

기름골의 생리활성 물질 및 이용기술  
개발에 관한 연구

Studies on the utilization and physiological  
activities of Chufa

연구기관  
한국식품연구원

 농림수산식품

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “기름골의 생리활성 물질 탐색 및 이용 기술 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 04월 24일

주관연구기관명: 한국식품연구원

총괄연구책임자: 이현유

세부연구책임자: 이현유

세부연구책임자: 박종대

세부연구책임자: 이세은

연 구 원: 금준석

연 구 원: 김동철

연 구 원: 하태열

연 구 원: 신형찬

참여기업명: 대양영농조합법인

참여기업책임자: 이흥기

참 여 연 구 원: 곽정복

# 요 약 문

## I. 제목

기름골의 생리활성 물질 탐색 및 이용 기술 개발에 관한 연구

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구개발의 최종 목표는 기름골의 생리활성 물질 중 콜레스테롤 저하기능, 변비 예방 등의 효과를 탐색하고, 기름골에 65%의 전분을 대량처리 할 수 있는 방법을 모색하고 이를 이용하여 음료제품 등 식품산업 소재로서의 가능성을 보고자 한다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 3차년도에 걸쳐 다음과 같은 연구범위에서 실시되었다. 연구개발범위는 기름골 가루의 대량 처리 기술 확립 및 이를 이용한 제품 개발, 기름골의 생리활성 물질 탐색, 개발된 제품의 기능적, 편의적, 관능적 품질 특성 등이며 세부적인 연구내용은 다음과 같다.

가. 기름골의 전처리 기술 확립

- 기름골 전분의 품질 특성
- 기름골 전분을 이용한 변성전분 제조 및 품질 특성

나. 기름골의 전처리 가공기술 확립

- 기름골을 이용한 청량음료 및 볶음 조건에 따른 차 개발

○ 기름골의 생리활성 물질 탐색(In vitro)

다. 기름골의 생리활성 물질 탐색 및 제품의 다양화

○ 제품의 다양화 (제과, 제빵, 빙과류)

○ 기름골의 생리활성 물질 탐색(In vivo)

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 기름골 변성전분의 이화학적 특성 결과 아밀로오스 함량, blue value, 최대흡수파장 및 흡광도는 마이크로파에 의한 변성전분의 경우 가열시간이 증가함에 따라 감소하였고 산화전분의 경우에도  $Cl_2$  농도가 증가함에 따라 점차 감소하였다.
2. 시차주사열량계(DSC)에 의한 기름골 전분의 호화특성을 측정한 결과 호화개시온도는  $72.2^{\circ}C$ , 호화최대온도는  $78.3^{\circ}C$ , 호화종결온도는  $76.4^{\circ}C$ 로 나타났고, 변성전분의 호화양상은 호화온도가 감소하였고 호화엔탈피는 증가하였다.
3. 기름골 음료에 향미 증진을 위한 부재료로 관능검사 결과 맛의 기호도에서 높은 점수를 얻은 감초추출분말과 계피추출분말을 각각 0.05%, 0.5%씩 첨가하였다.
4. 기름골 음료에 액상과당, 올리고당, 스테비아, 에리스리톨을 첨가하여 관능검사를 실시하여 최종 감미료의 선정은 액상과당 4%, 스테비아 0.3%로 하였다.
5. 기름골 음료의 최적 살균처리는  $100^{\circ}C$ 에서 30분 살균으로 하였다.
6. 기름골차 제조 시 기름골 전분을  $150^{\circ}C$ 에서 60초간 roasting한 처리구 전반적인 기호도가 5.4점으로 가장 높았다.
7. Roasting 처리한 기름골 전분을 시중 판매되는 녹차와 혼합할 경우

60% 첨가구가 가장 높은 점수를 나타내었다.

8. 관능검사 결과 가장 우수하게 평가된 기름골 침출차(로스팅 기름골 전분: 잎 녹차 = 60:40)향기성분을 분석한 결과 12개의 성분이 동정되었고, 주성분은 toluene, acetic acid, hexanal과 nonanol이 각각 29.57%, 21.61%, 17.61%, 10.22%를 차지했다. 그밖에 heptanal, butanoic acid butyl ester, geranyl acetone, isobutyl butylate, butanoic acid, junipene, decanal 등이 미량으로 검출됐다.
9. 기름골의 탈지에탄올 추출물의 항산화활성을 측정한 결과, 기름골 탈지에탄올 추출물은 첨가농도가 높을수록 높은 radical 소거능을 나타내어 0.125mg, 0.25mg, 0.5mg, 1mg 및 2mg의 에탄올 추출물을 첨가하였을 때의 radical 소거능은 각각 2.57%, 7.36%, 17.89%, 35.49% 및 55.77% 이었으며 IC<sub>50</sub>은 1.72 mg으로 나타났다. 또한, LDL oxidation 억제효과를 관찰한 결과 비교적 에탄올 추출의 농도가 높아질 수록 산화억제효과가 상승하는 것으로 나타났으나 1 mg 이상의 농도에서는 산화억제효과가 감소하는 것으로 나타났으며 0.5mg의 농도에서 약 22%의 LDL 산화억제효과가 나타났다.
10. 대장암세포(SNU C4), 전립선암세포(LNCap-FGC) 및 유방암세포(MCF-7)에 대하여 탈지기름골 에탄올추출물의 항암활성을 관찰한 결과, 실험에 사용한 추출물의 농도가 증가할 수록 암세포의 생육을 억제하는 경향은 나타났으나 유의차는 인정되지 않았으며, 그 효과 또한 매우 미비하였다. 그밖에 콜레스테롤 합성 저해활성평가, 뇌세포 보호활성 평가, 재조합 효모법을 이용한 에스트로젠 활성 등을 측정한 결과 효과가 없는 것으로 나타났다.
11. 탈지 기름골 가루의 섭취량에 따른 체중 변화를 관찰한 결과, 탈지 기름골 파우더를 5% 급여한 Ki-L군에서는 대조군에 비하여 유

의적인 차이를 보이지 않았으나, 탈지 기름골 파우더를 10% 급여한 Ki-H군에서는 체중증가량이 약 20% 로 유의하게 감소하였다.

12. 기름골 가루를 이용한 제품을 개발하기 위해 로스팅 조건에 따른 기름골 가루의 기호도를 조사한 결과 RC2(180℃에서 20분간 로스팅 처리한 기름골 가루)가 향과 맛에서 가장 좋은 평가를 받았다. RC2를 이용하여 식빵과 쿠키를 제조했을 때 첨가량이 증가하면서 외관, 색, 조직감 등의 기호도가 감소하였으나 식빵의 경우 10%, 쿠키의 경우 20%정도까지 첨가가 가능할 것으로 사료된다. 또한 기름골 아이스크림의 제조를 위해 220℃에서 60분간 로스팅 처리한 기름골 가루를 1%, 2%, 3%씩 첨가하여 제조하였다. 관능평가 결과 1%를 첨가한 기름골 아이스크림이 대조군(바닐라아이스크림)보다 향, 색, 맛의 항목에서 높은 점수를 나타내었다.

# SUMMARY

## I . Title of Research

Studies on the utilization and physiological activities of Chufa

## II. Objective and Significance of Research

The objective of the research is to examine the effects of reduction of cholesterol amounts in blood, prevention of constipation and mass production of chufa starch. Also the possibility of chufa materials for using beverage is examined.

## III. Contents and Scope of Research

1. Establishment of pre-treatment technology for chufa
  - Physico-chemical properties of chufa starch
  - Production and Physico-chemical properties of chufa modified starch
2. Examine of physiological activities for chufa and development of beverage using chufa
  - development of chufa beverage and tea
  - Examine of physiological activities in vitro for chufa
3. Examine of physiological activities for chufa and new product development

- new product development(snack, bread, frozen type etc.)
- Examine of physiological activities in vivo for chufa

## IV. Results and Recommendation

1. General composition and physico-chemical properties were examined for possibility of using on chufa
2. Starch is separated from chufa and modified starch are prepared by various method. Those are examined for physico-chemical properties
3. Rheology of chufa starch and modified starch were examined.
4. Beverage using chufa was prepared in different methods and examined for physico-chemical properties
5. Optimal processing condition of chufa beverage are addition of licorice root flour, cinnamon flour, fructose and stevia. And optimal sterilization is heating for 30min. at 100°C.
6. Optimal processing condition of chufa tea is 60 sec roasting at 150°C.
7. Twelve flavor compound were detected from roasting chufa tea and main compound are toluene, acetic acid and hexanol.
8. Data of LDL oxidation showed that concentration of ethanol extraction is increased as oxidation inhibition increased.
9. The radical scavenging activity (RSA) of the ethanol extracts of Chufa depended on the concentrations of the Chufa. While RSAs were 2.57%, 7.36%, 17.89%, 35.49%, and 55.77% for 0.125 mg, 0.25mg, 0.5mg, 1mg, and 2mg of the extracts respectively, IC50 was



1.72mg.

Inhibition of LDL oxidation was positively correlated with the concentration of the Chufa at lower concentration. Up to 22% inhibitory effect was evident in 0.5mg Chufa treatment.

10. Although the result was not statistically significant, proliferations of cancer cells (SNU C4 and LNCap-FGC) were inhibited by the ethanol extracts of Chufa. Of interest, the inhibition of cancer cell proliferations depended on the concentration of the extracts.

It was found that the extracts did not have any effects on cholesterol synthesis, protective effect of neurons, and estrogen activity.

11. Body weight was up to 20% decreased in Ki-L group treated with 10 % Chufa powder

12. Roasting chufa flour prepared at 20 min roasting at 180°C was the best result in overall acceptability. It is possible to add chufa roasting flour for bread making and cookie up to 20%. Also, adding 1% of roasting chufa flour for ice cream showed better sensory result(flavor, color, taste) than control.

# CONTENTS

1. Objective and Significance of Research .....	20
2. Present status on development of technology .....	2
3. Results and Discussion .....	25
A. Physico-chemical properties of chufa starch .....	3
1) Materials and Methods .....	25
2) Results and discussion .....	28
B. Physico-chemical properties of chufa modified starch .....	3
1) Materials and Methods .....	36
2) Results and discussion .....	40
C. New product development using chufa and physiological activity of chufa in vitro .....	50
1) Development of chufa beverage .....	50
2) Development of chufa tea .....	90
3) Physiological activity of chufa in vitro .....	104
D. Physiological activity of chufa in vivo and new applications	123
1) Effect of chufa on obesity and lipid contents in blood .....	123
2) Physico-chemical properties of chufa flour .....	139
3) Physico-chemical properties of roasting chufa flour .....	148
4) Bread quality of chufa flour .....	153
5) Cookie quality of chufa flour .....	162
6) Ice cream preparation using chufa flour .....	170
4. A accomplishment of objective and contribution in research area	

.....	177
5. Application of research result .....	179
6. References .....	180

# 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	20
제 1 절 연구개발의 목적 .....	20
제 2 절 연구개발의 필요성 .....	20
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	23
제 1 절 국외 관련기술의 현황 .....	23
제 2 절 국내 관련기술 현황 .....	24
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	25
제 1 절 기름골 전분의 전처리 기술 및 품질 특성 .....	25
1. 기름골 전분의 품질특성 .....	25
가. 재료 및 방법 .....	25
1) 실험재료 .....	25
2) 전분의 분리 .....	25
3) 일반성분 및 색도 .....	25
4) 아밀로오스 함량 .....	25
5) Blue value와 요오드 반응 .....	26
6) 물 결합능력 .....	26
7) 팽윤력과 용해도 .....	27
8) RVA에 의한 호화특성 .....	27
9) DSC에 의한 호화특성 .....	27
10) 주사전자현미경 관찰 .....	28
나. 결과 및 고찰 .....	29
1) 기름골 및 기름골전분의 일반성분 .....	29
2) 요오드 반응, blue value 및 아밀로오스 함량 .....	29
3) 색도 .....	29

4) 팽윤력과 용해도 .....	30
5) 물결합능력 .....	31
6) 입도분포 .....	32
7) RVA에 의한 호화 특성 .....	32
8) DSC에 의한 호화특성 .....	33
9) 주사현미경 관찰 .....	34
2. 기름골 전분을 이용한 변성전분 제조 및 품질 특성 .....	36
가) 재료 및 방법 .....	36
1) 실험재료 .....	36
2) 전분의 분리 .....	36
3) 마이크로파 가열에 의한 물리적 변성전분 제조 .....	36
4) 차아염소산나트륨에 의한 산화전분 제조 .....	37
5) 일반성분 및 색도 .....	37
6) 아밀로오스 함량 .....	38
7) Blue value와 요오드 반응 .....	38
8) 물 결합능력 .....	39
9) 팽윤력과 용해도 .....	39
10) RVA에 의한 호화특성 .....	39
11) DSC에 의한 호화특성 .....	40
12) 주사전자현미경 관찰 .....	40
나. 결과 및 고찰 .....	40
1) 기름골 변성전분의 일반성분 .....	40
2) 요오드 반응, blue value 및 아밀로오스 함량 .....	41
3) 색도 .....	41
4) 팽윤력과 용해도 .....	42
5) 물결합능력 .....	43
7) RVA에 의한 호화특성 .....	46
8) DSC에 의한 호화특성 .....	47

제 2 절 기름골을 이용한 제품 개발

및 기름골의 생리활성 물질 탐색( in vitro) .....	50
1. 기름골을 이용한 청량 음료 제조 .....	50
가. 기름골 음료 horchata의 제조 및 소비자 반응 조사 .....	50
1) Horchata의 제조 .....	50
2) Horchata에 대한 소비자 반응조사 .....	51
나. 기름골 구성 성분의 분리제조 및 품질특성 .....	56
1) 기름골 각 성분의 분리제조 .....	56
2) 일반성분 .....	58
3) 분리 제조된 각성분의 색도값 .....	59
다. 기름골의 풍미 .....	60
1) CO(chufa oil)의 농도에 따른 풍미 .....	60
2) CPE(chufa protein extract)	
및 CCE(chufa carbohyrate extract)의 농도에 따른 풍미 .....	66
3) TCE(total chufa extracte)의 농도에 따른 풍미 .....	68
4) 분쇄방법별 TCE의 풍미 .....	68
5) Roasting 처리별 TCE의 풍미 .....	64
6) 유화제의 농도에 따른 특성 .....	64
7) 안정제의 농도에 따른 음료의 특성 .....	65
8) 산의 농도에 따른 음료의 특성 .....	66
9) 최종 기름골 음료 base .....	67
라. 향 개선을 위한 부재료의 첨가 .....	69
1) 향 개선을 위한 부재료 첨가에 따른 품질특성 .....	69
2) 최종 부재료의 배합비 선정 .....	72
마. 향미 개선을 위한 감미료 선정 .....	74
1) 당의 농도 선정 .....	74
2) 감미료의 종류에 따른 품질 특성 및 관능검사 .....	76
3) 감미료의 최종 선정 .....	79
바. 필터방법에 따른 기름골 음료의 풍미 .....	81
1) 필터방법에 따른 품질 특성 및 관능검사 .....	81
사. 기름골 음료의 살균방법 선정 .....	82
1) 살균방법에 따른 저장기간 중 미생물의 변화 .....	82

2) 살균방법에 따른 저장기간 중 기름골 음료의 품질 .....	85
아. 기름골 음료의 제조공정 확립 .....	89
2. 볶음조건에 따른 차 개발 .....	90
가. 볶음온도와 시간에 따른 품질 특성 .....	90
1) 기름골 성분의 차제조 가능성 .....	90
2) 볶음 온도와 시간에 따른 볶음차의 품질특성 및 볶음 조건 선정	90
나. 기름골 혼합침출차의 제조 .....	94
다. 기름골 혼합침출차의 향기성분 분석 .....	98
1) 향기성분 포집 및 분석 .....	98
2) 향기성분의 동정 .....	98
3) 향기성분 결과 .....	98
라.. 기름골 추출 음료의 개발 .....	100
1). 실험재료 및 방법 .....	100
2). 기름골 추출액의 품질특성 및 관능평가 .....	101
가) 기름골 추출액의 품질특성 .....	101
나) 기름골 열수추출액의 관능평가 .....	101
3) 기름골 추출음료의 품질 특성 및 관능평가 .....	102
가) 기름골 추출음료의 품질 특성 .....	102
나) 기름골 추출음료의 관능평가 .....	103
3. 기름골의 생리활성 물질 탐색 .....	104
가. 재료 및 방법 .....	104
1) 시료의 탈지 및 추출물의 조제 .....	104
2) 항산화활성 평가 .....	104
가) 총폴리페놀 함량 .....	104
나) Free radical 소거능 .....	105
(1) DPPH radical 소거능 .....	105
(2) ABTS radical 소거능 .....	105
다) LDL oxidation 억제효과 .....	105
라) 간 microsome에서의 산화적 스트레스 억제효과 .....	106

마) HepG2 세포에 대한 추출물의 항산화효과 .....	106
(1) Cellular TBARS 측정 .....	106
(2) Cellular Reactive Oxygen Species (ROS) 측정 .....	107
3) 항암활성 평가 .....	107
4) 콜레스테롤 합성 저해활성 평가 .....	107
5) 뇌세포 보호활성평가 .....	108
6) 재조합 효모법을 이용한 에스트로젠 활성측정 .....	109
가) Recombinant yeast .....	109
나) Yeast estrogen Receptor(YER) assay .....	109
7) Acetylcholinesterase assay .....	110
나. 실험결과 .....	111
1) 항산화활성 평가 .....	111
가) 총폴리페놀 함량 .....	111
나) Free radical 소거능 .....	111
다) LDL oxidation 억제효과 .....	114
라) 간 microsome에서의 산화적 스트레스 억제효과 .....	114
마) HepG2 세포를 이용한 TBARS 및 ROS의 측정 .....	115
2) 항암활성 평가 .....	117
3) 콜레스테롤 합성 저해활성 평가 .....	118
4) 뇌세포 보호활성 평가 .....	119
5) 재조합 효모법을 이용한 에스트로젠 활성측정 .....	120
6) Acetylcholinesterase assay .....	121
제 3 절 기름골의 생리활성 물질 탐색(in vivo) 및 제품의 다양화 ...	123
1. 기름골이 비만 및 체내 지질함량에 미치는 영향 .....	123
가. 실험재료 및 방법 .....	123
1) 재료 .....	123
2) 실험동물의 사육 및 식이조성 .....	123
3) 생화학적 분석 .....	124
가) 혈액과 장기의 채취 .....	124
나) 혈청 중 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 .....	125



다) 간 중 총지방, 중성지방 및 총 콜레스테롤 .....	125
라) 혈청 중 glucose, insulin 및 leptin의 측정 .....	125
마) 지방조직의 형태학적 분석 .....	125
4) 통계분석 .....	126
나. 실험결과 .....	126
1) 식이섭취량, 체중 및 장기무게 .....	126
2) 혈중 지질함량 .....	129
3) 간 중 지질 .....	130
4) 혈청 중 glucose, insulin 및 leptin의 농도 .....	131
5) 지방조직의 조직형태 변화 .....	137
2. 기름골가루의 품질특성 .....	139
가. 재료 및 방법 .....	139
1) 실험재료 .....	139
2) 일반성분 및 총식이섬유 함량 .....	139
3) 색도 및 물 결합능력 .....	139
4) 아밀로오스 함량과 요오드반응 .....	140
5) 수분흡습지수(WAI)와 수분용해지수(WSI) .....	141
6) 입도분포 .....	141
7) RVA에 의한 호화특성 .....	141
8) 주사현미경 관찰 .....	141
나. 결과 및 고찰 .....	143
1) 일반성분 및 총 식이섬유 함량 .....	143
2) 이화학적 구성 및 색도 .....	143
3) 수분흡습지수(WAI)와 수분용해지수(WSI) .....	144
4) 입도분포 .....	145
5) RVA에 의한 호화특성 .....	146
6) 주사현미경 관찰 .....	147
3. 기름골가루의 볶음 조건별 품질 특성 .....	148
가. 실험재료 및 방법 .....	148

1) 재료 및 조건 .....	148
2) 일반성분 .....	148
3) 색도 .....	149
4) 기호도 .....	149
나. 결과 및 고찰 .....	150
1) 일반성분 및 총 식이섬유 .....	150
2) 색도 .....	150
3) 기호도 .....	151
4. 기름골가루의 제빵 특성 .....	153
가. 실험재료 및 방법 .....	153
1) 실험 재료 .....	153
2) 실험군의 구분과 배합비 .....	153
3) 기름골가루 첨가에 따른 식빵의 제조법 .....	154
4) 강력분과 기름골 가루의 함량별 호화특성 amylogram .....	154
5) 색도 및 비체적 .....	155
6) 조직감 .....	155
7) 관능 특성 및 통계처리 .....	156
나. 결과 및 고찰 .....	157
1) 강력분과 기름골가루의 함량별 호화특성 amylogram .....	157
2) 색도 및 비체적 .....	158
3) 조직감 .....	159
4) 관능 특성 및 통계처리 .....	160
5. 기름골 쿠키의 제조 및 품질 특성 .....	162
가. 실험재료 및 방법 .....	162
1) 실험 재료 .....	162
2) 실험군의 구분과 배합비 .....	162
3) 기름골가루 첨가에 따른 식빵의 제조법 .....	163
4) 박력분과 기름골 가루의 함량별 호화특성 amylogram .....	163
5) 색도 .....	164
6) 퍼짐성 .....	164

7) 조직감 .....	164
8) 관능 특성 및 통계처리 .....	165
나. 결과 및 고찰 .....	166
1) 박력분과 기름골 가루의 함량별 Amylogram 호화특성 .....	166
2) 색도 .....	167
3) 퍼짐성 .....	167
4) 조직감 .....	168
5) 관능 특성 및 통계처리 .....	169
6. 기름골 아이스크림 제조 .....	170
가. 실험 재료 및 방법 .....	170
1) 실험 재료 .....	170
2) 기름골 아이스크림의 제조 .....	170
3) 점도 .....	170
4) Overrun .....	170
5) 녹아내리는 정도 .....	171
6) 관능 특성 및 통계처리 .....	171
나. 결과 및 고찰 .....	172
1) 점도 .....	172
2) Overrun .....	172
3) 녹아내리는 정도 .....	174
4) 관능 특성 및 통계처리 .....	175
제 4 장 목표달성도 및 관련분야의 기여도 .....	177
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	179
제 6 장 참고문헌 .....	180

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

### 제 1 절 연구개발의 목적

본 연구개발의 최종 목표는 기름골의 생리활성 물질 중 콜레스테롤 저하기능, 변비 예방 등의 효과를 탐색하고, 기름골에 65%의 전분을 대량처리 할 수 있는 방법을 모색하고 이를 이용하여 음료제품 등 식품 산업 소재로서의 가능성을 보고자 함

1. 기름골 가루의 대량 처리 기술 확립 및 이를 이용한 제품 개발  
: 청량음료, 제빵, 제과, 차 종류 등
2. 기름골의 생리활성 물질 탐색  
: 콜레스테롤 저하 기능, 변비 및 비만 방지 효과 탐색
3. 개발된 제품의 기능적, 편의적 관능적품질 특성

### 제 2 절 연구개발의 필요성

기름골은 남부유럽과 지중해 원산으로 아열대성 식물이다. 재배가 가장성한 스페인에서는 chufa라하며, 영명은 yellow nutsedge이나 tigernut, ground almond, edible rush 등 여러 異名을 가지고 있다. 북한에는 이미 재배되고 있으며 기름골이라 명명하고 있다.

사초과의 다년생 식물로 방동사니와 비슷하며 뿌리줄기가 뻗어 포기가 벌고 뿌리줄기 끝에 괴경이 달린다. 우리나라 기후에서는 종자가 결실되지 않으나 괴경을 수확하여 건조 저장하여도 발아가 가능하여 영양 번식할 수 있다. 괴경은 대부분을 전분이며 기름함량이 많아 우리나라에서는 식용유 작물로 개발가능성을 기대할 수 있다.

학명은 *Cyperus esculantus*이나 재배종을 *C. esculantu* var. *sativus*

로 구분하기도 한다. 기름꿀은 껍질의 수량이 많고 전분이외에 올리브 기름과 유사한 양질의 기름을 상당히 함유하고 있으므로 식용유의 자급율이 낮은 우리나라에서 대체 유료작물로 개발 할 필요가 많다.

우리 식생활의 다양화 및 고급화 추세에 따라 좋은 품질과 기능성의 기름수요는 더욱 증가할 것으로 전망된다. 국내 식용유지업계는 대두유를 비롯한 옥수수유, 유채유 등 식물성유지가 수입자유화 된 91년 전후와 95년도 세계무역기구(WTO) 출범전후로 많은 변화를 겪었으며 91년 전후 상황은 대두유등 식물성 관세율은 선진국의 시장개방 요구에 의한 정부의 관세 인하계획에 따라 매년 인하되어 왔다.

더구나 WTO출범에 따라 국내 유지가공업계는 선진국의 시장개방 요청에 의한 관세인하 요구로 낮은 실행 관세율을 적용하고 있어 수입증가량은 가속화되고 있는 실정이다. 국내업계도 수입품과의 경쟁력 제고를 위하여 원가절감, 생산성 향상 등 다각도로 자구노력에 최선을 다하고 있으나 저가의 외국산 제품 수입 급증에 따른 국내 생산제품의 수급불균형 및 적정 판매가격 유지불가능 등으로 인하여 국내 업계의 어려움은 가중되고 있다.

국내 식물성유 공급은 국내생산과 수입으로 충족되고 있으며 국내 대두가공능력은 연간 150만t이다. 식물성유의 국내 생산량은 연간 대두유 20만t, 옥수수유 4만t, 참기름 2만4,000t, 유채유 1,000t 수준이다. 식물성유지 수입현황은 수입자유화 원년인 91년도에 수입량 급증 후 92~93년에는 감소되었다가 94년 이후 다시 증가하고 있으며, 대두유, 옥수수유는 지속적으로 증가하고 있다. 이는 UR 타결에 따른 식물성유 수입 관세율의 하향 조정의 영향이다. 이에 따라 국내 식물성유 수요가 정체되어 있는 상황에서 대두유를 비롯한 옥수수의 수입량이 지속적으로 증가됨에 따라 국내 생산대두유의 시장 점유율은 점점 하락 추세에 있

다. 그러나 국내 수급이 가능한 미강유나 유채유를 보다 적극적으로 개발한다면 원료 수급의 불안정은 어느 정도 해소될 것으로 보이며 유지 산업도 활성화될 것으로 기대된다.

한국인의 기호에 가장 잘 맞고 비옥하지 않은 토지에서도 잘 자라는 농가소득원으로 생산이 점차 늘어나고 있는 참깨와 들깨는 품종을 개량하여 외국산과 차별화 한다면 증산이 가능하다. 최근 일본에서 들깨의 영양 및 생리활성기능에 대한 과학적 연구결과가 발표되고 있어 건강유로서 기대되는 원료이다.

국내의 식물유지 자원의 자급율은 3% 이내로 식물유지 자원 빈국이다. 여러 가지 원인이 있겠지만, 특히 인건비 상승, 농촌인구의 고령화 등에 기인되는 바가 많은데 기름골의 경우 착생되기까지만 하면 자생력이 크므로 우리 농업에 적합할 것으로 생각된다. 또한 년도별 식용유지 종류별 공급량을 보면 콩기름 외에는 대체가 가능 할 것으로 본다. 2000년 기준 총 식용유지 공급량 762천톤 중 콩기름은 333천 톤이고 그 외는 404천톤(팜유200천톤)이다. 년도별 식용유지 수입량을 보면 2001년 기준, 총 수입량은 518천톤 인데 1단계로 팜유, 야자유, 콩기름을 제외한 부분 63천톤( 수입 유지 대비 12%)의 대체가 가능 할 것으로 본다.

참깨의 1단보(300평 기준) 당 생산량은 50kg 이고, 기름으로 환산 시 25kg(oil 함량 25% 기준)이지만, 기름골의 경우 150kg이 생산된다. 이는 참기름 15,000원/kg x 25kg = 375,000원 이지만, 기름골은 7,000원/kg x 150kg = 1,050,000원으로 참깨의 2.8배 부가가치를 창출 할 수 있다. 또한 이 작물은 동물사료로 알파파에 버금간다고 하고 있어 향후 경제작물로 부각 될 수 있으리라 본다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 국외 관련기술의 현황

El-Tahawi 등(1984), Oderinde and Tairu(1988), Omode 등(1995), Chu and Kung(1998) 및 Yalcin 등(2002)은 기름골의 성분 및 기름의 특성을 분석 평가하였으며, Temple 등(1990)은 일반성분 및 아미노산 조성을 조사한 바, 기름이 많아 칼로리가 5,246kcal/kg로 높았다고 하였다. Linssen 등(1988)과 Omode 등(1995)은 기름골의 지방산조성이 올리브와 유사한 불건성유라 하였으며, Oderinde 등은 지방산 조성이 oleic acid 75%, linoleic acid 11.6% 등 불포화 지방산이 많았고, 포화지방산으로 palmitic acid 10.2%, stearic acid 1.5%와 기타 소량의 linolenic, arachidic acid 등이 함유되어 있다고 보고하였다.

전분특성과 관련하여 Umerie 등이 20.5%의 전분 수율을 얻었고, 입자의 크기는 4~10 $\mu$ m, 5% 전분액의 점착성 및 호화온도는 각각 2.66KN/m<sup>2</sup>, 69~76 $^{\circ}$ C로 옥수수 전분보다 점착성(3.11KN/m<sup>2</sup>)은 작았고, 호화온도(62~72 $^{\circ}$ C)는 높았다고 하였다. Oderinde and Tairu(1989)는 기름골 가루의 이용에 대하여 보고하였고, Linssen 등은 새로운 식이 섬유원으로서의 기름골의 가능성을 제시하였다.

기름골의 휘발성 방향성분에 대하여는 Soliman 등(1982), Mosquera 등(1996), Cantalejo(1997)이 보고한 바 있는데, Soliman 등(1982)은 200 $^{\circ}$ C에서 볶은 기름골에서 얻은 기름의 향기성분을 분석한 결과 2,5-dimethyl prazine 조성비율이 79.3%라 하였다.

## 제 2 절 국내 관련기술 현황

기름골이 우리나라에 소개된 것은 귀순자 김동춘이 1998년 말 작물시험장을 방문하여 식물과 사업에 대한 자문을 요청한 때부터이다. 이듬해 농림부에서 작물의 특성 및 이용관련 검토협의회가 열렸고(1999. 4. 13), 기름골에 대한 작물특성, 재배가능성 등을 작물시험장에서 검토키로 하였다. 1999년 5월 종묘(괴경) 500g 정도를 김동춘으로 부터 분양받아 예비시험을 시작하였다. 한편 이천농업기술센터에서 기초 재배법에 대한 소규모 시험과 김동춘이 장호원읍에서 농가와 계약재배로 종묘생산(1,200평) 하면서 “전원생활” 잡지에 보도된 바 있으나, 수요가 불명확한 상태이므로 이천농업기술센터에서 체계적인 연구의 필요성을 제기하였고, 작물화 가능성 검토와 작물개발연구를 조기에 추진하기 위하여 2000년 농진청에서 재배 및 이용에 관한 연구가 있었다.



## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 기름골 전분의 전처리 기술 및 품질 특성

#### 1. 기름골 전분의 품질특성

##### 가. 재료 및 방법

##### 1) 실험재료

본 실험에 사용된 기름골(*Cyperus esculentus* L. *varsativus* Boeck)은 국내에서 재배, 생산된 것을 수확한 후 수세, 건조하여 시료로 사용하였다.

##### 2) 전분의 분리

기름골 전분의 분리는 시료를 수세한 후 건식 분쇄(FM909T, Hanil)한 다음 알카리 침지법을 이용하여 분리하였다.

##### 3) 일반성분 및 색도

기름골의 물리적 및 화학적 전분의 일반성분은 AOAC법에 따라 정량하였다. 기름골 전분의 색도측정은 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 표준백판은 L : 96.86, a : -0.07, b : 2.02인 표준 백색판을 사용하였다.

##### 4) 아밀로오스 함량

아밀로오스 함량은 Juliano의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 100 mg에 95% ethanol 1 ml, 1 N NaOH 9 ml 첨가 후 끓는 물에서 10분간

반응시킨 후, 100 ml로 정용시켜 실험 용액을 만들고, 실험용액 5 ml에 1 N acetic acid 1 ml, 0.2% iodine solution 2 ml을 첨가 후 다시 100 ml로 정용 후 20분간 방치하였다. 그리고 620 nm에서 흡광도를 측정하고 감자전분(Sigma)으로 측정된 아밀로오스 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 환산하였다.

#### 5) Blue value와 요오드 반응

기름골 전분과 변성전분의 blue value는 Gilbert 등의 방법으로 측정하였다. 전분 2mg에 증류수 2 ml와 1N NaOH 0.5 ml를 가한 후 끓는 수조에서 3분간 가열하여 즉시 냉각시킨 다음 동량의 1N HCl을 가하고 0.09 g 의 potassium hydrogen tartarate를 첨가하였다. 총량이 45ml 정도로 증류수를 채운 후 요오드 용액 0.5 ml을 가하여 50ml이 되게 한 후 20분간 실온에서 방치하여 발색시켜 680 nm에서 흡광도를 측정하였다.

요오드 반응은 Williams 등의 방법에 따라서 측정하였다. 기름골 가루 20 mg을 100 ml 플라스크에 취하고 0.5N KOH용액 10ml을 가하여 시료를 잘 분산시킨 다음 증류수를 가하여 100 ml로 하였다. 이 액 10 ml을 취하여 0.1N HCl 5 ml로 중화시킨 후 증류수를 가하고 요오드용액 0.5 ml 및 증류수로 50 ml가 되게 정용한다. 실온에서 20분간 발색시켜 분광광도계(V-650, Jasco, Japan)를 이용하여 350~800 nm로 scanning하여 최대흡수파장( $\lambda_{max}$ )과 흡광도를 측정하였다.

#### 6) 물 결합능력

물 결합능력은 Medcalf 와 Gilles법을 이용하였다. 기름골 가루 1g(건량 기준)과 증류수 30ml을 혼합하여 1시간 동안 교반한 후 미리 무게를

측정한 50ml 원심분리관에 넣고 2500rpm으로 20분간 원심분리 (SORVALL RC 5C)하여 상징액을 제거한 다음 침전된 기름골 가루의 무게(A)를 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Water binding capacity}(\%) = (A - \text{sample weight}) / \text{sample weight} \times 100$$

#### 7) 팽윤력과 용해도

기름골 전분의 팽윤력과 용해도는 Schoch의 방법을 변형하여 측정하였다. 전분 200 mg을 원심분리관에 취하고 증류수 40 ml을 가하여 잘 분산시킨 다음 30°C에서 1°C/min으로 온도를 상승시켜 각 온도에서 30분간 유지시켰다. 이를 실온이 될 때까지 얼음물로 냉각시킨 다음 3000 rpm에서 30분간 원심분리 하였다. 상징액은 미리 무게를 측정한 증발접시에 옮겨 110°C에서 완전히 건조한 후 증발접시에 남아있는 전분시료의 무게 및 원심분리 후에 침전된 전분의 무게를 측정하여 팽윤력과 용해도를 계산하였다.

#### 8) RVA에 의한 호화특성

RVA측정은 Bason 등 과 Ross 등의 방법에 의하여 기름골 가루 3g을 증류수 25ml에 분산 시키고, 신속점도측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Model 3D, Newport Scientific PTY.,Ltd)를 이용하여 50°C에서 95°C까지 가열하여 호화시킨 후 다시 50°C로 12°C/min의 속도로 냉각시켜 2분간 유지시키면서 점도를 측정하여 호화 특성을 조사하였다.

#### 9) DSC에 의한 호화특성

DSC에 의한 전분의 호화온도와 호화엔탈피는 Donovan등의 방법에 따라 전분 4 mg을 취해 전분 2배량에 해당하는 증류수를 가하여 밀봉한 후 실온에서 4시간 방치한 다음 DSC(TA 2000, USA)를 사용하여 10°C/min의 속도로 30°C부

터 110°C까지 가열하여 흡열 peak를 얻었다. 이 peak로부터 호화개시온도, 호화최대온도, 호화종료온도 및 호화엔탈피를 구하였다.

#### 10) 주사전자현미경 관찰

기름골 전분의 미세구조를 조사하기 위해서 gold-polladium(C1010 Hitachi, Japan)을 이용해 ion sputter법으로 coating한 다음 주사전자현미경(Scanning Electron Microscoph, Hitachi, Japan)을 이용하였다.

### 나. 결과 및 고찰

#### 1) 기름골 및 기름골전분의 일반성분

건조된 기름골 시료의 수분함량은 5.4%, 조단백질은 7.2%, 조섬유는 14.4%였고, 조지방 함량이 24.2%를 차지하여 종실의 약 60% 이상이 지방인 호두나 잣, 아몬드 등의 견과류보다는 적지만 검정콩 및 노란콩의 약 18%을 차지하는 조지방 함량과 비교하면 많은 양의 지방이 함유되어 있음을 알 수 있었다. 알카리 침지법에 의해 추출한 기름골 전분의 일반성분 중 수분함량은 10.10%, 조단백질은 0.31%, 조지방은 0.41%, 조회분 함량은 0.24%로 조사되었다. 위 실험결과로 보아 기름골 전분은 지금까지 연구된 곡류 및 서류 전분과 비교해 볼 때 지방함량은 다소 높은 것으로 조사되었다.

표 1. 기름골과 기름골 전분의 일반성분

	Moisture	Ash	Protein	Lipid	Fiber
chufa	5.4	2.4	7.2	24.1	14.4
chufa starches	10.10	0.24	0.31	0.41	-

## 2) 요오드 반응, blue value 및 아밀로오스 함량

일반적으로 아밀로오스 함량이 높을수록 요오드 반응의 최대흡수파장 값 역시 높게 나타난다. 본 실험 결과 기름골 전분의 최대흡수파장은 628nm였으며, 최대흡수파장에서 흡광도는 0.402로 나타났다. 전분의 blue value는 전분입자의 구성성분과 요오드와의 친화성을 나타내는 값으로 전분용액 중에 존재하는 직쇄상 분자의 양을 상대적으로 비교할 수 있는 지표이며 아밀로오스 함량과 밀접한 관계가 있다. 또한 blue value는 전분과 요오드 분자가 결합한 후 680nm의 분광광도계를 이용하여 흡광치를 측정해보면 blue value의 크기에 따라 아밀로오스와 아밀로펙틴의 관계를 판단할 수 있는데, 본 실험에서도 기름골의 아밀로오스 함량은 41.6%로 아밀로오스 함량이 다른 곡류나 서류 등에 비해 월등히 높고, 그에 비례하여 요오드 반응의 최대흡수파장 및 blue value가 그들보다 높았음을 확인할 수 있었다.

## 3) 색도

기름골 전분의 색도 L값은 96.36, a값은 0.12, b값은 6.13으로 측정되었으며 whiteness는 92.23으로 조사되었다.

표 2. 기름골 전분의 이화학적 구성 및 색도

chufa raw starches		
Chemical composition	Amylose content(%)	41.6
	$\lambda_{\max}$ (nm)	628
	A $\lambda_{\max}$	0.402
	Blue value	0.49
Color value	L <sup>2)</sup>	96.36
	a <sup>3)</sup>	0.12
	b <sup>4)</sup>	6.13
	whiteness	92.23

<sup>1)</sup> Absorbance at  $\lambda_{\max}$

<sup>2)</sup> L: Dgree of lightness(white 100↔0 black)

<sup>3)</sup> a: Dgree of redness(red +100↔-80 green)

<sup>4)</sup> b: Dgree of yellowness(yellow +70↔-80 blue)

#### 4) 팽윤력과 용해도

본 실험에서 기름골 전분의 팽윤력과 용해도 측정 결과 60℃까지는 서서히 상승하다가 60℃에서 65℃까지 급격하게 상승하였고 70℃ 이후에는 다시 서서히 증가하였다.

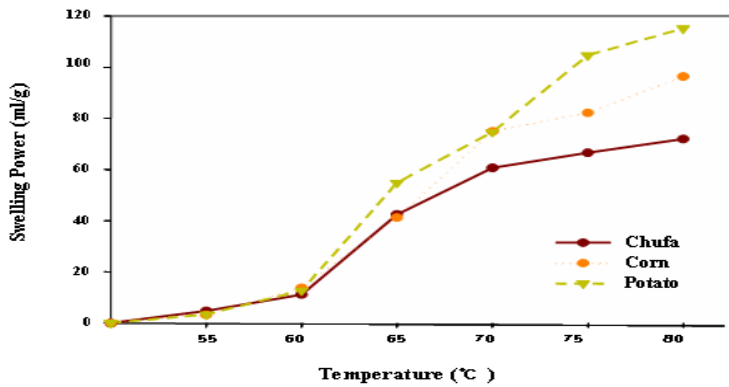
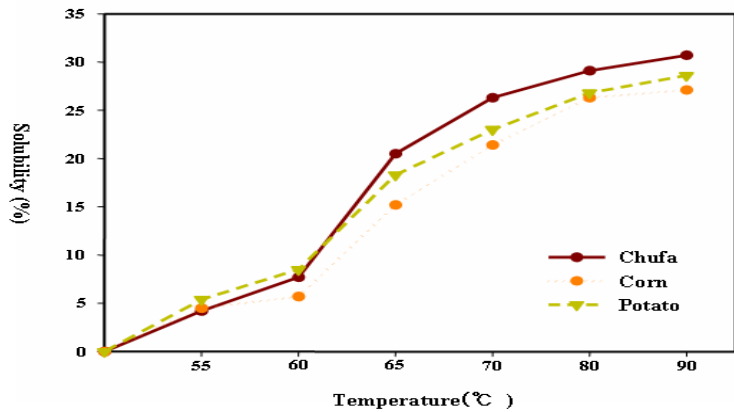


그림 1. 기름골 전분의 물 결합능력과 평윤력

##### 5) 물결합능력

기름골 생전분의 물결합능력은 83%였으며 일반적으로 전분에 결합된 물은 전분 입자 및 전분 표면에 흡착되는 것으로 전분 입자의 치밀도와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다.

## 6) 입도분포

기름골 전분의 입자 크기별 분포곡선과 분포비율은 그림 2와 같다. 기름골 전분의 평균 입자크기는 10.44  $\mu\text{m}$ 였고 단위면적당 표면적은 14763.62  $\text{cm}^2/\text{g}$ 으로 측정되었다.

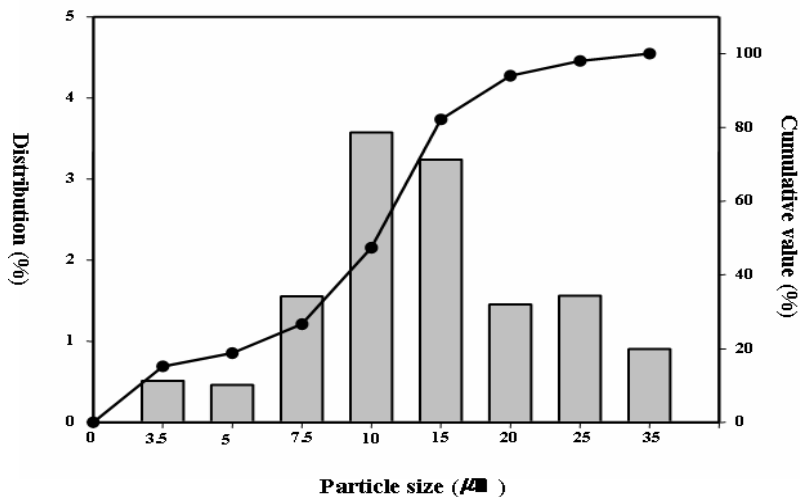


그림 2. 기름골 전분의 입도 분포

## 7) RVA에 의한 호화 특성

기름골의 RVA 측정결과, 기름골 생전분의 경우 호화개시온도가 79.9  $^{\circ}\text{C}$ 이고 최고점도는 385.08로 나타났다. 이 결과로 보아 지금까지 연구되어 온 감자, 고구마, 메밀, 쌀 등의 전분보다 기름골 전분의 호화개시온도가 다소 높음을 알 수 있었고 최고 점도는 그들보다 낮아서 비교적 팽윤이 어려우며 아밀로오스 전분 함량의 영향을 많이 받아 최고점도가 낮게 나타난 것으로 보인다. 또 가공의 안정도를 나타내는 breakdown 및 노화와 밀접한 관계를 나타내는 setback은 각각 226.83, 136.67로 나타났다.



표 3. 기름골 전분의 RVA 호화특성

Viscosity(RVA)						
chufa starch	Pasting	P.V.2)	Trough	F.V4)	Break-down n	Setback
	temperature (°C)					
	79.95	385.08	158.25	293.92	226.83	135.67

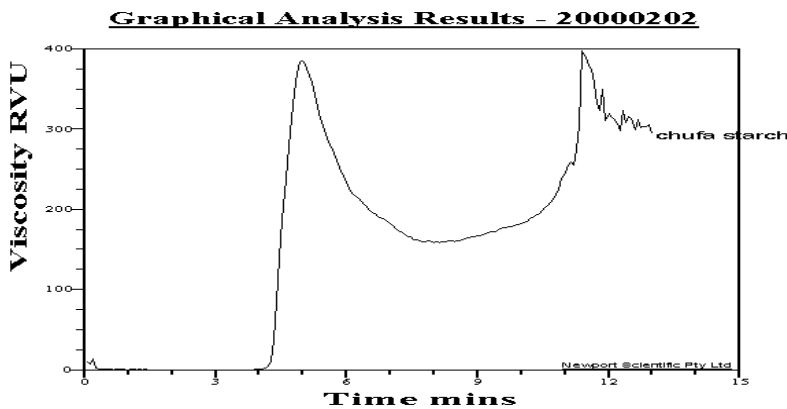


그림 3. 기름골 전분의 RVA 호화변화

#### 8) DSC에 의한 호화특성

DSC 측정 결과 기름골 전분은 일정한 엔탈피를 갖는 1개의 흡열반응 곡선을 보였는데, 호화개시온도는 72.2°C, 호화최대온도는 78.3°C, 호화종결온도는 76.4°C로 나타났다. DSC transition 온도( $T_o$ ,  $T_p$ ,  $T_c$ )는 호화온도와 매우 높은 상관관계를 보이는 것으로 알려져 있다. 본 실험 결과에서 측정된 기름골의 호화개시온도, 최대호화온도 및 호화종결온도는 지금까지 연구되어온 감자에 대한 결과보다 전반적으로 높은 온도를 보였다. 또 기름골 전분의 호화엔탈피는 13.9였다.

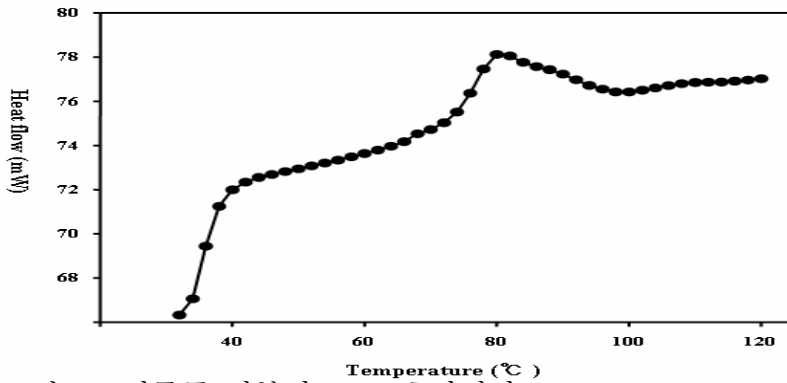


그림. 4. 기름골 전분의 DSC 호화변화

표 4. 기름골 전분의 DSC 호화특성

starch	Gelatination temperature(°C)			$\Delta H(J/g)^{1)}$
	Onset( $T_o$ )	Peak( $T_p$ )	Conclusion( $T_c$ )	
chufa starches	72.2	78.3	76.4	8.97

<sup>1)</sup>  $\Delta H$ : gelatination enthalpy

#### 9) 주사현미경 관찰

기름골 생전분의 입자형태는 원형 또는 타원형으로 입자의 표면은 매끄러웠다. 4000배로 확대해 본 결과 전분입자의 크기는 균일하지 않았지만 대부분 전분 입자가 작은 것이 둥근형, 전분 입자가 큰 것은 타원형으로 존재하였다. 기름골 생전분의 입자형태는 지금까지 연구되어온 옥수수, 고구마, 감자, 소맥, 녹두 전분 중 감자의 생전분 입자와 가장 유사했다. 또 전분입자의 크기와 분포율이 전분의 행동이나 성질을 변화시킨다고 알려져 있다.

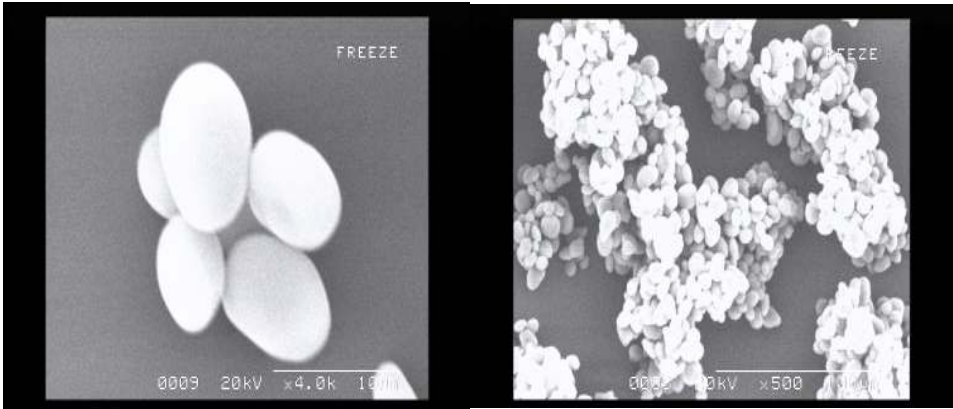


그림 5. 기름골 전분의 미세구조

## 2. 기름골 전분을 이용한 변성전분 제조 및 품질 특성

### 가) 재료 및 방법

#### 1) 실험재료

본 실험에 사용된 기름골(*Cyperus esculentus* L. varsativus Boeck)은 국내에서 재배, 생산된 것을 수확한 후 수세, 건조하여 시료로 사용하였다.

#### 2) 전분의 분리

기름골 전분의 분리는 시료를 수세한 후 직접 실험용 분쇄기를 이용하여 건식 분쇄한 다음 알카리 침지법을 이용하여 분리하였다. 기름골을 분쇄하여 3배량의 증류수를 가하여 5분간 다시 마쇄한 후 80 mesh 체에 통과시켜 체에 남은 잔사를 제거한 후 기름골 입자가 완전히 가라앉도록 냉장고에 방치하였다. 상징액은 버리고 침전물의 3배량의 0.2% NaOH 용액을 가하여 교반 후 4℃에서 하룻밤 방치시킨 후 상징액은 버리고 침전물에 다시 0.2% NaOH 용액을 가하여 Biuret 반응에서 음성이 나타날 때까지 동일 조작을 반복하여 단백질을 제거한 후 상징액의 pH가 중성이 될 때까지 증류수로 세정하고 실온에서 건조시킨 다음 80 mesh로 분쇄하여 건조 전분을 얻어 데시케이터에 보관하면서 실험에 사용하였다.

#### 3) 마이크로파 가열에 의한 물리적 변성전분 제조

알카리 침지법에 의해 제조한 기름골 전분을 마이크로파로 가열하여 열에 의한 물리적 변성전분을 제조하였다. 마이크로파 가열은 200 ml 비이커 내부를 여지로 둘러싸고, 전분 100 g을 넣어 여지로 덮은 뒤

polyethylene film으로 밀봉하여 전자레인지의 중앙에 위치하도록 한 다음 60초, 120초, 180초 동안 각각 가열하여  $P_2O_5$ 하의 데시케이터에서 방냉한 후, 80 mesh 체를 통과시키고 각 시료를 포화염 용액이 들어있는 데시케이터에 방치하여 시료의 수분함량을 10%로 조절하여 사용하였다.

#### 4) 차아염소산나트륨에 의한 산화전분 제조

기름골 산화전분은 Konoo 등의 방법을 일부 변형하여 제조하였다. 즉 35% 전분현탁액을 교반기가 부착된 반응관에 넣고 1N NaOH를 가하여 pH를  $10.0(\pm 0.2)$ 으로 조정하였다. 전분현탁액이  $40^\circ\text{C}$ 가 되면 차아염소산 나트륨( $0\sim 60\text{mg Cl}_2/\text{g starch}$ )을 첨가하면서 3시간 반응시킨 후 7% HCl로 중화하였다( $\text{pH } 5.0\pm 0.2$ ). 반응이 종료된 전분 현탁액은 40배의 증류수로 20회 세척하여 잔류염소를 제거하고 탈수한 후  $60^\circ\text{C}$ 에서 건조하였다. 건조된 기름골 산화전분은 분쇄기(Hanil, FM-808, Korea)에서 2분간 분쇄하고 80 mesh 표준체를 통과시켜 얻은 것을 본 실험의 시료로 사용하였다.

#### 5) 일반성분 및 색도

기름골의 물리적 및 화학적 전분의 일반성분은 AOAC법에 따라 정량하였다. 기름골 전분의 색도측정은 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 표준백판은 L : 96.86, a : -0.07, b : 2.02인 표준 백색판을 사용하였다.

#### 6) 아밀로오스 함량

아밀로오스 함량은 Juliano의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 100 mg에 95% ethanol 1 ml, 1 N NaOH 9 ml 첨가 후 끓는 물에서 10분간 반응시킨 후, 100 ml로 정용시켜 실험 용액을 만들고, 실험용액 5 ml에 1 N acetic acid 1 ml, 0.2% iodine solution 2 ml을 첨가 후 다시 100 ml로 정용 후 20분간 방치하였다. 그리고 620 nm에서 흡광도를 측정하고 감자전분(Sigma)으로 측정한 아밀로오스 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 환산하였다.

#### 7) Blue value와 요오드 반응

기름골 전분과 변성전분의 blue value는 Gilbert 등의 방법으로 측정하였다. 전분 2mg에 증류수 2 ml와 1N NaOH 0.5 ml를 가한 후 끓는 수조에서 3분간 가열하여 즉시 냉각시킨 다음 동량의 1N HCl을 가하고 0.09 g 의 potassium hydrogen tartarate를 첨가하였다. 총량이 45ml 정도로 증류수를 채운 후 요오드 용액 0.5 ml을 가하여 50ml이 되게 한 후 20분간 실온에서 방치하여 발색시켜 680 nm에서 흡광도를 측정하였다.

요오드 반응은 Williams 등의 방법에 따라서 측정하였다. 기름골가루 20 mg을 100 ml 플라스크에 취하고 0.5N KOH용액 10ml을 가하여 시료를 잘 분산시킨 다음 증류수를 가하여 100 ml로 하였다. 이 액 10 ml을 취하여 0.1N HCl 5 ml로 중화시킨 후 증류수를 가하고 요오드용액 0.5 ml 및 증류수로 50 ml가 되게 정용한다. 실온에서 20분간 발색시켜 분광광도계(V-650, Jasco, Japan)를 이용하여 350~800 nm로 scanning하여 최대흡수파장( $\lambda_{max}$ )과 흡광도를 측정하였다.

#### 8) 물 결합능력

물 결합능력은 Medcalf 와 Gilles법을 이용하였다. 기름골가루 1g(건량 기준)과 증류수 30ml을 혼합하여 1시간 동안 교반한 후 미리 무게를 측정된 50ml 원심분리관에 넣고 2500rpm으로 20분간 원심분리(SORVALL RC 5C)하여 상정액을 제거한 다음 침전된 기름골가루의 무게(A)를 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Water binding capacity}(\%) = (A - \text{sample weight}) / \text{sample weight} \times 100$$

#### 9) 팽윤력과 용해도

기름골 전분의 팽윤력과 용해도는 Schoch의 방법을 변형하여 측정하였다. 전분 200 mg을 원심분리관에 취하고 증류수 40 ml을 가하여 잘 분산시킨 다음 30°C에서 1°C/min으로 온도를 상승시켜 각 온도에서 30분간 유지시켰다. 이를 실온이 될 때까지 얼음물로 냉각시킨 다음 3000 rpm에서 30분간 원심분리 하였다. 상정액은 미리 무게를 측정된 증발접시에 옮겨 110°C에서 완전히 건조한 후 증발접시에 남아있는 전분시료의 무게 및 원심분리 후에 침전된 전분의 무게를 측정하여 팽윤력과 용해도를 계산하였다.

#### 10) RVA에 의한 호화특성

RVA측정은 Bason 등 과 Ross 등의 방법에 의하여 기름골가루 3g을 증류수 25ml에 분산시키고, 신속점도측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Model 3D, Newport Scientific PTY.,Ltd)를 이용하여 50°C에서 95°C까지 가열하여 호화시킨 후 다시 50°C로 12°C/min의 속도로 냉각시켜 2분간 유지시키면서 점도를 측정하여 호화 특성을 조사하였다.

#### 11) DSC에 의한 호화특성

DSC에 의한 전분의 호화온도와 호화엔탈피는 Donovan등의 방법에 따라 전분 4 mg을 취해 전분 2배량에 해당하는 증류수를 가하여 밀봉한 후 실온에서 4시간 방치한 다음 DSC(TA 2000, USA)를 사용하여 10°C/min의 속도로 30°C부터 110°C까지 가열하여 흡열 peak를 얻었다. 이 peak로부터 호화개시온도, 호화최대온도, 호화종료온도 및 호화엔탈피를 구하였다.

#### 12) 주사전자현미경 관찰

기름골 전분의 미세구조를 조사하기 위해서 gold-palladium(C1010 Hitachi, Japan)을 이용해 ion sputter법으로 coating한 다음 주사전자현미경(Scanning Electron Microscoph, Hitachi, Japan)을 이용하였다.

### 나. 결과 및 고찰

#### 1) 기름골 변성전분의 일반성분

물리적 변성전분의 마이크로파 가열시간에 따른 수분함량의 변화는 가열시간이 길어짐에 따라 기름골 전분의 수분 함량이 감소하여 3분 동안 마이크로파 가열을 하였을 때 기름골 전분의 수분함량은 3.39%까지 떨어졌다. 가열시간의 증가에 따른 조지방 함량과 조단백질 함량은 유의적 차이를 보이지 않았다.

Cl<sub>2</sub> 농도에 따른 산화전분은 차아염소산 나트륨의 첨가농도가 증가할수록 조지방 함량이 급격하게 감소하였으며 조단백질의 함량도 다소 감소하는 경향을 보였다. 그러나 Cl<sub>2</sub> 농도가 증가함에 따라 조회분 함량은 증가하였다. 이와 같은 결과로 차아염소산 나트륨이 시료 전분과



산화반응하는 동안 미량성분에 영향을 미치며 특히, 조단백질 함량과 차아염소산 나트륨의 처리량 및 조회분 함량은 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

표 5. 기름골 변성 전분의 일반성분

Sample	Moisture	Ash	Protein	Lipid
mw-1	7.74	0.23	0.30	0.38
mw-2	5.25	0.26	0.28	0.37
mw-3	3.39	0.28	0.26	0.38
Cl 1.5	11.09	0.36	0.06	0.25
Cl 3	10.87	0.49	0.05	0.23
Cl 6	10.76	0.88	0.02	0.18

<sup>1)</sup>mw-1, 2, 3 : heated with microwave for 1, 2, 3min

<sup>2)</sup>Cl 1.5, 3, 6 : oxidized by sodium hypochlorite 1.5%, 3%, 6%

2) 요오드 반응, blue value 및 아밀로오스 함량

마이크로파에 의한 변성전분의 아밀로오스 함량은 가열시간이 증가함에 따라 점차 감소하였다. 산화전분의 경우에는 Cl<sub>2</sub> 농도에 의한 아밀로오스 함량의 감소 폭이 훨씬 더 컸다. 요오드 반응 결과 기름골 전분의 최대흡수파장은 628 nm였으며, 최대흡수파장에서 흡광도는 0.402로 나타났다. 마이크로파에 의한 변성전분 및 산화전분은 아밀로오스 함량처럼 가열시간이 길어질수록 또 Cl<sub>2</sub> 농도가 높아질수록 최대흡수파장 및 최대흡수파장에서의 흡광도는 급격하게 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 전분의 blue value는 전분입자의 구성성분과 요오드와의 친화성을

나타내는 값으로 전분용액 중에 존재하는 직쇄상 분자의 양을 상대적으로 비교할 수 있는 지표이며 아밀로오스 함량과 밀접한 관계가 있다. 마이크로파 처리한 기름골 전분의 흡광도는 마이크로파 처리 시간이 길수록 감소하였으며 blue value 및 아밀로오스 함량도 감소하였다.

표 6. 기름골 변성 전분의 이화학적 조성

Sample		요오드 반응		Amylose content(%)	blue value
		$\lambda_{\max}(\text{nm})$	$A_{\lambda_{\max}}$ <sup>1)</sup>		
물리적	mw-1	625	0.389	37.2	0.36
	mw-2	624	0.386	36.7	0.36
	mw-3	620	0.371	34.2	0.32
산화적	Cl 1.5	602	0.362	30.2	0.23
	Cl 3	597	0.340	22.7	0.18
	Cl 6	560	0.202	10.6	0.07

<sup>1)</sup>mw-1, 2, 3 : heated with microwave for 1, 2, 3min

<sup>2)</sup>Cl 1.5, 3, 6 : oxidized by sodium hypochlorite 1,5%, 3%, 6%

### 3) 색도

마이크로파에 의한 물리적 변성 전분의 경우 가열시간이 길어짐에 따라 L값은 점차 감소하였으며 a값은 급격히 증가하였다. 또 차아염소산 나트륨 처리에 따른 산화전분의 경우에는  $\text{Cl}_2$  농도가 높아질수록 whiteness가 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과로 보아 차아염소산 나트륨이 기름골 전분과 반응하는 동안 전분의 색에 영향을 미침을 알 수 있었다.

표 7. 기름골 변성 전분의 색도

Sample		Color value		
		L	a	b
물리적	mw-1	94.69	0.15	7.61
	mw-2	93.40	0.18	7.66
	mw-3	91.60	0.61	8.26
산화적	Cl 1.5	96.67	0.17	7.11
	Cl 3	97.82	0.19	6.32
	Cl 6	98.88	0.16	6.51

<sup>1)</sup>mw-1, 2, 3 : heated with microwave for 1, 2, 3min

<sup>2)</sup>Cl 1.5, 3, 6 : oxidized by sodium hypochlorite 1,5%, 3%, 6%

#### 4) 팽윤력과 용해도

기름골 전분의 팽윤력과 용해도는 마이크로파에 의한 변성전분의 경우 생전분에 비하여 60℃ 이하에서는 가열시간이 길수록 약간 높았으나 60℃ 이상에서는 약간 감소하였다. 이것은 손상된 전분입자로 인해서 60℃ 이하에서는 팽윤력과 용해도가 높고, 그 이상의 온도에서는 고온에서의 팽화되지 않는 입자들 때문에 팽윤력과 용해도가 높다고 생각된다.

산화전분의 경우에는 차아염소산 나트륨을 처리하지 않은 시료와 처리량이 3%인 경우 처리량에 따른 변화가 없었으나, 처리량이 6%로 증가시켰을 경우 용해도와 팽윤력이 급격히 증가하는 경향을 보였다.

#### 5) 물결합능력

물리적 변성전분의 경우 마이크로파 처리 시간에 따라 물결합능력이

점차 증가하여 마이크로파 1분 처리시 86.13%, 2분 처리시 89%, 3분 처리시에는 91.46%로 증가하였다. 그러나 산화전분의 경우에는 차아염소산 나트륨 처리량에 비례하여 감소하는 결과를 나타내었다. 즉 차아염소산 나트륨을 1.5% 처리하였을 때 물결합능력이 81.7%, 3% 처리시 78.5%, 6% 처리시에는 65%로 감소하였다. 일반적으로 전분에 결합된 물은 전분 입자 및 전분 표면에 흡착되는 것으로 전분 입자의 치밀도와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 또한 산화전분의 카르복시기는 입체구조적으로 hydroxyl기보다 bulk할 뿐만 아니라 이온반발력을 나타내므로 물결합능력에 영향을 미치는 것으로 추정된다.

표 8. 기름골 변성 전분의 물 결합능력

Sample		Water binding capacity(%)
물리적	mw-1	86.13
	mw-2	89.00
	mw-3	91.46
산화적	Cl 1.5	81.7
	Cl 3	78.5
	Cl 6	64.0

<sup>1)</sup>mw-1, 2, 3 : heated with microwave for 1, 2, 3min

<sup>2)</sup>Cl 1.5, 3, 6 : oxidized by sodium hypochlorite 1.5%, 3%, 6%

#### 6) 입도분포

마이크로파에 의한 물리적 변성전분 및 차아염소산 나트륨에 의한 산화전분의 입도분포 측정 결과 평균입자 크기가 생전분에 비하여 커진

것을 볼 수 있었다. 물리적 변성전분의 경우, 가열시간이 증가함에 따라 평균입자크기가 크기가 증가하였고 표면적도 증가하였다.

표 9. 기름골 변성전분의 입도분포

Sample		입자크기( $\mu\text{m}$ )				specific surface $\text{cm}^2/\text{g}$
		10%	50%	90%	Mean	
물리적	mw-1	1.98	9.82	25.09	12.29	17865.02
	mw-2	1.96	9.45	24.87	12.09	17653.33
	mw-3	1.96	9.65	26.88	12.83	16897.32
산화적	Cl 1.5	1.72	9.76	26.87	12.78	17098.49
	Cl 3	1.63	9.57	23.69	11.86	18742.57
	Cl 6	1.45	9.45	29.46	13.96	16532.36

<sup>1)</sup>mw-1, 2, 3 : heated with microwave for 1, 2, 3min

<sup>2)</sup>Cl 1.5, 3, 6 : oxidized by sodium hypochlorite 1.5%, 3%, 6%

7) RVA에 의한 호화특성

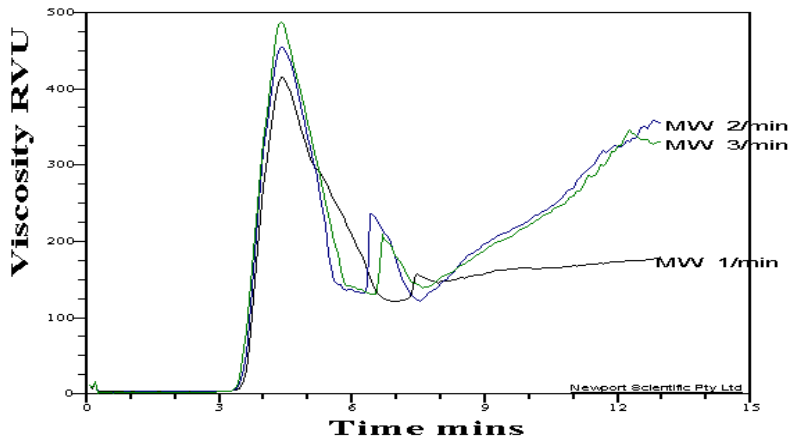
표 10. 기름골 변성전분의 호화특성 (RVA)

starch		Amylogram characteristics(RVA)				
		P.V. <sup>1)</sup>	F.V. <sup>3)</sup>	setback	Break-down	Past. Temp.
물리적	macrowave 1	416.83	178.88	59.33	297.58	80.60
	macrowave 2	450.67	332.08	212.83	331.42	80.70
	macrowave 3	488.00	328.17	198.25	358.08	79.95
화학적	Cl <sub>2</sub> 3%	171.00	259.25	95.67	12.42	79.90
	Cl <sub>2</sub> 6%	129.08	186.50	94.08	36.67	79.90

P.V: Peak Viscosity

F.V: Final Viscosity

**Graphical Analysis Results - 20000202**



**Graphical Analysis Results - 20000202**

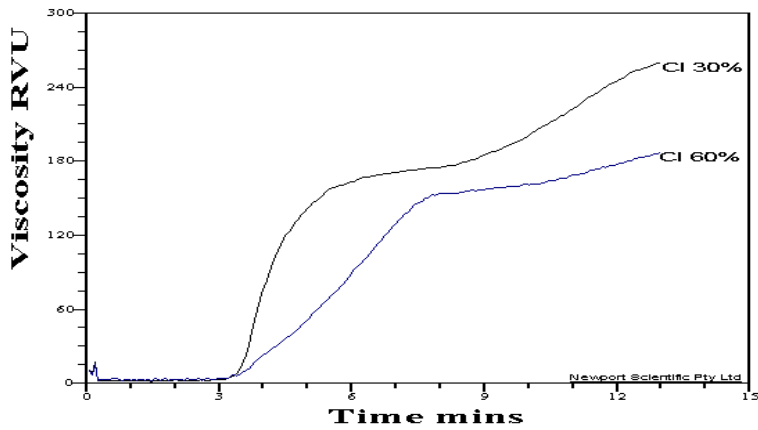
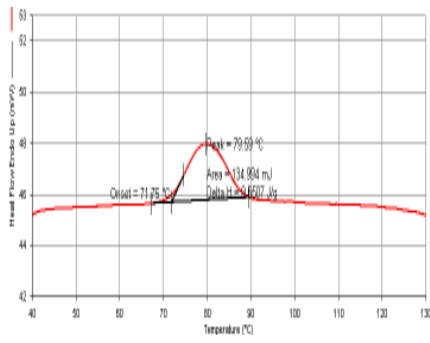


그림 6. 기름골 변성전분의 RVA 호화변화.

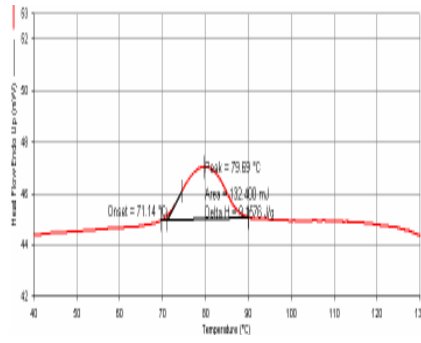
변성전분의 RVA 측정 결과 macrowave에 의한 물리적 변성전분은 생전분에 비해 호화개시온도가 약간 높았으나 유의적인 차이는 없었으나 최고점도는 매우 높았다. 또 산화전분의 경우에는 생전분에 비해 최고점도가 현저히 낮았으며 노화와 관련있는 setback 및 break-down도 현저하게 낮았다.

#### 8) DSC에 의한 호화특성

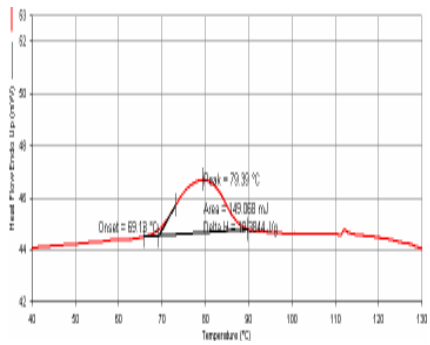
DSC 측정 결과 기름골 변성전분은 일정한 엔탈피를 갖는 1개의 흡열 반응 곡선을 보였다. 마이크로파에 의한 변성전분의 DSC 결과 가열시간이 증가함에 따라 호화개시온도는 낮아지고 호화엔탈피는 점차 증가하였다. 이것은 저수분 함량에서의 마이크로파 조사처럼 무정형 부분이 증가되어 상대적으로 호화온도나 엔탈피가 낮아진 것으로 생각된다. 산화전분의 경우에는 호화최대온도가 생전분에 비해 낮았으며 호화엔탈피는 증가하였다.



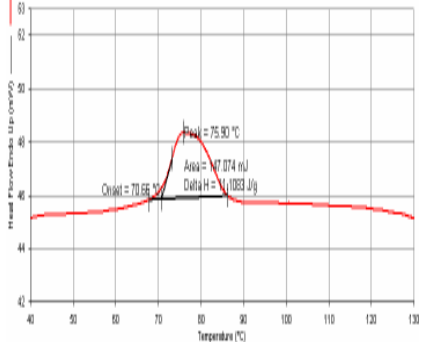
(A)



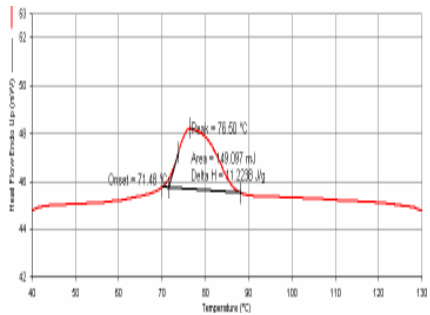
(B)



(C)



(D)



(E)

그림 7. 기름골 변성전분의 RVA 호화 변화

(A): mw-1, (B): mw-2, (C): mw-3, (D): Cl 3%, (E): Cl 6%



표 11. 기름콜 변성 전분의 호화특성(DSC)

starch		temperature			$\Delta H(J/g)$
		Onset( $T_o$ )	Peak( $T_p$ )	Conclusion( $T_c$ )	
modified starch (물리적)	macrowave 1분	71.75	79.59	89.0	9.16
	macrowave 2분	71.14	79.69	88.4	9.65
	macrowave 3분	69.13	79.39	89.3	10.38
modified starch (화학적)	Cl <sub>2</sub> 3%	71.48	76.50	83.4	11.10
	Cl <sub>2</sub> 6%	70.66	75.90	82.7	11.22

## 제 2 절 기름골을 이용한 제품 개발 및 기름골의 생리활성 물질 탐색( in vitro)

### 1. 기름골을 이용한 청량 음료 제조

가. 기름골 음료 horchata의 제조 및 소비자 반응 조사

#### 1) Horchata의 제조

기름골을 이용한 스페인의 전통 음료인 'horchata'를 제조하여 상업용 음료로써의 가능성을 살펴보았다.

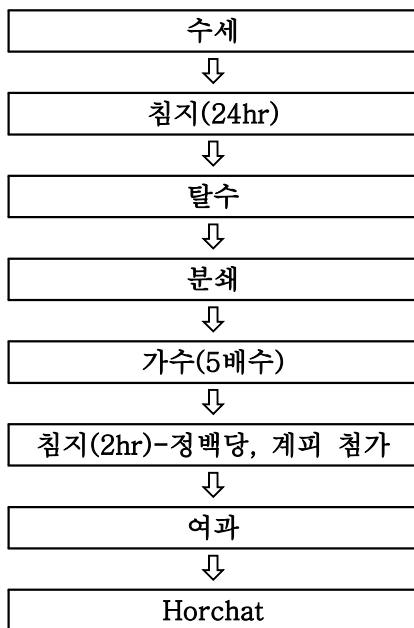


그림 8. 전통 horchata제조방법.



제조 직후



기름층 분리



살균후



살균후 겔 형성

그림 9. 전통 horchata 제조방법에 따른 기름골 음료.

Horchata의 제조 방법은 가정에서 손쉽게 만들어 즉석에서 음용하는 방법으로 별도의 살균공정이 없었으며, 여과 공정시 다량의 슬러지가 발생하였고, 시간이 경과하였을 경우 오일층이 뜨고 부산물이 침전되는 현상이 발생하였으며, 4℃에서 24시간 경과 후 관찰한 결과 부패하여 가스가 발생하였다. 또한 위생적인 음료의 제조를 위하여 100℃에서 30분간 살균을 실시하였으나 겔화 현상이 나타나 고온살균 하여 음료로 제조하기에 부적합 한 것으로 나타났다. 따라서 기름골을 이용한 음료제조를 위해서는 기존의 제조방법을 탈피하여 살균등의 공정이 용이하도록 해야 할 것으로 판단된다.

## 2) Horchata에 대한 소비자 반응조사

기름골을 이용하여 만든 음료로는 스페인에서는 수 천년 전부터 음용해 오던 대중적인 음료인 "Horchata"가 있으나 국내에서는 아직 소개된 예는 없어 일반인들에게 생소한 소재이다. 따라서 기름골 음료 개발에 앞서 스페인의 가정에

서 일반적으로 만들어 먹는 horchata 제조방법대로 horchata를 제조하여 소비자  
 자들이 직접 음용하게 하여 기름골 음료에 대한 반응을 알아보고자 소수의 인  
 원을 대상으로 소비자 조사를 실시하였다.

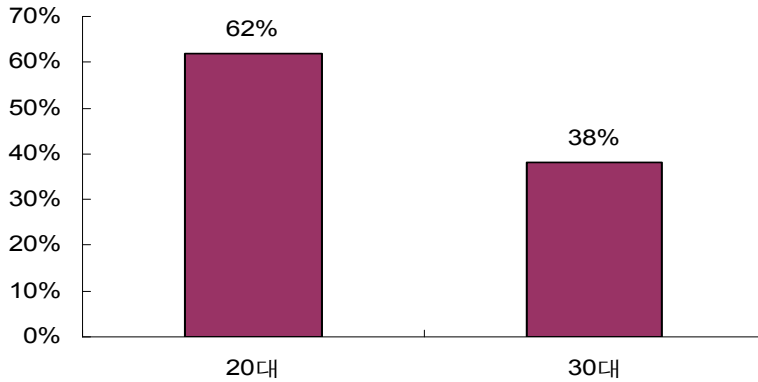


그림 10. 소비자 연령별 구성.

본 조사에 응한 응답자의 연령별 구성은 20대가 62%, 30대가 38%였다.

① “Horchata”, 혹은 기름골 음료를 드셔 본 적이 있습니까?

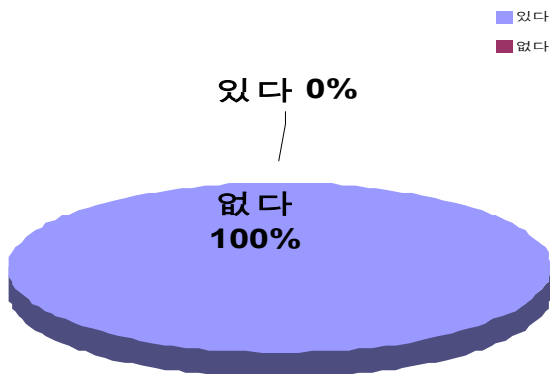


그림 11. ‘Horchata’경험의 유무.

“Horchata:”, 혹은 기름골 음료를 드셔 본 적이 있습니까?라는 질문에 응답자의 100%가 없다고 응답하여 응답자 모두가 기름골에 대한 사전 지식이나 경험이 없었다.

② 앞의 음료를 시음하신 후 시판중인 음료와 비슷한 이미지의 음료에 체크해주세요.

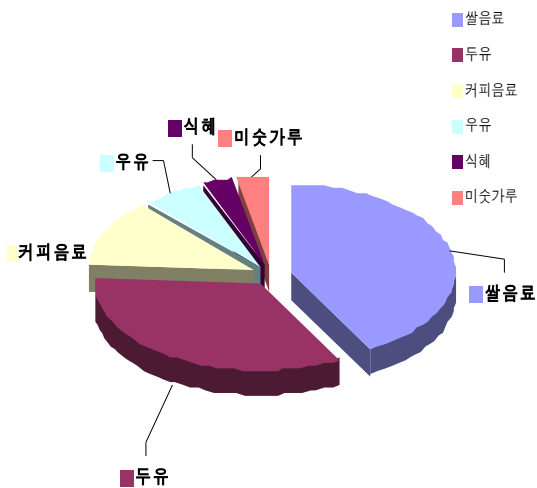


그림 12. 연상되는 시판음료.

스페인의 전통적인 제조방법으로 만든 horchata를 패널들에게 제시하여 음용한 후 시판중인 음료와 유사한 이미지를 묻는 질문에 응답자들의 42%가 쌀 음료와 비슷하다는 응답을 하여 horchata에 대한 이미지는 한국에서 대중화된 쌀 음료와 유사한 이미지로, 기름골에 대한 경험은 없으나 그 맛은 다소 친근감을 갖는 것으로 판단된다.

③ 앞의 음료에서 느껴지는 맛의 분류는 어떤 것입니까?

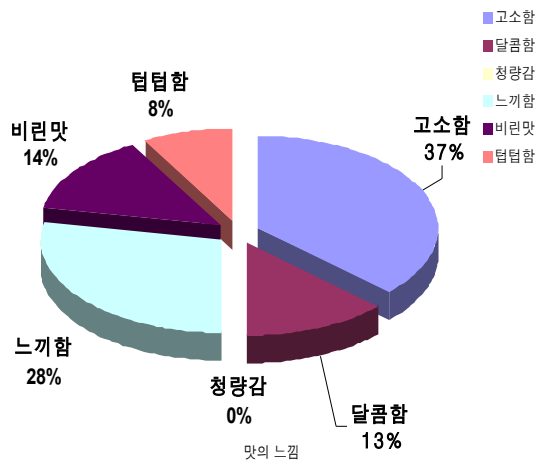


그림 13. 음료의 맛.

Horchata의 맛에 대한 소비자들의 반응을 알아보기 위한 질문에 응답자들의 37%가 고소하다고 하였고 28%는 느끼하다고 대답하였다.

④ 시음하신 음료의 맛의 개선점은 무엇입니까?

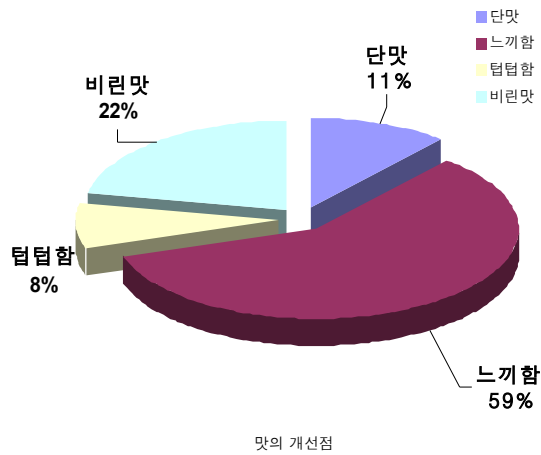


그림 14. 맛의 개선점.

다소 생소한 Horchata의 맛에 대한 개선점을 묻는 질문에 응답자들의 59%가 느끼함이라고 하였다. 따라서 기름골 음료의 제조시 horchata에서 느껴지는 느끼함을 보완하여야 할 것으로 사료된다.

⑤ 앞의 음료에서 느껴지는 음료의 concept는 무엇입니까?

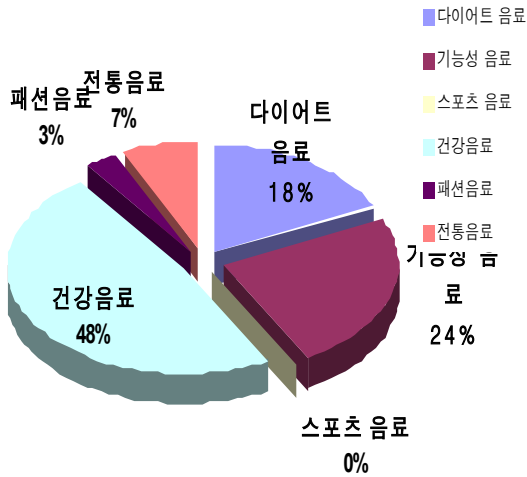


그림 15. 음료의 concept.

Horchata에 대한 음료 이미지를 묻는 질문에 응답자들은 48%가 건강음료라고 대답하였다.

기름골 음료 개발에 앞서 스페인 남부지방의 전통음료인 horchata에 대한 특성 및 소비자 반응조사결과, 여과공정에 의한 다량의 슬러지 발생, 살균시 음료의 물성변화, 뒷맛의 비릿함과 느끼함 등의 여러 가지 문제로 인하여 상용화에 문제가 있다고 판단되었다. 따라서 기름골 음료의는 전통적 horchata 제조방법에서 탈피하여서 살균이 용이하고 국내소비자의 입맛에 맞춘 새로운 음료 제조방법을 도입하여 개발하기로 하였다.

나. 기름골 구성 성분의 분리제조 및 품질특성

기름골 음료제조를 위하여 기름골 성분에 대한 특성을 조사하고자 기름골 각 성분들은 분리 추출하여 그 특성을 알아보았다.

1) 기름골 각 성분의 분리제조



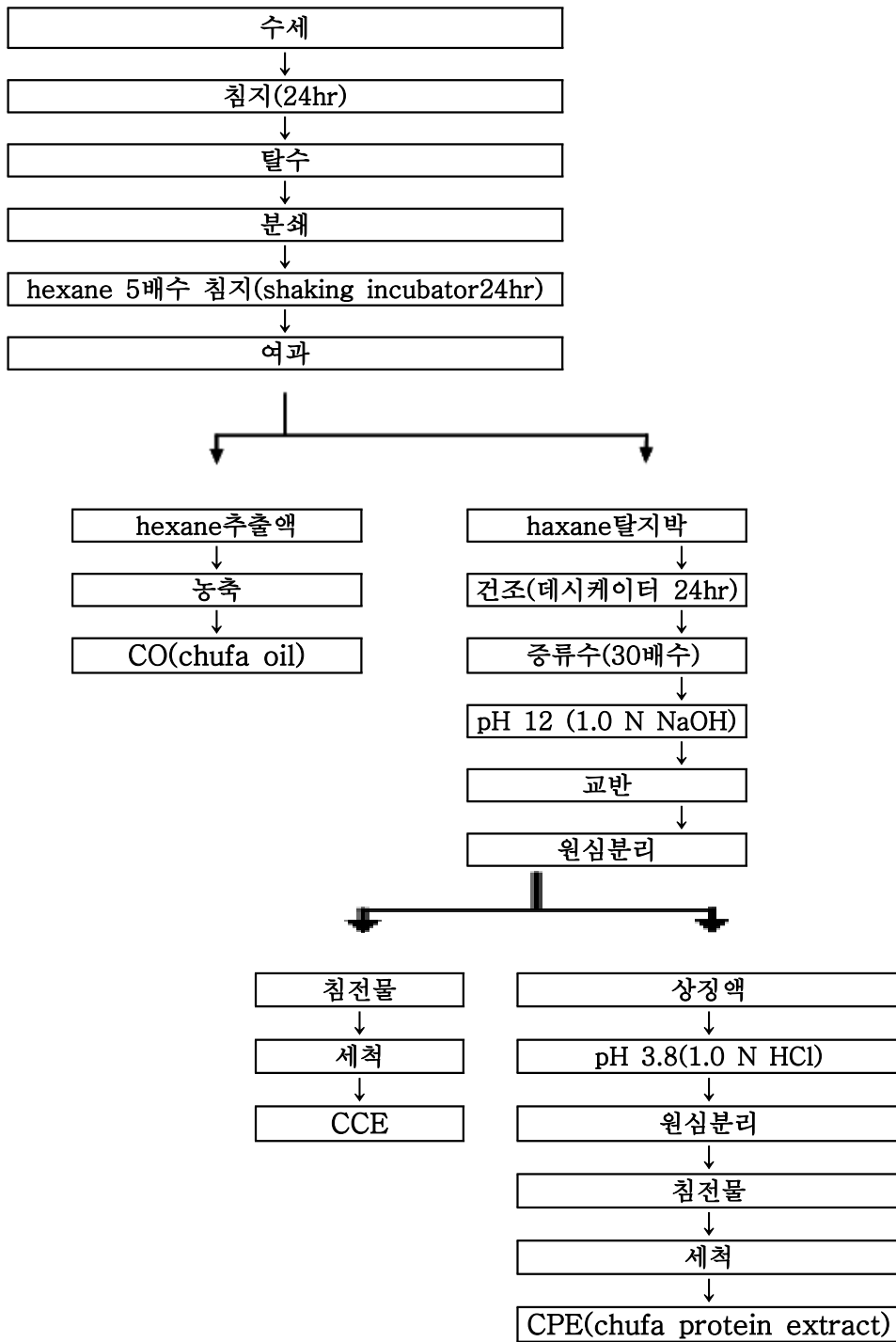


그림 16. 기름골에서 CO, CCE, CPE의 분리공정.

기름골 각 성분의 분리는 기름골에 5배 가량의 hexane을 가하여 shaking incubator에서 24시간씩 3회 반복 추출하여 여과한 후 여액은 감압 농축하였으며, 이를 통하여 얻은 기름골 오일(CO:chufa oil extract)은 4°C 냉장고에 보관하면서 시료로 사용하였다. 탈지된 기름골은 데시케이터에서 24시간 건조시킨 후 30배의 증류수를 가하여 1.0 N NaOH 용액으로 pH를 12.0으로 조절하여 25°C에서 60분간 교반한 후 원심분리하여(8,000rpm) 탄수화물 등의 불용성 침전물을 분리한 후 증류수로 세척하였다. 또한 상정액에 1.0 N HCl용액을 가하여 pH를 3.8로 조정하여 단백질을 침전시킨 후 원심분리하여(8,000rpm) 단백질 침전물을 분리한 후 증류수로 세척하였다. 기름골에서 추출된 탄수화물 등의 추출물과 단백질추출물은 동결건조하여 마쇄한 기름골 탄수화물 추출물(CCE:chufa carbohyrate extract)과 기름골 단백질추출물(CPE:chufa potein extrac)로 하였다.

## 2) 일반성분

표 12. 기름골 추출물의 일반성분 (Unit: %)

	Moisture	Ash	Protein	Lipid	Carbohydrate
cufa	5.4	2.4	7.2	24.1	62.7
CPE(chufa potein extrac)*	3.8	1.3	86.2	3.4	5.3
CCE(chufa carbohyrate extract)**	5.7	1.9	1.2	3.5	87.7

\*CPE(chufa protein extract), \*\*CCE(chufa carbohydate extract)

기름골과 기름골 추출물들의 일반성분의 분석결과는 표 12에 나타내었다. 기름골 단백질(CPE)의 분석결과 수분 3.8%, 회분 1.3%, 단백질 86.2%, 지방 3.4%, 탄수화물 5.3%로 나타났으며, 탄수화물(CCE)의 분석결과 수분 5.7%, 회분 1.9%, 단백질 1.2%, 지방 3.5%, 탄수화물 87.7%로 나타났다.

### 3) 분리 제조된 각성분의 색도값

기름골 각 성분의 색차를 색차계(Color and difference meter, Model No, CR-300 Minolta Co., JAPAN)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)을 측정하였다.

표 13. 분리 제조된 각성분의 색도값

sample	L	a	b
CO(chufa oil)*	62.0±2.28	0.87±0.23	27.6±0.47
CPE(chufa potein extrac)**	86.7±0.16	1.53±0.01	8.06±0.01
CCE(chufa carbohyrate extract)***	63.8±0.06	0.39±001	25.9±0.04

\*CO(chufa oil extract), \*\*CPE(chufa protein extract), \*\*\*CCE(chufa carbohydate extract)

그 결과 L값은 CO가 62.0, CPE가 86.7, CCE가 63.8로 CPE가 가장 높은 L값을 나타냈다. 추출물의 a값 또한 CPE가 1.53으로 가장 높은 값을 나타냈다. 추출물의 b값은 CO가 27.6, CPE가 8.06, CCE가 25.9로 CO의 b값이 가장 높게 나타났고 CPE의 b값은 가장 낮게 나타났다.

다. 기름골의 풍미

기름골 음료를 제조하기에 앞서 기름골에서 분리추출한 각성분들의 풍미와 특성을 알아보기 위하여 기름골 기름(CO:chufa oil extract), 기름골 단백질(CPE:chufa protein) 및 그 외 탄수화물을 포함한 성분(CCE:chufa carbohydrate)을 각 성분별로 비율을 달리하여 상대적 기호도 검사를 실시하였다. 또한 기름골 음료의 안정성을 부여하기 위한 안정제와 유화제의 농도를 조사하였다.

1) CO(chufa oil)의 농도에 따른 풍미

기름골 음료제조시 적절한 기름골 기름의 첨가량을 알아보기 위하여 기름골 기름의 농도별 음료를 제조하여 기호도검사를 실시하였다. 이때의 총 기름골(TCE)의 첨가량을 5%로 하였으며 기름의 농도를 제외한 기름골 단백질과 탄수화물의 농도는 2:8로 일정하게 하여 점수는 상대적 평가로 실시하였다.

표 14. CO의 비율에 따른 기름골 수용액의 배합비 및 관능검사.

배합비(%)		#1	#2	#3	#4	#5
TCE의 혼합비율 (%)	COE*	0	5	10	15	20
	CPE**	20	19	18	17	16
	CCE***	80	76	72	68	64
정제수		95	95	95	95	95
기호도		*	*****	****	**	**

\*COE(chufa oil extract), \*\*CPE(chufa protein extract), \*\*\*CCE(chufa carbohydrate extract)

그 결과(표 14) 기름골의 기름은 기름골 음료의 향을 부여하는 주된 성분으로 첨가하지 않을시 기름골 특유의 향이 부여되지 않았으며, 점수는 CO 5%가 가장 높게 평가되었고, CO 15%이상 함유시 기름 특유의 느끼한 맛으로 거부감을 일으켜 기호도가 떨어졌다. 따라서 기름골 음료 제조시 총 기름골 함량중 CO 함량은 5 %로 하였다.

2) CPE(chufa protein extract) 및 CCE(chufa carbohydrate extract)의 농도에 따른 풍미

CPE와 CCE의적절한 비율을 알아보기 위하여 기호도 결과 점수가 가장 높았던 총 기름골 중 기름의 함량을 5%로 하여 기름골 단백질과 탄수화물의 비율을 달리하여 음료를 제조하여 그 특성을 알아보았다.

표 15. CPE와 CCE의 혼합비에 따른 기름골 수용액의 배합비 및 관능검사.

배합비(%)	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
기름골 5%중	CO*	5	5	5	5	5	5
	CPE**	0	5	15	35	65	95
	CCE**	95	90	80	60	30	0
정제수		95	95	95	95	95	95
기호도		**	****	*****	***	***	**

\*COE(chufa oil extract), \*\*CPE(chufa protein extract), \*\*\*CCE(chufa carbohydrate extract)

그 결과 가장 높은 점수를 얻은 구간은 CPE와 CCE가 15:80인 구간으로 기름골 단백질이 35%이상 첨가 되면 기름골 특유의 맛은 저하되

었으며, 기름골 탄수화물이 80%이상 첨가 되면 텁텁함으로 인하여 기호도가 떨어지는 것으로 평가되었다. 따라서 기름골 음료제조를 위한 기름골 COE, CPE, CCE의 혼합비는 5:15:80로 하였다.

3) TCE(total chufa extracte)의 농도에 따른 풍미

위의 실험결과 가장 높은 점수를 얻은 COE, CPE, CCE의 비율인 5:15:80로 기름골을 배합하여 총 기름골 추출물(Total chufa extracte)를 제조하여 그 첨가량을 달리하여 TCE수용액을 제조 후 기호도검사를 실시하여 기름골 음료 중 총 기름골의 적절한 첨가량을 알아보았다.

표 16. CPE와 CCE의 혼합비에 따른 기름골 수용액의 배합비 및 관능검사.

배합비 (%)	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
TCE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
정제수	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90
기호도	*	****	*****	***	**	*	*	*	*	*

그 결과 총 기름골은 2~4%사이에서 기호도가 가장 높았으며, 3%에서 가장 기호도가 높았으나, 5%이상 이 되면 점수가 현저하게 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 기름골 음료 중 기름골의 함량은 5%미만으로 제안 하였다.

4) 분쇄방법별 TCE의 품미

기름꿀 음료 제조시 분쇄방법이 음료에 미치는 영향을 알아보기 위하여 일반 가정용 분쇄기 (FM-0909TC, 한일전기(주), Korea), 실험실용 분쇄기 (Cyclotec sample mill 1093, Tecater Co. Ltd, Sweden), 볼밀(ball mill)을 이용하여 CPE와 CCE를 혼합하여 분쇄 하여 particle size analyzer(1064, CILAS, France)를 통한 입도 분석과, 기호도 검사를 실시하였다.

표 17. TCE의 분쇄별 관능검사.

	#1. 가정용 분쇄기	#2. 실험실용 분쇄기	#3. 볼밀
정제수	97	97	97
입도	172.90 $\mu\text{m}$	111.74 $\mu\text{m}$	9.69 $\mu\text{m}$
기호도	**	***	*****

분쇄한 CPE와 CCE의 입자크기는 가정용 분쇄기 172.90  $\mu\text{m}$ , 실험실용 분쇄기 111.74  $\mu\text{m}$ 로 가정용 분쇄기와 실험실용 분쇄기는 큰 차이가 없었으나, 볼밀은 입자크기가 9.69  $\mu\text{m}$ 로 가장 작은 것으로 나타났다. 입자별 관능검사결과 입자크기가 작은 볼밀이 가장 높은 점수를 얻어 입자가 작을수록 기호도가 높아지는 것으로 나타났다.

5) Roasting 처리별 TCE의 품미

기름꿀 음료의 제조시 기름꿀의 roasting이 음료에 미치는 영향을 조사하고자 CPE와 CCE를 100 $^{\circ}\text{C}$ 에서 roasting하여 관능검사를 실시하였다. COE는 roasting처리 후 첨가하였다.

표 18. TCE의 roasting에 따른 기름골 기호도 검사.

배합비(%)	#1	#2	#3	#4	#5
TCE(COE+ CPE+ CCE)	3	3	3	<b>3</b>	3
정제수	97	97	97	<b>97</b>	97
roasting time(100℃)	0min	1min	5min	<b>10min</b>	15min
기호도	*	**	***	<b>*****</b>	**

그 결과 roasting처리구가 비처리구에 비하여 점수가 높게 나타났으며 roasting 시간에 따른 점수는 roasting을 할수록 높게 나타났으나, 15분 roasting 처리시 탄대로 인하여 점수가 오히려 떨어졌다. 따라서 기름골 음료 제조를 위한 roasting 처리조건은 100℃에서 10분이 적당한 것으로 나타났다.

#### 6) 유화제의 농도에 따른 특성

기름골 음료 중 기름의 첨가로 일정 시간 경과 시 음료에서 기름띠를 형성하였다. 따라서 기름골 기름과 음료의 유화를 위하여 자당 지방산 에스테르(F-160, (주)일신웰스, Korea)를 그 농도를 달리하여 첨가하여 그 특성을 알아보았다.



표 19. 유화제의 농도에 따른 배합비 및 기호도 검사.

배합비 (%)	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
CO	0.250	0.250	<b>0.2500</b>	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500
CPE	0.450	0.450	<b>0.4500</b>	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500
CCE	2.400	2.400	<b>2.4000</b>	2.4000	2.4000	2.4000	2.4000
자당 지 방산에 스테르	0.000	0.0005	<b>0.0010</b>	0.0050	0.0100	0.0500	0.1000
정제수	97.000	97.000	<b>96.999</b>	96.955	96.990	96.950	96.900
기름층 형성	*****	****	<b>**</b>	*	*	-	-
기호도	****	*****	<b>****</b>	***	***	*	*

그 결과 지방산에스테르를 0.05% 이상 첨가시 기름층은 현저히 감소하였으나 지방산에스테르로 인한 이미와 이취로 인하여 기름골 음료의 맛이 떨어지는 것으로 평가되었다. 따라서 지방산에스테르의 함량은 기름층의 분리가 되지 않으면서 관능에도 큰 영향을 미치지 않는 0.001%로 하였다.

#### 7) 안정제의 농도에 따른 음료의 특성

기름골 중 CCO의 입자는 일정시간이 경과하면 침전되어 음료의 품위가 떨어져 제품화에 문제가 있었다. 따라서 기름골음료의 안정화를 위하여 켈란겔(KELCOGEL LT100, CP KELCO, U.S.A) 과 잔탄겔(KELCOGEL T, CP KELCO, U.S.A)을 첨가하여 그 특성을 알아보았다.

표 20. 안정제의 농도에 따른 배합비 및 기호도 검사.

배합비 (%)	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
CO	0.250	0.250	0.250	0.250	<b>0.250</b>	0.250	0.250
CPE	0.450	0.450	0.450	0.450	<b>0.450</b>	0.450	0.450
CCE	2.400	2.400	2.400	2.400	<b>2.400</b>	2.400	2.400
지방산							
에스 테르	0.001	0.001	0.001	0.001	<b>0.001</b>	0.001	0.001
젤란검	0.000	0.001	0.005	0.010	<b>0.015</b>	0.020	0.030
잔탄검	0.000	0.001	0.005	0.010	<b>0.015</b>	0.020	0.030
정제수	96.999	96.997	96.989	96.979	<b>96.969</b>	96.959	96.939
침전	*****	*****	****	**	*	-	-
관능 검사	**	*****	****	****	***	**	*

그 결과 안정제를 0.04%이상 첨가시 침전은 발생하지 않았으나 음료 가 덩어리지는 현상이 발생하여 음료로는 부적합 하였으며, 관능점수 또한 현저히 낮게 평가 되었다. 또한 기호도 점수는 젤란검과 잔탄검을 첨가하지 않았을 경우 심한 침전으로 인하여 떨어졌고 0.002~0.02%에서 5~4점으로 가장 높았으나 시간이 경과되면서 침전현상이 심하게 일어났다. 따라서 유화제와 마찬가지로 침전이 일어나지 않으면서 맛 큰 영향을 미치지 않는 젤란검 0.015 %와 잔탄검 0.015 %로 하였다.

8) 산의 농도에 따른 음료의 특성

기름골 음료의 산의 농도를 결정하기 위하여 음료에 사용하는 일반적인 산미료인 구연산과 비타민 C를 첨가하여 그 특성을 알아보았다.

표 21. 산의 농도에 따른 기름골 수용액의 관능검사.

배합비 (%)	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8
CO	0.250	<b>0.250</b>	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
CPE	0.450	<b>0.450</b>	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450
CCE	2.400	<b>2.400</b>	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
지방산 에스테르	0.001	<b>0.001</b>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
젤란검	0.015	<b>0.015</b>	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
잔탄검	0.015	<b>0.015</b>	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
구연산	0.000	<b>0.005</b>	0.010	0.015	0.020	0.030	0.040	0.050
비타민 C	0.000	<b>0.005</b>	0.010	0.015	0.020	0.030	0.040	0.050
정제수	96.96	<b>96.95</b>	96.94	96.93	96.92	96.90	96.88	96.86
침전	-	*	*	**	**	**	**	***
관능검사	*****	*****	****	***	**	*	*	*

그 결과 구연산과 비타민 C를 첨가시 약간의 침전이 일어났으며, 0.04% 이상 첨가시 강한 신맛으로 인하여 관능 점수도 떨어졌다. 따라서 비타민 C와 구연산의 첨가량은 기호도 검사결과 신맛을 느끼지 못하는 0.005 %로 하였다.

#### 9) 최종 기름골 음료 base

앞서 실시한 실험결과 기름골 음료제조를 위한 최적의 기름골 음료 base의 배합비는 CPE와 CCE를 볼밀로 10 $\mu$ m이하로 분쇄한 뒤, 100 $^{\circ}$ C

에서 10분동안 roasting처리 후 CO: CPE: CCE를 5: 15: 80으로 하여 제조한 TCE 3%, 자당지방산에스테르 0.001%, 잔탄검 0.015%, 젤란검 0.015%, 구연산 0.005%와 비타민 C 0.005%로 나타났다. 이에 음료의 맛과 안정성 증진 등 음료의 품위를 향상을 위하여 젯산칼슘 0.05, 구연산나트륨 0.03, 정제염 0.01%를 첨가하여 최종 기름골 음료base의 배합비를 완성하였다.

표 22. 최종 기름골 음료base의 배합비

	첨가량 %
CO	0.25
CPE	0.45
CCE	2.4
자당 지방산에스테르	0.001
젤란검	0.015
잔탄검	0.015
구연산	0.005
비타민 C	0.005
젯산칼슘	0.005
구연산나트륨	0.03
정제염	0.01
정제수	96.914

표 23. 최종 기름골 음료base의 품질 특성

	pH	가용성 고형분 (Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 희석액)		
				L	a	b
기름골음료 base	5.98	5.3	5.2	70.67±0.71	1.47±0.00	9.98±0.06

라. 향 개선을 위한 부재료의 첨가

1) 향 개선을 위한 부재료 첨가에 따른 품질특성

기름골 음료에 향과 기능성을 부여하기 위하여 감초추출분말, 계피추출분말, 녹차추출물 및 인삼농축액을 첨가하여 그 관능적 특성을 조사하였다. 첨가량은 실험 전 정제수에 감초추출분말과 계피추출분말, 녹차추출물, 인삼농축액을 각각 정제수에 여러 가지 농도로 희석하여 간이 관능을 실시하여 결정하였다. 그 결과 감초추출분말의 경우 미량의 첨가만으로 그 향과 맛이 강하여 0.05%로 설정하고, 그 이외의 계피추출분말, 녹차농축액과 인삼농축액은 0.5%로 설정하였다.

표 24. 향미 개선을 위한 부재료 첨가

배합비(%)	#1	#2	#3	#4
CO	0.250	0.250	0.250	0.250
CPE	0.450	0.450	0.450	0.450
CCE	2.400	2.400	2.400	2.400
지방산에스테르	0.001	0.001	0.001	0.001
젤란검	0.015	0.015	0.015	0.015
잔탄검	0.015	0.015	0.015	0.015
구연산	0.005	0.010	0.015	0.020
비타민 C	0.005	0.010	0.015	0.020
감초추출분말	0.050	0.000	0.000	0.000
계피추출분말	0.000	0.500	0.000	0.000
녹차농축액	0.000	0.000	0.500	0.000
인삼농축액	0.000	0.000	0.000	0.500
정제수	96.909	96.449	96.449	96.449

부재료 첨가에 따른 관능검사 결과(표 25) 첨가하지 않은 처리구보다 첨가한 처리구의 기호도가 높게 나타났으며, 계피추출분말이 6.8로 전반적인 기호도가 가장 높았다. 또한 감초추출분말을 첨가한 처리구가 6.2점으로 나타났으며, 두 처리구 사이에 전반적인 기호도에서 유의적인 차이는 없었다. 그러나 향의 기호도에서 계피추출분말이 7.8점으로 높은 점수를 얻었으며, 맛의 기호도에서는 감초추출분말이 6.8점으로 높은 점수를 얻었다. 강도검사에서는 감초추출분말 첨가 시료의 맛의 강도가

5.8점으로 가장 높은 점수를 얻었으나, 향의 강도에서는 계피추출분말 시료가 6.4점으로 가장 높은 점수를 얻었고, 맛의 강도에서는 3.6으로 가장 낮은 점수를 얻었다. 감초추출분말 첨가는 맛은 강하나 향이 약하며, 계피추출분말 첨가는 맛은 약하나, 향이 강한 것으로 나타났다.

표 25. 부재료 첨가에 따른 기호도 조사

	강도				기호도		
	색	향	맛	향	색	맛	전반적
contro l	2.8 <sup>c</sup>	3.2 <sup>c</sup>	3.3 <sup>c</sup>	2.8 <sup>c</sup>	3.6 <sup>b</sup>	2.8 <sup>c</sup>	2.6 <sup>c</sup>
감초추 출분말	3.2 <sup>c</sup>	4.0 <sup>b</sup>	5.8 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	6.2 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>
계피추 출분말	7.4 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	3.6 <sup>c</sup>	7.8 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>
녹차농 축액	4.8 <sup>b</sup>	4.0 <sup>b</sup>	4.6 <sup>b</sup>	4.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>
인삼농 축액	5.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	5.8 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	3.4 <sup>b</sup>

부재료에 첨가에 따른 기름골 음료의 품질변화를 측정하기 위하여 pH와 당도, 점도, 색도를 측정하여 보았다. 그 결과(표 26) 부재료의 첨가에 따른 pH변화는 거의 없었으며, 부재료의 첨가에 따른 가용성 고형분 또한 약간의 증가는 보였지만 큰 변화는 없었다. 점도는 부재료를 첨가하지 않은 처리구인 Control이 5.3 mPa·s에서 첨가한 처리구가 14.1~28.8 mPa·s로 높게 나타나 부재료 첨가시 점도가 증가하는 것으로 나타났으며, 계피추출물의 첨가구가 28.8로 가장 높게 나타났다. 밝기를 나타내는 L값은 Control이 70.67에서 부재료의 첨가구가 51.77~61.67로 낮아졌고, a값은 Control이 1.47에서 부재료 첨가구가 2.08~4.22

로 높아졌고, b값은 Control이 9.98에서 부재료의 첨가시 13.06~21.25로 높아졌다. 부재료의 첨가에 따른 전반적인 색차 값의 변화는 L값은 낮아지고, a값과 b값은 높아지는 것으로 나타났다.

표 26. 부재료의 종류에 따른 품질특성

	pH	가용성고형 분(Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 희석액)		
				L	a	b
Control	5.98	5.3	5.2	70.67 ±0.71	1.47 ±0.00	9.98 ±0.06
감초추 출분말	5.88	5.6	11.4	61.67 ±0.05	2.08 ±0.02	13.06 ±0.10
계피추 출분말	5.86	5.6	18.8	51.77 ±0.12	4.22 ±0.03	19.44 ±0.04
녹차농 축액	5.86	5.6	8.2	60.39 ±0.16	2.70 ±0.02	13.69 ±0.05
홍삼농 축액	5.87	5.6	11.1	57.38 ±1.54	2.93 ±0.04	21.25 ±0.03

## 2) 최종 부재료의 배합비 선정

위의 실험을 토대로 감초분말 0.025%와 계피분말 0.25%를 혼합하여 감초분말과 계피분말을 단독으로 첨가한 처리구와 비교하는 기호도 조사를 실시하였다.



표 27. 최종 부재료 선정을 위한 배합비

배합비(%)	#1	#2	#3
CO	0.250	0.250	0.250
CPE	0.450	0.450	0.450
CCE	2.400	2.400	2.400
지방산에스테르	0.001	0.001	0.001
젤란검	0.015	0.015	0.015
잔탄검	0.015	0.015	0.015
구연산	0.005	0.010	0.015
비타민 C	0.005	0.010	0.015
감초추출분말	0.050	0.000	0.025
계피추출분말	0.000	0.500	0.000
녹차농축액	0.000	0.000	0.250
인삼농축액	0.000	0.000	0.000
정제수	96.909	96.449	96.449
관능검사	***	****	*****

그 결과(표 27) 패넬들은 감초분말과 계피분말을 혼합하여 첨가하여 처리구를 더욱 선호하였다. 기름골 음료 제조시 감초와 계피를 혼합하여 기름골 음료에 첨가하면 기름골 특유의 느끼한 맛과 다소 부족한 향을 상호보완 할 수 있는 것으로 판단된다.

표 28 . 최종 부재료 첨가에 따른 기름골 음료의 품질특성

	pH	가용성 고형분 (Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 회석액)		
				L	a	b
기름골음료	5.98	5.4	16.8	66.67±0.46	1.49±0.01	9.95±0.04

최종적으로 첨가한 감초분말과 계피분말을 혼합한 기름골 음료의 pH는 5.98로 첨가하지 않은 Control과 차이가 없었으며, 가용성 고형분 함량은 5.4, 점도는 16.8 mPa·s로 Control에 비하여 높아져 부재료의 첨가로 인하여 음료에 점도가 증가하였다. 부재료의 첨가에 따른 색차 L값은 66.67, a값은 1.49, b값은 9.95로 나타났다.

#### 마. 향미 개선을 위한 감미료 선정

##### 1) 당의 농도 선정

기름골 음료에 첨가할 당의 농도를 결정하기 위하여 정백당을 0~18%로 첨가하여 기호도 조사를 실시하였다.

표 29. 당 농도선정을 위한 배합비

배합비 (%)	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
CO	0.250	0.250	<b>0.250</b>	0.250	0.250	0.250	0.250
CPE	0.450	0.450	<b>0.450</b>	0.450	0.450	0.450	0.450
CCE	2.400	2.400	<b>2.400</b>	2.400	2.400	2.400	2.400
정백당	0.000	3.000	<b>6.000</b>	9.000	12.00	15.00	18.00
감초추출 분말	0.050	0.050	<b>0.050</b>	0.050	0.050	0.050	0.050
계피추출 분말	0.500	0.500	<b>0.500</b>	0.500	0.500	0.500	0.500
지방산 에스테르	0.001	0.001	<b>0.001</b>	0.001	0.001	0.001	0.001
젤란검	0.015	0.015	<b>0.015</b>	0.015	0.015	0.015	0.015
잔탄검	0.015	0.015	<b>0.015</b>	0.015	0.015	0.015	0.015
구연산	0.005	0.005	<b>0.005</b>	0.005	0.005	0.005	0.005
비타민C	0.005	0.005	<b>0.005</b>	0.005	0.005	0.005	0.005
젯산칼슘	0.005	0.005	<b>0.005</b>	0.005	0.005	0.005	0.005
구연산 나트륨	0.030	0.03	<b>0.030</b>	0.030	0.030	0.030	0.030
정제염	0.010	0.010	<b>0.010</b>	0.010	0.010	0.010	0.010
정제수	96.36	93.36	<b>90.36</b>	87.36	84.36	81.36	78.36
관능검사	***	****	<b>*****</b>	***	**	*	*

그 결과 정백당 3~9%사이가 관능검사에서 높은 점수를 얻었으며, 그 중 6% 첨가구가 가장 높은 점수를 얻었다. 정백당을 12% 이상 첨가할

시 강한 단맛으로 기호도가 떨어지는 것으로 나타나, 기름골 음료 중 당의 농도는 6%가 가장 적절한 것으로 나타났다.

## 2) 감미료의 종류에 따른 품질 특성 및 관능검사

기름골 음료에 설탕대체 저칼로리감미료(fructose, oligosaccharide, stevia, erithritol)를 선정하여 감미료의 종류에 따른 기름골 음료의 특성을 조사하여 보았다. 우선 정백당대비 대체할 감미료의 첨가량 설정을 위하여 1% 희석액으로 관능을 실시하였다.

표 30. 정백당 대비 감미료의 감미배수

감미료	감미배수
정백당	1
액상과당	0.714
올리고당	0.4
스테비아	6.6
에리스리톨	0.769

그 결과 각 감미료의 실제 표기된 정백당대비 감미배수와 일반패널들이 실제 느끼는 감미배수와는 다소 차이가 있는 것으로 나타났는데 이는 설탕과 다른 감미패턴을 가진 당이 설탕에 길들여진 패널들에게 익숙하지 않기 때문이라 사료된다. 이러한 감미료의 특성은 기름골 음료의 풍미에도 영향을 미칠 것으로 사료된다. 따라서 각 감미료의 특성을 감안하여 기름골 음료에 첨가하여야 할 것으로 판단되어, 실제 패널들이 느끼는 감미 배수를 토대로 기름골 음료에 첨가하기로 하였다.

표 31. 감미료의 종류에 따른 배합비

배합비(%)	#1	#2	#3	#4	#5
CO	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
CPE	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450
CCE	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
지방산에스테르	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
젤란검	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
잔탄검	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
구연산	0.005	0.010	0.015	0.020	0.030
비타민 C	0.005	0.010	0.015	0.020	0.030
정백당	6.000	0.000	0.000	0.000	0.000
액상과당	0.00	8.400	0.000	0.000	0.000
올리고당	0.00	0.000	15.000	0.000	0.000
스테비아	0.00	0.000	0.000	0.900	0.000
에리스리톨	0.00	0.000	0.000	0.000	7.8000
정제수	91.959	88.559	91.959	96.059	89.159

실제 패널들이 느끼는 정백당 대비 감미배수를 측정하여 앞서 실험한 정백당 6%에 해당하는 감미도로 환산한 후 기름골 음료에 첨가하여 관능검사를 실시하였다.

표 32. 감미료의 종류에 따른 관능검사

	강도			기호도			전반적
	색	향	단맛	향	색	맛	
정백당	6.2 <sup>a</sup>	2.2 <sup>b</sup>	4.2 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>
액상과당	<b>6.8<sup>a</sup></b>	<b>6.6<sup>a</sup></b>	<b>4.8<sup>a</sup></b>	<b>5.6<sup>a</sup></b>	<b>4.4<sup>a</sup></b>	<b>3.8<sup>b</sup></b>	<b>4.4<sup>b</sup></b>
올리고당	3.6 <sup>b</sup>	2.4 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>	4.4 <sup>b</sup>	4.2 <sup>a</sup>	2.8 <sup>c</sup>	3.0 <sup>c</sup>
스테비아	4.2 <sup>b</sup>	2.4 <sup>b</sup>	4.8 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>
에리스리톨	6.0 <sup>a</sup>	2.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	4.0 <sup>c</sup>	3.0 <sup>b</sup>	2.2 <sup>d</sup>	2.4 <sup>d</sup>

그 결과(표 32) 전반적인 기호도는 정백당이 4.8로 가장 높았고, 스테비아와 액상과당이 각각 4.6과 4.4로 나타났다. 단맛의 강도는 정백당과 액상과당, 스테비아 첨가구가 유의적인 차이없이 나타났으나, 올리고당과 에리스리톨의 경우 기름골 음료에 첨가하여 가열한 후 그 단맛의 강도가 4.2과 3.8로 떨어져 전반적인 기호도 또한 3.0과 2.4로 낮게 나타났다.

표 33. 감미료의 종류에 따른 품질특성

1day	pH	가용성 고형분 (Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 희석액)		
				L	a	b
정백당	5.87	7.8	20.4	66.97±0.46	1.39±0.01	9.93±0.01
액상과당	5.93	8.2	20.7	69.48±0.33	1.27±0.00	9.46±0.01
올리고당	5.93	12.8	22.8	69.12±0.52	1.32±0.01	9.46±0.02
스테비아	5.93	4.1	16.9	66.39±1.12	1.46±0.00	9.79±0.06
에리스리톨	6.05	9.9	19.5	68.53±0.42	1.39±0.01	9.77±0.01

감미료의 종류에 따른 기름골 음료의 품질을 측정을 위하여 pH, 당도, 점도, 색도를 측정하였다. 그 결과 감미료의 종류에 따른 pH는 유의적인 차이가 없었으며, 가용성 고형분의 함량은 올리고당이 12.8로 가장 높게 나타났고 스테비아가 4.1로 가장 낮게 나타났다. 감미료의 종류에 따른 점도는 액상과당이 20.7, 올리고당이 22.8, 에리스톨이 19.5로 나타나 스테비아는 16.9로 가장 낮게 나타나 감미료의 첨가에 따라 점도는 높아졌다. 감미료의 종류에 따른 색도의 변화는 액상과당의 L값이 69.48, a값이 1.27, b값이 9.46, 정백당의 L값이 99.97, a값이 1.39, b값이 9.93으로 나타나 감미료의 첨가 시 L값은 높아지고, b값은 낮아졌으며 액상과당 첨가 시 L값의 변화가 가장 높은 것으로 나타났다.

### 3) 감미료의 최종 선정

앞서 실시한 정백당 대체 감미료는 기능성을 부여하는 측면에서 긍정적이나 정백당과는 그 풍미가 틀려 설탕에 길들여진 패널들은 입맛에 익숙한 정백당 첨가구를 가장 선호하는 것으로 나타났다. 따라서 감미료의 첨가시 기능성을 부여하면서 풍미가 떨어지지 않게 할 필요성이 있다고 사료되었다. 우선 앞서 실시한 각 감미료별 관능검사 결과 액상과당은 음료에 향을 부여하나 그 맛이 3.8로 낮게 나타났고 스테비아는 음료에 청량감등을 부여하여 맛은 4.6으로 높았으나 향이 4.8로 다른 감미료에 비하여 낮게 나타났다. 따라서 관능검사 결과를 토대로 이 두 가지 감미료를 혼합 비율을 달리하여 기호도 조사를 실시 최종적인 감미료를 선정하기로 하였다.

표 34. 최종 감미료 선정

배합비(%)	#1	#2	#3	#4	#5
CO	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
CPE	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450
CCE	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
지방산에스테르	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
젤란검	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
잔탄검	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
구연산	0.005	0.010	0.015	0.020	0.030
비타민 C	0.005	0.010	0.015	0.020	0.030
액상과당	5.000	4.000	3.000	2.000	1.000
스테비아	0.150	0.300	0.450	0.600	0.750
정제수	91.959	88.559	91.959	96.059	89.159
관능검사	***	****	***	**	**

그 결과(표 34) 액상과당 4%와 스테비아 0.3%를 혼합한 처리구가 가장 높은 결과를 나타나 최종 기름골 음료에 첨가할 감미료는 액상과당 4 %, 스테비아 0.3 %로 하였다.



표 35. 최종 감미료의 품질검사

	pH	가용성 고형분 (Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 회석액)		
				L	a	b
기름골 음료	5.91	8.2	18.8	67.82±0.32	1.42±0.04	9.10±0.05

바. 필터방법에 따른 기름골 음료의 풍미

필터방법에 따른 기름골 음료의 특성을 알아보기 위하여 기름골 10%회석액을 제조하여 부직포, 규조토, 활성탄을 이용하여 여과하여 보았는데 부직포를 이용한 여과 이외의 규조토 및 활성탄은 여과가 되지 않았다. 따라서 부직포를 이용하여 기름골 10%회석액을 여과한 후 기름골 음료를 제조하여 그 물리적 특성과 관능적 특성을 조사하였다.

1) 필터방법에 따른 품질 특성 및 관능검사

표 36. 필터방법에 따른 관능검사

	강도			기호도			전반적
	색	향	맛	향	색	맛	
control	6.4 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	4.8 <sup>b</sup>	5.1 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>
부직포 여과	4.4 <sup>b</sup>	5.4 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	4.4 <sup>b</sup>	5.4 <sup>a</sup>	3.8 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>

필터방법에 따른 강도검사 결과 여과를 하지 않은 control이 부직포 여과를 한 기름골 음료보다 색 6.4, 향 6.8, 맛 5.0점으로 높게 나타났으며, 향의 기호도와 맛의 기호도 전반적인 기호도 또한 각각 5.1, 5.1, 5.3

점으로 control이 부직포 여과구보다 높게 나타났으나 색의 기호도는 부직포 여과구가 5.4점으로 control의 4.8보다 높게 나타났다. 관능검사 결과 패널들은 기름골 음료의 향과 맛이 더 강한 쪽을 선호하나 색은 강도가 약하고 일정한 부직포 여과 선호하며, 여과를 하여 부드러운 음료보다 약간 씹히는 맛이 있는 control을 선호 하는 것으로 판단된다.

표 37. 필터방법에 따른 기름골 음료의 품질특성

1day	pH	가용성 고형분 (Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 희석액)		
				L	a	b
control	5.91	8.2	18.8	67.82±0.32	1.42±0.04	9.10±0.05
bag filter	5.84	3.1	4.3	70.74±0.23	1.54±0.01	9.09±0.01

필터에 따른 기름골 음료의 품질특성 측정결과 pH는 control이 5.91, 부직포 여과한 처리구가 5.84로 필터의 유무에 따라서 pH의 영향은 없는 것으로 나타났으며, 가용성고형분의 함량은 control의 경우 8.2이던 것이 부직포 여과 이후 3.1로 감소하였다. 점도 또한 control이 18.8에서 부직포 여과 이후 4.3으로 감소하였다. 부직포 여과 이후 색차L값은 67.82에서 70.74로 증가하여 밝아졌고, a값은 1.43에서 1.54로, b값은 9.19에서 9.09로 낮아졌지만 유의적 차이는 없었다.

#### 사. 기름골 음료의 살균방법 선정

##### 1) 살균방법에 따른 저장기간 중 미생물의 변화

기름골 음료의 시중 유통을 위하여 살균처리를 하기위하여 기름골을

저온(63°C/30분), 고온(100°C/30분), 초고온살균(125°C/15분)에서 살균하여 미생물 검사를 실시하고 그 일반세균과 대장균군 및 대장균, 효모 및 곰팡이를 측정하였다. 그 결과 100°C에서 30분 살균처리구와 125°C 15분 처리구에서 미생물이 검출되지 않았으나 63°C 저온살균 처리구는 미생물이 검출되어 안전한 살균조건은 100°C에서 30분과 125°C에서 15분이 적당할 것으로 판단된다.

표 38. 살균방법에 따른 미생물검사

1day	일반세균 (C.F.U)	대장균군 및 대장균	효모 및 곰팡이
control	+ <sup>1)</sup>	N.D. <sup>2)</sup>	N.D.
63℃ / 30분	+	N.D.	N.D.
100℃ / 30분	N.D.	N.D.	N.D.
125℃ / 15분	N.D.	N.D.	N.D.
3day	일반세균	대장균군 및 대장균	효모 및 곰팡이
control	+	N.D.	N.D.
63℃ / 30분	+	N.D.	N.D.
100℃ / 30분	N.D.	N.D.	N.D.
125℃ / 15분	N.D.	N.D.	N.D.
9day	일반세균	대장균군 및 대장균	효모 및 곰팡이
control	++	N.D.	N.D.
63℃ / 30분	+	N.D.	N.D.
100℃ / 30분	N.D.	N.D.	N.D.
125℃ / 15분	N.D.	N.D.	N.D.
15day	일반세균	대장균군 및 대장균	효모 및 곰팡이
control	++	N.D.	N.D.
63℃ / 30분	++	N.D.	N.D.
100℃ / 30분	N.D.	N.D.	N.D.
125℃ / 15분	N.D.	N.D.	N.D.

<sup>1)</sup>10배 희석한 시료 1ml 당, +++ : > 10<sup>3</sup>, ++ : 10<sup>1</sup>~10<sup>2</sup>, + : <10<sup>1</sup> (C.F.U)

<sup>2)</sup>N.D.: 10배 희석한 시료 1ml에서 미생물이 발견되지 않음.

2) 살균방법에 따른 저장기간 중 기름골 음료의 품질

표 39. 살균방법에 따른 저장기간 중 관능검사

Oday	강도				기호도		전반적
	색	향	맛	향	색	맛	
control	4.4 <sup>c</sup>	4.2 <sup>c</sup>	4.0 <sup>c</sup>	7.8 <sup>a</sup>	4.4 <sup>c</sup>	8.4 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>
63℃ / 30분	5.5 <sup>b</sup>	6.6 <sup>b</sup>	6.6 <sup>b</sup>	7.2 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	7.8 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>
100℃ / 30분	6.1 <sup>b</sup>	6.0 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>	6.2 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>
121℃ / 15분	7.4 <sup>a</sup>	8.2 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>	3.2 <sup>b</sup>	4.6 <sup>c</sup>	5.8 <sup>c</sup>	5.4 <sup>c</sup>
3day	강도				기호도		전반적
	색	향	맛	향	색	맛	
control	3.4 <sup>c</sup>	4.2 <sup>c</sup>	5.1 <sup>c</sup>	8.4 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>	5.4 <sup>b</sup>	5.2 <sup>b</sup>
63℃ / 30분	3.6 <sup>c</sup>	6.4 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	7.0 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>
100℃ / 30분	5.8 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	6.2 <sup>b</sup>	6.4 <sup>b</sup>	6.0 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>
121℃ / 15분	7.4 <sup>a</sup>	7.0 <sup>a</sup>	7.8 <sup>a</sup>	4.2 <sup>b</sup>	4.6 <sup>a</sup>	5.4 <sup>b</sup>	5.6 <sup>b</sup>
9day	강도				기호도		전반적
	색	향	맛	향	색	맛	
control	-	-	-	-	-	-	-
63℃ / 30분	-	-	-	-	-	-	-
100℃ / 30분	6.3 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>	5.4 <sup>b</sup>	6.1 <sup>a</sup>	5.8 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	7.3 <sup>a</sup>
121℃ / 15분	5.6 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>	4.7 <sup>b</sup>	5.3 <sup>b</sup>	4.9 <sup>b</sup>
15day	강도				기호도		전반적
	색	향	맛	향	색	맛	
control	-	-	-	-	-	-	-
63℃ / 30분	-	-	-	-	-	-	-
100℃ / 30분	5.9 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>	5.2 <sup>b</sup>	6.4 <sup>b</sup>	5.9 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>
121℃ / 15분	5.4 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>	6.2 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>	4.6 <sup>a</sup>	5.5 <sup>b</sup>	5.6 <sup>b</sup>

살균방법에 따른 음료의 향과 맛 등의 변화와 기호도 변화를 조사하기 위하여 관능검사를 실시하였다(표 39) 살균 전후와 살균온도에 따른 전반적인 기호도는 살균 전 7.2로 가장 높았으나 살균 후 63℃가 6.8, 100℃가 6.8, 121℃가 5.4로 살균온도가 높아질수록 전반적인 기호도가 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 살균에 의해 향과 색, 맛의 전반적인 변화 때문인 것으로 사료되나 기름골 음료를 살균처리 하지 않을시 저장 3일째부터 맛이 현저히 떨어져 5.2점으로 나타났고 저장 9일째는 가스가 발생하여 관능검사를 실시할 수 없었다. 또한 63℃살균과 100℃ 살균시 향과 맛등 전반적인 기호도가 유의적으로 차이 나지 않았는데 저장 3일후에는 100℃살균이 7.4로 기호도가 높아져 63℃ 살균 처리도 저장 3일부터 품질에 변화가 일어난 것으로 나타났다. 그러나 121℃ 살균 처리시에는 색등의 외관의 강도가 강해졌고 향도 기름골 본래의 향과는 다른 향으로 8.2점으로 높게 나타났다. 또한 향의 기호도 4.6점 맛의 기호도 4.6점 맛의 기호도 5.8점으로 전반적인 기호도 또한 5.4점으로 다른 처리구 보다 낮은 점수를 얻어 100℃이상의 고온 처리시 기름골 본연의 풍미가 변하는 것으로 나타났다.

표 30. 살균방법에 따른 저장기간 중 pH 및 당도 점도 색차의 변화

1day	pH	가용성 고형분 (Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 희석액)		
				L	a	b
control	5.98	8.2	18.8	67.82 ±0.32	1.42 ±0.04	9.10 ±0.05
63℃ / 30분	5.88	8.8	18.5	65.01 ±0.80	1.89 ±0.02	13.19 ±0.03
100℃ / 30분	5.82	9.2	19.2	65.93 ±0.02	1.72 ±0.10	13.21 ±0.06
125℃ / 15분	5.17	9.2	21.3	64.50 ±0.71	2.83 ±0.00	16.87 ±0.08

3day	pH	가용성 고형분 (Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 희석액)		
				L	a	b
control	6.01	8.8	17.8	68.43 ±0.79	1.46 ±0.03	9.41 ±0.14
63℃ / 30분	5.84	8.8	18.4	65.24 ±0.30	1.93 ±0.04	13.19 ±0.08
100℃ / 30분	5.83	9.2	19.2	66.23 ±0.08	1.89 ±0.08	13.42 ±0.04
125℃ / 15분	5.15	9.2	21.3	64.81 ±0.42	2.91 ±0.04	16.92 ±0.03

9day	pH	가용성 고형분 (Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 희석액)		
				L	a	b
control	5.87	8.7	17.7	68.21 ±0.51	1.59 ±0.01	14.21 ±0.13
63℃ / 30분	5.78	8.8	18.6	64.48 ±0.28	2.01 ±0.05	13.42 ±0.03
100℃ / 30분	5.86	9.2	19.2	65.72 ±0.12	1.91 ±0.06	13.42 ±0.02
125℃ / 15분	5.18	9.2	21.3	64.21 ±0.21	2.98 ±0.01	16.79 ±0.06

(continued)

15day	pH	가용성 고형분 (Brix°)	점도 (mPa·s)	색도(10% 회석액)		
				L	a	b
control	5.42	8.7	17.7	67.49 ±0.34	1.68 ±0.04	14.63 ±0.08
63°C / 30분	5.68	8.8	18.6	63.55 ±0.23	2.23 ±0.01	13.62 ±0.06
100°C / 30분	5.86	9.2	19.2	65.46 ±0.15	1.94 ±0.03	13.44 ±0.01
125°C / 15분	5.18	9.2	21.3	64.15 ±0.15	3.04 ±0.04	16.93 ±0.02

살균방법에 따른 기름골 음료의 품질변화를 측정하였다(표 30). 살균 전 pH는 5.98였으나 63°C살균 후 5.88, 100°C살균 후 5.82, 125°C살균 후 5.17로 살균 온도가 높아질수록 pH가 떨어지는 것으로 나타났으며, 가용성 고형분 함량은 살균 전 8.8에서 125°C살균 후 9.2로 높아졌다. 살균 전후의 점도변화는 살균 전 17.8에서 125°C 살균 후 21.3으로 살균온도가 높아질수록 점도가 높아지는 것으로 나타났다. 살균전후와 살균온도에 따른 L값의 변화는 살균 전 68.82에서 63°C 살균 후 65.01, 100°C 살균 후 65.93, 125°C 살균 후 64.50로 살균 처리 시 L값이 낮아졌고, 살균온도가 높을수록 L값은 낮아지는 것으로 나타났다. 살균 색차 a값의 변화는 살균 전 1.42에서 63°C 살균 후 1.89, 100°C 살균 후 1.72, 125°C 살균 후 2.83으로 살균 후 a값이 증가하는 것으로 나타났다. 살균 전후 색차 b값의 변화는 살균 전 9.01에서 63°C 살균 후 13.19, 100°C 살균 후 13.21, 125°C 살균 후 16.87로 살균 후 b값이 증가하는 것으로 나타났으며 살균온도가 증가할수록 b값이 증가하는 것으로 나타났다.



아. 기름골 음료의 제조공정 확립

앞서 제조된 기름골 음료 base에 향미증진을 위하여 감초추출분말 0.05%, 계피추출분말 0.5%와 액상과당 4%, 스테비아 0.3%를 혼합하여 10분간 균질화 한다. 균질 된 음료는 100℃에서 30분간 살균 처리하여 용기에 hot filling한 뒤 급속 냉각하여 제품으로 한다.

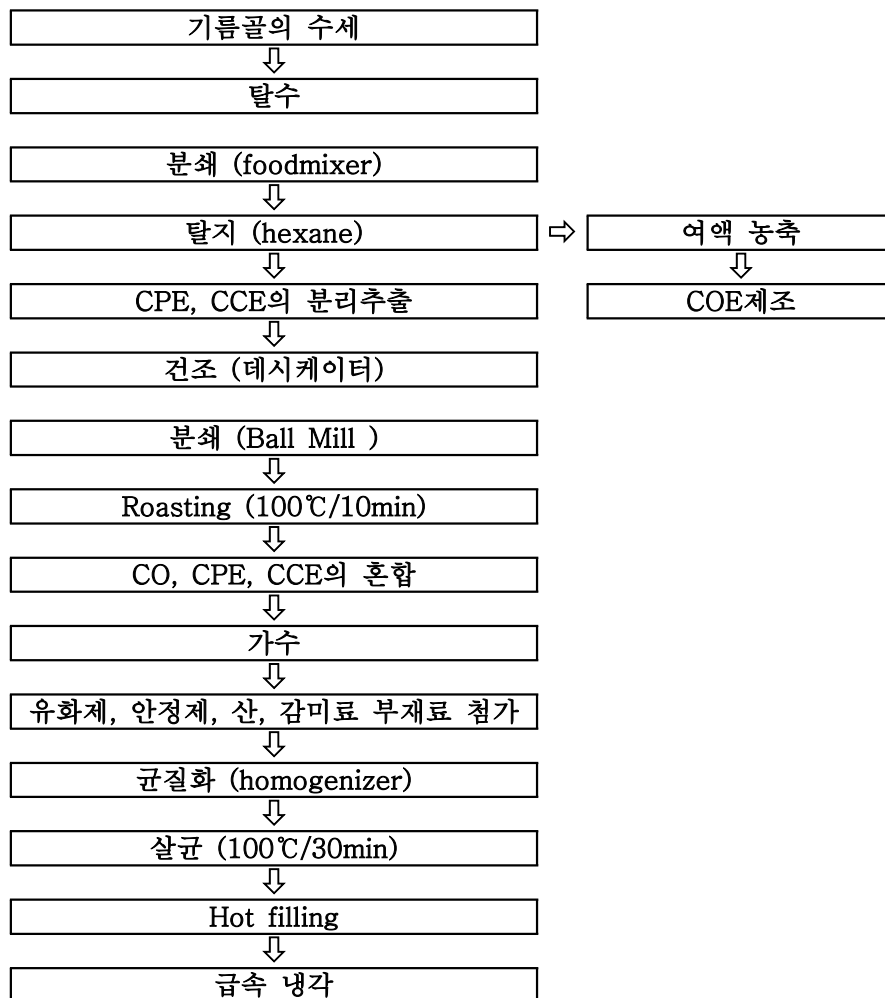


그림 17. 기름골 음료의 최종 제조공정도.

## 2. 볶음조건에 따른 차 개발

가. 볶음온도와 시간에 따른 품질 특성

### 1) 기름골 성분의 차제조 가능성

기름골 차 개발에 앞서 차로써 제조 가능성을 판단하기 위하여 기름골 껍경을 수세하여 분쇄한 것과 CPE와 CCE, 그리고 기름골 전분을 분쇄한 것을 5 g 씩 티백에 넣어 80℃의 열수 100 ml로 5분간 추출하여 그 상태를 관찰하여 보았다.

표 41. 기름골 성분별 차 제조 가능성

	추출상태	향	관능
Cufa	불량	-	+
CPE	불량	-	+
CCE	가능	+	+
Cufa starch	양호	+++	+++

표 41의 결과와 같이 기름골 껍경과 CPE는 추출이 잘 되지 않았고 CCE는 추출은 가능하였으나 그 향이 약해 차로 이용하기는 다소 부족하였다. 기름골 전분의 경우 그 추출상태가 양호하고 다소 약하기는 하나 고소한 향과 승능과 유사한 구수한맛을 내어 차로 이용 가능성이 있다고 판단되었다.

### 2) 볶음 온도와 시간에 따른 볶음차의 품질특성 및 볶음 조건 선정

차로서 제조시 이용 가능성이 높다고 판단된 기름골 전분을 이용하여 볶음 온도와 시간에 따른 관능검사를 실시하였다. 이때 제시된 시료는 볶음처리한 뒤 가정용 분쇄기에서 1분간 분쇄하여 5 g씩 티백용기에 담아 80℃ 열수 100

ml로 5분간 추출하여 제시하였다

표 42. 볶음온도와 시간에 따른 기름골 볶음차의 관능검사

볶음 온도	볶음 시간	강도			기호도			전반적
		향	색	맛	향	색	맛	
50℃	30초	3.0 <sup>b</sup>	2.8 <sup>b</sup>	2.5 <sup>b</sup>	3.1 <sup>b</sup>	3.5 <sup>ab</sup>	4.4 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>
	60초	3.7 <sup>a</sup>	3.2 <sup>ab</sup>	3.5 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	4.7 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>
	90초	2.5 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	3.5 <sup>ab</sup>	2.6 <sup>b</sup>	2.6 <sup>b</sup>	2.9 <sup>b</sup>
100℃	30초	3.9 <sup>b</sup>	2.7 <sup>b</sup>	2.4 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>	4.4 <sup>ab</sup>	5.3 <sup>a</sup>	4.7 <sup>ab</sup>
	60초	4.6 <sup>a</sup>	3.1 <sup>b</sup>	3.4 <sup>b</sup>	5.4 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>
	90초	3.5 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	4.6 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>b</sup>	3.7 <sup>b</sup>	4.0 <sup>b</sup>
150℃	30초	4.1 <sup>b</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>	5.5 <sup>ab</sup>	6.5 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>ab</sup>
	<b>60초</b>	<b>5.8<sup>a</sup></b>	<b>4.3<sup>a</sup></b>	<b>4.6<sup>a</sup></b>	<b>5.5<sup>a</sup></b>	<b>6.2<sup>a</sup></b>	<b>6.8<sup>a</sup></b>	<b>6.5<sup>a</sup></b>
	90초	4.5 <sup>b</sup>	4.8 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	4.6 <sup>b</sup>	4.6 <sup>b</sup>	4.9 <sup>b</sup>
Micro-wave	30초	3.8 <sup>ba</sup>	2.7 <sup>b</sup>	2.4 <sup>c</sup>	4.1 <sup>b</sup>	4.4 <sup>ab</sup>	5.3 <sup>a</sup>	4.7 <sup>a</sup>
	60초	4.5 <sup>a</sup>	3.0 <sup>b</sup>	3.3 <sup>b</sup>	5.3 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>
	90초	3.4 <sup>b</sup>	3.7 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.9 <sup>b</sup>

기름골 차 제조를 위하여 추출한 전분을 볶음조건을 달리하여 그 관능적 특성을 조사한 결과(표 42) 볶음 온도와 시간이 증가할수록 향과 색, 맛의 강도가 증가하였고 그 기호도 높아져 50℃ 90초에서 2.9점이던 전반적인 기호도가 150℃ 60초 볶음 처리시 6.5로 현저히 증가하였다. 그러나 150℃ 90초는 향, 색, 맛의 기호도가 4.5, 4.6, 4.9로 오히려 60초에 비하여 낮은 점수를 얻었다. 이는 볶음시간을 오래하였을 때 탄내, 탄 맛 등으로 오히려 그 향과 맛이 떨어지기 때문으로 사료된다. 따라서 기름골 전분을 이용한 볶음차의 볶음 조건은 그 맛과 향 그리고 전반적인 기호도가 가장 높은 150℃에서 60초로 하였다.

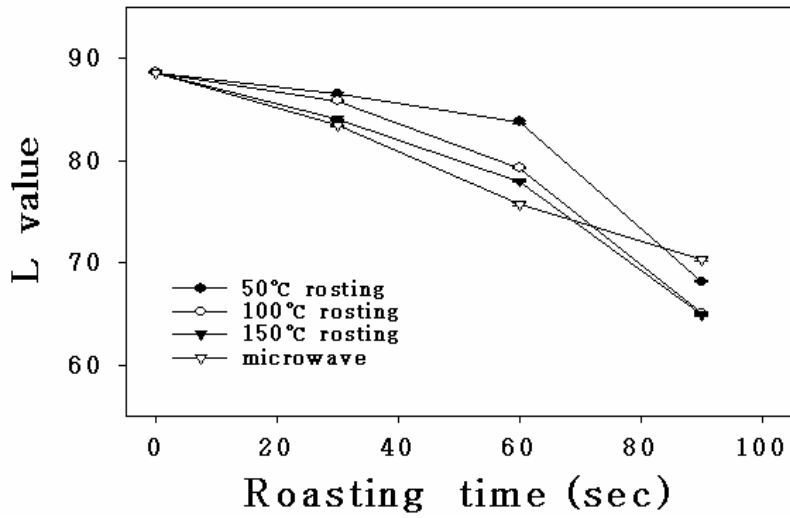


그림 18. 볶음온도와 시간에 따른 기름골 볶음차의 색차 L값의 변화

볶음온도에 따른 L값의 변화는 control 88.57에서 microwave가 70.28로 처리구 중 L값이 가장 높았으며 90초 roasting 처리시 50°C 처리구가 68.11, 100°C 처리구가 65.02, 150°C 처리구가 64.84로 roasting L값이 떨어졌다. 볶음시간에 따른 기름골 볶음차의 색차 L값은 100°C roasting 처리구의 경우 30초 처리구가 85.82에서 90초 처리구가 65.02로 볶음시간이 증가할수록 L값은 낮아졌다.

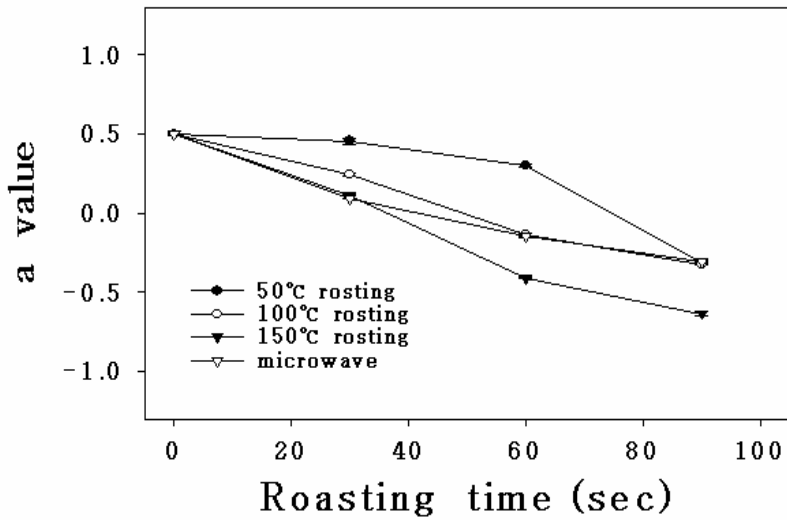


그림 19. 볶음온도와 시간에 따른 기름골 볶음차의 색차 a값의 변화

볶음온도에 따른 색차 a값의 변화는 control이 0.5에서 roasting 90초 처리시 50°C 처리구가 -0.31, 100°C 처리구가 -0.32, 150°C 처리구가 -0.63으로 roasting 온도가 높아질수록 a값이 감소하였다. 볶음시간에 따라서는 100°C roasting처리구의 경우 30초 처리구가 0.24, 90초 처리구가 -0.32로 볶음시간이 증가할수록 a값이 감소하였다.

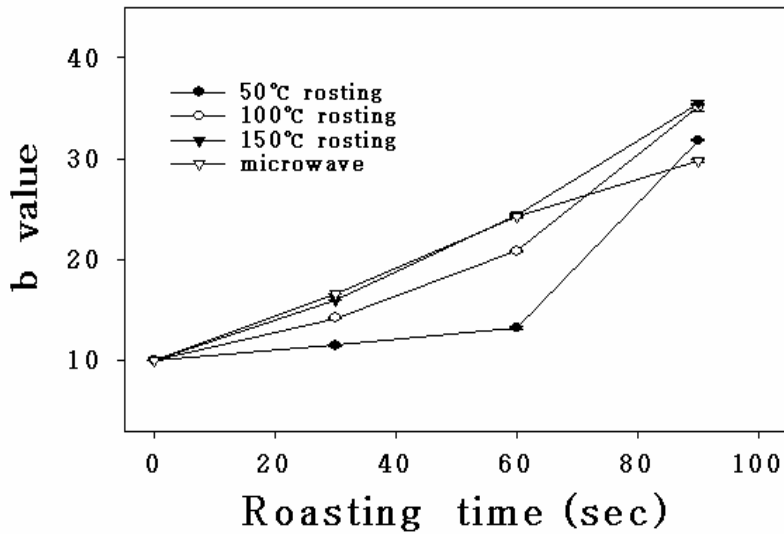


그림 20. 볶음온도와 시간에 따른 기름골볶음차의 색차 b값의 변화

볶음온도에 따른 색차 b값의 변화는 control이 10.0에서 roasting 90 초 처리시 50°C 처리구가 31.80, 100°C 처리구가 35.08, 150°C 처리구가 35.53으로 roasting 온도가 높아질수록 b값이 증가하였다. 볶음시간에 따라서는 100°C roasting 처리구의 경우 30초 처리구가 14.19, 90초 처리구가 35.08로 볶음시간이 증가할수록 a값이 감소하였다.

#### 나. 기름골 혼합침출차의 제조

기름골 볶음차는 향과 맛이 구수하여 녹차와 혼합하였을 경우 녹차의 짧은 맛을 보완하면서 잘 어울릴 것으로 판단되었다. 따라서 앞서 실시한 실험에서 가장 높은 점수를 얻은 150°C에서 60초간 roasting한 기름골 전분을 시중에 판매되는 잎 녹차와 함께 혼합한 혼합침출차를 제조하여 관능검사를 실시하였다.

이때 제시된 시료는 roasting 기름골 전분과 잎 녹차를 혼합비율을 달리하여 처리구를 달리하였다. 혼합 침출차의 제조는 가정용 분쇄기를 이용하여 1분간 분쇄하여 5 g씩 티백용기에 담아 제조하였고 80°C의 열수 100 ml로 5분간 열수 추출하여 제시하였다.

표 43. Rosting 기름골 전분과 잎 녹차를 혼합한 혼합침출차의 관능검사

기름골전분 : 잎 녹차	강도				기호도		
	색	구수한 향	구수한맛	향	색	맛	전반적
20:80	7.7 <sup>a</sup>	4.2 <sup>c</sup>	4.6 <sup>c</sup>	6.1 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	5.6 <sup>ab</sup>	6.0 <sup>ab</sup>
40:60	6.3 <sup>b</sup>	4.2 <sup>c</sup>	4.6 <sup>c</sup>	6.9 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>
<b>60:40</b>	<b>4.7<sup>c</sup></b>	<b>5.2<sup>a</sup></b>	<b>5.5<sup>a</sup></b>	<b>5.4<sup>a</sup></b>	<b>5.7<sup>a</sup></b>	<b>6.3<sup>a</sup></b>	<b>6.8<sup>a</sup></b>
80:20	2.2 <sup>d</sup>	4.6 <sup>b</sup>	5.2 <sup>b</sup>	3.7 <sup>b</sup>	3.9 <sup>b</sup>	4.5 <sup>b</sup>	4.5 <sup>b</sup>

관능검사결과 패널들은 구수한 향과 맛의 강도를 roasting 기름골 전분 : 녹차 60:40의 비율로 혼합 하였을 때 5.2점과 5.5점으로 가장 강하게 느꼈고 roasting 기름골 전분 함량을 높혀 80%으로 하였을 경우 구수한향과 맛의 점수가 4.6과 5.2로 떨어졌다. 또한 roasting 기름골 전분 함량을 60%보다 낮게 하였을 경우에도 60%에 비하여 구수한 향과 맛의 점수가 떨어지는 것으로 나타났다는데 이는 roasting 기름골 전분 60%이하 첨가시 기름골의 향과 맛이 녹차의 강한 향과 맛에 가려져 패널들이 느끼지 못하고 80% 첨가시에는 녹차의 함량이 낮아 혼합차 자체의 향과 맛이 약하게 느껴지기 때문인 것으로 판단된다. 기호도 검사에서 는 향은 roasting 기름골 전분 40%가 6.9점, 색의 경우 roasting 기름골 전분 20%가 6.3점, 맛의 기호도는 roasting 기름골 전분 60%가 6.3점으로 가장 높게 나타났다. 전반적인 기호도는 roasting 기름골 전분

60%가 6.8점으로 가장 높게 나타나 패널들은 향과 색보다는 맛이 좋은 차를 선호하는 것으로 나타났다. 따라서 기름골 혼합 침출차의 roasting 기름골 전분 : 녹차의 혼합비율은 60:40으로 하는 것이 가장 적당하다고 판단된다.

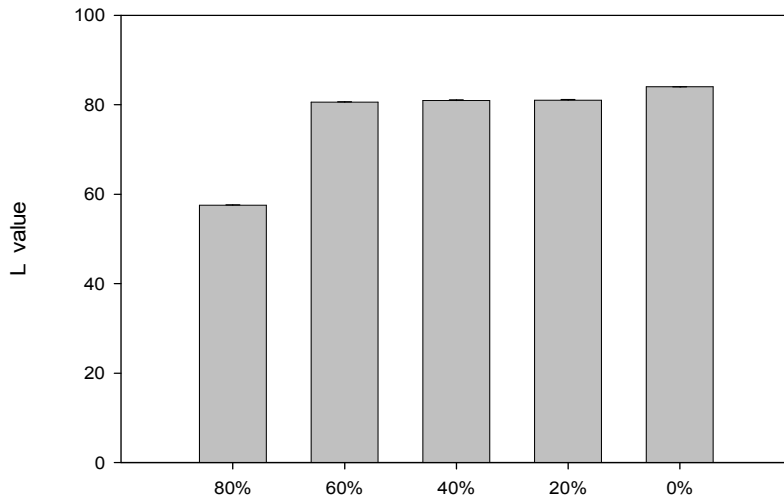


그림 21. 녹차 첨가비율에 따른 혼합 침출차의 L값변화.

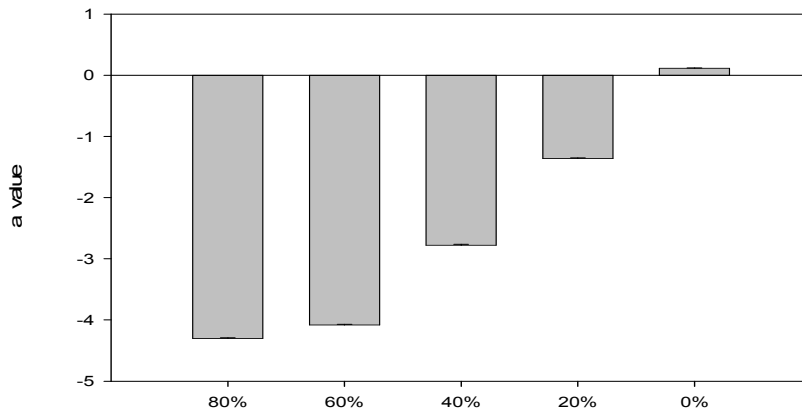


그림 22. 녹차 첨가비율에 따른 혼합 침출차의 a값변화.



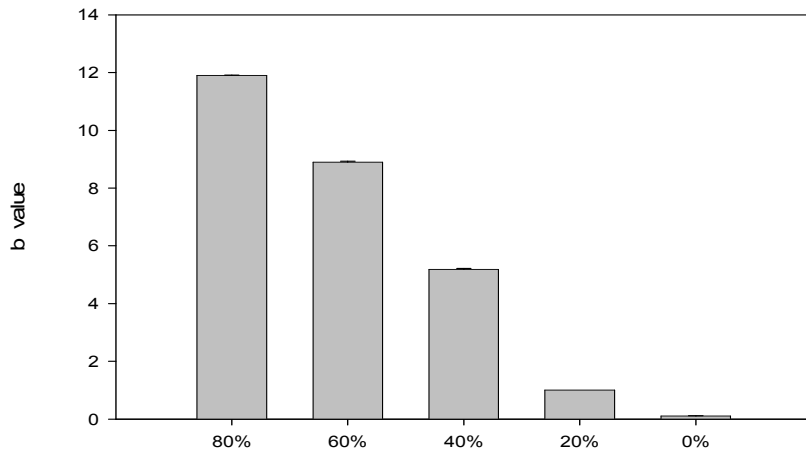


그림 23. 녹차 첨가비율에 따른 기름골 볶음차의 b값변화.



그림 24. 기름골 티백차.

다. 기름골 혼합침출차의 향기성분 분석

### 1) 향기성분 포집 및 분석

향기성분 추출은 Tekmar Purge and Trap Concentrator(LSC200, USA)을 이용한 dynamic headspace 농축법을 사용하였다. 분석은 Hewlett-Packard의 HP5890 II GC를 사용하였다. 시료주입구의 온도를 120°C, FID의 온도는 300°C로 고정하였으며 column oven의 온도는 50°C에서 1분간 유지한 다음 분당 2.0°C의 비율로 200°C까지 상승시키며 분석을 실시하였다. 분리에 사용된 column은 0.32mm 굵기에 (5%-Phenyl)Methylpolysiloxane이 coating된 J&W의 DB-5 fused silica capillary column을 사용하였으며 길이는 60m 였다.

### 2) 향기성분의 동정

GC에 의하여 분리된 향기성분 동정은 Gas Chromatograph-Mass Spectrometric Detector를 이용하였다. 향기성분의 양적인 비교는 MSD에서 얻어진 Total ion Chromatogram(TIC)에서 나타난 면적을 기준으로 하였고 column을 통해 분리된 물질의 동정은 Wiley library에 수록된 spectrum과 비교하여 동정하였다.

### 3) 향기성분 결과

관능검사 결과 가장 우수하게 평가된 기름골 침출차(로스팅 기름골 전분: 잎 녹차 = 60 : 40)향기성분을 분석한 결과는 표 1에 제시하였다. 분석결과 기름골 침출차에서 12개의 성분이 동정되었고, 주성분은 toluene, acetic acid, hexanal과 nonanol이 각각 29.57%, 21.61%, 17.61%, 10.22%를 차지했다. 그밖에 heptanal, butanoic acid butyl ester, geranyl acetone, isobutyl butylate,

butanoic acid, junipene, decanal 등이 미량으로 검출됐다.

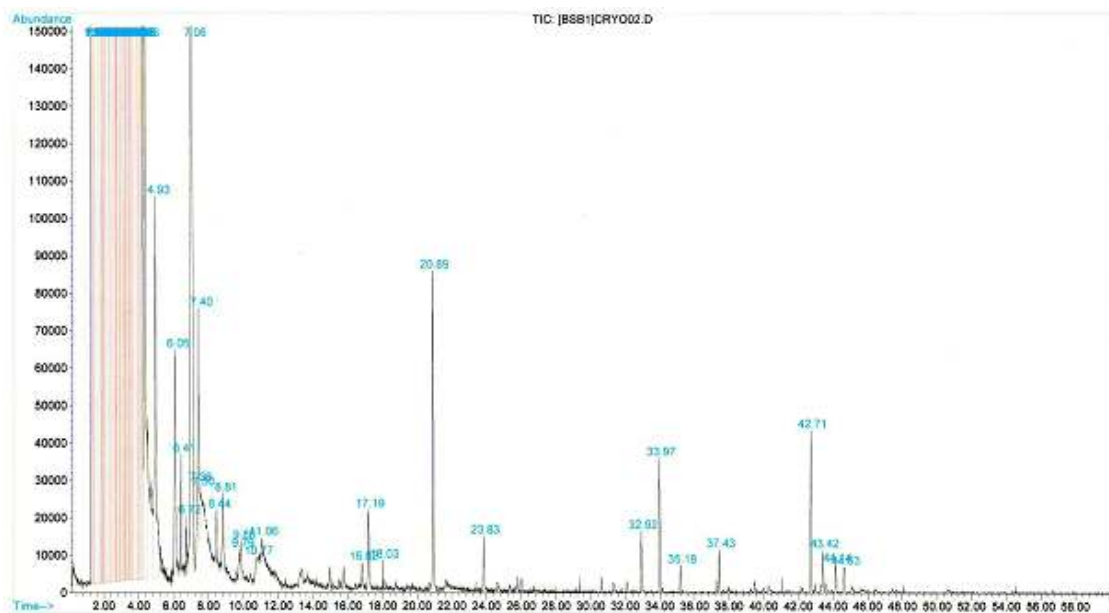


그림 25. 기름골 혼합침출차의 gas chromatograms

표 44. 기름골 혼합침출차의 향기성분

Peak No.	R.T <sup>1)</sup>	Compound	raw area( $\times 10^4$ )	peak area% <sup>2)</sup>
1	4.93	tolune	2069	29.57
2	6.04	hexanal	1232	17.61
3	7.39	acetic acid	1512	21.61
4	10.76	heptanal	230	3.29
5	20.88	nonanol	715	10.22
6	26.02	decanal	101	1.44
7	32.92	isobutyl butylate	156	2.23
8	33.96	butanoic acid butyl ester	269	3.84
9	37.42	geranyl acetone	170	2.43
10	42.7	spathulenol	335	4.79
11	43.41	butanoic acid	106	1.51
12	44.13	junipene	102	1.46

<sup>1)</sup>R.T : Retention time

<sup>2)</sup>peak area% : peak area of each compound  $\times 100$ /peak area of the internal standard

#### 라.. 기름골 추출 음료의 개발

##### 1). 실험재료 및 방법

본 실험에 사용된 기름골은 국내에서 재배 생산된 것을 수세, 건조하여 사용하였다. 기름골 추출 음료의 개발을 위한 전처리는 기름골을

300℃에서 30분간 로스팅처리하여 주원료로 하였고, 로스팅처리한 기름  
 꿀 100 g에 물 1 L를 가하여 30분, 35분, 40분간 추출하고 여과하여  
 추출물로 사용하였다. 또한 감미료 및 구연산, 비타민 C, 구연산, 레몬  
 농축액 등을 첨가하여 음료의 이용 가능성을 알아보았다.

## 2). 기름꿀 추출액의 품질특성 및 관능평가

### 가) 기름꿀 추출액의 품질특성

추출조건에 따른 기름꿀 음료의 품질 특성은 표 45에 나타내었다.  
 pH와 가용성 고형분의 경우 추출시간의 증가에 따른 유의적 차이는 없  
 었다. 밝기를 나타내는 L값과 적색도를 나타내는 a값은 추출시간이 증  
 가함에 따라 감소하였고, 황색도 b값은 증가하여 40분간 추출하였을  
 때 8.08로 나타났다.

표 45. 추출시간에 따른 기름꿀 추출액의 품질특성

추출시간 (min)	pH	가용성고형분 (Brix°)	Color value		
			L	a	b
30	5.96	0.3	98.43	-0.48	4.30
35	5.90	0.2	98.00	-0.77	4.91
40	5.94	0.3	97.33	-0.82	8.08

### 나) 기름꿀 열수추출액의 관능평가

30분 추출하였을 경우 향, 색, 맛 등의 기호도 평가에서 5.16 ~ 5.83으  
 로 나타났고, 35분 추출시 색과 맛이 증가하여 전반적인 기호도에서

6.23으로 나타났다. 40분 추출했을 때 향과 색의 평가에서 증가하는 경향을 보였으나 맛의 평가에서 낮아져 전반적 기호도에서 5.83으로 나타났다.

표 46. 기름골 추출액의 관능평가

추출시간 (min)	강도			기호도			
	색	향	맛	향	색	맛	전반적
30	5.83	5.16	5.83	5.16	5.83	5.50	5.66
35	5.16	5.66	5.93	5.50	6.50	6.00	6.23
40	6.50	6.63	6.46	6.16	6.45	5.46	5.83

### 3) 기름골 추출음료의 품질 특성 및 관능평가

#### 가) 기름골 추출음료의 품질 특성

기름골 추출액의 기호성을 증가시키기 위해 부재료(정백당1%, 과당2%, 구연산 0.005%, 비타민 C 0.005%, 레몬농축액 1%)를 첨가하여 품질특성과 관능평가를 실시하였다.

기름골 추출음료의 품질 특성은 표 47에 나타내었다. 추출액과 비교하였을 때 부재료를 혼합하면서 pH는 낮아져 4.49 ~ 4.51로 나타났고, 가용성 고형분은 증가하여 4.2 ~ 4.3으로 나타났다. L값과 a값은 낮아졌고, b값은 각각 4.71, 5.15, 7.42로 나타났다.

표 47. 기름골 추출음료의 품질특성

	pH	가용성고형분 (Brix°)	Color value		
			L	a	b
#1 <sup>1)</sup>	4.51	4.2	98.18	-0.67	4.71
#2 <sup>2)</sup>	4.49	4.3	97.85	-0.93	5.15
#3 <sup>3)</sup>	4.50	4.3	97.01	-1.05	7.42

<sup>1)</sup>30분간 열수 추출한 기름골 추출액 +부재료

<sup>2)</sup>35분간 열수 추출한 기름골 추출액 +부재료

<sup>3)</sup>40분간 열수 추출한 기름골 추출액 +부재료

나) 기름골 추출음료의 관능평가

기름골 추출음료의 관능평가 결과는 표 48에 나타내었다. 평가결과 부재료를 혼합하면서 향, 색, 맛의 평가가 전반적으로 증가하였고, 35분간 추출한 기름골 추출액을 사용한 #2가 맛과 전반적 기호도에서 가장 높게 평가되어 7.81, 7.32로 나타났다.

표 48. 기름골 추출음료의 관능평가

	강도			기호도			전반적
	색	향	맛	향	색	맛	
#1 <sup>1)</sup>	6.21	6.56	7.15	6.78	6.23	7.05	6.88
#2 <sup>2)</sup>	6.35	6.75	7.69	6.65	6.37	7.81	7.32
#3 <sup>3)</sup>	7.16	7.23	7.47	7.08	7.36	7.24	7.06

<sup>1)</sup>30분간 열수 추출한 기름골 추출액 +부재료

<sup>2)</sup>35분간 열수 추출한 기름골 추출액 +부재료

<sup>3)</sup>40분간 열수 추출한 기름골 추출액 +부재료

### 3. 기름골의 생리활성 물질 탐색

#### 가. 재료 및 방법

##### 1) 시료의 탈지 및 추출물의 조제

시료에 포함되어 있는 지질성분을 제거하기 위하여 교반한 기름골 시료에 10배에 해당하는 hexane을 가하여 20°C에서 overnight 시켰다. 지질성분이 녹아나온 hexane 층을 버리고 새로운 hexane을 가하여 수시로 흔들어주며 이러한 과정을 3회 반복하여 시료에 포함된 지질의 성분을 완전 탈지시킨다. 탈지된 시료에 10배의 80% ethanol을 가하여 20°C에서 shaking하면서 overnight시킨다. 상층액을 여과한 뒤 evaporation하여 ethanol층을 제거한 후 에탄올추출물로 사용하였다.

##### 2) 항산화활성 평가

###### 가) 총폴리페놀 함량

기름골 종자에 함유되어 있는 총 폴리페놀 함량은 다음의 방법으로 폴리페놀을 추출하여 분석하였다. 즉, 폴리페놀 추출을 위하여 탈지하지 않은 기름골을 교반한 후 70% 메탄올로 90°C에서 1시간 동안 환류추출하여 여과, 농축한 뒤 100ml로 정용하여 시료로 사용하였다. 위와 같은 방법으로 추출된 종자에 함유된 폴리페놀과 에탄올 추출물의 총 폴리페놀은 각각의 시료 100  $\mu$ L에 2% sodium carbonate 2 mL을 첨가하여 균질하고 2N folin 용액을 100  $\mu$ L 첨가하여 상온에서 30분간 방치 후, 750 nm에서 흡광도를 측정하여 분석하였고 표준물질은 (+)-catechin으로 하여 환산하였다.



나) Free radical 소거능

(1) DPPH radical 소거능

80% methanol 추출물을 농도별로 희석한 용액에  $4 \times 10^4$  M 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH: Sigma chemical, USA) 용액 80을 가하여 10초 동안 혼합하고 상온에서 15분간 방치 후, 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로는 시료 대신 80% methanol을 가하였다 (Abe *et al.* 1998; Yen *et al.* 2002). 다음 식에 따라 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도차를 백분율로 표시하여 DPPH radical scavenging activity를 나타내었다.

(2) ABTS radical 소거능

2,2'-Azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS, Sigma Chemical Co., USA) 2.5 mM과 2,2'-azobis(2-amidino-propane) dihydrochloride (AAPH)를 각각 150 mM NaCl이 포함된 100 mM potassium phosphate buffer (pH 7.4) 용액에 녹여 1:1로 혼합하고 68°C 항온수조에서 일정시간 방치하여  $ABTS^{\cdot+}$  양이온을 형성시켜 734 nm에서 흡광도 값이  $0.650 \pm 0.02$ 가 되도록 조절하였다. 이 용액 980  $\mu$ L에 농도별로 희석한 추출액 20  $\mu$ L를 가하여 37°C에서 정확히 10분간 반응시킨 후에 흡광도의 변화를 측정하였다 (Arnao *et al.* 2001),

다) LDL oxidation 억제효과

LDL(100ug)과  $CuSO_4$ (10uM)에 전체부피가 1ml이 되도록 하여 37°C에서 24시간 반응시켜 LDL을 산화시켰다. 산화시킨 LDL에 25% TCA

와 일정량의 추출물을 가하여 30분간 상온에서 반응시킨 후 TBA (1% TBA/0.3% NaOH)를 첨가하여 한시간 가열하여 532nm에서 흡광도를 측정하여 생성된 TBARS를 계산하였다.

#### 라) 간 microsome에서의 산화적 스트레스 억제효과

간 microsome (Sprague-Dawley, 웅성, 6주령)을 분리한 후 microsome 일정 농도에  $\text{FeSO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 를 산화 스트레스원으로 사용함으로써 생성하는 TBARS 함량을 Ohkawa 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 분리한 microsome에  $\text{FeSO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 와 각 시료를 농도별로 첨가하여 37°C에서 20분 동안 incubation하여 20% acetic acid 1.5 ml, 8.1% SDS 0.2 ml과 0.8% TBA 1.5 ml을 첨가한 후 100°C에서 40분간 가열하였다. 이후에 원심분리를 통하여 얻은 상층액을 분광광도계 (UV/VIS spectrophotometer, V-530, Jasco, Japan)를 이용하여 532 nm에서 측정하였다. 산화적 스트레스 저해활성은 시료 첨가군 흡광도와 증류수를 대조군으로 한 흡광도로부터 계산하여 활성을 비교하였다.

#### 마) HepG2 세포에 대한 추출물의 항산화효과

##### (1) Cellular TBARS 측정

적절히 배양된 HepG2 세포를 100 mm dish에  $1.0 \times 10^6$  cell 수준으로 접종하여 24시간 후 1mM의  $\text{FeSO}_4$ 를 첨가하여 세포의 산화를 유발시켰고 시료 추출물을 농도별로 첨가하여 24시간 배양을 한 후 배양된 세포를 PBS로 3회 washing하여 세포를 cell lysis buffer로 lysis 하였다. Lysis된 세포의 일정량을 취하여 8.1% SDS, 20% acetate buffer 및 TBA (0.8% TBA/0.5N NaOH)를 첨가하여 한시간 가열한 뒤 3000 rpm에서 원심분리하여 상등액을 취한 후 532 nm에서 흡광도를 측정하

여 생성된 TBARS를 계산하였으며 생성된 과산화지질의 양은 첨가된 단백질의 양으로 보정하여 계산하였다.

### (2) Cellular Reactive Oxygen Species (ROS) 측정

적절히 배양된 HepG2 세포를 60 mm dish에  $1.0 \times 10^6$  cell 수준으로 접종하여 24시간 후 1mM의 FeSO<sub>4</sub>를 첨가하여 세포의 산화를 유발시켰고 시료 추출물을 농도별로 첨가하여 4시간 배양하였다. 생성된 ROS의 양을 측정하기 위하여 DCF-DA (2,7-dichlorofluorescein diacetate)를 10uM 되도록 첨가하여 30분간 37°C에서 추가로 배양하고 florescence plate reader(Labsystem, USA)을 이용하여 측정하였으며(Ex 485nm, Em 538), 결과는 측정된 대조구의 흡광도를 100으로 하여 percent(%)로 나타내었다.

### 3) 항암활성 평가

배양된 MCF-7, SNU C4 및 전립선 암세포를 trypsin-EDTA로 처리하여 single cell로 준비한 후 96 well plate에  $2.0 \times 10^4$  cell/well 농도로 접종하였다. 접종 뒤 24시간 동안 더 배양한 후에 에탄올 추출물을 농도별로 처리하여 CO<sub>2</sub> incubator (5% CO<sub>2</sub>, 37°C)에서 48시간 배양하고, 당일 제조한 MTT 시약을 50 µg/well 넣고 4시간 동안 배양한 뒤, 상층액을 버리고 10% DMSO를 100 µl씩 넣고 실온에서 15분 방치한 다음, ELISA reader로 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. normal cell의 생존율에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

### 4) 콜레스테롤 합성 저해활성 평가

콜레스테롤 생합성의 율속효소인 HMG-CoA reductase의 활성은

Kleisec 등의 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 각 시료 20  $\mu$ l, 인산완충용액 (pH 7.0, 0.5  $\mu$ M) 100  $\mu$ l, DTT (20mM) 100  $\mu$ l, NADPH (3 mM) 100 $\mu$ l, 효소원을 100 $\mu$ l를 가하고 반응액의 온도를 37 $^{\circ}$ C로 일정하게 한 후 HMG-CoA (3 mM)을 100  $\mu$ l 가하여 효소반응을 시작하면서 340 nm에서 5분간의 흡광도 변화를 기록하였다. 또한 HMG-CoA 대신 증류수를 가한 blank를 반응시킨 흡광도를 동시에 기록하여 다음 식에 의하여 억제활성을 산출하였다.

#### 5) 뇌세포 보호활성형가

본 실험에서 사용한 세포주는 rat pheochromocytoma PC12로써 ATCC에서 분양받아 사용하였다. 분양받은 세포는 10%의 horse serum (Gibco, USA)과 5%의 FBS (Gibco, USA), 100 unit/mL penicillin, 100 unit/mL streptomycin이 첨가된 RPMI 1640 (Gibco, USA)배지를 사용하여 5% CO<sub>2</sub>가 공급되는 포화습도 상의 37 $^{\circ}$ C의 배양기에서 2~3 일 마다 medium change를 하고 1주일마다 계대배양을 통하여 실험 사용 시까지 배양하였다. 적절히 배양된 세포들을 96 well plate에  $2.5 \times 10^4$  cell/well 수준으로 접종하여 24시간 후 20 mM의 L-glutamate를 첨가하여 세포독성을 유발시켰고 에탄올 추출물을 농도별로 첨가하여 48시간 배양을 시켰다. 배양이 끝난 세포의 생존율은 MTT assay에 의하여 측정하였으며 세포독성 보호능은 대조군의 생존율에 대한 백분율 (%)로 나타내었다.

#### 6) 재조합 효모법을 이용한 에스트로젠 활성측정

##### 가) Recombinant yeast

CUP 1 metallothioneine promoter와 hER유전자를 포함하는 vector와

reporter system으로 estrogen response element,  $\beta$ -gal 유전자를 안정적으로 발현하는 *Saccharomyces cerevisiae* ER + LYS 8127(YER)은 서울대학교 수의과대학에서 공여받았다. Caido 등의 방법에 따라, 효모를 성장배지(3.35 g/mL yeast nitrogen base(sigma chemical Co., St. Louise, MO, USA), 2% dextrose(Sigma, USA), 30 ug/mL L-lysine-HCl(Sigma, USA), 35 ug/mL L-histidine-HCl(Sigma, USA))에서 유지하였다. 효모는 성장배지에 20% glycerol(Sigma, USA)를 첨가하여  $-80^{\circ}\text{C}$  이하에서 보존하였다.

#### 나) Yeast estrogen Receptor(YER) assay

효모를 성장배지에 넣은 후 진탕 항온기에서 200rpm 상태로 증식시켰다. 각 효모를 적정 희석한 후, 500uM의  $\text{CuSO}_4$ (Sigma)를 첨가하여 50ml cornical tube에 적정량을 분주한 후 각각 물질을 0.1%로 처리하였으며 용매 대조군을 dimethyl sulfoxide (sigma, USA)를 사용하였다. 18시간 shaking incubator(200 rpm)에서 배양 후 각 tube의 배양액을 동일한 농도로 희석한 후 96 well microtiter plate에 100 $\mu\text{l}$ 씩 분주하였다. 각 well에 2 mg/mL o-nitrophenyl- $\beta$ -D-galactopyranoside(ONPG, Sigma, USA), 50mM  $\beta$ -mercaptoethanol(Sigma, USA), 25 U/g/mL zymolyase 20T(Seigagaku, Tokyo, Japan)를 포함하는 Z buffer를 100 $\mu\text{l}$ 씩 분주하고 20분 후 발색 발색정도를 microplate reader를 이용하여 415nm와 595nm에서 측정하였다.

#### 7) Acetylcholinesterase assay

Acetylcholinesterase (AChE)의 활성은 George L. Ellman의 방법<sup>(9)</sup>을 응용하였다. 즉, 3 mL용 cuvette에  $37^{\circ}\text{C}$ 로 보온한 0.1 M phosphate

buffer (pH 8.0) 3.0 mL 가하고, 기질용액 0.075 M acetylcholin iodide 20  $\mu$ L, 0.01 M dithiobisnitrobenzonic acid (DTNB)/phosphate buffer (pH 7.0) 100  $\mu$ L를 각각 가하여 잘 혼합한 다음 적정농도의 시료를 첨가하고 acetylcholinesterase (Sigma, USA)를 첨가하여 효소반응을 시작하였다. 412 nm에서 효소반응초기부터 5분간의 흡광도 변화를 측정하여 효소활성도를 산출하였다. 시료의 AChE 억제활성도는 시료를 가하지 않은 상태의 효소활성도에 대한 시료 첨가후의 효소활성도로부터 환산하였다.

## 나. 실험결과

### 1) 항산화활성 평가

#### 가) 총폴리페놀 함량

기름골과 탈지 에탄올추출물이 함유하고 있는 폴리페놀의 양을 측정하였다. 표 1에 나타난 바와 같이 기름골 시료 100g에는 212.6mg의 총폴리페놀이 함유되어 있으며 탈지에탄올 추출물 100g에는 650mg의 총폴리페놀이 함유되어 있는 것으로 나타났다 (표 49).

표 49. 기름골에 함유되어있는 총폴리페놀의 함량

구분	총폴리페놀 (mg catechin /100g)
기름골 종자	212.6 ± 28.4
에탄올 추출물	650 ± 100.3

#### 나) Free radical 소거능

Freeradical소거능 측정에 사용되는 DPPH(diphenyl-1-picrylhydrazyl)는 비교적 안정한 라디칼을 갖고 있으며 그것의 흡수 전자에 의해 516 nm 부근에서 흡수 극대를 나타내는데 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하며 다시 산화되기 어렵다. 따라서 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크다면 높은 항산화활성 및 활성산소를 비롯한 다른 라디칼에 대한 높은 제거활성을 기대할 수 있기 때문에 특정 물질의 항산화능을 측정하는데 주로 이용되고 있다. 따라서 본 실험에서는 탈지에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능을 측정하였다 (그림 26). 기름골 탈지에탄올 추출물은 첨가농도가 높을수록

높은 radical 소거능을 나타내어 0.125mg, 0.25mg, 0.5mg, 1mg 및 2mg의 에탄올 추출물을 첨가하였을 때의 radical 소거능은 각각 2.57%, 7.36%, 17.89%, 35.49% 및 55.77% 이었으며 IC<sub>50</sub>은 1.72 mg으로 나타났다.

또한 그림 27에는 탈지에탄올 추출물의 ABTS (2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) radical 소거능을 나타내었다. ABTS를 이용한 탈지 에탄올추출물의 소거능은 DPPH의 결과와 마찬가지로 첨가농도가 높을 수록 높은 소거능을 나타내어 1 mg의 첨가농도에서 91.03%의 소거능을 보였으며 IC<sub>50</sub>은 0.396 mg으로 나타났다.

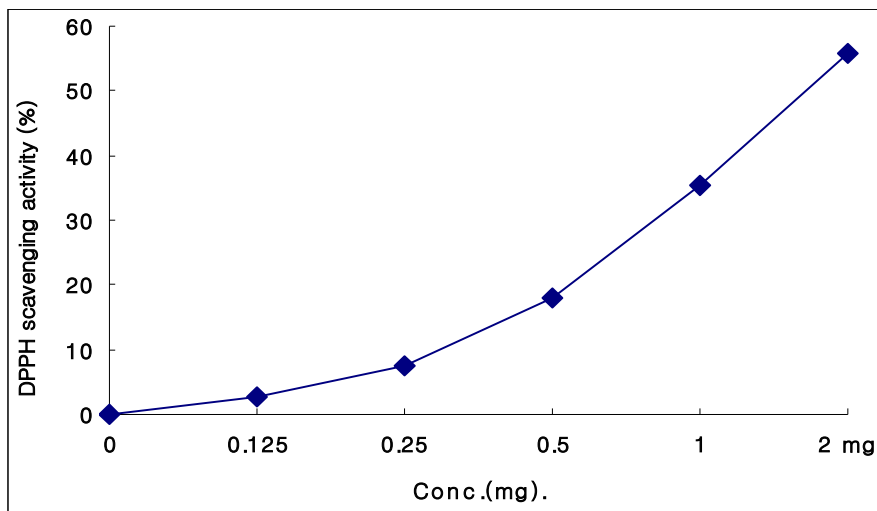


그림 26. 80% 에탄올로 추출한 기름골의 DPPH radical 소거능



	DPPH radical scavenging activity					
	0.125mg	0.25mg	0.5mg	1mg	2mg	IC50
80% 에탄올 추출물	2.57	7.36	17.89	35.49	55.77	1.72 mg

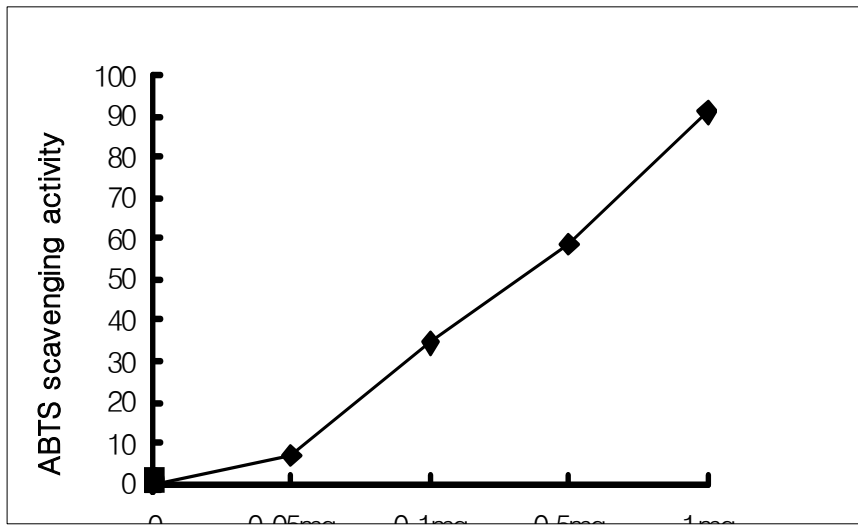


그림 27. 80% 에탄올로 추출한 기름골의 ABTS radical 소거능

	ABTS <sup>+</sup> radical scavenging activity				
	0.05mg	0.1mg	0.5mg	1mg	IC50
80% 에탄올 추출물	6.90	34.51	58.73	91.03	0.396 mg

다) LDL oxidation 억제효과

LDL은 plasma protein중 저밀도 lipoprotein으로써 외부의 구성인자인 Apo B-100은 인체 내 혈관에서 콜레스테롤의 조절 및 대사에 직접 관여하기 때문에 LDL의 산화억제는 체내에서 동맥경화 억제와 밀접하게 관련되어 있어 생리적인 의의가 매우 크다고 할 수 있다. 따라서 본 실험에서는 탈지기름골 에탄올추출물의 LDL oxidation 억제효과를 관찰하였다(그림 28). 비교적 에탄올 추출의 농도가 높아질 수록 산화억제효과가 상승하는 것으로 나타났으나 1 mg 이상의 농도에서는 산화억제효과가 감소하는 것으로 나타났으며 0.5mg의 농도에서 약 22%의 LDL 산화억제효과가 나타났다.

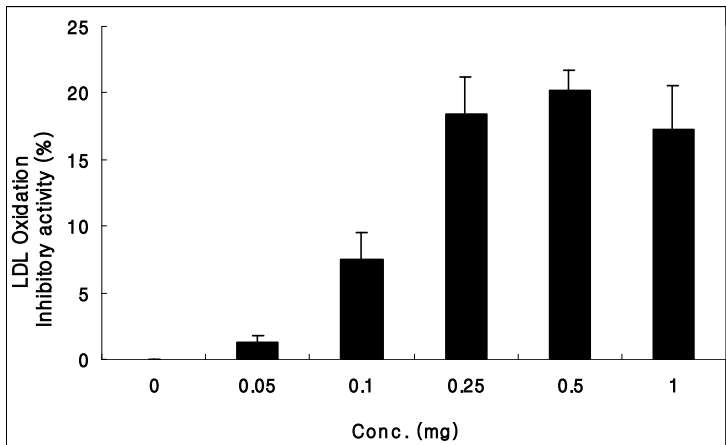


그림 28. 80% 에탄올로 추출한 기름골의 LDL 산화

라) 간 microsome에서의 산화적 스트레스 억제효과

Rat의 간으로부터 microsome을 추출하여  $FeSO_4-H_2O_2$ 로 산화적 스트레스를 유발하고 탈지기름골 에탄올 추출물을 첨가하여  $FeSO_4-H_2O_2$ 로 인한 산화적 스트레스 억제효과를 관찰하였다 그림 29에 나타난 대

로  $\text{FeSO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 로 인한 간 microsome의 산화적 스트레스는 탈지기름  
 골 에탄올 추출물의 첨가에 따른 큰 영향을 나타내지 않았다.

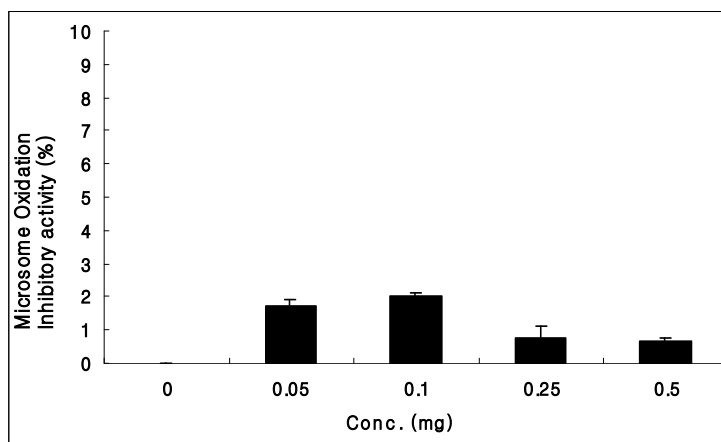


그림 29. 80% 에탄올로 추출한 기름골의 microsome 산화

마) HepG2 세포를 이용한 TBARS 및 ROS의 측정

세포가 산화적 스트레스를 받게 되면 세포내 단백질이 산화되는데,  
 이때 산화되어 변성된 단백질은 세포내의 proteolytic system이 활성화  
 되어 세포내 단백질 분해도(protein degradaton level)가 증가한다. 따라  
 서 본 실험에서는 HepG2 세포를 이용하여 1mM의  $\text{FeSO}_4$ 로 세포의 산  
 화를 유도시키고 탈지기름골 에탄올 추출물이 이러한 세포의 산화를  
 억제하는 효과를 관찰해 보았다. 그림 30에 나타난 대로 1mM의  $\text{FeSO}_4$   
 의 처리는 약 2.7배의 TBARS가 형성되었으며 탈지 기름골 에탄올추출  
 물의 첨가는  $\text{FeSO}_4$ 에 의하여 증가된 TBARS를 미약하게 억제하는 경  
 향이 나타났으나 유의차는 인정되지 않았다.

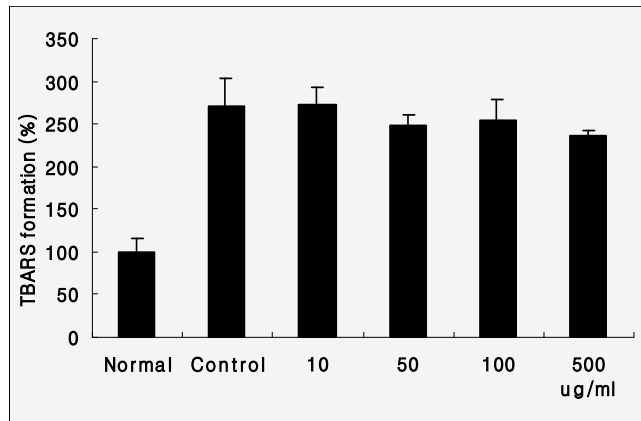


그림 30. HepG2 세포를 이용한 TBARS 측정

$H_2O_2$ 와 같은 활성산소종 (reactive oxygen species, ROS)은 단순히 호흡과정에서 생성되는 부산물로 여겨져 왔으나 최근에 이르러 활성산소종은 외부자극에 의하여 세포막에 존재하는 수용체를 통하여 일시적으로 생성되며, 특히 세포내 활성산소종의 증가는 세포의 사멸과 깊은 관계가 있는 것으로 보고되어지고 있다. 본 실험에서는 HepG2 세포를 이용하여 1mM의  $FeSO_4$ 로 세포의 산화를 유도시키고 탈지기름골 에탄올 추출물이 이러한 세포의 산화를 억제하는 효과를 ROS를 측정으로써 관찰하였다. Fig. 6에 나타난 대로 1mM의  $FeSO_4$ 의 처리로 ROS가 크게 증가하였으나 실험에서 사용한 탈지 기름골 에탄올추출물은 이러한 ROS의 형성을 전혀 억제하지 못하는 것으로 나타났다.

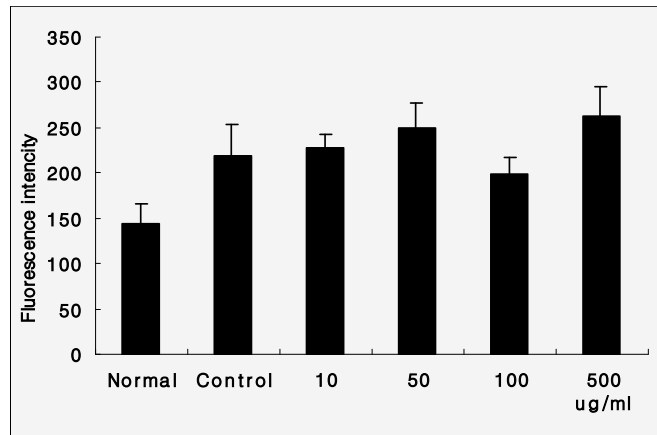


그림 31. EHePG2 세포를 이용한 ROS 측정

2) 항암활성 평가

대장암세포(SNU C4), 전립선암세포(LNCap-FGC) 및 유방암세포(MCF-7)에 대하여 탈지기름골 에탄올추출물의 항암활성을 관찰해보았다 (그림 32). 실험에서 사용한 추출물의 농도가 증가할 수록 암세포의 생육을 억제하는 경향은 나타났으나 유의차는 인정되지 않았으며, 그 효과 또한 매우 미비하였다.

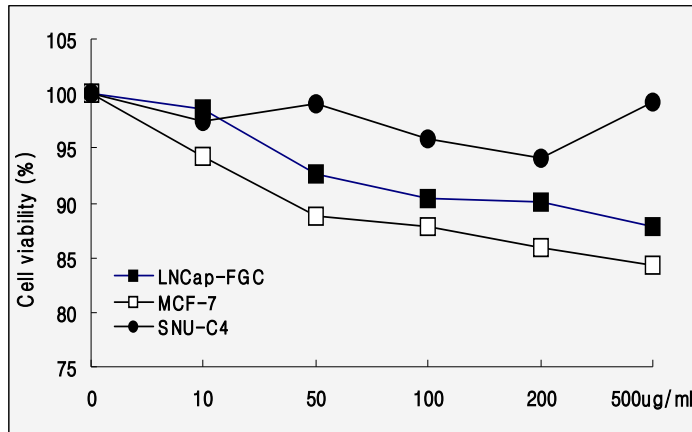


그림 32. 80% 에탄올로 추출한 기름골의 SNU C4, LNCap-FGC, MCF-7 항암활성

### 3) 콜레스테롤 합성 저해활성 평가

콜레스테롤의 합성에 있어서 가장 중요한 단계는 콜레스테롤의 생합성의 율속효소인 3-hydroxy-3-methylglutaryl (HMG) CoA reductase 반응으로써 이 효소의 조절은 체내 총콜레스테롤과 혈청 콜레스테롤 수준에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서는 기름골 추출물의 체내 콜레스테롤 합성 저해활성을 평가하기 위하여 HMG CoA reductase의 활성을 관찰한 결과 (표 50), 본 실험의 양성대조군으로 사용한 lovastatin은 현재 콜레스테롤 합성억제제로 사용되고 있는 약제으로써 본 실험의 경우 농도가 높아질수록 HMG CA reductase의 활성이 크게 감소되는 것으로 나타났으나 탈지기름골 에탄올추출물의 경우, 효소활성 억제효과를 나타내지 못하는 것으로 평가되었다.

표 50. 토마토추출물의 HMG CoA reductase 억제활성에 미치는 영향

Sample	Concentration	% Inhibition
Lovastatin	6uM	39.1
Lovastatin	12uM	74.8
80% EtOH	100 $\mu$ g/ml	-
	500 $\mu$ g/ml	3.0
	1mg/ml	0.5

#### 4) 뇌세포 보호활성 평가

PC 12 cell에 있어서 탈지 기름골 에탄올추출물이 glutamate로 유도된 세포독성에 미치는 영향을 나타내었다. L-glutamate를 25 mM의 농도로 첨가하였을 때 36.8%의 세포사멸을 유도하여 약 63.2%의 세포생존율을 나타내었다. 그러나 에탄올 추출물은 L-glutamate에 의한 세포사멸을 억제하지 못하는 것으로 나타났다(그림 33). 뇌 속에 과다하게 축적된 glutamate는 활성산소종을 축적시키고 뇌신경 세포벽의 지방산화를 촉진함으로써 뇌신경세포의 사멸을 촉진하고 알츠하이머와 같은 질환을 야기시키는 것으로 알려져 있으며 Choi 및 Murphy 등은 뇌 속의 glutamate 과다 축적은 세포내에  $Ca^{2+}$  이온의 항상성의 불균형에 의한다고 보고하였다. 또한 Bondy 등은 kinate와 같은 glutamate receptor agonist에 의하여 뇌세포의 free radical 형성이 증가하였다고 보고하였으며, Seyfreid 등은 glutamate에 의하여 유도된 PC 12 cell의 세포사멸은 flupirtine과 같은 NMDA receptor antagonist에 의하여 감소될 수 있다고 제안하였다. 이러한 점으로 미루어 볼 때 기름골 탈지 에탄올 추출물은 뇌세포 보호효과가 없는 것으로 판단되었다

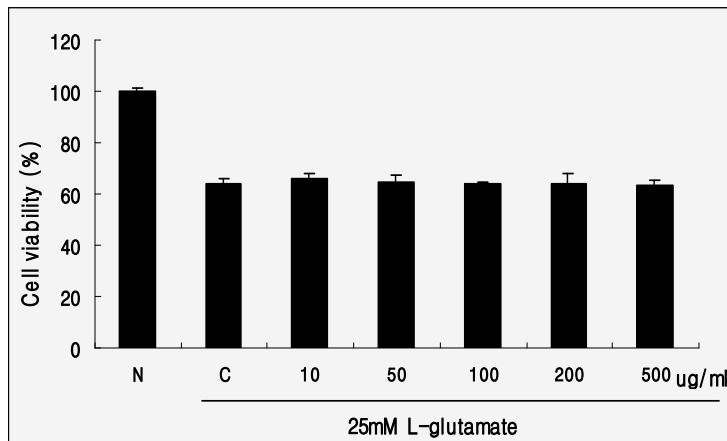


그림 33. 80% 에탄올로 추출한 기름골의 뇌세포 보호활성

#### 5) 재조합 효모법을 이용한 에스트로젠 활성측정

에스트로젠은 여성호르몬의 일종으로 갱년기 이후 감소하여 안면홍조, 골다공증, 심혈관계 질환 등 많은 생리적 문제를 야기하며 이러한 에스트로젠 활성을 갖는 물질을 식물계에서 찾고자 하는 노력이 많이 이루어지고 있다. 재조합 효모법은 이러한 에스트로젠 활성을 측정하는 방법으로 많이 이용되어지고 있다.  $17\beta$ -estradiol (E2) 및 에스토겐성 물질은 재조합효모내로 유입되어 호르몬 수용체와 결합하고 이는 다시 receptor vector에서  $\beta$ -galactosidase의 발현을 유도한다. 에스트로젠 활성은  $\beta$ -galactosidase의 발현여부로 검출되며, 양성대조군으로 사용한 E2는  $10^{-9}$ M에서 최대 활성을 나타내었다. 이 농도에서 E2활성과 기름골 에탄올추출물의 에스트로젠 활성을 비교한 결과는 그림 34와 같으며, 실험결과, 탈지 기름골 에탄올추출물은 에스트로젠 활성을 나타내지 않는 것으로 나타났다.



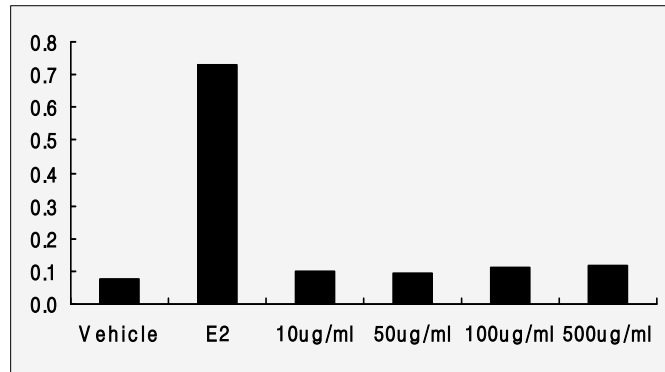


그림 34. 80% 에탄올로 추출한 기름골의 에스트로젠 활성

#### 6) Acetylcholinesterase assay

Acetylcholinesterase(AChE)는 acetylcholine을 분해하는 효소로서 뇌 중 AChE의 농도가 증가할 수록 뇌 중 acetylcholine 함량이 감소하고 amyloid 화합물의 신경독성이 증가하여 치매가 유발될 가능성이 높다고 보고 되어 있으며, 또한 알츠하이머병 환자의 뇌에서 콜린성 신경세포가 현저히 감소하고 콜린성 신경전달물질이 감소한다고 보고되어 왔다. 따라서 본 실험은 탈지 기름골 에탄올추출물이 acetylcholine을 분해시키는 acetylcholinesterase의 활성을 억제시키는 효과가 있는지 검토해 보았다. 그림 35에 나타난 바와 같이 기름골 에탄올 추출물은 acetylcholinesterase 억제활성이 없는 것으로 관찰되었다.

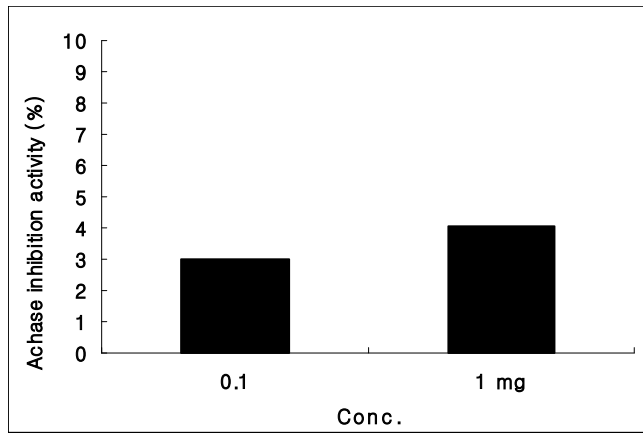


그림 35. 80% 에탄올로 추출한 기름골의 Acetylcholinesterase assay

## 제 3 절 기름골의 생리활성 물질 탐색(in vivo) 및 제품의 다양화

### 1. 기름골이 비만 및 체내 지질함량에 미치는 영향

#### 가. 실험재료 및 방법

##### 1) 재료

시료에 포함되어 있는 지질성분을 제거하기 위하여 분쇄한 기름골 시료에 10배에 해당하는 hexane을 가하여 20℃에서 overnight 시켰다. 지질성분이 녹아나온 hexane 층을 버리고 새로운 hexane을 가하여 수시로 흔들어주며 이러한 과정을 3회 반복하여 시료에 포함된 지질의 성분을 완전 탈지시킨 후 분말시료를 사용하였다.

##### 2) 실험동물의 사육 및 식이조성

실험에 사용된 동물은 생후 4주령의 수컷 C57BL/6J로서, (주)오리엔트바이오로부터 구입하였다. 실험군은 10마리씩 4군으로 정상군(Normal), 고지방-대조군(Control), 고지방-5% 기름골군(Ki-L), 고지방-10% 기름골군(Ki-H)으로 나누고 실험식이를 공급하여 7주간 사육하였으며 실험식이는 AIN-76 diet 조성에 의거하여 조제하였으며, 고지방 식이를 섭취하는 대조군은 코코넛 버터 7%, 코코넛 오일 3% 및 콜레스테롤 1%를 첨가하여 비만을 유도하였다(표 51). 실험동물의 식이섭취량과 체중은 매주 일정시간에 측정하였으며 물과 실험식이는 자유롭게 섭취하도록 하였다.

표 51. 식이조성

(g/kg diet)

	Normal	Control	Ki-L(5%)	Ki-H(10%)
Casein	200	200	200	200
Corn oil	50	50	50	50
Cocoa butter	-	70	70	70
Coconut oil	-	30	30	30
Cholesterol	-	10	10	10
Corn starch	350	240	290	240
Sucrose	300	300	200	200
Cellulose	50	50	50	50
Mineral Mix <sup>3)</sup>	35	35	35	35
Vitamin Mix <sup>4)</sup>	10	10	10	10
Methionine	3	3	3	3
Choline bitartrate	2	2	2	2
탈지 기름골 분말			50	100

## 3) 생화학적 분석

## 가) 혈액과 장기의 채취

실험동물을 절식시킨 뒤, 안정맥으로부터 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 원심분리관에 담아 ice bath에 20분간 방치한 후 3000rpm, 4°C에서 10분간 원심분리(Centrifuge, VS-500, Vision Scientific Co. Korea)하여 혈청을 분리하고, 분리된 혈청은 분석시까지 -70°C deep freezer에 보관하였으며 혈액을 채취한 후 장기들은 ice cold saline용액에 세척한 다음 여지로 물기를 제거하여 무게를 측정 후 분석시까지 -70°C deep freezer에 보관하였다.

나) 혈청 중 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤

혈청의 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 (주)신양화학의 혈액분석용 kit를 이용하였다. 총 콜레스테롤은 Cholestenzyme-V, 중성지방은 Triglyzyme-V 및 HDL-콜레스테롤은 HDL-C555를 이용하여 분석하였다.

다) 간 중 총지방, 중성지방 및 총 콜레스테롤

간의 총 지질함량의 측정을 위하여 Folch로 지질을 추출하여 총 지질 농도를 측정하였으며, 간의 중성지방과 콜레스테롤 농도는 추출한 총 지방을 chloroform으로 녹여 일정량 취하여 휘발시킨 후 혈청과 동일한 방법으로 kit를 이용하여 측정하였다.

라) 혈청 중 glucose, insulin 및 leptin의 측정

혈청 인슐린 농도는 mouse insulin immunoassay kit(Shibayagi, Japan), leptin 농도는 mouse leptin immunoassay kit(R&D, USA), 혈당의 농도는 Glycozyme kit(신양화학)를 이용하여 분석하였다.

마) 지방조직의 형태학적 분석

지방조직 세포의 형태학적 관찰을 위해 동물 희생시 적출한 부고환조직의 일부를 적출하여 10% formaldehyde용액에 24시간 고정된 다음 같은 용액으로 2회 교환하였다. 흐르는 물로 충분히 수세한 다음, 78%, 80%, 90% 및 100% 에탄올을 이용하여 단계적으로 탈수시킨 다음 paraffin 투과과정을 거쳐 포매하였다. 포매된 조직은 박절편기로 약 4 $\mu$ m 두께로 박절하여 hematoxylin-eosin (HE)으로 염색하고, xylene으로 투명화 시켜 봉입한 다음 광학현미경으로 관찰하였다.

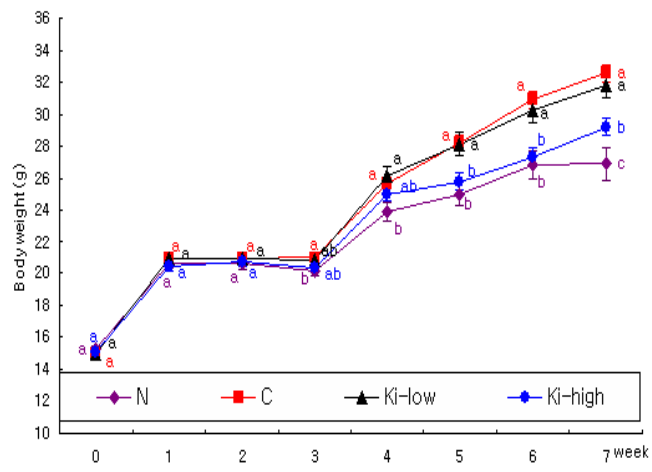
#### 4) 통계분석

실험결과는 SAS를 이용하여 실험군당 평균±표준오차로 나타내었으며, 각 군의 유의차 검정은 duncan's multiple range test를 사용하였다.

#### 나. 실험결과

##### 1) 식이섭취량, 체중 및 장기무게

실험기간 동안의 체중변화, 식이섭취량과 장기무게는 각각 그림 36 및 표 52, 53에 나타내었다. 실험기간 7주 후에는 고지방 식이를 섭취한 대조군의 체중증가량은 정상군의 증가량에 비하여 1.5배 증가됨으로써 고지방 식이로 인하여 비만이 유도되었음을 확인할 수 있었다. 탈지 기름골 파우더를 5% 급여한 Ki-L군에서는 대조군에 비하여 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 탈지 기름골 파우더를 10% 급여한 Ki-H군에서는 체중증가량이 약 20% 로 유의하게 감소하였다. 더불어 각 실험군의 장기 및 장기주변 지방의 무게를 측정된 결과, 정상군에 비하여 대조군의 간 무게가 유의적으로 증가하였으며, 탈지 기름골 파우더를 각각 5%, 10% 첨가한 실험군은 대조군에 비하여 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 신장주변 지방과 부고환 주변 지방 및 갈색지방의 무게는 정상군에 비하여 대조군에서 유의하게 증가하여 고지방 식이로 인하여 지방이 축적되는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 지방의 증가는 탈지 기름골 파우더를 급여한 실험군에서 대조군에 비하여 유의차가 나타나지 않았으나 감소하는 경향을 보였다.



Nor    Con    KiL    KiH            Nor    Con    KiL    KiH

그림 36. 실험군의 7주 후 체중변화

표 52. 실험군의 식이섭취에 따른 체중 변화

(g/mouse)

	Normal	High fat diet		
		Control	Ki-L(5%)	Ki-H(10%)
IBW(g) <sup>1)</sup>	15.01±0.29 <sup>NS3)</sup>	15.01±0.20	14.93±0.24	15.02±0.23
FBW(g) <sup>2)</sup>	26.91±1.01 <sup>c</sup>	32.58±0.53 <sup>a</sup>	31.79±0.79 <sup>a</sup>	29.20±0.52 <sup>b</sup>
Weight gain (g/7weeks)	11.70±0.77 <sup>c</sup>	17.57±0.55 <sup>a</sup>	16.86±0.78 <sup>a</sup>	14.18±0.50 <sup>b</sup>
Food intake (g/day)	3.21±0.13	3.48±0.15	3.49±0.19	3.35±0.20

1) Initial body weight, 2) Final body weight, 3) NS : not significant

표 53. 실험군의 장기 무게 변화

(g/mouse)

	Normal	High fat diet		
		Control	Ki-L	Ki-H
Liver	0.98±0.03 <sup>c</sup>	1.41±0.03 <sup>a</sup>	1.34±0.07 <sup>a</sup>	1.17±0.04 <sup>b</sup>
Kidney	0.30±0.01 <sup>NS4)</sup>	0.31±0.01	0.32±0.01	0.30±0.01
Spleen	0.07±0.00 <sup>NS</sup>	0.09±0.01	0.09±0.01	0.08±0.01
RFP <sup>1)</sup>	0.30±0.05 <sup>b</sup>	0.55±0.02 <sup>a</sup>	0.53±0.04 <sup>a</sup>	0.44±0.03 <sup>a</sup>
EFP <sup>2)</sup>	0.83±0.11 <sup>b</sup>	1.46±0.06 <sup>a</sup>	1.41±0.09 <sup>a</sup>	1.21±0.08 <sup>a</sup>
BAT <sup>3)</sup>	0.15±0.02 <sup>ab</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.18±0.01 <sup>a</sup>	0.13±0.01 <sup>b</sup>

1) Retrorenal fat pad, 2) Epididymal fat pad, 3) Brown adipose tissue  
4) NS : not significant





Nor

Con

KiL

KiH

## 2) 혈중 지질함량

실험기간동안 실험군의 혈중 지질함량의 변화를 측정하였다. 고지방식이 대조군에 비하여 탈지 기름골 파우더를 5%와 10% 급여한 실험군에서 각각 15.1%, 19.9%의 감소 효과를 나타내었다(그림 37). 혈중 총 콜레스테롤 함량은 대조군이 정상군에 비하여 57%로 유의적으로 높았으나 탈지 기름골 파우더를 5%와 10% 급여한 실험군은 대조군에 비하여 각각 3.2%, 14.3%의 감소 효과를 나타내었다(그림 38). 한편 HDL 콜레스테롤 함량은 대조군이 정상군보다 유의차가 나타나지 않았으나 높은 경향을 나타내어 이는 고지방 식이로 인한 혈중의 총 콜레스테롤 함량의 증가에 기인된 것으로 사료된다(그림 39). HDL : 총 콜레스테롤 비율을 확인한 결과, 고지방 식이 대조군이 정상군에 비하여 유의적으로 낮았으며 탈지 기름골 파우더의 급여는 HDL : 총 콜레스테롤 비율에 영향을 미치지 않았다(그림 40).

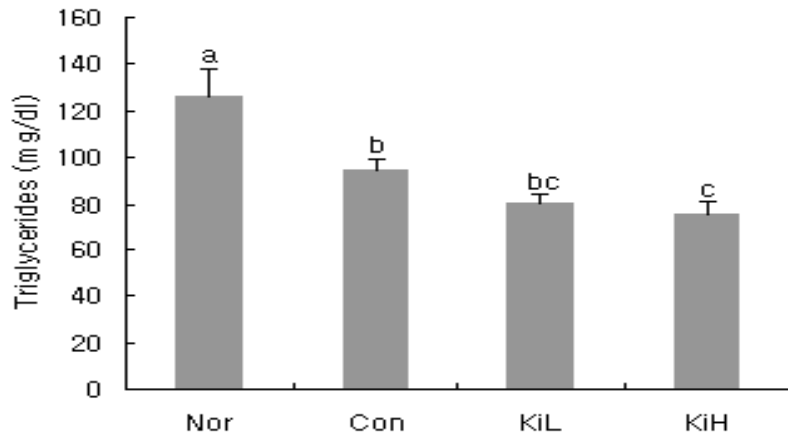


그림 37. 실험군의 혈중 지질함량의 변화 (7주)

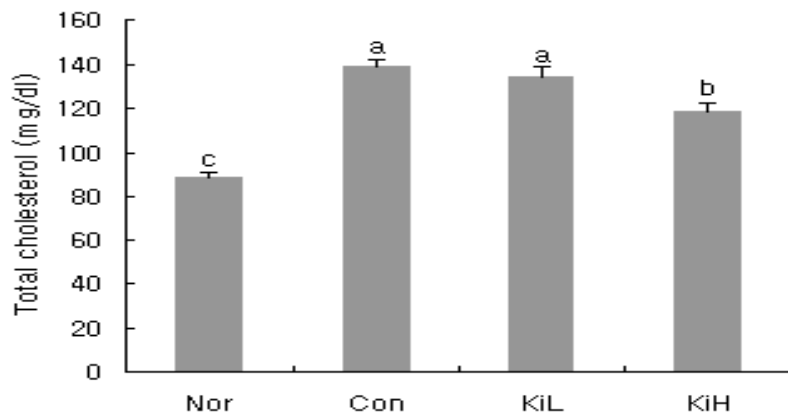


그림 38. 실험군의 혈중 총 콜레스테롤의 변화 (7주)

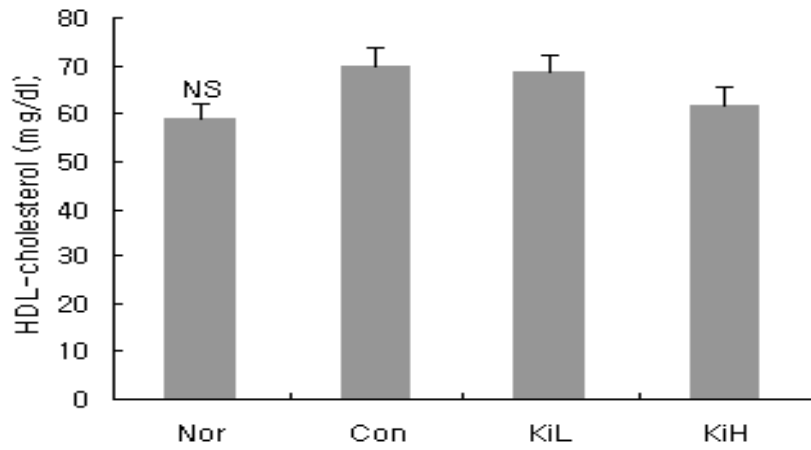


그림 39. 실험군의 HDL 콜레스테롤의 변화 (7주)

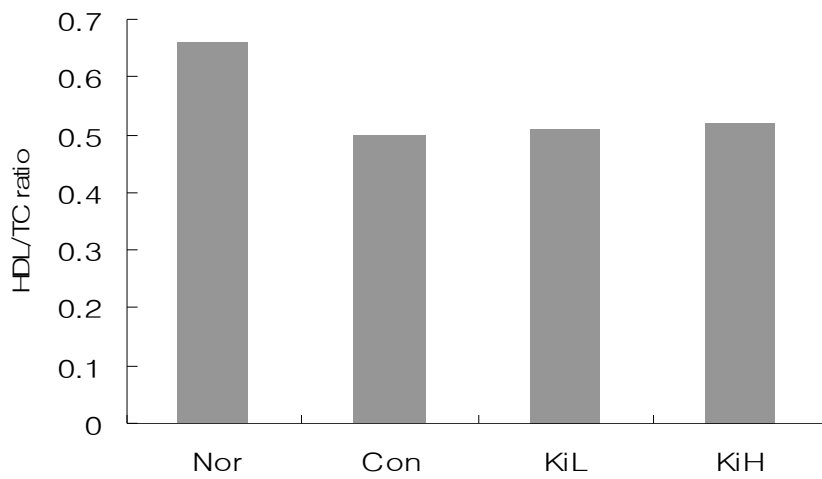


그림 40. 혈중 HDL 콜레스테롤과 총 콜레스테롤 비율

### 3) 간 중 지질

기름골 파우더가 고지방식이를 공급한 마우스의 간장 지질 축적에 미치는 영향을 검토하였다. 실험기간 동안 실험군의 간 중 지질함량을 측정하였다. 간 조직 중의 중성지방 함량은 대조군이 정상군에 비하여 약 2배 증가하였다. 탈지 기름골 파우더를 5% 급여한 실험군은 대조군과 유의적인 차이가 없었으나 탈지 기름골 파우더를 10% 급여한 실험군은 대조군에 비하여 약 20%의 유의적인 감소를 보였다(그림 42). 콜레스테롤 함량은 대조군이 정상군에 비하여 1.3배의 유의적인 증가를 보였으나, 탈지 기름골 파우더 급여에 따른 변화는 나타나지 않았다(그림 43).

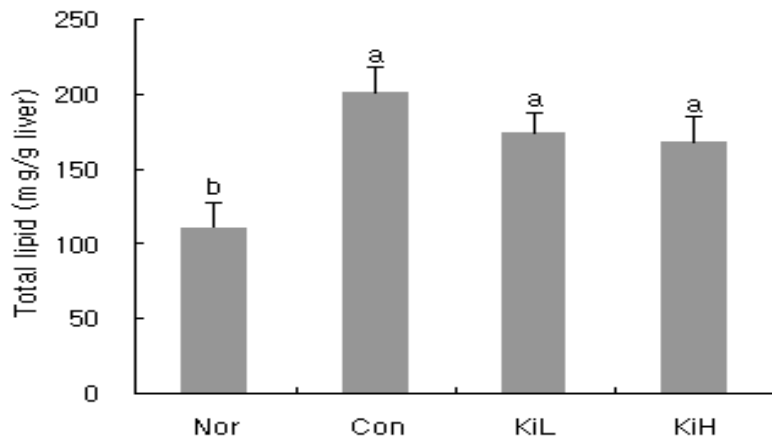


그림 41. 실험군의 간중 지질 조성 (7주)

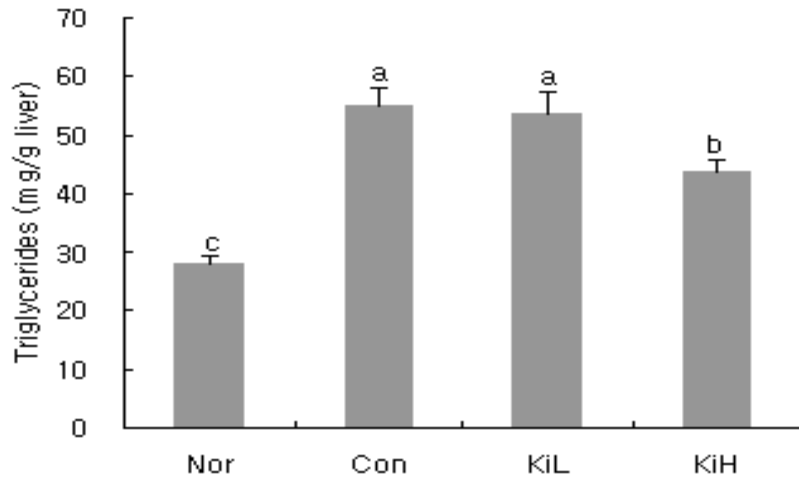


그림 42. 실험군의 간중 중성지질 조성 (7주)

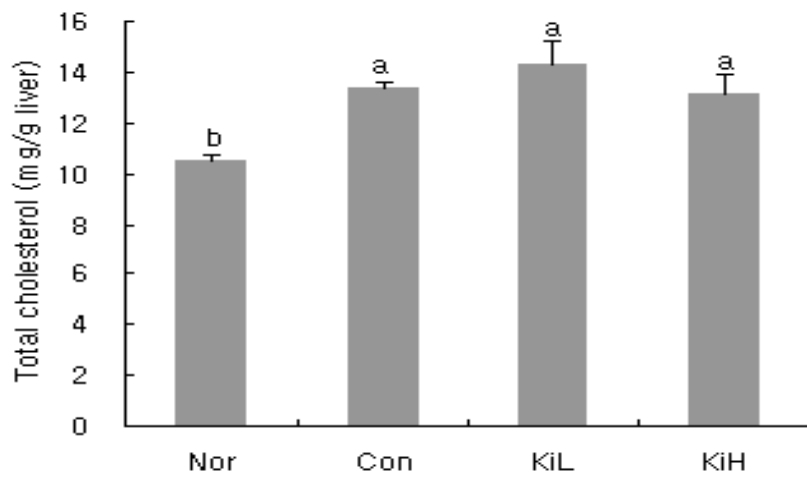


그림 43. 실험군의 간중 총 콜레스테롤 조성

#### 4) 혈청 중 glucose, insulin 및 leptin의 농도

실험동물의 혈중 leptin, insulin, glucose 및 adiponectin 함량을 측정하였다. 혈중 leptin 농도는 대조군이 정상군에 비하여 약 3.9배로 유의하게 증가하였다. 이러한 leptin농도의 증가는 탈지 기름골 파우더를 급여한 실험군에서 유의하게 감소하였으며 탈지 기름골 파우더를 5% 급여한 군보다 10% 급여한 실험군이 많이 감소하는 것으로 나타나 탈지 기름골 파우더에 농도 의존적인 반응을 나타내었다(그림 44). Insulin농도는 고지방 식이를 공급하여 비만을 유도한 대조군이 정상군에 비하여 유의하게 증가하였으며 탈지 기름골 파우더를 급여한 실험군에서 유의하게 감소하였다(그림 45). leptin은 뇌의 시상하부에 있는 식욕조절인자로서 혈중 leptin농도는 체지방량에 비례하여 증가하며 에너지 대사를 증가시키고 식이섭취량을 감소시켜 체중을 조절하는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서 탈지 기름골 파우더를 급여한 실험군에서 혈중 leptin 농도가 낮게 나타난 것은 탈지 기름골 파우더 섭취에 의하여 체지방 축적이 억제되고 혈중 insulin의 분비가 억제된 결과에 기인하는 것으로 사료된다. Glucose 농도는 혈중 insulin과 leptin 농도와 유사한 경향을 보였다(그림 46). Adiponectin은 오직 지방세포에서만 합성·분비되는 물질로서 공복혈당, 인슐린, 인슐린 저항성과 음의 상관관계를 보인다고 알려져 있으며 체지방이 증가할수록 감소된다. Adiponectin 농도는 정상군에 비하여 고지방 식이를 급여한 대조군이 14%의 유의적인 감소를 보였으나 기름골 식이에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다.(그림 47).

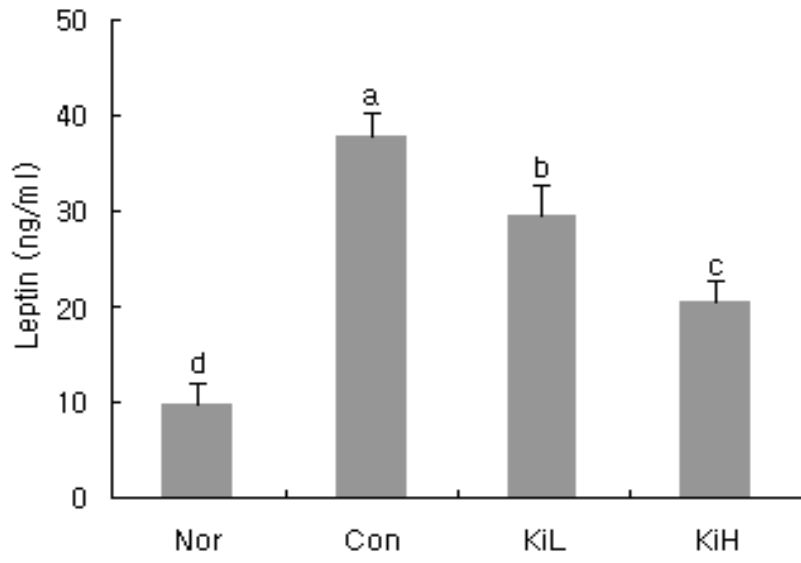


그림 44. 실험군의 혈중 Leptin 농도 조성 (7주)

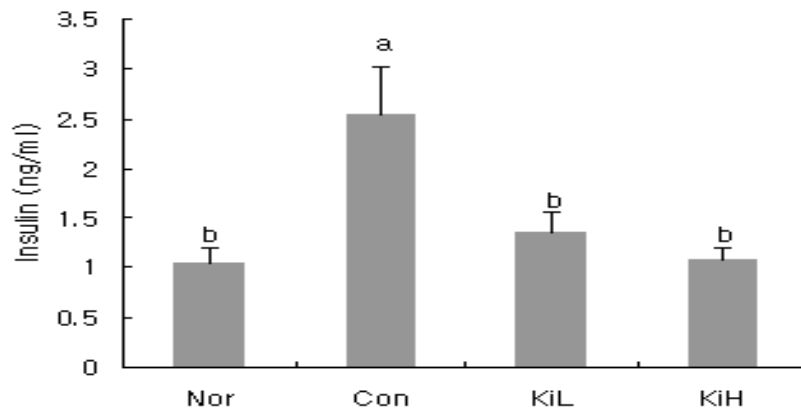


그림 45. 실험군의 혈중 Insulin 농도 조성 (7주)

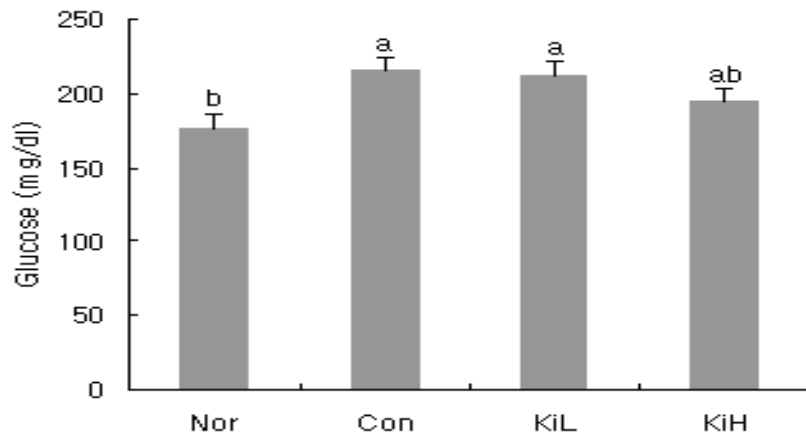


그림 46. 실험군의 혈중 Glucose 농도 (7주)

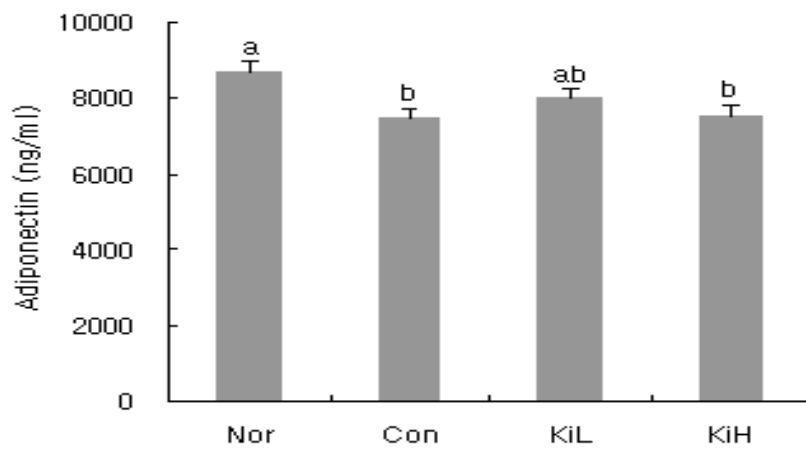


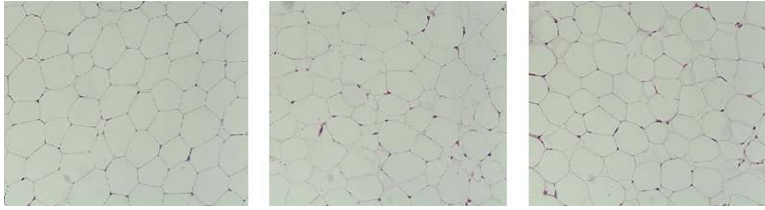
그림 47. 실험군의 혈중 Adiponectin 농도 조성 (7주)



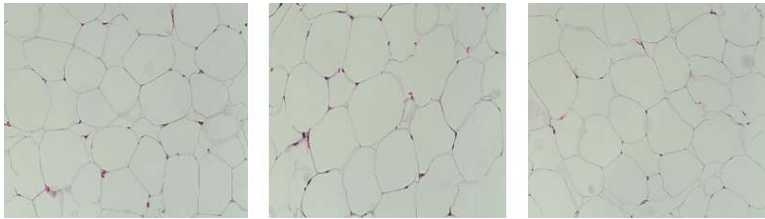
#### 5) 지방조직의 조직형태 변화

Hematoxylin-Eosin (HE)으로 간조직을 염색한 결과는 Fig. 12와 같다. 부고환 지방 조직을 염색하여 지방세포의 크기를 관찰 한 결과, 정상군의 지방조직에 비하여 고지방 대조군에서는 지방세포의 크기가 상당히 커짐을 알 수 있었으며, 양송이버섯 분말 10%를 급여하였을 때 지방세포의 크기가 뚜렷하게 감소함을 알 수 있었다. (그림 48).

Nor



Con



KiL



KiH

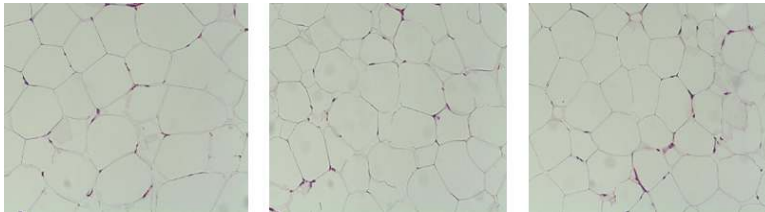


그림 48. 실험군의 지방세포 크기

## 2. 기름골가루의 품질특성

### 가. 재료 및 방법

#### 1) 실험재료

본 실험에 사용된 기름골은 수세하여 물기제거 후 40℃ 열풍건조기에 서 12시간 건조하였고, 핀밀분쇄기(HSX1004211, 효성, Korea)를 사용하여 분쇄하였다. 분쇄된 기름골가루를 60 mesh의 표준 망체에 통과시켜 시료로 사용하였다.

#### 2) 일반성분 및 총식이섬유 함량

기름골 가루의 일반성분은 AOAC법에 따라 정량하였다. 총식이섬유 함량의 측정은 다음과 같다. 각 시료마다 1 g씩 취하여 pH6.0 phosphate buffer 50 mL 및 0.1 mL  $\alpha$ -amylase를 가한다. 각 tall beaker를 호일로 덮고 boiling water bath 95℃에서 15분 동안 incubating 한 후 실온에서 방냉하여 NaOH 0.275N 10 mL을 넣어 pH를  $7.5 \pm 0.2$ 로 보정한다. phosphate buffer로 protease 용액(50 mg/mL)을 만들어 각 tall beaker에 0.1 mL 씩 넣고 60℃ water bath에서 30분간 incubating 한 후 다시 방냉한다. 0.325 M HCl 10 mL씩 각 tall beaker에 취하여 pH4.0~4.6으로 적정한 후 amyloglucosidase 0.1 mL을 넣는다. 다시 60℃에서 30분간 incubating한 후 각 tall beaker에 95% ethanol을 가한다. 실온에서 overnight후 완전히 침전시켜 filtering 하여 조단백 정량과 조회분을 측정한 후 total dietary fiber kit(Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 사용하여 총식이섬유를 측정하였다.

### 3) 색도 및 물 결합능력

기름골가루의 색도측정은 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 표준백판은 L : 96.86, a : -0.07, b : 2.02 이었다.

물 결합능력은 Medcalf 와 Gilles법을 이용하였다. 기름골 가루 1g(건량 기준)과 증류수 30 ml을 혼합하여 1시간 동안 교반한 후 미리 무게를 측정한 50 ml 원심분리관에 넣고 2500 rpm으로 20분간 원심분리(SORVALL RC 5C)하여 상정액을 제거한 다음 침전된 기름골 가루의 무게(A)를 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Water binding capacity}(\%) = (A - \text{sample weight}) / \text{sample weight} \times 100$$

### 4) 아밀로오스 함량과 요오드반응

아밀로오스 함량은 Juliano의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 100 mg에 95% ethanol 1 ml, 1 N NaOH 9 ml 첨가 후 끓는 물에서 10분간 반응시킨 후, 100 ml로 정용시켜 실험 용액을 만들고, 실험용액 5 ml에 1 N acetic acid 1 ml, 0.2% iodine solution 2 ml을 첨가 후 다시 100 ml로 정용 후 20분간 방치 후 620 nm에서 흡광도를 측정하였다.

요오드 반응은 Williams 등의 방법에 따라서 측정하였다. 기름골가루 20 mg을 100 ml 플라스크에 취하고 0.5 N KOH용액 10 ml을 가하여 시료를 잘 분산시킨 다음 증류수를 가하여 100 ml로 하였다. 이 액 10 ml을 취하여 0.1 N HCl 5ml로 중화시킨 후 증류수를 가하고 요오드용액 0.5 ml 및 증류수로 50 ml가 되게 정용한다. 실온에서 20분간 발색시켜 분광광도계(V-650, Jasco, Japan)를 이용하여 350~800 nm로 scanning하여 최대흡수파장( $\lambda_{max}$ )과 흡광도를 측정하였다.

#### 5) 수분흡습지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)

Anderson의 방법으로 측정하였다. 시료 2.5 g을 30 ml 증류수를 넣은 원심분리관에 분산시키고 흔들며 주면서 실온에서 30분간 방치한 다음 3000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상등액은 미리 항량을 구한 수분정량수기에 넣어 고형분량을 구하여 WSI를 산출하였으며 침전물의 무게를 측정하여 WAI를 산출하였다. 즉, WSI는 상기조건에서 상등액으로 용해된 회분의 백분율로 나타내었고 WAI는 건조시료 1 g에 함유된 수분함량 g으로 나타내었다.

#### 6) 입도분포

기름골 가루의 입도분포는 Particle Size Analyzer(1064, CILAS, France)로 측정하였다.

#### 7) RVA에 의한 호화특성

RVA측정은 Bason 등 과 Ross 등의 방법에 의하여 기름골가루 3 g을 증류수 25 ml에 분산 시키고, 신속점도 측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Model 3D, Newport Scientific PTY.,Ltd)를 이용하여 50℃에서 95℃까지 가열하여 호화시킨 후 다시 50℃로 12℃/min의 속도로 냉각시켜 2분간 유지시키면서 점도를 측정하여 호화 특성을 조사하였다.

#### 8) 주사현미경 관찰

기름골가루의 미세구조를 조사하기 위해서 gold-polladium(C1010 Hitachi, Japan)을 이용해 ion sputter법으로 coating한 다음 주사전자현미경(Scanning Electron Microscoph, Hitachi, Japan)을 이용하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### 1) 일반성분 및 총 식이섬유 함량

기름골 가루의 수분함량은 6.03%, 조단백질은 7.80%, 조섬유는 14.62%였고, 조지방 함량이 30.27%를 차지하여 종실의 약 60% 이상이 지방인 호두나 잣, 아몬드 등의 견과류보다는 적지만 검정콩 및 노란콩의 약 18%을 차지하는 조지방 함량과 비교하면 많은 양의 지방이 함유되어 있음을 알 수 있었다. 또한 송 등이 보고한 기름골의 일반성분은 수분 5.6%, 회분 2%, 조단백질 6.1%, 조지방 22.4%, 조섬유 13.3%로 나타나 서로 유사한 경향을 보였으나 본 실험에서는 조지방 함량이 30.27%로 높게 나타났다.

표 54. 기름골 가루의 일반성분

(unit : %)

	Moisture	Ash	Protein	Lipid	Fiber
기름골가루	6.03	2.35	7.80	30.27	14.62

### 2) 이화학적 구성 및 색도

기름골 가루의 아밀로오스 함량은 14.02%, 물 결합능력은 133.36%로 나타났다. 이 등의 보고에 따르면 쌀가루의 경우 아밀로오스 함량 14~15%, 물 결합능력 165~175%로 보고 되어 아밀로오스 함량은 쌀가루와 유사하였고, 물 결합능력은 30~40%가량 작게 나타났다.

요오드 반응 결과 기름골 가루의 최대 흡수파장은 580 nm였으며, 최대흡수파장에서 흡광도는 0.109로 나타났다. Cura와 Krisman은 요오드 반응의 최대흡수파장은 가지점( $\alpha$ -1,6 결합)의 함량과 부의 상관관계를

보인다고 하였다.

기름골 가루의 색도 L값은 80.05, a값은 2.63, b값은 20.55로 측정되었다.

표 55. 기름골 가루의 이화학적 조성 및 색도

		기름골가루
Chemical composition	Amylose content(%)	14.02
	$\lambda_{max}(nm)$	580
	A <sup>1)</sup>	0.109
	Water binding capacity(%)	133.36
Color value	L	80.05
	a	2.63
	b	20.55

<sup>1)</sup> Absorbance at  $\lambda_{max}$

### 3) 수분흡습지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)

수분함량이 6.03%인 기름골 가루의 수분흡습지수는 2.45로 나타났고, 수분용해지수는 29.20로 나타났다. 쌀가루나 밀가루와 비교했을 때 수분흡습지수의 경우 비슷한 경향을 보였고, 수분용해지수는 높게 나타났다. 입자의 크기가 작을수록 수분흡습지수와 수분용해지수는 증가하는 경향이 있다.

표 56. 기름골 가루의 수분흡습지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)

	수분(%)	WAI(g/g)	WSI(%)
기름골가루	6.03	2.45	29.20

4) 입도분포

기름골 가루의 입자 크기별 분포는 표 57에 나타내었고 평균입자 크기가 64.50 $\mu$ m로 나타났다. 기름골 가루의 입도 크기별 분포곡선은 그림 49에 나타내었다.

표 57. 기름골 가루의 입도 분포

Samples	Particle size( $\mu$ m)			Mean diameter
	Diameter at 10%	Diameter at 50%	Diameter at 90%	
기름골가루	1.66	13.46	195.37	64.50



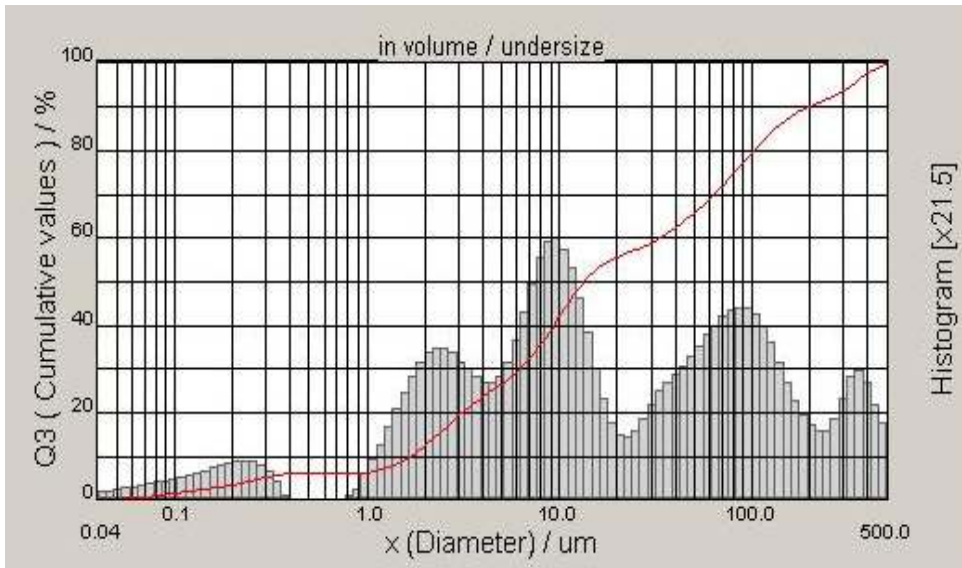


그림 49. 기름골 가루의 입도 크기별 분포곡선

#### 5) RVA에 의한 호화특성

기름골 가루의 RVA 측정결과, 호화개시온도가 79.9℃이고 최고점도는 360로 나타났다. 이 결과로 보아 지금까지 연구되어 밀, 메밀, 쌀가루 등 보다 호화개시 온도가 다소 높음을 알 수 있었고 최고 점도는 그들보다 낮아서 비교적 팽윤이 어려우며 아밀로오스 전분 함량의 영향을 많이 받아 최고점도가 낮게 나타난 것으로 보인다. 가공의 안정도를 나타내는 breakdown은 40, 노화와 밀접한 관계를 나타내는 setback은 256로 나타났다.(  $RUV=cP/12$  )

표 58. RVA에 의한 기름골 가루의 호화특성

Viscosity(RVA)						
기름골 가루	Pasting temperature(°C)	P.V.2)	Trough	F.V4)	Break-down	Setback
	79.9	360	320	576	40	256

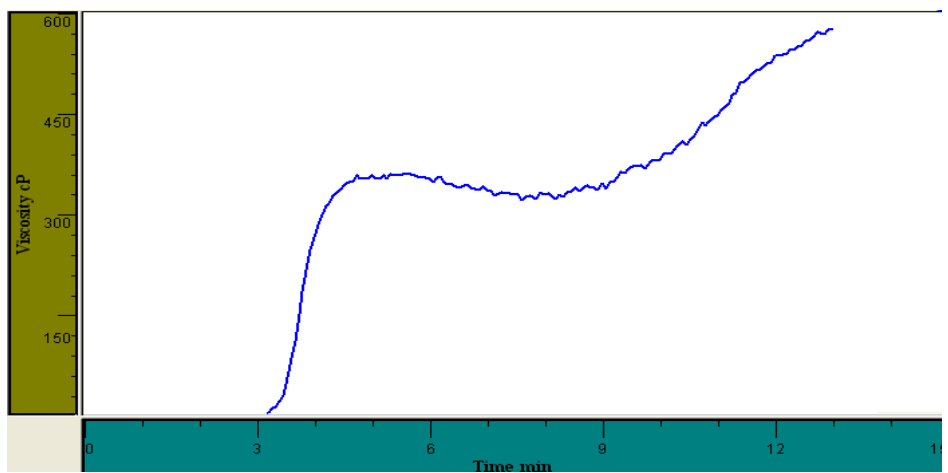
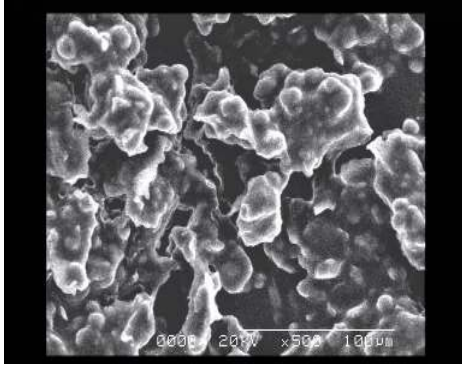


그림. 50. 기름골 가루의 RVA호화 그래프

#### 6) 주사현미경 관찰

기름골 가루의 미세구조는 500배와 1000배로 확대하여 관찰하였다. 기름골 가루의 특징은 입자가 서로 연결된 형태를 보였고, 전분형태를 뚜렷이 확인 할 수 없었다.



×500



×1000

그림. 51. 기름골 가루의 미세구조

## 2. 기름골가루의 볶음 조건별 품질 특성

### 가. 실험재료 및 방법

#### 1) 재료 및 조건

수세한 기름골을 분쇄하여 60mesh체를 통과한 시료를 160℃, 180℃, 200℃에서 20분간 로스팅처리 하여 각 조건에 따른 품질 특성을 조사하였다.

표 59. 로스팅처리 조건에 따른 기름골 가루

처리조건	처리군			
	Control <sup>1)</sup>	RS1 <sup>2)</sup>	RS2 <sup>3)</sup>	RS3 <sup>4)</sup>
온도(℃)	-	160	180	200
시간(min)	-	20	20	20

<sup>1)</sup>Control : 기름골 가루

<sup>2)</sup>RC 1 : 160℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

<sup>3)</sup>RC 2 : 180℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

<sup>4)</sup>RC 3 : 200℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

#### 2) 일반성분

일반성분은 AOAC법에 따라 정량하였다. 총식이섬유 함량의 측정은 다음과 같다. 각 시료마다 1 g씩 취하여 pH6.0 phosphate buffer 50 mL 및 0.1 mL  $\alpha$ -amylase를 가한다. 각 tall beaker를 호일로 덮고 boiling water bath 95℃에서 15분 동안 incubating 한 후 실온에서 방냉하여 NaOH 0.275 N 10mL을 넣어 pH를 7.5±0.2로 보정한다. phosphate buffer로 protease 용액(50 mg/mL)을 만들어 각 tall beaker

에 0.1 mL 씩 넣고 60°C water bath에서 30분간 incubating 한 후 다시 방냉한다. 0.325 M HCl 10 mL씩 각 tall beaker에 취하여 pH4.0~4.6으로 적정한 후 amyloglucosidase 0.1 mL을 넣는다. 다시 60°C에서 30분간 incubating한 후 각 tall beaker에 95% ethanol을 가한다. 실온에서 overnight후 완전히 침전시켜 filtering 하여 조단백 정량과 조회분을 측정한다 후 total dietary fiber kit(Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 사용하여 총식이섬유를 측정하였다.

### 3) 색도

색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 표준백판은 L : 96.86, a : -0.07, b : 2.02 이었다.

### 4) 기호도

로스팅처리 조건에 따른 기름골가루의 관능검사는 한국식품연구원내 패널 10명을 선정하여 색, 향, 맛, 전반적 기호도에 대하여 평가하도록 하였다. 평가는 5점 척도법으로 하였으며 매우 좋다 5점, 매우 싫다 1점으로 표시하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### 1) 일반성분 및 총 식이섬유

일반성분함량은 건물량 기준으로 표 60에 나타내었다. 기름골 가루의 초기 수분함량은 6.03%, 로스팅 처리군이 1.50~1.58%로 나타나 로스팅 과정 중 수분이 4.5%가량 감소하였다. 기름골 가루의 일반성분은 회분 2.35%, 단백질 7.80%, 지방 28.77%, 식이섬유 14.62%로 나타났다. 로스팅 처리에 따른 각 성분들의 함량은 유사한 경향을 보였으며, 식이섬유 함량이 4%가량 감소하는 것으로 나타났다.

표 60. 로스팅 처리 조건에 따른 기름골 가루의 일반성분 변화  
(unit : %)

	Moisture	Ash	Protein	Lipid	Fiber
Control <sup>1)</sup>	6.03	2.35	7.80	30.27	14.62
RC1 <sup>2)</sup>	1.58	2.42	7.33	30.58	10.58
RC2 <sup>3)</sup>	1.53	2.38	7.46	30.44	10.45
RC3 <sup>4)</sup>	1.50	2.45	7.52	30.55	10.13

<sup>1)</sup>Control : 기름골 가루

<sup>2)</sup>RC 1 : 160℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

<sup>3)</sup>RC 2 : 180℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

<sup>4)</sup>RC 3 : 200℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

### 2) 색도

기름골 가루의 로스팅 처리 조건에 따른 색도의 변화는 표 61에 나타내었다. 밝은 정도를 나타내는 L값은 대조군이 80.05, 로스팅 온도가 높

아짐에 따라 낮아져 RC3는 71.61로 가장 낮은 값을 보였다. a값은 로스팅 온도가 가장 높았던 RC3에서 5.15로 나타났다.

표 61. 로스팅 처리 조건에 따른 색도 변화

	color value		
	L	a	b
Control <sup>1)</sup>	80.05	2.63	20.55
RC1 <sup>2)</sup>	73.59	3.75	25.94
RC2 <sup>3)</sup>	72.14	3.89	26.15
RC3 <sup>4)</sup>	71.61	5.15	27.2

<sup>1)</sup>Control : 기름골 가루

<sup>2)</sup>RC 1 : 160℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

<sup>3)</sup>RC 2 : 180℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

<sup>4)</sup>RC 3 : 200℃에서 20분 로스팅 처리 기름

### 3) 기호도

로스팅처리 조건 따른 기름골 가루의 기호도 검사는 표 62와 같다. 일반적으로 로스팅 처리과정을 거치면서 색, 향, 맛 그리고 전반적기호도가 높게 나타났으며. 특히, 180℃에서 처리한 RC2는 향과 맛에서 높게 나타나 전반적 기호도가 높게 평가되어 제과, 제빵의 부재료로 가장 적합하다고 판단되었다.

표 62. 로스팅조건에 따른 기름골 가루의 기호도

	색	향	맛	전반적기호도
Control <sup>1)</sup>	**	**	*	**
RC1 <sup>2)</sup>	***	***	***	***
RC2 <sup>3)</sup>	***	****	****	****
RC3 <sup>4)</sup>	***	**	***	***

<sup>1)</sup>Control : 기름골 가루

<sup>2)</sup>RC 1 : 160℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

<sup>3)</sup>RC 2 : 180℃에서 20분 로스팅 처리 기름골 가루

<sup>4)</sup>RC 3 : 200℃에서 20분 로스팅 처리 기름



### 3. 기름골가루의 제빵 특성

#### 가. 실험재료 및 방법

##### 1) 실험 재료

기름골 식빵의 제조에는 밀가루(강력분, 대한제분), 설탕(정백당, 제일제당), 정제염(해표), 무염버터(서울우유), 탈지분유(서울우유), 건조이스트(제니코), 개량제(제니코)와 180℃에서 20분간 로스팅 처리한 기름골가루를 사용하였다. 배합수는 정제수를 사용하였다.

##### 2) 실험군의 구분과 배합비

실험군은 표 63과 같이 제빵 주재료인 밀가루에 대하여 기름골 가루를 0%, 5%, 10%, 15% 첨가군으로 하여 4군으로 분류하였다.

표 63. 로스팅처리 기름골 가루를 첨가한 식빵의 배합비

재료	처리군			
	Control	BCP 5	BCP10	BCP15
강력분	100	95	90	85
기름골가루	0	5	10	15
무염버터	5	5	5	5
이스트	1.5	1.5	1.5	1.5
설탕	6	6	6	6
소금	1.7	1.7	1.7	1.7
이스트푸드	1	1	1	1
정제수	62	62	62	62

### 3) 기름골가루 첨가에 따른 식빵의 제조법

식빵 제조를 위한 배합비율은 표 63과 같으며 제빵 제조공정은 AACCB법(1983)을 일부 수정하여 제조하였다. 로스팅처리 기름골 가루를 각 배합비율에 따라 첨가하여 반죽기(KitchenAid)에 넣고 18분간 반죽하였다. 반죽을 35℃, 습도 75% 발효기에 넣어 40분간 1차 발효를 시키고, 실온에서 10분간 중간발효 시킨 후 성형하여 35℃, 습도 85%인 발효기에서 60분 동안 2차 발효시킨 것을 밀분 190℃, 윗불 180℃ 오븐(DAE YUNG)에서 25분간 구웠다. 구워진 빵은 실온에서 완전히 방냉 후 포장하여 실험에 사용하였다.

### 4) 강력분과 기름골 가루의 함량별 호화특성 amylogram

식빵의 주재료인 강력분과 기름골 가루의 함량에 따른 호화특성은 Juliano 등의 방법에 의해 Brabender Visco Amylograph (Brabender OHG, Germany)를 이용하여 측정하였다. 처리군에 따른 수분함량을 고려하여 현탁액을 8%의 농도로 하였고, 아밀로그래프의 조건은 초기온도 35℃에서 1.5℃/min의 속도로 95℃까지 가열한 후 15분간 유지시킨 다음, 다시 50℃까지 동일한 속도로 냉각하였다. 기름골가루의 함량별 아밀로그래프 특성은 호화개시온도(Initial pasting temperature, A), 최고점도(Peak viscosity, P)와 95℃에서 15분간 유지시킨 후 의 점도(Hot paste viscosity, H), 50℃에서의 냉각점도(Cold paste viscosity, C)를 보았으며, 열전달에 대한 전분팽윤입자의 저항도를 보기위해 Breakdown(P-H), Totalsetback(C-H), 그리고 Setback(C-P)을 구하였다.

5) 색도 및 비체적

시료를 약 2 cm 두께로 절단하여 시료의 중간과 좌·우 부위를 취하여 내부색도를 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 표준백판은 L : 96.86, a : -0.07, b : 2.02 이었다.

빵의 부피는 유채씨를 이용한 종자치환법(Seed displacement method)으로 측정하였으며, 비용적은 빵 1 g이 차지하는 부피(ml)로 나타내었다.

6) 조직감

조직감은 오븐에서 구워낸 후 방냉시킨 후 3×3×2(가로×세로×높이)의 일정한 크기로 잘라 Texture Profile Analyser(XT-RA Dimension V3.7A, Stable Micro Systems, England)를 사용하여 측정하였다. 측정 조건은 표 64와 같다.

표 64. 기름꿀 식빵의 조직감 측정조건

Items	Operation condition
test type	T.P.A
Pluger type	25 mm cylinder probe
Test speed	1.7 mm/s
Pre-test speed	5.0 mm/s
Post-test speed	1.7 mm/s
Distance	50.0 %
Sample size	3cm×3cm×2cm

#### 7) 관능 특성 및 통계처리

관능검사는 오븐에서 구워낸 후 실온에서 한시간 방치한 식빵을 시료로 하여 실시하였으며 한국식품연구원내 패널 10명을 선정하여 실험목적 및 평가 항목에 대해 설명한 후 실시하였다. 평가항목은 외관, 속결의 색, 속결의 기공상태, 향, 입안에서의 느낌, 맛, 전반적 기호도로 9점 척도법으로 실시하였으며, 가장 좋다는 9점, 가장 싫다는 1점으로 표시하였다.

통계분석은 SAS(1998) Program을 사용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, 시료간의 유의성 검증을 위하여 ANOVA test와 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### 1) 강력분과 기름골가루의 함량별 호화특성 amylogram

표 65는 강력분과 기름골 가루의 함량별 아밀로그래프 특성을 측정한 결과이다. 호화초기 온도 값은 Control이 78.5°C로 측정되었고, 기름골 가루를 5% 첨가한 BCP 5가 75.5°C로 가장 낮은 온도를 나타냈고 기름골 가루의 첨가량이 증가하면서 호화초기 온도가 증가해 15%를 첨가한 BCP15에서 80°C로 Control보다 높은 온도를 보였다. 가공의 안정도를 나타내는 breakdown은 Control이 20으로 나타났고, 기름골 가루를 첨가한 BCP 5, BCP10, BCP15에서 5로 나타났다. 노화의 정도를 나타내는 setback은 BCP 5가 195로 가장 높은 값을 보였고, 기름골 가루의 첨가량이 증가 할수록 감소하는 경향을 보였다.

표 65. 강력분과 기름골 함량에 따른 호화특성

	Amylogram 호화특성						
	A <sup>1)</sup>	P <sup>2)</sup>	H <sup>3)</sup>	C <sup>4)</sup>	P-H <sup>5)</sup>	C-P <sup>6)</sup>	C-H <sup>7)</sup>
Control <sup>8)</sup>	78.5	240	220	380	20	140	160
BCP 5 <sup>9)</sup>	75.5	200	195	395	5	195	200
BCP10 <sup>10)</sup>	77.0	160	155	310	5	150	155
BCP15 <sup>11)</sup>	80.0	140	135	260	5	120	125

<sup>1)</sup>A : Initial pasting temperature, <sup>2)</sup>P : Peak viscosity,

<sup>3)</sup>H : HOt paste viscosity, <sup>4)</sup>C : Cold paste viscosity

<sup>5)</sup>P-H : Break down, <sup>6)</sup>C-P : Setbak

<sup>7)</sup>C-H : Total setback, <sup>8)</sup>강력분 100%

<sup>9)</sup>BCP 5 : 강력분 95% + 기름골 5%

<sup>10)</sup>BCP10 : 강력분 90% + 기름골 10%

<sup>11)</sup>BCP15 : 강력분 85% + 기름골 15%

2) 색도 및 비체적

기름골 가루를 첨가한 식빵의 색도를 측정한 결과는 표 66과 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조군에서 74.82, 첨가군에서는 74.77~70.55로 기름골 가루 첨가로 대체적으로 명도가 낮아지는 경향을 보였다. 적색도 a값은 대조군에서 -0.79, 첨가군에서는 -0.39~0.21로 기름골 가루 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 이러한 경향은 메밀이나 붉은 콩가루 등을 첨가했을 때 L값은 낮아지고 a값은 미세하게 감소한다는 보고가 있었다. 황색도 b값은 대조군이 11.21이며 첨가군에서는 12.18~13.98로 기름골 첨가군의 황색도가 높게 나타났다.

표 66. 기름골 가루를 첨가한 식빵의 색도변화

	color value		
	L	a	b
Control <sup>1)</sup>	74.82	-0.79	11.21
BCP 5 <sup>2)</sup>	74.77	-0.39	12.95
BCP10 <sup>3)</sup>	72.94	-0.12	12.18
BCP15 <sup>4)</sup>	70.55	0.21	13.98

<sup>1)</sup>Control : 강력분 100% 식빵

<sup>2)</sup>BCP 5 : 강력분 95% + 기름골 5% 식빵

<sup>3)</sup>BCP10 : 강력분 90% + 기름골 10% 식빵

<sup>4)</sup>BCP15 : 강력분 85% + 기름골 15% 식빵

기름골 가루를 첨가한 식빵의 비체적을 측정한 결과는 표 67과 같다. 중량의 변화는 기름골 첨가군이 함량증가에 따라 증가하였고, 부피는 감소하였다. 기름골은 밀가루에 비해 단백질 함량이 많지 않기 때문에 점성과 탄성이 낮아 제빵성이 안 좋아진다고 생각된다.

표 67. 기름골 가루를 첨가한 식빵의 비체적변화

첨가량	측정항목		
	중량(g)	부피(ml)	비체적(g/ml)
Control <sup>1)</sup>	395.14	1600	4.05
BCP 5 <sup>2)</sup>	396.05	1540	3.89
BCP10 <sup>3)</sup>	397.44	1510	3.79
BCP15 <sup>4)</sup>	399.59	1490	3.72

<sup>1)</sup>Control : 강력분 100% 식빵

<sup>2)</sup>BCP 5 : 강력분 95% + 기름골 5% 식빵

<sup>3)</sup>BCP10 : 강력분 90% + 기름골 10% 식빵

<sup>4)</sup>BCP15 : 강력분 85% + 기름골 15% 식빵

### 3) 조직감

식빵의 texture를 측정한 결과는 표 68과 같다. Hardness는 대조군이 242.90, 기름골 가루의 첨가량이 증가함에 따라 Hardness도 증가하는 경향을 보였다. Springiness는 대조군과 첨가군에 따른 뚜렷한 변화는 없었다. Cohesiveness는 기름골 가루 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 보였다. 그밖에 Gumminess,, Chewiness는 대조군이 각각 175.49, 169.31로 나타났고 기름골 가루의 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다.

표 68. 기름골 첨가 식빵의 조직감 측정 결과

	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Control <sup>1)</sup>	242.90	0.98	0.75	175.49	169.31
BCP 5 <sup>2)</sup>	281.72	0.96	0.72	210.72	206.16
BCP10 <sup>3)</sup>	319.62	0.98	0.71	227.85	221.31
BCP15 <sup>4)</sup>	345.56	0.95	0.68	236.25	224.01

<sup>1)</sup>Control : 강력분 100% 식빵

<sup>2)</sup>BCP 5 : 강력분 95% + 기름골 5% 식빵

<sup>3)</sup>BCP10 : 강력분 90% + 기름골 10% 식빵

<sup>4)</sup>BCP15 : 강력분 85% + 기름골 15% 식빵

#### 4) 관능 특성 및 통계처리

기름골 가루를 첨가하여 만든 식빵의 관능검사 결과는 표 69와 같다. 식빵의 외관과 색상은 기름골을 첨가할수록 낮게 나타났고 속결의 기공상태는 BCP15가 4.97로 가장 낮게 평가되었다. 향미는 대조군이 6.15로 나타났고, 기름골 첨가군은 5.68~5.80로 나타나 기름골이 첨가되어도 크게 줄어들지 않았다. 반면 입안에서의 느낌과 맛이 기름골 첨가량이 증가함에 따라 낮게 평가 되었다. 전반적인 기호도에서 기름골 첨가량이 증가할수록 낮게 평가되는 경향이 있었고, 기름골 15% 첨가한 BCP15에서 급격히 감소하여 4.80으로 평가 되었다. 이러한 결과는 기름골이 10%이상 첨가되었을 때 외관, 속결의 기공상태, 입안에서의 느낌이 급격히 안 좋아졌다. 또한 기름골 가루를 첨가한 식빵의 제조에는 10%가 적당할 것으로 판단되어진다.



표 69. 기름골 가루를 첨가한 식빵의 관능평가

	Control <sup>1)</sup>	BCP 5 <sup>2)</sup>	BCP10 <sup>3)</sup>	BCP15 <sup>4)</sup>
Appearance	7.33±0.67	6.03±0.92	6.17±1.10	5.12±2.02
Color	7.82±0.42	6.47±1.42	5.68±1.07	5.40±1.07
Grain	6.81±1.61	5.98±1.31	6.25±1.47	4.97±1.19
Flavor	6.15±1.79	5.75±0.94	5.80±1.47	5.68±1.50
Mouth feel	6.67±1.17	6.11±1.44	5.92±1.28	4.70±1.82
taste	6.40±1.83	6.03±1.88	6.24±1.22	5.46±1.42
overall acceptability	6.76±1.41	6.40±1.41	6.21±0.91	5.20±1.13

<sup>1)</sup>Control : 강력분 100% 식빵

<sup>2)</sup>BCP 5 : 강력분 95% + 기름골 5% 식빵

<sup>3)</sup>BCP10 : 강력분 90% + 기름골 10% 식빵

<sup>4)</sup>BCP15 : 강력분 85% + 기름골 15% 식빵

#### 4. 기름골 쿠키의 제조 및 품질 특성

##### 가. 실험재료 및 방법

###### 1) 실험 재료

기름골 쿠키의 제조는 180℃에서 20분간 로스팅 처리한 기름골 가루, 밀가루(박력분, 대한제분), 설탕(정백당, 제일제당), 정제염(해표), 무염버터(서울우유), 베이킹파우더, 계란을 사용하였다.

###### 2) 실험군의 구분과 배합비

실험군은 표 70과 같이 제과 주재료인 밀가루에 대하여 기름골가루를 0%, 10%, 20%, 30%첨가하여 4군으로 분류하였다.

표 70. 기름골 첨가량에 따른 쿠키의 배합비

	처리군			
	Control <sup>1)</sup>	CCP10 <sup>2)</sup>	CCP20 <sup>3)</sup>	CCP30 <sup>4)</sup>
박력분	160	144	128	112
기름골	0	16	32	48
설탕	40	40	40	40
계란	30	30	30	30
베이킹파우더	1	1	1	1
소금	1.6	1.6	1.6	1.6
무염버터	110	110	110	110

<sup>1)</sup>Control : 박력분 100% 쿠키

<sup>2)</sup>CCP10 : 박력분 90% +기름골 10% 쿠키

<sup>3)</sup>CCP20 : 박력분 80% +기름골 20% 쿠키

<sup>4)</sup>CCP30 : 박력분 70% +기름골 30% 쿠키

### 3) 기름골가루 첨가에 따른 식빵의 제조법

쿠키 제조를 위한 배합비율은 표 70과 같으며 쿠키 제조공정은 AACCB(2000)을 변형하여 제조하였다. 배합표를 기준으로 각 재료를 계량하고 볼에 버터를 넣은 다음 반죽기(KitchenAid)를 이용하여 2분간 크림화시키고 볼 벽에 있는 것을 고무주걱으로 깨끗하게 긁어내고 설탕을 넣은 다음 다시 2분간 크림화 하였다. 다시 고무주걱으로 벽을 깨끗하게 긁어낸 다음 계란 노른자를 넣고 다시 1분간 크림화 하였다. 다음 미리 준비한 기름골+박력분 믹스를 넣고 2분간 반죽하였다. 반죽을 지퍼팩에 넣어 냉장고에 하룻밤 방치 후 지름 34 mm, 두께 0.8 mm인 둥근모양으로 성형하였다. 이것을 밑불 150℃, 윗불 180℃ 오븐(DAE YUNG)에서 15분간 구운 후 실온에서 1시간 식힌 다음 시료로 사용하였다.

### 4) 박력분과 기름골 가루의 함량별 호화특성 amylogram

쿠키제조에 사용한 박력분과 기름골가루의 함량별 호화특성은 Juliano 등의 방법에 의해 Brabender Visco Amylograph (Brabender OHG, Germany)를 이용하여 측정하였다. 처리군에 따른 수분함량을 고려하여 현탁액을 8%의 농도로 하였고, 아밀로그래프의 조건은 초기온도 35℃에서 1.5℃/min의 속도로 95℃까지 가열한 후 15분간 유지시킨 다음, 다시 50℃까지 동일한 속도로 냉각하였다. 기름골가루의 함량별 아밀로그래프 특성은 호화개시온도(Initial pasting temperature, A), 최고점도(Peak viscosity, P)와 95℃에서 15분간 유지시킨 후 의 점도(Hot paste viscosity, H), 50℃에서의 냉각점도(Cold paste viscosity, C)를 보았으며, 열전달에 대한 전분팽윤입자의 저항도를 보기위해 Breakdown(P-H), Totalsetback(C-H), Setback(C-P)을 구하였다.

5) 색도

기름꿀 쿠키의 윗면의 색도를 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 표준백판은 L : 96.86, a : -0.07, b : 2.02 이었다.

6) 퍼짐성

기름꿀 가루를 첨가한 쿠키의 퍼짐성 지수(Spread factor)는 AACC(2000)를 사용하여 구하였다. 퍼짐성 지수는 너비(mm)에 대한 쿠키 6개의 높이(mm)의 비를 나타낸 값으로 아래 식을 이용하여 나타내었다.

$$Spread\ factor = \frac{Width\ of\ a\ cookie\ (mm)}{Height\ of\ 6\ cookies\ (mm)} \times 100$$

7) 조직감

조직감은 오븐에서 구워낸 후 1시간 방냉시킨 후 Texture Profile Analyser(XT-RA Dimension V3.7A, Stable Micro Systems, England)를 사용하여 측정하였고 측정조건은 표 71과 같다.

표 71. 기름꿀 쿠키의 조직감 측정조건

Items	Operation condition
test type	Return to Start
Measuring type	Measure Force in compression
Pluger type	2mm cylinder probe
Test speed	1.0 mm/s
Pre-test speed	3.0 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s
Distance	10.0 mm

측정항목은 그래프 중 최고 피크점을 기준으로 하여 경도(hardness)를 나타냈고, 그래프 중 나타난 피크의 개수를 측정하여 부서짐성 (crispness)을 나타내었다.

#### 8) 관능 특성 및 통계처리

관능검사는 오븐에서 구워낸 후 실온에서 한시간 방치한 쿠키를 시료로 하여 실시하였으며 한국식품연구원내 패널 20명을 선정하여 실험목적 및 평가 항목에 대해 설명한 후 실시하였다. 평가항목은 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적 기호도를 9점 척도법으로 실시하였으며, 가장 좋다는 9점, 가장 싫다는 1점으로 표시하였다.

통계분석은 SAS(1998) Program을 사용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, 시료간의 유의성 검증을 위하여 ANOVA test와 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### 1) 박력분과 기름골 가루의 함량별 Amylogram 호화특성

표 72는 박력분과 기름골 가루의 함량별 아밀로그램 특성을 측정한 결과이다. 호화초기 온도 값은 Control이 71°C로 측정되었고 기름골 가루의 첨가량이 증가하면서 호화초기 온도도 올라가 72.5°C, 73.5°C, 74.5°C로 나타났다. 가공의 안정도를 나타내는 breakdown은 대조군이 0으로 나타났고, 첨가군은 기름골 5~25로 나타났다. 노화의 정도를 나타내는 setback은 대조군이 205로 나타났고, 기름골 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다.

표 72. 박력분과 기름골 함량에 따른 호화특성

	Amylogram 호화특성						
	A <sup>1)</sup>	P <sup>2)</sup>	H <sup>3)</sup>	C <sup>4)</sup>	P-H <sup>5)</sup>	C-P <sup>6)</sup>	C-H <sup>7)</sup>
Control <sup>8)</sup>	71	205	205	410	0	205	205
CCP10 <sup>9)</sup>	72.5	185	160	320	25	135	160
CCP20 <sup>10)</sup>	73.5	150	145	275	5	125	130
CCP30 <sup>11)</sup>	74.5	125	115	235	10	110	120

<sup>1)</sup>A : Initial pasting temperature    <sup>2)</sup>P : Peak viscosity,

<sup>3)</sup>H : HOt paste viscosity , <sup>4)</sup>C : Cold paste viscosity

<sup>5)</sup>P-H : Break down, <sup>6)</sup>C-P : Setbak

<sup>7)</sup>C-H : Total setback

<sup>8)</sup>Control : 박력분 100%,

<sup>9)</sup>CCP10 : 박력분 90% +기름골 10%

<sup>10)</sup>CCP20 : 박력분 80% +기름골 20%

<sup>11)</sup>CCP30 : 박력분 70% +기름골 30%

## 2) 색도

기름골 가루를 첨가한 쿠키의 색도를 측정한 결과는 표 73과 같다. 쿠키의 밝은 정도를 나타내는 L값은 대조군이 가장 높게 나타났으며, 기름골 가루의 첨가량이 늘어날수록 L값은 감소하였다. 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 3.73으로 나타났고, 첨가군은 6.14~6.34로 나타나 대조군보다 높은 값을 보였다. 황색도를 나타내는 b값은 대조군과 첨가군 각각 32.69, 33.52, 32.67, 33.01로 나타났다.

표 73. 기름골 가루를 첨가한 쿠키의 색도변화

	색도		
	L	a	b
Control <sup>1)</sup>	76.05	3.73	32.69
CCP10 <sup>2)</sup>	74.41	6.34	33.52
CCP20 <sup>3)</sup>	71.54	6.15	32.67
CCP30 <sup>4)</sup>	69.89	6.14	33.01

<sup>1)</sup>Control : 박력분 100% 쿠키,

<sup>2)</sup>CCP10 : 박력분 90% +기름골 10% 쿠키

<sup>3)</sup>CCP20 : 박력분 80% +기름골 20% 쿠키

<sup>4)</sup>CCP30 : 박력분 70% +기름골 30% 쿠키

## 3) 퍼짐성

기름골 쿠키의 퍼짐성은 표 74에 나타내었다. 너비는 기름골 가루의 첨가량이 증가할수록 증가하여 30%를 첨가한 CCP30에서 35.47로 나타나 가장 넓었다. 높이는 대조군이 88.54로 가장 높았고, 기름골 가루의 첨가량이 증가하면서 낮아지는 경향을 보였다. 퍼짐성은 기름골 가루의 첨가량이 증가함에 따라 38.67, 40.69, 41.69로 나타나 CCP30이 가장 높은 값을 보였다.

표 74. 기름골 가루를 첨가한 쿠키의 퍼짐성

측정항목	퍼짐성			
	Control <sup>1)</sup>	CCP10 <sup>2)</sup>	CCP20 <sup>3)</sup>	CCP30 <sup>4)</sup>
너비(mm)	33.93	34.21	35.01	35.47
높이(mm)	88.54	88.46	86.04	85.08
퍼짐성	38.32	38.67	40.69	41.69

<sup>1)2)3)4)</sup> : 표 73과 같음

#### 4) 조직감

Texture analyzer를 이용하여 기름골 가루 첨가 쿠키의 텍스처를 측정한 결과는 표 75와 같다. 쿠키의 경도는 대조군이 1116으로 가장 단단한 것으로 나타났고, 기름골 가루의 첨가량이 증가 할수록 감소하여 연해지는 것을 알 수 있었다. 부서짐성은 기름골 가루의 첨가량이 늘어날수록 증가하여 기름골 가루를 30%로 첨가한 CCP30에서 가장 높은 3.6으로 나타났다.

표 75. 기름골 가루를 첨가한 쿠키의 조직감

	조직감			
	Control <sup>1)</sup>	CCP10 <sup>2)</sup>	CCP20 <sup>3)</sup>	CCP30 <sup>4)</sup>
Hardness	1116	726	681	640
Crispness	2.6	3.1	3.3	3.6

<sup>1)2)3)4)</sup> : 표 73과 같음



5) 관능 특성 및 통계처리

표 76에 기름골 가루를 첨가한 쿠키의 관능평가 결과를 나타내었다. 외관은 대조군에서 6.54, 첨가군에서 5.81~5.00로 기름골 가루 첨가로 외관이 낮은 평가를 받았다. 그 외 향, 맛, 조직감, 전반적 기호도의 평가에서도 기름골 가루의 첨가에 따라 낮아지는 경향을 보였으며, 조짐감과 전반적 기호도의 변화가 큰 폭으로 나타났다.

표 76. 기름골 가루를 첨가한 쿠키의 관능평가

	관능평가			
	Control <sup>1)</sup>	CCP10 <sup>2)</sup>	CCP20 <sup>3)</sup>	CCP30 <sup>4)</sup>
Appearance	6.54±0.93	5.81±1.60	5.90±0.94	5.00±1.73
Flavor	6.36±0.80	6.25±1.22	6.18±0.98	5.81±1.32
taste	6.27±1.10	6.19±0.78	6.08±1.32	5.84±1.66
texture	6.36±0.67	6.41±0.97	6.11±1.07	5.45±1.91
overall acceptability	6.63±0.53	6.27±1.03	6.09±1.10	5.27±1.42

1)2)3)4) : 표 73과 같음



그림 52. 기름골 가루를 첨가한 식빵

## 6. 기름골 아이스크림 제조

### 가. 실험 재료 및 방법

#### 1) 실험 재료

기름골 아이스크림의 제조에는 휘핑크림, 탈지분유, 물엿, 액상과당, 정백당, 유화안정제, 야자경화유, 식염, 정제수등을 사용하였고 기호성을 높이기 위해 바닐라향을 첨가하여 사용하였고, 아이스크림 첨가용 기름골 가루는 220℃에서 60분간 로스팅 처리하여 200 mesh 표준체를 통과한 가루만 회수하여 시료로 사용하였다.

#### 2) 기름골 아이스크림의 제조

전처리한 기름골 가루를 1%, 2%, 3%씩 다른 재료와 혼합하여 혼합-mix를 만들고 90℃에서 3분간 살균한 다음 4℃에서 24시간 숙성시키고, 소프트아이스크림 제조기(A4071E, LG산전)을 이용하여 아이스크림을 제조하였다. -18℃에서 24시간 냉동 저장시킨 다음 4℃에서 1시간 방치한 후 녹아내리는 정도, 관능평가를 위한 시료로 사용하였다.

#### 3) 점도

기름골 아이스크림 혼합-mix의 점도는 Ioanna 등의 방법에 의해 Vibro viscometer(SV-10, Japan)를 사용하여 측정하였다.

#### 4) Overrun

기름골 아이스크림의 Overrun은 Ioanna 등의 방법을 이용하여 측정하였다. 아이스크림 제조기를 20분 동안 작동하면서 5분 간격으로 제조기에서 꺼낸 후 무게를 재어 계산하였다.

#### 5) 녹아내리는 정도

기름골 아이스크림의 녹아내리는 정도는 윤 등의 방법을 이용하여 측정하였다. 메스실린더 위에 5 mm 구멍크기의 철망을 얹은 후 일정한 용기에 담은 기름골 아이스크림을 올려놓고 실온에서 30분 간격으로 90분 동안 메스실린더에 떨어지는 양을 측정하여 전체량에 대한 유출량의 백분율로 표시하였다.

#### 6) 관능 특성 및 통계처리

관능평가는 한국식품연구원내 패널 10명을 선정하여 실험목적 및 평가 항목에 대해 설명한 후 실시하였다. 평가항목은 색, 향, 맛, 조직감, 전반적 기호도를 9점 척도법으로 실시하였으며, 가장 좋다는 9점, 가장 싫다는 1점으로 표시하였다.

통계분석은 SAS(1998) Program을 사용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, 시료간의 유의성 검증을 위하여 ANOVA test와 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### 1) 점도

기름골 가루를 첨가한 혼합-mix의 점도를 측정한 결과는 표 77에 나타냈다. 대조군에서 14.03으로 나타났고, 기름골 가루의 첨가량이 증가하면서 점도는 낮아지는 경향을 보였다.

표 77. 기름골 아이스크림의 점도

	점도(cp)
Control <sup>1)</sup>	14.03
CI1 <sup>2)</sup>	13.65
CI2 <sup>3)</sup>	12.92
CCI3 <sup>4)</sup>	10.34

<sup>1)</sup>Control : 무첨가 혼합-mix

<sup>2)</sup>CI1 : 기름골 가루 1% 첨가 혼합-mix

<sup>3)</sup>CI2 : 기름골 가루 2% 첨가 혼합-mix

<sup>4)</sup>CI3 : 기름골 가루 3% 첨가 혼합-mix

### 2) Overrun

기름골 가루를 첨가한 아이스크림의 Overrun을 측정한 결과는 표 78에 나타냈다. 실험 결과 모든 시료가 5~10분 사이 27~30%로 급격히 증가하였고, 15~20분 사이에서도 크게 증가하였다. 또한 대조군과 첨가군의 경우 기름골 가루의 첨가량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 보였다.

표 78. 기름골 가루를 첨가한 아이스크림의 Overrun

time(min)	Overrun(%)			
	Control <sup>1)</sup>	CI1 <sup>2)</sup>	CI2 <sup>3)</sup>	CI3 <sup>4)</sup>
5	2.03	1.88	1.60	1.49
10	30.08	29.58	28.03	27.70
15	32.40	31.58	30.97	30.64
20	43.34	40.32	38.49	38.14

<sup>1)</sup>Control : 무첨가 아이스크림

<sup>2)</sup>CI1 : 기름골 가루 1% 첨가 아이스크림

<sup>3)</sup>CI2 : 기름골 가루 2% 첨가 아이스크림

<sup>4)</sup>CI3 : 기름골 가루 3% 첨가 아이스크림

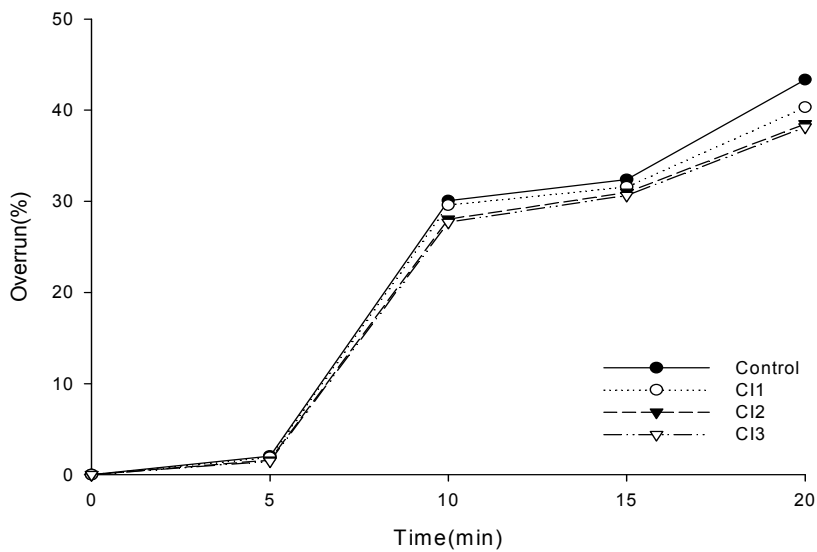


그림 53. 기름골 첨가량에 따른 아이스크림의 Overrun의 변화

3) 녹아내리는 정도

기름꿀 가루를 첨가한 아이스크림의 녹아내리는 정도는 표 79에 제시하였다. 25℃에서 30분 간격으로 90분간 녹아내리는 정도를 측정한 결과 처음 30분에서는 채워지지 않았다. 60분이 지났을때 대조군은 26으로 나타나 가장 낮은 값을 보였고 기름꿀 가루의 첨가량이 증가할수록 녹아내리는 정도가 높게 나타나 CI3는 40으로 나타났다. 90분후 측정한 결과에서도 같은 양상을 보였다.

표 79. 기름꿀 가루를 첨가한 아이스크림의 녹아내리는 정도

time(min)	melt-down appearance (ml)			
	Control <sup>1)</sup>	CI1 <sup>2)</sup>	CI2 <sup>3)</sup>	CI3 <sup>4)</sup>
30	-	-	-	-
60	26	30	38	40
90	48	56	64	68

<sup>1)</sup>Control : 무첨가 아이스크림

<sup>2)</sup>CI1 : 기름꿀 가루 1% 첨가 아이스크림

<sup>3)</sup>CI2 : 기름꿀 가루 2% 첨가 아이스크림

<sup>4)</sup>CI3 : 기름꿀 가루 3% 첨가 아이스크림

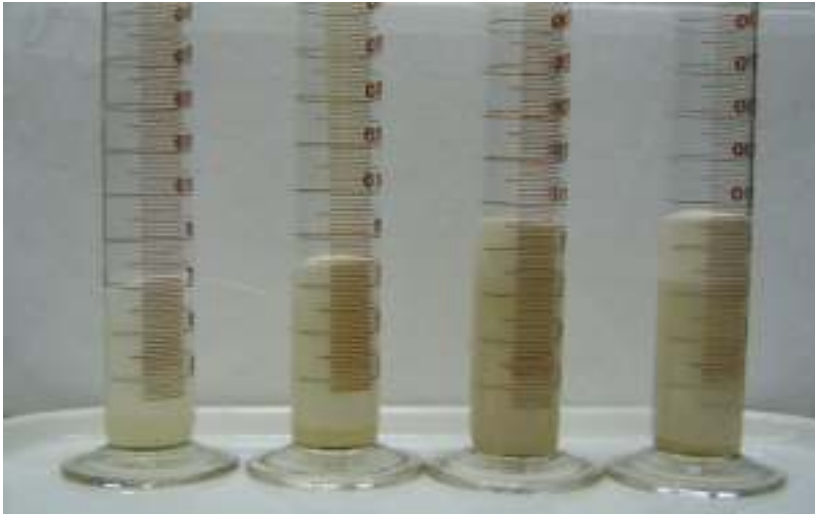


그림 54. 90분 경과후 첨가량에 따른 기름골 아이스크림의  
녹아내리는 정도

#### 4) 관능 특성 및 통계처리

로스팅 처리한 기름골 가루를 첨가한 아이스크림의 관능평가 결과는 표 80과 같다. 색은 기름골을 첨가할수록 증가하여 CI3이 7.50으로 가장 높게 나타났고, 향은 대조군과 첨가군사이 유사한 경향을 보였다. 맛과 조직감은 첨가군 중 CI1이 가장 높은 6.75, 6.37로 나타났다. 전반적인 기호도에서 기름골 가루 1%를 첨가한 CI1에서 대조군 보다 높은 6.50으로 평가됐다. 기름골 가루의 첨가량이 증가하면 색은 좋아지나 맛과 조직감이 감소하고 1%를 첨가 했을 때 대조군 보다 좋은 평가를 받았다.

표 80. 기름골 아이스크림의 관능평가 결과

	관능평가			
	Control <sup>1)</sup>	CI1 <sup>2)</sup>	CI2 <sup>3)</sup>	CI3 <sup>4)</sup>
color	5.87±0.99	6.25±1.03	6.62±0.74	7.50±1.41
Flavor	5.54±0.53	5.68±1.69	5.46±1.19	5.78±1.06
taste	6.62±1.30	6.75±0.70	5.12±0.83	4.25±0.88
texture	6.58±0.91	6.37±0.51	3.50±0.75	3.12±0.83
overall acceptability	6.37±0.91	6.50±0.53	4.37±0.51	3.87±0.83

<sup>1)</sup>Control : 무첨가 아이스크림

<sup>2)</sup>CI1 : 기름골 가루 1% 첨가 아이스크림

<sup>3)</sup>CI2 : 기름골 가루 2% 첨가 아이스크림

<sup>4)</sup>CI3 : 기름골 가루 3% 첨가 아이스크림



그림 55. 기름골 가루를 첨가한 아이스크림(0%, 1%, 2% 3%)



## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야의 기여도

기름골은 1998년 이후 우리나라에 소개되었으나 기름골에 대한 연구가 미비하다. 국내에는 기름골의 기름에 대한 연구가 대부분이고 기름골의 주요성분인 전분과 기름골을 이용한 가공 기술에 대한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 기름골의 주요성분인 전분 처리기술 과 기름골을 이용한 신소재 식품산업의 육성을 꾀하기 위해 기름골 전분 처리기술을 확립하였고 청량음료, 추출차, 제과, 제빵, 아이스크림류 등의 다양한 제품을 시제품화 하였다. 또한, 기름골의 생리활성 물질을 탐색하여 항산화 작용, 항암효과, 체중감소 등의 효과를 입증하였다.

현재 국제 곡물가격의 상승과 환경의 파괴에서 오는 이상 기후 등으로 세계는 식량 위기에 봉착해 있다. 우리나라도 쌀을 제외한 기타 작물에서는 자급율이 낮은 빈곤국이다. 또한 농촌 경제의 어려움으로 농가규모가 축소되고 있는 현재, 기름골을 이용한 신소재 식품산업을 육성하여 소비를 확대 시킨다면 농가소득에 큰 보탬이 될 것으로 생각된다.

본 연구 결과에서 아직 공개되지 않은 자료는 학술발표와 논문 등을 통하여 점차적으로 제공할 예정이며, 연구의 수행으로 얻어진 결과에 대하여 학술발표와 논문게재 등 목록을 아래에 제시하였다.

[ 연구 결과 홍보 실적 ]

□ 학술논문 게재

1. 한상하, 이현유, 금준석, 박종대 (2006) 기름골 전분의 이화학적 특성, 한국식품저장유통학회지, 13(3), 382~388
2. 한상하, 이현유, 금준석, 박종대 (2006) 기름골 변성전분의 물리화학적 특성, 한국식품저장유통학회지, 13(3), 404~412

□ 국내외 학술발표

1. 한상하, 박종대, 금준석, 이현유 (2005.10.20) 기름골 전분의 이화학적 특성. 한국식품영양과학회 초록집, pp. 406
2. 한상하, 박종대, 금준석, 이현유 (2006.6.16, 제주ICC) 물리화학적 변성에 의한 기름골 전분의 이화학적 특성 한국식품과학회 초록집
3. 전향미, 금준석, 이현유, 박종대 (2007.6.21, 부산Bexco) 기름골을 이용한 청량음료의 개발. 한국식품과학회 초록집 pp.40
4. 전향미, 금준석, 이현유, 박종대 (2007.6.21, 부산Bexco)기름골 전분을 이용한 볶음차와 혼합침출차의 제조. 한국식품과학회 초록집, pp.40

## 제 5 장 연구개발 결과의 활용 계획

○ 기름골은 국내 생산 가능성은 있다고 농진청에서 발표 한 바 있지만, 농가에서는 가능성에 대한 불확실성으로 재배를 기피하고 있다. 이에 본 연구에서 얻어진 기름골의 전처리 기술, 생리활성 물질 탐색, 시제품의 개발 및 이용가능성 등의 결과에 대하여 국내외 논문게재와 학술발표 등을 통해 가공제품의 원료로서 가능성을 입증하여 농가 생산자에게 널리 홍보하고, 실질적으로 식품산업의 중간소재로 활용 할 수 있는 기초 자료를 제시 하였다.

○ 본 연구 결과에서 아직 공개되지 않은 자료는 학술발표와 논문 등을 통하여 점차적으로 제공할 예정이며, 기름골의 항산화작용 및 체중감소 효과, 시제품으로 개발된 기름골 청량음료, 추출차, 식빵, 쿠키, 아이스크림 등을 홍보하여 식품의 신소재산업을 육성한다.

## 제 6 장 참고문헌

1. Yamamoto K, Sawada S, Onogaki T. Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku* 20: 99-104
2. A.O.A.C. Official Methods of analysis. 16th. ed. Association of official analytical chemists. Washington. D.C.
3. Juliano, B.O.(1982) Properties of rice starch in relation to varietal differences in processing characteristics of rice grain. *J.Jap.Soc. Starch Sci.* 29:305-317
4. Gilbert GG. and Spragg SP. Iodimetric determination of amylose. *Physical Analysis.* 4: 168(1963)
5. Williams PC, Kuzina FD. and Hynka I. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem* 47: 411-419(1970)
6. Schoch TJ. Swelling power and solubility of granules starches. In *methods in Carbohydrate Chemistry.* Academic Press, New York. IV: 106-108
7. Medcalf DG, Gilles KA. Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem* 42: 558-568
8. Donovan JW. Phase transitions of the starch-water system. *Biopolymers.* 18:263-267
9. 송진, 방진기, 박희운, 이승은, 박남규, 기름꿀의 품질관련 특성평가, *한국국제농업개발학회지*, 14(4), p. 267-274
10. Marvat M. Soliman, F. Osman and A. A. Elsayy, Volatile components of roasted chufa-tubers. *Agric. Biol. Chem.* 46(11) p. 2843-2845, 1982

11. 최경철, 나환식, 오금순, 김성곤, 김관, 신선찰벼와 찰흑미 전분의 이화학적 특성, 한국식품영양과학회지, 32(7), 953-959, 2003
12. Harm J. Peter AM, Comparision of the brabender viscograph and the rapid visco analyzer, Statistics evaluation of the pasting profile. Starsh 49, p. 89-92
13. Petruccelli S, Aon MC.(1995) Soy protein isolate components and their interaction J.Agric. Food Chem. 43:1762-1767
14. A.O.A.C(1999). Official Methods of analysis 16th ed. Association of official analytical chemists. Washington. D.C. USA., 914-915
15. SAS(1998) SAS user's guide. version 6.03, The SAS Institute Dary, NC, USA
16. Kim, S.R.and Ahn. S.Y.(1995) Effect of protease and disulfide bond reducing agent treatment on the physicochemical and gelatinization properties of rice Agricultural Chemistry and Biotechnology 38:554-562
17. Maningat, C.C. and B.O. Juliano(1980) Starch lipids and their effect on rice starch properties. *Starke* 32 76-82.
18. 이미경, 김정옥, 신말식, 수침시간과 입자크기가 다른 멥쌀가루의 특성, 한국식품과학회지, 36(2) : 268~275
19. 최순남, 정남용, 메밀가루를 첨가한 식빵의 품질 특성, 한국식품조리과학회지, 23(5) : 664~770
20. 정해옥, 임상선, 정복미, 볶음 콩가루 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 관능적 기계적 특성 연구, 한국조리과학회지, 13(3)
21. 신도호, 이연화, 비지가루 첨가 식빵의 품질 특성, 한국식품영양학회, 15(4) : 314~320
22. 이정신, 오명숙, 흑미가루 첨가 쿠키의 품질 특성 연구, 한국조리과학회지, 22(2) : 193~203
23. 이준열, 주종찬, 박혜진, 허은실, 최선영, 신정혜, 대나무 잎 분말을 첨가한 쿠키의 품질 특성, 한국식품영양학회, 19(1) : 1~7

24. 구선희, 이숙영, 당알콜과 효소의 종류가 대두아이스크림의 품질특성에 미치는 영향, 한국조리과학회지, 16(2)

## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다