

최 종
연구보고서

GOVP1200608887

증편의 자동화 생산공정 개발

Development of Automatic Manufacturing System
for Jeung-pyun

주 관 연구 기 관
충 남 대 학 교

협 동 연구 기 관
서 울 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “증편의 자동화 생산공정 개발” 과제 (세부과제 “증편 제조공정의 표준화”, 협동과제 “증편의 자동화 생산 시스템 개발”)의 최종보고서로 제출합니다.

2005년 10월 14일

주관연구기관명 : 충남대학교
총괄연구책임자 : 장 규 섭
세부연구책임자 : 장 규 섭
연구원 : 이 종 혁
연구원 : 정 현 교
연구원 : 임 진 혁
연구원 : 김 성 주
연구원 : 김 영 중
연구원 : 고 경 희
연구원 : 이 은 주
연구원 : 김 영 희
연구원 : 양 효 진
협동연구기관명 : 서울대학교
협동연구책임자 : 전 재 근
연구원 : 김 영 진
연구원 : 임 석 원
연구원 : 김 소 은
연구원 : 오 승 현

요 약 문

I. 제 목

증편의 자동화 생산공정 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1) 기술적 측면

쌀로 만든 제품 중 하나인 증편은 발효 과정을 거치는 유일한 쌀떡으로 다른 종류의 떡과는 달리 다공성의 조직을 형성하여 매우 부드러우며 이로 인한 특유의 식감으로 높은 기호도를 갖고 있는 소화흡수가 잘 되는 우리의 오래된 전통 식품이다. 증편의 이러한 외견상 제품특징은 마치 밀 단백질의 기능 특성성분인 gluten 형성능에 의하여 제조되는 빵과 매우 유사하다. 밀가루빵의 경우 특유의 조직감은 반죽의 발효과정에서 일어나는 구성성분 간의 상호작용 및 Yeast 발효에 의해 생성된 CO₂에 의한 반죽의 팽창, 그리고 성형 후 가열 과정을 통한 이들 성분 간의 가열 변성에 따른 망상 조직의 고착화에 기인한다고 알려져 있다. 그러나 쌀로 제조되는 증편의 경우에는 쌀 단백질의 특성상 gluten 형성능이 없음에도 불구하고 빵과 같은 다공성 조직을 가지는데, 이는 증편반죽이 발효과정을 거치면서 미생물의 작용 및 성분의 상호작용에 의한 망상 구조 형성 가능 물질의 생성에 따른 결과라고도 생각해 볼 수 있다. 이와 같이 증편은 밀가루 빵과 유사한 우리의 전통 발효 쌀떡이지만, 제조방법의 표준화가 이루어지지 않고 있어 발효온도 및 발효시간이 다양하고, 따라서 품질도 각양각색으로 일정하지 않아 상품으로서의 가치를 가지고 있지 못한 실정이다. 또한 전통 탁주가 갖고 있는 효모를 이용하여 발효시키기 때문에 발효취에 의한

제품의 이취로 품질을 떨어뜨리고 있다. 한편 증편은 다른 전통 떡류에 비해 보존성이 양호한 편이나 곡류 전분의 호화과정을 거쳐 제조된 수분함량이 50% 이상인 제품이기에 때문에 보존기간이 경과함에 따라 전분이 노화되어 다른 떡류의 경우와 같이 딱딱해지는 동시에 미생물의 작용으로 변패되어 장기간 저장할 수 없는 단점을 지니고 있다. 따라서 우리 고유의 발효 쌀떡인 증편의 품질을 향상시키고 빵에 익숙해져 있는 젊은 층이 선호할 수 있는 다양한 증편을 개발하는 것은 매우 중요한 일이다. 이를 위해서는 전래 증편의 제법을 표준화하고, 아울러 현대의 식생활 양식에 맞게 제조법을 개선하여 보존성을 향상시키고 대량생산이 가능하도록 산업화함으로써 증편 제품의 다양화 및 품질 고급화를 도모해 나아가도록 해야 할 것이다. 이를 위하여 증편에 관한 보다 체계적이고 다각적인 연구가 이루어져야 할 것이며 그 일환으로서 본 전통증편 제조방법의 표준화와 대량생산을 위한 자동화 공정의 개발을 통하여 증편이 빵이나 즉석 밥과 같이 우리의 일상식으로 자리 매김 함으로써 쌀 소비촉진을 물론 신토불이 전통 쌀 제품의 섭취로 국민건강에 이바지 하고자, 본 연구를 수행하였다.

2) 경제 산업적 측면

우리나라는 예로부터 주요 쌀 생산국으로서 쌀을 주식으로 해왔으며, 생산된 쌀은 주로 밥으로서 소비되고 술, 떡 등과 같은 가공식품의 형태로 소비되는 양은 전체 쌀 소비량의 5% 정도에 불과하다. 우리나라 국민 개인 당 쌀 소비량은 경제성장으로 인한 서구 식문화의 도입 등으로 인해 매년 줄어 80년 132.7kg를 기록했으며, 98년부터는 100kg이하로 낮아져 99년에는 96.9kg, 2000년에는 93.6kg에 불과했고 2001년에는 사상처음으로 80kg 이하로 떨어질 것으로 예상된다. 그러나 그간 식량자급정책의 일환으로 농업의 기계화 및 미작기술의 발달이 이루어져 쌀의 과잉공급을 가져와 우리나라의 쌀 재고량이 2001년에 989만 가마에 이르렀고 올해는 1000만석을 넘을 것이 확실시되고 있어 양곡을 저장하는데 소요되는 경비가 큰 부담이 되고 있다. 이러한 소비의 감소로 인한 저장 양곡의 증가는 정부의 여러 가지 정책에도 불구하고

고 상당기간 지속될 것으로 전망되고 있어 쌀의 적극적인 소비 확대 방안이 마련되어야만 어느 정도 문제점을 해결할 수 있을 것이다. 따라서 정부 재고미 및 우리나라의 기간 작목인 쌀의 지속적인 소비를 위한 방법의 하나로서 서구화되어 가는 우리의 식생활 패턴에 적합하면서도 우리의 기호도를 충족시킬 수 있는 쌀 가공품의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

3) 사회 문화적 측면

떡은 우리나라 전래의 곡물 가공 식품으로 간식, 편이식으로 식사를 대신하기도 했지만 관혼상제를 비롯하여 즐거울 때나 슬플 때를 막론하고 항상 상차림의 필수 음식으로 우리와 함께 하여왔다. 그러나 근래에 이르러 우리의 식생활에서 떡의 가치는 점점 위축되어가고 있는 실정이다. 이는 현대사회의 산업화로 식생활에 많은 변화가 생겼기 때문이다. 즉 산업화로 인한 식품의 대량생산으로 가공식품이나 즉석식품 등이 많이 개발되었고 외래 식문화의 유입이 급속도로 커졌기 때문이다. 이와 같은 상황에서 가내공업 수준의 비위생적인 제조시설에 의해 생산된 떡의 소비는 감소할 수밖에 없었으며, 가격도 빵보다 비싼 편이어서 소비자가 더욱 외면하고는 실정이다. 증편은 떡과 빵의 중간 형태로서 특유의 기호성을 가지고 있어 현실적인 소비패턴에 부합하는 쌀 가공식품으로 주목받고 있다. 쌀의 가공성 개선을 통한 부가가치 증대방안이 적극적으로 검토되어야 할 현시점에서 증편과 같은 발효 쌀 가공식품의 대량생산 및 산업화 방안에 관한 연구는, 잉여 쌀의 소비촉진과 이용성 증대를 위한 현실적인 방안이 될 수 있으리라 생각된다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 가내수공업 수준으로 비위생적으로 제조되고 있는 전통 발효 쌀떡인 증편의 대중화를 위해 다양한 재료의 최적화된 배합비율을 설정함으로써 제조법의 표

준화를 확립하고, 또한 영양적 가치를 향상시킨 다양한 연령층의 기호에 맞는 증편을 개발하였으며, 대량생산을 위한 자동화 생산공정의 개발로 저렴한 가격으로 손쉽게 위생적인 증편을 이용할 수 있도록 하였다.

본 연구과제의 연구개발 내용 및 범위는 다음과 같다.

제 1 세부과제 : 증편 제조공정의 표준화

1차년도:

◎증편의 제조 단계별 제품특성 분석

- 증편제조 공정조건별 이화학적 분석
- 제조 공정조건별 증편의 관능검사

◎다양한 종류의 증편개발

- 첨가재료에 의한 증편의 다양화와 현대화
- 관능검사에 의한 높은 기호도의 증편 선정

2차년도:

◎증편의 포장에 따른 저장성 분석

- 증자 시간에 따른 저장성 분석
- 포장 방법에 따른 품질수명(Shelf-life)측정

◎Pilot plant scale로서 적용

- Scale up을 위한 최적화방안
- Pilot plant scale에서의 제품 생산

3차년도:

◎포장제품의 개발

- 포장제품의 유통 및 저장 중 발생하는 문제점 분석 및 해결
- 포장제품의 품질수명 예측모델 개발

◎최종제품의 특성 분석

- 최종 제품의 이화학적 특성분석
- 최종 제품의 관능검사

◎경제성 분석

- 제조공정의 산업화 및 경제성 분석

제 1 협동과제 : 증편의 자동화 생산 시스템 개발

1차년도:

◎공정 자동화 설계를 위한 기초분석

- 전통 증편 제조공정의 자동화 필요 요소 조사
- 증편 제조공정 중 자동화 target의 설정

2차년도:

◎자동화 생산 설비 설계

- 자동화 체계 설계
- 자동화 제어 장치 제작
- 증편 제조공정 자동화 운영 프로그램 개발

3차년도:

◎증편 제조공정 자동화체계 적용시험

- 생산 설비의 시험 운전
- 제조라인의 문제점 분석 및 보완
- 최적화 방안 검토

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

본 연구 과제를 수행하여 얻은 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

제 1 세부과제 : 증편 제조공정의 표준화

가. 제조공정별 증편의 특징

1) 증편 반죽의 pH는 입자의 크기에는 영향을 받지 않고 막걸리의 비율에 따라 낮아지며, 1차발효에 따른 pH는 발효 온도 35℃일 때 가장 낮았고, 또한 발효시간이 길어질수록 낮아지는 것으로 나타났다.

2) 발효 전 증편 반죽의 산도는 공정 조건에 따른 영향을 많이 받지 않으며, 1차 발효가 끝나면 산도가 증가하는 것을 볼 수가 있다. 탁주의 투입량에 따라 발효 후 산도가 경시적으로 증가하나 많은 차이를 보이지는 않는다.

3) 공정에 따른 증편의 수분함량과 성분에는 변화가 있지 않은 것으로 나타났다.

4) 증편 반죽의 standing height와 증편의 팽창률은 쌀가루 입자의 크기가 30mesh와 40mesh일 때 가장 컸으며, 탁주와 물을 100 : 210, 125 : 185 첨가 했을 때 가장

크고 탁주의 비율이 더 늘어나면 오히려 줄어드는 것으로 나타났다. 1차 발효조건은 30℃일 때와 5시간 동안 발효를 하였을 때 standing height가 가장 높은 것으로 나타났다.

5) 쌀가루의 입자 크기가 작을수록 증편의 hardness와 adhesiveness는 작아지며, 발효 온도가 상승할수록 hardness와 chewiness가 증가하는 경향을 보이며, adhesiveness는 경시적으로 감소하는 경향을 보였다. 발효시간과 증자시간은 시간이 경과 할수록 hardness와 chewiness가 증가하는 경향을 보이나 adhesiveness의 변화는 거의 없었다.

6) 발효원으로 효모를 이용한 증편 반죽의 standing height는 밀가루를 첨가한 것이 쌀가루를 첨가하지 않은 반죽보다 더 높게 나왔으며, 쌀가루와 밀가루의 배합량이 540g : 60g일 때 물을 400ml과 375ml을 첨가한 것과 쌀가루와 밀가루가 480g : 120g인 증편 반죽에 가수량이 425ml와 400ml인 것이 가장 높은 standing height를 나타냈다. 효모는 많이 첨가할수록, 발효시간이 길어질수록 standing height가 증가하였다.

7) 밀가루의 첨가량이 증가할수록, 발효시간이 길어질수록 그리고 효모첨가량이 많아질수록 증편의 팽창률은 증가하나, 그 증가폭은 standing height보다 적은 것으로 나타났다.

8) 밀가루의 첨가량이 늘고 쌀가루의 첨가량이 감소할수록 hardness와 chewiness가 감소하는 경향을 나타내고 있다. 반대로 밀가루의 양이 증가할수록 adhesiveness의 세기도 증가하는 것으로 나타났다.

9) 효모의 첨가량이 많아질수록 hardness와 chewiness가 동시에 감소하는 경향을

보이고 있으며 adhesiveness 또한 감소하는 것으로 나타났다.

10) 발효시간에 따라 hardness와 chewiness가 증가하고 adhesiveness는 모두 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

11) 쌀가루와 밀가루의 배합량에 상관없이 반죽을 위한 가수량이 증가할수록 adhesiveness가 증가하며, hardness와 chewiness는 약간씩 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

12) 관능평가를 통한 발효원으로 효모를 이용한 증편의 제조조건은 9 : 1의 쌀가루와 밀가루의 비율에 66%의 수분, 15%의 설탕, 0.8%의 소금, 0.6%의 건조효모를 첨가한 반죽을 1차 발효와 2차 발효를 30℃에서 각각 2시간과 30분을 거친 뒤 100℃에서 30분 동안 증자를 한 것이 가장 선호도가 높은 것으로 나타났다.

나. 증편의 저장성 평가

1) 증자온도를 100℃로 고정시켜 놓고 증자시간을 각각 30분, 40분, 50분으로 했을 때 증편의 pH 값은 높아지는 경향을 나타냈고, 증자온도에서 pH 값은 온도에 따라 증가하는 것을 알 수 있었다.

2) 40분 증자한 증편이 30분과 50분 증자한 증편보다 비교적 높은 수분함량을 나타내었고 저장시간에 따라 점차 낮아졌다.

3) 증편의 팽창률을 알아보기 위해 부피를 측정한 결과 온도에 따른 부피는 증자온도가 높아질수록 낮은 값을 나타냈으며, 조직이 치밀해지고 기공이 적어지는 것을 볼 수 있었다.

4) 증자 시간에 따른 색도의 유의적 차이는 없었고, 온도에서는 100℃와 105℃에서 증자한 증편은 유사한 값을 보였으나 110℃에서 증자한 증편은 다른 실험군에 비해 낮은 L값과 높은 b(yellow value) 값을 보였다.

5) 증자시간에 따른 물성 특성은 hardness의 경우 증자시간이 길수록 제조 당일 낮은 값을 나타냈고, 저장시간에 따라 세 실험군 모두 점차 낮아지는 경향을 보였다. Adhesiveness에서는 30분 증자한 증편이 가장 낮았으며, 50분 증자한 증편과 유사한 값을 보였으며, 보존시간에 따라 adhesiveness의 변화가 40분 증자한 증편보다 적었다. Chewiness에서는 40분 증자한 증편이 가장 높았지만 저장시간에 따른 변화가 가장 컸다. 증자온도에 따른 물성 특성에서 hardness, chewiness, adhesiveness 모두 저장시간이 지날수록 낮아지는 경향을 보였고, 110℃로 증자한 증편은 제조당일 모든 텍스처 특성에서 100℃나 105℃에서 증자한 증편에 비하여 높은 값을 보였다.

6) 노화억제에 효과가 있다고 생각되는 첨가제들을 넣은 각각의 증편에서 pH는 레시틴을 1.0% 첨가한 것이 다른 실험군과 비교하여 가장 낮은 값을 나타냈고, 올리고당과 Novamyl을 각각 첨가한 증편이 비교적 높은 pH를 보였다.

7) 노화억제제를 첨가한 증편의 대부분의 수분함량은 53~55% 정도를 나타내었으나 올리고당을 첨가한 증편은 다른 실험군에 비해 낮은 수분함량을 보였으며, 저장시간에 따른 유의적인 변화는 없었다.

8) 증편의 부피에서는 올리고당을 35% 첨가한 증편이 가장 높았고, 레시틴 0.5%, 1.0% 첨가군, 볶은 콩가루 3% 첨가군, α -GTase 20mg, Novamyl 5mg, 20mg 첨가군, α -GTase + Novamyl 20mg 첨가군은 부피가 제조 당일 대조군과 비슷하였으나 효소를 첨가한 증편은 저장시간에 따른 부피의 변화가 다른 첨가군에 비해 컸다.

9) 노화지연 첨가제에 따른 증편의 색도에서 볶은 콩가루를 넣은 증편이 가장 큰 특성을 보이며 다른 실험군에 비해 L 값이 낮았으며 red 값과 yellow 값 모두 높은 수치를 나타냈다.

10) 증편의 소화도 에서 레시틴을 1% 첨가했던 증편은 유의적 차이 없이 제조당일과 비슷한 소화도를 보였고, 볶은 콩가루를 첨가한 증편과 첨가하지 않은 증편에서 maltose 함량에 있어 뚜렷한 유의차를 보였고, 콩가루 첨가에 의한 노화지연 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한 올리고당을 첨가한 증편은 전반적으로 설탕을 첨가한 증편보다 소화도가 높았으며 효소(α -amylase)를 첨가한 증편에서는 α -GTase와 Novamyl을 10mg씩 혼합하여 제조한 증편과 각각의 효소를 20mg씩 첨가하여 제조한 증편을 비교했을 때 Novamyl을 20mg 첨가한 것이 소화도 감소폭이 가장 작았으며, 혼합한 효소를 첨가한 증편, α -GTase 첨가군, 대조군 순서로 소화도의 변화가 컸다.

11) 레시틴, 볶은 콩가루를 첨가하여 제조한 증편의 hardness는 아무것도 첨가하지 않은 증편의 hardness보다 저장기간이 지날수록 그 변화폭이 작았으며, Novamyl, α -GTase 등의 효소를 첨가한 증편은 보존기간에도 제조당일과 유사한 hardness를 가졌으나, adhesiveness가 높아 증편의 고유 물성과 거리가 있었다. 올리고당을 첨가한 증편은 첨가량이 많을수록 hardness와 adhesiveness가 높았고, 저장시간에 따라 hardness는 높아지고, adhesiveness는 낮아지는 경향을 나타냈다.

12) 포장 재료를 달리하여 포장한 증편의 수분함량에 있어서는 PP film으로 포장한 증편이 HDPE film으로 포장한 증편에 비해 저장시간 별로 안정한 경향을 나타내었다.

13) HDPE film으로 포장한 증편보다 PP film으로 포장한 증편의 pH가 전반적으

로 낮았고, 또한 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편의 pH는 기타의 증편에 비해 낮은 pH를 가지며 그 변화율은 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편>실험군>자외선 처리 film으로 포장한 증편 순으로 나타났다.

14) PP film으로 포장한 증편의 maltose 함량 감소율이 HDPE film으로 포장한 증편의 maltose 함량 변화율보다 더 안정하고 그 감소율도 작았으며 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편의 maltose 함량이 살균처리 하지 않은 film포장 보다 비교적 높았다.

15) PP film으로 포장한 증편의 texture의 변화가 HDPE film으로 포장한 증편의 texture 변화보다 작았으며 실험군과 다른 처리군 에서 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

16) Flavoring을 첨가한 증편에서 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편이 그렇지 않은 증편의 수분함량보다 높은 경향을 나타내었으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

17) pH는 flavoring을 첨가하여도 첨가하지 않았을 때와 마찬가지로 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편에서 낮은 경향을 나타내었으나 그 차이는 미미하였으며 녹차분말과 커피분말을 첨가한 증편이 그렇지 않은 증편에 비해 pH가 낮은 결과로 보아 증편의 저장성에 좋은 영향을 주는 것으로 생각된다.

18) Flavoring을 첨가한 증편의 색도를 측정하였을 때 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편이 그렇지 않은 것에 비해 낮은 수치를 나타내었다.

19) HDPE film과 PP film으로 포장한 증편에서 저장시간에 따라 호화도는 약간씩

감소하는 경향을 나타내었다. 각각의 film은 멸균한 것이 대조군과 자외선 살균한 film으로 포장한 증편에 비해 호화도가 높았고 그 변화율도 작게 나타났다. HDPE film 에 비해 PP film으로 포장한 증편의 호화도가 더 높았고 그 변화 또한 적은 결과를 나타내었다.

20) 증편을 포장한 후 autoclave에서 100℃, 15분간 살균하게 되면 pH는 약간 낮아지고, 저장 3일째부터 부패취를 형성하는 대조군에 비해 4일째에 부패취를 형성하는 등 저장에 좋은 영향을 주지만 수분함량이 높아져서 식감이 좋지 않았고 색도에 차이가 생겨 굳이 살균하지 않아도 그 결과가 나쁘지 않은 것 같았다.

21) 효모취를 masking하기 위해 여러 가지 flavoring을 첨가하였을 때 그 중 효모취를 가장 잘 masking하고 저장성에 가장 좋은 영향을 주는 것은 커피> 코코아> 녹차> 전지분유 순으로 나타났다.

다. 증편의 포장 조건에 따른 품질 수명

1) 포장방법으로 PE film포장, 질소충진 포장과 감마선 조사법을 비교하여 증편의 보존안전성 및 유통기한 확보를 위한 살균기분을 설정하였다.

2) PE film포장지에 포장한 증편은 저장 이후 5일이 경과하면 미생물의 오염도는 일반세균 $>10^6$ CFU/g 수준으로 부패취가 발생하며, 조직이 뭉개지는 등의 관능적으로 섭취가 불가능한 수준을 나타내었고, 질소충진 저장의 경우 미생물학적, 관능적 가식 가능기간이 PE film포장에 비교해 볼 때, 2일정도 연장되며, 감마선 조사구는 조사선량과 관계없이 저장 10일이 경과 후에도 미생물이 관찰되지 않아 미생물학적으로 상온에서 10일 이상의 유통기한을 확보하였다.

3) 기계적 물성 측정 결과, 감마선의 조사선량이 증가할수록 조직이 단단해지는 경

향을 나타내었으며, 관능평가의 결과 감마선 조사선량이 증가할수록 향, 맛, 질감 등 모든 면에서 다소 낮은 선호도를 나타내었다.

4) 이상의 연구를 통해 증편의 감마선 조사기술을 이용하는 경우 5kGy이내의 선량이 적당하며, 장기간 보존을 위해 고선량을 사용할 경우에는 물성 변화를 최소화할 수 있는 방안이 모색되어야 할 것으로 사료된다.

라. 다양한 종류의 증편의 개발

1) 설탕 첨가량을 15%(A), 17.5%(B), 20%(R, 표준화된 공정에서의 첨가량), 22.5%(C), 25%(D) 따른 관능검사를 실시한 결과 R에 비해 A, B는 선호도는 낮았으며, C, D의 선호도는 크게 차이가 없었다.

2) 쌀가루에 첨가되는 각각의 기능성 첨가물의 양이 증편의 관능적 특성에 미치는 영향을 실험한 결과 모든 첨가물들이 전체적인 만족도에서 1%를 첨가했을 때가 가장 높은 선호도를 보였다.

3) 다시마, 솔잎, 쑥, 뽕잎가루를 각각 1% 첨가한 증편을 남자 10명, 여자 10명을 대상으로 선호도 검사를 실시한 결과 남자는 쑥 증편, 다시마 증편, 뽕잎 증편, 솔잎 증편의 순으로 선호도가 좋았고, 여자는 쑥 증편, 다시마 증편, 솔잎 증편, 뽕잎 증편의 순으로 선호도가 좋았다.

4) 이상의 관능검사에 따른 결과에서 증편 제조 시 적정량의 첨가물을 가함으로써 기능성 부여 및 관능적으로 우수한 전통 식품의 개발로 쌀의 소비 촉진과 전통 식품의 이용을 늘릴 수 있을 것으로 본다.

제 1 협동과제 : 증편의 자동화 생산 시스템 개발

- 1) 증편을 보급화 하기 위해 증편공정을 자동화하여 숙련공이 해야 할 일을 시스템이 대신 할 수 있도록 한다.
- 2) 증편 자동 생산 시스템을 개발하기 위해서 PBM-R5를 메인 프로세서로 사용하였다.
- 3) PBM-R5는 PIC16F877 칩이 두 개 내장되어 있어, 충분한 메모리와 빠른 처리 속도, 많은 I/O 포트를 가지고 있어 증편 자동생산 시스템에 적합하였다.
- 4) 시스템의 입력부로는 멀티플렉서를 이용한 아날로그 입력 단자, 명령 입력을 위한 keypad, 출력부로는 LCD와 relay를 작동할 수 있는 구동신호를 출력하는 제어단자로 되어있다.
- 5) 증편 시스템을 운영 할 수 있는 운영프로그램은 PIC basic언어로 프로그래밍하였고, 하나의 주프로그램과 각 증편 공정 별로 4개의 부프로그램으로 나누어 구성하였다.
- 6) 증편 가공 장치로 쓰일 발효기, 증자기, 가습기도 히터와 초음파 가습기 스팀공급기를 이용하여 제작하였고, 이를 모두 통합하여 증편 자동 제조 시스템(JAS)을 구축하였다.
- 7) 제작된 JAS의 실행 결과 발효공정의 온도 제어는 38℃로 설정하였을 때, $38 \pm 1.8^\circ\text{C}$ 이었고, 습도 제어는 50%로 설정하였을 때, $50 \pm 5.5\%$ 이었다.

8) JAS를 증편 제조에 적용하여 만든 증편제품은 재래식 방법의 제품과 품질이나 맛에서 거의 차이가 없었으며, 만드는 과정에서 JAS의 관리자가 전혀 필요 없어 손쉽게 증편을 제작할 수 있게 하였다.

9) 초기 투자비용을 기초로 1년 고정비는 감가상각비를 포함하여 초기투자비용의 23%로 하였으며, 변동비는 증편 제조 공정을 수행하는데 필요한 재료비, 전기비, 유지보수비, 인건비의 합으로 나타내었다. 고정비와 변동비의 합으로 증편 자동화시스템을 이용한 1일 총비용은 124,628원이며 증편의 45g의 날개 하나의 가격은 약 125원 이었다.

2. 결과 활용에 대한 건의

최근 우리나라의 쌀의 1인당 소비량은 1980년대 이후 지속적인 감소 추세를 나타내고 있으며, 1999년에는 96.9Kg으로 1990년대 들어와 연평균 2.2%의 감소추세를 나타내고 있다. 그에 따라 비료, 농약, 농기계의 사용증가와 품종개량, 관배수시설의 확충, 영농기술개선 등으로 농업생산성이 크게 확대되어 쌀의 감소와 더불어 잉여의 쌀로 인한 농촌경제에 큰 부담을 주고 있다. 산업화로 인한 식품의 인스턴트화 및 외래식문화의 유입으로 인한 떡의 소비가 점차 줄어들고 있다. 떡은 대부분 집에서 만들어 먹거나 가내 수공업 수준의 떡집에서 구입하기 때문에 다른 인스턴트식품에 비해 가격이 높고, 비위생적이며, 구입이 번거로워 소비가 제한적으로 이루어지고 있다.

본 연구에서는, 가내수공업 수준으로 비위생적으로 제조되고 있는 전통 발효 쌀떡인 증편의 대중화를 위해 다양한 재료의 최적화된 배합비율을 설정함으로써 제조법의 표준화를 확립하는 동시에 영양적 가치를 향상시킨 다양한 연령층의 기호에 맞는 증편을 개발하여 쌀 소비촉진과 농가소득향상에 기여하며, 대량생산을 위한 자동화 생산공정의 개발로 저렴한 가격으로 손쉽게 위생적인 증편을 접할 수 있을 것으로

사료된다.

SUMMARY

I. Title of study

Development of Automatic Manufacturing System for Jeung-pyun

II. Objectives and Important of the Study

1) Technical approach

Jeung-pyun is a popular Korean traditional food prepared from wet ground fermented batter rice by steaming using a yeast. It is preference to its soft, spongy texture and desirable sour taste. It resemble to be a steamed, sour dough bread. Jeung-pyun batter is responsible for the soft and porous texture. Swelling of dough by yeast and micro flora in Jeung-pyun fermentation are well conditioned to retain a large volume of gases to give soft texture.

Therefore, Jeung-pyun is traditional fermented rice bread similar to Idli, but there are only a few reports about standardization of Jeung-pyun preparation, such as effect of temperature, effect of fermentation time and other processing factors. So, this project all of these were investigated.

Also, Takju, a Korean traditional alcoholic beverage using by starter in preparing Jeung-pyun, might not be good starter because of its off-flavor and organic acids occurred during fermentation.

Jeung-pyun was better shelf-life than other Korean traditional rice bread, and contained high moisture content (above 50%) that was easy to be contaminated

from micro-organisms, and resulting in Jeung-pyun with a very hard texture during long days of storage. Therefore, it is very important to improve the quality of Jeung-pyun through manufacturing standardization and develop various kind of Jeung-pyun having functional components.

2) Economic industry approach

Rice is a major staple food in Korea, and has big scale of rice production. But it is only in 5% level of the rice produced to be consumed in processed foods like the alcoholic beverage and the rice cake. The per capita consumption of rice decreased from 1382.7kg in 1980 to 93.6kg in 2000, and in 2001 it predicted under 80kg of rice consumption per a person, because of Western foods and high growth of economy. But, total rice stock of Korea arrived in 9,890,000 straw bags in 2001 due to agricultural techniques improvement. Government data predicted overproduction of rice reach to 10 million straw bags in 2001. So public expenditures is becoming great burden to store over produced grains. Increase of stored rice by decrease of consumption is becoming important problem, therefore some more policy through active consumption extension plan of rice should be prepared.

The increased of the stored grain caused by with decrease of consumption is very hot issue in Korea in spite of various kind of government policy. It will be continuing in future, therefore positive consuming policy of rice must be prepared to solve the problem. In order to consume the stored rice, new rice product should be developed. The product must be satisfied for consumer and for Korean food consumption pattern.

3) Social and culture approach

The rice cake is one of the most traditional Korean food which is placed on the ceremonial occasions such as marriage, and worship. sometimes it is a kind of snack children and adults. In these consumption of rice cake decreased due to western foods like hamburger, pizza, ect,. Furthermore the cost of rice cake is more experience compared to bread made of wheat flour. But Jeung-pyun is very similar to bread in the spongy structure. It is the focus of Korea attention as a well-being food. If new product of Jeung-pyun manufactured by automatic system is developed, consumption of stored rice must be promoted, and increase to consume the new Jeung-pyun.

III. Contents and range of the study

Sub-project 1 : Standardization of Jeung-pyun manufacturing process

1st Year:

◎ Characteristics of Jeung-pyun on manufacturing process

- Physical and chemical properties of Jeung-pyun on manufacturing process
- Sensory evaluation of various Jeung-pyun on manufacturing process

◎ Development of various Jeung-pyun

- Effects of additives on the improvement of Jeung-pyun
- Acceptance test of Jeung-pyun

2nd Year:

- ◎ Effect of packaging methods on the shelf-life of Jeung-pyun
 - Storage characteristics of Jeung-pyun affected steaming time
 - The prediction of shelf-life of Jeung-pyun

- ◎ Application as pilot plant scale
 - Optimization for scale up
 - Manufacturing in pilot plant scale

3rd Year :

- ◎ Development of packaged product
 - Quality characteristic of packaged Jeung-pyun during storage
 - Prediction of shelf - life in packaged product

- ◎ Properties analysis of final product
 - Physical and chemical properties of final product
 - Sensory evaluation of final product

- ◎ Economical analysis
 - Economical analysis and industrialization of manufacturing process

Co-project 1 : Development of automatic manufacturing system of Jeung-pyun

1st Year :

- ◎ Basic survey for automatic system
 - Basic survey of traditional Jeung-pyun automatic manufacturing process

- Establishing of automatic target for Jeung-pyun manufacturing process

2nd Year :

- ◎ Design of Jeung-pyun automatic system
 - Design of automatic controller
 - Construction of automatic controller
 - Development of program for Jeung-pyun manufacturing process

3rd Year:

- ◎ Jeung-pyun manufacturing process
 - Test operation of production facilities
 - Complement and analysis of processing line
 - Examination of optimization methods

IV. Results and application of the study

1. Results of Study

The results of this study could be summarized as the followings :

Sub-project 1 : Standardization of Jeung-pyun manufacturing process

A. Characteristic of Jeung-pyun manufacturing process

1) pH of Jeung-pyun dough was changed to decrease by adding amount of Tak-Ju as a starter but not changed by particle size of rice powder. After 1st

fermentation, the lowest pH was at 35°C then pH was decreased by extension of fermenting time.

2) Initial acidity was not changed by any manufacturing conditions and after 1st fermentation, acidity increased. Amount of Tak-Ju slightly increased the acidity of Jeung-pyun and Jeung-pyun dough.

3) The water content of Jeung-pyun was not changed by any manufacturing conditions.

4) The highest of standing height of Jeung-pyun dough and expansion ratio of Jeung-pyun were shown in 30 mesh of rice powder and 100 : 210 and 125 : 185 of Tak-Ju : water mixture. Over 210ml of Tak-Ju caused highest standing height. At 30 °C and 5hr of 1st fermentation condition it showed the highest standing height of Jeung-pyun dough.

5) As rice particle size was smaller, hardness and adhesiveness of Jeung-pyun were lower, and as fermentation temperature increased, hardness and chewiness were increased and also adhesiveness was decreased. Long fermentation time affected the increase of hardness and chewiness.

6) The standing height of added flour mixtures was higher than no added flour mixture. The high standing height conditions of rice and flour mixture were 540g : 60g with 400ml and 375ml of added water and 480g : 120g with 425ml and 400ml of added water. The more amount of added dry yeast and fermentation time were the higher standing height.

7) As added quantity of flour, fermentation time and dry yeast were increased, expansion ratio of Jeung-pyun was increased but its increasing range was shorter than standing height.

8) Much added amount of flour decreased hardness and chewiness but adhesiveness was increased.

9) Much added amount of dry yeast caused hardness and chewiness to decrease but adhesiveness was increased.

10) Hardness and chewiness were increased and adhesiveness was decreased depending on fermentation time.

11) As added water was increased, adhesiveness was increased, and hardness and chewiness were slightly decreased.

12) The Jeung-pyun having highest sensory evaluation was processed 1st and 2nd fermentation at 30°C, each 2hrs and 30minutes and 30minutes of steaming with mixture was 9:1 of rice powder : flour, 66% of water, 15% of sugars, 0.8% of salts and 0.6% of dry yeast, respectively,.

B. Analysis of Jeung-pyun quality by storage time

1) pH of Jeung-pyun was increased by steaming time and temperature, and was changed to decrease by storage time.

2) The water content of Jeung-pyun steamed for 40min was highest among 3 samples, and was changed to decrease by storage time, And the water content of Jeung-pyun was not changed by any steaming temperatures.

3) The loaf volume of Jeung-pyun was changed to decrease as the steaming temperature increased, and internal structure of Jeung-pyun was more dense by higher steaming temperature.

4) The color value of Jeung-pyun was not changed by steaming time, and the yellow value of Jeung-pyun steamed at 110°C was highest among 3 samples in steaming temperatures.

5) In textural properties, the hardness of Jeung-pyun steamed for 30min, 40min, and 50min were decreased during storage.

6) pH of Jeung-pyun added lecithin 1.0% was lowest among Jeung-pyun added other antistaling agents, pH of Jeung-pyun added oligosaccharide and Novamyl were higher than other Jeung-pyun, respectively,.

7) The water content of Jeung-pyun added antistaling agents were 53 to 55% values. But the water content of Jeung-pyun added oligosaccharide was lowest in Jeung-pyun added other antistaling agents, and was not changed by storage time. water content of Jeung-pyun added α -GTase 5mg and Novamyl 5mg, 20mg, 80mg were lower than other samples, respectively,.

8) The loaf volume of Jeung-pyun added oligosaccharide 35% was highest in

Jeung-pyun added other antistaling agents, and Jeung-pyun added amount of 80mg α -GTase, Novamyl were low, respectively, The loaf volumes of Jeung-pyun added lecithin 0.5%, 1.0%, roasted bean powder 3.0%, α -GTase 20mg, Novamyl 5mg, 20mg were not changed by storage time.

9) The light value of Jeung-pyun added roasted bean powder was lowest, and the red value and the yellow value were highest in Jeung-pyun added other antistaling agents in color value.

10) The gelatinization of Jeung-pyun added lecithin 1.0%, roasted bean powder 3.0%, 5.0% were not changed by storage time. And Jeung-pyun added oligosaccharide was higher than control sample in gelatinization. The gelatinization of Jeung-pyun added Novamyl 20mg was rarely changed in Jeung-pyun added other enzymes.

11) In textural properties, hardness of Jeung-pyun added lecithin, roasted bean powder were not changed by storage time, the hardness of Jeung-pyun added Novamyl, α -GTase were not changed by storage time but adhesiveness was higher than Jeung-pyun added other antistaling agents. Hardness and adhesiveness of Jeung-pyun were increased by added amount of oligosaccharide, and hardness was increased, but adhesiveness was changed to decrease by storage time.

12) In wrapping by PP film, the moisture contents of Jeung-pyun was stable and the pH change was low. pH change was observed in sterilized film by autoclave, experimental group, and ultraviolet rays.

13) The change of maltose content was not shown in PP film packaged Jeung-pyun. PP film was more desirable than HDPE film in Jeung-pyun packaging.

14) When green tea and coffee powder were added for flavoring, low pH in Jeung-pyun was observed.

15) The change of texture in Jeung-pyun was low in PP film packaged Jeung-pyun.

16) The change of color in Jeung-pyun flavored by green tea or coffee powder was low in PP film packaged product sterilized by autoclave.

17) The flavoring in order of coffee > cocoa > green tea well masked the yeast smell in Jeung-pyun.

C. The shelf - life of Jeung-pyun by packaging methods

1) Packaging methods were investigated in PE film, nitrogen filling, gamma irradiation in order to enhance the shelf-life of Jeung-pyun

2) In wrapping by PE film, aerobic bacteria of Jeung-pyun was observed 10^6 CFU since 5 days. And then decomposition smell and texture deformation were occurred. On the other hand, nitrogen filling packaging were extended 2 days than PE film packaging. Gamma irradiated groups were not detected aerobic bacteria during storage times. The shelf-life of packaged Jeung-pyun was almost

10 days.

3) Hardness was increased but flavor, taste and texture were decreased by sensory evaluation in gamma irradiated Jeung-pyun.

4) Gamma irradiation were very affective to extend the shelf-life of Jeung-pyun at the level of 5kGy dosage.

D. Development of various Jeung-pyun

1) According to the result of sensory evaluation in different sugar addition quantity were 15%(A), 17.5%(B), 20%(R), 22.5%(C), 25%(D), A and B were low preference to R that C and D were not in difference

2) Rice flour a food addition each functional affix quantity the effect sensory special of Jeung-pyun reached effect, addition of 1% additive in Jeung-pyun was showed the highest preference in whole satisfaction.

3) The laminaria, pine needles, motherwort, mulberry powder is each 1% added side the man 10 bottle, 10 person women also the preference executed the prosecuting attorney each in the object. Result man is motherwort, laminaria, mulberry powder, pine needles preference was good, women is motherwort, laminaria, pine needles, mulberry powder preference was good.

4) Result by sensory test of evaluation is making Jeung-pyun imposing additive of proper amount and development of traditional food by sensory

preference is considered that may be rice consumption promotion.

Sub-project 2 : Development of automatic manufacturing system of Jeung-pyun

1) An automatic system of manufacturing Jeung-pyun is necessary for manufacturing Jeung-pyun requiring highly skilled expert.

2) Jeung-pyun system was designed and fabricated using PBM-R5, a high speed microcontroller to carry out several function related to the process variable and states such as the measurement of temperature and humidity, displaying measured data on LCD-displayer, monitoring of process and actuator controls with specified setting points.

3) Operation program of the Jeung-pyun system was developed by PIC basic language, and composed of one main program and four sub-programs.

4) The automation system of Jeung-pyun called as, a Jeung-pyun Automatic System(JAS) was constructed to have two chambers for a fermenter and a steamer, and Jeung-pyun system to regulate the humidifier and steamer.

5) Jeung-pyun system was conducted with the JSA to validate its performance and capability for the practical application.

6) The real time bases monitored patterns of Jeung-pyun dough in the fermentation stages and steaming process showed that temperature and humidity

were successfully regulated at set points of 38 degree with $\pm 1.8^{\circ}\text{C}$ and 50 percent with $\pm 5.5\%$ RH, respectively,.

7) The quality of Jeung-pyun manufactured by the JAS was almost name as that of commercial one produced by a skilled expert.

8) The operation cost of the automatic system developed for manufacturing the Jeung-pyun was 124,628 won per one day, and the each price of Jeung-pyun cost 125 won.

2. Suggestion for application of research results

According to government of a person in Korea rice consuming quantity is decreasing after 1980 in yearly average 2.2%. Due to the agricultural techniques such as breeding agricultural cherry cake, the quantity of rice produced increased every year markedly. The another reason was to Korea traditional food prepared by rice, furthermore the production cost of rice cake was more cheap than western food like bread, custard prepared by wheat.

In this study to promote the rice consumption and increasing the farm household income, new automatic manufacturing system of Jeung-pyun was development, and their new product prepared by a system in very favorite to all people due to the various kind of Jeung-pyun and low price. The automatic system could produced the hygienic and inexpensive Jeung-pyun an mass sale.

CONTENTS

Chapter 1. Outline of the research	39
Section 1. Necessity of the research	39
1. Necessity and objective of the research	39
a. In the technical approach	39
b. In the economic and industrial approach	40
c. In the social and cultural approach	41
Section 2. Propriety of technical development	42
Chapter 2. Domestic and international technical development at present	45
Section 1. Domestic and international technical development at present and its problem	45
Section 2. Prospect of future	46
Chapter 3. Research results	48
Section 1. Standardization of Jeung-pyun manufacturing	48
1. Jeung-pyun manufacturing related to characteristic	48
a. Manufacturing of Jeung-pyun related to traditional method	48
b. Quality characteristic of Jeung-pyun related to traditional method	51
2. Jeung-pyun manufacturing process using yeast	64
a. Introduction	64

b. Manufacturing of Jeung-pyun using yeast	65
c. Characteristic of Jeung-pyun using different quantity of yeast	68
3. Sensory evaluation	77
a. Sensory evaluation	77
b. Statistical analysis	78
c. Result and conclusion	79
d. Conclusion	80
4. Standardization of Jeung-pyun manufacturing using only rice flour	81
a. Manufacturing of Jeung-pyun	82
b. Quality characteristic of Jeung-pyun	83
Section 2. Analysis of Jeung-pyun storage characteristic	88
1. Change in physical properties of Jeung-pyun by steaming temperature and time during storage	88
a. Experiment material and plan	88
b. Quality characteristic of Jeung-pyun during storage time	89
2. Selection for antistaling of Jeung-pyun	96
a. Methods of Jeung-pyun added with antistaling agents	96
b. Characteristics of Jeung-pyun added with antistaling agents	97
3. Characteristics of Jeung-pyun at different packaging methods in storage times	111
a. Materials and methods	111
b. Result and conclusion	111
4. Characteristics of Jeung-pyun added with flavorings in storage times ...	120
a. Material and methods	120
b. Characteristics of Jeung-pyun added with flavorings	121
Section 3. Shelf-life of Jeung-pyun at different packaging methods	134

1. Manufacture of Jeung-pyun	134
2. Quality characteristics of Jeung-pyun with at different packaging methods	135
3. Conclusion	146
Section 4. Improvement of Jeung-pyun	147
1. Sensory evaluation of Jeung-pyun according to the level of added sugar	147
2. Sensory evaluation and Loaf volume of Jeung-pyun according to the level of added yeast	149
3. Development of Jeung-pyun at various kinds and contents of additives	151
a. Manufacture of Jeung-pyun	151
b. Sensory evaluation of developed Jeung-pyun	153
4. Conclusion	160
Section 5. Development of automatic manufacturing system of Jeung-pyun ..	161
1. The basic analysis for automatic system design	161
a. The basic search for automatic system design	161
b. Establishment of target in automatic manufacturing system of Jeung-pyun	166
c. Automatic technique development	167
2. Conceptive design of Jeung-pyun automatic system	172
3. Design and manufacture of automatic system process	174
a. Basic design concept of Jeung-pyun automatic system(JAS)	174
b. Design of JAS controller	175
4. Construction and test run of the JAS	210
a. Materials	210
b. Methods	212

c. Construction of the JAS	213
d. Test run of the JAS	219
e. Conclusion	225
5. Economic analysis	226
Chapter 4. Degree of goal achievement and contribution to related field	229
Section 1. Objective achievement degree	229
Section 2. Contribution to related field	231
1. In the technical approach	231
2. In the economical and industrial approach	231
Chapter 5. Application of research results	232
Section 1. Results and conclusions of research	232
Section 2. Application	241
Chapter 6. Overseas scientific technique information during research	242
Chapter 7. References	243

목 차

제 출 문	1
요 약 문	2
SUMMARY	18
CONTENTS	31
목 차	35
제 1 장 연구개발과제의 개요	39
제 1 절 연구개발의 목적 및 내용	39
1. 연구 개발의 필요성과 목적	39
가. 기술적 측면	39
나. 경제·산업적 측면	40
다. 사회·문화적 측면	41
제 2 절 연구개발 내용 및 범위	42
제 2 장 국내외 기술개발 현황	45
제 1 절 국내외 관련기술의 현황 및 문제점	45
제 2 절 앞으로의 전망	46
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	48
제 1 절 증편 제조공정의 표준화	48
1. 제조공정별 증편의 특성	48

가. 전통적인 방법에 의한 제조	48
나. 공정별 증편의 이화학적 특성	51
2. 효모를 이용한 증편 제조공정의 표준화	64
가. 시설	64
나. 효모를 이용한 증편의 제조	65
다. 효모를 이용한 증편의 이화학적 특성	68
3. 관능평가	77
가. 관능평가	77
나. 통계처리	78
다. 결과 및 고찰	79
라. 결론	80
4. 쌀가루만을 이용한 증편 제조의 표준화	81
가. 증편의 제조	82
나. 제조된 증편의 품질 특성	83
제 2 절 증편의 저장성 분석	88
1. 증자시간 및 온도에 따른 저장 특성	88
가. 실험 재료 및 설계	88
나. 저장 중 증편의 품질 특성	89
2. 노화 지연을 위한 첨가제 선택	96
가. 노화지연제 첨가를 위한 실험 설계 및 제조	96
나. 노화지연제를 첨가한 증편의 품질 특성	97
3. 포장재료 및 방법에 따른 저장 중 품질 특성	111
가. 포장재료 선정 및 방법	111
나. 결과 및 고찰	111
4. Flavoring 첨가에 따른 저장 중 품질 특성	120
가. 재료 및 방법	120

나. flavor첨가에 따른 품질 특성	121
제 3 절 증편의 포장 조건에 따른 품질수명(Shelf-life)실험	134
1. 증편의 제조	134
2. 포장 조건에 따른 저장 중 품질 특성 및 관능평가	135
3. 결론	146
제 4 절 다양한 종류의 증편 개발 및 관능평가	147
1. 설탕의 첨가량에 따른 증편의 관능평가	147
2. 이스트 첨가량에 따른 증편의 관능평가 및 부피변화	149
3. 다양한 첨가물을 가미한 증편의 개발	151
가. 증편의 제조	151
나. 첨가물에 따른 증편의 관능평가	153
4. 결론	160
제 5 절 증편의 자동화 생산공정 개발	161
1. 공정 자동화 설계를 위한 기초분석	161
가. 공정 설계를 위한 기본 정보 조사	161
나. 증편 제조 공정 중 자동화 target의 설정	166
다. 자동화 기반 기술 개발	167
2. 증편 자동 제조 시스템의 개념적 디자인 설계	172
3. 공정별 자동화 생산 설비 설계 및 제작	174
가. 증편 자동화 시스템(JAS)의 기본 디자인 개념	174
나. JAS 제어부(증편 컨트롤러) 디자인	175
4. JAS의 제작 및 시험 가동	210
가. 실험재료	210
나. 실험방법	212
다. JAS의 제작	213
라. JAS의 시험 가동	219

다. 결론	225
5. 증편의 경제성 분석	226
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	229
제 1 절 목표 달성도	229
제 2 절 관련분야에의 기여도	231
1. 기술적 측면	231
2. 경제·산업적 측면	231
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	232
제 1 절 연구개발결과 및 결론 요약	232
제 2 절 활용계획	241
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	242
제 7 장 참고문헌	243

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적 및 내용

1. 연구 개발의 필요성과 목적

가. 기술적 측면

쌀로 만든 제품 중 하나인 증편은 발효 과정을 거치는 유일한 쌀떡으로 다른 종류의 떡과는 달리 다공성의 조직을 형성하여 매우 부드러우며 이로 인한 특유의 식감으로 높은 기호도를 갖고 있는 소화흡수가 잘 되는 우리의 오래된 전통 식품이다. 증편의 이러한 외견상 제품특징은 마치 밀 단백질의 기능 특성성분인 gluten 형성능에 의하여 제조되는 빵과 매우 유사하다. 밀가루 빵의 경우 특유의 조직감은 반죽의 발효과정에서 일어나는 구성 성분 간의 상호작용 및 Yeast 발효에 의해 생성된 CO₂에 의한 반죽의 팽창, 그리고 성형 후 가열 과정을 통한 이들 성분 간의 가열 변성에 따른 망상 조직의 고착화에 기인한다고 알려져 있다. 그러나 쌀로 제조하는 증편의 경우에는 쌀 단백질의 특성상 gluten 형성능이 없음에도 불구하고 빵과 같은 다공성 조직을 가지는데, 이는 증편반죽이 발효과정을 거치면서 미생물의 작용 및 성분의 상호작용에 의한 망상 구조 형성 가능 물질의 생성에 따른 결과라고도 생각해 볼 수 있다. 이와 같이 증편은 밀가루 빵과 유사한 우리의 전통 발효 쌀떡이지만, 제조방법의 표준화가 이루어지지 않고 있어 발효온도 및 발효시간이 다양하고, 따라서 품질도 각양각색으로 일정하지 않아 상품으로서의 가치를 가지고 있지 못한 실정이다. 또한 전통 탁주가 갖고 있는 효모를 이용하여 발효시키기 때문에 발효취에 의한 제품의 이취로 품질을 떨어뜨리고 있다. 한편 증편은 다른 전통 떡류에 비해 보존성

이 양호한 편이나 곡류 전분의 호화과정을 거쳐 제조된 수분함량이 50% 이상인 제품이기에 때문에 보존기간이 경과함에 따라 전분이 노화되어 다른 떡류의 경우와 같이 딱딱해지는 동시에 미생물의 작용으로 변패되어 장기간 저장할 수 없는 단점을 지니고 있다. 따라서 우리 고유의 발효 쌀떡인 증편의 품질을 향상시키고 빵에 익숙해져 있는 젊은 층이 선호할 수 있는 다양한 증편을 개발하는 것은 매우 중요한 일이다. 이를 위해서는 전래 증편의 제법을 표준화하고 아울러 현대의 식생활 양식에 맞게 제조법을 개선하여 보존성을 향상시키고 대량생산이 가능하도록 산업화함으로써 증편 제품의 다양화 및 품질 고급화를 도모해 나아가도록 해야 할 것이다. 이를 위하여 증편에 관한 보다 체계적이고 다각적인 연구가 이루어져야 할 것이며 그 일환으로서 본 전통증편 제조방법의 표준화와 대량생산을 위한 자동화 공정의 개발을 통하여 증편이 빵이나 즉석 밥과 같이 우리의 일상식으로 자리 매김 함으로써 쌀 소비촉진을 물론 신도불이 전통 쌀제품의 섭취로 국민건강에 이바지 하고자 본 연구를 수행하고자 한다.

나. 경제·산업적 측면

우리나라는 예로부터 주요 쌀 생산국으로서 쌀을 주식으로 해왔으며 생산된 쌀은 주로 밥으로서 소비되고 술, 떡 등과 같은 가공식품의 형태로 소비되는 양은 전체 쌀 소비량의 5% 정도에 불과하다. 우리나라 국민 개인 당 쌀 소비량은 경제성장으로 인한 서구 식문화의 도입 등으로 인해 80년부터 매년 줄어 80년 132.7kg를 기록했으며 98년부터는 100kg이하로 낮아져 99년에는 96.9kg, 2000년에는 93.6kg에 불과했고 2001년은 사상처음으로 80kg 이하로 떨어질 것으로 예상된다. 그러나 그간 식량자급정책의 일환으로 농업의 기계화 및 미작기술의 발달이 이루어져 쌀의 과잉공급을 가져와 우리나라의 쌀 재고량이 2001년에 989만 가마에 이르렀고 올해는 1000만석을 넘을 것이 확실시되고 있어 양곡을 저장하는데 소요되는 경비가 큰 부담이 되고 있다. 이러한 소비의 감소로 인한 저장 양곡의 증가는 정부의 여러 가지 정책

에도 불구하고 상당기간 지속될 것으로 전망되고 있어 쌀의 적극적인 소비 확대 방안이 마련되어야만 어느 정도 문제점을 해결할 수 있을 것이다. 따라서 정부 재고미 및 우리나라의 기간 작목인 쌀의 지속적인 소비를 위한 방법의 하나로서 서구화되어 가는 우리의 식생활 패턴에 적합하면서도 우리의 기호도를 충족시킬 수 있는 쌀 가공품의 개발이 절실히 요구되고 있다.

다. 사회·문화적 측면

떡은 우리나라 전래의 곡물 조리 가공 식품으로 간식, 편이식으로 식사를 대신하기도 했지만 관혼상제를 비롯하여 즐거울 때나 슬플 때를 막론하고 항상 상차림의 필수 음식으로 우리와 함께 하여왔다. 그러나 근래에 이르러 우리의 식생활에서 떡의 가치는 점점 위축되어가고 있는 실정이다. 이는 현대사회의 산업화로 식생활에 많은 변화가 생겼기 때문이다. 즉 산업화로 인한 식품의 대량생산으로 가공식품이나 즉석식품 등이 많이 개발되었고 외래 식문화의 유입이 급속도로 커졌기 때문이다. 이와 같은 상황에서 가내공업 수준의 비위생적인 제조시설에 의해 생산된 떡의 소비는 감소할 수밖에 없으며, 가격도 빵보다 비싸 소비자가 더욱 외면하고는 실정이다. 증편은 떡과 빵의 중간 형태로서 특유의 기호성을 가지고 있어 현실적인 소비패턴에 부합하는 쌀 가공식품으로 주목받고 있다. 쌀의 가공성 개선을 통한 부가가치 증대 방안이 적극적으로 검토되어야 할 현시점에서 증편과 같은 발효 쌀 가공식품의 대량 생산 및 산업화 방안에 관한 연구는 잉여 쌀의 소비촉진과 이용성증대를 위한 현실적 방안이 되리라 생각된다.

제 2 절 연구개발 내용 및 범위

연차별 연구개발 목표와 내용은 다음과 같다.

구 분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (2003년)	제조공정별 특성 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 증편 제조공정조건별 이화학적 분석 - 제조 공정조건별 증편의 관능검사
	다양한 종류의 증편 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 첨가재료에 의한 증편의 다양화와 현대화 - 관능검사에 의한 높은 기호도의 증편 선정
	공정 자동화 설계를 위한 기초분석	<ul style="list-style-type: none"> - 전통 증편 제조공정의 자동화 필요 요소 조사 - 증편 제조공정 중 자동화 target 및 체계의 설정

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차년도 (2004년)	<p>포장에 따른 저장성 분석</p> <p>Pilot plant scale로의 적용</p> <p>자동화 생산 설비 설계</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 증자 시간에 따른 저장성 분석 - 포장방법에 따른 품질수명(Shelf-life) 측정 - Scale up을 위한 최적화방안 - Pilot plant scale에서의 제품 생산 - 자동화 체계 설계 - 자동화 제어장치 설계 및 제작 - 공정별 제어프로그램 설계

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
3차년도 (2005년)	포장제품의 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 포장제품의 유통 및 저장 중 발생하는 문제점 분석 및 해결 - 포장제품의 품질수명 예측모델 개발
	자동화생산 공정의 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 생산 설비의 시험운전 - 제조라인의 문제점 분석 및 보완 - 최적화 방안 검토
	자동화공정 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 최종 제품의 이화학적 특성분석 - 최종 제품의 관능검사
	경제성 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 제조공정의 산업화 및 경제성 분석

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내외 관련기술의 현황 및 문제점

증편은 조선왕조 초엽부터 소개되어 내려오는 전통 발효 쌀떡의 일종으로 지방에 따라서는 기지떡, 기주떡, 병거지떡, 술떡, 증병 등으로 불리어지고 있다. 그 제법은 쌀가루에 탁주를 첨가, 반죽하여 발효시킨 후 찌서 만든 시큼한 맛과 향기가 어우러진 식품으로 탁주에 함유된 각종 성분과 효모의 작용에 의해 쌀에 함유된 여러 가지 성분의 물리 화학적 변화를 일으킴으로써 저장성과 소화흡수가 용이한 해면상의 망상구조를 형성하나 그 구체적인 메커니즘에 관해서는 알려져 있지 않다. 외국에서 쌀을 이용한 발효식품으로는 인도의 대중적인 전통식품인 Idli가 있는데 이것은 쌀과 콩(black gram)을 사용한 발효식품으로 미생물을 이용한다는 측면에서는 우리나라의 증편과 유사하다. 또 일본에서는 쌀의 단백질이 밀보다 우수하다는 견지에서 밀의 단백질을 개선하기 위해서 쌀가루를 첨가한 쌀빵이 제조되고 있으며, 미국에서는 밀 단백질에 알레르기 증상을 보이는 환자(coeliac disease)와 저 단백질-저 나트륨식을 하는 환자를 위해 쌀가루를 전량 사용한 빵의 개발이 시작되었다. 그러나 쌀 고유의 단백질만으로는 밀 단백질의 특성인 망상구조의 형성이 불가능하므로 100% 쌀빵을 제조하기 위해서 여러 종류의 gum 질이나 계면 활성제(carboxymethylcellulose나 alginate)를 사용하여 제빵 후의 조직감, gas 보유 능력 및 부피의 향상을 시도하였다. 쌀의 주된 단백질은 밀과 같은 prolamin과 glutelin에 속하면서도 gluten형성이 어렵기 때문에 첨가제를 사용하지 않고 쌀만을 사용한 제품을 제조하는 것은 매우 어려우나 증편의 경우는 gluten의 형성 없이도 발효과정 중 가스에 의해 빵과 같은 스펀지구조를 가지게 된다.

현재까지 보고된 증편 제조방법에 관한 연구로는 재래식 증편 제조법의 개량화에 관한 연구를 통하여 yeast와 쌀가루를 주재료로, 일정량의 쌀가루에 yeast, 설탕 및

물을 각각 1%, 10% 및 65% 섞어 25~35℃에서 15~20시간 발효시킨 다음 이것을 기본으로 2~3배의 쌀가루에 10% 설탕과 50% 물로 재차 반죽하여 35℃에서 3시간 숙성 시켜 증편을 제조하는 공정을 설정한 바 있다. 또한 밀가루의 배합 및 발효시간에 따른 증편의 texture 특성 비교 연구에서 쌀가루에 밀가루를 25% 첨가한 복합분으로 증편제조가 가능하며 발효시간은 2시간이 적절하다고 보고한 바 있다. 또 다른 연구에 의하면 쌀가루는 습식 제분한 것이 좋았고 적정 배합비는 건조효모 2%, 설탕 10%, 소금 1.5%, 물 130%였으며 30℃에서 3시간 숙성시킨 후 뒤집기 하여 30℃에서 30분간 2차 발효시켜 스팀에서 10분간 처리한 것이 좋았음을 밝혔고, 쌀 품종별 증편의 저장기간에 따른 물성 및 기호성의 변화를 조사하여 독일계 고미를 이용하여도 양질의 증편을 제조할 수 있으며 두께 75 μ m인 PP/Nylon 적층 필름을 11.5×7.5×4.5cm 크기로 용기화 하여 배합된 반죽을 발효시킨 후 용기 그대로 증자하여 밀봉하고 이를 유통시켰을 때 제조공정의 간편화는 물론 품질 수명도 연장시킬 수 있다고 보고 하였다. 증편의 발효 중 전분 및 단백질의 변화 등의 보고가 있지만 증편의 제조 방법이 문헌마다 다를 뿐 아니라 단순한 전분 가공식품의 수준에 머물러 있기 때문에 이에 대한 보다 체계적이고 구체적인 연구가 이루어 져야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 가내수공업 수준으로 비위생적으로 제조되고 있는 전통 발효 쌀떡인 증편의 대중화를 위해 다양한 재료의 최적화된 배합비율을 설정함으로써 제조법의 표준화를 확립하고, 또한 영양적 가치를 향상시킨 다양한 연령층의 기호에 맞는 증편을 개발할 것이며, 대량생산을 위한 자동화 생산공정의 개발로 저렴한 가격으로 손쉽게 위생적인 증편을 이용할 수 있도록 하기 위해 본 연구를 수행하였다.

제 2 절 앞으로의 전망

- 쌀의 1인당 소비량은 1980년대 이후 지속적인 감소 추세를 나타내고 있으며,

1999년에는 96.9Kg으로 1990년대 들어와 연평균 2.2%의 감소추세를 나타내고 있다.

- 비료, 농약, 농기계의 사용증가와 품종개량, 관배수시설의 확충, 영농기술개선 등으로 농업생산성이 크게 확대되어 쌀의 감소와 더불어 잉여의 쌀로 인한 농촌경제에 큰 부담을 주고 있다.

- 산업화로 인한 식품의 인스턴트화 및 외래 식문화의 유입으로 인한 떡의 소비가 점차 줄어들고 있다.

- 떡은 대부분 집에서 만들어 먹거나 가내 수공업 수준의 떡집에서 구입하기 때문에 다른 인스턴트식품에 비해 가격이 높고, 비위생적이며, 구입이 번거로워 소비가 제한적으로 이루어지고 있다.

- 국민소득수준의 향상과 산업화, 도시화의 급진전에 따라 가공식품의 내수시장이 급속히 팽창 확대되었으며 고급화, 다양화, 편의성, 안전성에 대한 소비자욕구가 더욱 강렬해짐으로써 고부가가치 가공식품의 수요확대가 이루어지고 있다.

- 식품산업의 발전으로 함께 가공식품 소비율이 1975년 20.6%에서 1999년 39.9%로 증가하였으며, 또한 국민 1인당 식품산업의 부가가치는 1975년 6만 7천원에서 1999년 20만 7천원으로 3배가량 증가한바, 앞으로도 가공식품의 수요는 증대 될 것이다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 증편 제조공정의 표준화

1. 제조공정별 증편의 특성

증편의 자동화 생산공정을 개발하기 위해서는 우선 표준화된 증편의 생산공정의 선택이 중요하다. 증편제조 공정 간의 최적조건을 찾아내고, 그것을 바탕으로 자동화 생산 시 공정 간의 제어조건을 분석 파악하여야한다.

가. 전통적인 방법에 의한 제조

증편의 제조 공정 중 증편의 품질에 많은 영향을 미치는 인자를 선정하여 각 조건별 증편의 pH, 산도의 변화 및 1·2차발효 후 반죽의 부피변화와 증자 후 부피의 변화 및 완성된 증편의 texture 변화를 알아보았다.

1) 실험재료

본 실험에서 사용한 쌀은 당진산 아키바레를 구입하여 세척 후 6시간(겨울, 10℃) 침지한 뒤 1시간동안 충분히 물 빼기를 하고 분쇄하여 사용하였다. 탁주는 동일 제품(포천일동, 한국)을 유성에 소재하고 있는 도매점으로부터 구매하여 사용하였다. 부재료로는 설탕(제일제당, 한국)과 소금(한주소금, 한국)을 사용하였다.

2) 실험 설계

증편의 주재료로 사용되는 쌀의 품종(만미, 추청, 고아미 2호)과 부재료의 첨가량,

그리고 증편의 제조 공정이 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 문헌조사와 예비 실험을 행한 결과 쌀의 종류와 설탕, 소금의 첨가량에 따른 증편의 이화학적 특성 및 물성에 끼치는 영향은 쌀의 품종 간에는 유의차가 거의 없었으며, 설탕과 소금 또한 맛을 제외한 증편의 특성에는 거의 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 그러나 증편의 제조 공정 조건은 증편의 특성에 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타나 쌀가루 입자의 크기, 탁주와 가수량의 비율, 1차 발효온도 및 시간, 증자 시간을 증편 제조 공정의 표준화를 위한 중요 요인으로 설정하였다. 따라서 쌀의 품종과 설탕과 소금의 양은 변수로 설정하지 않고 제조 공정 중 조건만을 변수로 정하여 실험하였으며, 실험되어지고 있는 조건 이외의 제조 조건은 쌀가루의 입자크기 30mesh, 탁주와 가수량의 비율은 100 : 210, 1차 발효온도와 시간은 30℃에서 5시간, 2차 발효온도는 35℃에서 30분 그리고 증자시간은 100℃에서 30분으로 예비실험을 통하여 미리 설정하였다.

각 공정에서의 세부 변수는 Table 1-1에 나타나있다.

Table 1-1. Various factors and manufacturing condition of Jeung-pyun

Experimental No.	Particle size of rice (mesh)	Mixing ratio of Tak-ju and water (ml:ml)	1st fermentation Temp. (°C)	1st fermentation time (hr)	steaming time (min)
RS ^{a)}	1	20	100 : 210	30	5
	2	30			
	3	40			
TW ^{b)}	1	50 : 260	30	5	30
	2	75 : 235			
	3	100 : 210			
	4	125 : 185			
	5	150 : 160			
FT ^{c)}	1	100 : 210	20	5	30
	2		25		
	3		30		
	4		35		
FH ^{d)}	1	100 : 210	30	4	30
	2			5	
	3			6	
ST ^{e)}	1	100 : 210	30	5	30
	2				40
	3				50
	4				60

a)particle size of rice b)mixing ratio of Tak-ju and water c)1st fermentation Temp. d)1st fermentation time e)steaming time (SAS, ANOVA, Tukey test, $\alpha=0.05$)

3) 증편의 제조

본 실험에서 증편의 제조공정은 전통적인 방법과 예비실험을 통하여 채택되었다. 쌀가루 600g에 대하여 설탕 15%(90g)와 소금 0.8%(4.8g)을 첨가한 뒤 탁주와 물을 일정비율로 더하여 반죽기를 사용하여 한쪽 방향으로 저어주어 mixing 및 kneading 을 하였다. 반죽을 마친 시료는 270mm × 195mm × 50mm 의 tray에 넣은 뒤 수분

의 증발을 막기 위하여 HDPE film을 사용하여 완전히 밀봉한 후 incubator에 넣어서 1차 발효를 마친 뒤 꺼내 50회 정도 저어주기를 실시하여 가스빼기를 해주었다. 2차 발효는 다시 incubator에서 30℃, 30분간 실시한 뒤 260mm × 260mm × 20mm의 틀에 넣고 100℃ 증자하였다.

나. 공정별 증편의 이화학적 특성

1) pH측정

pH는 시료 5g에 증류수를 50ml을 가하고 homogenizer (MS-HMG2400, 한국)로 3분간 균질화 시킨 뒤 pH meter (230A, Orion research Inc, USA)를 이용하여 측정하였다.

Table 1-2. Effect of various manufacturing condition of Jeung-pyun dough on pH

Experimental No.	RS ^{a)}			TW ^{b)}					FT ^{c)}				FH ^{d)}		
	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3
Before 1st fermentation	5.56 a	5.50 a	5.43 a	5.84 a	5.73 b	5.49c	5.46 c	5.33 d	-	-	-	-	-	-	-
After 1st fermentation	4.84 a	4.90 a	4.88 a	5.14 a	4.93 b	4.89b c	4.86 c	4.73 d	5.28 a	4.49 b	4.95 b	4.87 c	5.09 a	4.95 b	4.51 c

a)particle size of rice b)mixing ratio of Tak-ju and water c)1st fermentation Temp. d)1st fermentation time (SAS, ANOVA, Tukey test, $\alpha=0.05$)

입자의 크기에 따른 실험 결과 발효전의 pH와 1차발효 후의 pH 모두 영향을 받지 않는 것을 볼 수 있으며 발효과정을 거치면서 pH가 낮아지는 것을 볼 수가 있다. 입자크기에 따른 반죽의 pH는 유의차가 없었다. 탁주의 첨가량에 따른 pH변화는 Table 1-2에서 보는 바와 같이 탁주의 첨가량이 늘어날수록 1차발효 전 증편 반죽

의 pH가 낮아지는 것을 볼 수 있으며 그에 따라 1차발효후의 pH 또한 탁주의 첨가량이 많을수록 더 낮아지는 것을 볼 수가 있다. 발효온도에 따른 pH는 20℃에서의 pH가 가장 높았으며 25℃와 30℃사이의 pH에는 유의적인 차이가 없었으며, 35℃일 때 pH가 가장 낮은 것으로 나타났다. 발효시간에 따른 반죽의 pH를 살펴보면 발효시간이 경과 할수록 반죽의 pH가 더 낮아지는 것을 볼 수가 있다.

2) 적정산도

반죽된 시료 10g을 증류수 50ml에 용해시킨 뒤 homogenizer로 3분간 균질화 시킨 뒤 pH 8.3까지 적정하는데 소비된 0.01N NaOH용액의 ml수를 구하고 이로부터 g당 소요되는 0.01N NaOH의 mEq를 계산하여 적정산도로 하였다.

쌀가루 입자의 크기에 따른 적정산도는 pH의 경우와 마찬가지로 쌀가루 입자의 크기가 적정산도에 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났으며 1차발효가 끝난 후 적정산도가 증가하였다. 탁주 첨가량에 따른 적정산도는 Table 1-3에서 보는 바와 같이 탁주의 첨가량이 늘어날수록 발효 전 증편 반죽의 적정에 필요한 0.01N NaOH의 소모량이 늘어나는 것을 볼 수가 있으며 1차발효 후에도 적정 산도 또한 탁주량에 따라 경시적으로 늘어나는 것을 볼 수가 있으나 적정산도간의 유의차는 없는 것을 볼 수 있다.

Table 1-3. Effect of various manufacturing condition of Jeung-pyun dough on acidity

Experimental No.	RS ^{a)}			TW ^{b)}					FT ^{c)}				FH ^{d)}		
	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3
Before fermentation	0.011 a	0.010 a	0.010 a	0.010 a	0.011 a	0.011 a	0.013 a	0.013 a	-	-	-	-	-	-	-
After fermentation	0.021 a	0.020 a	0.017 a	0.019 a	0.020 a	0.021 a	0.021 a	0.022 a	0.017 b	0.017 b	0.021 a	0.022 a	0.020 b	0.021a b	0.026 a

a)particle size of rice b)mixing ratio of Tak-ju and water c)1st fermentation Temp. d)1st fermentation time (SAS, ANOVA, Tukey test, $\alpha=0.05$)

3) 증편의 수분 함량 측정

증편을 썬낸 30분 뒤에 3g을 취하여 Infrared dryer(FD-240, Kett, Japan)를 사용하여 증편의 수분 함량을 측정하였다. 120℃로 열을 가하여 시료내의 수분함량의 변화가 0.01% 미만인 상태로 30초간 유지되었을 때 수분함량이 측정되도록 하였다.

증편의 수분함량은 공정조건에 따라 약간의 변화는 있으나 유의적인 차이는 거의 없는 것으로 나타났다(Table 1-4).

Table 1-4. Water contents of Jeung-pyun by various manufacturing conditions

Experimental No.	TW ^{b)}					ST ^{e)}			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Water contents	54.2a	53.8a	53.7a	53.5a	53.1a	53.2a	53.6a	53.5a	52.7b

b)mixing ratio of Tak-ju and water
e)steaming time (SAS, ANOVA, Tukey test, $\alpha=0.05$)

4) 일반 성분 분석

증편의 일반성분은 수분, 탄수화물, 지방, 단백질, 회분의 양을 총 증편의 무게에 대한 %로 구하였다.

증편의 전체적인 일반성분은 Table 1-5에 나타나있다. 증편 제조공정에 따른 증편의 일반성분은 그 변화의 차이가 거의 없는 것으로 나타나 공정 조건의 변화에 따른 일반성분의 변화는 없는 것으로 여겨진다. 그러나 가수량에 따른 수분함량의 변화는 가수량에 따라 달라지며, pH나 적정산도의 측정에서 나타났듯이 발효가 진행될수록 pH는 낮아지고 적정산도가 높아지는 것은 발효 과정을 거치면서 당이 미생물에 의한 발효를 거치면서 lactic acid와 succinic acid가 생성되기 때문이다. lactic acid는 발효시간이 길어질수록 경시적으로 증가하는 경향을 가지고 있다.

Table 1-5. The general component table of Jeung-pyun

	Water (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Carbohydrate (%)	Ash (%)
General component	53.6 ± 0.3	3.9 ± 0.05	0.9 + 0.05	40.8 ± 0.2	0.8 ± 0.01

5) 증편 반죽의 standing height 비율 측정

상기 제조 공정에 따라 섞여진 반죽 150ml을 취하여 250ml의 비이커에 넣은 뒤 1차 발효전과 1차발효 후에 증가한 반죽의 높이를 vernier calipers를 이용하여 부풀어 오른 반죽의 높이를 측정하였다. 반죽의 높이의 측정은 반죽의 가운데 부분과 바깥쪽 부분에서 측정하였고 그 평균값을 1차발효 전 반죽 높이와의 비율을 알아보았다.

Table 1-6을 보면 쌀가루 입자의 크기가 커질수록 standing height의 비율이 증가하는 것을 관찰할 수 있으며 30mesh와 40mesh 사이의 유의차는 없는 것으로 나타났다. 탁주의 첨가량에 따른 결과는 탁주와 물을 100 : 210, 125 : 185 의 비율로 첨

가했을 때 가장 높은 standing height를 보였으며 탁주와 물의 비율이 150 : 160 인 경우에는 오히려 standing height가 낮아지는 것을 볼 수 있다. 발효온도에 따른 standing height 비율은 30℃일 때 가장 높았고 20℃ 보다는 25℃일 때의 standing height의 비율이 증가하였으나 35℃에서는 오히려 감소하는 것을 볼 수 있었다. 발효 시간 또한 발효 시작 후 5시간이 되었을 때 가장 큰 standing height를 보였고 6시간째에는 줄어들었다.

Table 1-6. Effect of various manufacturing condition of Jeung-pyun dough on standing height

Experimental No.	RS ^{a)}			TW ^{b)}					FT ^{c)}				FH ^{d)}		
	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3
After fermentation	1.47b	1.56a	1.60a	1.30c	1.50b	1.60a	1.60a	1.2d	1.15d	1.35c	1.60a	1.50b	1.35c	1.60a	1.45b

a)particle size of rice

b)mixing ratio of Tak-ju and water

c)1st fermentation Temp.

d)1st fermentation time (SAS, ANOVA, Tukey test, α=0.05)

6) 증편의 팽창률 측정

2차발효를 마친 반죽에서 50ml을 취하여 직경 60mm × 깊이 45mm인 알루미늄 can에 넣어 증자를 한 뒤 30분간 방열을 한 뒤 윗부분을 물이 스며들지 않게 식품포장용 랩필름(100mm × 100mm)으로 감싼 뒤 700ml의 증류수가 담겨진 1000ml의 mass cylinder에 넣어서 증가한 부피를 측정하여 증자 전 반죽과 증자된 증편의 팽창률을 측정하였다.

증자 후 증편의 팽창률은 증편반죽의 standing height와 거의 동일한 경향을 보이고 있다. Table 1-7을 보면 입자의 크기가 작아질수록 증편의 팽창률은 증가하나 입

자의 크기가 30mesh 일 때와 40mesh 일 때 사이의 팽창률에는 유의차가 없는 것으로 나타났으며, 탁주와 물의 비율이 100 : 210 일 때와 125 : 185 일 때 증편의 팽창률이 가장 높은 것으로 나타났다. 발효온도와 발효시간 또한 standing height의 경우와 같이 30℃일 때와 5시간 발효 시에 가장 높은 증편의 팽창률을 나타내었다.

Table 1-7. Effect of various manufacturing condition on expansion ratio of Jeung-pyun

Experimental No.	RS ^{a)}			TW ^{b)}					FT ^{c)}				FH ^{d)}		
	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3
After steaming	1.30b	1.50a	1.60a	1.29b	1.31b	1.50a	1.51a	1.20c	1.31b	1.25b	1.49a	1.30b	1.25c	1.50a	1.40b

a)particle size of rice b)mixing ratio of Tak-ju and water c)1st fermentation Temp. d)1st fermentation time (SAS, ANOVA, Tukey test, $\alpha=0.05$)

7) Rheometer를 이용한 증편의 텍스처 측정

증편의 조직 특성을 측정하기 위하여 Texture analyzer(TX-II, TA Instrument Inc., UK)를 사용하여 masticalibility를 Two bite method로 측정하였다. 제조된 증편을 40mm × 40mm의 크기로 자른 뒤 rheometer를 이용하여 압축하였을 때 얻어지는 force distance curve로부터 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness)등을 조사하였다. 한 시료 당 각기 다른 부분을 5회 반복 측정하여 평균치로 표시하였으며 이 측정 시 사용된 texture analyzer의 작동 조건은 Table 1-8과 같다.

Table 1-8. Measurement condition for rheometer

Probe size	46.75mm × 5mm
Pretest speed	2.0mm/sec
Test speed	5.0mm/sec
Post speed	5.0mm/sec
Deformation	90%
Force	100g

쌀가루의 입자크기에 따른 증편의 texture 변화는 Fig. 1-1에 나타나 있다. 쌀가루 입자의 크기가 작아질수록 hardness와 adhesiveness, chewiness가 모두 감소하는 경향을 볼 수 있다. 입자의 크기가 작을수록 증편의 단단하기는 떨어지며, 입에 붙는 정도도 떨어지는 것을 볼 수 있다.

Fig. 1-2를 보면 탁주와 수분의 첨가량에 따른 texture의 변화가 거의 없는 것을 볼 수 있는데 이것은 이번 실험의 설계가 증편 반죽을 위해 필요한 수분량을 보는 것이 아닌 탁주와 가수량에 따른 상관관계를 보는 것으로 반죽에 사용되는 총수분량은 거의 변하지 않았기 때문에 거의 일정한 texture가 나타난 것으로 보인다.

발효 온도에 따른 증편의 texture(Fig. 1-3)는 온도가 상승 할수록 hardness와 chewiness가 증가하는 경향을 보이며 adhesiveness는 경시적으로 감소하는 경향을 보이고 있다. 온도가 상승할수록 수분의 증발량이 많아지고 증편 반죽의 함수율이 낮아져 hardness가 증가하는 것으로 여겨진다. Adhesiveness는 증편내의 수분함량과 비례하여 수분함량이 낮아질수록 낮아지는 경향을 보이는데 그래프에서 그 효과가 미미한 것은 반죽과 증편의 겉 표면이 수분증발에 의해 단단해져서 내부의 수분증발은 잘 이루어지지 않았기 때문으로 보인다.

Fig. 1-4를 보면 발효 시간 또한 발효 온도의 경우와 마찬가지로 발효 시 수분 증발에 의한 영향을 받는 것으로 보인다. 발효 시간이 길어질수록 반죽 표면의 수분증발량이 많아지고 그에 따라 증편 반죽 표면의 수분함량이 떨어져 hardness가 증가하

며 또한 chewiness도 증가하나 adhesiveness만은 변화가 없는 것으로 나타난다.

증자시간에 따른 증편 texture의 변화(Fig. 1-5)는 증자시간이 길어질수록 hardness가 증가하는 경향을 보이며 chewiness도 미세한 증가 경향을 보이고 있는 것으로 나타나나 50분과 60분 증자 시 그 경향이 감소하는 것을 볼 수가 있다. 증자 시간에 따른 adhesiveness변화는 거의 없는 것을 볼 수 있다. 증자 시간이 길어질수록 증편제품의 경화에 따른 영향으로 hardness와 chewiness가 증가하는 것으로 여겨진다.

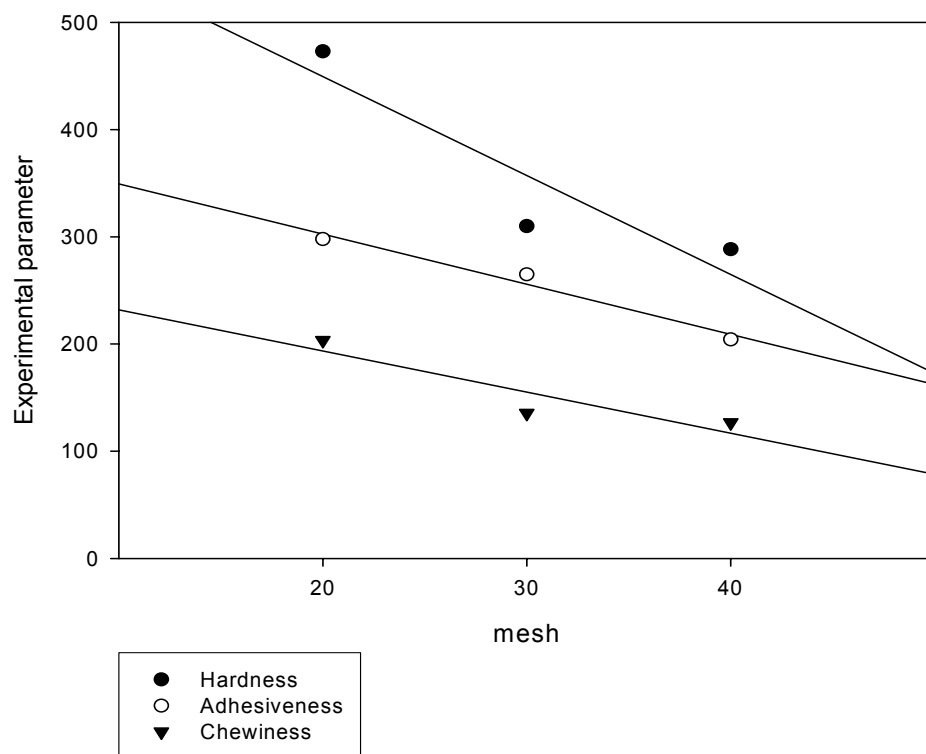


Fig. 1-1. Changes in hardness, adhesiveness and chewiness of Jeung-pyun by particle size of rice powder

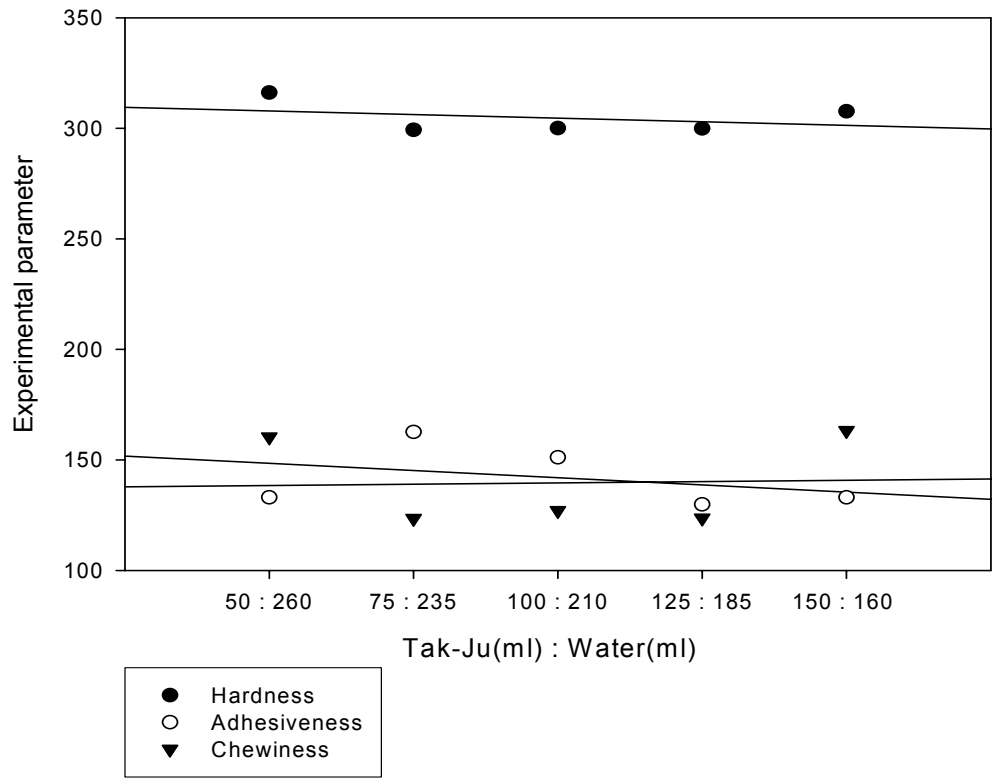


Fig. 1-2. Changes in hardness, adhesiveness and chewiness of Jeung-pyun by added mount of Tak-ju : water

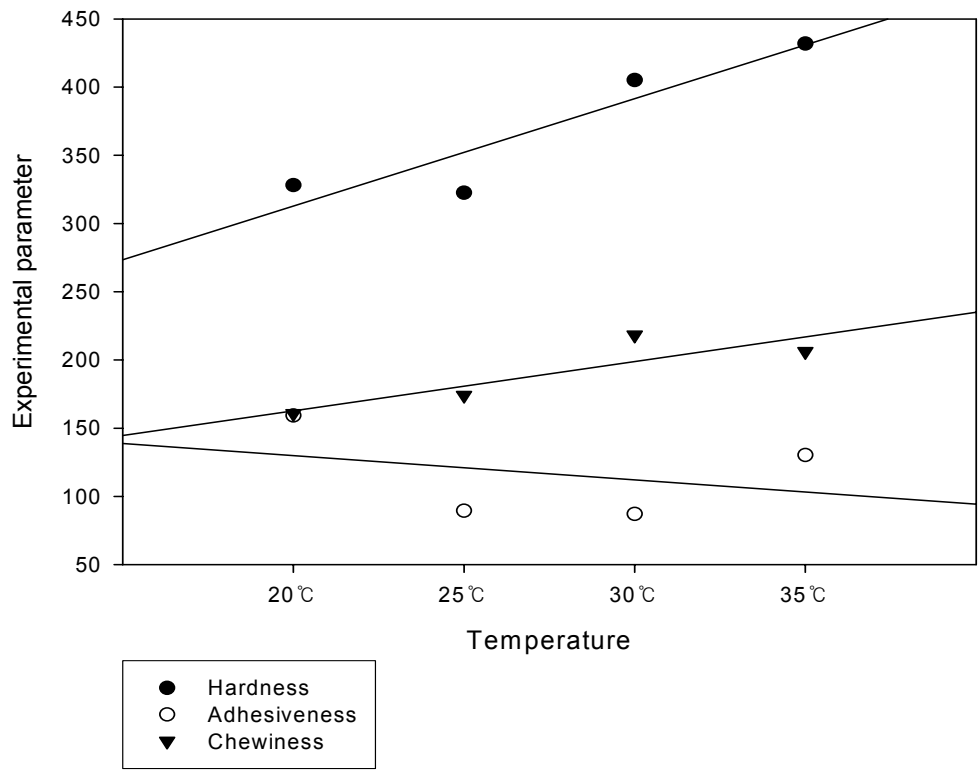


Fig. 1-3. Changes in hardness, adhesiveness and chewiness of Jeung-pyun by temperature of 1st fermentation

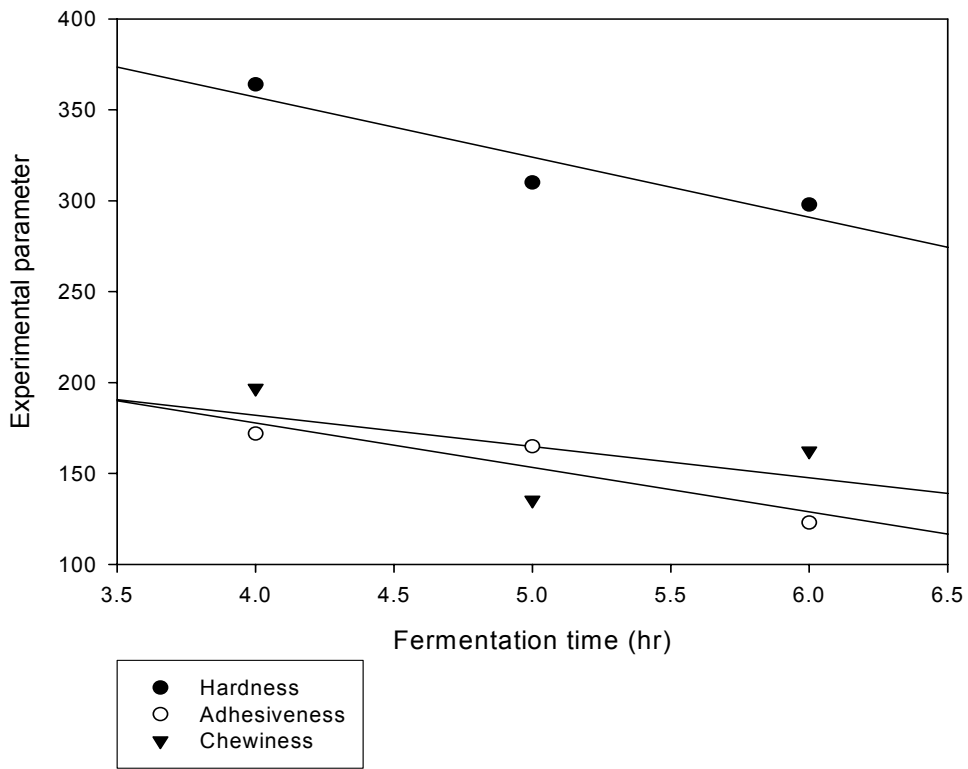


Fig. 1-4. Changes in hardness, adhesiveness and chewiness of Jeung-pyun by 1st fermentation time

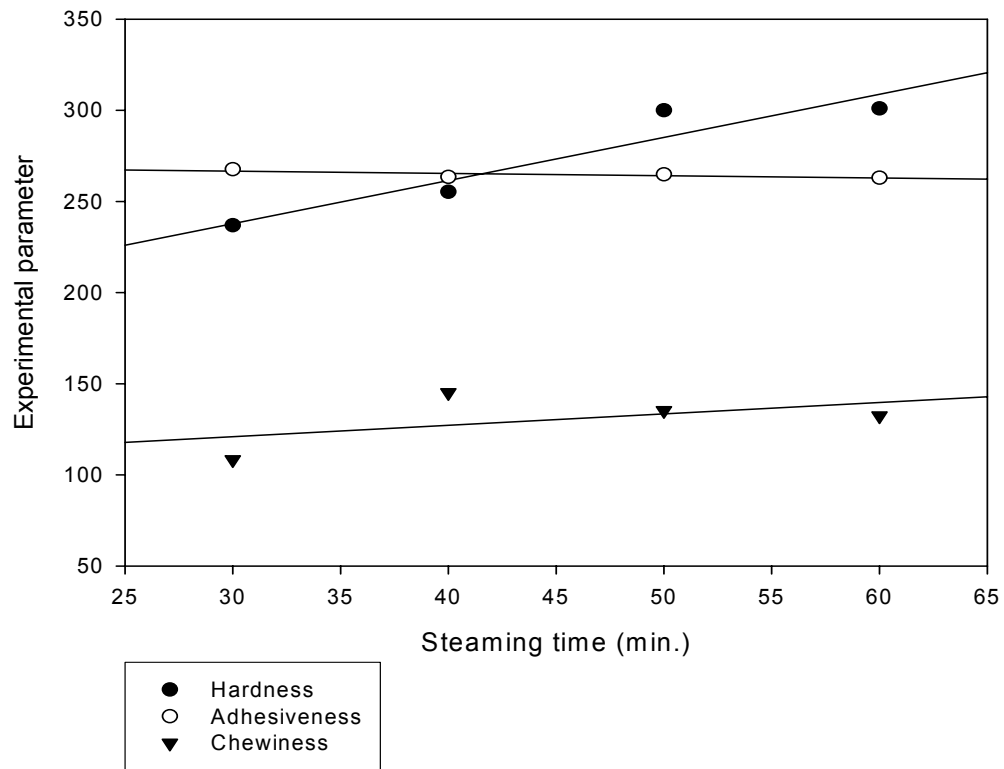


Fig. 1-5. Changes in hardness, adhesiveness and chewiness of Jeung-pyun by steaming time

각 공정의 차이가 증편의 springiness(Table 1-9)에는 많은 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

Table 1-9. Changes in springiness(cm) of Jeung-pyun by various manufacturing conditions

Experimental No.	RS ^{a)}	TW ^{b)}	FT ^{c)}	FH ^{d)}	ST ^{e)}
1	0.9108	0.9088	0.9370	0.9222	0.9250
2	0.9183	0.8724	0.9518	0.9183	0.8977
3	0.9110	0.8773	0.9590	0.9210	0.9183
4		0.8982	0.9416		0.9210
5		0.9062			

a)particle size of rice b)mixing ratio of Tak-ju and water c)1st fermentation Temp. d)1st fermentation time e)steaming time (SAS, ANOVA, Tukey test, $\alpha=0.05$)

2. 효모를 이용한 증편 제조공정의 표준화

가. 서설

탁주를 이용한 증편의 제조는 탁주의 제조 특성상 제조 지역, 제조 방법, 제조 상태, 제조 날짜, 보관 상태 등이 약간씩 상이하기 때문에 품질이 차이가 많이 난다. 이러한 탁주의 고르지 못한 품질 특성은 표준화된 증편의 공정 선정과 자동화시 여러 가지 문제점을 야기할 수 있기 때문에 발효원으로써 어느 정도의 한계를 가지고 있다. 그래서 균일한 품질을 가지고 있는 발효원이 필요하다. 증편 제조 시 발효원으로 쓰이는 탁주를 대신하기 위하여 일반적으로 널리 쓰이고 아주 쉽게 구할 수 있는 재료로서 건조 효모(Dry Yeast, *Saccharomyces cerevisiae*) 가 있다. 또한 효모를 이용한 증편제조의 이점 중 하나는 탁주를 이용한 증편의 1차 발효시간이 5~6시간 이지만 효모를 이용한 증편 반죽의 1차 발효시간은 2시간 내외로 짧아져 생산효율도 높다.

효모를 이용한 증편의 제조 시 증편의 이화학적 특징을 알아보고, 그 중 전통적인 방법에 의한 증편의 제조와 가장 유사한 품질을 나타내는 공정을 알아보는 실험을 실시하였다. 효모를 이용한 증편의 제조 공정 중 가장 많은 영향을 미치는 것으로 생각되어지는 변수를 선택하였다.

나. 효모를 이용한 증편의 제조

1) 실험재료

전통적인 증편의 제조방법과 같은 재료를 사용하였으며, 발효원으로 시중에서 구하기 쉽고 예비실험을 통하여 선정된 건조효모(S.I.Lesaffre, France)를 사용하였다. 또한 예비실험을 통해 효모를 이용한 발효 시 쌀가루만으로는 충분히 반죽 내에 효모에 의해 발생된 이산화탄소를 함유하지 못하기 때문에 보조제로서 밀가루(강력분, 제일제당)를 사용하였다.

2) 실험설계

전통적인 방법을 통한 증편의 제조실험과 예비실험을 통하여 효모를 이용한 증편의 제조를 위해 제조 공정 중 1·2차 발효온도와 2차 발효시간, 증자시간을 결정하였다. 밀가루와 쌀가루의 비율과 그에 따른 가수량, 효모첨가량, 1차 발효시간을 효모를 이용한 증편의 제조를 위한 중요 변수로 선정하여 실험이 이루어 졌다. 쌀가루와 밀가루의 배합 비율 및 그에 따른 가수량은 viscometer(DV-III, Brookfield, USA)를 이용 전통적인 방법에 의한 증편 제조 시와 같은 점도가 되게 결정을 하였으며 예비실험과 문헌조사를 통하여 결정된 제조 공정에 따라 증편을 제조한 뒤, 그 중 가장 좋은 물성을 가지는 배합비를 선정하고 그에 따른 효모 첨가량과 1차 발효시간을 재선정하고, 이것을 바탕으로 다시 쌀가루와 밀가루의 배합비에 따른 가수량을 다시 선정하는 반복실험을 통하여 효모를 이용한 증편제조 표준화 공정을 결정하였다.

효모를 이용한 증편의 물성은 standing height, 증편 반죽 및 증편의 팽창률, rheometer를 이용한 증편 texture의 분석을 통하여 알아보았고 측정 방법은 전과 동일한 방법으로 실시하였다.

각 공정별 변수는 Table 1-10에서부터 Table 1-13에 걸쳐 나타나 있다.

Table 1-10. Ratio of rice flour and wheat flour to manufacture Jeung-pyun

Exp No.	Rice (g)	Wheat flour (g)	Added water(ml)	Yeast (g, 0.6%)	1st fermentation (min, 30°C)	2nd fermentation (min, 30°C)	Steaming (min)
1	600	0	325	3.6	120	30	30
2	540	60	390	3.6	120	30	30
RW 3	480	120	440	3.6	120	30	30
4	420	180	480	3.6	120	30	30
5	360	240	560	3.6	120	30	30

Table 1-11. Amount of added yeast to manufacture Jeung-pyun

Exp. No.	Rice (g)	Wheat flour (g)	Added water(ml)	Yeast (g, %)	1st fermentation (min, 30°C)	2nd fermentation (min, 30°C)	Steaming (min)
11				(1.8g, 0.3%)			
Y 12	540	60	390	(3.6g, 0.6%)	120	30	30
13				(5.4g, 0.9%)			
21				(1.8g, 0.3%)			
Y 22	480	120	440	(3.6g, 0.6%)	120	30	30
23				(5.4g, 0.9%)			

Table 1-12. 1st fermentation time to manufacture Jeung-pyun

Exp. No.	Rice (g)	Wheat flour(g)	Added water(ml)	Yeast (g, 0.6%)	1st fermentation (min, 30°C)	2nd fermentation (min, 30°C)	Steaming (min)
1					60		
FT 2	540	60	390	3.6	120	30	30
3					180		

Table 1-13. Amount of added water to manufacture Jeung-pyun

Exp. No.	Rice (g)	Wheat flour(g)	Added water(ml)	Yeast (g, 0.6%)	1st fermentation (min, 30°C)	2nd fermentation (min, 30°C)	Steaming (min)
11			450				
W 12	540	60	425	3.6	120	30	30
13			400				
14			375				
21			450				
W 22	480	120	425	3.6	120	30	30
23			400				
24			375				
31			340				
W 32	600	0	325	3.6	120	30	30
33			310				

3) 증편의 제조

쌀가루는 체로 쳐서 30mesh이하의 것을 사용하여 밀가루(강력분)와 같이 반죽을 하였고, 설탕과 소금은 쌀가루와 밀가루 600g에 대하여 설탕 15%(90g)와 소금 0.8%(4.8g)를 첨가 하였고, 효모는 30℃에서 30분간 활성화 시킨 뒤에 사용하였다. 반죽 및 나머지 공정은 이전의 실험과 동일하게 실시하였다.

다. 효모를 이용한 증편의 이화학적 특성

1) 증편 반죽의 standing height 비율

쌀가루와 밀가루의 배합량에 따른 증편 반죽의 standing height(Table 1-14, RW)는 쌀가루만을 반죽한 RW1이 쌀가루에 일정량의 밀가루를 첨가한 RW2~RW5의 증편 반죽보다 낮았으며, 쌀가루와 밀가루의 배합이 480g : 120g, 420g : 180g, 360g : 240g을 첨가한 RW3, 4, 5번의 증편 반죽의 standing height가 가장 높고 쌀가루와 밀가루의 배합이 540g : 60g인 RW2는 중간 값을 나타내었다. 효모 첨가량에 따른 standing height(Table 1-14, Y)는 쌀가루와 밀가루의 배합량에 상관없이 효모첨가량이 증가할수록 height도 따라서 증가하는 것을 볼 수 있다. 1차 발효시간에 따른 standing height의 변화(Table 1-14, FT)는 탁주를 이용한 증편의 발효 때와 동일하게 발효시간이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. FT1과 FT2간에는 유의차가 나타났으며 FT2와 FT3간에는 유의차가 없는 것으로 나타났다. 가수량에 따른 1차발효 후 증편 반죽의 standing height(Table 1-15)는 쌀가루와 밀가루의 배합량이 540g : 60g일 때 물을 400ml과 375ml을 첨가한 W13, 14번이 가장 높은 standing height를 보였고, 쌀가루와 밀가루의 배합량이 480g : 120g인 증편 반죽의 standing height는 가수량이 425ml와 400ml일 때 가장 높은 것으로 나타났다. 밀가루를 첨가하지 않은 반죽(W31~W33)은 가수량과 상관없이 1차 발효후의 standing height가 비슷한 값을 보였으며 Table 1-15의 결과와 같이 밀가루를 첨가한 반죽(W11~W14, W21~W24)보다 1차발효 후 부피 증가가 상당히 낮다는 것을 알 수 있다.

Table 1-14. Standing height of Jeung-pyun dough with dry yeast on various manufacturing conditions

Experimental No.	RW ^{a)}					Y ^{b)}						FT ^{c)}		
	1	2	3	4	5	11	12	13	21	22	23	1	2	3
standing height	1.42c	1.64b	2.35a	2.58a	2.59a	1.42e	1.51d	1.83d	2.35c	2.59b	2.80a	1.36b	1.48a	1.50a

a) rice : wheat flour b) yeast c) 1st fermentation time(SAS, ANOVA, Tukey test $\alpha=0.05$)

Table 1-15. Standing height of Jeung-pyun dough with dry yeast on added water

Experimental No.	W ^{d)}											
	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	
standing height	2.13c	2.10c	2.29b	2.52a	2.21c	2.33b	2.36b	2.43a	1.42a	1.40a	1.41a	

d) added water (SAS, ANOVA, Tukey test $\alpha=0.05$)

2) 증편의 팽창률

공정 조건에 따른 증편의 팽창률 변화 결과는 Table 1-16, 1-17에 나타나있다.

쌀가루와 밀가루의 배합량에 따른 증편의 팽창률(Table 1-16, RW)은 반죽의 standing height의 경우와 같이 밀가루의 첨가량이 높아질수록 팽창률이 증가하는 것을 볼 수가 있다. 그러나 반죽의 standing height의 변화 보다는 그 변화의 폭이 심하지 않게 나타나는 것을 볼 수가 있다. 효모의 첨가량에 따른 증편의 팽창률(Table 1-16, RW)의 결과를 보면 쌀가루와 밀가루의 배합량에 상관없이 발효원으로 이용되는 효모량이 증가 할수록 증편의 팽창률이 늘어나는 것을 볼 수가 있다. 발효

시간에 따른 증편의 팽창률(Table 1-16, FT)도 발효시간이 길어질수록 증편의 팽창률을 또한 상승하는 것을 볼 수 있다. 가수량에 따른 증편의 부피 팽창률(Table 1-17)은 전체적으로 수분량이 감소하면 증편의 부피 팽창률 또한 감소하는 것을 볼 수 있으며 쌀가루와 밀가루를 함께 섞은 증편(W11~14, W21~24)이 쌀가루만으로 제조한 증편(W31~32)보다 팽창률이 높은 것을 볼 수 있으며, 밀가루의 양에 따른 팽창률은 서로 비슷한 값을 갖는 것으로 나타났다.

Table 1-16. Expansion ratio of Jeung-pyun with dry yeast on various manufacturing conditions

Experimental No.	RW ^{a)}					Y ^{b)}						FT ^{c)}		
	1	2	3	4	5	11	12	13	21	22	23	1	2	3
Expansion ratio	1.67b	1.67b	1.50c	1.83a	1.67b	1.50c	1.67b	1.83a	1.82a	1.50b	1.83a	1.50c	1.67b	1.83a

a) rice : wheat flour b) yeast c) 1st fermentation time (SAS, ANOVA, Tukey test $\alpha=0.05$)

Table 1-17. Expansion ratio of Jeung-pyun with dry yeast on adding water

Experimental No.	W ^{d)}											
	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	
Expansion ratio	2.0a	1.9a	2.0a	2.0a	1.83b	1.97a	2.0a	1.67c	1.73a	1.67b	1.65b	

d) added water (SAS, ANOVA, Tukey test $\alpha=0.05$)

3) Rheometer를 이용한 증편의 texture 측정

쌀가루와 밀가루의 배합비에 따른 증편 texture 변화 곡선은 Fig. 1-6에 나타나있다. 밀가루의 첨가량이 늘고 쌀가루의 첨가량이 감소할수록 hardness와 chewiness가 감소하는 경향을 나타내고 있다. 반대로 밀가루의 양이 증가할수록 adhesiveness의 세기도 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 밀가루의 첨가로 인해 반죽의 가수량이

늘어남으로써 증편 내 수분 함량이 증가하여 이와 같은 현상이 나타나는 것으로 보인다. Springiness의 변화(Table 1-18)는 밀가루의 양이 증가할수록 커지는 것으로 나타났다.

Table 1-18. Changes in springiness of Jeung-pyun by rice powder and wheat flour mixture

Experimental No.	RW1	RW2	RW3	RW4	RW5
Springiness parameter(cm)	0.9223	0.9253	0.9272	0.9322	0.9542

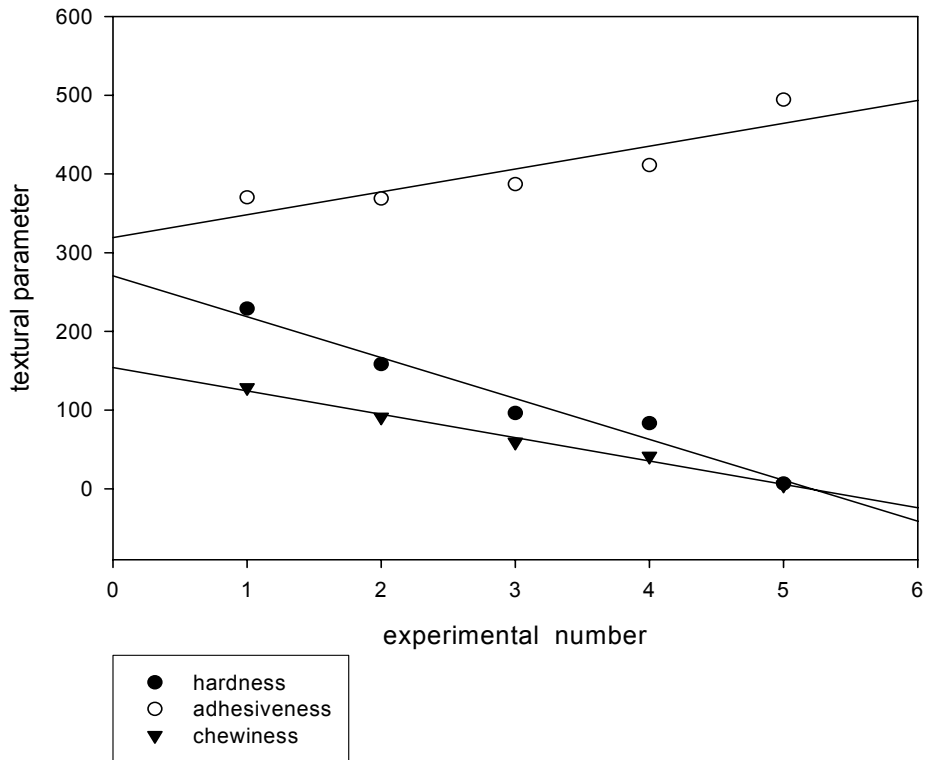
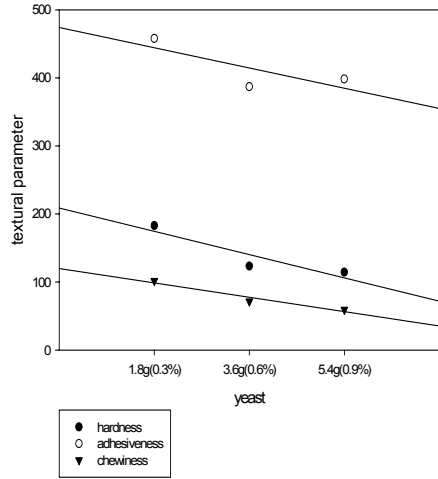
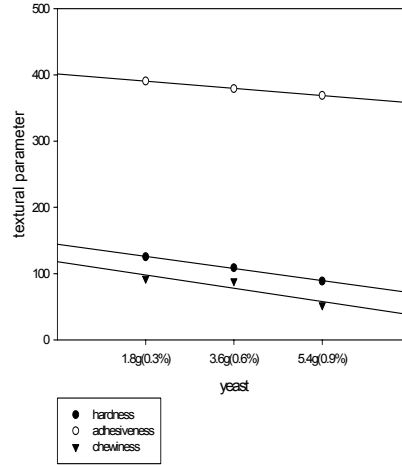


Fig. 1-6. Changes in hardness, adhesiveness and chewiness of Jeung-pyun by rice powder and wheat flour mixture

두 종류의 쌀가루와 밀가루 배합비에서 효모의 첨가량에 따른 증편의 texture변화를 측정 한 결과는 Fig. 1-7에 나타나있다. 효모의 첨가량이 많아질수록 hardness와 chewiness가 동시에 감소하는 경향을 보이고 있으며 adhesiveness 또한 감소하는 것을 볼 수 있다. 효모의 첨가량이 많을수록 생성되는 CO₂의 증가량이 늘어나 증편 반죽내의 기공이 많이 생성되어 증편 조직 내부의 해면구조가 늘어 hardness와 chewiness가 줄어드는 것으로 보인다. 효모량에 따른 springiness의 변화(Table 1-19)는 효모의 첨가량이 증가할수록 약간씩 증가하는 것으로 나타났다.



(1)^a



(2)^b

Fig. 1-7. Changes in hardness, adhesiveness and chewiness of Jeung-pyun by amount of yeast

a)Rice powder and wheat flour mixture is 540g : 60g. b)Rice powder and wheat flour mixture is 480g : 120g.

Table 1-19. Changes in springiness of Jeung-pyun by amount of yeast

Experimental No.	Y11	Y12	Y13	Y21	Y22	Y23
Springiness parameter(cm)	0.9328	0.9323	0.9304	0.9444	0.9272	0.9240

발효 시간에 따른 증편 texture의 변화는 Fig. 1-8과 같다. 1차 발효시간에 따른 texture는 탁주를 이용한 증편 반죽의 1차 발효시간(5시간)보다 현저하게 감소된 2시간 만에 이루어지는 것으로 나타났다. 발효시간에 따라 hardness와 chewiness는 증

가하고 adhesiveness가 모두 감소하는 경향을 보이는 것을 볼 수가 있는데 이것은 발효시간이 길어짐에 따라 효모에 의한 CO₂생성으로 인해 증편 내부에 기공이 증가하는데 원인이 있을 것으로 보인다. Springiness의 변화(Table 1-20)는 발효시간이 길어짐에 따라서 약간씩 감소하는 경향을 보였다.

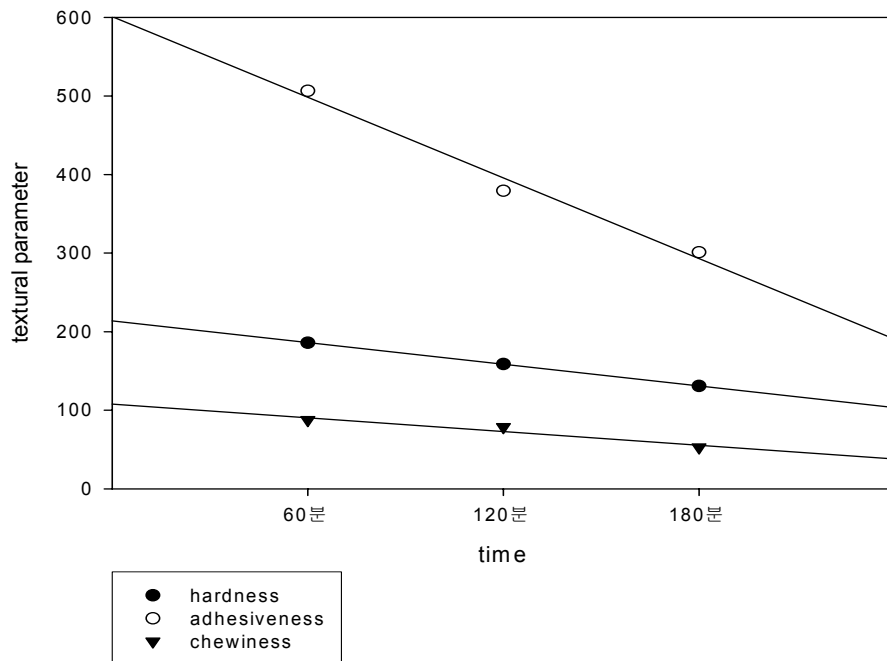


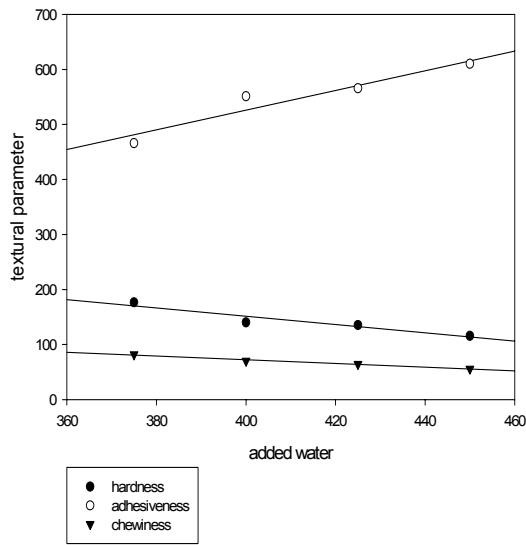
Fig. 1-8. Changes in hardness, adhesiveness and chewiness of Jeung-pyun by 1st fermentation time

Table 1-20. Changes in springiness of Jeung-pyun by 1st fermentation time

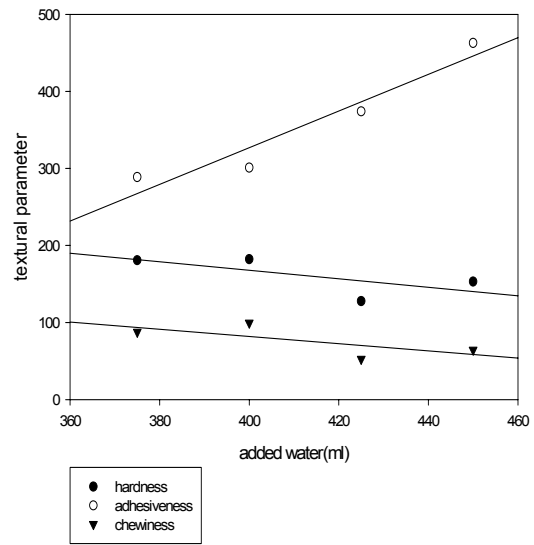
Experimental No.	FT1	FT2	FT3
Springiness parameter(cm)	0.9223	0.9156	0.8730

가수량에 따른 증편의 texture 변화는 Fig. 1-9에 나타나 있다.

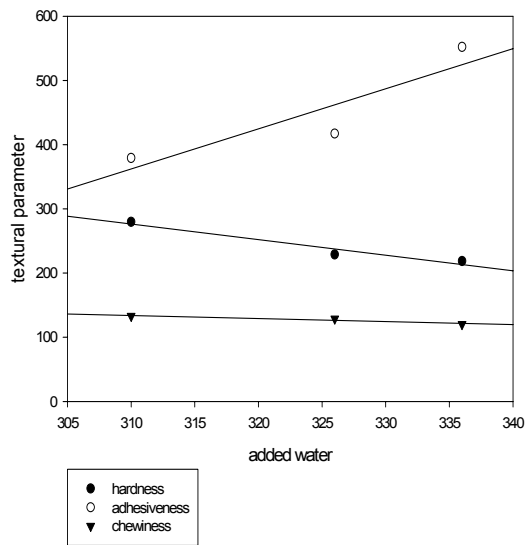
쌀가루와 밀가루의 배합량에 상관없이 반죽을 위한 가수량이 증가할수록 adhesiveness가 증가하는 경향을 보이고 있어 탁주를 이용한 증편의 제조 시 가수량의 증가에 비례하여 점차적으로 adhesiveness가 증가하는 것과 같은 결과를 나타내고 있다. Hardness 와 chewiness는 3가지의 배합량에서 모두 약간씩 감소하는 경향을 보이고 있다. Springiness는 밀가루를 첨가한 W11~14와 W21~23의 경우에는 가수량이 감소할수록 springiness가 증가하는 경향을 보이고 있으나 밀가루를 첨가하지 않은 W31~33의 경우에는 가수량이 감소할수록 springiness(Table 1-21)또한 감소하는 경향을 나타내고 있다.



(1)^a



(2)^b



(3)^c

Fig. 1-9. Changes in hardness, adhesiveness and chewiness of Jeung-pyun by added water (a)Rice powder and wheat flour mixture is 540g : 60g. b)Rice powder and wheat flour mixture is 480g : 120g. c)Rice powder and wheat flour mixture is 540g : 0g)

Table 1-21. Changes in springiness of Jeung-pyun by added water

Experimental No.	W11	W12	W13	W14	W21	W22
Springiness parameter(cm)	0.8934	0.8730	0.9248	0.9376	0.8944	0.9094

Experimental No.	W23	W24	W31	W32	W33
Springiness parameter(cm)	0.9356	0.9586	0.9530	0.9223	0.9078

3. 관능평가

지금까지는 발효원으로 효모를 이용하여 여러 가지 공정상 변화를 주어 증편을 제조해 보았다. 그러나 실제로 어떠한 공정을 통해 만들어진 증편이 소비자들의 기호에 맞는 것인지는 증편의 물성만을 가지고 파악하기는 어려움이 있다. 그래서 실제로 소비자들의 기호에 맞는 증편을 제조하기 위해서는 관능평가를 실시해야 한다. 많은 증편의 제조공정에 따른 관능검사는 동시에 3~4개의 sample만을 할 수 있고, 너무 많은 변수로 인한 관능검사의 어려움으로 인해 먼저 각기 다른 공정이나 배합 조건으로 제조된 증편의 물성을 분석하고 Ranking test를 통하여 가장 기호도가 높은 4가지의 각기 다른 증편을 선정하여 전통적인 방법에 의해 제조된 증편과 비교분석을 실시하여 최종적으로 증편의 자동화 생산공정을 위한 하나의 표준화된 제조 방법을 선정하였다. 선정된 4가지 증편의 제조 공정 및 제조 배합은 Table 1-22에 나와 있다.

Table 1-22. Some formula of Jeung-pyun for sensory evaluation

	rice powder (g)	wheat flour (g)	added water (ml)	sugar (g, 15%)	salt (g, 0.8%)	dry yeast (g, 0.6%)	1st fermentation (hr at 30°C)	2nd fermentation (hr at 30°C)	steaming (hr)
1	600	0	310						
2	540	60	375	90	4.8	3.6	2	0.5	0.5
3	540	60	400						
4	480	120	400						

가. 관능 평가

각 시료를 2 × 2 × 2cm의 크기로 자르고 직경 10cm의 흰색접시에 담아 물과 함께 제공하였으며 시료 번호는 난수표를 이용하여 5자리 숫자로 지정하였으며 panel 들은 충남대학교 식품공학과에 재학 중인 학부생(11명)들로 선정하였다. 전통적인 방법으로 제조된 증편을 reference로 선정하고 Table 1-22에서 선정된 4가지 각기 다른 제조공정의 증편들과 비교를 하는 Multiple Comparison Test를 실시하여 sample 들 간의 유의차를 알아보았고 다음으로 Ranking Test를 실시하여 가장 기호도가 높은 증편을 선정하여 그 공정을 표준화를 위한 기본 공정으로 하였다.

나. 통계처리

SAS를 사용하여 T-test, 분산분석(Analysis of variance)과 Tukey의 다중비교 검정(tukey method of multiple comparison)을 실시하였다.

다. 결과 및 고찰

먼저 샘플들 간의 유의차는 Table 1-23에 나타나있다. 1번의 sample과 2, 3번 sample은 서로 간에 유의차가 많은 것으로 나타났으며 4번 sample은 1번, 2번 그리고 3번과도 비슷한 특성을 보였다. 1번 sample은 Table 1-19에서 보는 바와 같이 밀가루를 첨가하지 않은 것으로 증편을 제조 하였을 때, 증편 반죽에는 어느 정도의 기공이 존재하나 증자 과정을 거친 다음에는 많은 수의 기공이 존재하지 않아서 인절미 같은 씹힘성을 나타내었다. sample 4번의 경우는 4개의 sample중에 가장 많은 양의 밀가루를 첨가한 증편인데 기공과 증편 내부의 해면구조는 sample 2번 3번과 비슷한 정도를 나타냈으나 밀가루의 첨가량이 많아서인지 씹힘성에 있어서 sample 1번과 같은 특성도 지니고 있는 것으로 나타났다. sample 2번과 3번은 모든 배합량이 같지만 가수량에 있어서 sample 3번이 sample 2번 보다 많은 경우이다. Multiple Comparison Test 결과 두 sample 간의 유의차는 없어 panel들이 느끼기에 같은 증편이라고 여긴 것으로 나타났다.

4가지 sample간의 선호도를 알아보기 위하여 실시한 Ranking Test결과는 Table 1-24에 나타나있다. 맛에 있어서는 대부분의 panel들이 sample간의 확연한 차이를 거의 느끼지 못하는 것으로 나타났으며 증편의 color에 있어서는 3번 sample이 가장 높은 기호도를 나타냈으며 다음으로 1번과 2번 sample이 3번과 비슷한 기호도를 보였고 4번 sample은 1번과 전혀 다른 것으로 인식을 하며 가장 낮은 선호도를 보이는 것으로 나타났다. Chewiness의 결과는 3번 sample이 다른 sample들과의 차이가 있으며 선호도에서도 가장 높은 점수를 얻은 것으로 나타났다. 1번과 2번 sample은 서로 유의차가 없는 것으로 나타났고 4번 sample은 가장 선호도가 낮고 다른 sample들과도 구분이 잘 되는 것으로 나타났다.

Table 1-23. The result of multiple comparison test of each Jeung-pyun

Experimental No	1	2	3	4
Differences	4.80a	2.60b	2.40b	3.00ab

SAS, ANOVA, Tukey test $\alpha=0.05$

Table 1-24. The result of ranking test of each Jeung-pyun

Factor	Experimental				
	No	1	2	3	4
taste		-0.027a	0.336a	0.027a	-0.036a
color		-0.027ab	-0.136ab	0.5109a	-0.347b
chewiness		0.016b	0.027b	0.347a	-0.39c

SAS, ANOVA, Tukey test $\alpha=0.05$

라. 결론

하나의 표준화된 증편의 생산공정을 선택하기 위하여 탁주를 이용한 전통적인 증편의 제조 공정 중 이화학적 변화를 분석하여 각 공정의 변수가 증편의 품질에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보고, 좀 더 자동화 생산라인에 적합한 증편 제조의 표준화를 설정하기 위하여 발효원으로서 품질이 균일하고 쉽게 구입할 수 있는 건조 효모를 이용하여 증편을 제조하여 그 물성을 알아보았다. 최종적으로 관능평가를 통해 전통적인 제조과정을 통해 만들어진 증편과도 비슷한 물성을 보이면서 소비자들에게도 높은 기호도를 보이는 자동화 생산공정을 위한 표준화된 증편의 생산공정은 다음(Table 1-25)과 같다.

Table 1-25. The standard manufacturing condition of Jeung-pyun with dry yeast

rice powder (g)	wheat flour (g)	added water (ml)	sugar (g, 15%)	salt (g, 0.8%)	dry yeast (g, 0.6%)	1st fermentation (hr at 30°C)	2nd fermentation (hr at 30°C)	steaming
540	60	400	90	4.8	3.6	2	0.5	0.5

4. 쌀가루만을 이용한 증편 제조의 표준화

1차년도 연구 과제를 통해, 좀 더 자동화 생산라인에 적합한 증편 제조의 표준화를 설정하기 위하여 발효원으로서 품질이 균일하고 쉽게 구입할 수 있는 인스턴트 효모를 이용하여 증편을 제조하였고 그 물성을 알아보았다. 또한 최종적으로 관능평가를 통해 전통적으로 만들어진 증편과도 비슷한 물성을 보이면서 소비자들에게도 높은 기호도를 보이는 자동화 생산공정을 위한 표준화된 1차년도 실험결과 증편의 생산공정은 다음(Table 1-26)과 같다.

Table 1-26. The standard formula condition for automation manufacturing of Jeung-pyun

rice powder (g)	wheat flour (g)	added water (ml)	sugar (g, 15%)	salt (g, 0.8%)	dry yeast (g, 0.6%)	1st fermentation (at 30°C)	2nd fermentation (at 30°C)	steaming (min)
540	60	400	90	4.8	3.6	2hr.	0.5hr	30

1차년도 실험 결과 표준화 된 방법을 이용하여 잉여 되는 쌀의 적극적인 이용을 위한 하나의 대안으로 밀가루 첨가 없이 쌀가루만으로 발효원인 건조효모를 이용하

여 증편을 제조하였고, 시중에서 좋은 품질로 인정받는 증편을 구입하여 이화학적 및 물성학적 특성을 비교하여 표준화 연구를 시도하였다.

가. 증편의 제조

1) 실험재료

본 실험에서 사용한 쌀은 서산산 아키바레를 구입하여 세척 후 6시간(동절기 10℃, 하절기 20~25℃) 침지한 뒤 1시간동안 충분히 물 빼기를 하고 분쇄하여 사용하였다. 효모는 시중에서 판매되는 건조 효모(saf-Instant 활성건조효모, Jeico, 프랑스)를 사용하였다. 부재료로는 설탕(제일제당, 한국)과 소금(한주소금, 한국)을 사용하였다.

2) 실험 설계

증편의 주재료로 사용되는 쌀가루의 양에 대한 부재료의 첨가량과 증편의 품질에 영향을 미치는 공정을 예비실험과 1차년도 실험결과 통해 설정하였다. 설탕과 소금의 양은 쌀가루 양에 대하여 설탕 15%, 소금 0.8%, 효모 0.6%를 첨가하는 것으로 결정하였으며, 밀가루 첨가군과 쌀가루만 첨가한 군을 실험군으로 하고, 시제품을 대조군으로 하여 실험을 설계하였다. 각 공정의 제조 조건은 쌀가루 입자크기 20mesh, 1차발효는 30℃에서 2시간, 2차발효는 30℃에서 30분, 그리고 증자시간은 100℃에서 30분으로 설정하였다. 또한 1차년도 실험 결과를 바탕으로 밀가루의 첨가군과 쌀가루첨가군의 가수량에 차이를 두었다(Table 1-27).

Table 1-27. Different manufacturing condition of Jeung-pyun

rice powder (g)	wheat flour (g)	added water (ml)	sugar (g, 15%)	salt (g, 0.8%)	dry yeast (g, 0.6%)	1st fermentation (at 30°C)	2nd fermentation (at 30°C)	steaming (min)
a) 540	60	400						
b) 600	0	360	90	4.8	3.6	2hr.	0.5hr	30
c) 600	0	312						
d) an article on the market			-	-	-	-	-	-

3) 증편의 제조

본 실험에서 증편의 제조공정은 1차년도 표준화 결과로부터 채택되었다. 쌀가루 600g에 대하여 설탕 15%(90g)와 소금 0.8%(4.8g)을 첨가한 뒤 30분 동안 미리 활성화시킨 인스턴트 효모를 넣고 물을 일정비율로 더하여 반죽기를 사용하여 한쪽 방향으로 저어주어 mixing 및 kneading을 하였다. 반죽을 마친 시료는 270mm × 195mm × 50mm 의 tray에 넣은 뒤 수분의 증발을 막기 위하여 HDPE film을 사용하여 완전히 밀봉한 후 incubator에 넣어서 1차발효를 마친 뒤 꺼내 50회 정도 저어주기를 실시하여 가스빼기를 해주었다. 2차발효는 다시 incubator에서 30°C, 30분간 실시한 뒤 260mm × 260mm × 20mm의 틀에 넣고 100°C 증자한 후 30분 동안 방냉 하였다.

나. 제조된 증편의 품질 특성

1) pH측정

pH는 완성된 시료 10g에 증류수를 50ml을 가하고 homogenizer (MS-HMG2400, 한국)로 3분간 균질화 시킨 뒤 pH meter (230A, Orion research Inc, USA)를 이용

하여 측정하였다.

밀가루를 첨가한 증편이 다른 실험군과 비교하여 높은 pH 값을 나타냈으며, 밀가루 첨가 없이 쌀가루로 만든 증편에서는 가수량이 적을수록 pH값이 낮아지는 경향을 보였다. 이것은 가수량의 차이에 따라 전체 발효량이 달라지므로, 발효전체량이 적어지면서 pH도 낮아졌다고 생각된다.

Table 1-28. Effects of manufacturing condition of Jeung-pyun on pH

Experimental No.	pH
a) 540 : 60, 400	5.72
b) 600 : 0 , 360	5.44
c) 600 : 0 , 312	5.39
d) an article on the market	5.63

2) 증편의 수분 함량 측정

증편을 썬낸 30분 뒤에 3g을 취하여 Infrared dryer(FD-240, Kett, Japan)를 사용하여 증편의 수분 함량을 측정하였다. 120℃로 열을 가하여 시료내의 수분함량의 변화가 0.01% 미만인 상태로 30초간 유지되었을 때 수분함량이 측정되도록 하였다.

가수량이 많았던 밀가루 첨가군의 증편이 수분함량 실험군 중에서 가장 높았으며, 쌀가루 600g에 가수량 310ml를 넣어 제조한 증편이 가장 낮은 수분함량을 나타냈다. 가수량의 증가에 따라 증편의 수분함량도 증가하는 경향을 보였고, 시판품과 가장 유사한 값을 나타내는 증편은 쌀가루 600g에 가수량이 312ml이었던 실험군으로 나타났다.

Table 1-29. Water contents of Jeung-pyun by various manufacturing conditions.

Experimental No.	Water contents
a) 540 : 60, 400	58.2
b) 600 : 0 , 360	55.8
c) 600 : 0 , 312	53.5
d) an article on the market	54.6

3) 증편의 Loaf volume 측정(ml/g)

증자한 후 방냉한 증편을 정육면체 모양으로($2 \times 2 \times 2 \text{ Cm}^3$ 내외) 자른 후 그 중량을 재어 1g당 차지하는 부피를 측정하였다.

증편의 loaf volume은 시판품이 가장 높았으며, 쌀가루 600g에 가수량 312ml로 만든 증편이 실험군 중 가장 유사한 값을 나타냈다. 밀가루를 첨가한 증편의 loaf volume은 다른 실험군에 비해 비교적 낮게 나타났다.

Table 1-30. Loaf volume of Jeung-pyun by various manufacturing conditions

Experimental No.	Loaf volume
a) 540 : 60, 400	1.48
b) 600 : 0 , 360	1.52
c) 600 : 0 , 312	1.56
d) an article on the market	1.59

4) Rheometer를 이용한 증편의 텍스처 측정

증편의 조직 특성을 측정하기 위하여 Texture analyzer(TX-II, TA Instrument Inc., UK)를 사용하여 masticability를 Two bite method로 측정하였다. 제조된 증편을 40mm × 40mm의 크기로 자른 뒤 rheometer를 이용하여 압축하였을 때 얻어지는 force distance curve로부터 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness)등을 조사하였다. 한 시료 당 각기 다른 부분을 5회 반복 측정하여 평균치로 표시하였으며 이 측정 시 사용된 texture analyzer의 작동 조건은 Table 1-31과 같다.

Table 1-31. Measurement conditions for rheometer

Probe size	46.75mm × 5mm
Pretest speed	2.0mm/sec
Test speed	5.0mm/sec
Post speed	5.0mm/sec
Deformation	90%
Force	100g

밀가루를 첨가한 증편은 쌀가루만을 넣은 증편과 비교해서 낮은 hardness를 나타냈고, 시제품의 증편이 네 실험군 중에서 가장 높은 hardness를 나타냈다. 쌀가루로 제조한 증편에서는 가수량이 적을수록 높은 hardness를 나타냈으며, chewiness도 비슷한 경향을 보여줬다. adhesiveness에서는 밀가루 첨가군이 다른 실험군에 비해 높은 값을 나타냈고, 시제품과 쌀가루 600g에 가수량 312ml를 넣은 증편이 유사한 부착성을 가졌다.

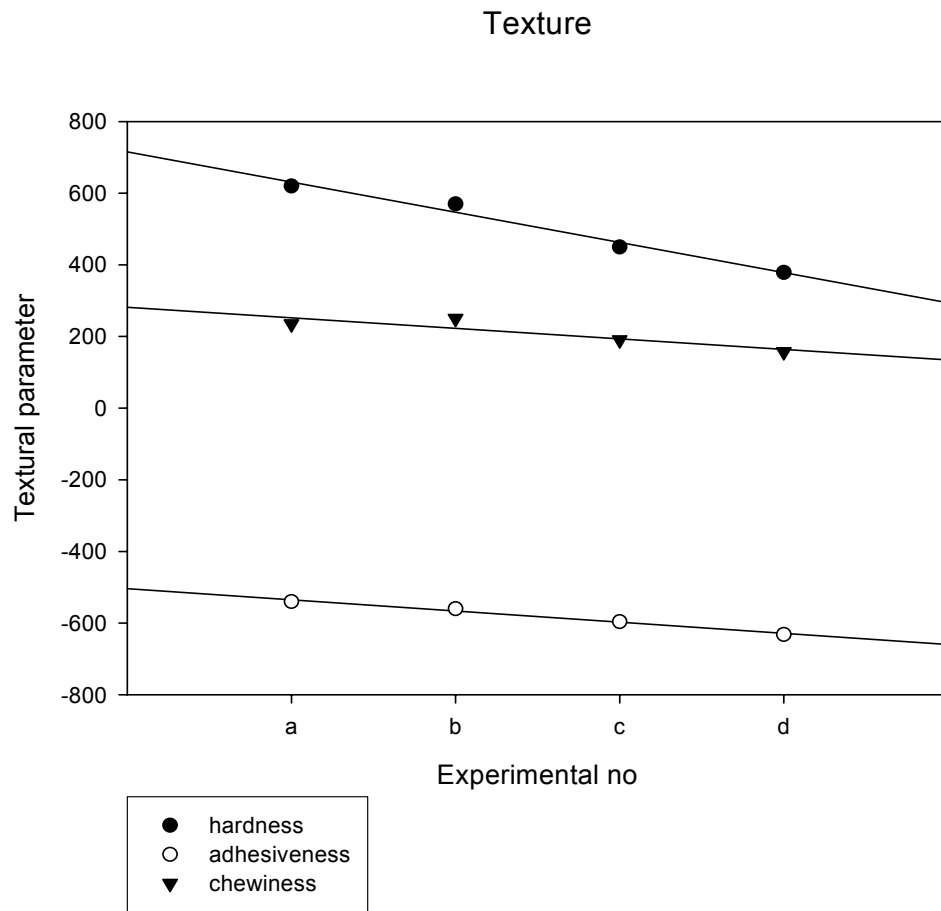


Figure 1-10. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun by variety manufacturing conditions.

a) an article on the market, b) 600 : 0 (312ml), c) 600 : 0 (360ml)

위 실험결과 시판품과 비교하여 물성학적 특성이 가장 유사하다고 생각되는 것은 쌀가루 600g에 가수량이 312ml이었던 증편이었고, 그 증편의 제조 표준화로 결정하였다(Table 1-32).

Table 1-32. The standard manufacturing condition of Jeung-pyun with instant yeast.

rice powder (g)	wheat flour (g)	added water (ml)	sugar (g, 15%)	salt (g, 0.8%)	dry yeast (g, 0.6%)	1st fermentation (at 30°C)	2nd fermentation (at 30°C)	steaming (min, 100°C)
600	0	312	90	4.8	3.6	2hr.	0.5hr	30

제 2 절 증편의 저장성 분석

1. 증자시간 및 온도에 따른 저장 특성

위 실험 결과를 바탕으로 저장기간에 따른 이화학적 및 Rheological 특성을 알아보았고, 저장성에 가장 큰 영향을 미치는 공정으로 여겨지는 증자온도 및 증자시간이 증편 저장 중 품질변화에 미치는 영향을 조사하였고, 제조 효율을 높일 수 있으면서 저장성을 부여할 수 있는 증자시간과 온도를 알아보았다.

가. 실험 재료 및 설계

1) 실험재료

쌀가루(20mesh 통과), Instant 효모(saf-Instant 활성건조효모, Jeico, 프랑스), 설탕, 소금

2) 실험설계

Table 2-1의 제조공정을 기본으로 증자시간을 각각 30분, 40분, 50분으로, 증자는

온도조절이 가능한 autoclave를 통해 100℃, 105℃, 110℃로 선정하여 제조하였다. 다음의 조건으로 만들어진 증편을 30분 동안 방냉 후 4×4×4cm 크기로 잘라 LDPE 랩으로 포장한 후 다시 Plastic film으로 만들어진 팩에 넣어 25℃에서 보존하면서 제조 후 1시간, 24시간, 48시간, 72시간 별로 pH, 수분함량, Loaf volume, 색도, texture profile을 측정하였다.

Table 2-1. Different manufacturing conditions of Jeung-pyun

Rice powder (g)	added water (ml)	sugar (g,15%)	salt (g,0.8%)	yeast (g,0.6%)	1st fermentation (at 30℃)	2nd fermentation (at 30℃)	steaming ¹⁾ (min)	steaming ²⁾ (℃)
600	312	90	4.8	3.6	2hr.	0.5hr	30	100
							40	105
							50	110

1) Time steamed at 100℃

2) Temperature steamed for 30min,

3) 증편의 제조

20 mesh 체를 통과한 쌀가루 600g, 설탕 90g, 소금 4.8g, 효모 3.6 을 잘 섞은 후 물 310 ml를 넣고 잘 반죽한 후 완전히 밀봉시켜 30℃에서 2시간 1차발효, 30분 2차 발효를 거쳐 실험조건에 따른 증자시간, 증자온도를 변수로 설정하여 증자하였다.

나. 저장 중 증편의 품질 특성

1) 증편의 pH

증자온도를 100℃로 고정시켜 놓고 증자시간에 따른 증편의 pH 값은 높아지는 경향을 보였으나 40분과 50분 증자한 증편의 유의차는 없었다(Table 2-2).

또한 저장시간에 따라 30분 증자한 증편은 48시간까지 유사한 값을 나타내다가 이

후 pH가 떨어졌고, 40분 증자한 증편은 저장 48시간부터 pH가 낮아져 72시간까지 유사한 값을 유지하였으며, 50분 증자한 증편은 24시간까지 증가하였다가 이후 감소하였으나 감소되는 수치에는 유의차가 없었다.

증자온도에 따른 pH 값은 온도에 따라 pH값이 증가하는 것을 볼 수 있었으며 보존시간에 따라서 조금씩 감소하는 경향을 보였다.

Table 2-2. pH of Jeung-pyun by various manufacturing conditions during storage periods

storage time(hrs)	1) steaming time(min)			2) steaming temperature(°C)		
	30min	40min	50min	100°C	105°C	110°C
1	5.19	5.31	5.32	5.19	5.28	5.32
24	5.20	5.36	5.35	5.20	5.31	5.29
48	5.22	5.20	5.28	5.22	5.26	5.34
72	5.15	5.20	5.26	5.15	5.24	5.28

1) Time steamed at 100°C, 2) Temperature steamed for 30min,

2) 증편의 수분함량

증자시간에 따라 수분함량에서 50분 증자한 증편이 제조당일 다른 실험군에 비해 가장 낮았으며, 40분 증자한 증편이 비교적 높은 수분함량을 나타내었다. 저장시간에 따른 각 군의 수분함량은 점차 낮아졌다.

증자온도에 따라서 수분함량은 유사한 값을 나타냈고, 저장시간에 따른 유의차는 없었다(Table 2-3).

Table 2-3. Water contents of Jeung-pyun by various manufacturing conditions during storage periods

Storage time(hrs)	1) steaming time(min)			2) steaming temperature		
	30min	40min	50min	100℃	105℃	110℃
1	54.0	55.4	53.5	54.0	56.2	54.8
24	54.3	53.8	53.9	54.3	55.9	55.3
48	53.1	55.4	54.0	54.1	55.4	55.7
72	53.7	54.8	53.4	54.7	55.7	54.9

3) 증편의 loaf volume

증편의 체적으로 부푼 정도를 알아보기 위해 loaf volume을 측정한 결과 증자시간에 따른 유의적인 차이는 없었으나, 온도에 따른 비체적은 증자온도가 높아질수록 낮은 값을 나타냈다. 이는 증자온도를 100℃이상 높이는데 가압이 요구되어, 그 가압으로 증자 중 증편이 잘 부풀지 않아 loaf volume 값이 다른 실험군에 비해 작게 나온다고 보인다(Table 2-4).

Table 2-4. Effects of various manufacturing conditions of Jeung-pyun on loaf volume during storage periods

Storage time(hrs)	steaming time(min)			steaming temperature(℃)		
	30min	40min	50min	100℃	105℃	110℃
1	1.42	1.48	1.38	1.42	1.27	1.17
24	1.46	1.49	1.42	1.46	1.38	1.14
48	1.47	1.43	1.40	1.47	1.24	1.11
72	1.38	1.40	1.36	1.38	1.22	1.12

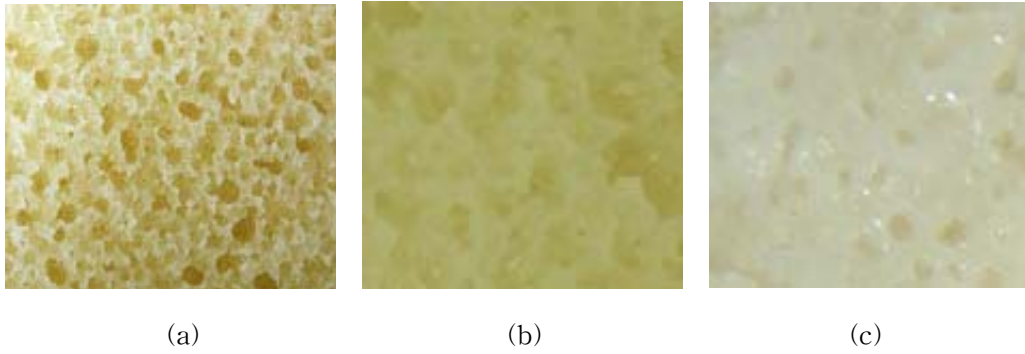


Fig. 2-1. Internal structure of Jeung-pyun to steaming temperature
 (a) 100°C, (b) 105°C, (c) 110°C.

4) 증편의 색도

증자 후 방냉한 증편은 랩으로 싸서 색차계(Color meter, JC 801, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 각각 3번씩 측정하여 그 평균치를 표시하였다.

증자시간에 따른 색도는 유의적인 차이가 없었고, 온도에서는 100°C와 105°C에서 증자한 증편은 유사한 값을 보였으나 110°C에서 증자한 증편은 다른 실험군에 비해 낮은 L 값과 높은 yellow 값을 보였다. 이는 높은 가열온도에 의해 증편의 내부 전분 및 당의 카라멜화 반응에 의해 일어난 결과라 예측되어 진다(Table 2-5).

Table 2-5. Color values characteristics of Jeung-pyun by various manufacturing condition

	30min	40min	50min	100°C	105°C	110°C
L value	57.32	56.41	57.63	57.32	55.72	51.84
a value	-2.63	-2.34	-3.76	-2.63	-2.01	-0.54
b value	1.54	1.65	1.94	1.54	2.48	4.81

5) 증편의 Texture profile

증편의 품질특성 중 가장 중요한 요소 중 하나가 제조 당일 증편의 고유한 텍스처를 얼마나 잘 유지할 수 있는지를 관찰하고, 유통이 가능한 시간을 예측하는 것이다. 이를 위해 증편의 대표적인 텍스처인 hardness(견고성), adhesiveness(부착성), chewiness(씹힘성)을 측정하였다. 우선 증자시간에 따른 texture의 특성은, hardness의 경우 증자시간이 길수록 제조 당일 낮은 값을 나타냈고, 저장시간에 따라 세 실험군 모두 hardness가 낮아지는 경향을 보였다. 부착성은 30분 증자한 증편이 가장 낮았으며, 50분 증자한 증편과 유사한 값을 보였으며, 보존시간에 따라 adhesiveness의 변화가 40분 증자한 증편보다 적었다. 씹힘성에서는 40분 증자한 증편이 가장 높았지만 저장시간에 따른 변화가 가장 컸다. 증자온도에 따른 texture 특성에서 hardness, chewiness, adhesiveness 모두 저장시간이 지날수록 낮아지는 경향을 보였고, 110℃로 증자한 증편은 제조당일 모든 texture 특성에서 100℃나 105℃에서 증자한 증편에 비하여 높은 값을 보였다. 이는 100℃이상의 증자과정에서는 압력이 요구되어 지고, 그 압력에 의해 증편이 잘 부풀지 않았고, 따라서 내부 조직이 치밀해지게 되어 110℃에서 증자한 증편의 hardness와 chewiness가 다른 증편에 비해 높게 나왔다고 여겨진다.

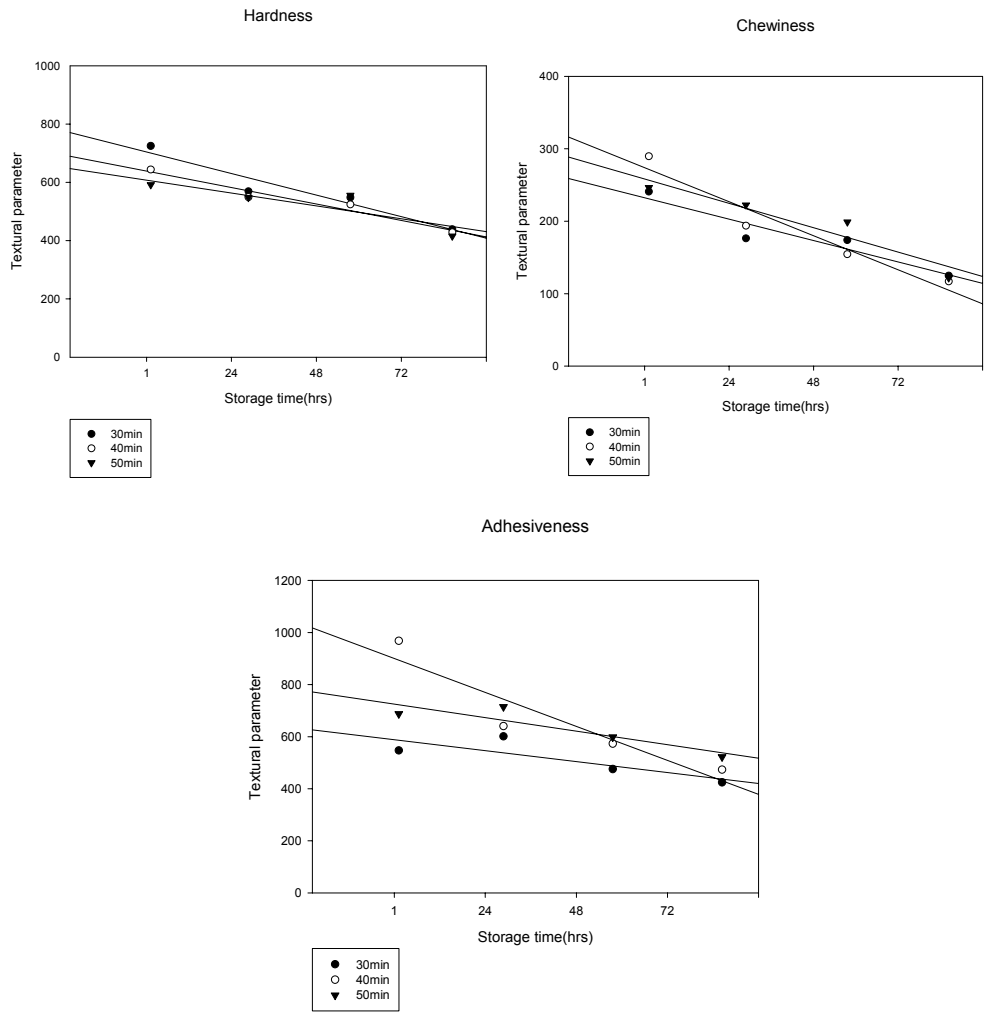


Fig. 2-2. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun by different steaming time(min) during storage periods

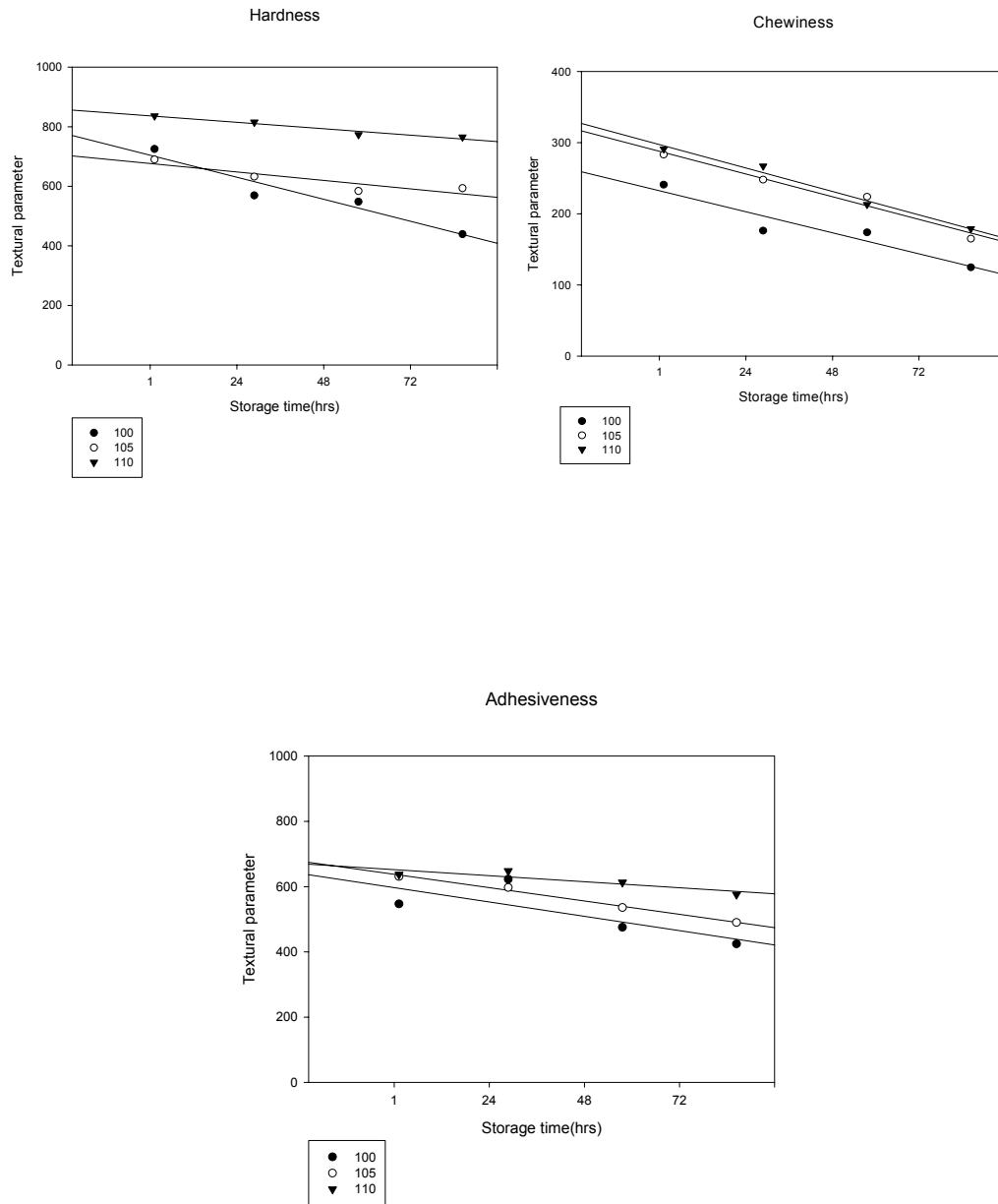


Fig. 2-3. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun by different steaming temperature(°C) during storage periods

2. 노화 지연을 위한 첨가제 선택

증편의 저장 중 식감에 가장 큰 영향을 미치는 것 중 하나가 노화현상이라 할 수 있다. 발효식품으로 비교적 낮은 pH를 가지고 있어 저장성은 비교적 우수하나, 보관 중 증편 표면에 노화가 진행되어 물성에 큰 영향을 줄 뿐 아니라 기호도도 많이 떨어지게 된다.

따라서 이러한 현상을 억제하여 증편이 처음 제조되었을 때 질감을 유지할 수 있도록 다양한 노화억제제 및 첨가제를 넣어 그것들이 증편에 미치는 Rheological 변화를 측정하였다. 이런 첨가제 중 가장 좋은 효과를 보이는 것을 선택하고자 한다.

가. 노화지연제 첨가를 위한 실험 설계 및 제조

1) 실험재료

쌀가루, 소금, 설탕, 인스턴트 효모, 효소(α -amylase : Novamyl, α -GTase), 올리고당(CJ, Fructooligosaccharide 41%이상, 한국), 레시틴(대두유래), 볶은 콩가루를 사용하였다.

2) 실험설계

문헌 조사와 예비실험을 통해 노화억제제의 기능이 있는 몇 가지 부재료들을 선정하였다. 이 재료들은 반죽 단계에서부터 첨가·혼합하여 증편을 제조하였고, 제조 후 1시간, 24시간, 48시간, 72시간동안 25℃에서 저장하면서 이화학적 및 Rheological 품질변화 특성을 측정하였다.

3) 증편제조

제조 방법은 이전 실험방법과 같으며 노화억제제를 위한 재료들의 첨가는 소금, 설탕 등 다른 부재료들과 함께 넣고 반죽하였다.

나. 노화지연제를 첨가한 증편의 품질 특성

1) 증편의 pH

노화효과가 있다고 생각되는 첨가제들을 넣은 각각의 증편에서 pH는 레시틴을 1.0% 첨가한 것이 다른 실험군과 비교하여 가장 낮은 값을 나타냈고, 올리고당과 Novamyl을 각각 첨가한 증편이 비교적 높은 pH를 보였다(Table 2-6).

저장기간에 따른 pH 변화는 Novamyl을 5mg과 20mg을 각각 첨가한 증편은 저장 시간이 지날수록 pH가 감소하는 반면 레시틴 첨가군, 볶은 콩가루 첨가군, α-GTase 및 α-GTase + Novamyl 20mg 첨가군은 pH가 점차 증가하였고, 대조군, 올리고당 첨가군은 시간에 따른 유의적인 pH 변화가 없었다(Table 2-6).

Table 2-6. pH of Jeung-pyun manufactured by various additives

Storage time(hrs)	Control	Lecithin		Grilled bean powder		Oligosaccharide		
		0.5	1.0	3%	5%	15%	25%	35%
1	5.85	5.58	5.29	5.48	5.77	6.00	5.96	6.01
24	5.84	5.76	5.38	5.59	5.83	6.00	5.96	6.04
48	5.83	5.79	5.45	5.81	5.99	5.97	5.87	5.96
72	5.89	5.98	5.43	6.01	6.05	6.03	5.95	5.98

Storage time(hrs)	α-GTase			Novamyl			α-GTase + Novamyl
	5mg	20mg	80mg	5mg	20mg	80mg	20mg
1	5.52	5.42	5.43	6.20	5.74	5.95	5.52
24	5.48	5.55	5.47	5.96	5.70	5.95	5.58
48	5.59	5.58	5.54	5.94	5.62	5.97	5.60
72	5.81	5.63	5.74	5.95	5.68	6.08	5.65

2) 증편의 수분함량

대부분 실험군의 경우 증편의 수분함량이 53~55% 정도를 나타내었으나 올리고당을 첨가한 증편은 다른 실험군에 비해 낮은 수분함량을 가졌으며, 저장시간에 따른 유의적인 변화는 없었다. 또한 α-GTase 5mg 첨가군과 Novamyl을 각각 5mg, 20mg, 80mg 첨가하여 제조한 증편은 다른 실험군에 비해 수분함량이 낮았으나 저장시간에 따라 조금씩 증가하였다(Table 2-7).

Table 2-7. Water contents of Jeung-pyun manufactured by various additives

Storage time(hrs)	Control	Lecithin		Grilled bean powder		Oligosaccharide		
		0.5	1.0	3%	5%	15%	25%	35%
1	55.3	55.1	56.5	55.6	54.2	51.7	51.2	52.8
24	54.5	54.5	54.7	54.8	53.4	50.9	51.7	53.6
48	54.6	56.9	55.8	55.2	53.1	50.6	51.2	52.4
72	54.7	53.9	53.5	53.8	52.9	49.7	54.4	53.0

Storage time(hrs)	α-GTase			Novamyl			α-GTase + Novamyl
	5mg	20mg	80mg	5mg	20mg	80mg	20mg
1	50.4	53.6	57.0	52.3	52.0	52.2	53.8
24	52.3	54.3	56.6	53.7	52.9	52.4	54.3
48	54.1	52.8	55.9	54.4	56.4	53.8	54.2
72	55.5	51.4	52.3	53.6	54.6	52.1	53.2

3) 증편의 loaf volume

Table 2-8과 같이 올리고당을 35% 첨가한 증편이 가장 높았고, α-GTase와 Novamyl을 각각 80mg 씩 첨가한 증편이 비교적 낮은 비체적을 나타냈다. 레시틴 0.5%, 1.0% 첨가군, 볶은 콩가루 3%첨가군, α-Gtase 20mg, Novamyl 5mg, 20mg 첨

가군, α-GTase + Novamyl 20mg 첨가군은 비체적이 제조 당일 대조군과 비슷하였으나 α-GTase나 Novamyl을 첨가한 증편은 저장시간에 따른 비체적의 변화가 다른 실험군에 비해 컸다(Table 2-8).

Table 2-8. Loaf volume of Jeung-pyun manufactured by various additives

Storage time(hrs).	Control	Lecithin		Grilled bean powder		Oligosaccharide		
		0.5	1.0	3%	5%	15%	25%	35%
1	1.49	1.53	1.45	1.43	1.57	1.23	1.37	1.71
24	1.52	1.47	1.46	1.48	1.62	1.34	1.42	1.68
48	1.47	1.49	1.45	1.59	1.58	1.39	1.43	1.61
72	1.48	1.51	1.43	1.43	1.51	1.41	1.38	1.57

Storage time(hrs)	α-GTase			Novamyl			α-GTase + Novamyl
	5mg	20mg	80mg	5mg	20mg	80mg	20mg
1	1.38	1.45	1.28	1.45	1.57	1.38	1.48
24	1.42	1.61	1.31	1.36	1.39	1.31	1.34
48	1.37	1.51	1.24	1.29	1.23	1.21	1.67
72	1.28	1.39	1.22	1.21	1.18	1.28	1.71

4) 증편의 색도

첨가제에 따른 증편의 색도에서 볶은 콩가루를 넣은 증편이 가장 큰 특성을 보이며 다른 실험군에 비해 L 값이 낮았으며 red 값과 yellow 값 모두 높은 수치를 나타냈다. 또한 레시틴 첨가군의 경우도 L 값이 볶은 콩가루를 첨가한 증편을 제외한 다른 증편에 비해 낮았으며, yellow 값은 높은 것을 알 수 있다. 이것은 황색을 띄는 레시틴이나 볶은 콩가루 첨가제 자체의 색에서 유래한 것이라 할 수 있다(Table 2-9).

Table 2-9. Color values characteristics of Jeung-pyun manufactured by various additives

	Control	Lecithin		Grilled bean powder		Oligosaccharide		
		0.5	1.0	3%	5%	15%	25%	35%
L value	63.86	55.23	57.61	44.31	47.98	68.63	64.94	67.25
a value	-4.27	-2.67	-4.16	0.36	0.38	-4.51	-4.24	-5.11
b value	2.41	7.87	10.49	14.33	16.9	2.33	2.81	3.12

	α-GTase			Novamyl			α-GTase + Novamyl
	5mg	20mg	80mg	5mg	20mg	80mg	20mg
L value	64.63	67.52	69.11	58.92	60.14	62.0	66.46
a value	-4.73	-5.52	-4.91	-1.81	-2.76	-3.3	-3.82
b value	1.51	1.93	2.21	4.87	2.21	2.57	2.42

5) 증편의 호화도 측정

시료 1g을 0.05M sodium acetate buffer solution(pH 4.8) 100ml 넣어 균질화 시킨 뒤 0.01% α-amylase 용액 1ml를 가해 37℃ 항온수조에서 진탕한 후 1N HCl 용액 2ml 가하여 효소반응을 정지시킨다. 반응액 1ml를 취하여 maltose 함량을 Somogyi-Nelson 법으로 정량 비교하여 함량이 떨어지는 비율이 낮을수록 호화도가 양호, 노화가 지연된다고 본다.

가) 레시틴 첨가한 증편

무첨가군은 Lecithin첨가군에 비해 저장시간에 따라 maltose 함량이 유의적으로 감소하는 경향을 보였고, 1% 첨가군은 1일째 약간 감소하다가 이후 점차 증가하는 경향을 보였으나, 유의적인 차이는 없었다.

따라서 무처리군과 0.5% 첨가군은 저장시간에 따라 소화도가 감소하였고, 1% 첨가군은 약간의 감소는 있었으나 유의적 차이 없이 제조당일과 비슷한 소화도를 보여 노화지연의 효과가 있다고 여겨진다.

나) 볶은 콩가루 첨가한 증편

저장기간 동안 콩을 첨가한 시료와 첨가하지 않은 시료 간에는 소화도에 유의적인 차이가 있었다. 저장에 따른 변화를 살펴보면 저장시간이 지날수록 소화도가 감소하였고, 증편제조 당일을 포함하여 콩을 첨가한 증편과 콩을 첨가하지 않은 증편에서 maltose 함량에 있어 뚜렷한 유의차를 보였고, 콩첨가에 의한 노화의 지연효과가 있음을 알 수 있다. 그러나 콩 첨가 비율이 높을수록 소화도에 대한 유의차가 없음을 알 수 있다. 따라서 증편의 노화를 지연시키기 위한 방안으로서 콩 첨가가 효과적인 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다.

다) 올리고당 첨가한 증편

저장하는 동안 모든 증편의 소화도는 점차 감소하였으며 설탕 증편보다 올리고당 증편의 소화도가 유의적인 차이는 아니나 약간 높았다. 전반적으로 설탕증편이 올리고당 첨가 증편보다 소화도가 낮았다. 따라서 올리고당을 첨가한 증편이 설탕 첨가 증편보다 노화가 서서히 진행됨을 알 수 있었다.

라) α -Amylase를 첨가한 증편

Novalmyl은 첨가량이 많을수록 유의적으로 소화도가 감소하였고, 저장시간에 따른 소화도의 감소는 80mg이 가장 작았다.

α -GTase에서는 5mg첨가군보다 20mg, 80mg 첨가군이 제조당일 소화도가 높았으며 1일 이후 저장시간에 따라 감소하는 반면, 5mg은 저장시간에 따라 증가하는 경향을 보였다. 그러나 세 실험군 모두 유의적 차이가 없는 것으로 여겨진다.

Novamyl과 α -GTase를 각각 10mg씩 섞어 증편을 제조한 것과 각각의 효소를

20mg씩 첨가하여 제조한 증편을 비교했을 때 Novamyl을 20mg 첨가한 것이 호화도 감소폭이 가장 작았으며, 혼합한 효소를 첨가한 증편, α-GTase 첨가군, 대조군 순서로 호화도의 변화가 컸다.

Table 2-10. The degree of gelatinization of Jeung-pyun manufactured by various additives (maltose contents : mg/ml)

Storage time(hrs).	Control	Lecithin		Grilled bean powder		Oligosaccharide		
		0.5	1.0	3%	5%	15%	25%	35%
1	1.82	1.96	1.79	1.79	1.81	1.67	1.79	1.86
24	1.79	1.76	1.81	1.86	1.77	1.64	1.68	1.77
48	1.61	1.57	1.77	1.73	1.81	1.65	1.65	1.68
72	1.48	1.52	1.71	1.75	1.84	1.58	1.59	1.53

Storage time(hrs)	α-GTase			Novamyl			α-GTase + Novamyl
	5mg	20mg	80mg	5mg	20mg	80mg	20mg
1	1.73	1.82	1.82	1.98	1.83	1.94	1.78
24	1.80	1.84	1.85	1.74	1.78	1.82	1.74
48	1.83	1.79	1.82	1.61	1.77	1.73	1.73
72	1.82	1.76	1.80	1.50	1.75	1.71	1.71

6) 증편의 Texture profile

증편의 노화현상을 쉽게 알아 볼 수 있는 특성으로 각각의 첨가제 및 첨가량에 따라 Hardness를 측정하고, 노화지연 효과를 살펴보았다.

가) 레시틴 첨가한 증편

hardness에서 레시틴 첨가 증편이 대조군보다 유의적인 차이를 보이지 않지만, 저장시간에 따라 hardness가 증가하지 않는 것으로 나타났다. 제조당일의 증편에서 무

첨가군의 부착성은 0.5%, 1.0% 첨가군에 비해 매우 높았으며 1일째까지 증가하였다가 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 0.5%, 1.0% 첨가군은 저장시간에 따라 증가하는 경향을 보였다.

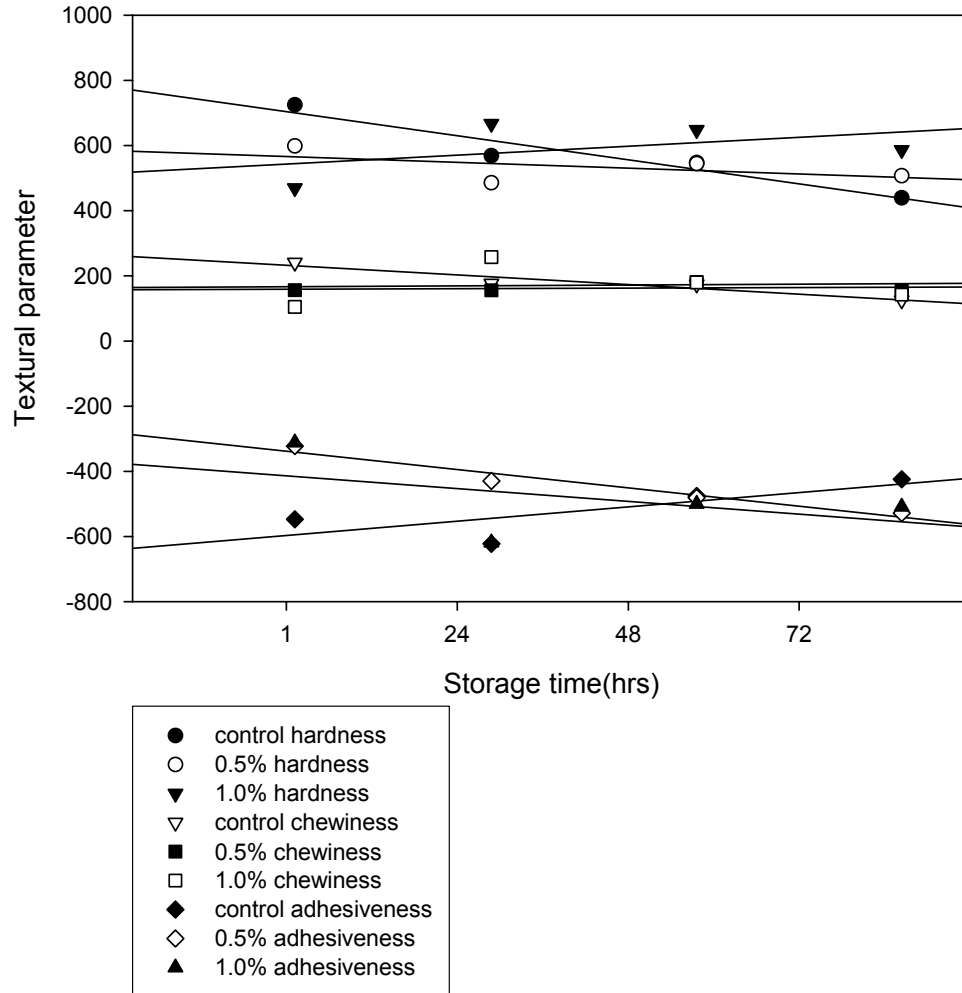


Fig. 2-4. Instrumental texture characteristics of Jeung-pyun by different addition ratios of lecithin

나) Grilled bean powder

저장 24시간째에는 모두 감소하였다가 시간이 지날수록 증가하는 경향을 보였고 5%와 대조군은 3%첨가군보다 hardness 유의적으로 낮았고, 0%와 5% 첨가군은 저장시간에 따른 Hardness의 변화에 유의적 차가 없었다. 콩가루 첨가는 3%, 5% 첨가군보다 무첨가군이 조금 높았으며, 무첨가군과 5% 첨가군은 2일째까지 증가하다가 이후 다시 감소하였고, 3%는 1일째 감소하였다가 다시 증가하였다. 대조군은 저장당일에 콩가루 첨가군에 비해 높은 chewiness를 가졌으며, 저장시간에 따라 감소하였다. 3%, 5% 첨가군은 첨가량에 따른 유의차는 없지만, 대조군에 비해 낮은 chewiness를 나타냈으나 저장시간에 따라 증가하였고, 저장 2일째까지 대조군과 두 실험군의 chewiness가 유사한 값을 보이다가 이후 급격히 증가하는 것을 알 수 있었다.

Grilled bean powder adds

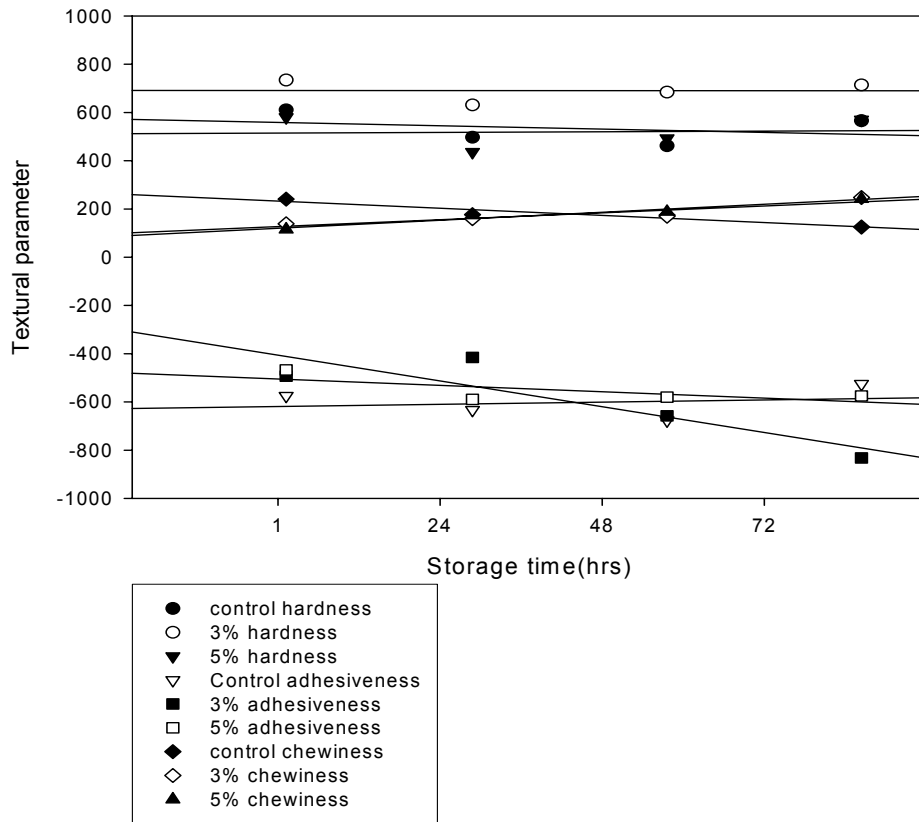


Fig. 2-5. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun by different addition ratios of grilled bean powder

다) 올리고당 첨가한 증편

모든 처리군이 저장시간 2일째부터 hardness가 증가하는 경향을 보였고, 15% 첨가군보다 25%, 35% 첨가군의 hardness 변화가 크다는 것을 알 수 있었다. 부착성은 25% 첨가군이 가장 높았고 15%, 35% 설탕첨가군 순으로 점차 낮아졌으며, 저장시간에 따라 점차 낮아지는 경향을 보였다. 대조군은 저장시간에 따라 chewiness가 올리고당 첨가군에 비해 급격히 감소하였고, 올리고당을 첨가한 증편은 제조당일에는 chewiness가 대조군보다 낮았으나, 저장 2일째까지 증가하다가 이후 감소하는 경

향을 나타냈다. 또한 올리고당 첨가량이 많을수록 chewiness 변화폭이 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 올리고당이 증편의 chewiness에 영향을 미치며 첨가량에도 유의적인 차이가 있음을 알 수 있다.

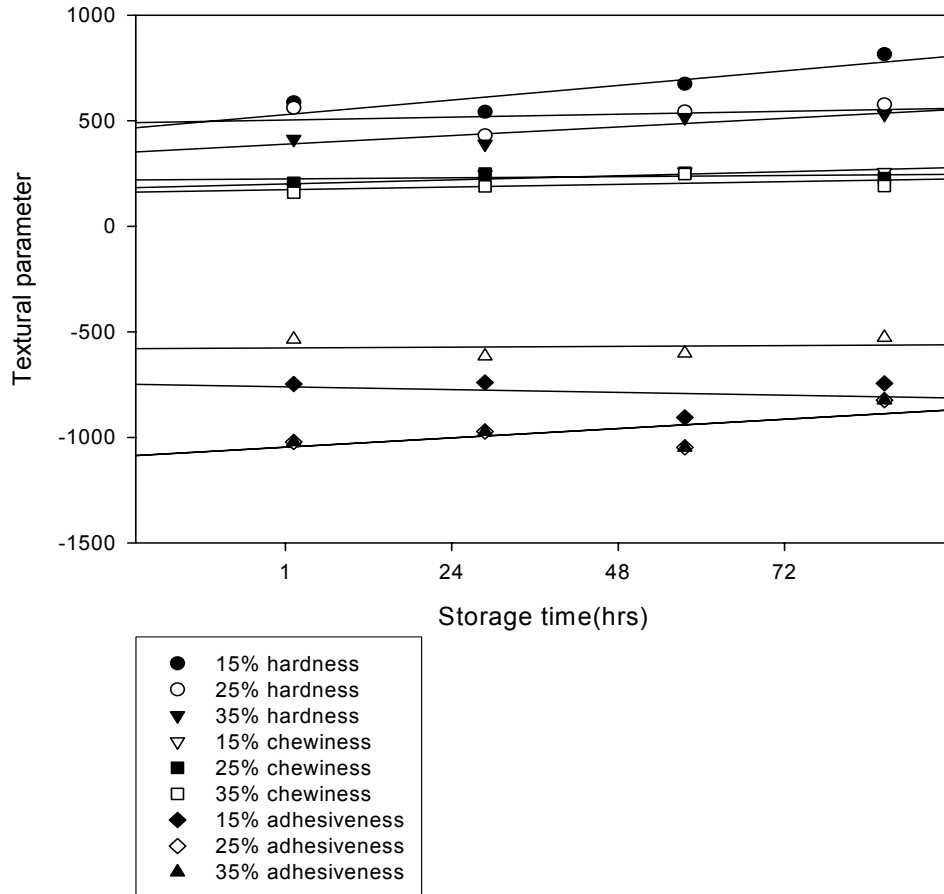


Fig. 2-6. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun by different addition ratios of oligosaccharide

라) Novamyl를 첨가한 증편

무처리군과 Novamyl 첨가군은 유의적으로 hardness 차가 나타났으며, 24시간째에는 감소하였다가 그 이후 증가하는 경향을 보였다. 20mg과 80mg 첨가군은 이틀까

지는 유의적인 차이가 거의 없었으나 3일째 20mg첨가군의 hardness가 증가하였다. 효소첨가군보다 대조군이 당일 adhesiveness가 높았으며 시간에 따라 점차 감소하였고, 5mg 첨가군은 저장시간에 따라 증가하였다. 각각의 효소첨가군은 저장 2일까지는 첨가량에 따른 adhesiveness에 크게 영향을 미치지 않지만, 대조군과는 차이를 많이 나타내므로 Novamyl이 증편의 adhesiveness에 영향을 미치지만, 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 여겨진다. Novamyl 첨가군이 대조군보다 제조 당일 chewiness가 작았으며, 대조군은 저장 24시간째 급격한 감소를 보이다가 이후 증가하였으나, 당일의 chewiness만큼은 미치지 못하는 것을 알 수 있었다. 5mg과 20mg 첨가군은 1일째까지 감소하다가 이후 증가하는 경향을 보였으며, 80mg 첨가군은 저장시간에 따라 chewiness가 낮아짐을 볼 수 있다.

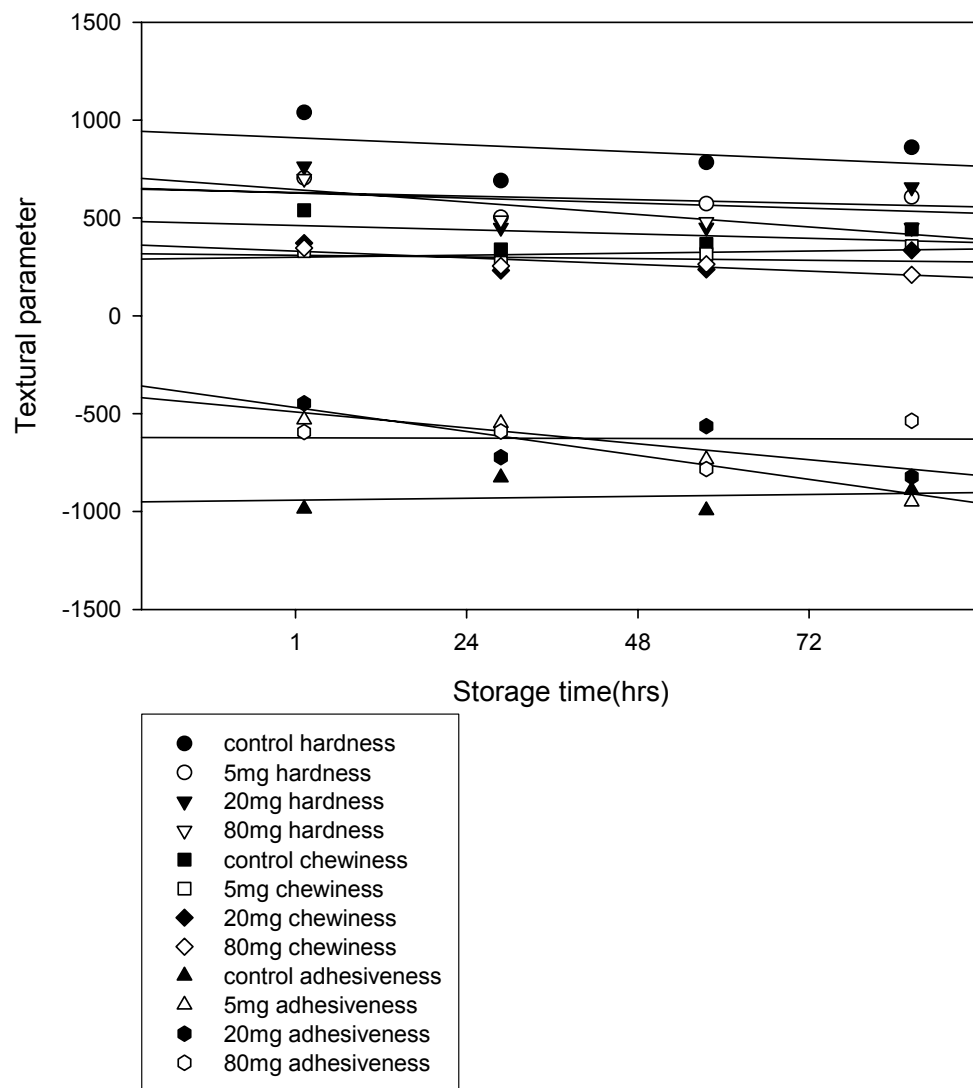


Fig. 2-7. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun by different addition ratios of Novamyl

마) α -GTase를 첨가한 증편

무첨가군과 5mg첨가군, 20mg, 80mg첨가군은 제조 당일부터 많은 차이를 보였으며 그중 무첨가군은 가장 높은 hardness를 나타냈고, 저장시간에 따라 감소하는 경향을 보였으나 같은 시료에서 저장시간에 따른 hardness의 유의적인 차이는 없었다. 20mg, 80mg첨가군은 매우 낮은 hardness를 나타냈으며, 육안이나 촉감으로 확인하기에도 단단함은 거의 없이 물컹거리고, 부착성(adhesiveness)이 매우 심해 증편 고유의 물성과는 차이를 많이 보였다. 대조군과 각각의 첨가군은 뚜렷한 차이를 보였으며, 대조군이 adhesiveness가 제조당일부터 가장 높았고, 5mg 첨가군, 80mg 첨가군, 20mg 첨가군 순으로 점차 낮아지는 경향을 나타냈으며, 저장시간에 따른 유의적 차이는 없었다. 따라서 α -GTase가 증편의 adhesiveness에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 대조군보다 α -GTase를 첨가한 증편의 chewiness가 작았고, 5mg을 첨가한 증편은 각각 20mg, 80mg을 첨가한 증편보다 높은 chewiness를 가졌다. 대조군과 3개의 실험군 모두 저장시간에 따른 chewiness는 유사한 값을 나타냈다.

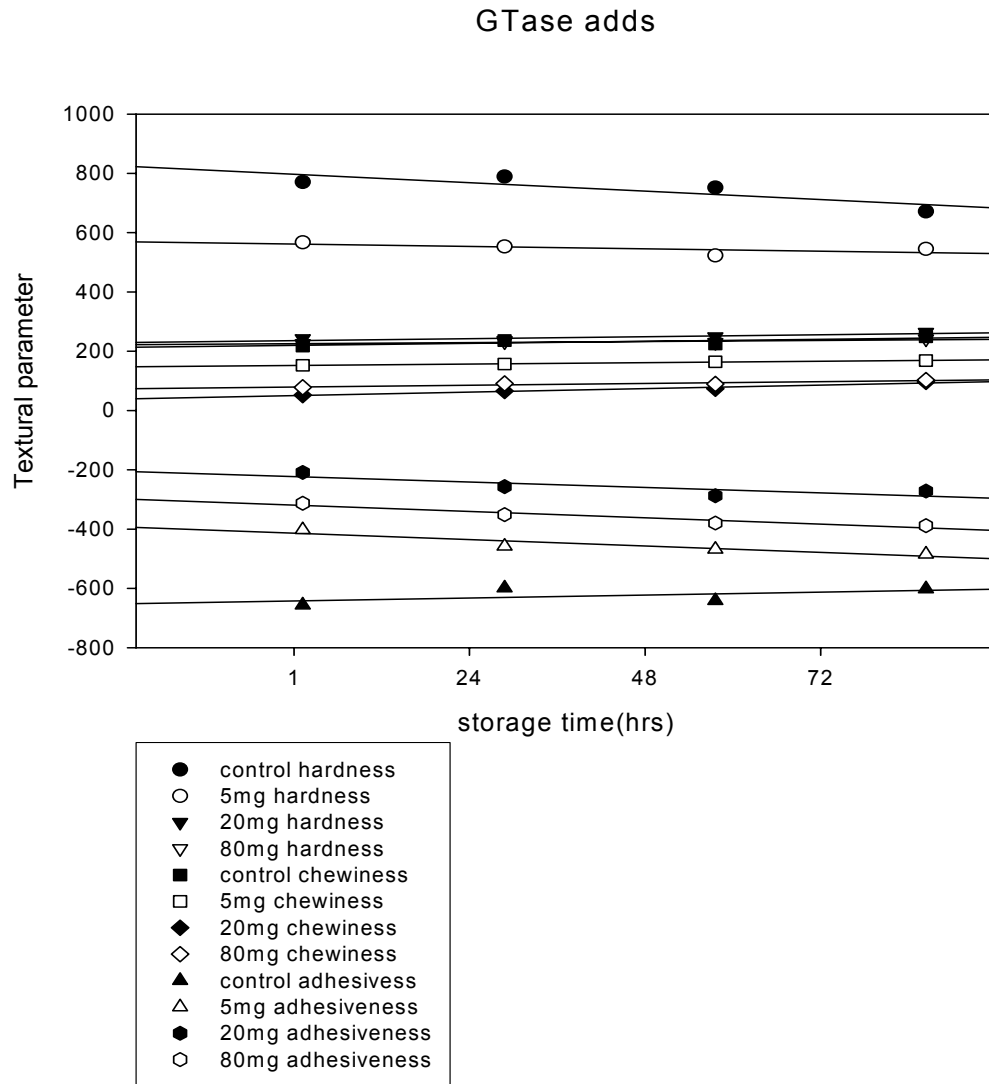


Fig. 2-8. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun by different addition ratios of α -GTase

3. 포장재료 및 방법에 따른 저장 중 품질 특성

전통적인 증편이 제조 특성상 품질에 차이가 나므로 그것을 극복하기 위해 발효원으로 효모를 사용하였다. 하지만 효모는 독특한 이취를 가지고 있으므로 소비자들로 하여금 냄새에 대한 거부감을 느끼게 할 수 있다. 또한 기존의 증편의 포장은 L-LDPE(선상 저밀도 폴리에틸렌), 식품 포장용 wrap만으로 포장되어 밀봉하지 않으므로 미생물의 증식과 수분 증발을 막을 수 없었다. 증편의 저장성의 최적화를 보기 위해 포장방법을 달리한 증편의 수분함량과 pH, 물성, shelf-life를 알아보았다.

가. 포장재료 선정 및 방법

1) 실험재료

전통적인 증편의 제조방법과 같은 재료를 사용하였으며, 발효원으로 시중에서 구하기 쉽고 예비 실험을 통하여 선정된 건조 효모(Bruggeman, Belgium)를 사용하였다. 포장기계는EPA-200-BS(enterline, 한국)를 이용하고, 포장필름은 PP film, HDPE film을 사용하였으며 포장용기는 13cm 지름의 FPP 재질의 원형용기와 12cm × 15cm의 FPP 재질 사각 용기를 사용하였다.

2) 실험설계

전통적인 방법을 통한 증편의 제조실험과 예비실험을 통하여 효모를 이용한 증편을 제조하고 증편을 4x4x4(cm) 크기로 잘라 기존의 L-LDPE(wrap)으로 싼 후 HDPE와 PP film으로 포장하였으며, 포장방법은 각각의 film표면을 자외선 살균한 것과 Autoclave에 멸균(121℃, 15분)시킨 것으로 증편을 포장하고 표면에 70% 에탄올을 분사하였다. 제조한 증편의 이화학적 변화의 측정방법은 전과 동일한 방법으로 실시하였다.

Table 2-11. Jeung-pyun manufacturing method by packaging materials and methods

rice(g)	water (ml)	sugar (g, 15%)	salt (g,0.8%)	yeast (g,0.6%)	1st and 2nd fermentation (min, 30℃)	steaming (min,100℃)	packaging materials	sterilization methods
600	312	90	4.8	3.6	120min, 30min	30	HDPE film	UV sterilization
							PP film	high pressure sterilization

3) 증편의 제조

쌀가루는 체로 쳐서 20 mesh 이하의 것을 사용하여 선정된 배합비(Table 2-11)에 맞춰 반죽 및 발효, 증자하였다.

나. 결과 및 고찰

1) HDPE film으로 포장한 증편

가) pH

각각의 방법으로 포장된 증편의 pH는 저장 시간에 따라 약간씩 낮아졌다. Control과 자외선 처리 film은 거의 변화가 없었고, autoclave에 멸균한 증편은 저장 48시간에 다른 증편들보다 더 낮아진 pH를 나타내었다.

Autoclave에 멸균한 HDPE film으로 포장한 증편의 pH가 다른 방법으로 포장한 증편의 pH보다 낮은 경향을 나타내므로 저장에 따른 shelf-life에 좋은 영향을 줄 것으로 보인다. Control과 자외선 처리 film의 pH에 별 차이가 없는 것으로 보아 film

의 자외선 살균은 pH에 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

Table 2-12. pH of Jeung-pyun packaged with variously sterilized HDPE film.

Experimental methods	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	6.01	6.00	5.99	5.96	5.94
UV sterilization	5.99	5.96	5.94	5.94	5.91
high pressure sterilization	5.89	5.87	5.76	5.8	5.76

나) 수분함량

제조된 증편의 표면을 LDPE(식품용 wrap)으로 포장한 후 외관을 HDPE film을 control과 자외선 살균처리, autoclave에 멸균하여 각각 포장하여 저장 일 수에 따른 결과를 알아보았다.

모두 저장 48시간까지는 증가하는 경향을 보이다가 저장 72시간째에 감소하는 경향을 보였으나 제조일의 수분함량에 비해 전체적으로 증가하였다. 초기 수분은 autoclave에 멸균한 증편이 그렇지 않은 증편에 비해 약간 높았으나 control이나 자외선 살균 film 포장 증편의 수분함량 변화보다 autoclave에 멸균한 증편의 수분함량 변화가 가장 적었다. Control과 자외선 처리 film의 수분함량에 유의적 차이가 없는 것으로 보아 film의 자외선 살균은 수분함량에 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

Table 2-13. Water contents of Jeung-pyun packaged with variously sterilized HDPE film.

Experimental methods	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	49.40	51.30	54.70	53.030	53.10
UV sterilization	49.40	51.70	54.70	52.70	52.10
high pressure sterilization	51.20	52.30	53.10	51.00	51.10

다) 호화도

저장 시간에 따라 각각의 방법으로 포장된 증편의 maltose 함량은 약간씩 감소하는 경향을 나타내었다. 이 역시 autoclave에 멸균한 film으로 포장한 증편의 maltose 함량이 비교적 안정하며 그 변화율이 적었고 그렇지 않은 두 증편의 maltose 함량은 저장 시간에 따라 계속적으로 약간씩 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 전체적으로 유의적 차이는 없었다.

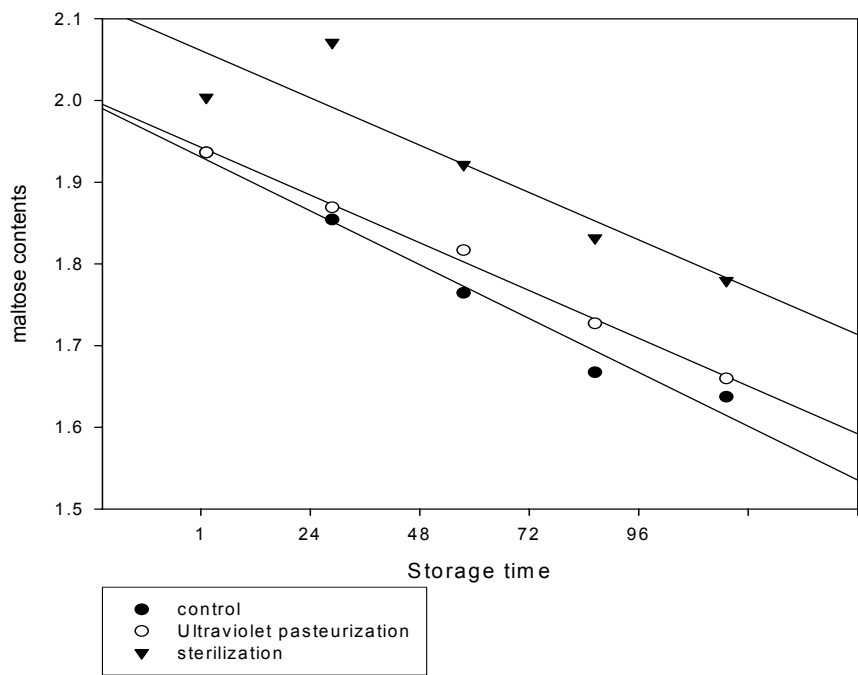


Fig. 2-9. The degree of gelatinization of Jeung-pyun packaged by variously sterilized HDPE film during storage time(HRS).

2) PP film으로 포장한 증편

가) pH

PP film으로 포장한 증편의 pH는 저장 시간에 따라 전체적으로 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 그 중 멸균한 film으로 포장한 증편의 초기 pH는 기타의 증편에 비해 낮은 pH 결과를 나타내었고 pH가 증가하기는 했으나 그 변화가 크지 않은 것으로 나타났다. Control과 자외선 처리 film의 pH에 별 차이가 없는 것으로 보아 film의 자외선 살균은 pH에 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

Table 2-14. pH of Jeung-pyun packaged by PP film.

Experimental methods	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	5.80	5.85	5.85	5.9	5.92
UV sterilization	5.80	5.86	5.86	5.91	5.92
high pressure sterilization	5.77	5.79	5.82	5.83	5.82

나) 수분함량

PP film으로 포장한 증편의 수분함량 변화는 control, 자외선 살균한 증편은 수분 함량이 저장 시간에 따라 증가하는 경향을 보였으나 멸균한 PP film으로 포장한 증편의 수분 함량은 다른 증편에 비해 초기 수분이 HDPE film으로 포장했을 때와 같이 높았고 저장 일에 따라 수분함량에 약간의 변화는 있으나 유의적 차이는 없으므로 나타났다. Control과 자외선 처리 film의 수분함량에 차이가 없는 것으로 보아 film의 자외선 살균은 수분함량에 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

Table 2-15. Water content of Jeung-pyun packaged by PP film

Experimental methods	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	51.20	53.10	54.10	55.30	53.10
UV sterilization	51.30	53.80	54.90	56.20	52.10
high pressure sterilization	53.20	54.90	53.50	54.90	53.00

다) 호화도

PP film으로 포장한 증편의 저장 시간에 따른 maltose 함량의 변화는 저장기간이 지남에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 이 역시 멸균한 포장재로 포장한 증편의

maltose 함량이 비교적 높고 그 변화율도 적었다. 저장 72시간째의 maltose 함량과 기타 증편의 24시간째의 maltose 함량이 같은 것으로 보아 포장지의 열균이 저장성에 도움을 주는 것으로 나타났다.

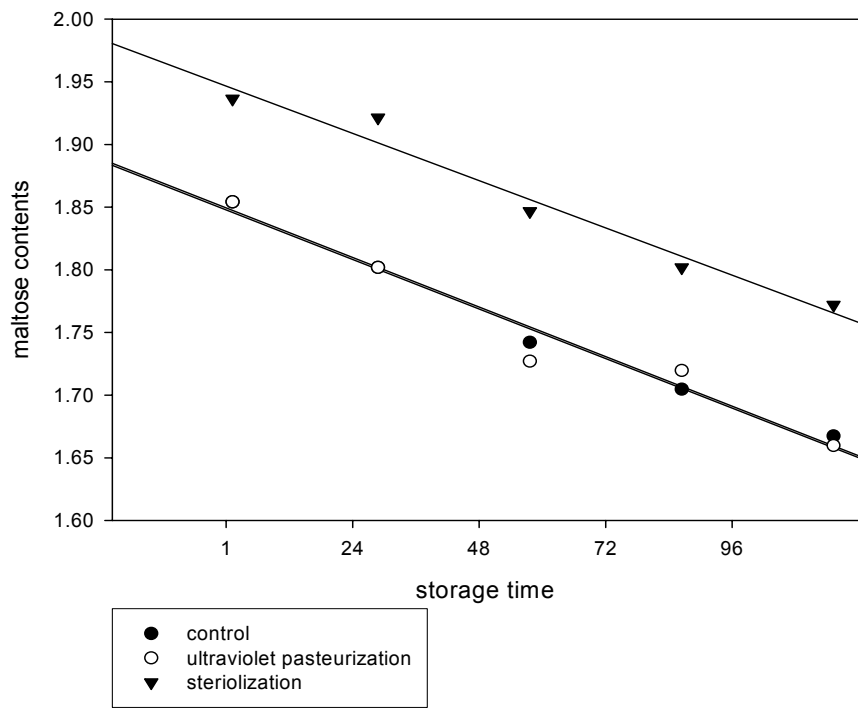


Fig. 2-10. The degree of gelatinization of Jeung-pyun packaged by variously sterilized PP film during storage time(HRS).

3) 증편의 texture 측정

포장 재료는 film 특성상 PP film과 HDPE film 두 가지를 선정해 실험하였다. film특성상 HDPE film은 PP film보다 기체 투과성이 커 투습도가 높으므로 PP film으로 증편을 포장했을 때 포장 효과가 더욱 좋다. Hardness, adhesiveness, 포장방법에 따른 texture 변화는 Fig. 2-11~12에 나타나있다. 포장방법 별 포장에서 살균한 증편과 살균하지 않은 증편의 texture는 살균하지 않은 증편에서 그 변화가 적어 증

편에서 살균은 의미가 적었다. PP film으로 포장한 증편의 texture 결과 hardness, chewiness는 저장 24시간째 감소를 보였다. 그 후 hardness와 chewiness는 큰 변화 없이 점차적으로 감소하였고 adhesiveness는 24시간째 증가하여 48시간 이후부터는 그 증가 폭이 크지 않은 경향을 나타내었다. HDPE film으로 포장한 증편의 texture 변화 결과 hardness, chewiness는 저장 24시간째 큰 감소를 보인 후 유의적인 차이가 없었고 adhesiveness는 24시간째 증가하여 48시간 이후부터는 그 증가 폭이 크지 않은 경향을 나타내었다.

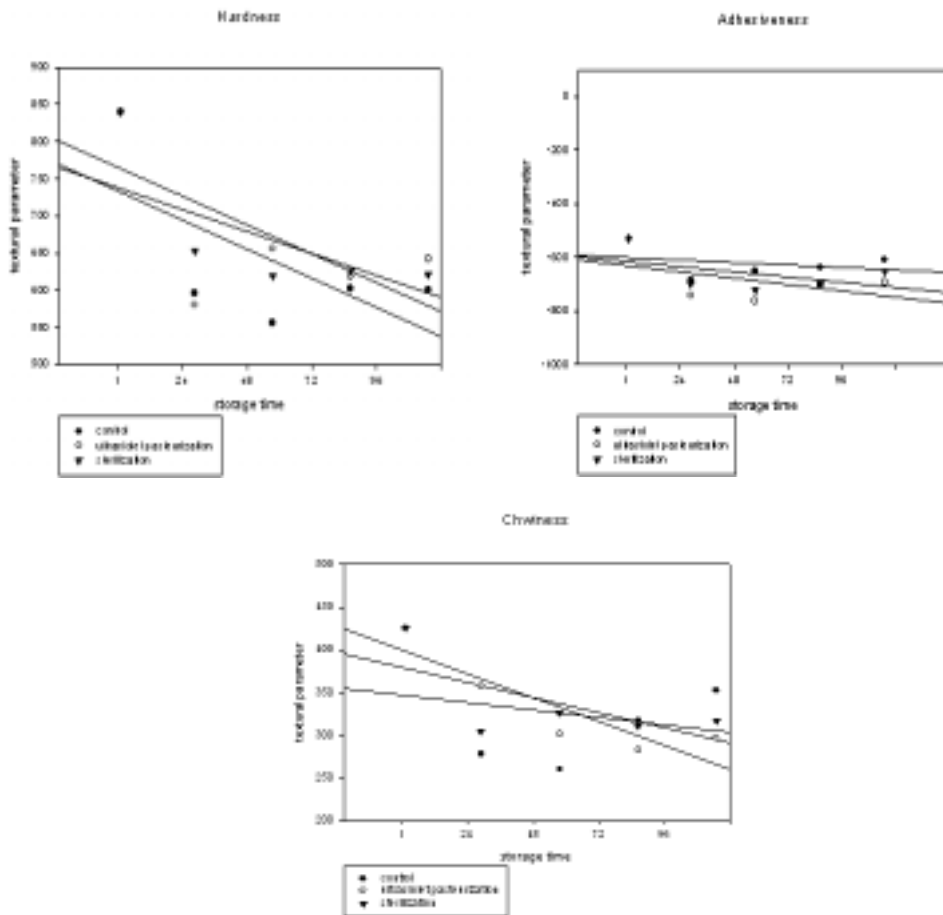


Fig. 2-11. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun packaged with HDPE film.

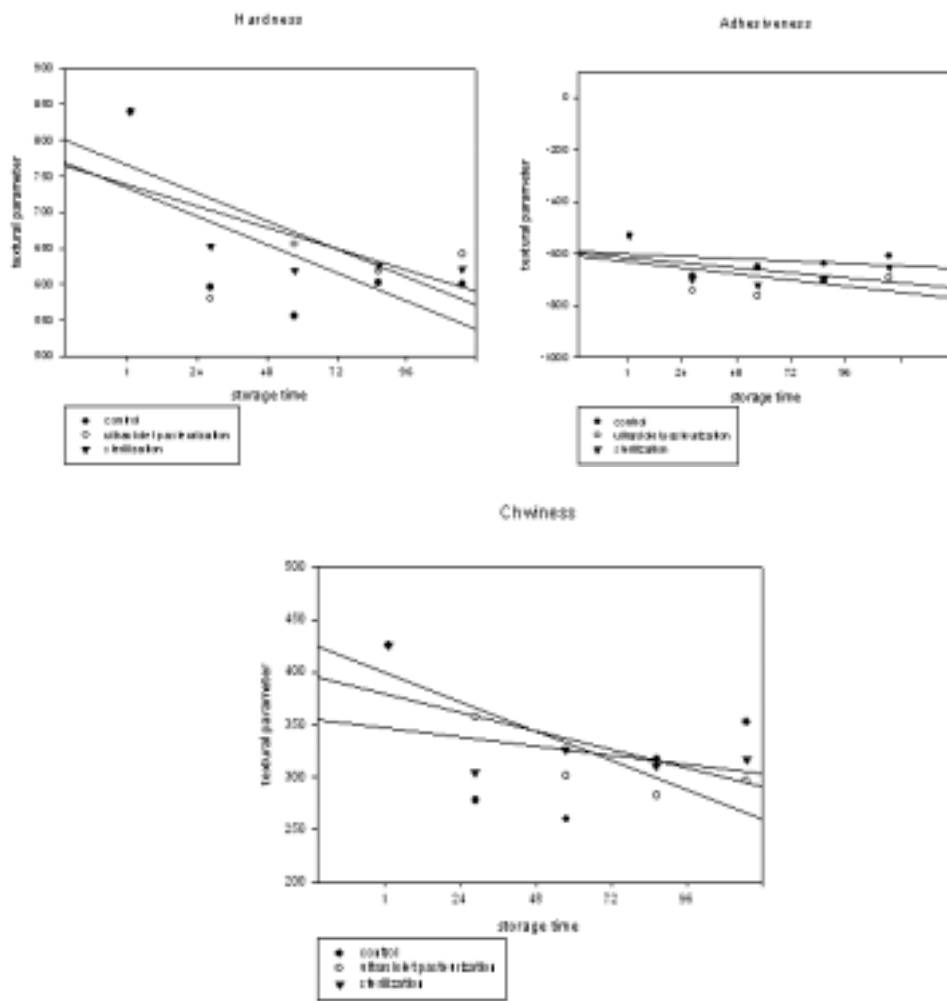


Fig. 2-12. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun by packaging PP film.

4. Flavoring 첨가에 따른 저장 중 품질 특성

효모취를 masking하기 위하여 다양한 flavoring 중 저장성(항균성)에 영향을 미친다고 여겨지는 flavor를 선정하여 증편을 제조하였고, 각각의 증편을 자동포장기로 포장한 후 증편들을 가열살균 여부에 따른 제품의 수분함량과 pH, 물성, shelf-life를 알아보았다.

가. 재료 및 방법

1) 실험재료

전통적인 증편의 제조방법과 같은 재료를 사용하였으며, 발효원으로 시중에서 구하기 쉽고 예비 실험을 통하여 선정된 건조 효모(Bruggeman, Belgium)를 사용하였다. 또한 예비실험을 통해 효모를 이용한 발효 시 발생하는 이취를masking하기 위하여 cocoa(동서식품), 전지분유(한국 하인즈), 커피(동서식품), 녹차가루(태평양)를 사용하였다. 포장기계는 EPA-200-BS (enterline, 한국)를 이용하고, 포장필름은 PP film을 사용하였으며 포장용기는 13cm 지름의 FPP 재질의 원형 용기와 12cm × 15cm의 FPP 재질 사각 용기를 사용하였다.

2) 실험설계

전통적인 방법을 통한 증편의 제조실험과 예비실험을 통하여 효모를 이용한 증편을 제조하고 각각의 flavoring을 첨가한 예비실험을 통하여 물성이 control과 유사하고 기호도도 좋은 최적의 flavoring의 양을 결정하였다. 또한 flavor를 첨가한 증편의 물성은 rheometer를 이용한 증편 texture 분석을 통하여 알아보았고 제조한 증편의 이화학적 변화의 측정방법은 전과 동일한 방법으로 실시하였다.

Table 2-16. Ratio of rice flour and flavoring to manufacture Jeung-pyun

Rice(g)	Added Flavoring(g)	added water(ml)	sugar (g)	yeast (g)	1st fermentation (min, 30°C)	2nd fermentation (min, 3°C)	Steaming (min)
	Control	0					
	Cocoa flour	60					
600	Green tea flour	60	312	90	3.6	120	30
	Coffee flour	3					
	whole milk flour	60					

3) 증편의 제조

쌀가루는 체로 쳐서 20mesh 이하의 것을 사용하여 표준공정 배합비에 각각의 flavor를 첨가하여 반죽 및 발효, 증자를 실시하였다. 증편을 제조하고 난 후 대조군은 그대로 두고 처리구는 포장 film에 미세한 구멍을 뚫어 autoclave에 100°C, 15분간 살균하였다. 반죽 및 나머지 공정은 이전의 실험과 동일하게 실시하였다.

나. flavor첨가에 따른 품질 특성

1) 코코아를 첨가한 증편의 수분함량과 pH

코코아 가루를 첨가한 증편의 수분함량과 pH는 control과 비교하여 높았다. 코코아 가루를 첨가한 증편의 수분함량과 pH 변화는 Table 2-17과 Table 2-18에 나타내었다.

수분함량은 저장 시간에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 pH는 저장 일수에 따라 약간씩 감소하는 경향을 나타내었다. 수분함량과 pH는 평균한 것이 control과 비교하여 낮았다. 이는 코코아의 당이 수분의 증발을 막아 주어 수분함량이 감소하지 않았을 것으로 생각되고, pH는 감소하는 것으로 생각된다.

Table 2-17. Water content of Jeung-pyun added cocoa flour.

	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	56.3%	56.80%	55.50%	55.60%	55.80%
sterilization	55.60%	56.80%	56%	56%	56.10%

Table 2-18. pH of Jeung-pyun added cocoa flour.

	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	6.72	6.58	6.55	6.45	6.44
sterilization	6.68	6.54	6.55	6.44	6.44

2) 코코아 가루를 첨가한 증편의 호화도

코코아 가루를 첨가한 증편의 maltose 함량은 control과 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않았다. Fig. 2-13을 보면 저장 48시간부터 노화가 빨리 되어 그 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 멸균한 증편의 호화도가 멸균하지 않은 것에 비하여 감소를 보임으로써 노화가 빨리 진행되는 것을 알 수 있다.

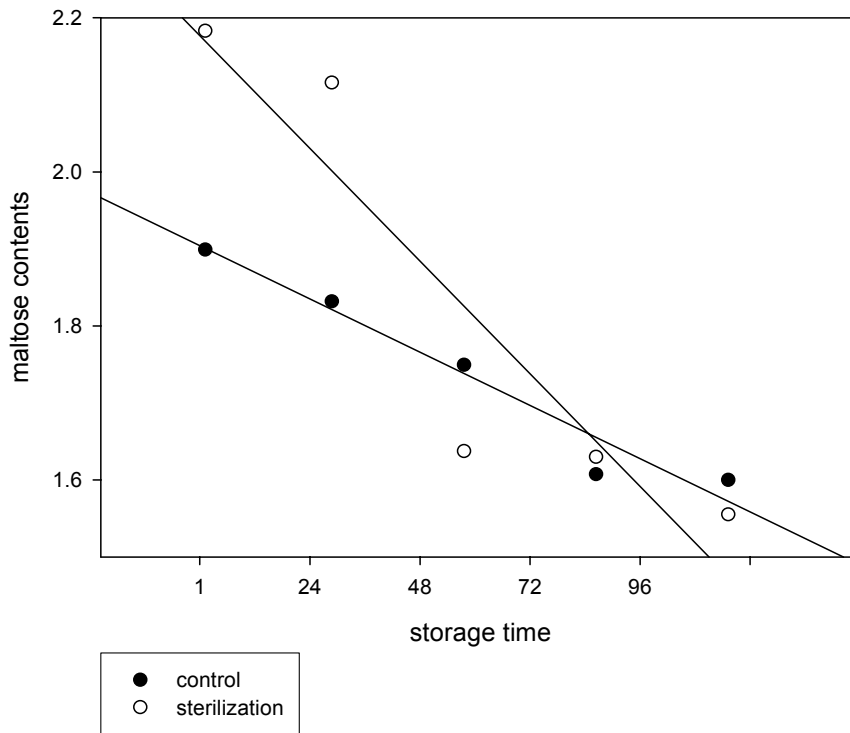


Fig. 2-13. The degree of gelatinization of Jeung-pyun added cocoa flour.

3) 녹차가루를 첨가한 증편의 수분함량과 pH

녹차가루를 첨가한 증편의 수분함량과 pH는 control과 비교하여 큰 차이를 보이지 않았다. 수분함량과 pH 변화는 Table 2-19과 Table 2-20에 나타내었다.

수분함량과 pH는 저장 시간에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 수분함량과 pH는 멸균한 증편이 멸균하지 않은 증편에 비해 낮았다. 녹차의 성분이 수분함량의 증발을 막아주지 못하고 역시 pH에 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

Table 2-19. Water content of Jeung-pyun added green tea flour.

	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	53.40%	52.20%	51.90%	50.70%	50.70%
sterilization	53.60%	53.10%	52.90%	51.80%	51.40%

Table 2-20. pH of Jeung-pyun added green tea flour.

	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	5.7	5.68	5.6	5.62	5.62
sterilization	5.68	5.69	5.61	5.62	5.62

4) 녹차가루를 첨가한 증편의 호화도

녹차가루를 첨가한 증편의 maltose 함량은 control과 비교하여 약간 낮은 결과를 나타냈다. 그러나 저장 일 수에 따라 변화한 maltose 함량의 결과를 보면 저장 24시간째 약간의 변화 외에 변화가 크지 않은 것으로 나타났다. 평균한 증편의 maltose 함량은 평균하지 않은 maltose 함량에 비해 불균일한 결과를 나타내어 유의차를 보이지 않았다.

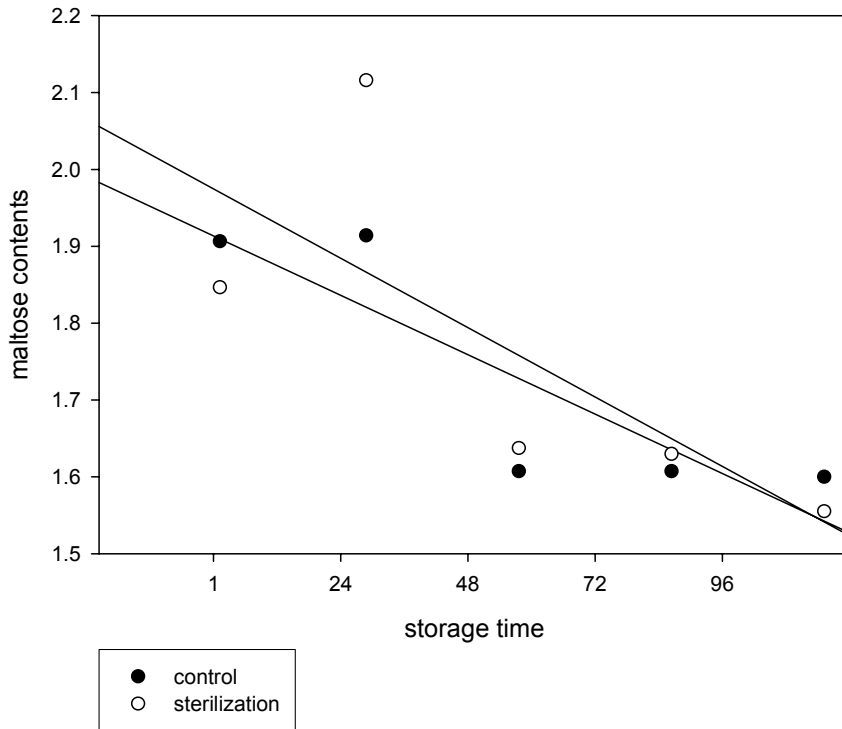


Fig. 2-14. The degree of gelatinization of Jeung-pyun added green tea flour

5) 커피가루를 첨가한 증편의 수분함량과 pH

커피가루를 첨가한 증편의 수분함량과 pH는 수분함량과 비교하여 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 멸균한 증편의 수분함량이 멸균하지 않은 것에 비해 약간씩 수분함량이 높았다. 수분함량과 pH 변화는 Table 2-21과 Table 2-22에 나타내었다.

저장 시간에 따른 수분함량은 멸균하지 않은 증편에서는 별 차이를 보이지 않았으나 멸균한 증편은 약간 증가했고, pH 변화에서도 멸균하지 않은 것은 별 차이를 보이지 않았으나 멸균한 것은 감소하는 경향이 나타났다.

Table 2-21. Water content of Jeung-pyun added coffee flour

	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	52.00%	52.20%	53.30%	52.90%	51.20%
sterilization	53.30%	52.30%	54.50%	54.30%	53.40%

Table 2-22. pH of Jeung-pyun added coffee flour

	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	5.77	5.7	5.8	5.8	5.78
sterilization	5.72	5.76	5.73	5.73	5.71

6) 커피가루를 첨가한 증편의 호화도

커피가루를 첨가한 증편의 maltose 함량은 control과 비교하여 낮은 결과를 나타내었다. 멸균한 포장재로 포장한 증편은 저장 48시간 쯤 급격한 감소를 나타내었으나 그 이후부터는 변화가 거의 없었으며, control은 96시간까지 완만한 maltose 함량변화를 보이 것으로 나타났다.

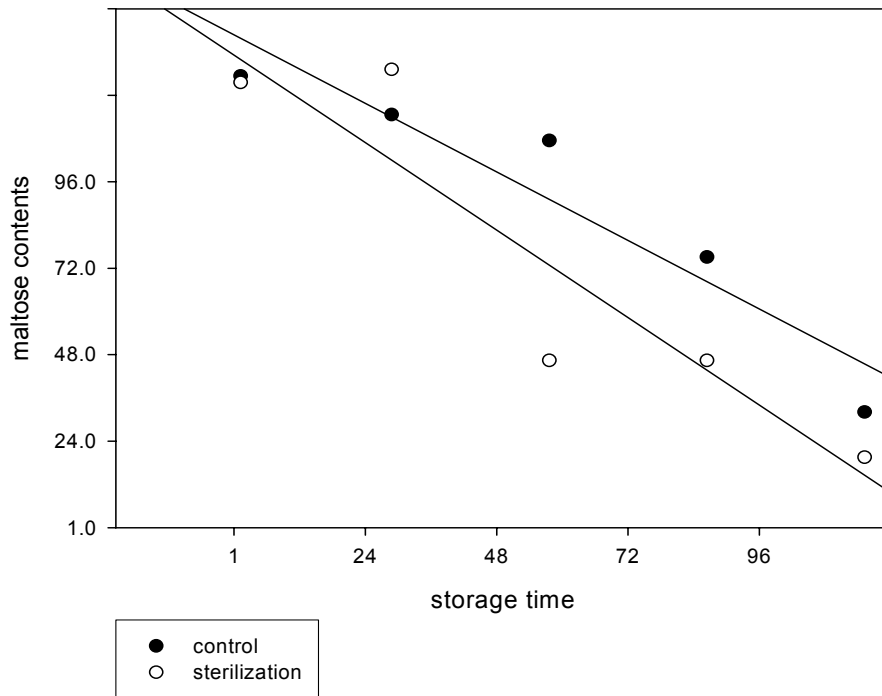


Fig. 2-15. The degree of gelatinization of Jeung-pyun added coffee flour.

7) 전지분유를 첨가한 증편의 수분함량과 pH

전지분유를 첨가한 증편의 수분함량과 pH는 control과 비교하여 높았다. 수분함량과 pH 변화는 Table 2-23과 Table 2-24에 나타내었다. 저장 시간에 따라 수분함량과 pH가 낮아졌지만 coffee가루를 첨가했을 때와 같이 멸균한 것이 수분함량은 높고 pH는 낮은 경향이 나타났다.

Table 2-23. Water content of Jeung-pyun added whole milk flour.

	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	54.10%	53.20%	53.60%	53.70%	54.00%
sterilization	55.50%	54.50%	55.00%	53.40%	54.90%

Table 2-24. pH of Jeung-pyun added whole milk flour

	1hrs	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
control	6.38	6.39	6.33	6.31	6.12
sterilization	6.36	6.34	6.32	6.32	6.11

8) 전지분유를 첨가한 증편의 호화도

전지분유를 첨가한 증편의 maltose 함량은 control과 비교하여 낮은 결과를 나타냈다. Fig. 2-16을 보면 저장 48시간부터 노화가 빨리 되어 그 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

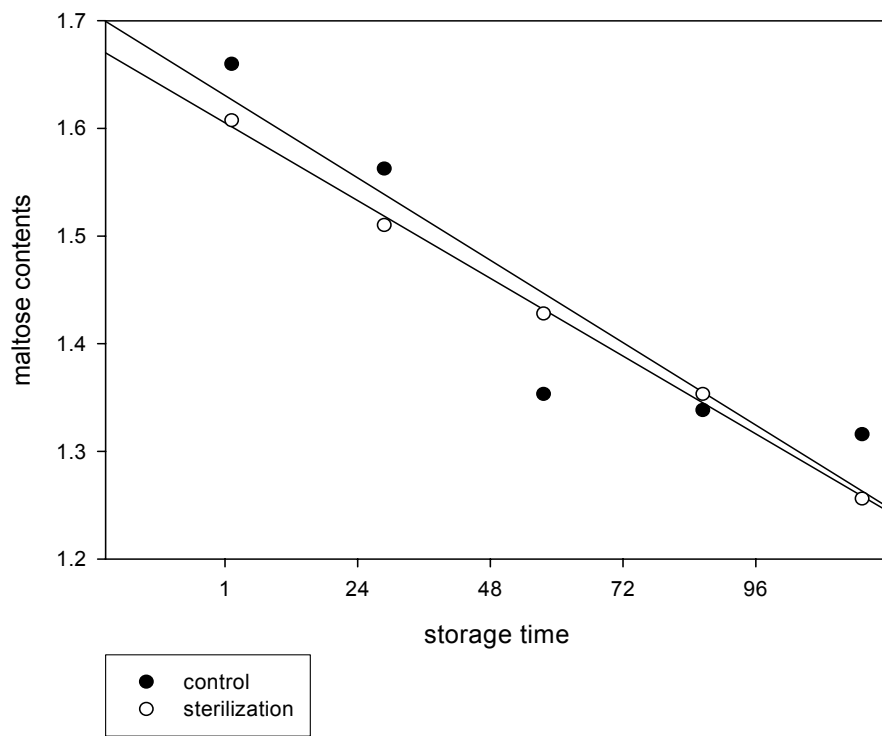


Fig. 2-16. The degree of gelatinization of Jeung-pyun added whole milk flour

9) Rheometer를 이용한 증편의 texture 측정

코코아 가루를 첨가한 증편의 texture결과 control과 멸균한 증편 모두 hardness와 chewiness는 저장 2일째만 약간의 증가 추세를 보이고, adhesiveness는 저장 2일째만 감소하였지만 전반적으로 제조된 당일과 차이를 보이지 않았다. 이것은 노화가 진행되는 과정과 상관관계를 가지고 있다고 보인다.

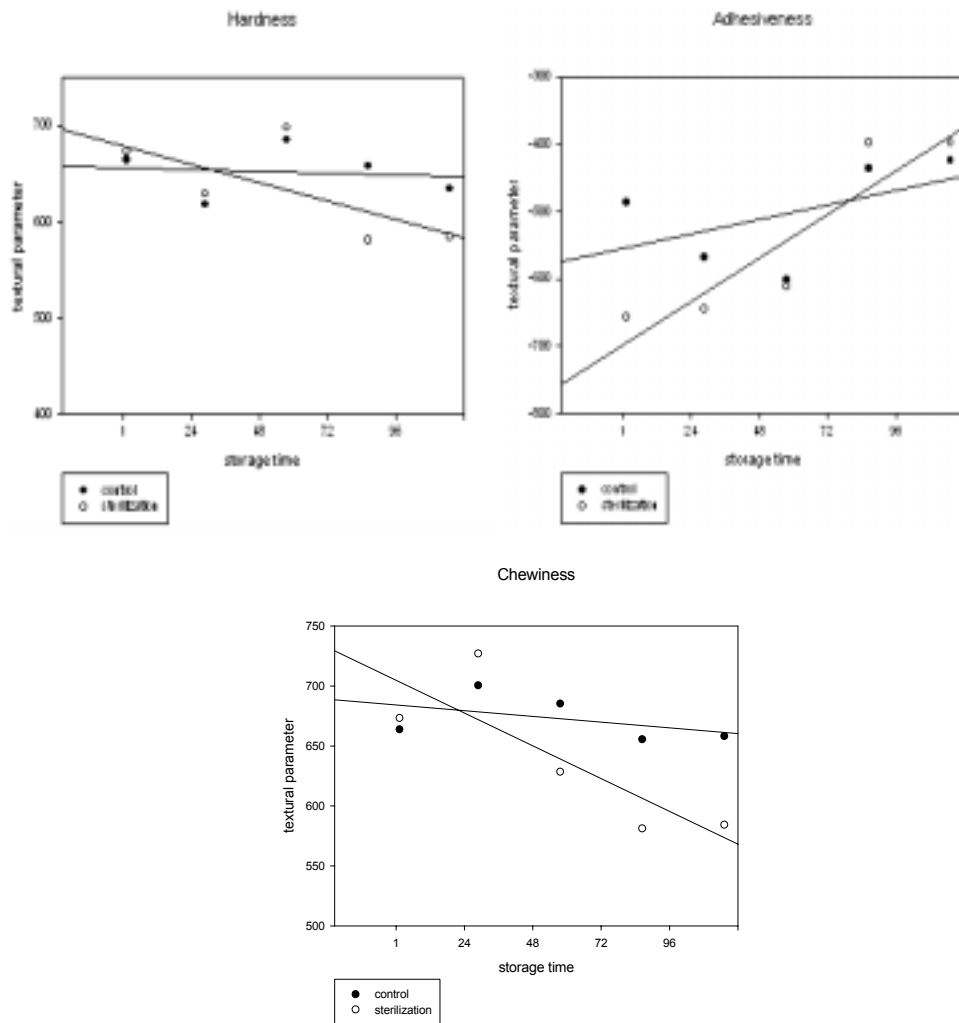


Fig. 2-17. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun added cocoa flour.

녹차가루를 첨가한 증편의 texture 결과 control과 유사한 물성을 나타내었다. Hardness, adhesiveness와 chewiness 모두 저장 일 수에 따라 거의 변화가 없는 것 경향을 나타내었지만 멸균하지 않은 증편과 멸균한 증편의 texture 변화를 보면 멸균한 증편의 물성에서는 어떠한 개연성이 없어 멸균의 효과를 보일 수 는 없었다. 녹차를 넣어줌으로써 녹차의 항산화 성분으로 노화가 억제되어 그 물성에도 영향을 미치는 것으로 보인다.

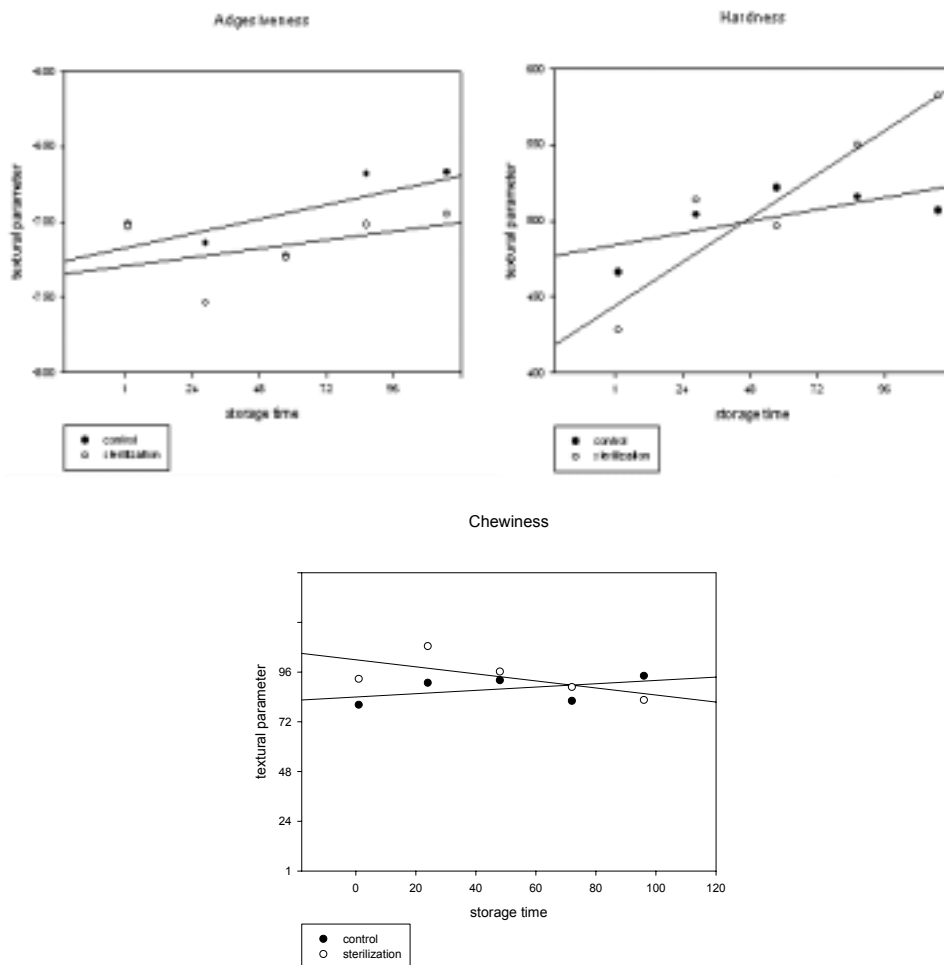


Fig. 2-18. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun added green tea flour.

커피가루를 첨가한 증편의 texture 결과 hardness, adhesiveness와 chewiness 모두 멸균한 증편이 멸균하지 않은 증편보다 저장 일수에 따라 더 크게 증가하는 경향을 나타내었다. 멸균함으로써 노화가 더 빨리 진행되는 결과로 보아 커피가루를 첨가한 증편에서 멸균은 그 물성에 좋지 않은 영향을 주는 것으로 보인다.

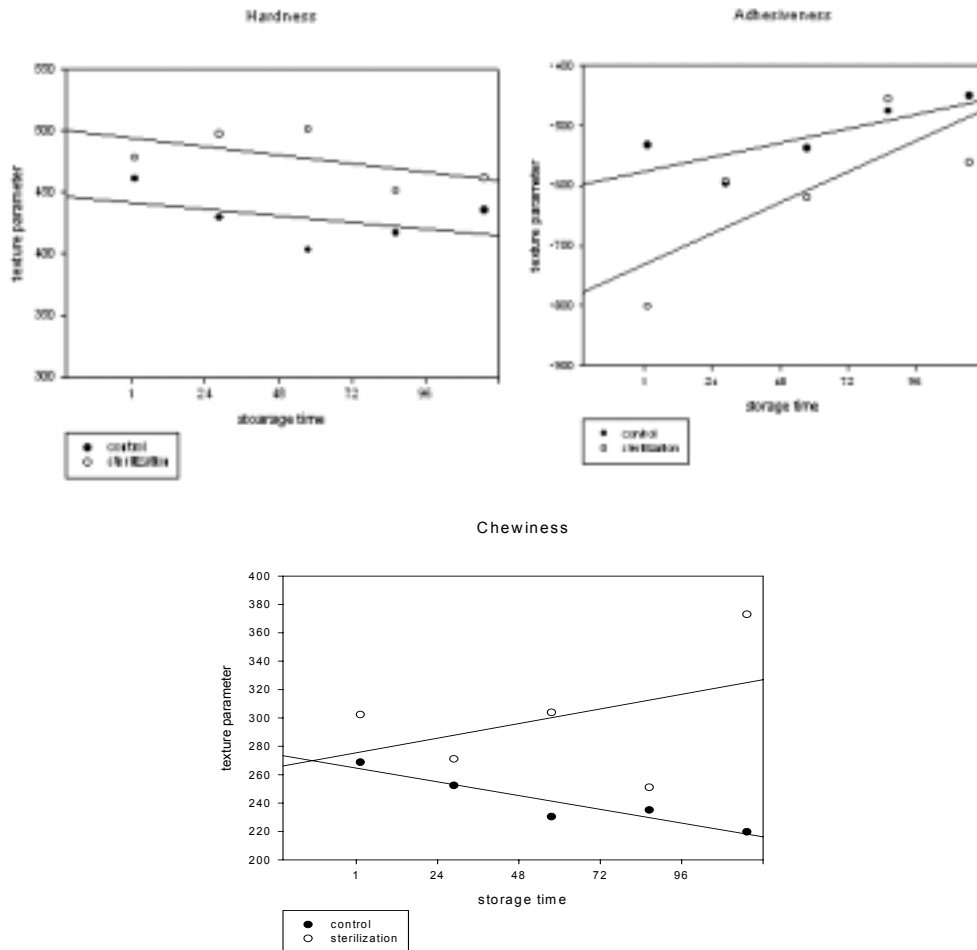


Fig. 2-19. Instrumental texture of characteristics of Jeung-pyun added coffee flour.

전지분유를 첨가한 증편은 control 비하여 hardness, adhesiveness와 chewiness 모두 낮은 경향을 보였다. 전지분유를 첨가함으로써 증편의 물성이 부드러워져 빵과 같은 조직감을 갖게 되었다. 저장 일수에 따라 hardness와 adhesiveness 모두 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 멸균한 증편이 hardness 및 그 물성변화에 더욱 민감한 것으로 보아 증편에서의 멸균은 증편의 물성에 좋지 않은 영향을 주는 것으로 생각된다.

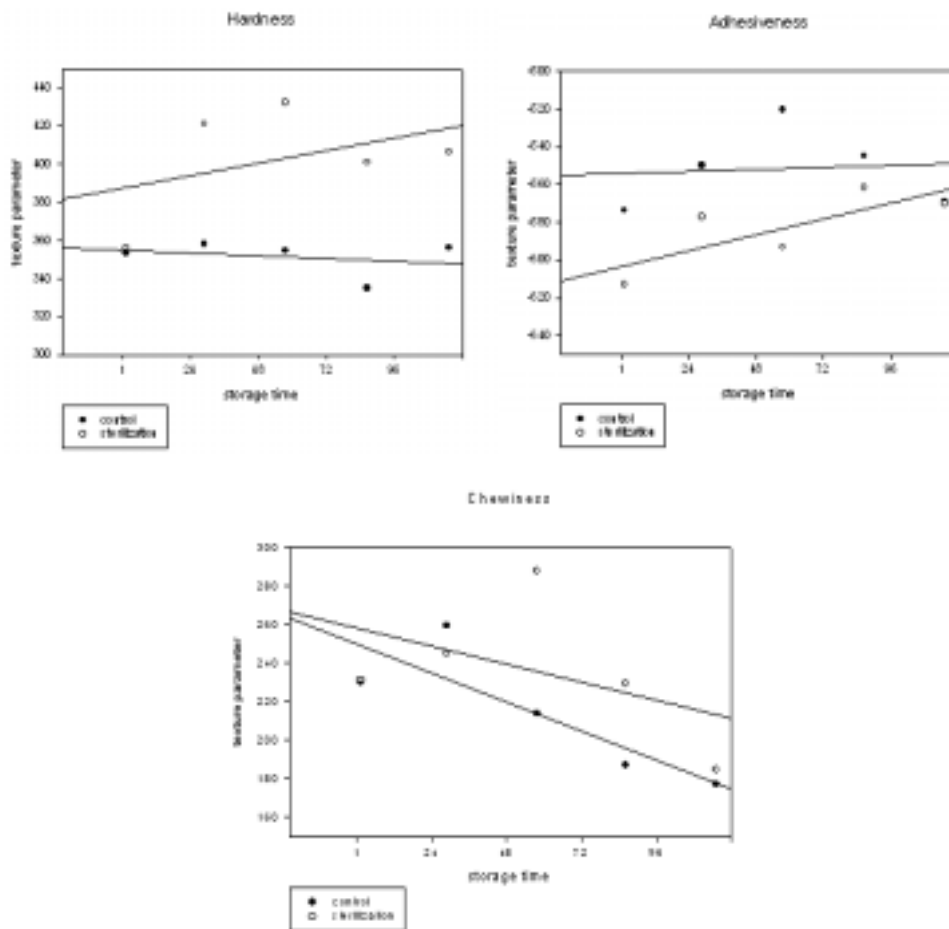


Fig. 2-20. Instrumental texture characteristics of Jeung-pyun added whole milk flour.

제 3 절 증편의 포장에 조건에 따른 품질수명 (Shelf-life) 예측

1. 증편의 제조

증편의 제조

증편은 부재료의 혼합, 반죽, 발효의 과정을 거쳐 유산지를 깎 머핀 컵에 약 45g씩 취한 후 증자하여 제조하였다. 제조된 증편을 완전히 식힌 후, 멸균된 polyethylene film과 질소충진 포장법으로 각각 개별 포장하였다.

감마선 조사

포장된 증편은 한국원자력연구소(Daejeon, Korea)내 선원 10만 Ci, Co-60감마선 조사시설(point source AECL, IR-79, MDS Nordion International Co. Ltd., Ottawa, ON, Canada)을 이용하여 실온($18\pm 1^\circ\text{C}$)에서 시간당 5kGy의 선량으로 각각 0, 5, 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 조사하였다. 흡수선량의 확인은 alanine dosimeter(5mm, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하였고, dosimetry 시스템은 국제원자력기구(IAEA)의 규격에 준용하여 표준화한 후 사용하였다. 총 흡수선량의 오차는 2% 이내였다. 감마선을 조사한 시료는 비조사 시료와 함께 25°C 에 저장하면서 경시적으로 분석하였다.

통계분석

감마선 처리구에 의한 관능평가의 유의적 차이 검정은 SAS program 8.2(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 통계 처리하였다.

2. 포장 조건에 따른 저장 중 품질 특성 및 관능평가

pH 측정

증편 5g에 증류수 50m를 가하여 3분간 균질화한 후 pH meter(230A, Orion research Inc, USA)를 이용하여 저장기간 동안 측정하였다. pH변화는 Fig. 3-1과 같이 나타났다.

비조사구인 PE film포장의 제조당일 pH는 5.3으로 저장 5일 경과 까지 큰 차이를 보이지 않았으나 이 후, 급격하게 증가하는 경향을 나타냈다. 감마선의 조사구의 초기 pH는 비조사구 보다 낮은 수치를 보였으며, 저장기간 10일 동안 유의적 차이를 보이지 않았다. 질소충진 포장 역시 저장기간 동안 pH의 유의적 변화가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 감마선 조사에 의해 밥의 부패를 촉진하던 미생물이 사멸되어 저장기간 동안 미생물에 의한 품질저하가 늦춰졌기 때문이라는 미생물의 오염이 pH의 변화에 중요한 요인으로 보이며, 따라서 PE film포장 증편의 25℃ 저장 시 5일을 기준으로 가식이 불가능하나 질소충진 포장과 감마선조사를 통해 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 보인다.

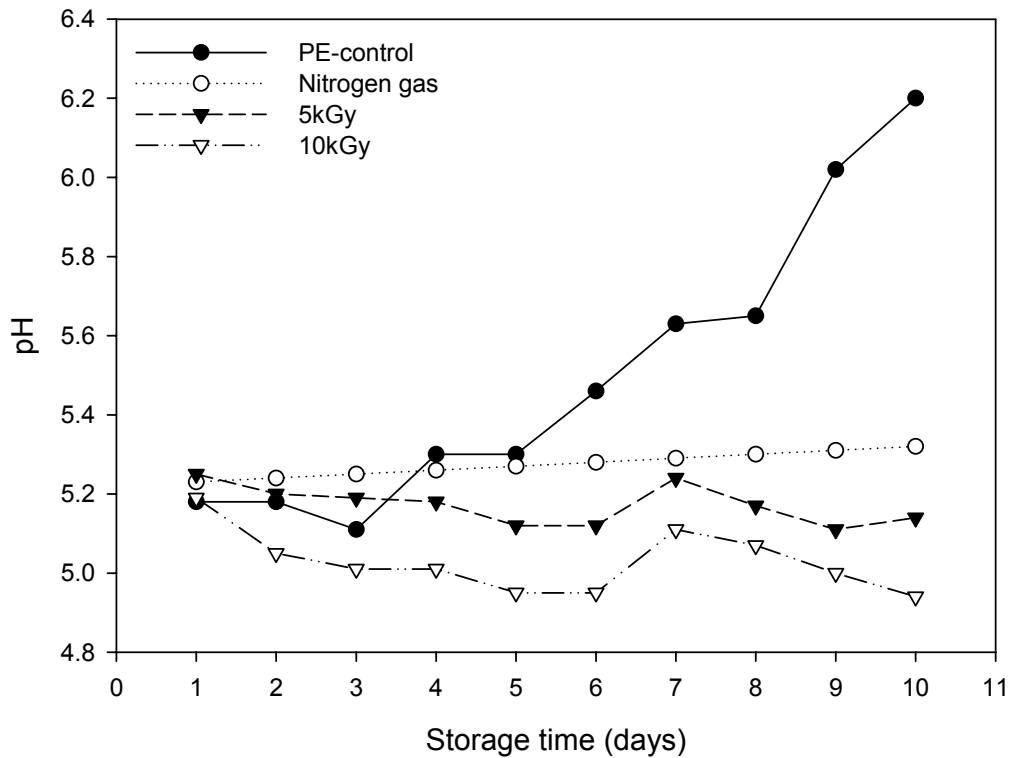


Fig. 3-1. Change of pH in gamma irradiated and nitrogen gas packaging Jeung-pyun during storage at 25°C

환원당 정량

증편 5g에 증류수를 가하여 500ml 되도록 한 후, 2000rpm에서 5분간 원심 분리하여 상등액을 취하였다. 상등액을 2배 희석한 후 그 중 2ml를 취하여 DNS(3, 5-Dinitrosalicylic acid, sigma)시약 2ml 넣어 끓는 물에서 5분간 반응시킨 후, 다시 5분간 냉각하여 575nm에서 흡광도 측정하였다.

감마선 조사와 포장방법에 따른 환원당 함량의 변화는 Fig. 3-2에 나타난 바와 같다. 감마선 조사구는 선량에 상관없이 저장기간에 따른 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 PE film으로 포장한 증편은 저장기간이 증가 할수록 증가하는 경향을 보였

다. 즉, 제조직후는 1.12mg이었으나 제조 7일차에는 2.05mg까지 증가하였다($p<0.05$). 질소가스충전포장은 저장 9일까지 증가하지 않았으나 10일 이후부터는 역시 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 증편의 환원당이 증가하는 요인은 미생물 생성에 의한 것으로 사료된다.

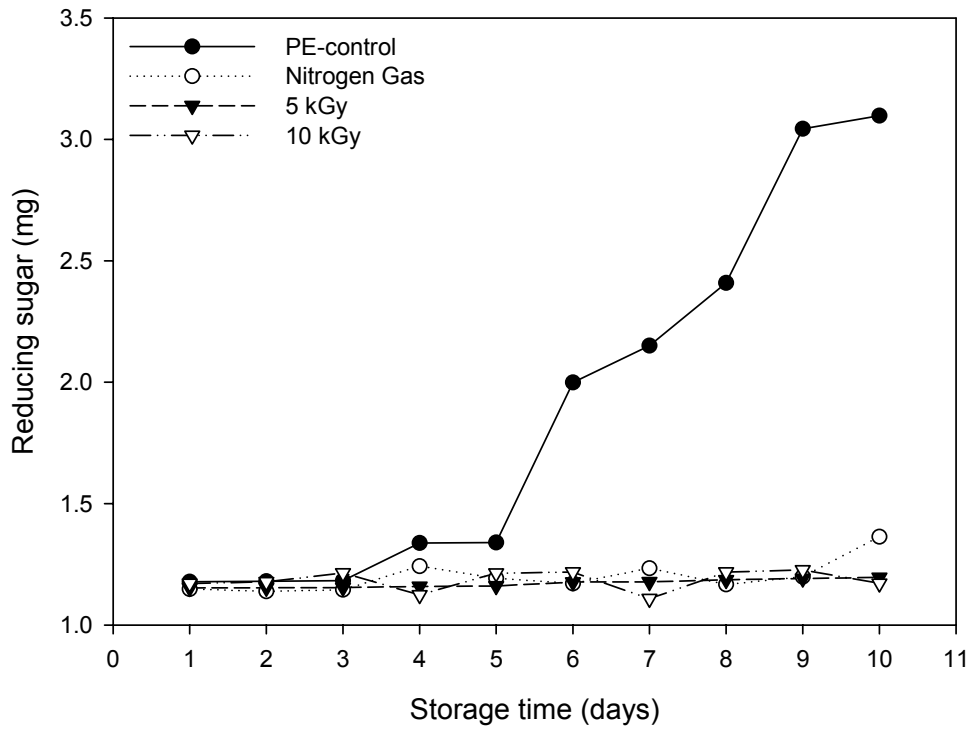


Fig. 3-2. Change of reducing sugar in gamma irradiated and nitrogen gas packaging Jeung-pyun during storage at 25°C ($p<0.001$)

저장 중 총균수 측정

증편 1g에 멸균 증류수 9ml를 가하여 균질화 한 후, 그 균질액을 희석배수에 따라 3회씩 분주하였다. 배지는 plate count agar(PCA, Difco, USA)배지로서 표준평판배양법으로 37°C에서 24시간 배양 후 colony수를 측정하였다, 실험은 3회 반복 후, 그 평균값을 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다.

감마선 조사한 증편을 실온에서 보관하면서 경시적으로 측정된 총균수는 Table 3-1과 같다. 저장직전의 총균수는 1.0×10^1 CFU/g 이었으며, 비조사구는 계속적으로 증가하여 저장 5일 전후 미생물학적 저장 한계 기준으로 사용하고 있는 6 log cycle 수준까지 증가하였으며 쉰 냄새가 나고 점질물이 생겨 조직이 뭉개지는 등 부패의 진행을 관능적으로 확인할 수 있었다. 그러나 5, 10kGy 조사구는 저장 10일 후에도 조직이나 관능적인 이상 현상이 관찰되지 않았으며, 미생물 또한 검출되지 않았다. 즉, 감마선 조사가 쌀밥의 위생성 향상에 유용하게 사용될 것으로 판단된 결과와 유사한 결과를 보였다. 이에 감마선 조사를 이용한 증편의 포장방법은 증편의 저장중의 일반세균의 성장을 유의적으로 억제하고 완전사멸 수준으로 제어 할 수 있어 증편의 저장성 증대의 유용한 포장방법으로 적용될 수 있을 것이라 사료된다.

Table 3-1. Effect of gamma irradiation on total bacteria of Jeung-pyun during storage at 25°C

	Irradiation dose(kGy)	storage periods					
		1	3	5	7	9	11
Total bacteria	PE film	1.00±0.00 ²⁾	3.54±0.31	6.45±0.27	- ³⁾	-	-
	NP ⁴⁾	1.00±0.00	1.10±0.17	3.04±0.09	4.02±0.12	5.36±0.32	-
	5	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾Not detected within the detection limit < 10^1 CFU/g

²⁾Mean±SD

³⁾Bar indicates no determination because of spoilage

⁴⁾질소충진저장

기계적 조직감

증편을 저장기간에 따라 Texture analyzer(TA-II, Stable Microsystem Ltd., UK)를 이용하여 2회 반복 압착 실험(two bite compression test)을 하였다. 5회 반복 측

정하고 최고치와 최저치를 제외한 나머지의 평균값과 표준편차를 구하였다. 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)를 측정하였다. 기기 측정조건은 Table 3-2와 같다.

Table 3-2. Operation condition for Texture Analyzer

Parameter	condition
Pre speed	3.0mm/s
Test speed	2.0mm/s
Post speed	2.0mm/s
Deformation	75%
Probe	50mm aluminum probe
Contact area	1256mm ²
Repeat	2

포장방법과 조사선량을 달리한 증편의 저장기간에 따른 Texture analyzer 분석결과, hardness의 경우 Fig. 3-3에 나타난 것과 같이 조사초기 조사선량이 증가할수록 유의적으로($p < 0.0001$)증가하는 경향을 보였다. 저장기간이 경과하면서 일반 PE film 포장 증편은 부패에 의해 조직이 뭉개지며 hardness가 감소하였으나, 감마선 조사군은 부패 없이 노화가 진행됨에 따라 hardness의 유의적인 증가를 보였다($p < 0.05$).

Fig. 3-4의 cohesiveness는 일반 PE film 포장 증편에 비해 감마선 조사군과 질소충진 전포장이 유의적으로 증가하는($p < 0.05$)경향을 보였으나 선량에 따라 유의적 차이는 없었다. 저장시간 3일 경과까지는 cohesiveness의 유의적인 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$).

adhesiveness의 초기 값은 일반 PE film 포장과 질소충진 포장이 비슷한 -3000정도의 값을 나타냈으며, 이후 일반 PE film은 저장 4일후 질소충진 포장은 저장 2일후 증가하는 경향을 보였으며 5일 경과 후부터는 유의적 차를 보이지 않았다. 감마

선 조사구는 Fig. 3-5에서 보는 바와 같이 초기 값이 일반 PE film, 질소충진 포장과 유의적 차이를 보이며 -850정도의 값을 나타냈으며 저장기간 내내 큰 차를 보이지 않았다.

chewiness는 Fig. 3-6에 보이는 것과 같이 초기 값은 각각 유의차를 보이며 10kGy, 5kGy, 질소충진 포장, PE film포장 순으로 저장기간 내내 감소하는 경향을 보였다.

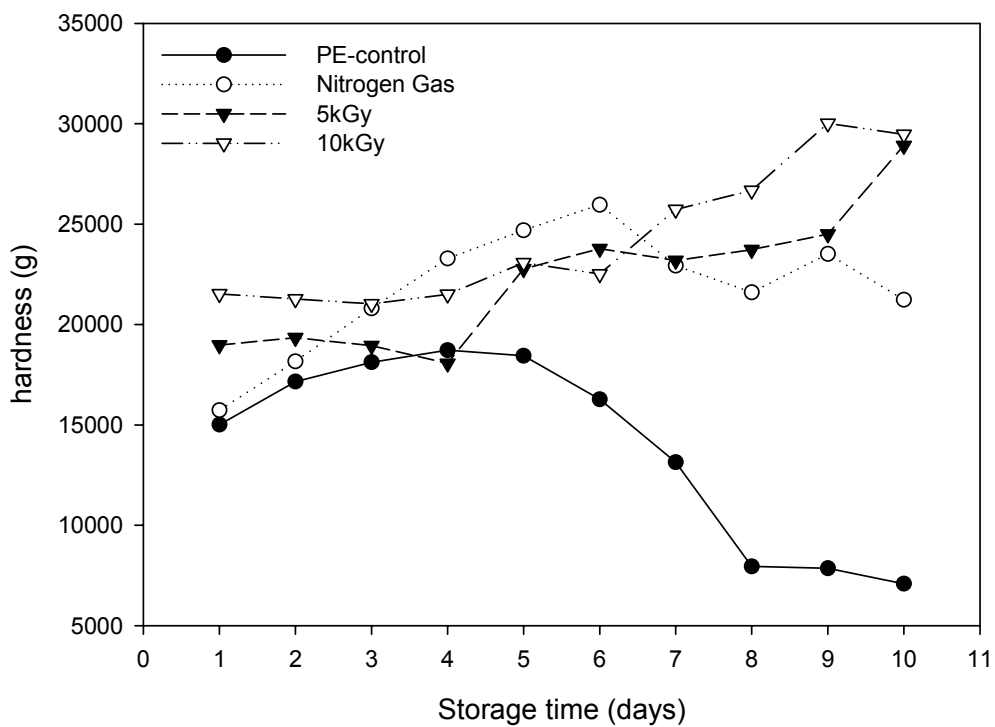


Fig. 3-3. Change of hardness in gamma irradiated and nitrogen gas packaging Jeung-pyun during storage at 25°C (p<0.001)

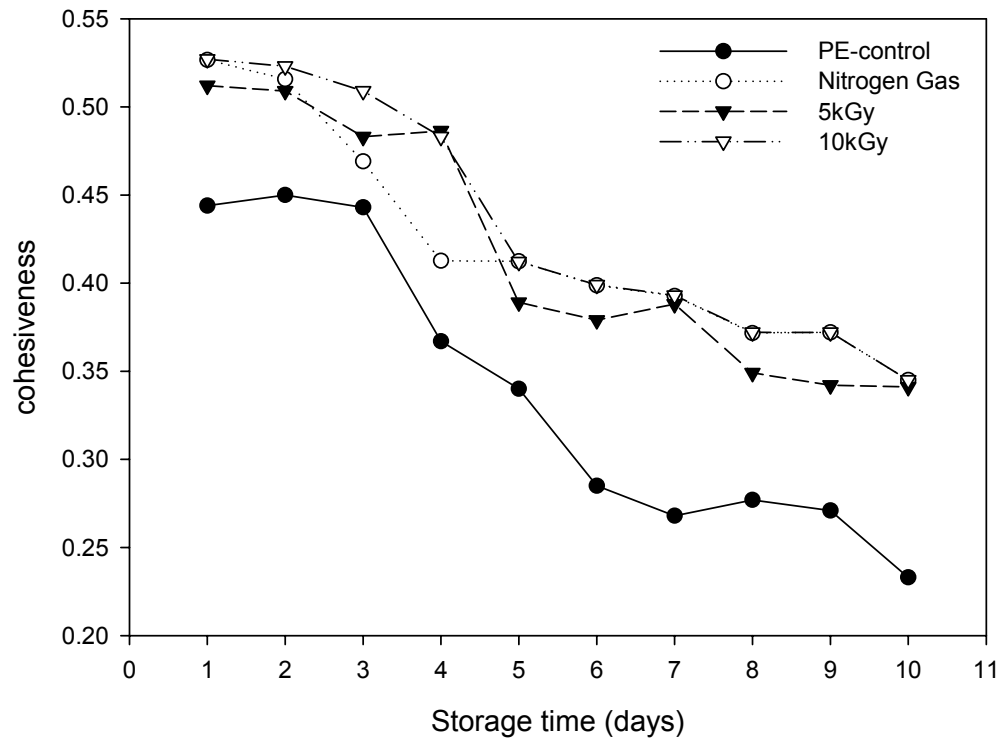


Fig. 3-4. Change of cohesiveness in gamma irradiated and nitrogen gas packaging Jeung-pyun during storage at 25°C (p<0.001)

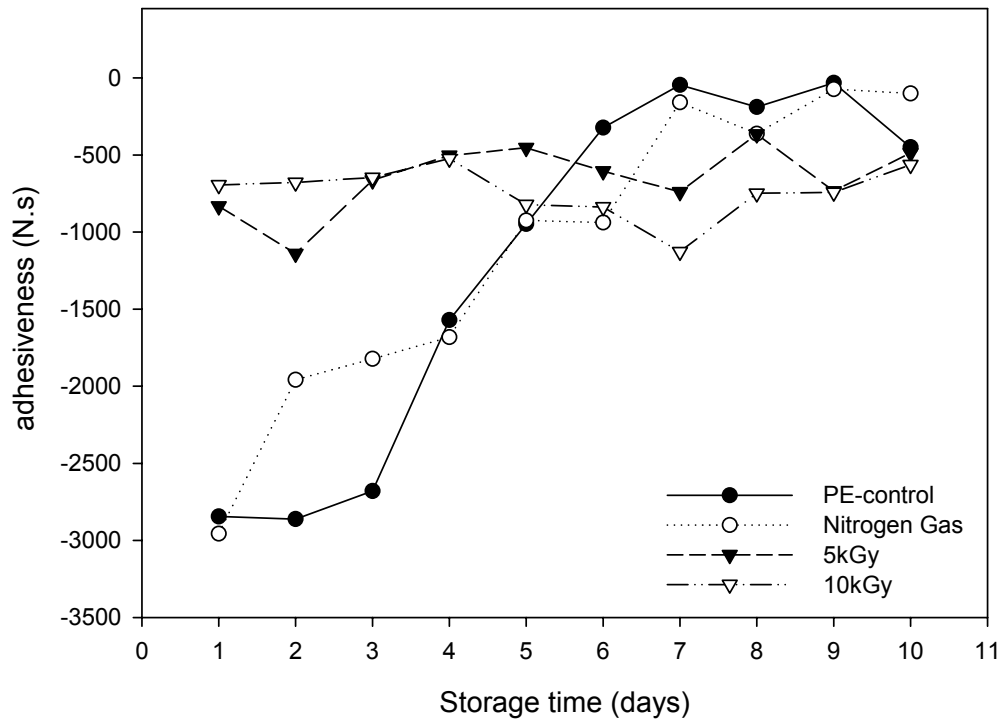


Fig. 3-5. Change of adhesiveness in gamma irradiated and nitrogen gas packaging Jeung-pyun during storage at 25°C (p<0.05)

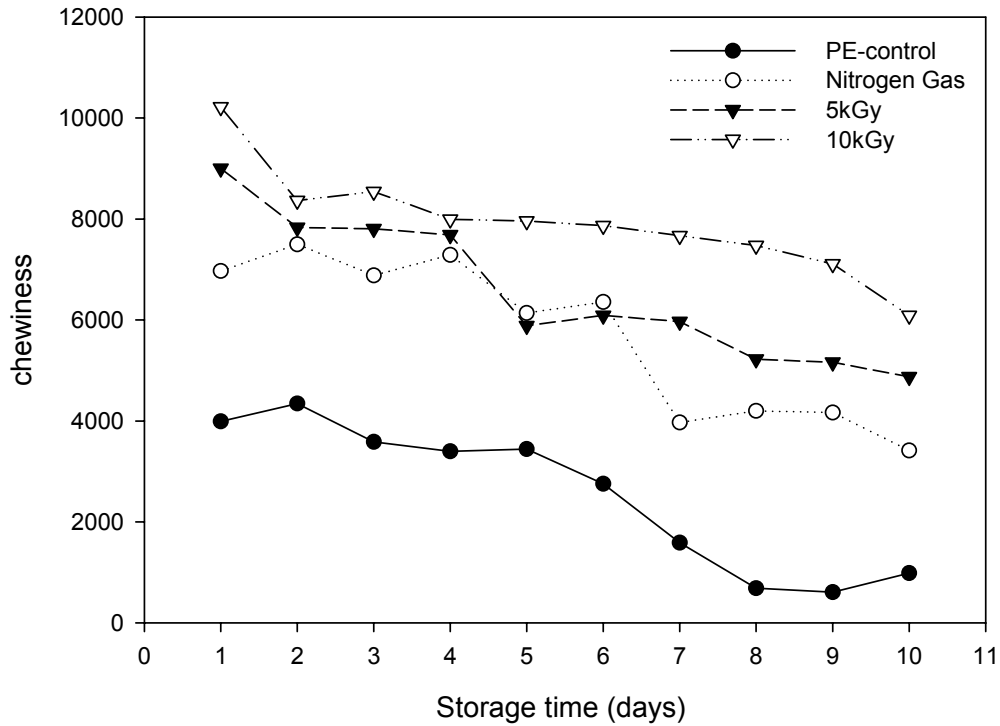


Fig. 3-6. Change of chewiness in gamma irradiated and nitrogen gas packaging Jeung-pyun during storage at 25°C ($p < 0.01$)

관능평가

감마선 조사와 포장방법이 증편의 저장 중 관능성에 미치는 영향을 측정하기 위하여 식품공학과 대학원을 대상으로 9명의 panel을 선정하여 실시하였다. 이들에게 실험 목적을 설명하고, 저장기간 동안 저장중인 시료를 일정하게 제공하였다. 평가방법은 9점 척도법으로 최저 1점에서 최고 9점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 주도록 하였으며 관능적인 특성은 냄새(flavor), 맛(taste), 색(color), 촉촉한 정도(moistness), 부드러운 정도(softness), 이에 붙는 정도(adhesiveness), 쫄깃한 정도(chewiness), 기공의 균일성(structure), 조직감(texture), 가식가능여부(edible degree), 바람직한 정도(overall quality)를 평가하였다. 결과는 Table 3-3와 같다. 초기의 냄새, 색의 균일도,

맛에 대한 평점은 질소충진 포장에 가장 높은 점수를 가졌으며, PE film, 5kGy, 10kGy의 순으로 조사선량이 높을수록 낮은 선호도를 나타냈다. 이는 감마선 조사한 김밥의 관능평가와 유사한 경향을 보였다. 또한 부드러운 정도를 나타내는 softness의 평점 역시 질소충진 포장에 가장 높은 값을 보였고, 선량이 높을수록 부드러움이 낮게 평가되었다. 이는 기계적 텍스처 검사의 hardness값이 선량이 높은 수록 증가하는 것과 일치 한다고 볼 수 있다. 촉촉한 정도, 기공의 균일성, 조직감 등에서는 유의적인 차이가 보이지 않았다. 저장기간이 지날수록 모든 항목에 대한 선호도는 낮아졌으며, 저장 4일 후의 증편은 모든 평가항목에서 PE film 비해 5kGy, 10kGy 감마선 조사 시료의 평점이 높았다. 한편, 5kGy, 10kGy 감마선 조사 시료는 PE film, 질소충진 포장에 부패한 5일, 7일 경과 후에도 비교적 안정적인 관능특성을 유지하였다. 따라서 감마선 조사는 증편의 보존성 향상뿐만 아니라 관능품질을 유지하는데 유용한 방법이 될 것으로 사료된다.

Table 3-3. Sensory evaluation scores of Jeung-pyun during storage

		1d ³⁾	2d	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d
flavor	PE film	8.00±0.76 ^{1a}	7.50±0.54 ^a	6.34±0.52 ^a	4.75±1.03 ^b	3.13±1.64 ^b	- ²⁾	-	-	-	-
	Nitrogen	8.56±1.01 ^a	8.33±1.00 ^b	7.33±1.22 ^b	6.67±1.32 ^b	5.44±1.51 ^a	4.22±1.64 ^b	3.22±1.71 ^a	-	-	-
	5kGy	5.87±2.10 ^b	4.76±1.75 ^b	4.00±1.69 ^b	3.37±1.50 ^b	2.62±1.40 ^b	2.50±1.16 ^b	2.00±1.09 ^a	1.50±0.75 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
	10kGy	5.00±2.20 ^b	4.25±1.90 ^a	3.37±1.68 ^a	3.00±1.51 ^a	2.62±1.18 ^b	2.12±0.83 ^a	1.87±0.64 ^a	1.62±0.51 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
taste	PE film	7.87±0.64 ^a	7.12±0.64 ^b	5.37±0.74 ^b	3.87±1.45 ^b	2.00±1.64 ^b	-	-	-	-	-
	Nitrogen	8.44±1.01 ^a	8.33±1.00 ^a	7.22±0.97 ^a	5.89±1.17 ^b	4.78±1.48 ^a	3.33±1.15 ^a	2.33±1.12 ^a	-	-	-
	5kGy	6.62±1.05 ^b	5.50±1.60 ^a	4.87±1.72 ^{bc}	3.62±1.40 ^b	3.12±1.24 ^{ab}	3.00±1.19 ^a	2.00±0.53 ^a	1.50±0.53 ^a	1.25±0.46 ^a	1.00±0.00 ^a
	10kGy	6.12±0.83 ^b	5.00±0.75 ^a	3.87±0.83 ^a	3.15±0.83 ^a	2.50±0.92 ^b	2.12±1.12 ^a	1.87±0.99 ^a	1.50±0.53 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
color evenness	PE film	8.25±0.88 ^{ab}	7.75±0.46 ^b	7.00±0.75 ^b	6.12±1.12 ^b	5.62±1.18 ^b	-	-	-	-	-
	Nitrogen	8.89±0.33 ^a	8.89±0.33 ^b	8.44±0.73 ^{bc}	7.89±0.78 ^a	7.45±0.88 ^a	7.00±1.22 ^b	6.44±0.88 ^b	-	-	-
	5kGy	7.62±1.18 ^{ab}	7.12±0.83 ^a	6.37±1.40 ^a	5.87±1.04 ^b	5.50±1.41 ^b	5.12±1.55 ^b	4.25±1.09 ^b	3.75±2.05 ^a	3.37±1.90 ^a	3.25±1.90 ^a
	10kGy	7.00±0.75 ^b	6.25±1.16 ^a	5.75±0.88 ^a	5.12±1.72 ^b	5.00±1.69 ^b	4.75±1.85 ^a	4.50±1.51 ^b	4.25±1.58 ^a	3.87±1.45 ^a	3.00±1.69 ^a
moistness	PE film	8.62±0.51 ^a	7.50±0.53 ^{ab}	6.00±0.92 ^a	4.75±0.88 ^b	3.50±1.06 ^a	-	-	-	-	-
	Nitrogen	8.67±0.50 ^a	8.22±0.44 ^b	7.33±0.87 ^a	6.22±1.48 ^a	5.22±1.30 ^a	4.00±1.58 ^a	2.67±1.22 ^a	-	-	-
	5kGy	7.62±1.06 ^b	6.75±1.16 ^b	6.50±1.30 ^a	5.00±1.41 ^{ab}	4.00±1.06 ^a	3.12±1.24 ^a	2.37±0.91 ^a	1.87±0.64 ^a	1.37±0.51 ^a	1.00±0.00 ^a
	10kGy	8.00±0.92 ^{ab}	7.00±0.92 ^a	6.25±1.48 ^a	5.12±1.24 ^{ab}	4.12±1.35 ^a	3.12±1.64 ^a	2.62±1.40 ^a	1.87±0.83 ^a	1.12±0.35 ^a	1.00±0.00 ^a
softness	PE film	7.62±0.91 ^b	6.12±0.64 ^b	5.25±1.03 ^b	3.87±0.64 ^b	3.00±1.06 ^b	-	-	-	-	-
	Nitrogen	8.67±0.50 ^a	8.22±0.67 ^a	7.22±0.97 ^a	5.89±1.45 ^a	4.78±1.39 ^a	3.22±1.39 ^a	2.33±1.12 ^a	-	-	-
	5kGy	7.50±1.03 ^b	6.50±0.92 ^b	6.00±1.06 ^b	4.37±1.18 ^b	3.75±1.03 ^{ab}	3.37±1.06 ^a	2.37±1.06 ^a	1.50±0.53 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
	10kGy	7.25±1.06 ^b	6.37±1.18 ^b	5.62±1.50 ^b	4.50±1.19 ^b	3.80±0.99 ^{ab}	3.00±1.51 ^a	2.50±1.03 ^a	1.75±0.70 ^a	1.12±0.35 ^a	1.00±0.00 ^a
adhesiveness	PE film	7.00±2.00 ^{ab}	6.00±2.07 ^b	4.62±2.06 ^a	3.62±1.50 ^b	2.75±1.16 ^b	-	-	-	-	-
	Nitrogen	7.89±1.27 ^a	7.56±1.13 ^a	6.22±1.30 ^a	5.56±1.51 ^a	4.89±1.27 ^a	3.67±1.58 ^a	2.44±1.88 ^a	-	-	-
	5kGy	6.25±1.83 ^b	5.75±1.83 ^b	5.25±1.98 ^a	3.75±1.48 ^b	3.00±1.19 ^b	2.62±0.91 ^{ab}	2.25±0.88 ^a	1.50±0.53 ^a	1.12±0.35 ^a	1.12±0.35 ^a
	10kGy	6.37±1.59 ^b	5.37±1.68 ^b	4.50±1.85 ^a	3.62±1.30 ^b	3.37±1.18 ^b	2.75±1.38 ^{ab}	2.37±1.18 ^a	1.87±0.83 ^a	1.25±0.46 ^a	1.00±0.00 ^a
chewiness	PE film	7.25±1.16 ^b	6.62±0.51 ^b	5.25±0.88 ^b	3.62±1.06 ^b	2.75±1.16 ^a	-	-	-	-	-
	Nitrogen	8.44±0.73 ^a	8.00±0.71 ^a	6.87±1.20 ^a	5.44±1.59 ^a	4.11±1.27 ^a	2.67±1.32 ^a	1.78±0.97 ^a	-	-	-
	5kGy	7.25±0.88 ^b	6.25±1.28 ^b	5.25±1.38 ^b	4.15±1.12 ^{ab}	3.37±1.30 ^a	2.87±1.35 ^a	2.25±0.88 ^a	1.37±0.51 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
	10kGy	6.87±0.83 ^b	5.87±1.24 ^b	5.12±1.35 ^b	4.25±0.88 ^{ab}	3.15±1.12 ^a	2.50±1.41 ^a	2.15±1.12 ^a	1.87±0.83 ^a	1.50±0.75 ^a	1.12±0.35 ^a
structure	PE film	7.00±1.69 ^a	6.37±1.50 ^a	5.62±1.40 ^a	5.12±1.35 ^a	4.50±1.41 ^a	-	-	-	-	-
	Nitrogen	8.00±1.00 ^a	7.64±1.12 ^a	7.00±1.32 ^a	6.33±1.12 ^a	5.67±1.00 ^a	5.22±1.12 ^a	3.89±1.36 ^a	-	-	-
	5kGy	6.87±1.55 ^a	7.00±0.92 ^a	6.00±1.06 ^a	5.12±1.12 ^a	4.25±1.03 ^a	3.37±1.30 ^b	3.00±1.41 ^a	2.37±0.91 ^a	2.00±0.75 ^a	1.62±0.74 ^a
	10kGy	6.87±1.45 ^a	6.50±1.19 ^a	6.00±1.19 ^a	5.37±1.18 ^a	4.87±1.24 ^a	4.25±1.48 ^{ab}	3.87±1.55 ^a	3.25±1.38 ^a	2.50±0.92 ^a	1.05±0.53 ^a
texture	PE film	7.37±0.91 ^{ab}	6.62±0.91 ^b	5.73±1.06 ^b	4.12±0.99 ^a	3.62±0.91 ^a	-	-	-	-	-
	Nitrogen	8.33±1.00 ^a	8.00±0.71 ^a	7.00±1.00 ^a	5.11±1.62 ^a	4.22±1.09 ^a	3.33±1.22 ^a	2.56±1.33 ^a	-	-	-
	5kGy	7.12±0.64 ^b	6.37±0.91 ^b	5.12±0.99 ^b	4.12±1.12 ^a	3.50±1.06 ^a	2.65±1.30 ^a	2.25±1.28 ^a	1.65±0.91 ^a	1.50±0.75 ^a	1.25±0.46 ^a
	10kGy	7.15±0.83 ^b	6.12±0.83 ^b	5.25±0.88 ^b	4.87±1.12 ^a	3.87±1.12 ^a	3.00±1.77 ^a	2.62±1.40 ^a	2.00±1.06 ^a	1.37±0.51 ^a	1.25±0.46 ^a

edible degree	PE film	8.00±0.53 ^b	7.00±0.53 ^b	5.62±0.91 ^b	3.87±0.99 ^b	2.25±1.16 ^b	-	-	-	-	-
	Nitrogen	8.89±0.33 ^a	8.67±0.50 ^a	7.33±0.71 ^a	6.33±1.00 ^a	6.33±0.83 ^a	3.22±1.30 ^a	1.78±1.30 ^a	-	-	-
	5kGy	7.25±0.70 ^f	6.50±0.53 ^b	5.25±0.88 ^b	4.37±1.30 ^b	3.37±1.30 ^b	3.37±1.06 ^a	2.75±1.28 ^a	2.25±0.46 ^a	1.12±0.35 ^a	1.00±0.00 ^a
	10kGy	6.62±0.91 ^e	5.75±0.88 ^c	5.25±0.88 ^b	3.87±1.35 ^b	3.12±1.35 ^b	2.75±1.16 ^a	2.12±1.12 ^a	1.62±0.51 ^a	1.62±0.51 ^a	1.12±0.35 ^a
overall quality	PE film	8.12±0.64 ^a	7.12±0.35 ^b	5.62±0.74 ^b	3.25±1.38 ^b	1.62±1.06 ^c	-	-	-	-	-
	Nitrogen	8.56±0.73 ^a	8.33±0.50 ^a	7.33±0.71 ^a	6.22±0.83 ^a	4.67±1.00 ^a	3.44±1.42 ^a	1.78±0.97 ^a	-	-	-
	5kGy	7.12±0.83 ^b	6.00±0.92 ^c	5.37±1.18 ^b	4.25±1.38 ^b	3.37±1.18 ^b	2.87±1.35 ^a	2.12±0.83 ^a	1.12±0.35 ^b	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a
	10kGy	6.37±0.91 ^b	5.62±0.51 ^c	5.00±0.75 ^b	3.62±1.50 ^b	2.87±1.12 ^b	2.87±1.35 ^{ab}	2.12±0.35 ^a	1.12±0.35 ^a	1.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a

¹⁾Mean±S.E, based on scores from 1-very poor to 9-very good

²⁾Bar indicates no determination because of spoilage

³⁾d:day

^{a-c}Means in a row followed by different superscripts are significant different by Duncan's multiple range test at p<0.05

3. 결론

전통식품인 증편의 포장 유통을 목적으로 증편의 저장중의 미생물 오염도와 물성적 변화를 측정하였다. 증편의 포장방법으로 PE film포장, 질소충진 포장과 감마선조사법을 비교하여 증편의 보존안전성 및 유통기한 확보를 위한 살균기본을 설정하였다. PE film포장지에 포장한 증편은 저장 이후 5일이 경과하면 미생물의 오염도는 일반세균>10⁶ CFU/g 수준으로 부패취가 발생하며, 조직이 뭉개지는 등의 관능적으로 섭취가 불가능한 수준을 나타내었고, 질소충진 저장의 경우 미생물학적, 관능적 가식가능기간이 PE film포장에 비교해 볼 때, 2일정도 연장되며, 감마선 조사구는 조사선량과 관계없이 저장10일이 경과 후에도 미생물이 관찰되지 않아 미생물학적으로 상온에서 10일 이상의 유통기한을 확보하였다. 그러나 기계적 물성측정 결과 감마선의 조사선량이 증가할수록 조직이 단단해지는 경향을 나타내었으며, 관능평가의 결과 감마선 조사선량이 증가할수록 향, 맛, 질감 등 모든 면에서 다소 낮은 선호도를 나타내었다. 이상의 연구를 통해 증편의 감마선 조사기술을 이용하는 경우 5kGy 이내의 선량이 적당하며, 장기간 보존을 위해 고선량을 사용할 경우에는 물성 변화를 최소화 할 수 있는 방안이 모색되어야 할 것으로 사료된다.

제 4 절 다양한 종류의 증편 개발 및 관능평가

1. 설탕의 첨가량에 따른 증편의 관능평가

설탕함량에 따른 증편제조 방법의 첨가재료 배합은 Table 4-1과 같다. 반죽용기에 쌀가루와 소금, 효모 활성액, 설탕을 섞고 가수하여 반죽 후 37℃ incubator에서 2시간 동안 1차발효를 시킨다. 1차발효가 끝난 후, 가스빼기를 해준 후 37℃ incubator 1시간동안 2차 발효시킨 뒤 틀에 담아서 30분간 증자 후 1시간 동안 cooling 하여 증편을 완성하였다.

Table 4-1. Amounts of added sugar to manufacture Jeung-pyun

Sample	Experimental factor(%)				
	Rice powder	Sugar	Water	Salt	Dry yeast
Control	100	20	45	1	0.55
A	100	15	45	1	0.55
B	100	17.5	45	1	0.55
C	100	22.5	45	1	0.55
D	100	25	45	1	0.55

설탕 첨가량에 따른 관능평가에서는 기준시료의 설탕량을 20%(R)로 설정하고 대조군을 각각 설탕량 15%(A), 17.5%(B), 22.5%(C), 25%(D)로 만들어 20명의 패널들에게 RA, RB, RC, RD의 조합으로 4번 제시하였고, 비교군(R)의 위치를 변화 시켜 제시 하였다. 좋고, 나쁨을 비교 평가하였고 성공 사건값을 1로 보았을 때 예를 들어 R과 A를 제시해서 A를 선택한 것이 '성공'이라고 가정하여 R과 A중 어느 것을 더 많이 선택 했는가를 알아보았으며 표본 통계량은 Table 4-2와 같다. '한 모비올 검

정법'으로 분석하였고 모비율에 관한 검정은 S-Link system(Ver 2.2)를 이용하여 Z-검정법을 적용 하였다.

Table 4-2. Statistical analysis

Variable	Sample(n ¹⁾)	'Success' the frequency	Ratio	Standard error
Control(R) & (A)	20	5	0.2500	0.0968
Control(R) & (B)	20	3	0.1500	0.0798
Control(R) & (C)	20	8	0.4000	0.1095
Control(R) & (D)	20	11	0.5500	0.1112

1) n = The number of panel,

한 모비율에 대한 검정방법은 Z-검정법을 적용하여 A, B, C, D를 선택할 확률이 R을 선택할 확률과 같은가에 대한 검정을 실시하였고, 그 결과는 Table 4-3과 같았다.

Table 4-3. Z-Official approval of population proportion

Variable	95% confidence interval	hypothesis	Z-valu e	P-valu e	Significance level
Control(R) & (A)	0.0602, 0.4398		-2.2361	0.0253	5%
Control(R) & (B)	-0.0065, 0.3065	H ₀ : P = 0.5	-3.1305	0.0017	5%
Control(R) & (C)	0.1853, 0.6147	H ₁ : P ≠ 0.5	-0.8944	0.3711	5%
Control(R) & (D)	0.3320, 0.7680		0.4472	0.6547	5%

즉, R과 함께 A, B를 각각 제시했을 때는 유의수준 5%로 H₀ 가 기각되어 A, B시료는 성공확률이 50%를 넘지 못해 R의 효과에 미치지 못하며 A, B를 선택할 확률보다 R을 선택할 확률이 더 높다.

시료 C, D는 유의수준 5%로 H_0 를 기각 못해 성공확률이 50%를 넘을 수도 있으므로 R을 선택할 확률과 C, D를 선택할 확률이 같을 수 있다. 따라서 기존의 제조방법에 따른 20% 설탕 첨가군(R)은 15%(A), 17.5(B)보다 관능적으로 호감이 좋았으며, 22.5%(C), 25%(D) 첨가군과는 관능적으로 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

2. 이스트 첨가량에 따른 증편의 관능평가 및 부피변화

관능평가

이스트의 양에 따른 선호도의 차이를 알아보기 위해 이스트는 쌀가루 양의 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%로 달리하여 제조하였다. 관능평가는 남자 10명, 여자 10명을 대상으로 0.5%의 이스트를 첨가한 증편을 비교군으로 선정하고 대조군을 쌀가루 양의 1.0%(A), 1.5%(B), 2.0%(C)의 이스트를 첨가하여 제조하여 비교군과 대조군 한 개를 한 쌍으로 하여 3번에 걸쳐 제시하여 좋고 나쁨을 비교 평가하게 하게 하였다. 한 모비율 검정법으로 분석하였고, 모비율에 관한 검정은 S-Link(Ver2.2)를 이용하여 Z-검정법을 적용하였다.

Table 4-4. Formulas for the preparation of Jeung-pyun made with different level of yeast (g)

Sample	Rice flour	Salt	Sugar	Yeast	Water
Control	100	1	20	0.5	45
A	100	1	20	1.0	45
B	100	1	20	1.5	45
C	100	1	20	2.0	45

이스트의 첨가량을 달리한 증편의 관능검사에서는 쌀가루 함량의 0.5% 이스트를 첨가한 증편을 비교군으로 선정하고, 각각 1.0%(A), 1.5%(B), 2.0%(C)의 이스트를

첨가하여 제조하여 증편을 대조군으로 정하여 관능 평가하였고 성공 사건값을 1로 보았을 때 예를 들어 R과 A를 제시해서 A를 선택한 것이 '성공'이라고 가정하여 R과 A중 어느 것을 더 많이 선택 했는가를 알아보았다. 표본 통계량은 Table 4-5와 같다.

Table 4-5. Statistical analysis

Variable	Data number	Success case	Sample ratio	Standard error
Control(R) & (A)	20	9	0.4500	0.1112
Control(R) & (B)	20	8	0.4000	0.1095
Control(R) & (C)	20	4	0.2000	0.894

한 모비율에 대한 검정방법은 Z-검정법을 적용하여 A, B, C, D를 선택할 확률이 R을 선택할 확률과 같은가에 대한 검정을 실시하였고, 그 결과는 Table 4-6와 같다.

Table 4-6. Z-Official approval of population proportion

Variable	95% confidence interval	Hypothesis	z value	p value	Significance level
Control(R) & (A)	0.2320 , 0.6680		-0.4472	0.6547	5%
Control(R) & (B)	0.1853 , 0.6147	H ₀ : P = 0.5 H ₁ : P ≠ 0.5	-0.8944	0.3711	5%
Control(R) & (C)	0.0247 , 0.3753		-2.6833	0.0073	1%

시료R과 함께 시료C가 제시되었을 때 유의 수준 1%로 H₀가 기각되어 C시료는 성공확률이 50%를 넘지 못해 R의 효과에 미치지 못하여 C를 선택할 확률보다 R을 선택할 확률이 더 높았다. 시료 R과 함께 시료A, B가 제시되었을 때 유의 수준 5%로 H₀가 기각되지 못해 성공확률이 50%를 넘을 수 있으므로 R을 선택할 확률과 A, B를 선택할 확률이 같을 수 있다고 볼 수 있었다. 0.5%의 이스트 첨가군(R)이 2.0%의

이스트 첨가군보다(C) 선호도가 높았고 1.0%와 0.5%의 이스트를 첨가한 첨가군(A, B)과는 선호도의 차이가 크지 않음을 알 수 있었다.

증편의 부피변화

증편의 Yeast함량을 달리한 증편을 배합비는 Table 4-4과 같다. 부피 측정기(MD-300S, ALFAMIRAGE, Japan)을 이용하여 Yeast의 양을 달리한 증편의 부피를 측정 3회씩 측정하여 SAS를 이용한 통계처리를 실시하였다.

Table 4-7. Loaf volume measure of Jeung-pyun

	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%
Loaf volume	67.37±1.71 ^c	68.46±0.17 ^b	68.55±1.01 ^b	70.70±0.79 ^a

¹⁾Mean±S.E

²⁾Means in a row followed by different superscripts are significant different by Duncan's multiple range test at p<0.05

증편의 증자 후 부피 측정 결과 Control인 0.5%는 모든 군과의 유의적 차이를 보였으며, 1.0%, 1.5%,간의 유의차는 보이지 않았다. 이는 관능평가 결과 0.5%의 이스트 첨가군(R)이 2.0%의 이스트 첨가군과 보다(C) 선호도의 차이를 보인 점과 1.0%와 0.5%의 이스트를 첨가한 첨가군(A, B)사이의 선호도의 차이가 크지 않음과 유사한 결과를 보였다.

3. 다양한 첨가물을 가미한 증편의 개발

가. 증편의 제조

기능성 식품을 첨가한 증편의 제조방법은 재료를 각각 전체 중량비에 1%, 2%, 3%로 첨가하여 만들었으며 재료 배합은 Table 4-8, 4-9, 4-10, 4-11와 같다. 또한

관능검사는 9점 검사법을 실시하였다. 가장 관능적으로 우수했던 첨가물의 양을 넣은 증편의 재료 배합은 Table 4-8과 같았으며, 모든 재료의 양을 무게단위로 측정하였다.

Table 4-8. Formula for the preparation of Laminaria Jeung-pyun

Sample	Experimental factor(%)					
	Rice powder	Laminaria powder	Water	Sugar	Salt	Dry yeast
A1	99	1	45	20	1	0.55
A2	98	2	45	20	1	0.55
A3	97	3	45	20	1	0.55

Table 4-9. Formula for the preparation of Pine leave Jeung-pyun

Sample	Experimental factor(%)					
	Rice powder	Pine leave powder	Water	Sugar	Salt	Dry yeast
B1	99	1	45	20	1	0.55
B2	98	2	45	20	1	0.55
B3	97	3	45	20	1	0.55

Table 4-10. Formula for the preparation of Mugwort Jeung-pyun

Sample	Experimental factor(%)					
	Rice powder	Mugwort powder	Water	Sugar	Salt	Dry yeast
C1	99	1	45	20	1	0.55
C2	98	2	45	20	1	0.55
C3	97	3	45	20	1	0.55

Table 4-11. Formula for the preparation of Mulberry leaf Jeung-pyun

Sample	Experimental factor(%)					
	Rice powder	Mulberry leaf powder	Water	Sugar	Salt	Dry yeast
D1	99	1	45	20	1	0.55
D2	98	2	45	20	1	0.55
D3	97	3	45	20	1	0.55

나. 첨가물에 따른 증편의 관능평가

1) 선호도 검사법

첨가량을 달리한 증편의 통계분석은 SAS program을 이용하여 평균값으로 표시하였고 시료간의 유의성 검정은 $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의차를 검증하였다. 각각의 첨가물이 가미된 증편의 선호도를 알아보기 위한 평가방법은 이점 순위검사법(Friedman analysis)을 적용하였으며 분석은 순위합계(Rank sum) 계산으로 유의성을 판정하였다. 각각의 첨가물의 양을 달리하여 제조한 증편의 관능검사 결과는 Table 4-12과 같고, QDA profile은 Fig. 4-1과 같다.

Table 4-12. Sensory characteristics of Jeung-pyun

	Flavor	Sweetness	Additive Taste	Color Intensity	Color Evenness	Hardness	Overall Quality
L01	4.43±2.50 ^{1)a}	4.29±1.60 ^a	3.57±1.52 ^a	4.00±1.73 ^a	8.00±1.00 ^a	5.86±1.35 ^a	6.16±2.12 ^a
L02	5.86±1.77 ^a	4.43±2.15 ^a	5.14±1.57 ^{ab}	6.00±1.15 ^a	6.71±1.11 ^{ab}	5.71±1.25 ^a	6.14±1.46 ^a
L03	6.86±2.16 ^a	4.86±2.54 ^a	6.29±2.14 ^b	6.86±1.21 ^b	6.29±0.76 ^b	6.43±1.62 ^a	5.71±0.95 ^a
P01	6.14±1.07 ^a	4.43±1.51 ^a	6.71±0.49 ^a	4.43±1.72 ^a	7.14±2.03 ^a	6.57±1.51 ^a	6.00±1.82 ^a

P02	7.14±1.35 ^{ab}	4.14±1.46 ^a	7.29±0.76 ^b	6.00±1.41 ^{ab}	7.00±1.63 ^a	6.00±1.53 ^a	5.57±1.90 ^a
P03	8.29±0.95 ^b	3.71±1.60 ^a	8.29±0.56 ^b	7.43±0.79 ^b	6.86±0.69 ^a	5.71±1.98 ^a	5.14±1.95 ^a
M01	5.29±1.49 ^a	4.57±1.27 ^a	5.57±2.23 ^a	6.00±1.15 ^a	6.86±1.57 ^a	6.57±1.27 ^a	6.86±1.11 ^a
M02	6.00±2.31 ^a	3.86±1.21 ^a	6.57±1.90 ^a	7.43±0.97 ^a	7.71±0.75 ^a	6.57±0.98 ^a	6.14±1.25 ^a
M03	7.14±2.19 ^a	4.57±1.62 ^a	7.29±1.38 ^a	8.57±0.79 ^b	7.86±1.21 ^a	6.71±0.76 ^a	5.57±1.51 ^a
K01	5.28±2.36 ^a	5.14±1.77 ^a	5.14±1.35 ^a	4.57±1.72 ^a	7.57±0.96 ^a	2.86±1.46 ^a	5.86±2.34 ^a
K02	6.57±1.27 ^a	5.00±1.41 ^a	6.43±1.81 ^a	7.00±0.82 ^a	7.57±1.40 ^a	6.29±1.25 ^b	5.43±0.98 ^a
K03	7.14±1.77 ^a	4.00±1.63 ^a	7.14±1.35 ^a	8.57±0.79	5.57±1.13 ^b	8.29±1.25 ^c	3.86±1.35 ^a

1) Mean±S.D

^{a-b} Mean in the column with different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$

level by Duncan's multiple range test

	Laminaria powder	Pine leaves powder	Mugwort powder	Mulberry leaves powder
1%	L 01	P 01	M 01	K 01
2%	L 02	P 02	M 02	K 02
3%	L 03	P 03	M 03	K 03

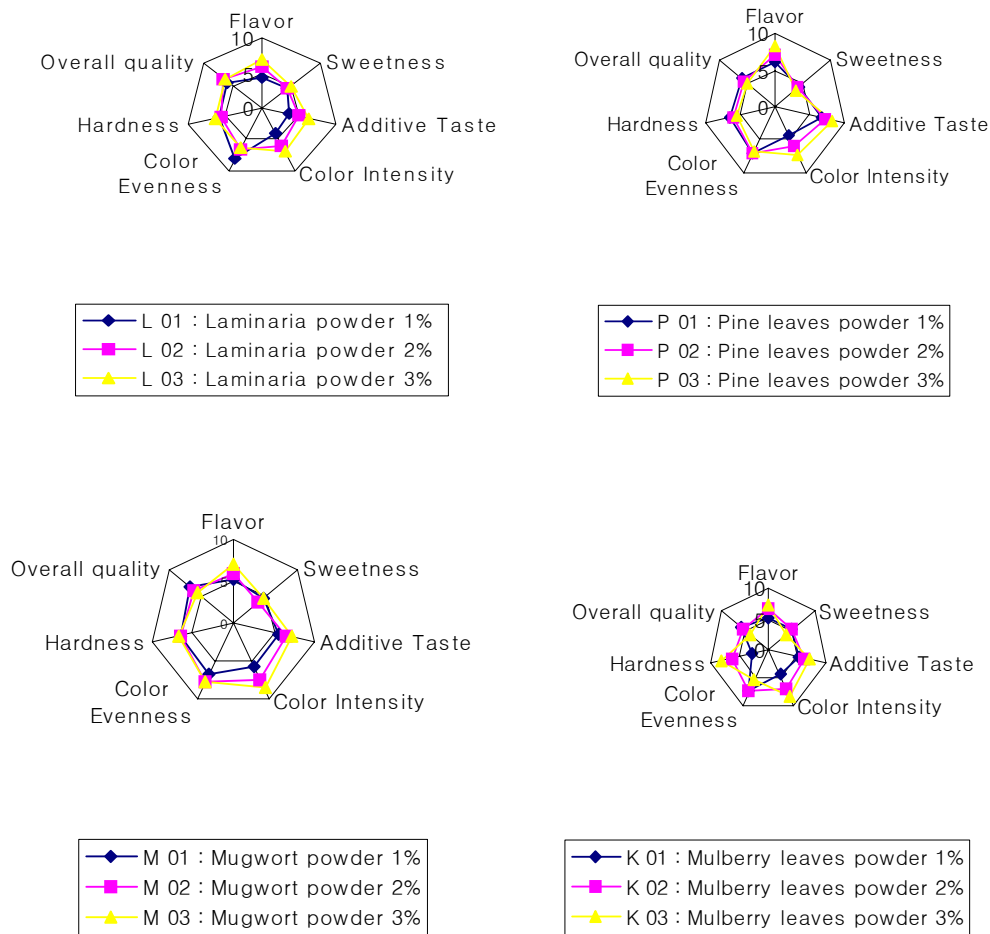


Fig. 4-1. QDA profile of made Jeung-pyun made from rice flour with added an additives

다시마 가루를 첨가한 증편의 향기, 단정도, 색의 강도는 3%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었고, 3%, 2%, 1%간에는 유의차이가 없었다. 첨가물의 맛은 3%첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었고, 3%와 1%간에는 유의차가 있었으나 1%와 2% 그리고 2%와 3%간에는 유의차가 크지 않았다. 색의 균일도는 1%첨가했을 때가 가

장 좋았고 2%와 3%간에는 유의차가 없었다. 경도는 3%, 2%, 1%순으로 좋다고 평가되었고, 전체적인 만족도는 다시마 가루를 1%첨가한 증편이 가장 좋았다고 평가되었다.

솔잎 가루를 첨가한 증편의 향기는 3%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었고, 3%와1%간에는 유의차가 있었으나 1%와 2% 그리고 2%와 3%간에는 유의차가 크지 않았다. 첨가물의 맛과 색의 강도는 3%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었는데 첨가물의 맛의 경우 2%와 3%간에 유의차가 없었고, 색의 강도의 경우 1%와 2%간에 유의차가 없었다. 또한 단맛, 색의 균일도, 경도, 전체적인 만족도에서 1% 2% 3%순으로 좋다고 평가되었고 각각 유의차는 없었다.

쭈욱 가루를 첨가한 증편은 향기, 첨가물 맛 그리고 색의 균일도는 3%, 2%, 1%순으로 좋다고 평가되었고 각각 유의차는 없었으며 색의 강도는 3%일 때가 가장 좋다고 평가되었고, 다시마, 솔잎, 뽕잎 증편들에 비해 1%, 2%, 3%간에 유의차가 매우 컸다. 단맛은 각각 1%와3%를 첨가 했을 때 좋다고 평가되었지만 유의차는 없었고 경도의 경우에도 각각 1%와 2%를 첨가 했을 때 좋다고 평가되었지만 유의차는 없었다. 전체적인 만족도는1%, 2%, 3%순으로 좋다고 평가되었고 유의차는 없었다.

뽕잎 가루를 첨가한 증편의 향은 3%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었고, 단맛은 1%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었으나 1%, 2%, 3%간에 유의차는 없었다. 색의 강도와 경도는 3%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었고 1%, 2%, 3%간에 유의차가 매우 컸다. 첨가물의 맛은 3%를 첨가했을 때 그리고 전체적인 만족도는 1%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었는데 3%와 1%간에는 유의차가 있었으나 1%와 2% 그리고 2%와 3%간에는 유의차가 크지 않았다.

2) Friedman Analysis

가장 관능적으로 우수했던 첨가물의 양을 넣은 증편의 재료 배합은 Table 4-12과 같았으며, 모든 재료의 양을 무게단위로 측정하였다. 다시마가루(T₁), 솔잎가루(T₂), 쭈욱가루(T₃), 뽕잎가루(T₄)를 첨가한 증편을 20명(남자10명 여자10명)에게 이점 순위

검사를 실시하였고, 남자와 여자의 차이를 알아보기 위해 분석처리를 각각 따로 실시하였다. 평가결과는 Table 10과 같다. 예를 들어 T₁ 과 T₂를 비교했을 때 남자와 여자를 합한 전체 20명의 패널 중 T₁의 맛이 T₂보다 더 맛있다고 선택한 패널이 14명 이었고, 남자는 10명 중 9명, 여자는 10명 중 5명이 T₁의 맛이 T₂보다 더 맛있다고 선택했다. 반대로 T₂의 맛이 T₁보다 더 맛있다고 선택한 패널이 전체 20명 중 6명 이었고, 남자는 10명 중 1명, 여자는 10명 중 5명이 T₁의 맛이 T₁보다 더 맛있다고 선택하였음을 의미하는 것이다.

Table 4-13. Formula for the preparation of Jeung-pyun

Sample	Experimental factor(%)					
	Rice powder	Additive	Water	Sugar	Salt	Dry yeast
Laminaria Jeung-Pyun	99	1	45	20	1	0.55
Pine leave Jeung-Pyun	99	1	45	20	1	0.55
Mugwort Jeung-Pyun	99	1	45	20	1	0.55
Mulberry leaf Jeung-Pyun	99	1	45	20	1	0.55

다시마가루(T₁), 솔잎가루(T₂), 쑥가루(T₃), 뽕잎가루(T₄)를 첨가한 증편을 20명(남자10명 여자10명)에게 이점 순위검사를 실시하였고, 남자와 여자의 차이를 알아보기 위해 분석처리를 각각 따로 실시하였다. 평가결과는 Table 4-13과 같다. 예를 들어 T₁ 과 T₂를 비교했을 때 남자와 여자를 합한 전체 20명의 패널 중 T₁의 맛이 T₂보다 더 맛있다고 선택한 패널이 14명 이었고, 남자는 10명 중 9명, 여자는 10명 중 5명이 T₁의 맛이 T₂보다 더 맛있다고 선택 했다. 반대로 T₂의 맛이 T₁보다 더 맛있

고 선택한 패널이 전체 20명 중 6명 이였고, 남자는 10명 중 1명, 여자는 10명 중 5명이 T₂의 맛이 T₁보다 더 맛있다고 선택하였음을 의미하는 것이다.

Table 4-14. Acceptance test of panel

The taste is good		The taste was not good			
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
T ₁ ¹⁾	Total	-	14	7	8
	Female	-	9	3	5
	Male	-	5	4	3
T ₂ ²⁾	Total	6	-	3	14
	Female	1	-	1	6
	Male	5	-	2	8
T ₃ ³⁾	Total	13	17	-	15
	Female	7	9	-	8
	Male	6	8	-	7
T ₄ ⁴⁾	Total	12	8	3	-
	Female	4	5	1	-
	Male	8	3	2	-

1) Laminaria powder 1% added Jeung-pyun

2) Pine leaves powder 1% added Jeung-pyun

3) Mugwort powder 1% added Jeung-pyun

4) Mulberry leaves powder 1% added Jeung-pyun

종합적인 맛이 좋은 시료를 1, 덜 좋은 시료를 2로 지정하여, 가로축으로 또 세로축으로 각각 합계를 내어 순위합계를 계산하고, 순위합계를 이용하여 Friedman의 T값을 구한 결과는 Table 4-14와 같다.

Table 4-15. Rank sum & Friedman T-value

Sample	Rank sum		
	Total	Man	Women
T ₁ ¹⁾	91	41	46
T ₂ ²⁾	101	54	47
T ₃ ³⁾	71	34	37
T ₄ ⁴⁾	97	48	48
Friedman T-value ⁵⁾	26.6	-4.3	-10.2

1) Laminaria powder 1% added Jeung-pyun

2) Pine leaves powder 1% added Jeung-pyun

3) Mugwort powder 1% added Jeung-pyun

4) Mulberry leaves powder 1% added Jeung-pyun

5) Friedman T= $[4/pt]\sum R^2 - \{9p[t-1]^2\}$

p : The number of panel,

t : The number of sample

R : Rank sum

Friedman T값을 X²분포표에 의하여 1%의 유의수준에 해당하는 critical T값과 비교했을 때 Friedman T값이 더 높게 나왔다면 맛에 대한 유의차가 인정되므로 남자 여자를 합한 20명의 패널의 경우 유의차가 인정되어 맛의 차이가 있지만, 남자 10명, 여자 10명의 경우는 유의차가 인정되지 않았다. 남녀를 합한 전체의 경우 썩 증편, 다시마 증편, 뽕잎 증편, 솔잎 증편의 순으로 종합적 맛의 선호도가 좋았으며 이들 중 남자의 경우는 썩 증편, 다시마 증편, 뽕잎 증편, 솔잎 증편의 순으로 선호도가 좋았고 여자의 경우는 썩 증편, 다시마 증편, 솔잎 증편, 뽕잎 증편의 순으로 선호도가 좋았다.

또한, 시료간의 차이를 판정해줄 기준을 1%의 유의수준에 해당하는 HSD값 (Tukey의 다중시료비교 검사법)으로 설정하는데 남녀를 합한 전체의 경우 HSD값이 19.7이므로 앞서 구한 순위합계의 값들로부터 그 차이가 '19.7'이상이 되는 시료T₃와

시료T₁, T₂, T₄간에는 0.01의 유의차가 인정되어 시료 간에 유의적으로 차이가 있지만 시료T₁와 시료T₂, T₄ 그리고 시료T₂와 시료T₄간에는 '19.7'을 넘지 않아 0.01의 유의차가 인정되지 않아 시료 간에 차이가 없다는 결론을 얻을 수 있으며 마찬가지로 남자의 경우 HSD값이 13.9이므로 순위합계의 값들로부터 그 차이가 '13.9'이상인 시료T₂와 T₃ 그리고 시료T₃와 T₄간에는 각각 유의적으로 차이가 있지만 차이가 '13.9'를 넘지 않는 시료T₁와 시료T₂, T₃, T₄간에 그리고 시료T₂와 T₄간에는 0.01의 유의차가 인정되지 않아 차이가 없다는 결론을 얻을 수 있다. 여자의 경우는 HSD값이 13.9인데 모든 시료간의 순위합계 차이가 '13.9'를 넘지 않아 0.01의 유의차가 인정되지 않았고, 각각의 시료간의 차이가 없다.

4. 결론

설탕 첨가량에 따른 관능검사를 실시하여 기준시료의 설탕량을 20%(R)로 하고 대조군을 각각 설탕량 15%(A), 17.5%(B), 22.5%(C), 25%(D)로 만들어 RA, RB, RC, RD를 평가한 결과 R과 함께 A, B를 제시했을 때는 R을 더 많이 선택했고 R과 함께 C, D를 제시했을 때는 R을 선택했을 때와 C, D를 선택했을 때가 크게 차이가 없음을 알 수 있었다.

쌀가루에 첨가되는 각각의 기능성 첨가물의 양이 증편의 관능적 특성에 미치는 영향을 실험한 결과 다시마 증편은 향기, 단정도, 색의 강도, 첨가물의 맛, 경도는 3%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었고 색의 균일도와 전체적인 만족도에서 1%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었다. 솔잎 증편은 향기, 첨가물의 맛, 색의 강도는 3%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었고 단맛, 색의 균일도, 경도, 전체적인 만족도는 1%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었다. 쑥 증편은 향기, 첨가물 맛, 색의 강도, 색의 균일도는 3%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었고 전체적인 만족도는 1%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가되었다. 뽕잎 증편은 향, 색의 강도와 경도, 첨가물의 맛은 3%를 첨가했을 때가 좋다고 평가되었고 단맛, 전

체적인 만족도는 1%를 첨가했을 때가 가장 좋다고 평가 되었다.

모든 첨가물들이 전체적인 만족도에서 1%를 첨가했을 때가 가장 좋다는 결론을 얻어 다시마, 솔잎, 쑥, 빙잎가루를 각각 1% 첨가한 증편을 남자 10명, 여자10명을 대상으로 선호도검사를 실시한 결과 남자는 쑥 증편, 다시마 증편, 빙잎 증편, 솔잎 증편의 순으로 선호도가 높았고, 여자는 쑥 증편, 다시마 증편, 솔잎 증편, 빙잎 증편의 순으로 선호도가 높았다.

이상의 관능검사에 따른 결과에서 증편 제조 시 적정량의 첨가물을 가함으로써 기능성 부여 및 관능적으로 우수한 전통 식품의 개발로 쌀의 소비 촉진과 전통 식품의 이용을 늘릴 수 있을 것이라 사료된다.

제 5 절 증편의 자동화 생산공정 개발

1. 공정 자동화 설계를 위한 기초분석

가. 공정 설계를 위한 기본 정보 조사

1) 증편 제조 현황

증편은 그 제조 방법에 있어 과학적인 이론이나 확실한 기준이 없으므로 제품 생산이 실패하기 쉽고 제조 방법이 어려워 보편화되지 못하고 있다. 서구의 빵이나 케이크에 밀려 우리의 식생활에서 멀어진 식품으로서 오늘날에는 대체로 일부 전문가의 손에 맡겨진 실정에 있다. 증편 제조는 그 조건이 매우 까다로워서 조금이라도 그 조건에 어긋나면 원하는 품질의 제품을 얻기가 어렵다. 현재 일반 떡집에서 증편을 제조하는 곳이 많지 않은 이유도 이 때문이다. 또한 현재 대부분의 시장에서 유통되는 증편의 판매 형태는 미리 만들어진 제품을 소비자가 구입하는 것이 아니라 필요로 하는 소비자가 미리 주문을 하고 판매자는 이 주문에 따라 판매를 하는 주문

생산 방식을 취하고 있다.

2) 증편 제조 공정도 및 material balance

증편 제조는 원료의 혼합, 발효, 증자 및 살균, 포장, 냉각의 공정으로 이루어져 있다. Fig. 5-1 은 증편의 제조 공정도 및 material balance를 나타낸다.

3) 전통적인 증편 제조 공정의 주요 설비

증편의 주재료는 쌀이다. 멥쌀을 습식 분쇄하여 분말화하고 이 분말에 각종 원료를 첨가하여 발효시키고 증자시킨 것이 증편이다. 현재 시중에서 사용하고 있는 증편 제조 설비에는 분쇄기, 증자기, 스팀 발생기 등이 있다. 분쇄를 위해서는 Fig. 5-2의 a와 같은 roll 분쇄기를 이용한다. 발효는 플라스틱 용기에 원료를 혼합하고 방안의 따뜻한 곳에 두어 제조자가 보기에 적당히 부풀었다고 생각되었을 때 멈추게 되는데 대략 38℃에서 6시간동안 하게 된다. 증자는 Fig. 5-2의 b와 같은 증자기에서 하며 100℃, 30분 정도의 조건에서 행해진다.

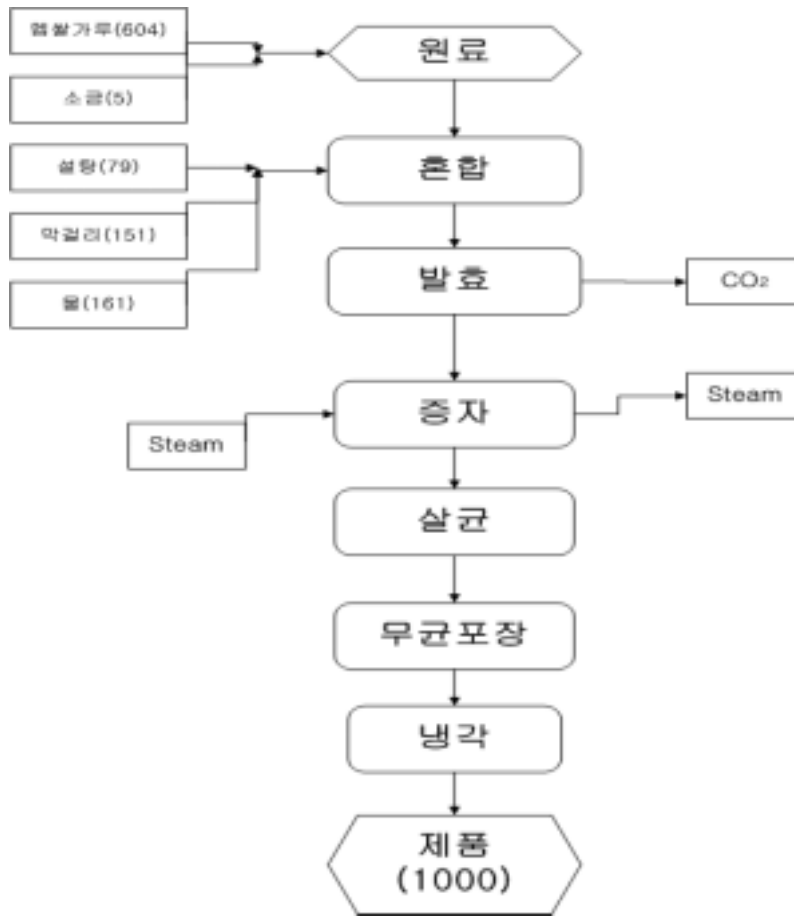


Fig. 5-1. Flowchart and Material Balance for Jeung-pyun Production Process



a. Crusher



b. 증편 증자기



c. 스팀 발생기

Fig. 5-2. Equipments for Jeung-pyun Production Process

4) 증편 제조 공정

증편 제조 공정을 보면 그 규모에 따라 2가지로 분류된다. 첫째는 방앗간 규모에서 사용하는 것이고, 둘째는 식품회사의 공장에서 사용되는 것이다.

가) 전통적 방법(S 방앗간)

방앗간 규모에서 사용되는 재료와 공정을 다음과 같이 정리하였다.

(1) 재료

- 쌀가루 : 5 Cup
- 소금 : 1/2 TS
- 설탕 : 1/2 TS
- 막걸리 : 1 Cup
- 물 : 1/2 TS

(2) 제법 공정

- ① 미분과 소금을 혼합한다.
- ② 체를 통해서 균질한 분말을 얻는다.
- ③ 물과 막걸리와 설탕을 혼합한다.
- ④ ②의 분말과 ③의 액상을 혼합하고 나무주걱으로 한 방향으로 저어준다.
- ⑤ 플라스틱 용기에 담고 3 배정도 부풀어 오를 때까지(6 시간) 발효한다.
- ⑥ 나무 주걱으로 저으면서 가스를 빼준다.
- ⑦ 부피가 2 ~ 3 배가 될 때까지 2차발효를 한다.
- ⑧ 기름을 바른 용기에 담는다.
- ⑨ 저온에서 15분간, 고온에서 20분간 증자하고 10분간 경화시킨다.

나) 산업적 방법(S 제빵 회사)

식품 회사 규모에서 사용되는 재료와 공정을 다음과 같이 정리하였다.

(1) 재료(쌀가루 기준 질량비)

- 건조 이스트 : 2.5%
- 급수 : 90%
- 제염 : 1.8%
- 베이킹파우더 : 1.0%

■ 정백당 : 20%

(2) 각 공정의 제어 조건

(가) 배합 공정

■ 온도 : 24 ~ 25℃

(나) 발효 공정

■ 습도 : 65% ± 10

■ 온도 : 38℃ ± 2

■ 시간 : 50min ± 5

(다) 증자 공정

■ 온도 : 100℃

■ 시간 : 12 ~ 14 min.

나. 증편 제조 공정 중 자동화 target의 설정

(가) 자동화 target

증편 제조 공정은 Fig. 5-1에서 본 바와 같이 크게 혼합, 발효, 증자, 살균, 포장, 냉각의 6개의 단위 조작으로 구분할 수 있다. 이 중 자동화 target을 혼합, 발효, 증자의 세 공정으로 선정하였다. 이 세 공정이 증편 제품의 품질을 결정짓는 주요 공정이다. 따라서 이 공정을 표준화하여 자동화해야 할 필요가 있기에 본 연구의 target으로 선정하였다.

(나) 증편 자동 생산 시스템 구성

증편 제조 공정을 자동화하는데 있어서 혼합, 발효, 증자의 세 공정이 연속적으로 운영되도록 다음과 같이 자동화 장치를 4 부분으로 구상하였다. Fig. 5-3에 증편 자동 생산 시스템 구상도를 나타냈다.

■ 제어부 : 각 공정의 환경을 측정하고 제어하기 위한 장치이다. 각종 상태표시

LED, 동작 버튼으로 구성되어 있다.

■ 배합부 : 증편 반죽 제조에 필요한 각종 원료를 혼합하기 위한 혼합 탱크와 이 반죽을 발효 선반으로 이송시킬 수 있는 drain valve로 구성되어 있다.

■ 발효부 : 온도와 습도 조건을 일정하게 유지하여 반죽이 적절하게 발효되도록 하기 위한 장치이다. 발효조, stirrer, 가열 및 가습 장치, 발효 선반 이송장치, 온/습도 센서 등으로 구성되어 있다.

■ 증자부 : 발효된 반죽을 증자하기 위한 장치이다. 반죽을 담은 증자 선반과 스팀 발생 장치 등이 위치하게 된다.

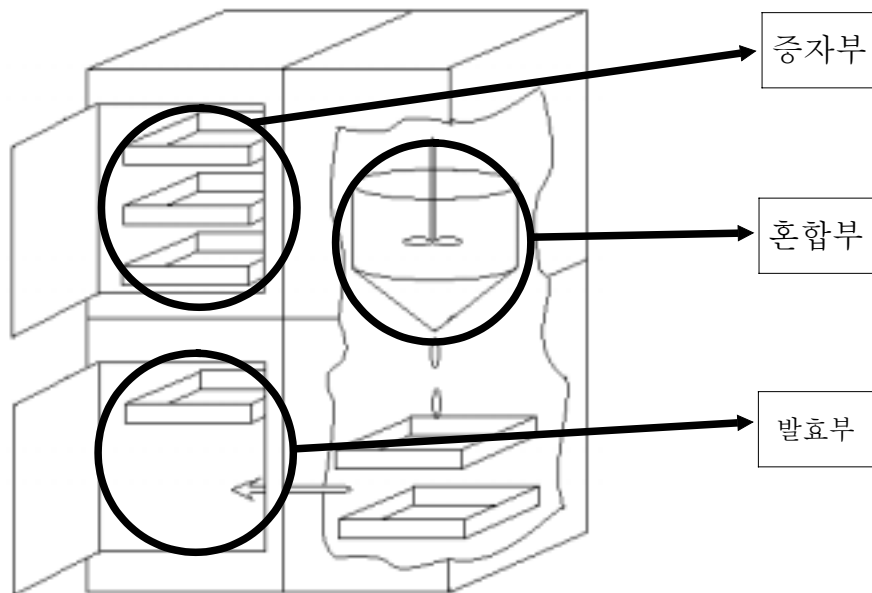


Fig. 5-3. Overall System of Jeung-pyun Production

다. 자동화 기반 기술 개발

1) 재료

증편 공정의 자동화 기술에 필요한 공정 제어 장치는 부품의 구입, 기술지원, 내구

성, 유지기술 등과 밀접한 관계가 있기 때문에 설계에 앞서 부품의 선정에 유의해야 한다.

가) Microcontroller와 전자부품의 선택

증편의 자동 생산을 위한 제어용 programmable controller의 설계에 사용한 전자 부품들은 국내시장에서 구입이 용이하고 다년간 안정적으로 공급될 수 있는 것을 선정하였다. Microcontroller는 Microchips 사의 PIC 시리즈 중의 하나인 PIC16F874를, analog multiplexor는 Analog Device 사의 ADG506A을, serial communication chip 으로는 Maxim사의 MAX232C를 선정하였다.

나) Sensor의 선정

PC 개발 단계에서 각종 계측용 sensor를 이용하게 되는데, 온도 sensor는 thermistor(K type, 동광전자)를, 습도 sensor는 hybrid형(SY-HS-200, 삼영전자)을 선정하였다. 무게 계측을 위해서는 load cell이 이용될 것이다.

2) PIC 마이크로 컨트롤러의 특징

■ 초강력 8-비트 RISC(Reduced Instruction Set Computer) 구조로 명령어가 간단하며 동작 속도가 빠르다.

■ 저가이고 안정적이어서 양산용으로 다양한 제품에 널리 사용되고 있다.

■ 20MHz 동작 시 한 명령어를 수행하는데 200ns가 걸린다.

-> 초당 500만 개의 명령어를 수행한다.

■ 4~12 개의 인터럽트를 가지고 있다.

■ 8~16 비트 ADC 내장하고 있다.

■ 12~33 개의 I/O 포트를 가지고 있으며 포트당 25mA의 전류를 공급할 수 있다.

■ 제품군에 따라 USART(RS232C), USB, I2C, SPI의 Serial Protocol을 내장하고 있다.

■ 제품군에 따라 PWM(Pulse With Modulation)을 내장하여 DC 모터 컨트롤이 용이하다.

■ 내장된 Flash ROM을 사용할 수 있다.

■ WDT(Watch Dog Timer), Timer0에서 Timer2의 4개의 타이머를 가지고 있다.

■ Timer는 RTCC(Real Time Clock Counter)로 외부 Clock을 Count할 수 있다.

■ 소비 전력이 적다.

증편의 자동 생산용 제어 장치는 제반 환경 및 조작단 등을 실시간으로 자동 관리할 수 있어야 하므로 이 목적에 적합한 CPU로 PIC16F874 one chip microcontroller를 선정하였다. PIC칩은 범용 microcontroller 중의 하나이므로 쉽게 구할 수 있으며, 개발 툴이 공개되어 있어서 비교적 저렴한 비용으로 제어 장치를 제작할 수 있다. 또한 명령어 체계가 복잡하지 않아 쉽게 개발할 수 있다. 38개의 I/O 포트와 8채널의 10비트 analog input port가 있기 때문에 계측 및 제어에 의해 널리 이용할 수 있다. PIC16F874 chip의 핀 배열은 Fig. 5-4와 같다.

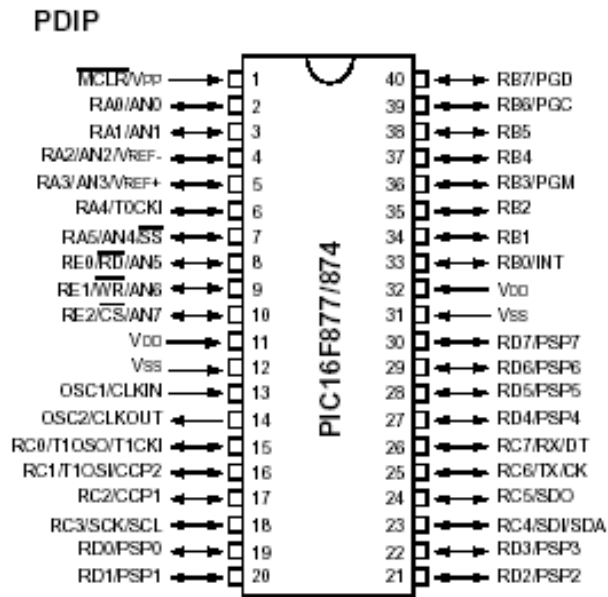


Fig. 5-4. Pin Diagram of PIC16F874

3) PIC16F874 마이크로 컨트롤러의 성능

- 동작 주파수 : DC 20 MHz
- 플래시 프로그램 메모리 : 4 K
- 데이터 메모리 : 192
- EEPROM 데이터 메모리 : 128
- 인터럽트(interrupts) : 14 개
- 입출력 포트(I/O Ports) : Ports A, B, C, D, E
- 타이머 : 3 개
- 시리얼 통신 : MSSP, USART
- 10 비트 ADC : 8 channels
- 명령어 셋 : 35 개

4) 온도 측정 회로의 설계

가) 온도 센서

- 센서 종류 : Thermocouple K type
- 센서 지름 : 1.6 mm
- 측정 범위 : 0 ~ 1200 °C

나) Thermocouple 보상회로

- AD595CQ (Analog Device Co.)
- 출력 신호 : 10 mV/ °C
- 오차 : ±1 °C

다) 아날로그 멀티플렉싱(Analog Multiflexing)

- Analog Multiplexor : DG507A
- Differential 8 channel
- 작동 전압 : ±4.5V ~ ±18V
- Switching time : 0.6 μs (transition)

라) Signal Processing

- Op-Amp : OP07CP
- Range & accuracy : -10 °C ~ 100 °C±2 °C
- 출력 신호 : 0 ~ 5 V

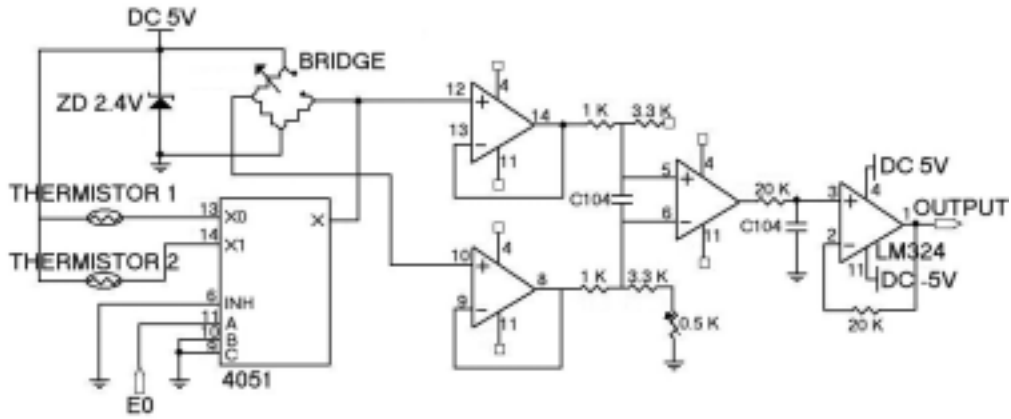


Fig. 5-5. Circuit for Temperature Measurement

5) 습도 측정 회로

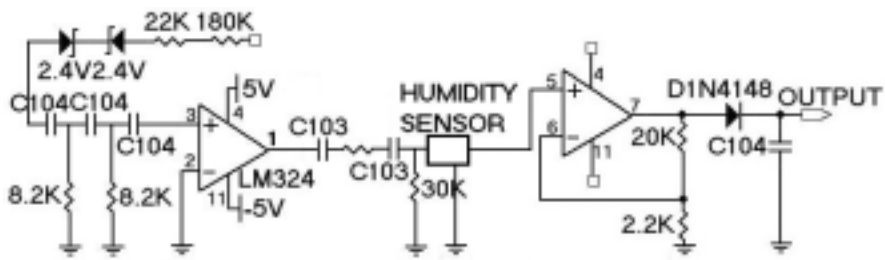


Fig. 5-6. Circuit for Humidity Measurement

2. 증편 자동 제조 시스템의 개념적 디자인 설계

증편 자동 제조 시스템은 증편의 제조 공정을 자동화하는데 목표를 두고, 증편의

각 공정을 스스로 자동 제어 할 수 있는 시스템을 말한다. 이러한 시스템을 구성하기 위해서는 증편의 각 공정에 대해 정확하게 파악하고, 공정의 변수 및 제어 방법에 대한 정확한 개념이 필요하다. 이 증편 자동화 시스템은 다음을 고려하여 구성하였다.

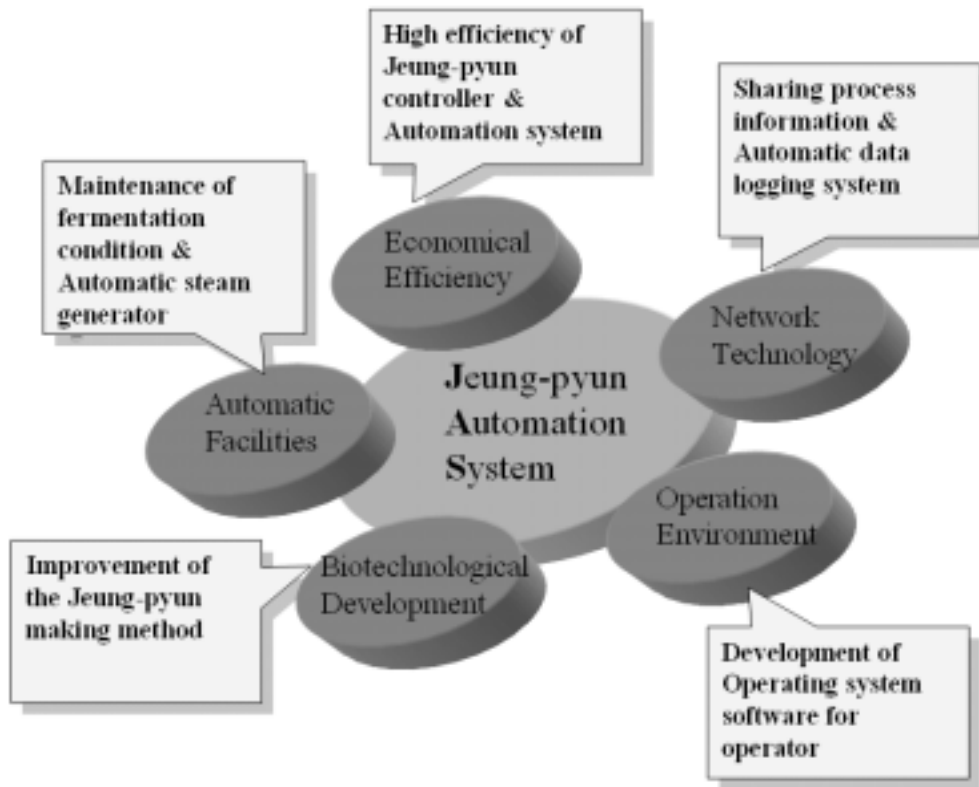


Fig. 5-7. Design concept of Jeung-pyun automatic system

증편자동제조 시스템은 크게 세 부분으로 구성되어 있다. 첫 번째는 효모 배양에 적합한 환경으로 조절할 수 있는 발효기, 발효된 증편 반죽을 찢 수 있는 steam chamber를 포함한 증자부 그리고 마지막으로 증편 제조 공정을 제어 및 조절하는 증편 컨트롤러와 각 공정 장치를 연결할 릴레이 박스를 포함한 제어부로 구성하였

다.

증편자동제조 시스템을 완성하기 위해서는 이 시스템을 통합하고, 제어할 수 있는 증편 콘트롤러의 개발이 필요하다.

3. 공정별 자동화 생산 설비 설계 및 제작

가. 증편 자동화 시스템(JAS)의 기본 디자인 개념

증편 제조 공정은 효모의 배양 환경을 조정해야 하는 생물공학적인 공정에 기반을 두고 있다. 그래서 JAS는 효모 배양에 적합한 환경을 제공해야 한다. 이로 인해, JAS는 환경 제어 기능을 수반한 발효 공정 부분을 구성하여 디자인 하였다. 증편 공정도에 따르면, 증자 공정 역시 제공되어야 한다. 그러므로 JAS는 발효실, 증자실, 가습부, 제어부의 4가지 설비로 구성되었다.

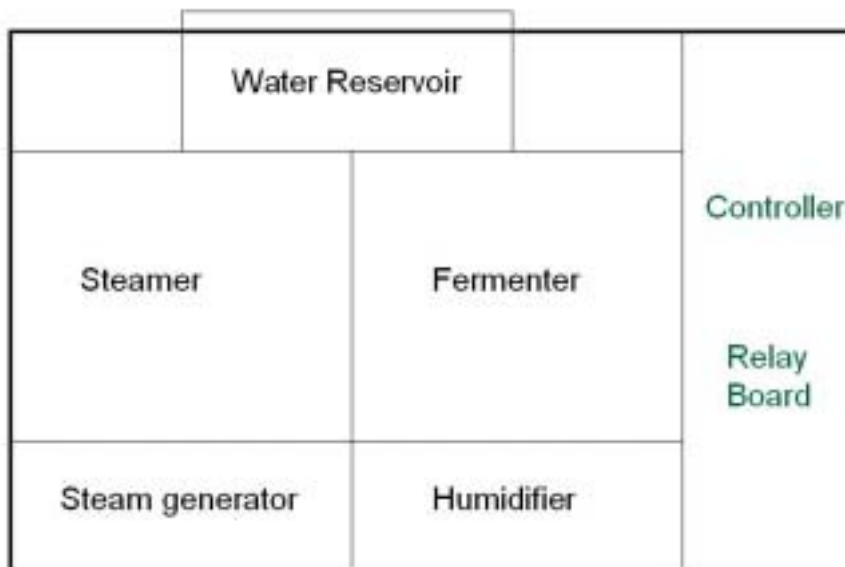


Fig. 5-8. The layout of Jeung-pyun automatic system

발효실은 컨트롤러에 의해 온도와 습도를 제어할 수 있게 하였고 단열재를 사용하여 효율을 높였고, 증자실은 증자실 밑부분에 위치한 스팀 공급기를 통해 밀폐된 증자실 내로 스팀을 공급할 수 있게 디자인하였다. 또 증편 컨트롤러는 증편 제조의 공정 변수들을 제어하고, 히터와 가습부 그리고 스팀 공급기에 전력을 공급하는 릴레이 박스를 제어할 수 있도록 디자인 하였다.

이 4가지 설비 부분을 제어하는 제어부인 증편 컨트롤러는 공정 조절 및 제어 측면에서 가장 중요한 부분이다.

나. JAS 제어부(증편 컨트롤러) 디자인

1) 증편 컨트롤러의 프로그램 개발

컨트롤러 디자인에서 마이크로 컨트롤러의 선정은 그것의 특성에 따라 전체 설비의 하드웨어와 소프트웨어에 영향을 주기 때문에 매우 중요하다. 특히 소프트웨어의 경우 마이크로 컨트롤러의 타입에 따라 개발 프로그램이 달라지기 때문이다. 증편 컨트롤러는 증편 자동 제조기의 사용자가 프로그램의 전문가가 아닌 보통 사람들이기 때문에 가능하면 쉽고 단순한 프로그램을 사용하여 프로그램을 보수 및 수정할 수 있도록 하기 위하여, PBM-R5를 증편 컨트롤러의 MPU(Main Process Unit)로 선정하였다.

PBM-R5는 널리 알려져 있는 basic언어를 기반으로 하는 PICbasic언어를 사용하여 프로그램 하는 컨트롤러이며 충분한 프로그램 메모리를 가지고 있고, ADC가 내장되어 있으며, 컨트롤러 내부에 시리얼 통신이 가능한 포트와 다수의 I/O포트를 가지고 있는 장점이 있어 증편 공정을 제어하기에 적합한 마이크로 컨트롤러이다.

게다가 이 PBM-R5는 8비트 마이크로프로세서 2개를 병렬 연결하여 처리속도에 있어서 다른 컨트롤러에 비해 탁월하다. 자세한 특징은 Table 5-1에 나와 있다.

Table 5-1. Specification of microcontroller, PBM-R5 used of design of the Jeung-pyun controller

Memory(bytes)	I/O port	Special inner-chip
Flash Memory : 64K SRAM : 32K EEPROM : 32K	34 ports	12bit ADC RTC(Real Time Clock) Float operation support RS232C support

증편 공정의 자동화를 위해서는 증편 자동화 시스템은 증편 공정 변수와 공정 변수의 환경 조건 제어, 공정 제어를 위한 설정점, 측정을 위한 센서 제어, 공정 데이터를 기록할 수 있는 함수 또는 프로그램이 필요하기 때문에 그에 맞는 충분한 메모리가 있어야 한다.

이런 증편 공정에 필요한 메모리는 Table 5-2에서 보는 바와 같이 증편 공정이 1회 진행되어 마치는 동안 약 2Kbyte이다.

Table 5-2. Memory requirement of the Jeung-pyun controller per batch operation

Functions	Type of memory	Capacity of Memory
Operation system program memory	Flash memory EEPROM	17 KB 17 KB
Inputs of process condition	SRAM	About 100 KB
Measurement	SRAM	About 100 KB
Recording process data	EEPROM	1.5 KB
Networking	SRAM	About 0.1 KB
Others	EEPROM Flash memory	1 KB 1 KB
Total	EEPROM Flash memory SRAM	19.5 KB 18 KB About 0.3 KB

Table 5-2에서 보면 컨트롤러의 개발 프로그램을 저장한 Operating System과 그 프로그램을 돌리는 데 필요한 프로그램 메모리를 제외하면 1 공정주기에 약 2.5KB의 메모리가 들어간다. 이에 따르면 증편 컨트롤러의 메모리는 하루에 8번 공정 데이터를 기록하면서 구동시킬 수 있다.

2) 마이크로 컨트롤러(PBM-R5)의 포트 할당

PBM-R5의 특성에 따르면 32개의 입출력 포트를 할당할 수 있다. 컨트롤러의 포트 할당을 위해서는 우선 증편 공정에서 입력되는 데이터의 수와 제어하는 설비의 수를 고려해야 한다. 두 번째로 각각의 특성에 알맞게 마이크로 컨트롤러에 효율적으로 할당할 수 있도록 디자인해야 한다.

측정 모듈에서는 5개의 온도 센서링 부분과 2개의 습도 센서링 부분이 필요하므로 7개 이상의 포트를 측정 모듈에 할당해야 하며, 제어 모듈에서는 발효 히터와 증자실의 스팀공급기, 공정의 시작과 끝을 알려주는 알람 부저 등을 제어하기 때문에 10개 정도의 포트를 할당하였다.

디스플레이를 위한 LCD 모듈에서는 PBM-R5에서 지원하는 PICBUS 포트가 있기 때문에 하나의 포트만으로 LCD 구동을 위한 read/write와 enable 신호를 제어할 수 있다. 마이크로 컨트롤러의 상세한 포트 할당은 Table 5-3에 나와 있다.

Table 5-3. Port allocation of the microcontroller, PBR-R5 for the design of Jeung-pyun controller

I/O default	Port assignment	Function
Output	AD2~AD5	멀티플렉서의 채널 선정을 위한 디코딩 포트
	AD6, AD7	멀티플렉서의 enable 포트
	I/O20~ I/O23	키패드 스캐닝을 위한 출력 포트
	I/O16~ I/O19	제어부를 위한 serial latch 출력 포트
	PICBUS	LCD 모듈 구동을 위한 포트
	TX	시리얼 통신을 위한 전송 포트
Input	AD0, AD1	측정된 데이터를 입력 받는 포트
	I/O24~ I/O27	키패드 데이터를 입력 받는 포트
	RX	시리얼 통신을 위한 입력 포트

측정 모듈에서 아날로그 센서를 통해 얻는 아날로그 신호는 MPU에 내장되어 있는 8개의 10bit-ADC를 통하여 입력 받는다.

입력된 데이터들은 EEPROM에 저장되며, 후에 증편 공정에 데이터 기록 파일을 만들기 위해 사용된다. 이 기록 파일은 증편 컨트롤러에서 호스트 컴퓨터로 전송할

수 있으며, 이 때 RS232C 규약의 시리얼 통신을 이용한다. 이를 위해 증편 컨트롤러의 TX/RX 포트를 할당 하였다. PBM-R5 마이크로 컨트롤러의 포트 할당은 Fig. 5-9를 통해 알 수 있다.

* 온도 측정 모듈

온도 측정 모듈은 IC센서인 LM35DZ을 사용하여 설계하였다. 이 센서는 0~5V의 출력전압을 내고, 0~100℃ 측정 범위를 갖는다. 이 온도 측정 모듈은 멀티플렉싱 기술을 이용하여 다점의 온도를 측정할 수 있게 하였다.

* 습도 측정 모듈

습도 측정 모듈은 삼영전자의 SY-HS-220을 사용하여 설계하였다. 이 습도 센서 모듈은 30 ~90%RH의 측정 범위를 갖으며, 온도 센서와 마찬가지로 0~5V의 출력전압을 낸다.

이 센서들에서 측정된 아날로그 데이터 신호는 멀티플렉스(ADG506A., Maxim IC, USA)를 통하여 PBM-R5 내부의 ADC에 전송되고 ADC를 통하여 디지털 신호로 전환된다. 이렇게 전환된 디지털 신호는 증편의 발효공정이나 증자공정의 온도나 습도를 측정하고, 항온 항습을 제어하기 위해 사용된다.

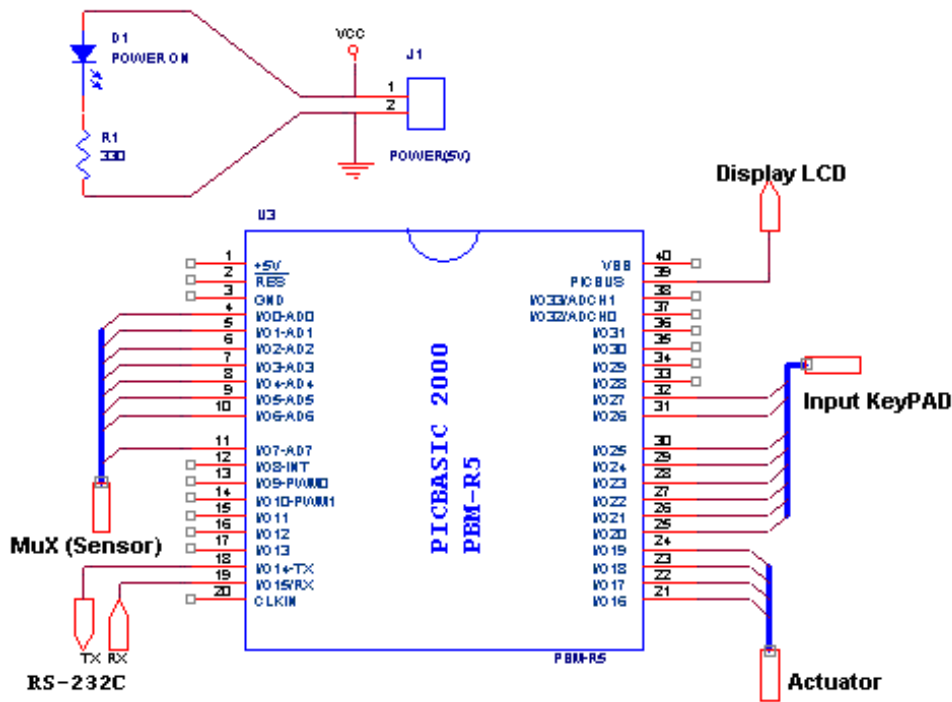


Fig. 5-9. Allocation of I/O port of PBM-R5 for Jeung-pyun controller

3) 증편 컨트롤러의 측정 모듈 디자인

가) 온도 측정 모듈 디자인

증편 컨트롤러의 온도 측정 모듈은 0V에서 5V사이의 신호를 출력신호로 내는 LM35DZ IC센서를 사용하였다. 이 센서는 0℃에서 100℃까지의 온도를 측정할 수 있으며, 멀티플렉싱 기술을 도입하면 많은 온도 센서들을 사용하여 다점의 온도를 측정할 수 있다.

나) 습도 측정 모듈 디자인

증편 컨트롤러의 습도 측정 모듈로는 0V에서 5V사이의 출력신호를 내는 SY-HS-220를 사용하였다. 이 센서는 0℃에서 60℃까지의 온도에서 작동되며,

30%RH 에서 90%RH 사이의 습도를 측정 할 수 있으며, 정확성은 25℃, 60%RH에서 5%RH이다.

다) 증편 컨트롤러의 신호처리와 인터페이스(interface) 회로도

측정 모듈은 두개의 4×16 멀티플렉서를 통해 증편 컨트롤러에 연결된다. 이 모듈에 의해 측정된 신호는 아날로그 값이지만 10 bit ADC에 의해 210의 해상도로 디지털화된다.

멀티플렉싱을 위해서는 다음의 8개의 포트가 필요하다; 2개의 시리얼 데이터 입력 포트, 3개의 멀티플렉싱 포트, 2개의 멀티플렉서 enable 포트. 증편 컨트롤러의 인터페이스 회로도는 다음 Fig. 5-10 에 나와 있다.

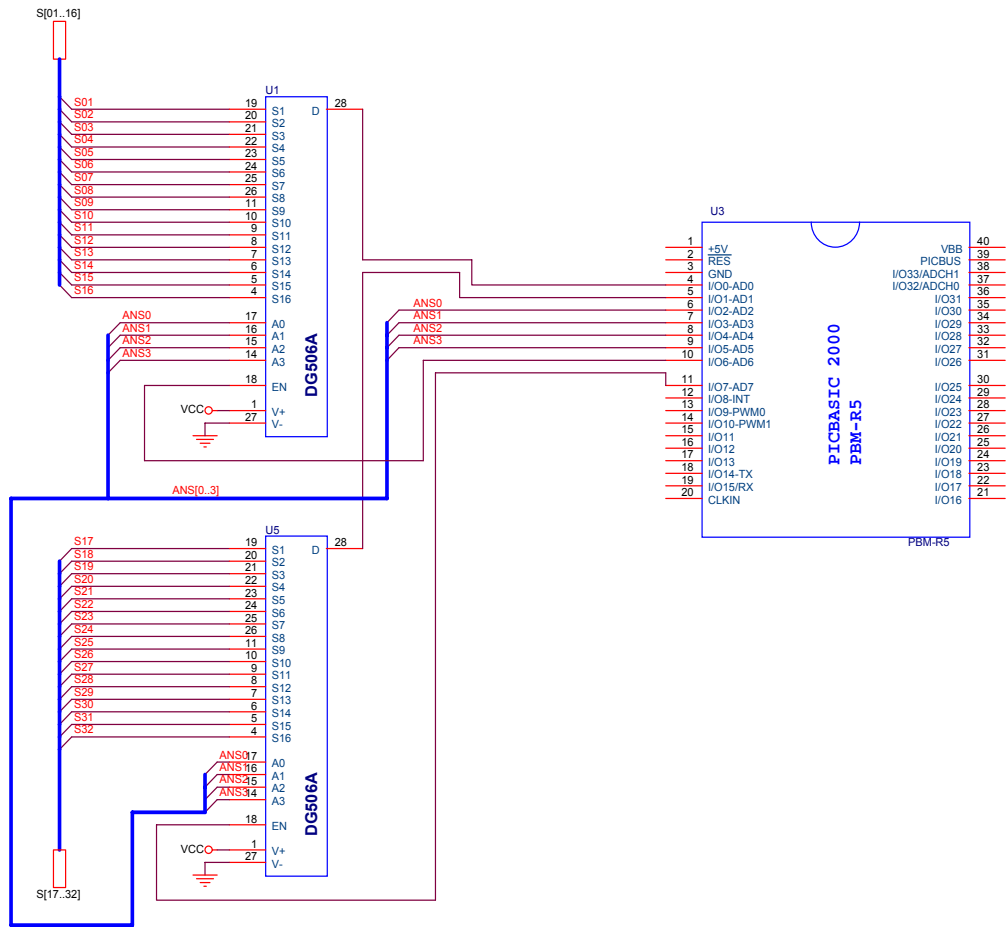


Fig. 5-10. Signal processing and Interfacing circuitries of Jeung-pyun controller

4) 증편 컨트롤러의 디스플레이 모듈 디자인

A HLCD-114는 증편 컨트롤러의 디스플레이 모듈 디자인을 위해 사용된 LCD이다. HLCD-114는 PBM-R5와 적합한 interface 모듈이 포함되어 있기 때문에 별도의 interface 모듈을 디자인할 필요가 없었다. HLCD-114A는 한글과 영문 2개의 언어를 지원하며, 구동을 위해서 RS232C 규약의 명령어 전송이 필요하지 않으며, PICbasic 언어의 'PRINT' 명령어를 사용하여 쉽게 구동할 수 있는 것이 장점이다.

가) 증편 컨트롤러의 LCD 디자인

증편 공정의 효율적인 제어와 공정 데이터를 디스플레이 하기 위해서는 LCD 모듈을 사용하였다. LCD 디스플레이어로는 HLCD-114A(표3)가 선정되었고, 온도, 습도, 설정점을 표시하고 증편 공정의 진행 정도를 나타내는 데 사용되었다. 또 이 LCD에는 공정의 시작과 끝을 나타내는 등의 중요한 공정 이벤트를 나타내는 지시 아이콘도 사용된다.

LCD의 스크린은 Fig. 5-11과 같이 4 섹션으로 분할하여 배치하였다.

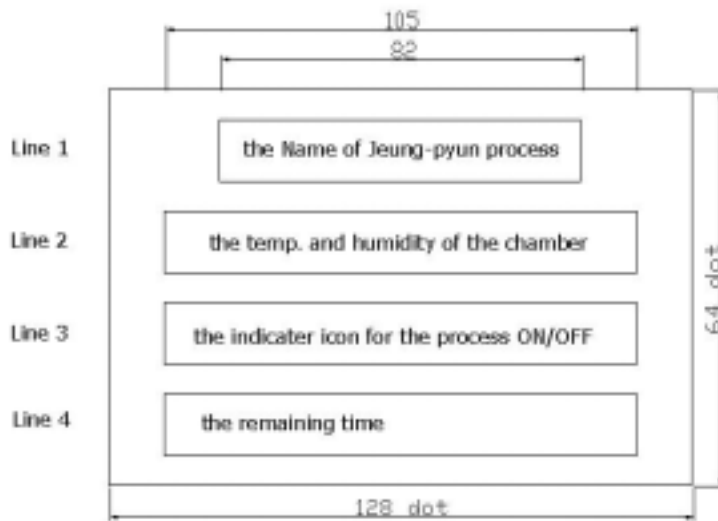


Fig. 5-11. Layout of LCD panel



Fig. 5-12. Picture of LCD in operation

5) 증편 컨트롤러의 키패드 디자인

공정의 설정점을 컨트롤러에 입력하기 위해서는 입력부가 필요한데 이를 위해서 그림7에나와 있는 16개의 버튼을 가지고 있는 키패드 (Comfile Technology, Korea) 를 이용하였다.

이 키패드를 구동하기 위해서는 8개의 I/O포트가 요구되며, interfacing 회로도 는 Fig. 5-13과 같다.

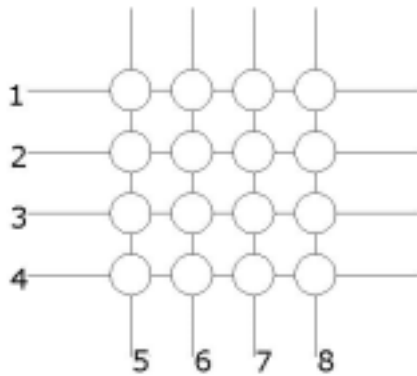


Fig. 5-13. Circuitry of Keypad for Jeung-pyun controller



Fig. 5-14. Picture of Keypad

(1~4)의 I/O 포트는 키입력을 위한 출력 신호를 전송하기 위해 마이크로 컨트롤러에 직접 연결하였고, 나머지 (5~8)의 I/O 포트는 버튼이 작동할 때 나오는 전기적인 잡음을 없애기 위해 Schmitt trigger inverter를 거쳐 컨트롤러에 연결하였다.

(5~8) 포트에서는 버튼이 눌러지는 이벤트가 발생할 때 생기는 입력 신호를 받게 된다. 버튼이 눌러 졌을 때는 눌러진 버튼의 종류에 따라 서로 다른 입력 신호와 출력 신호가 생긴다. 예를 들어 '5'의 버튼이 눌러 을 때는 2번 포트와 6번 포트에서 각각 입력, 출력 신호가 생긴다. 키패드의 버튼은 그림 9와 같이 10개의 숫자키와 6개의 기능키로 할당하였다.

공정의 조건 및 공정 데이터와 공정 상황을 디스플레이 할 수 있는 출력장치로 LCD를 사용하였다. 사용된 LCD는 HLCD-114A로 한글이 지원되며 11글자 4줄의 크기를 갖는다. PBM-R5는 LCD를 연결하는 포트가 따로 지원되어 serial 데이터 포트는 PICBUS 포트를 LCD의 데이터 포트에 연결하면 LCD가 바로 구동된다.

출력장치로는 4 × 4인 16키의 키패드를 사용하였다. 이 키패드의 제어를 위해 4개의 입력포트와 4개의 출력포트를 microcontroller의 I/O포트에 직접 연결하였다.

제어방법은 4개의 출력포트 각각에서 차례로 5V 신호를 주면서 4개의 입력포트에

서 항상 키패드의 신호를 받는다. 키가 눌러지는 이벤트가 생기면 그때 출력포트의 5V 신호의 위치와 입력포트의 5V 신호의 위치에 의해 키신호를 제어 하게 된다.



Fig. 5-15. LCD and keypad of finished Jeung-pyun controller

6) 액추에이터(actuator) 모듈의 회로 디자인

증편 공정을 위한 구동기기들의 On/Off 스위치 격인 릴레이의 제어를 위한 Actuator 모듈은 증편 컨트롤러에 의해 여러 출력 신호를 내도록 디자인하였다. 종래의 평범한 릴레이의 구동에서 나오는 물리적인 접촉에 의한 전기적 잡음을 피하기 위해서 JAS의 릴레이로는 SSR을 사용하였다. SSR은 전기적인 충격을 피하기 위해서 인터페이싱 회로로 photo-coupler를 사용하기 때문이다. 히터나 가습 장치 같이 구동시켜야 할 전기 설비들의 구동드라이버인 SSR의 회로도 디자인은 Fig. 5-16과 같다. 증편 컨트롤러에서 발생하는 actuator 제어 신호는 SSR의 4-과 3+의 터미널을 통해 흐르면서 photo-coupler에 불을 켜고, 이에 따라 Actuator 회로가 닫혀 진다.

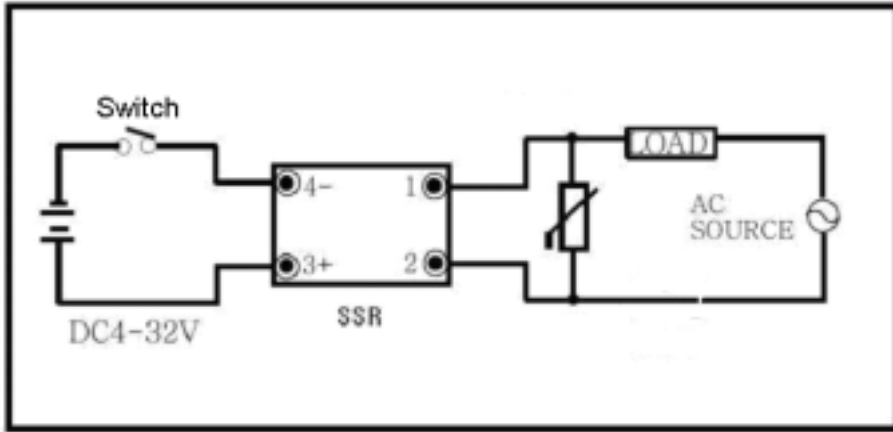


Fig. 5-16. Circuitry design of the actuator driver

Actuator 제어를 위한 출력 신호는 PBM-R5의 24번(I/O 19) 포트에서 출력되며, 이 출력 신호는 직렬 8비트 신호였다가 시리얼 레지스터인 74HC595에 의해 8비트 병렬 신호로 전환된다. 이에 대한 회로도 는 Fig. 5-17 과 같다.

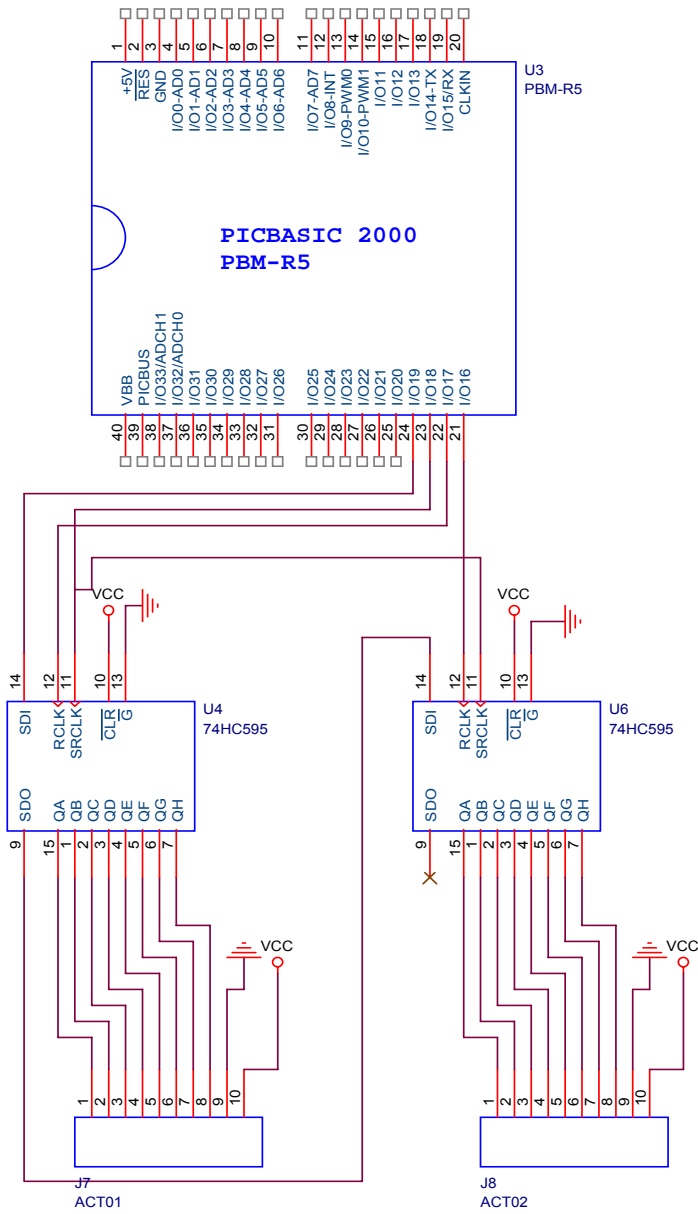


Fig. 5-17. Circuitry of actuator module

Actuator 모듈은 연결 터미널인 AC T01 과AC T02를 통해서 릴레이 보드로 연결 된다.

7) 통신 모듈의 회로 디자인

RS232C 시리얼 통신 프로토콜을 사용하기 위해 SCI(Serial Communication Interface) 모듈을 통해서 마이크로프로세서인 PBM-R5에 통신 드라이버인 MAX232CPE를 연결하였다. Fig. 5-18와 같이 MAX232CPE로 구성된 SCI 모듈은 마이크로컨트롤러의 19번 RX핀과 18번 TX핀에 연결된다.

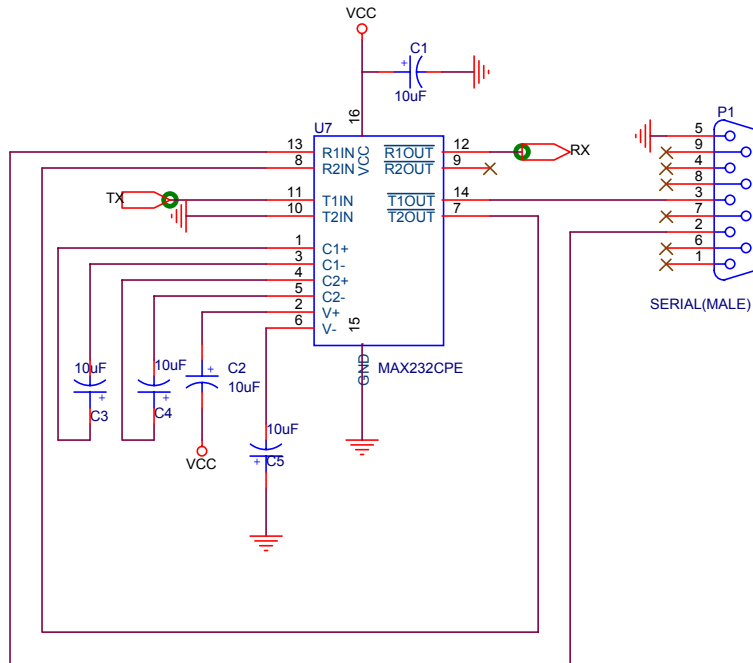
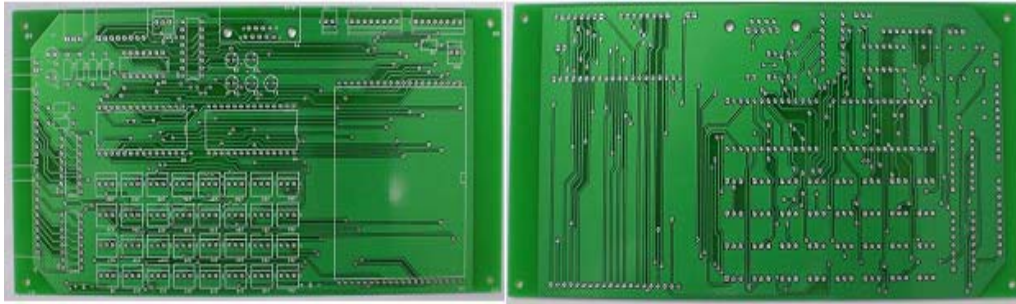


Fig. 5-18. circuitry design for the serial communication interface module

8) 증편 컨트롤러의 PCB 제작

위에서 디자인된 4가지 모듈(디스플레이 모듈, 측정 모듈, actuator 모듈, 통신 모듈)에 따라 증편 컨트롤러의 메인 보드로 사용될 PCB를 제작하였다. 이 PCB는 Fig. 5-19와 같이 양면 보드로 디자인 하였다.



a) Upper layer

b) Lower layer

Fig. 5-19. Picture of PCB for Jeung-pyun controller

9) 증편 컨트롤러의 완성

증편 컨트롤러는 제작된 PCB에 여러 전기 전자 부품을 부착하면서 제작되었고 이 컨트롤러는 자동 증편 제조기의 제어부에 설치되었다. 증편 컨트롤러의 특징은 다음과 같다. 32개의 analog signal I/O 포트, RS232C 규약을 사용하는 시리얼 통신 가능, 확장성을 위해 16개의 여분의 I/O 포트, 디스플레이를 위해 LCD 사용, 공정 조건 설정을 위한 입력부로 키패드 사용. 다음 Fig. 5-20 는 완성된 증편 컨트롤러의 사진이다.

증편 컨트롤러의 특징은 다음과 같다.

- 1) 32개의 아날로그 신호 I/O 포트를 갖는다.
- 2) RS232C 프로토콜의 serial communication을 할 수 있다.
- 3) 출력장치로 LCD를 사용한다.
- 4) 입력장치로 16키 키패드를 사용한다.
- 5) 확장성을 위해 16개의 여분의 I/O 포트가 있다.

다음 그림은 증편 컨트롤러의 전체 회로도이다. 왼쪽의 U1번 부품인 멀티플렉서 (DG506A)에서 나온 32개의 포트(AN01~AN32)가 아날로그 입력 포트이고, 오른쪽에는 키패드 제어를 위한 8개의 입·출력 포트(J5, 4×4 keypad)와 그 밑의 actuator 제어를 위한 제어 포트(J7,J8)로 구성되어 있다. 또, 왼쪽 아래의 MAX232CPE 부품을

가지고 있는 부분이 시리얼 통신 모듈이다.

완성된 증편 컨트롤러는 공정 조건을 입력할 수 있는 키패드와 공정 조건 및 제조 상황을 증편자동제조 시스템의 외부에서 직접 출력할 수 있는 LCD가 있으며 공정 데이터를 EEPROM에 저장하여, Serial 통신을 이용하여 다른 host computer로 데이터를 전송할 수 있게 제작되었다.



Fig. 5-20. Picture of Jeung-pyun controller constructed

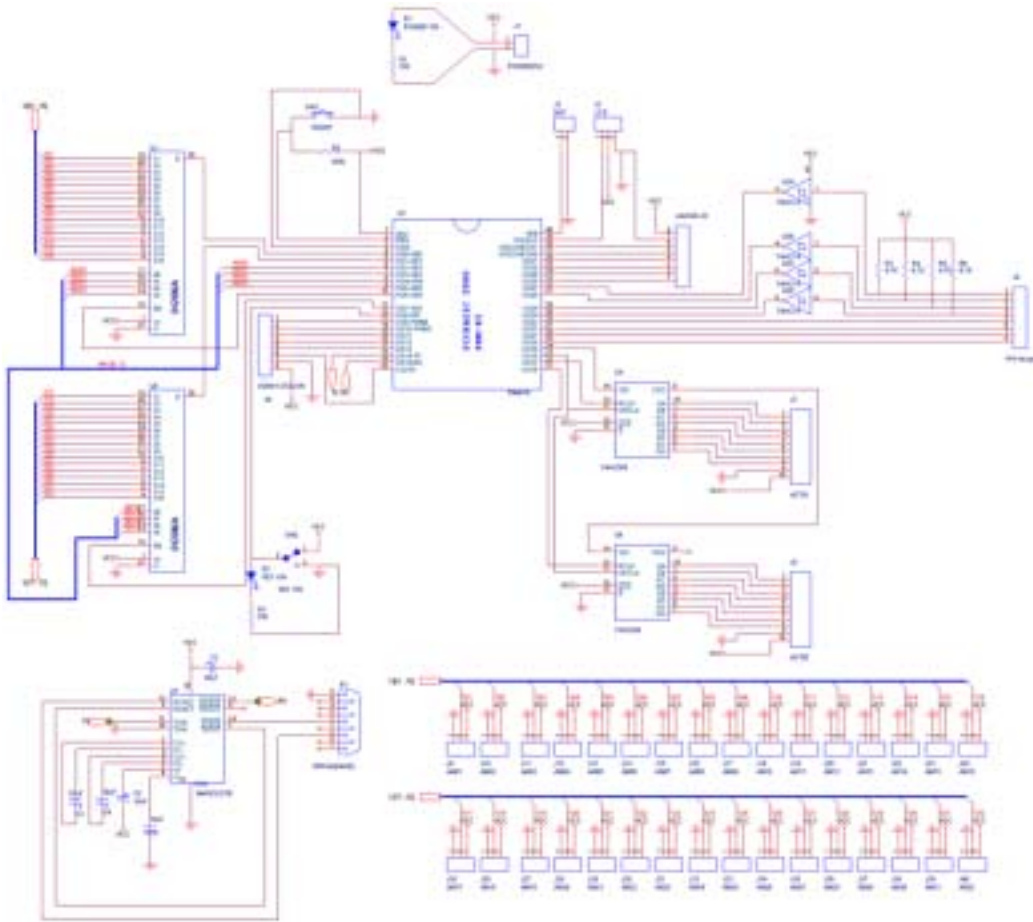


Fig. 5-21. Total circuit diagram of Jeung-pyun controller

10) 증편 컨트롤러의 구동 프로그램 개발

가) 증편 컨트롤러의 구동 프로그램의 특징

- 증편 컨트롤러의 구동 프로그램은 다음과 같은 기능이 가능하게 개발되어야 한다.
- 증편 컨트롤러는 발효기와 증자기, 가습기 등 증편 공정의 모든 구성 부분을 제어할 수 있어야 한다.
- 증편 컨트롤러는 증편 공정 동안 축적된 데이터를 log파일로 만들 수 있어야 한다.

- 증편 컨트롤러는 실시간으로 공정 조건을 설정할 수 있어야 한다.
- 구동 프로그램은 Basic언어를 기본으로 하는 PICbasic언어로 작성되었다.

구동 프로그램 소프트웨어는 위의 특성을 고려하여 개발되었고, 관리 및 수정 작업을 편리하게 하기 위해서 Table 5-4과 같이 한 개의 메인 루틴과 몇 개의 서브루틴으로 나누어 개발하였다.

Table 5-4. Drive program and function of Jeung-pyun controller

프로그램	기능
초기화 루틴	시스템 설정과 ADC, timer, port, actuator 제어 변수와 몇 개의 공정 변수의 초기화.
메인 루틴	무한 루프 구조 안에서 여러 서브루틴들을 호출한다.
측정 루틴	다점 측정을 위한 멀티플렉서의 포트를 선택하고, 데이터를 습득한다.
설정 루틴	공정 조건을 설정한다.
시간 루틴	실제 시간을 설정하거나, 시간이 요구되는 공정에 호출되어 변수 안에 시간 정보를 넣어 준다.
발효 루틴	설정된 시간 동안 발효 공정을 반복시킨다.
증자 루틴	설정된 시간 동안 증자 공정을 반복시킨다.

나) 초기화 루틴

초기화 루틴은 증편 제어기의 입출력 포트를 초기화하고, 프로세스 시간과 JAS의 발효실 증자실 내의 실시간 온도, 습도와 같은 환경 변수들을 정의한다.

다) 메인 루틴

메인 프로그램은 무한 루프로 구동되도록 작성하였고, 인터럽트가 발생하면 서브 프로그램을 실행하도록 되어 있다. 증편 컨트롤러 프로그램의 전체적인 flowchart가 Fig. 5-22 에 제시되어 있다.

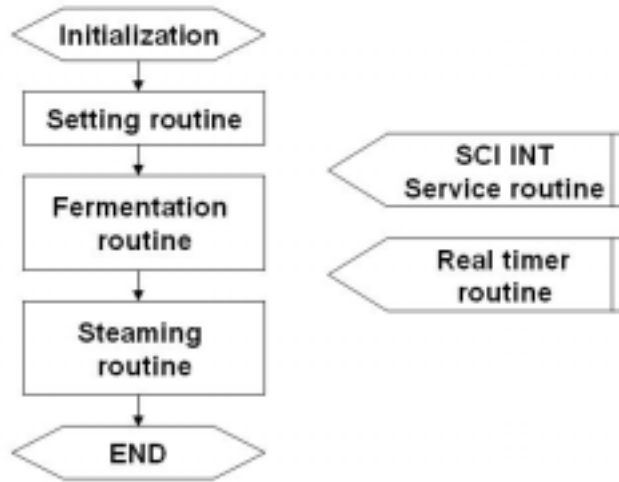


Fig. 5-22. Overall flowchart of operating program for Jeung-pyun controller

라) 측정 루틴

측정 루틴은 데이터를 수집하기 위한 프로그램이다. 멀티플렉서에 의해서 7개의 센서값을 순차적으로 입력 받는다. 센서로부터 전송된 아날로그 신호는 10 비트의 디지털 값(0~1023)으로 변환되어 통계적 선형 알고리즘을 통해 실제 온도, 습도값으로 계산된다. 계산식은 식 (1)과 식 (2)로 표현된다.

$$T = 0.54 (SS - 4.1) \quad (1)$$

(T; 계산된 온도, SS; 디지털 값)

$$H = 0.148 (SS + 0.4) \quad (2)$$

(T; 계산된 습도, SS; 디지털 값)

계산식에 의해 변환된 값은 증편 공정 동안 LCD에 표시된다. Fig. 5-23는 데이터 수집을 위한 측정 루틴의 프로그램 흐름도를 나타낸다.

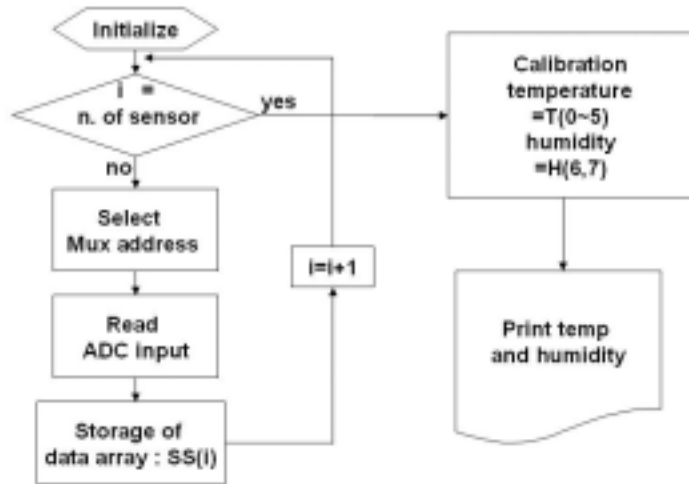


Fig. 5-23. Flowchart of the measurement program routine

마) 시간 루틴

시간 루틴은 마이크로 컨트롤러, PBM-R5의 Real time clock (RTC)를 처리하기 위한 프로그램 루틴이다. RTC의 시간 정보는 공정 시간을 계산하기 위해 이용된다. 시간 정보를 얻기 위한 구체적인 프로그램 흐름도는 Fig. 5-24에 나타나 있다.

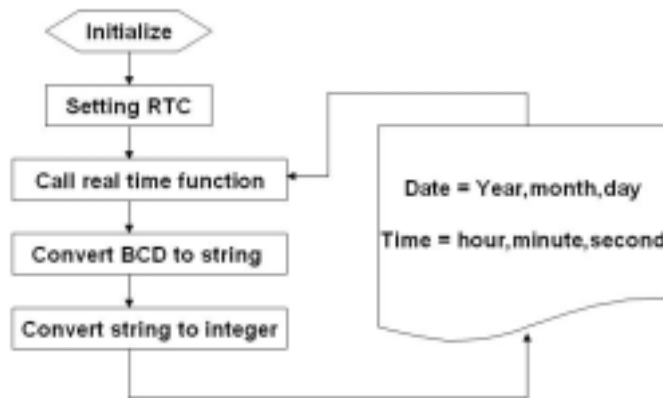


Fig. 5-24. Flowchart of real time program routine

바) 발효 루틴

발효 루틴은 온도와 습도를 피드백 제어하기 위한 프로그램이다. 설정 루틴의 공정 조건에 따라 발효 공정 동안 메인 루틴에서 온도와 습도를 조절하는 루프를 무한히 반복한다. 그동안 측정되는 온도, 습도 공정 시간의 데이터들은 EEPEOM과 SCI 루틴을 통해 전송되는 호스트 컴퓨터와 저장된다. 발효 루틴의 flowchart는 다음 Fig. 5-25과 같다.

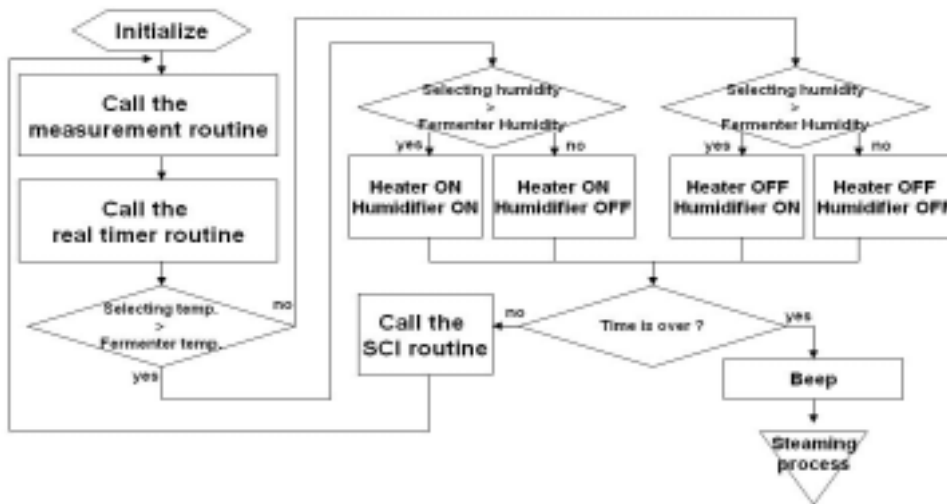


Fig. 5-25. Flowchart of the fermentation routine

사) 증자 루틴

증자 루틴은 증자 공정 동안 증자 chamber에 적정량의 스팀을 공급해주도록 프로그램 되어 있다. 이 루틴 역시 실시간 루틴과 상호작용하며 스팀 공급기를 설정 시간 동안 작동시킨다. 그리고 발효 루틴과 마찬가지로 증자 루틴도 증자 공정 동안 측정된 데이터들을 EEROM과 호스트 컴퓨터에 저장, 전송한다.

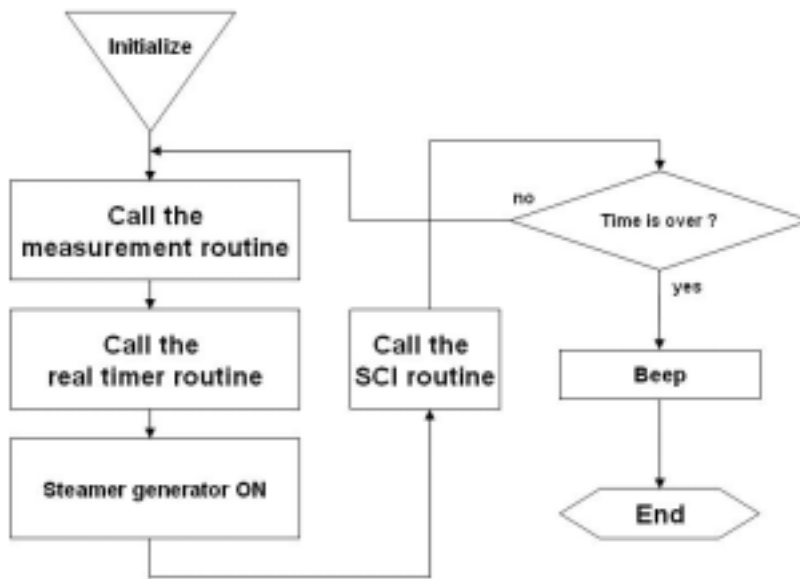


Fig. 5-26. Flowchart of the steaming routine

아) 호스트 컴퓨터의 모니터링 프로그램

공정이 진행되는 동안 공정을 감독할 수 있는 모니터링 프로그램은 데이터 출력, 데이터 저장 및 로그 파일 생성 같은 다양한 기능을 수행한다. JAS가 작동하는 동안 이 프로그램은 매 분마다 다양한 데이터와 공정 상황을 호스트 컴퓨터에 출력한다.

11) 증편 컨트롤러의 구동 프로그램

The operating program of LCD food processing controller

```

' JP-System ver 2.00
' Foodenglab in SNU
' 2003. 3. 17 ~

CONST DEVICE = R5
SET PICBUS LOW
LCDINIT
BUSOUT &HB0;1
SET RS232 4800

'변수 정의
DIM I AS INTEGER      'FOR문 변수
DIM J AS INTEGER      'FOR문 변수2
Dim K(4) as BYTE      '키패드입력변수
DIM DIS AS STRING*14  '디스플레이 문자
변수
DIM STEMP AS INTEGER  '설정발효온도
DIM SHUM AS INTEGER   '설정발효습도
DIM SHOUR AS INTEGER  '설정1발효시간
DIM SHOUR1 AS INTEGER '설정2발효시간
DIM SHOUR2 AS INTEGER '설정증자시간
DIM SHOUR3 AS INTEGER '공정간격
DIM KK AS INTEGER     'DIS 위치 변수
DIM KL AS INTEGER     'DIS 위치
변수2
DIM STEP AS INTEGER   '설정창스텝변수
DIM SS(7) AS INTEGER
DIM SV(7) AS SINGL
DIM TEMP(7) AS INTEGER
DIM HUM(7) AS INTEGER
DIM TIME1 AS INTEGER
DIM TIME2 AS STRING*14
DIM TIME3 AS INTEGER
DIM TIME4 AS STRING*14
DIM TIME5 AS INTEGER
DIM TIME6 AS INTEGER
DIM MTEMP AS INTEGER
DIM ATEMP AS INTEGER
'온도평균
DIM ACT AS BYTE
      '제어 변수
DIM SSH(5) AS INTEGER
DIM ACTCOMP(4) AS BYTE
DIM FERM AS STRING*14
DIM HUMIDY AS STRING*14
DIM STEAM AS STRING*14
DIM MMT(5) AS INTEGER
DIM PSTIME AS INTEGER '일시정지 시간

DIM PSTIME1 AS INTEGER
DIM MM AS INTEGER

'변수 초기화
STEP=0
DIS=""
STEMP=0
SHUM=0
SHOUR=0
SHOUR1=0
SHOUR2=0
SHOUR3=0
ACT=&B11111111
OUT 17,0
SHIFTOUT 18,19,1,ACT
PULSE 17
MM=0

'로딩 화면
10 CLS
LOCATE 0,1
PRINT "      서울대학교"
LOCATE 0,2
PRINT "      식품공학실"
FOR I=0 TO 70 step 2
J=127-I
LOCATE I,0
PRINT " "
LOCATE J,0
PRINT " "
LOCATE I,1
PRINT " "
LOCATE J,1
PRINT " "
LOCATE I,2
PRINT " "
LOCATE J,2
PRINT " "
LOCATE I,3
PRINT " "
LOCATE J,3
PRINT " "
NEXT I

20 CLS
LOCATE 0,1
PRINT "      증편자동제어시스템"
LOCATE 0,2

```



```

PRINT " 로딩중 ..."
delay 1000
for i=64 to 0 step -2
j=127-i
LOCATE I,0
PRINT " "
LOCATE J,0
PRINT " "
LOCATE I,1
PRINT " "
LOCATE J,1
PRINT " "
LOCATE I,2
PRINT " "
LOCATE J,2
PRINT " "
LOCATE I,3
PRINT " "
LOCATE J,3
PRINT " "
NEXT I

'시작
cls
30 ON INT(1) GOSUB 600
locate 0,1
print " 증편공정 조건입력"
locate 0,2
print " --> 설정"

31 '키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음
IF J=0 AND K(3)=1 THEN GOTO 200
'설정창으로
NEXT I

IF STEP=7 THEN
CLS
GOTO 40
END IF
GOTO 31

제어중
40 CLS
'타임 초기화
TIMESSET 0,&H00
TIMESSET 1,&H00
TIMESSET 2,&H00

50 '시간값 받기
TIME1=TIME(1) 'BCD
TIME2=HEX(TIME1)
TIME5=VAL(TIME2)
TIME3=TIME(2)
TIME4=HEX(TIME3)
TIME6=VAL(TIME4)
MTIME=TIME5+60*TIME6

'정수값

'센서값 받기
OUT 2,0 'SS1
OUT 3,0
OUT 4,0
OUT 5,0
OUT 6,1
SS(0)=ADIN(0)

OUT 2,1 'SS2
OUT 3,0
OUT 4,0
OUT 5,0
OUT 6,1
SS(1)=ADIN(0)

```

```

OUT 2,0 'S03
OUT 3,1
OUT 4,0
OUT 5,0
OUT 6,1
SS(2)=ADIN(0)

OUT 2,1 'S04
OUT 3,1
OUT 4,0
OUT 5,0
OUT 6,1
SS(3)=ADIN(0)

OUT 2,0 'S05
OUT 3,0
OUT 4,1
OUT 5,0
OUT 6,1
SS(4)=ADIN(0)

OUT 2,1 'S06
OUT 3,0
OUT 4,1
OUT 5,0
OUT 6,1
SS(5)=ADIN(0)

OUT 2,0 'S07
OUT 3,1
OUT 4,1
OUT 5,0
OUT 6,1
SS(6)=ADIN(0)
'온도값 변환 SS(0)~SS(4)
FOR I=0 TO 4
SV(I)=0.541*CSNG(SS(I))-4.1
TEMP(I)=CINT(SV(I))
NEXT I

'습도값 변환 SS(5)~SS(6)
FOR I=5 TO 6
SV(I)=0.148*CSNG(SS(I))+0.4
HUM(I)=CINT(SV(I))
NEXT I

'시간 제어
SSH(0)=SHOUR+SHOUR3
SSH(1)=SHOUR+SHOUR3+SHOUR1
SSH(2)=SHOUR+SHOUR3+SHOUR1+SHOUR3
SSH(3)=SHOUR+SHOUR3+SHOUR1+SHOUR3+S
HOUR2
IF MTIME<SHOUR THEN GOSUB 140
'1차발효
IF MTIME>=SHOUR AND MTIME<SSH(0)

THEN GOSUB 150
'1차공정간격
IF MTIME>=SSH(0) AND MTIME<SSH(1)
THEN GOSUB 160
'2차발효중
IF MTIME>=SSH(1) AND MTIME<SSH(2)
THEN GOSUB 165 '2차공정간격
IF MTIME>=SSH(2) AND MTIME<SSH(3)
THEN GOTO 170
'증자시간

IF MTIME=MM THEN
PUT DEC(MTIME,4)," ",DEC(TEMP(0),3)," ",
",DEC(TEMP(1),3)," ",",DEC(TEMP(2),3)," ",
",DEC(TEMP(3),3)," ",",DEC(TEMP(4),3)," ",
",DEC(HUM(6),3),CHR(13),CHR(10)
MM=MM+1
END IF
GOTO 50

100 'STEMP>=ATEMP 발효기 ON
ACT=ACT AND &B11111101
OUT 17,0
SHIFTOUT 18,19,1,ACT
PULSE 17
RETURN
110 'STEMP<ATEMP 발효기 OFF
OUT 17,0
ACT=ACT OR &B00000010
SHIFTOUT 18,19,1,ACT
PULSE 17
RETURN

120 'SHUM>=HUM(6) 가습기 ON
ACT=ACT AND &B11111101
OUT 17,0
SHIFTOUT 18,19,1,ACT
PULSE 17
RETURN
130 'SHUM<HUM(6) 가습기 OFF
OUT 17,0
ACT=ACT OR &B00000100
SHIFTOUT 18,19,1,ACT
PULSE 17
RETURN

140 '1차발효중
'온도 제어
ATEMP=(TEMP(1)+TEMP(2)+TEMP(3)+TEMP(
4))/4
IF STEMP>ATEMP THEN GOSUB 100
'발효기 ON
IF STEMP<=ATEMP THEN GOSUB 110
'발효기OFF
IF SHUM>HUM(6) THEN GOSUB 120 '가습기
ON

```

```

IF SHUM<=HUM(6) THEN GOSUB 130      OUT 23,0
'가습기 OFF                          END IF
'디스플레이
LOCATE 0,0
PRINT " 1차 발효중"
LOCATE 0,1
PRINT "기내:"", " ,ATEMP,"C", " ",HUM(6),""
ACTCOMP(0)=ACT OR &B11111101
IF ACTCOMP(0)=&B11111101 THEN
FERM="O" ELSE FERM="X"
ACTCOMP(1)=ACT OR &B11111011
IF ACTCOMP(1)=&B11111011 THEN
HUMIDY="O" ELSE HUMIDY="X"
ACTCOMP(2)=ACT OR &B11011111
IF ACTCOMP(2)=&B11011111 THEN
STEAM="O" ELSE STEAM="X"
LOCATE 0,2
PRINT "발효=",FERM," 가습=",HUMIDY,"
증자=",STEAM
MMT(0)=SHOUR-MTIME
LOCATE 0,3
PRINT "1차발효 ",MMT(0),"분남음"

'일시정지
'키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음
IF J=3 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'정지키 -> 일시정지
IF J=2 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'모드키 -> 일시정지
NEXT I
RETURN

150 '1차공정간격
'디스플레이
ACT=&B11111111
OUT 17,0
SHIFTOUT 18,19,1,ACT
PULSE 17
LOCATE 0,0
PRINT "실내:"", " ,TEMP(0),"C", "
",HUM(5),""
LOCATE 0,1
PRINT "기내:"", " ,ATEMP,"C", "
",HUM(6),""
LOCATE 0,2
PRINT "발효=X 가습=X 증자=X"
MMT(1)=SSH(0)-MTIME
LOCATE 0,3
PRINT "공정간격 ",MMT(1),"분남음"
'일시정지
'키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0

```

```

OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음

IF J=3 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'정지키 -> 일시정지
IF J=2 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'모드키 -> 일시정지
NEXT I
RETURN

160 '2차발효중
'온도 제어
ATEMP=(TEMP(1)+TEMP(2)+TEMP(3)+TEMP(
4))/4
IF STEMP>ATEMP THEN GOSUB 100
'발효기 ON
IF STEMP<=ATEMP THEN GOSUB 110'
발효기 OFF
IF SHUM>HUM(6) THEN GOSUB 120 '가습기
ON
IF SHUM<=HUM(6) THEN GOSUB 130
'가습기 OFF

'디스플레이
LOCATE 0,0
PRINT " 2차 발효중"
LOCATE 0,1
PRINT "기내:", " ,ATEMP,"C"," ",HUM(6),"%"
ACTCOMP(0)=ACT OR &B11111101
IF ACTCOMP(0)=&B11111101 THEN
FERM="O" ELSE FERM="X"
ACTCOMP(1)=ACT OR &B11111101
IF ACTCOMP(1)=&B11111101 THEN
HUMIDY="O" ELSE HUMIDY="X"
ACTCOMP(2)=ACT OR &B11011111
IF ACTCOMP(2)=&B11011111 THEN
STEAM="O" ELSE STEAM="X"
LOCATE 0,2
PRINT "발효=",FERM," 가습=",HUMIDY,"
증자=",STEAM
MMT(2)=SSH(1)-MTIME
LOCATE 0,3

```

```

PRINT "2차발효 ",MMT(2),"분남음"

'일시정지
'키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음
IF J=3 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500 '정지키
-> 일시정지
IF J=2 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'모드키-> 일시정지
NEXT I
RETURN

165 '2차공정간격
ACT=&B11111111
OUT 17,0
SHIFTOUT 18,19,1,ACT
PULSE 17

'디스플레이

```

```

LOCATE 0,0
PRINT "실내:", " ",TEMP(0),"C", "
",HUM(5),"%"
LOCATE 0,1
PRINT "기내:", " ",ATEMP,"C", " ",HUM(6),"%"
LOCATE 0,2
PRINT "발효=X 가습=X 증자=X"
MMT(3)=SSH(2)-MTIME
LOCATE 0,3
PRINT "공정간격 ",MMT(3),"분남음"

'일시정지
'키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음

IF J=3 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'정지키 -> 일시정지
IF J=2 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'모드키 -> 일시정지

```

```

NEXT I
RETURN

170 CLS
171 '증자시작
TIME1=TIME(1)
'BCD
TIME2=HEX(TIME1)
TIME5=VAL(TIME2)
TIME3=TIME(2)
TIME4=HEX(TIME3)
TIME6=VAL(TIME4)
MTIME=TIME5+60*TIME6

'정수값
ACT=&B11011111
OUT 17,0
SHIFTOUT 18,19,1,ACT
PULSE 17
IF MTIME=SSH(3) THEN GOTO

180 '모든 공정 끝
MMT(4)=SSH(3)-MTIME
LOCATE 0,1
PRINT "증자공정중입니다."
LOCATE 0,2
PRINT " ",MMT(4),"분 남았습니다."

'일시정지
'키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음

IF J=3 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'정지키 -> 일시정지
IF J=2 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'모드키 -> 일시정지

```

```

OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음
IF J=3 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'설정키 -> 설정 초기화
IF J=2 AND K(3)=1 THEN GOSUB 500
'모드키 -> 일시정지
NEXT I

GOTO 171

180 CLS
181 '모든 공정 끝
ACT=&B11111111
OUT 17,0
SHIFTOUT 18,19,1,ACT
PULSE 17
LOCATE 0,1
PRINT "증편자동제어시스템종료"
LOCATE 0,2
PRINT "서울대학교 식품공학실"
LOCATE 0,3
PRINT " 재시작 : 모드"

'키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음

IF J=2 AND K(3)=1 THEN RESET '모드키 ->
시스템 재시작
NEXT I
GOTO 181

'설정
200 cls
STEP=1

'발효온도설정
210 IF STEP=1 THEN
KL=STEP
GOTO 211
END IF
IF STEP=2 THEN
KL=STEP
GOTO 212
END IF
IF STEP=3 THEN
KL=STEP
GOTO 213
END IF
IF STEP=4 THEN
KL=STEP-3
GOTO 214
END IF
IF STEP=5 THEN
KL=STEP-3
GOTO 215
END IF
IF STEP=6 THEN
KL=STEP-3
GOTO 216
END IF

211 CLS
locate 0,0
print "-----발효조건설정-----"
locate 0,1
print "1.온도:"
locate 120,1
print "C"

```

```

KK=104
DIS=""
GOTO 300

```

```

212 CLS
locate 0,0
print "-----발효조건설정-----"
locate 0,1
print "1.온도:"
locate KK,1
print DEC(STEMP,3)
LOCATE 120,1
PRINT "C"
LOCATE 0,2
PRINT "2.습도:"
LOCATE 120,2
PRINT "%"
KK=104
DIS=""
GOTO 300

```

```

213 CLS
locate 0,0
print "-----발효조건설정-----"
locate 0,1
print "1.온도:"
locate KK,1
print DEC(STEMP,3)
LOCATE 120,1
PRINT "C"
LOCATE 0,2
PRINT "2.습도:"
LOCATE KK,2
PRINT DEC(SHUM,3)
LOCATE 120,2
PRINT "%"
LOCATE 0,3
PRINT "3.1st발효시간:"
LOCATE 120,3
PRINT "m"
KK=104
DIS=""
GOTO 300

```

```

214 CLS
locate 0,0
print "-----발효조건설정-----"
locate 0,1
print "1.온도:"
locate KK,1
print DEC(STEMP,3)
LOCATE 120,1
PRINT "C"
LOCATE 0,2
PRINT "2.습도:"
LOCATE KK,2

```

```

PRINT DEC(SHUM,3)
LOCATE 120,2
PRINT "%"
LOCATE 0,3
PRINT "3.1st발효시간:"
LOCATE KK,3
PRINT DEC(SHOUR,3)
LOCATE 120,3
PRINT "m"
DELAY 2000
CLS

```

```

locate 0,0
print "-----발효조건설정-----"
locate 0,1
print "4.2nd발효시간:"
locate 120,1
print "m"
KK=104
DIS=""
GOTO 300

```

```

215 CLS
locate 0,0
print "-----발효조건설정-----"
locate 0,1
print "4.2nd발효시간:"
locate KK,1
print DEC(SHOUR1,3)
LOCATE 120,1
PRINT "m"
LOCATE 0,2
PRINT "5.증자시간:"
LOCATE 120,2
PRINT "m"
KK=104
DIS=""
GOTO 300

```

```

216 CLS
locate 0,0
print "-----발효조건설정-----"
locate 0,1
print "4.2nd발효시간:"
locate KK,1
print DEC(SHOUR1,3)
LOCATE 120,1
PRINT "m"
LOCATE 0,2
PRINT "5.증자시간:"
LOCATE KK,2
PRINT DEC(SHOUR2,3)
LOCATE 120,2
PRINT "m"
LOCATE 0,3
PRINT "6.공정간격:"

```

```

locate 120,3
print "m"
KK=104
DIS=""
GOTO 300

300 '키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음

310 IF J=0 AND K(0)=1 THEN '1
DELAY 500
LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"1"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=0 AND K(1)=1 THEN '2
DELAY 500
LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"2"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=0 AND K(2)=1 THEN '3
DELAY 500
LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"3"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=1 AND K(0)=1 THEN '4
DELAY 500
LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"4"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=1 AND K(1)=1 THEN '5
DELAY 500
LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"5"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=1 AND K(2)=1 THEN '6
DELAY 500
LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"6"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=2 AND K(0)=1 THEN '7
DELAY 500
LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"7"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=2 AND K(1)=1 THEN '8
DELAY 500

```



```

LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"8"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=2 AND K(2)=1 THEN '9
DELAY 500
LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"9"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=3 AND K(1)=1 THEN '0
DELAY 500
LOCATE KK,KL
DIS=DIS+"0"
KK=KK-8
PRINT DIS
GOTO 300
END IF

IF J=1 AND K(3)=1 THEN 'CLS
IF STEP=1 THEN GOTO 211
IF STEP=2 THEN GOTO 212
IF STEP=3 THEN GOTO 213
IF STEP=4 THEN GOTO 214
IF STEP=5 THEN GOTO 215
IF STEP=6 THEN GOTO
216
END IF

IF J=3 AND K(0)=1 THEN
'입력키
IF STEP=1 THEN
STEP=VAL(DIS)
STEP=STEP+1
GOTO 210
END IF
IF STEP=2 THEN
SHUM=VAL(DIS)
STEP=STEP+1
GOTO 210
END IF
IF STEP=3 THEN
SHOUR=VAL(DIS)
STEP=STEP+1
GOTO 210
END IF
IF STEP=4 THEN
SHOUR1=VAL(DIS)
STEP=STEP+1
GOTO 210
END IF
IF STEP=5 THEN
SHOUR2=VAL(DIS)
STEP=STEP+1
GOTO 210
END IF
IF STEP=6 THEN
SHOUR3=VAL(DIS)
STEP=STEP+1
GOTO 210
END IF
IF J=0 AND K(3)=1 THEN '설정키 -> 설정
초기화
STEMP=0
SHUM=0
SHOUR=0
SHOUR1=0
SHOUR2=0
SHOUR3=0
GOTO 200
END IF
IF J=2 AND K(3)=1 THEN RESET
NEXT I
GOTO 300

400 CLS
LOCATE 0,0
PRINT "발효: ",STEMP,"C ",SHUM,"%"
LOCATE 0,1
PRINT "1st발효: ",SHOUR,"m "
LOCATE 0,2
PRINT "2nd발효: ",SHOUR1,"m"
LOCATE 0,3
PRINT "증자: ",SHOUR2,"m ", "간격:
",SHOUR3,"m "
DELAY 2000
CLS
LOCATE 0,0
PRINT "1,2차발효와 증자공정을"
LOCATE 0,1
PRINT SHOUR3,"분의 간격을 두고"
LOCATE 0,2
PRINT "제어합니다..."
LOCATE 24,3
PRINT "시작 또는 재설정"

410 '키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0

```

```

OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음
420 IF J=3 AND K(2)=1 THEN GOTO 40 '제어
시작
IF J=0 AND K(3)=1 THEN '설정키 -> 설정
초기화
        STEMP=0
        SHUM=0
        SHOUR=0
        SHOUR1=0
        SHOUR2=0
        SHOUR3=0
        GOTO 200
END IF
NEXT I
GOTO 410

500 CLS
501' 일시정지
PSTIME=BCD(TIME5)
PSTIME1=BCD(TIME6)
ACTCOMP(3)=&B11111111
OUT 17,0
SHIFTOUT 18,19,0,ACTCOMP(3)
PULSE 17

LOCATE 0,0
PRINT "  일시중지..... "
LOCATE 0,1
PRINT "발효:",STEMP,"C ",SHUM,"%"
LOCATE 0,2
PRINT "1ST-",SHOUR,"m 2ND-",SHOUR1,"m"
LOCATE 0,3
PRINT "증자시간-",SHOUR2,"m"

'키패드 입력값 받기
DELAY 100
FOR I=20 TO 23
IF I=20 THEN
J=0
OUT 20,0
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=21 THEN
J=1
OUT 20,1
OUT 21,0
OUT 22,1
OUT 23,1
END IF

IF I=22 THEN
J=2
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,0
OUT 23,1
END IF

IF I=23 THEN
J=3
OUT 20,1
OUT 21,1
OUT 22,1
OUT 23,0
END IF

K(0) = IN(24)
K(1) = IN(25)
K(2) = IN(26)
K(3) = IN(27) 'NEXT 빠져 있음
IF J=3 AND K(2)=1 THEN
CLS
TIMESSET 1,PSTIME
TIMESSET 2,PSTIME1
RETURN'시작키 -> 풀림
END IF
NEXT I

```

GOTO 501

600 RESET
RETURN

4. JAS의 제작 및 시험 가동

가. 실험재료

1) 증편 컨트롤러의 전자 부품

PBM-R5(컴파일, 대한민국)을 메인 프로세서로 사용하였다. 증편 컨트롤러에 사용된 주요 전자 부품들은 다음 Table 5-5와 같다.

Table 5-5. Characteristic of electronical components in Jeung-pyun controller

Name	Characteristic	Company
DG506A	<ul style="list-style-type: none">▪ 아날로그 멀티플렉서▪ 16 채널▪ 대칭형▪ 양방향 구동	Analog Device Inc., USA
74HC595	<ul style="list-style-type: none">▪ 8비트 시리얼 입력 & 8비트 시리얼 및 패러럴 출력▪ 3 위상 출력	Motorola Inc., USA
74HC14	<ul style="list-style-type: none">▪ Schmitt trigger 인버터▪ Wave와 pulse 제거	Hitachi Ltd., Japan
Max232CPE	<ul style="list-style-type: none">▪ 정전압 +5V 구동▪ 다수의 구동 단자와 입력 단자▪ 3 위상의 구동 단자와 입력 단자	Maxim Inc., USA
LED	<ul style="list-style-type: none">▪ +5V 구동 가능	

2) 증편 컨트롤러의 전기 부품

(가) 센서

LM35DZ (National semiconductor Co., USA, nonlinearity only (1/4°C typical)와 SY-HS-220 (SYhitech Inc., Korea, accuracy only (5%RH)는 각각 온도 센서와 습도 센서로 사용되었다. 이 센서의 특성은 다음 Table 5-6과 같다.

Table 5-6. Characteristic of Jeung-pyun automatic control sensor

term	Characteristic		
LM35DZ (National semiconductor., USA)	Summary	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Linear +10.0mV/°C scale factor ▪ Low self-heating, 0.08°C in still air ▪ 구동전압 4 to 30V ▪ Nonlinearity only (1/4°C typical) 	
	Accuracy	Typical	0.4°C at + 25°C
		Tested limit	1.0°C at + 25°C
		Design limit	2.0°C at Ta=Tmin
	Line regulation	Typical	0.01°C at + 25°C
		Tested limit	0.1°C at + 25°C
SY-HS-220 (SYhitech., Korea)	Rated voltage		DC 5.0V
	Rated power		≤3.0mA
	Drive temperature		0~60°C
	Drive humidity		30~90%RH
	Custody limit temperature		-30~85°C
	Custody limit humidity		Within 95%RH
	Accuracy		(5%RH (at 25°C, 60% RH)

(나) LCD

컨트롤러의 디스플레이를 위해서 70.7 x 38.8(mm) 크기의 LCD모듈(HLCD-114A,

11문자 x 4줄, 4가지 한글 폰트와 2가지 영문 폰트 가능, 컴파일., 대한민국)이 사용되었다.

Table 5-7. Characteristic of HLCD-114A

Term	Characteristic	
HLCD-114A	Size (Used Korean font)	11 문자 x 4 줄
	Size (Used English font))	30 무자 x 4 줄
	Size (Used graphic)	128 dots x 64 dots
	Font type	4가지 한글 폰트, 2가지 영문 폰트
	Communication speed	4800 bps
	Lighting	LED
	Real size(mm)	70.7 x 38.8
	Coordinates (x, y)	0~127, 0~3

나. 실험방법

1) 증편 컨트롤러의 PCB(Printed Circuit Board)와 회로 디자인

증편 컨트롤러의 회로도에는 OrCad Capture 9.2.2. 586 CIS(Cadence Design Systems, Inc. ,USA)를 사용하여 설계하였고, PCB 도면 디자인은 OrCAD Layout 9.2.2(Cadence Design Systems, Inc. ,USA)를 사용하였다. PCB의 제작은 PCB 회사에 의뢰하여 제작하였다.

2) 증편 자동 제조기의 디자인

증편 자동 제조기의 도면 설계는 AutoCAD 2002(Microsoft., USA)를 이용하였다.

2) 증편 컨트롤러의 특정 모듈

측정 모듈의 센서로는 LM35DZ와 HS-SY220이 각각 온도와 습도 센서로 사용되

어 데이터를 입력 받게 하였고, 아날로그 스위치 역할과 다중 센서 포트 확장의 역할은 ADG506A라는 멀티플렉서를 이용하였다.

2) 데이터 통신 모듈

증편 컨트롤러와 호스트 컴퓨터를 연결하여 데이터를 처리하게 하는 방법으로는 RS232C 통신규약을 사용하여 시리얼 통신을 하게 하였는데, 이를 위해서 통신 모듈인 Max232CPE (Maxim Inc., USA)가 사용되었다.

3) 증편 컨트롤러의 프로그램 개발

증편 컨트롤러의 작동 프로그램은 PBM-R5의 컴파일러인 PICbasic studio v1.6(컴파일, 대한민국)을 사용하였고, 호스트 컴퓨터의 디스플레이 프로그램은 Labview 6.0i(National Instrument., USA)를 사용하였다.

다. JAS의 제작

1) JAS의 치수

JAS는 두 개의 상업적인 항온기(밥 항온기, DHK-700, 동화 시스템, 한국)를 기본으로 제작되었다. 이 항온기는 우레탄으로 단열된 스테인리스 박스 안에 전기 열선이 항온을 유지시켜주는 시스템으로 25~100℃사이의 온도를 조절할 수 있다.

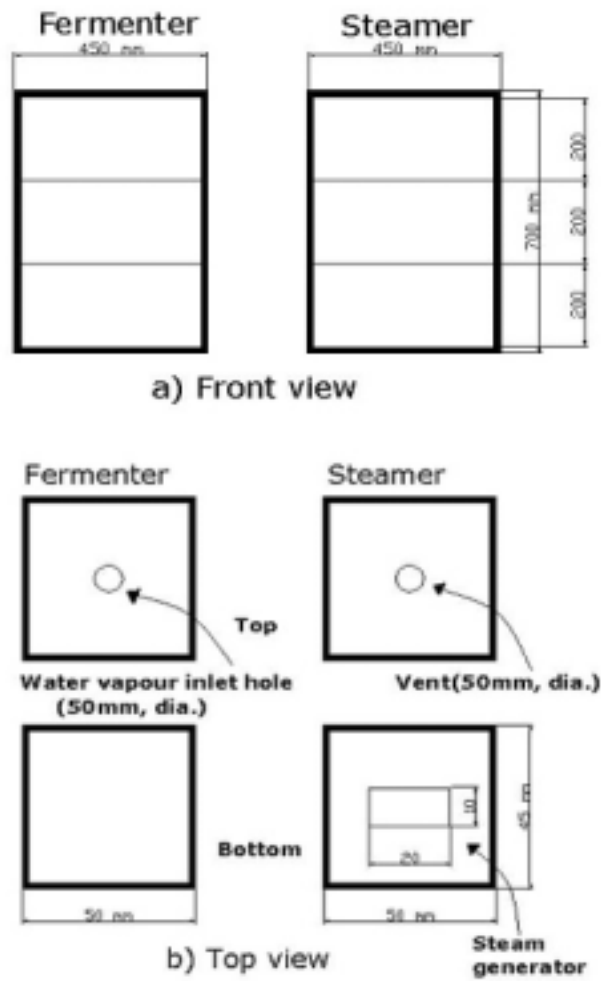


Fig. 5-27. Structure and dimension of the main body for JSA

발효기는 3개의 스테인리스 철망(350(300 mm, 1050 cm²)으로 나누어진 3개의 공간으로 구성되어 있으며, 공간 당 1.6Kg의 반죽을 발효시킬 수 있다. 발효 chamber의 습도 조절을 위해, 발효 chamber의 천정에는 하나의 배기 구멍(50 mm, diameter)이 있다. 그리고 전기 가습기 (sonicator HU-5031C, 삼성, 한국)가 증기 공

급 장치로 사용되었으며, 외부에서 발효 chamber 안으로 플라스틱 관(φ, 50mm)을 통해 공급된다. 또 증자기의 바닥면에는 1kW의 전기 히터가 부착된 스팀 공급기가 달려 있다

나) JAS 릴레이 박스의 전기 회로

증편 콘트롤러와 actuator의 전원 공급을 위해서, 증자기의 옆 부분에 전기 배전 박스(릴레이 박스)를 설치하였다. 이 박스는 그림 21과 같이 7개의 SSR(Solid State Relay, 2.5 kW, WYG 10Z4, Wyes., Co.)과 전류 차단기를 포함한 마그네틱 Contactor로 구성되어 있다.

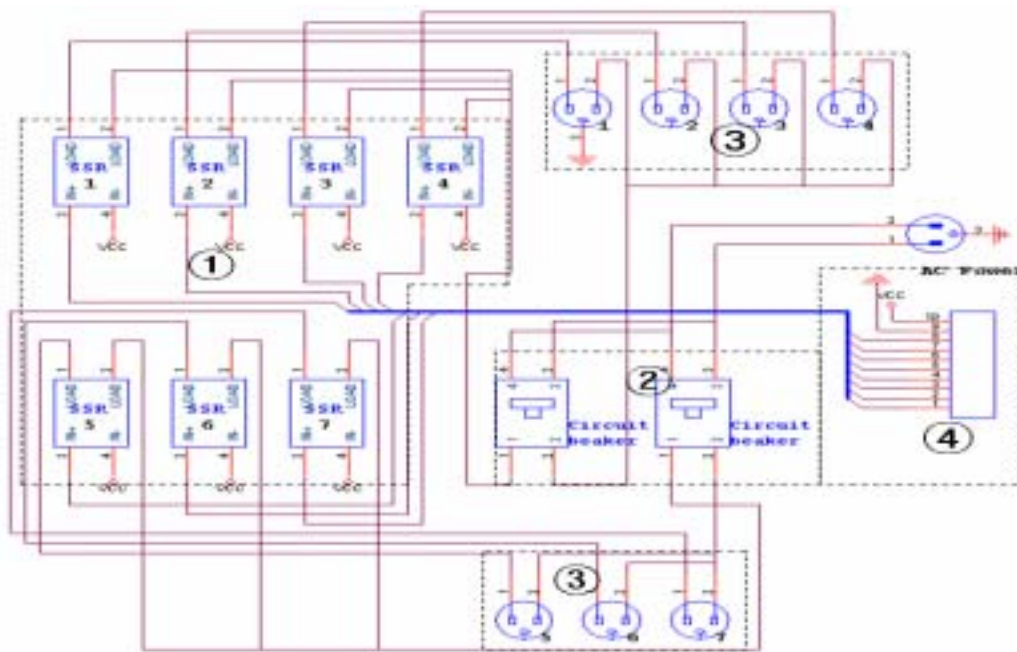


Fig. 5-28. Electrical wiring of JAS relay box for the JAS

1) SSR, 2) magnetic contactor, 3) terminals for output power, 4) terminals for input signal

전에 언급한대로 JAS는 발효기, 증자기, 가습기, 증편 콘트롤러 이렇게 4개의 부분으로 구성되어 있다.)

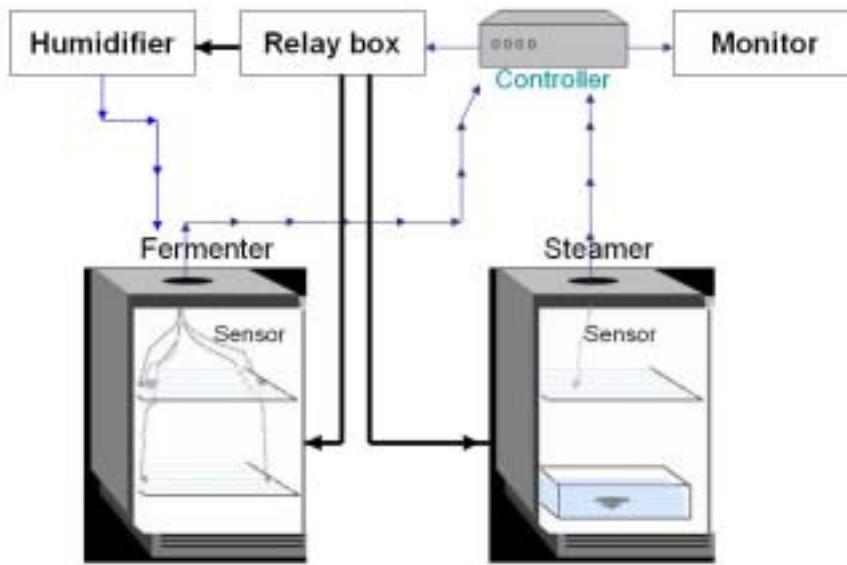


Fig. 5-29. Description of components of JAS

완성된 JAS는 Fig. 5-30, 31, 32, 33, 34 와 같다.



Fig. 5-30. Picture of finished JAS

1) steamer 2) fermenter 3) humidifier 4) Jeung-pyun controller 5) relay box 6) monitor



Fig. 5-31. Picture of finished fermentation chamber



Fig. 5-32. Picture of finished steaming chamber



Fig. 5-33. Picture of finished JAS controller



Fig. 5-34. Picture of finished JAS

라. JAS의 시험 가동

JAS의 센서와 증편 컨트롤러 및 모든 구성 요소를 설치한 후, 모든 하드웨어 기능이 잘 수행되는지 알아보기 위해 시험 테스트를 수행하였다. 그 결과 소비 전력은 증편을 직접 제조할 때와 모의 수행할 때 각각 1.630kW와 1.600kW이었다. 상세한 결과는 Table 5-8에서 보는 바와 같다.

Table 5-8. The result of test run of the JAS

		Power consumption (W)		
		Fermenter	Steamer	Jeung-pyun controller
Unloaded run	Designed	380	1200	3.0
	Measured	364.8	1240	1.9
Loaded run	Designed	400	1200	3.0
	Measured	387.5	1240	1.9

Table 5-8에 제시된 결과는 예상한 기준과 유사하므로 성공적인 시험 테스트였다.

1) JA의 발효 chamber 증편 반죽의 온도 프로파일

시험 테스트의 수행 이후, JAS를 이용하여 증편을 제조하였다. 1.2Kg의 증편 반죽을 발효시킨 결과, 증편 반죽과 증편 발효 chamber의 온도는 Fig. 5-35와 같았다.

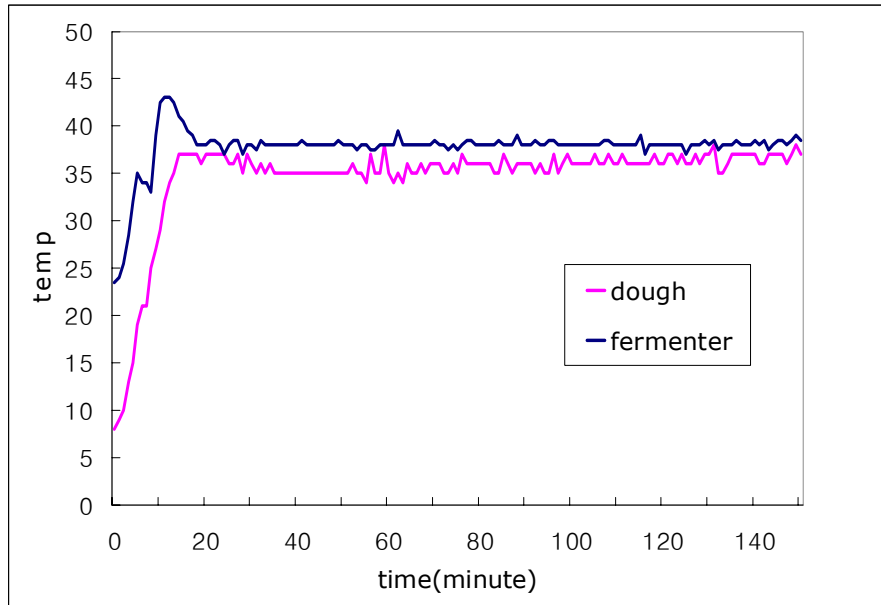


Fig. 5-35. Performance of temperature control of fermentation process

Fig. 5-35에서 보면 발효 chamber의 온도 프로파일은 시작온도가 23°C일 때이고, 설정온도가 38°C일 때 11분 정도의 워업 타임이 필요하며, 38.1°C에서 안정되었다. 그리고 증편 반죽은 약 5분의 딜레이 타임을 제외 하고는 발효 챔버의 온도 프로파일과 유사하며, 약 2°C 낮은 $36 \pm 0.87^{\circ}\text{C}$ 정도에서 조절되었다. 위의 온도 프로파일은 JAS의 증편 컨트롤러가 발효 chamber를 예상한 대로 성공적으로 제어하고 있다는 결과이다.

2) JA의 발효 chamber와 증편 반죽의 습도 프로파일

온도 제어와 같은 공정 조건과 상대습도 50%로 설정된 습도 프로파일은 Fig. 5-36와 같다. 제어된 습도의 범위는 $46 \pm 5.5\%$ 이었다.

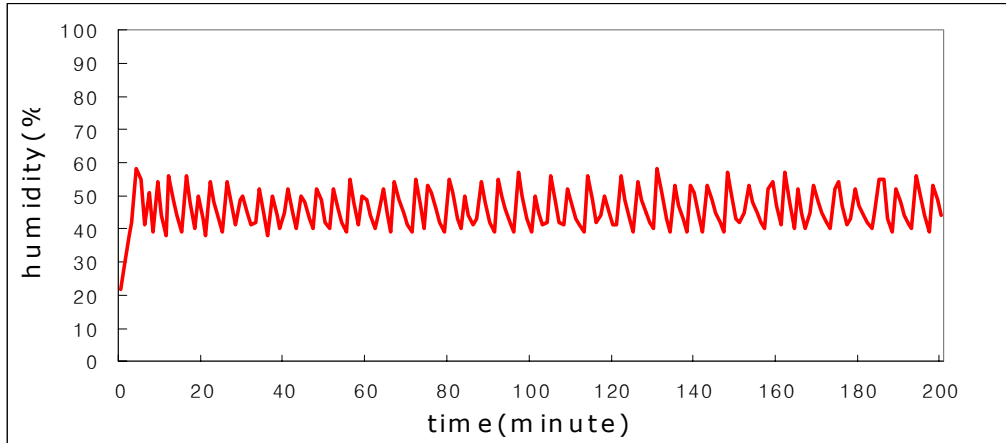


Fig. 5-36. profile of humidity in the fermenting chamber of JAS

2차발효 공정 역시 위와 동일한 결과가 나왔다.

3) 증자 chamber와 증편 반죽의 온도 프로파일

2차발효 공정 후, 증편 반죽은 증편컵(직경 70mm, 높이 80 mm)에 60g씩 나누어 담기어 증자 chamber의 1개의 공간에 20컵 정도의 분량으로 증자공정이 진행된다. 그리고 스팀 공급기가 켜지고 스팀이 공급되기 시작하면, 증편 반죽과 증자 chamber의 온도 프로파일은 Fig. 5-37과 같이 변한다.

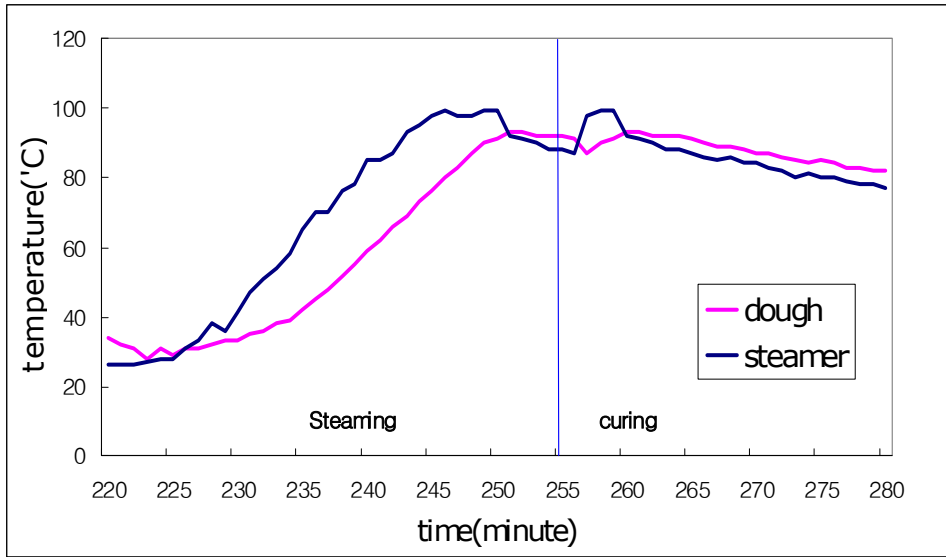


Fig. 5-37. Temperature profiles of dough in dough in the Jeung-pyun cup and steaming chamber during steaming process of JAS

그림 Fig. 5-37을 보면 23°C에서 공정이 시작되면 100°C에 도달될 때까지 약 15분의 워업 타임이 필요하였다. 그리고 증자 공정이 끝나면 증편 컨트롤러에 의해 스팀 공급기가 꺼지고, 증자된 증편 반죽은 차단된 증자 chamber 안에서 숙성과정을 거친다. 이 동안 증편 반죽과 증자 chamber는 서서히 온도가 떨어진다.

4) JAS 증편 제조기의 자동화 공정도

증편 자동화 공정을 위해서 JAS는 Fig. 5-1과 같은 증편 공정을 거쳐야 한다. 이는 Table 5-9에 나와 있는 자동화 과정을 기초로 하였다.

Table 5-9. Preparation procedure of automated Jeung-pyun manufacture

Process	JAS hardware	JAS operation program used
Initialization	<ul style="list-style-type: none"> - JAS power ON, - Host computer power ON 	<ul style="list-style-type: none"> - Jeung-pyun controller power ON - Initialization Routine(automatically executed)
Setting process set-point	<ul style="list-style-type: none"> - Set point displayed with process time (min) 	<ul style="list-style-type: none"> - Setting Routine- input set-value using keypad
Confirmation of ready state	<ul style="list-style-type: none"> - Push start button 	<ul style="list-style-type: none"> - Onset the system
Load JP dough in fermenter	<ul style="list-style-type: none"> - Warming up the fermenter 	
Begin 1 st fermentation	<ul style="list-style-type: none"> - Activate actuator relays for heater and humidifier. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fermentation routine, - Measurement routine
Monitoring fermentation process	<ul style="list-style-type: none"> - Check end-point on LCD 	
Data logging	<ul style="list-style-type: none"> - Creation log file in host computer 	<ul style="list-style-type: none"> - SCI routine
Degassing dough	<ul style="list-style-type: none"> - Deactivate actuator relay for heater and humidifier 	<ul style="list-style-type: none"> - stay at running mode
Begin 2 nd fermentation	<ul style="list-style-type: none"> - Same as 1st fermentation 	<ul style="list-style-type: none"> - Same as 1st fermentation
Degassing dough	<ul style="list-style-type: none"> - Deactivate actuator relay for heater and humidifier 	<ul style="list-style-type: none"> - stay at running mode
Steaming dough	<ul style="list-style-type: none"> - Load fermented dough in the steaming chamber, - Activate actuator relay for steam generator 	<ul style="list-style-type: none"> - Steaming routine, - Measurement routine
Monitoring Steaming process	<ul style="list-style-type: none"> - Display process data on LCD - Check end-point on LCD 	
Data logging	<ul style="list-style-type: none"> - Creation log file in host computer 	<ul style="list-style-type: none"> - SCI routine
Curing process	<ul style="list-style-type: none"> - Steam generator power OFF 	<ul style="list-style-type: none"> - Stay at running mode
Terminate process	<ul style="list-style-type: none"> - Clean up for next batch 	<ul style="list-style-type: none"> - Jeung-pyun Controller power OFF

증편 반죽을 발효기에 넣어서 발효과정을 시작하면서 온도, 습도 등의 여러 공정 변수를 측정하였다. 이러한 공정 변수들은 LCD 표시장치에 남은 시간과 함께 표시된다. 이렇게 얻어진 데이터는 EEPROM에 저장되고, 로그 파일은 SCI 루틴을 거쳐서 호스트 컴퓨터의 하드디스크에 저장된다. 이러한 모식도가 Fig. 5-38 이다.

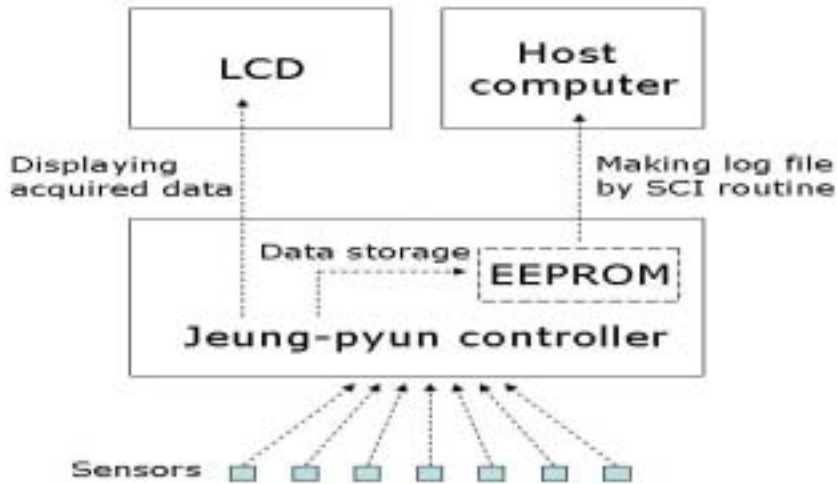


Fig. 5-38. The description of displaying acquired data on LCD and making log file by SCI routine

2차발효와 증자 공정도 같은 과정을 거친다. 자동화 공정 동안에 온도와 습도를 측정하여 얻어진 로그파일은 1분에 한 번씩 호스트 컴퓨터에 저장되고 이러한 로그 파일로부터 공정 변수들을 화면에 표시하거나 인쇄할 수 있다. 인쇄된 온도 프로파일을 Fig. 5-39에 나타내었다.

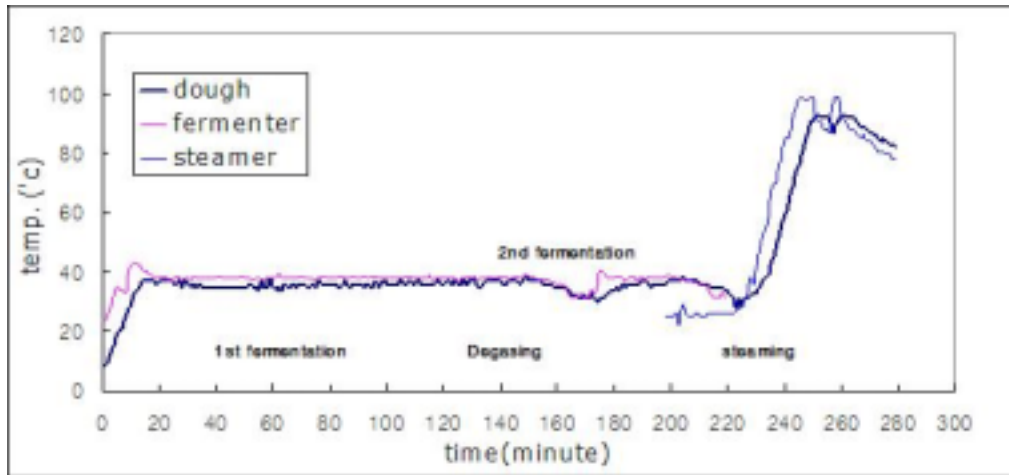


Fig. 5-39. Temperature profile of Jeung-pyun dough in JAS during the full process of Jeung-pyun manufacture

마. 결론

증편 제조 공정을 자동화하기 위해서 듀얼 프로세서를 이용하여 증편 제어기를 설계하였다. 이 연구의 주목적은 시장에서 통용될 수 있는 실용적인 증편 자동 제조기를 만드는 것이었다. 설계 단계에서 마이크로컨트롤러의 선택에 관한 광범위한 연구를 수행하였다. 주요한 선택 요소는 동작 속도와 데이터 로깅 능력 등을 고려한 인터페이스 기술이었다. 프로그래밍을 하는데 있어서도 PIC Basic이라는 고급 언어를 사용한다는 장점을 가지고 있다. 생산 단가를 고려한 자동화의 정도를 조절하기 위하여, 하역과 적재와 같은 일부의 과정은 자동화에서 제외하였다. 제한된 자동화에도 불구하고 발효와 증자의 핵심 공정은 피드백 제어 기법을 이용하여 완전히 자동화하였다.

따라서 만들어진 증편 자동 제조 시스템은 증편 품질의 개선과 증편 제조 공정의 기술적 진보에 크게 기여할 것이라고 기대된다.

5. 증편의 경제성 분석

본 연구에 의해 개발된 증편 자동화 시스템의 비용을 분석하였다.

총 비용은 고정비와 변동비의 합으로 증편 자동화 시스템을 제작 설치하는데 소요되는 초기 투자비용은 다음과 같다.

Table 5-10. Total cost of Jeung-pyun automatic system manufacturing equipment

(units : won)

Division	Item	Price	Subtotal	Total
Controller	Microprocessor	89,000	237,000	1,655,000
	기타 IC chips(LCD모듈 포함)	128,000		
	PCB Board 제작	20,000		
Fermentation equipment	Fermentation chamber	180,000	21,7000	
	Sensor	12,000		
	습도 제어 Actuator	25,000		
Steaming equipment	Steaming chamber	180,000	215,000	
	Steaming Actuator(Heator)	35,000		
Control 패널	계장 패널 가공	65,000	123,000	
	기타 부품 (SW, Relay…)	58,000		
외장	철판 재료비 및 철판 가공	850,000	863,000	
	Accessories(전선, 나사, 디자인 등…)	13,000		

초기투자비용을 기초로 1년 고정비는 감가상각비를 포함하여 초기투자비용의23%로 하였으며, 변동비는 증편 제조 공정을 수행하는데 필요한 재료비, 전기비, 유지보

수비, 인건비의 합으로 나타내었다. 소포장 증편을 하루 판매량인 약 1000여개를 만든다고 가정하였을 때, 하루 증편제조공정의 총합은 Table 5-11과 같다. 여기서 증편에 사용되는 재료의 가격은 각각 Table 5-12와 같다.

총비용은 고정비와 변동비의 합으로 증편자동화시스템을 이용한 1일 총비용은 124,628원이며 증편의 45g의 날개 하나의 가격은 약 125원 이다.

Table 5-11. Total costs of Jeung-pyun manufacturing process

(unit : won)

		Calculation basis	Total	
Fixed cost		$\text{Initial investment} \times 23\% \div 360$ $= 1655000 \times 0.23 \div 360$ $= 1057$	1,057 won	124,628 won
Variable cost	Purchase cost for material	$70 \text{ won} \times 1000\text{개}$ $= 7,0000 \text{ won}$	123,571 won	
	Electric costs	$25\text{kWh} \times 54.6 \text{ won}$ $= 1,365 \text{ won}$		
	Maintenance costs	$\text{Initial investment} \times 2\% \div 30$ $= 1655000 \times 0.02 \div 30$ $= 2206$		
	Hired labor costs	Labor costs $= 50000\text{won/day}$		

Table 5-12. Materials cost of Jeung-pyun manufacturing process

(unit : won)

Item	Weight	Price	Total price
Rice powder	26.5g	53	53,000
Water	13.99ml	0.001	1
sugar	4.25g	3.433	3,430
salt	0.21	0.159	159
Yeast	0.185g	9.67	9,670
Total	45g	70 won	70,000 won

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표달성도

제 1 세부과제 : 증편 제조 공정의 표준화

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용, 범위 및 목표달성도
1차년도 (2003)	가. 증편 제조 공정의 표준화 나. 다양한 종류의 증편 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 전통적인 방법에 의한 증편 제조 시 제조 공정 조건에 따른 증편의 특성 분석(100%) - 발효원으로 효모를 이용한 증편의 제조 특성 분석(100%) - 표준화된 증편 공정의 결정(100%) - 표준화된 증편 제조 공정에 의한 다양한 증편 제조(100%) - 기호도 높은 증편의 선정(100%)
2차년도 (2004)	가. 포장에 따른 저장성 분석 나. Pilot plant scale로의 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 증자 시간에 따른 저장성 분석(100%) - 포장방법에 따른 품질수명(Shelf-life) 추정(100%) - Scale up을 위한 최적화 방안(100%) - Pilot plant scale에서의 제품생산(100%)
3차년도 (2005)	가. 포장제품의 개발 나. 경제성 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 포장제품의 유통 및 저장 중 발생하는 문제점 분석 및 해결(100%) - 포장제품의 품질수명 예측모델개발(100%) - 최종 제품의 이화학적 특성분석(100%) - 최종 제품의 관능검사(100%) - 제조공정의 산업화 및 경제성 분석(100%)

제 1 협동과제 : 증편의 자동화 생산 시스템 개발

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용, 범위 및 목표달성도
1차년도 (2003)	가. 제조공정 자동화 설계를 위한 기초분석	<ul style="list-style-type: none"> - 전통 증편 제조공정의 자동화 필요 요소 조사(100%) - 증편 제조 공정 중 자동화 target 및 체계의 설정(100%)
2차년도 (2004)	나. 자동화 생산 설비 설계	<ul style="list-style-type: none"> - 자동화 체계 설계(100%) - 자동화 제어장치 설계 및 제작(100%) - 공정별 제어프로그램 설계(100%)
3차년도 (2005)	다. 자동화생산 공정의 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 생산 설비의 시험운전(100%) - 제조라인의 문제점 분석 및 보완 (100%) - 최적화 방안 검토(100%)

제 2 절 관련분야에의 기여도

1. 기술적 측면

- 증편 제조기술의 표준화를 통한 제조공정의 효율성을 증대할 수 있다.
- 첨가 재료의 다양화를 통한 모든 연령층의 기호에 맞는 제품을 생산할 수 있다.
- 증편의 무균 포장기술 개발을 통해서 유통성을 확대할 수 있다.

2. 경제·산업적 측면

- 잉여 쌀 자원의 소비를 확대할 수 있다.
- 쌀의 가공을 통해 부가가치를 증대시킬 수 있다.
- 증편의 자동화 생산공정 개발로 가격을 절감할 수 있다.
- 전통 발효 쌀떡인 증편의 대중화 및 세계화할 수 있다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구는 가내수공업 수준으로 비위생적으로 제조되고 있는 전통 발효 쌀떡인 증편의 대중화를 위해 다양한 재료의 최적화된 배합비율을 설정함으로써 제조법의 표준화를 확립하고, 또한 영양적 가치를 향상시킨 다양한 연령층의 기호에 맞는 증편을 개발할 것이며, 대량생산을 위한 자동화 생산공정의 개발로 저렴한 가격으로 손쉽게 위생적인 증편을 이용할 수 있도록 하는 것을 본 연구의 목적으로 삼았다.

제 1 절 연구개발결과 및 결론 요약

본 연구 과제를 수행하여 얻은 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

제 1 세부과제 : 증편 제조공정의 표준화

가. 제조공정별 증편의 특징

1) 증편 반죽의 pH는 입자의 크기에는 영향을 받지 않고 막걸리의 비율에 따라 낮아지며, 1차발효에 따른 pH는 발효 온도 35℃일 때 가장 낮았고, 또한 발효시간이 길어질수록 낮아지는 것으로 나타났다.

2) 발효 전 증편 반죽의 산도는 공정 조건에 따른 영향을 많이 받지 않으며, 1차발효가 끝나면 산도가 증가하는 것을 볼 수가 있다. 탁주의 투입량에 따라 발효 후 산도가 경시적으로 증가하나 많은 차이를 보이지는 않는다.

3) 공정에 따른 증편의 수분함량과 성분에는 변화가 있지 않은 것으로 나타났다.

4) 증편 반죽의 standing height와 증편의 팽창률은 쌀가루 입자의 크기가 30mesh와 40mesh일 때 가장 컸으며, 탁주와 물을 100 : 210, 125 : 185 첨가 했을 때 가장 크고 탁주의 비율이 더 늘어나면 오히려 줄어드는 것으로 나타났다. 1차 발효조건은 30℃일 때와 5시간 동안 발효를 하였을 때 standing height가 가장 높은 것으로 나타났다.

5) 쌀가루의 입자 크기가 작을수록 증편의 hardness와 adhesiveness는 작아지며, 발효 온도가 상승할수록 hardness와 chewiness가 증가하는 경향을 보이며, adhesiveness는 경시적으로 감소하는 경향을 보였다. 발효시간과 증자시간은 시간이 경과 할수록 hardness와 chewiness가 증가하는 경향을 보이나 adhesiveness의 변화는 거의 없었다.

6) 발효원으로 효모를 이용한 증편 반죽의 standing height는 밀가루를 첨가한 것이 쌀가루를 첨가하지 않은 반죽보다 더 높게 나왔으며, 쌀가루와 밀가루의 배합량이 540g : 60g일 때 물을 400ml과 375ml을 첨가한 것과 쌀가루와 밀가루가 480g : 120g인 증편 반죽에 가수량이 425ml와 400ml인 것이 가장 높은 standing height를 나타냈다. 효모는 많이 첨가할수록, 발효시간이 길어질수록 standing height가 증가하였다.

7) 밀가루의 첨가량이 증가할수록, 발효시간이 길어질수록 그리고 효모첨가량이 많아질수록 증편의 팽창률은 증가하나, 그 증가폭은 standing height보다 적은 것으로 나타났다.

8) 밀가루의 첨가량이 늘고 쌀가루의 첨가량이 감소할수록 hardness와 chewiness가 감소하는 경향을 나타내고 있다. 반대로 밀가루의 양이 증가할수록 adhesiveness의 세기도 증가하는 것으로 나타났다.

9) 효모의 첨가량이 많아질수록 hardness와 chewiness가 동시에 감소하는 경향을 보이고 있으며 adhesiveness 또한 감소하는 것으로 나타났다.

10) 발효시간에 따라 hardness와 chewiness가 증가하고 adhesiveness는 모두 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

11) 쌀가루와 밀가루의 배합량에 상관없이 반죽을 위한 가수량이 증가할수록 adhesiveness가 증가하며, hardness와 chewiness는 약간씩 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

12) 관능평가를 통한 발효원으로 효모를 이용한 증편의 제조조건은 9 : 1의 쌀가루와 밀가루의 비율에 66%의 수분, 15%의 설탕, 0.8%의 소금, 0.6%의 건조효모를 첨가한 반죽을 1차발효와 2차발효를 30℃에서 각각 2시간과 30분을 거친 뒤 100℃에서 30분 동안 증자를 한 것이 가장 선호도가 높은 것으로 나타났다.

나. 증편의 저장성 평가

1) 증자온도를 100℃로 고정시켜 놓고 증자시간을 각각 30분, 40분, 50분으로 했을 때 증편의 pH 값은 높아지는 경향을 나타냈고, 증자온도에서 pH 값은 온도에 따라 증가하는 것을 알 수 있었다.

2) 40분 증자한 증편이 30분과 50분 증자한 증편보다 비교적 높은 수분함량을 나타내었고 저장시간에 따라 점차 낮아졌다.

3) 증편의 팽창률을 알아보기 위해 부피를 측정 한 결과 온도에 따른 부피는 증자온도가 높아질수록 낮은 값을 나타냈으며, 조직이 치밀해지고 기공이 적어지는 것을

볼 수 있었다.

4) 증자 시간에 따른 색도의 유의적 차이는 없었고, 온도에서는 100℃와 105℃에서 증자한 증편은 유사한 값을 보였으나 110℃에서 증자한 증편은 다른 실험군에 비해 낮은 L값과 높은 b(yellow value) 값을 보였다.

5) 증자시간에 따른 텍스처 특성은 hardness의 경우 증자시간이 길수록 제조 당일 낮은 값을 나타냈고, 저장시간에 따라 세 실험군 모두 점차 낮아지는 경향을 보였다. Adhesiveness에서는 30분 증자한 증편이 가장 낮았으며, 50분 증자한 증편과 유사한 값을 보였으며, 보존시간에 따라 adhesiveness의 변화가 40분 증자한 증편보다 적었다. Chewiness에서는 40분 증자한 증편이 가장 높았지만 저장시간에 따른 변화가 가장 컸다. 증자온도에 따른 텍스처 특성에서 hardness, chewiness, adhesiveness 모두 저장시간이 지날수록 낮아지는 경향을 보였고, 110℃로 증자한 증편은 제조당일 모든 텍스처 특성에서 100℃나 105℃에서 증자한 증편에 비하여 높은 값을 보였다.

6) 노화억제에 효과가 있다고 생각되는 첨가제들을 넣은 각각의 증편에서 pH는 레시틴을 1.0% 첨가한 것이 다른 실험군과 비교하여 가장 낮은 값을 나타냈고, 올리고당과 Novamyl을 각각 첨가한 증편이 비교적 높은 pH를 보였다.

7) 노화억제제를 첨가한 증편의 대부분의 수분함량은 53~55% 정도를 나타내었으나 올리고당을 첨가한 증편은 다른 실험군에 비해 낮은 수분함량을 보였으며, 저장시간에 따른 유의적인 변화는 없었다.

8) 증편의 부피에서는 올리고당을 35% 첨가한 증편이 가장 높았고, 레시틴 0.5%, 1.0% 첨가군, 볶은 콩가루 3% 첨가군, α -GTase 20mg, Novamyl 5mg, 20mg 첨가군, α -GTase + Novamyl 20mg 첨가군은 부피가 제조 당일 대조군과 비슷하였으나

효소를 첨가한 증편은 저장시간에 따른 부피의 변화가 다른 첨가군에 비해 컸다.

9) 노화지연 첨가제에 따른 증편의 색도에서 볶은 콩가루를 넣은 증편이 가장 큰 특성을 보이며 다른 실험군에 비해 L 값이 낮았으며 red 값과 yellow 값 모두 높은 수치를 나타냈다.

10) 증편의 호화도에서 레시틴을 1% 첨가했던 증편은 유의적 차이 없이 제조당일과 비슷한 호화도를 보였고, 볶은 콩가루를 첨가한 증편과 첨가하지 않은 증편에서 maltose 함량에 있어 뚜렷한 유의차를 보였고, 콩가루 첨가에 의한 노화지연 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한 올리고당을 첨가한 증편은 전반적으로 설탕을 첨가한 증편보다 호화도가 높았으며 효소(α -amylase)를 첨가한 증편에서는 α -GTase와 Novamyl을 10mg씩 혼합하여 제조한 증편과 각각의 효소를 20mg씩 첨가하여 제조한 증편을 비교했을 때 Novamyl을 20mg 첨가한 것이 호화도 감소폭이 가장 작았으며, 혼합한 효소를 첨가한 증편, α -GTase 첨가군, 대조군 순서로 호화도의 변화가 컸다.

11) 레시틴, 볶은 콩가루를 첨가하여 제조한 증편의 hardness는 아무것도 첨가하지 않은 증편의 hardness보다 저장시간이 지날수록 그 변화폭이 작았으며, Novamyl, α -GTase 등의 효소를 첨가한 증편은 보존기간에도 제조당일과 유사한 hardness를 가졌으나, adhesiveness가 높아 증편의 고유 물성과 거리가 있었다. 올리고당을 첨가한 증편은 첨가량이 많을수록 hardness와 adhesiveness가 높았고, 저장시간에 따라 hardness는 높아지고, adhesiveness는 낮아지는 경향을 나타냈다.

12) 포장 재료를 달리하여 포장한 증편의 수분함량에 있어서는 PP film으로 포장한 증편이 HDPE film으로 포장한 증편에 비해 저장시간 별로 안정한 경향을 나타내었다.

13) HDPE film으로 포장한 증편보다 PP film으로 포장한 증편의 pH가 전반적으로 낮았고, 또한 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편의 pH는 기타의 증편에 비해 낮은 pH를 가지며 그 변화율은 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편>실험군>자외선 처리 film으로 포장한 증편 순으로 나타났다.

14) PP film으로 포장한 증편의 maltose 함량 감소율이 HDPE film으로 포장한 증편의 maltose 함량 변화율보다 더 안정하고 그 감소율도 작았으며 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편의 maltose 함량이 살균처리 하지 않은 film포장 보다 비교적 높았다.

15) PP film으로 포장한 증편의 texture의 변화가 HDPE film으로 포장한 증편의 texture 변화보다 작았으며 실험군과 다른 처리군 에서 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

16) Flavoring을 첨가한 증편에서 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편이 그렇지 않은 증편의 수분함량보다 높은 경향을 나타내었으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

17) pH는 flavoring을 첨가하여도 첨가하지 않았을 때와 마찬가지로 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편에서 낮은 경향을 나타내었으나 그 차이는 미미하였으며 녹차분말과 커피분말을 첨가한 증편이 그렇지 않은 증편에 비해 pH가 낮은 결과로 보아 증편의 저장성에 좋은 영향을 주는 것으로 생각된다.

18) Flavoring을 첨가한 증편의 색도를 측정하였을 때 autoclave에서 멸균한 film으로 포장한 증편이 그렇지 않은 것에 비해 낮은 수치를 나타내었다.

19) HDPE film과 PP film으로 포장한 증편에서 저장시간에 따라 호화도는 약간씩 감소하는 경향을 나타내었다. 각각의 film은 멸균한 것이 대조군과 자외선 살균한 film으로 포장한 증편에 비해 호화도가 높았고 그 변화율도 작게 나타났다. HDPE film 에 비해 PP film으로 포장한 증편의 호화도가 더 높았고 그 변화 또한 적은 결과를 나타내었다.

20) 증편을 포장한 후 autoclave에서 100℃, 15분간 살균하게 되면 pH는 약간 낮아지고, 저장 3일째부터 부패취를 형성하는 대조군에 비해 4일째에 부패취를 형성하는 등 저장에 좋은 영향을 주지만 수분함량이 높아져서 식감이 좋지 않았고 색도에 차이가 생겨 균이 살균하지 않아도 그 결과가 나쁘지 않은 것 같았다.

21) 효모취를 masking하기 위해 여러 가지 flavoring을 첨가하였을 때 그 중 효모취를 가장 잘 masking하고 저장성에 가장 좋은 영향을 주는 것은 커피> 코코아> 녹차> 전지분유 순으로 나타났다.

다. 증편의 포장 조건에 따른 품질 수명

1) 포장방법으로 PE film포장, 질소충진 포장과 감마선조사법을 비교하여 증편의 보존안전성 및 유통기한 확보를 위한 살균기분을 설정하였다.

2) PE film포장지에 포장한 증편은 저장 이후 5일이 경과하면 미생물의 오염도는 일반세균>10⁶ CFU/g 수준으로 부패취가 발생하며, 조직이 뭉개지는 등의 관능적으로 섭취가 불가능한 수준을 나타내었고, 질소충진 저장의 경우 미생물학적, 관능적 가식 가능기간이 PE- film포장에 비교해 볼 때, 2일정도 연장되며, 감마선 조사구는 조사선량과 관계없이 저장 10일이 경과 후에도 미생물이 관찰되지 않아 미생물학적으로 상온에서 10일 이상의 유통기한을 확보하였다.

3) 기계적 물성 측정 결과, 감마선의 조사선량이 증가할수록 조직이 단단해지는 경향을 나타내었으며, 관능평가의 결과 감마선 조사선량이 증가할수록 향, 맛, 질감 등 모든 면에서 다소 낮은 선호도를 나타내었다.

4) 이상의 연구를 통해 증편의 감마선 조사기술을 이용하는 경우 5kGy이내의 선량이 적당하며, 장기간 보존을 위해 고선량을 사용할 경우에는 물성 변화를 최소화할 수 있는 방안이 모색되어야 할 것으로 사료된다.

라. 다양한 종류의 증편의 개발

1) 설탕 첨가량을 15%(A), 17.5%(B), 20%(R), 표준화된 공정에서의 첨가량), 22.5%(C), 25%(D) 따른 관능검사를 실시한 결과 R에 비해 A, B는 선호도는 낮았으며, C, D의 선호도는 크게 차이가 없었다.

2) 쌀가루에 첨가되는 각각의 기능성 첨가물의 양이 증편의 관능적 특성에 미치는 영향을 실험한 결과 모든 첨가물들이 전체적인 만족도에서 1%를 첨가했을 때가 가장 높은 선호도를 보였다.

3) 다시마, 솔잎, 쑥, 뽕잎가루를 각각 1% 첨가한 증편을 남자 10명, 여자 10명을 대상으로 선호도 검사를 실시한 결과 남자는 쑥 증편, 다시마 증편, 뽕잎 증편, 솔잎 증편의 순으로 선호도가 좋았고, 여자는 쑥 증편, 다시마 증편, 솔잎 증편, 뽕잎 증편의 순으로 선호도가 좋았다.

4) 이상의 관능검사에 따른 결과에서 증편 제조 시 적정량의 첨가물을 가함으로써 기능성 부여 및 관능적으로 우수한 전통 식품의 개발로 쌀의 소비 촉진과 전통 식품의 이용을 늘릴 수 있을 것으로 본다.

제 1 협동과제 : 증편의 자동화 생산 시스템 개발

1) 증편을 보급화 하기 위해 증편공정을 자동화하여 숙련공이 해야 할 일을 시스템이 대신 할 수 있도록 한다.

2) 증편 자동 생산 시스템을 개발하기 위해서 PBM-R5를 메인 프로세서로 사용하였다.

3) PBM-R5는 PIC16F877 칩이 두 개 내장되어 있어, 충분한 메모리와 빠른 처리 속도, 많은 I/O 포트를 가지고 있어 증편 자동생산 시스템에 적합하였다.

4) 시스템의 입력부로는 멀티플렉서를 이용한 아날로그 입력 단자, 명령 입력을 위한 keypad, 출력부로는 LCD와 relay를 작동할 수 있는 구동신호를 출력하는 제어단자로 되어있다.

5) 증편시스템을 운영 할 수 있는 운영프로그램은 PIC basic언어로 프로그래밍 하였고, 하나의 주프로그램과 각 증편 공정 별로 4개의 부 프로그램으로 나누어 구성하였다.

6) 증편 가공 장치로 쓰일 발효기, 증자기, 가습기도 히터와 초음파 가습기 스팀공급기를 이용하여 제작하였고, 이를 모두 통합하여 증편 자동 제조 시스템(JAS)을 구축하였다.

7) 제작된 JAS의 실행 결과 발효공정의 온도 제어는 38℃로 설정하였을 때, 38 ± 1.8 ℃ 이었고, 습도 제어는 50%로 설정하였을 때, 50 ± 5.5 % 이었다.

8) JAS를 증편 제조에 적용하여 만든 증편제품은 재래식 방법의 제품과 품질이나

맛에서 거의 차이가 없었으며, 만드는 과정에서 JAS의 관리자가 전혀 필요 없어 손쉽게 증편을 제작할 수 있게 하였다.

9) 초기 투자비용을 기초로 1년 고정비는 감가상각비를 포함하여 초기투자비용의 23%로 하였으며, 변동비는 증편 제조 공정을 수행하는데 필요한 재료비, 전기비, 유지보수비, 인건비의 합으로 나타내었다. 고정비와 변동비의 합으로 증편 자동화시스템을 이용한 1일 총비용은 124,628원이며 증편의 45g의 낱개 하나의 가격은 약 125원 이었다.

제 2 절 활용계획

- 증편 제조 공정의 자동화 방법을 공개함으로써 국내 기술진이 적극 활용할 수 있도록 한다.
- 최신의 구조와 기술을 이용하여 개발된 증편 자동 제조 시스템은 설계, 제작을 통하여 우수함이 입증되었으므로, 이를 현장에서 활용할 수 있도록 추진할 계획이다.
- 전통 발효 쌀떡인 증편의 인스턴트화를 통한 소비자 접근성을 증대한다.
- 증편과 같은 다른 전통 떡의 대량생산 가능성을 제시한다.
- 대규모 제빵 생산업체에 기술 이전하여 증편의 대중화를 시도하고자 한다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

○ 본 연구결과로 일본 식품 가공 기계 협회가 주관하는 Academic Plaza(2004)을 통하여 해외 기술진들과 교류하여 그 기술의 우수성을 인정받았으며, 일본의 기술을 적극 활용하였다.

제 7 장 참고문헌

1. Jung JH. 2003. 한국의 떡: 6-45
2. Leistner, L. 1995. Principles and applications of hurdle technology
3. FAO/IAEA/WHO Study Group. 1999. High-dose irradiation : Wholesomeness of food irradiated with doses above 10kGy. In WHO technical report series 890. World Health Organization, Geneva. 49-77
4. Thayer, D W. 1994. Wholesomeness of irradiated foods. Food Technology 48: 58-67
5. Park CS, Choi MA, Park GS. 2004. Effect of *Paecilomyces japonica* in the Microbiological Quality and Shelf-life of Jeung-pyun. Korean J. Soc. Food Cookery. Sci 20: 561-567
6. Kim KS, Lee SY. 2002. The Quality and Storage Characteristics of Jeung-pyun prepared with *Opuntia ficus-india* var. *Saboten* powder. Korean J. Soc. Food Cookery. Sci 18: 179-184
7. Szczesniak, AS. 1957. General Food profile revisited ten year perspective. J. Texture study, 6:5
8. Kim WJ, Ku KH. 2003. 식품관능검사법
9. Lee YS, Oh SH, Lee JW, Kim JH, Rhee CO, Lee HK, Byun MW. 2004. Effect of Gamma Irradiation on Quality of Cooked Rice. J Korean Soc Food Sci Nutr 33: 582-586
10. Lee KA, Kim KJ. 2002. Changes in Physicochemical Properties of Packaged Bapsulgi during Storage. Korean J. of Human Ecology 5: 45-54
11. Kang ST, Yoon JY. 2002. Food microbiology: 186-189
12. Simpson M.V., Smith, J.P., Simpson, B.K., Ramaswamy, H, Dodds, K.L. 1994. Storage studies on a sous vide spaghetti and meat sauce product. Food

Microbiology, 11: 5-11

13. Yoon SJ. 2003. Mechanical and Sensory Characteristics of Jeung-pyun Prepared with Different Fermentation Time. Korean J. Soc. Food Cookery. Sci 19: 423-428
14. Ko KH, Lee EJ, Chang KS, Chun JK. 2004. Change in Physical Properties of Jeung-pyun by Steaming Temperature and Time during Storage. Food Engineering Progress 8: 184-188
15. Kim DH, Song HP, Kim JK, Kim JO, Lee HJ, Byun MW. 2003. Determination of Microbial Contamination in the Process of Rice Rolled in Dried Laver and Improvement of Shelf-life by Gamma Irradiation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.32: 991-996
16. B.H. Lee and H.S. Ryu, 1992, Processing Conditions for Protein Enriched Jeung-pyun, J. Korean Soc. Food Nutr., 21(5): 525-533
17. C.H. Kim and J.H. Chang, 1970, The studies on improvement of manufacturing technology of Korean native Jung-pyun, The Korean Home Economics Association, 8: 292
18. D.J. Koo, 1999, Design of LCD Food Processing Controller and Development of its Operation Program, Seoul National University
19. D.W. Suh, 1993, Design of the cereal processing controller and development of the operation system, Seoul National University
20. Desrosier, N.W, 1977, Elements of Food Technology, AVI Publishing Co., Inc., 473
21. E.J. Seo, 1992, Physicochemical Properties of Jeung-pyun as influenced by Processing Conditions, J. Korean Soc. Food Nutr., 21(1): 101-108
22. H.I. Kim, 1997, Development of Modified Jeung-pyun Heated by Microwave Method, J. Korean Soc. Food Nutr., 26(5): 878-885

23. H.J. Moon and H.G. Chang, 1999, Selection of Lactic Starter for the Improvement of Jeung-pyun Manufacturing Process, Korean J. Food Sci. Technol., 31(5): 1241-1246
24. H.K. Chun, 1992, Various fermenting aids on the quality of "Jeung-pyun", Sookmyung Women's Univ.
25. H.N. Na, 1997, Effect of Soy Milk and Sugar Addition to Jeung-pyun on Physicochemical Property of Jeung-pyun Batters and Textural Property of Jeung-pyun, Korean J. Food Sci. Technol., 13(4): 484-485
26. J.K. Chun and D.W. Seo, 1997, Development of Teaching Mode Controller Based on Microcontroller for the Automation of Food and Agricultural Processes, Food Engineering Progress., 1(2): 143-148
27. J.K. Chun and J.Y. Jun, 2000, Design of Simplified Food Process Controller based on One Chip Microcontroller, Food Engineering Progress., 4(1): 14-18
28. J.W. Jun, 1992, Development of real time controller based one chip microcomputer in food processing, Seoul National University
29. Jelen, P, 1985, Introduction to Food Processing, Reston Publishing Co., Inc., 102
30. K.M. Kim, D.W. Seo and J.K. Chun, 1996, Image processing system for color analysis of food, Korean J. Food Sci. Technol., 28(4): 786
31. K.S. Jang, 1991, Development of traditional rice food, Food Sci. and Ind, 24(4): 52-53
32. K.Y. Lee, 1997, PIC study center project book, Comfile Technology technology
33. M.S. Kang, 1996, Changes in Physicochemical Properties of Jeungpyon Batter during Fermentation Time, J. Korean Soc. Food Nutr., 25(2): 255-260
34. N.W. Choi and J.K. Chun, 1996, Development of a microcontroller-based process controller for on-line monitoring of Kimchi fermentation, Foods and

Biotechnology, 5(3): 198

35. S.C. Kim, S.I. Cho and J.K. Chun, 1995, Neural network modeling for bread baking process, J. Food Sci. Technol., 27(4): 525-531
36. S.E. Choi, 1993, Standardization for the Preparation of Traditional Jeung-pyun, Korean J. Food Sci. Technol., 25(6): 655-665
37. S.H. Kwon, 1995, Design of multi-purpose agricultural controller and development of its operation program, Seoul National University
38. Y.H. Cho, 1994, the studies of Jeung-pyun Preparation, Korean J. Soc. Food Sci., 10(4): 322-323
39. Y.H. Kim, 1985, The Effects of Partial Replacement of Rice Flour with Wheat Flour and Fermentation Time on the Characteristics of Jeung-Pyun, The Korean Home Economics Association, 23: 71
40. Y.H. Kim, 1983, Effect of formulation and fermentation on characteristics of Jeung-pyun, Hanyang Univ.
41. Y.S. Park, 1997, Change in Physical Properties of Jeung-pyun During Fermentation, Korean J. Soc. Food Sci., 13(4):396-397
42. Maxim, 2003, MAX220~MAX249 +5V-powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers, Data Sheets
43. Maxim, 1998, DG506A/DG507A Monolithic CMOS Analog Multiplexers, Data Sheets
44. National Semiconductor, 2000, LM35 Precision centigrade Temperature Sensors, Data Sheets
45. Omron, 2002, Basic concepts of SSRs, Data Sheets
46. Philips, 2003, 74HC595; 74HCT595 8 bit serial-in, serial or parallel-out shift register with output latches; 3-state, Data Sheets
47. Philips, 2003, 74HC14; 74HCT14 Hex inverting Schmitt trigger, Data Sheets