

발 간 등 록 번 호

일반과제 관리번호 109048-2

11-1541000-001066-01

유과제조용 비유탕 진공팽화기계 개발
(Development of non deep-fry vacuum puffing
machine for Yukwa making process)

공주대학교

농림수산식품부

요 약 문

I. 제 목 : 유과제조용 비유탕 진공팽화기계 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

유과의 전통적인 제조 방법은 기름에 튀기는 유탕팽화 유과로 저장 중 산패에 의한 품질의 저하와 지질 섭취에 의한 칼로리 과다의 우려가 있다. 특히 저장 중 산패는 유통에 많은 문제가 되어 유탕처리를 하지 않고도 전통튀과와 유사한 조직감을 가지는 유과제조용 비유탕 진공팽화기계와 가공공정을 개발한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

IV. 연구개발결과

1. 비유탕 진공팽화 유과 제조를 위한 진공팽화기 개발

진공팽화기는 가열실, 진공실, 열교환 팬, 열교환 팬용 모터, 진공펌프, 진공 및 압력 게이지, 가열실 및 진공실 연결 밸브, 콘트롤 박스, 가열실 개폐용 유압장치 등으로 구성되어 있다.

예열된 가열실에 반대기를 넣고 가열 및 압력을 상승시키고, 가열에 의한 반대기 내부의 수분이 기화되면서 반대기를 팽화시키고, 진공에 의하여 팽화된 반대기를 고정시켜 유탕처리를 하지 않고 진공에 의해 팽화를 시키는 비유탕 진공팽화 유과 제조를 위한 진공팽화기를 개발하였다.

2. 진공팽화기를 사용한 비유탕 진공팽화 유과 제조 공정 개발

개발된 진공팽화기에 적합한 반대기의 제조 공정 및 진공팽화기에 의한 팽화공정을 개발하여 비유탕 진공팽화 유과의 제조 공정을 개발하였다.

비유탕 진공팽화 유과에 적합한 제조공정은 30℃에서 3일간 수침한 찹쌀을 5시간 물빼기를 하여 물 분쇄한 후, 수분함량을 53%로 조정하여 전기스팀기를 사용하여 60분간 증자 후 15분간 편칭하여, 2℃에서 3시간 냉각 후, 4×1×0.5 cm³로 성형하여, 반대기 수분함량이 약 23%가 되도록 건조하여 2℃에서 2일간 수분을 골고루 분산시킨 후 진공팽화기에서 2,33분간 가열 후 2분간 팽화시켜 다시 건조기에서 건조시킨 후 물엿과 쌀튀밥을 도포한다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

1. 연구성과

특허출원, 논문 1편 투고, 1편 투고 예정

2. 성과활용 계획

- 비유탕 진공팽화기에 대한 기술이전 예정
- 진공팽화기 생산업체에 대한 비유탕 진공팽화 유과의 제조공정에 대한 기술이전 예정
- 비유탕 진공팽화기 및 비유탕 진공팽화 유과의 홍보를 위한 전시회 참가 및 언론홍보 예정

SUMMARY

In commercial oil-puffing of *Yukwa* (Korean rice snack), the high fat content in final product is considering a major factor increasing rancid-tasting products. Thus, the objective of this study was to explore the possibilities of using vacuum puffing machine to produce oil-free *Yukwa* products. Instruction of vacuum puffing machine used in this research containing heat chamber, heater, vacuum chamber, vacuum pump, vacuum gauge, pressure gauge, fan motor, fan and control box. The influence of steeping temperatures (25 and 30°C), steeping times (3, 5 and 10 days), steaming times (30, 60 and 90 min), punching times (10, 15 and 20 min), pellet moisture content (20-35%) and heating times (1.33-5.33 min) were studied. The optimum processing parameters for puffing *Yukwa* by vacuum puffing machine were the steeping condition at 30°C for 3 days, the steaming time of 60 min, the punching time of 15 min, the pellet moisture content of 23.09% and the heating time of 2.33 min. Moreover, the oxidative stability (acid and peroxide values) of vacuum puffed *Yukwa* from optimize vacuum puffing condition and oil-puffed *Yukwa* was studied at different moisture content (17 and 25%) of waxy rice pellet. The oil-puffed *Yukwa* from 25% moisture content of waxy rice pellet showed highest in both acid and peroxide values while the peroxide value of vacuum puffed *Yukwa* had less than 9 meq/kg even after 15 days of storage at 60°C.

CONTENTS

Chap. 1 Objectives and needs of research-----	6
Chap. 2 Review of previous research -----	8
Chap. 3 Contents and results of research -----	14
Chap. 4 Objective attainment and relevant contribution to the field -----	91
Chap. 5 Plans for research and development results and utilization -----	93

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	-----	6
1.	연구개발의 목적	-----	6
2.	연구개발의 필요성	-----	6
제 2 장	국내외 기술개발 현황	-----	8
제1절	특허분석을 통한 국내외 기술개발 현황	-----	8
1.	비유당 팽화 유과 제조 장치에 관한 기술개발 및 연구 현황	-----	8
2.	유당처리 유과의 가공공정 개선	-----	9
3.	유당처리 유과에 부원료를 첨가하여 기능성성을 향상시킨 유과의 연구현황	-----	11
제2절	논문분석을 통한 국내외 기술개발 현황	-----	13
1.	유과 제조 원료에 대한 연구현황	-----	13
2.	팽화방법에 대한 연구현황	-----	13
3.	부원료 첨가	-----	14
4.	전통유과 제조 공정 연구	-----	14
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	-----	15
제1절	유과의 제조 공정분석 및 진공팽화기 제작	-----	15
1.	유과의 제조 공정 분석	-----	15
2.	진공팽화기	-----	18
3.	품질측정을 위한 실험 및 결과	-----	21
4.	결론	-----	31
5.	참고문헌	-----	32
제2절	진공팽화기의 개발 및 공정변수에 따른 비유당 진공팽화 유과의 팽화특성	-----	33
1.	재료 및 실험방법	-----	33
2.	결과 및 고찰	-----	36
3.	참고문헌	-----	47
제3절	반대기 제조 공정변수와 수분함량에 따른 비유당 진공팽화 유과의 품질특성	-----	50
1.	재료 및 방법	-----	50
2.	결과 및 고찰	-----	52
3.	결론	-----	63
4.	참고문헌	-----	64
제4절	비유당 팽화유과의 물리적 특성 및 저장특성	-----	65
1.	재료 및 방법	-----	65
2.	결과	-----	67
3.	참고문헌	-----	75
제5절	단위공정별 공정변수가 비유당 진공팽화 유과의 특성에 미치는 영향	-----	76
1.	재료 및 방법	-----	76
2.	실험의 설계	-----	77
3.	실험방법	-----	77
4.	결과 및 고찰	-----	79
5.	참고문헌	-----	94
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	-----	95
1.	목표달성도	-----	95
2.	관련분야 기여도	-----	96
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	-----	97
1.	비유당 진공팽화 기계 개발	-----	97
2.	비유당 진공팽화 유과의 제조공정 개발	-----	97
3.	지식 재산권 확보 계획	-----	97

제 1 장 연구개발과제의 개요

1. 연구개발의 목적

서양의 과자와 구별되는 우리나라의 한과중 하나인 유과는 주로 기름에 튀겨서 팽화시키는데 이것은 지질의 함유량이 높아서 칼로리 과다 섭취의 우려가 있고 저장 중 산패되어 과산화물 등을 생성하므로 저장기간이 짧고 인체에 해를 끼칠 수 있는 단점이 있어 수출에 어려움을 겪고 있다. 그러므로 수출증대와 건강에 관심이 높은 현대인들을 위하여 기름을 사용하지 않고 비유탕으로 전통유과와 유사한 조직감을 가지는 유과제조용 비유탕 진공팽화기계와 가공공정을 개발한다.

2. 연구개발의 필요성

- 가. 세계의 각 나라 혹은 지역들은 나름대로의 전통식품을 가지고 있으며 통념적으로 전통식품이란 그 나라에서 100년 넘게 이용되어온 식품으로 정의할 수 있다. 우리나라 전통식품 중 하나인 유과는 강정류에 속하며 농경문화의 진전에 따른 곡물 산출의 증가와 숯불사조에서 오는 육식의 기피를 배경으로 신라, 고려시대에 특히 고도로 개발된 음식이었다.
- 나. 대표적인 전통 한과인 유과는 추석이나 설과 같은 명절 또는 혼례, 회갑, 제사 등의 행사에 많이 이용될 뿐만 아니라 평상시의 기호식품 또는 지역의 특산품으로서 선물이나 관광상품으로 이용된다. 또한 식생활이 발달함에 따라 식생활 구조가 주식, 부식, 후식의 식사형태로 뚜렷해지면서 과정류는 후식의 위치로 자리 잡게 되었다. 이에 따라 유과의 수요는 상당한 수준에 이르고 있으며 이들 제품의 수준을 현대인의 기대치에 맞추고 구미에 맞게 다양화한다면 이들 제품의 수요 확대 가능성은 매우 높을 것으로 생각된다.
- 다. 전통적인 유과의 제조방법은 찹쌀을 7-10일 정도 수침하여 삭힌 후 분쇄하여 콩물이나 딱걸리 등을 넣고 혼합, 증자한다. 이를 반죽하여 반데기를 만들어 건조한 후 팽화시키고 조청을 발라 여러 가지 고물을 묻히는 것이다. 제조과정 중 유과의 팽화방법으로 기름을 많이 이용하여 왔고 기름이외에 모래, 자갈, 소금, 숯 등을 이용한 팽화방법이 사용되어져 오기도 했다. 그러나 모래, 자갈, 소금, 숯 등을 이용하여 팽화한 유과의 조직감은 기름을 이용하여 팽화한 유과와 차이가 크고 환경오염이 심각한 지금은 위생적인 문제로 적용이 곤란할 것으로 생각된다.
- 라. 기름에 튀겨서 제조한 유과는 지질의 함유량이 높아서 칼로리 과다 섭취의 우려가 있고 다공성 조직을 가지고 있어 산패가 일어나기 쉽다. 또한 유통과정 중 기름 특유의 찌든 맛과 냄새를 나타내어 불쾌감을 유발하고 유과의 맛을 감소시키므로 새로운 팽화방법의 연구가 절실히 요구되고 있는 실정이다.
- 마. 최근에 기름을 사용하지 않는 유과의 팽화방법에 관한 많은 연구가 진행되었으며 주로 전

기오븐 속의 고온 공기, 전자레인지, 원적외선 전기구이기, 압출성형기 등을 이용하여 팽화시키는 연구와 유과생지를 고온토출방법으로 팽화시키는 방법이 특허출원 되어있다.

- 바. 유과제품의 다양화와 품질향상을 위하여, 이러한 팽화방법으로 성, 복분자 등의 기능성 물질을 첨가하여 유과를 제조하는 연구가 이루어졌다. 그러나 대부분 고온에서 팽화시키므로 열에 불안정한 기능성 물질을 첨가하여 유과제품을 제조할 경우 고온에 의해 기능성 물질은 파괴된다. 따라서 비교적 낮은 온도에서 팽화시킬 수 있는 유과제조용 진공팽화기계의 개발이 필요하다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 특허 분석을 통한 국내외 기술개발 현황

1. 비유당 팽화 유과 제조 장치에 관한 기술 개발 및 연구 현황

1) 압출성형기를 이용한 비유당 유과 및 이의 제조방법

- (1) 특허 내용 : 압출성형기를 이용한 비유당 유과 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 특정 조건 하에서 압출성형기(extruder)를 이용하여 기존의 유당 유과 제조공정에 비해 찹쌀수침, 건조, 유당 처리과정이 압출과정만으로 단축되고, 유당 유과에 비해 수분함량이 적고 경도가 좋으며, 저장 중 지질산패도가 감소되고 관능적 특성에서 우수한 효과를 가진 비유당 유과 및 이의 제조방법에 관한 것이다.
- (2) 특징 : 비유당 유과 제조 장치로 기름의 산패의 문제는 개선되었으나 유당처리 유과에 비하여 높은 온도에서 팽화에 의한 열민감성 원료의 사용이 제한되며 고가의 압출성형기가 필요하며, 압출성형기 사용을 위해서 한 번에 대량의 생산이 필요하며, 유당처리 유과에 비해 유과가 딱딱한 단점이 있다. 또한 현재 실용화되지 못하고 있다.

2) 곡물을 이용한 건과자 가공장치 및 제조방법

- (1) 특허 내용 : 쌀, 누룽지, 현미, 보리, 울무 등의 곡물을 가공하여 스넵, 유과 등의 건과류와 한과류를 제조할 수 있도록 된 곡물 가공장치에 관한 것으로 더욱 상세하게는 곡물을 별도로 침지하지 않은 상태에서 압출성형기 스크류로 분쇄하여 이를 250℃의 열을 가한 후 압출구를 통하여 압출하는 동시에 팽화(속칭:알파)한 후 제1 오븐 건조기로 수분을 건조시킨 다음 팽화 된 반데기에 조청,물엿, 설탕 등으로 이루어진 시럽과 깨, 팥, 콩, 튀밥가루, 김가루, 새우가루, 송화가루 중 어느 하나로 이루어진 고물을 코팅기로 코팅시켜 제조된 건과자를 제 2건조기로 건조시켜 조직이 부드럽고 바삭바삭한 스넵, 유과, 한과, 강정 등의 건과자를 간단 용이하게 대량으로 생산함으로써, 여러 가지의 건과자를 쉽게 제조하는 방법에 관한 것이다.
- (2) 특징 : 비유당 유과 제조 장치로 기름의 산패의 문제는 개선되었으나 유당처리 유과에 비하여 높은 온도에서 팽화에 의한 열민감성 원료의 사용이 제한되며, 고가의 압출성형기가 필요하며, 압출성형기 사용을 위해서 한 번에 대량의 생산이 필요하며, 유당처리 유과에 비해 유과가 딱딱한 단점이 있다. 또한 현재 실용화되지 못하고 있다.

3) 일반미 유과 스넵 및 이의 제조 방법

- (1) 특허 내용 : 일반미를 사출기를 통하여 팽화 및 성형시키는 단계; 얻어진 성형물을 로스터를 이용하여 열처리하는 단계; 상기 열처리된 성형물을 오일과 시럽으로 코팅하는 단계; 상기 코팅물에 팽화미 그릿츠를 뿌려 묻히는 단계; 그릿츠가 묻은 코팅물을 건조 및

질소 충전 포장하는 단계를 포함하여 이루어지는 일반미 유과 스낵의 제조 방법에 관한 것이다.

- (2) 특징 : 비유탕 유과 제조 장치로 기름의 산패의 문제는 개선되었으며, 찹쌀을 사용하여 찹쌀에 비하여 제조원가를 절감하였으나, 유탕처리 유과에 비하여 높은 온도에서 팽화에 의한 열민감성 원료의 사용이 제한되며, 고가의 압출성형기가 필요하며, 압출성형기 사용을 위해서 한 번에 대량의 생산이 필요하며, 유탕처리 유과에 비해 유과가 딱딱한 단점이 있다. 또한 현재 실용화되지 못하고 있다.

3) 한과 성형장치 및 그 한과 제조방법

- (1) 특허 내용 : 한과의 제조 과정 중 찹쌀을 주원료로 성형한 판상체의 떡을 성형장치를 이용하여 한과의 성형크기로 용이하게 재단함과 동시에 재단된 떡을 기름의 접촉 없이 상기 성형장치 내에서 가열하여 한과를 제조하는 방법에 관한 것이다.
- (2) 특징 : 비유탕 유과 제조 장치로 기름의 산패의 문제는 개선되었으나 판상체의 내부에서 성형하여 바로 팽화시키는 방법으로 판상체 내부에서 팽화시키기 위한 충분한 공간 확보가 어려울 것으로 예상되며 판상체에 접촉된면의 갈변이 예상되어 미관상 좋지 않을 것으로 예상된다.

2. 유탕 처리 유과의 가공공정 개선

1) 찹쌀분말을 이용한 유과의 제조방법 및 장치

- (1) 특허 내용 : 7~15일간 수침한 찹쌀을 분쇄하여 부원료와 혼합 후 압출성형기를 이용하여 반대기를 제조하며, 반대기 제조시 CO를 주입하여 파리치기를 하는 방법에 의한 유과 제조 방법에 관한 것이다.
- (2) 특징 : 반대기 제조 공정 중 증자 및 파리치기, 성형 등을 압출성형기를 이용하여 공정을 단순화하였으나, 유탕처리에 의한 팽화방법으로 유지의 산패 등의 문제의 개선은 이루어지지 않았다.

2) 세반유과 제조장치 및 방법

- (1) 특허 내용 : 본 발명은 세반유과 제조장치 및 방법에 관한 것 즉, 유과의 표면에 도포하는 쌀 그릿츠의 유용한 도포방법 및 장치에 관한 것이다.
- (2) 특징 : 유과의 쌀 그릿츠 도포 방법이 자동적 및 위생적으로 개선되었으나 유탕 처리에 의한 제반 문제점은 개선되지 않았다.

3) 신속하면서 품질특성이 우수한 유과의 제조방법

- (1) 특허 내용 : 찹쌀의 수침과정에 효소처리 및 미생물처리를 통하여 수침과정을 24시간 이내로 단축한 제조공정을 개선한 제조 방법에 관한 것이다.

- (2) 특징 : 수침공정의 대폭적인 단축에 의한 제조공정의 개선은 뛰어나나 유탕처리에 의한 품질저하에 대한 개선이 필요하다.

4) 유과용 가루코팅장치

- (1) 특허 내용 : 본 발명은 먹을 수 있는 가루를 유과의 표면에 부착하는 것으로 이루어지는 유과용 가루코팅장치에 있어서, 열물을 공급하는 열물공급통, 열내장통과 열물이송물힘벨트를 구비하여 상기 열물공급통의 출구측에 배치되어 열물공급통으로부터 유출되어 열내장통에 내장된 열물이 순환하는 열물이송물힘벨트에 묻혀짐과 더불어 열물이송물힘벨트에 올려지는 유과의 표면에 열물을 도포하는 열코팅기, 호퍼의 출구와 연결되어 상기 호퍼에 투입되는 가루를 이송하는 스크류이송기, 내부에 스크류부를 구비하여 상기 스크류이송기의 출구와 상기 열코팅기의 열물이송물힘벨트의 출구와 연결되어 동력 회전되면서 상기 열코팅기에서 유출되는 유과와 상기 스크류이송기에서 유출되는 가루를 받아서 유과와 가루를 혼합하면서 이송하여 유과의 표면에 가루를 부착하는 텀블러코팅기, 동력 순환하는 망사벨트를 구비하여 상기 텀블러코팅기의 출구측에 설치되어 가루를 묻힌 유과를 이송하면서 유과에 묻지않은 가루를 아래로 하강하는 유과이송컨베이어, 동력 순환하는 망사벨트를 구비하여 상기 유과이송컨베이어의 아래쪽에 배치되어 상기 유과 이송컨베이어에서 하강한 가루를 이송하는 제1가루이송기, 상기 제1가루이송기에서 하강하는 가루를 이송하는 제2가루이송기, 상기 제1가루이송기의 출구와 상기 제2가루이송기의 출구에 배치되어 가루를 상기 호퍼로 이송 투입하는 가루투입이송기, 상기 유과이송컨베이어의 출구측에 배치되어 가루가 묻은 유과를 냉각 건조하는 건조기로 이루어지는 유과용 가루코팅장치를 제공한다.
- (2) 특징 : 동력으로 유과의 표면에 튀밥고물 등과 같은 가루를 반자동으로 도포하기 때문에, 작업성을 증대시켜 작업 인력을 감소함과 더불어 작업 시간을 용이하게 단축할 수 있는 등의 효과가 기대되나 유탕유과의 단점의 개선이 필요하다.

5) 유과제조용 찹쌀전분의 제조방법 및 이를 이용한 유과의제조방법

- (1) 특허 내용 : 본 발명은 찹쌀전분을 물에 혼합하는 단계; 및 상기 혼합물에 소정의 압력을 가하여 전분입자에 물리적인 충격을 가하여 입자의 크기를 감소시키는 단계를 포함하는 유과제조용 전분의 제조방법을 제공한다. 상기 공정에 의하면 현행 유과제조 공정에 있어서 침지공정을 거칠 필요가 없고, 뿐만 아니라 제조공정의 단순화 및 청결성이 강화된 유과제조가 가능하다.
- (2) 특징 : 수침공정의 대폭적인 단축에 의한 제조공정의 개선은 뛰어나나 유탕처리에 의한 품질저하에 대한 개선이 필요하다.

6) 저장성 및 식감을 증진시킨 유과 제조방법

- (1) 특허 내용 : 본 발명은 유과를 제조하는 방법에 관한 것으로서, 침지한 찹쌀을 수세, 분쇄 및 증자한 후 파리치기 기기에서 20~200rpm의 회전속도로 공기를 혼입시킨 후 수작업 또는 압연 로울러를 통과시킨 반죽물을 0.3~1.5 x 0.3~1.5 x 0.1~0.3 cm 크기로 성형, 절단한 다음 천연항산화제로 감마오리자놀(γ -oryzanol)을 100~1,000 ppm의 농도로 첨가한 튀김유에서 유탕팽화하고, 유탕팽화한 유과의 외피에 1~2mm 두께로 초코렛을 도포한 후 쌀튀밥(매화) 또는 견과류를 고착시켜 냉풍건조기로 건조하여 유과를 제조함으로써 제조한 유과는 크기 조절과 유탕공정시 천연항산화제로서 감마오리자놀(γ -oryzanol) 첨가로 저장성이 연장되고, 유과의 산패를 방지함과 아울러 식감이 증진되는 효과가 있는 유과 제조방법이다.
- (2) 특징 : 유탕처리시 감마오리자놀(γ -oryzanol)을 첨가하여 산패를 지연시킨 방법은 높이 평가되나 근본적인 산패억제 방법이 필요할 것으로 사료된다.

7) 팜유를 이용한 유과의 제조방법

- (1) 특허 내용 : 본 발명은 팜유를 튀김유로 이용함으로써 산화에 안정하고 저장성이 향상된 유과를 제조하는 방법에 관한 것이다. 팜유는 포화 지방산을 다량 함유하고 있어 산화에 안정하기 때문에, 본 발명의 방법에 따라 팜유를 이용하여 튀겨진 유과는 산패가 억제되는 효과가 있다. 또한, 저장기간이 증가되어 유과 고유의 맛을 오랜 기간 동안 보존할 수 있다.
- (2) 특징 : 포화지방산에 의한 다른 영향이 문제가 될 것으로 여겨진다.

8) 효소처리를 이용한 강정용 찹쌀가루의 제조방법

- (1) 특허 내용 : 본 발명은 강정 제조시 장기간이 요구되는 수침공정을 단축하고, 강정의 저장 중 산패의 원인이 되는 유지흡수율을 낮추어주기 위하여, 효소처리를 통한 강정용 찹쌀가루를 제조하는 방법을 제공한다.
- (2) 특징 : 장시간이 요구되는 수침과정의 개선은 이루어졌으나 효소처리에 의한 유지흡수율이 감소될 수 있는 근거가 부족하며, 유지의 산패억제 문제는 개선이 필요하다.

3. 유당 처리 유과에 부원료를 첨가하여 기능성을 향상시킨 유과의 연구 현황

- 1) 과일유과 제조방법
- 2) 버섯 배양미를 이용한 유과의 제조 방법 및 상기 방법에 의해 제조된 유과
- 3) 오미자 및 울금을 이용한 기능성 전통수제한과의 제조방법
- 4) 인삼유과 및 그의 제조방법
- 5) 파래한과 제조를 주제로한 유과 식품
- 6) 허브 유과 및 그 제조방법

7) 백삼분말과 홍삼추출액을 이용한 홍삼한과의 제조방법

8) 고로쇠 수액을 함유하는 한과 및 그 제조법

⇒ 부원료의 첨가는 부원료에 의한 기능성의 개선은 기대할 수 있으나 유지산패에 대한 근본적인 대책은 될 수 없어, 산패의 억제에 의한 품질개선이 필요하다.

제2절 논문 분석을 통한 국내외 기술개발 현황

1. 유과 제조 원료에 대한 연구 현황

1) 찹쌀 품종에 대한 연구

Kang MY, Sung YM, 14품종 찹쌀의 유과성 비교, KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. 32. 69-74(2000)

- 수침 중 유리되는 환원당 함량이 많은 찹쌀일수록 유과의 가공성 좋음.
- CB243, 산도 71이 유과제조에 적합한 품종이었음.

2) 찹쌀 전분에 대한 연구

Yu C, Choi HW, Kim CT, Ahn SC, Choi SW, Kim BY, Baik MY. 가교화 찹쌀전분의 물리화학적 성질 및 유과제조 특성. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. 37. 534-540(2007)

- 찹쌀전분을 POI₃와 반응시켜 가교화 찹쌀전분 제조
- 팽윤력이 일반 찹쌀전분보다 증가
- 일반 찹쌀전분보다 holding strength, final viscosity, setback가 증가
- X-회절 분석결과 A형의 결정형태를 나타냄
- 시료의 변색반응이 나타나지 않음

2. 팽화방법에 대한 연구현황

1) 소금을 이용한 팽화

Lim KR, Lee KH, Kwak EJ, Lee YS. 소금으로 팽화시킨 유과마탕 및 쌀엿강정용 팽화쌀의 저장 중 품질 변화. KOREAN J. FOOD COOKERY SCI. 20, 462-467(2004)

- 소금을 이용한 팽화 유과가 유탕 팽화유과보다 기호도가 높았음

2) 공기를 이용한 팽화

Shin DH, Kim MK, Chung TK, Lee HY. 유과의 저장성과 팽화방법 개선시험. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. 22, 266-271(1990)

- 유과를 공기에 의한 팽화로 전기오븐에서 가열된 공기에 의해 팽화
- 전기오븐의 온도가 250℃가 가장 좋은 조건으로 분석됨
- 팽화율은 유탕유과보다 적으나 절단강도 등의 조직감은 유탕유과와 비슷한 결과가 나옴
- 관능평가에서 기호도가 유탕유과보다 낮게 나옴

3) 압출성형을 이용한 팽화

Lee SY, Jang SY, Park MJ, Kim BK. Extruder를 이용하여 팽화시킨 비유탕 유과의 품질 특성 및 저장성. KOREAN J. FOOD COOKERY SCI. 23. 369-377(2007)

- 찹쌀의 수침, 증자, 짜리치기 공정을 줄여 제조 공정을 매우 단순화함
- 조직감과 기호도에서 유당유과보다 낮은 점수를 받음
- 저장중의 산패가 일어나지 않아 저장안정성 확보

Eun JB, Hsieh FH, Choi OJ. Extrusion 제조조건에따른유과바탕의물리적품질특성(I). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38, 1760-1766(2009)

- 맛, 외관, 입안에서의 느낌 및 전체적인 선호도는 수분함량이 낮을수록 기호도는 높게 나타남

3. 부원료 첨가

Park JN, Kweon SY, Kim JG, Park JC, Han IJ, Song BS, Kim JH, Byun MW, Lee JW. 가루녹차가 유과의 품질에 미치는 영향. Korean J. Food Preserv. 15. 37-42(2008)

Sin DH, Choi U, Lee HU. Yukwa quality on mixing of non-waxy rice to waxy rice. Korean J. Food Sci. Technol. 23. 619-621(1991)

- 유과에 멍쌀을 20% 정도 혼합 가능

4. 전통 유과의 제조 공정 연구

Kang SH, Ryu GH. 전통유과 가공 공정의 분석(I). Korean J. Food Sci. Technol. 34. 597-603(2002)

- 수침 및 짜리치기 공정 분석

Kang SH, Ryu GH. 전통유과 가공 공정의 분석(II). Korean J. Food Sci. Technol. 34. 818-823(2002)

- 반대기 성형, 건조, 수분조절 및 부재료의 첨가에 대한 분석

Shin DH, Choi U. 전통 유과의 제조방법 조사 연구. Korean J. Dietary Culture. 8. 243-248(1993)

- 지방별 유과를 만드는 방법을 조사

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 유과의 제조 공정 분석 및 진공팽화기 제작

1. 유과의 제조 공정 분석

1) 재료의 선택(Material)

유과는 오래 전부터 아밀로스 함량이 낮은 찰쌀만으로 제조되었고, 찰쌀의 품질은 팽화율과 물성 등과 같은 유과의 품질에 중요하며 찰쌀의 수분함량은 48%내외가 좋지만, 멥쌀(20%)을 혼합하였을 때는 54%내외가 적당하다고 보고(Sin et al. 1991)되고 있다. 이러한 자료에 따라 찰쌀(100%)의 수분함량은 50%로 하여 실험을 실시하였으며 반데기 제조에 사용된 찰쌀은 충남 부여에서 2008년 수확한 일반계 찰쌀을 사용하였다.



Fig. 1. Steeping of waxy rice after 7days.

2) 수침(Steeping)

아밀로펙틴 함량이 높은 찰쌀을 정미하여 수세한 후 물에 담그는 공정이다. 유과제품의 우수한 조직 및 미세한 구조를 얻기 위해서는 장시간의 수침이 요구된다(Kim et al. 1982, Seon et al. 1995). 또한 수침동안 미생물의 작용에 의해 발효와 유사한 과정을 거치게 되어서 발효 식품이라고도 불린다. 이로 인해 발생하는 전분의 물성 변화는 유과의 팽화도와 경도에 영향을 미친다(Seon et al. 1995, Yang et al. 1982). 전통적인 유과의 제조공정 중 찰쌀의 수침은 계절에 따라 차이가 있는데 여름철에는 10일 정도, 겨울철에는 20일 정도 수침을 하여 수침기간이 경과함에 따라 팽화도는 증가하는 경향을 보인다(Seon et al. 1995)고 하였다. 따라서 본 실험에서는 2주(14일)간 수침하여 실험에 사용하였다.

3) 분쇄(Grinding)

분쇄공정은 일정기간 수침된 찰쌀을 분쇄해서 입자사이에 공기를 포함시키고 호화가 빠르고 균일하게 잘 일어나도록 하기 위한 단위조작(Kim et al. 1982)이다. 롤러분쇄기를 이용하여 찰쌀가루를 분쇄한 후 60mesh, 80mesh, 100mesh 등의 체를 이용하여 입자에 공기를 포함시킴과 동시에 입자를 고르게 한다. 본 실험에서는 롤밀러를 이용하여 2회 분쇄하여 사용하였

다.

4) 반죽(Kneading)

반죽공정은 수침한 찹쌀을 분쇄하여 찹쌀가루에 부원료를 첨가하여 균일하게 섞어 호화에 적당한 수분을 지니게 하는 공정(Kim et al. 1982)이다. 위에서 언급했듯이 찹쌀의 수분함량이 50%일 때, 증자한 호화 찹쌀반죽의 파리치기, 반데기(pellet) 성형, 건조 과정이 양호해진다. 전통적인 유과제조에서 반죽에 첨가되는 부원료는 물, 술, 대두즙, baking powder, 설탕, 효모 등을 사용하며 술은 알코올 함량이 낮지만 효모함량이 많은 약주, 탁주, 청주를 사용하거나 알코올 함량이 높은 소주를 사용하기도 한다(Sin et al. 1990)고 한다. 하지만 본 실험에선 부재료의 첨가없이 찹쌀 100%로 만든 반데기를 사용하였으며 수분함량은 50%로 고정하여 실험하였다.

5) 증자(Steaming)

적당한 수분수준으로 반죽을 완료한 후 증기로 가열하여 전분을 균일하게 호화시키는 공정으로 가열초기에는 어느 온도까지 각종 미생물과 효소의 작용이 일어나며, 후기에는 살균 및 효소의 불활성화가 일어나는 공정(Kim et al. 1982)이다. 찹쌀전분(쌀전분)의 호화개시 온도는 64.5~67℃로써 찹쌀과 멥쌀에서 큰 차이를 보이지는 않지만 점도의 경우 찹쌀이 멥쌀보다 95℃, 15분 후 최고 점도에서 모두 높은 경향을 보이며 이는 아밀로펙틴함량이 높기 때문이다(Sin et al. 1989). 본 실험에서는 전기 스팀기(Fig. 2)를 사용하여 100℃ 이상에서 40분간 찹쌀이 완전히 호화 될 때까지 증자하였다.



Fig. 2. Steaming machine.

6) 파리치기(Punching)

이 공정은 호화된 미립의 조직을 파괴하여 공기를 지닐 수 있는 막을 형성시키면서 포집된 공기를 세분하는 물리적 공정으로 공기가 호화된 찹쌀 전분 내에서 colloid 구조 형성의 초기적 단계의 공정(Kim et al. 1982)이다. 전통적인 방법은 증자된 반죽을 절구질하거나 또는 젓는 방법으로 파리치기를 한다. 파리치기의 횟수는 유과의 조직 및 외관, 기호도에 영향을 미치게 되는데 파리치기 160회 이상의 교반을 하였을 때 가장 미세한 기공을 가진다고 보고되고 있으며, 파리치기 80회의 처리구와 160회 이상의 처리구를 비교할 때 유과조직의 균일한 정도, 부드러운 정도, 조직의 치밀한 정도와 전체적으로 바람직한 기호성에서 차이를 보여 유과의 기호

도를 높이기 위하여 160회 이상의 파리치기 횟수가 요구된다(Seon et al. 1995)고 하였다. 이에 따라 본 실험에서는 Punching machine(Fig. 3)으로 10분 내외로 파리치기를 하였다.



Fig. 3. Punching machine.

7) 성형(Molding)

전통적인 성형방법은 전분을 간 널빤지에 호화된 찹쌀가루 반죽을 놓고 밀대를 이용하여 적당한 두께로 편 다음 필요에 따라 길이와 폭을 정하여 잘라 성형한다. 증자한 찹쌀반죽은 멥쌀이나 다른 곡류에 비하여 아밀로펙틴 함량이 높기 때문에 점도가 매우 높으며, 유연성 또한 매우 높기 때문에 변형이 잘 일어나며 성형 시 칼날에 달라붙거나 밀대에 달라붙어 원하는 크기로 성형하는데 어려움이 많다(Kim JM. 1997). 그래서 정확한 크기로 성형을 위하여 우선 냉각하여 어느 정도 반죽이 굳은 다음에 성형한다. 본 실험에서는 냉장고에서 1시간 냉각 후 3 cm(가로) × 5 cm(세로) × 0.5 cm(두께)의 크기로 성형하여 실험에 사용하였다. 두께와 크기는 건조공정과 튀김공정에 영향을 주는데 특히 두께가 영향을 크게 주므로 너무 두껍거나 얇지 않도록 해야 한다.

8) 건조(Drying)

일정한 크기로 성형 후 적절한 건조조작을 가하여 반대기를 일정한 수분함량으로 건조시키는 공정이다. 건조 속도는 반대기의 두께, 건조시간, 건조온도, 공기중의 습도 등에 의하여 영향을 받는다(Kim JM et al. 1982). 전통적인 방법으로는 ‘뜨거운 방에서 바삭 말린 후 술에 축인 다음 보자기에 덮어 재우고 반쯤 말리거나 뜨거운 방에 종이를 깔고 늘어놓아 자주 뒤집어서 속까지 말린다’(Kim JM et al. 1982, Seon KH et al. 1995)라고 하였다. 반대기의 건조는 Dry oven을 사용하여 40℃에서 한 시간마다 뒤집어주며 수분이 15~20%가 될 때까지 7시간 정도 건조하였다.



Fig. 4. Dry oven.

9) Conditioning

건조시킨 직후의 반대기의 표면과 내부의 수분함량은 일정하지 않아 표면건조에 의해 반대기에 균열이 일어 팽화 공정시 균열부위로 공기가 빠져나가 기공형성이 제대로 이루어지지 않아 팽화가 잘 일어나지 않는 품질 저하의 원인이 된다. 그래서 표면의 균열을 막기위하여 플라스틱 백에 넣어 7~8시간 정도 수분의 균일한 분포를 유도하였다. 이 공정을 통해서 불안정했던 수분분포도나 형성된 기공이 안정하게 자리를 잡는다. 선행연구 및 전통공정 분석에 의하면 건조한 반대기의 수분함량은 15~20% 전후가 튀김공정에 가장 적합하다고 하여 본 실험에서도 수분함량 15~20%가 되도록 조절하여 사용하였다.

10) 튀김(Frying)

튀김공정은 적당한 수분함량의 반대기를 식용유를 가열매체로 해서 호화시킬 때 포집된 수분이 기화하면서 팽창하며 액체에서 기체로 전이되면서 일어난 부피증가에 의하여 호화 찹쌀 전분은 다공성 조직을 형성한다. 이때 조직내부로 식용유의 침투, 팽화, 전분의 재호화, 향미 생성 등과 같은 물리·화학적 변화가 단시간에 일어난다(Kim JM et al. 1982). 유과제품은 2번의 튀김과정을 거치는데 1차 튀김에서의 낮은 온도는 80~90℃ 정도가 좋으며 이때 반대기의 찹쌀 전분이 부분적인 호화가 일어나며 튀김전 반대기의 1.5~2배 정도 팽창한다. 170~180℃ 정도의 온도에서 2차 튀김을 하여 최대한으로 팽창된 유과를 얻을 수 있다. 이때 1차 튀김에서 2차 튀김으로 반대기를 옮길 때 옮기는 시간이 길어지면 예비 튀김에서 팽창되었던 반대기가 움츠러드는 collapse 현상이 발생되어 2차 튀김에서 튀겼을 경우 팽창되는 정도가 감소될 뿐만 아니라 제품의 모양이 일그러지게 됨으로 주의하여야 한다.

2. 진공팽화기

1) 설계 및 제작

① 가열실

직접적으로 열을 가하는 곳으로서 유과에 일정하게 열을 가할 수 있도록 설계하였다.

② 가열판

용기, 그릇의 역할로서 유과를 담기 위해 설계하였다.

③ 진공실

큰 원통형으로 된 Tank로 가열실 내부의 공기를 제거하는데 사용한다.

④ 응축기

유과가 팽화되면서 수증기가 발생하므로 이를 액화시키기 위해 설계하였다.

⑤ 진공펌프

진공실의 압력을 제거하기 위하여 진공펌프를 설계하였다.

⑥ Control box

온도, 진공, fan 을 조절할 수 있도록 설치하였다. 온도는 200℃까지, 진공은 760 mmHg(0 기압), fan은 on/off 가 조절 가능하도록 설계하였다.

⑦ 게이트

가열실과 진공실을 연결해주는 게이트로서 가열실에 진공을 가할 수 있도록 설계하였다.

⑧ 압력조절 게이트

가열실에 압축공기를 주입하여 압력을 최대 3기압까지 조절 가능하도록 설계하였다.

⑨ 게이트

진공실의 진공해제를 위해 공기유입이 가능하도록 설계하였다.

⑩ 연결관

진공펌프와 연결해주는 관으로 진공실에 진공을 걸어줄 수 있도록 설계하였다.

⑪ fan

가열실의 열전달을 신속하고 효율적으로 이루어질 수 있도록 설계하였다.

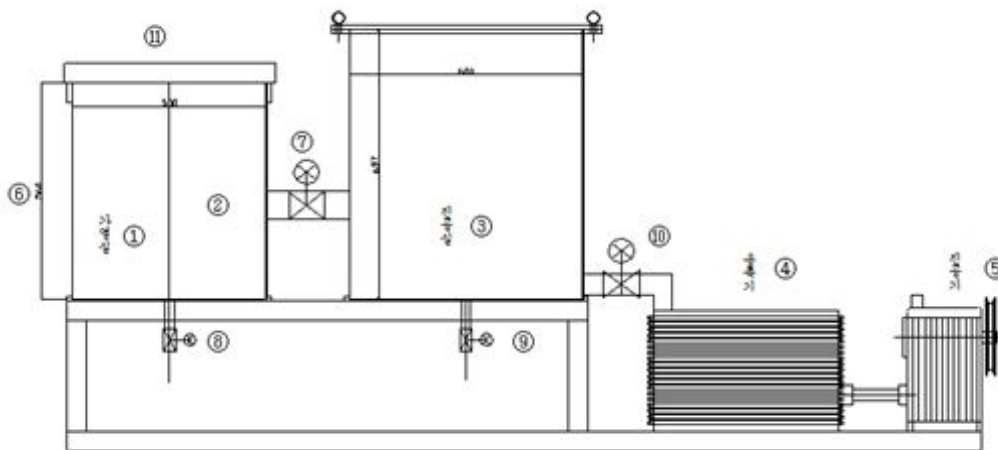


Fig. 5. Assembly of non deep-fry vacuum puffing machine for Yukwa.



Fig. 6. Photograph of non deep-fry vacuum puffing machine for *Yukwa*.



Fig. 7. Control box.



Fig. 8. 진공펌프.



Fig. 9. 초기 열풍가열기
(현재는 사용하지 않음).

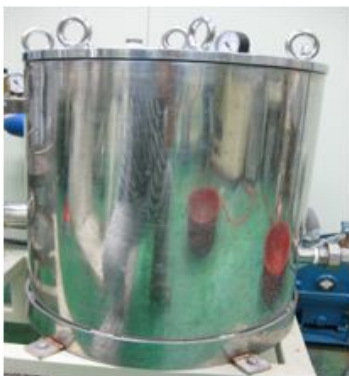


Fig. 10. 진공실.



Fig. 11. 가열판.

3. 품질 측정을 위한 실험 및 결과

온도 변수를 100℃, 120℃, 140℃, 160℃, 180℃로 하여 실험을 실시하였다. 튀김공정의 1차, 2차 튀김과 유사하게 하기 위해 예열시간과 진공팽화시간으로 변수를 정하였다. 예열시간은 0분, 2분, 4분, 6분, 8분이며, 진공팽화시간은 5, 10, 15분, 20분으로 조절한 후 품질평가실험을 측정하였다. 180℃에서는 유과제품이 타버려 측정이 불가능 하였다(Fig. 12). 온도가 너무 고온이기 때문이라고 사료된다.



Fig. 12. Yukwa products at 180℃.

1) 밀도(density)

종자치환법에 의하여 시료의 무게를 측정한 후, 차조를 이용하여 시료의 부피를 구하고 밀도를 다음 식의 계산법을 이용하여 5회 측정한 평균값으로 나타내었다. 진공팽화 유과의 밀도 측정 결과는 Fig. 13에 나타내었다.

$$V_m = (M_1 + M_2 - M_3) / \rho_m \Rightarrow \rho_y = M_2 / V_y$$

M_1 : Mass of millet in 125mL cup (g)

M_2 : Mass of Yukwa (g)

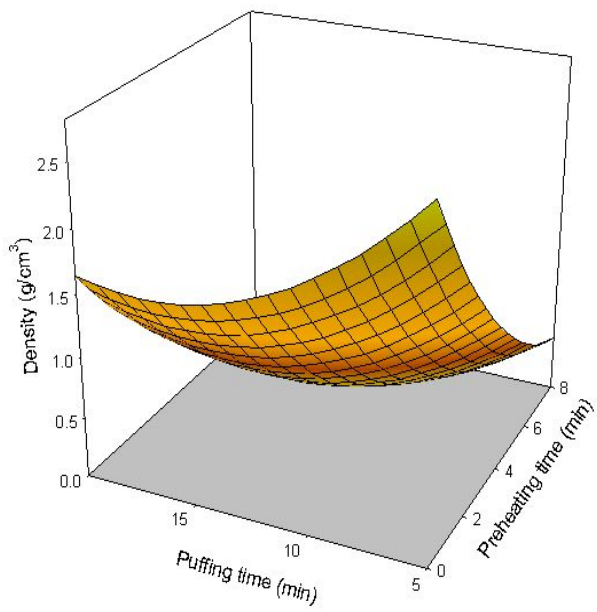
M_3 : Mass of millet and Yukwa in 125mL cup

ρ_m : Density of millet (g/cm³)

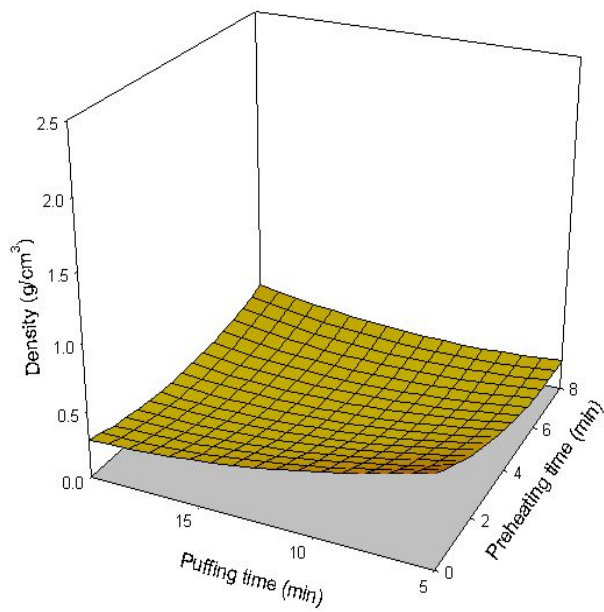
ρ_y : Density of Yukwa (g/cm³)

V_y : Volume of ukwa (cm³)

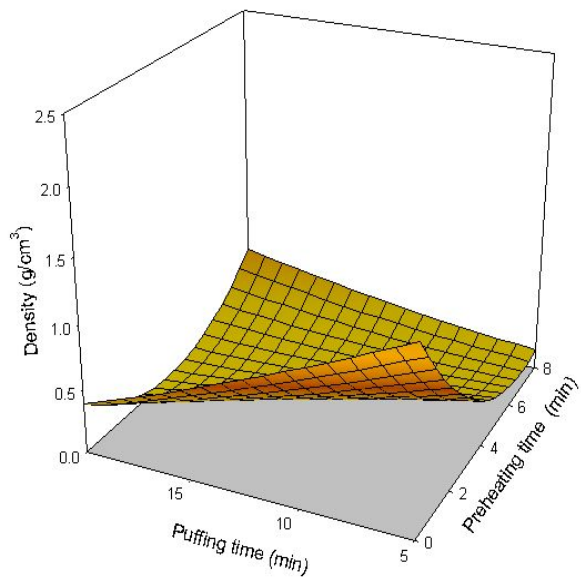
V_m : Volume of millet out 125mL cup (cm³)



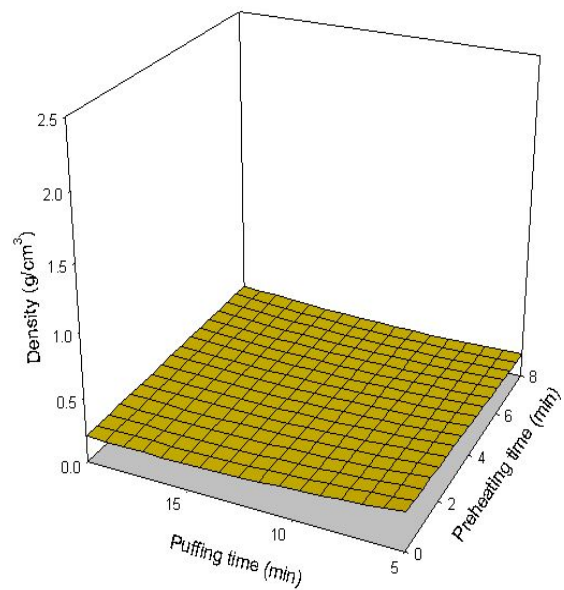
A



B



C



D

Fig. 13. Density of puffing *Yukwa*.
A: 100°C, B: 120°C, C: 140°C, D: 160°C

밀도는 160°C에서 가장 낮게 나왔으며, 온도가 높아짐에 따라 밀도가 낮아짐을 알 수 있었다. 하지만 고온에선 유과제품이 타버리는 현상이 발생되어 6~8분대에선 밀도가 증가하는 경향을 보였다. 유탕유과의 밀도는 0.11 g/cm³으로 측정되었다. 100°C에서는 preheating time 6

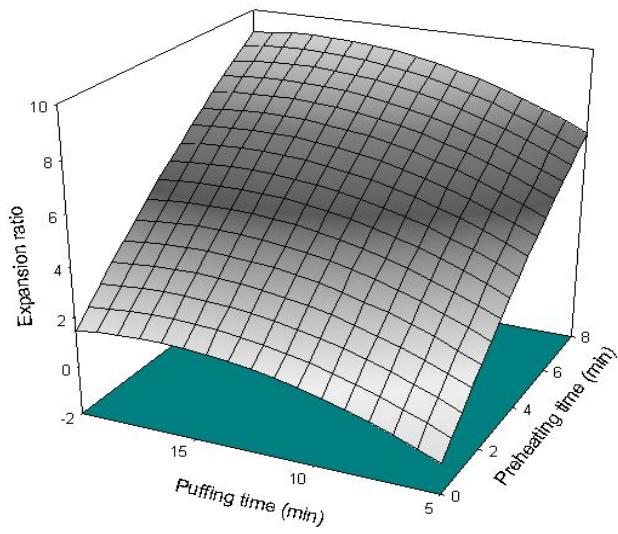
분, puffing time 15분에서 0.15 g/cm³이 가장 낮게 측정되었고, 120℃에서는 preheating time 4분, puffing time 15분에서 0.17 g/cm³, 140℃와 160℃에서는 preheating time 4분, puffing time 5분에서 0.17 g/cm³, preheating time 2분, puffing time 10분에서 0.19 g/cm³로 측정되었다. 100℃에서는 preheating time 6분, puffing time 15분에서 만든 진공팽화 유과의 밀도가 0.15 g/cm³로 유탕유과의 밀도 0.11 g/cm³에 가장 가까운 값을 나타내었다.

2) 부피 팽화율(Voluminal expansion ratio)

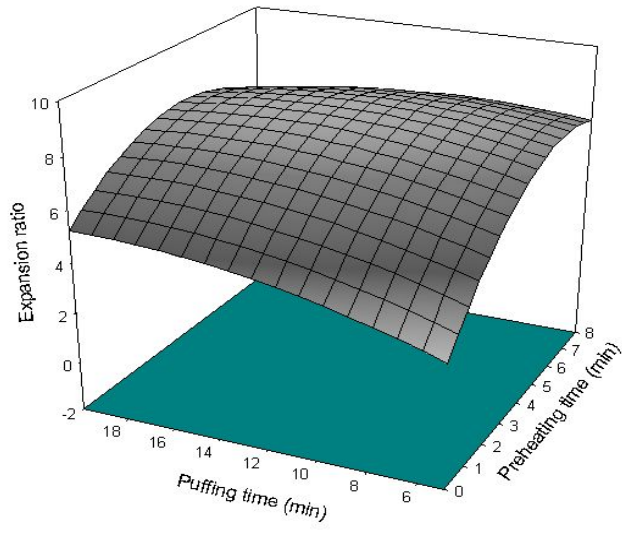
유과의 팽화율은 Lee SA 등의 방법으로 팽화전후의 부피를 종자치환법으로 측정하며 계산식은 아래와 같다. 진공팽화 유과의 부피 팽화율 측정 결과는 Fig. 14에 나타내었다.

$$\text{팽화율}(\%) = \frac{\text{팽화 후 부피}(mL) - \text{팽화 전 부피}(mL)}{\text{건물 중량}(g)} \times 100$$

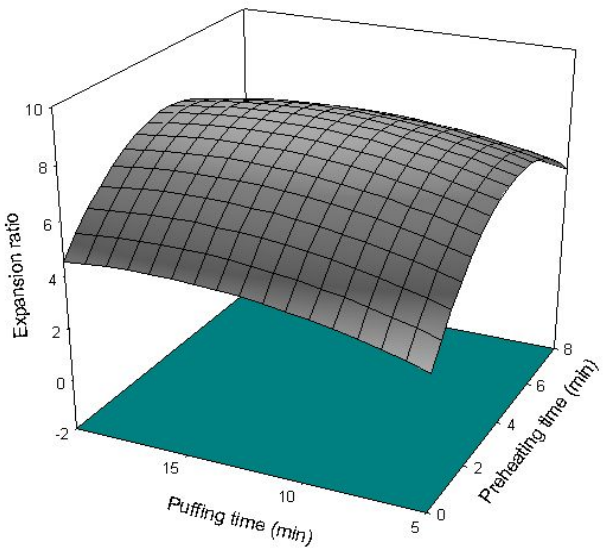
초기엔 시간이 짧아서 팽화가 일어나지 않거나 collapse 현상으로 인해 팽화가 일어나지 않는다. 100℃는 온도가 낮아서 시간이 경과함에 따라 팽화율이 증가하는 것으로 분석되었지만, 그 외에 온도를 보면 시간이 경과함에 따라 증가하지만 나중엔 감소한다. 이는 온도가 높아 표면에 급격한 hardness가 발생하여 팽화가 제대로 일어나지 않는 것으로 분석하였다. 유탕유과의 부피 팽화율은 14.34로 측정되었다. 100℃에서는 preheating time 6분, puffing time 10분에서 10.04로 가장 높게 나타났으며, 120℃와 140℃에서는 preheating time 4분, puffing time 5분에서 각각 9.45, 9.70으로 160℃에서는 preheating time 2분, puffing time 10분에서 9.06으로 측정되었다.



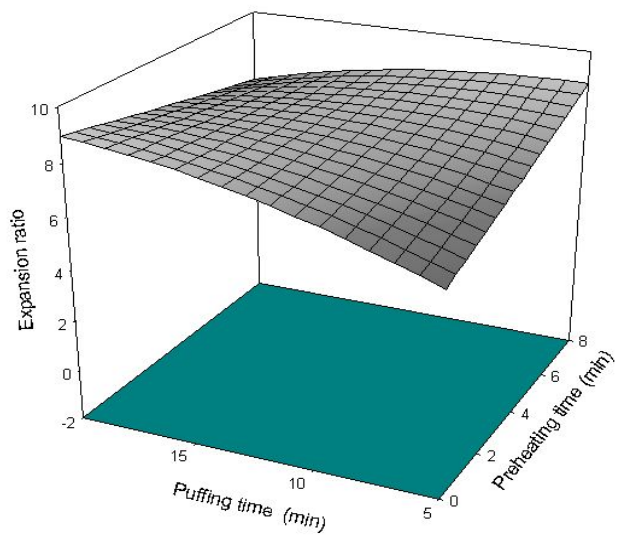
A



B



C



D

Fig. 14. Voluminal expansion index of puffing *Yukwa*.
 A: 100°C, B: 120°C, C: 140°C, D: 160°C

3) 절단강도(Breaking strength)

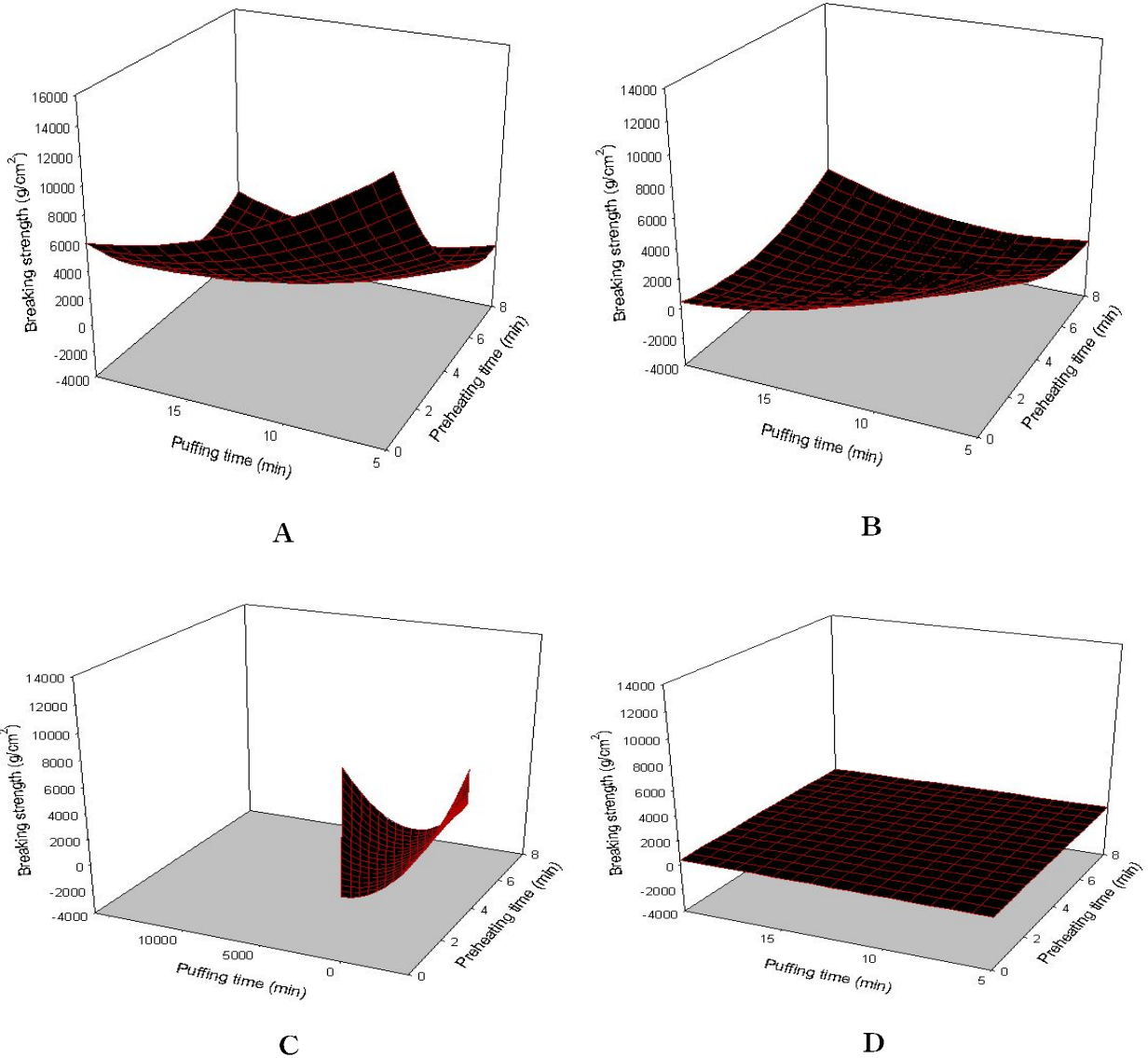


Fig. 15. Breaking strength of puffing *Yukwa*.

A: 100°C, B: 120°C, C: 140°C, D: 160°C

절단강도는 시료의 외형이 평균적 비슷한 것으로 선별하여 Sun Rheometer(Compac-100II, SUN SCIENTIFIC,CO.LTD., Japan)로 5회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 측정조건은 Table 1과 같으며 진공팽화 유과의 절단강도 측정 결과는 Fig. 15와 같다.

Table 1. Sun Rheometer condition for the breaking strength

Measurement	Condition
Table speed	120 mm/min
Load cell	10 kg
Probe	No.10

결과값에 오차가 있는 것은 collapse 현상으로 인하여 hardness가 불규칙적으로 일어난 것으로 판단되었다. 대체적으로 유과제품의 절단강도는 팽화율과 비슷하게 나타났다. 시간이 경과함에 따라 절단강도가 감소, 즉 유과의 구조가 잘 형성되어 유과의 내부가 유연해 졌다는 것으로 판단되었다. 하지만 역시 장시간 지난 후엔 유과가 타버려서 절단강도가 증가하였다. 즉 타버림으로 인하여 유과가 단단해 진 것으로 판단되었다. 반데기의 절단강도는 22,630 g/cm²으로 측정되었으며, 유탕 유과의 절단강도는 134 g/cm²로 측정되었다. 100℃에서는 preheating time 6분, puffing time 10분에서 140 g/cm²으로 가장 낮게 나왔으며, 120℃에서는 preheating time 4분, puffing time 10분에서 191 g/cm² 으로 측정되었고, 140℃에서는 preheating time 2분, puffing time 10분에서 199 g/cm², 160℃에서는 preheating time 2분, puffing time 10분에서 257 g/cm²으로 다소 높게 측정되었다. 100℃에서는 preheating time 6분, puffing time 10분에서 140 g/cm²으로 유탕 유과의 절단강도인 134 g/cm²와 거의 유사한 결과를 나타내었다.

4) 색도

유과의 색도 측정은 색도계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)값을 측정하였으며, L값은 100(white)에서 0(black)까지, a값은 +60(red)에서 -60(green)에서, b값은 +60(yellow)에서 -60(blue)까지 나타내었다. 표준 값으로는 L=97.26, a=-0.02, b=1.77을 사용한다. 유과의 색도 결과값은 Table 2에 나타내었다.

색도는 팽화도와 연관지어 분석하였다. 팽화도가 클수록 백색도(L value)는 증가하는 것으로 나타났다. 이는 팽화가 잘 될수록 기공의 형성이 잘 이루어져 색이 희게 나오는 것으로 사료된다. 하지만 시간이 경과함에 따라 고온에서는 유과제품이 타버리기 때문에 백색도는 감소하는 것으로 분석되었다. 적색도와 황색도 역시 고온, 장시간으로 갈수록 증가함을 확인 할 수 있었다. 하지만 각 시료마다 큰 차이는 보이지 않았다. 유탕 유과와 비교해 보았을 때 적색도와 황색도는 평균적인 비유탕 시료와 비교해 보았을 때 큰 차이는 보이지 않았다. 하지만 백색도는 유탕유과가 현저히 낮음을 알 수 있었다(Fig.16). 이는 유탕유과는 기름을 흡수하기 때문으로 판단되었다.

Table 2. Color value of *Yukwa*

Deep-fry <i>Yukwa</i>	L value	a value	b value
	56.52	-1.50	8.60

A

preheating time(min)	puffing time(min)	L value	a value	b value
0	5	88.07	-1.49	8.46
	10	88.53	-1.31	8.87
	15	88.77	-1.32	8.82
	20	88.64	-1.37	9.11
2	5	89.27	-1.37	8.65
	10	89.41	-1.37	8.60
	15	89.99	-1.34	8.19
	20	90.58	-1.41	8.11
4	5	90.19	-1.32	8.02
	10	90.92	-1.34	7.59
	15	91.07	-1.36	7.49
	20	90.63	-1.29	7.74
6	5	90.23	-1.32	8.11
	10	90.86	-1.28	7.46
	15	90.88	-1.34	7.65
	20	90.27	-1.31	7.85
8	5	90.80	-1.34	7.81
	10	90.60	-1.31	8.02
	15	91.19	-1.32	7.50
	20	90.78	-1.33	7.97

B

preheating time(min)	puffing time(min)	L value	a value	b value
0	5	90.41	-1.28	8.00
	10	89.97	-0.93	10.14
	15	88.68	-0.91	11.45
	20	87.63	-0.68	13.11
2	5	89.15	-1.37	8.13
	10	89.75	-1.29	8.49
	15	88.39	-0.91	11.52
	20	89.03	-0.72	13.42
4	5	90.00	-1.34	8.81
	10	88.80	-0.72	12.34
	15	89.10	-0.81	11.70
	20	87.69	-0.28	14.91
6	5	89.15	-0.87	10.76
	10	89.25	-1.06	10.19
	15	87.21	-0.23	14.06
	20	87.41	-0.30	13.73
8	5	87.49	-0.23	14.40
	10	86.48	0.25	16.94
	15	86.14	0.07	17.13
	20	85.93	0.11	17.31

C

preheating time(min)	puffing time(min)	L value	a value	b value
0	5	89.56	-1.33	8.19
	10	89.97	-1.33	7.57
	15	90.63	-1.36	7.49
	20	89.95	-1.43	8.35
2	5	90.37	-1.31	7.66
	10	90.52	-1.29	9.56
	15	89.96	-1.38	8.97
	20	89.89	-1.34	8.89
4	5	90.61	-1.42	7.97
	10	90.05	-1.43	8.92
	15	90.26	-1.23	10.02
	20	89.52	-1.37	9.67
6	5	90.42	-1.26	9.44
	10	90.33	-1.29	9.67
	15	90.24	-1.23	9.34
	20	89.42	-1.07	11.38
8	5	90.85	-1.37	8.05
	10	90.46	-1.35	9.13
	15	89.68	-1.09	10.27
	20	89.47	-1.11	11.06

D

preheating time(min)	puffing time(min)	L value	a value	b value
0	5	90.41	-1.28	8.00
	10	89.97	-0.93	10.14
	15	88.68	-0.91	11.45
	20	87.63	-0.68	13.11
2	5	89.15	-1.37	8.13
	10	89.75	-1.29	8.49
	15	88.39	-0.91	11.52
	20	89.03	-0.72	13.42
4	5	90.00	-1.34	8.81
	10	88.80	-0.72	12.34
	15	89.10	-0.81	11.70
	20	87.69	-0.28	14.91
6	5	89.15	-0.87	10.76
	10	89.25	-1.06	10.19
	15	87.21	-0.23	14.06
	20	87.41	-0.30	13.73
8	5	87.49	-0.23	14.40
	10	86.48	0.25	16.94
	15	86.14	0.07	17.13
	20	85.93	0.11	17.31

A:100℃,B:120℃, C:140℃, D:160℃

4. 결론

비유탕 유과를 위한 진공팽화기의 가능성이 1차년도에의 주요 관건이었다. 현재 진행된 실험결과를 보면 밀도에서는 유탕유과의 밀도가 0.11 g/cm^3 , 비유탕유과의 밀도는 0.15 g/cm^3 으로 유탕유과를 기준으로 봤을 때 비유탕유과의 밀도가 35%정도 높았고, 팽화율은 유탕유과가 14.34, 비유탕유과가 10.04로 유탕유과를 기준으로 비유탕유과가 유탕유과의 팽화율에 70%에 정도 달하였다. 그리고 절단강도는 유탕유과가 134 g/cm^2 , 비유탕유과가 140 g/cm^2 으로 유탕유과에 거의 근접한 결과를 나타내었다. 마지막으로 색도는 백색도를 중점적으로 보았을 때 비유탕유과의 백색도가 유탕유과의 백색도보다 60%정도 더 높게 측정(Fig.16)되어 시각적으로 훨씬 좋은 결과를 나타내었다.

Fig. 17의 팽화유과의 단면을 찍은 사진에서 보는 바와 같이 팽화유과의 셀 조직을 보면 유탕유과는 크면서 불균일한 것을 볼 수 있지만 비유탕진공팽화 유과는 조밀하면서 균일한 기공을 볼 수 있다. 다음 년도의 연구에서 비유탕진공팽화 유과의 셀 조직을 균일하면서 좀 더 큰 셀 조직으로 발전시키면 유탕팽화 유과와 동일한 팽화도를 나타낼 수 있으리라 여겨진다.

밀도와 팽화율 면에선 앞섰지만, 조직감은 큰 차이가 없었고, 색도에선 비유탕 유과가 깔끔하고 하얗게 제품이 완성되었다. 그리고 칼로리는 유탕유과가 100g 당 470 kcal인데 반면, 비유탕유과는 100g 당 400 kcal로 지방함량이 낮아 더 낮을 뿐만 아니라 저장기간 역시 산패가 없어 장시간 이루어질 것으로 판단되었다. 이러한 결과로 보아 유과의 발전 방향은 비유탕유과로 나아가야하며, 진공팽화기는 충분히 가능성이 있는 것으로 판단되었다. 온도는 현재 140°C 와 160°C 가 적합하다고 판단되었으며, 향후 압력을 더해 저온팽화도 고려해 볼 예정이다.



A



B

Fig. 16. Puffing Yukwa.

A: Deep-fry Yukwa B: Non deep-fry Yukwa

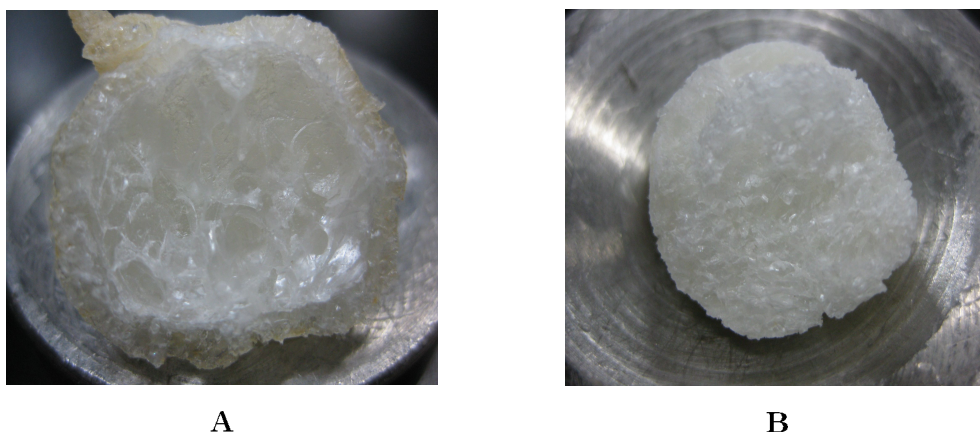


Fig. 17. Air cell in puffing *Yukwa* .
 A: Deep-fry *Yukwa* B: Non deep-fry *Yukwa*

5. 참고문헌

- Kim JM, Yang HC. Studies on a title and characteristics of Busuge. Korean J. Food Sci. Technol. 15. 33-40(1982)
- Nam JW. Quality characteristics of Yukwa. Sabdari Hnkoa Co. report. 34-61(1997)
- Seon KH, Standardization of cooking method of Yukwa and study of steeping process of glutinous rice. Desan Rural Culture 3. 224-250(1995)
- Seon KH, Standardization of cooking method of Yukwa and study of steeping process of glutinous rice. Desan Rural Culture 12. 6-9(1995)
- Sin DH, Choi U, Lee HU. Yukwa quality on mixing of non-waxy rice to waxy rice. Korean J. Food Sci. Technol. 23. 619-621(1991)
- Sin DH, Kim MK, Chung TG, Lee HU. Effect of some additives for Yukwa quality improvement and process modification trails. Korean J. Food Sci. Technol. 22. 272-276(1990)
- Sin DH, Kim MK, Chung TG, Lee HU. Quality characteristics of Yukwa made by different varieties of rice. Korean J. Food Sci. Technol. 21. 820-825(1989)
- Snack of Korean rice cake (by Sabdary). Quality characteristics of Yukwa. 34-61
- Yang HC, Hong IS, Kim JM. Studies on manufacture of Busuge. Effect of steeping process on viscosity and raising power of flutinous rice. Korean J. Food Sci. Technol. 14. 141-145(1982)

제2절 진공팽화기의 개발 및 공정변수에 따른 비유탕 진공 팽화유과의 팽화특성

1. 재료 및 실험방법

1) 재료

비유탕 진공 팽화유과의 팽화특성을 알아보기 위하여 유과제조업체인 삼다리한과(충남 예산)에서 제조한 반데기를 구입하여 사용하였으며, 삼다리한과에서 반데기 제조에 사용된 찹쌀은 충남 예산에서 2008년 수확한 돼지찰벼였다.

2) 반데기 제조 및 유탕팽화

유탕팽화 및 진공팽화에 사용된 반데기의 제조공정은 Fig. 1과 같다. 세척한 찹쌀을 상온의 물에서 14일간 수침한 다음 툴러밀을 이용하여 3회 분쇄하였다. 분쇄된 찹쌀가루를 반죽의 내부온도가 95℃ 이상 되도록 하여 60분간 증자하였다. 증자 후 호화된 찹쌀반죽을 편칭기로 옮겨 약 5분간 짜리치기 한 반죽을 50℃에서 6~7시간동안 1차 냉각 건조하였다. 건조 후 5×2×0.5 cm³(길이×너비×두께)로 성형하였다. 성형 후 건조온도 50℃와 습도 90%에서 2차 건조하였다. 건조된 반데기 크기별로 선별 후 3~4℃에서 저온저장하였다. 최종 수분함량은 17%로 측정되었다. 유탕팽화는 반데기를 100℃의 식용유에서 1차 팽화 후 180℃에서 2차 팽화하여 유탕팽화유과를 시료로 사용하였다.

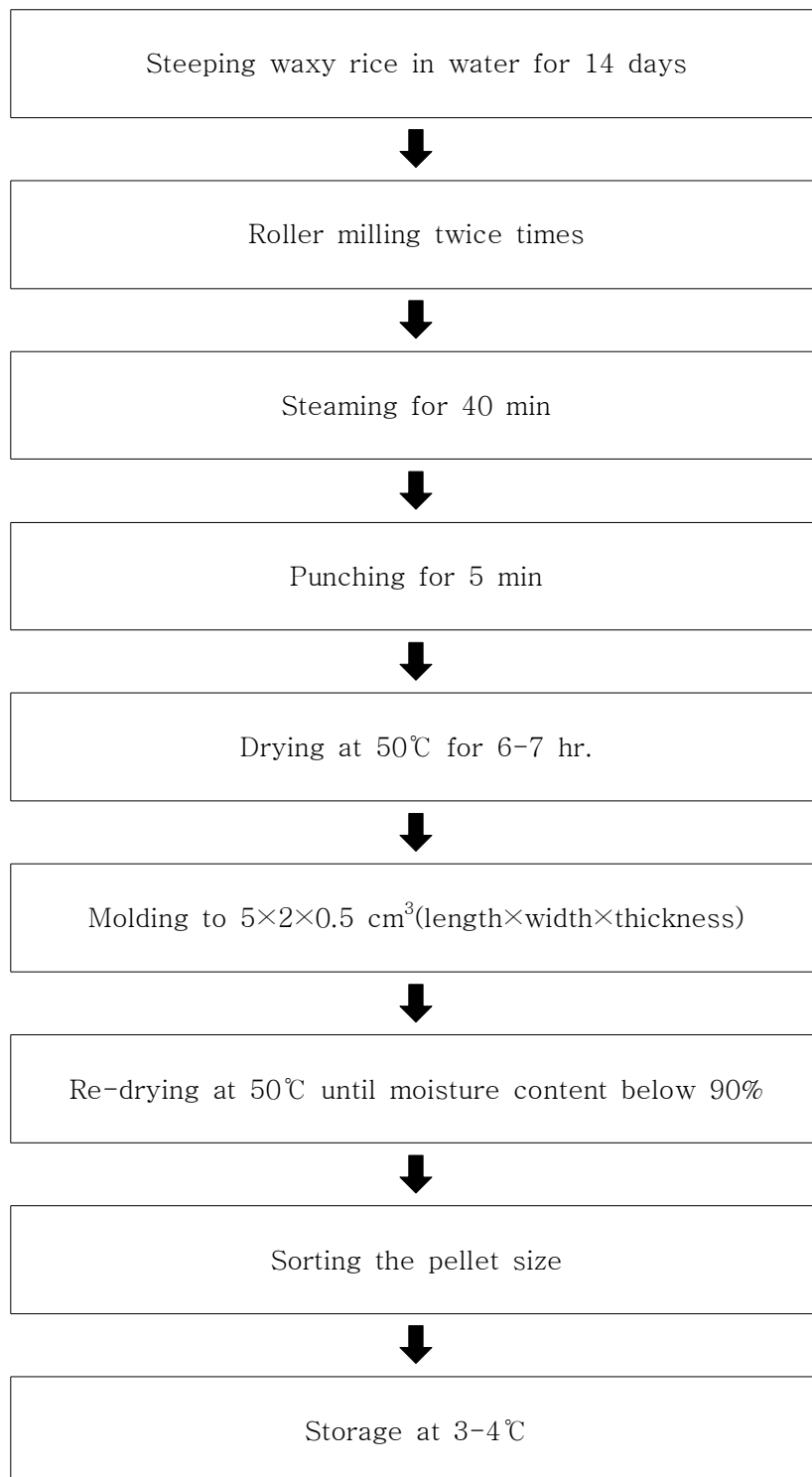


Fig. 1. Flow chart for the pellet manufacturing.

3) 진공팽화기 및 진공팽화조건

진공팽화를 이용한 비유탕팽화유과를 제조하기 위하여 실험용 진공팽화기를 인천공업사 (Incheon Machinery Co., Korea)와 공동으로 설계 제작하였다. 진공팽화기의 공정변수는 가열 온도, 예열시간, 진공팽화시간으로 설정하였다. 가열온도는 100°C, 120°C, 140°C, 160°C, 180°C로

조절하였으며, 예열시간은 0분, 2분, 4분, 6분, 8분으로 조절하였다. 마지막으로 진공팽화시간은 각 가열온도 및 예열시간에 따라 5분, 10분, 15분, 20분으로 조절하였다.

3) 부피팽화율

유과의 부피팽화율은 차조를 이용한 종자치환법으로 부피를 측정하였으며, 팽화유과의 부피와 팽화 전 반대기의 부피의 비로 아래의 식에 의하여 계산하였다.

$$VEI = \frac{V_y}{V_p} \quad \text{VEI :}$$

Volumetric expansion index

V_y : Volume of puffed pellet(Yukwa)

V_p : Volume of pellet

4) 체적밀도

체적밀도는 팽화유과의 질량을 구하기 위해서 차조를 이용한 종자치환법으로 계량컵을 이용하여 측정한 질량으로부터 계산된 유과 부피의 비로서 아래의 식을 이용하여 구하였다.

$$\rho_y = \frac{M}{M + M_0 - M_1} \rho_m$$

ρ_y : Bulk density of Yukwa

ρ_m : Bulk density of millet

M : Mass of Yukwa

M_0 : Mass of millet in cup

M_1 : Mass of millet and Yukwa in cup

5) 절단강도

Sun Rheometer(Compac-100II, Sun Sci. Co., Japan)를 이용하여 유과의 절단강도(F_{bs})를 측정하였다. 측정조건은 최대하중 10 kg, 지지대 이동속도 120 mm/min이며, probe는 칼날형(0.01 mm)을 사용하였다. 절단강도는 Ryu & Ng(2001)의 식을 응용한 아래의 식으로 계산하였다.

$$F_{bs} = F_s/S$$

F_{bs} : Breaking strength at cutting

F_s : Maximum stress of Yukwa

S : Cross-sectional area

6) 색도

색채색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 색도 L, a, b 값을 측정하였다. 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)값을 측정하였으며, L값은 100(white)에서 0(black), a값은 +60(red)에서 -60(green), b값은 +60(yellow)에서 -60(blue)으로 나타내었다. 표준 백색판의 값은 L=97.26, a=-0.02, b=1.77이었다.

7) 미세구조

전자의 이동을 용이하게 하기 위하여 절단한 진공팽화유과와 유탕팽화유과를 알루미늄판에 접착하여 진공상태에서 백금코팅처리를 하였다. 전처리 후 고분해능 주사전자현미경(MIRA LMH, Tescan, Czech)을 이용하여 팽화유과의 미세구조를 관찰하였다.

2. 결과 및 고찰

1) 진공팽화기

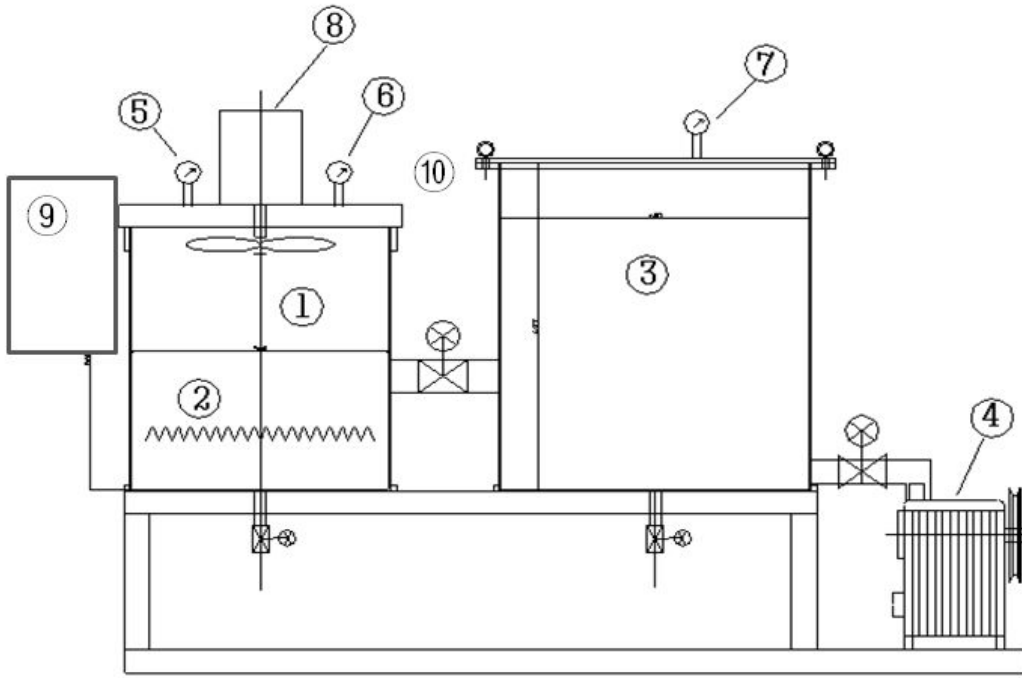
비유탕 진공팽화유과를 제조하기 위하여 가열실, 가열판, 진공실, 진공펌프, 제어기, 송풍팬, 압력게이지, 진공게이지 등으로 구성된 진공팽화기 시제품을 인천공업사(Incheon Machinery Co., Korea)와 공동으로 설계 제작하였다. 진공팽화기의 외관과 설계도는 Figs. 2, 3과 같으며, 기기의 명칭과 기능은 다음과 같다.

- ① 가열실: 직접적으로 열을 가하는 공간으로 반대기에 일정시간동안 열을 가할 수 있도록 설계하였고, $40 \times 43 \text{ cm}^2$ (직경×높이)인 원통형으로 제작하였다.
- ② 가열판: 가열실의 온도를 200°C 까지 가열할 수 있는 가열판을 설치하였다.
- ③ 진공실: 원통형으로 가열실 내부의 공기를 제거하는데 사용하며, $46 \times 51 \text{ cm}^2$ (직경×높이)으로 제작하였다.
- ④ 진공펌프: 진공실의 압력을 제거하기 위하여 진공펌프를 설계하였으며, 220/380 V, 전류 3.5/2.0 A, 60 Hz, 1730 rpm, 0.75 kW 인 3상유도전동기(LG-OTIS)를 사용하였다.
- ⑤ 가열실 압력게이지: 가열실 내부의 압력을 측정할 수 있도록 설계하였다.
- ⑥ 가열실 진공게이지: 가열실 내부의 압력을 측정할 수 있도록 설계하였다.
- ⑦ 진공실 진공게이지: 진공실 내부의 압력을 측정할 수 있도록 설계하였다.
- ⑧ 송풍팬 모터: 220 V, 40 W, 0.6 A, 70-1400 rpm, 50/60 Hz 인 모터를 사용하였다.
- ⑨ 제어기: 가열온도, 진공도, 송풍팬을 조절할 수 있도록 설치하였다. 최대가열온도는 200°C 까지, 진공은 760 mmHg(0 기압), 송풍팬은 on/off가 가능하도록 설계하였다.
- ⑩ 송풍팬: 가열실에서 내부물질의 열전달을 신속하고 효율적으로 이루어지도록 설계 제작하였다.



Fig. 2. Photograph of vacuum puffing machine for non-deep fried *Yukwa*.

가열온도 100℃에서 예열시간과 진공팽화시간이 짧은 초기엔 팽화가 일어나지 않았으며, 진공팽화 후 기공이 수축되는 현상이 발생하였다. 가열온도의 증가와 함께 예열시간이 증가하면 반대기에 갈변화 현상이 일어났다. 예열시간이 길어지면 팽화 전에 반대기에 갈변화 현상의 발생함과 건조되어 팽화가 일어나지 않았다. 가열온도 180℃ 이상에서 초기부터 유과에 탄화 현상이 발생함으로 실험에서 제외시켰다. 따라서 진공팽화기의 공정변수 범위는 가열온도 100-180℃, 예열시간 0-8분, 진공팽화시간 5-20분으로 하였다.



1	Heat chamber	6	Vacuum gage
2	Heater	7	Vacuum gage
3	Vacuum chamber	8	Fan Motor
4	Vacuum pump	9	Control box
5	Pressure gage	10	Fan

Fig. 3. Assembly of vacuum puffing machine for non deep-fried *Yukwa*.

2) 부피팽화율

가열온도, 예열시간, 진공팽화시간에 따른 진공팽화유과의 부피팽화율은 Fig. 4와 같다. 가열온도 100℃와 120℃에서 예열시간과 진공팽화시간의 증가와 함께 부피팽화율은 증가하였지만, 가열온도 140℃에서는 예열시간 6분까지 증가하다가 이후에는 감소하였다. 이는 220-240℃의 온도범위에서 팽화율보다 250℃에서 낮은 팽화율이 측정된 Kim(2001)의 연구결과와 일치하였다. 가열시간 160℃에서는 예열시간과 팽화시간이 짧아도 비교적 부피팽화율이 높은 편이었다. 가열온도 100℃, 예열시간 0분, 진공팽화시간 5분에서 0.98로 가장 낮았으며, 가열온도 100℃, 예열시간 6분과 진공팽화시간 10분에서 10.04로 가장 높았다. 진공팽화유과의 외관 및 내부조직과

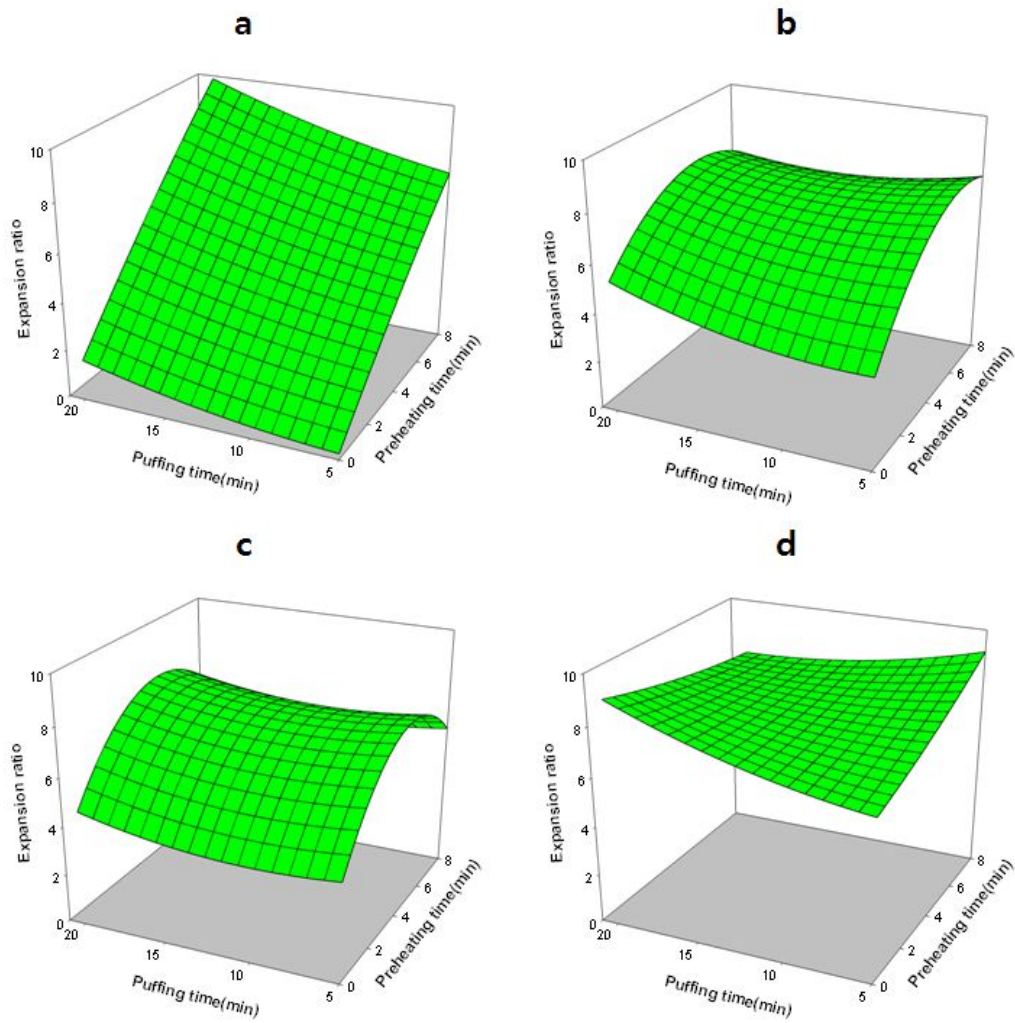


Fig. 4. Effect of vacuum puffing temperature and preheating time on volumetric expansion of *Yukwa* at heating temperature of 100 °C(a), 120 °C(b), 140°C(c) and 160°C(d).

예열시간과 진공팽화시간을 고려해 보았을 때 부피팽화율 9.47로 측정된 가열온도 120℃, 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분이 최적조건으로 판단되었다. 유탕유과의 부피팽화율은 18.11로 측정되어, 진공팽화유과의 팽화율이 낮다는 것을 알 수 있었다. 이는 소금으로 팽화시킨 유과보다 기름으로 팽화시킨 유과가 길이는 약 10 mm정도, 직경은 약 3-4 mm정도 더 크게 팽화되었다는 Lim et al.(2003)의 연구결과와 유사하였다.

전체적으로 가열시간의 증가에 따라 부피팽화율은 증가하는 경향을 보였지만 가열온도와 예열시간의 증가가 유과 표면의 갈변화에 큰 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 가열온도의 증가에 따라 열전달이 신속하게 이루어지고 가열시간이 증가하면 찹쌀의 탄화현상이 발생하여 갈변화가 증가하는 것으로 판단되었다. Shin et al.(1990)의 팽화방법 개선시험 연구에서도 가열 공기 팽화시 온도가 증가함에 따라 팽화율이 증가하고 고온에서 갈변화 현상이 나타났다는 결과와 일치하였다.

3) 밀도

가열온도, 예열시간, 진공팽화시간에 따른 진공팽화유과의 밀도는 Fig. 5와 같다. 진공팽화유과의 밀도는 가열온도 100-140℃에서 예열시간과 진공팽화시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였지만 160℃에서는 큰 차이를 나타내지 않았다, 전반적으로 가열온도가 100℃에서 160℃로 증가함에 따라 밀도는 감소하는 경향을 보였다. 반면에 Lim et al.(2003)의 유탕팽화 연구결과에서는 반대기가 130℃, 140℃까지는 감소하였다가 150℃, 160℃에서는 증가한 결과와 차이가 있었다. 이는 순간적으로 일어나는 진공팽화와 달리 소금을 이용하여 서서히 팽화시키기 때문에 고온에서는 표면의 경화가 먼저 진행되기 때문으로 사료되었다.

진공팽화유과의 밀도는 가열온도 100℃, 예열시간 6분, 진공팽화시간 10분에서 0.15 g/cm³로 가장 낮게 나타났다. 이는 유탕팽화유과의 밀도 0.12 g/cm³에 가장 근접했지만, 외관, 팽화에 걸리는 시간을 고려해 보았을 때 밀도 0.16 g/cm³로 측정된 가열온도 120℃, 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분을 최적조건으로 판단되었다. Lim et al.(2003)의 연구결과에서도 소금팽화유과의 밀도가 0.31 g/cm³로 측정되어 비유탕팽화유과의 밀도가 유탕유과의 밀도보다는 높은 것으로 측정되었다.

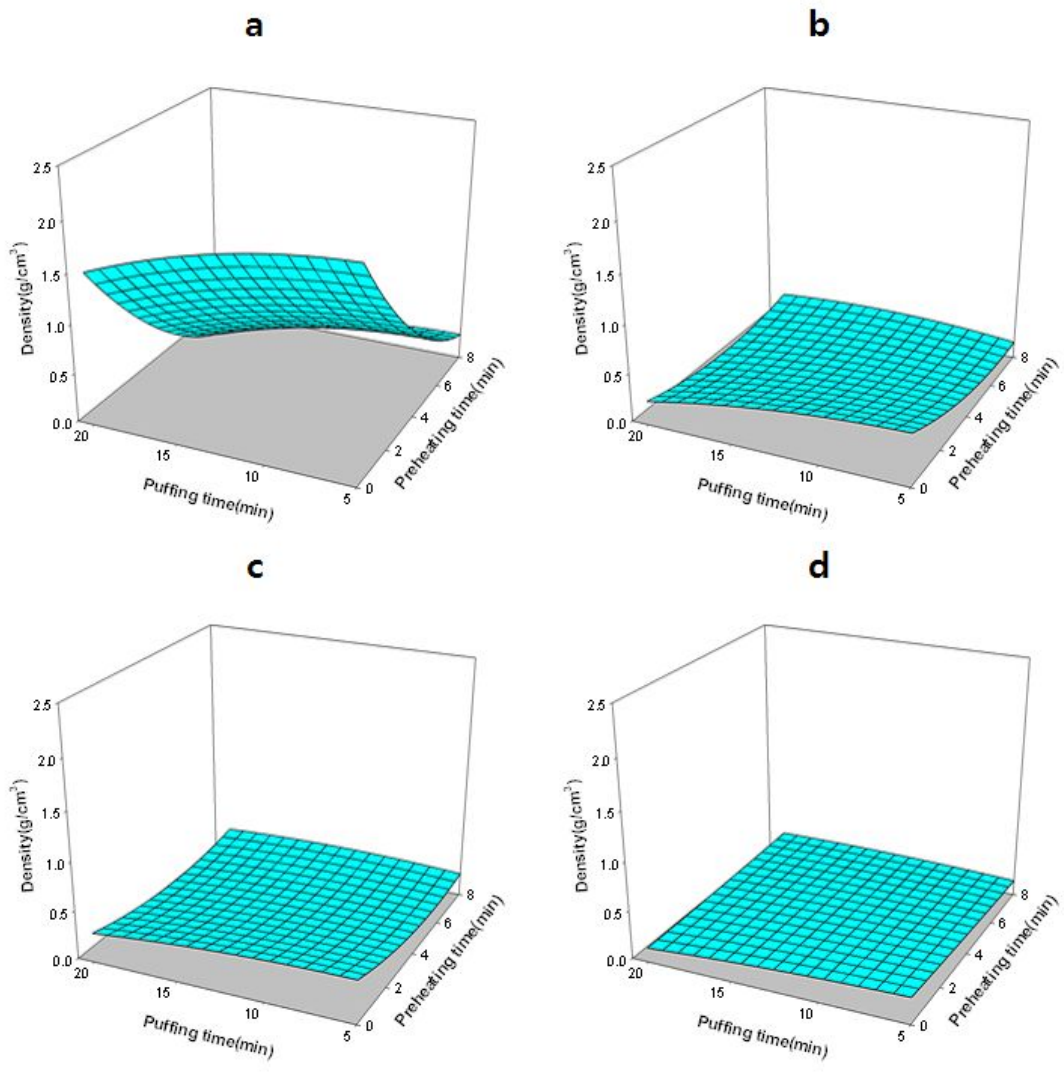


Fig. 5. Effect of vacuum puffing temperature and preheating time on bulk density of *Yukwa* at heating temperature of 100 °C(a), 120 °C(b), 140 °C(c) and 160 °C(d).

4) 절단강도

가열온도 100-160℃에서 예열시간과 진공팽화시간의 변화에 따른 진공팽화유과의 절단강도 측정결과는 Fig. 6과 같다. 진공팽화유과의 절단강도는 밀도와 유사한 경향으로 가열온도 100-140℃에서 예열시간과 진공팽화시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였지만 160℃에서는 큰 차이는 없었다. 가열온도의 증가함에 따라 절단강도는 감소하는 경향을 보였다. 이는 가열온도가 증가함에 따라 내부의 기공이 균일하게 형성되고 조직이 유연해져 부피팽화율이 증가하고, 밀도가 감소하여 절단강도가 감소하는 것으로 사료되었다.

진공팽화유과의 절단강도는 가열온도 100℃, 예열시간 0분, 진공팽화시간 5분에서 팽화가 일어나지 않아 16032 g/cm²로 가장 높았으며, 가열온도 100℃, 예열시간 6분, 진공팽화시간 15분에서 140 g/cm²로 유탕팽화유과의 절단강도 134 g/cm²에 가장 근접하였다. 이는 소금팽화유과와 유탕팽화유과의 조직감 실험에서도 유의적인 차이가 없었다는 Lim et al.(2003)의 결과와 Lee et al.(2007)의 압출성형기를 이용하여 팽화시킨 비유탕유과와 유탕유과의 경도가 비슷한 경향이라는 결과와 유사하였다.

5) 색도

가열온도 120℃에서 예열시간과 진공팽화시간의 변화에 따른 유탕팽화유과와 진공팽화유과의 색도를 비교한 결과는 Table 1과 같다. 전체적으로 예열시간과 팽화시간의 증가에 따라 백색도, 황색도, 적색도는 유의적인 차이는 없었다. 진공팽화유과의 가열온도에 따른 색도의 변화를 보면 가열온도 120℃에서 백색도는 가장 높고 황색도는 가장 낮았다. 가열온도가 140, 160℃로 증가함에 따라 백색도는 감소하고 황색도는 증가하는 경향을 보였다(Table 2). 진공팽화유과의 백색도는 유탕팽화유과보다 25 정도 높았다. 황색도는 전반적으로 유탕팽화유과보다 낮았으나 가열온도 160℃에서는 유탕팽화유과와 유사한 경향을 보였다.

유탕팽화유과와 진공팽화유과와 색도 차이를 비교해보았을 때, 적색도(a값)와 황색도(b값)는 1 정도의 차이가 있었지만 육안으로 색의 차이를 느끼지 못하는 정도였다. 반면에 백색도(L값)에서 유탕유과는 65.27이었고, 진공팽화유과의 평균값은 90.21로 큰 차이를 나타내었다. 결과적으로 색도는 진공팽화유과가 유탕유과보다 좋다는 결론을 내렸다.

이는 소금팽화유과와 유탕유과의 색도는 유의적인 차이가 없다고 보고한 연구결과(Lim et al., 2003)와 압출성형공정을 이용한 유과와 유탕팽화유과의 유의적인 색도차가 없다는 연구결과(Lee et al., 2007)와는 차이가 있었다. 이는 열진달매체로

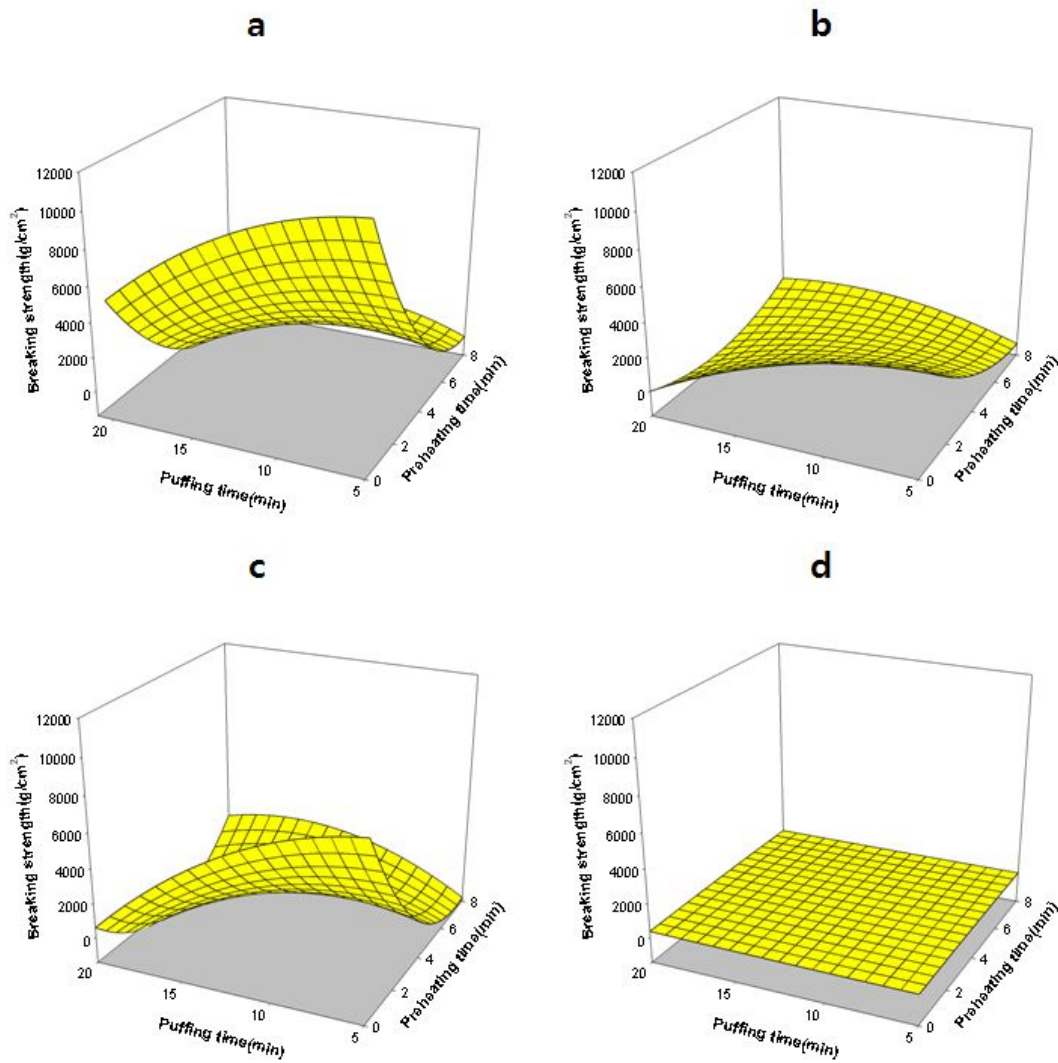


Fig. 6. Effect of vacuum puffing temperature and preheating time on breaking strength at cutting of *Yukwa* at heating temperature of 100°C (a), 120°C (b), 140°C (c) and 160°C (d).

Table 1. Changes in color value of vacuum puffed *Yukwa* at different process variables(heating temperature 120°C)

Preheating time(min)	Puffing time(min)	Color value ¹⁾		
		L	a	b
0	5	88.61	-1.44	9.41
	10	90.28	-1.35	8.20
	15	90.98	-1.38	8.77
	20	90.30	-1.37	8.28
2	5	90.38	-0.94	7.88
	10	89.88	-1.35	8.38
	15	89.92	-1.33	8.34
	20	90.24	-1.34	7.92
4	5	91.38	-1.30	7.22
	10	91.26	-1.30	7.26
	15	91.25	-1.31	6.94
	20	90.61	-1.28	7.24
6	5	89.89	-1.32	7.84
	10	90.87	-1.29	7.15
	15	89.84	-1.34	7.57
	20	89.27	-1.37	7.75
8	5	90.21	-1.34	7.66
	10	90.10	-1.39	8.13
	15	89.23	-1.33	9.49
	20	89.68	-1.39	7.92
Deep-fried Yukwa		65.27	-2.37	8.72

¹⁾L value degree of lightness (white +100 ↔ 0 black)

a value degree of redness (red +60 ↔ -60 green)

b value degree of yellowness (yellow +100 ↔ 0 blue)

Table 2. Changes in color value of vacuum puffed *Yukwa* at different heating temperature(preheating time 4min and vacuum puffing time 5min)

Heating temperature(°C)	Color value ¹⁾		
	L	a	b
100	90.19	-1.32	8.02
120	91.38	-1.30	7.22
140	90.61	-1.42	7.97
160	90.00	-1.34	8.81
Deep-fried Yukwa	65.27	-2.37	8.72

¹⁾L value degree of lightness (white +100 ↔ 0 black)

a value degree of redness (red +60 ↔ -60 green)

b value degree of yellowness (yellow +100 ↔ 0 blue)

소금을 이용한 것과 막걸리를 첨가물로 사용했기 때문으로 사료되었다. 결과적으로 색도는 진공팽화가 백색도는 높았고 황색도와 적색도는 유의적인 차이가 없어 유탕팽화보다 좋은 것으로 판단되었다.

6) 미세구조

예열시간 4분, 진공팽화시간 5분에서 가열온도의 변화에 따른 진공팽화유과의 미세구조는 Fig. 7과 같다. 가열온도 100°C에서는 팽화가 일어나지 않아 반대기와 유사한 조직구조였다. 가열온도 120-160°C에서는 가열온도가 증가함에 따라 기공의 크기가 커지고, 기공의 분포도 불균일했지만 가열온도 120-160°C에서 큰 차이는 없었다. 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분, 가열온도 120°C에서 기공의 크기가 가장 균일하고 기공벽의 두께도 가장 얇아 최적 조건으로 판단되었다.

유탕팽화유과의 미세구조를 보면 가열온도 120°C, 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분에서의 진공팽화유과보다 기공이 크고 불균일하였으며, 표면과 내부의 기공구조가 육안으로 차이가 확인되었다(Fig. 8).

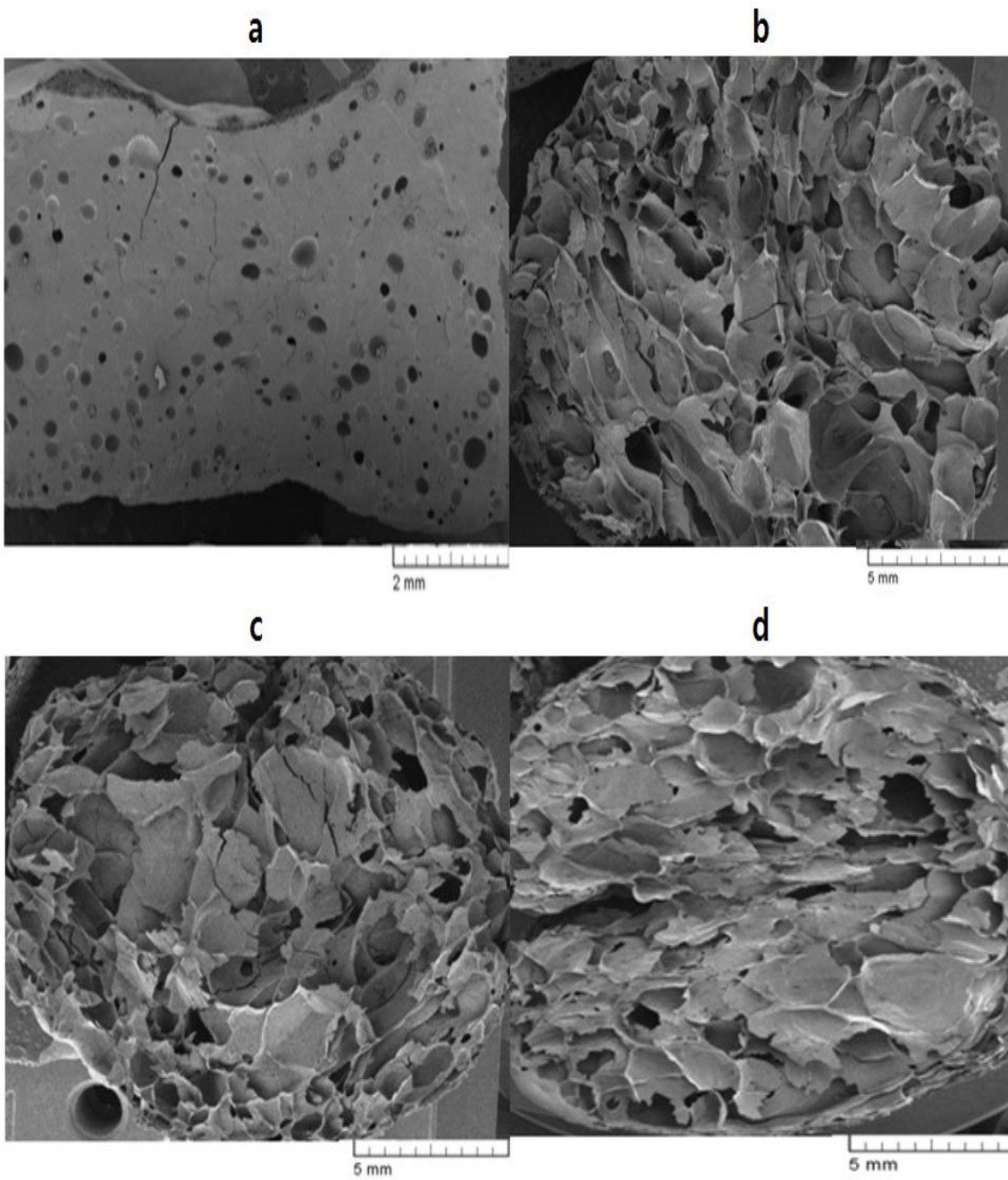


Fig. 7. Scanning electron micrographs of vacuum puffed *Yukwa* at preheating time 4min and puffing time 5min at heating temperature of 100 °C(a), 120 °C(b), 140°C(c) and 160°C(d).

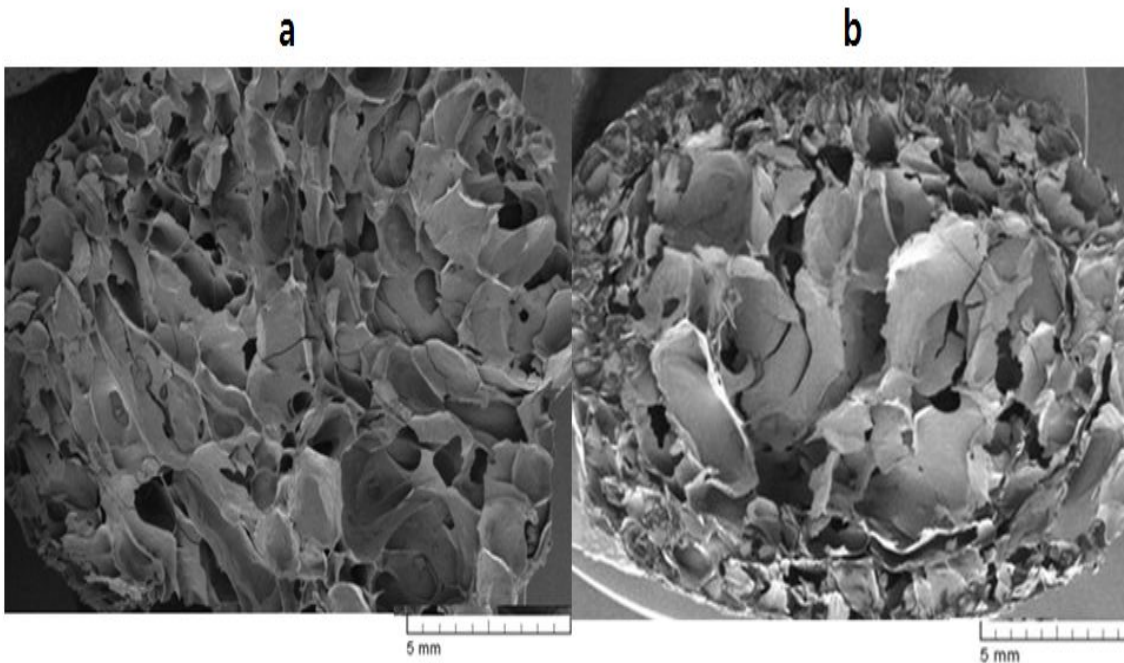


Fig. 8. Scanning electron micrographs of *Yukwa* obtained by vacuum puffing(a) and deep-fried(b).

3. 참고문헌

- Carroll KK. 1975. Experimental evidence of dietary factors and hormon-dependent cancers. *Cancer Res.* 35: 3374-3383.
- Choe SY. 2001. A study on the thermal characteristics of agriculture products in the process of low temperature vacuum drying(with Cayenne the object product for drying). *J. Korea Soc. Power Syst. Eng.* 5: 44-49.
- Chun HS, Han O, Lee CH, Huh SY. 1997. Studies on the quality improvement and extension of shelf-life for traditional Yukwa(Oil puffed waxy rice cake). Rep. Korea Food Res. Inst. Korea, pp. 36.
- Han KS. 2002. Manufacture method of a snack pastry. Korea patent 2002-0093293.
- Han JS. 1982. A study on cookery characteristics of Korean cakes(on the Yugwa). *Korean J. Food Nutr.* 11: 37-41.
- Hong IJ, Lee JK, Koo SJ. 2000. Screening and prevention of the mutagenicity for fishes according to cookery and storage. *Korean J. Food Cookery Sci.* 16: 652-662.
- Jeon YJ, Kim JM, Hwang HS, Song YA, Park HS. 2004. Effect of palm oil and soybean oil on the quality and shelf-life of Yugwa base. *Korean J. Food Cul.* 19: 61-69.

- Kang SH, Ryu GH. 2002. Analysis of traditional process for Yukwa making, a Korean puffed rice snack (I): Steeping and punching processes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 597-603.
- Kang SH, Ryu GH. 2002. Analysis of traditional process for Yukwa making, a Korean puffed rice snack (II): Pelleting, drying conditioning and additives. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 818-823.
- Kang SM, Lee SK. 2007. Comparison of the quality characteristics and aroma of *M. Longissimus* from Korean native black pigs and modern genotype pigs during vacuum packaged-chilling. *Korean J. Food Preserv.* 14: 247-255.
- Kim JM, Yang HC. 1982. Studies on a title and characteristics of Busuge. *Korean J. Food Sci. Technol.* 15: 33-40.
- Kim MA. 2001. Quality of popped rice with deep-frying for Salyeotganjung. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 17: 478-482.
- Lee CH, Maeng YS. 1997. A literature review on traditional Korean cookies, Hankwa. *Korean J. Diet. Cul.* 2: 55-69.
- Lee EK, Lee IS, Shin NH, Joung SH, Koo SJ. 1995. Screening of mutagenic activity of extracts from croaker and pork cooked by various cooking methods. *Korean J. Food Cookery Sci.* 11: 77-82.
- Lee MK, Kim SH, Ham SS, Lee SY, Chung CK, Kang IJ, Oh DH. 2000. The effect of far infrared ray-vacuum drying on the quality changes of *Pimpinella bracycarpa*. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 561-567.
- Lee SY, Jang SY, Park MJ, Kim BK. 2007. The quality and storage characterization of extrusion-puffed Yukwa. *Korean J. Food Cookery Sci.* 23: 369-377.
- Lee SY, Kim KJ. 2004. A study on manufacture method enhancement of the Yukwa in Korean cookies. In: *Proceedings of the SOHE Conference*. Dec. 1, Korea, pp. 87.
- Lee YS, Jung HO, Rhee CO. 2003. Quality characteristics of Yukwa fried with palm oil during storage. *Korean J. Food Cookery Sci.* 19: 60-64.
- Lim KR, Lee KH, Kang SA. 2003. Quality of Yukwa base and popped rice for Salyeotgangjung popped with salt. *Korean J. Food Cookery Sci.* 19: 729-736.
- McCord JM. 1994. Free radicals and pro-oxidants in health and nutrition. *Food Technol.* 48: 80-84.
- Park GB, Kim YJ, Lee HG, Kim JS, Kim YH. 1988. Change in freshness of meats during postmortem storage II. Changes in freshness of beef. *Korean J. Anim. Sci.* 30: 672-677.
- Ryu GH, Ng PKW. 2001. Effects of selected process parameters on expansion and mechanical properties of wheat flour and whole cornmeal extrudates. *Starch-Starke* 53:

147-154.

Shin DH, Choi U. 1993. Shelf-life extension of Yukwa(oil puffed rice cake) by O₂ preventive packing. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 243.

Shin DH, Kim MK, Chung TK, Lee HY. 1990. Shelf-life study of Yukwa(Korean traditional puffed rice snack) and substitution of puffing medium to air. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 266.

제3절 반대기제조 공정변수와 수분함량에 따른 비유탕 진공팽화 유과의 품질특성

1. 재료 및 방법

1) 재료

반대기 제조는 2010년 충남 부여에서 수확된 찹쌀을 25℃에서 7일간 수침하여 5시간 물빼기를 한 다음, 롤러밀로 2회 분쇄하여 찹쌀가루를 2℃에 보관하면서 사용하였다.

2) 반대기제조

반대기제조 공정변수인 증자시간, 편칭시간, 건조온도에 따른 반대기의 수분함량에 따른 진공팽화 유과의 특성을 알아보기 위하여 분쇄한 찹쌀가루를 전기스팀기(Daechang stainless ENG. Ltd., Seoul)를 사용하여 스팀온도 100℃에서 30분과 60분 동안 증자한 찹쌀가루를 제빵 반죽기(KM400, KENWOOD Ltd., Britain)를 사용하여 5분, 10분, 15분 동안 짜리치기를 하였다. 짜리치기한 반죽의 반대기 성형을 위하여 2℃에서 3시간동안 냉각한 다음, 반대기의 크기를 4×1×0.5 cm³ (세로×로×두께)로 성형하여 건조온도 30, 30, 50℃로 조절하여 수분함량을 다르게 조절한 반대기를 2℃ 냉장고에서 2일간 보관하여 수분이 고르게 분포되도록 조절한 반대기를 비유탕 진공팽화와 전통적인 유탕팽화에 사용하였다. 진공팽화공정에 의한 비유탕 팽화유과의 제조공정도는 Fig. 1과 같다.

3) 비유탕 진공팽화

진공팽화기는 가열온도와 압력을 조절할 수 있는 가열실(heating chamber)과 진공도가 조절되는 진공실(vacuum chamber)을 연결하는 연결관에 개폐밸브로 구성되어 되어 있다(Fig. 2). 진공팽화는 반대기 10개 정도를 120℃로 설정된 가열실의 계기압력(gauge pressure)을 0 atm과 가열공기를 주입하여 1 atm과 2 atm 조건에서 2분간 가열한 다음, 진공펌프를 사용하여 계기압 0 atm으로 조절된 진공실과 연결된 개폐밸브를 열어 팽화시켰다. 가열실에서 팽화된 반대기(유과)를 2분 후에 가열실의 덮개를 열어 팽화된 유과의 분석에 사용하였다.

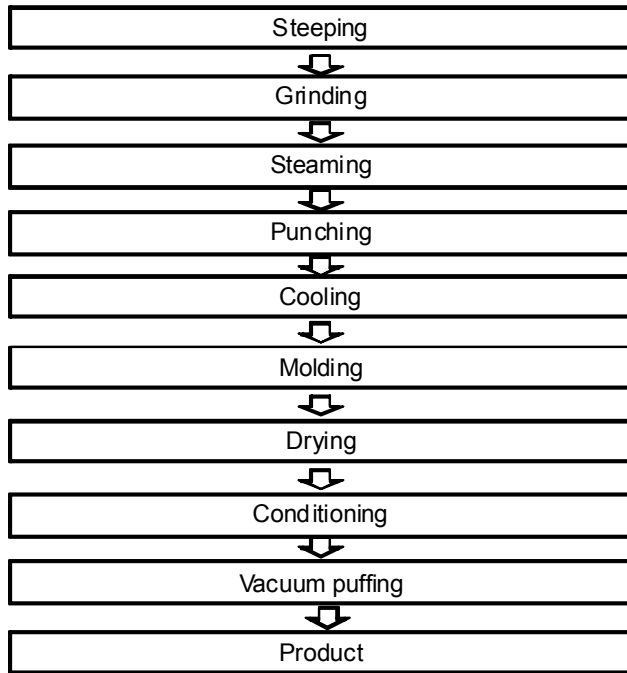


Fig. 1. Manufacturing process of vacuum-puffed *Yukwa*.

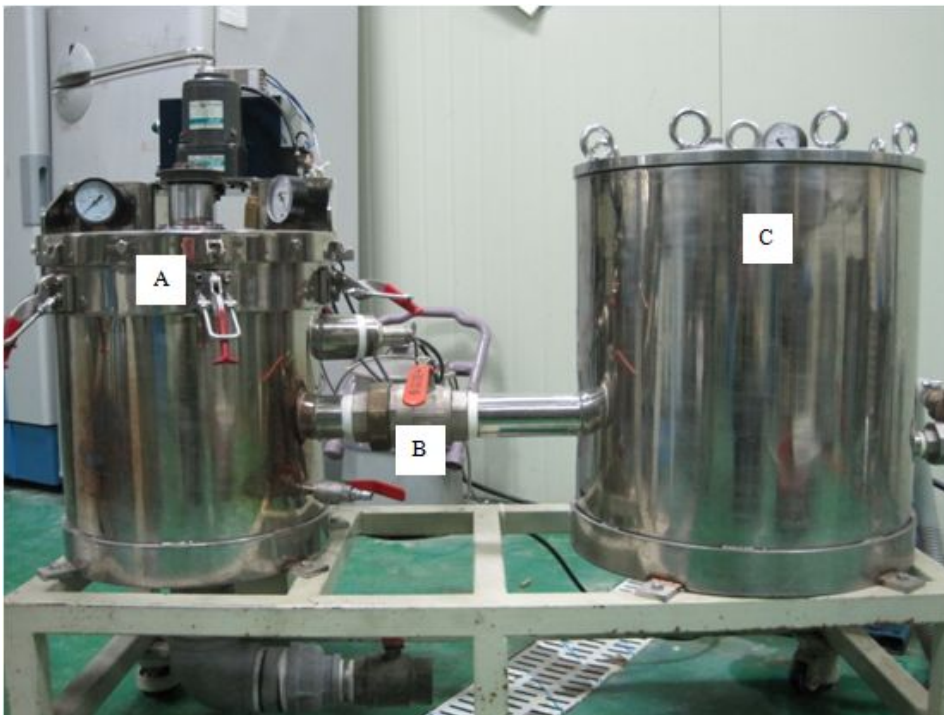


Fig. 2. Photograph of vacuum-puffing machine for Yukwa making.
a. heating chamber, b. open-close valve, c. vacuum chamber

4) 유탕팽화

수분이 조절된 반대기를 120℃에서 2분간 1차 팽화한 반대기를 180℃에서 2차 팽화시킨 팽화반대기(유과)를 냉장보관하면서 분석하였다(Reference).

5) 팽화율

팽화율(expansion ratio)은 팽화하기 전의 반대기 부피와 팽화시킨 반대기(유과) 부피의 비로 나타내었으며, 반대기와 유과의 부피는 좁쌀을 이용하여 부피를 알고 있는 용기에 3-5개의 시료를 넣어 동일한 량의 좁쌀을 용기에 채워 넘쳐 나온 좁쌀의 무게를 좁쌀의 밀도로 나누어서 측정하였다. 7개의 측정치의 평균값으로 표시하였다.

6) 조각밀도

조각밀도(piece density)는 팽화된 반대기(유과)의 무게에 부피를 나누어서 계산하였으며 7개의 측정치의 평균값으로 나타내었다.

2. 결과 및 고찰

1) 진공팽화기의 압력차이의 영향

팽화에서 압력의 차이는 기공형성체인 수분의 상변화에 영향을 미치므로 압력의 차이가 증가할수록 비체적이 증가하여 팽화의 추진력이 증가한다. 진공팽화에서 압력차이에 따른 반대기의 팽화특성을 알아보기 위하여 가열실의 계기압력을 0, 1, 2 atm으로 조절하고 진공실의 계기압을 -1 atm으로 유지시켜 압력차를 1, 2, 3 atm으로 각각 변화시켰다.

진공팽화기의 압력차와 함께 반대기의 수분함량을 17%와 22%로 조절하여 팽화시킨 반대기(진공팽화 유과)의 팽화율과 조각밀도를 Table 1에 나타내었다. 진공팽화에서 압력차이가 1 atm에서 3 atm으로 증가할수록 반대기의 수분함량 17%에서 팽화시킨 유과의 팽화율은 1.32에서 2.24, 수분함량 22%에서는 2.09에서 2.85로 증가하였다. 압력차이가 증가할수록 팽화율이 증가와 함께 유과의 조각밀도는 감소하였다. 동일한 압력차에서 반대기 수분함량이 17%에서 22%로 증가했을 때, 팽화율은 증가하였다.

가열부 온도 120℃에서 증기압은 액체와 수증기가 평형을 이루는 증기압은 1.985 atm이며, 이 때 액체상태의 물이 수증기로 상변화가 일어날 때 비체적은 $1.06 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ 에서 $0.89 \text{ m}^3/\text{kg}$ 으로 증가한다. 가열부의 압력이 증가하면 상변화가 일어나는 온도가 증가할 뿐만 아니라 압력개폐밸브를 열었을 때 비체적이 급격하게 증가하기 때문에 팽화율이 증가하는 것으로 판단된다. 또한 반대기의 수분함량의 증가와 함께 팽화율이 증가한 것은 가열실의 압력을 급격하게 감소될 때 반대기 내부의 수증기압이 증가하여 팽화율이 증가하는 것으로 판단된다.

그러나 수분이 증가할 경우 팽화될 때 용융물의 점도가 감소하여 팽화 후 온도의 감소와 함께 기공의 수증기압이 급격하게 감소되어 팽화물 내부의 기공수축으로 인하여 팽화율이 감소하게 되기도 한다(Ryu, 1995). 따라서 반대기 수분함량과 압력차이는 반대기의 팽화에 밀접한

연관성이 있을 것이므로 수분함량의 변화에 따른 팽화특성에 대한 연구가 필요할 것이다.

Table 1. Effects of pressure difference and moisture content in pellet on expansion ratio and piece density of vacuum-puffed *Yukwa*

Moisture content (%)	Pressure difference (atm)	Expansion ratio	Piece density (g/cm ³)
17	1	1.32	0.60
	2	1.52	0.42
	3	2.24	0.41
22	1	2.09	0.34
	2	2.18	0.31
	3	2.85	0.24

Drying temperature was 40°C.
 Steaming time was 60 min.
 Punching time was 15 min.
 Puffing temperature was 120°C.

Fig. 3은 반대기 수분함량 22%에서 압력차이 1 atm과 3 atm에서 진공 팽화한 유과와 유탕 팽화한 유과의 외관을 보여준다. 압력차 1 atm에서 팽화된 유과의 표면의 균열이 생기지 않고 매끈하지만 압력차 3 atm에서 팽화된 유과의 표면에 균열이 생긴 것을 알 수 있다. 유탕팽화 유과의 경우 표면의 균열이 없이 매끈하였고, 팽화율도 5.87로 높았다.

압력차 3 atm에서 표면의 균열은 급격한 기공형성체인 수분의 상변화에 따른 비체적의 증가에 기인한 것으로 판단되며 표면균열이 일어나지 않고 팽화율이 증가를 위하여 수분함량의 증가가 필요할 것으로 판단되었다.

반대기 수분함량 22%에서 압력차이 1 atm에서 표면의 균열이 발생하지 않은 유과의 내부기공의 구조를 Fig. 4에 보여준다. 유과의 표면과 함께 내부 기공의 구조는 유과의 조직감을 비롯한 품질에 중요하다. 내부 기공의 미세구조는 중심부위의 기공은 크고 조직이 부드럽지만 바깥 부위는 작고 기공이 분포되어 조직이 견고하였다. 유탕팽화 유과의 중심 부위 기공은 크고 바깥 부위는 작고 기공이 분포되어 조직이 부드럽지 않았다는 Yoo와 Ryu(2010)의 보고와 압력차 1 atm에서 진공 팽화시킨 유과의 기공 미세구조와 일치하였다.

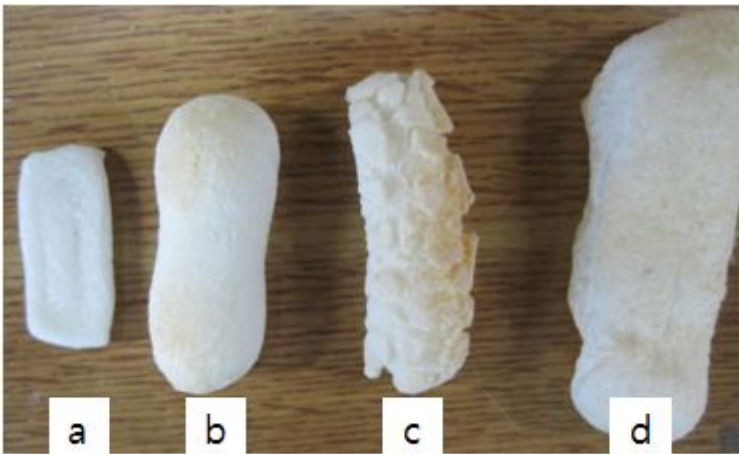


Fig. 3. Appearance of vacuum-puffed Yukwa at different pressure.
a. pellets with 22% moisture.
b. vacuum-puffed Yukwa under pressure difference at 1 atm.
c. vacuum-puffed Yukwa under pressure difference at 3 atm.
b. deep-oil puffed Yukwa.



Fig. 4. Appearance of inner cell structure of vacuum-puffed *Yukwa* under pressure difference at 1 atm.

2) 증자시간과 반대기 수분함량의 영향

수침하여 분쇄한 찹쌀가루의 증자시간을 30분과 60분으로 달리하고 반대기의 수분함량을 24, 26, 27, 28%로 조절하여 가열실과 진공실의 압력차 3 atm에서 팽화시킨 유과의 팽화율을 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Effects of steaming time and moisture content in pellet on expansion ratio of vacuum-puffed Yukwa

Steaming time (min)	Moisture content (%)	Expansion ratio
30	18	4.35
	21	6.65
	24	7.22
	25	8.15
	27	8.42
60	22	4.85
	24	21.48
	26	8.24
	28	9.63

Drying temperature was 40°C.

Puffing temperature was 120°C.

Pressure difference was 3 atm.

실험한 조건에서 반대기의 수침한 찹쌀가루의 증자시간은 진공팽화 유과의 팽화율과 조각밀도에는 유의적인 영향을 미쳤다. 증자시간이 30분에서 60분으로 증가할수록 실험한 반대기의 수분함량 범위에서 팽화율은 증가하는 경향을 보였다. 이러한 현상은 증자시간이 증가할수록 전분의 호화가 증가와 관련이 있는 것으로 판단되었으나 증자시간에 따른 전분의 호화도를 측정하여 전분의 호화와 팽화율의 상관관계는 펠릿의 전분호화도가 증가할수록 팽화율은 증가한다는 연구결과가 있다.

증자시간 60분에서 반대기의 수분함량의 증가와 함께 팽화율이 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었으나, 증자시간 30분에서는 수분함량의 증가와 함께 팽화율은 증가하는 경향을 보였다. 증자시간 60분에서 반대기의 수분함량 24%에서 팽화율은 21.48로 가장 높았지만 수분함량이 26%와 28%로 증가함에 따라 유과의 팽화율은 8.24와 9.63으로 각각 감소하였다.

개폐밸브를 열었을 때 가열실에서 반대기의 팽화양상을 관찰한 결과 수분함량이 낮을 경우 팽화 후 기공의 수축현상이 없었지만 수분함량 26%와 28%의 반대기는 팽화 후 기공의 수축에 의한 부피가 감소되는 현상이 관찰되었다.

반대기의 수분함량이 22%로 낮은 경우 압력차이가 2 atm와 3 atm에서 기공의 수축은 없었지만 팽화율이 각각 2.18과 2.85로 낮고 표면의 균열이 일어났다(Table 1). 반면에 반대기의 수분함량 28%, 압력차이 3 atm일 때 팽화율이 9.63으로 수분함량 24%에서 팽화율 21.48 보다 낮은 이유는 팽화가 일어난 직후 기공의 수축에 의한 부피의 감소 때문이다.

수분이 높은 경우 기공의 수축에 의한 팽화율의 감소는 반대기가 가열실에서 팽화될 때 용융상태에서 반대기의 물성 또는 진공팽화기의 압력의 급격한 변화에 의해 발생할 가능성이 있다.

반대기를 진공 팽화시킬 때 가열실과 진공실을 관을 개폐할 수 있는 밸브의 급격하게 열어줄 때 기공의 수축이 증가하는 것을 발견하고 밸브를 서서히 열었을 때 기공의 수축이 감소하는 것을 알 수 있었다. Fig. 5는 수분함량 28%의 반대기를 압력차 3 atm의 조건에서 개폐밸브의 서서히 열어 진공 팽화시킨 유과와 반대기의 외관을 보여준다. 이러한 조건에서 진공 팽화하다 유과의 팽화율은 15 정도로 유탕팽화 유과의 밀도와 유사하였다.

유탕팽화에서 반대기의 최적수분함량은 15-17%이지만, 본 실험조건에서 진공팽화는 유탕팽화보다 높은 수분함량 24-28%의 넓은 범위로 반대기 제조공정조건과 진공팽화조건을 고려하여 결정해야 될 필요가 있었다.



(a) Pellets (2.1× magnifications based on middle photo)



(b) Vacuum-puffed *Yukwa* (1.0× magnifications)



(b) Vacuum-puffed *Yukwa* (1.8× magnifications based on middle photo)

Fig. 5. Appearance of pellets(a) and vacuum-puffed *Yukwa*(b and c) under slow release of pressure difference at 3 atm.

3) 부원료의 영향

부원료의 첨가는 수침한 찹쌀을 분쇄한 후 콩, 알콜이 포함된 막걸리, 소주, 청주 등을 첨가하여 반죽하여 찌는 경우와 콩에 있는 효소활성을 고려할 때 찌 찹쌀가루를 파리치기할 때 반죽에 첨가하는 경우가 있다.

유당팽화 유과를 제조할 때 전통적으로 불린 콩이나 콩물(두유), 막걸리 또는 소주 등의 알코올, 설탕 등을 파리치기를 할 때 첨가하여 팽화율의 증가와 함께 유과 내부의 기공이 작고 균일한 기공을 가져 부드러운 조직감을 가지도록 한다. 콩물의 경우 영양적으로 단백질원의 강화하는 역할을 한다. 콩의 단백질은 안정한 피막을 형성하여 팽화할 때 증기를 포획하는 접착제로서의 기능이 있어서 유과의 색이 황금색으로 변화하고 팽화율의 증가와 함께 조직이 부드러워지는 기능을 한다(Lee et al., 2001). 불린 콩을 3%(w/w) 첨가했을 때 유과의 팽화도의 증가와 함께 조직감과 관능검사 결과도 우수하였으나 막걸리, 소주, 청주 등의 주류는 첨가효과는 콩의 첨가와 비교하여 유과의 품질에 크게 영향을 미치지 않는다(Shin et al., 1990).

또한 콩에는 우수한 기능성을 가지는 단백질과 amylase와 같은 효소가 함유되어 반죽을 할 때 콩을 첨가하면 반죽의 물성의 변화와 함께 팽화할 때 팽화도가 증가하고 영양개선의 효과가 있다(Kim and Wei, 1985). 콩 건물량 기준으로 0, 7, 14%(w/v) 콩물 270 mL을 찹쌀가루 700 g에 청주 또는 증류수 150 mL과 5분간 반죽하여 60°C에서 0, 3, 6, 9, 12 hr 배양하여 만든 유과의 경도는 콩물의 량과 배양시간이 증가할수록 감소와 함께 아삭아삭한 조직감을 가졌다고 보고되었다(Jo and Jeon, 2001). 또한 Shon et al.(2001)은 콩물의 농도에 따른 α , β -amylase와 glucoamylase의 활성을 비교하여 콩물의 농도가 증가할수록 β -amylase와 glucoamylase의 활성은 증가했지만 α -amylase는 유의적인 차이가 없었으며 콩물의 첨가시 반죽의 전분분해효소가 반죽에 작용하는 것을 확인하였다.

진공팽화에서 부원료의 영향을 알아보기 위하여 파리치기할 때 무게기준으로 찹쌀가루, 설탕, 소주(20% v/v ethanol)를 50: 1: 1로 첨가하여 제조한 반대기의 수분함량과 압력차를 1 atm, 2 atm, 3 atm으로 달리하여 팽화시킨 유과의 팽화율과 밀도를 검토하였다(Table 3).

부원료의 첨가에 따른 팽화율의 영향을 보면 반대기 수분함량이 낮은 17%일 때는 부원료의 첨가와 함께 팽화율이 감소하였지만 반대기 수분함량이 높은 25.5%일 때 부원료의 첨가와 함께 팽화율이 약간 증가하였다. 부원료의 첨가는 반대기의 수분함량과 진공 팽화할 때 압력차에 비교하여 팽화율이 크게 영향을 미치지 못하였다.

Fig. 5는 찹쌀가루, 설탕, 소주(20% v/v ethanol)를 50: 1: 1로 첨가하여 반대기를 제조한 다음 수분함량을 22%로 조절하여 압력차 1 atm, 2 atm, 3 atm에서 팽화시킨 유과의 외관을 보여준다. 진공팽화 압력차이 증가와 함께 팽화정도는 증가하였지만 표면의 균열의 발생이 증가하였다. 또한 유당팽화 유과의 팽화율 10.07과 비교하여 압력차 3 atm에서 팽화시킨 유과의 팽화율은 50% 정도로 낮았다. 유당팽화유과의 표면의 균열이 없이 매끈한 표면을 가졌지만 진공 팽화유과는 균열의 발생하였다.

Table 3. Effects of pressure difference, and moisture content and additives in pellet on expansion ratio and piece density of vacuum-puffed Yukwa

Moisture content (%)	Additives ¹⁾	Pressure difference (atm)	Expansion ratio	Piece density (g/cm ³)
17.0	no ²⁾	1	1.32	0.60
	no	2	1.52	0.42
	no	3	2.24	0.41
	addition	1	1.40	0.16
	addition	2	1.82	0.31
	addition	3	1.76	0.34
22.0	no	1	2.09	0.34
	no	2	2.18	0.31
	no	3	2.85	0.24
	addition	1	3.66	0.27
	addition	2	3.80	0.28
	addition	3	4.32	0.29
25.5	no	1	2.57	0.34
	no	2	4.57	0.18
	no	3	5.15	0.17
	addition	1	3.53	0.26
	addition	2	4.23	0.23
	addition	3	6.37	0.15

¹⁾Formulation ratio of waxy rice, sugar and soju(20% ethanol, v/v) was 50, 1, 1(weight base).

²⁾No addition.

Drying temperature was 40°C.

Steaming time was 60 min.

Punching time was 15 min.

Puffing temperature was 120°C.

결론적으로 부원료의 첨가는 진공팽화 유과 제조에서 반대기 제조공정과 진공팽화조건을 최적화한 다음, 조직감, 향미, 색깔 등의 유과의 관능적 특성과 영양적인 측면에서 고려되어야 할 것으로 판단되었다.

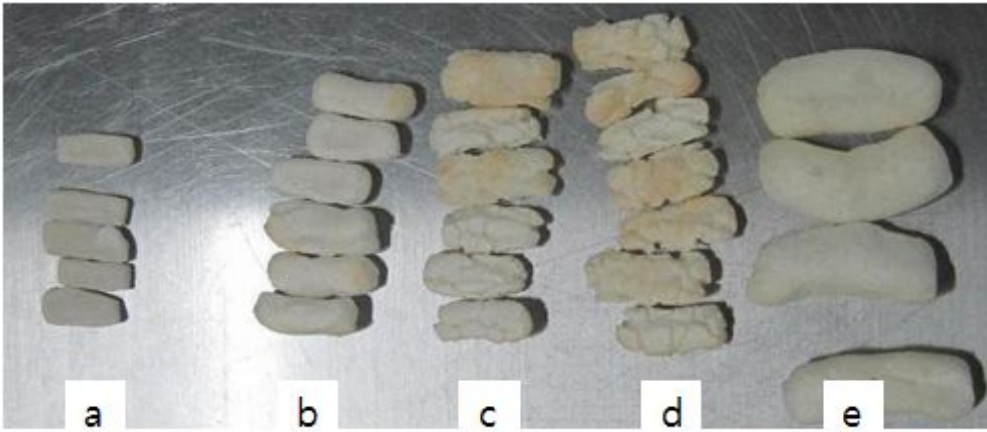


Fig. 6. Appearance of vacuum-puffed pellets added with 1.9% sugar and 1.9% soju(20% ethanol, v/v).

- a: Pellets with 22% moisture.
- b: Vacuum-puffed *Yukwa* at pressure difference of 1 atm.
- c: Vacuum-puffed *Yukwa* at pressure difference of 2 atm.
- d: Vacuum-puffed *Yukwa* at pressure difference of 3 atm.
- e: Deep-oil puffed *Yukwa*.

4) 유탕팽화 유과와 비교

수분함량 27.7%의 반대기를 압력차 3 atm에서 벨브를 서서히 열어 진공 팽화한 유과와 수분함량 21.2%의 유탕팽화 유과의 외관을 Fig. 7에 보여준다. 진공팽화유과의 팽화도는 유탕유과의 팽화도 10.20 g/cm^3 과 유사한 9.87 g/cm^3 이었다. 표면의 균열도 유탕 팽화한 유과와 같이 발생하지 않았다.

진공팽화 유과의 내부 기공구조도 유탕 팽화하다 유과와 동일하게 중심부위에는 크고 부드러운 기공벽으로 구성된 조직과 표면에 가까울수록 작고 균일한 크기를 가진 기공이 분포하였다(Fig. 8). 진공 팽화한 유과의 조직감도 유탕 팽화하다 유과와 유사한 부드러운 조직을 나타내었다.



1.0× magnifications



1.5× magnifications based on top photo

Fig. 7. Comparison with appearance of deep-oil fried(a) and vacuum-puffed *Yukwa*(b) at under slow release of pressure difference at 3 atm.



Fig. 8. Appearance of inner cell structure of vacuum-puffed *Yukwa* under slow release of pressure difference at 3 atm.

본 실험을 통해 증자시간, 편칭시간, 부원료의 첨가는 진공팽화유과의 팽화도와 조각밀도에는 유의적인 영향을 미치지 않았다. 반면에 증자시간 반대기의 수분함량과 가열실과 진공실의 압력차이 및 가열실과 진공실을 연결하는 밸브를 열어주는 시간이 진공팽화유과의 팽화율과 유과내부 기공구조에 중요한 인자가 되었다.

Fig. 9는 반대기의 진공팽화에서 반대기의 수분함량과 가열실과 진공실을 연결하는 밸브를 열어주는 속도를 달리하여 제조한 진공팽화 유과와 유탕팽화 유과의 외관을 보여준다. 수분함량 27.7%의 반대기를 3 atm의 압력차이에서 서서히 밸브를 열어 팽화시킨 유과는 팽화 후 기공의 수축이 감소하여 유탕팽화 유과와 외관과 내부 기공구조가 유사하였다.



Fig. 9. Comparison with appearance of vacuum-puffed *Yukwa* under different release of pressure difference at 3 atm.

- a) Pellets.
- b) Vacuum-puffed pellet with 25% moisture under fast release of pressure difference at 3 atm.
- c) Vacuum-puffed pellet with 27.2% moisture under slow release of pressure difference at 3 atm.
- d) Deep-oil fried pellet with 21.2% moisture.

3. 결론

진공팽화용 반대기 제조에서 증자시간, 편칭시간은 진공팽화유과의 팽화도와 조각밀도에는 유의적인 영향을 미치지 않았다. 반면에 반대기의 수분함량은 팽화에서 기공형성제로 중요한 역할을 하였으며, 가열실과 진공실의 압력차이도 반대기의 팽화율에 중요한 변수였다. 반대기 수분함량 17%와 22%에서 압력차이가 1 atm에서 3 atm으로 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 수분함량이 22%이하로 낮을 경우, 팽화율이 2.85 이하로 낮았으나 수분함량이 28%로 높을 경우 팽화후 기공의 수축에 의한 부피의 감소 때문에 유과의 팽화율은 감소하였다. 수분함량 25%에서 표면의 균열과 기공의 수축이 일어나지 않는 조건으로 팽화율은 21.48로 가장 높았다. 반대기 수분함량이 27%로 높을 경우 팽화 후 기공의 수축을 방지하기 위하여 압력을 가열실과 진공실을 연결하는 밸브를 서서히 열었을 때 기공의 수축이 감소하여 유탕 팽화하다 유과의 팽화율과 유사하였다. 또한 재래식 반대기제조에 종종 첨가되는 설탕과 소주를 첨가하여 제조한 반대기를 팽화했을 때 팽화율은 크게 증가하지 않았다. 유탕팽화용 반대기의 최적수분함량은 15-17%이지만, 본 실험조건에서 진공팽화는 유탕팽화보다 높은 수분함량 24-28%의 넓은 범위에서 반대기 제조공정조건과 진공팽화조건을 고려하여 결정해야 될 필요가 있었다.

4. 참고문헌

- Choe SY. 2001. A study on the thermal characteristics of agriculture products in the process of low temperature vacuum drying(with Cayenne the object product for drying). J. Korea Soc. Power Syst. Eng. 5: 44-49.
- Eun JB, Hsieh FH, Choi OJ. 2009. Physical properties of Yukwa base according to the extrusion processing conditions(I): Manufacturing of Yukwa base with combination of glutinous rice and rice flour. Korean J. Food Sci. Technol. 38(12) 1760-1766.
- Jung JJ, Lee KT. 2010. Extending the shelf-life of Yukwa using secondary packaging. Korean J. Food Sci. Technol. 42(4) 452-458.
- Jo MN, Jeon HJ. 2001. Effect of bean water concentration and incubation time of Yukwa paste and packaging method on quality of Yukwa. Korean J. Food Sci. Technol. 33(3) 294-300.
- Kang SH, Lee SJ, Ryu GH. 2001. Effects of steeping and mixing time on mixing energy input and properties of pellets and puffed pellets(Yukwa). Food Engineering Progress 5(1) 19-24 (2001. 2).
- Kang SH, Ryu GH. 2002. Analysis of traditional process for Yukwa making, a Korean puffed rice snack(I): Steeping and punching processes. Korean J. Food Sci. Technol. 34(4) 597-603.
- Kang SH, Ryu GH. 2002. Analysis of traditional process for Yukwa making, a Korean puffed rice snack(II): Pelleting, drying, conditioning and additives. Korean J. Food Sci. Technol. 34(4) 34(5) 818-823.
- Kang, S.H. and Ryu, G.H. Improvement in the Yukwa manufacturing by extrusion process with CO₂ gas injection. Food Sci. Biotechnol. 10(1) 1-6(2001)
- Kim JM, Wei LS. 1985. Studies on Busuge preparation (II. Effect of addition of soy products on quality of Busuge(San-ja) base. J. Korean Soc. Food Nutr. 14 51-56.
- Kayacier, A. and Sigh, R. K. Rheological properties of deep fried tortillas prepared with hydrocolloids. 1999. Int. J. Food Prop, 2:185.
- Lee HL, Kum JS, Ku KH, Chun HS, Kim WJ. 2001 Changes in chemical composition of glutinous rice during steeping and quality properties of Yukwa. Korean J Food Sci Technol 33(3) 737-744.
- Lee SY, Jang YJ, Park MJ, Kim BK. The quality and storage characterization of extrusion puffed Yukwa. Korean J. Food Cookery Sci. 23(3) 369-377.

- Lim KR, Lee KH, Kang SA. 2003. Quality of Yukwa base and puffed rice for Salyeotgangjung with salt. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 19(6) 729-736.
- Ryu GH. 1995. Extrusion process with CO₂ injection. Food Science and Industry 28(1) 30-38.
- Shin DH, Kim MK, Chung TK, Lee HY. 1990. Shelf-life study of Yukwa(Korean traditional puffed rice snack) and substitution of puffing medium to air. Korean J. Food Sci. Technol. 22(3) 266-271
- Shin DH, Kim MK, Chung TK, Lee HY. 1990. Effect of some additives for Yukwa(popped rice snack) quality improvement and process modification trials. Korean J. Food Sci. Technol. 22(3) 272-277.
- Shon KH, Jo MN, Jeon HJ, Park J, Joo MS. 2001. Effect of bean water concentration and incubation time of amylase activity and physicochemical characteristics of Yukwa paste. Korean J. Food Sci. Technol. 33(3) 293-288.
- Yoo JH, Ryu GH. 2010. Development of vacuum puffing machine for non-deep fried Yukwa and its puffing characteristics by process variables) Food Engineering Progress 14(3) 193-201.

제4절 비유당팽화 유과의 물리적 특성 및 저장특성

1. 재료 및 방법

1) 유과의 전처리

참쌀은 30℃에서 3일간 수침 후 수세하여 물밀로 분쇄하였으며, 유탕 및 비유탕 유과의 제조 공정은 Fig. 1과 같다. 이번 연구에 사용된 반대기는 수분함량 17과 25%의 반대기를 사용하여 유탕 유과와 진공팽화기에 의한 비유탕 진공팽화 유과의 저장 특성을 실험하였다.

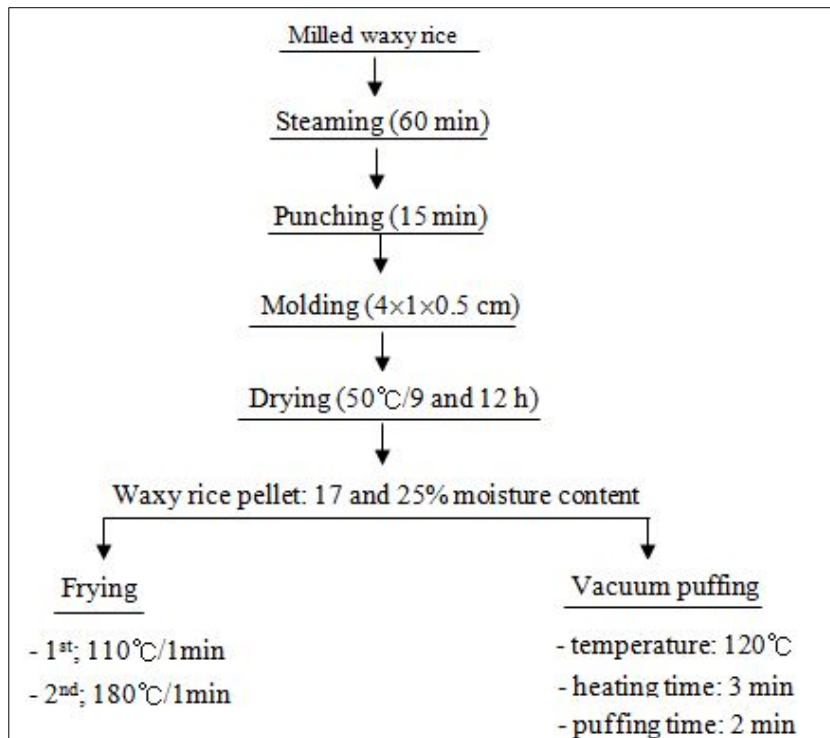


Fig. 1. Schematic diagram for preparation of *Yukwa* products.

2) 물리적 특성

팽화율(expansion ratio)은 팽화하기 전의 반대기 부피와 팽화시킨 반대기(유과) 부피의 비로 나타내었으며, 밀도는 종자치환법(Bhatnagar and Hanna, 1995)을 수정하여 팽화된 반대기의 무게에 부피를 나누어서 계산하였다. 색도는 Minolta colorimeter (Minolta CR-300, Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였으며 L(명도), a(적색도), b(황색도)로 표시하였다.

3) 미세구조

유과의 미세구조는 유탕 및 진공팽화 유과를 절단하여 알루미늄판에 접착하여 진공상태에서 백금코팅처리를 한 후, 고분해능 주사전자현미경(MIRA II LMH, Tescan, Czech)을 이용하여 관찰하였다.

4) 저장안정성

(1) 조직안정성

유과는 상대습도를 30 및 60%로 조정된 밀폐용기에서 16일간 보관하며 4일마다 시료를 취하여 절단강도로 조직안정성을 측정하였다. Sun Rheometer (Compac-100 II, Sun Sci. Co., Japan) 를 사용하여 절단강도를 측정하였으며, 절단강도의 측정조건은 최대하중 2 kg, 지지대 이동속도 60 mm/min 이며, probe는 칼날형(0.01 mm)을 사용하였으며, 각각의 조건에서 10개의 시료를 측정하였다.

(2) 산화안정성

산화안정성은 AOAC methods (1990)와 Lee et al. (2007)의 방법에 의한 과산화 및 산가로 측정하였다. 유과는 60℃의 빛이 차단된 항온저장고에 15일간 저장하였으며, 3일마다 시료를 취하여 측정하였다.

5) 관능평가

관능평가는 공주대학교 식품공학과에 재학중인 훈련된 대학원생 15명에 의해 측정하였다. 외관, 색, 냄새(향), 바삭한 정도, 딱딱한 정도, 끈적이는 정도 및 종합적인 기호도에 대하여 5점(매우 좋다)에서 1점(매우 나쁘다)까지 5점 평점법에 의하여 측정하였다.

6) 등온흡습 곡선

유과의 등온흡습곡선은 Koo 등의 방법에 의하여 측정하였다. 25℃의 온도에서 다양한 무기염(LiCl₂, KC₂H₃O₂, K₂CO₃, NaNO₂, NaCl, KCl)의 포화염용액의 수분활성도가 0.11~0.86으로 조정된 데시케이터에 유과를 넣고 24시간 마다 무게의 변화를 측정하여 2~일간 시료의 무게 변화가 0.005 g 이하였을 때의 평형수분함량을 측정하여 나타내었다.

2. 결과

Fig. 2는 비유탕팽화 유과 및 유탕팽화 유과의 팽화직 후의 모습이다. 동일한 팽화조건에서는 높은 수분함량을 가진 반대기가 높은 팽화율을 나타내었다.



Fig. 2. Images for vacuum puffed and fried *Yukwa* product before coating with syrup and roasted cereal grits.

Table 1. Physical properties of vacuum puffed and fried *Yukwa* products

Moisture content of pellet (%)	Cooking method	Expansion ratio	Density (g/cm ³)	Color		
				<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
17	Vacuum	2.68	0.19	76.19	3.95	17.67
	Deep-Fry	4.52	0.14	70.69	0.50	16.54
25	Vacuum	6.80	0.09	77.59	0.25	6.80
	Deep-Fry	8.07	0.08	67.69	-0.49	6.20

반대기의 팽화조건 및 수분함량의 영향에 따른 유과의 물리적 특성은 표 1에 나타내었다. 반대기의 동일한 수분함량 조건에서는 유탕팽화 유과가 비유탕팽화 유과보다 높은 팽화율을 나타내었다. 밀도는 $0.08-0.19 \text{ kg/m}^3$ 의 범위였으며, 반대기의 수분함량이 증가할수록 유과의 밀도는 감소하는 경향을 나타내었다. 색도에서 명도(L)는 비유탕팽화 유과보다 유탕팽화 유과가 낮았으며, 적색도(a)는 수분함량 17%의 비유탕팽화 유과가 가장 높았으며, 수분함량 25% 유탕 유과가 가장 낮았다. 유과의 수분함량은 반대기의 수분함량 및 팽화조건에 영향을 받는 것으로 나타났으며, 유과의 수분함량은 25%-비유탕>25%-유탕>17%-유탕>17%-비유탕의 순으로 Fig. 3과 같다.

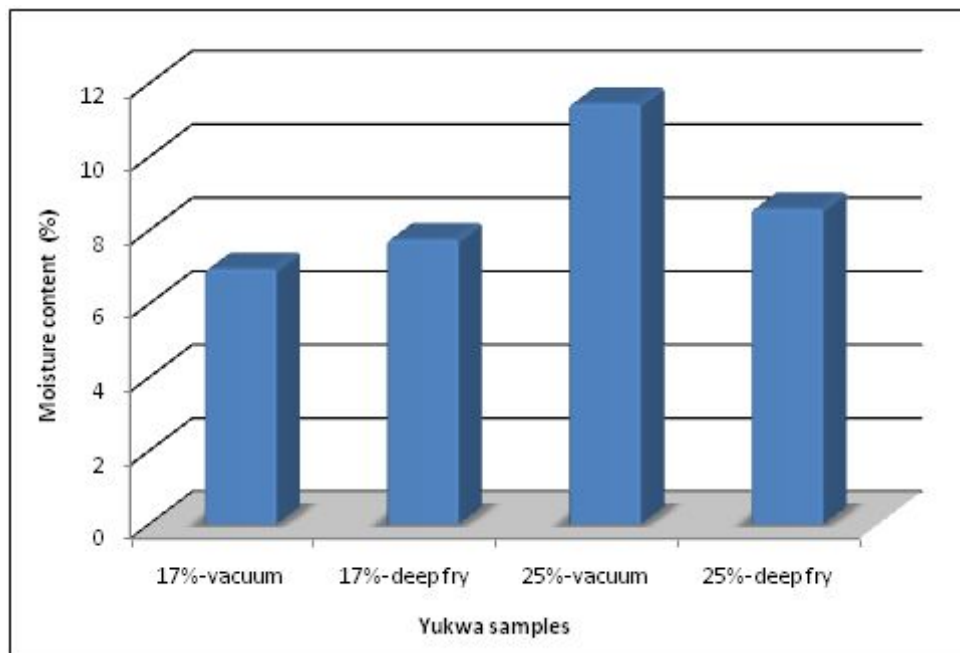


Fig. 3. Moisture content of vacuum puffed and fried *Yukwa* products.

비유탕팽화 유과 및 유탕팽화 유과의 미세구조는 Fig. 4와 같다. 반대기의 수분함량 17%의 비유탕팽화 유과의 기공 크기가 작고 많을 것을 볼 수 있다. 또한 반대기의 수분함량이 같은 조건에서는 유탕팽화 유과가 비유탕팽화 유과보다 기공이 더 큰 것을 알 수 있다.

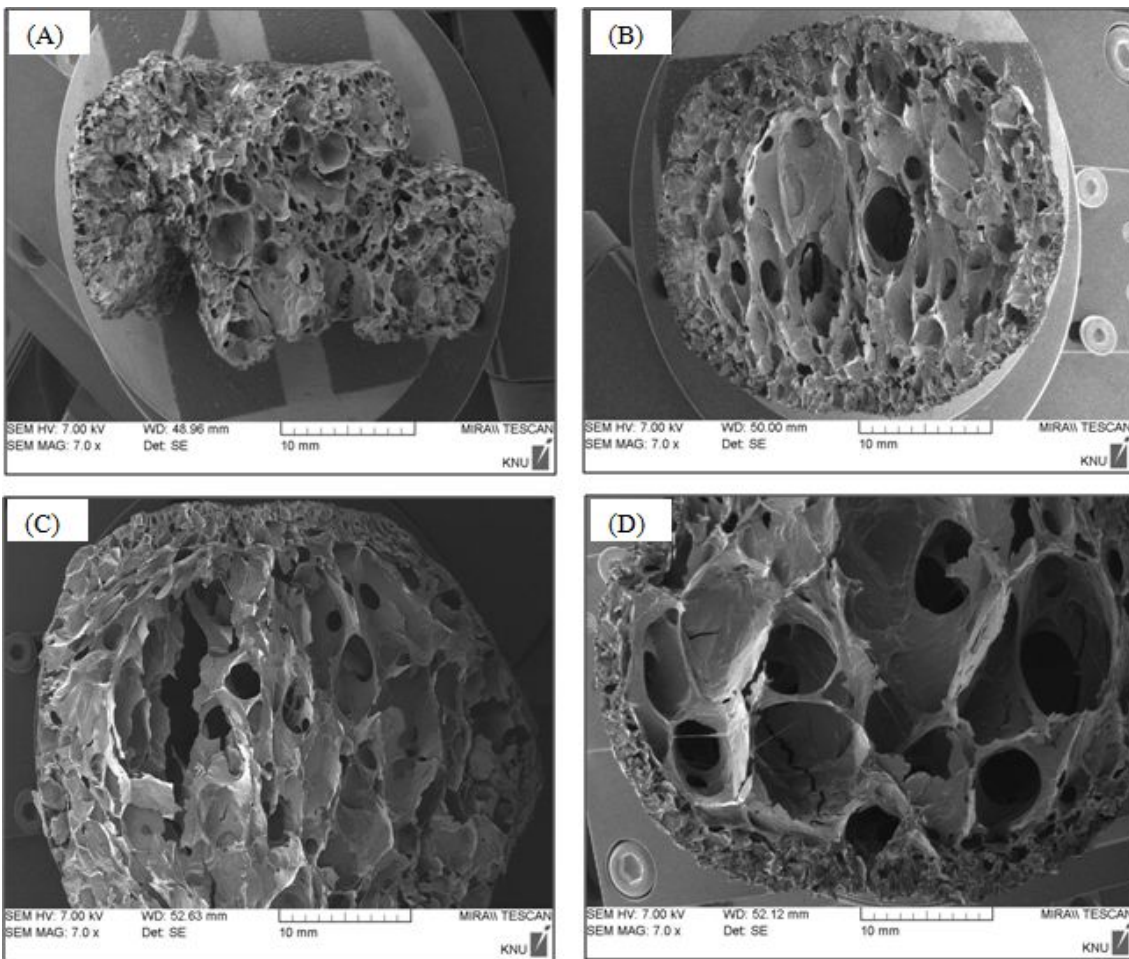


Fig. 4. The microstructure of vacuum puffed and fried *Yukwa* products.

- (A) *Yukwa* from 17% moisture content of waxy rice pellet with vacuum puffing method
- (B) *Yukwa* from 17% moisture content of waxy rice pellet with frying method
- (C) *Yukwa* from 25% moisture content of waxy rice pellet with vacuum puffing method
- (D) *Yukwa* from 25% moisture content of waxy rice pellet with frying method

유과의 저장기간에 따른 산화안정성은 Fig. 5와 같다. 유탕유과에 있어서 산화안정성은 반대기의 수분함량이 증가할수록 급격히 감소하였다. 60°C에서 15일간 저장한 반대기 수분함량 17 및 25%의 유탕유과의 과산화(Fig. 5(A))는 각각 3.97~93.59와 4.97~189.34 meq/kg였으며, 비유탕팽화 유과의 과산화는 9 meq/kg 이하였다. 저장기간 동안 유탕팽화 유과의 과산화는 매우 높게 증가하였으나, 비유탕팽화 유과의 과산화는 거의 변화가 없었다. 과산화 및 산가에 있어서 반대기 수분함량 25%의 유탕팽화 유과가 가장 높게 측정되었다. 반대기 수분함량 및 저장기간에 따른 유과의 산가(Fig. 5(B))는 유탕팽화 유과는 1.12~5.14 mg KOH/100 g, 비유탕팽화 유과는 0.56~2.24 mg KOH/100 g으로 유탕팽화 유과의 산가가 전체적으로 높았다.

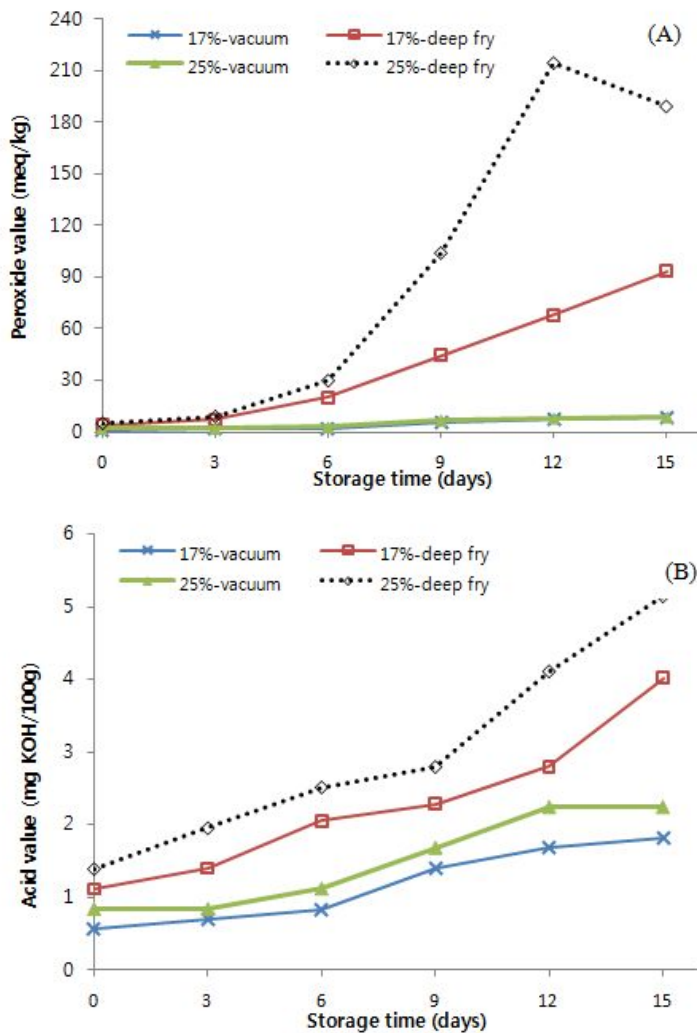


Fig. 5. Changes in the peroxide value (A) and acid value (B) of vacuum puffed and fried *Yukwa* products during storage at 60°C.

상대습도 30 및 60%에서 16일간 저장하면서 측정된 조직안정성의 결과는 Fig. 6A 및 6B과 같다. 반대기 수분함량 17% 비유탕 및 유탕팽화 유과, 25% 비유탕 및 유탕팽화 유과의 초기 절단강도는 각각 1.65E+05, 8.13E+04, 1.04E+05 그리고 6.98E+04로 측정되었다. 상대습도 30%에서 반대기 수분함량 17 및 25% 비유탕팽화 유과의 절단강도는 저장시간에 의하여 감소하였다. 상대습도 60%에서는 반대기 수분함량 17% 비유탕팽화 유과를 제외한 다른 유과에서 약간의 변화가 나타났다.

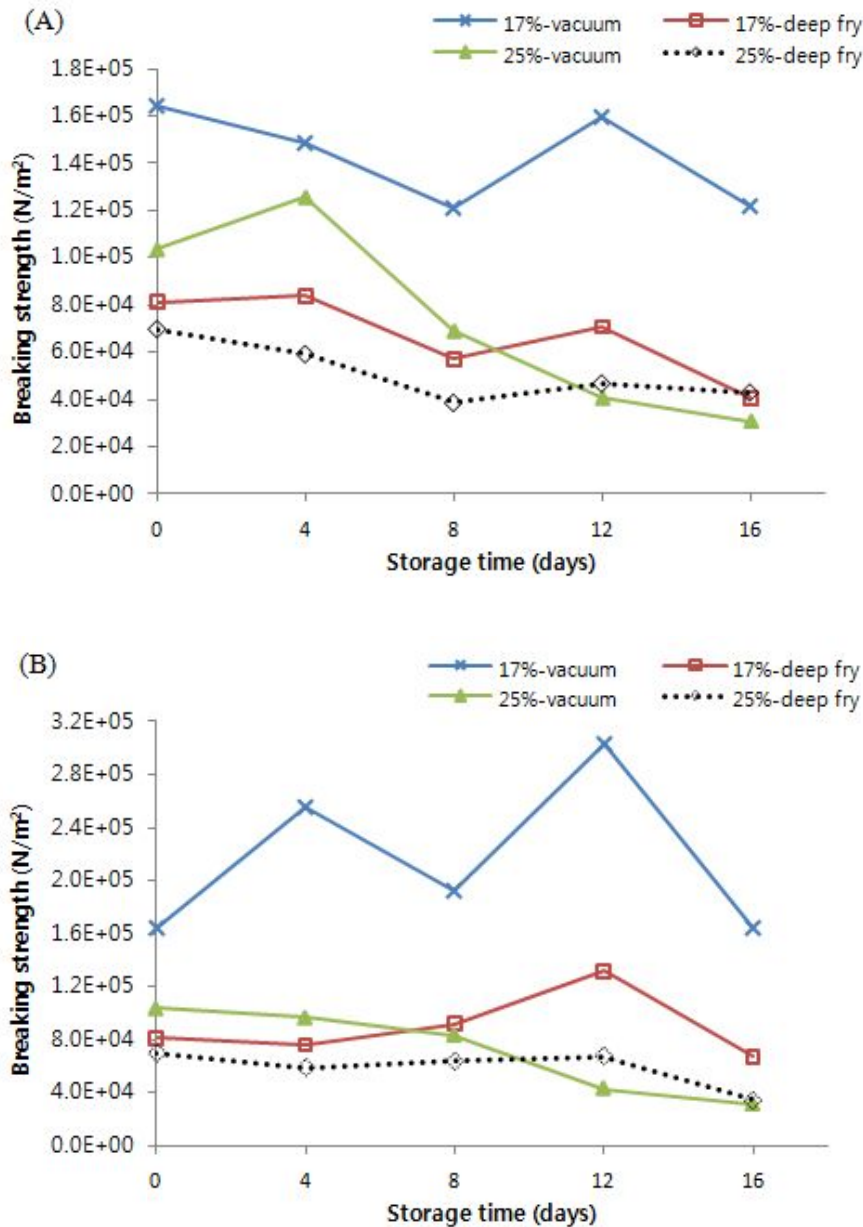


Fig. 6. Changes in breaking strength of vacuum puffed and fried *Yukwa* products during storage at relative humidity of 30(A) and 60%(B).

등온흡습곡선은 제한된 상대습도 또는 수분활성도에서의 시료의 수분흡습정도를 나타낸 것으로 유과의 저장성에 매우 밀접한 관계가 있다. 유과의 각 수분활성도(a_w)에 있어서 수분평형도(EMC)는 Fig. 7과 같다. 모든 유과의 수분활성도가 증가함에 있어서 유과의 수분함량도 증가하였다. 17% 진공팽화유과의 수분평형도가 가장 높았으며 25% 유탕팽화유과는 약간 흡습성으로 나타났다.

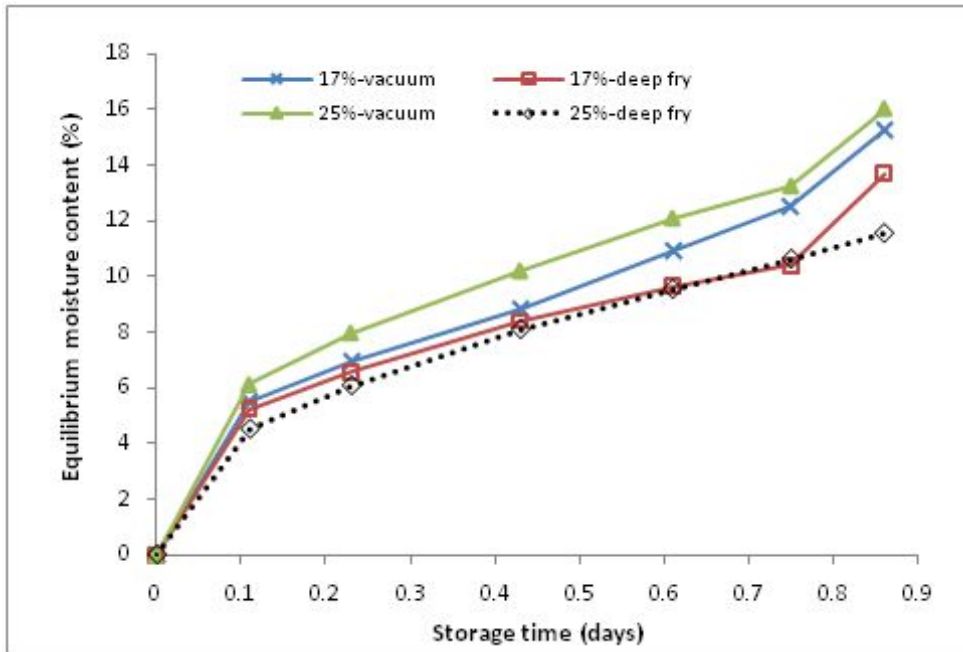


Fig. 7. Moisture sorption isotherm of vacuum puffed and fried *Yukwa* products.

외관, 색도, 향, 바삭바삭한 정도, 경도, 끈끈한 정도, 전체적인 기호도에 대하여 비유탕 진공팽화 유과와 유탕팽화 유과에 대한 관능평가에 의한 분석을 실시하였다. 전체적인 기호도에서는 17% 유탕팽화 유과가 가장 높은 점수를 받았으며, 다음으로 17% 비유탕 진공팽화유과, 25% 비유탕 진공팽화유과, 25% 유탕팽화유과의 순이었다. 17% 비유탕 진공팽화유과는 색도(4.13), 향(3.88), 바삭바삭한 정도(3.06), 경도(3.06), 끈끈한 정도(3.19), 전체적인 기호도(3.19)에서 25% 비유탕 진공팽화유과보다 약간 높은 점수를 보였다.

관능평가에 있어서 비유탕 진공팽화유과에 대한 의견을 수렴한 결과 찹쌀을 발효시킬 때의 냄새가 남아 있으며 조직이 유탕유과에 비해 딱딱한 것이 문제라는 의견이 많았다. 냄새는 발효 종말점에서 수세과정을 거치는데 이 때 좀더 주의 깊게 수세를 하면 어느 정도 보완가능하다. 그리고 조직감이 딱딱한 것은 조직의 기공이 형성될 때 빠르게 압의 변화가 이루어져야 되는데 저용량의 실험실용 진공팽화기를 사용하여 압의 변화가 조금 느린 것으로 산업화가 이루어져 용량의 증가가 이루어지면 충분히 개선될 것으로 여겨진다. 또한 이 번 연구과제는 유과를 팽화시키는 기계 개발로 유과의 팽화 이전의 유과용 반데기의 제조는 찹쌀반죽을 찌서 편

칭 후 건조, 성형, 재건조의 과정을 거치는 전통유과 제조 공정을 그대로 사용하고 있다. 현재 본 연구실에서는 유과용 반데기 제조 공정 개선을 위한 연구를 준비 중이며 이 공정 개선을 위한 연구에 반데기 제조 공정을 단순화 및 연속화시켜 대량생산이 가능하도록 할 예정이며 반데기의 기공 형성을 위한 편칭 공정을 새로운 공정으로 대체하여 좀더 기공 형성이 용이하도록 하여 조직감의 개선을 추구할 예정이다.

비유탕 유과의 모양은 현재 진공 팽화기 내부에 반데기를 그대로 넣어 팽화시키는 공정을 거치는데 팽화시 반데기 내부의 수분이 무정형적으로 기체로 확산되어 팽화유과의 모양이 일정하지 않다. 그러나 반데기를 일정한 모양을 틀에 넣어 팽화를 시키면 그 모양대로 팽화가 가능하므로 유과의 모양을 조절할 수 있으며 산자 등의 제조도 가능하다. 또한 녹차, 복분자 등의 기능성 성분과 색소 성분을 가진 첨가물을 반데기 제조시에 첨가하면 색감이 뛰어난 유과의 제조도 가능하여 시각적 효과도 줄 수 있다.

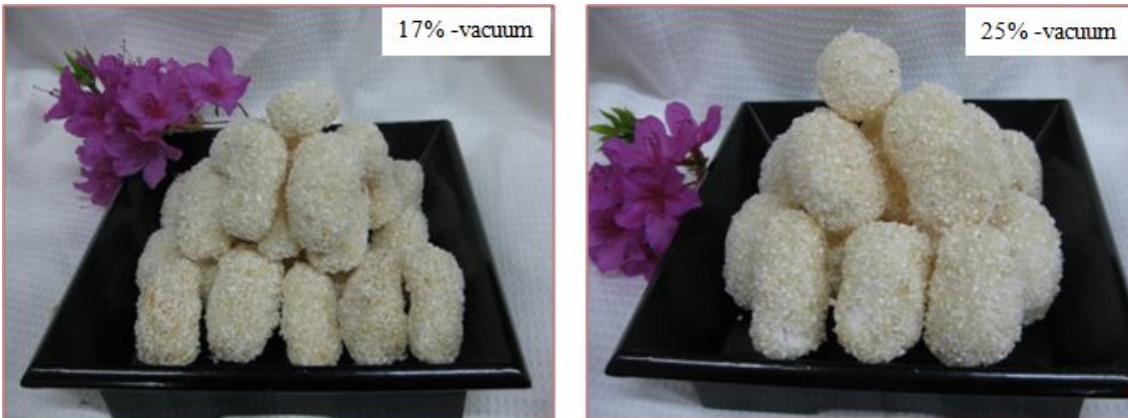


Fig. 8. Images for vacuum puffed *Yukwa* product with coating syrup and roasted cereal grits.

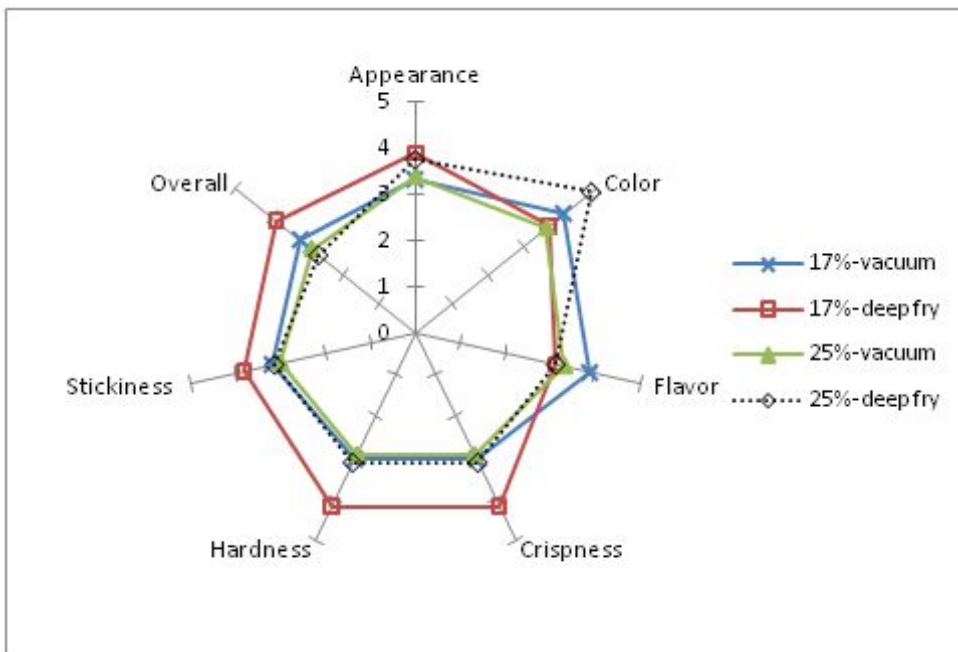


Fig. 9. Sensory profile of final *Yukwa* products.

3. 참고문헌

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., USA.
- Bhatnagar, S. and Hanna, M.A. 1995. Physical, mechanical, and thermal properties of starch-based plastic foams. Trans. ASAE. 38: 567-571.
- Greenspan, L. 1977. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions . J Res Natl Bur Stand. 81: 89-96.
- Koo, H.J., Park, S.H., Jo, J.S., Kim, B.Y., Hur N.Y., Bailk, M.Y. Physicochemical characteristics of 6-year-old Korean ginseng starches. Food Sci. Technol.-LWT 38: 801-807(2005).
- Lee, S.Y., Jang, S.Y., Park, M.J., and Kim, B.K. 2007. The quality and storage characterization of extrusion-puffed *Yukwa*. Korean J Food Cookery Sci. 28 : 369-377.

제5절 단위공정별 공정변수가 비유탕 진공팽화 유과의 특성에 미치는 영향

1. 재료 및 방법

1) 재료

반대기 제조는 2010년 충남 부여에서 수확된 일반계 찹쌀을 사용하였다.

2) 유과의 전처리

유과의 반대기를 제조하기 위하여 찹쌀을 수세, 수침 후 체에 건져 5시간 동안 물을 뺀 후 롤밀로 2번 분쇄하였다. 찹쌀가루의 수분함량을 53%로 조절하여 100℃에서 증자하였다. 증자한 찹쌀반죽은 일정시간 편칭 후 2℃에서 3시간 동안 냉각하여 반대기의 크기를 4×1×0.5 cm³ (길이×넓이×두께)로 절단하여 건조하였다. 정해진 수분함량으로 건조된 반대기는 2℃에서 2일 숙성시켜 수분이 일정하게 분포되도록 하였다.

비유탕 진공팽화 유과 제조를 위한 진공팽화기의 사진은 Fig. 1과 같다. 이번 연구에서는 수침온도, 수침시간, 증자시간, 편칭시간, 건조시간 그리고 팽화시의 가열시간에 따른 유과의 특성에 대하여 분석하였다.

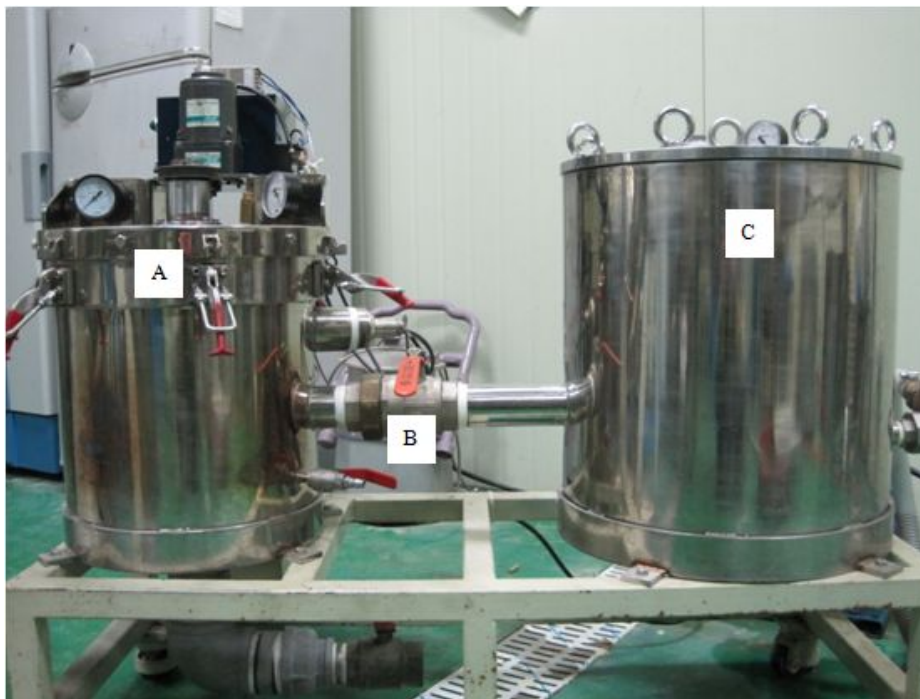


Fig. 1. Photograph of Vacuum-puffing machine. (A): Heating chamber, (B): Vacuum valve and (C): Vacuum chamber.

2. 실험의 설계

1) 실험 1 : 수침조건과 건조시간이 미치는 영향

참쌀을 25 및 30℃에서 3, 5 그리고 10일간 수침하여 롤밀(stone roll mill, Sinpoong ENG. Ltd., Daegu)로 분쇄하고 전기스팀기(Daechang stainless ENG. Ltd., Seoul)로 100℃에서 60분간 증자하여, 제빵반죽기(KM400, KENWOOD Ltd., Britain)의 MODE 3으로 15분간 편칭하였다. 편칭 후 2℃에서 3시간 동안 냉각 후 반대기를 절단하여 50℃에서 6, 8, 10.5시간 동안 건조하였다. 건조 후 2℃에서 2일간 숙성시켜 수분분포를 고르게 한 반대기를 진공팽화기로 2분간 가열, 2분간 팽화시켜 수침조건 및 건조시간이 비유탕 진공팽화 유과에 미치는 영향을 분석하였다.

2) 실험 2 : 증자 및 편칭시간이 미치는 영향

25℃에서 3일간 수침한 참쌀을 롤밀(stone roll mill, Sinpoong ENG. Ltd., Daegu)로 분쇄하고 전기스팀기(Daechang stainless ENG. Ltd., Seoul)로 100℃에서 30, 60, 90 분간 증자하여, 제빵반죽기(KM400, KENWOOD Ltd., Britain)의 MODE 3으로 10, 15, 20분간 편칭하였다. 편칭 후 2℃에서 3시간 동안 냉각 후 반대기를 절단하여 50℃에서 8시간 동안 건조하였다. 건조 후 2℃에서 2일간 숙성시켜 수분분포를 고르게 한 반대기를 진공팽화기로 2분간 가열, 2분간 팽화시켜 증자 및 편칭시간이 비유탕 진공팽화 유과에 미치는 영향을 분석하였다.

3) 실험 3 : 반대기의 수분함량 및 팽화시의 가열시간이 미치는 영향

25℃에서 3일간 수침한 참쌀을 롤밀(stone roll mill, Sinpoong ENG. Ltd., Daegu)로 분쇄하고 전기스팀기(Daechang stainless ENG. Ltd., Seoul)로 100℃에서 60분간 증자하여, 제빵반죽기(KM400, KENWOOD Ltd., Britain)의 MODE 3으로 15분간 편칭하였다. 편칭 후 2℃에서 3시간 동안 냉각 후 반대기를 절단하여 50℃에서 5, 6, 7, 8, 9.5시간 동안 건조하였다. 건조 후 2℃에서 2일간 숙성시켜 수분분포를 고르게 한 반대기를 진공팽화기로 1.33, 1.67, 2.00, 2.33, 2.67, 3.00, 3.33, 3.67, 4.00, 4.33, 4.67, 5.00 그리고 5.33분간 가열 후 2분간 팽화시켜 반대기의 수분함량 및 가열시간이 비유탕 진공팽화 유과에 미치는 영향을 분석하였다.

3. 실험방법

1) 진공팽화기에 의한 비유탕 진공팽화 유과의 제조

Fig. 1의 자체 개발한 진공팽화기를 비유탕 진공팽화 유과의 제조에 사용하였다.

비유탕 진공팽화 유과의 제조공정은 120 ℃로 예열된 가열실(A)에 반대기(6~10개 정도)를 투입하여 뚜껑을 덮은 후 가열공기를 주입하여 압력을 2 atm로 올려 정해진 시간 동안 가열 후 진공밸브를 열어 2분간 팽화 후 비유탕 진공팽화 유과의 특성을 분석하는데 사용하였다.

2) 비유탕 진공팽화 유과의 특성

(1) 수분함량

유과의 수분함량은 상압가열건조법(AOAC, 1990)의해 측정하였다. 즉, 미리 항량을 구한 알루미늄 접시에 유과를 칭량한 후 135℃ 정온건조기에 넣어 1시간 건조하고, 데시케이터에 넣어 30분간 방냉하여 칭량하였다. 이와같은 가열, 방냉, 칭량을 반복하여 항량을 구하고 건조 전후의 중량의 차로 수분량을 구하였다.

(2) 팽화율

팽화율(expansion ratio)은 종자치환법(Kim JM, 1993)으로 측정하였으며, 팽화하기 전의 반대기 부피와 팽화시킨 반대기(유과)의 부피의 비로 나타내었으며, 반대기와 유과의 부피는 좁쌀을 이용하여 부피를 알고 있는 용기에 3-5개의 시료를 넣어 동일한 량의 좁쌀을 용기에 채워 넘쳐 나온 좁쌀의 무게를 좁쌀의 밀도로 나누어서 측정하였다. 7개의 측정치의 평균값으로 표시하였다.

(3) 밀도

유과의 밀도(density) 팽화된 반대기(유과)의 무게에 부피를 나누어서 계산하였으며 7개의 측정치의 평균값으로 나타내었다.

(4) 색도

색도는 Minolta colorimeter (Minolta CR-300, Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였으며 L(명도), a(적색도), b(황색도)로 표시하였다.

(5) 절단강도

절단강도(breaking strength) Sun Rheometer (Compac-100 II, Sun Sci. Co., Japan) 를 사용하여 측정하였으며, 절단강도의 측정조건은 최대하중 2 kg, 지지대 이동속도 60 mm/min 이며, probe는 칼날형(0.01 mm)을 사용하였으며, 각각의 조건에서 10개의 시료를 측정하였다.

4. 결과 및 고찰

1) 실험 1 : 수침조건과 건조시간이 미치는 영향

참쌀의 수침조건(25 및 30℃, 3, 6, 10일) 및 건조시간(6, 8, 10.5시간)이 유과에 미치는 영향은 표 1과 같다. 건조시간은 반대기의 수분함량에 직접적인 영향을 주는 변수이며, 참쌀의 수침온도 및 수침시간도 영향을 주는 인자로 나타났다. 또한 건조시간은 비유탕 진공팽화 유과의 팽화율에 영향을 주는 중요한 변수였다. 건조시간은 비유탕 진공팽화 유과의 밀도에 가장 큰 영향을 미치는 변수이며, 수침시간 또한 밀도에 영향을 미쳤다. 그러나 절단강도에서는 수침조건 및 건조시간의 상관관계는 명확하지 않았다. 색도는 건조시간과 수침조건 상관관계가 명확히 있는 것으로 나타났다. 수침온도 및 수침시간은 유과의 명도, 적색도 그리고 황색도와 큰 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

Table 1. Analyses of variance for the effect of steeping conditions and drying time on characteristics of vacuum puffed *Yukwa*

Parameters	Means square			
	Steeping temp.: Te (°C)	Steeping time: Ti (day)	Dry time (day)	Te×Ti
Moisture content(%)	9.7682*	1.2125	99.6570***	9.5961**
Expansion ratio	3.7538	2.3058	5.2319*	0.9295
Density (g/cm ³)	0.0214**	0.0049	0.0104*	0.0020
Breaking strength(N/m ²)	9.48E+10	6.28E+10	9.26E+10	3.07E+10
Color L	4.6107*	1.1994	7.2286***	98.5105***
Color a	10.5800*	0.3615	8.4029**	21.0033***
Color b	15.4568***	1.7727*	68.6006***	82.2063***

***Significant at $P < 0.01$; **Significant at $P < 0.05$; *Significant at $P < 0.1$.

비유탕 진공팽화 유과의 특성에 미치는 수침온도, 수침시간 및 건조시간의 영향은 표 2와 같다. 수침시간 및 수침온도를 달리하고 건조시간을 같이 한 반대기는 수분함량의 차이가 났으며, 수침조건을 동일하게 하고 건조시간을 달리하였을 때는 건조시간과 수분함량간에는 음의 상관관계를 나타내었다(Fig. 2). 건조시간이 6, 8 그리고 10.5 시간으로 증가하였을 경우, 반대기의 수분함량은 3~5%정도 감소하였다.

유과의 밀도는 수침조건 25℃-10일과 30℃-5일을 제외하고 건조시간이 6시간에서 8시간으로 증가하면 감소하였으며 건조시간이 10.5시간으로 증가하면 다시 증가하여 건조시간은 8시간이 적당한 것으로 나타났다. 또한 밀도와 팽화율의 상관관계인 낮은 밀도는 높은 팽화율을 의미하는 것과 같이 건조시간이 6시간에서 8시간으로 증가하면 밀도가 감소하면 팽화율은 증가하였

으며, 10.5시간 건조시에는 팽화율은 감소하였다. 동일한 수침시간과 수침온도에서 건조시간이 6, 8시간에서 10.5시간으로 증가하면 질단강도는 감소하였다가 증가하였다. 색도에서 명도(L)는 수침온도 및 시간 그리고 건조시간과는 유의적인 상관관계를 보이지 않았으나 25℃ 수침조건에서 수침시간 및 건조시간이 증가함에 따라 명도(L)는 감소하는 경향을 보였다. 30℃ 수침조건에서는 수침시간이 증가하면 처음에는 명도가 증가하다가 다시 감소하였으며, 건조시간이 증가함에 있어서는 명도는 감소하였다. 적색도(a) 및 황색도(b)는 30℃에서 5일간 수침한 시료를 제외하고 모든 수침조건에서 건조시간이 증가함에 따라 적색도(a) 및 황색도(b)도 증가하였다.

Table 2. Effects of steeping conditions and drying time on the characteristics of vacuum-puffed *Yukwa*

Steeping Temp. (°C)	Steeping time (day)	Drying time (h)
		6
	3	8
		10.5
		6
25	5	8
		10.5
		6

비유탕 진공팽화 유과에서 수침조건과 건조시간에 의한 팽화율과 반대기의 수분함량간의 상관관계는 Fig. 3과 같다. 높은 팽화율을 나타낸 것은 25°C에서 5일 및 10간 수침한 시료와 30°C에서 3일 및 5일간 수침한 시료였다. 25°C에서 5일 및 10간 수침한 시료와 30°C에서 3일 및 5일간 수침한 시료에서 반대기의 수분함량이 24.5% 정도일 때 비유탕 진공팽화 유과의 팽화율은 가장 높았으며, 수침온도가 낮은 25°C에서는 수침시간이 긴 5일과 10일, 수침온도가 높은 30°C에서는 수침시간이 짧은 3일과 5일의 시료가 높은 팽화율을 나타내었다. 수침온도 30°C에서 10간 수침한 시료는 반대기의 수분함량이 25.5%로 높은 팽화율을 나타낸 시료들과 비슷한 수분함량을 나타내었지만 팽화율은 낮았다. Fig. 5는 25°C에서 10일간 수침한 시료들의 비유탕 진공팽화 시료이다. 반대기의 수분함량이 24% 정도인 시료(C)가 가장 많이 팽화된 것을 알 수 있다.

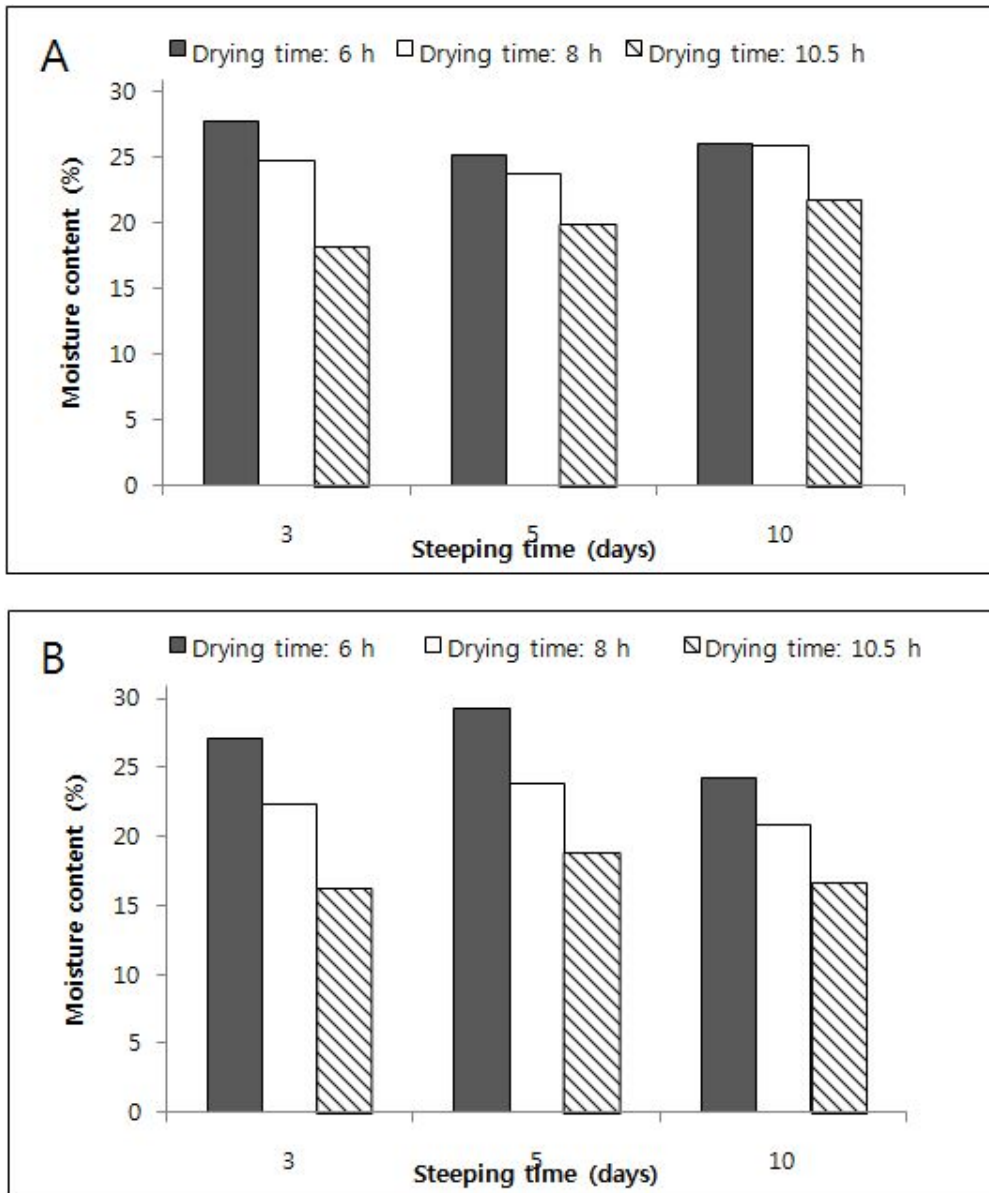


Fig. 2. The moisture content of pellet at steeping temperature of 25°C (A) and 30°C (B).

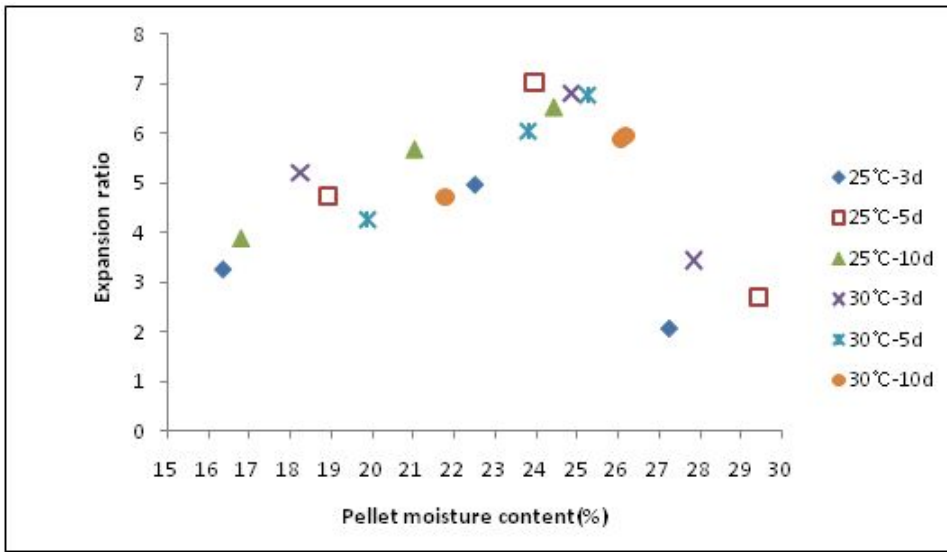


Fig. 3. Corresponding between pellet moisture content and expansion ratio of vacuum-puffed *Yukwa* at different steeping conditions and drying time.

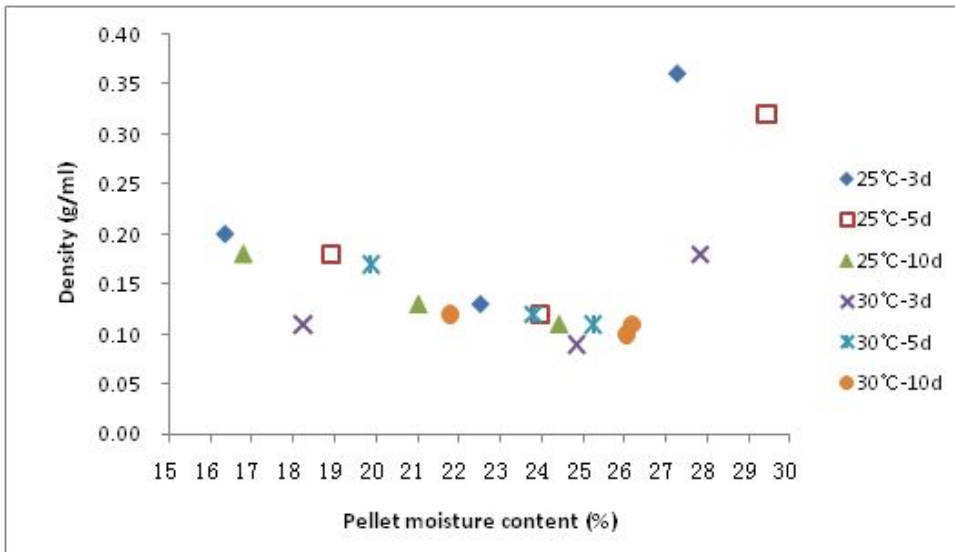


Fig. 4. Corresponding between pellet moisture content and density of vacuum-puffed *Yukwa* at different steeping conditions and drying time.



Fig. 5. Photos of vacuum-puffed *Yukwa* steeping at 25°C for 10 days.

(A) Vacuum-puffed *Yukwa* from moisture content pellet of 16.78%;

(B) Vacuum-puffed *Yukwa* from moisture content pellet of 21.01%;

(C) Vacuum-puffed *Yukwa* from moisture content pellet of 24.41%.

수침조건과 건조시간이 다른 조건에서 반대기의 수분함량은 비유탕 진공팽화 유과의 밀도에 매우 큰 상관관계가 있다. 반대기의 수분함량이 28%에서 감소하면 비유탕 진공팽화 유과의 밀도는 감소하였다. 반대기의 수분함량이 21~26% 범위일 때는 수분함량이 증가하면 밀도는 약간의 감소를 보였다. 반대기의 수분함량에 따른 비유탕 진공팽화 유과의 밀도의 상관관계를 보았을 때 반대기의 수분함량은 21%보다는 높고 27%보다는 낮은 것이 낮은 밀도를 나타내어 높은 품질의 유과에 적합한 것으로 나타났다. 특히 30°C에서 3일간 수침한 시료의 반대기는 수분함량이 상관없이 낮은 밀도를 나타내었다.

Fig. 6은 수침조건 및 건조시간과 반대기의 수분함량과 절단강도사이의 상관관계를 보여준다. 반대기의 수분함량이 증가하면 비유탕 진공팽화 유과의 절단강도는 처음에는 감소하다가 다시 증가하였다. 반대기의 수분함량이 20~27% 범위일 때 비유탕 진공팽화 유과의 절단강도는 25°C에서 3일간 수침한 시료($1E+05$)를 제외하고는 약 $5E+04$ 정도로 비슷하였다. 반대기의 수분함량이 20%보다 낮고 27%보다 높은 경우에는 높은 절단강도를 나타내었다. 수침조건 30°C에서 3일간 수침한 시료는 낮은 절단강도를 수침조건 25°C에서 3일간 수침한 시료는 높은 절단강도를 나타내었다.

수침조건 및 건조시간, 반대기의 수분함량과 비유탕 진공팽화 유과의 색도간의 상관관계는 Fig. 7과 같다. 명도(L)는 건조시간과는 상관관계가 없이, 30°C에서 3일간 수침한 시료의 명도가 가장 낮은 68.54였으며, 30°C에서 5일간 수침한 시료의 명도가 가장 높은 79.63이었다. 30°C에서 5일, 25°C에서 3일, 30°C에서 10일간 수침한 시료의 순으로 명도가 높았다. 적색도(a)는 명도와 음의 상관관계로 명도가 가장 높은 30°C에서 5일간 수침한 시료가 가장 낮은 적색도를 나타냈으며, 30°C에서 10일, 25°C에서 3일간 수침한 순으로 낮은 적색도를 나타내었다. 동일한 수침조건에서는 건조시간이 증가할수록 즉, 반대기의 수분함량이 감소할수록 높은 적색도를 나타냈다. 황색도(b) 또한 적색도와 동일하게 수분함량이 감소할수록 높은 황색도를 나타내었다. 높은 명도와 낮은 적색도를 나타낸 30°C에서 5일, 30°C에서 10일, 25°C에서 3일간 수침한 시

료가 낮은 황색도를 나타내었다. Fig. 5의 팽화된 시료의 사진에서 낮은 수분함량을 가진 A 시료가 갈변하여 적색도 및 황색도가 증가한 것으로 나타났다.

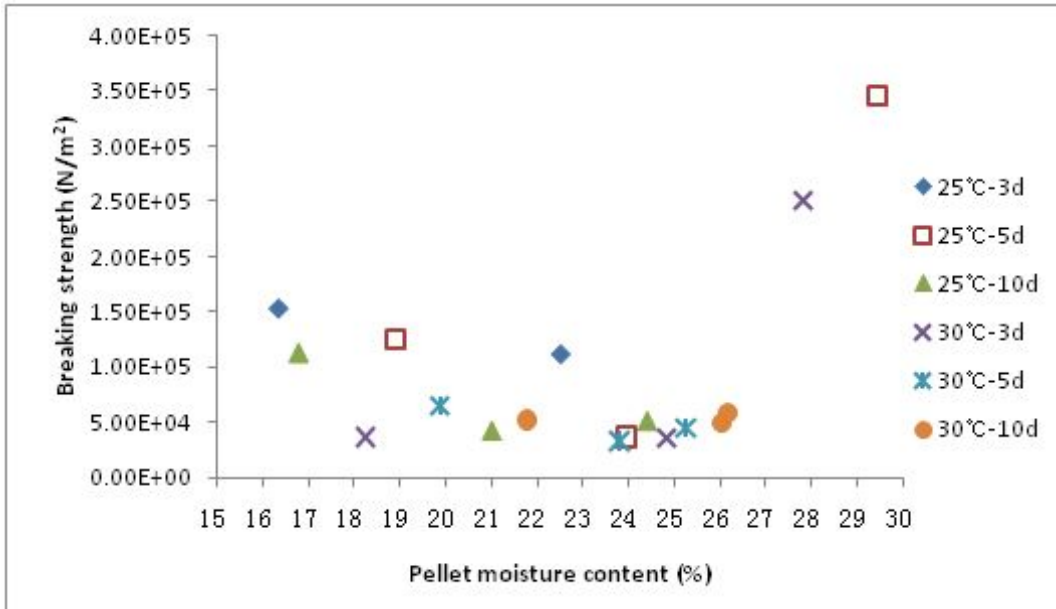


Fig. 6. Corresponding between pellet moisture content and breaking strength of vacuum-puffed *Yukwa* at different steeping conditions and drying time.

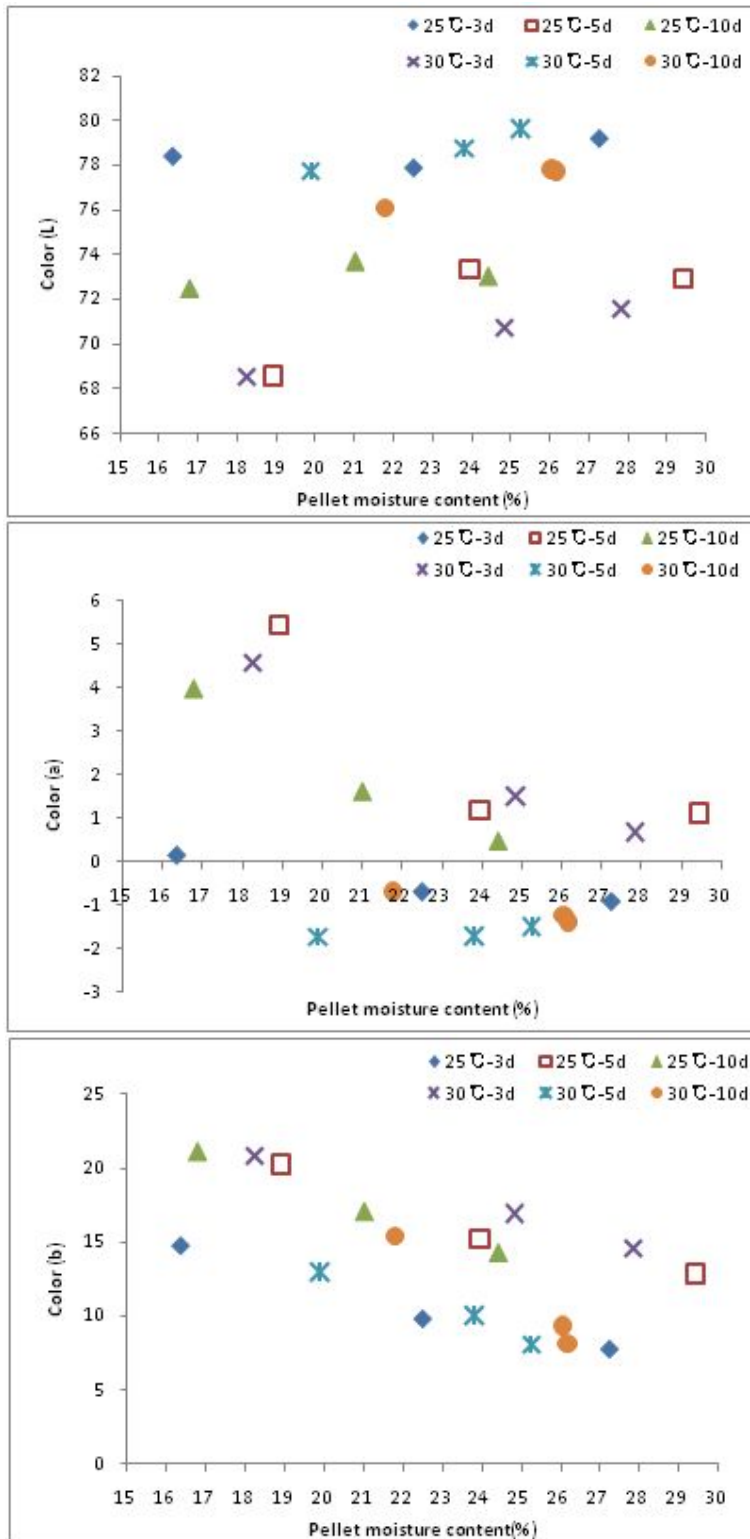


Fig. 7. Corresponding between pellet moisture content and color value of vacuum-puffed *Yukwa* at different steeping conditions and drying time.

2) 실험 2 : 증자 및 편칭시간이 미치는 영향

표 3은 비유탕 진공팽화 유과의 물리적 특성에 미치는 증자(30, 60, 90분) 및 편칭시간(10, 15, 20분)의 영향을 보여준다. 증자시간만이 팽화율에 $P<0.01$ 로 유의적인 상관관계를 나타내었다. 그러나 다른 물리적 인자 즉, 반대기의 수분함량, 밀도, 절단강도, 색도(L, a, b)는 증자 및 편칭시간과 유의적인 상관관계를 나타내지 않았다.

Table 3. Analyses of variance for the effect of steaming and punching time on physical properties of vacuum puffed *Yukwa*

Parameters	Means square	
	Steaming time (min)	Punching time (min)
Moisture content (%)	1.2982	0.2703
Expansion ratio	0.9991 ^{***}	0.1704
Density (g/cm ³)	0.0002	0.0002
Breaking strength (N/m ²)	5.15E+08	1.15E+09
Color L	0.4115	1.4660
Color a	0.6404	1.0369
Color b	12.5996	6.1055

***Significant $P<0.01$; **Significant at $P<0.05$; *Significant at $P<0.1$.

증자 및 편칭시간이 비유탕 진공팽화 유과의 특성에 미치는 영향은 표 4와 같다. 30분 증자하였을 경우 편칭시간이 10, 15, 20분으로 증가하면, 반대기의 수분함량은 23.46, 24.06, 22.47%였으며, 60분 증자하였을 경우 편칭시간이 10, 15, 20분으로 증가하면, 반대기의 수분함량은 22.87, 23.37, 24.80%, 90분 증자하였을 경우 편칭시간이 10, 15, 20분으로 증가하면, 반대기의 수분함량은 25.90, 24.60, 23.31%으로 측정되었다.

30분 증자의 경우를 제외한 60분 및 90분 증자한 경우는 편칭시간이 증가할수록 팽화율은 증가하여 90분 증자, 20분 편칭한 시료가 팽화율 4.27로 가장 높은 팽화율을 나타내었다.

밀도는 팽화율이 증가하면 감소하여, 60분 및 90분 증자한 경우 편칭시간이 증가할수록 밀도는 감소하였다.

명도(L)는 증자 및 편칭시간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않는 77.09~81.04의 범위를 나타내었으며, 적색도(a)는 60분 및 90분 증자한 경우 편칭시간이 증가할수록 +2.71에서 +0.47. +2.22에서 +0.46으로 각각 감소하였다.

Table 4. Effects of steaming and punching time on the characteristics of vacuum-puffed *Yukwa*

Steaming time (min)	Punching time (min)	Pellet moisture content (%)
30	10	23.46
	15	24.06
	20	22.47
60	10	22.87
	15	23.37
	20	24.80

3) 실험 3: 반대기의 수분함량 및 팽화시 가열시간이 미치는 영향

비유탕 진공팽화 유과의 수분함량에 반대기의 수분함량(20.17~34.63%) 및 팽화시 가열시간(1.33~5.33분)이 미치는 영향은 Fig. 8과 같다. 팽화시 가열시간이 증가하면 비유탕 진공팽화 유과의 수분함량은 감소하였다.

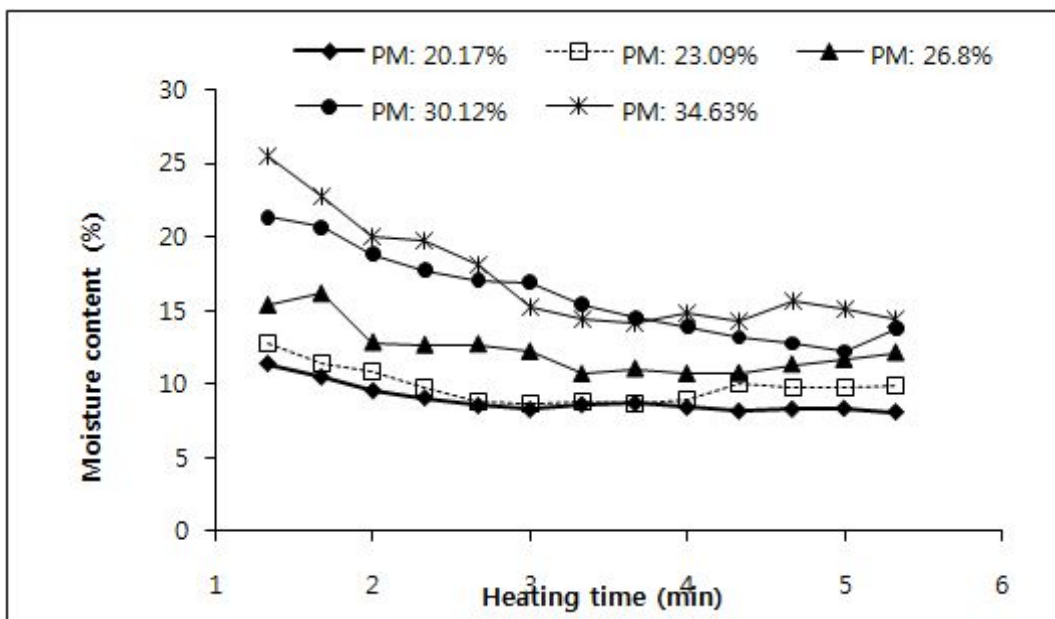


Fig. 8. Effect of pellet moisture content and heating time on moisture content of vacuum-puffed *Yukwa*

Fig. 9는 반대기의 수분함량 및 팽화시 가열시간이 비유탕 진공팽화 유과의 팽화율에 미치는 영향을 보여준다. 가열시간이 1.33분에서 5.67분으로 변할 때 비유탕 진공팽화 유과의 팽화율은 증가하였다가 감소하였다. 반대기의 수분함량이 20.17, 23.09, 26.80, 30.12, 34.63%일 때, 각 수분함량에서 최고 팽화율은 각각 3.97, 4.02, 4.04, 3.62, 3.59 이며, 그 때의 가열시간은 각각 2.00, 2.33, 3.33, 4.67, 4.00분이었다.

Fig. 10은 반대기 수분함량 34.63%의 가열시간 4.67분의 비유탕 진공팽화 유과의 사진이다. Fig. 9에서 반대기 수분함량 34.63%의 시료가 가열시간 4.67분에서 갑자기 팽화율이 감소한다. 그 이유는 사진에서와 같이 유과에 균열이 생겨 주저앉아 팽화율이 감소한 것을 볼 수 있다.

Fig. 11은 반대기 수분함량 21.17%의 가열시간(1.33~5.33분)에 따른 비유탕 진공팽화 유과의 팽화 모습을 보여준다. 반대기 수분함량 21.17%의 비유탕 진공팽화 유과의 가장 크게 팽화된 가열시간은 2분으로, 가열시간 2분보다 가열시간이 증가함에 따라 점점 비유탕 진공팽화 유과의 크기가 감소하는 것을 볼 수 있다. 그러므로 반대기 수분함량 21.17%에서의 최적 가열시간은 2분이라고 할 수 있다.

Fig. 12는 비유탕 진공팽화 유과의 밀도에 미치는 반대기의 수분함량과 가열시간의 영향을 나타낸 것으로 가열시간에 따른 팽화율과 밀도는 역의 상관관계를 나타내었다. 전체적으로 밀도는 가열시간이 증가함에 따라 처음에는 감소하다가 다시 증가하였다. 가장 낮은 밀도는 반대기의 수분함량이 20.17, 23.09, 26.80, 30.12, 34.63%일 때 각각 0.11, 0.11, 0.11, 0.12, 0.13 g/mL 였으며, 이 때의 가열시간은 각각 .33, 2.00 (또는 2.33), 3.33, 4.67, 3.67 (또는 4.00)분이었다.

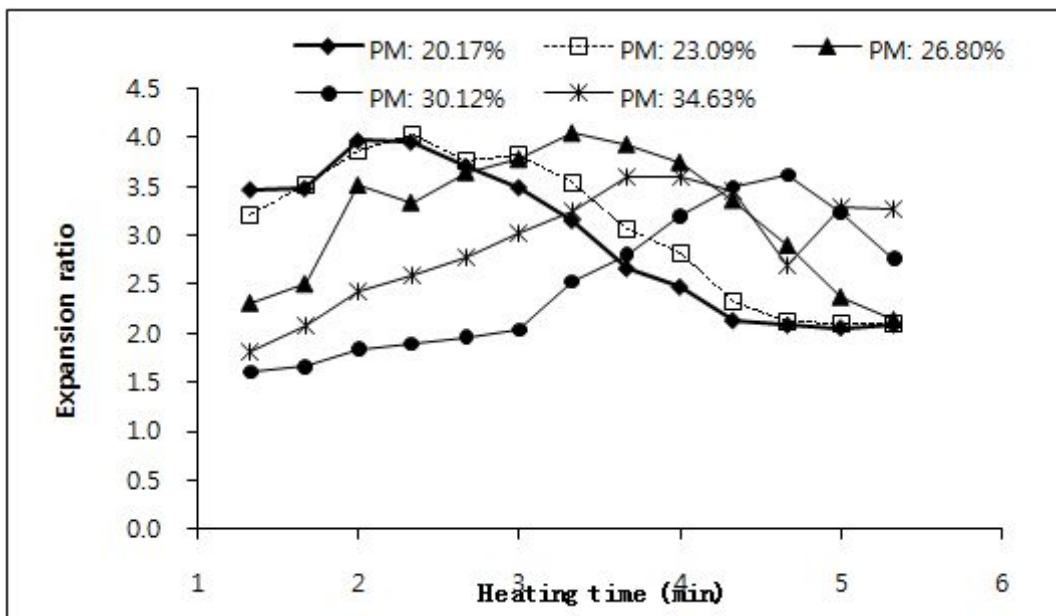


Fig. 9. Effect of pellet moisture content and heating time on expansion ratio of vacuum-puffed *Yukwa*



Fig. 10. Images of collapsed vacuum-puffed *Yukwa*.



Fig. 11. Images of vacuum-puffed *Yukwa* from pellet moisture content of 20.17% at different heating time. (From left to right, top to bottom, the heating time is 1.33, 1.67, 2, 2.33, 2.67, 3, 3.33, 3.67, 4, 4.33, 4.67, 5, 5.33 min).

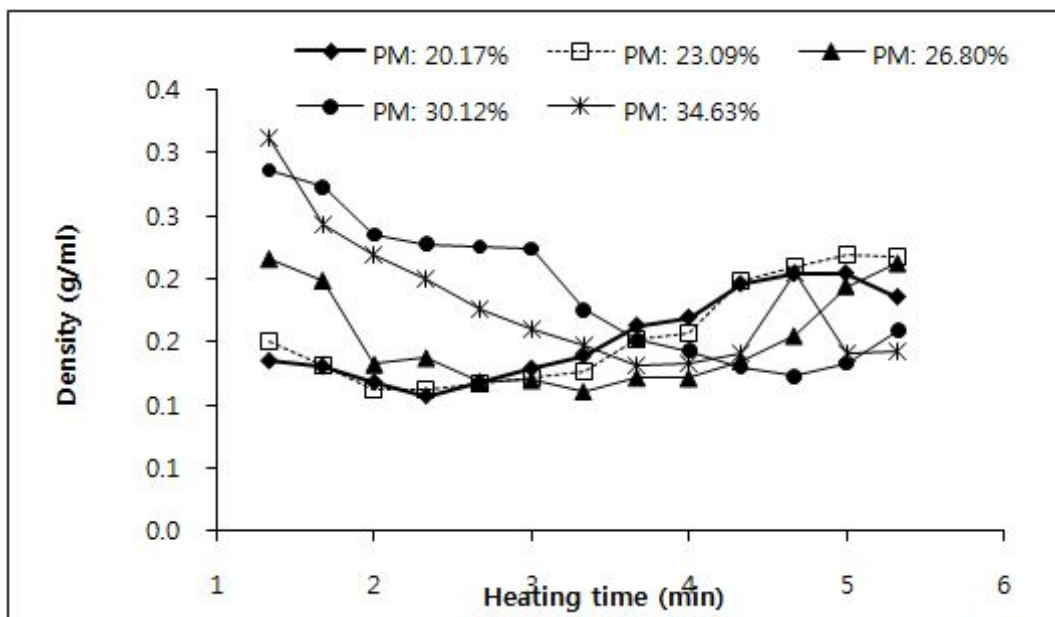


Fig. 12. Effect of pellet moisture content and heating time on density of vacuum-puffed Yukwa.

Fig. 13은 반대기의 수분함량과 가열시간이 비유탕 진공팽화 유과의 절단강도에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 가열시간이 증가함에 있어서 비유탕 진공팽화 유과의 절단강도는 감소하였다. 반대기 수분함량 30.12%의 가열시간 1.33, 1.67 그리고 2분의 경우는 절단강도가 너무 커 측정범위를 벗어나 측정할 수 없었다. 절단강도는 가열시간이 1.33분에서 2분으로 증가함에 따라 $2.57E+06 \text{ N/m}^2$ 에서 $3.82E+05 \text{ N/m}^2$ 으로 감소하였으며, 가열시간 2분 후에는 모든 시료의 절단강도에 유의적인 차이가 없었다. 또한 반대기의 수분함량이 20.17, 23.09 그리고 26.80%로 낮은 수분함량의 비유탕 진공팽화 유과의 절단강도는 모든 가열시간에 있어서 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

반대기의 수분함량과 가열시간이 비유탕 진공팽화 유과의 색도에 미치는 영향은 Fig. 14와 같다. 명도(L)는 반대기의 수분함량과 가열시간에 따른 상관관계는 나타나지 않았으며, 적색도(a) 및 황색도(b)는 가열시간이 증가함에 따라 증가하였다. 적색도(a) 및 황색도(b)의 증가는 가열시간의 증가에 의한 갈변에 의한 것으로 나타났다. 특히 반대기의 수분함량이 낮을수록 적색도(a) 및 황색도(b)가 높게 나타났다.

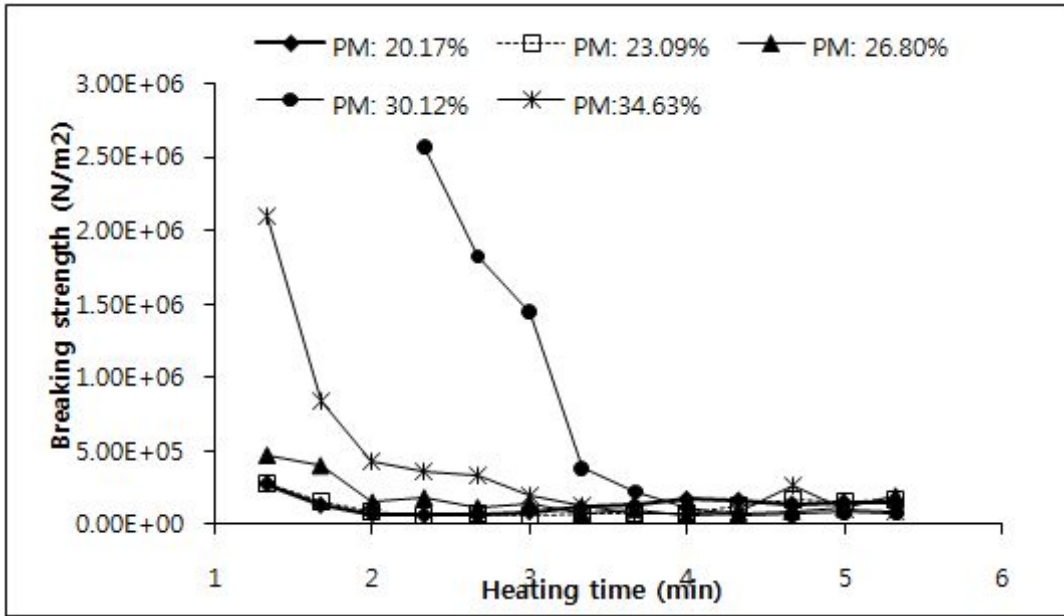


Fig. 13. Effect of pellet moisture content and heating time on breaking strength of vacuum-puffed *Yukwa*.

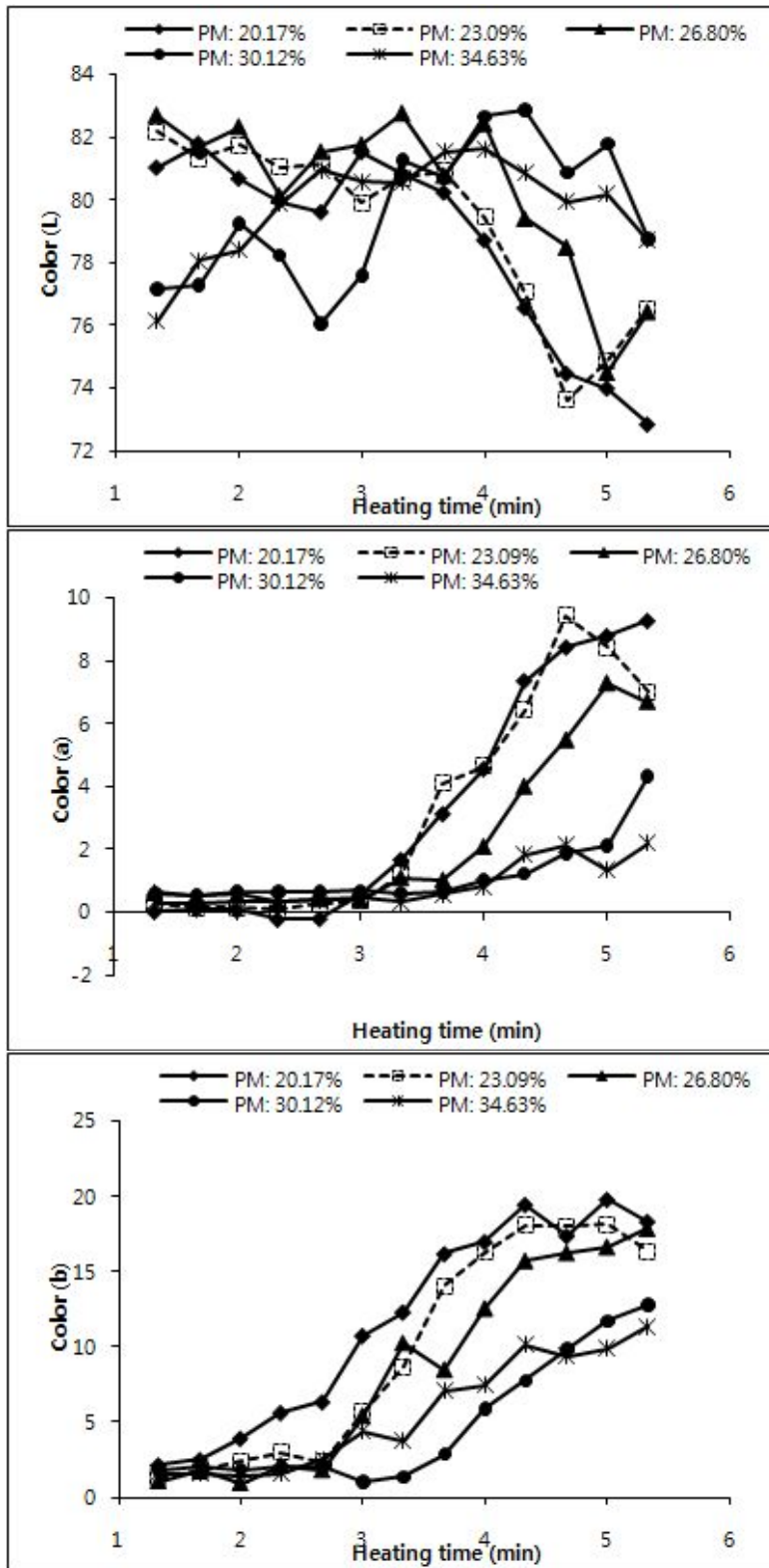


Fig. 14. Effect of pellet moisture content and heating time on color value of vacuum-puffed *Yukwa*.

5. 참고문헌

AOAC: Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Chemists, Washington D.C.(1990)

Kim JM. Scientific Explanation on Busugee. Food Industry. 121. 15-25(1993)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 목표달성도

1) 1차년도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 연도 (2009)	전통유과 제조공정의 분석	유과제조 특히는 유과의 팽화방법에 관한 문헌, 자료 수집	100%	논문 및 지역별 유과제조 Data 수집
		본 연구팀의 유과제조 노하우를 바탕으로 수침, 분쇄, 부원료 혼합, 증자 및 반데기 제조, 유과팽화 등의 전통유과 제조공정의 단위조작에 대한 분석	80%	반데기 제조를 포함한 전통유과 제조공정의 단위조작 분석
	제조용 비유과 진공팽화기계의 시작기 설계 및 제작	진공이용 관련 공정에 관한 문헌, 기술 정보수집	100%	논문 및 기타 진공이용 관련 자료 수집
		진공실, 진공펌프, 응축기, 게이트, 가열실, 가열판 등으로 구성된 진공팽화기계의 시작기 제작	100%	진공팽화기계의 시작기 제작
		가열판의 온도조절 시스템의 제작	100%	열풍가열에서 전기가열로 교환
		진공실의 압력조절 시스템의 제작	80%	압축공기를 이용한 압력조절
	비유과 진공팽화기를 이용한 유과제조 공정의 확립	반데기의 수분함량에 따른 반데기 중심부 온도가 가열판의 온도와 같게 되는 시간 측정	100%	100℃, 120℃, 140℃, 160℃, 180℃에서 측정
		반데기 수분함량, 가열판 온도, 진공실 압력에 따른 유과의 색도, 경도, 팽화율, 미세구조 등의 품질특성 측정	90%	팽화율, 밀도, 절단강도, 색도 측정
		유과의 최적품질을 목적변수로 한 반데기 수분함량, 가열판 온도, 진공실 압력등의 최적화	80%	가열판 온도, 진공실 압력 측정

2) 2차년도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구내용	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 년도 (2010)	유과제조용 비유탕진공 팽화기계 개발	전통유과와 비유탕 팽화 유과의 품질 특성 비교	100	<ul style="list-style-type: none"> 동일한 조건에서 제조한 전통유과와 비유탕 팽화 유과의 색도, 경도, 팽화율, 미세구조 등의 물리적 특성 비교 저장기간에 따른 전통유과와 비유탕 팽화 유과의 산가, 과산화물가 변화패턴과 속도 비교
		비유탕 팽화 유과의 소비자 기호도 평가와 경제성 평가를 통한 진공팽화기계의 보완과 최적화	90	<ul style="list-style-type: none"> 소비자 기호도 평가 비유탕 진공팽화기계의 경제성 평가 비유탕 진공팽화기계의 보완과 최적화
		제조업체로의 기술 이전 및 스케일업	70	<ul style="list-style-type: none"> 참여기업은 진공팽화기계의 제조기술을 기보유 최종적으로 선정된 기업에 진공팽화기계 및 유과 제조 기술 이전 예정

2. 관련분야 기여도

전통유과의 문제점인 유지의 산패에 의한 품질저하가 비유탕에 의한 팽화로 저장안정성이 향상되어 소비가 늘어날 것으로 여겨지며, 또한 유과가 주로 추석과 설에 소비되어 저장성이 떨어지는 전통적인 제조방법으로는 추석과 설 직전에 유과를 제조하고 있다. 따라서 일정기간에 작업량이 몰려 유과를 생산하는데 어려움을 겪고 있으며 또한 설이 지나면 추석까지 거의 작업을 하지 않고 시설을 폐쇄하는 업체가 많다. 그러나 이 번에 개발된 진공팽화기 및 비유탕 진공팽화 유과 제조 기술이 보급된다면 저장안정성이 확보되어 명절을 위해 명절 직전에 작업을 몰아서 하지 않고 1년 중 생산이 가능하므로 생산자에게 안정적인 업체 운영이 가능해진다. 또한 소비자도 산패에 대한 우려가 없어지며 또한 기존의 유탕 유과의 유지에 의한 고열량에 대한 염려도 사라져 유과의 소비가 증가할 것으로 기대된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 비유탕 진공팽화 기계 개발

- 참여기업에 기술을 우선적으로 이전하며, 참여기업이 기술이전을 거부할 경우 공모에 의한 진공팽화기 생산업체를 선정하여 기술이전
- 현재 국내의 유과제조업체는 1,000곳 이상으로 거의 모든 유과제조업체가 유지의 산패에 의한 유과의 품질저하를 문제점으로 인식하고 있어 진공팽화기계가 산업화가 이루어지면 판매처는 많을 것으로 기대됨

2. 비유탕 진공팽화 유과의 제조 공정 개발

- 선정된 진공팽화기의 생산업체에 진공팽화기의 보급을 위하여 비유탕 진공팽화 유과의 제조공정에 대한 기술을 이전하여, 진공팽화기 판매와 함께 유과제조업체에 비유탕 진공팽화 유과 제조기술을 전달할 수 있도록 할 예정임
- 유과제조업체는 진공팽화기계로 제조한 비유탕 진공팽화 유과의 제조로 국내 및 국외의 판매량이 증가할 것으로 예상됨
- 기존의 유탕유과 보다 저온에서 팽화시키는 비유탕 진공팽화 유과의 특징을 이용하여 온도에 영향을 받는 여러 가지 기능성 성분 등의 추가가 가능하여 다양한 원료를 사용한 기능성 유과 제조가 가능할 것으로 기대됨

3. 지식재산권 확보계획

- 특허 1편 출원
- 논문 1편 투고(국내)
- 논문 1편 투고 예정(국외)

4. 사업화 계획

- 본 연구로 개발된 비유탕 진공 팽화 기계는 유과 제조에서 전통유과 제조 방법에 의하여 반데기를 제조한 후 팽화과정만을 개선한 것으로 찹쌀의 수침이후 반데기가 되기 까지의 제조공정은 매우 복잡하고 어려운 공정을 거쳐야 한다. 본 연구실은 이전 즉석 인절미 가공 기계를 개발한 실적이 있다. 인절미 가공 공정은 유과의 반데기 제조공정에서 발효공정이 생략된 공정과 매우 흡사하다. 그래서 인절미 가공 기계를 보완 수정한다면 유과의 반데기 제조공정을 단순화 및 연속화할 수 있다. 여기에 반데기의 원활한 기공형성을 위하여 본 연구실이 보유한 압출성형 기술을 응용한 반데기 제조 기계를 개발하여 진공팽화기계화 함께 산업체에 보급한다면 비유탕 팽화 유과의 산업화가 원활히 이루어질 것으로 여겨진다. 따라서 본 연구실은 반데기 제조 기계 및 제조 공정 개발을 위한 연구를 준비 중에 있다.

