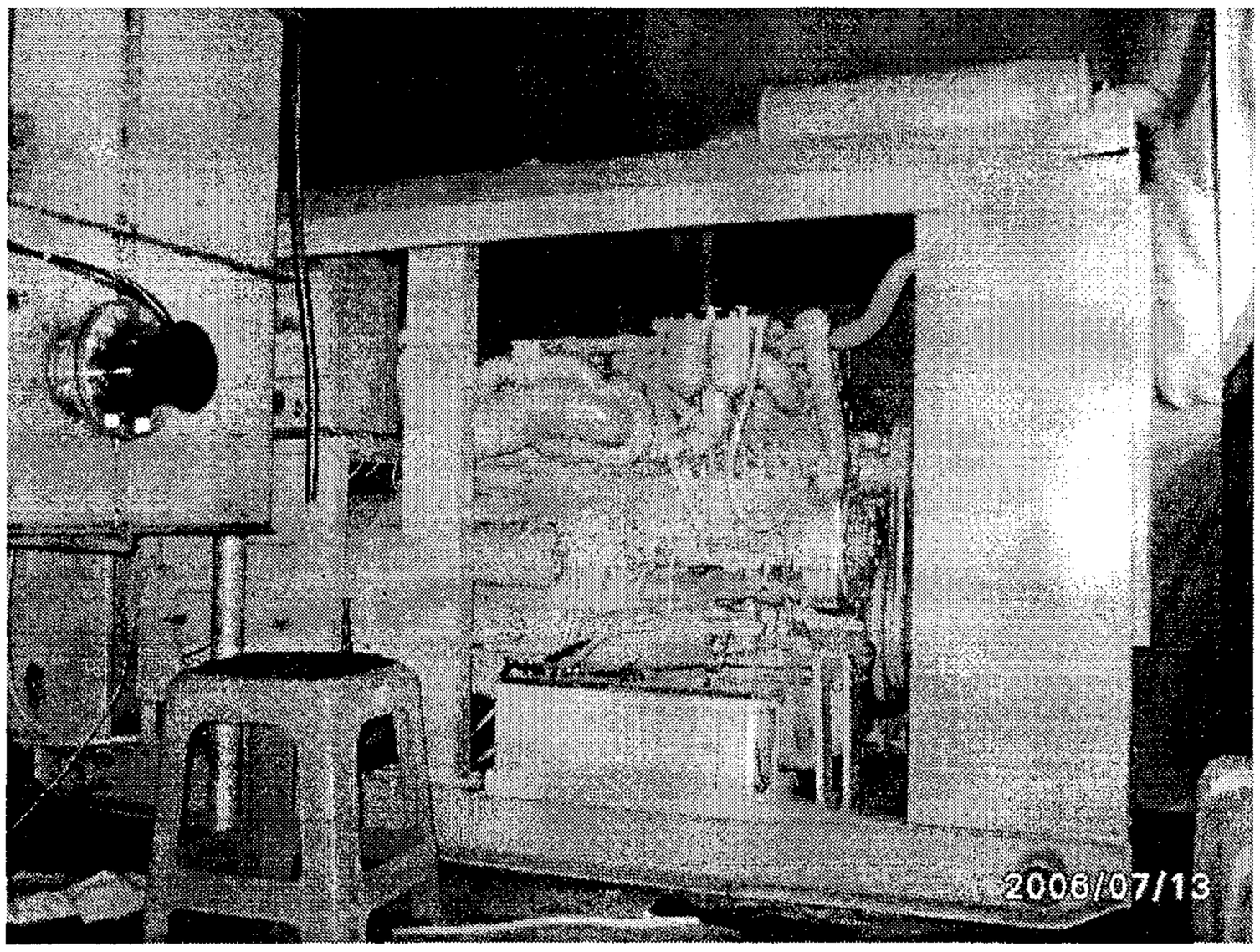
<사진 5> 호이스트



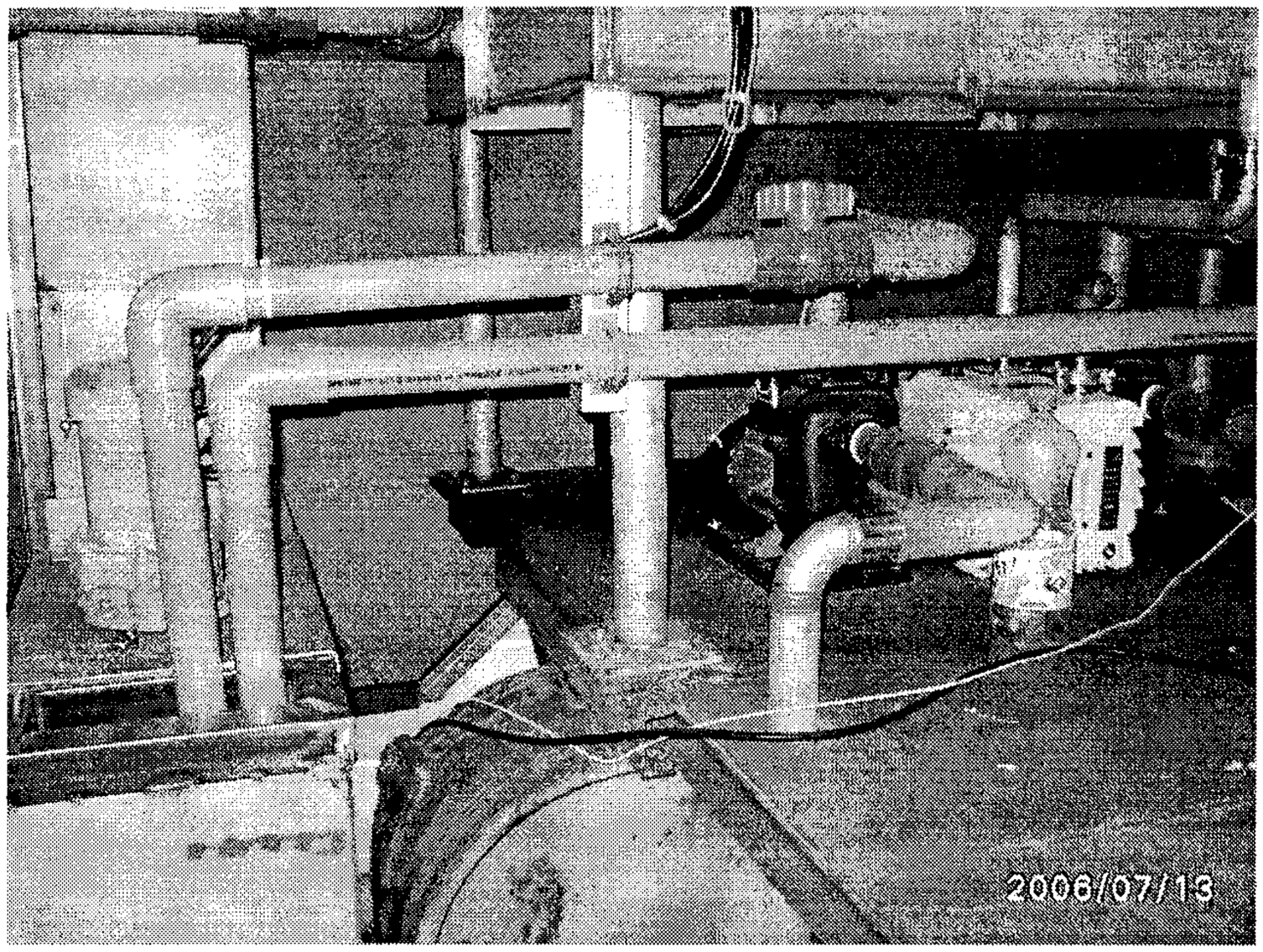
<사진 6> 염수조정탱크와 히터



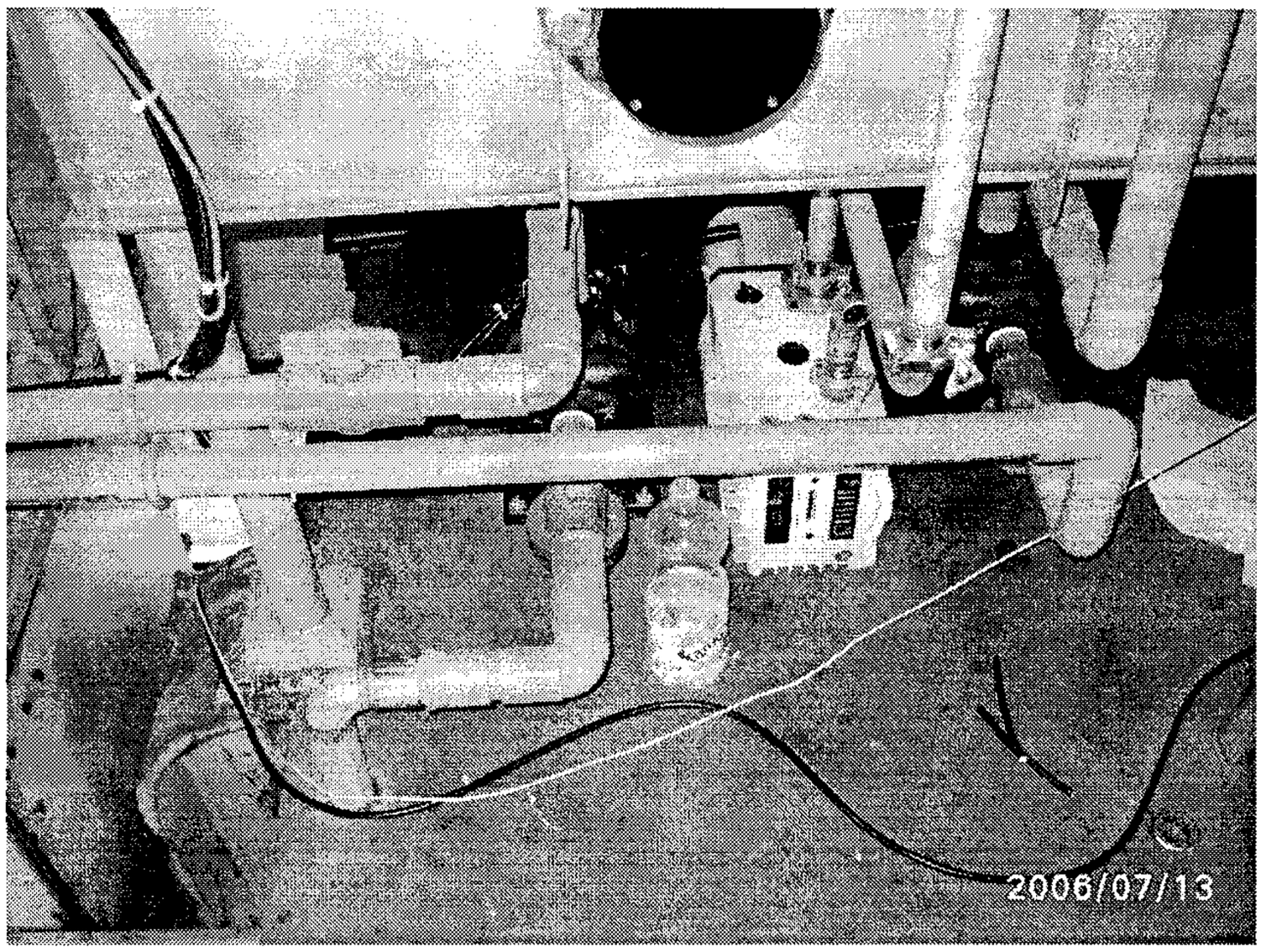
<사진 7> 소금용해조



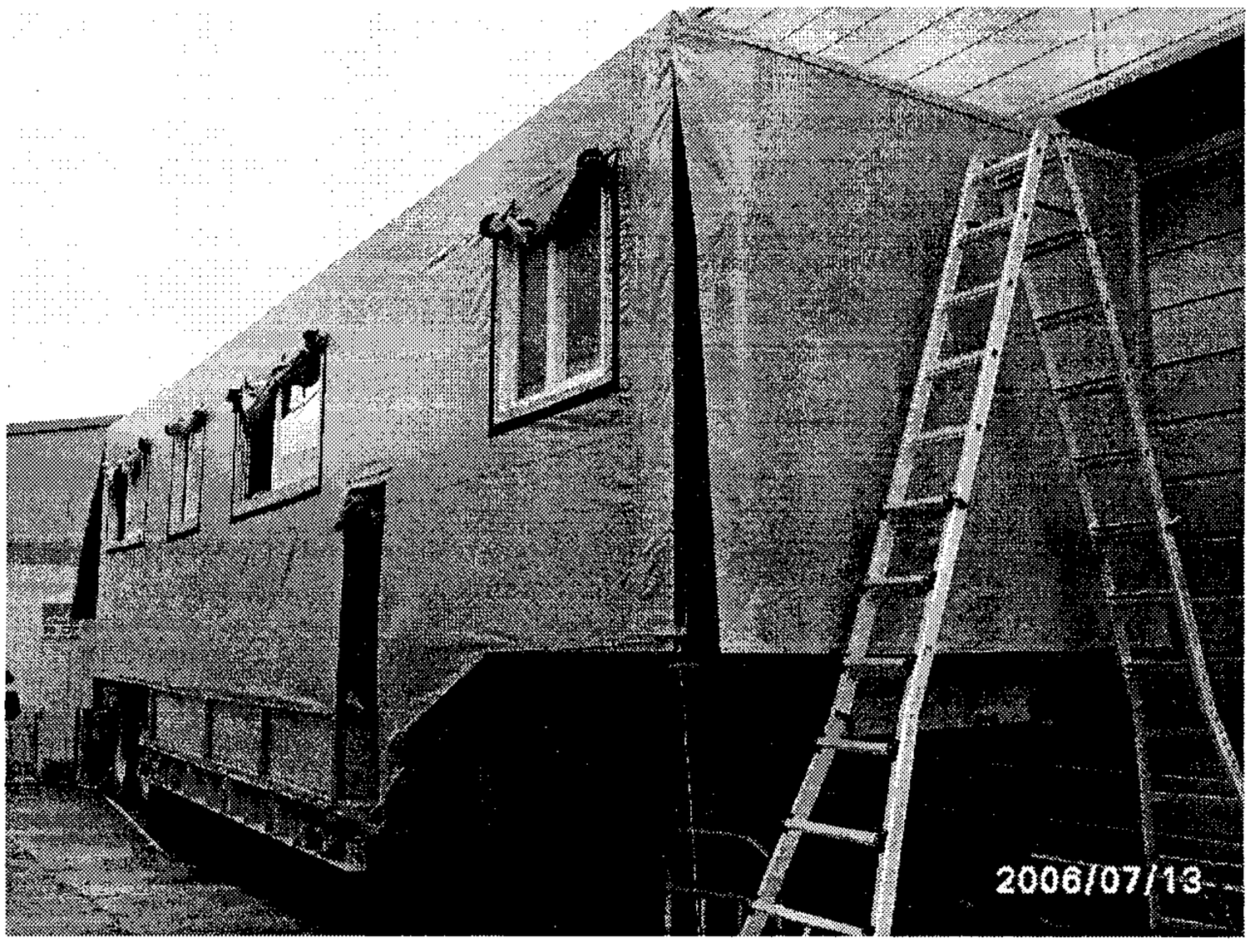
<사진 8> 발전기



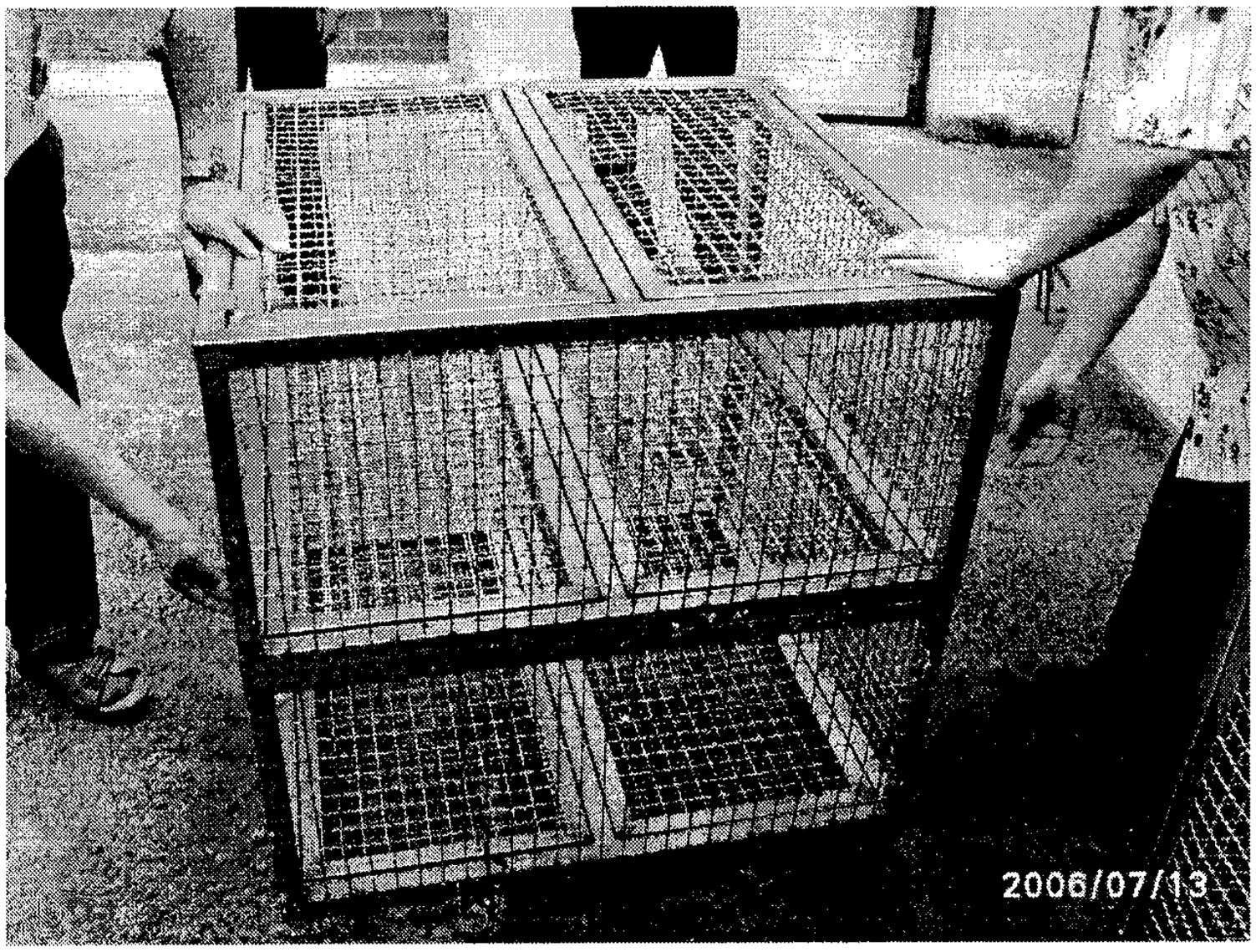
<사진 9> 배관연결



<사진 10> 감압펌프와 염수펌프



<사진 11> 외장호루



<사진 12> 배추절임망

다. 이동식 배추절임장치의 시스템 구성

1) 최종설계도면을 기본으로 이동식 배추절임장치의 요소기계장치를 구성하였다.
2) 구성한 시스템에서 염수 대신 우선 물로서 시스템을 시운전하여 시스템의 작동여부를 확인하였다.

2. 이동식 배추절임장치의 1 차 시운전

제작한 이동식 배추절임장치를 해남화원으로 견인이동한 후 염수를 제조하고 배추를 구입하여 절임장치를 시운전하였다. 시운전 결과 배추는 잘 절여졌으나 절임장치의 조작이 불편한 등 몇 가지 문제점이 발생되어 2 차 제작 시에 개선하기로 하였다.

가. 이동식 배추절임장치의 이동

1) 이동식 배추절임장치를 제작하여 트랙터로 견인하여 해남 화원농협 김치공장으로 이동하였다.

2) 이동식 배추절임장치의 이동시 트레일러에 탑재한 절임장치 중 호이스트 붐이 차량 후면으로 돌출되어 위험하였고, 트레일러 외장을 차호루로 설치하였는데 주행 시 바람 때문에 변형되어 신속이동 곤란하였다.

나. 이동식 배추절임장치의 1 차 시운전 조작

1) 트랙터로 견인하여 해남 화원농협 김치공장으로 이동시켜 공장 마당에 정치시켰다. 이동시 바람의 영향으로 창문의 유리가 깨어졌다.

2) 절임장치의 발전기를 가동시켰으나 소음이 너무 심하여 말소리가 들리지 않으므로 공장 구내에서 3 상 전기를 연결하였다.

3) 물로 절임장치를 청소하고 모터펌프와 밸브를 시험하였다.

4) 천일염을 모터로 교반하여 포화염수를 2 톤 제조하였다.

5) 염수조절조에 채운 염수를 전기히터로 50 ℃까지 가열하였다. 전기용량이 부족하여 히터 2 개 중 1 개만 사용하였다.

6) 배추를 칼로 다듬고 쪼개어 배추망에 차곡하게 담고 2 망을 상하로 연결하였다. 연결고리가 망가져서 연결이 불편하였다.<사진 13>

7) 연결한 배추망을 호이스트로 들어 올려 절임조에 맞춰 넣고 떠오르지 않게 고정하였다. 고정장치가 약하고 망을 넣는데 방해되었다.

8) 호이스트로 뚜껑을 들어 올려 수평 이동시켜 절임조 상부에 맞추어 밀폐하였다. 뚜껑이 정확히 맞아야 밀폐되므로 불편하였다.

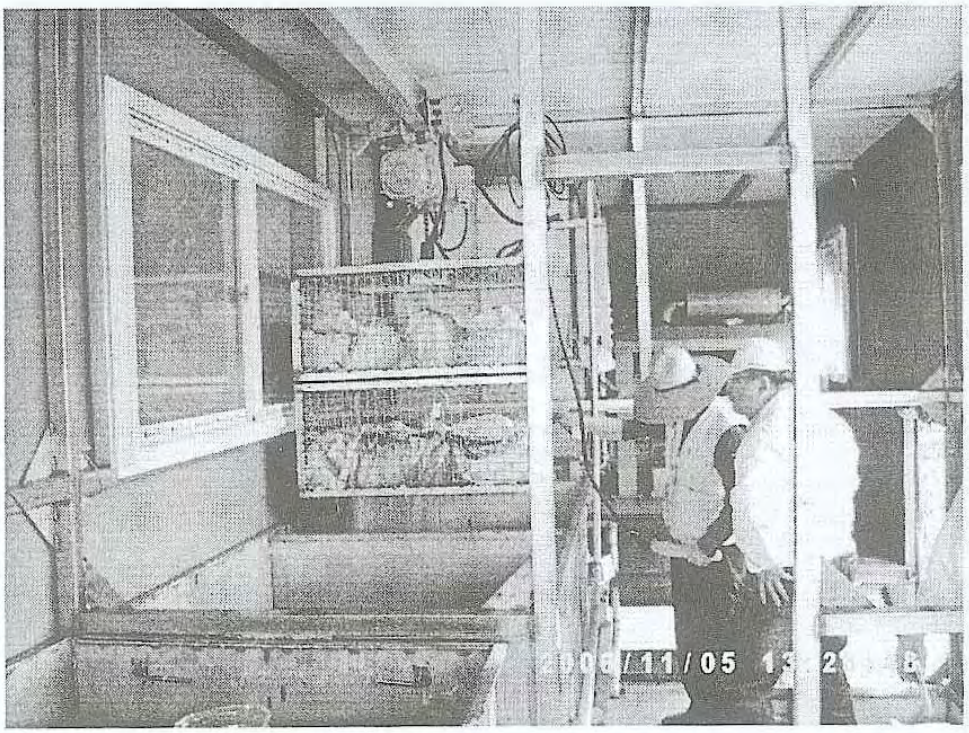
9) 가열된 염수를 주입하여 배추가 염수에 잠기도록 하였다.

10) 감압펌프를 가동시켜 감압하였다가 해제하면서 배추를 염수에서 꺼내고 넣기를 반복하여 절였다. 이 때 550torr까지 내려가면 뚜껑이 안쪽으로 변형되어 위험하였다.<사진 14>

11) 감압과 해제를 8 회(30 분 간격) 수행하고 호이스트로 배추를 망째로 꺼내어 망째로 세척하였다. <사진 15>

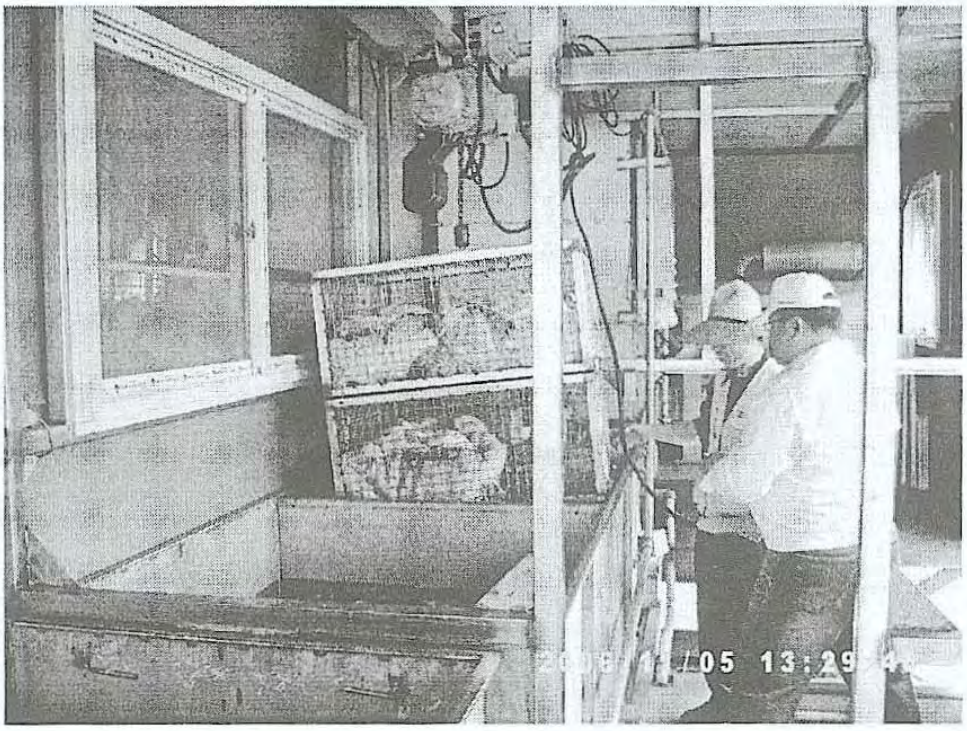
12) 세척한 배추를 정선조에 쏟아 칼로 정선하였다. 하부배추망은 쏟기가 쉬웠으나 상부배추망은 하부배추망을 떼어내기가 어려워 쏟기가 매우 불편하였다. <사진 16>

13) 정선한 배추를 포장하고 냉각하여 물성을 측정하였다.

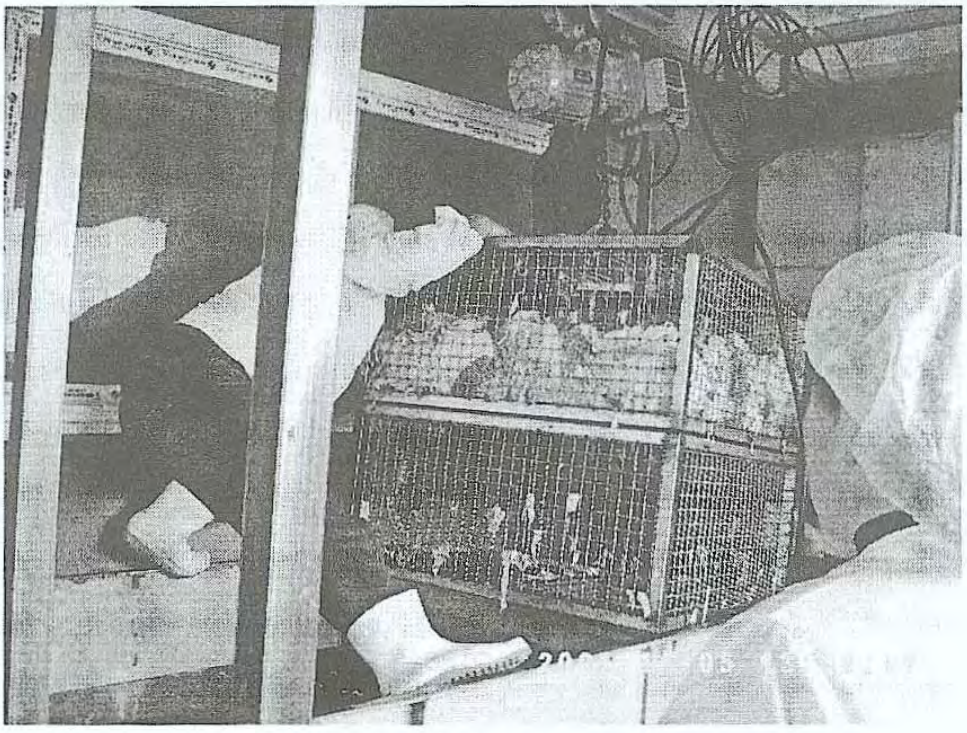


<사진 13> 이동식 배추절임장치의 상하망 연결모양

<사진 14> 이동식 배추절임장치의 배추절임 조작



<사진 15> 이동식 배추절임장치의 절임배추 세척조작



<사진 16> 이동식 배추절임장치의 하부망 떼어내기

3. 이동식 배추절임장치의 공정품질 평가

가. 이동식 배추절임장치의 작업 매뉴얼(시험 전)

1) 배추밭을 선정하여 계약하고 빈 배추망을 트럭이나 경운기로 배추밭에 옮긴다.(농민) 25 kg/빈망

2) 배추의 겉잎과 뿌리를 자르고 반4 절하여 배추망에 차곡차곡 쌓는다.(농민) 25 kg/배추망

3) 반4 절배추를 담은 배추망을 트럭이나 경운기로 이동식 배추절임장치까지 운반한다.(농민) (1 시간)

4) 호이스트로 배추망을 꿰어 걸고 감압절임조1로 운반하여 내려 넣는다. (1 분 작업자 A)

5) 염수주입밸브를 열어 염수를 주입하면서 절임조 뚜껑을 닫아 걸고 밸브를 잠근다. (감압해제밸브로 수위 확인 3 분 A)

6) 감압밸브를 열어 감압하고(2 분) 해제한다(2 분) (4 분 A)

7) 두번째 배추망을 호이스트로 절임조2에 옮기고 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

8) 절임조1의 뚜껑을 열고 호이스트로 배추망을 들어올려 염수를 뺀 후(2 분) 다시 염수에 넣고 뚜껑을 닫은 다음 6을 실행한다. (7 분 A)

9) 세번째 배추망을 호이스트로 절임조3에 옮기고 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

10) 절임조1과 2의 뚜껑을 열고 호이스트로 배추망을 들어올려 염수를 뺀 후(2 분) 다시 염수에 넣고 뚜껑을 닫은 다음 6을 실행한다. (9 분 7+2 A)

11) 네번째 배추망을 호이스트로 절임조4에 옮기고 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

12) 절임조1, 2, 3의 뚜껑을 열고 호이스트로 배추망을 들어올려 염수를 뺀 후(2 분) 다시 염수에 넣고 뚜껑을 닫은 다음 6을 실행한다. (11 분 7+2+2 A)

13) 다섯번째 배추망을 호이스트로 절임조5에 옮기고 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

14) 절임조1, 2, 3, 4의 뚜껑을 열고 호이스트로 배추망을 들어올려 염수를 뺀 후(2 분) 다시 염수에 넣고 뚜껑을 닫은 다음 6을 실행한다. (13 분 7+2+2+2 A)

15) 절임조 1, 2, 3, 4, 5에 대하여 30 분 간격으로 14를 총 6 회(3 시간) 반복한다. (15 분 7+2+2+2+2 A)

16) 절임조1의 뚜껑을 열고 배추망을 들어올려 염수를 빼면서(2 분) 염수배출밸브를 열어 놓고 세척조1에서 망채로 3 회 상하세척하고, 정선조에 절임배추를 쏟은 다음

빈망을 대기망 위치에 내려놓는다. (7 분 A)

17) 절임조1의 염수배출밸브를 잠그고 염수주입밸브를 열어 염수를 주입하면서 호이스트로 새 배추망을 꿰어 넣은 다음 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

18) 절임조3, 4, 5에 대하여 8을 실행한다. (11 분 A)

19) 절임조2에 대하여 16과 17을 실행한다. (15 분 7+8 A)

20) 절임조4, 5, 1에 대하여 8을 실행한다. (11 분 A)

21) 이하 5 개 절임조에 대하여 순차적으로 16, 17, 18을 실행한다. (26 분씩 7+8+11 A)

22) 정선조에서 칼로 정선한 절임배추를 다공성 PVC 상자에 담아 탈수한다. (5 분 작업자 B)

23) 탈수된 절임배추를 저온탈수실로 옮기고 무게를 측정하여 배추가격을 정산한다. (60분 작업자 C)

24) 추가 탈수된 절임배추를 산물포장(30 kg HDPE 필름/PVC 상자)하거나 소포장(5kg LDPE필름/PVC상자)하여 김치공장과 유통센터로 출하한다. (20 분 C)

25) 빈 상자는 정선조 옆으로 운반하여 대기시킨다. (1 분 C)

나. 이동식 배추절임장치의 작업 매뉴얼(시험 후)

1) 배추밭을 선정하여 계약하고 빈 배추망을 트럭이나 경운기로 배추밭에 옮긴다.(농민) 25 kg/빈망

2) 배추의 겉잎과 뿌리를 자르고 반4 절하여 배추망에 차곡차곡 쌓는다.(농민) (25+140) kg/배추망

3) 반4 절배추를 담은 배추망을 트럭이나 경운기로 이동식 배추절임장치까지 운반한다.(농민) (1 시간)

4) 농민이 운반해 온 배추망을 호이스트로 배추망을 꿰어 걸고 감압절임조1로 운반하여 내려 넣는다. (1 분 작업자 A)

5) 염수주입밸브를 열어 염수를 주입하면서 절임조 뚜껑을 닫아 걸고 밸브를 잠근다. (감압해제밸브로 수위 확인 3 분 A)

6) 감압밸브를 열어 감압하고(2 분) 해제한다(2 분) (4 분 A)

7) 두번째 배추망을 호이스트로 절임조2에 옮기고 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

8) 절임조1의 뚜껑을 열고 호이스트로 배추망을 들어올려 염수를 뺀 후(2 분) 다시

염수에 넣고 뚜껑을 닫은 다음 6을 실행한다. (7 분 A)

9) 세번째 배추망을 호이스트로 절임조3에 옮기고 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

10) 절임조1과 2의 뚜껑을 열고 호이스트로 배추망을 들어올려 염수를 뺀 후(2 분) 다시 염수에 넣고 뚜껑을 닫은 다음 6을 실행한다. (9 분 7+2 A)

11) 네번째 배추망을 호이스트로 절임조4에 옮기고 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

12) 절임조1, 2, 3의 뚜껑을 열고 호이스트로 배추망을 들어올려 염수를 뺀 후(2 분) 다시 염수에 넣고 뚜껑을 닫은 다음 6을 실행한다. (11 분 7+2+2 A)

13) 다섯번째 배추망을 호이스트로 절임조5에 옮기고 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

14) 절임조1, 2, 3, 4의 뚜껑을 열고 호이스트로 배추망을 들어올려 염수를 뺀 후(2 분) 다시 염수에 넣고 뚜껑을 닫은 다음 6을 실행한다. (13 분 7+2+2+2 A)

15) 절임조 1, 2, 3, 4, 5에 대하여 30 분 간격으로 14를 총 8 회(4 시간) 반복한다. (15 분 7+2+2+2+2 A)

16) 절임조1의 뚜껑을 열고 배추망을 들어올려 염수를 빼면서(2 분) 염수배출밸브를 열어 놓고 세척조1에서 3 회 망채로 상하세척하고, 정선조에 절임배추를 쏟은 다음 빈망을 대기망 위치에 내려놓는다. (7 분 A)

17) 절임조1의 염수배출밸브를 잠그고 염수주입밸브를 열어 염수를 주입하면서 호이스트로 새 배추망을 꿰어 넣은 다음 5와 6을 실행한다. (8 분 A)

18) 절임조3, 4, 5에 대하여 8을 실행한다. (11 분 A)

19) 절임조2에 대하여 16과 17을 실행한다. (15 분 7+8 A)

20) 절임조4, 5, 1에 대하여 8을 실행한다. (11 분 A)

21) 이하 5개 절임조에 대하여 순차적으로 16, 17, 18을 실행한다. (26 분씩 7+8+11 A)

22) 정선조에서 칼로 정선한 절임배추를 다공성 PVC 상자에 담아 탈수한다. (5 분 작업자 B)

23) 탈수된 절임배추를 저온탈수실로 옮기고 무게를 측정하여 배추가격을 정산한다. (60 분 작업자 C)

24) 추가 탈수된 절임배추를 산물포장(30 kg HDPE 필름/PVC 상자)하거나 소포장(5 kg LDPE 필름/PVC 상자)하여 김치공장과 유통센터로 출하한다. (20 분 C)

25) 빈 상자는 정선조 옆으로 운반하여 대기시킨다. (1 분 C)

다. 이동식 배추절임장치의 염수제조 및 관리 매뉴얼(시험 전)

1) 염수용해조에 소금(순도 80 %, 수분 10 %)을 41 kg 넣고 세척조와 정선조에 준비한 물을 108 l 부어 녹여서 포화염수(30 % w/v) 123 l(비중 1.21)를 만든다. (5분 작업자 B C)
2) 제조된 염수를 여과망을 통과시켜 여과하고 염수조절탱크로 펌핑하여 채운다. (1분 B)
3) 1과 2를 10 회 반복하여 염수 1,230 l가 되면 염수를 50 ℃로 가열하면서 30회까지 계속 반복하여 염수 3,690 l를 제조한다. (180 분 B C)
4) 가열된 염수를 절임조1에 주입하여 배추를 절인다. (180 분 A)
5) 절임조1에서 절임이 끝나 묽어진 염수를 소금용해조를 통과시켜 포화시키고(소금 4 kg 추가용해) 염수여과장치를 통해 염수조절탱크로 펌핑하여 가열한다. (20 분 작업자 D)
6) 절임조 2, 3, 4, 5에서 순차적으로 5를 실행한다. (20 분씩 D)
7) 염수의 양이 늘어나면(1 회 20 %) 일부를 염수회수조의 반대쪽 밸브를 열어 염수저장탱크로 옮겨 저장한다. (2 분 D)
8) 염수저장탱크의 염수(3 kl)는 별도의 설비(3,000 mm×5,000 mm×100 mm 4 ea)에 회수하여 농축 재결정(1-2 일)한 다음 재사용한다. (24 시간 D)

라. 이동식 배추절임장치의 염수제조 및 관리 매뉴얼(시험 후)

1) 염수용해조에 소금(순도 80 %, 수분 10 %)을 41 kg 넣고 세척조와 정선조에 준비한 물을 108 l 부어 녹여서 포화염수(30 % w/v) 123 l(비중 1.21)를 만든다. (5분 작업자 B C).
2) 제조된 염수를 여과망을 통과시켜 여과하고 염수조절탱크로 펌핑하여 채운다. (1분 B)
3) 1과 2를 10 회 반복하여 염수 1,230 l가 되면 염수를 50 ℃로 가열하면서 30회까지 계속 반복하여 염수 3,690 l를 제조한다. (180 분 B C)
4) 가열된 염수를 절임조1에 주입하여 배추를 절인다. (240 분 A)
5) 절임조1에서 절임이 끝나 묽어진 염수를 소금용해조를 통과시켜 포화시키고(소금 4 kg 추가용해) 염수여과장치를 통해 염수조절탱크로 펌핑하여 가열한다. (20 분 작업자 D)

6) 절임조 2, 3, 4, 5에서 순차적으로 5를 실행한다. (20 분씩 D)
7) 염수의 양이 늘어나면(1 회 10 %) 일부를 염수회수조의 반대쪽 밸브를 열어 염수저장탱크로 옮겨 저장한다. (2 분 D)
8) 염수저장탱크의 염수(3 kl)는 별도의 설비(3,000 mm×5,000 mm×100 mm 4 ea)에 회수하여 농축 재결정(1-2 일)한 다음 재사용한다. (24 시간 D)

4. 이동식 배추절임장치 1 차 시작품의 문제점 및 개선방안

가. 이동식 배추절임장치의 문제점 도출

1 일 5 톤의 절임배추를 생산할 수 있는 이동식 배추절임장치 반쪽만 설치하고 해남 화원농협 김치공장으로 이동하여 시운전 한 결과 몇 가지 개선점이 도출되었다.
1 차 시운전은 10 톤 생산 규모의 절임장치를 설계하여 반쪽만 5 톤 규모로 제작하여 수행하였다.
절임장치를 해남 화원농협 김치공장으로 이동시켜 가을배추의 절임시험을 수행한 결과 도출된 문제점은 다음과 같다.

1) 발전기 소음이 심하여 사람의 소리가 들리지 않는다.
2) 오일식 감압펌프에 염수가 흡입되어 오일이 튄다.
3) 천일염을 모터로 교반하여 포화염수를 2 톤 제조하는데 4 시간이나 소요된다.
4) 염수를 전기히터로 50 ℃까지 가열하는데 전기의 용량이 커서 발전기의 용량이 커진다.
5) 배추를 다듬고 쪼개어 배추망에 담고 2 망을 상하로 연결하는데 연결고리가 약하고 잘 망가진다.
6) 배추망을 절임조에 넣고 떠오르지 않게 고정하는 고정장치가 약하고 망을 넣고 꺼내는데 방해가 된다.
7) 호이스트로 절이고 뚜껑을 이동시켜 밀폐하는데 까다롭고 시간이 많이 소요된다.
8) 감압펌프를 가동시켜 감압과 해제를 반본하여 절이는데 예상보다 번잡하여 시간이 많이 소요된다.
9) 절인 후 호이스트로 배추를 망째로 꺼내어 세척하고 하부망을 떼어내는데 매우 어렵다.

10) 배추절임장치를 견인하여 화원농협 김치공장으로 이동 시 바람의 저항으로 창문의 유리가 파손되었다.

나. 이동식 배추절임장치의 개선방안

1) 배추절임장치를 트랙터로 견인하여 이동시 바람의 영향이 적도록 윙바디를 설치한다.
2) 염수가열은 석유버너식으로 하고 전기는 모터와 호이스트 및 조명용으로 하여 발전기 용량을 최소화한다.
3) 모터펌프와 밸브 작동을 자동화 하고, 오일식 감압펌프에 염수가 흡입되지 않도록 감압관을 절임조 뚜껑에 연결 설치한다.
4) 소금용해조를 2 배로 키우고 소금용해조에 염수여과장치를 설치한다.
5) 염수조절조에 채운 염수의 수위를 알 수 있도록 수위계를 설치한다.
6) 배추망은 하나의 통짜로 하고 호이스트의 부하를 줄이기 위해 2 입방미터의 크기로 대형화한다.
7) 배추망 작업장에서 배추망을 호이스트로 수직으로 들어 올릴 수 있도록 빔을 접이식으로 하여 이동시 접고 작업 시 펼 수 있도록 설치한다.
8) 배추망 고정장치를 튼튼하고 편리하게 다시 고안하여 설치한다.
9) 뚜껑을 힌지고정식으로 하고 유압식으로 개폐한다.
10) 절임압력이 550 torr까지 내려가도 뚜껑이 변형되지 않도록 스테인리스로 재질로 한다.
11) 세척 정선조는 별도의 차량트레일러로 분리하여 생산성을 높이고 김치의 HACCP 규정을 충족할 수 있도록 한다.

제3절 이동식 배추절임장치의 개선

화원농협 김치공장 현장적용시험에서 발견된 문제점들을 종합 분석하여 개선점을 도출하고, 시작품으로 제작한 이동식 배추절임장치를 현장에서 실용화할 수 있도록 개선 및 보완하여, 2 년차에 나머지 반쪽분을 제작하였다.

1. 이동식 배추절임장치의 개선안 채택

1 차년도에 도출된 개선안 중에서 주어진 예산으로 개선 가능한 사항을 채택하여 2 차년도설계제작하였다.

가. 이동식 배추절임장치의 개선 제작

1) 감압관을 절임조 뚜껑에 설치하여 염수가 펌프로 흡입되지 않도록 개선하였다. <사진 17>

2) 소금용해조에 염수여과장치를 설치하여 염수의 수명을 향상시켰다.

3) 배추망은 통짜로 대형화하고 절임조도 대형화하여 생산성을 높였다. <사진 18>

4) 빔을 접철식으로하여 이동 시 접고 작업 시펼 수 있도록 설치하여 작업의 편리성을 높였다. <사진 19>

5) 배추망 고정장치를 모서리에 튼튼하고 편리하게 제작하였다. <사진 20>

6) 뚜껑을 힌지고정식으로 하고 유압식으로 개폐하여 작업이 편리하면서도 안전하게 하였다 <사진 21>

7) 뚜껑을 스테인레스로 하고 안쪽으로 굴곡지게 제작하여 안전도를 높였다.

8) 절임조 측면에 표시창을 달아 염수의 높이를 관찰할 수 있도록 하였다. <사진 22>

9) 절임조의 벽면을 안으로 굴곡지게 하여 감압 시에도 휨현상이 발생되지 않도록 하였다. <사진 23>

나. 이동식 배추절임장치의 개선 요망사항

이번 연구에서 개선하지 못한 요구사항은 다음과 같다.

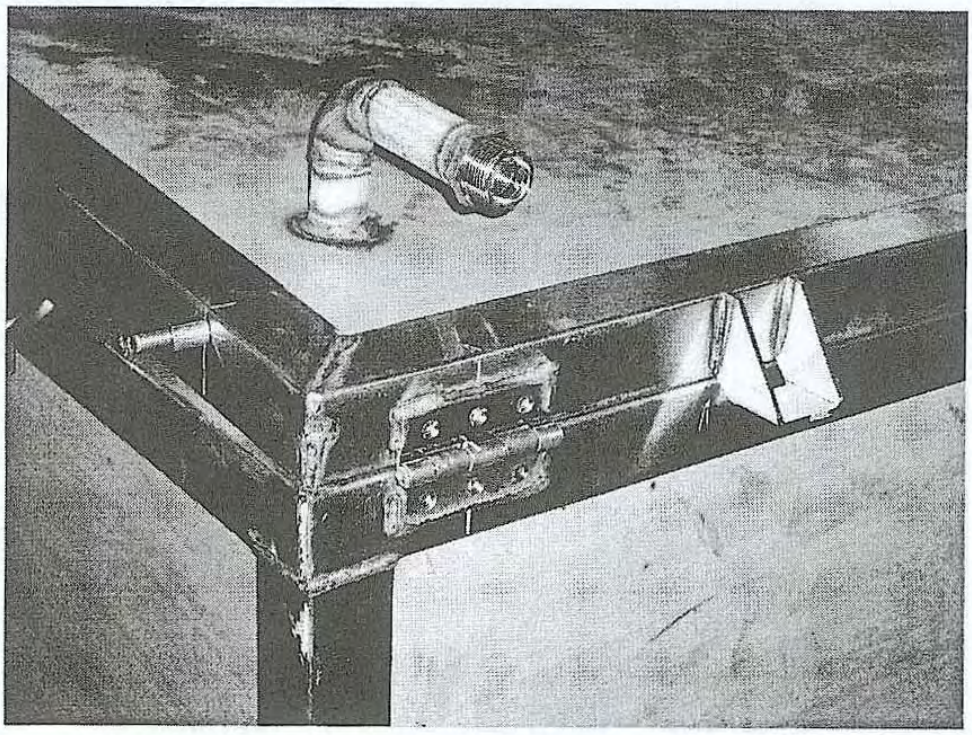
1) 염수가열을 버너 가열식으로 하여 발전기용량을 최소화 한다.

2) 이동식 배추절임장치로 생산한 절임배추를 세척정선 냉각할 수 있는 차량을 별도로 구비한다.

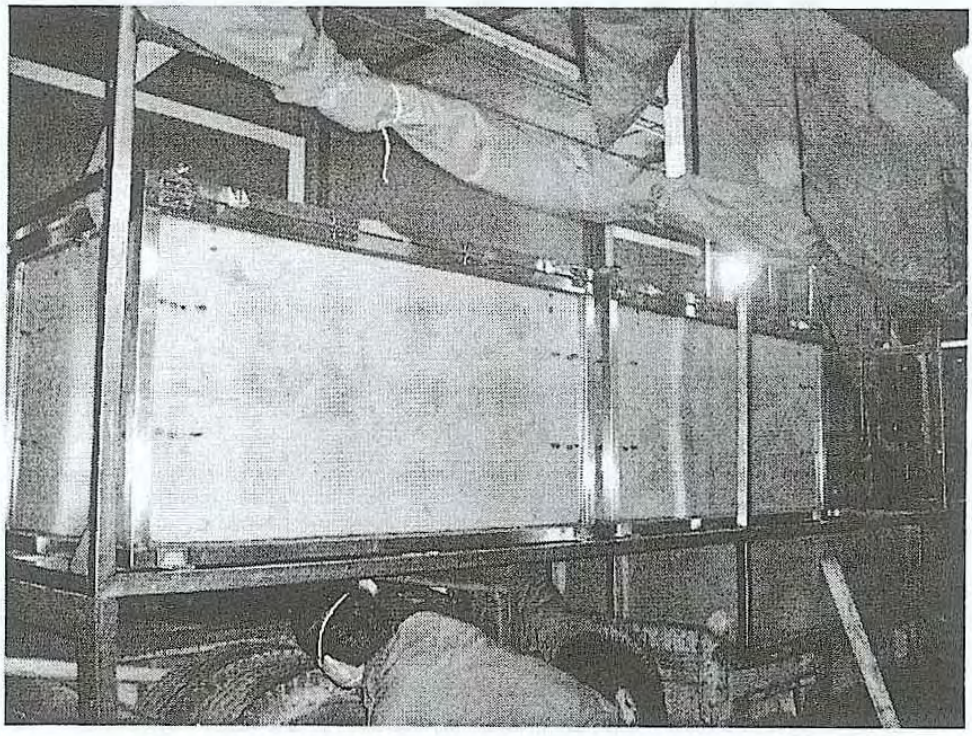
3) 배추망을 2 입방미터의 크기로 대형화 하였으나<사진 20> 차후에는 더 크게 (1,500×1,500×1,000)하여 생산성을 높인다.

4) 외장을 웡바디로 제작하여 이동 시 변형을 방지하고 안전하게 한다.

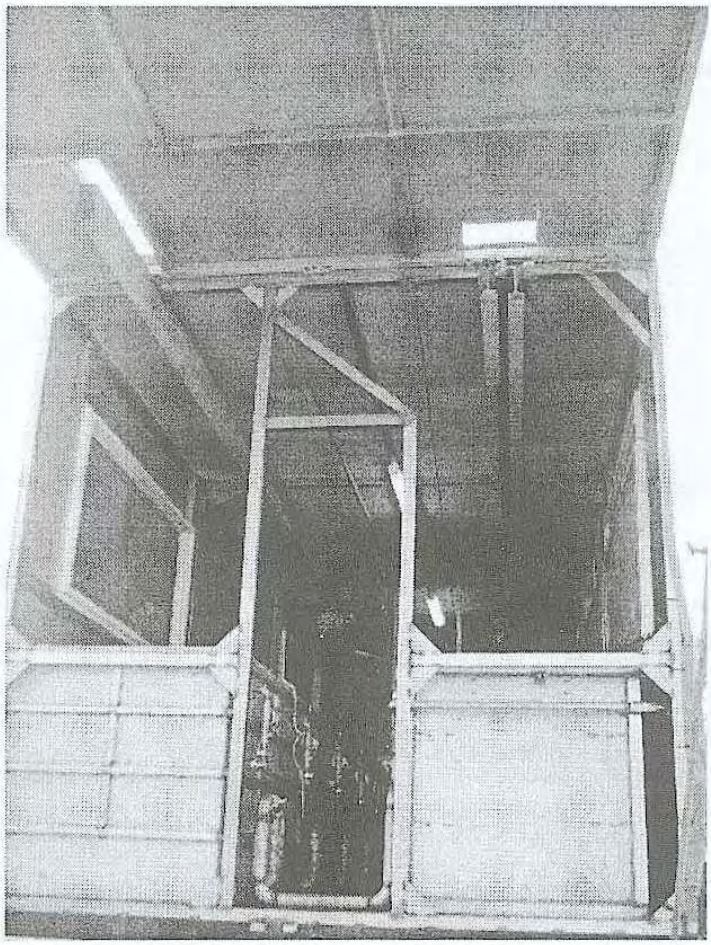
5) 소금용해조의 규모를 키우고 여과장치를 설치하여 염수의 품질을 장기간 유지시킨다.



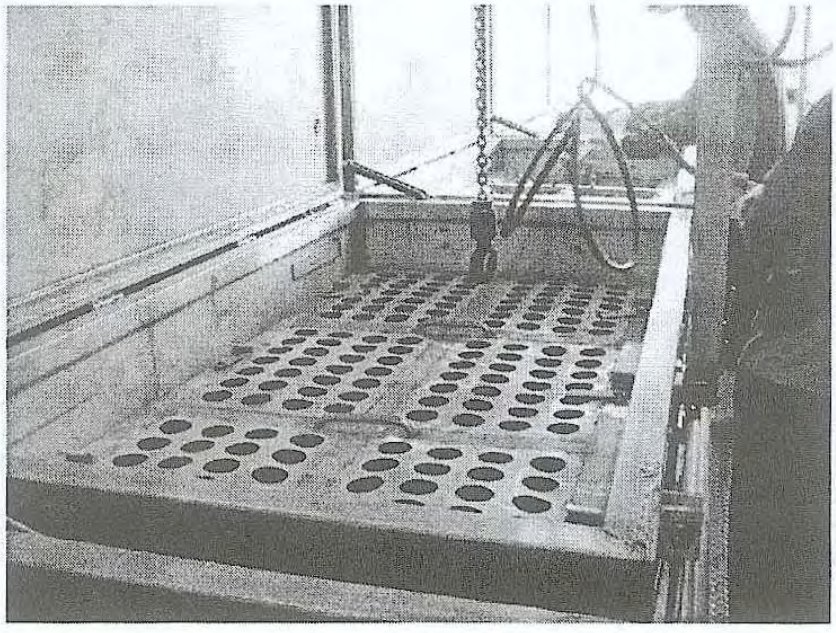
<사진 17> 이동식 배추절임장치의 뚜껑에 설치한 감압관



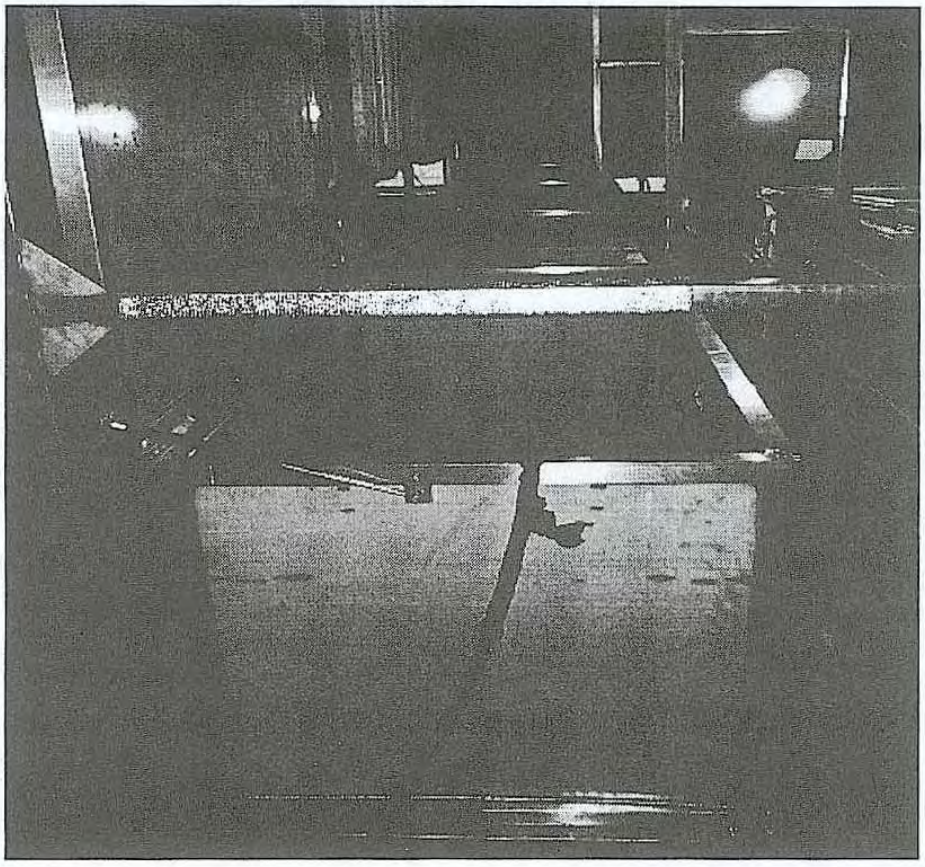
<사진 18> 이동식 배추절임장치의 절임조 대형화



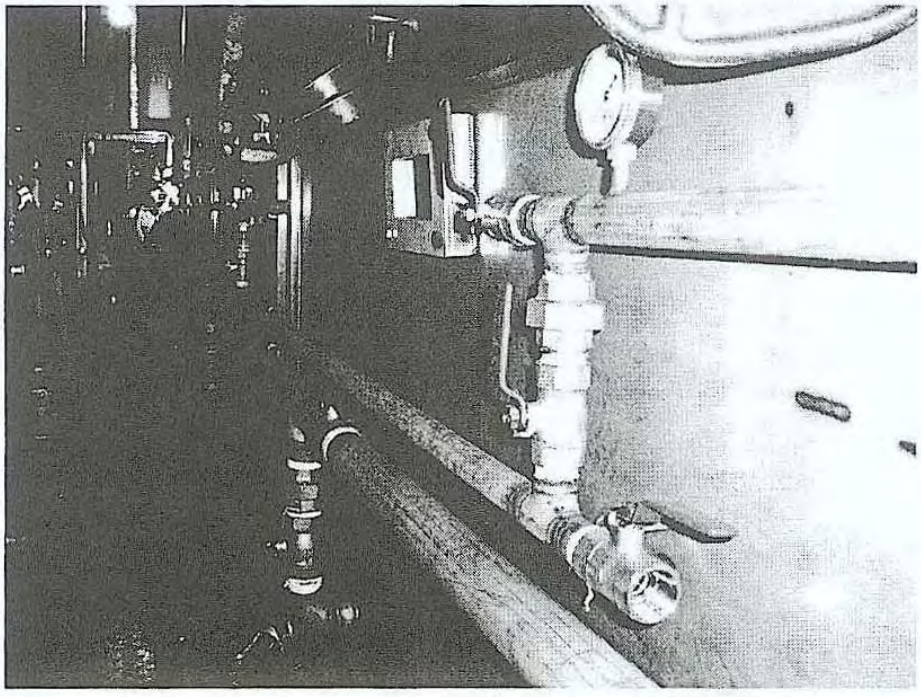
<사진 19> 접철식 호이스트 빔 (오른쪽 2 차분)



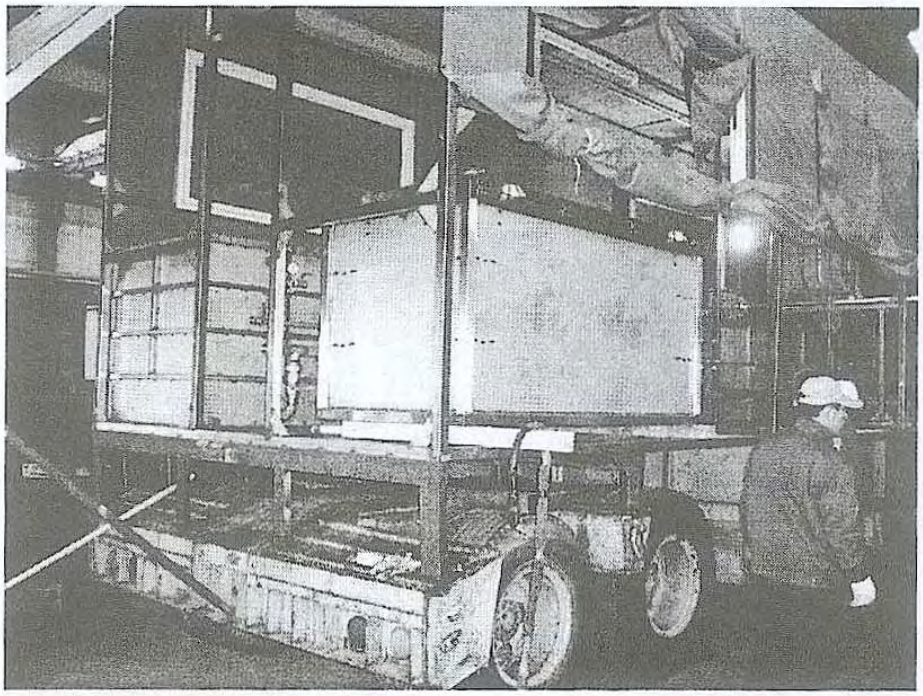
<사진 20> 배추망 고정장치



<사진 21> 이동식 배추절임장치의 유압개폐식 뚜껑



<사진 22> 이동식 배추절임장치의 측면 표시창



<사진 23> 이동식 배추절임장치의 1차 제작분과 2차 개선제작분

2. 이동식 배추절임장치의 2차 시운전

가. 이동식 배추절임장치의 이동

1 차년도 시운전결과 도출된 개선사항을 반영하여 개선하기로 결정한 사항을 실제 트레일러 위에 제작설치하기 위하여 이동식 트레일러절임장치를 다시 서울로 견인하여 2 차분을 제작하였다. 제작한 절임장치를 다시 해남화원농협 김치공장으로 견인하여 2 차 시운전을 수행하였다.

2 차 현장 시운전은 해남 화원농협 김치공장 마당에다 이동식 절임장치를 설치하고 월동배추를 대상으로 수행하였다.

나. 이동식 배추절임장치의 2차 현장 시운전 조작

1) 작업 소요인력

시운전 결과를 바탕으로 작업소요인력을 산정하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 이동식 배추절임장치의 작업소요인력(1일 3교대)

(명)

구 분	주간작업	저녁작업	야간작업	총소요인력	비고
작업시간	0900-1800	1800-0100	0100-0900	24시간	
배추다듬기, 쪼개기, 망담기	1/2	1/2	0	1	
감압절임(호이스트 밸브조작)	2(1)	2(1)	2(1)	6(3)	
세척 및 정선	1	1	1	3	
포장 및 냉각	1/2	1/2	0	1	
계	4(3)	4(3)	3(2)	11(8)	

주1) ( )는 절임공정을 추가로 자동화할 경우 예상소요인력임.

이 때 배추를 다듬고 쪼개어 망에 담는 작업과 포장 및 냉각작업은 주간과 저녁에만 실시하고 감압절임과 세척 및 정선작업은 24 시간 실시한다.

만약 배추절임장치를 자동화하면 감압절임장치 조작인력이 1 명으로 줄어들 수 있으므로 2 열 작업 시에도 16 명(8 명×2 열)으로 1 일 10 톤의 절임배추를 생산할 수 있을 것이다. 그리고 세척과 정선은 김치공장에 공급할 시에는 필요 없으나 유통센터로 공급 시에는 꼭 필요하고, 이에 대한 연구는 현행 3 단 세척기를 간소화하여 트레일러 위에 설치하고 세척, 정선, 탈수를 수행 할 수 있는 장치가 개발되어야 하겠다.

2) 생산시간표

이동식 배추절임장치의 절임조별 작업시간을 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 이동식 배추절임장치의 절임배추 생산시간표 (절임 시작 시각)

절임회수	절임조 1	절임조 2	절임조 3	절임조 4	절임조 5
1	09:00	09:50	10:40	11:30	12:20
2	13:10	14:00	14:50	15:40	16:30
3	17:20	18;10	19:00	19:50	20:40
4	21:30	22:20	23:10	24:00	00:50
5	01:40	02:30	03:20	04:10	05:00
6	05:50	06:40	07:30	08:20	09:10
7	10:00	10:50	11:40	12:30	13:20

절임조 당 1 회 절임시간 4 시간과 지연시간(lag time) 10 분으로 겹치는 시간이 없어 호이스트의 부하가 고르게 분산되었다. 절임 중간에 망을 꺼내고 넣는 것은 총 절임시간 중에 호이스트를 이동하여 할 수 있으나, 절임배추의 세척에는 별도의 호이스트가 필요하였다.

절임조1의 경우 09:00에 1 회 절임이 시작되어 4 시간 후인 13:00에 절임작업이 완료되고 2 회 절임이 13:10에 시작된다. 그리고 5 회 절임이 01:40에 시작되어 05:40에 종료된고, 6 회 절임은 055:0에 시작되어 09:50이 되어야 종료되므로 실질적으로 절임조당 1 일 5 회 절임은 충분하고 6 회 절임은 불가능하다.

절임조2는 절임조1보다 50 분 늦은 09:50에 1 회 절임이 시작되어 5 회 절임이 06:30에 종료되고, 같은 방법으로 절임조5는 1 회 절임이 12:20에 시작되어 5 회 절임이 익일 09:00에 종료된다.

한 개의 배추망 당 140 포기의 배추가 들어가고 2 인이 1 시간당 140 포기(1 망분)의 배추를 다듬고 쪼개어 망에 담을 수 있으므로 12인 이 8 시간 작업으로 48 망을 작업할 수 있다.

결과적으로 절임조 10 개로 1 일 50 망을 절일 수 있고 망 당 252 kg의 절임배추가 생산되므로 이론상 이동식 배추절임장치로 1 일 12.6 톤의 절임배추를 생산할 수 있다.

절임배추의 생산수율은 통배추를 다듬고 쪼개는 공정에서의 다듬기수율 70 %(2.0 kg/3.0 kg)와 절임수율 90 %(1.8 kg/2.0 kg)를 합하여 63 %(70 %×90 %)로 계산하였다.

제4절 이동식 배추절임장치의 자동화성능 평가

1. 자동화의 기본개념

이동식 배추절임장치의 자동화는 경제성 및 실용성을 감안하여 작업분석을 통하여 반 자동화의 수준을 기본으로 하였다.

2. 작업분석

1) 견인이동

이동식 배추절임장치는 콘테이너 위에 설치된 일종의 특장차로서 그 이동은 전용 차량을 사용하는 경우와 현장에서 트랙터로 견인할 수 있다.

2) 전기공급

배추절임장치는 근본적으로 전기로 작동되므로 전기 공급원이 필요한데 본 장치에는 자체 발전기를 설치하였다. 디젤로 작동되는 발전기를 사용하였으며 그 용량은 장치의 크기에 따라

조절할 수 있다.

3) 소금용해

절임용 염수 제조를 위하여 소금을 용해하는데 염수 용해조에 가열과 교반 장치를 부착하였다. 염의 용해는 온도가 올라갈수록 증가하고 역시 교반에 의하여 용해속도가 촉진된다. 교반 장치는 전기 모터를 사용하여 반 자동화하였다.

4) 배추다듬기

배추를 다듬는 작업은 작업자의 수작업에 의하여 칼과 도마를 사용하여 이루어진다. 이 과정은 일반적인 배추 절임공정의 자동화의 난제로서 본 연구에서도 수작업으로 행하며 차후에 경제성 및 수요성에 따라 자동화가 이루어질 것으로 본다.

5) 배추쪼개기

배추를 쪼개는 작업은 작업자의 수작업에 의하여 칼을 사용하여 이루어진다. 이 과정은 일반적인 배추 제조공정의 자동화의 난제로서 본 연구에서도 수작업으로 행하며 차후에 경제성 및 수요성에 따라 자동화가 이루어질 것으로 본다.

6) 망담기

본 장치를 사용하여 배추를 절이기 위해서는 먼저 망에 배추를 담아야 하는데 수작업으로 이루어진다. 이 과정은 자동화가 충분히 가능하나 차후에 경제성 및 수요성에 따라 자동화가 이루어질 것으로 본다.

7) 망이동

배추가 담아진 망을 이동하기 위하여 호이스트를 설치하였다. 호이스트의 작동은 제어 패널상에서 이루어지지 않고 일종의 이동식 누름판의 버튼을 작업자가 조작하여 호이스트를 작동하는 반 자동화된 장치라 할 수 있다.

8) 망고정

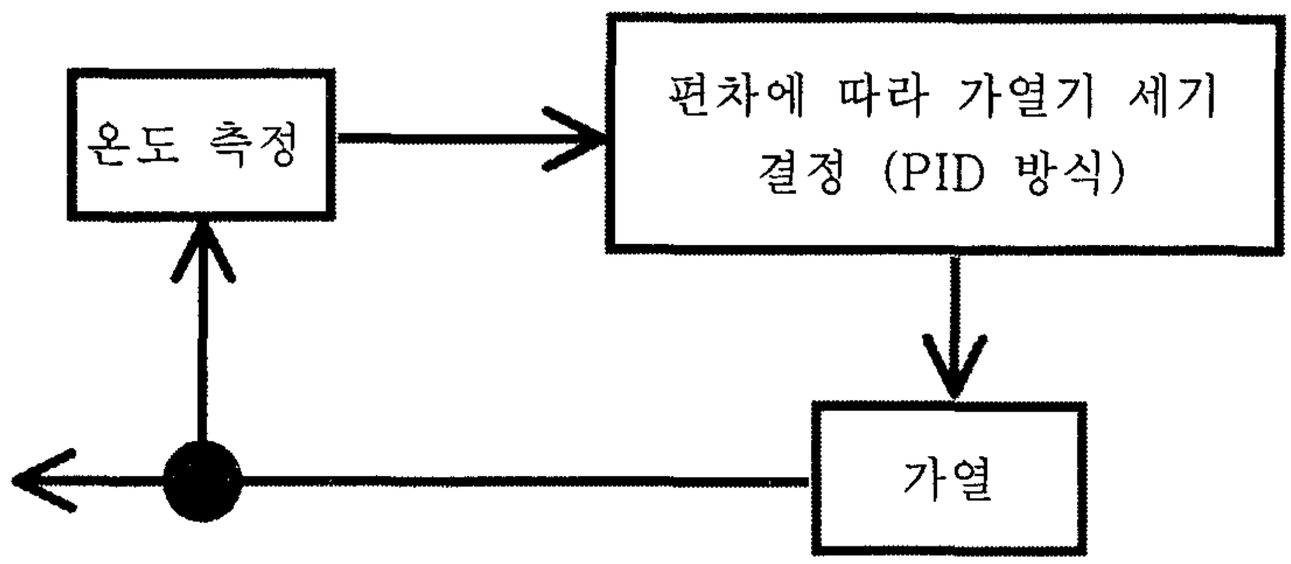
본 장치를 사용하여 배추를 절이기 위해서는 배추가 담긴 망을 고정하야 하는데 고정봉을 사용한 수작업으로 이루어진다. 이 과정은 자동화가 충분히 가능하나 차후에 경제성 및 수요성에 따라 자동화가 이루어질 것으로 본다.

9) 뚜껑닫기

본 장치를 사용하여 배추를 절이기 위해서는 배추가 담긴 망의 뚜껑닫기 과정이 필요한데 탈착식 호이스트를 사용한 수작업으로 이루어진다. 이 과정은 반 자동화의 수준으로서 자동화가 충분히 가능하나 차후에 경제성 및 수요성에 따라 자동화가 이루어질 것으로 본다.

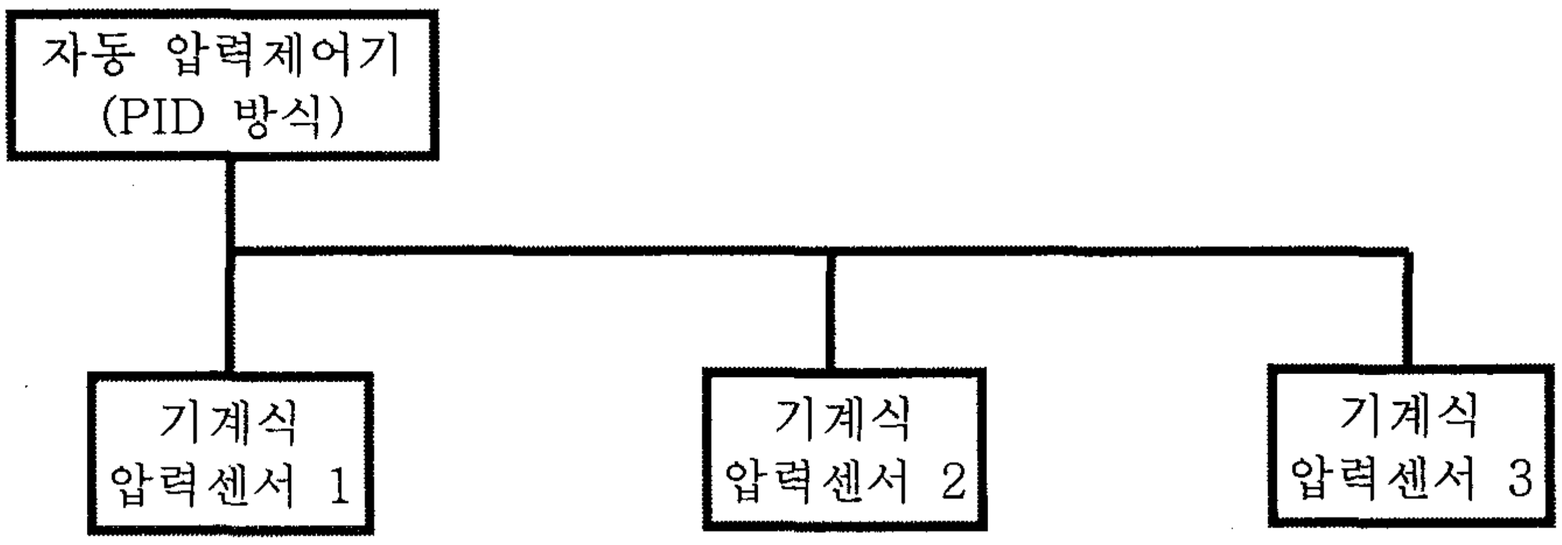
10) 염수가열

염수의 제조를 위하여 전기가열기와 자동온도제어기를 설치하였다. 가열기는 일반 저항식 가열기를 사용하였으며, 온도자동조절기로 feedback PID 방식의 디지털 제어기를 부착하였다. 사용된 PID 자동온도조절기는 자체 auto-tuning의 기능을 갖고 있어서 온도 제어의 신속성과 정확성을 높이기 위한 P, I, D 제어 상수값을 자동으로 설정할 수 있다.



11) 감압도조절

본 절임장치의 차별화된 기능은 저압하에서 반복하며 절임하는 것이다. 이 작동을 위하여 절임조의 감압도를 조절할 수 있는 자동화 장치를 부착하였다. 장치는 크게 두 부분으로 구성하였는데 진공도 조절제어기 및 전자식 압력센서와 각 염수조에 부착된 기계식 압력센서를 설치하여 압력 제어의 효율을 높이고자 하였다.



상기의 도표에서 보면 압력계기는 자동 압력제어기의 패널에 설치되어 있는데 각 단위 수조에서 패널의 압력을 읽기에 매우 어려움이 있어 각 수조에 작업자의 압력관찰을 위한 기계식 압력센서를 추가로 설치하였다. 작업 결과 매우 효율적인 시스템으로 관찰되었다.

12) 배추망입출

본 장치를 사용하여 배추를 절이기 위해서는 배추가 담긴 망의 수조에 입출 과정이 필요한데 호이스트를 사용한 수작업으로 이루어진다. 이 과정은 반 자동화의 수준으로서 자동화가 충분히 가능하나 차후에 경제성 및 수요성에 따라 자동화가 이루어질 것으로 본다.

13) 배추세척

본 장치를 사용하여 배추를 절이기 위해서는 망 안의 배추를 세척하는데 호이스트를 사용한 수작업으로 이루어진다. 이 과정은 반 자동화의 수준으로서 자동화가 충분히 가능하나 차후에 경제성 및 수요성에 따라 자동화가 이루어질 것으로 본다.

14) 배추꺼내기

본 장치를 사용하여 배추를 절이기 위해서는 망 안의 배추를 꺼내는 과정이 하부문의 개별 열기로 수작업에 의하여 이루어진다. 이 과정은 반 자동화의 수준으로서 자동화가 충분히 가능하나 차후에 경제성 및 수요성에 따라 자동화가 이루어질 것으로 본다.

15) 정선, 냉각, 포장, 출고

절임이 끝난 배추는 작업자가 칼로 정선하고 냉각실로 운반하여 최종 포장하고 출고한다. 정선하는 과정은 자동화가 어렵지만 냉각실로 이동은 경제성 및 수요성에 따라 자동화가 가능하다. 포장은 PE와 골판지로 수작업을 처리되나 이 또한 경제성 및 수요성에 따라 더 효율적

인 동화가 가능하다.

3. 자동화 성능 평가

상기와 같이 자동화된 장치의 성능 평가를 기반으로 하고 도출된 개선방안을 정리한 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 이동식 배추절임장치의 자동화 성능 평가

번호	주요 공정	현상태	자동화 성능	개선방안	비고
1	견인이동	트랙터 견인 차호루 외장	상 하	현행유지 윙바디로 개선	
2	전기 공급	자체 발전기	상	소형화하여 현해유지	소음
3	소금용해	모터회전교반	상	현행유지	
4	배추다듬기	칼과 도마 수작업	하	현행유지	
5	배추쪼개기	칼로 수작업	하	2절기 설치와 칼작업	
6	망담기	수작업	하	현행유지	
7	망이동	호이스트	중	망의 흔들림 최소화	
8	망고정	고정봉	하	현행유지	
9	뚜껑닫기	탈착식 호이스트와 손	중	고정식 유압개폐식	
10	염수가열	전기가열	상	석유버너식으로 변경	
11	감압도조절	압력자동조절	중	감압시간조절도 자동화	
12	배추망입출	호이스트 수작업	중	호이스트 작동 자동화	
13	배추세척	망째 호이스트로	상	현행유지	
14	배추꺼내기	하부문 개별 열기	하	하부문 한꺼번에 열기	
15	정선	칼과 수작업	하	현행유지	
16	냉각	냉각실 수작업이동	중	상자 컨베이어 이동	
17	포장	PE와 골판지 수작업	하	현행유지	
18	출고	번호 수작업 부착	하	현행유지	

이동식 배추절임의 전체 18 개 공정 중 9 개가 수작업이었고, 반 자동이 4 개였으며 자동화는 5 개였다.

반 자동공정 4 개는 완전자동으로 개선하고 수작업공정 9 개 중 3 개는 자동화하며 6 개 공정은 당분간 현행을 유지하기로 하였다.

제5절 절임배추 생산관리지침 구축

1. 생산관리지침 구축의 기본개념

이동식 절임 시스템의 직무명세서(job specification)을 완성하였다. 직무명세서를 구성하는 각각의 작업명세서(task specification)은 작업요소(task elements), 작업표준(task performance standard: minimum), 작업교육자료(task training data)로 완성하였다. 작업교육자료는 실습(practice), 안전 및 보건(safety & hygiene), 전문지식(technical knowledge), 일반이론(general theory), 도표자료(graphic information)으로 완성하였다. 또한 작업자의 현장 관리를 위한 작업메뉴얼을 완성하였다.

2. 직무명세서

가. 직무 기술

소금 용액을 가열하여 일정한 염도의 염수를 만들고 일정한 압력 스케줄에 따라 배추를 감압절임을 하고 절임배추는 세척과 정선을 하고 염수는 다시 순환시켜 일정한 염도를 맞추도록 용해 과정을 거치는 작업을 하는 자

나. 작업 일람표

1) 염수 제조하기:

중요도: 중요, 난이도: 보통, 빈도: 자주

2) 감압절임:

중요도: 매우중요, 난이도: 어려움, 빈도: 자주

3) 세척하기:

중요도: 중요, 난이도: 보통, 빈도: 자주

4) 정선하기:

중요도: 중요, 난이도: 보통, 빈도: 자주

5) 염수의 농도 재조정하기:

중요도: 매우중요, 난이도: 보통, 빈도: 자주

다. 입직 초기조건 및 특기사항

배추는 크기가 균일한 것이 감압절임조에 투입하는데 좋다. 감압조건에 따라 처리시간 및 절임배추의 품질이 크게 좌우된다.

3. 작업명세서

가. 작업명: 염수 제조하기

1) 특기사항: 배추를 절이기 위하여 염수를 제조하는 과정으로 염수의 용해를 높이기 위하여 교반기와 히터가 부착된 용해조를 사용한다. 만들어진 염수는 다시 큰 염수조로 수송된다.

2) 작업요소

1단계: 물을 용해조로 공급하고 가열한다.

2단계: 소금을 공급하고 교반을 시작한다.

3단계: 염수조로 수송한다.

JOB SPECIFICATION

JOB DESCRIPTION											
LIST OF TASKS		Importance			Difficult			Frequency			
No.	TASKS	Very Importance	Importance	Regular	Difficult	Regular	Easy	Often	Regular	Sometimes	
ENTRY REQUIREMENTS & NOTES											

TASK SPECIFICATION

TASK TITLE		Task No.	
QUALIFYING NOTES			
TASK ELEMENTS			
TASK PERFORMANCE STANDARD : Minium			
MATERIALS & EQUIPMENTS	1.Materials		
	2. Tools		
	3. Machines		

TASK ELEMENTS No.	TASK TRAINING DATA	TASK No.
	PRACTICE	
	SAFETY & HYGIENE	
	TECHNICAL KNOWLEDGE	
	GENERAL THEORY	
	APPLIED CALCULATION	
	GRAPHIC INFORMATION	

3) 작업표준

온도와 교반을 최적화하여 염수 제조의 속도를 높일 수 있다.

4) 작업에 요구되는 사항

가) 재료: 소금, 물

나) 공구: 염도 측정계, 온도계, 유량계

다) 기계: 용해조, 열교환기, 교반기, 펌프

5) 교육자료

가) 실습: 소금과 물을 배합하여 일정한 염도의 염수를 제조하는 방법을 반복 실습한다.

나) 안전 및 보건: 염수에 의한 부식을 방지

다) 전문지식: 염도계산법, 용해도 계산법

라) 일반이론: 열교환기 및 교반기 사용법 및 원리

마) 응용수학: 대수

나. 작업명: 감압절임

1) 특기사항: 염수에 배추를 절이는 과정으로 절임 속도와 배추의 염도를 조절하기 위하여 최적의 압력스케줄을 적용한다. 압력스케줄은 시간경과에 따른 압력의 세기 등으로 구성된다.

2) 작업요소

1단계: 함침조의 배추망에 배추를 공급한다.

2단계: 함침조에 염수를 공급한다.

3단계: 일정한 감압을 유지한다.

4단계: 감압을 해제한다.

5단계: 일정시간 후에 염수에 잠긴 배추망을 상하로 들어 올리고 내리는 과정을 반복한다.

6단계: 다시 감압을 유지한다.

7단계: 상기 과정을 반복한다.

8단계: 배추를 꺼내고, 염수는 재순환 시킨다.

3) 작업표준

압력과 그 유지 및 해제 시간을 최적화하여 절임 속도를 높일 수 있다. 또한 절임 배추의 품질을 최대로 유지할 수 있다.

4) 작업에 요구되는 사항

가) 재료: 배추, 염수

나) 공구: 압력계, 타이머, 호이스트

다) 기계: 감압절임조, 배추망, 감압펌프, 펌프

5) 교육자료

가) 실습: 압력과 그 유지 및 해제 시간을 조절하여 절임속도와 절임배추의 품질을 유지할 수 있는 방법을 반복 실습한다.

나) 안전 및 보건: 감압펌프에 작업자의 신체나 작업복의 말림을 주의, 호이스트 및 배추망의 조작시 주의, 염수에 의한 부식 방지

다) 전문지식: 감압함침이론, 배추 염도 계산법

라) 일반이론: 감압펌프의 사용법 및 원리

마) 응용수학: 대수

다. 작업명: 세척하기

1) 특기사항: 절임 배추를 물로 세척한다. 세척된 절임배추는 정선조로 보내진다.

2) 작업요소

1단계: 물을 세척조로 공급한다.

2단계: 절임배추를 공급하고 세척을 시작한다

3단계: 정선조로 수송한다.

3) 작업표준

세척 조건을 최적화하여 생산 속도를 높일 수 있다.

4) 작업에 요구되는 사항

가) 재료: 절임배추, 물

나) 공구: 수작업 소요 부품

다) 기계: 세척조

5) 교육자료

가) 실습: 절임배추와 물을 배합하여 세척하는 방법을 반복 실습한다.

나) 안전 및 보건: 염수에 의한 부식을 방지

다) 전문지식: 염도계산법

라) 일반이론: 세척기의 사용법 및 원리

마) 응용수학: 대수

라. 작업명: 정선하기

1) 특기사항: 절임배추 중 이물질을 선별한 후 이동식절임장치에서의 가공 단계를 종료한다.

2) 작업요소

1단계: 절임배추를 수작업으로 이물질을 제거한다.

2단계: 이동식절임장치로부터 출하한다.

3) 작업표준

이 물질의 선별 기술을 최적화하여 생산 속도를 높일 수 있다.

4) 작업에 요구되는 사항

가) 재료: 절임배추, 물

나) 공구: 수작업 소요 부품

다) 기계: 정선조

5) 교육자료

가) 실습: 절임배추에서 이물질을 제거하는 방법을 반복 실습한다.

나) 안전 및 보건: 염수에 의한 부식을 방지

다) 전문지식: 염도계산법

라) 일반이론: 정선의 원리

마) 응용수학: 대수

마. 작업명: 염수농도 재조정하기

1) 특기사항: 일단 절임에 사용되었던 염수를 재순환하여 일정한 염도로 다시 맞추어 절임에 재사용한다.

2) 작업요소

1단계: 감압절임조로부터 염수를 용해조로 재순환한다.
2단계: 염수의 염도를 측정하고 투입될 소금과 물의 양을 계산한다.
3단계: 소금과 물을 투입하여 용해시킨다.
4단계: 감압절임조로 투입하여 염수로 사용한다.

3) 작업표준

전 단계에서 사용된 염수를 재사용하고, 추가될 소금과 물의 양을 최적화하여 원가 절감의 효과를 높일 수 있다.

4) 작업에 요구되는 사항

가) 재료: 절임배추, 물
나) 공구: 수작업 소요 부품
다) 기계: 정선조

5) 교육자료

가) 실습: 염수의 염도를 측정하고 추가될 소금과 물의 양을 계산하는 방법을 반복 실습한다.
나) 안전 및 보건: 염수에 의한 부식을 방지
다) 전문지식: 염도계산법
라) 일반이론: 물질수지의 원리
마) 응용수학: 대수

제6절 이동식 배추절임장치의 위생관리지침 구축

1. HACCP plan 개발

가. HACCP 예비단계 모델 개발

Codex 지침에 따른 HACCP 적용순서 12단계 중 앞 5단계는 HACCP 7가지 원칙을 실행할 수 있게 하는 단계이므로 이를 HACCP의 예비단계라 한다. 본 연구에서는 이동식 배추절임사업의 실정에 맞도록 HACCP 품질경영메뉴얼을 개발하여 이를 토대로 모델을 개발하였다.

[모델 1] HACCP팀 편성

기능	이름	직책	편성이유
팀장	○○○	공장장	• 업무전반을 관장 • 절임배추 제조 경력 5년
팀원	○○○	생산과장	• 생산 담당 • 절임배추 생산 경력 5년
팀원	○○○	개발실장	• 식품 공학 전공 • 제품분석, 실험 및 개발 업무 • 식품회사 3년
팀원	○○○	영업과장	• 납품 및 고객관리 • 절임배추 관련 업무 2년
팀원	○○○	출고과장	• 주문 및 출고 담당 • 유통회사 관리 • 절임배추 관련 업무 3년
팀원	○○○	공무과장	• 시설, 장비의 설치, 보수 • 정비 및 유지 책임 • 공무 경력 3년

[모델 2] HACCP의 범위 및 목적

범위	절임배추, 포장 절임배추의 제공을 위한 원재료의 구매, 이동식 배추절임 및 운송
목적	품질 좋고 안전한 절임배추, 포장 절임배추의 생산

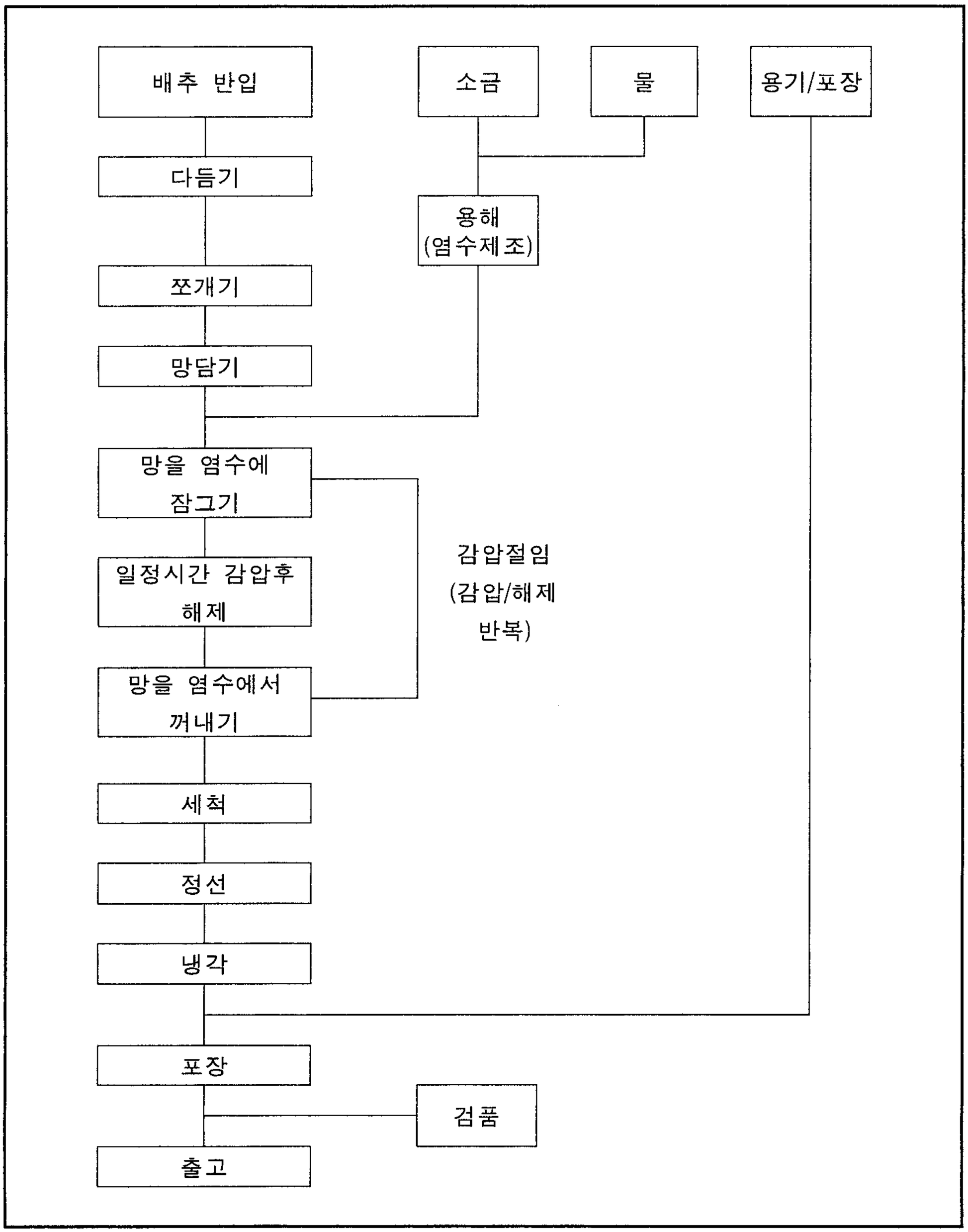
[모델 3] 제품기술과 / 소비자 사용의도 및 민감한 집단

제 품 명	절임배추	포장 절임배추
성 분	배추, 소금	배추, 소금
보 장 방 법	절임, 냉각	절임, 세척, 냉각, 포장
1 차 포 장	산물	25kg PE, 10kg PE
최 종 포 장	플라스틱 상자 1톤	플라스틱 상자 25kg, 골판지 10kg
저 장 조 건	냉장보관(0℃-10℃)	냉장보관(0℃-10℃)
분 배 방 법	냉장 탑차	냉장 탑차
제 품 수 명	24시간	3일
특별 라벨링	원산지(○○산 □□%)	원산지(○○산 □□%)
소 비 자 준 비 사 항	냉장 보관할 것	냉장 보관할 것

소비자 사용의도 및 / 민감한 집단

사용의도 및 소비자	일반대중, 즉석김치제조장 및 김치공장이 김치제조용으로
민감한 집단	없음

[모델 4] 공정도


배추 반입
다듬기
쪼개기
망담기
망을 염수에 잠그기
일정시간 감압후 해제
망을 염수에서 꺼내기
세척
정선
냉각
포장
출고
소금
물
용해 (염수제조)
감압절임 (감압/해제 반복)
검품
용기/포장

[모델 5] 공정설명

공정단계	작 업 내 용	비 고
배추반입	산물 또는 컨테이너 상자에 포장된 상태로 반입됨	
다듬기	칼로 겉잎과 뿌리를 제거하고 이물질을 제거함	
쪼개기	이절기 또는 칼로 반절하고 다시 중륵부를 10cm 절단함	
망담기	쪼갠 배추를 절단면이 위로 가게 하여 배추망에 차곡하게 쌓음	
소금용해	소금을 물에 녹여 포화염수를 제조함	
감압절임	배추망을 호이스트로 들어올려 절임조에 넣고 떠오르지 않도록 고정한후 가열된 염수를 배추가 잠기도록 주입하고 뚜껑을 닫은 다음 감압하여 절임. 상기와 같은 과정을 반복함. 절임배추는 김치공장으로 운송함	
세척	포장 절임배추는 절임배추를 망째로 들어 올려 체척조에서 망째로 세척함.	
정선	세척한 배추를 정선조에 쏟고 칼로 정선하여 탈수상자에 쌓아 탈수함	
냉각	포장한 절임배추를 냉각실에서 냉각함	
포장	정선, 냉각, 탈수한 배추를 컨테이너 상자 또는 골판지 상자에 담긴 PE봉투에 차곡히 쌓고 끈으로 묶음	
검품	중량과 일련번호를 검사함	
출고	냉장 탑차로 출고	

나. HACCP 7가지 원칙에 따른 HACCP 계획서 개발

1) 위해요소 분석 모델

식품을 안전하지 못하게 하는 위해요소 평가는 자연과학적 분석 실험결과로만 할 수 있는 것은 아니다. 무엇보다도 우선할 수 있는 것은 HACCP팀의 현장 경험이나 지식이다.

HACCP 시스템이 최종식품을 검사하여 검사결과를 가지고 귀납적 방법으로 식품이 안전하지 못하다고 판정하는 것으로서는 식품의 안전성을 확보할 수 없었기 때문에 HACCP 시스템이 태동되었다. 그래서 실무자로 구성된 HACCP팀이 자사의 전 공정을 분석하여 이들 공정에서 발생할 수 있는 모든 잠재적 위해요소를 팀활동으로 빠짐없이 도출해 내고, 이들 위해요소 중 관리하지 않으면 소비자에게 위해를 유발할 수 있는 가능성이 있는 공정을 설정하고 그 위해요소의 심각성을 식별하는 방법을 개발한 것이다.

본 연구자들의 절임배추 제조공정 중의 위해요소 분석을 위해요소 분석작업표를 사용하여 [모델 6]과 같이 실시하였다.

2) 중요관리점 식별 모델

[모델 6]의 위해요소 분석표에서 심대한 위해요소가 있고 예방책이 있는 원료반입, 정선, 열처리, 냉각공정을 CCP결정도표를 사용하여 위해요소를 평가한 결과와 최종 작성된 HACCP 계획서는 [모델 7] [모델 8]와 같다. CCP를 결정할 때 고려된 구체적인 사항은 아래와 같았다.

가) 배추구매

(1) 평가내용 :

(가) 배추 및 소금의 입고대장기록을 관리하고 있으며, 검사관리기준에 의하여 공급업체에 대해 검사성적서를 제출요구, 또는 자체검사로 승인된 공급처를 유지/관리하고 있는가?

(나) 포장재, 기구 및 용기 등 부자재를 공급하는 공급업체에 대해 검사성적서 제출요구, 또는 자체검사로 승인된 공급처를 유지/관리하고 있는가?

[모델 6] 위해요소분석 작업표

(1) 성분/공정단계	(2) 이 단계에서 유입되거나 관리되거나 늘어나는 잠재 위해의 식별		(3) 잠재 위해요소가 식품안전에 중대한가? (Yes, No)	(4) 3번 항에 대한 이유	(5) 중대 위해요소 를 예방하기 위해 적용할 수 있는 예방책	(6) 이 단계가 중요 관리 점인가? (Yes, No)
배추반입	생물학적	병원성세균유입	No		SSOP로 관리	
	화학적	잔류농약	Yes		배추겉잎다듬기	No
	물리적	이물질유입	No		SSOP로 관리	
소금용해	생물학적	–				
	화학적	중금속함유	Yes	유해중금속함량	소금산지확인	No
	물리적	플라스틱조각	Yes	이물혼입	SSOP로 관리	No
배 추 다 듬 기	생물학적	기생충란	No	인체무해	세척 정선	
	화학적	–				
	물리적	이물질유입	Yes		SSOP로 관리	
쪼개기	생물학적	–				
	화학적	–				
	물리적	–				
망담기	생물학적	–				
	화학적	–				
	물리적	–				
감압절임	생물학적	–	No		SSOP로 관리	
	화학적	염수조성물	Yes	유해물질용해	SSOP로 관리	No
	물리적	–	No		SSOP로 관리	
세척	생물학적	세척수오염	No		SSOP로 관리	
	화학적	중금속오염	No		SSOP로 관리	
	물리적	이물질유입	Yes		SSOP로 관리	No
정선	생물학적	병원성세균 유입	Yes		재세척	Yes
	화학적	–				
	물리적	이물질유입	Yes		모자착용	Yes
냉각	생물학적	병원성세균 증식	Yes	상온증식	냉장실예방정비로 관리	Yes
	화학적	–				
	물리적	–				
포장	생물학적	–				
	화학적	–				
	물리적	–				

(2) 관리기준 :

(가) 배추 및 소금 관리기준 ; 공급업체의 제출기록 확인, 숙련자의 육안검사

(나) 승인된 공급처 유지 ; 검사성적서 확인, 과거의 거래실적/기록 확인

나) 다듬기

(1) 평가사항 :

배추의 다듬기는 적절히 관리되고 있는가?

(2) 관리기준 :

(가) 겉잎과 뿌리의 제거정도 ; 기록 확인

(나) 이물질 부착정도 ; 육안검사

다) 쪼개기/망담기

(1) 평가사항 :

(가) 배추를 반으로 쪼개고 중륵부를 추가로 쪼갰는가?

(나) 쪼갠배추를 배추망에 절단면이 위로 가도록 차곡히 쌓았는가?

(다) 배추망을 잠갔는가?

(2) 관리기준 :

쪼개기, 담기 ; 육안확인

라) 소금용해

(1) 평가사항 :

(가) 사용수는 안전하고 위생적인가?

(나) 사용소금은 안전하고 위생적인가?

(다) 이물질 혼입은 없는가?

(2) 관리기준 :

(가) 이용수 관리지침 ; 확인

(나) 소금 관리지침 ; 준수여부 확인

(다) 육안검사

마) 감압절임

(1) 평가사항 :

(가) 사용하는 염수는 화학적 위해요소를 함유하고 있지 않은가?

(나) 사용하는 부재료는 사용기준을 지키는가?

(다) 절임염수의 농도는 관리되고 있는가?

(라) 절임염수의 온도는 관리되고 있는가?

(마) 절임조의 압력과 절임시간은 적절히 관리되고 있는가?

(2) 관리기준 :

(가) 첨가물 공급업체의 검사성적서 ; 기록 확인

(나) 공정관리 ; 절임염수의 온도와 농도 확인

(다) 절임조의 절임압력과 절임시간 확인

바) 출고

(1) 평가사항 :

(가) 제품운반 차량의 냉장온도를 적절히 관리하고 있는가?

(나) 제품운반 차량의 산물상자와 덮개는 위생적인가?

(2) 관리기준 :

(가) 냉장탑차, 냉장컨테이너 온도 ; 기록/육안확인

(나) 냉장탑차 산물상자와 덮개 위생관리 ; 여부확인(포장 절임배추)

사) 세척

(1) 평가사항 :

세척수의 위생상태는 관리되고 있는가?

(2) 관리기준 :

이용수 관리지침 확인

아) 정선

(1) 평가사항 :

(가) 사용하는 칼과 도마는 위생적인가?

(나) 비가식부위가 제거되고 있는가?

(2) 관리기준 :

(가) 칼과 도마 위생상태 감사 : 육안확인

(나) 절임배추의 이물확인 ; 육안확인

자) 냉각

(1) 평가사항 :

(가) 냉각실의 온도와 냉각시간은 관리되고 있는가?

(나) 냉각기의 작동은 제대로 되고 있는가?

(2) 관리기준 :

(가) 냉각일지 확인 ; 온도 시간 기록/육안확인

(나) 냉각기 : 작동확인

차) 포장

(1) 평가사항 :

포장비닐과 포장상자는 위생적으로 관리되고 있는가?

(2) 관리기준 :

(가) 일반위생관리 지침 ; 준수/확인

(나) 포장재 위생관리 ; 공급자 검사 성적서 확인/위생관리지침 준수확인

카) 검품

(1) 평가사항 :

포장상자의 일련번호가 명확한가?

(2) 관리기준 :

일련번호 ; 기록/육안확인

타) 출고

(1) 평가사항 :

(가) 운반차량의 냉장온도는 적절한가?

(나) 운반차량 내부는 위생적인가?

(2) 관리기준 :

(가) 냉장탑차온도 일지, 냉장탑차 온도계 ; 기록/육안확인

(나) 일반위생관리 지침 ; 준수 확인

[모델 7] CCP 결정도표 사용결과

공정단계 및 위해요소	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	CCP/CP/CQP	비고
배추 반입 흙 등 이물질 잔류농약	Yes	Yes	No	Yes	Yes	CP	다음 공정인 다듬기에서 이물질의 감소
배추다듬기 흙 등 이물질 잔류농약	Yes	Yes	No	No	No	CCP	위해요소가 있고 안전에 필수적이나 예방책이 없으므로 공정의 변경이 요구됨
소금용해 플라스틱 등 이물질 중금속	Yes	Yes	No	No	No	CCP	위해요소가 있고 안전에 필수적이나 예방책이 없으므로 공정의 변경이 요구됨
감압절임	Yes	Yes	Yes	N0	No	CP	식품첨가물의 규격확인
정선 병원세균생존 이물질 잔류	Yes	Yes	Yes	Yes	No	CCP	이 공정을 추가로 설치하면 CCP가 된다.(정선 후/냉각 후 검출 과정)
냉각 병원세균 증식	Yes	Yes	No	Yes	No	CCP	이 공정을 추가로 설치하면 CCP가 된다.(정선 후/냉각 후 검출 과정)

* CCP 결정도표에서 질문

Q1: 이 단계에서 위해요소가 있는가?

Q2: 식별된 위해요소에 대한 예방책이 있는가?

Q3: 발생할 것으로 판단되는 위해 요소를 제거하거나 허용할 수 있는 수준으로 감소하기 위해 이 단계가 특별히 고안되었는가?

Q4: 오염이 발생하거나 허용할 수 없는 수준을 능가하는가?

Q5: 다음 단계나 조치가 위해요소를 제거하거나 허용할 수 있는 수준으로 감소하는가?

* 배추반입과 절임공정은 CCP라기 보다는 CP로 보아야 한다. 배추의 흙과 같은 이

물질을 선별하기 위한 다듬기공정에서의 검사과정과 소금에서의 금속 등 이물질은 용해 후 여과장치를 통해서 검출한다. 그리고 절임공정은 절임배추의 품질을 좌우하고 정선은 모든 이물질을 최종 육안 검사하는 공정이다.

[모델 8] HACCP 계획서

(1) 중요 관리점 (CCP)	(2) 중요 위해 요소	(3) 관리 한계 기준	(4) 모니터링				(5) 시정 조치	(7) 기록
			무엇을	어떻게	언제	누가		
배추 다듬기	배추에 포함되어 있는 흙 나뭇잎 등의 이물질	불검출 다듬기에서 육안검사	다듬은 배추	육안으로	작업시 마다	생산 계장	발생시 겉잎 추가 제거	작업일지
소금용해	소금에 포함된 중금속, 플라스틱, 뻘 등 이물질	중금속불 검출 플라스틱과 뻘 등 이물질 1%이하	소금물	중금속분석 육안으로	소금용 해시마 다	생산계 장	염수폐기 발견시 이물질 제거	작업일지
정선	나뭇잎,해충, 머리카락 이물질	불검출	절임배추	육안으로	정선시 마다	생산계 장	이물발견 시 제거 후 재세척	작업일지
냉각	병원세균 증식	냉각실 온도 0도 유지	냉각실 온도	온도계관찰	냉각시 작시	공장장	냉각실 온도를 조절하여 재냉각	냉각일지

다. 중요관리점의 한계기준 설정 근거 모델

절임배추에 적용할 중요관리점을 설정할 근거를 만들어 두면 작업자가 바뀌어도 HACCP 시스템 작동에 영향을 미치지 않으므로 HACCP 계획을 수립할 때 중요관리점의 한계기준을 설정한 근거를 기록으로 남겨두면 연속성이 있어서 좋다.

본 연구자들은 절임배추의 안전성을 확보하는데 결정적인 역할을 하는 배추다듬기, 소금용해, 정선, 냉각 공정을 중요관리점으로 결정하였다.

C.L(critical limit)을 설정할 때는 설정한 C.L이 위해요소를 관리할 수 있는지를 반드시 검사나 실험실 결과 등으로 확인하여야 한다.

[모델 9] CL 설정 근거

공정단계 (제품명)	위해요소	C.L	C.L의 명분	확인
배추다듬기	잔류농약 흙 등 이물질	잔류농약 불검출 다듬은 배추의 이물질 부착	잔류농약이나 진흙이 있으면 절임배추까지 이행됨	육안검사
소금용해	중금속 플라스틱, 금속 등 이물질	소금용해 시 찌꺼기 검사	중금속, 찌꺼기가 절임배추에 이행됨	육안검사
정선	이물질, 병원세균 머리카락	머리카락 등 각종 이물질 불검출	이물질 제거의 최종단계	육안검사 中
냉각	병원세균 증식	4℃ 1시간 냉각	배추의 심부가 10℃로 냉각됨	냉각 후 심부온도 측정

라. 시정조치

공정의 재조정과 제품의 처리에 대한 즉시적 시정조치는 HACCP 계획에 포함되어야 한다. 예방적 시정조치는 HACCP 시스템 내의 다른 절차로 규명하는 것이 좋다.

본 연구자들은 시정조치 양식을 [양식4] 시정조치 요구서와 같이 만들었다. HACCP 시스템이 작동되려면 C.L의 이탈이 발생되었을 때 시정조치 요구서의 처리절차를 규명해두어야 한다. 사건이 발생했을 때의 처리절차를 만들어 두지 않으면 시스템이 제대로 관리될 수 없다.

마. 검증절차 수립

검증절차는 모델 8의 HACCP 별지 양식으로 따로 개발하였다. HACCP 시스템이 작동되는지를 보기 위해 검증활동의 하나인 모니터링일지의 검토, 제품 실험, 내부 품질 감사의 절차에 대해서 명기하였다. HACCP 계획이 효과적이고 효율적인지를 보기 위해 적어도 1 년에 한 번은 HACCP 계획을 확인해야 한다.

본 연구자들은 [양식 6]에 HACCP 계획확인 기록지를 제시하였다.

바. 검증절차

1) 일지의 검토:

대표는 배추다듬기, 소금용해, 정선, 냉각일지를 검사한다. [양식 3-1]

2) 제품 실험:

가) 대표는 최소 년 1 회, 혹은 필요 시 HACCP 계획을 확인(validation)하여야 한다.

나) HACCP 계획을 확인해야 할 경우는 다음을 포함한다.

(1) 원재료의 변경

(2) 공정의 변경

(3) 고객 불만/클레임 발생

(4) 기타

다) 확인은 HACCP팀이 Codex 12 단계에 따라 HACCP 계획을 발전하는 방법에 의해 한다.

라) 확인의 결과 필요하다면 HACCP 계획을 변경하며, 확인한 내용은 HACCP 계획 확인기록지[양식 6]에 기록, 유지한다.

3) 내부 품질 감사

가) 대표는 최소 년 2 회 HACCP 시스템의 효과성과 효율성을 평가하는 내부 품질 감사를 계획하여 이행한다.

나) 내부 감사는 대표가 직접 하거나 외부의 인원을 지정해서 실시한다.

다) 내부 품질 감사는 내부품질감사 점검표[양식 5]에 의해 진행한다.

라) 내부 품질 감사의 결과는 식별된 개선의 기회에 대하여 시정조치 요구서를 발의한다.

마) 시정조치 요구서의 처리절차는 다음과 같다.

(1) 시정조치요구서[양식 4]의 작성

(2) 작성된 시정조치 요구서를 개발팀장에게 제출

(3) 개발팀장은 일련번호를 부여하여 공장장에게 제출

(4) 공장장은 시정조치 책임자 및 시정요구 일자 지정

(5) 개발팀장은 시정조치 요구서 사본을 파일하고, 원본은 공장장이 지정한 인원에게 전달

바) 지정된 시정조치 책임자는 원인분석 후 재발을 방지하는 예방책을 조치 후 발의자에게 요구 확인

사) 발의자는 조치가 만족스러우면 시정조치 요구를 완결하고, 조치가 적절하지 못하면 시정조치 요구서를 반송

사. 기록 및 문서화

HACCP 계획은 우선 문서화 되어야 하기 때문에 HACCP 적용을 위한 모델개발 연구사업은 필요한 문서의 양식을 만드는 것으로서 마무리되어야 한다.

본 연구자들은 절임배추 제조 현장에 필요한 양식을 국제적으로 통용되는 양식을 변형하여 우리실정에 맞게 개발하였다. 양식의 목록은 다음과 같다.

1) 교육/훈련기록부[양식 1]
2) 일일위생 점검표[양식 2]
3) CCP 모니터링일지 [양식 3]
   가) 배추다듬기 검사일지[양식 3-1]
   나) 소금용해일지[양식 3-2]
   다) 절임배추 정선일지[양식 3-3]
   라) 절임배추 냉각일지[양식 3-4]
4) 시정 조치 요구서[양식 4]
5) 내부 품질 감사 점검표[양식 5-1,2,3,4,5]
6) HACCP계획 확인 기록지[양식 6]
7) 모니터링 일지[양식 7]

[양식 1] 교육 훈련 기록부

검 토

일자	년 월 일	시간	시 분 ~ 시 분
강사		장소	
제목			
내용			
참석자			
결과			

작성자 : _____

[양식 2] 일일위생점검표

년 월 일	검 토

구역	위생상태	결과		비고
		시	시	
작업장	1. 바닥	적합/부적합	적합/부적합	
	2. 벽과 천장	적합/부적합	적합/부적합	
	3. 정리정돈	적합/부적합	적합/부적합	
이동식 감압절임 장치	1. 내부청소상태	적합/부적합	적합/부적합	
	2. 호이스트	적합/부적합	적합/부적합	
	3. 온도 압력유지	적합/부적합	적합/부적합	
용기	1. 칼	적합/부적합	적합/부적합	
	2. 배추망	적합/부적합	적합/부적합	
	3. 절임배추상자	적합/부적합	적합/부적합	
개인위생	1. 손씻기	적합/부적합	적합/부적합	
	2. 위생복장	적합/부적합	적합/부적합	
	3. 양호한 개인위생 준수	적합/부적합	적합/부적합	
	4. 몸이 아픈 종업원	적합/부적합	적합/부적합	
기타	1. 화장실 및 손씻기 시설	적합/부적합	적합/부적합	
	2. 장화 소독조	적합/부적합	적합/부적합	
	3. 청소도구 보관	적합/부적합	적합/부적합	
	4. 세척수의 상태	적합/부적합	적합/부적합	

감사자:_____

[양식 3-1] CCP 모니터링 일지

3-1 배추다듬기 검사일지

· 제품명 : 절임배추

· 확인주기 : 작업시 마다

· 확인 및 기록자 : 생산계장

· 검토자 : 대표

			검토
년 월 일			

시 간	잔류농약검사	진흙 등 이물질 부착 여부	비고

확인자:_____

[양식 3-2] CCP 모니터링 일지

3-2 소금용해일지

· 제품명 : 염수

· 확인주기 : 용해시 마다

· 확인 및 기록자 : 생산계장

· 검토자 : 대표

	검토
년 월 일	

시 간	중금속검사	플라스틱, 뻘등 이물질 함량 검사	비고

확인자:_____

[양식 3-3] CCP 모니터링일지

3-3 절임배추 정선일지

· 제품명 : 포장 절임배추

· 확인주기 : 정선시마다

· 확인 및 기록자 : 생산반장

· 검토자 : 공장장

년 월 일

검토

일자	시간	생산량	이물혼입여부	비가식부 제거여부	비고

확인자:_____

[양식 3-4] CCP 모니터링일지

3-4 절임배추 냉각일지

·제품명 : 절임배추

·확인주기 : 냉각 시

·확인 및 기록자 : 생산계장

·검토자 : 대표

년 월 일

검토

일자	시간	생산량	냉각실 온도	냉각시작시각과 종료시각	비고

확인자:_____

[양식 4] 시정조치 요구서

(5) 일련번호

(1)	발 의 자	이름 :	직책:	
	발 의 일 자	년 월 일		
	부적합 내용			
(2)	시 정 조 치 책 임 자		시정조치 요구일자	
(3)	원 인 분 석			
	재발을 방지하는 예방책	(이름: 서명:)		
(4)	발 의 자 확 인	(이름: 서명:)		

(1) 발의자가 기록

(2) 대표가 기록

(3) 대표가 지정한 시정조치 책임자가 기록

(4) 발의자가 기록

(5) 대표가 기록

[양식 5-1] 내부품질감사 점검표

5-1 GMP/시설

검 토

항목	평가 내용	결과 (O/X // N/A)	의견
장치 외부	1. 주변의 오염물질은 없는가?		
	2. 누수 등 파손 없이 유지되는가?		
장치 내부	1. 건물상태와 재질은 오염의 징후가 없는가?		
	2. 조명의 밝기는 제품 생산과 청소하기에 적절한가?		
	3. 염수는 누수 되지 않고 깨끗한가?		
	4. 바닥통로는 깨끗한가?		
보관	1. 냉장제품은 4℃ 또는 그 이하로 유지되는가?		
	2. 포장재는 오염되지 않도록 보관, 취급되는가?		
수송	1. 제품의 상·하차 시 품질저하를 방지하는 방법으로 행하여지는가?		
	2. 운송 시 냉장고를 가동하는가?		
디자인 & 설비	1. 식품접촉표면은 흡수성이 없고 독성이 없는가?		
	2. 식품접촉표면은 깨지고, 금가고, 흠이 있지는 않는가?		
	3. 식품접촉표면에 사용된 모든 화학제/ 페인트는 식품등급인가?		

[양식 5-2] 내부품질 감사 점검표

5-2 SSOP

항목	평가 내용	결과 (O/X // N/A)	의견
건강 & 위생요건	1. 작업 전, 휴식 후, 화장실 사용 후에 손을 충분히 씻는가?		
	2. 손 소독 시설이 있고 사용되는가?		
	3. 위생복장은 청결하고 착용상태는 좋은가?		
	4. 작업공정 내에서 취식, 흡연 등은 하지 않는가?		
	5. 개인 사복·사물은 작업구역에서 분리되어 보관하는가?		
	6. 오염방지를 위해 방문자의 출입이 통제되고 있는가?		
	7. 작업 중인 종업원의 건강상태는 양호하고, 정기적인 건강검진은 받았는가?		
청소 프로그램	1. 문서화된 위생관리 절차서는 있는가?		
	2. 사용 중인 청소세제는 안전한가?		
	3. 청소상태는 양호한가?		
	4. 위생 점검 시 청소상태 확인을 포함하는가?		
	5. 화학제, 청소세제, 독극물은 적절한 표시를 하고 지정된 장소에서 보관, 사용되고 있는가?		

[양식 5-3] 내부품질 감사 점검표

5-3 HACCP(1)

항목	평가 내용	결과 (O/X // N/A)	의견
HACCP	1. HACCP 팀이 적절한 인원으로 편성되고 문서화되었는가?		
	2. HACCP 계획의 목적과 범위가 나타나 있는가?		
	3. 생산제품의 발전되고 문서화된 제품 묘사는 있는가?		
	4. 제품묘사에 포함된 내용은 적절한가?		
	5. 고객의 사용의도와 민감한 집단을 식별하였는가?		
	6. 공정도는 시작부터 종료까지 HACCP 계획의 전 범위를 포함하는가?		
	7. HACCP 팀에 의해 공정도의 현장검증이 이루어졌는가?		
	8. 모든 잠재위해요소를 열거, 분석을 실시하고 해당 위해요소에 대한 예방책이 적절한가?		
	9. 위해분석은 검증되고 문서화 되었는가?		
	10. 중요관리점(CCP)의 식별이 정확한가?		
	11. 중요관리점(CCP)이 누락된 것은 없는가?		
	12. 각 중요관리점에서 CCP 관리의 한계기준(C.L) 설정은 정확하고 확인되었는가?		
	13. CCP 관리의 한계기준을 선택한 명분은 무엇인가?		
	14. 운영한도(O.L)의 설정은 적절한가?		
	15. 각 중요관리점에서 모니터링 시스템의 수립은 적절한가?		
	16. 지정된 모니터링 요원은 모니터링 교육을 받았는가?		
	17. 모니터링 기록은 완전하고 책임자에 의해 검토되었는가?		

[양식 5-4] 내부품질 감사 점검표

5-4 HACCP(2)

항목	평가 내용	결과 (O/X // N/A)	의견
	18. 각 중요관리점에서 편차 발생시 이를 처리하기 위한 명확한 시정 조치가 있는가? 이 시정조치는 이탈된 제품의 처리를 포함하는가?		
	19. 시정조치 기록은 완전한가?		
	20. 검증절차는 HACCP 시스템의 검토와 기록, 이탈 및 제품처리의 검토, 확인(Validation) 등을 포함하고, HACCP 시스템이 효과적이라는 것을 확인하기에 충분한가?		
	21. 검증절차에 내부감사를 포함하는가?		
	22. 검증절차의 기록은 완전한가?		
	23. HACCP 시스템의 HACCP 계획, 지원문서는 완전하고, 검토되었는가? (HACCP 계획, 위해분석도, CCP 결정도표, HACCP 팀 편성도 .....)		
	24. HACCP 시스템의 모든 품질기록은 완전하고, 검토되었는가? (CCP 모니터링일지, 시정조치 일지, 위생교육 일지, 검·교정일지....)		
	25. HACCP 계획은 전문가에 의해 발전, 확인, 검증되었는가?		

[양식 5-5] 내부품질 감사 점검표

5-5 지원 프로그램

항목	평가 내용	결과 (O/X // N/A)	의견
검·교정	1. 감사, 시험 및 측정 장비는 검·교정 되어졌는가?		
	2. 검·교정 주기는 적절하고, 기록이 유지되는가?		
교육 훈련	3. 교육/훈련 프로그램은 문서화되고, 교육의 기록이 완전한가?		
	4. HACCP 팀은 적절한 HACCP 교육을 받았는가?		
	5. 모니터링 요원은 모니터링 교육을 받았는가?		
	6. 전 종업원은 주기적인 위생교육을 받았는가?		
	7. 모든 교육 참가자의 기록은 유지되고 있는가?		
	8. 제품식별에 대한 절차는 문서화되고 이행되는가?		
	9. 부적합품의 식별 및 관리는 적절한가?		
	10. 모든 제품이 정확히 고객/법적 요건의 표시가 되고 있는가?		
	11. 리콜의 절차는 문서화되고, 적절한가?		
승인된 공급자	12. 승인된 공급자의 목록은 유지되고 있는가?		
	13. 승인된 공급자의 평가는 객관적이고 적절한가?		
	14. 구매사양서는 규명되고 문서화 되었는가?		

[양식 6] HACCP계획 확인 기록지

· 확인 주기 : 연 1회(매년도 1월)

· 기록자 : 대 표

년 월 일	확인주기 (정기, 수시)	확인사유	확인내용	변경내용

[양식 7] 모니터링 장비 검정 / 교정일지

장 비 명 : _____

사용장소 : _____

일련번호 : _____

모 델 명 : _____

구매일자 : _____

검정/교정 일자	검정/교정 결과	검정/교정 방법	담당자

2. SSOP-HACCP 관리기준 개발

가. SSOP 관리기준

1) 시설/일반사항 관리기준

가) 작업장은 오염구역과 비오염구역으로 구분/구획 되어야하고, 구획이 어려운 소규모 업체는 교차오염을 일으키지 않도록 오염구역과 비오염구역 작업자를 구분하여 작업하는 등과 같은 방법의 적절한 조치를 취해야 한다.

나) 바닥은 파여 있거나 물이 고이지 않아야 하고, 배수/청소가 용이하여야 하며 배수되는 폐수는 음용수 공급원을 오염시키지 않도록 위생적으로 관리하여야 한다.

다) 내벽, 천정, 창문, 바닥은 청소하기 용이한 내수재질이어야 하고 이물이나 먼지가 쌓이지 않도록 주기적인 청소프로그램을 갖추어 관리하여야 한다.

라) 출입문은 내수재질로 밀폐 가능해야 하고, 작업장이 출입문 등으로 외부와 직접 통하는 구조일 경우 외부로부터 위생곤충, 쥐류의 침입을 막을 수 있는 적절한 시설을 갖추어야 한다.

마) 화장실, 탈의실 및 수세시설은 작업실과 분리된 장소에 설치되어야 하며, 작업자가 위생적으로 이용할 수 있도록 충분한 시설을 갖추어야 한다.

바) 화장실과 출입구에는 작업화 소독조를 갖추어야 하고, 화장실과 출입구 및 비오염 작업구역의 작업장에는 늘 온수가 나와야 하며, 손을 사용하지 않고 조작되는 수세시설을 갖추어야 하고 위생적인 건조시설 및 소독시설이 설치되어야 한다.

사) 환기시설은 악취, 증기 등을 환기시키는데 충분하여야 하고, 주기적인 청소 프로그램을 갖추어 청결하게 관리되어야 한다.

아) 채광과 조명은 적절한 밝기여야 하고 조명시설 등으로부터 물리적 위해요소가 유발되지 아니하도록 덮개 등이 보호장치를 하여야 한다.

자) 급수시설과 급수관은 별도의 청소프로그램을 갖추어 주기적으로 청소/살균하여야 하며 이용수가 오염되지 않도록 역류방지장치가 되어야 한다.

차) 수돗물을 사용하지 않는 업체의 이용수는 수질검사에 합격한 물이어야 하고, 취수원은 오염될 우려가 있는 장소로부터 20m이상 떨어진 곳에 위치하여야 한다. 또, 지하수의 수질검사는 최소한 년 1회 이상 실시하여야 하며, 오염이 우려될 경우를 관찰하여 주기적으로 확인 관리하여야 한다.

카) 식품 구역 작업자는 위생복, 위생모, 위생화 및 위생장갑을 착용하여야 하며,

작업장에서 식품위생에 해를 끼칠 수 있는 행동을 해서는 안되며, 작업복장은 항상 위생적으로 관리하여야 한다.

파) 몸이 아픈 작업자는 식품구역에서 종사해서는 안된다.

하) 원료와 제품의 처리·가공 등에 사용되는 기구 및 용기는 용도별로 구분, 표시하여 청결하게 관리하여야 하고, 살충제 등과 같은 유독성 물질과 인화성 물질 등은 취급주의 표시를 하여 식품구역과 격리된 별도의 장소에 보관하여 안전하게 관리해야 한다.

거) 업체는 다음 각 항목의 사항이 구체적으로 기재된 위생관리 절차서를 작성/비치하고 사용하여야 한다.

(1) 청소장소 및 청소주기

(2) 청소방법과 청소에 사용하는 살균제 및 도구

(3) 청소상태 평가방법

(4) 소독설비와 소독약품 점검 횟수 및 점검 방법

(5) 위생복장의 착용 규정

(6) 작업자의 손씻기 및 소독방법

(7) 작업 중 식품 오염을 초래하는 주의사항

(8) 작업자의 건강상태 관리사항

(9) 작업자의 위생교육 주기 및 실시상태

(10) 해충의 침입여부 확인 방법

(11) 이용수에 관한 사항

(12) 화장실 시설 및 사용에 관한 사항

(13) 기타 필요한 사항

2) 절임배추의 개별위생관리 기준

가) 원료배추의 보관 창고는 온도 0~10 ℃, 상대습도 80~90 % 정도의 직사광선이 들지 않는 시설이어야 한다.

나) 즉시 배송하지 않는 절임배추 제품은 냉장 창고에 보관되어야 하며 냉장고의 온도는 4 ℃ 이하가 유지되어야 한다. 다만, 냉장 설비를 갖추지 못한 업체는 배송되기 전까지 오염을 초래하지 않는 적절한 방법으로 관리되어야 하며 최대 4 시간 이내에 출하되어야 한다.

다) 절임장치는 세척 프로그램을 갖추어 절차대로 세척, 살균한 후 오염을 초래하지 않는 적절한 장소에 보관하여 사용하여야 한다.

라) 절임배추 제품에 사용하는 포장재, 기구, 용기 등 부자재는 승인된 공급처에서, 화학적 위해가 없는 제품을 공급받으며 업체는 공급업체로부터 검사성적서를 받는 등과 같은 적절한 방법으로 안전성을 확보할 수 있도록 공급업체관리를 하여야 한다.

마) 비포장 절임배추 제조업체에서 사용하는 절임배추상자는 세척 프로그램을 갖추어 위생적으로 관리하여야 한다.

바) 절임배추 제품을 운반하는 차량은 0~10 ℃를 유지하여야 한다.

나. HACCP 관리기준

1) HACCP을 적용하는 업체는 적절한 인원으로 HACCP팀을 편성하고, 문서화하여야 한다.

2) HACCP 팀장은 작업장의 모든 업무를 가장 잘 알고, 선임 위치에 있는 사람이어야 하고 경영자는 HACCP 정착 의지를 구체화하여 팀 활동을 주도할 수 있는 책임과 권한을 HACCP 팀장에게 부여하여야 한다.

3) HACCP 계획은 HACCP을 실시하려는 목적과 범위가 구체적으로 표현되어야 한다.

4) HACCP 적용업체는 자사에서 생산되는 제품의 발전되고 문서화된 제품기술서를 갖추어야 하며 제품기술서에는 HACCP의 목적에 부합되는 내용이 구체적으로 규명되어야 한다.

5) HACCP 계획은 고객의 사용의도와 민감한 집단을 식별하여 표현되어야 한다.

바) 공정도는 식품의 생산 시작부터 종료까지 HACCP 계획의 전범위를 포함하여야 한다.

6) 공정도는 HACCP팀에 의해 현장검증 되어야 하고, 공정도에는 현장검증을 검토하였다는 내용이 기록되어야 한다.

7) HACCP 계획은 모든 잠재위해가 열거되고, 이를 분석/실시하여 해당 위해요소에 대한 적절한 예방책이 식별되어야 한다.

8) HACCP 계획에는 위해분석이 검증되고 문서화되어 있어야 한다.

9) HACCP 계획은 중요관리점(CCP)이 누락되지 않고 정확하게 식별되어야 하며,

과도하게 중요관리점을 많이 식별하여 관리가 분산되지 않도록 하여야 한다.

10) HACCP 계획에는 각 중요관리점에서 CCP 관리의 한계기준(C.L)의 설정이 정확하여야 하고, 실험/검사 등의 방법으로 확인되어야 한다.

11) HACCP의 보조문서에 한계기준(C.L)을 선택한 근거(명분)가 기술되어야 한다.

12) 중요관리점(CCP)을 관리하는 운용한도(O.L)의 설정은 제품의 품질에 영향을 미치지 않고 경제적으로 설정되어야 한다.

13) HACCP 계획은 각 중요관리점에서 적절한 모니터링 시스템이 수립되어야 하고, 이를 문서화하여야 한다.

14) HACCP 계획에는 모니터링 교육을 받은 적합한 모니터링 요원이 지정되어야 한다.

15) 모니터링 기록은 수정, 첨삭한 흔적이 없이 완전해야 하고, 책임자에 의해 검토되어야 한다.

16) HACCP 계획에는 각 중요관리점에서 편차가 발생할 때 이를 처리하기 위한 명확한 시정조치가 있어야 하며, 이 시정조치에는 한계기준(C.L)을 이탈한 제품의 처리가 포함되어 있어야 한다.

17) 시정조치의 기록은 수정, 첨삭한 흔적이 없이 완전하여야 한다.

18) HACCP 계획의 검증절차는 HACCP 시스템을 검토, 기록, 이탈 및 제품처리 검토, 확인등을 포함하고 HACCP 시스템이 효과적이라는 것을 확인하기에 충분하여야 한다.

19) 검증절차에는 내부감사내용이 포함되어야 한다.

20) 검증절차의 기록은 수정, 첨삭한 내용이 없이 완전해야 한다.

21) HACCP 시스템의 HACCP 계획, HACCP 지원 문서는 완전하고 경영자와 HACCP팀에 의해서 검토되어야 한다. (HACCP팀 편성표, HACCP 계획서, 위해분석도, CCP 결정도표 등)

22) HACCP 계획은 전문가에 의해 발전되고 확인, 검증되어야 한다.

제7절 김치의 품질평가

1. 서설

배추를 절이는 목적이 좋은 김치를 제조하는데 있으므로 절임배추의 품질도 절임배추의 김치가공적성에 의해서 평가하여야 마땅하다. 김치를 담기에 적당한 절임배추는 첫째, 짠맛이 기호도와 발효에 적당하여야 하고, 둘째, 텍스처가 씹을 때 아삭아삭해야 하고 김치양념 넣기에 쉽도록 적당히 부드러워야 한다. 이 두 가지 특성, 즉 절임배추의 염도와 텍스처는 배추의 생산시기와 품종 및 생육상태에 따라 다르고, 더 근본적으로는 배추의 수분함량과 환원당함량에 관련되어 있으나 최종적으로 절임공정을 통해서 조절할 수 있다.

절임은 배추조직에서 수분이 빠지고 염분이 들어가는 과정이다. 이 때, 물과 함께 비타민 C 와 당분을 비롯한 영양물질도 조직 밖으로 나온다. 배추조직에서 물이 빠지면 배춧잎은 뻣뻣한 성질이 없어지고 쉽게 구부러지며 부드러워진다. 그래서 씻거나 양념을 넣거나 버무릴 때 잎이 부러지지 않으며 그릇에 담을 때에도 배추통사이의 틈새에 꼭 채워 넣을 수 있게 된다.

배추조직에서 물이 빠지는 것은 염수의 삼투작용에 의한 것이다. 즉 염수의 농도를 1 % 이상으로 하고 거기에 배추를 담그면 배춧잎에서 물이 빠져나오기 시작하고 염수농도를 높이면 물은 더 잘 빠진다.

배추조직에서 물이 빠지는 속도 즉 절임속도는 염수의 염 농도뿐만 아니라 온도에도 관계된다. 온도가 높을수록 절임속도는 빨라지나 온도가 너무 높으면 삶아지므로 60 ℃보다 높은 온도로 절일 수는 없다.

또한 배추조직 속에는 10 % 정도의 공기가 함유되어 있는데 압력을 조절하여 이 공기를 빠르게 빼내고 그 공간에 염수를 채워 넣을 수 있으면 절임속도는 더 빨라진다. 그러나 너무 낮은 압력으로 절이면 배추조직이 투명해지므로 절임압력도 500 torr 이하로 하기는 어렵다.

절임의 정도는 물이 빠지는 결과로 생기는 절임수율로 표시할 수 있다. 배춧잎을 깨끗이 씻고, 김치양념을 넣을 수 있는 텍스처를 갖을 정도로 절임을 하자면 절임수율이 86~90 %정도 되면 충분하다. 이 정도의 절임세기는 배춧잎 갈피 밑부분에 배겨 있는 먼지를 씻기 위해서 필요하지만, 이 먼지를 씻을 필요가 없을 때에는 절임수율이 93 % 정도이면 된다. 그러나 절임세기를 정하는데서는 절임의 또 다른 목적인 그

릇에 대한 채움량이 문제로 된다.

절임을 약하게 하면 영양물질 손실도 적고, 배추의 무게손실도 적으며 김치수율이 높아지므로 유리하나 김치를 담근 다음 익는 초기에 누름무게의 작용으로 배추무게가 다시금 줄어들면서 배추의 부피가 줄고 따라서 그릇에 빈공간이 생긴다. 김치를 담그어 넣은 다음의 무게와 부피가 줄어든 정도는 절임을 약하게 할수록 커진다. 누름힘이 없을 때 무게변화는 절임수율이 94 %인 조건에서도 2~3 % 밖에 되지 않으므로 배추의 절임수율은 매우 중요한 요소이다. 그러나 절임수율만으로는 절임배추의 품질을 완전하게 평가할 수 없으므로, 절임배추의 염도, 텍스처, 수분함량, 환원당함량을 측정하여 종합적으로 평가하는 것이 바람직하고, 최종적으로는 김치를 담그어 숙성시켜 평가하는 것이 완전한 방법이다.

한편 절임배추의 텍스처에 대한 이 등의 보고에 의하면 배추를 20 % 염수에서 한 달간 저장하는 동안 절임배추의 텍스처 변화는 펙틴질함량, 수분함량 및 무기질함량과 관련이 있었으나, 셀룰로스, 헤미셀룰로스, 리그닌함량과는 관련이 없는 것으로 나타났고, 절단시험에 의한 최대절단력이 절임배추의 텍스처를 표현하는 좋은 방법이라고 하였다.

배추의 텍스처 측정방법에 대한 객관적인 평가를 위해 당양한 시도가 있었으며 이 등은 배춧잎의 전장 중 1/4 부위에서 시료를 채취하는 것이 좋다고 하였고, 절임과 데침에 의해 배춧잎의 절단력이 증가하였으며, 이것은 주로 세포벽의 구조적 변형에 따라 세포가 포개짐에 따라 절단면의 수가 늘어나기 때문이라고 하였고, 소금절임에 따라 칼슘다리가 형성되기 때문에 절단력이 증가한다는 보고도 있다.

그리고 압착과 절단시험을 비교한 결과 절단시험의 절단강도는 절임배추의 견고성과 씹힙성을 나타내는 지표로 사용될 수 있다고 보고하였다. 또한 윤은 여러 형태의 탐침을 사용하여 조직감 측정방법에 대하여 연구하여 바늘형을 제외하고는 긍정적이라고 하였고, 우와 고는 숙성기간이 길수록 절단강도가 높아진다고 하였으며, 15 % 염수에 절임하게 되면 5시간까지는 절단력이 급격히 증가하나 그 이상에서는 크게 변하지 않는다고 하였다.

그리고 절임과정에서 배추의 유조직세포는 3 % 염수에 절인 배추부터 원형질파괴 현상이 보였으며, 염수농도가 높을수록 심하였고, 유조직세포의 변형은 배추 안쪽의 세포에서 더 심하였다고 하였다. 한편, 현미경관찰에서는 유세포의 세포벽은 절임시 수축 파괴되어 세포간극의 포집공기와 세포액은 세포수축과 함께 중엽을 파괴하면서 유출되었다고 하였다.

2. 재료와 방법

가. 배추절임

배추는 해남산 월동배추를 2006년 2월에 수확하여 다듬고 쪼개어 배추망에 담아 이동식배추절임장치로 감암절임 하였다. 생배추 140 포기를 다듬고 쪼개어 무게를 측정(총 280 kg)하면서 70 포기씩 2 망에 담아 상하로 연결하여 감암절임조 5 번에서 포화염수로 4 시간 절였다. 염수는 40 ℃로 가열하여 절임조에 채우고 550 torr로 감암하였다가 자연 해제(약 5 분)하였다. 3 회 감압과 해제를 반복한 후 배추망을 꺼내어 염수를 뺐다가 다시 염수에 가라 앉혀서 앞서와 같이 감압과 해제를 반복하면서 절였다. 절임이 끝나고 망째로 3 회 세척한 다음 절임배추를 정선조에 쏟아 칼로 정선하고 다공성 상자에 달아 2 시간 냉각 탈수하였다. 탈수후 무게를 측정하고 PE로 포장하여 냉장하면서 염도와 굽힘힘 측정 시료를 사용하였다.
대조구 상압절임배추는 화원농협 김치공장에서 일반절임한 절임배추를 사용하였다.

나. 김치의 제조

냉각한 절임배추에 농협김치표준양념을 75:25의 중량비로 속넣기하여 1 포기(2쪽)씩 포장하여 냉장 숙성하였다.

다. 절임수율

배추의 절임수율은 다듬은 배추의 무게를 측정하고 나서, 다듬은 배추를 반4절로 쪼갠 다음 가누름하여 염수로 절이고 절인 배추는 흐르는 물에서 9 회 세척하고 45 l 다공성 PVC 상자에 쌓아 4 시간 탈수하여, 다시 무게를 측정한 다음 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{절임수율}100\% = \frac{\text{절임세척탈수후무게}(g)}{\text{다듬은배추무게}(g)} \times 100$$

라. 염도

절임배추의 염도는 절임배추를 세절하여 녹즙기로 착즙하고 그 착즙액의 염도를 염

도계로 직접 측정하였다.

이때 절임배추의 1/4 쪽을 모두 세절하여 고르게 섞는 것이 중요하며, 이렇게 섞은 시료의 반(200 g 정도)을 녹즙기에 넣어 착즙하여 씻어 버리므로써 앞의 시료와 섞이지 않도록 하였고, 나머지 반을 착즙하여 착즙액을 원뿔관(conical tube)에 35 ml를 받아서 염도계(Sinar Saltmeter NS-3P, Japan)로 측정하였는데, 필요한 겨우 증류수로 희석하여 측정하였다.

마. 굽힘힘

절임배추를 씹을 때 느끼는 텍스처(물성, 감촉)를 측정하기 위하여 절단시험과 압축시험의 중간형태로서 압축절단시험(compression-cutting test)를 하기도 하나 김치공장에서 양념을 섞기에 좋을 정도로 절여졌는지 판단하기 위하여 절인배추를 손으로 구부려보는데 착안하여, 구부림시험(bending test)을 하여 굽힘힘(bending force)을 측정하였다.

구부림시험은 배추의 중륵부위(전체길이의 1/4 하단지점 기준)를 2 cm×5 cm로 절단한 시료를 Texture Analyzer(Stable Micro System, TA-XT2, England)로 측정하였는데, 높이 30 mm, 길이 70 mm, 폭 3 mm의 접촉면이 둥근 지지대 2 개를 30 mm 간격으로 고정시키고, 그 위에 안쪽 면이 위로 향하도록 시료를 걸쳐놓은 다음, 접촉면이 둥근 탐침(three point bend rig, 직경 3 mm, 길이 70 mm)으로 눌러 구부리면서 이 때 걸리는 힘을 측정하였다. 이 때 측정기기 조건은 누름속도 1 mm/sec, strain 40 %였다.

3. 결과와 고찰

가. 절임수율

감압절임한 절임배추의 무게는 2 시간 탈수 후 총 250 kg으로 절임수율은 89.3 %(250/280)였다.

나. 절임배추의 염도 변화

이동식 배추절임장치로 절인 배추의 품질을 측정한 결과 저장기간 중 염도의 변화는

<표 6>과 같다. 초기염도는 상압절임한 통상의 절임배추와 비슷하였고 냉장 중(4 주간)에도 비슷한 양상으로 2 주가지 감소하였다가 서서히 증가하여 2 % 수준에서 안정되었다.

<표 6> 이동식 배추절임장치로의 절인 배추 저온저장 중 염도 변화 (%)

저장기간(주)	0	1	2	3	4
상압절임배추	2.13±0.22	1.89±0.12	1.75±0.08	1.92±0.10	2.01±0.08
감압절임배추	2.21±0.13	1.77±0.09	1.78±0.12	1.98±0.08	2.12±0.09

다. 절임배추의 굽힘힘 변화

이동식 배추절임장치로 해남 산 배추를 절여서 굽힘힘을 측정한 결과는 <표 7>과 같다. 배추는 반4 절한 것을 배추망에 담아 감압절임조에서 40 ℃의 염수를 채우고 5 분간에 걸쳐 550 torr로 감압시키고 감압펌프 작동을 멈추어 서서히 상압으로 돌아오도록 하여(약 5 분) 30 분마다 감압을 걸어주면서 8 회(4 시간) 절였다. 감압을 걸기 전에 배추망을 호이스트로 들어 올려 묽어진 염수를 빼내고 다시 염수에 잠기게 하였다.

<표 7> 이동식 배추절임장치로 절인배추의 저온저장 중 굽힘힘 변화(g force)

저장기간(주)	0	1	2	3	4
상압절임배추	626±24	545±21	332±17	256±19	182±20
감압절임배추	654±32	560±27	408±23	254±23	188±17

절여진 배추를 망째로 호이스트로 들어 올려 3 회 세척하고 정선조에 쏟아서 칼로 정선하였다. 정선한 절임배추를 PE로 포장하고 냉각하여 품질을 평가하였다. 감압절임한 절임배추는 감압도가 낮아 투명해지지 않았고, 중륵부와 엽신부간의 염도차이도 적어서 전체적인 품질이 일반 상압절임배추와 차이가 없었다.

감압절임배추의 중륵부를 장방형(2×5 cm)으로 절단하여 Texture Analyzer로 굽힘힘(bending force)을 측정한 결과 654±32 gf로 상압절임배추와 비슷하였고, 4 주간 냉장저장 중에도 상압절임배추와 비슷하였다.

감압절임한 절임배추의 물성품질은 상압절임한 절임배추와 차이가 없었다.

라. 감압절임김치의 품질특성변화

상압절임한 배추와 감압절임한 배추를 농협김치표준양념으로 버무려 4 주간 냉장하면서 7점척도 관능검사로 측정한 품질의 변화는 <표 8>과 같다.

<표 8> 감압절임배추김치의 관능검사

구분		0주	1주	2주	3주	4주
외관	감압절임김치	4.67	4.50	4.75	5.3	3.75
	상압절임김치	4.17	4.83	5.50	4.67	3.33
냄새	감압절임김치	4.00	4.40	4.20	4.40	4.00
	상압절임김치	4.38	3.83	4.33	3.50	3.00
조직감	감압절임김치	4.3	4.08	4.58	4.67	4.33
	상압절임김치	4.33	4.00	4.17	4.00	3.67
맛	감압절임김치	3.83	4.25	4.33	5.17	3.92
	상압절임김치	4.17	4.17	4.33	4.42	3.58
전체 품질	감압절임김치	4.00	4.25	4.58	5.25	4.08
	상압절임김치	4.00	4.25	4.33	4.58	3.58

외관은 감압절임김치가 초기 4.67로 대조구보다 좋았으나 1, 2 주차에는 상압김치가 좋았고 4주차에는 모두 4.0 이하로 낮았다. 냄새는 전체적으로 5 점 이하였고 감압절임김치가 발효후기에는 더 좋았다. 조직감은 초기에는 비슷하였으나 후기에는 감압 김치가 좋았고, 맛은 모두 3 주차에 가장 좋았다. 전체적으로 품질이 초기에는 4.0으로 같았으나 3 주차에는 감압절임김치가 좋았다. 관능검사로 평가한 감압절임김치의 품질은 상압절임김치와 비슷하거나 더 좋았다.

제8절 경제성 분석

1. 경제성 분석 모형

이동식 배추절임장치의 경제성을 현행 김치공장 모형, 고정식 김치공장 모형, 산지유통센터이동 모형, 노지이동 모형으로 나누어서 경제성을 분석하였다.

이들 4 가지 모형의 특성과 장단점은 <표 9>와 같다. 고농도 염수를 사용하는 방식의 단점은 염수의 반복사용횟수가 증가함에 따라 1 회마다 염수의 양이 10 %씩 증

가하는 것이다. 이의 해결방안으로는 증가된 염수를 가열증발농축(여과농축) 시키거나 김치공장에서 일반절임용 염수로 희석하여 재사용하는 방법이 있다.

<표 9> 이동식 배추절임장치 경제성분석모형의 특성

모형 구분	특성	장점	단점	비고
현행김치 공장	저농도 염수로 하룻밤 절임	관행	인력에 의존 하여 표준화가 어렵다. 장시간소요 (16-48시간)	대부분 공장
고정식김치 공장	감압절임장치를 김치공장 내에 고정식으로 설치배추를 다듬고 쪼개어 대형망에 담아 고농도, 고온, 저압으로 단시간 절임	늘어난 고농도염수를 일반절임용으로 희석사용	고정식이라서 연간 가동률이 낮다.	늘푸른
산지유통 센터이동	트레일러 절임장치를 산지유통센터까지 이동 배추를 수확하여 절임장치까지 차량으로 단거리(10km 이내) 운반하여 하차 후 다듬고 쪼개어 대형망에 담아 절임	배추운반차량이 배추밭과 절임장치를 수시로 왕복하므로 쓰레기 처리가 용이 설비가동률과 노동생산성이 높다	배추를 수확하여 절임장치까지 운반해야 함	트레일러10 대당 트랙터 1대 필요
노지이동	트레일러 절임장치를 배추밭까지 이동 소형배추망을 배추밭 안으로 인력으로 운반하여 수확과 동시에 칼로 다듬고 쪼개어 망에 담아 차량으로 절임장치까지 운반하여 망째로 절임	배추쓰레기 처리가 용이 연중 가동률이 높다.	수평설치가 곤란 소형망 상하연결 곤란 생산성이 낮다	자주 이동하므로 트럭식이 적합

2. 현행 김치공장모형의 경제성 분석

가. 초기투자비

1) 토지비

현행 김치공장의 공장부지는 2,000 평의 농지를 구입하여 전용한 다음 정지하여 사용하는 것으로 가정하였다. 부지를 평당 8 만원씩에 구입하고 농지전용비 4 만원, 정지비용 3 만원을 적용하면 토지비용은 300 백만 원이 소요된다.

2) 건축비

건축물은 건폐율 40 %를 적용하여 800 평의 건축면적을 확보하고 550 여 평을 단층으로 설치하고 250 평을 여유분으로 한다. 건물 내용은 공장동 300 평, 배추저온저장고 200 평, 절임배추냉장창고 50 평, 지하수시설 1 식, 수전반 1 식, 폐수처리시설 1 식, 사무실 50 평으로 평당 평균건축비를 각각 적용하면 절임배추공장의 건축비는 1,460 백만 원이 소요된다.

3) 기계설비비

기존 김치공장에 하루 16 톤 규모의 절임배추를 생산할 수 있는 절임배추 생산설비를 설치하는데 소요되는 기계설비비용은 총 534 백만 원으로 주요생산설비의 내역은 <표 10>과 같다.

<표 10> 현행 김치공장모형의 절임배추 생산주요 설비 내역

(천 원)

설비명	용도	규모	수량	금액	비고
플라스틱 상자	배추 담아 저장	45ℓ (5포기)	10,000개	35,000	
팔레트	배추상자 쌓고 이동	1100×1100	350개	11,500	
지게차	배추 팔레트 운반	전기식 1톤	2대	33,400	
벨트컨베이어	다듬은 배추 이동	길이 5m, 폭 30cm	1대	18,000	
배추 이절기	다듬은 배추를 반으로 절단	회전 칼날, 길이 3m	1대	9,500	
절임조	배추 담아 절임	1000×800×800 (생배추 260kg)	100개	150,000	
물탱크	지하수 저장	10kℓ	1개	2,000	FRP
염수탱크	염수제조 및 저장	10kℓ	1개	20,000	SUS
염수펌프	염수순환 및 공급	200 ℓ/min	1대	18,000	배관포함
덤핑기	배추절임조 쏟기	반자동	1대	40,000	SUS
세척 정선조	절임배추 세척 및 정선	3단 자동세척	1조	77,500	
냉장탑차	절임배추 수송	3.5톤 탑차	3대	119,250	
계				534,240	

총 비용은 <표 11>과 같이 토지비, 건축비 및 기계설비비를 합한 총공사비용 2,295 백만 원에 착공전비용으로 토목건축설계비 5 %와 창업비 2.5 %를 추가하고 예비비 5 %를 고려하면 총투자비용은 2,555 백만 원이 된다.

<표 11> 현행 김치공장의 절임배추 생산 시 투자비용

항목	규모	단가(천원)	금액(백만원)	비고
1. 착공 전 비용			145	
토목건축설계	토지건물비의 5%		88	
창업비	총공사비의 2.5%		57	
2. 토지비용			300	농지전용
토지구입비	2,000평	80	160	비 4만원
토지정지비	2,000평	70	140	포함
3. 건물건축비용	600평		1,460	
공장동	300평	1,800	540	
배추저온저장창고	200평	2,000	400	
절임배추냉장창고	50평	2,000	200	HACCP
지하수시설	1식	15,000	15	기준
수전시설	1식	20,000	20	
폐수처리시설	1식	200,000	200	
사무실	50평	1,700	85	
4. 기계설비비용			535	
플라스틱상자	45 ℓ (5포기) 10,000개	3.5	35	
팔레트	1100×1100 350개	33	12	
지게차	전기식 1톤 2대	16,720	33	
벨트컨베이어	길이 5m, 폭 30cm 1대	18,000	18	
배추이절기	회전 칼날, 길이 3m 1대	9,500	10	
절임조	640 ℓ 100개	1,500	150	
물탱크	10kℓ 1개	2,000	2	
염수탱크	10kℓ 1개	20,000	20	
염수펌프	200 ℓ/min 1대	18,000	18	
덤핑기	스텐레스, 반자동 1대	40,000	40	
세척정선조	3단 자동세척정선	77,500	78	
냉장탑차	3.5톤 탑차	39,750	119	
5. 총 공사비용	2+3+4		2,295	
6. 예비비용	총 공사비용의 5%		115	
7. 총계	1+5+6		2,555	

나. 운용비

1) 재료비

절임배추를 현행 김치공장식으로 1 일 16 톤 생산하는데 소요되는 재료비는 8,058 천 원이고, 이는 <표 12>와 같이 배추 25 톤(다듬기수율 70 %, 절임 및 정선수율 90 %) 구입비 6,558 천 원, 소금 2.2 톤 구입비 513 천 원, 포장재 1,600 개 구입비 987 천 원으로 구성된다. 배추는 전북 고창에서 생산되는 가을배추(상품 3 kg/포기)를 생산자 판매가격인 포기당 312.5 원(2,500 원/평, 8 포기)을 기준으로 수확상차비 166.7 원(40 만원/5 톤 트럭, 2,400 포기), 운송비 187.5 원(고창에서 가락시장까지의 운송비 45 만원/5 톤 트럭), 산지유통인 이윤 120.2 원(전속거래로 통상이윤의 1/2 적용)을 적용하여 포기당 786.9 원으로 추산하고, 배추 25 톤이 소요되므로 1 일 배추구입비용은 6,557,500 원이 된다.

소금은 전남 신안산 천일염을 지하수에 녹여 10 %로 만들어 다듬은 배추에 2.5 배량 붓고, 회수하여 2 회 재사용하는 방식으로 하면, 다듬은 배추 17.5 톤(수율 70 %)의 2.5 배인 44kℓ의 10% 인 4.4 톤이 소요되나 2 회 사용하기 때문에 2.2 톤이 필요하고, 30 kg 포 당 7 천원을 적용하면 1 일 소금비용은 513,333 원이 소요된다.

포장재는 절임배추 16 톤을 10kg 씩 PE봉투에 담아 다시 골판지상자에 포장하는 방식으로 PE봉투 단가 157 원과 골판지상자 단가 460 원을 적용하면 1 일 1,600 상자를 포장하는데 포장재비용은 987,200 원이 소요된다. 연간 300 일을 가동하여 4,800 톤을 생산하면 연간 재료비는 2,417 백만 원이 소요된다.

<표 12> 현행 김치공장의 절임배추 생산 재료비

(원)

항목	일 소요액	연 소요액	산출근기
배 추	6,557,500	1,967	가을배추 25톤, 786.9원/포기(3kg, 고창)
소 금	513,333	154	천일염 2.2톤, 7,000원/천일염(30kg)
포장재	987,200	296	각각 1,600개(10kg), PE 157원/장, 골판지 460원/개
소 계	8,058,033	2,417	절임배추 1일 16톤 기준

2) 노무비

가) 소요인력

현행 김치공장에서 절임배추를 생산하는 방식은 1 조는 오전부터 전날 밤에 절여진 배추를 세척, 탈수, 포장하고, 2 조는 저장배추를 출고하여 쪼개고 다듬어 절임조에 쌓고 17 시에 염수를 부어 하룻밤 절이는 것이 보통이다. 그리고 트럭에 싣고 온 배추는 부정기적으로 하차하여 팔레트에 쌓아 지게차로 냉장창고에 3 단으로 저장한다.

이 경우 하루 16 톤의 절임배추를 생산하는데 소요되는 직접인력은 생산부장 4 급 1 명, 지게차 기사 기능직 2 명, 일용직 40 명으로 총 43 명이 소요되고 생산직의 공정별 소요현황은 <표 13>과 같다.

<표 13> 현행 김치공장의 절임배추생산 소요인력(화원김치공장)

주요공정	목적	규모	수량	소요 인력	소요 시간
배추출고 (하차)	저장배추를 출고하여 다듬기 장소로 운반	지게차로 56팔레트	25톤	1	8
배추 쪼개기	배추를 컨베이어에 쏟아 이절기로 쪼개기	이절기 컨베이어에 한 포기씩 밀어 넣기	25톤	1	8
배추 쌓고 소금뿌리기	쪼개진 배추를 절임조에 담으며 소금뿌리기	쪼개진 배추 17.5톤을 절임조에 추염하면서 쌓기	절임조 100개	12	8
절임조운반	절임조를 지게차로 절임실에 운반	지게차 2대	절임조 100개	2	8
누름판 얹고 염수 만들어 붓기	염도 10%의 염수 만들어 붓기	염수 44톤 만들기	소금 4.4톤	2	8
누름판 제거 및 절임배추 쏟기	누름판을 제거하고 절임배추를 세척조에 쏟기	인력으로 제거하고 덤핑기에 얹어 쏟기	100개	1	8
세척	세척조에서 뿌리 및 겉잎 제거	1차 정선, 3단 자동세척 및 분류	16톤	12	8
정선	세척배추를 칼로 정선하여 쌓기	절임배추 16톤을 정선하여 탈수대에 쌓기	16톤	5	8
포장	비닐과 골판지상자로포장하여 팔레트에 쌓기	팔레트 10kg당 84상자	1,600상자	5	8
냉장	포장하여 냉장실에서 냉각	팔레트에 쌓아 냉각실로 운반	1,600상자	1	8
출하 상차	트럭에 싣기	5톤 특차 당 1,008상자(12팔레트)	1.6대	1	8
계				43	8

또 생산공장의 간접노무인력은 공장장 3 급 1 명, 서무관리 4 급 1 명, 품질관리 5 급 1 명, 구매 관리 5 급 1 명, 판매관리 5 급 1 명이 소요된다.

나) 노무단가

노무단가는 연봉기준으로 3 급 55 백만 원, 4 급 42 백만 원, 5 급 26 백만 원, 기능직 20 백만 원, 일용직 12 백만 원을 적용하였다.

현행 김치공장에서 연 4,800 톤의 절임배추를 생산하는데 소요되는 노무비는 <표 14>와 같이 737 백만 원이 소요된다.

<표 14> 현행 김치공장의 절임배추 제조노무비

(명, 백만 원)

구분	급수	소요인력	단가	금액
직접노무비	4	1	42	42
	기능직	2	20	40
	일용직	40	12	480
	소계	43		562
간접노무비	3급	1	55	55
	4급	1	42	42
	5급	3	26	78
	소계	5		175
계		48		737

3) 경비

현행 김치공장의 경비는 <표 15>와 같이 용역비, 감가상각비, 복리후생비, 수송비 등으로 구성되어 있고, 현행 김치공장에서 경비계산이 절임공정만으로 분리가 되어 있지 않으므로 김치제조원가의 평균 경비구성비율인 18.1 %를 적용한 결과 연간 696 백만 원이 소요되었다.

<표 15> 현행 김치공장의 절임배추 제조경비

항목	배분비율	연간소요액
복리후생비	2.8	108
수도광열비	0.8	31
수선유지비	0.6	23
보험료	0.2	8
임차료	0.2	8
감가상각비	3.3	127

용역비	4.8	185
세금과공과	0.1	4
수송비	1.3	50
오폐수처리비	0.2	8
동력비	0.3	12
기타잡비	3.4	131
소계	18.1	696

4) 제조원가

현행 김치공장의 절임배추 제조원가를 실제 소요되는 재료비와 노무비에 제조원가의 18.1 %의 비율로 제조경비를 산정하여 재료비, 노무비, 경비의 합으로 구하였다. 그 결과, <표 16>과 같이 연간 4,800 톤의 절임배추를 생산하는데 3,850 백만 원이 소요되었고, 톤 당 원단위는 802 천 원이었으며, 10 kg 골판지상자 포장 당 8,015 원 이었다.

<표 16> 현행 김치공장의 절임배추 제조원가

항목		연간 원가 (백만원/4,800톤)	원단위 (천 원/톤)	단량 단가 (원/10kg)	비율 (%)
재료비	배추	1,967	410	4,098	57.1
	소금	154	32	321	4.5
	포장재	296	62	617	8.6
	소계	2,417	504	5,036	70.2
노무비	직접노무비	562	117	1,171	6.6
	간접노무비	175	36	357	5.0
	소계	737	153	1,528	11.7
경비	복리후생비	108	23	225	2.8
	수도광열비	31	6	65	0.8
	수선유지비	23	5	48	0.6
	보험료	8	2	17	0.2
	임차료	8	2	17	0.2
	감가상각비	127	26	265	3.3
	용역비	185	39	385	4.8
	세금과공과	4	1	8	0.1
	수송비	50	10	104	1.3
	오폐수처리비	8	2	17	0.2
	동력비	12	3	25	0.3

	기타잡비	131	27	273	3.4
	소계	696	145	1,451	18.1
제조원가		3,850	802	8,015	100.0
매출원가		4,620	962	9,618	120.0
매 출 액		5,082	1,058	10,580	132.0

5) 매출원가

제조원가에 판매 및 일반관리비를 20 % 추가하여 매출원가를 결정한 결과 현행김치공장의 매출원가는 톤 당 962 천 원이었고, 매출액은 매출원가에 매출이익을 10 % 추가하여 산정한 결과 톤 당 1,058 천 원이었다.

라. 경제성분석

내부수익률법으로 현행 김치공장의 경제성을 분석한 결과는 <표 17>과 같이 10 년간 사업하는 경우 내부수익률이 8 %로 나타나 경제성이 낮은 것으로 나타났다.

<표 17> 현행 김치공장의 절임배추사업 내부수익률

(백만 원, %)

사업년도	초기투자액	운용비	총비용	조수익	순수익
1	2,555		2,555	5,082	-2,555
2		4,620	4,620	5,082	462
3		4,620	4,620	5,082	462
4		4,620	4,620	5,082	462
5		4,620	4,620	5,082	462
6	535	4,620	5,155	5,082	-73
7		4,620	4,620	5,082	462
8		4,620	4,620	5,082	462
9		4,620	4,620	5,082	462
10		4,620	4,620	5,082	462
내부수익률					8 %

2. 고정식 김치공장모형의 경제성 분석

가. 초기투자비

1) 토지비

기존공장에 설치하므로 추가 토지비용은 발생하지 않는다.

2) 건축비

기존건물에 30 평을 추가적으로 설치하므로 추가적인 건축비용도 발생하지 않는다.

3) 기계설비비

기존김치공장에 하루 16 톤 규모의 절임배추를 추가로 생산할 수 있는 절임배추 생산설비를 설치하는데 추가되는 기계설비비용은 총 268 백만 원으로 주요 기계설비의 내역은 <표 18>와 같다. 배추저장창고, 플라스틱상자, 팔레트, 지게차, 배추이절기, 벨트컨베이어, 세척정선조, 냉각실, 물탱크, 냉장탑차는 기존공장의 것을 공동으로 사용하는 것으로 하였다.

<표 18> 고정식 김치공장모형의 절임배추 생산설비 내역

설비명	용도	규모	수량	금액	비고
감압절임조	배추 담아 절임	1500×1500×1000 (생배추 800kg)	5개	25,000	
호이스트	배추망 이동 절임	1톤	1대	5,000	
배추망	배추 담아 절이기	1500×1500×1000 (생배추 800kg) 사각망	17개	51,000	주간작업
감압펌프	절임조 감압	500토르 저압	1대	15,000	
염수탱크	고농도 염수제조	10kℓ	1개	20,000	
염수펌프	염수순환	200 ℓ/min	1대	18,000	
염수조절탱크	염수 농도 및 온도 조절	5kℓ	1대	14,500	절임조 3개용
냉장탑차	절임배추 수송	3.5톤 탑차	3대	119,250	
계				267,750	

총 투자비용은 <표 19>와 같이 기계설비비에 예비비 5 %를 추가하여 281 백만 원이 소요된다.

<표 19> 고정식 김치공장모형의 절임배추 생산 시 투자비용

(백만 원)

항목	규모	단가(천원)	금액(백만원)	비고
1. 착공전비용			0	
2. 토지비용			0	
3. 건물건축비용			0	
4. 기계설비비용 감압절임조	 2,250 ℓ 용량 5개 직렬	 5,000	268 25	

호이스트	1톤 1식	5,000	5	
배추망	2,250ℓ 사각 스텐레스망 17개	3,000	51	
감압펌프	500토르 저압 1대	15,000	15	
염수탱크	10kℓ 1개	20,000	20	
염수펌프	200ℓ/min 1대	18,000	18	
염수조절탱크	5kℓ 1개	14,500	15	
냉장탑차	3.5톤 탑차 3대	39,750	119	
5. 총 공사비용	2+3+4		268	
6. 예비비용	총 공사비용의 5%		13	
7. 총계	1+5+6		281	

나. 운용비

1) 재료비

절임배추를 고정식 김치공장모형으로 1 일 16 톤 생산하는데 소요되는 재료비는 7,570 천 원이고, 이는 <표 20>과 같이 배추 25 톤(다듬기수율 70 %, 절임 및 정선수율 90 %) 구입비 6,558 천 원, 소금 109 kg 구입비 25 천 원, 포장재 1,600 개 구입비 987 천 원으로 구성된다.

배추는 전북 고창에서 생산되는 가을배추(상품 3 kg/포기)를 생산자 판매가격인 포기당 312.5 원(2,500 원/평, 8 포기)을 기준으로 수확상차비 166.7 원(40 만 원/5 톤 트럭, 2,400 포기), 운송비 187.5 원(고창에서 가락시장까지의 운송비 45 만 원/5 톤 트럭), 산지유통인 이윤 120.2 원(전속거래로 통상이윤의 1/2 적용)을 적용하여 포기당 786.9 원으로 1 년 25 톤이면 배추 구입비용은 1 일 6,557,500 원이 소요된다.

소금은 전남 신안산 천일염을 지하수에 녹여 30 %로 만들어 다듬은 배추에 부어 절이고 회수하여 재사용하는 방식으로 하면, 대형절임조(2,250 ℓ) 1 개당 다듬은 배추 800 kg과 포화염수 1,450 ℓ가 들어가므로 5 개의 절임조에 1 회씩 절이면 염수 7,250 ℓ가 필요하고 소금 2,175 kg이 소요된다. 그리고 1 회 절임 시 염수량이 10 %씩 늘어나고 염수농도는 27 %로 낮아지므로 늘어난 염수 중 7,250 ℓ를 다시 30 % 농도로 조정하려면 217.5 kg의 소금이 필요하고, 1 일 5 회씩 절이므로 1 일 당 1,088 kg의 소금이 소요된다. 즉 초기에는 3,263 kg(2,175+1,088)의 소금이 필요하나 2 일부터는 매일 1,088 kg이 소요되어 소금비용은 253,867 원이 된다. 고정식 김치공장 모형에서 늘어난 염수를 일반절임용으로 활용한다면 10 % 염수 9,788 ℓ를 대체할 수 있고 소금 979 kg이 절약되므로 고정식 배추절임공장에서 일반절임과 감압속성절임을 병설로 설치하면 감압속성절임에 순수하게 소요되는 소금량은 109

kg(1,088-979)이 되어 1 일 소금비용은 25 천 원이 소요된다.
포장재는 절임배추 16 톤을 10 kg씩 PE 봉투에 담아 다시 골판지 상자에 포장하는 방식으로 PE 봉투 단가 157 원과 골판지 상자 단가 460 원을 적용하면 1,600 상자를 포장하는데 987,200 원이 소요된다.

<표 20> 고정식 김치공장모형의 절임배추 생산 재료비

(원)

항목	일 소요액	연 소요액	산출근기
배 추	6,557,500	1,967	가을배추 25톤, 786.9원/포기(3kg, 고창)
소 금	25,387	8	천일염 109kg, 7,000원/천일염 1포(30kg)
포장재	987,200	296	각각 1,600개(10kg), PE 157원/장, 골판지 460원/개
소 계	7,570,087	2,271	절임배추 1일 16톤 기준

2) 노무비

가) 소요인력

고정식 김치공장에서 절임배추를 생산하는 방식은 오전 9 시부터 8 시간 동안 배추를 출고하여 쪼개고 다듬어 망에 담은 다음, 3 교대로 24 시간 연속하여 감압절임을 실시하고 세척 정선하여 탈수 냉각하면 이튿날 아침에 포장하여 출하하는 방식이다. 그리고 트럭에 싣고 온 배추는 부정기적으로 하차하여 팔레트에 쌓아 지게차로 냉장창고에 3 단으로 저장한다. 이 경우 하루 16 톤의 절임배추를 생산하는데 소요되는 직접인력은 생산부장 4 급 1 명, 지게차 기사 기능직 1 명, 일용직 31 명으로 총 33 명이 소요되고 생산직의 공정별 소요현황은 <표 21>과 같다.

<표 21> 고정식 김치공장모형의 절임배추 생산 시 소요인력

주요공정	목적	규모	수량	소요인력	소요시간
배추출고 (하차)	저장배추를 출고하여 다듬기 장소로 운반	지게차로 56팔레트	25톤	0.5	8
배추 쪼개기	배추를 이절기로 쪼개기	이절기 컨베이어에 한 포기씩 밀어 넣기	25톤	0.5	8
배추 다듬어 쌓기	쪼개진 배추를 다듬어 절임조에 담기	다듬은 배추 17.5톤을 절임조에 쌓기	절임조 22개	12	8
감압절임장치 조작	감압절임장치로 배추속성절임	절임조 5개 호이스트1식	절임조 5개	1(3)	24(3교대)

세척	절임배추를 세척조에 쏟기	망째로 꺼내어 쏟아 3단 자동세척	16톤	1(3)	24(3교대)
정선	세척배추를 칼로 정선하여 쌓기	절임배추 16톤을 정선하여 탈수대에 쌓기	16톤	2(3)	24(3교대)
포장	비닐과 골판지 상자로 포장하여 팔레트에 쌓기	팔레트 당 10kg 84상자	1,600 상자	6	8
냉장	포장하여 냉장실에서 냉각	팔레트에 쌓아 냉각실로 운반	1,600 상자	1	8
출하 상차	트럭에 싣기	5톤 특차 당 1,008상자(12팔레트)	1.6대	1	8
계				33	8

또 생산공장의 간접노무인력은 공장장 3 급 1 명, 서무관리 4 급 1 명, 품질관리 5 급 1 명, 구매 관리 5 급 1 명, 판매관리 5 급 1 명이 소요되나, 이는 일반절임 김치 공장 운영인력이 그대로 일하므로 추가적인 간접노무인력은 발생하지 않는다.

나) 노무단가

노무단가는 연봉기준으로 3 급 55 백만 원, 4 급 42 백만 원, 5 급 26 백만 원, 기능직 20 백만 원, 일용직 12 백만 원을 적용하였다.

고정식 김치공장에서 연 4,800 톤의 절임배추를 생산하는데 소요되는 노무비는 <표 22>와 같이 432 백만 원이 소요된다.

<표 22> 고정식 김치공장모형의 절임배추 제조노무비

(명, 백만 원)

구분	급수	소요인력	단가	금액
직접노무비	4	1	42	42
	기능직	1	20	20
	일용직	31	12	372
	소계	33		432
간접노무비	소계	0	0	0
계		33		432

3) 경비

고정식 김치공장의 경비는 <표 23>과 같이 용역비, 감가상각비, 복리후생비, 수송비 등으로 구성되어 있고, 이들은 현행 김치공장의 경비(제조원가의 18.1 %)를 기준으로 인력(432/737=0.59), 기계설비 투자비(268 백만 원), 생산량(4,800/4,800=1.00)에 비례하여 재조정한 결과 연간 432 백만원이 소요되었다.

<표 23> 고정식 김치공장모형의 절임배추 제조경비

항목	현행김치공장	고정식공장	조정비율
복리후생비	108	64	0.59
수도광열비	31	18	0.59
수선유지비	23	14	0.59
보험료	8	8	1.00
임차료	8	8	1.00
감가상각비	127	54	5년 정액상각
용역비	185	185	1.00
세금과공과	4	2	0.59
수송비	50	50	1.00
오폐수처리비	8	5	0,59
동력비	12	12	1.00
기타잡비	131	12	1.00
소계	696	432	

4) 제조원가

고정식 김치공장의 절임배추 제조원가를 실제 소요되는 재료비와 노무비에 제조원가의 18.1%의 비율로 제조경비를 산정하여 재료비, 노무비, 경비의 합으로 구한결과, <표 24>와 같이 연간 4,800 톤의 절임배추를 생산하는데 3,135 백만 원이 소요되었고, 톤당 원단위는 654 천 원이었으며, 10 kg 골판지상자 포장 당 제조원가는 6,531 원 이었다.

<표 24> 고정식 김치공장모형의 절임배추 제조원가

항목		연간 원가 (백만 원/4,800톤)	원단위 (천 원/톤)	단량 단가 (원/10kg)	비율 (%)
재료비	배추	1,967	410	4,098	62.2
	소금	8	2	16	0.3
	포장재	296	62	617	0.4
	소계	2,271	474	4,731	72.4
노무비	직접노무비	432	90	900	13.8
	간접노무비	0	0	0	0
	소계	432	90	900	13.8

	복리후생비	64	13.3	133.3	1.9
	수도광열비	18	3.8	37.5	0.5
	수선유지비	14	2.9	29.2	0.4
	보험료	8	1.7	16.7	0.2
	임차료	8	1.7	16.7	0.2
	감가상각비	54	11.3	112.5	1.6
경비	용역비	185	38.5	385.4	5.6
	세금과공과	2	0.4	4.2	0.1
	수송비	50	10.4	104.2	1.5
	오폐수처리비	5	1.0	10.4	0.2
	동력비	12	2.5	25.0	0.4
	기타잡비	12	2.5	25.0	0.4
	소계	432	90	900	13.8
제조원가		3,135	654	6,531	100
매출원가		3,762	785	7,837	120
매출액		4,138	863	8,621	132

5) 매출원가

매출원가는 제조원가에 판매 및 일반관리비를 20 % 추가하여 결정하한 결과 톤 당 785 천 원이었고, 매출액은 매출원가에 매출이익을 10 % 추가하여 정한 결과 톤 당 863 천 원이었다.

라. 경제성분석

내부수익률법으로 고정식 김치공장의 경제성을 분석한 결과는 <표 25>와 같이 10 년간 사업하는 경우 내부수익률이 131 %로 나타나 경제성이 매우 높은 것으로 나타났다.

<표 25> 고정식 김치공장모형의 절임배추사업 내부수익률

(백만 원, %)

사업년도	초기투자액	운용비	총비용	조수익	순수익
1	281		281		-281
2		3,755	3,755	4,130	375
3		3,755	3,755	4,130	375
4		3,755	3,755	4,130	375
5	268	3,755	4,023	4,130	107

6		3,755	3,755	4,130	375
7		3,755	3,755	4,130	375
8		3,755	3,755	4,130	375
9		3,755	3,755	4,130	375
10		3,755	3,755	4,130	375
내부수익률					131%

3. 산지유통센터이동모형의 경제성 분석

가. 초기투자비

1) 토지비

산지유통센터를 따라 이동하므로 공장용 토지비용은 발생하지 않는다.

2) 건축비

산지유통센터를 따라 이동하므로 공장용 건축비용은 발생하지 않는다.

3) 기계설비비

산지유통센터를 따라 이동하면서 절임배추를 하루에 16 톤 규모로 생산할 수 있는 절임배추 생산설비를 설치하는데 소요되는 기계설비비용은 총 497 백만 원으로 주요 기계설비의 내역은 <표 26>과 같다.

<표 26> 산지유통센터이동모형의 절임배추 생산설비 내역

설비명	용도	규모	수량	금액	비고
플라스틱 상자	배추 담아 운반	45 ℓ (5포기)	1,000개	3,500	탈수
팔레트	배추절임 작업대	1100×1100	10개	330	
벨트컨베이어	다듬은 배추 이동	길이 5m, 폭 30cm	1대	18,000	
배추이절기	다듬은 배추를 반으로 절단	회전 칼날, 길이 3m	1대	9,500	
트레일러	이동식 절임장치 기본 프레임	저상식 25톤	1대	36,300	절임
감압절임조	배추 담아 절임	1500×1500×1,000 (생배추 800kg)	5개	25,000	
호이스트	배추망 이동 절임	1톤	1대	5,000	
배추망	배추 담아 절이기	1500×1500×1000 (생배추 800kg) 사각망	17개	51,000	주간 작업
감압펌프	절임조 감압	500토르 저압	1대	15,000	

염수탱크	과잉염수 저장	10kℓ	1개	20,000	
염수펌프	염수순환	200 ℓ/min	1대	18,000	
염수조절탱크	염수 농도 및 온도 조절	5kℓ	1개	14,500	절임조 3개용
발전기	호이스트, 컨베이어, 펌프, 조명 등	10kw	1대	10,000	
세척정선차	절임배추 세척 및 정선	3.5톤 트럭 3단 자동세척	1대	114,500	
물차	지하수 운반	3.5톤	1대	37,000	
냉장트럭	세척배추 탈수 냉각 운반	3.5톤 탑차	3대	119,250	
계				496,880	

총 투자비용은 <표 27>과 같이 기계설비비용 498 백만 원에 예비비 5 %를 추가하여 523 백만원이 소요된다.

<표 27> 산지유통센터이동모형의 절임배추 생산시 투자비용

(백만 원)

항목	규모	단가(천원)	금액(백만원)	비고
1. 착공 전 비용			0	
2. 토지비용			0	
3. 건물건축비용			0	
4. 기계설비비용			498	
플라스틱 상자	45 ℓ 1,000개	3.5	4	
팔레트	표준형 10개	33	0	
벨트컨베이어	길이5m 폭30cm 1대	18,000	18	
배추이절기	회전칼날 길이 2m 1대	9,500	10	
트레일러	저상식 25톤 1대	36,300	36	
감압절임조	2250 ℓ 5개 직렬	5,000	25	
호이스트	1톤 1식	5,000	5	
배추망	2,250 ℓ 사각 스텐레스망 17개	3,000	51	
감압펌프	500토르 저압 1대	15,000	15	
염수탱크	10kℓ 1개	20,000	20	
염수펌프	200 ℓ/min 1대	18,000	18	

염수조절탱크	5kℓ 1개	14,500	15	
발전기	10kw 1대	10,000	10	
세척차	3.5톤 트럭 1대	114,500	115	
물차	3.5톤 트럭 2대	37,000	37	
냉장탑차	3.5톤 탑차 3대	39,750	119	
5. 총 공사비용	2+3+4		498	
6. 예비비용	총 공사비용의 5%		25	
7. 총계	1+5+6		523	

나. 운용비

1) 재료비

절임배추를 산지유통센터이동모형으로 1 일 16 톤 생산하는데 소요되는 재료비는 6,001,900 원이고, 이는 <표 28>과 같이 배추 25 톤(다듬기수율 70 %, 절임 및 정선수율 90 %) 구입비 4,770 천 원, 소금 1,088 kg 구입비 254 천 원, 포장재 1,600 개 구입비 987 천 원으로 구성된다.

배추는 전북 고창에서 생산되는 가을배추(상품 3 kg/포기)를 생산자 판매가격인 포기당 312.5 원(2,500 원/평, 8 포기)을 기준으로 수확상차비 160.0 원(8 만 원/1 톤 트럭, 500 포기), 운송비 100.0 원(읍면지역 내 4 km, 밭에서 절임장치까지 운송비 5 만 원/1 톤 트럭)을 적용하여 포기 당 572.5 원으로 25 톤이면 4,770,833 원이 소요된다.

소금은 전남 신안산 천일염을 지하수에 녹여 30 %로 만들어 다듬은 배추에 부어 절이고 회수하여 재사용하는 방식으로 하면, 대형절임조(2,250 ℓ) 1 개당 다듬은 배추 800 kg과 포화염수 1,450 ℓ가 들어가므로 5 개의 절임조에 1 회씩 절이면 7,250 ℓ가 필요하고 소금 2,175 kg이 소요된다. 그리고 1 회 절임시 염수량이 10 %씩 늘어나고 염수농도는 27 %로 낮아지므로 늘어난 염수 중 7,250 ℓ를 다시 30 % 농도로 조정하려면 217.5 kg의 소금이 필요하고, 1 일 5 회씩 절이므로 1 일당 1,088 kg의 소금이 소요된다. 즉 초기에는 3,263 kg의 소금이 필요하나 2 일부터는 매일 1,088 kg이 소요되어 소금비용은 253,867 원이 된다. 이 경우 늘어난 염수를 김치공장에 판매하거나, 농축하여 재사용한다면 소금 비용은 줄어들 수 있다.

포장재는 절임배추 16 톤을 10 kg씩 PE봉투에 담아 다시 골판지상자에 포장하는 방식으로 PE봉투 단가 157 원과 골판지상자 단가 460 원을 적용하면 1,600 상자를 포장하는데 987,200 원이 소요된다.

<표 28> 산지유통센터이동모형의 절임배추 생산 시 재료비

(원)

항목	일 소요액	연 소요액	산출근기
배 추	4,770,833	1,431	가을배추 25톤, 572.5원/포기(3kg, 고창)
소 금	253,867	76	천일염 1,088kg, 7,000원/천일염 1포(30kg)
포장재	987,200	296	각각 1,600개(10kg), PE 157원/장, 골판지 460원/개
소 계	6,001,900	1,803	절임배추 1일 16톤 기준

2) 노무비

가) 소요인력

산지유통센터이동모형에서 절임배추를 생산하는 방식은 오전 9 시부터 8 시간 동안 배추를 하차하여 쪼개고 다듬어 망에 담은 다음, 3 교대로 24 시간 연속하여 감압절임을 실시하고 세척 정선하여 탈수하고 포장하여 냉장탑차에 쌓아 소비지로 수송하는 방식이다.

이 경우 하루 16 톤의 절임배추를 생산하는데 소요되는 직접인력은 생산부장 4 급 1 명, 절임기사 3 명과 세척트럭기사, 냉장탑차기사 3 명은 기능직으로 총 9 명, 일용직 31 명으로 총 41 명이 소요되고 생산직의 공정별 소요현황은 <표 29>와 같다.

<표 29> 산지유통센터이동모형의 절임배추 생산 시 소요인력

주요공정	목적	규모	수량	소요인력	소요시간
배추하차	1톤 트럭에서 배추를 하차하여 2절기 앞에 운반	1톤 트럭 17대(1,667상자)	25톤	1	8
배추 쪼개기	배추를 이절기로 쪼개기	이절기 컨베이어에 한 포기씩 8,333포기 밀어 넣기	25톤	1	8
배추 다듬어 쌓기	쪼개진 배추를 다듬어 절임조에 담기	다듬은 배추 17.5톤을 절임조에 쌓기	절임조 22개	12	8
감압절임장치 조작	감압절임장치로 배추속성절임	절임조 5개 호이스트1식	절임조 5개 22망	1 기사	24(3교대)
세척	절임배추를 세척조에 쏟기	망째로 꺼내어 쏟아 3단 자동세척	16톤	3 기사	24(3교대)
정선	세척배추를 칼로 정선하여 쌓기	절임배추 16톤을 정선하여 탈수대에 쌓기	16톤	2	24(3교대)
포장	비닐과 골판지 상자로 포장하여 냉장탑차에 쌓기	3.5톤 탑차당 10kg 540상자	1,600상자	2	24(3교대)

출하 운반	냉장탑차로 소비지로 수송	3.5톤 탑차 당 540상자	3대	3 기사	8
계				41	8

또 산지유통센터이동모형의 간접노무인력은 공장장 3 급 1 명, 서무관리 4 급 1 명, 품질관리 5 급 1 명, 구매관리 5 급 1 명, 판매관리 5 급 1 명이 소요된다.

나) 노무단가

노무단가는 연봉기준으로 3 급 55 백만 원, 4 급 42 백만 원, 5 급 26 백만 원, 기능직 20 백만 원, 일용직 12 백만 원을 적용하였다.

산지유통센터이동에서 연 4,800 톤의 절임배추를 생산하는데 소요되는 노무비는 <표 30>과 같이 769 백만 원이 소요된다.

<표 30> 산지유통센터이동모형의 절임배추 제조노무비

(명, 백만 원)

구분	급수	소요인력	단가	금액
직접노무비	4	1	42	42
	기능직	9	20	180
	일용직	31	12	372
	소계	41		594
간접노무비	3급	1	55	55
	4급	1	42	42
	5급	3	26	78
	소계	5		175
계		46		769

3) 경비

산지유통센터이동모형의 경비는 <표 31>과 같이 용역비, 감가상각비, 복리후생비, 수송비 등으로 구성되어 있고, 이들은 현행 김치공장의 경비(제조원가의 18.1 %)를 기준으로 인력(769/737=1.04), 기계설비투자비(498 백만 원), 생산량(4,800/4,800=1.00)에 비례하여 재조정한 결과 연간 782 백만원이 소요되었다.

<표 31> 산지유통센터이동모형의 절임배추 제조경비

항목	현행김치공장	산지유통센터이동모형	조정비율
복리후생비	108	112	1.04
수도광열비	31	32	1.04
수선유지비	23	24	1.04

보험료	8	8	1.00
임차료	8	8	1.00
감가상각비	127	100	5년 정액상각
용역비	185	185	1.00
세금과공과	4	4	1.04
수송비	50	50	1.00
오폐수처리비	8	8	1.04
동력비	12	120	10.0
기타잡비	131	131	1.00
소계	696	782	

4) 제조원가

산지유통센터이동의 절임배추 제조원가를 실제 소요되는 재료비와 노무비에 제조원가의 18.1 %의 비율로 제조경비를 산정하여 재료비, 노무비, 경비의 합으로 구하였다. 그 결과 <표 32>와 같이 연간 4,800 톤의 절임배추를 생산하는데 3,354 백만 원이 소요되었고, 톤당 원단위는 699 천 원이었으며, 10 kg 골판지상자 포장 당 6,988 원이었다.

<표 32> 산지유통센터이동모형의 절임배추 제조원가

항목		연간 원가 (백만 원/4,800톤)	원단위 (천 원/톤)	단량 단가 (원/10kg)	비율 (%)
재료비	배추	1,431	298	2,981	42.5
	소금	76	15	158	2.3
	포장재	296	62	617	8.8
	소계	1,803	375	3,756	53.6
노무비	직접노무비	594	124	1,238	17.7
	간접노무비	175	36	365	5.2
	소계	769	160	1,602	22.9
경비	복리후생비	112	23	233	3.3
	수도광열비	32	7	67	1.0
	수선유지비	24	5	50	0.7
	보험료	8	2	17	0.2
	임차료	8	2	17	0.2
	감가상각비	100	21	208	3.0
	용역비	185	39	385	5.5

	세금과공과	4	1	8	0.1
	수송비	50	10	104	1.5
	오폐수처리비	8	2	17	0.2
	동력비	120	25	250	3.6
	기타잡비	131	27	273	3.9
	소계	782	163	1,629	23.3
제조원가		3,354	699	6,988	100
매출원가		4,025	839	8,385	120
매출액		4,427	922	9,224	132

5) 매출원가

매출원가는 제조원가에 판매 및 일반관리비를 20 % 추가하여 결정한 결과 톤 당 839 천 원이었고, 매출액은 매출원가에 매출이익을 10 % 추가하여 정한 결과 톤 당 922 천 원이었다.

라. 경제성분석

내부수익률법으로 산지유통센터이동의 경제성을 분석한 결과는 <표 33>와 같이 10 년간 사업하는 경우 내부수익률이 72 %로 나타나 사업성이 높은 것으로 나타났다.

<표 33> 산지유통센터이동모형의 절임배추사업 내부수익률

(백만 원, %)

사업년도	초기투자액	운용비	총비용	조수익	순수익
1	523		523		-523
2		4,025	3,956	4,427	402
3		4,025	3,956	4,427	402
4		4,025	3,956	4,427	402
5		4,025	3,956	4,427	402
6	498	4,025	4,523	4,427	-96
7		4,025	3,956	4,427	402
8		4,025	3,956	4,427	402
9		4,025	3,956	4,427	402
10		4,025	3,956	4,427	402
내부수익률					72%

4. 노지이동모형의 경제성 분석

가. 초기투자비

1) 토지비

노지를 따라 이동하므로 공장용 토지비용은 발생하지 않는다.

2) 건축비

노지를 따라 이동하므로 공장용 건축비용은 발생하지 않는다.

3) 기계설비비

이동식 배추절임장치로 노지에서 하루에 10 톤의 절임배추를 생산할 수 있는 절임배추 생산설비를 설치하는데 소요되는 기계설비비용은 총 604 백만 원으로 주요기계설비의 내역은 <표 34>와 같다.

<표 34> 노지이동모형의 절임배추 생산기계설비 내역

설비명	용도	규모	수량	금액	비고
플라스틱 상자	절임배추 탈수	45 ℓ (5포기)	100개	3,500	
팔레트	배추절임작업대	1100×1100	10개	330	
트레일러	이동식 절임장치 기본 프레임	저상식 25톤	1대	36,300	절임
감압절임조	배추 담아 절임	1000×1000×1,000 (생배추 280kg)	10개	35,000	
호이스트	배추망 이동 절임	1톤	2대	10,000	
소형배추망	배추 담아 절이기	1000×1000×450 (생배추 140kg) 사각망	100개	200,000	주간 작업
감압펌프	절임조 감압	500토르 저압	1대	15,000	
염수탱크	과잉염수 저장	10kℓ	1개	20,000	
염수펌프	염수순환	200 ℓ/min	1대	18,000	
염수조절탱크	염수 농도 및 온도 조절	5kℓ	1대	14,500	절임조 5개용
발전기	호이스트, 컨베이어, 펌프, 조명 등	70kw	1대	20,000	
세척 정선차	절임배추 세척 및 정선	3.5톤 트럭 3단 자동세척	1대	114,500	
물차	지하수 운반	3.5톤	1대	37,000	
냉장트럭	세척배추 탈수 냉각 운반	3.5톤 탑차	2대	79,500	
계				603,600	

총 투자비용은 <표 35>와 같이 기계설비비용 605 백만 원에 예비비 5 %가 추가되어 635 백만 원이 소요된다.

<표 35> 노지이동모형의 절임배추 생산 시 투자비용

(백만 원)

항목	규모	단가(천원)	금액(백만원)	비고
1. 착공 전 비용			0	
2. 토지비용			0	
3. 건물건축비용			0	
4. 기계설비비용			605	
플라스틱 상자	45 ℓ 100개	3.5	4	
팔레트	표준형 10개	33	0	
트레일러	저상식 25톤 1대	36,300	36	
감압절임조	1,000 ℓ 10개 직병렬(5*2)	3,500	35	
호이스트	1톤 2식	5,000	10	
배추망	450 ℓ 사각 스텐레스망 100개	2,000	200	
감압펌프	500토르 저압 1대	15,000	15	
염수펌프	200 ℓ/min 1대	18,000	18	
염수조절탱크	5kℓ 1개	14,500	15	
염수탱크	10kℓ 1개	20,000	20	
발전기	70kw 1대	20,000	20	
세척 정선차	3.5톤 3단 세척	114,500	115	
물차	3.5톤 트럭 1대	37,000	37	
냉장탑차	3.5톤 탑차 2대	39,750	80	
5. 총 공사비용	2+3+4		605	
6. 예비비용	총 공사비용의 5%		30	
7. 총계	1+5+6		635	

나. 운용비

1) 재료비

절임배추를 노지이동식으로 1 일 16 톤 생산하는데 소요되는 재료비는 7,359,400 원이고, 이는 <표 36>과 같이 다듬고 쪼갠 망배추 구입비 6,118 천 원, 소금 1,088 kg 구입비 254 천 원, 포장재 1,600 개 구입비 987 천 원으로 구성된다.

배추는 전북 고창에서 생산되는 가을배추(상품 3 kg/포기)를 생산자 판매가격인 포기당 312.5 원(2,500 원/평, 8 포기)을 기준으로 산지밭에서 수확하면서 다듬고 쪼개어 소형 스텐레스 배추망에 담아 절임장치까지 운반하는 비용을 배추망(66 포기, 140 kg) 당 30,000 원으로 하면 포기 당 454.5 원이 된다. 즉 농민은 배추를 밭떼기로 팔면 포기 당 321.5 원을 받고 수확하면서 스텐레스망작업을 하면 포기 당 454.5 원을 추가적으로 받아 농민은 포기 당 776.0 원을 받을 수 있는 것이다. 1 일 16 톤의 생배추를 노지망작업 기준으로 구입하면 4,138,667 원이 소요되어 배추값이 많이 차지하나 절임장치에서의 다듬고 쪼개는 작업이 생략되므로 노무비가 감소하는 효과가 있다.

소금은 전남 신안산 천일염을 지하수에 녹여 30 %로 만들어 다듬은 배추에 부어 절이고 회수하여 재사용하는 방식으로 하면, 절임조(1,000 ℓ) 1 개 당 다듬은 배추 280 kg과 포화염수 720 ℓ가 들어가므로 10 개의 절임조에 1 회씩 절이면 7,200 ℓ가 필요하고 소금 2,160 kg이 소요된다. 그리고 1 회 절임시 염수량이 10 %씩 늘어나고 염수농도는 27 %로 낮아지므로 늘어난 염수 중 7,200 ℓ를 다시 30 % 농도로 조정하려면 216.0 kg의 소금이 필요하고, 1 일 4 회씩 절이므로 1 일당 864 kg의 소금이 소요된다. 즉 초기에는 3,024 kg의 소금이 필요하나 2 일부터는 매일 864 kg 이 소요되어 소금비용은 201,600 원이 된다. 이 경우 늘어난 염수를 김치공장에 판매하거나, 농축하여 재사용한다면 소금 비용은 줄어들 수 있다.

포장재는 절임배추 16 톤을 10 kg씩 PE봉투에 담아 다시 골판지상자에 포장하는 방식으로 PE봉투 단가 157 원과 골판지상자 단가 460 원을 적용하면 1,600 상자를 포장하는데 987,200 원이 소요된다.

<표 36> 노지이동모형의 절임배추 생산 재료비

(원)

항목	일 소요액	연 소요액	산출근기
배 추	4,138,667	1,242	가을배추 16톤, 776.0원/포기(3kg, 고창)
소 금	201,600	60	천일염 814kg, 7,000원/천일염 1포(30kg)
포장재	617,000	185	각각 1,000개(10kg), PE 157원/장, 골판지 460원/개
소 계	4,957,267	1,487	절임배추 1일 10톤 기준

2) 노무비

가) 소요인력

노지이동에서 절임배추를 생산하는 방식은 오전 9 시부터 8 시간 동안 배추를 하차하여 쪼개고 다듬어 망에 담은 다음, 3 교대로 24 시간 연속하여 절임조당 4 회씩(상하망을 탈부착하는데 시간이 지연되어 4 회 가능)감압절임을 실시하고 세척 정선하여 탈수되면 포장하여 냉장탑차에 쌓아 소비지로 수송하는 방식이다.

이 경우 하루 10 톤의 절임배추를 생산하는데 소요되는 직접인력은 생산부장 4 급 1 명, 절임기사 6 명과 세척트럭기사 3 명, 냉장탑차기사 2 명은 기능직으로 총 11 명, 일용직 15 명으로 총 27 명이 소요되고 생산직의 공정별 소요현황은 <표 37>과 같다.

<표 37> 노지이동모형의 절임배추 생산 시 소요인력

주요공정	목적	규모	수량	소요인력	소요시간
감압절임장치 조작	감압절임장치로 배추속성절임	절임조 10개 호이스트1식	절임조 10개 40망	2 기사	24(3교대)
세척	절임배추를 세척조에 쏟기	망째로 꺼내어 쏟아 3단 자동세척	10톤	2 기사	24(3교대)
정선	세척배추를 칼로 정선하여 쌓기	절임배추 10톤을 정선하여 탈수대에 쌓기	10톤	2	24(3교대)
포장	10kg씩 비닐 골판지 포장하여 냉장탑차에 쌓기	3.5톤 탑차당 540상자	1,000 상자	2	24(3교대)
출하 운반	냉장탑차로 소비지로 수송	3.5톤 탑차 당 540상자	2대	2 기사	24(2교대)
계				26	8

또 노지이동모형의 간접노무인력은 공장장 3 급 1 명, 서무관리 4 급 1 명, 품질관리 5 급 1 명, 구매관리 5 급 1 명, 판매관리 5 급 1 명이 소요된다.

나) 노무단가

노무단가는 연봉기준으로 3 급 55 백만 원, 4 급 42 백만 원, 5 급 26 백만 원, 기능직 20 백만 원, 일용직 12 백만 원을 적용하였다.

노지이동에서 연 3,000 톤의 절임배추를 생산하는데 소요되는 노무비는 <표 38>과 같이 617 백만 원이 소요된다.

<표 38> 노지이동모형의 절임배추 제조노무비

(명, 백만 원)

구분	급수	소요인력	단가	금액
직접노무비	4	1	42	42
	기능직	11	20	220
	일용직	15	12	180
	소계	27		442

간접노무비	3급	1	55	55
	4급	1	42	42
	5급	3	26	78
	소계	5		175
계		32		617

3) 경비

노지이동모형의 경비는 <표 39>와 같이 용역비, 감가상각비, 복리후생비, 수송비 등으로 구성되어 있고, 이들은 현행 김치공장의 경비(제조원가의 18.1 %)를 기준으로 인력(617/737=0.84), 기계설비 투자비(605 백만 원), 생산량(3,000/4,800=0.63)에 비례하여 재조정하였다.

<표 39> 노지이동모형의 절임배추 제조경비

항목	현행김치공장	노지이동모형	조정비율
복리후생비	108	91	0.84
수도광열비	31	26	0.84
수선유지비	23	19	0.84
보험료	8	5	0.63
임차료	8	5	0.63
감가상각비	127	121	5년 정액상각
용역비	185	117	0.63
세금과공과	4	3	0.78
수송비	50	32	0.63
오폐수처리비	8	7	0,78
동력비	12	120	10.0
기타잡비	131	83	0.63
소계	696	629	

4) 제조원가

노지이동의 절임배추 제조원가를 실제 소요되는 재료비와 노무비에 제조원가의 18.1 %의 비율로 제조경비를 산정하여 재료비, 노무비, 경비의 합으로 구한 결과, <표 40>과 같이 연간 3,000 톤의 절임배추를 생산하는데 2,733 백만 원이 소요되었고, 톤당 원단위는 912 천 원이었으며, 10 kg 골판지상자 포장 당 9,111 원이었다.

<표 40> 노지이동모형의 절임배추 제조원가

항목		연간 원가 (백만 원/3,000톤)	원단위 (천 원/톤)	단량 단가 (원/10kg)	비율 (%)
재료비	배추	1,242	382	3,823	41.2
	소금	60	15	158	1.7
	포장재	185	62	617	6.7
	소계	1,487	496	4,957	54.4
노무비	직접노무비	442	84	838	9.2
	간접노무비	175	36	365	4.0
	소계	617	206	2,057	22.6
경비	복리후생비	91	30	303	3.3
	수도광열비	26	9	87	1.0
	수선유지비	19	6	63	0.7
	보험료	5	2	17	0.2
	임차료	5	2	17	0.2
	감가상각비	121	40	403	4.4
	용역비	117	39	390	4.3
	세금과공과	3	1	10	0.1
	수송비	32	11	107	1.2
	오폐수처리비	7	2	25	0.3
	동력비	120	40	400	4.4
	기타잡비	83	28	277	3.1
	소계	629	210	2,097	23.1
제조원가		2,733	912	9,111	100
매출원가		3,280	1,094	10,933	120
매출액		3,608	1,204	12,027	132

5) 매출원가

매출원가는 제조원가에 판매 및 일반관리비를 20 % 추가하여 결정한 결과 톤 당 1,094 천 원이었고, 매출액은 매출원가에 매출이익을 10 % 추가하여 추정한 결과 톤 당 1,204 천 원이었다.

라. 경제성분석

내부수익률법으로 노지이동모형의 경제성을 분석한 결과는 <표 41>과 같이 절임배추의 매출단가를 현행공장의 절임배추 매출단가(매출원가+이익 10 %)인 톤 당 1,058 천 원과 같이하면 연간 3,000 톤을 매출하여 3,174 백만 원의 조수익율을 올릴 수 있다. 이 경우 매출원가가 연간 3,280 천 원 발생하여 조수익보다 총 비용(매출원가)

이 더 많으므로 매출이익은 106 천 원 적자가 발생하게 되어 사업성이 없다.

<표 41> 노지이동모형의 절임배추사업 내부수익률

(백만 원, %)

사업년도	초기투자액	운용비	총비용	조수익	순수익
1	635		650		-635
2		3,280	3,280	3,174	-106
3		3,280	3,280	3,174	-106
4		3,280	3,280	3,174	-106
5		3,280	3,280	3,174	-106
6	605	3,280	3,885	3,174	-711
7		3,280	3,280	3,174	-106
8		3,280	3,280	3,174	-106
9		3,280	3,280	3,174	-106
10		3,280	3,280	3,174	-106
내부수익률					적자

이동식 배추절임장치의 경제성을 분석한 결과 현행 김치공장의 상압절임방식의 내부수익률은 8 %로 나타났다. 그리고 김치공장에 감압속성절임장치는 1 일 16 톤의 절임배추를 생산할 수 있고 간접노무비가 절약되므로 내부수익률이 131 %로 매우 높았다. 또한 이동식 배추절임장치를 트레일러 위에 1 일 16 톤 생산규모로 대형 5 개조를 설치하여 산지유통센터까지 이동시켜 감압절임할 경우 원료배추의 수송비가 절약되고 염수비용이 절약되어 내부수익률이 72 %로 경제성이 있을 것으로 평가되었다. 한편 이동식배추절임장치를 트레일러 위에 1 일 10 톤 생산규모로 소형 10 개조를 설치하여 노지밭까지 이동시켜 감압절임할 경우 배추망이 소형이고 망을 상하로 탈부착하는 작업이 번거로워 생산성이 낮았고 이로 인해 현행김치공장보다도 제조원가가 높아서 경제성이 없었다.

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절 연구개발목표의 달성도

1. 개요

이 연구개발과제는 처음에는 3 년간 수행하기로 계획되었으나 2 년만에 중요한 연구목표가 달성되어 조기완료하였다. 연차별 연구개발목표와 그 달성도를 자체평가하면 1 차 년도에 트레일러를 구입하여 반 쪽에 5 톤 규모로 절임장치는 제작하여 시험한 다음 문제점을 도출하였고, 2 차 년도에 문제점을 개선하여 나머지 반 쪽에 개선된 절임장치를 제작하여 성능을 평가 확인하였으므로 주요 연구개발목표는 모두 달성되었다고 할 수 있다. 연차별로 세부연구목표를 평가하면 다음과 같다.

2. 1 차 년도 세부연구목표

가. 25 톤 트레일러 상에 배추절임장치를 10 톤 규모로 설계

이동식 배추절임장치의 개념을 1 일 10 톤의 절임배추를 생산할 수 있는 시스템으로 설계하고 24 톤 로우베드 트레일러를 구입하여 실제크기에 맞추어 도로교통법에 적합한 범위 내에서 설계를 구체화하였다.

나. 25 톤 트레일러 상에 배추절임장치를 5 톤 규모로 제작

설계도에 맞추어 로우베트 트레일러의 반쪽에 염수저장탱크, 감압절임조, 호이스트, 염수조절탱크, 소금용해조, 발전기, 염수펌프, 감압펌프를 요소기계장치로 제작 설치하여 감압절임장치를 구성하였다.

다. 배추절임장치의 공정 및 절임배추의 물성평가

제작 구성한 이동식 배추절임장치를 해남 화원농협 김치공장으로 이동시켜 시운전하

면서 각 공정의 성능을 평가하였고, 최종적으로 절여진 배추의 굽힘힘을 측정하여 이동식 배추절임장치로 생산한 절임배추의 품질을 평가하였다.

3. 2차년도 세부연구목표

가. 이동식 배추절임장치의 노지 시운전

5 톤 규모로 반 쪽에 제작한 이동식 배추절임장치를 해남화원으로 견인 이동하여 월동배추를 대상으로 절임시험을 수행하였다.

나. 시운전 결과 문제점 도출 및 개선방안 설계 및 5 톤 규모 제작

시운전 결과 도출된 12 가지 문제점 중에서 주어진 예산으로 개선 가능한 9 가지를 개선하여 나머지 반 쪽에 5 톤 규모로 감압절임장치를 제작하였다.

다. 배추절임장치의 위생품질평가

이동식 배추절임장치로 생산한 절임배추의 안전성을 확보하기 위해서 원료배추, 소금, 물 등과 제조공정 등을 HACCP Plan에 맞추어 평가 분석하여 배추다듬기, 소금용해, 정선, 냉각을 주요관리점(CCP)으로 도출하였다.

4. 3 차 년도 세부연구목표

가. 개선된 이동식 배추절임장치의 노지 시운전

개선 제작한 이동식 배추절임장치를 다시 해남 화원으로 견인 이동하여 가을배추를 대상으로 감압절임시험을 수행하엿다.

나. 개선된 배추절임장치의 공정평가

개선된 배추절임장치를 시운전하면서 각 공정을 평가하여 자동화를 해야 할 공정과 현행을 유지해야 할 공정으로 구분하였다.

다. 이동식 배추절임장치의 경제성 분석

이동식 배추절임장치의 경제성을 현행 김치공장모형, 고정식 김치공장모형, 산지유통센터이동모형, 노지이동모형으로 구분하여 비교분석한 결과, 현행 김치공장모형은 내부수익률이 8 %로 평가되었고, 노지이동모형(소형 배추망 2개를 상하로 연결하여 절임)은 생산성이 낮아 경제성이 없었으나, 이를 개선하여 대형 배추망으로 생산성을 높이고 산지유통센터까지만 절임장치를 이동시켜 읍면 지역의 배추를 모두 절이는 방식은 내부수익률이 72 %로 경제성이 높은 것으로 분석되었다.

5. 결론

현재의 소형 배추망으로 배추밭에서 절이는 모형은 경제성이 없으나 대형 배추망으로 산지유통센터에서 절이는 이동식 배추절임장치모형은 경제성이 높은 것으로 평가 되었다.

제2절 관련분야 기술발전에의 기여도

1. 기술적 측면

가. 배추절임기술의 종합화

이번 과제는 그동안 연구개발한 배추절임기술을 종합화하여 이동식 배추절임 시스템으로 완성한 것이다. 여기에는 배추의 속성절임기술, 염수절임설비, 감압절임장치, 염수재활용기술, 절임배추 세척 탈수기술, 절임배추 포장기술, 절임배추 냉장 유통기술 등이 모두 이동식 배추절임장치에 적용되어 각각의 기술과 장치들의 성능을 평가할 수 있었다.

나. 배추절임기술 연구개발 방향 제시

또 지금까지 연구개발된 배추절임 관련 기술과 장치들이 현장에서 얼마나 실용성이 있는지를 검증할 수 있는 기회였으며, 향후 배추절임 관련 분야의 연구개발이 어느 방향으로 어떻게 전개되어야 한국 김치산업의 경쟁력강화에 기여할 수 있을지를 제시

할 수 있었다.

다. 현 김치공장의 생산성 증대

한편 여기에 적용되는 저압속성배추절임기술을 도시지역의 소규모 김치공장에 응용할 수 있고, 그 경우 공장 단위 면적당 생산량을 현재의 2 배로 높일 수 있으므로, 현재의 500 여 중소규모의 김치공장 만으로도 늘어나는 공장김치의 수요를 충족시킬 수 있음을 알 수 있었다. 현재 전체 김치소비량의 1/3 이 공장에서 생산되고 있는데, 앞으로 공장김치의 수요량이 2/3 수준으로 늘어나더라도 감압속성절임장치를 도입하면 생산성이 2 배로 증가하므로 현재의 공장규모로도 늘어나는 수요를 충당할 수 있다.

2. 경제 · 산업적 측면

가. 배추쓰레기 발생량 감소

감압속성 배추절임기술을 이동식 배추절임장치에 적용하여 실용화할 경우 배추 수송비용이 25 % 절감된다. 김치용 배추의 연간 소요량이 200 만 톤이고, 이 중 25 % 인 50 만 톤의 배추쓰레기가 도시와 김치공장에서 발생된다. 이동식 배추절임장치로 소요 배추량의 50 %만 산지 밭에서 절여서 유통시킨다고 해도 연간 25 만 톤의 쓰레기가 줄어들므로 배추 수송비가 150 억원 절감된다.(5 톤 트럭 당 수송비 30 만원 × 5 만 대)

나. 김치공장의 폐수량 감소

김치공장에서 폐수처리비용이 1/3 로 줄어든다. 김치공장의 폐수는 고농도의 절임염수를 희석하기 위하여 많은 양의 희석수가 필요하고, 이로 인해 폐수 발생량이 크게 늘어나게 되는데 절임배추를 구입하여 사용하게 되면 공장에서 절임염수가 발생되지 않는다.

다. 도시지역에 김치공장 입지 가능

도시지역에도 소규모 김치공장이 운영될 수 있다. 이미 산지에서 절여진 배추가 김치

공장에 공급되는 새로운 배추 유통체계가 만들어지면 김치공장에서는 양념을 조제하여 두었다가 구입한 절임배추에 양념속넣기 하여 김치를 제조할 수 있기 때문이다.

라. 김치공장의 생산성 배가

기존 김치공장의 생산성을 2 배로 높일 수 있다. 일 7 톤 규모의 기존 김치공장에 감압속성절임장치를 설치하여 24 시간 가동하게 되면, 5 억 원의 추가투자와 1.1 배의 생산인력 증가만으로 생산량은 14 톤으로 2 배나 늘어나게 된다.

마. 김치의 제조원가 절감

김치의 제조원가를 14 % 낮출 수 있다. 감압속성절입장치를 기존의 농협 김치공장에 적용하여 절임공정을 개선할 경우 자본생산성과 노동생산성이 모두 2 배씩 증가하는 것으로 분석되었고, 제조원가는 14 % 낮아지는 것으로 나타났다.

바. 한국김치의 경쟁력 강화

감압속성절입장치로 절임배추를 생산할 경우 이동식이던 공장식이던 간에 김치의 제조원가가 14 % 낮아지므로 국내시장과 일본시장에서 중국산 김치와의 경쟁력이 강화된다. 즉 지금까지 산업화 초기단계에 있는 한국의 김치산업이 생산성 향상으로 한 단계 도약하는 계기가 되고 이는 한국김치의 국제경쟁력 강화로 이어지는 것이다.

제5장 연구개발결과의 활용계획

이동식 절임장치를 개별조립형으로 하여 트럭에 싣고 이동하여 하차한 다음 천막 안에 설치하는 방식은 너무 힘들었고, 5 톤 트럭에 설치하는 방식은 생산성이 낮았으므로 25 톤 트레일러 위에 설치하는 방식으로 개발하였다.

25 톤 트레일러 위에 설치 시 절임조를 소형으로 5 칸씩 2 열로 설치하여 노지에서 절이는 방식은 공간 활용성은 우수하나 생산성이 1 일 24 시간에 10 톤으로 낮아서 경제성이 없었다. 그래서 절임조를 대형화하여 1 일 24 시간에 16 톤을 생산 할 수 있도록 하고 산지유통센터까지 감압절임장치를 견인 이동하여 절이는 방식으로 개선하는 것이 바람직하다. 이 방식으로 10 년간 사업할 경우 사업성을 분석한 결과 초기투자비가 650 백만 원으로 매년 4,628 백만 원의 매출을 시현한다면 내부수익률이 72 %로 높아서 현행김치공장의 초기투자비 2,555 백만 원, 매출 5,082 백만 원, 내부수익률 8 %보다 사업성이 높았다.

배추의 속성절임기술은 이미 개발되었고, 본 과자에서는 이들 기술을 활용하여 이동식 배추절임장치를 제작하고 현장적용시험을 거쳐 개선하였다. 개선된 이동식 배추절임 및 장치는 배추 산지를 따라 이동하면서 연중 절임배추를 생산할 수 있었고 실용화가 가능하였다. 실용화의 주체는 첫째로 기존의 배추 유통업자가 산물 생배추 유통에서 절임배추 유통으로 전환하여 사업의 주체가 될 수 있고, 둘째로 기존의 김치공장 경영자가 생배추 대신 절임배추를 공급받는 공급사슬관리(SCM)의 주체가 되어 사업화 할 수도 있다. 또 벤처 기업가도 이동식 배추절임장치를 신규사업으로 실용화 할 수 있을 것이다. 그리고 이동식 배추절임장치로 감압속성절임장치의 실용성이 확인된 후에는 기존의 김치공장에서 노후화된 절임설비를 감압속성절임장치로 교체하여 김치공장의 생산성을 향상시키는데 활용할 수도 있다.

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

없음

제7장 참고문헌

권태연, 최용희 : 무의 염절임시 소금의 침투량과 확산도 예측 모델, 한국영양식량학회지, 20, 572-576(1991)

김동만, 최희송, 윤회현, 박완수 : 배추절임염수와 세척수의 처리방법 및 장치, 대한민국특허 0377542(2002)

김순동 : 김치의 보존성 증진 방안, 식품산업과 영양, 191, 71-80(1996)

김인숙, 김중만, 백승화, 문정옥, 황호선, 김윤숙 : 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구 II. 젖산, 칼슘클로라이드, 저장온도가 저장 간절임 배추의 품질에 미치는 영향. 원광대학교 논문집, 21, 117(1987)

김중만, 김인숙, 양희천 : 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구. I. 배추의 간절임시 일어나는 이화학적 및 미생물학적 변화. 한국영양식량학회지, 16, 75(1987)

김현옥, 이혜수 : 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구, 한국식품과학회지, 7, 74(1975)

변유량, 유명식, 조형용, 최동원 : 염절임 및 열처리 과정중 배추의 물리적 특성과 조직의 변화, 한국식품과학회지 '김치의 과학' 심포지엄논문집(1994)

신동화, 최웅, 안은영, 오진아 : 배추염지액의 반복사용중 일반성분과 미생물변화. 한국식품과학회 제59차 학술발표초록집, p.97(1997)

신인식, 한응수 : 고랭지배추의 재배실태 및 유통구조개선방안. 식품유통연구, 10, 247(1993)

신현경 : 생체기능조절 천연소재 및 기능성 식품 ; 기능성 식품의 개발 및 연구동향, 산학수산, 30, 2-13(1997)

우경자, 고경희 : 절임정도에 따른 배추김치의 질감과 맛에 관한 연구. 한국식문화연구 논총, p.163(1988)

이승교, 전승규, 권기화 : 절임배추이용 김치제조에 관한 연구. 농촌영양 개선 연구조사 보고서, p.213(1982)

이승교, 김화자 : 절임조건별 배추에 의한 김치의 숙성중 리보플라빈과 아스코빈산의 함량변화, 한국영양식량학회지, 13, 131(1984)

이승주, 정필호 : 식품동결건조기의 자동제어. 산업식품공학, 1, 240-246(1997)

이종미, 김희정 : 전통적 통배추김치제조시 최적절임조건 및 저장기간 설정에 관한 연

구. 한국식생활문화학회지, 9, 87(1994)
조재선 : 식염농도의 영향. 김치의 종합연구, p.401(1994)
한기영, 노봉수 : 통배추의 염절임 방법에 따른 특성변화. 한국식품과학회지, 28, 707 (1996)
한응수 : 김치제조용 고랭지 배추의 염장저장방법. 한국식품과회지, 25, 118(1993)
한응수, 석문식 : 김치공장의 배추절임공정 개선. 식품산업과 영양, 1, 50(1996)
한응수, 석문식, 박지현, 조재선 : 절임염수의 종류별 배추김치의 품질 특성. 한국식품과학회 제 59차 학술발표초록집, p.102(1997)
한응수, 석문식 : 김치제조용 배추의 염수절임기술 개발, 대산논총, 6, 191(1998)
한응수, 석문식. 박지현 : 세척방법과 탈수방법에 따른 절임배추의 품질변화. 한국산업식품제조학회지, 3(2), 53(1999)
한응수, 농협 김치공장의 제조공정개선 효과분석, 협동조합연구, 제34집(2004)
한응수, 석문식, 박지현, 조재선, 이호재 : 고랭지배추의 염수절임 중 염수의 품질변화. 산업식품공학, 2(2), 85(1998)
한응수 : 김치제조공정의 표준화 및 자동화 기술개발. 농촌개발연구소, 연구논문, 제118호(1999)
한응수, 석문식, 박지현, 이호재, 절임배추의 포장 압력 및 저장온도에 따른 품질 변화, 한국식품과학회지, 28, 650-656. (1996)
한응수, 석문식, 박지현, 장기저장 중 절임배추와 그 삼출액의 특성 변화, 농산물저장유통학회지, 5, 165-169. (1998)
한응수, 석문식, 박지현, 포장방법을 달리한 절임배추의 장기저장 중 품질변화, 한국식품과학회지, 30, 1307-1311. (1998)
한응수, 구본열, 김공환, 절임배추의 탈수특성과 냉각특성, 산업식품공학, 4, 56-161(2000)
Chiralt, A., Fito, P., Barat, J. M., Andres, A., Gonzalez-Martinez, C., Escriche, I. and Camacho, M. M. : Use of vacuum impregnation in food salting process, Journal of Food Engineering, 49, 141-151(2001)
Dong-Kwan Kim, Myung-Hwan Kim and Byung-Young Kim : Mass Transfer during salting and Desalting Processes of Chinese Cabbage. J. Korean Soc. Food Nutr., 22(3), 317(1993)
Eung Soo Han, Moon Shik Seok, Ji Hyun Park and Jae Sun Jo : Changes in

moisture content of auttumn *baechu* during brine salting, Foods and Biotechnology, 5, 1-6 (1998)

Eung Soo Han and Bon Youl Koo : Changes of salinity and bending force in winter *baechu* during brine salting, Foods and Biotechnology, 9, 382-386.(2000)

Eung Soo Han : Quality characteristics of kimchi prepared with stored field salted highland *baechu*, Foods and Biotechnology, 12, (2003)

Fito, P., Andres, A., Chiralt, A. and Pardo, P.: Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation-relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food liquid systems. Journal of Food Engineering, 27, 229-240(1996)

Gras, M. L., Vidal, D., Betoret, N., Chiralt, A. and Fito, P.: Calcium fortification of vegetables by vacuum impregnation: Interactions with cellular matrix, Journal of Food Engineering, 56, 279-284(2003)

Han, E.S., Seok, M. S., Chun, J. K. and J. S. Jo : Effect of cutting methods on the yield, salinity and pH of salted Chinese cabbage, Foods Biotechnol., 5, 1(1996)

Lee, S. J., Chang-Gi Hong C. G., Han, T. S., Kang, J. Y., Kwon, Y. A.: Application of fuzzy control to start-up of twin screw extruder. Food Control, 13, 301-306(2002)

Martinez-Monzo, J., Barat, J. M., Gonzalez-Martinez, C., Chiralt, A. and Fito, P.: Changes in thermal properties of apple due to vacuum impregnation, Journal of Food Engineering, 43, 213-218(2000)

Mujica-Paz, H., Valdez-Fragoso, A., Lopez-Malo, A., Palou, E. and Welti-Chanes, J.: Impregnation properties of some fruits at vacuum pressure, Journal of Food Engineering, 56, 307-314(2003)

Pavia, M., Trujillo, A. J., Guamis, B. and Ferragut, V.: Ripening control of salt-reduced Manchego-type cheese obtained by brine vacuum-impregnation, Food Chemistry, 70, 155-162(2000)