

발 간 등 록 번 호

11-1541000-001231-01

김부각 제조 기계화시스템 개발

(Development of a Mechanical System for
Producing Kimbugaks)

전남대학교

농림수산식품부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “ 김부각 제조 기계화시스템 개발 ” 과제의 최종보고서로 제출
합니다.

2012 년 2 월 9 일

주관연구기관명 : 전남대학교

총괄연구책임자 : 최 영 수

유 수 남

최 형 옥

김 석 언

구 경 본

오 광 현

김 구 필

김 동 화

한 득 희

강 성 일

요 약 문

I. 제 목

김부각 제조 기계화시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 전통식품의 산업화에 대한 관심이 높아지고 있으나 대부분이 수작업에 의한 주문생산식 소규모 생산형태에 머물고 있다. 반면 소비가 늘어가고 있는 김의 경우에는 맛김의 형태로 이미 기계화생산에 의한 산업화가 이루어지고 있다. 김 가공식품 중에 명절이나 혼례식에 주로 사용되는 우리나라 전통식품인 김부각은 생활수준의 향상과 더불어 그 수요가 늘어가고 있으나 현재 그 제조의 모든 공정이 수작업으로 이루어지고 있어, 제품의 균일성 확보를 통한 표준화는 물론 대량생산에 의한 산업화에 많은 어려움이 있는 실정이다. 본 연구의 최종 목표는 김부각 제조공정 중 원료김 공급, 찹쌀풀 풀칠 및 고명뿌리기 공정을 별도의 수작업 없이 김부각 제조의 일관자동화가 가능한 김부각 제조 기계화 시스템을 개발 하고자 하였다. 더불어 찹쌀풀 제조, 김부각 건조, 튀김부각과 구운 부각 제조 공정의 기계화 모형 개발 및 기계운전조건 구명을 연구 핵심 목표로 하였다.

최근 전통식품의 사업화가 유망한 식품으로 김부각이 대두되고 있으나 그 모든 제조공정이 재래방식인 수작업으로 이루어지고 있어 비표준화된 제품의 소량생산 체제에 머물고 있다. 김부각 제조 주요공정인 찹쌀풀 제조공정, 김 덧붙이기 공정, 건조공정 등이 일관 기계화 시스템으로 개발되면 김부각 제조의 표준화는 물론 소요노동력의 절감, 제품 제조의 생력화를 달성하여 김부각 산업화와 전통식품의 세계화에 크게 기여하게 될 것이다. 특히 김덧붙이기 공정의 작업능률은 현재 수작업 3인 1조 작업시 1인당 40장/hr 이지만 기계화시스템을 이용할 경우 가장 노동력이 많이 드는 찹쌀풀칠과 고명작업의 경우 대당 700장/hr 이상으로 크게 향상될 것으로 예상된다. 이러한 기계화시스템에 의한 김부각 생산은 생산비 절감, 상품성 향상, 품질 균일성과 식품 위생성 등이 확보됨으로써 김부각의 산업화와 경쟁력 있는 수출식품으로의 발전은 물론 전통식품의 제조 기계화와 산업화에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 김부각 제조 기계화시스템 개발을 위한 기초조사 및 모형개발
 - 세부공정별 유사 식품제조기 조사 및 성능 분석
 - 김부각 품질 판정 항목 및 기준 설정
 - 목표생산량 제조에 적합한 세부공정별 기계화 모형개발

2. 찹쌀풀 제조 공정 기계화
 - 자동화 제조기에 적합한 접착성 조성물 개발
 - 찹쌀풀 제조 기계화 모형 개발
 - 찹쌀풀 제조 단위기계 성능평가

3. 김부각 제조 공정 기계화
 - 김 공급기 개발
 - 풀칠기 개발 및 성능평가
 - 고명기 개발 및 성능평가

4. 김부각 건조공정 기계화
 - 김부각 최적 건조 조건 구명
 - 건조 조건에 따른 건조기 형식, 용량 및 운전조건 구명
 - 건조기의 건조성능 평가

5. 튀김부각 제조 기계화
 - 튀김공정 기계화모형 개발
 - 최적 튀김 조건 구명
 - 튀김장치의 튀김성능 평가

6. 구운부각 제조 기계화
 - 굽기공정 기계화모형 개발
 - 최적 가열 조건 구명
 - 가열기 성능 평가

7. 통합 시스템 개발 및 보완
 - 단위공정 기계의 통합
 - 통합제조 시스템의 성능평가

- 단위공정기계 운전조건 규명 및 성능 보완
- 공정제어장치 개발
- 통합시스템 경제성 분석

8. 제조된 김부각의 식품학적 품질 평가

- 영양학적 분석
- 안전성 분석
- 식품위생성 분석

IV. 연구개발 결과

본 연구의 궁극적 목표는 720장/hr의 생산능력을 갖는 김부각제조 기계화시스템 개발이다. 이를 위해 찹쌀풀제조기계화(찹쌀가루제조공정, 풀썩기공정), 김부각제조 기계화(김공급공정, 김풀칠공정, 고명부착공정), 김부각건조기계화, 튀김부각제조기계화, 구운부각제조기계화, 제조김부각의 식품학적 품질 평가 등의 내용이 수행되었다. 특히, 김부각의 전통제조방법인 두김의 덧붙임공정을 생략하여 식품성의 저하 없이 생산능률을 향상시킬 수 있는 제조시스템을 개발하였다. 다만, 실용화 측면에서 초기 투자비용을 고려하여 김공급공정, 찹쌀풀칠공정, 고명부착공정의 일관 작업 기계화시스템을 완성하였고, 건조 및 가공공정은 최적조건규명과 기계화모형을 제시하였다.

개발된 김부각제조기계화시스템은 목표 생산능력을 초과하는 제조성능을 보유하고 있어 김부각의 수요확대에 따라 그 생산규모의 확장이 가능하다는 장점을 지니고 있다. 현재 개발된 시스템은 농업회사법인인 처갓집반찬에 기술이전이 협의 중이며, 특허출원과 연구결과의 논문발표가 추진되고 있다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

개발된 시스템의 성능 향상과 실용화는 낙관적이며, 기술이전에 관한 협의도 진행되고 있다. 본 연구에서 개발된 시스템이 적극적으로 활용되기 위해서는 기술이전에 따른 비용절감 혜택 등의 재정적 지원이 필요하다. 왜냐하면 아직 김부각의 수요가 제한적인 현실에서는 영세한 전통식품 제조업체의 시설투자에 따른 초기비용 부담이 크기 때문이다. 개발된 김부각 제조시스템에 의한 기술이전 업체의 성공

적인 생산이 기대되며 그에 따른 김부각제조 업체도 늘어날 전망이다. 따라서 본 연구결과의 홍보, 기술이전료 경감, 개발시스템의 공급가 할인 등의 지원을 통해 실용화를 직접적으로 지원할 필요가 있다. 본 연구에서 김공급, 풀칠, 고명작업의 일관기계화 시스템이 완성되었으나 건조, 튀김이나 굽기, 포장 작업 등의 일관작업 기계화시스템은 기계화모형만이 제시된 상태이다. 김공급 공정으로부터 포장에 이르는 전공정의 기계화는 연구결과에서 제시된 바와 같이 기술적 자료는 제시된 상태이므로 경제성 조건이 만족되면 맛김제조기계화와 같은 산업화와 시장수요 증대가 가능할 것으로 판단된다. 또한 제품의 다양화에 따른 수요 창출을 위해서는 다양한 형태의 김부각이 생산되어야 하므로 제품의 종류나 생산량 증대에 따른 시스템개발을 위한 연구와 투자가 지속적으로 추진되어야 한다.

본 연구에서 개발된 김부각 제조 기계화시스템은 다양한 재료와 생산규모 확대에 따른 추가 설계 및 성능시험을 통한 적응성 연구, 상품화 개발 추진이 필요하며 아울러 활용 확대를 위한 적극적인 홍보로 실용화의 여건 조성을 추진할 계획이다.

SUMMARY

I. Subjective

Development of a Mechanical System for Producing Kimbugaks

II. Background and Objective of the Study

Recently, demand for laver is increasing because it well known as a healthy food. Kimbugak, one of Korean traditional foods, is made of dried seaweed laver and has been used in the southern area of Korea at wedding day or holidays. But, Kimbugak is still made by hand instead of mechanization processes during all manufacturing processes. Therefore, there is a limit to standardization and to mass production as well.

The objective of the study is to develop a mechanical system for producing Kimbugaks. The system consists of various processes such as feeding of dried seaweed laver, pasting of glutinous rice gruel, garnishing, and drying. The developed system can produce Kimbugks on an assembly line from feeding process to garnishing process. Even though drying process is the one of the most important processes, a mechanical model was suggested instead of mechanization for drying in the assembly line because mechanization of drying process was noneconomic in equipment investment. However, optimum conditions for mechanization of drying process were determined. Also, feasibility analysis for the developed system and food quality analysis for products were carried out.

III. Scope and Contents of the Study

1. Analysis of design factors
2. Mechanization for making of glutinous rice gruel

3. Mechanization of manufacturing processes
4. Mechanization of drying process
5. Mechanization of frying process
6. Mechanization of baking process
7. Performance test and modification of the system
8. Feasibility analysis
9. Food quality analysis

IV. Results of the Study

The ultimate goal of this study was to develop a mechanical system which had the productive capacity of 720 pieces of Kimbugak per hour. In order to complete this purpose, the mechanization of major manufacturing processes for Kimbugak was studied. The processes were mechanization for making of glutinous rice gruel, mechanization of manufacturing processes such as pasting of glutinous rice gruel and garnishing of sesame, mechanization of drying process, mechanization of frying process, and mechanization of baking process.

Especially, the pasting process of glutinous rice gruel was simplified compared with the traditional method of affixing one sheet of seaweed laver to another sheet. Only one thick sheet of seaweed laver was used instead of two laver sheets in the pasting process of glutinous rice gruel. It could contribute to simplification of the whole manufacturing system.

producing system developed traditional producing method of kimbugaks can dispense with appose process for two laver that it didn't reduce food quality, and production efficiency can improve. Simply, in practical terms by considering the initial investment process for supply laver, process for put glue on laver and process for sticking garnish assembly line system mechanization, the optimum conditions for drying and machining process model was proposed to identify and mechanization.

CONTENTS

Chapter 1	General scope of the study	12
Section 1	Background	12
Section 2	Objectives	13
Chapter 2	State of the arts	16
Section 1	Foreign research	16
Section 2	Document research trend and technology	17
Chapter 3	Contents and results	18
Section 1	Analysis of design factors	18
Section 2	Mechanization for making glutinous rice gruel	22
Section 3	Mechanization of manufacturing processes	35
Section 4	Mechanization of drying process	63
Section 5	Mechanization of frying process	71
Section 6	Mechanization of baking process	78
Section 7	Performance test and modification of the system	79
Section 8	Feasibility analysis	110
Section 9	Food quality analysis	124
Section 10	Conclusions	129
Chapter 4	Achievements and contributions	131
Chapter 5	Scheme to utilize research results	134
Chapter 6	Acquired foreign technical informations	135
Chapter 7	References	136
Appendices	138

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	12
제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성	12
1. 목적 및 필요성	12
2. 기대성과	13
제 2 절 연구개발의 범위	13
1. 연구개발 목표	13
2. 연구개발 내용	14
3. 연구개발 최종 목표	14
4. 연차별 연구 개발 내용	15
제 2 장 국내외 기술개발 현황	16
제 1 절 국외 기술개발 현황	16
제 2 절 국내 기술개발 현황	16
제 3 절 관련 기술의 앞으로의 전망	17
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	18
제 1 절 김부각 제조 기계화시스템 개발을 위한 기초조사 및 모형개발	18
1. 설계 요인	18
2. 개발 방향	18
제 2 절 찹쌀풀 제조 기계화	22
1. 자동화 제조기에 적합한 접착성 조성물 개발	22
2. 찹쌀풀의 성분에 따른 농도, 온도, 시간 등 제조 조건 구명	28
3. 찹쌀풀 제조 기계화 모형 개발	33
4. 찹쌀풀 제조 단위기계 성능평가	34
제 3 절 김부각 제조 공정 기계화	35
1. 김공급기 개발	35
2. 풀칠기 개발 및 성능평가	49

3. 김덧붙임 기계 개발 및 성능평가	54
4. 고명기 개발 및 성능평가	54
제 4절 김부각 건조공정 기계화	63
1. 김부각 건조 공정 기계화	63
2. 최적 건조 조건 규명	63
3. 건조기 모델	69
제 5절 튀김부각 제조 기계화	71
1. 최적 튀김 조건 규명	71
2. 건조과정을 생략한 튀김공저의 최적 튀김 조건 규명	74
제 6절 구운부각 제조 기계화	78
1. 최적 구움 조건 규명	78
제 7절 통합시스템 개발 및 보완	79
1. 단위공정기계 운전조건 규명 및 성능보완	79
2. 단위공정기계의 통합 및 성능평가	98
3. 공정제어장치 개발	110
제 8 절. 경제성 분석	110
1. 관행과 기계화 제조시스템의 김부각 제조 주요 공정 (보완 필요)	110
2. 작업능률, 소요노동력	110
3. 제조원가	113
4. 생산규모별 제조원가, 손익분기 생산량	122
제 9 절 제조된 김부각의 식품학적 품질 평가	124
1. 영양학적 분석	124
2. 안전성 분석	124
3. 식품위생성 분석	124
제 10 절 요약 및 결론	129
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	131
1. 목표달성도	131
2. 관련분야에의 기여도	131

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획	134
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보	135
제 7 장 참고문헌	136
부록	138

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 목적 및 필요성

최근 전통식품의 산업화에 대한 관심이 높아지고 있으나 대부분이 수작업에 의한 주문생산식 소규모 생산형태에 머물고 있다. 반면 소비가 늘어가고 있는 김의 경우에는 맛김의 형태로 이미 기계화생산에 의한 산업화가 이루어지고 있다. 김 가공식품 중에 명절이나 혼례식에 주로 사용되는 우리나라 전통식품인 김부각은 생활수준의 향상과 더불어 그 수요가 늘어가고 있으나 현재 그 제조의 모든 공정이 수작업으로 이루어지고 있어, 제품의 균일성 확보를 통한 표준화는 물론 대량생산에 의한 산업화에 많은 어려움이 있는 실정이다. 본 연구의 최종 목표는 김부각 제조과정 중 원료김 공급, 찹쌀풀 풀칠 및 고명뿌리기 공정을 별도의 수작업 없이 김부각 제조의 일관자동화가 가능한 김부각 제조 기계화 시스템을 개발 하는데 있었다. 더불어 찹쌀풀 제조, 김부각 건조, 튀김부각과 구운부각 제조 공정의 기계화 모형 개발 및 기계운전조건 구명을 연구 핵심 목표로 하였다.

최근 전통식품의 사업화가 유망한 식품으로 김부각이 대두되고 있으나 그 모든 제조공정이 재래방식인 수작업으로 이루어지고 있어 비표준화된 제품의 소량생산 체제에 머물고 있다. 김부각 제조 주요공정인 찹쌀풀 제조공정, 김 덧붙이기 공정, 건조공정 등이 일관 기계화 시스템으로 개발되면 김부각 제조의 표준화는 물론 소요노동력의 절감, 제품 제조의 생력화를 달성하여 김부각 산업화와 전통식품의 세계화에 크게 기여하게 될 것이다. 특히 김덧붙이기 공정의 작업능률은 현재 수작업 3인 1조 작업시 1인당 40장/hr 이지만 기계화시스템을 이용할 경우 가장 노동력이 많이 드는 찹쌀풀칠과 고명작업의 경우 대당 700장/hr 이상으로 크게 향상될 것으로 예상된다. 이러한 기계화시스템에 의한 김부각 생산은 생산비 절감, 상품성 향상, 품질 균일성과 식품 위생성 등이 확보됨으로써 김부각의 산업화와 경쟁력 있는 수출식품으로의 발전은 물론 전통식품의 제조 기계화와 산업화에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

2. 기대성과

본 연구 결과의 기술적 측면에서의 기대성과는 무엇보다 김부각 제조과정 중 풀칠하기, 김 덧붙이기, 고명뿌리기의 기계화 장치는 김부각 제조 전공정을 시스템화 하는데 독창적인 핵심 요소로서 우선적으로 개발이 가능하게 된다는 것이다. 개발된 김부각 제조기의 풀칠하기, 김 덧붙이기, 고명뿌리기 기계화기술은 단위기계로도 생산 보급이 가능하며, 김부각 제조기는 김을 이용한 다른 가공식품의 제조시스템에 적용이 가능하므로 전통식품의 사업화에 활용 가능하게 된다. 수작업에 의한 낮은 작업효율의 제고와 중노동으로부터 탈피할 수 있으며 김부각 제조기는 고추부각, 깻잎부각 등 각종 부각류 식품에 직접적 적용 가능하게 된다.

경제적·산업적 측면으로는 김부각 제조의 생산비 절감, 상품성 향상, 대량생산성으로 인한 식품의 대중성, 품질균일성, 식품위생성 등이 확보됨으로써 생산제품의 소비자 신뢰도가 높아지고 연중 동일한 규격, 동일한 맛이 유지되는 제품을 공급할 수 있어 김부각 산업화 가능하다. 또한 국내 80% 김 생산지역인 전라남도 지역의 농어민 소득 증대 및 김 소비 활로 개척하며, 김부각의 기계화 일관 생산으로 식품위생성, 상품성, 대량생산성, 품질균일성이 확보됨으로써 생산제품의 소비자 신뢰도가 높아지고 연중 동일한 규격, 동일한 맛이 유지되는 제품을 공급할 수 있게 되고 김부각의 소비 촉진이 유발될 수 있다. 산업적으로는 전통식품의 국제화가 가능하여 신 해외 소비시장을 개척함으로써 수출식품으로 육성 가능할 것으로 기대된다.

제 2 절 연구개발의 범위

1. 연구개발 목표

현재 우리나라 전통식품인 김부각 제조는 거의 모든 공정이 수작업으로 이루어지고 있어, 제품의 균일성 확보를 통한 표준화는 물론 대량생산에 의한 산업화에 많은 어려움이 있는 실정이다. 본 연구의 최종 목표는 김부각 제조과정 중 찹쌀풀 풀칠 및 풀칠한 김 덧붙임 공정을 별도의 수작업 없이 김부각 제조의 일관자동화가 가능한 김부각 제조 기계화 시스템을 개발 하고자 하였다. 더불어 찹쌀풀 제조, 김부각 건조, 튀김부각과 구운부각 제조 공정의 기계화 모형 개발 및 기계운전조건 구명을 핵심 목표로 하고 있다.

2. 연구개발 내용

- 세부공정별 유사 식품제조기 조사 및 성능 분석
- 김부각 품질 판정 항목 및 기준 설정
- 자동화 제조기에 적합한 접착성 조성물(참쌀풀) 개발
- 참쌀풀 제조 기계화 모형 개발 및 제조조건 구명
- 풀칠기 및 김 덧붙임공정 기계화 및 성능평가
- 고명기 개발 및 성능평가
- 건조 조건에 따른 김부각 건조기 형식, 용량 및 운전조건 구명
- 최적 튀김 조건 구명 및 튀김공정 기계화모형 개발
- 최적 가열 조건 구명 및 굽기공정 기계화모형 개발
- 공정제어장치 개발
- 단위공정 기계의 통합 (pilot plant 제작) 및 성능평가
- 제조된 김부각의 영양, 안전성, 식품위생성 분석

3. 연구개발 최종 목표

- 기계화에 알맞은 접착성 조성물 개발 (조미 참쌀풀)
- 풀칠기 개발 (도포 균일성 90% 이상)
- 고명기 개발 (고명 부착율 90% 이상)
- 김부각 제조 공정 기계화 (제조능력: 대당 360장 이상/hr)
- 김부각 최적 건조 조건 구명 (함수율 7~10%)
- 튀김공정 기계화 모형 개발 및 최적 튀김 조건 구명
- 구운부각 제조를 위한 최적 가열 조건 구명(변형율 10% 이하)
- 제어기 개발 (김부각 제조공정의 통합제어기)
- 제조된 김부각의 영양, 안전성, 식품위생성 분석
- 김부각 제조 기계화시스템의 실용화 및 산업화

4. 연차별 연구 개발 내용

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용 및 범위
1차년도 (2009)	○ 김부각 제조 기계화시스템 개발을 위한 기초조사 및 모형개발	- 세부공정별 유사 식품제조기 조사 및 성능 분석 - 김부각 품질 판정 항목 및 기준 설정 - 목표생산량 제조에 적합한 세부공정별 기계화 모형개발
	○ 참쌀풀 제조 공정 기계화	- 자동화 제조기에 적합한 접착성 조성물 개발 - 참쌀풀 제조 기계화 모형 개발 - 참쌀풀 제조 단위기계 성능평가
	○ 김부각 제조 공정 기계화	- 김 공급기 개발 - 풀칠기 개발 및 성능평가 - 고명기 개발 및 성능평가
2차년도 (2010)	○ 김부각 건조 공정 기계화	- 김부각 최적 건조 조건 구명 - 건조 조건에 따른 건조기 형식, 용량 및 운전조건 구명 - 건조기의 건조성능 평가
	○ 튀김부각 제조 기계화	- 튀김공정 기계화모형 개발 - 최적 튀김 조건 구명 - 튀김장치의 튀김성능 평가
	○ 구운부각 제조 기계화	- 굽기공정 기계화모형 개발 - 최적 가열 조건 구명 - 가열기 성능 평가
	○ 통합 시스템 개발 및 보완	- 단위공정 기계의 통합 - 통합제조 시스템의 성능평가 - 단위공정기계 성능 보완 - 공정제어장치 개발 - 통합시스템 경제성 분석
	○ 제조된 김부각의 식품학적 품질 평가	- 영양학적 분석 - 안전성 분석 - 식품위생성 분석

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국외 기술개발 현황

김은 세계적으로 매년 2억만 속이 생산되며 일본 60%, 한국 34%, 중국 6%를 생산하고 있다. 한국에서 김은 해조류 생산량에 있어 미역에 이어 두 번째이지만 총 생산 금액면에서 있어서는 70%내외로 첫 번째 이다.

김의 이용 방법은 아직 단순 저차 가공식품 수준으로 김, 조미김 등에 편중되어 있어 수요의 증가를 이끌지 못하고 있으며 각종 유용성분 응용 및 가공법 확대 및 2~3차 가공 기계화 기술은 시작단계에 머무르고 있다.

김의 소비가 많은 일본과 한국에서는 비교적 오랜전 부터 김의 가공 및 상품화가 추진되면서 일부 김 가공기계가 발달되어 왔다. 하지만 김부각은 우리의 전통식품 일 뿐만 아니라 아직 전라도 지역에서만 알려진 식품으로 그 상품화가 아직은 미비한 수분으로 전통적인 수작업에 의한 생산만이 이루어져 왔다. 따라서 김부각의 상품의 국제화가 이루어지지 못한 현재 상태에서는 국외 기술개발은 전무하며 단지 김가공기계에 관련된 일본의 식품기계는 찾아볼 수 있다. 하지만 일본에서 생산되고 있는 김가공식품은 김부각과는 전혀 다른 제품이므로 김부각이 아닌 다른 김가공 식품 관련 자료만이 참고 될 수 있다.

제 2 절 국내 기술개발 현황

국외 기술개발 현황에서 설명한 바와 같이 국내에서도 김부각 제조 기계화시스템에 관한 연구는 전무하며, 다만 김부각 관련 기존 논문은 김의 식품학적 측면에서의 연구만 수행되었을 뿐 아니라 관련 논문도 극히 적은 실정이다.

기존 국내외 김부각 관련 특허나 실용신안은 조미칩쌀풀 제조, 튀김방법, 건조방법 등에 관한 기초 제조 방법에 대한 내용이 대부분이며, 기계화시스템에 의한 일관 제조에 관한 직접적인 특허 출원은 전무한 상태이다. 관련 학술자료로는 김부각의 산화안전성과 식품학적 특성에 관해 발표된 논문이 유일하다(박 등, 2001).

제 3 절 관련 기술의 앞으로의 전망

김부각 제조 기계화시스템 개발에 관한 연구는 최초로 시도되었으며, 김공급공정, 찹쌀풀칠 공저, 고명뿌리기 공정의 일관 기계화시스템 개발의 성공적인 결과를 얻었다. 더불어 김부각의 품질을 결정하는 주요 인자인 함수율, 변형율, 식미감 등의 제조 및 식품성을 평가하는 기초인자를 학술적으로 확립한 성과를 거두었다.

다만, 김부각제조업체의 현재 경영규모를 감안하여 건조 및 튀김, 구이 등의 가공공정은 각 공정의 최적조건을 구명하고 그 결과를 토대로 기계화시스템의 모델을 제시하였다. 김부각의 수요가 늘어나고 제조업체의 경영규모가 늘어나면 김공급으로부터 완상제품의 포장에 이르는 전공정의 기계화가 추진될 것으로 예상되며, 기초적인 기술과 모형이 제시된 현 상황에서 기술적인 측면의 어려움은 없을 것으로 판단된다.

본 연구결과는 전통식품의 제조 기계화를 촉진시키는 계기가 될 것으로 기대되며, 김부각제조 기계 제조분야의 활성화와 생산비 절감으로 인한 새로운 김 가공제품의 수요창출을 촉진할 것으로 예상된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 김부각 제조 기계화시스템 개발을 위한 기초조사 및 모형개발

1. 설계 요인

: 김부각 제조 기계화 시스템 개발에 있어 주요한 개발 방향으로 설정한 기준은 다음과 같다.

- 공정의 단순화로 기계화 시스템 제작 및 도입비용 절감
- 수리 및 보완의 용이성 확보
- 유지관리가 용이하여 위생적 김부각 생산이 가능할 것
- 생산 용량의 확장성이 용이한 구조로 개발
- 제어기를 사용하여 중앙집중 제어 및 제어확장성이 가능할 것
- 공정별 기계화모형 개발. 공정별 기계화장비는 일관작업이 가능하게 개발하되 궁극적으로는 전체 김부각제조가 일관작업이 가능하도록 세부 공정별 기계화 모형 설계
- 목표 생산능력 대당 360장/hr 용량의 기계화 모형 개발

2. 개발 방향

가. 세부공정별 유사 식품제조기 조사 및 성능 분석

현재 김부각제조 기계화 시스템은 전무한 실정으로 수작업에 의해 김부각이 제조되고 있음. 제조회사도 대부분이 광주·전남지역에 위치하고 있으며, 김부각만을 생산하는 업체는 극히 드물고 한과제조업체에서 부분적으로 생산하고 있다.

김을 재료로 하는 제품 중에서 가장 수요가 많은 것은 맛김이며, 맛김제조 공정은 전문 업체의 경우 현재 대부분 완전 기계화가 이루어지고 있다. 일반적인 맛김 제조 공정은 톳으로부터 낱장 공급기 → 1차 건조기 → 조미기 → 2차 건조기(습기 제거) → 선별기 → 자동계수기 → 포장기의 순으로 이루어진다.

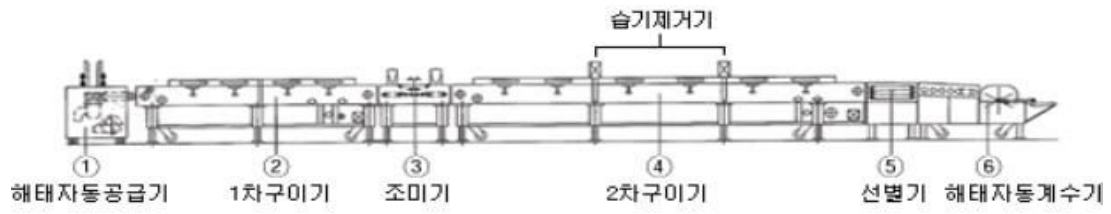


그림 3-1. 표준 맛김 제조 기계화 공정



그림 3-2. 자동공급기



그림 3-3. 자동조미기



그림 3-4. 자동계수기

표 3-1. 대표적 맛김제조 시스템 단위공정기계 특성 분석

자동 공급기	규격	L1,110 × W900 × H1,340 (m/m)
	능력	900 ~ 1200속 / 일(日) 8HOUR
	전력	3P 220V ~ 380V 1.5KW
	특징	-적재된 김을 1장씩 구이기로 공급 -2열자동공급 방식, 돌김 및 재래김도 가능
건조기	규격	L2,900 × W880 × H11,300
	능력	900 ~ 1200속/일(日) 8HOUR
	전력	3P 220V ~ 380V 40KW
	특징	-특수제작된 원적외선 세라믹히터장착 -히터높낮이 조절가능 -중앙집중식 콘트롤박스 -온도조절 디지털방식 (수동방식)
자동조미기	규격	L1,400 × W800 × H1,580 (m/m)
	능력	900 ~ 1200속 / 일 8HOUR
	전력	3P 220V ~ 380V 0.6KW
	특징	-감지센스부착 김의 양에 따라 자동기름공급 및 소금 공급 에어실린더방식
자동계수기	규격	L2,200 × W1,100 × H850 (m/m)
	능력	900 ~ 1200속 / 일(日) 8HOUR
	전력	3P 220V ~ 380V 0.75KW
	특징	-일반재래김 겸용 각도조절 장치 -롤러오링형, 무소음

나. 김부각 품질 판정 항목 및 기준 설정

- 기계화에 알맞은 접착성 조성물 개발 (조미 찹쌀풀)
- 풀칠기 개발 (도포 균일성 90% 이상)
- 덧붙임기계 개발 (풀칠 김 접합율 95% 이상, 제품 손상을 5% 이하)

- 고명기 개발 (고명 부착율 90% 이상)
- 김부각 제조 공정 기계화 (제조능률: 대당 360장 이상/hr)
- 김부각 최적 건조 조건 구명 (함수율 7~10%)
- 튀김공정 기계화 모형 개발 및 최적 튀김 조건 구명
- 구운부각 제조를 위한 최적 가열 조건 구명(변형율 10% 이하)
- 제어기 개발 (김부각 제조공정의 통합제어기)
- 제조된 김부각의 영양, 안전성, 식품위생성 분석

다. 목표생산량 제조에 적합한 세부공정별 기계화 모형개발

개발하고자 하는 시스템은 김부각 제조능력이 360장 이상/hr이다. 이러한 제조능력을 발휘하기 위해서는 김부각 제조 전공정이 연속적으로 수행되어야 한다. 일반적인 김부각 제조 공정은 다음 그림 3-5와 같으며, 주요 공정은 툇으로부터 김 낱장을 분리하여 기계에 투입하는 공급장치, 참쌀풀 바르기, 김 덧붙이기, 2차 참쌀풀 바르기, 고명뿌리기, 건조, 포장작업으로 구성된다.

본 연구에서 개발하고자 하는 김부각 제조 시스템은 공정의 단순화로 기계화 시스템 제작 및 도입비용 절감을 최우선 설계 요인으로 삼고자하였다. 왜냐하면 현재 대부분의 김부각 제조업체가 극히 영세하고 김부각 수요도 시기적으로 아직은 명절에 한정되어 있어 실용화를 위해서는 시스템 도입 비용이 최소화 되어야 한다고 판단하였기 때문이다.

따라서 기본적으로 고명뿌리기 공정까지는 기본적으로 연속적 일관작업이 가능하게 개발될 예정이며, 건조과정은 건조기의 건조조건 구명과 기본구조 설계는 수행될 계획이다. 다만, 포장작업은 이미 성능이 우수한 포장기계들이 개발되어 있어 본 연구에서는 연구 대상으로 삼지 않았다.

김부각 제조 공정 중 덧붙이기 공정은 재래 방식에서는 반드시 수행되어야 했지만, 앞서 언급한 공정의 단순화를 통한 시스템 제작비용 절감과 작업능률 향상을 위하여 생략하기로 계획하였다. 이러한 결정은 예비실험을 통해 그 가능성을 확인하였으며 그 구체적인 결과는 참쌀풀 제조 공정의 기계화 부분에서 설명된다.

1차년도 연구에서는 기계화에 적합한 참쌀풀의 조제방법 및 성분 분석, 참쌀

풀 제조 기계화 모형개발 및 단위기계 개발, 김공급기 개발, 풀칠기 개발, 고명기 개발을 수행하였다. 다만, 찹쌀풀 제조 기계는 김부각 제조 일관시스템의 단위공정으로 취급하지 않고 별도의 기계개발로 취급하고 그 성능을 평가하였다.



그림 3-5 김부각 제조 공정도

제 2 절 찹쌀풀 제조 기계화

1. 자동화 제조기에 적합한 집착성 조성물 개발

가. 김덧붙임 효과 구명

(1) 재료 및 방법

전통적 김부각 제조 방법은 건조김 두장을 찹쌀풀로 붙여 고명을 부착하는 것이

다. 본 연구에서는 김부각의 품질의 차이가 없이 두꺼운 김 한 장을 사용하여 김부각을 만듦으로써 공정의 단순화를 기하고자 하였다. 이러한 가능성을 확인하기 위하여 김 덧붙임 효과 구명 실험을 실시하였다. 실험요인으로는 건조김의 덧붙임 여부, 찹쌀풀 도포 방법(붓칠식, 분사식, 로울러식)이었으며, 평가항목은 제조된 김부각의 물리적 특성(무게, 두께 등), 조리된 김부각의 물리적 특성, 관능평가(맛 등) 이었다.

(2) 결과 및 고찰

(가) 덧붙임 유무에 따른 김부각의 물리적 특성

김부각 제조에서 건조김 1장에 풀칠을 하고 여기에 건조김 1장을 덧붙인 후 건조김 윗 면에 풀칠을 하고 그 위에 고명을 뿌리거나 붙여 김부각 1장(1매)을 만드는 것이 일반적인 김부각 제조법이다. 이러한 덧붙임 공정은 풀칠 작업이 2회 이루어져 김부각 자동화 제조기 시작기(도포기)에서는 2회째 풀칠 작업을 생략하여 작업 공정을 단순화하고 생산시간을 단축시킬 수 있는 가능성을 검토하고자 건조김 덧붙임 유무로 일반적인 김부각 제조에서 사용하는 건조김 2장(덧붙임 유)을 이용하여 김부각 1장 제조와 김 한 장의 무게를 늘려 제조한 건조김 1장(덧붙임 무) 무게를 2처리로 1장 무게 2.5g과 2g로 하였다.

김부각 도포용 찹쌀풀 조성비는 전통적 방법으로 김부각을 만드는 가정이나 전통 식품업체에서 사용하는 양을 참고하여 물 2000ml에 찹쌀가루 400g을 사용하였으며 이는 대략적으로 김부각 100장 이상을 만들 수 있다. 찹쌀풀 제조조건으로 찹쌀가루는 신선찰벼, 수분함양은 9%, 분말도 180mesh를 이용하여 가루 양의 2배 정도 물에 잘 풀어서 나머지 물과 잘 섞은 후 가스렌지 중강 정도 불에 온도 100℃로 15분 끓였다.

표 3-2는 건조김 덧붙임 유무에 따른 김부각 특성으로 크기, 무게, 직경, 축소율, 김부각 관능평가로서 맛, 색, 냄새, 형태를 조사하였다. 김부각 관능평가 방법은 맛, 색, 냄새, 형태 평가를 1 : 좋음, 0 : 보통, -1 : 나쁨으로 하였다. 건조김 덧붙임 유무에 따른 김부각 특성으로 크기는 건조김 2장이 건조김 1장에 비해 컸고 건조김 1장에서는 무게가 2.5g이 2.0g에 비해 큼을 알수 있었다. 축소율은 처리 1(건조김 2장)이 원래의 건조김에 비해 61%, 처리 2(건조김 1장, 무게 2.5g)는 64%, 처리 3(건

조김 1장, 무게 2.0g)은 70%로 축소율이 심하였다. 건조김 덧붙임 유무에 따른 김부각 관능평가는 맛, 색, 냄새에 있어서는 1(좋음)로 처리간 차이가 없었으나 처리 3의 건조김 1장에 무게 2g은 김부각 형태에서 -1(나쁨)로 평가되어 김 1장으로 김부각 김부각 제조시 사용할 수 없는 규격으로 판단되었다.

표 3-2. 김부각 제조시 건조김 덧붙임 유무에 따른 김부각 특성 및 관능평가

처리	덧붙임 (유무)	참쌀풀 조성비		참쌀풀 제조조건		김부각 특성							김부각 관능평가			
		물 (ml)	·참쌀가루 (g)	온도 (°C)	시간 (분)	무게 (g)		크기 (cm×cm)		직경 (mm)		축소율 (%)	맛	색	냄새	형태
						전	후	전	후	전	후					
1	건조김 2장(유)	2000	400	100	15	5.0	9.8	21×19	13×12	0.2	2.9	61	1	1	1	1
2	건조김 1장(무)	2000	400	100	15	2.5	5.9	21×19	13×11	0.1	2.7	64	1	1	1	1
3	건조김 1장(무)	2000	400	100	15	2.0	5.3	21×19	12×10	0.1	2.6	70	1	1	1	-1

※ 관능평가 : 맛, 색, 냄새, 형태를 평가하여 1 : 좋음, 0 : 보통, -1 : 나쁨

참쌀가루 : 쌀 품종은 신선찰벼, 수분함양 9%, 분말도 180mesh

이 같은 결과를 토대로 일반적인 김부각 제조에서 사용하는 건조김 1장에 1장을 덧붙이는 건조김 2장 방법에 비해 건조김 1장의 무게가 2.5g 이상 유지될 경우 건조김 1장을 김부각 제조에 사용하여도 적합할 것으로 판단되었다. 이 경우 김부각 자동화 제조공정에서 덧붙임 공정이 생략되어 작업의 효율성 및 제조시간 단축으로 생산성 향상이 기대되며 향후 건조김 2.5g 이상의 김부각 전용 김 생산이 현재의 김 생산업체 수준으로도 가능하여 김 부각 생산의 표준화에도 기여할 것으로 기대된다.

(나) 덧붙임 유무에 따른 김부각의 조리 특성

표 3-3은 김부각 제조시 건조김 덧붙임 유무, 조리 방법 및 조건에 따른 김부각

관능평가이다. 덧붙임 유무에서 건조김 1장(무)은 건조김 1장 무게가 2.5g인 것을 사용하였으며 건조김 1장 무게가 2.0인 것은 김부각용으로 적합하지 않아 향후 이후 시험에서 건조김 1장 무게가 2.5g 인 것을 시험에 사용하였으며 건조김 1장으로 모든 김부각 제조에 사용하였다.

참쌀풀 조성비 및 제조조건은 표 3-2의 조건과 동일하며 조리방법은 튀기기로 옥수수 기름에 170℃로 15초, 20초 튀겼으며 굽기로 원적외선 세라믹렌지 강불(조절 7)에 10초, 15초 구웠다. 조리성은 건조김 1장을 건조김 2장과 비교하여 매우 좋으면 매우 양호, 좋으면 양호, 비슷하면 보통, 떨어지면 나쁨으로 하였다. 건조김 1장은 건조김 2장에 비해 조리방법으로 튀기기에서 조리조건에 관계없이 맛, 색, 냄새, 형태에서 동일한 평가를 보였으나 굽기의 강불 15초에서 맛, 색, 냄새, 형태의 관능평가에서 -1(나쁨)을 보였다.

표 3-3. 김부각 제조시 건조김 덧붙임 유무에 따른 김부각 조리특성 및 관능평가

덧붙임 (유무)	참쌀풀 조성비		참쌀풀 제조조건		조리 방법	조리조건		조리성	조리된 김부각 관능평가			
	물 (ml)	·참쌀 가루 (g)	온도 (℃)	시간 (분)		온도 (℃)	시간 (초)		맛	색	냄새	형태
건조김 2장 (유)	2000	400	100	15	튀기기	170	15	양호	1	1	1	1
							20	양호	1	1	1	1
					굽기	강불 (조절7)	10	보통	0	0	0	0
							15	양호	1	1	1	1
건조김 1장(2.5g) (무)	2000	400	100	15	튀기기	170	15	매우양호	1	1	1	1
							20	매우양호	1	1	1	1
					굽기	강불 (조절7)	10	양호	1	1	1	1
							15	나쁨	-1	-1	-1	-1

※ 관능평가: 맛, 색, 냄새, 형태를 평가하여 1 : 좋음, 0 : 보통, -1 : 나쁨

굽기: 독일제, 원적외선 세라믹렌지 강불(1650w 1~9 중 조절7)

튀기기: 한국제, 가정용 튀김기 170℃ 조절, 옥수수 기름

조리성: 건조김 2장과 비교하여 매우 좋으면 매우 양호, 좋으면 양호, 비슷하면 보통, 떨어지면 나쁨

이 같은 결과로 김부각 제조시 건조김 덧붙임 유무에 따른 김부각 조리특성으로 건조김 1장을 사용하여도 일반적인 건조김 2장에 비해 조리성이 떨어지지 않았다. 다만 관능평가에서 굵기 강불 15초에서 나뭇으로 나타났는데 이는 건조김 1장의 두께로 인해 조리시 과도한 열량으로 인해 발생된 것으로 사료되어 굵기시 조리시간 재설정이나 불 조절을 통해 해결될 수 있는 문제로 생각한다. 따라서 건조김 1장을 사용하여 김부각을 제조하여도 김부각의 조리성이나 맛, 색, 냄새, 형태 변화가 건조김 2장에 비해 떨어지지 않는 것으로 판단되어 김부각용으로 건조김 1장(무게 2.5g 이상)을 사용하여도 될 것으로 판단된다.

(다) 김부각 찹쌀풀 도포방식에 따른 김부각의 적응성

김부각 제조에서 건조김에 찹쌀풀을 도포하는 방식으로 일반적인 수작업에서는 보통 붓칠식 방식을 사용하는데 이 방식은 김부각 자동화 제조에서 김 공급-찹쌀풀 도포-고명 작업 공정과의 일련작업을 수행하는데 많은 문제가 있고, 작업시간 단축, 생산성 향상에도 효율성이 떨어지는 것으로 판단되어 도포방식으로 붓칠식, 분사식, 로울러식의 김부각 제조 특성을 수행하였다.

표 3-4는 찹쌀풀 도포방식으로 붓칠식, 분사식, 로울러식 방식을 선정하여 수작업으로 수행하였으며, 찹쌀풀 조성비, 제조조건에 따른 찹쌀풀 특성으로 최대점성, 총점성, 끓는시간, 제조용량 등과 도포방식으로 붓칠식, 분사식, 로울러식에 적응성을 조사한 것이다. 점성측정은 영국제 S표 Micro Systems 물성측정기로 최대점성(positive peak, 단위는 무게) 및 총점성(positive area, 단위는 무게×시간)을 측정하였고 측정시 찹쌀풀 온도는 18℃이었다. 김부각 적응성은 건조김에 찹쌀풀을 바르는 방법 중 일반적으로 쓰이는 붓칠식을 보통으로 하여 매우 좋을 경우 매우 양호, 좋을 경우 양호, 비슷한 수준인 경우 보통, 떨어진 경우 나뭇으로 표기하였다. 찹쌀풀 조성은 물 2000ml에 찹쌀가루, 200g, 300g, 400g를 각각 처리하여 100℃ 온도에서 15분, 22분 끓여 얻은 찹쌀풀의 최대점성, 총점성, 끓는 시간과 얻어진 찹쌀풀 제조용량을 조사하였으며 이들 찹쌀풀의 제조조건별로 도포방식에 따른 김부각 적응성을 달관 평가하였다.

최대점성은 찹쌀풀 조성에서 찹쌀가루가 많이 들어갈수록 높은 경향으로 찹쌀가

루 400g에서 끓이는 시간 22분에서 최대점성 89를 보였다. 또한 최대점성은 찹쌀풀을 끓이는 시간이 길어질수록 높아지는 경향을 보여 각 처리 모두 15분 처리보다 22분 처리가 최대점성이 높은 경향을 보였다. 총점성 또한 모든 처리에서 최대점성과 같은 경향을 보였다. 끓는 시간은 찹쌀가루가 많이 들어갈수록 길어지는 경향으로 찹쌀가루 200g은 시간에 관계없이 12분에 300g은 14분이었으나 400g은 15분에서 찹쌀풀이 끓지 않았고 17분에서 끓은 것을 알수 있었다. 제조용량은 찹쌀가루가 많아질수록 늘어나는 경향이었으며 찹쌀풀 끓이는 시간이 길어질 수록은 원래의 제조용량에 비해 감소폭이 컸는데 이는 끓이는 시간의 증가에 따라 수증기 증발에 따른 수분감소에 의한 것으로 판단된다.

제조조건별 찹쌀풀의 도포방식에 따른 김부각 적응성은 붓칠식은 찹쌀가루 200~300g, 끓이는 시간 15~20분에서 양호, 분사식은 찹쌀가루 200g, 끓이는 시간 15~20분이 양호, 400g, 15~20분은 나쁨, 로울러식은 찹쌀가루 200g, 끓이는 시간 15~20분이 매우 양호, 300g, 15~20분은 양호, 400g, 15~20분은 보통으로 로울러식은 찹쌀풀 조성 및 제조조건별 모두에서 보통 이상의 도포 적응성을 갖고 있어 김부각용 도포기는 로울러식이 바람직 한 것으로 판단되었다.

표 3-4. 제조조건별 찹쌀풀 특성 및 도포방식의 김부각 적응성

찹쌀풀 조성비		찹쌀풀 제조조건		찹쌀풀 특성				도포방식 김부각 적응성		
물 (ml)	·찹쌀가루 (g)	온도 (℃)	시간 (분)	점성		끓는 시간 (분)	제조 용량 (ml)	붓칠식	분사식	로울러식
				최대 점성 (g)	총점성 (g×s)					
2000	200	100	15	26	65	12	2000	양호	양호	매우양호
			22	42	81	12	1780	양호	양호	매우양호
	300	100	15	44	119	14	2110	양호	보통	양호
			22	55	137	14	1800	양호	보통	양호
	400	100	15	86	191	-	2150	보통	나쁨	보통
			22	89	198	17	1950	보통	나쁨	보통

※ 건조김(크기:21cm×19cm, 무게:2.5g, 0.11mm)

점성측정 : 영국제, S표 Micro Systems 물성측정기로 최대점성(positive peak,

단위는 무게) 및 총점성(positive area, 단위는 무게×시간)측정, 측정시
참쌀풀 온도는 18℃

김부각 적응성 : 건조김에 참쌀풀을 바르는 방법 중 일반적으로 쓰이는 붓칠식
을 보통으로 하여 매우 좋을 경우 매우 양호, 좋을 경우 양호, 비슷
한 수준인 경우 보통, 떨어진 경우 나쁨

2. 참쌀풀의 성분에 따른 농도, 온도, 시간 등 제조 조건 구명

가. 접착성 조성물 개발

(1) 재료 및 방법

건조김을 사용하여 조제온도 및 가열시간은 100℃에서 15분, 22분이었고, 참쌀풀
조성비는 김부각 100장 제조 용량을 기준하여 물 2,000ml, 참쌀가루 200g, 300g, 400g
수준이었다. 평가항목으로는 참쌀풀의 온도, 점도, 김부각의 형태 등이었다.

(2) 결과 및 고찰

표 3-5는 도포용 참쌀풀의 온도 변화에 따른 참쌀풀의 특성 및 제조된 김부각의 외형적
제품성 판단을 위해 형태변화를 조사하였고 변형정도 조사는 달관으로 일반적인 김부각
제조에서 보이는 김부각 형태보다 나으면 좋음, 같으면 보통, 떨어지면 나쁨으로 하였다.
참쌀풀 조성에 따른 제조조건은 표 3-4와 동일하다.

참쌀가루 양 및 참쌀풀 제조조건의 시간에 관계없이 참쌀풀 온도가 낮을 수록 참쌀풀의
최대점성 및 총점성은 높아지는 경향이었으며 참쌀가루 400g, 참쌀풀 제조시간 22분에서
참쌀풀 온도 10℃의 최대점성은 143이나 참쌀풀 온도 20℃는 87로 56g 정도의 점성차를
보여 참쌀가루 양이 많아질 수록 참쌀풀 온도차에 따라 최대점성간 차이도 컸다.

김부각 형태변화는 참쌀가루 양 및 참쌀풀 제조조건의 시간에 관계없이 참쌀풀 온도가
낮을 때 좋은 경향을 보였다. 따라서 향후 김부각 도포기 제작시 참쌀풀 투입기에서 참쌀
풀 온도를 일정하게 유지시키거나 김부각 제조 공간의 제반 사항을 고려해야 할 것으로
사료된다.

표 3-5. 도포용 찰쌀풀 온도가 찰쌀풀 특성 및 김부각 형태에 미치는 영향

찰쌀풀 조성비		찰쌀풀 제조조건		도포용 찰쌀풀 온도 (℃)	찰쌀풀 특성		김부각 형태
물 (ml)	찰쌀가루 (g)	온도 (℃)	시간 (분)		점성		
					최대점성 (g)	총점성 (g×s)	
2000	200	100	15	10	32	95	좋음
				20	25	79	보통
			22	10	48	127	좋음
				20	33	97	보통
	300	100	15	10	57	144	좋음
				20	34	97	보통
			22	10	90	204	좋음
				20	43	116	보통
	400	100	15	10	127	256	좋음
				20	82	186	보통
			22	10	143	296	좋음
				20	87	189	보통

※ 건조김(크기 : 19cm×21cm, 무게 : 2.5g, 0.11mm), 도포방법 : 붓칠식

점성측정: 영국제, S표 Micro Systems 물성측정기로 최대점성(positive peak, 단위 무게) 및 총점성(positive area, 단위는 무게×시간)측정

김부각 적응성: 건조김에 찰쌀풀을 바르는 방식 중 일반적으로 쓰이는 붓칠식을 보통으로 하여 나올 경우 좋음, 비슷한 수준인 경우 보통, 떨어진 경우 나쁨

김부각 변형정도: 달관으로 일반적인 김부각 제조에서 보이는 김부각 형태보다 나으면 좋음, 같으면 보통, 떨어지면 나쁨

나. 조미성분 첨가에 따른 접착성 조성물 개발

(1) 재료 및 방법

건조김을 사용하여 조제온도 및 가열시간은 100℃에서 15분, 22분이었고, 찰쌀풀 조성비는 김부각 100장 제조 용량을 기준하여 물 2,000ml, 찰쌀가루 200g, 300g, 400g 수준이었으며, 도포방법은 붓칠식을 사용하였다. 조미성분으로는 한식 국간장 150ml을 첨가하였고, 평가항목으로는 찰쌀풀의 점도 및 도포성이었고 김부각의 무게, 두께와 관능평가 등이었다.

(2) 결과 및 고찰

김부각 제조에 있어 일반적으로 전통방법으로 제조하는 가정이나 전통 식품제조업체 모두 찹쌀풀 조미성분으로 간장을 기본 조미재료로 사용하고 여기에 다시마, 멸치, 양파, 무우, 새우가루, 마늘, 뼈 국물 등을 제조자나 소비자의 취향에 맞추어 사용되고 있어 여기서는 기본적인 조미재료인 간장만을 사용하였다. 첨가량은 일반적으로 사용되는 양의 보통 수준을 기준으로 물 2000ml에 한식 국간장 150ml(국내J사)를 넣어 찹쌀풀을 제조하였다.

표 3-6. 조미성분 첨가에 따른 찹쌀풀 특성 및 김부각 관능평가

찰쌀풀 조성비		찰쌀풀 제조조건		찰쌀풀 조미성분	찰쌀풀 특성				관능평가			
물 (ml)	찰쌀가루 (g)	온도 (℃)	시간 (분)	한식 국간장 (ml)	점성		끓는 시간 (분)	제조 용량 (ml)	맛	색택	냄새	형태
					최대점성 (g)	총점성 (g×s)						
2000	200	100	15	0	26	65	12	2000	1	1	1	1
				150	18	62	12	2200	1	1	1	1
			22	0	42	81	12	1780	1	1	1	1
				150	20	69	12	1910	1	1	1	1
	300	100	15	0	44	119	14	2110	1	1	1	1
				150	36	102	14	2250	1	1	1	1
			22	0	55	137	14	1800	1	1	1	1
				150	41	112	14	2080	1	1	1	1
	400	100	15	0	86	191	17	2150	1	1	1	1
				150	45	118	17	2300	1	1	1	1
			22	0	89	198	17	1950	1	1	1	0
				150	54	134	17	2100	1	1	1	0

※ 건조김(크기 : 19cm×21cm, 무게 : 2.5g, 0.11mm), 도포방법 : 붓칠식

점성측정: 영국제, S표 Micro Systems 물성측정기로 최대점성(positive peak, 단위는 무게) 및 총점성(positive area, 단위는 무게×시간)측정, 측정 시 찹쌀풀 온도는 18℃

관능평가: 맛, 색, 냄새, 형태를 평가하여 1 : 좋음, 0 : 보통, -1 : 나쁨

표 3-6은 한식 국간장인 조미성분 첨가에 따른 찹쌀풀 특성과 관능평가를 나타

낸 것이다. 찹쌀풀 조성은 물 2000ml에 찹쌀가루 200g, 300g, 400g를 각각 처리하여 100℃ 온도에서 15분, 22분 끓이는데 한식 국간장을 찹쌀풀에 넣는 시기는 찹쌀풀이 끓기 시작하는 시점에 넣고 거품발생 주격으로 주어진 시간까지 잘 저어 주었다. 얻어진 찹쌀풀의 최대점성, 총점성, 끓는 시간과 제조된 찹쌀풀의 제조용량을 조사하였으며 처리된 찹쌀풀로 제조된 김부각을 관능평가하였다.

최대점성은 동일량 찹쌀가루의 찹쌀풀 조성에서 조미성분이 한식 국간장을 넣은 처리 모두가 떨어지는 경향을 보였고, 찹쌀가루 400g, 끓이는 시간 22분 처리에서 한식 국간장을 안 넣은 것이 최대점성 89g이었으나 넣은 처리는 54g으로 35g 정도의 점성차이를 보였다. 또한 최대점성은 한식 국간장을 넣은 처리는 모두 최대점성이 떨어지는 경향을 보였다. 총점성도 모든 처리에서 최대점성과 같은 경향을 보였다. 끓는 시간은 동일량 찹쌀가루 처리에서는 한식 국간장의 첨가 여부에 관계없이 같은 경향을 보였다. 제조용량은 한식 국간장 처리가 동일 찹쌀가루 처리내에서 많은 경향을 보였는데 이는 국간장 첨가량에 따른 결과로 판단된다. 조미성분인 한식 국간장이 첨가된 찹쌀풀로 만들어진 김부각의 관능평가인 맛, 색택, 냄새, 형태에서 한식 국간장이 첨가된 모든 처리가 무처리와 같은 경향을 보였다.

이 같은 결과를 바탕으로 김부각 자동화 제조를 위해 찹쌀가루 양과 한식 국간장 첨가에 따른 찹쌀풀 특성으로 점성, 끓는 시간, 제조용량, 관능평가 등의 모든 자료를 김부각 도포기 개발시 기초자료로 활용하고 붓칠식, 분사식, 로울러식 등의 도포기 개발에 찹쌀가루 양이나 점성에 관한 자료를 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

다. 개발된 접착성 조성물의 식품적 특성 분석

(1) 재료 및 방법

시험 제조된 건조김을 사용하여 튀김온도 170℃에서 15초, 20초이었고, 평가항목으로는 조리된 김부각의 무게, 두께 등의 물리적 특성, 영양성, 관능평가 등이었다.

(2) 결과 및 고찰

표 3-7은 조미성분인 한식 국간장이 첨가된 찹쌀풀로 만들어진 김부각의 조리성 및 조리된 김부각의 관능평가로 맛, 선택, 냄새, 형태를 조사한 것이다. 김부각의 조리성을 튀기기로 선택하여 수행한 것은 현재 시판중인 김부각 제품으로 조리되어 나오는 제품들이 튀겨 나온 제품이 대부분이여 향후 김부각 자동화에서 생산된 김부각의 개발 후 상품성을 고려하여 튀기기로 조리성을 검토하였다.

조미성분인 한식 국간장이 첨가된 찹쌀풀로 만들어진 김부각을 튀기기 조리조건으로 찹쌀가루 200g, 300g, 400g, 찹쌀풀 제조온도 100℃, 제조시간 15분 과 22분에 튀기기 온도 170℃에서 15초, 20초 처리 모두 튀기기 조리성이 양호하였고 조리된 김부각의 관능평가로서 맛, 선택, 냄새, 형태 모두 좋다는 평가를 받았다.

표 3-7. 조미성분이 첨가된 접착성 조성물로 제조된 찹쌀풀로 만들어진 김부각의 조리성 및 조리된 김부각의 관능평가

찹쌀풀 조성비		찹쌀풀 제조조건		튀기기 조리조건		조리성 (튀기기)	조리된 김부각 관능평가					
물 (ml)	·찹쌀 가루 (g)	온도 (℃)	시간 (분)	온도 (℃)	시간 (초)		맛	선택	냄새	형태		
2000	200	100	15	170	15	양호	1	1	1	1		
					20	"	1	1	1	1		
			22	170	15	"	1	1	1	1		
					20	"	1	1	1	1		
			300	100	15	170	15	"	1	1	1	1
							20	"	1	1	1	1
	22	170			15	"	1	1	1	1		
					20	"	1	1	1	1		
	400	100			15	170	15	"	1	1	1	1
							20	"	1	1	1	1
			22	170	15	"	1	1	1	1		
					20	"	1	1	1	1		

※ 김(면적 : 19cm×21cm, 무게 : 2.5g, 0.11mm), 도포방법 : 붓칠식

관능평가: 맛, 색, 냄새, 형태를 평가하여 1 : 좋음, 0 : 보통, -1 : 나쁨

튀기기: 한국제, 가정용 튀김기 170℃ 조절, 옥수수 기름

조리성: 김부각 조리 전과 비교하여 매우 좋으면 매우 양호, 좋으면 양호, 비슷하면 보통, 떨어지면 나쁨

조미성분 : 물 2000ml에 한식 국간장 150ml 첨가

라. 찹쌀풀의 성분에 따른 제조 조건 구명의 결론

- 김부각 제조시 건조김 덧붙임 작업(건조김 2장으로 김부각 1장 만듦)이 없어도 건조김 1장의 무게가 2.5g이상일 경우 김부각 제조시 건조 김 1장을 사용하여도 이상이 없을 것으로 판단되었다.
- 건조김 1장을 이용한 김부각 제조시 기존의 건조김 2장 김부각에 비해 조리성, 조리된 김부각 관능평가에서 기존의 김부각과 비교시 떨어지지 않는 것으로 판단되었다.
- 찹쌀풀 도포방법으로 로울러식 방식이 다양한 찹쌀풀 제조조건에도 김부각 적용성이 높은 것으로 판단되었다.
- 찹쌀풀의 점성은 찹쌀가루 함량이 높을수록, 끓이는 시간이 길수록 높은 경향이였다.
- 도포용 찹쌀풀 온도가 낮을수록 점성이 높아지는 경향이였으며 김부각형태도 좋은 것으로 나타났다.
- 찹쌀풀 제조시 조미성분인 한식 국간장을 넣을시 찹쌀풀 점성은 떨어지는 경향이였으며, 제조된 김부각과 조리된 김부각의 관능평가로서 맛, 색택, 냄새, 형태 모두 우수하였다.

3. 찹쌀풀 제조 기계화 모형 개발

찹쌀풀은 김부각의 품질을 결정하는 주요 성분으로, 찹쌀풀 제조 공정에서 보고한 김부각 제조 기계화에 적합한 찹쌀풀 조성과 특성에 관한 연구결과를 바탕으로 기계화 모형을 개발하였다.

찹쌀풀은 풀칠기계의 호퍼에 필요한 양을 주기적으로 공급만 해주면 되므로 일관 작업시스템 상의 단위기계로 구성될 필요는 없다. 기술적으로는 전 자동화된 일관 작업 시스템의 경우에 찹쌀풀 제조기계도 단위공정기계로 포함시킬 수 있으나 본 연구에서는 실용화 측면에서 기계화에 요구되는 성질의 찹쌀풀을 제조할 수 있는 기계 개발에 한정하였다.

4. 찹쌀풀 제조 단위기계 성능평가

(1) 재료 및 방법

찹쌀풀 제조기계는 맛김치 제조 공정에서 사용되고 있는 풀쭈기 기계를 기본 구조로 사용하였으며, 주요 구조는 호퍼, 교반기, 가열기로 구성되어 있다. 가열은 전기로 하게 되며, 가열온도와 교반기의 임펠러 회전속도 조절이 가능하도록 하였다. 그림 3-6은 사용된 풀쭈기 기계를 나타낸 것이며, 본 연구에서 개발 목표로 하고 있는 김부각 생산시스템의 용량이 360장 이상/hr이 가능하도록 설정하였다.

성능평가에 사용된 찹쌀풀의 성분은 물 2000 cc, 찹쌀가루 400 g, 간장 150 cc 의 것을 사용하였으며, 이는 기계화에 적합한 찹쌀풀 제조 연구에서 결정된 성분이다. 찹쌀풀 제조 기계의 성능평가를 위해 실험요인으로는 교반기의 회전속도, 제조 후 시간 경과이며 측정항목은 점도, 온도이었다. 제조 후 시간경과에 따른 측정은 풀쭈기 기계와 일관제조시스템과의 배치 및 용량결정 자료로 활용하기 위하여 실시하였다. 점도와 온도 측정은 그림 3-7에 나타낸 브룩필드(Brook Filed, DV-II) 점도계를 사용하였으며 점도 측정에는 5번 스펀이 사용되었다.



그림 3-6. 풀쭈기 기계



그림 3-7. 점도계

(1) 결과 및 고찰

(가) 교반속도에 따른 점도 및 온도의 변화

그림 3-8은 교반속도별 찹쌀풀 제조 후 시간 경과에 따른 온도변화(°C)를 나타낸

것이며, 그림 3-9는 점도변화(Poise)를 나타낸 것이다. 찹쌀풀의 온도는 교반속도에 관계없이 시간이 경과함에 따라 낮아졌으나 교반속도 간의 차이는 나타나지 않았다. 점도의 경우는 교반속도가 높아질수록 점도가 낮게 나타났으며 시간이 경과함에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 찹쌀풀 제조기의 경우 본 연구에서 개발한 찹쌀풀 성분의 경우 교반속도는 70rpm이 적합한 것으로 판단되었다.

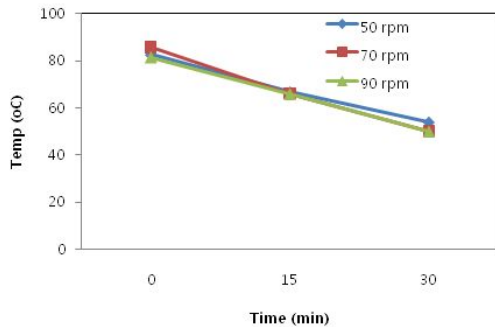


그림 3-8 찹쌀풀 온도 변화

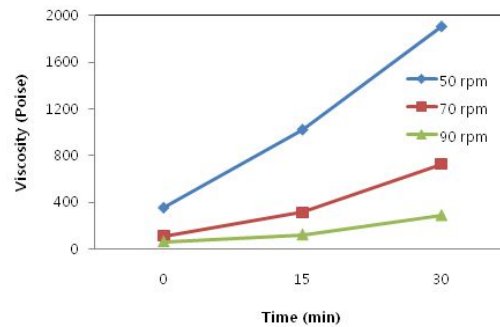


그림 3-9 찹쌀풀 점도 변화

제 3절 김부각 제조 공정 기계화

1. 김공급기 개발

가. 주요부 구조, 작동원리

(1) 주요 구조

김 자동 공급기의 외관과 내부 주요 구조를 나타낸 것이 그림 3-10과 3-11이며, 적재된 김을 1장씩 2열 자동 공급할 수 있는 구조이다. 김 자동 공급기의 주요 구조는 김 적재부, 김 적재부 하부에서 김의 낱장 공급을 위한 회전 받침판과 상하로 움직이며 상부에서 낱장의 김을 송풍기의 흡입 풍력에 의해 흡입하여 하부에서 이송 컨베이어로 연결해 주는 김 낱장 흡입장치로 구성된 김 낱장 공급부, 낱장으로 공급된 김을 송풍기의 흡입 풍력에 의해 이송 벨트에 붙여 배출하는 이송 컨베이어부, 김 낱장 공급장치와 이송 컨베이어로 김을 흡입할 수 있도록 하는 송풍기, 구동 모터, 흡입 풍력 조절 장치 등 송풍부, 김 낱장 흡입장치의 상하운동, 낱장 공급 받침 낱개의 회전운동, 송풍부와 이송 컨베이어부의 흡입 풍력 조절 판 구동, 이송 컨베이어 구동을 위한 전동기, 감속기, 벨트, 체인, 캠, 링크 등 전동장치 등으로 구성

된 동력전달부, 전동기와 감속기 사이에 풀리의 벨트 접촉면 사이 조절로 김의 공급속도를 조절하기 위한 김 공급속도 조절 레버, 김 흡입장치 흡입풍력 조절을 위한 레버 등으로 구성된 김 공급 조절부, 이밖에 프레임 및 케이스 등으로 구성되었다.

김 자동 공급기 작동원리는 김 낱장 흡입장치가 상승하게 되면 김 적재부 하부의 김 낱장 공급을 위한 받침판이 회전하면서 김 적재부에 적재된 김을 김 낱장 흡입장치에 의하여 낱장의 김을 흡입 부착하게 되며, 이후 이송 컨베이어 위치까지 하강하면서 김 흡입장치의 흡입 풍력이 약해지고 이송 컨베이어에 설치된 흡입 장치의 흡입 압력 커져 김을 이송 컨베이어에 위치시켜 배출하게 된다.

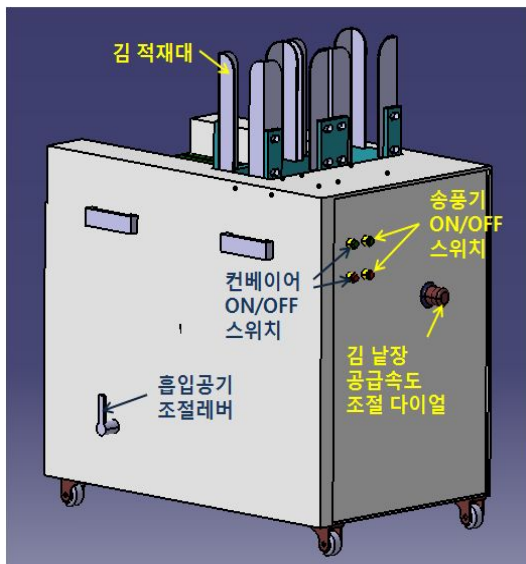


그림 3-10. 김 자동 공급기의 외관

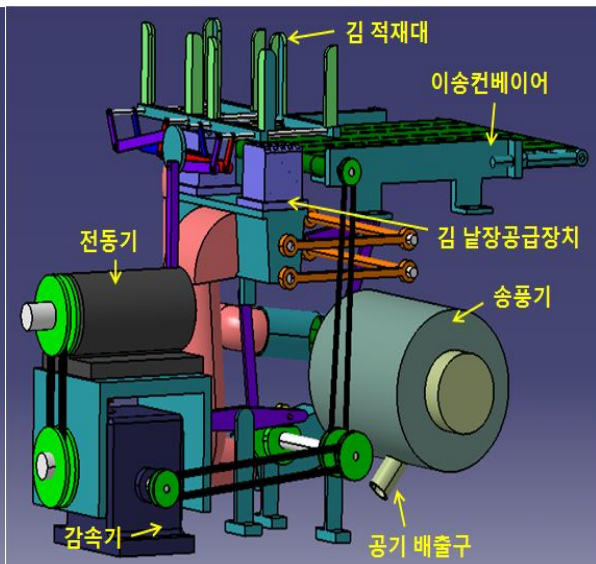


그림 3-11. 김 자동 공급기의 주요 구조

(2) 작동원리, 제원

김 자동 공급기 작동원리는 김 낱장 흡입장치가 상승하게 되면 김 적재부 하부의 김 낱장 공급을 위한 받침판이 회전하면서 김 적재부에 적재된 김을 김 낱장 흡입장치에 의하여 낱장의 김을 흡입 부착하게 되며, 이후 이송 컨베이어 위치까지 하강하면서 김 흡입장치의 흡입 풍력이 약해지고 이송 컨베이어에 설치된 흡입 장치의 흡입 압력 커져 김을 이송 컨베이어에 위치시켜 배출하게 된다.

그림 3-12는 김 낚장 공급부의 구동 요소를 나타낸 것임. 김 낚장 흡입장치의 상하운동은 전동기, 감속기, 구동 스프로킷을 거쳐 편심 원판 링크 1, 링크 1에 의하여 수행되며, 김 낚장 공급을 위한 받침판 회전 요동운동은 구동 스프로킷을 거쳐 캠, 링크 2, 원판 링크 2, 연결링크를 통하여 김 낚장 공급 받침판이 부착된 1, 4번 받침봉을 회전 요동운동시키며, 2, 4번 받침봉은 각각 4번, 1번 받침봉에 연결된 연결링크에 의하여 반대방향으로 회전 요동운동을 하게 되어 김을 낚장으로 공급한다. 김 낚장 흡입장치의 상하운동 및 김 낚장 공급 받침판의 요동속도는 구동 전동기와 감속기 사이의 V벨트 풀리의 간격을 조절하여 유효 회전반경을 변경 감속기 출력 축 회전속도를 약 60 ~ 110rpm으로 조절하며, 따라서 김 공급속도의 조절범위는 약 60 ~ 110회/분이었음. 사용된 전동기는 주립산전의 정격출력 0.75 kW, 상용회전수 1720rpm의 삼상유도 전동기였으며, 감속기는 삼양감속기의 감속비 1:10 감속기를, #40 체인 전동장치를 이용하여 구동한다.

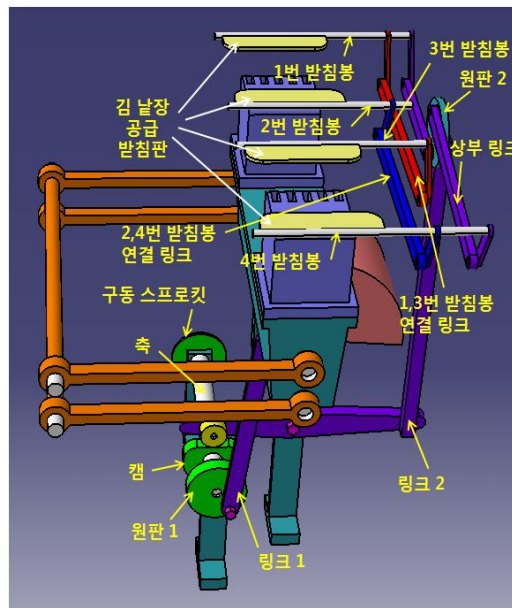


그림 3-12. 김 낚장 공급부의 구동 요소의 구조도

그림 3-13은 김 적재대로 부터 김 낚장 흡입장치, 이송 컨베이어로의 김 흡입 풍력을 조절하기 위한 송풍부의 구조를 나타낸 것이다. 그림 3-13에서와 같이 김 낚

장 공급장치와 이송 컨베이어 2 곳에서 원심식 송풍기에 의하여 공기를 흡입하며, 김 낚장 공급장치의 상하운동에 따라 김 낚장 공급장치에 연결된 링크 3, 풍력조절판 구동링크를 통하여 김 낚장 공급장치 상승할 경우 김 낚장 공급장치 하부의 공기 흡입구와 이송 컨베이어 호스 내 풍력조절판을 닫아 김 낚장 공급장치의 상부 김 흡입구 흡입 풍력을 세게 하며, 김 낚장 공급장치가 하강하여 낚장의 김이 이송 컨베이어에 접촉하게 되면 반대로 김 낚장 공급장치 하부의 공기 흡입구를 열고, 이송 컨베이어 호스 내 풍력조절판을 열어 김 낚장 공급장치 흡입 풍력이 약하게, 그리고 이송 컨베이어 쪽 흡입 풍력은 세게 하여 이송 컨베이어로 낚장의 김을 흡입 배출하게 된다. 김 낚장 공급장치 상승할 경우 김 낚장 공급장치 흡입구의 풍속은 흡입 풍력 조절 레버의 위치에 따라 약 13.4 ~ 23.2m/s, 이송 컨베이어 내 흡입구의 풍속은 약 2.6 ~ 1.7m/s, 김 낚장 공급장치 하강할 경우 김 낚장 공급장치 흡입구의 풍속은 흡입 풍력 조절 레버의 위치에 따라 약 3.0 ~ 3.7m/s, 이송 컨베이어 내 흡입구의 풍속은 약 10.0 ~ 11.2m/s로 측정되었다.

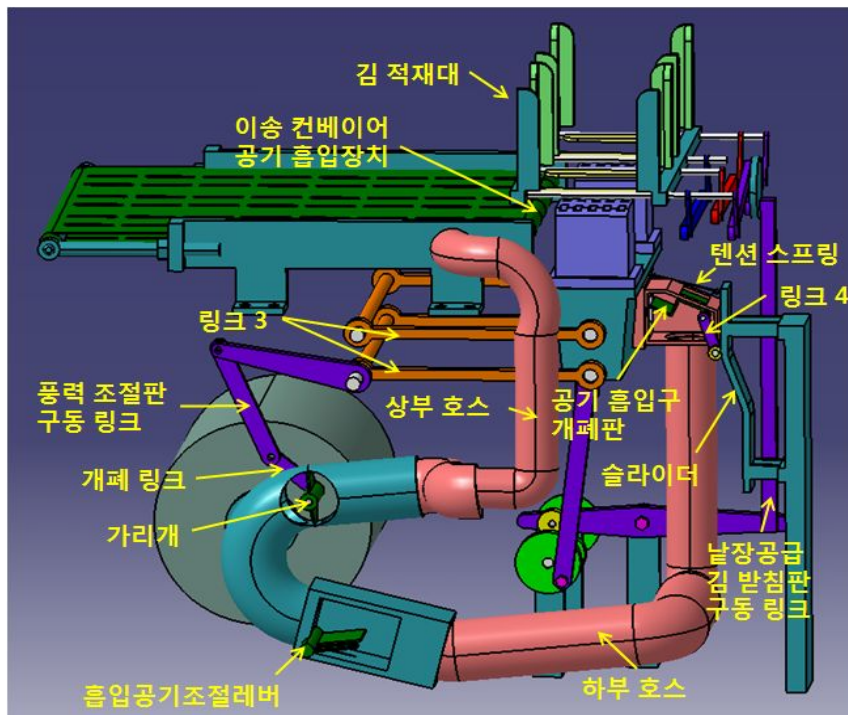


그림 3-13. 송풍부 흡입 풍력 조절기구의 구조도

나. 김 자동 공급기 성능시험

(1) 재료 및 방법

○ 실험재료

김 자동 공급기의 성능시험에 사용된 김은 대명건해(주) 무안지사에서 생산된 일반 김 1장, 2장 붙인 것, 돌김 1장을 대상으로 실험하였다.



< 일반 김 1장 >

< 일반 김 2장 >

< 돌김 >

그림 3-14. 실험대상 김의 모양

일반 김의 평균 길이는 가로 20.8cm, 세로 19cm, 평균 무게 12g, 일반 김 2장을 붙인 것의 평균 길이는 가로 20.2cm, 세로 18.5cm, 평균 무게 25g, 돌김의 평균 길이는 가로 20.5cm, 세로 19cm, 평균 무게 15g로 조사되었다.

○ 실험 내용 및 방법

김 자동 공급기의 김 공급성능을 분석하기 위하여 표 3-8에서와 같이 김 부각 제작을 위한 일반 김, 일반 김 2장을 1장으로 붙인 것, 돌김을 대상으로 김 공급속도 60, 85, 110 회/분의 3 수준, 김 낱장 공급장치 흡입구의 흡입 풍력 1, 2, 3단(흡입 풍속 약 13, 18, 23m/s) 3 수준에 따라 김 낱장 공급장치 흡입구에의 김 부착 및 기계 내 걸림으로 인한 미공급비율, 김의 1장 공급비율 및 이송 컨베이어에 약 10° 이내로 바르게 공급된 1장 정위치 공급비율, 2장 공급비율, 김 흡입 부착 실패비율, 2cm 이상 찢어진 김의 손상비율을 측정 분석하였음. 실험은 실험요인 수준별 40장의 김을 대상으로 3반복 실험을 실시하였다.

표 3-8. 김 자동 공급기 실험계획

김 종류	김 공급속도	김 낱장 급장치 흡입구 풍력	측정 및 분석 항목
1.일반 김 2.일반김 2장을 1장으로 붙인 김 3.돌김	저속 (60회/분), 중속 (85회/분), 고속 (110회/분)	1단 (풍속13m/s), 2단 (풍속18m/s), 3단 (풍속23m/s)	-미공급비율 = 김 낱장 공급장치 흡입구 부착 및 기계 내 걸림 장수/총 김 공급 장수 -1장 공급비율 = 1장 공급 장수/총 김 공급 장수 -2장 공급비율 = 2장 공급 장수/총 김 공급 장수 -1장 정위치 공급비율 = 이송 컨베이어에 1장씩 바르게 공급된 장수/1장 공급 장수 -김 낱장 공급장치의 김 흡입 부착 실패 비율 = 김 흡입 부착 실패 횟수/ 총 김 흡입 횟수 -김 손상비율 = 2cm 이상 찢어진 김 장수/총 김공급 장수



그림 3-15. 김 자동 공급기 실험 모습

② 결과 및 고찰

표 3-9은 김 종류, 김 공급속도, 김 낱장 공급장치의 흡입구 풍력에 따른 김 자동 공급기의 공급성능을 나타낸 것이다.

표 3-9. 김 자동 공급기 성능실험 결과

김 종류	김 공급속도	김 낱장 공급장치 흡입구 풍력	미공급 비율	1장 공급비율	2장 공급비율	1장 정위치 공급비율	흡입부착 실패율	김손상 비율
일반김	저속	1단	4.2	95.8	0.0	89.2	4.0	6.7
		2단	1.7	96.7	1.7	92.5	0.8	4.2
		3단	1.7	98.3	0.0	90.8	4.7	10.8
	중속	1단	6.7	88.3	5.0	74.2	8.7	11.7
		2단	2.5	97.5	0.0	90.0	5.5	3.3
		3단	6.7	91.7	1.7	78.3	7.6	15.8
	고속	1단	7.5	89.2	3.3	64.2	22.1	15.8
		2단	2.5	92.5	5.0	74.2	13.3	5.8
		3단	4.2	90.8	5.0	67.5	16.0	15.0
일반김 2장	저속	2단	6.7	93.3	0.0	85.8	9.7	7.5
		3단	0.8	97.5	1.7	90.8	11.0	10.8
	중속	2단	3.3	96.7	0.0	89.2	9.1	4.2
		3단	1.7	98.3	0.0	91.7	6.1	4.2
	고속	2단	4.2	95.8	0.0	85.8	13.5	10.8
		3단	0.8	94.2	5.0	83.3	10.3	4.2
돌김	저속	2단	11.7	85.0	3.3	67.5	20.6	14.2
		3단	3.3	91.7	5.0	70.8	16.5	3.3
	중속	2단	10.8	80.8	8.3	65.0	17.4	12.5
		3단	6.7	91.7	1.7	70.8	21.7	14.2
	고속	2단	10.8	84.2	5.0	64.2	18.9	12.5
		3단	5.0	86.7	8.3	56.7	24.4	7.5

○ 일반 김의 공급 성능

- 일반 김의 경우 1장 공급비율, 1장 정위치 공급비율은 각각 88.3~98.3%, 64.2~92.5%로 김 공급속도가 느릴수록 커지는 경향이 나타났으며, 김 낱장 공급장치의

흡입구 풍력에 따라서는 1, 3단 보다는 2단에서 크게 나타났다.

- 미공급비율과 2장 공급비율은 각각 1.7~7.5%, 0.0~5.0%로 나타났는데 김 공급속도가 느릴수록, 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력이 1, 3단 보다는 2단에서 작게 나타났다.

- 김 낚장 공급장치의 김 흡입 부착 실패비율은 0.8~22.1%로 김 공급속도가 느릴수록, 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력이 1, 3단 보다는 2단에서 작게 나타났다.

- 김 손상비율은 3.3~15.8%로 김 공급속도가 느릴수록, 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력이 1, 3단 보다는 2단에서 작게 나타났다.

- 일반 김은 두께 얇기 때문에 김 공급속도가 빠를 경우 김 낚장 공급장치의 흡입 부착 실패율이 높아지고 이송 컨베이어에서의 1장 정위치 공급비율이 떨어지며, 또한 김 낚장 공급장치의 흡입구 풍력이 너무나 낮거나 높은 경우 미공급비율, 김 손상비율도 높아지는 것으로 나타났다.

- 따라서 작업능률, 김 공급성능을 고려할 때 일반 김은 김 공급속도 중속(85회/분), 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력 2단(풍속 18m/s)에서 가장 좋은 성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 2.5%, 1장 공급비율 97.5%, 김 흡입 부착 실패율 5.5%, 김 손상 비율 3.3%로 나타났다.

○ 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김의 공급성능

- 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김의 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력이 1단의 경우는 김의 무게 증가에 따른 흡입 풍력이 너무 작아 3수준의 김 공급속도에서 모두 1장 공급비율, 1장 정위치 공급비율이 매우 낮고 미공급비율, 김 흡입 부착 실패율, 김 손상비율이 높게 나타나 분석에서 제외하였다.

- 1장 공급비율, 1장 정위치 공급비율은 각각 93.3~98.3%, 83.3~91.7%로 김 공급속도에 따라서 모두 큰 차이가 없었으나, 김 낚장 공급장치의 흡입구 풍력에 따라서는 2단 보다는 3단에서 약간 크게 나타났다.

- 미공급비율과 2장 공급비율은 각각 0.8~4.2%, 0.0~5.0%로 나타났는데 김 공급속도에 따라서는 모두 큰 차이가 없었음. 김 낚장 공급장치의 흡입구 풍력에 따라서는 미공급비율이 3단 보다는 2단에서 약간 크게 나타났으나, 2장 공급비율은 2단보

다는 3단에서 약간 크게 나타났다.

- 김 낚장 공급장치의 김 흡입 부착 실패비율은 6.1~13.5%로 김 공급속도가 저속과 고속보다는 중속에서 낮게 나타났으며, 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력에 따라서는 일정한 경향을 보이지 않았다.

- 김 손상비율은 4.2~10.8%로 김 공급속도가 저속과 고속보다는 중속에서 낮게 나타났으며, 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력에 따라서는 일정한 경향을 보이지 않았다.

- 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김은 일반 김 1장에 비하여 두께가 두껍고, 무게가 무겁기 때문에 김 낚장 공급장치의 흡입구 풍력이 너무 낮은 경우 미공급비율, 김 흡입 부착 실패율이 높아지는 것으로 나타남. 또한 김 공급속도가 빠를 경우 김 낚장 공급장치의 흡입 부착 실패율이 높아지고 이송 컨베이어에서의 1장 정위치 공급비율이 떨어지는 것으로 나타났다.

- 따라서 작업능률, 김 공급성능을 고려할 때 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김은 김 공급속도 중속(85회/분), 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력 3단(풍속 23m/s)에서 가장 좋은 성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 1.7%, 1장 공급비율 98.3%, 김 흡입 부착 실패율 6.1%, 김 손상비율 4.2%로 나타나 일반 김과 비슷한 공급성능을 보였다.

○ 돌김의 공급성능

- 돌김은 일반 김 보다 김의 조직이 치밀하지 못하여 김 표면에 작은 구멍이 많으며, 김의 무게가 무거워 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력이 1단의 경우는 흡입 풍력이 너무 작아 3수준의 김 공급속도에서 모두 1장 공급비율, 1장 정위치 공급비율이 매우 낮고, 미공급 비율, 김 흡입 부착 실패율, 김 손상비율이 높게 나타나 분석에서 제외하였다.

- 1장 공급비율, 1장 정위치 공급비율은 각각 80.8~91.7%, 56.7~70.8%로 김 공급속도 증가에 따라서 약간 낮아지는 경향을 보였으며, 김 낚장 공급장치의 흡입구 풍력의 증가에 따라서는 약간 높아지는 경향을 보였다.

- 미공급비율과 2장 공급비율은 각각 3.3~11.7%, 1.7~8.3%로 나타났는데 김 공급속도의 증가에 따라 약간 증가하는 경향을 보였으며, 김 낚장 공급장치의 흡입구

풍력 증가에 따라서는 미공급비율은 감소하는 경향을 보였으나, 2장 공급비율은 일정한 경향을 보이지 않았다.

- 김 낚장 공급장치의 김 흡입 부착 실패비율은 16.5~24.4%로 일반 김에 비하여 매우 크게 나타났음. 김 공급속도 증가에 따라 증가하는 경향을 보였으나, 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력에 따라서는 일정한 경향을 보이지 않았다.

- 김 손상비율은 4.2~10.8%로 김 공급속도가 저속과 고속보다는 중속에서 낮게 나타났으며, 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력에 따라서는 일정한 경향을 보이지 않았다.

- 돌김은 일반 김에 비하여 두께가 두껍고, 무게가 무거우며 표면이 거칠고 구멍이 많아 1장 공급비율, 1장 정위치 공급비율이 낮게 나타났으며, 미공급비율, 2장 공급비율, 김 흡입 부착 실패율, 김 손상비율이 높게 나타남. 따라서 일반 김에 비하여 공급속도를 줄이고, 김 낚장 공급장치의 흡입구 풍력이 세게 하는 것이 필요할 것으로 보인다.

- 따라서 김 공급성능을 고려할 때 돌김은 김 공급속도 저속(60회/분), 김 낚장 공급장치 흡입구 풍력 3단(풍속 23m/s)에서 가장 좋은 공급성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 3.3%, 1장 공급비율 91.7%, 김 흡입 부착 실패율 16.5%, 김 손상비율 3.3%로 나타났다.

③ 문제점 및 개선사항

◎ 미공급비율과 손상비율 증가

○ 문제점 :

김 낚장 공급장치 흡입부에 김이 감싸이는 경우 실험에서 사용한 일반 김, 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김, 돌김의 공급이 이루어지지 않아 미공급비율과 김 손상비율이 증가하는 대표적인 경우이다. 김 적재대에 적재되어진 김이 사진과 같이 김 낚장 공급장치 흡입부를 완전히 감싸버려 이송 컨베이어의 김 이송흡입부에서 흡입을 하지 못하는 문제가 발생한다. 이런 경우 김 자동 공급기의 운전을 멈추고 김 적재대의 김을 다시 들어 올려서 작업자가 수작업으로 붙어있는 김을 제거한 후 작업을 재개하였다.

○ 개선방향 :

- 김의 두께, 무게, 표면 형상 등 김의 종류에 따라 적정 흡입 풍력 유지
- 김 흡입 시 흡입 부에 말리지 않도록 가이드 설치
- 김 낱장 공급장치 흡입부에 말리지 않도록 흡입부의 형상 개선



그림 3-16. 김 낱장 공급장치 흡입부에 김이 갇싸인 모습



그림 3-17. 이송 컨베이어에 흡입 도중 부품에 끼이거나 걸린 모습

○ 문제점 :

이송 컨베이어로 김 흡입 시 부품 틈새에 끼이거나 김 적재대에 걸리는 경우 김 낱장 공급 받침판과 받침봉 사이에 김이 끼이거나, 김 적재대 플레임에 김이 걸려 미공급비율과 김 손상비율이 증가하였다.

○ 개선방향 :

- 부품 사이에 미세한 틈새가 없도록 그리고 걸리지 않도록 가공 개선
- 김 적재대 프레임에 걸리지 않도록 이송 컨베이어와 김 적재대 프레임 간의 간격 조절
- 김 낱장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입부 균일 흡입이 가능하도록 개선

◎ 2장 공급비율 증가

○ 문제점 :

두께가 얇은 일반 김이나 표면에 구멍이 많고 거칠은 돌김의 경우 적재대 공급 김이 서로 붙어있거나 김 공급속도가 너무 빠른 경우 2장 공급비율 증가하며, 흡입 부착 실패의 원인이기도 하였다.

○ 개선방향 : - 공급 김의 표면 특성 개선

- 김 공급속도 적정 조절



그림 3-18. 김이 2장 공급된 모습

◎ 1장 정위치 공급비율 감소

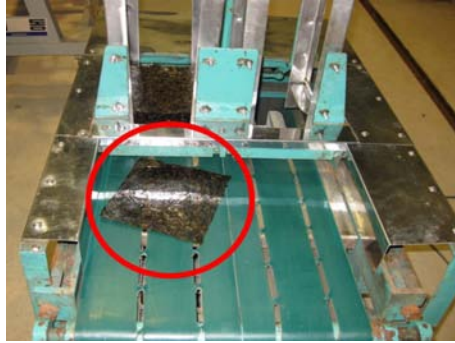


그림 3-19. 김이 빠뜨어져 이송되는 모습

○ 문제점 :

두께가 얇은 일반 김이나 표면에 구멍이 많고 거칠은 돌김의 경우 적재대 공급 김이 서로 붙어있거나 김 공급속도가 너무 빠를 때 2장 공급비율 증가하며, 흡입 부착 실패의 원인이기도 하였다.

○ 개선방향 :

- 공급 김의 표면 특성 개선
- 김 공급속도 적정 조절
- 김 적재대 프레임에 걸리지 않도록 이송 컨베이어와 김 적재대 프레임 간의 간격 조절
- 김 낱장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입부 균일 흡입이 가능하도록 개선
- 이송 컨베이어 내 김 위치 개선을 위한 가이드 설치
- 이송 컨베이어 표면 미세한 돌출물이 없이 균일하도록 개선

◎ 김 흡입 부착 실패율 증가

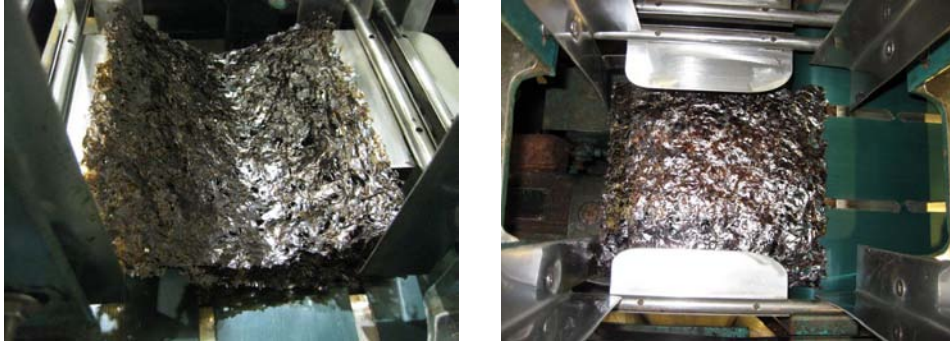


그림 3-20. 김 낱장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입부의 김 흡입 실패 모습

○ 문제점 :

돌김과 같이 무겁고 표면에 구멍이 많고 거칠은 김은 적재대 공급 김이 서로 붙어있거나 김 공급속도가 너무 빠를 때 그리고 흡입 풍력이 작을 경우 흡입 부착 실패율이 증가하였다.

○ 개선방향 :

- 공급 김의 표면 특성 개선
- 김 공급속도, 김 낱장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입부 풍력 적정 조절
- 김 낱장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입부 형상 개선

(4) 결론

김 자동 공급기의 김 공급성능을 분석하기 위하여 김 부각 제작을 위한 일반 김, 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김, 돌김을 대상으로 김 공급속도 60, 85, 110 회/분의 3 수준, 김 낱장 공급장치 흡입구의 흡입 풍력 1, 2, 3단(흡입 풍속 약 13, 18, 23m/s) 3 수준에 따라 성능실험을 수행 하였으며 주요 결론은 다음과 같았다.

- 일반 김은 김 공급속도 중속(85회/분), 김 낱장 공급장치 흡입구 풍력 2단(풍속

18m/s)에서 가장 좋은 성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 2.5%, 1장 공급비율 97.5%, 김 흡입 부착 실패율 5.5%, 김 손상비율 3.3%로 나타났다.

- 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김은 김 공급속도 중속(85회/분), 김 날장 공급장치 흡입구 풍력 3단(풍속 23m/s)에서 가장 좋은 성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 1.7%, 1장 공급비율 98.3%, 김 흡입 부착 실패율 6.1%, 김 손상비율 4.2%로 나타나 일반 김과 비슷한 공급성능을 보인다.

- 돌김은 김 공급속도 저속(60회/분), 김 날장 공급장치 흡입구 풍력 3단(풍속 23m/s)에서 가장 좋은 공급성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 3.3%, 1장 공급비율 91.7%, 김 흡입 부착 실패율 16.5%, 김 손상비율 3.3%로 나타났다.

- 김 자동 공급기의 미공급비율, 2장 공급비율, 흡입 부착 실패율, 손상비율 감소와 날장 정위치 공급 비율을 높이기 위해서는 균일 흡입 부착을 위한 김 날장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입부 형상 개선, 김 날장 공급장치와 김 적재대 부품의 가공 및 설치 간격 개선, 원활한 김 공급을 위한 가이드 부품의 추가 설치 등이 필요한 것으로 보인다.

- 김 자동 공급기의 공급성능을 제고하기 위해서는 부각용 김의 종류에 따른 특성을 고려하여 김의 공급속도와 김 날장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입구 풍력을 적정 수준으로 유지할 필요가 있으며, 가능하면 김 제조 시부터 부각 제조에 적합한 두께와 무게로 구멍이 없이 매끄럽게 규격화 생산하면 김 자동 공급기의 작업능률과 공급성능을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

2. 풀칠기 개발 및 성능평가

가. 재료 및 방법

김부각 자동화 제조기를 만드는데 찹쌀풀을 건조김에 바르는 도포방식으로 붓칠식, 분사식, 로울러식 등이 있다. 자동화 제조기로 생산된 김부각은 최종적으로 소

비자에게 쉽게 다가설 수 있게 기호성, 영양성, 기능성, 조리성 등 여러 가지 면을 김부각에 부가하고자 찹쌀가루, 멥쌀가루와 참깨나 고추실 등의 고명 재료, 찹쌀풀을 제조할 때 다시마액이나 멸치국물, 양파나 마늘즙 등을 활용할 수 있다. 또한 김부각은 완전식품으로서 세계화의 가능성을 충분히 가지고 있는데 찹쌀풀을 바르는 도포 작업을 통해 구현 시킬 수 있다. 따라서 도포기 개발은 제조조건별 찹쌀풀 특성 및 도포방식의 김부각 적응성에서 어느 정도 검토된 로울러방식이 적합할 것으로 판단되어 로울러식 도포기에 필요한 찹쌀풀 투입기에 적합한 찹쌀풀 특성 구명과 로울러식 도포기의 김부각 제조 특성을 구명하고자 한다.

찰쌀풀 투입기는 삼각기둥을 역으로 놓힌 모양으로 윗부분은 세로 20cm × 가로 20cm 가 찹쌀풀 주입을 위해 개방되어 있고 아래 부분은 찹쌀풀 배출을 위해 세로 3mm× 세로20cm 의 배출구가 뚫려 있고 높이는 20cm인 모양으로 그림 3-21은 찹쌀풀 투입기의 모형도 이다. 찹쌀풀 투입기 배출시간 측정방법은 투입기에서 찹쌀풀이 완전히 배출된 시간을 측정하였다.

나. 결과 및 고찰

표 3-10은 찹쌀풀 투입기에서 찹쌀풀 조성비 및 제조조건에 따른 작업특성으로 찹쌀풀 투입기에서 2000ml의 찹쌀풀이 배출되는 시간을 나타낸 것이다.

투입기에서 찹쌀풀이 배출되는 시간은 찹쌀풀 조성에서 찹쌀가루가 적을 수록 빨라지고 많을 수록 늦어지는 경향이었고 찹쌀풀 제조 시간에 따라서는 제조시간이 길어질 수록 배출시간이 늦어지는 경향으로 이는 찹쌀풀의 점성이 관여한 것으로 생각된다. 물 2000ml, 찹쌀가루 200g, 100℃ 온도 15분 찹쌀풀 제조에서 투입기 배출시간이 90초로 가장 빨랐으며, 400g, 100℃ 온도 22분이 773초로 가장 늦었다. 찹쌀가루 400g으로 제조된 찹쌀풀은 투입기 배출시간이 너무 오래 걸려 김부각 생산성에 문제가 있을 것으로 판단되나 찹쌀풀 투입기의 배출구 조절을 3mm 이상으로 할 경우 배출 시간이 단축될 것으로 사료된다. 찹쌀풀 투입기가 부착된 수동식 로울러식 도포기의 로울러 직경은 4.5cm에 길이는 20cm 이며 찹쌀풀 온도는 17℃ 이었다. 찹쌀풀 투입기는 표 3-11의 내용과 같다.

표 3-10. 찹쌀풀 투입기에서 찹쌀풀 조성비 및 제조 조건에 따른 작업특성

찹쌀풀 조성비		찹쌀풀 제조조건		찹쌀풀 투입기 공급양 (ml)	찹쌀풀 투입기 배출시간 (sec)
물 (ml)	찹쌀가루 (g)	온도 (℃)	시간 (분)		
2000	200	100	15	2000	90
			22		128
	300	100	15		240
			22		320
	400	100	15		580
			22		773

※ 찹쌀풀 투입기 : 삼각기둥을 역으로 놓힌 모양으로 윗 부분은 세로 20cm × 가로 20cm 개방, 아래 부분은 세로 3mm × 가로 20cm 의 배출구에 높이 20cm
 찹쌀풀 투입기 배출시간 측정방법 : 투입기에서 찹쌀풀이 완전히 배출된 시간 측정

표 3-11은 표 3-10에서 사용된 찹쌀풀 투입기를 수동식 로울러식 도포기에 부착하여 만들어진 김부각의 도포특성으로 도포시간, 도포량, 도포율 과 추정도포수이다. 김 1장당 도포시간은 물 2000ml에 찹쌀가루 양이 많을 수록, 찹쌀풀 제조시간이 늦을 수록 길어지는 경향을 보였고 찹쌀가루 200g, 온도100℃, 15분에서 1.5초로 가장 짧았으며, 400g, 온도 100℃, 22분이 6초로 가장 길었다.

김 1장당 찹쌀풀 도포량은 물 2000ml에 찹쌀가루 양이 많을 수록, 찹쌀풀 제조시간 늦을 수록 많아지는 경향을 보였고 찹쌀가루 200g, 온도100℃, 15분에서 7g으로 가장 적었고 400g, 온도 100℃, 22분에서 11.3g으로 가장 많았다. 찹쌀풀 도포율은 찹쌀가루 양이 적을 수록, 찹쌀풀 제조시간 늦을 수록 높은 경향을 보였고 찹쌀가루 200g에서는 처리에 관계없이 100% 도포율을 보였으며, 400g까지는 처리에 관계없이 91%이상의 도포율을 보여 찹쌀풀 투입기의 배출구 조정이나 로울러 크기를 직경 4.5cm 이상으로 키울시 도포시간 및 도포량 조절은 해결될 것으로 판단된다.

김 1장당 도포시간을 근거로 시간당 추정 도포수는 찹쌀가루 양이 적을 수록, 찹쌀풀 제조시간이 빠를 수록 많아지는 경향을 보였고 찹쌀가루 200g, 온도100℃, 15분에서 2400장으로 가장 많았고 400g, 온도 100℃, 22분에서 600장으로 가장 적었다.

현재 시판되고 있는 김부각 1박스에는 보통 김부각 50장이 들어있다. 이를 근거로 시간당 건조김을 2400장~600장 도포할 수 있는 로울러식 도포기를 제작하여 1일 8시간 운전시 19200장(384박스)~4800(96박스)의 도포된 김부각을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

표 3-11. 찹쌀풀 투입기가 부착된 수동 로울러식 도포기에서 만들어진 김부각 도포 특성

찹쌀풀 조성비		찹쌀풀 제조조건		김 1장당 도포시간 (sec)	김 1장당 찹쌀풀 도포량 (g)	찹쌀풀 도포율 (%)	시간당 추정 도포수 (장/hr)
물 (ml)	찹쌀가루 (g)	온도 (℃)	시간 (분)				
2000	200	100	15	1.5	7	100	2400
			22	1.7	8	100	2118
	300	100	15	3	10	97	1200
			22	3.3	10.5	95	1091
	400	100	15	5	11	93	720
			22	6	11.3	91	600

※ 로울러 직경 4.5cm, 찹쌀풀 온도 : 18℃

찹쌀풀 투입기 : 삼각기둥을 역으로 눕힌 모양으로 윗 부분은 세로 20cm × 가로 20cm 개방, 아래 부분은 세로 3mm × 가로 20cm 의 배출구에 높이 20cm,

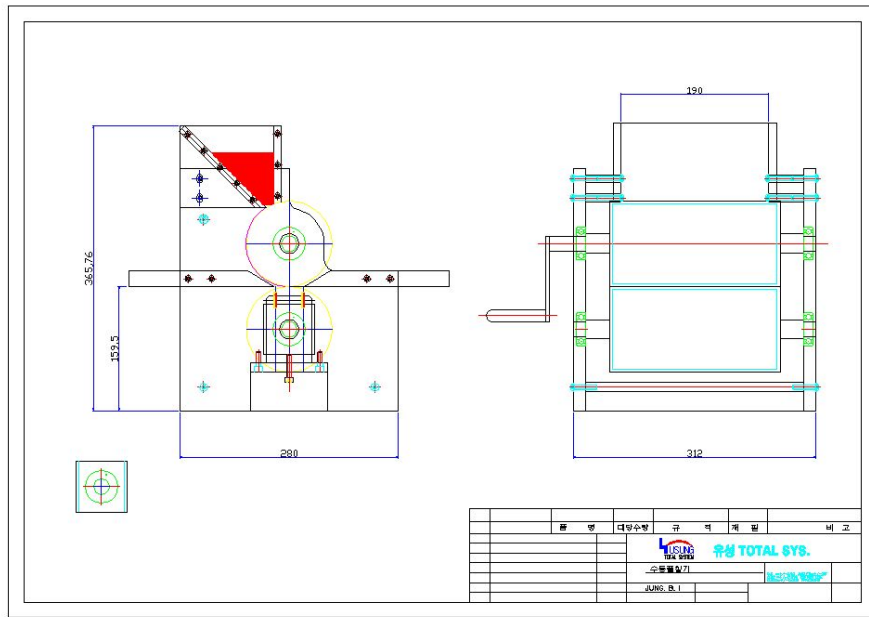


그림 3-21 풀칠기 1차 시작기 도면

다. 풀칠기 개발의 결론

- 찹쌀풀이 투입기에서 배출되는 시간은 찹쌀가루가 적고 찹쌀풀 제조시간이 짧을수록 빨라지는 경향으로 찹쌀가루 200g, 100℃ 온도 15분에서 배출시간이 90초로 가장 빨랐으며, 400g, 100℃ 온도 22분이 773초로 가장 늦었다.
- 로울러식 도포기의 김 1장당 도포시간은 찹쌀가루 양이 많고, 찹쌀풀 제조시간 늦을수록 길어지는 경향을 보였고 찹쌀가루 200g, 온도100℃, 15분에서 1.5초로 가장 짧았으며, 400g, 온도 100℃, 22분이 6초로 가장 길었다.
- 김 1장당 찹쌀풀 도포량은 찹쌀가루 양이 많고, 찹쌀풀 제조시간이 늦을 수록 많아지는 경향을 보였으며 찹쌀가루 200g, 온도100℃, 15분에서 7g으로 가장 적었고 400g, 온도 100℃, 22분에서 11.3g으로 가장 많았다.
- 찹쌀풀 도포율은 찹쌀가루 양이 적을수록, 찹쌀풀 제조시간 늦을 수록 높은 경향을 보였고 찹쌀가루 200g에서는 처리에 관계없이 100% 도포율을 보였으며, 400g까지는 처리에 관계없이 91%이상의 도포율을 보였다.

- 김 1장당 도포시간을 근거로 시간당 추정 도포수는 찹쌀가루 양이 적을 수록, 찹쌀풀 제조시간이 짧을 수록 많아지는 경향을 보였고 찹쌀가루 200g, 온도100℃, 15분에서 2400장으로 가장 많았고 400g, 온도 100℃, 22분에서 600장으로 가장 적었다.

3. 김덧붙임 기계 개발 및 성능평가

찹쌀풀 조성과 품질 평가 결과에서 설명한 바와 같이 한 장의 김을 두겹게 제조하여 김부각을 만들어도 식품성에서 차이가 없으며, 공정 하나를 생략함으로써 김부각 제조 기계시스템을 단순화할 수 있어 덧붙이기 공정의 기계화는 생략하기로 결정하였다. 이는 시스템 구성의 획기적 축소에 따른 투자 비용을 절감할 수 있어 경제성 향상에 따른 김부각 제조 일관 기계화시스템의 산업화에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 고명기 개발 및 성능평가

가. 고명작업

김부각을 만듦에 있어서 고명은 빠질 수 없는 과정중의 하나이다. 고명은 단순히 맛을 더하기 위하여 첨가하기도 하지만 특별한 의미를 부여하거나 시각적인 미를 살리기 위해서도 사용한다. 고명 재료로는 거의 참깨를 사용하지만 참깨, 잣, 호두 등 기호에 맞는 것을 사용할 수 있으며, 특히 참깨의 경우 꽃의 형태나 원의 형태 등 임의의 모양으로 할 수 있어 폐백용으로 사용되기도 한다. 전통방식의 고명작업은 숙련자의 경험을 바탕으로 작업을 하기 때문에 작업능률이 현저히 저하되고 첨가물의 양과 모양이 일정하지 않다는 단점이 있다. 또한 첨가물이 불필요하게 겹쳐져 있기도 한다. 따라서 작업능률의 향상과 제품의 균일화를 위하여 고명작업을 기계화함으로써 일정한 양과 모양을 만들어 내어 상품에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

나. 고명작업의 종류

고명을 하는 방법에는 점뿌림과 흠어뿌림의 2가지로 구분할 수 있다.

(1) 점뿌림

점뿌림은 그림 3-22의 (a)와 같이 김부각에 일정량의 고명을 9번(3x3), 또는 그림 3-22의 (b)과 같이 16번(4x4) 정해진 위치에 뿌리는 방법이다. 그림 3-22의 (a)는 김부각 한 장에 고명을 수작업으로 9번 뿌린 것을 나타낸 것으로 그림 3-22의 (a)에서와 같이 작업자의 숙련도에 따라 균일도와 정밀도에 큰 차이가 나타나게 된다. 따라서 점뿌림의 경우에는 기계 도입으로 인한 제품의 균일성 확보 필요성이 더욱 증가하게 된다.



(a) 3x3



(b) 4x4

그림 3-22. 점뿌림 고명

(2) 흠어뿌림

흠어뿌림은 그림 3-23와 같이 김부각 전체에 다량의 고명(참깨)을 흠어 뿌리는 방식으로 산파 방식으로 첨가하게 된다. 하지만, 흠어뿌림 방식은 고명이 다량 부착되어 풍부한 고명 맛을 느낄 수 있는 장점이 있으나 고명의 분포정도가 일정하지 않아 상품성이 저하되고 과도한 고명의 부착으로 고명의 낭비가 초래되는 단점이 있다.



그림 3-23. 흩어뿌림 고명



그림 3-24. 다양한 고명

다. 점뿌림 공정의 기계화

(1) 종류 : 점뿌림 방법을 사용하여 기계화 할 경우 로울러를 이용하는 방법과 일정한 모양을 갖는 스탬프로 찍어 뿌리는 방법이 고려될 수 있다.

- 로울러식 : 로울러를 이용하는 방법은 일정 속도로 회전하는 로울러에 적당한 크기의 홈을 내어 호퍼속의 첨가물의 일정량이 일정한 간격으로 뿌려지도록 하는 방법이다. 구조가 비교적 간단하고 고명량을 일정하게 유지할 수 있는 장점이 있다.
- 스탬프식 : 스탬프식은 다양한 모양의 고명을 만들 수 있다는 장점이 있으나, 뿌려지는 첨가물의 양이 불균일 할 수 있으며 1회 뿌려지는 첨가물이 완전히 배출되지 못하는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해서는 공기압을 이용하는 방법이 있으나 구조가 복잡하고 제작비가 많이 소요된다. 따라서 본 연구에서는 로울러식 고명기를 개발하여 그 성능을 평가하였다.

(2) 설계

로울러식 점뿌림 공정에서 로울러의 제작은 그 무엇보다 중요하다. 로울러는 첨가물의 정확한 양을 담아야 할 뿐 만 아니라 일정한 개수 및 모양으로 고명을 되어야 하며, 또한 로울러의 회전속도에 따라서 고명된 모양과 간격 등이 일정하게 되도록 고려해야 한다.(여기서, 고명에 사용되는 첨가물은 참깨로 할 것이며, 16개의 김부각 조각(4x4)을 얻을 수 있게 설계한다.) 점뿌림 로울러를 설계하기 위하여 홈의

형상, 크기, 개수를 고려하였으며, 그림 3-25에서 나타난 바와 같은 설계인자를 정의하였다.

H : 홈의 깊이를 나타내며 첨가물의 수량을 결정하는데 중요하다.

λ : 반원형 홈의 직경을 나타내며, 첨가물의 수량을 고려하여 결정한다.

D : 로울러의 직경으로, 재료의 길이에 따라 결정된다.

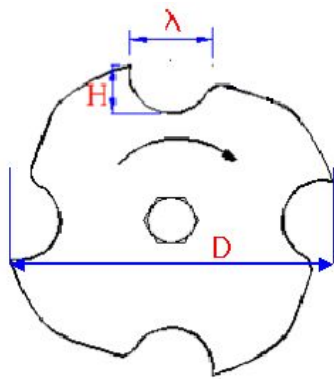


그림 3-25. 로울러의 설계 인자

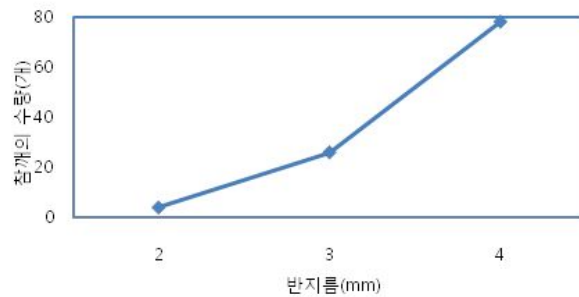


그림 3-26. 로울러의 반지름에 따른 참깨의 평균 배출량

점뿌림식 로울러에서 홈의 크기에 따라서 고명된 참깨의 수량이 결정되며, 그림 3-26은 로타리 홈 H의 크기별 평균배출량을 나타낸 것으로 한 점당 25~27개의 참깨가 뿌려질 수 있도록 설계하였다. 따라서 홈의 반지름이 3mm정도가 가장 적당하다고 판단되었다. 또한 로울러가 1회전 할 경우 재료의 전체면적에 작용해야하기 때문에 로울러의 지름(d)는 다음과 같이 계산하였다.(여기서 재료로 사용되는 김의 크기가 200mm x 200mm이다.)

$$2\pi \frac{d}{2} = 200, \quad \therefore d \approx 63.7(mm)$$

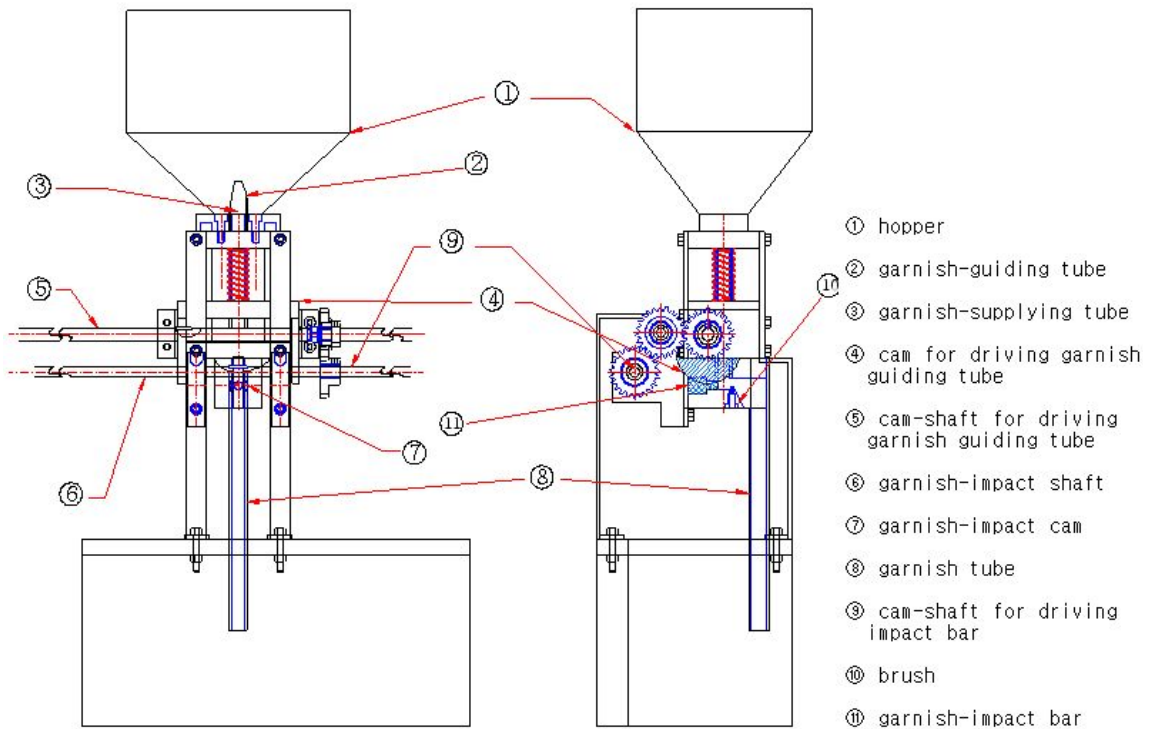


그림 3-27. 고명기 시작기 도면

(3) 성능실험

(가) 재료 및 방법 : 고명재료는 일반깨로 참기름용으로 쓰이는 단박깨를 탈피하여 사용하였으며, 실험요인은 홈의 크기, 롤러회전축의 rpm이며, 측정항목은 깨의 개수, 고명의 원형율이다.

(나) 결과 및 고찰

① 고명의 배출량: 그림 3-28은 로울러 홈의 크기(H=2mm, H=3mm, H=4mm)에 따른 고명(참깨)의 배출량을 나타낸 것이다. 홈의 크기가 커질수록 직선적으로 고명 배출량이 증가하였으며, 목표로 하는 깨의 개수 23~25개는 H=3mm에서 얻을 수 있었다. 세 회전속도 수준에서 모두 고명 배출량에 차이가 없어 80 rpm 까지는 회전속도를 증가시킬 수 있는 것으로 나타났다. 하지만 회전속도가 증가할수록 반복간의 배출량의 차이가 심해 60 rpm 정도가 균일한 배출량을 얻을 수 있다고 판단되

었다.

② 고명의 원형도: 그림 3-29은 로울러의 회전속도에 따른 원형도를 나타낸 것이다. 모든 로울러 홈의 크기에서 원형도 95% 이상을 얻을 수 있었으며, 회전속의 증가에도 원형도는 잘 유지되는 것으로 나타났다. 로울러의 회전속도가 커질수록 로울러의 반지름과 고명 원형율과의 관계는 반비례하게 나타났다. 속도가 커질수록 그리고 반지름이 커질수록 그 원형율은 낮아지는데, 이는 회전속도에 의한 원심력의 작용이 원인이라고 볼 수 있으며, 반지름이 커질수록 그 원심력에 의한 고명된 참깨의 쓸림이 크다고 볼 수 있다. 배출된 고명의 원형도 측면에서는 H=2mm 일 때가 회전속도 증가에도 원형도를 가장 잘 유지하는 것으로 나타났지만, 배출량에서 H=3mm 가 홈의 크기로는 적합한 것으로 나타났고, 로울러의 회전속도 측면에서는 30rpm 보다 원형도는 다소 떨어지지만 작업능률을 고려하여 점뿌림의 경우에는 로울러의 회전속도는 60 rpm이 가장 적합한 것으로 판단되었다.

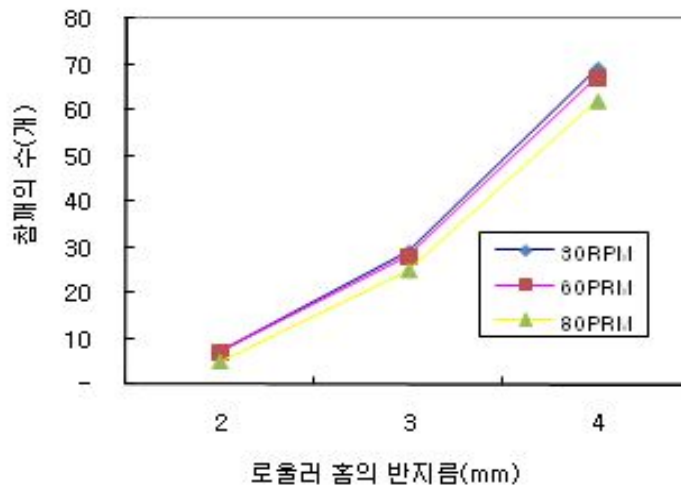


그림 3-28. 로울러 홈의 크기에 따른 배출량

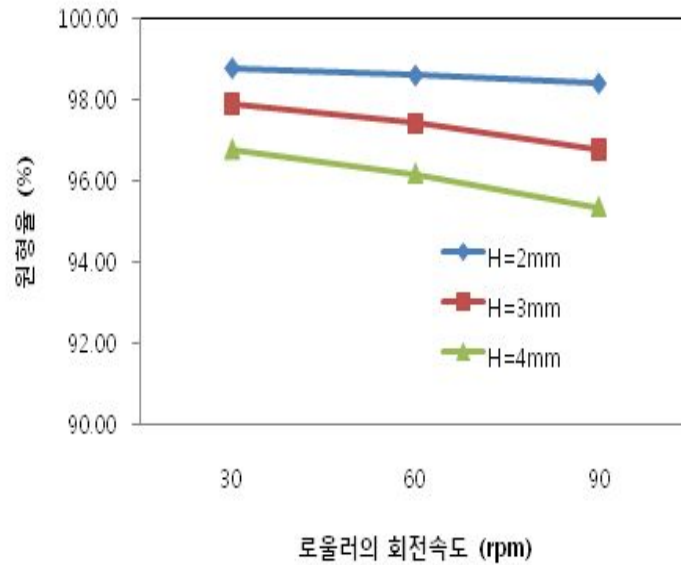


그림 3-29. 로울러의 회전속도에 따른 원형도

라. 홀어 뿌림 공정의 기계화

(1) 설계

홀어뿌림은 일정한 양의 참깨를 재료의 표면에 골고루 홀어 뿌려주는 방법이다. 수작업의 경우 홀어뿌림의 경우 한정의 김에 뿌려지는 깨의 개수는 대략 2,500~3,000 개 정도인 것으로 측정되었다. 상품성을 높이기 위해서는 김 표면에 균일하게 뿌려져야 하나, 정확한 양과 위치가 필요한 것은 아니다. 따라서 가능하면 구조가 간단하고 뿌려지는 깨가 균일하게 뿌려지며, 필요에 따라 뿌려지는 깨의 양이 조절 가능한 기능을 갖도록 개발하였다. 시작기는 호퍼의 출구 쪽에 원통형의 로울러를 장착하여 깨의 배출을 돕고 호퍼 배출구의 폭을 조절해 뿌려지는 깨의 양을 조절할 수 있도록 하였다. 뿌려지는 깨의 양은 실제로 김의 이송속도와 호퍼 배출구의 폭으로 결정되는데 실제로 호퍼 속의 로울러의 회전속도와 로울러 표면에 형성되는 홈의 형상과 크기도 영향을 미치게 된다. 현재의 연구 상태에서는 아직 김의 이송장치가 완성되지 못한 상황이어서 정확한 배출구의 폭과 호퍼 내 로울러의 회전속도를 결정하지 못하고 배출성능만 고려한 상태이다.

(2) 성능 실험

그림 3-30는 흠어뿌림 시작기를 나타낸 것이며, 그림 3-31은 로울러의 회전속도에 따른 1초 동안 개의 배출량을 나타낸 것이다. 그림 3-31에서 1.0mm(20)은 로울러내의 흠 반지름이 1.0mm, 흠의 개수가 20개임을 나타낸다.

로울러 흠의 반지름을 같게 하고 흠의 수량을 2배 하였을 경우, 고명된 참깨의 수량도 약 2배정도 증가했음을 볼 수 있다. 또한, 같은 개수의 로울러 흠일지라도 흠의 반지름을 크게 하였을 경우 고명된 참깨의 수량도 증가했음을 볼 수 있다. 하지만 로울러의 회전속도를 증가시켰을 때 그 결과가 앞의 두가지의 결과와는 다른 유형의 것임을 알 수 있었다. 즉, 로울러 흠의 반지름이 1mm 이고, 흠의 개수가 10 개에서 20개로 늘리면 고명된 참깨의 수량이



그림 3-30. 흠어뿌림 시작기

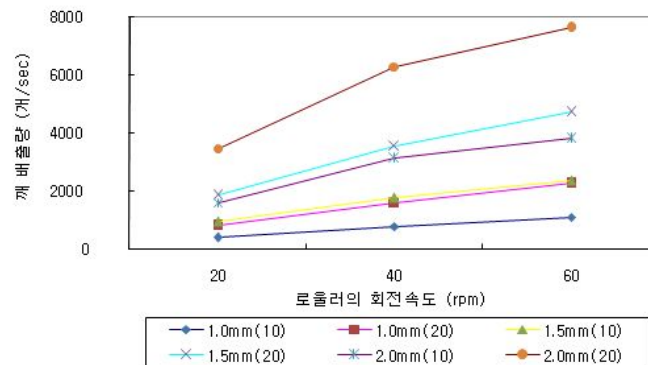


그림 3-31. 로울러의 회전속도에 따른 개의 배출량

증가함을 볼 수 있다. 또한 로울러 홈의 반지름이 1.0mm이고 홈의 개수가 20개 일 때 보다 로울러 홈의 반지름이 1.5mm이고 홈의 개수가 10개일 때가 고명된 참깨의 수량이 더 많다는 것을 볼 수 있었다. 하지만 로울러의 반지름이 1.5mm이고 홈의 수량이 20개인 경우에는 로울러의 반지름이 2.0mm이고 홈의 수량이 10개인 경우보다 더 많은 수량의 참깨가 배출됨을 알 수 있었다.

전술한 바와 같이 실제로 로울러의 회전속도와 배출구 폭은 김 공급속도와 연관되어 결정되어야 하므로 추후 이러한 설계 인자들을 상호 연계하여 최적 작동조건을 구명할 계획이며, 깨의 손실을 방지하기 위하여 광센서를 이용한 김 감지장치도 추가하였다.

제 4절 김부각 건조공정 기계화

1. 김부각 건조 공정 기계화

: 풀칠기에서 찹쌀풀이 묻어 배출되는 김부각은 건조과정을 거쳐야한다. 재래식 김부각 건조과정은 찹쌀풀을 바른 김을 채반에 얹어 햇빛에 바짝 말린다. 판매 목적으로 제조되는 김부각은 상품성이 요구되며, 이를 위해서는 건조과정에서 김부각의 변형이 적게 일어나야 하므로 난방된 실내에서 12~24시간 동안 건조시킨다. 이 과정에서 태양열이나 전기에너지를 이용한 경우도 있으므로 건조시간을 일률적으로 제시하기는 어렵다.

본 연구에서는 김부각 건조과정의 기계화모형 개발을 수행하였으며, 건조조건을 규명하여 완전기계화시스템 개발의 기초자료로 활용될 수 있도록 하였다. 실제로 김부각 건조공정의 기계화는 맛김 공정의 기계화시스템을 활용할 수 있으나 건조조건이 다를 뿐만 아니라 경제성에서도 차이가 있어 본 연구에서는 완전 건조공정 기계화를 위한 건조조건을 제시하고자 하였다. 맛김의 건조과정은 대부분 원적외선 세라믹히터를 장착하여 360℃ 정도에서 건조시킨다. 현재 사용되고 있는 맛김 건조기의 길이는 1, 2차 건조기의 길이를 합하여 약 4~5 m에 이르며 이송속도는 0.5 sec/장 내외이다. 그러나 맛김의 경우는 김의 두께가 얇고, 바르는 기름막도 얇아 건조시간이 단축될 수 있지만 김부각의 경우에는 김두께가 두껍고 찹쌀풀의 양도 많아 건조시간이 길어지므로, 상품성 제고를 위해 변형율을 줄이기 위해서는 가능한 저온으로 건조시켜야만 한다. 따라서 현재 사용되고 있는 맛김용 건조기의 김부각 건조에 직접적 적용은 어렵다고 판단하였으며, 김부각 생산규모가 확대될 경우에는 본 연구에서 제시된 기계화모형을 이용한다면 기술적으로 건조공정의 기계화는 충분히 가능할 것으로 판단된다.

2. 최적 건조 조건 규명

가. 재료 및 방법

김은 김부각 전용 김으로 주문 제작한 한 장 당 4 g인 김을 사용하였으며, 찹쌀풀은 찹쌀풀 조성비 및 제조조건에서 최적 조건으로 제시된 것을 사용하였다. 고명 재료로는 천립종이 2.22 g인 볶음참깨를 사용하였으며, 고명량은 최적 고명량 조건

에서 제시된 2.7 g 이었다.

최적 건조조건을 찾기 위하여 식품건조기가 사용되었으며, 사용된 건조기 모델은 대성 에너지의 전기건조기인 모델명 DSD-060이다. 이 건조기는 히터를 이용해 뜨거운 바람을 건조기 안으로 불어넣어 건조시키는 형식인 전기식 열풍형이고, 용량은 1900W이다. 온습도 조절이 가능하고, 습도를 조절하는 송풍기의 용량은 300W이며, 선반식으로 피건조물을 적재하게 되어있다.

표 3-12. 건조기 사양

제품명	모델명	형식	규격	옥내외구분
전기건조기 (농산물)	DSD-060	전기식 열풍형	선반식	옥내용
제품중량	습도조절 송풍기	정격전압	소비전력	전기히터
100kg (본체)	300W	단상 220V 60Hz	2200W	1900W



(a) 건조기 외부



(b) 건조기 내부

그림 3-32. 건조실험에 사용된 건조기

나. 결과 및 고찰

1) 건조 온도의 영향

전통 방식으로 김부각을 건조할 때, 상온이나 40 ℃ 이하에서 건조가 이루어진다. 건조시간을 단축하기 위해서는 재래식 건조온도보다는 고온에서 건조할 필요가 있다. 일반적으로는 식품의 경우 영양소의 파괴를 막기 위해 70 ℃ 이하에서 건조가 이루어진다. 김부각의 경우에 건조시간을 단축하기 위하여 온도에 따른 건조실험을 실시하였다. 120 ℃에서 충분히 건조시켜 본 결과 그림 3-33과 같이 변형이 심하고 급격한 수축으로 인하여 김부각의 일부에 찢긴 부분과 구멍이 발생하였다. 본 연구에서는 김부각의 상품성의 확보가 주요 개발 기준이었으므로 식품의 변형과 성분의 변화가 없고 식품건조 권장 최대온도인 70 ℃를 건조온도의 기준으로 설정하였다.



그림 3-33. 120 ℃에서 건조한 김부각의 상태

2) 건조발의 영향

가) 건조발 형태의 영향

재래식 김부각의 건조발은 특별한 형태의 것을 사용하지 않고 종이나 자리 등을 이용하여 건조한다. 그러나 건조발은 건조속도 뿐만 아니라 건조과정에서 발생하는 변형에도 영향을 주므로 적절한 것을 선택해야 한다. 본 연구에서는 건조발의 형태와 크기를 건조요인으로 설정하고 그 효과를 실험을 통해서 규명하였다. 우선 건조

발의 형태의 영향을 규명하기 위하여 원형 타공, 격자형, 무타공 형태의 건조발을 사용하여 건조온도 70 ℃에서 건조시간 1시간, 2시간, 3시간 동안 건조하여, 변형과 건조정도를 관능평가하고, 그 결과를 표 3-13에 나타내었다.

표 3-13. 건조발 형태에 따른 건조특성

건조온도(℃)	건조발 형태	건조시간(hr)	변형	건조정도
70	격자	1	소	중
		2	중	상
		3	중	상
	원형	1	소	하
		2	소	중
		3	중	중
	무타공	1	대	하
		2	대	하
		3	대	중

건조발의 형태와는 상관없이 건조시간에 따라 건조는 진행되고 변형도 커지게 된다. 건조발의 형태에 따라서는 변형은 원형이 가장 적은 것으로 나타났지만, 김부각이 건조발에서 떨어지지 않아 수거가 불가능하였다. 이는 상대적으로 원형의 경우 김부각과 접촉하는 면적이 많아 변형은 적으나 건조발과 부착정도는 심한 것으로 나타났다.

격자형의 경우 건조상태는 원형보다 우수하고 변형도는 비슷한 것으로 나타났다. 이는 격자의 경우에는 적은 구멍이 많아 열풍에 따른 수분의 증발이 용이하여 건조가 쉽고 접촉면적이 작아 건조 후 수거가 용이한 것으로 판단되었다. 따라서 건조발은 격자형태가 가장 적합한 것으로 판단하였다.

무타공의 경우는 건조속도나 변형율에서 가장 불리한 것으로 나타났다.

나) 건조발 크기의 영향

건조발 형태 실험에서 격자형 건조발에서 2시간을 건조시키면, 함수율이 4~5%

까지 충분히 건조되었다. 격자형 건조발은 철사를 사각형으로 엮은 것으로 격자가 15 mm × 15 mm 인 것과 1.5 mm × 1.5 mm 인 두가지 크기의 격자형 건조발을 제작하여 건조실험에 사용하였다. 그림 3-34와 그림 3-35는 15 mm × 15 mm 건조발과 1.5 mm × 1.5 mm 건조발을 각각 나타낸 것이다.

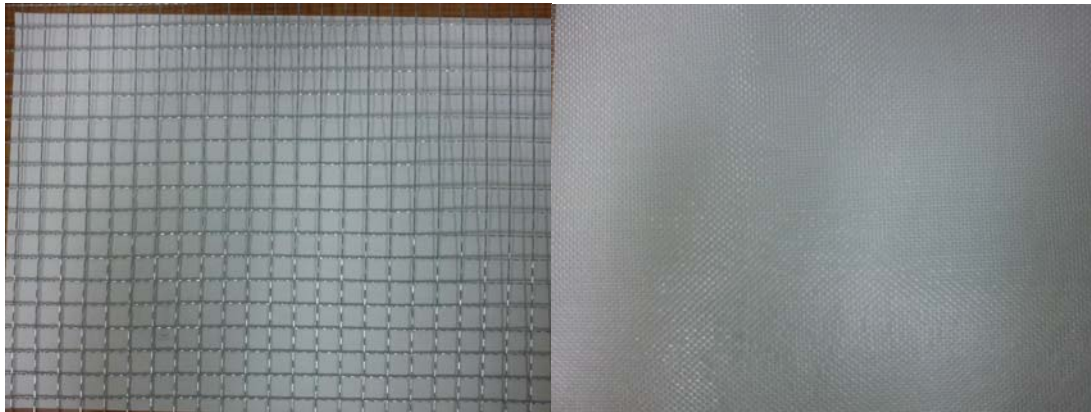


Fig 3-34. 15 mm × 15 mm 건조발

Fig 3-35. 1.5 mm × 1.5 mm 건조발

두가지 격자 크기의 건조발을 사용하여 건조한 김부각의 형태를 그림 3-36과 그림 3-37에 각각 나타내었다. 그림에서 나타난 바와 같이 격자 크기 15 mm × 15 mm 건조발에서는 변형이 거의 없고, 건조는 잘 되었으나 김부각에 크랙이 발생하였고, 수거가 어려웠다.

그림 3-37은 1.5 mm × 1.5 mm 건조발에서 건조한 김부각의 모습이며, 변형도 거의 없고, 건조가 잘 되었다. 작은 크기의 격자에서 건조효과가 높게 나타난 것은 격자가 작을수록 김부각이 부착되는 면적이 커서 변형이 작게 일어나며, 작은 격자지만 그 사이로 공기와 충분히 접촉하여 건조도 잘 이루어지는 것으로 판단하였다. 따라서, 격자형태의 1.5 mm × 1.5 mm 크기의 건조발이 가장 적합한 형태의 건조발로 선택하였다.

격자의 크기가 작을수록 접촉면적이 많아 건조와 변형 측면에서는 유리하나 건조 후 분리하는데는 어려움이 발생한다. 이를 극복하기 위하여 건조발에 미리 식용유를 약간 바르고 그 위에 김부각을 놓아 건조시키면 건조 후 건조발로부터 김부각을 분리하는데 문제가 발생하지 않았다.



그림 3-36. 15 mm × 15 mm 건조발에 건조한 김부각



그림 3-37. 7. 1.5 mm × 1.5 mm 건조발에 건조한 김부각

3) 건조시간의 영향

건조발의 형태와 크기는 1.5 mm × 1.5 mm 격자형 건조발에서 건조하는 것이 가장 좋다고 판단되어, 이 건조발을 사용하여 건조온도 70 °C에서 1시간, 2시간, 3시간씩 각각 건조하여 건조특성을 분석하였다. 측정항목은 건조정도, 건조무게, 함유율, 변형률, 수축률 등이었으며 각 수준에서 6반복 실시하였다. 각 항목의 측정 방법은 건조정도는 관능평가, 함유율은 건량기준함수율을 이용하여 측정하였고, 변형률은 김부각의 바깥쪽 모서리 4곳, 네 변의 중심 4곳, 총 8곳의 높이를 재어 평균값으로 구하였다. 수축률을 대각선 두 곳을 재어 평균값을 구하였으며, 실험 결과를 표 3-14에 나타내었다.

표 3-14. 건조시간에 따른 김부각 건조 특성

김 무게 (g)	풀칠량 (g)	고명량 (g)	건조시간 (hr)	건조정도	함수율 (%)	변형률 (mm)	수축율 (mm)
4	33	2.7	1	중	5.26	8.55	52.8
			2	상	3.89	12.13	57.3
			3	상	3.25	14.63	59.5



그림 3-38. 건조된 김부각 사진(왼쪽부터 건조시간 1시간, 2시간, 3시간)

건조시간 1시간의 경우에는 건조정도 중, 함수율 5.26 %, 변형률 8.55 mm, 수축율 52.8 mm로 나타났다. 건조가 완전히 이루어지지 않아 바삭거림이 부족하였으므로 건조가 더 필요하다고 판단되었다. 건조시간 2시간의 경우에는 건조정도 상, 함수율 3.89 %, 변형률 12.13 mm, 수축율 57.3 mm로 나타났다. 건조가 충분히 이루어졌으며, 맛 테스트에서도 바삭거림이 충분하였다. 건조시간 3시간의 경우에는 건조정도 상, 함수율 3.25 %, 변형률 14.63 mm, 수축율 59.5 mm로 나타나 건조시간 2시간과 3시간 때의 건조 특성에는 차이가 거의 없었다.

따라서 김부각의 건조조건으로는 건조시간은 2시간이면 충분하다고 판단되었으며, 이 때 함수율은 4% 대 까지 이루어지는 것으로 나타났다.

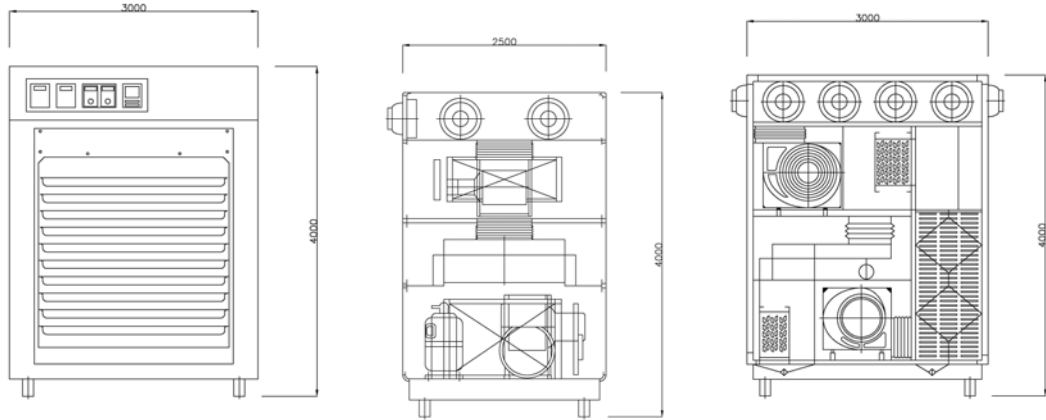
3. 건조기 모델

: 본 연구에서 개발한 김부각제조시스템은 김공급기, 찹쌀풀 풀칠기, 고명기의 일관 시스템으로 구성되었다. 왜냐하면 건조 과정은 기업의 규모와 경제성을 고려할 때 일관기계화시스템 보다는 별도의 건조기가 적합하다고 판단하였기 때문이다. 경

제성을 고려한 김부각의 모델을 제시하기 위하여 건조실 체적 30 m³ 용량의 건조기 시방서를 제시한다. 표 3-15는 그 시방서이며, 그림 3-39는 그 개략적 도면을 나타낸 것이다.

표 3-15. 김부각 건조실 모델 시방서

항목	규격	수량	단가(원)	금액(원)
전기전열기	220V, 3kW	4대	100,000	400,000
송풍기	팬 직경 50cm	3대	100,000	400,000
에어컨	10평 ~ 20평	1대	300,000	300,000
자동온도조절기	3kW(히터용)	4대	30,000	120,000
차단기	30A	4대	20,000	80,000
건조대틀	46x125x150 cm (6cm 간격 25단)	12대	200,000	2,400,000
건조대판	45x124x2 cm	300판	30,000	9,000,000
코드선	10m	4개	10,000	40,000
콘센트	3구용	4개	5,000	20,000
총액				12,760,000



(a) 정면도

(a) 측면도

(b) 배면도

그림 3-39. 건조기 모델 도면

제 5절 튀김부각 제조 기계화

1. 최적 튀김 조건 규명

가. 재료 및 방법

김은 김부각 전용 김으로 주문 제작한 한 장 당 4 g인 김을 사용하였으며, 찹쌀풀은 찹쌀풀 조성비 및 제조조건에서 최적 조건으로 제시된 것을 사용하였다. 고명 재료로는 천립중이 2.22 g인 볶음참깨를 사용하였으며, 고명량은 최적 고명량 조건에서 제시된 2.7 g 이었다. 튀김에 사용된 기름은 옥수수기름을 사용했으며, 기름의 온도 측정은 휴대용온도계인 FLUKE사의 68 IR THERMOMETER를 사용하였다.

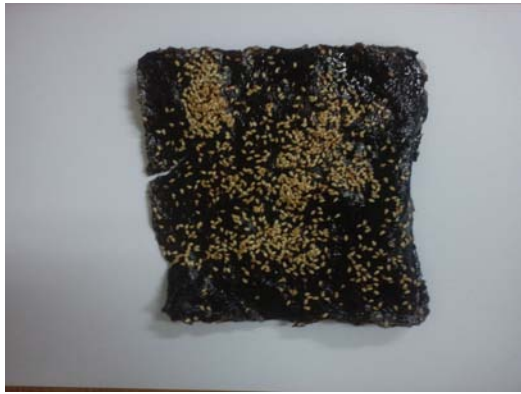
튀김에 사용된 김부각은 찹쌀풀을 바른 뒤 건조기에서 70 °C로 2시간 건조된 김부각이었으며, 튀김 기름 온도는 170 °C, 180 °C, 190 °C, 210 °C의 4가지 온도를 사용하였으며, 튀김시간은 15초와 20초 두가지 시간에서 실험하였다. 실제로 튀김 기초실험에서 김부각 튀김에 가장 적합한 온도는 170 °C, 튀김시간은 15초가 최적조건임을 규명한 바 있으나 여기에서는 시작기로 제조된 김부각을 사용하여 튀김실험

을 수행하였다. 튀김기로는 온도조절이 가능한 전용 튀김기를 사용하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 기름 온도의 영향

김부각 제조 시작기로 만들어 건조기 70 °C에서 2시간 건조된 김부각을 옥수수 기름으로 기름 온도 170 °C, 180 °C, 190 °C, 210 °C에서 각각 15초간 튀겼다. 튀김 상태는 육안으로 관찰하여 그 결과를 그림 3-40에 나타내었다.



(a) 170°C



(b) 180°C



(c) 190°C



(d) 200°C

그림 3-40. 튀김기름 온도에 따른 김부각의 튀김상태

그림에서 나타난 바와 같이 180 °C 이상에서는 김부각 표면이 타기 시작하여 상품성이 현저히 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 기초 실험 결과와 마찬가지로 시

작기로 제조된 김부각의 경우에도 최적의 튀김 온도는 170 ℃인 것으로 판단하였다.

2) 튀김시간의 영향

건조기 70 ℃에서 2시간 건조된 김부각을 기름온도 170 ℃에서 15초, 20초간 김부각 한 장과 한 장을 작게 자른 상태에서 튀겨 그 튀김상태를 관능검사로 평가하였다. 그림 3-41에는 한 장 단위로 튀긴 것이며, 그림 3-42는 작게 자른 상태에서 튀긴 것이다. 실제로 소비자들은 김부각을 작게 찢어 튀기는 경우가 많다. 한 장 크기로 튀긴 경우에는 당연히 변형이 20초 동안 튀긴 경우에 많이 생긴 것으로 나타났다. 작게 잘라서 튀겼을 경우에는 변형의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 식감은 15초 동안 튀긴 것은 바삭한 느낌이었고, 20초 동안 튀긴 것은 딱딱한 느낌이 있었기 때문에, 20초는 과도하게 튀겨진 것으로 판단된다. 따라서, 튀김부각은 옥수수기름 170 ℃에서 15초간 튀기는 것이 최적 조건으로 판단하였다.



그림 3-41. 튀김 시간에 따른 변형(왼쪽은 15초, 오른쪽은 20초 튀김)

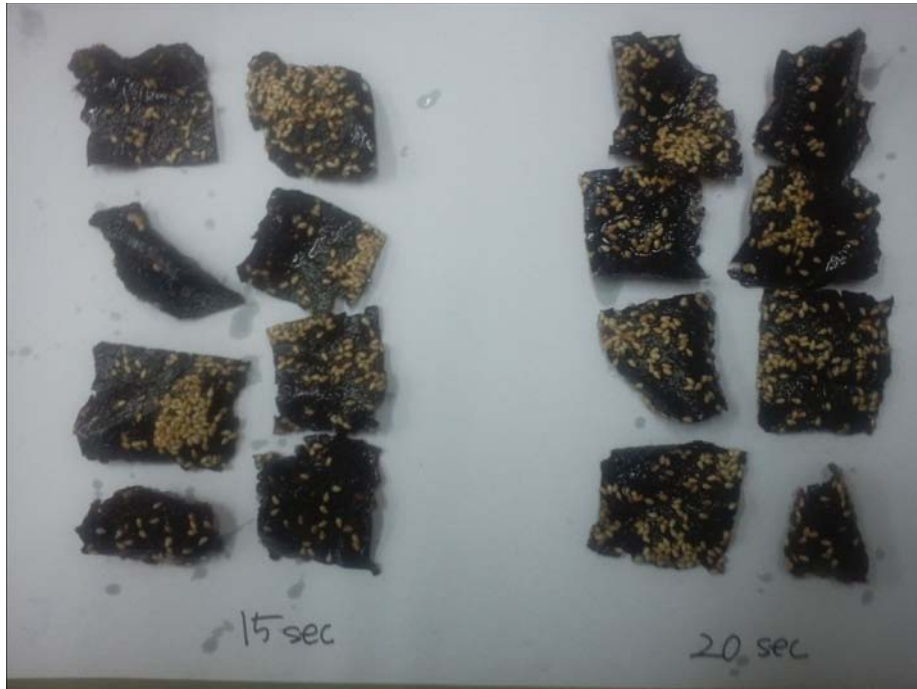


그림 3-42. 작게 자른 경우의 튀김 시간에 따른 변형

2. 건조과정을 생략한 튀김공정의 최적 튀김 조건 규명

: 전통적인 김부각 제조과정은 원료김에 찹쌀풀과 고명을 바른 후 건조시켜 조리시 그대로 먹거나 구워먹기도 하지만 튀김김부각으로 먹는 경우가 대부분이다. 본 연구에서는 김부각의 수요와 제조업체의 규모 등을 고려하여 고명뿌리기 공정까지의 기계화시스템을 개발하였다. 그러나 소비자가 가장 선호하는 튀김형태의 김부각을 일관시스템으로 제조할 수 있다면 작업능률의 대폭적인 향상을 기할 수 있다. 따라서 여기에서는 튀김공정까지 포함한 김부각제조의 모든 제조공정의 기계화를 완성할 수 있는 시스템설계에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다. 이를 위해 건조과정을 생략하고 고명공정 후 바로 튀김공정이 연결되는 튀김김부각 제조시스템의 튀김공정 조건 규명 실험을 실시하였다.

가. 재료 및 방법

김, 찹쌀풀, 깨, 그리고 식용유 등의 재료는 최적 튀김 조건 규명에서 사용한 것을 동일하게 사용하였으며, 찹쌀풀이 바른 후 건조과정을 거치지 않은 김부각을 바

로 튀겨 그 효과를 측정하였다. 시험요인으로는 기름의 온도와 튀김시간이었으며, 튀김성능은 관능평가와 수축율로서 평가하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 기름 온도의 영향

참쌀풀과 고명이 뿌려진 후 건조되지 않은 상태의 김부각을 바로 튀겼을 때 튀김유의 온도에 따른 영향을 알아보기 위하여 170 °C, 190 °C, 210 °C 온도에서 각각 5분간 튀긴 후 김부각의 튀김 결과를 측정하였다. 이때 기름 온도 170 °C는 고명공정 후 건조과정을 거쳤을 때의 최적 건조온도이었다. 그림 3-43은 튀긴 후의 김부각 상태를 나타내고 있다.

외형적으로 170 °C와 190 °C에서 5분간 튀긴 경우는 외형의 차이가 없었으나 210 °C에서 튀긴 경우는 사각형의 모습을 유지하지 못하고 변형이 심하였다. 하지만 모든 경우에 있어서 뒤틀림은 거의 없었으나 수축 정도는 매우 심한 것으로 나타났다. 170 °C에서 5분 동안 튀긴 경우의 식미감에 있어서 바삭거림은 조리 직후 튀김을 구부렸을 때, 깨지지 않고 접혀질 때까지 구부러져 바삭거림이 부족하였다. 튀김 후 바삭거림을 증가시키고자 튀긴 다음 10분 동안 상온에서 건조시킨 후 김부각의 상태는 바깥쪽 부분은 충분한 바삭거림이 있었지만 중앙부분이 덜 튀겨져 바삭거림이 아직 부족하고 질긴 느낌이 남아있었다.



(a) 170 °C

(b) 190 °C

(c) 210 °C

그림 3-43. 건조과정 없이 5분씩 튀긴 김부각

190 ℃에서 5분 동안 조리한 경우에는 외형은 차이가 없었으며, 바삭거림은 조리 직후 튀각을 구부렸을 때, 90°까지 구부러졌다. 튀김 10분 후 상온에서 건조과정을 거쳤을 때는 바삭거림은 외각이나 중앙부분 모두 충분하였다.

2) 기름 시간의 영향

김부각 제조 기계화시스템에서는 생산능률을 향상시키기 위해서는 제조 시간을 단축하는 것이 필요하다. 따라서 상품성에서 차이가 없으면 높은 튀김 온도에서 짧은 시간에 튀기는 것이 바람직하다. 튀김온도 실험 결과를 바탕으로 210 ℃에서 생산성에 영향을 미치는 튀김시간 영향을 분석하였다.

그림 3-34는 210 ℃에서 1분, 3분, 5분 동안 조리한 김부각을 나타내고 있다. 외형은 5분간 튀긴 것을 제외하면 거의 동일했고, 바삭거림의 경우 1분 동안 조리한 튀각의 경우는 190 ℃에서 5분 동안 조리한 것과 거의 동일하였으나 중심부위는 바삭거림이 부족하였다. 210 ℃에서 3분 동안 조리한 것은 조리 직후에도 구부리면 바로 깨질 정도로 좋았고, 튀긴 후 상온에서 10분 건조과정을 거친 후에는 더욱 바삭거림 식감이 가장 우수하였다.

따라서 고명공정 후 건조과정을 생략하고 바로 튀김김부각을 제조하는 경우에는 210 ℃에서 2~3분 동안 튀기는 것이 가장 좋은 것으로 판단되었으며, 실제 생산에 있어서는 제조자의 기호와 목적에 따라 다소 튀김온도와 시간을 조절하면 될 것으로 보인다.



그림 3-34. 210 °C에서 1분, 3분, 5분 동안 조리한 튀각 (왼쪽부터 1분 3분 5분)

다만, 표 3-16에는 변형률을 나타내었는데 모든 온도에서 77% 정도의 수축율을 보이는 것으로 나타났다. 따라서 제조자의 필요에 따라 생산된 김부각의 크기 감소를 감수하더라도 튀김김부각 제조를 원하는 경우에는 튀김김부각제조 일관기계화시스템 개발이 가능할 것으로 판단되었다.

표 3-16. 김과 튀각의 실측 크기

	가로 (mm)	세로 (mm)	넓이 (mm ²)	수축률 (%)
김	215	195	41,925	0
튀각	110	110	12,100	77.1

제 6절 구운부각 제조 기계화

1. 최적 구이 조건 규명

: 실제로 소비자는 김부각을 대부분 튀겨 먹으나 때때로 구워 먹는 경우도 있다. 튀김정도나 구이 정도는 소비자의 입맛에 따라 결정되므로 일률적으로 제시하기는 어려우나 상품성이 확보되는 수준에서 적정 구이 조건을 찾고자 하였다. 따라서 본 연구에서는 김부각을 구워 먹는 경우에 적절한 구이 온도를 제시하기 위하여 관능 평가 실험을 실시하였다. 구이 온도도 튀김 온도와 마찬가지로 170℃ 가 최적 온도로 가정하였다.

가. 재료 및 방법

김은 김부각 전용 김으로 주문 제작한 한 장 당 4 g인 김을 사용하였으며, 찹쌀풀은 찹쌀풀 조성비 및 제조조건에서 최적 조건으로 제시된 것을 사용하였다. 고명 재료로는 천립중이 2.22 g인 볶음참깨를 사용하였으며, 고명량은 최적 고명량 조건에서 제시된 2.7 g 의 것을 사용하였다. 시료는 170 ℃ 온도의 가스불에 직화 방식으로 구웠으며, 불의 온도 측정은 휴대용온도계인 FLUKE사의 68 IR THERMOMETER를 사용하였다.

나. 결과 및 고찰

170 ℃ 온도의 불에 직화방식으로 10초, 15초, 20초 동안 구웠다. 그림 3-43은 왼쪽부터 10초, 15초, 20초 동안 구운 것이다. 전체적으로 고르게 구워지지 못한 이유는 불길이 김부각 전면에 걸쳐 고르게 가해지지 못한 때문이며, 굽는 시간이 길어질수록 타는 부위가 늘어나는 것을 확인할 수 있었다. 식감은 10초간 구웠을 때 가장 좋았으며, 15초, 20초간 구운 부각은 타는 부분이 많기 때문에 탄 맛이 강하게 느껴져 상품성이 떨어진다고 판단하였다. 따라서, 구운 김부각의 경우에는 굽는 시간이 10초가 가장 적당한 것으로 판단하였다.



Fig 3-43. 굽는 시간의 영향 (10초, 15초, 20초)

제 7절 통합시스템 개발 및 보완

1. 단위공정기계 운전조건 구명 및 성능보완

가. 김공급기

(1) 1차 시작기의 개선점

원료김 공급을 위해 제작된 김공급기 1차 시작기의 성능평가 결과 다음과 같은 주요 문제점이 지적되었다. 시작기의 김 공급 성능평가는 김 부각 제작을 위한 일반 김, 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김, 돌김을 대상으로 김 공급속도 60, 85, 110 회/분의 3 수준, 김 낱장 공급장치 흡입구의 흡입 풍력 1, 2, 3단(흡입 풍속 약 13, 18, 23m/s) 3 수준에 따라 성능실험을 수행하였다.

○ 김 덧붙임공정을 생략하고 원료김을 두꺼운 형태로 제작한 김과 가장 유사한 형태인 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김은 김 공급속도 중속(85회/분), 김 낱장 공급장

치 흡입구 풍력 3단(풍속 23m/s)에서 가장 좋은 성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 1.7%, 1장 공급비율 98.3%, 김 흡입 부착 실패율 6.1%, 김 손상비율 4.2%로 나타나 일반 김과 비슷한 공급성능을 보였다.

○ 김 자동 공급기의 미공급비율, 2장 공급비율, 흡입 부착 실패율, 손상비율 감소와 날장 정위치 공급 비율을 높이기 위해서는 균일 흡입 부착을 위한 김 날장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입부 형상 개선, 김 날장 공급장치와 김 적재대 부품의 가공 및 설치 간격 개선, 원활한 김 공급을 위한 가이드 부품의 추가 설치 등이 필요하다고 판단되었다.

○ 김 자동 공급기의 공급성능을 제고하기 위해서는 부각용 김의 종류에 따른 특성을 고려하여 김의 공급속도와 김 날장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입구 풍력을 적정 수준으로 유지할 필요가 있으며, 가능하면 김 제조 시부터 부각 제조에 적합한 두께와 무게로 구멍이 없이 매끄럽게 규격화 생산하면 김 자동 공급기의 작업능률과 공급성능을 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

(2) 시작기 보완 설계 및 성능평가

1차 시작기의 성능평가 결과를 토대로 김공급기를 보완하였으며, 주요 개선방향은 풍량조절 및 공급속도 조절 범위를 넓혀 김종류에 따른 적당한 조절이 가능하게 한 것과 풀칠기로의 이송이 걸림이 없도록 김 적재대 부품의 가공 및 설치 간격 개선이었다. 이를 위해 흡입구 측의 최대풍량 25 m/s, 최대 김공급속도를 1,500 장/hr 범위로 조절이 가능하게 변경하였다. 또한 풀칠기로의 원활한 김공급을 위하여 우레탄 재질의 이송벨트의 구조 및 형태를 변경하였다.

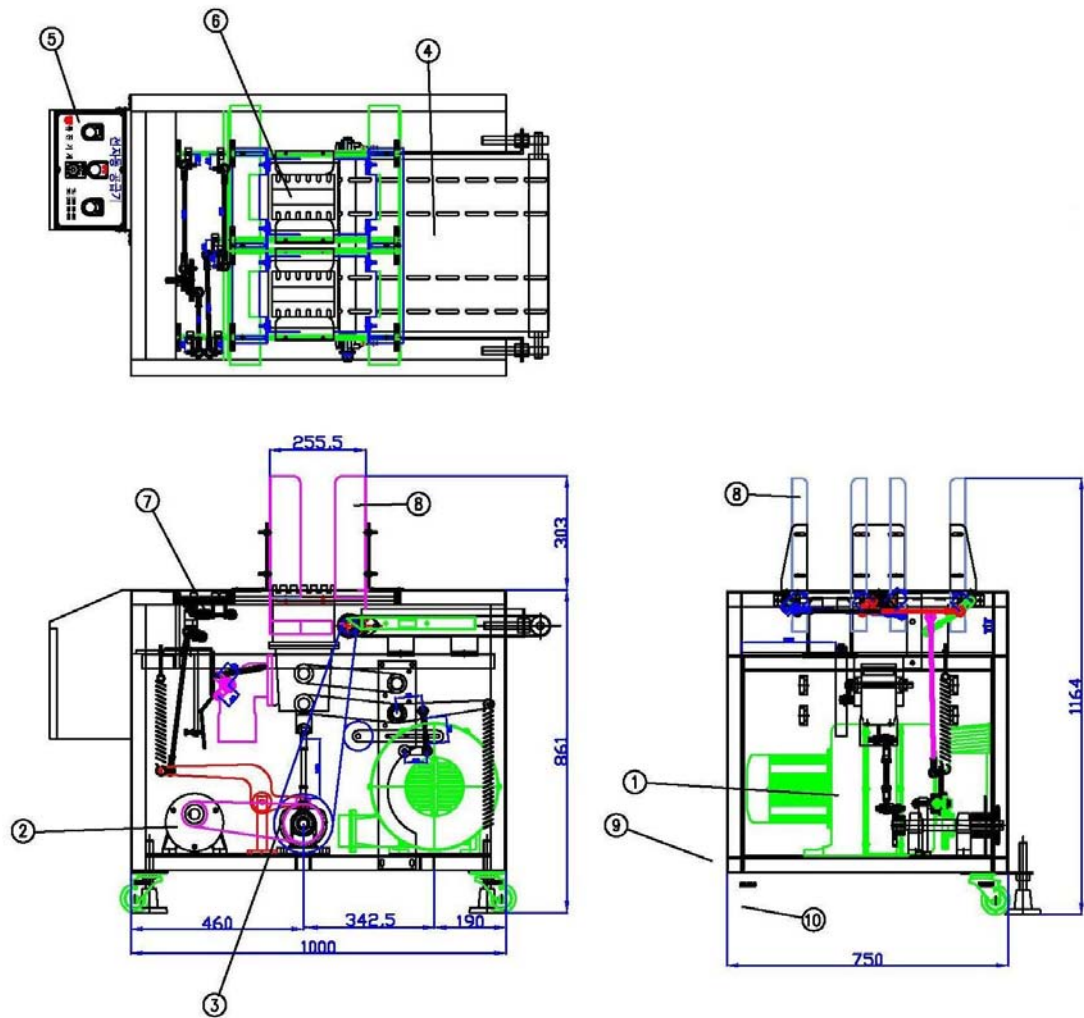
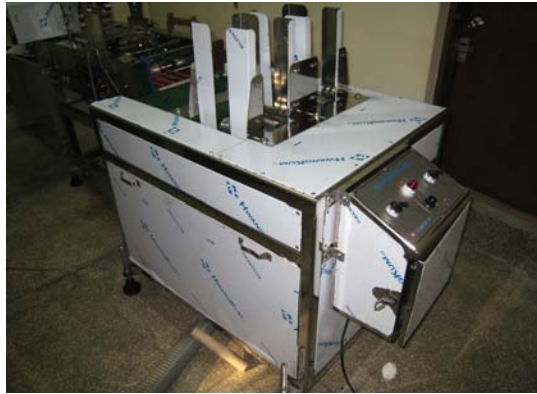


그림 3-45. 김 공급기 도면

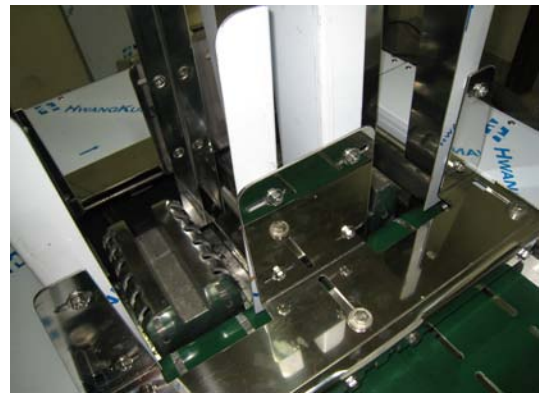
표 3-15에는 새로 제작된 2차 김공급기의 주요 구성요소를 나타내었다. 그림 3-45는 김공급기의 도면을 나타낸 것이고, 그림 3-46은 주요부의 사진을 각각 나타낸 것이다.

표 3-15. 김공급기 주요 구성 요소

구성 번호	명칭	사양	비고
1	흡입 Blower	VB-403	
2	Geared Motor	F105 10:1	
3	Cam	∅120	S45C
4	이송벨트	2T×460×1175ENDLESS	Green 우레탄
5	Control Box	320×217×237	SUS 304
6	흡입 Hopper	알루미늄 주물	피막코팅
7	Ball Joint	JF-8	
8	김 적재대	2T	SUS 304
9	높이 조절봉	M20×200	SUS 304
10	Wheel	2030S	우레탄



(a) 김공급기 외관



(b) 김 적재 및 흡입부



(c) 송풍부



(d) 제어부

그림 3-46. 김 공급기

1차 시작기와 보완된 2차 시작기의 성능평가 결과를 표 3-16에 나타내었다. 단, 1차 시작 성능평가에 사용된 김은 김 2장을 1장으로 붙인 김이었으며, 2차 시작기 성능평가에 사용된 김은 본 시스템에 적합하도록 무게를 증가시켜 제조한 장당 4.1g 짜리 김이었다.

성능평가에 사용된 항목의 계산은 다음의 식을 이용하였다.

- 미공급비율 = 김 낱장 공급장치 흡입구 부착 및 기계 내 걸림 장수/총 김 공급 장수
- 1장 공급비율 = 1장 공급 장수/총 공급 장수
- 2장 공급비율 = 2장 공급 장수/총 김 공급 장수
- 김 낱장 공급장치의 김 흡입 부착 실패비율 = 김 흡입 부착 실패 횟수/ 총 김 흡입 횟수
- 김 손상비율 = 2cm 이상 찢어진 김 장수/총 김공급 장수

표 3-16. 김공급기 성능

성능 항목	1차 시작기	2차 시작기
최대 김 공급속도	1,300 장/hr	1,500 장/hr
흡입구 최대풍속	23 m/s	25 m/s
미공급율	1.7 (%)	1.2 (%)
1장 공급비율	98.3 (%)	99.1 (%)
김 흡입 부착 실패율	6.1 (%)	4.3 (%)
김 손상비율	4.2 (%)	2.8 (%)

나. 풀칠기

(1) 1차 시작기의 개선점

풀칠기 1차 시작기는 제조조건별 찹쌀풀 특성 및 도포방식의 김부각 적응성 실험 결과 선택된 로울러식 풀칠기로 개발되었다. 1차 시작기는 수동으로 작동되며 단지 로울러식의 도포성능을 평가하기 위하여 제작되었으므로 찹쌀풀 조성비 및 찹쌀풀

제조조건에 따른 김부각에의 찹쌀풀 도포성능만을 평가하였다. 모든 실험조건에서 도포율은 91~ 100%를 나타내었으며, 김 1장당 도포량은 찹쌀가루 양과 찹쌀풀 쑤는 시간에 따라 다르게 나타났다. 하지만 2차년도 연구에서는 1차년도 연구에서 최종적으로 최적의 찹쌀풀의 제조 성분 및 제조조건을 결정하였으므로 최종 찹쌀풀 풀칠기 개발은 전자동 풀칠기로 개발하여 찹쌀풀의 성분 및 제조조건은 고려하지 않고 단지 풀칠기의 기계적인 작동조건에 따른 도포성능을 평가하였다.

(2) 시작기 보완 설계 및 성능평가

1차년도 연구에서 김부각의 재래식 제조 방법인 두장의 김 덧붙임 공정을 생략하고 돌김과 파래김을 혼합하여 제조한 1장의 두꺼운 김으로 부각을 만들었을 경우 식품성 확보는 물론 기계화공정의 획기적 단순화를 기할 수 있어 김 덧붙임 공정을 생략하기로 결정하였다.

따라서 2차 풀칠기 시작기는 전자동 풀칠기로 개발되었으며, 주요부는 김공급기로부터의 김 투입부, 풀칠 롤러, 구동부, 제어부, 찹쌀풀 공급부 및 호퍼, 방출부 등으로 구성되었다. 그림 3-47에는 김 풀칠기와 고명기의 도면을 나타내었다.

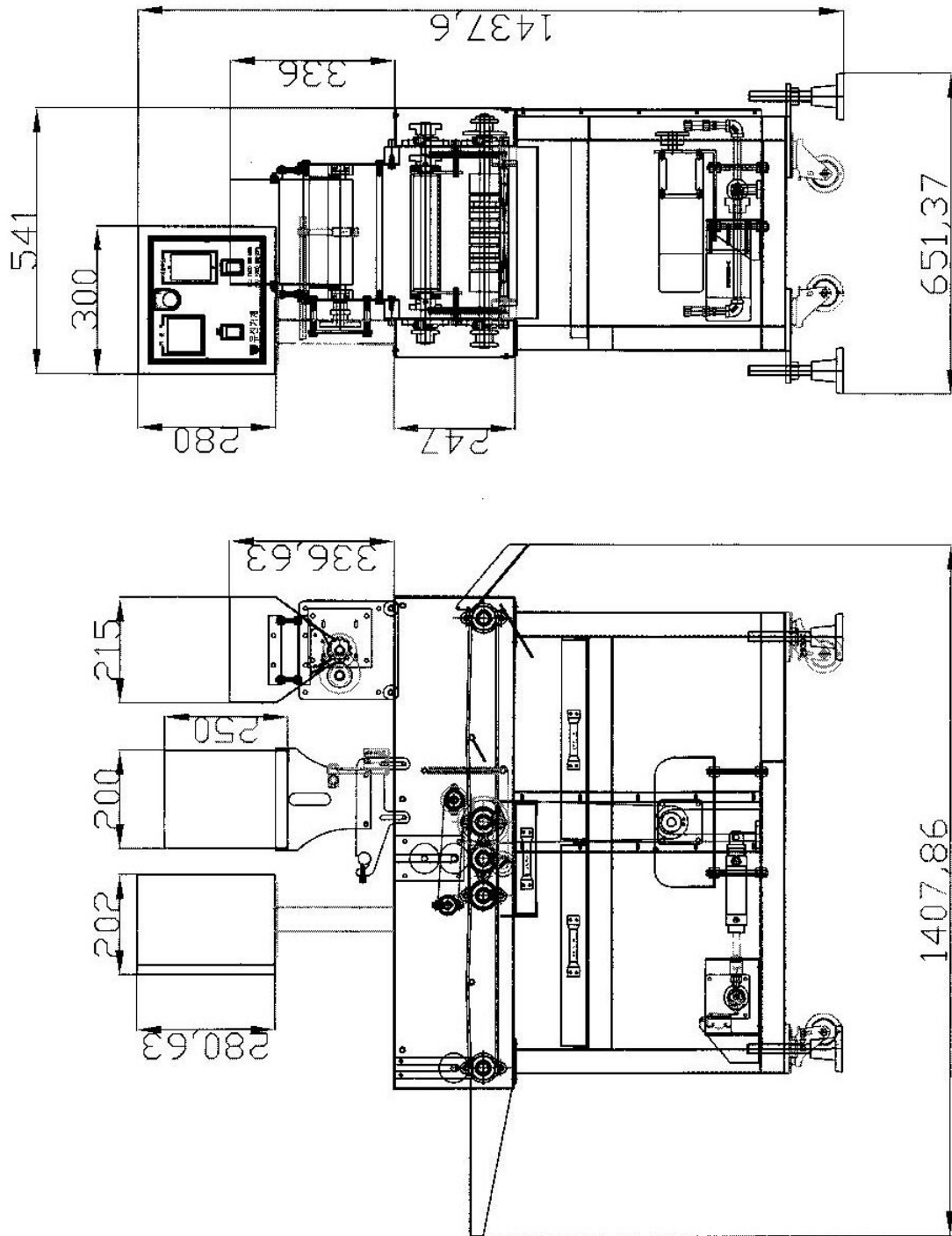
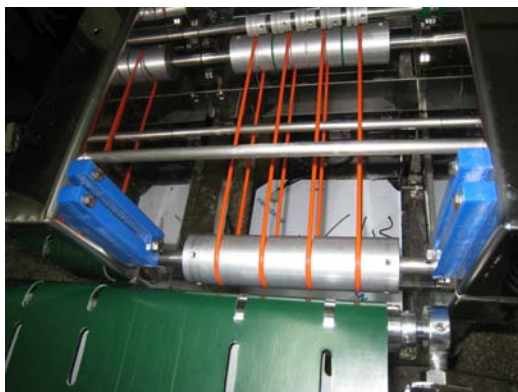


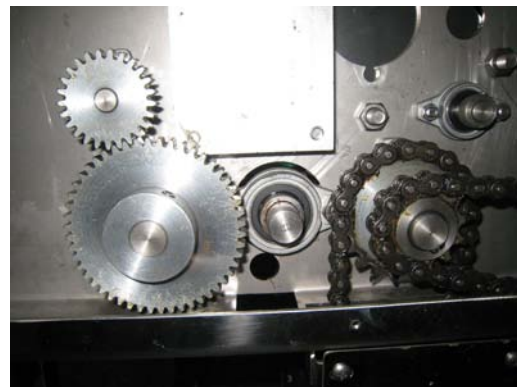
그림 3-47. 김 풀칠기 및 고명기 도면

(가) 김 투입부

김 투입부는 김공급기로부터 이송되어오는 김을 풀칠로울러로 이송시키는 작용을 하며, 김을 잘 받치면서도 원활한 김이동을 위해 우레탄줄을 이용하여 김이 그 줄 위에 실려 이동하도록 하였다. 그림 3-48의 (a)는 김 투입부를 나타내며 김공급기로부터 초록색의 우레탄 벨트로부터 김공급을 받는다. 우레탄줄을 회전시키는 축은 그림 3-48의 (b)와 같이 풀칠기를 구동하는 모터로부터 스프로킷을 이용하여 구동시키도록 되어있다.



(a) 김 투입부 입구



(b) 김 투입부 입구측 구동장치

그림 3-48. 김 투입부

김 투입부 입구측 축의 회전속도는 최대 200 rpm(선속도 20.9 cm/s) 이며, 본 연구에서 목표로 하는 공급량 720 매/hr 에 해당하는 회전속도는 27 rpm(선속도 2.83 cm/s)이었다. 그림 3-50에는 풀칠기의 회전속도 조절레버 단수에 따른 김이송 속도를 나타내었으며 결정계수는 1로서 완전한 선형성을 나타내었다.



그림 3-49. Motor speed controller

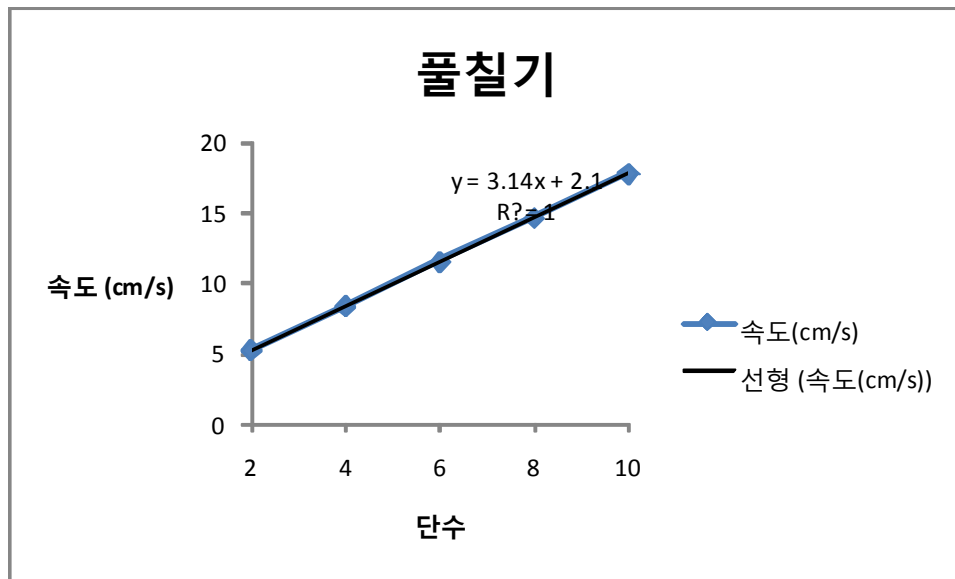


그림 3-50. 회전속도 조절레버 단수에 따른 김이송속도

(나) 찹쌀풀 공급부 및 호퍼

풀쭈기 기계에서 제조된 찹쌀풀은 호퍼에 담겨져 있다가 에어실린더에 의해 풀칠부에 공급된다. 에어실린더는 풀칠기 전체를 구동하는 모터와는 다른 별도의 실린더구동모터로 구동되며, 실린더구동모터는 김 이동을 감지하는 광센서의 신호에 따라 작동하게 된다.

그림 3-51은 찹쌀풀이 공급되는 작동순서도(제어신호흐름도)를 나타낸 것이며, 찹쌀풀 공급율을 결정하는 실린더의 펌핑속도는 공급부 제어부에서 조절된다. 김공급기에서 투입되는 김이 풀칠기를 통과할 때마다 광센서는 김통과 횡수를 카운트한다. 광센서는 Autonics 사의 직접 반사형 BM200-DDT 모델이며, 김출거리는 100 mm, 전원전압은 12~24VDC, 응답속도는 3 ms 이하인 NPN open collector 출력의 포토센서를 사용하였다.

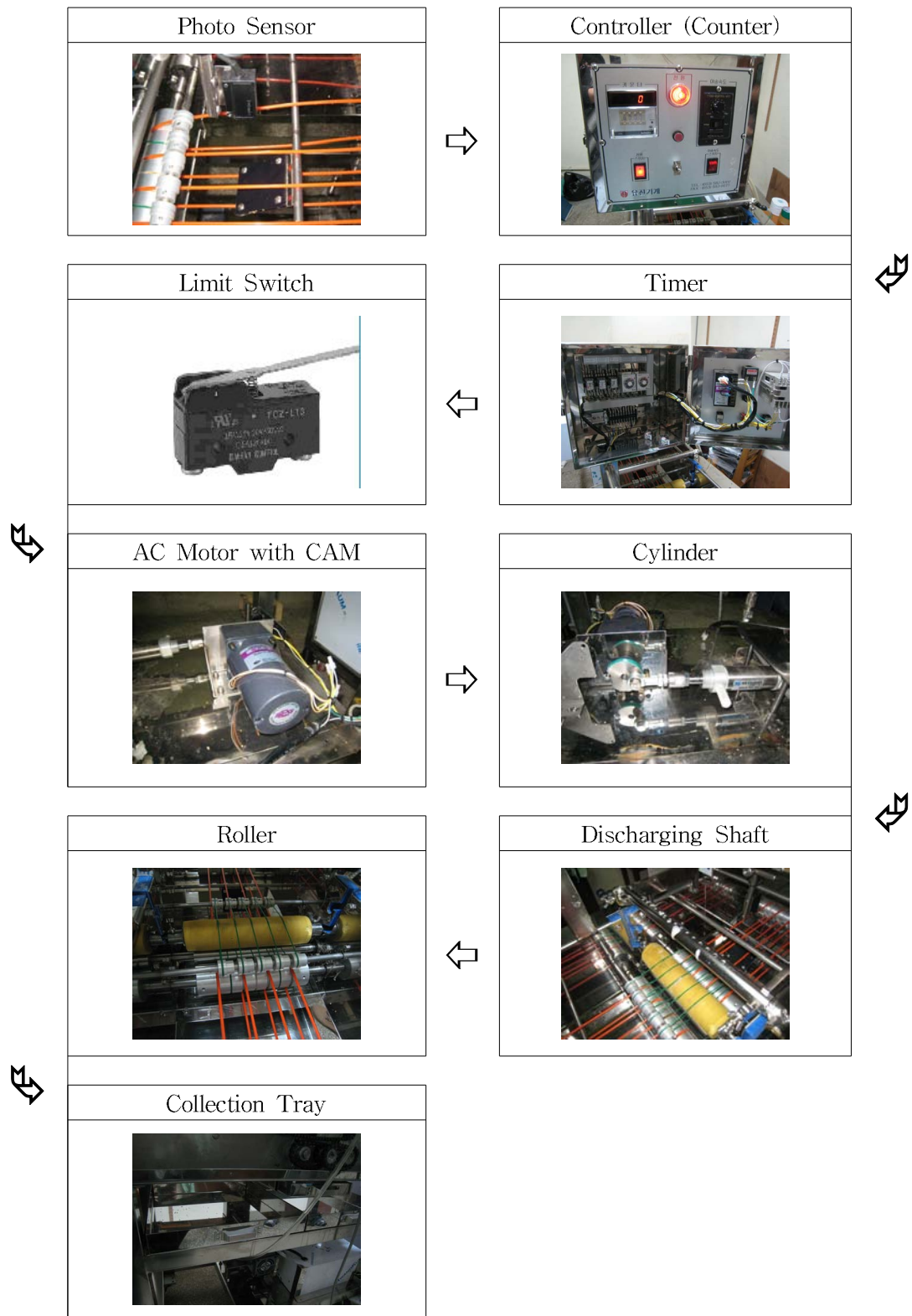


그림 3-51. 풀칠기의 찻쌀풀이 공급되는 작동순서도(제어신호흐름도)

포토센서의 출력은 카운터로 입력되고 카운터는 설정된 계수값에 따라 실린더구동모터에 구동 신호를 출력하게 된다. 예를 들어 카운터의 설정값을 2로 하면 2장의 길이 통과할 때 마다 실린더구동모터에 모터구동신호를 내보내게 되는 것이다. 카운터는 마이크로컴퓨터를 내장한 표준형 카운터/타이머 겸용으로 계수속도를 1cps/30cps/2kcps/5kcps 로 선택하여 조정할 수 있으며, 다양한 가산/감산 입력동작 모드 설정이 가능하다. 사용된 모델의 최대 계수는 1,000회가 가능하다.

모터구동 신호는 구동모터 축에 장착되어 있는 캠에 접촉되어 있는 3방향 리미트스위치에 전달된다. 리미트스witch는 normal상태에서는 실린더구동모터 전원선을 차단하고 있다가 카운터로부터 출력되는 모터구동 신호에 따라 실린더모터 구동 전원선을 연결하여 모터를 구동시키게 된다. 리미트 스위치의 레버길이는 100 mm, normal 상태에서 접점까지의 최대 직선거리는 14 mm이다.

실린더구동모터 제어신호는 제어부의 타이머에 의해 그 출력시간을 조절할 수 있으며 그 시간에 따라 한 번의 실린더구동모터 구동신호로 모터회전수를 조절하게 된다. 모터의 1회전은 실린더의 1왕복운동을 유발하여 실린더 용량만큼의 찻쌀풀을 롤러로 밀어내게 된다. 사용된 타이머는 ON DELAY 동작방식으로 카운터에서 출력되는 실린더구동모터 작동신호를 설정된 시간만큼 모터를 구동시키는 역할을 하며, 0.1초 간격으로 최대 3초까지 시간을 조절할 수 있다.

캠의 역할은 리미트스위치에 1회의 실린더구동모터 작동신호가 들어오면 무조건 1회의 실린더구동모터의 회전을 유발시키는 것이다. 본 연구에서 목표로 하는 시스템의 김공급속도 720장/hr의 경우에는 1초에 2회 구동모터가 회전하여 2회의 실린더 왕복운동이 필요하다. 따라서 카운터에서의 1회 출력신호를 타이머에서 1초 이상 (실제로 1.5초) 지속하게 하여 1회의 타이머 출력신호로 2회의 실린더구동모터의 회전을 유도하여 실린더가 2왕복(2회 분출)하도록 하였다. 표 3-17에는 본 연구에서 풀칠기 개발에 사용된 포토센서, 카운터, 타이머, 그리고 실린더의 모델명 및 외형을 나타내었다.

표 3-17. 풀칠기에 사용된 센서 및 작동기 모델

Photo-sensor (BM200-DDT)	Counter (FX4)	Timer (BS3-A)	Cylinder (ACS3-N-B40-S50)

칩쌀풀 호퍼는 직육면체 형태의 SUS304 재질로 제작하였으며 용량은 17.3 l 이다. 호퍼와 칩쌀풀을 롤러로 분출하는 칩쌀풀 배출봉까지는 TYGON Silicone 재질의 튜브로 연결되어 있다.

(다) 풀칠 롤러

롤러는 칩쌀풀 배출봉에서 자유낙하한 칩쌀풀이 김에 직접 묻기 전에 고르게 퍼질 수 있도록 하기 위하여 사용하였다. 롤러는 2개를 1조로 사용되었으며, 구동은 한 개의 롤러만 이루어지고 나머지 한 개의 롤러는 마찰력으로 회전하게 된다. 실제로 배출봉에서 분출되는 칩쌀풀은 일정간격의 홈에서 나오므로 배출봉에서 나오는 칩쌀풀을 직접 김에 닿게 하면 김표면에 균일하게 도포될 수가 없다. 그러므로 배출봉에서 분출된 칩쌀풀은 일단 상단 롤러로 떨어지고 두 롤러의 회전에 따라 하단 롤러에 칩쌀풀이 균일하게 퍼져 최종적으로 하단 롤러에 균일하게 묻은 칩쌀풀이 김에 고르게 도포되게 된다.

도포량은 실린더의 칩쌀풀 공급량과도 직접 관련이 있지만 두 롤러 사이의 간격에도 결정적 영향을 받게 된다. 따라서 롤러의 간격은 필요에 따라 조절할 수 있도록 설계되었으며, 최적의 간격은 김공급율, 김이송벨트의 속도, 실린더의 칩쌀풀 공급율 등을 고려하여 결정하였다.

롤러의 구동은 풀칠기 구동모터로 동력을 얻으나 롤러를 직접 구동하는 축은 없으며 그림 3-53의 구동부의 (c)와 (d)에서와 같이 구동축의 속도를 기어로 두 배로 증가시킨 두 개의 축에 실린콘 줄을 연결하여 그 줄의 마찰력을 이용해 롤러를 회

전시키도록 개발하였다. 롤러의 재질은 식품에 사용할 수 있는 롤러를 사용하였으며, 세척과 교환이 용이하도록 조립부를 구성하였다.

(라) 구동부

폴칠기의 구동은 1개의 모터로 이루어지며, 체인과 기어를 이용하여 각 축에 동력을 전달한다. 폴칠기의 공급속도는 그림 3-52에 나타난 제어부의 속도조절기에 의해 조절되며 다이얼식의 아날로그 조절 방식을 채택하였다.


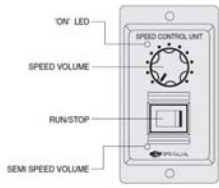
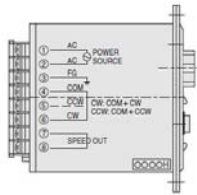
	정면도	측면도	비고
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 정격전압: 단상220V ○ 제어범위:90-1700rpm ○ 속도변동율: 5%

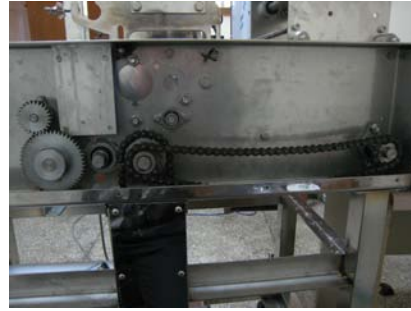
그림 3-52. 폴칠기 구동 모터와 컨트롤러

그림 3-53에는 폴칠기의 전반적인 구동부를 나타내고 있다. (a)는 폴칠기의 전체를 구동하는 모터이며 모델은 단상 220V로 구동되는 SPG사의 180W 출력의 S9I180GB-V12이다. 감속기는 Gear Ratio가 10인 S9KH10B가 부착되어 있다.

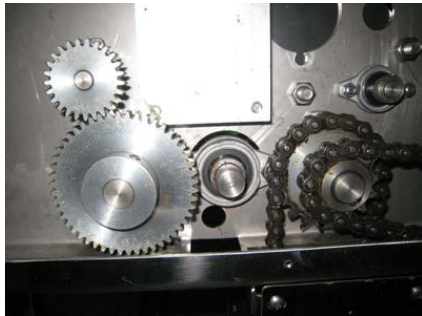
모터에서 공급되는 동력은 먼저 출구축 방출축과 연동되어 회전하는 알루미늄 재질의 축(메인축)을 구동하며 이 축은 출구축 방출축과 세라믹 줄로 연결되어 김의 방출을 유도하게 된다. 이 때 찰싹풀이 묻어 점성이 높은 김의 확실한 방출을 위하여 출구축 방출축도 메인축과 체인으로 연결하여 구동시키게 된다(b).



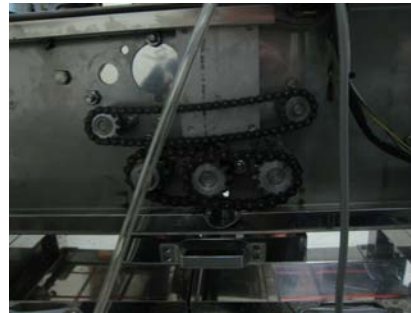
(a) 구동모터



(b) 출구축 구동체인(우)



(c) 롤러구동 기어(상부)



(d) 롤러구동용 상부축 구동체인

그림 3-53. 풀칠기 전체 구동부

메인축은 다시 반대쪽에서 그림 3-53의 (d)의 하단 체인연결과 같이 2개의 축을 동일 속도로 구동하게 되는데 하나는 롤러와 맞물려 회전하는 알루미늄 재질의 축이고, 하나는 입구축 공급축을 세라믹 줄로 연결하여 공급축을 회전시키는 축이다. 이 때 입구축의 공급축은 별도의 구동장치가 없이 단지 세라믹 줄에 의해서만 구동되게 된다. 롤러와 맞물려 회전하는 축은 알루미늄 재질을 사용하였으며, 그 이유는 이 축과 롤러 사이에서 김이 직접 접촉하게 되기 때문이다.

롤러의 구동은 로러의 앞뒤에 장착된 소형 알루미늄 재질의 축에 연결된 세라믹 줄의 마찰력으로 회전하게 된다. 이 두 축은 그림 3-53의 (d)의 상부에 체인으로 연결된 두 축이며, 회전속도는 김 이송속도의 두배가 되도록 설계하였다. 이는 점성이 강한 찰싹풀이 롤러에 고르게 묻도록 하기 위함이었다. 이 축의 속도는 그림 3-53의 (c)와 같이 공급축을 구동하기 위한 축과 기어로서 연결하여 그 속도를 얻게 하였다. 또 다른 롤러구동용 축은 그림 3-53의 (d)의 상부와 같이 체인으로 연결하여 앞 롤러구동축과 동일속도로 회전하게 하였다.

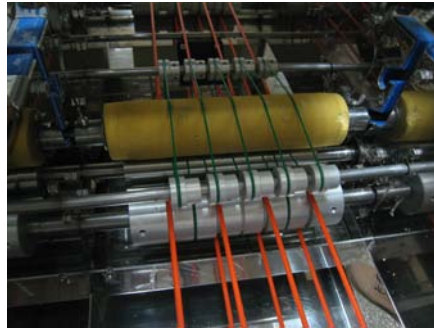


그림 3-54. 롤러 구동장치

(마) 제어부

연구초기에는 김부각제조기계화시스템의 제어부는 마이크로컴퓨터를 이용한 중앙 제어식 제어부를 계획하였다. 그러나 김부각 제조 공정이 공급기와 풀칠기만의 일관 기계화시스템으로 구성하는 과정에서 기계별 독립 컨트롤러를 개발하게 되었으며, 그 이유는 경제적인 제어부 구성과 독립 기계의 보급과 보완이 용이하기 때문이었다.

풀칠기의 제어부는 센서와 컨트롤러로 구성된다. 센서는 포토인터럽터와 리미트 스위치가 사용되었으며, 포토인터럽터는 김공급의 유무를 측정하여 찰쌀풀의 공급량 및 미공급상태의 경보신호를 출력하기 위하여 사용되었다. 리미트스위치는 찰쌀풀 공급부에서 설명한 바와 같이 찰쌀풀 공급량을 결정하는 에어실린더의 왕복운동 횟수를 조절하는 역할을 한다.

컨트롤러는 그림 3-55와 같이 전면에 공급속도 조절을 위한 모터속도컨트롤러 다이얼(b)과 카운터가 부착되어 있다. 카운터는 김공급 횟수에 따른 찰쌀풀공급 모터의 회전을 결정하게 된다. 예를 들어 카운터를 2로 설정하면 포토인터럽터에 의해 감지된 김 2장 공급에 따른 2개의 펄스마다 찰쌀풀공급모터를 1회전 구동시키게 되고 이 1회전은 에어실린더의 1왕복운동을 유발하게 된다. 카운터의 출력은 실제로 타이머에 그 신호를 전달하고 타이머에서 모터구동신호를 정해진 시간만큼 내보내게 된다. 따라서 모터구동시간은 이 타이머로 조절할 수가 있고 최대 3초까지 조절 가능한 타이머를 채택하였다. 찰쌀풀공급모터의 1회전은 대략 1초가 소요되며, 타이머의 시간 조정에 따라 카운터의 출력마다 타이머에 의해 모터의 회전수가 결정되

고 이에 따라 실린더에서 공급되는 찰쌀풀의 양이 결정되게 되는 것이다.

실제로 타이머의 출력은 찰쌀풀공급모터에 장착된 캠과 접촉하고 있는 리미트스위치에 전원(AC 단상 220V)을 공급하는 역할을 한다. 즉, 타이머의 출력이 유지되고 있는 동안은 리미트스위치를 통하여 전원이 공급되고 캠의 모양 때문에 모터가 회전을 시작하면 1회전동안은 모터에 전원이 공급되므로 반드시 최소 1회전은 하게 되어있다. 따라서 찰쌀풀의 점도에 따른 양의 조절은 이 타이머의 출력시간이 가장 중요한 요소로 작용하게 된다. 그림 3-55의 (a)는 제어부의 전면을, (c)는 내부를 (d)는 타이머를 각각 보여주고 있다. (d)의 좌측 타이머는 고명기의 고명 공급량조절을 위해 설치된 것이다.



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3-55. 풀칠기 제어부

(바) 방출부

방출부는 메인축으로부터 체인으로 연결된 방출축이 세라믹 줄로 연결된 부분을 지칭하며 그 구동원리는 구동부에서 설명하였다. 방출된 김부각은 건조망에 인력으로 수집되는데 생산규모가 확대되는 경우에는 건조공정의 자동화가 요구되며 필요한 건조조건은 건조공정모델에서 그 자동화 기준을 제시하였다.



그림 3-56. 풀칠기 방출부

다. 고명기

(1) 1차 시작기의 개선점

1차 시작기에서는 고명의 점뿌림과 흠뿌림의 2가지 뿌림방법을 고려하였다. 실제로 가장 보편적이고 수요가 많은 고명뿌림은 흠뿌림 방식이다. 흠뿌림 방식은 고명이 다량 부착하게 되어 풍부한 고명 맛을 느낄 수 있기 때문이다. 단지 고명분포 균일도와 고명의 손실이 문제가 될 수 있으므로 이 두 가지 측면을 고려하여 롤러를 이용한 산파방식의 고명기를 채택하였다.

(2) 시작기 보완 설계 및 성능평가

고명기는 그 구조가 비교적 간단하고 동력원을 줄이기 위해 풀칠기의 동력을 이용하도록 설계하였으므로 김 풀칠기와 한 몸체의 통합 단위기계로 개발되었다. 즉, 풀칠기에서 롤러에 의해 찹쌀풀이 발라져 나오는 김에 곧바로 고명이 산파되는 구조로 개발되었다.

흠뿌림 방식의 고명기의 핵심기술은 일정량의 고명 산파와 균일한 분포도 이

다. 고명량은 롤러의 회전속도와 구동시간으로 결정되며, 모터의 구동은 포토센서와 타이머에 의해 제어된다. 포토센서는 풀칠기에 장착되어 있는 포토인터럽터를 함께 이용하며 포토인터럽터는 김 통과를 감지하여 찹쌀풀공급 신호와 고명뿌림 신호를 함께 제어하게 된다. 포토센서는 풀칠기 로러의 후방에 장착되어 있는데 이는 고명량을 풀칠량보다 우선하여 제어하기 위함이다. 찹쌀풀은 공급관으로 부터 분출되어 롤러에 묻게되고 그 롤러에 묻은 찹쌀풀이 최종적으로 김에 묻게 되므로 실린더에서 찹쌀풀의 압축으로부터 김 도포까지는 어느정도의 시간지연이 필연적이다. 따라서 고명량 제어(고명의 손실을 최소화)를 우선하기 위하여 롤러 후방에 포토센서를 설치하여 포토센서와 산파롤러 간격을 최소화하고 이에 따른 고명기 로러의 공급량을 최적화시키고자 하였다. 고명뿌림은 포토센서가 공급되는 김의 통과를 인식하는 순간부터 김 한장이 완전히 통과를 마칠 때 까지 그 시간동안 모터를 회전시키게 된다. 롤러의 도면은 그림 3-57에 나타내었으며, 롤러홈의 개수는 고명의 종류에 따라 달라지게 된다. 찹깨의 경우에는 알루미늄 재질의 홈이 12개인 롤러를 사용하였다.

타이머 그림 3-58의 (b)는 포토센서에 의한 모터구동시간을 조절하는 기능을 수행하여 고명량 살포량을 조절하는 보조장치로 채택하였으며, 모터회전속도 조절은 그림 3-58의 (a)와 같은 아날로그식 모터속도 제어기를 사용하였다.

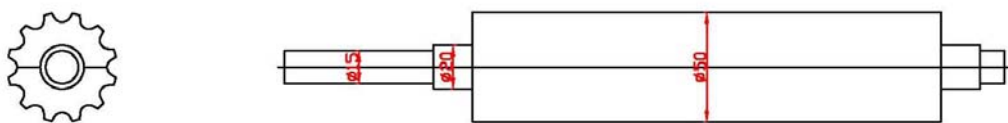


그림 3-57. 고명기 로러 도면

그림 3-59의 (c)는 고명 수거대로 김에 부착되지 못하고 낙하하는 고명의 수거를 위해 고명기 하단에 설치하였다. 그림 3-59의 (d)는 고명기 구동모터와 제어부의 내부를 보여주고 있다. 공급기의 롤러는 모터로부터 기어를 통하여 동력을 전달받는 구조로 되어있다.

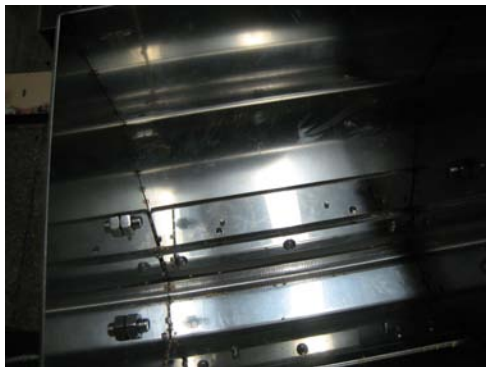


(a) 곶명기 제어부



(b) 곶명기 타이머(좌)

그림 3-58. 곶명기 제어부



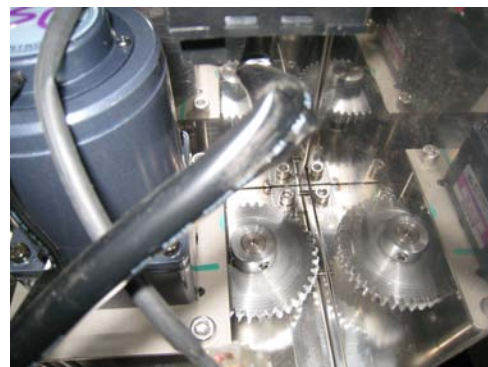
(a) 곶명기 호퍼와 산파롤러



(b) 곶명기 호퍼와 깨



(c) 곶명 수거대



(d) 곶명기 제어부 내부

그림 3-59. 곶명기 호퍼와 구동부

그림 3-60에는 고명기의 김이송속도에 따른 깨의 고명량을 나타낸 것으로 아나로그 식 속도조절기를 채택하였어도 선형성($r^2=0.999$)이 극히 좋은 것으로 나타났다. 고명기에서의 도포성능은 단위공정기계의 통합성능에서 설명하였다.

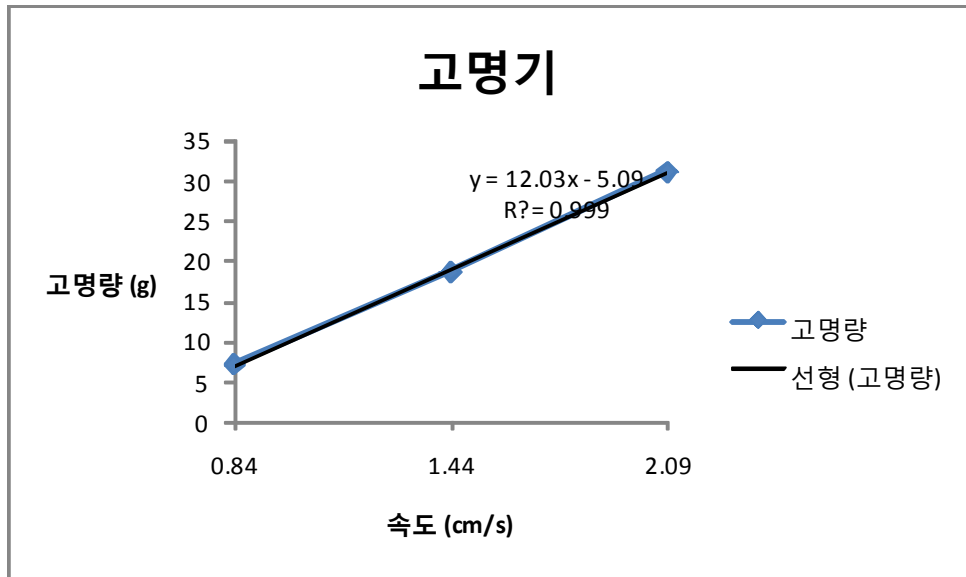


그림 3-60. 김이송속도와 깨고명량과의 선형성

2. 단위공정기계의 통합 및 성능평가

본 연구에서는 김부각제조 일관시스템으로서 김공급공정, 찹쌀풀칠공정, 고명공정을 일관작업이 가능하도록 시스템을 개발하였으며, 이를 위해 김공급기, 찹쌀풀 풀칠기, 고명기 등을 독립적으로 단위공정기계로 개발하였다. 김부각제조를 위한 일관작업은 상기 공정 외에 건조공정이 추가되는 것이 바람직하다. 그러나 목표로 한 김부각 720장/hr의 생산규모 측면에서는 경제성분석 결과 건조공정은 별도의 기계화 즉, 일관작업이 아닌 별도의 건조기를 이용한 시스템 구성이 유리하다고 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 건조공정의 기계화는 건조시스템 모형개발 및 건조조건규명을 목표로 추진되었으며, 그 결과는 건조공정모형개발에서 설명하였다.

따라서 여기에서는 개발된 김공급기, 찹쌀풀 풀칠기, 고명기의 3가지 공정의 단위공정 기계를 통합하여 일관기계시스템을 구성하고 그 성능을 평가하였다. 김부각제

조기계시스템의 주요 기능은 찹쌀풀칠과 고명작업이며, 그 성능은 목표 찹쌀풀 양의 균일한 도포와 목표 고명량의 균일한 살포정도(살포균일도)로 평가하였다.

가. 풀칠기 성능평가

(1) 재료 및 방법

김은 김부각 전용 김으로 주문 제작한 한 장 당 4g인 김을 사용하였으며, 찹쌀풀은 찹쌀풀 조성비 및 제조조건에서 최적 조건으로 제시된 것을 사용하였다. 표 3-18에는 사용된 찹쌀풀의 조성을 나타내었다.

표 3-18. 최종 찹쌀풀 조성 성분

찹쌀풀 재료		다시물 재료	
성분	첨가량	성분	첨가량
물	2,000 cc	무우	240 g
다시물	1,000 cc	양파	100 g
마른 찹쌀가루	200 g	멸치	30 g
간 마늘	50 cc	다시마	30 g
한식 국간장	50 cc	표고	30 g

※ 김부각 100장 제조용

김의 공급속도는 공급벨트를 구동하는 축의 회전속도를 측정하여 선속도와 함께 나타내었으며, 사용된 측정기는 디지털타코메타인 ONO SOKKI사 모델명 HT-446인 Digital Tachometer를 사용하였다. 풀칠량은 디지털저울을 사용하여 측정하였으며, 측정용기와 측정하고자 하는 것을 합친 무게가 300g 이하인 경우에는 CAS사 모델명 MW-2N(300g) (Max 300g, Min 0.2g, 오차 e=0.1g, 정밀도 d=0.01g) 저울을 사용하고, 300g 이상의 무게는 CAS사 모델명 EC-D (Max 30kg, Min 100g, e=d=2g) 저울을 사용하였다. 김공급속도에 따른 김공급량(부각 생산량)은 기계를 작동하여 1분간 통과한 김부각수를 계수하여 산출하였다.

(2) 결과 및 고찰

(가) 실린더 펌프횟수에 따른 토출폴량

칩쌀풀의 공급량은 에어실린더의 왕복행정 횟수에 의해 결정된다. 실린더 펌프횟수에 따른 토출 폴량을 측정하기 위하여 풀 토출구에서 나오는 풀을 용기에 받아 그 무게를 측정하였다. 김 한 장이 통과할 때마다 실린더 펌프횟수가 1회, 2회, 3회가 되도록 설정하고 각각의 수준에서 10회 반복하여 측정한 무게를 평균하여 1회 토출폴량으로 산출하였다.

풀칠기에서 김 한 장 통과시마다 실린더의 펌프횟수 1회, 2회, 3회에서 풀의 분출량은 각각 38.4g, 61.4g, 103.4g 으로 나타났다. 그림 3-61은 실린더 펌프횟수에 따른 풀분출량과의 관계를 나타낸 것으로 이 실험 결과, 펌프횟수에 따라 토출되는 풀량은 일정하게 증가됨을 확인할 수 있었다. 펌프횟수에 따라 토출량이 완전한 선형성을 보이지 않은 이유는 칩쌀풀의 공급관과 분출관에서 약간의 손실이 발생했기 때문으로 판단되었다.

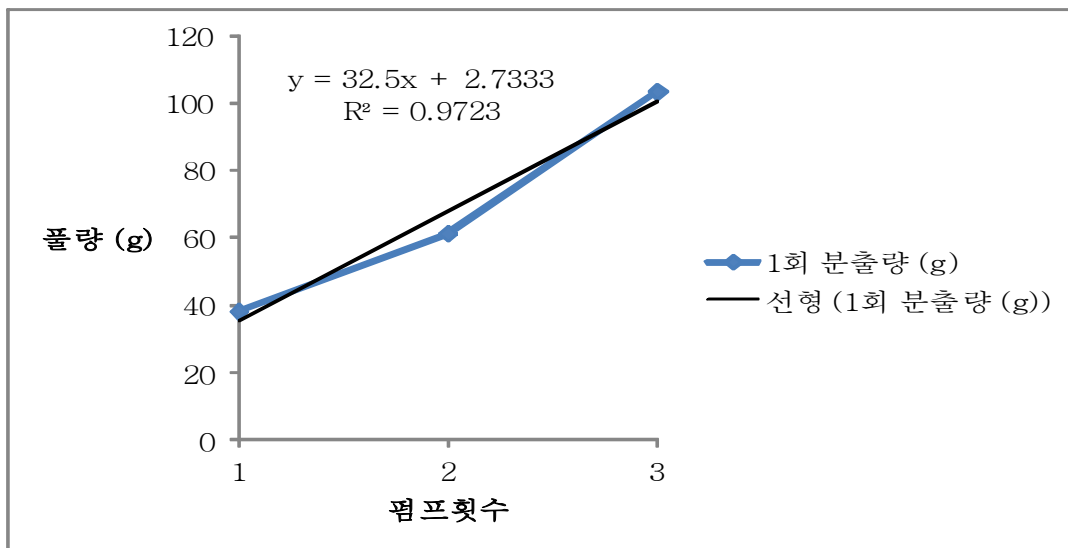


그림 3-61. 실린더 펌프횟수에 따른 칩쌀풀분출량

(나) 롤러 간격과 실린더 펌프횟수에 따른 풀칠량

목표로 하는 김부각 생산량 720장/hr에서 풀칠량을 조절 하는 요인은 롤러 간격

과 실린더의 펌프횟수이다. 예비실험 결과 김 한 장당 도포되는 찹쌀풀의 양은 33g 이 최적의 양으로 결정되었다. 따라서 김 한 장당 33g 이 도포되기 위한 롤러간격과 실린더 펌프횟수를 결정하고자 하였다. 실험요인으로는 롤러간격과 실린더 펌프 횟수이며 각각 0 mm, 2.6 mm, 5.2 mm와 김한장 통과시 펌프횟수 1회, 2회, 3회에 대하여 풀칠량을 측정하였으며, 그 결과를 표 3-19에 나타내었다.

표 3-19. 롤러간격과 펌프횟수에 따른 풀칠량

생산량 (장/hr)	롤러간격 (mm)	펌프횟수	김무게 (g)	풀칠 후 무게 (g)	풀칠량 (g)
720	0	1	4.20	10.83	6.63
		2	4.23	10.96	6.73
		3	4.13	11.07	6.94
	2.6	1	4.27	14.00	9.73
		2	4.15	16.37	12.22
		3	4.25	17.77	13.53
	5.2	1	4.24	33.60	29.36
		2	4.24	44.11	39.86
		3	4.18	55.08	50.90

롤러간격 0 mm의 경우에는 펌프횟수를 1회, 2회, 3회로 했을 때, 풀칠량은 각각 6.63 g, 6.73 g, 6.94 g으로 나왔다. 따라서 롤러 간격 0 mm에서는 펌프횟수의 증가에 따른 풀칠량의 증가는 없는 것으로 나타났다.

롤러 간격 2.6 mm에서는 펌프횟수를 1회, 2회, 3회로 했을 때, 풀칠량은 각각 9.73 g, 12.22 g 13.53 g으로 나왔다. 따라서 롤러 간격 0 mm보다 펌프횟수가 증가할수록 풀칠량은 증가하지만 그 증가량은 크지 않고 소폭 증가에 크치는 것으로 타나났다.

롤러 간격 5.2 mm에서는 펌프횟수를 1회, 2회, 3회로 했을 때, 풀칠량은 각각 29.36 g, 39.86 g 50.90 g으로 나타났으며, 롤러 간격 5.2 mm에서 펌프횟수의 증가에 따른 풀칠량은 그 영향이 큰 것으로 나타났다.

위의 결과를 종합해보면 롤러간격이 좁으면, 펌프횟수를 늘려도 풀칠량은 거의

증가하지 않으며, 롤러 간격이 클수록 펌프횟수의 증가에 따라 풀칠량의 증가폭이 크게 나타났다. 따라서, 풀칠량을 조절하는 첫 번째 요인은 롤러간격이고, 두 번째 요인은 펌프횟수라고 판단되었다.

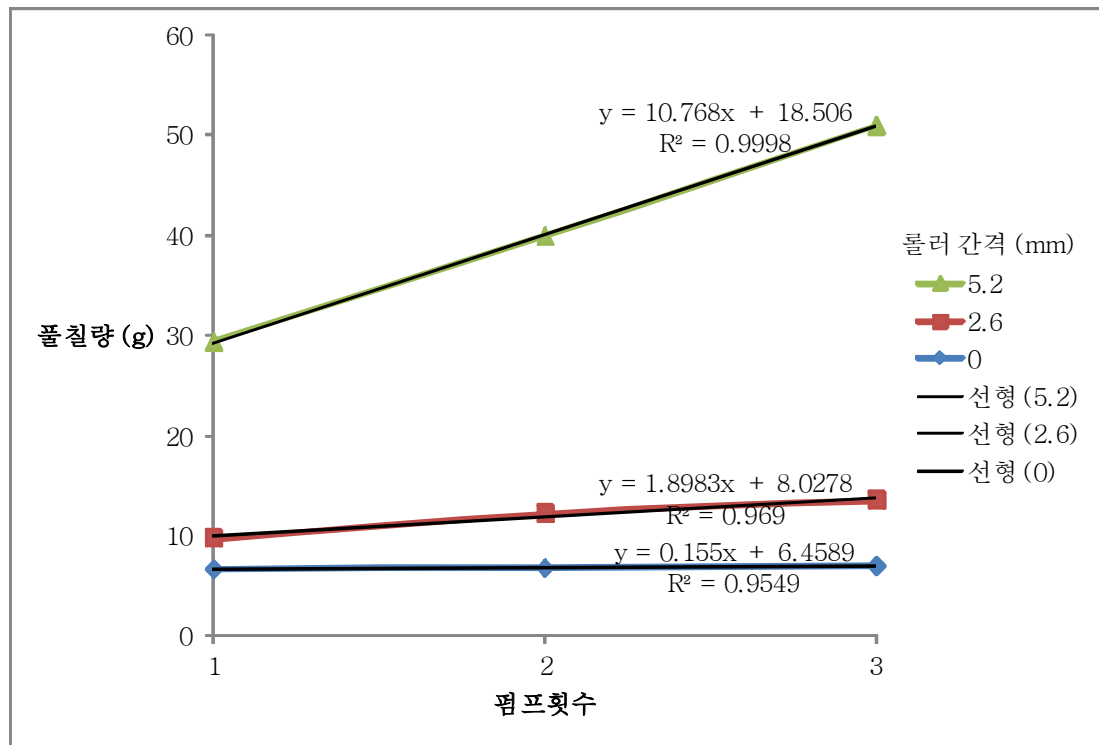


그림 3-62. 롤러 간격과 펌프횟수에 따른 풀칠량

(다) 최적 풀칠량 조건 구명

롤러 간격과 펌프횟수에 따른 풀칠량 관계에서 첫 번째 주요요인은 롤러간격이고, 두 번째 요인은 펌프횟수라고 판단되었으므로 최적 풀칠량을 결정할 수 있는 조건을 찾아가 위하여 실험을 실시하였다. 예비실험에서 김부각 한 장당 최적의 참쌀풀의 양은 33 g 으로 결정되었으므로 풀칠량 33g을 맞추기 위해서는 김부각 한장이 통과할 때마다 펌프횟수를 2회로 고정하고 롤러 간격은 2.6mm와 5.2mm 사이의 간격을 유지해야 한다는 것을 실험결과인 표 3-19에서 확인할 수 있었고, 펌프횟수를 2회로 고정하고 롤러간격에 따른 풀칠량의 측정치로부터 롤러간격과 풀칠량과의 관계식을 구한 것이 그림 3-63이다. 그림 3-63에서 모의실험한 결과로 롤러 간격을

4.9mm로 하고, 펌프횟수 2회를 하면 풀칠량 최적조건 33g이 나올 것으로 예상되었다.

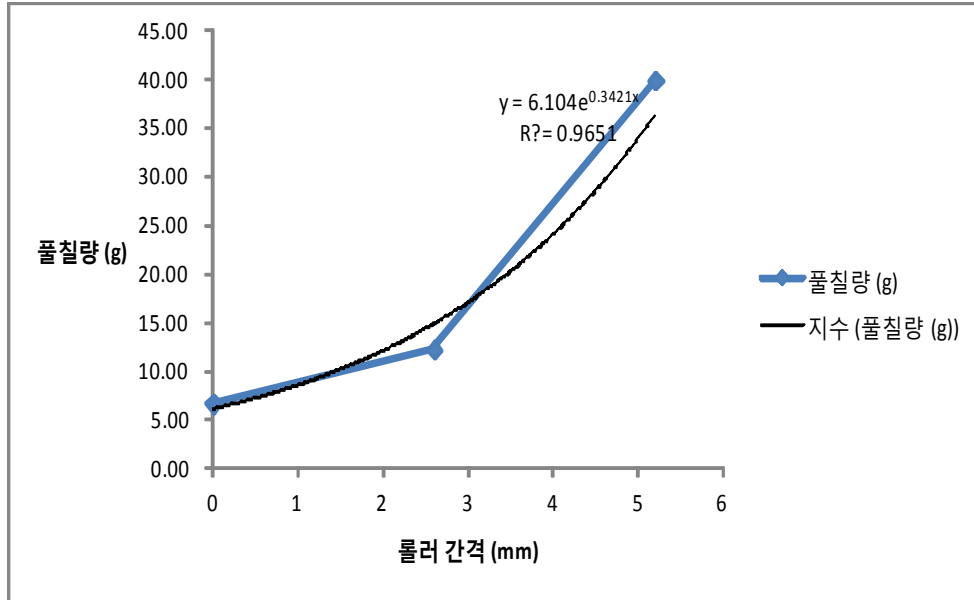


그림 3-63. 롤러 간격에 따른 풀칠량과의 관계식

따라서 모의실험결과를 이용하면 롤러간격을 4.9 mm 로 했을 때 풀칠량이 37.57 g 이 되는 것으로 예측되었다. 실제와 관계식과는 오차가 있는 것으로 판단되어, 롤러 간격 4.2 mm와 3.9 mm 의 경우에 대해서 추가 실험을 실시하였다. 실험결과 롤러 간격 4.2mm, 3.9mm일 때 각각 34.31 g, 32.54 g이 풀칠되는 것으로 측정되었다. 두 수준에서 모두 풀칠량 최적조건인 33g에 가까워 모두 사용 가능하지만 롤러 간격 4.2 mm보다 3.9 mm일 때가 균일하게 풀칠되어서 3.9 mm를 사용하는 것이 가장 타당하다고 판단되었다. 표 3-20은 롤러간격에 따른 풀칠량 실험의 결과를 나타낸 것이며, 그림 3-64는 표 3-20을 이용하여 롤러간격에 따른 풀칠량의 관계식을 나타낸 것이다.

표 3-20. 롤러 간격에 따른 풀칠량

생산량 (장/hr)	롤러간격 (mm)	펌프횟수	김무게 (g)	풀칠 후 무게 (g)	풀칠량 (g)
720	0	2	4.23	10.96	6.73
	2.6		4.15	16.37	12.22
	3.9		4.23	36.77	32.54
	4.2		4.21	38.52	34.31
	4.9		4.55	42.12	37.57
	5.2		4.24	44.11	39.86

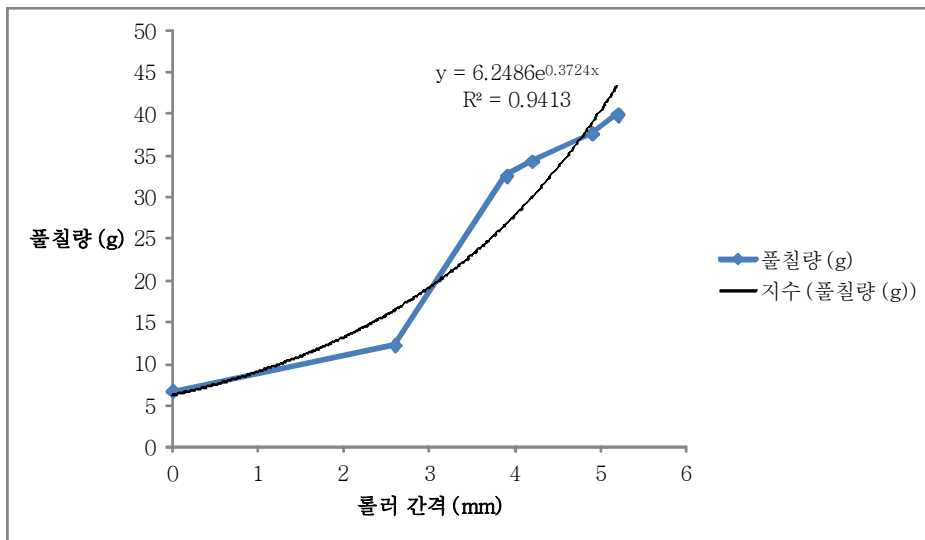


그림 3-64. 롤러 간격에 따른 풀칠량과의 회귀관계식

(라) 생산량에 따른 풀칠량

본 연구에서 목표로 하는 김부각 생산량 720 장/hr 의 생산(풀칠량 33 g/장)을 위해서는 시스템에서 롤러간격이 3.9 mm, 실린더 펌프횟수는 2회가 최적조건인 것으로 나타났다. 본 시스템을 이용하여 생산량이 달라졌을 때의 적응성을 알아보기 위하여 다른 김공급율(생산량)에 따른 풀칠량을 측정하였다. 표 3-21과 그림 3-65에는 r 결과를 나타내었으며, 생산량 600 장/hr, 720 장/hr, 840 장/hr의 세수준에서 각각 33.45 g, 32.54 g, 30.94 g으로 생산량이 증가함에 따라 소폭 풀칠량이 감소하는 경향이 있었지만 그 값은 30.94 g ~ 33.45 g으로 2.51 g의 작은 변화였기 때문에 840

장 hr 까지의 생산량 증가시에도 풀칠량은 변화가 적어 본 연구에서 제시된 롤러간격과 실린더 펌프횟수가 적용 가능한 것으로 판단되었다.

표 3-21. 생산량에 따른 풀칠량

생산량 (장/hr)	롤러 간격 (mm)	펌프횟수	김무게 (g)	풀칠 후 무게 (g)	풀칠량 (g)
600	3.9	2	4.38	37.83	33.45
720			4.23	36.77	32.54
840			4.17	35.11	30.94

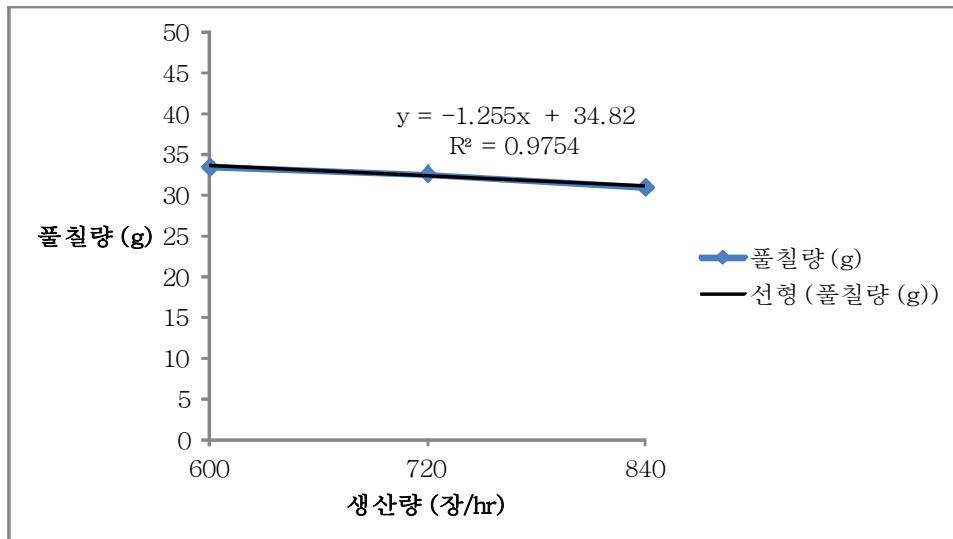


그림 3-65. 생산량에 따른 풀칠량

나. 고명기 성능평가

(1) 재료 및 방법

김은 김부각 전용 김으로 주문 제작한 한 장 당 4g인 김을 사용하였으며, 찹쌀풀은 풀칠기 성능평가에서 사용된 것과 동일한 찹쌀풀 조성비 및 제조조건에서 최적 조건으로 제시된 것을 사용하였다.

고명롤러의 회전속도는 디지털타코메타인 ONO SOKKI사 모델명 HT-446인 Digital Tachometer를 사용하여 측정하였다. 고명량은 디지털저울을 사용하여 측정

하였으며, 측정용기와 측정하고자 하는 것을 합친 무게가 300g 이하인 경우에는 CAS사 모델명 MW-2N(300g) (Max 300g, Min 0.2g, 오차 e=0.1g, 정밀도 d=0.01g) 저울을 사용하고, 300g 이상의 무게는 CAS사 모델명 EC-D (Max 30kg, Min 100g, e=d=2g) 저울을 사용하였다. 고명 재료로는 천립중이 2.22 g인 볶음참깨를 사용하였다.

고명롤러의 회전속도에 따른 고명량을 측정하기 위해서 고명롤러회전속도 조절기의 단속에 따라 김이 10장 통과하는 동안 고명기 아래에 용기를 대고 낙하하는 고명을 받았으며, 그 평균값을 김 한 장이 통과할 때 고명롤러로부터 살포되는 고명량으로 계산하였다. 이 때 김의 이송속도는 김부각 생산량 720 장/hr에 해당하는 2.83 cm/s이었다. 고명롤러의 회전속도는 속도조절기의 단수조절다이얼을 돌려 설정하며 2단, 4단, 6단의 세 수준에서 고명량 측정실험을 실시하였다. 롤러의 구조와 크기는 고명기 개발에서 설명하였다.

(2) 결과 및 고찰

(가) 고명롤러 회전속도에 따른 고명량

표 3-22는 고명기의 속도조절기 다이얼이 각각 2단, 4단, 6단일 때의 고명롤러 회전속도와 김 한 장 통과시에 고명호퍼로부터 고명롤러에 의해 고명롤러축의 직경은 50 mm이다. 그림 3-66은 이를 도식적으로 나타낸 것으로 회귀식으로서 고명롤러 회전속도에 따른 고명량을 나타내었으며, 완전한 선형성($r^2=1$)을 나타내었다.

표 3-22. 고명롤러 회전속도에 따라 뿌려지는 고명량

단수	회전속도(rpm)	선속도 (cm/s)	고명량 (g/김1장통과)
2	3.2	0.84	3.55
4	5.5	1.44	9.32
6	8	2.09	15.58

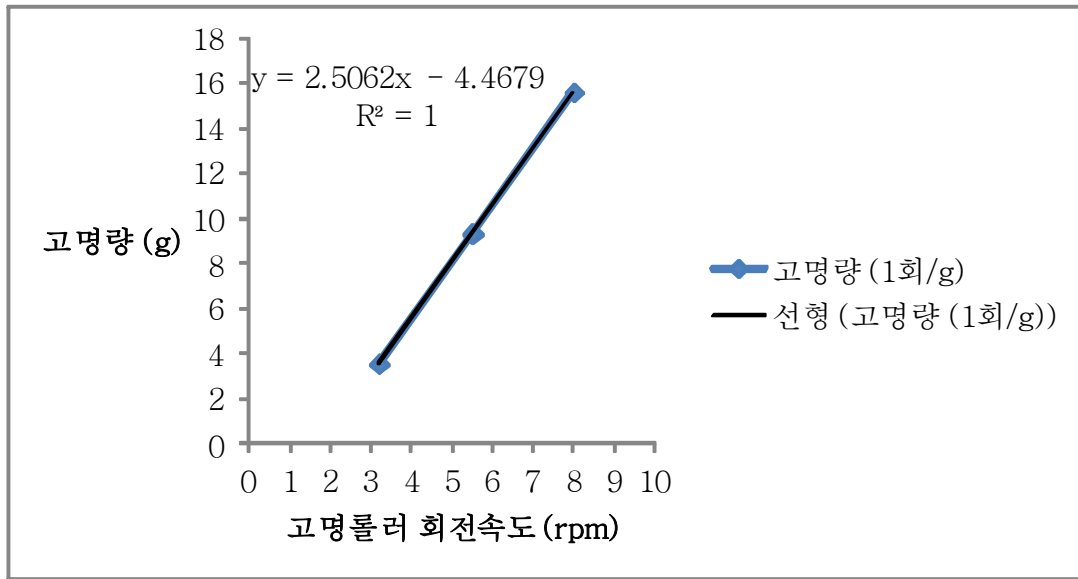


그림 3-66. 고명롤러 회전속도에 따른 고명배출량 (김1장 통과시간 당)

(나) 최적 고명량 조건

고명성능은 실제 김 한 장당 뿌러지는 고명의 무게로 평가할 수 있다. 예비실험에서 볶음참깨 고명의 경우 김 한 장당 최적의 양은 2.7 g으로 결정하였으므로 김 한 장 당 이 양이 살포되는 롤러의 회전속도 결정이 필요하다. 이를 위해 고명롤러의 회전속도별 김 한 장 당 도포되는 고명의 무게를 측정하여 최적 고명롤러의 속도를 구명하고 또한 그 때의 고명 분포도를 측정하여 그 성능을 평가하였다.

1) 고명롤러 회전속도 결정

김 한 장 당 도포되는 고명량을 측정하기 위하여 고명작업이 끝난 김부각의 무게에서 찹쌀풀만 도포된 김부각의 무게를 빼 고명량을 계산하였다. 각 수준에서 샘플의 수는 10장이었고 그 평균값을 측정값으로 하였다. 김의 이송속도는 2.83 cm/.s로 고정하고 고명롤러회전속도 조절 다이얼 단계별로 고명량을 측정하였다. 그 결과를 표 3-23에 나타내었으며, 단수 2일 때 목표치 2.7 g과 가장 유사한 고명량을 얻을 수 있었다. 비록 단수를 더 정밀하게 조절할 수는 없지만 이론적인 최적 고명롤러 속도를 구하기 위해 그림 3-67과 같이 고명롤러 회전속도와 김부각 한 장당 고명량

을 예측하는 회귀식을 구하였다. 회귀식에 따르면 김부각 한 장당 2.9 g을 얻기 위해서는 고명롤러의 회전속도가 3.5 rpm이 되어야 하며, 그 때의 고명량은 2.78 g인 것으로 예측되었다.

표 3-23. 김에 뿌려지는 고명량

김 이송속도 (cm/s)	단수	고명 롤러 회전속도 (rpm)	김부각 무게 (g)		고명량 (g)
			고명첨가	고명무첨가	
2.83	2	3.2	35.41	33.2	2.21
	4	5.5	40.24	34.12	6.12
	6	8	44.7	33.99	10.71

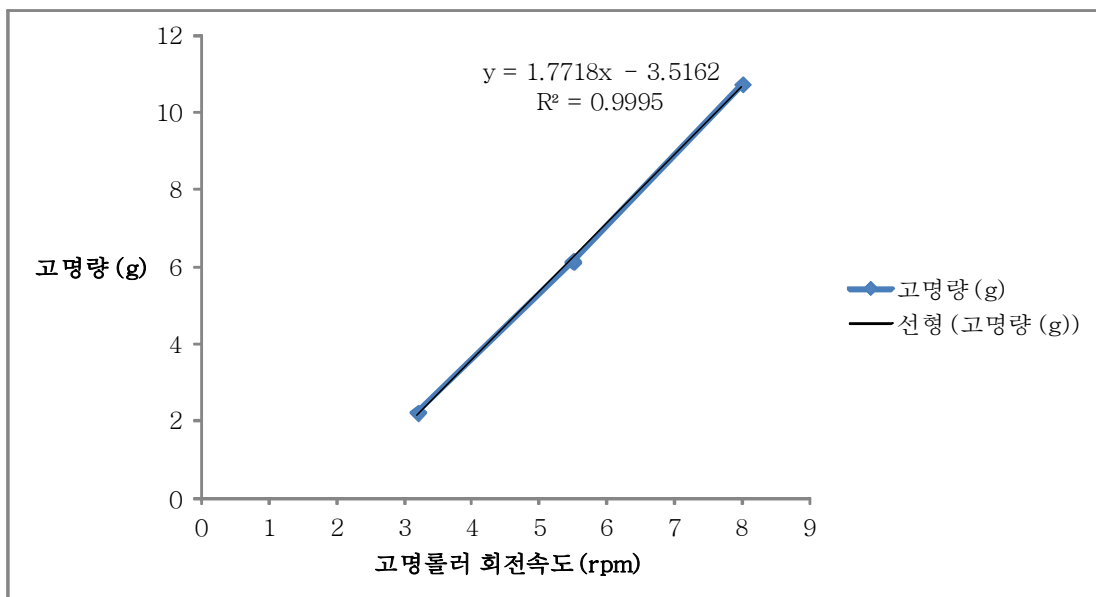


그림 3-67. 고명롤러 회전속도에 따른 김부각 한 장에 뿌려지는 고명량

2) 고명균일도

일정량의 고명이 살포되는 것과 더불어 고명의 균일도는 상품의 품질을 결정적으로 좌우하는 요소가 된다. 김부각 고명의 살포균일도를 측정하기 위하여 고명균일도 측정기구를 아크릴 판에 1cm 간격으로 가로 세로 선을 그어 1cm×1cm 격자형 무늬로 만들었다. 측정방법은 참깨 천개의 무게를 재어 참깨 한 개의 평균 무게를

구해 1cm×1cm 격자 안에 들어가야 하는 참깨의 개수를 파악해서 같거나 많이 들어간 것의 격자 개수를 세어 전체 격자 개수로 나누어 백분율로 구하였다. 표 3-24는 김 이송속도 2.83cm/s, 고명 롤러 회전속도를 2단으로 했을 때 고명 균일도는 90.12%이었다. 또한 고명 롤러 회전속도가 3.5rpm, 5.5rpm, 8rpm일 때, 고명균일도는 각각 90.55%, 92.25%, 95.55% 인 것으로 나타났다. 따라서 고명롤러 회전속도가 빠를수록 고명균일도는 높은 것으로 나타났으나, 적정 고명량 살포가 가능한 2단에서도 90% 이상의 균일도를 얻을 수 있었다.

표 3-24. 김에 뿌려지는 고명량

김 이송속도 (cm/s)	단수	고명 롤러 회전속도 (rpm)	고명균일도 (%)
2.83	2	3.2	90.12
	2.5	3.5	90.55
	4	5.5	92.25
	6	8	95.55

3. 공정제어장치 개발

공정제어장치는 단위기계에서 설명한 바와 같이 단위기계별 독립제어부를 구성하였으며, 그 구조와 기능은 단위기계 성능에서 설명하였다.

제 8 절. 경제성 분석

1. 관행과 기계화 제조시스템의 김부각 제조 주요 공정

제조공정		관행 제조	기계화 제조시스템	비고
참쌀 풀 제조	원료배합	인력	인력	
	풀 쭈기	인력	참쌀 풀 제조기 (교반작업기계화)	
원료 김 공급		인력	김 공급기(공급량 조절)	
1차 도포	참쌀 풀 공급	인력	참쌀 풀 도포기 (공급속도 및 도포량 조절)	
	참쌀 풀 도포	인력		
김 덧붙임		인력	중량 김 사용 공정 생략	
2차 도포		인력		
고명 뿌림		인력	고명 뿌림기 (고명크기 및 뿌림량 조절)	
건조공정		인력 (자연건조)	김부각 건조기 (폐쇄식 열풍건조)	
포장공정		인력	김부각 포장기	

2. 작업능률, 소요노동력

참쌀 풀 제조 등 재료 준비부터 포장공정까지 김부각 제조의 관행 인력 위주의 제조방법과 본 연구의 기계화 제조시스템을 이용한 제조방법의 소요인원, 작업시간, 1일 생산량을 조사하였다. 조사 결과 관행 인력 위주의 제조는 3인의 공동 작업으로 1일 8시간 작업하여 약 1,500장을 생산하는 것으로 조사되었으며, 기계화 제조시스템을 이용하는 경우는 참쌀 풀 제조 1인, 원료 김 공급서부터 고명뿌림 공정까지

1인, 건조공정 널기 3인, 건조공정 거두기 1인, 포장공정 1인이 작업으로 1일 8시간 작업하여 약 7,200장을 생산하는 것으로 조사되었다.

표 3-25는 제조공정별로 관행 제조와 기계화 제조시스템의 김부각 500장 제조 소요 작업인원, 소요 작업시간, 소요노동력을 나타낸 표이다.

표 3-25에서와 같이 관행 제조는 1인 작업 시 찹쌀 풀 제조에 0.67시간, 원료 김 공급에 0.25시간, 1차 찹쌀 풀 도포에 1.08 시간, 김 덧붙임에 0.67 시간, 2차 찹쌀 풀 도포에 0.83 시간, 고명 뿌림에 0.83 시간, 건조를 위한 널기 작업에 1.33 시간, 거두기 작업에 0.67 시간, 포장작업에 1.67 시간이 소요되어 김부각 500장 생산에 총 소요시간 8 시간, 총 소요노동력 약 8.00 인-시간의 노동력이 소요되었다. 기계화 제조시스템을 이용하는 경우는 찹쌀 풀 제조 1인, 0.09 시간, 원료 김 공급서부터 고명뿌림 공정까지 1인, 0.44 시간, 건조공정 널기에 3인, 0.44 시간, 건조공정 거두기에 1인, 0.27 시간, 포장공정에 1인, 0.56 시간이 소요되어 김부각 500장 생산에 총 소요시간 1.8 시간, 총 소요노동력 약 2.68 인-시간의 노동력이 소요되었다.

따라서 김부각 500 장 당 소요노동력은 관행 제조 기준으로 기계화 제조시스템은 총 소요노동력이 약 8.00 인-시간에서 2.68 인-시간으로 약 66.5% 감소하였으며, 단위 노동력 당 김부각 생산량은 62.5 장/인-시간에서 128.6 장/인-시간으로 약 206%로 향상되었다. 연간 생산량을 비교해 보면 1일 8시간, 월 25일, 년 12월 작업을 가정할 때 관행 제조는 15.0 만장/인-년으로 최대 10인 제조 시 약 150 만장/년까지, 김부각시스템은 30.9 만장/인-년으로 7인 제조 시 약 216 만장/년까지 김부각을 생산할 수 있는 것으로 추정되어 약 1.4배 이상 생산능력을 증가시킬 수 있는 것으로 분석되었다.

표 3-25. 관행 제조와 김부각 기계화 제조시스템의 김부각 500장 당 작업인원, 작업시간, 소요 노동력

제조공정		관행 제조			김부각 기계화 제조시스템		
		작업 인원(명)	작업 시간(hr)	투입 노동력 (인-시간)	작업 인원(명)	작업 시간(hr)	투입 노동력 (인-시간)
참쌀 풀 제조	원료 배합	1	0.17	0.17	1	0.09	0.09
	풀 쭈기	1	0.50	0.50			
원료 김 공급		1	0.25	0.25	1	0.44	0.44
1차 도포	참쌀 풀 공급	1	0.25	0.25			
	참쌀 풀 도포	1	0.83	0.83			
김 덧붙임		1	0.67	0.67			
2차 도포		1	0.83	0.83			
고명 뿌림		1	0.83	0.83			
건조	널기	1	1.33	1.33	3	0.44	1.32
	거두기	1	0.67	0.67	1	0.27	0.27
포장공정		1	1.67	1.67	1	0.56	0.56
계			8	8.00		1.8	2.68
관행제조 대비 지수(%)			100	100			33.5
비고		* 김부각 500 장 생산 기준					

3. 제조원가

(가) 제조원가 구성요소

김부각 제조원가의 구성요소는 크게 고정비와 변동비로 구분하여 산출하였다. 고정비는 기계, 기구, 시설에 대한 감가상각비, 고정자본채와 유동자본채에 대한 이자, 수리수선비, 각종 원자재의 보관료, 보험료 및 세금, 도서인쇄비, 지급수수료 및 법정경비, 교통비, 통신비, 소모품비, 그리고 관리인원인 사업주에 대한 자가 노력비를 일반관리비로 고려하여 산출하였으며, 변동비는 김, 찹쌀가루 등 주.부재료의 재료비, 김부각 생산인원인 종업원의 노무비와, 의료, 위생, 급식 등 복리후생비, 가스, 전력, 수도.광열 등 유틸리티비, 김부각 제품포장비, 운송하역비, 소모공구, 위생복, 장갑, 장화, 오일 등 소모성 재료비, 생산 오물, 잔재물, 폐오일 등 폐기물처리비를 고려하여 산출하였다.

1) 관행 제조

표 3-26은 관행 김부각 제조의 연간 고정비 내역과 그 산출근거를 나타낸 것이다.

감가상각비는 직선법에 의하여 매년 일정 금액으로 산출하였는데 솔, 가스렌지는 내용연수 5년, 잔존가치는 구입금액의 5%로, 냉장고와 건조대는 내용연수 10년, 잔존가치는 구입금액의 5%, 건물은 평당 150만원, 20평이 소요되어 이를 내용연수 30년, 잔존가치는 구입금액의 5%로 가정하여 계산하였다. 계산 결과 솔, 가스렌지, 냉장고, 건조대, 건물의 연간 감가상각비는 각각 36,000, 38,000, 57,000, 95,000 원으로 연간 감가상각비는 총 285,000 원으로 산출되었다. 이자도 감가상각비와 마찬가지로 직선법으로 계산하였는데 연간 이자율을 5%로 하였다. 이 중 토지에 대한 이자는 평당 30만원, 40평이 소요되고, 가치 변동이 없는 것으로 계산하였으며, 유동자본에 대한 이자는 고정비와 변동비의 합인 경영비에서 감가상각을 제외한 비용을 유동자본으로 보고 이의 1/2을 3개월 동안 투자하는 것으로 하여 계산하였다. 따라서 솔, 가스렌지, 냉장고, 건조대, 건물, 토지, 유동자본에 대한 이자는 각각 5,250, 15,750, 15,750, 787,500, 600,000, 1,192,217 원으로 연간 이자는 총 2,621,717 원으로 산출되었다. 관리인원인 사업주에 대한 자가 노력비인 일반관리비는 월 120만원으로 계상

하여 연간 14,400,000 원으로 산출되었으며, 이밖에 수리수선비는 건물만을 고려하였는데 건물가격의 0.5%로 계산하여 연간 150,000 원, 각종 김부각 재료의 보관비는 연간 1,200,000원, 보험료는 건물만을 고려하여 연간 600,000원, 재산세, 차량세, 지방세 등 세금은 연간 840,000 원, 도서 인쇄비는 연간 240,000 원, 지급수수료 및 법정 경비는 연간 120,000 원, 교통비는 연간 2,400,000 원, 통신비는 연간 240,000 원, 소모품비는 연간 120,000 원으로 산출되었다. 따라서 관행 김부각 제조의 연간 고정비는 총 23,216,717 원으로 나타났으며, 생산인원 일용직 3인, 관리인원(사업주) 1인으로 김부각 1,500장/일 생산, 25일/월, 12월/년 작업 시 김부각 연간 생산량은 450,000장으로 500장 당 고정비는 총 25,796 원으로 산출되었다.

표 3-27은 관행 김부각 제조의 김부각 500장 기준(관행 1박스 50장 기준 10박스) 변동비 내역과 그 산출근거를 나타낸 것이다.

김부각 500장 당 주 및 부재료의 재료비는 김은 30,000 원, 그리고 찹쌀가루, 간장, 볶은 참깨, 멸치, 표고버섯, 다시마, 무, 양파, 마늘, 물은 각각 17,500, 5,556, 8,100, 5,000, 7,500, 5,000, 2,000, 1,700, 5,000, 10 원으로 산출되어 총 87,366이 소요되는 것으로 나타났다. 노무비와 복리후생비는 관행의 경우 생산인원을 일용직을 활용하기 때문에 하루 1인 노임 40,000 원과 의료, 위생, 급식, 작업유지 비용만을 고려하여 각각 40,000, 3,700 원으로 산출되었으며, 가스비, 전력비, 수도광열비 등 유틸리티비는 6,184 원, 제품포장비는 50,000 원, 운송하역비는 933 원, 소모공구, 위생복, 장갑, 장화 오일 등 소모성 재료비는 400 원, 생산 오물, 잔재물, 폐유 등 폐기물 처리비는 800 원으로 산출되었다. 따라서 관행 김부각 제조의 김부각 500장 당 총 변동비는 189,383 원으로 나타났다.

표 3-26. 김부각 관행 제조의 고정비 산출내역

(단위 : 원/년)

비목	품명	금액	산출근거
감가상각비	솔	38,000	(200,000원-10,000원)/5, 내용연수 5년, 잔존가치 5%
	가스렌지	38,000	(200,000원-10,000원)/5, 내용연수 5년, 잔존가치 5%
	냉장고	57,000	(600,000원-30,000원)/10, 내용연수 10년, 잔존가치 5%
	건조대	57,000	(600,000원-30,000원)/10, 내용연수 10년, 잔존가치 5%
	건물	95,000	(30,000,000원-1,500,000원)/30, 내용연수 30년, 잔존가치 5%, 150만원/평, 20평
이자	솔	5,250	(200,000원+10,000원)/2*0.05 이자율 년 5%
	가스렌지	5,250	(200,000원+10,000원)/2*0.05
	냉장고	15,750	(600,000원+30,000원)/2*0.05
	건조대	15,750	(600,000원+30,000원)/2*0.05
	건물	787,500	(30,000,000원+1,500,000원)/2*0.05
	토지	600,000	300,000원/평*40평*0.05
	유동자본	1,192,217	(20,310,000원+189,383원/500장*450,000장)*0.05* 1/2*3/12=1,192,217원
일반관리비	관리인원	14,400,000	사업주 1인 월 1,200,000원*12개월
수리수선비	건물	150,000	1,500,000원*20평*0.005
보관료	보관비	1,200,000	각종 재료보관비 월100,000원*12월
보험료	건물	600,000	월 50,000원*12개월
세금	재산세	120,000	월 10,000원*12개월
	차량세	360,000	월 30,000원*12개월
	지방세	360,000	월 30,000원*12개월
도서인쇄비		240,000	월 20,000원*12개월
지급수수료, 법정경비		120,000	월 10,000원*12개월
교통비	여비, 차량유지비	2,400,000	월 200,000원*12개월
통신비		240,000	월 20,000원*12개월
소모품비	문방구	120,000	월 10,000원*12개월
	계	23,216,717	
비고	* 김부각 1500장/일 생산, 25일/월, 12월/년 작업 시 김부각 연간 생산량은 450,000장으로 500장 당 고정비는 총 25,796 원으로 산출됨. ** 일용직 3인, 관리인원(사업주) 1인, 연간 45 만장 생산 기준 *** 생산인원은 일용직으로 산재 및 고용보험료 미계상		

표 3-27. 각 관행 제조의 변동비 산출내역 (김부각 : 500장 기준, 단위 : 원/500장)

비목	품명	금액	산출근거
재료비	김	30,000	1,000장*3,000원/100장 (김부각 1장 당 김 2장 사용)
	참쌀가루	17,500	2.5kg/500장* 7,000원/kg
	간장	5,556	1L/500장*10,000원/1.8L
	볶음참깨	8,100	0.135kg/500장*60,000원/kg(수입산)
	멸치	5,000	0.25kg/500장*20,000원/kg
	표고버섯	7,500	0.25kg/500장*30,000원/kg
	다시마	5,000	0.25kg/500장*20,000원/kg
	무	2,000	2kg/ 500장*1,000원/kg
	양파	1,700	1kg/ 500장*1,700원/kg
	마늘	5,000	0.5kg/500장*10,000원/kg
	물	10	10L/500장*1,000원/1,000L
노무비	종업원	40,000	일용직 (40,000원/인-일)/(500장/인-일)
복리 후생비	의료, 위생비	400	(10,000원/인-월)*(1월/25일)/(500장/인-일)
	급식비	2,500	(2,500원/인-일)/(500장/인-일)
	작업조건유지비	800	(20,000원/인-월)*(1월/25일)/(500장/인-일)
유틸리티비	가스비	5,250	프로판 2.5kg/500장*2,100원/kg
	전력비	667	(50,000원/월)*(12월/1년)/(500*900장/년)
	수도광열비	267	(20,000원/월)*(12월/1년)/(500*900장/년)
제품 포장비		50,000	5,000원/BOX*10BOX/500장
운송 하역비		933	(70,000원/월)*(12월/1년)/(500*900장/년)
소모성 재료비	공구, 위생복, 장갑, 장화, 기계오일 등	400	(30,000원/월)*(12월/1년)/(500*900장/년)
폐기물 처리비	오물, 잔재물, 폐유 등	800	(60,000원/월)*(12월/1년)/(500*900장/년)
	계	189,383	
비고	* 일용직 3 인, 연간 45 만장 생산 기준		

2) 기계화 제조시스템

표 3-28은 김부각 기계화 제조시스템의 연간 고정비 내역과 그 산출근거를 나타낸 것이다.

감가상각비는 직선법에 의하여 매년 일정 금액으로 산출하였는데 찹쌀 풀 제조기, 김공급기, 김부각 제조기, 건조기, 포장기, 냉장고는 내용연수 10년, 잔존가치는 구입금액의 5%로, 가스렌지는 내용연수 5년, 잔존가치는 구입금액의 5%, 건물은 평당 150만원, 30평이 소요되어 이를 내용연수 30년, 잔존가치는 구입금액의 5%로 가정하여 계산하였다. 계산 결과 찹쌀 풀 제조기, 김공급기, 김부각 제조기, 건조기, 포장기, 냉장고, 가스렌지, 건물의 연간 감가상각비는 각각 76,000, 950,000, 1,425,000, 950,000, 950,000, 67,000, 76,000, 1,425,000 원으로 연간 감가상각비는 총 5,909,000 원으로 산출되었다. 이자도 감가상각비와 마찬가지로 직선법으로 계산하였는데 연간 이자율은 5%로 계산하였다. 이 중 토지에 대한 이자는 평당 50만원, 60평이 소요되고, 가치 변동이 없는 것으로 계산하였으며, 유동자본에 대한 이자는 고정비와 변동비의 합인 경영비에서 감가상각을 제외한 비용을 유동자본으로 보고 이의 1/2을 3개월 동안 투자하는 것으로 하여 계산하였다. 따라서 찹쌀 풀 제조기, 김공급기, 김부각 제조기, 건조기, 포장기, 건물, 토지, 유동자본에 대한 이자는 각각 21,000, 262,500, 393,750, 262,500, 262,500, 1,181,250, 1,500,000 4,058,094 원으로 연간 이자는 총 7,941,594 원으로 산출되었다. 관리인원인 사업주에 대한 자가 노력비인 일반관리비는 월 120만원으로 계상하여 연간 14,400,000 원으로 산출되었으며, 이밖에 수리수선비는 건물가격의 0.5%로 계산하여 건물이 225,000 원, 기계화 제조시스템이 229,000 원으로 연간 454,000 원, 각종 김부각 재료의 보관비는 연간 1,200,000 원, 보험료는 건물이 840,000원, 산재 및 고용보험료가 1,200,000 원으로 연간 2,040,000 원, 재산세, 차량세, 지방세 등 세금은 연간 1,020,000 원, 도서 인쇄비는 연간 240,000 원, 지급수수료 및 법정 경비는 연간 120,000 원, 교통비는 연간 2,400,000 원, 통신비는 연간 240,000 원, 소모품비는 연간 120,000 원으로 산출되었다. 따라서 김부각 기계화 제조시스템의 연간 고정비는 총 36,084,594 원으로 나타났다. 생산인원 고용직 7인, 관리인원(사업주) 1인으로 김부각 7,200장/일 생산, 25일/월, 12월/년 작업 시 김부각 연간 생산량은 2,160,000장으로 500장 당 고정비는

총 8,353 원으로 산출되었다.

표 3-29는 김부각 기계화 제조시스템의 김부각 500장 기준(관행 1박스 50장 기준 10박스) 변동비 내역과 그 산출근거를 나타낸 것이다.

김부각 500장 당 주 및 부재료의 재료비는 김은 기계화에 적합한 중량김 사용으로 관행 제조의 30,000 원 보다 적은 25,000 원, 그리고 찹쌀가루, 간장, 볶은 참깨, 멸치, 표고버섯, 다시마, 무, 양파, 마늘, 물은 각각 8,750, 3,333, 8,100, 4,000, 6,000, 4,000, 1,000, 1,275, 3,500, 5 원으로 산출되어 총 65,463이 소요되는 것으로 나타났다. 노무비는 기계화 제조시스템의 경우 생산인원을 고용직을 활용하기 때문에 월 1인 노임 1,000,000 원을 고려하였을 때 19,444 원으로 계산되었으며, 복리후생비는 의료 및 위생비, 공상치료비, 지급피복비, 건강진단비, 급식비, 작업조건유지비가 각각 194, 194, 194, 194, 1,215, 972 원으로 총 2,963 원이 소요되는 것으로 나타났다. 가스비, 전력비, 수도광열비 각각 4,200, 1,389, 222 원으로 유틸리티비는 총 5,811 원이었으며, 제품포장비는 50,000 원, 운송하역비는 833 원, 소모공구, 위생복, 장갑, 장화 오일 등 소모성 재료비는 222 원, 생산 오물, 잔재물, 폐유 등 폐기물 처리비는 417 원으로 산출되었다. 따라서 김부각 기계화 제조시스템의 김부각 500장 당 총 변동비는 145,153 원으로 나타났다.

표 3-28. 김부각 기계화 제조시스템의 고정비 산출내역

(단위 : 원/년)

비목	품명	금액	산출근거
감가상각비	참쌀 풀 제조기	76,000	(800,000원-40,000원)/10, 내용연수 10년, 잔존가치 5%
	김 공급기	950,000	(10,000,000원-500,000원)/10, 내용연수 10년, 잔존가치 5%
	김부각 제조기	1,425,000	(15,000,000원-750,000원)/10, 내용연수 10년, 잔존가치 5%
	건조기	950,000	(10,000,000원-500,000원)/10, 내용연수 10년, 잔존가치 5%
	포장기	950,000	(10,000,000원-500,000원)/10, 내용연수 10년, 잔존가치 5%
	냉장고	57,000	(600,000원-30,000원)/10, 내용연수 10년, 잔존가치 5%
	가스렌지	76,000	(400,000원-20,000원)/5, 내용연수 5년, 잔존가치 5%
	건물	1,425,000	(45,000,000원-2,250,000원)/30, 내용연수 30년, 잔존가치 5%, 150만원/평, 30평
이자	참쌀풀 제조기	21,000	(800,000원+40,000원)/2*0.05, 년 5%
	김 공급기	262,500	(10,000,000원+500,000원)/2*0.05, 년 5%
	김부각 제조기	393,750	(15,000,000원+750,000원)/2*0.05, 년 5%
	건조기	262,500	(10,000,000원+500,000원)/2*0.05, 년 5%
	포장기	262,500	(10,000,000원+500,000원)/2*0.05, 년 5%
	건물	1,181,250	(45,000,000원+2,250,000원)/2*0.05, 년 5%
	토지	1,500,000	500,000원/평*60평*0.05, 년 5%
	유동자본	4,058,094	(22,234,000원+145,153원/500장*2,160,000장)*0.05 *1/2*3월/12월=4,058,094원
일반관리비	관리인원	14,400,000	월 1,200,000원*12개월
수리수선비	건물	225,000	1,500,000원/평*30평*0.005, 년 0.5%
	김부각 제조시스템	229,000	45,800,000원(참쌀풀제조기+김공급기+김부각제조기+건조기+포장기)*0.005, 년0.5%
보관료	보관비	1,200,000	각종 재료보관비 월100,000원*12월
보험료	건물, 시설	840,000	월 70,000원*12개월
	산재	600,000	월 50,000원*12개월
	고용	600,000	월 50,000원*12개월
세금	재산세	180,000	월 15,000원*12개월
	차량세	360,000	월 30,000원*12개월
	지방세	480,000	월 40,000원*12개월
도서인쇄비		240,000	월 20,000원*12개월
지급수수료 법정경비		120,000	월 10,000원*12개월
교통비	여비, 차량유지비	2,400,000	월 200,000원*12개월
통신비		240,000	월 20,000원*12개월
소모품비	문방구, 장부	120,000	월 10,000원*12개월
계		36,084,594	
비고	* 김부각 7,200장/일 생산, 25일/월, 12월/년 작업 시 김부각 연간 생산량은 2,160,000장으로 500장 당 고정비는 총 8,353 원으로 산출됨. ** 고용직 종업원 7 인, 관리인원(사업주) 1인, 연간 216 만장 생산 기준		

표 3-29. 김부각 기계화 제조시스템의 변동비 산출내역 (김부각 : 500장 기준, 단위 : 원/500장)

비목	품명	금액	산출근거
재료비	김	25,000	500장*5,000원/100장 (김부각 1장 당 기계화 중량 김 1장 사용)
	참쌀가루	8,750	1.25kg/500장* 7,000원/kg
	간장	3,333	0.6L/500장*10,000원/1.8L
	볶음참깨	8,100	0.135kg/500장*60,000원/kg(수입산)
	멸치	4,000	0.2kg/500장*20,000원/kg
	표고버섯	6,000	0.2kg/500장*30,000원/kg
	다시마	4,000	0.2kg/500장*20,000원/kg
	무	1,500	1kg/ 500장*1,000원/kg
	양파	1,275	1kg/ 500장*1,700원/kg
	마늘	3,500	1kg/500장*10,000원/kg
	물	5	5L/500장*1,000원/1,000L
노무비	생산인원	19,444	7인*1백만원/인-월*12월/216만장*500
복리후생비	의료, 위생비	194	7인*10,000원/인-월*12월/216만장*500
	공상치료비	194	7인*10,000원/인-월*12월/216만장*500
	지급피복비	194	7인*10,000원/인-월*12월/216만장*500
	건강진단	194	7인*10,000원/인-월*12월/216만장*500
	급식비	1,215	7인*2,500원/인-일*25일/월*12월/216만장*500
	작업유지비	972	7인*50,000원/인-월*12월/216만장*500
유틸리티비	가스비	4,200	프로판 2kg/500장*2,100원/kg
	전력비	1,389	(500,000원/월)*(12월/1년)/(500*4,320장/년)
	수도광열비	222	(80,000원/월)*(12월/1년)/(500*4,320장/년)
제품포장비		50,000	1BOX 김부각 50장 기준 5000원
운송하역비		833	(300,000원/월)*(12월/1년)/(500*4,320장/년)
소모성 재료비	소모공구, 위생복, 장갑, 장화, 기계오일	222	(80,000원/월)*(12월/1년)/(500*4,320장/년)
폐기물 처리비	오물, 잔재물, 폐유 등	417	(150,000원/월)*(12월/1년)/(500*4,320장/년)
계		145,153	
비고	* 고용직 종업원 7 인, 연간 216 만장 생산 기준		

(나) 김부각 기계화 제조시스템의 경제성

김부각 제조 시 관행 제조와 기계화 제조시스템의 김부각 500장 당 제조원가를 비교한 것이 표 3-30이다. 여기서 관행 제조는 생산인원 3인, 관리인원 1인으로 연간 450,000장 생산기준이며, 기계화 제조시스템은 생산인원 7인, 관리인원 1인 기준으로 산출한 것이다.

표 3-30에서와 같이 관행 제조는 김부각 500장 당 제조원가가 고정비 25,796 원, 변동비 189,383 원, 총 215,179 원으로 산출되었으며, 기계화 제조시스템은 고정비 8,353 원, 변동비 145,153 원, 총 153,506 원으로 산출되어 기계화 제조시스템의 관행 제조원가 대비 지수는 약 71%인 것으로 나타나 약 29%의 제조원가 절감을 보였다.

표 3-30. 관행 제조와 기계화 제조시스템의 김부각 500장 당 제조원가 비교

구분		관행 제조	기계화 제조시스템
생산량(장/년)		450,000	2,160,000
고정비 (원/년)	감가상각비	285,000	5,909,000
	이자	2,621,717	7,941,594
	일반관리비	14,400,000	14,400,000
	수리수선비 등 제 잡비	5,910,000	7,834,000
	소계	23,216,717	36,084,594
500장당 고정비(원/500장) ¹⁾		25,796	8,353
변동비 (원/500장)	재료비	87,366	65,463
	노무비, 복리후생비	43,700	22,407
	유틸리티비	6,184	5,811
	제품포장비	50,000	50,000
	운송하역비 등 제 잡비	2,133	1,472
	소계	189,383	145,153
총 500장당 비용(원/500장)		215,179	153,506
관행 제조원가 대비 지수(%)		100	71
비고		1) 관행제조 생산인원 3인, 기계화 제조시스템 생산인원 7인 기준	

4. 생산규모별 제조원가, 손익분기 생산량

표 3-31과 그림 3-68은 연간 김부각 생산규모에 따른 관행 제조와 기계화제조시스템의 김부각 500장 당 제조원가의 변화 추이와 이에 따른 소요 생산인원을 나타낸 것이다.

1일 8시간, 월 25일, 연 12월 작업 시 관행 제조의 경우 생산인원 1인당 연간 김부각 생산규모는 15만장으로 생산인원의 증가에 비례하여 생산규모가 증가하며, 500장 당 제조원가는 생산규모가 증가할수록 감소하였는데 그 감소율은 점차 작게 나타났다. 기계화 제조시스템은 연속작업을 위해서는 7인의 생산인원이 필요하였으며, 연간 김부각 생산규모는 최대 216만장으로 관행 제조와 마찬가지로 500장 당 제조원가는 연간 김부각 생산규모가 증가할수록 감소하였는데 그 감소율은 점차 작게 나타났다. 김부각의 관행 제조와 기계화제조시스템 제조의 연간 손익분기 생산규모는 약 145,000 장으로 산출되었다.

표 3-31. 김부각 관행 제조와 기계화제조시스템의 연간 생산규모별 김부각 500장 당 제조원가

생산규모 (만장/년)	관행 제조		기계화 제조시스템	
	500장 당 제조원가 (원/500장)	생산인원 (인)	500장 당 제조원가 (원/500장)	생산인원 (인)
5	421,550	1	505,999	7
10	305,467	1	325,576	7
15	266,772	1	265,435	7
30	228,078	2	205,294	7
45	215,179	3	185,247	7
60	208,730	4	175,223	7
75	204,861	5	169,209	7
90	202,281	6	165,200	7
105	200,439	7	162,336	7
120	199,057	8	160,188	7
135	197,982	9	158,518	7
150	197,122	10	157,181	7
165	196,418	11	156,088	7
180	195,832	12	155,176	7
195	195,336	13	154,405	7
210	194,911	14	153,745	7
216	194,757	15	153,506	7
비고	손익분기 생산규모 = $(38,084,594\text{원}/\text{년} - 23,216,717\text{원}/\text{년}) / (189,383\text{원}/500\text{장} - 145,153\text{원}/500\text{장}) \approx 145,000\text{장}/\text{년}$			

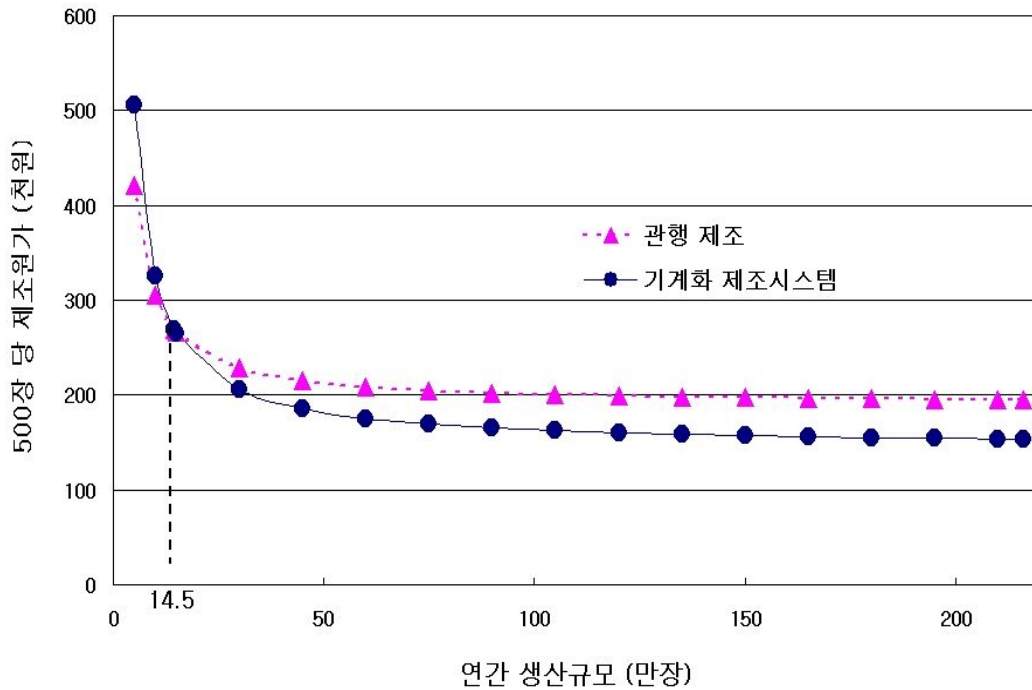


그림 3-68. 관행 제조와 김부각 제조시스템의 연간 생산규모별 김부각 500장 당 제조원가 추이

요약 및 결론

- 김부각 500 장 당 소요노동력은 관행 제조 약 8.00 인-시간, 기계화 제조시스템 2.68 인-시간으로 약 66.5% 감소하였으며, 단위 노동력 당 김부각 생산량은 62.5 장/인-시간에서 128.6 장/인-시간으로 약 206%로 향상되었다.
- 1일 8시간, 월 25일, 년 12월 작업을 가정할 때 연간 김부각 생산량은 관행 제조는 15.0 만장/인-년으로 최대 10인 제조 시 약 150 만장/년까지, 김부각시스템은 30.9 만장/인-년으로 7인 제조 시 약 216 만장/년까지 김부각을 생산할 수 있는 것으로 추정되어 약 1.4배 이상 생산능력을 증가시킬 수 있는 것으로 분석되었다.
- 생산인원 3인, 관리인원 1인으로 연간 450,000장 생산하는 관행 제조와 생산인원 7인, 관리인원 1인으로 연간 2,160,000장을 생산하는 기계화 제조시스템의

김부각 500장 당 제조원가는 각각 215,179 원, 153,506 원으로 산출되어 기계화 제조시스템의 관행 제조원가 대비 지수는 약 71%인 것으로 나타나 약 29%의 제조원가 절감을 보였다.

- 김부각의 관행 제조와 기계화제조시스템 제조의 연간 손익분기 생산규모는 약 145,000 장으로 산출되었다.

제 9절 제조된 김부각의 식품학적 품질 평가

1. 영양학적 분석

: 정부공인 검사기관인 다산생명과학원(주)의 본 연구에서 제조된 김부각의 영양학적 검사결과를 그림 3-69와 그림 3-71에 에 첨부하였다. 그림 3-69는 찹쌀풀칠과 고명공정 후 건조과정을 거친 김부각의 경우이고, 그림 3-71은 건조김부각을 튀김가공한 경우의 영양성분분석 결과이다. 두 경우 성분은 차이가 없는 것으로 판단하였다.

2. 안전성 분석

: 정부공인 검사기관인 다산생명과학원(주)의 본 연구에서 제조된 건조김부각의 안정성을 판정하기 위한 중금속성분 분석결과를 그림 3-70에 첨부하였다. 결과에 의하면 제조된 김부각은 식품의 안정성 측면에서 문제가 없는 것으로 나타났다.

3. 식품위생성 분석

: 정부공인 검사기관인 다산생명과학원(주)의 본 연구에서 제조된 김부각의 식품위생성 검사결과를 그림 3-70과 3-72에 첨부하였다. 건조김부각의 경우는 제조 후 보관 등의 관리과정에서 대장균이 다소 높은 것으로 나타났으나, 튀김김부각의 경우는 세균수가 위생상 전혀 문제가 되지 않는 수준으로 나타났다. 따라서 실제 소비과정에서는 튀김이나 구운 김부각의 형태로 섭취하게 되므로 위생상의 문제는 없을 것으로 판단되었다.



고객과 함께하는

다산생명과학원(주)

Dasan Institute of Life & Science Co., Ltd.

우편번호 : 506-812 주소 : 광주광역시 광산구 우산동 1064-3번지
전화 : 062) 942-6600 팩스 : 062) 942-6691 인터넷 : www.dasanlab.com

대표이사:김영국, 연구분석이사:배동원, 연구실장:장미영, 담당:장영주

문서번호 : 111115-84
시행일자 : 2011년 11월 15일
보 내 자 : 다산생명과학원(주)

제 목 : 검사성적서 교부
받 음 : 광주 북구 용봉동300 전남대학교 농생대 1호관 107호
전남대학교산학협력단 최영수 교수님 귀하
500-757

시험성적서

검사책임자	(정) 장미영
	(부) 이선지
전화번호	062-942-6600

접수번호	R101110178-2	접수일자	2011년 11월 3일
제 품 명	김부각	유 형	
제 조 일 자		유통기한	
의뢰자	전남대학교산학협력단 (최영수 교수님)	소 재 지	광주 북구 용봉동300 전남대학교 농생대 1호관 107호
검사구분	참고용		

귀하께서 우리 과학원에 의뢰한 검체에 대한 검사결과는 다음과 같습니다.

시험결과

검사항목	결 과
납(mg/kg)	0.0651
카드뮴(mg/kg)	0.3743
수은(mg/kg)	0.0145
비소(mg/kg)	0.4786
일반세균(CFU/g)	1,000,000
대장균	음성

비고 : 상기내용은 의뢰자가 제공한 시료에 대한 결과이며, 시료명은 의뢰자가 제시한 것입니다. 본성적서는 시험의뢰목적 이외의 광고, 선전등 상업적인 용도나 법적인 해결의 용도로 사용할 수 없습니다.

2011년 11월 15일

다산생명과학원(주) 대표이사



국립환경과학원지정 먹는물수질검사기관 제4호 / 식품의약품안전청지정 식품위생검사기관 제41호 / 국립수의과학검역원지정 축산물위생검사기관 제15호

2010. 1. 27 개정

297mm×210mm 인쇄용지특급 100g/m²

그림 3-70. 본 연구에서 제조된 건조김부각의 안정성검사결과

제 10 절 요약 및 결론

김 자동 공급기의 김 공급성능을 분석하기 위하여 김 부각 제작을 위한 일반 김, 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김, 돌김을 대상으로 김 공급속도 60, 85, 110 회/분의 3 수준, 김 날장 공급장치 흡입구의 흡입 풍력 1, 2, 3단(흡입 풍속 약 13, 18, 23m/s) 3 수준에 따라 성능실험을 수행 하였으며 주요 결론은 다음과 같았다.

- 일반 김은 김 공급속도 중속(85회/분), 김 날장 공급장치 흡입구 풍력 2단(풍속 18m/s)에서 가장 좋은 성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 2.5%, 1장 공급비율 97.5%, 김 흡입 부착 실패율 5.5%, 김 손상비율 3.3%로 나타났다.

- 일반 김 2장을 1장으로 붙인 김은 김 공급속도 중속(85회/분), 김 날장 공급장치 흡입구 풍력 3단(풍속 23m/s)에서 가장 좋은 성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 1.7%, 1장 공급비율 98.3%, 김 흡입 부착 실패율 6.1%, 김 손상비율 4.2%로 나타나 일반 김과 비슷한 공급성능을 보인다.

- 돌김은 김 공급속도 저속(60회/분), 김 날장 공급장치 흡입구 풍력 3단(풍속 23m/s)에서 가장 좋은 공급성능을 보인 것으로 판단되며, 이때 미공급비율 3.3%, 1장 공급비율 91.7%, 김 흡입 부착 실패율 16.5%, 김 손상비율 3.3%로 나타났다.

- 김 자동 공급기의 미공급비율, 2장 공급비율, 흡입 부착 실패율, 손상비율 감소와 날장 정위치 공급 비율을 높이기 위해서는 균일 흡입 부착을 위한 김 날장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입부 형상 개선, 김 날장 공급장치와 김 적재대 부품의 가공 및 설치 간격 개선, 원활한 김 공급을 위한 가이드 부품의 추가 설치 등이 필요한 것으로 보인다.

- 김 자동 공급기의 공급성능을 제고하기 위해서는 부각용 김의 종류에 따른 특성을 고려하여 김의 공급속도와 김 날장 공급장치와 이송 컨베이어 흡입구 풍력을 적정 수준으로 유지할 필요가 있으며, 가능하면 김 제조 시부터 부각 제조에 적합한

두께와 무게로 구멍이 없이 매끄럽게 규격화 생산하면 김 자동 공급기의 작업능률과 공급성능을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

- 찹쌀풀의 성분에 따른 제조 조건 구멍의 결론

- 김부각 제조시 건조김 덧붙임 작업(건조김 2장으로 김부각 1장 만듦)이 없어도 건조김 1장의 무게가 2.5g이상일 경우 김부각 제조시 건조 김 1장을 사용하여도 이상이 없을 것으로 판단되었다.
- 건조김 1장을 이용한 김부각 제조시 기존의 건조김 2장 김부각에 비해 조리성, 조리된 김부각 관능평가에서 기존의 김부각과 비교시 떨어지지 않는 것으로 판단되었다.
- 찹쌀풀 도포방법으로 로울러식 방식이 다양한 찹쌀풀 제조조건에도 김부각 적응성이 높은 것으로 판단되었다.
- 찹쌀풀의 점성은 찹쌀가루 함량이 높을수록, 끓이는 시간이 길수록 높은 경향이였다.
- 도포용 찹쌀풀 온도가 낮을수록 점성이 높아지는 경향이였으며 김부각형태도 좋은 것으로 나타났다.
- 찹쌀풀 제조시 조미성분인 한식 국간장을 넣을시 찹쌀풀 점성은 떨어지는 경향이였으며, 제조된 김부각과 조리된 김부각의 관능평가로서 맛, 색택, 냄새, 형태 모두 우수하였다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 목표달성도

본 연구는 현재 우리나라 전통식품인 김부각 제조는 거의 모든 공정이 수작업으로 이루어지고 있어, 제품의 균일성 확보를 통한 표준화는 물론 대량생산에 의한 산업화에 많은 어려움이 있는 실정이다. 본 연구의 최종 목표는 김부각 제조과정 중 찹쌀풀 풀칠 및 풀칠한 김 덧붙임 공정을 별도의 수작업 없이 김부각 제조의 일관자동화가 가능한 김부각 제조 기계화 시스템을 개발 하고자 수행되었다. 더불어 찹쌀풀 제조, 김부각 건조, 튀김부각과 구운부각 제조 공정의 기계화 모형 개발 및 기계운전조건 구명을 핵심 목표로 하고 있다. 모든 연구 내용은 계획에 의거하여 목표치를 달성하였으며, 실용화를 목적으로 지속적인 시작기 성능 평가를 통한 성능 개선과 사용자 편의 사항을 보완해 나가고 있다. 연차별 연구목표 및 연구내용에 대한 달성도는 표 4-1과 같다.

본 연구의 결과가 실용화되기 위해서는 개발된 시스템의 경제성분석이 필요하다. 따라서 김부각 제조시스템의 개발 비용을 토대로 경제성 분석을 하여 실제 농민들이 부담할 수 있는 수준의 비용인지를 판단할 수 있도록 하였다.

2. 관련분야에의 기여도

김부각은 전통식품으로 전통식품의 세계화에 일익을 담당할 수 있는 전통식품으로 기대되고 있다. 전통식품의 세계화에 필요한 조건은 무엇보다 식품성을 갖추면서도 대량생산을 통한 제품의 규격화와 생산비용 절감이 필요하다. 김부각 제조시스템은 다른 전통식품 산업화에 필수적인 제조기계화에 크게 기여할 것으로 기대된다. 무엇보다 날로 늘어나는 김 생산량에 발맞춰 김 가공식품의 새로운 수요 창출에 크게 기여할 수 있을 것이다. 구체적인 관련분야에 예상되는 기여는 다음과 같다.

- 김부각제조기계화시스템 개발의 원천 기술 확보
- 김부각제조기계화에 따른 김부각 생산비용 절감

- 김부각 제조원가 절감에 따른 김부각 수요 증대
- 김부각제조기계화의 자동화를 통한 작업의 편의성 증대와 영농 의욕 고취
- 본 시스템을 활용한 다양한 신 김 가공제품 개발 촉진을 통한 새로운 농가소득 창출

표 4-1 연차별 목표 및 연구내용에 대한 달성도

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도
1차년도 (2009)	○ 김부각 제조 기계화 시스템을 개발을 위한 기초조사 및 모형개발	- 세부공정별 유사 식품제조기 조사 및 성능 분석 - 김부각 품질 판정 항목 및 기준 설정 - 목표생산량 제조에 적합한 세부공정별 기계화 모형개발	100%
	○ 찹쌀풀 제조 공정 기계화	- 자동화 제조기에 적합한 접착성 조성물 개발 - 찹쌀풀 제조 기계화 모형 개발 - 찹쌀풀 제조 단위기계 성능평가	100%
	○ 김부각 제조 공정 기계화	- 김 공급기 개발 - 풀칠기 개발 및 성능평가 - 고명기 개발 및 성능평가	100%
2차년도 (2010)	○ 김부각 건조 공정 기계화	- 김부각 최적 건조 조건 구명 - 건조 조건에 따른 건조기 형식, 용량 및 운전조건 구명 - 건조기의 건조성능 평가	100%
	○ 튀김부각 제조 기계화	- 튀김공정 기계화모형 개발 - 최적 튀김 조건 구명 - 튀김장치의 튀김성능 평가	100%
	○ 구운부각 제조 기계화	- 굽기공정 기계화모형 개발 - 최적 가열 조건 구명 - 가열기 성능 평가	100%
	○ 통합 시스템 개발 및 보완	- 단위공정 기계의 통합 - 통합제조 시스템의 성능평가 - 단위공정기계 성능 보완 - 공정제어장치 개발 - 통합시스템 경제성 분석	100%
	○ 제조된 김부각의 식품학적 품질 평가	- 영양학적 분석 - 안전성 분석 - 식품위생성 분석	100%

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

본 연구에서 개발된 김부각 제조 기계화시스템은 참여기업과 상품화 제작을 통한 보급으로 전통식품의 대중화와 산업화에 기여하며, 제조원가의 획기적 절감으로 상품화를 통한 식품산업 발전에 크게 기여할 것으로 기대된다. 따라서 기업으로의 기술이전을 통해 김부각 수요창출과 전통식품기계화를 통한 전통식품의 세계화를 추진하고자 하며, 구체적인 활용계획은 다음과 같다.

- 기업에 개발된 김부각 제조 기계화시스템에 관한 H/W, S/W 기술을 이전하여 실용화를 위한 경제성 있는 시스템을 제작하여 이를 보급한다. (농업회사법인 처갓집반찬에 기술이전 예정)
- 개발된 김부각 제조 기계화시스템의 제어장치, 공급장치, 풀칠기, 고명기 등에 관련한 기술특허를 출원한다.
- 연시회 등에 참여하여 개발된 김부각제조 기계화시스템을 이용한 성능과 실용성을 참여 김부각 관련 생산인과 농민에게 적극 홍보한다.
- 김부각을 이용한 신제품개발의 핵심 기술로 확대 활용한다.
- 기술이전을 적극적으로 추진하며, 생산규모의 증대의 필요에 따라 건조, 튀김 또는 건조과정의 일관기계화 개발도 추진한다.
- 개발된 김부각제조기계화시스템의 정부보조 지원을 통한 농가보급 확대방안을 수립한다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

본 연구의 문헌조사를 통하여 김부각 제조 기계화시스템 개발에 관련된 해외과학기술 정보는 다음과 같다.

- 식품기계 제조 기계화시스템 동향
- 식품기계 신소재 개발 동향
- 식품기계 자동화 장치 소자 및 응용기술 발전 동향
- 식품기계의 식품안전성 규격
- 식품기계 성능을 평가하는데 있어서 국제적인 기준과 새로운 선택성 평가 방법
- 식품건조기의 개발 추이와 동향

제 7 장 참고문헌

1. 식품가공기계학. 2003. 전재근. 향문사.
2. 일본의 식품기계총람. 2010. 일본식품기계공업회
3. 식품기계개론. 1989. 선진문화사.
4. 박복희, 최희경, 조희숙. 2001. 녹차 수용성 추출물을 이용한 김부각의 산화안전성 및 품질특성에 관한 연구. 한국식품영양과학회지. 30(3):557-564.
5. 로버트 자콥 알테이드. 1987.01.13. 고속으로 풀칠하기 위한 방법 및 장치. 10-0022556-0000.
6. 김동수. 1996.11.29. 김부각 제조방법. 특허 10-0108480-0000.
7. 김용국. 2004.01.07. 김부각 및 김부각의 제조방법. 10-2004-0001006.
8. 김주영. 2002.07.08. 김부각의 제조방법. 10-0345935-0000.
9. 김태선. 2003.11.24. 음식물 가열조리기. 실용신안 20-0334947-0000.
10. 김호원. 2006.04.26. 김부각의 제조방법 및 상기방법으로 제조된 김부각. 10-0576260-0000.
11. 김홍용. 1957.02.23. 김부각 제조법. 10-0000222-0000.
12. 남해수산 연구소(박희연). 1996.07.18. 올리고당이 함유된 김 팽화스넵의 제조방법. 10-1996-0029572.
13. 남해수산연구소(박희연). 1998.10.09. 유산균과 올리고당이 함유된 김페이스트 제조방법. 10-0169297-0000.
14. 담양한과 명진식품(강성국). 2006.02.28. 김치맛 김부각을 제조하는 방법 및 그 방법에 의해 만들어진 김부각. 10-0558266-0000.
15. 더크 잔 비니만. 1982.01.26. 고속으로 풀칠하기 위한 방법 및 장치. 특허 1982-0000327.
16. 서중일. 1996.08.14. 김부각 제조방법. 특허 1996-0010969.
17. 윤광삼. 2003.07.31. 톳을 이용한 톳-김 제조 기술개발. 특허 10-2003-0053286.
18. 이은미. 2002.07.02. 오가피 추출액을 함유한 김부각의 제조방법. 특허 10-2002-0038023.

19. 이전희. 2002.10.18. 김의 사이에 식품이 부착된 이중김 및 그 제조방법. 10-0357737-0000.
20. 장윤선. 2006.11.27. 폐기-미이용 김을 이용한 김 엑기스 및 포피란을 함유한 김 부각의 제조방법. 10-2006-0117440.
21. 제일제당 주식회사(김주영). 2002.07.08. 김부각의 제조방법. 특허10-0345935.

부 록

1. 식품의 성분분석법 및 안정성분석법

① 수분

식품공전 제 10 일반시험법 1. 식품성분시험법 1.1.1 수분시험법에 따라 측정하였다. 즉, 미리 가열하여 항량으로 한 칭량접시에 검체를 정밀히 달아 뚜껑을 약간 열어 놓고 규정된 105℃의 건조기에 넣어 3~5시간 건조한 후, 데시케이터에서 약 30분간 식히고 무게를 달았다. 다시 칭량접시를 1~2시간 건조하여 항량이 될 때까지 같은 조작을 반복하여 수분량을 측정하였다.

$$\text{수분(\%)} = \frac{b-c}{b-a} \times 100$$

a : 칭량접시의 무게(g)
 b : 칭량접시와 검체의 무게(g)
 c : 건조 후 항량이 되었을 때의 무게(g)

② 회분

식품공전 제 10 일반시험법 1. 식품 성분시험법 1.1.2 회분시험법에 따라 측정하였다. 즉, 회화용기를 전기로에서 600℃이상으로 여러 시간 가열한 후 데시케이터에 옮겨 실온으로 식힌 다음 칭량하였다. 이 조작을 항량이 될 때까지 반복하였다. 검체를 회화용기에 정밀히 달아 넣고 용기를 그대로 회화로에 옮겨 600℃에서 1-2시간 가열하여 백색~회백색의 회분이 얻어질 때까지 회화 후, 가열을 그치고 그대로 식혀 온도가 약 200℃로 되었을 때 데시케이터에 옮겨 식힌 후 칭량하였다.

검체의 회분량(%)은 다음 식에 따라 산출하였다.

$$\text{회분(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

W₀ : 항량이 된 회화용기에 무게(g)
 W₁ : 회화 후의 회화용기와 회분의 무게(g)
 S : 검체의 채취량(g)

③ 조단백질

식품공전 제 10 일반시험법 1. 식품성분시험법 1.1.3. 질소화합물 조단백질시험법에 따라 측정하였다. 즉, 검체를 정밀히 취하여 킬달플라스크에 넣고 여기에 분해촉진제 약 0.5 g을 넣은 후 플라스크 내벽을 따라 황산 12 mL를 넣은 다음 플라스크를 흔들어 주면서 30% 과산화수소 1 mL를 조금씩 조심하여 넣는다. 그 후, 분해 장치를 이용하여 천천히 가열하고 검체의 탄화물이 보이지 않을 때까지 온도를 높여 끓이고 분해액이 투명한 담청색이 되면 다시 1~2시간 가열을 계속한다. 분해액을 냉각시킨 후 물 20 mL를

주의하여 가한 후 이 플라스크를 증류장치에 연결하였다. 증류액 약 100 mL를 받은 후 냉각기의 끝을 액면에서 조금 떼어 다시 유액 수 mL를 유취하여 다시 냉각기의 끝을 소량의 물로 수기내에 씻어 넣고 수기내에 들어 있는 유액을 0.05N 수산화나트륨액으로 부런스위크시액이 녹색으로 변할 때까지 적정하였다. 따로 같은 방법으로 공시험을 하였다.

0.05 N 황산 1 mL = 0.7003 mgN

$$\text{질소(\%)} = 0.7003 \times (a-b) \times \frac{100}{\text{검체의 채취량(mg)}} \times \text{질소계수}$$

a : 공시험에서 중화에 소요된 0.05 N 수산화나트륨액의 mL수

b : 분시험에서 중화에 소요된 0.05 N 수산화나트륨액의 mL수

④ 조지방 및 지방산 분석

ㄱ. 조지방

식품공전 제 10 일반시험법 1. 식품성분시험법 1.1.5.1 조지방 시험법에 따라 측정하였다. 즉, 검체 2.0082 g을 작은 비커에 정밀히 달아 넣고 에탄올 약 2 mL를 가하여 잘 섞은 다음, 염산(25→36) 10 mL를 가하여 잘 섞고 70-80℃의 수욕상에서 때때로 흔들면서 20-40분간 가온 후 에탄올 10 mL를 넣고 식혔다. 내용물을 마조니아관에 옮긴 다음, 에테르 25 mL를 가하여 가볍게 섞고 마개를 열어 에테르증기를 날려 보낸 후 다시 마개를 닫고 약 1분간 세게 흔들었다. 그 후 석유에테르 25 mL를 가하고 다시 1분간 격렬히 진탕하였다. 이를 방지하여 상층액이 완전히 투명하게 되면 상층액을 미리 항량으로 한 삼각플라스크에 옮기고 관내의 남은 액에 에테르 및 석유에테르를 각 15 mL씩 가하여 위와 같은 조작을 반복하였다. 다시 석유에테르 및 에테르 15 mL씩으로 3회 추출한 다음 관의 마개 유출구 및 깔때기를 에테르 석유에테르의 같은 양의 혼액으로 깨끗이 씻고 여액 및 씻은액을 삼각플라스크에 합쳐 수욕상에서 용매를 날려 보낸 후 100℃의 건조기에 넣고 항량이 될 때까지 건조하고 조지방의 항량을 산출하였다.

$$\text{조지방(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

W_0 : 받는 그릇의 무게(g)
 W_1 : 조지방을 추출하여 건조시킨 받는 그릇의 무게(g)
 S : 검체의 채취량(g)

ㄴ. 지방산

식품공전 제 10 일반시험법 1. 식품성분시험법 1.1.5.4 지방산시험법에 따라 측정하였다. 즉, 조지방 추출은 1.1.5.1 조지방의 방법을 이용하였다. 식품에서 추출한 유지는 지방 가수분해를 위해 검체 약 25 mg을 유리 튜브에 정밀히 취하고 내부표준용액 1 mL를 첨가, 이어 0.5N 메탄올성 수산화나트륨용액 1.5 mL를 가하고 질소를 불어넣은 후 즉시 뚜껑을 덮고 혼합, 100°C heating block에서 약 5분간 가온하였다. 이를 냉각한 후 14% 트리플루오르보란메탄올용액 2 mL를 가하고 다시 질소를 불어넣은 후 즉시 뚜껑을 덮고 혼합하고 100°C에서 30분간 가온하였다. 이어 30~40°C로 냉각하여 이소옥탄용액 1 mL를 가하여 질소를 불어넣은 후 뚜껑을 덮고 30초간 격렬히 진탕, 다시 포화 염화나트륨용액 5 mL를 가하고 질소를 불어넣은 후 뚜껑을 덮고 진탕하였다. 상온으로 냉각한 후 수층으로부터 분리된 이소옥탄층을 새 유리 튜브에 넣고 질소를 불어넣은 후 즉시 뚜껑을 덮는다. 수층에 이소옥탄 1 mL를 추가로 넣고 위와 같은 방법으로 추출한 후 이소옥탄층을 전의 이옥탄액과 합하였다. 상층인 이소옥탄층을 무수황산나트륨이 있는 새 유리 튜브에 넣고 질소를 불어넣은 후 즉시 뚜껑을 덮고 수분을 제거하였고 GC (Agilent 6890N)에 주입하여 기기분석을 행하였다. GC 분석의 column은 SP-2560 (100m x 0.25mm x 0.2 μ m)을 사용하였다. column 온도는 180°C에서 40분간 유지한 후 3°C/min의 비율로 230°C까지 온도를 승온하여 10분 이상 유지하였다. Injector 온도는 250°C, detector 온도는 260°C로 하였으며, 유량은 1.0 mL/min으로 하였다.

지방산 100g 당 g 함량은 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{지방산 함량 (g/100g 식품)} = \frac{\text{조지방함량(g/100g 식품)} \times \text{지방산 함량(g/100g 지방산)}}{100}$$

⑤ 탄수화물

100 - (수분 + 회분 + 조지방 + 조단백) = 탄수화물로 산출

⑥ 무기성분 및 중금속분석(Na,Pb,Cd,As)

식품공전 제 10 일반시험법 1. 식품성분시험법 1.2 미량영양성분시험법 1.2.1 무기성분 시험법 및 7. 식품중 유해물질시험법 7.1 중금속시험법에 따라 측정하였다. 즉, 검체를 취한 후, Microwave digestion system (Micro Prep Q 2000)에 넣고 질산으로 처리하여 분해하고 메스플라스크 등에 옮겨 100 mL로 정용하였다. 이 시험용액을 원자흡광광도계(AAnalyst 400, Perkin Elmer, USA) 및 ICP-MS (Agilent 7500 series, USA)에 주입하여 분석하였고 따로 표준용액 및 이의 공시험용액에 대해서도 각각 시험용액의 경우와 같은 조작을 해서 검량선을 작성하여 시험용액의 농도를 구하였다.

⑦ 수은 분석

식품공전 제 10 일반시험법 7. 식품 중 유해물질시험법 7.1.2.4 수은 (2) 원자흡광광도법에 의한 정량(금아말감법) 시험법에 따라 측정하였다. 첨가제(a) 약 1 g을 도가니에 고르게 펴고 그 위에 세질 또는 균질화한 시료를 완전히 스며들게 하고 그 위에 다시 첨가제(a) 약 0.5g (b) 약 1 g을 차례로 고르게 펴 층을 이루게 하였다. 도가니를 수은분석기(MA-2)연소부에 넣고 공기 0.521 L/min을 통과하면서 약 900℃로 가열하여 수은을 유지시켜 포집관에 수은을 포집하였다. 포집관을 약 700℃로 가열하여 수은 증기를 냉원자흡광분석장치에 보내고 흡광도를 측정하여 A로 하고 따로 도가니에 첨가제만을 취해 같은 조작을 되풀이하어 흡광도를 측정하여 Ab로 하였다. 수은 표준용액을 써서 같은 조작을 되풀이하어 얻어진 흡광도에서 검량선을 작성하여 A-Ab값을 검량선으로부터 시료중의 수은량을 산출하였다.

⑧ 일반 세균

식품공전 제 10 일반시험법 3. 미생물시험법 3.5.1 일반세균수 가.표준평판법에 따라 시험하였다. 검체 일정량을 9배량의 멸균생리식염수와 함께 균질화한 후 10⁴까지 희석하여 시험용액으로 하였다. 시험용액 1 mL씩을 멸균 페트리접시 2매에 무균적으로 취하고 43~45℃로 유지한 표준한천배지 약 15mL을 가하여 혼합하여 응고시키고 그 표면에 동

일한 배지 3~5mL를 가하여 증척시킨 후 35~37℃에서 24~48시간을 배양하였다. 배양 후 즉시 집락계산기를 사용하여 생성된 집락수를 계산하였다. 검액을 가하지 아니한 동일 회석액 1mL를 대조시험액으로 하여 시험조작의 무균여부를 확인하였다.

⑨ 대장균

식품공전 제 10 일반시험법 3. 미생물시험법 3.8 대장균 3.8.1 정성시험 1)한도시험법에 따라 실험하였다.

즉, 검체 약 25 g을 멸균 유리봉 또는 멸균 스파츨러 등으로 잘 혼합한 후 그 일정량(10~25 mL)을 멸균용기에 취해 9배 양의 멸균생리식염수와 혼합한 것을 시험용액으로 하였다. 이 시험용액 1 mL를 3개의 EC 배지에 접종하고 44.5±0.2℃에서 24±2시간 배양하였다. 이때에 가스발생을 인정한 발효관은 추정시험 양성으로 하고 가스발생이 인정되지 않을 때에는 추정시험 음성으로 하였다. 추정시험이 양성일 때에는 해당 EC발효관으로부터 1백금이를 EMB 평판배지에 획선 접종하여 35±1℃에서 24±2시간 배양한 후 전형적 집락을 취하여 유당배지 및 보통한천 사면배지에 각각 이식하고, 유당배지에 접종한 것은 35±1℃에서 48±3시간 배양하고 보통한천 사면배지에 접종한 것은 35±1℃에서 24±2시간 배양하였다. 유당배지에서 가스발생을 인정하였을 때에는 이에 해당하는 보통한천 사면배지에서 배양된 집락을 취하여 그 랍염색을 실시하고 검경 후 그람음성, 무아포성 간균을 확인한 후 생화학 시험을 실시하여 대장균 양성으로 판정하였다.

⑩ 열량

탄수화물 4 kcal, 지방 9 kcal, 단백질 4 kcal로 계산하였다.