

최      중  
연구보고서

# 산지 농산물 가공을 위한 농촌형 공장의 활성화 연구

Studies for Development of Rural Food  
Processing Industry

연구기관

한국식품개발연구원

농   립   부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “산지 농산물 가공을 위한 농촌형 공장의 활성화 연구” 과제 (세부과제 “정부지원 가공업체의 수요기술 도출”, “농촌형 가공공장의 품질개선 및 제품다양화 연구”, “농촌형 가공공장의 공정설계진단 컴퓨터 프로그램 개발”, “농촌형 가공공장의 기술지원체계 및 정보망 구축” 및 협동연구과제 “농촌형 가공공장의 자동화 기술 연구”)의 최종보고서로 제출합니다.

2002 년 6 월 14 일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 조 응 제

세부연구책임자 : 곽 창 근

세부연구책임자 : 석 호 문

세부연구책임자 : 조 용 진

세부연구책임자 : 조 응 제

협동연구기관명 : 서울대학교

협동연구책임자 : 전 재 근

# 여 백

# 요 약 문

## I. 제목

산지 농산물 가공을 위한 농촌형 공장의 활성화 연구

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 목적은 산지 농산물 가공업체가 당면하고 있는 애로기술을 타개하여 생산제품의 품질향상과 품목다양화를 촉진하고 생산현장의 혁신을 유도할 수 있는 공정개선과 자동화의 핵심 기술을 개발하는 한편, 기술지원체계 및 정보망을 구축하고 경영혁신을 유도할 수 있는 경영분석 프로그램을 개발 전수하여 농촌형 가공공장의 경영정상화와 장기발전을 도모하는데 있다.

산지 농산물 가공산업은 농산물의 가격지지, 수급조절, 농외소득원 개발을 통한 농가소득증대와 고부가가치 상품화 수출 등 농업·농촌의 장기발전을 위하여 매우 중요한 산업이다. 특히, WTO의 뉴라운드 협상 등 시장개방이 가속화됨에 따라 가공을 통한 고부가가치 상품화를 통해 국내 농산물의 경쟁력을 높여야 할 필요성이 절실해 지고 있다.

정부는 그 동안 산지 농산물 가공산업 육성을 적극 추진해 왔으나 많은 업체가 판매부진과 낮은 채산성 등으로 경영정상화가 이루어지지 않고 있다. 경영부진의 요인은 복합적이지만 가장 본질적인 문제는 대부분의 업체가 기술수준이 낮고 경영능력이 부족하여 생산제품의 품질 및 시장성이 낮은 반면 저효율, 고비용으로 인해 생산원가는 높아 산업경쟁력이 취약하기 때문이다.

따라서 산지 농산물 가공업체의 경영정상화와 장기발전을 위해서는 근본적으로 기업 체질을 개선하여 경쟁력을 강화하는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 문제는 대부분의 산지 농산물 가공업체가 기술력과 경영능력을 보유하고 있지 못하여 자체적으로 기술향상과 경영혁신을 추진하는데 어려움이 많다는 점이다. 따라서 운영 및 시설 자금지원도 중요하지만 산업경쟁력 강화를 위한 다각적인 지원이 절실히 요청된다.

첫째, 산지 농산물 가공업체 생산제품의 시장성과 부가가치를 높이기 위해서는 품질개선과 제품다양화를 위한 기술개발이 요구되지만 대부분의 업체들이 규모가 영세하여 자체적으로 애로기술의 타개를 위한 기술개발을 추진하기가 대단히 어려운 실정이다. 따라서 현장 정밀조사를 통해 개발 즉시 실용화가 가능하고 개발의 기술적, 경제적 파급효과가 큰 기술분야를 발굴하여 적극적으로 개발, 보급할 필요가 있을 것이다.

둘째, 현장의 생산성을 높이기 위해서는 공정합리화가 매우 중요하나 전문지식이 없는 산지 농산물 가공업체들은 잘못된 공정설비로서 불필요한 설비투자 와 작업능률의 저하를 초래하는 사례가 많다. 따라서 최적공정설계를 통해 경제적인 설비투자를 유도하고 비효율적인 공정의 개선을 통해 생산성을 제고하는 방안이 마련되어야 하며 이를 위해서는 우선 시뮬레이션 기법을 이용한 공정설계·진단 기술을 개발할 필요가 있을 것이다.

셋째, 농촌형 가공공장은 인력에 많이 의존하는 생산방법을 사용하고 있으며 기술인력의 숙련도가 떨어져 생산성이 낮고 품질관리가 어렵기 때문에 공정자동화가 절실히 요구된다. 일반 식품업체와 비교하여 소규모 전통식품을 생산하는 가공공장의 자동화 기술 수준은 상대적으로 낙후되어 있고 자동화기술 개발에는 막대한 자금과 고도의 운영기술이 필요하므로 농촌형 산지공장에 적합한 기술을 개발하여 보급할 필요가 있다.

넷째, 식품기술 및 시장정보는 판로개척, 시장변화에 대한 신속한 대응, 신제품 개발에 대한 아이디어 발굴 등 기업경영전략을 수립하는데 필수적인 요소이나 산지 농산물 가공업체는 정보수집 능력이 크게 떨어진다. 따라서 신기술과 신제품 정보, 특허정보, 식품규격 및 법령 정보, 국내외 시장동향, 식품관련 업계 등 식품관련 종합정보망을 구축하여 가공업체에 제공할 필요가 있을 것이다.

다섯째, 전문기술인력이 부족한 산지 농산물 가공업체는 품질 및 생산성 관리가 과학적, 체계적으로 이루어지지 못하고 경험에만 의존하는 실정으로 현장 기술을 체계적으로 정리 보급할 필요가 있다. 또, 경영능력의 부족으로 경영진단과 처방이 원활하게 이루어지지 않아 잘못된 의사결정으로 경영 손실을 받게 되는 사례가 빈번하므로 소규모 농산물 가공업체에 맞는 경영진단 프로그램을 개발하여 보급할 필요가 있을 것이다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

농촌형 가공공장의 경영활성화를 위하여 취약한 기술수준 및 경영능력을 지원하는데 연구의 주안점을 두고 품질개선 및 제품다양화, 공정합리화 및 자동화를 촉진하기 위하여 현장 애로기술을 개발하는 한편 기술지원 기능을 강화하기 위한 시스템을 구축하고자 하였으며 다음 다섯 가지 주제로 구분하여 연구를 수행하였다.

- 산지 농산물 가공업체의 경영활성화를 위한 현장애로기술의 발굴, 기술개발의 기대효과 분석에 의한 개발기술의 우선 순위 선정
- 산지 농산물 가공공장의 품질개선 및 제품다양화를 위한 품목별 공통애로기술의 개발
- 산지 농산물 가공공장의 제조공정 분석 및 모형개발, 제조공정 설계·진단용 컴퓨터 프로그램 개발
- 산지 농산물 가공공장에 적합한 공정자동화 기술, 제어기술, 공정관리기술 확립
- 식품정보 DB 구축, 품목별 가공공장 운영지침서 작성 및 산지 농산물 가공업체의 경영진단 컴퓨터 프로그램 개발

#### 1. 농촌형 가공업체 수요기술 도출

산지 농산물 가공업체 설문조사를 통해 업체가 당면하고 있는 애로기술을 파악한 후 전문가 그룹의 평가를 통해 후보기술개발 과제를 선별하고, 델파이 기법으로 후보기술과제의 기술적 및 경제적 타당성을 평가하여 기술개발의 우선 순위를 설정한 후, 현장 도입시의 상품성과 시장성, 부가가치 등을 평가하여 경제적 타당성이 가장 높은 기술을 본 연구의 개발 과제로 제시하였다.

#### 2. 품질 개선 및 제품다양화 기술 개발

효율적 연구 수행을 위해 위에서 제시된 9개의 기술개발 과제를 ① 단무지의 색 및 조직감 변화억제 기술 ② 된장의 갈변억제 기술 ③ 유자차 및 녹차의 저장 안정성 기술 ④ 미숫가루의 분산성 개선 기술 ⑤ 포도주스의 향미 개선 기술 ⑥ 무말랭이의 품질개선 및 제품다양화 기술 등 6개 분야로 통합 조

정하고 목적인 기술을 개발하였다.

### 3. 농촌형 가공공장 공정설계·진단용 프로그램 개발

현장실사와 문헌조사를 실시하여 농촌형 가공공장의 75개 주요 품목에 대한 표준공정을 확립하였으며 공정분석을 통해 단위공정을 정의하고 단위공정별 물리적, 수리적 모형과 모듈 프로그램을 개발하였다. 또, 시스템 전체의 계량분석 및 최적공정 설계를 할 수 있는 공정 설계·진단용 전산프로그램을 개발하여 현장 검증을 실시하고 국내외 식품기계 데이터베이스를 구축하였다.

### 4. 농촌형 가공공장 기술지원체계 및 정보망 구축

효율적인 기술지원체계 구축을 위한 기능 조성에 중점을 두어 산지 농산물 가공업체의 주요 생산품목에 대한 7종의 가공공장 운영지침서(SOP)를 작성하였고, 농촌형 가공공장의 특성에 맞는 GUI 방식의 경영평가 전산프로그램을 개발하였으며, 식품기술 및 시장관련 최신정보를 제공하기 위한 식품기술정보 데이터베이스를 구축하였다.

### 5. 농촌형 가공공장 공정자동화 기술 개발

종류와 규모가 다양한 농촌형 가공공장에 적용 가능한 표준 자동화 방식을 구성하고 농촌형 가공공장의 실정에 맞게 투자비가 적게 들면서 조작이 간편한 간이 자동화와 제어장치를 설계하였으며 전통식품 생산업체의 활용도가 높은 발효실과 저장실의 자동화시스템과 포장 라벨 자동인쇄 프로그램을 개발하였다.

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 농촌형 가공공장 기술수요 도출

업체 및 전문가 설문조사를 통해 74개의 현장애로기술 개발 과제가 도출되었으며, 계량평가지표를 작성하고 전문가그룹을 구성하여 기술개발의 타당성에 대한 평가를 실시한 결과 '유통중 단무지 갈변방지 기술', '유통중 단무지 조직감 개선 기술', '단무지 치자색소 탈색방지 기술', '된장의 갈변억제 기술', '곡류 분말제품의 흡습성, 분산성 개선 기술', '녹차의 향, 색택유지 기술', '유자차의

갈변억제기술', '국산 포도주스의 청징도 및 색상 개선 기술', '무말랭이 품질개선 기술'의 점수가 높게 나타났다.

9개의 기술개발과제에 대해 기술개발이 성공하여 실용화될 시 기대되는 상품성, 부가가치 증대효과, 시장성, 성장성을 고려한 결과 모두 경제적 타당성이 있는 것으로 나타났으며, 기술개발비용에 대한 부가가치 증대액 비율은 '국산 포도주스의 청징도 및 색상 개선 기술'과 '무말랭이 품질개선 기술'이 2.0과 2.4로 가장 낮았고 나머지는 모두 10배 이상의 투자효과를 유발할 것으로 기대되었다.

## 2. 농촌형 가공공장의 품질개선 및 제품다양화

품질개선 및 제품다양화와 관련된 9개의 현장애로기술을 6개 과제로 통합하여 수행하여 소기의 성과를 거두었으며, 경영에 어려움을 겪고 있는 농촌형 가공공장을 지원한다는 연구개발의 목적에 따라 개발 결과는 무상으로 기술 전수할 계획이다.

### • 단무지의 품질개선 기술 개발

단무지 제조 및 유통 과정에서 ① 원료의 세척 ② 작업장의 환경조건 ③ 절임조의 위생적인 관리 ④ 절임시 사용하는 천일염 및 수질의 품질 ⑤ 조미액의 적절한 선택 및 품질관리 ⑥ 완제품의 저장 및 유통 등 각 단계별 처리조건이 단무지의 품질 변화에 미치는 영향을 분석하고 단무지의 색 및 조직감 변화 억제를 위한 가공조건을 확립하였다.

### • 된장의 갈변억제 기술 개발

된장의 갈변 기작을 밝히고 그 결과를 토대로 하여 갈변의 진행을 억제시키기 위해 아미노-카보닐 반응 모델계를 구축하고 각종 갈변억제제를 선별하여 된장의 갈변을 억제할 수 있는 방법을 수립하였다. 즉 triphosphate, citric acid, oxalic acid 등 각종 첨가제를 된장 제조시 각각 1% 첨가한 결과 특히 citric acid 및 oxalic acid는 된장의 갈변억제에 탁월한 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

### • 유자차 및 녹차의 품질개선 기술 개발

유자차의 품질 개선을 위해 유자차를 제조하기 전 유자 생과를 세척할 때



과일세정제인 크리나의 사용으로 유자차의 생균수를 감소시킬 수 있었다. 유자차의 유통 중 갈변을 최소화하기 위해서는 비타민 C(1.0%)+구연산(0.3%)+소금(0.3%)+인산염(0.2%)+L-cysteine(0.2%)를 유자차 제조시 첨가하는 것이 가장 좋은 결과를 얻었다.

녹차의 저장 중 품질변화를 최소화하기 위해서는 포장재로서 PET+PE+Al+PE+COPP와 같은 가스 차단성 포장재를 사용하는 것이 녹차의 색도, 비타민 C, 클로로필, 향미 등 모든 면에서 가장 좋은 것으로 나타났다. 또한 본 포장재에 질소가스 치환 후 탈산소제를 병용하는 것이 녹차의 저장 중 품질유지에 가장 효과적인 것으로 나타났다.

#### • 미숫가루의 품질고급화 기술 개발

품질 개선을 위해 설탕용액의 첨가량을 조절하여 미숫가루에 골고루 분사한 후 열풍시켜 분산용해성이 뛰어나고 음용시에 거친감을 주지 않는 미숫가루의 과립조건을 확립하였다. 개발 기술의 산업화를 촉진하기 위해 제품의 대량생산을 위한 제조공정을 확립하고 소규모 공장형 과립기를 제작 완료하였으며 본 장치는 미숫가루뿐만 아니라 생식 등 분말제품의 품질고급화에 기여하게 될 것으로 전망된다.

#### • 포도주스의 품질개선 기술 개발

국내산 포도과즙의 색상 및 청징도를 높이기 위한 반응조건을 검토하고 처리조건을 확립하였다. 포도과즙 농축액을 냉동하여 여과하는 공정을 도입한 결과 주석산 제거 효과가 높은 것으로 입증되었으며, 현장 실험을 통해 기존설비를 이용하는데 따른 문제점 및 방안을 강구하였다. 국내산 포도주스의 관능특성을 높이기 위하여 당/산비의 조정과 포도과피 추출물, 카라멜 색소, 향료 등의 첨가 실험을 하여 최적배합비를 설정하였고, 공장규모의 연속식 음료라인에서 50% 희석식 포도주스를 제조하고 품질을 비교하였다.

#### • 무말랭이 품질개선 및 제품다양화 기술 개발

국내산과 중국산 무말랭이의 품질을 비교한 결과 국내산 무말랭이의 품질이 우수하였으며, 국내산 무말랭이의 품질개선을 위한 건조기술을 개발하기 위하여 열풍건조 및 마이크로파 혼합건조 방식을 적용한 결과 Page model이 무의 건조시간을 예측하는데 가장 적합한 건조모델로 판명되었다. 무말랭이의 제품

다양화를 위해 영양소 파괴가 적고 품질이 우수하면서 물로 복원하지 않고도 곧바로 가공 처리할 수 있는 중간수분형태의 새로운 무말랭이제품 제조기술을 개발하였다.

### 3. 농촌형 가공공장의 공정설계·진단용 프로그램 개발

농촌형 가공공장의 주요 75개 생산품목의 표준 제조공정도를 작성하고 이들 품목의 제조공정을 분석하여 27개의 단위공정을 설정하였으며, 각 단위공정 및 물성에 관한 수리적 모형을 정립하여 연산 프로그램을 작성하였다. 또, 전체 공정시스템의 설계 및 분석을 할 수 있도록 단위공정 모듈프로그램의 조합체계를 구축하였고 국내외 식품기계 350여종을 데이터베이스화 하였다.

컴퓨터 프로그램은 MATLAB을 이용하여 GUI방식으로 구현하였으며 입력창을 통해 조건을 설정하면 다양한 정보가 출력창에 표시되도록 하였으며 모듈프로그램은 Top에서 제어되면서 독립적으로 작동하는 stand-alone 방식으로 개발되어 프로그램 증설이 용이하도록 만들었다.

개발된 프로그램은 기존설비에 대해 공정의 비효율성을 평가·진단하고 공정합리화 계획을 수립, 업체에 제공함으로써 생산성을 제고할 수 있으며 신규 설립 공장에 대한 최적공정설계 지원을 통해 생산성 제고 및 적정설비투자를 유도하는데 사용할 수 있을 것이다. 특히 PC에서도 잘 구동하여 노트북을 이용하여 현장에서 공정설계 및 진단에 대한 상담 및 지도에 활용할 수 있을 것으로 본다.

### 4. 농촌형 가공공장의 기술지원체계 및 정보망 구축

국내외 연구개발정보, 특허정보, 규격정보, 식품관련업체 정보, 신제품/신소재정보, 해외식문화 정보 등 총 12만 여건의 국내외 최신 식품기술 및 시장정보DB를 구축하였다. 한국식품개발연구원 재원으로 운영프로그램 및 하드웨어를 구축하여 2001년 4월부터 KFRI 식품정보센타를 통해 무료로 정보서비스를 제공하고 있다.

김치, 절임식품, 장류, 다류, 식초, 면류, 채소·과일, 한과 공장의 운영지침서 8종을 제작하였으며 각 운영지침서에는 제조공정, 공정별 가공조건, 배합비, 원료관리, 공정관리, 제품관리, 종사자관리, 시설관리, 포장재, 표시기준, 기계장비, 관련특허, 신제품 현황으로 내용을 구성하였다. 가공공장 운영지침서는 희망업체에 배포하고 있으며 KFRI 식품정보센타를 통해 파일형태로도 제공하고

있다.

농촌형 가공공장에 적합한 경영평가 프로그램을 개발하였으며 40여종의 재무제표와 부속자료를 작성할 수 있는 재무회계 프로그램, 재무지표를 활용한 경영성과분석 프로그램, 사업타당성 분석 프로그램으로 구성하였다. 재무제표, 부속명세서, 재무지표는 전표 입력만으로서 자동적으로 작성되며 사용하기 간편하도록 윈도우에서 메뉴 작업을 할 수 있도록 하였으며 개발된 프로그램을 사용하여 가공업체 컨설팅사업에 활용한 바 있다.

#### 5. 농촌형 가공공장의 자동화 기술 개발

공정 자동화 기술 분야에서는 농촌형 가공공장에 적합한 간이 자동화와 제어장치를 설계하였으며 전통식품 생산업체의 활용도가 높은 발효실과 저장실의 자동화 시스템을 개발하였고 포장레벨 자동인쇄 프로그램을 개발하였다. 또, 소수의 인원으로 공장을 가동하는 농촌형 가공공장의 특성을 감안하여 인터넷 원격조정시스템도 개발하였다.

# SUMMARY

## I. Title

Studies for Development of Rural Food Processing Industry

## II. Objectives and Significance

Rural food processing industry plays an important role not only in improving farm incomes by supporting farm prices, balancing supply and demand for farm products, and enlarging nonfarm job opportunities, but also in promoting exports of high value-added food products. In this respect, the industry is no doubt important from the perspectives of long-run development of agriculture and rural society.

The Government has endeavored to fostering rural food processing industry, but many firms are still confronted with management difficulties due to depressed sales and low profits. Lack of modern food processing technology and management capability leads to low product quality as well as high costs, and eventually making these firms less competitive. To help these firms overcome management difficulties, ongoing government subsidy seems to be still indispensable. But, more important is making them competitive in the market.

To enhance competitiveness of rural food processing firms, improving food processing technology and innovating corporate management are essential. However, the majority of rural food processing firms are operated as small-scaled and not capable of pursuing such tasks by themselves.

This calls for strengthening technical assistances in various areas.

Above all, rural food processing firms are having considerable difficulties in resolving technological problems and developing new food products, so that product diversification or quality improvement to enhance market sales and product value-added is being hindered. Thus, it is necessary to resolve technical bottlenecks facing by these firms.

Due to lack of knowledge on food processing and machinery, rural food processing plants are in general designed inefficiently and productive capacities are inadequate and unbalanced. These lead to *de facto* low productivities and suboptimal investments. So, a tool for analysing and designing manufacturing processes needs to be developed.

Since most of rural food processing factories depend on labour intensive production methods as well as unskilled labour; productivities are to be low and product quality control is to be difficult. And thus introducing of automatic food process technology is required to solve the problems faced in rural food processing factories.

Information is crucial for firms to make optimal decisions on corporate strategies of various areas such as marketing, R&D for new products, etc. Although information emerges an important managerial factor, rural food processing firms tend to hardly get food informations. For improved access to information, fostering food information providers is necessary.

Production managements of rural food processing firms generally tend to be operated in a nonsystematic way and depend largely on personal experiences. To operate more efficiently, standard operation and practices need to be established.

Most of the chief executive officers of rural food processing firms are not accustomed with modern management methods. A survey reported more than 60 percents of these firms do not record bookkeeping and merely 10 percents use corporate accounting method. Thus, a computer program for management needs to be developed and provided.

### III. Scope and Content of the Study

#### 1. Technology Demands of Rural Food Processing Firms : A Survey and R&D Evaluation

The aim of this study is to draw research topics regarding product diversification and quality improvement for rural food processing firms. Two surveys, to firm managers and to experts, were first pursued to capture what kinds of technical bottlenecks exist. Then, research developments for resolving these technical bottlenecks were evaluated considering both technical and economic aspects and research priorities were ranked. Finally, research projects for the study of product diversification and quality improvement were proposed.

#### 2. Technology Development for Product Diversification and Quality Improvement of Rural Food Processing Firms

The nine research projects proposed by the above study were integrated into six projects and pursued. Specifically, the projects aimed to develop technologies for ① moderating changes in color and texture of salted radish, ② moderating browning reactions of Doenjang, ③ moderating browning reactions in citron tea and improving storage stability in green tea, ④ improving dispersibility of parched cereal powder, ⑤ improving flavors in grape juice, ⑥ improving quality of dried radish cubes and diversifying the processed products.

#### 3. A Computer Simulation Program for Food Process Design and Analysis Applicable to Rural Food Processing Firms

The contents of this study are to establish the standard manufacturing processes for major products of rural food processing factories, to decompose the processes into unit operations and model mathematically, to develop module programs for unit operations, to develop a program for analysing and designing food processing systems as a whole, and finally to

construct a database of food machinery.

#### 4. Building A Technical Assistance Framework for Rural Food Processing Firms

The primary objective of this study is to build a practical and efficient system for technical assistance to rural food processing firms. To achieve this goal, three tasks were pursued; to construct a food information database, to make standard operation and practices(SOP) applicable to rural food processing factories, and to develop a computer program for corporate management analysis.

#### 5. Automation Methods for Rural Food Processing Factory

This study aims to establish a standard automation system compatible for rural food processing factories diverse in products and operating sizes, to develop a process controller that is low costs and easily operated, to develop automation systems of fermentation, storage, and label printing commonly used in the production of traditional Korean foods.

### **IV. Major Results and Recommendation**

#### 1. Technology Demands of Rural Food Processing Firms : A Survey and R&D Evaluation

The survey to firm managers and experts explored 74 technical bottlenecks in the area of product diversification and quality improvement. A delphi method was used to decide the research priorities, and each of 74 subjects of R&D to resolve technical bottlenecks was graded according to the assessment sheet. Based on these results, top nine-ranked research topics were selected and economic feasibility analyses were performed. All of the nine projects appeared to be reasonable in terms of market sales, growth, value-added.

The list of nine projects are as follow; 'water permeability and diffusibility improvements of grain powder products', 'prohibition of soy paste browning', 'maintaining flavor and color of green tea' and 'prohibition of yooja tea browning', 'texture improvement of picked radish', 'decoloration prevention of picked radish', 'prohibition of picked radish browning', 'purity and color improvements of grape juice', and 'quality improvement of dried radish',

## 2. Technology Development for Product Diversification and Quality Improvement of Rural Food Processing Firms

### ▪ Technology for quality improvement salted radish(danmooji)

To moderate changes in color and texture of salted radishes, the optimal processing and treatment conditions over production and distribution were established. Specifically, the conditions for (i) washing of radish, (ii) sanitation of working environments, (iii) sanitary condition of fermenter, (iv) quality control of natural salt and water for processing, (v) quality control and adequate selection of seasoning liquid, (vi) storage and distribution were investigated.

### ▪ Antibrowning technology of Doenjang

The browning mechanism of Doenjang during aging was figured out in the first. Based on this result an amino-carbonyl reaction model was constructed so as to examine the anti-browning effects of various additives. The results showed that addition of citric and oxalic acids together had a predominant effect on anti-browning of Doenjang.

### ▪ Technology for quality improvement of citron tea and green tea

As regard to citron tea, deterioration of color and fermentation by microbial during storage is a critical problem. To resolve this problem, the effects of different treatments of washing, blanching, heating, exhaust gas and anti-browning agents were experimented. The results showed that



washing citron with commercial fruit detergent and the adding (vitamin C 1.0% + citric acid 0.3% + salt 0.2% + polyphosphate 0.2%) or (vitamin C 1.0% + citric acid 0.3% + salt 0.2% + polyphosphate 0.2% + L-cysteine 0.2%) was the most effective for prevention of browning and reduction of total microbial count of commercial citron tea.

To minimize quality changes of green tea during storage, the effects of diverse packing methods were examined. The results showed that gas barrier film PET+PE+Al+PE+COPP had a significant effect in preserving color, vitamin C, chlorophyll and flavor of green tea. Also, film treated with de-oxidizing agent after nitrogen gas flushing was proved to be effective in moderating quality degradation of green tea.

• Technology for improving dispersibility of parched cereal powder

The optimum condition for granulation of parched cereals powder was found to dry it at 50 °C temp. in the hot-air blast dryer after granulating it mixing with water. After drying to 5% of water content, it was sieved in the range of 60~80 mesh siever. Dispersibility and water solubility of the consequent granulated parched cereals powder were considerably improved. In sensory evaluation this product recorded high scores for taste, color and appearance. A pilot scale granulator was also developed by a lab scale experiment of granulation using the household mixer.

Because of high dispersibility and solubility, the developed product are to be sold at bending machines as an instant powdered tea. The technology and the granulator can be extended to production of Saengsik(the product manufactured by mixing various uncooked cereals and vegetable powder).

• Technology for quality improvement of grape juice

A clarifying method was established by filtration with screen(100mesh and 200mesh) after tartaric acid sedimentation by freezing and thawing of grape juice concentrate, which was the most effective in removing insoluble precipitates of grape juice concentrate. Various processing methods such as modification of ratio of sugars to acids, addition of grape skin extracts and

caramel pigment, and addition of flavorings were examined and proved to be effective in improving quality and acceptability of juice made from domestic grapes. Test of grape juice production using industrial pilot-line was performed by applying optimal formula and quality standards for grape juice and concentrated syrup, and the quality of 50 % diluted type of product was evaluated.

• Technology for quality improvement of dried radish cubes

The qualities of domestic and chinese dried radish cubes was evaluated, and the result showed that quality of domestic dried radish cubes be better than that of the chinese. A drying model to predict drying rate of radish was applied, and a Page model was found to be the reasonable. A new type of products, intermediate moisture radish cube was developed. The quality of this product appeared to be much better than that of traditional ones. Furthermore, this product is convenient in that it can be cooked immediately without water recovery time.

3. A Computer Simulation Program for Food Process Design and Analysis  
Applicable to Rural Food Processing Factories

The manufacturing processes of 75 major products produced by rural food processing firms were standardized and then decomposed into unit operations. A total of 27 unit operations were defined and their physical properties were modeled mathematically. A database of 350 kinds of processing machinery was also constructed as input sources.

The program was coded using the MATLAB software and GUI method. This consists of a main program and a number of module programs which represent unit operations. The program was so structured to allow stand-alone execution that modification or installation of module programs can be easily done.

This simulation program can be used not only for evaluating efficiency of existing production capacity but also for remodeling or designing new ones. Moreover, the program works very well under the general PC

environments, and therefore it can be used for firm consulting at field.

#### 4. Building A Technical Assistance Framework for Rural Food Processing Firms

This study constructed a database which contains more than 120 thousands informations of food R&D, patents, standards, business related corporate, new products and materials, and etc. These food informations have been already provided through internet by the KFRI food information center(<http://inforcenter.kfri.re.kr>) since April 2001.

This study also produced eight kinds of SOPs, major contents of which included manufacturing process, processing conditions, standard raspies, process management, management of input materials, packing materials, labeling, and many others. The SOPs have been distributed to the firms in hard copies and also available at web site of the KFRI inforcenter in the form of digital files.

A management program suitable for rural food processing firms was developed. The program consists of three subroutines; financial and accounting program, corporate performance evaluation program, and economic feasibility analysis program. The first two programs were made in such a way that their outputs should be generated automatically once operators input the data of single sheets.

#### 5. Automation Methods for Rural Food Processing Factories

This study built simple automation systems compatible for small-scaled rural food processing factories and designed the controllers. It also developed automation systems for fermentation room, storage room, and printing food labels. Considering the stylized fact that most of rural food processing factories are operated by a few technicians, a remote monitoring and control system via internet was developed.

# CONTENTS

Summary .....	11
Part 1: Technology Demands of Rural Food Processing Firms : A Survey and R&D Evaluation .....	23
Part 2: Technology Development for Product Diversification and Quality Improvement of Rural Food Processing Firms .....	81
Part 3: A Computer Simulation Program for Food Process Design and Analysis Applicable to Rural Food Processing Factories .....	227
Part 4: Building A Technical Assistance Framework for Rural Food Processing Firms .....	485
Part 5: Automation Methods for Rural Food Processing Factories .....	539

여 백

# 목 차

요 약 문 .....	3
1세부과제: 정부지원 가공업체의 수요기술 도출 .....	23
2세부과제: 농촌형 가공공장의 품질개선 및 제품다양화 연구 .....	81
3세부과제: 농촌형 가공공장의 공정설계진단 컴퓨터 프로그램 개발 .....	227
4세부과제: 농촌형 가공공장의 기술지원체계 및 정보망 구축 .....	485
협동연구과제: 농촌형 가공공장의 자동화 기술 연구 .....	539

여 백

## 제 1세 부과제

# 농촌형 가공공장의 수요기술 도출

세부연구책임자:	곽 창 근
연 구 원:	강 수 기
연 구 원:	오 승 용
연 구 원:	장 종 근
연 구 원:	최 태 동
연 구 원:	박 성 훈
연 구 원:	석 호 문
연 구 원:	박 완 수
연 구 원:	구 경 형
연 구 원:	최 신 양
연 구 원:	임 성 일
연 구 원:	한 대 석
연 구 원:	김 영 언
연 구 원:	김 성 수
연 구 원:	김 경 탁
연 구 원:	박 용 곤
연 구 원:	김 성 란
연 구 원:	최 희 돈
연 구 원:	박 노 현



# 여 백

# 요약문

## I. 제목

농촌형 가공공장의 수요기술 도출

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 목표는 정책지원 산지가공업체의 기술수요조사와 전문가 설문조사를 통하여 조사된 애로기술 가운데 대한 산지가공업체들에게 파급효과가 클 것으로 예상되는 애로기술을 도출하여 제 2 세부과제인 품질개선 및 제품다양화 기술개발의 연구과제를 선정하는데 있다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구에서는 기술수요를 도출하기 위하여 산지가공업체에 대한 기술애로 및 품질개선사항에 대한 조사와 산지가공업체 주요 품목별 전문가를 대상으로 델파이기법을 이용한 전문가 조사를 통하여 연구과제를 선정하였다.

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

그 결과 곡류부문에서는 '곡류 분말제품의 흡습성, 분산성 개선 기술', 장류에서는 '된장의 갈변억제 기술', 차류에서는 '녹차의 향, 색택유지 기술'과 '유자차의 갈변억제기술', 채소 및 과일건조품에서는 '무말랭이 품질개선 기술'이 채택되었다.

단무지부문에서는 1차 조사에서 도출된 ‘유통중 단무지의 갈변방지기술’, ‘유통중 단무지의 조직감개선 기술’, 그리고 ‘단무지 치자색소 탈색방지 기술’의 3개 과제가 모두 높은 평가를 받아 3개 과제가 모두 채택되었다.

그러나 채소 및 과일 건조품에서 꺾임의 갈변방지 및 조직감 개선 기술이 농림부에서 지원하는 ‘세계적인 우리식품 개발사업’에서 지원하는 사업과의 중복성 문제가 발생하여 차점 과제인 무말랭이 섶택 및 복원력 개선 기술과제가 채택되었다.

음료부문에서는 ‘사과주스의 갈변 억제기술’과 ‘포도주스의 청징도 및 섶택개선’과제 가운데 연구의 필요성과 성공 가능성, 연구수요측면에서 높은 평가를 받은 포도주스 과제가 선정되었다.

# 목 차

<b>제 1 장 연구개발과제의 개요</b> .....	29
제 1절 연구의 필요성 .....	29
1. 기술적 측면 .....	29
2. 경제·산업적 측면 .....	29
3. 사회·문화적 측면 .....	30
제 2절 연구의 목적 .....	30
제 3절 연구 내용 및 방법 .....	30
1. 연구내용 .....	30
2. 연구방법 .....	31
<b>제 2 장 산지가공업체 애로기술 도출</b> .....	33
제 1 절 산지가공업체 기술수요조사 .....	33
1. 조사개요 .....	33
2. 조사결과 .....	34
제 2 절 애로기술도출을 위한 전문가 조사 .....	35
1. Delphi 조사 .....	35
2. 품목별 애로기술 선정 결과 .....	37
제 3 절 요약 및 결론 .....	66
<b>제 3 장 연구개발결과의 활용계획</b> .....	69

여 백

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1절 연구의 필요성

### 1. 기술적 측면

정부는 1989년부터 산지농수산물가공산업 육성을 지원을 지속하여 1998년까지 운영되고 있는 업체의 수는 전통식품 953개소, 산지일반가공업체 258개소 총 1,211개소에 달하고 있다. 이들 업체들은 국산농산물 소비하는 주요 수요처로서 국산 농산물에 대한 수요를 증대시켜 농민의 소득증대에 기여하고 있다. 또한 산지식품가공사업에 참여하고 있는 생산자 단체들은 조합들에게 원료 농산물을 시장가격보다 높은 가격으로 구매하여 조합원의 소득증대에 보다 직접적으로 기여하기도 한다. 이러한 긍정적인 효과가 지속적으로 유지되기 위해서는 정책지원업체들의 건실한 사업경영과 생산제품에 대한 소비자의 인식제고로 해마다 발전적 사업성과를 올리는 일이 산지농산물가공육성사업 성공의 관건이라 할 것이다. 그러나 많은 정책지원업체들은 사업규모가 영세하고, 전문인력도 부족하며, 경영능력도 취약하여 판로 개척이나 고품질의 제품생산에 많은 문제점을 안고 있는 실정이다.

정책지원업체들의 대부분이 식품가공사업 경험이 5년 이하인 경우가 38.0%에 달하여 (최 태동 외, 1997) 이들 업체들이 기술력이 부족함을 알 수 있다. 또한 이들 공장에 가공설비를 한 식품기계설비업체들의 기술력도 낮아 효율적인 생산설비를 갖추지 못하여 고품질의 제품생산에 애로를 겪고 있는 업체들이 많아 이들 업체에 대한 공정과 품질을 개선하기 위한 기술지원이 절실한 상황이다. 또한 이들 업체들이 지속적인 기술지원을 받을 수 있는 체계가 구축되어야 할 것이다.

### 2. 경제·산업적 측면

정부는 산지농수산물가공산업 육성을 위하여 1997년까지 전통식품개발사업과 산지일반가공사업 그리고 특산단지예 보조금 1,182억원, 저리 융자금 1,798

억원을 지원하였다. '95년도 한해동안 이들 업체에서 창출된 평균 부가가치액은 보조 및 융자 지원금 100만원당 112만원으로 직접적인 부가가치 창출효과만을 살펴보다더라도 높은 투자효과를 거두고 있다. 그러나 정책지원업체의 28%가 적자운영을 하고 있어 이들 업체에 대한 수지개선이 시급한 상황이다 (정영일 외).

정부지원업체들은 원재료를 수입농산물에 비하여 값이 상대적으로 비싼 국산 농산물을 이용하기 때문에 보다 효율적인 생산공정을 통하여 보다 고품질의 제품을 생산하여야만 경쟁력을 갖출 수 있기 때문에 생산설비와 공정의 효율화 그리고 품질개선만이 이들 업체를 건전하게 유지할 수 있는 방안이다.

### 3. 사회·문화적 측면

정부에서 지원하고 있는 산지 농수산물가공업체들은 원료조달이 용이한 농촌지역에 위치하는데 활성화된 이들 업체들은 인근지역에 고용기회를 제공한다. 따라서 농촌지역에서 농외소득을 올리수 있는 기회를 제공하는 경제적 역할뿐만 아니라 농촌지역에 농업 이외의 다양한 산업이 공존하게 하는 역할을 하기도 한다. 산지 농수산물가공산업은 농촌지역에 경제적인 기여뿐만 아니라 사회 문화적으로 기여하고 있는 것이다.

## 제 2절 연구의 목적

본 연구의 목적은 산지농산물가공업체의 효율적인 공정구축과 품질개선을 위한 기술애로를 도출하고 기술애로 해결을 위한 비용분석을 수행하는데 있으며 구체적인 목표로는 주요 품목별 공통기술애로를 도출하고 기술애로 해결을 위한 비용 분석

## 제 3절 연구 내용 및 방법

### 1. 연구내용

- 기술수요 도출

- 산지가공업체의 기술수요 조사
  - 산지가공업체의 기술애로 및 품질개선 조사
  - Delphi 기법을 이용한 애로기술 선정
- 애로기술 개발의 경제성 분석
- 애로기술 및 품질개선의 타당성 검토

## 2. 연구방법

본 연구의 수행 내용은 정책지원 산지가공업체들이 공통적으로 겪고 있는 애로기술을 도출하여 연구개발이 수행 될 수 있도록 연구개발과제를 도출하는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 정책지원 산지가공업체들이 많이 참여하고 있는 김치·절임류, 곡류가공품, 장류, 다류, 음료류, 채소 및 과일 건조품류의 6개의 품목군으로 분류하여, 이들 업체에 대한 애로기술 수요조사를 실시하였다.

또한 현지 애로기술 수요조사 결과를 델파이(Delphi) 방법으로 이들 품목 전문가들을 대상으로 한 1차 전문가조사를 통하여 추가적인 수요기술 조사를 실시하였다. 2차 전문가 조사에서는 1차 조사결과 전문가들의 응답빈도가 높은 과제들을 대상으로 구체적이 평가작업을 시행하였다.

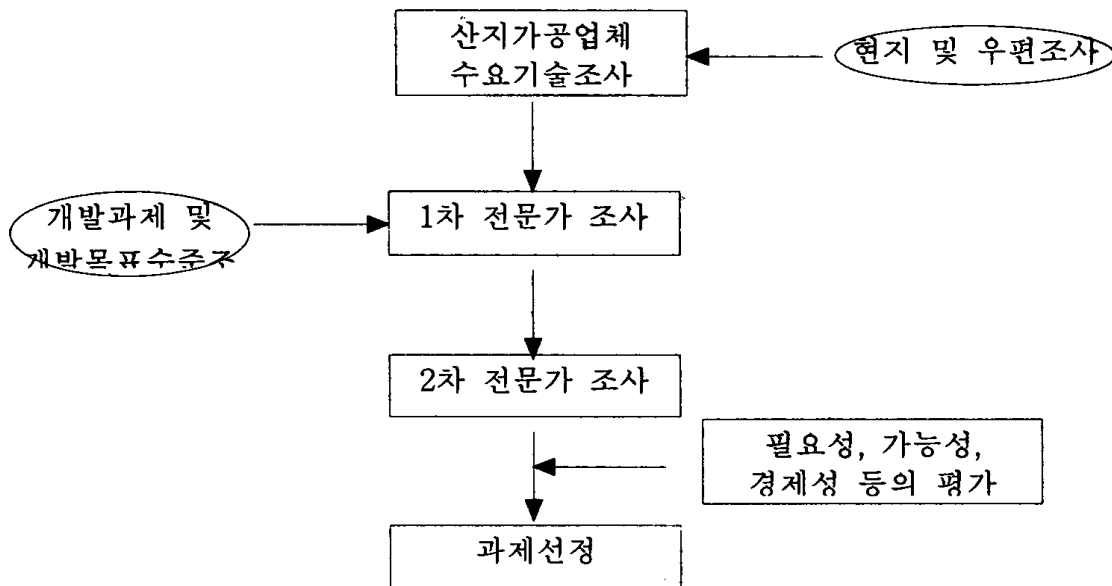


그림 1. 애로기술도출을 위한 Delphi 조사 추진체계



# 여 백

## 제 2 장 산지가공업체 애로기술 도출

### 제 1 절 산지가공업체 기술수요조사

#### 1. 조사개요

##### 가. 표본선정

1988에서 1998년 사이에 지원된 약 1,350개소의 정책지원 산지 농산물 가공업체를 모집단으로 하여 각각의 업체를 김치 및 절임식품, 장류 및 식초, 다류, 면류 및 곡류가공품, 죽 및 음료, 채소 및 과일가공품의 6개 품목군으로 분류하였다.

각각의 품목군에 대하여 25개 업체를 조사표본으로 추출하였으며 표본 선정의 편차를 줄이기 위해 경영규모, 경영성과, 지역을 고려하였다. 선정된 150개 업체들을 대상으로 애로기술 및 공정자동화에 대한 수요, 그리고 공정개선 사항 및 경영분석 실태를 조사하였다.

##### 나. 애로기술 수요조사

산지 농산물 가공업체들의 기술수요를 조사하기 위한 조사표를 작성하였으며<sup>1)</sup> 설문조사 내용은 업체 개황, 제품생산 현황, 생산공정, 경영관리 4부분으로 구성되어 있다.

업체 개황에는 업체의 경영형태, 경영규모 등의 4개 문항이 포함되어 있으며, 제품생산현황 부문에는 매출액 비중별 생산제품, 생산제품 특성 및 구현도, 품질개선사항 및 품질관리 애로사항 등 4개 문항으로 구성되어 있다. 또한 생산공정부문은 생산설비 및 공정조건, 공정자동화에 대한 수요 등 9개 문항이 배정되었다.

---

1) 조사표는 부록으로 첨부하였다.

## 2. 조사결과

품목군별 도출된 애로기술은 다음과 같다.

### 가. 차류

- 유자차는 갈변과 부풀어 오르는 현상
- 슬읻차의 경우 향의 보존에 어려움을 겪고 있음
- 치커리차의 쓴맛을 masking할 필요성을 느끼고 있음
- 엑기스차의 경우 병입공정에 어려움
- 녹차음료의 추출시간 단축

### 나. 김치, 절임류

- 하절기 포장김치의 부푸는 문제
- 절임공정 균일화에 어려움
- 고추가루의 저장시 변색문제
- 절임류의 제품 다양화

### 다. 죽 및 음료

- 호박죽의 유통기한 연장(최소 3개월)
- 잣죽의 점도유지가 애로기술로 나타남
- 깨죽은 유수분리현상 개선 필요
- 알로에 음료의 경우 일정한 점도유지에 애로, 녹즙분말류는 습도에 영향을 많이 받음
- 마늘음료원료인 마늘의 수분함량유지

### 라. 장류 및 초산식품

- 양조식초의 침전문제를 해결하는 청징화가 애로기술
- 양조식초의 산도제고
- 메주의 균일화
- 유통중 부푸는 문제와 저장성 제고
- 전통 간장의 품질개선

## 마. 면류 및 곡류가공품

- 건면의 수분함량관리
- 온풍건조 국수의 표면 갈라짐
- 누룽지 흡습에 따른 조직감 저하
- 누룽지의 복원력 향상
- 떡볶이 떡의 조직감 유지
- 떡국떡의 세균오염에 따른 공정위생개선 및 저장성 향상
- 떡 성형기의 작업 일관성 향상

조사결과 김치 및 절임류의 품목군의 경우 조사표본에 상대적으로 김치를 생산하는 업체가 많이 포함되어 김치관련 과제들이 많이 도출되었으나, 도출된 수요기술의 대부분이 농림기술관리센터에서 김치기획과제 등을 통하여 이미 기술개발이 지원되고 있는 과제들이었기 때문에 연구의 중복성 문제가 제기되었다. 따라서 연구중복성 문제를 피하기 위하여 절임류에 한정하여 수요기술을 재도출해야 하였다.

한편 음료부문과 같이 생산제품이 매우 다양한 품목군의 경우 공통애로기술의 도출이 거의 불가능하여, 정책지원업체들의 참여도가 높거나 매출액 비중이 품목에 대한 수요기술 도출이 필요하였다.

## 제 2 절 애로기술도출을 위한 전문가 조사

### 1. Delphi 조사

#### 가. 1차 전문가 조사 개황

품목군별로 전문가 조사집단을 구성하여 1차 전문가조사 실시하였다. 1차 전문가조사에서는 업체조사를 통하여 도출된 수요기술에 대한 개략적인 설명 후에 전문가들이 생각하는 애로기술에 대한 의견조사 형태로 실시하였다.

1차 전문가 조사에서 전공, 연구분야, 연구기간 그리고 산지가공업체의 애로 기술수요, 그리고 기술개발의 목표수준을 조사하였다. 곡류에 대한 1차 전문가 조사에서는 식품가공 10명 식품화학 3명, 식품공학 1명, 총 14명의 전문가로 조사집단이 구성되었으며, 차류에 대한 1차 전문가 조사에서는 식품가공 7

명 식품화학 8명, 식품미생물 1명, 식품공학 2명, 식품영양 1명 총 19명의 전문가로 조사집단이 구성되었다.

<표 1> 전공별 1차 전문가조사 참여 현황

		전공	식품가공	식품화학	식품공학	식품미생물	식품기계	식품영양	식품포장	합계
절임류	응답	5	2	1	1	1	1	1		10
	자수	(50.0)	(20.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)		(100.0)
장류	응답	5	4	3	6			1		19
	자수	(26.3)	(21.0)	(15.8)	(31.6)			(5.3)		(100.0)
다류	응답	7	8	2	1			1		19
	자수	(36.8)	(42.1)	(10.5)	(5.3)			(5.3)		(100.0)
곡류	응답	10	3	1						14
	자수	(71.4)	(21.4)	(7.2)						(100.0)
음료	응답	6	5	1	2				1	15
	자수	(40.0)	(33.3)	(6.7)	(13.3)				(6.7)	(100.0)
과채가공	응답	5	2	1	1	1				10
	자수	(50.0)	(20.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)				(100.0)

장류에 대한 1차 전문가 조사에서는 식품가공 5명 식품화학 4명, 식품미생물 6명, 식품공학 3명, 식품영양 1명 총 19명의 전문가로 조사집단이 구성되었으며, 채소·과일 건조품에 대한 1차 전문가 조사에서는 식품가공 5명 식품화학 2명, 식품공학 1명, 식품기계 1명, 식품미생물 1명, 총 10명의 전문가로 조사집단이 구성되었다.

절임류 부문에서 시장규모가 가장 큰 단무지 분야의 과제 도출을 위하여 식품가공 5명, 식품화학 2명, 식품미생물 1명, 식품영양 1명 총 10명의 전문가를 수성하여 2차 과제 도출을 시도하였다. 음료부문에서는 식품가공 전공자 6명, 식품화학 전공자 5명, 식품공학 1명, 식품미생물 전공자 2명, 식품포장 전공자 1명이 참여하였다.

#### 나. 2차 전문가조사 개황

2차 조사는 1차 조사에서 구성된 전문가 조사집단을 활용하여 2차 조사 실시

하여, 2차조사에서 회수된 조사표는 곡류 12부, 장류 15부, 차류 17부, 채소 및 과일 건조품류 10부가 회수되어 곡류 86%, 장류 79%, 차류 89%, 음료, 단무지류 그리고 채소 및 과일 건조품은 100%의 회수율을 보였다.

2차 전문가조사는 1차 조사에서 빈도가 높은 과제로 선정된 곡류 3개 과제, 장류 5개 과제, 차류 3개 과제, 채소 및 과일건조품류 2개 과제, 절임류 3개 과제, 그리고 음료류 2개 과제에 대한 전문가들의 과제평가형태로 실시하였다.

과제평가에 사용된 평가기준은 아래와 같다.

<평가기준>

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| (1) 기술개발의 필요성       | (2) 소요기술의 수준        |
| (3) 개발성공의 가능성       | (4) 개발기술의 기술적 파급효과  |
| (5) 실용화 투자시 기업투자 비용 | (6) 소요 연구기간         |
| (7) 제품의 상품성         | (8) 시장규모의 성장성       |
| (9) 국산 농산물 수요증대 기여도 | (10) 제품의 부가가치 제고 효과 |

각 평가기준은 전문가의 전문성에 따라 지수화하여 각 기준별 점수를 산정하여 평가자료로 사용하였다. 과제별 평가방법은 10개의 평가항목에 항목별로 동일한 가중치를 주어 가중평균을 계산하여 애로기술 선정기준으로 하였다.

2. 품목별 애로기술 선정 결과

가. 절임류

1) 업체현황

산지가공업체들이 생산하고 있는 품목들은 김치, 단무지, 그리고 절임·장아찌 등이 있다. 절임류를 생산하는 업체 가운데 김치를 생산하고 있는 업체가 53개소로 가장 많았고, 단무지를 생산하는 업체는 4개소, 깻잎절임, 마늘장아찌와 같은 절임 또는 장아찌를 생산하는 업체가 31개소가 있었다.

매출액에 있어서는 김치를 생산하는 업체들의 매출액이 약 491억원으로 가장 많았으며, 그 다음으로 단무지가 약 144억, 절임·장아찌 약 83억원의 순으로 나타났다.

<표 2> 김치·절임식품류의 업체 및 매출현황

단위 : 개소, 백만원

품목	업체수	비율	매출액	비율
김치	53	40.2%	49,096	68.4%
단무지	40	32.3%	14,352	20.0%
절임	31	25.0%	8,311	11.6%
합계	124	100.0%	71,759	100.0%

주: 1. 매출액은 1998년 자료임

자료 : 농수산물유통공사, 『농수산물가공공장현황』, 1999.

2) 1차 조사결과

절임류 부문은 단무지를 제외하고는 매우 다양한 제품이 생산되고 있기 때문에 공통적인 애로기술 선정이 어려움이 있기 때문에 절임류에 대한 1차 조사에서는 업체 수에 있어서나 매출액에 있어서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 단무지만을 대상으로 1차 전문가 조사를 시행하였다.

그 결과 다른 부문의 1차 조사에 비하여 적은 수의 애로과제들이 도출되고, 전반적으로 현지 조사에서 도출된 과제에 응답이 집중되었다. 유통중 단무지 조직감개선 기술에 대한 응답이 6회로 빈도가 가장 높았으며, 그 다음으로는 유통중 단무지의 갈변방지 기술과 단무지 치자색소 탈색방지 기술이 4회의 빈도를 보였다.

<표 3> 절임류 부문 애로기술개발 과제도출 1차 전문가 조사 결과

품 목	과 제	빈도	비율(%)
단무지	유통중 단무지의 갈변방지 기술	4	25.0
	유통중 단무지 조직감개선 기술	6	37.5
	단무지 치자색소 탈색방지 기술	4	25.0
	단무지 조미액 개선	2	12.5
합 계		16	100.0

따라서 1차 조사에서 빈도가 가장 높은 ‘유통중 단무지의 갈변방지기술’, ‘유통중 단무지의 조직감개선기술’, ‘단무지 치자색소 탈색방지기술’ 3개 과제를 2차 전문가 조사 대상과제로 선정되었다..

<과제1> 유통중 단무지의 갈변방지 기술  
 <과제2> 유통중 단무지 조직감개선 기술  
 <과제3> 단무지 치자색소 탈색방지 기술

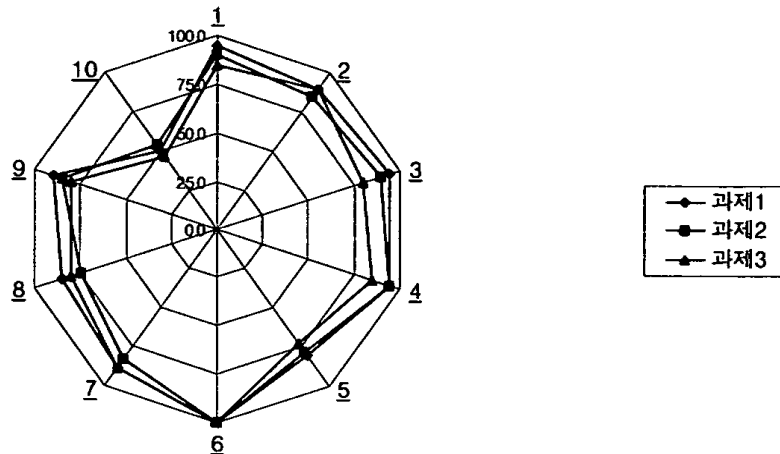
### 3) 2차 조사결과

기술개발의 필요성 측면에서는 <과제 1>이 가장 높게 평가 되었으며, <과제 3>은 상대적으로 낮은 평가를 받았다. 과제의 개발 성공 가능성 측면에서도 <과제 1>은 가장 높은 평가를 받았다. 전문가들은 소요 연구기간 측면에서는 3과제 공히 3년 이내 종료될 수 있다고 판단하였다.

<표 4> 절임류 가공기술 전문가 조사 결과

과제	1. 기술 개발의 필요성	2. 소요 기술의 수준	3. 개발 성공 가능성	4. 기술 파급 효과	5. 실용화 투자 비용	6. 소요 연구 기간	7. 제품 의 상품성	8. 시장 규모의 성장성	9. 국산 농산물 수요증대	10. 제품의 부가가치 효과(%)	평균
1	95.0	90.0	95.0	95.0	80.0	100.0	88.9	85.0	90.0	50.0	86.9
2	90.0	85.0	90.0	95.0	77.5	100.0	83.3	75.0	85.0	53.1	83.4
3	85.0	90.0	80.0	85.0	72.5	100.0	88.9	80.0	80.0	46.9	80.8





단무지 부문에서는 3개 과제가 모두 80점 이상의 점수를 받을 정도로 과제 평가가 높게 나타났음. <과제 1>은 가장 높은 86.9점, <과제 2>는 83.4점, 그리고 <과제 3>은 80.8점을 각각 받았다. 따라서 김치 절임류 연구팀에서는 3개의 과제를 모두 수행할 필요가 있다고 판단되었다.

#### 4) 절임류 부문 애로기술개발 과제의 경제성 평가

##### 가) 상품성

제품의 상품성 증대 효과와 실용화시 기업투자비용에 관한 교차분석에서는 <과제 1>과 <과제 3>의 효과가 높은 과제로 평가를 받은 반면, 상대적으로 <과제 2>는 낮은 평가를 받았다.

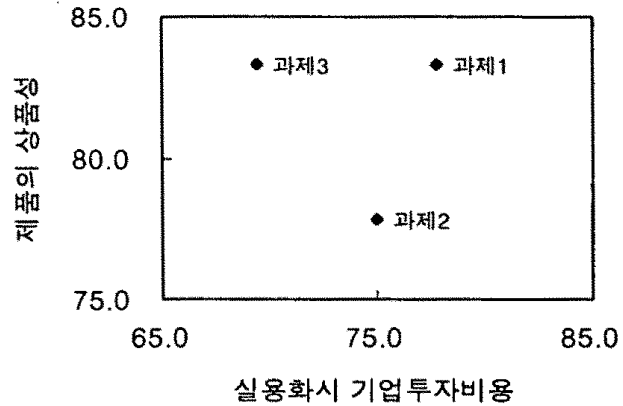
한편 실용화시 기업투자비용 측면에서는 <과제 3>이 보다 낮은 투자비용을 필요로 하며, <과제 2>는 보통, <과제 1>은 높은 투자비용이 소요되는 것으로 평가되었다.

##### 나) 성장성

시장규모의 성장성 기여도 측면에서는 <과제 1>이 가장 높은 평가를 받았으며, <과제 3>는 보통, <과제 2>는 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다. <과제 1>은 시장규모의 성장성이 높은 반면 기업투자비용도 많은 것으로 평가를 받았으나, <과제 3>은 기업투자비용에 비하여 상대적으로 시장규모전망이 상대적으로 우수하다는 평가를 받았다.

다) 제품의 부가가치 효과

제품의 부가가치 증대효과와 실용화시 기업 투자비용에 대한 교차분석은 <과제 3>은 적은 투자와 상대적으로 낮은 부가가치 증대효과가 기대되는 반면 과제 1과 <과제 2>는 높은 투자와 높은 부가가치 증대효과가 기대되는 과제로 평가되었다.



단무지과제로부터 기대되는 연간 부가가치 증대효과는 총 매출액에 부가가치 상승효과(%)와 기술개발의 성공가능성을 곱하여 구할 수 있는데, 그 금액은 약 1,806.1백만원에 달함

기술개발수익비율은 품질개량에 대해서는 2년간의 기대효과를 고려하는데 부문별 평균 기술개발비용은 61.5백만 원으로 1년 차에 비용이 회수되어 기술개발의 타당성이 있다고 판단되었다. 업체 당 시설투자 비용이 9천만 원이 넘지 않을 경우 단무지 관련 기술은 경제성을 갖출 수 있을 것이다.

<표 5> 기술개발에 따른 연간 부가가치 증대효과

품목	총매출액 (백만원)	업체별 평균 매출액 (백만원)	부가가치 평균 상승효과(%)	개발성공 가능성	기대효과 (백만원)
단무지	14,352	358.8	14.3	0.88	1,806.1

나. 장류 및 초산식품

1) 업체현황

장류는 메주를 기초로 한 전통식품으로서 국민 식생활에서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 식초 역시 우리 식생활에 중요한 조미식품 중의 하나로, 고

추장, 된장, 간장 그리고 중간제품인 메주 등이 주요 장류 제품이다. 식초류에는 최근 감식초를 중심으로 하는 양조식초의 소비가 주류를 이루고 있다.

산지가공업체들이 생산하고 있는 품목들은 된장, 고추장, 간장, 메주, 그리고 감식초와 같은 식초제품 등이 있다. 장류·초산식품을 생산하고 있는 업체 가운데 메주를 주생산품으로 하는 업체가 30개소, 된장을 생산하는 업체가 29개소로 많았고, 고추장 15개소, 감식초를 생산하는 업체는 14개소, 포도식초나 사과식초와 같은 일반식초를 생산하는 업체가 9개소가 있었다.

매출액에 있어서는 고추장을 주 생산품으로 하는 업체가 약 105억원으로 가장 많았으며, 이어 된장이 약 78억, 메주 약 47억, 그리고 감식초 약 23억원 순의 매출액을 올리고 있었다.

<표 6> 장류·초산식품류의 업체 및 매출현황

단위 : 개소, 백만원

품목	업체수	비율	매출액	비율
고추장	15	14.6%	10,487	36.5%
된장	29	28.2%	7,750	27.0%
간장	2	1.9%	885	3.1%
메주	30	29.1%	4,748	16.5%
감식초	14	13.6%	2,329	8.1%
기타식초	9	8.7%	1,184	4.1%
기타	4	3.9%	1,348	4.7%
합계	103	100.0%	28,731	100.0%

주: 1. 매출액은 1998년 자료임

자료 : 농수산물유통공사, 『농수산물가공공장현황』, 1999.

2) 1차 조사결과

장류를 대상으로 한 1차 전문가 조사결과 '고추장의 갈변억제 기술'은 12회로 가장 빈도가 높은 과제로 나타났으며, 그 다음으로는 된장의 갈변 억제기술이 8회로 높았다. '고추장의 유통중 가스발생 억제기술'과 '된장의 유통중 가스발생억제 기술' 각각 5회를 기록하였다. 간장부문에서는 '간장의 품질개선'이 중요한 과제로 제시되었다

<표 7>장류 부문 애로기술개발 과제도출 1차 전문가 조사 결과

품 목	과 제	빈도	비율(%)
고추장	고추장의 갈변억제기술	12	24.5
	고추장의 유통중 가스발생억제기술	5	10.2
	곰팡이 번식억제기술	3	6.1
	고추장의 결정화 방지기술	1	2.0
	고추장 매운맛 표준화 연구	1	2.0
	새로운 균주개발을 통한 품질개선	1	2.0
된장	된장의 갈변 억제기술	8	16.3
	된장의 유통중 가스 발생 억제기술	5	10.2
	된장의 장기보관기술	2	4.1
	곰팡이 번식억제기술	1	2.0
간장	전통간장의 품질 향상	3	6.1
	간장의 산막 발생억제 기술	2	4.1
	간장의 가스발생 억제기술	1	2.0
메주	메주의 갈변 억제 기술	1	2.0
기타	특성 균류별 제품 특성 개발 및 균일화	2	4.1
	기능성 강화 장류 개발	1	2.0
합계		49	100.0

이상의 장류에 대한 애로기술 도출 1차 전문가 조사결과를 토대로 다음과 같은 5개 과제를 중요 과제로 선정하였다

- <과제1> 된장의 갈변 억제 기술
- <과제2> 된장의 유통중 가스발생 억제 기술
- <과제3> 고추장의 갈변 억제 기술
- <과제4> 고추장의 가스발생 억제 기술
- <과제5> 전통간장의 품질 향상

### 3) 2차 조사결과

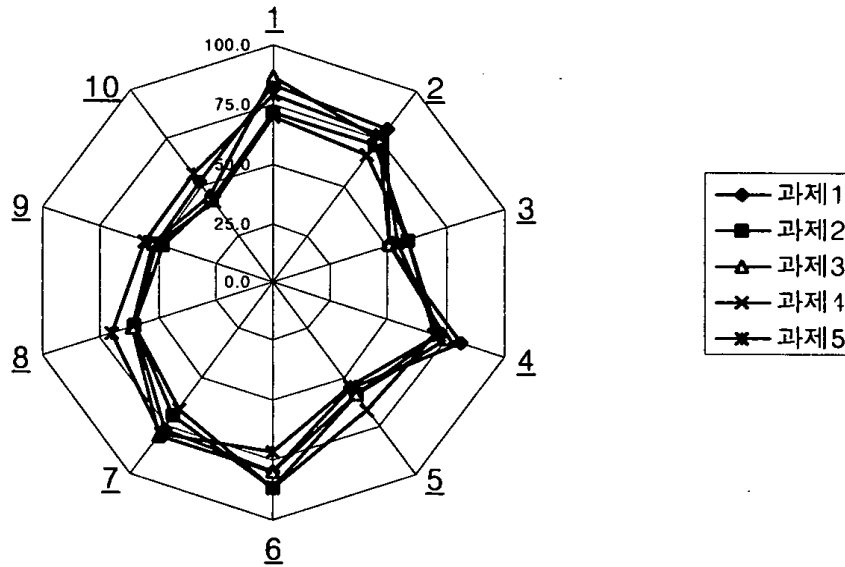
1차 조사결과 선정된 5개 과제에 대하여 10개 평가 항목을 기준으로 2차 전문가 조사를 실시하였다. 이들 과제에 대한 2차 전문가 조사 결과, 기술개발의 필요성 측면에서는 고추장의 갈변억제기술과 된장의 갈변억제기술이 가장 높은 평가를 받았으나, 이두 과제가 공히 개발 성공가능성은 낮게 평가되어 난이도가 높은 과제임을 알 수 있었다.

평가기준별로 보면, <과제1>은 (2)소요기술의 수준, (4)개발기술의 기술적 파급효과 항목에서 가장 높은 평가를 받았고, <과제2>는 (3)개발성공의 가능성, (6)소요연구기간 항목에서 높은 점수를 받았다. <과제3>은 (1)기술개발의 필요성, (7)제품의 상품성 항목에서 가장 높은 평가를 받았다. <과제4>의 경우는 (3)개발성공의 가능성, (5)실용화시 기업투자 비용, (6)소요연구기간 항목에서 비교적 높은 평가를 받았고, <과제5>는 (8)시장규모의 성장성, (9)국산농산물 수요증대 기여, (10)제품의 부가가치 증대효과 항목에서 높은 평가를 받은 것으로 나타났다.

<과제1>“된장의 갈변 억제기술”이 평균 66.9점, <과제2>“된장의 유통중 가스발생 억제 기술”은 64.0점, <과제3>“고추장의 갈변 억제 기술”이 66.3점, <과제4>“고추장의 가스발생 억제 기술”은 63.6점, <과제5>“전통간장의 품질 향상기술”은 평균 66.5점으로 평가되어 <과제1>“된장의 갈변 억제 기술”이 가장 높은 점수를 얻은 것으로 나타나 장류 부문의 과제로 선정되었다.

<표 8> 장류 가공기술 전문가 조사 결과

과제	1. 기술 개발의 필요성	2. 소요 기술의 수준	3. 개발 성공 가능성	4. 기술적 파급효과	5. 실용화시 기업투자 비용	6. 소요 연구 기간	7. 제품의 상품성	8. 시장 규모의 성장성	9. 국산농산물 수요증 대기여	10. 제품의 부가가치 효과(%)	평균
1	83.3	80.0	50.0	81.7	55.0	80.0	76.7	60.0	50.0	51.9	66.9
2	71.7	71.7	58.3	71.7	58.3	86.7	70.0	60.0	48.3	43.2	64.0
3	86.7	75.0	50.0	75.0	58.3	80.0	80.0	61.7	51.7	44.2	66.3
4	70.0	66.7	58.3	69.6	66.7	86.7	66.7	60.0	50.0	41.7	63.6
5	78.6	76.8	53.6	71.4	53.6	71.4	76.6	69.6	55.4	56.3	66.5



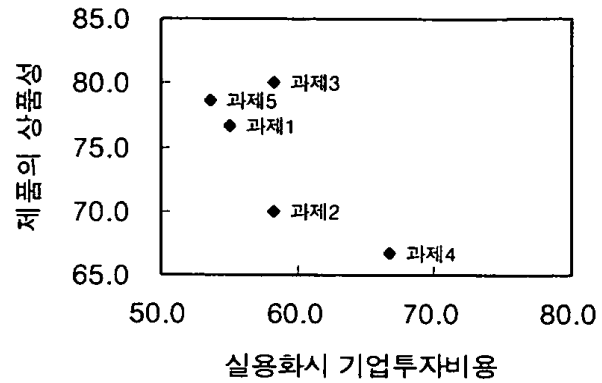
4) 장류 부문 애로기술개발 과제의 경제성 평가

실용화시 기업투자 비용에 대한 평가를 기준으로 제품의 상품성, 시장규모의 성장성, 제품의 부가가치 효과 등에 대한 평가를 비교함으로써 각 과제별 기술 개발의 경제적 효과를 평가할 수 있을 것이다.

가) 상품성

실용화시 기업투자비용에 대한 제품의 상품성개선효과에 대한 전문가 평가를 비교해 보면 <과제 3>, <과제 5>, 그리고 <과제 1>이 높게 평가를 받았다.

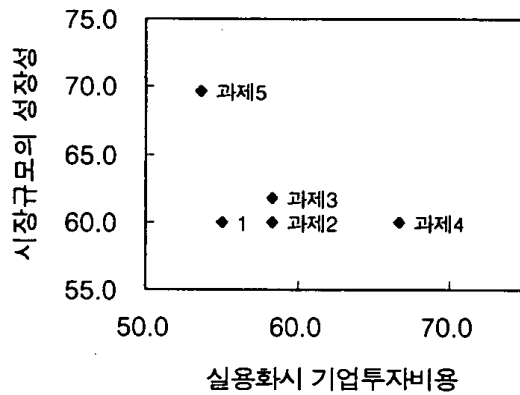
특히 <과제 1>과 <과제 5> 실용화시 투자비용에 있어서 가장 낮은 과제로 평가 받았으며, <과제 2>와 <과제 3>은 그 다음으로 투자비용이 낮은 평가를 받았다.



나) 성장성

시장규모의 성장 측면에서는 <과제 5>가 가장 높은 평가를 받았으며, 다른 과제들의 시장규모 성장성은 상대적으로 낮게 평가되었다.

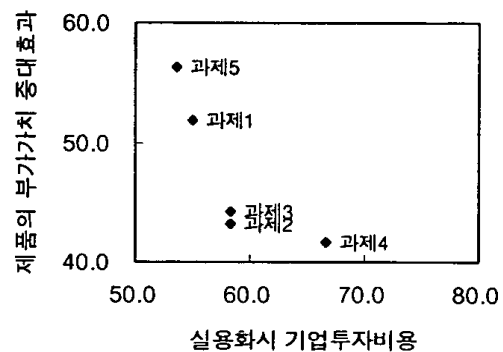
이로써 전문가들은 된장과 고추장의 시장규모의 성장률은 전통간장에 비하여 상대적으로 낮을 것으로 예측하고 있는 것으로 나타났다.



다) 제품의 부가가치 효과

기술개발로 인한 부가가치 증대 효과에 있어서는 <과제 5>와 <과제 1>이 높은 평가를 받았으며, 실용화시 기업투자비용도 적게 소요되는 과제로 평가되었다.

<과제 2>와 <과제 3> 그리고 <과제 4>는 실용화시 기업투자비용에 비하여 부가가치 증대효과가 상대적으로 낮게 평가되었다.



장류의 '된장갈변억제기술' 과제로부터 기대되는 연간 부가가치 증대효과는 총 매출액에 부가가치 상승효과(%)와 기술개발의 성공가능성을 곱하여 구할 수 있는데, 그 금액은 약 597.1백만원에 달하였다.

기술개발수익비율은 품질개량에 대해서는 2년간의 기대효과를 고려하는데 부문별 평균 기술개발비용은 61.5백만원으로 1년차에 비용이 회수되어 기술개발의 타당성이 있다고 판단된다. 업체당 시설투자 비용이 41.2백만원이 넘지 않을 경우 된장 관련 기술은 경제성을 갖출 수 있을 것으로 판단된다.

<표 9> 기술개발에 따른 연간 부가가치 기대효과

구분	총매출액 (백만원)	업체별 평균 매출액 (백만원)	부가가치 평균 상승효과(%)	개발성공 가능성	기대효과 (백만원)
된장	7,705	265.7	15.5	0.50	597.1

#### 다. 차류

##### 1) 업체현황

산지가공업체들이 생산하고 있는 차류의 품목들은 녹차, 유자차, 녹차를 제외한 다른 식품의 잎을 볶아 만든 엽차, 유자를 제외한 기타 다른 과실의 액상을 추출하여 만든 기타 과실차, 그리고 칩과 같이 뿌리를 원료로 하여 만든 근차 등이 있다.

<표 10> 차류의 업체 및 매출현황

품 목	업체수	비율	단위 : 개소, 백만원	
			매출액	비율
녹 차	13	17.3%	7,589	24.4%
유자차	17	22.7%	4,619	14.8%
엽 차	17	22.7%	4,618	14.8%
과실차	6	8.0%	971	3.1%
근 차	8	10.7%	8,210	26.4%
기타차	14	18.7%	5,108	16.4%
합 계	75	100.0%	31,115	100.0%

주: 1. 매출액은 1998년 자료임

자료 : 농수산물유통공사, 『농수산물가공공장현황』, 1999.



차류를 생산하는 업체 가운데 단일 제품으로는 유자차를 생산하는 업체가 17개소로 가장 많았고, 그 다음으로는 녹차를 생산하는 업체로 13개소로 많았다. 매출액에 있어서는 칩이나 치커리등을 이용한 근차 생산업체들의 매출액이 약 82억원으로 가장 많지만, 단일 품목으로는 녹차를 생산하는 업체들이 약 76억원, 유자차 약 46억원 순의 매출을 올려 중요 품목으로 나타났다.

## 2) 1차 조사결과

차류의 품목은 매우 다양하나, 그 가운데 녹차와 유자차는 생산업체의 수에 있어서나 매출규모에 있어서 산지가공업업체들에게는 매우 중요한 품목임. 또한 최근에는 액상차의 생산도 크게 늘고 있는 품목 가운데 하나이다.

<표 11> 차류 애로기술개발 과제도출 1차 전문가 조사 결과

품 목	과 제	빈도	비율 (%)
녹차	녹차의 향·색택 유지 기술	6	14.0
	재배녹차의 영양성분에 대한 분석	1	2.3
유자차	유자차 갈변억제 기술	13	30.2
티백차류	티백차류의 침출성 개선 기술	2	4.7
	품목별 티백용기에 따른 용해도 조절 연구	1	2.3
	품목별 최적 볶음조건 설정연구	1	2.3
액상차류	액상차 농축공정 개선을 통한 가열취 제거 기술	4	9.3
	액상차 살균 및 탈피기술	2	4.7
	액상차 당류 대체 기술 및 적정 조미 기술	2	4.7
	액상차 갈변 억제 기술	1	2.3
	액상차 침전물 제거 기술	1	2.3
	구기자차의 티백용기 개발	1	2.3
인삼차	인삼의 쓴맛 제거 및 향미 개선 기술	2	4.7
분말차류	분말차류의 분산성 및 용해성 향상 기술	3	7.0
	생강차의 유통중 얼힘 방지 기술	1	2.3
과립차	과립차의 당대체 기술	1	2.3
기타	다류 품질 Indicator 간편 판별법 제정 연구	1	2.3
	다류 품목별 영양성분 분석	1	2.3
합계		43	100.0

주: 티백차는 감잎차, 둥글레차, 기타 티백차이고 액상차는 구기자차, 대추차, 칩차이며 분말차는 인삼차, 울무차, 생강차임

1차 전문가 조사에서는 ‘유자차의 갈변억제 기술’이 13회의 가장 높은 빈도를 보였으며, 그 다음으로는 ‘녹차의 향·색택 유지기술’이 6회로 비교적 높은 빈도를 보였고, 액상차의 생산 공정 가운데 일부인 ‘액상차 농축공정 개선을 통한 가열취 제거 기술’ 4회의 빈도를 보였다.

차류 가공기술에 대한 1차 조사 결과를 토대로 다음과 같은 3개 과제를 2차 전문가조사 대상 과제로 선정하였다.

- <과제1> 녹차의 향, 색택 유지 기술
- <과제2> 유자차의 갈변 억제 기술
- <과제3> 액상차 농축공정 개선을 통한 가열취 제거 기술

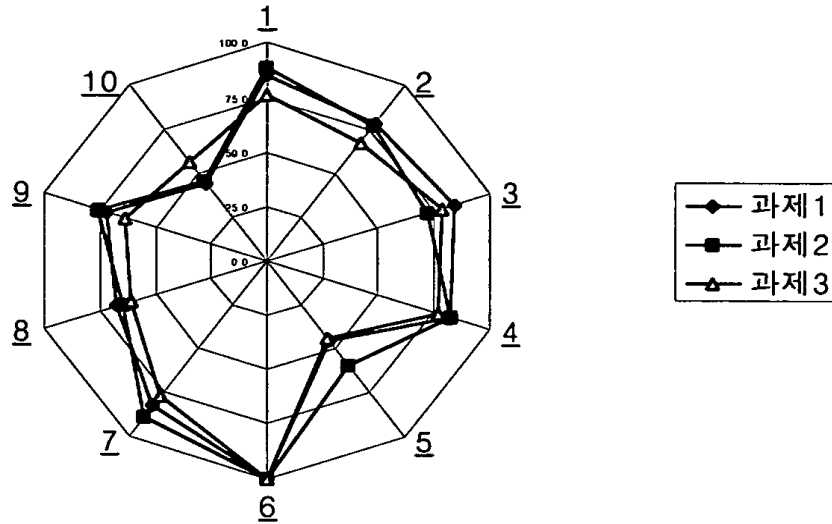
### 3) 2차 조사결과

1차 조사에서 선정된 3개 과제에 가운데 기술개발의 필요성은 상대적으로 <과제 1>과 <과제 2> 높은 평가를 받았다. 그러나, <과제 1>은 개발의 성공 가능성도 높은 편이나 <과제 2>의 가능성은 3개 과제 가운데 가장 낮게 평가되었다. 기술적 파급효과 측면에서는 <과제 1>과 <과제 2>가 높은 평가를 받았다.

그림에서 보듯이 3개 과제가 비슷한 패턴의 평가 결과를 보이고 있으나 <과제 1>은 개발성공 가능성 측면과 소요 연구기간 측면에서 현저하게 우수한 평가를 받았으며, <과제 2>는 기술개발의 필요성 측면과 시장규모의 성장성 측면에서 우수한 평가를 받았음. 한편 <과제 3>은 제품의 상품성에서만 가장 높은 평가를 받았다.

<표 12> 차류 가공기술 전문가 조사 결과

과제	1. 기술 개발의 필요성	2. 소요 기술의 수준	3. 개발 성공 가능성	4. 기술적 파급 효과	5. 실용화 투자 비용	6. 소요 연구 기간	7. 제품의 상품성	8. 시장 규모의 성장성	9. 국산농산물 수요증 대기여	10. 제품의 부가가치 효과(%)	평균
1	85.3	77.9	84.4	82.4	45.3	100.0	82.4	67.6	72.1	43.3	74.1
2	88.2	76.5	71.9	82.4	59.4	100.0	88.2	64.7	75.0	45.0	75.1
3	76.5	67.5	78.1	76.5	43.8	100.0	76.5	60.3	63.2	55.4	69.8



2차 전문가 조사에 의한 최종 과제 평가 점수는 <과제 1>이 78.0점, <과제 2> 75.5점, 그리고 <과제 3>이 72.5점으로 평가되어, <과제 1>과 <과제 2>를 선정하였다.

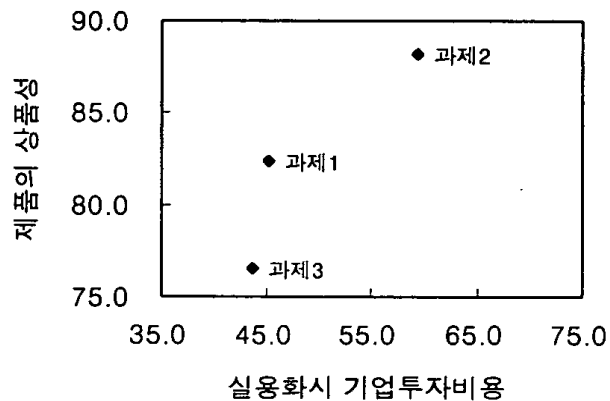
#### 4) 차류 부문 애로기술개발 과제의 경제성 평가

실용화시 기업투자 비용에 대한 평가를 기준으로 제품의 상품성, 시장규모의 성장성, 제품의 부가가치 효과 등에 대한 평가를 비교함으로써 각 과제별 기술 개발 제품의 시장성을 평가할 수 있었다.

##### 가) 상품성

제품의 상품성에 대한 3개 과제에 대한 평가는 <과제 2>가 제품의 상품성을 증대효과가 가장 높은 편이고, <과제 1>은 보통, 그리고 <과제 3>은 가장 낮게 평가되었다.

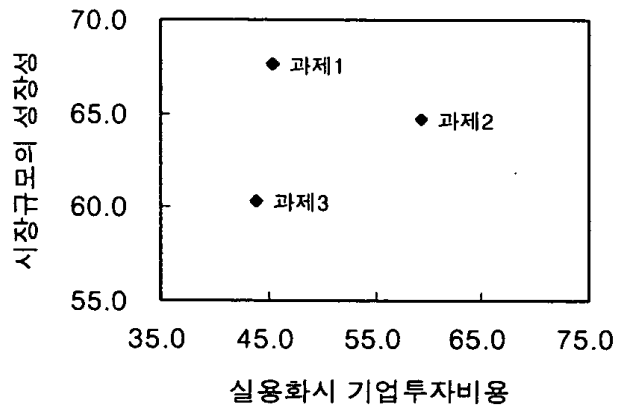
실용화시 기업투자 비용 측면에서는 <과제 2>가 가장 높을 것으로 평가되었으며, <과



제 1>과 <과제 3>은 상대적으로 낮게 평가되었다.

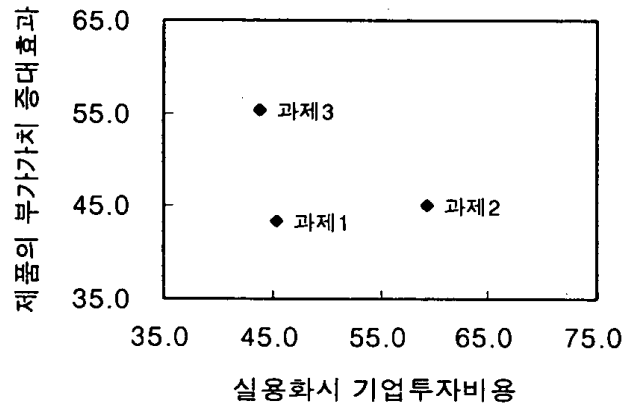
나) 성장성

제품시장규모의 성장성에서 는 녹차와 관련된 <과제 1>이 가장 높은 편이며, <과제 2>는 보통, 그리고 <과제 3>은 낮게 평가되었다.



다) 제품의 부가가치 효과

애로기술 개발에 따른 제품의 부가가치 효과는 <과제 3>이 가장 높고 상대적으로 <과제 1>과 <과제 2> 낮게 평가되었는데, 이는 액상차류 제품의 품질이 낮아 개선의 여지가 크게 평가되었기 때문이다.



녹차 관련 <과제 1>로부터 기대되는 연간 부가가치 증대효과는 총 매출액에 부가가치 상승효과(%)와 기술개발의 성공가능성을 곱하여 구할 수 있는데, 그 금액은 약 1,090.1백만원에 달한다.

기술개발수익비율은 품질개량에 대해서는 2년간의 기대효과를 고려하는데 녹차과제 기술개발비용은 30.8백만원으로 1년차에 비용이 회수되어 기술개발의 타당성이 있다고 판단된다. 업체당 시설투자 비용이 167.7백만원이 넘지 않을 경우 녹차 기술은 경제성을 갖출 수 있으며, 같은 방법으로 유자차의 경우에도 기술개발의 타당성이 있음을 알 수 있다.

<표 13> 기술개발에 따른 연간 부가가치 기대효과

구분	총매출액 (백만원)	업체별 평균 매출액(백만원)	부가가치 평균 상승효과(%)	개발성공 가능성	기대효과 (백만원)
녹차	7,589	583.8	17.1	0.84	1090.1
유자차	4,619	271.7	15.0	0.72	498.9

라. 면류 및 곡류

1) 곡류부문 업체 현황

곡류가공식품은 우리 국민의 기본적인 활동 에너지원인 쌀, 밀 등 탄수화물의 주공급원으로서 농산 가공분야에서 중요한 위치를 점하고 있다. 산지가공업체들이 생산하고 있는 품목들은 두부, 국수와 면류, 떡, 한과류, 그리고 곡류 분말제품 등이 있다.

면류, 곡류 가공식품을 생산하는 업체 가운데 국수·면류를 생산하는 업체가 31개소로 가장 많았고, 선식이나 미숫가루와 같은 곡물 분말제품을 생산하는 업체가 13개소가 있었음. 그리고 한과류를 생산하고 있는 업체 28개소에 달하였다. 매출액에 있어서는 국수와 면류를 주생산품으로 하는 업체들의 매출액이 약 125억원으로 가장 많았으며 엿류가 약 124억, 한과류가 약 98억, 곡물분말제품의 매출액이 약 43억원 순이었다.

<표 14> 면류·곡류가공식품류의 업체 및 매출현황

단위 : 개소, 백만원

품목	업체수	비율	매출액	비율
두부	8	6.5%	1,459	3.0%
국수	31	25.2%	12,515	25.4%
곡분	13	10.6%	4,298	8.7%
엿	19	15.4%	12,435	25.2%
떡	7	5.7%	1,315	2.7%
한과류	28	22.8%	9,800	19.9%
빵	4	3.3%	620	1.3%
기타	13	10.6%	6,822	13.8%
합계	123	100.0%	49,264	100.0%

주: 1. 매출액은 1998년 자료임

자료 : 농수산물유통공사, 『농수산물가공공장현황』, 1999.

2) 1차 조사결과

1차 전문가 조사결과는 ‘곡류 분말 제품의 흡습성 및 분산성 개선 기술’, ‘떡류 저장성 증진 기술’, ‘한과류의 지방산패 억제 기술’에 대한 빈도들이 대체로 다른 과제에 비하여 높은 빈도를 보였다. 한편 업체 수에 있어서나 매출액 비중이 큰 국수와 면류 부문의 현지업체 애로기술들은 상대적으로 적은 빈도를 보였다.

<표 15> 곡류부문 애로기술 도출 1차 전문가조사 결과

품 목	과 제	빈도	비율 (%)
떡류	떡류 저장성 증진 기술	6	17.6
	떡류 주정처리, 적정 살균 기술	1	2.9
한과류	한과류의 지방산패 억제 기술	5	14.7
	강정의 경도조절 기술	2	5.9
	유과의 조직감 개선 기술	2	5.9
면류	면류의 조직감 개선 기술	2	5.9
	면류의 복원성 개선 기술	2	5.9
	면류의 공정개선을 통한 세균오염 방지 기술	1	2.9
	면류의 건조 균일화 및 건조조건에 관한 연구	1	2.9
곡분	곡류 분말 제품의 흡습성 및 분산성 개선 기술	7	20.6
	곡류 분말 제품의 살균 기술 개발	1	2.9
두부	다양한 두부 품목 개발	1	2.9
	두부의 유통 연장 기술	1	2.9
기타	최종 적용 대상 식품에 따른 물엿 제품의 개발	1	2.9
	다양한 생식제품 개발	1	2.9
합계		34	100.0

따라서 1차 조사결과 곡류부문 애로기술 대한 2차 조사를 위하여 3개 과제를 주요 과제로 선정되었다.

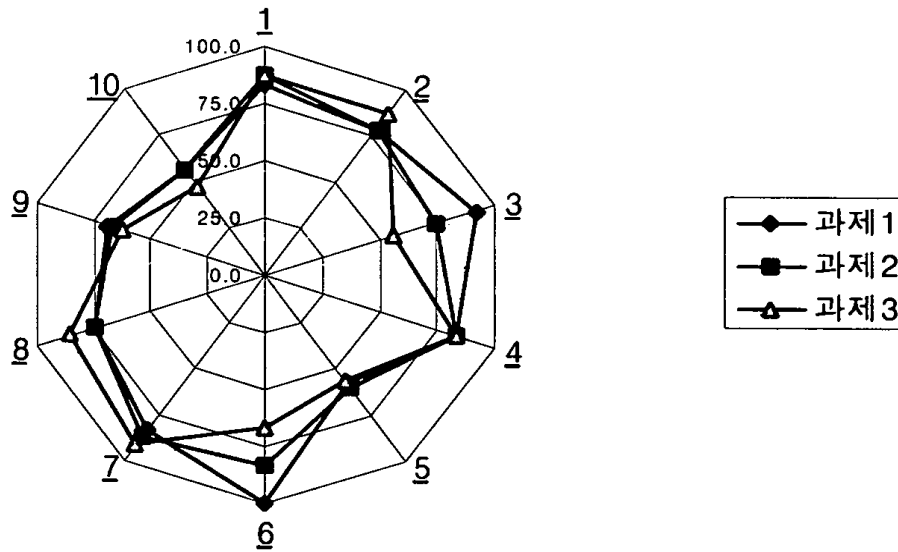
- <과제1> 곡류 분말제품의 흡습성, 분산성 개선 기술
- <과제2> 한과류 지방산패역제 기술
- <과제3> 떡류의 저장성 증진 기술

### 3) 2차 조사결과

1차 조사결과 선정된 과제에 대하여 10개 평가 항목을 기준으로 2차 전문가 조사를 실시하였다. 2차 전문가 조사 결과 <과제1> ‘곡류 분말제품의 흡습성, 분산성 개선 기술’이 평균 78.0점, <과제2> ‘한과류 지방산패 역제 기술’이 75.5점, <과제3> ‘떡류의 저장성 증진 기술’이 72.5점으로 <과제1>이 가장 높은 점수를 부여받은 것으로 나타났다.

<표 16> 곡류 가공기술 전문가 조사 결과

과제	1. 기술 개발의 필요성	2. 소요 기술의 수준	3. 개발 성공 가능성	4. 기술적 파급 효과	5. 실용화시 기업투자 비용	6. 소요 연구 기간	7. 제품의 상품성	8. 시장 규모의 성장성	9. 국산농산물수요증 대기여	10. 제품의 부가가치 효과(%)	평균
1	83.3	79.2	91.7	83.3	58.3	100.0	83.3	75.0	68.8	57.5	78.0
2	87.5	79.2	75.0	83.3	60.4	83.3	87.5	75.0	66.7	57.5	75.5
3	87.5	87.5	56.3	83.3	56.3	66.7	91.7	85.4	62.5	47.5	72.5



평가 기준별로 보면, <과제1>의 경우 (3)개발 성공 가능성, (6)소요 연구기간, (9)국산농산물 수요증대 기여, (10)제품의 부가가치 효과 항목에서 높은 평가를 받았다. <과제2>는 (1)기술개발의 필요성, (5)실용화시 기업투자비용, (10)제품의 부가가치 효과에서 비교적 높은 평가를 얻었다. <과제3>은 (1)기술개발의 필요성, (2)소요기술 수준, (7)제품의 상품성, (8)시장규모의 성장성 항목에서 높은 평가를 받은 것으로 나타났다.

따라서 총점이 가장 높은 ‘곡류 분말제품의 흡습성, 분산성 개선 기술’ 과제가 선정되었다.

#### 4) 곡류 부문 애로기술개발 과제의 경제성 평가

실용화시 기업투자 비용에 대한 평가를 기준으로 제품의 상품성, 시장규모의 성장성, 제품의 부가가치 효과 등에 대한 평가를 비교함으로써 각 과제별 기술개발의 경제성을 간접적으로 평가할 수 있을 것이다.

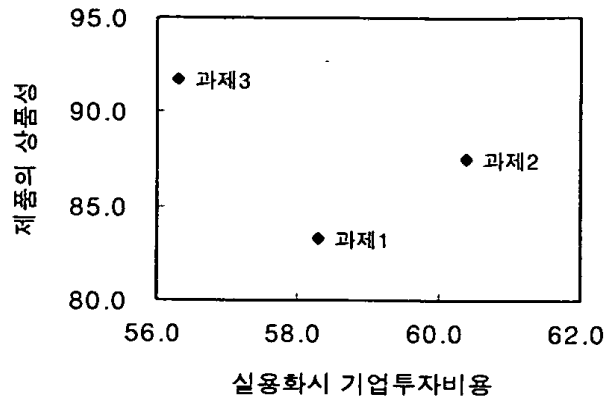
##### 가) 상품성

실용화시 기업투자 비용에 대한 평가에 대해 기술개발에 의한 제품의 상품성 개선효과에 대한 평가를 비교해 보면, <과제3>의 경우 실용화시 기업투자 비용은 비교적 높을 것으로 평가됨과 동시에 제품의 상품성도 크게 개선될 것



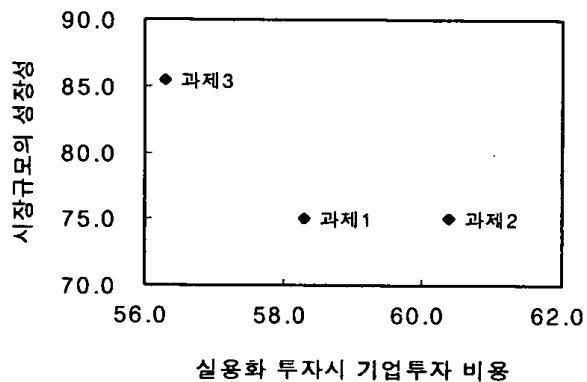
으로 평가되었다.

<과제2>는 실용화시 투자비용이 가장 낮지만 제품의 상품성 개선은 중간 수준인 것으로 평가되었다. <과제1>은 실용화시 투자비용은 중간 수준이지만 제품의 상품성 개선효과는 가장 낮을 것으로 평가되었다.



#### 나) 시장규모의 성장성

실용화시 기업의 투자비용에 대한 예측과 해당 품목의 시장규모 성장성을 대비해 본 결과, <과제3>의 경우 시장규모의 성장성이 가장 높은 것으로 평가됨과 동시에 실용화시 투자비용도 가장 많이 소요될 것으로 평가되었다.



<과제1>과 <과제2>는 시장규모의 성장성이 <과제3>보다 낮은 수준에서 동일할 것으로 평가되었으나 실용화시 투자비용은 <과제2>가 더 낮을 것으로 평가되었다.

#### 다) 제품의 부가가치 효과

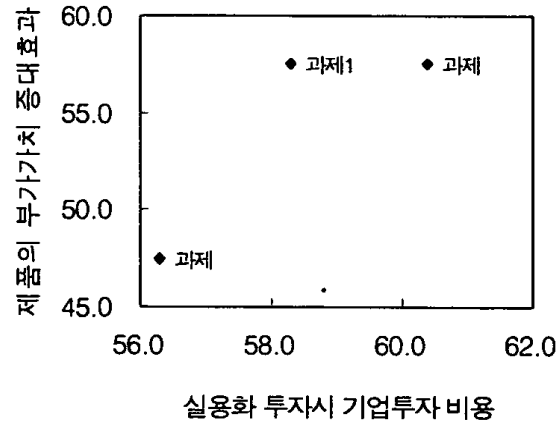
기술개발에 의한 제품의 부가가치 증대 효과에 대한 평가를 보면, <과제3>의 경우 실용화시 투자비용은 가장 낮고 동시에 부가가치 증대효과도 가장 낮을 것으로 평가되었다.

<과제1>과 <과제2>의 부가가치 증대효과는 동일한 수준에서 <과제3>보다 높을 것으로 평가되었으나 <과제2>의 실용화 투자비용이 <과제1>의 경우보다 낮을 것으로 평가되었다.

‘곡류 분말 제품의 흡습성 및 분산성 개선 기술’ <과제 1>로부터 기대되는 연간 부가가치 증대효과는 총 매출액에 부가가치 상승효과(%)와 기술개발의

성공가능성을 곱하여 구할 수 있는데, 그 금액은 약 577.3백만원에 달하였다.

기술개발수익비율은 품질개량에 대해서는 2년간의 기대효과를 고려하는데 부문별 곡류분말과제 기술개발비용은 61.5백만원으로 1년차에 비용이 회수되어 기술개발의 타당성이 있다고 판단된다. 업체당 시설투자 비용이 88.8백만원이 넘지 않을 경우 “곡류분말 제품의 흡습성 및 분산성개선” 기술은 경제성을 갖출 수 있는 것으로 나타났다.



<표 17> 기술개발에 따른 연간 부가가치 기대효과

구분	총매출액 (백만원)	업체별 평균 매출액 (백만원)	부가가치 평균 상승효과(%)	개발성공 가능성	기대효과 (백만원)
곡류 분말	4,298	330.6	14.6	0.92	577.3

## 마. 음료

### 1) 업체 현황

산지가공업체들이 생산하고 있는 품목들은 사과음료, 포도음료, 사과와 포도를 제외한 과실로 만든 과실음료, 채소음료, 그리고 식혜 등이 있다. 음료를 생산하는 업체 가운데 매실, 대추, 배와 같은 과실을 원료로 하여 만든 과실음료 생산업체가 17개소로 가장 많았고, 양파음료, 마늘음료 등과 같은 채소음료를 생산하는 업체는 10개소, 사과음료를 생산하는 업체는 7개소, 그리고 포도음료를 생산하는 업체는 4개소가 있었다.

매출액에 있어서는 사과음료를 주생산품으로 하는 업체들의 매출액이 약 491억원으로 가장 많았으며, 과실음료 약 227억, 식혜음료 약 39억, 채소음료 약 12억, 포도음료가 약 4억원 순이었다.

<표 18> 음료의 업체 및 매출현황

단위 : 개소, 백만원

품목	업체수	비율	매출액	비율
사과음료	7	15.6%	49,089	63.2%
포도음료	4	8.9%	443	0.6%
과실음료	17	37.8%	22,703	29.2%
채소음료	10	22.2%	1,213	1.6%
식혜	3	6.7%	3,887	5.0%
기타음료	4	8.9%	383	0.5%
합계	45	100.0%	77,718	100.0%

주: 1. 매출액은 1998년 자료임

자료 : 농수산물유통공사, 「농수산물가공공장현황」, 1999.

2) 1차 조사결과

음료와 관련된 애로기술 도출을 위한 1차 전문가 조사결과 '포도주스 청징도 및 색상개선' 과제와 '사과주스 유통중 갈변방지 기술'에 대한 응답이 빈도가 가장 높았다. 그러나 다른 음료들의 갈변억제, 청징도 개선, 향미 개선 품목만 다를 뿐 유사한 과제들이 제안되었음을 알 수 있었다. 따라서 음료부문에서는 개발기술의 선정도 중요하지만 품목의 선정도 중요한 기준임을 알 수 있다.

<표 19> 음료부문 애로기술개발 과제도출 1차 전문가 조사 결과

품 목	과 제	빈도	비율(%)
포도주스	포도주스 청징도 및 색상개선	12	37.5
	포도주스의 맛 개선	1	3.1
	포도의 착즙 기술 개발	1	3.1
사과주스	사과주스 유통중 갈변방지 기술	12	37.5
배주스	배주스의 침전 방지 및 갈변억제	2	6.3
복숭아주스	복숭아 주스의 순도 증진 기술	1	3.1
수박음료	수박음료의 향미 개발기술	1	3.1
대추음료	대추음료의 침전방지 및 청징도 개선	1	3.1
기능성 음료	특용작물을 이용한 기능성 음료의 관능적 특성 개선 및 청징화 기술	1	3.1
합계		32	100.0

음료부문에 대한 1차 조사 결과, 다음과 같은 2개 과제를 2차 전문가 조사 대상과제로 선정하였다.

<과제1> 사과주스 유통중 갈변방지 기술  
 <과제2> 국산 포도주스 청징도 및 색상 개선

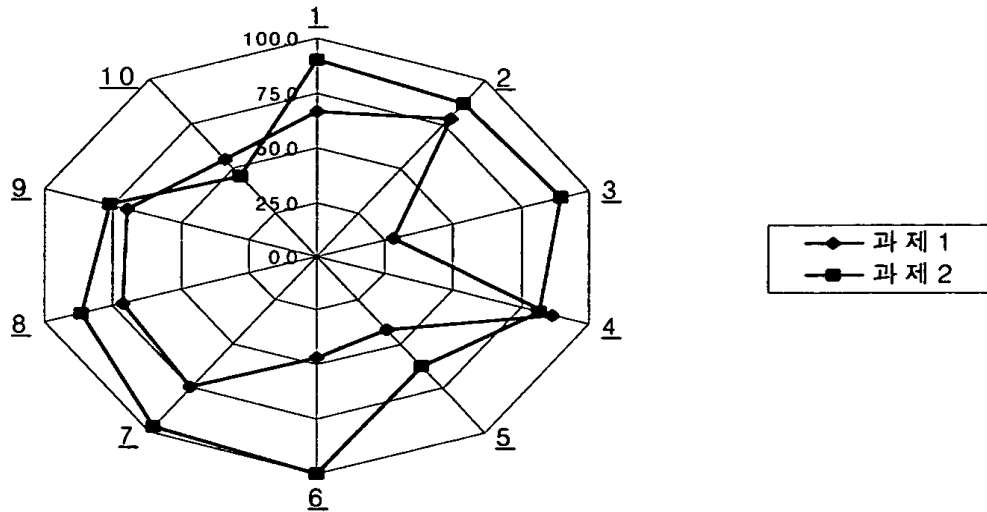
### 3) 2차 조사결과

기술개발의 필요성에 있어서는 <과제 2>가 높은 평가를 받았고, 기술개발의 성공 가능성 측면에서는 <과제 1>은 거의 불가능하다는 평가를 받은 반면 <과제 2>는 오히려 높은 평가를 받았다. 그러나 실용화시 기업 투자비용 측면에서는 <과제 1>이 오히려 우수한 평가를 받았다.

한편 제품의 상품성 증대 효과에 있어서나, 시장규모의 성장성에 있어서는 <과제 2>가 상대적으로 월등하다는 평가를 받았다.

<표 20> 음료 가공기술 전문가 조사 결과

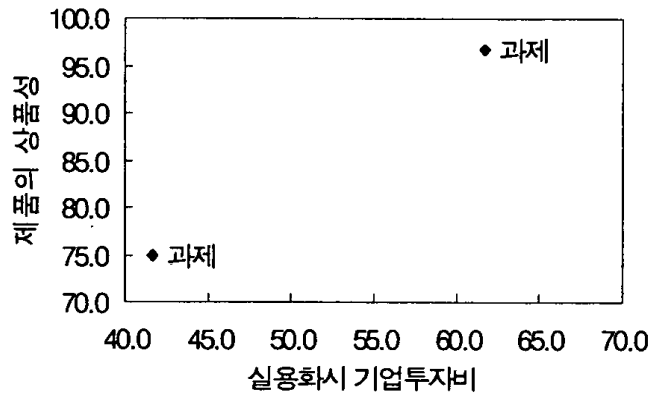
과제	1. 기술 개발의 필요성	2. 소요 기술의 수준	3. 개발 성공 가능성	4. 기술적 파급 효과	5. 실용화시 기업투자 비용	6. 소요 연구 기간	7. 제품의 상품성	8. 시장 규모의 성장성	9. 국산농산물수요증 대기여	10. 제품의 부가가치 효과(%)	평균
1	66.7	78.3	28.3	86.7	41.7	46.7	75.0	71.7	70.0	55.0	62.0
2	90.0	86.7	90.0	81.7	61.7	100.0	96.7	86.7	76.7	45.0	81.5



<과제 1>과 <과제 2>에 대한 평가는 연구의 필요성, 개발 성공 가능성, 그리고 소요연구기간에 있어서 큰 차이로 인하여 평균 점수에서 큰 차이로 <과제 2>가 선정되었다.

#### 가) 상품성

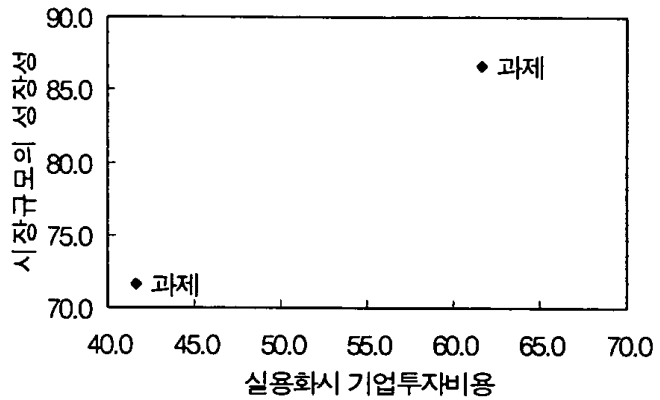
사과주스와 관련된 <과제 1>은 실용화시 기업투자비용이 적은 반면에 제품의 상품성 증대효과도 적은편이나, <과제 2>는 상대적으로 투자비용이 많은 반면 상품성 증대효과는 탁월한 것으로 평가되었다.



사과주스의 갈변에는 약 6개월이 소요되나 그 이전에 소비되면 상품성에는 영향을 미치지 않기 때문에 상품성 증대효과가 낮은 반면 당장의 문제인 포도주스의 청징도와 색택개선은 상대적으로 큰 효과를 발휘할 수 있기 때문인 것으로 판단된다.

나) 성장성

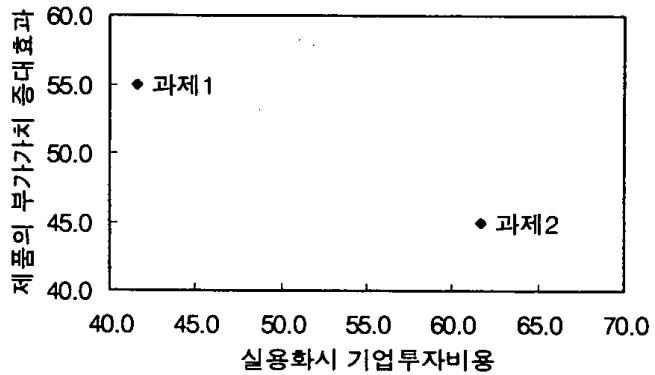
시장규모의 성장성에 있어서도 상품성 증대와 같은 양상을 띄고 있었다. 전문가들의 평가는 사과주스시장은 어느 정도 완숙단계에 이른 반면, 포도주스시장의 규모는 더 성장의 여지가 있다는 것을 보이고 있다.



다) 제품의 부가가치 효과

제품의 부가가치 증대효과에 있어서는 <과제 1>이 <과제 2>에 비하여 상대적으로 높은 평가를 받았다.

제품의 가격인상효과



포도주스품질개선 과제로부터 기대되는 연간 부가가치 증대효과는 총 매출액에 부가가치 상승효과(%)와 기술개발의

성공가능성을 곱하여 구할 수 있는데, 그 금액은 약 60.6백 만원에 달하는 것으로 추정되었다.

기술개발수익비율은 품질개량에 대해서는 2년간의 기대효과를 고려하는데 부문별 포도주스 품질개선과제의 기술개발비용은 61.5백만원으로 2년차에 비용이 회수되어 기술개발의 타당성이 있다고 판단된다. 또한 업체당 시설투자 비용이 30.3백만원이 넘지 않을 경우 포도주스 기술은 경제성을 갖출 수 있는 것으로 나타났다.

<표 21> 기술개발에 따른 연간 부가가치 기대효과

구분	총매출액 (백만원)	업체별 평균 매출액 (백만원)	부가가치 평균 상승효과(%)	개발성공 가능성	기대효과 (백만원)
포도 주스	443	110.8	15.2	0.90	60.6

라. 채소 및 과실류

1) 업체현황

산지가공업체들이 생산하고 있는 품목들은 깐마늘, 짬, 무말랭이, 꽃감, 건조채소, 그리고 채소분말 등이 있다. 채소·과일 가공식품을 생산하는 업체들 가운데 건양파, 건마늘, 건채류와 같은 건조채소를 생산하는 업체가 24개소로 가장 많았고, 고춧가루와 같은 채소 분말을 생산하는 업체는 17개소가 있고, 단일 품목으로는 꽃감을 생산하는 업체가 12개소로 가장 많았으며, 깐마늘 7개소, 무말랭이 4개소 순이다.

매출액에 있어서는 고춧가루를 주생산품으로 하는 채소분말 생산업체들의 매출액이 약 210억원으로 가장 많았으며, 이어 건조채소 생산 업체가 약 168억원의 매출액으로 올리고 있지만, 단일 품목으로는 꽃감과 깐마늘이 각각 약 43억원으로 가장 많은 매출액을 보이고 있다.

<표 22> 채소·과일 가공식품류의 업체 및 매출현황

단위 : 개소, 백만원

품목	업체수	비율	매출액	비율
깐마늘	7	8.8%	4,348	7.8%
짬	5	6.3%	1,507	2.7%
무말랭이	4	5.0%	898	1.6%
꽃감	12	15.0%	4,345	7.8%
건조채소	24	30.0%	16,511	29.6%
채소분말	17	21.3%	21,032	37.6%
기타가공	11	13.8%	7,229	12.9%
합계	80	100.0%	55,870	100.0%

주: 1. 매출액은 1998년 자료임

자료 : 농수산물유통공사, 「농수산물가공공장현황」, 1999.

2) 1차 조사결과

저가 수입품에 의하여 채소 및 과실 건조품류 부문은 국내 생산기반에 대한 피해가 심각한 상황으로, 건조 과실부문은 꽃감을 제외하고 이렇다할 생산품목이 없는 상황이었다. 1차 전문가조사에서는 무말랭이의 품질개선, 건조 채소류 수분 흡습 방지를 위한 포장개선, 꽃감의 갈변억제 및 조직감 개선 기술들

이 도출되었다.

조사결과는 '무말랭이의 선택과 복원력 개선을 통한 품질개선'이 5표로 빈도가 가장 높은 과제로 나타났으며, 그 다음으로는 '꽃감의 갈변억제 및 조직감 개선'이 빈도가 높았다.

<표 23> 차류 애로기술개발 과제도출 1차 전문가 조사 결과

품 목	과 제	빈도	비율 (%)
무말랭이	무말랭이 품질(선택, 복원력) 개선 기술	5	25.0
	미생물 오염방지 기술	1	5.0
건조채소	수분흡습 방지를 위한 포장지 개발	2	10.0
	건조 채소의 품질 개선 기술	1	5.0
꽃감	꽃감의 갈변 억제 및 조직감 개선 기술	3	15.0
건조과일	건조과일의 갈변 억제 기술	1	5.0
	다양한 건조 과일 품목 개발 및 포장 방법 개선기술	1	5.0
기타	꽃고구마 조직감 개선 및 저장성 향상기술	1	5.0
	분말야채 및 과일의 포장기술	1	5.0
	고춧가루의 수분함량 관리 기술 및 건조에너지 절감기술	1	5.0
	생산공정 표준화 지침 작성	1	5.0
	포장기술 개발	2	10.0
합 계		20	100.0

채소 및 과실류 가공기술에 대한 1차 조사 결과를 토대로 다음과 같은 2개 과제를 중요 과제로 선정하였다.

<과제1> 무말랭이 품질(선택, 복원력) 개선 기술  
 <과제2> 꽃감의 갈변 방지 및 조직감 개선 기술



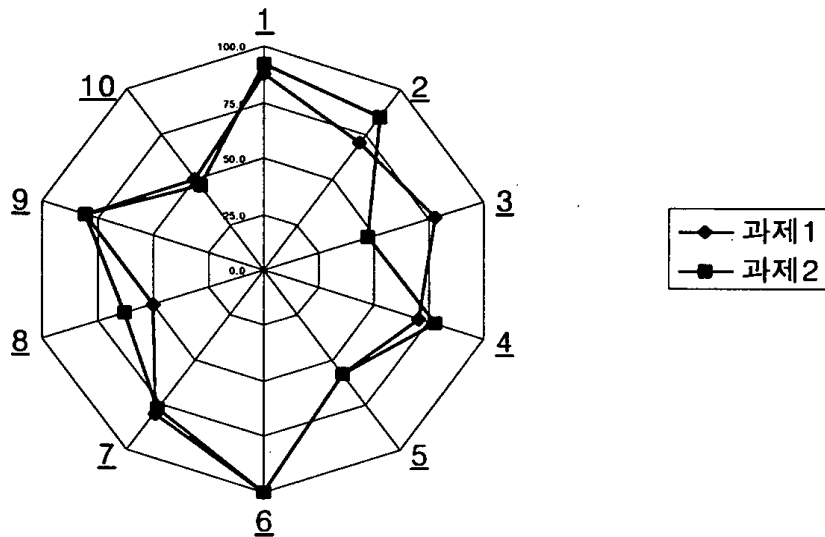
### 3) 2차 조사결과

1차 조사에서 도출된 2개 과제에 대한 전문가들은 기술개발의 필요성에 있어서 <과제 1>보다 <과제 2>를 더 높게 평가하고 있으나 개발의 성공가능성에 있어서 <과제 2>에 대한 평가는 <과제 1>에 비하여 상대적으로 매우 낮은 편다.

그러나 전문가들은 개발과제 제품의 시장성을 평가하는 상품성이나 시장규모의 성장성에 있어서는 <과제 1>을 훨씬 높게 평가 하였다.

<표 24> 채소 및 과실류 가공기술 전문가 조사 결과

과제	1. 기술 개발의 필요성	2. 소요 기술의 수준	3. 개발 성공 가능성	4. 기술적 파급 효과	5. 실용화시 기업투자 비용	6. 소요 연구 기간	7. 제품의 상품성	8. 시장 규모의 성장성	9. 국산농산물수요증 대기여	10. 제품의 부가가치 효과(%)	평균
1	87.5	70.0	77.5	70.0	57.5	100.0	80.0	50.0	80.0	50.0	72.3
2	92.5	85.0	47.5	77.5	57.5	100.0	77.5	62.5	80.0	46.9	72.7



전문가의 평가 결과, <과제 1>과 <과제 2>의 평균점수에 있어서 그다지 큰 차이는 없었으나 <과제 2>를 약간 높게 평가하였다. 그러나 <과제 2>가 농

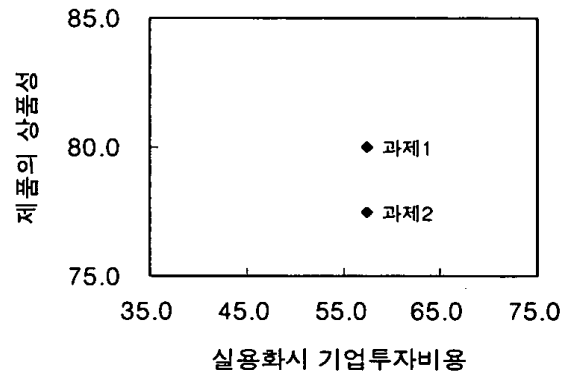
림부에서 시행하는 '세계적인 우리식품 개발사업'의 일환으로 이미 지원되어 연구가 진행되고 있다는 것이 2차 전문가 조사 이후에 밝혀져 연구의 중복성 문제가 발생하였다.

<과제 1>이 총점에서 큰 차이가 없고 개발성공 가능성과 상품성 증대효과가 큰 과제로서 채소 및 과실류 부문의 과제로 선정되어도 그다지 문제가 되지 않을 것으로 판단하였다.

#### 4) 채소 및 과실류 애로기술개발 과제의 경제성 평가

##### 가) 상품성

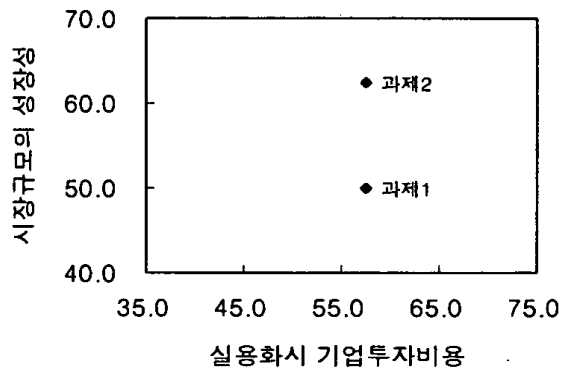
<과제 1>과 <과제 2> 공히 비교적 제품의 상품성 증대효과는 높은편이나, 상대적으로 <과제 1>이 높게 평가 되었다. 따라서 전문가들은 무말랭이의 품질개선 여지가 꽃감에 비하여 크다고 판단하고 있었다.



##### 나) 성장성

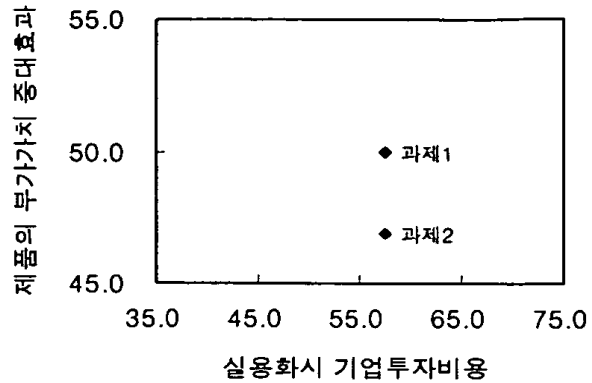
같은 정도의 투자비용이 소요된다면, 보다 시장규모의 성장률이 높은 시장에 참여하는 것이 합리적일 것이다.

<과제 1>과 <과제 2> 모두 시장의 성장성에 있어서 높은 평가를 받지는 못하였지만, 전문가들이 상대적으로 <과제 2>를 높게 평가함으로써 꽃감 시장이 무말랭이 시장보다 성장성이 있다고 평가하고 있으나, 실제로 냉동만두 등 상업적으로 생산되는 만두속의 원료로 무말랭이가 사용되어 최근 수요가 크게 증가하고 있다.



다) 제품의 부가가치 효과

제품의 부가가치 증대효과 측면에 있어서도 <과제 1>은 <과제 2>에 비하여 높은 평가를 받아, 전문가들은 <과제 1>과 관련된 무말랭이의 품질개선을 통한 부가가치 효과가 상대적으로 꽃감에 비하여 크다고 평가하였다.



무말랭이의 품질개선 과제로부터 기대되는 연간 부가가치 증대효과는 총 매출액에 부가가치 상승효과(%)와 기술개발의 성공가능성을 곱하여 구할 수 있는데, 그 금액은 약 73.5백만원에 달하는 것으로 추정되었다.

기술개발수익비율은 품질개량에 대해서는 2년간의 기대효과를 고려하는데 부문별 품질개선과제의 기술개발비용은 61.5백만원으로 1년차에 비용이 회수되어 기술개발의 타당성이 있다고 판단된다. 업체당 시설투자 비용이 36.7백만원이 넘지 않을 경우 무말랭이 품질개선기술은 경제성을 갖출 수 있다.

<표 25> 기술개발에 따른 연간 부가가치 기대효과

구분	총매출액 (백만원)	업체별 평균 매출액 (백만원)	부가가치 평균 상승효과(%)	개발성공 가능성	기대효과 (백만원)
무말랭이	898	224.5	10.5	0.78	73.5

### 제 3 절 요약 및 결론

본 연구에서는 기술수요를 도출하기 위하여 산지가공업체에 대한 기술애로 및 품질개선사항에 대한 조사와 산지가공업체 주요 품목별 전문가를 대상으로 델파이기법을 이용한 전문가 조사를 통하여 연구과제를 선정하였다.

그 결과 곡류부문에서는 ‘곡류 분말제품의 흡습성, 분산성 개선 기술’, 장류에서는 ‘된장의 갈변억제 기술’, 차류에서는 ‘녹차의 향, 색택유지 기술’과 ‘유자

차의 갈변억제기술', 채소 및 과일건조품에서는 '무말랭이 품질개선 기술'이 채택되었다.

단무지부문에서는 1차 조사에서 도출된 '유통중 단무지의 갈변방지기술', '유통중 단무지의 조직감개선 기술', 그리고 '단무지 치자색소 탈색방지 기술'의 3개 과제가 모두 높은 평가를 받아 3개 과제가 모두 채택되었다.

그러나 채소 및 과일 건조품에서 껍질의 갈변방지 및 조직감 개선 기술이 농림부에서 지원하는 '세계적인 우리식품 개발사업'에서 지원하는 사업과의 중복성 문제가 발생하여 차점 과제인 무말랭이 선택 및 복원력 개선 기술과제가 채택되었다.

음료부문에서는 '사과주스의 갈변 억제기술'과 '포도주스의 청징도 및 선택개선'과제 가운데 연구의 필요성과 성공 가능성, 연구수요측면에서 높은 평가를 받은 포도주스 과제가 선정되었다.

여 백

### 제 3 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구의 목표는 산지 농산물 가공업체들에게 파급효과가 클 것으로 예상되는 현장애로기술을 도출하여 기술개발 연구과제를 선정하는데 있으며 가공업체의 기술수요조사 및 전문가 설문조사를 현장애로기술 74개를 도출하는 한편 기술평가를 실시하여 이들 연구개발과제의 개발 우선 순위를 설정하였다. 또, 연구개발 우선 순위가 높은 9개 과제를 선정하고 경제성을 분석하여 연구개발의 경제적 타당성을 검토하였다.

본 연구 결과에서 도출된 9개의 기술개발과제는 제 2세부과제에서 수행될 산지 농산물 가공업체의 품질개선 및 제품다양화 연구의 대상 과제로 제시될 것이다. 최종적으로 제시한 9개 과제뿐만 아니라 나머지 과제들에 대한 연구개발평가 결과도 향후 산지 농산물 가공업체의 현장애로기술개발 과제를 선정하는데 참고 자료가 될 것으로 본다.

## 참고문헌

- 김형수, “복합모형을 이용한 우선순위 결정 메카니즘 : 관련 수목법과 Delphi 방법을 중심으로” 과학기술정책 제 6권 제 2호: 125-145, 1994.
- 박종오, “기술거래 확산을 위한 개별 기술평가모델의 구상”, 과학기술정책 제 11권 제 3호: 62-78, 1999.
- 21세기농정기획반, 21세기를 향한 농업·농촌의 발전목표와 과제: 전문가 의견 조사 결과, 한국농촌경제연구원, 1988.
- 임기철 외, 한국의 미래기술: 2000 - 2025 제2회 과학기술예측, 과학기술정책연구원, 1999.

<부록>

산지 식품가공업체 애로기술 도출 및  
제품 다양화를 위한 설문 조사

업체명 : \_\_\_\_\_

주 소 : \_\_\_\_\_

전 화 : \_\_\_\_\_ FAX : \_\_\_\_\_

담당자 : \_\_\_\_\_ 조사자 : \_\_\_\_\_

한국식품개발연구원

(경기도 성남시 분당구 백현동 산 46-1, 463-420)



# I. 업체개황

1. 업체의 설립 연도 및 제품생산 개시 연도는?

가. 설립연도(연, 월) :

나. 생산개시(연, 월) :

2. 업체의 경영형태는 다음 중 어디에 속합니까?

① 회사법인 ② 개인업체 ③ 협동조합 ④ 영농조합 ⑤ 기타 \_\_\_\_\_

3. 업체의 규모는?

가. 자본금 : \_\_\_\_\_ 백만원

나. 임직원 : 상시 \_\_\_\_\_ 명, 임시 \_\_\_\_\_ 명

4. 업체에 생산제품의 품질개선이나 신제품을 개발할 수 있는 전문인력이 확보되어 있습니까 그리고 있으면 몇 명이나 있습니까?

① 있다 \_\_\_\_\_ 명 ② 없다

## II. 제품생산 현황

1. 업체의 주요 생산품 및 매출액 비중은?

제 품 명	매출액 비중(%)
①	①
②	②
③	③
④	④

2. 업체의 주요 생산품의 특성 및 제품 특성의 구현도?

(제품특성의 구현도는 현재 생산하고 있는 제품이 의도한 대로 특성이 잘 나타나고 있는지 ①대단히 잘 나타난다 ②잘 나타난다 ③보통이다 ④잘 나타나지 않는다 ⑤매우 부족하다로 표시해 주십시오)

제 품 명	제품의 특성	제품특성의 구현도

3. 업체에서 생산하고 있는 생산품에 대한 품질평가는? 그리고 제품생산과 품질관리 상의 업체의 애로기술이나 문제점은 무엇입니까?(품질평가는 경쟁, 유사제품에 비하여 맛, 색, 조직감 등의 측면에서 ①매우 높다 ②높다 ③보통이다 ④낮다 ⑤매우 낮다로 표시해 주십시오)

제 품 명	품질평가	품질개선 사항 및 품질관리 애로사항

4. 업체에서 생산품목을 다양화할 필요성을 느끼고 있습니까, 있다면 현재 공정을 활용하여 어떤 제품을 추가로 생산하는 것이 좋겠습니까?

① 있다 품목명 : \_\_\_\_\_ ② 없다

### Ⅲ. 생산공정

1. 업체의 주력 제품에 대한 생산공정을 전처리 단계에서부터 포장단계까지 작업순서에 따라 아래 표를 작성해주시오.

공정명	설비명, 수량	처리능력 (kg/시간)	가동률 (일/년)	운전조건, 가공방법
예) 절입	절입탱크 4조, 수동, batch 식	800kg/시간	250일/년	4%염수에서 8시간절입
①				
②				
③				
④				
⑤				
⑥				
⑦				
⑧				
⑨				
⑩				

1-1. 병행되는 공정이 있거나 표1의 칸이 부족한 경우 아래의 표를 이용하십시오

공정명	설비명 및 유형	처리능력 (kg/시간)	가동률 (일/년)	운전조건, 가공방법
①				
②				
③				
④				
⑤				
⑥				
⑦				
⑧				
⑨				
⑩				

2. 주력 제품 생산공정 가운데 가공기술상의 문제점이나 품질향상을 위하여 개선이 필요한 사항은 무엇입니까?

공정명	문제점 및 공정 개선 사항

3. 주력 제품의 주재료 및 부재료의 보관 또는 전처리 과정에서 품질에 영향을 미치는 요인은 무엇입니까?

가. 주재료 :

나. 부재료 :

4. 현재 주력 제품의 배합비는 적절합니까?

- ① 매우 적절함      ② 대체로 적절함      ③ 보통임  
 ④ 대체로 불만족      ⑤ 매우 불만족

불만족 사항 : \_\_\_\_\_

5. 제품생산 이후 주력제품의 유통과정에서 가장 큰 문제점은 무엇입니까?

- ①
- ②
- ③

6. 업체의 부대시설 규모는 어느 정도입니까?

가. 전기시설 \_\_\_\_\_ Kw

나. 보일러시설 \_\_\_\_\_ Kw

다. 저온저장고 \_\_\_\_\_ 평

7. 주력제품의 인건비에 영향을 크게 미치는 순서대로 공정을 나열하여 주십시오.

제품명	공정
① _____ :	
② _____ :	

8. 생산공정에 있어 품질관리 또는 인건비 비중이 높아 생산비 절감을 위한 공정 자동화가 필요한 공정이 있습니까?

① 있다 공정 : \_\_\_\_\_ ② 없다

9. 생산비와 제품의 품질에 영향을 크게 미치고 있는 공정에 대한 적당한 자동화 기술이 있다면 경제적 부담을 각오하고 자동화를 하시겠습니까?(8번의 ①에 응답한 경우에만 답하시오)

- ① 경제적 부담이 크더라도 하겠다 ② 경제적 부담이 크지 않으면 하겠다  
③ 경제적 부담 때문에 하지 못할 것이다 ④ 그다지 필요성을 느끼지 않는다

## IV. 경영관리

1. 업체에는 경리를 전담하는 직원이 있습니까?

- 가. ① 있다 ② 없다

나. 있다면 학력은? ①고졸 ②대졸 ③대학원졸

다. 경리담당 직원이 회사의 경영실태분석 능력이 있습니까? ① 있다 ② 없다

2. 업체의 원재료 및 주요 부재료의 구매주기는?

가. 원재료

- ① 1 주일 이하 ② 1 달 이하 ③분기 이하 ④반기 이하 ⑤1 년 이하

나. 부재료

- ① 1 주일 이하 ② 1 달 이하 ③분기 이하 ④반기 이하 ⑤1 년 이하

3. 원재료 및 부재료의 구매주기가 길거나 가격변동이 심하여 이에 대한 관리가 필요합니까?

- ① 필요하며 현재에도 하고 있음 ② 필요하나 하지 않음 ③별 필요성 없음



4. 업체는 현금출납에 대한 지속적인 관리 및 현금수요예측을 통한 현금흐름관리를 하고 있습니까?

- ① 현금 출납관리 및 장기 수요예측 함
- ② 현금출납관리는 하나 장기수요예측 안함
- ③ 현금 출납관리 및 현금 수요예측이 필요함
- ④ 필요성을 느끼지 못함

5. 업체는 주기적인 원가분석을 행하고 있습니까?

가. ①하고 있다      ②하지 않고 있다

나. 하지 않고 있는 이유는? ①원가분석방법을 모름 ②필요성을 느끼지 않음

6. 업체의 손익상태에 대한 경영평가는 어느 기간 단위로 가능합니까?

- ① 1 주일    ② 1 달    ③ 분기    ④ 반기
- ⑤ 1 년      ⑥ 정확한 분석이 어렵다

7. 생산제품의 재고관리의 필요성이 있습니까?

- ① 필요성이 있다    ② 필요성이 없다

8. 업체는 고객별 판매량, 주문회수 등 고객관리를 하고 있습니까?

- ① 하고 있다    ② 하고 있지 않다

## 제2세부과제

# 농촌형 가공공장의 품질개선 및 제품다양화 연구

세부연구책임자 : 석 호 문  
연 구 원 : 박 완 수  
연 구 원 : 구 경 형  
연 구 원 : 최 신 양  
연 구 원 : 임 성 일  
연 구 원 : 한 대 석  
연 구 원 : 이 영 철  
연 구 원 : 김 상 희  
연 구 원 : 김 성 수  
연 구 원 : 김 경 탁  
연 구 원 : 박 용 곤  
연 구 원 : 김 성 란  
연 구 원 : 김 종 훈  
연 구 원 : 최 희 돈

# 여 백

# 요 약 문

## I. 제 목

농촌형 가공공장의 품질개선 및 제품다양화 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

국내 정부지원 가공업체의 경우 대부분 영세하여 자체적으로 제품의 다양화 및 현장애로기술의 타개를 위한 기술개발에 주력하기가 대단히 어려운 실정임 따라서 국내 농산물 가공업체의 수요기술 조사를 실시하여 현장에서 당면하는 애로기술을 ① 단무지의 색 및 조직감 변화억제 기술 ② 된장의 갈변억제 기술 ③ 유자차 및 녹차의 저장안정성 ④ 미숫가루의 분산성 개선 기술 ⑤ 포도주스의 향미개선 기술 ⑥ 무말랭이의 품질개선 및 다양화 기술 등 6개 분야로 나누어 가공업체가 공통으로 직면하고 있는 이들 핵심애로기술을 집중적으로 개발·보급함으로써 정부지원 가공업체의 전반적인 기술력 제고를 통한 생산제품의 경쟁력 증진

## III. 연구개발의 내용 및 범위

### 1. 단무지의 품질개선 기술 개발

단무지 제조업체의 주요 애로기술로서 치자색소의 안정성에 미치는 영향을 조사함과 동시에 단무지의 색 및 조직감 변화 억제를 위한 가공조건을 확립

### 2. 된장의 갈변억제 기술 개발

콩 발효식품의 숙성공정 중에 발생하는 갈색화반응 중 대표적인 Maillard 반응을 최소화시킬 수 있는 방법을 모색하고 본 기작을 활용함에 의해 된장의 유통 중 갈변을 최소화시킬 수 있는 방법의 개발

### 3. 유자차 및 녹차의 품질개선 기술 개발

유자차 제조 중 원료 유자의 전처리 방법으로 세척제의 사용, 브랜칭 처리, 열처리에 따른 총균수의 감소 효과를 검토함과 동시에 유자차에 공기치환, 향

갈색화제 첨가 등에 의한 유자차의 갈색화를 억제할 수 있는 기술을 개발  
한편 포장재의 종류에 따른 녹차의 저장 중 품질변화를 분석하고 질소가스치환 및 탈산소제의 처리 효과를 검토하여 녹차의 저장 중 품질안정화를 위한 방안을 확립

#### 4. 미숫가루의 품질고급화 기술 개발

미숫가루의 분산성 증진을 위해 과립화기술의 접목을 통한 고품질의 과립형 미숫가루 제조공정을 확립하고 자판기용으로 사용가능 한 소규모 공장형 과립기의 개발 및 개발기술의 실용화를 위한 산업화 방안 확립

#### 5. 포도주스의 품질개선 기술 개발

국내산 포도를 이용한 주스용 과즙의 색상과 청징화 개선을 위한 반응조건을 설정함. 또한 과즙의 청징화 기술로서 농축액으로부터 주석산을 제거할 수 있는 방법을 개발함과 동시에 포도과피 추출물, 카라멜 색소, 주스의 당/산비, 향료의 첨가 등을 통한 국내산 포도주스의 관능특성을 개선할 수 있는 방안을 확립

#### 6. 무말랭이의 품질개선 및 다양화 기술 개발

국내산 무말랭이의 품질개선을 위하여 기존의 열풍건조방법과 유전자열방식인 마이크로파 건조방법을 이용하여 무의 건조특성에 관한 연구를 수행함과 동시에 이를 토대로 산지 무말랭이 가공공장의 건조시설 개선방안을 수립하고 중간수분식품으로서의 새로운 형태의 무말랭이 제품을 개발

### IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

#### 1. 단무지의 품질개선 기술 개발

단무지의 색 및 조직감 변화 억제를 위하여 단무지 제조 및 유통과정 중에 보완되어야 할 점으로서는 ① 원료의 세척 ② 작업장의 환경조건 ③ 절임조의 위생적인 관리 ④ 절임시 사용하는 천일염 및 수질의 품질 ⑤ 조미액의 적절한 선택 및 품질관리 ⑥ 완제품의 저장 및 유통 중의 관리 등을 설정하였음. 이들 요인들이 단무지 최종 제품의 품질에 악영향을 미친다는 것을 명확하게 규명함과 동시에 이에 관한 기초적인 자료를 도출하였음.

## 2. 된장의 갈변억제 기술 개발

된장의 갈변 기작을 밝히고 그 결과를 토대로 하여 갈변의 진행을 억제시키기 위해 아미노-카보닐 반응 모델계를 구축하고 각종 갈변억제제를 선별하여 된장의 갈변을 억제할 수 있는 방법을 수립하였음. 즉 triphosphate, citric acid, oxalic acid 등 각종 첨가제를 된장 제조시 각각 1% 첨가한 결과 특히 citric acid 및 oxalic acid는 된장의 갈변억제에 탁월한 효과가 있음을 밝혔음.

## 3. 유자차 및 녹차의 품질개선 기술 개발

유자차를 제조하기 전 유자 생과를 세척할 때 과일세정제인 크리나의 사용으로 유자차의 생균수를 감소시킬 수 있었음. 유자차의 유통 중 갈변을 최소화하기 위해서는 비타민 C(1.0%)+구연산(0.3%)+소금(0.3%)+인산염(0.2%)+L-cysteine(0.2%)를 유자차 제조시 첨가하는 것이 가장 좋은 결과를 나타내었음.

녹차의 저장 중 품질변화를 최소화하기 위해서는 포장재로서 PET+PE+Al+PE+COPP와 같은 가스 차단성 포장재를 사용하는 것이 녹차의 색도, 비타민 C, 클로로필, 향미 등 모든 면에서 가장 좋은 것으로 나타났음. 또한 본 포장재에 질소가스 치환 후 탈산소제를 병용하는 것이 녹차의 저장 중 품질유지에 가장 효과적인 것으로 나타났음.

## 4. 미숫가루의 품질고급화 기술 개발

설탕용액의 첨가량을 조절하여 미숫가루에 골고루 분사한 후 열풍시킴에 의해 분산용해성이 뛰어나고 음용시에 거친감을 주지 않는 미숫가루의 과립조건을 확립하였음. 이어서 제품의 대량생산을 위한 제조공정을 확립하고 소규모 공장형 과립기를 제작 완료하였으며 본 장치의 제작기술은 특허출원을 준비하고 있음. 본 장치는 미숫가루나 생식 등 분말제품의 품질고급화에 기여하게 될 것으로 전망됨. 본 연구결과에 따라 미숫가루의 취식이 용이하게 됨으로서 소비를 증대시키고, 상업적으로는 bending machine에서 즉석용 미숫가루의 형태로 판매가능할 것으로 전망됨.

## 5. 포도주스의 품질개선 기술 개발

국내산 포도과즙의 색상 및 청정도를 높이기 위한 반응조건을 검토하고 확립된 처리조건을 생산현장의 가공설비에 직접 적용한 결과 작업의 연속성 및 과즙의 품질향상을 위해서는 일부 가공기계의 보완이 필요한 것으로 나타났음. 포도과즙 농축액의 경우 냉동하고 해동하여 석출된 주석산을 100mesh 및

200mesh의 망목으로 여과하여 제거하는 방법을 채택한 결과 농축액의 불용성 물질 제거에 효과가 입증되었음. 국내산 포도주스의 관능특성을 높이기 위해서는 포도주스의 당/산비를 조정함과 동시에 포도과피 추출물, 카라멜 색소, 향료 등을 첨가하는 것이 효과적이었음. 또한 포도주스의 최적 배합비와 설정한 규격을 근거로 하여 공장규모의 연속식 음료라인에서 50% 희석식 포도주스를 제조하고 품질을 비교하였음.

#### **6. 무말랭이의 품질개선 및 다양화 기술 개발**

국내산과 중국산 무말랭이의 품질을 비교한 결과 국내산 무말랭이의 품질이 우수하였으며, 국내산 무말랭이의 품질개선을 위한 건조기술을 개발하기 위하여 열풍건조 및 마이크로파 혼합건조 방식을 적용한 결과 Page model이 무의 건조시간을 예측하는데 가장 적합한 건조모델이었음. 또한 영양소 파괴가 적고 품질이 우수하면서 물로 복원하지 않고도 곧바로 가공 처리할 수 있는 중간수분형태의 새로운 무말랭이제품 제조기술을 개발하였음.

# CONTENTS

SUMMARY .....	83
<b>Part 1. Development of a new processing technology for quality improvement of salted radish(danmooji) .....</b>	<b>99</b>
A. Introduction .....	99
B. Materials and methods .....	101
C. Results and discussions .....	105
1. Survey of main technological problems in the salted radish producing industries .....	105
2. Sedimentation on the seasoning liquid of salted radish .....	107
3. Color and texture of commercial salted radish .....	109
4. Effective factors on the stability of $\alpha$ -crocin(chija-pigment) .....	110
5. Effects of the seasoning liquid component on the color and texture of salted radish .....	113
6. Effect of processing conditions on the color and texture of salted radish .....	121
7. Circulation status of salted radish .....	126
8. Processing and currency conditions for preventing the color and texture changes of salted radish .....	127
Reference .....	130
<b>Part 2. Antibrowning technology of Doenjang .....</b>	<b>133</b>
A. Introduction .....	133
B. Materials and methods .....	135
C. Results and discussions .....	139
1. Color of commercial Doenjang .....	139
2. Changes in color of Doenjang during storage .....	140
3. Effects of sorbitol, oxygen absorbent, mubeagvita C or multiphos on Doenjang .....	142
4. Extent of browning in amino-carbonyl model system .....	146



5. Determination of extent of browning in the presence of metal ions on amino-carbonyl model system .....	148
6. Determination of extent of browning in the presence of metal chelator on amino-carbonyl model system .....	148
7. Browning inhibition in glucose-lysine model system .....	149
8. Effect of phenolic acid on browning inhibition of Doenjang .....	151
9. Browning inhibition in water-extract of Doenjang .....	152
10. Effects of antibrowning agents on color of Doenjang .....	154
Reference .....	156

**Part 3. Development of a new processing technology for quality improvement of citron tea and green tea .....** 159

**Part 3-1. Development of a new processing technology for quality improvement of citron tea .....** 159

A. Introduction .....	159
B. Materials and methods .....	160
C. Results and discussions .....	163
1. Effects of washing methods .....	163
2. Effects of blanching treatment .....	164
3. Effects of various heating temperatures .....	165
4. Effects of exhaust gas .....	166
5. Effects of antibrowning agents .....	167
Reference .....	170

**Part 3-2. Development of a new processing technology for quality improvement of green tea .....** 171

A. Introduction .....	171
B. Materials and methods .....	172
C. Results and discussions .....	175
1. Quality changes of green tea in different packaging materials .....	175
a. Changes of color .....	175
b. Changes of vitamin C content .....	176

c. Changes of chlorophyll content .....	177
d. Changes of total amino acid content .....	178
e. Changes of caffeine and catechins content .....	179
f. Changes of flavo .....	180
2. Effect of nitrogen gas exchange and oxygen absorbent on quality of green tea .....	181
a. Changes of color .....	181
b. Changes of vitamin C content .....	182
c. Changes of chlorophyll content .....	183
d. Changes of total amino acid content .....	184
e. Changes of caffeine and catechins content .....	185
f. Changes of flavor .....	185
Reference .....	187

**Part 4. Development of a new processing technology for improving  
dispersibility of parched cereal powder ..... 189**

A. Introduction .....	189
B. Materials and methods .....	191
C. Results and discussions .....	194
1. Particle size distribution of commercial parched cereal powder .....	194
2. Dispersibility of commercial parched cereal powder .....	194
3. Dispersibility by particle size of commercial parched cereal powder .....	195
4. Effects of sugars and anticaking agent on dispersibility of parched cereal powder .....	195
5. Color of parched cereal powder added sugars .....	197
6. Sensory evaluation of parched cereal powder .....	198
7. Granulated parched cereal powder using by manual extruder .....	199
a. Dispersibility of granulated parched cereal powder .....	199
b. Particle size of granulated parched cereal powder .....	199
c. Color of granulated parched cereal powder .....	200
d. Sensory evaluation of granulated parched cereal powder .....	201

8. Preparation of granulated parched cereal powder by injection of sugar solution .....	201
a. Dispersibility of granulated parched cereal powder .....	201
b. Color of granulated parched cereal powder .....	202
c. Particle-size of granulated parched cereal powder .....	202
d. Sensory evaluation of granulated parched cereal powder .....	203
9. Effects of drying temperatures on the color of granulated parched cereal powder .....	204
10. Granulation of parched cereal powder using by mixer .....	205
11. Design of extruded granulator .....	205
12. Design of pilot scale granulator for parched cereal powder .....	206
13. Preparation of granulated parched cereal powder by pilot scale fluidized-bed mixing granulator .....	207
14. Industrialization and field test for granulation technology of parched cereal powder .....	209
Reference .....	211

<b>Part 5. Development of producing technologies for quality improving of grape juice .....</b>	<b>213</b>
A. Introduction .....	213
B. Materials and methods .....	214
C. Results and discussions .....	216
1. Development of clarifying process for quality improving of grape juice and its concentrate .....	216
a. Preparation of grape juice .....	216
b. Clarification of grape juice .....	216
c. Producing of grape juice concentrates and its quality change during storage .....	218
2. Application of clarifying process for industrial production .....	218
a. Industrial production of grape juice .....	219
b. Industrial production of grape juice concentrates .....	220
c. Process control and modification of grape juice clarification for industrial production .....	221
d. Quality improvement of grape juice clarified, and characteristics of precipitated residue .....	223

3. Development of technologies for flavor enhancing of grape juice .....	225
a. Preparation of grape juice .....	225
b. Establishment of quality standards for grape juice and concentrated syrup .....	230
4. Test production of grape juice with industrial scale .....	231
a. Mixing of ingredients for flavor enhancing of grape juice .....	231
b. Processing steps of grape juice .....	232
Reference .....	233

<b>Part 6. Development of technologies for quality improvement of dried     iradish cubes .....</b>	<b>235</b>
A. Introduction .....	235
B. Materials and methods .....	236
C. Results and discussions .....	243
1. Quality analysis of domestic and chinese dried radish cubes .....	243
2. Development of drying method for dried radish cubes .....	246
a. Hot air drying properties of radish cubes .....	246
b. Drying model .....	248
c. Characteristics of microwave and hot air drying .....	252
d. Quality analysis of radish cubes during drying .....	261
e. Development of drying process of radish cubes for small scale government-assisted companies .....	264
3. Technical support for the government-assisted companies of dried radish cubes .....	265
a. Survey of technical problems in small scale dried radish cubes processing companies .....	265
b. Quality analysis of radish cubes during drying process .....	266
c. Advanced model for dried radish cubes .....	267
4. Development of intermediate moisture radish cubes .....	270
a. Drying properties of radish cubes for intermediate moisture food ...	270
b. Preparation of intermediate moisture radish cubes .....	271
Reference .....	276

여 백

# 목 차

요 약 문 .....	83
제1장 단무지의 품질개선기술 개발 .....	99
제1절 서론 .....	99
제2절 재료 및 방법 .....	101
제3절 연구결과 및 고찰 .....	105
1. 단무지 업체의 주요애로 기술 도출 .....	105
2. 조미액의 석출정도 조사 .....	107
3. 시판 단무지의 색도 및 조직감 조사 .....	109
4. 치자색소 안정성에 미치는 영향 요인 .....	110
가. Acetic acid의 영향 .....	110
나. pH 및 아스코르브산의 영향 .....	111
다. 가열 및 저장온도의 영향 .....	112
5. 조미액 성분이 단무지 색도 및 조직감에 미치는 영향 .....	113
가. 산미료의 영향 .....	113
나. 기타 조미액 성분이 단무지 저장 중 색도에 미치는 영향 .....	118
다. 조미액 성분이 단무지 저장 중 조직감에 미치는 영향 .....	121
6. 단무지의 제조조건이 단무지의 색도 및 조직감에 미치는 영향 .....	121
7. 단무지의 유통 현황 .....	126
8. 단무지의 색 및 조직감 변화 억제를 위한 조건설정 .....	127
참고문헌 .....	130
제2장 된장의 갈변억제기술 개발 .....	133
제1절 서론 .....	133
제2절 재료 및 방법 .....	135
제3절 연구결과 및 고찰 .....	139
1. 시판된장의 색도 .....	139
2. 저장 중 된장의 색도변화 .....	140
3. 솔비톨, 탈산소제, 무백비타-C 및 멀티포스 첨가효과 .....	142
4. 아미노-카보닐반응 모델계에서의 갈변도 .....	146

5. 아미노-카보닐반응 모델계에서의 금속이온에 의한 갈변촉진도 ..... 148

6. 아미노-카보닐반응 모델계에서의 금속chelator에 의한 갈변억제 ..... 148

7. Glucose-lysine model system에서의 갈변억제 ..... 149

8. Phenolic acid가 갈변억제에 미치는 영향 ..... 151

9. 된장의 물추출액에서의 갈변억제 ..... 152

10. 갈변억제제를 첨가한 된장의 색도 ..... 154

참고문헌 ..... 156

제3장 유자차 및 녹차의 품질개선기술 개발 ..... 159

제3-1장 유자차의 변색방지기술 개발 ..... 159

제1절 서론 ..... 159

제2절 재료 및 방법 ..... 160

제3절 연구결과 및 고찰 ..... 163

1. 세척방법에 따른 효과 ..... 163

2. Blanching 효과 ..... 164

3. 가열온도의 영향 ..... 165

4. 공기치환 효과 ..... 166

5. 항갈색화제의 효과 ..... 167

참고문헌 ..... 170

제3-2장 녹차의 저장 중 품질개선기술 개발 ..... 171

제1절 서론 ..... 171

제2절 재료 및 방법 ..... 172

제3절 연구결과 및 고찰 ..... 175

1. 포장재에 따른 녹차의 품질변화 ..... 175

가. 색도 ..... 175

나. 비타민 C ..... 176

다. 클로로필 ..... 177

라. Total amino acid ..... 178

마. 카페인 및 카테킨 함량 ..... 179

바. 저장 중 향의 변화 ..... 180

2. 질소가스치환 및 탈산소제 등의 영향 ..... 181

가. 색도 .....	181
나. 비타민 C .....	182
다. 클로로필 .....	183
라. Total amino acid .....	184
마. 카페인 및 카테킨 함량 .....	185
바. 저장 중 향의 변화 .....	185
참고문헌 .....	187
제4장 미숫가루의 품질고급화기술 개발 .....	189
제1절 서론 .....	189
제2절 재료 및 방법 .....	191
제3절 연구결과 및 고찰 .....	194
1. 시판 미숫가루의 입도분포 .....	194
2. 시판 미숫가루의 분산성 .....	194
3. 시판 미숫가루의 입도별 분산성 .....	195
4. 당류 및 anticaking agent 첨가에 의한 미숫가루의 분산성 개선 .....	195
5. 설탕첨가 미숫가루의 색깔 .....	197
6. 미숫가루의 관능검사 .....	198
7. 수동식 압출성형 방법에 의한 미숫가루의 과립화 제조시험 .....	199
가. 과립 미숫가루의 분산성 .....	199
나. 과립 미숫가루의 입도 .....	199
다. 과립 미숫가루의 색깔 .....	200
라. 과립 미숫가루의 관능검사 .....	201
8. 설탕용액 분사방법에 의한 미숫가루의 과립화 제조시험 .....	201
가. 과립 미숫가루의 분산성 .....	201
나. 과립 미숫가루의 색깔 .....	202
다. 과립 미숫가루의 입도 .....	202
라. 과립 미숫가루의 관능검사 .....	203
9. 건조온도에 따른 과립 미숫가루의 색깔 .....	204
10. 가정용 믹서기를 이용한 조립화 시험 .....	205
11. 압출형 조립기 제작 시험 .....	205
12. 소형 미숫가루 과립장치 제조 시험 .....	206



13. 유동층혼합형 조립기를 이용한 조립화 시험 .....	207
14. 개발기술의 현장접목 및 기술전수 .....	209
참고문헌 .....	211
제5장 포도주스의 품질개선기술 개발 .....	213
제1절 서론 .....	213
제2절 재료 및 방법 .....	214
제3절 연구결과 및 고찰 .....	216
1. 과즙 및 청징형 농축액의 제조조건 검토 .....	216
가. 포도과즙의 제조 .....	216
나. 포도과즙의 청징화 .....	216
다. 농축액 제조 및 주스의 저장 중 품질변화 .....	218
2. 포도주스용 과즙 청징화 기술의 산업적 적용 .....	218
가. 산업적 포도과즙 제조 .....	219
나. 산업적 포도과즙 청징화 및 농축공정 .....	220
다. 과즙 청징화 기술의 산업적 적용에 따른 공정상의 문제점 및 개선 .....	221
라. 청징화 기술을 적용한 농축액의 품질개선 및 침전물의 특성 .....	223
3. 포도주스의 향미개선기술 개발 .....	225
가. 포도주스의 제조 .....	225
나. 포도주스 및 주스용 시럽의 규격설정 .....	230
4. 포도주스 시제품 제조 .....	231
가. 배합공정 .....	231
나. 생산공정 .....	232
참고문헌 .....	233
제6장 무말랭이의 품질개선 및 다양화기술 개발 .....	235
제1절 서론 .....	235
제2절 재료 및 방법 .....	236
제3절 연구결과 및 고찰 .....	243
1. 산지별 무말랭이의 품위특성 .....	243

2. 무말랭이 건조기술 개발 .....	246
가. 무의 열풍건조 특성 .....	246
나. 건조모델 .....	248
다. 마이크로파 혼합건조 .....	252
라. 건조방법별 무말랭이의 품질평가 .....	261
마. 산지가공업체를 위한 공정개발 .....	264
3. 농촌형 가공공장의 현황 및 개선방안 .....	265
가. 농촌형 가공공장의 보완사항 점검 및 개선방안 도출 .....	265
나. 건조과정 중 시료의 품질분석 .....	266
다. 건조시스템 개선모델 .....	267
4. 중간수분형태의 무말랭이 제조기술 개발 .....	270
가. 무말랭이의 건조특성 .....	270
나. 중간수분형태의 무말랭이 제조 .....	271
참고문헌 .....	276

여 백

# 제 1 장 단무지의 품질개선기술 개발

## 제1절 서론

채소류는 일반적으로 육질에 즙이 많고 특유한 향미를 지녀서 우리의 기호를 충족시키고 식욕을 증진시키는 작용이 있는데, 이러한 채소류는 수확 후 저장 중 호흡작용과 미생물의 작용 등에 의하여 장기 저장이 어렵다. 따라서 저장성을 향상시키고 향미를 개선할 목적으로 소금, 식초, 간장 등에 채소류나 과실류를 절여 염분을 침투시키고, 효소나 미생물의 작용에 의해 숙성된 식품을 제조하였는데 이를 절임 식품이라고 한다. 절임식품은 절이는 재료에 따라 소금 절임류, 식초 절임류, 간장 절임류, 겨 절임류, 된장 절임류 등으로 구분하며 이들 중에서 가공 식품으로 대량 생산되고 있는 제품은 김치류와 단무지이다.

중국에서는 고대에 菹라는 채소 절임류가 있어 각종 채소류의 염지, 장침, 산장 등이 제조되었으나, 현재에는 산채와 포채가 있는 정도이며, 일본에서는 소금절임, 장아찌, 강지, 지게미 침지 등이 있어 반 발효 채소 내지 장아찌류가 만들어지고 있으며, 우리 나라는 다양한 종류의 김치류가 개발되어 세계인의 식품으로 자리잡고 있으나, 김치류 이외의 절임식품은 크게 발전하지 못하고 있는 실정이다.

한편 절임식품 산업이 비교적 발달되어 있는 일본의 절임류에 관한 최초 기록은 나라시대 正倉院文書(서기 720년)에 당시의 조미료나 야채와 더불어 절임류를 담겼다는 기록이 있는데, 절임류라는 문자가 최초로 등장하는 서적은 헤이안 시대 후지라와 도키히라가 쓴 延喜式(서기 927년)이다. 또한 에도 시대(1603-1867년)는 漬物早指라는 책에 제조 방법을 상세하게 기술된 것으로 보아 일본의 절임류는 서기 700년 이전부터라고 추측된다. 일본은 섬나라이기 때문에 홍수, 폭풍, 화산폭발 등 자연기후의 변동이 크기 때문에 생활수단의 일환으로 식량의 보존과 야채류와 곡물류를 해수로 절여 장기 보존과 이동하기 용이한 것이 절임방법인데, 각 도시별로는 자기 고장의 이름으로 절임식품 명칭을 명명하기도 하며, 그 식품을 위해 신사를 지어 제사를 지낼 정도로 절임에 대하여 정성을 다하고 있다.

일본에서 절임류 산업이 본격적으로 발전되기 시작한 것은 1889년 漬物商仲間共親會라는 절임류 조합이 창설된 이후 법인화가 추진되어 1968-1977년 업계의 근대화와 더불어 全日本漬物 協同組合연합회로 조직이 일원화되었으며,

1978-1987년은 일본의 절임류 산업이 비약적으로 발전한 시기이다. 우리나라의 절임류는 식품 위생법상 “채소류, 과실류, 향신료, 야생식물류, 해조류 등의 식물성 원료를 주원료로 하여 식염, 식초, 당류 또는 장류 등에 절인 후 그대로 또는 이에 다른 식품을 가하여 가공한 것”이라고 정의하고 있다. 국내의 절임류 시장은 김치를 제외하고 가장 큰 시장은 단무지라고 여겨진다. 단무지는 일본에 그 발생 기원을 두고 있지만 국내의 경우 저렴한 가격과 자극성이 적은 맛으로 우리 가정에서 매우 친숙한 식품으로 단체급식 및 분식점에서 소비되는 만두 제품, 라면 등과 잘 어울리는 반찬이다.

국내의 단무지 시장 규모는 식품 연감에서 추정된 것을 참조하면 약 4500억 원 내외로 큰 시장이나 대부분이 영세한 가내 공업 형태의 소규모 공장에서 생산되고 있고, 가격에 비해 부피가 크고 무거우며 값싼 식품이라는 소비자들의 오랜 인식으로 인해 품질 개선을 위한 가공, 포장 및 저장에 대한 연구가 등한시 되어왔다고 한다. 즉 국내 단무지 산업은 업체의 영세성 및 낮은 생산성에 의해 품질 향상 사업이 미흡한 실정이라서 제품의 다양화 및 품질 고급화에 대한 개발 투자가 어렵다.

한편 단무지에 관한 연구로는 국내의 경우 한 두 편을 제외하고는 거의 연구된 것이 없고, 단무지 소비가 많은 일본의 경우는 여러 편 발표된 것이 있다. 일본에서 소비되는 단무지는 일년에 50만 톤 정도로 연구된 것은 단무지의 원료인 염지 무가 저장 중에 노란색으로 변화하는 기작을 밝히는 연구가 대부분인데, 일본은 최근 저장, 가공 중에 단무지에서 형성되는 노란색을 구명하고 식품산업에 단무지 색소를 이용할 목적으로 연구된 것이 주를 이루고 있다. 그러나 국내의 단무지는 일본 단무지와 공정 과정이 상당히 다르고 현장에서는 염장하여 둔 단무지가 가공 초기 단계인 탈염 과정 중에 무가 갈변을 일으키고, 가공 또는 유통 중 제조 초기의 색이 변화되어 단무지 품질의 균일화에 문제가 있어 상품 가치를 떨어뜨리고 있으나, 이에 관한 연구가 거의 없는 실정이다.

그러므로 본 연구는 단무지 제조 및 가공시 문제점과 유통과정 중 발생하는 문제점을 조사하고, 이들의 품질을 개선하는 방법을 연구하여 중소규모의 단무지 가공업체에 기초자료 제공 및 기술 전수를 목적으로 하였다.

## 제 2절 재료 및 방법

### 1. 단무지 업체의 주요 애로기술 도출

선정된 단무지 생산업체를 직접 방문하여 단무지 제조 공정, 가공 및 유통 과정 중 해결해야 할 문제점을 도출하고 해결 순위를 설정하였다.

### 2. 조미액의 석출 정도 조사

단무지 조미액은 A사의 배합비를 사용하였다(표 1-1). 즉 소르브산 나트륨을 용해시킨 다음 사카린 나트륨, 유기산의 순으로 용해하고 소금 농도를 2%, 5%가 되게 한 다음 pH를 3.5와 2.5로 조정하였다. 조제한 조미액을 10-15ml씩 test tube에 분주한 다음 후 5℃, 상온, 40℃에서 저장하면서 혼탁 정도를 조사하였다. 또한 pH의 영향을 알아보기 위하여 동일한 조미액을 pH 2.38, 2.08, 2.02, 1.88로 조정한 후 상온에서 저장하면서 혼탁 정도를 조사하였다. 이때 조미액의 석출정도는 spectrophotometer(Jasco 550V)로 400nm에서의 투광도를 측정하여 혼탁도로 나타내었다.

표 1-1. 단무지 조미액 배합비

	A사	B사	C사
	Composition(%)		
Saccharin	0.07	0.045	0.05
Citric acid	0.04	0.06	0.01
Malic acid	0.03	0.05	-
Ascorbic acid	0.03	0.03	-
Acetic acid	0.36	0.2	-
Potassium sorbate	0.1	0.12	-
Polyphosphate	0.03	-	-
치자색소	0.07	0.2	-
Aspartame	-	0.01	-
Succinic acid	-	0.05	0.06
Steviocide	-	-	-
MSG	-	0.01	0.06
Sorbitol	-	-	4
Alcohol	-	-	1
Lactic acid(50%)	-	-	0.5
Yellow color(No.4)	-	0.01	-
Salt	2	2	2

### 3. 치자 색소 안정성에 미치는 영향 요인 조사

#### 가. Acetic acid의 영향

치자 색소(은하식품)를 0.07%로 제조한 후 단무지 제조시 신맛을 조정하는데 가장 많이 사용하는 acetic acid를 0~0.5%까지 0.1% 간격으로 첨가한 후 40℃에서 저장하면서 치자 색소의 변화 정도를 조사하였다. 이때 색소 변화는 spectrophotometer(Jasco, Japan)로 400nm에서 투광도를 측정하였다.

#### 나. pH 및 아스코르브산의 영향

치자색소 0.1%와 황색4호 0.005%를 제조한 후 acetic acid로 pH를 4로 조정 한 다음 30℃와 40℃에서 저장하면서 색소의 변화 정도를 조사하였다. 이때 색소 안정과 영양강화 목적으로 사용하는 아스코르브산을 조제한 색소용액에 0.01%, 0.03%, 0.05%를 첨가하였고, 색소의 변화 정도는 spectrophotometer (Jasco, Japan)로 400nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 다. 가열 및 저장온도의 영향

단무지 조미액을 제조한 후 살균처리를 한 구와 처리하지 않은 구로 나누어 5℃, 상온(약 25℃) 및 40℃에서 저장하면서 색의 변화를 측정하였다. 이때 조미액은 A사의 조미액 배합비에 따라 조제하였다. 살균처리는 일반적으로 단무지에 적용하는 가열조건인 80℃에서 10분간 가열처리 하였다.

### 4. 조미액 성분이 단무지의 색도 및 조직감에 미치는 영향 조사

치자 색소를 첨가하지 않은 일반 단무지와 색소를 첨가한 치자 단무지로 나누어 실험을 하였다. 즉 일반 단무지의 경우 얇게 세절한 단무지 구와 균질기로 증류수와 단무지를 1: 1의 비율로 혼합하여 마쇄한 처리구로 구분한 다음 아스코르브산을 0.05% 첨가한 후 40℃에서 저장하면서 색도 변화를 조사하였다. 치자 단무지의 경우 pH 7에서 색소가 비교적 안정되었다는 결과를 토대로 하여 buffer solution으로 pH를 7로 조정 한 후 증류수, citric acid와 ascorbic acid를 각각 0.1~0.3% 수준으로 첨가하고 40℃에서 저장하면서 치자 단무지의 색도와 침지액으로 용출된 치자 색소의 흡광도를 400nm에서 측정하였다. 또 일반 단무지의 색도 변화는 표 1-2와 같은 처리구로 나누었으며 이때 단무지는 A사에서 제공받아 사용하였다.

표 1-2. 구연산과 아스코르브산의 농도별 처리구

Sample code	Additives
A	Salted radish roots
B	Salted radish roots+citric acid(0.1%)+ ascorbic acid(0.3%)
C	Salted radish roots+citric acid(0.1%)+ ascorbic acid(0.3%)+pH 7
D	Salted radish roots+citric acid(0.5%)+ ascorbic acid(0.3%)+pH 7
E	Salted radish roots+citric acid(0.1%)
F	Salted radish roots+citric acid(0.5%)

## 5. 단무지의 제조 조건이 단무지의 색도 및 조직감에 미치는 영향 조사

### 가. 실험 계획

단무지의 pH( $X_1$ ), 가열조건( $X_2$ ) 및 저장온도( $X_3$ )에 따른 단무지의 조직감과 색에 미치는 영향을 조사하기 위하여 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 사용하여 조사하였다. 일반 단무지와 치자 단무지를 중심합성계획(central composite design)에 의한 독립 변수의 실험 계획은 표 1-3과 같이 하여 저장중의 색도와 조직감을 측정하였다. 즉 치자 색소 안정성 및 일반 단무지에 미치는 영향 등을 토대로 pH 조정 및 가열처리 유무에 따라 단무지를 제조한 후 온도별로 저장하면서 3개월 동안 조사하였다. 이때 단무지는 탈염하지 않은 무를 제공받아 염도가 약 2% 정도가 되도록 탈염시킨 다음 A사(은하식품)의 배합비에 따라 조제하고 pH조정을 한 조미액에 탈염된 무를 4-5일 침지시킨 후 가열처리하고 진공 포장기로 포장을 하였다. 또 시판되고 있는 일반 단무지와 치자 단무지를 0℃, 상온 및 40℃에 저장하면서 약 3개월 동안 색도 및 조직감의 변화를 측정하였다.

### 나. 색도 및 텍스처 측정

시료 단무지를 일정 두께(높이 1 cm)로 절단한 후 Texture analyzer(Model TA XT-2, Stable Micro Systems, Ltd. England)로 penetration test를 행하였다. 이때 측정조건은 probe;  $\phi$  2 mm, graph type; force vs time, force threshold 300 g, test speed; 1.0 mm/s이었고 각 실험은 10회 반복한 평균치를 구하였다. 색도는 색차계(CE-310, Macbeth, Minolta, Japan)를 사용하여 측정하였다.

### 다. 통계분석

중심합성계획에 의한 실험결과는 SAS program을 이용하여 저장기간중의 각 조건



별로 색도 및 단단한 정도와의 상관관계를 분석하여 pH, 가열시간, 저장 온도 및 저장 기간의 영향 정도를 분석하였다.

표 1-3. 중심합성계획에 의한 독립변수의 실험 계획

Design point	Independent variables		
	X <sub>1</sub> (pH)	X <sub>2</sub> (heating time)	X <sub>3</sub> (storage temp. °C)
1	-1(4)	-1(0)	-1(0)
2	-1(4)	1(20)	1(40)
3	1(6)	-1(0)	1(40)
4	1(6)	1(20)	-1(0)
5	0(5)	0(10)	0(RT)
6	0(5)	0(10)	0(RT)
7	-1(4)	-1(0)	1(40)
8	-1(4)	1(20)	-1(0)
9	1(6)	-1(0)	-1(0)
10	1(6)	1(20)	1(40)

#### 6. 단무지의 유통 현황

현재 유통되고 있는 지역별, 업체별 물량 및 무 재배에서 유통까지의 경로를 조사하여 유통중 단무지의 색 및 조직감 변화요인의 가능성을 조사하였다.

#### 7. 단무지의 색 및 조직감 변화억제를 위한 조건 설정

연구 결과를 토대로 단무지의 색 및 조직감 변화억제를 위한 최적조건을 설정하였다.

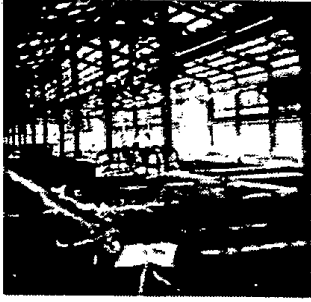
### 제 3절 연구결과 및 고찰

#### 1. 단무지 업체의 주요 애로기술 도출

현재 국내 단무지 제조공정을 조사한 결과는 표 1-4 및 그림 1-1과 같다. 일반적으로 원료인 무를 구입하여 세척과정을 거치지 않고 약 20톤-40톤 정도의 절임 저장고(㉠)에 1차 절임과 2차 절임을 하여 최종 염농도가 약 18-20% 정도가 되도록 한 후 발효조에 저장하면서 필요에 따라 절임무를 꺼내어 탈염, 세척, 조미액 침지과정을 거쳐 단무지 제품으로 가공하여 유통시키고 있다.

표 1-4. 일반적인 단무지 제조 공정

	A사	B사
생산 능력	○20톤(발효조)×24개=480톤	○40톤(발효조)×150개=6000톤 ○국내 단무지 생산량 2위
원료	○무(수확철에 구입)	○무(계약재배 및 구입)
세척	○하지 않음	○하지 않음
1차 절임	○발효조(3m 깊이, 약 20톤)에 물첨가 없이 무를 차곡차곡 채움. ○무에서 물이 빠진 후 무를 다시 발효조의 1m 정도 높게 쌓이도록 무를 다시 채움. ○사용되는 소금 양은 무 20톤당 2400kg(48포, 50kg/포)를 첨가(염농도 12%) ○약 10일 정도 절임	○발효조(40톤)에 소금3900kg(130포, 30kg/포)첨가(염 농도 9.75%) ○약 4일 정도 절임
2차 절임	○1차 절임된 단무지를 다른 발효조에 옮김 ○단무지 20톤 기준으로 소금 1250kg(25포)를 넣음(염농도 6.25% 첨가) ○약 60일 정도 절임	○소금 첨가시 150kg(50포)는 소금물로 만들어서 사용하고, 나머지 소금은 무를 쌓아 놓을 때 2400kg(80포)를 골고루 뿌림.(염 농도 6.375% 첨가) ○ 2차 절임은 약 3개월 이상
절임 상태	○절입시 험기 상태가 되도록 발효조의 위를 비닐로 밀봉하고 위에 모래를 덮음 ○절입후의 소금 농도는 약 15-20% ○필요에 따라 숙성된 단무지를 꺼내어 제품화시킴(1달 이내-2년 이상보관 가능)	
탈염	○지하수로 bench type으로 3차례 탈염시킴 ○소금농도 약 2-3°	○지하수로 탈염시킴 ○소금농도 약 8-9°
세척	○자동세척기로 세척	○자동 세척기를 이용하여 세척
조미액 침지	○조미액에 약 3일정도 침지 후 제품으로 만듦	○소금농도 약 4-5° ○3-4일정도 침지
제품	○업소용 ○가정용	○김밥용: 적당하게 썰어놓은 단무지에 침지액을 붓고 포장 ○업소용: 김밥용과 동일한 방법으로 포장 ○통단무지(압착단무지, 치자색소):침지액을 첨가하지 않으므로 적당한 소금농도와 맛을 유지해야함. 살균처리(80℃에서 10분) ○장아찌 : 자투리 단무지 이용



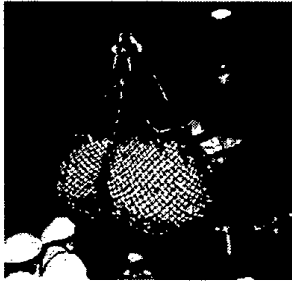
① 발효조



② 절임된 단무지



③ 탈염된 단무지



④ 탈염된 단무지



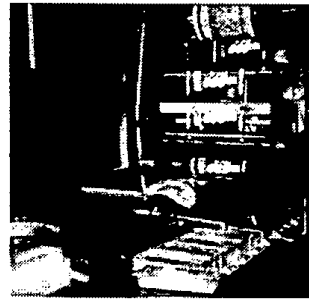
⑤ 단무지 정선



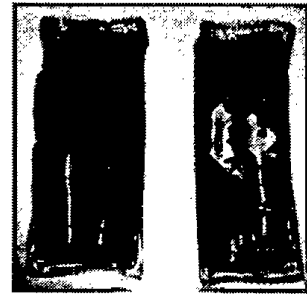
⑥ 조미액에 침지



⑦ 포장단무지 살균



⑧ 포장라인



⑨ 제품

그림 1-1. 단무지 제조 공정도

단무지 제조업체를 방문, 가공공정 및 기술상의 문제점을 조사한 결과 공통적인 애로사항은 크게 4가지로 나눌 수 있었다(표 1-5). 치자단무지의 경우 유통 중 치자 고유의 황색이 탈색되는 현상과, 단무지 조미액을 제조할 때 조미액의 일부가 결정으로 석출되는 현상, 치자색소를 첨가하지 않은 일반단무지는

유통 중 갈색으로 변화하여 상품성이 떨어지는 현상 및 통단무지 및 업소용 단무지가 살균처리에 관계없이 유통과정 중 물러지는 현상이 공통애로기술인 것으로 나타나 이를 해결하기 위한 실험계획을 수립하였다.

표 1-5. 단무지 제조 공정별 공통애로기술

	A사	B사
생산 능력	○발효조 부족	-
원료	○가격 차이가 심함	-
세척	○무에 묻어있는 이물질에 의해 비위생적	-
절임	○소금에 따라 단무지에 영향이 있으므로 정제염을 이용(한주소금) 중국산은 보관시 굳는 현상이 있음.	-
절임 상태	-	○발효조에서 꺼낸 직후의 갈변 현상(초기에 갈변이 되면 세척을 하여도 없어지지 않음)
탈염	-	-
세척	-	-
조미액 침지	○조미액의 변화가 요구됨	-
제품	○단무지의 갈변 ○단무지의 조직감 변화 ○치자색소의 탈색	○갈변현상 ○치자색소의 안정화 ○조직감이 물러짐 ○조미액중 감미료의 선정

## 2. 조미액의 석출정도 조사

단무지의 보존성을 높이기 위하여 주로 사용되는 소르브산의 경우 물이나 식염수에 잘 용해되지 않기 때문에 보존제로는 용해성이 좋은 칼륨염의 소르브산을 사용하였다. 표 1-6은 문헌상 소르브산 및 소르브산 칼륨의 용해도를 나타낸 것으로 소르브산에 비해 소르브산 칼륨이 훨씬 더 용해도가 높은 것을 알 수 있다. 또 소르브산 칼륨의 용해순서에 따라 석출정도가 다르다는 문헌을 참고로 하여 실험을 한 결과는 표 1-7과 같다. 즉 소르브산 칼륨을 용해한 후 식염이나 산을 첨가하면 석출 정도가 상당히 감소됨을 확인하였다.

표 1-6. 소르브산 및 소르브산 칼륨의 용해도

Solution	Sorbic acid(%)	Potassium sorbate(%)
Water	0.16	58.2
20% ethanol	0.29	54.6
Acetic acid	11.50	-
5% salt solution	9.105	47.5
15% salt solution	0.038	15.0
25% sugar solution	0.12	51.0

표 1-7. 소르브산 칼륨의 용해도에 미치는 acetic acid의 영향

Soluble oder	Potassium sorbate	Acetic acid conc.(in NaCl 10%)				
		1%	1.5%	2%	2.5%	3%
Acetic acid→	0.1%	-	+	++	+++	+++
potassium sorbate	0.05%	-	±	±	++	+++
Potassium sorbate	0.1%	-	-	-	±	++
→acetic acid	0.05%	-	-	-	-	+

한편 A사의 배합비로 조미액을 조제한 다음 저장 중 혼탁정도를 조사한 결과 10일 경과 시까지는 제조초기와 큰 차이가 없었다(표 1-8, 1-9). 따라서 제조업체에서 조미액 제조 즉시 조미액의 석출이 일어나는 경우가 있다고 호소하는 한 것은 소르브산 칼륨의 첨가순서에 따라 석출정도에 큰 차이가 나는 점을 감안할 때 조미액 제조시 소르브산 칼륨이 완전용해가 되지 않은 상태에서 산이나, 당을 첨가하여 제조한 때문인 것으로 사료된다.

표 1-8. 소금농도 및 온도가 단무지 조미액의 저장 중 투광도에 미치는 영향

Storage Temp (pH)	NaCl(%)	5℃				상온				40℃			
		3.61		2.58		3.61		2.58		3.61		2.58	
Days	Control (0%)	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	5
0	100.5	99.5	98.5	99.8	99.0	99.5	98.5	99.8	99.0	99.5	98.5	99.8	99.0
3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.6	99.8	100.0	100.0	98.5	99.3	99.8	99.9
10	100.0	99.9	99.9	100.0	100.0	99.6	99.8	99.8	99.7	98.5	99.5	99.5	99.3

표 1-9. pH가 단무지 조미액의 저장 중 투광도에 미치는 영향

Storage period (days)	pH				
	3.29	2.38	2.08	2.02	1.88
0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

### 3. 시판 단무지의 색도 및 조직감 조사

치자단무지와 일반단무지를 B사에서 제공받아 시료로 사용하여 색도 및 조직감을 측정하였다.

표 1-10은 색도를 측정한 결과로서 일반단무지의 경우 5℃와 상온저장은 60일까지 큰 차이가 없으나, 40℃ 저장에서는 황색을 나타내는 b값이 약간 높게 나타났다. 한편 치자단무지의 경우 5℃에서는 큰 차이가 없었으나, 상온과 40℃ 저장에서는 황색이 감소하는 경향을 나타내었다.

표 1-10. 저장온도가 단무지의 색도에 미치는 영향

Color value		5℃			상온			40℃		
		제조 직후	30일	60일	제조 직후	30일	60일	제조 직후	30일	60일
통단 무지	L	55.35	55.64	56.55	55.35	55.64	56.55	55.35	49.50	45.00
	a	-3.11	-3.01	-2.95	-3.11	-3.13	-3.00	-3.11	-2.59	-2.58
	b	8.98	8.64	9.00	8.87	8.87	8.94	8.87	10.58	12.38
세절 단무 지	L	45.91	44.93	45.90	45.91	45.30	42.18	45.91	42.83	40.63
	a	-2.30	-2.46	-2.68	-2.30	-3.20	-2.58	-2.30	-3.20	-4.58
	b	5.81	6.37	5.66	5.81	5.78	8.59	5.81	6.89	10.28
치자 단무 지	L	42.18	41.8	41.14	42.18	39.85	38.90	42.18	39.53	38.90
	a	-5.15	-5.21	-4.35	-5.15	-4.12	-4.35	-5.15	-3.90	-4.25
	b	25.64	22.78	24.73	25.64	22.75	20.87	25.64	20.30	19.87

한편 단무지의 조직감 중 경도는 김밥용단무지에 비하여 치자단무지와 통단무지의 것이 높게 나타난 반면 씹힘성은 세절단무지와 치자단무지가 다소 높게 나타났는데, 이는 단무지의 종류에 따른 차이라기보다 원료로 사용한 무의

조직감 차이에 따른 결과로 여겨진다(표 1-11).

표 1-11. 저장온도가 단무지의 조직감에 미치는 영향

시료	TPA test				Penetration test	
	Springness	Cohesiveness	Hardness(g)	Chewness(g)	Max.peak(g)	Peak number
통단무지	0.486±0.05	0.427±0.06	16328.0±8916.9	1832.5±1832.5	1603.9±144.4	14.8±5.7
세 절 단무지	0.539±0.002	0.416±0.01	23766.3±3696.6	5317.8±665.1	2007.2±70.9	9.67±6.4
치 자 단무지	0.528±0.03	0.378±0.02	24232.6±6201.7	4552.5±670.8	1914.1±89.7	13.0±4.4
김 밥 단무지	0.474±0.01	0.351±0.01	12613.6±614.0	2166.5±203.8	-	-

#### 4. 치자색소의 안정성에 미치는 영향요인

##### 가. Acetic acid의 영향

치자색소는 산에 변색이 되는 경향이 있는 것으로 보고되어 있다. 그러나 일반적으로 단무지는 단맛과 신맛, 사각사각한 조직감 등이 조화된 식품으로 단무지의 신맛은 조미액 중 acetic acid가 큰 영향을 끼치고 있다. 그림 1-2는 치자색소를 0.07%로 제조한 다음 acetic acid를 농도별로 첨가한 후 색의 변화를 측정한 것이다. 그 결과 acetic acid를 첨가하지 않은 대조구에 비하여 acetic acid의 첨가량이 증가함에 따라 400nm에서의 치자 고유의 노란색이 감소하였다.

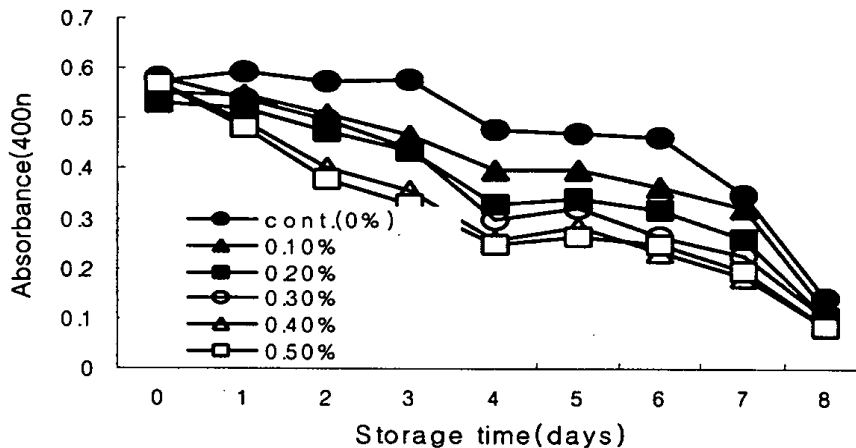


그림 1-2. 치자색소의 안정성에 미치는 초산의 영향

#### 나. pH 및 아스코르브산의 영향

아스코르브산은 갈변억제 및 영양강화를 목적으로 단무지의 조미액에도 사용되고 있다. 그림 1-3은 시판되고 있는 단무지의 pH를 4.0으로 조정한 후 갈변 억제제로 사용하는 ascorbic acid가 치자색소의 안정성에 미치는 영향을 조사한 것이다. 온도가 높아짐에 따라 급속도로 치자 고유의 노란색이 탈색이 되었고 아스코르브산 첨가구는 0.05% 첨가구를 제외하면 첨가하지 않은 대조 시료에 비해 탈색이 가속화되었다. 또 황색색소의 경우도 아스코르브산 0.03%를 첨가한 구는 첨가하지 않은 대조구에 비하여 온도에 관계없이 빨리 탈색이 되었다.

즉 단무지 제조시 사용하는 아스코르브산은 치자색소를 첨가한 황색단무지에는 사용하지 않는 것이 황색색소의 안정에 더 효과적이었고, 영양강화 목적으로 사용할 경우는 0.05% 이상을 첨가해야 색소에 영향이 없다는 점을 고려해야 할 필요성이 높은 것으로 나타났다.



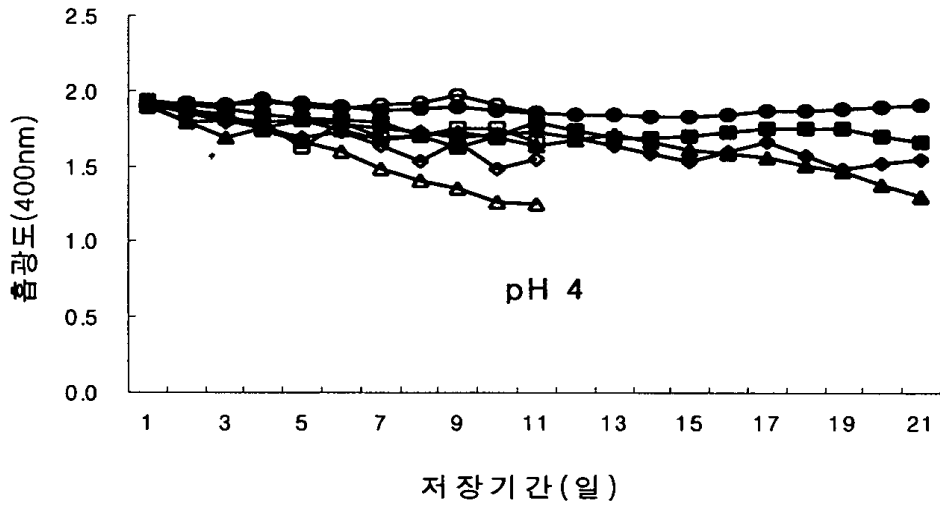
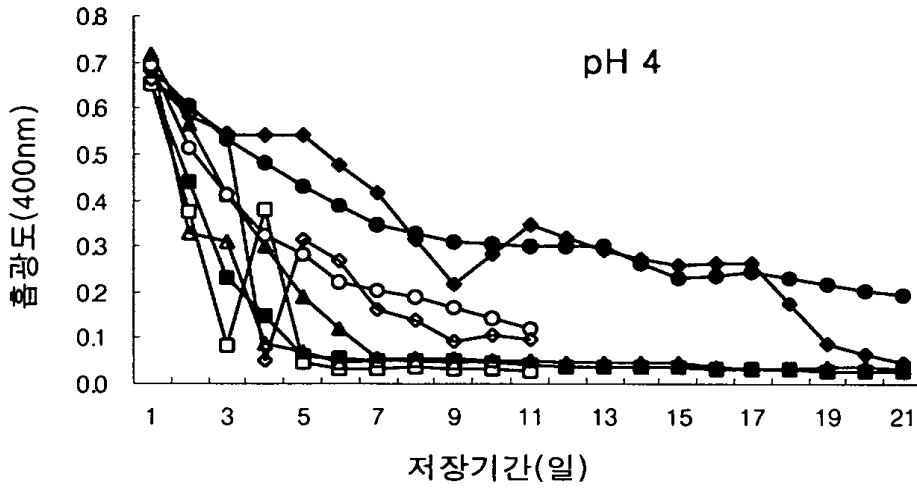


그림 1-3. 치자색소의 안정성에 미치는 아스코르브산의 영향

- : control(상온), ■:0.01%(상온), ▲:0.03%(상온), ◆:0.05%(상온)
- : control(40℃), □:0.01%(40℃), △:0.03%(40℃), ◇:0.05%(40℃)

다. 가열 및 저장 온도의 영향

시판 치자단무지에 실제 사용하는 조미액을 제조하여 가열한 구와 가열하지 않은 구로 나누어 저장온도별 시일의 경과에 따른 단무지 조미액 자체의 색 변화를 조사하였다.

그 결과(그림 1-4), 80℃에서 10분간의 가열처리 즉시에는 조미액의 노란색에 큰 영향을 주지 않았으나, 저장 온도에 따라서는 큰 차이가 났다. 일반적으로 저장 온도가 증가함에 따라 노란색의 감소 폭이 급격하였는데, 40℃ 저장시에는 저장 20일 이후부터는 다시 증가하는 경향을 보였다. 이는 온도에 의한 조미액의 갈변현상으로 보여진다. 또 저장 온도별로 살펴보면 상온(25℃)과 40℃ 저장 중에는 가열유무에 따라 시료간에 큰 차이가 나타나지 않았으나, 저온(5℃) 저장 중에는 가열 처리한 구가 가열하지 않은 구에 비하여 노란색 감소 정도가 상당히 크게 나타나 냉장 유통하는데 유의를 해야할 것으로 사료된다.

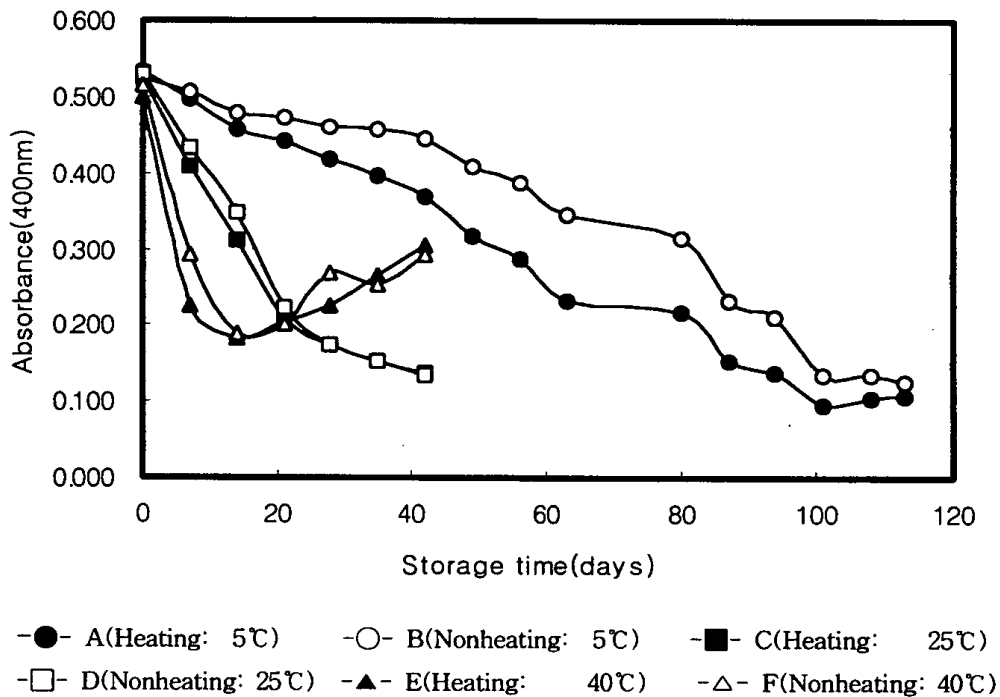


그림 1-4. 가열 및 저장온도가 조미액의 색에 미치는 영향

## 5. 조미액 성분이 단무지 색도 및 조직감에 미치는 영향

### 가. 산미료의 영향

일반단무지를 분쇄기로 마쇄한 것과 통단무지를 세절한 것으로 나눈 다음 갈변 억제를 위하여 아스코르브산을 0.05% 첨가하여 40℃에서 저장하면서 색도의 변화를 조사하였다.

그 결과(표 1-11) 마쇄한 단무지의 경우는 입자가 균일한 것이 아니라서 색도 측정시 입자크기에 따라 그 오차가 커서 저장중의 L\*, a\*, b\* 값이 특별한 경향을 보이지 않았으나, 세절한 단무지의 경우 L\*, a\*, b\*, hue angle, chroma값에 있어서 마쇄한 단무지보다는 안정된 값을 보였다. 단무지의 경우 아스코르브산 0.05%의 첨가는 첨가하지 않은 대조구에 비하여 큰 차이가 없었다.

표 1-11. 아스코르브산이 단무지의 색도에 미치는 영향

Sample			Storage time(days)				
			0	1	2	3	4
Liquid	Control	L*	40.52	44.91	40.68	41.05	43.96
		a*	-1.33	0.60	-1.03	-0.73	-0.15
		b*	5.45	7.08	4.92	3.95	1.69
		hue angle	-76.17	85.06	-78.14	-79.44	-84.93
		Chroma	5.61	7.11	5.03	4.01	1.70
	Ascorbic acid(0.05%)	L*	40.20	41.47	38.97	39.50	41.83
		a*	-0.16	1.72	-0.24	-0.01	0.83
		b*	3.24	3.14	5.54	5.56	3.88
		hue angle	-87.11	61.15	-87.41	-89.78	77.79
		Chroma	3.24	3.58	5.54	5.56	3.97
Solid	Control	L*	43.07	40.37	40.95	40.45	42.72
		a*	0.45	0.04	1.18	1.77	1.53
		b*	6.04	3.48	7.10	6.22	6.61
		hue angle	85.62	89.24	80.49	74.07	76.86
		Chroma	6.06	3.48	7.20	6.47	6.79
	Ascorbic acid(0.05%)	L*	42.03	40.41	39.22	39.43	34.97
		a*	-1.21	0.21	2.13	2.81	4.20
		b*	4.32	3.54	6.91	8.35	6.52
		hue angle	-74.32	86.49	72.84	71.31	57.17
		Chroma	4.49	3.54	7.23	8.81	7.76

한편 표 1-12는 치자색소가 pH에 큰 영향을 받는 것을 고려해서 buffer solution으로 pH를 7로 조정 한 후 아스코르브산의 첨가 효과를 명확히 살펴보기 위하여 과량(0.3%)을 첨가하여 40℃에서 저장하면서 단무지의 경우는 색도를 측정하였고, 침지액은 용출되는 색소의 흡광도를 측정한 결과이다. 치자단무지의 전체적인 색 변화를 나타내는 hue angle이 가장 많이 변한 것은 pH를

조절하지 않고 아스코르브산을 첨가한 B구였다. 또 침지액으로 용출되는 색소의 흡광도(표 1-13) 역시 아스코르브산 첨가구인 B와 C 및 D구가 저장기간이 증가함에 따라 증가하였다.

표 1-12. 구연산과 아스코르브산이 치자단무지의 색도에 미치는 영향

Sample	Storage time(days)					
	0	1	2	3	4	
A	L*	46.20	44.73	48.80	39.81	37.94
	a*	2.21	1.76	1.47	2.08	1.37
	b*	30.51	29.28	30.66	14.22	11.93
	hue angle	85.76	86.46	87.15	81.60	83.37
	Chroma	30.65	29.40	30.74	14.66	12.40
B	L*	40.87	40.54	36.59	32.88	29.63
	a*	4.08	3.92	3.53	6.11	8.39
	b*	30.98	25.50	20.96	19.12	19.62
	hue angle	82.40	81.18	80.35	72.20	66.76
	Chroma	31.27	25.82	21.26	19.93	21.23
C	L*	38.15	40.88	38.98	38.71	30.87
	a*	4.33	4.16	3.63	5.14	7.83
	b*	29.81	25.88	25.63	23.81	23.08
	hue angle	81.65	80.78	81.85	77.73	71.18
	Chroma	29.98	26.14	26.44	24.12	23.50
D	L*	45.73	39.20	38.11	38.60	39.17
	a*	2.45	3.32	3.35	2.87	2.49
	b*	34.87	22.63	18.94	15.60	16.71
	hue angle	85.89	81.56	79.87	79.50	81.44
	Chroma	35.06	22.88	19.22	15.88	16.97
E	L*	40.54	38.65	39.36	38.03	36.34
	a*	5.26	3.39	3.24	3.01	3.49
	b*	31.11	21.36	17.66	13.16	14.83
	hue angle	80.32	80.90	79.51	77.03	76.67
	Chroma	31.11	21.36	17.66	13.16	14.83

표 1-13. 구연산과 아스코르브산이 치자단무지 조미액의 흡광도에 미치는 영향

Sample	Storage time(days)				
	0	1	2	3	4
a	0.1992	0.5732	0.5518	0.3205	0.2784
b	0.1478	0.6694	1.0110	1.3848	1.9184
c	0.1458	0.6406	0.9032	1.2148	1.6810
d	0.1107	0.7466	0.7463	0.7489	0.7230
e	0.1627	0.6170	0.4813	0.4523	0.4200

표 1-14와 1-15는 일반 단무지에 과량의 citric acid와 아스코르브산을 첨가하여 40℃에서 저장하면서 색도 및 단무지의 침지액에 용출되는 색의 흡광도를 측정하였다. 그 결과(표 1-14) buffer solution 처리를 한 단무지의 색 변화가 심하였고, 비교적 단무지 고유의 색을 유지한 구는 구연산 0.1% + ascorbic acid 0.3% 첨가구가 가장 시료의 변색이 적었다. 그러나 각각의 색도 측정의 경우 시료의 측정 부위에 따라 L\*, a\*, b\* 값의 차이가 커서 색도 측정시 유의할 필요가 있을 것으로 판단된다.

표 1-14. 구연산과 아스코르브산이 일반단무지의 색도에 미치는 영향

Sample	Storage time(days)					
	0	1	2	3	4	
A	L*	43.78	45.26	43.25	41.86	39.30
	a*	0.91	0.88	1.87	2.32	2.51
	b*	7.25	7.30	7.72	7.91	8.74
	hue angle	82.72	83.02	76.31	73.56	73.92
	Chroma	7.32	7.40	7.98	8.19	9.29
B	L*	44.72	43.26	42.41	42.47	38.43
	a*	1.14	1.63	2.20	1.94	3.95
	b*	7.98	6.68	11.05	13.11	15.88
	hue angle	81.78	76.19	78.68	81.49	75.95
	Chroma	8.05	6.89	11.59	13.48	17.18
C	L*	42.88	41.20	36.89	41.06	28.35
	a*	1.00	1.73	5.60	5.07	10.94
	b*	9.88	11.00	16.78	18.89	19.00
	hue angle	84.13	80.97	71.47	74.89	60.02
	Chroma	9.94	11.10	17.54	19.81	21.63
D	L*	43.62	44.44	38.82	37.39	32.33
	a*	1.15	1.32	4.63	7.02	9.76
	b*	10.16	9.21	17.65	18.11	18.81
	hue angle	83.45	81.74	75.20	68.74	62.50
	Chroma	10.18	9.29	17.80	18.65	19.58
E	L*	46.05	45.59	41.62	43.57	41.12
	a*	0.88	1.14	1.85	1.81	1.96
	b*	8.20	6.10	6.69	8.00	8.20
	hue angle	83.78	79.33	74.43	77.15	76.44
	Chroma	8.20	6.10	6.69	8.00	8.19
F	L*	44.79	43.93	45.53	42.40	43.35
	a*	0.26	1.15	1.16	2.85	3.04
	b*	10.58	7.37	9.47	15.09	16.36
	hue angle	88.49	81.07	82.91	79.21	79.38
	Chroma	10.58	7.36	9.47	15.09	16.36

표 1-15. 구연산과 아스코르브산이 일반단무지 조미액의 흡광도에 미치는 영향

Sample	Storage time(days)				
	0	1	2	3	4
A	0.0585	0.0920	0.1370	0.1412	0.1508
B	0.0572	0.0970	0.2607	0.4454	0.7163
C	0.0553	0.3594	1.1607	1.8432	2.1453
D	0.0486	0.2657	0.9232	1.5707	1.9901
E	0.0471	0.0851	0.1416	0.1621	0.1479
F	0.0504	0.1004	0.2555	0.4676	0.6584

그림 1-5는 일반 단무지와 치자 단무지의 저장중의 구연산 및 아스코르브산의 영향을 사진으로 현상한 결과이다. 비교적 각각의 고유한 단무지 색을 유지하는 구로서는 일반단무지는 0.1% 구연산+ 0.3% 아스코르브산 첨가구이었고, 치자 단무지는 아스코르브산을 첨가하지 않은 구가 비교적 치자 고유의 색을 유지하였다.

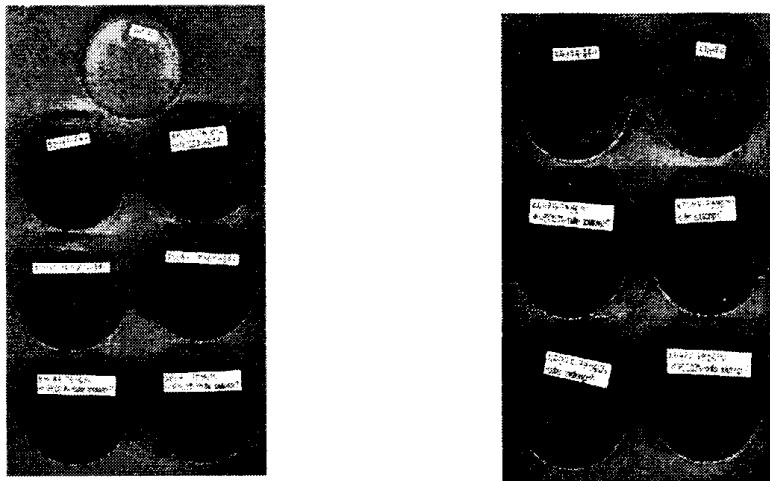


그림 1-5. 구연산과 아스코르브산이 단무지의 저장 중 색에 미치는 효과

나. 기타 조미액 성분이 단무지 저장 중 색도에 미치는 영향

조미액 성분예 따라 제조된 시료를 30℃에서 저장하면서 색도 변화를 측정 한 결과 밝기를 나타내는 L\*값의 경우 저장기간별로 큰 차이가 없는 40-45사

이를 나타내다가 저장 27일에서는 polyphosphate 첨가구와 malic acid 첨가구가 약간 높게 나타났다. 붉은 색 강도를 나타내는 a\*값은 저장 기간별 첨가물별로 색도 차이가 L\*값과 유사하게 큰 차이가 없다가 저장 27일에는 첨가물에 따라 차이가 있었다. 한편 황색도를 나타내는 b\*값은 polyphosphate 첨가구의 경우 다른 첨가물에 비해 낮은 값을 보였고, 다른 첨가물은 저장기간이 증가함에 따라 황색도가 전반적으로 증가하는 경향이였다. 특히 potassium sorbate가 황색도 증가가 현저하게 나타났다.



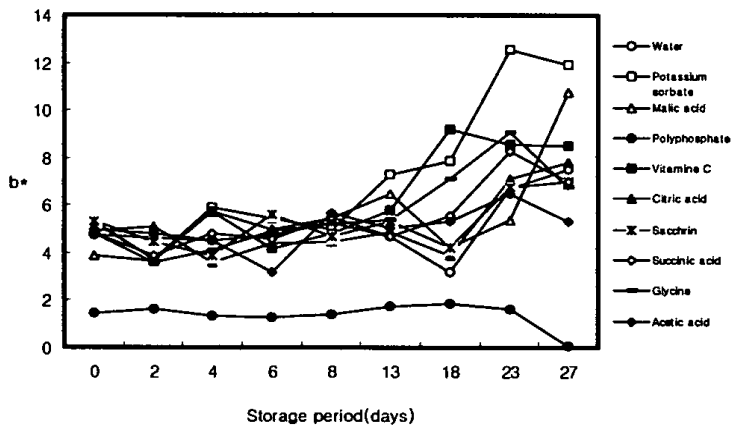
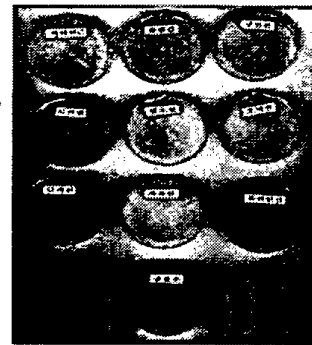
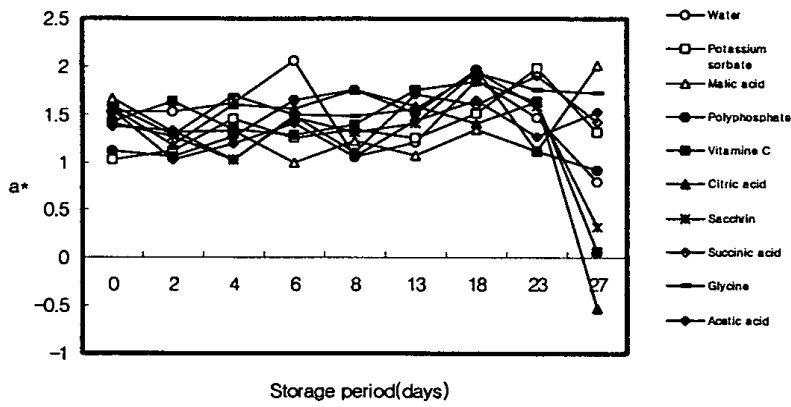
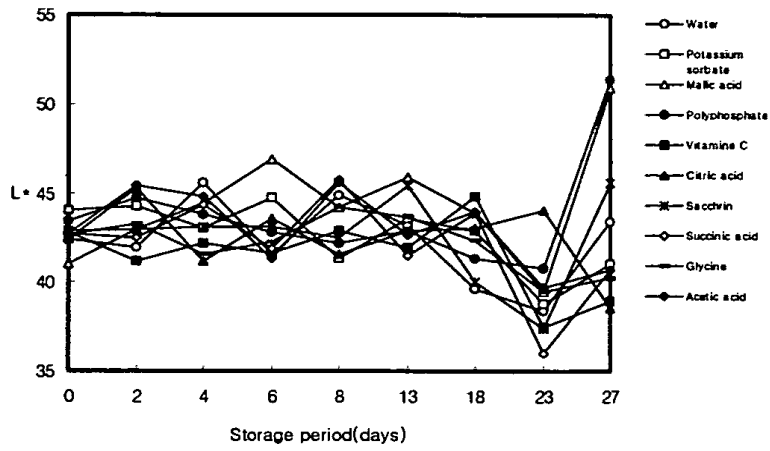


그림 1-6. 여러 가지 첨가물이 단무지의 저장 중 색도에 미치는 효과

다. 조미액 성분이 단무지 저장 중 조직감에 미치는 영향

조미액 성분에 따라 제조된 시료를 30℃에서 저장하면서 조직감 변화를 조사한 결과(그림 1-7) 첨가물에 따라 크게 영향을 미치는 성분과 미치지 않는 성분으로 나누어졌다. 즉 저장 기간이 증가함에 따라 단무지의 단단한 정도를 나타내는 hardness의 경우 점차 감소시키는 첨가물과 큰 영향이 없는 첨가물로 나뉘었는데, acetic acid, polyphosphate, saccharin, glycine은 저장기간이 증가함에 따라 단무지의 단단한 정도를 감소시키는 요인으로 조사되었고, 기타 다른 첨가물의 경우는 큰 차이가 없게 나타났다.

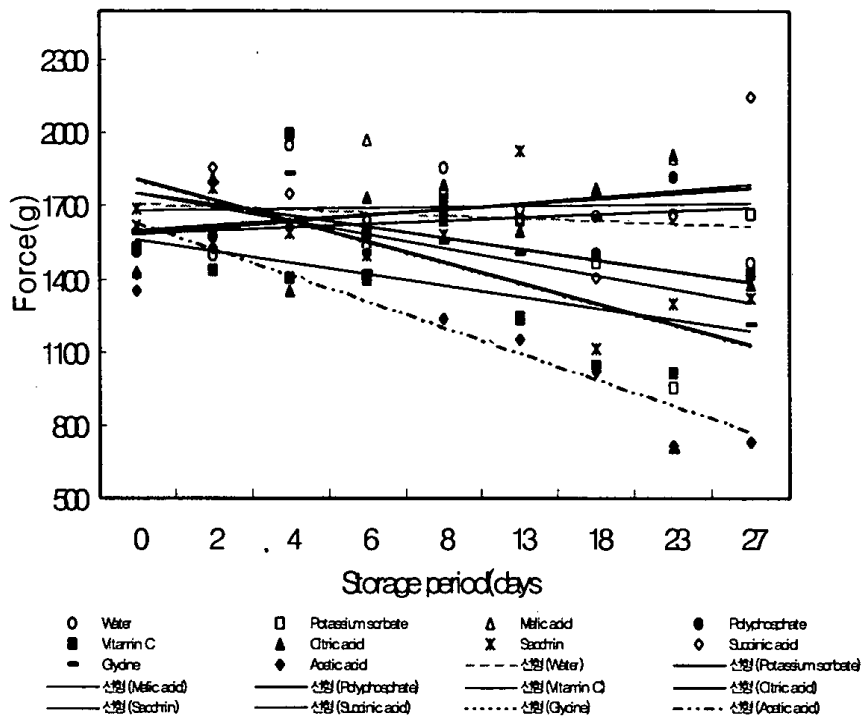


그림 1-7. 조미액 성분이 단무지 저장 중 조직감에 미치는 영향

6. 단무지의 제조 조건이 단무지의 색도 및 조직감에 미치는 영향

시판되고 있는 일반 단무지 및 치자 단무지를 구입하여 저온(0℃), 상온 및 40℃에 저장하면서 색도 및 조직감의 변화를 조사하였다. 표 1-16은 여러 결과 중 치자 단무지가 저장 온도별 색도에 미치는 영향을 조사한 결과이다. 저장 기간이 증가함에 따라 단무지의 색도가 변화하였고, 저장 온도에 의해서도 초기와 달리 상당히 색이 변화하는 것을 알 수 있었다.

표 1-16. 저장 온도 및 시간이 시판 단무지의 색도에 미치는 영향

Storage time (days)	Temp. (°C)	L*	a*	b*	Hue angle	Chroma
0	저온	45.5	3.09	32.91	84.54	33.05
	상온	45.5	3.09	32.91	84.54	33.05
	고온	45.5	3.09	32.91	84.54	33.05
10	저온	46.6	3.40	34.95	84.35	35.11
	상온	43.6	3.95	37.76	83.95	37.97
	고온	39.4	5.84	31.02	79.25	31.56
20	저온	44.5	4.08	36.39	83.51	36.62
	상온	44.3	2.95	37.12	85.36	37.24
	고온	47.1	2.43	19.97	82.97	20.12
30	저온	40.86	3.66	27.73	82.39	27.97
	상온	38.79	4.64	25.47	79.59	25.89
	고온	35.13	4.21	14.21	73.43	14.81
40	저온	45.42	3.40	35.01	84.36	35.18
	상온	39.03	3.91	25.73	81.27	26.02
	고온	35.29	3.96	11.66	71.16	12.32
50	저온	38.71	4.69	12.47	69.31	13.33
	상온	42.77	4.23	28.69	81.53	29.00
	고온	37.25	4.47	13.44	71.51	14.17
60	저온	42.19	4.30	30.04	81.77	30.35
	상온	41.41	4.72	30.18	81.02	30.55
	고온	35.47	4.56	11.60	68.47	12.46
70	저온	44.17	3.04	35.00	84.95	35.13
	상온	43.53	3.71	34.58	83.78	34.78
	고온	37.13	5.97	14.35	67.35	15.55

표 1-17은 시판되고 있는 일반 단무지와 치자 단무지의 색도 및 텍스처를 측정 후 저장 온도 및 저장 기간과의 상관 관계를 나타낸 것이다. 치자 단무지의 경우 저장 온도에 있어서는 b\*, Hue angle과 채도를 나타내는 chroma 값이 양의 상관 관계를 나타내었고 텍스처와는 상관 관계가 없게 나타났다. 반면에 저장 기간에 따라서는 a\*값이 음의 상관관계를 나타내어 저장 기간이 증가함에 따라 치자의 붉은 색 정도가 감소하는 경향이었고 색도와 채도는 양의 상관관계로 증가하였다. 또 텍스처의 경우 단단한 정도를 나타내는 peak height는 음의 상관관계를 나타내어 저장 기간이 증가함에 따라 단단한 정도가 감소하는 경향이였다. 그림 1-8은 비교적 저장 온도와 저장 기간과 상관관계가 높았던 예를 나타낸 것으로 치자 단무지의 경우 저장 온도가 증가함에

따라 40℃에 저장한 구는 채도가 상당히 감소하였고, 텍스처의 경우도 단무지의 단단한 정도가 상온이나 0℃ 저장구에 비하여 감소속도가 높았다.

한편 일반 단무지의 경우는 저장 온도에 따라서 치자 단무지와 달리 저장 온도가 저장 기간보다 큰 영향을 미쳤다. 즉 저장 온도에 따라서 붉은색 정도를 나타내는 a\*값이 양의 상관관계를 나타내었고 텍스처는 음의 상관 관계를 나타내었다.

이상의 결과에서 치자 단무지는 색소의 경우는 저장 온도와 저장기간에 큰 영향을 받고 텍스처는 저장 온도보다는 저장 기간에 더 많은 영향을 받음을 알 수 있었다. 반대로 일반 단무지는 저장 온도가 저장 기간보다는 색이나 텍스처에 더 큰 영향을 받았다.

표 1-17. 저장 온도 및 시간과 시판단무지의 색도와 조직감과의 상관관계

Sample	Condition	Color value					Texture properties			
		L*	a*	b*	Hue angle	Chroma	Peak height	Peak number	Area (gs)	Gradient (g/s)
치자 단무지	Temp.	-0.49	0.39	0.80	0.93	0.92	-0.25	-0.27	-0.06	-0.32
	Storage time	-0.44	-0.69	-0.42	1.0	0.99	-0.67	-0.55	-0.67	-0.56
단무지	Temp.	-0.48	0.66	-0.26	0.49	-0.18	-0.62	-0.57	-0.54	-0.49
	Storage time	-0.16	0.28	-0.16	-0.36	-0.09	-0.20	-0.08	-0.54	-0.19

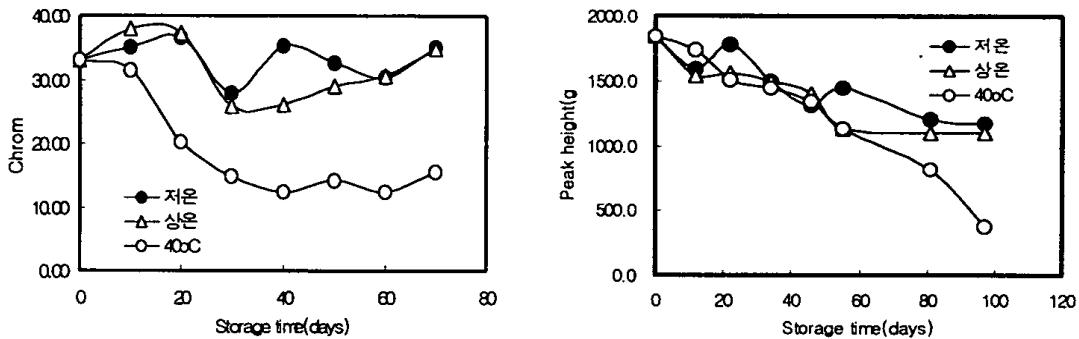


그림 1-8. 저장 온도가 치자단무지의 색과 조직감에 미치는 영향

일반단무지와 치자단무지에 대해 조미액의 pH, 가열조건 및 저장온도(유통 온도)를 pH(X<sub>1</sub>), 가열조건(X<sub>2</sub>) 및 저장온도(X<sub>3</sub>)의 변수로 한 중심합성계획에 의한 단무지의 색도와 조직감의 변화를 조사하였다. 10개의 실험구간과 변수인 pH, 가열 시간, 저장 온도 및 저장 기간과의 상관관계를 분석한 결과(표 1-18), 치자단무지의 경우는 저장 온도가 높아짐에 따라 L\*값은 음의 상관 관계를, a\*값은 양의 상관관계를 나타내어 저장온도가 높아짐에 따라 밝기가 감소하고 적색이 진해지는 경향을 보였는데, 이는 온도에 따른 갈변화 현상에 의한 것으로 보여진다. 또 텍스처의 경우는 치자단무지와 동일하게 저장온도가 높을수록 단단한 정도가 감소하는 경향이였다. 일반단무지는 치자단무지와 마찬가지로 a\*값이 양의 상관 관계를 나타내었고, 텍스처도 동일한 결과를 나타내었다. 이밖에 상관 계수는 약간 낮지만 텍스처의 경우 저장온도에 따라 단단한 정도가 감소하는 경향을 보여 시판단무지와 같은 경향을 나타내었다.

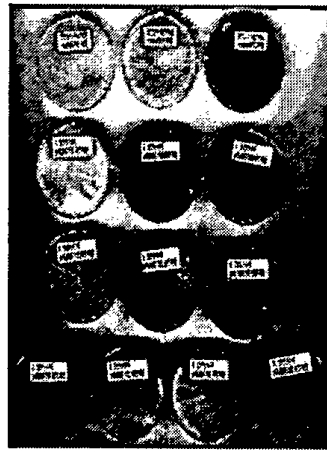
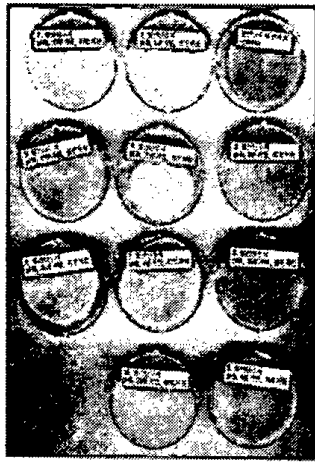
표 1-18. 중심합성계획에 의한 단무지의 색도와 조직감 변화

Sample	Treatment	Color value					Texture properties			
		L*	a*	b*	Hue angle	Chroma	Peak height	Peak number	Area (gs)	Gradient (g/s)
치자 단무지	pH	-0.15	0.01	0.19	0.28	-0.09	0.17	0.12	0.23	0.09
	Heating time	-0.09	0.02	-0.05	-0.16	0.30	0.09	0.19	-0.22	-0.01
	Temp	-0.64	0.79	0.17	-0.38	0.30	-0.55	-0.08	-0.24	-0.31
	Storage time	-0.07	0.26	0.20	0.32	0.10	-0.40	-0.27	0.01	0.04
단무지	pH	0.14	-0.13	-0.02	0.19	-0.06	0.37	0.36	0.04	0.36
	Heating time	-0.08	0.03	-0.04	0.17	-0.03	-0.13	0.03	-0.01	-0.12
	Temp	-0.48	0.57	0.49	0.26	0.55	-0.49	-0.55	-0.46	-0.43
	Storage time	-0.41	0.41	0.19	0.17	0.27	-0.19	-0.09	-0.19	0.23

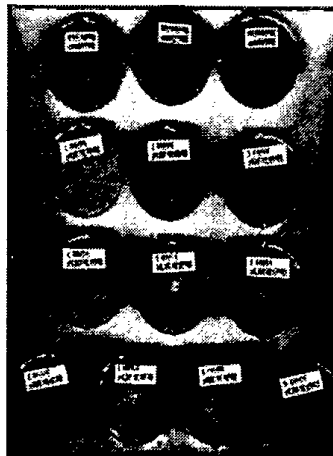
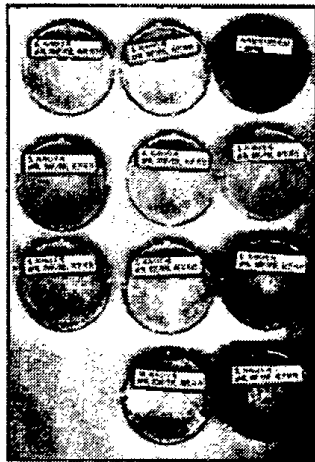
그림 1-9는 중심합성계획에 의해 조사된 일반단무지와 치자단무지의 색깔 변화를 사진으로 나타낸 결과이다. 제조직후에는 일반단무지와 치자단무지 모두 큰 차이를 나타내지 않았으나, 저장기간이 증가함에 따라 색깔에 큰 차이를 보였다. 일반단무지의 경우 조미액의 pH가 낮고, 저장온도가 고온(40℃)에서 갈변현상을 넘어서 흑변현상을 나타내었고, 조미액의 pH가 비교적 높은 pH 5에서 고온저장한 경우 갈변현상이 저온저장 시료보다 갈변현상이 크게 진행되

었다. 치자단무지는 일반단무지와 같은 흑변현상은 보이지 않았으나, pH가 낮고 고온저장한 경우 갈변현상이 저온저장구 보다 큰 것으로 나타났다.

즉 저장 중 단무지 색도변화는 조미액의 pH와 저장온도와 기간이 가장 큰 요인이었으며, 조직감도 저장온도와 기간이 가장 큰 요인으로 작용함을 확인할 수 있었다. 즉 단무지 가공 및 유통 중에 일어나는 갈변 및 조직감이 물러지는 현상은 조미액의 pH, 온도와 저장기간이 가장 큰 변수임을 알 수 있어서 단무지 제조업체에서는 가공 및 유통중 이를 고려해야 할 것으로 생각된다.



Salted radish roots  
(danmooji)



Salted radish roots  
(chija-danmooji)

제조 직후

3개월 경과

그림 1-9. 중심합성계획에 의한 단무지의 저장 중 색 변화

## 7. 단무지의 유통 현황

현재 유통되고 있는 지역별, 업체별 물량 및 무 재배에서 유통까지의 경로를 조사하여 유통중 단무지 색 변화 및 조직감 변화 요인이 될 가능성을 조사하였다. 절임 상태인 단무지 무를 탈염, 조미액 침지 등의 과정을 거쳐 단무지를 제조한 후 소비자의 식탁에까지 가는데 걸리는 시간은 적게는 15일에서 길게는 약 60일 정도가 걸리는 것을 유통 경로에서 알 수가 있다.

단무지의 색도 변화와 조직감 변화에 있어서 가장 큰 요인으로 온도와 pH, 저장 기간으로 보았을 때, 유통 경로 중 제품이 완성되기까지는 제조 업체에서 색도 변화와 조직감 변화 요인들을 잘 제어한다는 가정하고, 물류센터에서 약 7일, 전국 대리점에서 약 7일, 소매점 창고에서 약 3일 정도를 냉장 보관하지 않고 상온에서 방치하였을 경우 약 20일 정도가 제품의 품질 저하 조건을 주는 것으로 볼 수 있다. 본 연구 결과 한낮의 평균 온도가 약 35℃ 내외인 여름철에는 최종 제품의 변화를 줄 수 있다고 여겨지므로 단무지 제품의 변색 및 조직감이 물러져 상품 가치가 낮아지는 것을 막기 위하여 제품 출고후의 냉장 유통이 이루어져야한다고 여겨진다.

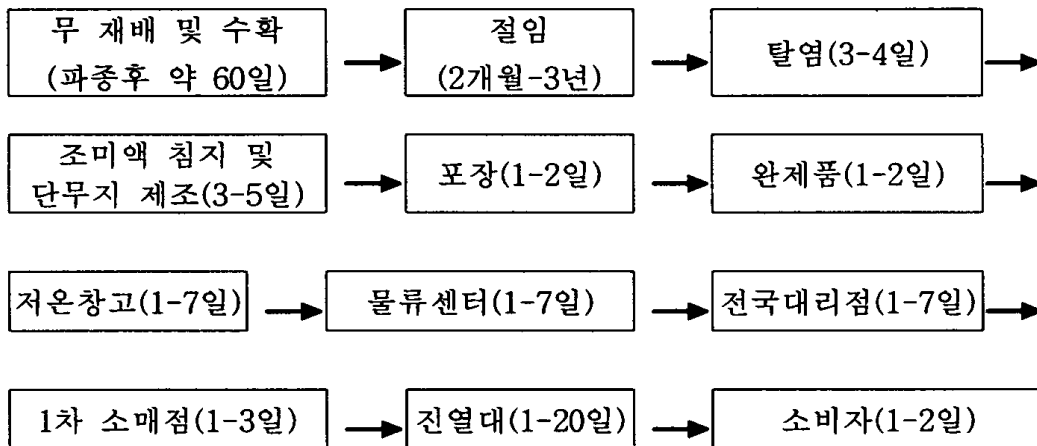


그림 1-10. 단무지의 가공 및 유통 경로

표 1-19는 국내 단무지 시장에 고정적으로 생산하는 업체 수와 생산량을 조사한 결과이다. 단무지 생산지역은 충청남도로 나타났고, 경기도가 그 다음으로 많이 생산하고 있었다. 통계에 잡힌 단무지 업체와 생산량은 비교적 안정된 업체로서 계속 단무지 제조를 하는 업체에 국한하여 조사한 것이고, 이외 소규모의 업체는 통계에 포함하지 않은 결과이다. 이 결과로 추정하여 볼 때 식품연감에서 나타난 단무지 시장이 4,500억원 규모라고 발표한 것에 비하여

약 1/3 정도인 1,500억 정도의 시장 규모를 나타내었는데, 이는 소규모의 업체가 점유하는 시장을 약 30%정도로 보고 환산하여도 약 2,000억 시장 규모로 나타난다. 그러므로 단무지 시장에 관한 시장규모는 다시 한번 재검토가 요구된다고 여겨진다.

표 1-19. 단무지 생산 현황

지역	생산량	지역	생산량
강원도	A사 750톤	전라남도	A사 3,000톤
	B사 562.5톤		B사 5,625톤
	C사 1,500톤		
	D사 750톤		
합계	3,562.5톤	합계	8,625톤
경기도	A사 -	충청남도	A사 750톤
	B사 3,000톤		B사 4,500톤
	C사 3,750톤		C사 5,625톤
	D사 3,000톤		D사 5,250톤
	E사 4,500톤		E사 18,750톤
	F사 4,500톤		F사 1,500톤
	G사 3,000톤		G사 3,000톤
	H사 3,375톤		H사 3,750톤
	I 사 3,000톤		I사 2,775톤
	J 사 4,500톤		
	합계		32,625톤
경북	A사 1,125톤	충청북도	A사 2,775톤
	B사 -		
	C사 1,500톤		
	D사 7,500톤		
	E사 750톤		
	F사 750톤		
	11,625톤	제주도	A사 375톤
총 생산량		약 113,925,000kg(약 30,380,000관)	

#### 8. 단무지의 색 및 조직감 변화 억제를 위한 조건설정

본 연구 결과를 토대로 단무지 색 변화 및 조직감 변화 억제를 위하여 단무지 제조 및 유통 과정 중에 보완되어야할 점을 설정하였다.

(1)원료의 세척 : 현재 단무지용 무를 구매하여 절입 전 세척의 과정이 없이 절여지고 있는데, 이는 단무지 최종 제품에 비위생적이고, 갈변 및 부패의 원



인을 제공할 수 있다. 예를 들어 염농도 20% 이상에서도 자랄 수 있는 산막성 효모류와 세균 등이 단무지 원료에 존재할 수 있다.

(2)작업장의 환경조건 : 절임 전의 단무지 원료가 노지에 방치되었을 경우 온도가 높으면, 이미 원료 상태가 갈변이 진행되어 최종 품질에 영향을 끼칠 수 있으므로 원료 처리장의 환경 조건이 위생적이고, 온도가 15-20℃이하로 유지되어야 하고, 제조 공정 중에서도 온도가 높을 경우 제품의 변질을 가져올 수 있다.

(3)발효조(절임조)의 위생적인 관리 : 노지에 위생적인 처리 없이 물로 대충 세척하여 사용하고 있는 실정이고, 절임된 무가 없는 발효조의 경우도 그대로 방치하고 있는 경우가 있는데, 주변의 발효조까지 오염될 수 있다.

(4)절임시 사용하는 천일염 및 수질의 품질 : 최근 불순물이 많이 섞여 있는 소금이 수입되고 있는데, 품질이 좋지 않은 소금으로 단무지를 제조할 경우 최종 제품에 악영향을 미친다. 또 절임시 사용하는 물도 철이나, 구리 등과 같은 금속에 의해 단무지의 색 변화를 가속시킬 수 있으므로 수질의 품질도 고려해야 한다.

(5)조미액의 적절한 선택 및 품질 관리 : 조미액 성분의 고품질을 유지해야 하고, 각 성분의 특성을 파악하여 단무지 제조에 사용해야 한다. 예를 들면 솔빈산 칼륨은 초산에는 잘 녹지 않으므로 소르브산 칼륨을 완전히 용해시킨 후 산을 첨가하여야 한다. 또 치자색소는 산에 대단히 불안정하므로 단무지 고유 특성인 신맛에서는 신속하게 탈색하므로 치자 색소 첨가량을 조절하여야 하고, 갈변 방지 및 영양성분 강화 목적으로 ascorbic acid를 첨가할 때 경우에 따라서 갈변을 촉진하는 것도 고려해야 할 점이다.

(6)완제품의 저장 및 유통중의 관리 : 본 연구 결과 단무지의 품질 저하에 가장 큰 영향을 주는 요인 중 하나가 온도임을 알 수 있었다. 즉 제조 공정, 완제품의 저장 및 유통 중 온도가 저온을 유지하여야 최종 제품의 품질을 가장 최적으로 유지하므로 주의를 하여야 한다.

이상 열거한 사항들이 단무지 제조업자들이 경험상 파악하고 있는 것이지만, 본 연구를 통하여 단무지 최종 제품의 품질에 악영향을 미친다는 것을 확실하게 규명하였고, 이에 관한 기초 자료도 상당량 확보하였다.

단무지가 고급식품이 아니라, 연구와 시설 투자, 위생적인 관리들이 제대로 이루어지지 않았으나, 단무지 전체 시장이 식품연감에 의하여 4,500억원, 본 연구자료에 의하면 약 2,000억 시장으로 무시할 정도의 규모는 아니라고 여겨진다. 또 패스트푸드점들의 급속한 성장과 함께 서민들의 식탁에서 늘 볼 수 있

는 단무지의 경우 국민들의 위생적인 관념 증가와 고급화 추세가 증가되는 시점에서 현재의 단무지 제조 공정과 유통의 품질관리가 강화되어야 한다. 주로 영세업자들이 제조와 판매를 하고 있는 시점에서 단무지 제품이 계속 시장을 점유하기 위해서는 위생적인 제조 공정과 품질 관리, 단무지 제품의 다양화 등 여러 면에서 연구가 지속되어야 할 것으로 여겨진다.

## 참고문헌

1. 서화중 : 치자를 이용한 식용색소 개발에 관한 연구, 한국영양학회지, 제 14(1), 26-33(1981)
2. 김동윤, 김권: 천연색소에 관한 연구(제 1보) 치자색소의 함량 및 성질에 관한 연구, 한국농화학회지, 18(2), 98-101(1975)
3. Hyouta Himeno and Konosuke Sano: Synthesis of Crocin, Picrocrocin and Safranal by Safron stigma-like structures proliferated in Vitro, Agric. Biol. Chem., 51(9), 2395-2400(1987)
4. P.S. George and G.A. Ravishankar: Induction of crocin and crocetins in callus cultures of gardenia Jasminoides ellis, Food Biotechnology, 9(1&2), 28-38(1995)
5. Kentaro Kaneko, Mitsue Iwata, Teruryo watanabe and Yasuhiko Maeda: Effect of added  $\text{CaCl}_2$  on viscosity of radish root pectin-NaCl soution and its reaction mechanism, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi vol(30), 579-584(1983)
6. Yoshio Ozawa, Yasushi Uda and Shunro Kawakishi : Oxidation product derived from a tetrahyro- $\beta$ -carboline derivative, the yellowish precursor of salted radish root, Biosci. Biotech. Biochem., 56(1), 144(1992)
7. Ju-Hyun Yu, Seung-Kon Yoo and Ryung Yang : Studies on the extraction of natural compounds from plants and microorganism(part 2. Extration of Orange-yellow pigment from defatted gardenia, Korean J. Food Sci. Technol. 30-36(1975)
8. Yasuhiko Maeda, Yoshio Ozawa and Yasushi Uda: Precursor of yellow substance in fresh radish root and some factors affecting the yellowing thereof(Studies on the yellowing mechanism of salted radish pickle, part 1), Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi Vol. 29(9), 522-528(1982)
9. Yoshio Ozawa, Yasusi Uda and Shunro Kawakshi : Effects of pH, metal ions and ascorbic acid on the formation of yellow pigments from tetrahydro- $\beta$ -carboline derivative, Nippon shokuhin Kogyo gakkaishi vol 40(7) 528-531(1993)
10. Yoshio Ozawa, Yasushi Uda and Shunro Kawakishi: Formation of yellow pigment containing a  $\beta$ -carboline skeleton in salted radish roots and its properties, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkasishi vol(39), No(6),

490-495(1992)

11. Eizo Kitamura, Siro Kato and Sadao Oshima :Yellow pigments in salted radish, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 28(9), 325-327(1981)
12. Jose Luis Iborra, M. Rosario Castellar, Manuel Canovas and Arturo Manjon:TLCC preparative purification of picrocrocin, HTCC and Crocin from Saffron, *J. of Food Science*, 57(3), 714-716(1992)
13. Takashi Kometani, Yoshinobu Terada, Takahisa Nishimura, Hiroshi Takii and shigetaka Okad:Transglycosylation to hesperidin by cyclodextrin glucanotransferase from alkalophilic bacillus species in alkaline pH and properties of hesperidin glycosides, *Biosci. Biotech. Biochem.*, 58(11), 1990-1994(1994)
14. Yoshihiko Nawa and Toshio Ohtani : Induction of callus from flesh of gardenia jasminoides Ellis fruit and formation of yellow pigment in the callus, *Biosci. Biotech.*, 56(11), 1732-1736(1992)
15. Bansi L Raina, Shri G Agarwal, Ashok K Bhatia and Govind S Gaur: Changes in Pigments and Volatiles of Saffron(*Crocus sativus* L) during processing and storage, *J. Sci. Food Agric.* 71, 27-32(1996)
16. S. Pfister, P. Meyer, A. Steck and H. Pfander:Isolation and structure elucidation of carotenoid-glycosyl esters in gardenia fruits(*Gardenia jasminoides ellis*) and Saffron(*Crocus sativus* Linne), *J. Agric. Food Chem.*, 44, 2612-2615(1996)
17. Nobuharu Moritome, Yuki Kishi and Satoshi Fujii:Properties of fed pigments prepared from geniposidic acid and amino acids, *J. Sci Food Agric.* 79, 810-814(1999)
18. Kentaro Kaneko, Mitsue Kurosaka and Yasuhiko Maeda: Studies on the mechanism of pectic substance changes in the salted radish root, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 29(10), 611-617(1982)
19. K. K. Kim, H. H. Kwon, I. P. Kim and K. O. Ahn: 한국 상용식품 영양 가조사 보고(제 5보), *한국영양학회*, 6(1), 11-13(1973)
20. Siro Kato, Eizo Kitamura and Sadao Ohshima :Storage of salted radish in nitrogen gas packaging system, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 30(5), 300-302(1983)
21. Byongki Kim, Kwanpyo Hong and Jiyong Park : Improvement in storage stability of Danmooji(salted radish) by high hydrostatic pressure

- and heat treatment, Korean J. Food Sci. Technol, 30(1), 132-138(1998)
22. Kentaro Kaneko, Mitsue Kurosaka and Yasuhiko Maeda: Textural properties of salted radish root and their changes during salting, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 29(8), 443-450(1982)
23. Takashi Okazaki, Shizuhiko Maeshige and Kanichi Suzuki: Kinetic studies on softening of Japanese Radish and  $\beta$ -elimination of Citrus pectin during thermal process, Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 44(9), 647-652(1997)
24. Yoshio Ozawa, Yasushi Uda, Takashi Ohshima, Lpiko Saito and Yashuhiko Maeda: Formation of yellow pigment by the reaction of 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate with L-ascorbic acid and some dihydroxyphenolic compounds. Agric. Biol. Chem., 54(3), 605-611(1990)
25. Yoshio Ozawa, Shunro Kawakishi, Yasushi Uda and Yasuhiko Maeda: Isolation and identification of a Novel  $\beta$ -carboline derivative in salted radish roots, *Raphanus sativus* L.. Agric. Biol. Chem., 54(5), 1241-1245(1990)

## 제 2 장 된장의 갈변억제기술 개발

### 제1절 서론

된장은 우리 식탁에서 널리 애용되는 대두 발효식품으로서 전통적 방법에 의해 생산되는 재래식 된장과 공장에서 생산되는 개량식 된장으로 구분할 수 있다. 개량식 된장은 주로 밀가루를 증자하고 제국한 것에 증자한 대두와 혼합하여 약 30일간 숙성한 후 열처리하고 포장하여 판매하고 있다.

된장의 색은 다양각색으로 착색의 차이가 각종 된장의 중요한 품질특성으로 되고 있다. 즉 된장은 반고형물이기 때문에 특히 색깔에 있어서는 “맑은 색”과 “검은 색”의 정도가 된장의 품질평가에 매우 중요한 지표가 되는 것이다.

된장의 갈변은 착색과 변색으로 크게 구분할 수 있는데 착색은 숙성중의 amino-carbonyl reaction (Maillard reaction)에 의한 갈변현상을 말하며 변색은 산소에 의한 산화적 갈변현상을 말한다. 또는 효소적 갈변과 비효소적 갈변으로 구분하기도 한다. 효소적 갈변은 된장에 함유되어 있는 성분 중의 하나인 trypsinase가 여러 단계의 중간 반응단계를 거쳐 갈색물질인 melanoids를 형성하며 이때 trypsinase가 크게 관여하는 갈변현상이고 또 다른 효소적 갈변으로는 적갈색 철모양의 결정체인 ferrychrichin 생성에 의한 것으로 사용된 국균이 생성한 효소와 금속이온 및 산소가 관여한다. 비효소적 갈변은 1912년 C.A Maillard가 처음으로 보고한 이후 Maillard 반응이라 지칭되는 갈변반응이다.

우리 나라의 1996년 연간 생산량은 약 78,755톤이며 된장 제조업체마다 차이는 있지만 유통 중 반품량은 약 2~3%인 1,575~2,363톤이며 이중 약 30%인 472~709톤이 갈변으로 인해 반품되고 있는 실정이다. 특히 된장은 간장 및 고추장 등의 다른 장류에 비해 갈변속도가 빨라 다른 장류 보다 갈변으로 인한 반품율이 매우 높은 편이다. 즉 상온에서 유통시키는 장류제품은 간장, 고추장 및 된장의 유통 중 갈변이 일어나 반품되는 시점이 간장은 약 24개월 이상, 고추장은 약 6개월인 반면 된장은 이보다 짧은 약 4개월이며 육안으로 갈변현상을 볼 수 있는 시점은 약 30일 이후이기 때문에 갈변현상의 억제가 시급한 실정이다.

된장의 권장 유통기간은 12~18개월이나 갈변 등의 원인에 의한 반품으로 이보다 짧은 유통기간을 갖고 있어 된장 제조업체의 손실이 커서 상대적으로

부가가치가 낮아 장류업체의 지속적인 발전을 기할 수 없는 단점이 있다.

장류업체의 생산성 증대 및 부가가치를 높이는 방안 중의 하나로서 된장의 갈변을 억제할 수 있는 기술 개발이 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다. 된장의 갈변을 억제할 수 있는 기술을 개발함에 의해 수입 된장과의 경쟁력을 높임으로써 된장의 수입을 억제시킬 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 된장의 갈변을 억제하는 기술에 관한 연구는 거의 찾아볼 수 없고 반쯤되는 제품을 그대로 파기하고 있어 된장 제조 공장의 손실은 매우 큰 실정이다. 현재 된장 제조 업체에서 갈변을 억제하기 위하여 산소 흡수제를 이용하거나 온도에 의한 된장의 제조 과정 중 일어나는 갈변현상을 억제하기 위한 연구는 미미한 실정이다.

된장의 갈변은 제조공정 및 유통기간을 포함하여 크게 3가지 과정에서 일어나는 것으로 알려져 있다. 첫째 숙성공정에서 발효물 들의 Maillard 반응에 의한 갈변 및 각 공정으로의 이송도중 발생하는 철분의 유입 등에 의한 갈변이 있고 두 번째는 냉장 (15℃ 이하)유통이 아닌 상온유통일 때 온도에 의한 갈변현상이 있고 세 번째는 포장 및 충전시킬 때 용존산소에 의해 발생하는 포장 후 유통 중 갈변현상을 들 수 있다. 이중 된장 갈변의 주된 원인은 비효소적 갈변현상인 amino-carbonyl 반응에 기인한다고 할 수 있다. 된장과 유사한 콩류 발효식품인 미소의 경우에도 저장, 유통 중 발생하는 착색현상은 식품에 다량 함유되어 있는 당류와 아미노산, 펩타이드 등 아미노화합물에 의한 아미노카보닐 반응이 주된 원인이라고 보고되고 있다. 이 반응은 아미노화합물과 당의 종류, 온도, 수소이온농도 및 금속이온의 종류 등 많은 인자가 관여하는 복잡한 반응계로 알려지고 있다. 그러나 갈변에 이르는 반응경로와 착색생성물의 구조에 대해서는 정확하게 알려져 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 콩 발효식품의 숙성 공정 중에 발생하는 갈색화 반응 중 대표적인 반응인 Maillard 반응을 최소화시킬 수 있는 방법을 모색하여 궁극적으로 된장의 갈변억제 기술을 개발하고자 하였다.

## 제2절 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

본 실험에서 사용된 20종의 시판 된장은 성남소재 슈퍼마켓 및 장류제조업체로부터 각각 구입하여 사용하였으며 된장제조에 사용된 원료인 콩, 밀가루 및 식염은 시중에서 구입하여 사용하였다. 된장제조에 사용된 대두(수분 12.5%, 총질소 6.2%, 조지방 19%)는 장류협동조합에서 구입하였으며, 소금은 한주소금(수분 3.9%, 염화나트륨 97%), 제국에 사용된 균주는 충무발효(주)의 *Aspergillus oryzae* (포자수 20x10<sup>8</sup> cell/g, 수분 10%이하, 잡균 음성)를 사용하였다. 멀티포스(sodium polyphosphate 50%, sodium metaphosphate 50%), 무백비타 C(Ascorbic acid 10%, L-sodium ascorbic acid 35%, DL-potassium hydrogen tartaric acid 45%, sodium hexametaphosphate 5%, citric acid 5%)는 대정산업(주), 탈산소제(철분제제, 수분의존의 E형, 특허출원번호 15977, 5cmx5cm)는 립맨사(Korea), 솔비틀은 백광산업으로부터 구입하여 사용하였고, 그 밖의 시약은 모두 특급시약을 사용하였다.

### 2. 균주

된장 제조에 사용된 황국균과 효모는 당 연구원에서 메주로부터 분리 동정한 *Aspergillus oryzae*와 *Zygosaccharomyces rouxii*를 사용하였다. *A. oryzae*는 malt extract agar에 보관하면서 사용하였고 *Z. rouxii*는 10% NaCl이 함유된 YM agar (Difco)에 보관하면서 사용하였다.

### 3. 된장 제조

본 실험에 사용된 된장은 당 연구원에서 Table 2-1과 같이 100 kg을 직접 제조하였다. 즉, 콩된장은 그림 2-1과 같이 제조하였고 vitamin C와 Fe는 처리구에 따라 각각 0.1%씩 첨가하였다.

표 2-1. 된장 제조를 위한 원부재료 혼합비

Parameters	Soybean	Wheat flour	NaCl	Vitamin C	Fe	Water	Total
Soybean <i>Doenjang</i>	63.6	-	13.6	0.5	0.5	21.8	100
Soybean Wheat flour <i>Doenjang</i>	43.2	20.3	13.6	0.5	0.5	21.9	100



#### 4. 표면색도 측정

각 시료의 표면색깔은 chromatomete를 이용하여 시료의 색깔을 측정하여 국제조명위원회(ICA)에서 공용되는 commissin internationale de 1, Eclairage 표면법인 Y(밝기), x(적색도) 및 y(황색도)값으로 나타내었으며, OD(흡광도)는 분광광도계로 230nm, 420nm 및 490nm에서 측정한 값에 회석배수를 곱하였다.

#### 5. 육안에 의한 색의 기호도 조사 및 self-life 예측

육안에 의한 색의 기호도 조사는 panel number 10명으로 하여금 Hedonic scale method를 이용하여 7점(가장 좋다), 6점(조금 더 좋다), 5점(조금 좋다), 4점(좋지도 나쁘지도 않다), 3점(조금 나쁘다), 2점(조금 더 나쁘다), 1점(가장 나쁘다)으로 표시하는 7점법으로 표시하였고 기호도 한계치는 4점으로 하였으며, 탈산소제, 무백비타-C 및 멀티포스첨가 실험에서는 상층부의 색 및 전체 표면색을 매우 좋다는 - 및 0점, 좋다는 + 및 30점, 보통이다는 ++ 및 60점, 나쁘다는 +++ 및 90점, 그리고 매우 나쁘다는 ++++ 및 120점으로 하였다.

Self-life 예측은 20℃와 30℃에서의 종합적 기호도 즉, 20℃에서의 저장한계기간을 30℃에서의 저장한계기간으로 나눈 값을 구하여 Q10으로 하여 다음과 같은 식에 준하여 저장한계기간을 예측하였다.

$$\text{Self-life(days)} = 20^\circ\text{C에서의 저장한계기간(일)} \times Q_{10}^{a/b}$$

(a: 20 - 예측코자하는 온도, b; 10℃상승요인 상수인 10)

#### 6. 숙성 중 색의 변화

된장을 그림 2-1과 같이 제조한 후 실온에서 30일간 숙성시키면서 3일 간격으로 시료를 채취하여 표면색도, 수용성 색소와 지용성 색소를 추출하여 색의 변화를 조사하였으며 실온에서 30일간 숙성시킨 후 질소치환, 금속첨가, 갈변억제제를 첨가하여 포장한 것을 10, 20, 30, 40, 50℃로 각 온도별, 광선이 있는 곳과 없는 곳에 저장하면서 표면색도의 변화를 조사하였다.

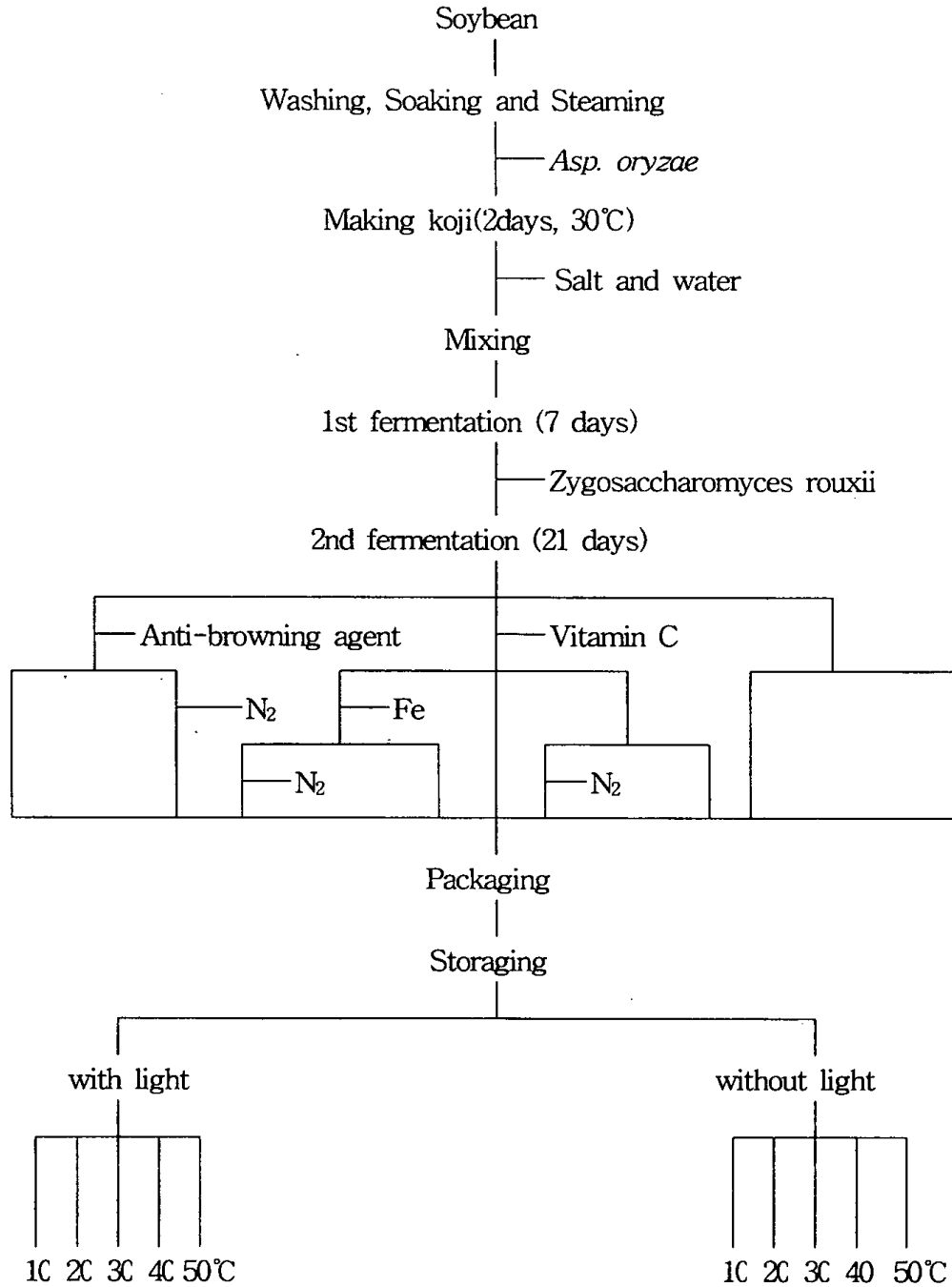


그림 2-1. 처리구별 콩된장 제조 공정

### 7. 포장재 및 보관방법

탈산소제, 멀티포스 및 무백비타-C의 단독 및 병행 첨가실험에 PET(외경; 4.5cm, 높이; 8cm, 두께; 0.1mm, 산소투과량; 50cc/m<sup>2</sup>.day.atm(22°C, 65% RH)

에 된장 5g씩을 충전하여 37℃에서 2개월간 저장하면서 분석용 시료로 사용하였다. 단, 탈산소제는 포장재의 뚜껑 내부에 떨어지지 않도록 테이프로 부착시켰다.

#### 8. Glucose-lysine system model에서의 갈변억제

Glucose (0.1 M)-lysine (0.1 M)-FeCl<sub>2</sub> (0.2 mM) model 반응액에 갈변억제제로는 cysteine (2, 5 mM), glutathione (2, 5 mM), sodium sulfite (2, 5 mM), tripolyphosphate (2, 5 mM), citric acid (20, 50 mM) 및 oxalic acid (20, 50 mM)를 첨가하여 50℃의 block heater에서 48시간 가열하여 시료를 조제하였다. 그리고 N<sub>2</sub> gas를 충전하거나 그대로 하여 30℃에서 4주간 저장시의 갈변억제율의 변화를 측정하였다. 갈변억제율은 420 nm에서의 흡광도를 측정하여 다음과 같이 구하였다. 갈변억제율(%)=100-[(억제제첨가시료의 OD치/control의 OD치)x100]

### 제3절 연구결과 및 고찰

#### 1. 시판된장의 색도

시중에서 구입한 10종의 시판된장을 30℃ 항온기에 30일간 보관하면서 일정 시간마다 시료를 채취하여 표면색의 변화를 측정한 결과는 표 2-2와 같다. 30℃에서 저장하는 동안 저장기간이 증가함에 따라 저장초기의 색에 비해 L (밝은 색), a (붉은 색), b (노란색)의 값이 변하여 밝은 색에서 점차 검은 색으로 변해가는 것을 볼 수 있었다. 특히 장류제조업체에서 제조된 지 60일, 150일, 300일, 600일된 제품 (시료번호 5, 6, 7, 8)의 초기 값의 경우 L값은 각각 56.42, 30.01, 25.25, 23.82로 제조 후 300일까지 급격히 낮아지고 있으며 a값은 12.36, 10.26, 7.29, 4.72로 제조된 시간이 경과할수록 값이 감소하고 있고 b값은 27.41, 10.24, 2.89, -0.15로 제조된 시간이 경과할수록 값이 급격히 감소되고 있으며 특히 300일까지 값이 급격히 감소하고 있는 것을 볼 수 있었다. 또한  $\Delta E$ 의 값은 63.93, 33.33, 26.45, 24.43으로 L, a, b의 값과 같은 경향으로 급격히 감소하고 있는 것을 볼 수 있었다. 이와 같이 제조된 후 일정시간까지 밝은 색에서 검은 색으로 급격히 변하고 이후 색의 변화는 완만히 진행되는 것으로 나타났다.

표 2-2. 시판된장의 30℃ 저장 중 색도 변화

Sample No	L			a			b			$\Delta E$		
	initial	15days	30days	initial	15days	30days	initial	15days	30days	initial	15days	30days
1	45.79	40.82	34.03	8.56	8.54	8.58	20.63	19.20	13.38	51.83	45.91	37.56
2	47.06	28.47	23.64	12.49	8.43	5.90	25.52	7.55	5.01	54.98	30.64	24.87
3	42.00	31.75	25.10	11.34	10.31	6.53	22.02	13.59	3.22	48.30	36.04	26.13
4	43.44	31.04	25.17	10.71	10.41	6.50	22.38	11.90	2.94	50.09	34.83	26.16
5	56.42	43.22	32.60	12.36	9.23	8.73	27.41	22.53	11.97	63.93	49.60	35.78
6	30.01	24.21	22.14	10.26	7.62	4.84	10.24	4.54	-0.40	33.33	25.78	22.66
7	25.25	22.17	20.73	7.29	6.16	4.99	2.89	1.28	-0.75	26.45	23.05	21.34
8	23.82	20.58	21.97	4.72	3.63	3.41	-0.15	-1.36	-1.90	24.43	20.94	22.31
9	55.48	45.15	34.64	5.36	8.30	9.18	26.33	23.02	14.91	61.65	51.35	38.81
10	51.39	34.26	24.09	8.74	10.56	6.22	28.16	15.41	2.17	59.25	39.02	24.97

## 2. 저장 중 된장의 색도변화

된장을 제조한 후 30일 동안 숙성시킨 후 산소에 의한 영향, 금속(Fe)에 의한 영향, 빛에 의한 영향을 조사하였다.

### 가. 산소에 의한 영향

된장을 제조하여 숙성시킨 다음 산소를 질소로 치환시킨 후(용존 산소량 5% 이하) 포장하여 30℃에서 30일간 저장시키면서 시료를 채취하여 표면 색도의 변화를 측정된 결과 표 3과 같다. 이때 질소로 치환하지 않은 된장을 대조구로 사용하였다.

표 2-3과 같이 산소의 존재 유무에 관계없이 저장초기 값에 비해 갈변이 진행되고 있는 것을 볼 수 있었으나 산소가 없는 경우 산소가 있는 경우보다 갈변이 억제되었다. 특히 밝은 색은 산소가 없는 경우와 있는 경우를 비교해 볼 때 산소가 없는 경우 평균 9.7% 감소한 반면 산소가 있는 경우 평균 11.6%로 산소가 없는 경우가 산소가 있는 경우보다 갈색의 진행정도를 평균 16.8% 억제하고 있는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 本籐이 된장을 공기 중에 방치하면 된장의 갈변이 촉진되고 好井이 실온에서는 산소에 의해 갈변이 촉진되며 박 등이 호기적 조건이 혐기적 조건에서 보다 약 2.5배 갈변이 촉진된다는 결과들과 일치하고 있다.

표 2-3. 처리구별 콩된장의 30℃ 저장 중 색도 변화

Parameter	L			a			b			△E			
	0	15days	30days	0	15day	30days	0	15day	30days	0	15day	30days	
With O <sub>2</sub>	A	55.91	56.80	50.99	4.60	5.07	7.09	23.53	28.25	25.69	60.83	63.64	57.53
	B	53.66	48.15	45.94	5.89	7.36	8.76	24.84	21.82	23.47	59.42	53.38	52.33
Without O <sub>2</sub>	A	55.91	56.69	52.46	4.60	5.19	6.60	23.53	27.76	25.99	60.83	63.33	59.92
	B	53.66	49.98	46.59	5.89	7.91	8.86	24.84	24.68	23.06	59.42	56.30	52.73

A : Doenjang prepared with soybean incubated *Aspergillus oryzae* K-1

B : Doenjang prepared with soybean incubated *Aspergillus oryzae* K-18

### 나. 금속이온에 의한 영향

금속에 의한 된장의 갈변도를 측정하기 위하여 30일간 숙성시킨 후 금속인자로 Fe를 첨가하여 포장한 후 30℃에서 30일간 저장하면서 표면 색도 변화를 측정된 결과는 표 2-4와 같다. 표에서 보는 바와 같이 대조구에 비해 Fe가 첨가된 처리구는 저장 30일 동안 갈변이 상당히 진행된 것을 볼 수 있어 된장의

갈변에 크게 영향을 미치는 인자는 Fe와 같은 금속이온이라고 사료된다. 이와 같이 철에 의해 착색물질이 생성되는 것은 철에 의해 적갈색의 ferrychrichin 이 생성되었기 때문이다.

이와 같은 결과는 철에 의해 갈변이 촉진된다는 好井의 보고와 일치하고 있다.

표 2-4. 철이온이 처리구별 콩된장의 30℃ 저장 중 색도에 미치는 영향

Parameter	L			a			b			ΔE			
	0	15days	30days	0	15day	30days	0	15day	30days	0	15day	30days	
With O <sub>2</sub> (control)	A	55.91	56.80	50.99	4.60	5.07	7.09	23.53	28.25	25.69	60.83	63.64	57.53
	B	53.66	48.15	45.94	5.89	7.36	8.76	24.84	21.82	23.47	59.42	53.38	52.33
With O <sub>2</sub> ,Fe	A	55.91	37.44	32.74	4.60	4.65	5.11	23.53	11.97	9.11	60.83	35.59	34.37
	B	53.66	33.45	32.09	5.89	4.62	4.75	24.84	8.56	8.43	59.42	34.84	33.52
With N <sub>2</sub> ,Fe	A	55.91	38.32	33.41	4.60	4.38	4.65	23.53	10.21	9.21	60.83	39.90	34.97
	B	53.66	33.84	32.07	5.89	4.99	4.99	24.84	9.81	8.69	59.42	35.58	33.60

A : Doenjang prepared with soybean incubated *Asp. oryzae* K-1

B : Doenjang prepared with soybean incubated *Asp. oryzae* K-18

#### 다. 빛에 의한 영향

광선에 의한 된장의 갈변도를 측정하기 위하여 *Asp. oryzae* K-1로 제조한 된장을 30일간 숙성시킨 후 포장하여 30℃에서 광선을 쬐이면서 30일간 저장하면서 표면 색도 변화를 측정한 결과 표 2-5와 같이 저장 15일까지 빛에 의한 갈변이 촉진되는 것을 볼 수 있었다.

표 2-5. 빛의 조사가 처리구별 콩된장의 30℃ 저장 중 색도에 미치는 영향

Parameter	Li ghl	L			a			b			ΔE			
		0	15days	30days	0	15day	30days	0	15day	30days	0	15day	30days	
With O <sub>2</sub>	A	+	55.91	53.06	49.31	4.60	6.19	7.32	23.53	25.97	24.32	60.83	59.40	55.47
		-	55.91	56.80	50.99	4.60	5.07	7.09	23.53	28.25	25.69	60.83	63.64	57.53
With N <sub>2</sub>	A	+	55.91	53.78	50.35	4.60	5.65	5.80	23.53	26.12	23.76	60.83	60.05	55.98
		-	55.91	56.69	52.46	4.60	5.19	6.60	23.53	27.76	25.99	60.83	63.33	58.92

A : Doenjang prepared with soybean incubated *Asp. oryzae* K-1

### 3. 솔비톨, 탈산소제, 무백비타-C 및 멀티포스 첨가효과

솔비톨은 철 및 구리이온과 chelate 됨으로서 대두의 산화를 방지하는 효과가 있는 것으로 알려져 이를 첨가한 된장의 L, a, b 값을 측정하여 갈변의 억제 여부를 조사한 결과, 무첨가구 간의 차이는 검출되지 않았다.

된장에 탈산소제, 멀티포스 0.2, 0.3, 0.4% 또는 무백비타-C 0.2, 0.3, 0.4%되게 첨가하여 PET병에 50g을 충전하고 캡핑하여 37℃에서 6주간 저장한 후 상층부의 육안관찰 및 30일 후의 표면색도를 측정한 결과는 표 2-6 및 그림 2-2와 같다.

육안관찰에 의한 된장의 상층부 표면색과 전체 표면색의 변화는 대조구는 37℃ 저장 1주만에 상층부 표면에 갈색링이 형성되면서 4주째 상품가치를 상실하였으며, 전체 표면색은 3주째까지 상품가치를 유지하였다. 탈산소제 처리구는 상층부의 갈색링이 3주째 형성되었으며, 전체 표면색은 5주까지 상품가치를 유지하였다. 무백비타-C 첨가구는 상층부 표면색이 농도에 관계없이 3주째부터 표면에서 갈색링이 형성되기 시작하였다. 이는 아스코르브산 등이 공기와 먼저 산화되면서 dehydroascorbate로 변화되어 갈색링이 형성되는 것으로 생각된다. 멀티포스 첨가구는 5주까지 그의 전체 표면색은 상품가치를 유지하였으나 상층부 표면색은 무백비타-C 처리구와 마찬가지로 3주째 암적색의 갈색링을 형성하였다.

Chromatometer에 의한 표면색 중 밝기인 Y(%)값의 변환은 초기 10.06이던 것이 37℃, 30일 저장 후 대조구는 5.77, 탈산소제 첨가구는 5.97, 멀티포스 0.2% 첨가구는 6.07, 0.3% 첨가구는 6.39, 0.4% 첨가구는 7.21, 무백비타-C 0.2% 첨가구는 5.85, 0.3% 첨가구는 5.98 및 0.4% 첨가구는 6.01을 나타내었으며, 대조구의 Y(%)가 4.29로 감소한데 비해 탈산소제는 4.09로 대조구 보다 0.20이 높았다.

무백비타-C와 멀티포스 첨가구는 첨가농도가 높아질수록 Y(%)가 증가되었으며, 이 중에서도 가장 Y(%)가 높은 것은 멀티포스 0.4% 첨가구였다. 이는 멀티포스 중의 인산염이 된장 중의 금속이온을 봉쇄하여 철 이온과 아미노산의 반응에 의한 농색화 현상을 막았으며, 무백비타-C 중의 아스코르빈산이 된장 조직 내에 존재하는 용존산소와 결합하여 자신이 먼저 산화되어 dehydroascorbate로 되면서 당과 아미노산의 갈변반응을 억제하는 것으로 사료된다.

따라서 첨가물 단독으로는 상층부 표면색과 내부의 표면색의 갈변을 동시에 개선시키기는 어려운 것으로 판단되어 육안측정에 의한 상층부의 표면색이 거의 6주 째까지 유지되는 탈산소제 첨가구와 저장 30일 후에 크로마토메타에 의해 밝혀진 멀티포스 0.4% 및 무백비타-C 0.4%를 복합 첨가하면 갈변 억제 효과가 높아질 것으로 판단되어 다음과 같이 복합첨가 실험을 행하였다.

표 2-6. 각종 첨가제가 콩된장의 37℃ 저장 중 갈변억제에 미치는 영향

Treat- ment	Weeks Layer	1		2		3		4		5		6	
		U	T	U	T	U	T	U	T	U	T	U	T
Blank		+	20	++	40	++	70	+++	90	+++	100	++++	110
Ageless		±	25	±	50	+	60	+	90	++	100	+++	110
Mubagvita-C 0.2%		+	18	++	40	+++	70	+++	90	+++	100	++++	110
Mubagvita-C 0.3%		+	15	++	35	+++	68	+++	88	+++	100	+++	110
Mubagvita-C 0.4%		+	10	++	30	+++	65	+++	87	+++	99	+++	110
Multiphos 0.2%		+	17	++	35	+++	65	+++	86	+++	98	+++	105
Multiphos 0.3%		+	16	++	32	+++	63	+++	84	+++	95	+++	102
Multiphos 0.4%		+	15	++	30	+++	60	+++	80	+++	90	+++	100

U: upper layer, T: total layer



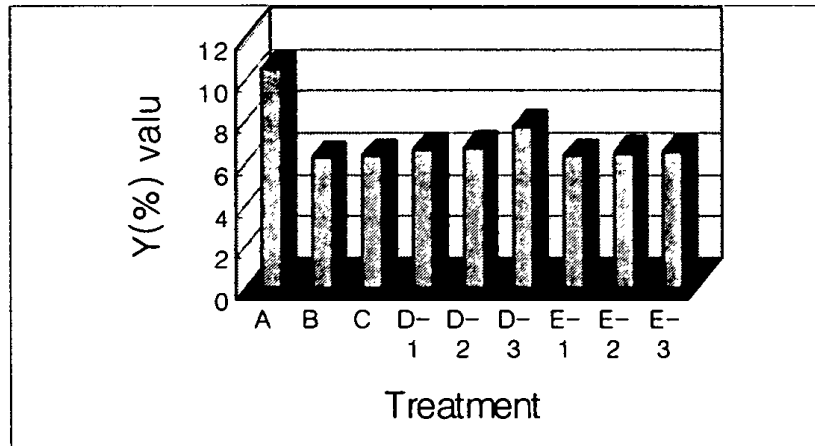


그림 2-2. 각종 첨가제가 콩된장의 37°C 저장 중 표면색도에 미치는 영향

A: Before storage, B: No additives, C: Ageless added, D-1: 0.2% Multiphos added, D-2: 0.3 Multiphos added, D-3: 0.4% Multiphos added, E-1: 0.2% Mubagvita-C added, E-2: 0.3% Mubagvita-C added, E-3: 0.4% Mubagvita-C added

된장에 탈산소제, 탈산소제와 멀티포스 0.4% 또는 탈산소제와 무백비타-C 0.4%를 첨가하여 PET병에 50g씩을 충전하고 밀봉하여 37°C에서 6주간 저장하는 동안 상층부의 육안관찰 및 30일 후의 표면색도를 크로마토메타로 측정 한 결과는 표 2-7 및 그림 2-3과 같다.

된장 상층부의 육안측정의 경우 대조구는 37°C 저장 1주만에 갈색링을 형성하여 저장기간 3주째 암적갈색의 링을 형성하면서 전체 색이 변화되어 4주째 상품가치를 상실하였다. 탈산소제 첨가구는 5주째 갈색 링이 짙어져 6주째 상품가치를 상실하였고, 탈산소제와 무백비타-C 0.4% 첨가구는 상층부의 갈색링 형성은 미약하였으나 상품가치 상실은 6주째 이었으며, 탈산소제와 멀티포스 0.4% 첨가구는 6주째 약하게 갈색 링이 형성되었으나 상품가치는 상실되지 않았다.

한편, 크로마토메타에 의한 된장의 표면색도는 대조구의 Y(%)가 5.72인데 비해 탈산소제, 탈산소제와 멀티포스 0.4% 첨가구 및 탈산소제와 무백비타-C 0.4% 첨가구는 각각 7.22, 7.45 및 7.83로 색상이 밝았다. 이는 탈산소제인 철분이 된장 용기중의 산소를 흡수하여 된장표면이 산소와 접촉을 하지 못하게 함과 동시에 멀티포스 중의 인산염이 된장 중의 금속이온을 봉쇄하여 철 이온과 아미노산의 반응에 의한 농색화 현상을 막았으며, 무백비타-C 중의 아스코

르브산이 된장 조직 내에 존재하여 용존산소와 결합하여 자신이 먼저 산화되어 dehydroascobate로 되면서 당과 아미노산의 갈변반응을 억제하는 것으로 생각된다.

따라서 소비자들에게 구매 거부작용을 불러일으키는 갈색 링 형성의 억제효과는 탈산소제 첨가구가 1주, 탈산소제와 무백비타-C 0.4% 첨가구는 4주 정도로 추측된다. 이를 27°C 저장조건으로 하로 Q<sub>10</sub>을 3으로 하여 환산하면 각각 1개월, 3개월, 4개월 정도의 갈변 억제효과가 있는 것으로 생각된다.

표 2-7. 각종 첨가제가 콩된장의 37°C 저장 중 색깔에 미치는 영향

Treat- ment	Weeks Layer	1		2		3		4		5		6	
		U	T	U	T	U	T	U	T	U	T	U	T
A		+	30	++	40	++	70	+++	90	+++	100	++++	110
B		-	25	±	50	+	60	+	90	++	100	++	110
C		-	10	-	40	-	70	+	90	+	100	++	110
D		-	5	-	35	-	68	-	88	±	100	+	110

A: No additives, B: Ageless added, C: Ageless + 0.4% mubagvita-C added, D: Ageless + 0.4% multiphos added, U: upper layer, T: total layer

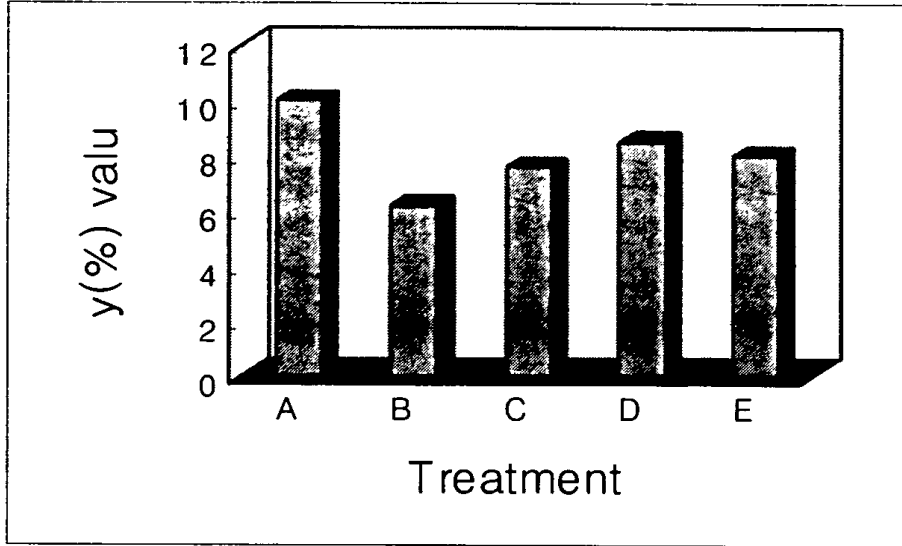


그림 2-3. 각종 첨가제가 콩된장의 37°C 저장 중 표면색도에 미치는 영향  
 A: Before storage, B: No additives, C: Ageless added, D: Ageless + 0.4% Multiphos added, E: Ageless + 0.4% Mubagvita-C added

#### 4. 아미노-카보닐반응 모델계에서의 갈변도

된장의 model로서 5종의 당과 12종의 아미노산을 조합시켜 60종의 반응조건을 설정하였다. 즉, 당은 glucose, fructose, xylose, arabinose 및 maltose를, 아미노산은 Asp, Glu, Ala, Leu, Ile, Val, Lys, Pro, Ser, Arg, His 및 Phe를 선정하였다. 반응액은 당과 아미노산을 각각 0.1M의 농도로 하여 1M citrate-phosphate buffer(pH 6.50)에 용해하여 조제하였다. Buffer의 pH는 전통식 된장의 pH범위로, 또한 농도는 된장과 같이 저장시에도 pH가 크게 저하되지 않는 완충능을 갖는 농도인 1M로 하였다. 반응조건은 반응액 10 ml를 screw cap시험관(25 x 200 mm)에 넣어 1, 2, 3, 4, 5, 6 및 12 hr동안 100°C의 block heater에서 반응시켰다. 반응액은 반응직후 냉수 중에 냉각시킨 후, 갈변도(color intensity : 420 nm에서의 흡광도)를 측정하였다.

그림 2-4에 3시간 반응시의 60조건 of 갈변도를 나타내었다. 당에 따라 갈변도의 차이가 보여졌는데, fructose 및 maltose계 melanoidin은 갈변도가 낮은 데 비해, xylose 및 arabinose계 melanoidin은 높은 경향으로 나타났으며, glucose계는 중간정도의 갈변도를 보였다. 이들 결과는 일반적으로 glucose가 fructose보다, 그리고 단당류가 이당류 보다 반응성이 크다는 보고와 일치하였다. 한편, glucose는 된장의 주된 당으로 보고되어, 실제 된장의 갈변에 기여하는 당은 glucose로 추측된다. 아미노산별 갈변도의 차이도 큰 것으로 나타났는

데, Lys 및 Arg이 가장 갈변도가 높았고, Pro 및 Ser은 가장 낮았다. 다음은 갈변도가 높거나 된장중의 함량이 많은 당과 아미노산을 선정하여 이들 당과 아미노산을 조합한 조건을 반응조건으로 하여 이하의 실험을 실시하였다. 즉, glucose에 Lys, Arg, Glu, Asp, Ala, Val, Ile, Phe의 아미노산을 조합하여 9종의 melanoidin을 조제하였다. 그림 2-5에는 이들 melanoidin의 가열시간에 따른 착색도의 변화를 나타내었다. 그 결과 Asp, Glu과 같이 산성 아미노산계 melanoidin에서는 가열시간이 증가함에 따라 갈변도도 증가하였으나, Arg, Lys 과 같은 염기성 아미노산계의 경우는 그다지 변화하지 않았다.

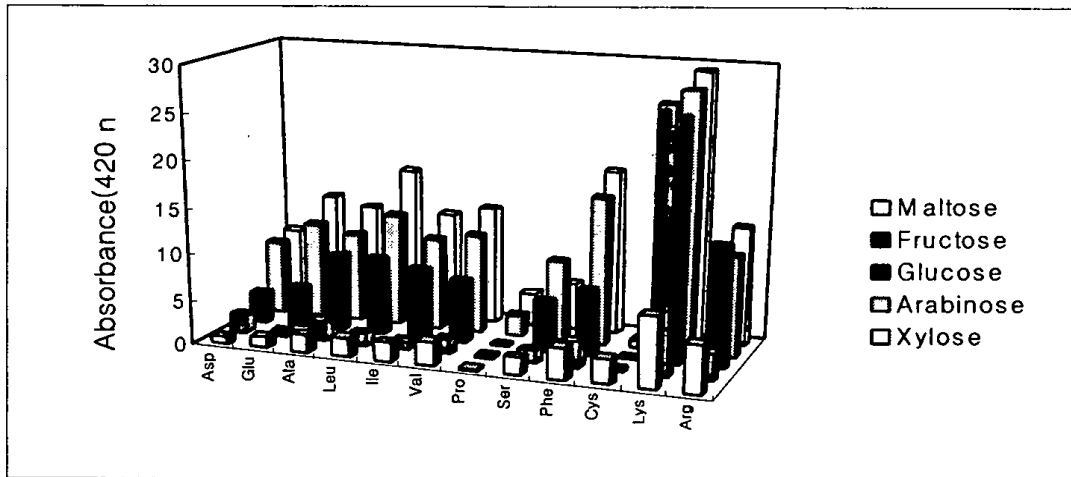


그림 2-4. 3시간 반응시의 60조건의 color intensity

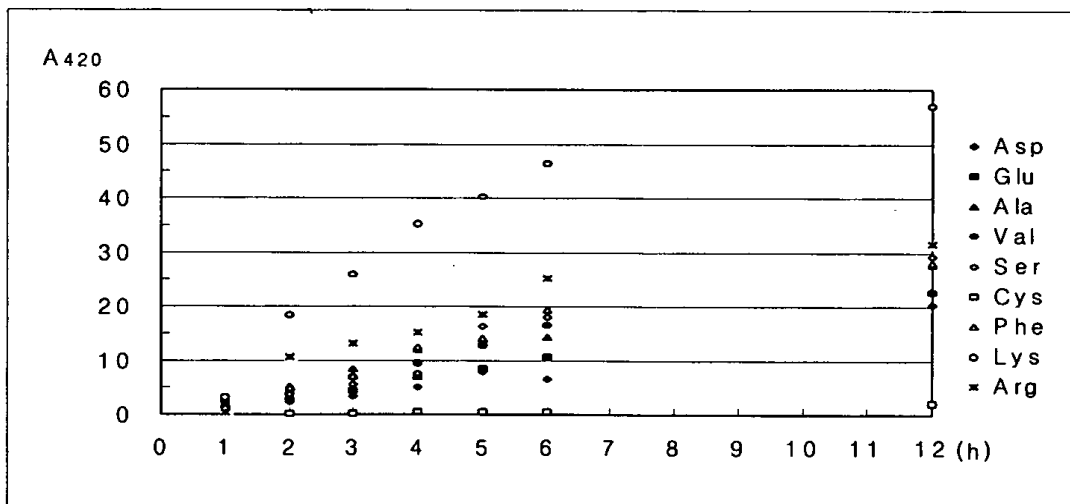


그림 2-5. Glucose계 melanoidin의 반응시간별 color intensity

### 5. 아미노-카보닐반응 모델계에서의 금속이온에 의한 갈변촉진도

한편, 된장의 저장 중 발생하는 착색현상은 금속이온에 의해 더욱 촉진되는 것으로 추측된다. 물에 함유되어 있는 Fe, Cu, Ca, Al, Mn 등의 금속이온은 된장의 제조 및 가공 중 된장 중에 혼입된다. 이에 이들 금속 이온에 의한 갈변의 촉진정도를 알아보기 위해 대표적으로 Fe, Cu를 선정, 갈변도 측정과 동일한 9종의 반응액에 0.2mM의 농도로 첨가, 동일조건에서 3시간 가열 후, 흡광도(A420)를 측정하였다. 그리고 Ca이온은 mineral이면서 갈변을 억제하였다는 보고에 따라 동일 농도로 첨가하여 비교하였다.

그 결과 Fe 및 Cu를 첨가시 산성아미노산계 melanoidin의 갈변은 control(Fe, Cu 및 Ca 무첨가군)에 비해 40%나 증가하는 것으로 나타났으나, Lys 및 Arg는 그다지 변화하지 않아, 아미노산별 금속과의 반응이 다른 것으로 나타났다(그림 2-6). 그러나 Ca첨가결과는 보고와는 달리 갈변도가 증가하였다.

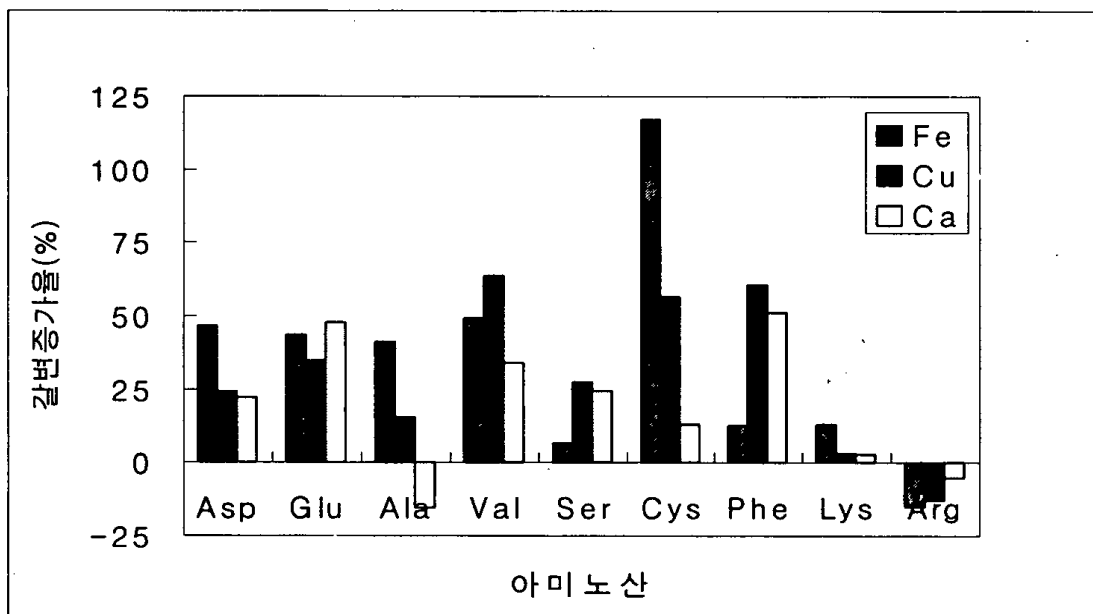


그림 2-6. 아미노-카보닐반응 모델계에서 갈변도에 미치는 금속이온의 영향  
 ※ 금속이온 무첨가구의 갈변율을 100으로 산정한 경우의 상대적 갈변율

### 6. 아미노-카보닐반응 모델계에서의 금속chelator에 의한 갈변억제

다음은 이들 금속이온에 의한 갈변촉진을 최소화하기 위해 금속 chelate능을 갖는 물질을 첨가해 갈변억제정도를 비교해 보았다. Chelator로는 phytic acid, oxalic acid, citric acid, EDTA의 4종을 선정하였다. 이를 위해 위의 결과에서

가장 금속에 의해 갈변이 촉진되었고, 콩 중에서의 함량도 가장 많은 glutamic acid를 선정, glucose(0.1M)- glutamic acid(0.1M)-FeCl<sub>2</sub>(0.2mM) 반응액에 chelator는 2, 5, 20mM로 첨가하여 50℃의 block heater에서 48hr 가열 후 흡광도(A420)를 측정하였다.

그 결과, phytic acid>oxalic acid>citric acid 순으로 갈변이 억제되었다(표 2-8). 3종의 유기산은 20mM 사용시 갈변이 50%정도 억제되었다. 한편 이 같은 결과는 유기산 첨가에 따라 금속이온도 chelate되고, 반응액의 pH가 저하함에 따라 amino-carbonyl 반응도 억제되었기 때문인 것으로 사려된다. 또한, EDTA는 널리 사용되는 chelator이나, 갈변은 오히려 촉진된 것으로 나타나 amino-carbonyl 반응 model액이나 된장에서의 갈변억제제로는 부적당한 것으로 사려된다. 이들 첨가물의 농도는 반응액의 농도가 실제 식품의 당과 아미노산의 농도의 10배인 점을 감안하면 실제 된장 중에 첨가할 경우는 이보다 낮은 농도로 첨가해도 효과적일 것으로 예상된다.

표 2-8. 아미노-카보닐반응 모델계에서 금속chelator에 의한 갈변억제 비교

Chelator mM	Phytic acid	Oxalic acid	Citric acid	EDTA
2	81.24	80.07	79.35	113.47
5	73.50	71.74	74.54	118.94
20	46.48	48.87	52.44	113.76

※ Chelator 무첨가구의 갈변율을 100으로 산정한 경우의 상대적 갈변율

#### 7. Glucose-lysine model system에서의 갈변억제

Glucose(0.1 M)-lysine(0.1 M)-FeCl<sub>2</sub>(0.2 mM) model 반응액에 갈변억제제로 cysteine(2, 5 mM), glutathione(2, 5 mM), sodium sulfite(2, 5 mM), tripolyphosphate(2, 5 mM), citric acid(20, 50 mM) 및 oxalic acid(20, 50 mM)를 첨가하여 50℃의 block heater에서 48시간 가열하여 시료를 조제하였다. 그리고 N<sub>2</sub> gas를 충전하거나 그대로 하여 30℃에서 4주간 저장시의 갈변억제율의 변화를 측정하였다.

그 결과 반응직후의 초기 갈변억제율은 sodium sulfite 5 mM 첨가시 82%나 억제되어 가장 높았으며, cysteine과 glutathione을 5 mM 첨가시도 이와 유사하게 높은 갈변억제율을 나타냈다. 한편 citric acid와 oxalic acid 50 mM을 첨가시 억제율은 각각 56%와 51%였다. 따라서 초기 갈변억제율은 sodium

sulfite, cysteine, glutathione>citric acid, oxalic acid>tripolyphosphate의 순으로 나타났다 (표 2-9). 한편 저장시간이 증가함에 따라 갈변억제율은 감소하여 4주 후의 갈변억제율은 N<sub>2</sub> gas 처리군과 비처리군에 큰 차이는 나타나지 않았다. 따라서 lysine system에 있어서의 N<sub>2</sub> gas 처리효과는 크지 않을 것으로 사려되었다. 그러나 N<sub>2</sub> gas 처리군의 갈변억제율은 천천히 감소하는 경향을 보였으나, 비처리군은 저장 1주만에 급감하였다 (그림 2-7). 4주 저장 후에는 citric acid를 50 mM 첨가하였을 때 36%로 가장 높은 갈변억제율을 나타내었다. 갈변억제효과는 citric acid, oxalic acid>tripolyphosphate>sodium sulfite, glutathione, cysteine의 순으로, 조제직후 가장 높은 갈변억제율을 보였던 함황 화합물은 오히려 갈변을 촉진하였다. 이 결과로부터 citric acid는 갈변억제에 가장 효과적이고, 또한 첨가물로서의 사용기준이 없이 널리 사용 가능하므로 된장의 갈변억제제로 유용할 것으로 사려된다.

표 2-9. Glucose-lysine model system에서의 초기 갈변억제율

Antibrowning agent	Antibrowning capacity (%)
Cysteine 5 mM	79.61±1.28 <sup>hi</sup>
Cysteine 2 mM	57.97±3.87 <sup>g</sup>
Glutathione 5 mM	76.21±1.26 <sup>h</sup>
Glutathione 2 mM	48.00±2.02 <sup>e</sup>
Sodium sulfite 5 mM	82.68±2.27 <sup>i</sup>
Sodium sulfite 2 mM	40.82±5.54 <sup>d</sup>
Tripolyphosphate 5 mM	28.98±0.69 <sup>c</sup>
Tripolyphosphate 2 mM	22.74±0.52 <sup>ab</sup>
Citric acid 50 mM	56.02±0.82 <sup>fg</sup>
Citric acid 5 mM	19.63±0.20 <sup>a</sup>
Oxalic acid 50 mM	51.78±3.66 <sup>ef</sup>
Oxalic acid 5 mM	25.61±3.65 <sup>bc</sup>

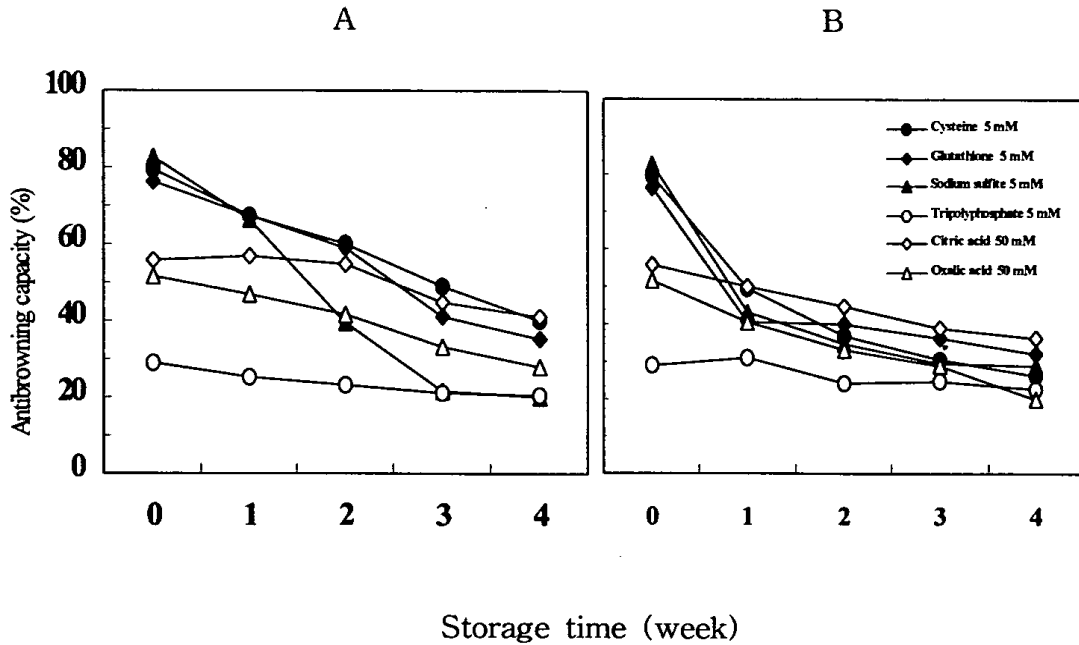


그림 2-7. Glucose-lysine model system에서의 질소처리에 의한 갈변억제율 (30°C, 4주 저장). A; under N<sub>2</sub> gas, B; under air.

#### 8. Phenolic acid가 갈변억제에 미치는 영향

앞에서의 결과와 같이 lysine의 갈변반응성이 매우 높기 때문에 lysine과 관련한 갈변화합물의 생성억제는 어려운 것으로 사려되었다. 이에 갈변억제율을 보다 증가시키기 위하여 phenolic acid를 첨가하여 보았다. 5종의 phenolic acid (cinnamic acid, ferulic acid, hydroxybenzoic acid, syringic acid, vanillic acid)를 citric acid 50 mM 함유한 반응액에 각각 10 mM과 10  $\mu$ M이 되도록 첨가하여 1)과 동일하게 조제한 후, 30°C에서 4주간 저장시의 갈변억제율을 측정하였다.

그 결과, 4주 후 phenolic acid첨가군의 갈변억제율은 무첨가군보다 10~15% 증가하였다. 그러나 phenolic acid의 종류 및 농도에 따른 차이는 보이지 않았다 (표 2-10).



표 2-10. Glucose-lysine model계에서 phenolic acid가 갈변억제에 미치는 영향

	Antibrowning capacity (%)	
	0 week	4 week
Cinnamic acid 10 mM	57.02±3.36a	47.10±3.16a
Ferulic acid 10 mM	59.29±1.63a	49.47±1.39a
Hydroxybenzoic acid 10 mM	57.20±2.32a	48.86±2.56a
Syringic acid 10 mM	57.53±1.45a	45.25±3.09a
Vanillic acid 10 mM	59.82±2.71a	51.05±0.53a
Cinnamic acid 10 µM	56.62±5.51a	47.97±2.87a
Ferulic acid 10 µM	58.63±0.66a	49.47±1.39a
Hydroxybenzoic acid 10 µM	55.67±1.50a	46.08±0.87a
Syringic acid 10 µM	58.39±2.34a	49.49±1.37a
Vanillic acid 10 µM	54.85±0.66a	47.43±0.65a
Citric acid 50 mM	56.02±0.82a	36.09±4.41b

Values are expressed as mean±standard deviation (n=2).

<sup>a-b</sup>Means with the different letters in the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

#### 9. 된장의 물추출액에서의 갈변억제

된장의 물추출액은 된장 중량의 10배 량의 증류수를 가해 10000 rpm에서 20분간 원심분리한 상등액을 사용하였다. 여기에 model계와 동일한 갈변억제제를 첨가한 후 50℃의 block heater에서 3일간 가열하였다.

그 결과 50 mM의 oxalic acid, citric acid를 된장 물추출액에 첨가 시, 갈변억제율은 12시간 반응시의 초기 억제율이 각각 24, 27%로 나타났으며 반응시간에 따른 억제율의 변화는 거의 없었다. Tripolyphosphate, sodium sulfite, cysteine 및 glutathione은 반응시간이 증가함에 따라 감소하였다 (표 2-11). 그림 2-8은 12시간 반응물의 사진을 나타낸 것이다. 이는 상기의 lysine system model의 결과와 유사하므로 된장의 갈변은 lysine이 크게 영향을 미치는 것으로 사려되었다.

표 2-11. 갈변억제제가 된장 물추출액의 갈변억제에 미치는 효과(50°C 저장)

	Antibrowning capacity (%)			
	12 h	24 h	48 h	72 h
Cysteine 5 mM	-13.04	-27.19	-28.40	-29.23
Cysteine 2 mM	-6.52	-11.11	-12.20	-13.43
Glutathione 5 mM	0.44	-14.01	-17.80	-21.15
Glutathione 2 mM	2.83	-9.41	-15.40	-17.73
Sodium sulfite 5 mM	32.00	33.89	24.80	5.96
Sodium sulfite 2 mM	26.09	21.13	20.00	3.85
Triphosphate 5 mM	8.70	3.56	-3.60	-5.77
Triphosphate 2 mM	9.79	2.93	-4.60	-9.42
Citric acid 50 mM	24.35	21.28	22.00	20.00
Citric acid 20 mM	20.44	21.55	20.20	19.25
Oxalic acid 50 mM	27.00	25.48	24.60	24.85
Oxalic acid 20 mM	26.09	24.34	23.40	23.08

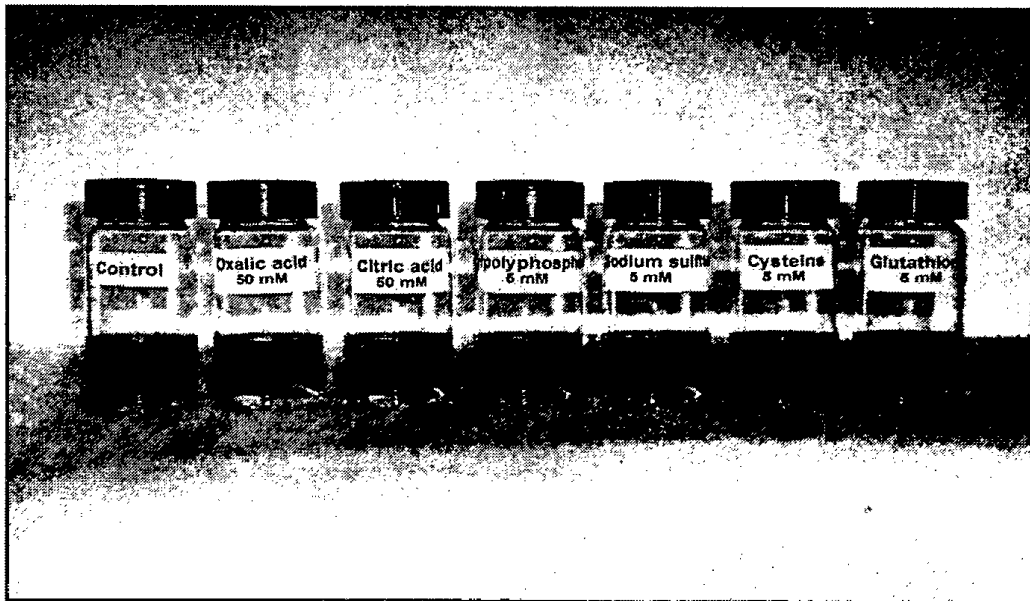


그림 2-8. 갈변억제제가 된장 물추출액의 갈변억제에 미치는 효과(50°C, 12시간 반응)

#### 10. 갈변억제제를 첨가한 된장의 색도

가속화 실험을 위해 37℃에서 4주간 숙성시키면서 된장표면과 내부의 색도를 측정하였다. 그 결과 그림 2-9 및 2-10과 같이 L값 (명도)으로부터 갈변정도를 비교해 볼 때, 갈변의 정도는 대조군>polyphosphate>citric acid >oxalic acid의 순으로 갈변이 진행되었으며, 갈색도를 500nm에서의 흡광도로 측정한 결과 표 2-12와 같이 숙성 0일의 억제제 무첨가구의 L이 각각 61.89이었으며 2주 경과시 억제제 무첨가구가 42.34로 갈변이 심하게 진행되었으나 citric acid, oxalic acid 첨가구는 각각 49.75, 52.67로서 갈변의 진행이 급격히 저하되는 것으로 나타났다. 한편 된장의 내부 L값도 무첨가구가 49.12이었으나 citric acid, oxalic acid 첨가구가 각각 58.34, 61.88로 갈변의 진행속도가 저하된 결과를 얻었다. 이와 같은 결과로부터 citric acid 및 oxalic acid의 갈변억제효과가 매우 뛰어난 것을 알 수 있었다. ic acid간의 차이는 크지 않았다. 이와 같은 결과는 모델계 실험결과와도 일치하였다.

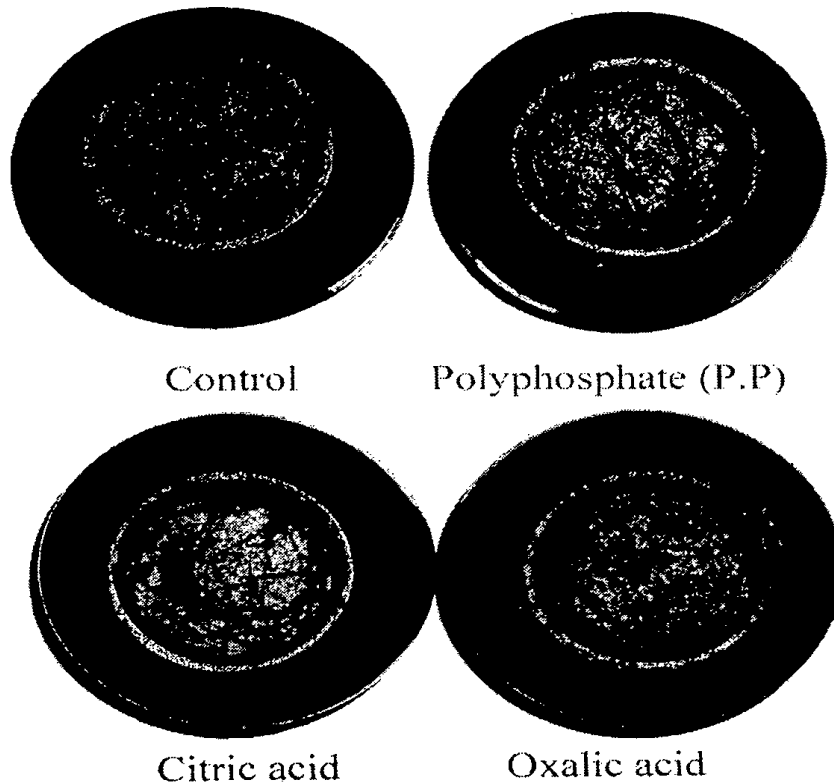


그림 2-9. Citric acid 및 oxalic acid의 갈변억제효과(37℃, 2주 저장)

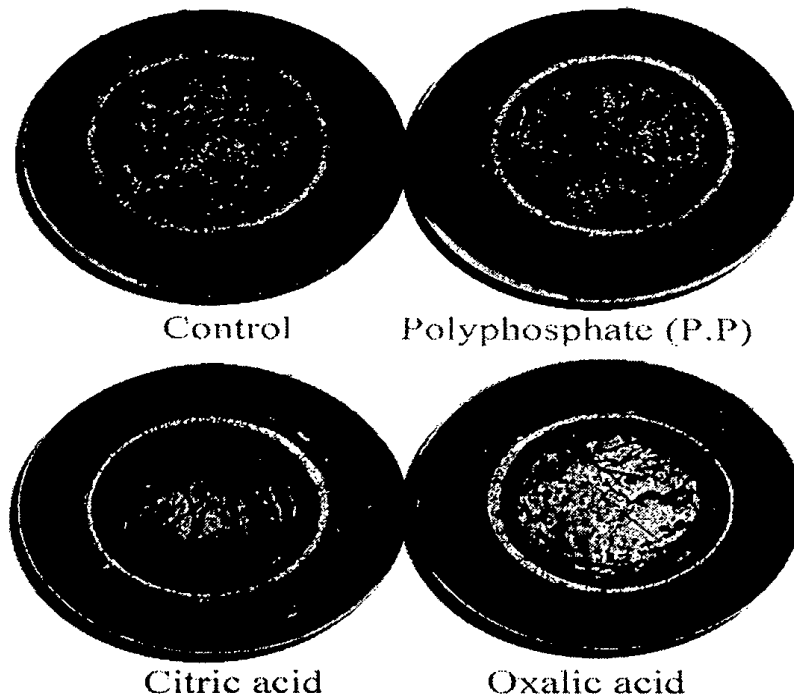


그림 2-10. Citric acid 및 oxalic acid의 갈변억제효과(37℃, 4주 저장)

표 2-12. 갈변억제제를 첨가한 된장의 색도(37℃ 저장)

Aging time(week)	Sampling	Materials	L	a	b
1 week		None	61.89	7.28	25.24
2 weeks	Surface	None	42.34	9.29	16.91
		Polyphosphate (PP) 1%	45.62	10.07	19.18
		Citric acid 1%	49.75	6.96	14.56
		Oxalic acid 1%	52.67	7.61	19.67
	Inside	None	49.12	9.59	18.51
		Polyphosphate (PP) 1%	50.18	9.88	23.30
		Citric acid 1%	58.34	8.24	28.10
		Oxalic acid 1%	61.88	7.65	26.45

## 참고문헌

1. 本籐 智; 日本醸造協會誌, 88; 41, 1993
2. 大場俊輝; 日本醸造協會誌, 66; 864, 1971
3. 大場俊輝, 佐籐知夫, 鹿手政史, 原昌道, 管間誠之助; 日本醸造協會誌, 69; 56, 1974
4. 姫野國夫, 小出巖, 富部忠馬; みその科學と技術, 227; 28, 1973
5. 好井久雄; 日本醸造協會誌, 67; 498, 1972
6. 박승규, 한창근, 경규향, 유양자; 한국식품과학회지, 22; 307, 1983
7. Wang, M., Jin, Y., Li, J. and Ho, C. T. : Two novel  $\beta$ -carboline compounds from the Maillard reaction between xylose and Tryptophan, *J. Agric. Food Chem.*, 47, 48-50 (1999)
8. 김미정, 이혜수 : 된장 숙성 중 정미성분의 변화에 관한 연구, 한국조리과학회지, 6, 1-8(1990)
9. Albála-Hurtado, S., Veciana-Nogués, M.T., Izquierdo-Pulido, M., & Vidal-Carou, M.C. (1997). Determination of free and total furfural compounds in infant milk formulas by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2128-2133.
10. An, H.S., Bae, J.S., & Lee, T.S. (1987). Comparison of free amino acids, sugars, and organic acids in soybean paste prepared with various organism. *Journal of Korean Agricultural Chemical Society*, 30, 345-350.
11. Friedman, M., & Molnar-Perl, I. (1990). Inhibition of browning by sulfur amino acids. 1. Heated amino acids-glucose systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 1642-1647.
12. Haleva-Toledo, E., Naim, M., Zehavi, U., & Rouseff, R.L. (1999). Effects of L-cysteine and Nacetyl-L-cysteine on 4-hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone (furanone), (hydroxymethyl) furfural, and 5-methylfurfural formation and browning in buffer solutions containing either rhamnose or glucose and arginine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 4140-4145.
13. Hong, S.S., Kim, H.J., & Kwon, D.J. (1997). Technical development for inhibiting browning of doenjang (pp. 15-17). Korea food research institute report.
14. Kato, H., Yamada, Y., Izaka, K., & Sakurai, Y. (1961). Studies on

browning mechanism of soybean products. Part I. Separation and identification of 3-deoxyglucosone occurring in soy-sauce and miso. *Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan*, 35, 412-415.

15. Kaneko, K., Tsuji, K., Kim, C.H., Otaguro, C., Sumino, T., Aida, K., Sahara, K., & Kaneda, T. (1994). Contents and compositions of free sugars, organic acids, free amino acids and oligopeptides in soy sauce and soy paste produced in Korea and Japan. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 41, 148-156.

16. Kim, J.S., Choi, S.H., Lee, S.D., Lee, G.H., & Oh, M.J. (1999). Quality changes of sterilized soybean paste during its storage. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 28, 1069-1075.

17. Kim, M.J., & Rhee, H.S. (1990). Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation. *The Journal of Korean Society of Food Science*, 6, 1-8.

18. Kim, N.D. (1996). Study on the browning and its inhibition in soybean paste (doenjang). PhD Thesis. Kon-Kuk University, Korea.

19. Kwon, D.J., Kim, Y.J., Kim, H.J., Hong, S.S., & Kim, H.K. (1998). Changes of color in doenjang by different browning factors. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 30, 1000-1005.

20. Morales, F.J., Romero, C., & Jimenez-Peréz, S. (1997). Chromatographic determination of bound hydroxymethylfurfural as an index of milk protein glycosylation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 1570-1573.

21. Eliserich, J. P., Marku, C. and Shibamoto, T. : Volatile antioxidants from an L-cystein/D-glucose Maillard model system, *J. Agric. Food Chem.*, 40, 1982-1988 (1992)

22. Gow, C. Y. and Li, C. T. : Antimutagenicity of a partially fractionated Maillard reaction product, *Food Chem.*, 47, 11-15 (1993)

23. Einarsson, H., Snygg, B. G. and Erisson, C. : Inhibition of bacterial growth by Maillard reaction product, *J. Agric. Food Chem.*, 31, 1043-1047 (1983)

24. Kato, H., Noguchi, G. and Fujimaki, M. : Reductone contents of nondialyzable melanoidins, *Agric. Biol. Chem.*, 32, 916-919 (1968)

25. Wijewickreme, A. N., Kitts, D. D. and Durance, T. D. : Reaction conditions influence the elementary composition and metal chelating affinity

- of nondialyzable model Maillard reaction, *J. Agric. Food Chem.*, 45, 4577-4583 (1997)
26. Hayase, F., Hirashima, S., Okamoto, G. and Kato, H. : Scavenging of active oxygens by melanoidins, *Agric. Biol. Chem.*, 53, 3383-3385 (1989)
27. Bressa, F., Tesson, N., Rosa, M. D., Sensidoni, A. and Tuburo, F. : Antioxidant effect of Maillard reaction products : Application to a butter cookie of a composition kinetics analysis, *J. Agric. Food Chem.*, 44, 692-695 (1996)
28. Oyaizu, M. : Studies on products of browning reaction. Antioxidative of products of browning reaction prepared from glucosamine, *Jpn. J. Nutr.* 44, 307-315 (1986)
29. Jadwiga, R. and Ryszard, J. G. : Flavonoids and scavengers of superoxide anion, *Biochemical Pharmacology*, 37, 837-841 (1988)
30. Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. and Nakamura, T. : Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion, *J. Agric. Food Chem.*, 40, 945-948 (1992)

# 제 3 장 유자차 및 녹차의 품질개선기술 개발

## 3-1장 유자차의 변색방지기술 개발

### 제1절 서론

유자(*Citrus junos Seib, Citron*)는 원래 중국의 양자강 상류가 원산지로서, 사천성, 호북성, 운남성 및 티베트에서 야생 혹은 재배되고 있다. 우리나라 재래용 유자는 신라 문성왕 2년(840년경) 장보고 장군에 의해 중국에서 전래되어 남해안에서 관상수로 걸쳐 재배되어 온 것으로 전해지고 있다. 유자는 감귤류 중에서 내한성이 있으나, 찬 공기가 장기간 정체하는 장소는 부적당하여 우리나라에서는 주로 제주도, 남해, 거제, 고흥, 완도 등의 남부 해안지방에서 과수로 재배되고 있는 운향과 상록 관목중의 하나이다.

유자는 오래 전부터 향기가 좋아 당에 절여 유자차를 제조하여 음용하여 왔으나, 장기간 저장시 유자차의 변색과 발효에 의한 넘치는 현상이 발생하여 장기간 저장하여 시판하는데 문제점을 갖고 있다. 이러한 문제점은 유자차 가공공장이 당면하고 있는 공통된 문제점이므로 이의 해결을 위한 합리적인 연구를 적극적으로 검토하고자 하였다.

본 연구에서는 유자차 가공공장이 소규모인 실정에 비추어 현장 실용화가 쉽게 이루어지도록 전처리 방법 중 세척, blanching, 열처리, 공기치환, 항갈색 화제 등에 의한 갈색도 및 총균수 등을 조사하여 가장 우수한 방법을 선정하고, 농민생산자단체인 농협 유자가공공장에 기술전수하여 개발기술을 현장접목시켜 하였다.



## 제2절 재료 및 방법

### 1. 세척 방법에 따른 효과

유자차를 장기 저장시 미생물의 발효 등에 의해 넘치는 현상이 발생하므로 세척시 미생물 제어가 중요하리라 생각되어 세척방법을 개선하고자 하였다. 세척 방법은 물 세척, 차아염소산 칼슘 용액 세척, 과일 세정제 세척 같은 3가지 방법을 사용하였다. 물 세척은 흐르는 물로 유자를 2회 세척하였으며, 차아염소산 칼슘(LA Chemical Co., South Gate, CA)세척은 차아염소산 칼슘 1 g을 4.5 L 물에 녹인 용액 10 L에 유자 약 5 kg을 침지하여 세척한 후 흐르는 물로 1회 세척하였다. 과일세정제 세척은 상품명 크리나(일동제약, 서울)를 500배로 희석한 용액 10 L에 유자 약 5 kg을 침지하여 세척한 후 흐르는 물로 다시 1회 세척하였다. 세척방법별로 세척한 유자는 전남 고흥에 위치한 두원농협 유자가공 공장에서 직접 유자차를 제조하여 실온에 저장하면서 갈색도와 총균수를 측정하였다.

### 2. Blanching 효과

유자의 표면에 존재하는 산화효소를 파괴하여 가공중이나 장기저장 중 일어날 수 있는 변색 및 미생물에 의한 발효를 억제하고자 30초 동안 끓는 물에서 유자 전체를 열처리하였다. Blanching한 유자를 이용하여 제조한 유자차를 저장하면서 갈색도 및 총균수를 측정하였다.

### 3. 가열온도의 효과

가열 온도가 유자차의 품질에 미치는 영향을 조사하고자 두원농협 유자가공 공장에서 직접 제조한 유자차 240 g을 병입하여 유자차의 내부온도가 각각 60, 70, 80℃가 될 때까지 중탕에서 가열하여 가열 온도에 따른 유자차의 갈색도와 총균수를 조사하였다. 유자차의 내부온도가 60, 70, 80℃가 될 때까지 소요된 시간은 각각 13분 50초, 20분 31초, 44분 7초였다.

### 4. 공기치환의 효과

공기치환을 통해 유자차의 품질을 개선하고자 수분 의존형 탈산소제(탈산균 FN-100, 대한제당, 인천)와 질소 가스를 사용하여 저장에 따른 갈색도를 측정하였다. 250 g씩 병에 넣은 유자차의 병 뚜껑에 탈산소제를 부착하였으며, 질소 가스는 병에 넣은 유자차 내부에 질소가스가 주입 되도록 질소 가스 주입기를 유자차 중심부에 넣어 30초 동안 100 cc/min 속도로 질소가스를 주입하

였다. 질소가스 흐름은 U자형 유량계를 통과시키면서 측정하였다.

### 5. 항갈색화제의 효과

예비 관능검사 결과 vitamin C, citric acid, NaCl, polyphosphate, L-cysteine 을 0.2% 농도로 첨가하였을 때 유자차의 맛에 영향이 거의 미치지 않으므로 첨가농도를 0.2%로 정하여 유자차를 제조하였으며, 항갈색화제로 알려진 vitamin C와 citric acid를 기본으로 하여 표 3-1-1처럼 NaCl, polyphosphate, L-cysteine을 조합하여 갈색화 억제에 대한 상승 효과를 보고자 하였다.

표 3-1-1. 처리구별 항갈색화제의 조합비

Samples \ Additives	vitamin C (1.0%)	citric acid (0.3%)	NaCl (0.2%)	polyphosphate (0.2%)	L-cysteine (0.2%)
control	- <sup>(1)</sup>	-	-	-	-
VC <sup>(3)</sup>	+ <sup>(2)</sup>	+	-	-	-
VCN <sup>(4)</sup>	+	+	+	-	-
VCP <sup>(5)</sup>	+	+	-	+	-
VCY <sup>(6)</sup>	+	+	-	-	+
VCNP <sup>(7)</sup>	+	+	+	+	-
VCPY <sup>(8)</sup>	+	+	-	+	+
VCNY <sup>(9)</sup>	+	+	+	-	+
VCNPY <sup>(10)</sup>	+	+	+	+	+

(1) : no addition

(2) : addition

(3) : Vit C 1.0% + citric acid 0.3%

(4) : Vit C 1.0% + citric acid 0.3%+ NaCl 0.2%

(5) : Vit C 1.0% + citric acid 0.3%+ polyphosphate 0.2%

(6) : Vit C 1.0% + citric acid 0.3%+ L-cysteine 0.2%

(7) : Vit C 1.0% + citric acid 0.3%+ NaCl 0.2%+ polyphosphate 0.2%

(8) : Vit C 1.0% + citric acid 0.3%+ polyphosphate 0.2%+ L-cysteine 0.2%

(9) : Vit C 1.0% + citric acid 0.3%+ L-cysteine 0.2%+ NaCl 0.2%

(10) : Vit C 1.0% + citric acid 0.3%+ L-cysteine 0.2%+ NaCl 0.2%+ polyphosphate 0.2%

### 6. 갈색도의 측정

실온에서 저장한 유자차 10 g을 용기에 취하여 물 20 ml를 가하여 균질기 (Ace Homogenizer, Nihonseiki Kaisha Ltd, Tokyo, Japan)로 균질화한 후 물

25 ml로 균질기에 물어있는 유자차를 씻어 내려 분쇄액과 합하였다. 이 분쇄액을 2시간 동안 shaker에서 shaking한 후 여과(whatman No. 42)하여 420 nm에서 O.D를 측정하였으며. 이때 blank로는 증류수를 사용하였다.

#### 7. 총균수

유자차 3 g을 취하여 생리식염수 30 ml 들어 있는 빈 vial에 함께 넣고 잘 섞어 준 후, 방치하여 분리된 상등액을 원액으로 사용하였다. 위의 원액을 1 ml 취하여 9 ml의 생리식염수가 든 vial에 넣고 희석하였다( $\times 10^1$ ).  $\times 10^1$ 액에서 1 ml을 취하여 9 ml의 생리식염수가 든 vial에 넣고 희석하였다( $\times 10^2$ ). 위의 원액( $\times 10^0$ ),  $\times 10^1$ ,  $\times 10^2$ 액을 1 ml을 취하여 plate에 분주하였다. 배지를 붓고 잘 퍼준 후, 30°C에서 이틀간 배양한 후, 총균수를 counting하였다.

### 제3절 연구결과 및 고찰

#### 1. 세척방법에 따른 효과

유자차의 유통 중 문제가 되는 여러 요인 중 하나는 넘치는 현상이 발생하는 것이다. 이러한 현상은 유자차를 장기 저장시 미생물의 발효에 의한 가스 발생 등 미생물에 요인이 있으므로 세척시 미생물 제어가 중요하리라 생각되어 세척방법을 개선하고자 물 세척, 차아염소산 칼슘 용액 세척, 과일 세정제 세척 방법을 사용하여 세척한 후 제조한 유자차를 실온에 저장하면서 갈색도와 총균수를 측정한 결과는 표 3-1-2와 3-1-3에 나타내었다. 갈색도를 나타내는 흡광도는 저장 기간이 길어질수록 증가하였으며, 세척방법에 따른 차이는 없었다. 그러나 표 3-1-3에 나타낸 총균수의 변화에서 유자차를 제조하기 전 세척 후 원료 유자에 존재하는 총균수는 물세척 보다 차아염소산 칼슘 용액 세척과 과일 세정제로 세척한 유자차에 많이 존재하였다. 이것은 유자를 세척한 후 유자에 묻어있는 물기를 제거하기 위해 타월로 닦으면서 오염된 것으로 추정되었다. 세척한 유자를 세절하여 유자차를 제조하였을 때 세척시 보다 총균수가 감소하였는데 이것은 제조공정에서 가당을 함에 따라 미생물이 당에 의해 줄어 든 것으로 볼 수 있었다. 물로 세척한 유자차인 경우 저장 45일까지 총균수가 감소하였으나 저장 60일부터는 약간 증가하여 저장 75일에는 총균수  $3.8 \times 10^{3^{\text{이}}}$ 이었으나, 차아염소산 칼슘으로 세척한 유자차와 크리너로 세척한 유자차의 총균수는 각각  $1.0 \times 10^3$ ,  $1.5 \times 10^1$ 으로 크리너로 세척한 유자차의 총균수가 가장 적었다. 저장 30일에 개봉한 유자차 중에서 물세척 군과 차아염소산칼슘으로 세척한 유자차에서 넘치는 현상이 나타났으나, 크리너로 세척한 유자차에서는 넘치는 현상이 일어나지 않았다. 이러한 결과는 미생물의 수에서 크리너 세척 유자차의 미생물 수가 물세척과 차아염소산칼슘으로 세척한 유자차보다 적었기 때문으로 판단되었다. 따라서 세척방법에 따라 유자차의 갈색화를 방지할 수는 없으나, 넘치는 현상을 방지하기 위해서는 물 세척과 차아염소산칼슘 세척보다 크리너로 세척하는 것이 효과가 있었다.

표 3-1-2. 유자의 세척방법에 따른 유자차의 갈변도 변화  
(unit : O.D. at 420nm)

Washing	Days					
	0	15	30	45	60	75
Water	0.31	0.33	0.34	0.39	0.42	0.47
Calclum hypochlorite	0.31	0.32	0.35	0.39	0.43	0.47
Cleaner <sup>(1)</sup>	0.31	0.33	0.32	0.38	0.42	0.46

<sup>1)</sup> commercial product

표 3-1-3. 유자의 세척방법에 따른 유자차의 총균수 변화

Washing	Days						
	0일		15일	30일	45일	60일	75일
	유자	유자차					
Water	$1.5 \times 10^3$	$6.4 \times 10^2$	$8.0 \times 10^1$	$5.5 \times 10^1$	$2.8 \times 10^1$	$3.0 \times 10^2$	$3.8 \times 10^3$
Calclum hypochlorite	$2.5 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$	$2.0 \times 10^1$	$5.5 \times 10^1$	-	$5.8 \times 10^1$	$1.0 \times 10^3$
Cleaner	$3.7 \times 10^3$	$2.7 \times 10^3$	$2.0 \times 10^1$	-	$1.0 \times 10^1$	-	$1.5 \times 10^1$

## 2. Blanching 효과

유자의 표면에 존재하는 산화효소를 파괴하여 가공중이나 장기저장 중 일어날 수 있는 변색 및 미생물에 의한 발효를 억제하고자 30초 동안 끓는 물에서 열처리한 유자로 제조한 유자차의 저장 중 갈색도 및 총균수의 변화는 표 3-1-4와 3-1-5에 나타내었다.

표 3-1-4. 유자의 브랜칭에 의한 유자차의 갈색도 변화  
(unit : O.D. at 420nm)

Citron tea	Days				
	0	30	45	60	75
Control	0.31	0.34	0.40	0.45	0.47
Blanching	0.35	0.40	0.43	0.55	0.58

표 3-1-5. 유자의 브랜칭에 의한 유자차의 총균수 변화

Days					
	0	30	45	60	75
Washing					
control	$6.4 \times 10^2$	$5.5 \times 10^1$	$2.8 \times 10^2$	$3.0 \times 10^2$	$3.8 \times 10^3$
Blanching	$2.7 \times 10^3$	$1.0 \times 10^1$	$2.5 \times 10^1$	-	$1.5 \times 10^1$

Blanching 처리를 하여 제조한 유자차의 갈색도는 대조구에 비해 갈색도가 증가하여(표 3-1-4), 산화효소가 유자차의 갈색도에 큰 영향을 주지 않았다. 그러나 총균수에서는 blanching 처리를 하여 제조한 유자차는 대조구에 비해 총균수가 적게 나타났다(표 3-1-5). 따라서 blanching 처리를 하면 총균수를 줄일 수 있으나, 유자차의 품질에 가장 큰 문제점인 갈색화 억제에는 효과가 없어 유자차 제조시 blanching 처리는 적절치 않은 것으로 나타났다.

### 3. 가열온도의 영향

가열온도가 유자차의 품질에 미치는 영향을 조사하고자 유자차의 내부온도를 각각 60, 70, 80℃로 하여 제조한 유자차를 저장하면서 갈색도와 총균수를 조사한 결과는 표 3-1-6 및 7에 나타내었다. 갈색도는 전반적으로 가열온도가 높아질수록 약간 높은 경향을 보였으며, 가열처리를 하지 않고 제조한 유자차보다 60 - 80℃로 제조한 유자차의 갈색도가 높아 가열처리가 유자차의 갈변에 나쁜 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 표 3-1-7에서 60 - 80℃로 가열 후 저장하기 전 유자차에는 미생물이 검출되지 않았으나, 저장 일수 15에서 45로 길어질수록 총균수가 검출되었으며, 60℃보다 70와 80℃로 가열한 유자차에는 총균수가 적었다. 또한 뚜껑을 개봉한 후에 70℃와 80℃에서는 넘치는 현상이 없었으나, 60℃의 경우에는 30일, 45일, 60일 저장한 유자차에서 부분적으로 넘치는 현상이 나타났다. 따라서 유자차를 제조시 가열 처리로 유자차에 존재하는 미생물을 제어하는 효과는 있으나, 갈색도가 빠르게 진행되므로, 가열처리보다 세척 같은 전처리 공정의 개선을 통해 미생물을 제어하는 것이 좋을 듯하였다.

표 3-1-6. 가열온도가 유자차의 저장 중 갈색도에 미치는 영향

(unit : O.D. at 420nm)

Temp.(°C)	Days					
	0	15	30	45	60	75
0	0.31	0.33	0.34	0.39	0.42	0.47
60	0.35	0.39	0.47	0.51	0.53	0.58
70	0.36	0.43	0.45	0.52	0.55	0.59
80	0.32	0.39	0.47	0.53	0.56	0.59

표 3-1-7. 가열온도가 유자차의 저장 중 총균수에 미치는 영향

Temp.(°C)	Days					
	0	15	30	45	60	75
0	$4.1 \times 10^2$	$2.9 \times 10^4$	$1.9 \times 10^3$	$3.3 \times 10^2$	$1.1 \times 10^3$	$1.4 \times 10^4$
60	-	$3.0 \times 10^1$	$4.6 \times 10^3$	$7.0 \times 10^1$	-	-
70	-	$2.0 \times 10^1$	$1.4 \times 10^1$	-	-	-
80	-	$1.6 \times 10^2$	$6.6 \times 10^1$	-	-	-

- : not detected

#### 4. 공기치환 효과

공기치환을 통해 유자차의 품질을 개선하고자 수분 의존형 탈산소제(탈산균 FN-100)와 질소 가스로 치환한 유자차를 저장하면서 갈색도를 측정된 결과는 표 3-1-8에 나타내었다. 유자차의 상부공간에 존재하는 공기 치환 방법에 따른 갈색도 정도는 대조구와 비교하였을 때 탈산소제는 효과가 없는 것으로 나타났다으며, 질소가스 처리구는 미약한 효과를 나타내었다. 일반적으로 식품의 저장 용기내의 상부 공간에 공기를 제거하면 식품의 저장 안정성이 좋아진다고 알려져 있으나, 본 연구에서는 뚜렷한 효과가 없었다. 이러한 원인은 유자차에 사용하는 용기가 완전 밀폐되지 않는 용기를 사용함에 따라 외부에서 공기가 유입되어 공기 치환이 일어날 가능성이 있었다. 따라서 유자차의 상부공간에 존재하는 공기를 제거하였을 때 그 효과를 보기 위해서는 현재 유자차에 사용하는 플라스틱 소재의 뚜껑을 밀폐용기로 교체할 필요가 있을 것으로 판단되었다.

표 3-1-8. 탈산소제 및 질소치환이 유자차의 저장 중 갈색도에 미치는 영향  
(unit : O.D. at 420nm)

Gases	Days					
	0	15	30	45	60	75
control	0.31	0.33	0.34	0.39	0.42	0.47
Deoxygen additives	0.31	0.33	0.34	0.39	0.42	0.48
Nitrogen	0.30	0.33	0.33	0.36	0.40	0.45

### 5. 항갈색화제의 효과

예비 관능검사 결과 vitamin C, citric acid, NaCl, polyphosphate, L-cysteine 을 0.2% 농도로 첨가하였을 때 유자차의 맛에 영향이 거의 미치지 않으므로 첨가농도를 0.2%로 정하여 유자차를 제조하여 갈색도를 측정된 결과는 표 3-1-9에 나타내었다. 사용한 첨가물 모두 대조구보다 갈색도가 낮아 유자차의 갈변 방지에 효과가 있었다. 사용한 첨가물중 vitamin C, citric acid, NaCl보다 Polyphosphate와 L-cystein이 효과가 크게 나타났다.

표 3-1-9. 항갈색화제가 유자차의 저장 중 갈색도에 미치는 영향  
(unit : O.D. at 420nm)

Additives	Days					
	0	15	30	45	60	75
control	0.31	0.33	0.34	0.39	0.42	0.47
Vitamin C	0.30	0.30	0.31	0.32	0.33	0.35
Citric acid	0.31	0.30	0.32	0.34	0.35	0.39
NaCl	0.31	0.32	0.33	0.36	0.35	0.38
Polyphosphate	0.31	0.29	0.24	0.25	0.25	0.28
L-cystein	0.31	0.25	0.26	0.28	0.28	0.30

Vitamin C, citric acid, NaCl, polyphosphate와 L-cystein이 유자차의 변색 방지에 효과가 있는 것으로 나타나, 이들을 단독으로 사용하였을 때 보다 혼합하였을 때 효과가 더 있을 것으로 생각하여 현재 유자차를 제조시 사용하는 vitamin C와 citric acid를 기본으로 하여 NaCl, polyphosphate와 L-cystein을 실험 및 방법에서 언급한 표 3-1-1의 농도로 혼합, 첨가하여 제조한 유자차의



저장 중 갈색도의 변화는 표 3-1-10에 나타내었다. 사용한 혼합 처리구 모두 유자차의 갈변 억제 효과가 있었으며, Vit C 1.0% + citric acid 0.3%를 혼합한 처리구보다 대부분 갈색도가 낮았다. 사용한 혼합처리구중 Vit C 1.0% + citric acid 0.3% + NaCl 0.2% + polyphosphate 0.2% + L-cysteine 0.2%를 혼합한 처리구가 갈색도가 가장 낮아 가장 효과가 있었으며, Vit. C 1.0% + citric acid 0.3% + NaCl 0.2% + polyphosphate 0.2%를 혼합한 처리구도 갈색도가 낮게 나타나 다른 처리구 보다 효과가 있었다.

표 3-1-10. 항갈색화제의 혼합이 유자차의 저장 중 갈색도에 미치는 효과  
(unit : O.D. at 420nm)

Samples	Storage days				
	0	15	45	60	75
control	0.35	0.37	0.43	0.52	0.56
VC <sup>(3)</sup>	0.35	0.28	0.35	0.46	0.48
VCN <sup>(4)</sup>	0.35	0.28	0.31	0.38	0.43
VCP <sup>(5)</sup>	0.35	0.44	0.34	0.43	0.48
VCY <sup>(6)</sup>	0.35	0.43	0.34	0.45	0.47
VCNP <sup>(7)</sup>	0.35	0.27	0.26	0.27	0.32
VCPY <sup>(8)</sup>	0.35	0.30	0.28	0.40	0.46
VCBY <sup>(9)</sup>	0.35	0.32	0.27	0.33	0.43
VCNPY <sup>(10)</sup>	0.35	0.26	0.26	0.29	0.32

Sample No refer to Table 1.

결론적으로 유자 생과를 세척시 세척제로 과일 세정제인 크리나로 세척하면 유자차의 총균수를 줄일 수 있으며, 유자차의 갈색화를 억제하기 위해서는 Vit. C 1.0% + 구연산 0.3%를 사용하는 것보다 Vit. C 1.0% + 구연산 0.3% + 소금 0.2% + 인산염 0.2%를 혼합하여 첨가하거나, Vit. C 1.0% + 구연산 0.3% + 소금 0.2% + 인산염 0.2% + L-cysteine 0.2%를 첨가하는 것이 좋았다. 또한 공기치환을 통해 유자차의 품질을 개선하고자 할 때는 외부에서 공기가 유입되지 않는 용기를 사용하여야 하므로 현재 유자차에 사용하는 플라스틱 소재의 뚜껑을 밀폐용기로 교체할 필요가 있을 것으로 판단되었다.

이러한 개선점을 토대로 하여 생산자단체인 전남 고흥 두원농협에서 생산하는 유자차에 본 기술을 접목하여 시제품을 제조하였으며, 향후 유자차 생산업체를 대상으로 설명회를 가져 본 기술이 범용성 있게 사용될 수 있도록 할 예정이다.

## 참고문헌

1. 中西正昭 : 柚子 栽培 現況, 利用. *New Food Industry*. 17(5), 1975
2. 中西正昭 : 柚子 用途 . *New Food Industry*. 20(1), 1978
3. 鄭址旻 : 유자의 화학적 성분에 관한 연구. *한국농화학회지*, 17(1), 63(1972)
4. 이현유, 김영명, 신동화 : 한국산 유자의 향기성분, *한국식품과학회지* 19(4), 361(1987)
5. Li, Z. F. : Synergistic effects of several compents related to the browning of yuzu juice, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 64, 978(1990)
6. Sawamura M. : Oxygen and temperature dependence on the browning of yuzu juice, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 65, 45(1991)
7. Saper, G.M. and Zoilkowshi, M. A. : Comparision of erythorbic and ascorbic acids as inhibition of enzymatic browning in apple. *J. Food Sci.*, 52, 1732(1987)

## 3-2장 녹차의 저장 중 품질개선기술 개발

### 제1절 서론

녹차는 오랜 역사를 거치면서 전세계에서 경험적으로 알려진 여러 가지 질병치료 효과 때문에 귀한 약으로 사용되었고, 점차 재배 및 가공기술이 발전됨에 따라 건강 및 보건성 음료로 정착되고 있으며, 각 민족의 기호와 기술에 맞게 각종 다양한 차를 개발하여 현재에 이르고 있다. 최근에는 차의 여러 가지 기능성 즉 동맥경화 및 고혈압 예방, 충치예방, 노화억제, 발암억제 효과, 항산화 효과 등이 과학적으로 규명되어짐에 따라 현대인들의 건강 지향적인 욕구와 부합되어 소비량이 증가하고 있다.

녹차는 일종의 기호식품으로 저장 중에 맛이나 향이 변할 경우에는 가치가 없어지게 되므로 차 본래의 맛과 향을 유지하는 것이 매우 중요하다. 녹차는 건조품이므로 다른 식품에 비하여 보존성이 뛰어나지만 관리가 나쁘면 변질되어 풍미가 열화되어 상품가치가 하락한다. 특히 녹차는 우롱차, 홍차나 후발효차인 里茶 등에 비하여 저장 중에 온도, 습도, 산소, 광선 등의 영향으로 성분 변화를 쉽게 일으킨다.

차의 변질에 관여하는 중요 성분으로는 클로로필, 카테킨, 지질 및 카로티노이드, 비타민 C 등으로 이들 성분들의 자동산화에 의해 다엽의 표면색, 침출액의 색(수색), 향기, 맛 등의 변화가 일어나 품질이 열화된다. 우리나라의 다류 제품의 유통기간은 제조 일로부터 2년으로 되어 있어 상당히 오랜 기간 저장을 해야하기 때문에 저장 중 차의 품질유지에 특별히 주의를 하지 않으면 안된다.

따라서 본 연구에서는 녹차의 유통 중 색, 향미 등의 품질유지를 위하여 포장재의 종류와 gas 치환 및 탈산소제 등의 처리가 녹차의 품질유지에 미치는 영향을 검토함에 의해 산지가공 공장에서 본 연구결과를 바로 적용할 수 있는 기술을 개발하고자 하였다.

## 제2절 재료 및 방법

### 1. 녹차시료

전남 보성에서 5월~8월중에 채취하여 1, 2차 가공된 녹차 잎을 4℃에 보관하면서 시료로 사용하였다.

### 2. 표준품 및 시약

녹차 성분의 분석용 시약 (-)-epicatechin(EC), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epigallocatechingallate(EGCg), (-)-epicatechingallate(ECg) caffeine은 Sigma사 제품을, acetonitrile(CH<sub>3</sub>CN), water 등 용매는 HPLC용을, 그 밖은 특급시약을 사용하였다.

### 3. 실험방법

#### 1) 색도 측정

저장기간에 따른 녹차 침출액의 색 측정을 위해 색차계(ColorQuest II, Hunter Lab, USA)를 사용하여 Hunter L, a, b값을 구하였다.

#### 2) Vitamin C

가) AsA 측정법: 차분말 1g을 100 mL flask에 취해 2% 메타인산 용액 80 mL를 가해 실온에서 30분간 추출하여 정용 후 여과하여 0.45 μm로 filtering 후 표 3-2-1의 조건을 사용하여 HPLC로 분석하였다.

나) AsA + DAsA 측정법: 위의 여액 5 mL에 DTT 용액[DTT 200 mg을 0.066M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(9.06 g/1 L DW) 28 mL와 0.066M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>(11.9 g/1L DW) 12 mL에 용해] 1 mL와 중화제(NaOH 2.86 g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 3.27 g, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O 5.73 g을 증류수 100 mL에 용해하여 사용) 1 mL를 혼합하여 10~15분간 방치 후 syringe filtering 후 HPLC로 분석하였다.

표 3-2-1. 비타민 C 분석을 위한 HPLC 조건

Column	ODS-SIL(TSKgel-120A : 10μm)
Detection	242nm
Flow rate	1mL/min
Mobile phase	1% meta-phosphoric acid

### 3) Chlorophyll

녹차 0.5 g과 calcium carbonate 3 g을 85% acetone 50 mL로 침지시켜 냉암소에서 24시간 방치 후 추출하여 970×g에서 15분간 원심분리를 행하고 잔사에 85% acetone을 가하여 원심분리 조작을 4회 반복하여 200 mL로 정용하였다. 이 추출액 25 mL를 분액여두에 취해 ethyl ether 100 mL를 가해 1분간 격렬하게 교반한 후 ethyl ether층을 분리하였다. 그런다음 여기에 증류수 50 mL를 가하여 씻어낸 다음 anhydrous sodium sulfate 5 g을 가해 탈수시킨 후 200 mL로 정용하여 660nm와 642.5nm에서 측정하여 Commar & Zscheille 식으로 계산하였다.

$$\text{Chlorophyll (mg/100g)} = C \times E/100 \times A/B \times 100/S$$

S: 시료 채취량 (g)

A: 추출에 사용한 acetone량 (mL)

B: acetone 추출액에서 ethyl ether로 옮기기 위해 분취한 acetone량

C: ethyl ether 1L 당의 chlorophyll량 (mg)

$$C(\text{mg/L}) = 7.12 E_{660.0} + 16.8 E_{642.5}$$

$$E = \log \frac{I_0}{I}$$

E: ethyl ether량 ( mL)

### 4) Total amino acid 분석

시료 여액에 polyvinylpolypyrrolidone(PVPP)을 가해 진탕하고, 30 분간 정지 후 여과한 여액 1 mL를 screw-cap tube(15 mm×125 mm)에 가하고 ninhydrin 용액(ninhydrin 5 g/ethylene glycol monomethyl ether 250 mL와 0.4 M 구연산을 2 N NaOH를 사용해 pH 5.2로 조절한 pH 5.2 구연산 완충용액 250 mL를 혼합한 용액) 0.5 mL와 SnCl<sub>2</sub> 용액(SnCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O 50 mg을 pH 5.2 구연산 완충용액 25 mL에 용해) 0.5 mL를 가해 잘 혼합한 후 80℃ 항온수조에서 30분간 가온한 후 신속히 냉각하여 회석액(isoprophylalcohol : H<sub>2</sub>O = 1:1)을 5 mL 가해 잘 흔들어준 후 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 아미노산 함량은 glutamic acid를 사용해 검량선을 작성한 후 환산하였다.

### 5) Catechins 및 caffeine 분석

녹차 중에 존재하는 카테킨류 및 카페인을 분석하기 위하여 녹차침출액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 분석용액으로 사용하였다. 이때 카테킨 및 카페인 분석은 JASCO(JASCO Co., Japan) HPLC pump(Model PU-980),

column oven (Model CO-965), autoinjector(Model AS-950-10) 및 UV/VIS detector(Model UV-975)로 구성된 HPLC를 이용하여 Senti™  $\mu$  Bondapak C18 guard column(125Å, 3.9×20 mm, Waters, USA)을 장착한  $\mu$  Bondapak C18 column(125Å, 3.9×300 mm, Waters, USA)으로 207 nm에서 검출하였으며, 표 3-2-2의 조건으로 분석하였다.

표 3-2-2. 카테킨 및 카페인 분석을 위한 HPLC 이동상 조건

Mobile phase	A : H <sub>2</sub> O-CH <sub>3</sub> CN-85% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (94.95 : 5 : 0.05, v/v/v)			
	B : H <sub>2</sub> O-CH <sub>3</sub> CN-85% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (49.95 : 50 : 0.05, v/v/v)			
Gradient table	Time	Flow(mL/min)	%A	%B
	0	1.0	90	10
	5	1.0	90	10
	10	1.0	70	30
	20	1.0	20	80

#### 6) Aroma Scan을 이용한 향기패턴 분석

시료의 향기 패턴 분석을 위하여 전자코(electronic nose)가 32개 장착된 Aroma scan(Model No. 32-12-008, Aroma Scan Co., England)를 이용하여 다음과 같이 분석하였다. 내부에 장착된 펌프가 외부공기를 먼저 센서위로 120 mL/min의 유속으로 40초간 흘러보낸 뒤, 시료병의 head space 공기를 유입되도록 3-방향 밸브(3-way valve)를 조절하였다. 예비실험을 통해 전자코의 센서가 가장 민감하게 반응하는 적당량의 시료를 루프가 연결된 sparging vessel에 5 g씩 넣고 밀봉하여 35°C의 항온기에서 10분간 incubation 시킨 후 시료의 head space를 150초간 센서를 통과시킬 때 발생하는 전기저항의 변화를 각각 측정 후 data를 분석하였다. 마지막으로 sensor response를 표준화(normalize)한 패턴과 냄새강도의 평균값으로부터 2차원으로 지도화(mapping)하여 data를 가시화 하였다.

### 제3절 연구결과 및 고찰

#### 1. 포장재에 따른 녹차의 품질변화

차의 저장 중 품질변화에 영향을 미치는 저장 환경 인자로는 수분, 온도, 산소량, 광선 등 여러 가지가 있는데 이들 중 포장재의 종류가 저장 중 녹차의 품질변화에 미치는 영향은 매우 크다. 포장재의 종류가 녹차의 품질변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 가공된 녹차엽을 표 3-2-3과 같은 재질의 포장재에 포장한 후 30℃에서 저장하면서 색도, 비타민 C, 클로로필, 카테킨, 카페인 및 향미 변화 등을 경시적으로 비교하였다.

표 3-2-3. 포장재의 종류

처리구	재 질
시료 1	PET+PE+AL+PE+COPP
시료 2	OPP+PL+VMPET/DL/LLDPE
시료 3	PET+AL+PE
시료 4	PE resin

#### 가. 색도

포장재의 재질에 따른 녹차의 저장 중 색도 변화를 측정된 결과는 표 3-2-4에 나타낸 바와 같다. 알루미늄(Al)이 증착된 포장재인 1번과 3번 처리구가 저장 기간이 경과함에 따라 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값이 낮은 경향을 나타내 색 유지에 효과적인 것으로 나타났다.



표 3-2-4. 포장재에 따른 녹차의 저장 중 색도의 변화(30℃)

저장기간(일)	Hunter			
	L	a	b	
0	31.81	-0.14	2.11	
30	시료 1	31.83	-0.08	2.09
	시료 2	31.93	-0.11	2.11
	시료 3	32.51	-0.21	2.01
	시료 4	31.88	-0.13	2.03
90	시료 1	31.92	-0.15	1.91
	시료 2	32.20	-0.08	2.01
	시료 3	31.93	-0.13	1.81
	시료 4	32.85	-0.05	2.44
120	시료 1	31.71	-0.14	1.80
	시료 2	32.10	-0.02	1.98
	시료 3	32.38	-0.15	1.91
	시료 4	32.59	-0.06	2.25
180	시료 1	31.27	-0.23	1.95
	시료 2	32.09	-0.08	2.61
	시료 3	31.29	-0.17	1.98
	시료 4	32.05	-0.02	2.29
300	시료 1	30.42	-0.08	2.10
	시료 2	31.22	0.39	2.98
	시료 3	30.92	-0.02	2.21
	시료 4	31.29	0.21	2.75

나. 비타민 C

포장재의 재질에 따른 녹차의 저장 중 비타민 C의 함량 변화를 측정한 결과는 표 3-2-5에 나타낸 바와 같다. 환원형 비타민 C(AsA) 및 총비타민 C(TAsA) 함량은 저장기간이 경과함에 따라 AI이 증착된 1번과 3번 처리구가 비타민 C 함량 감소가 다른 처리구보다 적은 것으로 나타났다.

표 3-2-5. 포장재에 따른 녹차의 저장 중 비타민 C의 변화(30℃)

저장기간(일)	Content(mg/g)		
	AsA	TAsA	
0	3.83	5.18	
30	시료 1	3.54	5.10
	시료 2	3.33	5.19
	시료 3	3.60	5.12
	시료 4	3.61	5.16
90	시료 1	3.64	5.07
	시료 2	3.36	4.88
	시료 3	3.58	5.10
	시료 4	3.55	5.08
120	시료 1	2.25	3.38
	시료 2	1.91	2.85
	시료 3	2.18	3.08
	시료 4	1.89	2.94
180	시료 1	2.19	3.44
	시료 2	1.79	2.67
	시료 3	2.15	3.32
	시료 4	1.92	3.15
300	시료 1	2.29	3.38
	시료 2	1.76	2.72
	시료 3	2.25	3.32
	시료 4	1.98	3.05

AsA: ascorbic acid

TAsA: total ascorbic acid

#### 다. 클로로필

포장재가 녹차의 저장 중 클로로필 함량에 미치는 영향을 측정한 결과는 표 3-2-6에 나타낸 바와 같다. 저장 중 녹차가 변색되면 클로로필 a가 현저히 감소되고 페오피틴 a가 증가하는 것으로 알려져 있는데 본 실험에서도 Al이 증착되지 않은 2번과 4번 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 클로로필 a의 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 반면 클로로필 b의 함량은 저장기간이 경과함에

따라 각 처리구가 별다른 차이를 보이지 않았다.

표 3-2-6. 포장재에 따른 녹차의 저장 중 클로로필 함량의 변화(30℃)

저장기간(일)	Content(mg/g)	
	Chlorophyll a	Chlorophyll b
0	1.57	0.77
30	시료 1	1.48
	시료 2	1.45
	시료 3	1.47
	시료 4	1.54
90	시료 1	1.43
	시료 2	1.39
	시료 3	1.46
	시료 4	1.45
120	시료 1	1.33
	시료 2	1.30
	시료 3	1.32
	시료 4	1.22
180	시료 1	1.32
	시료 2	1.27
	시료 3	1.32
	시료 4	1.25
300	시료 1	1.30
	시료 2	1.10
	시료 3	1.31
	시료 4	1.08

라. Total amino acid

포장재가 녹차 중의 아미노산 함량에 미치는 영향을 측정한 결과는 표 3-2-7에 나타낸 바와 같다. 표 3-2-7과 같이 총아미노산 함량은 저장기간이 경과함에 따라 처리구 모두 경미하게 줄어드는 것으로 나타났으며, 각 처리구 간에도 별다른 차이가 없었다.

표 3-2-7. 포장재에 따른 녹차의 저장 중 아미노산 함량의 변화(30℃)

저장기간(일)	Content(mg/g)			
	시료 1	시료 2	시료 3	시료 4
0	23.79	23.79	23.79	23.79
30	23.76	23.75	23.74	23.59
90	23.53	23.68	23.18	23.26
120	22.16	22.23	22.53	22.48
180	20.26	22.20	21.20	21.38
300	19.12	19.79	19.24	19.92

마. 카페인 및 카테킨 함량

녹차 저장 중 포장재가 카페인 및 카테킨 함량에 미치는 영향을 측정한 결과는 표 3-2-8에 나타낸 바와 같다. 카페인은 저장기간이 경과함에 따라 변화가 거의 없는 것으로 나타났으나 카테킨류는 모든 처리구에서 감소되는 것으로 나타났다. 카테킨류중 gallocatechin과 epicatechin은 다른 카테킨류에 비해 저장기간이 경과함에 따라 감소정도가 현저하였다. 한편 포장재질감에는 별다른 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 3-2-8. 포장재에 따른 녹차의 저장 중 카페인 및 카테킨류<sup>1)</sup> 함량의 변화 (30℃)

저장기간 (일)	Content(mg/g)									
	GC	EGC	C	EC	EGCg	GCg	ECg	Cg	Caffeine	
0	4.39	34.56	2.13	16.91	35.44	2.93	8.09	0.48	25.56	
30	시료 1	5.10	35.13	2.98	12.15	26.41	2.91	7.86	ND <sup>2)</sup>	27.62
	시료 2	5.26	34.99	2.99	12.05	31.05	3.37	9.01	ND	24.28
	시료 3	4.58	29.90	3.12	11.27	23.46	2.67	6.52	ND	25.29
	시료 4	4.85	30.10	3.19	11.34	30.24	3.30	8.78	ND	25.17
90	시료 1	4.47	28.70	1.58	8.86	21.21	2.09	6.07	ND	25.51
	시료 2	4.94	30.77	3.02	10.44	22.07	3.52	9.28	ND	26.80
	시료 3	4.48	26.75	2.82	10.32	21.10	3.22	8.48	ND	25.09
	시료 4	4.78	30.33	3.10	10.60	21.16	3.37	9.00	ND	26.71
120	시료 1	2.31	29.01	1.73	8.28	23.59	2.06	6.73	ND	26.78
	시료 2	2.82	34.90	2.06	10.02	22.27	2.46	8.61	ND	27.76
	시료 3	2.59	34.15	2.10	10.30	24.27	2.41	9.30	ND	27.56
	시료 4	2.63	33.97	2.02	9.89	22.42	2.46	8.94	ND	27.41
180	시료 1	2.62	33.31	2.41	11.10	23.49	2.19	8.63	ND	27.60
	시료 2	2.71	33.50	2.30	10.54	23.99	2.21	8.75	ND	27.88
	시료 3	2.49	32.55	2.29	10.59	24.65	2.21	9.06	ND	27.79
	시료 4	2.61	30.79	2.03	9.84	24.31	2.32	8.92	ND	27.57
300	시료 1	2.32	28.28	1.32	9.12	24.21	2.06	4.12	ND	25.65
	시료 2	2.41	29.52	1.32	9.13	24.72	2.01	4.32	ND	25.82
	시료 3	2.42	27.32	1.35	8.75	21.35	1.89	3.62	ND	24.51
	시료 4	2.36	27.74	1.34	8.82	23.95	2.07	6.35	ND	24.30

1) GC: galocatechin, EGC: epigallocatechin, C: catechin, EC: epicatechin, EGCg: epigallocatechingallate, GCg: galocatechingallate, Cg: catechingallate

2) ND: not detected

#### 바. 저장 중 향의 변화

전자코가 장착된 aroma scan을 이용하여 각 처리구를 일정기간 저장 후 향 변화를 비교하였다. 향의 유의적인 차이 여부를 나타내는 지표로써 quality 값을 사용하는데 quality 값이 작을수록 물질간에 유의적인 차이가 없는 것,

즉 원시료와 비슷한 패턴의 향을 갖는 것으로 간주한다. 표 3-2-9는 300일 저장 후 포장재 처리구별 향의 변화를 나타낸 것으로 AI 증차 포장재인 처리구 1번과 3번이 저장 전 녹차엽과 가장 유사한 것으로 나타났다.

표 3-2-9. 300일 저장(30℃) 후 포장재에 따른 녹차의 향 변화

처 리 구	PCA Mapping Quality <sup>1)</sup>
시 료 1	23.245
시 료 2	41.317
시 료 3	28.952
시 료 4	98.647

<sup>1)</sup> 저장 0일을 기준으로 quality 측정

## 2. 질소가스치환 및 탈산소제 등의 영향

녹차의 저장중 품질유지에 가장 좋은 것으로 나타난 PET+PE+Al+PE+COPP 포장재를 사용하여 질소가스치환 및 탈산소제 등의 처리가 녹차엽의 품질에 미치는 영향을 검토하기 위하여 녹차엽을 표 3-2-10과 같은 방법으로 포장한 후 30℃에서 저장하면서 경시적으로 녹차엽 성분의 품질변화를 비교하였다.

표 3-2-10. 가스치환 및 탈산소제 처리

처리구	포장방법
a	보통포장(대조구)
b	질소가스치환
c	보통포장+탈산소제
d	질소가스치환+탈산소제

### 가. 색도

녹차 포장시 gas 치환 및 탈산소제 등의 첨가에 따른 색도 변화를 측정한 결과는 표 3-2-11에 나타낸 바와 같다.

질소치환 후 탈산소제가 첨가된 처리구 d가 저장 기간이 경과함에 따라 적 색도를 나타내는 a값이 낮은 경향을 나타내 색 안정성이 우수한 것으로 나타났다.

표 3-2-11. Gas 치환 및 탈산소제 첨가에 따른 색도 변화

저장기간(일)	Hunter		
	L	a	b
0	32.81	-0.21	2.11
30	a	31.83	-0.08
	b	31.88	-0.09
	c	32.30	-0.19
	d	32.28	-0.19
90	a	31.92	-0.05
	b	31.47	-0.06
	c	31.39	-0.07
	d	31.45	-0.16
150	a	31.70	-0.04
	b	31.34	-0.04
	c	31.78	-0.05
	d	31.78	-0.16
210	a	31.60	-0.01
	b	31.58	-0.02
	c	31.76	-0.05
	d	31.78	-0.15

나. 비타민 C

녹차 포장시 gas 치환 및 탈산소제 등의 첨가에 따른 총비타민 C 변화를 측정된 결과는 표 3-2-12에 나타낸 바와 같다.

환원형 비타민 C(AsA) 및 총비타민 C(TAsA) 함량은 저장기간이 경과함에 따라 질소 치환 후 탈산소제를 첨가한 처리구 d가 감소정도가 낮게 나타났으며, 그 다음은 탈산소제가 첨가된 처리구 c가 감소정도가 낮았다. 즉, 산소 유무가 비타민 C 잔존량에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 3-2-12. Gas 치환 및 탈산소제 첨가에 따른 비타민 C의 변화

저장기간(일)	Content(mg/g)		
	AsA	TAsA	
0	3.83	5.18	
30	a	3.54	4.92
	b	3.61	4.95
	c	3.70	4.94
	d	3.81	5.17
90	a	2.74	4.48
	b	3.53	4.91
	c	3.75	4.91
	d	3.77	5.11
150	a	2.55	3.28
	b	3.30	3.89
	c	3.35	4.20
	d	3.70	4.85
210	a	2.26	3.08
	b	3.03	3.69
	c	3.12	3.80
	d	3.60	4.35

AsA: ascorbic acid

TAsA: total ascorbic acid

다. 클로로필

녹차 포장시 gas 치환 및 탈산소제 등의 첨가에 따른 클로로필 변화를 측정 한 결과는 표 3-2-13에 나타낸 바와 같다. 표에서와 같이 저장 210일 후의 클로로필 잔존량은 질소치환 및 탈산소제가 첨가된 처리구 d가 잔존량이 약간 높은 것으로 나타났으며, 무처리구인 a가 가장 낮은 잔존률을 보였다.



표 3-2-13. Gas 치환 및 탈산소제 첨가에 따른 클로로필의 변화

저장기간(일)	Content(mg/g)		
	Chlorophyll a	Chlorophyll b	
0		1.57	0.77
30	a	1.38	0.58
	b	1.58	0.68
	c	1.58	0.70
	d	1.59	0.65
90	a	1.33	0.58
	b	1.43	0.67
	c	1.53	0.75
	d	1.57	0.79
150	a	1.23	0.62
	b	1.33	0.64
	c	1.53	0.75
	d	1.55	0.71
210	a	1.24	0.60
	b	1.32	0.63
	c	1.39	0.63
	d	1.44	0.66

라. Total amino acid

녹차 포장시 gas 치환 및 탈산소제 등의 첨가에 따른 유리아미노산 변화를 측정  
 한 결과는 표 3-2-14에 나타낸 바와 같이 각 처리구간에 큰 차이가 없는 것으로  
 나타났다.

표 3-2-14. 질소가스치환 및 탈산소제 첨가에 따른 아미노산 함량의 변화

저장기간(일)	Content(mg/g)			
	시료 a	시료 b	시료 c	시료 d
0	23.79	23.79	23.79	23.79
30	22.76	23.75	23.54	23.59
90	23.03	23.43	23.49	23.49
150	23.06	23.57	23.37	23.22
210	22.26	23.02	22.82	22.62

마. 카페인 및 카테킨 함량

녹차 포장시 gas 치환 및 탈산소제 등의 첨가에 따른 카페인 및 카테킨류 함량을 측정된 결과는 표 3-2-15에 나타난 바와 같이 저장기간이 경과함에 따라 카페인은 거의 변화가 없었으나, 카테킨류는 모든 처리구에서 다소 감소하는 경향을 나타내었으며 각 처리구간에는 별다른 차이가 없었다.

표 3-2-15. Gas 치환 및 탈산소제 첨가에 따른 카페인 및 카테킨류<sup>1)</sup> 함량의 변화

저 장 기 간 (일)		Content(mg/g)								
		GC	EGC	C	EC	EGCg	GCg	ECg	Cg	Caffeine
0		4.39	34.56	2.13	16.91	35.44	1.93	8.09	0.48	26.56
30	시료 a	4.21	35.13	2.98	12.15	26.41	2.91	7.86	ND <sup>2)</sup>	24.62
	시료 b	4.40	34.94	2.45	11.43	24.19	1.88	7.64	ND	26.32
	시료 c	4.91	32.85	3.29	12.53	23.08	3.54	9.10	ND	26.68
	시료 d	4.47	35.23	3.50	13.15	24.45	4.01	10.65	ND	26.17
90	시료 a	4.47	27.70	2.58	8.86	19.21	1.69	6.07	ND	25.21
	시료 b	4.17	27.51	3.01	7.02	20.69	3.25	7.65	ND	25.15
	시료 c	4.33	29.82	3.66	9.79	12.80	3.32	8.29	ND	25.96
	시료 d	4.46	29.18	2.85	10.65	21.53	2.89	8.09	ND	25.66
150	시료 a	4.21	29.01	2.73	8.28	23.59	2.06	6.73	ND	25.78
	시료 b	4.08	29.50	2.89	8.93	25.22	1.60	6.06	ND	25.11
	시료 c	4.48	29.40	2.91	9.81	26.04	2.39	8.49	ND	25.94
	시료 d	4.08	29.31	2.73	8.83	25.59	1.64	6.52	ND	25.57
210	시료 a	4.41	27.81	2.25	10.23	20.64	1.92	5.82	ND	25.19
	시료 b	4.20	26.30	2.48	11.02	20.44	1.64	5.55	ND	25.22
	시료 c	4.01	28.82	2.78	10.03	23.41	1.82	5.42	ND	25.57
	시료 d	4.22	25.02	2.18	10.02	22.00	1.78	6.22	ND	25.21

<sup>1)</sup> GC: galocatechin, EGC: epigallocatechin, C: catechin, EC: epicatechin, EGCg: epigallocatechingallate, GCg: galocatechingallate, Cg: catechingallate

<sup>2)</sup> ND: not detected

바. 저장 중 향의 변화

녹차 포장시 gas 치환 및 탈산소제 등의 첨가에 따른 향 변화를 저장 210일

후에 측정된 결과를 표 3-2-16에 나타내었다. 질소 치환 후 탈산소제 첨가구인 처리구 d의 quality 값이 가장 낮아 저장 전 녹차엽과 가장 유사한 것으로 나타났다.

표 3-2-16. 210일 저장 후 포장재에 따른 녹차의 향 변화

처 리 구	PCA Mapping Quality <sup>1)</sup>
시 료 a	33.216
시 료 b	31.524
시 료 c	22.891
시 료 d	19.612

<sup>1)</sup> 저장 0일을 기준으로 quality 측정

## 참고문헌

1. 김종태. 茶의 科學과 文化, 保林社 (1996)
2. 中林敏郎, 伊奈和夫, 坂田完三. 綠茶, 紅茶, 烏龍茶の化學と機能. 弘學出版 (1994)
3. 村松敬一郎. 茶の科學. 朝倉書店(2000)
4. Park, J.H.. Studies on chemical composition in Korean native tea plants. *Ph.D. Thesis*, Chonnam National Univ., Korea(1997)
5. Suematsu, S., Hisanobu, Y., Saigo, H., Matsuda, R., and Hara, K.. Effects of pH on stability of constituents in canned tea drinks (in Japanese). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39, 178-182(1992)
6. Hara T. and Kubota E. Changes in Aroma Components of Green Tea after Storage. *Noppon Nogeikagaku Kaishi*, 56: 625-630(1982)
7. Geoffrey V. Stagg. Chemical Changes Occurring during the Storage of Black Tea. *J. Sci. Food Agric.* 25: 1015-1034(1974)
8. John B. Cloughley. Storage Deterioration in Central African Tea: Changes in Chemical Composition, Sensory Characteristics and Price Evaluation. *J. Sci. Food Agric.* 32: 1213-1221(1981)
9. John B. Cloughley. Storage Deterioration in Central African Tea: Methods of Reducing the Rate of Theaflavin Degradation. *J. Sci. Food Agric.* 32: 1224-1228(1981)
10. John B. Cloughley. Storage Deterioration in Central African Tea. The Effect of Some Production Variables on Theaflavin Degradation. *J. Sci. Food Agric.* 32: 1229-1234(1981)
11. Nakagawa, M.. Correlation of the constituents with the organoleptic evaluation of green tea liquors (in Japanese). *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi* 16, 12-18(1974)
12. Masuda, S. and Nakagawa, M.. General chemical and physical analysis on various kind of green tea. *Tea Res. J.*, 46, 73(1978)

여 백

## 제 4 장 미숫가루의 품질고급화기술 개발

### 제1절 서론

전통적으로 기호식으로 애용되어져 오던 미숫가루의 섭취는 곡류를 주로 한 영양적인 균형이 좋은 식품으로서 특히 현대인들에게 성인병 예방 차원에서도 권장되어야 할 필요성이 있을 것이라 생각된다. 미숫가루의 제조공정은 원료→수침→증자→건조→볶음→분쇄→미숫가루와 같은 공정으로 이루어져 있다. 수침하여 원료 곡류 중에 물을 흡수시킨 다음 증자하는 것은 전분의 호화를 유도하기 위함이며 건조, 볶음 등의 공정은 편이성을 도모하고 원료 곡류에 부족한 향미를 고온열처리에 의해 풍미를 생성시켜 기호성을 증진시키기 위함이다. 따라서 미숫가루 제조공정에 있어서 맛 등 품질을 결정하는 가장 중요한 것은 원료 곡물에 함유된 전분의 호화와 적절한 볶음처리에 의한 향미의 증진기술이라 할 수 있다. 미숫가루가 갖는 장점으로서는 ①수분함량이 5% 정도로 극히 낮기 때문에 장기 저장시에도 미생물에 의한 변질의 우려가 없고 ②분말상이므로 수송이 용이하고 ③물만 타면 즉석에서 바로 시식이 가능하므로 편이성이 높고 ④보리 이외에도 현미, 콩, 울무, 찹쌀 등 각종의 곡류 또는 두류를 적절히 혼합함에 의해 한가지 원료만의 사용으로 부족되기 쉬운 영양 성분을 상호 보완함으로써 영양적으로 균형을 맞출 수 있으며 ⑤여름철에는 맛의 증진을 위해 꿀을 첨가하여 시원한 물에 타 마실 경우 갈증해소 뿐 만 아니라 기호음료로서도 훌륭한 전통적인 우리의 음청료 중의 하나로 간주된다.

그러나 이와 같은 여러 가지 장점이 있는 반면 아직까지 해결되지 못하고 남아있는 큰 문제점중의 하나는 물에 분산시킬 경우 숟가락 또는 용기의 벽면 등에 쉽게 붙어지지 않는 미숫가루의 작은 덩어리들이 남아있게 되므로 완전한 분산을 위해서는 상당한 시간과 정성을 들여 숟가락으로 휘저어야 하는 번거로움이 있고 또 이와 같은 점으로 인하여 자판기에서의 판매를 할 수 없게 하는 제약요인이 되고 있다. 그리고 아직까지 우리의 전통 음청료인 미숫가루에 대한 체계적이고 과학적인 연구는 거의 이루어져 있지 않은 형편이다.

따라서 미숫가루의 품질을 높이기 위해서는 분산성을 증진해야 할 필요성이 있으며 생산 현장에서도 가내수공업 형태의 주먹구구식 방법이 아닌 보다 쉽게 접근할 수 있는 체계적인 연구를 통하여 미숫가루 분산성을 개선할 수 있는 방법이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 anti-caking agent인

cellulose 및 당류인 설탕, lactose 등의 첨가시 미숫가루의 분산성 개선효과를 가져온 연구결과에 기초하여 미숫가루에 당류인 설탕을 첨가하여 품질특성과 저장성을 살펴보고자 하였으며 미숫가루의 과립화를 통하여 분산성 증진과 함께 bending machine에서도 시판 가능한 새로운 형태의 미숫가루 제품을 제조하고자 하였다.

## 제2절 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용한 미숫가루는 분당 백화점에서 시판되고 있는 P사, D사, H사, S사 제품의 미숫가루로 완제품의 포장형태로 되어있는 미숫가루를 사용하였다.

### 2. 시판 미숫가루의 입도분포

미숫가루의 입도분포는 40~200 mesh screen을 사용하여 Ro-Tap Testing Shaker(Tyler Co.)로 30분간 shaking 한 후 체를 통과하는 분획의 중량비로 나타내었다.

### 3. 시판 미숫가루의 분산성

시중에 시판되고 있는 P사, D사, H사, S사의 미숫가루 분말 5g을 45ml의 물에 넣고 stirrer로 30초간 저은후 40mesh로 여과하여 통과한 고형분의 무게를 측정하여 분산성을 %로 나타내었다.

### 4. 미숫가루의 입도별 분산성

미숫가루의 입도별 분산성은 시판 미숫가루를 40, 100, 140, 200 mesh로 각각 체질한 미숫가루에 대하여 위와 같은 방법으로 분산성을 조사하였다.

### 5. 당류 및 anti-caking agent 첨가에 의한 미숫가루의 분산성 개선

당류인 설탕, 포도당, 분당, 말토덱스트린 및 anti-caking agent인 cellulose, 밀단백 분말 제품을 미숫가루에 적정 비율로 혼합한 후 기존 시판 미숫가루 제품에 대한 분산성 개선실험을 실시하였다.

### 6. 당류인 설탕 첨가 미숫가루의 색깔 측정

시판중인 P사의 미숫가루에 대하여 설탕 첨가량 8% 수준으로 첨가한 후 저장 중 색깔은 Color and color difference meter를 사용하여 L값, a값, b값을 측정하였다.

### 7. 미숫가루의 관능검사

시판중인 P사의 미숫가루에 대하여 설탕 첨가량 8% 수준으로 첨가한 후 관능검사는 9점 기호척도법으로 색깔, 향기, 맛 및 종합적 기호도에 대하여 각각



평가하였다.

#### 8. 수동식 압출성형 방법에 의한 미숫가루의 과립화 제조 시험

미숫가루에 설탕, 포도당 분말 및 증류수를 표 4-1의 배합비로 잘 혼합한 후 20 mesh siever로 압출시켜 과립화된 시료를 50℃에서 열풍건조하여 시료로 사용하였다.

표 4-1. 미숫가루 과립화의 배합비

처리구	미숫가루(g)	설탕(g)	포도당(분말)	증류수(ml)
시료 1	200	-	20	90
시료 2	200	-	20	100
시료 3	200	20	-	95
시료 4	200	20	-	105

#### 가. 과립 미숫가루의 분산성

시료 분말 5g을 40ml의 물에 넣고 stirrer로 30초간 저은 후(200rpm) 30mesh로 여과하여 통과한 고형분의 무게로 측정하여 %로 나타내었다.

#### 나. 과립 미숫가루의 입도

각 처리구로 제조한 과립형 미숫가루를 16mesh, 20mesh, 28mesh, 35mesh의 siever를 통과시킨 후 입도분포(size distribution)를 살펴보았다.

#### 다. 과립 미숫가루의 색깔

제조한 과립형 미숫가루의 색깔은 Color and color difference meter를 사용하여 L값, a값, b값을 측정하였다.

#### 라. 과립 미숫가루의 관능검사

훈련된 관능요원으로 색, 향(주로 고소한 냄새), 맛(고소한 맛) 및 종합적 기호도의 항목에 대해 9점 기호척도법으로 실시하였다.

#### 9. 설탕용액의 분사방법에 의한 미숫가루의 과립화 제조 시험

과립 미숫가루의 입자크기를 줄이기 위하여 설탕 및 증류수를 표 4-2의 배합비로 잘 혼합한 후 미숫가루에 분사하여 과립화 한 후 시료를 50℃에서 열

풍건조하여 과립 미숫가루를 제조하였다. 설탕용액의 분사방법에 의하여 제조한 과립 미숫가루의 분산성, 입도 및 색깔의 측정은 상기와 동일한 방법으로 측정하였다.

표 4-2. 설탕용액의 분사방법에 의한 미숫가루 과립화의 배합비

처리구	시료 1	시료 2	시료 3	시료 4	시료 5	시료 6
미숫가루(g)	200	200	200	200	200	200
설탕(g)	20	20	20	20	20	20
증류수(ml)	90	80	70	60	50	40

#### 10. 건조온도에 따른 과립 미숫가루의 색깔

설탕용액을 미숫가루에 분사하여 제조된 과립 미숫가루를 30℃, 40℃, 50℃ 및 60℃에서 건조하면서 과립 미숫가루의 색깔을 측정하였다.

### 제3절 연구결과 및 고찰

#### 1. 시판 미숫가루의 입도분포

시판되고 있는 미숫가루 제품들에 대한 입도크기를 조사한 결과는 표 4-3과 같다.

표 4-3. 시판 미숫가루의 입도분포

회사명	체의 크기(mesh)			
	+40	+100	+140	+200
P 사	0.8	41.5	32.4	25.3
D 사	1.2	42.5	33.1	23.2
H 사	1.5	42.7	37.1	18.7
S 사	1.3	46.1	38.1	14.5

대부분의 제품들이 100~200 mesh 사이의 입자들이 75~85%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. H사 및 S사의 미숫가루가 P사와 D사에 비하여 200mesh에 분포된 미숫가루가 적은 것으로 나타났으며 각사 제품들의 미숫가루의 입자들의 분포의 차이는 미숫가루의 분산성에 영향을 미칠 것으로 판단되어 각사 미숫가루 제품에 대한 분산성을 조사하였다.

#### 2. 시판 미숫가루의 분산성

시판 중에 있는 미숫가루의 분산성을 측정한 결과는 표 4-4와 같다. 시중에서 판매되고 있는 업체들의 미숫가루 분산성은 92.5%에서 95.8% 수준을 나타내었다.

표 4-4. 시판 미숫가루의 분산성

회사명	분산성(%)
P사	92.5
D사	93.0
H사	94.8
S사	95.8

### 3. 시판 미숫가루의 입도별 분산성

미숫가루의 입도와 분산성과의 상호관계를 보다 명확히 하기 위하여 미숫가루를 입도별로 분획하여 분획된 미숫가루에 대한 분산성을 측정된 결과는 표 4-4와 같다. 100 mesh 정도의 미숫가루인 경우 분산성은 각 제품별 모두 99% 이상을 나타내 이 정도의 입도일 경우 분산성의 문제는 없는 것으로 판단되었다. 시판 미숫가루의 분산성을 조사한 표 4-4의 실험 결과에 있어서도 미숫가루의 입도분포가 200mesh 이하의 미숫가루가 많은 H사, S사의 미숫가루 제품의 분산성이 좀더 양호한 것으로 나타났다.

표 4-5. 시판 미숫가루의 입도별 분산성

회사명	체의 크기(mesh)		
	+100	+140	+200
P 사	99.8	96.4	91.7
D 사	99.7	98.5	91.5
H 사	99.8	98.4	93.1
S 사	99.7	97.5	92.2

### 4. 당류 및 anticaking agent 첨가에 의한 미숫가루의 분산성 개선

미숫가루의 입도별에 의한 분산성 실험 결과 입도가 작을수록 분산성은 양호하지만 관능적 평가에 있어서 거칠거칠한 식감을 나타낼수 있을 뿐 아니라 미숫가루 제조공정상 일정 부분의 입도만으로 생산하기에는 어려움이 있으므로 미숫가루 제품에 당류 및 anti-caking agent 등의 첨가물을 사용하여 기존 미숫가루의 분산성을 개선하는 실험을 실시하였다.

당류 첨가물로는 설탕, lactose, 포도당, 말토덱스트린등을 사용하였고 anti-caking agent로는 cellulose, 밀단백 분말등을 사용하였으며 이중 예비실험을 통하여 물에 용해성이 뛰어나고 분산성 개선효과가 나타난 cellulose, 설탕, lactose 및 말토덱스트린에 대하여 미숫가루에 첨가한 후 분산성 개선실험을 실시하였다.

각사 별로 미숫가루 제품에 anti-caking agent인 cellulose를 첨가한 후 분산성을 조사한 결과는 표 4-6과 같다. 즉, cellulose를 미숫가루에 대하여 각각 2%, 4%, 6%, 8%를 첨가하였을 경우 첨가량이 증가할수록 분산성이 높아지는 결과를 나타내었으며 각사별 분산성 증진 효과는 비슷한 결과를 나타내었다.

표 4-6. Cellulose 첨가에 따른 미숫가루의 분산성

Cellulose 제 품	초기치 (%)	2%	4%	6%	8%
P사	92.5	93.4	94.5	95.2	95.8
D사	93.0	93.7	94.6	95.4	96.1
H사	94.8	95.5	96.2	96.9	97.8
S사	95.8	96.6	97.3	98.0	98.8

설탕을 미숫가루에 첨가하여 분산성을 조사한 결과는 표 4-7과 같다. 설탕 첨가량이 증가할수록 cellulose와 마찬가지로 분산성이 높아졌으며 각 미숫가루에 대하여 설탕 4% 첨가시 1%, 8% 첨가시 2%, 12% 첨가시 3%, 4% 첨가시 4% 정도의 분산성 증진효과를 나타내었으며 각 제품별 분산성에 큰 차이는 나타나지 않았다.

표 4-7. 설탕첨가에 따른 미숫가루의 분산성

설탕 제 품	초기치	4%	8%	12%	16%
P사	92.5	93.5	94.4	95.4	96.4
D사	93.0	94.1	95.5	96.2	97.0
H사	94.8	95.7	96.6	97.6	98.4
S사	95.8	96.6	97.5	98.3	99.0

Lactose첨가에 따른 미숫가루의 분산성 증진효과를 조사한 결과(표 4-8), cellulose 및 설탕과 비슷한 결과를 나타냈으며, 각 제품별 분산성 증진효과는 큰 차이를 보이지 않았다.

표 4-8. Lactose 첨가에 따른 미숫가루의 분산성

Lactose 제 품	초기치	4%	8%	12%	16%
P사	92.5	93.4	94.3	95.3	96.2
D사	93.0	94.0	94.9	95.7	96.5
H사	94.8	95.7	96.5	97.4	98.1
S사	95.8	96.7	97.6	98.5	99.3

말토덱스트린 첨가에 따른 미숫가루의 분산성은 cellulose, 설탕 및 lactose의 첨가물에 비하여 약간 떨어지는 것으로 나타났으며(표 4-9), 말토덱스트린을 첨가시 초기치 미숫가루의 분산성에 비하여 약 0.5%의 분산성 증진효과를 나타내었다.

표 4-9. 말토덱스트린 첨가에 따른 분산성

제 품	말토덱스트린				
	초기치	4%	8%	12%	16%
P사	92.5	93.0	93.6	94.4	95.0
D사	93.0	93.6	94.2	94.4	95.1
H사	94.8	95.4	96.0	96.5	96.9
S사	95.8	96.2	96.8	97.4	97.7

따라서 anticaking agent인 cellulose 및 당류인 설탕, lactose, 말토덱스트린을 미숫가루에 첨가하여 분산성 증진효과를 살펴본 결과 cellulose, 설탕 및 lactose가 말토덱스트린에 비하여 양호한 결과를 나타내었고 각사별 미숫가루에 cellulose, 설탕 및 lactose 첨가시 분산성 증진효과는 비슷한 결과는 나타내었고 cellulose, 설탕 및 lactose의 첨가량이 증가할수록 약 1%씩의 분산성 증진효과를 나타내었다. 따라서 시판 미숫가루 제품에 대한 분산성 증진효과는 cellulose, 설탕 및 lactose를 첨가할 경우 기존 미숫가루제품에 대한 분산성 증진효과를 나타낼수 있을 것으로 판단되며, 시판 미숫가루 제품의 분산성이 낮을 경우 이들 첨가물들의 첨가는 더욱 뛰어난 분산성 증진효과를 나타낼 것으로 판단된다.

#### 5. 설탕첨가 미숫가루의 색깔

당류인 설탕을 첨가한 미숫가루를 PE+PEF 필름에 일정량씩 충전한 다음 5℃, 25℃에서 색깔을 측정하였다. 색깔은 맛, 향, 영양성분과 함께 식품의 품질과 가치를 나타내는 중요한 특성중의 하나로서 미숫가루의 저장중 표면색도는 관능적인 평가치에 영향을 줄 것으로 생각되며 각 저장온도별로 미숫가루를 저장하면서 저장기간의 경과에 따른 표면색도의 변화를 측정한 결과는 표 4-10과 같다. 즉 전체적으로 저장조건에 따라서 색깔의 변화가 크게 나타나지 않았다. 다만 25℃저장구에서 저장기간이 길어질수록 황색도가 약간 증가하는 경향을 보여 주었다. 일반적으로 고온에서 장기간 보관시에는 비효소적 갈변반

응이 진행됨으로서 변색되어 제품의 품질을 저하시키는데 이러한 결과에 기인하는 것으로 생각된다.

표 4-10. 미숫가루의 저장 중 색깔 변화

저장 온도	회사명	색도	저장기간 (일)					
			0	7	14	21	28	35
5℃	P사	L	70.85	70.48	70.07	69.82	69.43	69.15
		a	4.51	4.58	4.58	4.63	4.77	4.78
		b	15.64	15.49	14.54	14.40	14.37	14.28
25℃	P사	L	70.85	70.63	70.51	70.34	40.12	69.92
		a	4.51	4.55	5.66	5.66	5.49	5.61
		b	15.64	15.56	15.43	15.33	15.40	15.37

#### 6. 미숫가루의 관능검사

당류인 설탕첨가 미숫가루의 저장 중 색깔, 향기, 맛, 종합적 기호도 등에 관한 관능적 품질의 변화를 측정한 결과는 표 4-11 및 4-12와 같다. 5℃ 저장구에 보관한 미숫가루의 경우 관능적 변화가 거의 없었으나 25℃ 저장구의 경우는 저장기간이 경과할수록 조금씩 관능적 평가 점수가 다소 감소하는 경향을 나타내었다.

표 4-11. 미숫가루 (5℃)의 저장기간에 따른 관능검사

관능항목	회사명	저장기간 (일)				
		7	14	21	28	35
색깔	P사	6.2	6.1	5.8	5.4	5.5
향미	P사	6.0	6.0	5.9	5.7	5.5
맛	P사	6.2	6.0	6.0	5.8	5.8
종합적 기호도	P사	6.1	6.0	6.0	5.8	5.6

표 4-12. 미숫가루 (25℃)의 저장기간에 따른 관능검사

관능항목	회사명	저장기간 (일)				
		7	14	21	28	35
색깔	P사	6.1	6.0	5.6	5.3	5.1
향기	P사	6.0	5.8	5.5	5.2	4.9
맛	P사	6.1	6.0	5.8	5.4	5.1
종합적 기호도	P사	6.0	5.8	5.7	5.4	5.0

### 7. 수동식 압출성형 방법에 의한 미숫가루의 과립화 제조시험

#### 가. 과립 미숫가루의 분산성

표 4-1의 배합비로 잘 혼합한 후 20 mesh siever를 밀어서 통과시킨 시료를 50℃에서 건조하여 미숫가루를 과립화한 후 각 처리구로 제조한 과립형 미숫가루의 분산성을 측정된 결과는 표 4-13과 같다. 즉 모든 처리구에서 분산성이 거의 99%이상으로 분산성이 양호한 결과를 나타내었다. 그러나 과립화한 미숫가루의 분산성은 양호하였지만 과립화된 미숫가루를 물에 분산시켜 음용시 꺼칠꺼칠한 조직감을 나타내었는데 이는 미숫가루의 과립 형성후 건조시 단단한 입자로 재구성 되어짐으로 인하여 물에 복원시 잘 풀리지 않은 현상이 인됨을 알 수 있었다. 따라서 과립형 미숫가루의 제조시 물에 분산성도 뛰어나고 그리고 음용시에도 거부감을 주지 않은 입자크기로 과립화하는 것이 중요한 문제임을 알 수 있었다.

표 4-13. 과립 미숫가루의 분산성 (%)

대조구	시료 1	시료 2	시료 3	시료 4
92.5	99.9	99.9	99.9	99.9

#### 나. 과립 미숫가루의 입도

표 4-1의 배합비로 잘 혼합한 후 20 mesh siever를 통과한 시료를 50℃에서 건조하여 미숫가루를 과립화한 후 각 처리구로 제조한 과립형 미숫가루를 16mesh, 20mesh, 28mesh, 35mesh의 siever를 통과시킨 후 입도분포(size distribution)를 측정된 결과는 표 4-14와 같다. 시료 2와 시료 4에 비하여 물을 조금 적게 첨가한 시료 1과 시료 3의 처리구의 입자 크기가 조금 더 작은



미세한 입자크기를 나타내었는데 이는 미숫가루와 첨가물을 혼합한 후 mesh를 통과할 때 정확한 형태로 과립화가 이루어지지 않았기 때문으로 생각되며 각 처리구별로 분산성을 측정한 결과는 모두 양호한 분산성을 나타내었다. 향후 미세 과립분말로 미숫가루를 제조하면서 분산성이 양호한 최적조건을 설정하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

표 4-14. 과립 미숫가루의 입도 분포(%)

처리구	16Mesh	20Mesh	28Mesh	35Mesh	35Mesh 이상
시료 1	4	12.6	18.8	22.6	42.0
시료 2	37.0	18.4	17.2	15.2	12.2
시료 3	12.6	14.6	19.4	22.2	31.2
시료 4	46.6	13.6	13.8	12.8	13.2

#### 다. 과립 미숫가루의 색깔

설탕, 포도당 분말 및 증류수의 첨가량을 각각 달리하여 제조한 과립 미숫가루의 색깔을 측정한 결과는 표 4-15와 같다. 설탕 및 포도당을 첨가한 과립 미숫가루의 경우 대조구에 비하여 모든 처리구에 있어서 L값(밝기)이 감소하였고 a값(황색도)의 경우도 증가하였으며 b값(적색도)도 모두 감소하는 경향을 나타내었다. 이런 결과는 설탕 및 포도당 분말을 첨가하여 과립화 한 미숫가루의 건조시 비효소적 갈변에 의한 색깔의 변화에 기인하는 것으로 생각된다. 그러나 대조구에 대한 과립 미숫가루의 이러한 색깔의 변화가 종합적 기호도의 관능적 평가에 있어서는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 향후 과립 미숫가루의 bending machine에서의 판매에 목표를 두고 있는 연구결과에 그러한 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다.

표 4-15. 과립 미숫가루의 색깔

처리구	L <sub>a</sub> 값	a값	b값
대조구	70.85	4.51	15.64
시료 1	52.34	6.55	13.28
시료 2	48.88	7.44	12.45
시료 3	52.73	6.98	14.18
시료 4	47.92	7.08	12.71

라. 과립 미숫가루의 관능검사

설탕, 포도당 분말 및 증류수의 첨가량을 각각 달리하여 제조한 과립 미숫가루의 관능평가를 실시한 결과는 표 4-16과 같다. 대조구에 비하여 과립 미숫가루의 색깔, 향미에 있어서는 낮은 관능평가를 나타내었으나 맛 및 종합적 기호도에 있어서는 높은 관능평가를 나타내었다. 이런 결과는 미숫가루에 있어서 관능평가는 색깔, 향미보다는 당류등의 첨가에 의한 맛이 더욱 중요한 영향을 미치는 것으로 생각된다. 종합적 기호도에 있어서 대조구는 3.11를 나타내었으나 시료 1, 2, 3, 4의 경우 각각 5.44, 4.89, 6.22, 5.33로 대조구에 비하여 모두 높은 관능평가를 나타내었다.

표 4-16. 과립 미숫가루의 관능검사

시료 \ 항목	색깔	향미	맛	종합적 기호도
대조구	6.33	6.89	4.44	3.11
시료 1	5.44	5.67	5.22	5.44
시료 2	5.67	4.56	4.67	4.89
시료 3	6.0	5.78	5.22	6.22
시료 4	5.56	5.78	5.89	5.33

8. 설탕용액 분사방법에 의한 미숫가루의 과립화 제조시험

가. 과립 미숫가루의 분산성

과립 미숫가루의 입자크기를 줄이기 위하여 미숫가루 200g에 대하여 설탕 20g과 증류수를 각각 90ml, 80ml, 70ml, 60ml, 50ml, 40ml로 혼합한 설탕용액을 미숫가루에 분사하여 과립을 제조한 후 50℃에서 열풍건조한 시료의 분산

성을 조사한 결과는 표 4-17과 같다. 증류수를 첨가한 설탕용액의 양이 증가할수록 제조한 과립 미숫가루의 분산성이 양호한 것을 볼 수 있으나 전반적으로 설탕용액을 분사하여 과립한 미숫가루의 분산성은 99.0% 이상으로 높은 분산성 효과를 나타내었다.

표 4-17. 설탕용액의 분사방법에 의해 제조된 과립 미숫가루의 분산성(%)

대조구	시료 1	시료 2	시료 3	시료 4	시료 5	시료 6
92.5	99.9	99.9	99.9	99.2	99.1	99.0

#### 나. 과립 미숫가루의 색깔

설탕용액의 분사에 의해 제조된 과립 미숫가루의 색깔은 표 4-18과 같다. 설탕 20g에 증류수 적게 혼합한 설탕용액을 분사 첨가된 시료가 증류수를 많이 첨가된 시료에 비하여 색깔의 밝기가 좀더 양호한 것을 볼 수 있으며 그리고 적색도를 나타내는 a값 및 황색도를 나타내는 b값에 있어서도 양호한 것을 볼 수 있었다.

이는 과립 미숫가루 제조시 설탕용액을 많이 첨가할수록 열풍건조시 마이라드 반응에 의한 색깔 변화로 생각된다.

표 4-18. 설탕용액의 분사방법에 의해 제조된 과립 미숫가루의 색깔

처리구	L값	a값	b값
대조구	70.85	4.51	15.64
시료 1	48.64	7.01	13.80
시료 2	50.09	6.95	14.39
시료 3	54.39	6.35	15.02
시료 4	56.97	6.16	15.39
시료 5	59.88	5.85	15.55
시료 6	62.87	5.32	15.59

#### 다. 과립 미숫가루의 입도

미숫가루 200g에 대하여 설탕 20g과 증류수를 각각 90ml, 80ml, 70ml, 60ml, 50ml, 40ml로 혼합한 설탕용액을 미숫가루에 분사하여 제조한 과립 미숫가루의 입도분포를 측정한 결과는 표 4-19와 같다.

표 4-19. 설탕용액의 분사방법에 의해 제조된 과립 미숫가루의 입도분포(%)

처리구	16mesh	20mesh	28mesh	35mesh	35mesh이상
시료 1	11.6	4.2	8.6	28.4	47.2
시료 2	8.2	5.2	11.6	25.0	50.0
시료 3	4.6	3.4	6.6	20.0	65.4
시료 4	3.8	3.4	8.4	17.4	67.0
시료 5	1.8	3.2	8.2	17.0	69.8
시료 6	1.4	1.8	8.2	17.0	71.6

설탕용액을 가장 적게 분사한 시료 6의 입도분포는 16mesh 1.4%, 20mesh 1.8%, 28mesh 8.2%, 35mesh 17.0% 이었고 35mesh 이상이 71.6% 이었다. 그러나 설탕용액을 가장 많이 분사한 시료 1의 입도분포는 16mesh 11.6%, 20mesh 4.2%, 28mesh 8.6%, 35mesh 28.4% 이었고 35mesh 이상 47.2%로 설탕용액을 적게 분사한 시료의 입도가 설탕용액을 많이 분사한 과립 미숫가루에 비하여 작은 형태로 과립 되는 것을 볼 수 있었다.

라. 과립 미숫가루의 관능검사

미숫가루 200g에 대하여 설탕 20g과 증류수를 각각 90ml, 80ml, 70ml, 60ml, 50ml, 40ml로 혼합한 설탕용액을 미숫가루에 분사하여 제조한 과립 미숫가루의 관능검사 결과는 표 4-20과 같다.

표 4-20. 설탕용액의 분사방법에 의해 제조된 과립 미숫가루의 관능검사

시료 \ 항목	색깔	향미	맛	조직감	종합적 기호도
대조구	5.9	6.5	5.4	5.9	6.1
시료 1	5.6	6.6	5.5	5.2	5.5
시료 2	5.7	6.4	5.7	5.3	5.6
시료 3	5.6	6.7	5.7	5.4	5.7
시료 4	5.6	6.6	5.4	5.6	5.8
시료 5	5.8	6.7	5.4	5.7	6.0
시료 6	5.9	6.7	5.6	5.8	6.1

전반적으로 설탕용액을 많이 첨가 분사하여 제조한 과립 미숫가루에 비하여 설탕용액을 적게 분사하여 제조한 과립 미숫가루의 관능평가 점수가 양호한 것으로 나타났다. 그리고 음용시 과립의 형태로 인하여 입안에서 느끼는 거칠은 느낌을 나타내는 조직감의 관능평가 점수에 있어서도 설탕용액을 적게 분사하여 제조한 과립 미숫가루가 더 좋은 점수를 나타내었다.

대조구인 과립하지 않은 시판 미숫가루와 설탕 20g과 증류수 40ml를 혼한 용액으로 분사하여 제조한 과립 미숫가루의 관능평가 점수를 비교하여 볼 때 큰 차이를 나타내지 않았다. 또한 조직감에 있어서도 대조구와 비교하여 볼 때 유사한 관능평가 점수를 나타내어 음용시 과립화된 미숫가루가 물에 충분히 용해되어 대조구와 거의 유사한 수준으로 부드러운 느낌을 주는 것으로 판단된다. 이로 볼 때 설탕용액을 최소화하여 분사 첨가하는 방법으로 미숫가루를 과립화 할 경우 음용시 분산성이 매우 뛰어나며 물속에서 쉽게 용해됨으로 인하여 입안에서 부드러운 느낌을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 향후 본 연구과제에서 목표로 하고 있는 것과 같이 즉석에서 일회용 컵으로 bending machine에서의 판매도 가능할 수 있을 것으로 생각된다.

#### 9. 건조온도에 따른 과립 미숫가루의 색깔

설탕용액의 분사 첨가에 의한 과립 미숫가루의 제조시 열풍건조에 따른 색깔의 변화를 살펴보기 위하여 열풍건조 온도별로 건조한 과립 미숫가루의 색깔변화는 표 4-21과 같다.

과립 미숫가루의 건조시 건조온도에 따른 색깔의 변화는 큰 변화를 나타내지 않았다. 건조온도가 낮을수록 밝기를 나타내는 L값 및 적색도를 나타내는 a값에서 약간 차이를 나타내었고 전반적으로 높은 온도에서 건조할수록 색깔이 약간 짙어지는 것으로 볼 수 있었다.

표 4-21. 수분함량에 따른 과립 미숫가루의 저장온도별 색깔

처리구	L값	a값	b값
30℃ 건조시료	63.97	4.94	15.60
40℃ 건조시료	63.12	5.23	15.52
50℃ 건조시료	62.87	5.32	15.50
60℃ 건조시료	62.09	5.36	15.48

## 10. 가정용 믹서기를 이용한 조립화 시험

2차년도의 시험결과 미숫가루에 가능하면 적은 량의 분말설탕을 첨가하고 물을 분무하여 조립화한 것이 과립의 입도가 작고, 침강형 분산성은 보통이나 입안에서의 촉감은 좋은 것으로 나타났었다. 따라서 본 실험에서는 미숫가루 200g에 설탕분말 0, 3, 5, 8, 10% 첨가구에 대하여 가정용 믹서기를 고속으로 회전하면서 증류수 40ml를 분무하여 과립화한 후 열풍건조기에서 50℃ 수분함량이 10% 미만이 될 때까지 건조하였다. 이 후 이것을 손으로 부벼서 거칠게 분쇄한 후 체질하여 입도와 입안의 촉감을 조사한 결과는 표 4-22와 같다.

표 4-22. 분당 첨가량별 과립 미숫가루의 입도분포, 분산용해성 및 관능특성

분말설탕 첨가량(%)	입도분포(%) (35mesh이상)	분산용해성	입안에서의 촉감
0	95.5	+	○침강분산용해성 보통임, 보통의 미숫가루맛으로 입안의 촉감은 양호
3	91.3	++	○침강용해성 및 입안의 촉감 양호
5	87.0	++	○침강용해성 보통. 촉감도 비교적 양호
7	81.6	+++	○침강용해성은 좋으나 촉감이 부드럽지 못하고 작게 뭉친 느낌
10	75.4	+++	○침강성은 좋으나 용해성이 낮아 촉감이 거칠고 불량함

표 4-22의 결과 분말 설탕의 첨가량이 증가할수록 조립화 후의 입도분포는 입자가 작은 것들이 감소하는 것으로 나타났다. 설탕분말이 binder역할을 하여 미숫가루 입자의 과립을 크게 하는 것으로 나타났다. 따라서 입자의 크기가 커지면서 입자의 비중도 증가하여 쉽게 침강하면서 분산되나 실제 완전히 용해되는 속도는 크기에 비례하여 느려지거나 작게 뭉쳐있었다. 또한 입자가 커지면서 더 단단히 뭉쳐 쉽게 용해되지 못하고 입안에서의 촉감도 거칠게 느껴졌다. 표 1에서의 결과로만 본다면 우선 분말설탕 3%를 첨가한 처리구가 비교적 적당한 것으로 생각되었다.

## 11. 압출형조립기 제작 시험

그림 4-1은 압출형 조립기의 제작을 위한 도면이다. 그림과 같이 압출형 과립기를 과제 초기에 제작 시도한 도면이다. 압출형 조립기를 이용하여 미숫가루를 조립화 하였을 때 과립이 압력에 의해서 매우 단단해짐으로서 침강분산

성은 좋았으나 용해성이 불량하여 입안에서의 촉감이 좋지 않았으므로 압출형 조립기의 제작은 중단하고 그림 4-2와 같은 액체 분사식 유동층 혼합형 조립기를 제작하였다.

dry 도면. bmp (951×668×16M bmp)

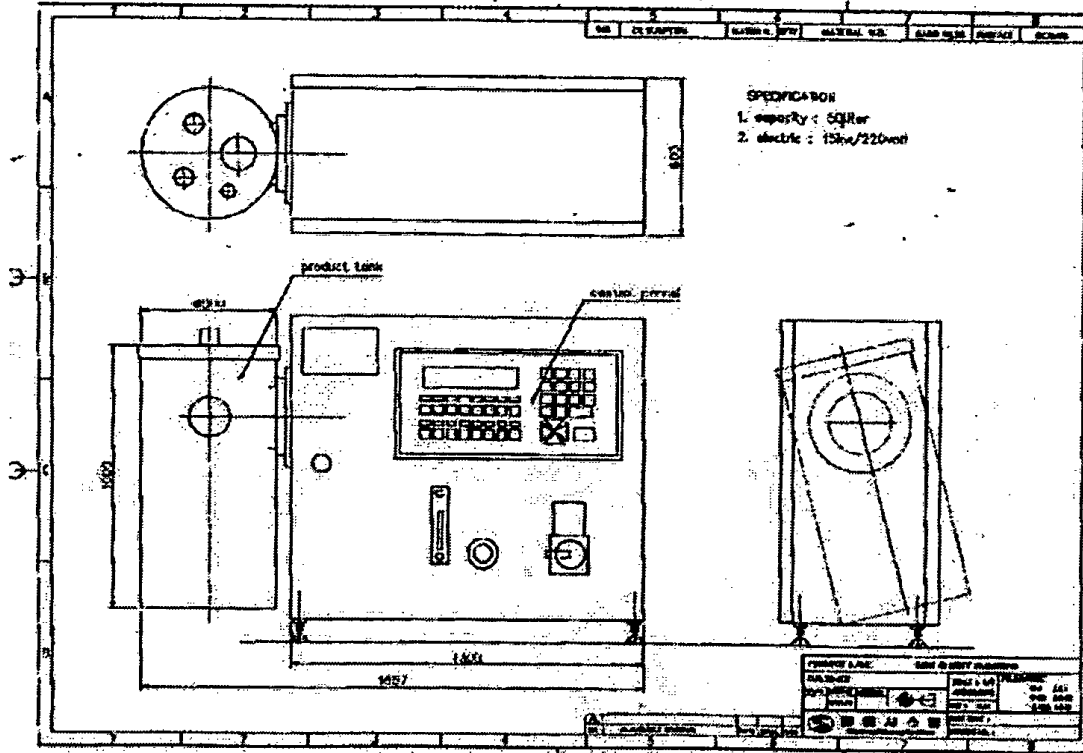


그림 4-1. 압출형조립기 제작 도면

## 12. 소형 미숫가루 과립장치 제조 시험

가정용 믹서기를 이용한 과립화 시험에서 미숫가루 분말을 고속회전에서 띄운 후에 분무하여 과립화할 수 있다는 가능성을 확보하였으므로 우선 그림 4-2와 같이 소규모 시험생산용 유동층 혼합형 조립기(fluidized-bed mixing granulator)를 시험제작하였다.

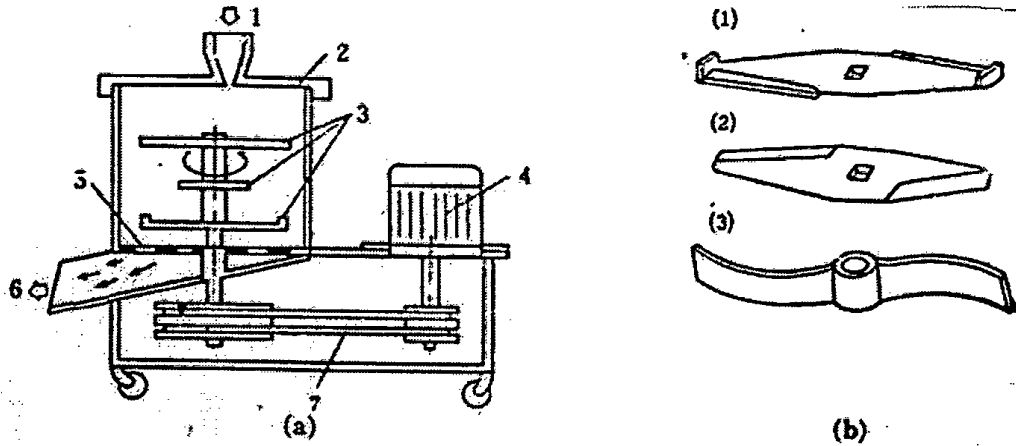


그림 4-2. 유동층혼합형 조립기(fluidized-bed mixing granulator)

(a)유동층혼합형 조립기 (b)회전날개의 종류

1. 액체투입구 2. 덮개 3. 회전날개 4. 모터  
5. 스크린 6. 제품배출구 7. V벨트

### 13. 유동층혼합형 조립기를 이용한 조립화 시험

표 4-22의 결과에 따라 미숫가루 중량에 대하여 분말설탕을 3% 첨가한 후 모터의 회전수 2,000rpm으로 고정하고 3층으로 장치된 회전날개에서 형성된 바람에 의한 분말의 혼합과 유동층 사이로 물을 고압노즐을 통하여 미숫가루 중량의 15, 25, 35, 50%까지 분무하면서 과립화하고 중량이 무거워진 과립이 아래에 설치된 체를 통하여 날려 나올 수 있도록 하였다. 이렇게 하여 조립화된 것들을 열풍에 건조하여 과립화된 상태를 조사한 결과는 표 4-23과 같다.

표 4-23. 수분함량별 유동층 혼합형 조립기를 이용한 과립화 특성

수분/미숫가루 중량(%)	과립의 특성
15	○ 과립의 형성 골고루 잘 되지 않았으며 입자의 크기가 매우 작아 침강분산성이 떨어짐
25	○ 과립의 형성이 골고루 잘 되었으며 약간 푹푹한 상태로서 건조 후의 과립의 크기도 비교적 적당하였음 침강분산성과 용해성도 비교적 양호하고 건조 후의 색깔도 양호함
35	○ 과립이 잘되지 않고 크게 뭉쳐짐. 건조 후 입자가 크고 딱딱함. 침강분산성은 좋으나 용해성은 좋지 않음
50	○ 수분함량의 과다로 과립이 형성되기 어렵고 떡처럼 뭉쳐짐



표 4-23의 결과 분무하는 수분 함량에 따라서 과립이 가장 잘 형성되는 것은 미숫가루 중량에 대하여 25% 정도의 수분을 분무하였을 때 가장 양호하였으며 건조 후에 체질을 하여 찬물에 분산시켰을 때 침강성, 분산성, 용해성이 가장 양호하였다. 그 이하인 수분 15%는 과립의 형성이 불충분하였고, 그 이상인 35%이상에서는 수분의 과다로 인하여 과립이 적당한 크기로 형성되지 않았다.

#### 가. 유동층혼합형 조립기의 일체형화를 위한 열풍건조기 장착 시험

그림 4-2의 유동층 혼합형 조립기를 소형화, 일체형화 하기 위하여 열풍기를 설치하여 과립화되어 나오는 체의 아래 부분에서 위로 열풍이 불도록 장치를 고안하였다. 표 2에서 최적 수분함량인 25%가 되도록 과립화하여 열선코일이 장착된 전열기에 소형 송풍장치를 통하여 열풍을 불어넣었다. 이 때 얻어진 과립 미숫가루의 수분함량은 20%정도로서 과립 후 열풍이 닿는 시간이 매우 짧아 수분이 5%정도 밖에 감소되지 않아 상품화를 위한 수분함량인 5%정도까지 순간적으로 건조시키기 어려운 것으로 나타났다. 일체형으로 제작하기 위해서는 과립들이 상당시간 동안 열풍을 받을 수 있는 장치가 필요한 것으로 생각되었다. 이러한 조건을 충족시키기 위한 장치는 나선형 건조장치로서 과립이 열풍을 받으면서 천천히 나선형 통로를 통하여 나오도록 하여야 한다. 현재 제작한 장치에서는 일체형으로 이러한 나선형 건조장치를 장착하기가 연구비나 연구기간 상 매우 어려운 것으로 나타나 차선택으로서 제작된 장치에서는 과립만 만들고 별도의 열풍건조기에서 건조하였다. 열풍건조기의 온도를 50 ℃로 고정한 후 2시간 동안 건조하였을 때 과립의 수분함량이 4.5% 정도로서 상품화를 위해서 적합하였다.

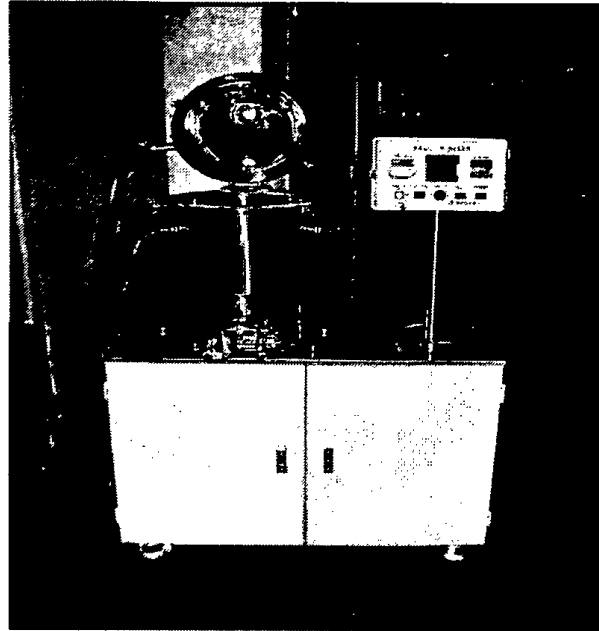


그림 4-3. 실험용 유동층 혼합형 조립기

#### 14. 개발기술의 현장접목 및 기술전수

본 연구에서 제작되고 있는 유동층혼합형 조립기는 우선 미숫가루 공장에 적용하는 시험을 수행하고 있으며 시중의 미숫가루를 종류별로 구입하여 적용 실험을 실시한 결과는 표 4-24와 같다. 제작된 과립기로 미숫가루를 과립화하였을 때 분말의 크기가 비교적 작고 균일한 A사 제품이 과립화가 가장 잘 되었으며 물에 잘 용해되었다. B사와 C사 제품은 분말이 약간 굵고 거칠어 과립화가 크게 되었으며 균일하게 되지 않았으나 형태는 양호하였으며 과립이 크기 때문에 물 속에서 침강되어 용해되는 속도는 비교적 빨랐다. 그리고 D사 제품은 과립화와 용해도가 보통 수준으로 상품성이 없었다.

표 4-24. 시중 미숫가루 4종에 대한 과립화 시험

시료	과립화 정도	건조 후 용해도
A사 제품	매우 양호	매우 양호
B사 제품	양호	매우 양호
C사 제품	양호	매우 양호
D사 제품	보통	보통

또한 최근에 점점 더 소비가 증가하고 있는 분말식품인 생식이나 선식을 대상으로 과립화 실험을 실시한 결과는 표 4-25와 같다.

표 4-25. 생식 2종과 선식 1종에 대한 과립화 및 용해 시험

시료	과립화 정도	건조 후 용해도
A사(생식)	양호	양호
B사(생식)	보통	보통
C사(선식)	양호	양호

표 4-25의 결과 A사의 생식제품은 분말의 입자크기가 작고 균일하여 과립화가 비교적 잘 되었으며 물에서의 분산성과 용해성도 양호한 편이었다. B사의 생식은 분말의 입자가 약간 크고 불균일한 시료로서 과립화도 잘 되는 편이 아니었고 용해도도 좋은 편이 아니었다. C사의 선식의 경우 상기한 미숫가루와 거의 비슷한 형태로서 제품중의 곡류나 두류가 열처리되어 만들어지고, 다른 야채류 등이 건조분말화되어 첨가된 것들로서 호화된 전분이 binder역할을 하여 과립화가 비교적 용이하였으며 건조 후 침강용해도 좋은 편이었다.

일반적으로 분말의 과립화에서 가장 중요한 요소는 분말의 입도가 작고 균일한 것이 좋다. 물론 시료에 따라서 약간의 차이는 있겠지만 곡물을 주재료로 한 제품의 경우 100~200 mesh 정도의 입자가 균일하게 분포되어 있는 것이 과립화와 분산성 향상에 유리한 것으로 나타났다. 그리고 생식의 경우 곡류들이 열처리되지 않고 분말화 되었으므로 전분이 호화가 되지 않아 전분이 결합제 역할을 하지 못하므로 과립화가 미숫가루보다 어려운 점이 있었다. 따라서 필요에 따라서는 생식제품이지만 약간의 당분이나 검류를 결합제로 선택하여 과립화하여야 할 것으로 생각되었다.

## 참고문헌

1. Conference Processings. Food Ingredients Europe., Process Press Europe, Netherlands(1994)
2. Han, J.Y. and Khan, K.: Physicochemical studies of pin-milled and air classified dry edible bean fractions. *Cereal Chem*, 67, 384 (1990)
3. Hegedusic V., T. Volvic and J. Bilic.: Influence of particle size on the solubility and the dispersibility of dried milk and cocoa powder. *Hrana Ishrana*, 25(1), 25 (1986)
4. Higashitani K., L. Koichi and G. Keishi: *Powder Technology Handbook* (1988)
5. Sosulski, F.W., Sulsulski, K. and McCurdy, A.: Wet mill vs air classification of field peas to isolate prorein, starch and fiber. *Acta-Alimentaria-Polonica*, 14, 41 (1988)
6. 심포지움 발표논문집, 전통식품의 현황과 품질개선, 한국식품과학회, (1995)
7. 조후종: 한국식품오천년, 유럽문화사, P.128 (1988)
8. 윤서석: 한국식품사연구, 신광출판사, p. 71 (1987)
9. 장지현: 전통식품의 새로운 인식과 바람직한 발전, 제1회 인제식품과학 포럼 총람, p. 47 (1993)
10. Ayano, Y.: 곡류식물섬유의 식품. 영양학적 연구. 일본영양식량학회지. 45, 209 (1992)
11. Anonymous: *Mechanical Processing Technology Handbook*. Alpine Aktiengesellschaft, Germany (1990)
12. Blanshard J. M. V. and Lillfor, P.: *Food structure and Behavior*, Academic Press (1987)
13. Horbath, E. Ormai-Cserhalmi, Z. and Czukur, B.: Functional properties of air-classified yellow peas(*Pisum sativum*). *J. Sci. Food Agric.*, 49, 493 (1989)
14. King, R.D. and Dietz, H.M.: Air classification of rapeseed meal. *Cereal Chem.*, 64, 411 (1987)
15. Larsson K. and S.E. Freberg: *Food Emulsions.*, Marcel Dekker Inc. (1990)
16. Lowell S. and J.E. Shields: *Powder Surface Area and Porosity*, 3rd ed. Delft Univ of Technology, Netherlands (1986)

17. Senauer B., E. Asp J. Kinsey.: Food trends and the changing consumer, Eagan Press, U.S.A. (1991)
18. Sosulski, F.W. and Yiungs, C.G.: Yield and functional properties of air-classified protein and starch fractions from eight legume flours, JAOCS, 56, 292 (1979)
19. Spink, P.S., Zabik, M.E. and Uebersax, M.A.: Dry-roasted air-classified edible bean protein flour use in doughnuts. Cereal Chem, 61, 251 (1984)
20. 박현진, 이철: 조립화된 분말식품의 인스탄트성질에 영향을 미치는 인자, 18(1), 48(1986)

## 제 5 장 포도주스의 품질개선기술 개발

### 제1절 서론

포도의 국내 생산은 포도주 수입개방에 따른 양조용 포도의 폐원으로 1989년 이후 급감하였으나 최근 들어 거봉 등 신품종의 도입과 온실재배를 통한 출하조정으로 수익성이 증가함에 따라 1995년 26,030ha, 316,443톤, 2000년 29,200ha, 475,594톤에 이르는 등 1996년 이후 외국산 포도가 생과로 수입됨에도 불구하고 재배면적과 생산량이 크게 증가하고 있다.

국내의 포도 관련 가공산업을 살펴보면 포도를 이용하여 가공되고 있는 제품은 통조림, 주스, 술, 식초, 잼 등과 포도를 단순 가열, 착즙한 즙이 건강식품의 하나로 유통되고 있다. 그러나 국내산 포도 품종은 가공에 적합한 캠벨얼리와 같은 품종보다는 생과 시장을 겨냥한 품종이 주를 이루고 있는 관계로 이들을 이용한 가공제품의 품질 또한 수입산과는 큰 차이를 보이고 있다. 특히 포도주스의 경우 대부분의 음료 제조회사에서는 수입산 포도 농축액을 사용하며 국내산 포도는 일부 농민단체와 영농단체에서 소규모 가공하고 있는 실정으로 국내 포도 가공업체에서 생산되는 주스를 수입산 농축액을 이용하여 제조한 주스와 비교할 때 주스의 기호도 뿐 만 아니라 색상, 청정도 등 품질과 관련된 여러 가지 측면에서 큰 차이를 보이고 있다.

포도주스의 품질상의 차이는 당도, 산도 등 원료 자체의 문제뿐 만 아니라 국내 가공업체에서 적용하고 있는 가공공정도 그 원인이 되고 있다. 외국의 경우 1차 포도과즙을 제조한 다음 SO<sub>2</sub>를 충전시켜 저온저장하여 과즙내의 고형물과 주석산을 석출, 침전시키며 필요할 경우 이들 과즙의 침전물과 주석산을 제거한 다음 농축하는 공정을 사용하고 있다. 그러나 국내의 경우 수확기 과즙을 제조한 후 농축하고 저온저장 한 후 주스 제조에 앞서 석출된 주석산을 제거, 사용하는 관계로 이들 농축액을 이용, 제조한 주스는 색상이 약하고 청정도가 떨어지는 문제점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내산 포도과즙의 품질 개선을 위한 가공공정을 검토하고 아울러 이들 과즙을 이용한 주스의 기호도를 개선하여 국내산 포도를 이용한 주스의 품질 경쟁력을 제고하고자 하였다.

## 제2절 재료 및 방법

### 1. 재료

포도는 2000년, 2001년 수확된 캠벨을 사용하였다. 포도과즙의 색상 증진, 청징화를 위한 산업용 효소 Econase CE와 Rapidase Press는 비전상사, 포도주스의 품질 개선을 위한 포도과피추출물, 향료는 영은산업에서 각각 구입, 사용하였으며, 기타 조미용 재료는 식품첨가물용을 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 가. 과즙 및 청징형 농축액 제조

주스용 과즙의 수율과 색상 증진을 위한 실험은 수세, 제경, 파쇄한 포도의 중량에 대해 산업용 효소인 Econase CE(이하 EC)와 Rapidase Press(이하 RP)를 각각 500, 60ppm 농도로 첨가하고 shaking incubator에서 2시간 반응시킨 후 반응액을 원심분리(5,000rpm, 10min)하여 과즙을 제조하였다. 과즙의 최종온도가 90℃가 되도록 끓는 물에서 열처리하여 효소를 불활성화시키고 냉각, 원심분리하여 1차 주스제조용 포도과즙을 제조하여 특성을 조사하였다.

포도과즙의 청징화를 위한 실험은 1차 효소처리하여 얻은 과즙에 산업용 Rapidase C80 MAX(이하 RM)를 이용하여 최적 반응온도와 시간을 설정하였다. 과즙에 RM을 40ppm의 농도로 첨가하고 shaking incubator에서 반응시간과 온도를 달리하여 반응시킨 후 1차 과즙 제조시와 동일한 방법으로 효소를 불활성화시키고 원심분리하여 청징화 과즙을 제조하였으며 과즙은 28brix 정도로 농축한 다음 -40℃에 동결하였다.

#### 나. 포도주스의 향미개선

국내산 포도주스의 향미 개선을 위한 실험은 2차 효소처리 후 농축, 동결한 농축액을 해동하여 농축액 내에 석출, 침전된 주석산을 제거한 농축액을 사용하였다. 포도주스는 원과의 기준 당도를 11 °brix로 설정하고 색상 및 기호도 개선을 위해 포도 과피추출물, 향료, 카라멜 색소 등의 변화에 따른 주스의 품질 변화를 조사하여 설정하였다.

#### 다. 과즙 및 포도주스의 이화학적 특성

과즙의 수율은 중량법, 투광도(%T)는 과즙을 10배의 증류수로 희석한 것을 분광광도계에서 660nm에서 측정하였다. 산도는 과즙 10ml를 희석한 다음 pH 8.4가 될 때까지 0.1N NaOH 소비량을 측정하여 주석산으로 환산하였다. 당도

는 굴절당도계(Atago PR-10, Japan), pH는 pH메타로 측정하였다. 색도는 색차계(color and color difference meter UC600IV, Japan), 알콜불용성고형물은 과즙 50ml에 95% 에탄올 150ml를 첨가하여 85℃에서 10분간 가열한 후 원심분리하여 얻은 잔사에 다시 60% 에탄올 150ml를 첨가하여 가열, 원심분리하는 조작을 반복한 후 침전물의 무게를 측정하여 산출하였다. 농축액 내에 석출된 주석산의 확인은 침전물을 물에 용해한 후 용액의 pH를 10으로 조정하여 완전히 용해한 것을 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC로 주석산을 분석하였다.



### 제3절 연구결과 및 고찰

#### 1. 과즙 및 청징형 농축액의 제조조건 검토

##### 가. 포도과즙의 제조

원료용 포도는 수확, 저장된 캠벨을 사용하여 먼저 착즙액의 수율과 색상 증진을 위한 실험으로 수세, 제경, 파쇄한 포도의 중량에 대해 산업용 효소인 Econase CE(이하 EC)와 Rapidase Press(이하 RP)를 각각 500, 60ppm 농도로 첨가하고 shaking incubator에서 2시간 반응시킨 후 반응액을 원심분리(5,000rpm, 10min)하여 포도과즙을 얻었다. 과즙의 최종온도가 90℃가 되도록 끓는 물에서 열처리하여 효소를 불활성화시키고 냉각, 원심분리하여 1차 주스 제조용 포도과즙을 제조하여 이들의 특성을 조사하였다(표 5-1).

포도과즙의 수율은 RP를 사용하여 65℃에서 2시간 처리한 시료가 76%로 EC에 비해 높았으며 과즙의 산도와 pH도 약간 차이를 보였다. 이들 과즙을 이용하여 향후 포도주스를 제조할 경우 주스의 저장 중 발생하는 침전물과 관련이 깊은 알콜불용성고형물(이하 AIS)의 잔존율은 두처리구 사이에 큰 차이를 보여 포도과즙 제조시 먼저 착즙액의 수율과 색상증진을 위한 효소로는 RP가 적당하였다.

표 5-1. 효소종류별 1차 처리 포도과즙의 특성

항목 효소종류	수율 (%)	AIS (%)	투광도 (%T)	산도 (%)	pH	당도 (brix)	색도		
RP (65℃)	76	8.36	75.38	0.79	3.46	14.0	L:18.48	a:40.56	b:11.50
EC (50℃)	65	20.62	59.82	0.92	3.24	13.8	L:17.74	a:38.53	b:10.12

##### 나. 포도과즙의 청징화

앞서 제조한 포도과즙의 청징화를 위한 실험은 1차 효소처리하여 얻은 과즙에 산업용 Rapidase C80 MAX(이하 RM)를 이용하여 최적 반응온도와 시간을 설정하였다. 즉 포도과즙에 RM을 40ppm의 농도로 첨가하고 shaking incubator에서 반응시간과 온도를 달리하여 반응시킨 후 1차 과즙 제조시와 동일한 방법으로 효소를 불활성화시키고 원심분리하여 2차 효소처리 포도과즙을 제조하였다.

이들 2차 효소처리된 과즙의 투광도와 알콜불용성고형물의 함량을 측정한다

결과는 표 5-2와 같다. 반응시간, 반응온도가 상승함에 따라 과즙내의 알콜불용성 고형물의 함량은 감소하였으며, 과즙의 투광도는 증가하는 것으로 나타나 2차 처리 효소에 의해 과즙의 청징화가 이루어짐을 알 수 있었고, 60℃에서 1시간 30분 정도의 반응시간이 적당한 것으로 판단되었다.

표 5-2. 반응시간과 온도별 2차 효소처리 과즙의 특성

반응시간 \ 반응온도	AIS(%)			투광도(%T)		
	40℃	50℃	60℃	40℃	50℃	60℃
Control(RP)	8.64			75.38		
1시간	6.91	5.41	4.73	77.79	81.78	85.64
1시간30분	5.12	4.36	3.68	80.23	86.33	89.18
2시간	4.87	3.95	3.52	85.40	87.09	87.08

한편 과즙의 청징화를 위한 2차 처리 효소의 최적 첨가량을 설정하기 위해 반응온도와 시간을 각각 60℃, 1시간 30분으로 고정하고 RM효소의 농도를 달리하여 제조한 과즙의 특성을 조사한 결과는 표 5-3과 같다. 2차 처리효소인 RM 첨가농도가 상승함에 따라 AIS 함량은 감소하였으며, RM의 농도가 100ppm 이상을 첨가하였을 때 AIS 변화량이 적었다. 이상의 결과로서 포도과즙내의 펙틴 관련 물질에 의한 주스제조 후 발생하는 현탁과 침전을 방지하기 위한 효소처리에서 1차처리 효소 RP를 처리한 시료에 대한 2차 처리효소 RM 100ppm을 첨가시 AIS값이 제일 적게 측정되었다.

표 5-3. RM 첨가농도별 2차 효소처리 과즙의 특성

측정항목	효소농도(ppm)					
	0	20	60	100	150	200
AIS(%)	8.64	4.26	3.62	2.34	1.98	1.90
투광도(%T)	88.75	87.64	86.45	86.62	85.41	86.12

표 5-4는 최적 반응조건에서 2차 처리된 과즙을 열처리, 냉각, 원심분리하여 얻은 포도과즙의 특성을 조사한 결과이다. 1차 효소처리한 과즙에 비해 당도, 산도가 약간 감소하였으나 색도 중 백색도 값이 다소 상승하고, 알콜불용성 고형물의 함량은 급격히 감소하였다.

표 5-4. 2차 효소처리된 과즙의 특성

항목	당도 (brix)	산도 (%)	pH	투광도 (%T)	AIS (%)	색도
특성치	13.8	0.75	3.45	86.62	2.31	L:20.14, a:38.54, b:11.32

다. 농축액 제조 및 주스의 저장 중 품질변화

효소 처리한 과즙을 47brix정도로 농축한 다음 농축액을 -40℃에 동결한 다음 해동하고 이것을 원심분리(5,000rpm, 10min)를 하여 주석산을 제거하였다. 주석산이 제거된 농축액에 고과당, 비타민 C를 첨가하여 100%포도주스를 제조하여 저장 중 주스의 품질 변화에 대한 온도와 빛의 영향을 조사하고자 0℃, 실온의 창가, 36℃ 항온기에 각각 저장하였다(표 5-5).

주스의 당도, pH, 색도는 표 5에서 볼 수 있는 바와 같이 처리구 사이에 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 본 결과에는 나타내지 않았으나 이들 주스는 저장 기간이 경과함에 따라 용기 밑 부분에 침전물이 형성되었고, 0℃, 실온 저장 주스에 비해 37℃에 저장한 주스가 침전물량이 많았고, 36℃ 저장 주스는 다른 저장 조건과 달리 침전물이 밑바닥에 달라붙어 떨어지지 않고 고정되어 있는 형태였다.

표 5-5. 2차 효소처리 후 농축 과즙으로 제조한 포도주스의 저장 조건별 품질 변화

저장 일수	저장 온도	당도 (Brix)	pH	색도	abs* (535nm)
0	-	14.0	3.35	L:22.41 a:35.12 b:10.34	0.2480
	0℃	13.8	3.35	L:22.82 a:35.97 b:10.38	0.2521
30	실온	13.9	3.36	L:23.24 a:34.68 b:11.05	0.2434
	36℃	14.0	3.38	L:23.25 a:30.99 b:12.71	0.2181
60	0℃	14.1	3.36	L:22.86 a:36.00 b:10.94	0.2334
	실온	14.1	3.36	L:22.01 a:33.81 b:11.01	0.2200
	36℃	14.0	3.38	L:23.67 a:29.54 b:13.23	0.2224

2. 포도주스용 과즙 청정화 기술의 산업적 적용

포도주스의 청정화 기술 개발을 위한 원료 포도의 전처리 조건 실험 중 효소의 종류, 반응온도, 시간 등에 대한 실험실적 규모의 실험을 수행하여 포도

주스의 제조공정을 설정하였다. 그러나 이들 결과를 산업적 규모의 과실 가공 공장에 바로 적용하기에는 공정 및 제조 설비상의 많은 문제점이 있을 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 앞서 포도주스의 청징화 기술 실험에서 설정된 포도과즙 제조공정을 국내 포도 과즙 가공업체의 가공설비에 직접 적용, 연속적으로 대규모 포도 전처리 작업시 발생하는 문제점을 도출하였다.

본 실험에서 사용한 포도과즙 가공용 기계의 용량은 시간당 6~7톤의 원료를 연속적으로 처리할 수 있는 설비로서 대략 6톤의 포도를 처리하여 각 공정상의 문제점과 농축액의 품질 규격을 조사하였다.

#### 가. 산업적 포도과즙 제조

##### 1) 제경

○ 구멍이 뚫린 원통형의 제경기(그림 1-A)로 포도의 알맹이와 줄기를 분리하였다.

##### 2) 분쇄

○ 제경된 포도 알맹이를 서비스 탱크에 넣고 미리 다른 탱크에 준비한 효소액(60ppm/원료중량)을 포도에 일정량씩 첨가되도록 조정하여 스크류 펌프를 이용, 연속적으로 분쇄하였다.

○ 효소첨가량은 제경시 원료 산머루의 전체 중량에서 줄기의 비율을 제외한 중량 기준으로 첨가하였다.

##### 3) 예열처리

○ 효소액과 함께 분쇄된 포도는 미리 45℃로 조정된 예열기를 통과시키고 1차 반응탱크로 이송하였다.

##### 4) 1차 반응

○ 전체 12톤 용량의 반응탱크에 예열처리된 포도를 주입시켰다. 이때 먼저 들어간 포도는 탱크 하단부에 쌓이게 되고 나중에 들어간 산머루는 탱크 상단부에 위치하며, 12톤 탱크를 채우는데 소요되는 시간은 대략 1시간 20분정도 소요되었다(그림 1-B).

○ 반응탱크에 포도가 다 차면 하단부의 포도를 배출시키고 새로운 포도가 상단부로 주입되면서 연속 반응이 이루어졌다.

##### 5) 착즙

○ 반응탱크 하단부의 포도를 착즙기인 Belt Press(그림 1-C)로 이송하여 착즙하였다.

##### 6) 여과

○ 80메쉬 진동체를 이용하여 연속적으로 착즙 과즙을 여과시켰다.

7) 살균, 냉각

o 여과된 과즙을 미리 90℃로 조정된 순간살균기를 통과시켜 살균하고 바로 과즙을 60℃정도로 냉각하여 서비스탱크에 모았다.

8) 원심분리

o 포도 과즙을 5,000rpm에서 순간 원심분리(그림 5-1-D)하여 저장탱크에 모았다. 이때 과즙의 온도는 42℃ 정도이었다.

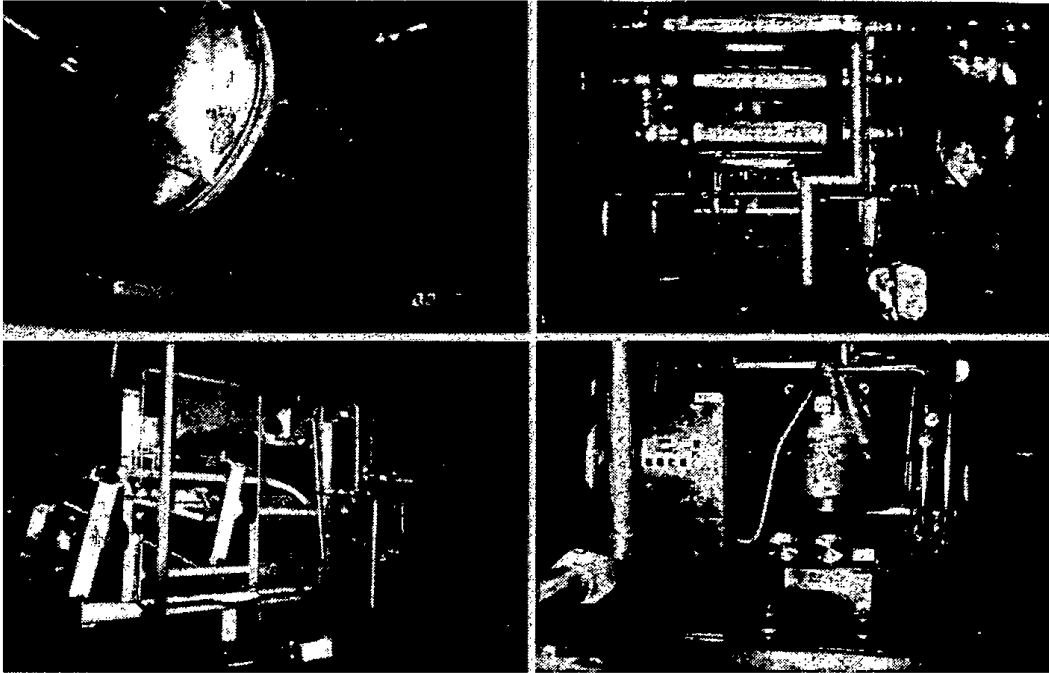


그림 5-1. 포도과즙 제조에 사용된 기계장치

A: 제경기, B: 1차 반응탱크, C: 착즙기, D: 원심분리기

나. 산업적 포도과즙 청징화 및 농축 공정

1) 2차 반응

o 1차 원심분리한 과즙을 반응탱크에 모으고 2차 효소처리액을 첨가하여 정지 반응을 시켰다.

2) 살균, 냉각

o 미리 90℃로 조정된 순간살균기를 통과시켜 살균하고 과즙을 60℃정도로 냉각하여 서비스탱크에 모았다.

3) 원심분리

- o 과즙을 다시 5,000rpm에서 순간 원심분리하여 저장탱크에 모았다.
- 4) 농축
  - o 초기 농축액은 52Brix까지 농축 가능하였으나 나중에는 과즙의 양이 부족하여 물을 사용한 관계로 20brix 까지 떨어졌음
- 5) 포장, 동결저장
  - o 농축액을 드럼포장하여 -40℃에 저장하였다.

다. 과즙 청징화 기술의 산업적 적용에 따른 공정상의 문제점 및 개선방안

기존의 포도 과즙보다 품질이 개선될 수 있는 청징화 과즙을 현재 포도, 사과 가공에 사용되고 있는 기계설비를 그대로 활용하여 작업한 결과 먼저 포도 알맹이 분리를 위한 제경시 작은 줄기의 혼입량을 줄일 수 있는 방안 마련이 요구되었다. 공장에서 사용하는 포도, 효소 혼합물의 반응탱크는 실험실적 규모에서 설정한 진탕 반응과 비교할 때 탱크 내에 교반시설이 없어 효소반응이 불충분하여 포도과즙의 품질에 중요한 영향을 미치는 포도 과피의 색소를 충분히 추출할 수 없는 것으로 나타났다. 그러나 기존 반응탱크의 경우 정치식으로 연속공정을 위해 탱크 상단부로 원료가 투입되어 하단부에 적체되며 시간이 경과함에 따라 점차 상단부로 채워지며 전체 반응탱크가 충전되면 바로 제일 처음 투입된 원료가 배출되므로 상기 문제점을 해결하기 위해 반응탱크에 교반시설을 부착하는 일 또한 현재로서는 쉽지 않은 것으로 판단되었다. 따라서 반응 효소 첨가량과 온도를 다소 상승시켜 색소 추출을 용이하게 할 필요가 있었다.

효소반응 후 반응탱크에서 착즙기로 포도 반응물을 이송할 경우 작업시간이 경과함에 따라 반응물이 배관에 막혀 작업의 연속성에 다소 문제가 있었다. 포도 반응물의 착즙기로의 원활한 이송을 위해 처음 포도를 분쇄할 경우 지금보다 입자를 더욱 미분화시킬 필요가 있었다. 또한 반응탱크에서 착즙기로 반응물을 펌프로 이송시키는 배관을 굴곡이 없는 원형으로 교체함으로써 포도 반응물의 착즙기로의 이송이 더욱 쉬울 것으로 판단되었다.

Belt press에서 착즙 후 배출되는 포도박을 손으로 압착한 결과 과즙이 많이 함유되어 있고, 진한 색소가 용출되므로 향후 포도 과피의 색소를 보다 많이 추출할 수 있는 착즙 방안의 모색도 요구되었다. 착즙기의 압력을 높일 경우 작업시간이 경과함에 따라 과즙내의 고형물의 함량이 많아져 진통체의 메쉬를 통과하는 과즙의 여과 속도가 느려 연속성에 문제점으로 대두되었다. 즉 포도 효소 반응물 중 고형물의 비율이 많은 것을 착즙한 것일 수록 연속 여과시 여과되지 않고 여분의 통으로 이행되는 과즙이 많았으며, 진통체 위의 고형물은

마치 슌몽치와 같은 느낌의 덩어리를 형성하였다.

살균, 냉각한 과즙을 1차년의 실험실규모에서 설정한 조건과 회전수는 같으나 시간이 다른 순간식 원심분리기로 처리한 결과 원심분리 시간이 짧은 관계로 향후 주스 제조시 탁도 저하 및 침전물을 형성하여 제품의 품질 저하 요인에 중요한 원인물질인 과즙내의 고형물의 분리가 실험실 규모의 그것과 비교할 때 큰 차이를 보이는 것으로 나타나 이들의 해결이 중요한 변수로 대두되었다.

한편 기존 국내의 포도과즙 제조공장의 경우 앞서 1차 원심분리된 과즙을 바로 농축하는 공정을 채택하고 있으나 본 실험에서는 과즙 내의 펙틴 등의 다당류를 더욱 분해, 제거하여 청정화를 도모하고자 2차 효소처리를 하였다. 그러나 2차 효소반응을 위한 반응탱크 또한 별도의 온도 조절과 반응 중 교반이 이루어지지 않은 관계로 별도의 시설이 추가되어야 할 것으로 생각되었다. 2차 효소반응 과즙을 살균, 냉각한 과즙을 앞의 조건과 동일한 순간식 원심분리기로 처리한 결과 원심분리 시간이 짧아 고형물의 분리가 거의 이루어지지 않은 것 같았다.

포도과즙을 농축한 결과 시간이 경과함에 따라 농축이 진행됨과 동시에 과즙내 함유된 주석산이 석출되어 배관에 달라붙는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 농축액 제조시 작업의 연속성에도 문제가 될 뿐 아니라 포도 농축액의 농축도를 상승함에 있어서도 큰 문제점으로 대두되었다. 외국의 경우 포도 농축액은 1차 포도과즙을 제조한 다음 이들을 드럼통에 넣고 여기에 SO<sub>2</sub>를 충전시켜 저온저장하여 과즙내의 고형물과 석출된 주석산을 침전시키고 필요할 경우 이들 과즙의 침전물과 주석산을 제거한 다음 농축하는 공정을 사용하므로 국내산 포도 농축액에 비하여 탁도가 낮고, 청정도가 월등히 높다. 그러나 이러한 공정은 포도의 가공량이 대단히 많거나 이들 포도 농축액을 가공용으로 대량 소비하는 경우 가능하나 국내와 같이 극히 소량의 포도가 가공되는 경우 과즙을 별도 저온저장할 수 있는 시설 및 이로 인한 비용 등 경제성 측면에서 쉽게 적용할 수 없는 것으로 향후 이러한 공정을 대신할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것으로 생각되었다.

농축액을 드럼포장하여 -40℃에 저장한 다음 농축액을 해동하였다. 드럼 하단부에 점질성의 진흙과 같은 물질이 침전되었다. 농축액을 음료에 이용할 경우 드럼 상단부의 농축액은 그대로 사용 가능하나 농축액과 침전물의 경계부위의 액은 별도로 모아 원심분리를 통하여 부유물을 제거한 다음 앞의 농축액과 혼합 사용함이 바람직한 것으로 생각된다.

이상의 공장 규모에서 수행한 실험 결과 1차년에서 실험실 규모에서 설정한

포도주스의 청징화 기술은 기존의 설비를 그대로 이용함에 있어서 많은 문제점을 내포하는 것으로 나타나 향후 이들 공정을 적절히 절충, 사용할 수 있는 방안을 실제 과실 가공공장 실무자들과 협의하여 모색하여야 할 것으로 판단된다.

라. 청징화 기술을 적용한 농축액의 품질개선 및 침전물의 특성

공장규모에서 생산, 일정용량의 드럼용기에 냉동저장된 포도 농축액을 실온에서 해동시킨 다음 농축액 내의 침전물을 회수하여 특성을 조사하였다. 침전물을 동일량의 증류수에 현탁시킨 후 RP, RM, 세포벽분해효소(cytolase)를 각각 60, 100ppm, 0.05% 첨가하여 50℃ shaking incubator에서 2시간 반응 후 5,000rpm에서 10분간 원심분리하여 침전물의 중량을 측정하여 이들 효소에 대한 반응율을 조사하였다(표 5-6). 표에서 볼 수 있는 바와 같이 농축액 내에 형성된 침전물은 이들 효소에 의해 거의 분해되지 않고 잔존하는 것으로 나타났다. 청징화 과즙 제조시 사용된 RM효소 처리시 약 6%의 중량감소를 보였다.

표 5-6. 포도 농축액에서 회수한 침전물의 효소 반응시킨 후 잔존율

처리구	대조구	RP 효소	RM 효소	세포벽 분해효소
잔존율(%)	98.96	98.88	94.32	96.4

침전물을 물에 용해한 후 용액의 pH를 10으로 조정하여 완전히 용해한 것을 0.45μm membrane filter로 여과하여 HPLC로 주석산의 함량을 분석, 정량하였다(그림 5-2). 침전물은 주석산으로 구성되어 있었고 그 함량은 약 93%를 차지하는 것으로 나타났다.



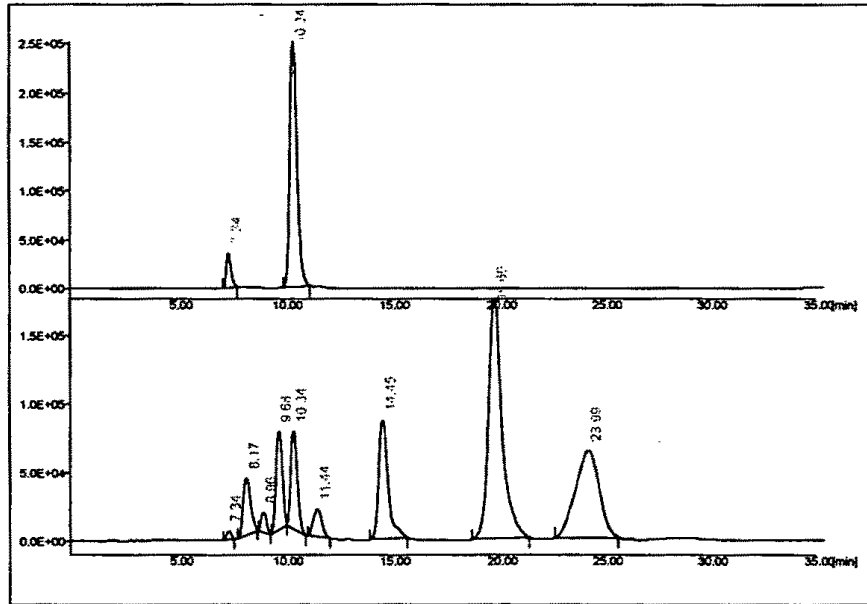


그림 5-2. 포도 농축액내 침전물의 주석산 분석 결과(상: 시료, 하: 표준품)

앞서 공장규모의 기계설비를 이용하여 제조한 포도 농축액은 실험실규모의 그것에 비해 청징도가 떨어지므로 음료 제조 후 용기의 밑 부분에 많은 침전물을 형성할 것으로 예상된다. 따라서 포도 농축액의 청징도를 향상시키기 위한 방안의 하나로 본 실험에서는 주석산을 제거한 농축액을 다시 100, 200, 300mesh에 각각 처리하여 농축액의 이화학적 특성을 비교하였다(표 5-7). 농축액을 여과한 메쉬의 입자가 미세할수록 여과 후 농축액의 투광도는 증가한 반면 안토시안 색소의 농도를 간접적으로 비교할 수 있는 535nm에서의 흡광도 값과 알콜불용성 고형물의 함량은 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 28 ° Bx 포도 농축액의 경우 200메쉬까지는 여과가 쉬운 반면 270메쉬 이상에서는 연속적 여과 어려운 것으로 나타났다.

표 5-7. 주석산을 제거한 포도 농축액의 메쉬 처리구별 특성

농축액 항목	대조구	100 mesh	200 mesh	270 mesh	비고	
당도(°BX)	28.0	28.0	28.0	28.0		
산도(%)	1.51	1.51	1.48	1.45		
pH	3.80	3.80	3.81	3.78		
색도	L:48.98, a:34.43, b:19.40	L:48.57, a:34.12, b:19.33	L:49.10, a:34.72, b:19.12	L:48.85, a:34.23, b:19.85	10배 희석	
	투광도(%T)	83.05	85.83	87.05	90.02	10배 희석 (680nm)
	알콜불용성 고형물(%)	1.10	0.85	0.78	0.71	Dietz 등 방법
흡광도(O.D)	0.51	0.51	0.47	0.46	10배 희석 (535nm)	

대규모 음료 제조회사의 경우 농축액은 거의 대부분이 냉동된 상태로 작업장에 운송되어 실온에서 해동시킨 후 작업장에서는 더 이상의 처리공정 없이 그대로 드럼통 내의 농축액을 ribbon blender에 투입, 사용하고 있다. 따라서 본 실험에서 공장규모로 제조, 냉동 저장한 포도 농축액은 음료를 제조하는 작업장에 도달하기 전 농축액을 냉동보관하고 있는 장소에서 1차 해동 후 주석산을 제거하여 운송한 것을 사용하거나 또는 기업의 음료제조 작업장에서 농축액을 해동, 주석산을 제거시킨 다음 Ribbon blender에 투입, 사용하여야 한다. 따라서 향후 공장규모의 과즙, 농축액 제조설비 중 원심분리공정을 보완 없이 그대로 사용하여 과즙, 농축액을 제조한 경우에는 농축액을 해동 후 드럼통 내의 농축액을 꺼낼 때 200메쉬 입자의 망을 제작, 여과하는 공정을 추가함으로써 최종음료의 저장, 유통 중 침전물의 발생을 어느 정도 억제시키는 효과를 볼 것으로 판단된다.

### 3. 포도주스의 향미개선기술 개발

#### 가. 포도주스의 제조

국내산 포도주스의 향미 개선을 위한 기술 개발에 앞서 먼저 국내산과 수입산 포도농축액을 각각 사용하여 제조, 시판 중인 포도주스를 구입하여 이들의 품질을 비교, 검토하였다(표 5-8).

주스의 당도와 산도는 농협제품이 각각 18.0 °Bx, 0.66%로 수입산 농축액을 이용, 제조한 K사 주스의 13.7 °Bx, 0.44% 보다 높았고 주스의 품질지표의 하나인 당/산비는 수입산이 31.1로 국내산의 17.8 보다 1.7배 높았다. 주스의 청징도와 관련하여 분광광도계에서 660nm에서의 투광도(%T)는 수입산 농축액을 이용한 것이 94.5로 국내산의 38.8에 비해 매우 높았다. 주스의 색도에 있어서도 백색도인 L값이 수입산이 13.38로 국내산의 2.62보다 높았고, 적색도 또한 31.71로 아주 높았다. 이들 주스를 관능적으로 비교한 결과 국내산 주스는 신맛이 강하고 향료처리를 하지 않아 농축시 발현된 가열취가, 수입산은 당도는 국내산보다 낮으나 신맛이 적고 진한 맛을 내는 것으로 나타났다. 주스의 외형적 성상을 육안으로 볼 때 국내산 포도농축액을 이용한 주스는 수입산에 비해 주스의 색상이 맑지 못하고 희뿌연 것으로 나타나 소비자의 구매충동을 유발하기에 문제점이 큰 것으로 판단된다. 이러한 주스의 탁도 차이는 앞서 언급한 바와 같이 포도과즙, 농축액의 처리방법에서 유래하는 것으로 현재와 같은 국내산 포도과즙의 가공방법으로는 해결할 수 없는 것으로 국내산 포도의 고품질화를 위한 기업의 가공설비 투자가 이루어져야 해결될 것으로 판단된다.

한편 본 연구의 포도주스의 청징화 기술 개발 공정에 의해 공장 규모에서 제조하여 동결 저장된 2000년산 포도농축액(28 °Bx)을 해동하여 농축액 내에 석출된 주석산을 제거하고 과즙이 100% 함유되는 주스를 제조하였으며, 최종 당도는 14.0 °Bx가 되도록 고과당을 첨가하였다(시제품 I). 주스의 산도는 0.66%, pH 3.26으로 국내산 농협제품에 비해 산도 값이 낮았으나 수입산 농축액을 사용한 제품에 비해서는 높았다. 또한 기존 국내산 포도주스 상품에 비해 색상, 투광도는 다소 개선되었으나 주스의 관능적 특성에 있어서 신맛에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

국내산 포도농축액을 이용, 포도주스의 색상 개선과 산도 조정을 위해 최종 주스의 포도 농도에는 변화가 없으면서 포도농축액의 첨가량을 감소시켜 주스 내의 산도 값을 떨어뜨리기 위한 방안의 하나로 포도 과피추출물을 사용하였다. 즉 포도농축액(28 °Bx) 20g에 과피추출물 5.5g을 첨가하고 최종 당도가 13.7 °Bx가 되도록 당류와 물을 첨가, 100% 주스를 제조하였다(시제품 II). 포도주스의 색상은 과피추출물이 첨가됨에 따라 월등하게 개선되었으나 주스의 산도 값이 예상과는 달리 0.85%로 과피추출물을 첨가하지 않은 주스보다 훨씬 높게 나타났다. 국내산 포도는 원료 품종, 과즙의 당도, 산도, 색상 등이 수입산 원과와 큰 차이가 있을 뿐 아니라 포도과즙 생산 설비 또한 큰 차이가 있어 궁극적으로 국내산 포도를 이용하여 제조한 농축액만을 사용하여 수입산

주스와 유사한 100%주스를 제조하기에는 한계가 있는 것으로 판단된다.

표 5-8. 포도주스의 품질 특성

분석항목	농협제품	K사제품	시제품 I	시제품 II
당도(°Bx)	18.0	13.7	14.0	13.7
산도(%)	1.01	0.44	0.62	0.85
당/산비	17.8	31.1	22.5	16.1
탁도(660nm, %T)*	38.8	94.5	72.1	43.6
L	2.62	13.38	4.75	1.03
a	5.58	31.71	10.18	-0.22
b	1.45	8.27	2.81	-0.15
△E	97.56	92.63	95.85	98.98
pH	3.31	2.96	3.33	2.77
흡광도(535nm)*	0.73	0.24	0.34	1.90

\* 10배 희석 주스

수입 농축액을 이용, 현재 국내에서 제조되는 포도과즙 50% 주스(H사)의 경우 색상보강, 향료처리 등을 통하여 100%주스와 색상, 기호적인 면에서 큰 차이가 없는 제품을 시판하고 있다. 본 연구에서도 앞서 국내산 포도 농축액을 이용, 100%주스 제조시 문제점으로 제기된 주스의 맛과 색상을 보다 쉽게 개선하고 품질 관리가 용이한 50%주스를 제조하였다(표 5-9).

먼저 농축액을 단독으로 이용한 주스와 농축액에 색상 증진을 위해 과피추출물을 혼합한 동일 당도의 50% 포도주스를 제조하여 특성을 조사하였다. 주스의 산도는 농축액만을 사용한 것이 0.29%, 농축액에 과피추출물을 첨가한 것이 0.39%로 시판 포도주스의 0.44%보다 낮은 산도 값을 나타내었다. 과피추출물의 첨가로 주스의 적색도 값은 급격히 증가하였으나 과피추출물과 함께 카라멜 색소를 첨가한 주스는 큰 변화가 없었다. 50% 포도주스의 향미개선을 위해 주스의 당/산비 조정을 위하여 구연산을 첨가하여 최종 산도를 0.46%으로 조정하였으며 대표적인 포도 품종인 콩고드와 머스켓 계통의 향료를 구입, 예비실험 결과 기호도가 우수한 것으로 나타난 머스켓 향료의 첨가량을 설정하였다.

표 5-9. 포도농축액, 포도과피추출물을 첨가한 50% 주스의 배합비와 특성

	배합비1	배합비2	배합비3	배합비4
농축액	19.64	10	10	10
과피추출물	-	2.75	2.75	2.75
고과당	9.8	10.8	10.8	10.8
구연산	-	-	0.03	0.03
카라멜색소	-	-	0.01	0.01
향료	-	-	-	0.06
주스 산도(%)	0.29	0.39	0.47	0.46
주스 당도	13.8	13.8	13.8	13.8
주스 당/산비	47.59	35.38	29.36	30.00
주스 색도*	L:83.59,a:8.13, L:35.00,a:45.99 L:35.07,a:47.39 L:35.22,a:47.62 b:8.06                      b:5.94                      b:7.16                      b:7.24			

\* 10배희석 주스

이상의 결과를 종합하면 국내산 포도농축액을 이용한 50%포도주스는 포도 농축액(28 °Bx) 10g, 포도 과피추출물 2.75g, 구연산 0.03g, 비타민 C 0.025g, 과당 11g, 카라멜 색소 0.01g, 향료 0.06g을 용해, 혼합하여 정제수로 전체 양을 100으로 조정한 후 일반 과실 주스의 제조공정에 따라 살균, 포장함으로써 제조가 가능하였다.

그러나 이들 배합비 중 포도 과피추출물의 경우 주스의 색상을 강화시키는 장점이 있는 반면 저장 중 침전물 발생의 원인이 되었고 또한 가격이 비싼 이유로 상업적 측면에서 볼 때 첨가농도를 일정량이상 첨가하는 것은 경제성의 측면에서 문제가 있는 것으로 나타났다. 따라서 앞서 포도주스 제조 실험에서 설정한 50% 주스의 품질을 개선하고자 포도 원과의 기준 당도를 11 °brix로 설정하고 공장규모에서 제조, 주석산을 제거한 농축액(28 °Bx)을 이용, 포도과 피 추출물, 향료, 카라멜 색소 등의 변화에 따른 음료의 품질 변화를 조사하였다.

먼저 과즙 함량 50%에 해당하는 포도농축액(10g)에 포도 과피추출물의 첨가량을 0.1~0.4%로 변화시켜 주스의 색도 변화를 조사하였다(표 5-10). 포도 과피추출물의 첨가량이 증가함에 따라 육안으로 볼 때 주스의 색상은 점차 붉은색이 강하여 지는 것으로 나타났다. 주스의 색도 변화를 살펴보면 포도농축

액만으로 제조한 주스에 비하여 과피추출물이 첨가됨에 따라 백색도와 황색도 값은 계속 감소하였으나 적색도 값은 0.2% 첨가시까지의 증가한 다음 0.3% 이상의 첨가시에는 도리어 감소하였다. 50% 포도주스의 붉은 색상을 강화하기 위한 포도 과피추출물의 첨가량은 육안으로 볼 때 0.3%정도가 적당하였다. 그러나 포도 과피추출물만을 첨가한 주스는 일반 상업적인 포도주스에 비하여 검붉은 색상이 약하였다.

표 5-10. 포도 과피추출물의 첨가량에 따른 포도주스의 색도 변화

과피추출물(%)	L	a	b	△E
0	50.65	35.76	19.97	64.14
0.1	35.69	41.62	16.02	78.27
0.2	26.66	42.13	13.64	85.68
0.3	22.07	40.20	12.21	88.54
0.4	18.71	37.98	10.97	90.40
시판주스(H사)	14.04	32.54	8.76	92.34

포도주스의 검붉은 색상을 강화하고자 과즙 함량 50%에 해당하는 포도농축액(10g)과 포도 과피추출물 0.3%를 첨가하고 여기에 카라멜 색소의 첨가량을 0.01~0.2%로 변화시켜 주스의 색도 변화를 조사하였다(표 5-11). 카라멜 색소의 첨가량이 증가함에 따라 전반적으로 주스의 색상이 검은색이 강화되는 것으로 나타났다. 포도 과피추출물만을 첨가한 주스에 비하여 카라멜 색소의 첨가량이 증가함에 따라 백색도, 적색도, 황색도 값 모두 감소하였고, △E 값은 서서히 증가하였다. 시판주스의 색도와 비교할 때 카라멜 색소의 첨가량은 0.05%와 0.1% 중간정도가 적당한 것으로 판단되었다.

표 5-11. 카라멜 색소의 첨가량에 따른 포도주스의 색도 변화

카라멜 색소(%)	L	a	b	△E
0.01	20.75	38.35	12.12	88.88
0.05	15.97	32.34	10.02	90.60
0.1	12.36	26.10	7.74	91.78
0.15	9.44	20.69	5.85	93.09
0.2	7.56	16.79	4.58	94.07
시판주스(H사)	14.04	32.54	8.76	92.34

포도농축액에 과피추출물과 카라멜 색소를 첨가하여 1차 색상을 보강한 포도주스의 품질 개선은 현재 수입 포도 농축액을 이용하여 제조한 시판되는 50% 포도주스의 품질과 유사하도록 산미료, 당류의 첨가량을 조정, 제조한 주스의 관능적 특성과 품질 변화를 조사하여 결정하였다(표 5-12). 시판 50% 포도주스의 경우 당도 13.3 °brix, 산도 0.4%로 주스의 당/산비가 33.25정도였다. 포도농축액, 과피추출물, 카라멜 색소의 첨가량은 고정하고 부재료의 배합비를 달리하여 제조한 포도주스의 당도, 산도 및 관능적 특성 조사 결과 배합비 4 (당도 13.5 °brix, 산도 0.35%, 당/산비 38.3)가 시판 포도주스와 가장 유사한 기호특성을 보였다.

표 5-12. 50%포도주스의 품질 개선을 위한 원부재료 배합비 및 특성

원·부재료	배합비 1	배합비 2	배합비 3	배합비 4
농축액	10	10	10	10
과피추출물	0.3	0.3	0.3	0.3
카라멜 색소	0.075	0.075	0.075	0.075
고과당	12.84	13.23	13.74	13.50
비타민 C	0.025	0.025	0.025	0.025
구연산	0.03	-	-	-
주석산	-	0.06	0.1	0.15
향료	0.06	0.06	0.06	0.06
정제수	76.73	76.25	75.70	75.89
당도( °brix)	13.1	13.3	13.8	13.5
산도(%)	0.22	0.26	0.32	0.352
당/산비	59.5	51.1	43.1	38.3

\* 시판주스(H사) : 당도 13.3 °brix, 산도 0.4%, 당/산비 33.25

#### 나. 포도주스 및 주스용 시럽의 규격설정

향후 국내산 포도 농축액을 이용하여 공장규모에서 포도주스를 제조할 경우 필요한 주스의 품질 관리를 위한 최종 규격을 설정하였다(표 5-13). 현재 대부분의 대형 음료회사의 경우 현장 생산 제조라인에서는 주스용 원부재료를 미리 시럽상태로 제조하여 탱크에 넣고 정제수를 자동으로 투입하여 음료를 제조하고 있다. 따라서 본 실험에서도 앞서 설정한 50% 포도주스제조를 위한 시럽의 규격을 설정하였다. 즉 냉동상태의 포도농축액(28 °Bx)을 해동시킨 후 10kg을 배합탱크에 넣고 여기에 액상과당 13.50kg, 주석산 0.15kg, 비타민 C

0.025kg, 과피추출물 0.3kg, 카라멜 색소 0.075kg, 향료 0.06kg을 각각 달아 넣어 교반, 혼합하여 주스용 시럽을 제조하였으며, 이때 시럽의 당도는 55.0 ° brix, 산도 1.46%, pH 2.61, 색도 L:32.70, a:40.48, b:17.95, ΔE:80.57, 비중은 1.56였다. 이들 시럽을 이용하여 향후 공장규모의 음료 생산라인에서 제조할 50%포도주스의 규격은 당도 13.5 °brix, 산도 0.35%, pH 2.86, 색도 L:13.59, a:28.95, b:8.48, ΔE:91.54, 비중 1.05였다.

표 5-13. 50% 포도주스 및 주스용 시럽의 최종 규격

항 목	50% 포도주스	주스용 시럽	비 고
당도( °brix)	13.5	55.0	
산도(%)	0.352	1.46	
pH	2.86	2.61	
색도	L:13.59, a:28.95, b:8.48, ΔE:91.54	L:32.70, a:40.48, b:17.95, ΔE:80.57	시럽 : 10배 희석액
비중	1.05	1.56	

#### 4. 포도주스 시제품 제조

앞서 설정한 50% 포도주스의 배합비를 토대로 공장규모의 포도주스 시제품 제조는 (주)건영식품의 대전공장에 설치되어 있는 연속식 음료라인을 이용하여 다음과 같이 실시하였다.

##### 가. 배합공정

##### 1) 농축액 용해

○ 냉동상태의 포도 농축액(28 °Bx)을 해동시킨 후 400kg을 Ribbon blender 에 투입하여 완전히 용해시킨 후 모노펌프를 이용, 배합탱크에 이송하였다.

##### 2) 원재료 용해

○ 과피추출물 12kg, 액상과당 540kg, 주석산 6kg, 비타민 C 1kg, 카라멜색소 3kg을 각각 달아 예비탱크에서 넣고 3,035.6kg의 정제수 중 일부를 이용, 용해시킨 후 배합탱크에 투입하였다.

○ 원재료 용해를 위해 사용되고 남은 정제수는 직접 배합탱크에 투입되었다.

##### 3) 규격확인

○ 최종적으로 향료 2.4kg을 배합탱크에 투입하고 30분 이상 교반을 실시한 후 배합액의 규격(당도, 산도, 비중, pH, 색도)을 확인한 다음 생산에 투입되었다.



## 나. 생산공정

### 1) 여과

○ 배합탱크에 이송된 배합액을 모노펌프를 이용, 30mesh filter를 통과시켜 여과하였다.

### 2) 예열처리

○ 여과한 배합액을 60℃로 예열처리하였다.

### 3) 살균

○ 배합액을 plate heater exchanger 살균기를 이용하여 98℃에서 30초간 살균하였다.

### 4) 충전

○ 살균된 액을 주입기로 이송하여 180ml 병용기에 정량을 주입하였다.

### 5) 캡핑

○ 액이 주입된 용기에 캡을 이용, 밀봉하였다.

### 6) 캡 살균

○ 밀봉된 제품의 캡 살균을 위해 약 30초간 용기를 자동적으로 눌러 캡 살균을 실시하였다.

○ 캡 살균된 병용기는 정상 위치로 세워져 약 3분 거리의 컨베이어를 통과하였다..

### 7) 냉각

○ 병용기를 샤워타입의 냉각기를 통과시켜 제품을 35℃이하로 냉각시켰다.

### 8) 제품

## 참고문헌

1. Dubernet. M., Dubernet. V., Coulomb-S., Lerch. M. and Traineau. I: Objective analysis of harvest quality by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and neuron networks, *Bulletin-de-l'O.I.V.*; 74 (839/840), 15-24(2001)
2. Lawson. E. and Tuniz. C: Carbon dating to authenticate the vintage of wines, *Australian & New Zealand Wine Industry Journal*; 16 (4), 14-15(2001)
3. Rajashekhara. E., Suresh. E. R. and Ethiraj. S: Modulation of thermal resistance of ascospores of *Neosartorya fischeri* by acidulants and preservatives in mango and grape juice, *Food Microbiology*; 17 (3) 269-275(2000)
4. Fruit and vegetable juices: Determination of tartaric acid in grape juices. Method by HPLC, Czech Republic Standard; CSN EN 12137: 1997(1998)
5. Rajashekhara. E., Suresh. E. R. and Ethiraj. S: Thermal death rate of ascospores of *Neosartorya fischeri* ATCC 200957 in the presence of organic acids and preservatives in fruit juices. *Journal of Food Protection*; 61 (10), 1358-1362(1998)
6. Andres. L. J., Riera. F. A. and Alvarez. R.: Recovery and concentration by electro dialysis of tartaric acid from fruit juice industries waste waters, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*; 70 (3), 247-252(1997)
7. Lopez, B. M., Viu, M. A., Lopez, T. E.: Foaming in grape juices of white varieties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 45 (7), 2526-2529(1997)
8. Jiang, Q., Cai, T. Y., Liu, Y. Z., Wang, C. R. and Qiu, H. W.: Tartar removal from grape juice by concentration and low temperature, *Food & Fermentation Industries*; No. 6, 1-9, 12(1994)
9. Gao, C. and Fleet, G. H: Degradation of malic and tartaric acids by high density cell suspensions of wine yeasts, *Food Microbiology*; 12 (1), 65-71(1995)
10. Dugelay, I., Gunata, Z., Sapis, J. C., Baumes, R. and Bayonove, C: Role of cinnamoyl esterase activities from enzyme preparations on the formation of volatile phenols during winemaking, *Journal of Agricultural and Food*

Chemistry; 41 (11), 2092-2096(1993)

11. Fuleki, T., Pelayo, E. and Palabay, R. B. P: Carboxylic acid composition of authentic varietal and commercial grape juices, *Journal of the AOAC International*; 76 (3), 591-600(1993)

12. Ohta, H., Tonohara, K., Yoza, K. and Nogata, Y: Studies on the quality of grape juice. XII. Tartar stabilization of Concord grape juice by means of ion exchange resins. *Journal of Japanese Society of Food Science and Technology*; 39 (12) 1105-1111(1992)

13. Pocock, K. F. and Somers, C: Detection of wine adulteration by cider. In 'Proceedings of the seventh Australian Wine Industry Technical Conference'. Adelaide, SA. 13-17 August 1989

14. Zironi, R., Marignetti, N., Buiatti, S. and Amati, A: Tartaric stabilization of grape juices by ultrafiltration, *Vignevini*; 17 (1/2), 57-61(1990)

15. Binnig, R: Tartrate crystallization in grape juices, *Confructa Studien*; 33 (3/4), 123-127, 130-133(1989)

16. Tazawa, T., Yotsumoto, M., Tanahashi, H. and Wakabayashi, Y: Method for continuous tartar separation, United States Patent; US 4 889 743, JP 87-105998 (19870428)

17. Bissell, P., Ewart, A. and Sangtippawan, W: Loading concentrations for tartaric and malic acid for single column HPLC organic acid analysis, *American Journal of Enology and Viticulture*; 40 (4), 316-319(1989)

18. Godinho, O. E. S., Souza, N. E. de., Aleixo, L. M. and Ivaska, A. U: Determination of tartaric acid and the sum of malic and citric acids in grape juices by potentiometric titration, *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*; 71 (5), 1028-1032(1988)

## 제 6 장 무말랭이의 품질개선 및 다양화기술 개발

### 제1절 서론

UR 농산물 협상 이후 국내 농림수산물 및 가공식품 시장의 수입개방이 확대되어 생산 농어민이 직접적으로 큰 피해를 보고 있을 뿐만 아니라 국내 농산물을 원료로 사용하는 가공업자에게도 큰 피해를 끼치고 있다.

수입식품 중에서는 국내생산이 이루어지지 않아 수입이 불가피한 품목도 있고, 또한 국내의 기술수준이 뒤떨어지기 때문에 품질경쟁력에서 열위인 품목도 있지만 대다수 품목은 중국을 위시한 개발도상국에서 낮은 기술과 저임노동력을 이용하여 생산된 단순가공품으로서 이들 품목은 국내산에 비하여 가격은 낮지만 품질이 조악하고 안전성이 낮은 것으로 알려져 있다. 특히 중국산 무말랭이의 경우 비정상적인 건조방법에 의해 제조하여 이미, 이취가 강하여 이를 조리에 이용할 때 많은 열처리를 하여야만 이용할 수 있을 정도로 품질이 나쁜 것으로 알려져 있으며, 국내 재래시장의 만두시장에서 아무런 제재없이 통용되고 있는 실정이다.

국내산 무말랭이는 가정에서의 반찬용으로 대부분이 사용되며, 만두속 충전용으로 소량이 사용되는 반면 중국산 무말랭이는 일반 식당의 반찬용과 시장 만두의 만두속으로 사용되는데 국내산에 비해 판매가격이 약 65% 수준이기 때문에 품질이 열악함에도 불구하고 많은 양이 유통되고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내산 무말랭이와 국내에 대량 유통되고 있는 중국산 무말랭이의 품질을 조사하여 국내산 무말랭이의 품질우위성을 입증함과 동시에 국내산 무말랭이의 품질을 더욱 개선할 수 있는 건조방법을 개발하고 본 기술을 산지가공업체에 전수하여 향후 국내산 무말랭이의 경쟁력을 높일 수 있는 방안을 확립하고자 하였다.

## 제2절 재료 및 방법

### 1. 실험재료

전통식품업체인 M농산의 무말랭이와 H농협의 무말랭이 그리고 가락시장에서 구입한 무말랭이 등 3종의 국내산 무말랭이와 가락시장과 천안시장에서 구입한 2종의 중국산 무말랭이를 각각 10℃에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 가. 무말랭이의 품질특성 조사

##### 1) 일반성분

무말랭이에 혼입되어 있는 지푸라기, 먼지 등의 이물질을 제거한 후 시료로 사용하였다. 수분함량은 105℃ 상압건조법, 조단백은 semimicro-kjeldahl법 (Kjeltec 1030 Auto Analyzer, Tecator, Sweden)으로 측정된 질소량에 질소 환산 계수 6.25를 곱하여 산출하였다. 조지방은 soxhlet법, 조회분은 직접회화법으로 측정하였고 총량에서 수분, 조단백, 조지방 그리고 조회분을 뺀 값을 탄수화물량으로 하였다.

##### 2) 복원력

시료 20 g을 취하여 500 mL의 상온의 물에 담근 후 일정 시간마다 꺼내어 체를 이용하여 물기를 제거한 후 증가된 무게를 측정하였다. 복수율은 무게 증가가 거의 일어나지 않는 시점까지의 초기 시료 무게에 대한 무게 증가율을 %로 나타내었으며, 복수소요시간은 복수시간에 따른 물 흡수량 증가율을 도표로 표시한 후 초기 무게 증가가 완만한 시기의 기울기가 만나는 시점까지의 시간을 복수소요시간으로 결정하였다.

##### 3) 갈변도

동결건조한 시료 20 g을 취하여 증류수 300 mL을 첨가한 다음 실온에서 15 시간 진탕한 후 여과하고 420 nm에서 흡광도를 측정하였으며 또한 색차계 (Color and Color Difference Meter, VC 600-IV, Yasuda Seiki Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 이때 표준백색판의 L, a, b값은 100, -0.01, 0.00이었다.

##### 4) 총균 및 대장균군

시료 10 g을 멸균된 피펫과 가위로 절단하고 멸균수 90 mL에 넣어 20℃에서 200 rpm으로 30분 동안 진탕한 후 이를 희석하여 호기성세균용 및 대장균

균용 petri-film(3M, USA)을 사용하여 측정하였다.

#### 5) 가용성 총당 및 환원당

시료 10 g을 75% EtOH 용액으로 95℃에서 30분간 2회 환류추출 후 여과하고 이온교환수지(Amberlite TCD) 통과 후 페놀-황산법으로 가용성 총당을 측정하였으며, Somogyi-Nelson법으로 환원당을 측정하였다.

#### 6) 아미노태질소

시료 분말 10g과 증류수 90 mL를 혼합하여 균질화하고 여과한 다음 100 mL로 정용한 후 0.1N NaOH 용액으로 pH 8.4까지 적정하고 여기에 37% 포르말린 용액 20 mL를 가한 후 다시 NaOH 용액으로 pH가 8.4가 될 때까지 적정하였다. 별도의 바탕시험을 행한 후 다음과 같은 식에 따라 아미노태질소 함량을 산출하였다.

$$\text{아미노태질소 (mg\%)} = \frac{(A - B) \times 1.4 \times f \times 100}{\text{시료량 (g)}}$$

여기서 A : 0.1N 수산화나트륨 용액의 시료 적정량(mL)

B : 0.1N 수산화나트륨 용액의 바탕시험 적정량(mL)

f : 0.1N 수산화나트륨 용액의 농도계수

#### 7) 비타민 C

동결건조한 시료 분말 10 g을 5% metaphosphoric acid 용액으로 약 10배 정도 희석하였다. 희석한 시료용액을 사용하여 2,4-dinitrophenyl hydrazine법에 따라 비타민 C를 정량하였다.

#### 8) 관능검사 및 통계처리

산지별 무말랭이에 대한 관능적 기호도 조사를 실시하였다. 훈련된 관능요원을 대상으로 무말랭이의 형태, 색, 향, 조직감, 종합적 기호도에 대해 9점검사법으로 관능검사를 실시하였다. 측정치에 대하여 분산분석을 실시하였으며 시료간 유의성을 검토하였다.

#### 나. 열풍건조 특성

##### 1) 열풍건조장치

실험에 사용된 열풍 건조장치는 항온항습기, 건조실, 송풍팬 및 덕트, 로드

셀, 자료수집 및 제어장치로 구성하였다. 항온항습기 내부크기는 80×90×90cm이며 운전조건은 건조온도 0~150℃와 상대습도 30~95%이다. 송풍팬은 0.5HP의 DC모터로 구동되며 최대송풍량은 0.96m<sup>3</sup>/min이다. 건조실 및 송풍기와 항온항습실의 연결관은 5cm 두께의 유리섬유 재질의 단열재로 피복하였다. 샘플이 건조되는 건조실의 크기는 50×50×50cm이고 내부에 20×20×20cm 크기의 사각형 트레이가 로드셀에 연결되어 시료무게를 측정하도록 하였다. 시료무게 측정시 송풍의 영향을 줄이기 위하여 자료수집 및 제어장치에서 시료무게 측정 5초 전에 송풍기 작동을 멈추고 시료의 무게를 측정하도록 프로그램이 되어있으며, 제어프로그램은 Labview 5.0 윈도우용 제어프로그램 언어를 사용하여 작성하였다. 그림 6-1은 무의 열풍건조 실험에 사용된 건조장치를 나타낸 것이다.

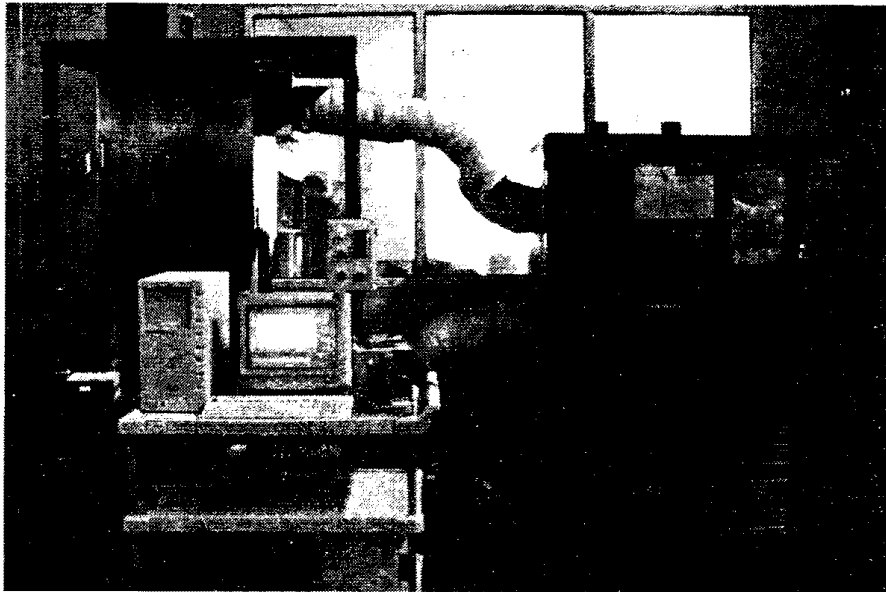


그림 6-1. 열풍 건조장치

## 2) 건조속도 예측

농산물의 건조속도를 예측하기 위한 건조모델 개발에 사용되는 모델식으로는 exponential model, approximate diffusion model, Page model 등이 이용되고 있다. 본 연구에서는 무의 건조모델을 개발하기 위하여 농산물의 건조과정을 예측하는데 많이 이용되는 exponential model, approximate diffusion model, Page model을 이용하여 무의 건조 모델식을 개발하였다.

$$MR = \frac{M - M_e}{M_o - M_e}$$

exponential model :  $MR = \exp(-A \cdot t)$

approximate diffusion model :  $MR = B \cdot \exp(-A \cdot t)$

Page model :  $MR = \exp(-A \cdot t^B)$

where, MR : Moisture ratio, M : Moisture content(% , db),

$M_o$  : Initial moisture content(% , db),  $M_e$  : Equilibrium moisture content(% , db), t : Drying time(hour), A, B : Parameters

건조실험은 열풍건조장치의 일정한 건조조건에서 시료용기에 겹치지 않도록 한층으로 넣어 박층건조 실험을 수행하였다. 건조 중 시료의 무게는 건조장치의 자료수집 및 제어장치에서 10분 간격으로 측정하였으며, 시료무게 측정 5초 전에 송풍기의 작동을 멈추고 시료의 무게를 측정하였다. 평형함수율은 각 건조조건에서 90분 동안 중량변화가 없을 때의 수분함량으로 하였다. 건조실험은 상대습도가 30%일 때 건조공기의 온도가 50, 60, 70℃에서 수행되었으며, 이때 풍속은 2 m/s이었다.

건조모델식은 건조실험의 실험치를 선정된 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 적용하여 비선형 회귀모델을 이용하여 구하였으며, 비선형 회귀모델은 통계프로그램인 SAS 6.1의 NLIN PROC를 사용하였다.

#### 다. 마이크로파 혼합건조 특성

##### 1) 마이크로파 혼합건조장치

실험에 사용한 시료는 열풍건조 실험과 동일하게 가락동 농수산물시장에서 직접 구입하여 사용하였으며, 흙이 묻은 부위를 씻어서 물기를 제거하고, 가로 10mm, 세로 10mm, 길이 100mm로 절단하여 실험에 사용하였다.

마이크로파 혼합건조를 이용한 무의 건조특성을 분석하기 위하여 마이크로파 혼합건조 실험장치를 제작하였다. 그림 6-2은 제작된 마이크로파 혼합건조 실험장치로서 본체의 길이는 총높이 1.5m, 가로가 80cm, 세로가 60cm이며 실제적인 가용건조실 용량은 약 10L이다. 본 장치의 건조부에 있어서는 microwave(0~ 750MHz), 열풍건조장치, 풍속조절장치 등이 있으며 열풍 및 마이크로파가 단독 및 조합 사용에 의해 건조시킬 수 있다. 제어부는 시료의 품온과 건조실의 온도 및 마이크로파 강도 조절이 가능하도록 하였다.

마이크로파는 가정용 전자렌지를 이용하여 Ib제어를 통한 마이크로파 강도



를 제어하였고, 열풍은 외기공기를 흡입하여 건조공기로 사용하는데 흡기팬의 출구 쪽에 전기히타(1.5kW)가 설치되어 흡입된 외부공기를 가열 열풍으로 만들어 건조기내로 공급할 수 있도록 설계되었다. 또한 시료로부터 증발된 수분은 건조기내에 설치된 배기덕트를 통해 흡입된 열풍 의해 방출된다.

마이크로파 혼합건조 실험장치의 온도조절 시스템인 Ib 조절기 및 열풍장치 시료의 건조조건과 특성을 고려하여 microwave조절과 열풍히타가 독립적으로 작동되도록 구성되어 있다. Ib조절은 가정용 microwave을 이용하여 전류별 8 단계로 나누어 설치하였으며 열풍온도 조절은 PT100Ω은 센서를 사용하고 풍량은 슬라이드스을 이용 10단계로 제어하는 장치를 설치하였다. 시료 품은에 센서를 연결하여 온도를 읽은 다음 그 신호를 indicator에 보내 한성 DX2을 이용하여 제어하고 열풍은 건조실 내부의 중심부에 센서를 설치하여 읽고 한성 DX3을 이용하여 읽고 제어하도록 구성되어 있다.

마이크로파 혼합건조 실험장치의 중량측정 시스템은 일차 시스템의 예비실험결과 스트레인 게이지가 정확한 Elettronica사 제품을 이용하였고 그 신호를 indicator로 표시하여 피건조물의 중량변화를 나타내도록 하였다. 또한 건조실험 중에 자동으로 컴퓨터에서 건조 시료중량을 측정할 수 있도록 제작되었다.

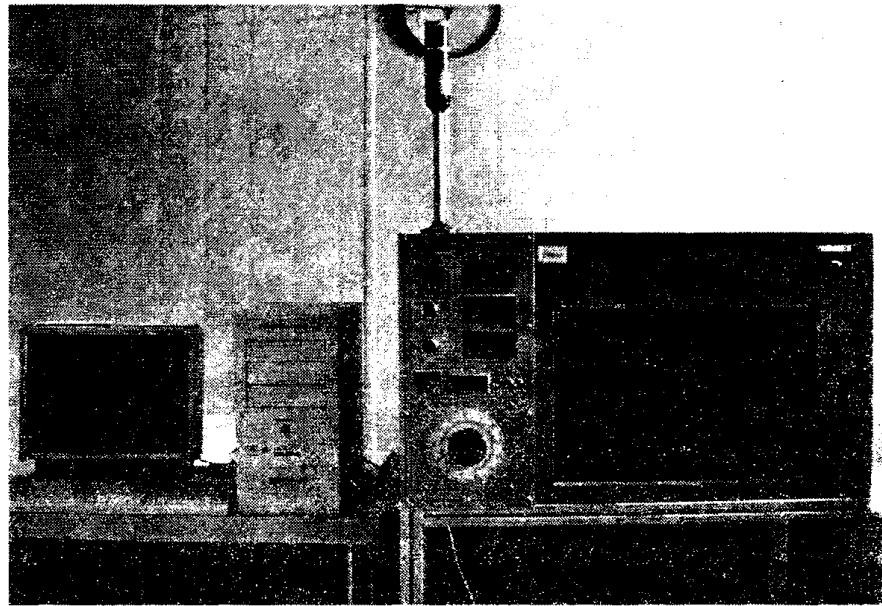


그림 6-2. 마이크로파 혼합건조 실험장치

## 나. 실험방법

마이크로파 혼합건조는 마이크로파를 열원으로 하여 건조실 내부는 설정한 건조온도를 유지하며 건조공기를 순환시켜 시료를 건조시키는 방식이다. 예비 실험 결과에서 마이크로파 혼합건조의 함수비 변화는 열풍건조와 유사한 형태를 나타내었다. 따라서 본 연구에서는 마이크로파 혼합건조의 건조모델을 개발하기 위하여 열풍건조모델 개발에 사용하였던 exponential model, approximate diffusion model, Page model을 이용하여 무의 마이크로파 혼합건조 모델식을 개발하였다.

건조실험은 마이크로파 건조장치에서 시료용기에 겹치지 않도록 시료를 한 층으로 넣어 박층건조 실험을 수행하였다. 건조 중 시료의 무게는 건조장치의 자료수집 및 제어장치에서 10분 간격으로 측정하였으며, 평형함수율은 각 건조조건에서 90분 동안 중량변화가 없을 때의 수분함량으로 하였다. 건조실험은 마이크로파 강도를 조절하는 Ib값이 200(정격고주파 750W, 주파수 1500MHz), 220(정격고주파 750W, 주파수 2000MHz), 240(정격고주파 750W, 주파수 2450MHz)으로 조정하여, 건조실 온도가 50, 60, 70℃에서 수행되었으며, 이때 건조실 내부의 풍속은 1.19 m/s이었다.

건조모델식은 건조실험의 실험치를 선정된 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 적용하여 비선형 회귀모델을 이용하여 구하였으며, 비선형 회귀모델은 통계프로그램인 SAS 6.1의 NLIN PROC를 사용하였다.

## 라. 건조방법별 무말랭이의 품질 평가

### 1) 건조방법

열풍건조와 마이크로파 혼합건조 방법을 적용하였으며, 건조 조건으로서 열풍건조는 온도 60℃, 상대습도 30%가 되게 하였고, 마이크로파 혼합건조는 건조온도 60℃, 마이크로파 강도인 Ib값은 240, 건조실 내부의 풍속은 1.19 m/sec가 되도록 일정하게 유지하였다. 건조실험은 일정한 크기로 절단된 200g의 시료를 건조기에 넣고 시료상자에 겹치지 않도록 한 층으로 깔아서 건조실 내에 넣고 주어진 건조조건에서 실험을 실시하였다. 이때 건조시간은 각각 2, 4, 6, 8시간으로 하였으며, 원료 무를 대조구로 하여 총 9개의 처리구에 대해 건조시간별 품질평가를 실시하였다.

### 2) 건조시료의 품질평가

건조방식을 달리한 무의 건조시간별 품질의 변화를 관찰하기 위하여 수분함

량, 비체적, 갈변도 및 색도, 대장균 및 총균수에 대해 분석하였다.

마. 중간수분식품의 무말랭이 제조기술 개발

1) 무말랭이 생산현장에서의 무 건조 중 특성 변화 조사

무말랭이를 생산업체에서 무의 건조 중 발생하는 이화학적 성분 및 미생물학적 변화를 조사하였다. 건조실에서의 윗부분, 중간부분 그리고 밑부분에서 시료를 채취하여 수분함량, 갈변도, 총당, 환원당 등의 이화학적 특성과 총균, 대장균 등의 미생물학적 특성을 분석하였다.

2) 무말랭이 제조를 위한 최적 건조조건 설정

무말랭이 제조를 위한 최적 건조조건을 설정하기 위하여 각 건조조건별(50, 60, 70°C, RH 30%)로 건조하면서 건조 중 무말랭이의 수분함량과 비타민 C, 갈변도 등의 변화와 조직감 변화를 조사하였다.

3) 중간수분식품의 무말랭이 제조

중간수분식품 형태의 무말랭이를 제조하기 위하여 글리세린, 솔비톨, 말토덱스트린, 설탕, trehalose 등의 보습제를 농도, 보습제 단독 또는 혼합, 처리시간 등의 처리조건별로 처리한 후 앞서 결정된 건조조건으로 건조 후 건조시간 변화에 따른 수분함량과 수분활성도, 비타민 C, 갈변도 등의 변화와 조직감, 기호도 등을 조사하여 적정 보습제 처리조건을 설정하였다. 그리고 수분활성도 별로 중간수분식품 형태의 무말랭이를 제조한 후 복원전후의 조직감과 복원소요시간 및 저장성 등을 비교하여 적합한 수분활성도를 결정하였다. 또 결정된 수분활성도를 갖는 중간수분식품 형태의 무말랭이와 건조 무말랭이를 대상으로 건조시간 수분함량, 수분활성도, 저장성 및 복원성 등의 특성을 조사하였다.

### 제3절 연구결과 및 고찰

#### 1. 산지별 무말랭이의 품위특성

국내산과 중국산의 무말랭이의 일반성분을 분석한 결과는 표 6-1에서 보는 바와 같다. 수분함량의 경우 국내산은 15.7~20.4%, 중국산은 20.0~23.5%를 나타내어 국내산에 비해 중국산 무말랭이의 수분함량이 다소 높은 것으로 나타났다으며, 조단백은 8.0~13.6%, 조지방은 1.0~1.5%, 조회분은 8.7~13.6%, 탄수화물은 51.3~65.8%의 범위를 나타내었다.

그리고 이들 무말랭이의 이화학적 특성을 조사한 결과는 표 6-2에서 보는 바와 같이 시료간에 매우 큰 차이를 나타냄을 알 수 있었다. 국내산 무말랭이의 경우 갈변도가 M농산 0.09, H농협 0.17, 가락시장 0.29로 국내산에서도 차이가 크게 나타났으며, 중국산의 경우 가락시장 0.25, 천안시장 0.69로 나타나 중국산 무말랭이가 다소 짙은 갈색을 나타내어 국내산에 비해 건조 중 열처리를 많이 받은 것으로 추정되었다. 이러한 경향은 비타민 C의 분석 결과에서도 동일하게 나타났는데 국내산이 70.9~207.3  $\mu\text{g/g}$ 의 범위를 나타낸 반면 중국산은 3.4~7.4  $\mu\text{g/g}$ 의 범위를 나타내어 중국산이 국내산에 비해 과도한 열처리를 받아 대부분의 비타민 C가 파괴되었음을 알 수 있었다. 그리고 국내산 중에서도 M농산 207.3  $\mu\text{g/g}$ , H농협 113.5  $\mu\text{g/g}$ , 가락시장 70.9  $\mu\text{g/g}$ 을 나타내어 시료간에 큰 차이가 남을 알 수 있었다.

표 6-1. 산지별 무말랭이의 일반성분(%)

		수분	조단백	조지방	조회분	탄수화물
국내산	M농산	16.3	8.0	1.2	8.7	65.8
	H농협	20.4	10.9	1.3	10.9	56.5
	가락시장	15.7	12.7	1.4	12.7	57.5
중국산	가락시장	23.5	10.2	1.0	10.2	55.1
	천안시장	20.0	13.6	1.5	13.6	51.3

표 6-2. 산지별 무말랭이의 이화학적 특성

	국내산			중국산	
	M농산	H농협	가락시장	가락시장	천안시장
갈변도	0.09	0.17	0.29	0.25	0.69
비타민 C( $\mu\text{g/g}$ )	207.3	113.5	70.9	7.4	3.4
가용성 총당(mg/g)	29.2	31.5	26.7	30.3	18.0
환원당(mg/g)	3.3	2.9	2.4	3.4	1.2
아미노태질소(mg/g)	1.9	2.4	2.6	3.0	3.9
총균(CFU/g)	$8.5 \times 10^5$	$9.9 \times 10^5$	$2.8 \times 10^7$	$1.2 \times 10^4$	$6.9 \times 10^4$
대장균군(CFU/g)	-	$1.0 \times 10^4$	$1.6 \times 10^6$	-	-

한편 이들 무말랭이의 총균수와 대장균군수를 측정한 결과 총균수의 경우 중국산 무말랭이가  $1.2 \sim 6.9 \times 10^4$  CFU/g으로 국내산의  $8.5 \times 10^5 \sim 2.8 \times 10^7$  CFU/g에 비해 적은 총균수를 나타내었고 또한 대장균군이 음성으로 나타나 앞의 갈변도와 비타민 C 결과에서처럼 중국산 무말랭이 제조시 과도한 열처리를 받거나 또는 위생적인 처리가 이루어지고 있는 것으로 추정할 수 있었다. 한편 국내산 무말랭이의 경우 M농산의 무말랭이는 대장균군이 음성으로 나타난 반면 H농협과 가락시장은 각각  $1.0 \times 10^4$  CFU/g,  $1.6 \times 10^6$  CFU/g의 대장균군수를 나타내어 국내산 무말랭이도 무말랭이 제조시 위생적으로 처리되지 않고 있음을 알 수 있었다. 그리고 가용성 총당은 18.0~31.5 mg/g, 환원당은 1.2~3.4 mg/g, 아미노태질소는 1.9~3.9 mg/g의 범위를 나타내었다.

국내산과 중국산 무말랭이의 복원력을 조사하기 위하여 침지시간 경과에 따른 수분흡수율을 측정한 결과는 그림 6-3과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 중국산은 침지 1시간 경과 후부터 수분흡수율이 거의 증가하지 않고 평형에 도달하였고 또한 침지 9시간 경과시 약 200~250%의 수분흡수율을 나타내어 국내산에 비해 수분흡수율이 크게 낮음을 알 수 있었다. 한편 국내산 무말랭이의 경우에는 침지 1시간 경과까지는 중국산과 마찬가지로 수분흡수율이 급격히 증가하다가 그 이후부터는 침지 9시간까지 비교적 완만하지만 지속적으로 증가하여 350~450%의 수분흡수율을 나타내었다. 이때 H농협과 가락시장은 거의 동일한 측정값을 나타내었고, M농산은 이보다 다소 낮은 값을 나타내었다.

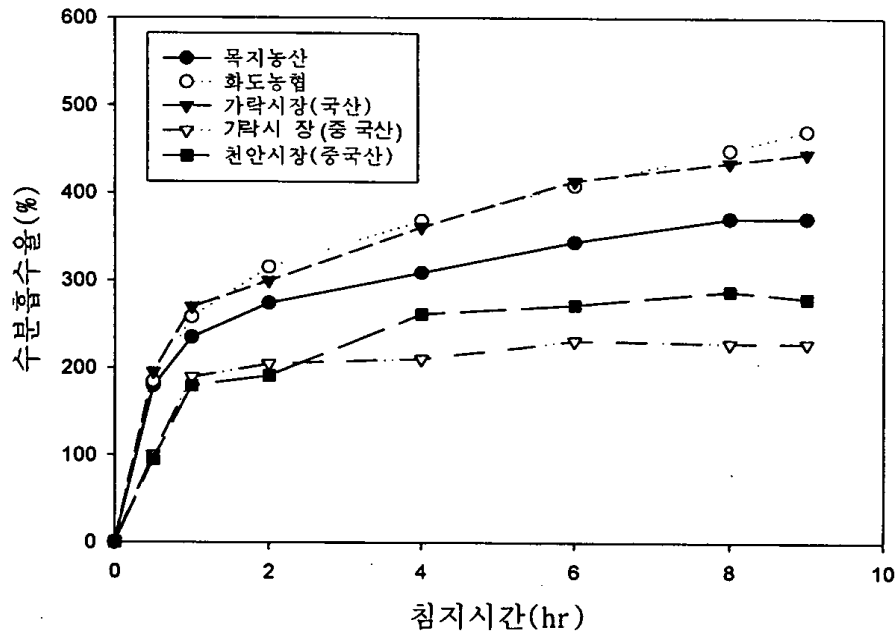


그림 6-31. 산지별 무말랭이의 수분흡수율

국내산과 중국산 무말랭이의 관능적 기호도를 조사한 결과는 표 6-3에서 보는 바와 같이 전반적으로 국내산 무말랭이의 기호도가 높은 것으로 나타났으며, 특히 M농산 무말랭이의 경우 무 고유의 향과 맛 그리고 색을 나타내어 기호도가 가장 높은 것으로, 그리고 천안시장에서 구입한 중국산 무말랭이의 기호도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 천안시장에서 구입한 중국산 무말랭이의 경우 색이 심하게 갈변되었고 또한 역한 냄새가 심할 뿐만 아니라 조직감도 내부의 수용성 성분이 모두 빠져나가 섬유소 부분만 남은 것처럼 질긴 조직감을 나타내었다. 그리고 H농협과 가락시장에서 구입한 국내산 무말랭이와 가락시장에서 구입한 중국산 무말랭이는 거의 유사한 기호도를 나타내었다.

표 6-3. 산지별 무말랭이의 관능적 기호도 조사

	국내산			중국산	
	M농산	H농협	가락시장	가락시장	천안시장
형태	6.6a	5.4ab	4.7b	4.8b	2.5c
색	6.9a	5.4b	4.6b	5.1b	2.4c
향	6.0a	5.0a	5.0a	5.4a	2.6b
조직감	6.6a	5.3a	5.5a	6.1a	3.4b
종합적 기호도	6.6a	5.1b	4.8b	5.0b	2.5c

국내산과 중국산 무말랭이의 품질을 비교한 이상의 결과를 종합하여 볼 때 국내산 무말랭이가 중국산에 비해 높은 품질을 나타내었고, 또한 중국산이라 할지라도 국내산과 유사한 품질을 갖는 무말랭이도 있는 것으로 나타났다. 하지만 천안시장에서 구입한 중국산 무말랭이처럼 약품 같은 역한 냄새가 심하고 섬유질 같은 질긴 조직감을 나타내어 먹기 곤란한 정도의 품질을 나타내는 제품도 있었다. 또 이 제품의 경우 국내산에 비해 낮은 총균과 음성의 대장균 균을 나타내었는데 이 결과가 무말랭이 제조시 약품처리에 의한 것으로, 또한 단맛, 쓴맛 등이 거의 나지 않고 단순히 섬유소 같은 질긴 조직감을 나타내는 것은 약품 처리 후 약품을 씻어내기 위해 수 차례 세척함으로써 무말랭이 내의 가용성 성분들이 소실되었기 때문인 것으로 추정되었다.

한편 국내산 무말랭이의 경우 M농산의 무말랭이를 제외한 H농협과 가락시장에서 구입한 무말랭이는 우수한 품질을 나타내지는 않았는데, 비교적 높은 총균수를 나타낸 것은 물론 특히  $10^4 \sim 10^6$  CFU/g 범위의 대장균균을 나타내어 무말랭이 제조 중 위생적인 처리에 유의하여야 할 것으로 판단되었다. 또한 국내산과 중국산 무말랭이의 비타민 C 함량은  $3.4 \sim 207.3$  ug/g으로 매우 넓은 범위의 분포를 나타내어 무말랭이 제조시 유용성분의 손실을 최소화할 수 있는 최적의 열처리 조건이 설정되어야 할 것으로 판단되었다.

## 2. 무말랭이 건조기술 개발

### 가. 무의 열풍건조특성

그림 6-4, 6-5는 무의 열풍건조 특성 결과를 나타낸 것으로, 그림 6-4는 건조시간에 따른 함수비(moisture ratio)의 변화를 건조온도별로 나타낸 것이고 그림 6-5는 건조시간에 따른 건조속도(drying rate)를 건조온도별로 나타낸 것

이다.

함수비는 건조시간에 대하여 지수함수적으로 감소하였으며, 건조온도 50, 60, 70에서 건조시간 1시간일 때는 0.791, 0.772, 0.506로 나타났으며, 건조시간 6시간에서는 0.002, 0.003, 0.003으로 건조시간이 증가함에 따라 크게 감소하였다. 또한 건조초기 건조온도가 높을수록 함수비는 빨리 감소하였으며 건조시간 4시간 이후에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

건조속도는 예열기간을 거쳐 건조 3시간까지 증가하다가 그 이후 증가율이 감소되며 일정시간이 지나면 건조속도의 변화가 미비한 것으로 나타났다. 건조온도에 따른 건조속도 변화의 형태는 유사한 것으로 나타났으며, 건조온도가 높을수록 건조과정 중 건조속도 변화의 폭이 큰 것으로 나타났다.

농산물의 건조과정에서 예열기간 동안 시료의 온도는 송풍공기의 습구온도까지 상승하며 건조속도는 증가한다. 향료건조기간에는 건조가 시료의 표면으로부터 일어나며, 고체내부에서 표면으로 수분의 확산속도가 표면에서의 수분 증발속도보다 빠르므로 표면이 충분히 젖어 물의 얇은 막으로 덮혀 있는 상태로서 습구에서의 수분증발현상과 유사하다. 향료건조기간은 물로 씻은 곡물 등의 건조에서 나타나며, 대부분의 농산물의 경우에는 나타나지 않거나 매우 짧다. 감률건조기간은 피건조물 표면의 수분이 없어진 상태로 내부수분의 확산속도가 표면의 증발속도에 미치지 못하여 건조속도가 점차로 감소하는 기간이다. 감률건조기간의 건조속도는 피건조물 내부의 수분이동 속도에 영향을 받으며, 수분이동은 주로 수분확산에 의하여 이루어지게 된다. 대부분의 농산물이 향료건조기간이 없거나 초기에 존재하고, 대부분의 경우는 감률건조기간만이 나타나는 것으로 보고되고 있으며, 무의 경우도 향료건조기간이 존재하지 않거나 존재하여도 건조초기에 극히 짧은 시간인 것으로 판단된다.



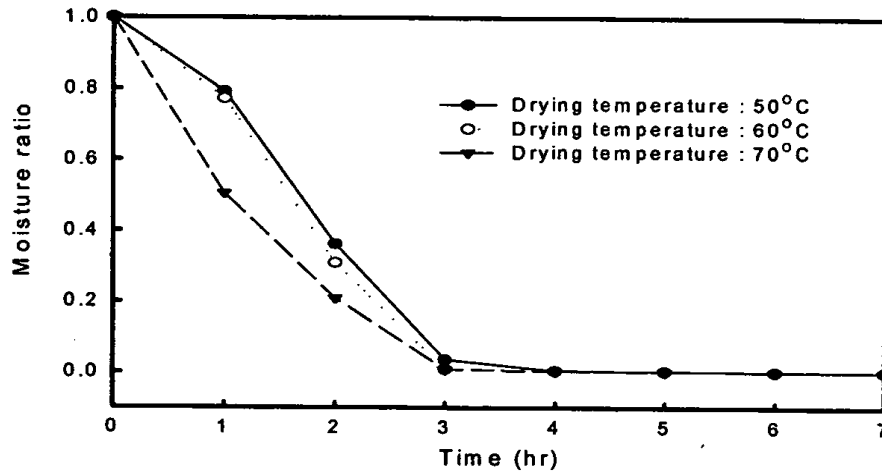


그림 6-4. 건조온도별 무의 열풍건조 특성

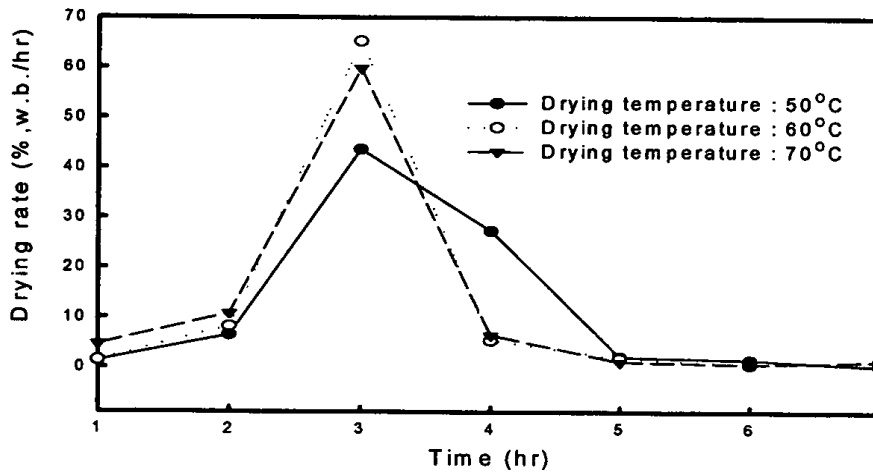


그림 6-5. 무의 건조시간에 따른 건조온도별 건조율

#### 나. 건조모델

주어진 건조조건에서 건조속도를 예측하기 위해서는 적합한 건조모델식의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 무의 건조속도를 예측할 수 있는 건조

모델을 개발하였다.

표 6-4는 exponential model을 적용하였을 때 건조온도에 따른 무 열풍건조 모델의 상수값과 제곱합을 나타낸 것이다. 건조온도에 따라 제곱합은 0.011~0.087로 나타났으며, 이들 모델식에서 구한 이론치 함수비와 실측치 함수비를 비교하여 보면 건조초기에는 다소 차이가 나타났으나, 건조 후반기에는 비교적 유사해지는 경향이 나타났다. 또한 exponential model에서 건조상수로 표현되는 A 값은 건조온도가 증가함에 따라 조금씩 증가하는 경향을 보였다.

표 6-4. Exponential model<sup>1)</sup>에 의한 무의 열풍건조모델

Temperature (°C)	A	Sum of squares
50	0.562552	0.087193
60	0.598968	0.084943
70	0.803395	0.011533

1) exponential model :  $MR = \exp(-A \cdot t)$

표 6-5는 approximate diffusion model을 적용하여 무의 열풍건조모델 방정식을 구한 결과를 나타낸 것이다. 이론치 MR 값과 실측치 MR 값은 exponential model의 결과와 유사하였고, 제곱합도 0.011~0.079로 exponential model과 유사한 결과를 나타냈다.

표 6-5. Approximate diffusion model<sup>1)</sup>에 의한 무의 열풍건조모델2

Temperature (°C)	A	B	Sum of squares
50	0.594860	1.080927	0.079489
60	0.630461	1.075424	0.078362
70	0.813560	1.017390	0.011211

1) approximate diffusion model :  $MR = B \cdot \exp(-A \cdot t)$

표 6-6은 Page model을 이용하여 건조온도에 따른 무의 열풍건조모델 방정식의 결과를 나타낸 것이다. Page model을 이용한 건조모델에서 건조온도별

제공합은 0.001~0.003으로 나타났으며, 이는 exponential model, approximate diffusion model을 적용한 모델방정식에서 나타난 제공합 보다 낮은 값이었다.

표 6-6. Page model<sup>1)</sup>에 의한 무의 열풍건조모델

Temperature (°C)	A	B	Sum of squares
50	0.214011	2.326898	0.001426
60	0.242053	2.351044	0.001537
70	0.661143	1.386799	0.002720

1) Page model :  $MR = \exp(-A \cdot t^B)$

앞에서 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 무의 건조속도를 예측할 수 있는 열풍건조모델 방정식을 개발하였다. 이들 건조모델에 대하여 적합성 검증 및 무의 적정 열풍건조모델 방정식을 선정을 위하여 실험치 MR 값과 각 건조모델방정식에 의한 예측치 MR 값을 비교, 분석하였다.

그림 6-6, 6-7 및 6-8은 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 무의 열풍건조모델의 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값을 비교한 결과를 나타낸 것이다.

분석결과에서 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 무의 열풍건조모델의 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값의 결정계수는 각각 0.943, 0.941, 0.985로, 개발된 모델들은 무의 건조시간을 예측하는 열풍건조모델로서 적합한 것으로 판단된다. 이들 모델 중에서도 Page model에 의한 무의 열풍건조모델 방정식이 이론적 예측치 MR 값과 실험치 MR 값의 결정계수가 가장 큰 것으로 나타나 무의 건조시간을 예측하는데 가장 적정한 모델로 판단되었다.

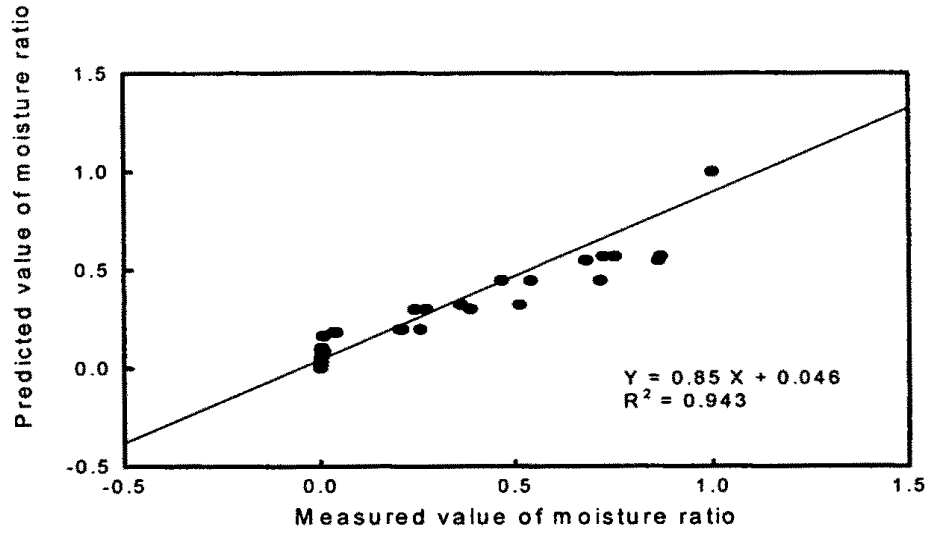


그림 6-6. Exponential model에 의한 무의 열풍건조모델 검증

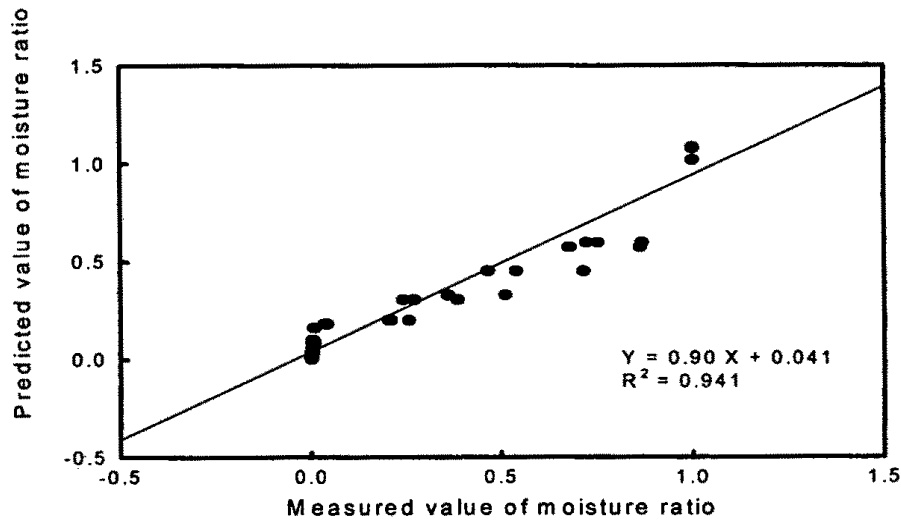


그림 6-7. Approximate diffusion model에 의한 무의 열풍건조모델 검증

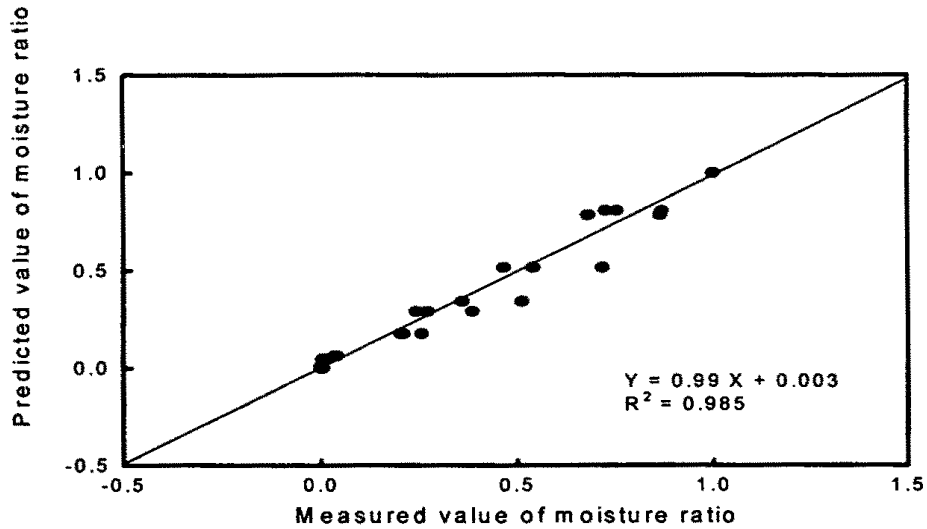


그림 6-8. Page model에 의한 무의 열풍건조모델 검증

다. 마이크로파 혼합건조

1) 마이크로파 혼합건조 특성

그림 6-9, 6-10 및 6-11은 건조온도에 따른 무의 마이크로파 혼합건조 특성을 나타낸 것으로, 각각 마이크로파 강도를 나타내는  $I_b$  값이 200, 200, 240일 때 건조시간에 대한 함수비의 변화를 보여주고 있다. 건조시간이 증가함에 따라 함수비는 지수함수적인 유형으로 감소하는 것을 알 수 있다.

$I_b$  값이 200일 때 함수비는 건조온도 50, 60, 70에서 건조시간 1시간에서는 0.644, 0.326, 0.272로 나타났으며, 건조시간 4시간에서는 0.013, 0.006, 0.004로 건조시간이 증가함에 따라 크게 감소하였다.  $I_b$  값이 220일 때 함수비는 건조온도 50, 60, 70에서 건조시간 1시간에서는 0.646, 0.276, 0.226으로 나타났으며, 건조시간 4시간에서는 0.012, 0.006, 0.002로 감소하였다.  $I_b$  값이 240일 때 함수비는 건조온도 50, 60, 70에서 건조시간 1시간에서는 0.414, 0.295, 0.235로 나타났으며, 건조시간 4시간에서는 0.006, 0.004, 0.003으로 나타났다. 건조온도가 함수비 변화에 미치는 영향을 보면 감률건조 기간에는 건조온도가 높을수록 함수비의 감소폭이 큰 것으로 나타났으며, 건조 후반기에는 건조온도에 따른 함수비 변화의 차이가 미비하였다.

그림 6-12, 6-13 및 6-14는 마이크로파 강도에 따른 무의 마이크로파 혼합건조 특성을 나타낸 것으로, 각각 건조온도가 50, 60, 70℃일 때 마이크로파 강도에 대한 함수비의 변화를 보여주고 있다.

건조온도 50℃일 때 함수비는 Ib값 200, 220, 240에서 건조시간 1시간에서는 0.644, 0.646, 0.414로 나타났으며, 건조시간 4시간에서는 0.013, 0.012, 0.006으로 감소하였다. 건조온도 60℃일 때 함수비는 Ib값 200, 220, 240에서 건조시간 1시간에서는 0.326, 0.276, 0.295로 나타났으며, 건조시간 4시간에서는 0.006, 0.006, 0.004로 감소하였다. 건조온도 70℃일 때 함수비는 Ib값 200, 220, 240에서 건조시간 1시간에서는 0.272, 0.226, 0.235로 나타났으며, 건조시간 4시간에서는 0.003, 0.002, 0.003으로 건조시간이 증가함에 따라 크게 감소하였다. 위의 결과에서 마이크로파 강도가 함수비 변화에 미치는 영향은 건조온도 50℃일 때 건조시간 2시간 이내에서만 마이크로파 강도가 함수비 차이를 나타냈을 뿐 건조온도 60, 70℃에서는 마이크로파 강도에 따른 함수비 차이는 미비한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 마이크로파 혼합건조는 마이크로파를 열원으로 사용하여 건조실 내부에 건조공기를 순환시킴으로서 마이크로파와 열풍건조의 혼합건조방식에 기인한 것으로 판단된다.

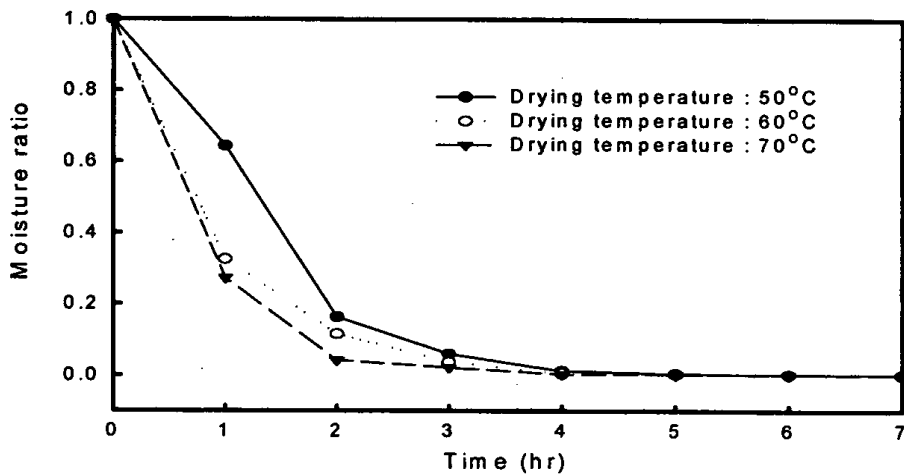


그림 6-9. 건조온도별 무의 마이크로파 혼합건조 특성 (microwave Ib : 200)

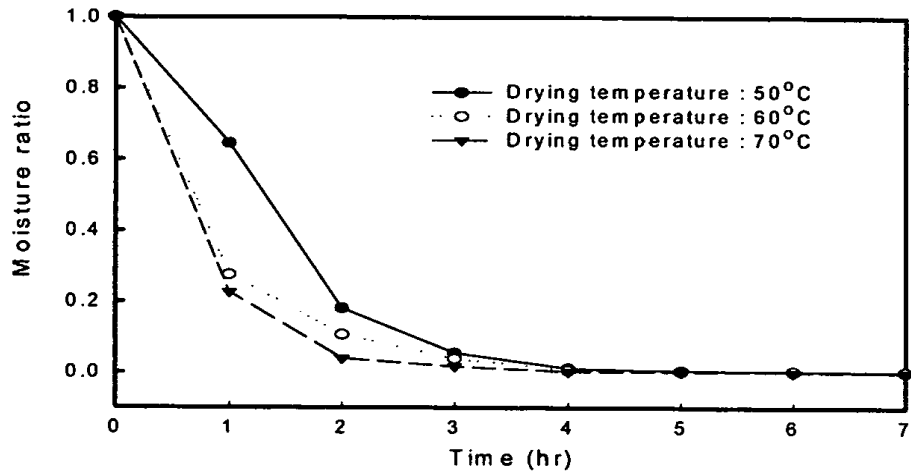


그림 6-10. 건조온도별 무의 마이크로파 혼합건조 특성 (microwave Ib : 220)

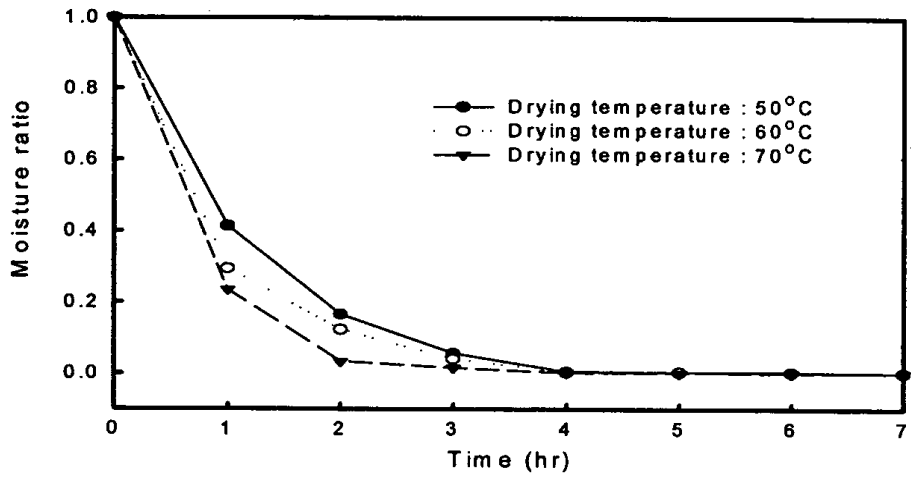


그림 6-11. 건조온도별 무의 마이크로파 혼합건조 특성(microwave Ib : 240)

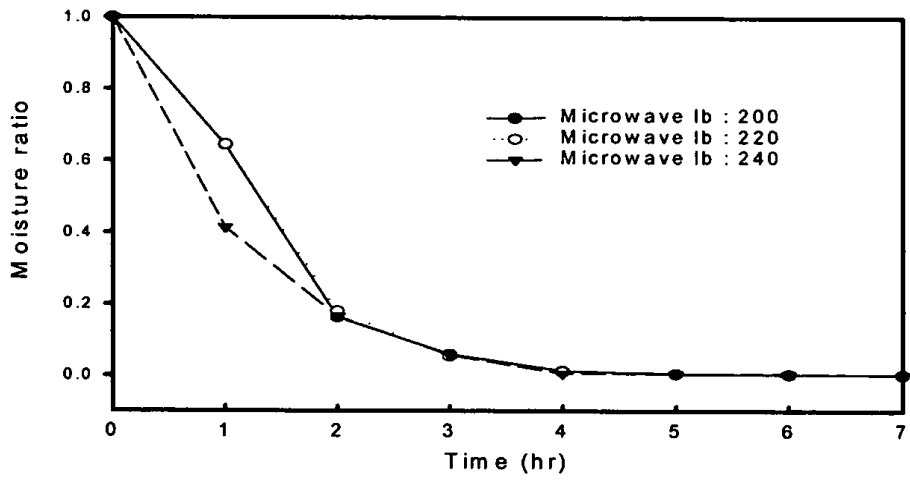


그림 6-12. 마이크로파 강도에 따른 무의 마이크로파 혼합건조 특성  
(Drying temperature : 50°C)

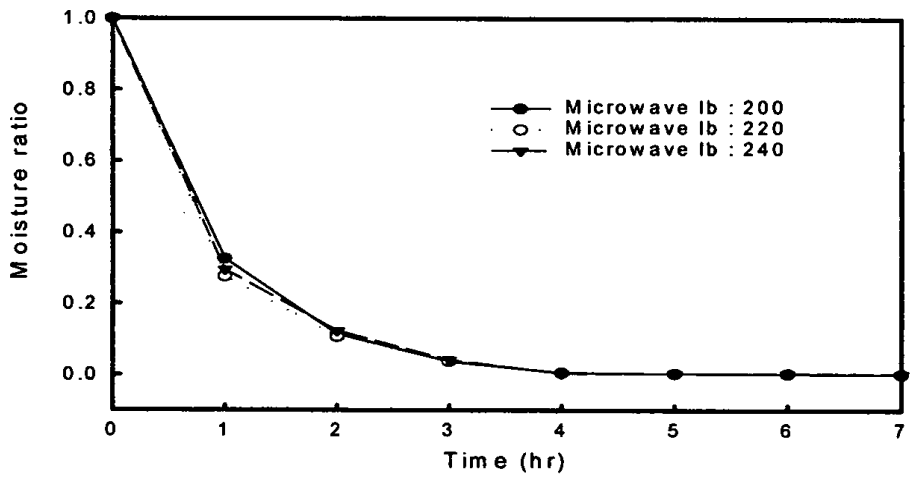


그림 6-13. 마이크로파 강도에 따른 무의 마이크로파 혼합건조 특성  
(Drying temperature : 60°C)



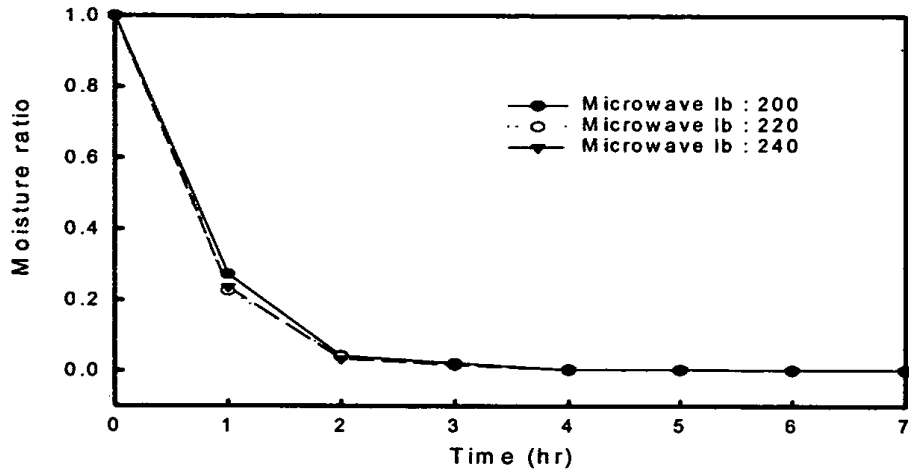


그림 6-14. 마이크로파 강도에 따른 무의 마이크로파 혼합건조 특성  
(Drying temperature : 70℃)

## 2) 마이크로파 혼합건조 모델

마이크로파 혼합건조의 건조속도를 예측하기 위한 건조모델을 개발하기 위하여 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 무의 건조방정식을 구하였다.

표 6-7은 exponential model을 적용하였을 때 건조온도와 마이크로파 강도에 따른 무의 마이크로파 혼합건조모델의 상수값과 제곱합을 나타낸 것이다. 건조온도 50℃에서는 제곱합은 0.0006~0.0355로 나타났으며, 건조온도 60, 70℃에서 제곱합은 각각 0.00009~0.0011, 0.0002~0.0008로 나타났다. 건조모델 방정식에 의한 함수비와 실측치의 비교에서 감률건조기간에서 다소 차이를 나타내었으며, 건조후반부에서는 이론치와 실측치간의 차이는 미비한 것으로 나타났다.

표 6-7. Exponential model'에 의한 무의 마이크로파 혼합건조모델

Temperature(°C)	Ib	A	Sum of squares
50	200	0.709164	0.035539
	220	0.700287	0.034376
	240	0.904182	0.000634
60	200	1.110306	0.000096
	220	1.231961	0.000906
	240	1.162067	0.001130
70	200	1.348121	0.000829
	220	1.502955	0.000152
	240	1.479501	0.000401

1) exponential model :  $MR = \exp(-A \cdot t)$

표 6-8은 approximate diffusion model을 적용하여 무의 마이크로파 혼합건조모델 방정식을 구한 결과를 나타낸 것이다. 이론치 함수비와 실측치 함수비의 차이는 exponential model의 결과와 유사하였고, 제곱합도 건조온도 50°C에서는 0.0006~0.0034, 건조온도 60°C에서는 0.0001~0.0011, 건조온도 70°C에서는 0.0001~0.0008로 exponential model의 결과와 유사하게 나타났다.

표 6-8. Approximate diffusion model<sup>1)</sup>에 의한 마이크로파 혼합건조모델

Temperature(°C)	Ib	A	B	Sum of squares
50	200	0.730035	1.040921	0.033701
	220	0.721221	1.041517	0.032478
	240	0.906041	1.002677	0.000626
60	200	1.109818	0.999396	0.000096
	220	1.229762	0.997521	0.000900
	240	1.159491	0.997010	0.001121
70	200	1.349448	1.001579	0.000827
	220	1.503290	1.000374	0.000152
	240	1.480209	1.000803	0.000401

1) approximate diffusion model :  $MR = B \cdot \exp(-A \cdot t)$

표 6-9는 Page model을 이용하여 건조온도와 마이크로파 강도에 따른 무의 마이크로파 혼합건조모델 방정식의 결과를 나타낸 것이다. Page model을 이용한 건조모델에서 건조온도별 제곱합은 건조온도 50°C에서는 0.0003~0.0018, 건조온도 60°C에서는 0.0001~0.0003, 건조온도 70°C에서는 0.0001~0.0003으로 나타났다으며, 이는 exponential model, approximate diffusion model을 적용한 모델방정식에서 나타난 제곱합 보다 낮은 값이었다.

표 6-9. Page model<sup>1)</sup>에 의한 마이크로파 혼합건조모델

Temperature(°C)	Ib	A	B	Sum of squares
50	200	0.451206	1.923688	0.001802
	220	0.446297	1.874058	0.000936
	240	0.874543	1.077233	0.000292
60	200	1.118282	0.975947	0.000075
	220	1.280047	0.848728	0.000158
	240	1.209585	0.861929	0.000377
70	200	1.304334	1.222988	0.000266
	220	1.489404	1.074371	0.000101
	240	1.450176	1.170908	0.000159

1) Page model :  $MR = \exp(-A \cdot t^B)$

앞에서 exponential model, approximate diffusion model, Page model 방정식을 적용하여 무의 건조속도를 예측할 수 있는 마이크로파 혼합건조모델 방정식을 개발하였다. 이들 건조모델에 대하여 적합성 검증 및 무의 적정 마이크로파 혼합건조모델 방정식을 선정하기 위하여 실험치 함수비와 각 건조모델 방정식에 의한 예측치 함수비를 비교, 분석하였다.

그림 6-15, 6-16 및 6-17은 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 무의 마이크로파 혼합건조모델의 이론적 예측치 함수비와 실험치 함수비를 비교한 결과를 나타낸 것이다.

분석결과에서 exponential model, approximate diffusion model, Page model에 의한 무의 마이크로파 혼합건조모델의 이론적 예측치 함수비 값과 실험치 함수비 값의 결정계수는 각각 0.984, 0.984, 0.996으로, 개발된 모델들은 무의 건조시간을 예측하는 모델로서 적합한 것으로 판단된다. 이들 모델 중에서도 Page model에 의한 무의 마이크로파 혼합건조모델 방정식이 이론적 예측치의 함수비와 실험치 함수비의 검증모델에서 결정계수가 가장 큰 것으로 나타나 마이크로파 혼합건조시 무의 건조시간을 예측하는데 가장 적절한 모델로 판단되었다.

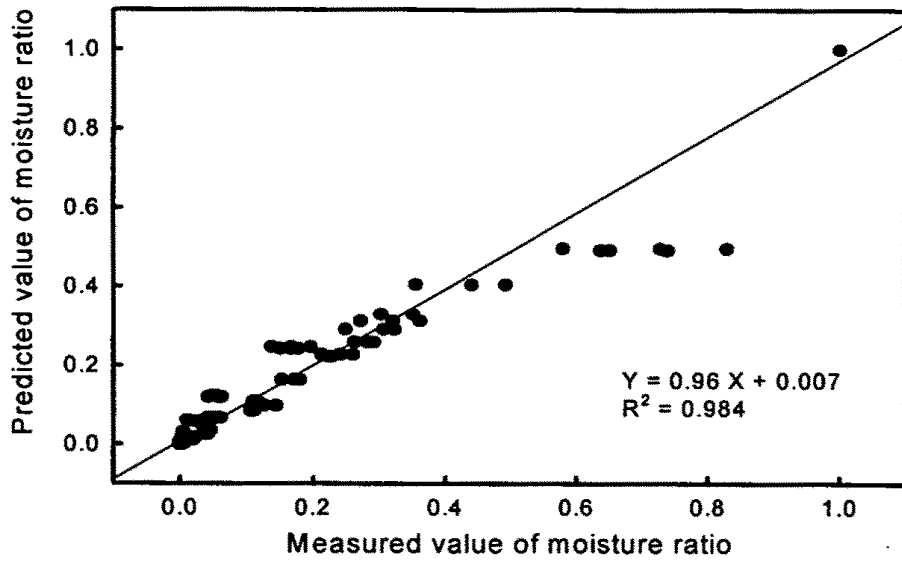


그림 6-15. Exponential model에 의한 무의 마이크로파 혼합건조모델 검증

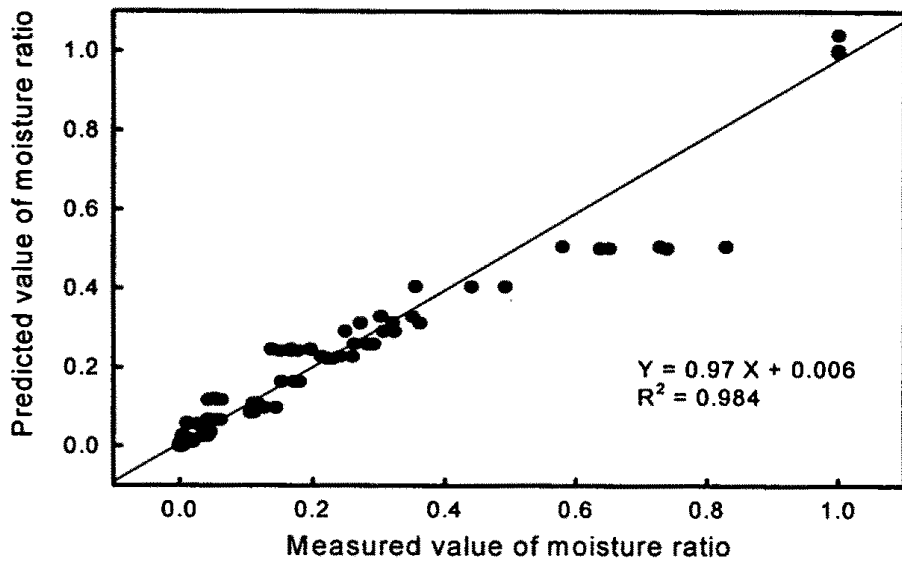


그림 6-16. Approximate diffusion model에 의한 무의 마이크로파 혼합건조모델 검증

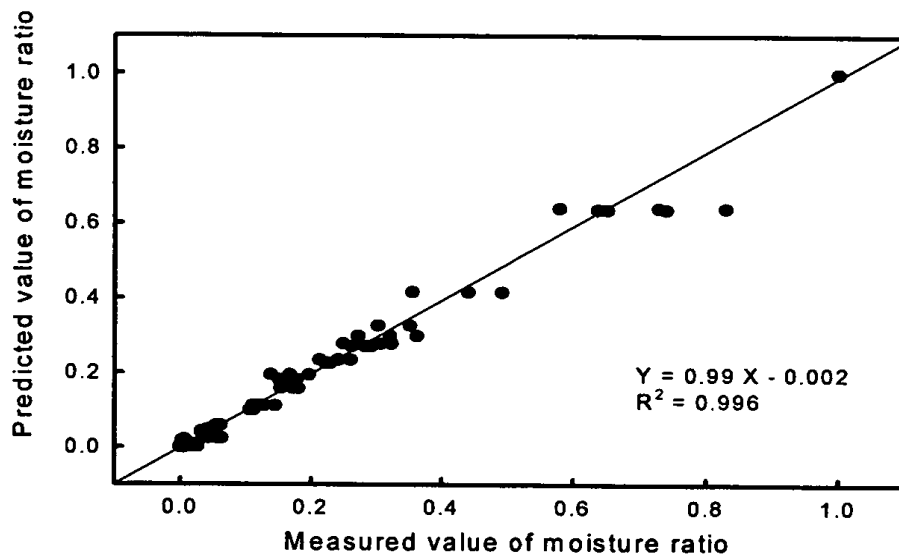


그림 6-17. Page model에 의한 무의 마이크로파 혼합건조모델 검증

## 라. 건조방법별 무말랭이의 품질평가

### 1) 수분함량 및 비체적

마이크로파 혼합건조와 열풍건조를 이용하여 무를 8시간 건조하는 동안의 건조 방법에 따른 수분함량과 비체적의 변화를 표 6-10에 나타내었다. 건조하지 않은 생 무는 96.7%의 수분을 함유하고 있으며, 건조시간이 증가함에 따라 계속 감소하여 건조 8시간에 마이크로파 혼합건조는 10.3%, 열풍건조는 10.2%로 감소되었다. 또한 건조과정 중에서 건조시간이 4시간이 되었을 때의 수분함량은 건조 초기에 비하여 각각 80.90%, 81.75%가 감소된 것으로 나타나 수분이 급격히 감소되었음을 알 수 있었다. 또한 건조 시간이 증가함에 따라 수분함량의 감소와 함께 무의 비체적은 현저히 증가되었는데, 건조방식간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 건조시간대 별로는 수분함량의 감소가 가장 현저했던 건조 4시간일 때 비체적도 현저히 증가하는 것으로 나타났으며 이는 급격한 수분함량 감소로 인해 세포조직 붕괴로 인해 수축현상이 심하게 일어났기 때문으로 생각된다.

표 6-10. 건조방법에 따른 무의 건조시간별 수분함량 및 비체적

Drying time (hours)	Microwave drying		Hot air drying	
	M.C. <sup>1)</sup>	S.V. <sup>2)</sup>	M.C.	S.V.
0	95.65	1.03	95.65	1.03
2	86.02	1.24	69.41	1.27
4	14.75	1.69	13.90	1.72
6	12.26	1.73	12.55	1.74
8	10.32	1.80	10.19	1.81

<sup>1)</sup> M.C. : moisture contents

<sup>2)</sup> S.V. : specific volume

## 2) 갈변도 및 색도

채소류는 건조 공정 중 건조 조건에 의해서 많은 물리화학적 변화가 유발되어 품질에 영향을 미치게 되는데, 이 중 화학적 변화에서 문제가 되는 것은 maillard 반응이나 지질의 산화, 색소의 산화 등으로 인한 갈변현상이다. 이러한 갈변현상은 건조 식품의 고유의 색택에 영향을 미치게 되는 중요한 인자이므로, 건조방법을 달리한 무의 건조시간별 갈변도 및 색도의 변화를 관찰하여 그 결과를 표 6-11에 나타내었다. 건조시간이 증가함에 따라 무의 갈변도는 현저히 증가하였으며 건조 방식 중에서는 마이크로파 혼합건조가 열풍건조보다는 건조시간이 동일할 때 갈변도의 변화가 적은 것으로 나타났다. 또한 색도의 변화를 살펴보면, 건조시간이 증가함에 따라 두 건조방식 모두 명도는 감소하고 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 보였다. 특히 건조시간이 증가함에 따라 전체적인 색차를 나타내는 총 색택의 차인  $\Delta E$ 값 또한 증가하는 경향을 보였으며, 각 건조 시간별로 비교해 볼 때 건조 4시간까지는 열풍건조를 이용한 무말랭이에서  $\Delta E$ 값이 낮게 나타났다. 그러나 건조 6시간일 때는 마이크로파 혼합방식과 열풍건조 방식에서  $\Delta E$ 값이 각각 25.67, 28.07로써 열풍건조 방식이 마이크로파 혼합건조 방식보다 무말랭이의 고유의 색택에 크게 영향을 미치는 것으로 나타나 건조 시간이 6시간 이상으로 길어지면 오히려 마이크로파 혼합건조가 외관색도에 있어 더 안정한 것을 볼 수 있었다. 또한 마이크로파로 건조한 무말랭이는 건조시간이 8시간이 되었을 때는 오히려 건조 2시간째 일 때 보다  $\Delta E$ 값이 적게 나타나 오히려 갈변현상이 억제되는 것으로 나타났다. 이러한 갈변현상은 Maillard반응, caramelization, ascorbic acid의 산화, phenol 효소에 의한 산화 등이 복합되어 일어나는 것으로 생각되며, 건조 무의 품질을 개선하기 위하여 건조 중 색의 변화를 지연하는 방법이 모색되어

야 할 것으로 생각된다.

표 6-11. 건조방법에 따른 무의 건조시간별 갈변도 및 색도

Drying type	Drying time (hr)	Degree of browning (absorbance at 420 nm)	Hunter Value			
			L	a	b	$\Delta E$
Microwave	0	0.004	77.86	-0.77	3.38	-
	2	0.075	76.69	3.09	25.29	22.28
	4	0.113	67.44	3.30	25.73	24.99
	6	0.185	65.46	3.61	25.43	25.67
	8	0.218	79.89	0.47	21.20	17.98
Hot air	0	0.004	77.86	-0.77	3.38	-
	2	0.134	77.47	0.40	19.93	16.60
	4	0.197	68.83	3.98	25.23	24.11
	6	0.208	65.80	4.15	28.25	28.07
	8	0.242	60.08	5.88	28.26	31.29

### 3) 미생물 변화

마이크로파 혼합건조 및 열풍건조를 이용한 무의 건조시간에 따른 미생물의 변화를 표 6-12에 나타내었다. 무의 초기 총 생균수는  $5.50 \times 10^3$ 이었으며, 마이크로파 혼합건조는 건조 2시간만에 1 log cycle이 감소된 것으로 나타났고, 2시간 이후부터는 건조시간 증가에 따라 균이 감소하긴 했으나 현저한 차이를 보이지는 않았다. 열풍건조를 이용하여 건조한 무에서는 총 생균수가 건조 6시간에 1 log cycle이 감소되어 마이크로파 혼합건조보다는 감균효과가 적은 것으로 나타났다. 대장균균수에 있어서 마이크로파 혼합건조는 초기  $8.50 \times 10^2$ 에서 건조 2시간만에 완전히 사멸되어 탁월한 감균효과를 볼 수 있었으며, 열풍건조 방식으로 건조한 무에서는 건조시간이 증가함에 따라 대장균균의 수가 서서히 감소하여 건조 6시간에는 균이 검출되지 않았다. 따라서 건조방식별로 비교해 볼 때 무의 건조 시 마이크로파 혼합방식이 열풍건조 방식보다는 미생물 감균효과가 더 뛰어난 것으로 밝혀졌다.



표 6-12. 건조방법에 따른 무의 건조시간별 미생물 수

(Unit : CFU / g)

Drying time (hours)	Microwave drying		Hot air drying	
	Total viable	Coilform	Total viable	Coilform
0	$5.50 \times 10^3$	$8.50 \times 10^2$	$5.50 \times 10^3$	$8.50 \times 10^2$
2	$5.20 \times 10^2$	N.D.	$5.35 \times 10^3$	$4.00 \times 10^2$
4	$3.25 \times 10^2$	N.D.	$4.05 \times 10^3$	$2.15 \times 10^2$
6	$2.25 \times 10^2$	N.D.	$5.70 \times 10^2$	N.D.
8	$1.00 \times 10^2$	N.D.	$1.40 \times 10^2$	N.D.

N.D. :  $< 10^1$  CFU/g

마. 산지가공업체를 위한 공정개발

산지 무말랭이 제조공장의 제조공정은 세척, 절단, 건조, 포장으로 표 6-13은 산지무말랭이 제조업체의 공정, 처리조건 및 단위설비를 계획한 것이다.

표 6-13. 산지 무말랭이 제조공장의 공정설계

공정	처리조건	단위설비	
		설비명	처리용량 및 제원
세척		세척기	- 30kg/hr
			- 가수펌프 2HP
절단	thickness : 10mm length : 100mm	절단기	- 30kg/hr
			- 구동모터 3HP
열풍건조	temperature :60-70℃ relative humidity : 30%	열풍건조기 (batch type)	- 100kg/hr
		열풍건조기 (연속식)	- 500kg/hr
마이크로파 혼합건조	temperature :60-70℃ microwave Ib : 240 flow rate : 1.19m/sec	마이크로파	- 100kg/hr
		혼합건조기 (연속식)	- 정격 고주파출력 : 750W - 주파수 : 2450MHz
포장	PP 0.05mm	자동계량기	- 300회/hr
		밴드 실러	- 1160×100×2300h - 1500×2500×1500h

위의 산지 무말랭이 제조공장의 공정설계를 기준으로 하여 일일 1톤 처리규모의 시설계획시 추정 제조설비 비용은 열풍건조(batch type)의 경우에는 35,500 천원, 열풍건조(연속식)의 경우에는 41,500 천원, 마이크로파 혼합건조(연속식)의 경우에는 49,500천원으로 조사되었다.

### 3. 농촌형 가공공장의 현황 및 개선방안

산지 농수산물가공업체 기술지원을 위하여 산지에서 무말랭이 생산하는 A 농산을 대상으로 무말랭이를 제조업체의 기술적인 애로사항을 파악하고 기술지도를 통하여 현장에서 나타나는 기술적인 문제를 해결하고자 하였다.

#### 가. 농촌형 가공공장의 보완사항 점검 및 개선방안 도출

##### 1) 작업환경 개선

###### 가) 현황과 문제점

작업장의 내부관리 및 작업 동선의 미확립으로 인하여 작업장내의 청결유지가 되고있지 않으며 작업효율이 떨어짐

###### 나) 개선방안

- ①작업장 관리 및 작업동선 개선
- ②공장내부의 청결상태 개선
- ③원료 및 건조품의 이송을 위한 이송콘베어 및 기타 운반기구 사용을 통한 작업환경 개선
- ④절단 작업 개선안 제시
- ⑤절단공정에서 원료무의 절단기에 투입시 작업자의 안전과 작업효율 증대를 위한 개선방법 제시
- ⑥무관련 국내외 규격, 생산 및 유통관련 자료 제공

###### 다) 기대효과

작업장 관리 및 절단작업 개선을 통하여 농산물 가공공장으로서의 청결유지 및 작업효율 증대

##### 2)건조공정 개선

###### 가) 현황과 문제점

현행 건조작업은 사업주의 경험을 통하여 건조조건은 확립되어 있으나 연료 절감 방법 등 효율적인 건조공정의 개선이 필요함

###### 나) 원인분석

사업주의 경험에 의하여 건조온도 및 건조시간 등 건조조건은 확립되어 있

으나 현장에서 건조공정의 개선 및 연료절감에 대한 개선점을 찾는다는 어려움이 있음

다) 개선방안

- ①작업효율 및 연료절감을 위한 건조공정 개선
- ②건조기 3대(건조실 6기)를 최대한 활용할 수 있는 공정개선
- ③건조실 내 배기의 효율적 방안
- ④마무리 건조용에 송풍된 건조공기의 재순환 방안
- ⑤무말랭이용 절단 무의 열풍건조 특성 분석
- ⑥현지 공장에서 건조과정중의 시료의 품질 분석
- ⑦건조 챔버의 피건조물 이송용 망 사용 등으로 작업의 효율성 제고
- ⑧현 상태에서 건조효율을 높일 수 있는 건조기 구조 개선안 제시

라) 기대효과

건조공정 및 연료절감방법 개선을 통한 건조효율 증대 및 건조비용 절감

3) 제품의 포장 및 저장 관리

가) 현황과 문제점

현행은 생산제품 대부분을 산물상태로 포장하여 중간 유통업자에 판매하고 있는 실정으로 제품의 포장개선 등을 통한 자체 브랜드 판매 등 판매의 다각화 필요

나) 원인분석

생산제품은 대부분 중간 유통업자에게 판매를 하고 있어 포장 및 저장에 대한 인식 부족

다) 개선방안

①최근 전자상거래, 우편판매 등이 활발하면서 산지의 생산품의 인기가 날로 증가되고 있으므로 기존 생산되고 있는 무말랭이, 호박고지, 가지고지 등에 대한 포장재 선택과 포장디자인을 개발하여 자체 브랜드로 판매가 가능토록 검토

②저장온도와 저장방법 등이 건조제품별 품질에 미치는 영향과 포장재질과의 관계 등을 기존의 문헌 등을 통하여 저장기술에 활용

라) 기대효과

포장 및 저장 기술 개선을 통한 생산제품의 판로다각화

나. 건조과정 중 시료의 품질분석

A농산의 건조공정은 벌크형의 열풍건조 방법을 이용하고 있으며, 길이 250

cm, 폭 100cm, 높이 45cm의 건조실에 절단무를 쌓고 무말랭이를 제조하고 있다. 이때 건조공기는 건조실의 밑에서 위의 방향으로 시료를 통과하는데 건조과정 중에서 45cm의 높이로 쌓인 시료의 윗부분, 중간부분, 밑부분의 품질이 불균일하여 제품의 품질 저하의 원인이 된다.

표 6-14는 건조과정에서 시료의 윗부분, 중간부분, 밑부분의 수분함량, 총균수, 대장균수, 갈변도, 총당, 환원당 등의 품질을 분석한 결과를 나타낸 것으로, 시료 A는 건조실 윗부분, 시료 B는 건조실 중간부분, 시료 C는 건조실 밑부분의 시료이다.

표 6-14에서 무의 건조과정 중 시료의 위치에 따라 함수율은 각각 28.5%, 80.6%, 91.8%로 현격한 차이를 나타내었고, 갈변도의 경우 0.121, 0.194, 0.076, 그리고 총당의 경우에도 20.7%, 16.7%, 18.7%로 큰 차이를 나타낸 것은 물론 총균수 및 대장균수에 있어서도 위치별로 큰 차이를 나타내었다. 따라서 건조 완제품의 수분함량인 16.98%로 건조되기 위해서는 건조시간이 상당히 크게 차이날 뿐만 아니라 건조제품의 품질에 있어서도 시료의 위치에 따라 차이가 나타남을 알 수 있다.

표 6-14. 건조과정중의 무 시료 위치에 따른 품질

항 목	건조중 <sup>1)</sup>			완제품
	시료 A*	시료 B*	시료 C*	
함수율 (%)	91.8	80.6	28.5	16.98
총균수 (CFU/g)	2.2×10 <sup>6</sup>	1.9×10 <sup>6</sup>	7.0×10 <sup>4</sup>	9.8×10 <sup>5</sup>
대장균수 (CFU/g)	1.8×10 <sup>5</sup>	1.0×10 <sup>4</sup>	1.5×10 <sup>3</sup>	3.3×10 <sup>3</sup>
갈변도 (ΔOD)	0.076	0.194	0.121	0.101
총당 (%)	18.7	16.7	20.7	17.4
환원당 (%)	13.1	7.8	15.5	20.6

<sup>1)</sup> 건조과정 중 건조시작 5시간 후

\* 시료 A는 건조실 윗부분, 시료 B는 건조실 중간부분, 시료 C는 건조실 밑부분의 시료임

#### 다. 건조시스템 개선모델

A업체의 현장진단 결과에서 가장 큰 애로사항은 무의 건조공정에서 연료절감 및 건조효율 증대와 무말랭이 제품의 품질개선으로 나타났다. 이와 같은 애로사항에 대하여 본 연구팀에서는 문제점 분석 및 건조시스템의 개선안을

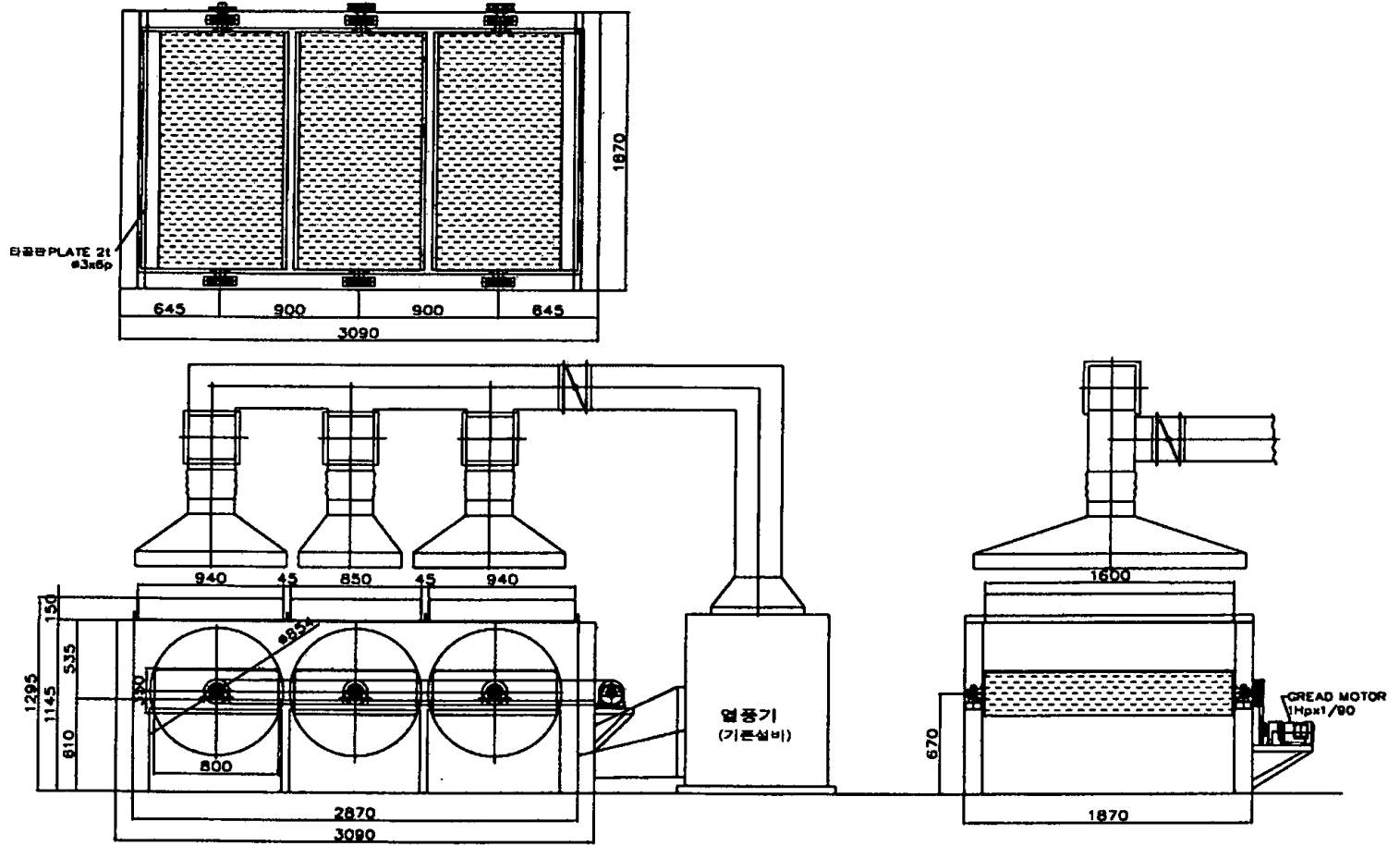
제시하였다.

그림 6-18은 열효율 및 생산제품의 품질의 문제점을 개선하고 건조효율 증대를 위한 건조시스템의 개선모델을 나타낸 것이다. 본 모델은 현장진단 결과를 토대로 다음과 같은 문제점과 해결방안을 고려하여 설계되어졌다.

첫째, 건조공정의 열효율을 분석하면, 현재 사업주의 경험에 의하여 건조온도 및 건조시간 등 건조조건은 확립되어 있으나 사용중인 보일러 시스템과 건조로 방식은 여러 가지 문제점들이 있다. 즉 보일러에서 발생하는 스팀이 건조실에 60~70%만 이용이 되고 나머지는 그대로 방출되고 있으며, 또한 단열재 등이 설치되어 있지 않아 열손실이 큰 것으로 나타났다. 또한 건조공기의 리사이클 시스템이 설치되어 있지 않아 연료비 손실을 가져오고 있다. 따라서 본 연구팀에서는 이와 같은 문제점을 해결하고자 텀퍼를 이용 초기의 습도가 높은 스팀은 방출하고 낮은 습도의 스팀은 재활용토록 하고, 건조실 주위에 단열을 할 수 있는 설비를 하여 외부 공기에 전달되는 것을 차단하며, 건조실 위에 후드를 설치하여 외부로 방출되는 스팀을 방출 및 재활용할 수 있도록 건조시스템 모델을 설계하였다.

둘째, 건조제품의 품질개선을 위하여 현장 점검 결과, 현재의 건조시스템은 깊이가 45cm로 한번에 많은 양이 투입되어 상단과 하단의 건조시간이 상당히 크게 차이날 뿐만 아니라 건조제품의 품질에 있어서도 시료의 위치에 따라 차이가 나타난다. 건조량이 많아 12시간의 건조시간 중에 수작업으로 2회 뒤집어 주기 때문에 생산제품의 품질이 불균일 하게되고 건조시간이 길어지며 작업자의 뒤집기 작업이 매우 힘든 것으로 나타났다. 따라서 본 연구팀에서는 건조제품의 품질개선을 위하여 다음과 같은 개선안을 수립하였다. 입체형 직사각 체반을 만들어 현재 투입되는 양을 나누어 건조하고, 건조 체반을 자동 회전할 수 있는 장치를 두어 일정시간마다 회전을 통하여 건조제품의 품질을 향상시킨다. 또한 각각의 체반설비로 인한 투입량이 단위별로 유지되기 때문에 건조시간이 짧아지고 품질도 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

그림 6-18. 건조시스템 개선 기본설계도



#### 4. 중간수분형태의 무말랭이 제조기술 개발

무말랭이를 제조하기 위한 건조공정은 일반적으로 열풍건조 방법이 통용되고 있지만 온도 등의 건조조건이 적정하게 설정되어 있지 않아 과도한 열처리 등에 의해 비타민 C 같은 영양소가 파괴되고 심하게 갈변되는 등 열악한 품질의 제품이 유통되고 있다. 또 기존의 무말랭이는 취식 또는 가공을 하기 위해서는 반드시 물에 침지하여 복원하여야 하며 복원시간도 상당히 소요되기 때문에 소비자들에 불편을 초래할 뿐만 아니라 맛과 조직감, 향도 크게 변화된 상태이다. 따라서 영양소 파괴가 적고 품질이 우수하면서 물로 복원하지 않고도 곧바로 조리하여 취식할 수 있는 중간수분식품 형태의 무말랭이 개발이 필요하다.

##### 가. 무말랭이의 건조특성

중간수분식품 형태의 무말랭이 제조에 앞서 최적의 건조조건을 설정하기 위하여 앞서 언급한 무말랭이 건조특성 분석에서의 건조조건(50, 60, 70℃, RH 30%)으로 건조과정 중 무말랭이의 수분함량과 비타민 C, 갈변도 등의 변화와 조직감 변화를 조사하였다(그림 6-19).

건조 중 무는 건조 초기 표면이 완전히 젖어 있는 상태에서 표면수의 증발로 향울건조를 나타내다가 임계 수분함량을 기점으로 표면 수분이 마르면서 건조된 표면이 노출되고 표면이 완전히 건조된 후에는 내부확산에 의해 수축이 시작되고 감울건조를 나타내었다. 건조온도가 증가할수록 건조속도가 빨라지고 표면에서의 증발속도가 내부 수분의 확산 속도보다 빠르기 때문에 표면 수분이 급속히 증발하였다. 시중에서 유통되고 있는 무말랭이의 수분함량은 일반적으로 15~20%를 나타내며, 목표로 하는 중간수분식품 형태 무말랭이의 수분함량을 30~35%로 가정할 때 에너지를 크게 절약할 수 있음을 확인할 수 있었다. 50℃의 건조조건에서는 수분함량을 15~20%에서 30~35%로 조정함에 따라 건조시간이 4.5~7.5시간에서 3.2~3.5시간으로, 60℃에서는 4.3~6.2시간에서 2.7~2.8시간으로, 또 70℃에서는 2.7~3.3시간에서 1.8~1.9시간으로 크게 단축되었다. 따라서 현장에서의 무말랭이 제조시에는 큰 에너지 절약효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

무말랭이의 건조조건별 비타민 C와 갈변도의 변화를 조사한 결과는 그림 4-1과 같다. 비타민 C의 파괴는 높은 수분함량을 나타내는 건조 초기에는 파괴속도가 느리나 수분이 감소하면서 증가하여 건조가 완료될 때까지 계속 비타민 C가 감소하였다. 갈변 속도도 비타민 C 소실 경향과 비슷하여 높은 수분함량에서 낮다가 수분함량이 감소하면서 증가하여 건조가 완료될 때까지 갈변

도가 증가하였다. 그리고 건조온도가 높을수록 비타민 C 파괴정도가 심하였고 갈변정도도 심한 것으로 나타났다. 또한 건조가 진행되어 수분함량이 감소함에 따라 무말랭이의 경도가 단단하여졌으며, 건조온도가 증가함에 따라 표면의 수분이 급속히 증발하여 단단한 표면층을 형성하기 때문에 동일한 수분함량을 지니고 있더라도 건조온도가 높은 무말랭이가 건조온도가 낮은 무말랭이에 비해 다소 단단한 조직을 지녔다. 50°C 건조 처리구가 60°C, 70°C 건조 처리구에 비해 비타민 C의 파괴속도가 느리고 갈색화 속도도 느릴 뿐만 아니라 내부 수분이 비교적 균일하게 분포하여 부드러운 조직감을 나타내었다.

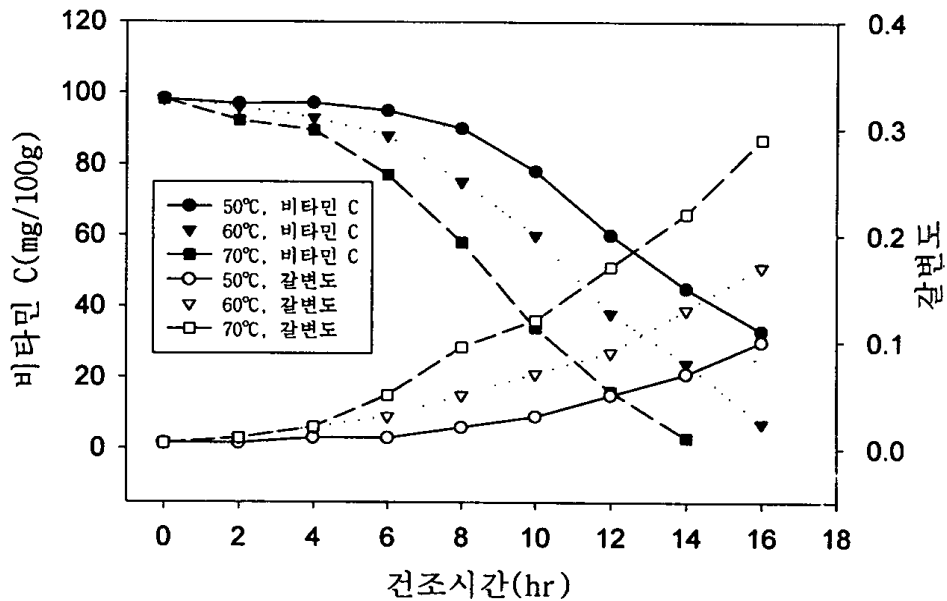


그림 6-19. 무말랭이의 건조조건별 비타민 C와 갈변도의 변화

#### 나. 중간수분형태의 무말랭이 제조

중간수분형태의 무말랭이 제품제조를 위한 보습제로 글리세린, 솔비톨, 말토덱스트린, trehalose 등을 선정하고, 보습제를 무에 충분히 침투시키기 위한 조건설정을 위하여 표 6-15의 조건에 따라 blanching, 예비건조 등의 전처리 후 20% 설탕용액에 침지하고 50°C에서 6시간 건조하여 단맛의 강도를 비교하였다. 그 결과 E 처리구가 당액이 가장 잘 침투되는 것으로 나타났으나 표면이 거칠어지는 현상이 발생하였기 때문에 침투효과가 비슷하고 표면이 거칠어지는 현상이 없는 D처리구(30초가 blanching하고 40°C에서 2시간 당액처리)가



적합한 보습제 처리방법으로 판단되었다.

표 6-15. 적정 침지조건을 설정하기 위한 처리구

	전처리	예비건조	침지	단맛강도 순위
A	-	-	-	6
B	-	-	10℃, 15시간	4
C	-	60℃, 2시간	10℃, 15시간	3
D	blanching, 30초	-	40℃, 2시간	2
E	blanching, 30초	60℃, 2시간	10℃, 15시간	1
F	-	-	감압, 1시간	5

결정된 처리조건으로 보습제를 처리하고 50℃에서 6시간동안 열풍건조하면서 수분함량과 수분활성도의 변화를 조사한 결과는 표 6-16와 같다. 건조시간이 경과하면서 모든 처리구에서 수분함량이 일정한 비율로 감소하였으며 대조구에 비해 글리세린과 설탕용액 처리구가 수분함량 및 수분활성도 감소가 더 심하였다. 그리고 글리세린에 비해 설탕의 수분활성도 감소효과가 우수한 것으로 나타났다. 솔비톨과 trehalose 처리구의 경우에는 설탕 처리구와 거의 유사한 경향을 나타내었다. 조직감은 6시간 건조 후 대조구가 보습제 처리구에 비해 수분함량이 높음에도 불구하고 매우 딱딱한 조직감을 나타내어 기호도가 낮았다. 그러나 설탕은 단맛이 강하였고 글리세린은 쓴맛이 강하게 나타났으며, trehalose는 단맛이 월등히 적으나 20% 농도 처리시 결정이 석출되는 문제가 있고, 솔비톨은 설탕과 비슷한 단맛을 나타내지만 조직감이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 중간수분식품 형태의 무말랭이 제조시 조직감과 기호성이 우수한 보습제 처리농도로 글리세린 5%, 설탕 10%, trehalose 10%로 결정하였다.

표 6-16. 보습제 처리 후 건조시간별 무말랭이의 수분함량 및 수분활성도

건조시간 (hr)	무처리구		글리세린(10%)		설탕(20%)	
	수분함량 (%)	수분활성 도	수분함량 (%)	수분활성 도	수분함량 (%)	수분활성 도
0	95.5	0.96	94.5	0.96	94.3	0.96
1	91.2	0.96	90.9	0.95	89.8	0.95
2	85.5	0.95	86.6	0.94	83.8	0.92
3	80.2	0.93	80.0	0.92	76.9	0.87
4	73.2	0.90	70.8	0.87	67.8	0.80
5	65.3	0.85	63.5	0.83	58.2	0.74
6	58.3	0.76	55.7	0.72	50.4	0.64

동일한 처리조건으로 글리세린 5%, 설탕 10%, trehalose 10% 혼합용액의 효과를 측정한 결과 수분함량은 8시간 건조 후 대조구 47.2%에 비해 37.9%로 수분함량 감소가 빠르게 진행되었으며, 수분활성도 역시 대조구 0.63에 비해 0.48로 훨씬 크게 감소하였다. 그리고 글리세린, 설탕, trehalose 단독으로 처리한 경우보다 수분활성도가 더 크게 감소하여 보습제 복합사용의 상승효과가 있는 것으로 나타났고 단독으로 사용하였을 때의 문제점(쓴맛, 단맛, 결정석출 등)이 크게 완화되는 것으로 나타났다.

중간수분식품 형태의 무말랭이를 수분활성도별(0.8-0.5)로 제조 후 복원 전후의 조직감을 비교한 결과 표 6-17에서 보는 바와 같이 건조시간은 3.5~6시간이 소요되었고 복원전 조직감은 수분활성도가 감소함에 따라 단단한 정도가 크게 증가하였으며 복원 후에도 수분활성도에 따라 단단한 정도에서 약간 차이를 나타내었다. 이때 물에 침지하여 중량변화가 일어나지 않을 때까지의 소요되는 시간도 수분활성도가 감소함에 따라 증가하여 수분활성도 0.5일 때 약 1시간이 소요되었다. 따라서 복원전후의 조직감과 맛, 복원 소요시간 그리고 저장성 등을 고려하여 가장 적합한 수분활성도로서 0.7을 선택하였다.

표 6-17. 중간수분식품 형태의 무말랭이의 수분활성도별 복원전후 조직감

수분활성도	건조시간 (hr)	조직감(단단한 정도)		복원소요 시간(hr)
		복원전	복원후	
0.8	3.5	++	++	0
0.7	4	+++	++	0.2
0.6	5	++++	+++	0.5
0.5	6	+++++	+++	1.0

+ : 매우 무름, +++++ : 매우 단단함

이와 같이 결정된 중간수분식품 형태의 무말랭이(수분활성도 0.7)와 건조 무말랭이의 특성을 비교한 결과는 표 6-18과 같다. 표에서 보는 바와 같이 건조 시간과 수분함량, 복원소요시간에 있어 큰 차이를 나타낸 반면 복원 후 조직감과 맛에 있어서는 거의 차이를 나타내지 않았으나 저장성에 있어서는 중간수분식품 형태의 무말랭이가 건조 무말랭이에 비해 다소 떨어지는 것으로 나타나 이에 대한 보완 또는 유통방법의 변화(저온유통) 등이 수반되어야 할 것으로 판단된다.

표 6-18. 중간수분형태의 무말랭이와 일반무말랭이 특성비교

특 성	중간수분형태 무말랭이	일반무말랭이
건조시간(hr)	4	9
수분함량(%)	55	14
수분활성도	0.7	0.4
저장성	+++	+++++
복원소요시간(hr)	0.2	1.5
복원후 조직감	++++	++++
복원후 맛	++++	++++

+ : 매우 불량, +++++ : 매우 양호

중간수분식품 형태의 무말랭이를 이용한 만두를 제조하기 위하여 중간수분식품 형태의 무말랭이와 건조 무말랭이를 일정시간 침지하여 복원한 후 표 6-19의 배합비로 혼합, 반죽하여 만두속을 만들고 이를 만두피로 둘러싸 맛불인 다음 썰서 이들 만두를 관능적으로 비교하였다. 관능검사 결과 무말랭이의 건조형태에 따른 만두의 조직감에 거의 차이가 없었고 또한 단맛 등 맛에 있

어서도 약간의 단맛이 인지되었으나 거부감을 나타내지는 않았다. 따라서 건조 무말랭이 대신 중간수분식품 형태의 무말랭이를 사용하여도 현재 상업적으로 제품화되어 있는 만두를 제조할 수 있을 것으로 판단되었다.

표 6-19. 만두 제조를 위한 만두속 배합비

원부재료	함량(%)
복원한 무말랭이 (중간수분식품형태, 건조형태)	30.0
복원한 당면	25.0
두부	20.0
부추	10.0
돼지고기	5.0
당근	5.0
파	3.5
마늘	1.0
소금	0.5

## 참고문헌

1. Byun, M. W., I. S. Lee, K. H. Lee, H. S. Yoon, K. O. Kang. 1999. Changes of ascorbic contents induced from gamma irradiation, heating and microwave treatments. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 954-1907.
2. Chang, S. K., M. H. Yun. 1999. Effect of microwave preheating and hydrogenated frying fats on the storage stability of Yackwa. *Korean J. Food Sci. Technol.* 15: 264-527.
3. Cho, J. S., K. H. Ku, and Kim, W. J.. 1999. Effects of heating, pH, salts and organic acids on color changes of ground garlic. *Korean J. Food Sci. Technol* 31(2): 399-403
4. Chung, T.Y., S. E. Lee, M. C. Jeong. and D. C. Kim .1996. Studies on the pre-treatment effect of ginger on long-term storage. *Korean J. Food Sci. Technol*, 28(3): 458-463.
5. Chung, T. Y, M. C. Jeong, S. E. Lee, D. C. Kim. and O. W. Kim. 1996. Morphological characteristics of ginger depending on habitat. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(5): 834-840.
6. Giese, J. 1992. Advances in microwave food processing. *Food Technol.* 46
7. Kum, J. S., K. J. Park, C. H. Lee, J. S. 1998. Physicochemical properties of dried anchovy (*Engraulis Japonica*) subjected to microwave drying. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 103-205.
8. Youn, K. S. and Y. H Choi. 1996. Drying characteristics of osmotically pre-treated carrots. *Korean J. Food Sci. Technol*, 28(6): 1126-1134.

## 제3세부과제

# 농촌형 가공공장의 공정설계진단 컴퓨터 프로그램 개발

세부연구책임자: 조 용 진  
연 구 원: 김 철 진  
연 구 원: 김 종 태  
연 구 원: 고 보 성  
연 구 원: 전 원  
연 구 원: 김 재 은  
연 구 원: 김 영 진

여 백

# 요 약 문

## I. 제목

농촌형 가공공장의 공정설계진단 컴퓨터 프로그램 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

산지 농수산물가공산업 육성정책의 결과로 많은 농촌형 가공공장이 설립되었으나 정책지원업체의 생산제품은 규모의 영세성으로 인하여 소비자인지도 및 기호도가 낮고 신제품 개발이나 품질개선과 관련된 기술력이 부족하며 경영관리 능력이 부족하여 경영수지가 만족스러운 상태가 아니다. 산지 농수산물가공업체는 숫자는 많으나 개별 업체의 규모가 영세하여 공정 설계 및 개선을 위한 자체 능력이 부족할 뿐만 아니라 이들 업체를 효과적으로 지원할 수단이 준비되어 있지 못한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 농촌형 가공공장의 식품제조공정을 효율적으로 진단할 수 있는 수단을 마련하고자 농촌형 공장의 활성화 방안의 하나로서 산지농수산물가공공장의 제조공정 설계·진단용 컴퓨터 프로그램을 개발하고자 하였다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

- 농촌형 공장의 제조공정분석 및 모형 개발
  - 산지농수산물가공공장의 제품별 제조공정 분석
  - 단위공정별 모형 정립
  - 국내외 식품기계 데이터베이스 구축
  
- 단위공정 설계·진단용 컴퓨터 프로그램 모듈 개발
  - 단위공정별 모듈 프로그램 개발
  - 단위 공정별로 현장 검증
  - 단위 공정의 조합체계 구축



- 공정의 종합설계 · 진단용 컴퓨터 프로그램 개발
  - 공정의 종합설계 · 진단용 전산프로그램 개발 및 현장 검증
  - 프로그램 및 데이터베이스의 증설체계 구축
  - 기술지원체계 구축

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1) 1998년 현재, 전통식품, 산지일반 및 특산단지로 구분되는 농산물 산지가공 업체수는 총 1,452개 업체인 것으로 조사되었다. 이 중에서 동일 품목에 10개 업체 이상이 참여하는 품목으로는 단무지(78개 업체), 김(64개 업체), 김치(50개 업체), 미역(41개 업체), 메주(38개 업체), 멸치액젓(31개 업체), 한과(28개 업체), 된장(26개 업체), 고추장(24개 업체), 감식초(23개 업체), 고춧가루(21개 업체), 절임류(20개 업체), 쥐치포(19개 업체), 꽃감(19개 업체), 떡(14개 업체), 명태포(14개 업체), 간장(13개 업체), 국수(12개 업체) 등으로 분석되었다. 주요 98개 품목을 대상으로 분석한 결과, 생산업체수는 697개였으며, 이 중에서 가동상태가 양호한 업체의 수는 132개로 조사되어 양호한 가동률은 18.9%로 나타났다.

2) 75개의 주요 농산물가공 품목에 대해서 제조공정을 분석하여 제조공정도를 작성하였으며, 그 밖의 주요 가공식품 제조공정을 분석하여 제조공정도를 작성하였다. 제조공정도는 자료조사와 설문조사를 바탕으로 작성되었다. 산지가공 업체의 실태조사 결과, 제품별이나 규모별로 현장의 제조공정이 매우 상이하여 표준화 작업이 용이하지 않은 것으로 나타났다.

3) 산지가공업체에서 생산하고 있는 98개 품목의 제조공정을 분석하여 공통적으로 포함된 단위공정을 분류한 결과, 27종의 단위공정 및 물성에 관한 모형이 필요한 것으로 분석되었다. 각각의 단위공정 및 물성에 대한 수학적 모형이 정립되었다.

4) MATLAB을 이용하여 식품공정 분석용 컴퓨터 프로그램을 개발하였다. 'kfri'라고 명명된 프로그램은 4층의 계층구조로 구성되었다. 최상위 계층에서 '단위조작 선택용' push button을 선택하면 1차 하위계층으로 이동하고 여기서

는 12종의 단위조작을 분석할 수 있다. 12종의 단위조작은 건조, 균질화, 증발, 추출/흡수, 압출, 냉동, 가열/냉각, 혼합, 물성, 분리/농축, 분쇄, 수송 등이다. 계속하여 push button에 의해 각 단위조작을 선택하면 2차 하위계층으로 이동한다. 2차 하위계층에는 단위조작의 세부항목을 선택할 수 여러 개의 push button이 설치되어 있다. 이 세부항목 button을 통해 3차 하위계층으로 이동한다. 3차 하위계층은 모두 27개의 모듈 프로그램으로 구성되었으며, 식품공정분석과 관련하여 45개의 parameter에 대해서 입력조건에 따른 출력치를 산출할 수 있다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 218개의 단위 프로그램으로 구성되었다.

5) 본 연구를 통해 개발된 프로그램은 GUI 방식을 채택하였기 때문에 프로그램 증설체계가 매우 용이하게 구축되었다. 뿐만 아니라 단위조작에 대한 최하위 층의 모듈 프로그램은 최상위 층에 의해 제어됨과 동시에 독립적으로 작동하는 stand-alone 방식으로 개발되어 있어 프로그램 증설이 매우 용이하다. 따라서 향후 추가로 필요한 모듈 프로그램은 독립적으로 제작되어 해당 폴더에 소속시키고 상위 창(upper window)에 기능 키를 추가하기만 하면 전체 프로그램이 작동하도록 개발하였다.

6) 본 연구에서 개발된 프로그램은 Matlab 환경이 주어지면 어떤 종류의 PC 상에서도 작동하는 것으로 확인되었다. 즉, 노트북 PC에서도 잘 작동하였다. 따라서, 식품제조공정의 분석 및 설계가 산지가공공장이 위치한 현장에서 즉시 수행될 수 있는 가능성을 확인하였다. 한편, 우리나라 산지가공공장에서 생산되고 있는 품목들의 제조공정을 분석하거나 설계하기 위해 필요한 공학적 물성(engineering properties)에 대한 자료가 매우 빈약하여 대부분의 경우 가정을 통해 공정을 해석할 수밖에 없었음을 확인하였다. 우리나라 전통식품에 대한 공학적 물성 자료는 향후 장기간에 걸쳐 지속적으로 관리되어야 하는 것으로 파악되었다.

7) 본 연구를 통해 개발된 프로그램은 농촌형 가공공장의 공정분석, 설계, 개선 등을 위한 작업에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

여 백

# CONTENTS

SUMMARY .....	279
I. Introduction .....	287
1. Significance .....	287
2. Objectives and Scope .....	289
II. Status of Relevant Technologies .....	291
III. Experimental Methods and Results .....	293
1. Methods and Materials .....	293
2. Results .....	294
3. Summary and Conclusions .....	442
IV. Accomplishment and Contribution .....	445
V. Utilization of the Results .....	447
VI. List of Collected Foreign Literatures and Informations .....	449
VII. References .....	451
Appendices .....	453

여 백

# 목 차

요 약 문 .....	279
제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	287
제 1 절 연구의 필요성 .....	287
1. 기술적 측면 .....	287
2. 경제·산업적 측면 .....	287
3. 사회·문화적 측면 .....	288
제 2 절 연구의 목적 및 범위 .....	289
1. 연구의 목표 .....	289
2. 연구의 내용 및 범위 .....	289
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	291
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	293
제 1 절 재료 및 방법 .....	293
1. 산지농산물가공업체 현황조사 .....	293
2. 프로그램 개발 및 검증 .....	293
제 2 절 연구의 결과 .....	294
1. 품목별 생산업체 현황 .....	294
2. 품목별 제조공정도 .....	298
3. 단위공정별 모형 정립 .....	343
4. 컴퓨터 프로그램의 설계 .....	389
5. 모듈 프로그램의 구조 .....	393
6. 프로그램 제작 및 검증 .....	395
7. 식품기계 데이터베이스 .....	437
8. 프로그램 증설체계 및 현장지원체계 구축 .....	438

제 3 절 요약 및 결론 .....	442
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	445
제 1 절 목표달성도 .....	445
제 2 절 기여도 .....	445
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	447
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	449
제 7 장 참고문헌 .....	451
부    록 .....	453

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구의 필요성

### 1. 기술적 측면

- 1989년부터 본격적으로 추진되어 온 산지 농수산물가공산업 육성정책의 결과로 1996년 말 현재 총 1,231개소에 약 2,580억 원의 자금이 지원되었으나 정책지원업체의 생산제품은 규모의 영세성으로 인하여 소비자인지도 및 기호도가 낮고 신제품 개발이나 품질개선과 관련된 기술력이 부족하며 경영관리 능력이 부족하여 경영수지가 만족스러운 상태가 아니다.
- 자본과 기술력이 대규모로 투입되어 규모의 경제가 형성되는 타 산업에서 사업이 성공적으로 수행되는 것은 투자분석, 공정설계, 공정관리 및 공정개선이 조직적이고 체계적으로 구축되어 있는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 사전에 충분히 검토되어 손실 요인을 최소화하기 때문이다.
- 산지 농수산물가공업체는 숫자는 많으나 개별 업체의 규모가 영세하여 공정설계 및 개선을 위한 자체 능력이 부족할 뿐만 아니라 이들 업체를 효과적으로 지원할 수단이 준비되어 있지 못한 실정이다.
- 공정설계 및 개선을 위한 컴퓨터 시뮬레이션은 다양한 공정과 운전조건에 대해서 효과적으로 대처할 수 있기 때문에 현재 경영 상태가 부실한 우리나라의 산지 농수산물가공업체의 생산 합리화를 위해 공정설계 및 진단을 위한 컴퓨터 프로그램의 개발이 시급히 요구되고 있다.

### 2. 경제·산업적 측면

- 1996년 말 현재 총 1,231개소의 산지 농수산물가공업체의 가동업체 비율은 80%이며, 가동업체의 연간 매출액은 총 4,793억 원(업체 당 평균 5.7억 원)에 달하고, 1995년도 수출실적은 66개 업체에서 2,327만 불(업체 당 평균 35만 불)이다.



- 1995년도 산지 농수산물가공업체의 업체 당 평균 부가가치 창출액은 1.4억 원으로서 시설자금지원액(보조 및 융자) 대비 부가가치 창출액 비율은 112%이다. 그러나 투융자에 대한 부가가치 창출액 비율이 50%에도 미치지 못하는 업체가 44%에 이르고 있다.
- 정책지원업체의 경영부실 현상으로 가공산업 육성정책의 지속에 대한 부정적인 시각이 있으나 농어가 소득증대 측면에서 육성정책의 파급효과가 매우 크다는 점이 간과되어서는 안 된다.
- 산지 농수산물가공산업이 농업뿐만 아니라 우리나라 경제에 대한 기여도를 극대화하기 위해서는 개별 가공업체의 경영수지가 우량해야 하는 바, 이를 위한 여러 가지 방안 중 부가가치 창출 향상을 겨냥한 생산공정의 설계 및 개선이 효과적으로 이루어질 수 있는 수단이 강구되어야 한다.

### 3. 사회·문화적 측면

- 소득 수준의 향상, 산업화 및 도시화의 진전, 개방화에 따른 서구식 식문화 유입 등으로 인하여 식품의 소비구조가 변하고 소비자의 식품에 대한 선호가 편의화, 고급화, 다양화하여 가공식품의 소비가 증가하고 있다.
- 식품의 교역구조가 크게 바뀌어 수출은 종래 저임노동력을 이용한 통조림, 건조식품 등 단순가공품에서 김치, 고추장 등 전통식품이나 빵, 과자류, 라면 등 고차가공품으로 바뀌고 있으며, 수입은 우리나라에서 생산되지 않는 원료이거나 경쟁력을 상실한 단순가공품이 주요 품목으로 부상하고 있다.
- 전통식품이나 국내산 원료를 이용한 산지 가공식품에 대한 소비자인지도 및 선호도가 향상되고 있는 것은 사실이나 아직 기대 수준에 미치지 못하고 있는 형편인 바, 산지 농수산물가공산업이 활성화되기 위해서는 합리적인 생산을 통한 가격 및 품질 경쟁력을 강화해야 한다.

## 제 2 절 연구의 목적 및 범위

### 1. 연구의 목표

- 연구개발의 최종목표는 산지 농산물 가공을 위한 농촌형 공장의 활성화 방안의 하나로서 산지농산물가공공장의 제조공정설계·진단용 컴퓨터 프로그램을 개발하는 데 있다.

### 2. 연구의 내용 및 범위

- 농촌형 공장의 제조공정분석 및 모형 개발
  - 산지농산물가공공장의 제품별 제조공정 분석
  - 단위공정별 모형 정립
  - 국내외 식품기계 데이터베이스 구축
- 단위공정 설계·진단용 컴퓨터 프로그램 모듈 개발
  - 단위공정별 모듈 프로그램 개발
  - 단위 공정별로 현장 검증
  - 단위 공정의 조합체계 구축
- 공정의 종합설계·진단용 컴퓨터 프로그램 개발
  - 공정의 종합설계·진단용 전산프로그램 개발 및 현장 검증
  - 프로그램 및 데이터베이스의 증설체계 구축
  - 기술지원체계 구축

여 백

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

- 합리적 공정 설계 및 개선을 위한 컴퓨터 시뮬레이션이 국내·외의 전자, 자동차, 항공, 화학 등 산업의 광범위한 분야에서 다양하게 활용되어 많은 성과를 거두고 있으나 우리나라의 산지 농수산물가공업체에서 활용할 수 있는 컴퓨터 프로그램은 아직 개발되지 않다.
- 과거 컴퓨터 시뮬레이션은 FORTRAN, Basic, C 등과 같은 범용언어에 의해 부분적으로 구현되어 효용성이 미흡하였으나 최근 강력한 시뮬레이션 전용언어가 개발되어 효과적으로 이용되고 있다. 그러나, 가용한 시뮬레이션 전용언어가 주어진더라도 이것은 컴퓨터 언어의 한 종류에 불과하여 용도에 맞게 프로그래밍되지 않으면 산지 농수산물가공산업에 이용할 수가 없다.
- 이미 선진 외국에서는 소규모의 사업이라 하더라도 사전 및 사후에 전문가(consultant)에 의해 투자, 경영, 생산설비, 생산관리 전반에 걸쳐서 시뮬레이션이 실시되어 예상되는 손실을 극소화하는 기법을 활발히 활용하는 추세이다.
- 우리나라의 경우도 사업의 규모가 대단위일 때 개별 사업별로 종합적이고 체계적인 분석기법이 활용되고 있으나 소규모의 사업에서는 비용 문제로 인하여 그러한 기법의 활용이 부진한 형편이다.
- 우리나라 산지 농수산물가공산업은 총량은 매우 크나 대부분의 개별 업체의 규모는 영세한 수준이기 때문에 생산공정에 대해서 자체적으로 최적 설계 및 진단을 수행할 능력이 미미하다.
- 사업수행 시 사전·사후에 대한 충분한 평가가 이루어지기 위해서는 선진기법의 도입이 필요하며, 향후 우리나라의 소규모 사업에 대해서도 사업평가를 위한 선진기법의 활용이 적극적으로 도입될 것으로 전망되고 있다.
- 산지 농수산물가공공장의 공정설계 및 진단용 컴퓨터 프로그램을 개발함에 있어 무엇보다도 전통식품이나 산지 고유의 제조공정에 대한 이해와 같이 현장에 대한 이해가 선행되어야 하기 때문에 외국으로부터의 기술도입은 비효율적이다.

- 공정설계 및 진단에 대해서 외국의 컨설팅 기술을 부분적으로는 도입할 수 있을 지 모르나 외국기술에 의존하기 위해서 우리나라의 전반적인 산지가 공업체의 여건을 충분히 반영시키는 작업은 별도의 엄청난 비용을 필요로 하게 되므로 국내에서의 자체 개발이 효과적이다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 재료 및 방법

#### 1. 산지농산물가공업체 현황조사

산지농산물가공업체의 현황을 자료조사, 설문조사, 현장방문조사를 통해 분석하였다. 분석항목으로는 가공품목, 품목별 가공업체수, 가공업체의 가동현황, 설비수준, 가공품목별 제조공정, 제조공정을 구성하고 있는 단위조작(단위공정)이었다. 이러한 분석결과를 토대로 산지농산물가공을 위한 단위공정을 분석·설계하는 데 있어 근간이 되는 단위공정의 물리적 및 수학적 모델을 설정하였다. 한편, 산지농산물가공에 소요되는 가공기계에 관한 종류, 제원, 용량, 회사명(연락처) 등을 포함하는 국내외 자료를 수집하였다.

##### 가. 자료조사

산지 농산물가공사업과 관련된 국내외 학술지, 연구보고서, 정책보고서, 특허자료 등을 수집하여 분석하였다. 한편, 국외의 식품가공기계에 관한 조사는 간행물, 인터넷 등을 이용하였다.

##### 나. 현장조사

자료조사의 결과를 확인하고 보완하기 위하여 산지가공업체를 직접 방문조사 하였다. 방문조사에서는 가공업체의 가동현황과 제조공정을 조사하였다.

##### 다. 우편조사

산지가공업체의 가동현황 및 제조공정을 파악하기 위하여 설문조사 하였다. 한편, 식품가공기계업체의 현황을 조사하기 위하여 국내 업체를 대상으로 생산품목, 기계별 제원 및 용량에 관한 내용을 조사하였다.

#### 2. 프로그램 개발 및 검증

단위공정의 모델링에 따라 MATLAB (version 5.3)을 이용하여 단위공정별로 프로그래밍 하였다. 개발된 모듈 프로그램은 핸드북, 데이터북, 현장자료 등을 수집하여 프로그램의 실행결과를 확인하였다.

## 제 2 절 연구의 결과

### 1. 품목별 생산업체 현황

1998년 현재, 전통식품, 산지일반 및 특산단지로 구분되는 농산물 산지가공 업체수는 총 1,452개 업체인 것으로 조사되었다. 이 중에서 동일 품목에 10개 업체 이상이 참여하는 품목으로는 단무지(78개 업체), 김(64개 업체), 김치(50개 업체), 미역(41개 업체), 메주(38개 업체), 멸치액젓(31개 업체), 한과(28개 업체), 된장(26개 업체), 고추장(24개 업체), 감식초(23개 업체), 고춧가루(21개 업체), 절임류(20개 업체), 쥐치포(19개 업체), 꽃감(19개 업체), 떡(14개 업체), 명태포(14개 업체), 간장(13개 업체), 국수(12개 업체) 등으로 분석되었다. <표 1>은 주요 산지가공품목을 포함하여 98개 품목의 생산업체 현황을 나타낸 것이다. <표 1>에 열거한 98개 품목의 생산에 참여하고 있는 업체수는 697개였으며, 이 중에서 가동상태가 양호한 업체의 수는 132개로 조사되어 양호한 가동률은 18.9%로 나타났다.

이와 같이 산지가공업체의 가동상태가 미흡한 주요 이유는 다음과 같은 것으로 파악되었다.

첫째, 사업계획의 수립이 적절하지 못한 경우이다. 가공사업에 대한 의욕은 높았던 반면에 구체적으로 계획을 수립하는 과정에서 전문지식이 결여되었다든지 전문가의 조력이 제대로 닿지 않았던 것으로 조사되었다. 많은 경우에서 자금계획, 원료조달계획, 생산계획, 판매유통계획 등이 치밀한 조사와 분석에 의해 수립되었다기보다는 임기응변식으로 다루어졌던 것으로 파악되었다.

둘째, 제조공정이 공장화 수준에 미흡한 경우이다. 이 문제는 제조설비의 설계 및 시공 문제를 동시에 유발하여 산지가공업체의 경영부실에 심각한 영향을 미친 것으로 파악되었다. 가공제품의 생산규모에 따라 제조공정의 유형이 적절하게 설계되어야 함에 불구하고 지나치게 자동화 및 연속공정화에 집착하여 생산관리가 원활히 되지 못한 사례도 있었다.

셋째, 국내산 원료가 고가이며 생산량이 적은 문제로 인하여 가공제품이 제대로 생산되지 못하는 경우이다. 제조공정, 제조설비, 운전관리 등 생산환경은 매우 우수하게 구비되었으나 원료의 가격 및 확보 문제로 인하여 품목의 변경, OEM 생산 등으로 경영전략을 변경한 사례도 있었다.

이와 같은 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 본 세부연구과제의 연구목표와 관련시켜 보면 제품별 제조공정은 동일한 제품이라, 하더라도 표준공정을 기반으로 하여 생산규모에 따라 적절하게 설계되어야 하고, 제조설비의 규격도 그에 따라 적절히 선택되어야 할 것으로 진단되었다.



<표 1> 품목별 생산업체 현황

품명	업체수	가동양호 업체수	품명	업체수	가동양호 업체수
가공염	1	1	달팽이액기스	2	1
가죽자반	1	1	담수어액기스	1	0
간장	13	1	당귀음료	1	0
갈치속젓	1	1	도시락	3	0
감로차	1	0	도토리 전분	8	3
감식초	23	3	돈육가공	1	1
강정	3	3	돼지고기	1	1
건다시마	1	1	돼지훈제	1	0
건오징어	7	0	된장	26	5
건채류	4	1	등글레	2	1
건호박	3	0	들깨가루	1	1
고구마순	1	1	땅콩강정	1	1
고추가루	21	1	땅콩두부	1	1
고추잎	1	1	떡	14	2
고추장	24	4	마늘가공	3	0
곶감	19	0	마늘장아찌	4	1
과즙	1	1	마분말	1	1
구기자청	1	1	마스프	1	1
국수	12	1	맛김	7	0
굴비	1	1	매실음료	6	2
김	64	3	머루주	2	1
김치(배추)	47	7	메밀가루	4	1
김치류	3	1	메주	38	3
핑만두	2	1	멸치액젓	31	2
녹말가루	1	1	명태포	14	1
녹삼천	1	1	묵류	1	1

<표 1> (계속)

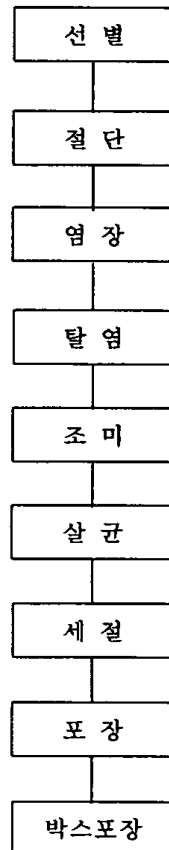
품명	업체수	가동양호 업체수	품명	업체수	가동양호 업체수
녹즙죽	1	1	미네랄	1	1
녹차	8	2	미역	41	5
농산물가공	3	1	바지락건조	1	1
누룽지	3	2	박고지	1	1
다류	1	1	박국수	1	1
다시마	4	1	배꿀즙	1	0
단무지	78	7	배짬	1	0
버섯국수	1	0	유자주	2	1
벌꿀	1	1	유자차	8	1
복숭아	2	1	인진쑥	2	1
산채김치	1	1	인진쑥엿	1	1
산채류	7	2	자반	1	1
삼지구엽초	1	0	잡곡소포장	1	1
솔차	1	1	잣캔	1	1
솔초	1	1	절임류	20	3
수산물절임	1	1	죽류	1	1
수삼	1	1	죽순통조림	1	1
식용유	1	0	쥐치포	19	1
식혜	7	2	치커리차	7	4
실치	1	1	침청	1	1
알로에주	1	0	한과류	22	6
야채스프	2	1	현미엽차	1	1
약초국수	1	1	황태	2	1
			계	697	132

## 2. 품목별 제조공정도

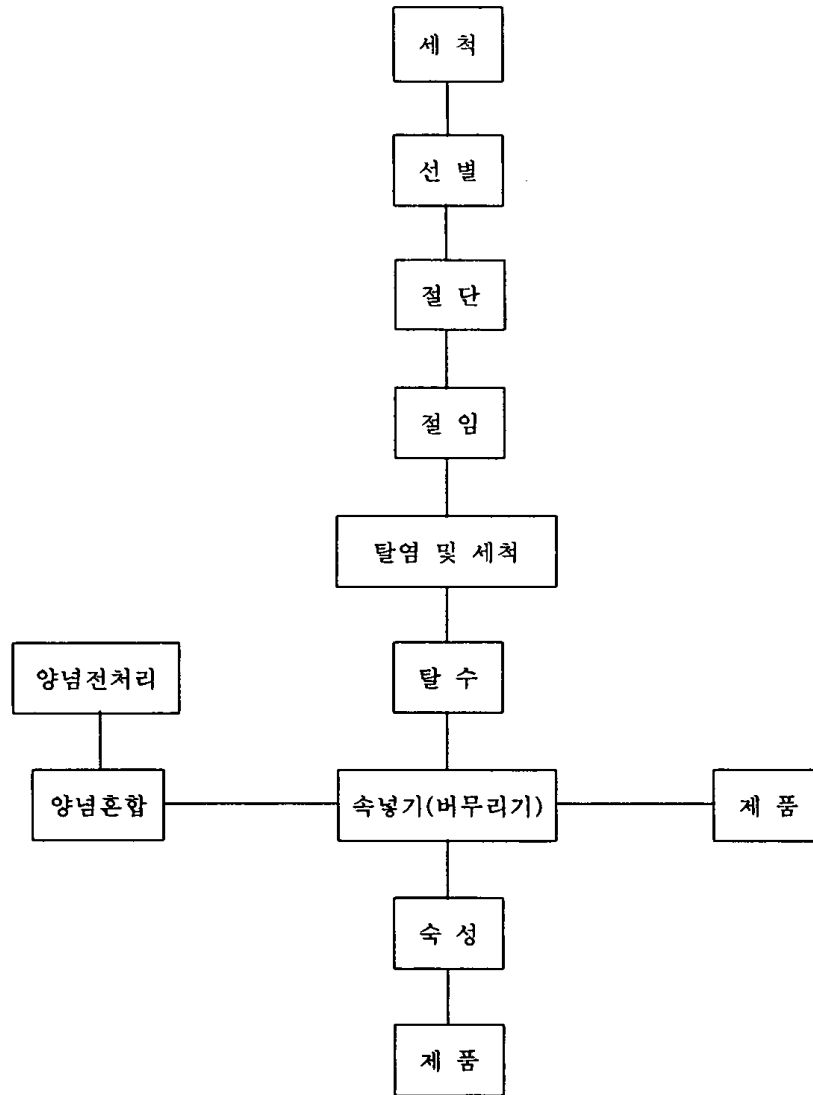
주요 농산물가공품목에 대해서 제조공정을 분석하여 제조공정도를 작성하였으며, 그 밖의 주요 가공식품 제조공정을 분석하여 제조공정도를 작성하였다. 다음은 75개의 품목에 대해서 작성한 표준제조공정도이다. 이 제조공정도는 자료조사와 설문조사를 바탕으로 작성되었으며, 중점검토 대상이 된 품목에 대해서는 산지가공업체의 현장답사를 통한 정밀조사에 의해 확인 조정되어 작성되었다.

산지가공업체의 실태조사 결과, 제품별이나 규모별로 현장의 제조공정이 매우 상이하여 표준화 작업이 용이하지 않은 것으로 나타났으나 여기서는 생산설비의 유형에 무관하게 자료조사, 설문조사, 현장조사 등을 종합화하여 공정도를 작성하였다. 여기서는 품목별 제조공정에 포함되어 있는 각 단위조작의 구체적인 운전조건은 표시하지 않았다. 제품별로 기본공정을 구축하여 제조공정의 공통적 구성요소인 각 단위조작을 추출하는 것을 목표로 하였다.

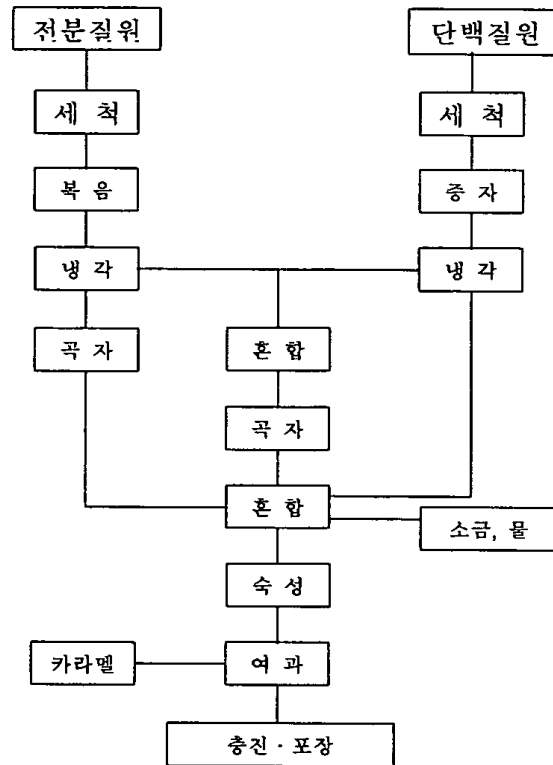
### 1) 절임류 제조공정도



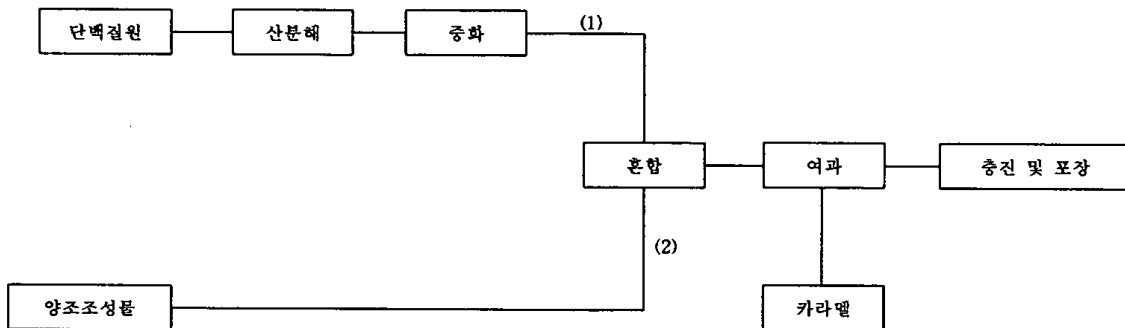
2) 김치 제조공정도



### 3) 양조간장 제조공정도

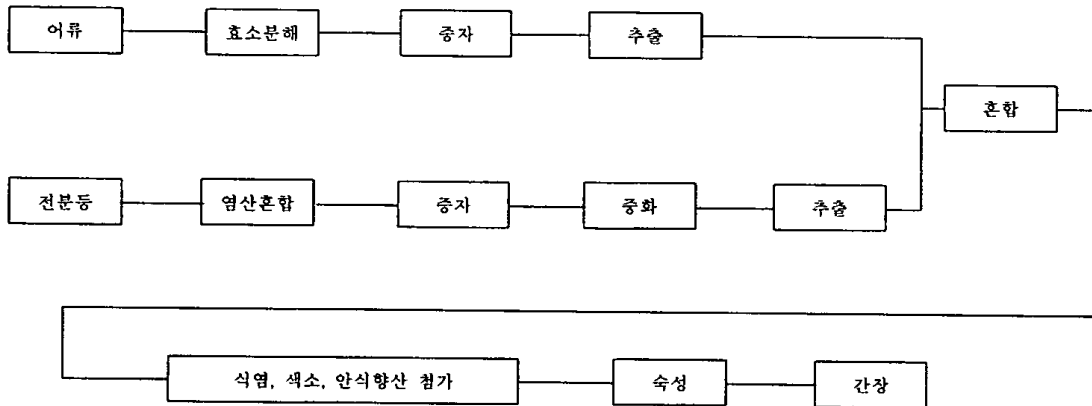


### 4) 혼합간장 제조공정도

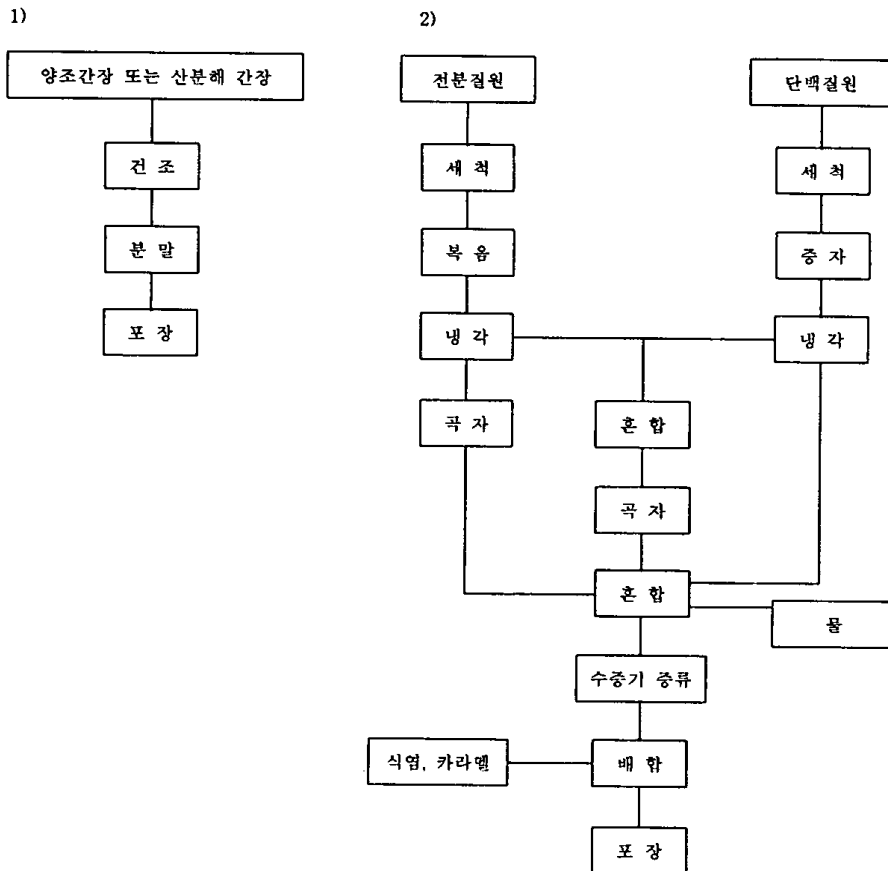


(주) (1) ; 산분해 간장  
(2) ; 혼합간장

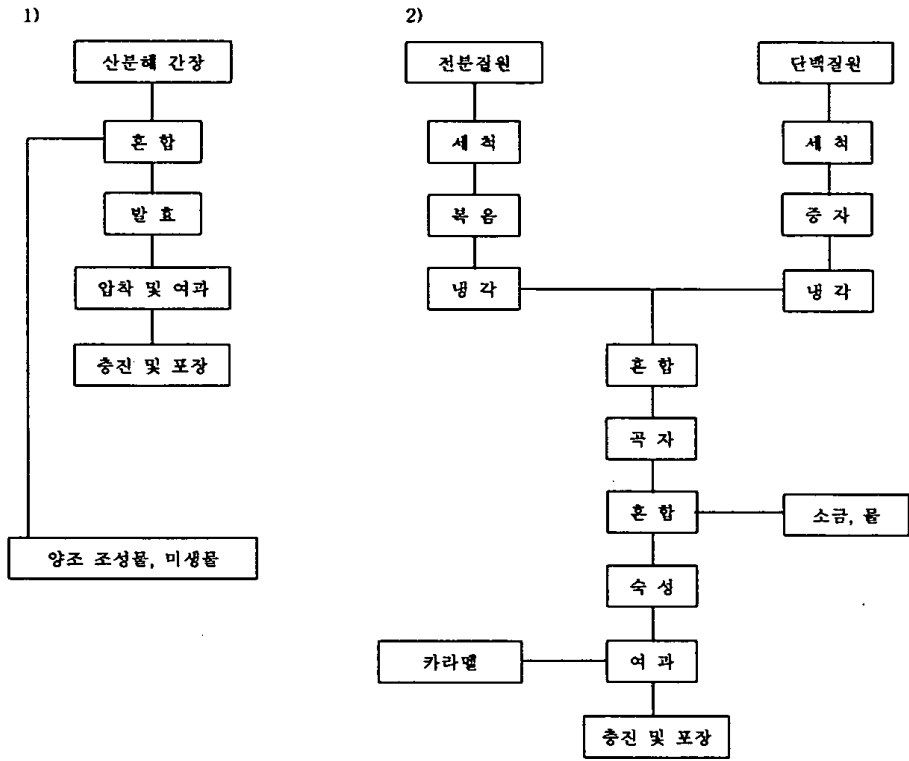
5) 어류간장 제조공정도



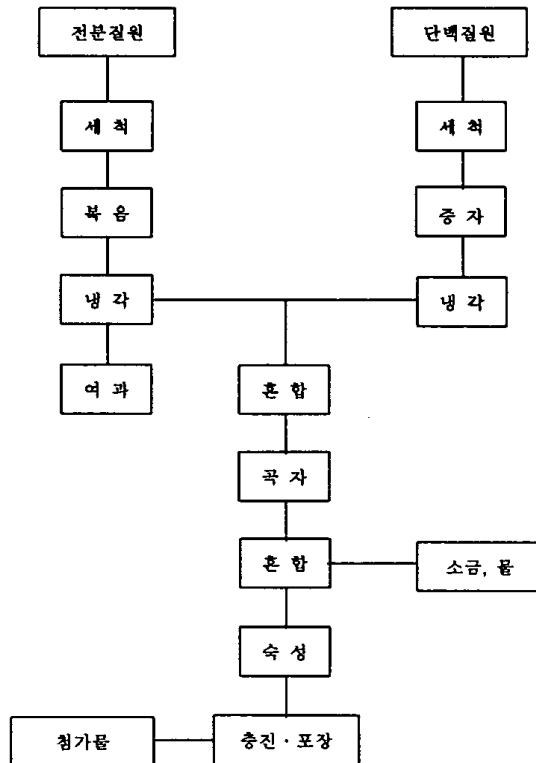
6) 분말간장 제조공정도



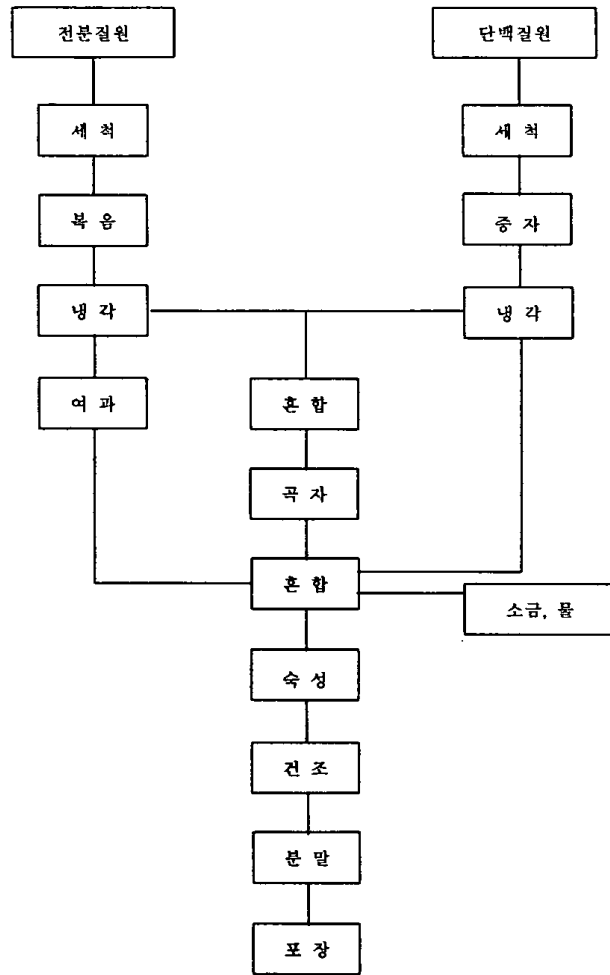
## 7) 속성양조간장 제조공정도



## 8) 된장 제조공정도

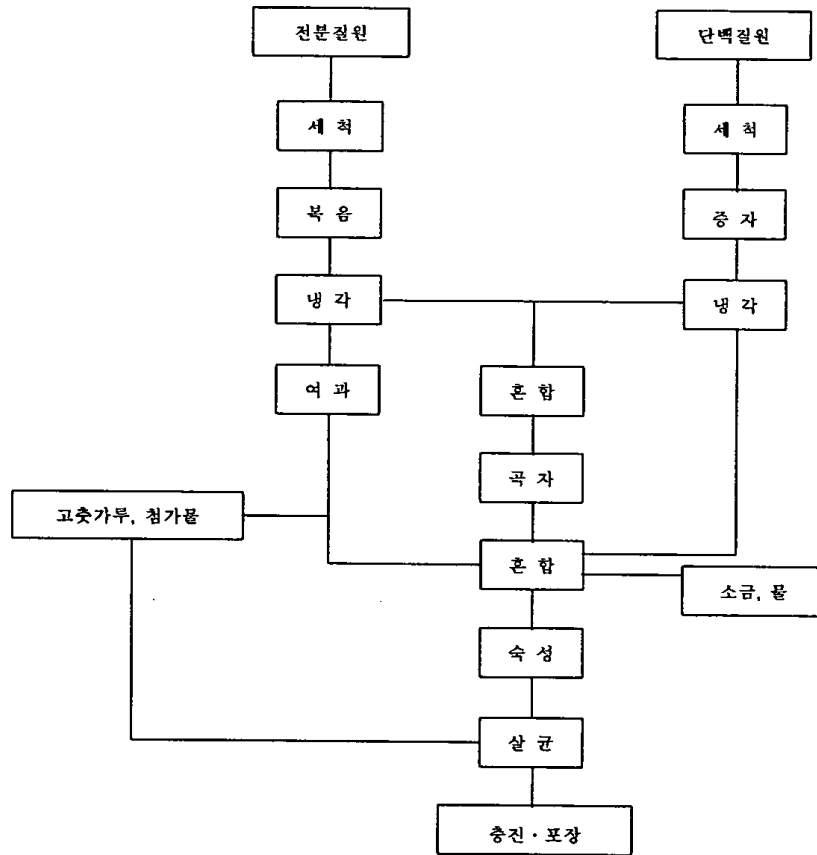


9) 분말된장 제조공정도

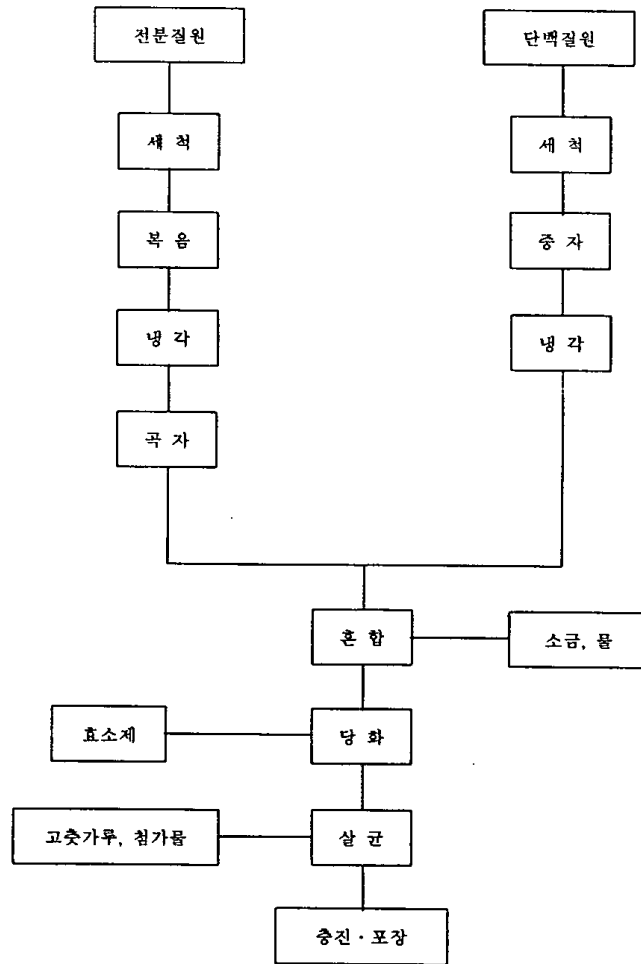




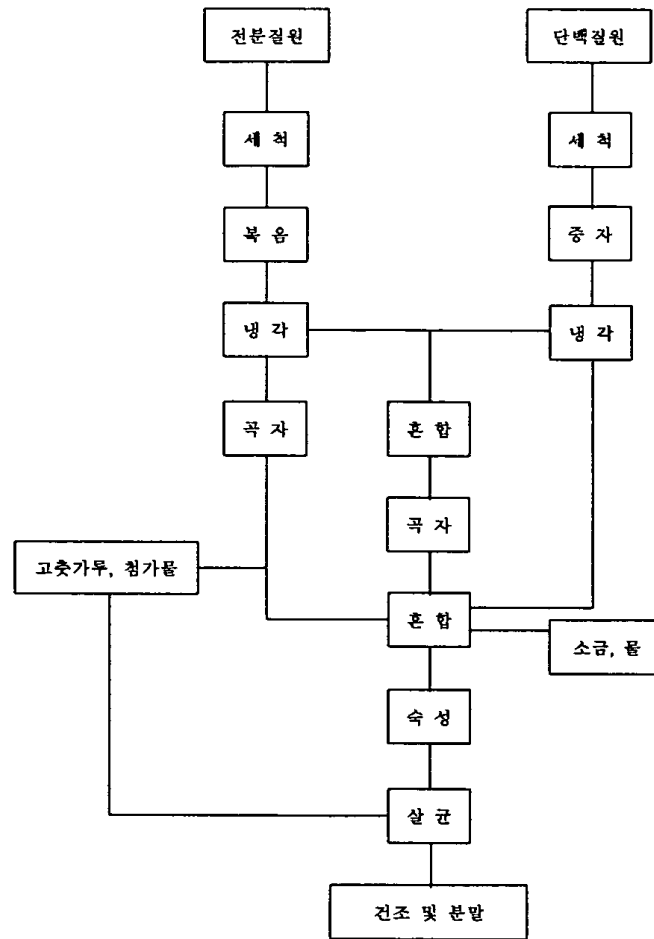
10) 고추장 제조공정도



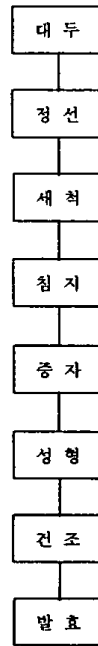
11) 속성고추장 제조공정도



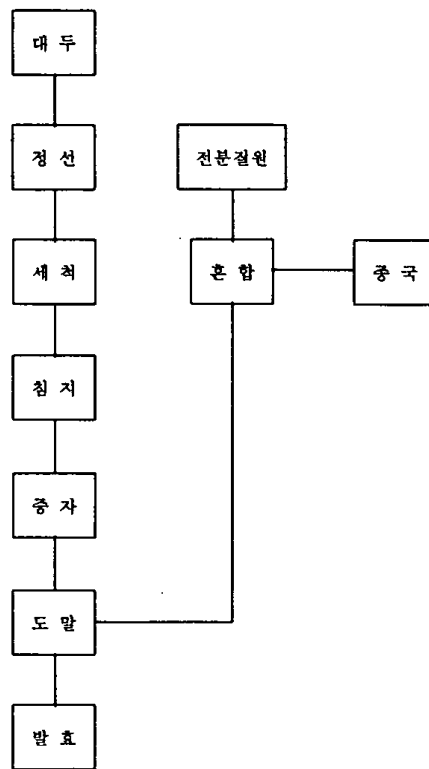
12) 분말고추장 제조공정도



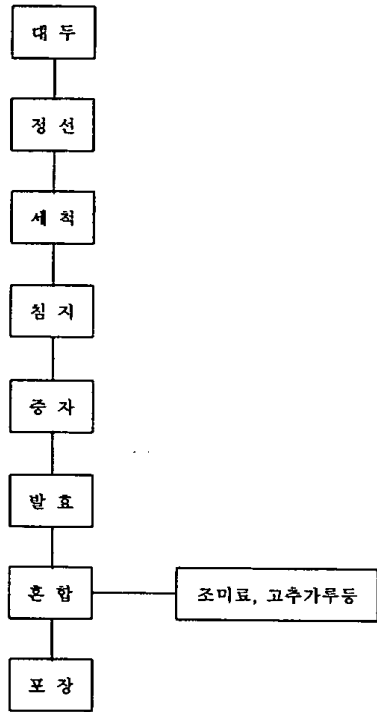
13) 재래식 메주 제조공정도



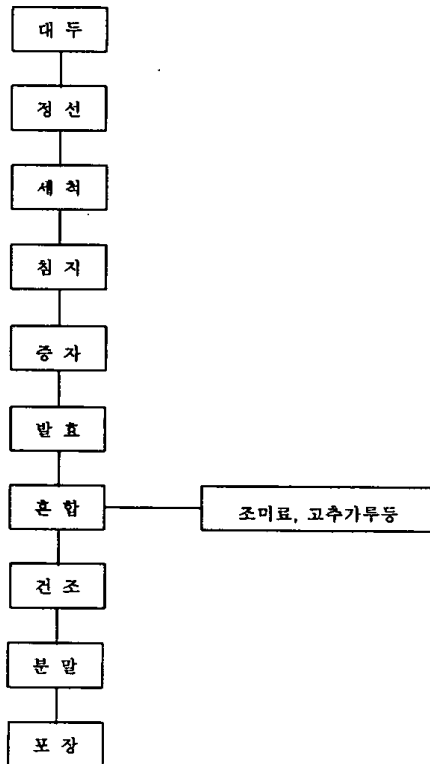
14) 개량식 메주 제조공정도



15) 청국장 제조공정도



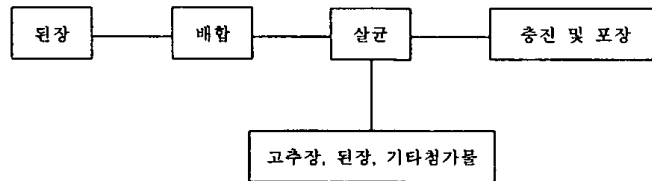
16) 분말청국장 제조공정도



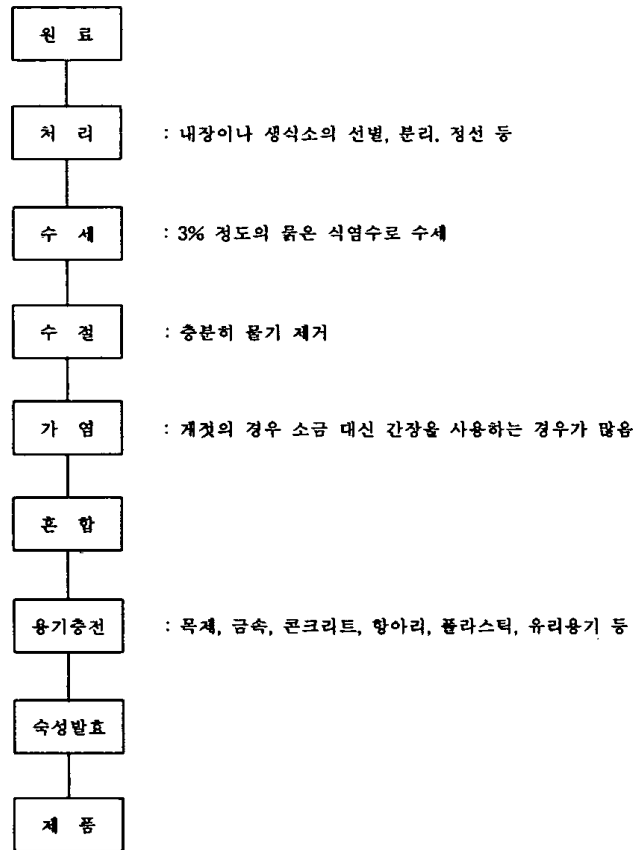
17) 혼합장(쌈장) 제조공정도



18) 양념장 제조공정도



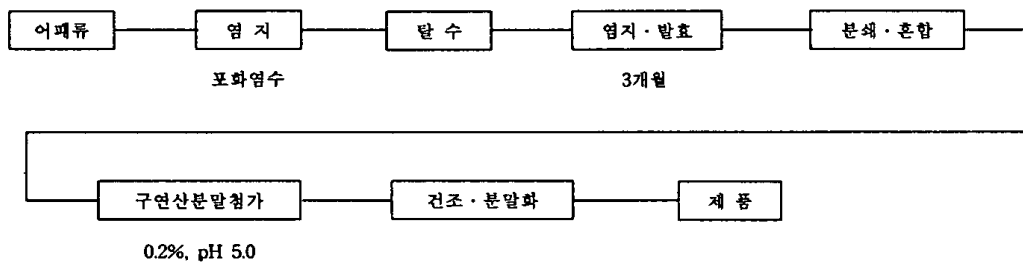
### 19) 젓갈류 제조공정도



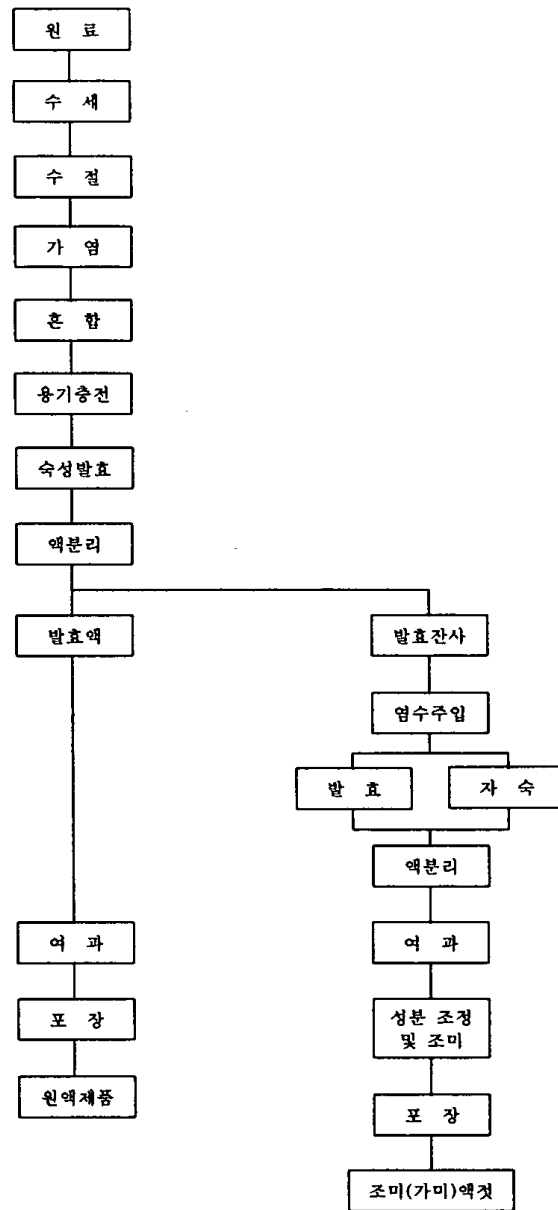
### 20) 어류젓(단백질 분해효소 처리) 제조공정도



### 21) 분말 젓갈 제조공정도

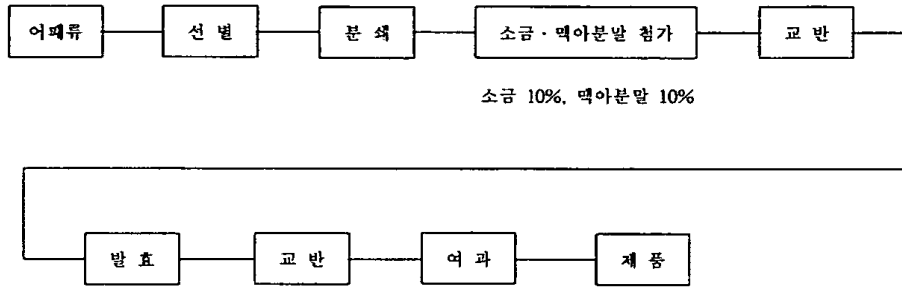


22) 조미액젓 제조공정도

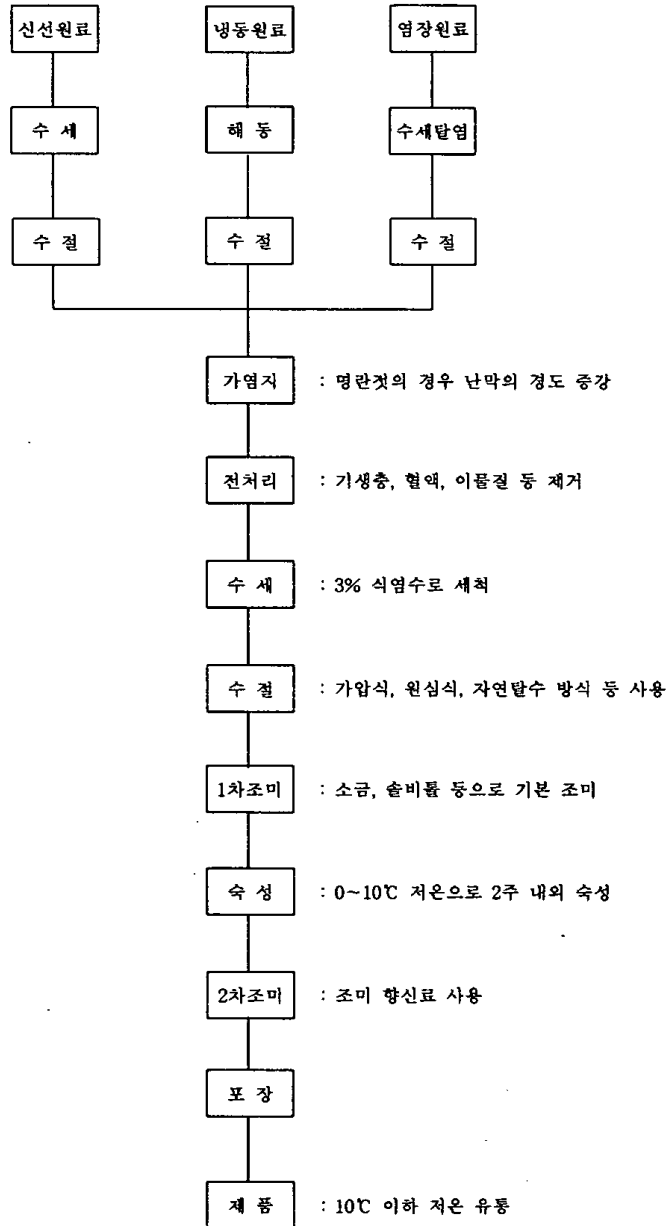




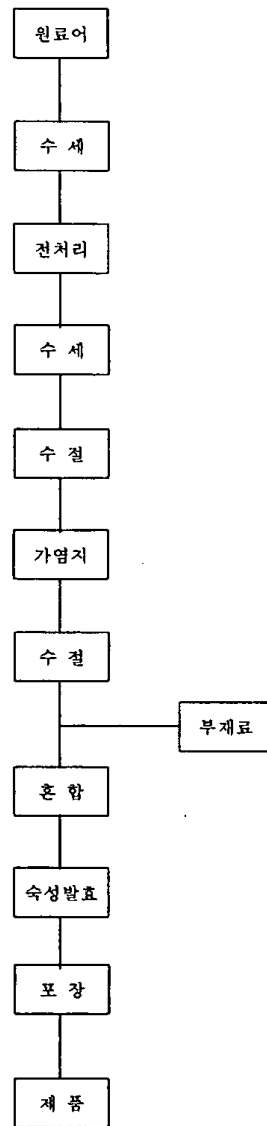
23) 액체 젓갈 제조공정도



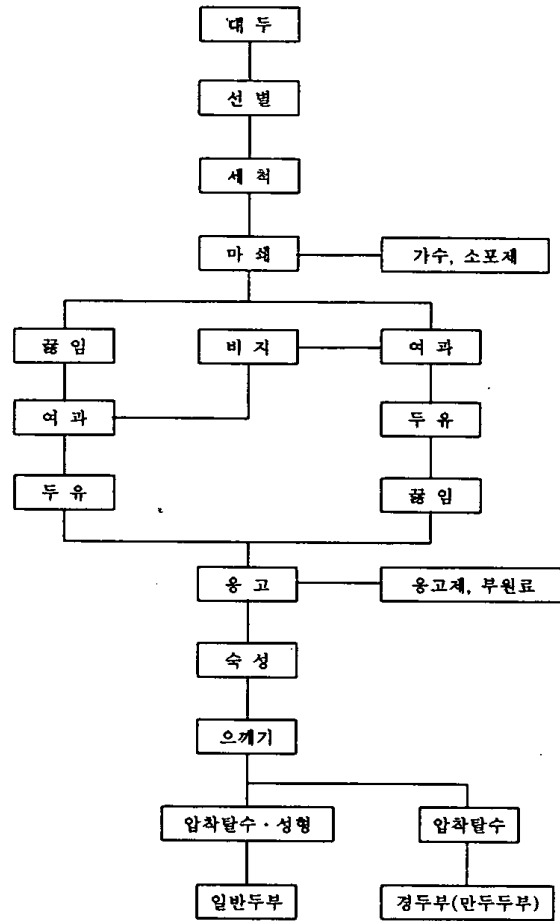
24) 양념 젓갈의 제조공정도



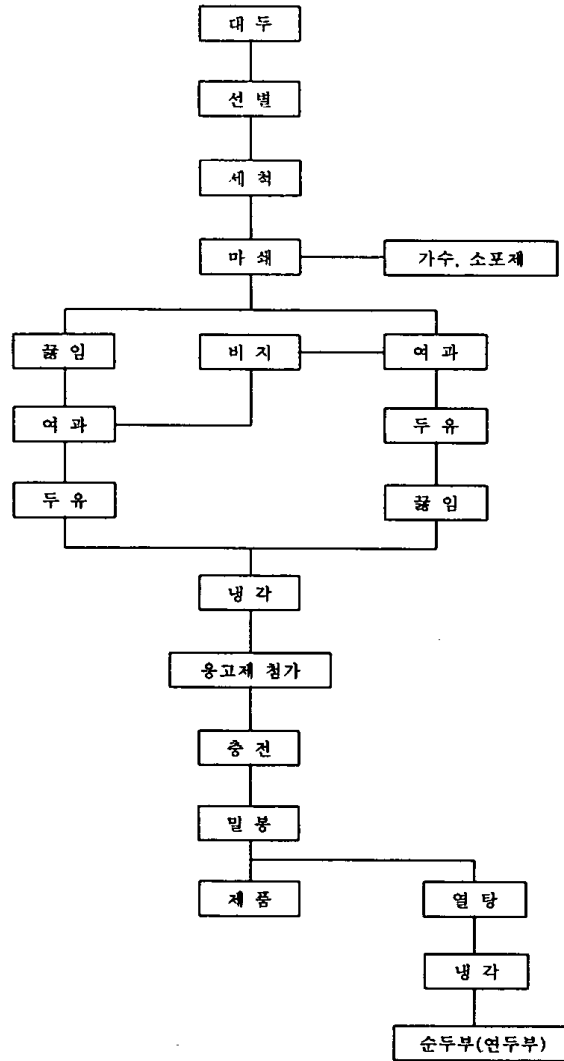
25) 생선식해 제조공정도



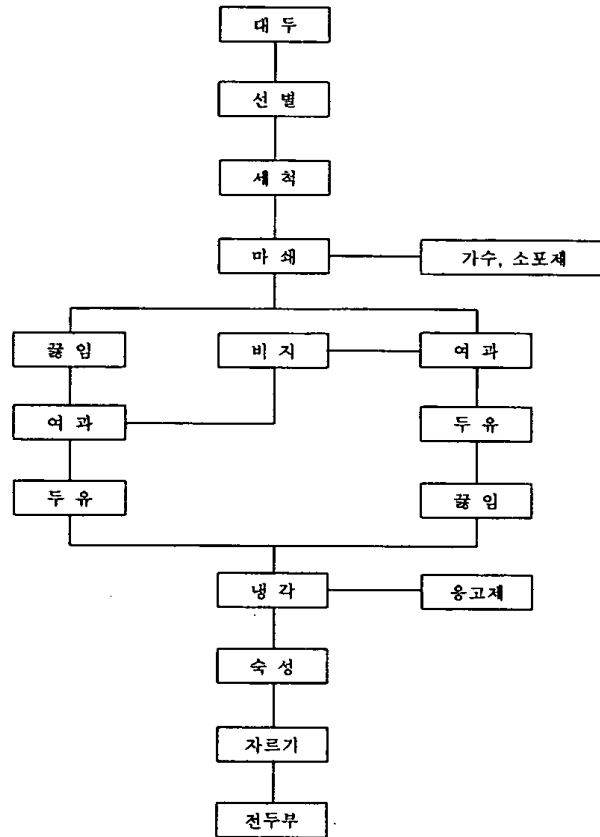
26) 일반두부 및 경두부 제조공정도



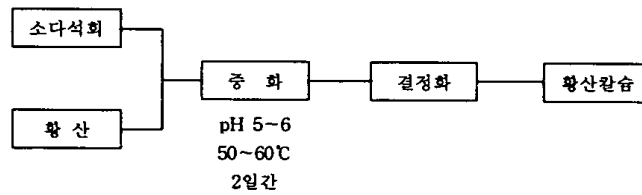
27) 순두부 및 연두부 제조과정동



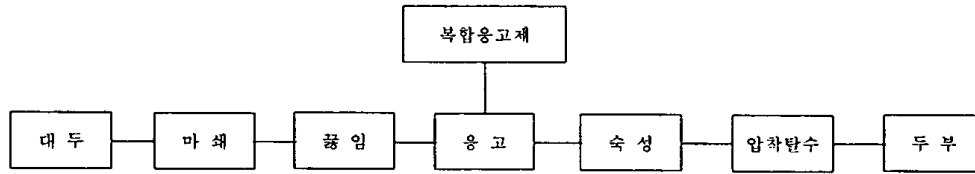
28) 전두부 제조공정도



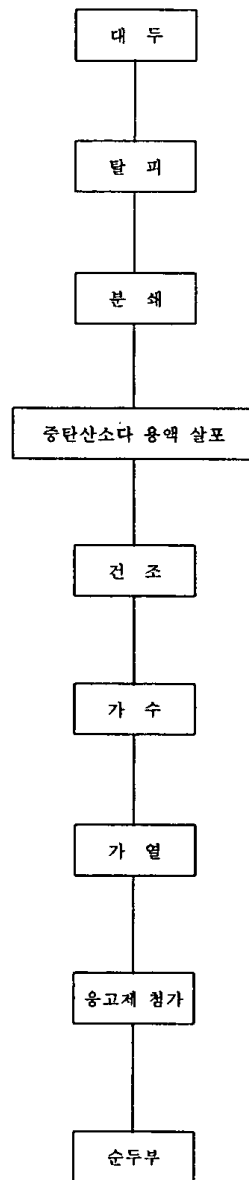
29) 두부응고제(조개껍질) 제조공정도



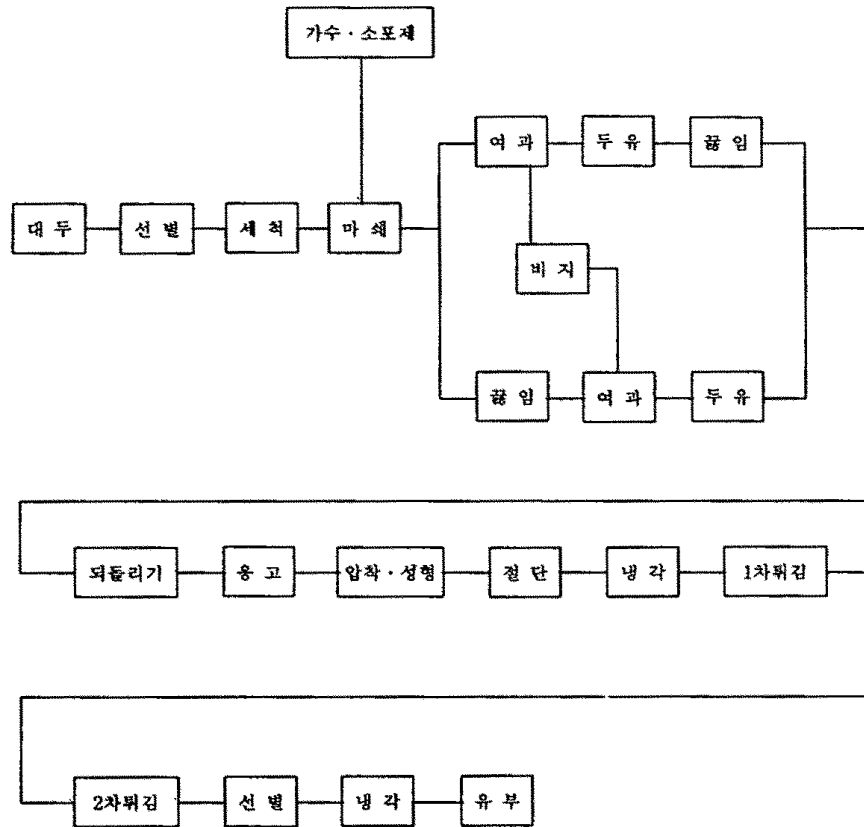
30) 복합응고제에 의한 두부 제조공정도



31) 즉석순두부(대두 이취 제거) 제조공정도



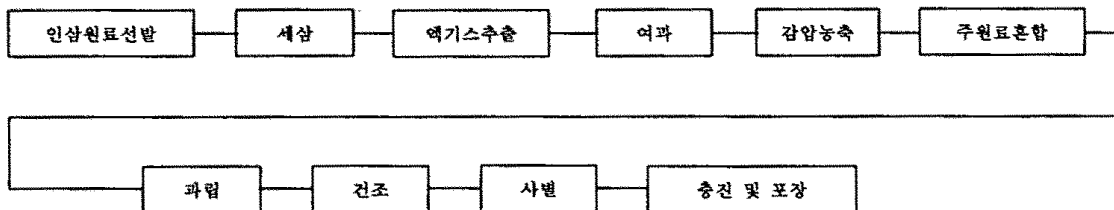
32) 유부 제조공정도



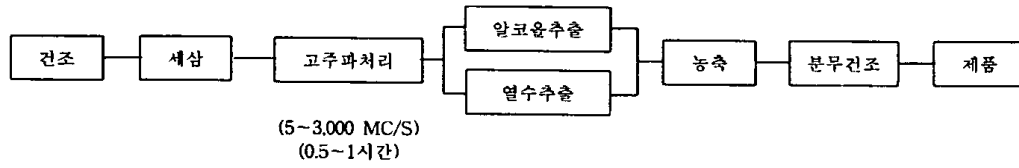
33) 인삼농축액 제조공정도



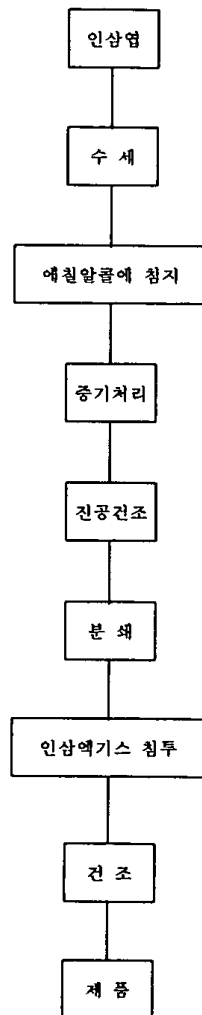
34) 인삼차 제조공정도



35) 분말인삼차 제조공정도

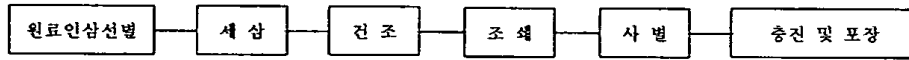


36) 인삼엽차 제조공정도



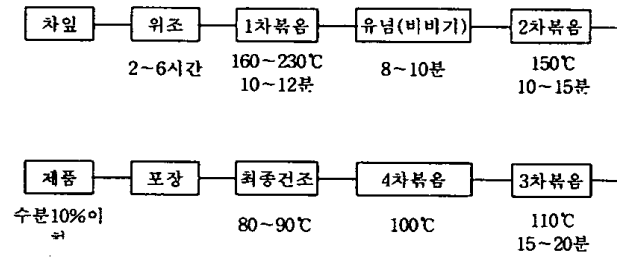


37) 인삼분말 제조공정도

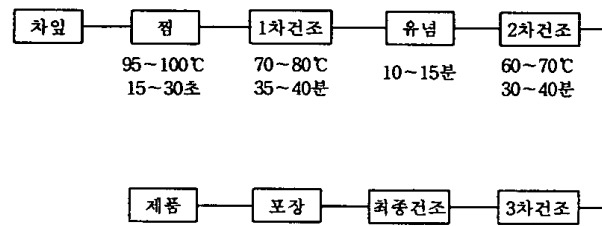


38) 녹차 제조공정도

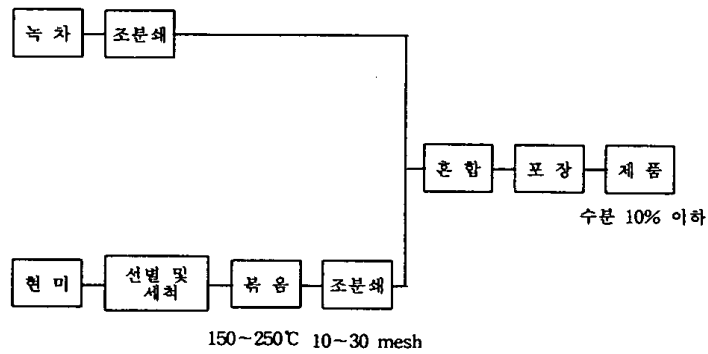
볶음차의 제조공정



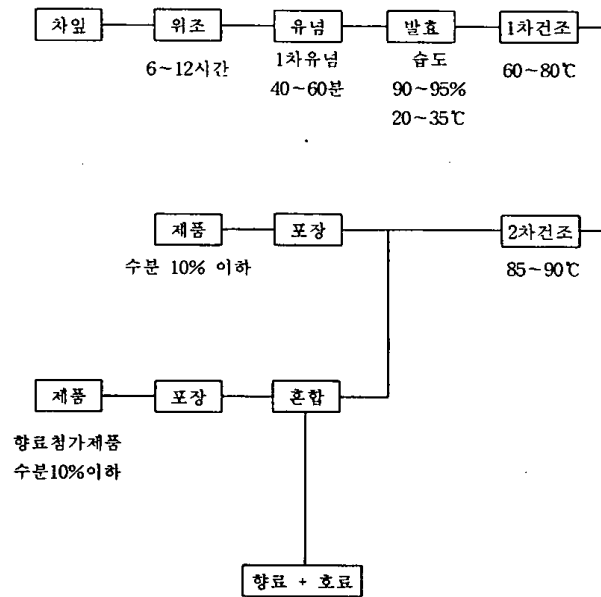
편차의 제조공정



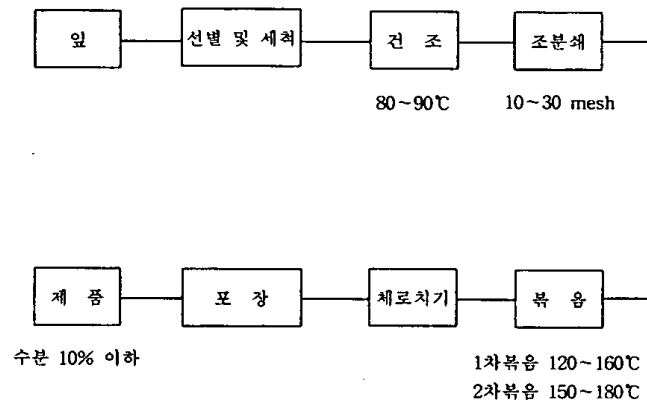
39) 현미녹차 제조공정도



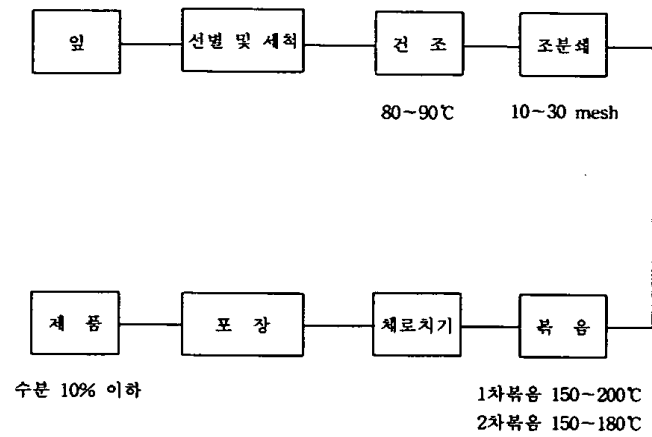
#### 40) 홍차 제조공정도



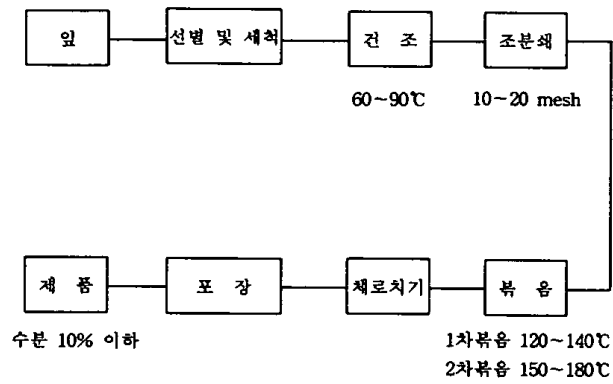
#### 41) 두충잎차 제조공정도



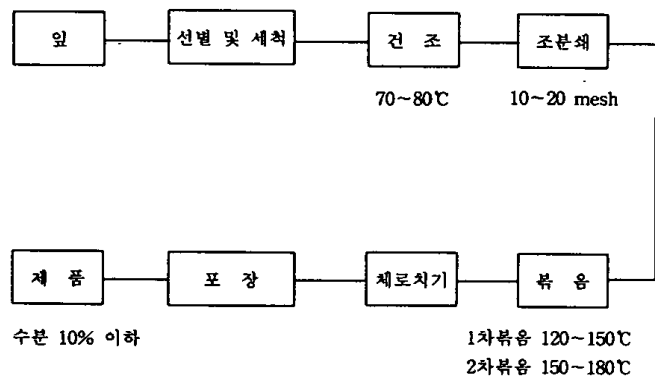
#### 42) 비파차 제조공정도



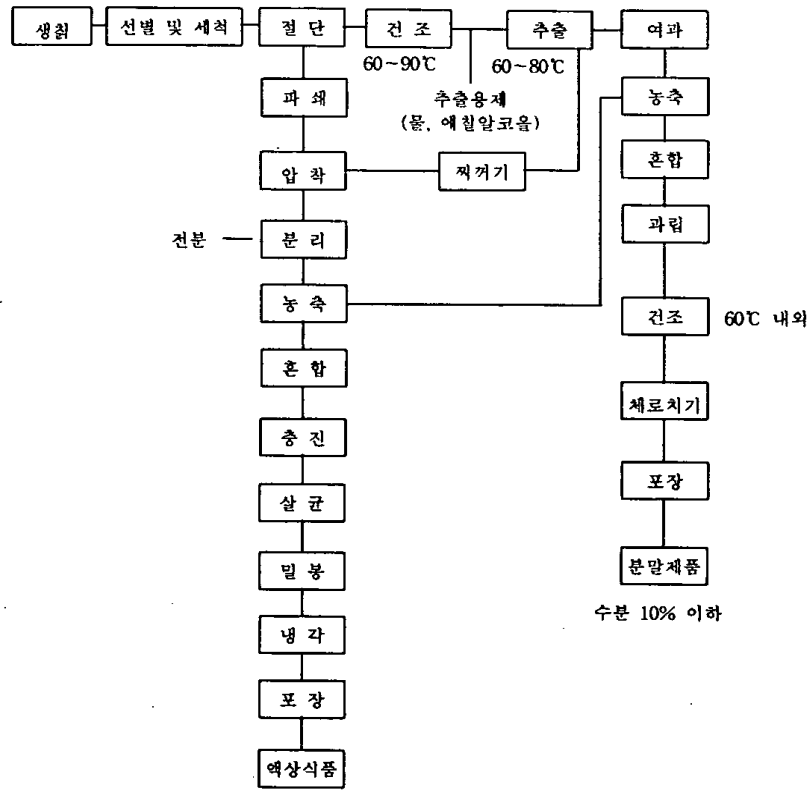
#### 43) 덩굴차 제조공정도



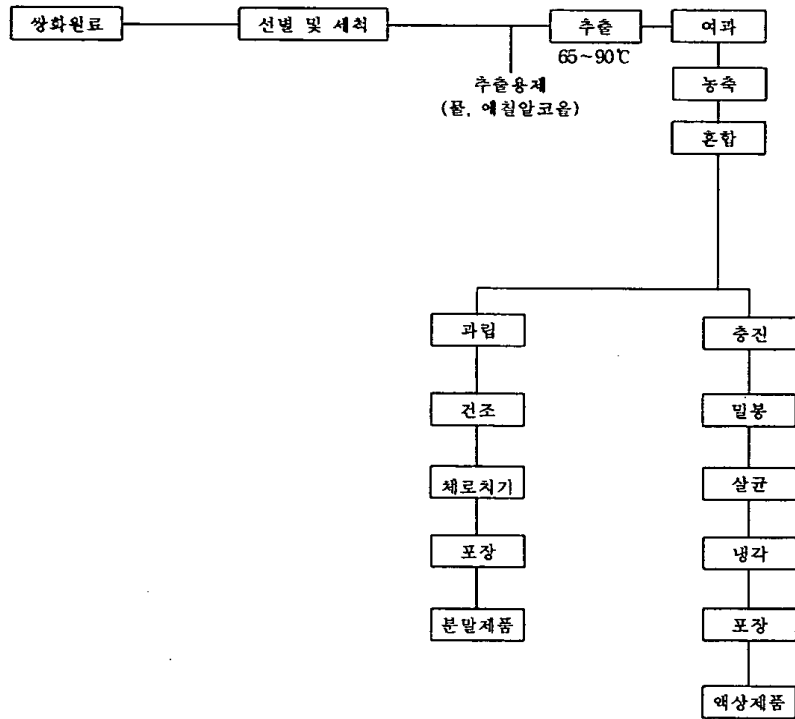
#### 44) 감잎차 제조공정도



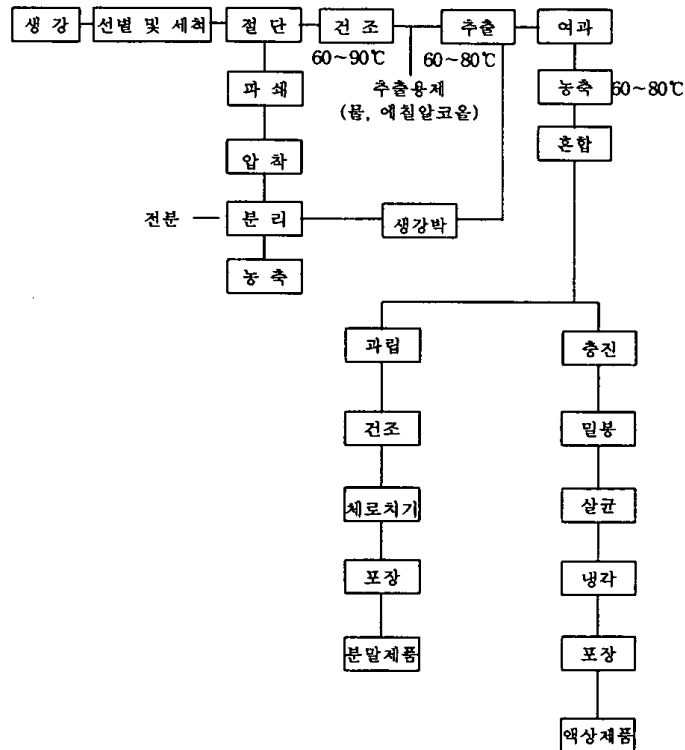
45) 칩차 제조공정도



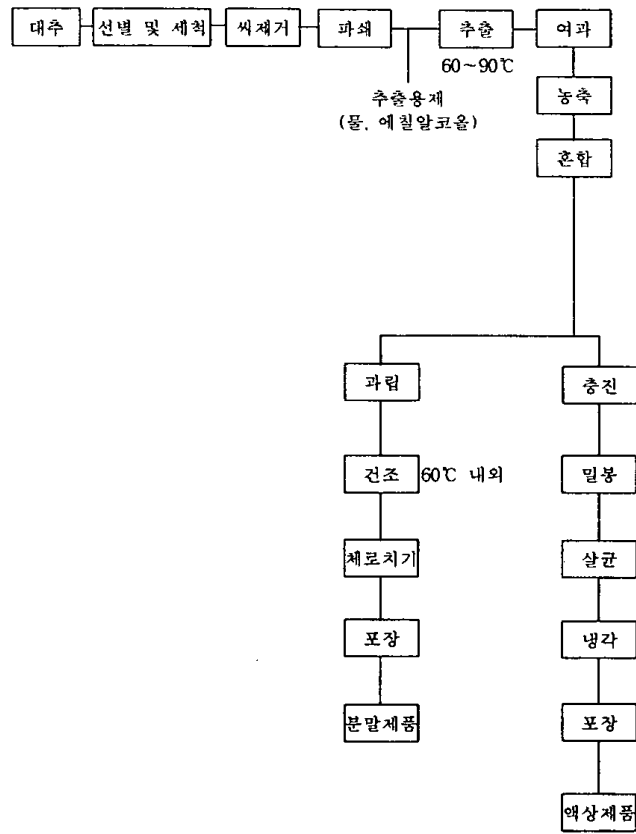
46) 쌍화차 제조공정도



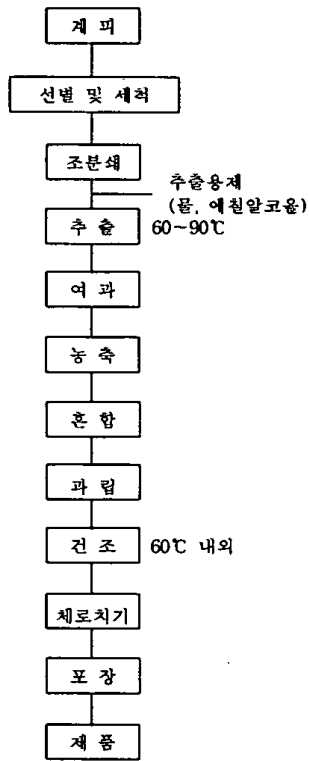
47) 생강차 제조공정도



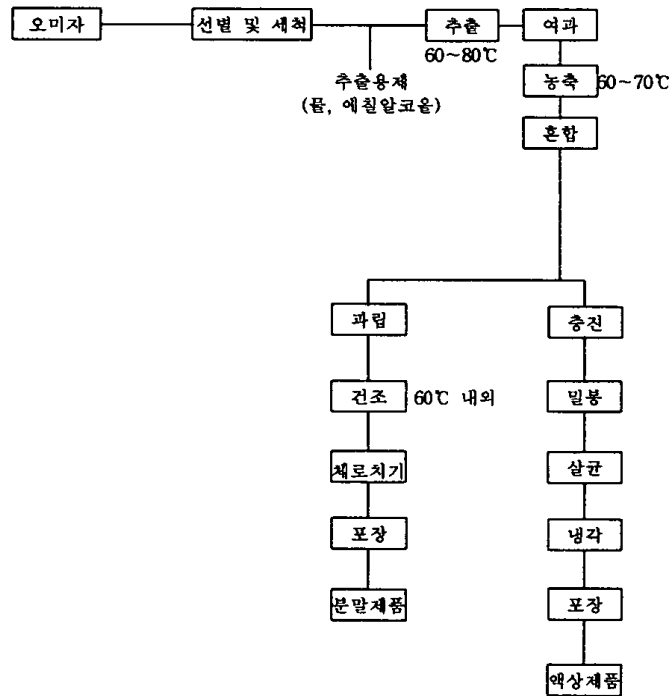
48) 대추차 제조공정도



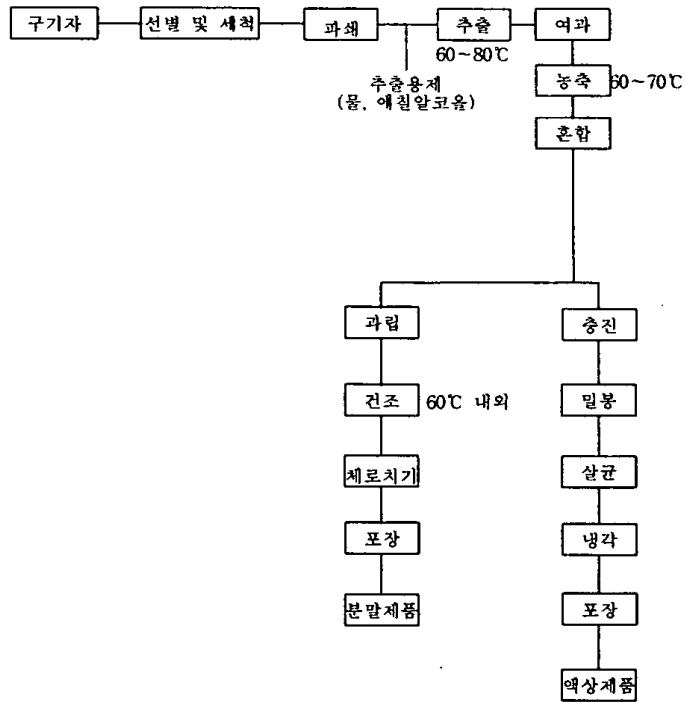
49) 계피차 제조공정도



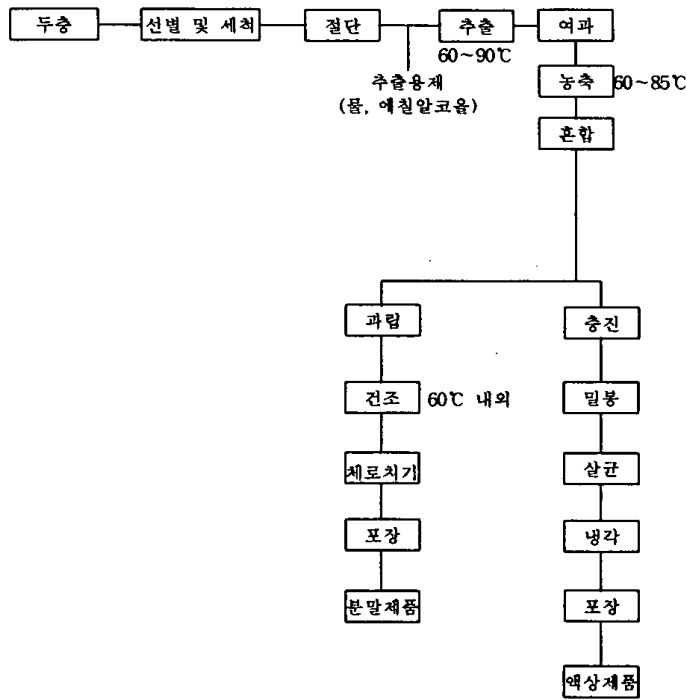
50) 오미자차 제조공정도



51) 구기자차 제조공정도

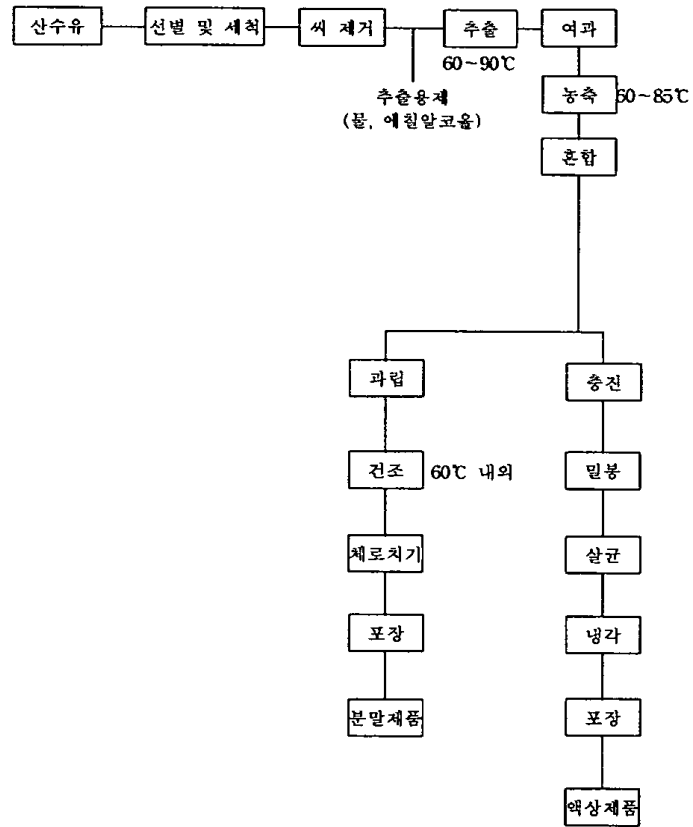


52) 두충차 제조공정도

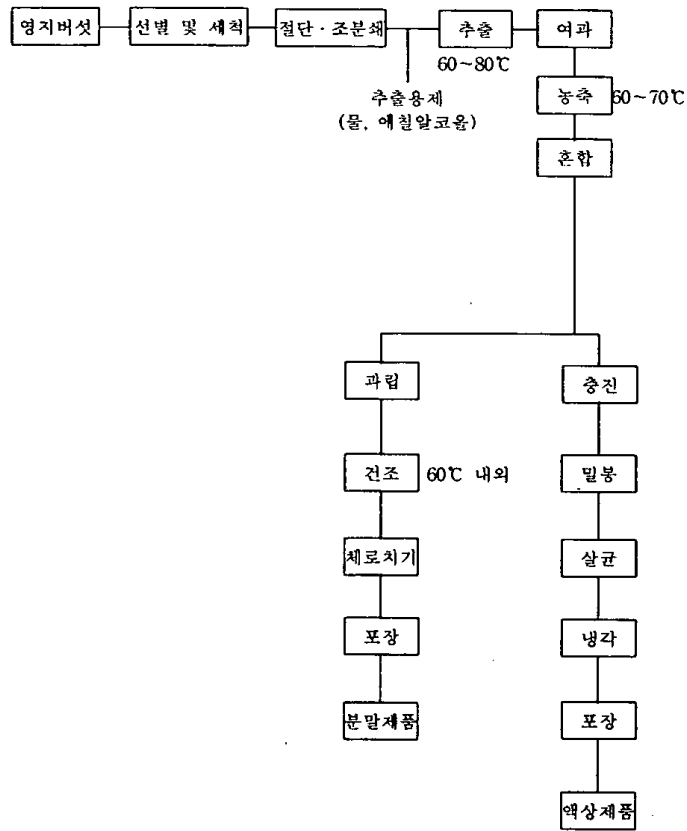




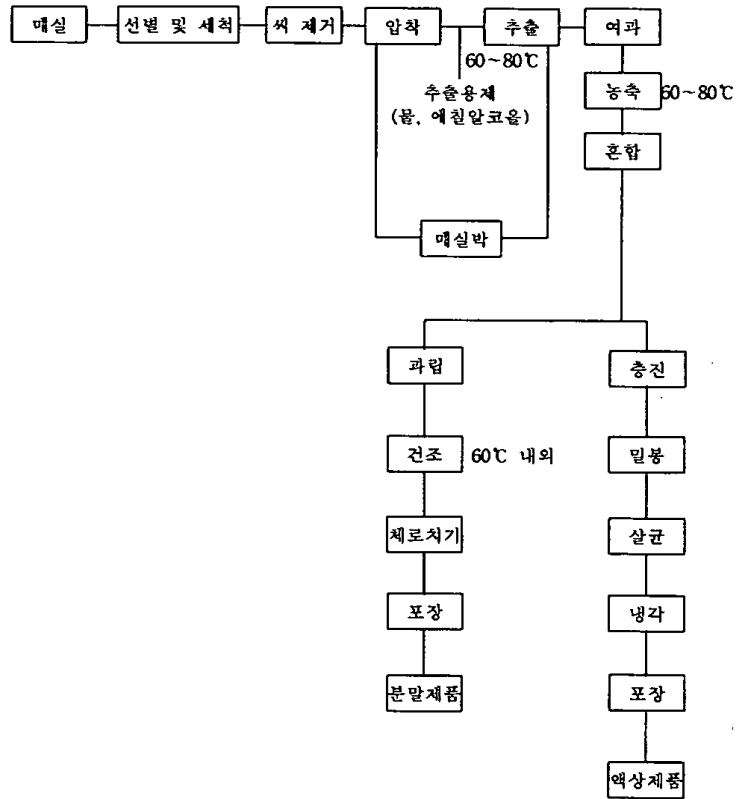
53) 산수유차 제조공정도



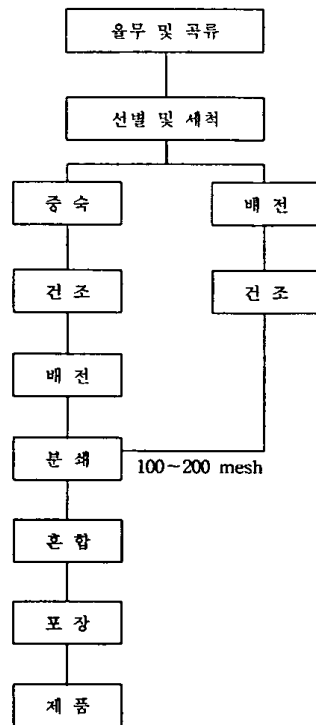
54) 영지차 제조공정도



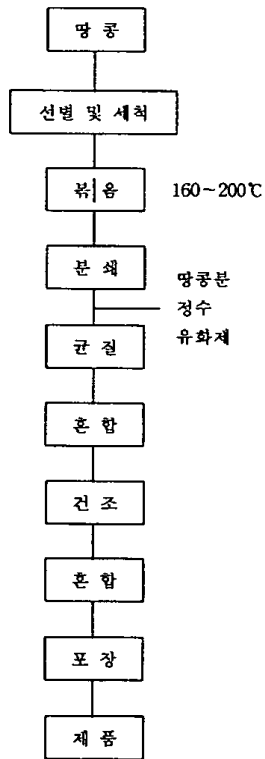
55) 매실차 제조공정도



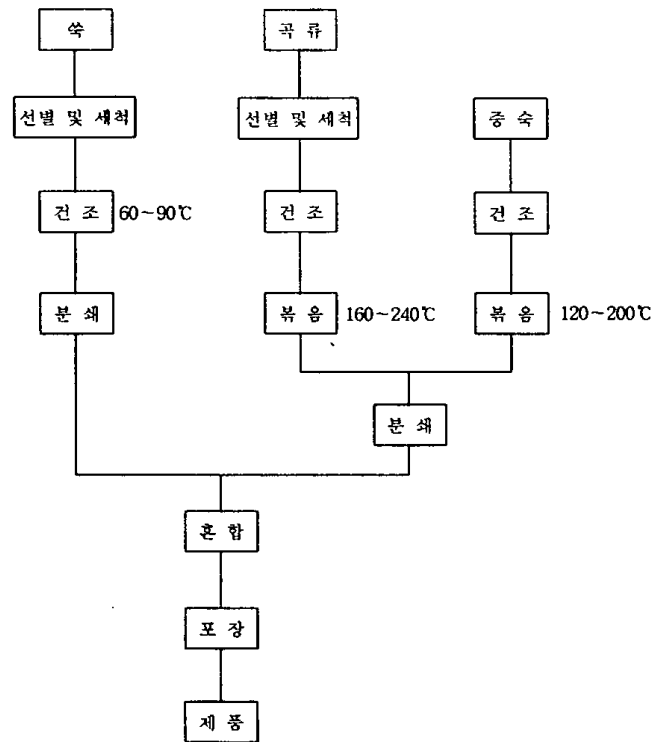
56) 울무차 제조공정도



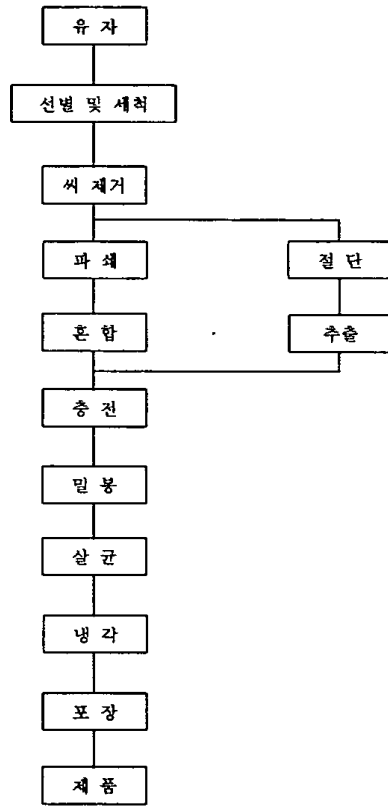
57) 땅콩차 제조공정도



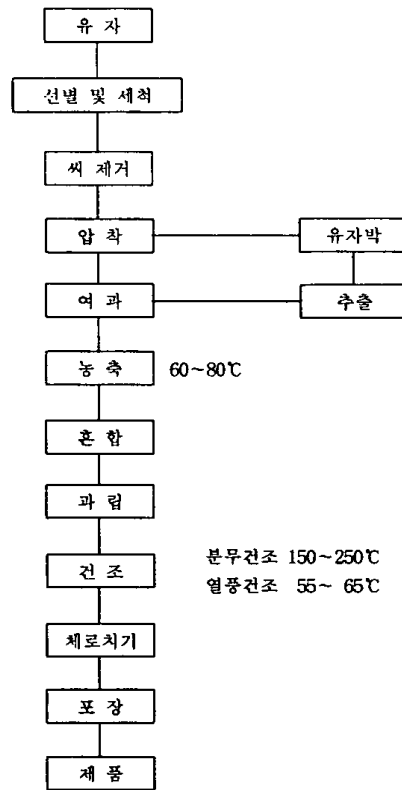
58) 속차 제조공정도



59) 유자차(액상) 제조공정도

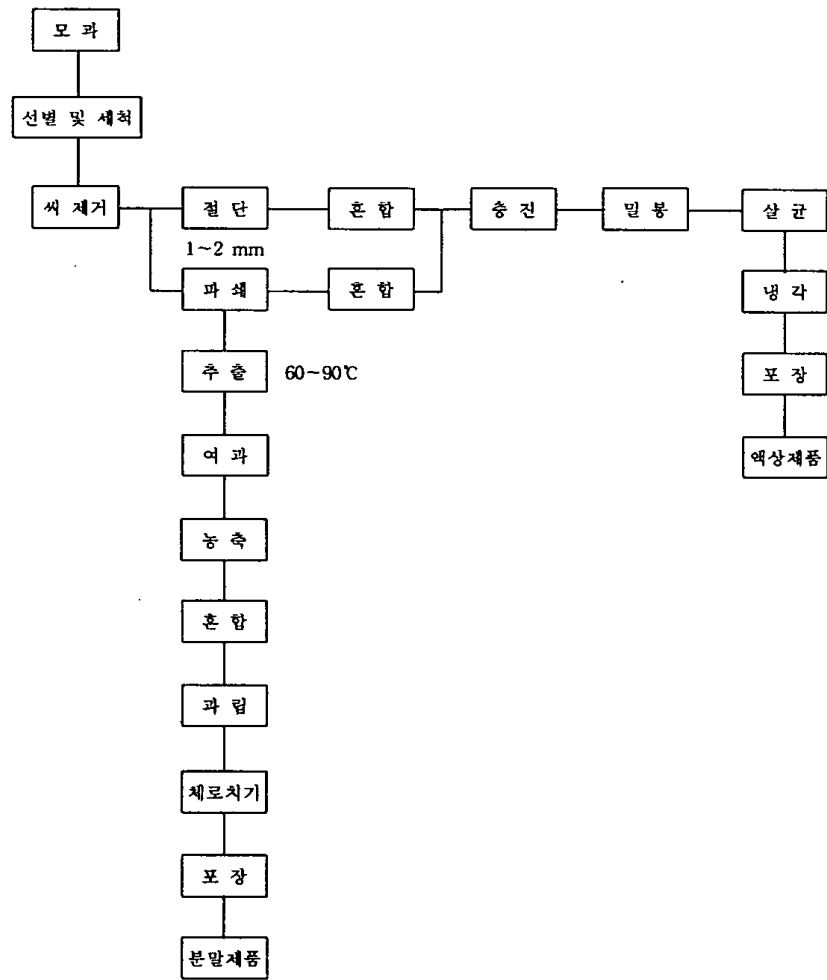


60) 유자차(분말) 제조공정도

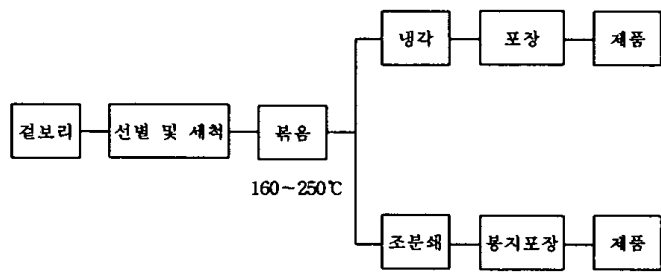




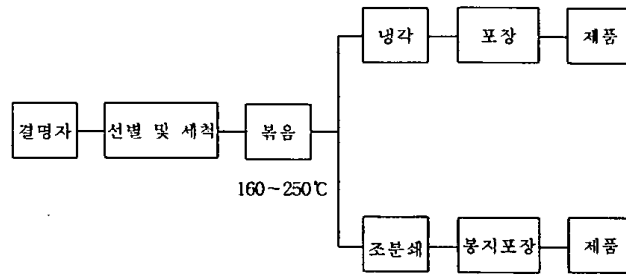
61) 모과차 제조공정도



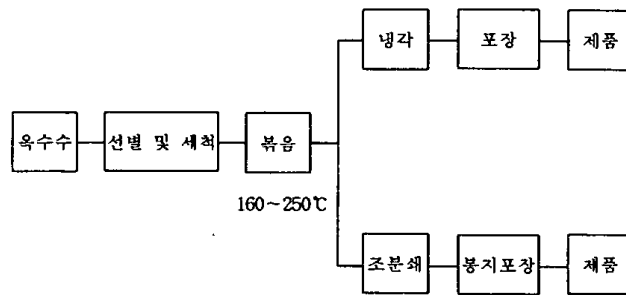
62) 보리차 제조공정도



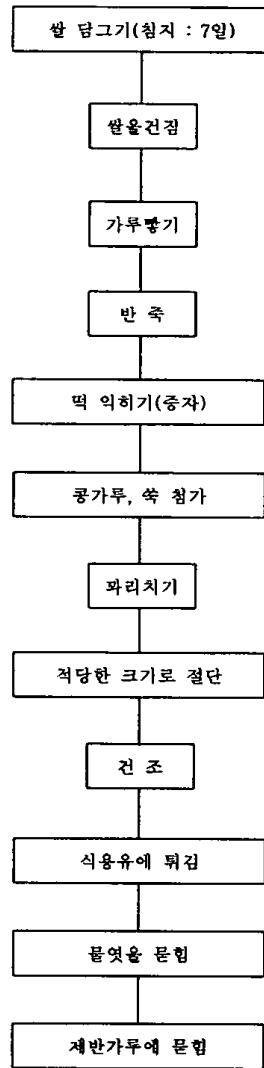
63) 결명자차 제조공정도



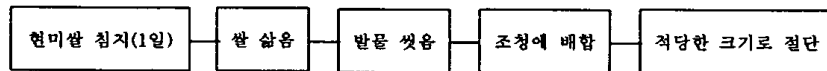
64) 옥수수차 제조공정도



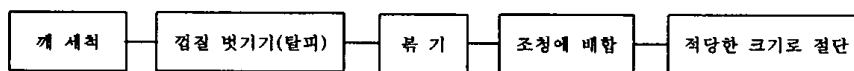
65) 유밀과류 제조공정도



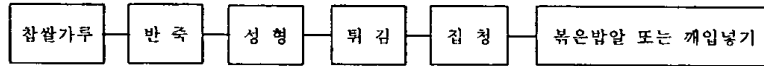
66) 현미쌀 강정 제조공정도



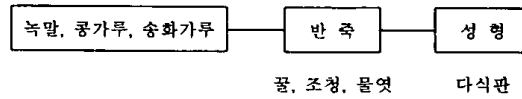
67) 깨강정 제조공정도



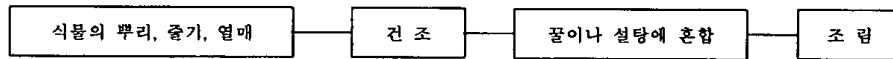
68) 산자류 제조공정도



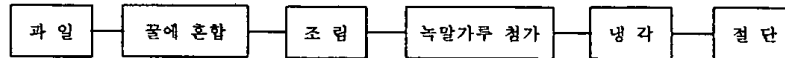
69) 다식류 제조공정도



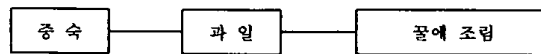
70) 전과류 제조공정도



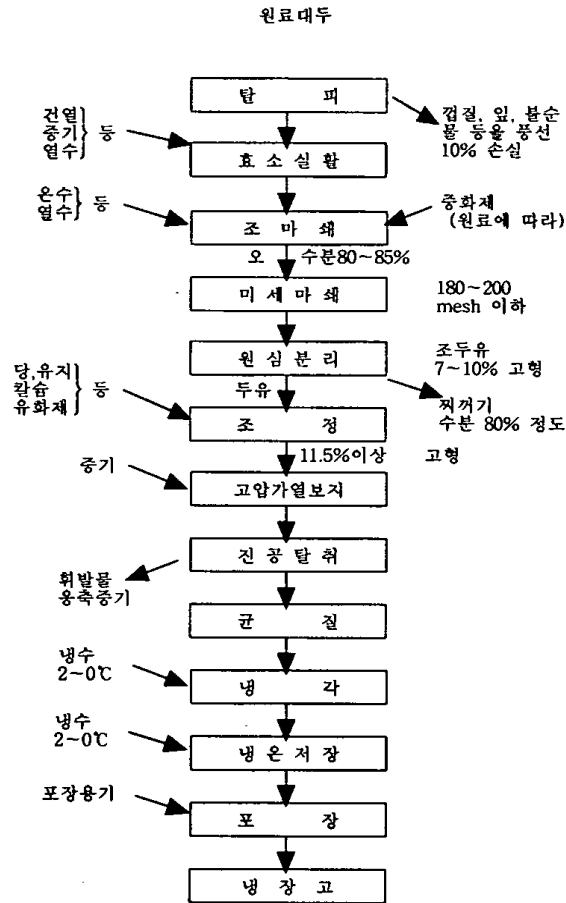
71) 과편류 제조공정도



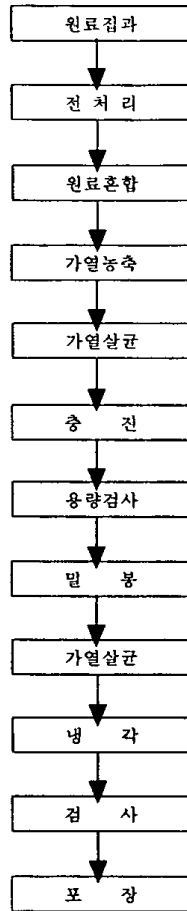
72) 속실과류 제조공정도



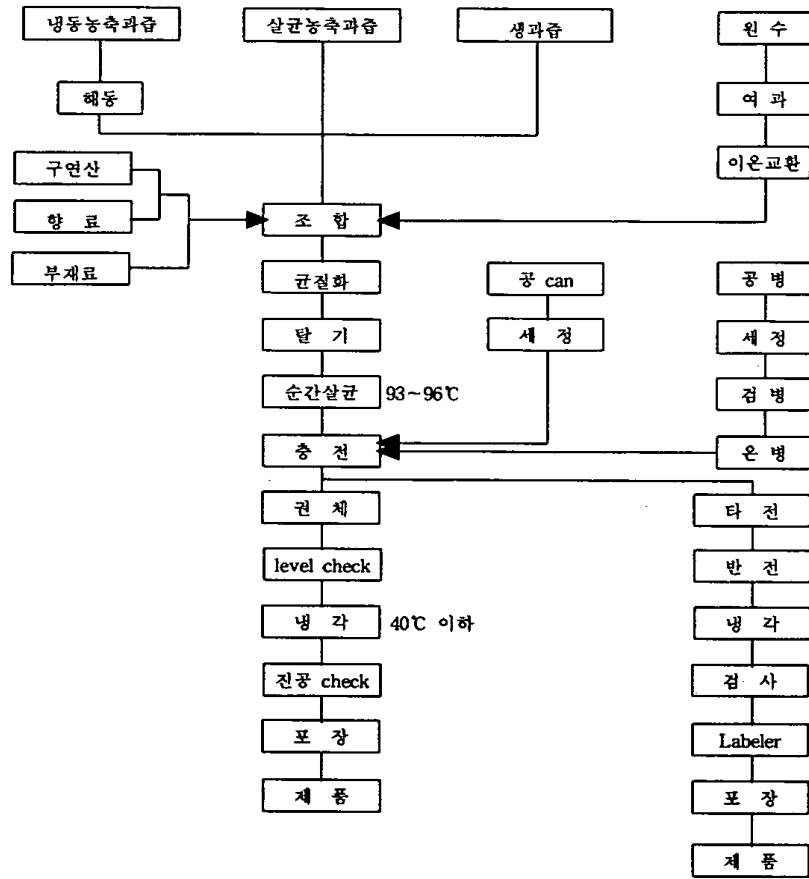
### 73) 두유 제조공정도



74) 잼 제조공정도



75) 과실음료 제조공정도



### 3. 단위공정별 모형 정립

산지가공업체에서 생산하고 있는 98개 품목의 제조공정을 분석하여 공통적으로 포함된 단위공정을 분류한 결과, 다음과 같은 27종의 단위공정 및 물성에 관한 모형이 필요한 것으로 분석되었다. 각 모형은 산지가공제품별 기본공정도, 원료 및 완제품에 따른 각 단위공정의 종류, 특성 등을 분석한 결과를 토대로 정립된 것이다.

#### 1) 가열살균

- ①  $D$  (decimal reduction time, D값) : 주어진 온도에서 미생물의 최초 농도가 90% 감소하여 최초 농도의 1/10로 감소하는 데 소요되는 시간을 나타낸다.  $D$  값은 미생물의 내열성 척도로서 미생물의 종류에 따라 다르며, 열처리 온도, 식품의 성질 등의 영향을 받으나 미생물의 초기 농도와는 무관하다. (단위: 시간)

$$\frac{dN}{dt} = -kN : \text{시간에 대한 미생물의 사멸속도}$$

$$\log\left(\frac{N_n}{N_o}\right) = -\frac{k}{2.303} t = -\frac{t}{D}$$

여기서,  $N_o$  : 미생물의 초기 농도

$N_n$  :  $t$  시간 가열처리 후의 미생물 농도

- ② TDT (thermal death time, 가열치사시간) : 주어진 온도에서의 미생물 사멸을 위한 최소 시간으로서 온도 축에 대해서 로그축의 시간으로 나타낸다. 미생물의 사멸 속도는 1차 반응을 따르기 때문에 직선의 형태가 된다.
- ③  $F$  (F값) : 주어진 온도에서 특정 식품에 대해 설정된 미생물 사멸 정도를 달성하기 위해 필요한 가열치사시간을 나타낸다. 이 값은 주어진 온도에서 미생물의 종류에 따라 결정된다. 예를 들면, *Clostridium botulinum*에 대한  $F$  값은 미생물의 농도를  $10^{12}$ 을 감소시키는 데 필요한 가열시간이 요구된다.  $F$  값을 표기하는 방법으로서 아래 첨자는 기준 온도를 나타내며, 위 첨자는  $z$  값을 나타낸다. (단위: 시간)



예1)  $F_{121}^{10}$ : 121°C에서 z값이 10°C인 *Clostridium botulinum*의 F값을 표시

예2)  $F_{121}^{7.8}$ : 121°C에서 z값이 7.8°C인 *Bacillus stearothermophilus*의 F값을 표시

단순 표기의 경우, 예1 및 예2와 같은 위, 아래 첨자를 생략하고 1분에 상응하는 치사시간을 표기한다.

예3)  $F$  : 121°C에서 1분에 해당하는 치사 효과

- ④ z 값 : 온도 축에 대해 가열치사시간을 로그축으로 나타낸 곡선에서 가열치사시간을 1/10로 감소시키는 데 필요한 온도 증분을 표시한다. z 값은 온도가 1차 반응으로 반응속도상수에 영향을 미치는 것으로 나타나, 다음과 같이 표시된다. (단위: 온도)

$$\frac{dF}{dT} = -k_1 F : \text{온도에 대한 가열치사시간의 감소 속도}$$

$$\log \left( \frac{F_{T_2}^z}{F_{T_1}^z} \right) = \frac{k_1}{2.303} (T_1 - T_2) = \frac{T_1 - T_2}{z}$$

- ⑤  $T_{ih}$  : 가열(또는 냉각) 과정에서 식품의 초기 온도
- ⑥  $T_{ph}$  : 가열(또는 냉각) 과정에서 실제 곡선을 직선으로 연장하였을 때 y축과 만나는 식품의 가상의 초기 온도
- ⑦  $T_r$  : 가열 매체(예, 증기)의 온도  
 $T_c$  : 냉각 매체의 온도

$$I_c + g = T_r - T_c$$

- ⑧  $B$  : 식품의 냉점(cold point)이 설정된 온도까지 가열하는 데 소요되는 시간을 나타낸다. 배치형 레토르트 경우, 미생물의 사멸이 시작되는 시점은 레토르트 온도에 도달하는 시간(come-up 시간이라 한다)의 40%에 이르게 되면 충분하게 된다. 그러므로, 실제로 살균처리에 소요되는 운전시간은 다음과 같이 수정된 처리시간이면 충분하게 된다.

$$P_t = B - 0.4l$$

여기서,  $P_t$  : 운전시간(operating time)

$B$  : 가열시간

$l$  : come-up 시간

- ⑨  $I_h$  : 가열 공정에서 레토르트 온도와 식품의 초기 온도 사이의 온도차

$$I_h = T_r - T_{ih}$$

- ⑩  $I_c$  : 냉각 공정에서 식품의 초기 온도와 레토르트 온도 사이의 온도차( $I_h$ 와 유사함)

- ⑪  $g$  : 냉점에서의 식품의 최고 온도와 레토르트 온도 사이의 온도차

- ⑫  $U$  : 121°C를 기준으로 온도로 하였을 때 기준  $F$  값에 대한 레토르트 온도에서의 처리시간

$$U = F \cdot F_i = F \cdot 10^{\frac{121 - T}{z}}$$

$$F = D[\log(a) - \log(b)]$$

여기서,  $F$  : 기준온도에서의 F 값

$D$  : 기준온도에서 평가된 식품의 D값

$a$  : 미생물의 초기 농도

$b$  : 미생물의 최종 농도

※ Ball은  $z$  값과  $(I_c + g)$ 가 주어지면 그 때의  $\frac{f_h}{U}$ 는 특정한 값  $g$ 를 가진다는 것을 확인하였다. 이 때  $z$  값의 변화는  $\frac{f_h}{U}$ 와  $g$ 의 관계에 큰 영향을 미치지 않지만  $(I_c + g)$ 는 그 영향이 무시될 수 있을 정도라고 하였다. 그 후  $\frac{f_h}{U}$ 와  $g$ 의 관계는 레토르트 온도, 용기의 크기, 식품의 초기 온도, 냉각수의 온도 및  $j_h$ 와는 무관하며, 냉각지연인자  $j_c$ 에 따라 크게 영향을 받음을 확인하였다. 따라서, 냉각 중의 살균 효과까지 감안하여  $g_c$ 를 정의하고,  $\frac{f_h}{U}$ ,  $g$  및  $j_c$ 의 관계를 나타냄으로써 가열 및 냉각의 전 공정에 적용되는 표를 만들어 다음과 같은 식에 의해 살균에 소요되는 시간을 산출하였다.

$$B = f_h \log \left( \frac{j_h I_h}{g_c} \right)$$

[예제] 초기 온도 37.8°C의 통조림 식품을 레토르트에 넣어 115.6°C의 포화증기로 가열살균시켜 P.A. 3679(*Clostridium sporogenes*의 일종;  $D_{121}:1.4$  min;  $z:10^\circ\text{C}$ )의 생산농도를 초기 농도의  $10^{-6}$ 으로 감소시키려고 한다. 위와 같은 조건 하에서 이 통조림 식품의 기하학적 중심에서의 열침투곡선을 결과한 결과,  $f_h = f_c = 25$  min,  $j_h = 2.00$ ,  $j_c = 1.40$ 이었고, 증기를 주입한 후 레토르트가 115.6°C에 도달하는 시간, 즉 지연시간이 12분이었다면 살균에 필요한 이론적인 시간( $B$ )과 레토르트의 운전시간( $P_t$ )은 얼마인가?

풀이:

$$F = D[\log(a) - \log(b)] = 1.4 \log(1/10^{-6}) = 7(\text{min})$$

$$U = F \cdot F_i = F \cdot 10^{\frac{121-T}{z}} = 7 \times 10^{\frac{121-115.6}{10}} = 24.27(\text{min})$$

$$\frac{f_h}{U} = \frac{25}{24.27} = 1.03$$

$j_c = 1.40$ 과  $\frac{f_h}{U} = 1.03$ 에 해당되는  $g_c$ 를 표로부터 구하면  
 $g_c = 0.648$

$$I_h = 115.6 - 37.8 = 77.8(^{\circ}\text{C})$$

$$B = f_h \log\left(\frac{j_h I_h}{g_c}\right) = 25 \cdot \log\left(\frac{2.00 \times 77.8}{0.648}\right) = 59.51(\text{min})$$

$$P_t = B - 0.4l = 59.51 - 0.4 \times 12 = 54.71(\text{min})$$

따라서, 실제 운전시간은 54.71분이 소요된다.

※  $z = 10^{\circ}\text{C}$ 일 때,  $j_c$ 와  $\frac{f_h}{U}$ 의 값에 따라  $g$ 를 추정할 수 있는 수학적 모델  
 ( $R^2 = 0.9999$ )

$$g = a + b \cdot \log(f_h/U) + c \cdot (\log(f_h/U))^2 + d \cdot (\log(f_h/U))^3$$

$$\text{여기서, } a = 0.453 + 0.1236j_c$$

$$b = 2.738 + 0.7762j_c$$

$$c = 2.842 + 2.367j_c$$

$$d = -0.365 - 0.4047j_c$$

$$0.60 \leq f_h/U \leq 500.0$$

$$0.40 \leq j_c \leq 2.00$$

2) 전조

건조부하:

$$E = m \times c_m \times (T_d - T_i) + w_w \times L_m$$

$$w_w = \frac{mc_i \times m}{100} - \frac{mc_f}{(100 - mc_f)} \times \left( m - \frac{mc_i \times m}{100} \right)$$

$$Q = \frac{E}{c_a \times D_a \times (T_d - T_a)}$$

여기서,

$mc_i$  : initial moisture content of a material (%wb)

$mc_f$  : final moisture content of a material (%wb)

$m$  : feed rate of a material (kg/hr)

$c_m$  : specific heat of a material (kJ/kg °C)

$L_m$  : latent heat of a material (kJ/kg)

$T_i$  : initial temperature of a material (°C)

$T_d$  : drying temperature of a material (°C)

$T_a$  : ambient temperature of a material (°C)

$c_a$  : specific heat of air (kJ/kg °C)

$D_a$  : density of air (kg/m<sup>3</sup>)

$E$  : energy requirement for drying (kJ/hr)

$Q$  : air flow requirement for drying (m<sup>3</sup>/hr)

### 3) 관마찰손실

유체의 종류는 유동 특성에 따라 구분될 수 있다.

① 뉴턴 유체:  $\sigma = \mu \dot{\gamma}$  (층류의 경우)

② 비뉴턴 유체의 power law fluid model:  $\sigma = K \dot{\gamma}^n$

$0 < n < 1$  일 때, pseudo-plastic (예: 야채스프, salad dressing, 전분  
호화액, 한천, 젤라틴 용액, 현탁액)

, 유탁액 등)

$n > 1$  일 때, dilatant (예: 고농도(40~70%) 생전분 현탁액, 초콜릿, 시럽 등)

③ Bingham plastic fluid:  $\sigma = \mu_{pl}\dot{\gamma} + \sigma_o$

(예: 토마토 케찹, 마요네즈, whipped cream, whipped egg white, 마가린 등)

④ Herschel-Bulkley fluid:  $\sigma = K(\dot{\gamma}^n + \sigma_o)$  (층류의 경우)

여기서,  $\sigma$ : 전단응력(Pa)

$\dot{\gamma}$ : 전단속도(1/s)

$\mu$ : 뉴턴 점도(Pa · s)

$K$ : 비례계수(consistency coefficient)(Pa · s<sup>n</sup>)

$\mu_{pl}$ : Bingham 유체의 플라스틱 점도(Pa · s)

$\sigma_o$ : 항복응력(Pa)

$n$ : 유체거동지수(무차원)

비압축성 유체가 관에서 유동할 때 기계적 에너지의 수지는 다음과 같다.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho} + (KE)_1 + W = Z_2 + \frac{P_2}{\rho} + (KE)_2 + E_f$$

여기서,  $Z_1, Z_2$  : 위치에너지

$(KE)_1, (KE)_2$  : 운동에너지

$P_1, P_2$  : 정압

$\rho$  : 유체의 밀도

$W$  : 유체에 가해진 순 기계에너지

$E_f$  : 마찰 손실

파이프, 밸브, 피팅(fitting) 등에서 뉴턴 및 비뉴턴 유체가 유동할 때 마찰에 의한 에너지 손실은 다음과 같다.

$$E_f = \sum \frac{2fv^2L}{D} + \sum \frac{k_f v^2}{2}$$

여기서,  $D$  : 파이프의 직경 (m)

$L$  : 파이프의 길이 (m)

$v$  : 유체의 속도 (m/sec)

$f$  : 패닝마찰인자(Fanning friction factor) (무차원)

$k_f$  : 마찰손실계수 (무차원)

뉴턴 유체의 층류( $Re < 2,100$ )에서 패닝마찰인자는 다음과 같다.

$$f = \frac{16}{Re}$$

여기서,  $Re$  : 레이놀즈 수 ( $Re = \frac{\rho v D}{\mu}$ )

$\rho$  : 유체의 밀도

$v$  : 유체의 속도 ( $v = \frac{Q}{A}$ )

$Q$  : 유량 속도

$A$  : 관의 단면적

$D$  : 관 직경

$\mu$  : 유체의 점도

뉴턴 유체의 난류( $Re > 4,000$ )에서 패닝마찰인자는 다음과 같다.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 4.0 \log_{10}(Re\sqrt{f}) - 0.4 : \text{von Karman correlation}$$

한편, 난류의 경우 Moody 선도를 이용하여 패닝마찰인자를 얻을 수도 있다(이 선도를 이용하기 위해서는 관 제조업체 제공되는 관의 상대조도가 필요하다).

비뉴턴 유체의 층류(식품의 경우, 난류는 거의 발생하지 않는다)에서 패닝 마찰인자는 다음과 같다.

$$f = \frac{16}{\Psi Re_G} \quad (1)$$

$$Re_G = \frac{D^n v^{2-n} \rho}{8^{n-1} K} \left( \frac{4n}{1+3n} \right)^n \quad (2)$$

$$\Psi = (1+3n)^n (1-\xi_o)^{1+n} \left\{ \frac{(1-\xi_o)^2}{(1+3n)} + \frac{2\xi_o(1-\xi_o)}{(1+2n)} + \frac{\xi_o^2}{(1+n)} \right\}^n \quad (3)$$

여기서,  $Re_G$ : generalized Reynolds number

$\xi_o$ : 응력비(무차원)

$$\xi_o = \frac{2\tau_o}{f\rho v^2} = \frac{\tau_o}{\tau_w} \quad (4)$$

여기서,  $\tau_o$ : 항복응력(Pa)

$\tau_w$ : 관벽에서의 전단응력(Pa)

또한,  $\xi_o$ 는  $Re_G$ 와  $He$ (generalized Hedstrom number)의 음함수로부터 구할 수 있다.

$$Re_G = 2He \left( \frac{n}{1+3n} \right)^2 \left( \frac{\Psi}{\xi_o} \right)^{\frac{2}{n}-1} \quad (5)$$

$$He = \frac{D^2 \rho}{K} \left( \frac{\tau_o}{K} \right)^{\frac{2}{n}-1} \quad (6)$$

유체의 종류에 따라 다음과 같이  $\xi_o$ 를 결정한다.



① Herschel-Bulkley 유체의 경우

(2), (3), (6) 식을 이용하여 (5) 식에 반복법으로 적용하여  $\xi_0$ 를 결정한다.  
마찰인자(f)는 (1), (2), (3) 식을 이용하여 얻는다.

② power law 유체의 경우

$\xi_0 = 0$ ,  $\Psi = 1$  이므로 (1), (2) 식으로부터 구한다.

(예제) 40°C에서 사과소스를 내경 1.37인치 관을 이용하여 25 gal/min의 속도로 탱크 A에서 탱크 B로 이송하고자 한다. 이송 시스템(엘보우와 게이트 밸브의 마찰손실계수는 각각 0.45와 9.0이다)은 다음과 같다.

탱크 A - 펌프: 2 m (수평)

펌프 - 여과기 (중간에 게이트 밸브 설치): 2.5 m (수평)

여과기 - 탱크 B: 1.5 m (수평) + elbow + 6 m (수직) + elbow + 3 m (수평) + elbow

여과기에서의 압력강하는 100 kPa이며, 유체의 유동 물성은 다음과 같다.

항복응력: 157 Pa

유체거동지수: 0.45

consistency index: 5.20 Pa · s

밀도: 1,250 kg/m<sup>3</sup>

이러한 조건 하에서 압력손실을 추정하시오.

(풀이)

관의 총 길이:  $L = 2.5 + 1.5 + 6 + 3 = 13m$

관의 내경:  $D = 1.37in \left( \frac{0.0254m}{in} \right) = 0.0348m$

유 량

$$Q = 25 \text{ gal/min} \left( \frac{3.785 \times 10^{-3} m^3}{\text{gal}} \cdot \frac{\text{min}}{60 \text{ sec}} \right) = 1.577 \times 10^{-3} m^3/\text{sec}$$

유체의 평균속도:  $v = \frac{Q}{A} = \frac{1.577 \times 10^{-3} m^3/sec}{\left(\frac{\pi}{4} \cdot 0.0348m\right)^2} = 1.66m/sec$

Generalized Reynolds number:

$$\begin{aligned} Re_G &= \frac{D^n v^{2-n} \rho}{8^{n-1} K} \left( \frac{4n}{1+3n} \right)^n \\ &= \frac{(0.0348m)^{0.45} (1.66^{2-0.45}) (1250kg/m^3)}{8^{0.45-1} (5.20Pa \cdot sec)} \left( \frac{4 \cdot 0.45}{1+3 \cdot 0.45} \right)^{0.45} \\ &= 365 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \xi_o &= \frac{2\tau_o}{f\rho v^2} \\ \text{응력비:} &= \frac{2(5.20Pa \cdot sec)}{f(1250kg/m^3)(1.66m/sec)^2} \\ &= \frac{1}{331.20f} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \psi &= (1+3n)^n (1-\xi_o)^{1+n} \left\{ \frac{(1-\xi_o)^2}{(1+3n)} + \frac{2\xi_o(1-\xi_o)}{(1+2n)} + \frac{\xi_o^2}{(1+n)} \right\}^n \\ &= (1+3 \cdot 0.45)^{0.45} \left( 1 - \frac{1}{331.20f} \right)^{1+0.45} \\ &\quad \left\{ \frac{\left( 1 - \frac{1}{331.20f} \right)^2}{(1+3 \cdot 0.45)} + \frac{2}{331.20f} \left( 1 - \frac{1}{331.20f} \right) + \frac{\left( \frac{1}{331.20f} \right)^2}{(1+0.45)} \right\}^{0.45} \end{aligned}$$

한편,

Hedstrom

number:

$$\begin{aligned} He &= \frac{D^2 \rho}{K} \left( \frac{\tau_o}{K} \right)^{\frac{2}{n}-1} \\ &= \frac{(0.0348m^2)(1250kg/m^3)}{5.20Pa \cdot sec^n} \left( \frac{157Pa \cdot sec}{5.20Pa \cdot sec^n} \right)^{2/0.45-1} \\ &= 36,427 \end{aligned}$$

$Re_G$ 와  $He$ 의 관계식으로부터,

$$Re_G = 2He \left( \frac{n}{1+3n} \right)^2 \left( \frac{\Psi}{\xi_o} \right)^{\frac{2}{n}-1}$$

$$365 = 2(36,427) \left( \frac{0.45}{1+3 \cdot 0.45} \right)^2 \left( \frac{\Psi}{\xi_o} \right)^{2/0.45-1}$$

$$\Psi = 0.561 \xi_o$$

이 결과들을 결합하여 반복법으로 풀면,

$$\xi_o = 0.508$$

$$\Psi = 0.285$$

이 값들을 페닝마찰인자식에 대입하면,

$$f = \frac{16}{\Psi Re_g} = \frac{16}{0.285 \cdot 365} = 0.154$$

따라서, 유체가 이송되는 동안의 마찰손실은

$$E_f = \frac{2fv^2L}{D} + \sum \frac{k\rho^2}{2}$$

$$= \frac{2(0.154)(1.66\text{m/sec})^2(13\text{m})}{0.0348\text{m}} + \frac{3(0.45)(1.66\text{m/sec})^2}{2}$$

$$+ \frac{9(1.66\text{m/sec})^2}{2} + \frac{100,000}{1,250}$$

$$= 411\text{J/kg}$$

<표 2> Power-law 식품의 패닝마찰인자:  $f = aRe_G^b$

식품의 종류	a	b
Pineapple pulp	13.6	-1.00
Apricot puree	12.4	-1.00
Orange concentrate	14.2	-1.00
Apple sauce	11.7	-1.00
Mustard	12.3	-1.00
Mayonnaise	15.4	-1.00
Apple juice concentrate	18.4	-1.00

<표 3> Power-law 식품의 유동 특성

식품의 종류	유체거동지수(n)	비례계수(K)
Apple pulp	0.084	65.03
Apricot puree	0.29~0.32	5.4~300.0
Orange concentrate	0.560~0.725	1.754~14.255
Apple sauce	0.28~0.44	4.18~12.7
Mustard	0.34~0.39	18.5~27.0
Mayonnaise	0.55~0.60	4.2~6.4
Pineapple juice concentrate	0.532~0.713	2.613~36.414

#### 4) 냉동(미동결수분)

3가지 공학적 관심:

- (1) 식품의 초기 동결점 결정: 용질의 존재로 인한 빙점 강하
- (2) 식품의 소요동결시간 결정: 동결이 진행됨에 따라 용질의 농도가 높아져 지속적인 빙점 강하 발생
- (3) 필요한 동결도(the degree of freezing)를 얻기 위해 소요되는 에너지의 결정

미동결 수분함량:

$$\frac{\lambda}{R_g} \left( \frac{1}{T_{A0}} - \frac{1}{T_A} \right) = \ln(x_A)$$

$$x_A = \frac{m_A/M_A}{m_A/M_A + m_S/M_{Se}}$$

여기서,  $M_{Se}$  : effective molecular weight of solids in the food

$$\frac{\lambda}{R_g} \left( \frac{1}{T_{A0}} - \frac{1}{T_w} \right) = \ln(x_U)$$

여기서,  $T_w$  : working temperature for freezing (K)

$x_U$  : apparent mole fraction of water in the food

$$x_U = \frac{m_U/M_A}{m_U/M_A + m_S/M_{Se}}$$

여기서,  $m_U$  : unfrozen water fraction at the working temperature (decimal)

$$\text{Unfrozen water to initial water content} = \frac{m_U}{m_A} \times 100\%$$

5) 냉동(빙점강하)

최초 동결온도(또는 빙점강하):

$$\frac{\lambda}{R_g} \left( \frac{1}{T_{A0}} - \frac{1}{T_A} \right) = \ln(x_A)$$

$$x_A = \frac{m_A/M_A}{m_A/M_A + m_S/M_S}$$

여기서,  $\lambda$  : molar latent heat of fusion (J/mol)

$R_g$  : universal gas constant (8.314 J/mol K)

$T_{A0}$  : freezing temperature of water (K)

$T_A$  : ice crystal formation temperature of food (K)

$x_A$  : mole fraction of water within food (decimal)

$m_A$  : water fraction of food (decimal)

$M_A$  : molecular weight of water

$m_S$  : solids fraction of food (decimal)

$M_S$  : molecular weight of solids in the food

6) 냉동소요시간

- ① 동결시간(freezing time)의 정의: 식품의 부위 중 가장 느리게 냉각되는 위치를 기준으로 하였을 때, 식품의 초기 온도가 설정된 최종 온도에 도달하는 데 소요되는 시간

체류시간(residence time): 냉동실에서 체류하는 시간

- ② 동결시간 방정식(freezing time equation)

Plank's equation(1913):  $t_F = \frac{1000\rho\Delta H}{T_F - T_\infty} \left( \frac{Pa}{h_c} + \frac{Ra^2}{k} \right)$

A modification of Plank's equation (Nagaoka et al., 1955): 냉각 및 냉동 구간 모두 고려

$$t_F = \frac{1000\rho\Delta H'}{T_F - T_\infty} \left( \frac{Pa}{h_c} + \frac{Ra^2}{k} \right)$$

여기서,  $\Delta H' = \{1 + 0.00445(T_i - T_F)\} \{c_{PU}(T_i - T_F) + L + c_{PI}(T_F - T_f)\}$

$t_F$  : freezing time (sec)

$\rho$  : density of the food (unfrozen) (kg/m<sup>3</sup>)

$a$  : thickness or diameter of food (m)

$h_c$  : convective heat transfer coefficient (W/m<sup>2</sup>K)

$k$  : thermal conductivity (W/mK)

$T_F$  : initial freezing point (K)

$T_\infty$  : medium temperature (K)

$T_i$  : initial temperature of food (K)

$T_f$  : final temperature of food (K)

$L$  : latent heat of fusion of food (kJ/kg) (333.22 kJ/kg for ice)

$$L = 333.22mc, \quad mc : \text{수분함량(decimal)}$$

$\Delta H'$  : enthalpy for food freezing, Nagaoka equation (kJ/kg)

$c_{PU}$  : specific heat of food at its initial unfrozen temperature (kJ/kgK)

$$c_{PU} = 2.477 + 2.356mc - 3.79 \times 10^{-3}T_i \quad (\text{Gupta, 1990})$$

여기서,  $mc$  : moisture content (decimal)

$c_{PI}$  : specific heat of ice (kJ/kgK)

$$c_{PI} = \left\{ 2.093 \left( \frac{T_{FC}}{T_{fC}} \right) + 0.837 \right\} mc + 1.382 \quad (\text{Fikiin, 1974})$$

여기서,  $T_{FC}$  : initial freezing temperature of food (°C)

$T_{fc}$  : final iced temperature of food (°C)

$P, R$  : constants

an infinite long slab:  $P=1/2, R=1/8$

an infinite long cylinder:  $P=1/4, R=1/16$

a sphere:  $P=1/6, R=1/24$

③ 냉동부하(refrigeration load)

$$\text{refrigerant required (kJ)} = m\Delta H'$$

여기서,  $\Delta H'$  : enthalpy for food freezing, Nagaoka equation (kJ/kg)

$m$  : mass of food (kg)

$$\text{refrigeration load(kJ/min)} = \frac{\text{refrigerant required (kJ)}}{\text{residence time (min)}}$$

7) 대류열전달계수

(1) 측정 방법

① 정상상태법(steady state method)

㉞ 간섭법(interference method)

표면 위의 유체 막에 대한 온도 분포는 간섭법에 의해 실험적으로 측정될 수 있다. 이 방법은 유체의 굴절률(index of refraction)이 밀도에 따라 변하며, 유체 밀도는 온도의 함수라는 원리에 바탕을 두고 있다. (Eckert and Soehnchen, 1951)

$$Q = \frac{k_f}{d} A(T_s - T_f)$$

$$h = \frac{k_f}{d}$$



여기서,  $k_f$  : 유체의 열전도도

$d$  : 유체 막의 두께

$A$  : 접촉면적

$T_s$  : 바닥 표면의 온도

$T_f$  : 유체의 온도

$Q$  : 열유동량

$h$  : 대류열전달계수

㉔ 정열가열법(constant heating method)

$$Q = hA(T_s - T_f)$$

$$h = \frac{Q}{A(\Delta T)}$$

흔히,  $Q$ 는 전기적 가열( $volt \times current$ )에 의해 얻을 수 있다. 만약, 유체의 유입부와 배출부 사이에 온도 편차가 있다면, 다음과 같은 로그평균치 또는 산출평균치를 사용할 수 있다.

$$\text{로그평균: } (\Delta T)_{avg} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1 / \Delta T_2)}$$

$$\text{산출평균: } (\Delta T)_{avg} = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2}{2}$$

㉕ 준정상상태법(quasi-steady state method)

Biot 수( $Bi = \frac{hL}{k}$ ,  $L = \frac{V}{A}$ )가 0.1 이하일 때,

$$hA(T_s - T_f) = \rho V c \frac{\partial T}{\partial t}$$

③ 비정상상태법(transient method)

Biot 수가 0.1보다 클 때, 물체 내의 온도 기울기를 무시할 수 없으므로 heat conduction equation을 통해서 대류열전달계수를 구한다.

㉞ 해석학적 해(analytical solution)

$$\text{열전도방정식: } \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial \theta}{\partial t}, \quad (\theta: \text{무차원온도; } \alpha: \text{열확산도})$$

상기 식을 slab에 대해서 풀고, 첫째 항만을 취하면 다음의 해를 얻는다.

$$\theta = \frac{2 Bi \cos(\eta \frac{x}{l}) \sec(\eta)}{Bi (Bi + 1) + \eta^2} \exp(-\eta^2 \frac{at}{l^2})$$

여기서,  $\eta \cot(\eta) = Bi$

이 관계식으로부터 대류열전달계수( $h$ )를 구한다.

㉟ 수치해석적 해(numerical solution)

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

$$-k \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{wall} = h(T_w - T_f)$$

상기 식들을 수치해석적으로 풀어 대류열전달계수를 구한다.

㊱ 플랑크법(Plank's method)

플랑크(1913)의 식을 이용하여 동결과정 동안의 열전달계수를 구할 수 있다.

$$t = \frac{\rho\lambda}{\Delta T} \left[ \frac{l}{2h} + \frac{l^2}{8k} \right]$$

여기서,  $t$  : 동결시간(sec)

$\rho$  : 밀도(kg/m<sup>3</sup>)

$\lambda$  : 동결열(J/kg)

$\Delta T$  : 슬라브와 유체 사이의 온도차(°C)

$l$  : 슬라브의 두께(m)

$h$  : 대류열전달계수(

㉔ 증발률법(evaporation rate method)

식품의 표면 위에 있는 액체 막 (또는 방울 막)의 증발률을 측정하여 열전달계수를 구할 수 있다.

$$h = \frac{m_f \lambda_f}{A \Delta T}$$

여기서,  $m_f$  : 액체의 질량

$\lambda_f$  : 액체의 증발잠열

$A$  : 표면적

$\Delta T$  : 온도차

④ 표면플럭스법(surface heat flux method)

$$h = \frac{q}{\Delta T}$$

⑤ Measurement when heat transfer surface (i.e., object) and fluid both are in motion

Aseptic processing에 적용할 수 있는 장치 고안: 입자형 식품을 포함하는

유체가 유동하는 유체와 식품 사이의 열전달 해석(주로 lumped-heat-capacity method 적용)

(2) 대류열전달계수 추정을 위한 모델

주어진 유체 시스템에서의 Nusselt number( $Nu = \frac{hl}{k}$ )를 평가하여 대류열 전달계수를 구한다.

<표 4> 여러 가지 시스템에서의 열전달계수의 크기

열전달 조건	h (W/m K)
자연대류	
기체	6-23
액체	114-681
비등수	1,136-23,000
강제대류	
기체	11-14
점성 유체	57-568
물	568-11,360
응축 기체	1,136-113,600

① 뉴턴 유체의 자연대류

열전달계수의 추정에 필요한 무차원수

$$\text{Grashof number: } Gr = \frac{g\beta\rho^2x^3\Delta T}{\mu^2}$$

여기서,  $g$  : 중력가속도

$\beta$  : 유체의 열팽창계수

$\rho$  : 유체의 밀도

$x$  : 특성길이

$\Delta T$  : 유체와 접촉면 사이의 온도차

$\mu$  : 유체의 점도

$$\text{Prandtl number: } Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{c_p \mu}{k}$$

여기서,  $\nu$  : 유체의 kinematic viscosity

$\alpha$  : 유체의 열확산도

$c_p$  : 유체의 정압비열

$\mu$  : 유체의 dynamic viscosity

$k$  : 유체의 열전도도

$$\text{Rayleigh number: } Ra = GrPr$$

$$\text{Graetz number: } Gz = RePr \frac{d}{L}$$

㉞ 정지 유체 속의 구

$$Nu = 2$$

㉟ 수평면 및 수직면

$$\text{일반식: } Nu = aRa^b$$

<표 5> 일반식의 a와 b

유체 시스템	유동조건	a	b
수직 평판 및 실린더(길이 >1m)			
층류	$Ra < 10^4$	1.36	1/5
층류	$10^4 < Ra < 10^9$	0.55	1/4
난류	$Ra > 10^9$	0.13	1/3
구 및 수평 실린더(직경 <0.2m)			
층류	$10^3 < Ra < 10^9$	0.53	1/4
난류	$Ra > 10^9$	0.13	1/3
수평 평판 상면이 가열면(또는 하면이 냉각면)			
층류	$10^3 < Ra < 2 \times 10^7$	0.54	1/4
난류	$2 \times 10^7 < Ra < 3 \times 10^{10}$	0.14	1/3
하면이 가열면(또는 상면이 냉각면)			
층류	$3 \times 10^3 < Ra < 3 \times 10^{10}$	0.27	1/4

② 뉴턴 유체의 강제대류

㉠ 물체 밖의 유체

유체가 얇은 평판과 평행하게 층류( $Re < 2 \times 10^5$ ) 유동 (특성길이: 평판의 길이):

$$Nu = 0.644 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (0.6 < Pr < 10)$$

$$Nu = 0.678 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (Pr \rightarrow \infty)$$

$$Nu = 1.03 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (Pr \rightarrow 0)$$

유체가 평판 위로 난류 유동( $Re > 2 \times 10^5$ ):

$$Nu = 0.036(Re^{0.8} Pr^{0.43} - 17400) + 298Pr^{1/3}$$

유체가 단일 원통에 수직으로 유동(특성길이: 원통의 직경):

$$Nu = (0.4Re^{1/2} + 0.06Re^{2/3}) Pr^{0.4} \left( \frac{\mu_f}{\mu_w} \right)^{1/4}$$

$$(1.0 < Re < 1.0 \times 10^5, 0.67 < Pr < 300)$$

유체가 단일구로 유동(특성길이: 구의 직경):

$$Nu = 2 + 0.6Re^{0.5} Pr^{0.33} \quad (Re < 325)$$

$$Nu = 0.4Re^{0.6} Pr^{0.33} \quad (325 < Re < 70,000)$$

#### ㉞ 관내 유체

원형관(수직 및 수평) 내의 층류:

$$Nu = 1.86Gz^{1/3} \left( \frac{\mu_f}{\mu_w} \right)^{0.14} \quad (Re < 2,100)$$

원형관 내의 천이 영역:

$$Nu = 0.116[Re^{0.667} - 125] Pr^{1/3} \left[ 1 + \left( \frac{d}{L} \right)^{0.667} \right] \left( \frac{\mu_f}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

$$\text{원형관 내의 난류: } Nu = 0.023Re^{0.8} Pr^{0.667} \left( \frac{\mu_f}{\mu_w} \right)^{0.14} \quad (Re > 10,000)$$

#### ㉟ 동결과정

$$\text{Ground beef의 공기 동결: } Nu = 0.579Re^{0.582}$$

벨트 동결기에서, 벨트에 평행한 공기 유동(햄버거의 상하면):

$$Nu = 7.891Re^{0.328}$$

벨트에 상승수직의 공기 유동(햄버거 상면):  $Nu = 4.190Re^{0.355}$

벨트에 상승수직의 공기 유동(햄버거 하면):  $Nu = 1.312Re^{0.496}$

③ 상변화를 동반하는 대류

㉦ 응축

film condensation: 수평관 외벽,  $h = 0.954 \left( \frac{k^3 \rho^2 g L}{\mu m} \right)^{1/3}$

수직관 외벽 또는 수직면,  $h = \frac{4}{3} \left( \frac{k^3 \rho^2 g}{3 \mu \Gamma} \right)^{1/3} \quad \left( \Gamma = \frac{m}{\pi D} \right)$

여기서,  $k$  : 응축물의 열전도도

$L$  : 관의 길이

$m$  : 응축물의 질량유량

$\Gamma$  : 접촉면 폭의 단위 길이당 응축물의 질량유량

$D$  : 관의 직경

㉧ 튀김

Contact frying(double-sided pan frying):  $260 \pm 50 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

(pressurized double-sided pan frying):  $425 \pm 33 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Deep oil frying:

① 수분의 기화 전 단계:  $250 \sim 300 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

② 수분이 기화되는 동안: 경계면에서 난류가 발생하여  $h$ 가 증가

③ 수분의 기화가 과도할 경우: 경계면에 기체막이 형성되어  $h$ 가 감소

공기 오븐(예,  $20 \sim 60 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ): 층류인 경우,  $Nu = 4.5Re^{0.27} \quad (Re < 40)$

난류인 경우,  $Nu = 0.70Re^{0.61} \quad (Re > 40)$

④ 비뉴턴 유체의 열전달계수



$Gz > 500$  인 piston flow:  $Nu = \frac{8}{\pi} + \frac{4}{\pi} Gz^{0.5}$

완전히 발달한 power law fluid:  $Nu = 1.75 \left( \frac{3n+1}{4n} \right)^{1/3} Gz^{1/3}$

8) 막분리

① 막에 형성되는 압력:

$$P = \frac{P_f + P_r}{2} - P_p$$

$P$ : 막에 형성되는 압력

$P_f$ : 공급액의 압력

$P_r$ : 잔유 물질(고분자량 물질)의 압력

$P_p$ : 통과 물질(저분자량 물질)의 압력

② 막에 형성되는 삼투압:

$$\Pi = mRT$$

$\Pi$ : 삼투압(kPa)

$m$ : 몰 농도(mol/m<sup>3</sup>)

$R$ : 이상기체상수(kPa/m<sup>3</sup>molK)

$T$ : 절대온도

③ 막분리 플럭스:

$$J = kA(P - \Pi)$$

$J$ : 플럭스(kg/hr)

$k$ : 물질전달계수(kg/m<sup>2</sup>hrkPa)

$P$ : 막에 형성되는 압력(kPa)

$\Pi$ : 삼투압(kPa)

9) 밀도

복합물질의 열특성치:

부피 구성비(volume fraction):  $\Phi_i = \frac{\frac{w_i}{\rho_i}}{\sum \frac{w_i}{\rho_i}}$

열확산도(thermal diffusivity):  $\alpha = \sum a_i w_i$

밀도(density):  $\rho = \frac{1}{\sum \frac{w_i}{\rho_i}}$

비열(specific heat):  $c_p = \sum c_{p,i} w_i$

열전도도(thermal conductivity):  $k = \prod k_i^{\Phi_i}$  (Woodside & Messmer's model 1961)

여기서,  $w_i$  : mass fraction

10) 분쇄

① 거친 분쇄의 경우:

$$E = K_K \ln \left( \frac{L_1}{L_2} \right)$$

$E$ : 분쇄동력(kW)

$K_K$ : Kick 상수

$L_1$ : 원료의 평균 길이

$L_2$ : 분쇄물의 평균 길이

② 미분쇄의 경우:

$$E = K_R \left( \frac{1}{L_2} - \frac{1}{L_1} \right)$$

$E$ : 분쇄동력(kW)

$K_R$ : Rittinger 상수

$L_1$ : 원료의 평균 길이

$L_2$ : 분쇄물의 평균 길이

## 11) 비등점 상승

비등점 상승:

$$\Delta T_B = \frac{R_g T_{AO}^2 W_A}{1000 \lambda_v} m$$

$\Delta T_B$ : 비증온도상승

$R_g$ : 기체상수

$T_{AO}$ : 순수물의 비등온도

$W_A$ : 물의 분자량

$\lambda_v$ : 물의 단위질량당 증발잠열

$m$ : 용매의 몰랄농도(물 1000g당 용매의 몰 수)

## 12) 비열

$$c_p = 1.675 + 0.025 M_{wb} : \text{Dickerson's model (1969)}$$

(액체 식품에도 적용 가능)

여기서,  $M_{wb}$ : 수분함량(%), 습량기준) (유효범위:  $26\% < M_{wb} < 100\%$ )

$c_p$ : 비열(kJ/kg °C)

$$c_p = 0.837 + 0.034 M_{wb} : \text{Siebel's model (1892)}$$

여기서,  $M_{wb}$ : 수분함량(%), 습량기준) (유효범위: 고수분함량 식품)

$c_p$ : 비열(kJ/kg °C)

$$c_p = 2.094X_F + 1.256X_S + 4.187X_M : \text{Charm's model (1978)}$$

여기서,  $X_F$  : 오일(액체) 조성비(decimal)

$X_S$  : 고형분(단백질, 탄수화물, 회분 등) 조성비(decimal)

$X_M$  : 수분 조성비(decimal)

$c_p$  : 비열(kJ/kg °C)

$$c_p = 1.424X_C + 1.549X_P + 1.675X_F + 0.837X_A + 4.187X_M$$

여기서,  $X_C$  : 탄수화물 조성비(decimal)

$X_P$  : 단백질 조성비(decimal)

$X_F$  : 지방(고체) 조성비(decimal)

$X_A$  : 회분 조성비(decimal)

$X_M$  : 수분 조성비(decimal)

$c_p$  : 비열(kJ/kg °C)

### 13) 박피

박피 성능:

$$\eta = \frac{PX_p}{FX_f} \frac{R(1-X_r)}{F(1-X_f)}$$

$\eta$ : 박피 성능

$P$ : 배출량(박피된 제품 및 미박피 원료)(kg/hr)

$F$ : 원료 투입량(kg/hr)

$R$ : 폐기량(껍질 및 일부 박피된 제품)(kg/hr)

$X_p$ : 배출물 중 회수될 물질의 무게비

$X_f$ : 투입된 원료 중 회수될 물질의 무게비

$X_r$ : 폐기물 중 회수되어야 할 물질의 무게비

### 14) 선별

① 선별 인자 및 방법

- 곡류: 크기(두께, 폭, 길이), 모양, 비중, 종말속도, 빛깔, 유전율 등
- 과실류: 크기(두께, 폭, 길이), 모양, 무게, 빛깔 등
- 근채류, 과채류: 크기(두께, 폭, 길이), 무게, 단면적, 빛깔 등
- 선별 방법: 스크린, 홈, 기류, 비중·마찰, 광학, 자석, 정전, 컴퓨터 시각

② 선별 효율 및 능력

- 처리 능력: 단위시간당 처리량(kg/hr), 단위동력당 처리량(kg/kW)
- 선별된 물질의 순도:

$$P_{ii} = \frac{(W_i - Q_i)}{W_i} \times 100\%$$

$P_{ii}$ : i 번째 출구로 배출되는 i 번째 물질의 순도

$W_i$ : i 번째 출구에서 수거된 물질의 전체 무게

$Q_i$ : i 번째 물질 이외의 물질이 i 번째 출구에서 수거된 무게

- 수거율:

$$D_{ii} = \frac{(P_{ii} W_i)}{M_i} \times 100\%$$

$D_{ii}$ : i 번째 출구에서 수거된 i 번째 물질의 수거율

$P_{ii}$ : i 번째 출구로 배출되는 i 번째 물질의 순도

$W_i$ : i 번째 출구에서 수거된 물질의 전체 무게

$M_i$ : 주어진 원료에 포함되어 있는 i 번째 출구의 무게

- 분리 효율:

$$\eta = \sum_{i=1}^n \left( \frac{W_i}{W_T} \right) \left( \frac{P_{ii} - a_i}{1 - a_i} \right) \times 100\%$$

$\eta$ : 선별기의 분리 효율

$W_i$ :  $i$  번째 출구에서 수거된 물질의 전체 무게

$W_T$ : 투입된 원료의 전체 무게

$P_{ii}$ :  $i$  번째 출구로 배출되는  $i$  번째 물질의 순도

$a_i$ : 원료에 포함되어 있는  $i$  번째 물질의 구성비 ( $= \frac{M_i}{W_T}$ )

#### 14) 세정(스크린 선별)

3단 스크린 세정기의 유효치수(체눈의 크기):

1번 스크린의 유효치수  $= \bar{X} + 3\sigma$  : 주원료보다 큰 이물질 제거

2번 스크린의 유효치수  $= \bar{X} - \sigma$  : 주원료 중 미숙립 제거

3번 스크린의 유효치수  $= \bar{X} - 2\sigma$  : 주원료보다 작은 이물질 제거

$\bar{X}$ : 주원료의 평균 직경

$\sigma$ : 표준편차

#### 15) 압출

펌프 효율(pumping efficiency) 및 소요에너지:

$$\eta = \frac{E_p}{E}$$

$$E_p = QP$$

$$E = \omega T$$

$\eta$ : 펌프 효율

$E_p$ : 펌핑에 소요된 에너지

$E$ : 압출기 구동에 소요된 축 에너지

$Q$ : 재료의 부피 유동률

$P$ : 압출기 다이(die)에서의 압력

$\omega$ : 압출기 축의 회전속도

$T$ : 압출기 축의 토오크

## 16) 여과

① 여과기의 여과속도:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{P}{R_c + R_m}$$

$v$ : 단위면적당 여과액 부피

$t$ : 시간

$P$ : 여과기의 압력강하

$R_c$ : 여과기의 케이크 저항

$R_m$ : 여과매체(또는 여과 스크린) 저항

② 여과기의 저항:

$$R_c = KvP^s$$

$$R_m = CP^m$$

$R_c$ : 여과기의 케이크 저항

$R_m$ : 여과매체(또는 여과 스크린) 저항

$P$ : 여과기의 압력강하

$K, C$ : 상수

$s$ : 상수(케이크의 압축성)

$m$ : 상수(여과매체의 압축성)

## 17) 열전도도

$$k = k_L \left[ \frac{1 - (1 - a \frac{k_S}{k_L})b}{1 + (a-1)b} \right] : \text{Maxwell equation (1904)}$$

여기서,  $a = \frac{3k_L}{2k_L + k_S}$

$$b = \frac{X_S}{X_L + X_S}$$

$k$  : 재료의 열전도도(W/m °C)

$k_S$  : 고체 성분의 열전도도(W/m °C)

$k_L$  : 액체 성분의 열전도도(W/m °C)

$X_S$  : 고체 성분의 조성비(decimal)

$X_L$  : 액체 성분의 조성비(decimal)

Maxwell 식은 섬유상 물질(예, beef)의 열전도도 추정에는 다소의 제한성을 보인다. 일반적으로 섬유질에 평행한 방향의 열전도도는 수직 방향에 비해 15~20% 더 높은 값을 가진다.

Kopelman (1966)의 식품에 관한 열전도도의 3가지 모형:

① A 형(a two-component-three-dimensional-isotropic system) : The two components may form two phases. One component is randomly dispersed in the other to form the non-continuous phase

예: butter(water dispersed in fat), ice cream(air dispersed in liquid)

② B 형(a two-component-two-dimensional-anisotropic fibrous system) : The two components may form two phases. The fibers are parallel to each other and randomly distributed. The dispersed components (or the fibers) are continuous in one direction and the random dispersion is two dimensional. This system is characterized with two thermal conductivities,  $k_{\parallel}$ , the thermal conductivity in the direction parallel to fibers;  $k_{\perp}$ , the thermal conductivity in the direction perpendicular to the fibers.

예: meat flesh, wood, fibrous vegetables

③ C 형(two(or more)-components-one-dimensional-anisotropic layered system): In this model, the components may form more than one phase. The components are arranged in parallel layers to form some kind of a composite layer.



예: fat layer above the flesh(예, 삼겹살)

### 18) 열지연

식품의 가열 또는 냉각시 Biot number( $Bi = \frac{hL}{k}$ )가 0.1이상일 때, 식품의 표면온도와 중심온도 사이의 편차를 무시할 수 없으며, 이 경우 가열속도상수(heating rate constant) 또는 냉각속도상수(cooling rate constant)와 함께 열지연인자(thermal lag factor)을 고려해야 한다. 가열시의 열지연은 가열지연(heating lag)이라 하며, 냉각시의 열지연은 냉각지연(cooling lag)이라 한다.

임의의 형상을 가지는 식품은 다음과 같은 온도 이력을 가진다.

$$\log(RT - PT) = -\left(\frac{t}{f_n}\right) + \log(RT - T_{pit}) \quad (1)$$

여기서,  $PT$  : product temperature (°C)

$RT$  : retort temperature (°C) (가열매체의 온도)

$T_{pit}$  : pseudo initial product temperature (°C)

(즉, 가상직선의 log 축 절편값)

$t$  : time (min)

$f_h$  : heating rate constant ( $f_c$  : cooling rate constant) (min)

※ 가열속도상수( $f_h$ )의 정의: 가열매체(또는 냉각매체)의 온도와 물체의 초기 온도의 차이가 1 log-cycle 감소하는 데 소요되는 시간을 나타낸다.

※ 가열속도상수는 Biot number가 0.1 이하일 때 적용되는 lumped-heat-capacity analysis에서 얻어지는 시정수(time constant,

$\tau = \frac{c\rho V}{hA}$ )의 2.303배와 같다.

즉,  $f_h = 2.303\tau = \frac{2.303c\rho V}{hA}$

$$(10^{-t/f_h} = e^{-2.303t/f_h})$$

그러나, 물체의 실제 초기온도는 가상직선에서 얻어진 의사초기온도와는 다르므로 (2)식과 같은 가열지연(또는 냉각지연)을 정의하여 실제의 초기온도가 도입된 (3)식을 얻을 수 있다.

$$j_h = \frac{RT - T_{pit}}{RT - T_{it}} \quad (2)$$

여기서,  $j_h$  : 가열지연인자

$T_{it}$  : 물체의 실제 초기온도

$$\log(RT - PT) = -\left(\frac{t}{f_n}\right) + \log j_h(RT - T_{it}) \quad (3)$$

또는,

$$\log(RT - PT) = -\left(\frac{t}{f_n}\right) + \log j_h I_h \quad (3)'$$

여기서,  $I_h$  : 레토르트 온도와 물체의 실제 초기온도의 차이 (즉,  $RT - T_{it}$ )

그런데, (3)식에서 보는 바와 같이 이론적으로  $PT$ 는 결코  $RT$ 에 도달할 수 없으므로  $B$ 시간이 경과한 후의  $PT$ 와  $RT$ 의 차이를  $g$ 라고 하면,

$$\log(g) = -\frac{B}{f_h} + \log(j_h I_h) \quad (4)$$

즉,

$$B = f_h \log\left(\frac{j_h I_h}{g}\right) \quad (4)'$$

따라서, 식품을 가열하는 데 소요되는 실제시간은 (4)식을 이용하여 구할 수 있다.

## 19) 열확산도

복합물질의 열특성치:

부피 구성비(volume fraction):  $\Phi_i = \frac{\frac{w_i}{\rho_i}}{\sum \frac{w_i}{\rho_i}}$

열확산도(thermal diffusivity):  $\alpha = \sum \alpha_i w_i$

밀도(density):  $\rho = \frac{1}{\sum \frac{w_i}{\rho_i}}$

비열(specific heat):  $c_p = \sum c_{p,i} w_i$

열전도도(thermal conductivity):  $k = \prod k_i^{\Phi_i}$  (Woodside & Messmer's model 1961)

여기서,  $w_i$  : mass fraction

## 20) 오버런

유제의 공기 혼입도 평가: 오버런(overrun)

$$\text{overrun}\% = \frac{m_i - m_f}{m_f} \times 100$$

$m_i$ : 액상 혼합물의 단위 부피당 질량(kg)

$m_f$ : 완제품 유제의 단위 부피당 질량(kg)

21) 원심분리

① 고체-액체, 액체-액체 혼합용액을 비중차에 의해 분리

② 원심력과 회전속도의 관계:

$$F = 0.011mrN^2$$

$F$ : 원심력

$m$ : 입자의 질량

$r$ : 입자의 원운동 반경

$N$ : 회전수(rpm)

③ 입자의 분리속도(두 상의 상대속도):

$$u = \frac{D^2 N^2 r (\rho_p - \rho_s)}{164\mu}$$

$u$ : 분리속도

$D$ : 입자의 직경

$N$ : 원심분리기의 회전수(rpm)

$r$ : 입자의 원운동 반경

$\rho_p$ : 입자의 밀도

$\rho_s$ : 용매의 밀도

$\mu$ : 용액의 점도

④ 중립구역(neutral zone)의 반경:

$$r_n^2 = \frac{\rho_A r_A^2 - \rho_B r_B^2}{\rho_A - \rho_B}$$

$r_n$ : 중립구역의 반경

$r_A, \rho_A$ : 각각 고밀도 액상의 반경 및 밀도

$r_B, \rho_B$ : 각각 저밀도 액상의 반경 및 밀도

⑤ 원심분리 유량:

$$Q = \frac{D^2 \omega^2 (\rho_p - \rho_s) V}{18 \mu \ln(r_2/r_1)}$$

$Q$ : 원심분리 유량

$D$ : 입자의 직경

$\omega$ : 각속도 ( $= 2\pi N/60$ )

$\rho_p$ : 입자의 밀도

$\rho_s$ : 용매의 밀도

$V$ : 원심분리기의 운전용적

$\mu$ : 용액의 점도

$r_2$ : 원심분리기 용기의 반경

$r_1$ : 액체의 반경

⑥ 원심분리기 내에서 입자의 체류시간:

$$t = \frac{V}{Q}$$

$t$ : 입자의 체류시간

$Q$ : 원심분리 유량

$V$ : 원심분리기의 운전용적

## 22) 유화 및 균질화

① 균질화된 분산 물질의 크기:  $0.5 \sim 3 \mu\text{m}$

② 시스템의 유형:

① o/w 유제 (oil in water emulsion)

② w/o 유제 (water in oil emulsion)

③ 유화제의 선택 기준: HLB 값 (hydrophile-lipophile balance value)

④ 유제의 안정도 평가: 유제를 구성하는 상들의 분리 속도

$$v = \frac{D^2 g (\rho_d - \rho_c)}{18\mu}$$

$v$ : 연속상과 분산상의 분리 속도(m/s)

$D$ : 분산상 입자의 직경(m)

$g$ : 중력가속도(m/s<sup>2</sup>)

$\rho_d$ : 분산상의 밀도(kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_c$ : 연속상의 밀도(kg/m<sup>3</sup>)

$\mu$ : 연속상의 점도(N/sm)

### 23) 입도분석

ASTM Standard E11 (또는 ASAE Standard S319.2)에 근거하여 체 분석을 실시하고, 그 자료를 이용하여 입도를 분석하는 절차에 대한 설명은 다음과 같다.

<표 6> 표준 체 목록

US 표준체 번호	Tyler 번호	체눈 크기	
		mm	inch
4	4	4.76	0.187
6	6	3.36	0.132
8	8	2.38	0.0937
12	10	1.68	0.0661
16	14	1.19	0.0469
20	20	0.841	0.0331
30	28	0.595	0.0234
40	35	0.420	0.0165
50	48	0.297	0.0117
70	65	0.210	0.0083
100	100	0.149	0.0059
140	150	0.105	0.0041
200	200	0.074	0.0029
270	270	0.053	0.0021
Pan			

$$d_{gw} = \log^{-1} \left[ \frac{\sum (w_i \log \bar{d}_i)}{\sum w_i} \right]$$

$$s_{gw} = \log^{-1} \left[ \frac{\sum w_i (\log \bar{d}_i - \log d_{gw})^2}{\sum w_i} \right]^{1/2}$$

$$A_{st} = \frac{\beta_s W_t}{\beta_v \rho} \exp(0.5 (\ln \sigma_{gw})^2 - \ln \mu_{gw})$$

$$N_t = \frac{W_t}{\beta_v \rho} \exp(4.5 (\ln \sigma_{gw})^2 - 3 \ln \mu_{gw})$$

여기서,  $d_i$  :  $i$  번째 체의 명목 체눈의 크기(mm)

$d_{i+1}$  :  $i+1$  번째 체의 명목 체눈의 크기(mm)

$d_{gw}$  : 시료의 기하평균 직경(mm)

$\bar{d}_i$  :  $i$  번째 체에 있는 입자의 기하평균 직경(mm),  $= (d_i \times d_{i+1})^{1/2}$

$S_{gw}$  : 시료의 기하 표준편차

$w_i$  :  $i$  번째 체에 있는 질량(g)

$n$  : 체의 수 + 1

$A_{st}$  : 시료의 총 표면적( $\text{cm}^2$ )

$\beta_s$  : 입자의 표면적 형상계수

(구형의 경우,  $\beta_s = \pi$ ; 정육면체의 경우,  $\beta_s = 6$ )

$\beta_v$  : 입자의 부피 형상계수

(구형의 경우,  $\beta_s = \pi/6$ ; 정육면체의 경우,  $\beta_s = 1$ )

$\rho$  : 시료의 산물밀도( $\text{g/cm}^3$ )

$\sigma_{gw}$  : 시료의 모집단에 대한 기하 표준편차

( $S_{gw}$  : 시료의 기하 표준편차)

$\mu_{gw}$  : 시료의 모집단에 대한 기하평균 ( $d_{gw}$  : 시료의 기하평균(mm))

$W_t$  : 시료의 질량(g)

$N_i$  : 시료의 입자수

## 24) 증발

### ① 증발공정의 구성요소:

- 제품의 저장조 및 증기의 분리조 역할을 하는 증발조
- 증발을 위한 현열과 잠열을 제공하는 열원
- 증기의 응축을 위한 응축기
- 비응축 기체를 제거하기 위해 진공을 유지하는 방법

### ② 증발잠열

$$\ln(p') = \frac{L_v'}{L_v} \ln(p) + C \ln(p) + C$$

$p$ : 순수물의 증기압

$L_v$ : 순수물의 증발잠열

$p'$ : 액체식품의 증기압

$L_v'$ : 액체식품의 증발잠열

$C$ : 상수

### ③ 비등점 상승:

$$\Delta T_B = \frac{R_g T_{AO}^2 W_A}{1000 \lambda_v} m$$

$\Delta T_B$ : 비증온도상승

$R_g$ : 기체상수

$T_{AO}$ : 순수물의 비등온도

$W_A$ : 물의 분자량

$\lambda_v$ : 물의 단위질량당 증발잠열

$m$ : 용매의 몰랄농도(물 1000g당 용매의 몰 수)

### ④ 총괄물질수지:

$$F = V + P$$



$F$ : 공급액의 유동질량

$V$ : 증기의 유동질량

$P$ : 제품의 유동질량

⑤ 액체에 대한 물질수지:

$$X_F F = X_P P$$

$X_F$ : 공급액 중 고형분 함량비

$F$ : 공급액의 유동질량

$X_P$ : 제품의 고형분 함량비

$P$ : 제품의 유동질량

⑥ 에너지 수지(기준온도:  $0^\circ\text{C}$ ):

$$F C_{pF} T_F + w_s H_s = V H_v + P C_{pP} T_P + w_c H_c$$

$C_{pF}$ : 공급액의 비열

$C_{pP}$ : 제품의 비열

$T_F$ : 공급액의 온도

$T_P$ : 증발기에서의 제품온도

$w_s$ : 스팀공급량

$H_s$ : 스팀의 엔탈피

$H_c$ : 응축물의 엔탈피

$H_v$ : 증기의 엔탈피

⑦ 열교환량:

$$q = UA(T_s - T_P) = w_s H_s - w_c H_c$$

$q$ : 열매체와 제품 사이의 열교환량

$U$ : 총괄열전달계수

$T_s$ : 스팀의 온도

$T_P$ : 제품의 온도

⑧ 증발효율:

$$\eta = \frac{V}{w_s}$$

$\eta$ : 증발효율(steam economy)

## 25) 추출

① 고상의 재료를 용매에 의해 액상으로 용해시켜 회수하는 방법

② 추출속도:

$$\ln\left(\frac{C_s - C_o}{C_s - C}\right) = \frac{kAt}{V}$$

$C$ : 시간  $t$ 에서 용액 속의 추출된 용질의 농도

$C_s$ : 고상 재료와 용액의 경계면에서 포화된 용질의 농도

$C_o$ : 추출 초기의 용질의 농도(순수한 용매로 추출을 개시할 경우,  $C_o = 0$ )

$k$ : 물질전달계수

$A$ : 추출 표면적

$t$ : 추출시간

$V$ : 용액의 부피

③ 교반장치에 의한 물질전달계수 향상 효과:

$$\frac{kd}{D} = 2.7 \times 10^{-5} \left(\frac{Nd^2\rho}{\mu}\right)^{1.4} \left(\frac{\mu}{\rho D}\right)^{0.5}, \quad \frac{Nd^2\rho}{\mu} \leq 67,000 \text{인 경우}$$

$$\frac{kd}{D} = 0.16 \left(\frac{Nd^2\rho}{\mu}\right)^{0.62} \left(\frac{\mu}{\rho D}\right)^{0.5}, \quad \frac{Nd^2\rho}{\mu} > 67,000 \text{인 경우}$$

$k$ : 물질전달계수

$N$ : 교반기 회전속도

$\rho$ : 용액의 밀도

$\mu$ : 용액의 점도

$D$ : 추출물(액상)의 확산계수

## 26) 혼합

가) 분말·입자의 혼합

① 특징: 완전 균일 혼합은 불가능하므로 혼합도와 혼합 시간의 개념이 필요하다. 또한, 재료의 크기, 형상, 밀도에 따라서 오히려 분리 현상이 나타날 수 있다.

② 혼합도에 영향을 주는 인자:

- ① 각 성분 입자의 상대적 크기, 형상, 밀도
- ② 혼합기의 효율
- ③ 물질의 결집성
- ④ 수분함량, 표면특성, 유동성

③ 혼합도 평가를 위한 혼합 지수 및 혼합 시간:

$M_1 = \frac{\sigma_m - \sigma_\infty}{\sigma_o - \sigma_\infty}$  : 두 혼합 성분의 양이 비슷하거나 혼합 속도가 비교적 낮은 경우에 적용

$M_2 = \frac{\log \sigma_m - \log \sigma_\infty}{\log \sigma_o - \log \sigma_\infty}$  : 분산 물질의 양이 연속 물질에 비해 작거나 혼합 속도가 빠른 경우에 적용

$M$ : 혼합지수

$\sigma_m$ : 분산 물질의 표준편차(%)

$\sigma_\infty$ : 충분한 혼합 후 분산 물질의 표준편차(%) (예,  $\sigma=0.01\%$ )

$\sigma_o$ : 혼합 전 분산 물질의 표준편차(%)

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}} \times 100\%$$

$n$ : 표본의 수

$x$ : 각 표본 시료에서의 분산 물질의 농도

$\bar{x}$ : 표본 시료들의 평균 농도

$$\sigma_o = \sqrt{V(1-V)} \times 100\%$$

V: 혼합물 중 분산 물질의 부피 또는 무게 비

$$M = e^{-Kt_m}$$

K: 혼합속도상수

$t_m$ : 혼합시간

## 나) 액상의 혼합

### ① 혼합 원리:

저점도 재료: 축 방향과 반경 방향의 속도 성분에 의해 혼합

고점도 재료: 반죽(kneading), 중첩(folding), 전단(shearing)에 의해 혼합

### ② 혼합 지수 및 혼합 시간:

$$M = \frac{\sigma_m^2 - \sigma_\infty^2}{\sigma_o^2 - \sigma_\infty^2}$$

M: 혼합지수

$\sigma_m$ : 분산 물질의 표준편차(%)

$\sigma_\infty$ : 충분한 혼합 후 분산 물질의 표준편차(%) (예,  $\sigma=0.01\%$ )

$\sigma_o$ : 혼합 전 분산 물질의 표준편차(%)

$$M = e^{-Kt_m}$$

K: 혼합속도상수

$t_m$ : 혼합시간

$$K = K_c \frac{DN}{D_v h}$$

K: 혼합속도상수

$K_c$ : 실험상수

- $D$ : 교반기의 직경(m)
- $N$ : 교반기의 회전속도(rev/sec)
- $D_v$ : 혼합조의 직경(m)
- $h$ : 혼합 재료의 높이(m)

③ 소요 동력:

$$Re = \frac{D^2 N \rho_m}{\mu_m}$$

$$Po = \frac{P}{\rho_m N^3 D^5}$$

$$Po = K(Re)^n$$

$$\rho_m = V_1 \rho_1 + V_2 \rho_2$$

$$\mu_m = \mu_1^{V_1} + \mu_2^{V_2} : \text{배플(baffle)이 없는 혼합조의 경우}$$

$$\mu_m = \frac{\mu_1}{V_1} \left( \frac{1 + 1.5\mu_2 V_2}{\mu_1 + \mu_2} \right) : \text{배플이 있는 혼합조의 경우}$$

$Re$ : 레이놀즈 수

$D$ : 교반기의 직경(m)

$N$ : 교반기의 회전속도(rev/sec)

$\rho_m$ : 혼합물의 밀도(kg/m<sup>3</sup>)

$\mu_m$ : 혼합물의 점도(Ns/m<sup>2</sup>)

$Po$ : 동력(power) 수

$P$ : 교반기 축동력(kW)

$K, n$ : 교반기 제원에 따른 상수

$V_1, V_2$ : 각각 연속상과 분산상의 부피비

$\rho_1, \rho_2$ : 각각 연속상과 분산상의 밀도

$\mu_1, \mu_2$ : 각각 연속상과 분산상의 점도

27) 흡수 및 절임

$$\ln\left(\frac{C_s - C_o}{C_s - C}\right) = \frac{kAt}{V}$$

$C$ : 시간  $t$ 에서 용액 속의 흡수된 용질의 농도

$C_s$ : 고상 재료와 용액의 경계면에서 포화된 용질의 농도

$C_o$ : 초기의 용질의 농도

$k$ : 물질전달계수

$A$ : 추출 표면적

$t$ : 추출시간

$V$ : 용액의 부피

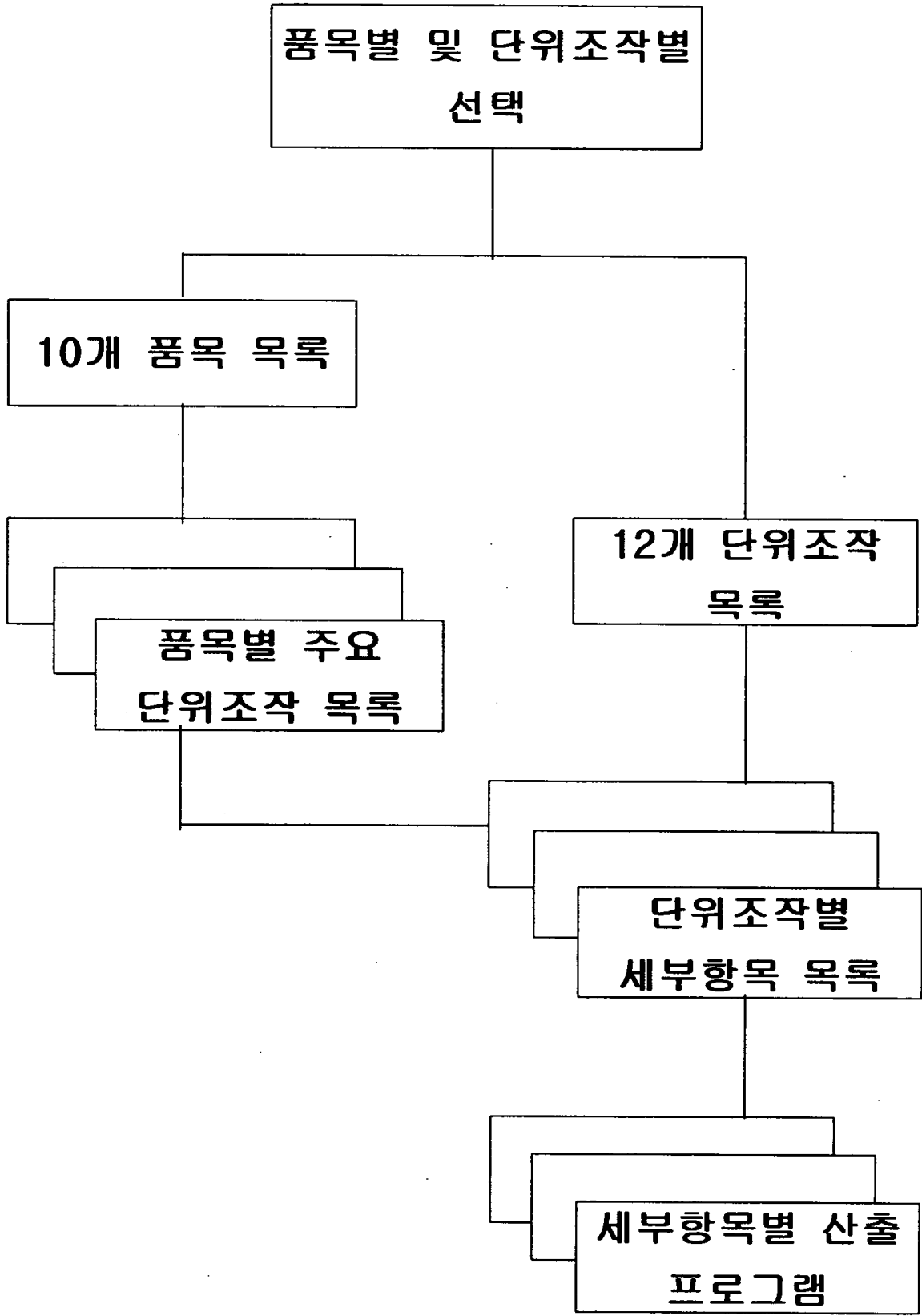
#### 4. 컴퓨터 프로그램의 설계

##### 1) 프로그램 개요

MATLAB을 이용하여 식품공정 분석용 컴퓨터 프로그램을 개발하였다. 'kfri'라고 명명된 프로그램은 4층의 계층구조로 구성되었다. 최상위 계층에서 '단위조작 선택용' push button을 선택하면 1차 하위계층으로 이동하고 여기서는 12종의 단위조작을 분석할 수 있다. 12종의 단위조작은 1) 건조, 2) 균질화, 3) 증발, 4) 추출/흡수, 5) 압출, 6) 냉동, 7) 가열/냉각, 8) 혼합, 9) 물성, 10) 분리/농축, 11) 분쇄, 12) 수송 등이다. 계속하여 push button에 의해 각 단위조작을 선택하면 2차 하위계층으로 이동한다. 2차 하위계층에는 단위조작의 세부항목을 선택할 수 여러 개의 push button이 설치되어 있다. 이 세부항목 button을 통해 3차 하위계층으로 이동한다. 3차 하위계층은 모두 27개의 모듈 프로그램으로 구성되었으며, 식품공정분석과 관련하여 45개의 parameter에 대해서 입력조건에 따른 출력치를 산출할 수 있다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 218개의 단위 프로그램으로 구성되었다.

##### 2) 프로그램 구조

다음은 프로그램의 구조를 나타낸 것이다. 산지가공제품을 10개 품목군으로 구분하였으며, 각 품목은 12개 단위조작에 의해 제조공정이 해석될 수 있도록 분류하였다. 한편, 각 단위조작은 독립적으로 수행될 수 있도록 설계하였다.



<표 7> 품목별 주요 단위조작 구성

품목	주요 단위조작
간장	증자, 냉각, 혼합, 여과
고추장	증자, 냉각, 여과, 혼합, 살균
된장	증자, 냉각, 여과, 혼합
두부	선별, 분쇄, 증자, 여과, 냉각
메주	침지, 증자, 건조
액젓	분쇄, 여과
음료	균질화, 살균, 냉각
절임	절임, 탈염, 살균
젓갈	가염
차	선별, 건조, 추출, 여과, 농축, 혼합, 살균

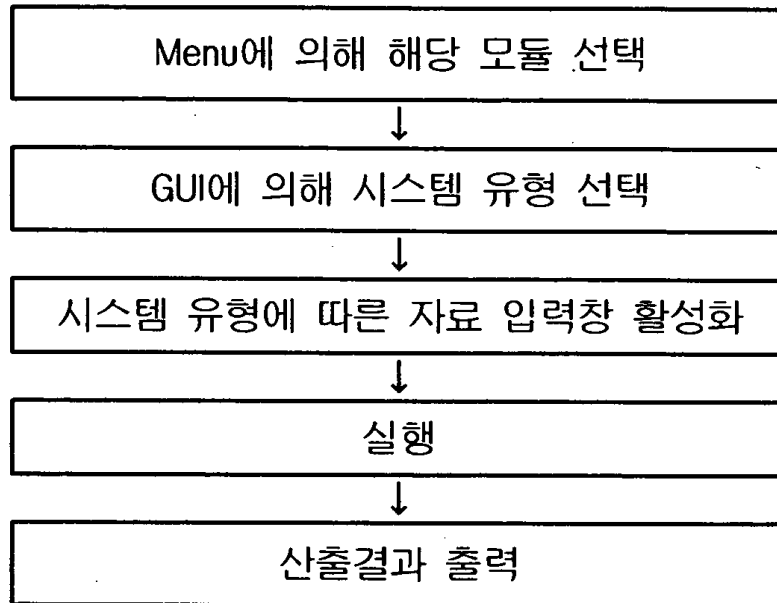


<표 8> 단위조작별 세부항목 구성

단위조작	세부항목
건조	건조용량
균질화	상의 분리속도
증발	증발점상승, 증기소요량과 경제성
추출/흡수	추출농도, 흡수농도
압출	펌프에너지와 효율
냉동	동결점강하, 동결시간과 냉동부하, 미동결수분함량
가열/냉각	가열(냉각)속도상수와 열지연인자, 가열살균
혼합	혼합지수와 시간, 오버런
물성	밀도, 대류열전달계수, 비열, 열전도도, 열확산도
분리/농축	원리분리회전수, 여과속도와 면적, 막분리면적, 박피/선별유효도, 체눈크기
분쇄	입도분석, 분쇄에너지
수송	관마찰손실, 유체속도, 레이놀즈수, Fanning인자

## 5. 모듈 프로그램의 구조

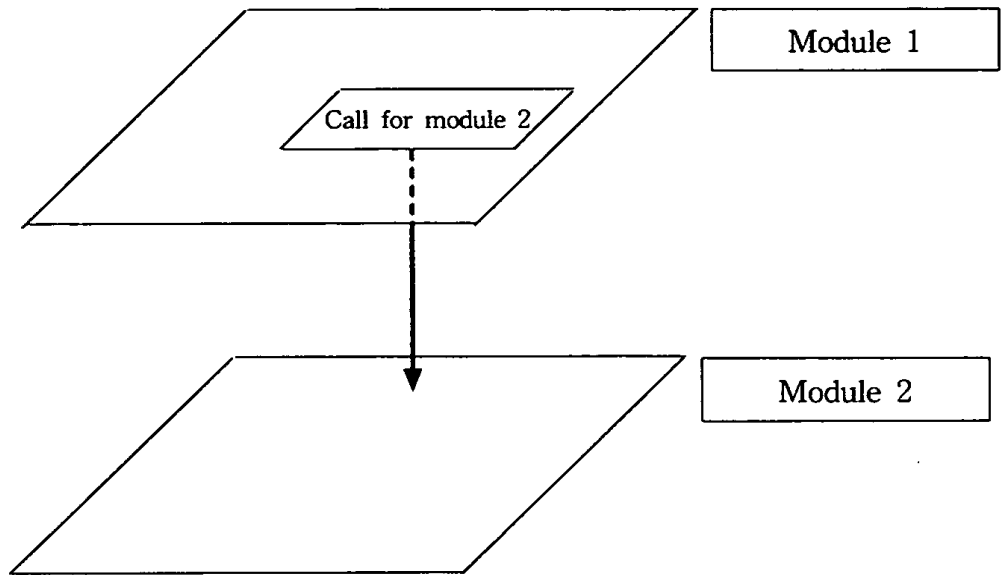
### 1) 모듈 프로그램의 기본 구조



### 2) 모듈 상호 간의 연계성

각 모듈 프로그램은 독립적으로 작동할 뿐만 아니라 다른 모듈 프로그램에서 call하였을 때 실행되어 서로 유기적으로 활용될 수 있도록 모듈 프로그램을 설계하여 각 단위조작별 분석이 효과적으로 이루어지도록 하였다. <그림 1>은 상위 모듈에서 하위 모듈을 call할 때의 관계를 나타낸 것이다.

또한, 상위 창에서 하위 창을 반복하여 call할 수 있어 동일한 창이 call 횟수만큼 열어 둘 수 있다. 즉, 동일한 창을 동시에 복수로 열어 놓고 다양한 분석을 할 수 있다.

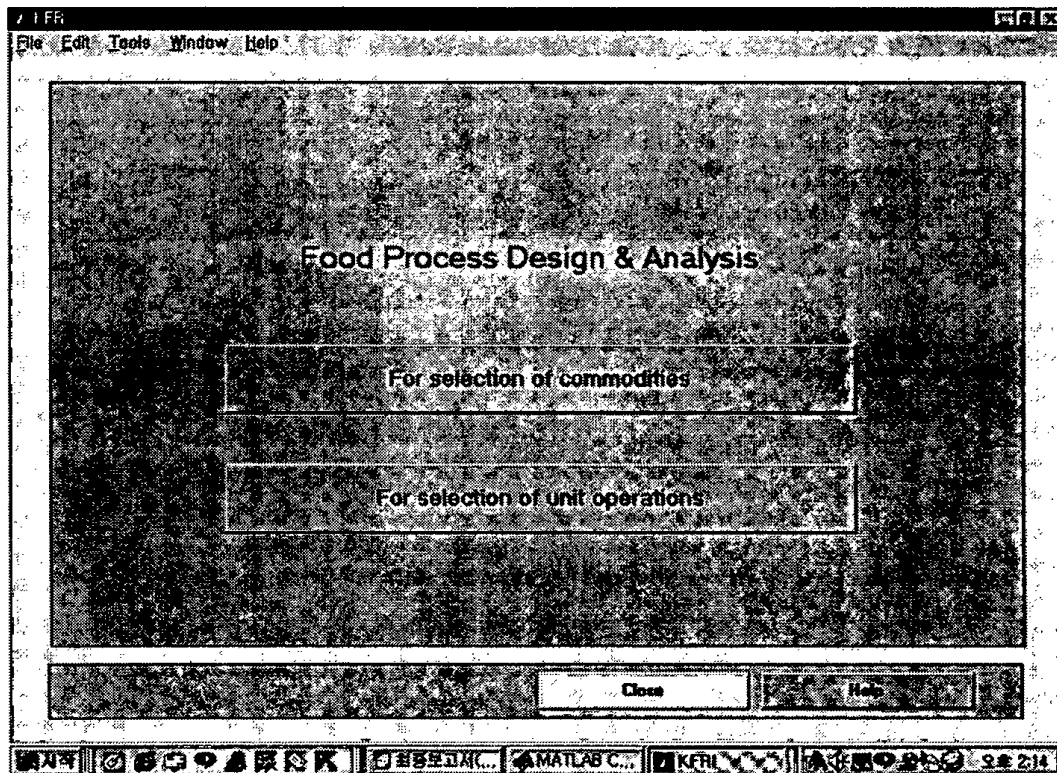


<그림 1> Module 1이 mother module이 되고 module 2가 child module이 될 때

## 6. 프로그램 제작 및 검증

### 1) 최상위 창

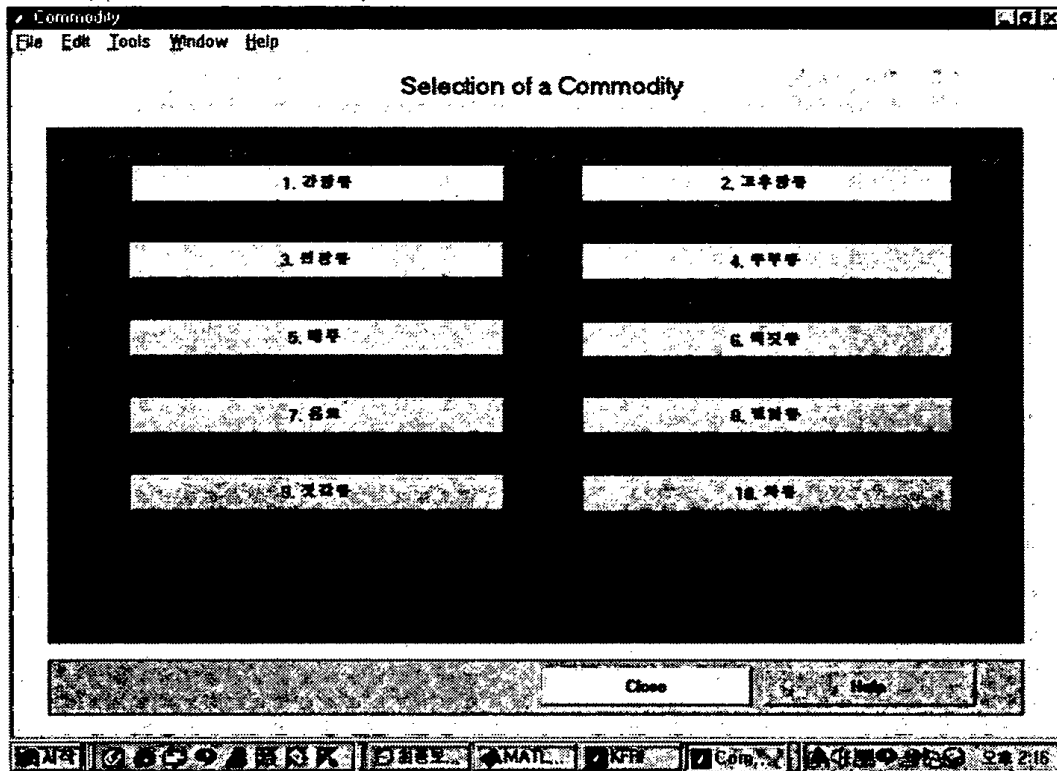
Matlab 환경에서 “kfri”를 실행하면 아래 그림과 같이 최상위 창이 열린다. 여기서는 식품제조공정을 품목별로 선택할 수 있을 뿐만 아니라 직접 단위조작별로 이동할 수 있다. 메뉴를 통해서 File, Edit, Tools, Window, Help를 실행할 수 있다.



<그림 2> 식품제조공정 분석/설계용 프로그램인 “kfri”를 실행하였을 때 나타나는 최상위 창

## 2) 품목선택 창

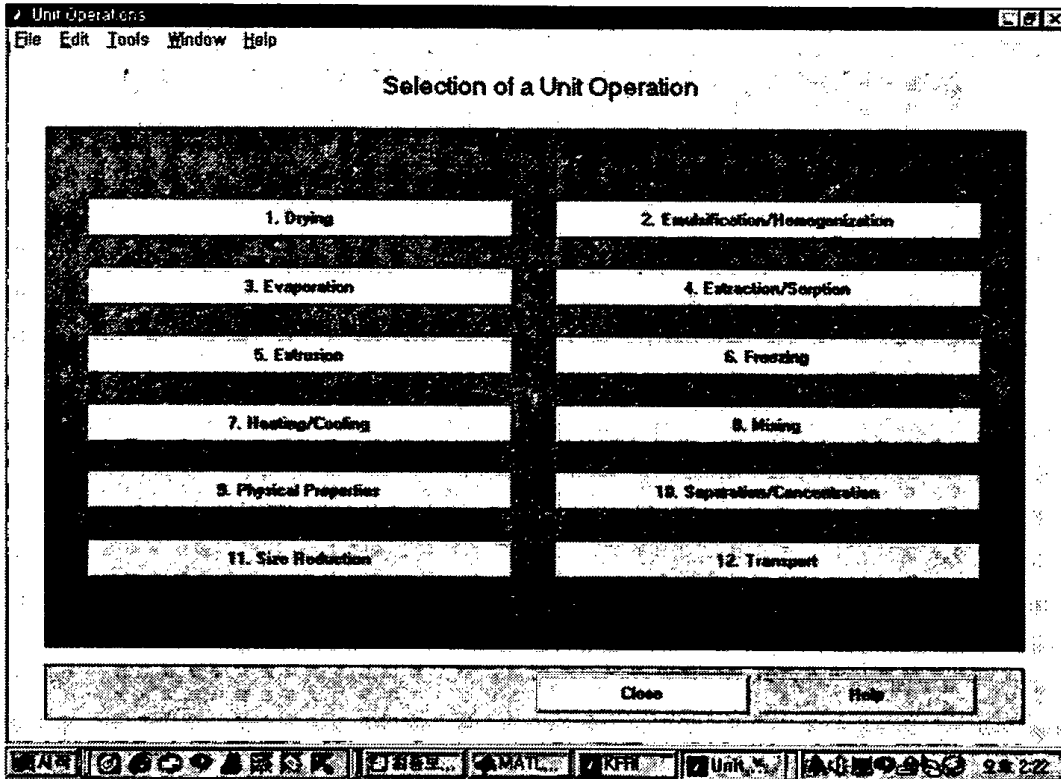
이 창을 통해서 10개의 품목별로 각 품목에 포함된 주요 단위조작을 분석할 수 있다. 여기에 포함된 품목은 간장류, 된장류, 메주, 음료, 젓갈류, 고추장류, 두부류, 액젓류, 절임류, 차류 등이다.



<그림 3> 품목 선택 창

### 3) 단위조작 선택 창

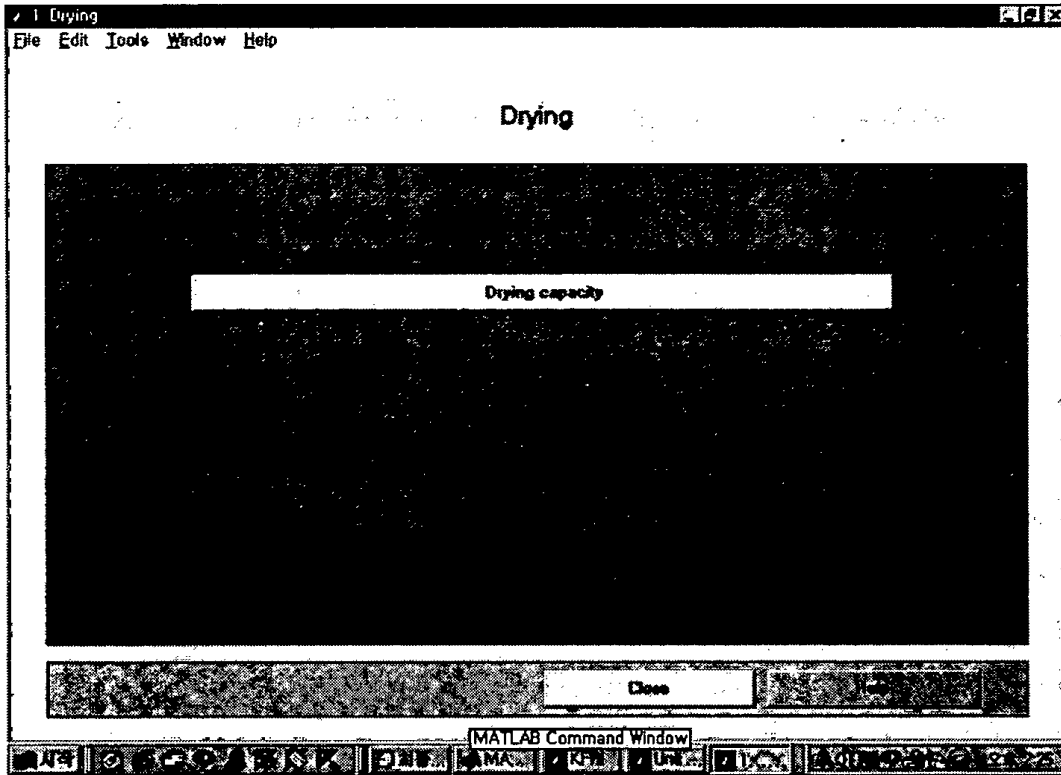
이 창에서는 12개의 단위조작을 분석할 수 있다. 포함된 단위조작은 건조, 증발, 압출, 가열/냉각, 물성, 분쇄, 유화/균질화, 냉동, 혼합, 분리/농축, 수송 등이다.



<그림 4> 단위조작 선택 창

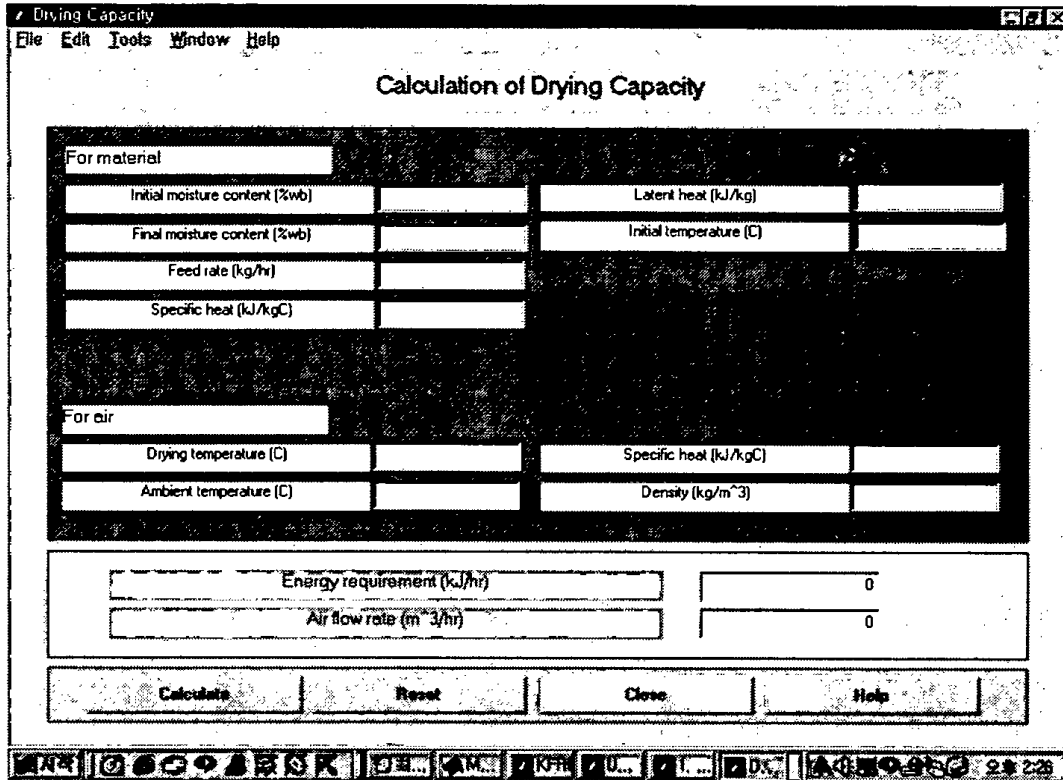
#### 4) 건조

이 창에서는 건조기의 용량을 분석할 수 있는 하위 창을 열 수 있다.



<그림 5> 건조 공정 분석을 위한 창

<그림 6>은 건조기의 용량을 산출하는 창이다. 건조기의 용량을 분석하기 위해서는 건조물의 초기 함수율, 최종 함수율, 원료공급률, 비열, 증발잠열, 초기 온도, 열풍의 온도, 외기 온도, 열풍의 비열, 열품의 밀도에 관한 자료를 입력해야 하며, 에너지 소요량 및 열풍소요량을 산출할 수 있다.



<그림 6> 건조기의 용량 분석을 위한 창

입력 자료

For material

- Initial moisture content (%wb): 80
- Final Moisture content (%wb): 17
- Feed rate (kg/hr): 4000
- Specific heat (kJ/kg °C): 1.37
- Latent heat (kJ/kg): 2257
- Initial temperature (°C): 15

For air

- Drying temperature (°C): 85
- Ambient temperature (°C): 15
- Specific heat (kJ/kg °C): 1
- Density (kg/m<sup>3</sup>): 1.24

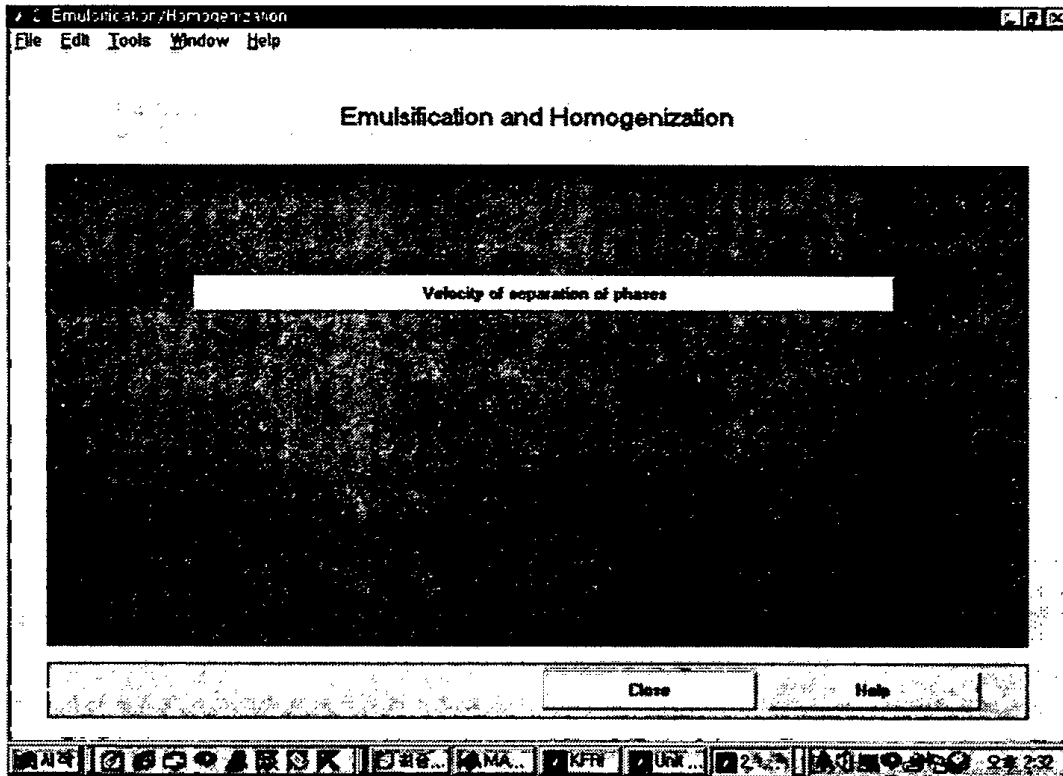
출력 결과

- Energy requirement (kJ/hr):  $7.96 \times 10^6$
- Air flow rate (m<sup>3</sup>/hr):  $9.17 \times 10^4$



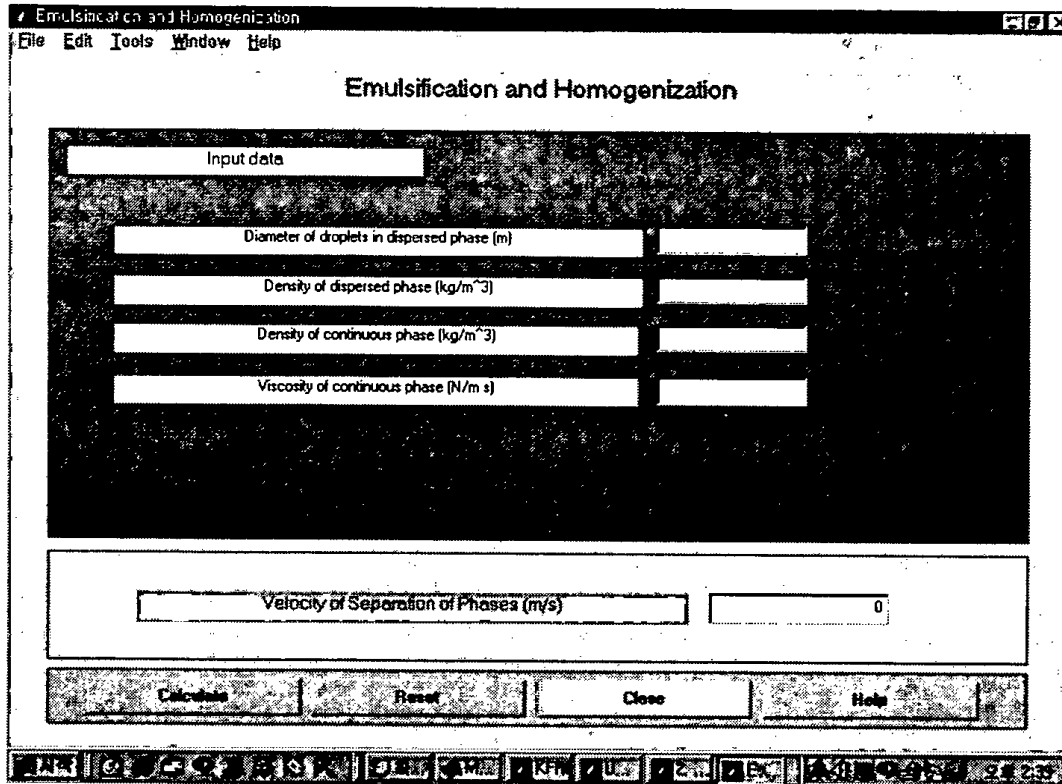
## 5) 유화 및 균질화

이 창을 통해서 유화 및 균질화 과정에서 일어나는 상분리 속도를 산출하는 창을 열 수 있다.



<그림 7> 유화/균질화 공정 분석을 위한 창

<그림 8>은 유화 및 균질화 과정에서의 상분리속도 분석을 위한 창이다. 유화 및 균질화 과정에서 상분리 속도를 예측해 보기 위해서는 입력자료로 분산상의 입자 직경, 분산상의 밀도, 연속상의 밀도, 연속상의 속도에 관한 자료가 요구된다. 이러한 입력자료로부터 상들의 분리속도를 예측해 볼 수 있다.



<그림 8> 유화 및 균질화 과정에서의 상분리속도 분석을 위한 창

입력 자료

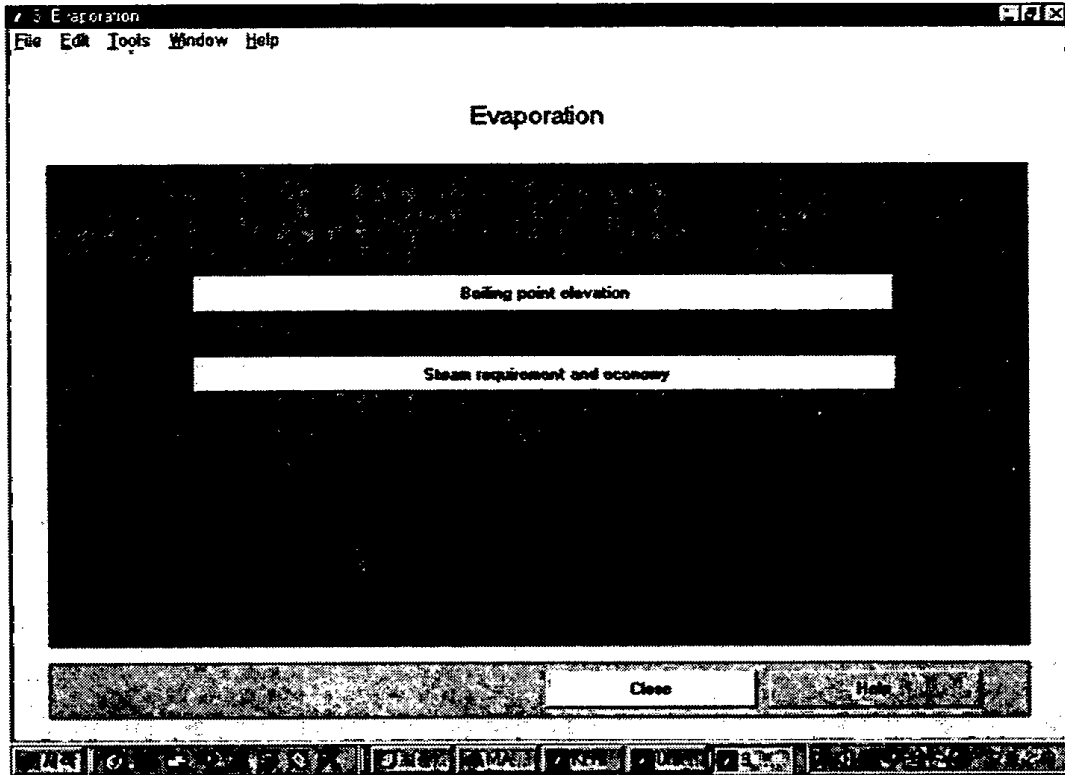
- Diameter of droplets in dispersed phase (m): 0.00001
- Density of dispersed phase ( $\text{kg/m}^3$ ): 1000
- Density of continuous phase ( $\text{kg/m}^3$ ): 985
- Viscosity of continuous phase (N/ms): 0.02

출력 결과

- Velocity of separation of phases (m/s):  $4.088 \times 10^{-8}$

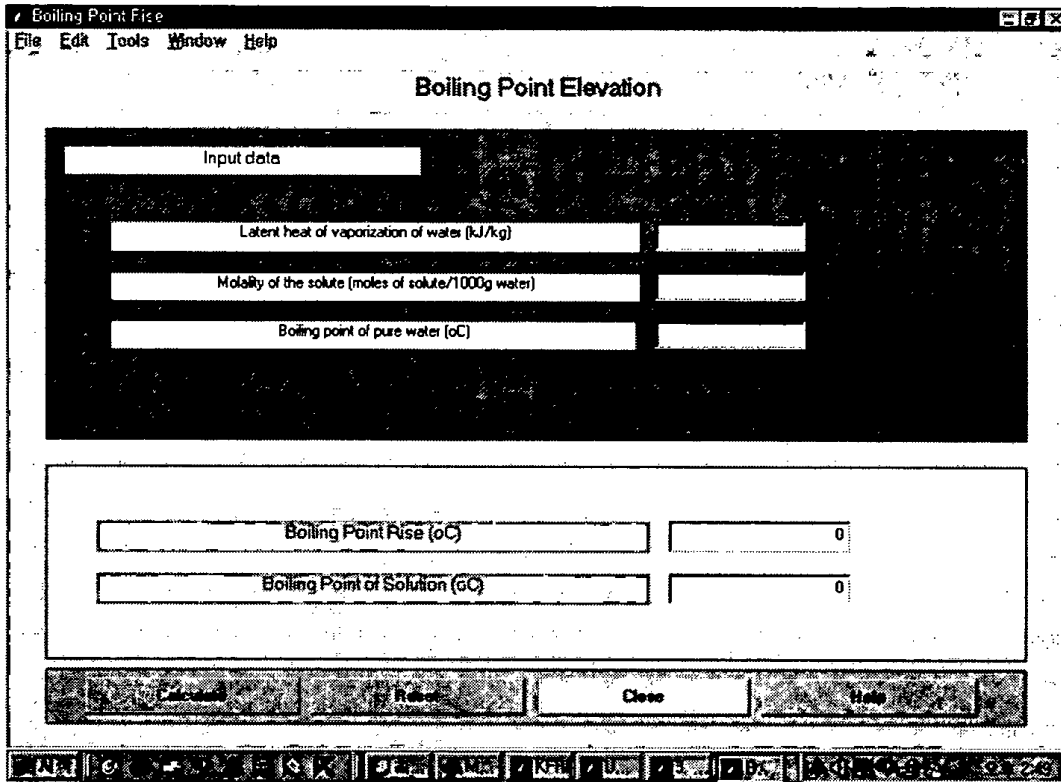
6) 증발

이 창에서는 비등점상승, 스팀소요량 및 스팀이코노미를 산출하는 하위창을 열 수 있다.



<그림 9> 증발 공정 분석을 위한 창

<그림 10>은 용액의 비등점상승 분석을 위한 창이다. 비등점상승을 산출하는 창에서는 입력자료로 물의 증발잠열, 용질의 농도, 순수물의 비등점이 요구되며, 비등점상승분과 용액의 비등점을 출력시킨다.



<그림 10> 용액의 비등점상승 분석을 위한 창

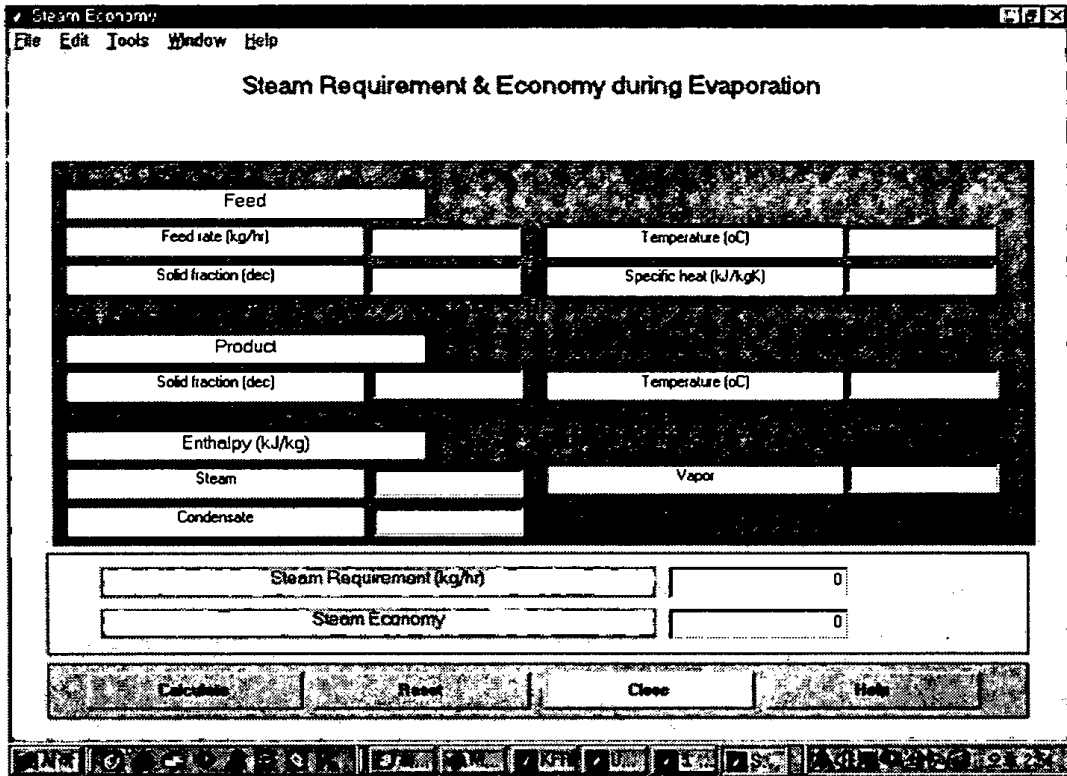
□ 입력 자료

- Latent heat of vaporization of water (kJ/kg): 2257
- Molality of the solute (moles of solute/1000g water): 0.8475
- Boiling point of pure water (°C): 100

□ 출력 결과

- Boiling point rise (°C): 0.4346
- Boiling point of solution (°C): 100.4

<그림 11>은 증발 과정에서의 스팀 소요량 및 이코노미 준거를 위한 상이다. 스팀 소요량 및 이코노미를 산출하는 창에서는 원료용액의 공급률, 온도, 고형물구성비, 비열, 제품의 고형물구성비 및 온도, 스팀의 엔탈피, 응축물의 엔탈피, 증발기체의 엔탈피가 입력자료로 요구되며, 이에 따라 스팀 소요량 및 스팀 이코노미가 산출된다.



<그림 11> 증발 과정에서의 스팀 소요량 및 이코노미 분석을 위한 창

입력 자료

For feed

- Feed rate (kg/hr): 20000
- Solid fraction (decimal): 0.14
- Temperature (°C): 10
- Specific heat (kJ/kgK): 3.852

For product

- Solid fraction (decimal): 0.4
- Temperature (°C): 75

For enthalpy

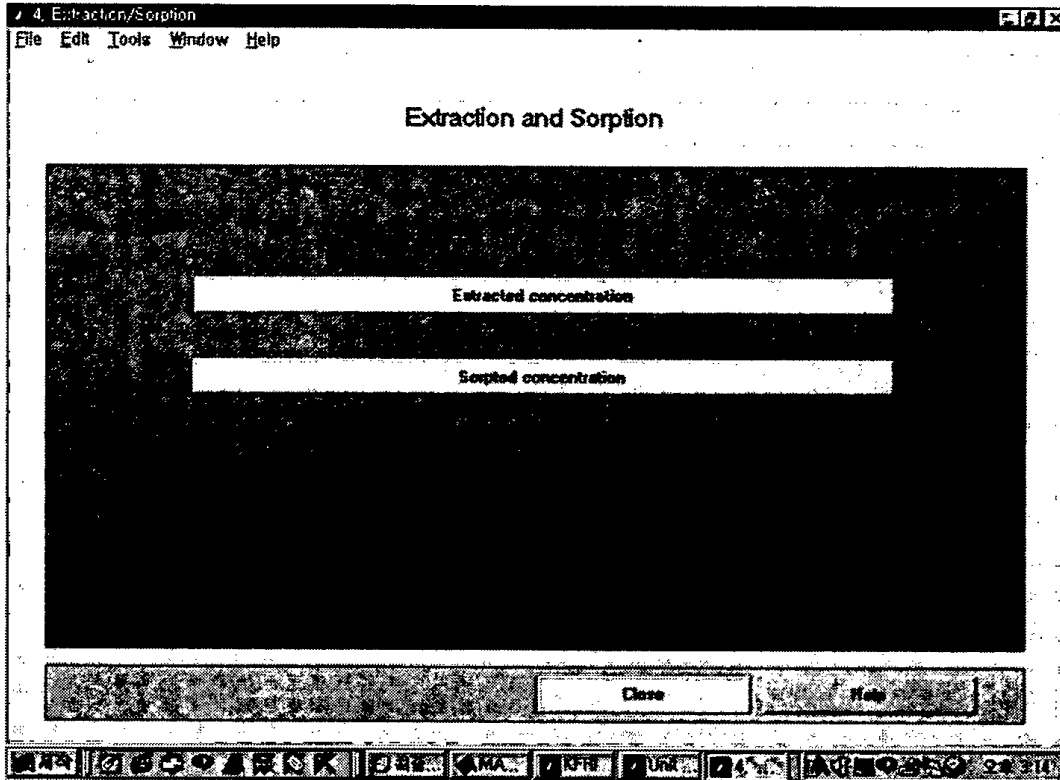
- Steam (kJ/kg): 2713.5
- Condensate (kJ/kg): 313.93
- Vapor (kJ/kg): 2635.8

출력 결과

- Steam requirement (kg/hr):  $1.467 \times 10^4$
- Steam economy: 0.8864

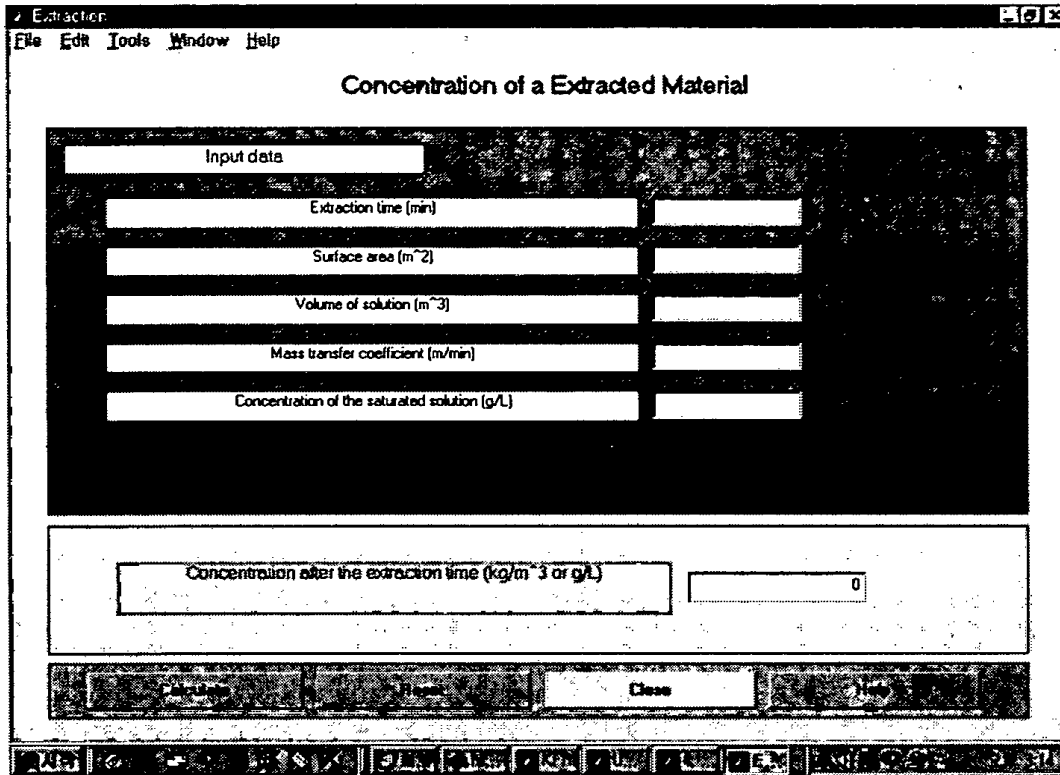
## 7) 추출/흡수

이 창에서는 추출된 물질의 농도, 흡수된 물질의 농도를 산출하는 하위 창을 열 수 있다.



<그림 12> 추출/흡수 공정 분석을 위한 창

<그림 13>은 추출된 물질의 농도를 산출하는 창이다. 입력자료로 추출시간, 물질의 표면적, 용액의 부피, 물질전달계수, 포화된 용액의 농도가 요구되며, 주어진 추출시간 후의 추출물의 농도를 산출한다.



<그림 13> 추출된 물질의 농도를 산출하는 창

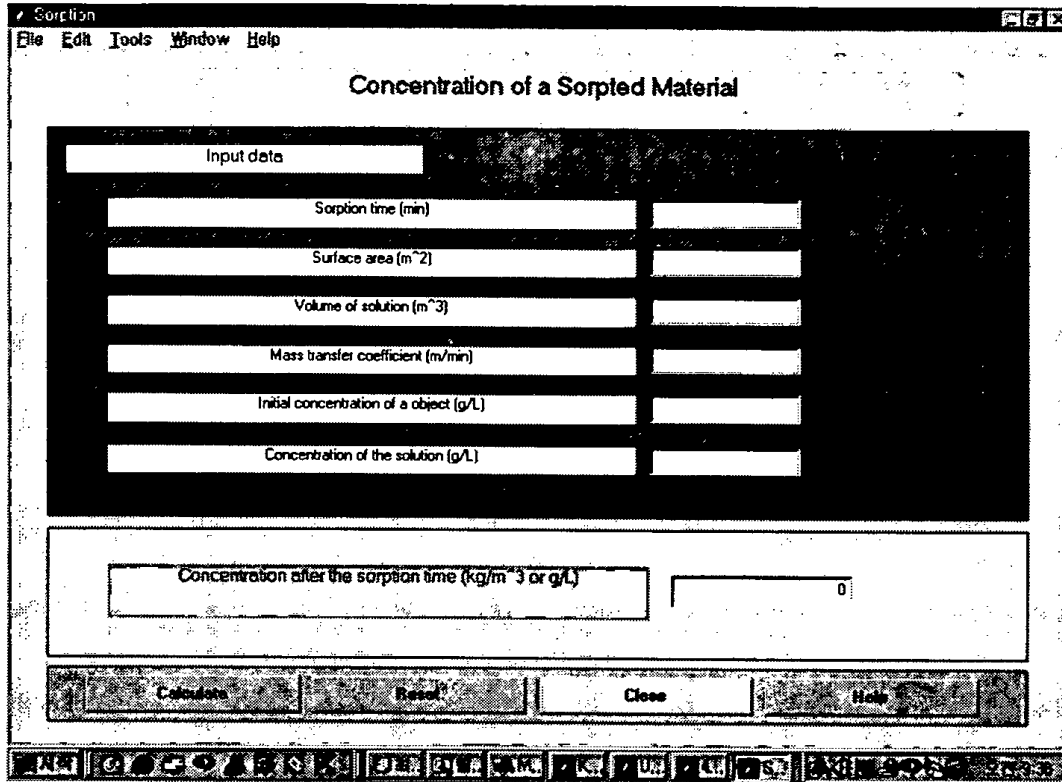
입력 자료

- Extraction time (min): 30
- Surface area (m<sup>2</sup>): 0.1
- Volume of solution (m<sup>3</sup>): 1
- Mass transfer coefficient (m/min): 0.05
- Concentration of the saturated solution (g/L): 30

출력 결과

- Concentration after the extraction time (kg/m<sup>3</sup> or g/L): 4.179

<그림 14>는 흡수된 물질의 농도를 산출하는 창이다. 입력자료로 흡수시간, 물질의 표면적, 용액의 부피, 물질전달계수, 흡수물의 초기농도, 용액의 농도가 요구되며, 주어진 흡수시간 후 흡수된 물질의 농도를 산출한다.



<그림 14> 흡수된 물질의 농도를 산출하는 창

입력 자료

- Sorption time (min): 20
- Surface area (m<sup>2</sup>): 0.1
- Volume of solution (m<sup>3</sup>): 1
- Mass transfer coefficient (m/min): 0.05
- Initial concentration of a object (g/L): 0
- Concentration of the solution (g/L): 30

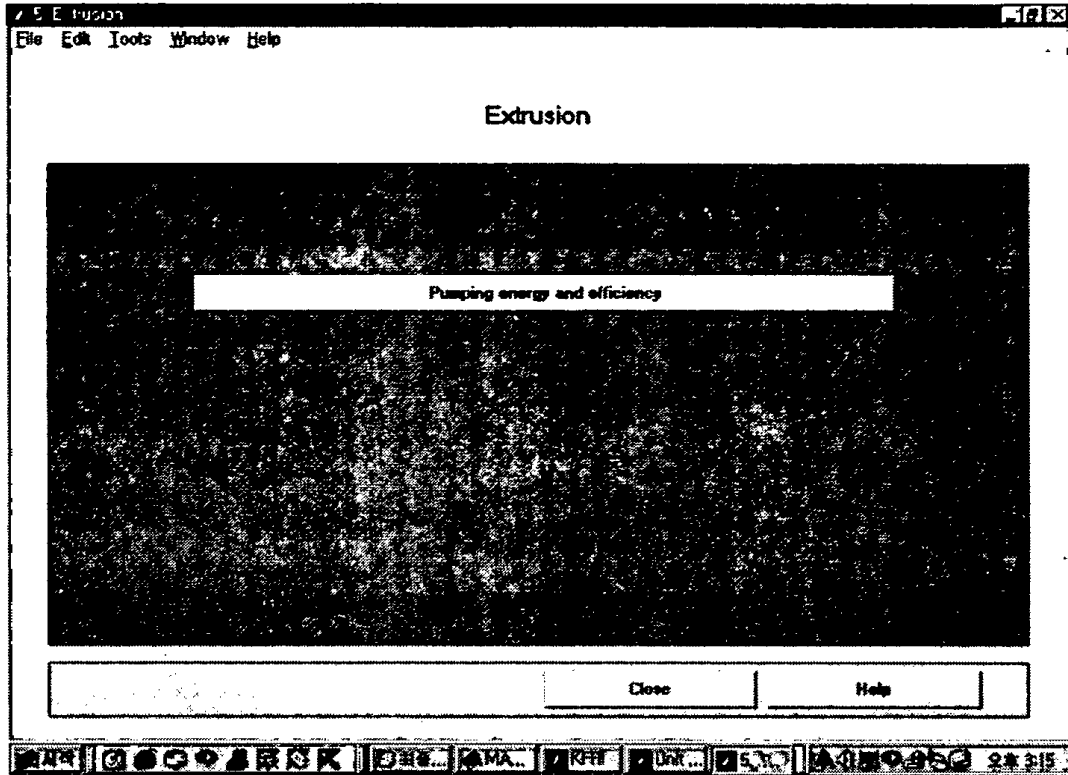
출력 결과

- Concentration after the sorption time (kg/m<sup>3</sup> or g/L): 2.855

8) 압출

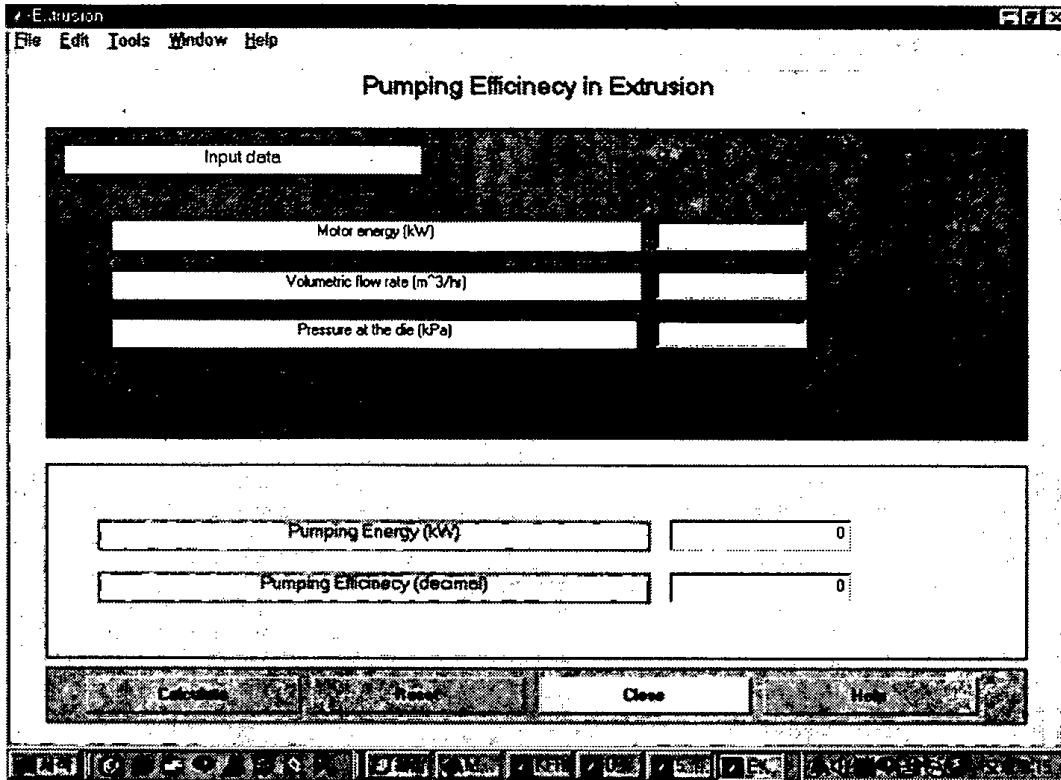
이 창에서는 압출 공정에서의 펌핑 에너지와 효율을 산출하는 하위 창을 열 수 있다.





<그림 15> 압출 공정 분석을 위한 창

<그림 16>은 압출 공정에서의 펌핑 에너지와 효율을 산출하는 창이다. 입력 자료로 모터 에너지, 원료공급률, 토출압력이 요구되며, 펌핑 에너지와 펌핑 효율을 산출한다.



<그림 16> 펌핑 에너지와 효율을 산출하는 창

입력 자료

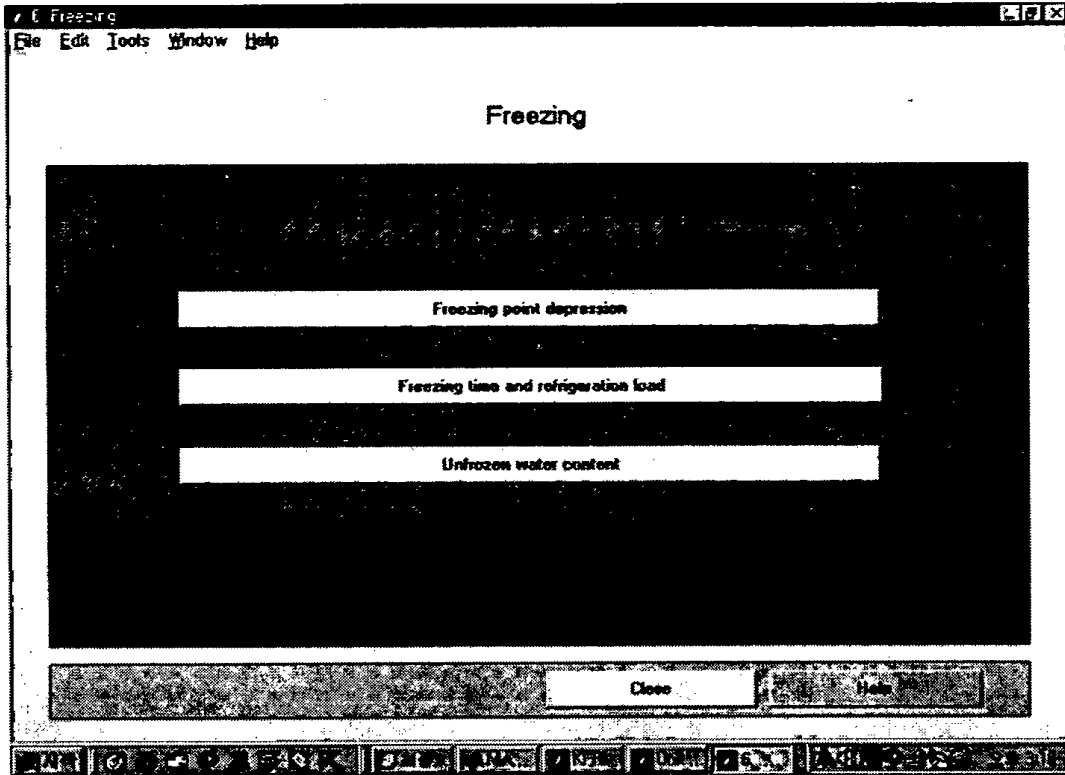
- Motor energy (kW): 2000
- Volumetric flow rate ( $\text{m}^3/\text{hr}$ ): 100
- Pressure at the die (kPa): 10000

출력 결과

- Pumping energy (kW): 277.8
- Pumping efficiency (decimal): 0.1389

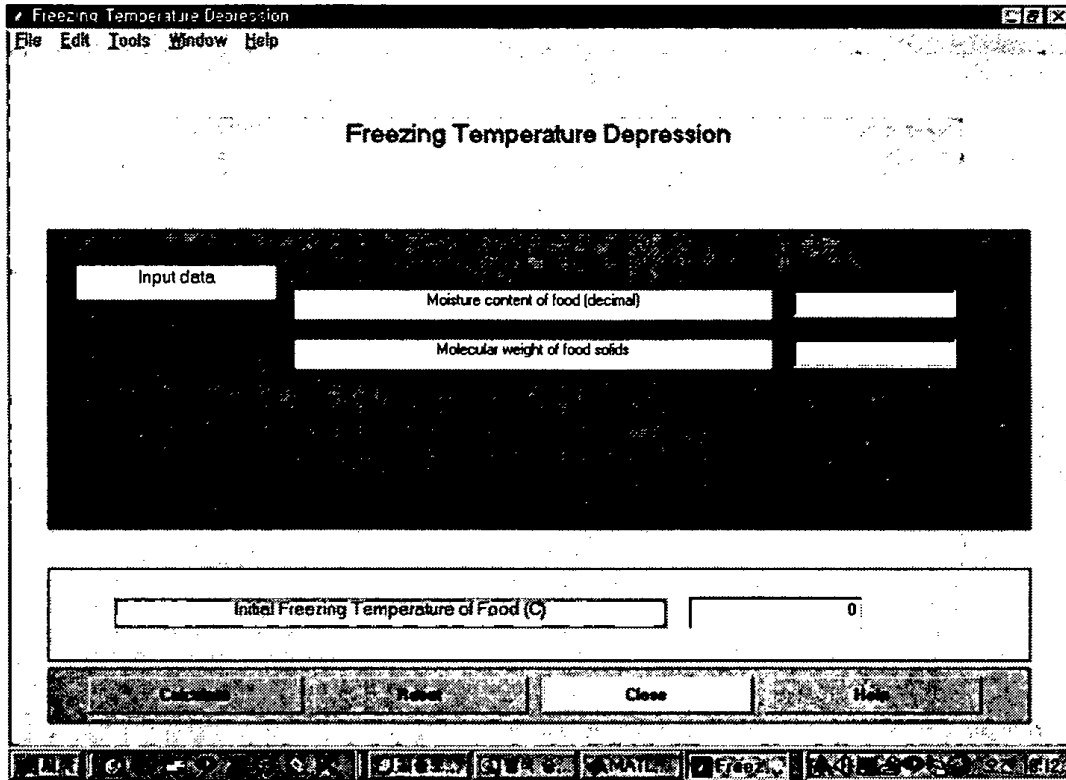
9) 냉동

이 창에서는 동결점강하, 동결시간, 냉동부하, 미동결수분함량을 산출하는 하위 창을 열 수 있다.



<그림 17> 냉동 공정 분석을 위한 창

<그림 18>은 빙점강하를 산출하는 창이다. 입력자료로 식품이 수분함량, 고형물의 평균 분자량이 요구되며, 식품의 최초 동결온도가 산출된다.



<그림 18> 식품의 최초동결온도 분석을 위한 창

입력 자료

- Moisture content of food (decimal): 0.85
- Molecular weight of food solids: 180

출력 결과

- Initial freezing temperature of food (°C): -1.794

<그림 19>는 동결소요시간 및 냉동부하 산출을 위한 창이다. 입력자료로 식품의 무게, 두께, 수분함량, 밀도, 초기온도, 동결목표온도, 최초동결온도, 열전도도, 동결작업온도, 대류열전달계수, Palnk 방정식의 상수 P 및 R이 요구되며, 동결소요시간과 냉동부하가 산출된다.

Freezing Time & Refrigeration Load

File Edit Tools Window Help

### Freezing Time & Refrigeration Load

For food			
Mass (kg)		Initial temperature (C)	
Thickness or diameter (m)		Desired temperature (C)	
Moisture content (decimal)		Initial freezing temp (C)	
Density (kg/m <sup>3</sup> )		Thermal conductivity (W/mC)	
For freezing system			
Medium temperature (C)			
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> C)			
In the Plank equation			
Constant P		Constant R	

Freezing Time (min)	0
Refrigeration Load (kJ/min)	0

Close

<그림 19> 동결소요시간 및 냉동부하 산출을 위한 창

□ 입력 자료

For food

- Mass (kg): 600
- Thickness or diameter (m): 0.05
- Moisture content (decimal): 0.745
- Density (kg/m<sup>3</sup>): 950
- Initial temperature (°C): 15
- Desired temperature (°C): -20
- Initial freezing temperature (°C): -2
- Thermal conductivity (W/m°C): 1

For freezing system

- Medium temperature (°C): -30
- Convective heat transfer coefficient (W/m<sup>2</sup>°C): 30

In the Plank equation

- Constant P: 0.5
- Constant R: 0.125

□ 출력 결과

- Freezing time (min): 249.6
- Refrigeration load (kJ/min): 926

<그림 20>은 미동결수분함량, 미동결수분함량/초기수분함량의 비를 산출하는 창이다. 입력자료로 식품의 수분함량, 최초동결온도, 동결작업온도가 요구되며, 미동결수분함량과 미동결수분함량/초기수분함량의 비가 산출된다.

Unfrozen Water Content

File Edit Tools Window Help

Unfrozen Water Content

Input data

Moisture content of food (decimal)

Initial freezing temperature of food (C)

Working temperature for freezing (C)

Unfrozen Water Content (%)

Unfrozen Water to Initial Water Content (%)

Calculate Reset Close Help

<그림 20> 미동결수분함량 산출을 위한 창

□ 입력 자료

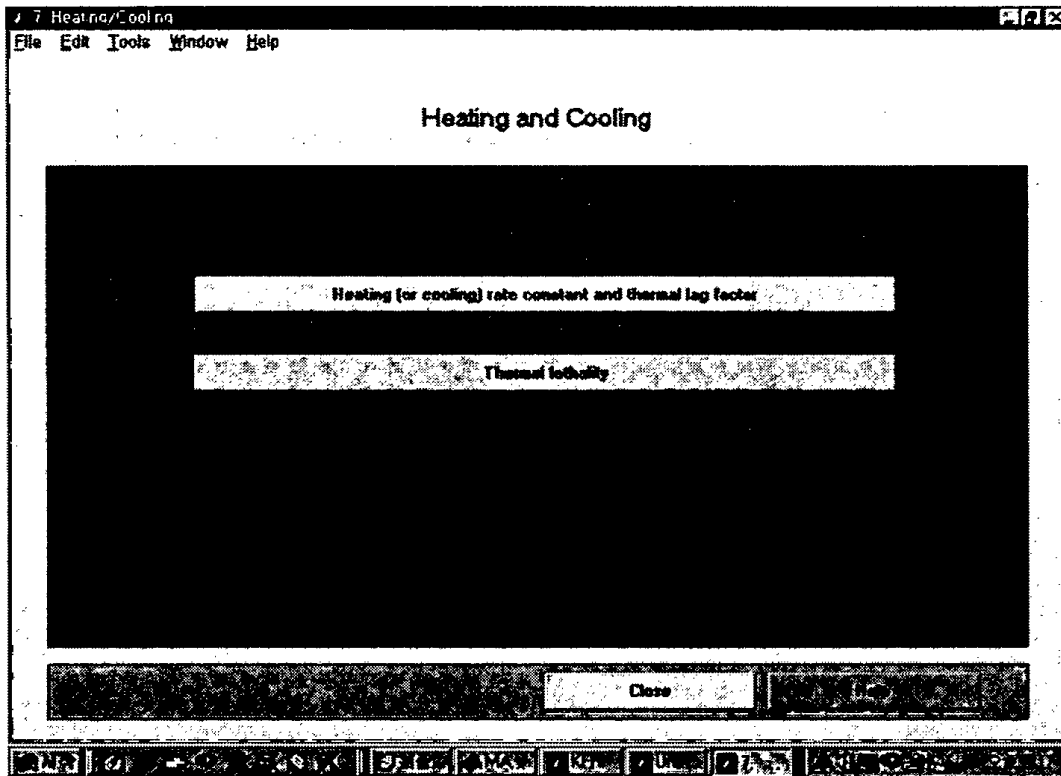
- Moisture content of food (decimal): 0.827
- Initial freezing temperature of food (°C): -1.22
- Working temperature for freezing (°C): -10

□ 출력 결과

- Unfrozen water content (%): 9.336
- Unfrozen water to initial water content (%): 11.29

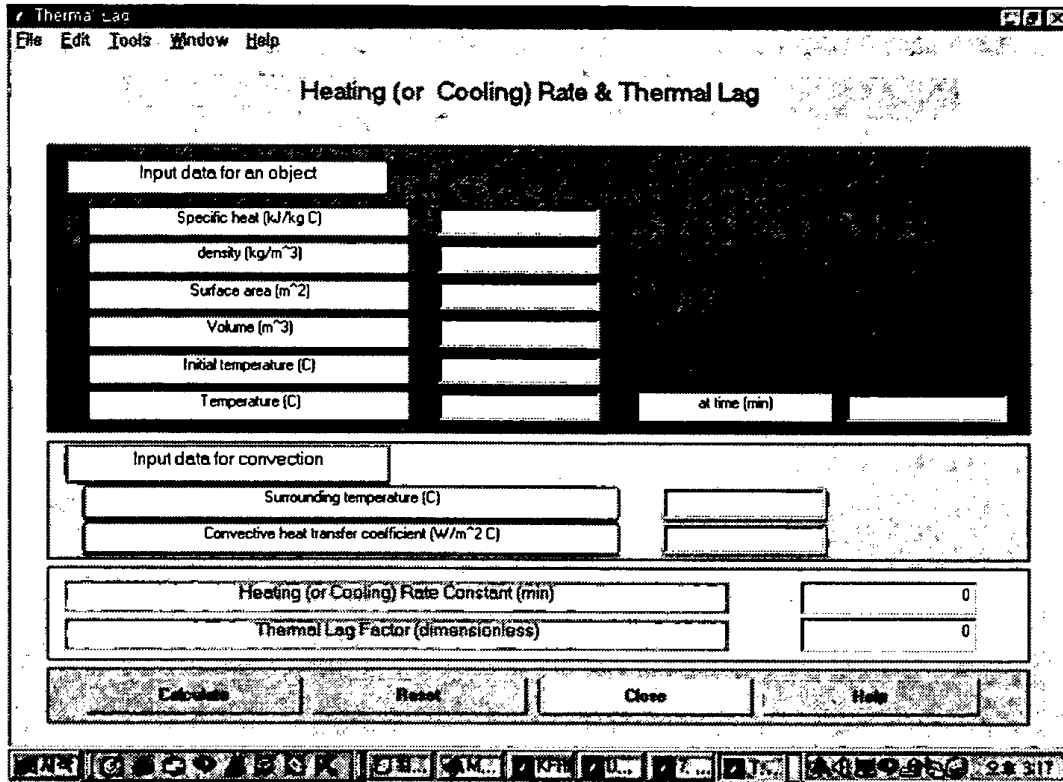
## 10) 가열/냉각

이 창에서는 가열(냉각)속도상수, 열지연인자 및 가열살균을 산출하는 하위 창을 열 수 있다.



<그림 21> 가열/냉각 공정 분석을 위한 창

<그림 22>는 가열(냉각)속도 및 열지연인자 산출을 위한 창이다. 입력자료로 물체의 비열, 밀도, 표면적, 부피, 초기온도, 일정시간 경과후의 온도, 주위 온도, 대류열전달계수가 요구되며, 가열(냉각)속도상수 및 열지연인자가 산출된다.



<그림 22> 가열(냉각)속도 및 열지연인자 산출을 위한 창

□ 입력 자료

For an object

- Specific heat (kJ/kg °C): 1.37
- Density (kg/m<sup>3</sup>): 950
- Surface area (m<sup>2</sup>): 0.0271
- Volume (m<sup>3</sup>): 0.000332
- Initial temperature (°C): 15
- Temperature (°C): 35                      at time (min): 10

For convection

- Surrounding temperature (°C): 75
- Convective heat transfer coefficient (W/m<sup>2</sup>°C): 30

□ 출력 결과

- Heating (or Cooling) rate constant (min): 20.4
- Thermal lag factor (dimensionless): 2.06



<그림 23>은 가열살균 분석을 위한 창이다. 입력자료로 기준온도, 레토르트 온도, 식품의 초기온도, D값, z값, 초기미생물수, 목표미생물수, 가열속도상수, 가열지연인자, 냉각지연인자, come-up 시간이 요구되며, 가열시간 및 총소요시간이 산출된다.

Input data		
Reference temperature (C)		
Retort temperature (C)		
Initial food temperature (C)		
D value at reference temperature (min)		
z value (C)		
Initial load of microorganisms		
Desired final load of microorganisms		
Heating rate constant (min)		
Heating lag factor		
Cooling lag factor		
Come-up time (min)		

Operator Time (min)	0
Total Required Time (min)	0

Buttons: Calculate, Print, Close, Help

<그림 23> 가열살균 분석을 위한 창

□ 입력 자료

- Reference temp(°C): 121
- Retort temp(°C): 115.6
- Initial food temp(°C): 37.8
- z value: 10
- D value at reference temp(min): 1.4
- Initial load of microorganisms:  $10^6$
- Desired final load of microorganisms: 1
- Heating rate constant(min): 25
- Heat lag factor: 2

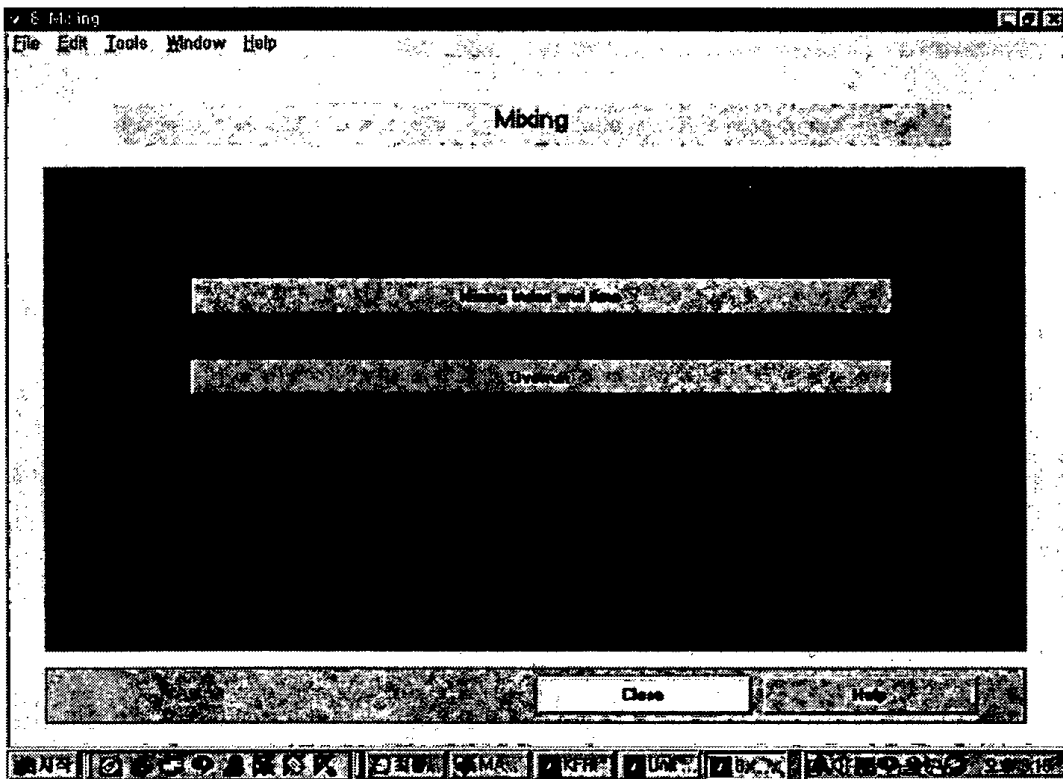
- Cooling lag factor: 1.4
- Come-up time(min): 12

출력 결과

- Operator time(min): 59.96
- Total required time(min):64.

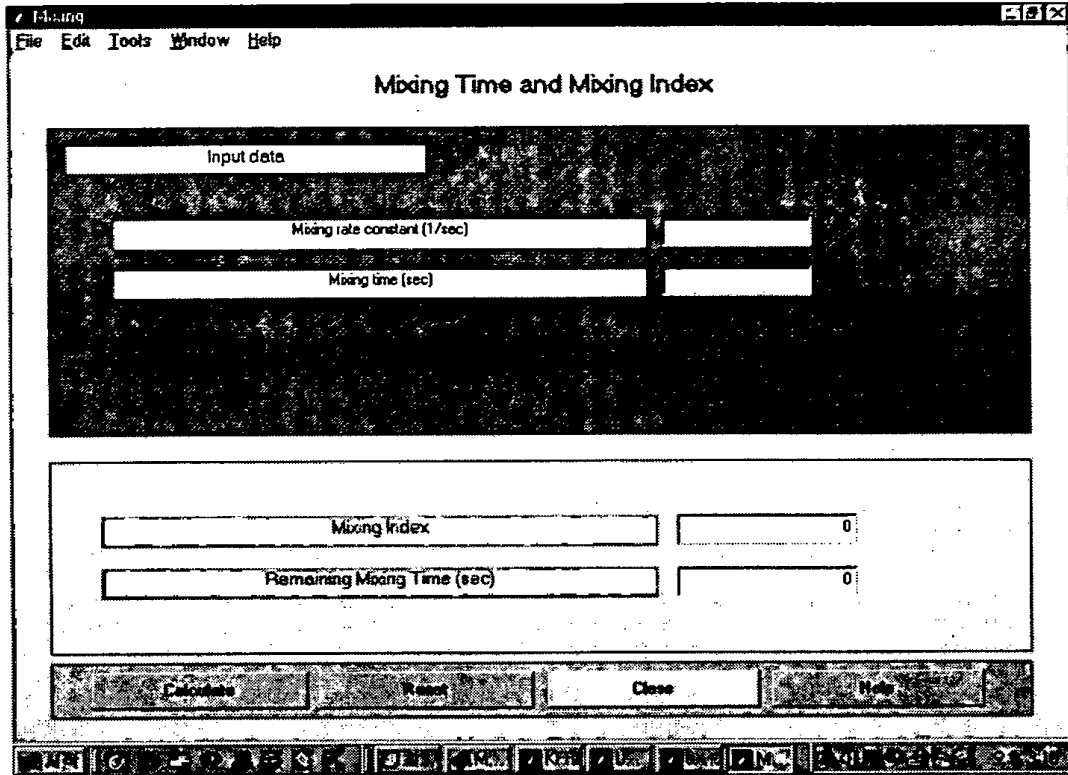
11) 혼합

이 창에서는 혼합지수, 혼합시간, 오버런을 산출하는 하위 창을 열 수 있다.



<그림 24> 혼합 공정 분석을 위한 창

<그림 25>는 혼합지수 및 잔여혼합시간 산출을 위한 창이다. 입력자료로 혼합속도상수, 혼합시간이 요구되며, 혼합지수 및 잔여혼합시간이 산출된다.



<그림 25> 혼합지수 및 잔여혼합시간 산출을 위한 창

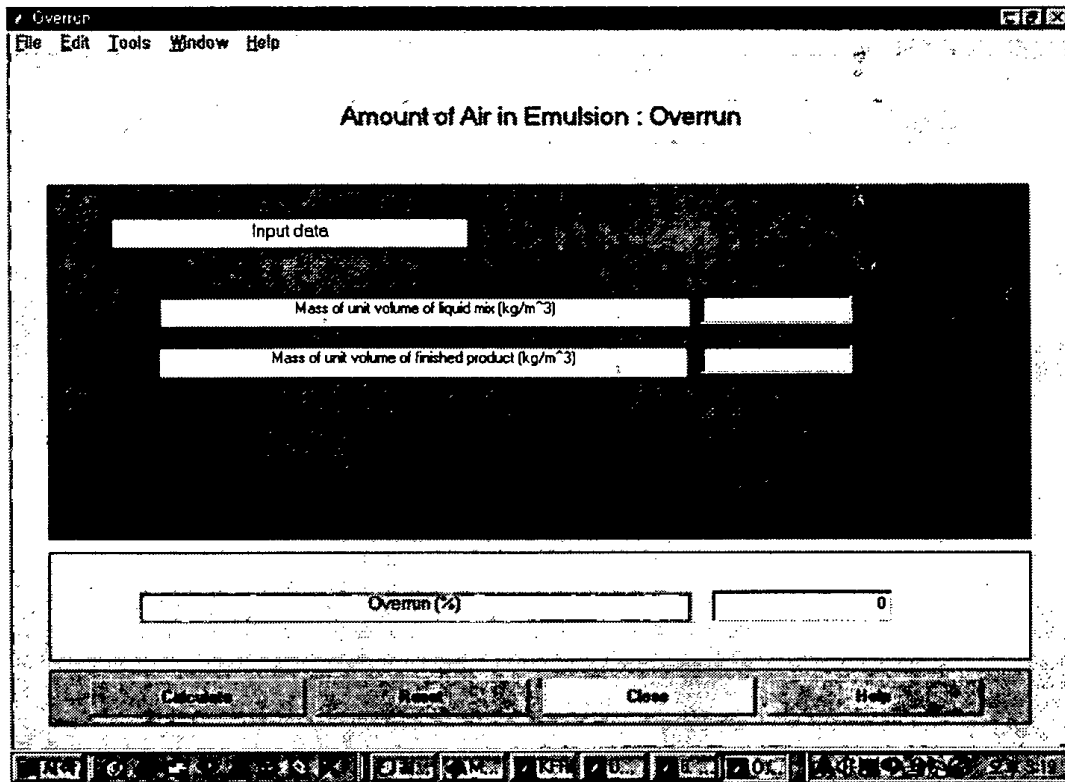
입력 자료

- Mixing rate constant (1/sec): 0.0057
- Mixing time (sec): 600

출력 결과

- Mixing index: 0.03271
- Remaining mixing time: 207.9

<그림 26>은 오버런 산출을 위한 창이다. 입력자료로 액상 혼합물의 단위 부피당 질량, 완제품의 단위 부피당 질량이 요구되며, overrun이 산출된다.



<그림 26> 오버런 산출을 위한 창

입력 자료

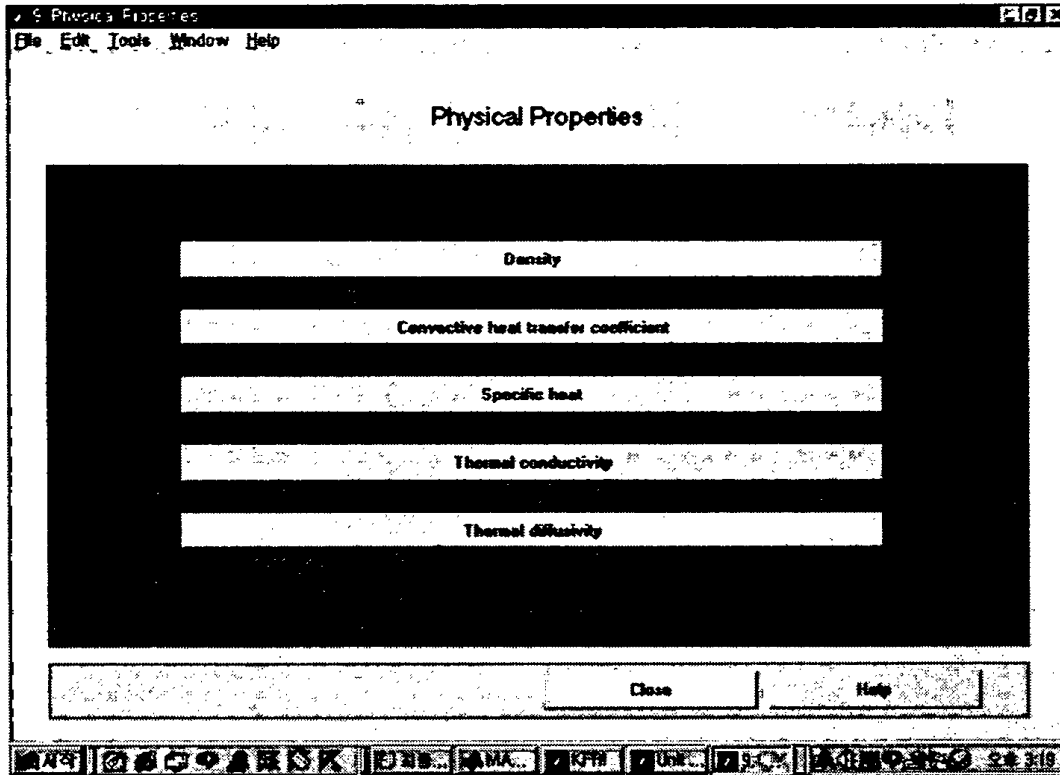
- Mass of unit volume of liquid mix ( $\text{kg/m}^3$ ): 950
- Mass of unit volume of finished product ( $\text{kg/m}^3$ ): 550

출력 결과

- Overrun: 72.73

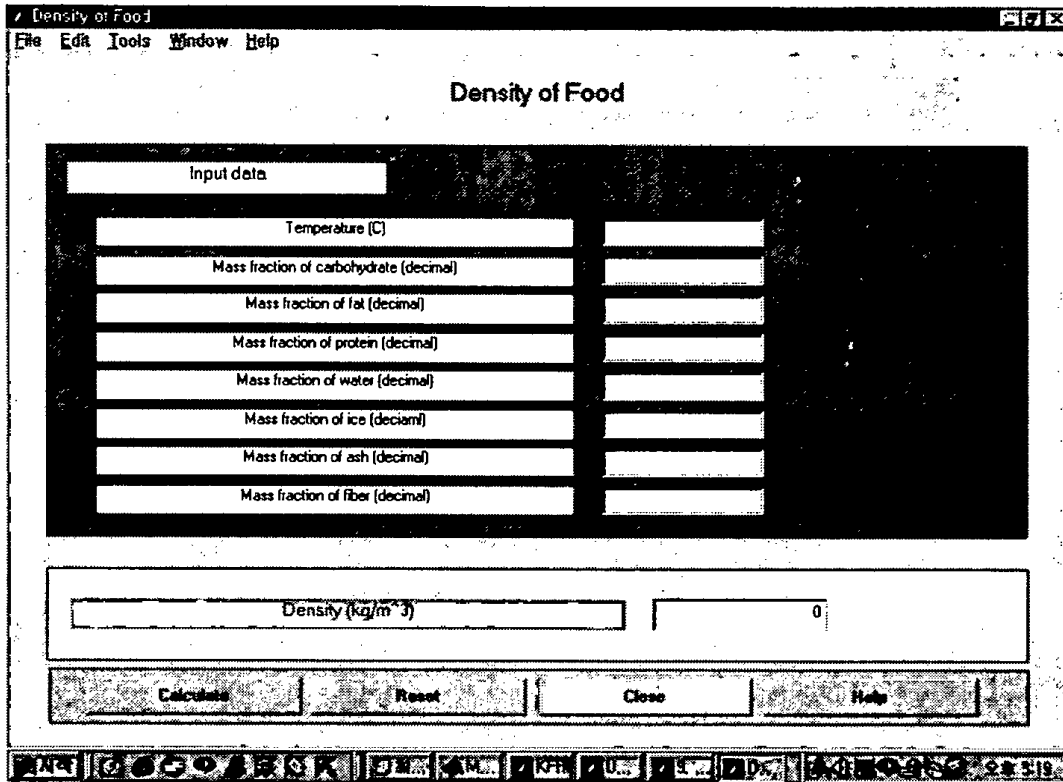
12) 물성

이 창에서는 식품의 밀도, 대류열전달계수, 비열, 열전도도, 열확산도를 산출하는 하위 창을 열 수 있다.



<그림 27> 공정 분석과 관련된 물성의 추정을 위한 창

<그림 28>은 식품의 밀도 산출을 위한 창이다. 입력자료로 식품의 온도, 탄수화물 구성비, 지질 구성비, 단백질 구성비, 수분 구성비, 얼음 구성비, 회분 구성비, 섬유질 구성비가 요구되며, 식품의 밀도가 산출된다.



<그림 28> 식품의 밀도 산출을 위한 창

□ 입력 자료

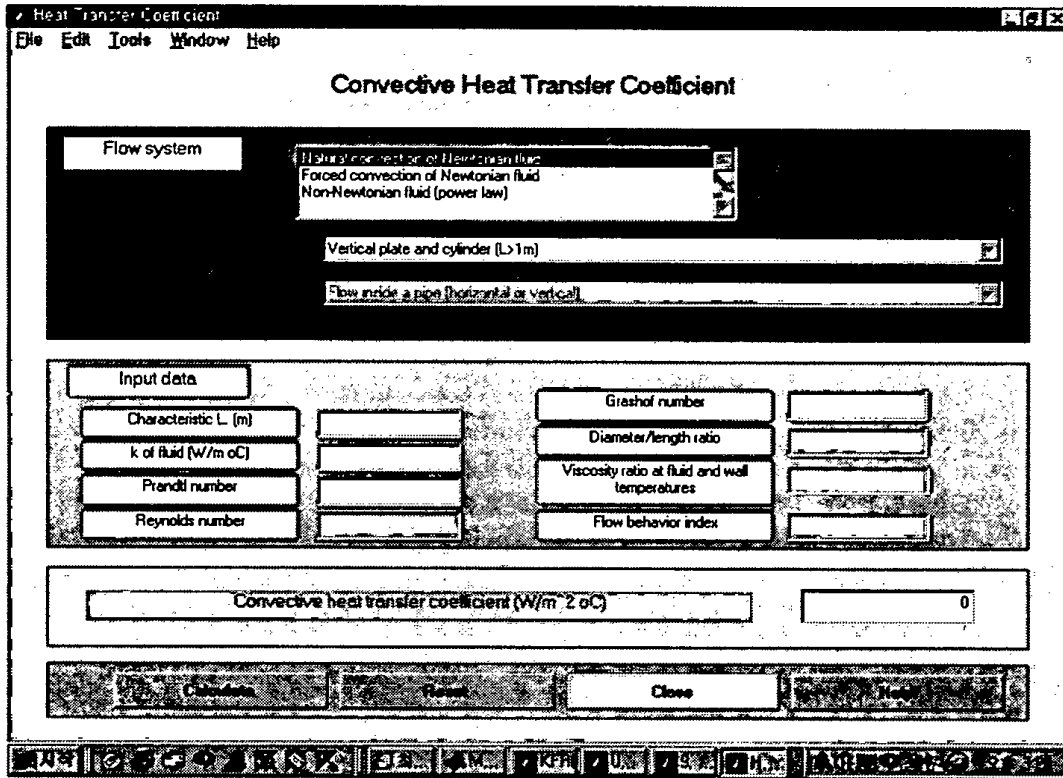
- Temperature (°C): 15
- Mass fraction of carbohydrate (decimal): 0.1
- Mass fraction of fat (decimal): 0.05
- Mass fraction of protein (decimal): 0.05
- Mass fraction of water (decimal): 0.72
- Mass fraction of ice (decimal): 0
- Mass fraction of ash (decimal): 0.03
- Mass fraction of fiber (decimal): 0.05

□ 출력 결과

- Density (kg/m<sup>3</sup>): 1077

<그림 29>은 대류열전달계수 추정을 위한 창이다. 뉴턴 유체의 자연대류, 강제대류, 비뉴턴 유체에 대한 여러 가지 시스템 상황에서의 대류열전달계수를 추정할 수 있다. 입력자료로 특성길이, 유체의 열전도도, Prand시 수, Reynolds

수, Grashof 수, 직경/길이 비, 유체 온도와 벽 온도에서의 점성 비, 유동지수가 요구되는데 유체 시스템의 종류에 따라 입력 창은 선택적으로 활성화된다. 이에 따라 대류열전달계수가 산출된다.



<그림 29> 대류열전달계수 추정을 위한 창

입력 자료

For flow system:

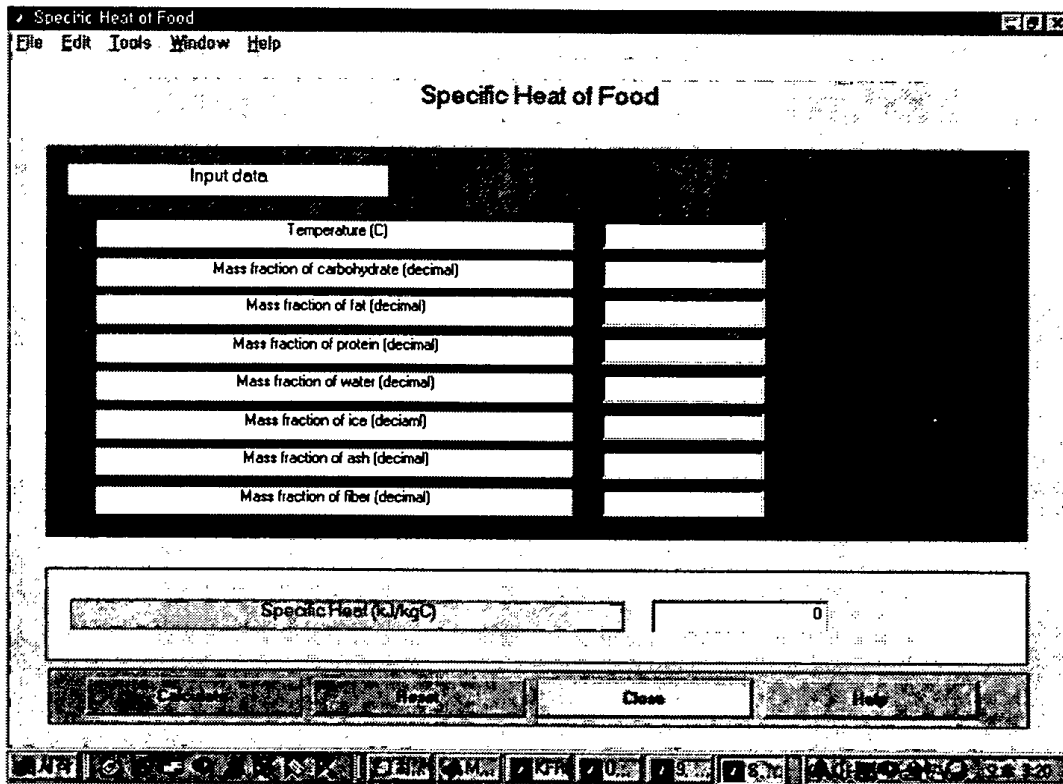
Forced convection of Newtonian fluid 및 Flow past a sphere를 선택하면 다음의 입력창이 활성화됨.

- Characteristic length (m): 0.1
- Thermal conductivity of fluid (W/m°C): 0.63
- Prandtl number: 20
- Reynolds number: 2500

출력 결과

- Convective heat transfer coefficient (W/m<sup>2</sup>°C): 740

<그림 30>은 식품의 비열 추정을 위한 창이다. 입력자료로 식품의 온도, 탄수화물 구성비, 지질 구성비, 단백질 구성비, 수분 구성비, 얼음 구성비, 회분 구성비, 섬유질 구성비가 요구되며, 식품의 비열이 산출된다.



<그림 30> 식품의 비열 추정을 위한 창

입력 자료

- Temperature (°C): 15
- Mass fraction of carbohydrate (decimal): 0.1
- Mass fraction of fat (decimal): 0.05
- Mass fraction of protein (decimal): 0.05
- Mass fraction of water (decimal): 0.72
- Mass fraction of ice (decimal): 0
- Mass fraction of ash (decimal): 0.03
- Mass fraction of fiber (decimal): 0.05

출력 결과

- Specific heat (kJ/kg °C): 3.493



<그림 31>은 식품의 열전도도 추정을 위한 창이다. 입력자료로 식품의 온도, 탄수화물 구성비, 지질 구성비, 단백질 구성비, 수분 구성비, 얼음 구성비, 회분 구성비, 섬유질 구성비가 요구되며, 식품의 열전도도가 산출된다.

<그림 31> 식품의 열전도도 추정을 위한 창

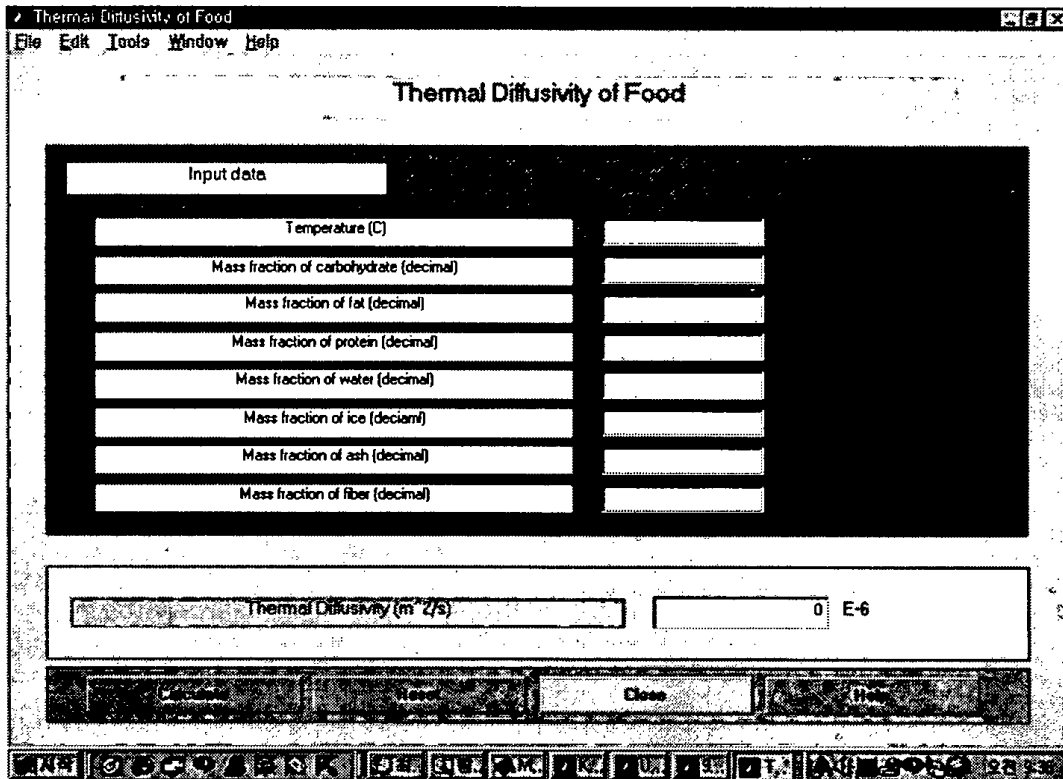
입력 자료

- Temperature (°C): 15
- Mass fraction of carbohydrate (decimal): 0.1
- Mass fraction of fat (decimal): 0.05
- Mass fraction of protein (decimal): 0.05
- Mass fraction of water (decimal): 0.72
- Mass fraction of ice (decimal): 0
- Mass fraction of ash (decimal): 0.03
- Mass fraction of fiber (decimal): 0.05

출력 결과

• Thermal conductivity ( $W/m^{\circ}C$ ): 0.4723

<그림 32>는 식품의 열확산도 추정을 위한 창이다. 입력자료로 식품의 온도, 탄수화물 구성비, 지질 구성비, 단백질 구성비, 수분 구성비, 얼음 구성비, 회분 구성비, 섬유질 구성비가 요구되며, 식품의 열확산도가 산출된다.



<그림 32> 식품의 열확산도 추정을 위한 창

□ 입력 자료

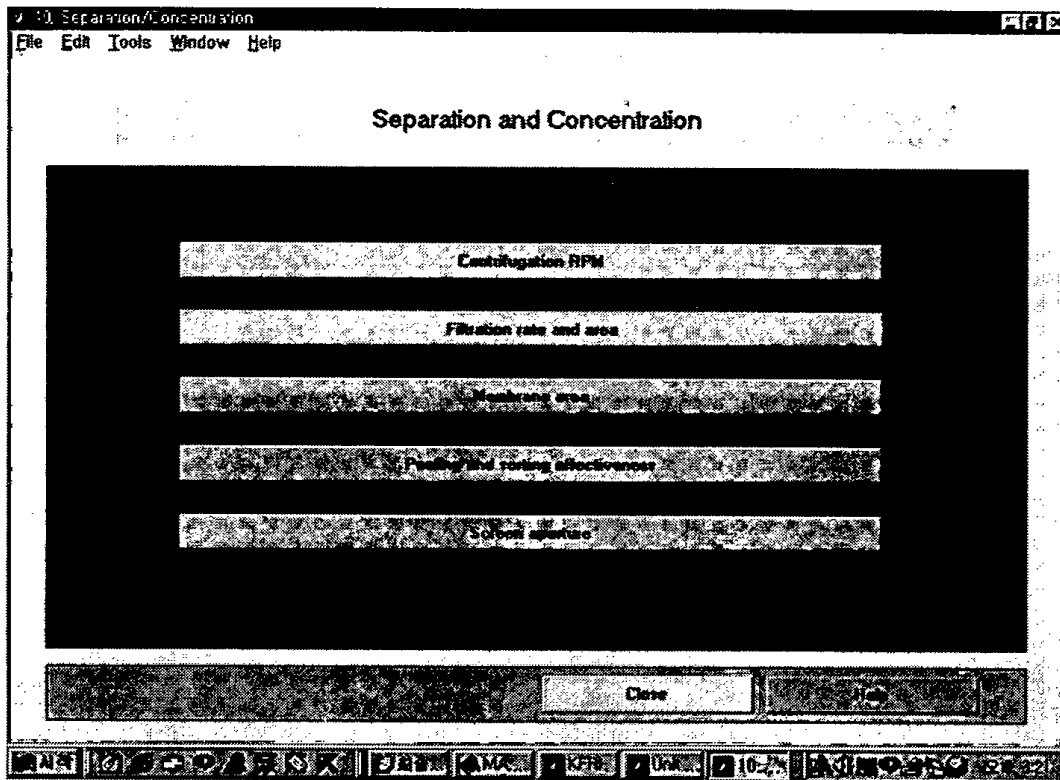
- Temperature ( $^{\circ}C$ ): 15
- Mass fraction of carbohydrate (decimal): 0.1
- Mass fraction of fat (decimal): 0.05
- Mass fraction of protein (decimal): 0.05
- Mass fraction of water (decimal): 0.72
- Mass fraction of ice (decimal): 0
- Mass fraction of ash (decimal): 0.03
- Mass fraction of fiber (decimal): 0.05

□ 출력 결과

• Thermal diffusivity (m<sup>2</sup>/s):  $0.1268 \times 10^{-6}$

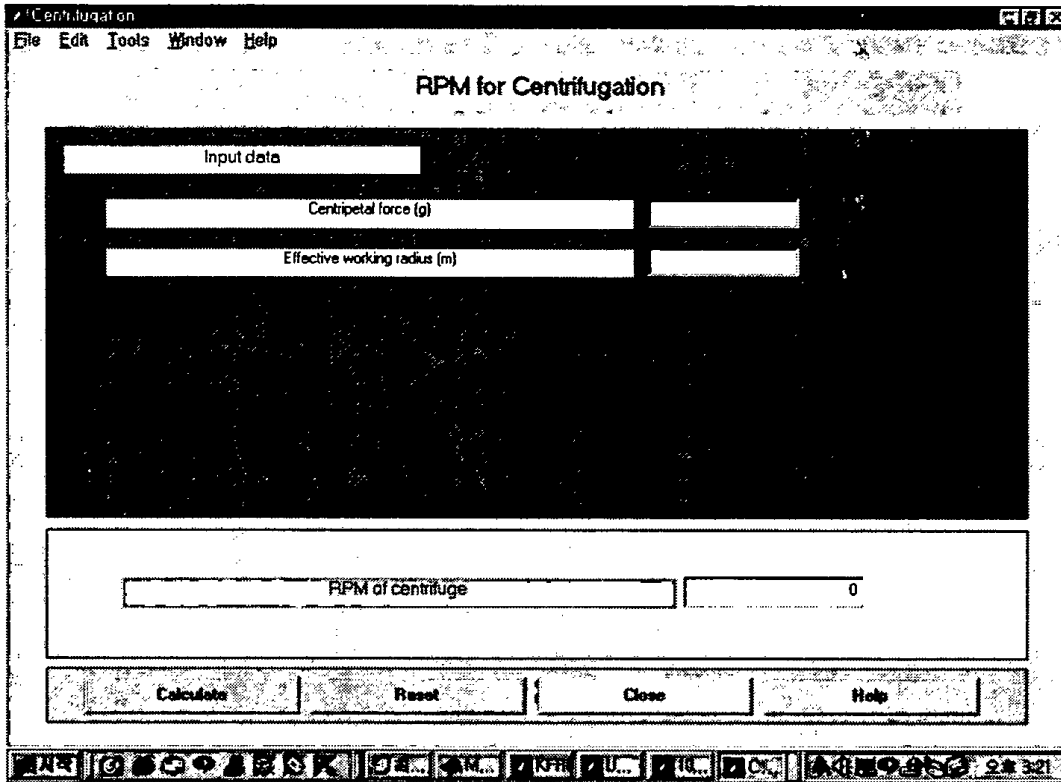
### 13) 분리/농축

이 창에서는 원심분리속도, 여과 속도 및 면적, 막분리 면적, 박피/선별 효율도, 선별스크린 눈의 크기를 산출하는 하위 창을 열 수 있다.



<그림 33> 분리/농축 공정 분석을 위한 창

<그림 34>는 원심분리 회전수 산출을 위한 창이다. 입력자료로 구심력, 유효작업반경이 요구되며, 원심분리 회전수가 산출된다.



<그림 34> 원심분리 회전수 산출을 위한 창

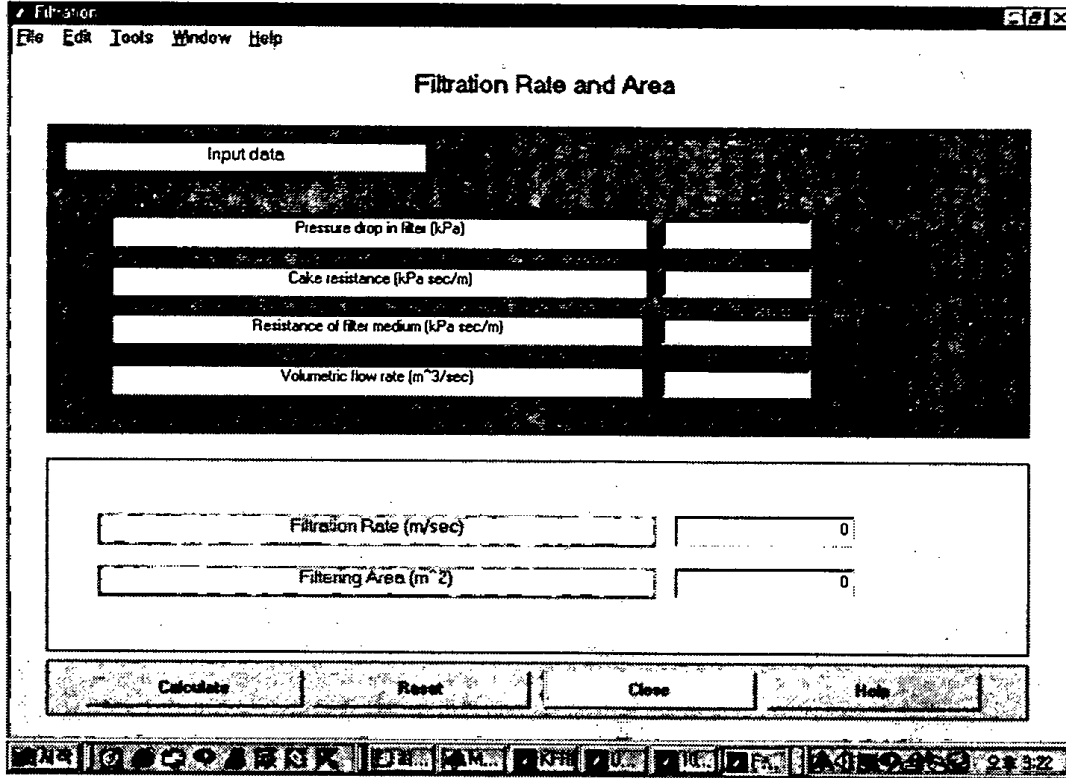
입력 자료

- Centripetal force (g): 5000
- Effective working radius (m): 0.5

출력 결과

- RPM of centrifuge: 2986

<그림 35>는 필터의 여과속도 및 면적 산출을 위한 창이다. 입력자료로 필터의 압력강하, 케이크 저항, 필터매체의 저항, 원료 공급률이 요구되며, 여과속도 및 여과 면적이 산출된다.



<그림 35> 필터의 여과속도 및 면적 산출을 위한 창

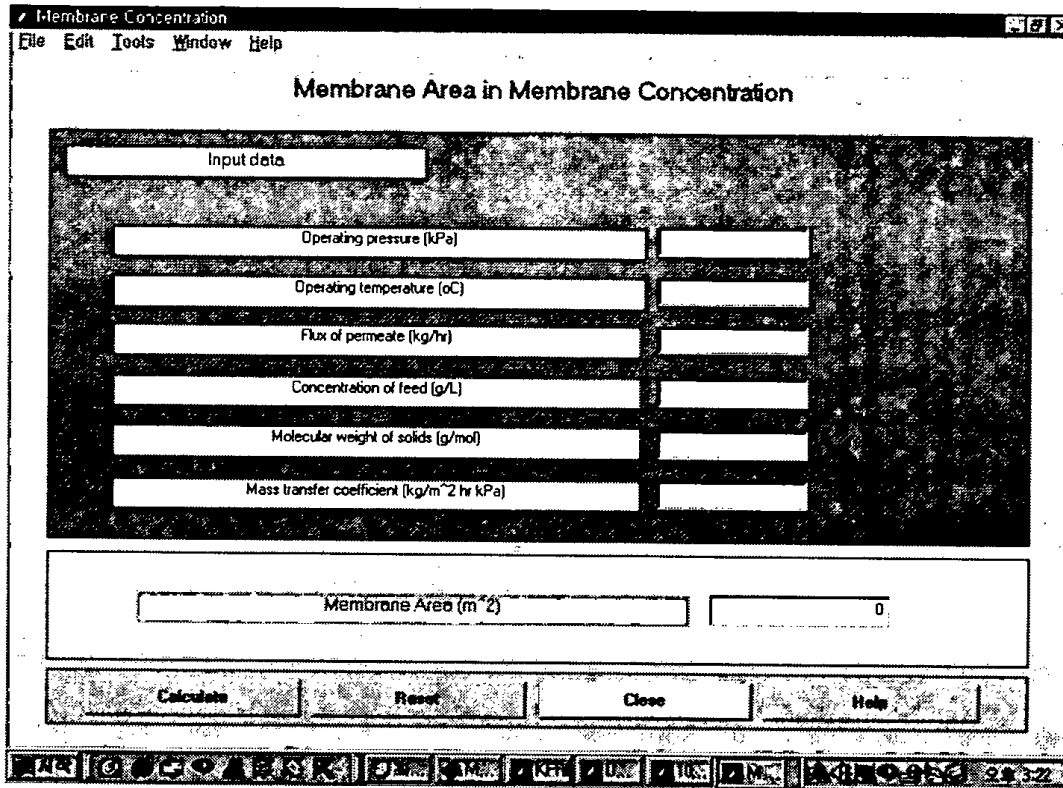
입력 자료

- Pressure drop in filter (kPa): 290
- Cake resistance (kPa sec/m): 180
- Resistance of filter medium (kPa sec/m): 400
- Volumetric flow rate ( $m^3/sec$ ): 0.02

출력 결과

- Filtration rate (m/sec): 0.5
- Filtering area ( $m^2$ ): 0.04

<그림 36>은 막분리 면적 산출을 위한 창이다. 입력자료로 작동압력, 작동 온도, 여액의 플럭스, 원료의 농도, 고형분의 분자량, 물질전달계수가 요구되며, 막분리 면적이 산출된다.



<그림 36> 막분리 면적 산출을 위한 창

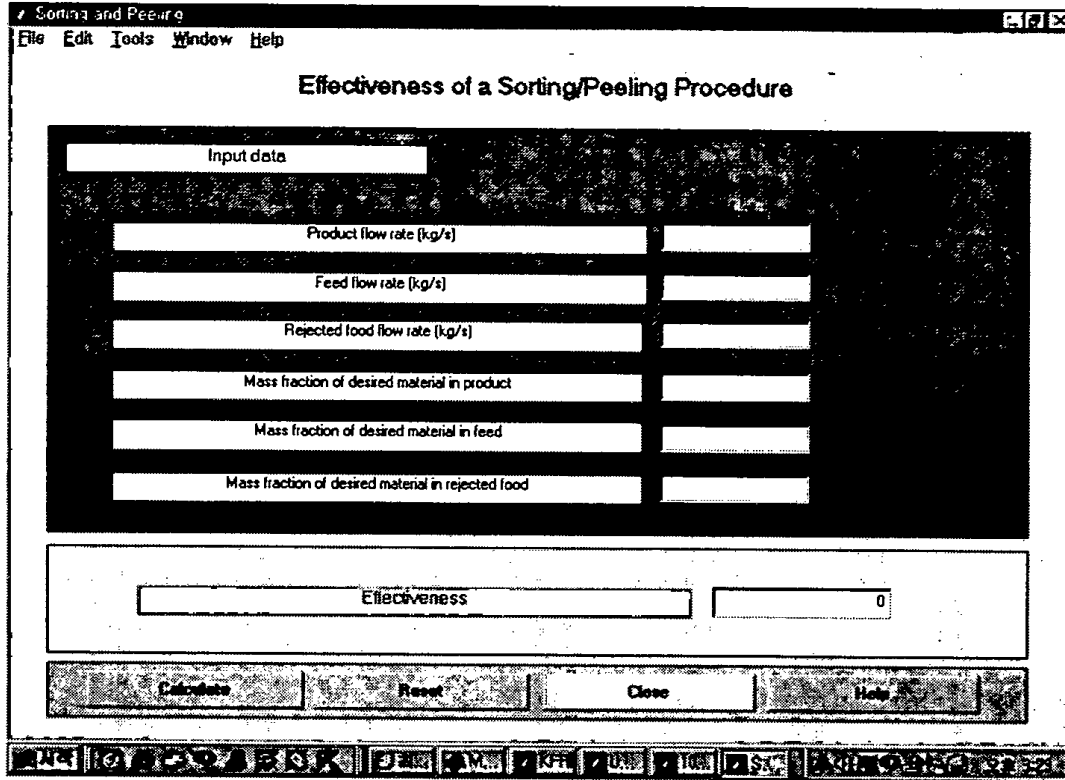
□ 입력 자료

- Operating pressure (kPa): 4000
- Operating temperature (°C): 35
- Flux of permeate (kg/hr): 625
- Concentration of feed (g/L): 90
- Molecular weight of solids (g/mol): 342
- Mass transfer coefficient (kg/m<sup>2</sup> hr kPa):  $6.3 \times 10^{-3}$

□ 출력 결과

- Membrane area (m<sup>2</sup>): 29.83

<그림 37>은 선별/박피 효율도 산출을 위한 창이다. 입력자료로 제품 배출률, 원료 공급률, 배제된 물질배출률, 제품에서의 목표 물질의 무게비, 원료에서의 목표 물질의 무게비, 배제된 물질에서의 목표 물질의 무게비가 요구되며, 효율도가 산출된다.



<그림 37> 선별/박피 효용도 산출을 위한 창

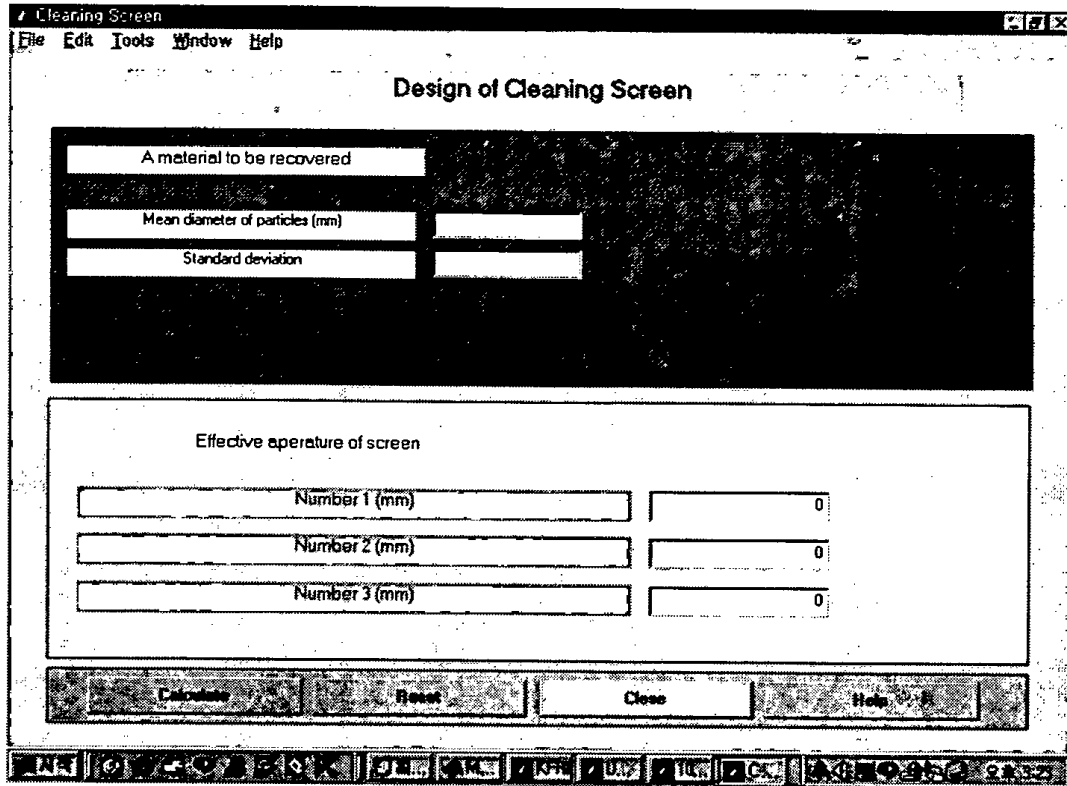
입력 자료

- Product flow rate (kg/s): 70
- Feed flow rate (kg/s): 100
- Rejected food flow rate (kg/s): 30
- Mass fraction of desired material in product: 0.9
- Mass fraction of desired material in feed: 0.7
- Mass fraction of desired material in rejected food: 0.2

출력 결과

- Effectiveness: 0.72

<그림 38>은 선별스크린 눈의 크기 결정을 위한 창이다. 입력자료로 입자의 평균 직경과 표준편차가 요구되며, 선별스크린 1번, 2번 및 3번의 눈의 크기가 산출된다.



<그림 38> 선별스크린 눈의 크기 결정을 위한 창

입력 자료

For a material to be recovered

- Mean diameter of particles (mm): 10
- Standard deviation : 2

출력 결과

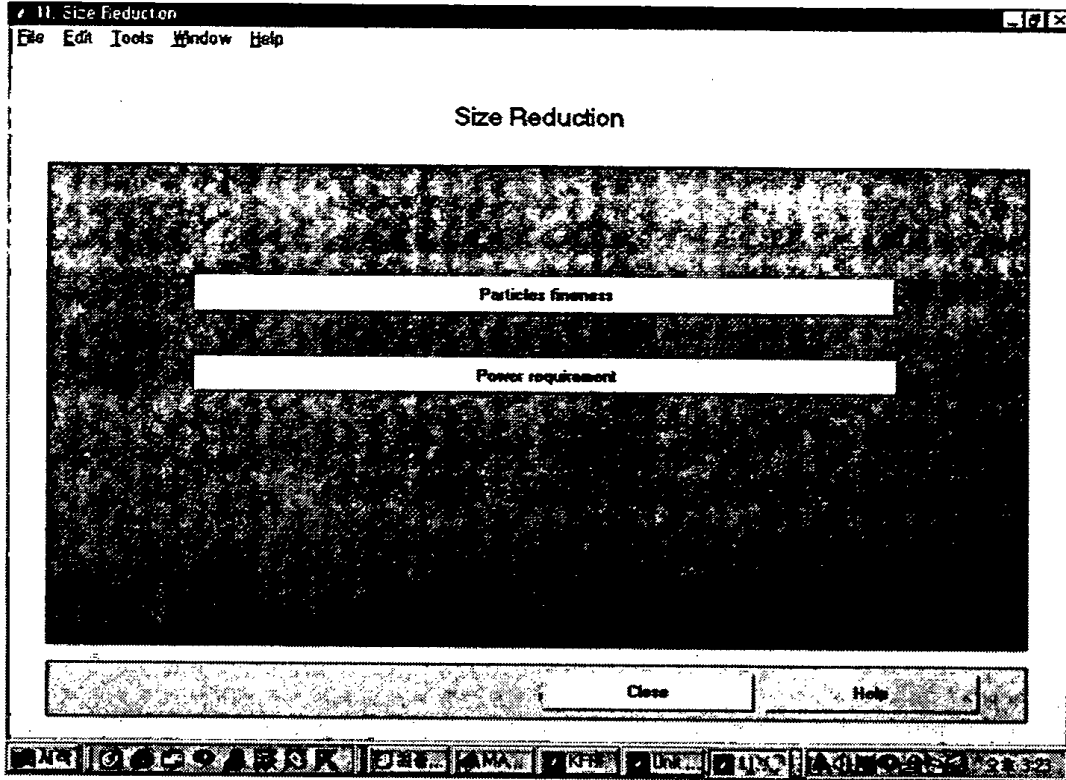
For effective aperture of screen

- Number 1 (mm): 16
- Number 2 (mm): 8
- Number 3 (mm): 6

14) 분쇄

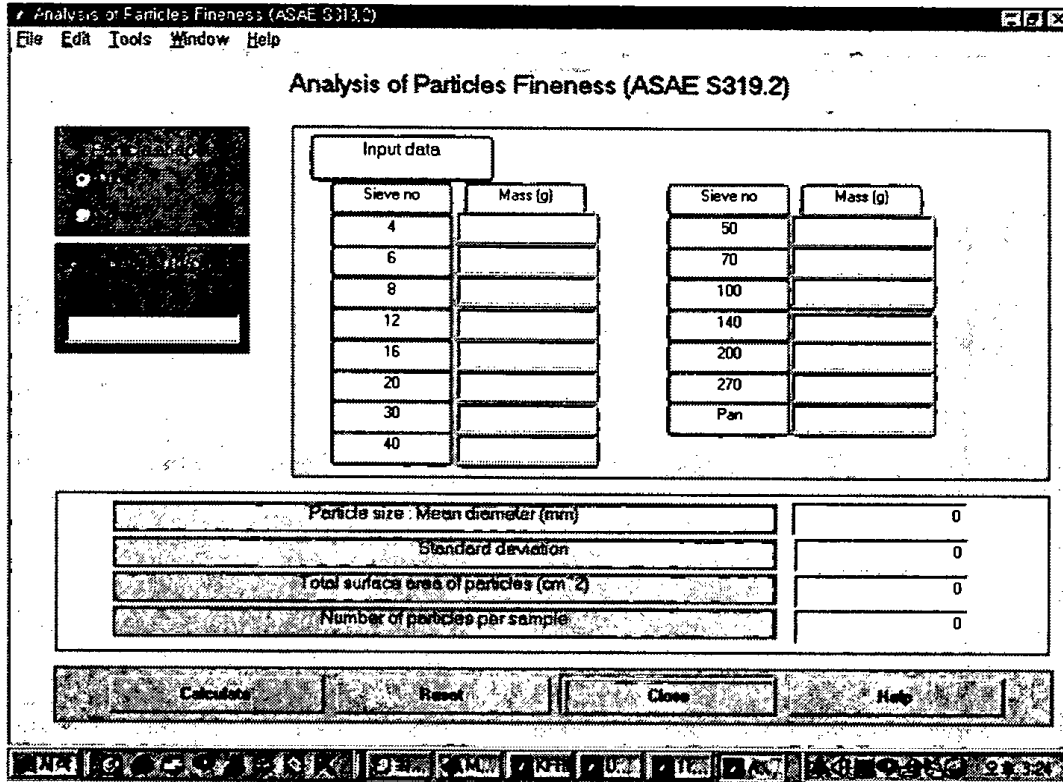
이 창에서는 입도분석 및 분쇄소요동력을 산출하는 하위 창을 열 수 있다.





<그림 39> 분쇄 공정 분석을 위한 창

<그림 40>은 분쇄물의 입도분석을 위한 창이다. 입력자료로 입자형상의 유형, 산물밀도, 표준체에서의 시료 무게가 요구되며, 입자의 평균 직경, 표준편차, 입자들의 총 표면적, 입자수가 산출된다.



<그림 40> 분쇄물의 입도분석을 위한 창

□ 입력 자료

For particle shape

- cube 또는 sphere 선택
- bulk density ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): 0.60

For mass in each sieve

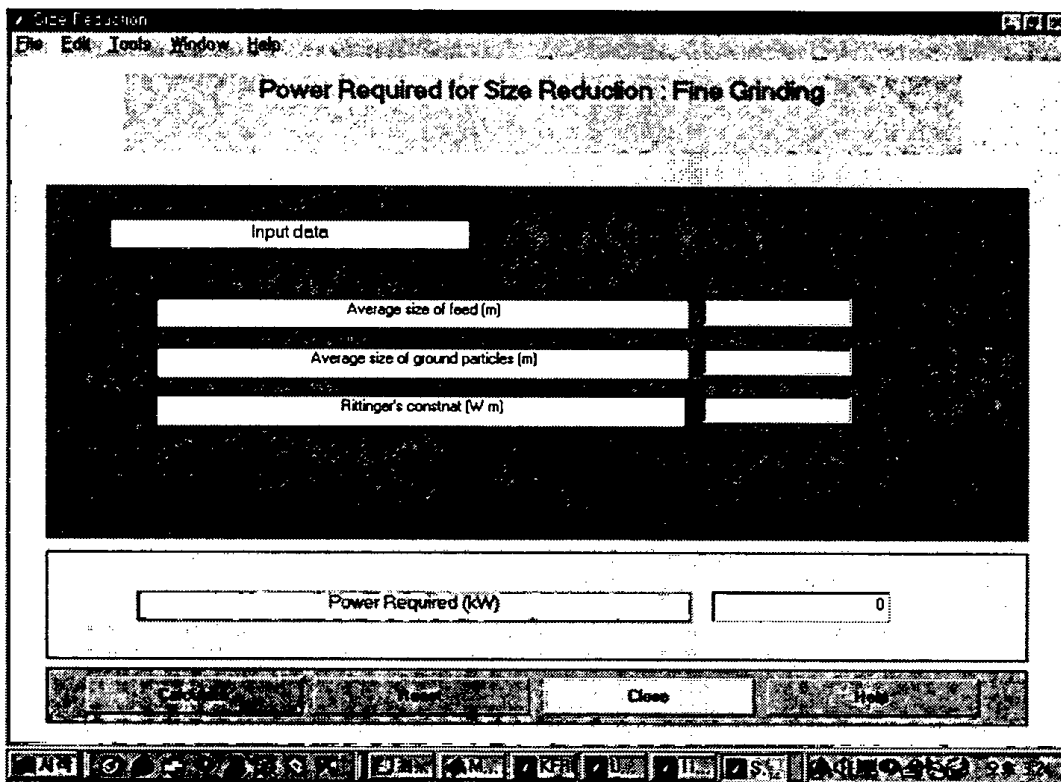
- No 4 (g): 0
- No 6 (g): 0
- No 8 (g): 4.0
- No 12 (g): 5.10
- No 16 (g): 19.60
- No 20 (g): 13.50
- No 30 (g): 18.80
- No 40 (g): 13.0
- No 50 (g): 11.60
- No 70 (g): 10.10

- No 100 (g): 6.60
- No 140 (g): 3.60
- No 200 (g): 10.40
- No 270 (g): 0
- Pan: 0

□ 출력 결과

- Particle size: mean diameter (mm): 0.541
- Particle size: standard deviation: 2.56
- Total surface area of particles (cm<sup>2</sup>):  $3.34 \times 10^3$
- Number of particles per sample:  $6.48 \times 10^4$

<그림 41>은 분쇄소요동력 산출을 위한 창이다. 식품의 미분쇄를 위해 소요되는 동력을 산출하기 위하여 입력자료로 원료의 평균직경, 분쇄물의 평균직경, Rittinger 상수가 요구된다. 이에 따라 분쇄소요동력이 산출된다.



<그림 41> 분쇄소요동력 산출을 위한 창

입력 자료

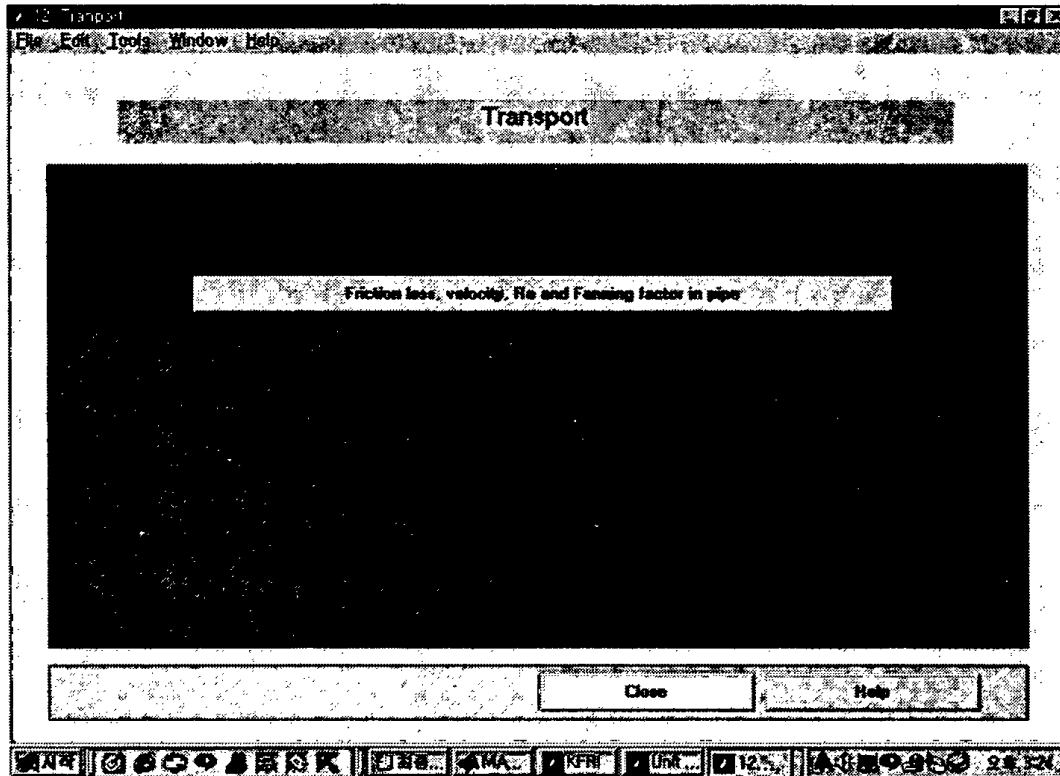
- Average size of feed (m):  $6 \times 10^{-3}$
- Average size of ground particles (m):  $0.0008 \times 10^{-3}$
- Rittinger's constant ( $W_m$ ): 0.0089

출력 결과

- Power required (kW): 11.12

15) 이송

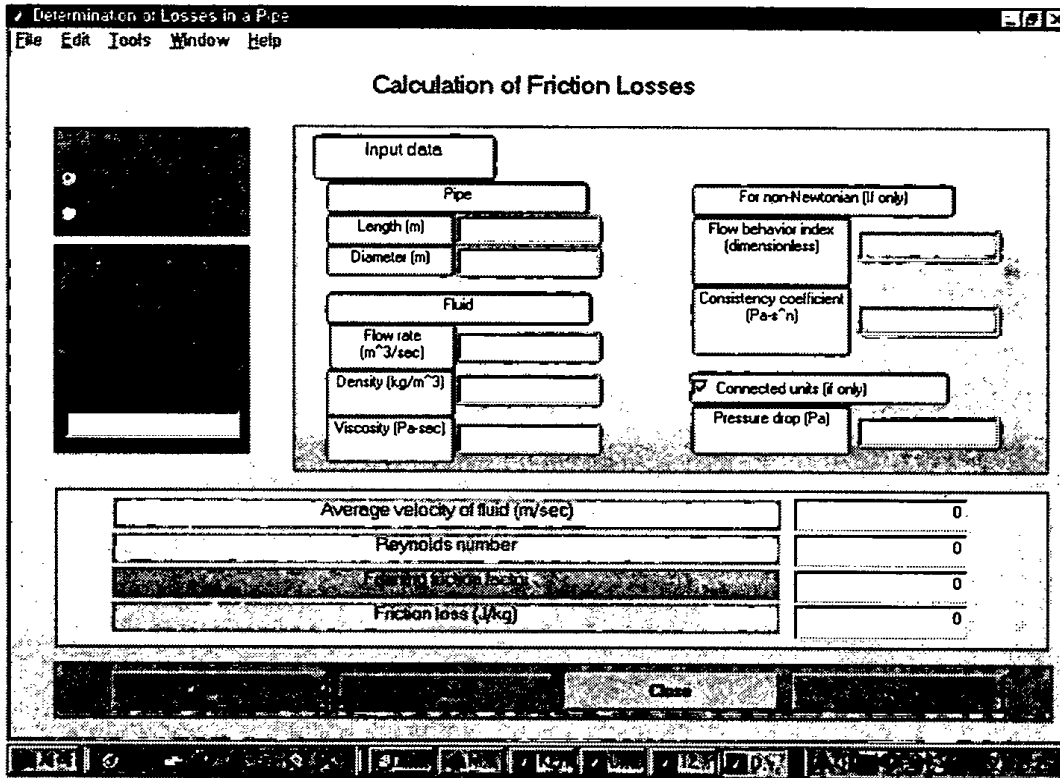
이 창에서는 관수송에서의 마찰손실, 속도, Reynolds 수, Fanning 인자를 산출하는 하위 창을 열 수 있다.



<그림 42> 이송 공정 분석을 위한 창

<그림 43>은 관이송에서의 마찰손실, 유체속도, Reynolds 수, Fanning 인자 산출을 위한 창이다. 입력자료로 유체의 종류, 마찰손실계수, 관의 길이, 직경, 유량, 유체의 밀도, 점도, 유체거동지수, consistency coefficient, 압력강하가 요

구되며, 이에 따라 유체의 속도, Reynolds 수, Fanning 인자, 마찰손실이 산출된다.



<그림 43> 관이송에서의 마찰손실, 유체속도, Reynolds 수, Fanning 인자 산출을 위한 창

□ 입력 자료

For fluid type

- Newtonian으로 선택
- Friction loss coefficients for valves, fitting, etc: 0.45, 0.45, 0.45, 9

For pipe

- Length (m): 13
- Diameter (m): 0.0348

For fluid

- Flow rate (m<sup>3</sup>/sec):  $1.577 \times 10^{-3}$
- Density (kg/m<sup>3</sup>): 1250
- Viscosity (Pa sec): 5.2

For connected units

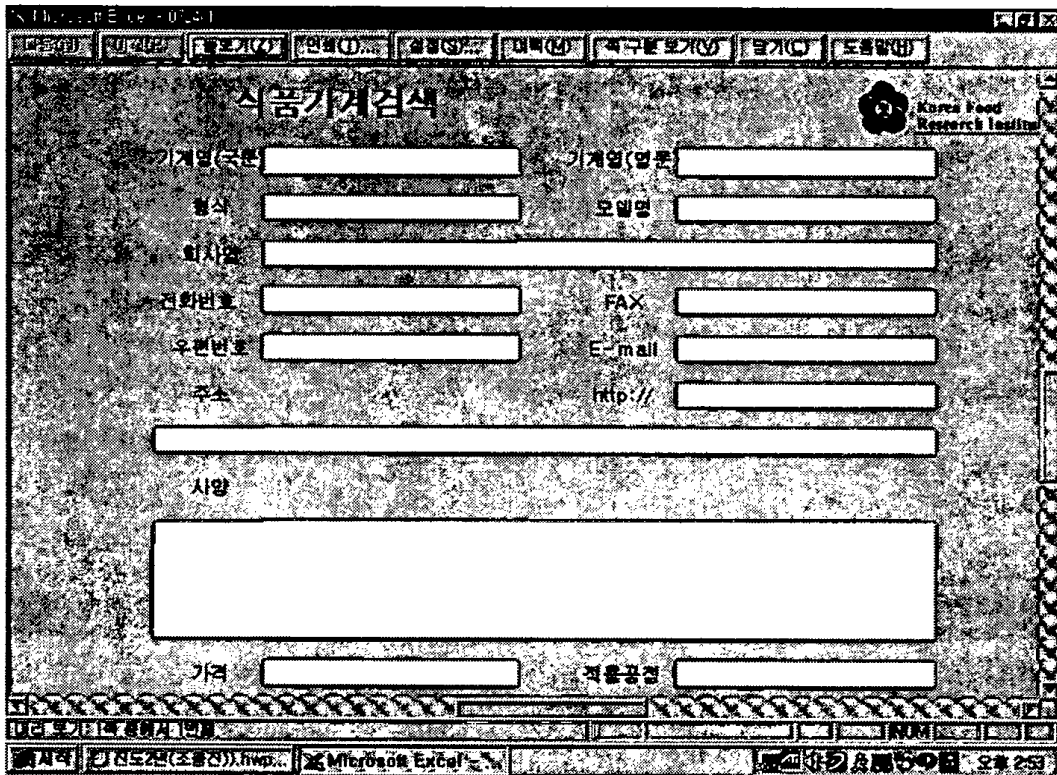
- Pressure drop (Pa): 100000

출력 결과

- Average velocity of fluid (m/sec): 2.11
- Reynolds number: 17.7
- Fanning friction factor: 0.906
- Friction loss (J/kg):  $3.12 \times 10^3$

### 7. 식품기계 데이터베이스

<그림 44>는 식품기계 검색 프로그램의 실행을 나타낸 것이다. 19개 단위기 계군의 445개 품목에 대해서 기계명, 형식, 모델명, 회사명, 전화번호, 주소, 적용공정 등에 관한 정보 중의 하나 또는 그 이상을 입력하면 해당기계에 관한 정보를 얻을 수 있도록 하였다.



<그림 44> 식품기계 검색 실행 화면

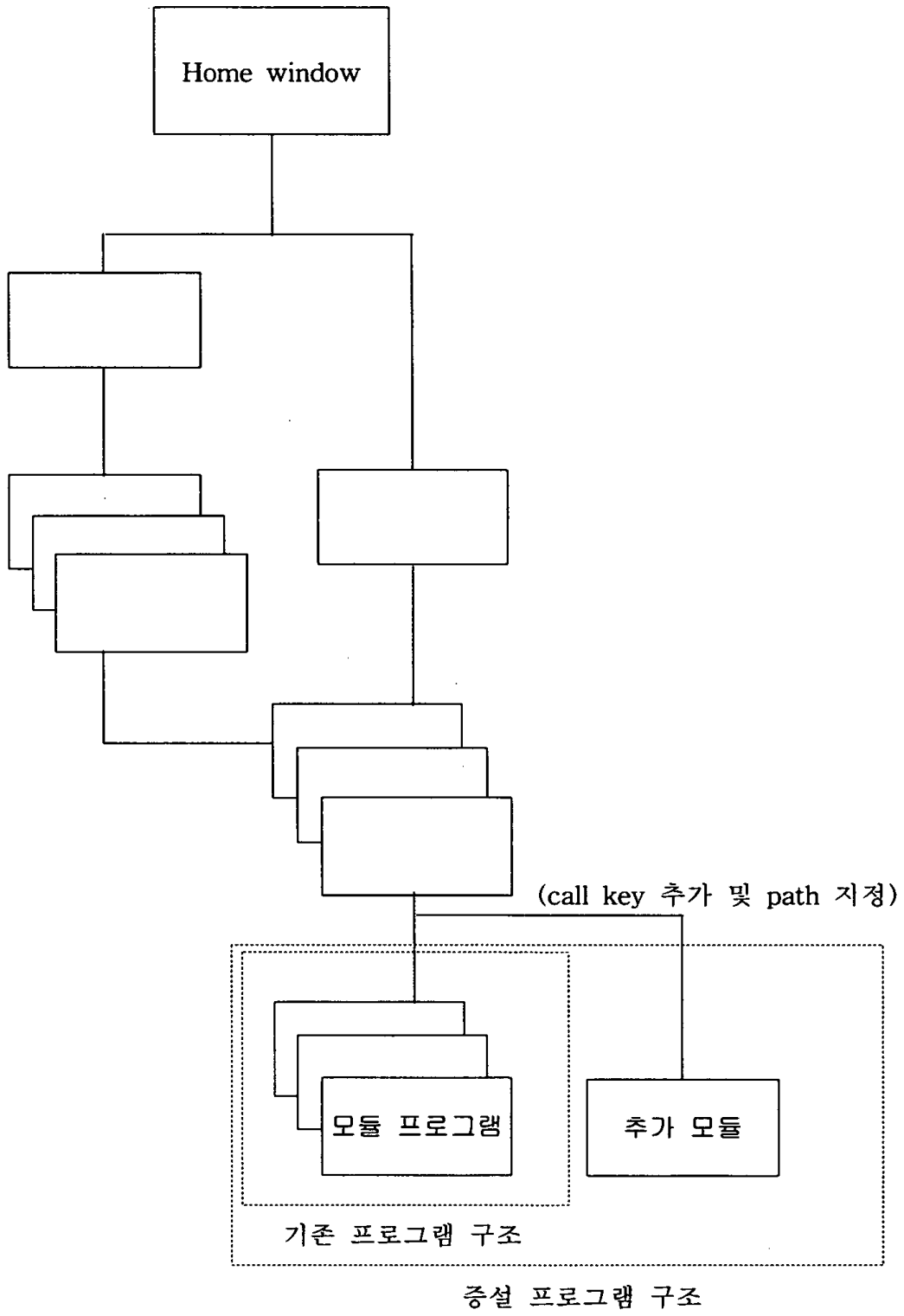
<그림 44>에서 보는 바와 같이 식품기계 검색 창을 통해서 기계명, 형식,

모델명, 회사명, 연락처, 사양, 적용공정 등에 관한 정보가 출력된다. 이와 관련하여 산지농산물가공에 사용될 수 있는 식품기계를 단위기계별로 분류하고, 각 단위기계의 유형, 제원, 처리용량, 제조업체 등을 포함하는 데이터베이스를 구축하였다. 단위기계는 1) 선별·세정기, 2) 절단기, 3) 분쇄기, 4) 열처리기, 5) 농축기, 6) 살균기, 7) 동결·해동기, 8) 여과기, 9) 분리기, 10) 건조기, 11) 혼합·교반·균질기, 12) 배양기, 13) 스팀기, 14) 제어기, 15) 이송기, 16) 포장기, 17) 품질관리기, 18) 저장시설, 19) 기타 등으로 모두 19개 단위기계 군으로 분류하였다(부록 참조).

## 8. 프로그램 증설체계 및 현장지원체계 구축

### 1) 프로그램 증설체계

본 연구를 통해 개발된 프로그램은 GUI 방식을 채택하였기 때문에 프로그램 증설체계가 매우 용이하게 구축되었다. 뿐만 아니라 단위조작에 대한 최하위 층의 모듈 프로그램은 최상위 층에 의해 제어됨과 동시에 독립적으로 작동하는 stand-alone 방식으로 개발되어 있어 프로그램 증설이 매우 용이하다. 따라서 향후 추가로 필요한 모듈 프로그램은 독립적으로 제작되어 해당 폴더에 소속시키고 상위 창(upper window)에 기능 키를 추가하기만 하면 전체 프로그램이 작동하도록 개발하였다. <그림 45>는 이미 개발되어 있는 프로그램의 구조에 새로운 모듈 프로그램을 추가하는 경우를 나타낸 것이다.

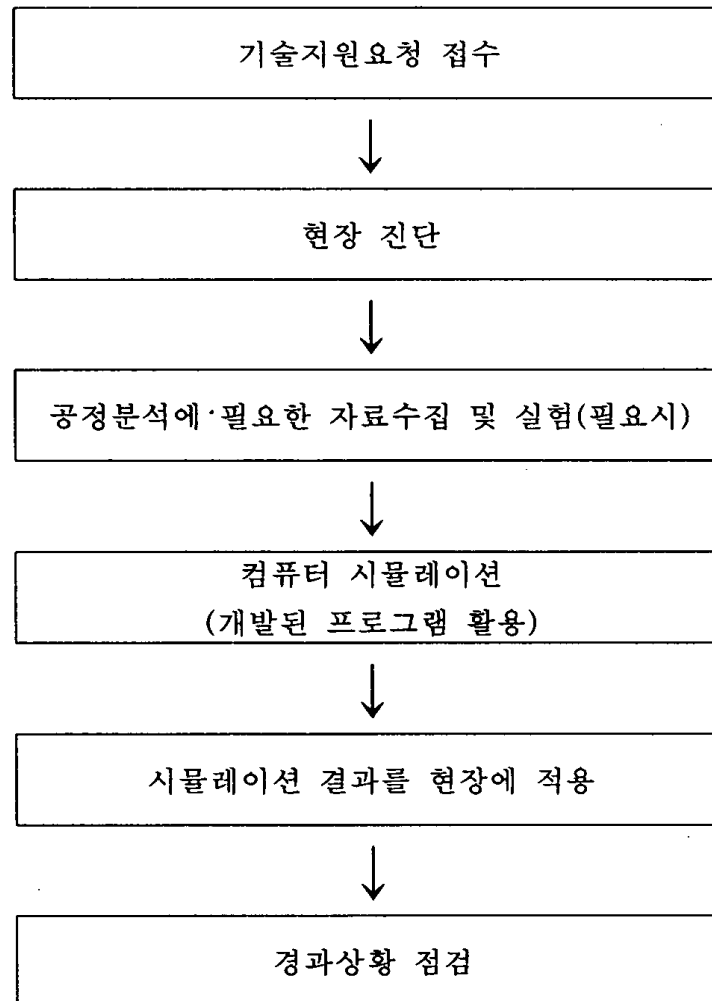


<그림 45> 프로그램 증설 체계



## 2) 현장지원체계

본 연구에서 개발된 프로그램은 Matlab 환경이 주어지면 어떤 종류의 PC 상에서도 작동하는 것으로 확인되었다. 즉, 노트북 PC에서도 잘 작동하였다. 따라서, 식품제조공정의 분석 및 설계가 산지가공공장이 위치한 현장에서 즉시 수행될 수 있는 가능성을 확인하였다.



<그림 46> 기술지원 체계

<그림 46>은 연구를 수행하는 동안 구축된 기술지원체계를 나타낸 것이다. 식품제조공정에 대한 컨설팅 요청이 접수되면 현장방문을 통해 제반사항을 점

검하여 자료를 수집하고, 공정분석에 필요한 자료를 데이터북 및 실험을 통해 확보한 후 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 공정을 해석한다. 시뮬레이션을 통해 얻어진 결과를 현장에 제공하고, 경과상황을 모니터링 한다.

한편, 우리나라 산지가공공장에서 생산되고 있는 품목들의 제조공정을 분석하거나 설계하기 위해 필요한 공학적 물성(engineering properties)에 대한 자료가 매우 빈약하여 대부분의 경우 가정을 통해 공정을 해석할 수밖에 없었음을 확인하였다. 우리나라 전통식품에 대한 공학적 물성 자료는 향후 장기간에 걸쳐 지속적으로 관리되어야 한다.

### 제 3 절 요약 및 결론

본 연구는 산지 농산물 가공을 위한 농촌형 공장의 활성화 방안의 하나로서 산지농산물가공공장의 제조공정설계·진단용 컴퓨터 프로그램을 개발하기 위하여 수행되었다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 1998년 현재, 전통식품, 산지일반 및 특산단지로 구분되는 농산물 산지가공 업체수는 총 1,452개 업체인 것으로 조사되었다. 이 중에서 동일 품목에 10개 업체 이상이 참여하는 품목으로는 단무지(78개 업체), 김(64개 업체), 김치(50개 업체), 미역(41개 업체), 메주(38개 업체), 멸치액젓(31개 업체), 한과(28개 업체), 된장(26개 업체), 고추장(24개 업체), 감식초(23개 업체), 고춧가루(21개 업체), 절임류(20개 업체), 쥐치포(19개 업체), 꽃감(19개 업체), 떡(14개 업체), 명태포(14개 업체), 간장(13개 업체), 국수(12개 업체) 등으로 분석되었다. 주요 98개 품목을 대상으로 분석한 결과, 생산업체수는 697개였으며, 이 중에서 가동상태가 양호한 업체의 수는 132개로 조사되어 양호한 가동률은 18.9%로 나타났다.

2) 75개의 주요 농산물가공 품목에 대해서 제조공정을 분석하여 제조공정도를 작성하였으며, 그 밖의 주요 가공식품 제조공정을 분석하여 제조공정도를 작성하였다. 제조공정도는 자료조사와 설문조사를 바탕으로 작성되었다. 산지가공 업체의 실태조사 결과, 제품별이나 규모별로 현장의 제조공정이 매우 상이하여 표준화 작업이 용이하지 않은 것으로 나타났다.

3) 산지가공업체에서 생산하고 있는 98개 품목의 제조공정을 분석하여 공통적으로 포함된 단위공정을 분류한 결과, 27종의 단위공정 및 물성에 관한 모형이 필요한 것으로 분석되었다. 각각의 단위공정 및 물성에 대한 수학적 모형이 정립되었다.

4) MATLAB을 이용하여 식품공정 분석용 컴퓨터 프로그램을 개발하였다. 'kfri'라고 명명된 프로그램은 4층의 계층구조로 구성되었다. 최상위 계층에서 '단위조작 선택용' push button을 선택하면 1차 하위계층으로 이동하고 여기서는 12종의 단위조작을 분석할 수 있다. 12종의 단위조작은 건조, 균질화, 증발, 추출/흡수, 압출, 냉동, 가열/냉각, 혼합, 물성, 분리/농축, 분쇄, 수송 등이다. 계속하여 push button에 의해 각 단위조작을 선택하면 2차 하위계층으로 이동

한다. 2차 하위계층에는 단위조작의 세부항목을 선택할 수 여러 개의 push button이 설치되어 있다. 이 세부항목 button을 통해 3차 하위계층으로 이동한다. 3차 하위계층은 모두 27개의 모듈 프로그램으로 구성되었으며, 식품공정분석과 관련하여 45개의 parameter에 대해서 입력조건에 따른 출력치를 산출할 수 있다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 218개의 단위 프로그램으로 구성되었다.

5) 본 연구를 통해 개발된 프로그램은 GUI 방식을 채택하였기 때문에 프로그램 증설체계가 매우 용이하게 구축되었다. 뿐만 아니라 단위조작에 대한 최하위 층의 모듈 프로그램은 최상위 층에 의해 제어됨과 동시에 독립적으로 작동하는 stand-alone 방식으로 개발되어 있어 프로그램 증설이 매우 용이하다. 따라서 향후 추가로 필요한 모듈 프로그램은 독립적으로 제작되어 해당 폴더에 소속시키고 상위 창(upper window)에 기능 키를 추가하기만 하면 전체 프로그램이 작동하도록 개발하였다.

6) 본 연구에서 개발된 프로그램은 Matlab 환경이 주어지면 어떤 종류의 PC 상에서도 작동하는 것으로 확인되었다. 즉, 노트북 PC에서도 잘 작동하였다. 따라서, 식품제조공정의 분석 및 설계가 산지가공공장이 위치한 현장에서 즉시 수행될 수 있는 가능성을 확인하였다. 한편, 우리나라 산지가공공장에서 생산되고 있는 품목들의 제조공정을 분석하거나 설계하기 위해 필요한 공학적 물성(engineering properties)에 대한 자료가 매우 빈약하여 대부분의 경우 가정을 통해 공정을 해석할 수밖에 없었음을 확인하였다. 우리나라 전통식품에 대한 공학적 물성 자료는 향후 장기간에 걸쳐 지속적으로 관리되어야 하는 것으로 파악되었다.

여 백

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 목표달성도

구 분	목표 달성도	
	목 표	달성도
최종평가	○컴퓨터 프로그램 출력결과의 신뢰성	40
	○프로그램 및 데이터베이스 등 설체계의 효율성	40
	○현장검증 여부	20

### 제 2 절 기여도

#### 1. 학술지 게재

조용진, J. Irudayaraj. 2000. 식품산업에서 제조공정의 컴퓨터화와 정보화 기술. 식품과학과 산업 33(1):13-19.

#### 2. 학술발표

조용진, 광창근. 산지 농산물 가공을 위한 농촌형 공장의 실태. 2000 한국농업 기계학회 하계학술회의 논문집 5(2):191-200. 순천대, 2000. 7. 7.

조용진. 2002. Matlab을 이용한 식품공정 분석용 컴퓨터 프로그램 개발. 한국 산업식품공학회 2002년 춘계 학술발표회. 2002. 4. 26. 서울(농협중앙회).

여 백

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 본 연구에서 개발된 식품제조공정 설계진단용 프로그램은 농촌형 가공공장의 제조공정 부문의 컨설팅 사업에 대한 요청이 있을 경우 활용할 계획이다.
2. 본 연구를 통해 얻어진 연구결과를 국내 전문학술지에 투고할 계획이다. 투고할 학술지와 논문명은 다음과 같다.
  - 학술지명: 산업식품공학
  - 논문명: Matlab을 이용한 식품공정 분석용 컴퓨터 프로그램 개발
  - 투고예정일: 2002년 6월



여 백

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. Irudayaraj, J. (ed.). 2001. Food Processing Operations Modeling: Design and Analysis. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.
2. Singh, R. K. 1995. Food Process Design and Evaluation. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, USA.
3. Tijskens, L. M. M., L. A. T. M. Hertog and B. M. Nicolai (ed.). 2001. Food Process Modelling. CRC Press, Boca Raton, USA.
4. Valentas, K. J., E. Rotstein and R. Paul Singh (ed.). 1997. Handbook of Food Engineering Practice. CRC Press, Boca Raton, USA.

여 백

## 제 7 장 참고문헌

- Barbosa-Canovas, G. V., L. Ma and B. Barletta. 1997. Food Engineering Laboratory Manual. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, USA.
- Brennan, J. G., J. R. Butters, N. D. Cowell and A. E. V. Lilly. 1976. Food Engineering Operations. Applied Science Publishers Ltd., London, England.
- Charm, S. E. 1971. The Fundamentals of Food Engineering. AVI Publishing Company, Inc., Westport, USA.
- Cheremisinoff, P. N. 1995. Solids/Liquids Separation. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, USA.
- Fellows, P. 1988. Food Processing Technology: Principles and Practice. Ellis Horwood Ltd., Chichester, England.
- Gekas, V. 1992. Transport Phenomena of Foods and Biological Materials. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Gould, W. A. 1996. Unit Operations for the Food Industries. CTI Publications, Inc., Timonium, USA.
- Heldman, D. R. and R. Paul Singh. 1981. Food Process Engineering. AVI Publishing Company, Inc., Westport, USA.
- Heldman, D. R. and D. B. Lund (ed.). 1992. Handbook of Food Engineering. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.
- Henderson, S. M., R. L. Perry and J. H. Young. 1997. Principles of Process Engineering. ASAE, St Joseph, USA.
- Irudayaraj, J. (ed.). 2001. Food Processing Operations Modeling: Design and Analysis. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.
- Matlab. 1999. Matlab Version 5.3 Release 11. Math Works, Inc., Natick, USA.
- Rahman, S. 1995. Food Properties Handbook. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Singh, R. K. 1995. Food Process Design and Evaluation. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, USA.
- Tijsskens, L. M. M., L. A. T. M. Hertog and B. M. Nicolai (ed.). 2001. Food Process Modelling. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Valentas, K. J., E. Rotstein and R. Paul Singh (ed.). 1997. Handbook of Food Engineering Practice. CRC Press, Boca Raton, USA.

# 여 백

# 부 록

## 부록 1. 식품기계 데이터베이스

### 1) 단위기계별 사양

산지농산물가공에 사용될 수 있는 식품기계를 단위기계별로 분류하고, 각 단위기계의 유형, 제원, 처리용량, 제조업체 등을 포함하는 데이터베이스를 구축하였다. 단위기계는 1) 선별·세정기, 2) 절단기, 3) 분쇄기, 4) 열처리기, 5) 농축기, 6) 살균기, 7) 동결·해동기, 8) 여과기, 9) 분리기, 10) 건조기, 11) 혼합·교반·균질기, 12) 배양기, 13) 스팀기, 14) 제어기, 15) 이송기, 16) 포장기, 17) 품질관리기, 18) 저장시설, 19) 기타 등으로 모두 19개 단위기계 군으로 분류하였다.

#### (1) 선별·세정기

Class	Type	Model	Dimensions	Capacity	Maker
Super High Speed Peeler	Roll type grinder	DUGSL-T 75-6	(H)720×(W)535×(L)1,200 mm	360 kg/n	Iwase Tekko Co., Ltd.
		DUGSL-T 150-6	(H)720×(W)535×(L)2,000 mm	720 kg/n	
		DUGSL-T 150-8	(H)830×(W)770×(L)2,000 mm	1,320 kg/n	
		DUGSL-T 150-16	(H)910×(W)1,350×(L)2,000 mm	2,640 kg/n	
		DUGSL-T 180-22	(H)1,075×(W)1,805×(L)2,420 mm	5,000 kg/n	
Automatic Continuous Washer	Jet nozzle type	KT-1	(W)1,040×(L)2,050×(H)1,250 mm	300~500 kg/h	Iwase Tekko Co., Ltd.
		KT-2	(W)1,040×(L)3,100×(H)1,250 mm	1,000~1,500 kg/h	
		KT-3	(W)1,040×(L)4,300×(H)1,250 mm	1,500~2,500 kg/h	
Selecting, Cleaning and Conveying Device	Selection cleaning pump type	Iwase Type	(L)1,700×(W)700×(H)1,700 mm		Iwase Tekko Co., Ltd.
Sorters	Vibration Seive	ULTRASONIC			KOEI SANGYO CO., LTD.
Color Separator	C.C.S. system	SW 60			Saito Food-Machine Co., Ltd.

Separator & Sorters	Lump Separator	SRS-40			Nishimura Machine Works, Ltd.
		SRS-140			
		SRS-300			
Balance Shifter	TB Shifter	TB432		12~15 t/h	Nishimura Machine Works, Ltd.
	Rotary Shifter	M900		6 t/h	
		M700		3.5 t/h	
		M500		1.5 t/h	
		M400		700 kg/h	
Pneumatic Separator	Closed Circuration Type	L-500	(L)1,690×(W)745×(H)2,030 mm	100~1,200 kg/h	Nihon Senki Co., Ltd.
		L-750	(L)1,690×(W)955×(H)2,030 mm	150~1,800 kg/h	
		L-1000	(L)1,690×(W)1,245×(H)2,030 mm	200~2,400 kg/h	
		L-1500	(L)1,690×(W)1,745×(H)2,030 mm	300~3,600 kg/h	
	Open Circuit Type	L-380	(L)1,480×(W)865×(H)1,760 mm	70~450 kg/h	
		L-500	(L)1,480×(W)865×(H)1,760 mm	100~600 kg/h	
	Suction Type	AN-500	(L)1,870×(W)745×(H)1,870 mm	100~600 kg/h	
		AN-750	(L)1,870×(W)995×(H)1,870 mm	150~900 kg/h	
		AN-1000	(L)1,870×(W)1,245×(H)1,870 mm	200~1,200 kg/h	
		AN-1500	(L)1,870×(W)1,745×(H)1,870 mm	300~1,800 kg/h	
Vibrator	A-SM Uras Vibrating Pebble Separator	US-600	(L)1,425×(W)1,050×(H)1,490 mm	600~1,800 kg/h	Nihon Senki Co., Ltd.
		US-1200	(L)1,425×(W)1,650×(H)1,490 mm	1,200~3,600 kg/h	
		S-600	(L)1,450×(W)750×(H)1,350 mm	600~1,800 kg/h	
		S-900	(L)1,450×(W)1,050×(H)1,350 mm	900~2,700 kg/h	
		S-1200	(L)1,450×(W)1,350×(H)1,350 mm	1,200~3,600 kg/h	
Vibrating Sifter	A-SM Uras Vibrating Sifter	U-500	(L)2,275×(W)620×(H)1,385 mm		Nihon Senki Co., Ltd.
		U-700	(L)2,275×(W)620×(H)1,385 mm		
		U-1000	(L)2,275×(W)620×(H)1,435 mm		

Electron Color Sorting Machine	Infrared ray type	LC-2	(W)680×(D)780×(H)1,900 mm	120~300 kg/h	Harada Co.
		LC-4	(W)1,360×(D)780×(H)1,900 mm	240~600 kg/h	
		LC-6	(W)2,040×(D)780×(H)1,900 mm	360~900 kg/h	
		LC-8	(W)2,720×(D)780×(H)1,900 mm	480~1,200 kg/h	
		LC-10	(W)3,400×(D)780×(H)1,900 mm	600~1,500 kg/h	
Stone Remover	Dry type	DS-2	(L)635×(W)1,080×(H)960 mm		Harada Co.
		DS-2D	(L)635×(W)1,080×(H)1,440 mm		
		DS-4	(L)830×(W)1,335×(H)1,316 mm		
		DS-4D	(L)830×(W)1,335×(H)1,830 mm		
		DS-10D	(L)1,580×(W)2,070×(H)2,520 mm		
		DS-25D	(L)2,590×(W)2,030×(H)2,540 mm		
		PDS-2	(L)1,000×(W)1,800×(H)1,840 mm		
PDS-5	(L)1,200×(W)2,215×(H)2,340 mm				
Grader & Sorter	Multi-functional	KVSJ	(L)1,650×(W)1,100×(H)1,220 mm		Hitachi Zosen Mukaishima Marine Co., Ltd.
	Compact	SJT	(L)1,088×(W)685×(H)1,100 mm		
Vibration Sorter	Wet type	3-stage			Hitachi Zosen Mukaishima Marine Co., Ltd.
		Single function			
Sifter					SHINTOA CORPORATION
Sorter	Blade rotating	TURBO Screener			MITOYO KAKOKI KAISHA., LTD

## (2) 절단기

Class	Model	Characteristics	Maker
Dicer, Slicer	RA		URSCHEL JAPAN CO., LTD.
	CC		
	TRS		
Comitrol	3600 Slant		URSCHEL JAPAN CO., LTD.
	1700		
	2100		



Slicer, Cutter	IKR-1	Sashimi Garniyure		INAMOKU Co., LTD.
	IKB-A300	Strips		
	IKB-AB300	Kimpira		
	IKB-S50	Sasagaki		
	IKB-P1000	Burdock Peeling		
	IKR-P611	Radish Peeling		
	IKB-C1000	Burdock Constant Cutter		
	IKB-CB1000	Burdock & Radish Cutter		
	Transfer Equipment			
Food Cutter	3B Large	(D)1,240×(W)950×(H)1,500 mm	2,000 kg/h	Kobayashi Mfg., Co., Ltd.
	3A standard	(D)1,020×(W)800×(H)1,350 mm	1,200 kg/h	
	3C Small	(D)880×(W)660×(H)1,000 mm	400 kg/h	
	Cabbage Core Cutter	(D)730×(W)630×(H)1,100 mm	400~600 kg/h	
Frozen Cutter	NZ-W	10,000 kg/h		Shonan Sangyo Co., Ltd.
	NZ-O	5,000~6,000 kg/h		
	SZ-B	2,200~2,800 kg/h		
	SC3-B	1,800~2,500 kg/h		
	MZ-B	1,000~1,200 kg/h		
	FZ	600~800 kg/h		
	JZ	(D)320×(W)380×(H)600 mm	800~1,000 kg/h	
	JK	(D)320×(W)380×(H)600 mm	800~1,000 kg/h	
Cabbage Slicer	RSC-60	(W)362×(D)362×(H)432 mm	0.4 kg/min	Tokyo Happy Co., Ltd.
	DRS-80	(W)430×(D)430×(H)520 mm	1.2 kg/min	
Slicer	OHC-220	(W)320×(D)440×(H)440 mm	60 kg/h	
Root Cutter	KSC-150	(W)220×(D)600×(H)330 mm	60 kg/h	
	BS-160	(W)280×(D)640×(H)560 mm	120 kg/h	
Cutter	200	(H)1,000×(W)600×(L)1,200 mm	300 cut/min	
	350	(H)1,155×(W)820×(L)1,850 mm	300 cut/min	
	200L	(H)1,000×(W)600×(L)2,200 mm	300 cut/min	

Chopper	No. 32TB	(L)970×(W)470×(H)600 mm	2.2 kW	HIRAGA KOSAKUSHO CO., LTD.
	No. 32E-II	(L)640×(W)420×(H)935 mm	0.75~1.5 kW	
	No. 42E-II	(L)935×(W)480×(H)1,050 mm	1.5~3.7 kW	
	No. 52E-II	(L)980×(W)480×(H)1,065 mm	2.2~5.5 kW	
	No. 62E-II	(L)1,050×(W)620×(H)1,350 mm	3.7~7.5 kW	
	No. 72E-II	(L)1,130×(W)620×(H)1,350 mm	5.5~15 kW	
	No. 82G	(D)1,920×(W)1,300×(H)2,150 mm	22~37 kW	
	No. 130	(V)2,970×(S)1,950×(H)1,100 mm	37~75 kW	
	No. 1300	(V)3,100×(S)1,950×(H)1,100 mm	37~75 kW	
Plate Knife				HIRAGA KOSAKUSHO CO., LTD.
Universal Slicer	YS-6000	(H)1,410×(W)720×(L)1,380 mm	150~800 kg/h	Yoshiizumi Industry Corporation
Dicing Slicer	YS-6100	(H)1,410×(W)720×(L)1,060 mm	100~400 kg/h	
Laterally Diagonal Slicer	YS-6400	(H)1,410×(W)1,100×(L)1,180 mm	50~200 kg/h	
Vertical Slicer	YS-5000	(H)1,320×(W)910×(L)1,310 mm	150~500 kg/h	
Universal Slicer	YS-7000	(H)1,500×(W)830×(L)2,050 mm	150~1,200 kg/h	
	YS-6500	(H)1,410×(W)720×(L)1,380 mm	150~800 kg/h	
	YS-3000	(H)1,560×(W)700×(L)750 mm	150~1,000 kg/h	
Continuous Diagonal Slicer	YS-6300	(H)1,250×(W)820×(L)1,390 mm	100~400 kg/h	
Perfect Slicer	YS-6600	(H)1,410×(W)980×(L)2,040 mm	50~500 kg/h	
Constant Weight Meat Slicer	YS-3600	(H)1,580×(W)750×(L)2,900 mm	30~80 slices/h	
High Speed Slit Slicer	YS-9000	(H)1,100×(W)570×(L)1,360 mm	100~800 kg/h	
Fish Slicer	YS-3100	(H)1,560×(W)700×(L)1,520 mm	2,000~4,000 slices/h	
Conger Bone Cutting Slicer	YS-4000	(H)1,600×(W)540×(L)1,860 mm	100~250 slices/h	
Tabletop Onion Slicer	YS-1000	(H)450×(W)340×(L)425 mm	20~30 kg/h	
Skinner	ST Skinner	(H)250×(W)320×(L)720 mm	40 kg/h	
Special Cutteries for Industrial Use				JAPAN INDUSTRIAL EDGED TOOL CO., LTD.

## (3) 분쇄기

Class	Model	Characteristics		Maker
Micro-cut Blender	MCB	300~1,000 kg/h		Iwai Kikai Kogyo Co., Ltd.
Pulverizer/Dissolver				Iwai Kikai Kogyo Co., Ltd.
Crusher	GH-200	(W)1,480×(L)2,100×(H)2,139 mm	22 T/h	Onoe Machinery Co., Ltd.
	GX-1	(W)1,316×(L)2,500×(H)1,906 mm	10 T/h	
Mill	KMG-25	φ 40 cm H 130 cm	100~1,000 kg	Kurita Machinery Mfg. Co., Ltd.
	KMG-30	φ 40 cm H 160 cm	200~1,800 kg	
	KMG-36	φ 46 cm H 180 cm	300~2,500 kg	
	KMG-50	(L)1,000×(W)2,000×(H)1,500 mm	700~5,000 kg	
Grinder	GM1-10	φ 21 cm H 70 cm	5~10 kg	GROW ENGINEERING CO., LTD.
	GM1-15	36×27 cm H 130 cm	15~100 kg	
	GM2/3-20	φ 30 cm H 110 cm	50~700 kg	
	GM4-25	φ 40 cm H 130 cm	100~1,000 kg	
	GM5-30	φ 40 cm H 160 cm	200~1,800 kg	
	GM6-36	φ 46 cm H 180 cm	300~2,500 kg	
	GM7-50	(L)1,000×(W)2,000×(H)1,500 mm	700~5,000 kg	
Grinder	No. 0	7,000 rpm	7 L	SOGO SANGYO CO., LTD.
	No. Toku 1	6,000 rpm	14 L	
	No. 1	5,000 rpm	30 L	
	No. 2	4,500 rpm	55 L	
	No. 2½	3,500 rpm	75 L	
	No. 3	3,200 rpm	70 L	
	No. 4	2,800 rpm	70 L	
	No. 5	2,200 rpm	200 L	
No. 6	1,900 rpm	250 L		
Hammer-Mill	BH-100	Hammer Mill		Tokyo Seifunki Mfg. Co., Ltd.
	TV-450	Cereal Fine Mill		
Mill	Model RM	Lump Powder Crusher Roundel Mill		TOKUJU CORPORATION
Pulverizer	SCM-2	(W)400×(D)880×(H)400 mm	9,000 rpm	NARA MACHINERY CO., LTD.
	SCM-3	(W)450×(D)1,040×(H)450 mm	7,500 rpm	
	SCM-4	(W)600×(D)1,240×(H)600 mm	5,500 rpm	

Ball Mill, Roll Crusher	BM-50	φ 606 mm H 606 mm	100 L	MAKINO CORPORATION
	BM-100	φ 606 mm H 757 mm	150 L	
	BM-150	φ 757 mm H 757 mm	250 L	
	BM-200	φ 909 mm H 909 mm	450 L	
	BM-300	φ 1,060 mm H 1,060 mm	700 L	
	BM-400	φ 1,150 mm H 1,212 mm	950 L	
	BM-500	φ 1,212 mm H 1,212 mm	1,100 L	
	BM-600	φ 1,273 mm H 1,212 mm	1,200 L	
	BM-800	φ 1,455 mm H 1,515 mm	2,000 L	
	BM-1000	φ 1,515 mm H 1,515 mm	2,200 L	
	BM-2000	φ 1,818 mm H 1,818 mm	4,000 L	
	BM-3000	φ 2,120 mm H 2,120 mm	6,500 L	
	BM-4000	φ 2,424 mm H 2,424 mm	9,800 L	
	MSI-300	Super Impact Mill		
Grinder	MKZA10-15			MASUKO SANGYO CO., LTD.
	MKCA6-3	(W)250×(L)300×(H)450 mm	20~100 kg/h	
	MKCA10-20	(W)600×(L)600×(H)1,200 mm	150~2,000 kg/h	
	MKCA10-30	(W)600×(L)600×(H)1,200 mm	150~2,000 kg/h	
	SELEN-MEIS TER			
Pulverizer	CI-00	D 152 m/m	6,220 rpm	MAKINO MFG. CO., LTD.
	CI-10	D 219 m/m	4,700 rpm	
	CI-20	D 298 m/m	4,040 rpm	
	CI-25	D 380 m/m	3,360 rpm	
	CI-30	D 470 m/m	2,690 rpm	
	CI-40	D 578 m/m	2,450 rpm	
	CI-45	D 700 m/m	2,000 rpm	
	CI-50	D 800 m/m	1,860 rpm	
	CI-60	D 700 m/m	2,000 rpm	
Mill	TURBO-Mill			MITOYO KAKOKI KAISHA., LTD.

(4) 열처리기

Class	Type	Model	Maker
Smoke House	IKEDEN's Smoke House (New Type)	DISH-100-DX	IKEDEN SEISAKUSHO CO., LTD.
		DISH-150-DX	
		DISH-200-DX	
		DISH-300-DX	
		DISH-450-DX	
		DISH-700-DX	
Gas Operating Rice Cooker	Gas Continuous Rice Cooking System	System 15	AIHO Corporation
		System 25	
		System 35	
		System 45	
		ARS-55	
		ARS-65	
		ARS-75	
Steam Rice Cooker	New Steam Rice Cooker without fire and cooking pot	ASC-100	AIHO Corporation
		ASC-300	
		ASC-500	
		ASC-600	
		ASC-800	
		ASC-1000	
Food Baking Machine	Ceramic Burner	I.C.B.-30W	ISHINO SEISAKUSHO CO., LTD.
		I.C.B.-40W	
	Hybrid Burner	I.G.B.-10DJ N	
Dissolving Machine	SUNZAX Continuous dissolving machine	CD-50	INA FOOD INDUSTRY Co., Ltd.
		CD-200	
		CD-500	
		CD-1000	
Steam Cooking Equipment	A Best Plan for Cooking Tasty Rice	Alpha System	INTER TECH CO., LTD.
	Fully Automatic Steam Cooking Equipment using steam while adding water		
Oven	Industrial & continuous cooking oven		GORDEX CORPORATION
Rice Washer		NWM05B	SATAKE CORPORATION
		NWM10B	
		NWM15B	
Roaster	Rotary Roaster	AORI	SANGO CO., LTD.
Automatic Steam-Cooking Control System	Automatic Natto Steam-Cooking Control System	NJC-1	HARADA
Fryer	Snack Fryer	FUJI	FUJI ENGINEERING CO., LTD.
Steamer	Low-Temp Area Type Box-Shaped Low Temp Sterilizing Steamer	LTC	Rikken Co., Ltd.

(5) 농축기

Class	Type	Model	Capacity	Maker
Vacuum Evaporator	Centrifugal-flow Thin-film Vacuum Evaporator	CEP-1	70 kg/h	OAKWARA MFG. CO., LTD.
		CEP-5S	200 kg/h	
		CEP-10S	420 kg/h	
		CEP-20S	750 kg/h	
		CEP-30S	1,200 kg/h	
		CEP-50S	2,000 kg/h	
Continuous Automatic Separation-Concentrator	High Performance Separation-Concentrator by Liquid Cyclone	X-500	5 TON/h	OTSUKA IRON WORKS CO., LTD.
		X-1000	10 TON/h	
		X-2000	20 TON/h	
Vacuum Concentration System	Vacuum Concentration System	S.F.C.		SAKUMA CORPORATION
	Vacuum Fryer			
Evaporator	Falling Film Evaporator			NITINAN ENG. CO., LTD.
	Mechanical Vapour Recompressing Evaporator	MVR		
	Instant-heat Thin-film Evaporator	NRH		
Evaporator, Crystalliser	Evaporator & Crystallisers	APV		APV KABUSHIKI KAISHA
Evaporator	Plate Type One-Pass Evaporator			HISAKA WORKS, LTD.
Evaporator	The Anhydro Evaporation Process			MATSUBO COMPANY, LTD.

(6) 살균기

Class	Type	Model	Maker
Sterilizer & Cooler	Sterilizing Cooler	Lift Steamer Z	ASAHI INDUSTRY CO., LTD
		Net Steamer NZ	
Heat Exchanger	Plate Heat Exchanger	H Plate	Izumi Food Machinery Co., Ltd.
		V Plate	
		P Plate	
		FF Plate	
		NN Plate	
Aseptic Sterilization System	PHX Type ASEPRISER	PHX-15000	Izumi Food Machinery Co., Ltd.
	SHE Type ASEPRISER		
	THX Type ASEPRISER	THX-300	
	SDI Type ASEPRISER		
Sterilizing and Cooling System	Continuous Sterilizing and Cooling System		ISHIDA IRONWORKS CO., LTD.
Waterspray Retort System			FMC K.K.
Cooker	Indirect Direct Cooker		Kikkoman Corporation
Sterilizing System	Superheated Steam Sterilizing System for Powder & Granules	KPU-20	
		KPU-30	
		KPU-50	

Sterilizer	Hot Water Injection Type Retort Sterilizer	UHR-W100/IJ	KIMAGAKI WORKS CO., LTD.
		UHR-W120/IJ	
Microwave Sterilizer	Microwave Sterilizer	MSB102	KUMETA MANUFACTURING Co., Ltd.
		MSB107	
		MSB110	
		MSB114	
		MSB120	
		MSB127	
Cooker-Sterilizer for Experimental Use	Hot Water Cooker-Sterilizer for Experimental Use	TOC-500	SUNPLUS CO., LTD.
		Time-O-Cooker	
		TOC-1200-II	
Cooking-Sterilizing Equipment	Pressurized Hot Water Cooking Machine		
Retort Sterilizer	Fully Automatic Retort Sterilizer		
Continuous Steamer	Energy-Saving Continuous Steamer		
Ozone Devices for Sterilization, Deodorization & Washing	Sterilizing · Deodorizing · Washing Device by Oxygen Method Ozone	Palzone Ozone Total System	SNG ENGINEERING CO., LTD.
		Palzone Ozone Air System	
		Palzone Ozone Water System	
Sterilizing Cabinet	SUGICO Sterilizing Cabinets w/Sterilizing lamps	EK-6050S	SUGICO SANGYO Co., Ltd.
		EK-6060G	
		EK-6050SD	
		EK-6050GD	
		EK-8560S	
		EK-8560G	
		EK-8560SD	
		EK-8560GD	
		EK-8562S	
		EK-8562G	
Ultraviolet Sterilizer	Ultraviolet Sterilizer "STERITRON"	STN Series	CHIYODA KOHAN CO., LTD.
		SDX Series	
		SDF Series	
		OF Series	
		STDO Series	
COX Series			
Retort Sterilization Equipment	Multi-Purpose Cooking Sterilizer	VC	ASAHI INDUSTRY CO., LTD.
Steamer	Normal Pressure Type Continuous Steamer		

Cooking Sterilizer	Hot Water Shower Cooking Sterilizer	TFR Series	Izumi Food Machinery Co., Ltd.
	High-Temp High-Pressure Sterilizer	SFC Series	
Cooking Sterilizer for Experimental Use	High-Temp High-Pressure Cooking Sterilizer System	YRF-50 · 80	
		YRF-40 · 50E	
Sterilizer	Indirect heating	TA Maxi	
		TA Flex	
		TA Combi	
	Direct heating	TA VTIS	
	Combine Direct and Indirect heating	TA Plus two	
Heating, Sterilizing & Cooling System	Cooking System for Heating, Sterilizing & Cooling		
Retort Sterilization Equipment	Hot Water Spray Type Sterilizer	Model RSC-100SPX Model RSC-120SPX	FMC K.K.
Continuous Sterilizer	Continuous Liquid Sterilizer		Kikkoman Corporation
UV Sterilizer & Air-Phase Ozone Sterilizer	UV Cleansy (UV Sterilizer)	JFK-141	Minami Sangyo Co., Ltd.
		JFK-143	
		FK-141	
		FK-143	
	Ozone Ace (Air-Phase Ozone Sterilizer)		
Clean Cabinet	Sterilizing/Deodorizing/Drying System (By Application of For Infrared Rays)		M. WATANABE & CO., LTD.

(7) 동결 · 해동기

Class	Type	Model	Maker
Freshness Keeping Systems	Transportation(Cold Storage) System		ALPHA SYSTEM CO., LTD.
	Defrosting System		
	High Freshness Keeping PC(Process Center) System		
	High Freshness Keeping Market(Freezer-Showcase) System		
Freshness Keeping Systems			ALPHA SYSTEM CO., LTD.
Refrigerating System	Spiral Conveyor		KAWASAKI MFG. CO., LTD
	Straight Freezer		
Refrigerating System	Multi-Dome		
Super Rapid Freezer	Super Shock Freezer	KSS-20A 500	Kyoei Dennetsu Co., Ltd.
		KSS-20A 750	
		KSS-20A 1000	
Continuous Shock Freezer	Elevator Type	KSS-40CE30 00	Kyoei Dennetsu Co., Ltd.
		KSS-60CE40 00	



Shock Freezer	Plate Type	KSS-PC-300 0	Kyoei Dennetsu Co., Ltd.
	Spiral Type	KSS-RBW- 3000	
Defroster Cabinet & Defroster	Rack Type Defroster Cabinet	KT	Kyoei Dennetsu Co., Ltd.
	Water Flow Type Defroster	KRWT	
Cooling & Freezing Equipment			FMC K.K.
Vacuum Cooling Equipment		VC-30	SUNPLUS CO., LTD.
		VC150×VCS 150	
		VC300/VCS3 00	
High Speed Vacuum Cooler		SHS-55	SANWA SEISAKUSHO CO., LTD.
		SHS-105	
		SHS-205	
		SHS-102	
		SHS-152	
		SHS-202	
Cooling & Quick Freezing System	Dry Ice Snow System, Super Quick Freezing System		SHOWA TANSAN CO., LTD.
Heat Source Equipment	NH <sub>3</sub> Absorption Refrigerating Unit System		DAIKIN PLANT CO., LTD
Freezer	Spiral Freezer Type	Freezing	
	Steaming-Sterilizing-Cooling Type		
Continuous High Speed Freezer	Tunnel Freezer	CIP AREN	Takahashi Mfg. Co., Ltd.
		F-100	
		F-200	
Continuous Quick Freezer	Tunnel Freezer	March 150R-6	
Freezers & Defrosters	TEIKOKU Thawing Fresher	HST5-200	TEIKOKU ELECTRIC MFG. CO., LTD.
	Tokichiro	RGF-2S	
	Rapid Freezer	BCF-1	
Quick Freezer	Thermo-Wave Type		TOYO ENGINEERING WORKS, LTD.
	Thermo-Steel Type		
	Thermo-Spiral Type		
Cold Showcase	Closed Showcase for Western and Japanese Style Confectionery	FKW-81	FUKUSIMA INDUSTRIES CORP
	Opren Showcase for Cooked Bread and Dessert	MCL-43BKS OR	
	Reach-in Showcase for Beverage and Dairy Products	MRS-40GM SR	
High Humid Ice-Temperature Cabinet & High Humid Pneumatic Defroster	Highly Humid Ice-Temperature Cabinet(Independent Chambers)	EQD-404W	FUKUSIMA INDUSTRIES CORP
		M	
	High Humid Pneumatic Defroster	RQC-50WM ERR-40VS3	

Cooling & Freezing Equipment	Steel Belt Contact Type Continuous Freezing System		MAYEKAWA MFG. CO., LTD.
	Super Fresh Defrosting System		
	Thermo-Jack Freezer	S	
Defreezer	Microwave Tempering System, Mini Batch Type	QMP2279	NAIGAI MACHINERY CO., LTD.
	Mini Batch Type	QMP1879	
	Tunnel Type	QMP1679	
Freezer Equipment	Sky-drum Type Spiral Freezer	SF-630	MITSUBISHI ELECTRONIC REFRIGERATION & AIR CONDITIONING CO., LTD.
		SF-1000	
		SF-1600	
	Linear CIP Freezer		
Defrosting Equipment	Hybrid Defreezer	HD-500A	
Continuous Rapid Freezer & Spiral Freezer		SEF-250	MISUZU KOKI CO., LTD.
		SEF-300	
		SEF-400	
		SEF-500	
		SEF-600	
Pasteurizer and Cooler	Continuous Boil-Cooling Multi-Pool		MURAO & CO., LTD.
	Continuous Spriral Shower		

(8) 여과기

Class	Type	Model	Maker
Filters	Notched Wire Type Filter		KANAKAWA KIKI KOGYO CO., LTD.
	Intensive Magnetic Line-Filter		
Filteration System	A Filteration System Perfectly Recovering Remaining Liquid	Non-Rem Filter	Kikkoman Corporation
Filter	Polishing and Bacteria Removal by Zeta Plus Filter	Zeta Plus Filter Media	CUNO K. K.
		Zetapor/BevAssure II	
		Micro-Wynd II	
		Micro-Klean III	
		AP-117	
Presser	Fully Automatic Dehydrating Mechanical Press	Pure Squeezer	Kurita Machinery Mfg. Co., Ltd
Presser	Hydraulic Press for Food Processing	KS-1	Komagata Kikai Seisakusho Co., Ltd.
		KS-2	
		KS-3	
		KS-4	
		KS-5	
Membrane Filters, Holders	ADVANTEC Membrane Filters, Holders		ADVANTEC TOYO KAISHA, LTD.
Cartridge Filters & Housings	Pleated Type		ADVANTEC TOYO KAISHA, LTD.
	Depth Type		
	Stainless Type		
	Hollow Fiber Type		

Cartridge Filters	Compact Cartridge Filter		ADVANTEC TOYO KAISHA, LTD.
	Capsule Cartridge Filter		
Filters Papers, Filters Pads	Industrial Filter Papers, Filter Pads		ADVANTEC TOYO KAISHA, LTD.
Disposable Filters	Disposable Filters	DISMIC/LABODISC Series	ADVANTEC TOYO KAISHA, LTD.
		37 mm Monitor	
Filter for Pneumatic Transport of Powdery & Granular Materials	Bin-Mounted Type	FB-S · FB-R	TSUKASA INDUSTRY CO., LTD.
	FR Receiver Type		
Filters, UF & RO	Electrodialyzer	TS-25	Tokuyama Corp.
		TS-50	
		TS-100	
Automatic Dehydrator	Automatic Dehydrator SAWAPRESS	SP800-S	NAGASAWA KIKAI SEISAKUSHO CO., LTD.
		SP600-S	
		395-S	
Filter Press	Filter Press		MAKINO CORPORATION
RO System	Reverse Osmosis System for Beverage Material Water		Morinaga Engineering Co., Ltd.(MEC)

(9) 분리기

Class	Characteristics	Type	Model	Maker
Dewatering Mechanical Press	Continuous Dehydrating Mechanical Press			ASAHI KOKI CO., LTD
Centrifugal Dehydrator	Polyethylene Basket Centrifugal Dehydrator Centrifugal Dehydrator for Removal of Water and Oil in Food Processing		KM	IWATSUKI MACHINERY WORKS CO., LTD.
			OKS	
			YDK	
Centrifuge	Screw Decanter Horizontal Type Continuous Centrifuge	Standard Type	S	KOKUSAN SEIKO CO., LTD.
			SM	
			DS	
			DSL	
		Concentrating Type	SCREW DECANTER	
		Three Phase Type	SCREEN DECANTER	
		Centripetal pump Type	SCREW DECANTER	
		Sealed Type	SCREW DECANTER	
		Package Type	SCREW DECANTER	
		Sanitary Type	SCREW DECANTER	
		Variable-speed Type	SCREW DECANTER	
Tapioca Manufacturing Plant	Tapioca Manufacturing Plant			KOKUSAN SEIKO CO., LTD.

Centrifugal Separator	Disc Bowl Centrifuge	Valve Discharge Type	ADS-250L	SAITO SEPARATOR LIMITED
			ADS-1000	
			ADS-3001	
			ADS-5001	
			ADS-8000	
			ADS-10001	
Centrifugal Separator	Disc Bowl Centrifuge	Nozzle Type	LSY-250	SAITO SEPARATOR LIMITED
			Y-55	
			Y-250	
			Y-500	
		Starch Separator	SSC-205	
			SSC-255	
			SSC-355	
			SSC-455	
			SSC-610	
Centrifuge	Continuous Centrifuge	Lateral Screen Type Screw Discharge Centrifuge	CONTURBE X	Sumitomo Heavy Industries, Ltd.
		Extrusion Plate Type Centrifuge	PUSHER	
		Decanter	DECANTER	
Dehydrator	Continuous Dehydrator, Centrifugal Juice Separator		SPS-400G	SEIKENSHA CO., LTD.
			SPS-600G	
Centrifuge	High-speed Centrifuge		No. 6	Toa seiki Co., Ltd.
			No. 5A	
			No. 4A	

(10) 건조기

Class	Type	Model	Maker
Dryer Oven	Fluidized bed dryer	JET ZONE	ARAKAWA ENGINEERING WORKS CO.,LTD.
	Impingement dryer	JET ZONE	
Spray Granulator, Spray Dryer	Open type spray dryer	L-5	OHKAWARA KAKHOKI CO., LTD.
		L-8	
		L-12	
		OC-16	
		OC-20	
		OC-25	
		OC-30	
		OC-35	
	Fluidized-bed granulation spray dryer	FGA-8	
		FGA-12	
		FGA-16	
FGA-20			

Mixer & Dryer	Conical Ribbon Mixer/Dryer	RM-50	OKAWARA MFG. CO., LTD.
		RM-100	
		RM-200	
		RM-400	
		RM-600	
		RM-1000	
		RM-1500	
		RM-2000	
		RM-3000	
		RM-4000	
		RM-5000	
RM-6000			
Dryer	Horizontal Fluidized-bed Dryer (with cooling device)		OKAWARA MFG. CO., LTD.
	Continuous Fluidized-bed Spray Granulating/Coating Dryer		
Band Type Ventilating Dryer & Rotary Type Dryer	Band Type Ventilating Dryer B1 w/Former		Kanso Techno Service
	Fluidized Bed Continuous Drying/Cooling Equipment		
	Airflow Dryer w/Crusher	PB	
	Three-Path Rotary Dryer	R3	
Drum Dryer & Spray Dryer	Drum Type Slurry Dryer	DD	Kanso Techno Service
	Spray Dryer	SC	
Hot Air Dryer & Band Type Dryer	Agitation Type Hot Air Dryer		KAWASAKI KIKO CO., LTD.
	Band Type Dryer		
Dryer	Drum Dryer(for liquid and slurry materials)		KUSUKI KIKAI LTD.
	Vacuum Tumble Dryer(for powdery and granular)		
Dryer	Band Thru-Flow Dryer		KUMETA MANUFACTURING Co., Ltd.
	Rotary Thru-Flow Dryer		
Dryer	Fluidized-bed Dryer	CFD	
	Vacuum Freezer-Dryer		

Spray Dryer	Disk Type Spray Dryer	CNK SDD-1	Chubu Netsukogyo Co., Ltd.
		CNK SDD-3	
		CNK SDD-5	
		CNK SDD-6	
		CNK SDD-8	
		CNK SDD-10	
		CNK SDD-12	
	Spray Dryer for Laboratories Use	CNK	
		P-SDD-0	
		CNK	
		P-SDD-1	
		CNK	
		P-SDD-2	
		CNK	
Flash Dryer	Flash Dryer	CNK-FD1	
		CNK-FD3	
		CNK-FD5	
		CNK-FD7	
		CNK-FD9	
		CNK-FD11	
		CNK-FD13	
Rotary Fluid Dryer	Rotary Fluid Dryer-Turbo Dryer		TOKAI POWDEX
Dryer	Paddle Dryer		NARA MACHINERY CO., LTD.
Dryer	TORNESH Dryer		
Vacuum Freeze-dryer	Vacuum Freeze-drying Equipment		TOYO GIKEN CO., LTD.
Dryer	Conduction Heating Type	CD-901~CD-1316	NISHIMURA IRON WORKS CO., LTD
Vacuum Freezer-Dryer	Conical Type		Nippon Kansoki Co., Ltd.
Fluidized Bed Dryer	Vibration Fluidized Bed Dryer for granular materials		
Dryer	Double Cone Type Vacuum Rotary Dryer		NITINAN ENG. CO., LTD.
Dryer	Decompression Dehumidification Dryer with Heat Generating Blower		BIOCON(JAPAN) LTD.
Flow Coater	Flow Coater		FREUND INDUSTRIAL CO., LTD.
Flow Coater	Spir-A-Flow		
Dryer · Dewatering Machine	Vetter Steam Tube Dryer · Dewatering Screw Press		MATSUBO COMPANY, LTD.
Dryer	Anhydro Spray Dryer		

Dryer	Band Dryer		YAMATO SANKO MFG. CO., LTD.
	Full-Automatic Tunnel Dryer		
Dryer	Band Fluidized Bed Dryer		
	Through Air Combination Rotary Dryer		
Centrifugal Dehydrator	Plastic Container Centrifugal Dehydrator	Dry-Capsule	MISUZU KOKI CO., LTD.

(11) 혼합·교반·균질기

Class	Type	Model	Dimension	Capacity	Maker
Mixer	Dry Type Powder Mixer	RM-10	310×400×395 mm	10 L	AICHI DENKI SHOJI CO., LTD.
		RM-30	540×580×770 mm	30 L	
		RM-60	700×730×990 mm	60 L	
		RM-150	890×1070×1315 mm	150 L	
		RM-300	1010×1355×1570 mm	300 L	
		RM-600	1280×1790×2060 mm	600 L	
		RM-1000	1560×2280×2270 mm	1000 L	
		RM-3000	2000×3100×3150 mm	3000 L	
		RM-5000	2260×3590×3680 mm	5000 L	
		RM-10000	2900×4460×4370 mm	10000 L	
Homogenizer		HV-3E			Izumi Food Machinery Co., Ltd.
Emulsifier & Blender		Emulder			Izumi Food Machinery Co., Ltd.
		MicroBlender			Izumi Food Machinery Co., Ltd.

Steam-Jacketed Kettle	Steam-Jacketed Kettle with Eccentricity Stirrer	B · B-19-20-9	(W)1,330 × (D)700 × (H)910	90 L	Ohtake Shokuhin Kikai Seisakusho Co., Ltd.
		B · B-19-20-12	(W)1,430 × (D)800 × (H)915	120 L	
		B · B-19-20-15	(W)1,480 × (D)850 × (H)925	150 L	
		B · B-19-20-18	(W)1,530 × (D)900 × (H)930	180 L	
		B · B-19-20-24	(W)1,610 × (D)950 × (H)1,040	240 L	
		B · B-19-20-30	(W)1,660 × (D)1,000 × (H)1,080	300 L	
		B · B-19-20-36	(W)1,710 × (D)1,050 × (H)1,100	360 L	
		B · B-19-20-42	(W)1,760 × (D)1,100 × (H)1,120	420 L	
		B · B-19-20-50	(W)1,870 × (D)1,250 × (H)1,370	500 L	
		B · B-19-20-60	(W)1,970 × (D)1,450 × (H)1,380	600 L	
		B · B-19-20-80	(W)2,070 × (D)1,550 × (H)1,420	800 L	
		B · B-19-20-100	(W)2,170 × (D)1,650 × (H)1,460	1000 L	
		Pressure Type Steam-Jacketed Kettle	B · B-23	(W)1,150 × (D)1,150 × (H)2,500	
	B · B-24		(W)1,250 × (D)1,250 × (H)2,750	840 L	
	B · B-25		(W)1,300 × (D)1,300 × (H)3,000	1120 L	
	B · B-26		(W)1,450 × (D)1,450 × (H)3,300	1400 L	
	Steam-Jacketed Kettle Hemisphere Kneader	B · B-3-1	(W)1,500 × (D)750 × (H)1,100	60 L	
		B · B-3-2	(W)1,560 × (D)800 × (H)1,140	120 L	
		B · B-3-3	(W)1,660 × (D)850 × (H)1,180	180 L	
		B · B-3-4	(W)1,760 × (D)950 × (H)1,200	240 L	
B · B-3-5		(W)1,910 × (D)1,000 × (H)1,440	300 L		
B · B-3-6		(W)1,960 × (D)1,050 × (H)1,480	360 L		
B · B-3-8		(W)2,060 × (D)1,150 × (H)1,530	480 L		
B · B-3-10		(W)2,160 × (D)1,250 × (H)1,550	600 L		
B · B-3-12		(W)2,360 × (D)1,350 × (H)1,830	720 L		
B · B-3-14		(W)2,410 × (D)1,450 × (H)1,900	840 L		
Homogeniser	Paste and Liquid	ALM 0		16 L/h	INABATA KORYO CO., LTD.
	Paste and Liquid	ALM 2		45 L/h	
	Paste and Semi-paste	ALM 4		225 L/h	
	Liquid	ALM 6		200 L/h	



Heating Mixer · Fully Automatic Bean Cooker		N-1000	(Max. Width) 1,800 mm	300 L	OTSUKA IRON WORKS CO., LTD.
		N-1200	(Max. Width) 2,000 mm	450 L	
		N-1500	(Max. Width) 2,300 mm	700 L	
		AU-1000	(W)1,800 × (H)1,300 × (D)1,000		
		AU-1500	(W)2,000 × (H)1,900 × (D)1,000		
Emulsifier/Dispenser	Crushes hard particles	H3		1200 L/h	SANMARU MACHINERY CO., LTD.
	High pressure pump	HC3		10,000 L/h	
Ribbon Mixer	Standard Type	RM			SOGO SANGYO CO., LTD.
Micro Speed Mixer	Standard Type	MS-25			Takara Koki Co., Ltd.
Mixer	Two-Arm Type	AWA-100			NAKAIMACHINERY CO., LTD.
	Single Shaft Type	FM-30			
	Twin Shaft Type	FM-150			
Mixer	NRC Type	NRC2000			Naniwa Precision Machinery Co., Ltd.
Extruder	Twin-Screw Type	MK II			THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.
Mixer	Flow Jet Mixer				FUNKEN POWTECHS, INC.
High Speed Powder Mixer		1200 AC-HLC			BENIER JAPAN K.K.
Mixer	Pan Type	PM-200VP			MAZELAR CO., LTD.
	Pot Type	PT-100MV			
		PT-200MV			
Heat-Cooking Equipment		RTK-50S	(W)1,120 × (L)720 × (H)1,000	50 L	MIURA CO., LTD.
		RTK-90S	(W)1,220 × (L)735 × (H)1,000	91 L	
		RTK-140S	(W)1,330 × (L)785 × (H)1,000	141 L	
Heat-Cooking Equipment		RTK-200S	(W)1,430 × (L)860 × (H)1,050	208 L	MIURA CO., LTD.
		RTK-310S	(W)1,630 × (L)1,010 × (H)1,140	309 L	
		RTK-400S	(W)1,670 × (L)1,060 × (H)1,145	398 L	
		RTK-500S	(W)1,770 × (L)1,160 × (H)1,245	497 L	
		RTK-600S	(W)1,880 × (L)1,260 × (H)1,245	599 L	
		NH-360S	(W)2,140 × (L)1,220 × (H)1,300	360 L	
		NH-500S	(W)2,300 × (L)1,360 × (H)1,350	500 L	
		NH-700S	(W)2,400 × (L)1,380 × (H)1,480	700 L	

Mixer	GMS-25	(L)783×(W)396×(H)264	25 L	MEIJI MACHINE CO., LTD.
	GMS-150	(L)1,352×(W)720×(H)475	150 L	
	GMS-300	(L)1,581×(W)920×(H)606	300 L	
	GMS-600	(L)1,924×(W)1,140×(H)725	600 L	
	GMS-1200	(L)2,349×(W)1,440×(H)930	1200 L	
	GMS-2000	(L)2,684×(W)1,620×(H)1,260	2000 L	
	GMS-3000	(L)2,990×(W)1,850×(H)1,420	3000 L	
	GMS-4300	(L)3,245×(W)2,140×(H)1,520	4300 L	
Kneader	SN-40			YAESU Co., Ltd.
	400 ℓ			
	SKG-2MA			
	SNG-400			
	SQNV-500 ℓ			
	SK-4			

(12) 배양기

Class	Model	Maker
Koji Cultivator		NAGATA BREWING MACHINERY CO., LTD

(13) 스팀기

Class	Model	Maker
Simple & Small Type Steam Boiler		MIURA CO., LTD.
Heating Equipment Reboiler		MIURA CO., LTD.
Fully Automatic Flow-through Boiler		IKEDEN SEISAKUSHO CO., LTD.

(14) 제어기

Class	Model	Maker
FA System		Onoe Machinery Co., Ltd.
Automatic Bag Opening-Flour Feeding System		TSUKASA INDUSTRY CO., LTD.
Scaling & Quantitative Feeding Unit		Tokyo Seifunki Mfg. Co., Ltd.

## (15) 이송기

Class	Model	Capacity	Maker
Conveyor, Bag Opener	QB-S	2 m <sup>3</sup> /h	S-TEC CO., LTD.
Conveyor, Bag Opener	QB-M	4 m <sup>3</sup> /h	S-TEC CO., LTD.
Conveyor, Bag Opener	BG750	45~120 bags/h	S-TEC CO., LTD.
Conveyor, Bag Opener	BG1000		S-TEC CO., LTD.
Extrusion Tools			OEG Co., Ltd.
Dumping Lift	Inversion lift	4~10 m/min	KYOMACHI SANGYOSHARYO CO., LTD.
Dumping Lift	Bowl lift		KYOMACHI SANGYOSHARYO CO., LTD.
Pump	Ultra Hygienic Pump		Sun Machinery Engineering Co., Ltd.
Pump	Rotary Pump		Sun Machinery Engineering Co., Ltd.
Pump	Impeller Pump		Sun Machinery Engineering Co., Ltd.
Pump	Diaphragm Pump		Sun Machinery Engineering Co., Ltd.
Vertical Type Food Material Conveyor	VC-1700		Shonan Sangyo Co., Ltd.
Belt Feeder	I		Takara Koki Co., Ltd.
	II		Takara Koki Co., Ltd.
High Concentration Batch Feeder for Powdery & Granular Materials			TSUKASA INDUSTRY CO., LTD.
Powdery & Highly Viscous Material Continuous Feeder			TSUKASA INDUSTRY CO., LTD.
Cable Hoses	Ceiling Type		Tatsumi Food Machinery Co., Ltd.
	Pillar Type		Tatsumi Food Machinery Co., Ltd.
TEFLON BELT			TECNOPLAST Co., Ltd.
Powder & Liquid Handling Equipment and Filter			Tokyo Seifunki Mfg. Co., Ltd.
Feeder			TOCS MACHINE CO., LTD.
Rotary Pump			NAKAKIN CO., LTD.
Powdery & Granular Material Conveyor			TOMINAGA & CO., LTD.
Slurry Pump			NAGASAWA KIKAI SEISAKUSHO CO., LTD.
Pump			Naniwa Precision Machinery Co., Ltd.
Conveyor			Nishimura Machine Works, Ltd.
Conveyor			NITTA CORPORATION
Conveyor			NITTA CORPORATION
Line Divider			NISSIN ELECTRONICS CO.
Pump			NISSIN ENGINEERING & EQUIPMENT CO., LTD.
Pump			NISSIN ENGINEERING & EQUIPMENT CO., LTD.
Paddle Pump			Heishin Pump works Co., Ltd.
Ripple Conveyor			HOSODA KOUGYO Co., Ltd.
Pump			MIURA CO., LTD.
Pump			MIURA CO., LTD.
Conveyor			MISUZU KOKI CO., LTD.

Designer System			MISUZU KOKI CO., LTD.
Unstacker/Stacker			MISUZU KOKI CO., LTD.
Conveyor · Freezer · Steamer · Dryer			MIZUNO HEARTH EQUIPMENT IND. CO., LTD.
Conveyor Belt			MITSUBOSHI BELTING LTD.
Pneumatic Conveying Equipment			Miyasaka Machinery Co., Ltd.
Pump			YAESU Co., Ltd.
Pump			YAESU Co., Ltd.

Class	Model	Dimension	Capacity	Maker
Retort Food Fill-Packaging Plant			15~40 bags/min	Izumi Food Machinery Co., Ltd.
Pillow Wrapper	FP-2500	(L)2,805 × (W)735 × (H)1,397 mm	10~120/min	Ibaraki Precision Machinery Co., Ltd.
	FP-2800	(L)3,835 × (W)900 × (H)1,460 mm	30~250/min	
	SP-3001 · A1	(L)4,000 × (W)1,314 × (H)1,092 mm	10~50/min	
	SP-3000 · A1	(L)3,400 × (W)1,092 × (H)1,314 mm	10~60/min	
Vacuum Packaging Machine	KX125LB-2A	(D)700 × (W)1,250 × (H)100 mm		NPC Inc.
	F78-AN	(L)3,400 × (W)1,092 × (H)1,314 mm		
	KZ-110	(L)3,400 × (W)1,092 × (H)1,314 mm		
Film-Wrapping Machine	VWKC	(W)1,230 × (L)2,300 × (H)4,250 mm	20 packs/min	O-M Ltd.
Cartoning Machine	VCR7500	(L)5,250 × (W)1,500 × (H)1,590 mm	50~200 cartons/min	
Fully Automatic Bag Opening System Palletizing & Depalletizing System	OK-86			Oneo Machinery Co., Ltd.
Wrapper	Sleeve Wrapper L	(L)3,250 × (W)1,500		KYOWA DENKI CO., LTD.
	KD-4000 Shrink System	(L)2,070 × (W)830 × (H)1,360 mm		
	TCL-3030	(L)1,705 × (W)1,210 × (H)1,490 mm	20~30 package/min	
	SA-200	(L)3,450 × (W)460 × (H)1,750 mm		
Carton Caser & Straw Applicator				UEDA DAIRY MACHINES MFG. CO., LTD.
Cup Sealer	UF-202	(W)350 × (D)450 × (H)600 mm	300~500 pc/h	SUNNY PACK CO., LTD.
	UF-500	(W)450 × (D)450 × (H)770 mm	300~500 pc/h	
	UF-FT-500(T)	(W)500 × (D)650 × (H)1,500 mm	300~500 pc/h	
	UF-5000			
	UF-3750			
	UF-3000			

Filling & Sealing Machine	MS-6	(W)2450×(D)1200×(H)2,020 mm		SUNRISE SYSTEM CO., LTD.
	MS-7	(W)2000×(D)900×(H)1,800 mm		
Filling & Machine	U-H25	(L)8,090×(W)1,860×(H)2,780 mm		SHIKOKU KAKOKI CO., LTD.
Fill-Sealer	NWAED-3Y4-4500 I	(L)4,800×(W)1,000×(H)1,800 mm		SHINWA KIKAI CO., LTD.
	KNWAED-2Y2-6500-IS			
Automatic Liquid Sealing & Filling Machine - Piston	SCF-801	(W)1,705×(D)1,300×(H)2,540 mm	50~60 cans/h	SEIWA GIKEN Co., Ltd.
Packaging Equipment	PPH-250D			Soken Co., Ltd.
	DAVG			
Vacuum Packing Machine	NA-S-KL·2K	(W)960×(L)850×(H)1,140 mm	100m <sup>3</sup> /h	Tazaki Co., Ltd.
	HA-S-02	(W)600×(L)630×(H)1,200 mm	63m <sup>3</sup> /h	
	DA-S-01	(W)1,215×(L)790×(H)1,030 mm	100m <sup>3</sup> /h	
	DA-S-02	(W)1,800×(L)1,065×(H)1,050 mm	250m <sup>3</sup> /h	
Automatic Bag Opener			200 bag/h	TSUKASA INDUSTRY CO., LTD.
Lateral Type Small Carton Filling Machine	MKH-3	(W)1,350×(L)3,050×(H)1,600 mm	40~50 cartons/min	Tokyo Sangyo Machinery Co., Ltd.
	TOS-118 HP-30	(W)620×(L)770×(H)470 mm	10~30 cartons/min	
Filling and Sealing Machine	SCS-320		220 pcs/min	TOKYO FOOD MACHINE CO., LTD.
	SC-300M1		220 pcs/min	
Bag Seal-Filling Machine	SCS-320		20~80 pcs/min	
Filling Machine	TK-102L-C	(L)2,000×(W)1,125 mm	6~70 pcs/min	TOYO MACHINERY CO., LTD.
Auto Bag Opener			400~600 bags/h	Tokyo Seifunki Mfg. Co., Ltd.
Case Opening Equipment & Bag Opening Machine				
Ring Packing Machine	TT-8CPR	(L)2,126×(W)1,791×(H)1,670 mm	15~30 bags/min	TOYO JIDOKI CO., LTD.
Pouch Fill-Sealing Machine	TT-8C	(L)2,410×(W)1,770×(H)2,150 mm	20~45 pouches/min	
	TT-9CW		40~90 pouches/min	
	TT-12C	(L)2,540×(W)2,890×(H)1,950 mm	15~35 pouches/min	
Vacuum Packaging Machine	TVP-E3	(L)2,164×(W)2,720×(H)1,730 mm	30~50 bags/min	
	TVP-E4	(L)2,164×(W)2,720×(H)1,730 mm	20~40 bags/min	
Filler, Dispenser				TOMINAGA & CO

Sealing Machine	TSV-Standard			TOYO SHOJI CO., LTD.
	TSV-400NPS			
	TSV-SGT			
	TSV-VGT			
	TSIA			
	TSV-M-HC			
	TSV-400NPF			
	TSV-430W			
	TSV-290W			
TSH-150				

(16) 포장기

Filling Machine	W			NAOMI CO., LTD.
	L			
	P			
	S			
	DT			
	M			
The Rollstock Machine	R-530			NAKAMURA SANGYO CO., LTD.
	R-230			
	C-500			
Vacuum Packaging Machine	1000ST-GSL	(L)350×(W)400×(H)320 mm		Nihon VAC-STAR Co., Ltd.
	2000ST-GSL	(L)440×(W)525×(H)400 mm		
	2500GSL	(L)440×(W)625×(H)400 mm		
	6500GSL	(L)550×(W)765×(H)1,010 mm		
	S-225	(L)560×(W)590×(H)460 mm		
	S-240	(L)700×(W)595×(H)1,115 mm		
Fold-Type Wrapping Machine	ME4-12		15~40 packs/min	NIPPON HOSO-KIKAI CO., LTD.
Sleeve-Type Shrink Package Machine		(L)2,350×(W)740	12~25 packs/min	
Shrink Packaging Machine	4255	(L)1,350×(W)800×(H)920 mm		
Vacuum Seamer, Home Seamer	HC-V			SUN FOOD MACHINERY CO., LTD.
	HC-H			
Continuous Pulper, Pulper, Crusher	HC-PF	(L)550×(W)1,300×(H)1,200 mm	250~300 kg/h	
	HC-P	(L)550×(W)1,100×(H)920 mm	150~200 kg/h	
	HC-VC	(L)600×(W)900×(H)1,250 mm	200~300 kg/h	
Automatic Filling Machine				Hasshu Machinery Co., Ltd.
Filling Machine	2	(L)600×(W)1,000×(H)1,600 mm	5~40 time/min	
	5	(L)600×(W)1,000×(H)1,600 mm	5~30 time/min	
	10	(L)600×(W)1,000×(H)1,600 mm	5~25 time/min	

Sealers	BM-3000DX	(L)2,000×(W)800×(H)1,620 mm	1250~3000 pcs/h	BANNO CO., LTD.
	BM-5000	(L)2,500×(W)800×(H)1,700 mm	2500~6000 pcs/h	
Viscous Liquid Fill-Sealer	816 TRED A	(L)2,500×(W)700×(H)1,760 mm	600~1200 pcs/h	
	816L2500 TRED A	(L)2,800×(W)700×(H)1,760 mm	600~1200 pcs/h	
Bag Opener	F-4	(W)133×(L)280×(H)50 mm		
	F-5	(W)300×(L)386×(H)118 mm		
Vacuum Gas Filling & Packaging Machine	GK-4R	(W)420×(L)340×(H)75 mm		Hitachi Housou Co., Ltd.
	GK-8R	(W)840×(L)340×(H)75 mm		
	G-12R	(W)1,360×(L)340×(H)70 mm		
Lateral Pillow Type Packaging Machine	FW3410/B			FUJI MACHINERY CO., LTD.
Vertical Pillow Type Packaging Machine	FW7700		120 bags/min	
Wrap Cartoner			60~120 cases/min	
Corrugated Cardboard Caser			12 cases/min	
Sealer	FA-200-10	(W)280×(D)595×(H)350 mm		FUJI IMPULSE CO., LTD.
Filling/Seal Packaging Machine		(W)2,950×(D)5,300×(H)1,950 mm	70 bags/min	FUJIMORI KOUGYO Co., Ltd.
Fill-Packaging Machine	FPG-SH	(W)2,145×(D)1,115×(H)2,450 mm	65 bags/min	FUSO INDUSTRIES CO., LTD.
Feed-Fill-Packaging Machine	MR-18	(W)1,100×(D)1,450×(H)1,680 mm	600~750 bags/h	
	UDA-20	(W)5,050×(D)3,860×(H)5,200 mm	60~90 bags/h	
Vacuum Packaging Machine	FVB-U6 II-400	(W)1,200×(L)1,673×(H)1,240 mm		FURUKAWA MFG. CO., LTD.
	FVB-U6 II-500	(W)1,200×(L)1,673×(H)1,240 mm		
Vacuum Packaging Machine	FVV-12-220	(W)2,850×(L)2,350×(H)1,350 mm	10~45 packs/min	
Pouch Filling Machine	FF-220N	(W)1,804×(L)2,100×(H)1,468 mm	15~50 packs/min	
	FF-220R	(W)2,040×(L)2,134×(H)1,463 mm	15~40 packs/min	
Vacuum Packaging Machine	FDMW-580			FUJIYAMA GIKEN CO., LTD.
Filling Machine	RC 4.5-25		25 cycle	Heishin Pump works Co., Ltd.
	RC 4.5-48		25 cycle	
	RC 4.5-75		20 cycle	

(17) 품질관리기

Class	Type	Model	Maker
Impact Echo Inspecting System			ACUTE Inc.
Weighting Machine		KE7408AW	ANRITSU CORPORATION
		KE741AW	
Weight Scale	Wagon Scale	WS-300	NIPPON CAREER Industry Co., Ltd.
Weight Grader		SC-1000 E	
		SC-1000 E2	
Check Weigher		KW5341AEP	ANRITSU CORPORATION
		KW635AW	
Metal Detector/Check Weigher		DENOX	NIKKA DENSOK LIMITED
		KW646BW	ANRITSU CORPORATION
		MCS-009/A-012PB · WP	NISSIN ELECTRONICS CO.
		MCS-009/A-003PB · WP	
Metal Detector		KD-801A	ANRITSU CORPORATION
		KD-801AW	
		MS-3012	NISSIN ELECTRONICS CO.
		MS-3112	
X-Ray Food Inspection System		KD7001AW	ANRITSU CORPORATION
		EX-1001	NISSIN ELECTRONICS CO.
Machine Vision System		KR812A	ANRITSU CORPORATION
Computer Scale & Automatic Checker		CCW-NZ-214W	ISHIDA CO., LTD.
		DACS-W-003/012	
Counter System		FLC-3500	APTUS CORPORATION
		FLC-1000	
		FLC-70GMP	
X-Ray Impurities Inspection Device		X-1	ELCOW CORPORATION LTD.
		PakScan	NIKKA DENSOK LIMITED
Scales			KYOJI CO., LTD.
Pinhole Detector		HSE-505	NIKKA DENSOK LIMITED
		NPC-501	NISSIN ELECTRONICS CO.

(18) 저장시설

Class	Model	Maker
Automated Freezer Warehouse System		SEIBU ELECTRIC & MACHINERY CO., LTD.
Prefabricated Freezer/Refrigerator		TOHRITSU Co., Ltd.
Refrigeration Plant Engineering		HASEGAWA REFRIGERATION, LTD.



(19) 기타

Class	Type	Model	Maker
Sheeter	Pie Roller Model	Standard PXA	Masaki Kikai Co., Ltd.
		Common-Use	
		Standard PXC	
		Common-Use PXC	
Flaking Mill & Roaster	Flaking Mill	WFM	ARAKAWA ENGINEERING WORKS CO., LTD
	True Coffee Roaster	JETROAST	

2) 국내 식품기계제조업체

다음은 국내 식품기계 제조업체별 생산품목을 나타낸 것이다. 모두 87개 업체가 조사되었다. 국내 식품기계산업의 특징으로 업체의 부침이 매우 심한 것으로 조사되었으며, 식품기계 제조업체의 전문성이 매우 낮은 것으로 파악되었다.

업체명	주소	주요품목
경동기계	대구시 달서구 갈산동 358-83 14B 6L	곡물분쇄, 재유, 재병, 통조림라인
경동에지니어링	대구시 북구 노원3가 650	분쇄라인, 건조자동화시설, 떡제조설비, 재면설비 등
(주)대광기계	부산시 사하구 다대동 1516-4	어육연제품설비, 오징어가공라인
대광기계공업사	대구시 북구 노원3가 227-10	농수산물 가공설비
(주)대덕종합기계	경기도 시흥시 정왕동 0384-7 시화공단 3라 508호	절단기, 세척기, 자숙기, 콘베이어, 야채탈피기
대보마그네틱(주)	서울시 영등포구 여의도동 13-31 기계회관8층	전자선별기, 금속검출기
대영공업사	서울시 성동구 성수1가 656-1058	제과기계
대우기계공업사	서울시 성동구 성수동1가 656-439	착즙기, 분쇄기, 착유설비, 떡제조설비
대원산업(주)	경북 칠곡군 왜관읍 금산리 990-2	기곡종합처리시설
(주)대윤산업	대전시 대덕구 대화동 63-20	양조설비, 혼합기, 살균설비, 농축 및 추출설비
대흥종합기계(주)	경기도 시흥시 정왕동 1274-2 시화공단 3다 714	추출 및 농축설비
동광산업사	대구시 북구 노원3가 395-19	곡류분쇄설비, 송편성형라인, 믹서
동성기계공업(주)	경남 창원시 성주동 49-1 창원공업기지 안민단지 3호	액체자동포장설비, 양조설비
(주)리즈코포레이 션	경기도 김포군 통진면 교정리 170-3	위생 배관자재 및 밸브, 식품자동화설비
(주)삼각기계	광주시 광산구 하남동 500-6	음료 및 생수 제조설비, 농수산물가공 자동화설비
삼광산업(주)	경기도 광주군 초월면 학동리 197	탱크류, 열교환기, 여과설비, 균질설비

삼원냉열엔지니어링	부산시 사하구 장림동 497-5	진공동결건조기, 냉동고, 초저온냉동쇼케이스
삼현정밀기계	부산시 영도구 남향동3가 141-74	권체기
서울식품기계상사	서울시 금천구 시흥3동 984 시흥유통상가 11동210호	중고식품기계 매입 및 매각
성일기계공업(주)	서울시 강남구 청담동 85-17 성일빌딩3층	제과재빨설비, 제과점설비, 생면제조설비,
세진테크(주)	인천시 남동구 고잔동 696-4 남동공단 129BL-5LT	파우치자동충전포장설비, 식품가공기계류
쌍용기계산업사	인천시 계양구 작전동 161	도정기계
(주)아이디알시스템	대구시 달성군 다사읍 서재리 790-3	자동제량포장설비, 건조,저장사이로, 미곡처리시설
영인과학(주)	서울시 강남구 신사동 547 영화빌딩	분석기기
(주)영일기계	대구시 달서구 월암동 925-16 성서공단 2차 2지구	미곡종합처리시설
(주)일신립	서울시 중랑구 중화2동 326-109	동결건조기
일신교역·엔지니어링	서울시 주량구 중화동 326-64	동결건조기, 냉동장치
일신기계제작소	대구시 달서구 월암동 914-9 성서공단 2-2지구 43B-10L	해태가공기계
(주)제이오텍	경기도 김포군 대곶면 거름대리 272-1	Kneading machine
(주)제일기공	경기도 이천시 부발읍 가산리 214-3	건조장치, 열균장치, 여과장치, 혼합장치, 탱크류
중앙기공산업(주)	경기도 안산시 성곡동 642-1 반월공단 B604-18L	위생배관, 밸브, 펌프
지원기계(주)	서울시 서초구 방배동 474-37 지원빌딩	수분측정기기
(주)진공기술	경기도 파주군 월롱면 영태리 390	진공동결건조장치
창진기계	충남 금산군 금성면 하신리 금성농공단지 18블럭	고압살균기, 각종식품기계류
태방기계(주)	서울시 강동구 성내동 415-8 삼원빌딩 309	용기포장기, 식품위생용기
태환자동화산업	서울시 구로구 고척동 142-22	곡물 복음기, 분쇄기, 세척기 및 이송장치
(주)필텍	서울시 구로구 구로본동 1258 중앙유통빌딩 25동 1317호	펌프
한국전자공업(주)	경기도 부천시 원미구 도당동 239-9	진공포장기, 자동계량 및 충전기
(주)대성기계	인천시 부평구 청천2동 407-5	박스포장기, 스틱포장기, 충전기
(주)대성자동포장기계	경기도 부천시 오정구 삼정동 267-3	전자동랩포장기
(주)태창기계	경남 마산시 합포구 진북면 신촌리 413-2	자동세병, 충전라인
도호기계(주)	경기도 안양시 동안구 호계동 910-2	핑형·중형포장기, FA시스템
동호엔지니어링	서울시 금천구 시흥3동 시흥공구상가17동 217호	파렛트랩핑기, 수축포장기, PP밴딩기
(주)두일RS	경기도 고양시 일산구 덕이동 1509	수축포장기, 날인기, 자동랩포장기
선진기계	서울시 영등포구 양평동5가 107-3	라벨링머신
(주)성림정밀	경북 고령군 다산면 송죽리 주물공단 1B-4L	자동랩핑기
세계로시스템	경기도 고양시 일산구 장항동 548-24	자동중량선별기, 계량기
세진테크(주)	인천시 남동구 고잔동 696-4 남동공단 129BL-5L	자동계량기, 자동포장기
한성공업(주)	전북 익산시 신흥동 803-18	미곡종합처리설비
(주)한성분체기계	서울시 성동구 성수동2가 289-286	건식 및 습식분쇄기
한얼기계	서울시 구로구 신도림동 427-2	고점도물질 자동충전기
한일냉동기계공업(주)	경기도 안산시 성곡동 시화공단 4마 104호	급속동결장치
(주)한물	경기도 용인시 기흥읍 공세리 295	농축시설, 주스가공설비
현대종합기계	서울시 성동구 성수1가 656-1217	면류제조설비, 자동포장기, 건조설비

호영엔지니어링	서울시 영등포구 여의도동 17-1	동결건조설비, 냉각제습건조기
화성기계(주)	경기도 이천시 부발읍 아미리 700-2	고온순간살균장치, 실험용 액체살균장치
홍진엔지니어링	서울시 서초구 서초동 1588-8 벨타워빌딩	저장설비, 항온항습기, 우레탄판넬
가성포장기계(주)	서울시 성동구 성수1가동 670-155	랩포장기, 비닐접착기, 진공포장기
(주)남북산업	서울시 서초구 양재동 120 전진빌딩1층	자동충전기
대산기계	서울시 영등포구 양평동6가 82-8	식품포장기계, 식품가공기계
유진포장공업(주)	서울시 서초구 양재동 118 봉석빌딩	수축포장기계
울산정기	서울시 강서구 등촌동 635-12	자동포장기, 콘베이어
이마텍엔지니어링 (주)	경기도 하남시 덕풍동 615-1	수축포장기, 수축필름, 각종 식품포장기
(주)인터텍엔지니어링	경기도 안산시 원시동 740-2	자동포장기계, 카본너 컴퓨터제랑기
조운기계	서울시 성동구 성수2가 309-152	충전기, 랩핑기, 세병기, 라벨기
천새자동차(주)	경기도 안산시 원시동 740-8	자동카본포장기, 수축포장기
(주)타워인더스트리	경기도 남양주시 화도읍 차산리 248-12	진공포장기, 결속기, 밴드실러
타워포장산업	서울시 강서구 염창동 276-9	밴드실러, 주문형포장기계
(주)텍타운	서울시 노원구 상계동 726-1	자동포장기, 컴퓨터제랑기, 정량충전기
(주)한국크리에타	서울시 강남구 논현동 64-8	화장품 및 식품포장기
(주)한독자동차	경기도 김포군 김포읍 풍무리 662-113	자동포장기
(주)한동	경기도 군포시 당정동 123	식품포장기계, 충전기,
홍우포장기계	경기도 안양시 동안구 관양2동 889	수축포장기, 진공포장기, 밴드실러
효원포장기계(주)	경기도 파천시 주암동 65-3	수축포장기, 파렛트랩핑기
(주)경인텍	경기도 부천시소사구 계수동 4	PE결속기, 핸드밴딩기
(주)니나기계	경남 김해시 진례면 청천리 348-5	결속기
대동포장기계	대구시 달성군 옥포면 강림리 580	결속기
대성산업(주)	서울시 성동구 성수2가3동 276-4 동산빌딩5층	밴딩기
동서포장기계	부산시 금정구 남산동 960-12	자동결속기, 랩핑기
미광기계공업(주)	경북 경산시 압량면 부적리 180-1	밴딩기계
상원포장기공업사	서울시 성동구 성수1가 13-16	결속기, 랩핑기
삼원포장기계	서울시 강동구 천호동 361 1층2호	자동결속기, 자동테이핑기
창성화성산업	경북 달성군 옥포면 간경리 720-1	결속기
성지산업	경기도 이천시 부발읍 신하리 94-2	
(주)한도위커버	부산시 북구 만덕동 산19-5	자동밴딩기, 식품포장기
유성정밀엔지니어링	경기도 부천시 오정구 삼정동 220-12	튜브충전기, 랩핑기, 세병기
영신엔지니어링	서울시 양천구 신정동 739-5	수축포장기계

부록 2. 프로그램 source code

<CD 별첨>

여 백

## 제4세부과제

# 농촌형 가공공장의 기술지원체계 및 정보망 구축

세부연구책임자: 조 응 제  
연구 원: 장 종 근  
연구 원: 이 인 수  
연구 원: 장 대 자  
연구 원: 박 성 훈  
연구 원: 강 수 기  
연구 원: 최 태 동  
연구 원: 곽 창 근  
연구 원: 오 승 용  
연구 원: 차 환 수  
연구 원: 진 재 순  
연구 원: 이 우 선  
연구 원: 진 수 경  
연구 원: 나 혜 진

여 백

# 요 약 문

## I. 제목

농촌형 가공공장의 기술지원체계 및 정보망 구축

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 목적은 기술지원체계와 식품종합정보망의 구축을 통해 정부지원 가공업체의 경쟁력을 강화함으로써 산지 농산물 가공산업을 활성화하는데 있으며, 구체적인 연구목표는 산지 농산물 가공업체에 적합한 ① 경영평가 전산 프로그램 개발, ② 제품별 가공공장 운영지침서(SOP)를 개발, ③ 국내외 식품 기술정보 DB 개발에 두고 있다.

산지 농산물 가공업체에서 기업회계 장부를 제대로 작성하는 업체는 10%에도 못 미칠 정도로 과학적인 경영이 이루어지지 않고 있다. 이에 따라 경영 및 재무상태를 스스로 진단하여 대처할 수 없고 현황 파악이 어려워 합리적인 경영의사결정을 하기 힘들다. 더욱이 재무회계업무의 전산화가 되어있지 않아 업무 효율성이 저하되고 역동적인 시장 상황의 변화에 순발력 있게 대처하지 못하고 있다. 따라서 산지 농산물 가공업체의 실정에 맞는 경영평가 전문 S/W의 개발과 보급을 통해 과학적인 경영을 유도할 필요성이 있다.

뿐만 아니라 산지 농산물 가공업체의 생산관리 방법에도 문제가 많다. 작업능률의 제고, 합리적인 재고관리, 철저한 품질관리 등의 현장혁신은 기업경쟁력을 강화하는 데 매우 중요하게 인식되고 있지만, 전문기술인력이 부족한 산지 농산물 가공업체의 경우 품질 및 생산성 관리가 체계적으로 이루어지지 못하고 경험에 주로 의존하고 있다. 따라서 현장기술을 체계적으로 정리하여 보급할 필요가 있다.

식품기술 및 시장정보는 판로개척, 시장변화에 대한 신속한 대응, 신제품 개



발에 대한 아이디어 발굴 등 기업경영전략을 수립하는데 필수적인 요소이나 산지 농산물 가공업체는 정보수집 능력이 크게 떨어진다. 현재 산업기술정보원을 비롯하여 일부에서 식품기술정보를 제공하고 있지만 식품전문 DB는 아니다. 따라서 신기술과 신제품 정보, 특허정보, 식품규격 및 법령 정보, 국내외 시장동향, 식품관련업계 등 식품관련 종합정보망을 구축하여 가공업체에 제공할 필요가 있을 것이다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 경영평가 전산프로그램 개발

농산물 가공업체의 경영실태조사 자료와 기업경영분석 자료 등을 검토하여 산지 농산물 가공업체들이 필요로 하는 경영평가 항목을 결정하고 경영평가 분석 모형을 구축하였다. 경영평가 모형은 재무회계전산 기장과 재무지표를 이용한 경영성과 분석 모형, 사업전망과 사업타당성 분석을 경영시뮬레이션 모형으로 구성되어 있다.

경영평가 프로그램은 경영진단 능력이 부족하고 정보화 수준이 낮은 산지 농산물 가공업체의 현실을 감안하여 기본자료만 입력하면 자동으로 2차적인 분석이 이루어질 수 있도록 설계하였으며, 엑셀을 베이스로 하고 이용자의 편의를 위하여 윈도우 체제에서 운영할 수 있는 GUI방식을 채택하였다.

#### 2. 제품별 가공공장 운영지침서 개발

산지 농산물 가공업체의 생산품목을 검토하여 생산 비중이 높은 김치, 절임식품, 장류, 다류, 식초, 면류, 채소가공식품, 과일가공식품, 한과 공장의 운영지침서 8종을 개발하였다.

기술수준이 낮은 산지 농산물 가공업체 종사자가 현장에서 쉽게 활용할 수 있도록 제조공정, 공정별 가공조건, 성분 배합비, 원료관리, 제품관리, 공정관리, 위생관리 등 공장운영에 필요한 제반 기술 사항을 포함하였으며 업체에서 필요로 하는 특허, 포장재질 및 규격, 기계장비, 식품표시기준, 제조업체, 일본의 신제품 정보 등의 부속 자료로 포함하였다.

### 3. 식품기술정보 DB 개발

식품기술 및 시장관련 최신정보를 제공하기 위한 식품기술정보 데이터베이스를 구축하였으며 국내외 연구개발정보, 국내외 특허정보, 식품규격 및 법규정보, 식품관련업체 정보, 신제품/신소재 정보, 해외식문화정보를 식품기술정보 DB의 콘텐츠로 구성하였다.

정보서비스를 실시할 것을 충분히 고려하여 주제 검색과 키워드 검색 등 다양한 검색이 가능하도록 데이터의 구조를 설계하였으며, 각각의 정보에 대해 키워드를 부여하고 이용자가 정보의 내용을 쉽게 파악할 수 있도록 초록을 작성하였다.

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

국내외 연구개발정보, 특허정보, 규격정보, 식품관련업체 정보, 신제품/신소재정보, 해외식문화 정보 등 총 12만 건의 국내외 최신 식품기술 및 시장정보 DB를 구축하였다. 한국식품개발연구원 재원으로 운영프로그램 및 하드웨어를 구축하여 2001년 4월부터 KFRI 식품정보센타를 통해 무료로 정보서비스를 제공하고 있다.

김치, 절임식품, 장류, 다류, 식초, 면류, 채소·과일, 한과 공장의 운영지침서 8종을 제작하였으며 각 운영지침서에는 제조공정, 공정별 가공조건, 배합비, 원료관리, 공정관리, 제품관리, 종사자관리, 시설관리, 포장재, 표시기준, 기계장비, 관련특허, 신제품 현황으로 내용을 구성하였다. 책으로 제작된 가공공장 운영지침서는 희망업체에 배포하고 있으며 KFRI 식품정보센타에서도 파일형태도 제공하고 있다.

농촌형 가공공장에 적합한 경영평가 프로그램을 개발하였으며 40여종의 재무제표와 부속명세서를 작성할 수 있는 재무회계 프로그램, 재무지표를 활용한 경영성과분석 프로그램, 사업타당성 분석 프로그램으로 구성하였다. 재무제표, 부속명세서, 재무지표는 전표 입력만으로서 자동적으로 작성되며 사용하기 간편하도록 윈도우에서 메뉴 작업을 할 수 있도록 하였으며 개발된 프로그램을 사용하여 가공업체 컨설팅사업에 활용한 바 있다.

여 백

# CONTENTS

Chapter 1. Introduction .....	495
1. Significance .....	495
2. Objectives and Scope .....	496
Chapter 2. Review of Relevant Technologies .....	499
Chapter 3. Research Methods and Results .....	501
1. A Computer Program for Management Evaluation .....	501
1. Model Design .....	501
2. Model Construction .....	502
3. Management Simulation .....	518
2. SOPs for Rural Food Processing Plants .....	524
1. Design of Contents .....	524
2. SOP Development .....	524
3. Development of A Food Information Database .....	525
1. Design of Data Structure .....	525
2. Database Development .....	526
Chapter 4. Accomplishments and Contributions .....	533
Chapter 5. Utilization of the Results .....	535
References .....	537

여 백

# 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	495
제 1 절 연구의 필요성 .....	495
제 2 절 연구의 목적 및 내용 .....	496
1. 연구의 목표 .....	496
2. 연구의 내용 및 범위 .....	496
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	499
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	501
제 1 절 경영평가모형 및 프로그램 개발 .....	501
1. 경영평가모형의 설계 .....	501
2. 경영평가모형의 구축 .....	502
3. 경영시뮬레이션 .....	518
제 2 절 가공공장 운영지침서 개발 .....	524
1. 운영지침서 개발 계획 수립 .....	524
2. 운영지침서 제작 .....	524
제 3 절 식품기술정보 DB 개발 .....	525
1. 식품기술정보 DB의 설계 .....	525
2. 식품기술정보 DB의 작성 .....	526
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	533
1. 경영평가 프로그램 개발 .....	533
2. 가공공장 운영지침서 개발 .....	533
3. 식품기술정보 DB 개발 .....	533
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	535
참고문헌 .....	537

여 백

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구의 필요성

대부분의 산지 농산물 가공업체가 기술수준이 낮고 경영능력이 부족하여 일반 중대기업에 비해 시장 경쟁력이 취약한 편이며 이에 따라 기업 경영에 어려움을 겪고 있다. 따라서 산지 농산물 가공산업을 활성화하기 위해서는 기술 향상과 경영혁신을 돕기 위한 다각적인 지원이 절실히 요청된다.

첫째, 가장 취약한 분야 중의 하나로 경영진단과 성과평가 능력의 부족을 지적할 수 있다. 회계재무관리 실태를 보면 산지 농산물 가공업체의 약 30%가 전혀 장부를 작성하지 않거나 간단한 메모만 활용하고 있으며 60%가 간이장부 수준의 장부를 작성하고 있고, 기업회계장부를 유지하고 있는 업체는 규모가 비교적 큰 10% 정도에 불과한 실정이다.

이처럼 경영의 기초자료인 회계장부조차 제대로 작성되지 않고 있어, 경영 및 재무상태를 스스로 진단하여 대처할 수 없고 현황 파악이 어려워 합리적인 경영의사결정을 하기 힘들다. 더욱이 재무회계업무의 전산화가 되어있지 않는 경우가 많아 시장 상황의 역동적인 변화에 대처할 수 있는 경영전략의 수립을 저해하고 업무의 효율성을 저하하고 있다. 따라서 산지 농산물 가공업체의 실정에 맞는 경영평가 전문 S/W의 개발과 보급을 통해 과학적인 경영을 유도할 필요성이 있다.

둘째, 생산관리 분야의 취약성이다. 작업능률의 제고, 합리적인 재고관리, 철저한 품질관리 등의 현장혁신은 기업경쟁력을 강화하는 데 매우 중요하게 인식되고 있다. 그러나 산지 농산물 가공업체는 전문기술인력이 부족한 실정으로서 품질 및 생산성 관리가 과학적, 체계적으로 이루어지지 못하고 경험에만 의존하고 있는 경우가 일반적이다. 따라서 현장기술을 체계적으로 정리하여 보급할 필요가 있다.



셋째, 식품기술 및 시장정보는 판로개척, 시장변화에 대한 신속한 대응, 신제품 개발에 대한 아이디어 발굴 등 기업경영전략을 수립하는데 필수적인 요소이나 산지 농산물 가공업체는 정보수집 능력이 크게 떨어진다. 따라서 신기술과 신제품 정보, 특허정보, 식품규격 및 법령 정보, 국내외 시장동향, 식품관련 업계 등 식품관련 종합정보망을 구축하여 가공업체에 제공할 필요가 있을 것이다.

## 제 2 절 연구의 목적 및 내용

### 1. 연구의 목표

- 본 연구의 목적은 기술지원체제와 식품종합정보망의 구축을 통해 정부지원 가공업체의 경쟁력을 강화함으로써 산지 농산물 가공산업을 활성화하는데 있다.
- 이러한 목적을 달성하기 위하여 산지 농산물 가공업체에 적합한 ① 경영평가 전산프로그램 개발, ② 제품별 가공공장 운영지침서(SOP)를 개발, ③ 국내외 식품기술정보 DB 개발을 구체적인 연구목표로 설정하였다.

### 2. 연구의 내용 및 범위

#### 가. 경영평가 전산프로그램 개발

- 농산물 가공업체의 경영실태조사 자료와 한국은행 기업경영분석, 경영성과분석 등의 문헌조사를 통하여 산지 농산물 가공업체들이 필요로 하는 경영평가 항목을 결정하였다.
- 경영진단 능력이 부족하고 정보화 수준이 낮은 산지 농산물 가공업체의 현실을 감안하여 기본자료만 입력하면 2차적인 분석이 프로그램에서 자동으로 이루어질 수 있도록 경영평가 모형을 설계하였다.
- 이용자의 편의를 위하여 윈도우 체제에서 운영할 수 있는 GUI방식을 채택하여 엑셀을 베이스로 한 경영평가 프로그램을 개발하였으며 자료 입력과 보고서 출력의 포맷을 작성하였다.

나. 제품별 가공공장 운영지침서 개발

- 김치, 절임식품, 장류, 다류, 식초, 죽·음료, 채소·과일, 떡·한과 공장의 운영지침서를 개발, 제작하였다.
- 기술수준이 낮은 산지 농산물 가공업체 종사자가 현장에서 쉽게 활용할 수 있도록 제조공정, 공정별 가공조건, 성분 배합비, 원료관리, 제품관리, 공정관리, 위생관리 등 공장운영에 필요한 제반 기술 사항을 포함하였다.
- 업체에서 필요로 하는 특허, 포장재질 및 규격, 기계장비, 식품표시기준, 제조업체, 일본의 신제품 정보 등의 부속 자료로 포함하였다.

다. 식품기술정보 DB 개발

- 국내외 연구개발정보, 국내외 특허정보, 식품규격 및 법규 정보, 식품관련업체 정보, 신제품/신소재 정보, 해외식문화정보를 식품기술정보 DB의 컨텐츠로 구성하였다.
- 주제 검색과 키워드 검색 등 다양한 검색이 가능하도록 데이터의 구조를 설계하였으며, 각각의 정보에 대해 키워드를 부여하고 이용자가 정보의 내용을 쉽게 파악할 수 있도록 초록을 작성하였다.

# 여 백

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

- 농업분야에서도 전산부기 및 경영진단 프로그램이 농촌진흥청, 농림수산 기술정보센터에서 개발되어 보급되고 있으나 혁신 경영분석기법의 도입이 이루어지지 않고 상용화된 프로그램은 많으나 산지 농산물 가공업체에 그대로 적용하기에는 문제가 많다.
- ISO, 총생산보전(TPM), 총품질관리(TQM), 6시그마 프로그램 등 생산관리 분야에서 최신 경영기법들이 쏟아져 나오고 있으나 일반적인 관리방법에 관한 것이며 본 연구에서 개발하고자 하는 운영지침서와 같이 산지 농산물 가공업체의 특정 품목에 대한 관리방법은 없다.
- 국내 식품산업의 급속한 성장과 수입자유화로 인해 가공식품 시장의 경쟁이 치열해짐으로써 기술경쟁력 확보를 위한 식품정보 수요가 확대되고 있으나 국내에는 식품관련정보의 수집, 가공, 유통체계가 매우 취약한 실정이다.
- 현재 산업기술정보원, 농림기술정보센터, 식품저널 등에서 식품관련정보 데이터베이스를(DB) 개발하였으나 종합정보체계를 갖추지 못하여 일관공급(one-stop-service)이 이루어지지 않고 정보 내용 면에서도 서지형태로 제공되어 식품전문가에 의해 가공된 고급정보의 공급이 이루어지지 않아 식품업체의 이용률이 매우 저조한 편이다.

여 백

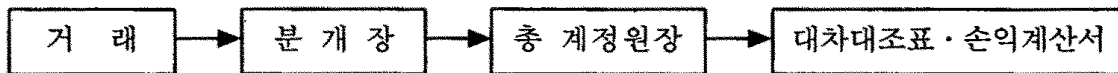
## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 경영평가모형 및 프로그램 개발

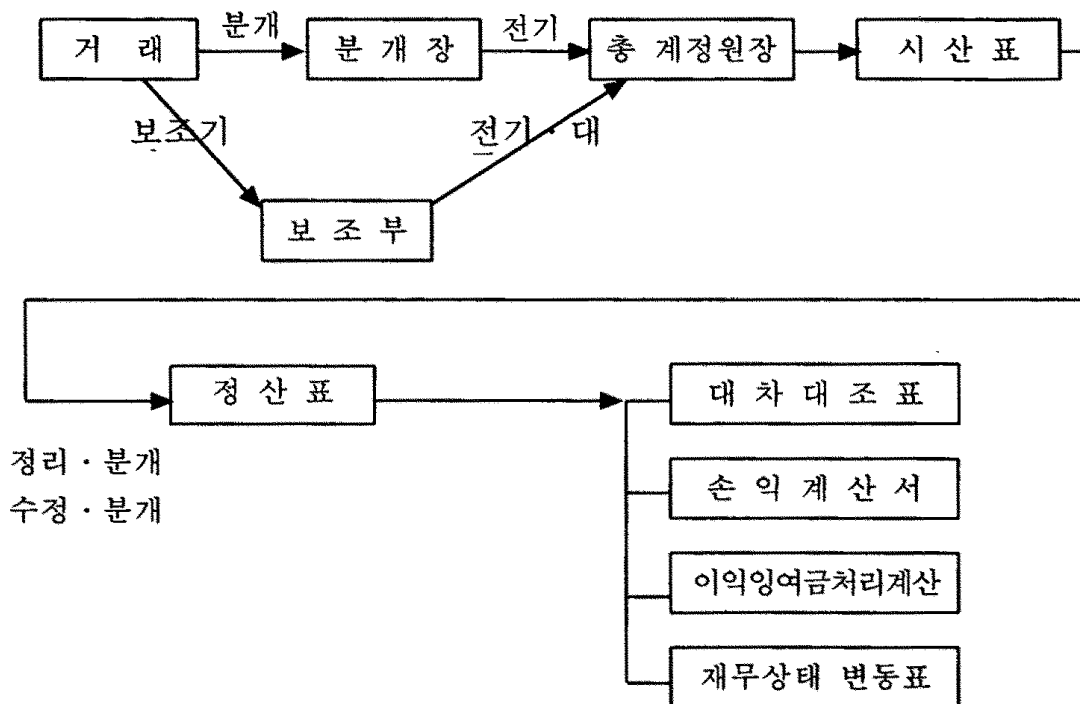
#### 1. 경영평가모형의 설계

##### 가. 기업회계장부의 분석

###### ○ 기본적 장부조직



###### ○ 대기기업의 장부조직



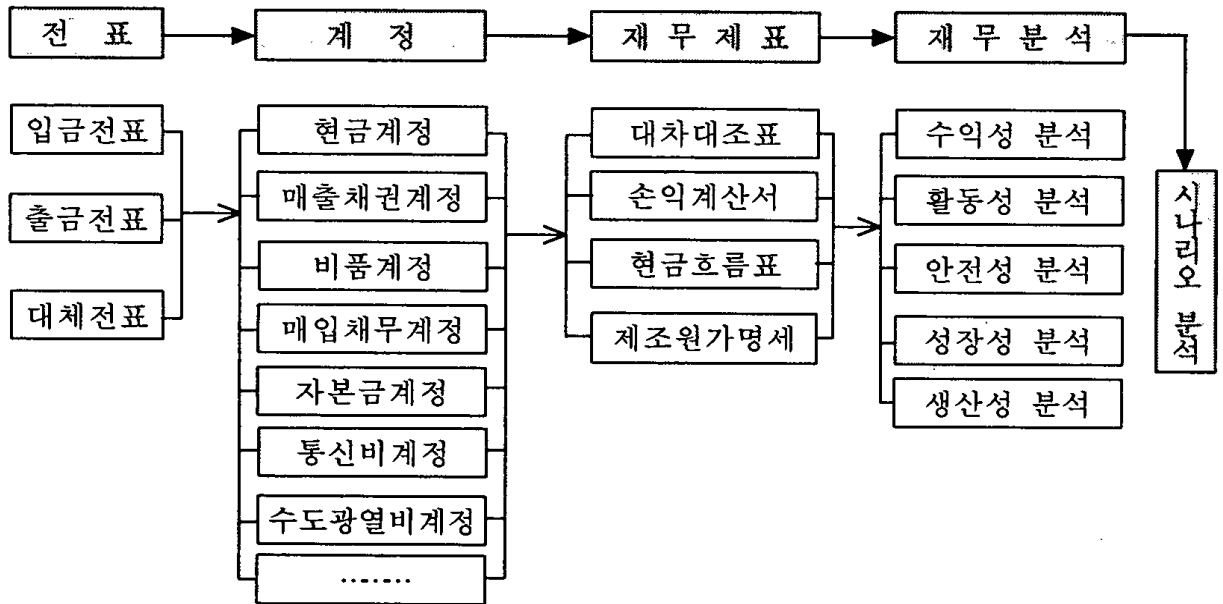
- 업체에서 이용하는 장부조직은 규모와 관계없이 앞의 기본적 장부조직을 갖추어야 하는데 대기업의 경우 기본 장부만으로 장부의 효율적 관리가 어렵기 때문에 계정별 보조장부를 활용하고, 재무제표 작성에 앞서 시행착오를 최소화하기 위해 시산표와 정산표를 작성하고 있다.

나. 경영평가모형 설계의 기본방향

- 재무회계업무를 전산화할 경우 보조장부의 추가에 따른 별도의 작업이 크게 요구되지 않기 때문에 산지 농산물 가공업체와 같이 규모가 영세한 업체라도 보조장부를 활용하는 것으로 하였다.
- 회계장부조직을 기본으로 개개 거래 실적을 입력하면 자동으로 재무제표는 물론 재무제표를 활용한 재무분석, 원가관리, 재고관리 및 상황설정에 따른 향후 경영성과가 작성되도록 프로그램을 구축하였다.
- 범용 소프트웨어인 Spread Sheet(MS Excel)을 이용하여 프로그램을 작성하였다.

2. 경영평가모형의 구축

가. 평가모형의 흐름도



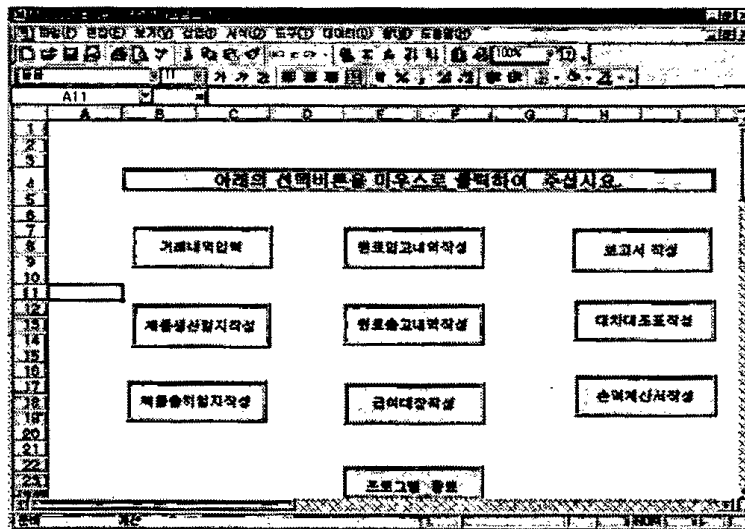
## 나. 경영평가 모형

### 1) 메뉴창

- '경영평가프로그램.xls'로 명명된 Excel 프로그램을 시작하면 초기화면에 작업할 부문별로 나뉘어 있는 메뉴창이 나타나며 메뉴는 「거래내역 입력」, 「제품생산일지작성」, 「제품판매내역작성」, 「원료입고내역작성」, 「원료출고내역작성」, 「급여대장작성」, 「보고서작성」, 「대차대조표작성」, 「손익계산서작성」, 「프로그램종료」 등 10가지 항목으로 구성되어 있다 (그림 1).

#### ① 거래내역입력

- 「거래내역입력」이라는 버튼을 마우스로 클릭하면 거래와 관련하여 기입하여야 하는 장부의 종류와 거래금액 및 수량을 기재하는 대화상자가 나타남<그림 2>
- 대화상자의 내용을 기재한 후 「확인」란을 클릭하면 대화상자에서 선택한 계정에 해당하는 장부를 기재하는 Excel 화일이 열려 대화상자에 기재된 내용을 자동으로 옮겨 적은 후 열린 파일이 닫히면서 거래내역 입력이 종료되고 초기의 메뉴창으로 되돌아오게 되어있다(<그림 3>~<그림 8> 참고)



<그림 1> 메뉴창



일 기: 1/24/2002  
 거래종류: 차입금  
 은행명:       
 계:     
 원:  \* 원:  (750000)  
 원:  (100)  
 원:  (1000)  
 원:   
 원:

<그림 2> 거래내역입력 대화상자

날	차	수	원	단	원	단	원
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

<그림 3> 현금출납장

날	차	수	원	단	원	단	원
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

<그림 4> 외상매출장

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		외	상	매	입	장		
2		차		반	대	변		
3		수	량	위	금	역	수	량
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

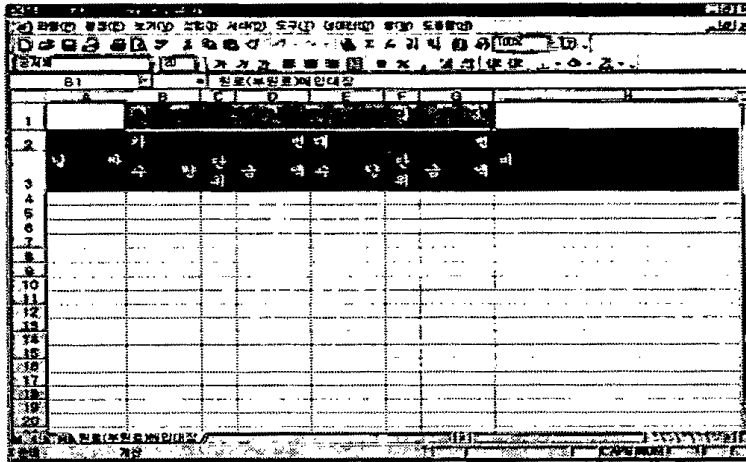
<그림 5> 외상매입장

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		외	상	매	입	장		
2		차		반	대	변		
3		수	량	위	금	역	수	량
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

<그림 6> 제품매출대장

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		외	상	매	입	장		
2		차		반	대	변		
3		수	량	위	금	역	수	량
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

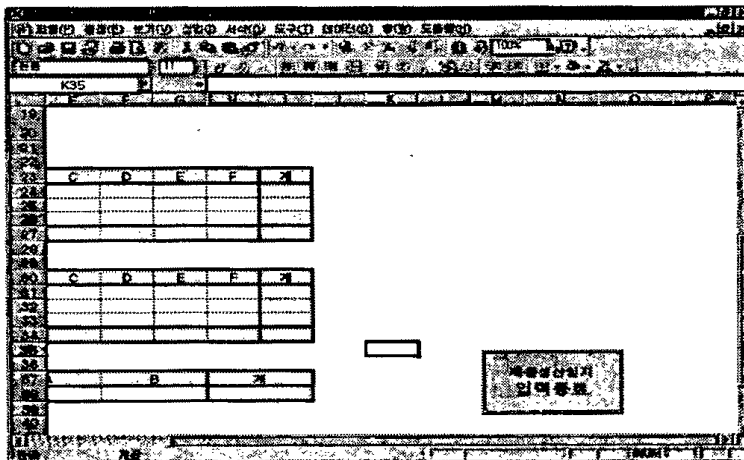
<그림 7> 원료(주원료) 매입대장



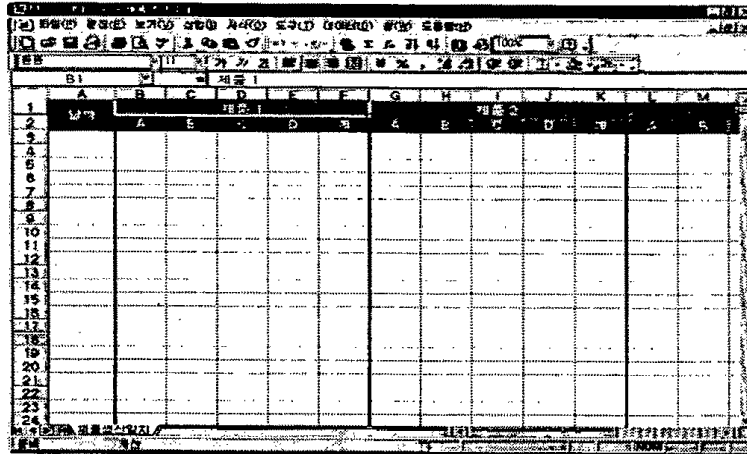
<그림 8> 원료(부원료) 매입대장

② 제품생산일지작성

- 「제품생산일지작성」이라는 버튼을 마우스로 클릭하면 '제품생산일지 Sheet가 나타난다.
- '제품생산일지' Sheet는 하루 생산된 제품을 제품의 종류별, 용량별로 입력하는 sheet이다.
- 하루 생산된 제품의 수량을 종류별, 용량별로 다 기재한 후에 <그림 9>의 화면 오른쪽 아래 「제품생산일지 입력종료」버튼을 클릭하면, 기재된 내용을 자동으로 <그림 10>의 '제품생산일지.xls'화일에 옮겨 적고 작성과정을 종료한다.



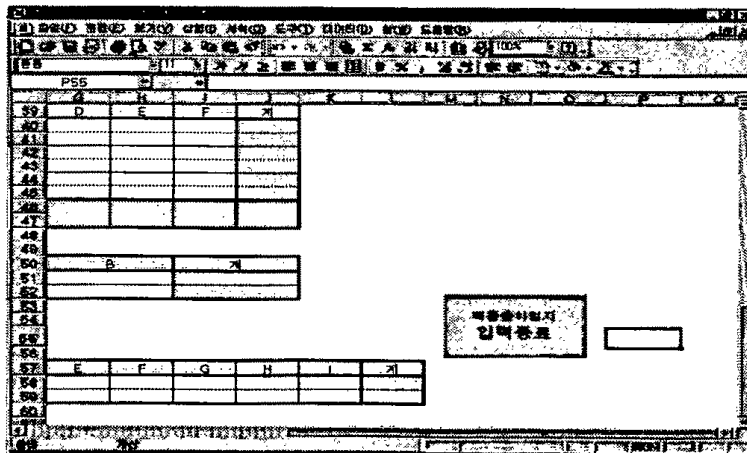
<그림 9> 제품생산일지 입력종료



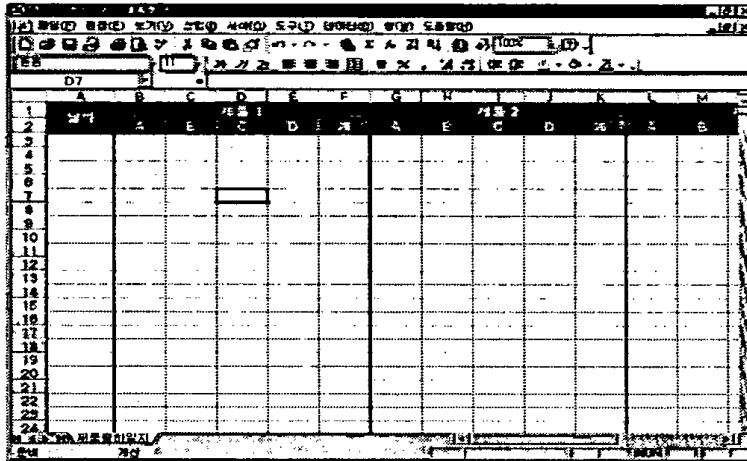
<그림 10> 제품생산일지

③ 제품출하일지작성

- 「제품출하일지작성」이라는 버튼을 마우스로 클릭하면 '제품출하일지 Sheet가 나타남
- '제품출하일지' Sheet는 하루 출하된 제품을 제품의 종류별, 용량별로 입력하는 sheet임
- 하루 출하된 제품의 수량을 종류별, 용량별로 다 기재한 후에 <그림 11>의 화면 오른쪽 아래 「제품생산일지 입력종료」버튼을 클릭하면, 기재된 내용을 자동으로 <그림 12>의 '제품출하일지.xls'화일에 옮겨 적고 작성과정 종료



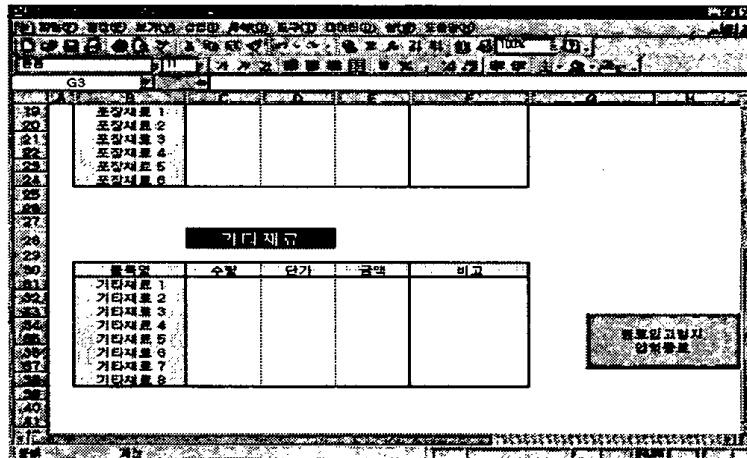
<그림 11> 제품출하일지 입력종료



<그림 12> 제품출하일지

④ 원료입고내역 작성

- 「원료입고내역작성」이라는 버튼을 마우스로 클릭하면 '원료입고일지' Sheet가 나타남
- '원료입고일지' Sheet는 하루 입고된 원료를 원료의 종류별로 입력하는 sheet임
- 하루 입고된 원료의 수량을 종류별로 다 기재한 후에 <그림 13>의 화면 오른쪽 아래 「원료입고일지 입력종료」버튼을 클릭하면, 기재된 내용을 자동으로 <그림 14>의 '원료입출고일지.xls' 파일에 옮겨 적고 작성 과정 종료



<그림 13> 원료입고일지 입력종료

	월입	월출	기타입	기타출	잔고량
1					
2					
3					
4					0
5					0
6					0
7					0
8					0
9					0
10					0
11					0
12					0
13					0
14					0
15					0
16					0
17					0
18					0
19					0
20					0
21					0
22					0
23					0
24					0

<그림 14> 원료입출고일지

⑤ 원료출고내역 작성

- 「원료출고내역작성」이라는 버튼을 마우스로 클릭하면 하루 입고된 원료를 원료의 종류별로 입력하는 '원료입고일지' Sheet가 나타난다.
- 하루 입고된 원료의 수량을 종류별로 다 기재한 후에 <그림 15>의 화면 오른쪽 아래 「원료입고일지 입력종료」버튼을 클릭하면, 기재된 내용을 자동으로 <그림 16>의 '원료입출고일지.xls'화일에 옮겨 적고 작성 과정이 종료된다.

포장재료		
종류명	출고량	재고량
18 포장재료 1		
19 포장재료 2		
20 포장재료 3		
21 포장재료 4		
22 포장재료 5		
23 포장재료 6		

기타재료		
종류명	출고량	재고량
31 기타재료 1		
32 기타재료 2		
33 기타재료 3		
34 기타재료 4		
35 기타재료 5		
36 기타재료 6		

<그림 15> 원료출고일지 입력종료

	의금·적금	시비	기부금	상여금	인센티브	수당1	수당2	수당3	퇴직급여
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									

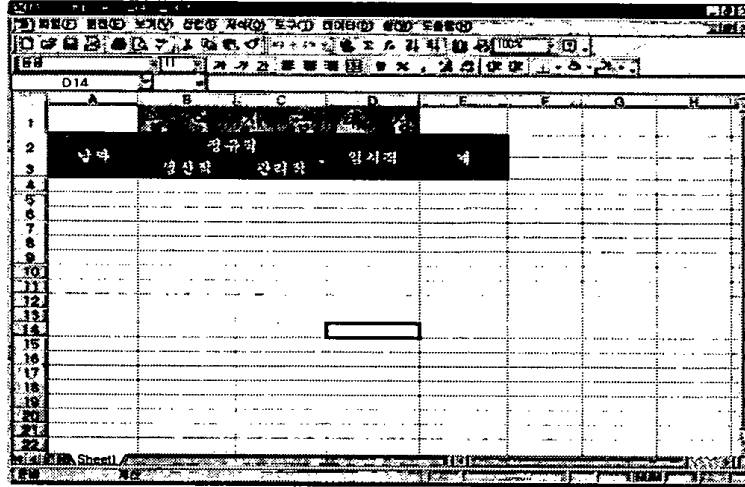
<그림 16> 급여대장시트

⑥ 급여대장작성

- 「급여대장작성」이라는 버튼을 마우스로 클릭하면 '급여대장' Sheet가 창에 나타난다(그림 16).
- 지급된 급여내역을 '급여대장' Sheet에 입력한 후, (그림 17)의 화면 오른쪽 아래 「급여관리대장 입력종료」버튼을 클릭하면, 기재된 내용을 자동으로 (그림 18)의 '급여지급대장.xls' 파일에 옮겨 적고 작성과정을 종료하게 된다.

10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									

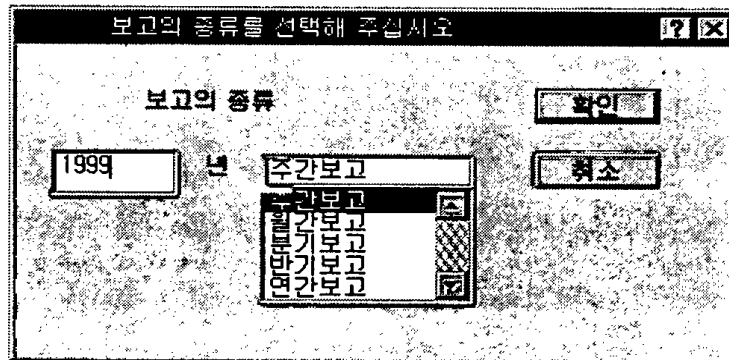
<그림 17> 급여관리대장 입력종료



<그림 18> 급여지급대장

⑦ 보고서작성

- 메뉴창에서 「보고서작성」이라는 버튼을 마우스로 클릭하면 “보고의 종류를 선택해 주십시오”라는 대화상자가 나타난다(그림 19, 그림 21, 그림 23, 그림 25).
- 보고의 종류(주간, 월간, 분기, 반기, 연간)중 주간보고를 선택하면 주간 보고기간에 해당하는 월, 주차, 시작일, 끝일을 선택하는 대화상자가 나타난다.
- 보고의 종류 및 보고기간을 선택하면 보고기간에 해당하는 실적자료를 자동으로 계산하여 <그림 20>, <그림22>, <그림 24>, <그림 26>과 같은 보고서 양식에 맞추어 보고 내용을 완성하게 된다.



<그림 19> 보고종류선택 대화상자1



	A	B	C	D	E	F
1		3 학	2 주차	주간보고		
2						
3		1. 원장님의 말씀				
4		1) 인사	출근	입근	출근	퇴근
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17		2) 업무진행	출근	입근	출근	퇴근
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

<그림 20> 보고서 양식 1

보고의 종류를 선택해 주십시오

보고의 종류

1999 년

주간보고

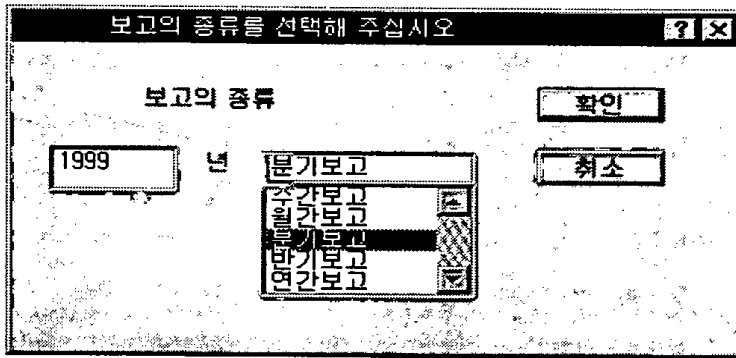
확인

취소

<그림 21> 보고종류선택 대화상자2

	A	B	C	D	E	F
1		3 학		월간보고		
2						
3		1. 원장님의 말씀				
4		1) 인사	출근	입근	출근	퇴근
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17		2) 업무진행	출근	입근	출근	퇴근
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

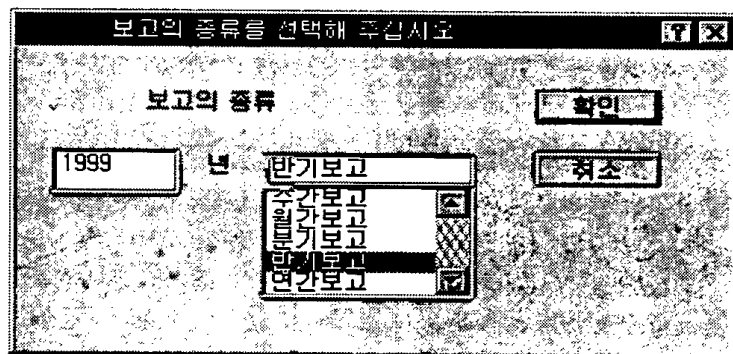
<그림 22> 보고서 양식 2



<그림 23> 보고종류선택 대화상자 3

분기		분기보고	
1	분기	보고	보고
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

<그림 24> 보고서 양식 3



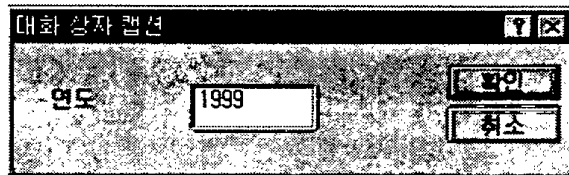
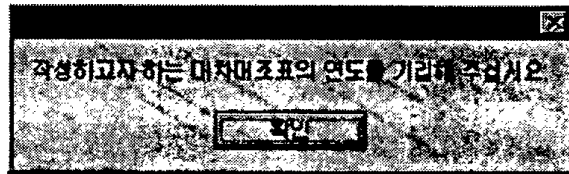
<그림 25> 보고종류선택 대화상자 4

항목	단위	단기 보고
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		

<그림 26> 보고서 양식 4

⑧ 대차대조표작성

- 「대차대조표작성」이라는 버튼을 마우스로 클릭하면 “작성하고자하는 대차대조표의 연도를 기입해 주십시오.”라는 대화상자가 나타난다(그림 27의 상단 그림).
- 「확인」을 클릭하면 연도를 기입하는 대화상자(그림 27의 하단 그림)가 나타나고, 연도를 기입하고서 「확인」버튼을 클릭하면 대차대조표 각 항목의 계산에 필요한 각각의 계정을 연 후 해당연도의 자료를 추출하여 계산하고 “대차대조표” Sheet의 해당란에 계산 값을 기재하게 된다.



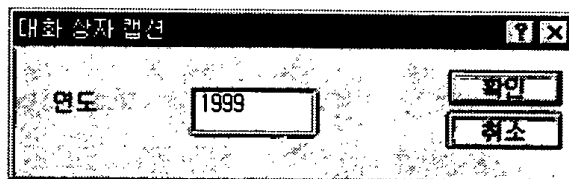
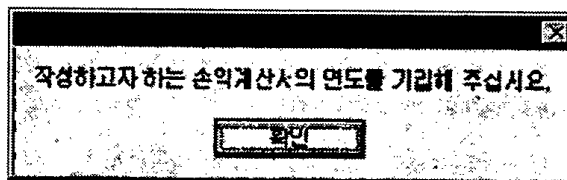
<그림 27> 연도선택 대화상자

대차대조표				
제2기 2000년 12월 31일 현재				
제1기 1999년 12월 31일 현재				
회사명 : 0900전통식품				
단위: 원				
과목	제2기(당기)		제1기(전기)	
	금	액	금	액
자 산	39,509,596		39,502,391	
1. 유동자산		(147,867)		(151,071)
(1) 당좌자산		0		0
1. 현 금		0		0
2. 외상매출금		0		0
(2) 대 고 자 산		(147,867)		(151,071)
1. 저 목		(151,071)		(151,071)
2. 반 계 목				
3. 선 채 목		3,204		0
4. 부 채 목		0		0
11. 고정자산	39,653,462		39,653,462	
(1) 유망자산	29,653,462		29,653,462	
1. 토 지		0		0
2. 건 물		44,880		44,880
3. 구 축 물		1,000,000		1,000,000
4. 기 계 장 치		1,000,000		1,000,000
5. 차입물반구		27,142,880		27,142,880

<그림 28> 대차대조표 시트

⑨ 손익계산서작성

- 「손익계산서작성」이라는 버튼을 마우스로 클릭하면 “작성하고자하는 손익계산서의 연도를 기입해 주십시오.”라는 대화상자가 나타난다(그림 29의 상단 그림).
- 「확인」을 클릭하면 연도를 기입하는 대화상자(그림 29의 하단 그림)가 나타나고, 연도를 기입하고서 「확인」버튼을 클릭하면 손익계산서 각 항목의 계산에 필요한 각각의 계정을 연 후 해당연도의 자료를 추출하여 계산하고 “손익계산서” Sheet의 해당란에 계산 값을 기재하게 된다.



<그림 29> 연도선택 대화상자

과목	제2기(당기)		제1기(전기)	
	금	백	금	백
1. 매출액	6,581			
(1) 총매출액		6,581		
1. 내국매출		6,581		
2. 기타매출		0		
2. 매출원가		0		
(1) 원재료비		0		
1. 기초원재료재고액		0		
2. 당기입재료		0		
3. 기말입재료재고액		0		
(2) 포장재료비		0		
1. 기초포장재료재고액		0		
2. 당기포장재료		0		
3. 기말포장재료재고액		0		
(3) 직접노무비		0		
1. 생산직 급여		0		
2. 생산직 퇴직금		0		
(4) 배분경비		0		

<그림 30> 손익계산서 시트

⑩ 프로그램 종료

- 「프로그램 종료」라는 버튼을 마우스로 클릭하면 변경 내용을 저장할 것 인지를 물어보며, 이 때 「예(Y)」를 선택하면 메뉴프로그램의 변경내용 을 저장하고서, 그렇지 않고 「아니오(N)」를 선택하면 변경된 내용을 저 장하지 않고 프로그램을 종료한다. 그러나 「취소」를 선택하면 프로그램 의 종료가 취소된다.

나. 재무분석

- 재무분석은 위에서 대차대조표와 손익계산서가 작성되면 이를 이용하 여 안정성, 수익성, 활동성, 성장성, 생산성의 지수를 구하고, 구해진 지수를 표준비율 또는 동종업종의 평균값과 비교하여 재무상태의 건전 성을 분석한다.
  - 안전성지표 : 자산구성의 안전성, 지급능력의 안전성, 자본배분의 안 전성 등(그림 31)
  - 수익성지표 : 수익대 비용비율, 매출수익을 비율, 자본수익성 비율 등 (그림 32)
  - 활동성지표 : 자본회전을, 자산(부채)회전을 등(그림 33)
  - 성장성지표 : 자산증가율, 자본 및 매출액증가율 등(그림 33)
  - 생산성지표 : 종업원 1인당 지표, 장비사용비율, 효율성 지표 등(그림 34)

재무분석표					
제221 1999년 12월 31일 현재					
제171 1998년 12월 31일 현재					
업종코드 : 00인생서비스					
단위 : %					
구분	과목	제221(말기)	제171(말기)	요율비율	활동계좌균비율
나	1. 자산수익성 안전성				
	1) 자기자본비율	22.31%	21.11%	90.00% 이상	14.96%
다	2. 자금유역력 안전성				
	1) 유동비율	248.25%	273.75%	100.00% 이상	287.82%
라	3. 매출채권대리비용				
	1) 매출채권대리비용	52.87%	50.02%	200.00% 이상	67.73%
	2) 매출채권대리비용	64.25%	67.28%	100.00% 이상	40.08%
	3) 매출채권대리비용	222.05%	213.25%	정중수익 충족	101.69%
	4) 매출채권대리비용	740.34%	725.62%	정중수익 충족	150.07%
마	5. 자본보전성 안전성				
	1) 고장비율	65.03%	103.89%	정중수익 충족	94.17%
바	6. 고장비율				
	1) 고장비율	227.86%	242.61%	100.00%	396.29%
사	7. 운영자산구성비율 안전성				
	1) 운영자산구성비율	104.05%	111.35%	100.00%	148.00%
자	8. 운영자산구성비율				
	1) 운영자산구성비율	-3.87%	-3.87%	정중수익 충족	-15.33%

<그림 31> 안전성 지표

재무분석표					
제221 1999년 12월 31일 현재					
제171 1998년 12월 31일 현재					
업종코드 : 00인생서비스					
단위 : %					
구분	과목	제221(말기)	제171(말기)	요율비율	활동계좌균비율
나	1. 수익성 비율				
	1) 총자산이익률	2.47%	2.03%	정중수익 충족	0.08%
	2) 자기자본이익률	5.29%	5.62%	정중수익 충족	0.37%
	3) 자본당 이익률	10.05%	26.11%	정중수익 충족	0.52%
	4) 총자산 이익률	2.42%	2.08%	정중수익 충족	3.78%
다	2. 매출채권 대리비용				
	1) 매출채권 대리비용	30.30%	34.08%	정중수익 충족	3.78%
라	3. 매출수익성 비율				
	1) 매출수익성 비율	5.79%	6.23%	정중수익 충족	4.62%
	2) 매출수익성 비율	1.90%	2.29%	정중수익 충족	0.50%
마	4. 매출수익성 비율				
	1) 매출수익성 비율	0.97%	1.76%	정중수익 충족	0.08%
바	5. 자기자본 이익률				
	1) 자기자본 이익률	96.13%	97.20%	정중수익 충족	96.95%
	2) 자기자본 이익률	80.08%	78.25%	정중수익 충족	82.23%
	3) 자기자본 이익률	84.74%	88.11%	정중수익 충족	83.64%
사	6. 자기자본 이익률				
	1) 자기자본 이익률	7.85%	8.21%	정중수익 충족	15.15%

<그림 32> 수익성 지표

재무분석표					
제221 1999년 12월 31일 현재					
제171 1998년 12월 31일 현재					
업종코드 : 00인생서비스					
단위 : %					
구분	과목	제221(말기)	제171(말기)	요율비율	활동계좌균비율
나	1. 총자산회전율	0.92 회	0.97 회	정중수익 충족	1.01 회
	2. 자기자본회전율	3.73 회	3.25 회	정중수익 충족	5.38 회
	3. 자기자본회전율	11.97 회	11.28 회	정중수익 충족	14.02 회
	4. 자기자본회전율	1.14 회	1.21 회	정중수익 충족	1.26 회
	5. 자기자본회전율	1.47 회	1.33 회	정중수익 충족	1.73 회
	6. 자기자본회전율	2.14 회	2.23 회	정중수익 충족	2.45 회
	7. 자기자본회전율	8.86 회	9.65 회	정중수익 충족	9.62 회
	8. 자기자본회전율	21.69 회	23.95 회	정중수익 충족	22.11 회
	9. 자기자본회전율	7.02 회	7.22 회	정중수익 충족	7.03 회
	10. 자기자본회전율	10.15 회	11.31 회	정중수익 충족	10.38 회
다	1. 총자산회전율				
	1) 총자산회전율	-0.70%	1.62%	정중수익 충족	10.68%
	2) 총자산회전율	0.02%	-0.78%	정중수익 충족	21.23%
	3) 총자산회전율	-1.11%	5.72%	정중수익 충족	-1.38%
	4) 총자산회전율	-1.97%	2.24%	정중수익 충족	-0.97%
사	5. 자기자본회전율				
	1) 자기자본회전율	25.01%	8.87%	정중수익 충족	70.32%

<그림 33> 활동성 · 성장성 지표

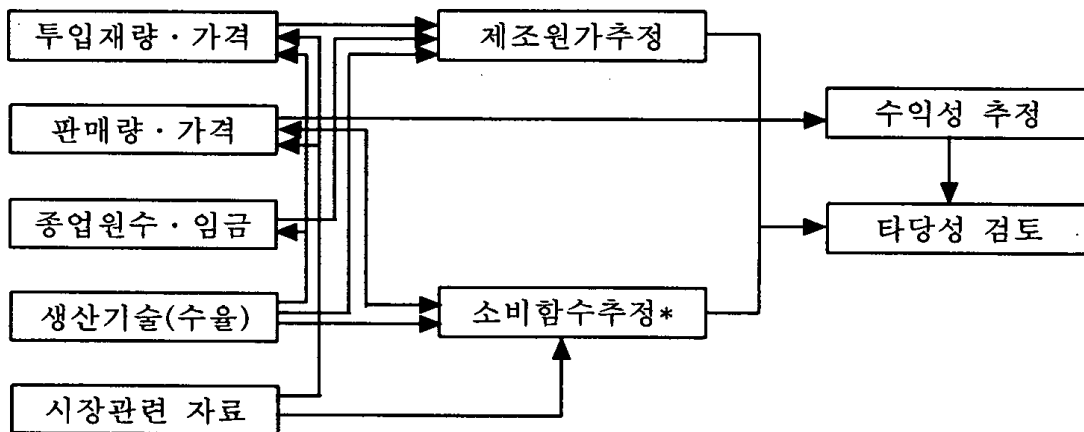
구분	14221(12월31일)	14171(12월31일)	비율비율	달간재무분석비율
4. 고정자산총가액	13.98%	2.24%	15.99%	<0.97%
5. 자기자본총가액	25.01%	6.47%	23.99%	75.82%
6. 부채총액	1.79%	3.32%	19.08%	6.08%
1. 노동임비용	82.43%	101.22%	122.81%	77.48%
2. 자본감익	222.46%	240.54%	108.12%	188.12%
3. 총자산회전율	20.60%	21.81%	105.87%	22.35%
4. 영리성지수	43.56%	51.82%	118.94%	57.37%
5. 기계투자율	183.61%	227.60%	124.00%	233.17%
6. 투자기회	22.40%	22.48%	100.36%	22.11%
7. 노동생산성	46.92%	48.80%	104.01%	45.82%

<그림 34> 생산성지표

### 3. 경영시물레이션

#### 가. 경영시물레이션 모형

- 경영실적을 토대로 투입재 및 산출물의 가격변화, 고용 변화 등 경영환경의 변화에 따른 수익성 변화를 전망하는 프로그램으로서 자동화 시설 도입의 타당성 검토, 신규 생산라인 설치 또는 신제품 개발에 따른 사업타당성 검토가 가능하다.
- "경영시물레이션.xls"를 이용하여 분석에 필요한 기초자료를 입력하면 <그림 35>와 같은 과정을 거쳐 경영시물레이션이 이루어진다.



\* 소비함수는 외부에서 추정된 자료를 이용

<그림 35> 경영분석 시물레이션 모형도

나. 경영시뮬레이션 예

1) 기술계수 추정

- 생산량의 증감에 따른 원료 이용량 증감을 추정하기 위한 프로그램으로서 일정 제품의 생산량과 소요되는 원재료의 종류별 소요량을 입력하면(그림 36) 제품 한 단위 생산에 필요한 원재료별 투입량인 기술계수가 추정된다.

2) 재료비

- 단위 기간당 재료비 소요액을 추정하기 위한 프로그램으로서 제품별 원재료별 기술계수와 원재료 가격에 관한 정보를 제공하면 제품 생산 계획이 정해지면 원재료 종류별 단위기간당 소요량과 소요액을 계산하여 출력한다(그림 37).
- 동일한 방법으로 규격별 제품 생산계획과 포장재별 가격이 정해지면 단위 기간에 있어서의 포장재 종류별 소요량과 포장재료 총 소요액이 계산되어 출력된다.

원재료	수량	단위	단위당 원가	총 원가
원재료 1	15	3.208	0.395	554.351
원재료 2	15	3.208	0.395	554.351
원재료 3	15	3.208	0.395	554.351
원재료 4	15	3.208	0.395	554.351
원재료 5	3	0.842	0.077	110.870
원재료 6	3	0.842	0.077	110.870
원재료 7	0.9	0.192	0.023	33.261
합계	1075	401.995	49.121	69,299.894
원재료 8	584.5	125.007	15.001	21,601,201
원재료 9	3.35	2.000	0.240	345,545
원재료 10	0.69	0.190	0.023	32.251
계정수	2351	502.898	60.337	66,685,242
계	4974.74	1000.000	120.000	172,900.000
원재료A	20	5.578	5.578	111,554
원재료B	20	5.578	5.578	111,554
원재료C	45	8.984	8.984	179,263
원재료D	500	99.602	99.602	1,992,032
계정수	300	69.761	69.761	1,195,219
계	575	129.503	129.503	2,592,122

<그림 36> 기술계수 추정



Material Code	Cost
564	9,000
564	12,000
564	28,000
564	750
111	10,133
111	12,000
33	11,467
21,601	2,500
345	957
33	10,000
1,440,000	90
1,440,000	30
1,440,000	20
144,000	246
14,400	543

<그림 37> 재료비 입력 예

나. 노무비

- 일정 기간의 노무비 소요액을 추정하기 위한 프로그램으로서 제품별 1 단위 생산에 소요되는 직급별 인원 및 임금을 직급별로 입력해 두면 생산계획의 변동에 따른 총 노무비를 계산하여 출력한다<그림 38>

다. 기계설비

- 설비투자액 및 감가상각비를 추정하기 위한 프로그램으로서 설비별 가격 및 감가상각 연한을 입력하면<그림 39> 총 설비투자액 및 연간 감가상각액의 추정치가 계산되어 출력된다.

Investment	Rate	Total Labor Cost
2,000,000	400%	32,000,000
1,000,000	400%	16,000,000
1,500,000	400%	24,000,000
800,000	400%	12,800,000
500,000	400%	8,000,000
1,500,000	400%	24,000,000
1,000,000	400%	16,000,000

<그림 38> 노무비 입력 예

구분	구분명	단위	수량(개)	단가	합계(원)	비고
			480,000		750	360,000,000
						40
						9,000,000
1.	시설 1 설비					
1.1	기재 1		700,000		1	700,000
1.2	기재 2		15,000,000		1	15,000,000
1.3	기재 3		800,000		4	3,200,000
1.4	기재 4		4,500,000		1	4,500,000
1.5	기재 5		700,000		3	2,100,000
1.6	기재 6		6,500,000		1	6,500,000
1.7	기재 7		4,500,000		10	45,000,000
1.8	기재 8		2,500,000		1	2,500,000
1.9	기재 9		2,500,000		1	2,500,000
1.10	기재 10		2,500,000		1	2,500,000
1.11	기재 11		2,500,000		1	2,500,000
1.12	기재 12		2,500,000		1	2,500,000
1.13	기재 13		700,000		2	1,400,000
1.14	기재 14		9,500,000		1	9,500,000
1.15	기재 15		1,000,000		3	3,000,000
1.16	기재 16		8,500,000		1	8,500,000
1.17	기재 17		4,500,000		1	4,500,000
						116,400,000
2.	시설 2 설비					
2.1	기재 18		15,000,000		1	15,000,000
2.2	기재 19		2,500,000		1	2,500,000
2.3	기재 20		3,500,000		1	3,500,000
2.4	기재 21		10,000,000		1	10,000,000
						30
						450,000
						204,545
						204,545
						204,545
						42,000
						286,000
						245,455
						695,455
						368,182
						3,492,000

<그림 39> 기계설비 입력 예

라. 가공경비 및 일반관리비

- 가공경비 총괄표 및 일반관리비 총괄표를 작성하기 위한 프로그램으로서 가공경비 항목별로 소요액(그림 40)과 일반관리비 항목별로 소요액(그림 41)을 추정하여 제시한다.

구분	구분명	단위	수량	단가	합계(원)
			2,000	3,600	10,800,000
			1,000	3,600	2,193,600
					10,968,000
					963,391
					4,816,500
					80,895,226
					50,935,000
					712,072
					3,580,000
					1,947,728
					9,798,000
					1,298,558
					1,255,000
					1,486,974
					7,434,000
					1,528,860
					7,644,000
					3,023,007
					15,458,000
					628,299
					628,000
					7,497,699
					37,488,000

<그림 40> 가공경비

40,000,000	7,170,1
3,333,000	567,4
1,600,000	322,6
160,568	143,8
341,272	305,8
722,563	647,7
4,785,354	857,8
173,982	155,9
3,252,119	2,914,7
200,748	35,9
1,137,573	200,8
1,217,872	1,061,5
25,765	23,9
5,473,732	4,905,8

<그림 41> 일반관리비

마. 영업의 수입·지출 및 자금운용표

- 영업의 수입·지출의 추정을 통한 영업의 수익을 추정하고, 현금흐름을 파악하기 위한 자금운용표를 작성하기 위한 프로그램으로서 영업의 수입·지출 및 수익을 추정하고(그림 42) 자금의 원천과 이용액을 추정하여 자금운용표를 작성한다(그림 43).

		400,000,000	248,950,780	248,950,780	248,950,780	248,950,780	248,950,780	248,950,780	248,950,780
영업의 수입	시상자금 전부보조	400,000,000	0	0	0	0	0	0	0
	수행자금 전부보조	0	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000
	영업자금 전부보조	0	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780
영업의 지출	기	0	274,122,653	274,122,653	274,122,653	274,122,653	274,122,653	274,122,653	274,122,653
	수행자금 이자상환	0	3,954,650	3,954,650	3,954,650	3,954,650	3,954,650	3,954,650	3,954,650
	수행자금 원금상환	0	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000
영업의 수익	분별자금 이자상환	0	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780
	분별자금 이자상환	0	21,207,223	21,207,223	21,207,223	21,207,223	21,207,223	21,207,223	21,207,223
영업의 수익		400,000,000	-25,171,873	-25,171,873	-25,171,873	-25,171,873	-25,171,873	-25,171,873	-25,171,873

<그림 42> 영업의 수익과 지출

		1991	1992	1993	1994	1995
<b>자금의 원천</b>		1,371,350,000	6,075,170,455	6,075,170,455	6,075,170,455	6,075,170,455
	간가상라진 경상이윤	0	5,826,219,675	5,826,219,675	5,826,219,675	5,826,219,675
	도출용자	400,000,000	0	0	0	0
	수혜자금 경부용자	0	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000
	운영자금 운영용자	0	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780
	원칙조항 용자	971,350,000	0	0	0	0
<b>자금의 이용</b>		1,371,350,000	848,658,274	848,658,274	848,658,274	848,658,274
	총고정자산의 증가	1,371,350,000	0	0	0	0
	토지 및 건설비용	775,000,000	0	0	0	0
	기계구입 및 설치비용	596,350,000	0	0	0	0
	수혜자금 원금상환	0	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000
	수혜자금 이자상환	0	3,964,650	3,964,650	3,964,650	3,964,650
	운영자금 원금상환	0	169,657,780	169,657,780	169,657,780	169,657,780
	운영자금 이자상환	0	21,207,223	21,207,223	21,207,223	21,207,223
	합계	0	574,535,621	574,535,621	574,535,621	574,535,621
<b>잔액</b>		0	5,226,512,180	5,226,512,180	5,226,512,180	5,226,512,180

<그림 43> 자금운용표

바. 수익성분석 및 감응도분석

- 수익성 분석 프로그램은 수입과 지출의 추정을 통한 수익성을 분석하는 프로그램으로서 목적에 따라 편익비용(B/C) 분석, 내부수익률(IRR) 분석, 순현재가치(NPV) 및 자본회수비용(CRC)분석을 자유로 선택할 수 있다(그림 44).
- 감응도 분석 프로그램은 경영환경의 변화에 따른 수익의 변화를 분석하기 위한 프로그램으로서 가동률의 변화에 따른 수익 변화, 주원료 가격의 변화에 따른 수익 변화, 제품 출하가격의 변화에 따른 수익 변화를 분석할 수 있다(그림 45)

		1,371,350,000	2,303,622,639	2,303,622,639	2,303,622,639	2,303,622,639
<b>B/C 분석 (Benefit-Cost Analysis)</b>						
<b>수입</b>	시공자금 원금상환	400,000,000	0	0	0	0
	수혜자금 원금상환	400,000,000	0	0	0	0
	운영자금 원금상환	0	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000
	합계	800,000,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000	79,293,000
<b>지출</b>	시공자금 원금상환	0	7,453,841,819	7,453,841,819	7,453,841,819	7,453,841,819
	수혜자금 원금상환	0	6,309,007,746	6,309,007,746	6,309,007,746	6,309,007,746
	운영자금 원금상환	0	1,144,634,073	1,144,634,073	1,144,634,073	1,144,634,073
	합계	0	15,907,483,638	15,907,483,638	15,907,483,638	15,907,483,638
<b>순이익</b>	순이익	-971,350,000	5,226,512,180	5,226,512,180	5,226,512,180	5,226,512,180

<그림 44> B/C분석 예

제출1가공률	제출2가공률	FPI	NPV	CPC	제출1가공단	제출2가공단	총생산량
20.00%	20.00%	5.36%	56,259.4	4,763.5	5,302	1,145	7
<b>감응도분석</b>							
100.00%	100.00%	27.81%	296,829.8	25,031.3	31,545	5,724	37
100.00%	90.00%	27.77%	296,168.5	24,952.3	31,545	5,152	36
100.00%	80.00%	27.72%	294,707.3	24,853.2	31,545	4,579	36
100.00%	70.00%	27.68%	294,746.9	24,914.2	31,545	4,007	35
100.00%	60.00%	27.64%	293,794.5	24,835.1	31,545	3,435	34
100.00%	50.00%	27.60%	293,323.3	24,836.0	31,545	2,862	34
100.00%	40.00%	27.56%	292,852.0	24,797.0	31,545	2,290	33
100.00%	30.00%	27.51%	292,400.8	24,757.9	31,545	1,717	33
100.00%	20.00%	27.47%	291,938.4	24,718.9	31,545	1,145	32
90.00%	100.00%	25.05%	266,169.5	22,536.9	28,391	5,724	34
90.00%	90.00%	25.01%	265,706.2	22,497.8	28,391	5,152	33
90.00%	80.00%	24.96%	265,247.0	22,458.6	28,391	4,579	32
90.00%	70.00%	24.92%	264,786.7	22,419.7	28,391	4,007	32
90.00%	60.00%	24.88%	264,324.2	22,380.7	28,391	3,435	31
90.00%	50.00%	24.83%	263,863.0	22,341.5	28,391	2,862	31
90.00%	40.00%	24.79%	263,401.7	22,302.5	28,391	2,290	30
90.00%	30.00%	24.75%	262,940.5	22,263.5	28,391	1,717	30
90.00%	20.00%	24.70%	262,478.1	22,224.4	28,391	1,145	29

<그림 45> 감응도분석 예

## 제 2 절 가공공장 운영지침서 개발

### 1. 운영지침서 개발 계획 수립

#### 가. 대상 품목의 선정

- 산지 농산물 가공업체의 생산품목을 분석하여 생산 비중이 높은 김치, 절임식품, 장류, 식초, 다류, 면류, 채소가공품, 과일가공품, 한과의 가공 공장 운영지침서를 제작하기로 결정하였다.
- 내용의 유사성과 업체의 생산품목 조합을 고려하여 채소가공품과 과일 가공품은 별도로 하지 않고 하나의 운영지침서로 제작하였다.

#### 나. 운영지침서 구성 내용

- 제품별 제조공정, 공정별 가공조건, 배합비, 원료관리, 제조공정관리, 제품관리, 종사자관리, 시설설비관리를 내용으로 구성하였다.
- 관련특허, 포장재질 및 포장단위, 주요 기계장비, 표시기준, 제조업체, 신제품 출시 현황 등 업체에게 유용한 정보를 부록에 포함시켰다.

### 2. 운영지침서 제작

- 총 8권의 가공공장 운영지침서가 개발되어 책으로 발간되었고 디지털 파일 형태로도 제작되어 한국식품개발연구원 식품정보센타에 등록되어 있다

- 본 보고서에 개발된 운영지침서 내용을 수록하지 않는 대신 별책 부록으로 제시하였다.

### 제 3 절 식품기술정보 DB 개발

#### 1. 식품기술정보 DB의 설계

- 국내외 연구개발정보, 국내외 특허정보, 식품관련업체정보, 식품규격정보, 식품관련 법규정보, 식품일반상식 정보를 기본 콘텐츠로 구성하였다.

<표 1> 식품기술정보 DB의 구조

정보명		정보내용	제공형태	
식품기술정보	신기술개발	국내외 전문기술잡지에 게재된 최신기술정보	T	
	연구보고서	국내	국내 식품관련 연구기관 및 대학의 연구보고서	A
		국외	일본, 미국, 캐나다, EU 연구기관의 연구보고서	A
	문헌속보		국내외 학술지에 게재된 식품관련 문헌	A
			국외 최신 정기간행물 문헌목록	C
학위논문	국내대학 식품관련 학과의 박사학위 논문	A		
특허정보	국내특허	식품관련분야의 국내특허	A	
	국외특허	국제특허, 일본특허, 미국특허, 유럽특허	A	
식품관련업체	식품제조업, 첨가물제조업, 식품저장업, 식품포장재, 식품기계, 정책지원업체의 업체명, 대표자, 연락처, 주생산품명, 생산규모 등 기초정보	C		
식품규격	식품규격일반, 식품KS, 전통식품, 국방규격, ISO규격, CODEX규격의 개요, 품목별 기준, 규격 등	T		
법령 및 규정	영업 및 규격 종류별 관련법 분류, 전문, 주요 항목별 관련조문, 기준, 제도 등	T		
식품일반상식	세계 각국의 독특한 식관습, 기호, 대표적인 음식과 조리방법 등 세계의 식문화와 식생활과 건강, 위생, 건강요리 등	T		

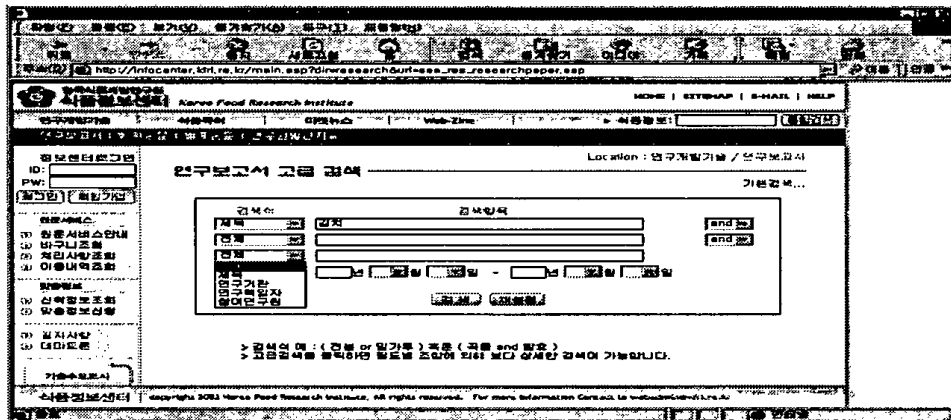
주: A; 초록, T; 원문, C; 서지

- 향후 실시될 정보서비스에서 운영자와 관리자 편의를 최대한 도모하는 차원에서 식품기술정보 DB구조를 설계하였으며, 상위메뉴와 하위메뉴를 구분하고 주제별 검색과 키워드 검색 등 다양한 검색이 가능하도록 자료의 포맷과 필드를 정하였고 각각의 정보에 주제분류와 키워드를 지정하였다.

## 2. 식품기술정보 DB의 작성

### 가. 국내 및 해외 연구개발 정보

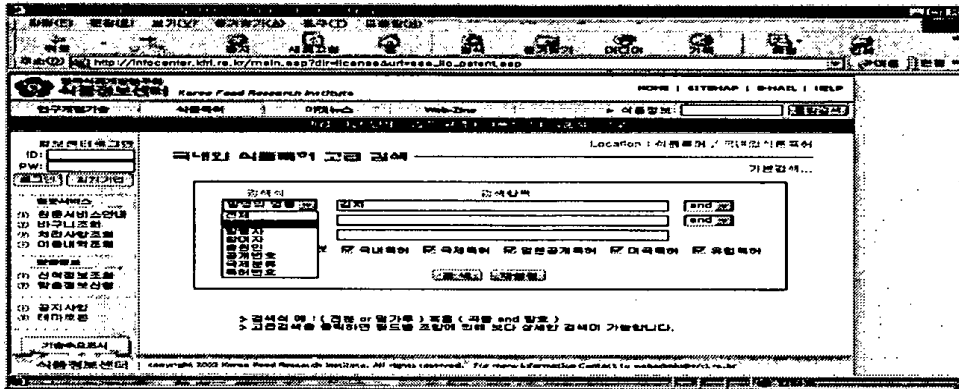
- 국내연구개발정보는 국내 학회지 6종, 1945년 이후의 DDC 분류별 식품관련 전 분야의 박사학위논문, 국공립 대학 및 연구소에서 발간된 보고서에서 수집하였으며 총 22,900건의 정보를 수록하였다.
- 해외 연구개발정보는 일본문헌 32종, 미국 및 유럽문헌정보 67종, 일본 국공립연구소 보고서 20종에서 수집하였고 총 51,000건의 정보를 초록 형태로 데이터베이스화 하였다.
- 연구보고서, 학회논문, 학위논문, 문헌속보 등으로 정보자료를 구분하고 연구기관, 연구책임자, 참여연구원, 연구기간의 필드를 지정하여 구분될 수 있도록 작성하였다(한국식품개발연구원의 재원으로 개발한 정보서비스 시스템에서 구현된 예가 그림 46에 나타나 있다).



<그림 46> KFRI 식품정보센터의 연구보고서 검색 메뉴

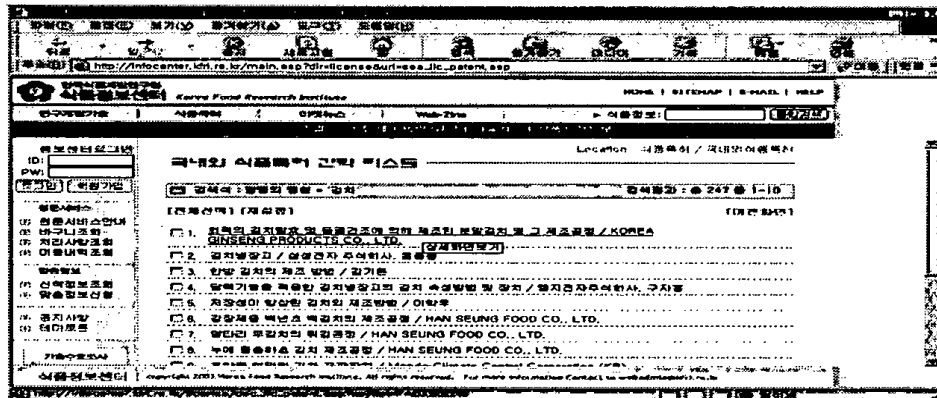
나. 국내외 특허정보

- 국내 공개특허 6,000건, 일본공개특허 35,000건, 미국특허 2,000건, 국제특허 1,500건 등 식품관련 특허 44,500건을 초록 형태로 작성하였다.
- 특허정보 자료는 국내특허, 국제특허, 일본공개특허, 미국특허, 유럽특허로 구분하였으며 발명자, 출원인, 공개번호, 특허번호, 국제분류에 대한 자료가 입력되어 이를 검색어로 사용할 수 있도록 하였다.



<그림 47> KFRI 식품정보센터의 식품특허 검색 메뉴

- 검색이 시작되면 검색 주제어와 관련된 특허의 목록이 먼저 출력되고 이용자가 보고자하는 항목을 클릭하면 해당 특허의 상세 정보가 출력되도록 만들어져 있다.



<그림 48> KFRI 식품정보센터의 식품특허 검색 결과



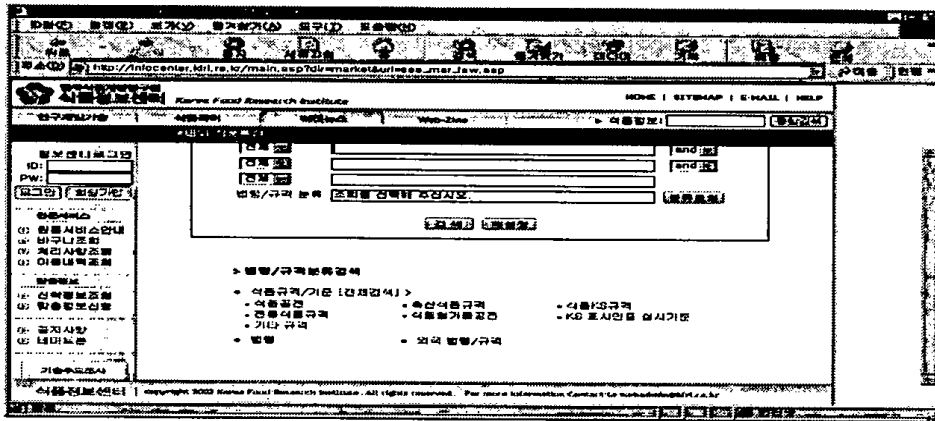
다. 식품의 기준/규격 정보

- 국내 식품규격 및 법규, 가공식품 KS, Codex, 유전자재조합식품 표시 등 900건의 식품규격과 표시기준 정보를 전문 형태로 데이터베이스화 하였다.

<표 2> 식품규격/기준 정보의 내용

	주요 정보내용	총건수	정보형태
기준규격정보	· 식품관련 국내외 규격, 법규 정보 · 가공식품 KS규격 국제식품규격 등	600건	전문
표시기준정보	· 식품 관련 국내 외 표시 기준 정보 · 유전자 재조합식품 표시 기준 등	300건	전문

- 식품공정, 축산식품규격, 식품KS, 전통식품규격 등 메뉴에 따라 검색할 수 있도록 법령별로 자료가 분류되어 있으며 주제어로도 검색할 수 있게 각각의 정보 자료에 키워드를 부여하였다.



<그림 49> KFRI 식품정보센터의 식품규격 검색 메뉴

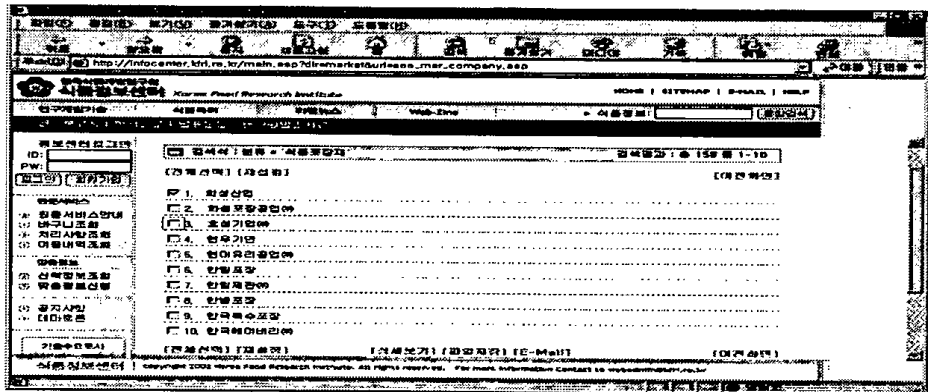
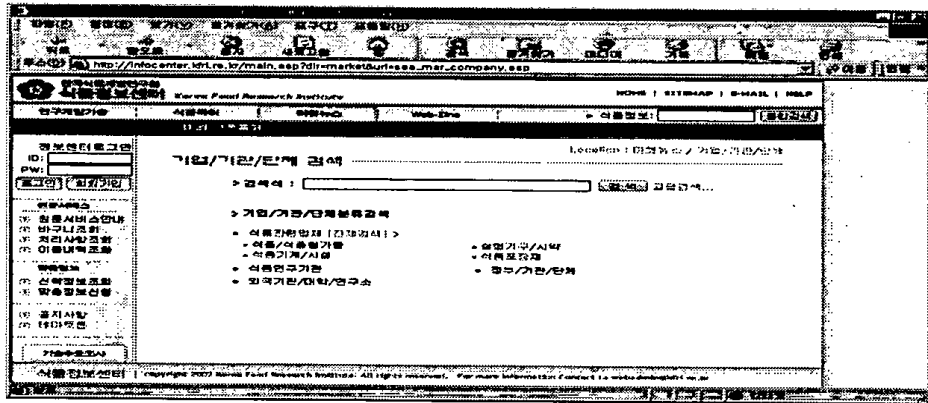
라. 식품업체/관련단체정보

- 700건의 식품업체 및 관련단체의 정보를 데이터베이스화 하였으며 소재지, 연락처, 품목 등이 수록된 전문을 입력하였다.

- 식품업체와 식품관련업체는 업종별로 분류하여 메뉴 형태의 검색이 가능하도록 하였고 키워드를 주어 주제어 검색도 가능하다.

<표 3> 식품업체 및 관련단체 정보의 내용

메뉴	주요 정보내용	정보량	정보형태
업체 단체 대학	· 업종별 식품/첨가물제조업	500	소재지 연락처 품목
	· 관련 단체 협회, 학회		
	· 관련 대학 및 연구소		
기계 기구 포장	· 업종별 식품기계 업체	200	소재지 연락처 품목
	· 업종별 식품기구 업체		
	· 업종별 포장재 제조 업체		



<그림 50> KFRI 식품정보센터의 식품업체/관련단체 정보 검색 메뉴

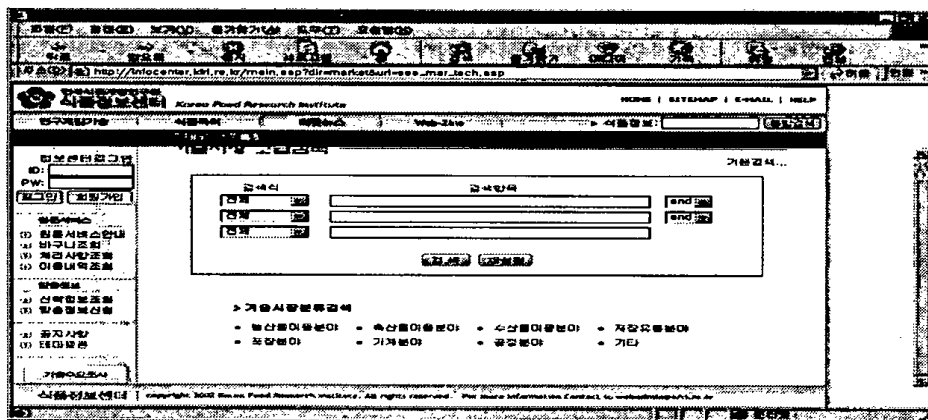
마. 국내외 신제품/신소재 정보

- 국내외와 해외의 식품관련 신제품, 신소재와 식품산업과 관련된 통계자료 등 식품시장정보 500건을 초록 또는 통계표 형태로 수록하였다.

<표 3> 식품 신제품/신소재 및 산업통계 정보의 내용

메뉴	수록 정보내용	년도	정보량	정보형태
국내	· 식품관련 신기술 정보	'65-'00	300	표
	· 식품관련 신소재 정보			
	· 식품관련 통계분석 정보			
해외	· 식품관련 신기술 정보	'97-'00	200	초록, 표
	· 식품관련 신소재 정보			
	· 식품관련 통계분석 정보			

- 메뉴 검색이 가능하도록 정보 자료를 농산물가공, 축산물가공, 수산물가공, 저장유통, 포장, 기계, 공정과 기타 분야로 분류하였으며 주제어 검색도 가능하도록 키워드를 부여하였다.



<그림 51> KFRI 식품정보센터의 식품기술시장 정보 검색 메뉴

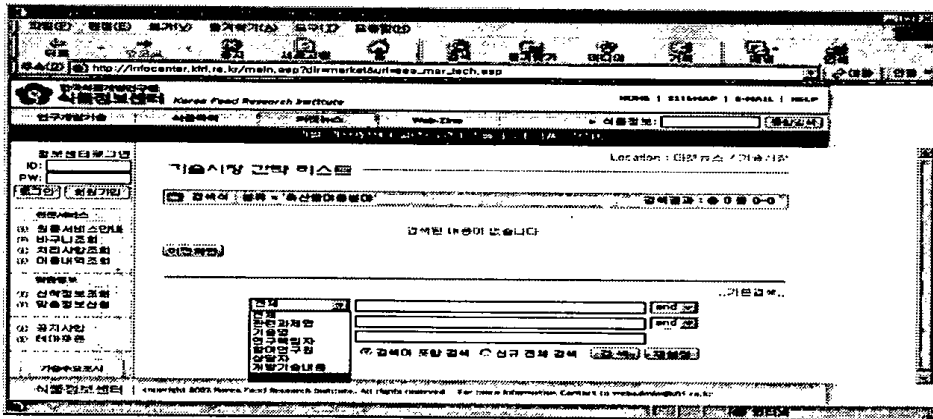
바. 식품상식정보

- 소비자의 건강에 관심 증대와 글로벌화되는 식품소비패턴의 변화를 고려하여 해외 식문화정보와 식생활과 건강에 관한 500건의 정보를 수록하였다.

<표 4> 식품일반상식 정보의 내용

메뉴	주요 정보내용	정보량	정보형태
식문화	· 유럽각국의 식문화 정보	300	전문
	· 동양 각국의 식문화 정보		
	· 북 남미 각국의 식문화 정보		
건강 요리	· 식생활과 성인병, 질병, 위생정보	200	전문
	· 영양과 건강 정보		
	· 건강요리 정보		

- 해외식문화는 지역별로 분류하여 메뉴 검색이 가능하도록 하였고 식품 건강과 요리는 식생활과 질병 및 식품위생, 식품영양, 건강식 요리로 분류하였다.



<그림 52> KFR I 식품정보센터의 식품일반상식 정보 검색 메뉴

여 백

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 1. 경영평가 프로그램 개발

- 계획된 목표를 달성하였으며 당초 엑셀을 이용하여 spread sheet 형태로 프로그램 할 계획이었으나, 이용자가 보다 간편하게 사용할 수 있도록 GUI 방식을 적용하여 프로그램 하는 작업을 추가로 수행하였다.
- 개발된 프로그램을 산지 농산물 가공업체인 소백인삼가공영농조합에 보급하여 시험 가동하고 있으며 업체 특성에 따른 별도의 요구사항을 프로그램에 추가하여 지원함으로써 해당업체의 경영진단 및 업무전산화에 크게 기여하고 있다.

### 2. 가공공장 운영지침서 개발

- 당초 6종의 운영지침서를 개발할 계획이었으나 산지 농산물 가공업체 주요 생산품목을 조사한 결과에 따라 운영지침서 작성 대상품목을 음료 대신 면류를 추가하여 조정하였고 8종의 운영지침서를 개발하였다.
- 당초 연구내용에 없었던 특허, 기계장비, 관련업체, 표시기준, 신제품 등의 자료를 부록으로 추가하였으며 디지털 파일로도 작성하여 업데이트와 이용자 접근을 용이하게 하였다.

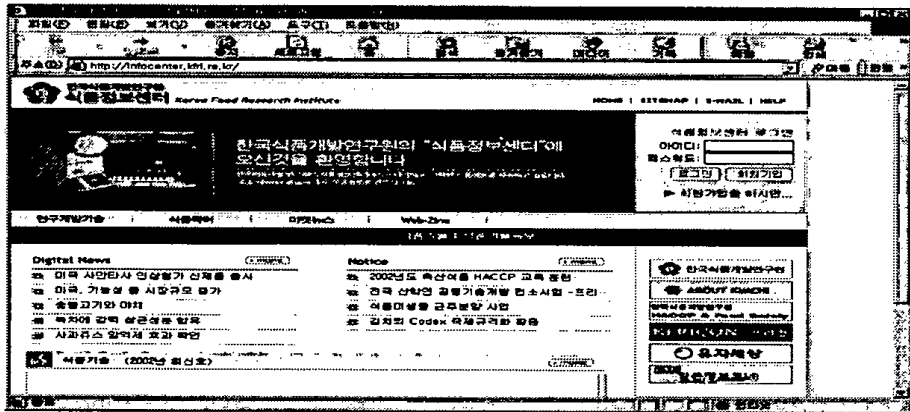
### 3. 식품기술정보 DB 개발

- 계획하였던 목표를 달성하였으며 한국식품개발연구원에서 자체 재원으로 개발한 식품정보서비스 시스템에 연동시킬 수 있도록 구축된 DB의 구조와 내용을 부분적으로 변경하는 작업을 추가하여 수행하였다.
- 식품종합DB는 국내에서 처음으로 개발되었고 방대한 자료를 수록하고 있어 정보 이용률이 높을 것으로 기대되며 현재 정보서비스를 무료로 제공하고 있어 산업체에 크게 도움이 될 것으로 판단된다.

여 백

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- 경영평가 프로그램은 원하는 업체에 무상으로 공급할 계획이나 사용방법에 대한 담당자 교육, 훈련이 필요하고 업체에 특성에 따라 추가적인 프로그램을 요구할 수 있으므로 경비조달이 가능한 가공업체 컨설팅사업을 통해 지원하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- 책으로 제작된 가공공장 운영지침서 8종은 각각 100부가 인쇄되어 희망하는 업체에 보급하였으며 좋은 반응을 얻고 있다. 인쇄비를 계속 조달할 수 없는 문제점이 있기 때문에 디지털 파일로 작성하여 한국식품개발연구원 식품정보센타를 통해 보급하고 있다.
- 개발된 식품기술정보 DB를 정보서비스에 활용하기 위해 한국식품개발연구원에서 운영프로그램 및 하드웨어를 구축하였으며 2001년 4월부터 인터넷을 통하여 서비스되고 있다(<http://inforcenter.kfri.re.kr>).



<그림 53> KFRI 식품정보센터의 홈페이지



여 백

## 참고문헌

갤럽 앤 컴퍼니, 「통합경영혁신모델 E-CAB」, 한국언론자료간행회, 1999

김동석, 「엑셀 비주얼베이직 2000」, 도서출판 대림, 1998.

김만배, 「최신 재고관리」, 갑진출판사, 1999.

김성진, 「활동기준원가관리」, 경영베스트, 2000.

마이클 해리, 리처드 슈뢰더, 「6 시그마 기업혁명」, 김영사, 2000.

유호철, 「엑셀 2000 매크로와 VBA 제대로 활용하기」, 영진출판사, 2000.

허성덕, 「엑셀로 배우는 VB」, 마이트프레스, 1999.

한국은행, 「기업경영분석」, 1999

여 백

협동연구과제

## 산지 농촌형 공장 자동화 기술 연구

협동연구기관명 : 서울대학교

협동연구책임자 : 전 재 근

연 구 원 : 장 영 기

연 구 원 : 임 석 원

연 구 원 : 김 영 진

연 구 원 : 박 종 길

연 구 원 : 이 수 룡

연 구 원 : 노 재 문

연 구 원 : 고 상 훈

연 구 원 : 김 상 오

여 백

# 요 약 문

## I. 제 목

산지 농촌형 공장 자동화 기술 연구

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

농촌형 가공 공장에서 사용되는 가공방식이 인력이 많이 소용되는 기술적 구조를 갖고 있으며 숙련 기술자들이 해야할 일들이 비 숙련자가 감당하고 있는 실정이다. 인력을 절감하고 숙련성을 높이는 것이 생산성을 높이는 것인데 여기에 자동화 기술의 개발이 필요하다. 또한 제품의 품질향상을 위해서도 자동화 기술의 개발은 불가피하다. 그러나 자동화기술의 개발에는 막대한 자금과 고도의 운영기술이 필요하므로 농촌형 산지공장에 적합한 기술을 개발하여 사용할 필요가 있다. 본 연구에서는 경제적으로 부담이 적은 간이 자동화를 실현하고자 한다. 전통 식품 가공 공장 및 농산물 저장 시설 등의 자동화에 필요한 기술을 개발 할 필요가 있으며, 특히 농촌에서 자동화 기술을 소화할 수 있도록 조작자 편이 위주로 개발할 필요가 있으며, 자동화 시설의 유지 보수를 위하여 국내 기술에 바탕을 두어야 할 것이다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

산지공장의 공정기술과 인력부족을 해결하고 생산성을 높이기 위해서 몇 가지 기술들을 개발하고자 한다.

1) 산지공장 규모와 설비에 적합한 간이 자동화와 이를 실현할 수 있는 제어 장치를 설계한다.

- 2) 종류와 규모가 다양한 산지공장에 적용 가능한 표준 자동화 방식을 구성한다.
- 3) 산지공장은 주로 전통식품을 중심으로 생산을 하고 있으므로 발효실을 자동화한다.
- 4) 산지공장의 원료수급과 반제품저장 기술을 향상시키기 위해 저장실을 자동화한다.
- 5) 생산 현장 농산물 저장고의 환경을 제어하기 위한 프로그램을 개발한다.
- 6) 저장고 내의 저장원료의 품온을 관리하기 위한 프로그램을 개발한다.
- 7) 인터넷을 이용한 원격관리 체계를 구축한다.
- 8) 농산 가공 제품 포장 라벨 자동화 시스템을 구축한다.

# CONTENTS

Chapter 1. Outline of the Research .....	551
I . Necessity of the Research .....	551
1. In the Technical Side .....	551
2. In the Economic and Industrial Side .....	551
3. In the Social and Cultural Side .....	552
II. Propriety of Technical Development .....	552
Chapter 2. Domestic and Interanational Technical Development at Present .....	555
Chapter 3. Research Results .....	557
I . Hardware Design and Construction .....	557
1. Microcontroller Design and Construction .....	557
a. Microcontroller Chip and 및 Electronic Parts .....	557
b. Design of Microcontroller Circuit and Verification .....	558
c. Sensor Design .....	558
d. PCB Design .....	558
e. Operating Apparatus Design .....	559
f. Circuit of LCD and Input Part .....	562
g. Circuit of Power Supply and Preparation for Electric Failure .....	563
h. Outpur Circuit .....	563
i. Communication Circuit for On-line monitoring .....	564
j. Interfacing Circuit .....	564
2. PLC Controller Design and Construction .....	565
II. Development of Controll Software .....	565
1. Development of Operating Program .....	565
a. Standard of Controll Software Development .....	565



b. Initialization Program and Main Program .....	565
c. Program for Measuring Environment .....	566
d. Real Time Processing Program .....	568
e. Program for LCD .....	568
f. Key Input Program .....	568
g. Communication Program .....	569
III. Construction of Automation Type and Development of software and hardware 개발 .....	570
1. Hardware Construction .....	570
가. Design of RS232C Module .....	570
나. Design of FPC PCB .....	571
다. FPC and Its Operation Program .....	572
2. Software Construction .....	573
IV. Fermenter Automation System for Rural Factory .....	573
1. Materials .....	574
a. Raw Material for Koji .....	574
b. CPU of Controller Apparatus .....	574
c. Sensor for Measuring System Environment .....	575
d. Supply of Electric Power for Controller Box .....	575
e. Culture System .....	575
2. Methods .....	575
a. Method for Culture .....	575
b. Measuring and Controlling Temperature and Humidity .....	575
c. Real Time On-line Monitoring .....	575
d. Development of Operating Program for Controlling System Environment .....	576
e. Development of System Monitoring Program .....	576
3. Construction .....	576
a. Environmental Control System .....	576
b. Design of Controller Box .....	577
c. Design of Operating Program .....	582
d. Operating Program for Monitoring Computer .....	586

V. Storage Room Automation System for Rural Factory .....	588
1. Floating basement .....	589
2. Structure of Cooling System .....	590
3. Making RCD .....	590
4. Measurement of Nodal Temperature .....	591
5. Real Time Monitoring and Data Processing .....	592
6. Comparison of Cooling Time Between Existence and Absence of RCD .....	593
VI. Development of Program for Agricultural Product Storage Room in the Production Spot .....	594
1. The Process for Controlling RCD .....	595
2. Development of Algorithm for Data Acquisition and Data Crossing .....	595
3. Setting up Membership for Fuzzy Inferon .....	596
4. Algorithm for Fuzzy Control .....	598
VII. Program for Managing Inner Temperature of Agrucultural Product .....	599
1. Distribution of Temperature in the Storage Room .....	600
2. Temperature Decreasing Effect by RCD Valley .....	600
VIII. Remote Management System .....	601
1. Design of Total System .....	602
a. Hardware Design and Construction .....	602
b. Software Design .....	603
2. Methods for System Operation .....	603
3. System Development .....	605
a. Development for Expert System .....	605
b. Data Transfer Using Internet and Database System .....	606
c. Supervising the Food Storage Room by Web Browser .....	606
d. Real Time Supervising Remote Site .....	606
e. Remote Controlling .....	607
f. Controller Design using LPT and Relay .....	607
g. Development Operating Program .....	608
4. Conclusion .....	614

IX. Automatic Package Labeling Program .....	616
1. Design of Labelling Program .....	616
2. Label Printing System .....	618
Chapter 4. Degree of Goal Achievement and Contribution to Relative Branch .....	621
I . Accomplishment .....	621
II. Contribution to Relative Branch .....	622
1. In the Technical Side .....	622
2. In the Economic and Industrial Side .....	622
Chapter 5. Application of Research Results .....	623
Chapter 6. Overseas Scientific Technique Information During Research .....	625
Chapter 7. References .....	627

# 목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요 .....	551
1절.	연구개발의 필요성 .....	551
1.	기술적 측면 .....	551
2.	경제·산업적 측면 .....	551
3.	사회·문화적 측면 .....	552
2절.	기술도입의 타당성 .....	552
제 2 장	국내외 기술개발 현황 .....	555
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과 .....	557
1절.	농촌형 공장 제어 하드웨어의 설계 및 제작 .....	557
1.	Microcontroller 설계 및 제작 .....	557
가.	Microcontroller chip 및 전자부품 .....	557
나.	Microcontroller 회로의 설계 및 검증 .....	558
다.	계측용 센서의 설계 .....	558
라.	PCB 설계 및 제작 .....	558
마.	운영장치의 설계 및 제작 .....	559
바.	표시부와 입력부의 회로 .....	562
사.	전원 공급부 회로와 정전 대책 회로 .....	563
아.	제어 신호 출력 회로 .....	563
자.	On-line monitoring을 위한 통신 회로 .....	564
차.	외부 제어 모듈을 연결할 수 있는 interfacing 회로 .....	564
2.	PLC 제어장치의 설계 및 제작 .....	565
2절.	농촌형 공장 제어 소프트웨어의 개발 .....	565
1.	운영 프로그램의 개발 .....	565
가.	제어 장치 운영프로그램의 개발 기준 .....	565
나.	초기화 프로그램과 주 프로그램 .....	565
다.	제어 장치의 식품 가공 공정 변수 계측 부 프로그램 .....	566

라. 실시간 처리 프로그램 .....	568
마. 제어 장치 LCD 표시 부 프로그램 .....	568
바. 제어장치 조작키 동작 부 프로그램 .....	568
사. 통신 부 프로그램 .....	569
3절. 자동화 방식 구성과 software 및 hardware 개발 .....	570
1. 하드웨어 구성 .....	570
가. RS232C 모듈의 설계 .....	570
나. FPC의 PCB 디자인 .....	571
다. FPC와 그 운용 프로그램 .....	572
2. 소프트웨어 구성 .....	573
4절. 산지 농촌형 발효실 자동화 시스템 .....	573
1. 재료 .....	574
가. 중국 원료 및 균주 .....	574
나. 중국 배양 제어장치의 CPU .....	574
다. 중국 배양 환경의 계측용 sensor .....	575
라. 중국 배양 제어장치용 controller box의 배전설비 부품 .....	575
마. 중국 배양 시설 .....	575
2. 방법 .....	575
가. 중국 배양법 .....	575
나. 중국 배양 공정의 온도와 습도 계측 및 제어 방법 .....	575
다. 중국 배양 시의 실시간 on-line monitoring 방법 .....	575
라. 중국 배양 환경 제어장치 운영 프로그램의 개발 방법 .....	576
마. 중국 배양 공정 monitoring 프로그램 개발 방법 .....	576
3. 제작 .....	576
가. 중국 배양 환경제어 system .....	576
나. 중국 배양 환경 제어 장치의 controller box 설계 .....	577
다. 중국 배양 환경 제어장치의 운영 프로그램 설계 .....	582
라. 중국 배양 공정 monitoring computer의 운영 프로그램 .....	586
5절. 산지 농촌형 저장실 자동화 .....	588
1. Floating basement .....	589
2. 냉각 시스템의 구조 .....	590

3. RCD의 제작 .....	590
4. Nodal temperature의 측정 .....	591
5. 실시간 모니터링과 데이터 조작 .....	592
6. RCD 유·무 상태에서의 냉각 속도 비교 .....	593
6절. 생산현장 농산물 저장고 프로그램 개발 .....	594
1. RCD 제어의 과정 .....	595
2. 데이터 수집과 처리를 위한 알고리즘 개발 .....	595
3. Fuzzy 추론을 위한 membership group의 설정 .....	596
4. Fuzzy 제어 알고리즘 .....	598
7절. 저장원료의 품온 관리 프로그램 .....	599
1. 저장고 내의 온도 분포도 .....	600
2. RCD valley에 의한 온도 하강 효과 .....	600
8절. 원격 무인 관리 시스템 .....	601
1. 시스템 설계 .....	602
가. 하드웨어 설계와 구축 .....	602
나. 소프트웨어 설계 .....	603
2. 시스템 운영 방법 .....	603
3. 시스템 개발 .....	605
가. 전문가 시스템 개발 .....	605
나. 인터넷을 통한 데이터 전송과 데이터베이스 연동 .....	606
다. 웹 브라우저를 통한 식품 저장고 상태 감시 .....	606
라. 원격지 실시간 감시 .....	606
마. 원격지 실시간 제어 .....	607
바. LPT와 릴레이를 이용한 제어기 설계 .....	607
사. 시스템 운영 프로그램 개발 .....	608
4. 결론 .....	614
9절. 포장 라벨 자동인쇄 프로그램 .....	616
1. 라벨링 프로그램의 설계 .....	616
2. 라벨 인쇄 시스템 .....	618

제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	621
1절.	목표 달성도 .....	621
2절.	관련 분야에의 기여도 .....	622
1.	기술적 측면 .....	622
2.	경제 · 산업적 측면 .....	622
제 5 장	연구개발결과의 활용계획 .....	623
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	625
제 7 장	참고문헌 .....	627

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 1절. 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

산지공장의 공정기술과 인력부족을 해결하고 생산성을 높이기 위해서는 다음과 같은 기술들이 개발되어 보급될 필요가 있다.

- 산지공장 규모와 설비에 적합한 간이 자동화와 이를 실현할 수 있는 제어장치를 설계한다.
- 종류와 규모가 다양한 산지공장에 적용 가능한 표준 자동화 방식을 구성한다.
- 산지공장은 주로 전통식품을 중심으로 생산을 하고 있으므로 발효실 등을 자동화한다.
- 산지공장의 원료수급과 반제품저장 기술을 향상시키기 위해 저장실을 자동화한다.
- 주문, 생산계획, 자동관리 프로그램을 개발하고 인터넷을 이용한 원격관리 체계를 구축한다.

### 2. 경제·산업적 측면

- 산지 농촌형 가공 산업은 정부의 시책으로 장려되고 있으며 도시의 대기업 및 중소기업규모의 다량 생산 체계에서 산지가공 산지공급체제로 전환이 필요하다.
- 산지 공장을 활성화함으로써 산지 특산물의 상품화에 기여하여 농가 소득에 기여할 수 있다. 우리 국민의 건강 추구 경향이 큼으로 농촌형 산지 가공 제품의 선호도가 증가할 것이며, 따라서 농촌형 공장의 가공식품의 경쟁력을 획기적으로 향상시킬 필요가 있다.
- 농촌형 가공 공장에서 사용되는 가공 기계류의 자동화를 실현시킴으로 대부분 수입에 의존하는 인력 절감 설비 및 운영기술을 국산화함



으로 자본재 수입을 감소시킬 수 있다.

### 3. 사회·문화적 측면

- 농산물 가공 산업에 농촌인력을 흡수하여 첨단화된 공정을 운영케 함으로써 젊은이가 농촌에 정착할 수 있도록 한다.
- 산지공장과 같은 소규모 가공 산업을 첨단화함으로써 농촌 고유의 생활 환경을 유지 보존할 수 있다.
- 공장자동화 기술을 농민이 다루게 될 때 농민의 자긍심을 향상시킬 수 있다.
- 최근 급부상하고 있는 IT 기술과 확산해 가고 있는 Internet 망을 농업에 도입함으로써 농촌 삶의 질을 향상시킬 수 있다.

## 2절. 기술도입의 타당성

- 농촌형 공장은 주로 농산물을 가공하고 저장하는 설비나 시설로서, 김치, 장류, 채소, 과일의 저장 등에 관한 공정을 다루고 있다.
- 농촌형 가공 공장에서 사용되는 가공방식이 인력이 많이 소용되는 기술적 구조를 갖고 있으며 숙련 기술자들이 해야 할 일들이 비 숙련자가 감당하고 있는 실정이다.  
인력이 절감하고 숙련성을 높이는 것이 생산성을 높이는 것인데 여기에는 자동화 기술의 도입이 필요하다. 또한 제품의 품질향상을 위해서도 자동화 기술의 도입은 불가피하다.
- 그러나 자동화기술의 도입에는 막대한 자금과 고도의 운영기술이 필요함으로 농촌형 산지 공장에 적합한 기술을 개발하여 사용할 필요가 있다. 우선 경제적으로 부담이 적은 자동화를 실현하여야 할 것이다. 다음으로 농촌에서 자동화 기술을 소화할 수 있도록 조작자 편이 위주로 개발하여야 한다. 자동화 시설의 보수 유지를 위하여 국내 기술에 바탕을 두어야 할 것이다.
- 일부 단위 공정은 자동화되어 있으나 그 기술을 대부분 해외 기술에 의

존하고 있고 유지관리와 원활한 활용을 못하고 있다. 자동화 장치의 hardware는 물론 software를 충분히 개발할 수 있는 역량을 갖고 있음에도 불구하고 자체 개발을 하지 않아 우리의 기술과 know-how를 무료로 제공하고 이를 바탕으로 개발된 첨단 가공 장치를 고가로 수입하고 있다.

- 최근 IT 기술의 발전과 Internet 망 보급의 급속한 확산으로 농촌에도 Internet 망을 사용할 수 있는 실정이다. 이러한 Internet 망을 단순한 웹서핑이 아닌 기술적인 측면에서 사용함으로써 자원의 효율적 이용을 꾀할 필요가 있다.

여 백

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

- 산지 농산물 가공산업의 활로는 동종 식품을 생산하는 기존의 식품가공업체와 경쟁성 우위를 확보할 수 있는 기술개발이 필요하다. 즉 산지규모에 적합한 공정의 채택, 품질관리 기술, 인력절감 및 간이 자동화 기술 등이 필요하다. 산지 가공공장은 적은 생산 규모에 적합한 신속한 다품종 생산, 주문 생산의 제품 가변성, 시중 제품과의 차별화 등이 요구되고 있다.
- 산지 가공 공장의 기계 및 설비는 생산규모에 공정 분석이 뒤따르지 못하여 최적 설계와 운영면에서 많은 개선점이 필요하다. 산지 가공품은 품질관리기술과 인력의 부족으로 고품위 제품생산을 이룩하고 있지 못하며 숙련 노동력의 부족, 임금의 상승으로 생산 활동에 많은 어려움을 갖고 있다. 산지공장의 운영을 대부분 농민이나 농민 단체가 하게 됨으로 전문지식과 관련 정보의 취득에 취약점을 갖고 있다.
- 농민들의 농가 소득 확대의 일환으로 농산물 가공산업에 참여하는 경향이 늘어나고 있다.
- 영세한 농촌 공장에서 생산되는 제품의 양이 소량이고, 그 종류는 다양하기 때문에 라벨 인쇄 기술을 확보가 필요한 실정이다.

여 백

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1절 농촌형 공장 제어 하드웨어의 설계 및 제작

#### 1. Microcontroller 설계 및 제작

##### 가. Microcontroller chip 및 전자 부품

제어기의 주 연산 장치인 one chip microcomputer는 TMS370C758b (Texas Instrument 사)를 사용하였다

controller와 host computer간의 통신을 위한 RS-232C level driver 칩으로는MAX232를 사용하였다. Channel multiplexing을 위한 chip으로는 DG507A (Maxim사)를 사용하였다.

Thermocouple 보상 칩은 AD595(Analog Device사)를 사용하였다. 이 칩은 ice point 자동 보상 기능을 가지고 있고 K type thermocouple에 대해 출력 신호의 선형화 기능을 갖추고 있다

제어 장치의 표시부는 20 character x 2 line의 text mode LCD module (UC-20212-SLATO-H, 삼성 전관)을 사용하였다.

##### 1) Sensor

온도 측정용 sensor는 K type thermocouple(일진센서)을, 습도 측정용 sensor는 hybrid형 습도 센서 모듈(SY-HS-200, 삼영 전자)을 사용하였다.

##### 2) 운영 program 개발장치

제어장치의 운영 program 개발은 TMS370용 EVM board인 CDT370을 통신 케이블로 Computer와 연결하여 사용하였다.

##### 3) Power supply

Target board에 안정적인 전원(5V, 12V, -5V, GND) 공급을 위하여 power supply (MMC50-3,JAPAN)를 구입하여 사용하였다.

#### 나. Microcontroller 회로의 설계 및 검증

제어장치의 회로 설계는 전자 회로 설계 전용 software인 OrCAD Capture를 사용하였으며, 테스트용 보드에서 부품간 배선은 noise를 줄이기 위해서 wrapping기법을 사용하였다. Test board를 TMS370용 EVM board인 CDT370에 연결해서 프로그램을 실행시키면서 검증하였다.

#### 다. 계측용 센서의 설계

##### 1) 온도 계측 회로 설계

Thermocouple의 영점 보상 칩으로는 AD595를 사용하였으며 출력 전압 신호를 Op07로 증폭 가공하였다. 가공된 신호는 TMS370C758 내장 ADC 의 첫 번째channel을 통해 입력하였다. 다수의 온도 센서를 통한 계측 방법으로 analog multiplexer와 analog switch를 사용하여 24 개의 온도 sensor를 접속, 측정할 수 있도록 하였다.

##### 2) 습도 sensor

습도계의 계측 범위는 30~90% RH이며 출력 전압은 동범위에서 DC 1~3V사이에서 직선성을 가진 것을 사용하였다

#### 라. PCB 설계 및 제작

OrCAT™ Capture로 그린 Schematic 파일을 OrCAD™ Layout PLUS에서 PCBfile로 전환하고, PCB 규격을 결정한 다음 부품을 배치하였다. 배선은 먼저 전원과 GND선을 배선하고 나머지 부분은 프로그램의 내장 알고리즘에 의한 자동 배선을 하고 미흡한 부분은 직접 배선하였다.

가격 대 성능비가 우수한 양면 기판으로 설계하였으며, 표준 DIP IC의 pin에 사용되는 pad 는 62mil이다. 배선 grid와 via grid 는 50mil 이고 배치 grid는 100mil 이고 배선 간격은 12mil이다.

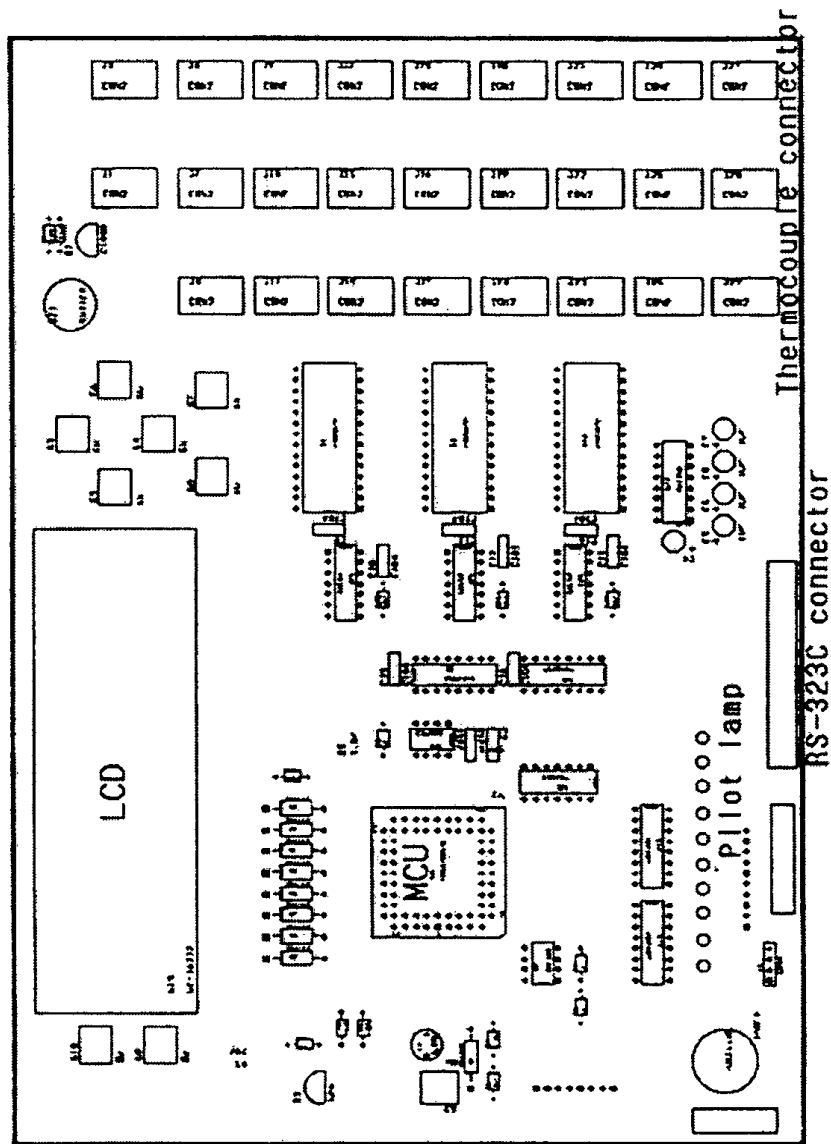


Fig. 1 Assembly layout of the components for the PCB of food machine controller

마. 운영장치의 설계 및 제작

1) TMS370C758b의 포트 설계

기계의 동작점을 구동하기 위한 출력 신호로는 10개의 포트를 할당하였고, 공정 자료 및 상태 표시용 LCD module을 제어하기 위해 11



개의 포트를 할당하였다. 이중 data를 출력하는 포트는 key scan을 위한 신호 출력 기능을 공유하게 하였다. 온도 계측회로에서 연결된 각 thermocouple을 multiplexing하기 위해서 4개의 포트를 사용하였다. 3개는 multiplexing data를 위해서 사용하고 이 data 신호를 latching하기 위해 하나를 할당하였다. Analog 값의 입력을 위해서 ADC에 연결된 4개의 포트를 할당하고, 사용중인 thermocouple의 burn-out을 검사하기 위해 3개의 AD595에서 나오는 신호를 입력할 수 있도록 포트를 할당하였다 R5-232C protocol 을 사용한 통신을 위해 SCI의 세 포트와 input 전용인 AN7을 할당하였다. Slave MPU를 사용하거나 직렬 통신을 지원하는 주변장치와의 통신을 위해 SPI 포트를 예비적으로 할당하였다. 그밖에 모터 제어를 위한 모듈을 연결할 수 있도록 T2 포트와 D포트 3개를 할당하였다. 또한 정전 감시, key 가 눌러졌는지 확인, buzzer의 출력 신호를 위해서 포트를 하나씩 할당하였다

## 2) 가공 기계의 공정 변수 계측 회로

온도의 계측은 가공 기계 내의 24 지점의 온도를 측정할 수 있도록 설계하였다. 하나의 ADC 채널을 사용해서 24점의 온도를 측정하기 위해서 analog multiplexer와 analog switch를 장착하였다 온도 sensor로 사용한 K type thermocouple의 빙점 보상과 linearization을 위해 AD595C를 사용하였다

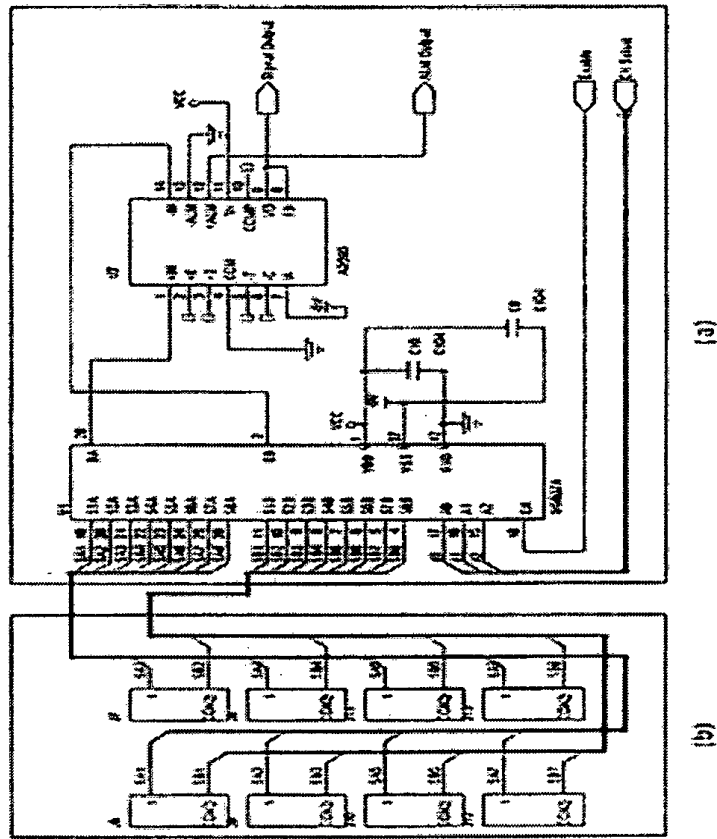


Fig. 2 The Circuit of the module for temperature measurement

TMS370C758b 의 ADC 는 8bit 의 해상도를 가지고 있다. 0~100 °C 를 측정하고 할 때 위 회로에서 나오는 값은 0~1000mV 이다. 0.5 °C 까지 측정하기 위해서 이 신호를 1.961 x 2 배 증폭해야 했다.

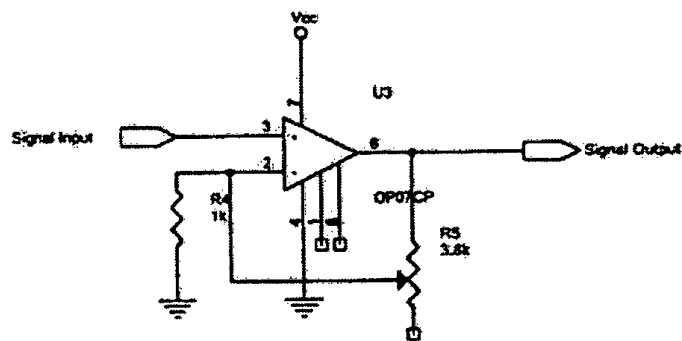


Fig. 3 The Circuit of signal processing for the module of temperature measurement

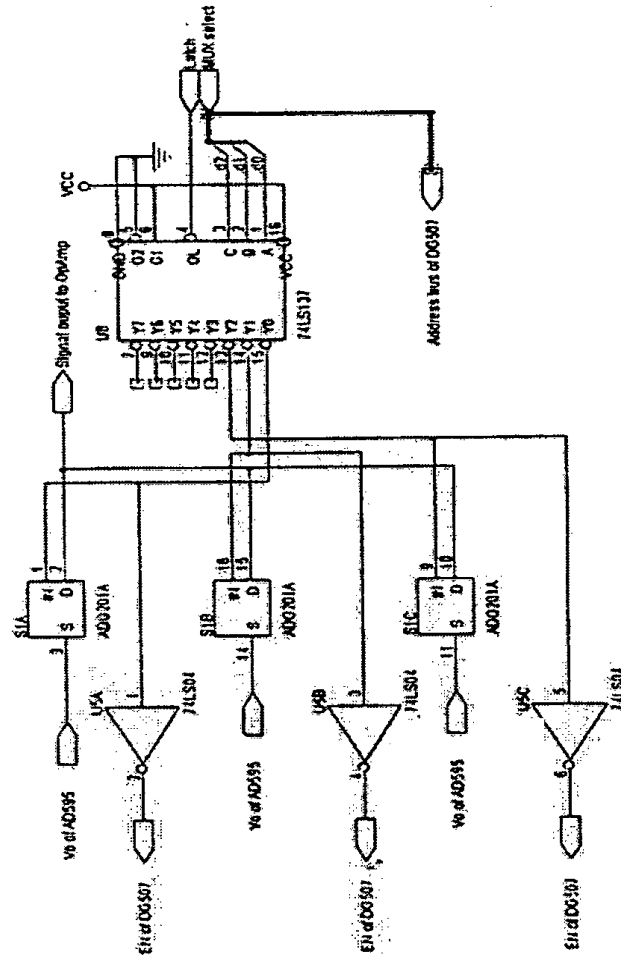


Fig. 4 The Circuit for selection of the module of temperature measurement

바. 표시부와 입력부의 회로

표시창은 20 character x 2 line text mode LCD를 채용하였다.

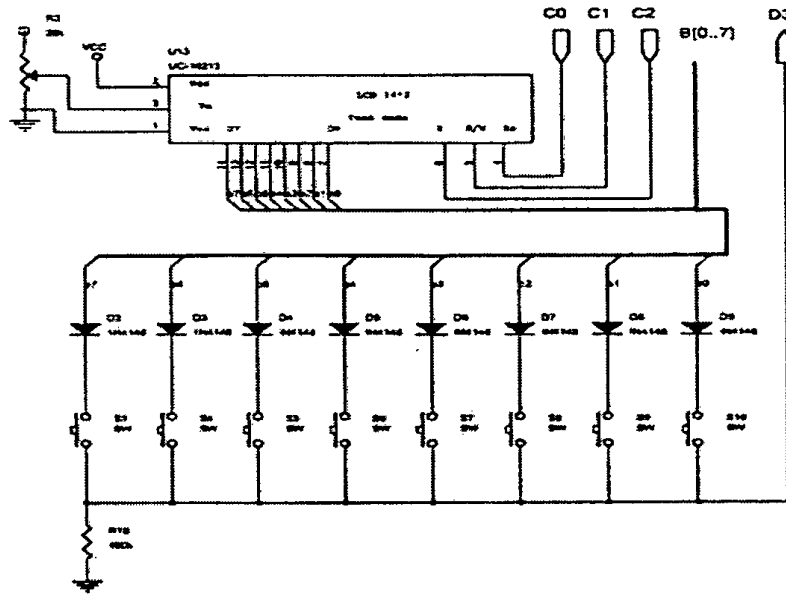


Fig. 5 Circuit of the LCD display and key scan for the food machine controller

#### 사. 전원 공급부 회로와 정전 대책 회로

MCU의 전원 공급 중단에 대비하여 battery로 작업을 유지 할 수 있도록 MAX670 칩을 추가하였다 이 칩은 전압 강하를 감지하여 자동으로 전원 공급원을 battery로 전환하고 전원의 전압이 떨어지면 PFO의 신호가 High에서 Low로 떨어지게 설계하였다. MCU의 한 port에 연결 함으로써 전압 강하가 생길 때 소프트웨어에서 이를 처리할 수 있도록 하였다

#### 아. 제어 신호 출력 회로

Relay보드는 10개의 relay와 spack killer를 내장하고 있어 안정성에서도 뛰어나기 때문이다. 각각의 relay의 작동 상태를 LED를 통해 확인할 수 있게 하였다 이 LED의 전원을 voltage source driver칩인 UDN2981을 거침으로써 LED의 밝기를 향상 시켰다.

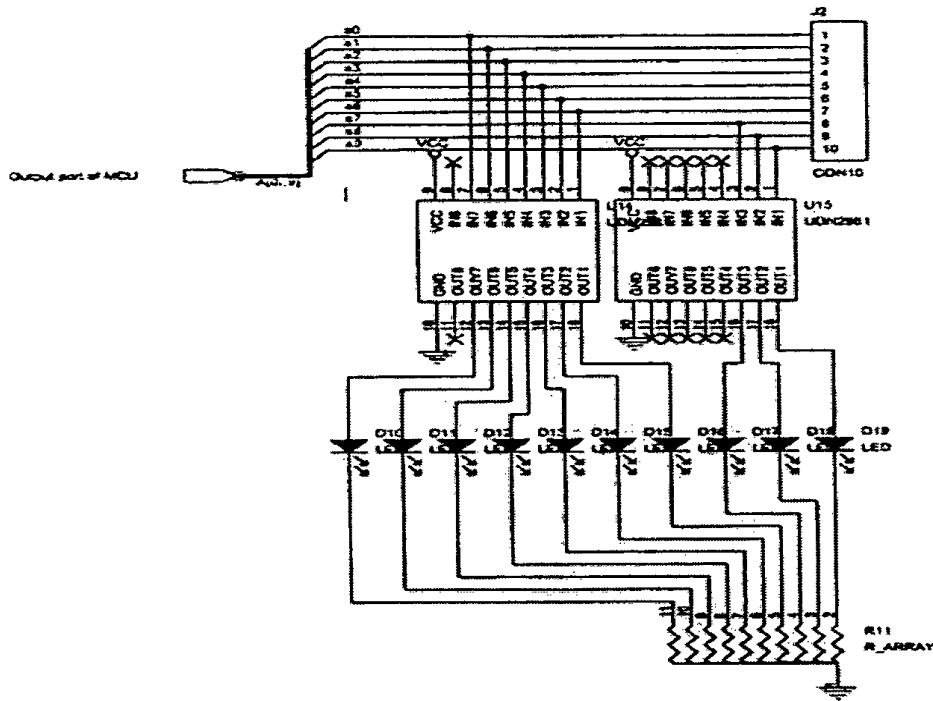


Fig. 6 The circuit of control signal output for relay board of the food machine controller

차. On-line monitoring을 위한 통신 회로

TMS370C758b의 SCI module에서 나오는 serial data를 MAX232를 사용 RS-232C프로토콜의 규격에 맞추고 PC와 연결할 수 있도록 interface를 설치하였으며 RS-232C의 모드는 비동기식으로 설정하였고, 통신 속도는 9600bps로 설정하였다

차. 외부 제어 모듈을 연결할 수 있는 interfacing 회로

외부 모듈을 연결할 수 있도록 두 개의 interlace를 만들었다. 하나는 D5~D7와 T2 Timer에 연결된 port들인 T2AIC1, T2AIC2, T2AEVT이다

## 2. PLC 제어장치의 설계 및 제작

LG 산전의 GLOPA GM3를 사용하며 PLC(Programmable Logic Controller) module을 구성하였으며 PLC용 제어 program 은 Gmwin3.2를 사용하여 programming 하였으며 언어는 LD(ladder diagram)을 사용하였다.

PLC module 은 Power supply, CPU module, 통신 module, Thermocouple 입력 모듈, DC 입력 module, Realy 출력 module 로 구성하였다.

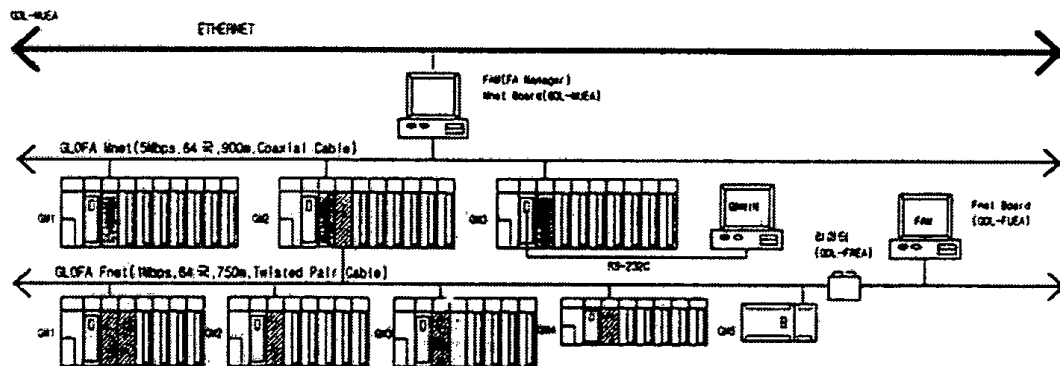


Fig. 7 PLC and its connection

## 제 2 절 농촌형 공장 제어 소프트웨어의 개발

### 1. 운영 프로그램의 개발

#### 가. 제어 장치 운영프로그램의 개발 기준

제어 장치를 다양한 가공 기계에 장착할 때 프로그램을 변경할 필요가 생기는 것을 감안해서 프로그램을 모듈화 하였다. 그리고 복잡한 routine들은 subroutine으로 작성함으로써 프로그램 작성자의 편의를 최대한 제공할 수 있게 하였다.

#### 나. 초기화 프로그램과 주 프로그램

초기화 루틴에서 먼저 MCU의 system 설정을 하고, 각 모듈을 초기

화 및 설정하고, LCD를 초기화하였다 마지막으로 주 프로그램을 수행하기 전에 interrupt를 가능하게 하였다

주 프로그램은 무한 루프 형식을 취하였는데 전원이 공급되던 system configuration register를 확인하고, on-line monitoring을 위해서 계측값을 RS-232C protocol로 transmit 하고, 정전 여부를 확인하고, EEPROM에 기록하는 일을 반복한다.

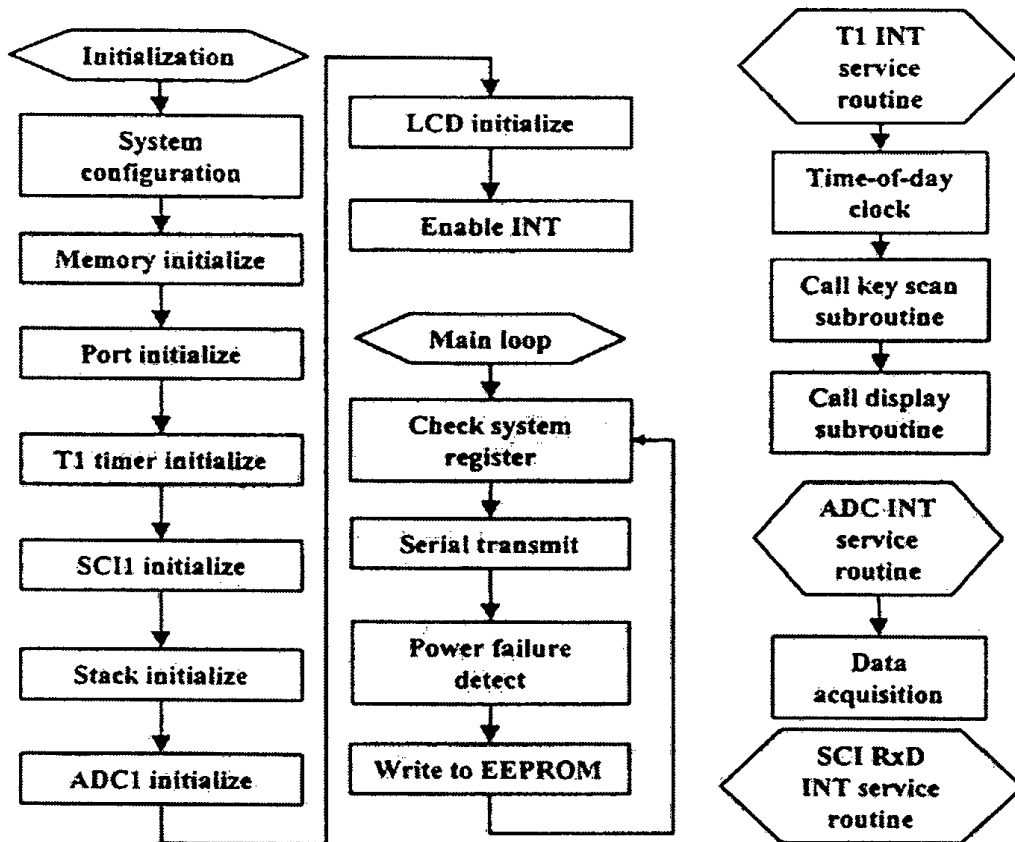


Fig. 8 Flowchart of the operating program for food machine controller

다. 제어 장치의 식품 가공 공정 변수 계측 부프로그램

환경 변수 계측을 위해 4개의 ADC 채널을 할당하였다. AN0은 온도 계측회로에. AN1은 습도 센서를 연결하고, 나머지 두 개는 다른 외부 센서에서의 신호를 받을 수 있게 하였다.

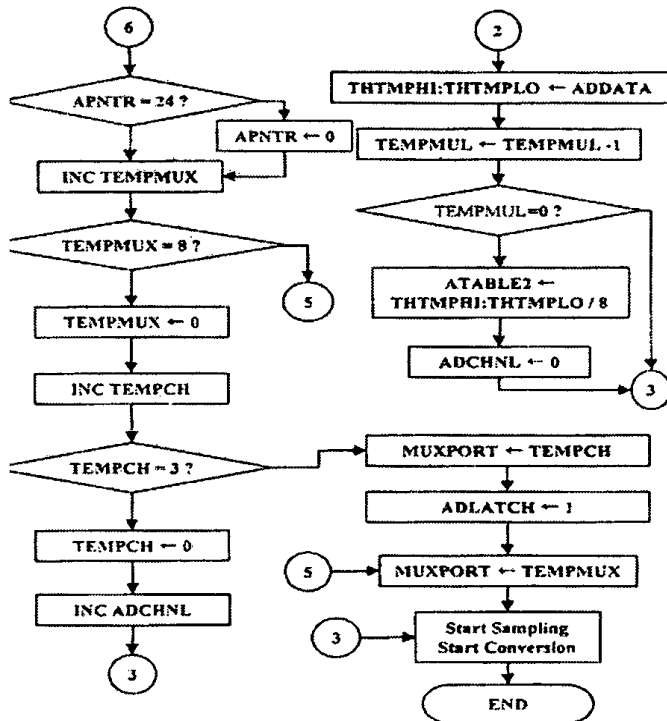
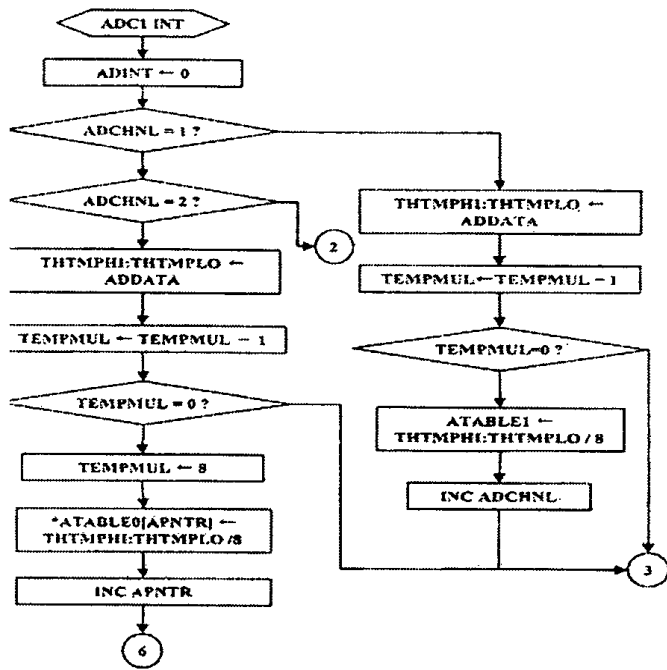


Fig. 9 Flowchart of the data acquisition program using on-chip ADC



라. 실시간 처리 프로그램

ADC1을 사용해서 real time control 이 가능하게 설계하고, 실제 작동 시간도 실시간으로 표시 할 수 있게 하였다. ADC1 은 초기화 루틴에서 0.1초마다 interrupt 신호를 발생하게 설정하였다.

마. 제어 장치 LCD 표시 부프로그램

Display routine은 문자, 숫자, 및 기호등을 표시하여야 함으로 각각의 기능을 subroutine으로 미리 작성하고 그것들의 조합으로 프로그램이 실행되도록 설계하였다.

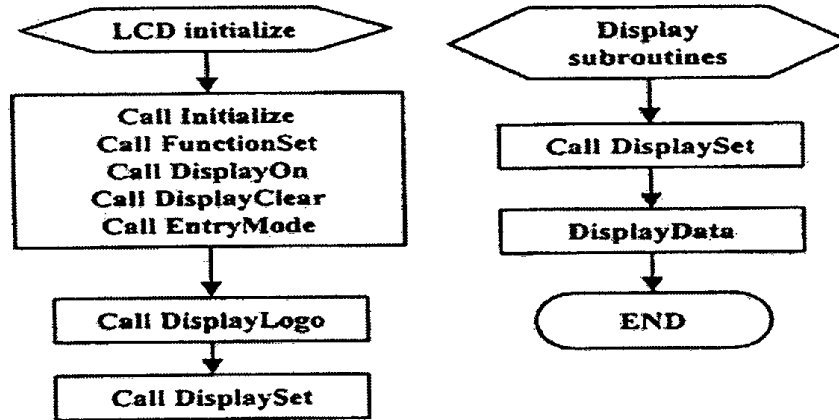


Fig. 10 Flowchart of the display routine

바. 제어장치 조작키 동작 부프로그램

각 key 가 눌러 졌는지 확인하기 위해서 먼저는 key scan data port 8개에 하나씩 순서대로 H 신호를 내보고 key scan port에 들어오는 신호를 하게 하였다. 그리고 push-button을 누를 때 생기는 triggering 신호를 제거하는 routine을 실행하고 valid한 신호이면 해당 register를 세팅하게 하였다.

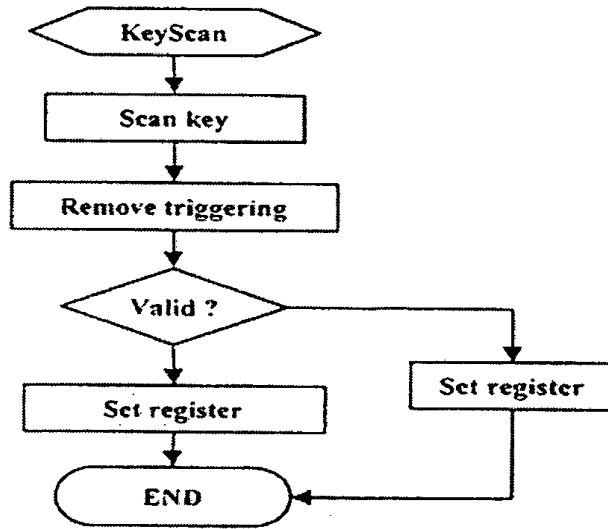


Fig. 11 Flowchart of the key input routine

사. 통신 부 프로그램

측정한 공정변수를 PC로 보내는 것은 주 프로그램 루프 내에서 실행되게 하였다. Remote control을 위한 routine은 SCI1의 RxD interrupt에 대한 service routine으로 처리하였다. PC에서 data를 보내면 interrupt가 발생하고, ISR에서 data를 받아서 처리하게 하였다.

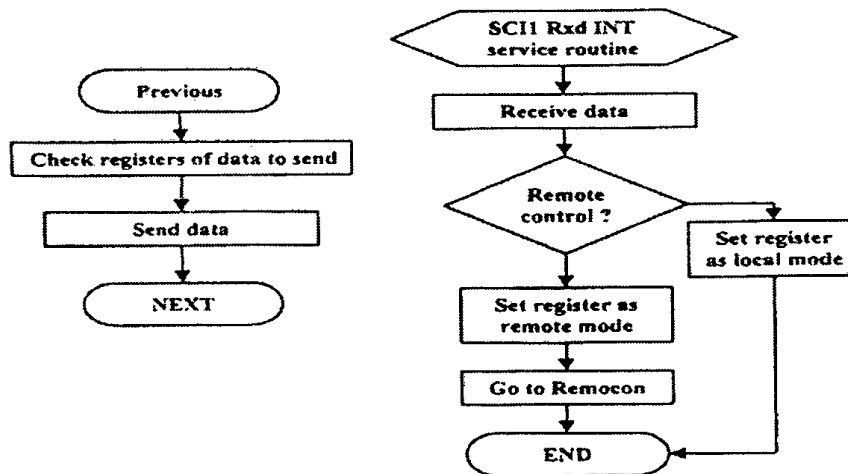


Fig. 12 Flowchart of the communication routine

작업 중 짧은 시간 동안 전기가 나가는 경우 제어기가 리셋되는 것을 방지하기 위해서 battery(NiCd 4.8V)를 사용하여 정전 발생 시 현재 작업 내용을 유지하도록 프로그래밍 하였다.

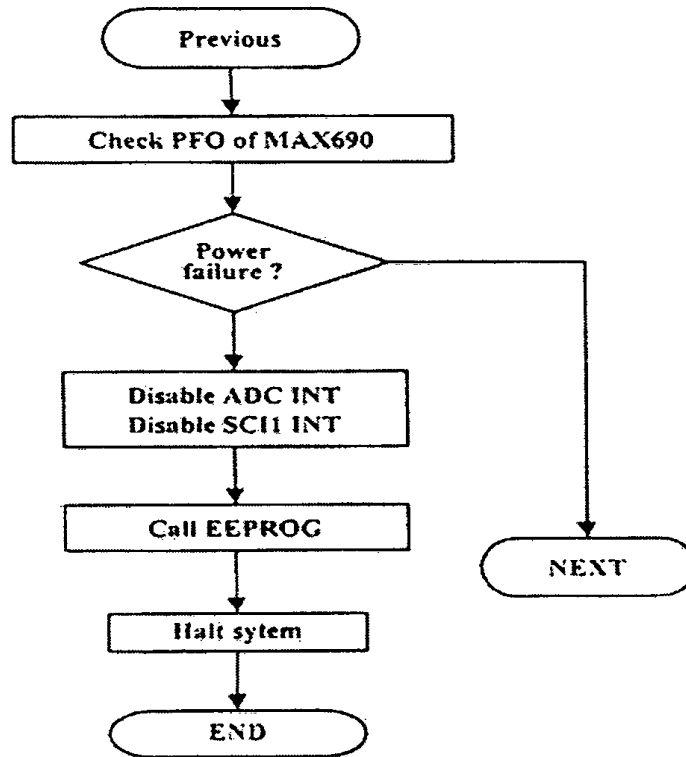


Fig. 13 Flowchart of the preparing for power failure

### 제 3절 자동화 방식 구성과 software 및 hardware 개발

#### 1. 하드웨어 구성

##### 가. RS232C 모듈의 설계

Fig. 14는 RS-232C 통신을 위한 모듈의 설계도이다. RS-232C 모듈을 FPC에 설치함으로써 부족한 저장공간을 확장하거나 실시간으로 또 다른 모듈이나 컴퓨터와 통신을 할 수 있게 했다. RS-232C 통신을 위해 사용한 IC는 MAXIM 사의 MAX232CPE이다.

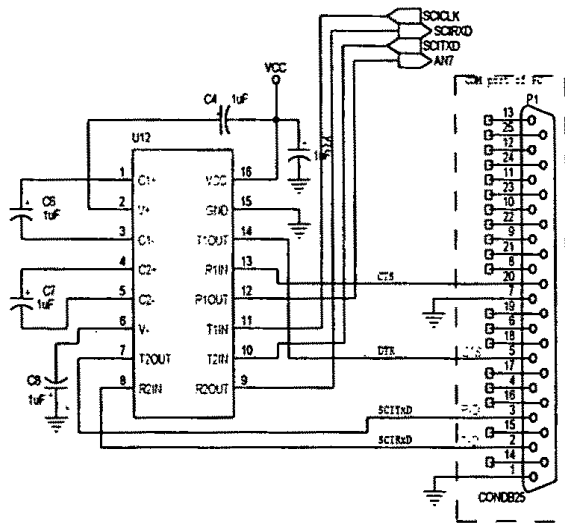


Fig. 14 The circuitry of the communication module for RS232C protocol for the controller of the storage system

나. FPC의 PCB 디자인

Fig. 15은 OrCAD Layout을 통하여 디자인하고 제작한 FPC의 PCB 모형이다.

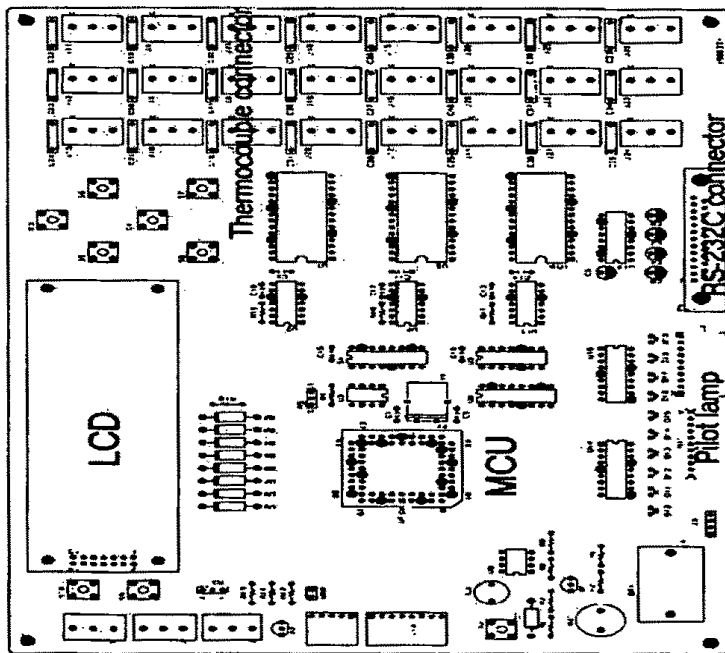
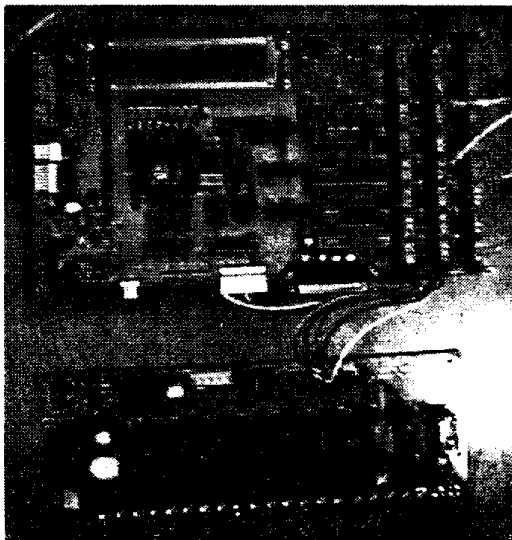


Fig. 15 The layout of the components for the PCB of the storage system controller

다. FPC와 그 운용 프로그램

Fig. 16은 완성된 FPC(Food Processing Controller)의 모습을 보여준다.

Table 1은 FPC 운용 프로그램의 구성을 보여준다.



(a) Main board

(b) Actuator

Fig. 16 Assembly picture of the main PCB (a) and actuator PCB (b) of the storage system controller

Table 1 Operation programs and their functions for the storage system controller

Program	Function
Initialization routine	System configure, Initialization for Memory, Port, T1 timer, ADC, SCI, and Stack
Main routine	Call subroutine in an infinite loop structure
Display routine	Initialize for LCD and send LCD address and data
Timer routine	Clock based on interrupt unit (0.1 sec)
Measurement routine	A/D conversion of analog signal from sensors
BCD routine	Conversion of the binary data to BCD
SCI receive routine	Receive of data from the host computer to the controller
SCI transmission routine	Transmission of data from controller to the host computer
Time displaying routine	Display of real time clock
Key check routine	Check of key input
Key response routine	Response to key input and branch to key table
Data displaying routine	Displays of data measured and the set point of the control

## 2. 소프트웨어 구성

Fig. 17은 FPC의 데이터를 PC를 통해서 핸들링할 수 있도록 설계된 프로그램이다. 프로그램은 LabWindow CVI(National Instrument Co.)를 이용하여 작성하였고, FPC와 PC와의 통신은 RS232C 방식을 이용한다. 왼쪽의 24개의 온도 채널 중 하나를 선택하면 그 온도값을 볼 수 있고, 그래프를 통해서 시간에 따른 온도 변화도를 볼 수 있다. 오른쪽으로는 현재 시간을 나타내는 부분과 온도 설정, 데이터 스캔 간격 설정, 스캔 시간 설정을 할 수 있는 입력부가 있고, 현재 스캔이 진행된 시간을 나타내는 부분이 있다.

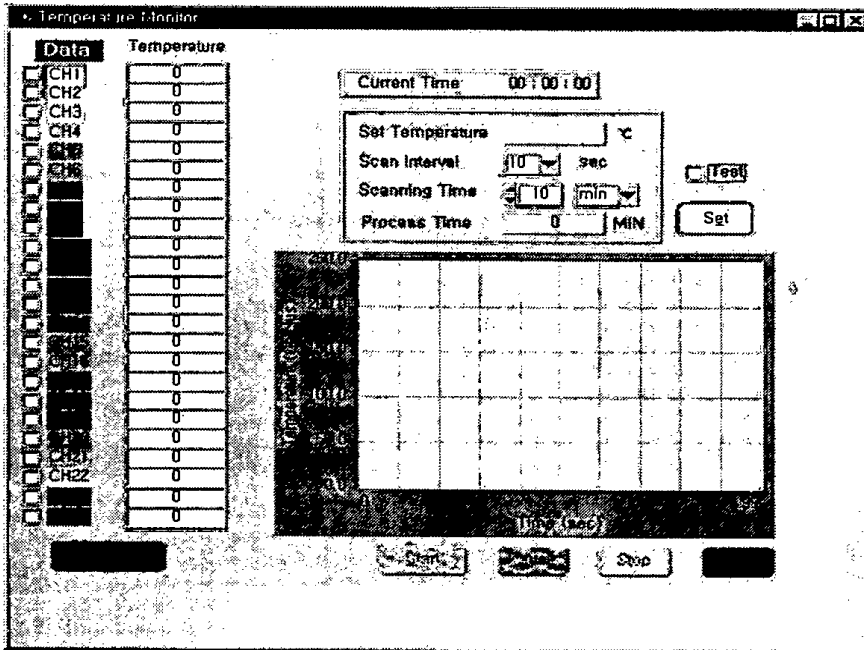


Fig. 17 The screen displays of the monitoring computer for the storage system controller

## 제 4 절 산지 농촌형 발효실 자동화 시스템

제래식 중국의 제조 공정은 다음 Fig. 18와 같다. 이중 중국의 품질에 결정적 영향을 미치는 공정은 배양 공정으로 여기에는 입곡·환적·출곡 작업이 필요하며 작업자는 주로 곡자실의 온·습도 관리, 품온 관리에 많은 시간과 노력을 소요하고 있다. 시간당 2~3회의 품온 확인을 위한 출입문의 개폐로

인하여 노동력의 증가와 보온 효과 감소 그리고 잡균의 침입 가능성이 굉장히 높은 편이다. 더욱이 품은 관리가 실패할 경우 잡균의 번식으로 불량 중국을 생산하는 결과를 빚을 수도 있다.

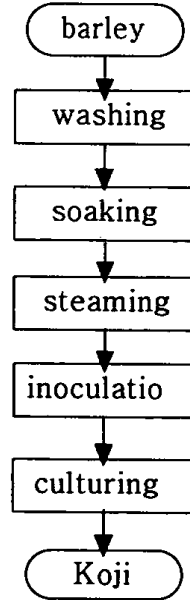


Fig. 18 Koji making procedure

따라서 본 연구는 One chip microcomputer로 제작한 제어장치를 응용하여 중국 배양 환경의 계측 및 제어에 필요한 운영 프로그램을 개발하고 동 프로그램을 실제로 활용함으로써 전통 식품의 제조 공정에 국산화된 첨단 자동화 기술을 도입하고자 한다.

첨단 자동화 기술의 도입은 중국 제조 방법을 발전시켜 품질의 향상과 생산비의 절감, 운영의 개선등을 이룩하게 할 것이며, 무역자유화에 의한 시장의 개방속에서 우리 나라의 전통 가공식품의 경쟁력을 높여줄 것이다.

## 1. 재료

### 가. 중국 원료 및 균주

중국 원료로는 국산 보리를 사용했고 균주는 하경발효식품연구소의 *Aspergillus oryzae*를 사용하였다.

### 나. 중국 배양 제어장치의 CPU

중국 환경 제어장치의 CPU는 Texas Instrument 社의 one chip microcomputer인 TMS73C161을 사용하였다.

다. 중국 배양 환경의 계측용 sensor

온도 계측을 위해서는 thermistor(1k $\Omega$ , -20 $^{\circ}$ C ~ 60 $^{\circ}$ C,  $\pm$ 0.5 $^{\circ}$ C:(주)동광전자)를 사용하였으며 습도 센서는 hybrid형 습도 센서 모듈(990~2940mV, 30%~90%,  $\pm$ 1%, SY-HS-200, (주)삼영전자)을 사용하였다.

라. 중국 배양 제어장치용 controller box의 배전설비 부품

제어용 controller box를 제작하여 사용하였다. 사용된 부품은 Circuit breaker는 배선용 차단기, M/C는 전자접촉기, EOCR은 전자식 과전류 계전기, Noise filter는 잡음제거기, OLR은 열동형 과부하 계전기, C/P는 회로 보호용 차단기를 나타내고 있다. EOCR에서 D-TIME은 동작 시간을 Q-TIME은 복귀 시간을 가리킨다.

마. 중국 배양 시설

중국을 배양할 설비는 바닥 면적이 12.5 m<sup>2</sup> (5m $\times$ 2.5m)이고 내부 공간이 31.25 m<sup>3</sup> (5m $\times$ 2.5m $\times$ 2.5m)인 중국실을 사용하였다.

## 2. 방법

가. 중국 배양법

장류용 중국 배양은 *Aspergillus oryzae*를 보리에 배양하는 방법을 사용하였는데 보리쌀 16kg을 수세, 2~3시간 침지하고 증자(0.6kg/cm<sup>2</sup>)한 후에 보리쌀 밥이 40 $^{\circ}$ C 정도로 식으면 중국을 고루 혼합하여 중국 상자 5개에 3.2kg씩 담아 입국하였다. 입국 시의 환경은 중국 배양 제어장치로 관리되도록 하였다.

나. 중국 배양 공정의 온도와 습도의 계측 및 제어 방법

온도와 습도의 계측은 중국 배양 제어장치를 통해서 자동으로 computer에 입력되도록 하였는데 온도 계측은 thermistor로부터 나온 아날로그 신호값을 제어장치에 내장된 Op-amp를 통해 증폭을 한 반면, 습도의 계측은 증폭하지 않았다.

다. 중국 배양 시의 실시간 on-line monitoring 방법

평상시에는 제어장치에서 10초마다 일정하게 시, 분, 초, 온도1, 온도2, 온도3, 온도4, 온도5, 조도, 습도의 계측값을 순차적으로 전송하도록 하



였다. 한편 설정값 또는 relay 상태를 바꿀 때에는 다기능 선택값, 온도 설정값, 조도 설정값, 습도 설정값, relay #1, relay #2 순으로 전송하여 현재의 제어기 상태를 on-line monitoring하도록 하였다.

#### 라. 중국 배양 환경 제어장치 운영 프로그램의 개발 방법

중국 제조 환경 제어장치 운영 프로그램의 개발 초기에는 Texas Instrument社의 one chip microcomputer program의 개발에 적합하도록 제작된 EVM board(Young Tec. Co.)와 IBM PC 그리고 통신 프로그램으로 XTALK를 사용하였고 실제로 제어를 운용할 때에는 EPROM에 프로그램을 실어 piggy back과 같이 사용하였다

#### 마. 중국 배양 공정 Monitoring 프로그램 개발 방법

중국 배양용 제어장치와 접속하여 on-line monitoring 및 제어할 운영 프로그램의 개발은 borland 사의 Turbo C++ 3.0을 사용하였고 국내 공개 한글 라이브러리인 한라프로 2.4를 한글 구현과 pull-down menu를 위한 라이브러리로 사용하였다.

### 3. 제작

#### 가. 중국 배양 환경 제어 system

곡자실의 배양 공정과 관련된 입곡, 환적, 출국 작업을 자동 관리하는 데는 환경의 계측과 온·습도 조절용 기구의 구동, 곡자실내 환경 변화의 감시 기능을 갖게 할 필요가 있었다. 따라서 중국 배양 제어 장치를 Fig. 15와 같은 제어 시스템을 구축하였다.

제어기와 monitoring computer간에는 통신으로 연결되어 있고 제어기의 1차 relay와 배전설비의 2차 구동 relay를 통해서 중국실의 전열기와 가습기 그리고 환기팬을 구동하게 하였다.

One chip microcomputer로 제작된 controller가 배양 공정의 계측 및 제어 목적을 충분히 수행할 수 있는가를 확인하기 위하여 PCB board와 relay board를 접속하고 relay board는 heater, 가습기, fan에 공급되는 전원 공급용 magnetic contact를 구동시키는 실험을 수행하였으며 이를 운영할 프로그램 개발을 시도하였다. 그 결과 5회의 배양 공정에 적용시 훌륭히 작동되었다.

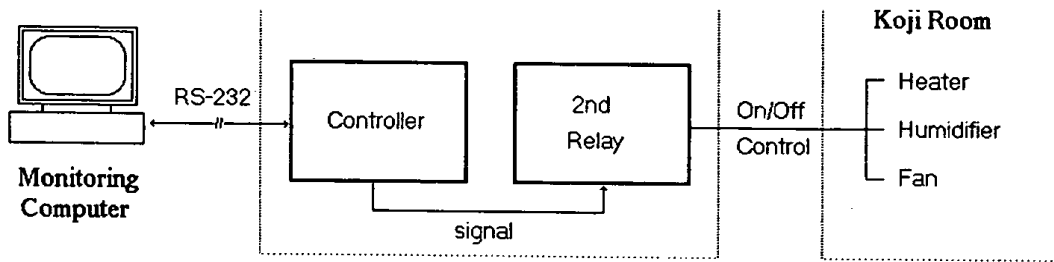


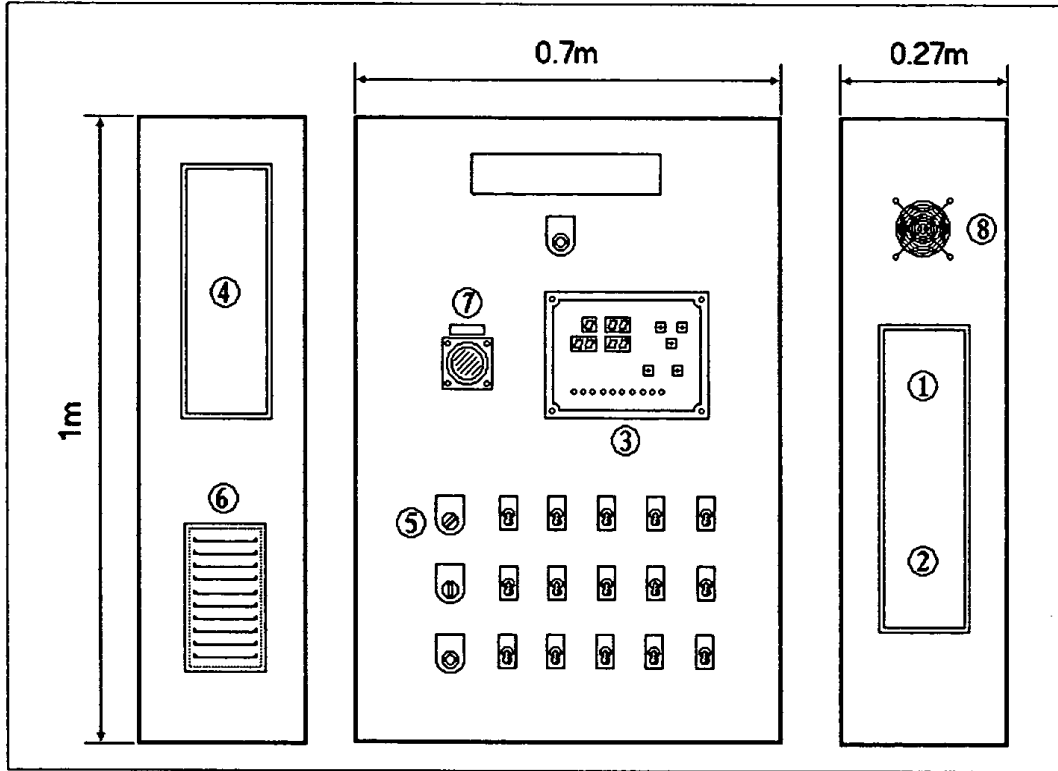
Fig 19. The structure of communication data from controller to monitoring computer

#### 나. 중국 배양 환경 제어 장치의 controller box 설계

##### 1) 중국 배양 환경 제어 장치의 controller box 외장 설계

중국 배양 제어 시설과 공정을 관리하는 기술자의 입장에서 활용할 수 있는 자동화 시스템은 추가적인 장치들을 요구하였다. 첫째로 one chip microcomputer의 출력 신호에 따라 구동되는 전원 공급 장치와 자동/수동 전환 장치들이다. 둘째로 중국 제조의 다른 공정 즉 수세, 침지, 증자 공정들에 확대 적용할 경우를 대비한 전원 공급 및 차단 장치와 전류 차단 장치 등이 필요하다. 따라서 각종 계전기와 switch 들을 수용할 수 있는 controller box의 제작이 필요하게 되었다.

중국 제조 환경 제어 장치의 controller box는 중국 제조 시설의 환경 변수, 제어 상태 표시, 조작키와 각종 switch 등을 포함할 수 있도록 설계하였다. 제어 장치는 설치 장소, 환경, sensor와의 접속 방법 및 위치, 조작 및 보수 유지에 적합한 외형을 가져야 하므로 Fig. 20과 같이 1m×0.7m×0.27m 크기로 제작하였다. PCB는 CPU PCB(①)과 actuator PCB(②)를 box의 우측면에, 그리고 display PCB(③)은 controller box 앞면에 설치하여 PCB의 교체 필요성이 있을 경우 보수를 위한 접근과 탈·장착이 용이하도록 하였다. 규격 내부 부품의 배치를 고려하여 내부 부품의 1단의 높이를 20cm로 배정하여 배선을 고려하면 4단을 배치할 수 있다.



(a) Left side view      (b) Front view      (c) Right side view

Fig. 20 The structure of controller box

① CPU PCB, ② actuator PCB, ③ display PCB, ④ terminal, ⑤ auto/manual selection switch, ⑥ ventilation duct, ⑦ buzzer, ⑧ fan

시설의 각종 actuator와 접속하는 터미널 단자(④)는 왼쪽 측면에 두었고 전원 출입구를 부근에 두었다. 그리고 갑작스런 제어기의 고장에 대비하여 수동/자동 전환 스위치(⑤)를 구비하였다.

## 2) 중국 배양 환경 제어장치의 controller box 내장 설계

Controller box의 부품 배치는 Fig. 21 과 같이 4단으로 구분하였다. 상층의 1단에는 전원 차단 장치와 noise filter, controller의 전원 공급용 power transformer를 배치하였고 2단에는 4개의 magnetic contact를 두어 heater 와 가습기등 단순한 전원 공급용으로 사용코자 하였으며 4개의 전류 제어용 magnetic contact를 배치하였다. 3단에는 2개의 전류 제어용 magnetic contact와 4 개의 magnetic contact를 두어 부가적 장치의 접속에 대비하도록 하였다. 그리고 수위 제어용 liquid

level sensor unit를 설치하여 급수 tank용으로 사용코자 하였다. 최하위 4단에는 terminal unit와 자동/수동 전환용 relay 4개를 배치하였다.

M/C 1부터 M/C 4, M/C11,12,13은 OLR과 연결되어 있어 과부하시 전원을 차단해 주도록 하였고 M/C 5부터 M/C 10까지는 EOCR과 연결되어 있어서 초기에 과전류가 흐르는 전동기 등을 연결하여 사용할 수 있도록 제작하였다.

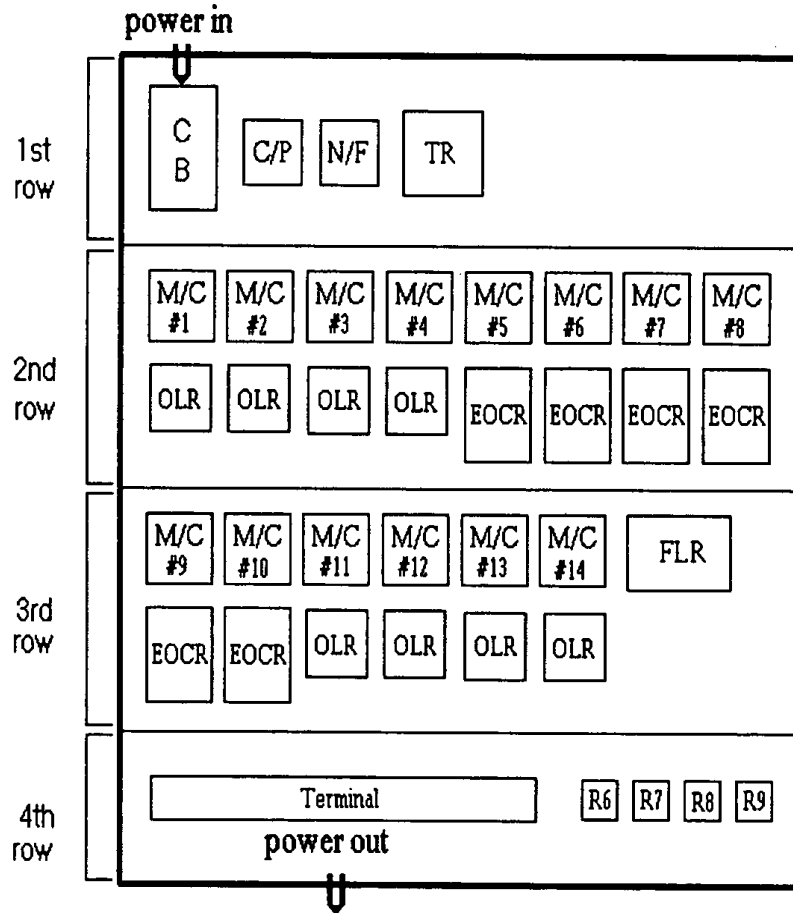


Fig. 21 The arrangement of the electric elements i the controller box

### 3) 중국 배양 제어장치 display 부의 설계

중국 배양 공정 관리에 필요한 공정 변수로 온도와 습도, 시간을 실시간 적으로 표시하여 관리자가 쉽게 알 수 있도록 하였다. 동 제어장치용 PCB에는 7-segment LED 7개를 장착하였다. relay 번호에 1개,

온도값에 2개, 시간 및 습도·조도에 4개를 할당하였다.

제어기의 표시판은 다음 Fig. 22와 같이 조작자가 식별하기 용이하도록 한글로 표시토록 설계하여 알루미늄 판에 음각으로 조각하여 제작하였다.

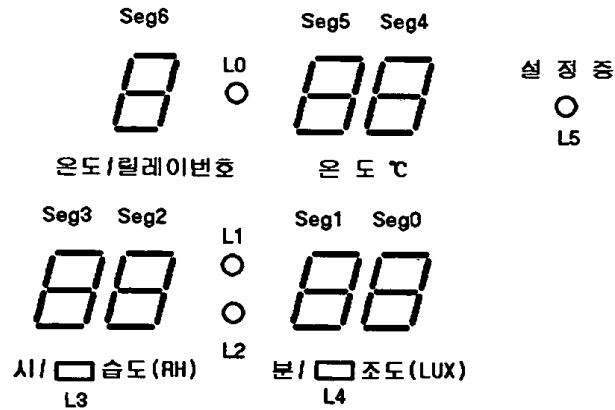


Fig. 22 The layout of LED segments in display module

각 7-segment LED의 기능은 다음 Table 2과 같이 seg6은 온도 채널과 relay 번호를 표시하고 seg5와 seg4는 온도값을, seg3과 seg2는 습도와 시간을, seg1과 seg0은 조도와 분을 나타낸다. Dot 형 LED 6개 중에 L0는 온도가 영하일 때 켜지며, L1과 L2는 시간을 표시하는 중임을 알리면서 점멸된다. L3과 L4가 켜져 있을 때는 seg3과 seg2는 습도, seg1과 seg0은 조도가 표시되고 있다는 것을 알리고 그렇지 않을 경우 시간을 나타내도록 하였다. L5는 자동 제어의 설정치나 시간 등을 설정 중임을 나타내도록 하여 설정값을 입력하는 key들이 동작하고 있음을 의미하도록 하였다.

Table 2 The function of the LED segments in the display board

7-segment No.	Function
0	Lightness/minute
1	Lightness/minute
2	Humidity/minute
3	Humidity/minute
4	Temperature
5	Temperature
6	Temperature channel/relay No.

4) 중국 배양 제어장치의 조작 key

제어장치를 작동하는데 필요한 조작자용 key는 8개로 최소화하였으며 그 중에서 display 내용 변경에 필요한 key로 2개를 할당하였고 제어에 필요한 설정값 입력용 4개 그리고 수동으로 relay on/off 시에 2개를 할당하였다).

각 key들의 기능은 table 3와 같이 Key 0은 온도 채널이나 relay 번호를 선택할 때, Key 1은 seg 0,1,2,3의 표시 내용이 시간이나 조도·습도중 선택할 때, Key 2는 설정 시에 제어장치의 표시하는 값을 바꿀 때, Key 3은 표시값을 증가시킬 때, Key 4는 표시값을 감소시킬 때, Key 5는 수동 조작으로 전환 시, Key 6은 표시값의 변경을 시작하거나 끝낼 때, 그리고 Key 7은 수동 조작으로 relay를 on/off 할 때 사용하였다.

Table 3 The function of keys in the display board

Key number	Functions
0	Increase temp-channel/relay number
1	Displaying toggle switch (time/humidity, lightness)
2	Shift of setting
3	Increase setting value of timer and sensor
4	Decrease setting value of timer and sensor
5	Manual operation start/end
6	Setting operation start/end
7	Relay on/off

다. 중국 배양 환경 제어장치의 운영 프로그램 설계

1) 제어기 프로그램의 구조

중국 배양 시설 제어기는 독립적으로 동작하며 필요에 따라 monitoring computer와 통신할 수 있는 hardware적 구조를 갖도록 제작하였다. 따라서 제어기의 운영 프로그램은 전원 공급과 동시에 one chip micom의 CPU가 모든 초기화 과정을 수행할 수 있도록 하고 각종 port register의 기능을 정의하도록 하였다. 그 외에도 제어장치의 기본적인 기능인 초기화 routine과 A/D conversion routine 그리고 control routine은 main routine에 포함시키고 display, key response, communication routine 들은 subroutine으로 구성하였다.

이 프로그램은 장류용 중국 제조용 이외에도 시설 원예용 비닐하우스의 환경 제어 및 범용 timer switch 방식의 제어 장치 등의 여러 기능을 수행 할 수 있도록 하였다. 본 제어장치의 운영 프로그램은 위의 세 가지 프로그램 중 하나를 선택할 수 있도록 하였다. 일단 필요한 프로그램을 선택하고 나면 상황에 맞게 온도·습도·조도의 계측과 제어 목표값 설정, 설정값에 따른 actuator의 제어, 정전 대책, 무선리 모콘 기능, 통신 기능을 모두 수행하도록 하였다. 특히 통신 프로그램

의 경우 monitoring computer에서 제어 목표의 현재 상태를 감시만 하는 것뿐만 아니라 직접 설정값 변경, relay on/off, 그리고 시간별 로 기억된 설정값에 따라서 동작하도록 만들어진 timer switch의 scheduler를 통해 제어가 가능하도록 하였다.

제어장치의 운영 프로그램은 크게 세 가지 부분으로 구분할 수 있다. 첫 번째 부분은 제어기와 사용자의 인터페이스를 담당하고 있는 display기능과 key입력부이다. 이 제어기는 7-segment LED 7개를 사용하여 현재 시간과 온도, 습도, 조도, 설정값, 그리고 relay on/off를 보여주도록 하였다. 이렇게 많은 정보량을 나타내기 위해 많은 수의 7-segment LED를 사용해야 하므로 이에 따른 TMS73C161의 사용 port수 증가를 줄이기 위해 dynamic display방법을 사용하였다. 그리고 이 dynamic display와 연계하여 key입력을 받도록 하였다. 또 여러 다른 프로그램에 따라 상황에 맞는 다른 routine들로 구성되어 있다. 중국 제조 시의 경우 온도가 너무 높을 경우 'Hi'를 표시하고 너무 낮을 경우 'Lo'를 표시하는 기능을 첨가한 display routine을 실행하도록 하였다.

운영 프로그램의 두 번째 부분은 제어 부분으로써 다양한 목적으로 사용할 수 있도록 각 프로그램의 목적에 적합한 제어 기능을 수행하기 위해서 사용자가 선택한 프로그램 종류에 따라 서로 다른 제어 routine 중의 한 개가 선택되도록 하였다. 또 통신 기능과 관련하여 RAM값 중 2byte를 사용하여 'RELAY1', 'RELAY2'로 명명하여 총 16bit 중 10개를 relay의 상태 표시를 위해 할당하였다. monitoring computer에서 통신을 통해서 제어장치의 relay를 제어할 수 있도록 하기 위해서 제어 시는 직접 relay port를 제어하지 않고 이 'RELAY1' 과 'RELAY2'를 참고하여 relay를 on/off하도록 하였다.

세 번째로 통신 기능 부분으로써 monitoring computer와의 통신을 통해서도 모든 제어 변수들의 감시와 relay의 제어와 설정값의 변경, 그리고 monitoring computer에서 15분 간격으로 설정한 timer switch scheduler에 따라서 제어할 수 있도록 하였다. 그리고 이 scheduler에 의한 작업은 monitoring computer에서 저장 가능하여 전날의 작업과 비교하여 별로 차이가 나지 않는 작업이 연속될 경우 전날의 시간표를 불러서 수정하여 사용할 수 있도록 하였다. 제어장치의 이러한 통신 기능으로 인하여 실제 제어 대상에의 접근·관찰 후 운영자의 판단이 필요하지 않는 작업일 경우 원격 지에서도 운영자가 제어 목표



를 변경·설정할 수 있도록 하였다.

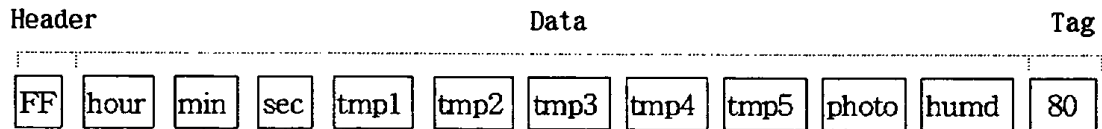
이 프로그램은 여러 가지 기능을 구현하기 위하여 3개의 interrupt routine과 여러 개의 subprogram routine들을 공통으로 포함하고 있으며 제어기 시동시 사용자가 dip-switch를 통하여 선택한 프로그램 번호에 따라 프로그램 수행 도중 각각의 고유한 routine을 수행하도록 하였다.

## 2) 중국 배양 제어장치 운영 프로그램의 초기화

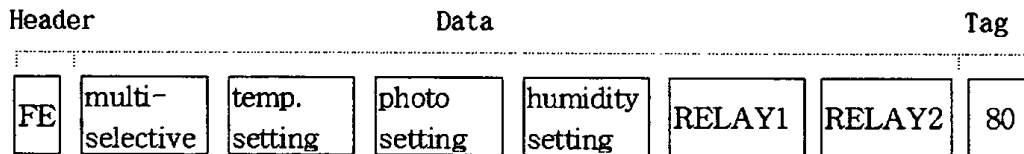
제어기가 시동될 때 또는 'RESET' 되었을 때 제어기가 미리 짜여진 프로그램대로 작동을 시작하기 위한 준비 단계로써 TMS73C161의 기억 장소에 들어 있을 수 있는 전의 내용을 모두 지우고 stack pointer의 위치를 지정한다. 또한 사용할 입·출력 port의 값을 모두 0으로 만든 뒤 입력과 출력 중 한가지로 지정하고 interrupt의 사용 유무를 결정한 뒤 real time을 위한 prescaler value를 지정한다. 마지막으로 여러 개의 제어기가 한 대의 monitoring computer와 접속하여 작동되는 경우를 위하여 현재 제어기의 확인 번호를 송신하고 선택된 program의 종류를 monitoring computer쪽에 알려주도록 하였다.

## 3) 중국 배양 시의 공정 자료 송신 Routine

Monitoring computer와 제어기간에 서로 주고받는 자료는 안정성과 정확한 식별을 위해서 자료를 크게 세 부분으로 구분되어 송신된다. 첫 번째 부분은 자료의 종류 식별을 위해서 1 byte짜리 header를 두 번째 부분은 온도값과 습도값들, 그리고 마지막으로 자료의 소실 방지와 확인을 위한 tag를 두었다. 제어기에서 보내는 자료의 종류는 시간값과 센서값(온도, 조도, 습도)을 송신하는 것이 있고 다른 하나는 센서의 설정값과 relay 상태를 송신하는 경우의 두 가지가 있다. 두 가지 송신 Data를 구분하기 위해 첫 번째는 Data값 앞에 %>FF를, 두 번째는 %>FE를 먼저 보내도록 하였다. 첫 번째는 10초마다 일정하게 시, 분, 초, 온도1, 온도2, 온도3, 온도4, 조도, 습도 순으로 전송하고 두 번째는 설정값 또는 relay 상태가 바뀔 때마다 선택 프로그램, 온도 설정값, 조도 설정값, 습도 설정값, 'RELAY1', 'RELAY2' 순으로 전송하게 하여 현재의 제어기 상태를 즉시 on-line monitoring하도록 만들었다. Fig. 23에서 송신 자료의 구조는 직사각형 하나가 1 byte를 나타내고 있는 그림이고 Fig. 24는 송신 routine의 flow chart다.



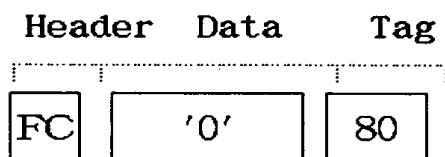
a) normally every 10 second



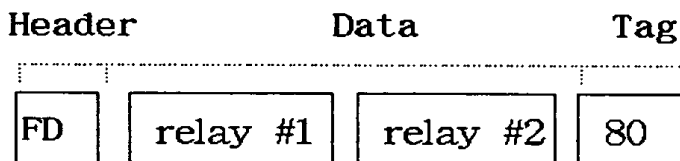
b) after setting value or relay changing

Fig. 23 The structure of communication data from controller to monitoring computer

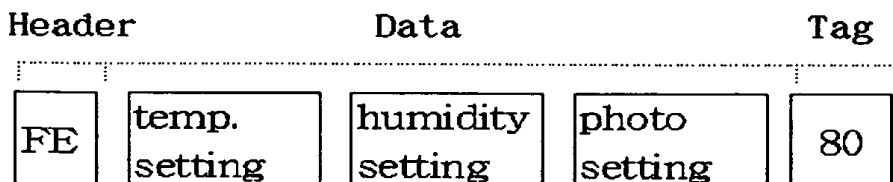
□ : denotes 1 byte allocation



a) fog start signal



b) after relay changing



c) after sensor setting value changing

Fig. 24 The structure of communication data from monitoring computer to controller

□ : denotes 1 byte allocation

#### 4) 중국 배양 공정 자료 수신 Routine

Data 수신 routine은 먼저 monitoring computer측에서 전송된 data의 header가 센서 설정값·relay값 또는 시동 신호 중 어떤 것인지를 식별한다. 시동 신호는 monitoring computer의 제어 프로그램이 시동될 때 제어기의 현재 설정값들을 보내라고 송신하는 data이다. header가 %>FE면 다음에 들어오는 자료가 sensor 설정값이므로 온도설정값인 'STEMP', 습도설정값인 'SHU', 그리고 조도 설정값인 'SPH'를 차례대로 기록하고, %>FD면 relay값이므로 'RELAY1'과 'RELAY2'의 값을 기록하며, %>FC 다음 자료가 '0'인지 확인되면 시동 신호이므로 OLDSET 값을 0으로 초기화해서 현재 설정값들을 monitoring computer쪽에 송신하도록 하였다.

#### 라. 중국 배양·공정 monitoring computer의 운영 프로그램

##### 1) 개요

중국 배양 제어장치는 전술한 바와 같이 독자적으로 동작하여 계측, 제어, 표시 기능을 자체적으로 처리할 수 있으므로 기본적으로는 제어장치를 제어할 host computer가 불필요하게 설계되었다. 그러나 제어장치에는 통신 port를 갖추고 있으므로 외부의 다른 computer와 연결하여 정보를 주고받을 수 있도록 되어 있다. 더욱이 쌍방향 통신을 수행할 수 있으므로 IBM 호환 기종의 컴퓨터와 접속하여 사용할 수 있는 기능을 갖추고 있다. 따라서 monitoring computer측에서 전송자료의 저장, 원격 제어, 그래프 처리와 같은 화면 표시의 다양화, timer switch scheduler와 같은 시간표 기능 등을 구현할 수 있고 컴퓨터 key board 및 각종 software를 개발 활용할 수 있었다.

중국 배양 제어장치와 같이 사용하기 위한 monitoring computer의 제어 및 감시 프로그램은 사용자가 사용하기 쉽게 pull-down menu로 구성하였다. 프로그램 실행 도중 어느 때나 'F1'을 누르면 도움말을 제공하도록 하였다. 또 현재 제어 대상의 상태를 한눈에 알아볼 수 있도록 초기 화면의 구성을 온도, 조도, 습도 상태를 7-segment LED와 비슷한 모양으로 나타내도록 하였고 relay의 on/off에 따라 즉각 변동 상태를 나타내도록 하였다. 그리고 히터와 환기팬, 가습기 등은 애니메이션을 구사하여 실제 모습과 비슷하게 화면을 구성하였다.

이 프로그램은 크게 세 가지 메뉴로 구성되어 있는데 제어 치의 현

재 상태를 볼 수 있는 감시 메뉴와 relay 제어·설정값 변경 메뉴 그리고 시간표 수정 및 저장 메뉴로 구성하였다.

처음에 프로그램을 시동시켰을 때 중국 제조 환경 제어장치와의 통신을 통하여 현재 설정값과 온도, 습도, 조도값 그리고 relay 상태를 수신하도록 프로그램을 구성하였다. 시동 시에 앞의 설정값이 제대로 수신되는 지를 확인하여 3번의 통신 동안 오지 않으면 "Communication Failure" 라는 메시지를 화면상에 보여주어 사용자에게 따른 처리를 할 수 있도록 하고 있다.

## 2) 중국 배양 공정의 감시 메뉴

중국 배양 공정의 설정된 목표값과 공정 변수들의 현재와 이전 상태를 볼 수 있도록 구성되어 있으며 1시간 동안의 자료와 1일 동안의 자료 그리고 전체 자료를 선택적으로 나타내도록 하였다. 컴퓨터 키보드 중에 Up-arrow와 Down-arrow를 이용하여 자료의 범위를 선택할 수 있도록 하였고 ①②③...⑧ Key는 앞에서부터 Temp.1, Temp.2, Temp.3,...Temp.6, Humidity, Lightness의 선택키로 할당되어 있다. 그리고 ⑨키는 모든 센서값들을 동시에 모두 나타내도록 할당하였고 ⑩키는 화면 표시 내용을 없애는 key로 할당하였다.

## 3) 중국 배양실 환경·제어용 relay 제어 및 제어 목표값 변경 메뉴

화살표와 Home/End key를 사용하여 relay 번호를 선택하도록 하였다. INS/DEL key는 relay의 on/off를 할 수 있고 space key를 이용하여 toggle하도록 하였다. PGUP/PGDN key는 relay 전체를 on/off할 때 사용할 수 있다.

monitoring computer에서는 Up-arrow/Down-arrow key를 이용하여 이동하고 입력 시에는 'ENTER' key를 취소 시에는 'ESC' key를 사용하여 사용자가 원하는 설정값을 정할 수 있다. 'PGDN' key를 눌러 입력을 마치면 제어기 쪽으로 변경된 설정값들을 보내 주고 또 제대로 전달되었는지 확인하기 위하여 제어기 쪽에서 받은 자료를 제대로 받았다는 헤더를 첨가하여 monitoring computer 쪽으로 보내 주게 하였다. 이렇게 서로 주고받을 수 있고 보낸 자료를 확인하는 절차를 거치도록 하였다. 설정값의 경우뿐만 아니라 relay값을 변경할 경우에도 이런 양방향 통신을 통해서 제어값의 정확한 전달 유무를 확인하게 된다. Monitoring computer에서 받은 자료를 다시 확인하여 보낸

자료와 틀린 경우에는 다시 제어치를 보내게 되며 3번 이상 틀리게 되면 “Communication Failure” 라는 메시지를 화면상에 보여주어 사용자가 이에 따른 처리를 할 수 있도록 하였다.

#### 4) 제어 장치의 timer switch 기능용 시간표 메뉴

일정 시간 및 소정의 시간 간격으로 switch를 on/off 할 수 있는 기능을 수행할 수 있는 scheduler를 monitoring computer에서 작동할 수 있도록 하였는데 시간표를 작성하는 scheduler용 메뉴는 하룻 동안의 낮과 밤의 설정치가 다른 경우나 시간별로 on/off 해야 하는 경우에 사람이 설정치를 바꾸거나 on/off하지 않고 필요한 각종 scheduler를 불러서 쓸 수 있도록 하였다. 특히 날마다의 작업환경이 비슷한 경우 전날의 시간표를 불러서 약간의 수정만 거치게 되면 아주 편리하게 사용할 수 있도록 하였다. 이 시간표에 의한 제어는 중국 제조와 비닐하우스의 제어 두 가지 경우 모두 다 사용할 수 있도록 하였다.

이 메뉴는 매 15분마다 on/off를 선택할 수 있고 매 15분마다의 설정치를 다르게 정해 줄 수 있다. 화면 밑에 보면 서로 다른 색을 가진 색상자가 30개 있는데 검은색은 off를 흰색은 on을 나타내고 있고 나머지는 사용자가 정의하여 사용할 수 있도록 하였다.

## 제 5 절 산지 농촌형 저장실 자동화

농산물 저온 저장 시설의 자동화에 필요한 자동화 표준 모델을 개발하기 위해 액체 부상 회전식 저온 저장고와 냉동 저장 시설을 자동화 할 수 있는 제어 시스템을 설계하였다. Fig. 25는 전체적인 디자인을 보여주고 있다. 그리고 Fig. 26에서는 Fig. 27의 하단 부분의 부상형 링을 Fig. 12에서는 냉각 시스템의 구조를 Fig. 28에서는 공기 분배기의 설계를 보여준다. 액체 부상 회전식 저온 저장고는 Fig. 29에서와 같이 3 층으로 온도를 측정하고, 각 층마다 35개의 계측 점을 갖는다. Fig. 30은 각 계측 점에서의 온도 및 습도를 얻고, 제어하는 프로그램의 GUI이다. Fig. 31은 RCD(Rotate Cone Distributor)를 통해 냉기를 제어하는 것이 짧은 시간에 더 빠른 냉각 효율을 얻을 수 있음을 보여준다.

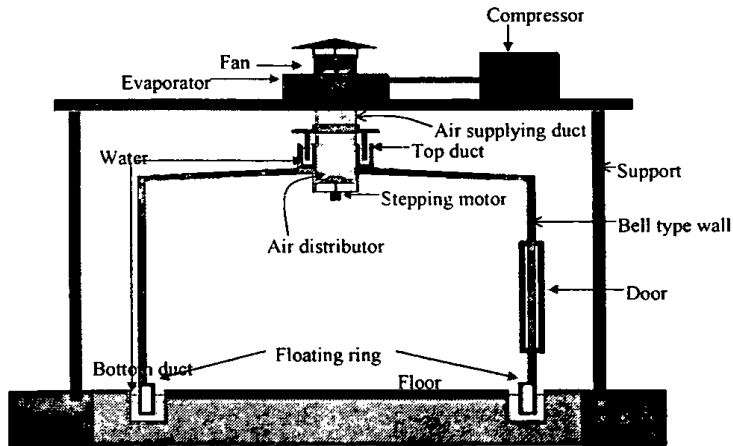


Fig. 25 Design and Fabrication of Storage System

중형 벽은 riveting nut으로 고정되어 있는 floating basement 에 연결되어 있다.

#### 1. floating basement

floating ring 은 부력을 최대화하고, basement duct에 지워지는 구조물의 무게를 최소화하기 위해 내부공간은 빈 공간으로 제작되었다. 구조의 뒤틀림 때문에 구획 벽은 내부의 floating wall 안에 설치되어졌다. floating ring 구조의 테두리는 액체가 새는 것을 막기 위해 납땀질되어 졌다. 구획 벽의 cylindrical circular duct는 circular top rim으로 덮여졌다. 땀질이 되어진 테두리는 페인트칠로 마무리되었다. 벽의 무게는 50kg 이고, 하중용량은 395kg이다.

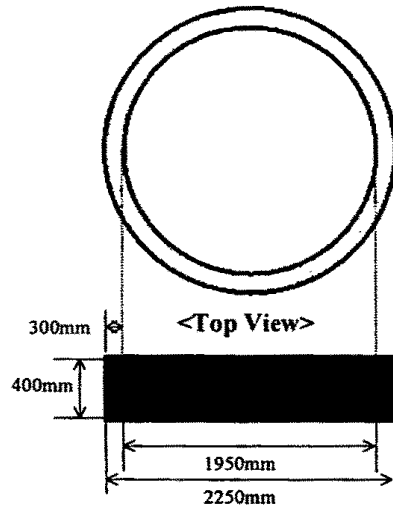


Fig. 26 The shape of float ring

## 2. 냉각 시스템의 구조

부양 회전벽 시스템에 필요한 냉동장치대신에 공기순환 시스템을 변화시킨 새로운 냉각 장치를 디자인하였고, 이 장치에는 냉각 증발기, 공기주입식 PVC duct, coupling skirt 가 부착되어 있다.

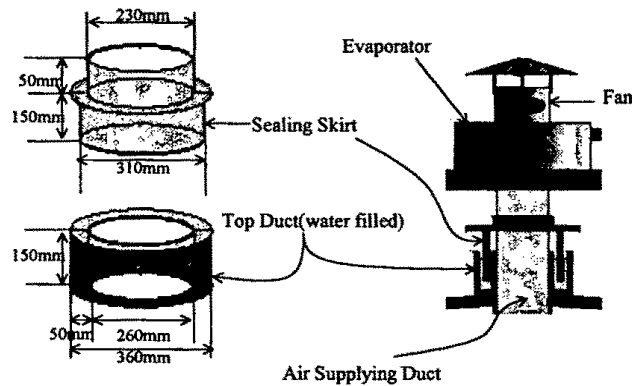


Fig. 27 Structure of Cooling System

## 3. RCD의 제작

저장고 내의 공기의 고른 분배를 위해 RCD의 외형과 제어 메카니즘을 설계하였다. 공기 분배기를 변형시킨 두 개의 가지를 가진 air supply

system을 제작하였다. RCD는 원뿔 위쪽의 중앙 hole한 개와 원뿔의 테두리에 있는 오목한 부분으로 구성되어 있다. 이 RCD는 저장고 내의 차가운 공기를 여러 위치로 정확히 분포시켜 최적저장조건을 유지시키기 위해 고안되었다. 원뿔의 가장자리는 밖으로 나가는 공기를 흩뿌리기 위한 역할을 하고 있으며, 중앙 hole은 차가운 공기를 저장고의 중앙으로 공급하도록 하는 기능을 하고 있다. 반면에 원뿔의 가장자리에 있는 오목한 부분은 주위에 다른 곳 보다 높은 온도의 공기가 분포해 있는 부분에서의 찬 공기의 비율을 높여 주는 기능을 가지고 있다.

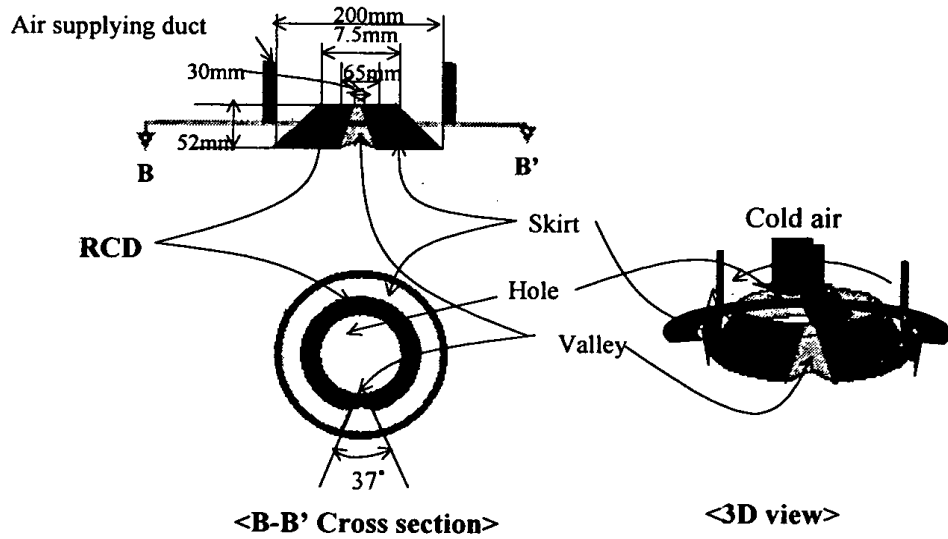


Fig. 28 Rotating Cone Distributor(RCD)

#### 4. Nodal Temperature의 측정

저장고 내부의 여러 지점에서 온도를 측정하기 위해 3개의 layer를 위치시켰고, 각각의 layer는 36개의 노드를 가지는 원형 격자가 있다. 이 layers는 중형 저장고의 벽에 고정되어져 있다. 온도센서는 각각의 노드에 설치되어 있고, 두 개의 센서는 벽의 표면과 공기주입 덕트내부에 설치되었는데, 이 센서는 각각 순환온도를 측정과 공기주입 덕트내의 찬 공기의 inlet temperature를 측정하기 위해 설치되었다.



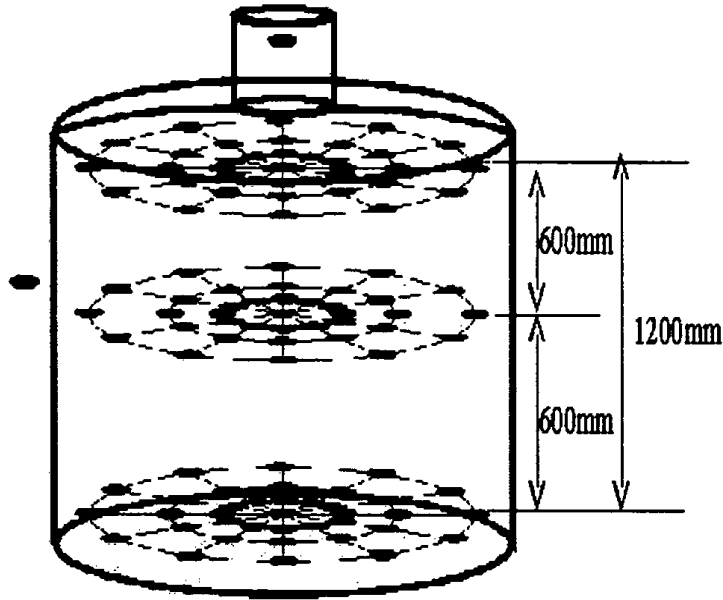


Fig. 29 Temperature Measuring Nodes

#### 5. 실시간 모니터링과 데이터 조작

Local PC에 있는 모니터링 스크린은 LabWindow를 사용하여 시간 (hour, minute, second)을 디스플레이하고 PC의 스크린에는 실시간으로 방사상의 레이어에 있는 nodal temperature를 보여준다. 그리고 보여진 데이터는 텍스트 형식으로 저장되어 진다. 대각선 부분에 있는 여섯 개의 포지션의 section angle temperature profile의 선택은 히스토그램으로 보여 진다. 최대점과 최소점은 각각 최대온도와 최소온도를 나타내며 빨강과 파란색으로 보여진다. 또한, 모니터링 프로그램은 다양한 노드와 레이어들의 시간에 따른 온도의 커브로 데이터를 나타낸다.

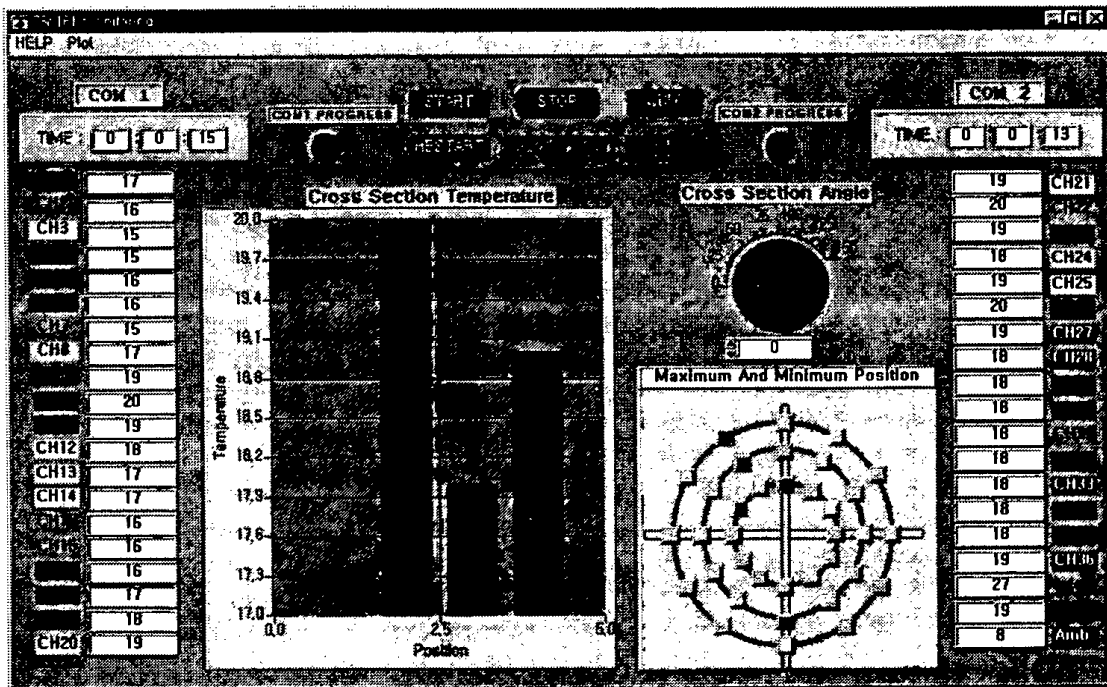
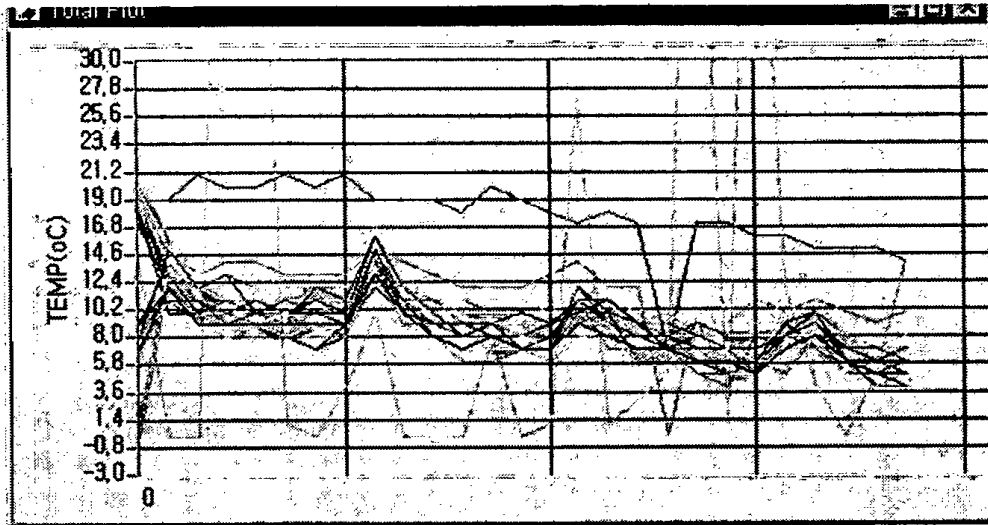


Fig. 30 Contests of Displays at WINDOW Screen

5. RCD 유, 무 상태에서의 냉각 속도 비교

냉각 비율 곡선은 Equation (9)를 참고하여 시간과 온도의 함수로 그려진다. mRCD와 mRCD가 없을때의 최대점과 최소점을 비교했을 때 냉각속도는 mRCD가 없을 때보다 mRCD 조작이 있을 때 더 높아진다.

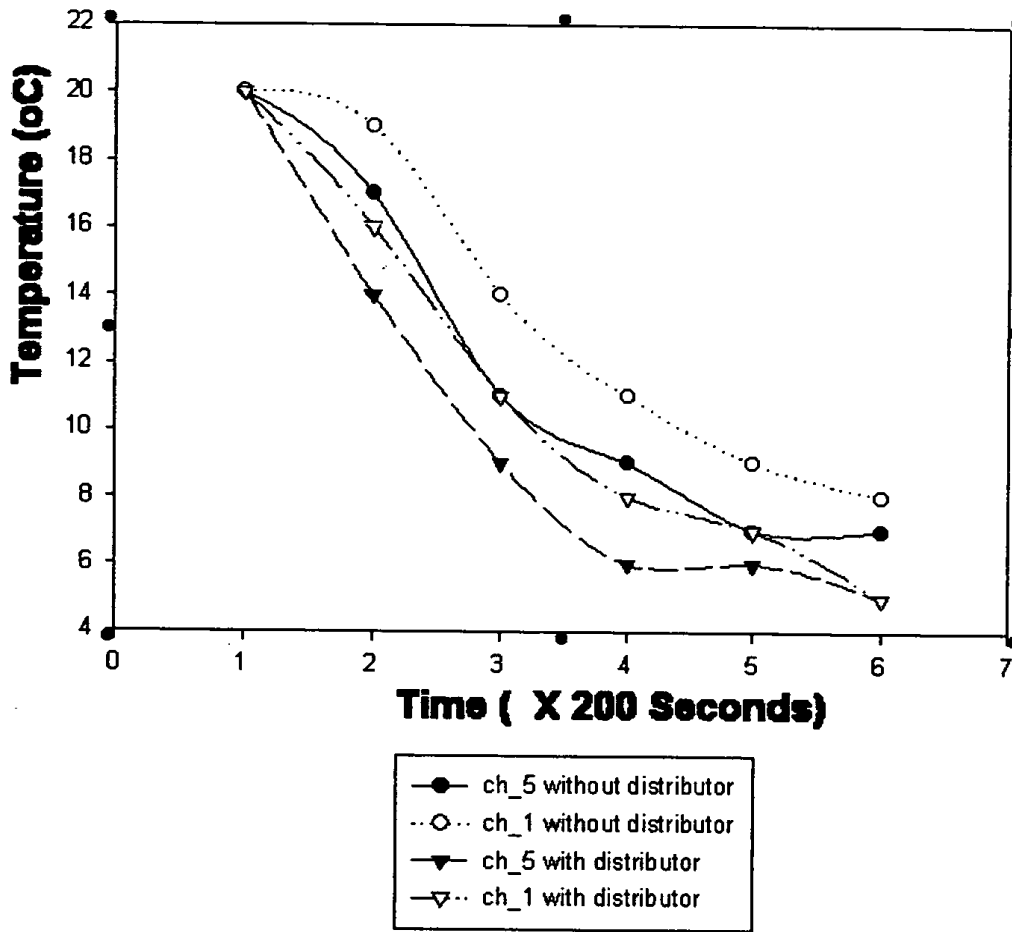


Fig. 31 Comparison of cooling rate between without and with RCD

## 제 6 절 생산 현장 농산물 저장고 프로그램

현장 관리자가 PC를 통해서 직접 제어하기 앞서 SFPC는 저장고의 온도 및 습도 데이터를 수집하게 되고, 간단한 알고리즘을 통해 ON/OFF 제어를 행한다. 좀 더 전문적인 제어를 필요로 할 때에는 SFPC는 PC와 시리얼 통신을 거쳐서 Fuzzy 알고리즘을 거쳐 정밀 제어 단계에 들어간다.

## 1. RCD 제어의 과정

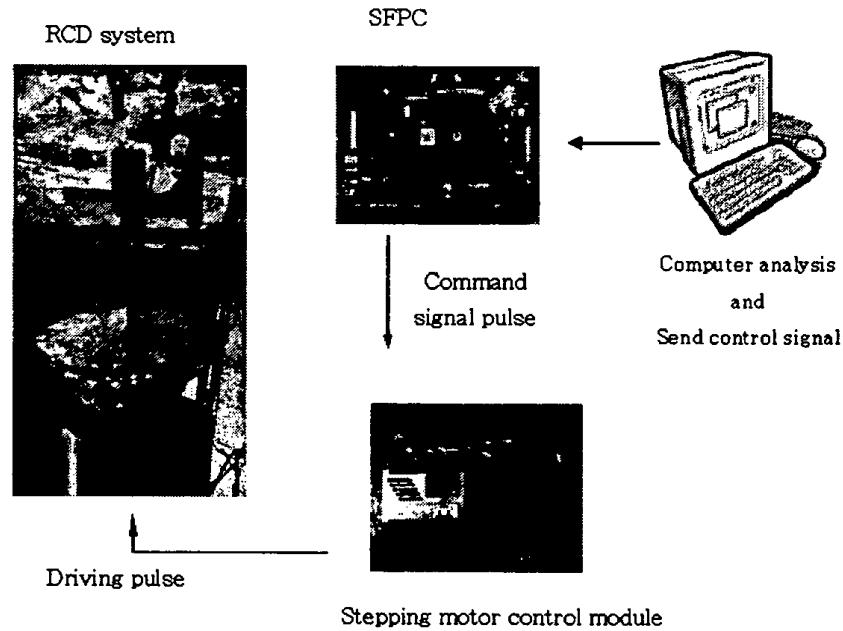


Fig. 32 The process for controlling RCD system

## 2. 데이터 수집과 처리를 위한 알고리즘 개발

식품저장고를 위한 데이터 수집과 처리 알고리즘을 개발하였다. 먼저, SFPC로부터 얻어진 데이터를 PC에 저장하기 위하여 COM1과 COM2포트를 사용하였다. 이 데이터들은 시간과 온도의 변화와 함께 저장된다. 다음으로, 원격제어를 위해 fuzzy제어와 전문가 시스템을 도입하였다. RMI 서버는 인터넷 서비스를 위하여 데이터베이스를 작성하고 관리한다. Fig. 33은 데이터 수집과 처리에 대한 흐름도를 보여주고 있다.

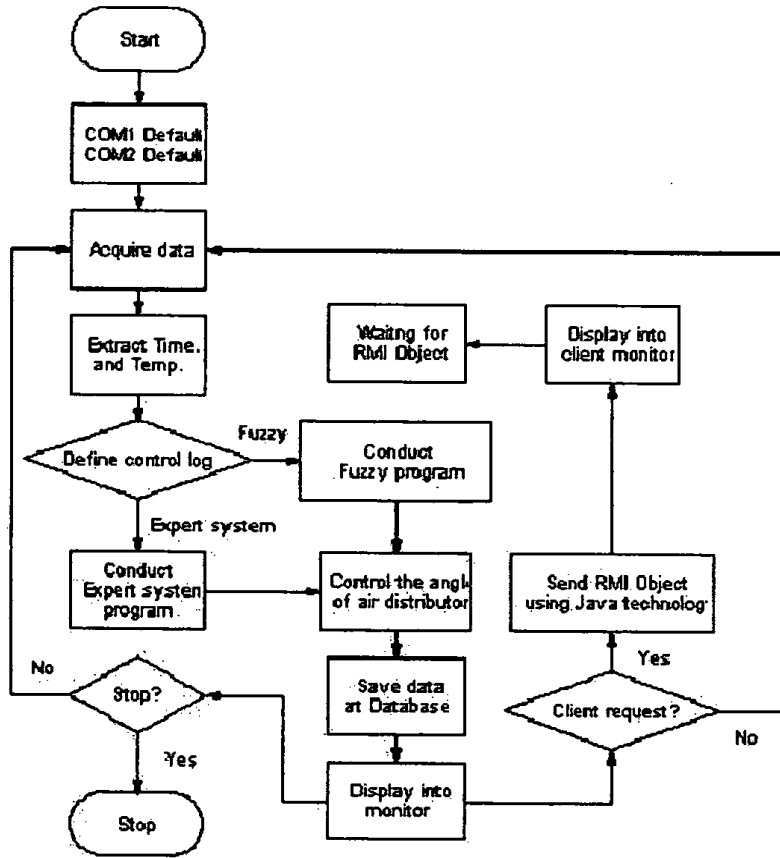


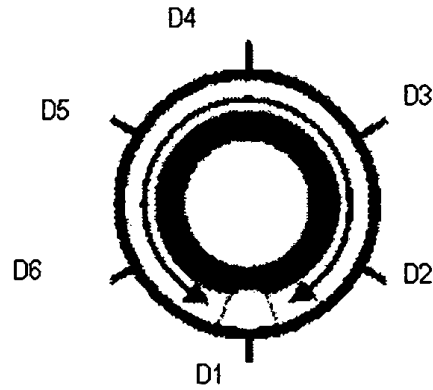
Fig. 33 The flow-chart for data acquisition and handling

### 3. Fuzzy 추론을 위한 membership group 설정

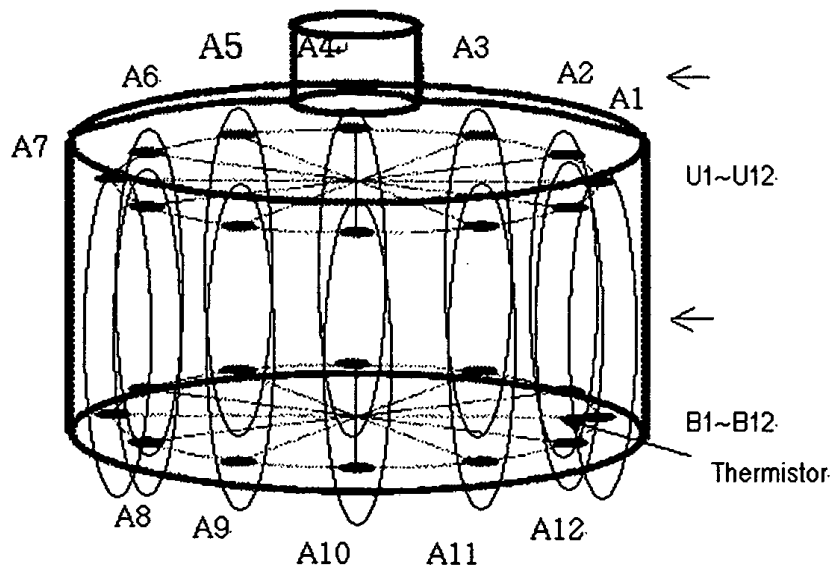
저장고에 전문가 시스템에 의한 제어 방식을 도입하였다. Fuzzy 제어 로직에 이용될 데이터베이스 구축을 위해서 저장고 내의 상층과 하층의 온도를 측정했다. 상, 하층 레이어는 12개의 온도측정을 위한 그룹으로 구성되어 있다. 공기 공급의 방향은 6방향으로 설정하였고, RCD의 valley 방향에 의해서 제어된다.

Fuzzy 추론은 공기 공급 방향과 저장고 내의 3차원 온도분포와의 관계를 토대로 구축되었다. 24점의 온도와 6방향의 공기 공급 방향이라는 매우 복잡한 추론 관계가 필요하기 때문에, 쉬운 fuzzy 추론을 위해서 membership group이라는 중간자를 이용했다. 상층과 하층을 세로방향으로 그룹화함으로써 12개의 membership group을 설정하였다. Membership group은 온도 분포와 RCD valley 방향과의 관계를 설정한다. Fig. 34는 냉기의 흐름을 제어할 수 있는 Rotation Cone air Distributor(RCD)의 모

습과 냉기 공급의 fuzzy 제어를 위한 기류와 membership group의 정의된 구간을 보여주고 있다. 그 정의된 방향에 따라 냉기를 흘려보내며 동시에 온도 측정 및 feedback control을 하게 된다.



(A) Direction of RCD



(B) Temperature position and Membership group

Fig. 34 The definition of membership groups and airflow directions for fuzzy control of cold air-supply  
 A0~12 : Membership group  
 U : 12-temperature position in upper layer  
 B : 12-temperature position in bottom layer

#### 4. Fuzzy 제어 알고리즘

Fuzzy 제어 알고리즘은 기존의 방식을 개선한 방법을 이용하였다. Fuzzy 제어를 위해서는 두 개의 membership grade 값이 있어야 한다. 하나는 온도와 membership 간의 관계이고, 다른 하나는 RCD의 방향과 membership과의 관계이다. 높은 온도 부분의 온도를 낮추기 위해서 압축된 냉기가 공급된다. Fuzzy 추론을 위한 기준점은 가장 온도가 높은 점, 그 다음 점, 세 번째로 온도가 높은 점의 세 점이다. Membership grade는 추론된 가중치(Weight Value)에 의해서 결정된다. 온도와 관련된 membership group은 Min-Max operation에 의해서 결정되고, 이를 통해서 RCD 방향이 결정된다. Fig. 35는 fuzzy 제어 알고리즘의 flowchart를 나타낸다.

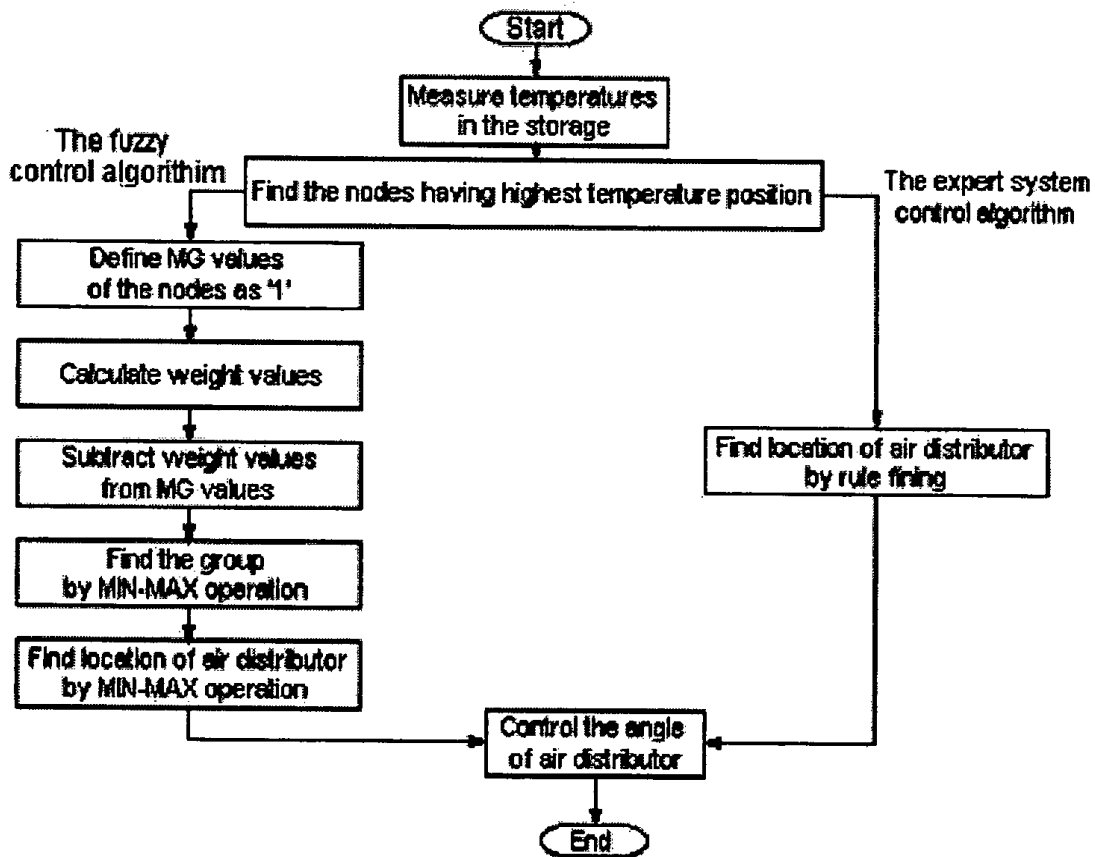


Fig. 35 The flow chart of fuzzy control algorithm for the food storage facility

Fuzzy 네트워크를 이용한 relationship은 Fig. 36에 나타나 있다. 왼쪽은 온도 분포를, 오른쪽은 RCD의 방향을 나타내고, 중앙은 membership group을 나타낸다. 상층에서, membership group A9이 U1, U3, U6, U8, U9의 온도 노드와 밀접한 상관관계를 보였고, U2가 가장 약한 관계를 보였다. 이 membership group은 D4, D5, D6의 공기 공급 방향과 매우 관련성이 높다. 따라서 D5로 공기 공급 방향을 변화시키면 U1, U3, U6, U8, U9의 온도가 큰 영향을 받고, U2의 온도는 거의 영향을 받지 않는다. 이 일련의 과정을 따라 전문가 시스템에 접근하는 저장고 프로그램을 개발하였다.

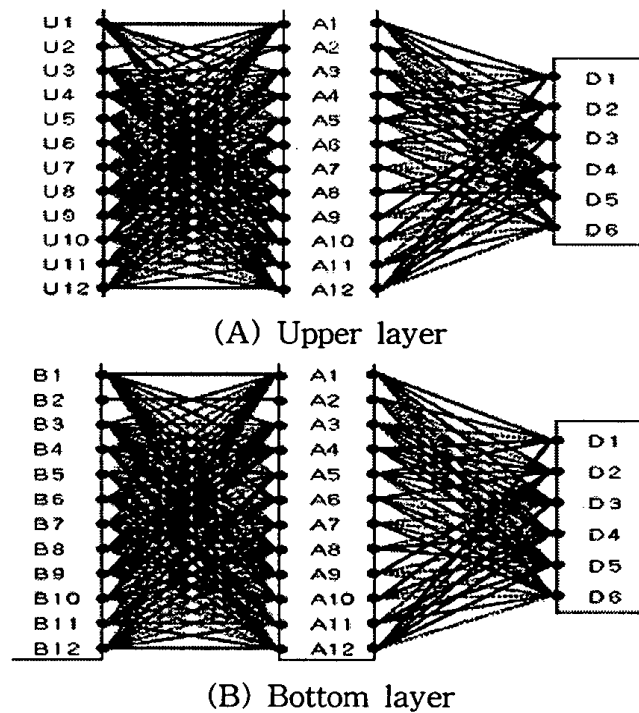


Fig. 36 Fuzzy network of the relation between the position, membership group and the direction of RCD

## 제 7 절 저장원료의 품온관리 프로그램

대부분의 저장원료들은 높은 품온을 가지고 있어 수확 수 바로 저장고에 넣을 경우 품온이 내려가지 않아서 부패되기 쉽고 저장력이 떨어진다. 따라서 빠른 시간 내에 품온을 낮추어서 호흡작용을 억제하고 효소 작용등을 지연시켜



고품질을 유지해야 한다. 전처리 예냉 방법으로 농산물 저장고의 Relation Cone air Distributor(RCD)를 이용한 강제 송풍법을 이용하였다.

### 1. 저장고 내의 온도 분포도

Fig. 37은 RCD가 없는 상태에서 냉기를 공급했을 때의 저장고내의 온도 분포를 센서를 통해 실시간으로 PC로 전송받고 Matlab을 통해 3차원 가시한 결과이다. 2분 경과 후 냉기는 중앙에 집중되어 중앙부위만 온도가 하강하게 된다. 그 이유는 공급되는 냉기구가 중앙에 존재하고, 냉기는 turbulent flow를 이루어 곧바로 아래로 하강하기 때문이다(Fig. 37 (a)). 10분 경과 후에는 모든 층이 비슷한 패턴을 보이고, 설정온도인 4°C 근처에 분포한다. 온도의 localization은 전 시간에 걸쳐서 보인다(Fig. 37 (b), (c)).

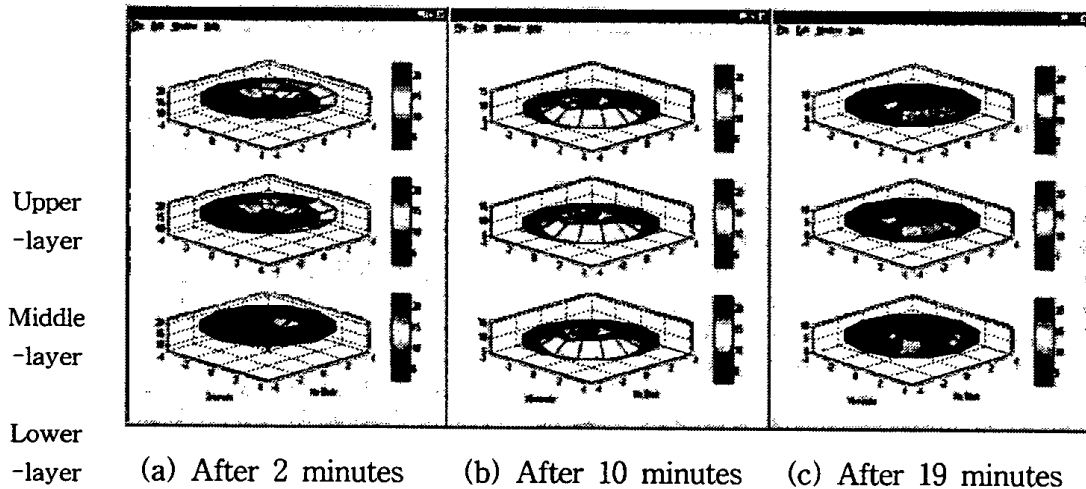


Fig. 37 3-D analysis without RCD during storage period at uncontrolled air supply

### 2. RCD valley에 의한 온도 하강 효과

저장고에서 RCD가 공기 분배에 어떤 작용을 하는지 보기 위해서, valley를 120°의 위치로 고정시켰다. 초기 온도는 20°C였고 10분간 데이터를 수집하였다. 가장 낮은 온도 구역은 valley의 방향에 따라 좌우되었다. 이를 통해 RCD에 의해서 집중화된 냉각 가능하다는 것을 알 수 있다. Fig. 38은 valley의 방향에 따른 온도 하강 효과를 보여준다.

Air supply direction

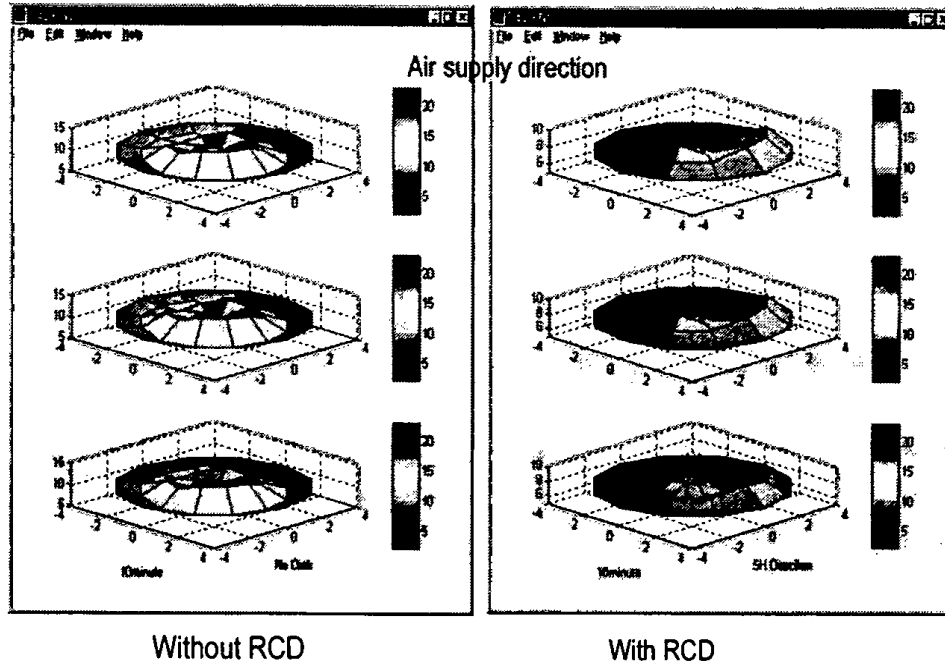
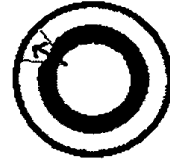


Fig. 38 Temperature 3-D analysis and RCD control for rapid cooling

## 제 8 절 원격 무인 관리 시스템

일반적으로 농산물 저장 시스템은 지역적으로 분산되어 있어서 도시 지역의 저장고와는 다른 환경을 가지고 있다. 따라서 저장고의 유지 관리는 많은 인력과 시간이 소요되며 각종 유통정보에 대한 대응성이 열악하다. 이를 극복하기 위하여 현재의 발달된 통신 및 인터넷 기술을 적극 도입하여 운영할 필요가 있다. 저장고 관리를 위해 무인 원격 관리를 시도하는 것이 가장 이상적인 접근 방법일 것이다.

## 1. 시스템 설계

### 가. 하드웨어 설계와 구축

농산물 저장 시설은 액체 부상식 원통형으로 용량이 4.87m<sup>3</sup>이다. 저장고에는 농산물의 저장 온도 및 습도를 측정하기 위해 온도센서 28개 습도센서 2개를 환경제어장치(SFPC)를 설치하였다. 온도센서는 7K $\Omega$ 짜리 thermistor probe(동광 전자)를 습도 센서는 hybrid type(SY-HS220, 삼영 전자)의 것을 사용했다. 공정 변수의 전송 방법은 Fig. 39의 순서에 따라 SFPC로 저장고 내의 저장 변수를 수집하고 수집된 자료는 RS-232C 전송 방식을 PC에 전송하도록 하였다.

저장고의 화상 데이터는 Fig. 40에 표시한 순서에 따라 CCD 카메라 (Samsung SV-F811)를 사용하여 촬영하였고 PC에 장착된 overlay card(Dooin Window Vision II light)에 접속시켰다. 즉, 입력 화상(input image)은 비디오 카메라와 overlay board를 이용해서 PC에 입력하고 데이터는 디지털화가 이루어진다. 비디오 카메라를 사용하여, 비디오 신호를 디지털 이미지 처리해서 화상을 추출하였다.

두인 오버레이 보드 내부에 있는 화상 처리 프로세서(image processor)는 컴퓨터에 의한 화면 처리를 고속화하기 위한 전용 하드웨어이다. 이미지 뷰에는 overlay 모드와 preview 모드가 있다. 전자는 화상 처리 프로세서에 의해서 처리되므로 후자의 CPU에 의한 처리보다 더욱 빠르고 신뢰성 있는 데이터를 얻을 수 있다. 화면 처리에서는 매우 대량의 데이터를 고속으로 처리하지 않으면 안되는 경우가 많기 때문에 PC 본체의 CPU(Central Process Unit)만으로는 실용적인 처리 속도를 얻을 수 없는 경우가 있다. 그래서 화면 처리를 전용 LSI에게 맡겨 버리면 CPU는 그 이외의 처리에 전념할 수 있다. 화면 처리 프로세서는 고속화를 위해서 전용 설계의 custom 칩을 사용한 것이나 RISC 타입의 CPU를 사용한 것이 많다. 전용 설계 칩에서는 완벽함을 꾀할 수는 있지만, 정해진 동작밖에 하지 못하는 결점이 있다. 한편, RISC 타입은 완벽하지는 못하지만 컴퓨터 본체에서 동작 프로그램을 전송하기 때문에 기능의 변경이 가능한 점등, 처리에 있어서 유연성을 가질 수 있다.

실험지 저장시설의 각종 actuator들의 작동을 위한 제어 신호는 실내에 설치된 PC의 LPT port를 통하여 제어판의 1차 relay(5V DC)를 동작하도록 하였고, actuator구동용 2차 relay(220V AC)에 전달 되도록 하여 펌프, 냉기 발생기, 팬, 전열기, 비디오카메라 조정대의 동작을 on/off 제어방식

으로 제어하였다.

#### 나. 소프트웨어 설계

Local에 설치된 운영시스템으로 Window98을 갖춘 컴퓨터를 사용하였고, 자료의 수집과 분석용 서버로는 LINUX 6.0을 갖춘 컴퓨터를 사용했다. PC용 프로그램을 개발 언어로는 Microsoft사의 Visual C++ 5.0을 사용하였고 서버 상에서 사용된 언어는 문자열 처리에 적합한 O'Reilly & Associates의 PERL5를 사용하였다.

PERL(Practical Extraction and Report Language)은 Larry Wall에 의하여 개발된 텍스트 처리 시스템 언어이다. PERL이라 이름을 사용하고 있다. 현재 여러 가지 OS상에 포팅 되고 있다. 체계적인 데이터 베이스를 구축하기 위해서 Hughes Technologies의 mSQL을 사용하였다.

데이터베이스 서버는 여러 개의 컴퓨터 시스템들이 통신망으로 연결되어 사용되는 작업 환경에서 여러 사용자들에 의하여 공유되는 정보들을 하나의 데이터 베이스로 구축하여 관리하면서 통신망을 통하여 다른 컴퓨터 시스템으로부터 작업 요청이 전달된 경우에 데이터 베이스를 접근하여 작업을 수행하는 전용의 데이터베이스 처리 장치이다.

따라서 SQL을 사용하여 LINUX 서버 상에서 PERL5와 연동하여 데이터베이스 구축뿐만 아니라 출력까지도 큰 부하 없이 용이하게 할 수 있도록 하였다. 또한, 원격지상 누구나 웹 브라우저를 가졌다면 실험지상의 최신 데이터를 읽을 수 있도록 HTML을 사용하여 웹 인터페이스를 구성하였다.

## 2. 시스템 운영 방법

원거리에 설치되어 있는 농산물 저장 시설의 상황을 적절히 제어하기 위하여 그림의 운영 방법을 이용하였다.

저장 환경제어 및 통신용으로 TMS73C161의 고유한 기계어를 사용하여 식품공정 제어 장치 SFPC의 운영시스템을 프로그램을 작성하였다.

실험지에 설치된 저장환경 자료를 손실 없이 인터넷을 통해 전송할 수 있도록 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) protocol을 이용하였다. TCP/IP란 인터넷상의 표준 프로토콜로서 그 신뢰성은 이미 여러 곳에서 검증 받고 있다.

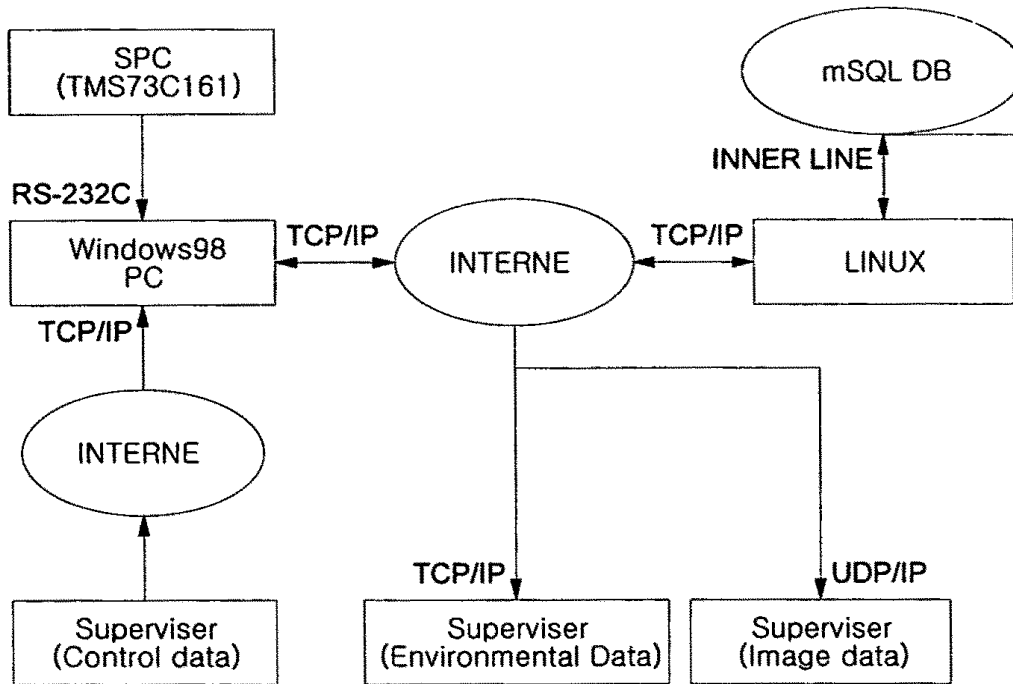


Fig. 39 Remote control method for agricultural storage facility

화상 자료는 PC의 overlay board를 이용해서 CCD의 영상을 연속적으로 채취하고, 그 중 일부는 일정 시간 간격으로 BMP 그림 파일로 실험지상의 컴퓨터에 저장되고 동시에 웹을 위해 JPG 그림 파일로 만들어져 FTP(File Transfer Protocol) 프로토콜을 이용하여 서버 상에 저장된다. 그리고 연속적인 화상데이터로 원격지상의 전용 프로그램으로 UDP/IP 프로토콜에 실려 나갈 수 있도록 하였다. 따라서 원격지상의 관리자가 현장을 관찰할 수 있도록 하였다.

영상을 원격지에 보내기 위해서 속도를 감안하여 전송 속도가 빠른 UDP/IP를 이용하였는데, 약간의 자료의 손실을 감수하였다. 이는 STD 6, RFC 768에 정의된 인터넷 표준 트랜스포트층 프로토콜이다. IP에 일정한 신뢰성과 multiplexing을 부여하는 접속이 없는 프로토콜이다.

### 3. 시스템 개발

#### 가. 전문가 시스템 개발

식품 저장 장치 전문가 시스템은 CCD 카메라, SFPC를 WINDOWS 98 이 탑재된 PC상으로 연결하는 것이다. 저장고내의 온도 28점 습도 2점을 계측하기 위해서 SFPC를 통해 온도센서 28개 습도센서 2개를 연결하고 그 연결점을 저장고 내에 수직 망사형으로 장치했다. 그리고 SFPC를 통한 값은 PC상으로 전송될 수 있도록 RS-232C를 통해서 연결했다. (Fig. 39부분)

CCD 카메라를 위한 선반은 저장장치 내부 상단에 장치한 후 AV 케이블에 이용하여 PC내부의 오버레이 보드에 연결했다. 선반은 전동장치에 의해 상하 좌우로 이동할 수 있도록 설계를 했다. (Fig. 39 부분)

전문가 시스템의 소프트웨어로 Local.exe라는 프로그램을 설계하기 위해 Microsoft사의 Visual C++ 5를 사용했다. Local.exe가 이 부분에서 담당하는 역할은 SFPC를 통해 RS-232C로 들어오는 온도 및 습도 계측 값을 분할하여 일정시각 마다 PC상의 데이터베이스에 저장하는 것이고 연속적으로 흘러 들어오는 영상 이미지를 일정 시각마다 BMP파일로 하드디스크 상에 저장하는 것이다.

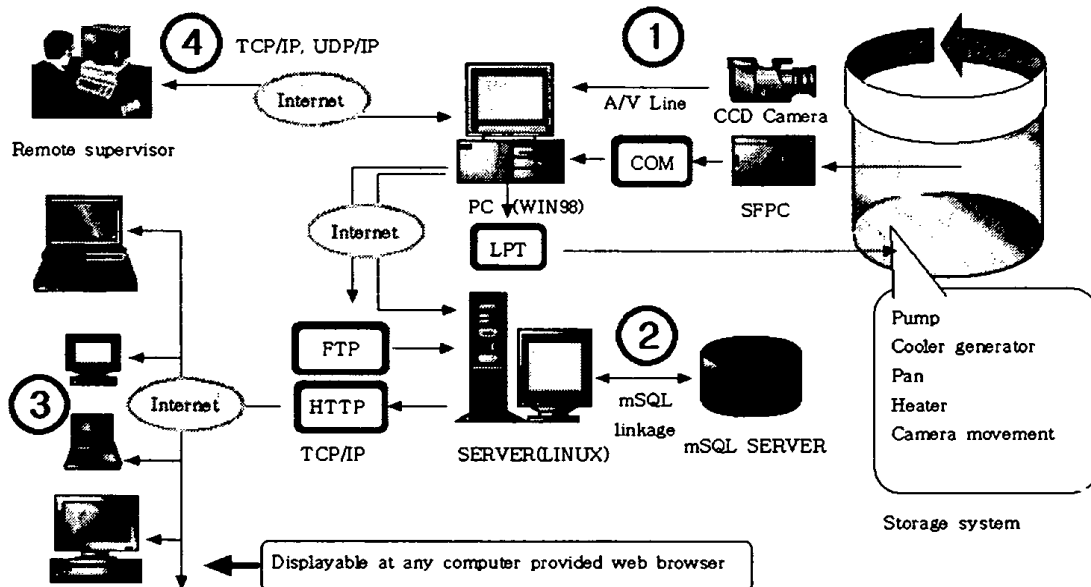


Fig. 40 The total system of agricultural remote control storage

#### 나. 인터넷을 통한 데이터 전송과 데이터 베이스 연동

서버와 PC간은 연결은 허브를 사용한 별형 연결 방법을 채택하였고 허브를 통해서 외부 데이터를 받아들이도록 하였다. 데이터서버 프로그램으로 mSQL을, 운영 체제로는 LINUX를 이용한다(그림의 2 부분).

서버와 PC간에 동작하는 소프트웨어로는 Local.exe라는 프로그램이다. 이 프로그램은 실험지상에서 받은 이미지 데이터와 온도 및 습도 계측 데이터를 전송해 준다. 이미지 데이터는 overlay 보드를 통해 연속적으로 들어오는 화상데이터를 일정 시각마다 한 번씩 BMP 파일로 변환한 후 웹 사용자를 위해 다시 JPG로 변화 시켜 FTP를 사용하여 서버에 갱신해 줄 수 있도록 했다. 온도 및 습도 계측 데이터 역시 PERL로 작성된 DataPut.cgi이라는 서버 측 프로그램과 연결하여 실시간으로 mSQL 데이터베이스로 저장 될 수 있게끔 하였다.

#### 다. 웹 브라우저를 통한 식품 저장고 상태 감시

서버와 인터넷 컴퓨터들은 LAN으로 연결되어 있고 TCP/IP 프로토콜을 기반으로 하는 웹서버의 HTTP 프로토콜을 사용하여 다른 지역의 인터넷 컴퓨터 웹 브라우저에 현재 상태를 표시 할 수 있게끔 장치했다. 웹 브라우저를 탑재한 컴퓨터라면 어떠한 기종에서라도 실험지에서 보내오는 정지화상과 실제 측정한 온도, 습도 데이터를 관측할 수 있다 (Fig. 41 부분).

서버 상에 보유한 데이터를 웹 브라우저를 통해서도 볼 수 있게끔 하기 위하여 WebView.cgi 프로그램을 이용하여 일정 시각마다 웹 브라우저의 정보를 최신으로 고치게 하여 재 갱신을 위한 HTML 태그를 삽입하였다.

WebView.cgi는 갱신된 JPG 파일을 보게 할 수 있게 하기 위하여 HTML IMG 태그를 사용하여 최신 그림으로 링크를 수행한다. 또한 mSQL과 연동하여 최신의 정보를 볼 수 있게끔 상위 몇 개의 데이터를 종합적으로 보여주고 현재 상태를 분석해 준다.

#### 라. 원격지 실시간 감시

원격지의 컴퓨터와는 인터넷으로 연결되어 있게끔 한다. 실험지의 관측된 데이터를 개발된 전용 프로그램을 사용하여 실시간으로 전송하는

데이터를 관측할 수 있도록 하였다(Fig. 42 부분).

원격지의 컴퓨터 상에는 RemoteView.exe라는 프로그램이 설치되어 있다. 프로그램은 실험지상의 PC에 있는 Local.exe 프로그램과 연동하여 Local.exe가 TCP/IP를 통해 전송해 주는 온도 및 습도 계측 데이터와 UDP/IP를 통해 전송해 주는 화상 데이터를 분석해서 관리자가 실시간으로 볼 수 있게 디스플레이 해준다.

#### 마. 원격지 실시간 제어

원격지의 컴퓨터와는 인터넷으로 연결되어 있게끔 한다. 실험지상의 PC에는 LPT와 1,2차 릴레이를 이용한 제어가 설치되어 있다. 원격관리자는 실시간으로 실험지의 각종 actuator를 on/off 제어를 할 수 있게끔 하였다. (Fig 42 부분)

원격지의 컴퓨터 상에는 RemoteControl.exe라는 프로그램이 설치되어 있다. 그 프로그램은 실험지상의 PC에 있는 Local.exe 프로그램과 연동하여 제어 데이터를 관리자의 판단 하에서 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 보내주게 되어 있다. 이를 감지한 Local.exe 프로그램은 LPT를 통해 제어신호를 내보낸다. 이 제어신호에 의해 카메라의 위치, 온도, 풍속, 풍속 방향 등을 제어할 수 있다.

#### 바. LPT와 릴레이를 이용한 제어기 설계

Parallel Input/Output interface 장치인 LPT는 일반적으로 PIO 인터페이스라는 약자로 불리어지는 이러한 방법은 하나의 통신 선로를 사용하여 한 순간에 하나의 비트씩 정보를 전송하는 직렬 방식과 달리 여러 개의 통신 선로를 사용하여 동시에 여러 개의 비트를 전달하는 통신 방식이다. 예를 들어 IBM PC에서 프린터에 정보를 출력하기 위하여 사용되는 포트에서 병렬 인터페이스를 사용하고 있다. (Fig. 39 부분)

릴레이는 전자석의 원리를 이용하여 만든 스위치이다. 릴레이의 이점은 작은 전력을 사용하여 큰 전력 선로를 개방하거나 폐쇄할 수 있다. 여기서 유의할 점은 너무 작은 전력을 사용하여 큰 전력 선로를 스위칭하려고 하면 역류를 일으킬 수 있으니 방화벽으로 1차 릴레이를 더 추가해야 한다는 것을 잊어서는 안 된다. (Fig. 39 부분)



Table. 4 Array for 8 bits parallel port connector

Pin	Pin name
1	_STROBE
2	Data bit 0
3	Data bit 1
4	Data bit 2
5	Data bit 3
6	Data bit 4
7	Data bit 5
8	Data bit 6
9	Data bit 7
10	-ACK
11	BUSY
12	PE
13	SELECT
14	-AUTO FEED XT
15	ERROR
16	-INIT
17	-SELECT IN
18=25	GROUND

LPT에서는 최대 8개의 5V 신호선이 나오므로 8개의 릴레이를 연결할 수 있다. 8개의 5V 구동 220V 인가 1차 릴레이를 직접 LPT에 연결한 후에 1차 릴레이에 다시 220V 구동 220V 인가 2차 릴레이로 연결한다. 이때 유의할 점은 2차 릴레이에 연결되는 장치들은 전열기 등과 같은 전력 소비가 큰 장치가 있으므로 2차 릴레이는 충분히 고용량 제품을 사용해야만 전기 사고를 예방할 수 있다. 절대 LPT와 2차 릴레이를 바로 연결해서는 안 된다. 역류로 인한 컴퓨터의 치명적인 손상이 따를 수도 있다. (Fig. 39 부분)

#### 사. 시스템 운영 프로그램 개발

원격지 농산물 저장 관리 운영 프로그램 체계의 설계프로그램은 인터넷을 통한 원격 제어 및 원격 모니터링의 목적으로 이루어 졌고 다음 Table과 같이 6개의 프로그램으로 구성되도록 설계하였다.

Table. 5 Program for Remote site management

Program	Function
Local.exe	Server program: Data acquisition, Data transfer, Actuator control.
RemoteView.exe	Remote monitoring program.
RemoteControl.exe	Remote control program.
DataPut.cgi	Save local data at mSQL database.
WebView.cgi	Monitoring local data through World Wide Web.

1) Local.exe program

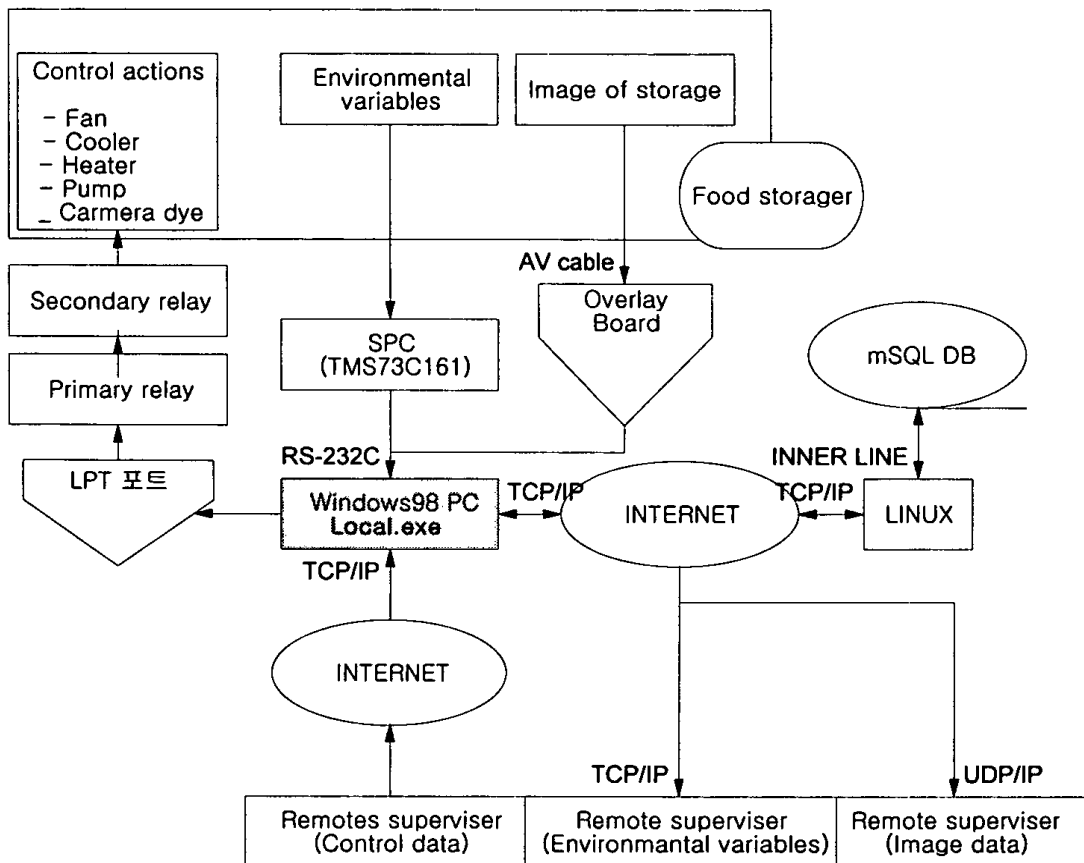


Fig. 41 The aim of Local.exe program

실험지에 설치되어 있는 농산물 저장시설에서 발생하는 계측 데이터 및 화상 데이터의 송신을 전담하고 원격지상에서 들어오는 제어신호를 수신 및 제어하는 서버 프로그램 Local.exe를 개발하였다. 이 프로그램은 이 설비 중 핵심이 되는 프로그램으로서 실험지의 대부분의 일을 관장하였다.

일정한 시간마다 이미지를 전송 받아 PC 상에 저장하고 동시에 웹을 이용한 송출이 가능하도록 데이터베이스 서버에 전송하여 그림 정보를 갱신하도록 하였다. 그리고 항상 외부의 접속에 대기하고 있는 실험지 서버 프로그램으로서 외부에서 원격 관리자의 접속이 있을 시에는 즉각적으로 계측 데이터와 연속화상을 전송하도록 하였다. 또는 원격 관리자가 제어신호를 주었을 경우 그 신호를 해석하고 즉각적으로 LPT 포트를 통한 제어에 들어가게 하도록 하였다.

Local.exe는 Microsoft의 WINDOWS 95 이상에서 작동하는 프로그램이다. 컴퓨터는 펜티엄급 이상이어야 하고 내부에 오버레이 보드를 탑재하고 있어야하고 인터넷에 연결되어 있어야 한다. 원활한 데이터 송수신 및 화상 모니터링을 위해선 64MB 이상의 RAM이 갖추어져 있어야 한다.

## 2) RemoteView.exe program

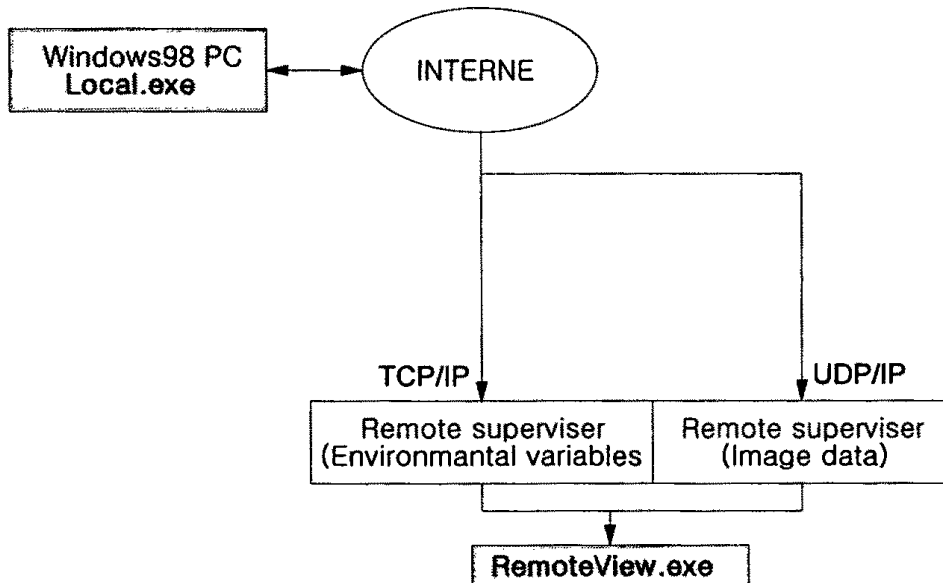


Fig. 42 Communication flowchart between Remote and Local stations

원격지에서 실시간으로 실험지의 서버에서 실시간으로 화상 및 계측 데이터를 받아 실시간으로 수신하여 자료를 디스플레이 하거나 분석하는 프로그램으로 ReomoteView.exe를 개발하였다. 이 프로그램은 그림과 같이 Internet에 접속하여 중앙관리자는 실행된 Local.exe를 상호 연결하도록 하였다.

이는 실험지상의 Local.exe 서버 프로그램에 인터넷을 통하여 접속을 한다. 접속이 완료되는 시점으로부터 연속적인 화상 및 계측 데이터를 받아와 화면상 표시하도록 하였고 환경 변수는 TCP/IP를 통해 수신을 받고 화상 데이터는 UDP/IP를 통해 수신을 받도록 하였다.

이 프로그램은 Microsoft의 WINDOWS 95 이상에서 작동하는 프로그램이다. 컴퓨터는 펜티엄급 이상이어야 하고 인터넷에 접속이 되어 있어야 한다.

### 3) RemoteControl.exe program

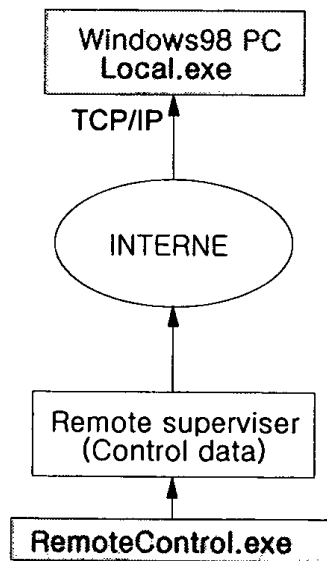


Fig. 43 Role of RemoteControl.exe to link with Internet

원격지에서 실시간으로 실험지를 제어할 수 있는 프로그램으로 원격 제어에 핵심적인 프로그램이다.

이 프로그램은 실험지상의 Local.exe 서버 프로그램에 인터넷을 통하여 접속을 한 후에 접속이 완료되는 시점부터 원격 제어에 들어가게 된다. 원격지상에 원하는 신호를 보내면 Local.exe 프로그램이 신

호를 받아서 LPT를 통한 제어에 들어가게 하였다.

이 프로그램은 RemoteView.exe 프로그램과 함께 사용해야 정확한 제어를 확인 할 수 있다. 또한, 정확한 제어신호를 위해서 TCP/IP를 통해서 전송을 하도록 하였다.

Microsoft의 WINDOWS 95 이상에서 작동하는 프로그램이다. 컴퓨터는 펜티엄급 이상이어야 하고 인터넷에 접속이 되어 있어야 한다.

#### 4) DataPut.cgi program

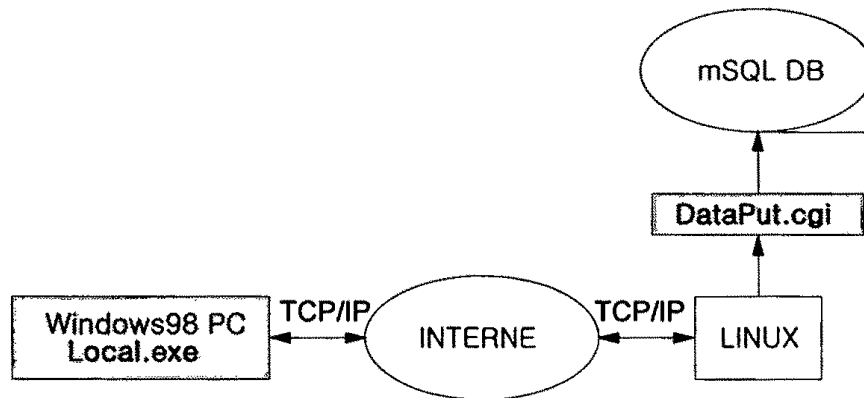


Fig. 44 The role of DataPut.cgi

mSQL 서버에 체계적으로 데이터를 저장할 수 있게 하는 데이터베이스 서버용 프로그램이다. Local.exe에서 주기적으로 보내주는 계측 데이터를 시간, 온도0, ..., 온도27, 습도0, 습도1의 체계적인 형식으로 저장해 주는 프로그램을 개발하였다.

LINUX OS와 mSQL 데이터베이스가 탑재된 컴퓨터에 설치되어야 하는 프로그램이다. 데이터베이스 서버는 인터넷에 접속되어 있다.

PERL 스크립트로 구성된 프로그램이기 때문에 PERL 언어가 설치되어 있어야 한다.

## 5) WebView.cgi program

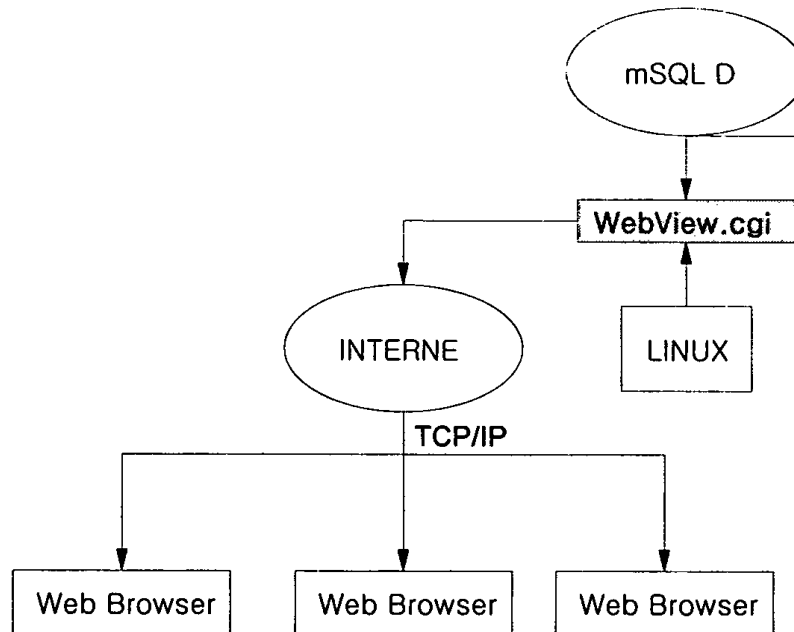


Fig. 45 The role of WebView.cgi

웹을 통해 실험지상의 데이터 모니터링 할 수 있게 하는 프로그램이다. 원격지에서 Microsoft의 인터넷 익스플로러나 넷스케이프사의 넷스케이프 등의 웹 브라우저를 통해서 실험지의 화상이나 계측 데이터를 데이터서버에서 추출하여 보여 주도록 하였다.

웹 브라우저는 실시간 전송/갱신을 위한 소프트웨어가 아니기 때문에 실시간으로 데이터를 모니터링 하는 것은 불가능하지만 전용 프로그램 없이 10초 사이의 최신 데이터를 볼 수 있다는 장점 때문에 원격 모니터링에 적합하다.

웹을 이용한 실시간 모니터링을 위해서는 SUN사의 Java 언어를 이용한 프로그램의 개발이 되어야한다.

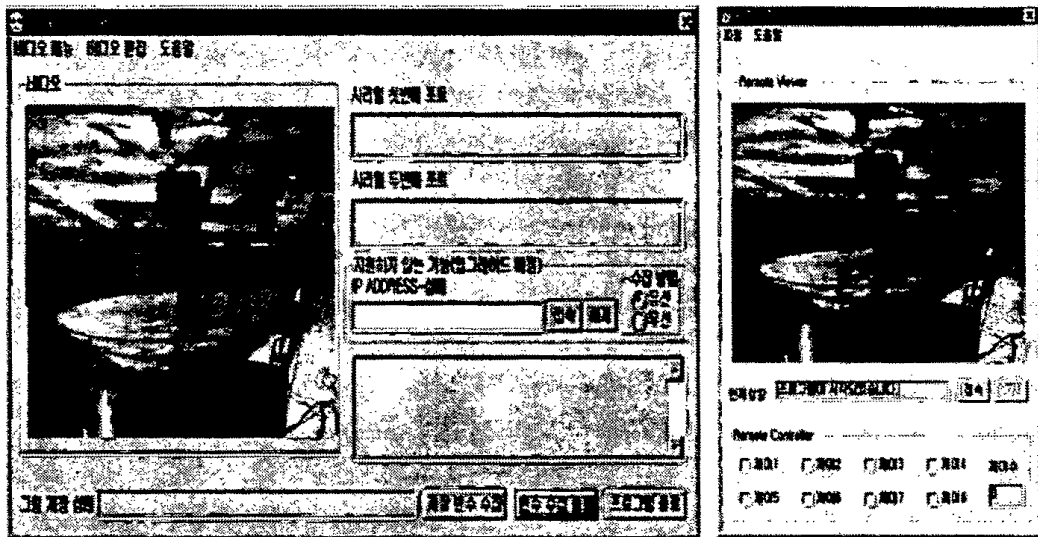
LINUX OS와 mSQL 데이터베이스가 탑재된 컴퓨터에 설치되어야 하는 프로그램이다. 데이터베이스 서버는 인터넷에 접속되어 있다.

PERL 스크립트로 구성된 프로그램이기 때문에 PERL 언어가 설치되어 있어야 한다.

6) Local and remote 사용자 프로그램

Fig. 46은 프로그램 실행 화면을 나타낸다. Fig. 46 (a)는 로컬 컴퓨터의 실행 화면이고, Fig. 46 (b)는 원격 컴퓨터의 실행 화면이다. Image data는 RCD의 위치를 나타내고 있다. 이를 통해 관리자는 현재 냉기의 분배 방향을 알 수 있다. 또한 8개의 직접 제어 포트를 On/Off 함으로써 관리자에 의한 직접 제어도 가능하다.

관리자는 원격에서 인터넷 또는 다른 네트워크를 통해서 로컬 컴퓨터에 접근할 수 있고, 이 로컬 컴퓨터는 SFPC를 통해서 저장고를 제어하고, SFPC로부터 얻어진 저장고 상태 image data를 출력하여 관리자가 볼 수 있도록 한다. 이를 통해 관리자는 원격에서 저장고의 상태를 감시할 수 있고, 직접 제어 명령을 내릴 수도 있다.



(a) Local controller program                      (b) Remote controller program

Fig. 46 Screenshots of program execution

4. 결론

기존에 저장 설비 시스템을 관리하기 위해서는 관리자가 항상 그 장소에 있어야 했다. 긴급 사태가 발생할 경우 그 곳에 관리자가 없다면 그 시설물은 관리자가 도착 할 때까지 계속적인 오동작을 수행한다.

이에 따라 원격 관리가 시급해 지고 있다. 원격관리를 할 경우 관리자가 먼 거리에 있다하더라도 원격지 상에 인터넷만 접속해 있다면 프로그램상의 적절한 관리를 할 수 있게 된다.

공장에서 이곳 저곳 산재되어 있는 시설물의 데이터를 중앙으로 모으기 위해서도 이 시스템의 도입은 필요하다. 일반적인 AV 라인이나 통신 설비를 설치한다면 그 비용 또한 만만치 않다. 그것을 단지 몇 가닥의 인터넷 선로의 이용으로서 다양한 데이터를 한 곳으로 수집하기는 그리 어렵지 않고 비용감소에도 절대적인 공헌을 하게 된다.

저장시설의 경우는 한 장소에만 집중적으로 있을 수 없다. 각 물건의 산출지와 가장 가까운 거리에 있어야만 교통 및 운반비용이 감소되는 것이다. 그렇다고 10여 곳이 넘는 곳에 각각의 관리자를 파견할 수는 없는 것이다. 그러기에 이 인터넷을 이용한 데이터 송수신 및 원격 제어가 절실히 필요하게 된다.

국내의 지리적으로 아무리 먼 거리라도 인터넷 선로는 지역 곳곳에 설치되고 있다. 각 지역마다 하나의 저장소를 두고 중앙에서 관리하게 될 때 많은 인력 감소 및 설치비 운송비 절하를 가져올 수 있다.

인터넷을 통해서 각 지역의 저장고의 상태 및 모습을 측정, 관측 한 후 이상 발생지에 적절한 대응을 중앙에서 원격으로 처리할 때 진정한 원격관리가 되었음을 의미한다.

인터넷을 이용하여 자료를 송수신할 때의 효과는 굉장히 크다. 관리자는 세계 어디에 있든지 인터넷과 접속만 가능하다면 자신이 관리하는 곳의 설비의 상태를 한 눈에 측정할 수 있다.

또한 인터넷의 TCP/IP를 사용한 데이터 송수신을 할 시에는 그 신뢰성도 100%에 가까워 안심하고 자료의 해석 및 상태의 유추를 할 수 있다.

또한, 실험지의 CCD 카메라를 설치하여 그에 대한 화상데이터를 디지털화하여 인터넷을 통해 세계 어느곳이라도 실험지의 상황을 보여줄 수 있다.

또한, 화상 데이터만이 실시간으로 측정하는 것이 아니라 계측데이터를 신뢰성 높은 프로토콜을 사용하여 원격지에 디스플레이 해주게 된다.

원격지의 관리자는 실험지의 저장고를 원격으로 실시간 제어에 들어 갈 수 있다. 이는 가장 중요한 핵심 분야이다. 이에 원격지 시스템이 응답하고 정확한 제어를 할 때 비로소 원격 제어라고 할 수 있다.

위와 같은 전용 소프트웨어 없이도 실험지의 상태를 원격으로 관측할 수 있게끔 하기 위해서 웹 브라우저를 사용하는 방법을 사용했다. 이의 장점은 IBM 호환 PC가 아니고 Microsoft의 WINDOWS가 설치



되어 있지 않더라도 인터넷에 연결되고 웹브라우저만이 설치되어 있다면 데이터베이스의 자료를 웹서비스를 이용하여 관측할 수 있게 하였다.

비록 웹을 통한 모니터링은 실시간으로 계속 변해주지는 않지만 접속할 때마다 최신 정보를 주기 때문에 웹의 REFRESH 기능을 사용하면 항상 최신의 데이터를 볼 수 있다. 웹을 통한 실시간 관측을 위해서는 JAVA 언어를 이용한 실시간 관측 프로그램이 개발되어야 한다.

인터넷이 고속화 될 전망으로 앞으로는 더 많은 데이터를 부담 없이 원격지에서도 관리할 수 있게 될 것이다. 이에 따라 식품 산업에서도 다용도로 이용하는 추세이다. 산업지에서는 ethernet을 이용하여 중앙 관리 체제에 돌입하고 있다.

이러한 장점을 미루어 볼 때 ethernet의 산업체 통신망 구성 빈도는 더욱더 증가할 것이다. PC와 ethernet을 이용한 통신의 장점은 PC 인터페이스가 있는 GPIB, HPIB, PLC, 전자광학현미경 등의 장치의 데이터를 수신 받아 ethernet과 인터넷을 이용한 원격 관리 기술의 개발이 가능하다는 점이다.

## 제 9 절 포장 라벨 자동 인쇄 프로그램

농촌형 공장 생산 제품은 대부분이 다품종 소량의 특성을 갖는다. 이러한 다품종 소량 제품에서의 큰 문제점 중의 하나가 포장 문제이다. 본 연구에서는 포장의 라벨을 자동 인쇄해주는 프로그램을 개발하였다.

### 1. 라벨링 프로그램의 설계

포장 라벨 자동 인쇄 프로그램의 라벨링 화면은 크게 두 부분으로 나누어진다. 첫 번째는 입력 부분이고, 두 번째는 버튼 부분이다. 입력부분은 다시 두 부분으로 나누어지는데, 첫 번째는 회사 정보 입력 부분이고, 두 번째는 제품 정보 입력 부분이다. 입력화면의 왼쪽 체크 박스는 인쇄 시에 인쇄하고자하는 항목만을 고르기 위해 배치했다. 회사 정보와 제품 정보는 데이터베이스화되어 저장되기 때문에 정보관리가 훨씬 용이하다. 버튼에는 인쇄를 위한 인쇄버튼, 저장된 정보를 불러오기 위한 불러오기 버튼, 현재 내용을 저장하기 위한 현재

내용 저장 버튼이 있고 프로그램 종료를 위한 종료 버튼이 있다. 로고 이미지 불러오기 버튼은 라벨 인쇄시 함께 인쇄될 로고를 선택할 수 있는 버튼이다. 이 로고 이미지는 산지 농촌형 공장 제품의 특성을 단번에 잘 나타내 주는 역할을 해야 한다. Fig. 47은 프로그램 실행화면을 보여주고 있다.

Fig. 48은 이미지 선택을 위한 창을 나타내고 있는데, 산지 농촌형 공장 생산 제품의 주원료가 되는 여러 과일과 채소류를 이미지화해서 저장해 놓고 이 중에서 선택할 수 있도록 하였다.

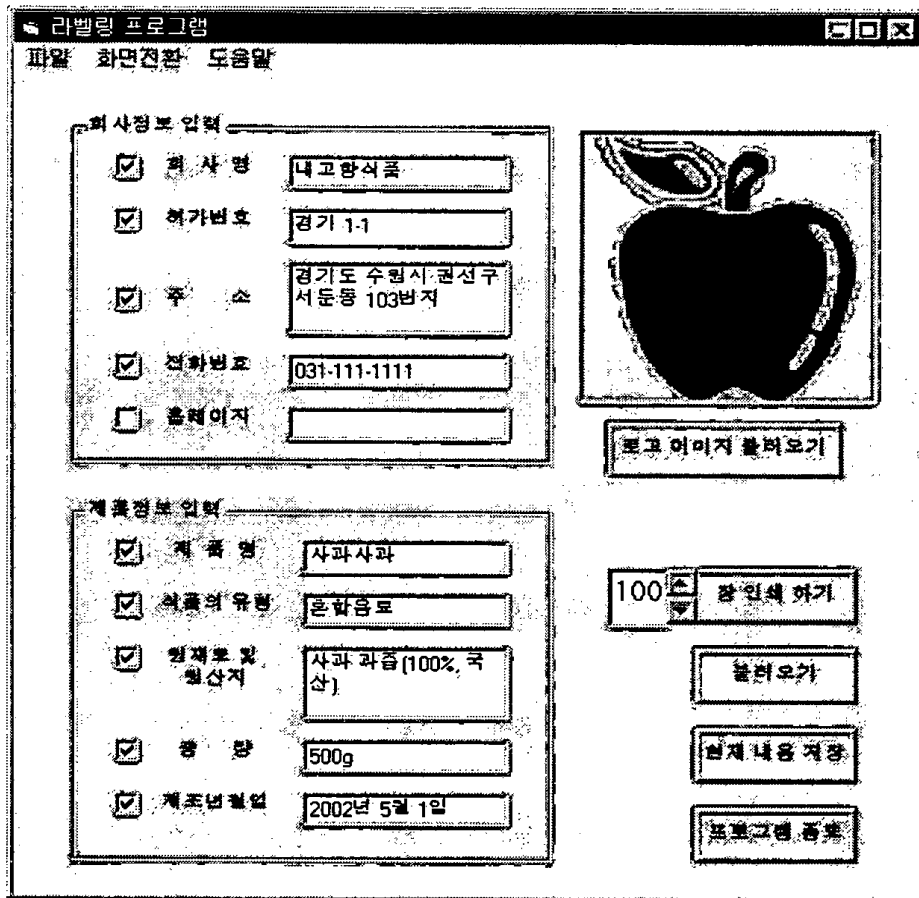


Fig. 47 Labelling program

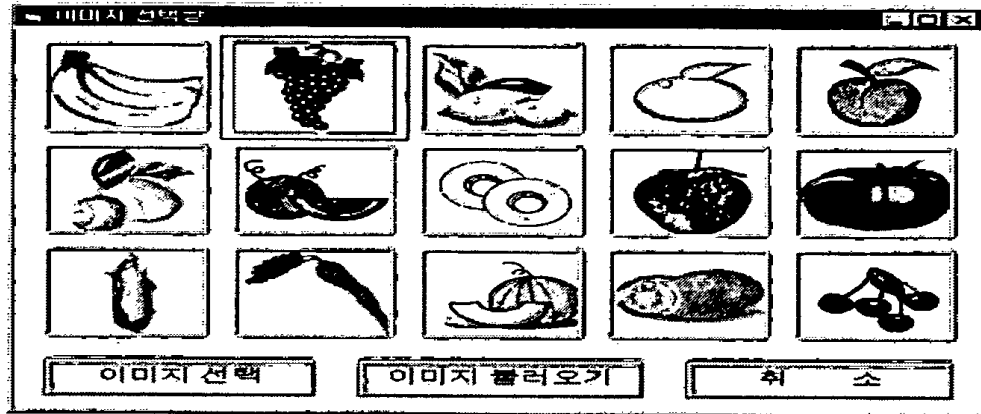


Fig. 48 Image selection window

## 2. 라벨 인쇄 시스템

농촌형 공장용 라벨 인쇄 프로그램의 장점은 다양한 인쇄 크기를 지원한다는 점이다. Fig. 49와 Fig. 50은 각각 4×2 크기의 사과 주스와 3×3 크기의 포도 주스와 라벨을 인쇄하기 위한 프로그램 화면이다. 이 외에도 이 프로그램은 다양한 종류의 라벨 크기를 선택하여 인쇄할 수 있다.



Fig. 49 Printing window(Apple Juice, 4×2)

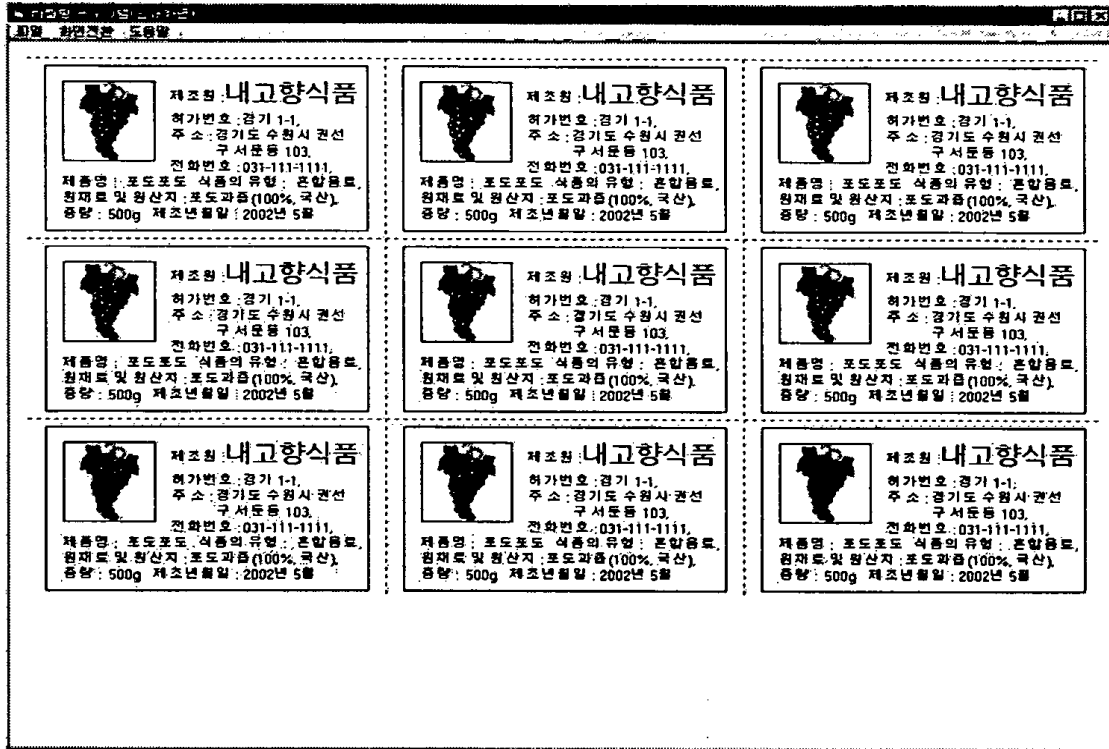


Fig. 50 Printing window(Grape Juice, 3×3)

여 백

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1절 목표 달성도

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용, 범위 및 목표달성도
1차 년도 (1999)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자동화 수요 조사</li> <li>· 산지공장 간이 자동화</li> <li>· 표준공정 자동화 방식 구성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공장여건에 따른 제어장치 설계 및 제작(100%)</li> <li>- microprocessor 시스템 적용 공장</li> <li>- PLC 적용공장</li> <li>- 컴퓨터 모니터링 시스템 적용 공장</li> <li>○ Software 개발(100%)</li> <li>- 컴퓨터에 의한 생산관리 시스템 구축</li> </ul>
2차 년도 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 산지형 표준 자동화 모델 제시</li> <li>· 포장 라벨자동인쇄</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발효실 자동화(100%)</li> <li>○ 저장실 자동화(100%)</li> <li>○ 무인 원격제어(100%)</li> <li>○ 구성방식에 따른 소프트웨어 및 하드웨어 개발(100%)</li> <li>○ 포장 라벨 자동 인쇄 프로그램 개발(100%)</li> </ul>
3차 연도 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 산지농산물 저장 관리 시스템 자동화</li> <li>· 컴퓨터 제품 다양화 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생산현장 농산물 저장고 프로그램 개발(100%)</li> <li>○ 저장원료의 품온관리 프로그램 개발(100%)</li> <li>○ 저장고 원격 무인관리 시스템 완성 및 시운전(120%)</li> </ul>

## 제 2 절 관련 분야에의 기여도

### 1. 기술적 측면

- 산지 가공공장 생산제품에 경쟁력을 부여할 수 있는 고품위 제품 생산 기술 확보에 기여할 수 있다.
- 전통식품 가공 기술 know-how를 상업기술화할 수 있는 제조공정의 자동화 기술 확보에 기여할 수 있다.
- 산지공장의 가공 기계 및 장치의 첨단 자동화 제어기술의 기반 기술을 개발했다.
- 공정별 Microprocessor 제어 기술 개발과 network를 통한 host computer연결에 의한 생산공정 관리기술을 확립하였다.
- 산지 가공공정의 자동화 기술 및 관련 사업체의 생산, 운영 기술 발전에 기여하였다.
- 인터넷을 활용하여 컴퓨터의 원격제어시스템을 구축함으로써 자동화 경비를 보다 저렴하게 구성한다.
- 농촌형 공장에 인터넷 기술을 활용할 수 있는 방법과 기술을 제공하였다.
- 컴퓨터를 이용한 라벨링 프로그램을 개발하여 라벨 인쇄에 필요한 인력, 비용을 절감할 수 있다.

### 2. 경제 · 산업적 측면

- 산지 농촌형 가공 산업 생산 기술 자동화로 농촌형 공장의 경쟁력확보에 기여할 수 있다.
- 인력 대체 효과에 의한 농촌 인력 부족 현상 해소에 도움을 줄 수 있다.
- 산지 가공 제품의 품질 향상에 기여할 수 있다.
- 전업 농가와 겸업 농가 소득 증대에 기여할 수 있다.
- 첨단 가공 기계 국산화로 자본재 수입 억제효과를 얻을 수 있다.
- 식품 가공 기술의 know-how를 기계장치와 결합시킬 경우 plant 수출이 가능하다.
- 수출시 첨단 가공 기법의 royalty 수입을 얻을 수 있다.

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- 농촌 자동화 기반기술을 공개함으로써 국내 기술진이 적극 활용할 수 있도록 한다.
- 최신의 구조와 기술을 이용하여 개발된 산지 농촌형 저장 시설은 설계, 제작을 통하여 우수함이 입증되었으므로, 이를 Scale Up하여 현장에서 활용할 수 있도록 추진할 계획이다.



여 백

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

- 본 연구결과로 일본 식품 가공 기계 협회가 주관하는 Academic Plaza(2000)을 통하여 해외 기술진들과 교류하여 그 기술의 우수성을 인정받았으며, 일본의 기술을 적극 활용하였다.
- CoFE(USA, 2002)에서 저장시설, Fuzzy 제어, 인공지능 제어기술을 발표함으로써, 미국 대학 및 연구 기관들의 관심을 끌었고, 학술 교류를 행하였다.

여 백

## 제 7 장      참고문헌

- Acton-D(1999) Caught in the web, Food-Industry-News; July, 11-13
- Albert P. Malvino ;Electronic Principles 4th ed. ,McGraw-Hill(1997)
- Albert P. Malvino(1992) Electronic Principles 4th ed., McGraw-Hill
- Arima, K.,; In "Global Impact of Applied Microbiology"(M. p. Starr, ed.), Wiley,NewYork(1964)
- Chris H. Pappas, William H. Murray, III(1995) Visual C++ 개발자 핸드북, 삼각형
- Clarence E. Johnson, Edwin A. Dowding, Paul K. Turnquist;Transactions of the ASAE, ASAE, 20:621-622 (1977)
- David Harlan와 3인(1997) Perl 5 웹 프로그래밍 활용, 정보문화사
- David Till(1997) PERL 5 21일 완성, 성안당
- Dong Joo Koo(1999) Design of LCD Food Processing Controller and Development of its Operation Program, Seoul National University
- Hollingsworth-P(1999) Silicon chips: food trend for the new millenium, Food-Technology; 52 (12) 54-55, 57
- Howard M. Berlin ; Design of Op-Amp Circuits with experiments, Howard W.Sams & Co., Inc.(1978), 교학사(1786)
- Inaba .A, Kubo Y., Nakamura R.(1989) Automated microcomputer system for measurement of O<sub>2</sub> uptake, CO<sub>2</sub> output, and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> evolution by fruit and vegetables. Journal-of-the-Japanese Society for Horticultural Science 55(2) :443-448
- J.K. Chun and D.W. Suh, S.C. Kim, Development of Teaching Mode Controller Based on Microcontroller for the Automation of Food and Agricultural Processes, Food Engineering Progress, 1(2), 143-148 (1996)
- J.K. Chun, H.Y. Kim, C.K. Kang, C.R. Lee and K.H. Kim, Application of Internet for management of scientific society and prospect of international virtual conference in food engineering, in Proceeding of 'Agricultural information Technology in Asia and Oceania, 145-150' (1997)

- James J. Brophy(1991); Basic Electronics for scientists(5th Ed.), McGRAW-HILL
- Jeffry Dwight & Michael Erwin(1996) 알기쉬운 CGI 활용, 정보문화사
- Jong Young Lee, Hyun Ah Kang, Kyu Seob Chang, Seok Shin Kim(1995) Drying of onion and ginger using drying system controlled by microcomputer. Agricultural-Chemistry-and-Biotechnology; 38(1):78-82
- Jurado J., Mohseni S.(1992) Design and implementation of a programmable controller based on differential pressure sensors to control the runoff for a lauter tub. Technical -Quartely, Master Brewers' Association of the Americas: 29(1):6-10
- Kyung Man Kim, Jae Kun Chun(1993) Development of automatic measurement and control method based on single chip microcomputer for tackjoo fermentation. Korean-Journal-of-Food-Science-and Technology; 25(4);391-394
- Metcalfe-J(1999) Food information on the Internet - an overview for FI Europe '97. Food Ingredients Europe. Conference proceedings 1997, 182-184 ISBN 90-73220-15-7
- Microsoft Corp.(1998) MFC Library Reference, 삼각형
- Mitchell B.W.(1983) Instrumentation and Measurement for Environmental Sciences, 2nd ed., American Society of Agriculture Engineers, St. Joseph, Michigan
- Moreia R.G. Bakker Arkema F.W.(1990) A feedforward/feedback adaptive controller for commercial cross-flow grain driers. Journal of agricultural Enginnering Reaserch 45(2);107-116
- Moreira R.G. Bakker Arkema F.W.(1990) A feedforward/feedback adaptive controller for commercial cross-flow grain driers. Journal-of-Agricultural-Engineering-Research 45(2):107-116
- Märkl H. M. Mather and W. Witty(1984) Online monitoring and Control of an Anaerobic Methane Digestion Process with the aid of a Mathematical Model, Third European Congress on Biotechnology, 3:137-144
- N.W. Choi and J.K. Chun, Development of a microcontroller-based process controller for on-line monitoring of Kimchi fermentation, Foods and Biotechnology, 5(3), 198 (1996)
- OrCAD/SDT III, Release 3.02, OrCAD System Co.

- Punidadas P., Decloux M. Trystram G.(1991) Computer control of a cross flow microfiltration pilot plant. Food-Control 2(3):152-161
- Ralph J, Smith (1987) Electronics, John Wiley & Sons
- Rowley-J(1998) Internet food retailing: the UK in context, British-Food-Journal; 100 (2) 85-95, 21 ref.
- Sang Hoon Ko(2000) Fuzzy Environmental Control System for Food Storage Facility, Seoul National University
- Sang-Oh Kim and Jae-Kun Chun, 2000, Internet Monitoring and Control of Agricultural Storage Facility, Food Engineering Progress Vol. 4, No. 3. pp. 199~205
- Texas Instrument(1996) CDT370 Addendum to the TMS370 Family C Source Debugger User's Guide, Texas Instrument Inc. Co., Missouri
- Texas Instrument(1996) TMS370 8-bit Micorcontroller Family Assembly Language Tools User's Guide, Texas Instrument Inc. Co., Missouri
- Texas Instrument(1996) TMS370 8-bit Micorcontroller Family Code Generation Tools Getting Started, Texas Instrument Inc. Co., Missouri
- Texas Instrument(1996) TMS370 C Source Debugger User's Guide, Texas Instrument Inc. Co., Missouri
- Texas Instrument(1996) TMS370 Micorcontroller Family Application Book, Texas Instrument Inc. Co., Missouri
- Texas Instrument(1996) TMS370 Micorcontroller Family User's Guide, Texas Instrument Inc. Co., Missouri
- Thomas-G(1995) Sharing information, World-of-Ingredients; Oct./Nov., 22-23, 25
- 강준수 (1986) 마이크로컴퓨터 減壓乾燥시스템의 製作運營과 팥고추의 減壓乾燥特性, 서울대학교 석사학위 논문
- 강춘길(1998) 식품 가공 기계의 자동제어를 위한 계측, 제어, 액정 표시 기능을 가진 microcontroller기반의 제어 장치 설계, 서울대 석사학위 논문
- 권순희(1995) 다기능 농업용 제어장치의 설계 및 운영 프로그램 개발, 서울대 석사학위 논문
- 권영안 (1986) 마이크로컴퓨터 制御 種麴培養裝置와 보리코오지 製造의 自動化, 서울대학교 석사학위 논문
- 吉田裕道 外(1987) 센서 회로 디자인북, 기전연구소, 서울
- 김봉열 역(1992) 전자회로(4th Ed.), 희중당, 서울

- 김응묵(1992) Electric Sensor Technic, 기문사, 서울
- 김희연(1999) CA 저장용 액침 기체차단 방식의 저장고 회전시스템, 서울대 석사학위 논문
- 梅地正(1989) 센서 Interfacing No.4, 기전 연구사
- 박제균(1988) 食品 低溫貯藏 環境의 自動制御와 計測을 위한 컴퓨터시스템의 製作과 運營 技術의 개발, 서울대학교 석사학위 논문
- 신승철 (1989) 식품건조속도 계측용 센서의 개발과 스낵건조 공정의 컴퓨터 자동화, 서울대학교 석사학위 논문
- 심우형, 이은기(1996) 리눅스의 모든 것, 정보 문화사
- 유인조 (1991) 드럼형 스낵 건조 공정의 자동화 요소, 서울대학교 석사학위 논문
- 이두진(1998) 리눅스 웹 DB 프로그래밍, 피씨북
- 이병식(1988) 온도 습도 센서 활용 기술, 세운
- 이상엽(1997) Visual C++ Programming Bible Ver 5.x, 영진출판사
- 이영진(1988) 발효공정 중 기포발생 감지장치의 제작과 발효공정 제어장치의 개발, 서울대학교 석사학위 논문
- 이한철(1994) Microprocessor를 이용한 다목적 농업용 Programmable Controller의 설계와 제작, 서울대 석사학위 논문
- 日本自動化機術(1990) 센서 기술, 도서 출판 세화
- 임채원 (1988) 마이크로 프로세서를 활용한 식품제조공정의 자료수집 장치의 개발과 운영방법, 서울대학교 석사학위 논문
- 장민석(1993) One chip microcomputer를 이용한 제빵공정의 자동화, 서울대학교 석사 학위 논문
- 전재근, 조흠파(1993) 농업생산 및 가공시설의 무인관리용 제어시스템의 개발,과학기술처 보고서
- 전재근,서동욱,김세철(1997) 식품 공정 및 농업 자동화를 위한 선행 작업 기역 공정 제어기의 개발, 산업식품공학 1(2):143-148
- 전정렬(1992) One chip microcomputer를 이용한 식품제조공정의 실시간 제어장치의 개발, 서울대 석사학위 논문
- 조흠파(1993) 식품공정 자동화를 위한 one chip 제어기용 운영프로그램의 개발, 서울대 석사학위 논문
- 최부돌(1985) 컴퓨터를 이용한 식품 건조공정변수의 자동수집 및 제어, 서울대학교 박사학위 논문
- 컴퓨터용어 대사전 편찬위원회 편(1996) 컴퓨터 용어 대사전, 정보문화사

황광일(1999) Visual C++ Professional Programming Bible, 영진출판사  
荒井由太郎(1986) 센서 인터페이싱 No.1, 기전 연구사  
황희음(1993) 제어용 컴퓨터, 도서산업사