

고주파를 이용한 식품의 살균 및 유통기간 연장에 관한 연구

Effect of Microwave Treatment on Food
Sterilization and Shelf-Life Extension

연구기관
한국식품개발연구원

2001-216

농림부 자료실
등록번호: 8348
등록일: 2002년 8월 23일
기증:

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고주파를 이용한 식품의 살균 및 유통기간 연장에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001. 11. 15

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 금 준 석

연 구 원 : 김 동 철

연 구 원 : 이 현 유

연 구 원 : 이 상 효

연 구 원 : 하 태 열

연 구 원 : 이 창 호

연 구 원 : 임 성 일

연 구 원 : 조 윤 성

연 구 원 : 안 용 식

요 약 문

I. 제목

고주파를 이용한 식품의 살균 및 유통기간 연장에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

현재 식품산업에 있어서 해충과 미생물 오염에 의한 식품의 변질 및 부패가 가장 큰 문제점으로 대두되고 있는 실정에서 식품 공급에서 어느 정도가 변질되고 있는지 정확한 통계는 없으나 특히 개발 도상국에 있어서의 식품의 손실은 대단히 크다. 이는 식품에 대한 포괄적인 살충, 살균법 및 저장 유통 system에 대한 기술 개발이 뒤떨어져 있으며, 이 분야에 대한 국가적 차원에서의 필요성 및 중요성에 대한 인식 부족도 그 원인의 하나라 할 수 있다. 현재 세계의 인구가 급격히 증가되고 있으며 가능한 한 식품의 손실을 최대한으로 감소시킬 수 있는 필요성 또한 절실히 요구되고 있는 실정에도 불구하고 곡물과 두류의 저장 중에 발생하는 손실이 10% 이상으로 보고되고 있으며, 곡물 이외의 주요 농산물, 육류 및 어패류의 피해 또한 상당량에 이르는 것으로 알려져 있다. 미생물 및 병원균에 의한 식품의 손실은 이러한 양적인 문제 뿐 아니라 인류의 건강에도 큰 위협을 가져오며, 그 결과 경제성 및 생산성 저하의 중요한 원인이 되고 있다. 식중독이 증가하는 원인으로서는 식용 동물의 대량 사육의 폭발적인 증가, 오염된 환경, 식물성 식품의 대량생산, 식품 및 가축용 사료의 국제 무역의 증가 등을 열거할 수 있다. 가축의 육류 또는 육류 제품은 선모충 또는 toxoplasma에 의한 것이 질병의 원인이 되고, 특히 닭고기에는 병원성 미생물인 salmonella가 큰 문제로 남아 있다.

해충 및 미생물에 의한 식품의 손실 또는 식품이 매개체로 하는 질병을 감소시키기 위한 노력은 역사 이후부터 시도되어 왔다. 수 만년 동안 인류는 염장, 훈연, 통조림, 훈증제 및 화학보존제 등 많은 식품 살균법 및 보존법을 개발하였다. 그러나 지금까지 주로 사용되어온 식품 살균법 및 보존법은 오랜 역사와 더불어

개선되고 과학화되어 왔으나 나름대로의 한계성이 지적되면서 문제점을 해결하거나 보완할 수 있는 새로운 기술의 필요성이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

따라서 식품업계에서도 이미 식품의 가공과 조리, 건조, 냉동식품의 해동 등에 이용하고 있는 고주파(마이크로파)를 이용하여 살균효과가 극대화되면서 가열살균의 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 살균 기술의 개발이 중요하다.

III. 연구개발 내용 및 범위

가. 농산물 및 축산물의 살균 및 유통기간 연장 기술 개발

1. 마이크로파 살균 최적조건 설정

- 0 마이크로파 출력에 의한 조건 확립
- 0 마이크로파 살균 시간에 의한 조건 확립
- 0 마이크로파 살균 방법에 의한 조건 확립

2. 오염 미생물의 살균시험

- 0 호기성 전세균, 효모, 곰팡이, 대장균

3. 오염지표 미생물로 오염된 농산물 및 축산물의 살균

- 0 미생물의 마이크로파 살균에 의한 변화

4. 위생화 기술완료 및 장기 저장시험

- 0 마이크로파 최적조건시험, 살균최적 조건 확립 및 발아억제 시험에 의한 위생화 기술 확립

5. 살균방법에 따른 품질특성 시험

6. 살균 후 이화학적 특성시험

7. 저장기간에 따른 품질평가시험

8. 포장 후 마이크로파 살균기술

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

고주파 처리에 의한 농산물(감자, 대두, 가래떡) 및 축산물의 품질특성 및 살균효과를 알아보기 위하여 주파수 2,450MHz 마이크로파로 살균 조건을 연속살균방식 및 정지살균방식으로 나누어 출력 및 시간별로 품질 특성을 조사하였다. 농산물의 경우 300Watt에서 90초(60초정지)90초 살균조건이 유통기간을 연장할 수 있는 최적조건으로 나타났으며 가래떡의 경우 진공포장 후 고주파로 조사한 가래떡이 품질 특성에서 고주파 조사 후 진공포장한 것보다 우수한 것으로 나타났으며 특히 고주파와 진공을 병행한 처리구의 경우는 매우 우수한 것으로 나타났다. 축산물의 경우 100Watt에서 90초 살균조건이 최적조건으로 나타났다. Drip 발생량은 600Watt에서 가장 많은 Drip 발생량을 나타내었다. 저장기간에 따라 pH의 변화는 출력이 높을수록 pH가 감소됨을 볼 수 있다. 단백질의 부패도를 보기 위한 VBN의 측정결과 조사선량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 이것은 미생물의 감소와 일치하는 결과를 나타내었다. 저장기간에 따른 미생물의 변화는 비조사구가 저장14일에 10^9 까지 나타났으나 조사구들은 고선량의 경우 10^4 까지 나타나 미생물의 사멸효과가 큰 것으로 나타났다. 고주파 처리 후 대장균군, 살모넬라 및 리스테리아는 검출되지 않았다. 연속살균방식보다 정지살균방식이 미생물의 사멸효과에 더욱 효과가 있음을 나타내었다.

이상 본 연구로 에너지 절약형 식품 살균 및 저장 가공기술의 확립, 식품성분의 마이크로파 조사영향과 조사식품의 안정성에 대한 기초연구 확립으로 식품원료의 안전한 저장 유통기술 확립을 하였으며 본 기술 개발로 인하여 가공식품의 포장 후 살균이 가능하였다. 추후 본 연구는 관련 산업계와 연계하여 대량살균 및 자동화 살균공장으로의 실용화를 유도할 수 있게 되었다.

SUMMARY

I. Subject

Effect of microwave treatment on food sterilization and shelf-life Extension

II. Objective and Significance

The objectives of this study are to extend shelf-life of food by sterilization subjected to microwave treatment. Sterilization is necessary for the establishment of stable and safe food supply. Microorganism may occur in soil and water at a residual of fecal contamination. Therefore, there is a necessary for developing a proper sanitary technique and sterilizing process. Microwave treatment is a effective method on the microorganism without change of physicochemical properties.

III. Contents and scope of research

1. Effect of microwave treatment on food sterilization and shelf-life extension
 - a. Establishment of optimal sterilization processing condition on agricultural and meat products subjected to microwave treatment
 - 0 Optimal processing of microwave power
 - 0 Optimal processing condition of time on microwave treatment
 - 0 Optimal processing method of microwave treatment
 - b. Sterilization of contaminated microorganism
 - c. Sterilization of contaminated agricultural and meat products
 - d. Establishment of sanitary technique during storage time

- e. Study of quality changes as method of microwave sterilization
- f. Effect of microwave treatment on physicochemical properties
- g. Changes of physicochemical properties during storage time
- h. Technique of microwave sterilizing after packaging

IV. Results and Recommendation

Effect of microwave treatment on food sterilization and shelf-life extension was studied. Optimal sterilizing condition was 300 watt power and 90sec(60sec holding)90sec heating processing on agricultural products. Method of microwave treatment after packaging was better for quality of rice cake than microwave treatment before packaging. Specially, microwave vacuum treatment was the best way for sterilization of rice cake.

Optimal condition for meat product was the 100watt power and 90sec heating. 600 watt power treatment had the highest value for drip loss. pH was decreased as power of microwave increased during storage time. Power of microwave was increased as VBN and count of microorganism decreased. Data of microorganism showed high power of microwave was effective on sterilization of microorganism. Holding microwave sterilization method was better than continue one for on meat product for sterilization of microorganism.

The results of this study will be utilized in the industry sterilizing production of foods by microwave processing, which will eventually contribute to the health of general public as well as promoting competitiveness in international and local market

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	13
Section 1. Purpose of the research	13
Section 2. Scope and contents of the research	13
 Chapter 2. Effect of microwave treatment on agricultural product sterilization and shelf-life extension	 14
Section 1. Introduction	14
Section 2. Materials and Methods	15
Section 3. Results and Discussion	22
Section 4. References	121
 Chapter 3. Effect of microwave treatment on meat product sterilization and shelf-life extension	 123
Section 1. Introduction	123
Section 2. Materials and Methods	125
Section 3. Results and Discussion	135
Section 4. References	188

목 차

제 1장 서론	13
제 1절 연구개발의 목적	13
제 2절 연구개발의 내용 및 범위	13
제 2장 농산물의 살균 및 유통기간 연장기술 개발	14
제 1절 서 설	14
제 2절 실험재료 및 방법	15
제 3절 결과 및 고찰	22
제 4절 참고문헌	121
제 3장 축산물의 살균 및 유통기간 연장기술 개발	123
제 1절 서 설	123
제 2절 실험재료 및 방법	125
제 3절 결과 및 고찰	135
제 4절 참고문헌	188

제 1장 서론

제 1절 연구개발의 목적

마이크로파를 이용한 방법과 진공 및 열풍을 이용한 마이크로파 살균기술을 확립한 후 식품에 적용하여 제품의 다양성 및 고급화를 추진하여 국민의 건강 증진에 이바지하고 살균시간의 단축으로 생산비 절감 및 청결도를 유지하여 작업 환경을 개선함

제 2절 연구개발 내용 및 범위

연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
<ul style="list-style-type: none"> ○ 농산물 및 축산물의 살균 및 유통기간 연장 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 마이크로파 살균 최적조건 설정 농산물의 살균 조건 확립 <ul style="list-style-type: none"> ○ 마이크로파 출력에 의한 조건 확립 ○ 마이크로파 살균 시간에 의한 조건 확립 ○ 마이크로파 살균 방법에 의한 조건 확립 - 오염 미생물의 살균시험 <ul style="list-style-type: none"> ○ 호기성 전세균, 효모, 곰팡이, 대장균 - 오염지표 미생물로 오염된 농산물(가공품)의 살균 <ul style="list-style-type: none"> ○ 각 미생물의 마이크로파 살균에 의한 변화 - 위생화 기술완료 및 장기 저장시험 <ul style="list-style-type: none"> ○ 마이크로파 최적조건 시험, 살균최적 조건 확립 및 발아억제 시험에 의한 위생화 기술 확립
<ul style="list-style-type: none"> ○ 살균 후 이화학적 품질 특성 	<ul style="list-style-type: none"> - 살균방법에 따른 품질특성 시험 - 살균 후 이화학적 특성시험 - 저장기간에 따른 품질평가시험
<ul style="list-style-type: none"> ○ 포장방법에 따른 살균 효과 	<ul style="list-style-type: none"> - 포장 후 마이크로파 살균기술

제 2장 농산물의 살균 및 유통기간 연장 기술 개발

제 1절 서 설

현재 식품산업에 있어서 해충과 미생물 오염에 의한 식품의 변질 및 부패가 가장 큰 문제점으로 대두되고 있는 실정에서 식품공급에서 어느 정도가 변질되고 있는지 정확한 통계는 없으나 특히 개발도상국에 있어서의 식품의 손실은 대단히 크다. 이는 식품에 대한 포괄적인 살충, 살균법 및 저장유통 시스템에 대한 기술개발이 뒤떨어져 있으며 이 분야에 대한 국가적 차원에서의 필요성 및 중요성에 대한 인식 부족도 그 원인의 하나라 할 수 있다. 현재 세계의 인구가 급격히 증가되고 있으며 가능한 한 식품의 손실을 최대한으로 감소시킬 수 있는 필요성 또한 절실히 요구되고 있는 실정에도 불구하고 곡물과 두류의 저장 중에 발생하는 손실이 10% 이상으로 보고되고 있으며 곡물이외의 주요 농산물, 육류의 피해 또한 상당량에 이르는 것으로 알려져 있다. 미생물 및 병원균에 의한 식품의 손실은 이러한 양적인 문제 뿐 아니라 인류의 건강에도 큰 위협을 가져오며 그 결과 경제성 및 생산성 저하의 중요한 원인이 되고 있다.

해충 및 미생물에 의한 식품의 손실 또는 식품이 매개체로 하는 질병을 감소시키기 위한 노력은 역사 이후부터 시도되어 왔다. 수 만년 동안 인류는 염장, 훈연, 통조림, 훈증제 및 화학 보존제 등 많은 식품 살균법 및 보존법을 개발하였다. 그러나 지금까지 주로 사용되어온 식품살균법 및 보존법은 오랜 역사와 더불어 개선되고 과학화되어 왔으나 나름대로의 한계성이 지적되면서 문제점을 해결하거나 보완할 수 있는 새로운 기술의 필요성이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 따라서 식품업계에서도 이미 식품의 가공과 조리, 건조, 냉동식품의 해동 등에 이용하고 있는 고주파(마이크로파)를 이용하여 살균효과가 극대화되면서 가열살균의 문제점들을 해결할 수가

있는 새로운 살균 기술의 개발이 필요하다고 볼 수 있다. 살균공정 시간의 감소와 살균시설의 축소 및 식품 살균 시 품질을 유지하면서 살균하는 기술 개발로 인한 농산물제품의 품질개선과 운영비절감을 피하고 경쟁력을 강화할 필요가 있다. 또한 마이크로파를 이용한 살균공정의 장점은 다음과 같다. 단시간 내 살균이 가능하고 식품 내외부를 고루 살균시키며 영양소 비파괴와 색도 유지(갈변화 방지), 작업환경의 개선과 크기와 모양에 관계 없이 일정한 살균 방법 유지 및 포장 후 살균이 가능하며 열에 약한 제품도 살균이 가능하다는 것이다. 따라서 마이크로파 조사식품은 다른 방법으로 동일온도로 가열한 것보다도 훨씬 저장성이 좋고 가열살균보다 더욱 살균효과가 크다고 보고된 바 있어 국내에서 마이크로파 살균기법이 개발된다면 국내 식품업계에 있어 그 파급효과는 매우 높을 것으로 판단된다. 본 실험에서는 위와 같은 기능이 있는 마이크로파를 이용하여 농산물(대두, 감자, 가래떡)의 살균 후 품질특성을 검토하였다.

제 2절 실험재료 및 방법

1. 재료

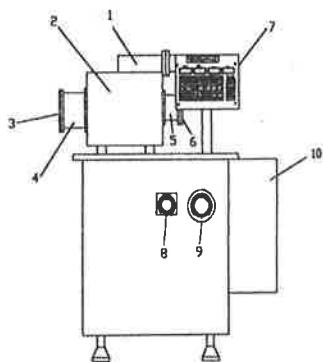
본 실험에 사용한 대두와 감자는 국내산으로 농협에서 구입하였고 가래떡은 다음과 같은 방법으로 제조하였다.

가래떡 제조방법

①침지 (3시간) ⇒ ②건조된 쌀가루를 교반(10분 정도). ⇒ ③가수. ⇒ ④미리 스팀을 틀어 놓는다. ⇒ ⑤30분 정도 스팀. ⇒ ⑥반죽물 주입. ⇒ ⑦잘 찌진 쌀가루는 일정한 양으로 일정속도를 유지하며 넣는다. ⇒ ⑧절단. ⇒ ⑨다시 한번 기계에 넣어 ⑦⑧을 반복한다.

2. 시료의 처리

대두와 감자, 가래떡의 고주파 살균 방법은 Fig.1에 도식된 마이크로파 살균기를 이용하여 2,450MHz에서 출력조건을 달리하여 처리하였으며 비조사구(대조구)도 함께 1, 3, 5개월간 저장하면서 품질특성의 변화를 측정하였다. 각 시료의 살균방법은 Table 1에 나타내었다.



NO	품명	NO	품명
1	도파관	6	열풍배기개폐문
2	마이크로파 캐비티	7	조작판
3	열풍개폐문	8	음극전원조정장치
4	열풍인입구	9	양극전원조정장치
5	열풍배기구	10	주조정장치

Fig. 1. 마이크로파 살균기 구조

Table 1. 마이크로파의 살균 방법.

Operating condition of microwave treatment	
control(C)	Fresh sample
100Watt90s	100Watt 90Sec microwave Heating
100Watt90(60)90s	100Watt 90Sec microwave Heating/60Sec holding/ 100Watt 90Sec microwave Heating
300Watt90s	300Watt 90Sec microwave Heating
300Watt90(60)90s	300Watt 90Sec microwave Heating/60Sec holding/ 300Watt 90Sec microwave Heating
600Watt90s	600Watt 90Sec microwave Heating
600Watt90(60)90s	600Watt microwave 90Sec Heating/60Sec holding/ 600Watt 90Sec microwave Heating

3. 이화학적 특성 측정

가) 중량변화율

중량변화는 마이크로파 살균 전 무게에서 살균후의 무게를 빼서 중량변화의 값을(%)로 나타내었다.

나) 색도

시료는 Cyclotec 1093 sample mill로 분쇄한 후 10cm Petri dish에 넣어 측정하였고 감자와 대두는 절단면을 색차계(Chromameter CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 각 샘플의 색택을 측정하여 Hunter scale에 의해 L(Whiteness/darkness), a(Red/green), b(Yellow/blue)값을 비교하였고 표준백색판(white calibration plate)의 L, a 및 b값은 각각 96.86, -0.07, 2.02였다.

다) 부패율, 발아율

가래떡은 부패율을 대두와 감자는 부패율과 발아율을 각각 측정하였다. 발아율은 발아된 싹눈의 길이로 나타내었으며 부패율은 육안으로 판별하여 백분율로 표시하였다.

라) 수분활성도

각 시료의 수분활성도 측정은 thermoconstanter (수분활동측정기)novasina swiss made를 이용하여 시료 모두 저장온도인 4℃, 25℃를 기준점으로 잡아 이 온도에서의 수분활성도를 측정하였다.

마) 조직감 측정

시료의 조직감 측정은 Texture Analyser XT.RA Dimension V3.7 사용하여 측정하였고 시료의 측정조건은 다음과 같이 하였다.

sample Rate: 200pps, Sample Area: 10.00mm, Force Threshold: 20.0g,

Dist . Threshold : 0.50, Contact Force : 5.0로 하였다.

바) 감자의 갈변도

감자시료를 껍질을 제외하고 조사시킨 면만을 마쇄한 후 원심분리후 Spectrophotometer를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

사) Vit.c 함량

비타민 C 함량은 시료 10g에 5% 메타인산용액 40ml를 가한후 마쇄하여 여과한 다음 전체 부피를 100ml로 정용하였다. 원심분리(2000rpm, 10min)하여 상등액을 사용하였다. 시료용액 2ml을 취해 DCP용액 1ml을 가한 다음 Tiourea- HPO_3 용액 2ml와 DVP용액 1ml을 가한 다음 잘 흔들어 50℃에서 70분간 반응시킨 후 빙수 중에서 20분간 방치하여 빙수 중에서 85%유산용액 5ml을 첨가하여 실온에서 30분간 반응시킨 후 520nm에서 흡광도를 측정하여 비타민 C 함량을 구하였다.

아) DSC 측정

감자 시료 2mg을 aluminum sample pan 에 취하고 여기에 시료전분과 동일량에 해당하는 증류수를 micro syringe 로 가하여 밀봉한 다음 24시간 방치한 후에 Differential Scanning Calorimeter(perkin-Elmer, DSC-4, U.S.A)를 이용하여 10℃/min의 승온 속도로 30℃부터 150℃까지 가열하여 흡열곡선을 얻었다. 이 흡열 peak로부터 호화개시온도(T_0), 호화정점온도(T_p), 호화종료온도(T_c), 및 호화엔탈피(ΔH)를 구하였다.

자) 호흡율

호흡율은 coutme등의 방법을 이용해 측정하였다. 즉, 특별히 제작한 아크릴용기 (내용적 cm^3)에 시료를 담고 일정시간 동안 포집된 탄산가스를 가스 분석용 주사기를 이용하여 정확히 200 μl 를 취하여 가스크로마토그래프

(shimadzu, GC-15A, Japan)를 이용하여 정량화 하였다.

차) 품온온도 측정

감자를 마이크로웨이브로 각 선량에 따라 조사시키고 난 후 thermo recorder를 이용하여 품온온도를 측정하였다.

카) 가래떡의 점탄성

Advanced rheometric expansion system(Rheometric scientific 2ARES-11A, UK)를 사용하여 시료를 먼저 strain sweep(0.1~20%)를 하여 선형성을 나타내는 범위 내에서 strain을 20%로 정하고 frequency sweep(0.1~100rad/sec)을 행하였으며 사용한 plate는 직경 25mm parallel plate를 사용하였다.

타) 지방산조성

지질추출은 Folch법에 의하였으며 지방산 전처리는 morrison과 Smith의 방법으로 실험하였다. GC기기의 작동 조건은 다음과 같다.

Instrument	HP 6890 GC system ver.A.03.03
Detector	FID
Column	HP 19091F-112 240℃ Max, HP-FFAP polyethylene Glycol TPA capillary 25.0m×0.50μm nominal
Oven Temp	160℃/2min, hold min 2, 3℃/min220℃/10min
Injector Temp	230℃
Detector Temp	250℃
Carrier gas	N ₂
H ₂ flow rate	30ml/min
Split ratio	50.0:1
split flow	74.6ml/mir

4. 관능검사

한국식품개발연구원내 훈련된 패널요원 20명을 대상으로 9점기호척도법 (nine point Hedonic scoring test)으로 실시하였고 결과의 분석은 SAS(1998)Ver6.03 통계프로그램을 이용하여 Anova분산분석과 Duncan의 다 범위 검정(multi range test)을 사용하여 유의성 검정을 시행하였다. 또한 관능검사 특성치를 정량적 묘사시험방법(quantitative descriptive analysis)으로 나타내었다.

5. 미생물 검사

일회용 멸균칼을 이용하여 시료를 절취한 후 이 시료 1ml을 스토마커 멸균 팩에 멸균 식염수(NaCl, 0.85%)용액 9ml을 넣고 스토마커 분쇄기(model No. Lab Blender Stomacher 400)로 2분간 균질시킨 다음 멸균생리식염수에 일정비율로 희석하여 미생물 시료액으로 만들었고 조사구와 비조사구로 나누어 총균수를 측정하였다. 모든 실험은 3회 반복 실시하였으며 단위는 시료 g당 colony forming unit (CFU)로 나타내었다. 호기성세균은 plate count agar(Difco Lab)23.5g을 증류수 1L에 용해시킨 후 121℃에서 15분간 autoclave시킨 후 50℃로 냉각시킨 후 배지위에 시료를 도말 한 후 36℃에서 48시간동안 보관 후 계수 하였다. 혐기성세균은 Plate Count Agar 사용하여 중층배지방법으로 30℃에서 1-2일간 배양후 계수하였다. 효모와 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco Lab)39g을 증류수 1리터에 용해시킨 후 121℃에서 15분간 autoclave시킨 후 멸균된 10%tartaric acid를 배지 100ml당 1.9ml을 넣어서 pH3.5로 조절한 후 배지 위에 시료를 도말한 후 25℃에서 5일간 보관 후 계수 하였다.

6. 대두의 단백질 전기영동

Laemmli SDS-Page방법을 이용하였고 gel의 염색은 0.1% Coomassie brilliant blue를 사용하였다.

7. 미세구조 관찰(Scanning electron microscope)

미세구조 관찰은 각 시료를 gold-polladium으로 ionsputter(C1010 Hitachi, Japan)를 이용하여 coating한 다음 주사전자현미경(Scanning Electron Microscoph, S2380N Hitachi, Japan)을 사용하여 미세구조를 관찰하였다.

8. 통계분석

모든 실험측정은 3반복 측정하여 평균치와 표준오차를 계산하였고, 각 구간 차이의 통계적 유의성은 SAS(1998)Ver6.03 통계프로그램을 이용하여 Anova분산분석과 Duncan의 다범위 검정(multi range test)을 사용하여 유의성 검정을 시행하였다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 농산물 시료의 이화학적 품질 특성

Table 2. 시료의 증량변화

(단위: g)

시료명 조건	대두			감자			가래떡					
	조사 전	조사 후	% ^{a)}	조사 전	조사 후	%	조사 전	조사 후	%	(포장후) 조사전	(포장후) 조사후	%
Initial	200	200	0	319.4	319.4	0	172.8	172.8	0	170	170	0
100Watt 90s ^{b)}	200	199.8	0.1	223.3	223.0	0.13	135.9	134.8	0.8	133.3	133.1	0.2
100Watt90 (60)90s ^{c)}	200.2	199.9	0.14	303.6	303.2	0.13	127.2	124.9	1.8	137.5	137	0.4
300Watt 90s	200	199.3	0.35	288.6	287.8	0.27	130.1	127.7	1.84	171.2	170.5	0.4
300Watt90 (60)90s	200.2	198.6	0.79	309.9	308.5	0.45	143.7	138.9	3.34	110.2	109.9	0.3
600Watt 90s	200.1	199.1	0.49	283.1	282.6	0.17	120.6	117	2.98	184.7	184	0.4
600Watt90 (60)90s	200	197.7	1.15	254.9	252.1	1.09	122.7	115.3	6.03	136	135.5	0.4

a)는 조사전과 조사후의 증량변화의 값(백분율)을 의미한다.

b)는 100Watt에서 90초 조사한 것을 의미한다.

c)는 100Watt에서 90초조사 60초정지, 90초조사한 것을 의미한다.

Table 3. 감자의 갈변도

Sample	Degree of browning (A ₄₂₀) ^{a)}
Initial	0.3064
100Watt 90s	0.3128
100Watt 90(60)90s	0.3252
300Watt 90s	0.2848
300Watt 90(60)90s	0.2316
600Watt 90s	0.3116
600Watt 90(60)90s	0.3817

a) Values are absorbance at 420nm

Table 4. 가래떡의 색도 변화

Table 4-1. 진공 포장한 후 마이크로파로 조사한 경우

Treatment	L ^{***}	a	b ^{***}
Initial	80.80 ^a	-1.20 ^a	7.44 ^a
100watt90s	82.03 ^a	-1.45 ^{ab}	7.85 ^a
100watt90(60)90s	79.85 ^a	-1.18 ^a	7.14 ^a
300watt90s	79.03 ^a	-1.20 ^a	7.53 ^a
300watt90(60)90s	71.50 ^b	-1.41 ^{ab}	5.57 ^b
600watt90s	79.96 ^a	-1.40 ^{ab}	7.90 ^a
600watt90(60)90s	70.28 ^b	-1.63 ^b	4.99 ^b

*** p=0.001 수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

* p=0.05 수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

^{ab} 각 Column내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 4-2. 마이크로파로 조사한 후 진공포장한 경우

Treatment	L	a	b
Initial	79.49 ^{ab}	-1.07 ^a	7.98 ^{ab}
100watt90s	78.36 ^{ab}	-1.03 ^a	7.85 ^{ab}
100watt90(60)90s	79.85 ^a	-1.12 ^a	8.30 ^a
300watt90s	80.00 ^a	-1.08 ^a	8.02 ^{ab}
300watt90(60)90s	79.15 ^{ab}	-1.04 ^a	7.96 ^{ab}
600watt90s	77.12 ^a	-1.17 ^a	7.55 ^b
600watt90(60)90s	76.63 ^b	-1.28 ^a	7.97 ^{ab}

Table 5. 감자의 색도 변화

Table 5-1. 절단면

Treatment	L ^{***}	a ^{***}	b ^{**}
Initial	73.16 ^a	-8.28 ^c	21.70 ^a
100watt90s	72.80 ^a	-8.36 ^c	22.57 ^a
100watt90(60)90s	66.75 ^b	-7.88 ^a	23.32 ^a
300watt90s	67.17 ^b	-7.54 ^a	23.51 ^a
300watt90(60)90s	66.06 ^b	-8.23 ^c	21.94 ^a
600watt90s	65.11 ^b	-7.56 ^a	22.19 ^a
600watt90(60)90s	63.32 ^c	-8.65 ^c	18.63 ^b

Table 5-2. 표면

Treatment	L ^{***}	a [*]	b
Initial	72.31 ^a	-4.62 ^b	29.22 ^{ab}
100watt90s	71.00 ^a	-4.87 ^b	26.42 ^b
100watt90(60)90s	72.41 ^a	-4.52 ^b	28.68 ^{ab}
300watt90s	68.06 ^a	-4.50 ^b	30.79 ^{ab}
300watt90(60)90s	60.09 ^b	-1.35 ^{ab}	31.88 ^{ab}
600watt90s	61.88 ^b	0.14 ^a	34.97 ^a
600watt90(60)90s	57.47 ^b	-3.69 ^b	26.39 ^b

*** p=0.001 수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

* p=0.05 수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

^{ab} 각 Column내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 6. 대두의 색도변화

Table 6-1. 대두(분쇄)

Treatment	L ^{***}	a ^{***}	b ^{***}
Initial	89.22 ^b	-1.44 ^a	19.16 ^a
100watt90s	89.07 ^b	-2.28 ^c	19.56 ^a
100watt90(60)90s	89.28 ^b	-2.43 ^d	19.47 ^a
300watt90s	88.49 ^c	-2.16 ^b	18.54 ^b
300watt90(60)90s	89.89 ^a	-2.27 ^c	17.71 ^c
600watt90s	89.08 ^b	-2.21 ^b	19.39 ^a
600watt90(60)90s	88.50 ^c	-2.27 ^c	19.41 ^a

*** p=0.001 수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

^{ab} 각 Column내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 6-2. 대두 표면

Treatment	L	a	b
Initial	54.37 ^a	3.34 ^a	26.49 ^a
100watt90s	56.72 ^a	3.98 ^a	28.01 ^a
100watt90(60)90s	54.26 ^a	4.07 ^a	29.69 ^a
300watt90s	53.08 ^a	4.48 ^a	28.47 ^a
300watt90(60)90s	53.54 ^a	3.12 ^a	29.23 ^a
600watt90s	49.08 ^a	3.10 ^a	27.14 ^a
600watt90(60)90s	54.80 ^a	3.94 ^a	28.47 ^a

Table 7. 감자의 Vit. C 함량

Sample	Vit. C Contents(mg/100g)
Initial	2.62
100Watt 90s	2.59
100Watt 90(60)90s	2.54
300Watt 90s	2.51
300Watt 90(60)90s	2.46
600Watt 90s	2.36
600Watt 90(60)90s	2.04

Table 8. 대두의 지방산 조성(대두 조사직후)

		조 사 선 량					
Fatty acid composition	control	100watt 90s	100watt90 (60)90s	300watt 90s	300watt90 (60)90s	600watt 90s	600watt90 (60)90s
Palmitic acid (16:0)	26.95%	22.69%	10.48%	13.05%	47.18%	20.55%	11.24%
Stearic acid (18:0)	7.78%	6.64%	2.93%	3.55%	13.48%	5.95%	3.15%
Oleic acid (18:1)	32.53%	33.07%	25.30%	25.96%	26.25%	29.73%	25.43%
linoleic acid (18:2)	13.87%	17.59%	53.90%	38.15%	13.1%	18.73%	52.63%
linolenic acid (18:3)	-	-	7.37%	4.31%	-	-	7.55%

Table 9. 대두의 오염 미생물 (단위:CFU/g)

오염 원인균	Initial	100watt 90s	100watt 90(60)90s	300watt 90s	300watt 90(60)90	600watt 90s	600watt 90(60)90s
호기성 전세균	3.8×10^3	4.2×10^2	3.3×10^2	-	-	-	-
저온성 세균	1.7×10^0	-	-	-	-	-	-
효모	1.1×10^0	2.1×10^0	2.3×10^1	1.5×10	-	-	-
곰팡이	2.3×10^3	3.8×10^0	-	-	-	-	-
대장균 균	2.5×10^4	4.1×10^2	-	-	-	-	-
혐기성 세균	-	-	-	-	-	-	-
<i>salmo</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>-nella</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>staphylo</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>-coccus</i>	-	-	-	-	-	-	-

Table 10. 감자의 오염미생물 (단위:CFU/g)

오염 원인균	Initial	100watt 90s	100watt 90(60)90s	300watt 90s	300watt 90(60)90	600watt 90s	600watt 90(60)90s
호기성 전세균	5.7×10^0	3.2×10^4	2.1×10^3	2.6×10^2	-	-	-
저온성 세균	4.8×10^4	8.0×10^2	-	-	-	-	-
효모	7.5×10^0	6.0×10^0	5.8×10^3	2.8×10^2	1.1×10^2	-	-
곰팡이	8.7×10^1	5.3×10^4	6.2×10^2	-	-	-	-
대장균 균	5.0×10^2	-	-	-	-	-	-
혐기성 세균	-	-	-	-	-	-	-
<i>salmo</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>-nella</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>staphylo</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>-coccus</i>	-	-	-	-	-	-	-

Table 11. 가래떡(microwave처리후/진공포장한경우)의 오염미생물

오염 원인균	Initial	100watt 90s	100watt 90(60)90s	300watt 90s	300watt 90(60)90	600watt 90s	600watt 90(60)90s
호기성 전세균	4.7×10^1	3.2×10^0	1.5×10^4	2.7×10^2	-	-	-
저온성 세균	3.9×10^0	6.7×10^4	4.6×10^3	4.8×10^2	-	-	-
효모 곰팡이	3.1×10^0	2.8×10^4	7.6×10^3	6.3×10^2	4.7×10^2	-	-
대장균 균	5.2×10^1	6.1×10^0	2.6×10^4	2.1×10^2	-	-	-
혐기성 세균	4.3×10^0	2.1×10^4	1.3×10^2	-	-	-	-
<i>salmo</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>-nella</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>staphylo</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>-coccus</i>	-	-	-	-	-	-	-

Table 12. 가래떡(진공포장한후/microwave처리한 경우)의 오염 미생물

오염 원인균	100watt 90s	100watt 90(60)90s	300watt 90s	300watt 90(60)90	600watt 90s	600watt 90(60)90s
호기성 전세균	2.6×10^0	4.6×10^2	-	-	-	-
저온성 세균	3.2×10^3	2.8×10^2	-	-	-	-
효모 곰팡이	1.9×10^4	3.2×10^3	6.1×10^2	-	-	-
대장균 균	4.2×10^4	3.8×10^2	-	-	-	-
혐기성 세균	1.8×10^2	-	-	-	-	-
<i>salmo</i>	-	-	-	-	-	-
<i>-nella</i>	-	-	-	-	-	-
<i>staphylo</i>	-	-	-	-	-	-
<i>-coccus</i>	-	-	-	-	-	-

Table 13. 감자의 조직감 측정

감자	탄력성	몽침성***	응집성***	경도***	씹힘성**
Initial	0.89 ^a	343.82 ^{ab}	0.11 ^c	3053.50 ^a	303.53 ^{ab}
100Watt90s	0.87 ^a	477.41 ^a	0.14 ^{bc}	3507.60 ^a	421.96 ^a
100Watt90(60)90s	0.90 ^a	353.50 ^{ab}	0.11 ^c	3152.37 ^a	318.63 ^{ab}
300Watt90s	0.96 ^a	349.71 ^{ab}	0.18 ^b	1962.40 ^b	334.99 ^{ab}
300Watt90(60)90s	0.87 ^a	205.63 ^{bc}	0.24 ^a	833.73 ^d	180.32 ^{bc}
600Watt90s	1.37 ^a	358.18 ^a	0.25 ^a	1427.30 ^c	479.45 ^a
600Watt90(60)90s	0.84 ^a	73.56 ^c	0.26 ^a	285.47 ^e	62.05 ^c

Table 14. 가래떡의 조직감 측정

Table 14-1. Microwave 조사후 진공포장 가래떡의 조직감 측정값

Mw조사후 진공포장	저장 온도	탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.97	1014.02	0.48	1948.25	1006.69
	25℃	0.95	1032.34	0.52	1935.21	1005.32
100Watt90s	4℃	0.96	1353.56	0.51	2550.27	1328.58
	25℃	0.94	1235.64	0.56	2451.23	1321.52
100Watt90(60)90s	4℃	0.95	578.02	0.52	1078.69	558.25
	25℃	0.91	654.21	0.57	1065.24	552.64
300Watt90s	4℃	1.35	1046.51	0.51	1968.56	1436.47
	25℃	1.34	1042.64	0.54	1865.32	1421.32
300Watt90(60)90s	4℃	0.74	997.68	0.51	1954.35	772.54
	25℃	0.74	996.35	0.51	1987.32	774.32
600Watt90s	4℃	0.90	828.9	0.49	1676.13	767.64
	25℃	0.65	846.37	0.50	1543.21	765.21
600Watt90(60)90s	4℃	0.93	1319.15	0.50	2642.54	1321.25
	25℃	0.91	1248.01	0.53	2621.48	1345.64

Table 14-2. 진공포장한 후 Microwave 조사와 Mw/Vacuum조사 후 진공포장한 가래떡의 조직감 측정값

진공포장후 Mw조사		탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
100Watt90s	4℃	2.36	486.35	0.57	836.84	1086.36
	25℃	2.54	453.21	0.54	823.65	1145.32
100Watt90(60)90s	4℃	1.65	1156.59	0.54	2225.21	1123.54
	25℃	2.31	1145.62	0.32	2214.32	1231.24
300Watt90s	4℃	1.01	1281.36	0.51	2506.32	1285.35
	25℃	1.54	1264.32	0.54	2503.21	1264.95
300Watt90(60)90s	4℃	0.92	1271.96	0.51	2541.67	1234.65
	25℃	0.65	1235.21	0.56	2456.31	1243.52
600Watt90s	4℃	0.97	1252.04	0.51	2410.36	1239.18
	25℃	0.95	1245.65	0.57	2459.67	1265.21
600Watt90(60)90s	4℃	0.95	1486.24	0.50	2961.37	1224.35
	25℃	0.94	1463.84	0.50	2968.54	1225.64
Mw/Vacuum조사 후 진공포장		탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
100Watt90s	4℃	1.65	1564.32	0.54	854.35	1054.14
	25℃	1.54	1463.21	0.58	956.32	1046.32
100Watt90(60)90s	4℃	0.98	1156.16	0.53	2225.21	1126.78
	25℃	0.65	1145.67	0.54	2236.21	1236.45
300Watt90s	4℃	1.25	1354.21	0.54	2035.41	1282.63
	25℃	1.29	1364.98	0.57	2135.26	1254.32
300Watt90(60)90s	4℃	0.86	1254.12	0.52	2460.31	1226.34
	25℃	1.24	1287.65	0.51	2463.54	1224.35
600Watt90s	4℃	0.91	1272.76	0.51	2265.21	1224.24
	25℃	1.24	1236.54	0.57	2365.97	1236.54
600Watt90(60)90s	4℃	0.97	1486.86	0.50	1854.95	1465.85
	25℃	1.98	1459.65	0.56	1987.46	1458.32

Table 15. 대두의 조직감 측정

대두	탄력성*	몽침성***	응집성	경도***	씹힘성***
Initial	0.77 ^b	7509.31 ^{cd}	0.48 ^a	16044.77 ^{bc}	5966.37 ^{cd}
100Watt90s	0.77 ^b	6570.90 ^d	0.49 ^a	14164.20 ^{cd}	5326.50 ^d
100Watt90(60)90s	0.78 ^b	8710.49 ^{ab}	0.49 ^a	17774.50 ^{ab}	6759.57 ^b
300Watt90s	0.81 ^{ab}	6753.31 ^{cd}	0.49 ^a	13734.87 ^d	5469.45 ^d
300Watt90(60)90s	0.83 ^a	7728.77 ^{bc}	0.49 ^a	15897.07 ^{bcd}	6386.19 ^{bc}
600Watt90s	0.80 ^{ab}	9452.59 ^a	0.50 ^a	18786.10 ^a	7570.70 ^a
600Watt90(60)90s	0.79 ^{ab}	8805.91 ^a	0.49 ^a	18104.27 ^{ab}	6948.42 ^{ab}

Table 16. 감자의 DSC 측정값

	호화개시온도(T _o)	호화정점온도(T _p)	호화엔탈피(ΔH)
Initial	63.99 °C	67.45 °C	39.05 J/g
100Watt90s	64.35 °C	68.73 °C	39.28 J/g
100Watt90(60)90s	63.47 °C	67.61 °C	40.51 J/g
300Watt90s	65.09 °C	69.88 °C	26.07 J/g
300Watt90(60)90s	52.94 °C	63.20 °C	23.50 J/g
600Watt90s	68.03 °C	73.38 °C	25.38 J/g
600Watt90(60)90s	54.15 °C	64.16 °C	17.88 J/g

Table 17. 감자(10℃ 저장)의 O₂농도(O₂ %)

	Initial	100Watt 90s	100Watt 90(60)90s	300Watt 90s	300Watt 90(60)90s	600Watt 90s	600Watt 90(60)90s
30분 후 (0.5hr)	20.54	20.33	20.42	20.34	20.31	20.44	20.35
1시간 후 (1.5hr)	20.46	20.62	20.42	20.09	20.40	20.56	20.40
2시간 후 (3.5hr)	15.05	15.85	15.18	20.34	20.33	20.59	15.32
3시간 후 (6.5hr)	20.22	19.91	20.31	20.40	20.45	20.62	20.39
2시간 후 (8.5hr)	19.92	20.21	19.83	15.17	20.55	20.17	20.41
2시간 후 (10.5hr)	19.61	19.78	20.35	20.71	20.37	20.25	20.42
2시간 후 (12.5hr)	20.70	20.18	20.14	20.08	20.42	20.22	15.70
2시간 후 (14.5hr)	19.91	19.99	19.98	20.33	20.45	15.03	20.39

Table 18. 감자(10℃ 저장)의 CO₂ 농도(CO₂ %)

	Initial	100Watt 90s	100Watt 90(60)90s	300Watt 90s	300Watt 90(60)90s	600Watt 90s	600Watt 90(60)90s
30분 후 (0.5hr)	-	-	-	0.25	-	-	-
1시간 후 (1.5hr)	-	-	-	-	-	-	-
2시간 후 (3.5hr)	-	-	-	0.18	-	-	-
3시간 후 (6.5hr)	0.33	0.29	0.24	0.32	-	0.32	-
2시간 후 (8.5hr)	0.37	0.40	0.42	0.20	0.22	0.33	-
2시간 후 (10.5hr)	1.69	0.54	0.41	1.09	-	0.42	-
2시간 후 (12.5hr)	0.51	0.51	0.40	0.45	-	0.48	-
2시간 후 (14.5hr)	0.55	0.55	0.42	0.46	-	0.39	-

Table 19. 감자(10℃ 저장)의 N₂농도(N₂ %)

	Initial	100Watt	100Watt	300Watt	300Watt	600Watt	600Watt
	1	90s	90(60)90s	90s	90(60)90s	90s	90(60)90s
30분 후 (0.5hr)	79.46	79.67	79.58	79.41	79.69	79.57	79.65
1시간 후 (1.5hr)	79.54	79.38	79.58	79.91	79.60	79.44	79.60
2시간 후 (3.5hr)	60.02	59.40	59.96	79.40	79.67	79.41	59.85
3시간 후 (6.5hr)	79.45	79.80	79.45	79.29	79.55	79.06	79.61
2시간 후 (8.5hr)	79.70	79.38	79.76	59.75	79.23	79.49	79.59
2시간 후 (10.5hr)	78.70	79.68	79.24	78.20	79.63	79.33	79.58
2시간 후 (12.5hr)	78.79	79.31	79.45	79.47	79.58	79.30	59.44
2시간 후 (14.5hr)	79.54	79.46	79.60	79.21	79.55	59.74	79.61

Table 20. 감자(10℃ 저장)의 CH₄농도(CH₄ %)

	Initial	100Watt		300Watt		600Watt	
		90s	90(60)90s	90s	90(60)90s	90s	90(60)90s
30분후 (0.5hr)	-	-	-	-	-	-	-
1시간후 (1.5hr)	-	-	-	-	-	-	-
2시간후 (3.5hr)	24.94	24.75	24.86	-	-	-	24.83
3시간후 (6.5hr)	-	-	-	-	-	-	-
2시간후 (8.5hr)	-	-	-	24.87	-	-	-
2시간후 (10.5hr)	-	-	-	-	-	-	-
2시간후 (12.5hr)	-	-	-	-	-	-	24.86
2시간후 (14.5hr)	-	-	-	-	-	24.84	-

Table 21. 감자(10℃ 저장)의 호흡량(mgCO₂)

	Initial	100Watt		300Watt		600Watt	
		90s	90(60)90s	90s	90(60)90s	90s	90(60)90s
30분 후 (0.5hr)	-	-	-	42.50	-	-	-
1시간 후 (1.5hr)	-	-	-	-	-	-	-
2시간 후 (3.5hr)	-	-	-	30.60	-	-	-
3시간 후 (6.5hr)	49.21	47.95	42.26	54.41	-	50.27	-
2시간 후 (8.5hr)	55.18	66.13	73.95	34.00	36.33	51.84	-
2시간 후 (10.5hr)	252.02	89.28	72.19	185.32	-	50.27	-
2시간 후 (12.5hr)	76.05	84.32	70.43	76.51	-	75.40	-
2시간 후 (14.5hr)	82.02	90.93	73.95	78.21	-	61.27	-

Table 22. 감자(10℃ 저장)의 호흡속도(mgCO₂/Kg/hr)

	Initial	100Watt		300Watt		600Watt	
		90s	90(60)90s	90s	90(60)90s	90s	90(60)90s
14.5hr	9.95	7.76	6.48	6.31	0.24	5.56	0

Table 23. 감자(10℃ 저장)한 경우 조사전, 조사후, 의 무게

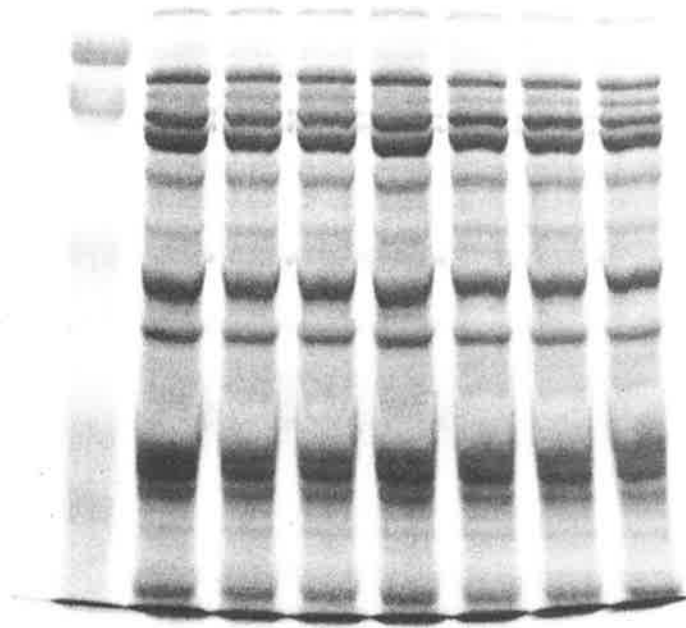
마이크로웨이브 출력조건	호흡을 용기의 용적	시료조사전 무게(g)	시료조사후 무게(g)	품온10℃일때 의 무게(g)
Initial	1.860	125.64	-	124.73
100Watt90s	1.840	111.75	111.53	111.29
100Watt90(60)90s	1.855	107.53	107.00	105.36
300Watt90s	1.800	108.63	107.84	105.87
300Watt90(60)90s	1.890	118.30	116.09	114.44
600Watt90s	1.780	114.61	113.90	113.31
600Watt90(60)90s	1.819	115.33	113.35	111.85

Table 24. 감자(10℃ 저장)를 마이크로웨이브로 조사 시켰을 때의 품온온도

조사선량	온도	조사직후의 품온온도 측정값	이른치 온도
Initial		22.6℃	
100Watt 90s		36.8℃	100Watt 40℃
100Watt 90(60)90s		53.4℃	
300Watt 90s		66.9℃	300Watt 85℃
300Watt 90(60)90s		93.2℃	
600Watt 90s		81.4℃	600Watt 100℃
600Watt 90(60)90s		95.1℃	

Table 25. 25℃에 저장한 감자의 마이크로파 처리조건에 따른 온도변화

조사선량 \ 조건	max. tem(℃)	min. tem(℃)	Avg. tem(℃)	최고온도에서 최저온도까지의 시간	25℃까지 걸린시간
Initial					
100Watt90s	29.2	24.5	25.2	2시간 13분 40초	1시간 24분 34초
100Watt90(60)90s	31.0	24.7	26.1	4시간 24분 26초	2시간 49분 38초
300Watt90s	35.0	23.7	25.9	4시간 20분 32초	1시간 47분 25초
300Watt90(60)90s	35.1	25.1	26.7	3시간 53분 19초	4시간 25분 53초
600Watt90s	37.5	24.7	26.6	4시간 25분 24초	1시간 55분 12초
600Watt90(60)90s	40.9	23.4	25.5	4시간 25분 53초	1시간 20분 12초



SD s1 s2 s3 s4 s5 s6 s7

s1 : Initial s2 : 100Watt/90s
s3 : 100Watt/90(60)90s s4 : 300Watt/90s
s5 : 300Watt/90(60)90s s6 : 600Watt/90s
s7 : 600Watt/90(60)90s

Fig. 2. 대두(조사직후)의 단백질 전기영동 패턴

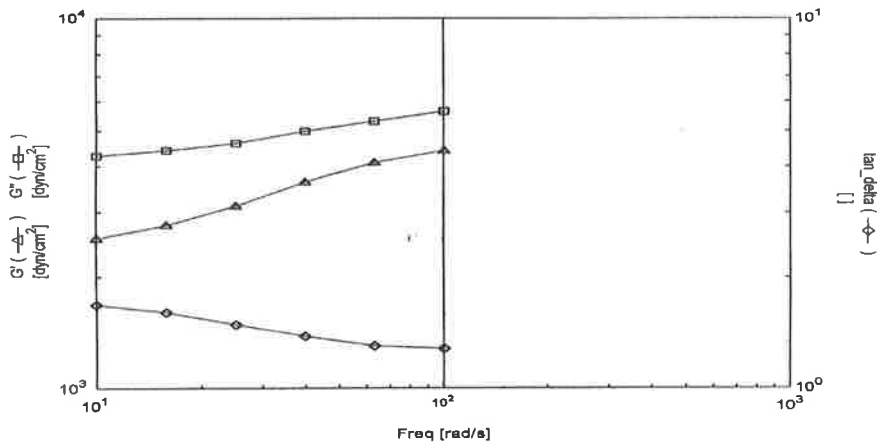
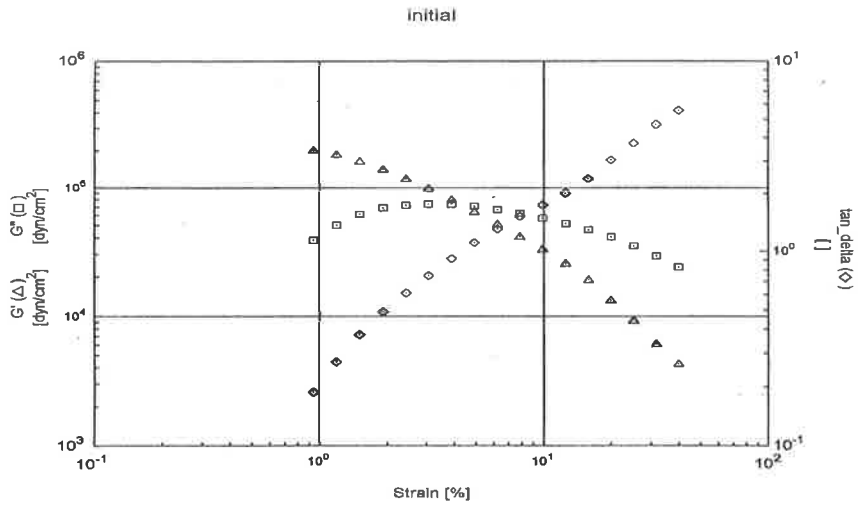


Fig. 3. 가래떡(control)의 점탄성

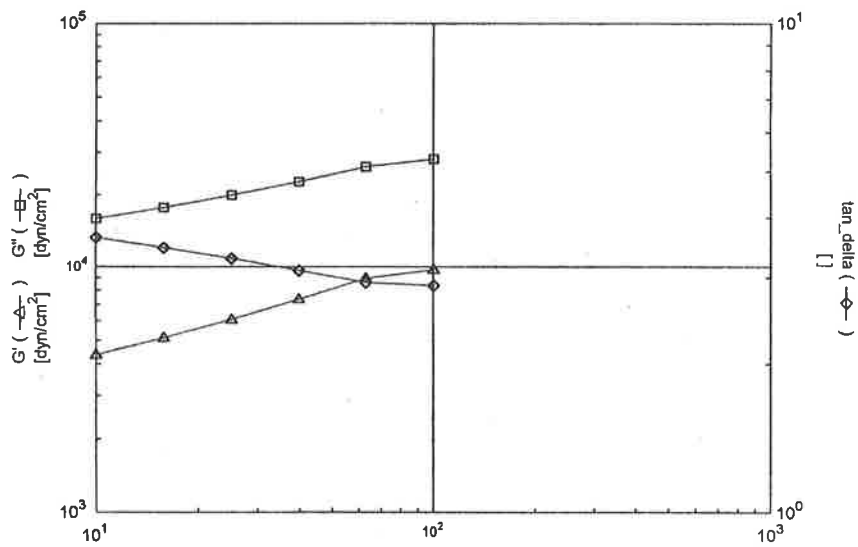
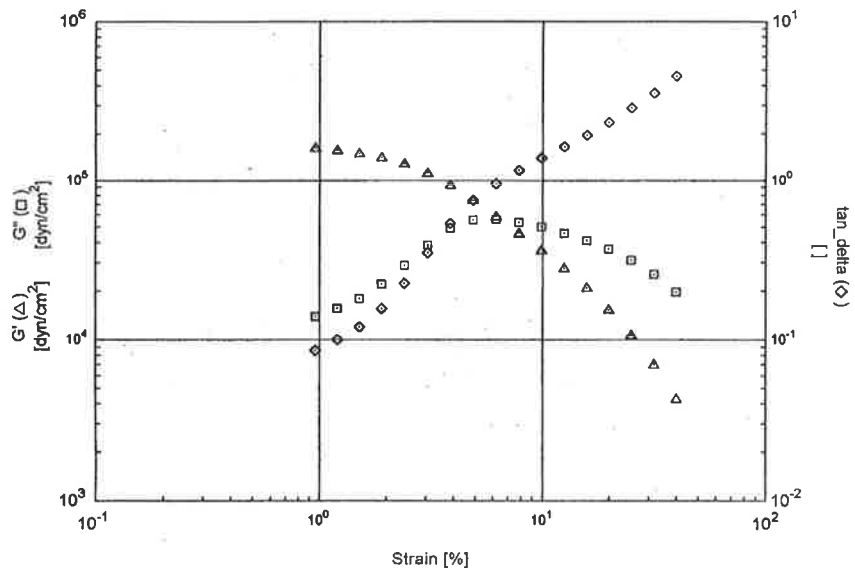


Fig. 4. 가래떡(조사 후 포장, 100Watt90s)의 점탄성

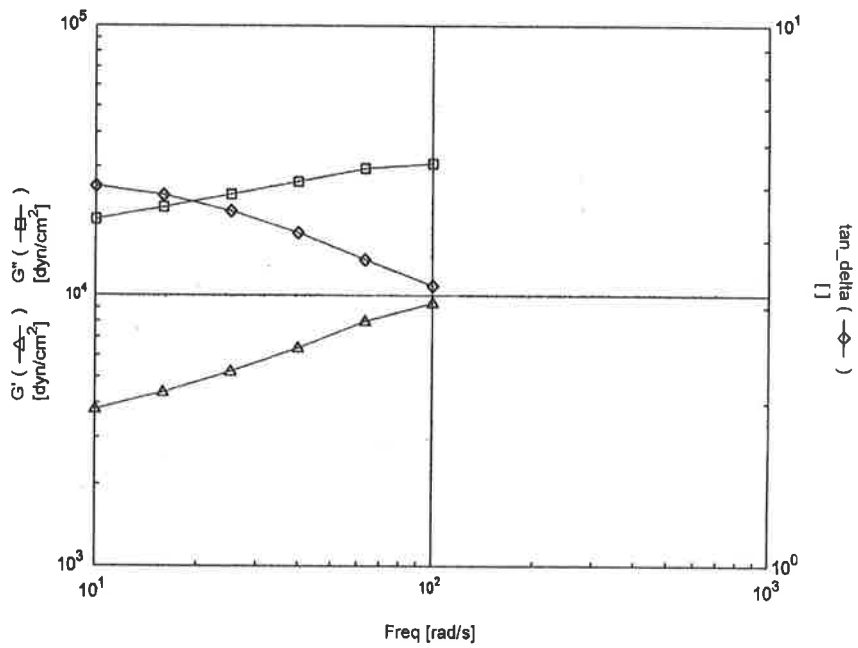
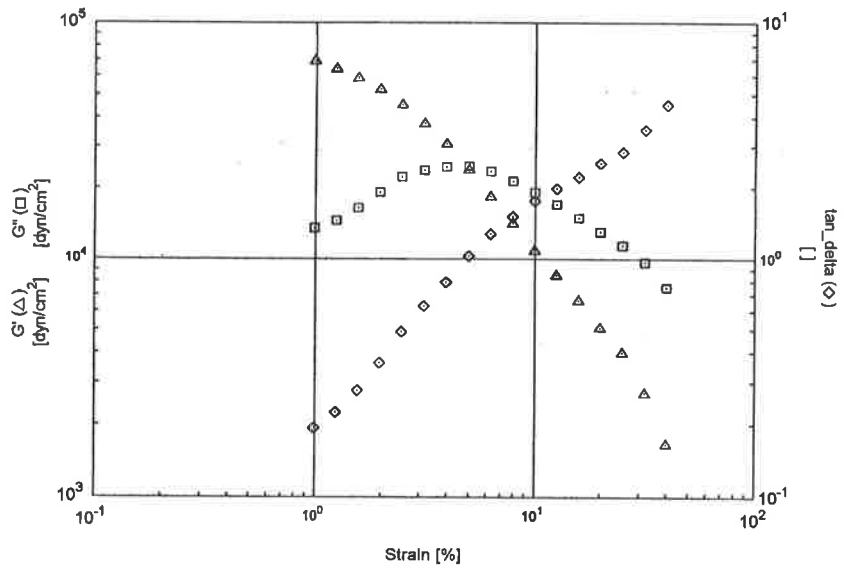


Fig. 5. 가래떡(조사 후 포장, 100Watt90(60)90s)의 점탄성

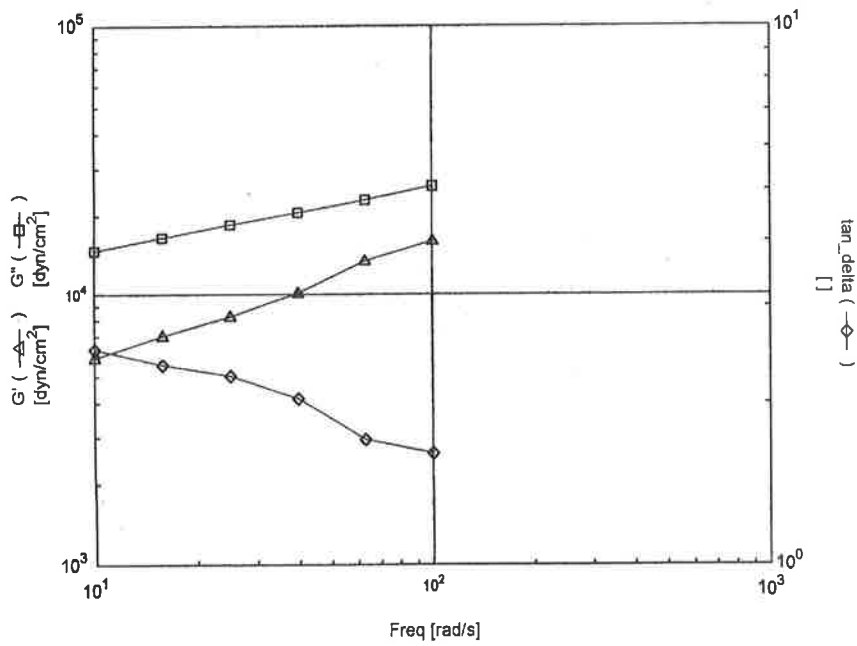
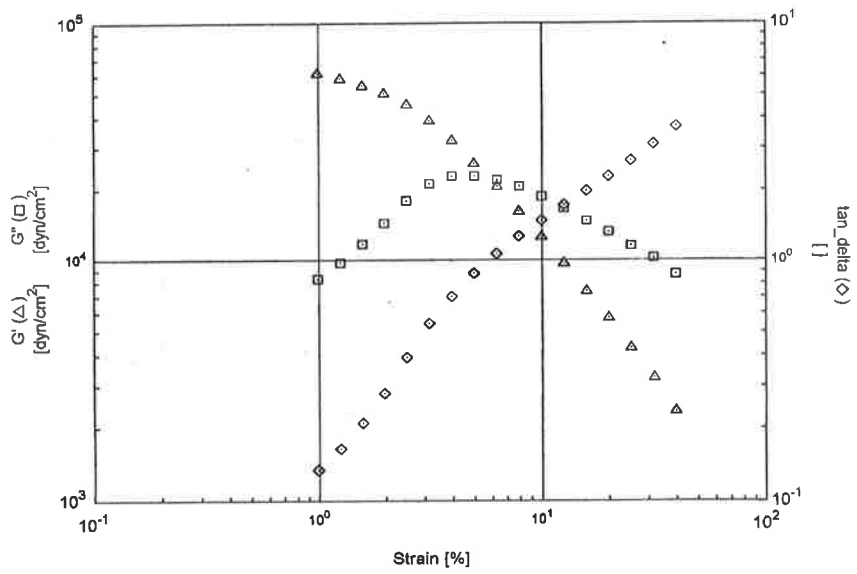


Fig. 6. 가래떡(조사 후 포장, 300Watt90s)의 점탄성

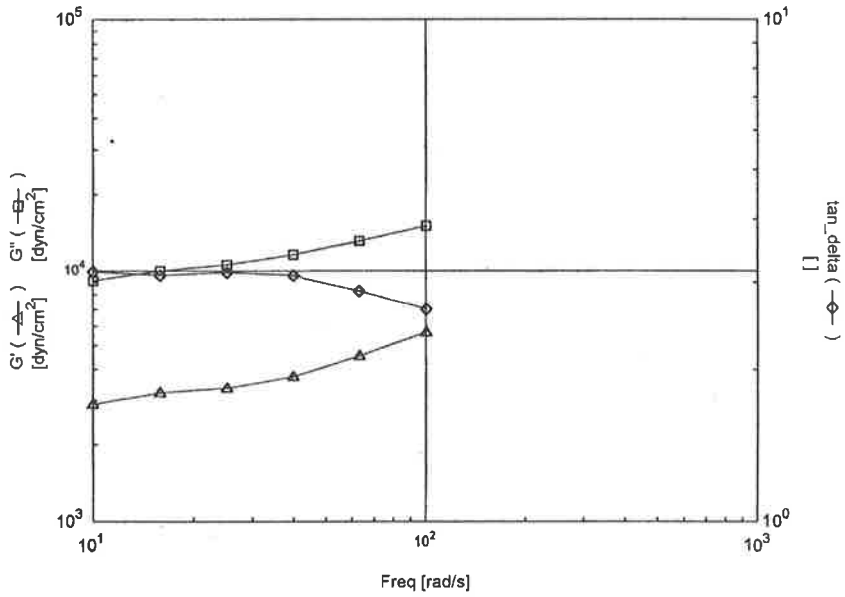
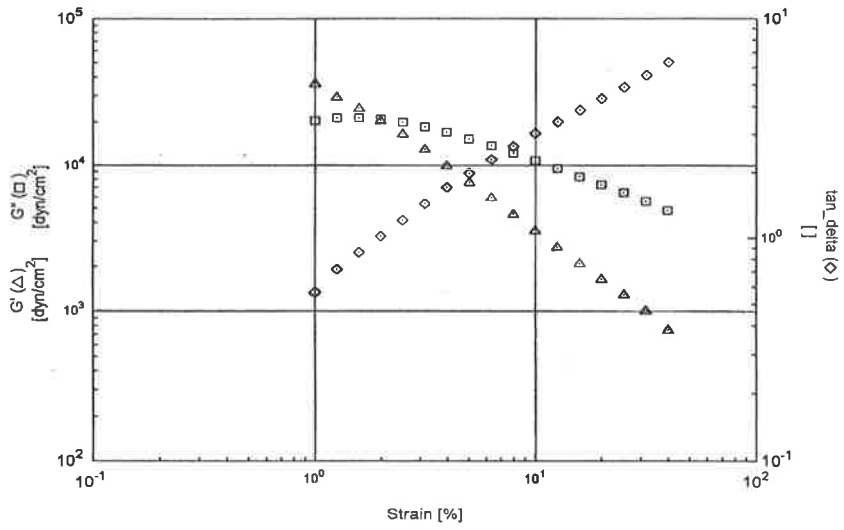


Fig. 7. 가래떡(조사 후 포장, 300Watt90(60)90s)의 점탄성

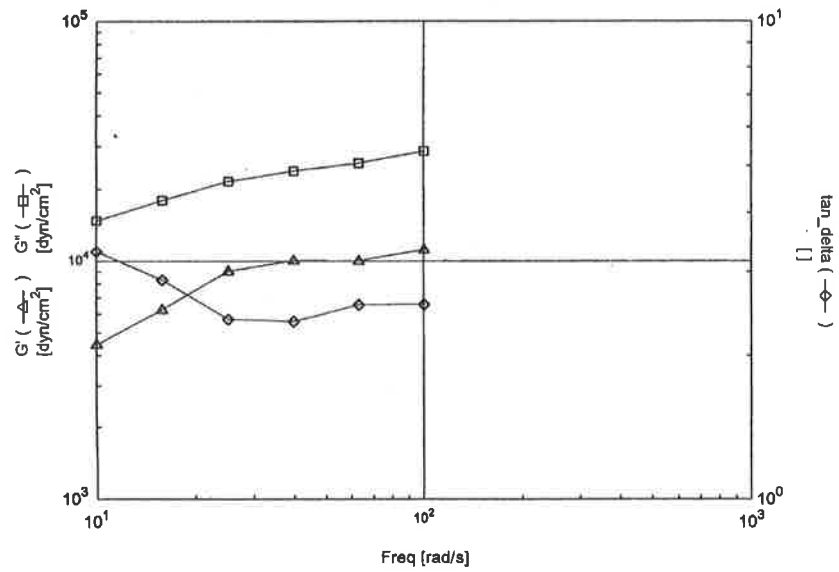
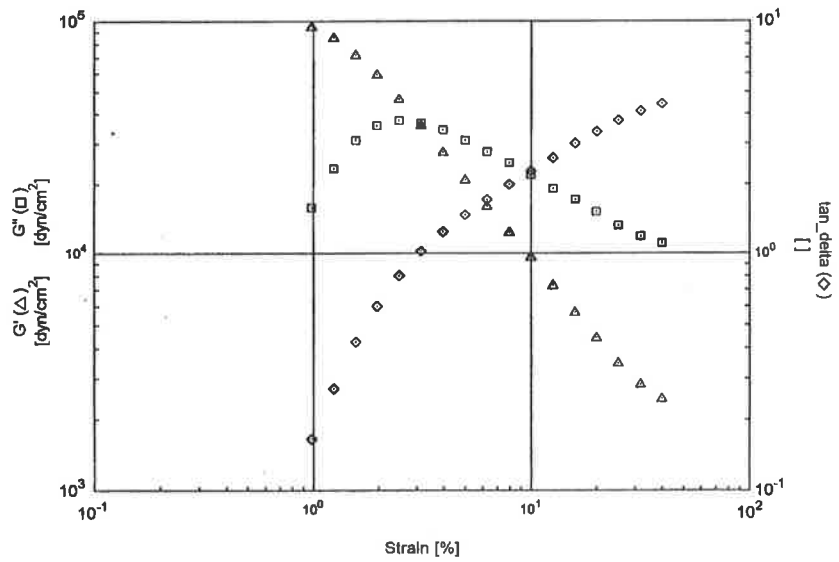


Fig. 8. 가래떡(조사 후 포장, 600Watt90s)의 점탄성

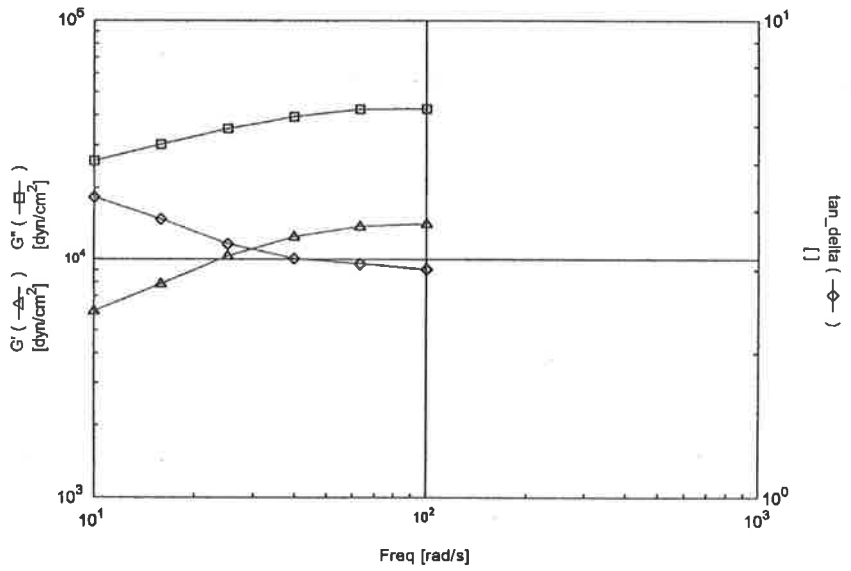
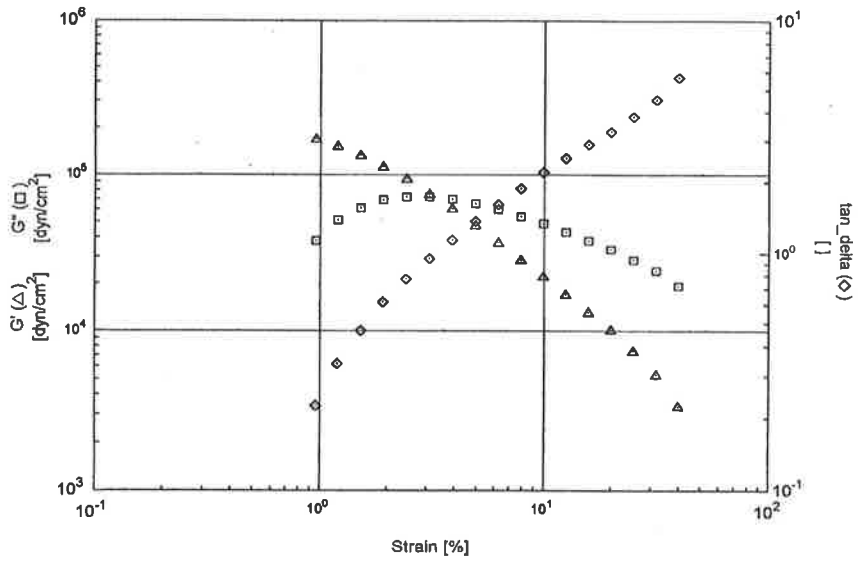


Fig. 9. 가래떡(조사 후 포장, 600Watt90(60)90s)의 점탄성

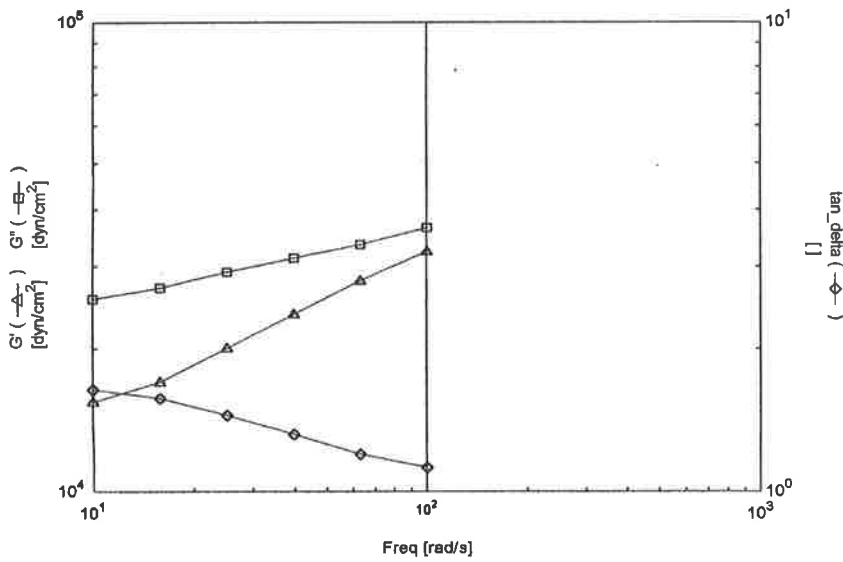
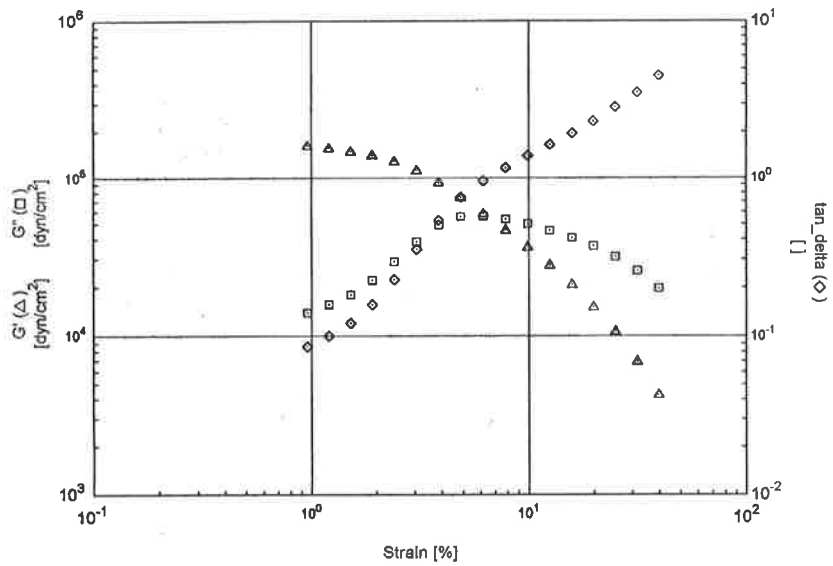


Fig. 10. 가래떡(포장 후 조사, 100Watt90s)의 점탄성

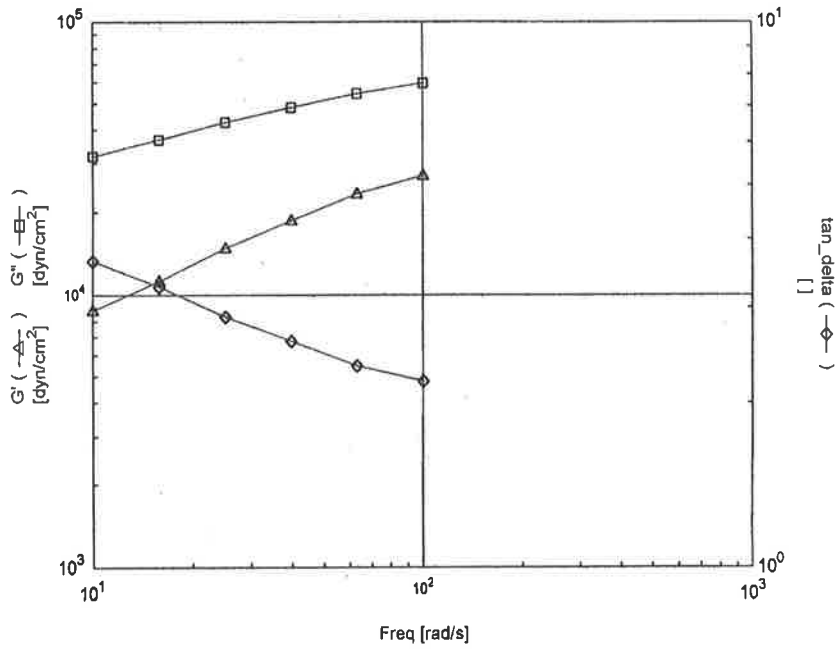
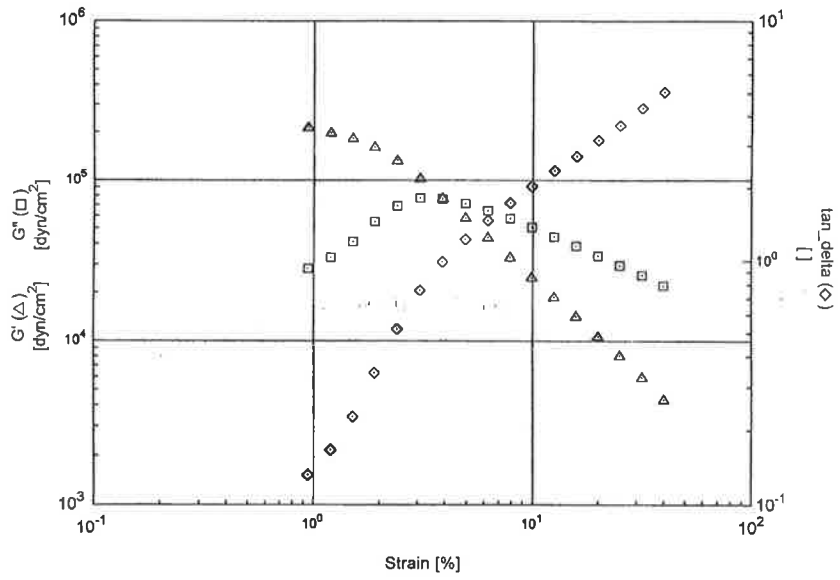


Fig. 11. 가래떡(포장 후 조사, 100Watt90(60)90s)의 점탄성

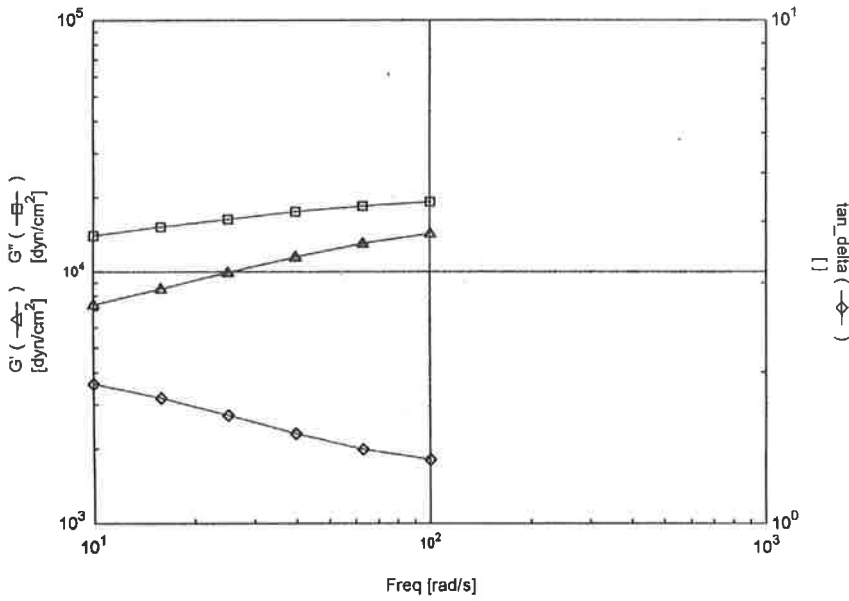
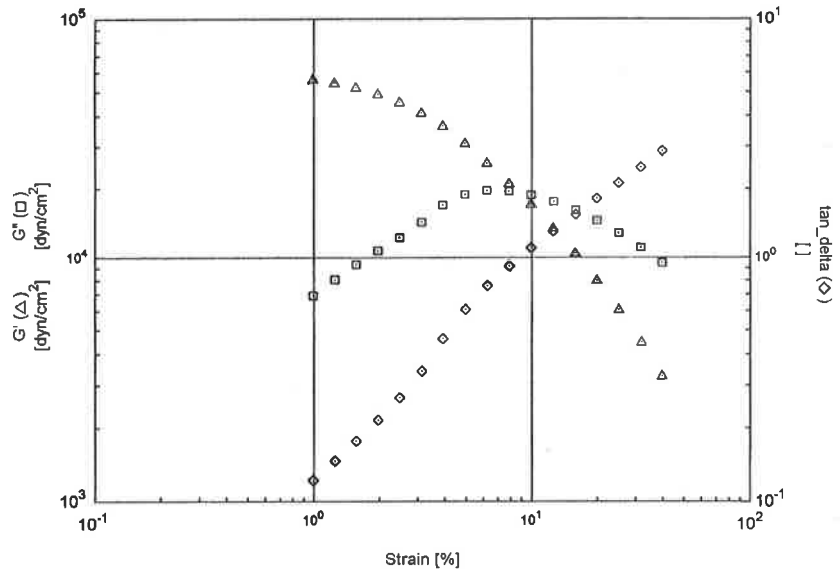


Fig. 12. 가래떡(포장 후 조사, 300Watt90s)의 점탄성

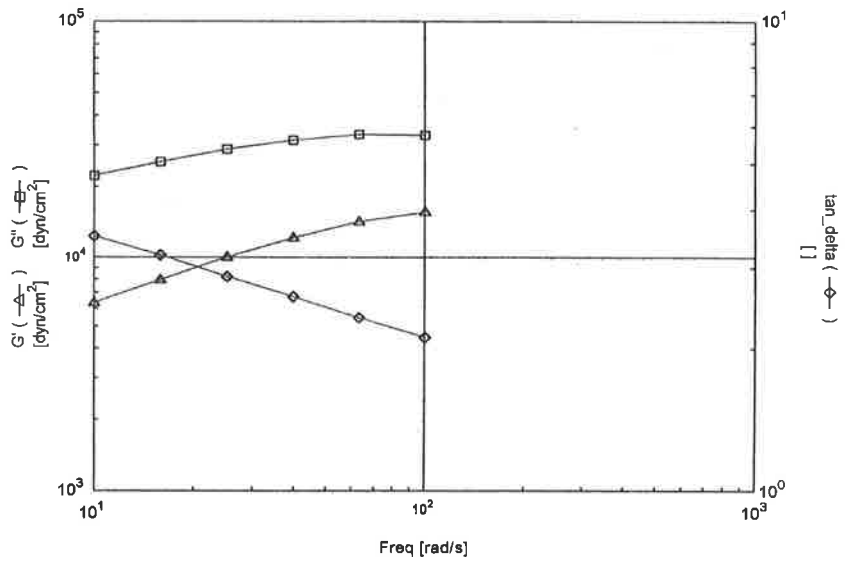
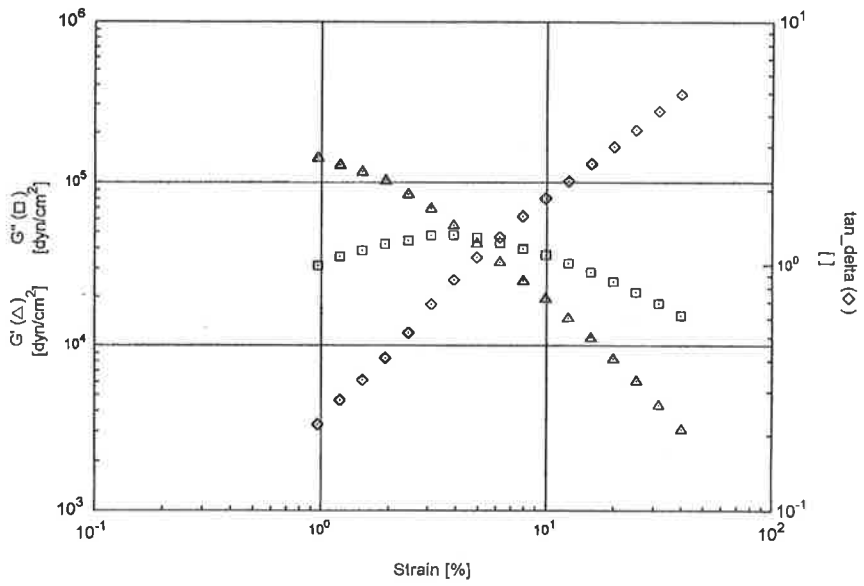


Fig. 13. 가래떡(포장 후 조사, 300Watt90(60)90s)의 점탄성

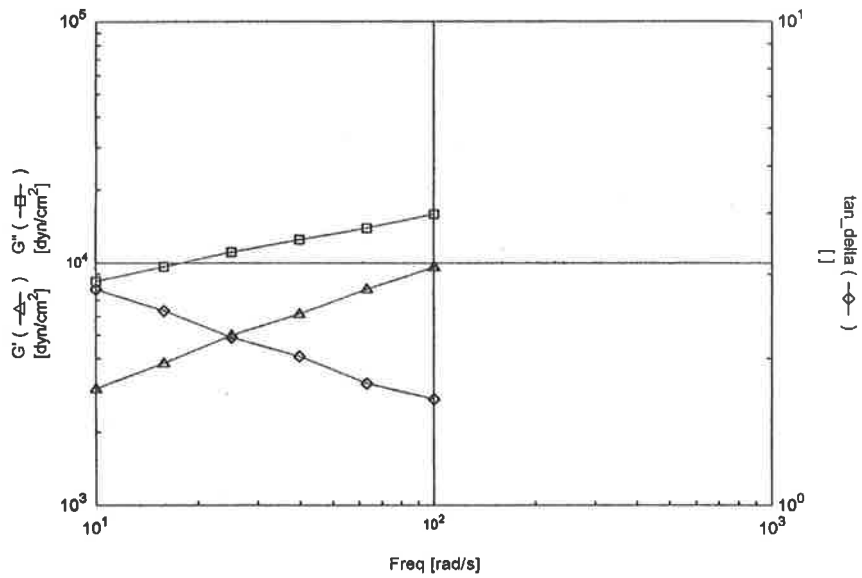
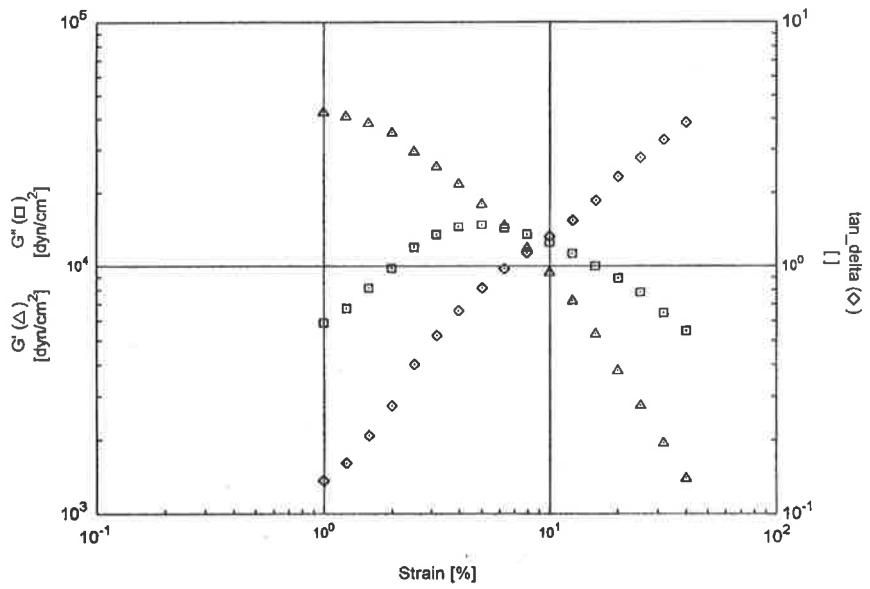


Fig. 14. 가래떡(포장 후 조사 600watt90s)의 점탄성

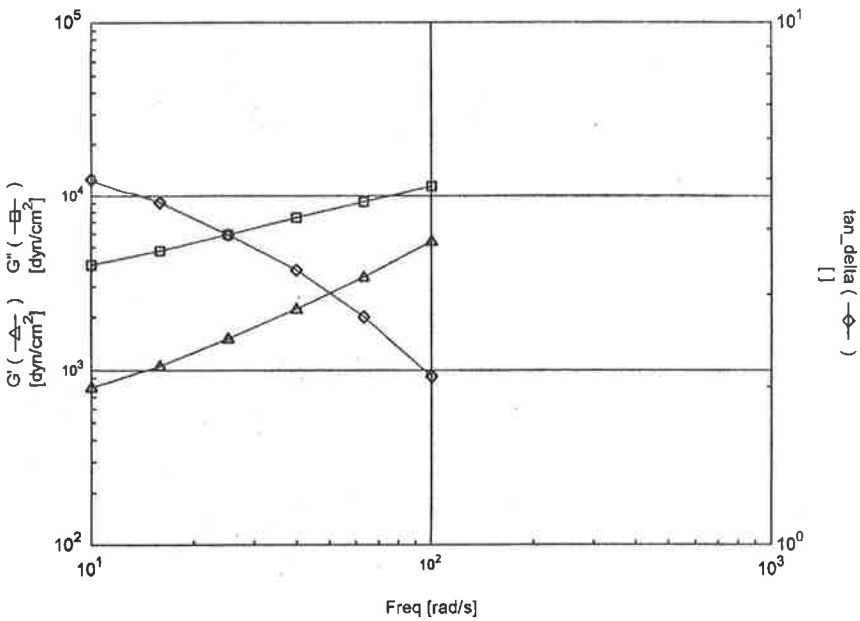
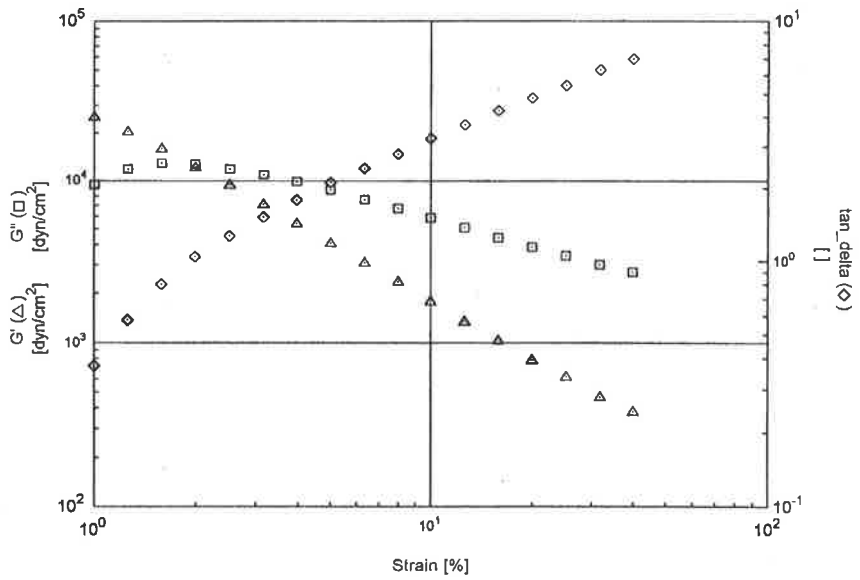
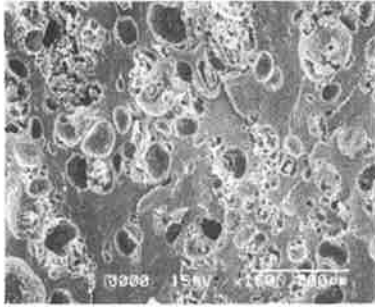
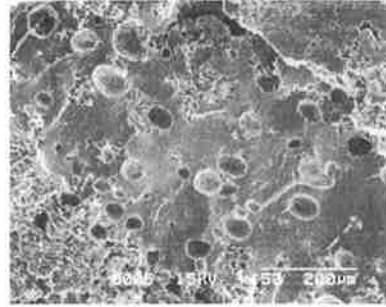


Fig. 15. 가래떡(포장 후 조사, 600Watt90(60)90s)의 점탄성



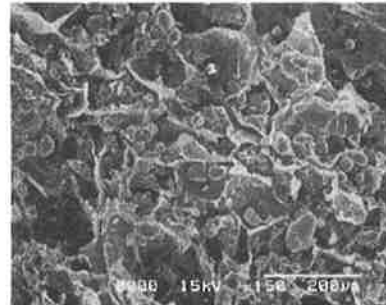
가래떡 control



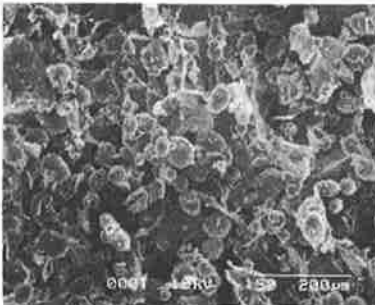
가래떡 300Watt90(60)90s



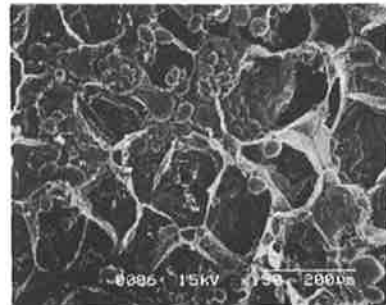
가래떡 600Watt90s



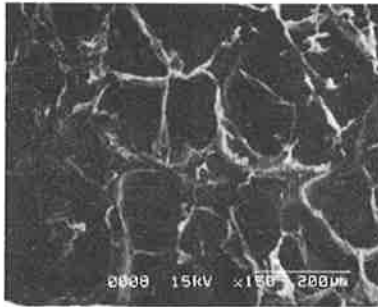
감자 control



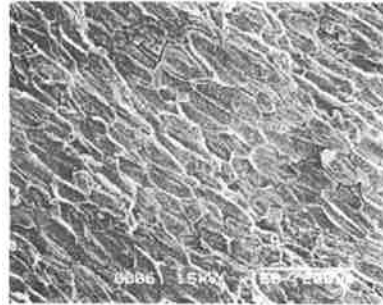
감자100Watt90(60)90s



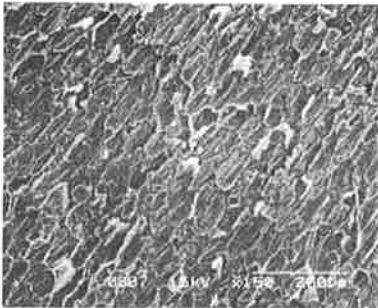
감자300Watt90(60)90s



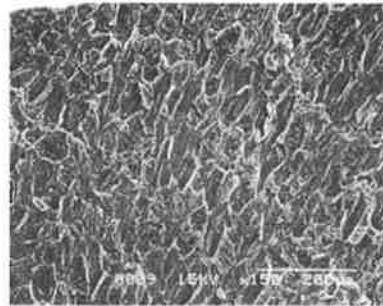
감자600Watt90(60)90s



대두 control



대두300Watt90(60)90s



대두600Watt90(60)90s

Fig.16. Microstructure of samples on various microwave treatments

2. 농산물 시료의 1개월 저장 후 이화학적 품질 특성

Table 26. 저장 후 대두, 감자의 증량변화 (단위-g)

조사조건	항목 저장 온도	대두(1개월저장)		%	감자(1개월저장)		%
		조사전	조사후		조사전	조사후	
Initial	4℃	200.0	198.8	0.6	186.3	185.1	0.6
	25℃	200.4	196.5	1.9	174.1	180.5	+3.7
100Watt90s	4℃	200.1	198.8	0.6	156.5	155.2	0.8
	25℃	200.3	196.2	2.0	174.7	182.3	+4.4
100Watt90(60)90s	4℃	200.0	198.0	1.0	130.9	129.3	1.2
	25℃	200.6	196.7	1.9	160.7	167.7	+4.4
300Watt90s	4℃	200	197.7	1.2	168.4	166.7	1.0
	25℃	200.9	196.4	2.2	144.6	152.6	+5.5
300Watt90(60)90s	4℃	200.5	195.3	2.6	142.5	140.2	1.6
	25℃	200.0	193.3	3.4	157.6	165.2	+4.8
600Watt90s	4℃	200.5	197.4	1.5	118.5	117.0	1.3
	25℃	200.2	195.4	2.4	165.3	172.5	+4.4
600Watt90(60)90s	4℃	200.2	195.1	2.5	140.2	137.4	2.0
	25℃	200.5	194.8	2.8	146.5	151.9	3.7

Table 27. MW 처리 후 진공포장, 진공포장 후 MW처리, MW/Vacuum처리 후 진공포장한 가래떡의 증량변화 (단위-g)

조사 조건	항목 저장 온도	MW 처리후 진공포장한 가래떡(1개월저장)			진공 포장후 MW처리한 가래떡(1개월저장)			MW/Vacuum처리 후 진공포장한 가래떡(1개월저장)		
		조사전	조사후	%	조사전	조사후	%	조사전	조사후	%
		Initial	4℃	199.8	194.8	2.5	-	-	-	-
	25℃	203.2	195.3	3.9	-	-	-	-	-	-
100Watt	4℃	192.47	190.3	1.1	202.13	196.96	2.6	300.66	298.23	0.8
90s	25℃	204.88	200.4	2.2	205.36	197.72	3.7	225.82	218.89	3.1
100Watt	4℃	200.72	198.2	1.2	191.34	186.14	2.7	224.82	220.56	1.9
90(60)90s	25℃	211.85	205.3	3.1	204.25	196.19	4.0	220.46	210.6	4.5
300Watt	4℃	200.74	196.6	2.0	205.99	200.61	2.6	224.95	218.93	2.7
90s	25℃	195.34	188.0	3.7	200.58	190.67	4.9	223.12	213.33	4.4
300Watt	4℃	190.48	180.6	5.2	197.97	192.93	2.5	225.55	214.71	4.8
90(60)90s	25℃	208.27	192.5	7.7	205.69	196.19	4.6	221.03	203.16	8.1
600Watt	4℃	194.51	190.5	2.1	216.73	213.40	1.5	224.66	216.88	3.5
90s	25℃	199.06	190.7	4.2	197.57	188.33	4.7	222.83	211.80	4.9
600Watt	4℃	190.59	182.8	4.1	244.49	240.68	1.6	221.87	215.2	3.0
90(60)90s	25℃	202.68	191.49	5.5	232.39	227.5	2.1	220.62	200.04	9.3

% : 조사전과 조사후의 증량변화의 값(백분율)을 의미한다.

Table 28. MW조사 후 진공포장한 감자 (4℃저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{***}	b ^{***}
Initial	61.81 ^c	0.55 ^a	21.17 ^{bc}
100Watt90s	66.70 ^d	0.87 ^a	22.96 ^b
100Watt90(60)90s	70.79 ^a	-2.51 ^d	25.25 ^a
300Watt90s	62.68 ^c	-0.43 ^b	25.88 ^a
300Watt90(60)90s	69.98 ^a	-1.14 ^c	19.99 ^c
600Watt90s	69.22 ^{ab}	-1.08 ^c	21.83 ^{bc}
600Watt90(60)90s	56.42 ^d	-2.11 ^d	11.82 ^d

Table 29. MW조사 후 진공포장한 대두 (4℃ 및 25℃ 저장)의 색차값

조사조건 \ 대두색차값	L ^{***}		a ^{***(*)}		b ^{***(*)}	
	4℃	25℃	4℃	25℃	4℃	25℃
Initial	88.18 ^d	89.06 ^c	-2.40 ^b	-1.95 ^b	20.06 ^a	18.17 ^a
100Watt90s	87.87 ^e	88.64 ^d	-2.63 ^d	-1.75 ^a	19.50 ^b	17.78 ^{bc}
100Watt90(60)90s	88.51 ^c	89.39 ^{bc}	-2.59 ^d	-1.93 ^b	19.09 ^c	18.07 ^{ab}
300Watt90s	89.16 ^b	89.47 ^{bc}	-2.81 ^e	-1.94 ^b	19.94 ^a	17.95 ^{abc}
300Watt90(60)90s	89.62 ^a	90.08 ^a	-2.38 ^b	-1.93 ^b	18.70 ^d	17.99 ^{ab}
600Watt90s	89.29 ^b	89.75 ^{ab}	-2.50 ^c	-1.99 ^b	18.86 ^{cd}	17.62 ^c
600Watt90(60)90s	89.73 ^a	89.44 ^{bc}	-2.16 ^a	-1.86 ^b	18.13 ^e	17.86 ^{abc}

Table 30. MW조사 후 진공포장한 가래떡 (4℃저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a	b
Initial	78.59 ^{ab}	-1.74 ^a	7.44 ^{ab}
100Watt90s	77.60 ^{bc}	-1.88 ^{ab}	8.19 ^a
100Watt90(60)90s	79.42 ^a	-1.98 ^b	8.02 ^a
300Watt90s	77.36 ^{bc}	-1.83 ^{ab}	8.26 ^a
300Watt90(60)90s	76.52 ^{cd}	-1.79 ^{ab}	7.90 ^a
600Watt90s	75.64 ^d	-1.93 ^{ab}	6.70 ^b
600Watt90(60)90s	77.55 ^{bc}	-1.79 ^{ab}	7.62 ^{ab}

Table 31. MW조사 후 진공포장한 가래떡 (25℃저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{***}	b ^{***}
Initial	76.67 ^c	-1.29 ^b	9.97 ^{cd}
100Watt90s	77.97 ^{ab}	-1.33 ^b	10.12 ^{cd}
100Watt90(60)90s	75.58 ^d	-0.49 ^a	14.34 ^a
300Watt90s	76.53 ^c	-0.65 ^a	12.88 ^{ab}
300Watt90(60)90s	77.44 ^b	-1.21 ^b	11.48 ^{bc}
600Watt90s	78.31 ^a	-1.24 ^b	10.33 ^{cd}
600Watt90(60)90s	76.43 ^c	-1.16 ^b	9.21 ^d

Table 32. 진공포장 후 MW조사한 가래떡 (4℃저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{***}	b ^{***}
100Watt90s	76.25 ^a	-1.84 ^{ab}	7.70 ^a
100Watt90(60)90s	75.32 ^{ab}	-1.78 ^{ab}	6.81 ^{ab}
300Watt90s	76.11 ^c	-1.75 ^{ab}	7.19 ^a
300Watt90(60)90s	68.19 ^c	-2.19 ^c	5.11 ^c
600Watt90s	74.64 ^{ab}	-1.92 ^b	6.99 ^{ab}
600Watt90(60)90s	73.52 ^b	-1.71 ^a	6.09 ^b

Table 33. 진공포장 후 MW조사한 가래떡 (25℃저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a [*]	b [*]
100Watt90s	76.16 ^a	-0.97 ^{ab}	10.79 ^{ab}
100Watt90(60)90s	74.72 ^{ab}	-0.88 ^a	11.35 ^a
300Watt90s	75.73 ^a	-1.75 ^c	7.71 ^{abc}
300Watt90(60)90s	71.63 ^d	-1.80 ^c	4.76 ^c
600Watt90s	72.83 ^{cd}	-1.43 ^{abc}	9.6 ^{abc}
600Watt90(60)90s	73.96 ^{bc}	-1.53 ^{bc}	5.79 ^{bc}

Table 34. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡 (4℃저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a [*]	b
100Watt90s	77.29 ^a	-1.60 ^a	6.53 ^b
100Watt90(60)90s	77.02 ^a	-1.65 ^a	6.62 ^b
300Watt90s	77.51 ^a	-1.58 ^a	6.98 ^{ab}
300Watt90(60)90s	75.19 ^b	-1.60 ^a	7.07 ^{ab}
600Watt90s	75.33 ^b	-1.63 ^a	7.87 ^a
600Watt90(60)90s	73.99 ^c	-1.77 ^b	6.70 ^b

Table 35. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡 (25℃저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{**}	b [*]
100Watt90s	82.91 ^a	-1.73 ^b	8.88 ^b
100Watt90(60)90s	76.08 ^{cd}	-1.04 ^a	10.36 ^{ab}
300Watt90s	77.93 ^b	-1.31 ^a	9.97 ^{ab}
300Watt90(60)90s	74.47 ^e	-1.31 ^a	9.11 ^b
600Watt90s	75.07 ^{de}	-1.24 ^a	9.35 ^b
600Watt90(60)90s	77.25 ^{bc}	-1.21 ^a	11.23 ^a

*** p=0.001수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

** p=0.01수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

* p=0.05수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 36. 1개월 저장 후 각 시료의 관능검사 결과

Table 36-1. MW조사 후 진공포장한 감자 (4℃저장)의 관능검사

조사조건	결로상태*	색	외관	부패 정도	발아 정도	조직감	종합적 기호도
Initial	2.5 ^{abc}	4.3 ^a	2.3 ^{ab}	2.5 ^{ab}	7.5 ^a	3.8 ^a	3.5 ^a
100Watt90s	4.0 ^{ab}	4.3 ^a	3.0 ^{ab}	3.0 ^{ab}	8.0 ^a	3.3 ^a	4.5 ^a
100Watt90(60)90s	1.5 ^{bc}	5.3 ^a	4.0 ^{ab}	1.5 ^b	8.3 ^a	5.0 ^a	3.8 ^a
300Watt90s	1.3 ^c	3.5 ^a	4.0 ^{ab}	3.3 ^{ab}	8.5 ^a	3.8 ^a	3.3 ^a
300Watt90(60)90s	4.8 ^a	4.3 ^a	3.8 ^{ab}	3.8 ^{ab}	8.5 ^a	5.5 ^a	4.5 ^a
600Watt90s	4.5 ^a	3.3 ^a	4.5 ^a	3.3 ^{ab}	8.5 ^a	3.8 ^a	3.8 ^a
600Watt90(60)90s	5.3 ^a	3.0 ^a	1.8 ^b	4.0 ^a	9.0 ^a	3.3 ^a	2.5 ^a

Table 36-2. MW조사 후 진공포장한 대두 (4℃저장)의 관능검사

조사조건	결로상태	색	외관	부패 정도	발아 정도	조식감	종합적 기호도
Initial	8.3 ^a	6.5 ^a	7.5 ^a	8.0 ^a	8.3 ^a	6.5 ^a	7.3 ^a
100Watt90s	8.0 ^a	6.3 ^a	6.8 ^a	8.3 ^a	8.3 ^a	7.5 ^a	7.0 ^a
100Watt90(60)90s	8.5 ^a	7.8 ^a	7.3 ^a	8.8 ^a	8.3 ^a	7.8 ^a	7.3 ^a
300Watt90s	8.3 ^a	6.5 ^a	7.5 ^a	8.8 ^a	8.8 ^a	7.3 ^a	7.5 ^a
300Watt90(60)90s	8.0 ^a	6.8 ^a	6.5 ^a	8.5 ^a	8.3 ^a	8.0 ^a	6.8 ^a
600Watt90s	8.5 ^a	7.3 ^a	6.3 ^a	8.5 ^a	8.8 ^a	5.8 ^a	6.5 ^a
600Watt90(60)90s	8.3 ^a	6.5 ^a	6.5 ^a	8.8 ^a	9.0 ^a	6.8 ^a	6.8 ^a

Table 36-3. MW조사 후 진공포장한 대두 (25℃저장)의 관능검사

조사조건	결로상태	색	외관	부패 정도	발아 정도	조식감	종합적 기호도
Initial	7.5 ^a	6.0 ^{bc}	5.0 ^b	7.3 ^a	8.0 ^a	8.3 ^a	6.8 ^a
100Watt90s	6.8 ^a	5.8 ^c	6.5 ^a	7.8 ^a	8.0 ^a	8.0 ^a	7.3 ^a
100Watt90(60)90s	8.3 ^a	7.8 ^{ab}	6.0 ^a	6.8 ^a	8.0 ^a	8.0 ^a	7.8 ^a
300Watt90s	7.8 ^a	7.0 ^{abc}	6.0 ^a	7.5 ^a	8.5 ^a	7.5 ^a	7.0 ^a
300Watt90(60)90s	8.0 ^a	6.8 ^{abc}	7.3 ^c	8.0 ^a	8.8 ^a	8.3 ^a	8.0 ^a
600Watt90s	8.3 ^a	8.0 ^a	6.4 ^a	6.8 ^a	8.3 ^a	8.3 ^a	7.3 ^a
600Watt90(60)90s	8.5 ^a	6.5 ^{abc}	5.8 ^b	7.3 ^a	9.0 ^a	7.8 ^a	7.0 ^a

Table 36-4. MW 조사 후 진공포장한 가래떡(4℃저장)의 관능검사

조사조건	결로상태***	색*	외관*	부패정도**	조식감	종합적 기호도**
Initial	2.5 ^c	4.8 ^{bc}	3.0 ^b	4.0 ^{bc}	5.0 ^a	3.3 ^b
100Watt90s	2.5 ^c	3.8 ^c	3.0 ^b	3.0 ^c	3.3 ^a	3.5 ^b
100Watt90(60)90s	6.8 ^a	7.5 ^a	6.5 ^a	7.8 ^a	5.0 ^a	6.8 ^a
300Watt90s	5.0 ^{ab}	3.8 ^c	4.5 ^{ab}	2.3 ^c	5.5 ^a	4.5 ^{ab}
300Watt90(60)90s	6.8 ^a	4.8 ^{bc}	5.8 ^{ab}	6.8 ^{ab}	5.5 ^a	4.8 ^{ab}
600Watt90s	6.8 ^a	6.0 ^{abc}	6.0 ^a	6.8 ^{ab}	5.5 ^a	6.0 ^a
600Watt90(60)90s	3.5 ^{bc}	6.5 ^{ab}	5.3 ^{ab}	6.8 ^{ab}	6.3 ^a	6.5 ^a

Table 36-5. MW 조사 후 진공포장한 가래떡(25℃저장)의 관능검사

조사조건	결로상태***	색***	외관*	부패정도	조직감***	종합적 기호도***
Initial	3.3 ^{bc}	6.0 ^{ab}	5.8 ^a	1.8 ^b	5.5 ^{abc}	6.0 ^a
100Watt90s	7.0 ^a	6.5 ^a	5.5 ^{ab}	5.3 ^a	6.8 ^a	5.8 ^a
100Watt90(60)90s	2.3 ^c	2.5 ^{cd}	3.3 ^{abc}	2.8 ^{ab}	2.5 ^d	1.5 ^c
300Watt90s	1.5 ^c	1.5 ^d	1.5 ^c	2.5 ^{ab}	3.0 ^d	1.5 ^c
300Watt90(60)90s	5.0 ^{ab}	4.5 ^{abc}	5.3 ^{ab}	4.8 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.3 ^a
600Watt90s	3.0 ^{bc}	3.8 ^c	3.5 ^{abc}	4.8 ^{ab}	4.3 ^{bcd}	4.3 ^{ab}
600Watt90(60)90s	6.0 ^a	4.3 ^{bc}	2.8 ^{bc}	5.5 ^a	3.8 ^{cd}	2.5 ^{bc}

Table 36-6. 진공포장 후 MW처리한 가래떡(4℃저장)의 관능검사

조사조건	결로상태*	색	외관*	부패정도	조직감	종합적 기호도
100Watt90s	6.0 ^a	7.0 ^a	8.0 ^a	4.0 ^b	6.3 ^a	6.7 ^{ab}
100Watt90(60)90s	6.7 ^a	6.0 ^{ab}	6.3 ^a	4.0 ^b	7.0 ^a	7.0 ^a
300Watt90s	5.3 ^a	5.0 ^{ab}	4.7 ^b	4.0 ^b	5.7 ^{ab}	4.7 ^{bc}
300Watt90(60)90s	6.3 ^a	5.7 ^{ab}	4.3 ^b	4.7 ^b	5.0 ^{ab}	4.3 ^c
600Watt90s	6.7 ^a	5.3 ^{ab}	5.3 ^b	6.0 ^{ab}	5.3 ^{ab}	5.7 ^{abc}
600Watt90(60)90s	3.3 ^b	4.0 ^b	4.0 ^b	7.3 ^a	3.7 ^b	3.7 ^c

Table 36-7. 진공포장 후 MW처리한 가래떡(25℃저장)의 관능검사

조사조건	결로상태	색	외관	부패정도	조직감	종합적 기호도
100Watt90s	4.6 ^a	3.3 ^a	3.0 ^a	2.7 ^a	3.3 ^a	2.7 ^a
100Watt90(60)90s	4.3 ^a	3.7 ^a	3.7 ^a	3.7 ^a	4.0 ^a	3.7 ^a
300Watt90s	4.0 ^a	4.0 ^a	4.7 ^a	4.0 ^a	4.3 ^a	3.7 ^a
300Watt90(60)90s	4.7 ^a	4.7 ^a	4.3 ^a	4.3 ^a	5.0 ^a	4.0 ^a
600Watt90s	2.7 ^a	4.7 ^a	3.0 ^a	3.3 ^a	2.7 ^a	2.7 ^a
600Watt90(60)90s	5.0 ^a	6.7 ^a	5.3 ^a	4.7 ^a	4.7 ^a	5.0 ^a

Table 36-8. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡 (4℃저장)의 관능검사

조사조건	결로상태***	색***	외관**	부패정도	조직감*	종합적 기호도***
100Watt90s	6.3 ^{ab}	6.0 ^b	5.7 ^{ab}	6.7 ^a	5.0 ^{bc}	6.0 ^{bc}
100Watt90(60)90s	7.7 ^a	7.3 ^a	7.3 ^a	6.7 ^a	8.7 ^a	7.3 ^{ab}
300Watt90s	7.3 ^a	7.3 ^a	7.3 ^a	8.3 ^a	7.0 ^{ab}	9.0 ^a
300Watt90(60)90s	3.7 ^c	4.0 ^{cd}	4.7 ^{bc}	5.7 ^a	4.0 ^{bc}	4.0 ^d
600Watt90s	4.0 ^c	3.3 ^d	3.3 ^c	7.3 ^a	3.7 ^c	4.0 ^d
600Watt90(60)90s	5.0 ^{bc}	5.0 ^{bc}	4.7 ^{bc}	7.7 ^a	5.0 ^{bc}	5.0 ^{cd}

Table 36-9. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡(25℃저장)의 관능검사

조사조건	결로상태***	색	외관	부패정도	조직감	종합적 기호도
100Watt90s	3.3 ^d	4.7 ^{ab}	4.7 ^{ab}	4.3 ^a	4.0 ^b	4.0 ^a
100Watt90(60)90s	4.3 ^{cd}	4.0 ^{ab}	4.3 ^{ab}	3.7 ^a	4.0 ^b	4.3 ^a
300Watt90s	5.7 ^{bc}	6.3 ^a	6.7 ^a	5.3 ^a	7.3 ^a	6.3 ^a
300Watt90(60)90s	6.7 ^{ab}	5.0 ^{ab}	5.3 ^{ab}	4.3 ^a	5.3 ^{ab}	4.7 ^a
600Watt90s	7.3 ^a	5.3 ^{ab}	6.0 ^{ab}	4.3 ^a	6.0 ^{ab}	5.3 ^a
600Watt90(60)90s	4.3 ^{cd}	3.7 ^b	3.7 ^b	4.7 ^a	5.0 ^{ab}	3.7 ^a

Table 37.1개월 저장 후(4℃ 저장)감자의 갈변도

Sample	Degree of browning
	(A ₄₂₀)
Initial	0.23
100Watt90s	0.21
100Watt90(60)90s	0.20
300Watt90s	0.27
300Watt90(60)90s	0.16
600Watt90s	0.22
600Watt90(60)90s	0.19
Average A ₄₂₀	0.21

Table 38. 1개월 저장 후 시료의 부패율과 발아율

Table 38-1. 가래떡의 부패율

마이크로웨이브 조사조건	저장 온도	Mw처리후 진공포장한 경우	진공포장후 Mw처리한 경우	Mw/Vacuum 처리후 진공포장한 경우
Initial	4℃	37.5%		
	25℃	33.3%		
100Watt90s	4℃	15.1%	20%	0%
	25℃	30%	30%	6%
100Watt90(60)90s	4℃	12.5%	15%	0%
	25℃	24%	25%	0%
300Watt90s	4℃	25%	10%	0%
	25℃	27.5%	20%	0%
300Watt90(60)90s	4℃	0%	0%	0%
	25℃	16%	12.5%	0%
600Watt90s	4℃	0%	0%	0%
	25℃	10%	7.5%	0%
600Watt90(60)90s	4℃	0%	0%	0%
	25℃	6%	0%	0%

Table 38-2. 대두의 발아율과 부패율

마이크로웨이브 조사조건	저장 온도	Mw처리후 진공포장한 경우 (발아율)	Mw처리후 진공포장한 경우 (부패율)
Initial	4℃	0%	0%
	25℃	0%	15%
100Watt90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	10%
100Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	0%
300Watt90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	0%
300Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	0%
600Watt90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	0%
600Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	0%

Table 38-3. 감자의 발아율과 부패율

마이크로웨이브 조사조건	저장 온도	Mw처리후 진공포장한 경우 (발아율)	Mw처리후 진공포장한 경우 (부패율)
Initial	4℃	0%	67%
100Watt90s	4℃	0%	52%
100Watt90(60)90s	4℃	0%	26%
300Watt90s	4℃	0%	0%
300Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
600Watt90s	4℃	0%	0%
600Watt90(60)90s	4℃	0%	0%

Table 39. 1개월 저장후 각 온도에서의 수분활성도 변화

조사조건	저장 온도	대두	감자	가래떡	가래떡	가래떡
		Mw처리 후 진공포장 한 경우	Mw처리 후 진공포장 한 경우	Mw처리 후 진공포장 한 경우	진공포 장후 Mw처리 한 경우	Mw/Vacu um처리후 진공포장 한 경우
Initial	4℃	0.95	0.97	0.9	-	-
	25℃	0.74	0.74	0.86	-	-
100Watt90s	4℃	0.89	0.86	0.88	1.0	0.85
	25℃	0.71	0.71	0.82	0.98	0.81
100Watt90(60) 90s	4℃	0.85	0.76	0.78	1.0	0.76
	25℃	0.70	0.70	0.79	0.96	0.76
300Watt90s	4℃	0.81	0.72	0.75	1.0	0.71
	25℃	0.69	0.68	0.74	0.93	0.72
300Watt90(60) 90s	4℃	0.74	0.70	0.68	1.0	0.67
	25℃	0.65	0.65	0.69	0.89	0.65
600Watt90s	4℃	0.69	0.63	0.67	0.9	0.65
	25℃	0.62	0.62	0.64	0.88	0.61
600Watt90(60) 90s	4℃	0.62	0.61	0.64	0.9	0.62
	25℃	0.61	0.60	0.63	0.83	0.61

Table 40. 1개월 저장 후 각 시료의 조직감 측정

Table 40-1. 가래떡의 조직감 측정값

Mw조사후 진공포장	저장 온도	탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.97	1014.02	0.48	1948.25	1006.69
	25℃	0.95	1032.34	0.52	1935.21	1005.32
100Watt90s	4℃	0.96	1353.56	0.51	2550.27	1328.58
	25℃	0.94	1235.64	0.56	2451.23	1321.52
100Watt90(60)90s	4℃	0.95	578.02	0.52	1078.69	558.25
	25℃	0.91	654.21	0.57	1065.24	552.64
300Watt90s	4℃	1.35	1046.51	0.51	1968.56	1436.47
	25℃	1.34	1042.64	0.54	1865.32	1421.32
300Watt90(60)90s	4℃	0.74	997.68	0.51	1954.35	772.54
	25℃	0.74	996.35	0.51	1987.32	774.32
600Watt90s	4℃	0.90	828.9	0.49	1676.13	767.64
	25℃	0.65	846.37	0.50	1543.21	765.21
600Watt90(60)90s	4℃	0.93	1319.15	0.50	2642.54	1321.25
	25℃	0.91	1248.01	0.53	2621.48	1345.64

Table 40-2. 가래떡의 조직감 측정값

진공포장후 Mw조사		탄력성	몽킴성	응집성	경도	씹힘성
100Watt90s	4℃	2.36	486.35	0.57	836.84	1086.36
	25℃	2.54	453.21	0.54	823.65	1145.32
100Watt90(60)90s	4℃	1.65	1156.59	0.54	2225.21	1123.54
	25℃	2.31	1145.62	0.32	2214.32	1231.24
300Watt90s	4℃	1.01	1281.36	0.51	2506.32	1285.35
	25℃	1.54	1264.32	0.54	2503.21	1264.95
300Watt90(60)90s	4℃	0.92	1271.96	0.51	2541.67	1234.65
	25℃	0.65	1235.21	0.56	2456.31	1243.52
600Watt90s	4℃	0.97	1252.04	0.51	2410.36	1239.18
	25℃	0.95	1245.65	0.57	2459.67	1265.21
600Watt90(60)90s	4℃	0.95	1486.24	0.50	2961.37	1224.35
	25℃	0.94	1463.84	0.50	2968.54	1225.64
Mw/Vacuum조사 후 진공포장		탄력성	몽킴성	응집성	경도	씹힘성
100Watt90s	4℃	1.65	1564.32	0.54	854.35	1054.14
	25℃	1.54	1463.21	0.58	956.32	1046.32
100Watt90(60)90s	4℃	0.98	1156.16	0.53	2225.21	1126.78
	25℃	0.65	1145.67	0.54	2236.21	1236.45
300Watt90s	4℃	1.25	1354.21	0.54	2035.41	1282.63
	25℃	1.29	1364.98	0.57	2135.26	1254.32
300Watt90(60)90s	4℃	0.86	1254.12	0.52	2460.31	1226.34
	25℃	1.24	1287.65	0.51	2463.54	1224.35
600Watt90s	4℃	0.91	1272.76	0.51	2265.21	1224.24
	25℃	1.24	1236.54	0.57	2365.97	1236.54
600Watt90(60)90s	4℃	0.97	1486.86	0.50	1854.95	1465.85
	25℃	1.98	1459.65	0.56	1987.46	1458.32

Table 41. 대두의 조직감 측정값

Mw조사후 진공포장	저장 온도	탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.78	7435.21	0.48	14569.32	5648.21
	25℃	0.65	7423.54	0.45	14558.54	5463.12
100Watt90s	4℃	0.84	7654.32	0.48	15698.65	6325.41
	25℃	0.75	7651.42	0.47	14569.78	5987.61
100Watt90(60)90s	4℃	0.85	8432.12	0.48	17896.45	5364.95
	25℃	0.69	8512.54	0.57	16548.21	5989.45
300Watt90s	4℃	0.96	6752.48	0.49	18569.47	5495.29
	25℃	0.99	7863.94	0.56	19123.79	5789.69
300Watt90(60)90s	4℃	1.34	7756.91	0.49	18134.72	7572.31
	25℃	1.52	8254.95	0.52	18987.64	6321.54
600Watt90s	4℃	0.87	8998.65	0.50	18978.57	6987.36
	25℃	0.65	9231.53	0.64	19812.64	7895.65
600Watt90(60)90s	4℃	0.86	8969.57	0.49	18459.28	7231.91
	25℃	0.45	8754.13	0.49	18654.51	7154.32

Table 42. 감자의 조직감 측정값

Mw조사후 진공포장	저장 온도	탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.85	312.54	0.10	2362.31	301.25
100Watt90s	4℃	0.87	456.32	0.13	2987.65	458.69
100Watt90(60)90s	4℃	0.89	321.59	0.12	2798.64	218.97
300Watt90s	4℃	0.94	335.79	0.23	3261.10	325.64
300Watt90(60)90s	4℃	0.96	203.36	0.22	956.21	197.66
600Watt90s	4℃	1.32	349.28	0.26	1356.46	498.58
600Watt90(60)90s	4℃	0.65	89.32	0.29	126.39	53.14

Table 43. 대두의 오염미생물

오염 원인균	저장 온도	Initial	100Watt t90s	100Watt t90(60)9 0s	300Wa tt90s	300Watt 90(60)90 s	600Wa tt90s	600Watt 90(60)90 s
호기성	4℃	3.6×10^3	3.9×10^2	2.5×10^2	ND	ND	ND	ND
전세균	25℃	4.2×10^3	2.4×10^4	1.1×10^2	5.8×10	ND	ND	ND
효모	4℃	1.1×10^6	1.8×10^3	2.4×10^6	1.9×10	ND	ND	ND
	25℃	5.4×10^3	3.7×10^3	2.9×10	ND	ND	ND	ND
곰팡이	4℃	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	25℃	2.1×10^4	6.5×10^2	3.4×10	ND	ND	ND	ND

Table 44. 감자의 오염미생물

오염 원인균	저장 온도	Initial	100Watt 90s	100Watt 90(60)90 s	300Watt 90s	300Watt 90(60)90 s	600Wa tt90s	600Watt t90(60) 90s
호기성	4℃	5.4×10^3	3.1×10^4	2.2×10^3	2.6×10^2	ND	ND	ND
전세균	4℃	3.2×10^3	4.9×10^3	3.6×10^3	1.5×10^2	0.5×10^2	ND	ND
효모	4℃	4.3×10^3	1.1×10^3	2.2×10^3	1.3×10^2	0.6×10^2	ND	ND

Table 45. Mw조사후 진공포장한 가래떡의 오염미생물

오염 원인균	저장 온도	Initial	100Watt t90s	100Watt 90(60)90 s	300Watt t90s	300Watt 90(60)90 s	600Watt t90s	600Watt 90(60)90 s
호기성	4℃	7.4×10^4	6.5×10^3	7.6×10^3	5.1×10	ND	ND	ND
전세균	25℃	6.2×10^4	5.3×10^3	8.7×10^2	3.4×10^2	ND	ND	ND
효모	4℃	8.9×10^3	3.2×10^2	1.7×10^2	3.3×10^2	4.6×10^2	5.7×10	ND
	25℃	6.6×10^3	3.4×10^2	2.6×10^2	2.1×10^3	1.5×10^2	1.3×10^2	1.1×10^2
곰팡이	4℃	TNTC	5.9×10^2	1.8×10	ND	ND	ND	ND
	25℃	TNTC	6.8×10	ND	ND	ND	ND	ND

Table 46. 진공포장 후 Mw조사한 가래떡의 오염미생물

오염 원인균	저장 온도	Initial	100Watt t90s	100Watt 90(60)90 s	300Watt t90s	300Watt 90(60)90 s	600Watt t90s	600Watt 90(60)90 s
호기성	4℃	6.3×10^4	5.2×10^3	5.4×10^3	3.1×10	ND	ND	ND
전세균	25℃	5.8×10^4	4.8×10^3	7.6×10^2	2.1×10	ND	ND	ND
효모	4℃	7.5×10^3	2.7×10^2	1.1×10^2	3.4×10	1.9×10	ND	ND
	25℃	4.4×10^3	3.6×10^3	5.6×10^2	3.8×10^2	2.5×10	ND	ND
곰팡이	4℃	TNTC	6.1×10^2	3.7×10	ND	ND	ND	ND
	25℃	TNTC	9.2×10	6.4×10	ND	ND	ND	ND

Table 47. Mw/Vacuum조사 후 진공포장한 가래떡의 오염미생물

오염 원인균	저장 온도	Initial	100Watt t90s	100Watt 90(60)90 s	300Watt 90s	300Watt 90(60)90 s	600Watt t90s	600Watt 90(60)90 s
호기성	4℃	5.1×10^4	5.3×10^3	6.2×10^3	4.8×10	ND	ND	ND
전세균	25℃	4.9×10^4	3.6×10^3	7.8×10^2	2.9×10	ND	ND	ND
효모	4℃	7.8×10^3	2.3×10^2	1.0×10^2	3.1×10	ND	ND	ND
	25℃	5.2×10^3	4.1×10^2	3.5×10^2	5.4×10	ND	ND	ND
곰팡이	4℃	TNTC	5.7×10^2	3.8×10	ND	ND	ND	ND
	25℃	TNTC	8.6×10	5.3×10	ND	ND	ND	ND

Table 48. 감자의 관능검사

조건	항목	결로상태***	색***	부패정 도	발아정도	조직감***	종합적 기호도
	Initial	7.75 ^a	6.75 ^a	7.25 ^a	7.50 ^a	8.50 ^a	7.25 ^a
	100Watt90s	7.00 ^a	7.25 ^a	8.25 ^a	9.00 ^a	8.25 ^a	7.50 ^a
	100Watt90(60)90s	7.25 ^a	6.75 ^a	8.25 ^a	9.00 ^a	8.00 ^a	7.50 ^a
	300Watt90s	3.75 ^b	5.25 ^{ab}	6.25 ^a	8.00 ^a	5.00 ^b	5.25 ^b
	300Watt90(60)90s	2.00 ^b	2.50 ^{cd}	7.00 ^a	9.00 ^a	2.75 ^c	2.50 ^c
	600Watt90s	2.75 ^b	4.25 ^{bc}	5.75 ^a	7.50 ^a	5.25 ^b	3.75 ^{bc}
	600Watt90(60)90s	3.00 ^b	2.00 ^d	6.75 ^a	8.25 ^a	2.25 ^c	2.25 ^c

Table 49. 대두의 관능검사

조건	항목	결로상태	색	부패정 도	발아정도	조직감	종합적 기호도
	Initial	6.75 ^a	4.50 ^{ab}	5.75 ^a	8.00 ^a	7.25 ^a	6.00 ^a
	100Watt90s	5.00 ^a	6.50 ^{ab}	7.25 ^a	9.00 ^a	8.75 ^a	7.00 ^a
	100Watt90(60)90s	7.50 ^a	5.75 ^{ab}	8.00 ^a	9.00 ^a	8.75 ^a	7.00 ^a
	300Watt90s	7.25 ^a	5.75 ^{ab}	6.75 ^a	8.25 ^a	8.00 ^a	6.75 ^a
	300Watt90(60)90s	8.50 ^a	3.75 ^b	5.25 ^a	9.00 ^a	8.75 ^a	4.75 ^a
	600Watt90s	7.75 ^a	5.75 ^{ab}	7.25 ^a	7.75 ^a	8.00 ^a	5.75 ^a
	600Watt90(60)90s	6.50 ^a	6.75 ^a	6.75 ^a	8.50 ^a	8.00 ^a	7.25 ^a

Table 50. 가래떡의 관능검사 (마이크로파 조사 후 진공포장)

조건	항목	결로상태	색***	부패정 도	질감	모양 (외관)	종합적** 기호도
	Initial	5.50 ^{ab}	6.75 ^a	8.75 ^a	4.00 ^b	6.00 ^{ab}	6.00 ^a
	100Watt90s	4.25 ^b	6.75 ^a	8.50 ^a	5.00 ^{ab}	7.25 ^a	6.75 ^a
	100Watt90(60)90s	7.00 ^a	6.25 ^a	8.25 ^a	5.75 ^{ab}	5.50 ^{ab}	6.00 ^a
	300Watt90s	5.50 ^{ab}	7.25 ^a	8.75 ^a	5.50 ^{ab}	6.75 ^a	6.00 ^a
	300Watt90(60)90s	6.25 ^{ab}	6.75 ^a	9.00 ^a	7.00 ^a	5.75 ^{ab}	7.00 ^a
	600Watt90s	6.00 ^{ab}	7.25 ^a	8.75 ^a	7.50 ^a	5.00 ^{ab}	6.00 ^a
	600Watt90(60)90s	5.00 ^{ab}	2.00 ^b	7.25 ^a	5.00 ^{ab}	4.25 ^b	2.50 ^b

Table 51. 가래떡의 관능검사 (진공포장한 후 마이크로파 조사)

조건	항목	결로상태	색	부패정 도	질감	모양 (외관)	종합적 기호도
	Initial	7.00 ^a	7.00 ^a	8.75 ^a	5.50 ^a	7.50 ^a	7.50 ^a
	100Watt90s	5.50 ^a	7.00 ^a	8.50 ^a	6.25 ^a	6.50 ^a	6.75 ^{ab}
	100Watt90(60)90s	6.50 ^a	7.50 ^a	8.75 ^a	7.00 ^a	6.00 ^{ab}	6.25 ^{ab}
	300Watt90s	5.00 ^a	7.00 ^a	8.25 ^a	6.00 ^a	6.25 ^a	6.00 ^{ab}
	300Watt90(60)90s	4.25 ^a	5.75 ^a	8.75 ^a	6.50 ^a	5.00 ^{ab}	5.00 ^{bc}
	600Watt90s	5.75 ^a	6.25 ^a	8.50 ^a	7.25 ^a	6.25 ^a	6.88 ^{ab}
	600Watt90(60)90s	4.25 ^a	5.00 ^a	8.00 ^a	5.75 ^a	3.50 ^b	3.50 ^c

Table 52. MW조사 후 진공포장한 감자의 (4℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상태*	색	외관	부패 정도	발아 정도	조식감	종합적 기호도
Initial	2.5 ^{abc}	4.3 ^a	2.3 ^{ab}	2.5 ^{ab}	7.5 ^a	3.8 ^a	3.5 ^a
100Watt90s	4.0 ^{ab}	4.3 ^a	3.0 ^{ab}	3.0 ^{ab}	8.0 ^a	3.3 ^a	4.5 ^a
100Watt90(60)90s	1.5 ^{bc}	5.3 ^a	4.0 ^{ab}	1.5 ^b	8.3 ^a	5.0 ^a	3.8 ^a
300Watt90s	1.3 ^c	3.5 ^a	4.0 ^{ab}	3.3 ^{ab}	8.5 ^a	3.8 ^a	3.3 ^a
300Watt90(60)90s	4.8 ^a	4.3 ^a	3.8 ^{ab}	3.8 ^{ab}	8.5 ^a	5.5 ^a	4.5 ^a
600Watt90s	4.5 ^a	3.3 ^a	4.5 ^a	3.3 ^{ab}	8.5 ^a	3.8 ^a	3.8 ^a
600Watt90(60)90s	5.3 ^a	3.0 ^a	1.8 ^b	4.0 ^a	9.0 ^a	3.3 ^a	2.5 ^a

Table 53. MW조사 후 진공포장한 대두의 (4℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상태	색	외관	부패 정도	발아 정도	조식감	종합적 기호도
Initial	8.3 ^a	6.5 ^a	7.5 ^a	8.0 ^a	8.3 ^a	6.5 ^a	7.3 ^a
100Watt90s	8.0 ^a	6.3 ^a	6.8 ^a	8.3 ^a	8.3 ^a	7.5 ^a	7.0 ^a
100Watt90(60)90s	8.5 ^a	7.8 ^a	7.3 ^a	8.8 ^a	8.3 ^a	7.8 ^a	7.3 ^a
300Watt90s	8.3 ^a	6.5 ^a	7.5 ^a	8.8 ^a	8.8 ^a	7.3 ^a	7.5 ^a
300Watt90(60)90s	8.0 ^a	6.8 ^a	6.5 ^a	8.5 ^a	8.3 ^a	8.0 ^a	6.8 ^a
600Watt90s	8.5 ^a	7.3 ^a	6.3 ^a	8.5 ^a	8.8 ^a	5.8 ^a	6.5 ^a
600Watt90(60)90s	8.3 ^a	6.5 ^a	6.5 ^a	8.8 ^a	9.0 ^a	6.8 ^a	6.8 ^a

Table 54. MW조사 후 진공포장한 대두의 (25℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상태	색	외관	부패 정도	발아 정도	조식감	종합적 기호도
Initial	7.5 ^a	6.0 ^{bc}	5.5 ^a	7.3 ^a	8.0 ^a	8.3 ^a	6.8 ^a
100Watt90s	6.8 ^a	5.8 ^c	5.3 ^a	7.8 ^a	8.0 ^a	8.0 ^a	7.3 ^a
100Watt90(60)90s	8.3 ^a	7.8 ^{ab}	5.3 ^a	6.8 ^a	8.0 ^a	8.0 ^a	7.8 ^a
300Watt90s	7.8 ^a	7.0 ^{abc}	5.5 ^a	7.5 ^a	8.5 ^a	7.5 ^a	7.0 ^a
300Watt90(60)90s	8.0 ^a	6.8 ^{abc}	5.5 ^a	8.0 ^a	8.8 ^a	8.3 ^a	8.0 ^a
600Watt90s	8.3 ^a	8.0 ^a	5.3 ^a	6.8 ^a	8.3 ^a	8.3 ^a	7.3 ^a
600Watt90(60)90s	8.5 ^a	6.5 ^{abc}	5.5 ^a	7.3 ^a	9.0 ^a	7.8 ^a	7.0 ^a

Table 55. MW 조사 후 진공포장한 가래떡의 (4℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상태 ^{***}	색 [*]	외관 [*]	부패 정도 ^{**}	질감	종합적기호도 ^{**}
Initial	2.5 ^c	4.8 ^{bc}	3.0 ^b	4.0 ^{bc}	5.0 ^a	3.3 ^b
100Watt90s	2.5 ^c	3.8 ^c	3.0 ^b	3.0 ^c	3.3 ^a	3.5 ^b
100Watt90(60)90s	6.8 ^a	7.5 ^a	6.5 ^a	7.8 ^a	5.0 ^a	6.8 ^a
300Watt90s	5.0 ^{ab}	3.8 ^c	4.5 ^{ab}	2.3 ^c	5.5 ^a	4.5 ^{ab}
300Watt90(60)90s	6.8 ^a	4.8 ^{bc}	5.8 ^{ab}	6.8 ^{ab}	5.5 ^a	4.8 ^{ab}
600Watt90s	6.8 ^a	6.0 ^{abc}	6.0 ^a	6.8 ^{ab}	5.5 ^a	6.0 ^a
600Watt90(60)90s	3.5 ^{bc}	6.5 ^{ab}	5.3 ^{ab}	6.8 ^{ab}	6.3 ^a	6.5 ^a

Table 56. MW 조사 후 진공포장한 가래떡의 (25℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상태 ^{***}	색 ^{***}	외관 [*]	부패 정도	질감 ^{***}	종합적기호도 ^{***}
Initial	3.3 ^{bc}	6.0 ^{ab}	5.8 ^a	1.8 ^b	5.5 ^{abc}	6.0 ^a
100Watt90s	7.0 ^a	6.5 ^a	5.5 ^{ab}	5.3 ^a	6.8 ^a	5.8 ^a
100Watt90(60)90s	2.3 ^c	2.5 ^{cd}	3.3 ^{abc}	2.8 ^{ab}	2.5 ^d	1.5 ^c
300Watt90s	1.5 ^c	1.5 ^d	1.5 ^c	2.5 ^{ab}	3.0 ^d	1.5 ^c
300Watt90(60)90s	5.0 ^{ab}	4.5 ^{abc}	5.3 ^{ab}	4.8 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.3 ^a
600Watt90s	3.0 ^{bc}	3.8 ^c	3.5 ^{abc}	4.8 ^{ab}	4.3 ^{bcd}	4.3 ^{ab}
600Watt90(60)90s	6.0 ^a	4.3 ^{bc}	2.8 ^{bc}	5.5 ^a	3.8 ^{cd}	2.5 ^{bc}

Table 57. 진공포장 후 MW처리한 가래떡의 (4℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상태*	색	외관*	부패 정도	질감	종합적기호도
100Watt90s	6.0 ^a	7.0 ^a	8.0 ^a	4.0 ^b	6.3 ^a	6.7 ^{ab}
100Watt90(60)90s	6.7 ^a	6.0 ^{ab}	6.3 ^a	4.0 ^b	7.0 ^a	7.0 ^a
300Watt90s	5.3 ^a	5.0 ^{ab}	4.7 ^b	4.0 ^b	5.7 ^{ab}	4.7 ^{bc}
300Watt90(60)90s	6.3 ^a	5.7 ^{ab}	4.3 ^b	4.7 ^b	5.0 ^{ab}	4.3 ^c
600Watt90s	6.7 ^a	5.3 ^{ab}	5.3 ^b	6.0 ^{ab}	5.3 ^{ab}	5.7 ^{abc}
600Watt90(60)90s	3.3 ^b	4.0 ^b	4.0 ^b	7.3 ^a	3.7 ^b	3.7 ^c

Table 58. 진공포장 후 MW처리한 가래떡의 (25℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상태	색	외관	부패 정도	질감	종합적기호도
100Watt90s	4.6 ^a	3.3 ^a	3.0 ^a	2.7 ^a	3.3 ^a	2.7 ^a
100Watt90(60)90s	4.3 ^a	3.7 ^a	3.7 ^a	3.7 ^a	4.0 ^a	3.7 ^a
300Watt90s	4.0 ^a	4.0 ^a	4.7 ^a	4.0 ^a	4.3 ^a	3.7 ^a
300Watt90(60)90s	4.7 ^a	4.7 ^a	4.3 ^a	4.3 ^a	5.0 ^a	4.0 ^a
600Watt90s	2.7 ^a	4.7 ^a	3.0 ^a	3.3 ^a	2.7 ^a	2.7 ^a
600Watt90(60)90s	5.0 ^a	6.7 ^a	5.3 ^a	4.7 ^a	4.7 ^a	5.0 ^a

Table 59. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의 (4℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상태***	색***	외관**	부패 정도	질감*	종합적기호도***
100Watt90s	6.3 ^{ab}	6.0 ^b	5.7 ^{ab}	6.7 ^a	5.0 ^{bc}	6.0 ^{bc}
100Watt90(60)90s	7.7 ^a	7.3 ^a	7.3 ^a	6.7 ^a	8.7 ^a	7.3 ^{ab}
300Watt90s	7.3 ^a	7.3 ^a	7.3 ^a	8.3 ^a	7.0 ^{ab}	9.0 ^a
300Watt90(60)90s	3.7 ^c	4.0 ^{cd}	4.7 ^{bc}	5.7 ^a	4.0 ^{bc}	4.0 ^d
600Watt90s	4.0 ^c	3.3 ^d	3.3 ^c	7.3 ^a	3.7 ^c	4.0 ^d
600Watt90(60)90s	5.0 ^{bc}	5.0 ^{bc}	4.7 ^{bc}	7.7 ^a	5.0 ^{bc}	5.0 ^{cd}

Table 60. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의 (25℃저장) 관능검사

조사조건	결로상태***	색	외관	부패 정도	질감	종합적기호도
100Watt90s	3.3 ^d	4.7 ^{ab}	4.7 ^{ab}	4.3 ^a	4.0 ^b	4.0 ^a
100Watt90(60)90s	4.3 ^{cd}	4.0 ^{ab}	4.3 ^{ab}	3.7 ^a	4.0 ^b	4.3 ^a
300Watt90s	5.7 ^{bc}	6.3 ^a	6.7 ^a	5.3 ^a	7.3 ^a	6.3 ^a
300Watt90(60)90s	6.7 ^{ab}	5.0 ^{ab}	5.3 ^{ab}	4.3 ^a	5.3 ^{ab}	4.7 ^a
600Watt90s	7.3 ^a	5.3 ^{ab}	6.0 ^{ab}	4.3 ^a	6.0 ^{ab}	5.3 ^a
600Watt90(60)90s	4.3 ^{cd}	3.7 ^b	3.7 ^b	4.7 ^a	5.0 ^{ab}	3.7 ^a

3. 농산물 시료의 3개월 저장 후 이화학적 품질 특성

Table 61. 중량변화(단위:g)

조사조건	항목 저장 온도	대두(3개월 저장)		%	감자(3개월 저장)		%
		조사전	조사후		조사전	조사후	
		Initial	4℃		200.2	200.6	
	25℃	200.9	196.9	2.0	188.3	189.2	+0.5
100Watt90s	4℃	200.1	200.4	+0.1	168.1	167	0.7
	25℃	200.4	194.5	2.9	144.3	147.8	+2.4
100Watt90(60)90s	4℃	200.3	199.8	0.2	134.2	133.7	0.4
	25℃	200.1	195.2	2.4	167.5	174.5	+4.2
300Watt90s	4℃	200.2	199.7	0.2	139.5	137.2	1.6
	25℃	200.6	195.6	2.5	160.1	167.4	+4.6
300Watt90(60)90s	4℃	200.4	198	1.2	135.5	133.2	1.7
	25℃	200.3	193.7	3.3	163.8	170.3	+4.0
600Watt90s	4℃	200.4	198.9	0.7	134.8	133.6	0.9
	25℃	200.2	194.4	2.9	152.1	161.4	+6.1
600Watt90(60)90s	4℃	200.4	196.2	2.1	134.4	131.9	1.9
	25℃	200.6	190.5	5.0	160.1	164.4	+2.7

Table 62. MW 처리 후 진공포장, 진공포장 후 M/W처리, MW/Vacuum처리 후 진공포장한 가래떡 (단위-g)

조사조건	항목 저장 온도	MW 처리 후			진공포장 후 M/W처리			MW/Vacuum처리 후 진공포장		
		진공포장		%	진공포장 후 M/W처리		%	진공포장		%
		조사 전	조사 후		조사 전	조사 후		조사 전	조사 후	
Initial	4℃	204.5	203.4	0.5	-	-	-	-	-	-
	25℃	205.8	194.1	5.7	-	-	-	-	-	-
100Watt90s	4℃	206.9	205.4	0.7	213.9	207.2	3.1	220.3	217.1	1.5
	25℃	202.4	192.4	4.9	212	200.2	5.6	223.1	208.5	6.5
100Watt90(60)90s	4℃	208.7	205.3	1.6	200.1	194.5	2.8	221.6	215	3.0
	25℃	198.5	185.1	6.8	193.9	180.2	7.1	224	206.1	8.0
300Watt90s	4℃	198.4	194.1	2.2	209.5	203.9	2.7	225	219.4	2.5
	25℃	207.8	193.4	6.9	223.1	206.5	7.4	222.8	207.6	6.8
300Watt90(60)90s	4℃	213.9	204.1	4.6	229.5	224	2.4	222.8	212	4.8
	25℃	203.5	180.9	11.1	221.4	201.3	9.1	227.6	193.7	14.9
600Watt90s	4℃	191.1	187.3	2.0	215.8	211.8	1.9	225.9	219	3.1
	25℃	204.9	187.2	8.6	210.9	194.1	8.0	223.7	200.3	10.5
600Watt90(60)90s	4℃	205.8	200.1	2.8	183.6	179.2	2.4	221.7	203.1	8.4
	25℃	196.3	176.5	10.1	227.8	216.3	5.0	224	198.8	11.3

% : 조사전과 조사후의 중량변화의 값(백분율)을 의미한다.

Table 63. MW조사후 진공포장한 감자 (4℃ 저장)의 색차값

조사조건	L***	a*	b***
Initial	56.71 ± 4.57 ^b	2.90 ± 0.25 ^{ab}	14.54 ± 0.54 ^a
100Watt90s	59.23 ± 0.74 ^{ab}	2.06 ± 0.64 ^{bc}	16.85 ± 0.91 ^a
100Watt90(60)90s	58.87 ± 0.70 ^{ab}	2.55 ± 0.65 ^{ab}	14.15 ± 0.46 ^a
300Watt90s	61.77 ± 0.91 ^a	1.63 ± 0.59 ^{bc}	15.02 ± 0.19 ^a
300Watt90(60)90s	59.82 ± 1.03 ^{ab}	1.10 ± 1.17 ^c	16.37 ± 2.15 ^a
600Watt90s	53.09 ± 1.96 ^c	2.90 ± 0.82 ^{ab}	16.55 ± 2.90 ^a
600Watt90(60)90s	40.09 ± 0.31 ^d	3.53 ± 0.71 ^a	3.08 ± 0.29 ^b

Table 64. MW조사후 진공포장한 대두 (4℃ 및 25℃ 저장)의 색차값

조사조건	대두 색차값		L ^{***}		a ^{***}		b ^{**}	
	4℃	25℃	4℃	25℃	4℃	25℃	4℃	25℃
Initial	88.69 ± 0.32 ^a	89.42 ± 0.17 ^{cd}	-2.75 ± 0.12 ^b	-2.00 ± 0.02 ^{bc}	20.07 ± 0.36 ^a	18.26 ± 0.09 ^b		
	89.06 ± 0.34 ^a	89.03 ± 0.14 ^c	-2.88 ± 0.07 ^b	-1.87 ± 0.04 ^a	19.94 ± 0.25 ^a	18.95 ± 0.08 ^a		
100Watt90s	88.76 ± 0.38 ^a	88.94 ± 0.20 ^e	-2.67 ± 0.14 ^b	-1.92 ± 0.12 ^{ab}	19.78 ± 0.52 ^{ab}	18.79 ± 0.12 ^a		
	89.20 ± 0.60 ^a	89.22 ± 0.32 ^{ed}	-2.63 ± 0.12 ^b	-2.15 ± 0.08 ^d	18.68 ± 0.22 ^c	18.86 ± 0.21 ^a		
300Watt90s	89.51 ± 0.26 ^a	89.63 ± 0.02 ^{bc}	-2.62 ± 0.05 ^b	-1.93 ± 0.04 ^{abc}	18.62 ± 0.14 ^c	18.25 ± 0.12 ^b		
	89.47 ± 0.22 ^a	89.79 ± 0.17 ^b	-2.67 ± 0.09 ^b	-2.18 ± 0.04 ^d	18.97 ± 0.45 ^c	17.72 ± 0.23 ^c		
600Watt90s	88.64 ± 1.08 ^a	90.30 ± 0.15 ^a	-2.05 ± 0.28 ^a	-2.04 ± 0.06 ^c	19.12 ± 0.57 ^{bc}	17.69 ± 0.12 ^c		

Table 65. 3개월 저장 후 가래떡의 색차값

Table 65-1. MW조사 후 진공포장한 가래떡 (4℃ 저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{**}	b ^{**}
Initial	79.05 ± 0.08 ^a	-1.91 ± 0.09 ^b	7.50 ± 0.17 ^{bcd}
100Watt90s	78.71 ± 0.07 ^{ab}	-1.89 ± 0.11 ^b	7.23 ± 0.48 ^{cd}
100Watt90(60)90s	78.02 ± 0.82 ^{bc}	-1.70 ± 0.24 ^{ab}	8.07 ± 0.34 ^a
300Watt90s	77.60 ± 0.41 ^c	-1.82 ± 0.14 ^b	8.70 ± 1.36 ^{ab}
300Watt90(60)90s	76.46 ± 0.51 ^d	-1.54 ± 0.11 ^a	9.29 ± 0.80 ^a
600Watt90s	74.18 ± 0.49 ^c	-2.17 ± 0.14 ^c	6.54 ± 0.62 ^d
600Watt90(60)90s	76.64 ± 0.21 ^d	-1.77 ± 0.13 ^{ab}	6.66 ± 0.36 ^d

Table 65-2. MW조사 후 진공포장한 가래떡 (25℃ 저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a	b [*]
Initial	75.34 ± 0.39 ^{bc}	-1.43 ± 0.11 ^b	10.48 ± 0.24 ^b
100Watt90s	76.52 ± 0.44 ^a	-1.25 ± 0.07 ^b	12.00 ± 1.69 ^b
100Watt90(60)90s	75.67 ± 0.37 ^b	-1.11 ± 0.27 ^b	12.68 ± 1.55 ^{ab}
300Watt90s	73.94 ± 0.62 ^d	-0.57 ± 0.61 ^a	15.30 ± 2.43 ^a
300Watt90(60)90s	76.53 ± 0.19 ^a	-1.13 ± 0.27 ^b	12.40 ± 2.24 ^b
600Watt90s	72.58 ± 0.24 ^e	-1.10 ± 0.04 ^b	11.84 ± 0.36 ^b
600Watt90(60)90s	74.81 ± 0.20 ^c	-1.10 ± 0.15 ^b	10.63 ± 1.01 ^b

Table 65-3. 진공포장 후 MW조사한 가래떡 (4℃ 저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a	b ^{***}
100Watt90s	78.60 ± 0.39 ^a	-2.03 ± 0.15 ^{ab}	9.61 ± 0.86 ^{ai}
100Watt90(60)90s	76.53 ± 0.52 ^b	-1.66 ± 0.18 ^a	9.31 ± 0.74 ⁱⁱ
300Watt90s	74.95 ± 0.47 ^c	-1.62 ± 0.53 ^a	7.17 ± 0.90 ^{bc}
300Watt90(60)90s	73.42 ± 0.44 ^d	-2.18 ± 0.06 ^b	6.49 ± 0.87 ^{bc}
600Watt90s	73.70 ± 0.39 ^d	-1.92 ± 0.08 ^{ab}	7.39 ± 1.12 ^b
600Watt90(60)90s	69.00 ± 1.33 ^e	-1.92 ± 0.11 ^{ab}	5.85 ± 0.52 ^c

Table 65-4. 진공포장 후 MW조사한 가래떡 (25℃ 저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{**}	b [*]
100Watt90s	74.68 ± 0.84 ^a	-1.74 ± 0.19 ^{bc}	10.95 ± 1.51 ^a
100Watt90(60)90s	74.37 ± 0.36 ^{ab}	-1.47 ± 0.36 ^b	12.31 ± 0.28 ^a
300Watt90s	73.24 ± 0.47 ^b	-1.78 ± 0.24 ^{bc}	10.88 ± 2.53 ^a
300Watt90(60)90s	71.16 ± 1.33 ^c	-1.78 ± 0.26 ^{bc}	10.99 ± 1.98 ^a
600Watt90s	71.84 ± 0.62 ^c	-0.79 ± 0.69 ^a	10.81 ± 3.68 ^a
600Watt90(60)90s	66.86 ± 0.82 ^d	-2.16 ± 0.23 ^c	5.86 ± 1.44 ^b

Table 65-5. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡 (4℃ 저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a	b ^{**}
100Watt90s	78.29±0.17 ^a	-1.82±0.23 ^a	7.41±0.77 ^b
100Watt90(60)90s	77.29±0.34 ^c	-1.77±0.17 ^a	7.20±0.18 ^b
300Watt90s	77.93±0.34 ^{bc}	-1.78±0.16 ^a	7.13±0.27 ^b
300Watt90(60)90s	76.19±0.49 ^d	-1.73±0.04 ^a	7.72±0.24 ^b
600Watt90s	77.54±0.30 ^{bc}	-1.68±0.13 ^a	7.98±0.47 ^b
600Watt90(60)90s	76.05±1.03 ^d	-1.97±0.45 ^a	10.00±1.83 ^a

Table 65-6. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡 (25℃ 저장)의 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{***}	b ^{**}
100Watt90s	72.12±0.54 ^c	-1.94±0.31 ^d	9.05±0.29 ^{bc}
100Watt90(60)90s	76.20±0.24 ^a	-1.13±0.03 ^{ab}	11.02±0.83 ^{ab}
300Watt90s	74.53±0.40 ^b	-1.03±0.19 ^{ab}	8.33±1.43 ^c
300Watt90(60)90s	72.68±0.26 ^c	-0.78±0.22 ^a	12.47±1.64 ^a
600Watt90s	70.68±1.13 ^d	-1.70±0.37 ^{cd}	8.76±1.92 ^{bc}
600Watt90(60)90s	76.36±0.43 ^a	-1.40±0.32 ^{bc}	10.52±0.88 ^{abc}

*** p=0.001수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

** p=0.01수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

* p=0.05수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 66. MW조사 후 진공포장한 감자 (4℃ 저장)의 관능검사

조사조건	결로 상태	색	외관	부패 정도	발아 정도	조식감	종합적기호도
Initial	3 ^{abc}	5.2 ^a	3.9 ^{ab}	4.5 ^{ab}	8.6 ^a	4.3 ^a	4.7 ^a
100Watt90s	5.0 ^{ab}	5.1 ^a	4.3 ^{ab}	3.0 ^{ab}	7.2 ^a	4.3 ^a	5.6 ^a
100Watt90(60) 90s	1.0 ^b	6.2 ^a	5.0 ^{ab}	2.5 ^b	7.4 ^a	5.4 ^a	4.2 ^a
300Watt90s	1.5 ^c	5.4 ^a	6.0 ^{ab}	4.6 ^{ab}	5.5 ^a	4.6 ^a	4.5 ^a
300Watt90(60) 90s	5.3 ^a	5.2 ^a	4.8 ^{ab}	4.2 ^{ab}	6.4 ^a	5.4 ^a	4.5 ^a
600Watt90s	5.5 ^a	2.5 ^a	5.5 ^a	4.5 ^{ab}	7.4 ^a	4.2 ^a	3.2 ^a
600Watt90(60) 90s	6.9 ^a	3.5 ^a	2.8 ^b	5.2 ^a	8.5 ^a	4.5 ^a	3.4 ^a

Table 67. MW조사 후 진공포장한 대두 (4℃ 저장)의 관능검사

조사조건	결로 상태	색	외관	부패 정도	발아 정도	조식감	종합적기호도
Initial	8.2 ^a	7.5 ^a	8.5 ^a	8.5 ^a	7.7 ^a	7.6 ^a	8.8 ^a
100Watt90s	7.5 ^a	5.3 ^a	7.8 ^a	7.3 ^a	7.5 ^a	8.7 ^a	7.1 ^a
100Watt90(60) 90s	7.5 ^a	7.5 ^a	7.5 ^a	7.8 ^a	7.5 ^a	7.5 ^a	8.2 ^a
300Watt90s	8.3 ^a	7.0 ^a	7.4 ^a	7.8 ^a	7.7 ^a	8.6 ^a	6.4 ^a
300Watt90(60) 90s	8.5 ^a	6.5 ^a	7.0 ^a	7.5 ^a	7.4 ^a	7.3 ^a	6.6 ^a
600Watt90s	7.5 ^a	7.2 ^a	6.4 ^a	7.5 ^a	7.5 ^a	6.6 ^a	7.4 ^a
600Watt90(60) 90s	8.5 ^a	6.4 ^a	6.0 ^a	7.8 ^a	8.6 ^a	7.5 ^a	7.7 ^a

Table 67-1. MW조사후 진공포장한 대두 (25℃ 저장)의 관능검사

조사조건	결로상 태	색	부패 정도	발아 정도	조식감	종합적기호도
Initial	8.5 ^a	6.5 ^b	8.3 ^a	7.8 ^a	7.3 ^a	7.8 ^a
100Watt90s	6.6 ^a	6.8 ^c	8.2 ^a	7.6 ^a	7.0 ^a	8.3 ^a
100Watt90(60)90s	7.3 ^a	8.8 ^{ab}	7.8 ^a	7.0 ^a	7.0 ^a	8.9 ^a
300Watt90s	8.6 ^a	7.5 ^{abc}	8.5 ^a	7.5 ^a	7.5 ^a	8.2 ^a
300Watt90(60)90s	7.3 ^a	7.8 ^{abc}	8.5 ^a	7.8 ^a	8.3 ^a	7.4 ^a
600Watt90s	7.2 ^a	7.0 ^a	7.5 ^a	7.3 ^a	7.2 ^a	8.5 ^a
600Watt90(60)90s	7.7 ^a	7.5 ^{abc}	8.2 ^a	9.6 ^a	8.4 ^a	8.0 ^a

Table 68. 3개월 저장 후 가래떡의 관능검사

Table 68-1. MW 조사 후 진공포장한 (4℃ 저장) 가래떡의 관능검사

조사조건	결로 상태***	색*	외관*	부패 정도**	질감	종합적기호도**
Initial	3.5 ^c	5.8 ^{bc}	4.0 ^b	5.0 ^{bc}	6.0 ^a	4.3 ^b
100Watt90s	3.5 ^c	6.8 ^c	5.0 ^b	4.0 ^c	4.3 ^a	4.5 ^b
100Watt90(60)90s	7.8 ^a	4.5 ^a	6.5 ^a	8.8 ^a	6.0 ^a	6.8 ^a
300Watt90s	5.0 ^{ab}	4.8 ^c	6.5 ^{ab}	4.3 ^c	6.5 ^a	3.5 ^{ab}
300Watt90(60)90s	7.8 ^a	3.8 ^{bc}	4.8 ^{ab}	7.8 ^{ab}	6.5 ^a	3.8 ^{ab}
600Watt90s	5.8 ^a	6.0 ^{abc}	7.0 ^a	7.8 ^{ab}	6.5 ^a	7.0 ^a
600Watt90(60)90s	2.5 ^{bc}	7.5 ^{ab}	7.3 ^{ab}	7.8 ^{ab}	6.3 ^a	8.5 ^a

Table 68-2. MW 조사 후 진공포장한 (25℃ 저장) 가래떡의 관능검사

조사조건	결로상 태***	색***	외관*	부패 정도	질감***	종합적기호도***
Initial	4.3 ^{bc}	8.0 ^{ab}	6.8 ^a	3.8 ^b	6.4 ^{abc}	7.2 ^a
100Watt90s	8.0 ^a	6.7 ^a	6.5 ^{ab}	6.3 ^a	7.8 ^a	7.3 ^a
100Watt90(60)90s	3.3 ^c	4.4 ^{cd}	6.3 ^{abc}	4.8 ^{ab}	3.5 ^d	4.8 ^c
300Watt90s	5.5 ^c	3.7 ^d	2.5 ^c	5.5 ^{ab}	4.0 ^d	3.7 ^c
300Watt90(60)90s	3.0 ^{ab}	2.6 ^{abc}	5.6 ^{ab}	5.8 ^{ab}	6.8 ^{ab}	6.2 ^a
600Watt90s	6.0 ^{bc}	5.8 ^c	4.5 ^{abc}	5.7 ^{ab}	6.3 ^{bcd}	5.4 ^{ab}
600Watt90(60)90s	4.0 ^a	4.6 ^{bc}	3.5 ^{bc}	5.5 ^a	4.8 ^{cd}	3.6 ^{bc}

Table 68-3. 진공포장 후 MW처리한 (4℃ 저장) 가래떡의 관능검사

조사조건	결로상 태*	색	외관*	부패 정도	질감	종합적기호도
100Watt90s	5.4 ^a	6.3 ^a	7.1 ^a	5.1 ^b	5.2 ^a	7.9 ^{ab}
100Watt90(60)90s	5.8 ^a	5.5 ^{ab}	5.2 ^a	5.6 ^b	6.3 ^a	8.2 ^a
300Watt90s	4.6 ^a	4.7 ^{ab}	4.6 ^b	5.5 ^b	4.8 ^{ab}	3.8 ^{bc}
300Watt90(60)90s	5.2 ^a	4.4 ^{ab}	5.3 ^b	5.3 ^b	4.3 ^{ab}	5.4 ^c
600Watt90s	5.4 ^a	4.5 ^{ab}	5.5 ^b	8.4 ^{ab}	4.4 ^{ab}	6.8 ^{abc}
600Watt90(60)90s	2.5 ^b	3.6 ^b	6.7 ^b	8.5 ^a	2.6 ^b	4.8 ^c

Table 68-4. 진공포장 후 MW처리한 (25℃ 저장) 가래떡의 관능검사

조사조건	결로상 태	색	외관	부패 정도	질감	종합적기호도
100Watt90s	3.8 ^a	4.2 ^a	4.2 ^a	3.7 ^a	4.1 ^a	3.8 ^a
100Watt90(60)90s	3.7 ^a	4.6 ^a	4.8 ^a	4.7 ^a	5.2 ^a	4.9 ^a
300Watt90s	3.6 ^a	5.3 ^a	5.4 ^a	5.2 ^a	5.4 ^a	4.8 ^a
300Watt90(60)90s	3.3 ^a	5.8 ^a	5.0 ^a	5.3 ^a	6.0 ^a	5.3 ^a
600Watt90s	4.4 ^a	5.4 ^a	4.6 ^a	4.4 ^a	3.5 ^a	3.4 ^a
600Watt90(60)90s	5.6 ^a	7.5 ^a	6.5 ^a	5.6 ^a	5.6 ^a	6.6 ^a

Table 68-5. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의 (4℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상 태***	색***	외관**	부패 정도	질감*	종합적기호도***
100Watt90s	5.7 ^{ab}	7.8 ^b	7.8 ^{ab}	7.9 ^a	6.6 ^{bc}	7.6 ^{bc}
100Watt90(60)90s	6.6 ^a	8.1 ^a	6.2 ^a	7.8 ^a	9.3 ^a	8.4 ^{ab}
300Watt90s	6.4 ^a	8.2 ^a	4.4 ^a	9.4 ^a	8.0 ^{ab}	9.7 ^a
300Watt90(60)90s	4.6 ^c	5.6 ^{cd}	3.6 ^{bc}	6.7 ^a	5.4 ^{bc}	5.6 ^d
600Watt90s	5.4 ^c	4.4 ^d	7.5 ^c	8.5 ^a	4.6 ^c	5.4 ^d
600Watt90(60)90s	6.5 ^{bc}	6.5 ^{bc}	5.4 ^{bc}	8.8 ^a	3.7 ^{bc}	6.5 ^{cd}

Table 68-6. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의(25℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로상 태***	색	외관	부패 정도	질감	종합적기호도
100Watt90s	4.3 ^d	3.5 ^{ab}	5.7 ^{ab}	6.3 ^a	5.7 ^b	5.0 ⁿ
100Watt90(60)90s	5.3 ^{cd}	3.3 ^{ab}	5.3 ^{ab}	5.7 ^a	5.5 ^b	5.3 ^a
300Watt90s	6.7 ^{bc}	8.6 ^a	7.7 ^a	3.3 ^a	8.1 ^a	4.3 ^a
300Watt90(60)90s	7.7 ^{ab}	7.2 ^{ab}	6.3 ^{ab}	4.3 ^a	6.2 ^{ab}	3.7 ^a
600Watt90s	8.3 ^a	6.1 ^{ab}	7.0 ^{ab}	5.3 ^a	7.3 ^{ab}	4.3 ^a
600Watt90(60)90s	5.3 ^{cd}	4.8 ^b	4.7 ^b	7.7 ^a	6.4 ^{ab}	4.7 ^a

Table 69. 3개월 저장 후 감자(4℃ 저장)의 갈변도

Sample	Degree of browning (A ₄₂₀)
Initial	0.15
100Watt90s	0.21
100Watt90(60)90s	0.12
300Watt90s	0.15
300Watt90(60)90s	0.17
600Watt90s	0.38
600Watt90(60)90s	0.32
Average A ₄₂₀	0.21

Table 70. 3개월 저장 후 시료의 부패율과 발아율

Table 70-1. 가래떡의 부패율

마이크로웨이브 조사조건	저장 온도	Mw처리후 진공포장한 경우	진공포장후 Mw처리한 경우	Mw/Vacuum처 리후 진공포장한 경우
Initial	4℃	42.3%		
	25℃	52.1%		
100Watt90s	4℃	26.7%	23%	5%
	25℃	32%	26%	18%
100Watt90(60)90s	4℃	17.5%	14%	3%
	25℃	30%	28%	2%
300Watt90s	4℃	32%	15%	3%
	25℃	33.6%	32%	6%
300Watt90(60)90s	4℃	2%	2%	2%
	25℃	22%	21.5%	9%
600Watt90s	4℃	0%	0%	0%
	25℃	22%	7.5%	15%
600Watt90(60)90s	4℃	0%	0%	0%
	25℃	10%	6%	3%

Table 70-2. 대두의 발아율과 부패율

마이크로웨이브 조사조건	저장 온도	Mw처리후 진공포장한 경우 (발아율)	Mw처리후 진공포장한 경우 (부패율)
Initial	4℃	0%	0%
	25℃	0%	18%
100Watt90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	13%
100Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	2%
300Watt90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	3%
300Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	1%
600Watt90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	0%
600Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	0%

Table 70-3. 감자의 발아율과 부패율

마이크로웨이브 조사조건	저장 온도	Mw처리후 진공포장한 경우 (발아율)	Mw처리후 진공포장한 경우 (부패율)
Initial	4℃	0%	53%
100Watt90s	4℃	0%	34%
100Watt90(60)90s	4℃	0%	13%
300Watt90s	4℃	0%	6%
300Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
600Watt90s	4℃	0%	0%
600Watt90(60)90s	4℃	0%	0%

Table 71. 3개월 저장 후 시료의 수분활성도 변화

조사조건	저장 온도	대두	감자	가래떡	가래떡	가래떡
		Mw처리 후 진공포장 한 경우	Mw처리 후 진공포장 한 경우	Mw처리 후 진공포장 한 경우	진공포장 후 Mw처리 한 경우	Mw/Vacuum 처리후 진공포장한 경우
Initial	4℃	0.93	0.97	0.94	-	-
	25℃	0.72	0.64	0.76	-	-
100Watt90s	4℃	0.99	0.87	0.89	1.12	0.92
	25℃	0.74	0.69	0.78	0.85	0.74
100Watt90(60)90s	4℃	0.86	0.78	0.79	1.42	0.86
	25℃	0.73	0.69	0.64	0.84	0.66
300Watt90s	4℃	0.85	0.69	0.76	1.03	0.74
	25℃	0.73	0.58	0.63	0.82	0.71
300Watt90(60)90s	4℃	0.82	0.78	0.73	1.30	0.65
	25℃	0.75	0.55	0.58	0.79	0.67
600Watt90s	4℃	0.72	0.66	0.54	0.89	0.64
	25℃	0.52	0.52	0.53	0.53	0.62
600Watt90(60)90s	4℃	0.72	0.64	0.52	0.97	0.65
	25℃	0.51	0.50	0.59	0.73	0.62

Table 72. 3개월 저장 후 시료의 조직감 변화

Table 72-1. 대두의 조직감

Mw조사후 진공포장	저장 온도	탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.54	7836.82	0.54	14569.67	5746.24
	25℃	0.55	7627.41	0.67	13578.46	5364.27
100Watt90s	4℃	0.76	7056.39	0.53	15658.37	6426.74
	25℃	0.63	7858.27	0.55	17549.25	5088.16
100Watt90(60)90s	4℃	0.78	8733.15	0.52	16886.69	5465.37
	25℃	0.76	8417.29	0.35	11558.21	5782.82
300Watt90s	4℃	0.89	6254.90	0.36	12579.63	5394.37
	25℃	0.56	7269.69	0.39	13113.75	5885.27
300Watt90(60)90s	4℃	1.64	7350.23	0.31	13135.86	7678.38
	25℃	1.55	8557.54	0.45	14967.47	6822.71
600Watt90s	4℃	0.57	8692.43	0.52	19968.31	6786.64
	25℃	0.75	9336.67	0.78	16832.53	7499.28
600Watt90(60)90s	4℃	0.88	8462.56	0.99	14429.80	7637.89
	25℃	0.25	8558.56	0.78	16664.42	7456.67

Table 72-2. 감자의 조직감

Mw조사후 진공포장	저장 온도	탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.25	302.43	0.44	2862.67	836.67
100Watt90s	4℃	0.47	436.46	0.67	3087.45	567.54
100Watt90(60)90s	4℃	0.49	311.74	0.58	2898.32	432.36
300Watt90s	4℃	0.64	355.17	0.44	3661.45	798.76
300Watt90(60)90s	4℃	0.16	103.89	0.38	946.89	259.89
600Watt90s	4℃	1.22	329.26	0.39	1336.48	468.68
600Watt90(60)90s	4℃	0.25	85.82	0.19	146.31	54.54

Table 72-3. 가래떡의 조직감

Mw조사후 진공포장	저 장 온도	탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.98	1414.24	0.55	1548.76	1406.76
	25℃	0.96	1052.15	0.62	1635.35	1606.23
100Watt90s	4℃	0.94	1363.37	0.73	2750.45	1368.90
	25℃	0.93	1285.53	0.65	2451.65	1521.76
100Watt90(60) 90s	4℃	0.67	598.12	0.44	1778.89	568.23
	25℃	0.34	554.57	0.67	1365.76	452.54
300Watt90s	4℃	1.67	1346.43	0.83	1268.21	1376.34
	25℃	1.45	1242.67	0.45	1565.14	1461.45
300Watt90(60) 90s	4℃	0.67	957.86	0.38	1654.21	752.76
	25℃	0.76	986.12	0.27	1687.65	764.98
600Watt90s	4℃	0.89	868.24	0.11	1666.23	866.78
	25℃	0.76	886.27	0.72	1543.54	755.45
600Watt90(60) 90s	4℃	0.45	1219.6	0.63	2552.43	1261.65
	25℃	0.87	1148.1	0.84	2361.65	1285.78
진공포장후 Mw조사		탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
100Watt90s	4℃	2.46	486.35	0.57	836.84	1086.36
	25℃	4.54	453.21	0.54	823.65	1145.32
100Watt90(60) 90s	4℃	2.45	1156.59	0.54	2225.21	1123.54
	25℃	2.56	1145.62	0.32	2214.32	1231.24
300Watt90s	4℃	1.67	1281.36	0.51	2506.32	1285.35
	25℃	1.43	1264.32	0.54	2503.21	1264.95
300Watt90(60) 90s	4℃	1.54	1271.96	0.51	2541.67	1234.65
	25℃	2.67	1235.21	0.56	2456.31	1243.52
600Watt90s	4℃	1.90	1252.04	0.51	2410.36	1239.18
	25℃	1.93	1245.65	0.57	2459.67	1265.21
600Watt90(60) 90s	4℃	1.93	1486.24	0.50	2961.37	1224.35
	25℃	0.45	1463.84	0.50	2968.54	1225.64

(계속)

Mw/Vacuum조사 후 진공포장		탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
100Watt90s	4℃	1.65	1354.23	0.45	734.45	1352.23
	25℃	1.54	1453.51	0.32	896.32	1549.25
100Watt90(60)90s	4℃	0.98	1046.66	0.23	2125.56	1025.21
	25℃	0.65	1032.87	0.44	1236.43	1132.64
300Watt90s	4℃	1.25	1232.34	0.48	2356.21	1184.65
	25℃	1.29	1211.65	0.54	2045.56	1458.86
300Watt90(60)90s	4℃	0.86	1054.64	0.42	2326.78	1235.68
	25℃	1.24	1174.34	0.48	2532.54	1524.69
600Watt90s	4℃	0.91	1164.27	0.41	2154.34	1627.42
	25℃	1.24	1148.65	0.49	2267.68	1336.15
600Watt90(60)90s	4℃	0.97	1390.87	0.40	1643.54	1263.89
	25℃	1.98	1324.37	0.41	1854.69	1255.78

Table 73. 3개월 저장 후 시료의 미생물 변화

Table 73-1. 대두의 오염미생물

오염 원인균	저장 온도	Initial	100Watt 90s	100Watt90 (60)90s	300Watt 90s	300Watt90 (60)90s	600 Watt 90s	600Watt 90(60)90s
호기성 전세균	4℃	4.5×10^3	4.9×10^2	5.5×10^2	ND	ND	ND	ND
	25℃	5.3×10^3	3.5×10^4	3.6×10^2	6.9×10	ND	ND	ND
효모	4℃	2.3×10^6	2.3×10^5	4.2×10^6	3.2×10	ND	ND	ND
	25℃	6.3×10^5	4.6×10^3	5.6×10	ND	ND	ND	ND
곰팡이	4℃	1.5×10^2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	25℃	3.2×10^4	7.4×10^2	4.4×10	ND	ND	ND	ND

Table 73-2. 감자의 오염미생물

오염 원인균	저 장 온 도	Initial	100 Watt 90s	100Watt 90(60)90s	300 Watt90s	300 Watt 90(60)90s	600 Watt 90s	600Watt 90(60)90s
호기성 전세균	4℃	6.8×10^5	6.4×10^4	4.5×10^3	3.4×10^2	ND	ND	ND
효모	4℃	6.4×10^6	5.9×10^5	4.2×10^3	2.8×10^2	1.4×10^2	ND	ND
곰팡이	4℃	7.5×10^6	2.3×10^5	3.5×10^3	2.9×10^2	2.8×10^2	ND	ND

Table 73-3. Mw조사 후 진공포장한 가래떡의 오염미생물

오염 원인 균	저장 온도	Initial	100Watt 90s	100Watt90 (60)90s	300Watt 90s	300 Watt 90(60)90s	600Watt 90s	600Watt 90(60)90s
호기 성 전 세 균	4℃	8.5×10^4	7.5×10^3	4.6×10^3	4.6×10	ND	ND	ND
	25℃	7.3×10^4	5.2×10^3	7.4×10^2	3.6×10^2	ND	ND	ND
효모	4℃	5.2×10^3	5.2×10^2	2.5×10^2	4.7×10^2	5.8×10^2	6.2×10	ND
	25℃	4.6×10^3	2.4×10^2	3.5×10^2	1.1×10^3	3.7×10^2	2.5×10^2	6.4×10^2
곰팡 이	4℃	TNTC	4.9×10^2	2.3×10	ND	ND	ND	ND
	25℃	TNTC	8.7×10^2	6.7×10	ND	ND	ND	ND

Table 73-4. 진공포장후 Mw조사한 가래떡의 오염미생물

오염 원인균	저장 온도	Initial	100 Watt 90s	100 Watt 90(60)90s	300 Watt 90s	300Watt 90(60)90s	600 Watt 90s	600 Watt 90(60) 90s
호기성	4℃	7.5×10^4	6.4×10^3	6.3×10^3	5.1×10	ND	ND	ND
전세균	25℃	4.5×10^4	5.3×10^3	8.3×10^2	4.3×10	ND	ND	ND
효모	4℃	3.6×10^3	3.1×10^2	3.5×10^2	5.2×10	5.0×10	ND	ND
	25℃	5.4×10^3	4.5×10^3	6.8×10^2	2.4×10^2	3.5×10	ND	ND
곰팡이	4℃	TNTC	7.3×10^2	2.7×10	ND	ND	ND	ND
	25℃	TNTC	3.5×10	5.3×10	ND	ND	ND	ND

Table 73-5. Mw/Vacuum조사후 진공포장한 가래떡의 오염미생물

오염 원인균	저장 온도	Initial	100 Watt 90s	100Watt 90(60)90s	300 Watt 90s	300Watt 90(60)90s	600 Watt 90s	600Watt 90(60)90s
호기성	4℃	6.7×10^4	6.4×10^3	7.5×10^3	5.3×10	ND	ND	ND
전세균	25℃	5.9×10^4	4.6×10^3	8.3×10^2	4.3×10	ND	ND	ND
효모	4℃	8.9×10^3	4.2×10^2	2.2×10^2	4.2×10	ND	ND	ND
	25℃	6.7×10^3	5.6×10^2	4.6×10^2	6.3×10	ND	ND	ND
곰팡이	4℃	TNTC	6.3×10^2	4.9×10	ND	ND	ND	ND
	25℃	TNTC	7.7×10	6.2×10	ND	ND	ND	ND

4. 농산물 시료의 5개월 저장 후 이화학적 품질 특성

Table 74. 중량변화(단위:g)

조사조건	항목 저장 온도	대두(5개월저장)		%	감자(5개월저장)		%
		조사전	조사후		조사전	조사후	
Initial	4℃	200.8	200.2	0.3	146.7	145.8	0.6
	25℃	200	195.4	2.3	181.5	187.6	+3.4
100Watt90s	4℃	200.6	200.4	0.1	142.4	141.2	0.8
	25℃	200.6	194.9	2.8	193.1	199.3	+3.2
100Watt90(60)90s	4℃	200.3	198.7	0.8	183.9	183.2	0.4
	25℃	200.8	194.1	3.3	177.9	182.4	+2.5
300Watt90s	4℃	200	198.6	0.7	164	162.8	0.7
	25℃	200.1	194.7	2.7	122.5	129.5	+5.7
300Watt90(60)90s	4℃	200.4	198.6	0.9	173.7	172.3	0.8
	25℃	200.3	192.8	3.7	179.7	183.5	+2.1
600Watt90s	4℃	200.2	197.3	1.4	155.7	154.7	0.6
	25℃	200.7	192.5	4.1	142.9	154.2	+7.9
600Watt90(60)90s	4℃	200.6	195.7	2.4	140.2	137.2	2.1
	25℃	200.7	188.2	6.2	145.9	154.8	+6.1

Table 74-1. MW 처리 후 진공포장, 진공포장 후 MW처리, MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의 중량변화(단위:g)

조사 조건	항목 저장 온도	M/W처리후 진 공포장가래떡 (5개월저장)			%	진공포장후M/ W처리 가래떡 (5개월저장)			%	MW/Vacuum처 리후 진공포 장가래떡 (5개월저장)			%
		조사 전	조사 후			조사 전	조사 후			조사 전	조사 후		
		Initial	4℃	204		198.3	2.8	-		-	-	-	
	25℃	199.8	176.2	11.8	-	-	-	-	-	-	-	-	
100Watt	4℃	202.1	199.7	1.7	199.7	193.4	3.2	236.3	232.3	1.7			
90s	25℃	206.5	192.4	6.8	192.3	172.3	10.4	221.8	202.5	8.7			
100Watt	4℃	206.4	202.9	1.7	218.9	212.5	2.9	220.2	213.6	3.0			
90(60)90s	25℃	198	176.1	11.1	216.2	193.7	10.4	223.3	189.4	15.2			
300Watt	4℃	201.5	196.1	2.7	217	210.3	3.1	221.7	214.4	3.3			
90s	25℃	202.5	180	11.1	193.9	171.1	11.8	222.2	195.1	12.2			
300Watt	4℃	206.3	195	5.5	218	211.1	3.2	222.6	209	6.1			
90(60)90s	25℃	201.2	177.9	11.6	209.8	187.7	10.5	224.8	189.4	15.7			
600Watt	4℃	203.9	198.9	2.5	217.3	212.4	2.3	223.6	215.2	3.8			
90s	25℃	205.8	181.2	12	229.6	203.4	11.4	224.6	198	11.8			
600Watt	4℃	197.5	185.2	6.2	217.2	213.2	1.8	223.8	209	6.6			
90(60)90s	25℃	199.5	168.9	15.3	259.1	237.7	8.3	222	184.5	16.9			

% : 조사전과 조사후의 중량변화의 값(백분율)을 의미한다.

Table 75. 5개월 저장 후 시료의 색차 변화

Table 75-1. MW조사 후 진공포장한 감자의 (4℃ 저장) 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{***}	b ^{***}
Initial	60.83 ^c	0.65 ^a	23.27 ^{bc}
100Watt90s	65.74 ^b	0.72 ^a	24.76 ^b
100Watt90(60)90s	71.76 ^a	-2.82 ^d	26.15 ^a
300Watt90s	62.66 ^c	-0.43 ^b	22.68 ^a
300Watt90(60)90s	67.97 ^a	-1.24 ^c	20.69 ^c
600Watt90s	68.32 ^{ab}	-1.38 ^c	22.73 ^{bc}
600Watt90(60)90s	57.62 ^d	-2.45 ^d	13.82 ^d

Table 75-2. MW조사 후 진공포장한 대두의 (4℃ 및 25℃ 저장) 색차값

조사조건 \ 대두색차값	L ^{***}		a ^{***}		b ^{**}	
	4℃	25℃	4℃	25℃	4℃	25℃
Initial	88.77 ±0.07 ^{ed}	89.09 ±0.54 ^{ab}	-2.77 ±0.10 ^{cde}	-1.55 ±0.29 ^{ab}	19.88 ±0.34 ^a	17.06 ±0.52 ^a
100Watt90s	88.57 ±0.05 ^e	89.14 ±0.32 ^{ab}	-2.80 ±0.11 ^{de}	-1.17 ±0.32 ^a	19.41 ±0.06 ^{ab}	17.19 ±0.40 ^a
100Watt90(60)90s	88.41 ±0.30 ^e	89.18 ±0.82 ^b	-2.64 ±0.04 ^{bcd}	-1.40 ±0.15 ^{ab}	18.81 ±0.46 ^{bcd}	17.54 ±0.76 ^a
300Watt90s	88.98 ±0.05 ^{cd}	88.64 ±1.28 ^b	-2.82 ±0.10 ^e	-1.29 ±0.17 ^a	19.11 ±0.41 ^{bc}	17.68 ±0.75 ^a
300Watt90(60)90s	89.46 ±0.45 ^b	89.17 ±0.64 ^{ab}	-2.59 ±0.03 ^b	-1.45 ±0.10 ^{ab}	18.27 ±0.14 ^d	17.82 ±0.35 ^a
600Watt90s	89.37 ±0.16 ^{bc}	89.55 ±0.64 ^{ab}	-2.61 ±0.06 ^{bc}	-1.70 ±0.08 ^b	18.62 ±0.48 ^{cd}	17.80 ±0.47 ^a
600Watt90(60)90s	89.92 ±0.15 ^a	90.17 ±0.25 ^a	-2.36 ±0.15 ^a	-1.34 ±0.20 ^{ab}	18.69 ±0.34 ^{cd}	17.61 ±0.31 ^a

Table 75-3. MW조사 후 진공포장한 가래떡의 (4℃ 저장) 색차값

조사조건	L ^{***}	a [*]	b
Initial	76.76 ± 0.60 ^a	-1.33 ± 0.14 ^b	7.78 ± 0.88 ^b
100Watt90s	74.86 ± 0.08 ^b	-0.80 ± 0.24 ^{ab}	8.52 ± 1.23 ^b
100Watt90(60)90s	76.10 ± 0.65 ^a	-0.82 ± 0.25 ^{ab}	8.89 ± 1.06 ^{ab}
300Watt90s	71.70 ± 0.79 ^d	-0.20 ± 0.72 ^a	10.84 ± 2.37 ^a
300Watt90(60)90s	74.70 ± 0.68 ^b	-1.10 ± 0.19 ^b	8.44 ± 0.62 ^b
600Watt90s	73.38 ± 0.52 ^c	-1.23 ± 0.22 ^b	7.86 ± 0.43 ^b
600Watt90(60)90s	74.06 ± 0.53 ^{bc}	-0.99 ± 0.31 ^b	8.18 ± 0.23 ^b

Table 75-4. MW조사 후 진공포장한 가래떡의 (25℃ 저장) 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{***}	b ^{**}
Initial	72.45 ± 0.11 ^a	-0.54 ± 0.21 ^{bc}	11.20 ± 0.82 ^{bc}
100Watt90s	72.88 ± 0.70 ^a	-1.37 ± 0.55 ^{cd}	9.99 ± 2.42 ^{cd}
100Watt90(60)90s	70.43 ± 0.47 ^b	0.09 ± 0.73 ^{ab}	14.13 ± 1.04 ^{ab}
300Watt90s	70.86 ± 0.65 ^b	0.41 ± 0.10 ^a	15.19 ± 0.78 ^a
300Watt90(60)90s	73.06 ± 0.68 ^a	-1.56 ± 0.60 ^d	7.58 ± 2.86 ^d
600Watt90s	72.33 ± 0.63 ^a	-1.22 ± 0.36 ^{cd}	10.87 ± 0.49 ^{bcd}
600Watt90(60)90s	69.84 ± 0.63 ^b	-1.32 ± 0.55 ^{cd}	8.75 ± 2.49 ^{cd}

Table 75-5. 진공포장 후 MW조사한 가래떡의 (4℃ 저장) 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{***}	b ^{***}
100Watt90s	73.29 ± 0.71 ^c	-0.47 ± 0.33 ^a	10.86 ± 0.64 ^a
100Watt90(60)90s	74.97 ± 0.91 ^b	-0.50 ± 0.28 ^a	9.41 ± 0.39 ^b
300Watt90s	71.46 ± 0.27 ^d	-1.31 ± 0.33 ^b	6.23 ± 0.84 ^d
300Watt90(60)90s	73.68 ± 0.91 ^c	-1.28 ± 0.34 ^b	8.13 ± 0.85 ^c
600Watt90s	75.95 ± 0.89 ^{ab}	-1.61 ± 0.13 ^{bc}	8.78 ± 0.52 ^{bc}
600Watt90(60)90s	72.83 ± 0.39 ^c	-1.85 ± 0.17 ^c	6.62 ± 0.21 ^d

Table 75-6. 진공포장 후 MW조사한 가래떡의 (25℃ 저장) 색차값

조사조건	L ^{***}	a ^{***}	b ^{***}
100Watt90s	72.45 ± 0.11 ^a	-0.18 ± 0.19 ^a	12.52 ± 1.36 ^a
100Watt90(60)90s	71.54 ± 0.11 ^{bc}	-0.35 ± 0.45 ^a	11.51 ± 1.28 ^{ab}
300Watt90s	71.19 ± 0.84 ^{cd}	-0.37 ± 0.31 ^a	11.78 ± 0.32 ^a
300Watt90(60)90s	70.53 ± 0.51 ^d	-1.83 ± 0.42 ^b	7.12 ± 1.08 ^d
600Watt90s	68.68 ± 0.53 ^c	-1.44 ± 0.26 ^b	9.58 ± 1.61 ^{bc}
600Watt90(60)90s	66.10 ± 0.81 ^f	-0.18 ± 0.68 ^a	8.37 ± 0.85 ^{cd}

Table 75-7. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의 (4℃ 저장) 색차값

조사조건	L ^{***}	a	b [*]
100Watt90s	75.51 ± 1.28 ^b	-1.17 ± 0.14 ^a	7.20 ± 1.39 ^{abc}
100Watt90(60)90s	73.68 ± 0.17 ^c	-1.29 ± 0.13 ^a	6.08 ± 0.60 ^c
300Watt90s	73.92 ± 0.59 ^c	-1.33 ± 0.31 ^a	7.19 ± 0.32 ^{abc}
300Watt90(60)90s	76.78 ± 0.45 ^a	-1.21 ± 0.06 ^a	8.13 ± 0.33 ^a
600Watt90s	73.06 ± 0.60 ^c	-1.28 ± 0.14 ^a	6.47 ± 0.45 ^{bc}
600Watt90(60)90s	74.20 ± 0.25 ^c	-1.14 ± 0.06 ^a	6.55 ± 0.31 ^{bc}

Table 75-8. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의 (25℃ 저장) 색차값

조사조건	L ^{***}	a	b ^{***}
100Watt90s	69.67 ± 0.43 ^c	-1.00 ± 0.12 ^{ab}	6.28 ± 1.06 ^c
100Watt90(60)90s	68.08 ± 0.46 ^d	-1.31 ± 0.92 ^b	11.74 ± 0.79 ^a
300Watt90s	68.26 ± 0.69 ^d	-1.49 ± 0.12 ^b	6.93 ± 1.36 ^c
300Watt90(60)90s	69.96 ± 0.22 ^c	-0.45 ± 0.42 ^a	9.37 ± 0.48 ^b
600Watt90s	73.97 ± 0.17 ^a	-0.87 ± 0.09 ^{ab}	10.88 ± 0.23 ^a
600Watt90(60)90s	73.03 ± 0.59 ^b	-0.91 ± 0.10 ^{ab}	11.29 ± 0.43 ^a

*** p=0.001수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

** p=0.01수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

* p=0.05수준에서 시료간 유의적인 차이가 있음.

abcd 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 76. 5개월 저장 후 시료의 관능검사

Table 76-1. MW조사 후 진공포장한 감자의 (4℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로 상태*	색	외관	부패 정도	발아 정도	조직감	종합적기호도
Initial	3.6 ^{abc}	3.2 ^a	3.3 ^{ab}	3.7 ^{ab}	8.3 ^a	5.3 ^a	2.6 ^a
100Watt90s	5.0 ^{ab}	3.3 ^a	4.3 ^{ab}	4.3 ^{ab}	7.2 ^a	4.2 ^a	5.8 ^a
100Watt90(60) 90s	2.3 ^{bc}	4.2 ^a	5.2 ^{ab}	3.7 ^b	9.2 ^a	6.2 ^a	4.6 ^a
300Watt90s	4.2 ^c	2.1 ^a	5.2 ^{ab}	4.2 ^{ab}	6.2 ^a	5.8 ^a	4.2 ^a
300Watt90(60) 90s	5.2 ^a	4.2 ^a	4.2 ^{ab}	4.7 ^{ab}	5.3 ^a	4.3 ^a	5.7 ^a
600Watt90s	5.2 ^a	4.0 ^a	5.7 ^a	4.2 ^{ab}	6.2 ^a	2.7 ^a	2.9 ^a
600Watt90(60) 90s	4.2 ^a	2.5 ^a	3.5 ^b	5.3 ^a	8.7 ^a	4.2 ^a	3.7 ^a

Table 76-2. MW조사 후 진공포장한 대두의 (4℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로 상태	색	외관	부패 정도	발아 정도	조직감	종합적기호도
Initial	5.6 ^a	7.3 ^a	6.4 ^a	7.8 ^a	7.4 ^a	7.5 ^a	6.1 ^a
100Watt90s	7.4 ^a	5.4 ^a	5.6 ^a	7.2 ^a	7.2 ^a	8.0 ^a	6.2 ^a
100Watt90(60) 90s	6.3 ^a	8.5 ^a	8.5 ^a	7.4 ^a	7.3 ^a	6.2 ^a	6.0 ^a
300Watt90s	7.2 ^a	7.3 ^a	8.6 ^a	7.7 ^a	7.8 ^a	8.7 ^a	6.9 ^a
300Watt90(60) 90s	6.3 ^a	5.9 ^a	7.5 ^a	7.4 ^a	7.4 ^a	9.5 ^a	6.7 ^a
600Watt90s	8.5 ^a	8.6 ^a	4.2 ^a	7.6 ^a	7.5 ^a	6.3 ^a	6.4 ^a
600Watt90(60) 90s	5.4 ^a	7.6 ^a	5.7 ^a	7.5 ^a	6.7 ^a	7.5 ^a	6.6 ^a

Table 76-3. MW조사 후 진공포장한 대두의 (25℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로 상태	색	부패 정도	발아 정도	조식감	종합적기호도
Initial	8.5 ^a	7.0 ^{bc}	9.1 ^a	9.2 ^a	7.3 ^a	7.7 ^a
100Watt90s	7.8 ^a	6.8 ^c	9.3 ^a	9.0 ^a	7.0 ^a	8.3 ^a
100Watt90(60)90s	7.3 ^a	8.8 ^{ab}	9.9 ^a	9.8 ^a	7.0 ^a	8.6 ^a
300Watt90s	8.8 ^a	6.0 ^{abc}	9.7 ^a	9.6 ^a	5.5 ^a	8.6 ^a
300Watt90(60)90s	7.0 ^a	7.8 ^{abc}	9.6 ^a	9.7 ^a	7.3 ^a	9.4 ^a
600Watt90s	7.3 ^a	9.0 ^a	9.5 ^a	9.8 ^a	7.3 ^a	8.3 ^a
600Watt90(60)90s	7.5 ^a	7.5 ^{abc}	9.6 ^a	9.0 ^a	7.8 ^a	8.2 ^a

Table 76-4. MW 조사 후 진공포장한 (4℃ 저장) 가래떡의 관능검사

조사조건	결로 상태***	색*	외관*	부패 정도**	질감	종합적기호도**
Initial	3.5 ^c	3.8 ^{bc}	4.0 ^b	5.2 ^{bc}	4.0 ^a	5.0 ^b
100Watt90s	3.5 ^c	2.8 ^c	5.0 ^b	4.4 ^c	3.8 ^a	7.9 ^b
100Watt90(60)90s	7.8 ^a	8.5 ^a	7.5 ^a	6.7 ^a	4.0 ^a	7.7 ^a
300Watt90s	6.0 ^{ab}	4.8 ^c	5.5 ^{ab}	1.2 ^c	4.8 ^a	3.3 ^{ab}
300Watt90(60)90s	6.8 ^a	5.8 ^{bc}	6.8 ^{ab}	3.4 ^{ab}	4.6 ^a	6.4 ^{ab}
600Watt90s	7.8 ^a	7.0 ^{abc}	7.0 ^a	3.0 ^{ab}	4.5 ^a	7.5 ^a
600Watt90(60)90s	2.5 ^{bc}	8.5 ^{ab}	6.3 ^{ab}	2.7 ^{ab}	5.0 ^a	7.7 ^a

Table 76-5. MW 조사 후 진공포장한 (25℃ 저장) 가래떡의 관능검사

조사조건	결로 상태***	색***	외관*	부패 정도	질감***	종합적기호도***
Initial	2.3 ^{bc}	4.0 ^{ab}	4.7 ^a	4.1 ^b	4.6 ^{abc}	7.0 ^a
100Watt90s	5.0 ^a	5.5 ^a	4.4 ^{ab}	6.6 ^a	3.9 ^a	6.9 ^a
100Watt90(60)90s	1.3 ^c	3.5 ^{cd}	4.2 ^{abc}	3.2 ^{ab}	1.8 ^d	4.8 ^c
300Watt90s	2.5 ^c	2.5 ^d	6.4 ^c	7.0 ^{ab}	7.3 ^d	4.7 ^c
300Watt90(60)90s	3.0 ^{ab}	5.5 ^{abc}	4.2 ^{ab}	5.6 ^{ab}	8.7 ^{ab}	8.2 ^a
600Watt90s	2.0 ^{bc}	6.8 ^c	3.6 ^{abc}	5.4 ^{ab}	5.2 ^{bcd}	6.4 ^{ab}
600Watt90(60)90s	5.0 ^a	6.3 ^{bc}	4.5 ^{bc}	6.4 ^a	4.5 ^{cd}	3.6 ^{bc}

Table 76-6. 진공포장 후 MW처리한 (4℃ 저장) 가래떡의 관능검사

조사조건	결로 상태*	색	외관*	부패 정도	질감	종합적기호도
100Watt90s	5.2 ^a	8.7 ^a	9.1 ^a	5.3 ^b	7.7 ^a	7.9 ^{ab}
100Watt90(60)90s	4.8 ^a	7.1 ^{ab}	7.9 ^a	5.1 ^b	8.0 ^a	8.2 ^a
300Watt90s	4.2 ^a	4.2 ^{ab}	5.8 ^b	5.9 ^b	6.7 ^{ab}	5.8 ^{bc}
300Watt90(60)90s	4.7 ^a	4.6 ^{ab}	5.7 ^b	5.2 ^b	6.2 ^{ab}	6.4 ^c
600Watt90s	4.6 ^a	4.4 ^{ab}	6.4 ^b	4.4 ^{ab}	6.9 ^{ab}	6.8 ^{abc}
600Watt90(60)90s	3.5 ^b	3.5 ^b	5.5 ^b	8.6 ^a	5.8 ^b	5.6 ^c

Table 76-7. 진공포장 후 MW처리한 (25℃ 저장) 가래떡의 관능검사

조사조건	결로 상태	색	외관	부패 정도	질감	종합적기호도
100Watt90s	5.8 ^a	4.8 ^a	3.3 ^a	3.3 ^a	4.1 ^a	3.9 ^a
100Watt90(60)90s	5.5 ^a	4.7 ^a	2.7 ^a	4.6 ^a	5.0 ^a	3.3 ^a
300Watt90s	5.0 ^a	5.7 ^a	2.4 ^a	5.1 ^a	5.2 ^a	3.6 ^a
300Watt90(60)90s	5.2 ^a	5.2 ^a	3.3 ^a	6.2 ^a	6.4 ^a	5.0 ^a
600Watt90s	3.3 ^a	5.3 ^a	2.0 ^a	4.4 ^a	3.2 ^a	1.5 ^a
600Watt90(60)90s	6.5 ^a	7.4 ^a	1.6 ^a	5.6 ^a	3.5 ^a	6.6 ^a

Table 76-8. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의 (4℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로 상태***	색***	외관*	부패 정도	질감*	종합적기호도***
100Watt90s	5.9 ^{ab}	7.2 ^b	6.9 ^{ab}	7.0 ^a	8.1 ^{bc}	7.2 ^{bc}
100Watt90(60)90s	6.8 ^a	8.7 ^a	8.7 ^a	7.1 ^a	8.9 ^a	8.8 ^{ab}
300Watt90s	6.6 ^a	9.2 ^a	8.5 ^a	9.9 ^a	6.5 ^{ab}	4.5 ^a
300Watt90(60)90s	4.2 ^c	4.3 ^{cd}	5.9 ^{bc}	6.4 ^a	5.8 ^{bc}	7.7 ^d
600Watt90s	3.3 ^c	5.4 ^d	4.7 ^c	8.6 ^a	2.4 ^c	3.4 ^d
600Watt90(60)90s	4.5 ^{bc}	4.5 ^{bc}	5.8 ^{bc}	8.6 ^a	7.6 ^{bc}	8.6 ^{cd}

Table 76-9. MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의(25℃ 저장) 관능검사

조사조건	결로 상태***	색	외관	부패 정도	질감	종합적기호도
100Watt90s	2.1 ^d	5.9 ^{ab}	5.8 ^{ab}	5.0 ^a	5.2 ^b	5.3 ^a
100Watt90(60)90s	5.4 ^{cd}	6.1 ^{ab}	5.4 ^{ab}	6.3 ^a	5.8 ^b	5.6 ^a
300Watt90s	6.6 ^{bc}	7.2 ^a	7.8 ^a	5.5 ^a	8.0 ^a	4.4 ^a
300Watt90(60)90s	8.5 ^{ab}	6.3 ^{ab}	6.6 ^{ab}	7.8 ^a	6.2 ^{ab}	5.8 ^a
600Watt90s	9.2 ^a	6.4 ^{ab}	7.4 ^{ab}	9.3 ^a	7.3 ^{ab}	6.4 ^a
600Watt90(60)90s	2.4 ^{cd}	4.6 ^b	4.5 ^b	4.6 ^a	6.3 ^{ab}	4.8 ^a

Table 77. 감자(4℃)의 갈변도(5개월 저장후)

Sample	Degree of browning (A ₄₂₀)
Initial	0.12
100Watt90s	0.19
100Watt90(60)90s	0.11
300Watt90s	0.19
300Watt90(60)90s	0.16
600Watt90s	0.42
600Watt90(60)90s	0.39
Average A ₄₂₀	0.23

Table 78. 5개월 저장 후 시료의 부패율과 발아율

Table 78-1. 가래떡의 부패율

마이크로웨이 브 조사조건	저장 온도	Mw처리후 진공포장한 경우	진공포장후 Mw처리한 경우	Mw/Vacuum처 리후 진공포장한 경우
Initial	4℃	59.5%		
	25℃	47.3%		
100Watt90s	4℃	32.1%	43%	2%
	25℃	54%	53%	6%
100Watt90(60) 90s	4℃	26.9%	23%	3%
	25℃	32%	26%	4%
300Watt90s	4℃	36%	29%	5%
	25℃	31.7%	31%	7%
300Watt90(60) 90s	4℃	5%	3%	2%
	25℃	23%	31.5%	7%
600Watt90s	4℃	7%	6%	5%
	25℃	27%	4.7%	3%
600Watt90(60) 90s	4℃	3%	2%	2%
	25℃	17%	15	6%

Table 78-2. 대두의 발아율과 부패율

마이크로웨이브 조사조건	저장 온도	Mw처리후 진공포장한 경우(발아율)	Mw처리후 진공포장한 경우(부패율)
Initial	4℃	0%	2%
	25℃	0%	24%
100Watt90s	4℃	0%	5%
	25℃	0%	32%
100Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	21%
300Watt90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	12%
300Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	2%
600Watt90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	0%
600Watt90(60)90s	4℃	0%	0%
	25℃	0%	0%

Table 78-3. 감자의 발아율과 부패율

마이크로웨이브 조사조건	저장 온도	Mw처리후 진공포장한 경우 (발아율)	Mw처리후 진공포장한 경우 (부패율)
Initial	4℃	0%	78%
100Watt90s	4℃	0%	45%
100Watt90(60)90s	4℃	0%	32%
300Watt90s	4℃	0%	21%
300Watt90(60)90s	4℃	0%	12%
600Watt90s	4℃	0%	8%
600Watt90(60)90s	4℃	0%	2%

Table 79. 5개월 저장 후 수분활성도의 변화

조사조건	저장 온도	대두	감자	가래떡	가래떡	가래떡
		Mw처리 후 진공포장 한 경우	Mw처리 후 진공포장 한 경우	Mw처리 후 진공포장 한 경우	진공포장 후 Mw처리 한 경우	Mw/Vacuum 처리후 진공포장한 경우
Initial	4℃	1.15	0.87	0.76	-	-
	25℃	0.64	0.98	0.54	-	-
100Watt 90s	4℃	1.29	0.98	0.89	1.78	0.95
	25℃	0.51	0.86	0.63	0.78	0.71
100Watt9 0(60)90s	4℃	1.85	0.87	0.88	1.34	0.96
	25℃	0.50	0.89	0.62	0.66	0.66
300Watt 90s	4℃	1.11	0.88	0.65	1.34	0.91
	25℃	0.59	0.76	0.61	0.63	0.62
300Watt 90(60)90s	4℃	1.04	0.80	0.88	1.24	0.97
	25℃	0.45	0.78	0.53	0.59	0.55
600Watt 90s	4℃	1.01	0.85	0.77	0.31	0.95
	25℃	0.52	0.74	0.43	0.48	0.41
600Watt 90(60)90s	4℃	1.22	0.73	0.74	0.96	0.92
	25℃	0.41	0.73	0.52	0.53	0.51

Table 80. 5개월 저장 후 각 시료의 조직감 측정

Table 80-1. 가래떡의 조직감

Mw조사후 진공포장	저장 온도	탄력성	몽침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.67	1214.02	0.68	1048.25	1606.79
	25℃	0.55	1432.34	0.72	2035.21	1705.42
100Watt 90s	4℃	0.46	1553.56	0.61	2950.27	1528.88
	25℃	0.84	1135.64	0.86	2651.23	1221.62
100Watt90 (60)90s	4℃	0.85	468.02	0.62	1378.69	758.35
	25℃	0.71	634.21	0.67	1265.24	752.74
300Watt 90s	4℃	1.25	1546.51	0.41	2068.56	1536.57
	25℃	1.14	1242.64	0.44	1965.32	1321.62
300Watt90 (60)90s	4℃	0.54	957.68	0.71	1854.35	872.53
	25℃	0.64	966.35	0.61	1887.32	874.31
600Watt 90s	4℃	0.80	848.9	0.59	1776.13	667.65
	25℃	0.75	836.37	0.40	1643.21	665.24
600Watt90 (60)90s	4℃	0.83	1619.15	0.60	2942.54	1521.26
	25℃	0.81	1748.01	0.43	2921.48	1245.74

(계속)

진공포장후 Mw조사		탄력성	뭉침성	응집성	경도	썩힘성
100Watt	4℃	3.36	466.39	0.87	876.80	1482.66
90s	25℃	4.54	463.27	0.84	883.68	1348.72
100Watt90	4℃	5.65	1355.49	0.84	2525.26	1626.44
(60)90s	25℃	3.31	1347.52	0.62	2714.38	1834.34
300Watt	4℃	2.01	1483.46	0.61	2606.34	1888.55
90s	25℃	2.54	1465.52	0.64	2803.24	1867.65
300Watt90	4℃	1.02	1472.66	0.63	2941.67	1835.85
(60)90s	25℃	0.85	1436.41	0.63	2556.36	1848.62
600Watt	4℃	1.07	1455.44	0.66	2710.34	1837.08
90s	25℃	1.05	1447.75	0.64	2859.64	1865.21
600Watt90	4℃	1.05	1687.54	0.65	3061.35	1826.15
(60)90s	25℃	1.09	1665.64	0.67	3068.56	1826.44
Mw/Vacuu m조사후 진공포장		탄력성	뭉침성	응집성	경도	썩힘성
100Watt	4℃	1.85	1466.38	0.64	714.37	1556.74
90s	25℃	1.74	1368.23	0.68	826.38	1145.22
100Watt90	4℃	0.68	1059.15	0.63	2125.24	1227.08
(60)90s	25℃	0.75	1044.60	0.64	2136.26	1338.85
300Watt	4℃	1.85	1453.23	0.64	2005.48	1383.63
90s	25℃	1.59	1265.90	0.67	2035.25	1355.32
300Watt90	4℃	0.96	1157.19	0.62	2160.33	1329.44
(60)90s	25℃	1.34	1188.68	0.41	2263.58	1326.65
600Watt	4℃	1.01	1173.76	0.31	2165.25	1320.94
90s	25℃	1.44	1137.53	0.47	2265.92	1337.74
600Watt90	4℃	1.07	1387.84	0.30	1754.94	1565.45
(60)90s	25℃	1.38	1350.66	0.36	2087.42	1552.62

Table 80-2. 대두의 조직감

Mw조사후 진공포장	저장 온도	탄력성	뭉침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.68	7135.25	0.36	14889.31	5748.71
	25℃	0.55	7223.53	0.34	14698.53	5363.52
100Watt 90s	4℃	0.74	7354.37	0.36	14638.64	6925.31
	25℃	0.65	7451.49	0.38	13579.79	5887.51
100Watt90 (60)90s	4℃	0.75	8032.11	0.39	14866.46	5464.85
	25℃	0.79	8712.56	0.40	15538.24	6009.95
300Watt 90s	4℃	0.86	6952.43	0.33	17559.46	5595.09
	25℃	0.89	7563.98	0.42	18113.70	5889.79
300Watt90 (60)90s	4℃	1.24	7456.99	0.34	17164.73	7672.31
	25℃	1.12	8154.96	0.46	17937.65	6421.44
600Watt 90s	4℃	0.37	8698.67	0.41	17958.58	6387.66
	25℃	0.25	9231.54	0.32	18822.65	7995.55
600Watt90 (60)90s	4℃	0.56	8469.58	0.33	17439.29	7331.81
	25℃	0.35	8654.14	0.33	17644.52	7254.22

Table 80-3. 감자의 조직감

Mw조사후 진공포장	저장 온도	탄력성	뭉침성	응집성	경도	씹힘성
Initial	4℃	0.65	302.55	0.44	2562.34	331.21
100Watt 90s	4℃	0.57	426.33	0.43	3087.63	478.62
100Watt90 (60)90s	4℃	0.69	311.52	0.42	2898.65	248.90
300Watt 90s	4℃	0.74	315.71	0.41	3271.18	315.63
300Watt90 (60)90s	4℃	0.86	103.30	0.65	966.24	187.65
600Watt 90s	4℃	1.22	339.22	0.47	1456.47	458.59
600Watt90 (60)90s	4℃	0.55	85.31	0.30	146.40	54.16

Table 81. 5개월 저장후 각 시료의 미생물 변화

Table 81-1. 대두의 오염미생물

오염 원인 균	저장 온도	Initial	100Watt 90s	100Watt 90(60)90 s	300Watt 90s	300Watt 90(60)90 s	600Watt att90s	600Watt 90(60)90s
호기 성 세균	4℃	4.8×10^3	5.6×10^2	3.8×10^2	ND	ND	ND	ND
	25℃	9.6×10^6	6.9×10^5	5.9×10^5	5.9×10^5	ND	ND	ND
효모	4℃	2.6×10^6	3.4×10^5	3.1×10^5	1.9×10^5	ND	ND	ND
	25℃	3.7×10^5	4.9×10^3	4.9×10^3	ND	ND	ND	ND
곰팡이	4℃	5.3×10^3	6.3×10^2	4.2×10^2	ND	ND	ND	ND
	25℃	4.6×10^4	4.7×10^2	7.4×10^1	ND	ND	ND	ND

Table 81-2. 감자의 오염미생물

오염 원인 균	저 장 온 도	Initial	100Watt 90s	100Watt 90(60)90 s	300Watt 90s	300Watt 90(60)90 s	600Watt 90s	600Watt 90(60)90 s
호기성 전세균	4℃	6.7×10^5	5.7×10^4	3.8×10^3	3.8×10^2	2.7×10^1	ND	ND
효모	4℃	4.5×10^5	5.4×10^5	4.6×10^3	2.8×10^2	1.7×10^2	ND	ND
곰팡이	4℃	5.7×10^5	2.4×10^5	3.7×10^3	3.8×10^2	1.2×10^2	ND	ND

Table 81-3. Mw조사 후 진공포장한 가래떡의 오염미생물

오염 원인 균	저장 온도	Initial	100Watt t90s	100Watt 90(60) 90s	300Watt 90s	300Watt t90(60) 90s	600Watt 90s	600Watt 90(60) 90s
호기 성진 세균	4℃	4.4×10^4	8.6×10^3	8.7×10^3	6.4×10	ND	ND	ND
	25℃	3.2×10^4	6.5×10^3	4.5×10^2	6.5×10^2	4.3×10	ND	ND
효모	4℃	2.6×10^3	5.6×10^2	7.3×10^2	4.5×10^2	6.5×10^2	7.8×10	ND
	25℃	7.8×10^3	6.7×10^2	6.5×10^2	6.5×10^3	3.5×10^2	9.8×10^2	5.6×10^2
곰팡 이	4℃	TNTC	4.3×10^2	4.3×10	ND	ND	ND	ND
	25℃	TNTC	8.9×10	ND	ND	ND	ND	ND

Table 81-4. 진공포장 후 Mw조사한 가래떡의 오염미생물

오염 원인 균	저장 온도	Initial	100Watt t90s	100Watt t90(60) 90s	300Watt 90s	300Watt 90(60) 90s	600Watt 90s	600Watt 90(60)90 s
호기 성진 세균	4℃	7.3×10^4	6.7×10^3	4.6×10^3	4.5×10	ND	ND	ND
	25℃	6.7×10^4	5.3×10^3	7.6×10^2	5.3×10	ND	ND	ND
효모	4℃	8.9×10^3	4.6×10^2	4.1×10^2	4.2×10	5.2×10	ND	ND
	25℃	5.6×10^3	5.6×10^3	6.6×10^2	5.2×10^2	4.3×10	ND	ND
곰팡 이	4℃	TNTC	3.4×10^2	4.7×10	2.5×10	ND	ND	ND
	25℃	TNTC	9.2×10	8.4×10	6.3×10	ND	ND	ND

Table 81-5. Mw/Vacuum조사 후 진공포장한 가래떡의 오염미생물

오염 원인 균	저장 온도	Initial	100Watt t90s	100Watt t90(60) 90s	300Watt 90s	300Watt t90(60) 90s	600Watt 90s	600Watt 90(60)90 s
호기 성전 세균	4℃	6.4×10^4	6.4×10^3	7.2×10^3	5.9×10	ND	ND	ND
	25℃	5.3×10^4	4.3×10^3	8.8×10^2	3.8×10	ND	ND	ND
효모	4℃	8.5×10^3	5.4×10^2	4.0×10^2	2.5×10	ND	ND	ND
	25℃	6.4×10^3	5.1×10^2	5.0×10^2	6.7×10	ND	ND	ND
곰팡 이	4℃	TNTC	6.8×10^2	5.8×10	1.5×10	ND	ND	ND
	25℃	TNTC	9.6×10	6.3×10	5.7×10	ND	ND	ND

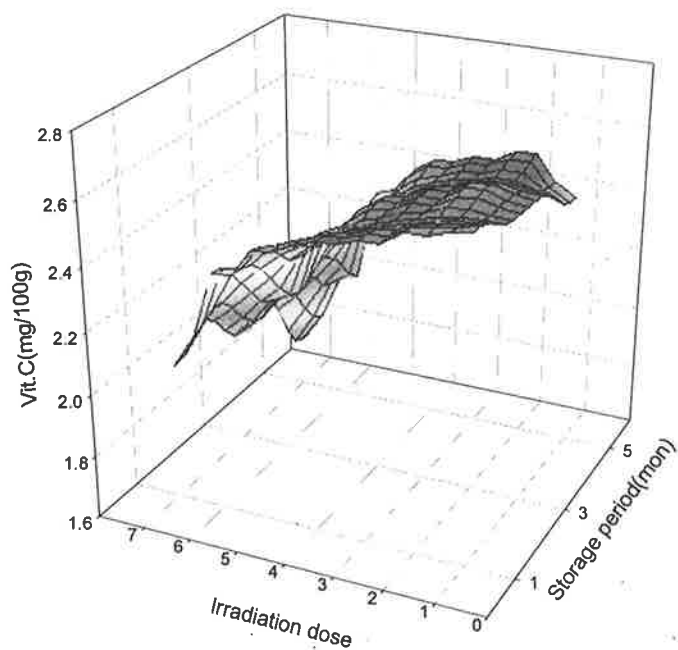


Fig. 17. Vitamine C contents of potatoes by microwave treatments during storage at 4°C

1: control, 2 : 100Watt90s, 3 : 100Watt90(60)90s, 4 : 300Watt90s, 5 : 300Watt90(60)90s, 6 : 600Watt90s, 7 : 600Watt90(60)90s

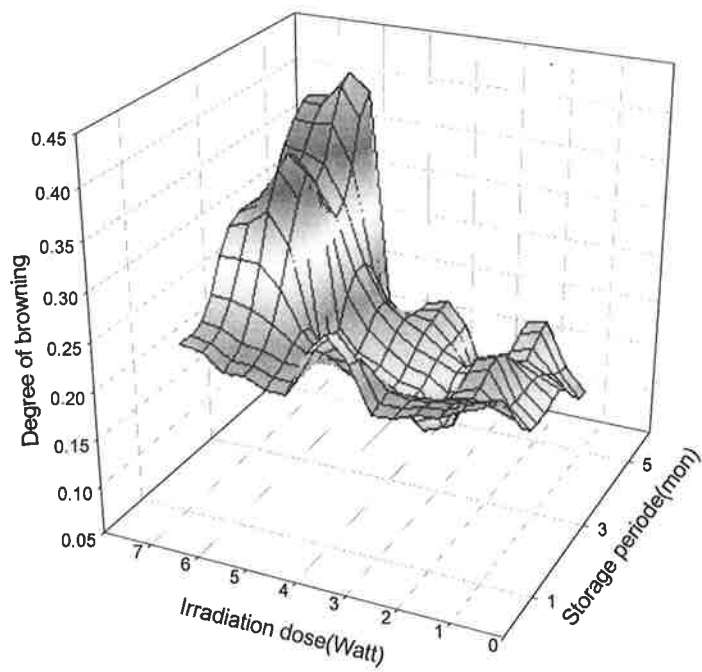


Fig. 18. Degree of browning of potatoes by microwave treatments during storage at 4°C

1: control, 2: 100watt90s, 3: 100watt90(60)90s, 4: 300watt90s, 5: 300watt90(60)90s
 6: 600watt90s, 7: 600watt90(60)90s

조사직후 농산물들의 이화학적 및 관능적, 물리적, 미생물들의 변화를 보면 다음과 같다. 중량변화는 600watt90초살균, 60초정지, 90초 살균한 농산물들이 중량변화율이 가장 높았으며 단지 가래떡의 경우 조사 후 포장과 포장 후 조사로 나누어 중량변화율을 알아보았다. 포장 후 조사한 경우 중량변화율이 0.2-0.4%대로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 포장 후 마이크로파 조사의 경우 내용물의 함량변화를 최대한 억제하였으며 감자의 갈변도는 고선량조사의 경우 갈변이 오히려 촉진되었으나 300Watt대의 마이크로파 조사는 갈변이 오히려 억제됨을 알 수 있었다.

색도의 변화를 보면 가래떡의 경우 진공포장 후 마이크로파 조사했을 경우 L값은 300Watt90초살균 60초정지 90초살균과 600Watt90초살균 60초정지 90초살균한 시료가 다른 것과 비교해 유의적인 차이를 나타내었으며 a값 및 b값의 감소를 보였으며 마이크로파조사 후 진공포장한 경우 L값의 감소와 a와 b값의 감소를 나타내었다. 감자의 경우 절단면은 조사선량의 증가로 인한 L값의 감소를 나타내었으며 이는 감자의 갈변도와 유의적인 상관관계를 나타내었다. 껍질의 색도 변화를 보면 조사선량의 증가로 인하여 L값의 큰 감소를 나타내었다. 대두의 경우 대두를 분쇄한 것은 L값의 유의적인 차이($P < 0.001$)를 나타내었으며 대두껍질은 L값의 유의적인 차이가 없었다.

감자의 Vit. C 함량은 조사선량이 높아짐에 따라 감소함을 나타내었으며 미생물의 오염도를 보면 대두의 경우 병원성미생물의 검출이 없었으며 효모와 곰팡이의 오염이 많았다. 감자의 경우도 병원성 미생물의 검출이 없었으며 효모와 곰팡이의 오염이 많았다. 가래떡의 경우 마이크로파 처리 후 포장한 것과 포장 후 마이크로파 처리한 경우의 비교 시 후자의 방법이 미생물의 살균에 더욱 효과가 있음을 알 수 있었다. 가래떡의 경우 중량변화율이 적고 미생물의 사멸효과가 나타나 포장 후 마이크로파조사가 적절할 것으로 생각된다 조직감의 측정결과 감자는 조사선량의 증가로 인하여 경도가 낮아짐을 알 수 있었다. 가래떡의 경우 조사 후 진공포장은 조사선

량에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 진공포장 후 마이크로파 조사한 경우 경도와 씹힘성의 유의적인 차이를 나타내었다. 대두의 경우 응집성의 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 멥쌀성과 경도가 유의적인 차이($P < 0.001$)를 나타내었다.

DSC측정의 경우 조사직후 감자의 호화변화를 관찰하였는데 전분 입자(Starch granule)들은 대개 10% 내지 17%의 수분을 함유하고 있으며 부분적인 결정성을 가진 영역과 완전히 무정형의 성질을 가진 영역을 함께 가진 결정성물질(crystallite)로 알려져 있다. 전분을 물과 함께 가열하면 온도상승에 따라 전분의 분산액은 점도가 매우 높은 투명하거나 유백색의 콜로이드 용액을 형성하며 전분농도가 높을 때나 냉각할 때는 반고체의 젤을 형성한다. 이와 같은 과정을 일반적으로 전분의 호화라고 부르며 전분질 식품의 가공, 조리상 가장 중요한 현상의 하나이다. 전분의 호화과정은 여러 단계로 나누어 볼 수 있지만 열역학적인 측면에서 볼 때 1)팽윤(swelling)에 의한 부피팽창 2)결정성물질의 특징인 이방성, 즉 방향 부동성(anisotropy)과 복굴절(birefringence)현상의 소실 3)열의흡수 4)용해현상의 증가 5)점도의 증가 등으로 설명할 수 있다. 전분호화의 열역학적인 측면을 연구하는데 있어서 가장 효율적인 기기는 Differential Scanning Calorimeter(DSC)로 알려져 있다. DSC는 어떤 물질이 용융이나 결정성의 변화 같은 물리적 상태가 변할 때 화학반응이 일어날 때 생기는 열(heat)의 흡수(endothermic)나 방출(exothermic)을 측정하는 기기로서 전분의 호화 시 일어나는 흡열반응으로부터 엔탈피를 측정하여 호화과정을 열역학적으로 설명할 수 있다. 호화개시온도는 600Watt90초살균의 경우 68.03℃로 가장 높았으며 호화정점온도는 600Watt90초살균의 경우 73.38℃로 가장 높았으며 호화엔탈피는 100watt90(60)90s조사한 샘플이 가장 높게 나타났다.

또한 감자의 조사직후 호흡을 측정결과 호흡속도는 14시간 30분 측정결과 비조사구가 가장 높았으며 조사선량이 증가될수록 점차 감소됨을 나타

내다가 600Watt90(60)90s조사한 감자의 경우 호흡율이 0으로 나와 고선량 조사로 인하여 감자가 호흡의 정지를 나타내었다. 감자의 경우 고선량의 조사를 이용한 살균 처리에 의한 유통은 감자의 호흡정지에 의한 미생물의 증식으로 불가능 할 것으로 보인다. 아마도 저선량의 조사가 적당하지 않을까 생각된다. 감자의 호흡정지가 온도에 의한 결과라 생각하고 감자의 조사직후 품온온도를 조사하였다. 비조사구는 22.6℃이고 100Watt조사는 40℃(평균), 300Watt조사는 평균 85℃, 600Watt조사는 90℃로 높게 나타났다. 생농산물을 유통시키기 위해서는 불가능한 방법으로 생각되며 이는 익혀먹는데 살균이 필요한 스낵류의(포테토칩) 제조 시 응용될 수 있으리라 생각된다.

대두의 단백질 전기영동의 결과 각 패턴간 조사선량에 다른 비조사군 및 마이크로파 조사군간의 SDS-PAGE상의 단백질 pattern차이를 나타내지 않았으며 이는 단백질의 분자량에도 영향을 미치지 않음을 알수 있었다. 대두의 지방산조성을 보면 대부분의 성분을 Palmitic, Stearic, Oleic, linoleic acid로 구성되어 있다.

식품은 단일 구조가 아니라 복잡한 영양소로 구성되어 있기 때문에 물성 측성이 까다롭다. 보통 식품은 액체(점도)와 고체(탄성)양쪽 모두 즉, 점탄성(Viscoelasticity)을 가지고 있다. 조사직후 가래떡의 점탄성 측정은 frequency별로 탄성성분인 G' (storage modulus)과 점성 성분인 G'' (loss modulus) 및 G'/G'' 로 나타내는 $\tan \delta$ ($\tan \delta$ 가 크다는 의미는 액상의 점도가 크다는 이야기)를 측정하였다. 비조사구의 경우 점성과 탄성성분의 증가를 보였으며 낮은 $\tan \delta$ 에서 약간의 감소경향을 나타내었다. 조사 후 포장한 가래떡은 점성과 탄성의 증가를 보였으며 높은 수치에서의 $\tan \delta$ 의 감소를 나타내어 비조사구보다 탄성의 증가를 보여 주었다. 포장 후 조사의 경우 조사 후 포장보다 높은 탄성과 점성을 나타내었으며 높은 수치에서의 $\tan \delta$ 의 감소폭도 더 크게 나타났다. 또한 가래떡의 탄성을 TPA측정치의 탄력성과 비교 시 유의적인 상관관계가 성립됨을 알 수 있었다.

식품의 미세구조 측정 결과 가래떡, 대두, 감자 시료 모두 조직감 측정 시 가장 유의적인 차이가 있는 것을 샘플링 하여 관찰을 하였다. 가래떡은 조사선량의 증가로 쌀 전분의 호화 양상이 600Watt90초 살균에서 가장 뚜렷이 나타났으며 감자의 경우 300Watt90(60)90s 초 살균한 시료가 전분이 팽윤되어 호화됨을 가장 크게 알 수가 있었다. 대두는 조사선량의 차이에 따른 미세구조의 차이가 보이지 않았다. 미세구조와 조직감 사이의 연관성을 볼 때 유의적인 양의 상관관계가 성립됨을 알 수가 있었다. 또한 감자의 경우 열처리에 의한 감자 조직의 파쇄로 고선량 조사에 의한 낮은 온도에서의 저장은 감자의 부패를 촉진시킴을 알 수가 있었다. 따라서 본 실험에서는 4℃저장을 기준으로 실험하였다.

1개월 저장 시 대두의 중량변화는 4℃보다 25℃에 보관한 것이 중량변화량이 컸다. 감자의 중량변화는 4℃가 25℃보다 중량변화량이 컸으며 25℃에서 저장시킨 감자는 오히려 중량이 평균7.03이 늘어났다. 가래떡의 경우는 MW 처리 후 진공포장한 가래떡은 4℃보다 25℃에 보관한 것이 중량변화량이 컸으며 MW/Vacuum처리 후 진공포장한 가래떡 또한 4℃보다 25℃에 보관한 것이 중량변화의 값이 컸다. 진공포장 후 MW 처리한 것은 다른군에 비해 4℃ 저장한 것은 비슷한 중량변화를 나타내었으며 4℃에 저장한 것보다 25℃에 저장한 것이 더 큰 중량변화의 값을 나타내었다.

색도의 변화는 4℃에 저장한 감자의 경우 100watt90(60)90s가 가장 높았으며 a값은 선량의 증가로 감소하였으며 b값도 감소하였다. 대두 4℃에 저장한 경우 선량의 증가로 인하여 L(밝기)는 증가하였고 a와 b값은 감소하였다. 25℃저장의 경우 L값의 증가를 보였으며 a와 b값의 증가는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 밝기 면에서는 25℃저장이 좋았으며 a와 b값은 4℃저장이 우수하였다. 가래떡의 경우 조사 후 진공포장한 4℃ 가래떡은 L값의 감소를 보였으며 25℃저장한 가래떡은 증가하다 감소하는 경향을 나타내었다. 진공포장 후 마이크로파 조사한 가래떡의 4℃ 저장 시료 색차값은 감소하였으며 a값의 감소와 b값의 감소를 나타내었다. 25℃ 저장한 가

래떡은 L값이 4℃ 저장보다 더욱 감소하였으며 MW/Vacuum처리한 가래떡의 경우 4℃저장 가래떡은 조사선량의 증가로 인하여 밝기가 감소하였다. 25℃ 저장한 경우 L값의 감소를 나타내었다. MW/Vacuum처리한 4℃ 저장의 가래떡이 가장 색도 변화가 작은 것으로 나타났다.

1개월 저장 후 관능검사 결과 4℃에 저장한 감자의 경우 100Watt90s에 저장한 감자시료가 가장 종합적기호도가 우수하였다. 대두의 경우 4℃에 저장한 경우 300Watt90s가 가장 우수하였고 25℃에 저장한 시료는 300Watt90 (60)90s 조사한 시료가 좋은 점수를 받았다. 마이크로파 조사 후 진공포장한 4℃저장 가래떡의 경우 100Watt90(60)90s 조사한 시료가 가장 높은 점수를 나타내었다. 25℃의 경우 비조사구가 가장 높은 점수를 받았다. 진공포장 후 마이크로파 처리한 가래떡의 경우 4℃저장은 100Watt90(60)90s 조사한 시료가 좋은 점수를 나타냈으며 25℃에 저장한 시료는 600Watt90(60)90s 조사한 시료가 좋은 점수를 받았다. MW/Vacuum처리한 4℃의 가래떡은 300Watt90s조사한 시료가 9.0점을 받았고 25℃저장한 경우는 마찬가지로 300Watt90s조사한 시료가 가장 좋은 점수를 받았다.

1개월 저장 후 감자의 갈변도를 보면 4℃저장의 경우 비조사구에 비하여 갈변도가 낮아짐을 볼 수 있었는데 저장초기에는 높은 수치를 가지고 있던 조사구가 1개월 경과 후 비조사구에 비하여 갈변억제현상이 일어났다. 발아율과 부패율을 보면 다음과 같다. 가래떡의 부패율은 마이크로파 처리 후 진공포장한 경우가 가장 부패율이 심했으며 4℃저장의 경우 부패율이 감소하였다. MW/Vacuum처리 후 진공 포장한 경우가 가장 부패율이 낮았다. 대두의 발아율과 부패율을 보면 발아율은 0%였으며 부패율은 25℃에 저장한 비조사구 만이 15%의 부패율을 기록했다. 감자의 발아율과 부패율을 보면 발아율은 0%였고 부패율은 비조사구가 67%를 기록하였다. 마이크로파가 발아를 억제함을 알 수가 있었으며 부패율도 어느 정도의 조사로 인하여 억제됨을 알 수 있었다.

모든 생물은 일정한 수준의 수분이 그 생명을 유지하는데 필요하지만 그

수분은 그 생물이 자유로이 이용할 수 있는 수분이어야 함은 물론이다. 그러므로 어떤 식품에서 한 미생물이 번식할 수 있는 가능성은 그 식품중의 그 미생물이 실제로 이용할 수 있는 수분함량에 의해서 정해진다. 수분활성도의 측정의 결과 비조사구가 0.9대로 가장 높았으며 처리구는 0.6-0.7대로 낮은 값을 나타내었다. 비타민 c의 함량 변화는 고선량에서는 비타민 C가 파괴됨을 볼 수 있었고 저장기간에 따른 변화를 보면 비타민C변화에 고선량을 제외하고는 차이를 보이지 않았다. 감자의 갈변도 또한 조사선량의 증가로 갈변이 증대되다가 5개월 저장 후 고선량에서 급격히 증가됨을 알 수가 있었다.

미생물의 오염은 대두의 경우 효모의 오염도가 심하였으며 300Watt90(60)90s조사한 시료는 오염이 억제되었다. 감자의 경우 효모와 곰팡이의 오염이 심하였다. 600Watt90s조사부터 오염이 안되었고 가래떡의 경우 MW/Vacuum 처리 후 진공포장한 가래떡의 오염도가 가장 낮았다. 마이크로파로 조사하여 4℃에 1개월간 저장시킨 감자는 300Watt90(60)90s조건으로 조사한 감자가 우수하게 나타났다. 가래떡의 경우 각 조건에서 25℃에 저장한 것보다 4℃에 저장한 시료가 부패정도에서 더 좋은 점수를 받았으며 진공포장 후 마이크로웨이브로 조사한 가래떡이 부패정도나 색면에서 마이크로파 조사 후 진공포장한 것보다 좋은 점수를 받았다. 또한 마이크로파와 진공을 병행한 경우 같은 4℃의 경우를 보면 색이나 부패 등의 면에서 다른조건의 시료보다 품질의 우수함을 육안으로 확인이 가능하다고 패널들이 평가하였다.

3개월 저장후의 변화를 보면 다음과 같다. 증량변화는 대두 4℃저장의 경우 비조사구가 0.2%증가되었고 25℃저장의 경우 감소하였다. 감자의 경우 25℃저장의 경우 6.1%까지 증대되었는데 이는 대두와는 달리 부패율의 증가로 인한 것으로 보인다. 가래떡의 경우 마이크로파 처리 후 진공포장한 경우 4℃와 25℃에서는 300Watt90(60)90s조사한 시료가 증량변화율이 가장 높았으며 진공포장 후 마이크로파 처리한 시료는 4℃의 경우

100Watt90s조사한 시료가 가장 높았다. 25℃의 경우는 300Watt90(60)90s조사한 시료가 중량변화율이 가장 높았으며 MW/Vacuum처리한 가래떡의 경우 4℃저장은 600Watt90(60)90s조사한 시료가 중량변화율이 가장 높았으며 25℃저장의 경우 300Watt90(60)90s조사한 시료가 중량변화율이 가장 높았다. 색차값은 감자의 경우 L값이 증대되다가 감소하였고 대두의 경우 25℃저장의 시료가 밝기(L)값이 더 높았다. 가래떡의 경우 마이크로파 조사 후 진공포장한군은 L값이 점차 감소하였고 MW/Vacuum처리한 가래떡의 경우 색차값이 가장 우수하였다. 3개월 저장 후 관능검사결과 감자의 경우 100Watt90s조사가 가장 우수하였으며 대두의 경우 4℃저장한 경우 비조사구가 가장 점수가 좋았다. 25℃에 저장한 경우 100Watt90(60)90s조사가 가장 우수하였다. 가래떡의 경우 마이크로파 조사 후 진공포장한 4℃저장 가래떡은 최고선량이 가장 점수가 좋았으며 25℃저장한 가래떡은 100Watt90s조사한 가래떡이 가장 좋게 평가되었다. 진공포장 후 마이크로파 처리한 조사군은 4℃의 경우 100Watt90(60)90s조사가 가장 우수하였고 25℃의 경우에는 최고선량조사가 가장 좋은 점수를 받았다. MW/Vacuum처리한 가래떡의 경우 4℃저장 시 300Watt90s조사한 가래떡이 가장 좋게 평가되었고 25℃저장의 경우 100Watt90(60)90s조사가 가장 우수하였다. 부패율과 발아율을 보면 다음과 같다. 가래떡의 부패율을 보면 마이크로파 처리 후 진공포장한 군이 가장 부패율이 심하였고 MW/Vacuum처리한 후 진공포장한 군이 가장 부패율이 낮았다. 4℃저장보다는 25℃저장의 부패율이 높았다. 대두의 발아율과 부패율을 보면 발아율은 0%였고 부패율은 25℃에 저장한군이 비조사구가 18%로 가장 높았다. 감자의 발아율과 부패율을 보면 발아율은 0%였으며 부패율은 비조사구가 53%로 가장 높았으며 300Watt 이후로의 조사는 부패율이 0%였다. 수분활성도의 경우 비조사구는 0.93대로 가장 높았으며 조사구별로 보면 4℃저장이 25℃저장보다 수분활성도가 높게 나타났다. 미생물의 오염도를 보면 감자의 경우 효모와 곰팡이의 오염도가 10^2 까지 300Watt 조사선량에서 나타났으며 가래떡의 경우

마이크로파 처리 후 진공포장한군의 오염도가 가장 높았고 MW/Vacuum처리한 가래떡의 경우 오염도가 가장 낮았다.

5개월 저장후의 변화를 보면 다음과 같다. 대두의 경우 4℃저장이 25℃ 저장보다 중량변화율이 적었고 감자는 25℃저장의 경우 600Watt90s 조사한 시료가 7.9%의 중량증가율을 나타내었다. 가래떡의 경우 마이크로파 조사 후 진공포장한 경우 최고선량의 중량변화율이 4℃, 25℃ 모두 가장 높았고 진공포장 후 마이크로파 처리한 가래떡의 경우 25℃저장의 경우 300Watt90s조사한 가래떡의 중량변화율이 가장 높았다. 4℃의 경우에는 300Watt 90(60)90s 조사한 시료가 중량변화율이 가장 컸으며 MW/Vacuum처리 후 진공포장한 시료가 최고선량에서 4℃, 25℃ 모두 중량변화율이 제일 높았다.

색차의 변화를 보면 감자의 경우 L값이 감소하였고 대두의 경우 각 조사선량간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 가래떡의 경우 L값의 감소를 보였으며 4℃에 저장한 가래떡의 밝기가 더 증가되었다. 진공포장 후 마이크로파 조사한 가래떡의 경우 4℃저장이 25℃저장보다 더 높은 밝기 값을 나타내었다. MW/Vacuum처리 후 진공포장한 가래떡은 4℃저장한 가래떡의 밝기가 더 높았다. 관능검사결과 감자의 경우 100Watt90s조사한 감자가 가장 좋은 점수를 받았다. 대두의 경우 4℃저장 대두는 각 점수간 유의적인 차이가 없었다($P < 0.001$). 25℃저장의 대두는 300Watt90(60)90s가 가장 높은 점수를 얻었다. 가래떡의 경우 마이크로파 조사 후 진공포장한 경우 4℃는 100Watt90s 조사한 시료가 가장 좋았고 25℃ 저장시료는 300Watt90(60)90s가 가장 높은 점수를 얻었다. 진공포장 후 마이크로파 처리한 가래떡의 경우는 4℃는 100Watt90(60)90s가 가장 높은 점수를 얻었고 25℃의 경우 최고 선량조사가 가장 높게 나타났다. MW/Vacuum처리 후 진공포장한 가래떡은 4℃저장의 경우 100Watt90(60)90s가 가장 높은 점수를 얻었고 25℃의 경우 600Watt90s 조사한 가래떡이 가장 점수가 높게 나타났다. 부패율과 발아율을 보면 다음과 같다. 가래떡의 부패율은 마이크로파 처리 후 진공

포장한 군이 가장 부패율이 심하였고 MW/Vacuum처리한 후 진공포장한 군이 가장 부패율이 낮았다. 4℃ 저장보다는 25℃ 저장의 부패율이 높았다. 대두의 발아율은 0%였으며 부패율은 25℃저장의 가래떡이 부패율이 심하였다.

감자의 발아율은 0%였으며 부패율은 최고선량에서 2%였다. 비조사구는 78%로 높게 나타났다. 수분활성도는 비조사구가 1.0대를 넘어섰으며 이는 미생물이 이용할 수 있는 자유수가 많다는 이야기임으로 미생물의 오염도도 5개월일 때 대두에서 최고치를 기록하였다. 4℃ 저장보다는 25℃ 저장의 수분활성도가 매우 낮게 나타났다. 미생물의 경우 가래떡은 MW/Vacuum처리한 후 진공포장한 군이 가장 오염도가 적었다. 대두는 효모의 오염이 많았으며 25℃ 저장의 오염도가 더 컸다. 감자는 600Watt90s조사한 군부터 오염이 발견되지 않았다.

이상의 내용을 종합해 볼 때 농산물의 경우 300Watt에서 90초(60초정지)90초 살균조건이 품질의 과다한 변화 없이 유통기간을 연장 할 수 있는 최적 조건으로 나타났으며 가래떡의 경우 진공포장 후 고주파로 조사한 가래떡의 품질특성이 가장 우수한 걸로 나타났다.

제 4절. 참고문헌

- 1) A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis of the AOAC. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.
- 2) 高板和久 : 肉製品의 鮮度 保持 測定, 食品工業, 18, 105(1975).
- 3) Waters AccQ-Tag Amino Acid Analysis System ; Operato's Manual, manual number 154-02tp rev 0 june, USA(1993)
- 4) Donald E. Carpenter and Darryc M. Sullivan. 1993. Methods of Analysis for Nutrition Labeling. AOAC International.
- 5) Chang, M.U., Arai, K., Doi, Y. and Yora, K. 1976. Morphology and intercellular appearance of orchid fleck virus. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 42:156.
- 6) 식품공전: P. 805, 806, 808, 한국식품공업협회
- 7) Adams, J. R. and Huffman, D. L: Effect of controlled gas atmospheres and temperature on quality of parkared pork. J. Food Sci. 37 .1869(1972)
- 8) 식품산업에서 마이크로파를 이용한 살균방법 식품과학과 산업 33권 2호(2000) 금준석, 조운성 한국식품개발연구원
- 9) 마이크로웨이브 로스팅중 코코아빈의 이화학적 성분변화 카톨릭 대학교 식품영양학과, (주)참맛 연구 개발실, 충남대학교 식품공학과 김석신외 공저
- 10) 감자의 몇가지 영양성분 에 대한 마이크로파와 재래적 조리방법의 비교 J.Korean SOC. Food Nutr 14(2)171-176(1985)
- 11) Effect of microwave radiation on physico-chemical properties and structure of cereal starches G.Lewandowicz Carbohydrate Polymers 42(2000) 193-199

- 12) Variable Frequency Microwave Heating of Food J.R.Bows
International Microwave Power Institute 1999
- 13) 마이크로파를 이용한 식품의 가공공정 식품과학과 산업 32권 1호
(1999) 금준석 한국식품개발연구원
- 14) Advances in Microwave Food Processing James Giese Food technology
september 1992
- 15) Developments of Nonthermal Processes for Food Preservation Food
technology May 1992
- 16) Microwave 오븐 가열에 의한 유지의 지방산과 토코페롤의 안정성 계명
대학교 식생활학과 김은미, 주광지 J.korean soc. Food Nutr. 24(2),
234-241(1995)

제 3장. 축산물의 살균 및 유통기간 연장 기술 개발

제1절 서설

현재 식품산업에 있어서 해충과 미생물 오염에 의한 식품의 변질 및 부패가 가장 큰 문제점으로 대두되고 있는 실정에서 식품공급에서 어느 정도가 변질되고 있는지 정확한 통계는 없으나 특히 개발도상국에 있어서의 식품의 손실은 대단히 크다. 이는 식품에 대한 포괄적인 살충, 살균법 및 저장유통 system에 대한 기술 개발이 뒤떨어져 있으며, 이 분야에 대한 국가적 차원에서의 필요성 및 중요성에 대한 인식 부족도 그 원인의 하나라 할 수 있다. 현재 세계의 인구가 급격히 증가되고 있으며 가능한 한 식품의 손실을 최대한으로 감소시킬수 있는 필요성 또한 절실히 요구되고 있는 실정에도 불구하고 농산물, 육류 및 어패류의 피해 또한 상당량에 이르는 것으로 알려져 있다. 미생물 및 병원균에 의한 식품의 손실은 이러한 양적인 문제뿐 아니라 인류의 건강에도 큰 위협을 가져오며 그 결과 경제성 및 생산성 저하의 중요한 원인이 되고 있다고 FAO/WHO합동 식품 안전 전문 위원회는 보고 하였다. 육류의 경우 비교적 높은 비율로 병원균에 오염이 되고 이것이 원인이 되어 모든 나라에 있어 식중독이 많이 발생하고 있으며 이러한 사실은 통계적으로도 증명되고 있다. 식중독이 증가하는 원인으로서는 식용동물의 대량사육의 폭발적인 증가, 오염된 환경, 식물성식품의 대량생산, 식품 및 가축용 사료의 국제 무역의 증가 등을 열거할 수 있다. 가축의 육류 또는 육류제품은 선모충이라던가 toxoplasma에 의한 것이 질병의 원인이 되고 이러한 질병으로 인한 치료비 또는 생산성의 저하에 의한 경제적 손실은 미국만 하더라도 연간 약 10억불 이상이라고 예측하고 있다. 해충 및 미생물에 의한 식품의 손실 또는 식품이 매개체로 하는 질병을 감소시키기 위한 노력은 역사 이후부터 시도되어 왔다. 수 만년 동안 인류는

염장, 훈연, 통조림, 훈증제 및 화학보존제등 많은 식품 살균법 및 보존법을 개발하였다. 그러나 지금까지 주로 사용되어온 식품 살균법 및 보존법은 오랜 역사와 더불어 개선되고 과학화되어 왔으나 나름대로의 한계성이 지적되면서 문제점을 해결하거나 보완할 수 있는 새로운 기술의 필요성이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 따라서 식품업계에서도 이미 식품의 가공과 조리, 건조, 냉동식품의 해동 등에 이용하고 있는 고주파(마이크로파)를 이용하여 살균효과가 극대화되면서 가열살균의 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 살균기술의 개발이 필요하다고 볼 수가 있다. 마이크로파를 이용한 살균공정의 장점으로는 단 시간 내 살균이 가능하다는 것 (기존의 1/100정도)생산비가 저렴(33%절감)하고 미생물 오염의 감소를 가져오며 작은설비면적(기존의 1/5정도) 식품 내외부를 고루 살균시키며 영양소 비파괴와 색도유지(갈변화방지) 등의 고품질을 유지할 수 있고 소음방지 및 청결도 유지로 작업환경이 개선되며 크기와 모양에 관계없이 일정한 살균방법을 유지할 수 있고 포장 후 살균이 가능하며 또한 작업의 안정성이 우수하며 열에 약한 제품도 마이크로파로 살균이 가능하다는 것이다.

기술적 측면으로 식품산업의 고도화와 국제화 시대를 맞이하여 고부가가치의 가공식품을 생산하기 위해서는 식품원료의 안정공급 위생적 제품생산 효율적 제조공정 안전한 저장 유통기술 등이 확보되어야 한다. 식품살균저장에 있어서 지금까지 이용되어온 냉장 화학약품처리 고온가열처리 등은 처리효과 비용, 안정성 등에 문제점이 지적되면서 세계적으로 사용이 점차 제한을 받게 됨에 따라 안전성과 실용성이 인정된 마이크로파 조사기법을 이용한 문제 핵심기술 개발이 요구된다. 또한 국내의 식품 가공제품 생산량은 지속적인 증가추세에 있으며 제품 제조 시 살균 공정시간의 증가로 인한 시설면적의 확대와 유통기간중 미생물의 오염이 증가되고 있다. 따라서 살균공정 시간의 감소와 살균시설의 축소 및 식품살균 시 품질을 유지하면서 살균하는 기술개발로 인한 축산물 제품의 품질개선과 운영비 절감을 꾀하고 경쟁력을 강화할 필요가 있다. 종전에는 마이크로파를 단지 냉

동된 육류의 해동방법에만 국한되어 사용되어 왔지만 제품의 품질변화와 미생물에 의한 오염 수분증발과 표면의 과열, 색의 변화, 조직감의 변화를 육류섭취에 유리한 방향으로 만들어줄 수가 있다는 것이다. 마이크로파를 이용하여 살균공정의 단순화로 제품의 품질을 높여 생산성 증진 및 운영비를 절감하며 앞으로 많은 제품들이 개발될 전망이므로 본 기술을 활용함으로써 또한 최근의 세계적인 육류의 유통경향은 동결저장보다 신선육을 그대로 보존 유통하는 추세에 따라 지육을 부분육으로 소포장화 하여 유통하고 있다. 이런 추세에 마이크로파를 이용하여 유통한다면 생산비를 절감할 수 있고 공정의 위생화와 품질의 고급화를 꾀함과 동시에 국민의 건강에 이바지 할 수 있다고 생각된다.

경제, 산업적 측면으로 보면 현재 모든 식품산업 분야에서 품질을 유지하면서 살균할 수 있는 방법을 찾고 있으며 특히 포장전 후의 살균방법이 문제점으로 제기되어 식품공업에서의 핵심문제분야의 대체기술 개발로 생산성 제고 및 수출증대 효과를 가져올 수 있는 마이크로파 조사기술의 개발이 필요한 실정이다. 특히 마이크로파 조사기법에 의해 식품으로부터 기인된 질병예방과 위생식품 생산기반을 확립하여 국민 보건향상과 생산성 증대를 도모하기 위해 필요하다고 볼 수 있다.

제 2절 실험재료 및 방법

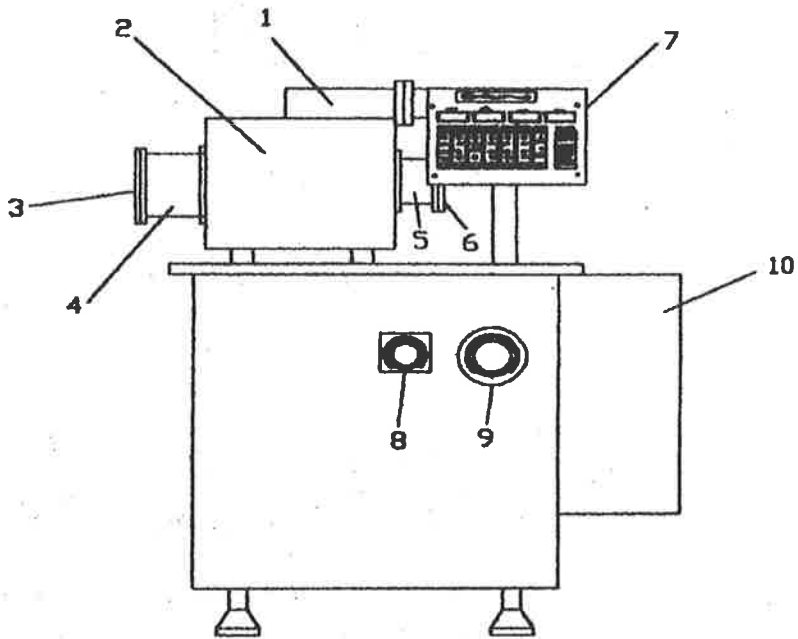
1. 실험재료 및 조제

실험에 사용한 돼지고기와 소고기는 진공포장된 등심(loin)부분만을 구입하여 Frozen meat slicer HFS-300 (한국후지공업(주))기기를 이용하여 고기의 두께는 1.5cm, 중량은 75(\pm 0.5)g으로 모양은 마이크로웨이브의 열 효율에 가장 적당한 원의 형태로 과도한 지방과 결체조직을 제거한 후 등글게 잘라 마이크로파 살균에 사용하였다.

돼지고기와 소고기의 살균방법은 Fig.1에 도식된 마이크로파 살균기를 이용하여 주파수 2,450MHz에서 출력과 작동시간에 따른 예비실험을 통하여 살균 조건을 연속살균방식, 정지살균방식으로 나누어 출력 100Watt, 300Watt, 600Watt에서 살균하였다. 각 시료를 (주)한국크라이오박 에서 구입한 PVDC(Poly vinylidene chloride)로 진공포장(Turbovac SB-260)하여 마이크로파로 살균처리 하였으며 0, 3, 6, 10, 14일간 4℃저장고에 저장 하면서 이화학적 특성변화를 관찰하였다. 마이크로파를 이용한 살균방법은 Table1에 나타내었다.

2. 실험장치 및 방법

Fig.1에 도식된 마이크로파 건조기를 이용하여 돼지고기와 소고기 살균에 이용하였다.



NO.	품명	NO.	품명
1	도파관	6	열풍배기개폐문
2	마이크로파 캐비티	7	조작판
3	열풍 개폐문	8	음극전원 조정장치
4	열풍 인입구	9	양극전원 조정장치
5	열풍 배기구	10	주조정 장치

Fig. 1. 마이크로파 살균기 구조.

Table 1. The method of sterilization on pork and beef(loin) by microwave treatment.

Operating condition of microwave treatment	
control(C)	Fresh sample
1Watt9s(T1)	100Watt 90Sec microwave Heating
1W969s(T2)	100Watt 90Sec microwave Heating/60Sec holding/ 100Watt 90Sec microwave Heating
3W9s(T3)	300Watt 90Sec microwave Heating
3W969s(T4)	300Watt 90Sec microwave Heating/60Sec holding/ 300Watt 90Sec microwave Heating
6W9s(T5)	600Watt 90Sec microwave Heating
6W969s(T6)	600Watt microwave 90Sec Heating/60Sec holding/ 600Watt 90Sec microwave Heating

3. 이화학적 특성 측정

가. 일반성분 분석

일반성분은 A.O.A.C방법¹⁾에 따라 분석하였다. 수분함량은 105℃상압가열 건조법, 조지방함량은 soxhlet법, 조단백질 함량은 semimicro Kjeldahl 법(Kjeltec 1030 Auto analyzer, Tecator, Sweden)으로 측정하였으며 질소 환산계수는 6.25로 하였다. 조회분은 직접회화법으로 측정하였다.

나. 물리화학적 변화측정

(1) Drip Loss(육즙추출율)

육즙유출율(%)=

$$\frac{A-(B+C)}{A-C} \times 100$$

A: 포장된 상태의 시료 총 중량(g)

B: 포장 개봉후 유출액을 제거한 후의 시료중량(g)

C: 포장재의 중량(g)

(2) pH측정

시료의 pH는 근막, 지방 등을 완전히 제거한 마쇄한 시료 10g에 70ml의 증류수(3차증류수)를 가해 homogenizer(Janke&kunkel Ika-Labortechnik ultra-turrax T25)로 14,000rpm으로 2분간 균질화 시킨 후 전체부피를 100ml로 조정하여 pH meter(ORION model 520A)를 사용하여 측정하였다.

(3) TBA(Thiobarbituric acid)value

Witte 등(1970)의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉 10g의 분쇄육에 실험중의 산화방지를 위하여 BHA50 μ g 첨가 후 20%TCA용액 25ml을 첨가하여 2분간 14000rpm으로 균질화하고 Volumetric flask에 넣어 증류수로 50ml이 되게 채우고 교반한 후 Wattman No.1 filter paper로 여과시킨 후 여과액 중 3ml을 취해 test tube에 넣고 0.005M 2-thiobarbituric acid 3ml을 넣고 잘 혼합한 후 실온암소에서 15시간동안 활성화시킨 후 Spectrophotometer로 530nm에서 흡광도를 측정하였다.

(4) VBN(Volatile basic nitrogen)value

Takazaki방법²⁾에 의해 Conway Unit로 측정하였다. 세절육 10g을 Vortex beaker에 넣고 증류수 90ml을 가하여 14,000rpm에서 5분간 균질화한 후

균질액을 Wattman No.1 filter paper로 filtration 시킨 후 여과액 중 3 ml을 취해 conwayunit의 외실에 넣고 내실에 0.01N 붕산 1ml와 지시약 3방울을 넣은 후 빨리 뚜껑을 닫았다. 뚜껑을 미끄러지게 열고 외실에 50%K₂CO₃ 1ml를 재빨리 주입 후 바로 밀폐한다. 용기를 수평으로 회전하여 외실의 sample과 K₂CO₃ 가 섞이게 한다. 이때 내실의 붕산과 지시약이 외실의 sample과 K₂CO₃ 와 섞이지 않게 한다. 37℃의 항온기에서 120분간 활성화시킨다. 뚜껑을 조심스럽게 열고 붕산용액을 0.02N-H₂SO₄로 신속히 적정한다. 공시험구는 외실에 K₂CO₃를 가하지 않은것의 적정치로하고 적정 결과는 옅은 pink색을 나타낼 때로 하였다.

(5) 지방산의 분석

지질 추출은 Folch법에 의하였으며 지방산 전처리 는 Morrison과 Smith의 방법으로 실험하였다. 즉 시료 25g(이때 같은 등급으로 사용) CHCl₃와 MeOH2:1용액 150ml을 가한 후 균질기로 2,500Rpm에서 3분간 마쇄 후 No.2 여과지에 무수황산나트륨을 넣고 500ml centrifuge tube에 filtering하고 CHCl₃와 MeOH2:1용액 100ml로 500ml centrifuge tube에 filtering한 후 층분리를 위해 0.88% NaCl 1/3 정도를 가하고 3,000Rpm에서 10분간 centrifuging한후 상등액을 버리고 하등액을 250ml지방수기에 남은 수분의 흡착여과를 위해 무수황산나트륨으로 No.2여과지에 여과한 후 evaporator 시킨 후 산화방지 및 용매제거를 위해 N₂ gas를 주입한다. 25ml vial 에 20mg을 넣고 0.5N-NaOH/MeOH 2ml을 가한 후 Sand bath 120℃에 15분가열 후 BF₃-MeOH 4ml을 넣고 Sand bath 120℃에 15분가열 후 Heptane 2ml NaCl 포화용액 4ml을 넣고 vortexing 시킨 후 상층액을 취해 무수황산 나트륨에 통과시킨 시료를 GC기기에 Injection 시켰다. 작동조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operating conditions of gas chromatography

Item	Condition
Instrument	HP 6890 series GC system ver A.03.03
Detector	FID
Column	HP 19091F-112 240°C Max, HP-FFAP Polyethylene Glycol TPA capillary 25.0m×320μm×0.50μm nominal set point 160°C maximum240°C
Oven Temp	160°C 2min, hold min 2, 3°C/min 220°C holdmin10
Injector Temp	230°C
Detector Temp	250°C
Carrier gas	N ₂
H ₂ flow rate	30ml/min
Split ratio	50.0:1
split flow	74.6ml/mir

(6)총아미노산

시료 약 300mg를 정확히 취하여 amp에 넣고 6N HCl 15ml를 가한 다음 N₂로 치환하여 신속하게 밀봉하였다. 이를 110°C 오븐에서 24시간 가수분해시킨 뒤 실온에서 방냉하여 탈이온수(HPLC 用)로 50ml 정용플라스크에 정용 후 0.2μm membrane 필터로 여과한 후 25ml 정용플라스크에 2ml씩 따라서 희석하여 AccQ-Tag 방법³⁾으로 유도체화 시켰다. 작동조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Operating conditions of HPLC

Item	Condition
Column	3.9×150mm Nova-Pak C18 fluorescence(JASCO FP-920,Japan),
Detector	Ex(nm)-250, Em(nm)-395
Mobile Phase	gradient method
Cycle time of injection	50 min
Injection volume	10μl
Colmn temp.	37°C

(7) 무기질 측정

ICP법(고주파플라즈마, Inductively Coupled Plasma)를 이용해서 건식회화법(dry ashing method)으로 분석하였다.⁴⁾ 즉, 각 시료 1g을 취해 예비회화 후 550℃ 회화로에서 3시간동안 회화시킨 후 실온에서 방냉시킨 후 회화된 시료에 HPLC용증류수 3-4 방울을 적셔 날리지 않도록 한 다음 2배 희석한 회질산용액(질산:증류수=1:1)3ml을 넣고 Hot plate 120℃에서 다 날린후 550℃ 회화로에서 1시간 회화 후 실온에서 방냉한 후 2배희석한 회염산용액(염산:증류수=1:1) 10ml을 천천히 가하여 회화된 시료를 완전하게 녹였다. HPLC용증류수를 이용하여 50ml 정용플라스크에 정용한 후 무(無)회분 여과지로 여과하여 여액을 ICP에 주입하여 각 시료의 무기질 함량을 산출하였다.

(8) 조직감

측정 전에 모든 시료를 실온에 30분간 방치하여 온도에 따른 조직감의 변화를 최소화 한 후 Texture Analyser TA-XT2 (XT,RA Dimension Ver 3.7A)를 사용하여 TPA를 측정하였다. 작동조건은 Table 4와 같다.

Table 4. Operating conditions of Texture Analyser TA-XT2

Pre-test speed	Test speed	post-test speed	strain (%)	Graph type	Force threshold	Force units	Contact area	Contact Force
5.0	0.5	10.0	20.0	V	20	grams	1.00	5.0
Time								

(9) 육색(Meat Color)측정

육색 측정은 포장 개봉한 등심근을 30분동안 홍색화(blooming)시킨 상태에서 측정하였다. 백색판으로 표준화 (L, a 및 b값은 각각 96.86, -0.07, 2.02)시킨 color and color difference miter, model No. CR-300,

Minolta.co.japan)를 사용하여 Hunter값과 CIE의 L(색의밝기), a(적색도), b(황색도) 값과 Hue값과 Chroma 그리고 전체적인 색깔차이를 보기 위해 ΔE 값을 측정하였다.

다. 미세구조 관찰(Scanning Electron Microscope)

Chang등(1976)의 방법⁵⁾에 의해 실험하였으며 돼지고기와 소고기 등심의 내부구조나 조직을 전자현미경으로 관찰함으로써 마이크로파 처리의 효과 또는 조직의 변화를 명확하고 가시적으로 규명하기 위하여 마이크로파를 사용하여 각 조건별로 조사시킨 시료를 근섬유결을 잘 살려 지방이 없는 순살코기 부분만 시료를 채취한 후 2.5% Glutaraldehyde 용액으로 2시간 전고정 시킨 후 0.2M Na-Pi(pH 7.0)으로 30분간 Washing한 후 2%Osmium tetroxide로 1시간 동안 후고정 한 후 50, 60, 70, 80, 90, 95, 95, 100, 100% ethanol용액으로 저농도에서 고농도로 각각 20분씩 탈수 시킨 후 50% ethanol에 50%Isoamyl acetate를 용해시킨 시약으로 20분, 100%Isoamyl acetate 전처리액으로 12시간 이상 치환하여 주었다. 임계점 건조기 (critical point Dryer, HCP-2)CO₂ gas로 건조하여 gold-polladium으로 ionsputter(C1010 Hitachi, Japan)를 이용하여 coating한 다음 주사전자현 미경 (Scanning Electron Microscope(S2380N Hitachi, Japan))을 사용하여 미세구조를 관찰하였다.

라. 미생물 측정

시료의 표면에서 일회용 멸균칼을 이용하여 시료를 절취한 후 이 시료를 Stomacher bag 에 넣고 2분간 Stomacher(Stomacher 400, seward,medical, u.k.)을 이용하여 균질시킨 다음, 0.85%멸균생리식염수 에 넣은 후 일정비율로 희석 하였다. 그리고 호기성 전세균은 희석액 1ml을 취해 Petrifilm™ (3M, USA:A0AC) Plating Method로 접종하여 32℃ incubator에 24시간 배양후 붉은색으로 염색되어지는 균수를 계수 하였다. 저온성 세균

은 희석액 1ml을 취해 Petrifilm™ (3M, USA:AOAC) Plating Method로 접종하여 8℃ incubator에 48시간 배양후 붉은 색으로 염색되어지는 균수를 계수 하였다. 대장균군은 희석액 1ml을 취해 Petrifilm™ (3M, USA:AOAC) Plating Method로 접종하여 32℃ incubator에 24시간 배양후 붉은색 균체와 CO₂ 가스방울이 같이 존재하는 균체를 계수 하였다. E-Coli는 희석액 1ml을 취해 Petrifilm™ (3M, USA:AOAC) Plating Method로 접종하여 32℃ incubator 에 24시간 배양후 파란색 균체와 CO₂ 가스방울이 같이 존재하는 균체를 계수 하였다. *Salmonella*와 *Listeria*는 식품공전법에⁶⁾ 따라 만들어진 easy biotec의 PPM배지를 이용하였다. 즉, 시료25g을 취하여 225ml의 Selenite F 배지 에 가한 후 35℃에서 24시간 증균배양한 후 MacConkey 한천배지에 접종하여 35℃에서 24시간 분리배양한후 의심되는 집락을 확인 시험 하였다. *Listeria*는 시료 25g을 225ml의 1차 증균배지인 UVM-modified listeria 증균배지를 가한 후 30℃에서 24시간 배양 후 이중에서 0.1ml를 취하여 Fraser listeria배지 10ml에 접종하여 2차 증균을 실시하였다. 증균배양액을 멸균된 면봉을 이용하여 Oxford agar에 접종하여 30℃에서 24시간 분리배양한 후 의심되는 집락을 확인시험 하였다.

마. 저장 중 온도변화

저장고의 온도변화는 0일부터 14일이 되는 시점까지 자동 기록하였으며, 저장 전 기간동안 저장온도 처리구별 온도편차는 $0 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지되었다. 따라서 저장동안 온도편차에 의한 품질변화는 거의 없었을 것으로 사료된다.

바. 통계분석

모든 실험측정은 3반복 측정하여 평균치와 표준오차를 계산하였고, 각 구간 차이의 통계적 유의성은 SAS(1998)Ver6.03 통계프로그램을 이용하여 Anova분산분석과 Duncan의 다범위 검정(multi range test)을 사용하여 유의성 검정을 시행하였다.

제3절 결과 및 고찰

Table 5. Approximate compositions of pork samples on various microwavetreatment. (dry basis %)

	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s
Pro	23.88 ±2.24 ^a	23.47 ±0.32 ^a	22.99 ±0.41 ^a	23.99 ±1.35 ^a	24.79 ±0.66 ^a	23.74 ±0.21 ^a	24.06 ±0.40 ^a
Ash ^{**}	1.21 ±0.01 ^a	1.18 ±0.03 ^{ab}	1.20 ±0.04 ^{ab}	1.07 ±0.05 ^c	1.15 ±0.02 ^b	1.14 ±0.04 ^b	1.19 ±0.01 ^{ab}
Mois	72.67 ±0.46 ^{ab}	72.77 ±0.48 ^a	72.27 ±0.70 ^{ab}	72.82 ±0.35 ^a	72.68 ±0.49 ^{ab}	72.43 ±0.54 ^{ab}	71.77 ±0.33 ^b
Fat [*]	3.82 ±1.43 ^a	2.93 ±0.69 ^{ab}	1.30 ±0.16 ^b	1.77 ±0.54 ^b	2.07 ±0.23 ^b	1.61 ±0.15 ^b	1.40 ±0.01 ^b

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s; Refer to the comment in Table 1

^{*}significant at P<0.05 ^{**}significant at P<0.01 ^{***}significant at P<0.001 ^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

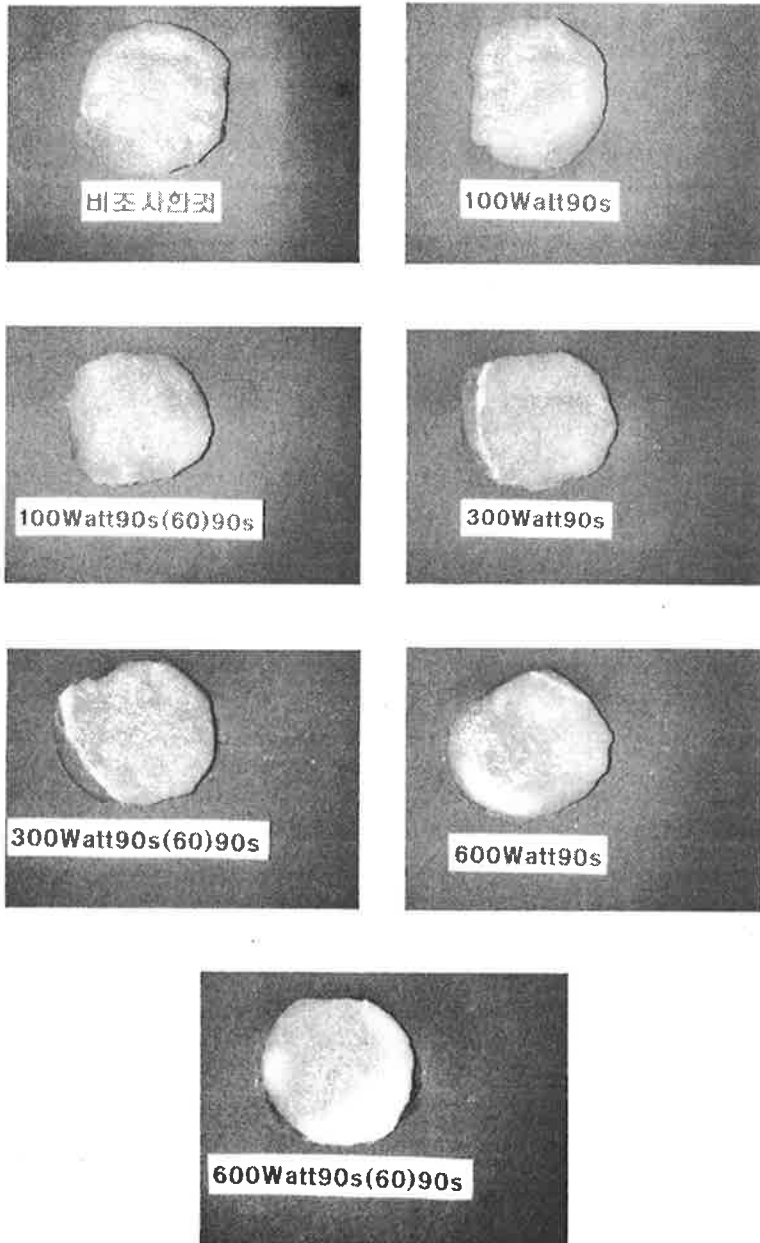
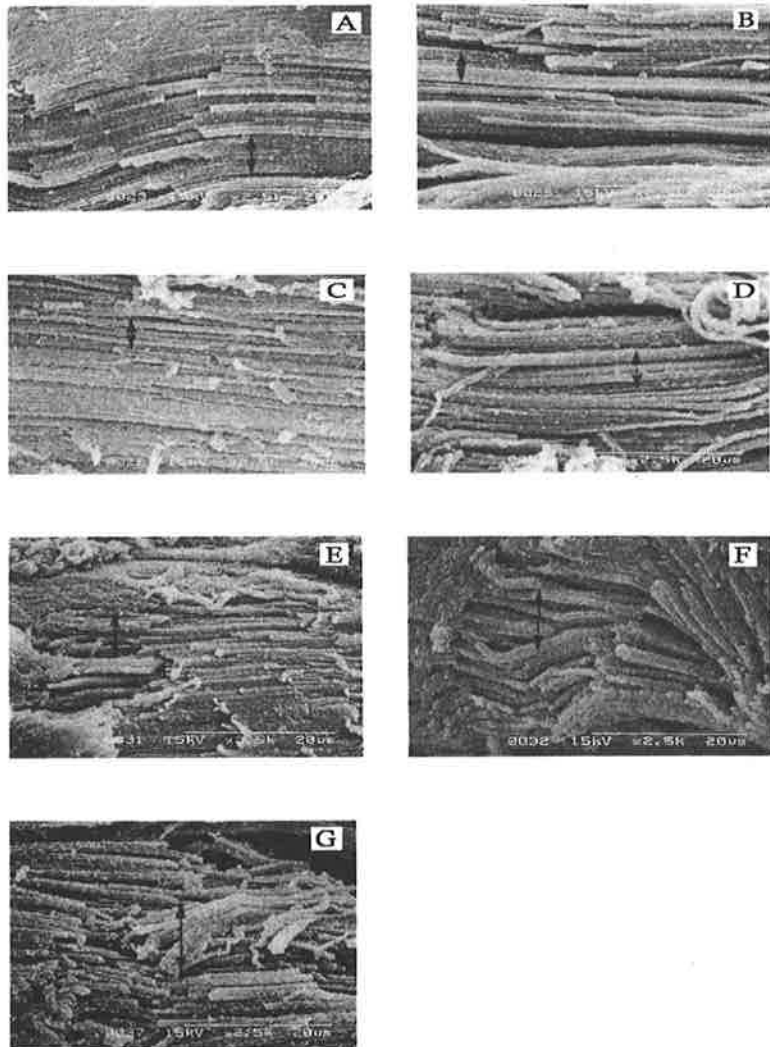


Fig. 2. Photograph of pork samples on various microwave treatment.



A:control B:100Watt90s C:100Watt90(60)90 D:300Watt90s
 E:300Watt90(60)90 F:600Watt90s G:600Watt90(60)90 (×2,500)

Fig. 3. Microstructure of pork samples on various microwave treatment

Table 6. Drip loss of pork samples on various microwave treatment.

Treatment	Drip(%)
control	0.28
1w9s	0.30
1w969s	0.41
3w9s	0.18
3w969s	0.31
6w9s	0.38
6w969s	4.38

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

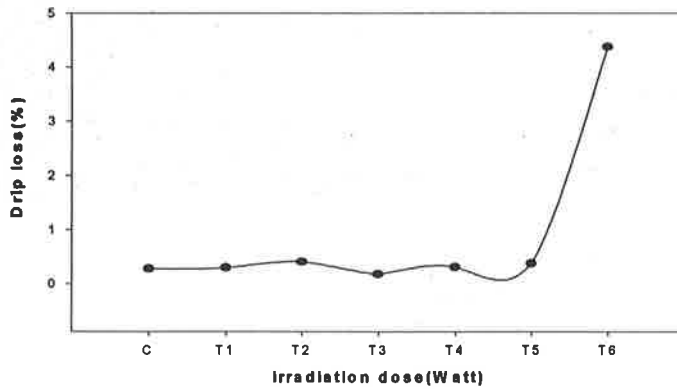


Fig.4. Drip loss of pork loin by microwave treatments c,t1,t2,t3,t4,t5,t6; refer to the comment in Table 1

Table 7. pH of pork samples on various microwave treatment.

Treatment	pH ^{***} (%)
control	5.51 ± 0.01 ^d
1w9s	5.51 ± 0.02 ^d
1w969s	5.52 ± 0.01 ^d
3w9s	5.67 ± 0.02 ^b
3w969s	5.67 ± 0.01 ^b
6w9s	5.62 ± 0.02 ^c
6w969s	5.74 ± 0.04 ^a

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s; Refer to the comment in Table 1
^{*}significant at P<0.05 ^{**}significant at P<0.01 ^{***}significant at P<0.001 ^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

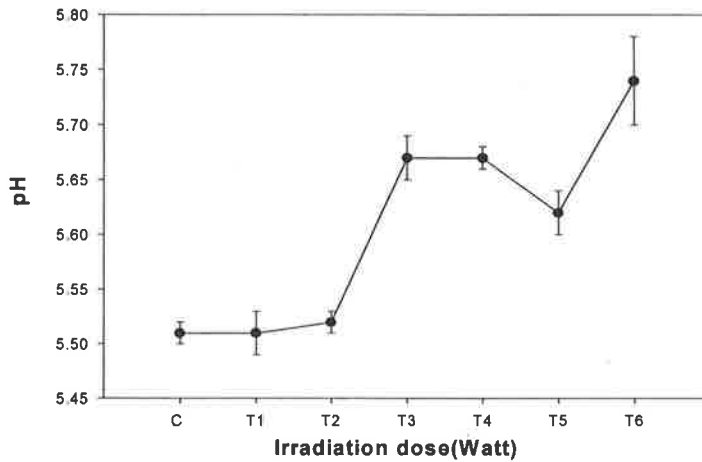


Fig.5. pH value of pork loin by microwave treatment
 c,t1,t2,t3,t4,t5,t6; Refer to the comment in Table 1

Table 8. TBA(Thiobarbituric acid)value of pork samples on various microwave treatment.

Treatment	TBA ^{***}
	pork
control	0.13±0.02 ^r
1w9s	0.13±0.01 ^r
1w969s	0.17±0.01 ^q
3w9s	0.18±0.01 ^{pk}
3w969s	0.18±0.01 ^{pk}
6w9s	0.23±0.02 ^{mn}
6w969s	0.27±0.04 ^{kl}

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1
^rsignificant at P<0.05^q significant at P<0.01^{pk} significant at P<0.001^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

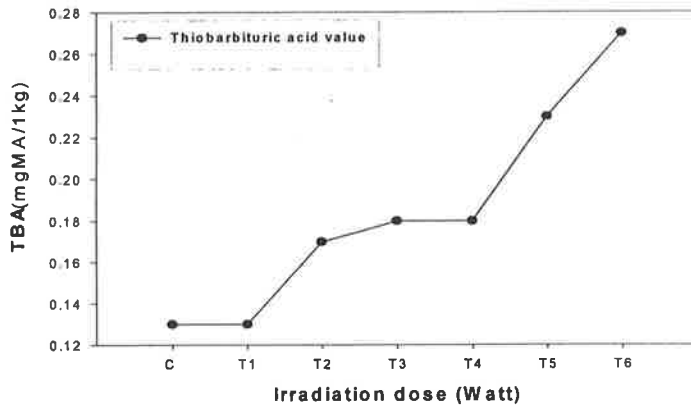


Fig.6. TBA value of pork loin by microwave treatment
 c,t1,t2,t3,t4,t5,t6; Refer to the comment in Table 1

Table 9. VBN(Volatile basic nitrogen)value of pork samples on various Microwave treatment (unit: mg%)

Treatment	VBN(Volatile basic nitrogen)value	
	pork	
control	4.62	
1w9s	4.23	
1w969s	4.14	
3w9s	4.06	
3w969s	3.95	
6w9s	3.89	
6w969s	3.64	

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

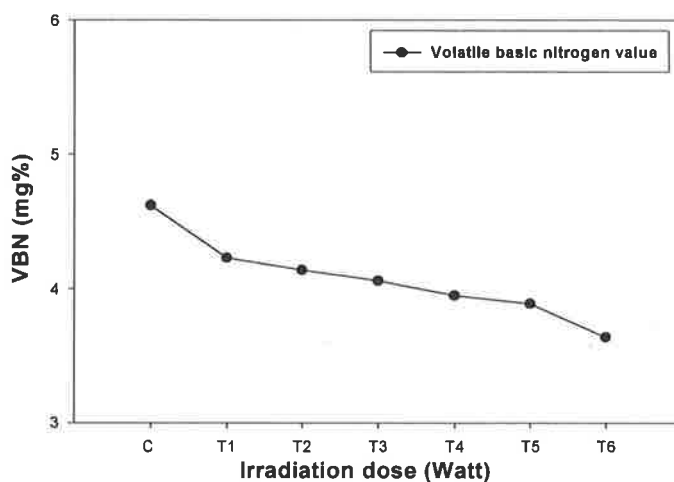


Fig.7. VBN of pork loin by microwave treatment
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6; Refer to the comment in Table 1

Table 10. Fatty acid composition of pork samples on various microwave treatment.(unit : %)

Fatty acid	Treatment							
	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s	
C14:0	1.48	1.45	1.47	1.48	1.47	1.46	1.50	
C16:0	24.01	23.92	24.27	24.07	24.07	23.90	24.21	
C16:1	2.77	2.74	2.75	2.70	2.75	2.75	2.74	
C17:0	0.20	0.22	0.20	0.22	0.20	0.21	0.21	
C17:1	0.20	0.21	0.20	0.21	0.20	0.21	0.20	
C18:0	13.19	13.25	13.59	13.31	13.32	13.16	13.37	
C18:1	(ω 9)	46.94	45.91	46.57	46.75	47.00	46.20	47.18
	(ω 7)	0.24	0.26	0.24	0.23	0.25	0.24	0.27
C18:2	8.26	8.87	8.11	8.55	8.14	8.58	8.05	
C18:3(ω 3)	0.41	0.44	0.41	0.41	0.40	0.42	0.39	
C20:0	0.20	0.19	0.20	0.19	0.22	0.20	0.17	
C20:1	0.79	0.82	0.79	0.83	0.83	0.83	0.76	
C20:2	0.38	0.41	0.37	0.39	0.38	0.40	0.37	
C20:4	0.35	0.34	0.35	0.34	0.35	0.33	0.32	
SFA ¹⁾	39.08	39.03	39.73	39.27	39.28	38.93	39.46	
MUFA ²⁾	50.94	49.94	50.55	50.72	51.03	50.23	51.15	
PUFA ³⁾	9.4	10.06	9.24	9.69	9.27	9.73	9.13	
UFA ⁴⁾	60.34	60.00	59.79	60.41	60.30	59.96	60.28	
P/S ratio ⁵⁾	0.23	0.26	0.23	0.25	0.24	0.25	0.23	

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

1)saturated fatty acid 2)monounsaturated fatty acid 3)polyunsaturated fatty acid

4)unsaturated fatty acid 5)P/S :The ratio of PUFA to SFA

Table 11. Amino acid composition of pork samples on various microwave treatment. (unit:mg/100g)

Amino acid	Treatment						
	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s
Asp	1619.0	1704.6	1568.6	1665.7	1683.9	1710.9	2146.5
Ser	671.7	672.9	651.6	656.3	697.2	692.2	815.4
Glu	2564.1	2751.9	2522.8	2581.7	2704.9	2722.0	3282.4
Gly	709.2	715.8	677.0	693.0	740.7	742.4	914.9
His	557.2	580.4	562.2	583.0	605.8	598.1	710.8
Thr	687.5	712.3	622.2	757.8	872.9	743.4	813.8
Arg	898.9	914.6	840.9	1038.0	1095.4	908.2	1097.8
Ala	1069.0	1238.8	1184.8	1178.4	1123.1	1111.8	1212.5
Pro	646.6	600.3	514.7	683.6	674.2	584.5	709.4
Cys	592.2	619.3	591.1	636.9	481.2	621.6	554.5
Tyr	659.5	582.7	621.8	790.5	701.9	715.8	596.1
Val	607.4	652.1	589.2	764.8	664.2	625.3	655.2
Met	554.4	567.0	492.1	554.5	512.9	515.6	539.0
Lys	1346.1	1715.2	1684.9	1688.2	1623.3	1422.4	1549.5
Iso	534.5	523.4	622.5	667.1	522.5	559.7	527.8
Leu	1044.3	1235.8	1326.8	1455.5	1311.2	1135.3	945.1
Phe	817.5	604.3	521.8	768.8	544.3	586.3	553.7
Total	15579.1	16391.4	15595.1	17163.8	16659.8	15995.4	17624.5

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

Table 12. Mineral composition of pork samples on various microwave treatment. (unit:mg/100g)

Mineral composition	Treatment						
	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s
Mg	34.19±3.92 ^{ab}	33.41±0.39 ^{ab}	31.33±1.86 ^b	32.44±0.44 ^{ab}	35.96±1.89 ^{ab}	36.51±3.23 ^a	33.41±2.02 ^{ab}
Mn	0.12±0.0 ^a	0.14±0.01 ^a	0.11±0.01 ^a	0.08±0.01 ^b	0.13±0.01 ^a	0.08±0.0 ^b	0.08±0.03 ^b
Na	156.44±19.49 ^a	146.53±0.60 ^b	146.90±10.11 ^a	144.86±1.80 ^b	143.24±18.27 ^a	142.88±9.72 ^a	137.48±11.46 ^a
Cu ^{***}	0.20±0.02 ^a	0.17±0.01 ^b	0.17±0.0 ^b	0.12±0.0 ^c	0.09±0.0 ^d	0.12±0.01 ^c	0.08±0.01 ^a
Zn ^{***}	2.16±0.16 ^{bc}	1.83±0.01 ^c	1.85±0.18 ^c	1.99±0.06 ^c	2.36±0.02 ^a	3.93±0.21 ^a	2.36±0.20 ^b
P	257.00±14.38 ^a	268.66±23.90 ^a	248.76±3.13 ^a	244.04±6.19 ^a	242.20±15.21 ^a	270.27±35.19 ^a	243.20±0.14 ^a
K ^{**}	401.05±4.82 ^a	415.77±38.08 ^a	349.39±13.86 ^{bc}	345.70±13.36 ^{bc}	382.92±13.68 ^{ab}	385.79±16.77 ^{ab}	330.05±4.33 ^b
Fe ^{***}	2.82±0.007 ^b	2.27±0.04 ^c	1.72±0.06 ^d	2.39±0.05 ^{bc}	3.33±0.37 ^a	1.97±0.01 ^{cd}	3.56±0.47 ^a

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

*significant at P<0.05 **significant at P<0.01 ***significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 13. Texture of pork samples on various microwave treatment.

Treatment	Springness	Gumminess***	Cohesiveness***	Adhesiveness***	Hardness***	Chewiness***
control	0.60 ± 0.07 ^a	565.38 ± 35.83 ^a	0.27 ± 0.03 ^c	-142.46 ± 45.56 ^b	2117.83 ± 304.10 ^a	339.74 ± 19.11 ^a
1w9s	0.69 ± 0.001 ^a	225.38 ± 7.81 ^b	0.35 ± 0.003 ^b	-74.10 ± 0.22 ^a	642.15 ± 26.38 ^b	154.89 ± 5.47 ^b
1w969s	0.69 ± 0.003 ^a	151.85 ± 10.91 ^c	0.39 ± 0.02 ^b	-58.78 ± 0.59 ^a	390.55 ± 6.43 ^c	104.21 ± 7.09 ^c
3w9s	0.78 ± 0.04 ^a	91.24 ± 14.88 ^d	0.51 ± 0.03 ^b	-54.39 ± 11.43 ^a	181.53 ± 39.54 ^d	71.19 ± 11.76 ^d
3w969s	0.90 ± 0.38 ^a	54.48 ± 1.58 ^e	0.54 ± 0.02 ^b	-44.13 ± 7.57 ^a	101.80 ± 6.42 ^d	49.30 ± 22.16 ^e
6w9s	0.68 ± 0.04 ^a	44.11 ± 1.38 ^e	0.53 ± 0.02 ^b	-39.91 ± 5.08 ^a	82.63 ± 0.23 ^d	30.08 ± 2.69 ^e
6w969s	0.59 ± 0.08 ^a	40.85 ± 4.31 ^e	0.50 ± 0.04 ^b	-39.97 ± 10.25 ^a	81.57 ± 3.65 ^d	24.30 ± 5.53 ^e

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

^asignificant at P<0.05 ^{**}significant at P<0.01 ^{***}significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

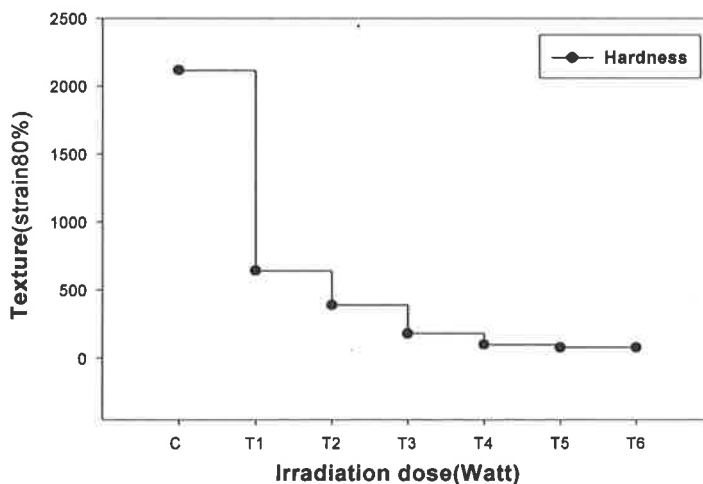


Fig.8. Texture of pork loin by microwave treatment

c,t1,t2,t3,t4,t5,t6; Refer to the comment in Table 1

Table 14. Meat color of pork samples on various microwave treatment.

color value	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s
L ^{***}	44.38±1.38 ^b	44.58±2.86 ^b	43.04±2.04 ^b	42.98±1.87 ^b	49.41±1.00 ^a	43.73±1.48 ^b	60.39±8.66 ^a
CIE a	7.76±1.02 ^a	7.59±0.61 ^a	7.81±1.01 ^a	7.05±0.85 ^a	6.65±0.78 ^a	6.92±1.12 ^a	6.80±1.56 ^a
b ^{***}	2.34±0.57 ^a	2.99±1.21 ^b	2.12±0.57 ^b	2.10±0.50 ^b	3.56±3.02 ^b	2.00±0.41 ^a	7.93±2.22 ^a
L ^{***}	37.56±1.29 ^b	37.77±2.65 ^b	36.33±1.88 ^b	36.26±1.72 ^b	42.63±10.1 ^{b7}	36.96±1.36 ^b	53.64±9.16 ^b
Hunter a	6.06±0.83 ^a	5.93±0.52 ^a	6.02±0.74 ^a	5.42±0.63 ^a	5.33±0.50 ^a	5.36±0.88 ^a	5.87±1.21 ^a
b ^{***}	1.74±0.43 ^b	2.22±0.91 ^b	1.56±0.43 ^b	1.54±0.37 ^b	2.81±2.60 ^b	1.48±0.31 ^b	6.42±2.07 ^a
Chroma [*]	8.11±1.05 ^b	8.21±0.77 ^b	8.10±1.04 ^b	7.36±0.87 ^b	7.91±1.59 ^b	7.21±1.11 ^b	10.65±1.38 ^a
Hue ^{***}	16.68±3.89 ^b	21.12±7.85 ^b	15.10±3.72 ^b	16.58±3.51 ^b	25.70±18.0 ^{b6}	16.20±3.63 ^b	48.6±12.79 ^a
ΔE ¹⁾	53.06	52.84	54.39	54.35	47.94	53.59	37.58

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

^{*}significant at P<0.05^{**}significant at P<0.01^{***}significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임. 1) ΔE used average of CIE-value.

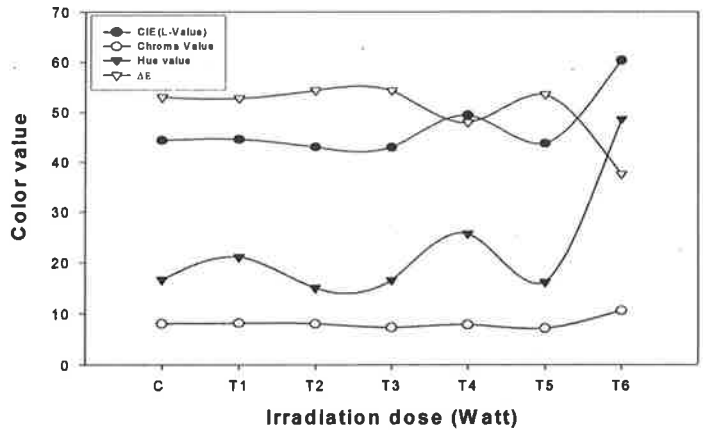


Fig.9. Color value of pork loin by microwave treatment
 c,t1,t2,t3,t4,t5,t6; Refer to the comment in Table 1

Table 15. Microorganism of pork samples on various microwave treatment. (unit:CFU/ml)

Treat ment	Total Plate Counts	<i>Psychro</i> <i>-pile</i>	<i>Coliform</i>	<i>Escherichia</i> <i>coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Listeria</i>
control	1.2×10^6	1.7×10^5	ND ¹⁾	ND	음성	음성
1w9s	1.62×10^5	1.5×10^4	ND	ND	음성	음성
1w969s	9.8×10^4	9.8×10^3	ND	ND	음성	음성
3w9s	7.6×10^4	8.7×10^3	ND	ND	음성	음성
3w969s	5.4×10^4	6.5×10^3	ND	ND	음성	음성
6w9s	1.5×10^4	4.3×10^3	ND	ND	음성	음성
6w969s	7×10^3	2.7×10^2	ND	ND	음성	음성

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

1)ND: not detected.

Table 16. Changes in pH of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C (Mean±S.D.)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	5.51	6.32	6.35	6.25	6.40
1w9s	5.51	6.48	6.37	6.16	6.42
1w969s	5.52	6.48	6.37	6.42	6.17
3w9s	5.67	6.45	6.35	6.38	6.25
3w969s	5.67	6.51	6.39	6.43	6.48
6w9s	5.62	6.45	6.38	6.36	6.37
6w969s	5.74	6.44	6.23	6.38	6.36

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

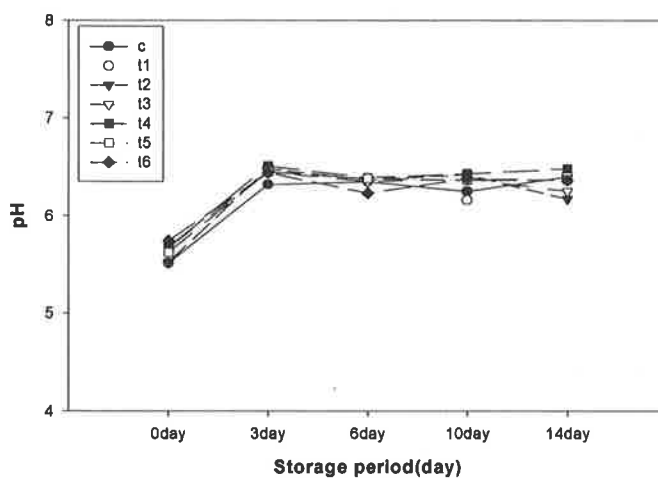


Fig.10.Changes in pH of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 :refer to the comment in Table1

Table 17. Changes in TBA^{***} value of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean±S.D.)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	0.13±0.02 ^f	0.20±0.01 ^{op}	0.23±0.00 ^{mn}	0.33±0.01 ^{hi}	0.38±0.01 ^f
1w9s	0.13±0.01 ^f	0.19±0.01 ^{px}	0.29±0.00 ^j	0.28±0.01 ^{jk}	0.25±0.01 ^{lm}
1w969s	0.17±0.01 ^q	0.22±0.01 ^{no}	0.23±0.01 ^{mn}	0.26±0.00 ^{kl}	0.26±0.01 ^{kl}
3w9s	0.18±0.01 ^{px}	0.25±0.01 ^{lm}	0.28±0.01 ^{jk}	0.35±0.01 ^{gh}	0.40±0.01 ^e
3w969s	0.18±0.01 ^{px}	0.25±0.01 ^{lm}	0.27±0.03 ^{ijkl}	0.35±0.01 ^{gh}	0.44±0.03 ^d
6w9s	0.23±0.02 ^{mn}	0.32±0.01 ⁱ	0.38±0.02 ^f	0.47±0.01 ^c	0.60±0.00 ^b
6w969s	0.27±0.04 ^{ijkl}	0.35±0.01 ^{gh}	0.37±0.02 ^{fg}	0.41±0.01 ^e	0.65±0.02 ^a

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

*significant at P<0.05 **significant at P<0.01 ***significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

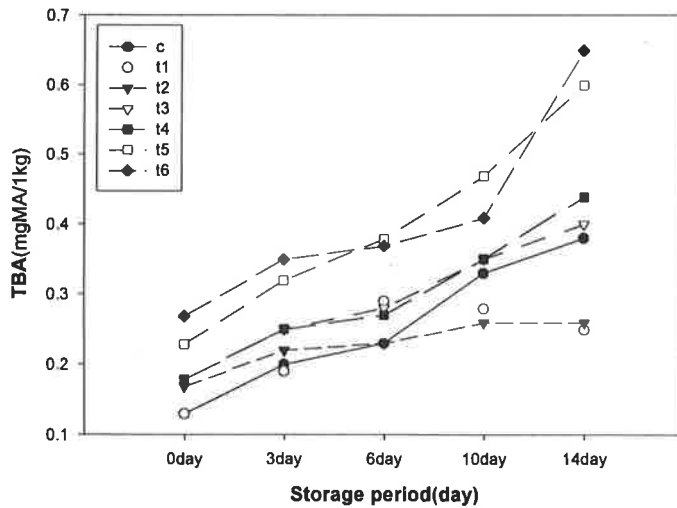


Fig. 11. Changes in TBA value of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 : refer to the comment in Table 1

Table 18. Changes in VBN value of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean±S.D.) (unit: mg%)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	4.62	5.15	6.57	8.13	10.54
1w9s	4.23	4.84	5.83	6.02	6.50
1w969s	4.14	4.72	5.64	5.98	6.31
3w9s	4.06	4.62	5.33	5.42	5.91
3w969s	3.95	4.57	5.12	5.38	5.60
6w9s	3.89	4.13	4.21	4.35	4.43
6w969s	3.64	3.89	4.01	4.22	4.32

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

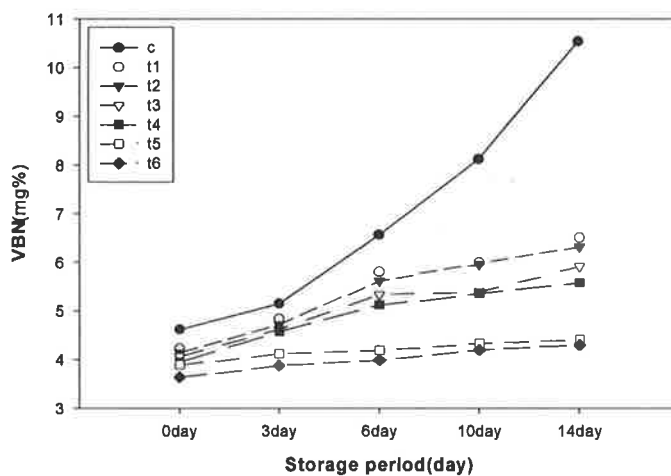


Fig.12.Changes in VBN value of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 :refer to the comment in Table1

Table 19. Changes in meat color(CIE-value) of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean±S.D.)

Treatment	Storage period(days)														
	0			3			6			10			14		
	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***
C	44.38 ±1.38	7.76 ±1.02	2.34 ±0.57	47.27 ±1.69	7.66 ±1.10	2.03 ±0.59	46.16 ±2.91	8.21 ±1.43	1.14 ±0.48	50.40 ±1.35	8.73 ±1.11	3.41 ±0.5	47.59 ±1.83	7.69 ±0.72	1.46 ±0.39
T1	44.58 ±2.86	7.59 ±0.61	2.99 ±1.21	49.53 ±4.14	9.29 ±0.86	3.75 ±2.67	47.66 ±1.86	8.67 ±0.77	1.80 ±0.55	48.58 ±2.91	9.28 ±1.37	2.30 ±0.45	48.25 ±2.55	9.37 ±0.68	2.28 ±0.34
T2	43.04 ±2.04	7.81 ±1.01	2.12 ±0.57	49.66 ±1.29	9.29 ±1.26	3.12 ±0.61	50.17 ±0.88	9.53 ±0.67	3.65 ±0.36	47.47 ±2.88	8.35 ±0.59	2.12 ±1.06	53.91 ±2.09	8.23 ±0.63	7.27 ±1.65
T3	42.98 ±1.87	7.05 ±0.85	2.10 ±0.50	54.68 ±2.12	9.24 ±1.82	4.60 ±1.17	48.24 ±1.22	8.06 ±0.67	2.33 ±0.25	48.80 ±2.07	9.02 ±0.84	3.71 ±1.03	49.0 ±0.54	9.34 ±0.79	3.48 ±0.36
T4	49.41 ±1.00	6.65 ±0.78	3.56 ±3.02	56.33 ±0.87	7.35 ±0.97	4.53 ±0.26	55.07 ±1.25	7.30 ±1.24	5.41 ±0.75	50.18 ±1.86	8.81 ±0.73	4.12 ±1.16	49.33 ±1.94	8.78 ±0.77	3.28 ±0.83
T5	43.73 ±1.48	6.92 ±1.12	2.00 ±0.41	55.82 ±0.98	7.32 ±0.94	6.06 ±1.22	51.12 ±1.83	7.75 ±1.26	3.10 ±0.44	49.55 ±0.93	10.19 ±1.67	5.09 ±1.26	52.56 ±1.23	8.63 ±0.49	6.27 ±1.07
T6	60.39 ±8.66	6.80 ±1.56	7.93 ±2.22	54.69 ±1.13	8.35 ±1.36	6.43 ±1.03	46.55 ±3.15	7.11 ±1.03	1.58 ±0.91	48.83 ±2.51	9.03 ±0.74	3.95 ±1.00	50.29 ±1.06	9.24 ±1.21	5.35 ±0.70

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

*significant at P<0.05 **significant at P<0.01 ***significant at P<0.001

Table 20. Changes in meat color(Hunter-value) of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean±S.D.)

Treatment	Storage period(days)														
	0			3			6			10			14		
	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***
C	37.56 ±1.29	6.06 ±0.83	1.74 ±0.43	40.29 ±1.61	6.11 ±0.90	1.55 ±0.46	39.25 ±2.74	6.49 ±1.02	0.87 ±0.38	43.31 ±1.31	7.15 ±0.87	2.63 ±0.45	40.60 ±1.74	6.14 ±0.51	1.12 ±0.31
T1	37.77 ±2.65	5.93 ±0.52	2.22 ±0.91	42.51 ±4.04	7.59 ±0.93	2.88 ±2.07	40.66 ±1.78	6.97 ±0.66	1.38 ±0.43	41.57 ±2.80	7.50 ±1.01	1.77 ±0.37	41.24 ±2.44	7.56 ±0.45	1.75 ±0.28
T2	36.33 ±1.88	6.02 ±0.74	1.56 ±0.43	42.59 ±1.26	7.58 ±1.02	2.40 ±0.46	43.08 ±0.86	7.82 ±0.53	2.81 ±0.28	40.50 ±2.75	6.68 ±0.49	1.63 ±0.82	46.80 ±2.11	6.89 ±0.47	5.58 ±1.26
T3	36.26 ±1.72	5.42 ±0.63	1.54 ±0.37	47.57 ±2.13	7.80 ±1.50	3.63 ±0.92	41.21 ±1.17	6.48 ±0.51	1.78 ±0.20	41.77 ±2.01	7.32 ±0.77	2.82 ±0.81	41.95 ±0.52	7.59 ±0.64	2.66 ±0.27
T4	42.63 ±10.17	5.33 ±0.50	2.81 ±2.60	49.24 ±0.88	6.24 ±0.82	3.62 ±0.20	47.96 ±1.27	6.15 ±1.04	4.26 ±0.59	43.10 ±1.81	7.21 ±0.63	3.16 ±0.90	42.27 ±1.87	7.14 ±0.70	2.51 ±0.66
T5	36.96 ±1.36	5.36 ±0.88	1.48 ±0.31	48.72 ±0.99	6.20 ±0.85	4.76 ±0.94	44.02 ±1.79	6.35 ±0.98	2.41 ±0.31	42.48 ±0.91	8.34 ±1.43	3.84 ±0.93	45.44 ±1.23	7.17 ±0.40	4.81 ±0.81
T6	53.64 ±9.16	5.87 ±1.21	6.42 ±2.07	47.57 ±1.14	7.03 ±1.13	4.99 ±0.76	39.62 ±2.99	5.63 ±0.80	1.20 ±0.71	41.80 ±2.43	7.32 ±0.64	3.00 ±0.78	43.20 ±1.04	7.57 ±1.00	4.06 ±0.50

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

*significant at P<0.05 **significant at P<0.01 ***significant at P<0.001 ^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 21. Changes in meat color(Chroma, Hue, ΔE-value) of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean ±S.D.)

Treatment	Storage period(days)														
	0			3			6			10			14		
	C ¹⁾ ***	H ²⁾ ***	ΔE ³⁾	C***	H***	ΔE	C***	H***	ΔE	C***	H***	ΔE	C***	H***	ΔE
C	8.11 ±1.05	16.68 ±3.89	53.06	7.93 ±1.14	14.86 ±3.79	50.19	8.30 ±1.38	8.16 ±4.15	51.3 ^e	9.39 ±1.06	21.38 ±4.20	47.31	7.84 ±0.65	10.92 ±3.65	49.8 ^e
T1	8.21 ±0.77	21.12 ±7.85	52.84	10.19 ±1.91	20.38 ±10.96	48.28	8.87 ±0.81	11.62 ±3.26	49.9 ^e	9.57 ±1.26	14.24 ±4.21	49.1 ^e	9.65 ±0.60	13.72 ±2.64	49.5 ^e
T2	8.10 ±1.04	15.10 ±3.72	54.39	9.80 ±1.33	18.44 ±2.47	48.14	10.21 ±0.65	20.90 ±2.20	47.7 ^c	8.65 ±0.67	14.02 ±6.59	50.1 ^c	11.06 ±0.92	41.0 ±7.63	44.0 ^c
T3	7.36 ±0.87	16.58 ±3.51	54.35	10.41 ±1.50	26.84 ±8.69	43.27	8.38 ±0.63	16.08 ±2.33	49.3 ^c	9.77 ±1.13	22.02 ±4.05	48.94	9.97 ±0.82	20.38 ±1.54	48.8 ^c
T4	7.91 ±1.59	25.70 ±18.06	47.94	8.63 ±0.93	31.80 ±2.64	41.28	9.14 ±0.91	36.90 ±7.23	42.5 ^b	9.76 ±0.98	24.78 ±5.54	47.5 ^b	9.38 ±0.95	20.22 ±3.86	48.3 ^b
T5	7.21 ±1.11	16.20 ±3.63	53.59	9.51 ±1.48	39.26 ±2.57	41.90	8.35 ±1.29	21.80 ±2.29	46.4 ^c	11.40 ±1.96	26.28 ±3.88	48.5 ^c	10.69 ±0.82	35.80 ±4.45	45.3 ^c
T6	10.65 ±1.38	48.60 ±12.79	37.58	10.57 ±1.47	37.58 ±4.61	43.23	7.32 ±1.13	12.28 ±5.81	50.8 ^e	9.87 ±1.01	23.34 ±4.18	48.9 ^e	10.68 ±1.32	30.10 ±2.48	47.61

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s; Refer to the comment in Table 1

1)Chroma-value 2)Hue-value 3) ΔE used average of CIE-value.

*significant at P<0.05 **significant at P<0.01 ***significant at P<0.001

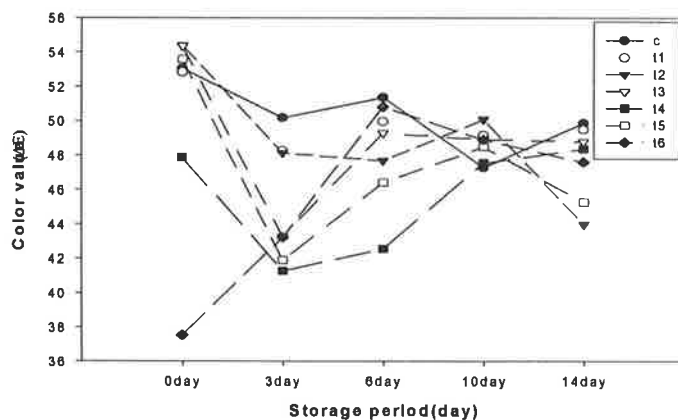


Fig.13.Changes in Color value of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 :refer to the comment in Table1

Table 22. Changes in total plate counts of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (unit:CFU/g)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	1.2×10^6	3×10^7	1.27×10^8	2.47×10^8	3.62×10^9
1w9s	1.62×10^5	2.6×10^5	1.06×10^6	2.08×10^6	1.98×10^6
1w969s	9.8×10^4	1.03×10^5	2.03×10^5	3.03×10^5	2.86×10^5
3w9s	7.6×10^4	9×10^4	9.2×10^5	1.07×10^6	9.8×10^5
3w969s	5.4×10^4	7.6×10^4	9.7×10^4	1.12×10^5	9.6×10^4
6w9s	1.5×10^4	2.0×10^4	3.8×10^5	4.2×10^5	2.5×10^5
6w969s	7×10^3	1.5×10^4	4.5×10^4	5.3×10^4	1.7×10^4

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s; Refer to the comment in Table 1

1)ND: not detected.

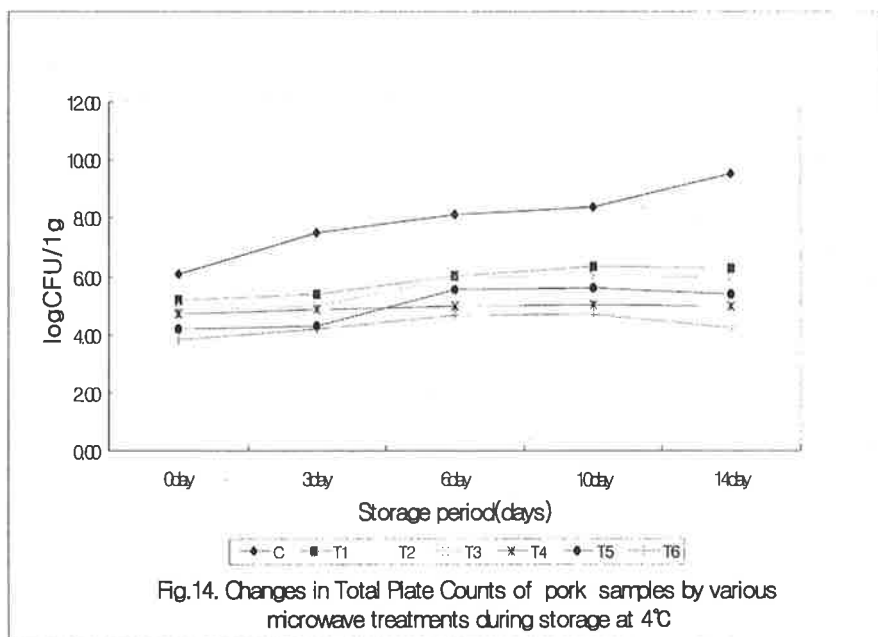


Table 23. Changes in *Psychropile* of pork samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (unit:CFU/g)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	1.7×10^3	2.8×10^3	1.65×10^4	2.1×10^4	1.27×10^4
1w9s	1.5×10^4	1.72×10^3	1.8×10^3	1.3×10^3	1.11×10^3
1w969s	9.8×10^3	1.02×10^4	1.36×10^3	1.57×10^3	1.45×10^3
3w9s	8.7×10^3	9.8×10^3	1.25×10^3	1.4×10^3	1.35×10^3
3w969s	6.5×10^3	7.4×10^3	8.6×10^4	1.06×10^3	9.8×10^4
6w9s	4.3×10^3	6.5×10^3	7.2×10^4	8.5×10^4	8.0×10^4
6w969s	2.7×10^2	3.0×10^3	5.6×10^4	4.9×10^4	3.8×10^4

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

1)ND: not detected.

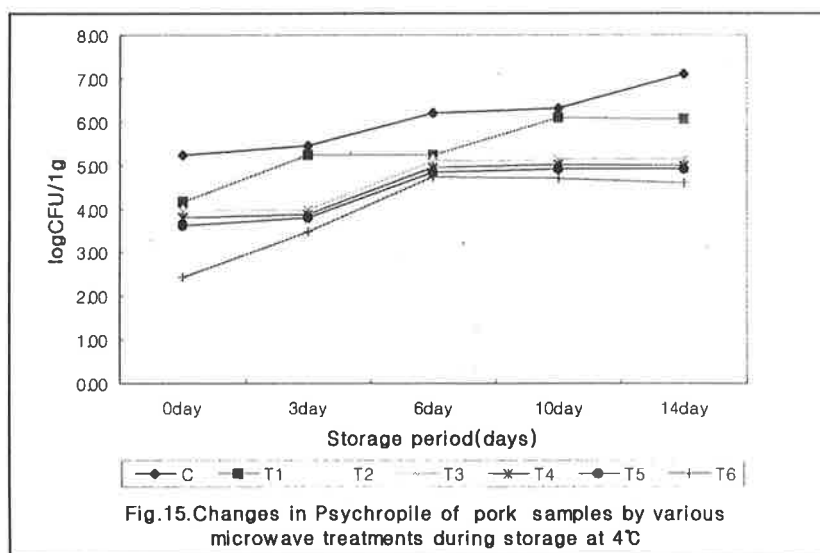


Table 24. Approximate compositions of beef samples on various microwave treatment. (dry basis %)

	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s
Pro ^{***}	26.83±0.24 ^d	26.97±0.27 ^d	26.99±0.15 ^d	27.74±0.11 ^c	29.65±0.29 ^b	26.82±0.46 ^d	30.76±0.56 ^a
Ash	0.93±0.05 ^{ff}	0.97±0.01 ^u	0.96±0.02 ^{nb}	0.96±0.02 ^{nb}	0.93±0.02 ^{nb}	0.91±0.03 ^b	0.95±0.02 ^{nb}
Mois ^{***}	67.52±0.46 ⁿ	67.87±0.49 ⁿ	67.29±0.61 ⁿ	67.53±0.83 ⁿ	65.17±0.20 ^b	67.80±0.91 ⁿ	63.63±0.91 ^c
Fat	4.71±0.23 ^a	4.19±0.23 ^a	4.76±0.66 ⁿ	3.78±0.80 ^a	4.25±0.27 ⁿ	4.47±1.36 ⁿ	4.66±1.22 ^a

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

^asignificant at P<0.05^{**}significant at P<0.01^{***}significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 25. Drip loss of beef samples on various microwave treatment.

Treatment	Drip(%)
control	0.33
1w9s	0.11
1w969s	0.21
3w9s	0.38
3w969s	1.21
6w9s	0.57
6w969s	13.76

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

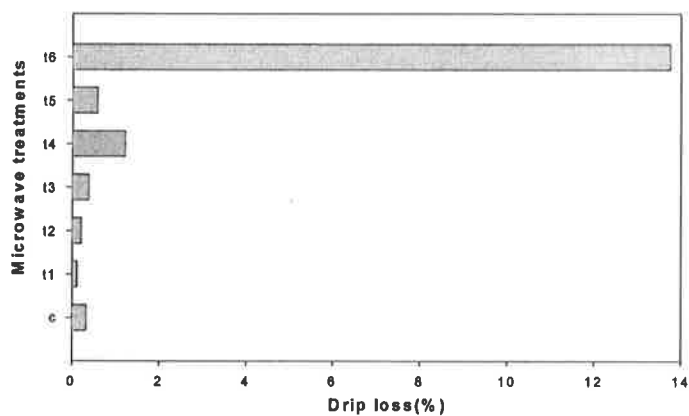


Fig.16. Drip loss of beef loin by Microwave treatments
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 : refer to the comment in Table 1

Table 26. pH of beef samples on various microwave treatment.

Treatment	pH***(%)
control	6.48±0.01 ^c
1w9s	6.49±0.0 ^d
1w969s	6.48±0.01 ^c
3w9s	6.49±0.0 ^d
3w969s	6.54±0.0 ^b
6w9s	6.51±0.01 ^c
6w969s	6.59±0.01 ^a

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

^{*}significant at P<0.05^{**}significant at P<0.01^{***}significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

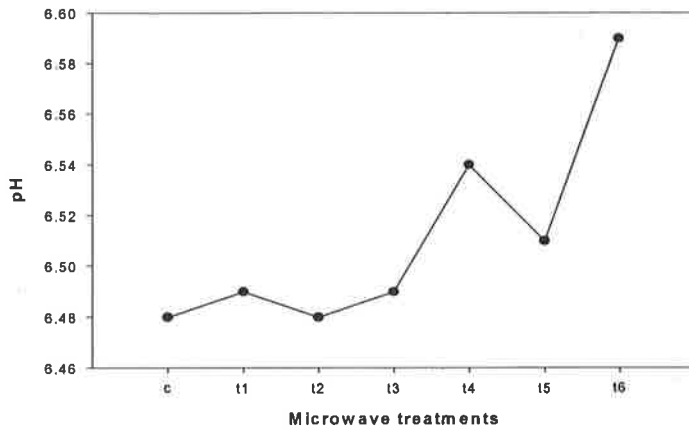


Fig.17. pH value of beef loin by Microwave treatments
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 : refer to the comment in Table 1

Table 27. TBA(Thiobarbituric acid)value of beef samples on various microwave treatment.

Treatment	TBA ^{***}
	beef
control	0.06 ± 0.00 ^p
1w9s	0.06 ± 0.00 ^p
1w969s	0.07 ± 0.01 ^p
3w9s	0.06 ± 0.00 ^p
3w969s	0.07 ± 0.00 ^p
6w9s	0.08 ± 0.01 ^p
6w969s	0.14 ± 0.04 ^{mn}

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

^psignificant at P<0.05 ^{**}significant at P<0.01 ^{***}significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

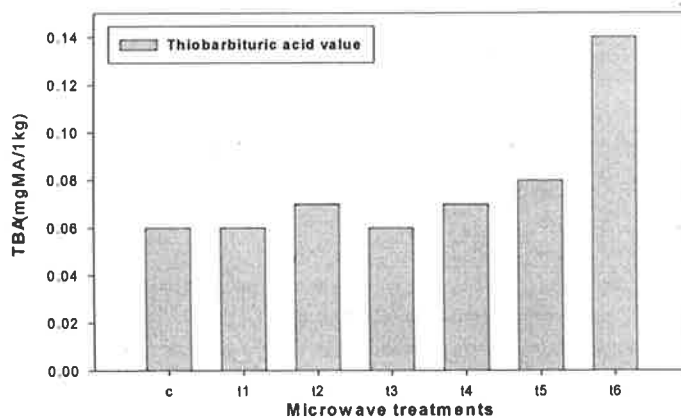


Fig.18.TBA value of beef loin by Microwave treatments
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 : refer to the comment in Table 1

Table 28. VBN(Volatile basic nitrogen)value of beef samples on various microwave treatment. (unit: mg%)

Treatment	VBN(Volatile basic nitrogen)value	
	beef	
control	4.53	
1w9s	4.41	
1w969s	4.39	
3w9s	4.28	
3w969s	4.13	
6w9s	3.97	
6w969s	3.83	

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

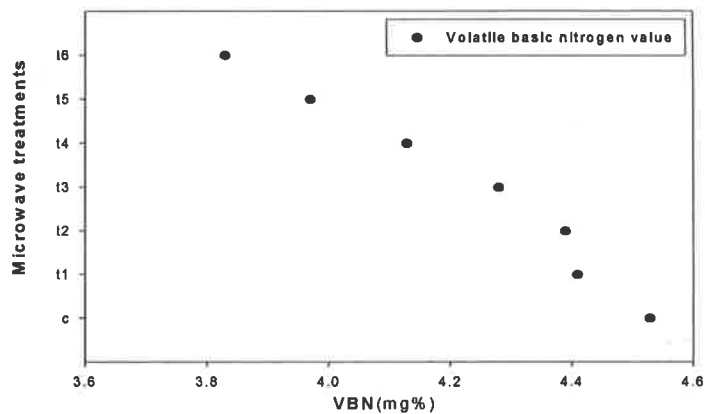


Fig.19. VBN of beef loin by Microwave treatments
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 : refer to the comment in Table 1

Table 29. Fatty acid composition of beef samples on various microwave treatment. (unit : %)

Fatty acid	Treatment							
	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s	
C12:0	0.13	0.12	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11	
C14:0	3.74	3.54	3.42	3.39	3.40	3.62	3.44	
C14:1	0.89	0.92	0.82	0.85	0.76	0.89	0.90	
C15:0	0.26	0.24	0.25	0.24	0.24	0.25	0.23	
C15:1	0.11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.11	0.10	
C16:0	25.93	26.52	28.10	28.18	27.86	26.73	26.77	
C16:1	3.61	3.70	3.40	3.57	3.31	3.59	3.81	
C17:0	0.65	0.65	0.69	0.67	0.69	0.66	0.63	
C17:1	0.45	0.44	0.41	0.40	0.39	0.43	0.42	
C18:0	17.67	17.99	20.03	19.63	20.33	18.24	18.26	
C18:1	(ω 7)	0.54	0.56	0.54	0.58	0.56	0.55	0.64
	(ω 9)	41.16	40.43	37.46	37.71	37.51	39.96	39.86
C18:2	1.61	1.57	1.55	1.49	1.59	1.66	1.59	
C18:3	(ω 3)	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.04
	(ω 6)	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.08	0.07
C20:0	0.12	0.12	0.14	0.12	0.14	0.12	0.11	
C20:1	0.42	0.43	0.38	0.38	0.38	0.38	0.42	
C20:3	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	
C20:4	0.05	0.07	0.09	0.08	0.10	0.10	0.09	
SFA ¹⁾	48.5	49.18	52.75	52.34	52.78	49.75	49.55	
MUFA ²⁾	47.18	46.58	43.11	43.58	43.01	45.91	46.15	
PUFA ³⁾	1.82	1.80	1.81	1.73	1.89	1.95	1.83	
UFA ⁴⁾	49	48.38	44.92	45.31	44.90	47.86	47.98	
P/S ratio ⁵⁾	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

1)saturated fatty acid 2)monounsaturated fatty acid 3)polyunsaturated fatty acid

4)unsaturated fatty acid

5)P/S :The ratio of PUFA to SFA

Table 30. Amino acid composition of beef samples on various microwave treatment. (unit:mg/100g)

Amino acid	Treatment						
	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s
Asp**	1370.87 ±128.86 ^{bc}	1278.97 ±109.35 ^{bc}	1264.87 ±62.14 ^c	1169.43 ±105.02 ^c	1347.20 ±180.14 ^{bc}	1497.93 ±127.12 ^{ab}	1661.00 ±88.30 ^a
Ser***	663.60 ±27.44 ^c	638.20 ±30.55 ^c	647.37 ±27.01 ^c	637.40 ±34.70 ^c	688.47 ±52.69 ^{bc}	752.27 ±11.84 ^b	848.53 ±73.77 ^a
Glu**	2380.17 ±212.54 ^{bc}	2228.83 ±195.48 ^c	2202.50 ±117.33 ^c	2068.97 ±177.36 ^c	2340.77 ±295.03 ^{bc}	2614.77 ±189.45 ^{ab}	2891.53 ±145.35 ^a
Gly**	921.23 ±88.80 ^{bc}	844.50 ±92.28 ^c	911.93 ±91.41 ^{bc}	1007.30 ±34.45 ^{ab}	1009.50 ±87.44 ^{ab}	1038.70 ±80.25 ^{ab}	1148.03 ±34.46 ^a
His***	555.87 ±32.25 ^{bc}	516.40 ±18.89 ^c	533.67 ±18.56 ^{bc}	519.23 ±18.74 ^c	560.33 ±8.97 ^{bc}	586.23 ±10.26 ^b	644.33 ±56.55 ^a
Thr***	738.20 ±40.36 ^{bc}	704.57 ±39.08 ^c	706.00 ±19.14 ^c	685.57 ±36.67 ^c	747.00 ±53.15 ^{bc}	825.10 ±33.56 ^b	937.10 ±108.25 ^a
Arg***	1109.97 ±50.59 ^{bc}	1020.33 ±52.01 ^c	1071.00 ±61.90 ^c	1079.47 ±29.94 ^c	1124.80 ±17.49 ^{bc}	1234.20 ±46.62 ^b	1378.37 ±147.22 ^a
Ala*	982.27 ±80.63 ^{bc}	981.77 ±76.09 ^{bc}	973.50 ±54.95 ^{bc}	959.07 ±62.69 ^c	1049.90 ±138.72 ^{bc}	1130.63 ±84.84 ^{ab}	1227.47 ±54.18 ^a
Pro**	729.33 ±62.00 ^{bc}	682.93 ±59.05 ^c	718.90 ±57.09 ^{bc}	739.07 ±32.61 ^{bc}	770.00 ±69.20 ^{bc}	823.47 ±46.12 ^{ab}	888.77 ±50.96 ^a
Cys*	248.40 ±13.38 ^{bc}	228.17 ±3.12 ^c	258.87 ±8.47 ^{bc}	244.07 ±21.72 ^{bc}	261.23 ±11.56 ^{bc}	284.97 ±33.61 ^{ab}	310.63 ±40.98 ^a
Tyr**	622.13 ±33.18 ^b	595.23 ±20.04 ^b	621.30 ±30.42 ^b	606.03 ±28.48 ^b	635.47 ±2.94 ^b	674.57 ±11.79 ^b	776.67 ±114.22 ^a
Val**	649.17 ±48.27 ^{bc}	614.17 ±43.69 ^{bc}	616.97 ±30.29 ^{bc}	598.67 ±34.94 ^c	653.67 ±75.52 ^{bc}	710.90 ±49.64 ^{ab}	803.67 ±88.60 ^a
Met**	467.30 ±21.76 ^{bc}	444.37 ±20.57 ^c	456.13 ±15.65 ^{bc}	443.27 ±19.58 ^c	473.27 ±18.15 ^{bc}	514.67 ±16.57 ^b	589.37 ±78.65 ^a
Lys**	1246.17 ±137.16 ^{bc}	1230.17 ±112.72 ^{bc}	1184.10 ±62.81 ^c	1103.63 ±98.87 ^c	1258.07 ±190.55 ^{bc}	1442.20 ±142.42 ^{ab}	1558.30 ±102.75 ^a
Iso**	616.03 ±44.33 ^{bc}	588.40 ±40.76 ^{bc}	585.27 ±28.34 ^{bc}	557.20 ±31.05 ^c	609.83 ±60.77 ^{bc}	679.77 ±48.14 ^{ab}	774.17 ±96.65 ^a
Leu**	1262.10 ±73.66 ^{bc}	1216.47 ±72.50 ^c	1221.97 ±37.79 ^c	1178.23 ±67.85 ^c	1281.00 ±102.91 ^{bc}	1411.57 ±78.01 ^b	1582.37 ±169.55 ^a
Phe**	697.60 ±35.32 ^{bc}	655.40 ±29.35 ^c	682.73 ±38.34 ^{bc}	678.90 ±19.10 ^{bc}	710.03 ±3.16 ^{bc}	755.37 ±16.74 ^b	861.97 ±111.81 ^a
Total	15260.41	14468.88	14657.08	14275.51	15520.54	16977.32	18882.28

Table 31. Mineral composition of beef samples on various microwave treatment. (unit:mg/100g)

Mineral	Treatment						
	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s
Mg	25.39 ± 1.76 ^a	26.69 ± 1.67 ^a	25.36 ± 3.65 ^a	26.53 ± 4.15 ^a	25.49 ± 3.46 ^a	27.23 ± 2.64 ^a	21.82 ± 4.13 ^a
Mn	0.07 ± 0.03 ^a	0.11 ± 0.06 ^a	0.08 ± 0.03 ^a	0.08 ± 0.02 ^a	0.09 ± 0.03 ^a	0.11 ± 0.06 ^a	0.08 ± 0.02 ^a
Na	72.54 ± 25.58 ^a	86.57 ± 10.12 ^a	88.31 ± 17.79 ^a	89.03 ± 20.37 ^a	77.24 ± 13.48 ^a	92.92 ± 14.61 ^a	84.31 ± 19.97 ^a
Cu	0.14 ± 0.03 ^b	0.21 ± 0.03 ^a	0.20 ± 0.04 ^{ab}	0.20 ± 0.03 ^{ab}	0.17 ± 0.02 ^{ab}	0.20 ± 0.03 ^{ab}	0.19 ± 0.02 ^{ab}
Zn	5.15 ± 0.43 ^a	6.74 ± 2.56 ^a	5.23 ± 0.33 ^a	6.85 ± 1.76 ^a	5.23 ± 0.79 ^a	7.62 ± 1.62 ^a	6.14 ± 1.92 ^a
P	191.63 ± 29.36 ^a	197.77 ± 16.49 ^a	198.87 ± 11.97 ^a	207.72 ± 46.27 ^a	202.12 ± 12.86 ^a	194.54 ± 24.14 ^a	162.09 ± 49.56 ^a
K	228.60 ± 16.99 ^a	201.98 ± 7.55 ^{ab}	201.58 ± 41.71 ^{ab}	234.92 ± 55.69 ^a	245.28 ± 24.84 ^a	197.75 ± 45.34 ^{ab}	149.58 ± 57.20 ^b
Fe	3.54 ± 0.27 ^a	4.79 ± 0.64 ^a	4.19 ± 0.30 ^a	4.38 ± 0.74 ^a	4.32 ± 0.42 ^a	5.20 ± 0.74 ^a	5.05 ± 2.24 ^a

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

^asignificant at P<0.05 ^{ab}significant at P<0.01 ^{abc}significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

Table 32. Texture of beef samples on various microwave treatment

Treat-ment	Spring-ness**	Gummi-ness***	Cohesive-ness*	Adhesive-ness	Hardness***	Chewi-ness***
control	0.57 ± 0.06 ^a	1204.11 ± 451.72 ^{bc}	0.41 ± 0.05 ^{ab}	-180.21 ± 71.44 ^b	7675.47 ± 238.40 ^a	706.92 ± 314.76 ^b
1w9s	0.61 ± 0.03 ^a	878.33 ± 107.69 ^c	0.37 ± 0.01 ^{bc}	-88.72 ± 12.34 ^{ab}	3703.90 ± 433.08 ^b	492.47 ± 113.68 ^b
1w969s	0.59 ± 0.07 ^a	942.91 ± 47.11 ^{bc}	0.35 ± 0.02 ^c	-122.53 ± 82.34 ^{ab}	3588.77 ± 329.40 ^b	555.20 ± 96.22 ^b
3w9s	0.53 ± 0.03 ^a	911.47 ± 196.87 ^{bc}	0.38 ± 0.04 ^{bc}	-77.37 ± 71.37 ^a	2664.23 ± 150.40 ^c	489.79 ± 126.43 ^b
3w969s	0.55 ± 0.00 ^a	1386.32 ± 179.11 ^b	0.38 ± 0.02 ^{bc}	-43.89 ± 19.17 ^a	2499.23 ± 119.63 ^c	772.98 ± 90.45 ^b
6w9s	0.43 ± 0.05 ^b	1203.39 ± 114.51 ^{bc}	0.37 ± 0.01 ^{bc}	-61.77 ± 23.98 ^a	2383.57 ± 490.89 ^c	513.83 ± 17.16 ^b
6w969s	0.62 ± 0.02 ^a	2910.30 ± 364.22 ^a	0.44 ± 0.00 ^a	-41.82 ± 16.84 ^a	1609.03 ± 445.74 ^d	1740.56 ± 262.09 ^a

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

*significant at P<0.05 **significant at P<0.01 ***significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

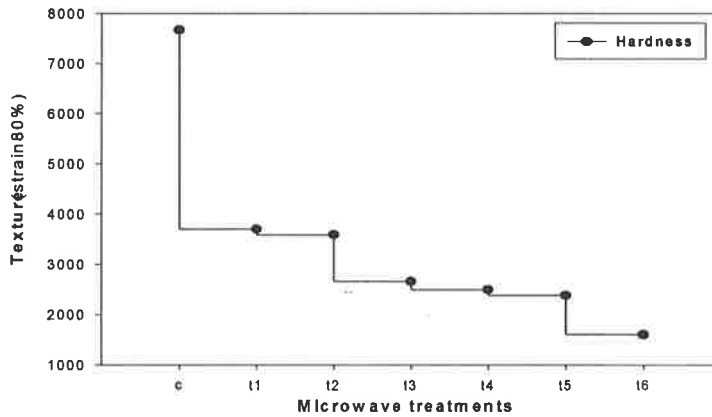


Fig.20. Texture of beef loin by Microwave treatments
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 : refer to the comment in Table 1

Table 33. Meat color of beef samples on various microwave treatment.

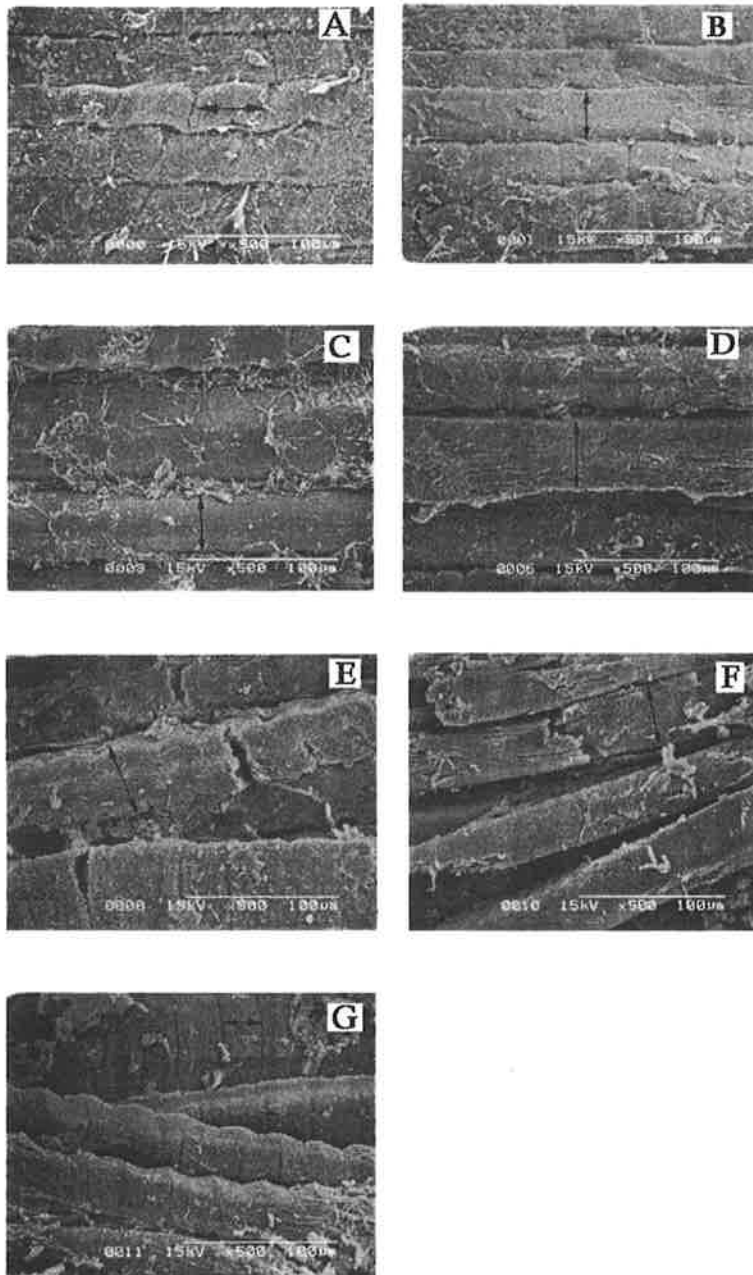
color value	control	1w9s	1w969s	3w9s	3w969s	6w9s	6w969s
L	39.04 ± 3.09 ^a	35.51 ± 1.64 ^a	35.75 ± 1.59 ^a	37.61 ± 1.27 ^a	35.41 ± 2.31 ^a	35.38 ± 2.28 ^a	37.65 ± 5.90 ^a
CIE	a	20.93 ± 1.00 ^a	20.48 ± 0.44 ^a	19.82 ± 2.12 ^a	19.98 ± 0.93 ^a	18.43 ± 1.28 ^b	18.97 ± 2.27 ^a
	b ^{***}	9.76 ± 0.70 ^a	7.98 ± 0.76 ^a	7.34 ± 1.64 ^{ab}	7.96 ± 1.11 ^b	5.71 ± 1.53 ^c	5.91 ± 1.38 ^c
Hunter	L	32.71 ± 2.77 ^a	29.60 ± 1.43 ^b	29.80 ± 1.38 ^b	31.43 ± 1.12 ^b	29.52 ± 1.99 ^b	29.49 ± 1.96 ^b
	a	16.50 ± 0.48 ^a	15.70 ± 0.26 ^{ab}	15.17 ± 1.60 ^{ab}	15.54 ± 0.75 ^{ab}	13.98 ± 1.00 ^b	14.42 ± 1.63 ^{ab}
	b ^{***}	6.37 ± 0.56 ^a	5.11 ± 0.53 ^b	4.71 ± 0.93 ^{bc}	5.20 ± 0.65 ^b	3.74 ± 1.01 ^c	3.84 ± 0.75 ^c
Chroma	23.10 ± 0.78 ^a	21.99 ± 0.29 ^{ab}	21.14 ± 2.54 ^{ab}	21.51 ± 1.23 ^{ab}	19.33 ± 1.42 ^b	19.88 ± 2.55 ^b	21.65 ± 2.82 ^{ab}
Hue [*]	24.96 ± 2.36 ^{ab}	21.20 ± 2.19 ^{bc}	20.00 ± 2.54 ^{bc}	21.54 ± 2.00 ^{bc}	17.10 ± 4.08 ^c	17.04 ± 2.11 ^c	28.10 ± 9.85 ^a
ΔE ¹⁾	62.00	64.98	64.49	62.83	64.28	64.48	62.71

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s; Refer to the comment in Table 1

^{*}significant at P<0.05 ^{**}significant at P<0.01 ^{***}significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

1) ΔE used average of CIE-value.



A:control B:100Watt90s C:100Watt90(60)90 D:300Watt90s
 E:300Watt90(60)90 F:600Watt90s G:600Watt90(60)90 (×500)

Fig. 21. Microstructure of beef samples on various microwave treatments

Table 34. Microorganism of beef samples on various microwave treatment. (unit:CFU/g)

Treatment	Total Plate Counts	Psychro pile	Coli form	Escherichia coli	Salmonella	Listeria
control	8.8×10^4	2.6×10^4	ND	ND	음성	음성
1w9s	7.9×10^3	1.91×10^3	ND	ND	음성	음성
1w969s	6.2×10^3	1.36×10^3	ND	ND	음성	음성
3w9s	4.3×10^3	9.8×10^2	ND	ND	음성	음성
3w969s	2.1×10^3	7.6×10^2	ND	ND	음성	음성
6w9s	1.8×10^3	5.5×10^2	ND	ND	음성	음성
6w969s	1.5×10^2	3.2×10^2	ND	ND	음성	음성

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

1)ND: not detected.

Table 35. Changes in pH of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C (Mean±S.D.)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	6.48	5.59	5.66	5.58	5.72
1w9s	6.49	5.66	5.65	5.57	5.69
1w969s	6.48	5.66	5.66	5.52	5.71
3w9s	6.49	5.70	5.62	5.62	5.69
3w969s	6.54	5.64	5.65	5.62	5.68
6w9s	6.51	5.74	5.63	5.49	5.68
6w969s	6.59	5.71	5.57	5.12	5.58

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

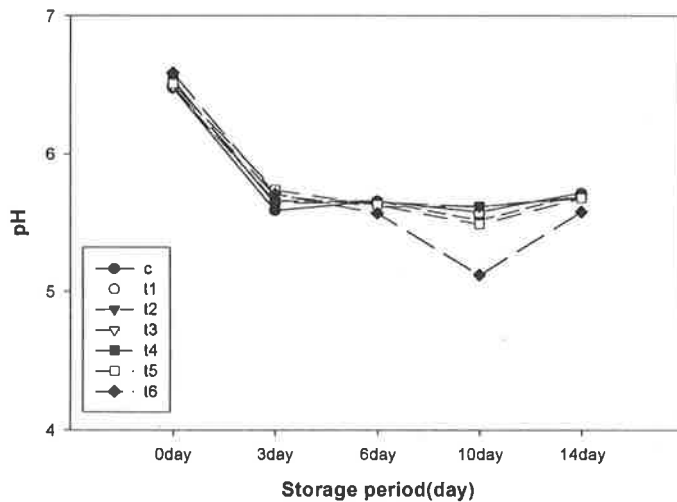


Fig.22.Change in pH of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 :refer to the comment in Table1

Table 36. Changes in TBA*** value of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean±S.D.)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	0.06±0.00 ^p	0.13±0.01 ^{no}	0.20±0.00 ^k	0.24±0.00 ^{ghl}	0.28±0.01 ^{cd}
1w9s	0.06±0.00 ^p	0.11±0.01 ^o	0.20±0.00 ^k	0.16±0.01 ^l	0.11±0.01 ^o
1w969s	0.07±0.01 ^p	0.15±0.02 ^{lm}	0.22±0.02 ^{jl}	0.22±0.00 ^j	0.13±0.01 ^{mn}
3w9s	0.06±0.00 ^p	0.20±0.01 ^k	0.24±0.00 ^{ghl}	0.25±0.00 ^{etg}	0.22±0.02 ^j
3w969s	0.07±0.00 ^p	0.22±0.02 ^l	0.27±0.02 ^{de}	0.29±0.00 ^c	0.23±0.01 ^{hjl}
6w9s	0.08±0.01 ^p	0.24±0.01 ^{lgh}	0.26±0.01 ^{det}	0.33±0.00 ^b	0.36±0.01 ^a
6w969s	0.14±0.04 ^{mn}	0.25±0.01 ^{ig}	0.29±0.01 ^c	0.34±0.00 ^b	0.38±0.02 ^a

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

*significant at P<0.05 **significant at P<0.01 ***significant at P<0.001

^{abcd} 각 row내의 같은 alphabet은 같은 수준임.

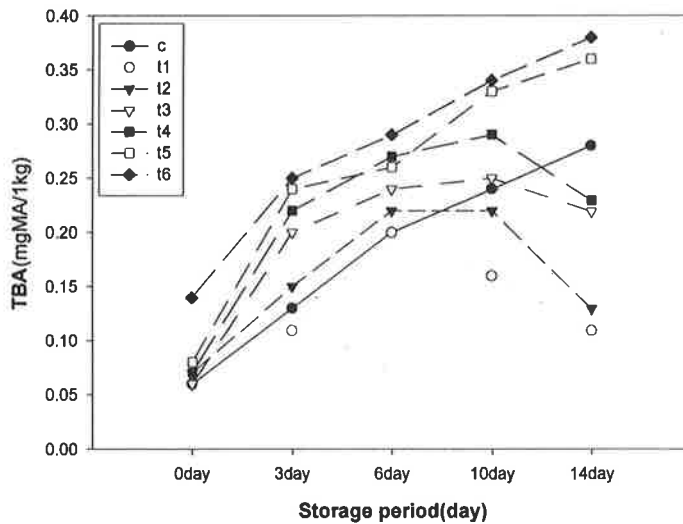


Fig.23.Change in TBA value of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 :refer to the comment in Table1

Table 37. Changes in VBN value of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean±S.D.) (unit:mg/100g)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	4.53	4.74	5.88	6.38	8.37
1w9s	4.41	4.63	5.32	5.86	6.42
1w969s	4.39	4.52	5.01	5.61	6.22
3w9s	4.28	4.48	4.98	5.43	5.88
3w969s	4.13	4.37	4.59	4.98	5.21
6w9s	3.97	4.05	4.13	4.24	4.33
6w969s	3.83	3.98	4.11	4.19	4.22

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

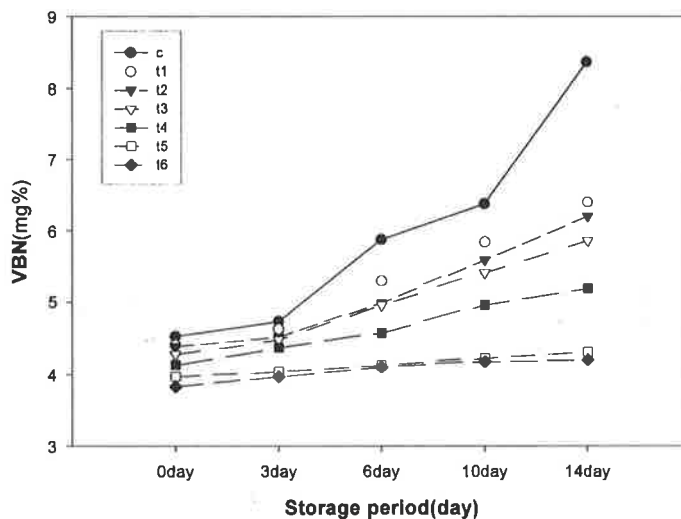


Fig.24. Change in VBN value of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 :refer to the comment in Table1

Table 38. Changes in meat color(CIE-value) of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean±S.D.)

Treat ment	Storage period(days)														
	0			3			6			10			14		
	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***
C	39.04 ±3.09	20.93 ±1.00	9.76 ±0.70	31.80 ±2.44	15.56 ±0.42	1.94 ±1.25	31.74 ±1.86	14.00 ±1.56	3.69 ±0.98	34.58 ±0.59	14.93 ±0.75	2.50 ±0.61	33.20 ±2.32	12.16 ±0.42	3.84 ±0.54
T1	35.51 ±1.64	20.48 ±0.44	7.98 ±0.76	33.11 ±2.33	14.26 ±0.69	2.03 ±0.73	30.93 ±1.49	15.23 ±1.81	4.06 ±0.57	33.88 ±2.22	17.42 ±2.10	2.37 ±0.46	31.33 ±1.06	18.53 ±0.49	2.49 ±0.19
T2	35.75 ±1.59	19.82 ±2.12	7.34 ±1.64	34.39 ±1.21	16.58 ±1.61	2.66 ±0.73	32.49 ±1.01	18.14 ±1.27	4.55 ±1.05	33.61 ±0.74	16.17 ±1.78	1.95 ±0.38	34.06 ±2.30	13.31 ±0.94	3.14 ±0.87
T3	37.61 ±1.27	19.98 ±0.93	7.96 ±1.11	32.64 ±1.14	18.44 ±0.50	2.92 ±0.88	31.22 ±0.90	16.39 ±0.78	2.87 ±0.73	35.49 ±1.48	15.36 ±1.89	2.92 ±0.43	34.32 ±1.52	12.91 ±1.67	3.85 ±0.33
T4	35.41 ±2.31	18.43 ±1.28	5.71 ±1.53	32.26 ±0.60	15.95 ±0.55	2.73 ±0.56	31.35 ±1.62	16.04 ±0.83	3.91 ±0.69	35.46 ±2.15	15.71 ±2.65	3.17 ±0.60	32.09 ±0.50	12.19 ±0.50	3.43 ±0.47
T5	35.38 ±2.28	18.97 ±2.27	5.91 ±1.38	31.70 ±1.43	17.38 ±1.36	2.55 ±0.75	30.26 ±1.06	14.27 ±4.69	3.86 ±0.91	32.80 ±1.44	17.68 ±0.39	2.36 ±0.57	30.78 ±0.69	19.05 ±1.03	3.32 ±0.76
T6	37.65 ±5.90	19.08 ±4.13	9.80 ±1.39	30.22 ±0.73	20.47 ±3.44	4.26 ±0.58	31.18 ±1.64	15.06 ±1.39	4.68 ±0.48	28.89 ±1.31	20.33 ±1.71	4.71 ±1.09	29.40 ±0.83	19.03 ±0.82	4.35 ±0.76

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

*significant at P<0.05 **significant at P<0.01 ***significant at P<0.001

Table 39. Changes in meat color(Hunter-value) of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean±S.D.)

Treat ment	Storage period(days)														
	0			3			6			10			14		
	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***	L***	A***	B***
C	32.71 ±2.77	16.50 ±0.48	6.37 ±0.56	26.48 ±2.05	11.30 ±0.20	1.28 ±0.83	26.42 ±1.55	10.09 ±1.15	2.38 ±0.64	28.80 ±0.50	11.08 ±0.57	1.69 ±0.41	27.64 ±1.95	8.96 ±0.64	2.50 ±0.32
T1	29.60 ±1.43	15.70 ±0.26	5.11 ±0.53	27.56 ±1.98	10.41 ±0.36	1.35 ±0.48	25.74 ±1.23	10.97 ±1.52	2.58 ±0.36	28.21 ±1.87	13.00 ±1.69	1.59 ±0.31	26.07 ±0.87	13.59 ±0.49	1.62 ±0.11
T2	29.80 ±1.38	15.17 ±1.60	4.71 ±0.93	28.63 ±1.03	12.39 ±1.39	1.79 ±0.48	27.03 ±0.85	13.43 ±1.06	2.93 ±0.66	27.97 ±0.62	11.98 ±1.42	1.31 ±0.25	28.37 ±1.97	9.76 ±0.64	2.09 ±0.60
T3	31.43 ±1.12	15.54 ±0.75	5.20 ±0.65	27.15 ±0.95	13.68 ±0.33	1.92 ±0.58	25.98 ±0.75	11.90 ±0.61	1.85 ±0.46	29.58 ±1.29	11.52 ±1.58	1.78 ±0.54	28.58 ±1.29	9.48 ±1.36	2.55 ±0.22
T4	29.52 ±1.99	13.98 ±1.01	3.74 ±1.01	26.84 ±0.50	11.66 ±0.46	1.79 ±0.36	26.09 ±1.33	11.63 ±0.48	2.50 ±0.45	29.56 ±1.86	11.80 ±2.09	2.15 ±0.42	26.70 ±0.41	8.74 ±0.35	2.23 ±0.29
T5	29.49 ±1.96	14.42 ±1.63	3.84 ±0.75	26.37 ±1.20	12.73 ±1.06	1.67 ±0.48	25.19 ±0.87	11.69 ±0.59	2.56 ±0.36	27.30 ±1.21	12.00 ±2.14	2.93 ±3.27	25.61 ±0.57	13.95 ±0.84	2.13 ±0.48
T6	31.56 ±5.36	14.72 ±2.93	6.31 ±1.23	25.15 ±0.60	15.06 ±2.92	2.68 ±0.37	25.95 ±1.35	10.86 ±1.01	2.96 ±0.32	24.08 ±1.05	14.73 ±1.30	2.88 ±0.63	24.49 ±0.67	13.76 ±0.64	2.70 ±0.45

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

*significant at P<0.05**significant at P<0.01***significant at P<0.001

Table 40. Changes in meat color(Chroma,Hue, ΔE -value) of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (Mean \pm S.D.)

Treat ment	Storage period(days)														
	0			3			6			10			14		
	C ^{1)***}	H ^{2)**}	ΔE ³⁾	C***	H***	ΔE	C***	H***	ΔE	C***	H***	ΔE	C***	H***	ΔE ***
C	23.10 ± 0.78	24.96 ± 2.36	62.00	15.72 ± 0.45	6.98 ± 4.55	66.91	14.52 ± 1.26	13.68 ± 6.82	66.64	15.14 ± 0.74	9.46 ± 2.36	64.06	12.95 ± 0.55	17.22 ± 2.83	64.85
T1	21.99 ± 0.29	21.20 ± 2.19	64.98	14.42 ± 0.66	8.08 ± 2.99	65.35	15.76 ± 1.81	14.96 ± 2.19	67.71	17.58 ± 2.07	7.84 ± 2.08	65.37	18.69 ± 0.49	7.56 ± 0.55	68.12
T2	21.14 ± 2.54	20 ± 2.54	64.49	16.79 ± 1.69	7.22 ± 2.63	64.66	18.71 ± 1.45	13.88 ± 2.46	66.95	16.28 ± 1.78	6.84 ± 1.36	65.30	13.69 ± 0.95	13.18 ± 3.61	64.22
T3	21.51 ± 1.23	21.54 ± 2.00	62.83	18.70 ± 0.40	8.96 ± 2.83	66.84	14.66 ± 4.60	9.92 ± 2.78	67.68	15.63 ± 1.91	10.74 ± 1.12	63.29	11.47 ± 5.65	16.66 ± 1.54	63.89
T4	19.33 ± 1.42	17.10 ± 4.08	64.28	16.19 ± 0.57	9.62 ± 1.88	66.56	16.52 ± 0.72	13.70 ± 2.80	67.48	16.02 ± 2.68	11.40 ± 1.51	63.41	12.67 ± 0.38	15.70 ± 2.54	65.93
T5	19.88 ± 2.55	17.04 ± 2.11	64.48	17.57 ± 1.42	8.22 ± 2.00	67.46	16.77 ± 0.73	13.98 ± 2.38	68.15	17.84 ± 0.43	7.54 ± 1.72	66.47	19.34 ± 1.00	9.80 ± 2.43	68.80
T6	21.65 ± 2.82	28.10 ± 9.85	62.71	20.91 ± 3.46	11.76 ± 1.11	69.77	15.77 ± 1.33	17.32 ± 2.25	67.45	20.88 ± 1.89	12.82 ± 2.15	71.02	19.53 ± 0.76	12.84 ± 2.36	70.15

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s; Refer to the comment in Table 1

1)Chroma-value 2)Hue-value 3) ΔE used average of CIE-value.

*significant at P<0.05**significant at P<0.01***significant at P<0.001

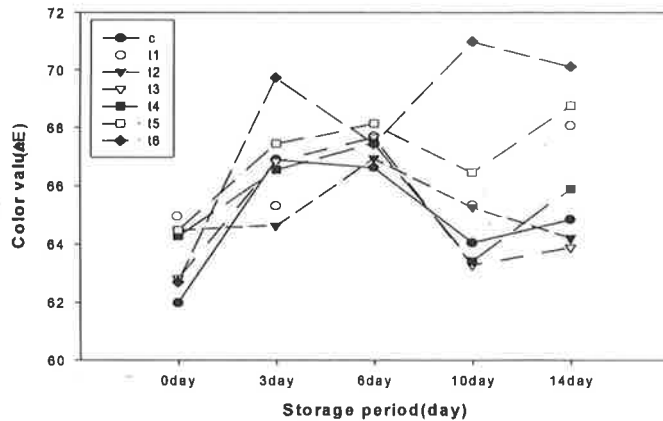


Fig.25. Change in color value of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C
c,t1,t2,t3,t4,t5,t6 :refer to the comment in Table 1

Table 41. Changes in total plate counts of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (unit:CFU/g)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	8.8×10^4	9.0×10^5	1.25×10^7	1.42×10^7	2.5×10^8
1w9s	7.9×10^3	6.3×10^4	8.4×10^5	9.2×10^5	1.02×10^6
1w969s	6.2×10^3	5.0×10^4	6.2×10^4	7.8×10^4	6.7×10^4
3w9s	4.3×10^3	3.7×10^3	5.7×10^4	6.5×10^4	5.8×10^4
3w969s	2.1×10^3	2.5×10^3	4.6×10^3	5.4×10^4	7.9×10^3
6w9s	1.8×10^3	1.1×10^3	2.8×10^4	4.7×10^4	4.0×10^4
6w969s	1.5×10^2	2×10^2	1.2×10^3	3.6×10^3	3.0×10^3

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1

1)ND: not detected.

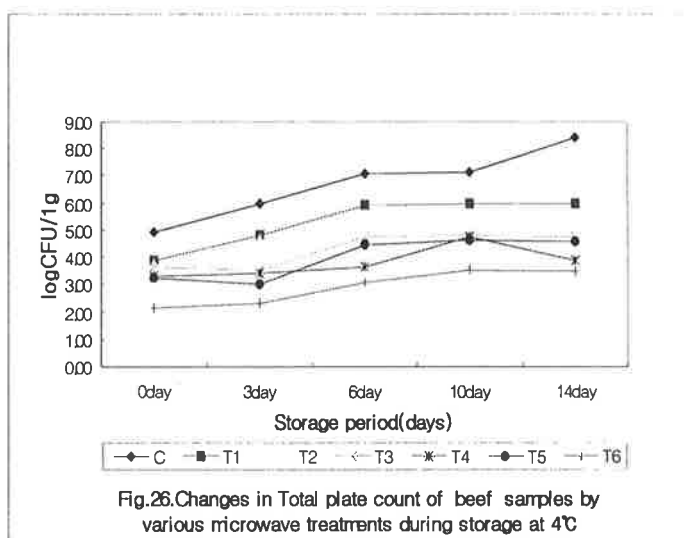
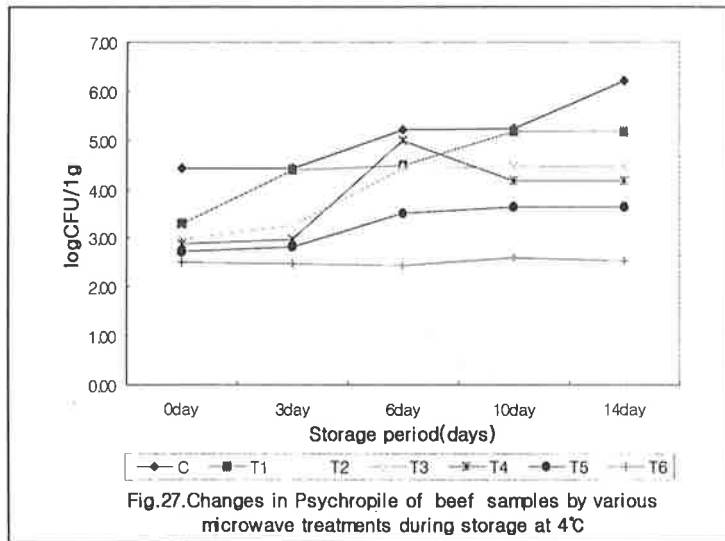


Table 42. Changes in *Psychropile* of beef samples by various microwave treatments during storage at 4°C. (unit:CFU/g)

Treatment	Storage period(days)				
	0	3	6	10	14
control	2.6×10^4	2.72×10^4	1.6×10^5	1.76×10^5	1.63×10^6
1w9s	1.91×10^3	2.52×10^4	3.0×10^4	1.53×10^5	1.5×10^5
1w969s	1.36×10^3	2.36×10^3	2.97×10^4	3.03×10^4	2.97×10^4
3w9s	9.8×10^2	1.87×10^3	2.76×10^4	2.84×10^4	2.79×10^4
3w969s	7.6×10^2	9.4×10^2	9.84×10^4	1.5×10^4	1.47×10^4
6w9s	5.5×10^2	6.8×10^2	3.2×10^3	4.5×10^3	4.4×10^3
6w969s	3.2×10^2	3.0×10^2	2.9×10^2	4.0×10^2	3.6×10^2

control, 1w9s, 1w969s, 3w9s, 3w969s, 6w9s, 6w969s: Refer to the comment in Table 1
 1)ND: not detected.



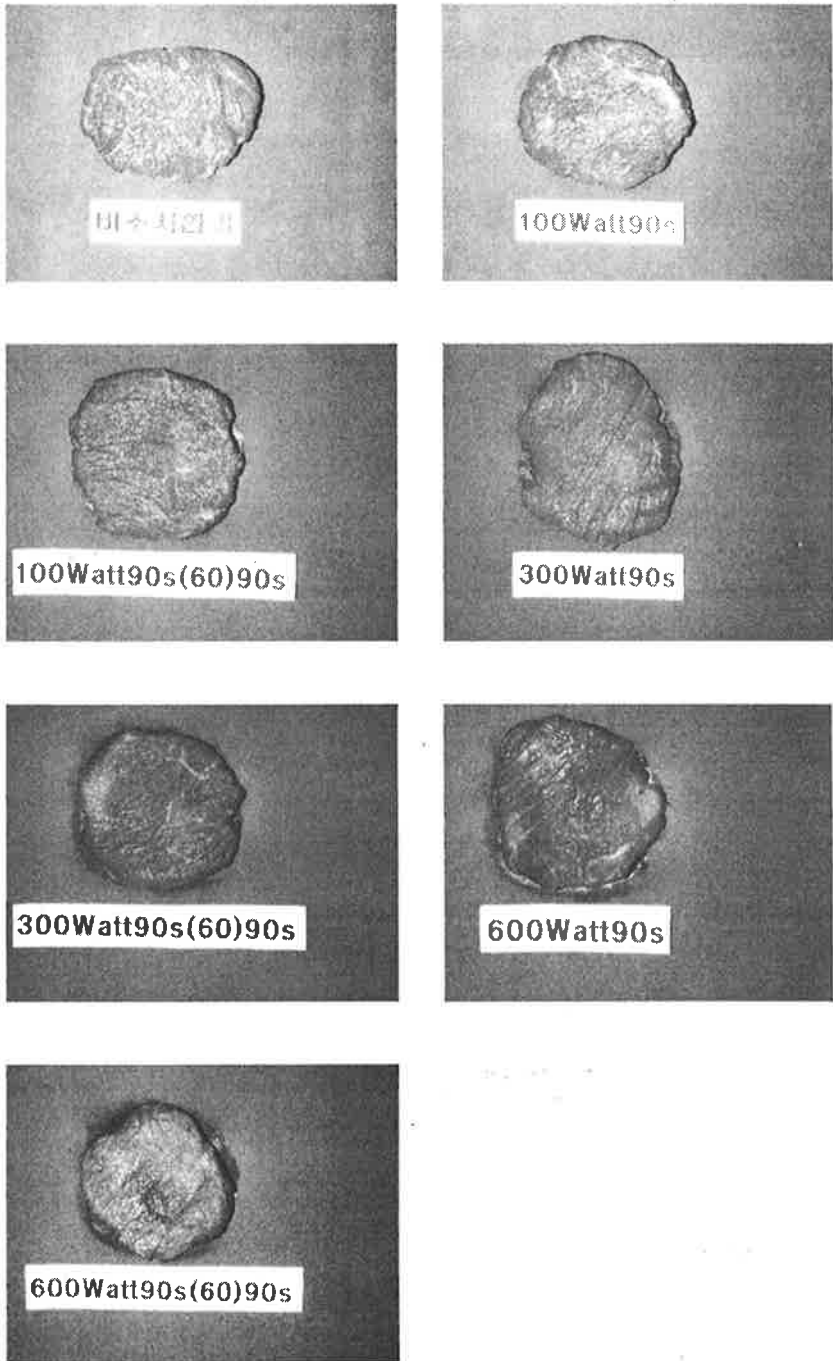
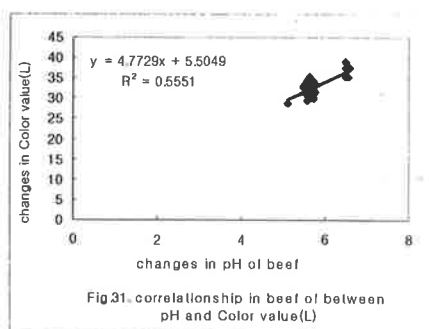
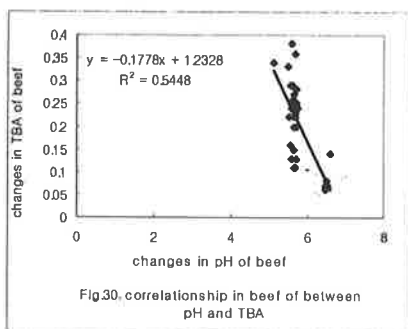
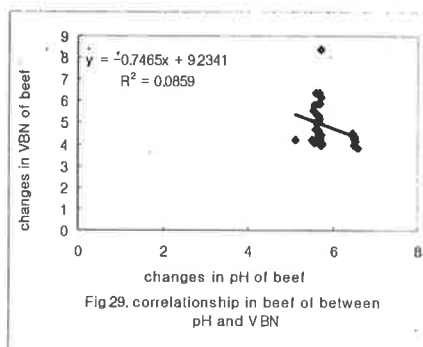
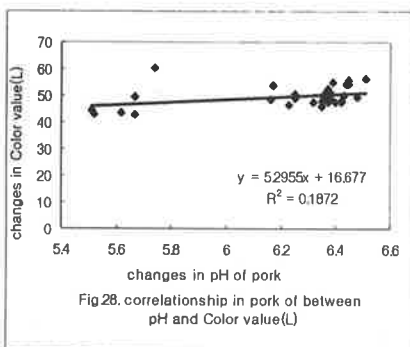
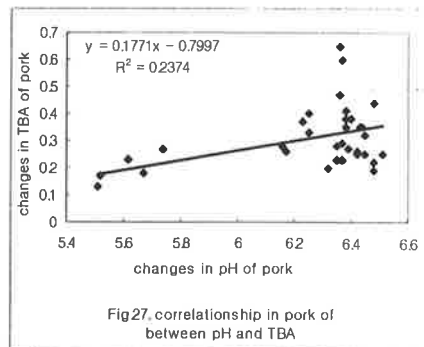
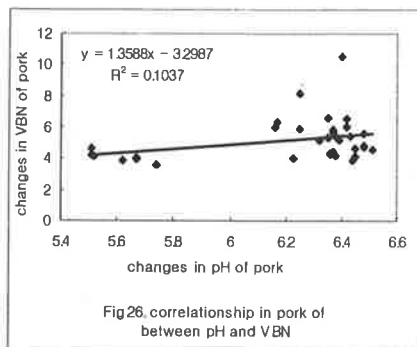


Fig. 28 photograph of beef samples on various microwave treatment.



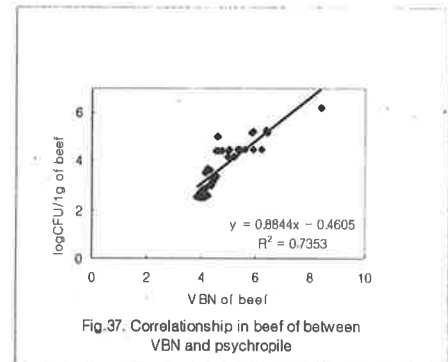
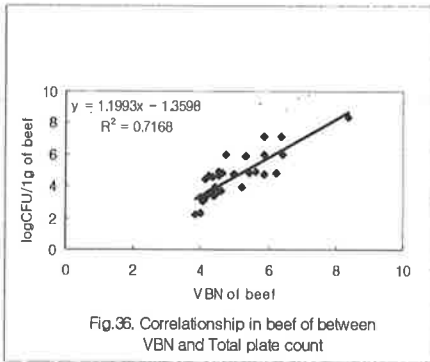
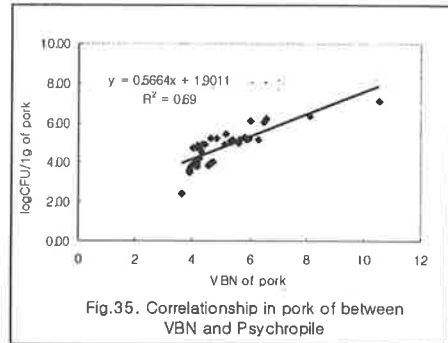
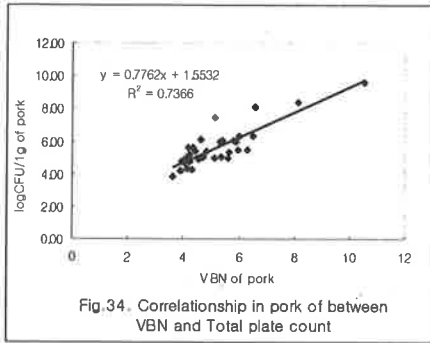


Fig. 29. Correlation between quality factors in beef samples on various microwave treatment.

마이크로파 처리에 의한 돈육 및 우육의 품질특성 및 살균효과를 알아보기 위한 본 실험에서는 돼지고기와 소고기의 등심부분만을 지방조직이나 결체조직을 제거한 후 마이크로웨이브의 열효율에 가장 적당한 원의 형태로 주파수 2,450MHz 마이크로파로 살균 조건을 연속살균방식(CW), 정지살균방식(HW)으로 나누어 100Watt에서 90초살균, 100Watt에서 90초 살균, 60초정지, 90초살균, 300Watt에서 90초살균, 300Watt에서 90초 살균, 60초정지, 90초살균, 600Watt에서 90초살균, 600Watt에서 90초 살균, 60초정지, 90초 살균한 후 이화학적 특성변화 및 미세구조, 미생물의 변화를 측정 한 결과 조사직후 돈육의 경우를 보면 다음과 같다. 일반성분 중 단백질은 각 조사선량간 유의적인 차이를 나타내지는 않았지만 HW살균방식이 약간의 증가를 보였으며 회분함량은 각 조사선량간 유의적인 차이를 나타내었다. 또한 HW살균방식의 회분함량이 더 낮은 결과를 나타내었다. 수분함량은 유의적인 차이를 나타내지는 않았지만 가장 조사선량이 높은 600Watt에서 90초살균, 60초정지, 90초 살균한 조사군이 낮게 나타났으며 조지방함량은 조사선량이 증가함에 따라 감소하는 결과를 나타내었다. Drip 발생량은 비조사구가 0.28%로 600Watt조사까지는 유의적인 차이를 보이지 않다가 600Watt에서 90초 살균, 60초정지, 90초 살균한 조사군은 4.38%로 가장 많은 Drip 발생량을 나타내었다.

사후 가축에서 젖산축적에 의한 근육 pH저하는 가장 중요한 사후변화의 하나이다. pH저하 속도와 최종 pH는 가축의 종류, 근육의 종류, 환경온도, 도살방법, 도살전후의 취급에 따라 변이가 생기고 근육의 성질에 영향을 미친다. pH가 낮으면 연도(Tenderness)가 저하되고 반대로 pH가 높으면 연도가 상승된다. 저장 중 pH의 변화는 식육의 신선도와 보수력 등 품질과 관련된 변화와 관련되어 있으며 pH가 높으면 육즙이 유의적으로 증가하고 담백하고 유연한 조직을 나타낸다고 보고되었다(Kauffman 등, 1961). 또한 pH가 높으면 일반적으로 암갈색(dark color)을 띤다(Briskey, 1964). 본 실험에서 pH는 조사선량이 증가할수록 올라가다 다시 떨어지는 걸 확인할

수 있었다. 즉 마이크로파가 어느 선까지는 젖산축적을 막아 고기의 연도가 상승되게 함을 볼 수 있었다. pH는 비조사구가 5.51로 100Watt조사구까지는 변화가 없다가 300Watt에서 급격히 증가하고 600Watt에서 90초살균, 60초정지, 90초 살균한 조사구가 5.74로 가장 높게 나타났다. 저장기간에 따라 pH의 변화를 보면 3일 후에 급격히 증가되어 14일 저장까지 완전한 곡선을 그리는 것을 볼 수가 있다. 고선량의 마이크로파 조사가 pH가 감소됨을 볼 수 있다.

지방의 산패도를 나타내는 TBA가는 품종에 함유된 지방질, 특히 불포화 지방산은 산패가 진행됨에 따라 과산화물과 carbonyl화합물을 생성하며 TBA가는 이때 생성된 malonaldehyde와 2-thiobarbituric acid(TBA)와의 적색복합체를 생성하는 정색반응으로 과산화물가와 같이 지방질의 산패도를 알아보는 방법이다. 일반적으로 0.46이하까지는 신선한 고기라고 할 수 있으며 또한 육류를 냉장 저장할 때 일정기간 후에 발생하는 불쾌취와 이취는 TBA가의 증가와 밀접한 관련이 있을 것으로 보인다. 돈육과 우육의 마이크로웨이브 조사에 의한 TBA가의 변화는 마이크로웨이브 조사직후 조사구는 비조사구와의 비교 시 TBA가 별다른 차이가 없었고 단지 연속살균보다는 정지방식의 살균이 TBA가가 더 높게 나타났으며 저장기간에 따른 TBA가의 변화를 보면 저선량인 100watt의 경우 연속살균, 정지방식의 살균 모두 저장함에 따라 TBA가 억제됨을 알 수 있었다. 중선량인 300watt조사시에는 저장기간에 따라서 마이크로웨이브 조사에 의한 TBA가는 저장 중 유통기간 설정을 위한 지표가 될 수 있을 것이다. 지방의 산패도를 볼 수 있는 TBA의 변화는 비조사구가 0.13으로 100Watt90초조사 한 군과 같은 값을 나타내었지만 조사선량이 증가할수록 TBA의 값도 증가함을 보였다. 이것은 고선량의 마이크로파조사가 지방산패를 촉진하여 malonaldehyde와 glycoxal등을 생성해 TBA와 적색중합체를 많이 형성하여 높게 나타나는 것으로 보인다. 즉, 지방성분은 과도한 고선량의 마이크로파 조사에 의해 정상적인 자동산화의 경우보다 더 많은 유리기를 형성하며 이 유리기들은 정

상적인 자동산화와는 다른 더 짧은 연쇄반응을 일으키는 것으로 생각된다.

저장 중에 일어나는 단백질의 분해 산물인 암모니아 질소의 양을 측정하는 휘발성 염기태 질소는 저장 중에 근육단백질이 아미노산과 그 외에 여러 가지 무기태질소로 분해가 되는데 이는 단백질의 가수분해에 따른 아미노산과 펩타이드의 증가에 의해서 휘발성 염기태 질소가 증가한다. 이뿐만 아니라 adenosyl monophosphate(AMP)의 분해에 따른 암모니아의 생성과 nucleotide의 증가에 의해서도 영향을 받는다. 일반적으로 신선 육류의 경우 VBN이 20mg%수준부터 부패된 것으로 알려져 있다.

단백질의 부패도를 보기 위한 VBN의 측정 결과 비조사구가 4.62mg%로 조사선량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 이것은 미생물의 감소와 일치하는 결과를 나타내었으며 특히 연속살균방식(CW)보다 정지살균방식(HW)이 미생물의 사멸효과에 더욱 효과가 있음을 알 수 있었다. 저장기간에 따른 미생물의 변화는 비조사구가 저장14일에 10^9 까지 나타났으나 조사구들은 고선량의 경우 10^4 까지 나타나 미생물의 사멸효과가 큰 것으로 나타났다. 연속살균방식(CW)보다 정지살균방식(HW)이 미생물의 사멸효과에 더욱 효과가 있음을 알 수 있었다. 대장균군과 살모넬라 리스테리아는 검출되지 않았다. 저장기간동안의 VBN의 변화를 보면 비조사구는 저장기간에 따라 급격히 증가되어 10.54의 수치가 저장 14일에 나타났으며 다른 조사구들은 증가하지만 완만한 증가를 보여 주었다.

조직감 측정 결과 비조사구에 비해 조사군이 매우 낮은 수치를 보였으며 특히 비조사구와 100Watt조사 사이의 hardness감소율이 가장 큰 걸로 보아 마이크로파가 돈육의 물성에 저선량의 조사구도 상당한 효과를 준다는 것을 알 수 있었으며 미세구조와의 연관성을 볼 때 단단한 근섬유결의 조직이 마이크로파 조사에 의해 연화되어 근섬유 마디가 파괴됨을 알 수 있었다. 또한 근섬유결 마디가 점차 굽어지는 현상을 볼 수 있었다.

육색은 눈으로 감지되는 것으로 몇몇 요인들에 의해 복합적으로 이루어지며 소비자들에게는 육의 신선도와 육질을 판단하는 구매조건이 되므로

육 본래의 신선한 선홍색을 유지하는 것이 매우 중요하다. 육색의 평가는 색의 농도나 균일성으로 평가되고 색의 농도가 큰 것은 육색소 함량이 많고 육조직이 더 많은 빛을 흡수하기 때문이다. 육색은 육색소인 myoglobin이 산소와의 반응으로 나타나며 육색의 변화는 육색소와 반응하는 산소의 유무 및 양, 육조직 내 효소의 활동, 저장온도, 미생물의 오염도, pH값 등에 따라서 다르다. 특히 육색소와 산소와의 반응정도와 효소활동이 육색변화에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 진공포장육의 경우 포장내에 산소분압이 낮아 육색은 소비자들이 싫어하는 육색으로 된다. 그러나 진공포장육의 이러한 육색은 소비자들이 인식하고 있는 변색은 아니다. 진공포장은 공기의 침투를 막아 육색소의 안정화를 이룰 수 있을 뿐 아니라 효소 및 미생물의 활동억제, 오염과육의 감량방지 등 육질을 보호하고 저장성을 증가시킬 수 있어 유통 시 효과적으로 이용되고 있다. 일반적으로 진공 포장육색의 변화는 포장지의 산소투과성 및 육조직내 미생물의 활동에 따라 산소의 양과 관련되는데 Eustace는 포장기간 중 육색의 변색은 포장지의 산소 투과성에 기인되고 Dainty등은 저온에 저장할 때 육조직 내 미생물의 활동이 저지되어 변색이 방지된다고 보고한바 있다. 반면 진공포장하지 않았을 때에는 육 표면의 건조, 공기 중 산소와의 반응 등 여러 요인으로 소비자들이 싫어하는 육색으로 변색된다. 진공포장육의 육색은 소비자들이 싫어하는 검은 자주색을 형성하지만 공기 중에 노출되면 소비자들이 선호하는 선홍색으로 변하고 진공포장 시 육조각의 크기가 육색에 영향을 미치며 육조각이 작을수록 metmyoglobin으로의 형성가능성이 더 크다. 진공포장 시 가스사용은 진공이 불충분한 것을 극복할 수 있고 탄산가스의 치환 포장할 때 myoglobin은 carboxymyoglobin으로 형성되어 안정화를 이루고 진공포장한 것보다 저장기간이 연장된다. 또한 포장육은 저장온도에 따라서 저장기간과 육색의 안정도가 다른데 저장온도가 낮을수록 더 높은 안정을 이룬다. 일반적으로 포장의 첫째 기능은 오염의 방지로 포장을 하면 각종 미생물로부터 오염을 차단하여 고기의 저장성을 연장시켜

주요 진공 및 가스치환 포장은 육색을 안정시키고 보호하는 효과가 있다. 그러나 진공 및 가스치환 포장육은 선홍색을 유지하지 못하기 때문에 포장 시 적당한 양의 산소를 혼합하는 것이 효과적이라고 한다. 본 실험에서 가장 많이 조사시킨 시료가 가장 밝게 나타났으며 적색도와 황색도 면에서는 1w969s가 가장 높았으며 조사시킴으로서 점차 감소됨을 알 수 있었다. 선명도 값인 chroma는 1w969s제외하고 조사선량이 많을수록 그 값이 감소함으로서 더 선명해 지는 것을 알 수 있었다. 마이크로파가 돼지고기 시료에 있어 밝기와 적색도, 선명도를 증가시키고 황색도는 감소시키는 결과를 볼 수 있었다. 육색 측정 결과 밝기인 L값은 비슷한 값을 나타내다가 300Watt 와 600Watt의 정지처리구 조사가 급격한 증가를 보였는데 이것은 마이크로 파에 의한 고기표면의 과열로 인한 것이며 색의 채도인 chroma값은 유의적인 차이를 나타내지 않았고 명도인 hue값은 정지처리구 조사군이 높은 값을 나타내었다.

무기질 함량은 정지처리구 조사군이 아연과 철의 함량이 증가됨을 ($P < 0.05$) 나타내었고 지방산 조성에 있어서는 동물의 종류에 따른 풍미의 차이는 주로 지방산 조성의 차이에서 오는 것으로 알려져 있다. 식육의 지질분획과 육즙의 구성성분은 품종 특이적인 풍미를 나타내는데 필수적이며 지방은 특히 식육의 전반적인 풍미에 중요한 역할을 한다. 지방의 산화는 식육과 가공제품의 품질을 저하시키는 주요 요인으로 식육의 지방이 산화되면 그 자체나 또는 식육내의 다른 성분과 반응하여 색 풍미 영양의 측면에서 바람직하지 않은 변화를 초래하게 된다. 일반적으로 불포화 지방산의 함량이 많을수록 산화가 쉽게 되고 자동산화의 속도가 빠르게 된다. 돈육 내 linolenic acid 의 농도가 증가되었을 때에도 풍미가 나빠진다고 보고되었다. Linolenic acid가 대조구보다 반 이상으로 줄어 풍미조성에 가장 적합한 결과를 보여 주었다.

지방산 조성에서 조사선량의 증가에 따라 포화지방산의 증가를 나타내었으며 불포화지방산은 감소함을 나타내었다. 지방산의 함량은 oleic이 가장

많고 palmitic, stearic, linoleic의 순서였으며 총아미노산의 경우 조사선량의 증가와 함께 아미노산 함량도 증가를 보였다. 따라서 본 실험 결과 100Watt의 저 선량 조사가 육류의 품질보존에 가장 적당한 것으로 나타났으며 이것을 이용한다면 육류 식품산업에 큰 역할을 할 수 있을 것으로 보인다.

조사직후 우육의 경우를 보면 일반성분 중 단백질은 조사선량간 유의적인 차이를 나타내지는 않았지만 6W969s조사가 가장 많이 증가하였다. 회분함량은 각 조사선량간 유의적인 차이를 나타내었고, 정지살균방식의 회분함량이 더 낮은 결과를 나타내었다. 수분함량은 가장 조사선량이 높은 600Watt에서 90초살균, 60초정지, 90초 살균한 조사군이 낮은 수치를 나타내었다. 조지방 함량은 조사선량이 증가함에 따라 감소하였다. Drip 발생량은 600Watt에서 90초 살균, 60초정지, 90초 살균한 조사군이 13.76%로 가장 많은 Drip 발생량을 나타내었다. pH는 600Watt에서 급격히 증가하고 600Watt에서 90초살균, 60초정지, 90초 살균한 조사군이 6.59로 가장 높게 나타났다. TBA의 변화는 조사선량이 증가할수록 TBA의 값도 증가함을 보였다. VBN의 측정결과 조사선량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. 연속살균방식(CW)보다 정지살균방식(HW)이 미생물의 사멸효과에 더욱 효과가 있음을 알 수 있었다.

조직감측정 결과 비조사구에 비해 조사군이 매우 낮은 수치를 보였으며 특히 비조사구와 100Watt조사 사이의 hardness감소율이 가장 컸으며, 저선량의 조사구가 경도에 효과를 준다는 것을 알 수 있었으며 미세구조와의 연관성을 볼 때 단단한 근섬유결의 조직이 마이크로파 조사에 의해 연화되어 근섬유 마디가 파괴됨을 알 수 있었다.

육색측정 결과 밝기인 L값과 색의 채도인 chroma값은 유의적인 차이를 나타내지 않았고 명도인 hue값은 HW조사군이 높은 값을 나타내었다. 무기질 함량은 HW조사군이 나트륨, 구리, 아연과 철의 함량이 증가됨을 ($P < 0.05$) 나타내었다. 지방산 조성은 조사선량의 증가에 따라 포화지방산의

증가를 나타내었으며 지방산의 함량은 oleic, palmitic, stearic, linoleic의 순으로 나타났다. 총아미노산의 경우 조사선량의 증가와 함께 아미노산 함량도 증가하였다($P < 0.05$).

저장기간에 따른 우육의 변화를 보면 pH는 저장기간에 따라 저장3일 후 급격히 감소하다가 일정한 값을 유지하였으며 TBA값은 저장기간에 따라 증가하다가 1W9s, 1W969s 처리구가 6일 후 급격히 떨어짐을 볼 수 있었다. VBN의 경우 비조사구 인 대조구는 저장14일에 8.37까지 증가되어 가장 높은 값을 나타내었고 6W969s의 처리구가 4.22로 가장 낮은 값을 나타내었다. 미생물의 경우 호기성균은 초기균수 10^4 까지 존재하다가 저장에 따라 14일후에는 10^8 까지 나타났으며 최고선량의 조사구인 6W969s는 10^3 까지 나타났다. 또한 저온성세균은 호기성세균과 마찬가지로 조사선량이 많아짐에 따라 감소함을 보여주었다. 그리고 조사구들은 저장10일 후에 약간의 균수 감소를 나타내어 마이크로파 조사에 의한 살균방식이 초기균수의 감소로 인한 순간적인 균의 쇼크를 주어 균의 생식 활동을 잠시 없게 만드는 것이 아니라 균을 완전 사멸시킴을 알 수 있었다. 이것은 돈육의 저장기간에 따른 균수감소와 일치하는 결과를 나타내었다.

돈육과 우육을 각각 pH와 VBN, pH와TBA, pH와 육색(L값: 밝기)을 상관관계를 나타내어 R^2 의 값을 알아보았다. 돈육의 pH와 VBN의 상관관계를 보면 R^2 이 0.10을 나타내었으며 pH와TBA의 상관관계를 보면 R^2 이 0.24를 나타내었고 pH와 육색(L값: 밝기) 상관관계를 보면 R^2 이 0.19를 나타내었다. 우육의 pH와 VBN의 상관관계를 보면 R^2 이 0.09를 나타내었으며 pH와TBA의 상관관계를 보면 R^2 이 0.54를 나타내었고 pH와 육색(L값: 밝기) 상관관계를 보면 R^2 이 0.56을 나타내었다. 또한 VBN과 호기성 전세균, 그리고 VBN과 저온성세균간의 상관관계를 나타내었는데 돈육의 경우 VBN과 호기성 전세균의 R^2 이 0.74로 높은 수치를 나타내었으며 우육도 R^2 이 0.72로 높은 수치를 나타내 VBN이 육류의 품질 지표로서 미생물의 수치와 양의 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

이상 본 연구로 에너지 절약형 식품 살균 및 저장 가공기술의 확립, 식품성분의 마이크로파 조사영향과 조사식품의 안정성에 대한 기초연구 확립으로 식품원료의 안전한 저장 유통기술 확립을 하였으며 본 기술 개발로 인하여 가공식품의 포장 후 살균이 가능하였다. 추후 본 연구는 관련 산업계와 연계하여 대량살균 및 자동화 살균공장으로서의 실용화를 유도할 수 있게 되었다.

제 4절 참고문헌

- 1) A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis of the AOAC. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.
- 2) 高板和久 : 肉製品의 鮮度 保持 測定, 食品工業, 18, 105(1975).
- 3) Waters AccQ-Tag Amino Acid Analysis System : Operato's Manual, manual number 154-02tp rev 0 june, USA(1993)
- 4) Donald E. Carpenter and Darryc M. Sullivan. 1993. Methods of Analysis for Nutrition Labeling. AOAC International.
- 5) Chang, M.U., Arai, K., Doi, Y. and Yora, K. 1976. Morphology and intercellular appearance of orchid fleck virus. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 42:156.
- 6) 식품공전: P. 805, 806, 808, 한국식품공업협회
- 7) Adams, J. R. and Huffman, D. L: Effect of controlled gas atmospheres and temperature on quality of parkared pork. J. Food Sci. 37 .1869(1972)
- 8) 오동환 : 가축 및 도체의 평가와 등급. 선진문화사 .P.182(1993)
- 9) Ralston Lawrie: Developments in Meat Science-3 : Packaging Fresh Meat(A.A.Taylor(Eds)).Elsevier Applied Science Publishers. P.89-113(1985)
- 10) Taylor, A. A. and Shaw, B. G. : Evaluation of some factors useful for the mathematical prediction of moisture gain by package dried beef. J. Food Technol.12.505(1997)
- 11) Taylor, A. A. : Gases in fresh meat packaging. Meat World 5(1972)
- 12) Eustace, I. J. : Some factors affecting oxygen transmission rates of plastic films for vacuum packaging of meat. J. Food Technol.

- 16(1).73(1981).
- 13) Cole, A. B. Jr. : Retail packaging systems for fresh red cuts. 39. 106(1986)
 - 14) Seideman, S. C., Carpenter, Z. L., Smith, G. C. and Hoke, K.E. : Effect of degree of vacuum and length of storage on the physical characteristics of vacuum packaging beef wholesale cuts. J. Food Sci. 41. 732(1976)
 - 15) Matamoros, E. G. and Ramo, A. M. : Proc. 19th Europ. Meeting Meat Res. Workers. Paris(1973).
 - 16) Seideman, S. C., Carpenter, Z. L., Smith, G. C., Dill, C. W. and Vanderzant, C. : physical and sensory characteristics of pork packaged in various gas atmospheres. J. Food Sci. 42. 317(1979a).
 - 17) Griffin, D. B., Savell, J. W., Smith, G. C., Vanderzant, C., Terell, R. N., Lind, K. D. and Galloway, D. E. : Centralized packaging of beef loin steaks with different oxygen-barrier films physical and sensory characteristics. J. Food Sci. 47(4).1059(1982)
 - 18) Dainty, R. H., Shaw, B. G. and Roberts, T. A. : In Food micrology : advances and prospects(Roberts, T.A. and Skinner, F.A(Eds)). Soc. Appl. Bact. Symp. Series No.11.p.151. Academic Press London(1983).
 - 19) 시판 한우육과 한우육 판매점의 미생물분포. 이신호, 성삼경, 김수민, 김대곤, 김순희 대구효성가톨릭대학교 식품공학과
 - 20) 식육의 종류 및 부위에 따른 지방산 조성에 관한 연구. 신기간, 롯데 그룹중앙연구소, 강원대학교 축산가공학과, 건국대학교 축산대학 동물생명과학부
 - 21) 쇠고기 포장육의 냉장유통을 위한 국내유통망의 온도관리 실태조사.

- 이근택외3인 강릉대학교 식품과학과, 상지대학교 동물자원학과
- 22) 육류의 안전성 평가기술 연구. 민중석외 서울대학교 농업생명과학대학 동물자원과학과
- 23) 감마선을 이용한 한우육의 위생화와 품질보존. 강일준외 한림대학교 생명과학부
- 24) 냉장 및 냉동어육의 화학적 선도지표 측정. 김동경, 박인선, 김남수 한국식품개발연구원
- 25) Naumann, H. D., Gouzalei, R. R. : and Yeh, L. C. Proc. 17th Europ. Meeting Meat Workers. Bristol(1971).
- 26) Shackelford, S. D., Miller, M. F., Haydon, K. D., Lovegren, N. V., Lyon, C. E. and Reagan, J.O.: Acceptability of bacon as influenced by the feeding of elevated levels of monounsaturated fats to growing-finishing swine. J. Food Sci., 55, 621(1990)
- 27) 국내산 수출용 진공포장 돈육 등심의 냉장저장 중 물리화학적 및 관능적 특성. 김일석, 민중석, 이상옥, 신대근, 이정일, 이무하 서울대학교 농업생명과학대학 동물자원과학과
- 28) 915 MHz Microwave를 이용한 동결돈육의 급속해동. 이종경, 박지용 연세대학교 생명과학과 및 생물산업소재연구센터.
- 29) 국내 냉장돈육의 이화학적 특성과 저장성에 관한 연구. 최양일의 충북대학교 농과대학
- 30) 도축과정에서 돼지 도체의 미생물 오염도 평가. 김일석 외 서울대학교 농업생명과학대학 동물자원과학과
- 31) 전자선 조사에 의한 신선 돈육의 냉장 저장 중 이화학적 특성변화 민중석, 이무하 서울대학교 농업생명과학대학 동물자원과학과