

발간등록번호

11-1543000-001030-01

기존 수입의존 식물성유지 대체소재 개발
(Vegetable oil imports rely on the existing
development in substitution)

(주)한빛향료

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “기존 수입의존 식물성유지 대체소재 개발에 관한 연구” 과제(세부과제 “기존 수입의존 식물성유지 대체소재 개발에 관한 연구에 관한 연구”)의 보고서로 제출합니다.

2015 년 11 월 18 일

주관연구기관명 : (주)한빛향료

주관연구책임자 : 이 정 일

세부연구책임자 : 이 정 일

연 구 원 : 김 위 중

연 구 원 : 유 승 권

연 구 원 : 김 기 현

협동연구기관명 : 강원대학교 생명건강공학과

협동연구책임자 : 최 면

협동연구기관명 : 강원대학교

강원웰빙특산물산업화RIC

협동연구책임자 : 호 정 기

요 약 문

I. 제 목

- 기존 수입의존 식물성유지 대체소재 개발

II. 연구성과 목표 대비 실적

- 수입대체가능 한국 내 원료를 중심으로 식물성 유지 소재선발
- Cold processing 분쇄 분리 공법으로 식물성 유지제조 공법 개발 및 표준화
- 선별한 식물성 유지 소재를 *in vitro*, *in vivo* 실험으로 과학적 효능검증 및 이화학적 및 물리적 분석
- 경제성, 시장성을 고려한 제품군을 선별하여 4종의 시제품개발 (산초유, 유자씨유, 잣기름, 잣박분말)
- 주관업체에 기술 이전하여 산업화

III. 연구개발의 목적 및 필요성

- 우리나라의 식용유지 생산은 유지자원의 부족으로 90% 이상 국외에서 수입하는 상황임.
- 국내 유지 작물 및 유지가격이 수입되는 것과 비교할 때 경제성이 떨어져 작물재배 및 유지생산을 기피하기 때문임.
- 향후 식용유지시장은 기능성과 용도의 다양화를 추구하면서 업계들의 기술개발과 다양한 마케팅 전략이 선보일 전망이어서 더욱 치열한 경쟁이 예상되고 있어 첨단가공기술 연구가 추진되어야 함.

IV. 연구개발 내용 및 범위

- 1차 년도 : 경제성, 물리화학적 특성 및 과학적 효능검증을 통한 우수한 소재 3종 선별
- 2차 년도 : Cold processing 분쇄 분리 공법을 이용한 식물성유지 생산기술개발
- 3차 년도 : 표준화 공법 개발 및 시제품 4종 개발

V. 연구개발결과

- 기존 수입 의존 식물성유지소재를 대체할 수 있는 국내에서 대량 가능한 소재를 13종 선별(1차 년도) 중 원료 수급가능, 과학적 효능(항동맥경화, 항비만) 검증 및 소비자의 선호도를 연구 조사하여 경제성, 건강기능성, 상품화를 고려한 3종(산초, 유자씨, 잣)의 소재 선별.
- 선별된 식물성 유지 소재 3종의 건강 기능성(항비만, 항동맥경화)를 *in vitro*, *in vivo*

model로 과학적 효능검증 및 물리화학적 특성 조사.

- 기존 식용유지 제조·가공 공정이 아닌 cold processing 분쇄 분리 공법을 이용한 대체유를 활용하여 산초, 유자씨에서 유효 지방산의 함량을 높이면서 최고의 유지 수율을 높일 수 있는 표준화 공정을 개발.
- 생산된 식물성 유지를 GC(gas chromatography) 성분 분석으로 유효 불포화 지방산 함량 비교를 통한 cold processing 분쇄 분리 공법의 우수성 검증.
- Cold processing 분쇄 분리 공법으로 추출된 식물성 유지 및 부산물을 활용하여 산초유, 유자씨유, 잣기름, 잣박분말(4종)의 시제품을 개발을 완료하였음.
- 산초, 유자씨, 잣을 원료로 식물성 유지로 개발된 시제품을 향후 활용 가능한 제품을 생산하기 위해 거래처 제품개발 연구원 및 구매자를 대상으로 설문조사.
- 세부기관과 협동기관들의 긴밀한 업무 협조를 통해 개발된 4종의 시제품에 관한 기술적인 부분은 기술이전을 통해 (주)한빛향료에 이전 완료 후 산업화하고자 함.

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

- 특허출원 6건, 특허등록 3건, 국내 논문 6건, SCI(E) 논문 1편, 시제품 4건, 국내외 학술 발표 12건, 인력양성 4건, 언론홍보 1건의 연구성과를 얻음.
- 특허등록 3건 예정, SCI(E) 1편 투고완료 후 심사 중.

SUMMARY

I. Title

Vegetable oil imports rely on the existing development in substitution.

II. Objectives

- Vegetable oil material selection based on available import substitution in Korea
- Cold processing crushing, separation and standardized manufacturing techniques were applied to vegetable oil production
- *In vitro*, *In vivo* test were applied to verify the physical and physicochemical efficacy of selected vegetable oil materials
- Economics, marketability considering, products selection and development four kinds of oils (chinese pepper oil, citron seed oil, pine-nut oil, pine-nut powder)

III. Contents

- 1st year : Three excellent materials in term of economic, physical and chemical properties were selected through scientific efficacy verification
- 2nd year : Technologies development for vegetable oil production using cold processing and crushed separation process
- 3rd year : Standardization and development the four kinds of trial manufactured goods

IV. Results

- 13 kinds of selected national vegetable oil materials will be massive developed. Scientifically efficacy verification (anti-atherogenic, anti-obesity) will be tested. Available supplying, consumer satisfactory, economics, health benefit, merchandising will be surveyed and then development for 3 kinds of vegetable oils materials (chinese pepper, citron seed, pine-nut) will be done.
- Functional health (anti-atherogenic, anti-obesity) will be tested *In vitro*, *In vivo* model to evaluated scientifically in Physical and chemical characterization and potency verification of 3 kinds selected vegetable oil
- Conventional edible oil production, fabrication process by using an alternate oil using a cold processing method, separating crushed chinese pepper and citron seed, while increasing the content of the active fatty acid in the owner's standard developing process to increase the yield of the best maintained

- Through cold processing and crushing technique, vegetable oil production will be analyzed the compounds by GC (gas chromatography). further more, unsaturated fat composition will be also compared
- Through cold processing and crushing technique, Total of 4 extracted vegetable oil products (Chinese Pepper oil, citron seed oil, pine-nut oil, pine-nut sullage powder) will be developed.
- Chinese Pepper, citron seed, pine-nut as developed material for oil production will be utilized as functional products. Due to develop the product, surveying process based on correspondent, staff and consumer will be evaluated.
- Through the detailed agencies, cooperative organizations and a close working organizations, development technology of 4 products will be transferred hanbit flavor & fragrance Co., Ltd. and apply for industrialization.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	08
1. Significance of research	08
2. Objectives	21
3. Part of research contents	22
4. Performance	23
Chapter 2. Current status of domestic and international technology development	26
1. International technology status	26
2. Domestic technology status	27
Chapter 3. Results	28
1. contents of research	28
2. Results or research	33
Chapter 4. Achievements and technological contribution	134
1. Achievements	134
2. Technological contribution	135
Chapter 5. Research outcomes and usage plan	137
1. Research outcomes	137
2. Outcomes and usage plan	137
3. Progress of the research plan	140
Chapter 6. International scientific and technological information	141
1. Current status of international technology and market	141
Chapter 7. Status of research facilities and instruments	144
Chapter 8. Laboratory Safety Management Performance	145
1. Laboratory Safety Management Performance	145
Chapter 9. References	148

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요 및 성과목표	08
1절.	연구개발 필요성 및 범위	08
2절.	연구개발의 목적	21
3절.	과제별(세부·협동) 연구개발 내용	22
4절.	연구성과목표 대비 실적	23
제 2 장	국내외 기술개발 현황	26
1절.	국외 기술개발현황	26
2절.	국내 기술개발현황	27
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	28
1절.	연구개발수행 내용	28
2절.	연구개발결과	33
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	134
1절.	목표달성도	134
2절.	관련분야에의 기여도	135
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	137
1절.	연구개발 성과	137
2절.	성과활용 계획	137
3절.	과제외 연구진행 계획	140
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	141
1절.	해외과학기술정보	141
제 7 장	연구시설·장비 현황	144
제 8 장	연구실 안전관리 이행실적	145
1절.	연구실 안전관리 이행실적	145
제 9 장	참고문헌	148

제 1 장 연구개발과제의 개요 및 성과목표

1 절. 연구개발 필요성 및 범위

1. 1 기술적 필요성

- 최근 우리나라는 급격한 경제 성장과 전반적인 생활수준의 향상으로 식생활이 다양한 서구화 및 고급화 추세에 따라 가공식품의 섭취가 증대하는 양상을 보이고 있으며, 이러한 식생활의 변화와 함께 좋은 품질과 기능성 식물성 유지 수요는 계속 증가하고 있음.
- 식용유지는 식용으로 이용할 수 있는 액상(oil), 또는 고체상(fat)의 기름으로, 유지를 함유한 식물 또는 동물로부터 얻은 원유나 이를 원료로 하여 제조·가공함.
- 국내에서 소비되는 식용유지를 원료에 따라 분류하면, 크게 식물의 열매 또는 씨앗으로부터 채집하는 식물유지와 동물의 지방조직에서 얻어지는 동물지방으로 나눌 수 있다. 대표적인 식물유지로는 대두유 · 옥수수유 · 카놀라유 · 해바라기유 · 올리브유 · 참기름 · 팜유 · 야자유 등이 있고, 동물지방에는 우지 · 돈지 · 버터 등이 포함됨.

표 1. 식용유지 종류

구분	식용유지 종류
식물유	대두유, 옥수수유, 카놀라유(채종유), 현미유, 참기름, 들기름, 홍화유, 해바라기유, 면실유, 올리브유, 포도씨유, 낙화생유(땅콩기름), 팜유류, 팜핵유, 야자유
동물지방	우지, 돈지, 버터

자료 : aT 가공식품 세분시장 현황보고서

- 국내 식용유지업계는 2011년 콩기름이 주도하던 식물성 유지 시장은 올리브유, 포도씨유, 카놀라유, 쌀눈유 등 기능성을 강조한 식물성 유지의 판매가 증가하고 있음.
- 식물성 유지는 수입자유화 된 1991년 전후와 95년도 세계무역기구(WTO) 출범전후로 많은 변화를 겪었으며 1991년 전후 상황은 대두유 등 식물성 관세율은 선진국의 시장개방 요구에 의한 정부의 관세 인하계획에 따라 매년 인하되어 왔음.
- 더구나 WTO 출범에 따라 국내 유지가공업계는 선진국의 시장개방 요청에 의한 관세인하 요구로 낮은 실행 관세율을 적용하고 있어 수입증가량은 가속화되고 있는 실정임. 국내업계도 수입품과의 경쟁력 제고를 위하여 원가절감, 생산성 향상 등 다

각도로 자구노력에 최선을 다하고 있으나 저가의 외국산 제품 수입 급증에 따른 국내 생산제품의 수급불균형 및 적정 판매가격 유지불가능 등으로 인하여 국내 업계의 어려움은 가중되고 있음.

- 식물성 유지는 제품에 따라 대두, 올리브유, 옥수수, 카놀라유 등은 전량 수입산을 사용하고 있음. 대두 수입량은 다소 감소세를 나타내고 있지만, 국제 대두 가격이 인상되면서 수입액은 상대적으로 증가한 양상임. 2000년 2억 4,978만 달러였던 수입 규모는 2013년 4억 9,749만 달러로 2배 가까이 확대됐음. 2011년 주요 기업조사 결과 원료 수입은 카놀라유는 캐나다, 포도씨유는 프랑스, 올리브유는 스페인에서 수입하고 대두유의 원료인 콩은 미국과 브라질에서 수입하는 것으로 조사됨.
- 옥수수유는 옥수수배아에서 착유되지만, 옥수수배아가 아닌 옥수수를 수입해 그 중에서 배아를 사용함. 옥수수 수입량은 2000년 203만 톤에서 2009년 144만 톤으로 감소하였으나, 대두유와 마찬가지로 옥수수 가격이 상승하면서 전체 수입액은 증가하였음. 옥수수는 주로 미국에서 수입됐으나, 2012년부터 미국의 가뭄으로 옥수수 생산이 크게 줄어들면서 세르비아, 브라질산 옥수수 수입이 늘어났음.
- 국내에서는 카놀라유(조유)를 수입해 정제한 다음 시장에 제품을 출시하고 있는데 2006년 이후 국내에서 유채유 소비가 증가하면서 조유 수입규모도 증가세를 나타냈음. 2006년 1,246만 달러에서 2011년 1억 2,766만 달러로 거의 10배 가까이 수입규모가 증가하였음.
- 식물성 유지의 생산량 및 판매금액은 원재료를 대부분 수입에 의존함으로써 수입국의 작황과 환율에 따라 크게 영향을 받는 단점이 있음.
- 단순히 조리용으로만 이용되었던 식용유가 이제는 well-being, anti-trans fats(항 트랜스지방)의 marketing concept 요소까지 대동하면서 그 이미지를 건강을 챙기는 품목으로 바뀌어가고 있음
- 과거 식용유의 70 ~80%를 차지하였던 대두유를 제치고 채종유의 소비가 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 건강에 대한 관심이 높아지면서 식용유가 갈수록 고급스러운 이미지의 프리미엄(premium)급 식용유인 올리브유, 포도씨유, 유채유, 홍화유, 해바라기유 등의 이용률이 증가하고 있는 추세임.
- 최근에 Olive유와 포도씨유가 양분되고 있는 premium oils 시장에 녹차유, 카놀라유(유채유), 현미유등 다양한 재료로 만든 제품들이 연이어 출시되고 있는데, 그 동안 이용되어 온 식용유(대부분 대두유, 옥수수기름)에서 비만 및 성인병에 원인이 되고 있는 트랜스지방 및 코레스테롤이 문제가 대두 되면서 더욱 안전하며 건강에 좋은 고급유인 premium급 oil을 찾게 된 계기가 되었음.

표 2. 국내 식용유지의 시장 점유율

단위: 억원

구분	Market Size	M/S(%)
올리브유	1260	42
대두유	900	30
포도씨유	400	16
옥배유	270	9
기타	90	3
total	3,000	100

자료 : 식품저널. 2015. 2015 식품유통연감

- 위 표에서 보는 바와 같이 과거 거의 대부분(70~80%)이 대두유가 차지하고 있던 시장이 Olive oil로 대체되고 있으며 포도씨유와 그 이외의 3세대 식용유로 각광 받기 시작한 유채유, 현미유 등이 등장하여 시장을 급속히 바꾸어 나가고 있다.
- 건강지향적 식문화의 확산으로 Olive유를 시작으로 기존 시장이었던 대두유와 옥수수유의 시장을 프리미엄급 식용유시장이 시장 자체의 판도를 뒤집은 결과로 급격한 변화를 가져왔다.
- 이러한 식물유지 시장은 포도씨유와 카놀라유, 그리고 이후에는 현미유까지 시장에 강하게 침투하면서 식용유 시장 자체를 변화시키고 있는 것을 볼 때 소비자의 well-being, 건강지향적 소비행태는 과히 폭발적이라고 할 수 있다.

표 3. 프리미엄(고급) 식용유시장 규모

단위: 억원

구분	2002	2005	2006	2007
올리브	109	986	1002	1000
포도씨		81	402	800
카놀라				200
total	109	1067	1404	2000

자료 : 식품저널. 2015. 2015 식품유통연감

- 식물유지의 흐름은 크게 대두유, 옥수수유 중심의 1세대 식용유와 올리브유, 포도씨유, 카놀라유 등 원재료의 영양성을 강조한 2세대 식용유, 여기에 체지방, 콜레스테롤 저하와 같은 기능성을 부여한 제 3세대 식용유가 최근 선진국에서 유행하고 있는 추세이다.

- 국내 프리미엄 식물유지 시장은 2005년 년 올리브유 등장 이후로 지속적인 성장세를 보이고 있음. 프리미엄 식물유지의 대표 품목으로는 카놀라유, 올리브유, 포도씨유 등이 있으며, 전체 가정용 식용유 시장 중 프리미엄 식물유지 시장 중 고급유의 시장점유율은 2012년 63.9%, 2013년 66.1%, 2014년 상반기 67.2%로 매년 확대되고 있음. 2005년 올리브유에서 2008년 포도씨유, 2011년 카놀라유로 고급유 인기 품목이 변화하고 있음.
- CJ제일제당, 롯데푸드에서 2014년 기존 프리미엄 식물유지에 좋은 원료를 추가한 혼합유를 출시하며 새로운 프리미엄 식용유 시장을 형성하였음. ‘백설 건강을 생각한 요리유’는 카놀라유, 콩기름, 포도씨유가 함유된 혼합유로, 조리 후에도 오메가6와 오메가3, 불포화지방산의 비율이 한국인에게 이상적인 비율로 유지되도록 만들어진 제품으로 어필하고 있음.
- ‘롯데푸드 브레인유’는 호두유에 카놀라유를 혼합해 신선함이 유지되는 기간을 늘리고 조리 편의성을 높인 제품이며, ‘쉐프유’는 카놀라유에 벨기에산 버터오일을 넣어 고소한 풍미를 가진 제품을 출시하였음.

표 4. 국내 식용유지 시장 규모

(단위:톤)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
합계	19,981	26,098	23,485	31,835	32,098	42,720	42,828

자료 : 식품의약품안전처, 연도별 식품, 식품첨가물 생산실적

- 식용유지의 시장은 2009년 1조4000억 원으로 시장규모는 점차 커지고 있으나 국내 주요 유지작물의 재배면적과 생산량은 전반적으로 감소 또는 정체되고 있는 경향이 며, 국내 유지자원의 수급은 열악한 상태이다. 식용유지 원료의 97%를 수입에 의존하고 있는 상황에서 국내 식용유지의 자급률을 증진시킴과 동시에 고가의 프리미엄 식용유지에 대한 대체 유지자원개발이 꼭 필요하다 판단됨.
- 식물성유지를 산업적으로 사용하는 대표적인 착유 방법은 압착법(press method), 용매추출법(solvent extraction process)이 사용되고 있으며 최근에는 새로운 방식인 초임계추출(이산화탄소)로 제조·가공되는 제품이 인기를 끌었으나 생산 단가가 매우 높아 식물성 유지 가격이 매우 비싸고 식용유지류의 제조·가공기준이 매우 까다로운 단점 있음.
- 따라서 한빛향료(주)는 2012년도 고부가가치 식품기술개발 사업을 통해 강원대학교 웰빙특산물산업화지역혁신센터에서 보유하고 있는 저온에서 가공하는 방식인 cold processing 분쇄 분리 공법(특허출원 10-2011-0017033)을 이용한 식용유지 생산 기술을 표준화하여

- 국내에서 생산 가능한 대체 소재로 국내 견과류, 종자류 13종 (고추씨, 녹차씨, 들깨, 땅콩, 목화씨, 산초, 유자씨, 인삼씨, 잣, 참깨, 호두, 호박씨, 홍화씨) 식물성 유지 소재의 기능성분의 파괴를 최소화하고 건강 기능성이 검증된 고부가가치의 프리미엄 오일을 확보하고 생산기반을 조성하고자 함.

1.2 경제적·산업적 중요성

- Cold processing 분쇄 분리 공법이란 첨단 가공기기를 이용한 간접냉각 방식으로 50℃ 이하 상태에서 습식분쇄 및 저온 고속 원심분리 하여 풍미를 최대한 보존할 수 있고 산화방지에도 효과적인 생산방식으로 강원대학교 연구진이 개발한 단독 기술임.
- 본 기술이 확립이 되어 산업적으로 활용되면, 기존 식물성 유지 제조·가공 방식에 비해 지방 산패율이 낮고, 소재의 기능성분이 최대화된 기능성 유지 개발 되어 기존 식물성 유지와 비슷한 가격으로 소비자들이 구매를 할 수 있음.
- 식물성 유지 제조 후 부산물인 박은 기존의 경우 버려지거나 사료로 사용되지만 cold processing 분쇄 분리 공법으로 남은 박은 고부가가치 가공식품으로 개발하여 경제적 가치를 높일 수 있음.



1.3 식물성 유지 산업의 현황

가. 식용유지별 공급량

- 2008년 급감했던 공급량은 2009년 소폭 증가하여 총 유지 공급량은 65만 톤으로 전년대비 5만 2천 톤 증가한 것으로 나타났음.
- 식물성 유지 중에서 콩기름은 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 공급량이 지속적으로 증가추세에 있으나 2008년 크게 감소한 뒤 2009년 역시 17만 톤으로 전년보다 1만여 톤 감소하여 콩기름의 감소세가 지속됨.
 - 옥배유는 2008년 3만 7천 톤에서 2009년 3만 9천 톤으로 2천 톤 증가하였음.
 - 미강유는 2009년 1만 5천 톤으로 전년보다 2천 톤 증가함.
 - 3월 기업인터뷰 결과, 업체들의 적극적인 고급유 마케팅활동으로 콩기름은 감소하고, 고급유의 공급이 증가한 것으로 사료됨.
- 1990년도 이후 감소추세가 지속되던 동물성 유지 공급량은 2009년에는 전년대비 소폭 증가한 2만 4천 톤으로 나타남, 동물성 유지 중 가장 많이 공급되는 우지는 지속적으로 감소하였고, 2009년 어유의 공급량은 1만 9천 톤으로 크게 증가한 것으로 나타남.

(단위: 천톤)



그림 1. 연간 식용유지의 종류별 공급량

자료: 한국농촌경제연구원, 식품수급표, 2009, 농축수산신문(2010), 「2010-2011 한국식품연감」 자료

나. 식물성 유지 생산동향

- 식약청 「식품 및 식품첨가물 생산실적」에서 식용유지의 생산 현황을 살펴보면 2009년 식용유지 생산량은 약 80만 톤으로 전년과 비슷한 수준이나 생산액은 1조 3,700억 원으로 전년대비 소폭(2.5%) 상승함.
 - 식용유지 생산량은 2007년 81만 톤을 정점을 찍은 이후 조금씩 감소하고 있지만, 생산액은 2008년부터 크게 증가하여 2008년 식용유지 생산액은 전년대비 50.7% 증가한 1조 3,370억 원으로 나타남. 이는 식용유의 고급화 바람으로 사료됨.

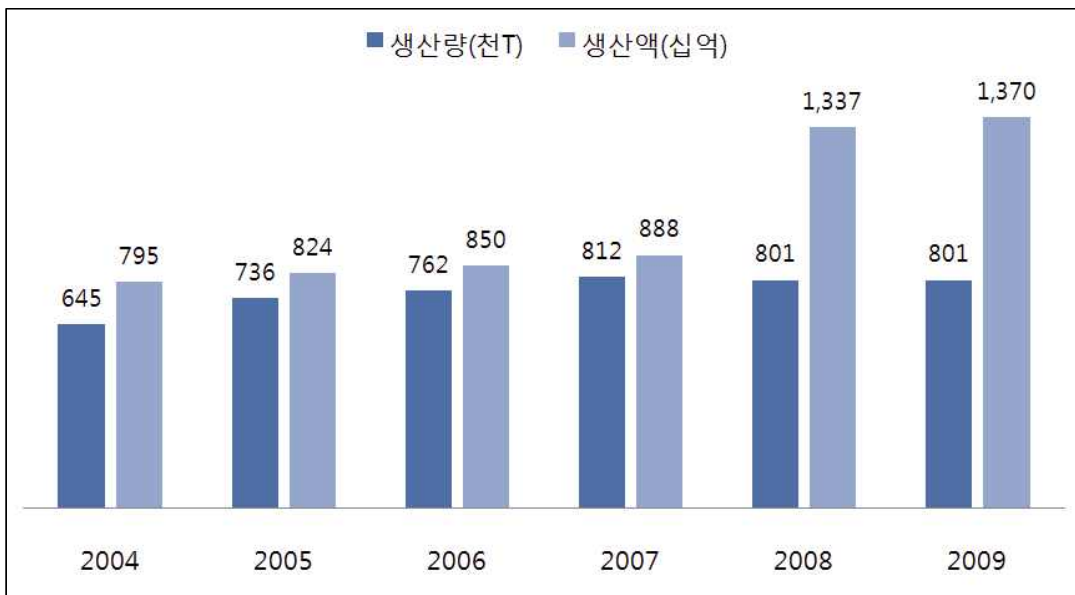


그림 2. 식용유지 생산 현황

자료: 식약청 「식품 및 식품첨가물 생산실적」 2004~2009년

- 2009년 식용유지류 생산현황을 품목별로 살펴보면 생산량을 기준으로 콩기름(대두유)가 37만 3,623톤으로 가장 많은 것으로 나타났음. 4년 전인 2005년도에도 생산량이 가장 많은 식용유지 품목은 콩기름(대두유)임.
 - 그러나 2005년도에는 콩기름, 쇼트닝, 가공유지, 팜유류, 옥수수기름, 마가린류, 올리브유, 참기름, 채종유 등의 순서로 생산량이 높은 반면, 2009년도에는 콩기름에 이어 팜유류가 두 번째로 많은 생산량을 차지함.
 - 쇼트닝과 올리브유가 2005년도에 비해 생산량이 크게 줄어든 반면, 채종유(유채유 또는 카놀라유), 팜유류, 혼합식용유, 기타식용유지, 해바라기유 등은 2005년 대비 생산량이 크게 증가하였음.
- 08년부터 생산량은 전년대비 소폭 감소함에도 불구하고 생산액은 급격히 증가하였음. 이는 2008년 금융위기 이후 환율과 원자재가격 인상에 따른 생산비 증가로 사료됨.

다. 식용유지 시장규모

(1) 출하액 기준 식용유지 시장규모

- 09년 출하액 기준 식용유지의 시장규모는 1조 3,805억 원으로 전년대비 4.0% 성장하였다. 식용유지 시장은 2004년 8,485억 원에서 매년 꾸준히 증가하여 2007년에는 1조 원을 넘어섰으며 2009년에는 2004년 대비 62.7% 성장함.

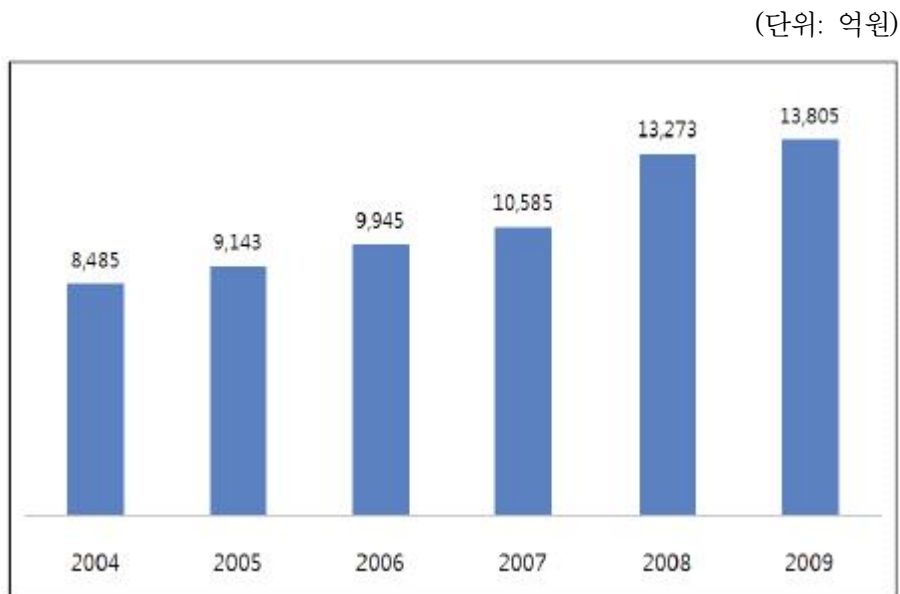


그림 3. 식용유지 시장규모 추이- 출하액 기준

자료: 식약청 「식품 및 식품첨가물 생산실적」 각 년도

(2) 식물성 유지 품목별 비중

- 09년 식물성 유지류의 품목별 출하액을 살펴보면, 콩기름(대두유)이 5,577억으로 전체 식물성 유지시장에서 약 41%를 차지함. 그 뒤를 이어 참기름(9%), 채종유-카놀라유(7%), 쇼트닝(6%), 가공유지, 마가린류, 기타식용유지, 옥수수기름, 혼합식용유(5%), 올리브유, 향미유, 팜유류(3%) 들기름, 미강유, 야자유, 해바라기유(1%) 순으로 시장이 형성되어 있음.

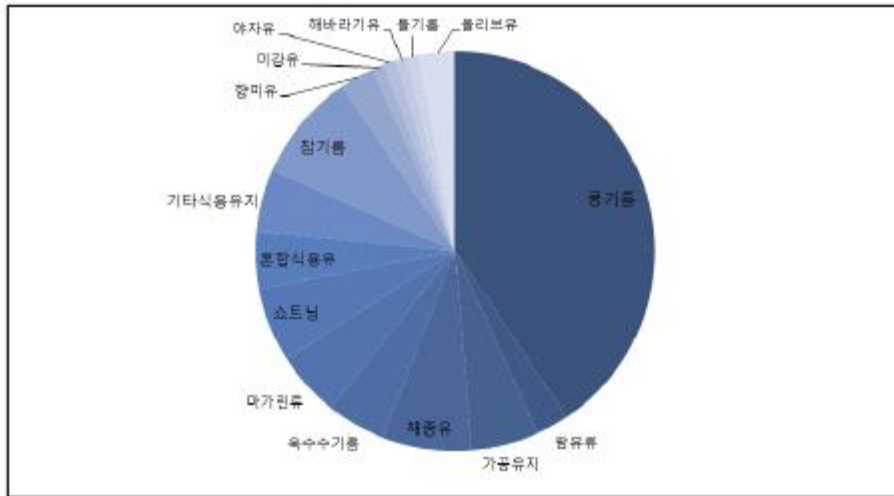


그림 4. 2009년 식물성 유지 품목별 비중

자료: 식약청 「식품 및 식품첨가물 생산실적」 2009

라. 식물성 유지 주요 원료

- 식용유는 제품에 따라 대두, 올리브유, 포도씨유 등 주 원료가 100%사용되며 대부분이 수입산임.
- 2011년 주요 기업조사 결과, A사의 원료 수입은 카놀라유는 캐나다, 포도씨유는 프랑스, 올리브유는 스페인에서 수입하고 대두유의 원료인 콩은 미국과 브라질에서 수입하는 것으로 조사됨.

표 5. A사의 식용유 원료 조달 현황

원료명	주요 원산지	원산지 비중	
		수입산(%)	국내산(%)
대두		100	
옥수수		100	
올리브유	스페인	100	
포도씨유	프랑스	100	
카놀라유	캐나다	100	
쌀눈유	중국	100	

자료: 주요기업 인터뷰 결과

마. 대두, 옥수수, 카놀라유 국내 수출입 실적

(1) 대두유 수출입 실적

- 대두유는 대두를 수입해 국내에서 제조하거나 수입유를 정제하는 경우가 많아 수출입 규모가 크지 않으며, 수입보다는 수출 규모가 큰 것으로 나타났음. 수출액은

2000년 206만 달러에서 2013년, 1,183만 달러로 5배 이상 규모가 증가했으며, 같은 기간 수입도 43만 달러에서 457만 달러로 10배 이상 증가하였음. 특히 2010년부터 2012년까지는 중국으로의 수출량이 일시적으로 급증하며 전체 수출량이 증가한 양상을 나타냈음. 그러나 2013년부터 중국, 러시아 등으로의 수출규모가 감소하면서 전체 수출액도 감소세를 보였음.

- 2007년 일시적으로 수입량이 증가하였는데, 이는 2007년 애그플레이션으로 대두를 포함한 곡물 가격이 상승하면서 대두 수입 대신 정제된 대두유 수입량이 늘었기 때문으로 분석됨.
- 2010년부터는 다시 대두유 시장이 지속 감소하고 있는데, 가족 구성 변화에 따른 요리 빈도 감소 및 카놀라유, 포도씨유 등 고급유 시장으로의 수요 전이 등이 원인으로 파악됨.

표 6. 대두유(정제유) 국내 수출입 실적

연도	수출량(톤)	수출액(천\$)	수입량(톤)	수입액(천\$)	무역수지(천\$)
2000	2,079	2,063	531	425	1,639
2001	3,698	2,233	3,001	1,958	275
2002	7,410	5,001	1,719	1,544	3,457
2003	5,191	4,187	5,277	3,872	315
2004	4,325	4,150	1,039	1,103	3,047
2005	3,895	3,423	3,019	2,180	1,243
2006	3,437	2,805	11,551	6,880	-4,074
2007	3,890	4,867	22,207	18,426	13,559
2008	6,026	10,631	4,362	6,053	4,578
2009	6,656	8,107	1,569	2,769	5,338
2010	12,208	15,012	1,439	2,104	12,908
2011	15,088	24,274	1,698	2,970	21,304
2012	11,545	18,018	1,619	2,701	15,317
2013	7,663	11,826	3,264	4,571	7,256

자료 : 농수산식품수출지원정보(www.kati.net)

(2) 카놀라유 수출입 실적

- 식용으로 사용되는 채종유는 모두 카놀라유이며 주산지는 캐나다, 호주임. 우리나라에서 캐나다산 카놀라유가 식용으로 사용된 것은 오래되었으나 주로 업무용·치킨 튀김용·드레싱 용도로 사용되었고 가정용으로 사용된 양은 미미했지만, 2010년부터 카놀라유가 대두유보다 고급이라는 인식이 확산되면서 가정용으로 사용되는 양이 증가하였음.

표 7. 카놀라유(정제유) 국내 수출입 실적

연도	수출량(톤)	수출액(천\$)	수입량(톤)	수입액(천\$)	무역수지(천\$)
2002	-	-	2	4	-4
2003	-	-	-	3	-3
2004	-	-	15	18	-18
2005	-	-	62	76	-76
2006	-	-	323	389	-389
2007	-	-	1,811	2,113	-2,113
2008	-	-	6,077	9,334	9,334
2009	8	25	8,869	9,550	-9,525
2010	14	40	16,907	17,216	-17,221
2011	55	107	4,633	7,114	-7,006
2012	2,014	2,974	2,966	4,666	-1,692
2013	5	25	2,397	3,950	-3,925

자료 : aT 가공식품 세분시장 현황 보고서

(3) 옥수수 수급동향

- 옥수수유 시장이 지속적으로 감소하며 카놀라유에 뒤처지는 결과를 보였음. 이는 옥수수유가 대두유에 비해 가격이 다소 비싼 반면, 고급유 대열에는 들 수 없는 제품 컨셉을 지니고 있어 어느 쪽에도 속하지 못하는 경쟁력이 약한 상태임.

바. 세계 곡물(옥수수, 대두) 가격 동향

(1) 옥수수, 대두의 운임포함가격

- 미국 걸프 만으로부터 수입할 수 있는 옥수수의 운임포함가격(C&F: cost and freight)은 2010년 12월 10일, 톤당 300달러를 기록하고 있는 이는 전년 동월대비 22.4% 상승하였지만 전월 대비로는 2.3% 하락 함.
- 미국산 대두의 운임포함가격은 2010년 12월 10일, 톤당 553달러를 기록하고 있으며 이는 전년동월 대비 18.4%, 전월대비 0.2% 상승한 것으로 나타남.

표 8. 옥수수, 대두의 운임포함가격 동향

(단위: 달러/톤(C&F))

품목	2008	2009	2009.12	2010.11	2010.12	증감률(%)	
						전년동월	전월대비
옥수수	322	222	245	307	300	22.4	-2.3
대두	565	451	467	552	553	18.4	0.2

자료 : aT 가공식품 세분시장 현황 보고서

(2) 옥수수, 대두의 국제 선물가격

- 옥수수 선물가격은 등락을 거듭하다가 2010년 7월부터 상승하기 시작하여 2010년 12월 10일, 2010년 12월물 인도분 옥수수 선물가격은 톤당 221달러로 전년 동월대비 39.9%, 전월대비 1.8% 상승함.
- 대두 선물가격은 등락을 거듭하면서 2010년 6월 348달러까지 하락하였으나 이후부터 상승하기 시작하여 2010년 12월 10일, 2011년 1월 인도분 대두 선물가격은 전년 동월대비 23.5%, 전월대비 1.3% 상승한 톤당 468달러임.

표 9. 옥수수, 대두의 운임포함가격 동향

(단위: 달러/톤(C&F))

품목	2008/09	2009/10	2009.12	2010.11	2010.12	증감율(%)	
						전년동월	전월대비
옥수수	155	145	158	217	221	39.9	1.8
대두	373	359	379	462	468	23.5	1.3

주: 옥수수(yellow corn) 2등급, 대두(yellow soybean) 1등급(CBOT), 옥수수·대두 곡물연도 9-8월, 2010년 12월 10일 기준 선물가격임

자료: USDA AMS and ERS(Average monthly closing price for the nearby future), 농촌경제연구원(2010.12), 세계 곡물 가격 동향

(3) 국제 대두가격 추이

- 국제 대두가격은 2009년 9월부터 2010년 8월까지 1년 동안 다른 기간에 비해 안정적인 모습이었음. 그러나 2010년 하반기 이후 가격부터 가파르게 상승하여 2011년 1월 12월 국제 대두가격은 ton당 517달러까지 치솟아 식용유 가격 인상을 압박하고 있음.

사. 식물성 유지 시장 분석 결과

- 식물성 유지는 크게 일반유(콩기름, 옥수수유)와 고급유(올리브유, 포도씨유, 카놀라유, 쌀눈유)로 분류를 하고 있음.
- AC닐슨과 업계에서 집계한 2009년 국내 가정용 식용유지 시장규모를 살펴보면, 올리브유는 벤조 피렌 보도 이후 시장규모가 큰 폭으로 감소하여 2009년 391억 원 시장규모로 예상됨. 포도씨유와 카놀라유의 시장은 꾸준히 증가하여 2009년 각각 1,019억 원, 365억 원으로 예상됨.
- 웰빙열풍에 따라 올리브유가 인기를 끌었으나 올리브유의 사용용도제한으로 소비자는 포도씨유를 선호하게 됨, 현재는 포도씨유보다 저렴한 카놀라유가 인기를 끌고 있으며, 업체들은 다음 식용유로 쌀눈유를 목표로 하고 마케팅에 주력하고 있음.
- 식물성 유지 제품은 원료에 따라 대두, 올리브유, 포도씨유 등 주 원료가 100% 사용되며 대부분이 수입산임.
- 식물성유지 시장은 경기 변동과 관계가 있는 것으로 보임.
- 식물성 유지 산업은 성숙단계에 있다고 할 수 있으나, 원재료 가격의 지속적이 상승 추세로 인하여 전체 물량에서는 정체를 보이고 있으나 금액 면에서는 꾸준한 증가추세를 보이고 있으며, 기존의 대두유에서 카놀라유, 포도씨유 등의 고급유로의 소비증가 추세가 이어지고 있음.
- 기존 수입 식물성유지소재의 기능성을 보유하며 기능성이 증진된 대체 지방소재의 개발 필요.

표 10. 식물성유지 시장 동향 요약

구분	내용
시장 특성	<ul style="list-style-type: none"> • 원재료를 대부분 수입에 의존함으로써 환율 및 곡물가 상승에 영향을 많이 받음 • 대두유에 경우 초기 투자비용이 큰 장치산업이며, 식용유산업은 대두를 직접 착유하는 업체, 2차 가공업체, 그리고 OEM방식으로 생산 업체로 나뉨
시장 및 제품 동향	<ul style="list-style-type: none"> • 전체 식용유 시장은 2,500~ 3,000억 원으로 추정되며, 주요 품목별로는 콩기름 900억 원, 포도씨유 1,000억 원, 카놀라유 650억 원, 올리브유 350억 원으로 추정 • 인기 식용유 변천사 : 콩기름 - 올리브유 - 포도씨유 - 카놀라유 - 올리브유
원료 및 유통	<ul style="list-style-type: none"> • 국제 대두가격은 2010년 하반기 이후부터 가격이 가파르게 상승하여 식용유 가격 인상을 압박
마케팅 및 애로사항	<ul style="list-style-type: none"> • 원료 수급문제 • 환율 및 원재료비 상승을 소비자 가격에 반영하기 어려움

2절. 연구개발의 목적

기존 수입의존 식물성유지 대체소재 개발을 달성하기 위하여

- 수입 대체용 식물성 유지 소재를 대체 할 수 있는 국내에서 대량 가능한 소재를 국내 견과류, 종자류 13종 (고추씨, 목화씨, 인삼씨, 녹차씨, 땅콩, 들깨, 잣, 호박씨, 홍화씨, 참깨, 호두, 산초열매, 유자씨) 중 산업적 이용가능성이 높은 소재 선발
- 기존 식물성 유지 제조·가공 방법인 압착법(press method), 소화법(digestion process) 및 초임계 추출법 등이 아닌 저온에서 가공하는 방식인 Cold processing 분쇄 분리 공법(특허출원 10-2011-0017033)을 이용한 식물성 유지 생산 기술 표준화
- Cold processing 분쇄 분리 공법으로 제조된 식물성 유지의 성분분석을 gas chromatography를 이용한 유효성분 분석 및 *in vitro* 또는 *in vivo* model로 항비만, 항동맥경화 기능성을 과학적으로 검증
- 식물성 유지의 다양한 고부가 가공 식품에 응용 및 분리 후 부산물인 박의 이화학적 성질을 분석하여 가공적성 규명 후
- 경제성, 시장성을 고려한 제품군을 선발하여 식물성 유지 및 부산물인 박을 안전성이 확보된 3~4종의 가공 식품 또는 원료 개발.

3절. 과제별(세부·협동) 연구개발내용

<주 관(세부과제)>

- 국내 대량 생산 가능한 식물성 유지 소재 선발 및 이화학적 성분 및 물리적 특성 분석
 - 수입의존 식물성 유지(콩, 옥수수, 카카오, 포도씨유)를 대체 할 수 있는 기능성 물질이 다량 포함된 국내에서 대량 생산 가능하여 식용 가능한 식물성 유지 소재를 견과류, 종자류를 10~20종을 관련 문헌 조사를 통해 후보군을 선정 후 선발.
 - Cold processing 분쇄 분리 공법으로 제조된 식물성 유지의 물리적 특성 및 gas chromatography를 이용하여 이화학적 성분분석
 - 기능성분 및 생산 수율이 높은 수입 대체 가능한 식물성 유지 소재 2~3종 선발
 - 개발된 제품의 기호도 분석, 안전성 및 유통기한 검증
 - Cold processing 분쇄 분리 공법 제조된 식물성 유지 안정성 테스트

<제 1 협동과제>

- Cold processing 분쇄 분리 공법으로 제조된 식물성 유지 소재의 항비만, 항동맥경화 효능을 *in vitro* 및 *in vivo* model로 과학적 검증
 - Cold processing 분쇄 분리 공법으로 제조된 식물성 유지 소재를 견과류, 종자류 10~20종의 건강기능성을 *in vitro* 실험을 통해 항동맥경화, 항비만 효과 기능성 비교 검증
 - Cold processing 분쇄 분리 공법으로 제조된 식물성 유지 소재를 견과류, 종자류 10~20종의 건강기능성을 *in vitro* 실험을 통해 항비만 효과 기능성 비교 검증
 - *In vitro* 실험 결과 항동맥경화 효능이 검증된 2~3종의 식물성 유지를 선발하여 *in vivo* 실험을 하여 항동맥경화 및 항비만 효과 검증

<제 2 협동과제>

- Cold processing 분쇄 분리 공법 기술개발 및 표준화, 이를 이용한 고부가가치 제품 개발

- 기능성분의 파괴를 최소화한 cold processing 분쇄 분리 공법으로 선발된 10~20종의 식물성 유지 소재 생산기술 개발
- Cold processing 분쇄 분리 공법으로 식물성 소재의 기름과 박 분리를 위한 기술 개발
- Colloid mill을 이용해 식물성 유지 소재를 저온에서 지방산패를 극소화 하면서 미분쇄하여 최대 분리 수율 기술개발
- 식물성 유지의 다양한 고부가 가공 식품에 응용 및 분리 후 부산물인 박의 이화학적 성질을 분석하여 가공적성 규명 후
- 경제성, 시장성을 고려한 제품군을 선발하여 안전성이 확보된 5~6종의 가공 식품 개발.

4절. 연구성과 목표 대비실적

1. 1차 년도 연구성과 목표

세부과제명	세부연구목표
○ 수입대체 가능한 기능성분을 함유한 국내 대량 생산 가능한 식물성 유지 소재 선발	○ 수입의존 식물성 유지소재를 대체 할 수 있는 기능성 물질이 다량 포함된 국내에서 대량 생산 가능한 식물성 유지 소재선발
○ Cold processing 분쇄 분리 공법으로 제조된 식물성 유지의 이화학적 및 물리적 비교 분석	○ GC(Gas Chromatography)을 이용하여 지방산의 함량 분석
	○ 산가, 검화가, 과산화물가, 지방산패도 분석
○ 식물성 유지 10~20종의 건강기능성을 기존 생산 방식으로 제조된 식물성 유지와 함께 <i>in vitro</i> 실험을 통해 항동맥경화 기능성 검증비교 검증	○ 항동맥경화 관련 bio-markers를 RT-PCR 혹은 western blotting 기법을 이용하여 검증
	○ 포만감과 관련한 호르몬의 발현양과 지방전구세포의 세포생존률 측정, 지방세포의 NO 생성량, 지질축적 정도 실험을 통한 항비만효과 검증
○ 기능성분의 파괴를 최소화한 cold processing 분쇄 분리 공법 생산기술 개발	○ 저온에서 가공하는 방식인 cold processing 분쇄 분리 공법(특허출원 10-2011-0017033)을 이용한 식용 유지 생산 기술을 이용한 식물성 유지 생산기술 개발

2. 2차 년도 연구성과 목표

세부과제명	세부연구목표
○ 경제성, 기능성, 소비자 기호도를 고려한 수입 대체 가능한 식물성 유지 소재 선발	○ 1차 년도 경제성, 기능성분 분석 및 <i>in vitro</i> 모델에서 항비만, 항동맥경화 효능을 고려한 소재 선발 및 소비자 선호도 조사를 통한 3종의 식물성 유지 소재 선발
○ 선발된 식물성유지(유자씨, 산초열매, 잣)의 지방산 및 유효성분 분석	○ 식물성유지(유자씨, 산초열매, 잣) 유효 지방산 성분 분석
○ 선발된 식물성 유지의 기능성 측정	○ 선발된 식물성 유지의 항산화력 측정
○ Cold processing 분쇄 분리 공법으로 생산된 식물성 유지의 품질분석	○ 선발된 식물성 유지의 품질분석 측정 ○ 식물성 유지의 유통기한 설정
○ 선발된 식물성유지의 과학적 효능검증	○ <i>in vitro</i> 보완 실험
	○ <i>in vivo</i> 실험을 이용한 항비만, 항동맥경화 효능검증
○ Cold processing 분쇄 분리 공법을 이용한 선발된 소재 3종의 식물성 유지 생산 표준화 기술 개발	○ Colloid mill을 이용해 식물성 유지 소재를 저온에서 지방산패를 극소화 하면서 미분쇄하여 최대 분리 수율 기술개발
○ 생산 유지의 안전성 테스트	○ 제조 후 식물성유지 색도 측정 및 안전성 테스트

3. 3차 년도 연구성과 목표

세부과제명	세부연구내용
○ 제품의 기호도 분석, 안정성, 유통기한 설정 및 산업화	○ 기호성과 기능성을 가진 고부가가치 제품의 유통기한 설정 및 기호도 조사
	○ 시제품의 안정성 및 유통기한 설정
○ 선발된 국내산 유지의 세포실험을 통한 안전성 확인	○ 선발된 국내산 유지를 3T3-L1 지방전구세포, 인간 간암세포주인 HepG2, 근육세포인 C2C12, 사람의 혈관내피세포인 HUVEC에 미치는 독성을 평가
○ 선발된 국내산 유지를 동물모델(<i>in vivo</i>)에서 과학적 효능 검증(계속)	○ 식물성 유지를 섭취한 실험동물(<i>in vivo</i>)을 이용한 지질대사 개선 및 항동맥경화 효과를 다양한 biomarker로 검증

○ 소재별 표준화 공정 보완	○ 대체유를 이용한 최대 수율 공정 개발 및 표준화
○ 유지 분리 후 부산물을 이용한 제품개발	○ 부산물의 가공적성 규명을 통해 고부가 가공제품에 접목 가능한 제품군 선정
○ 경제성 시장성을 고려한 제품군을 선발하여 안전성이 확보된 3~4종의 고부가 가공제품 개발	○ 시장조사를 통한 시제품 3~4종 개발
○ 개발된 제품을 주관 기관에 기술이전	○ 기술이전을 통한 산업화

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1절. 국외 기술개발현황

- 일본에서 1999년 히트상품으로 건강지향의 식용조리유인 ‘에코나’는 일본 花王(주)에서 생산한 것으로 특정보건용식품으로 일본 후생성의 허가를 받은 제품임. 구성 성분은 diacylglycerol, 글리세린에스테르, 비타민 E, 비타민 C로 구성되어 있다. 디아실글리세롤이 함유되어 있는 식용유지는 보통 식용유지보다 비만 어린이의 지방량 증가를 억제하는 효과가 있는 다이어트용 식용유라 할 수 있음.
- 다이어트는 일체유에서 생산하는 것으로 카놀라유를 기본으로 하여 유화제와 비타민 E를 첨가한 건강지향 유지로 체내 흡수를 빨리하는 중쇄지방산을 함유한 제품 들임.
- 이와 같이 일본의 식용유지는 특정 보건용 식품 또는 건강기능성식품의 형태로 식용유지가 판매되고 있는 우리나라에서는 2008년까지는 판매가 허용되지 않고 있는 실정임.
- 미국의 Market 사에서 Microalgae(MK8805)를 배양하여 DHA 함량이 48%에 이르는 단세포유지(Single Cell Oil)를 개발 DHASCO라는 상품명으로 생산, 판매하고 있음. 현재 30% EPA를 함유하고 있는 미생물 유지는 kg당 20~30달러 정도의 가격으로 판매되고 있으나 어류에서 생산하는 방법이 미생물을 이용한 방법보다 순도 면에서 더욱 경제적인 것으로 평가되고 있음.
- 아라키돈산의 생리작용으로는 위 점막 보호 작용, 지방간 예방 등의 간장보호효과, 항암 효과, 간경변증에 있어 지질대사 이상개선, 태아의 신체와 뇌 발육에 중요성 등이 보고되고 있음.
- 최근 일본 토양에서 아라키돈산 고생산균 *Mortierella Alpona* IS-4를 분리하여 아라키돈산 함유유지의 공업적 발효생산에 성공했다고 보고되고 있음.
- 40% 아라키돈산을 함유하고 있는 미생물유지인 경우 kg당 300달러로 판매되고 있으며, 이런 특수 미생물 유지의 경우 kg당 4~5달러의 생산원가가 소요되므로 부가가치가 높은 제품이라 할 수 있음.

2절. 국내 기술개발현황

- 국내 고급유 시장은 2005년 올리브유의 등장 이후로 지속적인 성장세를 보였음. 고급유의 대표 품목으로는 카놀라유, 올리브유, 포도씨유 등이 있으며, 전체 가정용 식용유 시장 중 고급유의 시장점유율은 2012년 63.9%, 2013년 66.1%, 2014년 상반기 67.2%로 매년 확대되고 있음. 2005년 올리브유에서 2008년 포도씨유, 2011년 카놀라유로 고급유 인기 품목이 변화하고 있음.
- 특히 카놀라유는 국내 식용유 시장이 개척된 이후 식용유 품목 중 점유율이 꾸준히 높았던 대두유를 제치고 2012년 31.0%에서 2014년 상반기 36.2%까지 점유율이 높아진 상황임. 카놀라유가 고급유 시장에서 큰 인기를 얻은 것은 대두유보다는 비싸지만 올리브유나 포도씨유 보다는 저렴해 중저가 시장을 잘 공략했기 때문임. 또한 발연점이 높아 다양한 요리에 활용 할 수 있어 좋은 반응을 얻은 것으로 판단됨.
- CJ 제일제당, 롯데푸드에서 2014년 기존 프리미엄 식용유에 좋은 원료를 추가한 혼합유를 출시하며 새로운 고급유 시장을 형성하였음. ‘백설 건강을 생각한 요리유’는 카놀라유, 콩기름, 포도씨유가 함유된 혼합유로 조리 후에도 오메가6와 오메가3, 불포화지방산의 비율이 한국인에게 이상적인 비율로 유지되도록 만들어진 제품으로 어필하고 있음. 롯데푸드 브레인유는 호두유에 카놀라유를 혼합해 신선함이 유지되는 기간을 늘리고 조리 편의성을 높인 제품이며, 쉐프유는 카놀라유에 벨기에산 버터오일을 넣어 고소한 풍미를 가진 것이 특징임.
- 유기농 트렌드는 식품시장 전반을 아우르는 경향으로, 식용유에서도 이러한 트렌드에 영향을 받아 다양한 유기농 식용유가 출시되고 있음. 또한 가공식품에 대한 다수의 유기농 인증 제도들이 2013년부터 유기가공식품 제도로 일원화되면서, 식용유의 유기농 표기 및 마케팅이 더욱 원활해지고 있음. 특히 해외에서 유기농 인증이 완료된 수입산 식용유 중 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 해바라기유, 올리브유에 관해서는 기준 적합성 확인 제도가 마련되어 유기농 인증을 두 번 거치지 않아도 유기농임을 소비자에게 알릴 수 있게 되었음.
- 또한 유기농 식용유를 하나의 브랜드로 구성하여 브랜드 가치를 노리고자 하는 경향이 나타나기 시작했는데, 유기농 식용유는 소비자에게 신뢰를 주기 위해 원산지 와 유기농 인증에 대한 정보를 강조하고 있다. 대상 청정원은 하위 브랜드로 유기가공식품 브랜드 오푸드를 통해 유기농 올리브유를 출시하였음. 스페인산 유기농 엑스트라버진 올리브유로 수확 후 24시간 내에 전통의 압착방식으로 짜내는 방법을 사용하였음. 초록마을은 유기농, 무농약 농산물 및 가공식품과 유기농 생필품을 판매하는 업체를, 유기농 식용유로 네덜란드산 대두유를 판매하고 유기농 대두를 압착하여 짜내며, 화학정제방식 대신 거름종이와 면포를 이용해 자연적으로 정제하였음.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

1절. 연구개발수행 내용

1. 1차 년도

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
○ 문헌 조사, 현지조사 및 기타 조사를 통해 식물성 유지 소재 13종 선정	○ 전문서적 및 현장 마케팅 조사를 통한 자료 수집	○ 고추씨, 목화씨, 인삼씨, 녹차씨, 땅콩, 들깨, 잣, 호박씨, 홍화씨, 참깨, 호두, 산초, 유자씨 선정
○ GC(Gas Chromatography)을 이용하여 지방산의 함량 분석	○ GC(Gas Chromatography)로 식약청 트랜스포화지방시험법을 이용한 선정된 유지의 지방산 성분 및 함량 분석	○ 시료 전처리 ○ 전처리 후 GC 분석
○ 식물성 유지 물리적 특징 분석	○ 수분함량, 조지방함량, 산가, AOM, 과산화물가, 검화가 분석	○ 유지 추출방법 ○ 수분함량 측정방법 ○ 조지방함량 측정방법 ○ 산가 측정방법 ○ 과산화물가 측정방법 ○ 검화가 측정방법 ○ AOM(active oxygen method) test
○ <i>in vitro</i> 실험으로 항동맥경화 기능성 검증	○ 항동맥경화 관련 bio-markers를 RT-PCR 혹은 blotting 기법을 이용하여 검증	○ Nitric oxide(NO) 생성량 측정 ○ cell migration ○ cell proliferation ○ VCAM-1과 ICAM-1의 mRNA 및 단백질 발현량 측정
○ <i>in vitro</i> 실험으로 항비만 기능성 검증	○ 포만감과 관련한 호르몬의 발현양과 지방전구세포의 세포생존률 측정을 통한 항비만효과 검증	○ ELISA로 leptin의 발현양 측정 ○ 지질 축적 정도 측정 (Oil Red O staining)

<p>○ cold processing 기법을 활용한 식물성 유지 추출 공법 개발</p>	<p>○ 저온에서 가공하는 방식인 cold processing 분쇄 분리 공법(특허출원 10-2011-0017033)을 이용한 식용유지 생산 기술을 이용한 식물성 유지 생산기술 개발</p>	<p>○ 전처리 기술을 융합한 새로운 유지 추출기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - Roasting - Steaming - 마이크로웨이브처리 - 초음파처리 - Kneading - 효소처리 <p>○ 전처리 기술과 cold processing 공정을 융합한 새로운 유지 추출 공정법 개발</p>
--	---	--

2. 2차 년도

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<ul style="list-style-type: none"> ○ 소비자 선호도 조사 ○ 식물성 유지 소재 3종 선발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전문서적 및 현장 마케팅 조사를 통한 자료 수집 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설문조사를 통한 소비자 선호도 조사를 통한 식물성 유지 소재 3종 선발
<ul style="list-style-type: none"> ○ GC(Gas Chromatography)을 이용하여 지방산의 함량 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ GC(Gas Chromatography)로 식약청 트랜스포화지방시험법을 이용한 선정된 유지의 지방산 성분 및 함량 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시료 전처리 후 ○ GC 및 GC-MSD 분석 ○ HPLC 분석
<ul style="list-style-type: none"> ○ 식물성 유지 물리적 특징 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산가, 과산화물가 분석, 유통기한 테스트 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산가 측정방법 ○ 과산화물가 측정방법 ○ AOM(active oxygen method) test
<ul style="list-style-type: none"> ○ 1차 년도 <i>in vitro</i> 실험 보완으로 항동맥경화 기능성 검증 	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>in vitro</i> 모델계를 이용하여 세포자멸사 (apoptosis)관련 유전자 발현 정도, NO 생성량 등을 각각 RT-PCR 방법을 통해 그 효능을 심도 있게 측정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식물성유지의 apoptosis 억제 효능 검증 ○ 식물성유지가 apoptosis를 조절하는 단백질인 bcl-2와 bax에 미치는 영향을 확인하기 위해 RT-PCR을 통해 두 유전자의 mRNA 발현을 확인
<ul style="list-style-type: none"> ○ 선발된 3종의 유지를 <i>in vivo</i> 실험으로 선발된 3종의 식물성유지 항비만 및 항동맥경화 기능성 검증 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식이에 식물성유지를 혼합 후 10주간 섭취 후 과학적 효능 검증 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식이섭취량, 식이효율, 체중, 혈중 triglyceride, total cholesterol, total cholesterol, LDL-cholesterol, Atherogenic index 측정
<ul style="list-style-type: none"> ○ 저온 가공을 이용한 식물성 유지 생산 표준화 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저온에서 가공하는 방식인 cold processing 분쇄 분리 공법(특허출원 10-2011-0017033)과 1차 년도 특허기술(10-2013-0068453)을 이용한 식용유지 생산 표준화 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전처리 기술과 cold processing 공정을 융합한 새로운 유지 추출공정법 개발
<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조 후 식물성유지 색도 측정 및 안전성 테스트 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조 후 식물성유지 색도 측정 및 안전성 테스트 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 색차계로 측정 ○ 일반세균, 대장구균 테스트

3. 3차 년도

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<ul style="list-style-type: none"> ○ 시제품의 기호도 분석, 안정성, 유통기한 설정 및 산업화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기호성과 기능성을 가진 고부가가치 제품의 유통기한 설정 및 기호도 조사 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발된 시제품의 관능검사 및 선호도 조사
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시제품의 안정성 및 유통기한 설정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선택배지법에 의한 미생물 테스트 ○ AOM test
<ul style="list-style-type: none"> ○ 선발된 국내산 유지의 세포실험을 통한 안전성 확인 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선발된 국내산 유지를 3T3-L1 지방전구세포, 인간 간암세포주인 HepG2, 근육세포인 C₂C₁₂, 사람의 혈관내피세포인 HUVEC에 미치는 독성을 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선발된 국내산 유지를 4종의 세포에 다양한 농도 (0.01 mg/ml에서 0.4 mg/ml)로 처리한 뒤 MTT assay를 이용하여 세포에 미치는 독성을 평가
<ul style="list-style-type: none"> ○ 선발된 국내산 유지를 동물모델(<i>in vivo</i>)에서 과학적 효능 검증(계속) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식물성 유지를 섭취한 실험동물(<i>in vivo</i>)을 이용한 지질대사 개선 및 항동맥경화 효과를 다양한 biomarker로 검증 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실험동물의 지라(비장)에서 <i>in vitro</i> 실험결과에서 확인된 세포사멸, 염증 및 산화반응 관련 유전자 및 단백질 발현을 확인하여 소재의 효능을 심도있게 평가
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 동맥내의 콜레스테롤 침착 정도를 Oil red O staining을 통해 측정
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 간조직을 이용하여 항산화, 염증 및 지방산 축적에 관련된 biomarker의 발현 변화 측정 ○ 혈중 사이토카인 함량 변화 측정
<ul style="list-style-type: none"> ○ 소재별 표준화 공정 보완 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대체유를 이용한 최대 수율 공정 개발 및 표준화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최적 조건을 통한 최고의 추출 수율 조건 확립 ○ GC 분석을 통한 유효성분 함량 표준화 여부 테스트

<ul style="list-style-type: none"> ○유지 분리 후 부산물을 이용한 제품개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○부산물의 가공적성 규명을 통해 고부가 가공제품에 접목가능한 제품군 선정 	<ul style="list-style-type: none"> ○일반성분 측정 ○용해도테스트 ○pH, Brix(%), 염도 ○색도 측정 ○안전성 테스트
<ul style="list-style-type: none"> ○ 경제성 시장성을 고려한 제품군을 선발하여 안전성이 확보된 3~4종의 고부가 가공제품 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시장조사를 통한 시제품 3~4종 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시제품 개발
<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발된 제품을 주관 기관에 기술이전 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술이전을 통한 산업화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술이전

2절. 연구개발결과

1. 1차 년도

가. 세부(한빛향료) 연구결과

- (1) 다양한 문헌 조사, 현지조사 및 실 거래처 조사를 통해 국내산 식물성 유지 소재 13종 선정(고추씨, 목화씨, 인삼씨, 녹차씨, 땅콩, 들깨, 잣, 호박씨, 홍화씨, 참깨, 호두, 산초, 유자씨)

표 11. 선발된 국내 식물성 유지 소재

No.	종자명	수급시기	재배면적	생산수량	종자가격
1	산초	10월 중순	15ha ⁽¹⁾	15ton ⁽²⁾	25,000원/kg
2	인삼씨	7월	17,831ha ⁽³⁾	500ton ⁽⁴⁾	60,000원/kg ⁽⁴⁾
3	고추씨	10월	52,202ha ⁽⁵⁾	315ton ⁽⁵⁾	5,000원/kg
4	목화씨	9월 초순	11ha ⁽⁶⁾	7ton ⁽⁶⁾	33,000원/kg
5	녹차씨	9월말	2,953ha ⁽⁷⁾	65ton	15,000원/kg
6	잣	10월	1599ha ⁽⁸⁾	5,712ton ⁽⁹⁾	50,000원/kg
7	호두	10월	0.99ha ⁽¹⁰⁾	1,070ton ⁽⁹⁾	50,000원/kg
8	땅콩	10월	4,413ha ⁽¹¹⁾	10,854ton ⁽¹¹⁾	23,000원/kg
9	호박씨	10월	11,810ha ⁽¹¹⁾	30,040ton ⁽¹¹⁻¹⁾	20,000원/kg
10	유자씨	11월	1,573ha ⁽¹²⁾	741ton ⁽¹²⁾	590원/kg
11	참깨	9월	25,649ha ⁽¹¹⁾	9,515ton ⁽¹¹⁾	20,000원/kg
12	들깨	10월	32,156ha ⁽¹¹⁾	30,533ton ⁽¹¹⁾	9,000원/kg
13	홍화씨	8월	73ha ⁽¹³⁾	58.4ton ⁽¹³⁾	50,000원/kg

주⁽¹⁾ : 산초는 현재 상업적으로 정식 재배하는 면적이 업계 추정 15ha 이며 이외에 야생에 존재하는 형태가 훨씬 많아 전체적인 재배면적을 산출하기 불가능하며 중국에서 산초종자를 수입하여 각 농가 및 농장에서 기름을 착유하는 형태도 많이 존재함.

주⁽²⁾ : 6,000평에서 산초유 약 160L 생산함. 이것을 근거로 추정하면 종실율 55.6%, 착유량 8%적용하면 전체적인 열매산출량이 27ton으로 추정됨. 현재 착유가격은 약 200,000원/L 에 거래됨.

주⁽³⁾ : 농림부 농임업주요통계 2007 인삼 재배 면적임.

주⁽⁴⁾ : 140평에서 인삼씨 2되 생산량기준 약 1,400ton / 3년생부터 채취기준으로 했을 때 50%절감되며 또한 종자용 및 일부 삼의 보호를 위해 채취하지 않고 남기는 것을 감안한다면 약 500ton정도 이론적 가용생산 수량 산출됨 유통형태가 난전이라 생산수급이 원활치 않음

주⁽⁵⁾ : 2012 농림수산식품부 통계연보 고추 재배면적 고추생산량은 262,257ton 이며 종자가 0.12% (315ton)

주⁽⁶⁾ : 2011 특용작물생산실적 / 농림수산식품부 원예사업과

주⁽⁷⁾ : 하동 농협

주⁽⁸⁾ : 2011년 임업경영실태조사

주⁽⁹⁾ : 2011년도 임산물생산통계산출보고서

주⁽¹⁰⁾ : 2011년 임산물생산비조사

주⁽¹¹⁾ : 2012년도 농림수산식품통계연보

주⁽¹¹⁻¹⁾ : 호박 중량 대비 씨앗 10~11%

주⁽¹²⁾ : 2007년 기준 유자 생산량이 5,700ton 이며 유자씨 함량이 13%임

주⁽¹³⁾ : 약용 작물종자 종합 정보시스템 2010

(2) GC(Gas Chromatography)로 식약청 트랜스포화지방시험법을 이용한 선정된 유지의 지방산 성분 및 함량 분석결과

- 유지의 지방산 분석을 위하여 식약청 트랜스/포화지방 분석법(식약청 고시 제 2010-78호)에 준하여 전처리를 진행하였음.
- Gas chromatography 및 gas chromatography-MSD로 분석하여 성분을 동정하였으며, 동정시 사용한 standard 시약은 37종의 지방산 메틸에스터 혼합 표준물질을 사용하였음.

(가) 시료 전처리

- 약 25mg의 식물성 유지 등을 유리튜브에 정밀히 취함
- 내부표준용액 Triundecanoin 1ml을 유리튜브에 첨가하고 혼합, 진탕
- 메탄올성 수산화나트륨 용액(0.5N) 1.5ml을 가하고 뚜껑을 덮고 혼합, 진탕
- Heating block에서 100℃ 5분간 가온 후 30~40℃로 냉각
- 14% BF₃ 용액 2ml을 가한 후 즉시 뚜껑을 덮고 혼합
- 100℃에서 30분간 가온 후 30~40℃로 냉각
- 이소옥탄 1ml을 가한 후 30초간 격렬히 진탕
- 포화 NaCl용액 5ml을 가하고 뚜껑을 덮고 30초간 격렬히 진탕
- 수층으로부터 분리된 이소옥탄층을 무수황산나트륨으로 탈수하여 분석

(나) 기기 분석 조건

① GC 분석 조건

- Instrument : Agilent 6890N GC / FID
- Split ratio = 100:1
- Column : Supelco SP-2560 100m x 0.25mm(I.D) x 0.2 μm (Film)
- Oven Temp. : 100℃ (3min) → 3℃/min → 240℃ (20min)
- Injection Volume : 1 μl
- Flow rate(He) : 0.8 ml/min
- Injection Temp. : 225℃
- detection Temp. : 285℃

② GC-MSD 분석 조건

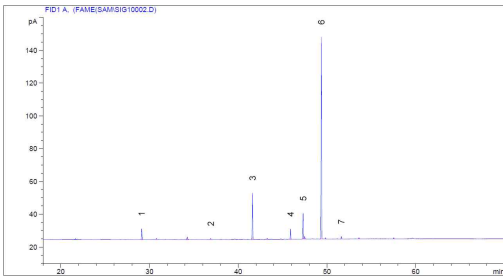
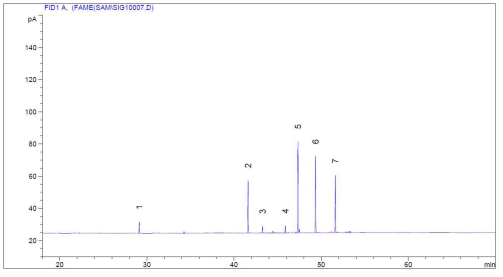
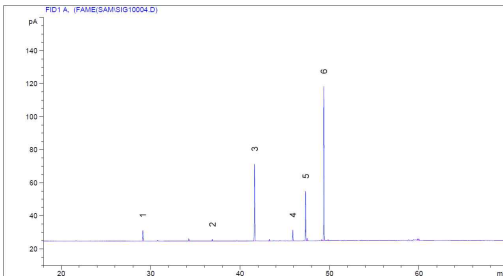
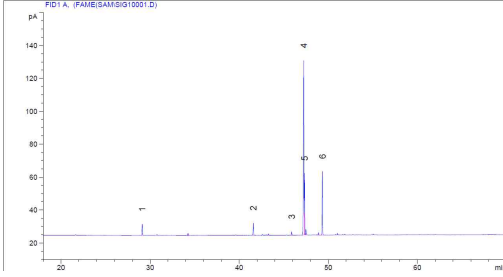
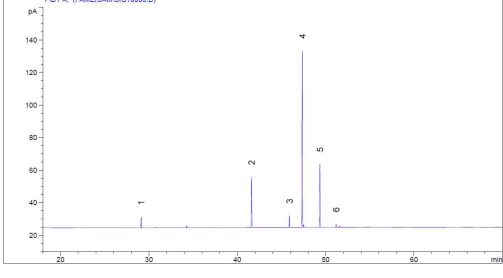
- Instrument : Agilent 5975C
- Split ratio = 10:1
- Column : Supelco SP-2560 100m x 0.25mm(I.D) x 0.2 μm (Film)
- Oven Temp. : 100℃ → 3℃/min → 240℃ (15min)
- Injection Volume : 0.2 μl
- Flow rate(He) : 0.75 ml/min
- Injection Temp. : 240℃
- Mass quad Temp : 150℃

- Mass Source Temp : 230°C
- Mass mode : scan mode (range 30-350)

- 유지 13종의 지방산 분석 결과 소수의 유지를 제외한 대부분의 유지에서 식물성 유지에서 대표적으로 발견되는 성분인 불포화 지방산의 Oleic acid 및 linoleic acid가 주성분으로 확인되었음.

- 인삼씨, 잣, 유자씨는 범용적인 지방산시약 37종에 포함되지 않는 조성을 가지고 있는 3종의 씨앗은 고유의 특별한 지방산을 가지고 있으리라 생각됨.

- 인삼씨의 경우 50% 이상의 함량을 차지하는 지방산이 37종의 지방산에 포함되지 않았으며, 잣의 경우 10% 및 2%이상의 함량을, 유자의 경우 4% 이상의 함량을 차지하는 지방산이 포함되지 않았음. 따라서 위 3가지 유지의 경우 다른 유지의 지방산 조성과는 다른 특이한 지방산이 있는 것으로 확인되었음.

종자명	GC 분석결과																																					
고추씨		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>67.7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>13.9</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>7.7</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>2.9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>etc acid methyl ester</td> <td>7.7</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	6	linoleic acid methyl ester	67.7	2	3	palmitic acid methyl ester	13.9	3	5	oleic acid methyl ester	7.7	4	4	stearic acid methyl ester	2.9			etc acid methyl ester	7.7	Total			100								
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	6	linoleic acid methyl ester	67.7																																			
2	3	palmitic acid methyl ester	13.9																																			
3	5	oleic acid methyl ester	7.7																																			
4	4	stearic acid methyl ester	2.9																																			
		etc acid methyl ester	7.7																																			
Total			100																																			
산초		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>29.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>24.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7</td> <td>linolenic acid methyl ester</td> <td>18.2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>16.2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>3</td> <td>palmitoleic acid methyl ester</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>etc.</td> <td>8.2</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	5	oleic acid methyl ester	29.2	2	6	linoleic acid methyl ester	24.0	3	7	linolenic acid methyl ester	18.2	4	2	palmitic acid methyl ester	16.2	6	4	stearic acid methyl ester	2.1	7	3	palmitoleic acid methyl ester	2.1			etc.	8.2	Total			100
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	5	oleic acid methyl ester	29.2																																			
2	6	linoleic acid methyl ester	24.0																																			
3	7	linolenic acid methyl ester	18.2																																			
4	2	palmitic acid methyl ester	16.2																																			
6	4	stearic acid methyl ester	2.1																																			
7	3	palmitoleic acid methyl ester	2.1																																			
		etc.	8.2																																			
Total			100																																			
목화씨		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>50.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>24.2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>15.1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>etc.</td> <td>7.6</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	6	linoleic acid methyl ester	50.0	2	3	palmitic acid methyl ester	24.2	3	5	oleic acid methyl ester	15.1	4	4	stearic acid methyl ester	3.1			etc.	7.6	Total			100								
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	6	linoleic acid methyl ester	50.0																																			
2	3	palmitic acid methyl ester	24.2																																			
3	5	oleic acid methyl ester	15.1																																			
4	4	stearic acid methyl ester	3.1																																			
		etc.	7.6																																			
Total			100																																			
인삼씨		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>Unknown</td> <td>56.6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>17.2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>15.5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>palmitic</td> <td>3.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	4	Unknown	56.6	2	6	linoleic acid methyl ester	17.2	3	5	oleic acid methyl ester	15.5	4	2	palmitic	3.2				7.5	Total			100								
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	4	Unknown	56.6																																			
2	6	linoleic acid methyl ester	17.2																																			
3	5	oleic acid methyl ester	15.5																																			
4	2	palmitic	3.2																																			
			7.5																																			
Total			100																																			
녹차씨		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>58.1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>18.4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>14.5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5.7</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	4	oleic acid methyl ester	58.1	2	5	linoleic acid methyl ester	18.4	3	2	palmitic acid methyl ester	14.5	4	3	stearic acid methyl ester	3.3				5.7	Total			100								
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	4	oleic acid methyl ester	58.1																																			
2	5	linoleic acid methyl ester	18.4																																			
3	2	palmitic acid methyl ester	14.5																																			
4	3	stearic acid methyl ester	3.3																																			
			5.7																																			
Total			100																																			

땅콩씨		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>40.8</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>35.6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>10.6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>8</td> <td>behenic acid methyl ester</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>etc.</td> <td>7.3</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	4	oleic acid methyl ester	40.8	2	5	linoleic acid methyl ester	35.6	3	2	palmitic acid methyl ester	10.6	4	3	stearic acid methyl ester	3.5	5	8	behenic acid methyl ester	2.2			etc.	7.3	Total			100				
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	4	oleic acid methyl ester	40.8																																			
2	5	linoleic acid methyl ester	35.6																																			
3	2	palmitic acid methyl ester	10.6																																			
4	3	stearic acid methyl ester	3.5																																			
5	8	behenic acid methyl ester	2.2																																			
		etc.	7.3																																			
Total			100																																			
들깨		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6</td> <td>linolenic acid methyl ester</td> <td>57.8</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>15.7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>13.3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>6.2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>etc.</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	6	linolenic acid methyl ester	57.8	2	4	oleic acid methyl ester	15.7	3	5	linoleic acid methyl ester	13.3	4	2	palmitic acid methyl ester	6.2	5	3	stearic acid methyl ester	2.4			etc.	4.5	Total			100				
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	6	linolenic acid methyl ester	57.8																																			
2	4	oleic acid methyl ester	15.7																																			
3	5	linoleic acid methyl ester	13.3																																			
4	2	palmitic acid methyl ester	6.2																																			
5	3	stearic acid methyl ester	2.4																																			
		etc.	4.5																																			
Total			100																																			
잣		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>43.4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>25.7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7</td> <td>Unknown*</td> <td>12.9</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>5.2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Unknown</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>etc.</td> <td>7.9</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	5	linoleic acid methyl ester	43.4	2	4	oleic acid methyl ester	25.7	3	7	Unknown*	12.9	4	2	palmitic acid methyl ester	5.2	5	3	stearic acid methyl ester	2.7			Unknown	2.1			etc.	7.9	Total			100
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	5	linoleic acid methyl ester	43.4																																			
2	4	oleic acid methyl ester	25.7																																			
3	7	Unknown*	12.9																																			
4	2	palmitic acid methyl ester	5.2																																			
5	3	stearic acid methyl ester	2.7																																			
		Unknown	2.1																																			
		etc.	7.9																																			
Total			100																																			
호박씨		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>44.7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>25.3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>17.4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>7.9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>etc.</td> <td>4.7</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	5	linoleic acid methyl ester	44.7	2	4	oleic acid methyl ester	25.3	3	2	palmitic acid methyl ester	17.4	4	3	stearic acid methyl ester	7.9			etc.	4.7	Total			100								
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	5	linoleic acid methyl ester	44.7																																			
2	4	oleic acid methyl ester	25.3																																			
3	2	palmitic acid methyl ester	17.4																																			
4	3	stearic acid methyl ester	7.9																																			
		etc.	4.7																																			
Total			100																																			
홍화씨		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>78.7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>7.6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>6.1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>etc.</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	5	linoleic acid methyl ester	78.7	2	4	oleic acid methyl ester	7.6	3	2	palmitic acid methyl ester	6.1	4	3	stearic acid methyl ester	3.0			etc.	4.5	Total			100								
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	5	linoleic acid methyl ester	78.7																																			
2	4	oleic acid methyl ester	7.6																																			
3	2	palmitic acid methyl ester	6.1																																			
4	3	stearic acid methyl ester	3.0																																			
		etc.	4.5																																			
Total			100																																			

<p>참깨</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>45.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>35.4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>8.3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>5.6</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td>etc.</td> <td>5.5</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	5	linoleic acid methyl ester	45.2	2	4	oleic acid methyl ester	35.4	3	2	palmitic acid methyl ester	8.3	4	3	stearic acid methyl ester	5.6	5		etc.	5.5	Total			100								
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	5	linoleic acid methyl ester	45.2																																			
2	4	oleic acid methyl ester	35.4																																			
3	2	palmitic acid methyl ester	8.3																																			
4	3	stearic acid methyl ester	5.6																																			
5		etc.	5.5																																			
Total			100																																			
<p>호두</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>65.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>15.2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6</td> <td>linolenic acid methyl ester</td> <td>7.2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>3.2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td>etc.</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	5	linoleic acid methyl ester	65.2	2	4	oleic acid methyl ester	15.2	3	6	linolenic acid methyl ester	7.2	4	2	palmitic acid methyl ester	5.0	5	3	stearic acid methyl ester	3.2	6		etc.	4.2	Total			100				
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	5	linoleic acid methyl ester	65.2																																			
2	4	oleic acid methyl ester	15.2																																			
3	6	linolenic acid methyl ester	7.2																																			
4	2	palmitic acid methyl ester	5.0																																			
5	3	stearic acid methyl ester	3.2																																			
6		etc.	4.2																																			
Total			100																																			
<p>유자씨</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>7</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>34.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>32.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>19.2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>6</td> <td>Unknown</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>stearic acid methyl ester</td> <td>3.8</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>9</td> <td>linolenic acid methyl ester</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td>etc.</td> <td>4.6</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Peak	Name	Area %	1	7	linoleic acid methyl ester	34.0	2	5	oleic acid methyl ester	32.0	3	2	palmitic acid methyl ester	19.2	4	6	Unknown	4.5	5	4	stearic acid methyl ester	3.8	6	9	linolenic acid methyl ester	2.0	7		etc.	4.6	Total			100
No.	Peak	Name	Area %																																			
1	7	linoleic acid methyl ester	34.0																																			
2	5	oleic acid methyl ester	32.0																																			
3	2	palmitic acid methyl ester	19.2																																			
4	6	Unknown	4.5																																			
5	4	stearic acid methyl ester	3.8																																			
6	9	linolenic acid methyl ester	2.0																																			
7		etc.	4.6																																			
Total			100																																			

(3) 식물성 유지 13종의 일반성분(수분, 조지방) 및 품질분석 결과

- 식물성 유지 13종의 일반성분(수분, 조지방) 및 품질(AOM, 산가, 과산화물가, 검화가)측정 결과 표 12와 같음.
- 일반성분(수분, 조지방) 실험결과 식물성 유지 소재들의 수분 함량은 약 2~6% 수분을 함유하고 있었으며, 조지방 함량은 잣과 호두가 각각 약 67.24%, 62.14%로 가장 높은 조지방 함량을 나타냈음.
- 식물성 유지 13종의 품질(AOM, 산가, 과산화물가, 검화가)측정 결과(표 12.) 식품공전에서 제시한 기준으로 산가는 4.0이하, 과산화물가 60meq/kg 이하는 산패, 검화가 180(고급 식물성 유지의 경우)이하의 경우 고급유 기준을 제시하였는데 실험결과 식품공전 기준 수치에 적합한 결과를 나타내었음.

표 12. 선발한 국내 식용유지 소재 13종의 일반성분 및 품질 측정결과

No.	구분	수분(%)	조지방(%)	AOM(hr)	산가	과산화물가	검화가
1	인삼씨	3.53±0.06	23.58±0.40	13.77 h	3.26±0.35	43.87±3.51	140.33±0.58
2	고추씨	3.55±0.12	13.66±0.40	24.30 h	0.61±0.06	6.72±0.50	138.67±0.58
3	홍화씨	2.50±0.18	19.68±1.25	7.97 h	2.60±0.34	20.51±0.56	139.67±1.53
4	목화씨	5.42±0.07	20.52±1.33	0.42 h	0.51±0.04	6.97±0.61	155.33±2.52
5	녹차씨	6.23±0.24	28.27±1.80	53.00 h	2.03±0.08	8.60±0.47	136.67±0.58
6	호박씨	3.99±0.03	33.05±2.19	18.75 h	0.94±0.07	7.80±0.71	144.00±1.00
7	유자씨	5.80±0.07	23.37±0.94	14.96 h	2.25±0.05	11.52±1.42	141.33±1.53
8	참깨	2.57±0.06	45.25±0.08	31.57 h	1.94±0.17	8.88±0.53	138.00±0.00
9	들깨	2.29±0.02	44.08±0.03	10.64 h	1.60±0.35	3.90±0.01	138.00±1.00
10	산초	3.77±0.17	32.73±0.14	0.18 h	2.24±0.22	8.04±0.23	135.00±0.00
11	잣	2.31±0.14	67.24±0.08	5.41 h	0.77±0.21	2.55±0.27	138.33±0.58
12	땅콩	4.15±0.14	36.40±0.17	20.34 h	0.31±0.03	5.81±0.33	138.33±1.53
13	호두	2.19±0.07	62.14±1.72	6.22 h	0.21±0.01	4.05±0.01	137.67±0.58

(4) 경제성 검토를 통한 소재 선발

- 1차 년도에 선발된 13종의 식물성 유지 원료를 생산수량, 판매가격, 수급용이성, 기대착유수율, 기대착유량을 종합적으로 검토하여 원료를 선발하였음.
- 기대 착유수율은 제조공정상의 편의성과 수급이 원활한 원료를 중심으로 순위를 선정하였으며, 기대 착유량은 실험으로 측정한 조지방 함량(표. 12)을 고려하여 순위를 선정하였음.
- 들깨와 참깨의 경우 그 유지가 현재 시중에 유통되고 있어 경제성 순위에서 상위에 있으나 제외하였으며 호박씨 또한 채소로 사용되는 경우가 많아 경작 지배면적과 생산량은 많으나 착유를 위한 종자 생산량은 적어 순위에서 제외하였음.
- GC 분석, 일반분석(수분, 조지방) 및 식물성유지의 품질(AOM, 산가, 과산화물가, 검화가) 테스트 그리고 현지 조사를 통해 종합적인 경제성이 있다고 판단되는 국내산 식물성 유지의 원료로 땅콩, 유자씨, 잣, 산초열매, 호두를 선정하였음.

표 13. 식물성유지 13종의 종합 경제성 순위

No.	종자명	수급용이성 순위	원료가격 순위	기대 착유수율순위	기대 착유량 순위	경제성 순위
1	산초	2	8	10	6	5
2	인삼씨	9	13	8	9	8
3	고추씨	10	2	11	13	7
4	목화씨	13	9	13	11	9
5	녹차씨	11	4	9	8	6
6	잣	7	10	2	1	3
7	호두	8	11	4	2	4
8	땅콩	5	7	5	5	1
9	호박씨	4	5	6	7	11
10	유자씨	1	1	7	10	2
11	참깨	6	6	3	3	13
12	들깨	3	3	1	4	12
13	홍화씨	12	12	12	12	10

나. 협동 1 (강원대학교) 연구결과

(1) 식물성 유지 추출

- 식물성 유지 추출은 그림 5. 방법으로 추출하여 실험 소재로 사용하였음.

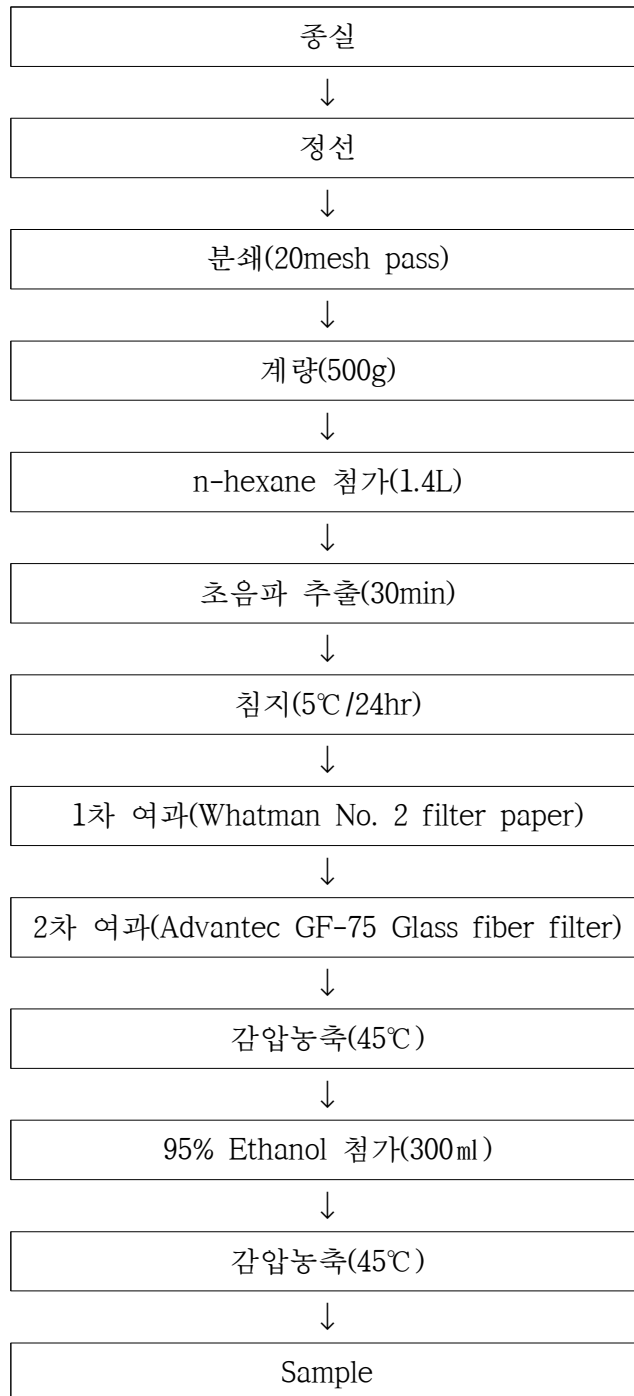


그림 5. 식물성 유지 추출 방법

(2) 식물성유지가 Human umbilical vein endothelial cell(HUVEC) 및 3T3-L1 세포에 미치는 세포독성 여부 측정

- 식물성유지가 HUVEC 및 3T3-L1 세포 독성에 미치는 영향을 대해 알아보기 위하여 식물성유지(고추씨, 녹차씨, 들깨, 땅콩, 목화씨, 산초, 유자씨, 인삼씨, 잣, 참깨, 호두, 호박씨, 홍화씨)를 유기용매인 DMSO에 10 μ l/ml로 희석하고 희석된 유지를 0.01 μ l/ml, 0.05 μ l/ml, 0.1 μ l/ml, 0.2 μ l/ml, 0.4 μ l/ml로 세포에 24시간 혼합한 후 CCK-8 reagent를 처리하여 세포 생존율에 미치는 영향을 측정하였음.
- 식물성유지를 처리하지 않은 control과 비교하여 HUVEC과 3T3-L1 세포에서 0.1 μ l/ml 이하의 식물성유지를 처리하였을 때 모든 군에서 세포독성을 나타내지 않았으나 0.2 μ l/ml, 0.4 μ l/ml의 식물성유지를 처리하였을 때 세포독성을 나타냄.
- 따라서 본 실험에 사용되는 식물성유지는 모든 소재에서 세포 독성을 나타내지 않은 0.1 μ l/ml 이하의 농도에서 실험을 진행하였음.

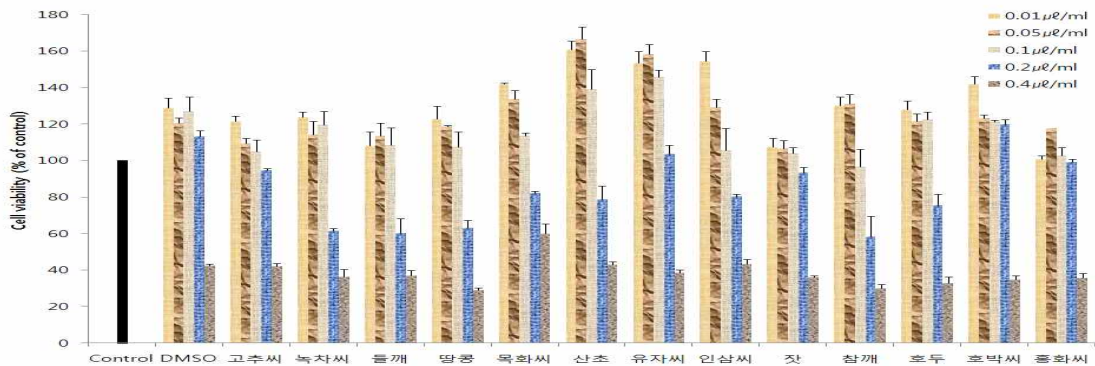


그림 6. Effect of Vegetable oil on the viability of Human umbilical vein endothelial cell(HUVEC). Cells were incubated with indicated concentration of vegetable oil for 24h and their viability assessed by a CCK-8 assay. Results are from three experiments and are expressed as mean \pm S.D. (n=3).

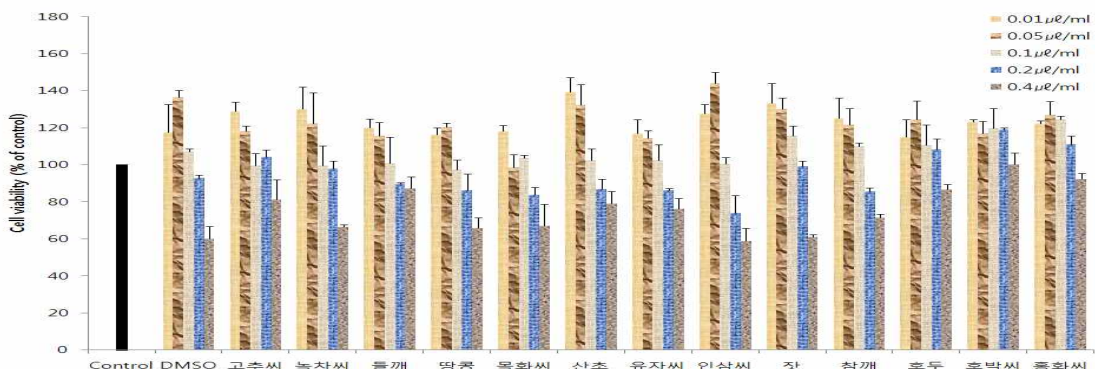


그림 7. Effect of Vegetable oil on the viability of 3T3-L1 cell. Cells were incubated with indicated concentration of vegetable oil for 24h and their viability assessed by CCK-8 assay. Results are from three experiments and are expressed as mean \pm S.D. (n=3)

(3) 지질 축적 정도 측정 (Oil Red O staining)

- 식물성유지가 지방세포의 분화 및 triglyceride 축적에 미치는 영향을 확인하기 위하여 3T3-L1 지방전구세포를 지방세포로 유도하여 0.05 μ /ml, 0.1 μ /ml의 식물성유지를 처리하여 지방분화에 미치는 영향을 측정하였음.
- 무처리군인 MDI control을 기준으로 식물성유지 0.05 μ /ml 처리한 군에서는 잣 (44.01% 억제), 땅콩 (41.89% 억제), 고추씨 (32.46% 억제) 순으로 지방축적이 감소되었으며, 0.1 μ /ml 처리한 군에서는 잣 (43.04% 억제), 땅콩 (31.75% 억제), 호두 (21.61% 억제) 순으로 지방축적이 감소되었음.

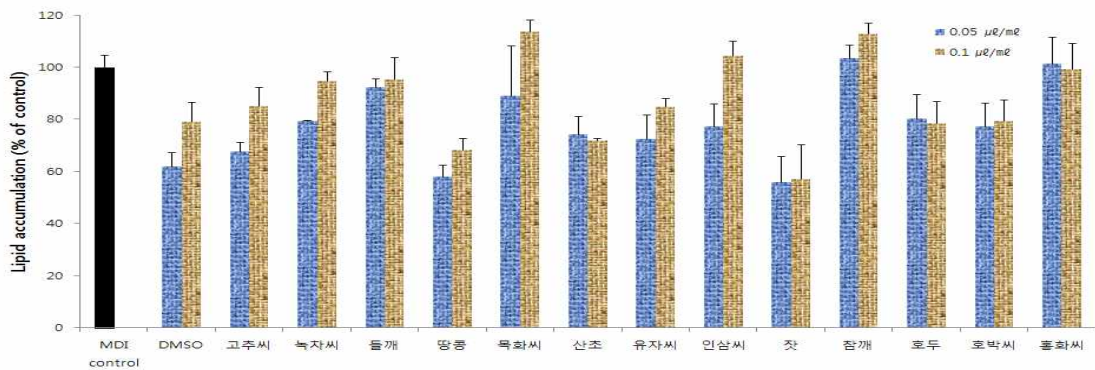


그림 8. Inhibitory effects of vegetable oil on the lipid accumulation of 3T3-L1 cell. The cells were incubated during differentiation with two concentrations of vegetable oil, and lipid accumulation levels were determined by oil red O stain. Results are from three experiments and are expressed as mean \pm S.D. (n=3)

(4) Enzyme linked immunosorbent assay(ELISA)를 이용한 leptin 측정

- 식물성유지가 leptin 분비에 미치는 영향을 확인하기 위하여 3T3-L1 지방전구세포를 지방세포로 유도하여 0.05 μ /ml, 0.1 μ /ml의 식물성유지를 처리하여 leptin 분비에 미치는 영향을 측정하였음.
- 무처리군인 MDI control을 기준으로 식물성유지 0.05 μ /ml 처리한 군에서는 유자씨 (144.53%), 산초 (129.64%), 땅콩 (122.49%), 홍화씨 (121.88%), 잣 (119.45%)의 순으로 leptin의 분비를 증가시켰음. 식물성유지 0.1 μ /ml 처리한 군에서는 유자씨 (138.3%), 땅콩 136.93%, 잣 (134.35%), 산초 (130.4%), 홍화씨 (125.08%) 순서로 leptin의 분비를 증가시켰음.

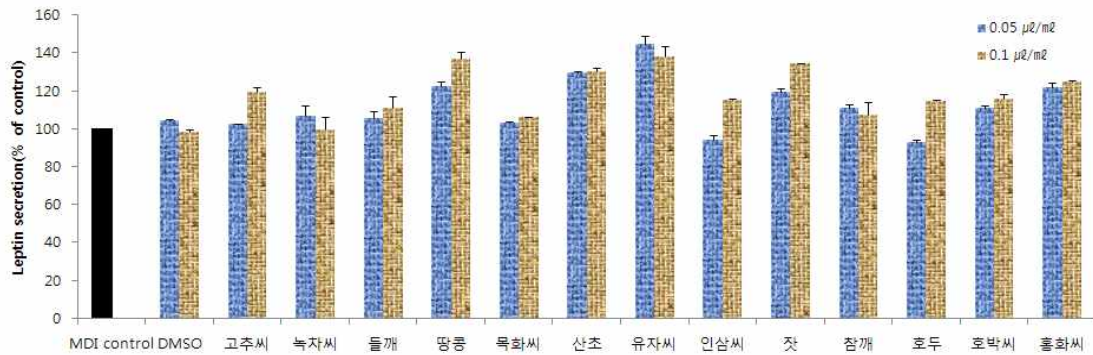


그림 9. Inhibitory effects of vegetable oil on the leptin secretion of 3T3-L1 cell. The cells were incubated during differentiation with two concentrations of vegetable oil, and lipid accumulation levels were determined by Enzyme linked immunosorbent assay(ELISA). Results are from three experiments and are expressed as mean±S.D. (n=3)

(5) 식물성유지가 cell proliferation에 미치는 영향

- 식물성유지가 HUVEC에서 cell proliferation에 미치는 영향을 확인하기 위해 0.01 μl/ml, 0.05 μl/ml, 0.1 μl/ml의 식물성유지와 TNF-α 100ng/ml을 HUVEC에 처리함. 잣 (0.10 μl/ml, 10.7% 억제), 홍화씨 (0.10 μl/ml, 9.66% 억제), 유자씨 (0.10 μl/ml, 8.6% 억제), 참깨 (0.10 μl/ml, 4.68%), 호두 (0.10 μl/ml, 2.27%)에서 cell proliferation이 억제되었음.

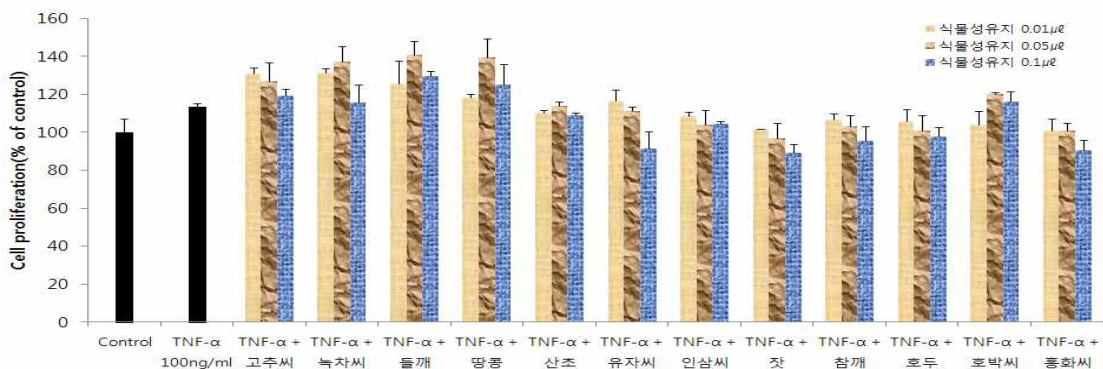


그림 10. Effect of Vegetable oil on HUVEC proliferation. Results are from three experiments and are expressed as mean±S.D. (n=3)

(6) 식물성유지가 cell migration에 미치는 영향

- HUVEC를 배양접시에 90% 이상으로 배양한 뒤 tip을 이용하여 세포와 세포사이를 구분한 뒤 cell migration을 자극하는 TNF-α 100ng/ml을 처리한 뒤 식물성유지를 처리하여 cell migration이 억제되는 정도를 확인하였음.
- 고추씨 0.1 μl/ml, 땅콩 0.05, 0.1 μl/ml, 산초 0.05, 0.1 μl/ml, 유자씨 0.1 μl/ml에서 다른 식물성유지를 처리한 세포보다 cell migration이 저해된 것이 확인됨.

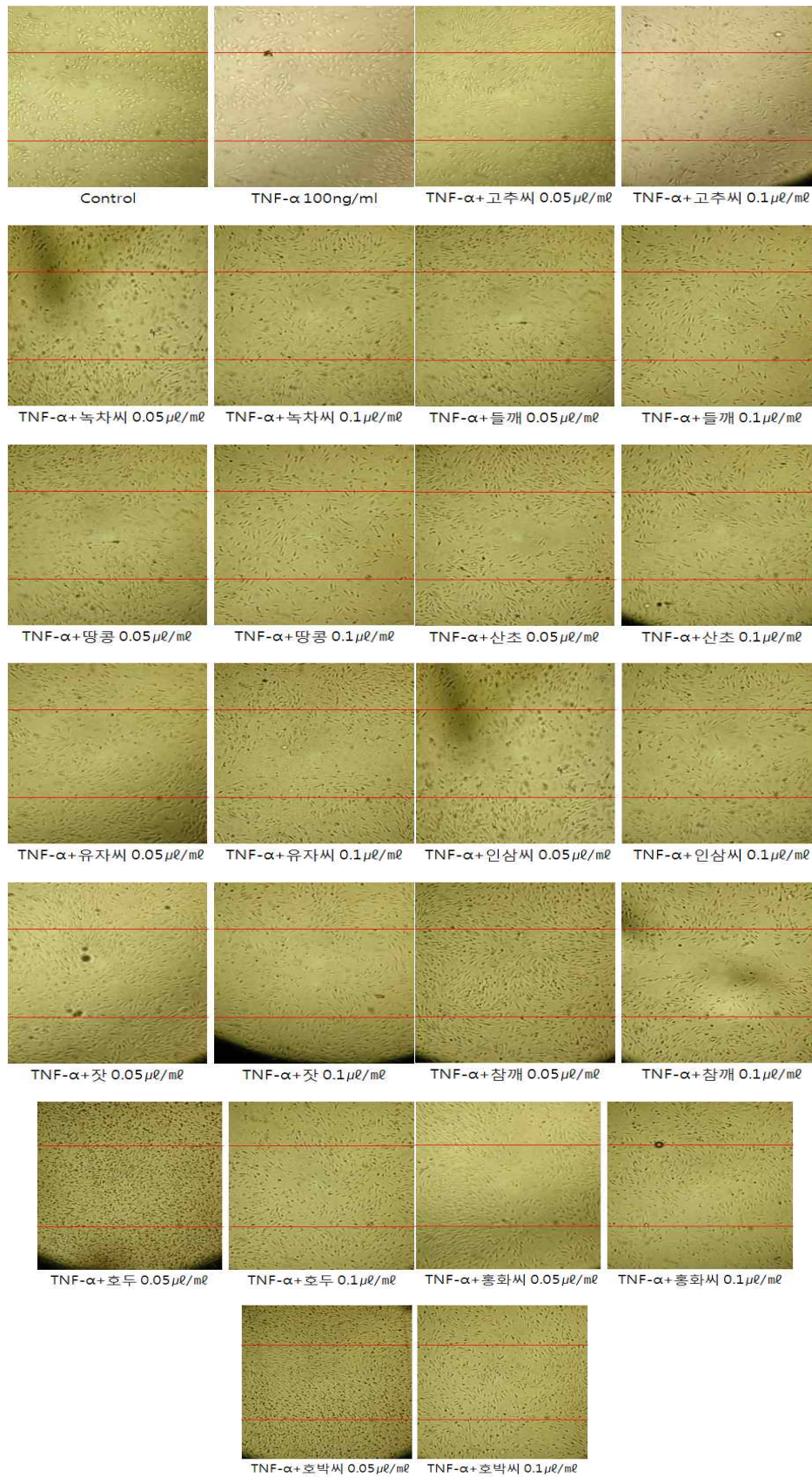


그림 11. Effect of Vegetable oil on HUVEC migration. HUVECs were wounded by a scratch injury line.

(7) 식물성유지가 nitric oxide synthase에 미치는 영향

- 식물성유지가 nitric oxide synthase에 미치는 영향을 확인하기 위해 식물성유지 0.01 μ l/ml, 0.05 μ l/ml, 0.1 μ l/ml와 TNF- α 100ng/ml을 HUVEC에 처리하였을 때 인삼씨 (0.10 μ l/ml, 131.43%), 인삼씨 (0.10 μ l/ml, 129.63%), 산초 (0.10 μ l/ml, 129.52%), 인삼씨 (0.01 μ l/ml, 123.81%), 호박씨 (0.10 μ l/ml, 122.86%)으로 NO의 생성량이 증가됨.

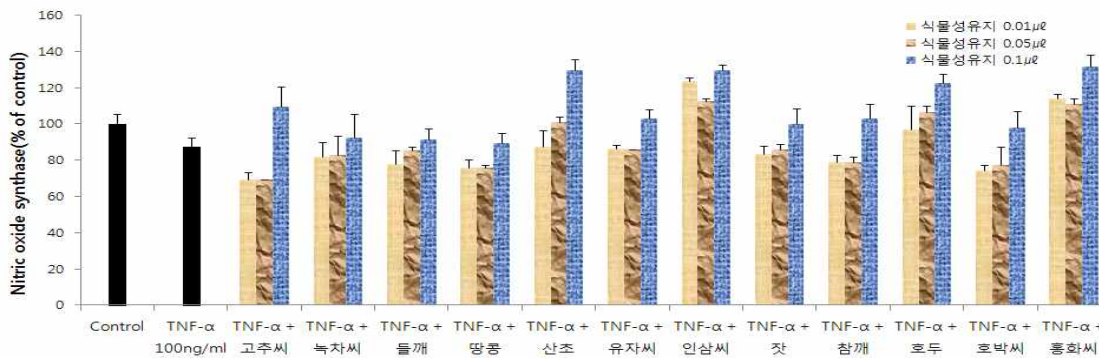


그림 12. Effect of Vegetable oil on HUVEC endothelial nitric oxide synthase (eNOS). Results are from three experiments and are expressed as mean \pm S.D. (n=3)

(8) 식물성유지가 VACM-1, ICAM-1 mRNA 및 단백질 발현에 미치는 영향

- 식물성유지가 VCAM-1, ICAM-1의 발현 미치는 영향을 RT-PCR과 dot blot 기법으로 mRNA 및 단백질의 발현을 확인하였음.
- 식물성유지를 0.1 μ l/ml의 농도로 HUVEC에 처리하였을 때 산초(93.05% 억제), 잣(88.31% 억제), 홍화씨(74.58% 억제), 고추씨(69.87% 억제), 유자씨(58.88% 억제)순으로 VCAM-1의 mRNA 발현을 억제하였음. ICAM-1 mRNA 발현의 경우 산초(7.89% 억제), 고추씨(2.28% 억제), 유자씨(1.78% 억제), 호박씨(1.45% 억제), 홍화씨(0.69% 억제), 참깨(0.22% 억제)에서만 억제가 되었음.
- Dot blot으로 식물성유지를 0.1 μ l/ml의 농도로 HUVEC에 처리한 후 단백질 발현을 확인하였을 때, VCAM-1의 단백질은 고추씨(102.3% 발현), 산초(106.4% 발현), 홍화씨(106.2% 발현), 유자씨(110.1% 발현), 잣(120.4% 발현)순으로 발현이 적게 되었으며, ICAM-1의 경우 산초(103.2% 억제), 고추씨(138.7% 억제), 유자씨(139.8% 억제), 땅콩(139.2% 억제), 고추씨(138.3% 억제)순으로 단백질이 적게 발현되었음.

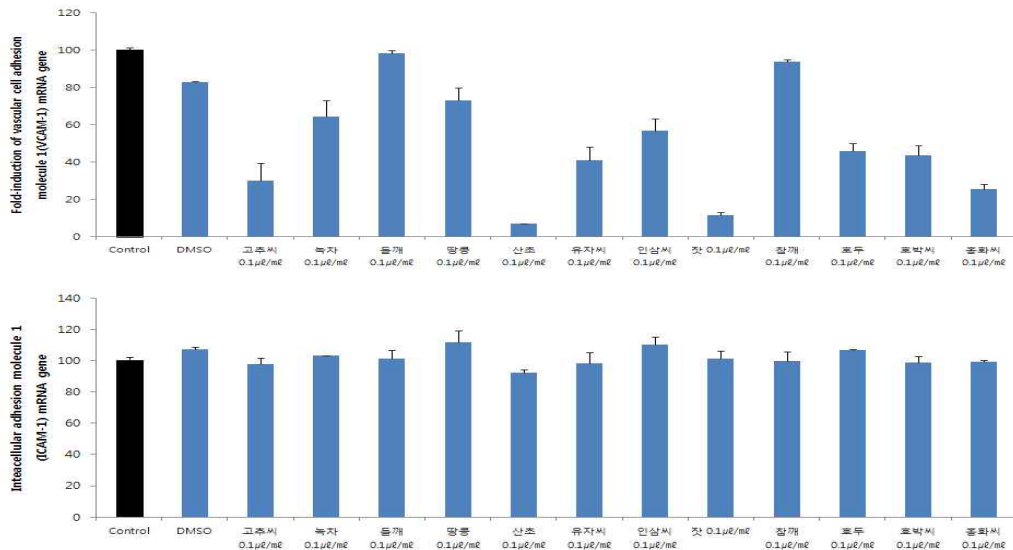


그림 13. Effect of Vegetable oil on the vascular cell adhesion molecule-1(VCAM-1), intracellular adhesion molecule-1(ICAM-1) mRNA expression in a HUVEC. Results are from three experiments and are expressed as mean \pm S.D. (n=3)

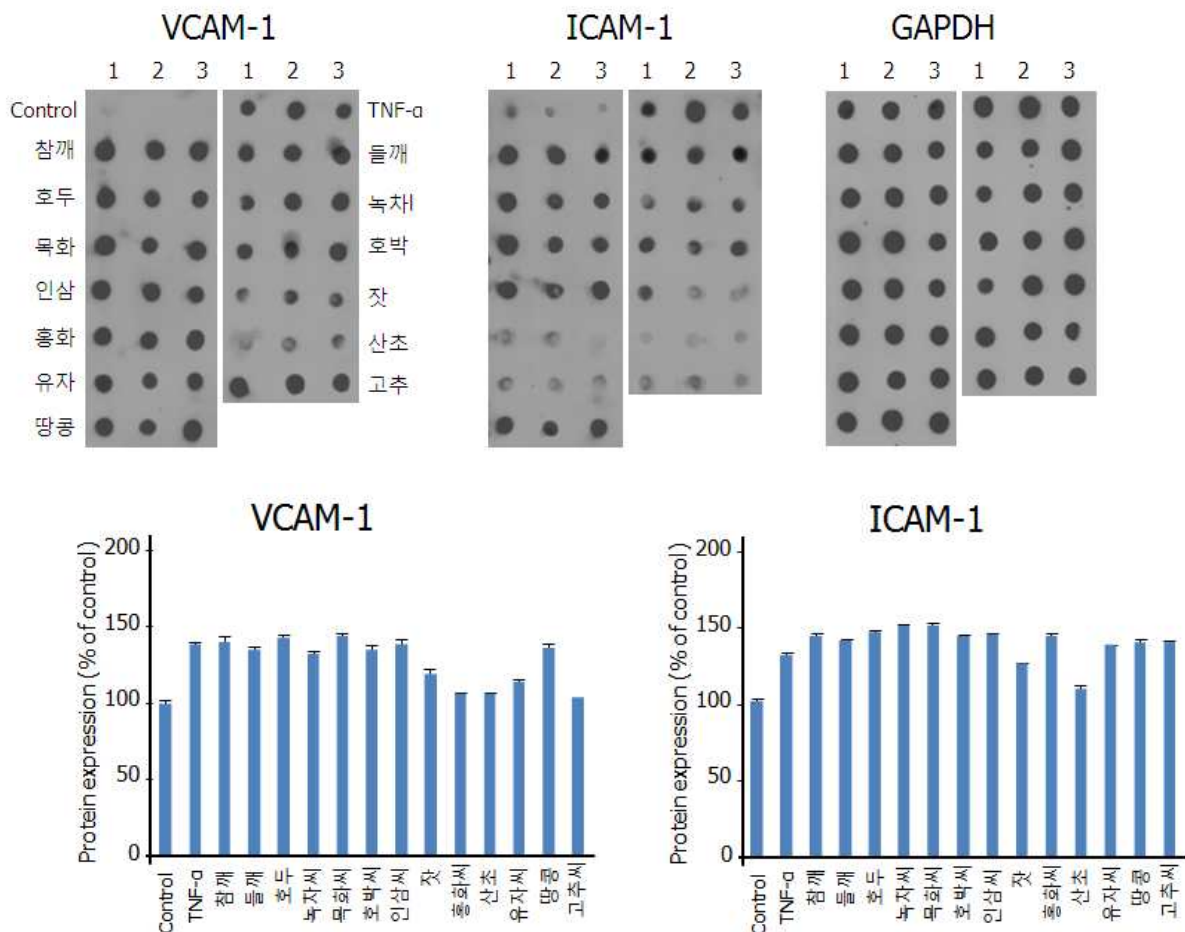


그림 14. Effect of Vegetable oil on the vascular cell adhesion molecule-1(VCAM-1), intracellular adhesion molecule-1(ICAM-1) protein expression in a HUVEC. Results are from three experiments and are expressed as mean \pm S.D. (n=3)

(9) 식물성 유지의 *in vitro* 실험 결과

- 식물성유지를 이용하여 3T3-L1 지방전구세포와 인간 제대혈 유래 혈관 내피세포 (Human umbilical vein endothelial cell, HUVEC)를 이용하여 항비만, 항동맥경화 효능을 검증하였음.
- 항비만 실험으로 3T3-L1 분화세포를 이용하여 oil red o staining 결과로 지방세포 분화 억제 및 배양액 내 leptin 분비를 증가시키는 소재를 표 14.에 농도 및 활성정도를 표시하였음.
- 항동맥경화 실험으로 HUVEC를 이용하여 cell proliferation과 cell migration을 억제 하면서 nitric oxide synthase의 증가, VCAM-1, ICAM-1의 mRNA 및 단백질의 발현을 억제한 소재를 표 14.에 농도 및 활성정도를 표시하였음.
- 종합적인 실험결과(표 14, 15.) 식물성유지 중 항비만, 항동맥경화에 유효한 후보 소재로 잣, 유자씨, 고추씨, 산초, 홍화씨를 선발하였음.

표 14. 식물성유지의 항비만 효능

실험 내용	소재 순위	농도	결과값
Oil red o staining	잣	0.05 μ l/ml	44.01% 억제
	잣	0.10 μ l/ml	43.04% 억제
	땅콩	0.05 μ l/ml	41.89% 억제
	고추씨	0.05 μ l/ml	32.46% 억제
	땅콩	0.10 μ l/ml	31.75% 억제
Leptin 발현	유자씨	0.05 μ l/ml	144.53% 증가
	유자씨	0.10 μ l/ml	138.30% 증가
	땅콩	0.10 μ l/ml	136.93% 증가
	잣	0.10 μ l/ml	134.35% 증가
	산초	0.10 μ l/ml	130.40% 증가

표 15. 식물성유지의 항동맥경화 효능

실험 내용	소재 순위	농도	결과값
Cell proliferation	잣	0.10 μ l/ml	10.7% 억제
	홍화씨	0.10 μ l/ml	9.66% 억제
	유자씨	0.10 μ l/ml	8.6% 억제
	참깨	0.10 μ l/ml	4.68% 억제
	호두	0.10 μ l/ml	2.27% 억제
Cell migration	고추씨	0.1 μ l/ml	대조군 대비 비교값
	유자씨	0.1 μ l/ml	
	산초	0.05 μ l/ml, 0.1 μ l/ml	
	땅콩	0.05 μ l/ml, 0.1 μ l/ml	
Nitric oxide synthase	인삼씨	0.10 μ l/ml	131.43% 증가
	홍화씨	0.10 μ l/ml	129.63% 증가
	산초	0.10 μ l/ml	129.52% 증가
	인삼씨	0.01 μ l/ml	123.81% 증가
	호박씨	0.10 μ l/ml	122.86% 증가
VCAM-1 mRNA 발현	산초	0.10 μ l/ml	93.05% 억제
	잣	0.10 μ l/ml	88.31% 억제
	홍화씨	0.10 μ l/ml	74.58% 억제
	고추씨	0.10 μ l/ml	69.87% 억제
	유자씨	0.10 μ l/ml	58.88% 억제
ICAM-1 mRNA 발현	산초	0.10 μ l/ml	7.89% 억제
	고추씨	0.10 μ l/ml	2.28% 억제
	유자씨	0.10 μ l/ml	1.78% 억제
	호박씨	0.10 μ l/ml	1.45% 억제
	홍화씨	0.10 μ l/ml	0.69% 억제
VCAM-1 단백질 발현	고추씨	0.10 μ l/ml	102.3% 발현
	산초	0.10 μ l/ml	106.4% 발현
	홍화씨	0.10 μ l/ml	106.2% 발현
	유자씨	0.10 μ l/ml	110.1% 발현
	잣	0.10 μ l/ml	120.4% 발현
ICAM-1 단백질 발현	산초씨	0.10 μ l/ml	103.2% 발현
	고추씨	0.10 μ l/ml	138.7% 발현
	유자씨	0.10 μ l/ml	139.8% 발현
	땅콩	0.10 μ l/ml	139.2% 발현
	고추씨	0.10 μ l/ml	138.3% 발현

다. 협동 2 (강원웰빙특산물산업화RIC) 연구결과

- 유지는 전통적으로 유지자원으로부터 압착, 용출, 유기용매, 초임계추출등의 방법으로 착유되어 탈검, 탈산, 탈색, 탈취의 정제과정을 거친 후 식용이나 혹은 공업용으로 이용되어 왔다.
- 기존의 이러한 유지추출, 정제 및 변환기술은 이미 오래 전부터 산업적인 유지생산 공정에 이용되어 왔으며, 이에 대한 연구개발도 폭넓게 진행되었다. 그러나 기존의 유지추출, 정제 및 변환공정은 고온, 고압 또는 고진공하에서 운전되는 고에너지 소비형 공정으로서 제품의 생산단가가 높으며 화학적 처리에 의한 유지 및 탈지박내의 독성물질 잔류문제, 폐기물의 환경오염문제, 극한처리에 따른 제품의 안정성 문제 등 많은 문제점을 내포하고 있으므로 기존의 공정을 대체할 수 있는 새로운 공정 개발이 시급한 상황으로 cold processing이라는 신공법을 개발 하였음.
- 전처리별 독립변수에 따른 유지 추출수율 최대화 검증
 - 유지의 최대 추출 조건을 탐색하기 위하여, 예비 실험을 통하여 각각의 전처리별 독립변수를 선정하였고, 표면반응분석법 중 중심합성설계(Central composite design)를 사용하여 최적화하였음. 이 실험에서 탐구된 요인과 수준은 각 조건별 table로 나타내었으며, 실험 설계, 데이터 분석, 이차방정식 모델 설계는 Minitap 16을 사용하여 수행하였음.
- 독립변수로는 로스팅, 스팀, micro wave, 초음파처리, kneading, 효소처리 임.
- 독립변수 공정별 유지 추출 수율

	Control	Roasting	Steaming	Micro wave	초음파처리	Kneading	효소처리
추출수율	9.25%	13.54%	11.03%	9.46%	10.02%	10.05%	12.79%

- 독립변수별 cold process 공법을 이용하여 유지 추출실험을 하였으며 이때 각각의 수율은 위와 같이 나타났음. 이중 수율이 가장 높은 공법은 Roasting 공법이였으며 두 번째로 높은 공법은 효소처리 공법이였음.
- 유지 추출 공법 중 Roasting, Steaming, Micro wave의 공법은 100~180℃의 고온의 열을 가하여 유지의 추출수율을 향상시키는 공법으로 유지 추출 후 지방산, 산가 등의 품질저하를 유발 시킬 수 있음.
- 초음파처리, Kneading, 효소처리 공법은 유지 추출을 위한 10~15%의 수분을 첨가하여 유지를 추출하는 방식으로 전처리 공정 중 수분을 제거하기 위한 건조공정중

의 40~50℃의 열을 가하여 품질저하, 향기성분손실의 최소화하였음.

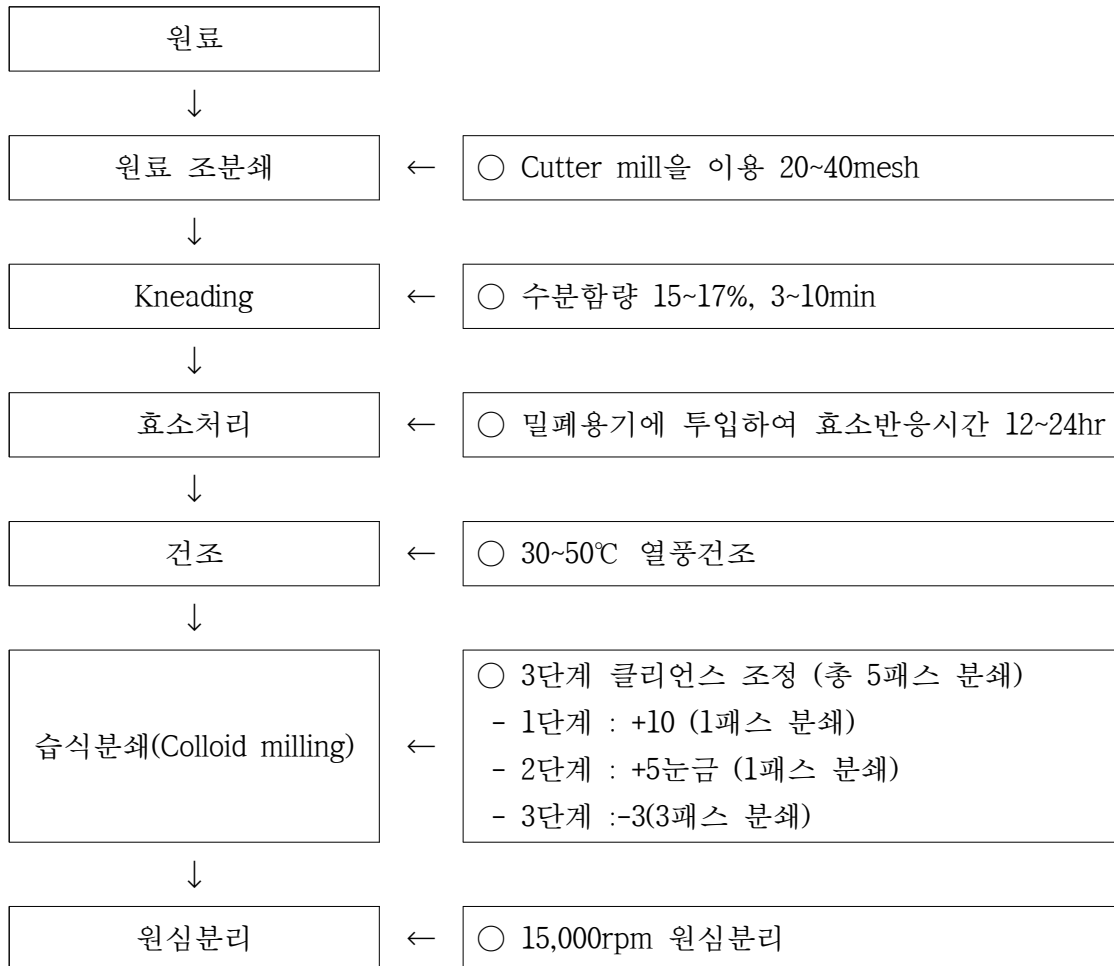
○ 효소처리 시 조분쇄여부에 따른 추출수율비교

- 조분쇄 시킨 종자와 조분쇄를 하지 않은 종자의 효소처리를 진행하였으며 이를 각각 cold processing 공법을 통하여 유지를 추출하여 수율을 측정하였음.

	Control	효소처리(조분쇄×)	효소처리(조분쇄○)
추출수율	9.25%	10.34	12.79%

- 효소처리 시 종자를 조분쇄하게 되면 딱딱한 외피 부분이 파괴되어 심부까지 효소반응이 골고루 이루어지며 또한 조분쇄를 통한 종자의 표면적이 넓어져 효소반응이 최대화 되어 유지추출수율향상에 도움을 주는 것으로 판단됨.

- 기능성 식물성 유지 추출을 위한 신공정 확립
전처리 공정별 수율, 가공적성, 산가, 과산화물가, 검화가, 색도 등을 종합하여 유량 종실을 이용한 기능성 유지 추출 신공정을 확립하였음.



라. 1차 년도 연구결과 종합

- 세부기관인 (주)한빛향료는 다양한 문헌과 거래처를 중심으로 13종(산초열매, 인삼씨, 고추씨, 목화씨, 녹차씨, 잣, 호두, 땅콩, 호박씨, 유자씨, 참깨, 들깨, 홍화씨)의 국내산 식물성 유지 원료를 선정하였음
- 13종의 식물성 유지 원료를 각각 GC로 지방산 분석, 일반성분(수분, 조지방) 및 품질 테스트(AOM, 산가, 과산화물가, 검화가)를 측정하였음.
- GC 분석 결과 식물성 유지에서 대표적으로 발견되는 성분인 불포화 지방산의 Oleic acid, linoleic acid가 주성분으로 확인되었으며, 인삼씨, 잣, 유자씨는 표준 지방산이 아닌 특이한 지방산 성분을 나타내었음.
- 일반성분(수분, 조지방) 실험결과 식물성 유지 소재들의 수분 함량은 약 2~6% 수분을 함유하고 있었으며, 조지방 함량은 잣과 호두가 각각 약 67.24%, 62.14%로 가장 높은 조지방 함량을 나타냈음.
- 식물성 유지 13종의 품질(AOM, 산가, 과산화물가, 검화가)측정 결과 식품공전에서 제시한 기준으로 산가는 4.0이하, 과산화물가 60meq/kg 이하는 산패, 검화가 180(고급 식물성 유지의 경우)이하의 경우 고급기준을 제시하였는데 실험결과 식품공전 기준 수치에 적합한 결과를 나타내었음.
- GC 분석, 일반분석(수분, 조지방) 및 식물성유지의 품질(AOM, 산가, 과산화물가, 검화가) 테스트 그리고 현지 조사를 통해 종합적인 경제성이 있다고 판단되는 국내산 식물성 유지의 원료로 땅콩, 유자씨, 잣, 산초열매, 호두를 선정하였음.
- 협동 1기관인 강원대학교는 추출된 식물성유지를 이용하여 3T3-L1 지방전구세포와 인간 제대혈 유래 혈관 내피세포 (Human umbilical vein endothelial cell, HUVEC)를 이용하여 항비만, 항동맥경화 효능을 검증하였음.
- 항비만 실험으로 3T3-L1 분화세포를 이용하여 oil red o staining 결과로 지방세포 분화 억제 및 배양액 내 leptin 분비를 증가여부를 실험하였으며,
- 항동맥경화 실험으로 HUVEC를 이용하여 cell proliferation과 cell migration을 억제 하면서 nitric oxide synthase의 증가, VCAM-1, ICAM-1의 mRNA 및 단백질의 발현 정도를 실험하였음.
- 실험결과 식물성유지 중 항비만, 항동맥경화에 유효한 후보 소재로 잣, 유자씨, 고추씨, 산초열매, 홍화씨로 선발하였음.

- 제 2 협동 기관인 웰빙특산물산업화RIC는 보유 기술인 cold processing 공정과 반응 표면 분석법을 이용하고 전처리(증숙, 볶음, 수분조절, 효소처리, 초음파) 기술을 융합하여 새로운 유지 추출공정을 확립하였음.
- 국내산 식용 유지들의 다양한 경제성 분석과, 물리·화학적 분석, 기능성(항비만, 항동맥경화)와 새로운 유지 추출 공정에 최종 일치하는 잣, 유자씨, 산초열매를 최종 선정하였음.

2. 2차 년도

가. 세부(한빛향료) 연구결과

(1) 소비자들의 식물성유지의 선호도 조사

- 1차 년도 각 기관별 연구결과를 바탕으로 2차 년도 연구 소재로 3종의 국내산 식물성 유지 소재를 선정하려고 하였으나, 향후 제품을 만들어 출시되었을 때 소비자들의 선호도를 고려하지 않고 유지의 생산량, 유효성분, 과학적 효능검증의 결과만으로 소재를 선정하기에는 문제가 있다고 판단되어 2차 년도 연구소재 3종으로 압축하기위해 소비자들의 선호도를 조사하였음.
- 선호도 조사 품목은 인삼씨, 녹차씨, 산초, 홍화씨, 잣, 호두, 땅콩, 유자씨, 고추씨, 목화씨 10종으로 남녀 50명을 대상으로 향후 국내산 식물성 유지가 개발되어 판매되었을 경우 선호되는 식물성유지 소재 선택여부를 설문지를 통하여 조사하였음.

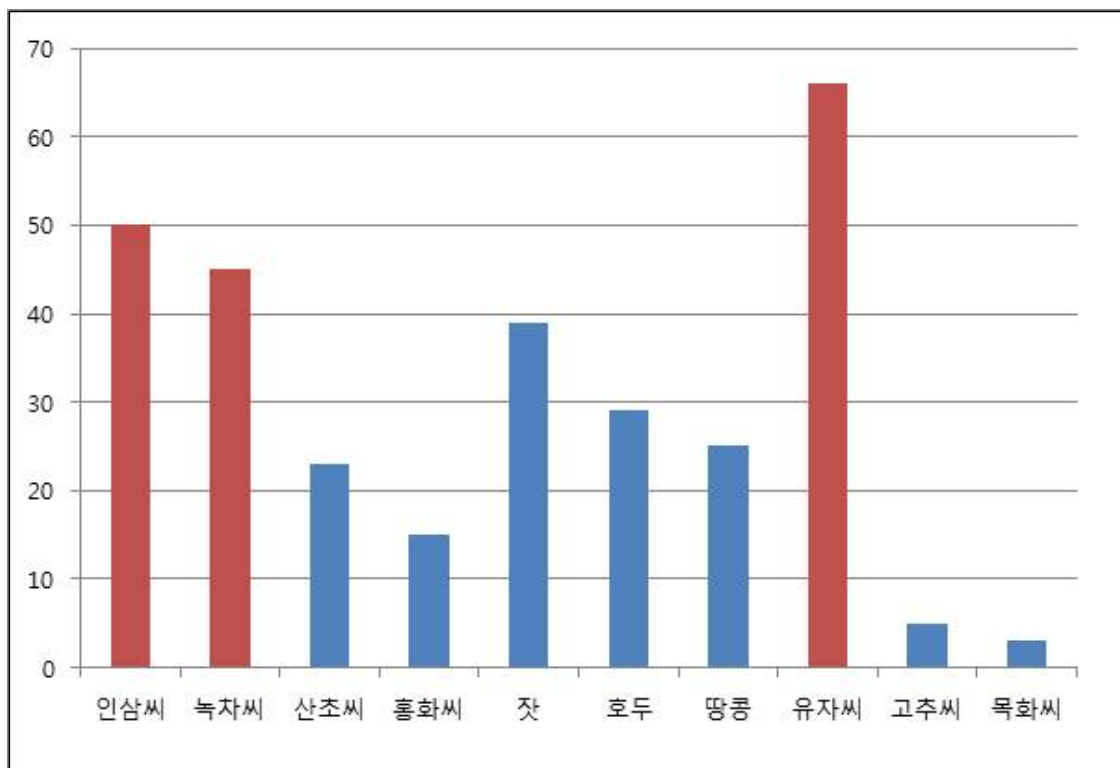


그림 15. 전체인원 선호도

- 연령별로 선호되는 유지를 조사한 결과 표 15.와 같이 유자씨가 1, 2순위로 나타났음.

표 15. 연령별 선호되는 유지

	1순위	2순위	3순위
20대	유자씨유	인삼씨유	녹차/산초유
30대	유자씨유	인삼씨유	잣/호두기름
40~50대	녹차씨유	유자씨유	인삼/잣 유

- 남녀별로 선호되는 유지로는 다음 표 16.과 같이 유자씨유가 1순위로 나타났음.

표 16. 성별 선호되는 유지

	1순위	2순위	3순위
남자	유자씨유	녹차씨유	인삼씨유
여자	유자씨유	산초/인삼씨유	잣기름

- 선호되는 제품 선택 시 작용하는 인자는 20대 여자와 30대 남자 군에서는 기호성, 기능성, 경제성의 순서로 나타났으며, 30대 여자군 에서는 기호성과 기능성이 같게 나타났고 이를 제외한 거의 모든 연령과 성별 대에서 전체적으로 기능성, 기호성, 경제성 의 순서로 나타났으며, 이는 향후 연령대에 맞는 완제품 선정 시 고려되어야 할 중요 자료로 판단됨.

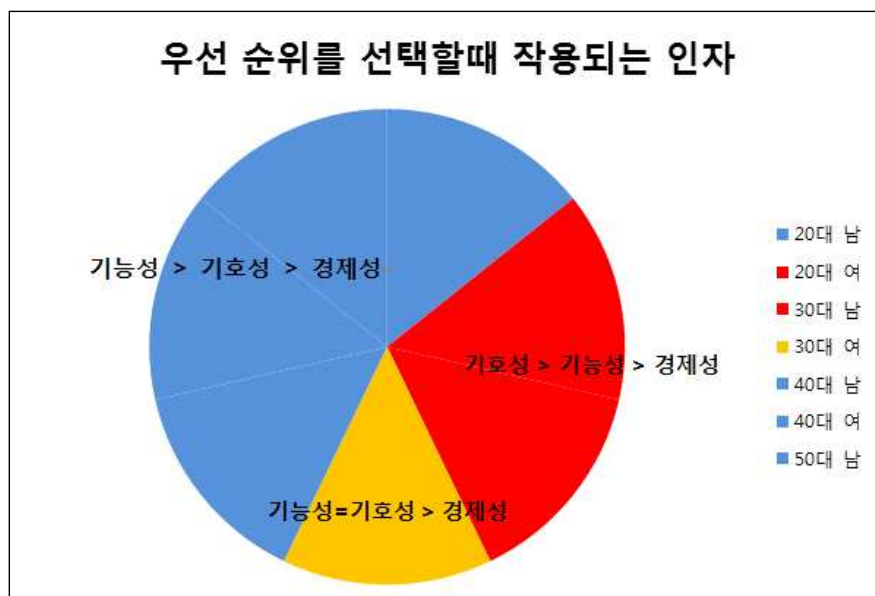


그림 16. 연령별 우선순위를 정할 때 작용되는 인자

- 또한 그림 17.에서와 같이 선호하는 대상을 선택할 때 작용하는 인자 중 기호성과 기능성의 차이는 아주 미세한 차이만 나타났음. 따라서 설문조사 결과 소비자가 제품을 선택할 때 경제적인 것보단 내 몸에 좋은 기능성과 맛을 즐기는 기호성에 더 큰 의미를 두고 있음을 알 수 있었음.

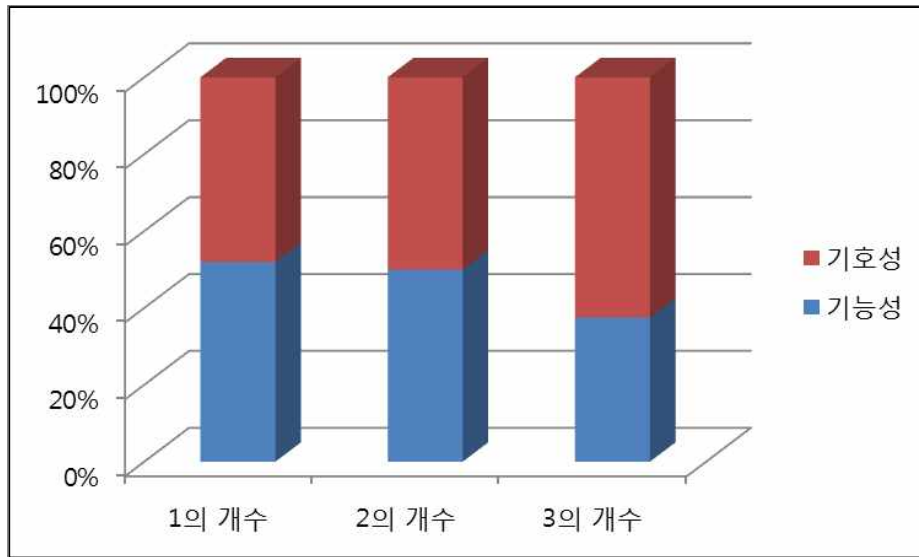


그림 17. 선호하는 대상을 선택할 때 기호성과 기능성 선호도

- 선택된 유지의 기대되는 사용 용도에 대해서는 표 17.과 같이 조사되었음.

표 17. 기대되는 사용용도

1순위	2순위	3순위	4순위
건강식품	식품	화장품	식용유

- 유자씨유를 선호한 소비자의 기대 사용 용도는 그림 18.과 같이 건강식품> 일반식품>화장품> 식용유의 순서로 조사되었음.

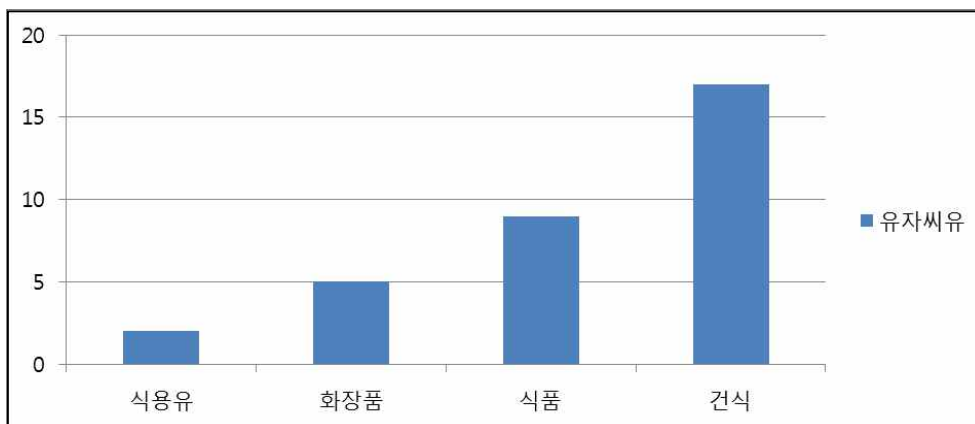


그림 18. 유자씨유의 소비자들의 기대 사용용도

- 인삼씨유를 선호한 소비자의 기대 사용 용도는 그림 19.와 같이 조사되었음.

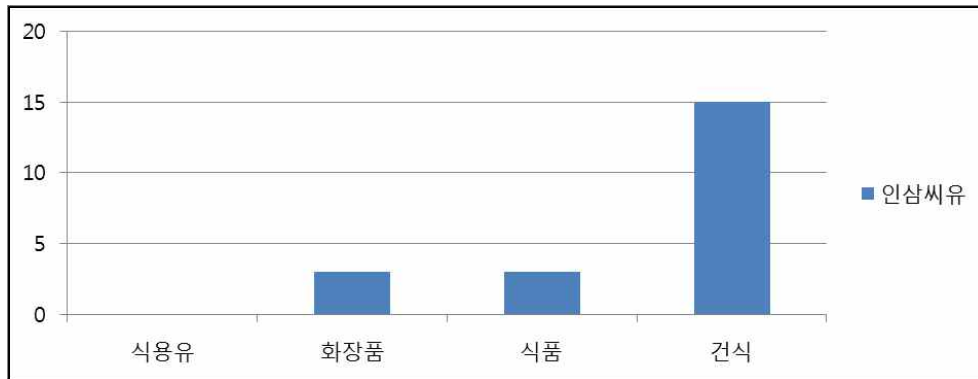


그림 19. 인삼씨유의 소비자들의 기대 사용용도

- 선호도가 높은 유자씨유, 인삼씨유, 녹차씨유, 잣기름, 산초유를 조사해본결과 모두가 건식> 식품> 화장품> 식용유의 기대 사용용도의 패턴을 가졌지만 산초유의 경우 아래와 같이 나타남.

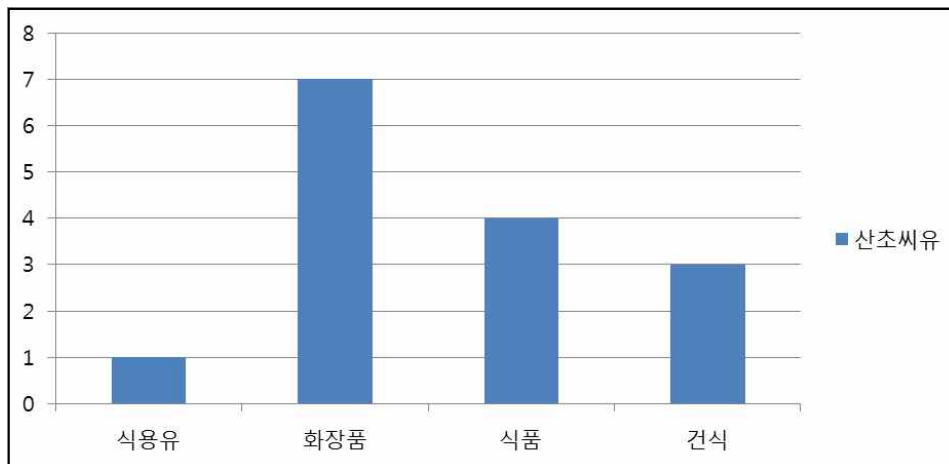


그림 20. 산초유의 소비자들의 기대 사용용도

(2) 선호도 높은 유지들에 대한 경제성 검토

① 유자씨유

표 18. 유자 과실의 부위별 중량비율

부위	과피	과육	과즙	종자
비율(%)	45	27	15	13

표 19. 유자 종자의 식품학적 조성

조성	수분	회분	조지방	조단백질	탄수화물
비율(%)	10.54	2.5	31.43	15.29	40.25

- 2007년 유자 생산량은 5,700ton 이며, 유자 전체 중량 중 유자씨의 함량이 13%, 조지방 구성이 30%라고 볼 때 이론적인 유자씨유의 생산 가능량은 약 220ton이며, 현재 씨앗의 가격은 5,000원/kg 정도임.

② 인삼씨유

- 인삼의 재배면적은 17,831ha (농림부 농임업주요통계 2007) 이며, 140평에서 인삼씨 2되를 생산하는 것을 기준으로 할 때 약 1,400ton으로 추산됨.
- 그러나 인삼씨는 3년생부터 생산가능하며 3년생부터 채취 가능한 기준으로 계산했을 때 전체의 50%로 감소하며 종자용 및 삼의 보호를 위해 채취하지 않고 남기는 것을 고려하면 약 500ton/년 정도로 추산할 수 있지만 인삼씨의 유통형태가 일반화되어있지 않은 난전이고, 최근 중국 상인들의 싹쓸이씩 매점으로 인하여 현재 씨앗 가격이 폭등하고 품질된 상태이며, 현재 씨앗의 가격은 60,000원/kg 정도임.

③ 녹차씨유

- 하동농협 추산 전국 차 재배면적은 약 2,953ha 이며 약 65ton의 종자를 생산하며, 압착방식으로 추출 시 약 11,00L 생산 가능함.
- 현재 아모레퍼시픽, 정소압, 명인신광수차등의 국내 업체 수요증가로 인하여 씨앗의 가격은 15,000원/kg 이지만 녹차씨가 품질된 상태임.

④ 견과류 (잣기름, 호두유, 땅콩유)

- 잣 생산량은 5,712ton (2011년도 임산물생산통계산출보고서) 이며, 조지방을 75% 함유하고 있어 약 4,000ton 의 기름을 생산 가능하고 현재 잣의 가격은 70,000원/kg 임.
- 호두 생산량은 단단한 껍질을 지니고 있는 피호두 기준으로 1,150ton (2012년도 산림청 통계) 이며, 피호두에서 껍질이 차지하는 무게를 제외하면 알맹이는 약 400ton 이 된다. 조지방 함량은 66.7%로 약 267ton 의 기름을 생산할 수 있음. 현재 가격은 57,000원/kg 임.
- 땅콩의 연간 생산량은 9,900ton (2012년 기준) 으로 45%의 조지방을 가지고 있어 약 4,455ton 의 기름을 생산할 수 있으며, 현재 땅콩의 가격은 11,600원/kg 임.
- 선호도 조사결과 견과류(잣, 호두, 땅콩)의 선호도는 비교적 높게 나왔으며 그중 잣의 선호도가 가장 높았음.

⑤ 산초유

- 산초는 현재 상업적으로 정식 재배하는 면적이 업계추정 15ha이며 이외에 야생에 존재하는 형태가 훨씬 많아 전체적인 재배면적을 산출하기가 불가능하지만 종실율 55.6%, 착유량 8% 전체적인 열매 산출량은 27ton으로 보면 약 12,000L~1,300L의 정유생산량이 추정됨. 현재 산초열매의 가격은 55,000원/kg 임.

(3) 식물성 유지 소재 선정

- 1차년도 연구 결과 및 소비자들의 식물성 유지 선호도 조사를 통해 최종 소재를 선발하였음.
- 소비자 50명을 대상으로 식물성 유지 소재 10여종을 대상으로 선호도 조사 결과 유자씨, 인삼, 녹차, 잣, 호두, 땅콩, 산초의 순서로 조사되었음.
- 세계에서 가장 우수한 인삼의 효능, 유자씨의 풍미, 녹차의 맛과 기능에 비해 유자씨, 인삼, 녹차의 씨앗은 그동안 부산물의 개념으로 상업적으로 그다지 큰 활용도를 가지고 있지 않던 소재들이었음. 따라서 식물성유지 소재로써 가지고 있는 성분학적인 특이성 및 유효성에 대해 과학적으로 검증된 경우가 없었으며, 기본적인 유통망조차도 갖춰지지 않은 소재들이었음.
- 산초의 경우는 유자씨, 인삼, 녹차씨앗과는 대조적으로 예부터 소화기 및 피부계통에 효과가 좋아 민간요법으로 사용되어온 소재이나 산초 또한 기본적인 유통망이

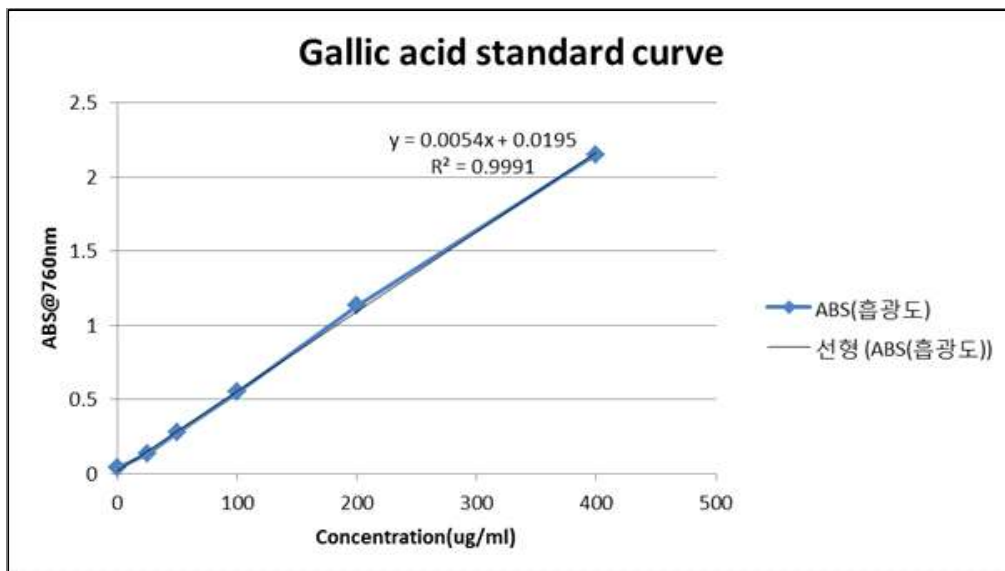
존재하지 않아 대량 유통이 힘들 것을 판단됨. 또한 견과류 중 잣기름이 제일 선호도가 좋아 우선 연구 소재 후보로 유자씨, 인삼, 녹차, 산초, 잣기름을 검토하게 되었음.

- 그러나 상위 선호도를 가진 인삼씨앗은 중국과의 자유무역협정(FTA) 이후 중국산 인삼 역수입으로 가격 상승 가능성을 기대해 밀반출 되고 있고 국내 유통업자들의 사재기로 인해 가격 상승 및 유통 물량이 거의 없어 구매가 힘들며 향후 식물성 유지로 제품화 되었을 경우 물량 공급이 어려울 것으로 판단됨.
- 녹차씨의 경우 국내 모기업의 녹차씨 매점으로 인하여 본 연구에 필요한 최소 씨앗의 구매마저 힘든 관계로 유자씨, 산초, 잣을 식물성 유지 소재를 최종 연구소재로 선택하였음.

(4) 선발유지 3종의 항산화능 실험결과

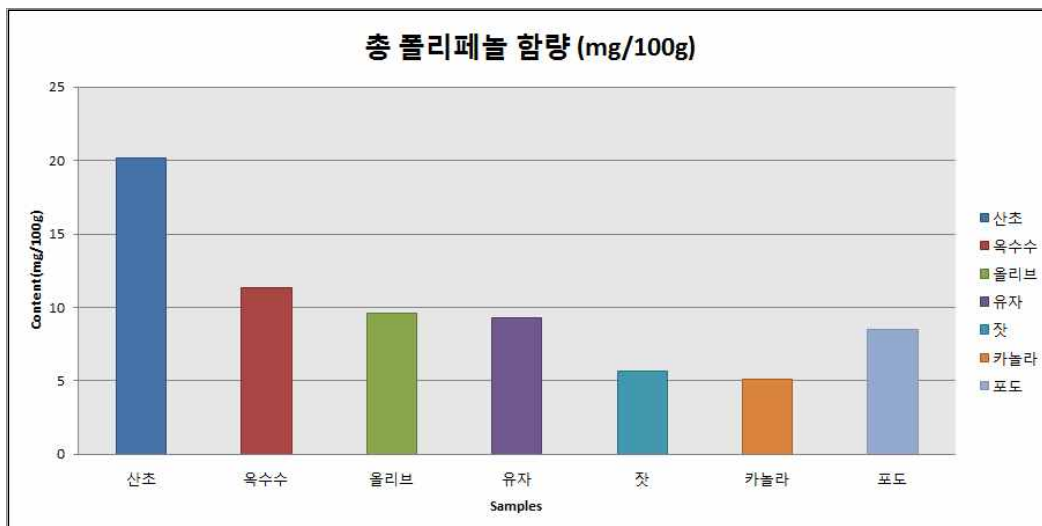
(가) 총 폴리페놀함량 측정

- 총 폴리페놀 함량 실험결과 산초의 총 폴리페놀 함량이 가장 많았으며 잣과 카놀라유의 총 폴리페놀 함량이 낮은 것으로 측정되었다.



농도ug/ml	0	25	50	100	200	400
ABS(흡광도)	0.037	0.131	0.276	0.548	1.132	2.15

그림 21. Gallic acid 표준 검량선 및 측정값



시료	산초	옥수수	올리브	유자씨	잣	카놀라	포도
함량(mg/100g)	20.20	11.34	9.63	9.29	5.69	5.06	8.52

그림 22. 총 폴리페놀 함량 측정결과

(나) DPPH radical 소거능 측정

- DPPH 실험결과 10ppm, 100ppm의 농도에서는 대부분의 시료들의 항산화력이 미미하였으나 1,000ppm의 농도에서는 상용오일 중 포도씨유가 가장 높은 항산화력을 보였고 선정된 유지 중 유자씨유, 산초유, 잣기름 모두 상용오일 보다 높은 항산화력을 보였음.
- 특히 산초유 및 잣기름은 상용오일과 비교해 각각 2.1배, 1.7배 높은 항산화력을 보였으며 1,000ppm ~ 5,000ppm 농도에서 항산화력이 급격하게 증가하는 경향을 보였고 유자씨유의 경우에는 균일한 항산화력을 보였음.
- 결과적으로 산초유, 유자씨유 및 잣기름은 기존 상용오일과 대비해서 높은 항산화력을 보였으며 특히 산초유 및 잣기름은 항산화력이 월등히 높은 것으로 확인되었음.

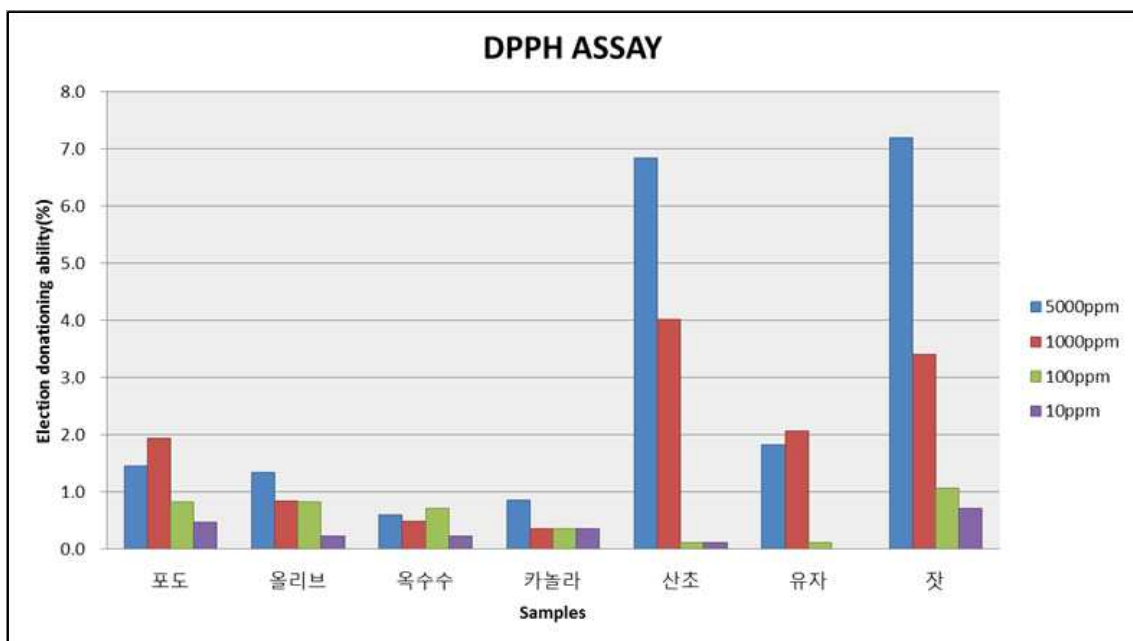


그림 23. 농도에 따른 유지별 DPPH 라디칼 소거능

다) ABTS radical 소거능 측정

- ABTS 실험결과 산초유의 항산화력이 가장 높은 수치를 보였다. 이는 다른 오일들에 비해서 약 3~4배 높은 수치로 DPPH 방법을 이용한 항산화 실험 결과와는 차이를 보여주었음.

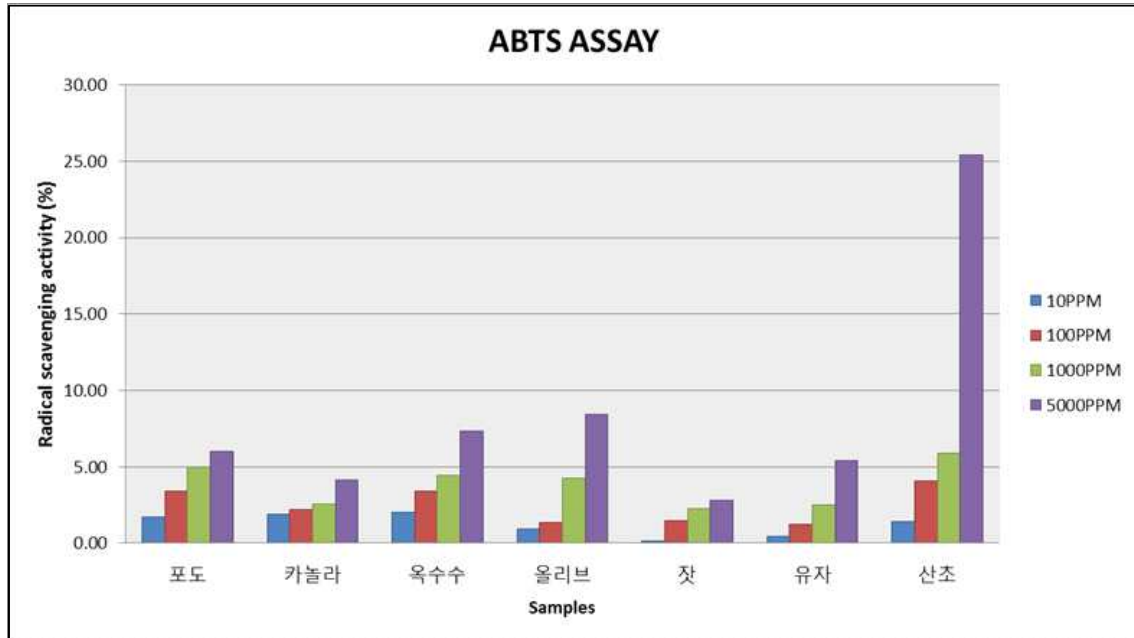


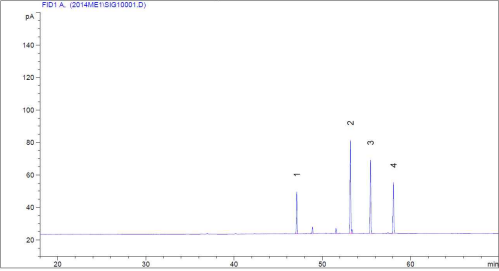
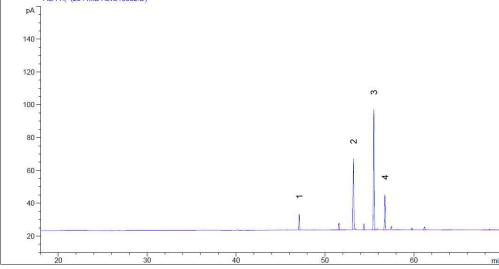
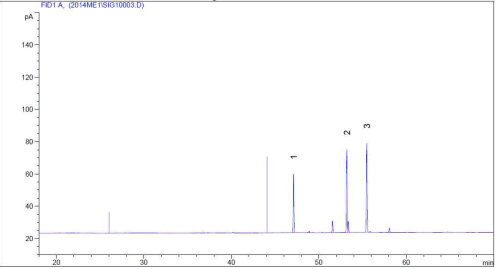
그림 24. 농도에 따른 유지별 ABTS 라디칼 소거능

(라) 총 폴리페놀 함량 측정, DPPH 및 ABTS 항산화력 측정 방법에 따른 결과 비교

- 시판중인 상용오일은 두 실험 모두에서 유사한 경향을 보였음.
- 선정된 유지 중 잣기름의 경우에는 DPPH 시험에서는 높은 항산화력을 보였지만 ABTS에서는 항산화력이 거의 없었음.
- 이는 두 실험의 방법 차이에 기인하는 것으로 볼 수 있으며, ABTS의 경우 DPPH와는 다르게 총 폴리페놀 함량이 일정부분 영향을 미친 것으로 사료됨.
- 유자씨유의 경우 총 폴리페놀 함량은 많았지만 항산화력에서 뛰어난 효과를 보이지 않았음.
- 산초유는 총 폴리페놀 함량이 가장 높았고 ABTS 측정 결과 또한 가장 항산화력이 높은 것으로 나타났음.

(5) GC(Gas Chromatography)로 식약청 트랜스포화지방시험법을 이용한 선정된 유지의 지방산 성분 및 함량 분석

(가) 식물성유지 지방산 분석결과

산초유	 <p>Chromatogram showing peaks 1, 2, 3, 4, and ETC. The x-axis is time in minutes (20-60) and the y-axis is signal intensity (0-140).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>RT #</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>47.106</td> <td>13.48</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>53.192</td> <td>34.56</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>55.468</td> <td>27.30</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>linolenic acid methyl ester</td> <td>58.065</td> <td>19.51</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ETC.</td> <td>-</td> <td>5.15</td> </tr> <tr> <td>Totals</td> <td></td> <td>:</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Peak	Name	RT #	Area %	1	palmitic acid methyl ester	47.106	13.48	2	oleic acid methyl ester	53.192	34.56	3	linoleic acid methyl ester	55.468	27.30	4	linolenic acid methyl ester	58.065	19.51		ETC.	-	5.15	Totals		:	100
Peak	Name	RT #	Area %																											
1	palmitic acid methyl ester	47.106	13.48																											
2	oleic acid methyl ester	53.192	34.56																											
3	linoleic acid methyl ester	55.468	27.30																											
4	linolenic acid methyl ester	58.065	19.51																											
	ETC.	-	5.15																											
Totals		:	100																											
잣기름	 <p>Chromatogram showing peaks 1, 2, 3, 4, and ETC. The x-axis is time in minutes (20-60) and the y-axis is signal intensity (0-140).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>RT #</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>47.107</td> <td>5.21</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>53.199</td> <td>26.17</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>55.494</td> <td>47.01</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>*pinolenic acid methyl ester</td> <td>56.742</td> <td>13.58</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ETC.</td> <td>-</td> <td>8.02</td> </tr> <tr> <td>Totals</td> <td></td> <td>:</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Peak	Name	RT #	Area %	1	palmitic acid methyl ester	47.107	5.21	2	oleic acid methyl ester	53.199	26.17	3	linoleic acid methyl ester	55.494	47.01	4	*pinolenic acid methyl ester	56.742	13.58		ETC.	-	8.02	Totals		:	100
Peak	Name	RT #	Area %																											
1	palmitic acid methyl ester	47.107	5.21																											
2	oleic acid methyl ester	53.199	26.17																											
3	linoleic acid methyl ester	55.494	47.01																											
4	*pinolenic acid methyl ester	56.742	13.58																											
	ETC.	-	8.02																											
Totals		:	100																											
유자씨유	 <p>Chromatogram showing peaks 1, 2, 3, and ETC. The x-axis is time in minutes (20-60) and the y-axis is signal intensity (0-140).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Peak</th> <th>Name</th> <th>RT #</th> <th>Area %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>palmitic acid methyl ester</td> <td>47.128</td> <td>20.52</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>oleic acid methyl ester</td> <td>53.208</td> <td>32.81</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>linoleic acid methyl ester</td> <td>55.489</td> <td>35.77</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ETC.</td> <td>-</td> <td>10.89</td> </tr> <tr> <td>Totals</td> <td></td> <td>:</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Peak	Name	RT #	Area %	1	palmitic acid methyl ester	47.128	20.52	2	oleic acid methyl ester	53.208	32.81	3	linoleic acid methyl ester	55.489	35.77		ETC.	-	10.89	Totals		:	100				
Peak	Name	RT #	Area %																											
1	palmitic acid methyl ester	47.128	20.52																											
2	oleic acid methyl ester	53.208	32.81																											
3	linoleic acid methyl ester	55.489	35.77																											
	ETC.	-	10.89																											
Totals		:	100																											

(나) 추출 방법에 따른 유지의 지방산 함량 변화

○ 유자씨유

No.	Name	Soxhlet Area(%)	Cold processing Area(%)	증감(▲/▽)
1	linoleic acid methyl ester	35.14	35.77	▲
2	oleic acid methyl ester	33.09	32.81	▽
3	palmitic acid methyl ester	19.80	20.52	▲
4	Etc	11.97	10.90	▽
	Total	100	100	

○ 산초유

No.	Name	Soxhlet Area(%)	Cold processing Area(%)	증감(▲/▽)
1	oleic acid methyl ester	30.33	34.56	▲
2	linoleic acid methyl ester	24.87	27.30	▲
3	linolenic acid methyl ester	18.87	19.51	▲
4	palmitic acid methyl ester	16.83	13.48	▽
5	Etc	9.10	5.15	▽
	Total	100	100	

○ 잣기름

No.	Name	Soxhlet Area(%)	Cold processing Area(%)	증감(▲/▽)
1	linoleic acid methyl ester	44.89	47.01	▲
2	oleic acid methyl ester	26.59	26.17	▽
3	*Pinolenic acid methyl ester	13.31	13.58	▲
4	palmitic acid methyl ester	5.39	5.21	▽
5	Etc	9.81	8.03	▽
	Total	100	100	

(다) 지방산 분석결과

- 잣기름에서 고유의 지방산이 pinolenic acid로 확인 되었다. 기존 soxhlet 추출 대비 cold processing 추출법으로 추출 된 유지의 불포화 및 고유의 지방산의 함량이 더 높은 것으로 나타났다. 유자씨유의 경우 불포화지방산의 비율이 68.23%에서 68.58%로 소량 증가하였고, 산초유의 경우에는 74.07%에서 81.37로 약 7%에 달하는 증가를 보였다. 잣기름의 경우에는 불포화지방산의 비율이 84.79%에서 86.76%로 약 2%가 증가하였고, 잣기름 고유의 지방산인 pinolenic acid의 함량도 소량 증가하였다. 따라서 cold processing으로 유지를 추출하는 방법이 불포화지방산의 비율이 높은 유지를 생산하는데 적합하다고 판단됨.

(다) HPLC Flavonoid 성분의 분석

- 감귤류의 열매에서 대표적으로 발견되는 flavonoid성분인 naringin 과 hesperidin은 항산화력을 보이는 것으로 알려져 있으나 감귤류인 유자씨유 에서는 항산화력 측정 결과 낮은 수치를 보였다. 따라서 유자씨유 내에 flavonoid 성분이 제대로 추출되었는지 확인하기 위해 파쇄된 유자씨와 유자씨유 두 시료의 HPLC분석을 진행하였음.

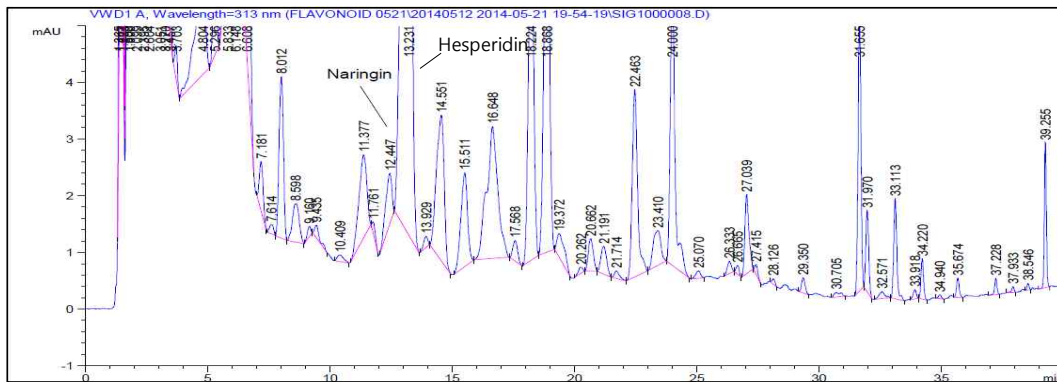


그림 25. 유자씨 추출물 chromatogram

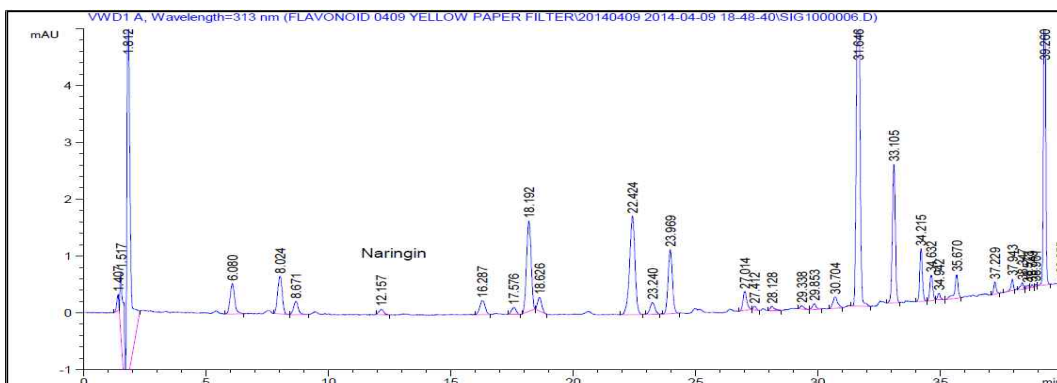


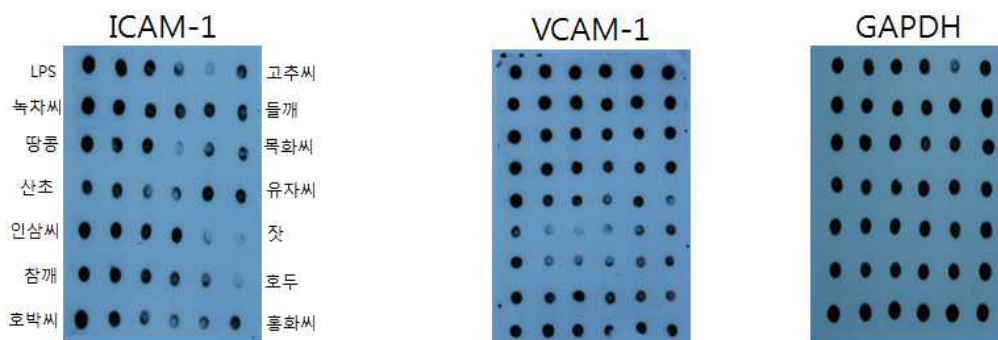
그림 26. 유자씨유 chromatogram

- 분석결과 유자씨 추출물에서 naringin과 hesperidin이 검출되었으며 hesperidin의 함량이 높은 것으로 나타났으나 유자씨유에서는 미량의 naringin만이 검출되었음.

나. 협동 1 (강원대학교) 연구결과

(1) VCAM-1과 ICAM-1의 단백질 발현량 측정 (1차년도 보완 실험)

- 1차년도 사업에서 HUVEC를 이용하여 TNF- α 로 세포를 자극하여 ICAM-1, VCAM-1의 발현을 증가시키고, 식물성유지를 처리하여 ICAM-1, VCAM-1의 발현을 확인하였으며, 본 보완실험에서는 HUVEC를 자극시키는 LPS를 이용하여 ICAM-1, VCAM-1의 발현에 미치는 영향을 확인하였음. 보완실험을 통해 더욱 명확한 ICAM-1과 VCAM-1의 반응성을 확인하였음.
- 식물성유지의 항동맥경화 효능을 확인하기 위해 HUVEC을 사용하여 실험을 진행하였음. HUVEC에 염증을 유발하는 LPS를 1 μ g/ml의 농도로 처리하고, 식물성유지를 1mg/ml의 농도로 세포에 처리한 뒤 VCAM-1, ICAM-1 단백질 발현에 식물성유지가 미치는 영향을 dot blot을 이용하여 확인하였음.
- LPS와 식물성유지를 처리한 HUVECs에서 ICAM-1의 단백질 발현을 LPS 처리군과 비교하였을 때 잣기름 86.18%, 호박씨 72.09%, 홍화씨 55.02%, 고추씨 48.77%의 ICAM-1의 단백질 발현이 감소하는 경향을 나타내었음.
- LPS와 식물성유지를 처리한 HUVECs에서 VCAM-1의 단백질 발현을 LPS 처리군과 비교하였을 때 산초 77.57%, 인삼 67.5%, 목화 61.47%, 잣 57.54%의 VCAM-1의 단백질 발현이 감소하는 경향을 나타내었음.



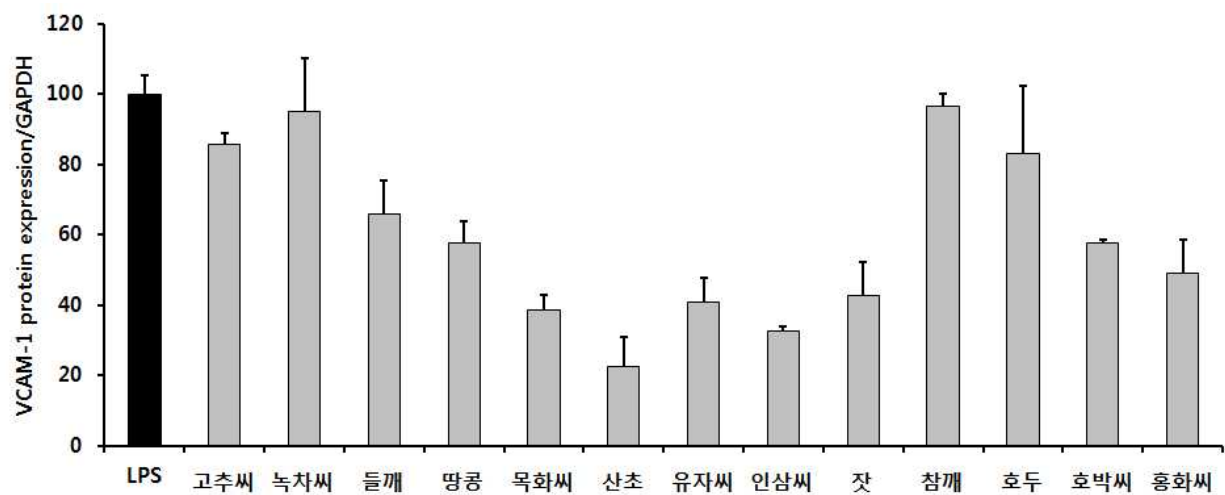
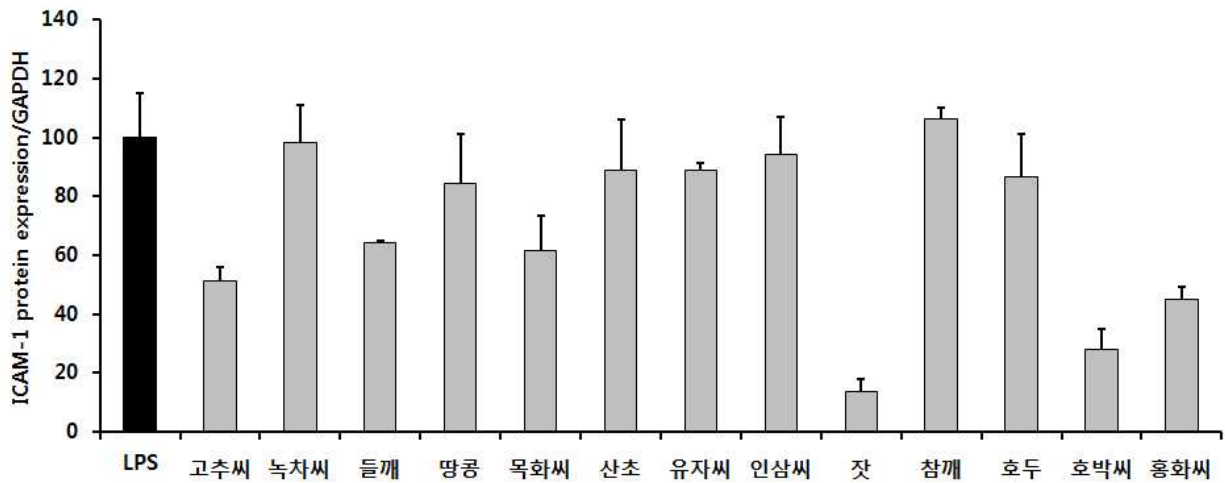


그림 27. 식물성유지가 ICAM-1, VCAM-1 단백질 발현에 미치는 영향

(2) 식물성유지의 apoptosis 억제능

- 혈관내피세포는 염증, 혈관재생 및 혈관신생에 중요한 역할을 담당하고 있는 세포임. 혈관내피세포의 apoptosis가 증가하게 되면 내피세포에 의해 형성되는 조직의 항상성의 저해, 동맥경화를 비롯한 다양한 염증성 질환의 발생을 나타냄.
- 식물성 유지의 apoptosis 억제능을 확인하기 위해 HUVEC을 사용하여 실험을 진행하였음. 세포 내 apoptosis 촉진인자인 Bax와 apoptosis 억제인자인 Bcl2 mRNA 발현을 확인하기 위해 HUVEC에 LPS를 1 μ g/ml의 농도로 처리하고, 식물성유지를 1mg/ml의 농도로 처리하여 식물성유지의 apoptosis 억제능을 확인하였음.
- HUVEC에 LPS 1 μ g/ml 및 식물성유지 1mg/ml의 농도로 처리하였을 때 무처리군인 Control과 비교하였을 때 Bax mRNA 발현은 LPS 1 μ g/ml 단독 처리되었을 때 298.17% 증가하였으며, LPS 1 μ g/ml과 식물성유지를 같이 처리하였을 때 산초유 171.35%, 유자씨유 193.15%, 잣기름 144.04%로 LPS에 의해 증가되었던 Bax mRNA 발현이 감소하는 경향을 나타내었음.

- HUVECs에 LPS 1 μ g/ml 및 식물성유지 1mg/ml의 농도로 처리하였을 때 무처리군인 Control과 비교하였을 때 Bcl-2 mRNA 발현은 LPS 1 μ g/ml 단독 처리되었을 때 21.37%의 발현을 나타내었으나, LPS 1 μ g/ml과 식물성유지를 같이 처리하였을 때 산초유 101.24%, 유자씨유 62.14%, 잣기름 80.23%로 LPS에 의해 감소되었던 Bcl-2 mRNA 발현이 증가하는 경향을 나타내었음.

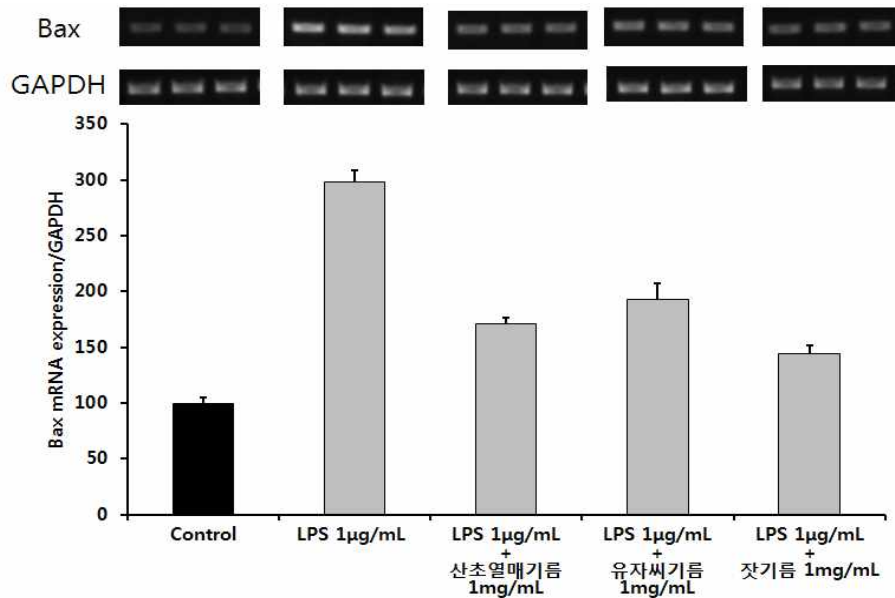


그림 28. 식물성유지가 Bax mRNA 발현에 미치는 영향

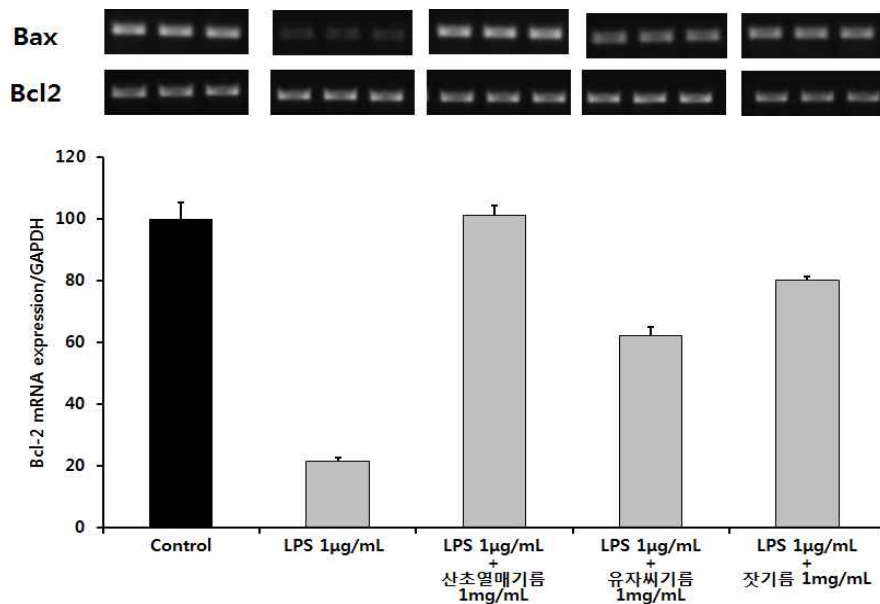


그림 29. 식물성유지가 Bcl-2 mRNA 발현에 미치는 영향

(2) 식물성유지의 *in vivo* 실험결과

(가) 식이 섭취량 및 체중 변화량 측정

- 식이 섭취량은 그림 30.에서 보이는 바와 같이 실험기간동안에 식이 섭취량의 차이가 없음을 확인하였음.

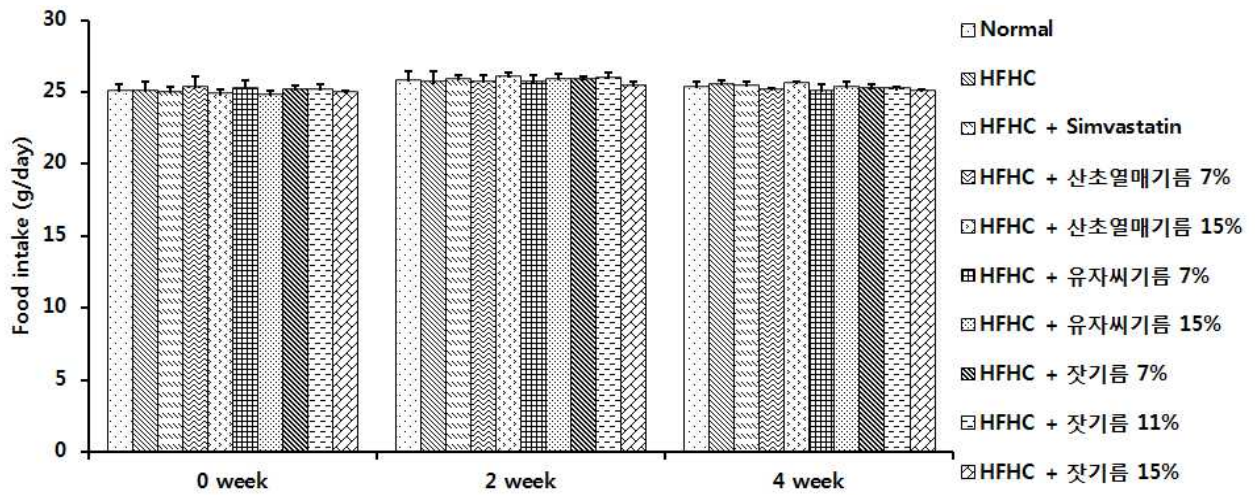


그림 30. 실험동물의 식이섭취량

- 실험동물의 체중 변화량은 그림 31.과 같으며, 고지방/고콜레스테롤 식이만 공급한 HFHC 군과 비교하였을 때 고지방/고콜레스테롤 식이와 simvastatin, 식물성유지를 공급한 군간의 체중차이가 없음을 확인하였음.

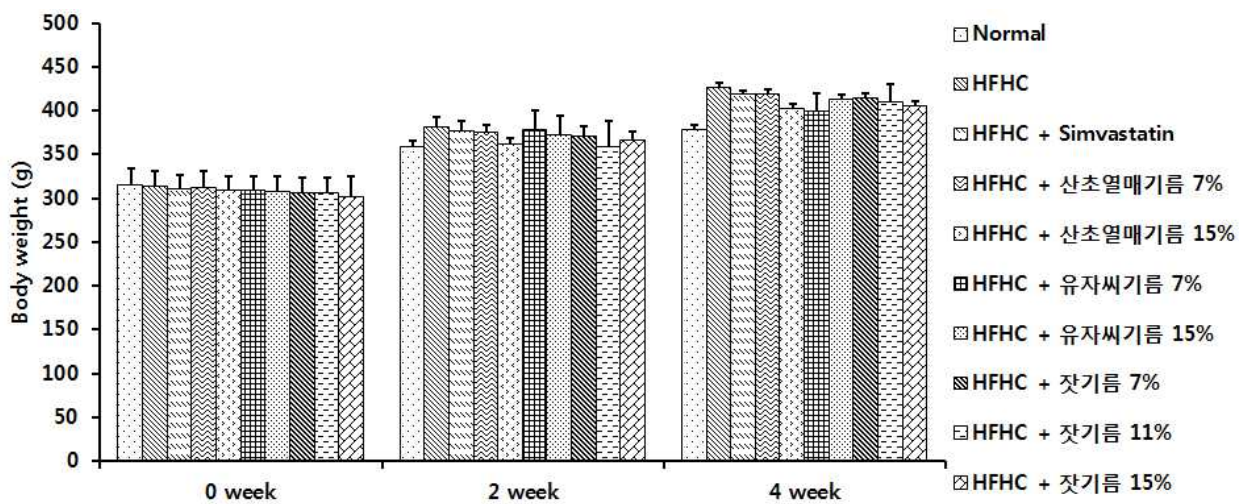


그림 31. 실험동물의 체중변화량

(나) SD-rat의 간무게 및 부고환지질 무게 측정

- 고지방/고콜레스테롤 식이만 공급한 HFHC 군 (간 무게 23.75 g, 부고환지질 8.99 g) 과 고지방/고콜레스테롤 식이와 simvastatin, 식물성유지를 공급한 군을 비교하였을 때 간 무게와 부고환지질의 무게가 감소하는 것을 확인하였음(그림 32). 고지방/고콜레스테롤 식이만 공급한 HFHC 군과 비교하였을 때 산초유 15% 군은 간무게 25.22% 감소, 잣기름 11% 군은 간무게 22.39% 감소하는 경향을 나타내었으며, 잣기름 7% 군은 부고환지질 무게 30.74% 감소, 산초유 7% 군은 부고환지질 무게 27.85% 감소하는 경향을 나타내었으며, 고지방/고콜레스테롤 식이에 식물성유지를 혼합한 다른 군에서도 고지방/고콜레스테롤 식이만을 공급한 군보다 간과 부고환지질의 무게가 감소하는 경향을 나타내었음.

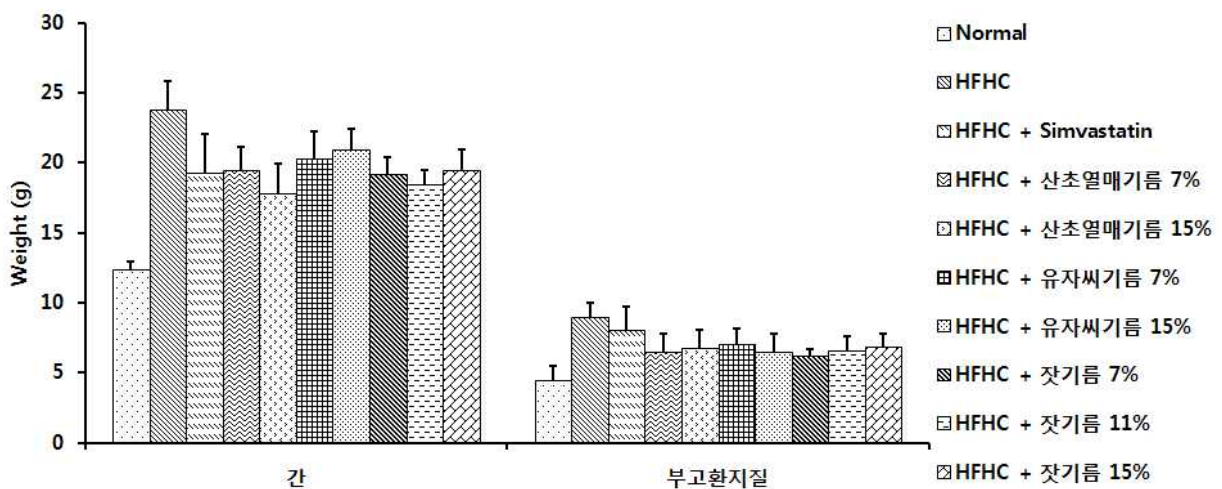


그림 32. 실험동물의 간과 부고환지질 무게

(다) 혈액 내 지질의 생화학적 분석

- 혈액 내 total cholesterol은 실험을 시작하는 0주차에는 유의적인 차이를 나타내지 않음을 확인하였음. 실험이 종료된 4주차에서 고지방/고콜레스테롤 식이만을 공급한 HFHC 군과 비교하였을 때 산초유 15% 군은 Total cholesterol이 33.76% 감소, 산초유 7% 군은 29.25% 감소, 잣기름 15% 군은 26.8% 감소하는 경향을 나타내었으며, 식이에 simvastatin을 공급한 군과 유사한 수준으로 total cholesterol이 감소하는 경향을 나타내었음.

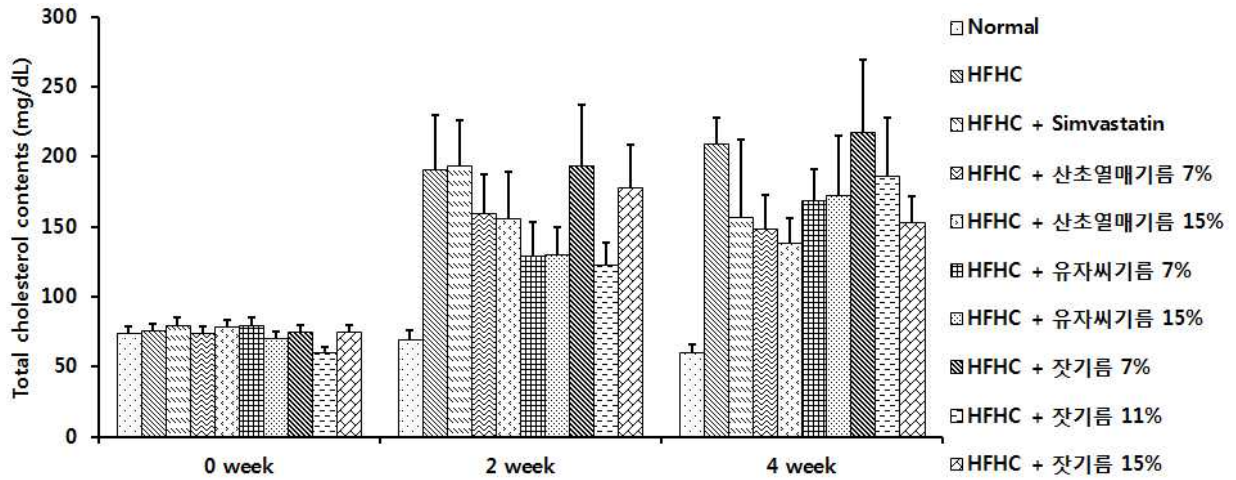


그림 33. 혈액 내 total cholesterol 함량

- 혈액 내 triglyceride 함량은 실험을 시작하는 0주차에는 유의적 차이를 나타내지 않음을 확인하였음. 실험이 종료된 4주차에서 고지방/고콜레스테롤 식이만을 공급한 HFHC 군과 비교하였을 때 잣기름 15% 군은 혈액 내 triglyceride이 58.44% 감소, 잣기름 11% 군은 54.67% 감소, 유자씨유 5% 군은 52.89% 감소하는 경향을 나타내었으며, 식이에 simvastatin을 공급한 군과 유사한 수준으로 triglyceride가 감소하는 경향을 나타내었음.

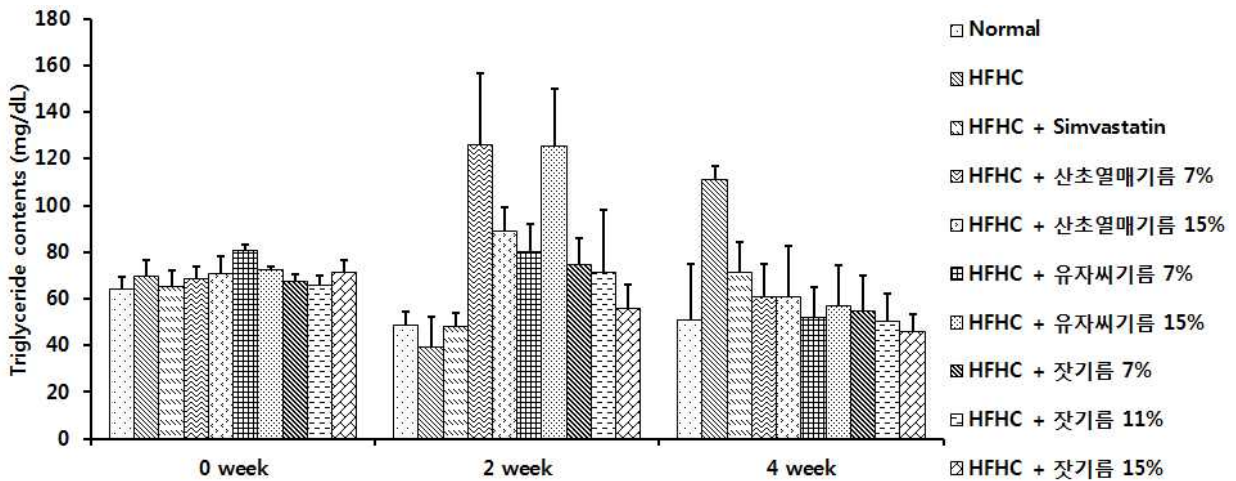


그림 34. 혈액 내 triglyceride 함량

- 혈액 내 HDL cholesterol 함량은 실험을 시작하는 0주차에는 유의적 차이를 나타내지 않음을 확인하였음. 실험이 종료된 4주차에서 고지방/고콜레스테롤 식이만을 공급한 HFHC 군과 비교하였을 때 유자씨유 15% 군은 213% 증가, 산초유 7%, 잣기름 15% 군은 172.34% HDL cholesterol이 증가하는 경향을 나타내었음.

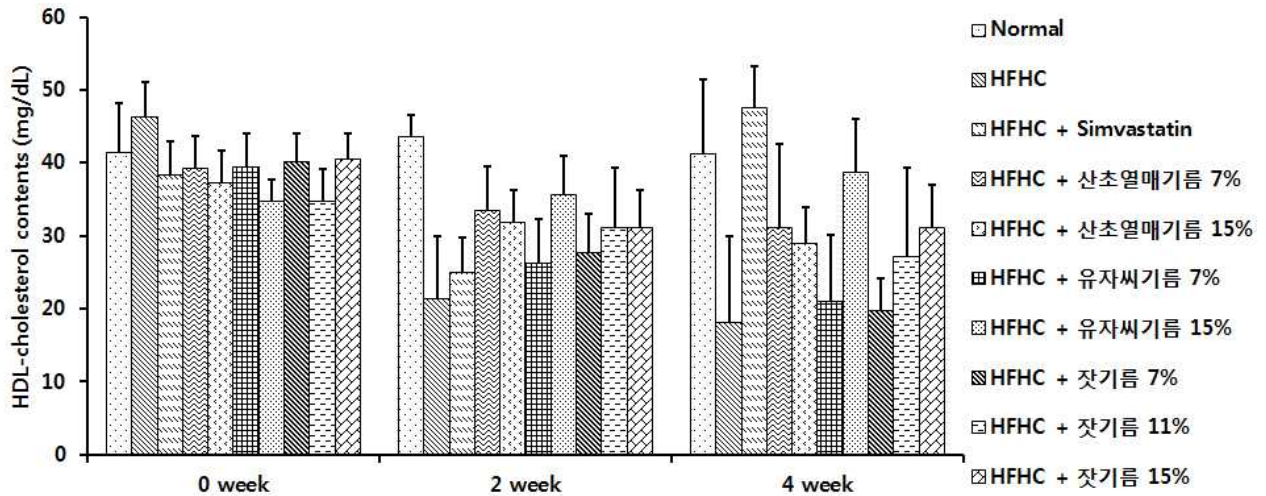


그림 35. 혈액 내 HDL cholesterol 함량

- LDL cholesterol은 (total cholesterol-HDL cholesterol)-triglycerol/5의 계산식에 따라 산출하였으며, 결과는 그림 36.과 같음. 실험이 시작되는 0주차에는 군간의 유의적 차이를 나타내지 않음을 확인하였으며, 실험이 종료된 4주차에서 고지방/고콜레스테롤 식이만을 공급한 HFHC 군과 비교하였을 때 산초유 15% 군이 42.25%, 산초유 7% 군이 38.06%, 잣기름 15% 군이 33.27% LDL cholesterol을 감소하는 경향을 나타내었음.

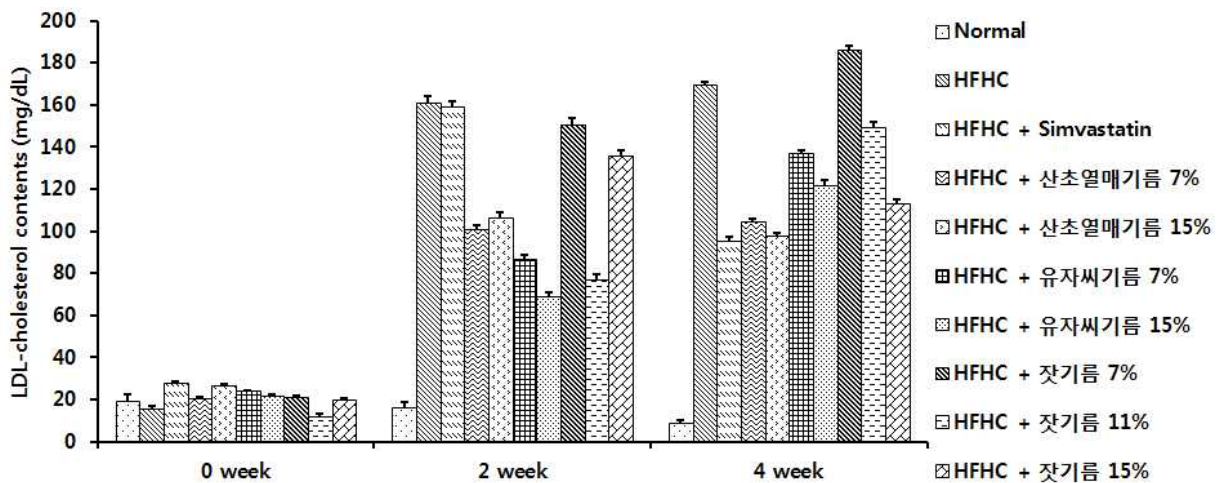


그림 36. 혈액 내 LDL cholesterol 함량

- Total cholesterol과 HDL cholesterol 값을 이용하여 atherogenic index를 확인한 값은 그림 37.과 같음. atherogenic index란 동맥경화지수로 동맥경화에 대한 위험성 척도를 나타내며, 수치가 낮을수록 동맥경화발생 위험도가 낮다고 할 수 있음. 실험이 시작되는 0주차에는 군간의 유의적 차이를 나타내지 않음을 확인하였으며, 실험이 종료된 4주차에서 고지방/고콜레스테롤 식이만을 공급한 HFHC 군과 비교하였을 때 유자씨유 15% 군이 67%, 산초유 7% 군이 64.53%, 산초유 15% 군이 64.03%, 잣기름 15% 군이 62.98%로 atherogenic index가 감소하는 경향을 나타내었음.

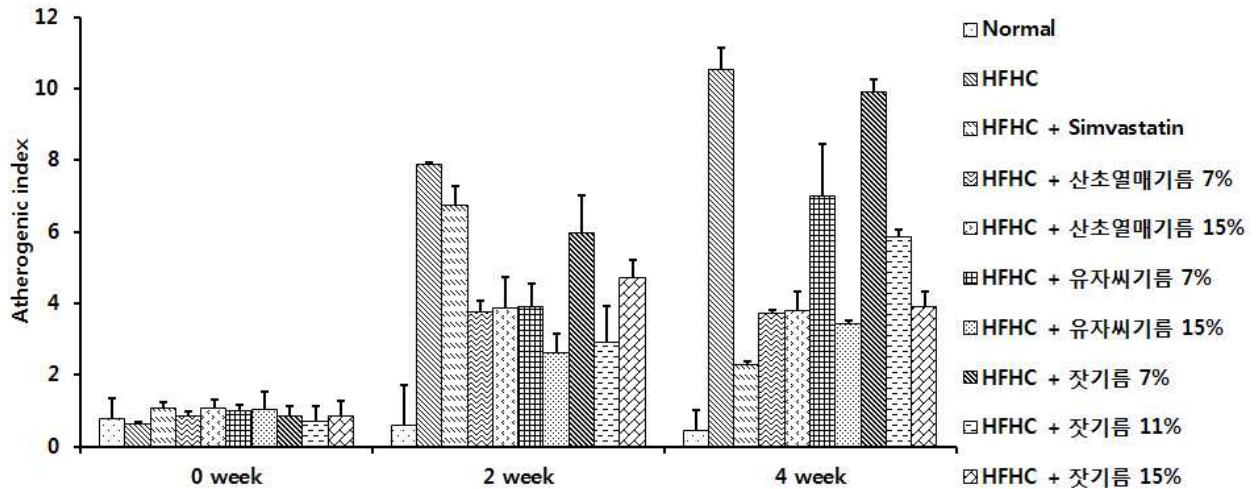


그림 37. Atherogenic index

- 실험동물의 혈액 내 지질 생화학적 분석은 total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol을 하였으며, total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol을 통해 LDL-cholesterol, atherogenic index를 계산하였음.
- 실험결과 고지방/고콜레스테롤 식이만 공급한 HFHC군에서 높은 total cholesterol, triglyceride, LDL-cholesterol, atherogenic index를 나타내었으며, 낮은 HDL-cholesterol 수치를 나타내었음. 고지방/고콜레스테롤 식이에 cold processing 분쇄 분리 공법으로 추출한 산초유, 유자씨유, 잣기름을 혼합하여 공급하였을 때 total cholesterol, triglyceride, LDL-cholesterol, atherogenic index가 감소하는 경향을 나타내었으며, HDL-cholesterol이 증가하는 경향을 나타내었음.
- 실험결과를 통해 고지방/고콜레스테롤 식이만 공급한 HFHC군에서 비만/동맥경화가 유발되었다고 판단할 수 있으며, 고지방/고콜레스테롤 식이에 cold processing 분쇄 분리 공법으로 추출한 산초유, 유자씨유, 잣기름을 혼합하여 공급하였을 때 비만과 동맥경화 증상이 개선되었다고 판단할 수 있음.

표 20. 식물성유지 기능성 평가

실험내용		소재	활성
항동맥경화 효능	ICAM-1 단백질발현	잣 호박씨 홍화씨 고추씨	86.18% 감소 72.09% 감소 55.02% 감소 48.77% 감소
		LPS 처리군이 100% 활성을 나타낼 때	
	VCAM-1 단백질발현	산초 인삼씨 목화씨 잣	77.57% 감소 67.5% 감소 61.47% 감소 57.54% 감소
		LPS 처리군이 100% 활성을 나타낼 때	
Apoptosis 억제능	Bax mRNA 발현	잣 산초 유자씨	144.04% 활성 171.35% 활성 193.15% 활성
		LPS 처리군이 298.17% 활성을 나타낼 때	
	Bcl-2 mRNA 발현	산초 잣 유자씨	101.24% 활성 80.23% 활성 62.14% 활성
		LPS 처리군이 21.37% 활성을 나타낼 때	
동물실험	식이섭취량	-	
	체중변화	-	
	간무게	산초 15% 잣 11% 잣 7%	25.13% 감소 22.29% 감소 19.4% 감소
	부고환지방 무게	잣 7% 산초 7% 유자씨 15%	30.71% 감소 27.85% 감소 27.76% 감소
	Total cholesterol 함량	산초 15% 산초 7% 잣 15%	33.76% 감소 29.25% 감소 26.8% 감소
	Triglyceride 함량	잣 15% 잣 11% 유자씨 7%	58.44% 감소 54.67% 감소 52.89% 감소
	HDL-cholesterol 함량	유자씨 15% 산초 7% 잣기름 11%	113.83% 증가 72.34% 증가 72.34% 증가
	LDL-cholesterol 함량	산초 15% 산초 7% 잣 15%	42.25% 감소 38.06% 감소 33.27% 감소
	Atherogenic index	유자씨 15% 산초 7% 산초 15%	67.45% 감소 64.53% 감소 64.03% 감소

(라) 식물성 유지의 실험 결과 요약

- 1차 년도 연구결과에서 식물성유지의 항동맥경화 효능을 추가 실험으로 확인하였으며, LPS를 처리한 HUVEC에 식물성유지를 처리하여 동맥경화를 유발하는 인자인 ICAM-1, VCAM-1의 mRNA 발현을 식물성유지를 처리하였을 때 감소하였음을 확인하였음. 식물성유지가 ICAM-1, VCAM-1의 mRNA 발현을 감소시킴으로 혈관내피세포에서 발생하는 동맥경화의 진행을 억제할 것으로 사료됨.
- 식물성유지 소재로 선정된 산초, 유자씨, 잣기름을 cold processing 분쇄 분리 공법으로 추출한 식물성유지를 이용하여 혈관내피세포의 apoptosis 억제능과 동물 실험을 통해 항비만/항동맥경화 효능을 확인하였음.
- 혈관내피세포의 apoptosis에 식물성유지가 미치는 영향을 확인하기 위해 HUVEC에 LPS와 산초유, 유자씨유, 잣기름을 같이 처리하였을 때 LPS에 의해 증가되었던 Bax mRNA가 감소하는 경향을 나타내었으며 LPS에 감소되었던 Bcl-2 mRNA 발현이 증가하는 경향을 나타냄을 확인하였음. 이러한 결과를 통해 혈관내피세포에서 발생하는 apoptosis를 식물성유지가 감소시킬 수 있을 것으로 사료됨.
- SD-rat에 고지방/고콜레스테롤 식이를 공급하여 비만과 동맥경화를 유발하였으며, simvastatin과 식물성유지를 식이에 혼합 및 공급하여 항비만/항동맥경화 효능을 확인하였음. 실험결과 비만과 동맥경화가 유발된 HFHC 군과 비교하여 식물성유지를 식이에 혼합하여 공급하였을 때 체중 및 장기 무게의 감소와 혈액 분석 결과를 통해 식물성유지가 항비만 작용과 항동맥경화 작용을 나타낸다고 사료됨.

다. 협동 2 (강원웰빙특산물산업화RIC) 연구결과

(1) 산업적 유량종실의 유지 추출

- 1차 년도 전처리 공정별 유의성 분석을 통해 구축한 유지 추출 예상 공정을 바탕으로 잣, 산초, 유자씨를 공정에 접목하여 유지추출공정의 표준화 및 수율 증진을 목표로 함.
- 1차 년도의 실험 및 선호도 조사 등을 바탕으로 2차 년도 유지 추출 대상 종자로 잣, 산초, 유자씨를 선정하였으며 이들의 유지추출 방식은 각 종자의 유지 함량에 따라 차이를 보임.
- 고속원심분리를 통한 유지추출기술은 종자의 유지 함량에 따라 수득할 수 있는 유지의 양의 차이가 많음.
- 따라서 잣은 지방을 60~65% 가지고 있어 원심분리를 통한 유지 추출은 최대 전체

무게대비 48%까지 추출이 가능하였으며, 산초의 지방함량은 32%, 유자씨의 지방함량은 23%으로 원심분리기 추출의 경우 산초유 12%, 유자씨유 7%의 유지를 얻을 수 있었음.

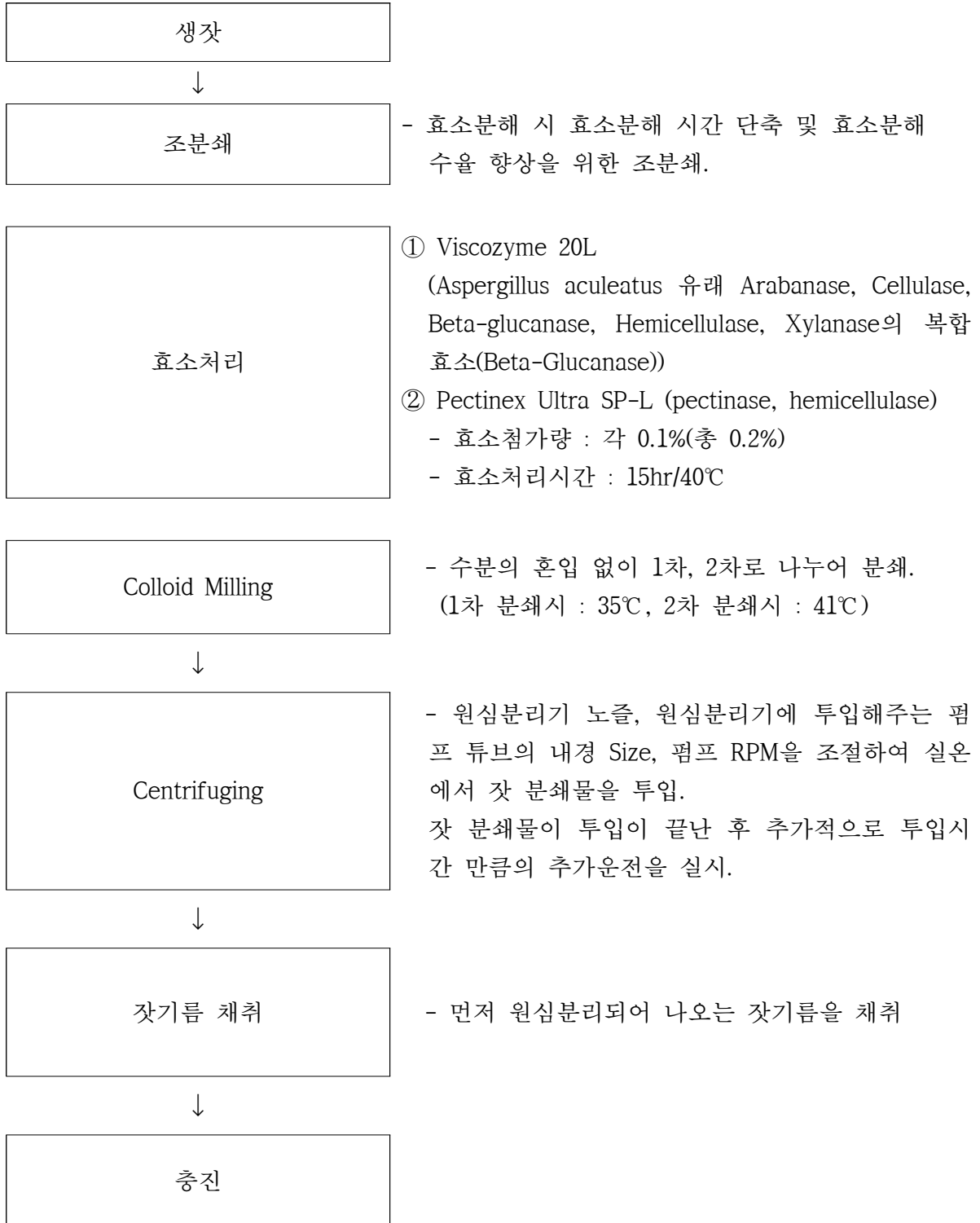
- 이처럼 종자에 유지함량이 적은 산초와 유자씨의 수율을 높이기 위하여 대체지방(대두유, 옥수수유 등)을 혼합하여 산초와 유자씨의 유지를 원심분리를 통하여 추출하는 공정을 사용함으로 산초, 유자씨 유지의 추출수율을 높일 수 있었음.



(2) 식물성 유지 소재별 표준화 공정 개발

① 잣

①-1. 잣 유지 추출 표준화 공정 확립



①-2 수율실험

㉔ 원심분리기 RPM에 따른 수율 변화

- 원심분리기의 RPM의 상승에 따라 원심력의 차이가 생겨 높은 RPM으로 올라갈수록 분리 수율이 높아지며 분리시간이 길어질수록 분리수율이 높아짐. 1,000RPM(3,123×g)에서는 원료의 기름층 분리가 이루어지지 않았음.
- 9,000RPM에서도 슬러지의 분리가 완벽하지 않았음.

시간 \ RPM	9,000rpm	13,000rpm	15,000rpm
5분	21.37%	23.2%	24.57%
10분	23.10%	24.42%	26.90%
15분	23.92%	25.17%	28.27%

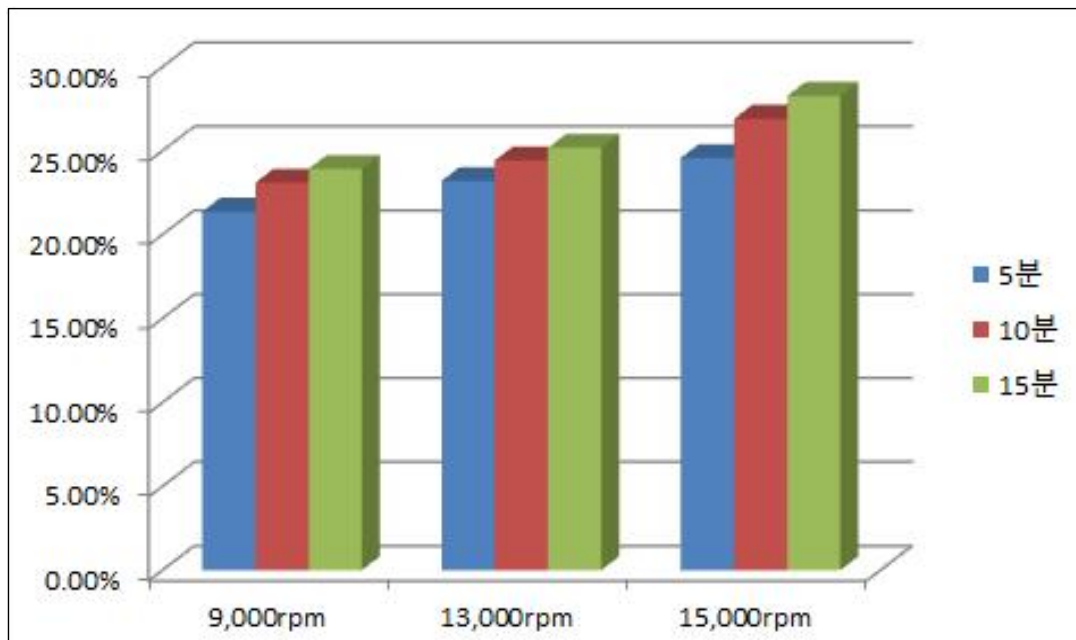


그림 38. 원심분리기 RPM에 따른 수율변화

㉔ 투입 후 추가운전에 따른 처리결과

- 원료의 투입을 멈춘 후 추가운전의 유무, 시간에 따른 분리된 기름의 양을 측정하였음.
- 투입시간대비하여 1배, 2배로 늘어날수록 원료에서 분리된 기름의 양이 늘어나는 것을 확인할 수 있음. 이는 투입이 끝난 후 원심분리기 내부에 원료들이 잔존하면서 분리가 진행되어 시간이 지날수록 원심력에 의하여 무거운 원료는 벽 쪽으로 이동하게 되고 가벼운 원료는 무거운 원료에 밀려 중심부 쪽으로 나오게 됨으로 비교적 가벼운 기름이 시간이 지날수록 중심부로 나오게 되어 수율이 높아지게 됨.

튜브Size \ 시간	0배*	1배*	2배*
8mm	28%	33%	34%

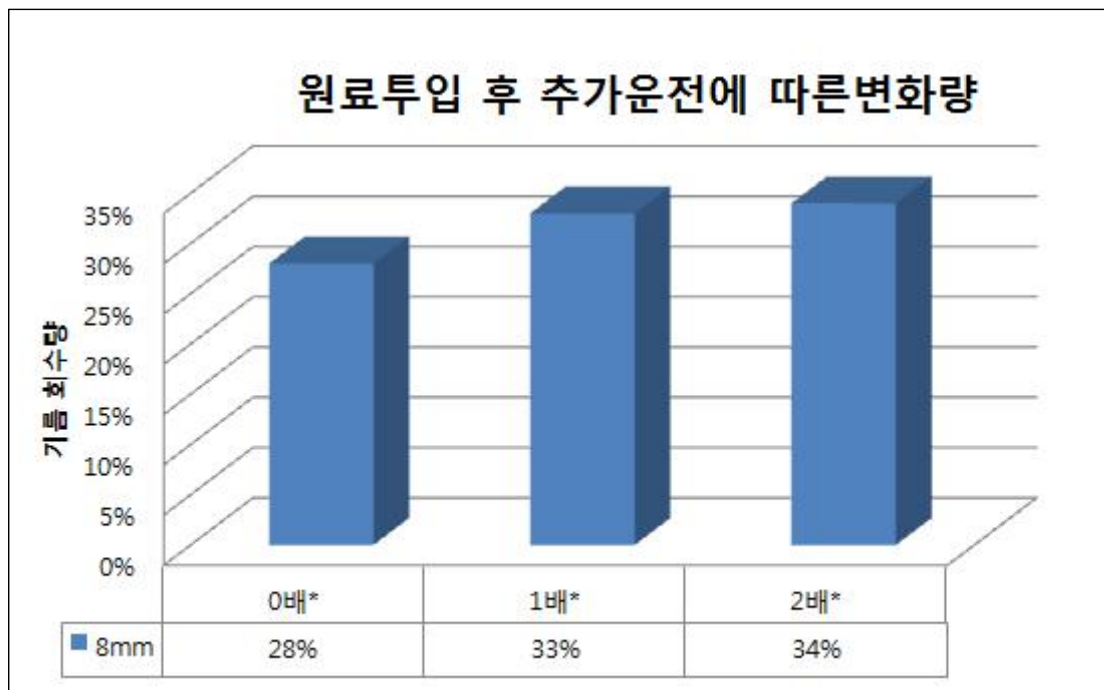


그림 39. 원료 투입 후 추가운전에 따른 분리된 기름량의 변화량

㉔ 잣 분리실험 최종 결과

펌프RPM \ 튜브	기름 회수량	
	100RPM(효소처리 ×)	100RPM(효소처리 ○)
8mm	33%	48%

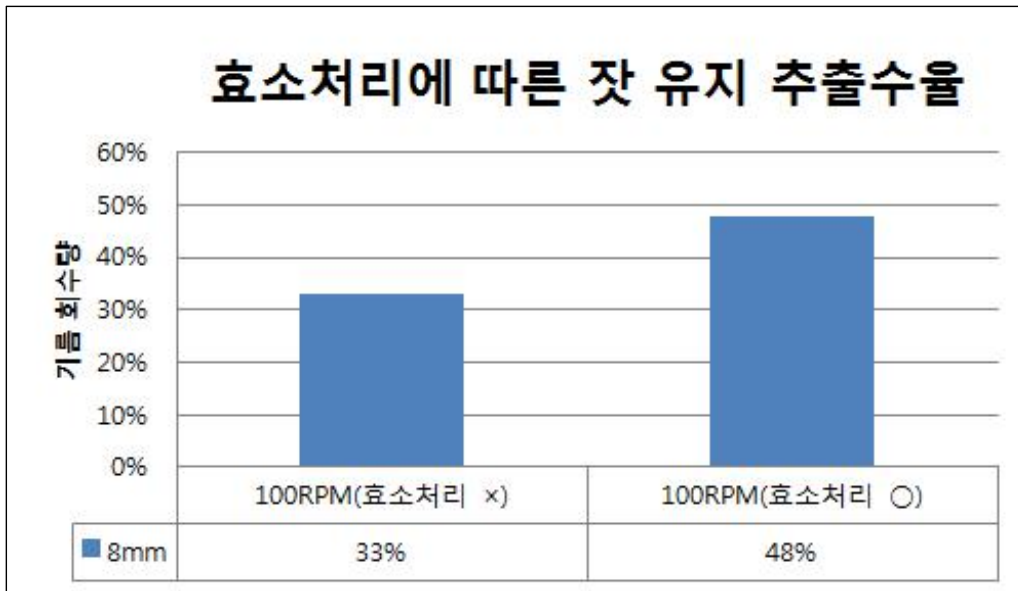
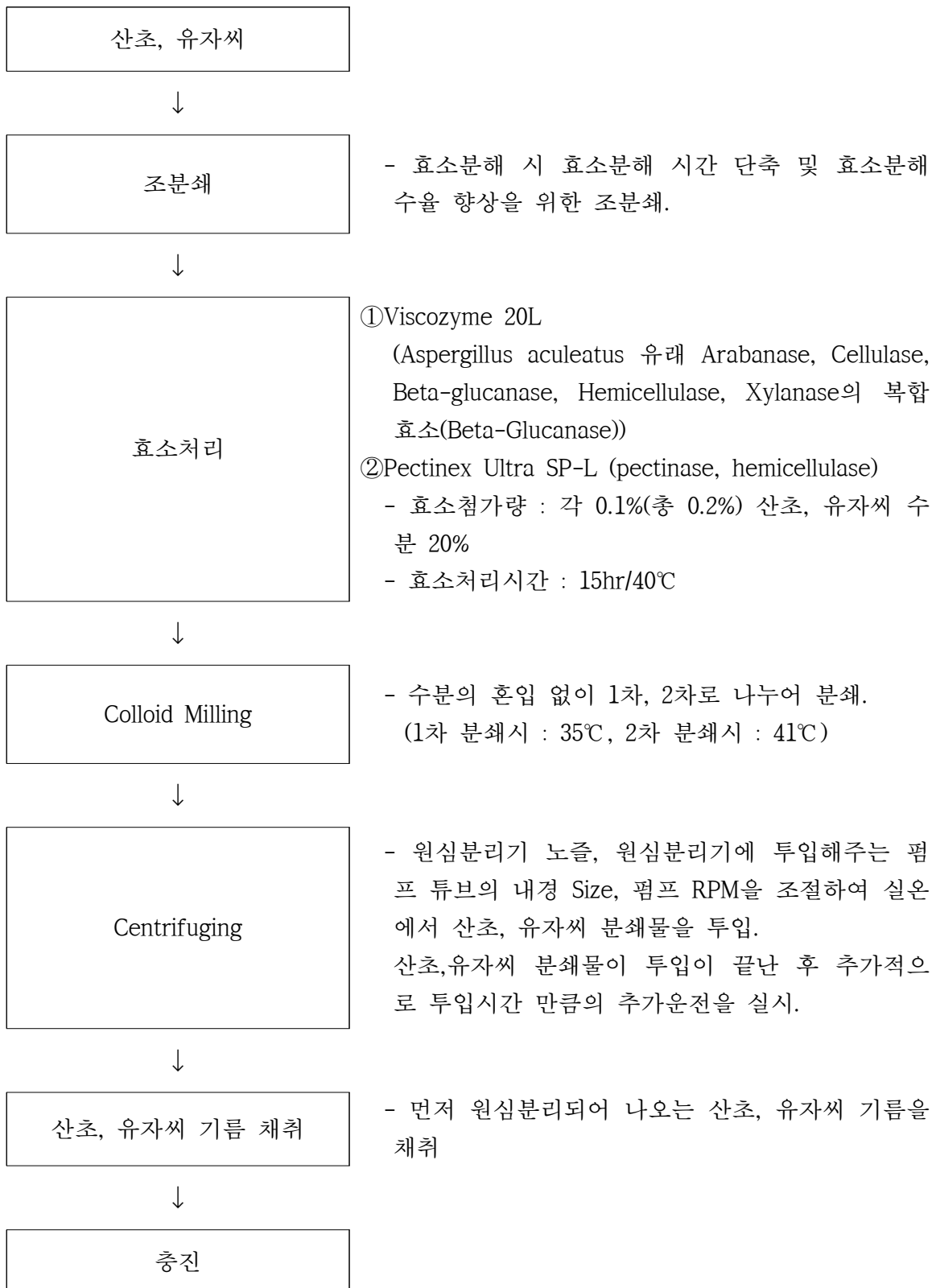


그림 40. 효소처리에 따른 잣 유지 추출수율

- 원료공급 튜브의 Size 및 공급펌프RPM을 조절하여 투입 후 투입시간 대비 1배의 추가운전을 하고 튜브Size가 작아지면서 원심분리기 내 원료투입 토출압력이 높아지고, 펌프RPM이 낮아져 유량이 적을수록 기름의 회수율이 증가함을 알 수 있음.
- 하지만 튜브Size가 작아지고 펌프RPM이 작아질수록 투입시간이 늘어나 경제성을 고려하여 튜브 Size 8mm, 공급펌프 100RPM이 가장 경제수율이 좋은 것으로 판단 됨.
- 또한 잣의 효소처리에 따른 유지 추출수율의 차이를 볼 수 있는데 효소처리 없이 잣의 분쇄 후 유지 추출한 결과 33%의 수율을 보였으며 효소처리 후 잣의 분쇄 후 유지 추출한 결과 48%의 수율을 보였음.

② 산초, 유자씨

②-1 산초, 유자씨 유지추출 표준화 공정 확립



②-2 수율실험

㉠ 산초, 유자씨 유지의 추출수율 결과

펌프RPM / 튜브	기름 회수량	
	산초	유자씨
8mm	12%	7%

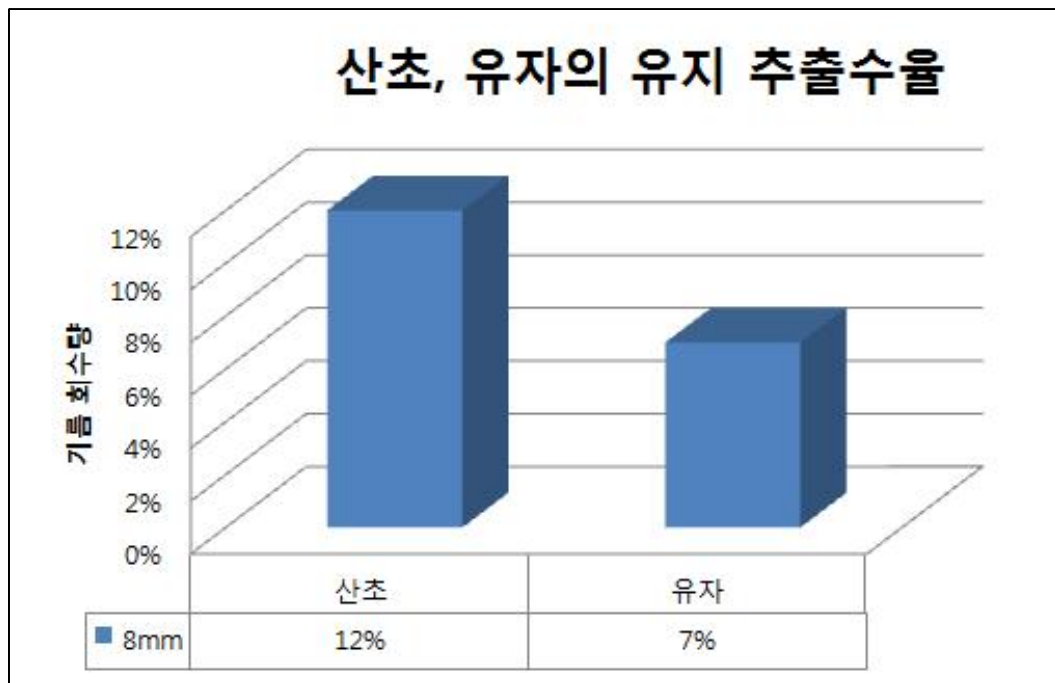
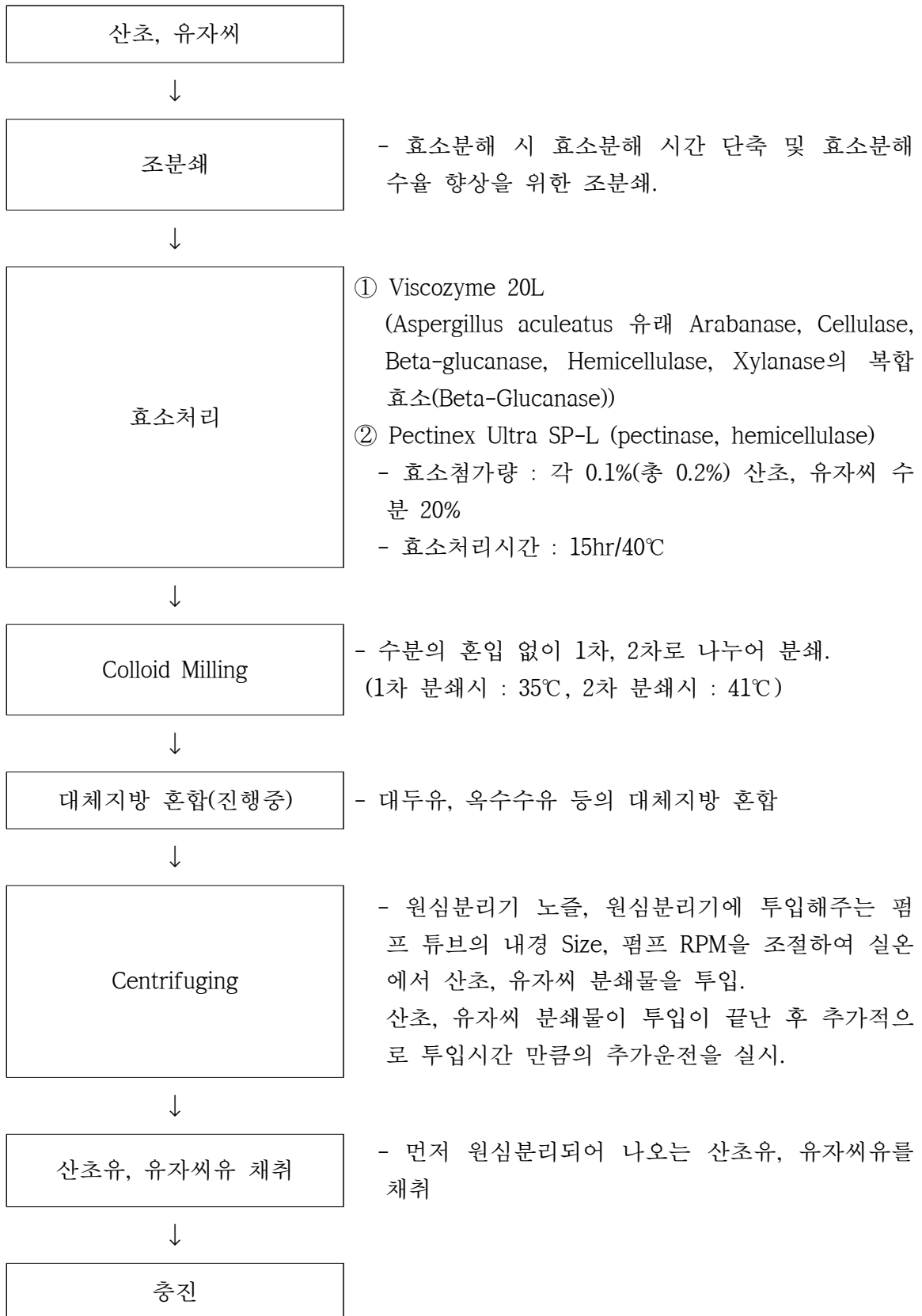


그림 41. 산초 유지 추출수율

- 산초와 유자씨의 원심분리기를 이용한 유지추출의 최적 조건은 잣 유지추출시 실험 하였던 원심분리기 rpm, 투입튜브 size, 공회전등의 조건을 적용하였음.
- 산초의 지방함량은 32%, 유자씨의 지방함량 23%이며 원심분리기 추출의 경우 산초 유 12%, 유자씨유 7%의 유지를 얻을 수 있었다.
- 이처럼 종자에 유지함량이 적은 산초와 유자씨의 수율을 높이기 위하여 대체지방 (대두유, 옥수수유 등)을 혼합하여 산초와 유자씨의 유지를 원심분리를 통하여 추출 하는 공정을 사용함으로 산초, 유자씨 유지의 추출수율을 높이는 실험이 필요함.
- 산초 유지 추출시 산초 지방함량이 32%이며 대체지방(대두유)을 분쇄할 산초 무게 대비 최소 30%를 첨가시 원심분리기를 통한 유지 추출하였음.

③ 대체지방에 따른 산초와 유자씨의 유지 추출 수율 변화



㉔ 산초

	산초분쇄물+ 대체지방20%	산초분쇄물+ 대체지방30%	산초분쇄물+ 대체지방40%
수율	25%	33%	40%

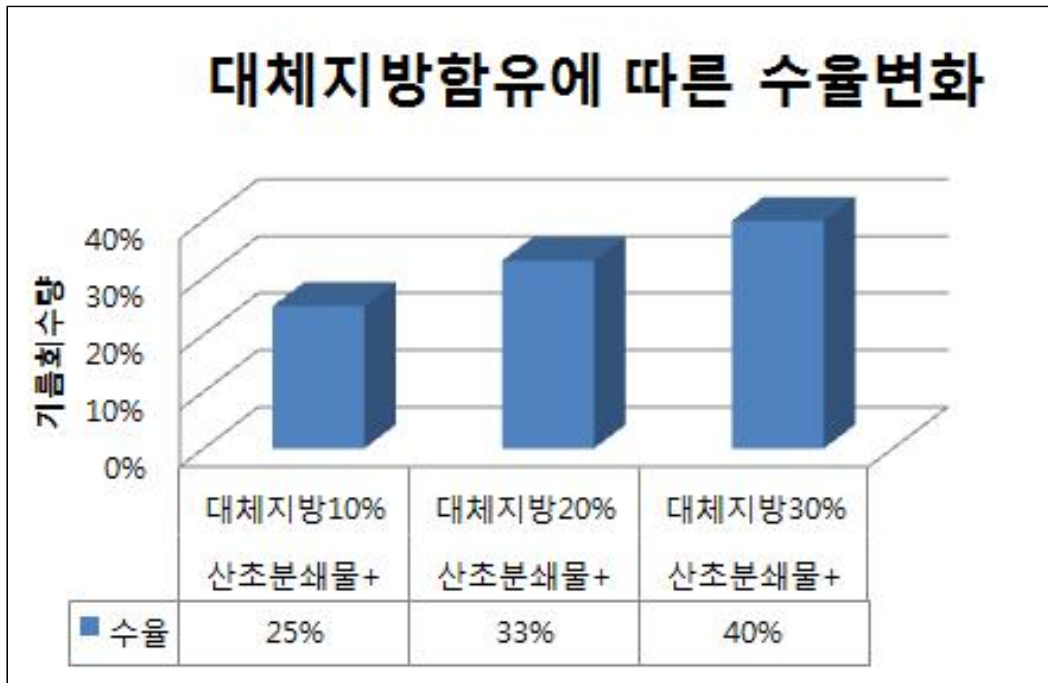


그림 42. 대체지방첨가에 따른 수율

- 산초 효소처리 분쇄물에 대체지방(대두유)를 첨가하였을 때 대체지방의 함량에 따라 지방함량의 상승효과를 볼 수 있음.
- 이때 얻어지는 유지에서 대체지방과 산초유지의 함량 차이와 대체지방에 따른 수율변화를 3차 년도에 추가 실험을 진행하였음.

㉔ 유자씨

	유자씨분쇄물+ 대체지방20%	유자씨분쇄물+ 대체지방30%	유자씨분쇄물+ 대체지방40%
수율	18%	26%	33%

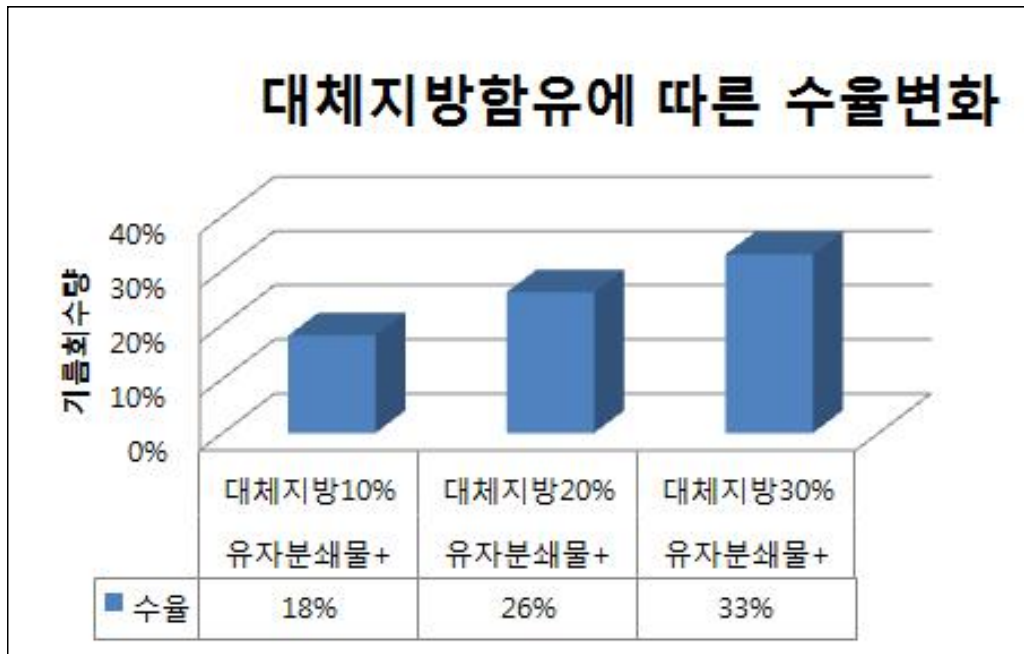


그림 43. 대체지방 첨가에 따른 수율

- 유자씨 효소처리 분쇄물에 대체지방(대두유)를 첨가하였을 때 대체지방의 함량에 따라 지방함량의 상승효과를 볼 수 있음.
- 이때 얻어지는 유지에서 대체지방과 유자씨 유지의 함량 차이와 대체지방에 따른 수율변화를 3차 년도에 추가 실험을 진행하였음.

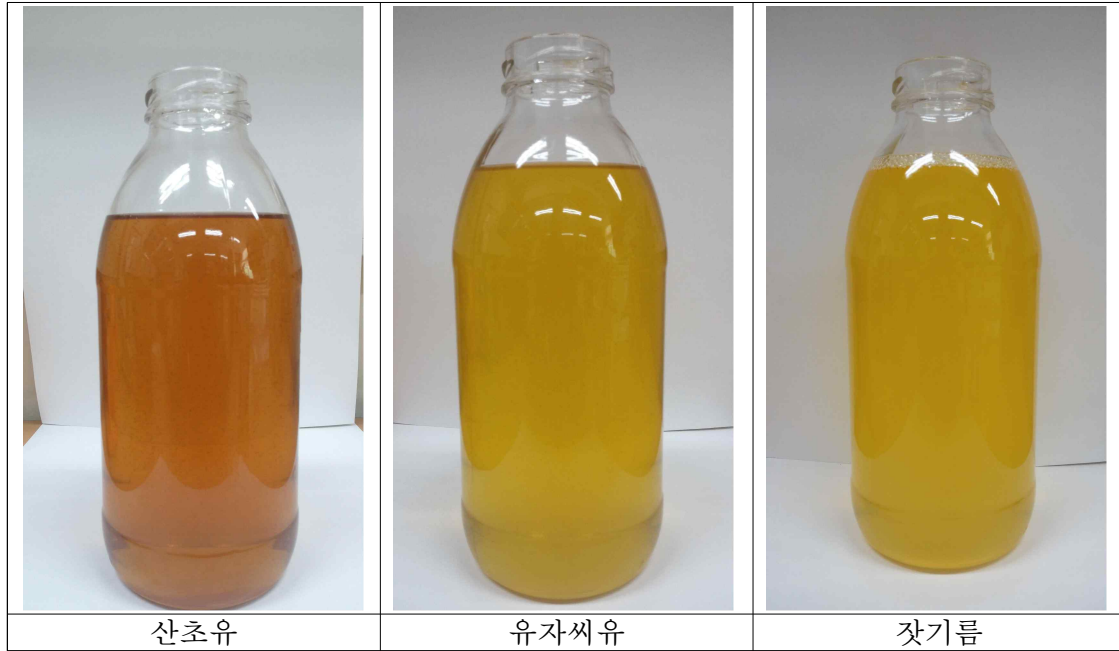


그림 44. Cold processing 분쇄 분리공법으로 생산된 식물성 유지

④ Cold processing 분쇄 분리공법으로 생산된 식물성 유지의 물리적 특성 비교 분석

㉞ 산가, 과산화물가 분석 결과

- 실험결과 유기 용매(hexane)로 추출한 유지 보다 산가정도가 낮은 경향을 나타내었으며, 과산화물가 결과는 유기용매(hexane) 추출한 유지 보다 높은 경향을 나타내었지만 기준치(60meq/kg) 보다는 낮은 수치를 나타내었음.

㉟ 색도 측정 분석 결과

- L(lightness, 명도)값은 색의 밝기를 나타낸 수치로 완벽한 흰색을 100, 완벽한 검정을 0으로 보았을 때의 값을 나타냄. 실험결과 들깨를 볶은 후 압착하여 생산된 들기름을 제외하고 모든 실험군에서 L값이 높게 나타났음.
- a(redness, 적색도)값은 +값은 빨강색, -값은 녹색의 수치를 나타냄. 실험결과 들기름을 제외하고 모든 실험군에서 노란색에 가까운 수치를 나타내었음.
- b(yellowness, 황색도)값은 +값은 노란색, -값은 청색의 수치를 나타냄. 실험결과 유자씨유, 산초유, 잣기름 모두 시판 중인 콩기름, 들기름에 비해 b*값이 4배 이상 높게 측정되었음.
- 색도 분석 결과 저온, 저압, 단시간 가공으로 인해 식물성 유지 소재 고유의 색이 파괴되지 않고 소비자들이 선호하는 탁한 노란색이 아닌 밝은 황금색 식물성유지가 추출되었음.

표 21. 유지의 Lab값 비교

구분	L*	a*	b*
시판 콩기름	97.92	-5.45	20.24
시판 들기름	18.61	19.75	23.42
유자씨 유	86.54	-1.87	72.0
산초유	79.46	9.5	79.52
잣기름	82.94	1.11	101.33

표 22. Hexane 추출 및 cold processing 분쇄분리 공법으로 추출한 식물성 유지의 산가 및 과산화물가 비교

구분	산가		과산화물가	
	Hexane 추출	cold processing 분쇄분리공법	Hexane 추출	cold processing 분쇄분리공법
유자씨유	2.25±0.05	0.11±0.08	11.52±1.42	10.94±0.92
산초유	2.24±0.22	1.01±0.18	8.04±0.23	15.41±0.11
잣기름	0.77±0.21	0.96±0.09	2.55±0.27	20.40±0.10

㉔ 안전성 테스트(미생물 검사)

- 실험결과 표 23.과 같이 일반세균, 대장균군 모두 안전한 수치를 나타내었음.

표 23. Cold processing 분리 분쇄 공법으로 추출한 식물성 유지의 미생물 실험결과

구분	일반세균(CFU/ml)	대장균군(정성)
유자씨유	1.21×10	음성
산초유	0.81×10	음성
잣기름	2.08×10	음성

라. 2차 년도 연구결과 종합

- 세부기관인 (주) 한빛향료는 1차 년도에 다양한 문헌과 거래처를 중심으로 13종(산초 열매, 인삼씨, 고추씨, 목화씨, 녹차씨, 잣, 호두, 땅콩, 호박씨, 유자씨, 참깨, 들깨, 홍화씨)의 국내산 식물성 유지 원료를 선정하여 각 기관별로 세부기관에서는 GC로 지방산 분석, 일반성분(수분, 조지방) 및 품질 테스트(AOM, 산가, 과산화물가 검화가), 협동1기관(강원대학교)에서는 3T3-L1 지방전구 세포와 인간 체대혈 유래 혈관

내피세포인 HUVEC으로 *in vitro*에서 항비만, 항동맥경화 효능을 검증하였고, 협동2 기관(강원웰빙특산물산업화RIC)는 보유기술인 cold processing 분쇄 분리 공법과 반응표면 분석법을 융합하여 유지 추출공정을 확립하였음.

- 2차 년도에는 세부기관인 (주)한빛향료는 1차 년도 연구 결과에서 경제성 분석, 물리·화학적 분석, 기능성(항비만, 항동맥경화) 검증결과로 최종의 소재 3종을 선발하려고 하였으나 향후 제품이 출시되어 상품화 되었을 때 소비자들의 선호도도 고려해야 할 것으로 판단되어 50명을 대상으로 소비자 선호도를 실시하였음.
- 경제성, 기능성, 소비자 선호도를 고려한 수입 대체 가능한 국내산 식물성 유지 소재 3종(유자씨, 산초, 잣)을 선발하여 각 기관별로 연구를 진행하였음.
- 선발된 식물성 유지의 항산화력 테스트를 시판중인 포도씨유, 카놀라유, 옥수수유와 비교해본 결과 총폴리페놀 함량은 산초유(20.20mg/100g), 유자씨유(9.29mg/100g), 잣기름(5.69mg/100g)로 시판중인 식물성유지 보다 높은 함량을 보였으며, DPPH radical 소거능 측정결과 잣기름 500ppm이 약 7.2%로 가장 높은 항산화력을 나타내었고, ABTS 실험결과 산초유 500ppm에서 약 25.4%로 가장 높은 항산화력을 나타내었음.
- GC(Gas Chromatography)로 식약청 트랜스포화지방시험법을 이용한 선정된 식물성 유지를 유기용매 추출법으로 추출된 식물성유지와 신공법인 cold processing 분쇄 분리 기법으로 추출된 식물성 유지의 지방산 성분 및 함량 비교 분석한 결과(표 24) 유기용매로 추출된 식물성 유지보다 저온, 저압, 단시간 가공 처리되어 추출된 식물성유지에서 유효 불포화지방산의 함량이 증가되었음을 확인하였음.

표 24. 유기용매 추출법과 cold processing 분쇄 분리 기법으로 추출된 식물성 유지의 불포화 지방산의 함량 변화 비교

구분	지방산	Hexane 추출 Area(%)	Cold processing 추출 Area(%)	증감(▲/▽)
유자씨유	linoleic acid	35.14	35.77	▲
	oleic acid	33.09	32.81	▽
산초유	oleic acid	30.33	34.56	▲
	linoleic acid	24.87	27.30	▲
	linolenic acid	18.87	19.51	▲
잣기름	linoleic acid	44.89	47.01	▲
	*Pinolenic acid	13.31	13.58	▲
	oleic acid	26.59	26.17	▽

- 산가, 과산화물가 분석 결과 유기 용매(hexane)로 추출한 유지 보다 산가가 낮은 경향을 나타내었으며, 과산화물가 결과는 유기용매(hexane) 추출한 유지 보다 높은 경향을 나타내었지만 기준치(60meq/kg) 보다는 낮은 수치를 나타내었음.

표 22. Hexane 추출 및 cold processing 분쇄분리 공법으로 추출한 식물성 유지의 산가 및 과산화물가 비교

구분	산가		과산화물가	
	Hexane 추출	cold processing 분쇄분리공법	Hexane 추출	cold processing 분쇄분리공법
유자씨유	2.25±0.05	0.11±0.08	11.52±1.42	10.94±0.92
산초유	2.24±0.22	1.01±0.18	8.04±0.23	15.41±0.11
잣기름	0.77±0.21	0.96±0.09	2.55±0.27	20.40±0.10

- 제1협동기관인 강원대학교는 1차 년도 연구개발에서 식물성유지의 항동맥경화 효능을 *in vitro* 보완실험을 통해 확인하였으며, LPS를 처리한 HUVEC에 식물성유지를 처리하여 동맥경화를 유발하는 인자인 ICAM-1, VCAM-1의 mRNA 발현을 식물성유지를 처리하였을 때 잣기름이 ICAM-1 mRNA 발현을 86.18% 감소, 산초유가 VCAM-1 mRNA 발현을 77.57% 감소시키는 것을 확인하였음. 이를 통해 식물성유지가 ICAM-1, VCAM-1의 mRNA 발현을 감소시킴으로서 혈관내 발생하는 동맥경화의 진행을 억제할 것으로 사료됨.

- 산초, 유자씨, 잣을 cold processing 분쇄 분리 공법으로 추출한 식물성유지를 이용하여 혈관내피세포의 apoptosis 억제능과 동물 실험을 통해 항비만/항동맥경화 효능을 확인하였음.
- 혈관내피세포의 apoptosis에 식물성유지가 미치는 영향을 확인하기 위해 HUVEC에 LPS와 산초유, 유자씨유, 잣기름을 같이 처리하였을 때 LPS에 의해 298.18% 증가되었던 Bax mRNA를 잣기름처리 시 144.04%로 감소하는 경향을 나타내었으며 LPS에 의해 21.37% 감소되었던 Bcl-2 mRNA 발현이 산초유 처리 시 101.24% 증가하는 경향을 나타냄을 확인하였음. 이러한 결과를 통해 혈관내피세포에서 발생하는 apoptosis를 식물성유지가 감소시킬 수 있을 것으로 사료됨.
- SD-rat에 고지방/고콜레스테롤 식이를 공급하여 비만과 동맥경화를 유발하였으며, simvastatin과 식물성유지를 식이에 혼합 및 공급하여 항비만/항동맥경화 효능을 확인하였음. 실험결과 비만과 동맥경화가 유발된 HFHC 군과 비교하였을 때 간무게의 경우 산초유 15%가 25.13% 감소, 부고환지방의 경우 잣기름 7%가 30.71% 감소시키는 것을 확인하였음. 혈액의 생화학적 분석 결과에서는 total cholesterol은 산초유 15%가 33.76% 감소, triglyceride는 잣기름 15%가 58.44% 감소, HDL-cholesterol은 유자씨유 15%가 213.83% 증가, LDL-cholesterol은 산초유 15%가 42.25% 감소, atherogenic index는 유자씨유 15%가 67.45% 감소시키는 것으로 확인하였음. 체중 및 장기 무게의 감소와 혈액 분석 결과를 통해 식물성유지가 항비만 작용과 항동맥경화 작용을 나타낸다고 사료됨.
- 제2 협동기관인 강원웰빙특산물산업화RIC에서는 1차년도 전처리 공정별 유의성 분석을 통해 구축한 유지 추출 예상 공정을 바탕으로 잣, 산초유, 유자씨를 공정에 접목하여 유지추출공정의 최적 표준화 및 최고 수율 추출 조건을 연구하였음.
- 연구결과 잣은 효소 전처리를 하여 지방함량이 60~65%를 가지고 있어 원심분리를 통한 유지 추출은 최대 전체 무게대비 48%까지 추출이 가능하였으며 산초의 지방함량은 32%, 유자씨의 지방함량 23%로 원심분리기 추출의 경우 산초유 12%, 유자씨 유 7%의 유지를 얻을 수 있으나,
- 종자에 유지함량이 적은 산초와 유자씨의 수율을 높이기 위하여 대체지방(대두유, 옥수수유 등)을 혼합하여 산초와 유자씨의 유지를 원심분리를 통하여 추출하는 공정을 사용함으로써 산초, 유자씨 유지의 추출수율을 높일 수 조건을 탐색 중에 있음.
- 선발된 식물성 유지의 색도 측정결과 저온, 저압, 단시간 가공으로 인해 식물성 유지 소재 고유의 색이 파괴되지 않고 소비자들이 선호하는 탁한 노란색이 아닌 밝은 황금색 식물성유지가 추출되었으며, 식물성 유지의 미생물 실험결과 일반세균수, 대장균군에서 안전성을 확인하였음.

- 향후 연구개발 계획은 제1 협동기관은 선발된 국내산 식물성 유지의 안전성을 확인하기 위해 선발된 국내산 유지를 3T3-L1 지방전구세포, 인간 간암세포주인 HepG2, 근육세포인 C₂C₁₂, 사람의 혈관내피세포인 HUVEC에 다양한 농도(0.01 mg/ml에서 0.4 mg/ml)로 처리하여 세포에 미치는 독성을 평가할 예정이며,
- 동물모델(*in vivo*)에서 적출한 장기(간, 혈관)에서 과학적 효능 검증을 3차 년도에 심도 있게 진행할 예정임
- 제2 협동기관은 대체유를 활용하여 산초, 유자씨에서 유효 지방산의 함량을 높이면서 최고의 유지 수율을 높일 수 있는 공정을 2차 년도에 이어 계속 진행하고 있으며, cold processing 분쇄 분리 공법으로 추출된 유지의 부산물의 활용한 제품개발을 진행하여 경제성 시장성을 고려한 제품군을 선발하여 안전성이 확보된 3~4종의 고부가 가공제품 개발 예정임.
- 세부기관은 협동기관들과의 긴밀한 협조를 통해 개발될 제품을 상품화하기 위하여 현재까지 개발된 잣기름, 산초유, 유자씨유의 기능성을 조사하여 다음과 같은 산업군에 적용 판매할 계획에 있음. 추출 유지는 불포화 지방산의 함량이 높으며, 잣기름의 경우 동맥경화 및 항비만 기능이 있으므로 이를 장점으로 하여 마케팅에 이용예정임.

3. 3차 년도

가. 세부(한빛향료) 연구결과

(1) 기호성과 기능성을 가진 고부가가치 제품 설문 조사 결과

- 산초, 유자씨, 잣을 식물성 유지로 시제품 개발 후 활용 가능한 제품을 생산하기 위한 설문조사를 하였음.
- 설문 조사항목은 크게 식품과 향장 두 분류로 나누고 일반적으로 원료를 선택 시 고려할 수 있는 부분을 참고하여 원산지(국내산, 외국산), 가격, 제품의 성상(액상, 분말, 페이스트, 기타), 맛과 향, 제형 및 사용감, 기능성 등의 항목으로 나눠 조사하였음.
- 설문조사는 성별 및 연령대를 구분하였으며, 거래처 제품개발 연구원 및 구매담당자 35명을 대상으로 조사하였음.

(2) 식품제조업체

(가) 원산지 및 가격

- 모두 국내산을 선호(16명, 100%)하였으며, 국내산을 선택한 응답자의 경우 “가격이 비싸더라도 구입 할 생각이 있다.” 라고 답한 응답자가 대다수로 나타났음. (13명, 81%)

(나) 제품의 성상

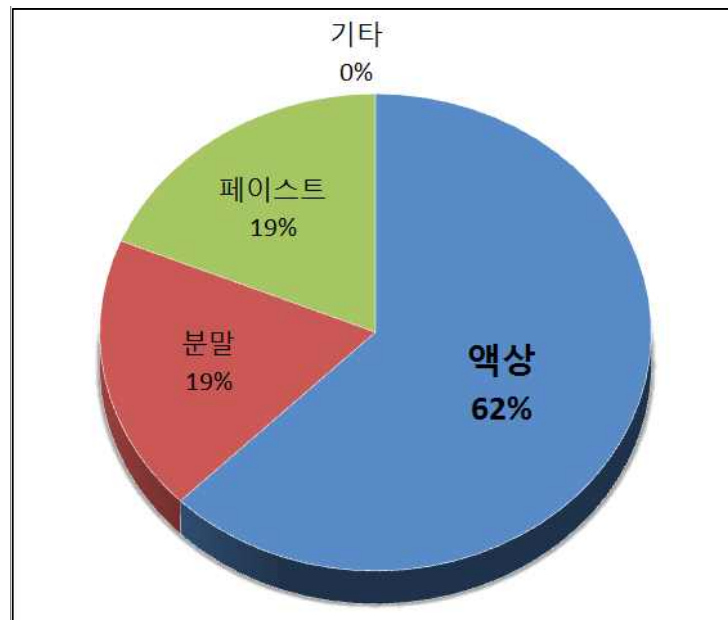


그림 45. 식품제조업체의 유지의 성상별 선호도

- 액상타입(10명, 62%), 분말타입(3명, 19%), 페이스트타입(3명, 19%)의 분포를 보였으며, 액상타입을 선호하므로, 액상타입의 제품을 개발하는 것이 유리하리라 판단됨.

(다) 원료 선택 시 고려사항

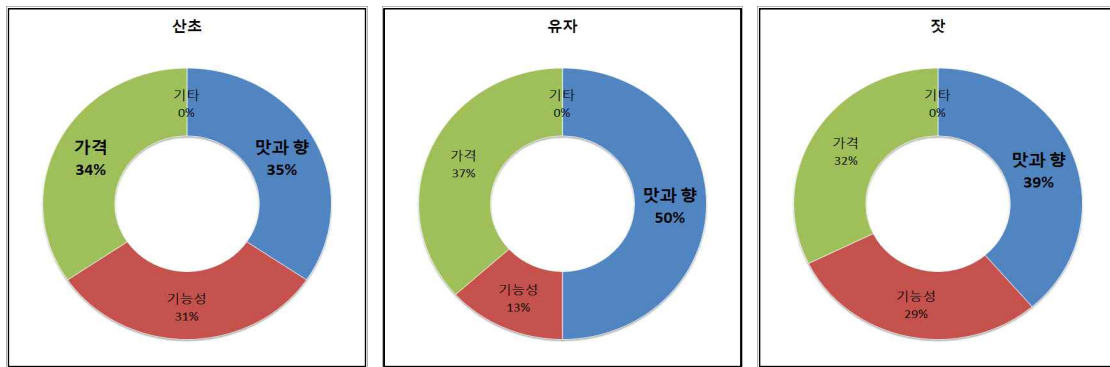


그림 46. 식품제조업체의 유지별 원료 선택 시 고려사항

- 산초유의 경우 맛과 향(35%), 가격(34%), 기능성(31%)의 순으로 비슷하게 나타남.
- 유자씨유는 맛과 향이 가장 높은 선호도를 가지며(50%), 가격(37%), 기능성(17%)의 순으로 나타남. 이는 유자의 향을 보장하는 제품을 개발 하는 것도 좋을 것으로 생각됨.
- 잣기름은 맛과 향(39%), 가격(32%), 기능성(29%)의 순으로 비슷하게 나타남.

(라) 제품 개발방향

- 국내산 원료로 사용할 경우 다소 고가의 가격이라도 구매의사가 있으며, 액상타입의 제품을 선호하는 경향을 보이므로 국내산 원료를 이용한 액상타입의 제품이 경쟁력이 있을 것으로 판단됨.
- 산초유와 잣기름의 경우 맛과 향, 기능성을 컨셉으로한 제품 원료로 활용이 적합하며, 유자씨유의 경우는 맛과 풍미에 편중되는 선호도를 보임으로 맛과 풍미를 보존시켜 제품에 적용하는 것이 유리할 것으로 판단됨.

(3) 화장품 업체

(가) 원산지 및 가격

- 국내산 (8명, 42%), 외국산(5명, 26%), 기타(6명, 32%)로 응답하였다. 식품업체들과는 달리 국내산을 조금 덜 선호하였지만 원산지는 상관없다고 생각하는 응답자가 많았음.
- 국내산을 선택한 응답자의 경우 “가격이 비싸더라도 구입 할 생각이 있다.” 라고 답한 응답자가 대다수로 나타났음 (14명, 74%).

(나) 제품의 성상



그림 47. 화장품 업체의 유지의 성상별 선호도

- 19명이 설문에 응답하였으며, 액상타입(15명, 79%), 분말타입(3명, 16%), 페이스트타입(1명, 5%)의 분포를 보임.
- 식품업체 조사와 마찬가지로 액상타입을 선호하는 것으로 조사됨.

(다) 원료 선택 시 고려사항

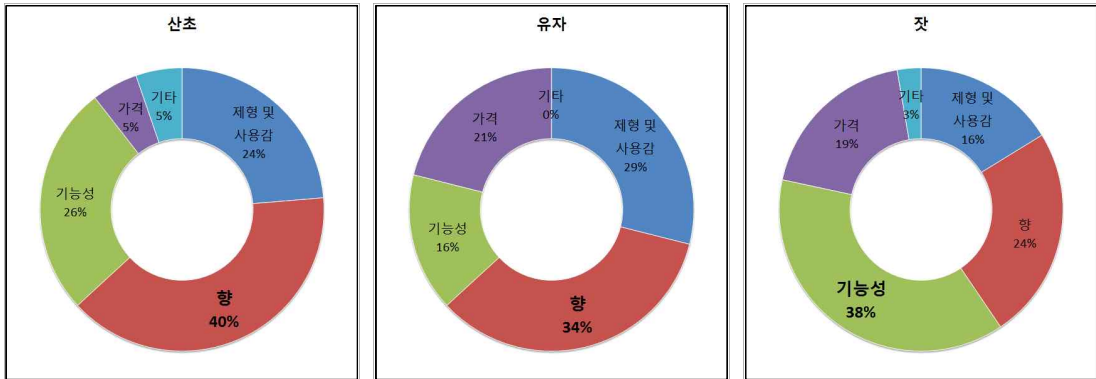


그림 48. 화장품 업체의 유지별 원료 선택 시 고려사항

- 산초유의 경우 향에 가장 높은 비중(40%)을 보였고, 제형 및 사용감(27%), 기능성(26%)의 순으로 나타남. 가격은 크게 고려하지 않는 결과(5%)를 보였으며, 이는 원료의 가격이 높은 산초에게 유리하다고 볼 수 있음.
- 유자씨유도 산초유와 마찬가지로 향에 가장 높은 비중(34%)을 보였고, 제형 및 사용감(29%), 가격(21%), 기능성(16%) 순으로 나타났음.
- 잣기름의 경우 기능성이 가장 높은 선호도(38%)를 보였고, 향(24%), 가격(19%), 제형 및 사용감(16%)의 순으로 나타났음.

(라) 제품 개발 방향

- 식품업체 조사와 마찬가지로 국내산 원료로 사용할 경우 다소 고가의 가격이라도 구매의사가 있으며, 액상타입의 제품을 선호하는 경향을 보이므로 국내산 원료를 이용한 액상타입의 제품이 경쟁력이 있으리라 생각됨.
- 산초유와 유자씨유의 경우 제형 및 사용감을 충족해야하며, 향을 컨셉으로 제품 개발에 활용하면 좋으리라 생각되며, 향의 강도를 유지 및 향상시키는 공정을 고려하여야 할 것임.
- 잣기름의 경우는 기능성을 고려하는 제품을 개발하는 것이 유리할 것으로 생각됨.

(2) 시제품에 대한 관능평가 및 기호도 평가

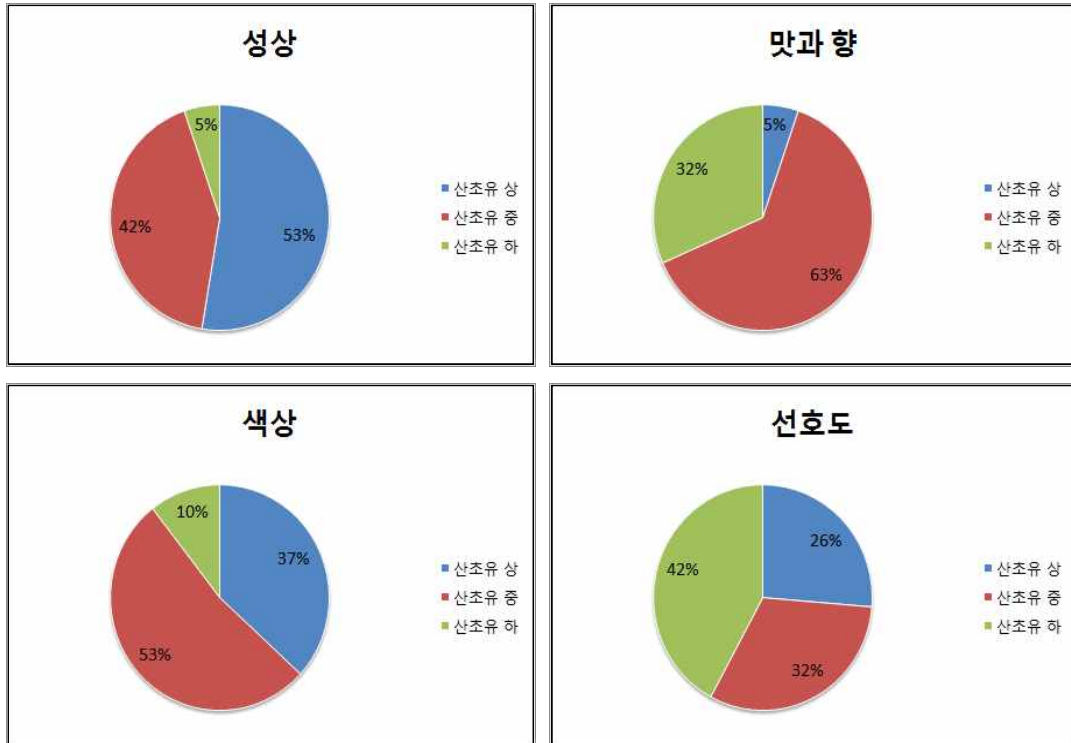
- 최종 선발된 유자, 산초, 잣을 원료로 하여 유자씨 기름(유자씨1:대두유4), 잣기름, 산초 기름(산초1:대두유4)의 3종의 유지 시제품에 대한 관능 평가를 포함한 기호도를 조사하였음.
- 총 25개 이상의 기업에 원료 구매 및 제품 개발 부서에 종사하는 인원을 대상으로 평가를 진행하였으며, 식품 회사 (CJ제일제당, 대상, 풀무원, 동서, 한국인삼공사, 롯데, 아그라나코리아등) 및 화장품 회사 (코스맥스, 코스메카코리아, 코리아나 화장품, 웰코스, 지에스캠 등) 를 포함하여 진행되었다. 성별을 구분하여, 선호하는 경향을 포함하여 진행함.

표 25. 조사인원 및 연령별 구분

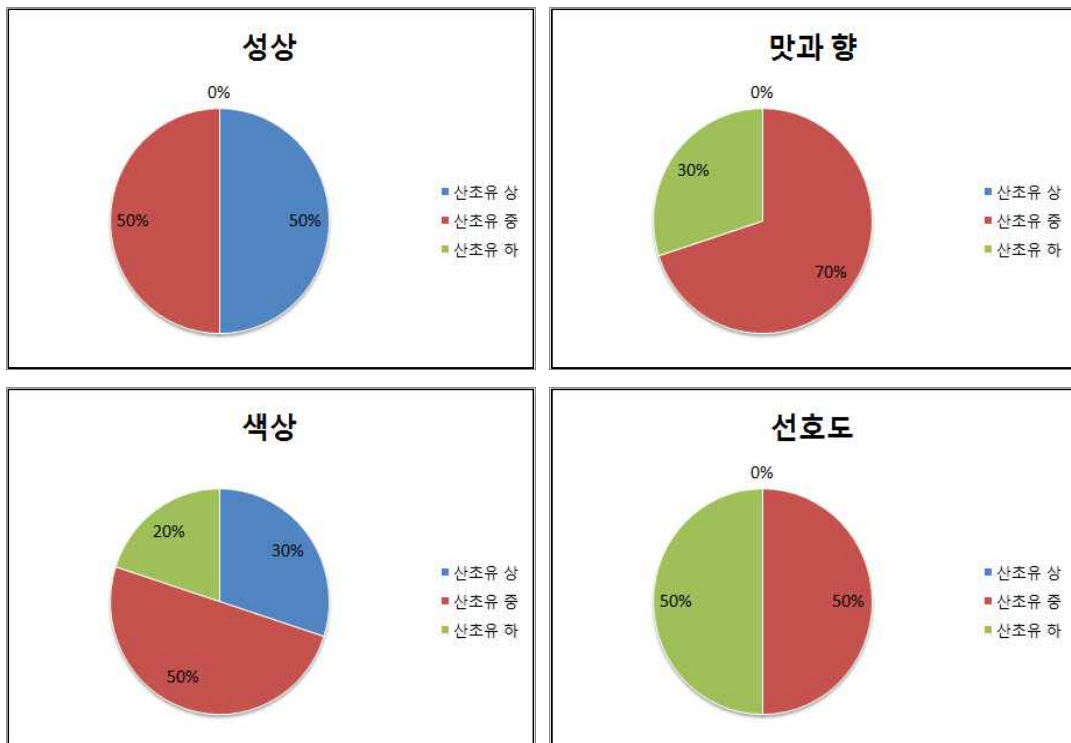
성별 인원수(명)	남자		여자		합계	
	19		10		29	
연령별	20대 남	20대 여	30대 남	30대 여	40대 남	40대 여
인원수(명)	5	4	10	6	4	0

(가) 성별에 따른 관능평가 및 기호도 평가 결과

① 산초유지 시제품 - 남자

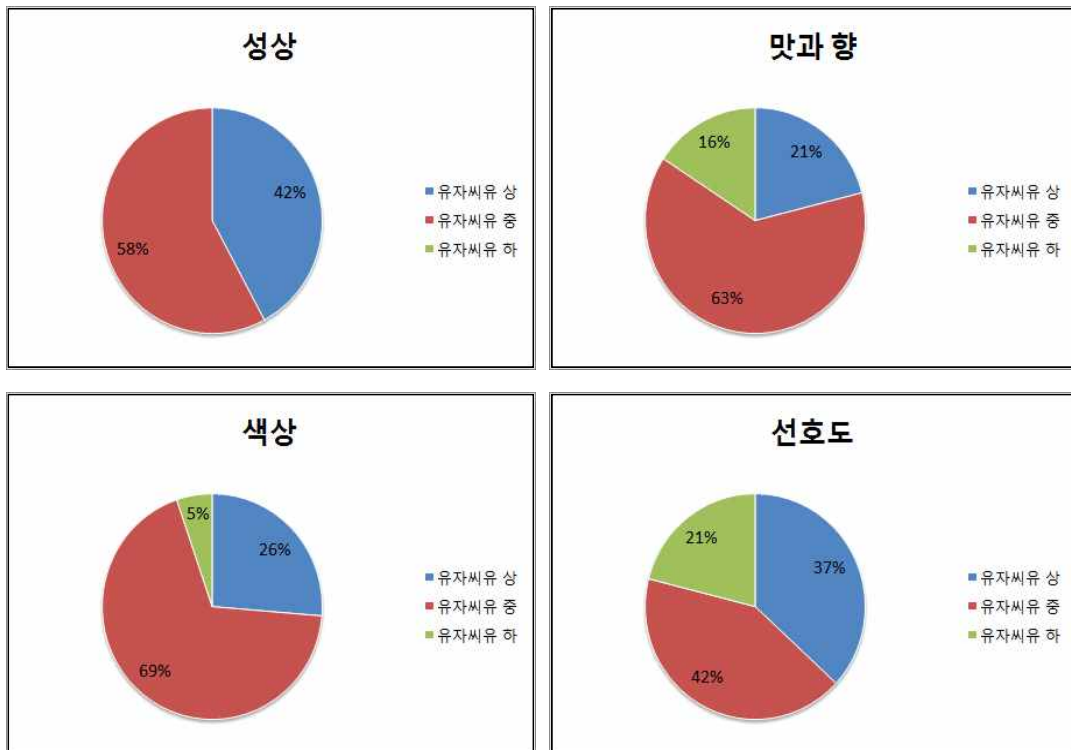


② 산초유지 시제품 - 여자

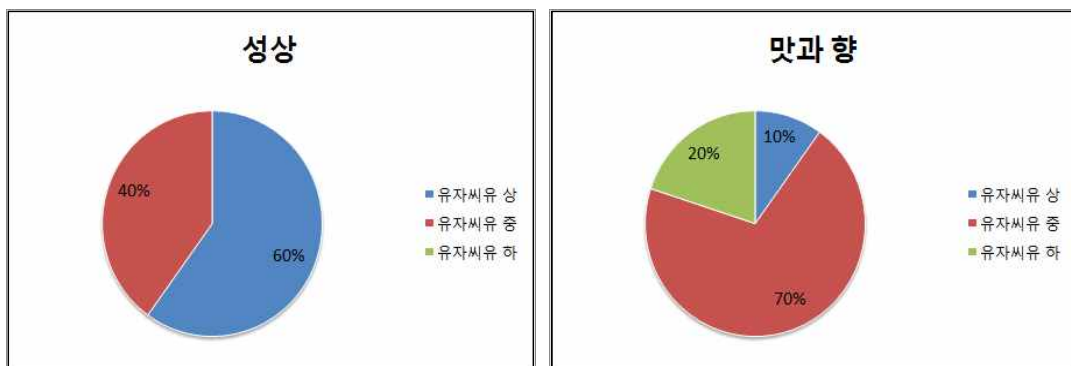


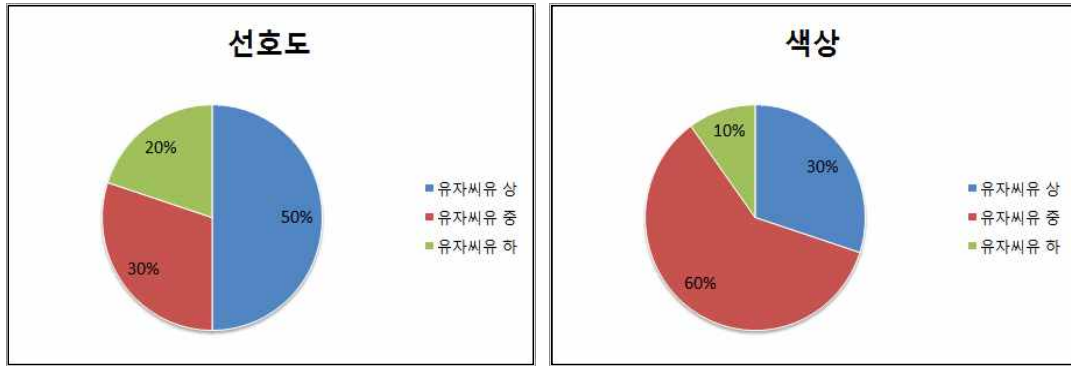
- 산초유지 시제품의 선호도 조사 결과 성상과 색상의 만족도는 우호적인 반응을 보였다.
- 맛과 향은 대체적으로 선호하지 않는 것으로 나타났다. 이는 산초 특유의 향취가 영향을 끼친 것으로 판단됨.
- 선호도는 남성들의 경우 비교적 우호적인 반응을 보였으나, 여성들의 경우에는 대체적으로 선호하지 않는 것으로 판단됨.

③ 유자씨유지 시제품 - 남자



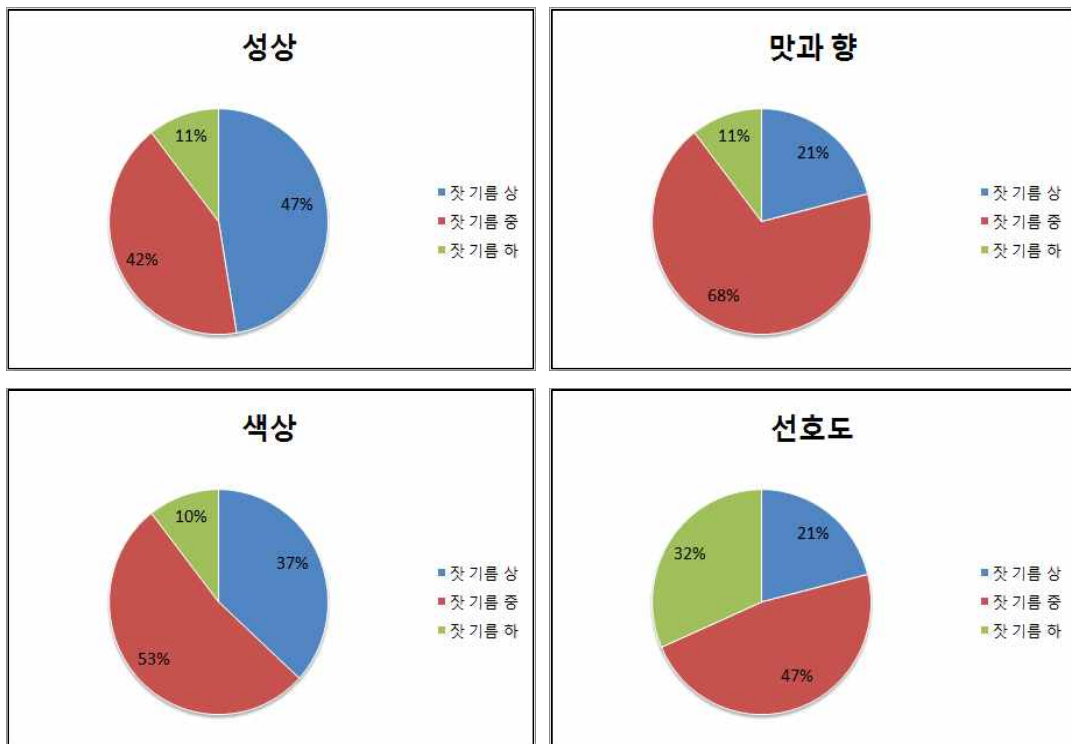
④ 유자씨유지 시제품 - 여자



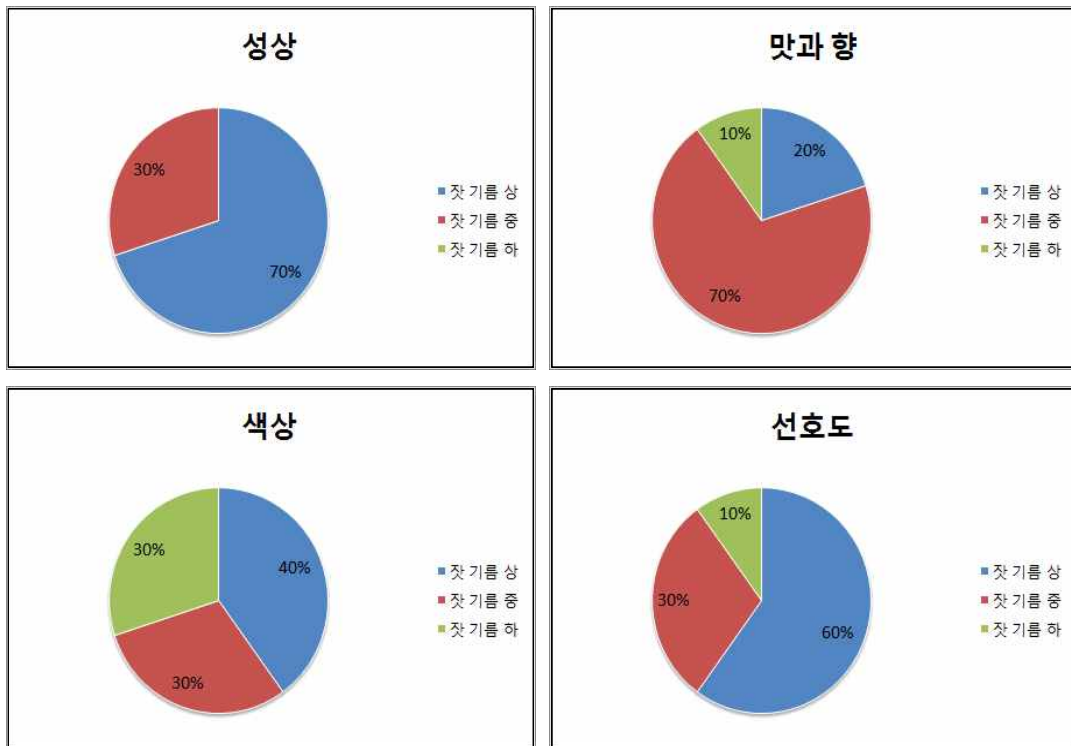


- 유저씨유의 선호도 조사 결과 성상과 색상의 만족도는 매우 우호적인 반응을 보였음.
- 맛과 향은 대체적으로 선호하는 편으로 나타났음.
- 선호도는 남녀모두 매우 우호적인 반응을 보였으며, 특히 여성의 경우 50%이상이 매우 높은 선호도를 나타냈음.

⑤ 잣기름 시제품 - 남자



⑥ 잣기름 시제품 - 여자



- 잣기름의 선호도 조사 결과 성상과 색상의 만족도는 매우 우호적인 반응을 보였음.
- 맛과 향도 우호적인 반응을 고루 보였음.
- 선호도는 남성들의 경우 비교적 우호적인 반응을 보였으나, 여성들의 경우에는 매우 선호하는 것으로 나타났음.

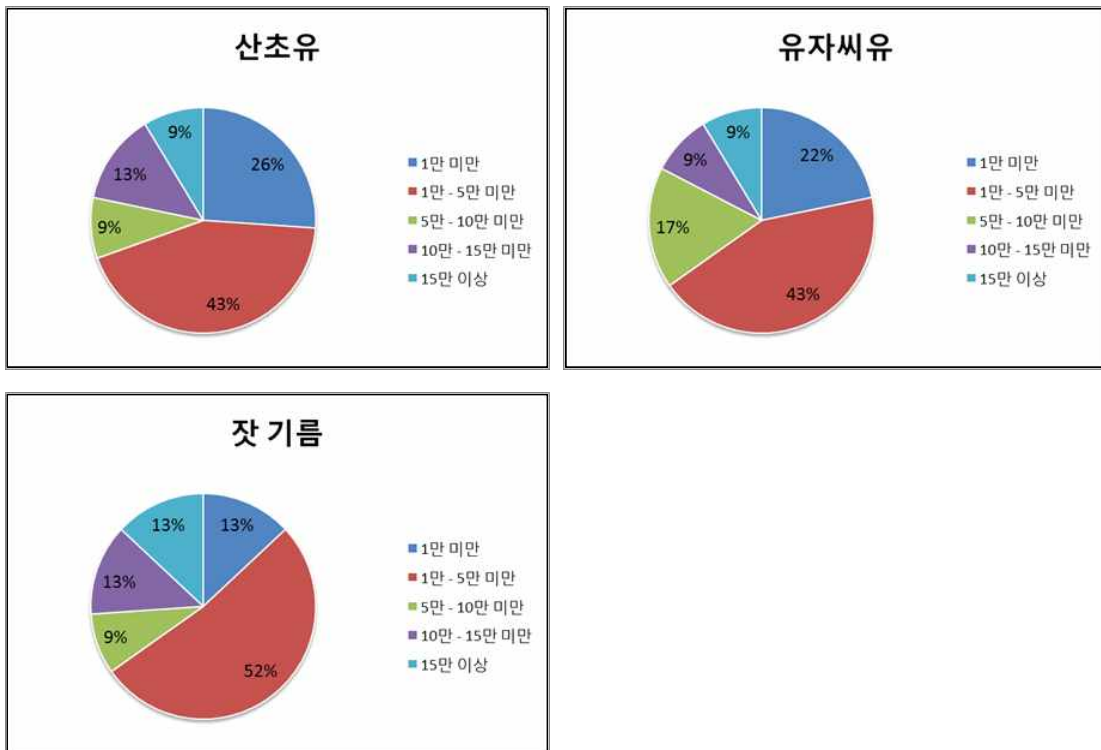
(2) 제품 활용방안

- 식품 회사 (CJ제일제당, 대상, 풀무원, 동서, 한국인삼공사, 롯데, 아그라나코리아등) 및 화장품 회사 (코스맥스, 코스메카코리아, 코리아나 화장품, 웰코스, 지에스캠 등) 에서 원료 구매 및 제품 개발 부서에 종사하는 인원 대상으로 조사결과 식품 및 화장품 전반적인 곳에 활용이 가능할 것으로 조사되었음.

시제품	개별	공통
산초 유지	<ul style="list-style-type: none"> - 기능성 음료 - 향신료 제품 향기 증가용 - 클렌저 - 기능성간식 - 조리용 기름 - 샴푸 - 다이어트 기능성 제품 - 체중조절 다이어트 - 피부관리 	
유자씨 유지	<ul style="list-style-type: none"> - 기능성 음료 - 드레싱소스 - 유자원료 향기증가용(제빵) - 튀김류 - 보습 및 클렌저 - 천연조미료, 초고추장 - 샐러드드레싱 (상큼한 맛 제품군) - 샴푸 - 체중조절 다이어트 	<ul style="list-style-type: none"> - 스킨케어 - 식품첨가물 - 한방 오일 에센스 - 연질캡슐 - 분말 및 엑기스 - 소스류 - 크림제형(화장품) - 오일
잣 유지분말	<ul style="list-style-type: none"> - 드레싱소스 - 잣 분태 등의 향기, 맛 증가용 죽 - 기능성간식 - 고소한 맛 제품군 - 컨디셔너 - 식용 압착유 - 뷰티 피부미용 	

(3) 시제품이 제품화되었을 때 제품의 사용자(업체)들의 희망가격

- 대부분의 소비자들이 1~5만원의 가격대로 생각하고 있었음.
- 실제 제품의 단가는 산초 및 잣기름의 경우 수십만 원을 호가하며, 가장 저렴한 유자씨 기름의 경우도 십만원대로 가격에 대한 괴리감이 상당한 것을 알 수 있었음.
- 하지만 약 10%의 경우는 15만 원 이상의 가격도 충분히 생각하는 것으로 조사되었음.



(4) 제품의 개선요구사항

- 대부분의 개선사항으로 향취 개선 및 증진이 필요하다고 응답하였으며, 제품의 안정성(유화시 안정성, 제형, 제품색상에 주는 영향, 변색 등) 및 효능, 효과 자료를 요구하는 의견이 대다수였음.

(3) 시제품의 유통기한 설정결과

- 시제품의 유통기한은 (주)한국시험분석연구원에 의뢰하여 설정하였음. 유자씨유, 산초유, 잣기름의 유통기한은 실온에서 12개월이 유효한 유통기한으로 설정되었음.

표 26. 시제품의 유통기한

품목	온도	유통기한
잣기름	25℃ (실온)	12개월
산초유	25℃ (실온)	12개월
유자씨유	25℃ (실온)	12개월

(4) 시제품 품목등록

	
잣오일 (HF-94010)	잣박분말 (HF-94014)
	
유자씨혼합오일 (HF-94012)	유자씨오일 (HF-94013)
	
산초혼합오일 HF-94011	잣오일 (HF-94018) (가향)



(4) 시제품 specification

품목	No.	Color	Appearance	Specific gravity	Refractive index	Acid value (%)
잣오일	HF-94010	Pale yellow to yellow	Liquid	0.924 ± 0.010	1.477 ± 0.005	4 이하
산초혼합오일	HF-94011	Pale yellow to yellow	Liquid	0.922 ± 0.010	1.475 ± 0.005	4 이하
유자씨혼합오일	HF-94012	Pale yellow to yellow	Liquid	0.922 ± 0.010	1.475 ± 0.005	4 이하
유자씨오일	HF-94013	Pale yellow to yellow	Liquid	0.920 ± 0.010	1.472 ± 0.005	4 이하
잣오일 (가향)	HF-94018	Pale yellow to yellow	Liquid	0.924 ± 0.010	1.477 ± 0.005	4 이하
산초혼합오일(가향)	HF-94019	Pale yellow to yellow	Liquid	0.922 ± 0.010	1.475 ± 0.005	4 이하
유자씨혼합오일(가향)	HF-94020	Pale yellow to yellow	Liquid	0.922 ± 0.010	1.475 ± 0.005	4 이하
유자씨오일 (가향)	HF-94021	Pale yellow to yellow	Liquid	0.922 ± 0.010	1.475 ± 0.005	4 이하
품목	No.	Color	Appearance	Dry loss(%)	Coliform(S)	
잣박분말	HF-94014	White to pale yellow	Powder	10 이하	음성	

나. 협동 1(강원대학교) 연구결과

(1) 혈장의 paraoxonase (PON) 활성도 측정

- 체내에서 생성되는 과산화지질에 의한 cell damage는 암, 심혈관질환, 동맥경화 등의 원인으로 보고되고 있으며(5,6), PON은 LDL-cholesterol의 산화와 지질과산화물의 축적을 억제시키는 효소로 동맥경화의 간접적 지표로 사용되고 있으며, 실험동물에서 채취한 혈액으로부터 혈장을 분리한 뒤 PON 활성도를 측정하였음.
- 실험결과 고콜레스테롤-고지방식이군의 PON 활성도를 100%로 환산하였을 때 일반식이군이 145.5%의 PON 활성도를 나타내었으며, simvastatin 식이군은 120%의 PON 활성도를 나타내었음. 식물성유지를 섭취한 군은 잣기름 15% 식이군이 134.4%로 가장 높은 PON 활성도를 나타내었으며 잣기름 11% (128.2%), 산초 15% 식이군 (125.2%), 잣 7% 식이군 (124.2%)의 순으로 PON 활성도를 나타내었음.

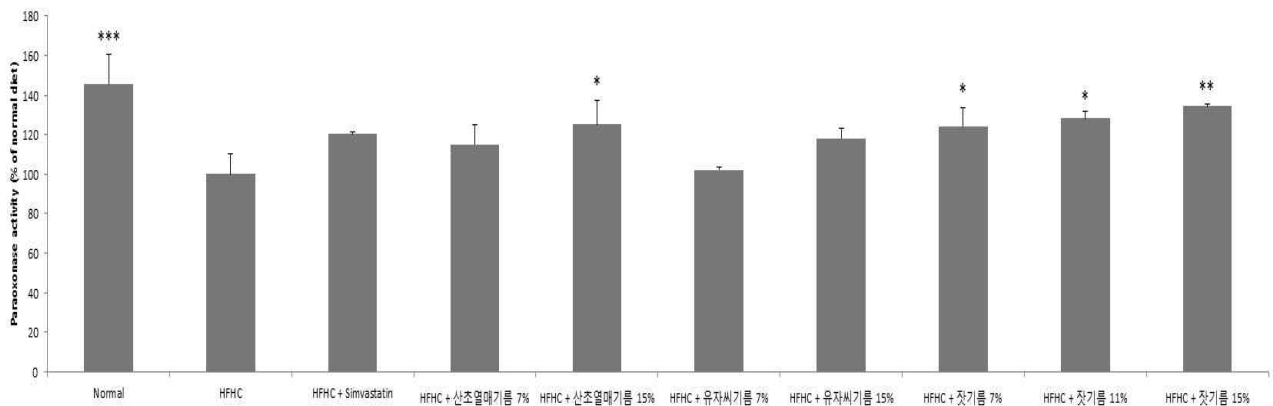


그림 49. 식물성유지를 섭취한 실험동물 혈장의 paraoxonase (PON) 활성도 측정 결과. Normal : normal diet 섭취군, HFHC : high fat-high cholesterol 섭취군.

(2) 간조직의 지질과산화물 함량(TBARS 분석)

- 체내에서 생성되는 과산화지질에 의한 cell damage는 암, 심혈관질환, 동맥경화 등의 원인으로 보고되고 있으며, 지질과산화의 지표로 TBARS가 가장 많이 이용되며, 실험동물의 간 조직을 이용하여 지질과산화물 함량을 측정하였음.
- 실험결과 일반식이군의 지질과산화물 함량 100%로 환산하였을 때 고콜레스테롤-고지방식이군이 198.4%로 나타내었으며, simvastatin 식이군은 125.2%의 지질과산화물 함량을 나타내었음. 식물성유지를 섭취한 군 중 유자씨기름 7% 식이군이 115.4%로 가장 낮은 지질과산화물 함량을 나타내었으며 유자씨기름 15% (127.2%), 산초열매기름 7% 식이군 (132.4%), 산초열매기름 15% 식이군 (138.6%)의 순으로 지질과산화물 함량을 나타내었음.

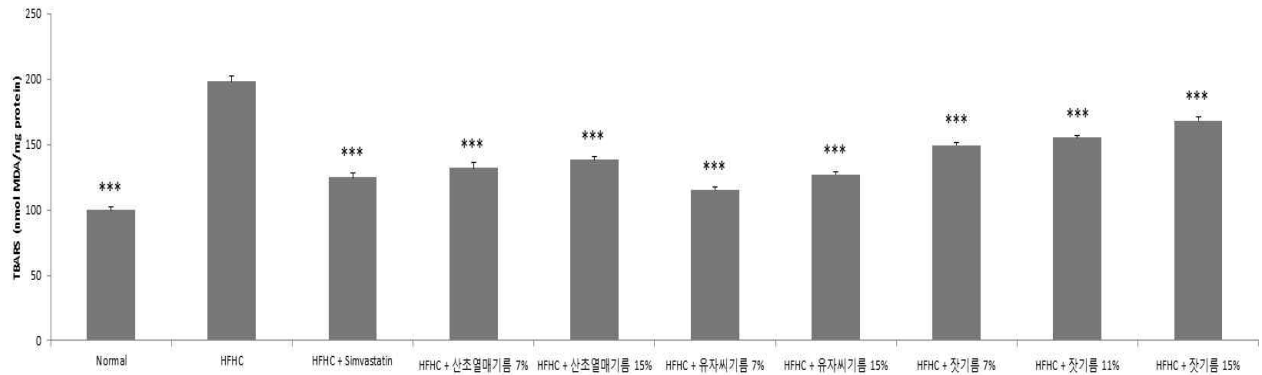
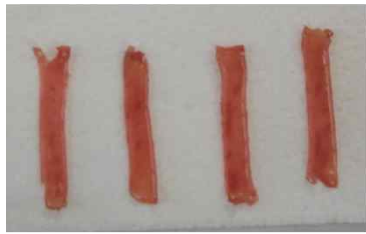


그림 50. 식물성유지를 섭취한 실험동물 간조직의 지질과산화물 함량 결과. Normal : normal diet 섭취군, HFHC : high fat-high cholesterol 섭취군.

(3) 동맥의 콜레스테롤 침착정도 측정

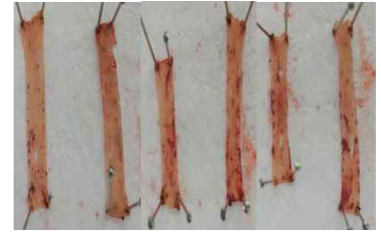
- 혈관 내피세포에서 fatty streak는 지질의 침착과 염증 등과 함께 발생되며 동맥경화의 초기 증상으로 보고되어 있음.
- 실험결과 일반식이군이 6.5%, 고콜레스테롤-고지방식이군이 18.7%의 fatty streak area를 타내었음. 식물성유지를 섭취한 군 중 산초열매기름 15%군에서 9.46%로 가장 낮은 fatty streak area를 나타내었으며, 잣기름 15% 식이군 (9.9%), 유자씨기름 15% (12.4%), 잣기름 11% 식이군 (12.9%), 산초열매기름 7% (13.2%) 순으로 fatty streak area가 감소하는 것이 확인되었음.



Normal diet



HFHC



HFCFS



HFHF + 산초기름 7%



HFHF + 산초기름 15%



HFHF + 유자기름 7%



HFHF + 유자기름 15%



HFHF + 잣기름 7%



HFHF + 잣기름 11%



HFHF + 잣기름 15%

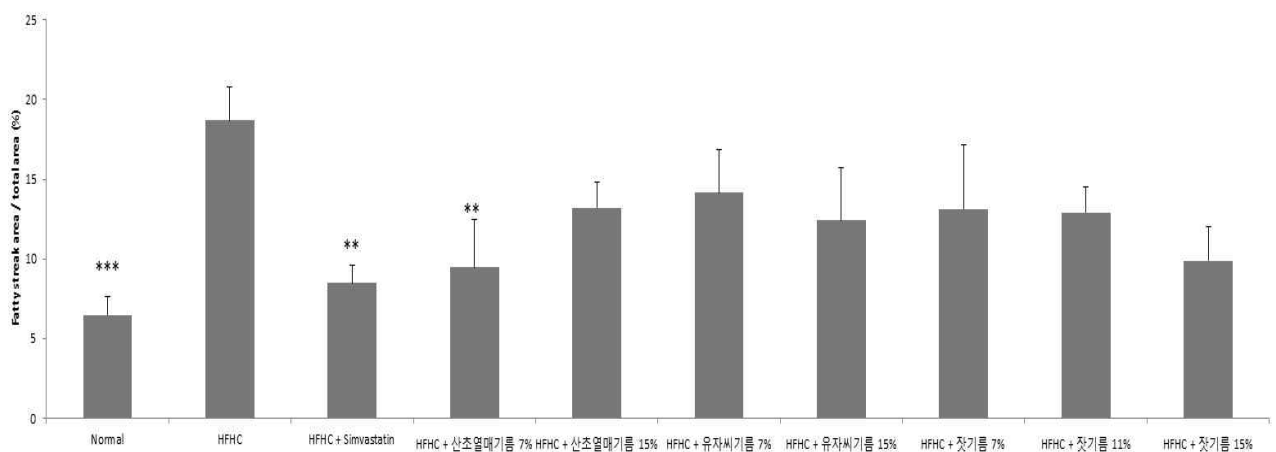


그림 51. 식물성유지를 섭취한 실험동물 동맥의 콜레스테롤 침착정도 측정 결과. Normal : normal diet 섭취군, HFHC : high fat-high cholesterol 섭취군.

(4) 지라(비장)를 이용하여 세포사멸과 관련된 단백질발현 확인

- 지라는 신체에 존재하는 가장 큰 림프기관으로 혈액 속의 혈구세포를 만들거나 제거하는데 관여하는 신체기관으로, 신체를 침범하는 세균이나 외부 단백질을 제거하는 면역 기능을 담당하며 노화된 적혈구, 혈소판을 포함하는 여러 혈액 세포들 및 면역글로불린이 결합된 세포들을 제거하며, 적혈구와 림프구를 만들고 저장하였다가 필요할 때 내보내는 저장고 역할을 함.
- 염증 또는 질병으로 인해 apoptosis가 증가하게 되면 신체내 조직 또는 기관에 영향을 미쳐 형성되는 조직의 항상성의 저해, 동맥경화를 비롯한 다양한 염증성 질환의 발생을 나타냄. 이러한 apoptosis는 세포 내 apoptosis 촉진인자인 Bax와 apoptosis 억제인자인 Bcl2에 의해 발현되며, 지라에서 단백질을 추출한 뒤 western blot 실험방법으로 Bax, Bcl2 단백질 발현을 확인하였음.
- 실험결과 apoptosis를 촉진하는 Bax 단백질의 경우 일반식이군을 100%로 환산하였을 때 고콜레스테롤-고지방식이군은 199.6%로 Bax 단백질의 발현이 증가하는 것이 확인되었음.
- 식물성유지를 섭취한 군 중 산초열매기름 11%군에서 65.7%로 가장 낮은 Bax 단백질발현을 나타내었으며, 유자씨기름 7% 식이군 (89.1%), 잣기름 15% 식이군 (112.62%)에서 Bax 단백질 발현이 감소하는 것이 확인되었음.

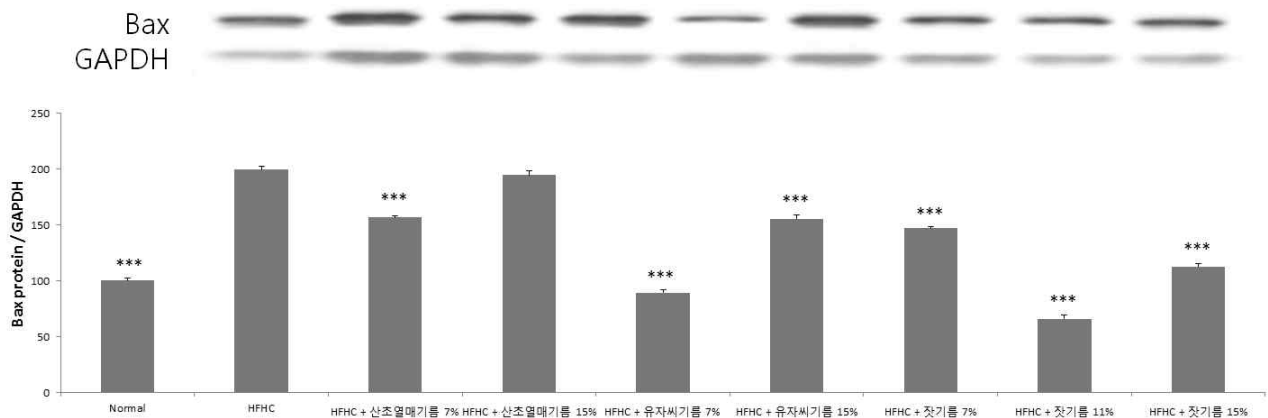


그림 52. 식물성유지를 섭취한 실험동물 지라에서 Bax 단백질발현 측정결과. Normal : normal diet 섭취군, HFHC : high fat-high cholesterol 섭취군.

- Apoptosis를 억제인자인 Bcl2 단백질의 경우 일반식이군을 100%로 환산하였을 때 고콜레스테롤-고지방식이군은 23.5%로 Bcl2 단백질의 발현이 감소하는 것이 확인되었음.
- 식물성유지를 섭취한 군 중 잣기름 15%군에서 141.9%로 가장 높은 Bcl2 단백질발현을 나타내었으며, 유자씨 기름 15% 식이군 (118.4%), 잣기름 7% 식이군 (104.7%)에서 Bcl2 단백질 발현이 증가하는 것이 확인되었음.

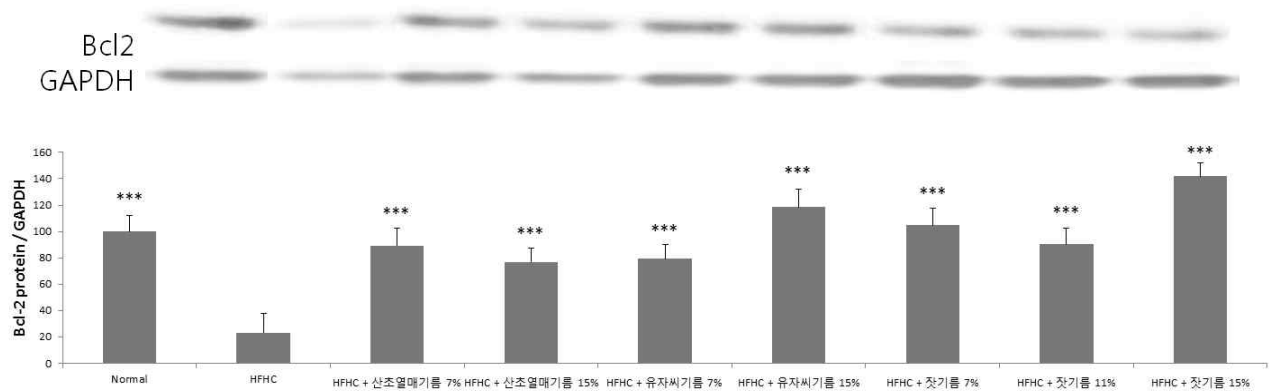


그림 53. 식물성유지를 섭취한 실험동물 지라에서 Bcl-2 단백질발현 측정결과. Normal : normal diet 섭취군, HFHC : high fat-high cholesterol 섭취군.

(5) 지라(비장)를 이용하여 염증과 관련된 요인 확인

- Cytokine 중 IL-6는 전염증성 cytokine으로 감염, 염증에 따른 내재면역반응촉진, 면역반응, 조혈작용, β -임파구 항체생성세포인 plasma cell분화유도를 촉진한다고 알려져 있으나, 동맥경화 발생 시 과도한 항체 및 염증반응의 증가로 동맥경화 증상을 영향을 미치는 것으로 알려져 있음.
- 실험결과 일반식이군의 IL-6 측정량을 100%로 환산하였을 때 고콜레스테롤-고지방식이군은 197.5%의 IL-6이 측정되어 동맥경화발생시 IL-6의 증가되는 것이 확인되었음. 식물성유지를 섭취한 군 중 유자씨기름 15% 섭취군이 149.4%로 IL-6가 가장 낮게 확인되었으며, 잣기름 15% 식이군 (155.2%), 산초열매기름 7% (157.5%), 유자씨기름 7% (168.2%) 순으로 IL-6가 낮게 측정되었음.

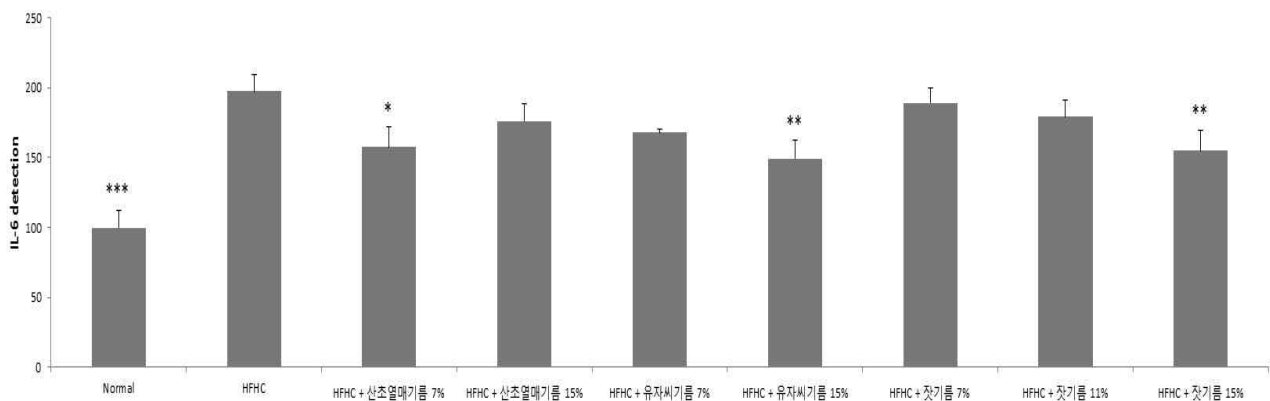


그림 54. 식물성유지를 섭취한 실험동물 지라에서 IL-6 측정결과. Normal : normal diet 섭취군, HFHC : high fat-high cholesterol 섭취군

- Cytokine 중 TNF- α 는 주로 활성화된 대식세포에 의해 분비되는데, 보조 T 세포, 자연살해세포, 그리고 뉴런 등의 다양한 세포에서도 분비됨. TNF의 가장 중요한 역할은 면역 세포의 조절로 체내 발열원으로써, 열이 나게 유도하거나, 세포 자살을 유도하거나, IL1과 IL6의 생산을 통해 패혈증을 유발하거나, 악액질을 유도하거나, 감염을 유발하며 종양생성과 바이러스 복제를 억제하는 능력을 가지고 있음. TNF- α 의 비정상적인 조절은 알츠하이머 병, 암, 우울증, 그리고 염증성 장질환(IBD)등의 인간의 질병이 발생함.
- 실험결과 일반식이군의 TNF- α 측정량을 100%로 환산하였을 때 고콜레스테롤-고지방식이군은 237.1%의 TNF- α 가 측정되어 동맥경화발생시 TNF- α 가 증가되는 것이 확인되었음. 식물성유지를 섭취한 군 중 유자씨기름 15% 섭취군이 155.2%로 TNF- α 가 가장 낮게 확인되었으며, 잣기름 15% 식이군 (157.4%), 유자씨기름 7% (179.2%), 산초열매기름 15%, 잣기름 7% (198.2%) 순으로 TNF- α 가 낮게 측정되었음.

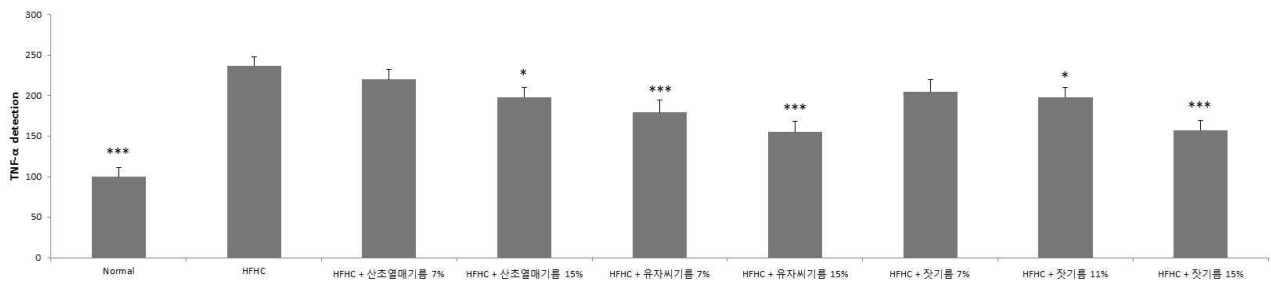


그림 55. 식물성유지를 섭취한 실험동물 지라에서 TNF- α 측정결과. Normal : normal diet 섭취군, HFHC : high fat-high cholesterol 섭취군.

(6) 혈중 cytokine 측정

- 실험결과 일반식이군의 IL-6 측정량을 100%로 환산하였을 때 고콜레스테롤-고지방식이군은 157.5%의 IL-6이 측정되어 동맥경화발생시 혈액에서도 IL-6의 증가되는 것이 확인되었음. 식물성유지를 섭취한 군 중 산초열매기름 7% 섭취군이 125.5%로 IL-6가 가장 낮게 확인되었으며, 잣기름 7% 식이군 (129.4%), 산초열매기름 15% (136.2%), 유자씨기름 15% (139.5%) 순으로 IL-6가 낮게 측정되었음.

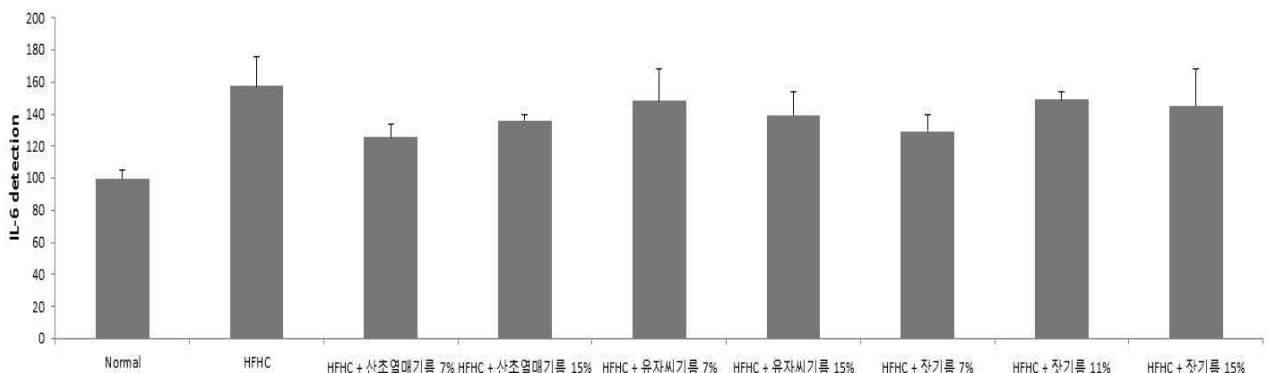


그림 56. 식물성유지를 섭취한 실험동물 혈장에서 IL-6 측정결과. Normal : normal diet 섭취군, HFHC : high fat-high cholesterol 섭취군.

- 실험결과 일반식이군의 TNF- α 측정량을 100%로 환산하였을 때 고콜레스테롤-고지방식이군은 200.2%의 TNF- α 가 측정되어 동맥경화발생시 TNF- α 가 증가되는 것이 확인되었음. 식물성유지를 섭취한 군 중 유자씨기름 15% 섭취군이 144.2%로 TNF- α 가 가장 낮게 확인되었으며, 잣기름 15% 식이군 (144.5%), 산초열매기름 15% (157.2%), 유자씨기름 7% (169.2%) 순으로 TNF- α 가 낮게 측정되었음.

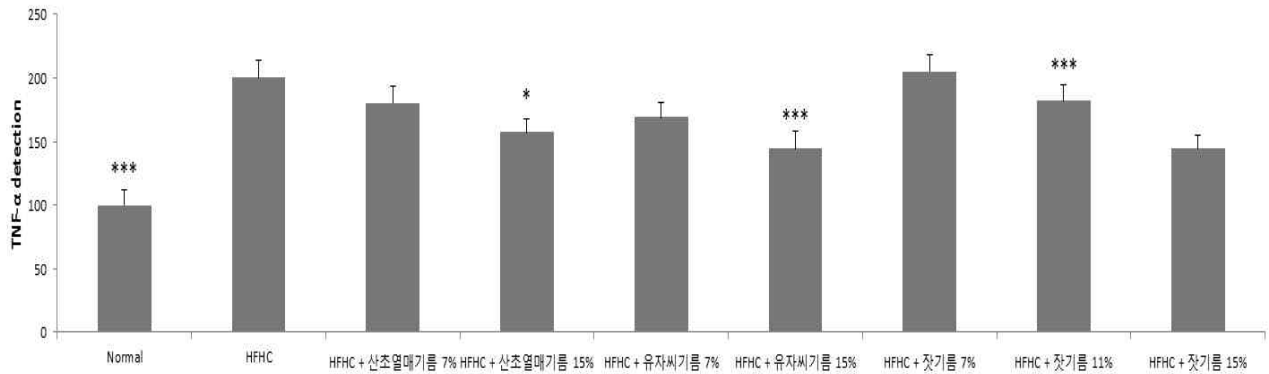


그림 57. 식물성유지를 섭취한 실험동물 혈장에서 TNF- α 측정결과. Normal : normal diet 섭취군, HFHC : high fat-high cholesterol 섭취군.

(7) 선발된 국내산 유지의 세포독성실험을 통한 안전성 확인

- 혈관내피세포, 인간 간암세포주, 근육세포를 이용하여 선발된 3종의 식물성유지를 세포에 처리하였을 때 나타내는 세포독성을 확인하였음.
- 실험결과 0.01, 0.05, 0.1 mg/ml의 농도까지 90%이상의 세포생존률을 나타내어 세포독성이 없음이 확인되었으며, 0.2, 0.4 mg/ml의 농도에서는 90% 이하의 세포생존률을 나타내었으나 식물성유지를 녹인 용매인 DMSO에서도 유사한 세포생존률을 나타내어 식물성유지 자체의 독성보다는 용매가 세포에 미치는 영향이 크다고 판단됨.

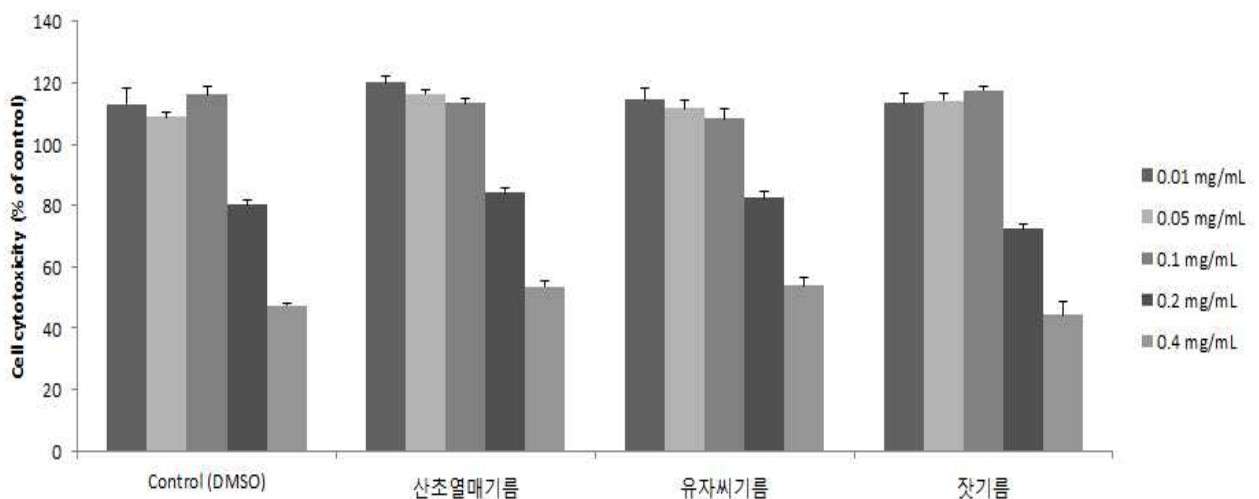


그림 58. 식물성유지가 혈관내피세포에 미치는 세포독성실험 측정결과

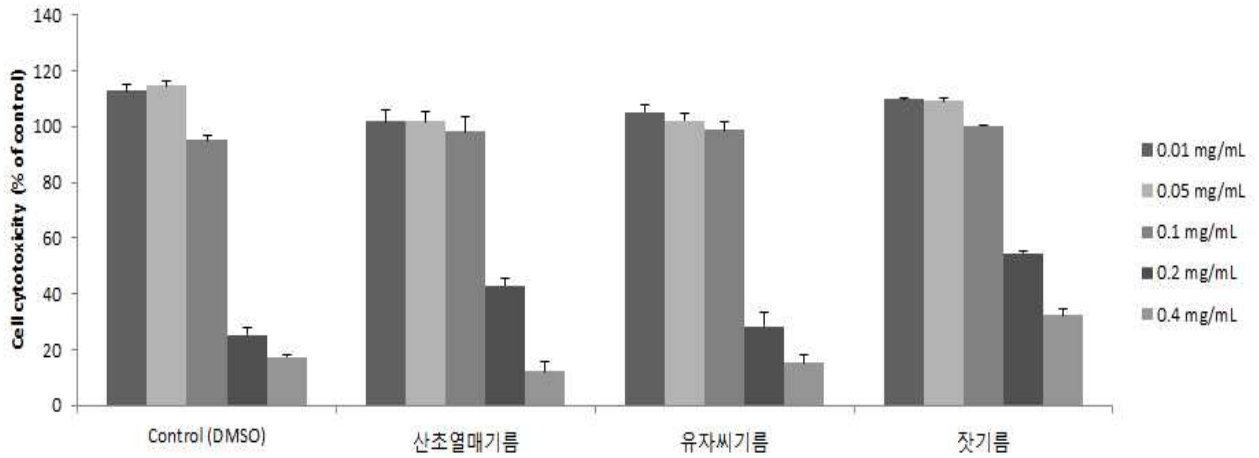


그림 59. 식물성유지가 인간 간암세포주에 미치는 세포독성실험 측정결과

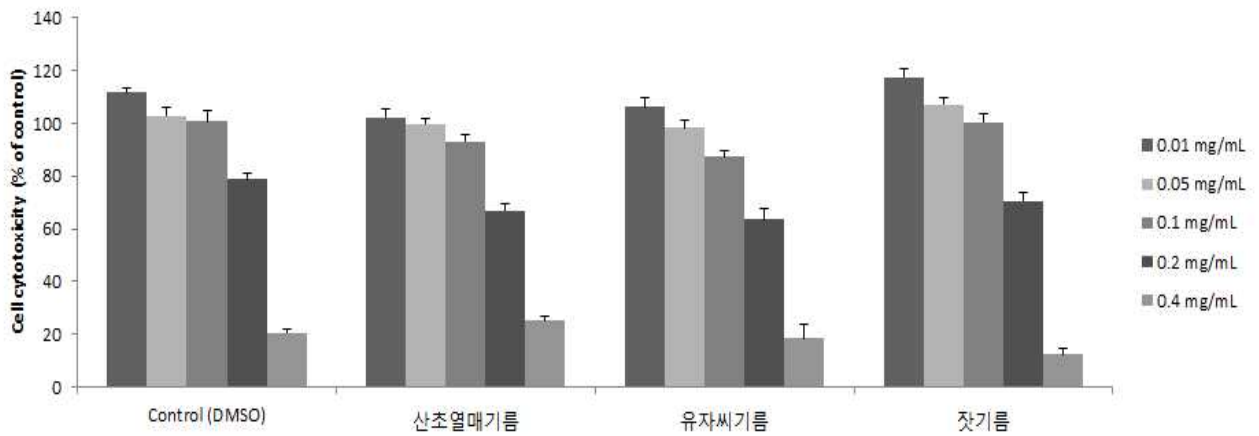


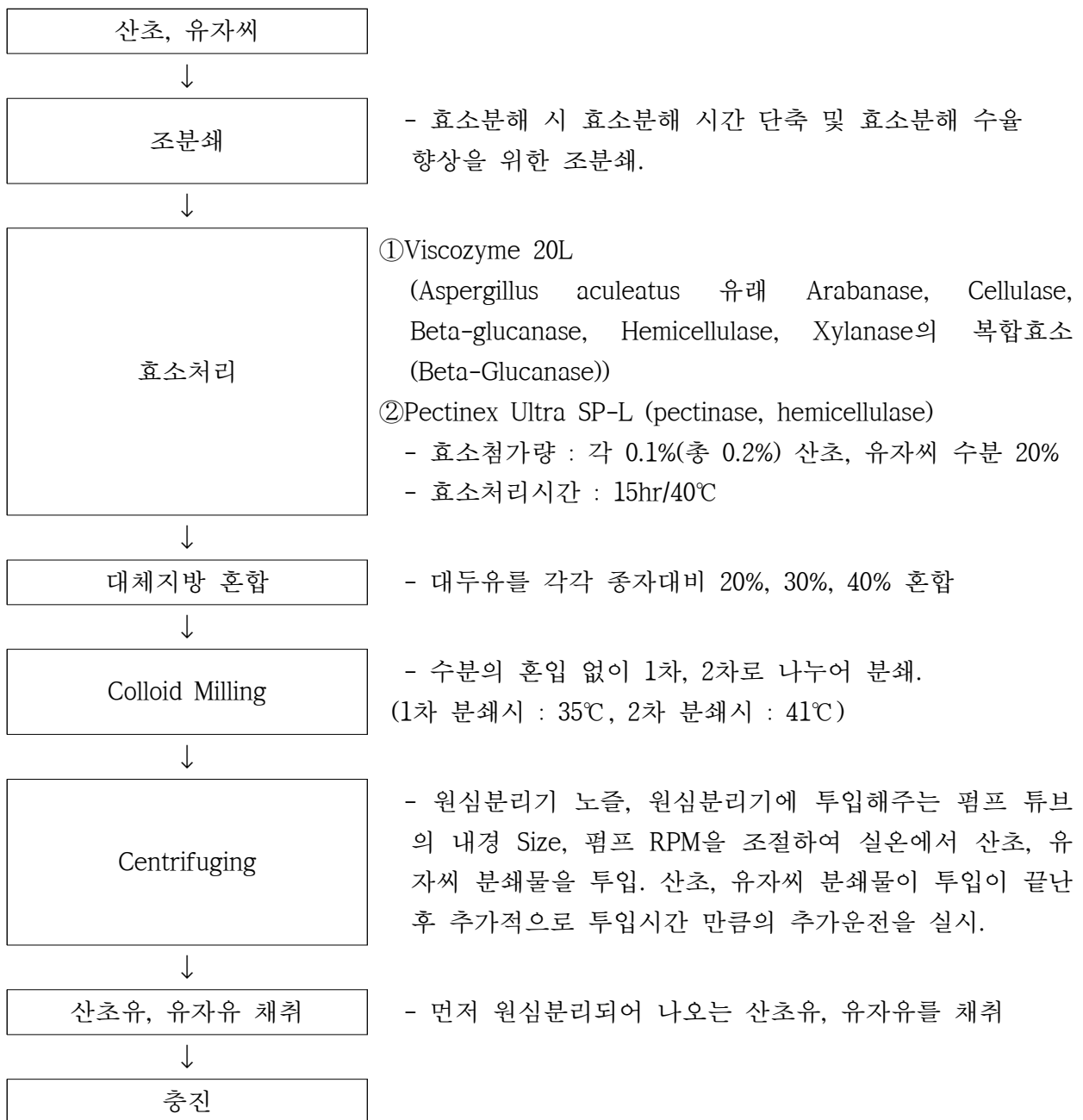
그림 60. 식물성유지가 근육세포에 미치는 세포독성실험 측정결과

다. 협동 2(강원웰빙특산물산업화RIC) 연구결과

(1) 대체유를 이용한 최대 수율 공정 개발 및 표준화

- 지방함량이 60%이상 함유하고 있는 잣은 Cold processing 공법을 통하여 최적 잣기름 분리공법을 아래의 표와 같이 확립하였으며 종자의 지방함량이 40%이하인 산초와 유자의 경우 단독으로 Cold processing 공법에 적용을 시킬 수 없어 대체유 각각 30%를 혼합하여 Cold processing 공법을 아래 표와 같이 확립하였음.

(가) 대체지방 함유별 종자유 수율 실험



① 산초

- 산초 각 5kg에 대체지방 대두유 30%, 40%, 50%를 혼합하여 분쇄 후에 원심분리하여 각각의 생산량을 비교하였음.

	① 산초 5kg+ 대체지방20%(1,000g)	② 산초 5kg+ 대체지방30%(1,500g)	③ 산초 5kg+ 대체지방40%(2,000g)
수율	1,425g	2,048g	2,055g

- 원심분리 후 생산된 산초혼합유의 무게에서 대체지방인 대두유의 함량을 제거하였을 때의 산초유의 수율을 측정하였음.

	① 산초 5kg+ 대체지방30%(1,500g)	② 산초 5kg+ 대체지방40%(2,000g)	③ 산초 5kg+ 대체지방50%(2,500g)
수율	425g(26.56%)	548g(34.25%)	555g(34.69%)

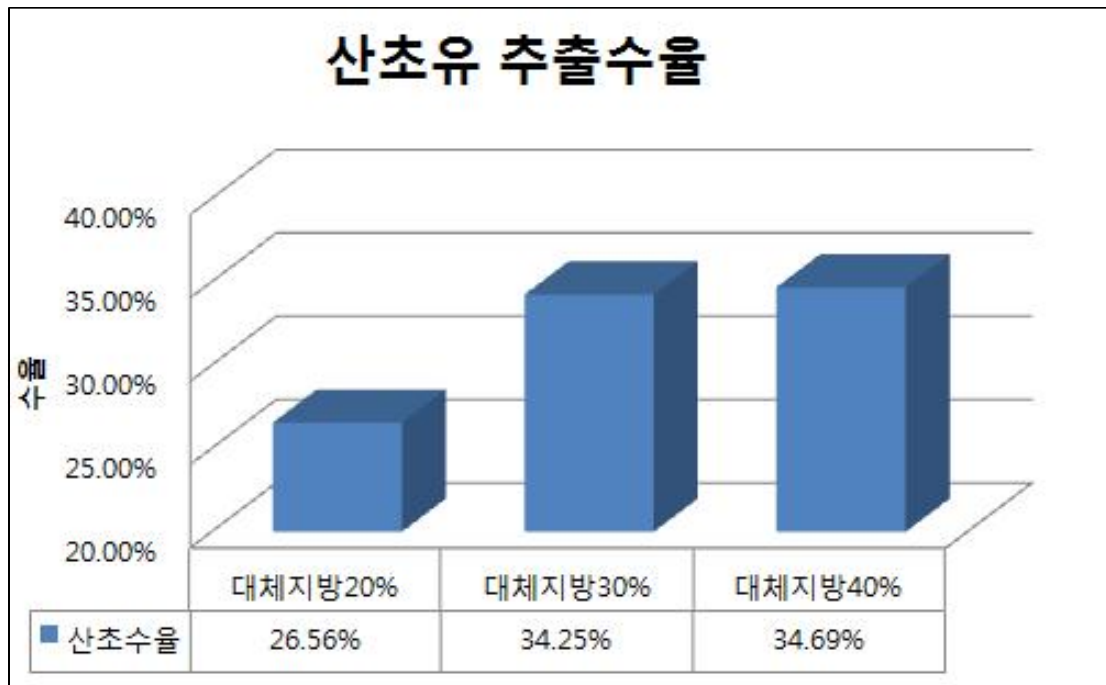


그림 61. 대체 지방별 산초유 추출수율

- 산초가 포함하고 있는 지방의 함량이 32%임으로 대체지방 20%의 수율은 26.56%이며 대체지방 30%의 수율은 34.25%, 대체지방 40%는 34.69%로 분석되었음.
- 대체지방의 혼합량이 증가 할수록 산초의 수율의 증가추세를 보였으나 대체지방의 함량이 높아지면서 전체적인 산초혼합유의 농도가 낮아지는 문제를 보임.
- 따라서 산초의 추출 수율과 산초혼합유의 산초유 농도를 비교하였을 때 대체지방 30%혼합이 적정하다고 판단하였음.

② 유자

- 유자 각 5kg에 대체지방 대두유 30%, 40%, 50%를 혼합하여 분쇄 후에 원심분리하여 각각의 생산량을 비교하였음.

	① 유자 5kg+ 대체지방20%(1,000g)	② 유자 5kg+ 대체지방30%(1,500g)	③ 유자 5kg+ 대체지방40%(2,000g)
수율	1,295g	1,829g	2,326g

- 원심분리 후 생산된 유자혼합유의 무게에서 대체지방인 대두유의 함량을 제거하였을 때의 유자유의 수율을 측정하였음.

	① 유자 5kg+ 대체지방20%(1,000g)	② 유자 5kg+ 대체지방30%(1,500g)	③ 유자 5kg+ 대체지방40%(2,000g)
수율	295g(25.65%)	329g(28.61%)	326g(28.35%)

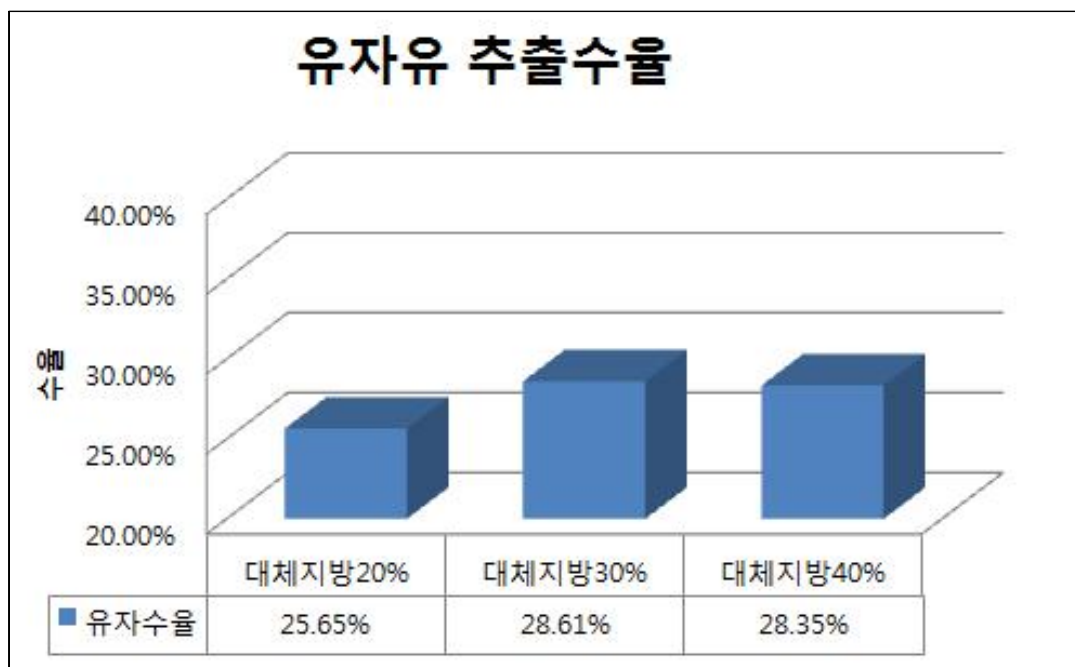


그림 62. 대체 지방별 유자씨유 추출수율

- 유자가 포함하고 있는 지방의 함량이 23%임으로 대체지방 20%의 수율은 25.65%이며 대체지방 30%의 수율은 28.61%, 대체지방 40%는 28.35%로 분석되었음.
- 대체지방의 혼합량이 30%이상일 때 최적 수율을 보였음.
- 따라서 유자기름의 추출 수율과 유자혼합유의 유자기름 농도를 비교하였을 때 대체지방 30%혼합이 적정하다고 판단하였음.

(2) 식물성 유지 제조방법설명서

(가) 잣기름

공정명	제조방법설명서
입고	잣의 외관상태 및 지방함량 등을 확인하고 정상제품만 해당창고에 입고한다.
↓ 보관	보관방법을 확인 후 보관 장소에 보관한다. - 냉장보관 : 잣의 유지성분의 산패를 최소화하기 위하여 4℃ 이하의 냉장창고에 보관한다.
↓ 잣 세척	유수(流水)에서 잣의 이물질 제거한다.
↓ 건조	표면의 남아있는 물을 40℃의 열풍으로 증발시킨다.
↓ 분쇄	효소처리시에 효소처리 수율을 향상시키기 위하여 30mesh 이하로 분쇄한다.
↓ 효소처리	잣분쇄물의 수분을 20%로 조정한 후 Viscozyme 20L(복합효소), Pectinex Ultra SP-L을 각 0.1%씩 잣 분쇄물에 첨가하여 충분히 반죽하여준다.
↓ 효소반응	효소처리된 잣분쇄물을 살균된 항온항습기에 투입하여 40℃에서 15시간 효소 반응시킨다.
↓ 건조	효소반응이 완료된 잣분쇄물의 수분을 5%이하로 건조시킨다.
↓ 습식분쇄	콜로이드밀에 투입하여 잣분쇄물의 발열을 최소화하기 위해 2차로 나누어 미세하게 분쇄한다. 이때 1차 분쇄시 온도는 35℃, 2차 온도는 40℃를 유지하도록 한다.
↓ 원심분리	습식분쇄된 잣을 15,000rpm으로 회전하는 원심분리기에 투입펌프 100rpm으로 투입하고 투입노즐의 size는 5Ø로 한다.
↓ 유지분리	원심분리를 마치고 잣기름과 잣박에 기름의 혼입을 최소화하여 따로 분리하여준다.
↓ 충진밀봉	잣기름을 일정량씩 용기에 충전한 후 캡을 씌어 씰링 후 중량을 확인한다.
↓ 라벨링검수	유통기한 인쇄 및 라벨 포장상태를 확인한다.
↓ 외포장	제품을 외포장한다.
↓ 보관	외포장된 완제품은 완제품보관실에 보관한다.
↓ 출고 / 운송	제품 발주 요청시 완제품보관실에 있는 제품을 출고시킨다.

(나) 산초유

공정명	제조방법설명서
입고	산초의 외관상태 및 지방함량 등을 확인하고 정상제품만 해당 창고에 입고한다.
↓ 보관	보관방법을 확인 후 보관 장소에 보관한다. - 냉장보관 : 산초의 유지성분의 산패를 최소화하기 위하여 4℃ 이하의 냉장창고에 보관한다.
↓ жат 세척	유수(流水)에서 산초의 이물질 제거한다.
↓ 건조	표면의 남아있는 물을 40℃의 열풍으로 증발시킨다.
↓ 분쇄	효소처리시에 효소처리 수율을 향상시키기 위하여 30mesh 이하로 분쇄한다.
↓ 효소처리	산초분쇄물의 수분을 20%로 조정된 후 Viscozyme 20L(복합효소), Pectinex Ultra SP-L을 각 0.1%씩 жат 분쇄물에 첨가하여 충분히 반죽하여준다.
↓ 효소반응	효소처리된 산초분쇄물을 살균된 항온항습기에 투입하여 40℃에서 15시간 효소 반응시킨다.
↓ 건조	효소반응이 완료된 산초분쇄물의 수분을 5%이하로 건조시킨다.
↓ 습식분쇄	산초분쇄물 대비 30%의 대두유를 혼합하여 콜로이드밀에 투입하고 산초유지혼합물의 발열을 최소화하기 위해 2차로 나누어 미세하게 분쇄한다. 이때 1차분쇄시 온도는 35℃, 2차온도는 40℃를 유지하도록 한다.
↓ 원심분리	습식분쇄된 산초유지혼합물을 15,000rpm으로 회전하는 원심분리기에 투입펌프 100rpm으로 투입하고 투입노즐의 size는 5φ로 한다.
↓ 유지분리	원심분리를 마치고 산초유지혼합기름과 산초박에 기름의 혼입을 최소화하여 따로 분리하여준다.
↓ 충진밀봉	산초기름을 일정량씩 용기에 충전한 후 캡을 씌어 쉐어링 후 중량을 확인한다.
↓ 라벨링검수	유통기한 인쇄 및 라벨 포장상태를 확인한다.
↓ 외포장	제품을 외포장한다.
↓ 보관	외포장된 완제품은 완제품보관실에 보관한다.
↓ 출고 / 운송	제품 발주 요청 시 완제품보관실에 있는 제품을 출고시킨다.

(다) 유자씨유

공정명	제조방법설명서
입고	유자의 외관상태 및 지방함량 등을 확인하고 정상제품만 해당 창고에 입고한다.
↓ 보관	보관방법을 확인 후 보관 장소에 보관한다. - 냉장보관 : 산초의 유지성분의 산패를 최소화하기 위하여 4℃ 이하의 냉장창고에 보관한다.
↓ 조분쇄	유자의 껍질부분과 종자부분의 분리를 위하여 5Ø 조분쇄기 망을 이용하여 조분쇄한다.
↓ 분리	조분쇄한 유자를 진동체를 이용하여 껍질부분과 종자부분을 분리한다.
↓ 분쇄	효소처리시에 효소처리 수율을 향상시키기 위하여 30mesh 이하로 분쇄한다.
↓ 효소처리	산초분쇄물의 수분을 20%로 조정된 후 Viscozyme 20L(복합효소), Pectinex Ultra SP-L을 각 0.1%씩 잣 분쇄물에 첨가하여 충분히 반죽하여준다.
↓ 효소반응	효소처리된 유자분쇄물을 살균된 항온항습기에 투입하여 40℃에서 15시간 효소 반응시킨다.
↓ 건조	효소반응이 완료된 유자분쇄물의 수분을 5%이하로 건조시킨다.
↓ 습식분쇄	유자분쇄물 대비 30%의 대두유를 혼합하여 콜로이드밀에 투입하고 유자유지혼합물의 발열을 최소화하기 위해 2차로 나누어 미세하게 분쇄한다. 이때 1차분쇄 시 온도는 35℃, 2차온도는 40℃를 유지하도록 한다.
↓ 원심분리	습식분쇄된 유자유지혼합물을 15,000rpm으로 회전하는 원심분리기에 투입펌프 100rpm으로 투입하고 투입노즐의 size는 5Ø로 한다.
↓ 유지분리	원심분리를 마치고 유자유지혼합기름과 산초박에 기름의 혼입을 최소화하여 따로 분리하여준다.
↓ 충진밀봉	유자기름을 일정량씩 용기에 충전한 후 캡을 씌어 찰링 후 중량을 확인한다.
↓ 라벨링검수	유통기한 인쇄 및 라벨 포장상태를 확인한다.
↓ 외포장	제품을 외포장한다.
↓ 보관	외포장된 완제품은 완제품보관실에 보관한다.
↓ 출고 / 운송	제품 발주 요청 시 완제품보관실에 있는 제품을 출고시킨다.

(3) GC분석을 통한 유효성분 변화측정결과

① 산초유

- 대체유(대두유)와 산초를 혼합하여 추출한 결과 linoleic acid의 함량이 27.3%에서 54.17%로 증가하였고, 산초유의 주요지방산인 oleic 및 linolenic acid의 함량은 34.56%에서 23.58%, 19.51%에서 9.78%로 감소하였음.
- 대체유를 통한 산초유지 추출방법으로 최대수율을 얻을 수가 있으며 GC 분석결과 주요지방산의 변화가 나타났지만 대체유를 통해 함량이 희석된 것으로 사료되며 산업적인 면에서 대체유를 통한 산초유의 추출방법이 유효하다고 판단됨.
- 대두유의 경우 Linoleic acid, 산초유의 경우 oleic acid로 편중된 지방산 조성을 보여주었으며, 혼합유의 경우 단독으로 유지를 추출 했을 때와 비교하여 고른 불포화 지방산의 함량을 보였음. 따라서 단독으로 유지를 추출 할 때보다 상호 균형적인 불포화 지방산의 비율로 추출할 수 있는 이점이 있다고 생각됨.
- 대체유를 이용한 산초유지의 추출공정은 유효성분이 최대한 추출가능하며 균형 잡힌 불포화 지방산의 섭취가 가능한 생산방식임을 확인하였음.

(단위:%)

	산초유	대두유	혼합유 (산초+대두유)
Oleic acid	34.56	20.09	23.58
Linoleic acid	27.30	54.17	48.52
Linolenic acid	19.51	6.97	9.78

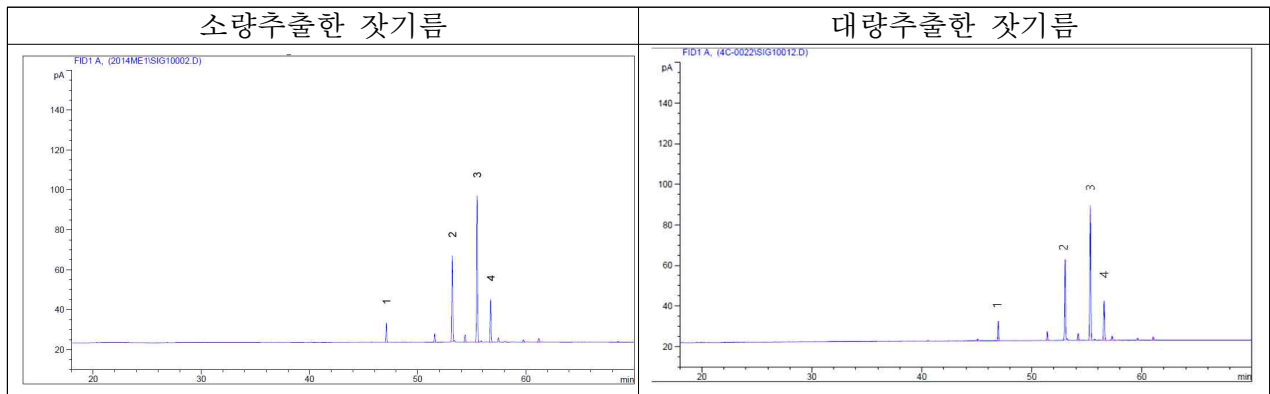
② 유자씨유

- 대체유(대두유)와 유자씨를 혼합하여 추출한 결과 대두유와 유자씨유의 주요지방산인 linoleic acid의 함량이 35.77%에서 49.34%로 증가하였고, palmitic acid는 20.52%에서 12.57%로 감소하였고, oleic acid는 32.81%에서 25.37%로 감소하였음.
- 대체유를 통한 유자씨유 추출방법으로 최대수율을 얻을 수가 있으며 GC 분석결과 주요 지방산의 변화가 나타났지만 대체유를 통해 함량이 희석된 것으로 사료되며 산업적인 면에서 대체유를 통한 유자씨유의 추출방법이 유효하다고 판단됨.
- 혼합유의 경우 단독으로 유지를 추출했을 때와 비교하여 고른 불포화지방산의 함량을 보였음. 따라서 단독으로 유지를 추출할 때보다 상호 균형적인 불포화 지방산의 비율로 추출할 수 있는 이점이 있다고 생각됨.

- 대체유를 이용한 산초유의 추출공정은 유효성분이 최대한 추출가능하며 균형잡힌 불포화 지방산의 섭취가 가능한 생산방식임을 확인하였음.

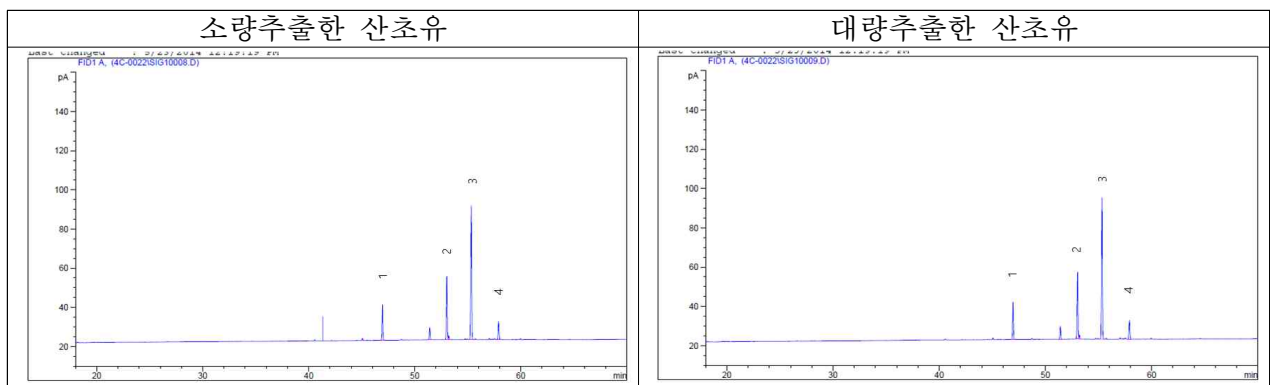
	유자씨유	대두유	혼합유 (산초+대두유)
Pamitic acid	20.52	10.81	12.57
Oleic acid	32.81	20.09	25.37
Linoleic acid	35.77	54.17	49.34

(4) 식물성 유지 대량 추출 공정시 유효성분 변화 여부측정결과
(가) 잣기름



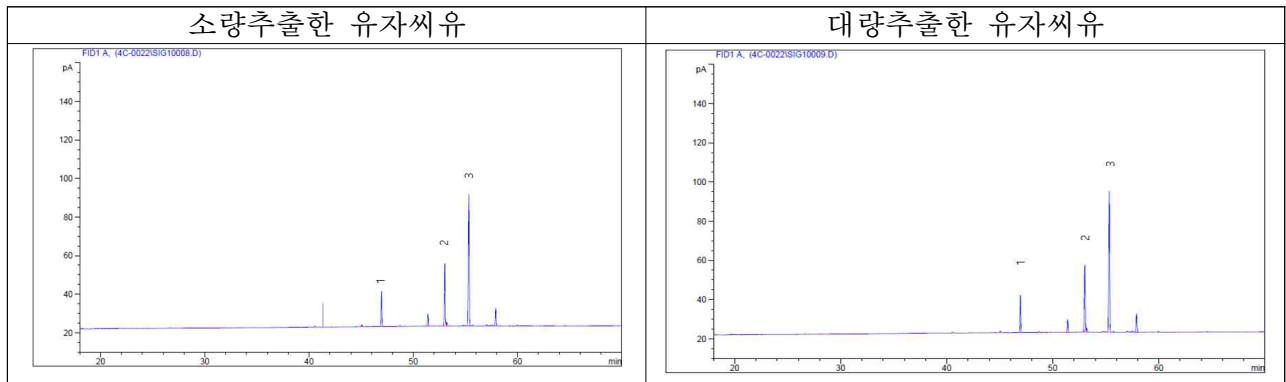
Peak	Name	Area %	
		소량추출한 잣기름	대량추출한 잣기름
1	palmitic acid methyl ester	5.21	5.15
2	oleic acid methyl ester	26.17	26.05
3	linoleic acid methyl ester	47.01	46.23
4	*pinolenic acid methyl ester	13.58	13.42

(나) 산초유



Peak	Name	Area %	
		소량추출한 산초유	대량추출한 산초유
1	palmitic acid methyl ester	11.54	11.48
2	oleic acid methyl ester	23.07	22.56
3	linoleic acid methyl ester	51.79	51.18
4	linolenic acid methyl ester	7.12	6.95

(다) 유자씨유



Peak	Name	Area %	
		소량추출한 유자씨유	대량추출한 유자씨유
1	palmitic acid methyl ester	11.80	11.16
2	oleic acid methyl ester	22.97	23.02
3	linoleic acid methyl ester	52.86	52.59

(5) 식물성 유지 시제품 물리적 특성 분석결과

(가) 산가측정결과

- 실험결과 시중에 판매하는 대두유와 비교하였을 때 잣기름은 시중판매 대두유와 근사한 수치를 보였으며 산초유와 유자씨유의 경우 시중 판매하는 대두유에 비하면 높은 수치를 보였지만 기준치(4.0%)보다는 낮은 수치를 나타내었음.

	KOH 소비량	KOH 소비량(공실험)	KOH역가	산가
대채유	0.32	0.26	1	0.34
잣기름	0.36	0.26	1	0.56
산초유	0.69	0.26	1	2.41
유자씨유	0.46	0.26	1	1.12

※ 산가계산식(%) = $5.611 \times (a - b) \times f / S$

S = 시료의 채취량(g)

a = 본실험에 소비된 0.1N 알콜성 KOH 용액의 양(ml)

b = 공실험에 소비된 0.1N 알콜성 KOH 용액의 양(ml)

f = 0.1N 알콜성 KOH 용액의 역가

(나) 과산화물가 측정

- 과산화물가의 경우 잣기름, 산초기름, 유자기름의 경우 시중 판매 콩기름보다 낮은 수치를 보였으며 과산화물가 기준치(60meq/kg)에 적합한 결과를 보였음.

	티오황산나트륨 소비량	티오황산나트륨 소비량(공실험)	티오황산나트륨 역가	과산화물가
대체유	3.5	0.5	1	30
잣기름	2.7	0.5	1	22
산초유	1	0.5	1	5
유자씨유	1.1	0.5	1	6

※과산화물가계산식 = $10 \times (a - b) \times f / S$

S = 시료의 채취량(g)

a = 본실험에 소비된 0.01N-티오황산나트륨 용액의 양(ml)

b = 공실험에 소비된 0.01N-티오황산나트륨 용액의 양(ml)

f = 0.01N-티오황산나트륨의 역가

(다) 색도측정 분석결과

- L (lightness, 명도)값은 색의 밝기를 나타낸 수치로 완벽한 흰색을 100, 완벽한 검정을 0으로 보았을 때의 값을 나타냄. 실험결과 모든 실험군에서 L값이 높게 나타났음.
- a (redness, 적색도)값은 +값은 빨강색, -값은 녹색의 수치를 나타냄. 실험결과 실험군에서 노란색에 가까운 수치를 나타내었음.
- b (yellowness, 황색도)값은 +값은 노란색, -값은 청색의 수치를 나타냄. 실험결과 유자씨유, 산초유는 시판되는 대두유와 비슷한 색도를 보였으며 잣기름의 경우 시판 중인 대두유에 비해 b*값이 4배 이상 높게 측정되었음.
- 색도 분석 결과 저온, 저압, 단시간 가공으로 인해 식물성 유지 소재 고유의 색을 유지하고 소비자들이 선호하는 탁한 노란색이 아닌 밝은 황금색 식물성유지가 추출되었음.

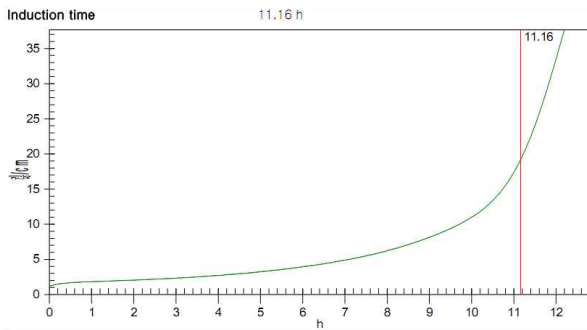
구분	L*	a*	b*
대두유	97.92	-5.45	20.24
유자씨유	92.24	-1.87	34.2
산초유	88.32	9.5	42
잣기름	79.74	1.11	99.33

(다) 유지별 AOM test 결과

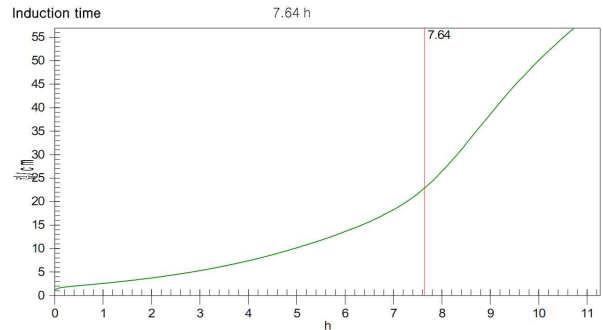
- 잣기름의 경우 시판중인 대두유와 비슷한 종말점을 보인 결과 비슷한 산화안정도를 가지고 있는 기름이며 산초기름과 유자기름의 경우 대두유에 30~50%가량의 산화안정도가 낮은 것을 확인 할 수 있었음.

표 27. AOM Test Results

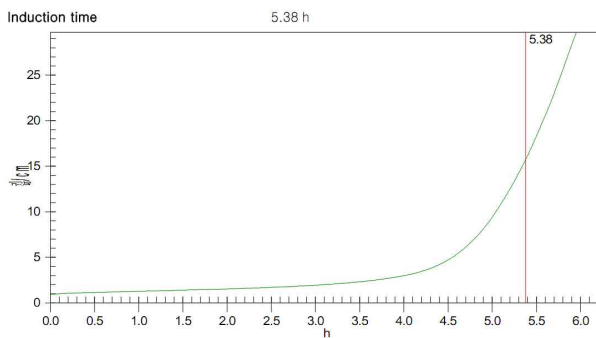
	Sample	Temperature(°C)	Results(Hr)
1	대채유	100°C	10.19
2	잣기름	100°C	11.16
3	산초유	100°C	7.64
4	유자씨유	100°C	5.38



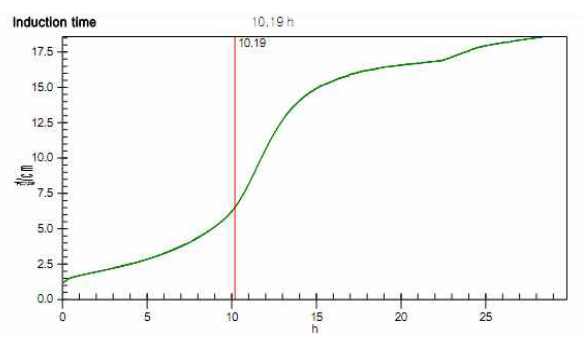
잣기름 AOM 실험결과



산초유지 AOM 실험결과



유자씨유 AOM 실험결과



대채유 AOM 실험결과

(라) 안전성 테스트(미생물 검사)

- 실험결과 표 28.와 같이 일반세균, 대장균군 모두 안전한 수치를 나타내었음.

표 28. Cold processing 분리 분쇄 공법으로 개발한 식물성 유지의 미생물 실험결과

구분	일반세균(CFU/ml)	대장균군(정성)
잣기름	1.28×10	음성
산초유	0.65×10	음성
유자씨유	0.92×10	음성

(6) 식물성유지 생산 후 남은 부산물을 이용한 잣 분말 공정 개발 및 표준화를 통한 시제품개발

- 잣기름을 분리하고 생기는 부산물인 잣 박은 10~20%내외의 지방을 함유하고 있으며 덩어리형태로 뭉쳐 있어 식품에 사용하기에 적합한 물성이 아님. 따라서 이를 식품에 쉽게 첨가하기 위하여 분말화를 시도하였으며 잣 박 함유 65%의 잣박분말을 제조하였음.
- 잣박분말 제조 레시피는 아래와 같음.

No.	원료명	함량	무게	비고
1	잣박	65.46%	130	
2	유화제	0.3%	0.6	
3	텍스트린	30.21%	60	
4	카제인나트륨	4.03%	8	
합계		100%	198.6	

○ 잣박분말 제조방법설명서

공정명	제조방법설명서
잣박분리	잣기름 제조과정중 원심분리후 원심분리기 내부에 분리된 잣박부분을 분리한다.
↓ 보관	보관방법을 확인 후 보관 장소에 보관한다. - 냉동보관 : 잣의 기름이 70%이상 분리된 잣박의 특성상 영하 4℃ 이하의 냉동창고에 보관한다.
↓ 계량	배합량에 맞게 잣박, 부원료들을 정량 계량한다.
↓ 유화	배합탱크에 정량된 원·부재료를 넣고 충분히 교반시켜 용해시킨 후 이지호모믹서를 이용하여 유화를 실시한다.
↓ 분말화	유화된 잣박 paste를 Spray dryer를 이용하여 분말화시킨다. - Inlet temp : 130~140℃ - Outlet temp : 95~100℃ - Atomizer rpm : 1,300rpm
↓ 포장	잣박분말을 일정량씩 포장지에 포장한 후 실링 후 중량을 확인한다.
↓ 라벨링검수	유통기한 인쇄 및 라벨 포장상태를 확인한다.
↓ 외포장	제품을 외포장한다.
↓ 보관	외포장된 완제품은 완제품보관실에 보관한다.
↓ 출고 / 운송	제품 발주 요청시 완제품보관실에 있는 제품을 출고시킨다.

(7) 식물성 유지 분리 후 남은 부산물을 이용한 잣 분말 가공적성 실험결과

(가) 일반성분 측정결과

구분	수분(%)	조지방(%)	조단백질	탄수화물	회분
잣박분말	4.89±0.41	15.2±1.05	59.4±2.49	13.6±2.21	2.55±0.27

(나) 용해도테스트결과

- 잣박분말의 용해도는 아래의 표와 같으며 50℃ 부터 80℃ 까지 10분 간격으로 측정하였으며 잣박분말은 온도가 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였음.
- 아래와 같이 잣박분말의 용해도 결과가 식품소재로서 적합하다고 판단되어짐.

온도	용해도(%)
50℃	28.5%
60℃	28.8%
70℃	29.3%
80℃	30.4%

(다) 색도측정결과

- L(lightness, 명도)값은 색의 밝기를 나타낸 수치로 완벽한 흰색을 100, 완벽한 검정을 0으로 보았을 때의 값을 나타냄. 실험결과 실험군에서 L값은 흰색에 가까운 수치를 나타냈음.
- a(redness, 적색도)값은 +값은 빨강색, -값은 녹색의 수치를 나타냄. 실험결과 실험군에서 노란색에 가까운 수치를 나타내었음.
- b(yellowness, 황색도)값은 +값은 노란색, -값은 청색의 수치를 나타냄. 실험결과 +값을 나타내었음.
- 색도 분석 결과 잣에서 노란색의 지방을 분리하여 분말에서는 흰색에 가까운 노란 빛의 색도를 나타내었으며 이는 식품소재로 사용할 때 주원료의 색에 영향을 미치지 않는 중간 소재로서는 적합한 색도를 가지고 있음.

구분	L*	a*	b*
잣박분말	76.93	-0.0938	10.2322

(라) 안전성 테스트(미생물 검사)

- 잣박분말의 일반세균 및 대장균군 분석결과 일반세균의 경우 기준치 이하, 대장균군의 경우 음성으로 분석되었음.

구분	일반세균(CFU/ml)	대장균군(정성)
잣박분말	1.35 × 10	음성

(8) 시제품 원가

- Cold processing 공법을 통한 종자유 생산시 각각원료의 1일 생산량과 종자의 원가, 장비의 감가상각비, 인건비 등의 금액을 계산하여 각각의 종자유와 잣박분말의 원가를 계산하였음.
- 종자의 기능성과 높은 가격을 감안하여 포장형태를 100~150ml의 소량 포장을 통하여 고부가제품을 판매가 가능할 것으로 판단됨.

	잣기름	산초유	유자유	잣박분말
원가	113,900원/kg	68,264원/kg	34,682원/kg	33,161원/kg

라. 3차 년도 연구결과 종합

- 세부기관인 (주)한빛향료는 산초, 유자씨, 잣을 원료로 식물성 유지로 개발된 시제품을 향후 활용 가능한 제품을 생산하기 위해 거래처 제품개발 연구원 및 구매자를 대상으로 설문조사를 조사하였음.
- 식품업체 및 화장품 업체를 대상으로 설문조사결과 고가의 원료라도 국내산 원료면 구매의사가 있는 것으로 조사되었으며 원료타입은 액상타입의 소재를 선호하였음.
- 또한 최종 개발된 시제품 산초유, 유자씨유, 잣기름을 25개 이상의 기업에 원료 구매 및 제품 개발 부서에 종사하는 인원을 대상으로 관능검사를 실시하였음.
- 유통기한 설정 실험결과 산초유, 유자씨유, 잣기름은 25℃ 실온에서 12개월의 유통기한이 설정되었음.
- 산초유, 유자씨유, 잣기름을 이용한 향후 활용 가능한 선호 제품군을 표와 같이 나타냈음.

- 제 1협동기관인 강원대학교는 2차 년도에 수행하였던 동물실험에서 실험동물의 조직 및 혈액을 이용하여 항동맥경화 및 항염증에 관련된 지표를 확인하였음. 산초열매기름, 유자씨기름, 잣기름은 PON 활성화증가 및 지질과산화물질의 억제 등의 효능을 나타내었으며, 동맥의 콜레스테롤 침착 억제 등을 통해 항동맥경화 효능이 있음을 추가적으로 확인하였음.
- 또한 신체 면역의 많은 역할을 담당하고 있는 지라를 이용하여 apoptosis 및 염증과 관련된 요인을 확인한 결과 apoptosis 억제 및 염증억제를 통해 추가적인 식물성유지의 기능성이 있음을 확인하였음.
- 선발된 3종의 유지의 안정성을 확인하기 위해 혈관내피세포, 인간 간암세포주, 근육세포를 이용하여 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4 mg/ml의 농도로 DMSO에 희석하여 세포에 처리하여 세포독성을 나타내는지 확인한 결과 0.1 mg/ml 이하의 농도에서는 90% 이상의 세포생존률을 나타내어 세포독성이 없음을 확인할 수 있었으며, 0.2, 0.4 mg/ml의 농도에서는 90% 이하의 세포생존률을 나타내었으나 식물성유지를 희석한 DMSO에서도 유사한 결과를 나타내었으므로 유지가 나타내는 독성이 아닌 DMSO가 세포에 영향을 미쳐 90% 이하의 세포생존률을 나타내었음을 판단할 수 있었음.
- 제 2협동기관인 강원대학교 강원웰빙특산물산업화RIC는 대체유를 활용하여 산초, 유자씨에서 유효 지방산의 함량을 높이면서 최고의 유지 수율을 높일 수 있는 표준화 공정을 개발하였음.
- Cold processing 분쇄 분리 공법으로 추출된 식물성 유지 및 부산물을 활용하여 4종의 시제품을 개발을 완료하였음.
- 세부기관과 협동기관들의 긴밀한 업무 협조를 통해 개발된 4종의 시제품에 관한 기술적인 부분은 기술이전을 통해 (주)한빛향료에게 이전 완료하였음.

	산초유지	유자씨유	잣기름/잣 박분말
제품 사용군	<ul style="list-style-type: none"> - 기능성 음료 - 향신료 제품 향기 증 가용 - 클렌저 - 기능성간식 - 조리용 기름 - 샴푸 - 다이어트 기능성 제품 - 체중조절 다이어트 - 피부관리 	<ul style="list-style-type: none"> - 기능성 음료 - 드레싱소스 - 유자원료 향기증가용 (제빵) - 튀김류 - 보습 및 클렌저 - 천연조미료, 초고추장 - 샐러드드레싱 (상큼한 맛 제품군) - 샴푸 - 체중조절 다이어트 	<ul style="list-style-type: none"> - 드레싱소스 - 잣 분태 등의 향기, 맛 증가용 죽 - 기능성간식 - 고소한 맛 제품군 - 컨디셔너 - 식용 압착유 - 뷰티 피부미용
공통 제품 사용군	<ul style="list-style-type: none"> - 스킨케어, 크림제형(화장품), 오일 - 소스류, 식품첨가물 - 한방 오일 에센스 - 연질캡슐, 분말 및 엑기스 		

4. 종합결론

- 기존 수입 의존 식물성유지소재를 대체할 수 있는 국내에서 대량 가능한 소재를 13종 선발(1차년도) 중 원료 수급가능, 과학적 효능(항동맥경화, 항비만) 검증 및 소비자의 선호도를 연구 조사하여 경제성, 건강기능성, 상품화를 고려한 3종(산초, 유자씨, 잣)의 소재 선발.
- 선발된 식물성 유지 소재 3종의 건강 기능성(항비만, 항동맥경화)를 *in vitro*, *in vivo* model로 과학적 효능검증 및 물리화학적 특성 조사.
- 기존 식용유지 제조·가공 공정이 아닌 cold processing 분쇄 분리 공법을 이용하여 대체유를 활용하여 산초, 유자씨에서 유효 지방산의 함량을 높이면서 최고의 유지 수율을 높일 수 있는 표준화 공정을 개발.
- 생산된 식물성 유지를 GC(gas chromatography) 성분 분석으로 유효 불포화 지방산 함량 비교를 통한 cold processing 분쇄 분리 공법의 우수성 검증.
- Cold processing 분쇄 분리 공법으로 추출된 식물성 유지 및 부산물을 활용하여 산초유, 유자씨유, 잣기름, 잣박분말(4종)의 시제품을 개발을 완료하였음.

- 산초, 유자씨, 잣을 원료로 식물성 유지로 개발된 시제품을 향후 활용 가능한 제품을 생산하기 위해 거래처 제품개발 연구원 및 구매자를 대상으로 설문조사.
- 세부기관과 협동기관들의 긴밀한 업무 협조를 통해 개발된 4종의 시제품에 관한 기술적인 부분은 기술이전을 통해 (주)한빛향료에게 이전 완료 후 산업화하고자 함.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1절. 목표달성도

구분	연도	연구개발의 목표	달성도	평가의 착안점 및 기준
1차년도	2012	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수입대체 및 국내 대량 생산 가능한 식물성 유지소재선발 ○ Cold processing 분쇄분리공법 기술개발 ○ 신공법으로 생산된 유지 물리적, 이화학적 특징분석 ○ 항비만, 항동맥경화 기능성 <i>in vitro</i> 실험을 통한 과학적 검증 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 문헌 조사, 현지조사 및 기타 조사를 통해 식물성 유지 소재 13종 선정 ○ <i>in vitro</i> 실험으로 항동맥경화, 항비만 효능검증 ○ cold processing 기법을 활용한 식물성 유지 추출 공법 1건 개발
2차년도	2013	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기능성분 및 생산 수율이 높은 수입 대체 가능한 식물성 유지소재 2~3종 선정 ○ 식물성 유지의 기능성 <i>in vivo</i> 실험을 통한 과학적 검증 ○ Cold processing 분쇄 분리 공법 표준화 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소비자 선호도 조사를 통한 식물성 유지 소재 3종 선발 ○ 선발된 3종의 유지를 <i>in vivo</i> 실험으로 선발된 3종의 식물성유지 항비만 및 항동맥경화 효능검증 ○ 전처리 기술과 cold processing 공정을 융합한 새로운 유지 추출공정법 1건 개발
3차년도	2014	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시장성, 경제성 분석을 통한 시제품 개발 ○ 식물성유지 제조 기술이전 및 산업화 ○ 부산물인 박을 이용한 제품개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시제품 4건 개발 및 시제품의 기호도 분석, 안정성, 유통기한 설정 및 산업화 ○ 소재별 표준화 공정 개발 ○ 개발된 시제품을 주관 기관에 기술이전
최종평가		<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 식물성 유지자원 최종선발 ○ 과학적 효능검증 (항동맥경화, 항비만)자료 확보 ○ 시제품 4종 개발 ○ 기술의 독창성 확보 ○ 산학협력을 통한 기술이전 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산학의 유기적인 협력을 통한 국내 식물성 유지자원 최종선발을 통해 과학자료 확보(논문) 및 기술의 독창성(특허) 확보를 통해 산업화 가능성이 매우 높은 시제품 4종 개발 완료

2절. 관련분야에의 기여도

- 우리나라의 식용유지 생산이 저조한 이유는 국내 유지자원의 부족으로 대부분의 식용 유지를 국외에서 수입하는 상황인데 경지면적이 제한되어 있는 것이 가장 큰 원인이며 국내 유지 작물 및 유지가격이 수입되는 것과 비교할 때 경제성이 떨어져 작물재배 및 유지생산을 기피하기 때문임.
- 최근 들어 우리나라는 브라질이나 일부 러시아에서 농장을 조성하고 원료확보를 하고 있으나 장기적인 관점에서 볼 때 미래의 식량문제를 해결하기 위해 좀 더 방대하고 폭넓은 방향의 적극적인 장기 원료대책이 필요한 시점임.
- 국내 식용유지업계는 콩기름을 비롯한 옥수수수유, 유채유 등 식물성유지가 수입 자유화된 1991년 전후와 1995년도 세계무역기구(WTO) 출범 전후로 많은 변화를 겪었으며, 콩기름 등 식물성 관세율은 선진국의 시장개방요구에 의한 정부의 관세 인하 계획에 따라 매년 인하되어 왔음. 더구나 WTO 출범에 따라 국내 유지가공업계는 선진국의 시장개방 요청에 의한 관세인하 요구로 낮은 실행관세율을 적용하고 있어 수입증가량은 가속화되고 있는 실정임.
- 국내 업계는 수입품과의 경쟁력 제고를 위하여 원가 절감, 생산성 향상 등 다각도로 자구노력에 최선을 다하고 있으나 저가의 외국산 제품 수입 급증에 따른 국내 생산제품의 수급 불균형 및 적정 판매가격 유지불가능 등으로 인하여 국내 업계의 어려움은 가중되고 있음.
- 식용유지 제조업의 가동률은 우리나라 전체 제조업의 가동률 대비 높은 수준으로 나타나고 있으나 2010년부터 전년 대비 2011년에는 4.7%, 2012년에는 1.9%, 2013년에는 7.1%까지 감소하고 있음.

표 24. 식용유지 제조업의 가동률

(단위 : %)

구분	2001	2004	2007	2010	2011	2012	2013
제조업(전체)	74.9	79.9	80.1	80.3	80.5	78.5	76.2
식용유지 제조업	87.9	84.1	99.3	100.0	95.3	93.4	86.3

자료 : 광공업생산연보 2013(통계청)

- 향후 식용유지시장은 기능성과 용도의 다양화를 추구하면서 업계들의 기술개발과 다양한 마케팅 전략이 선보일 전망이어서 더욱 치열한 경쟁이 예상되고 있음.

- 또한 곡물가격의 급상승은 시장상황을 더욱 어렵게 만들고 있으며 특히, 콩기름, 옥수수유는 높은 원료 수입의존도, GMO 문제까지 야기의 명확한 관리기준과 대책이 필요할 것임.
- 기술적이 측면에서는 유지생산기술은 정제유까지는 높은 수준에 도달하였으나 다품종의 전문유지 가공제품을 제조할 수 있는 첨단가공기술 연구가 추진되어야 함.
- 따라서 본과제를 통하여 수입 대체용 식물성 유지 소재를 대체 할 수 있는 국내에서 대량 가능한 국내 생산소재물 경제성 및 소비자 선호도 조사를 통해 선발하고
- 기존 식물성 유지 제조·가공 방법인 압착법(press method), 소화법(digestion process) 및 초임계 추출법 등이 아닌 저온에서 가공하는 방식인 Cold processing 분쇄 분리 공법을 이용한 식물성 유지 생산 기술 표준화하여
- Cold processing 분쇄 분리 공법으로 제조된 식물성 유지의 성분분석을 gas chromatography를 이용한 유효성분 분석 및 *in vitro* 또는 *in vivo* model로 항비만, 항동맥경화 기능성을 과학적으로 검증 후
- 경제성, 시장성을 고려하여 식물성 유지와 부산물인 박을 원료로 안전성이 확보된 4종의 제품군을 선발, 가공원료로 개발하여 산업화 하고자함.
- 개발이 완료된 시제품 4종은 향후 국내 거래처를 중심으로 식물성 유지 시장에 공급이 확정될 경우 예상되는 수입대체 효과는 연간 매출액 기준 최대 2억원이 예상된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1절 연구개발 성과

구분	특허		논문	
	출원	등록	SCI	비SCI
1차 년도	1			2
2차 년도	2	1	1	2
3차 년도	3	2	1(심사중)	2
계	6	3	2	6

※과제 종료후에도 특허등록 3건, 학술발표 3건, 인력양성 1건 추가 예정

2절 성과활용 계획

- 시제품들의 산업화 가능성을 확인하기 위해 시제품들을 식품업체와 화장품업체 등에 (총 25개 업체) 제시한 후 의견들을 조사하였음.
- 식품업체들의 의견을 종합해보면 소스류나 기능성 식품으로 적용이 가능하겠지만 원료의 향미와 같은 제품 고유의 특색이 부족하며, 가격적인 문제로 사용이 힘들다는 의견이 많았음.
- 화장품업체의 의견을 종합해보면 오일 제품이나 크림 제품으로 적용 가능하다는 의견이 가장 많았음. 다만, 효능과 효과 관련 자료가 기본적으로 필요하며 추후 반응이 긍정적인 업체들을 선별하여 원하는 자료를 보완하여 제출 할 예정임.
- 설문 조사를 참고하여 제품의 향이 약한 부분에 대한 개선사항을 적극 반영하여 가향을 하지 않은 유지 제품 4종과 가향을 한 제품 4종 잣 박 1종의 제품을 각각 개발하였음.
- 향을 첨가 하지 않은 제품으로는 잣오일 HF-94010, 산초혼합오일 HF-94011, 유자씨혼합오일 HF-94012, 유자씨오일 HF-94013 (100% 유자오일), 및 잣박분말 HF-94014를 향을 보강한 제품으로는 잣 오일 HF-94018, 산초혼합오일 HF-94019, 유자씨혼합오일 HF-94020, 유자씨오일 HF-94021을 개발하였으며, 참고로 향을 보강한 제품에는 당사가 개발한 향료 (잣향 HF-94015, 유자향 HF-94016, 산초향 HF-94017)를 가향하였음.

- 연간 당사에서 향료베이스 오일로 사용하는 식물성 유지류는 대두유(200Kg), 옥배유(380Kg), 채종유(140Kg) 등 1톤 정도를 사용하고 있으며 대체가능 유무를 검토 중.
- 판매되는 유자향의 매출은 연간 3,000만 원 이상이며, 신규 프리미엄 유자향 및 기존제품을 대체하기 위해 적극 활용할 계획임.
- 개발된 제품을 선별 된 업체들에 샘플 제공을 했으며, 채택되어 상품화되었을 경우 예상매출액은 다음과 같이 예상됨.

<식품향 매출군>

- 동서식품: 유자씨유 예상 사용량은 월 10kg으로, 연간 약 1,000만원 매출액 예상
- 롯데푸드: 잣기름 드레싱용으로 예상 사용량은 월 평균 50kg으로 연간 약 5,000만원의 매출 예상
- CJ제일제당: 유자씨유 연간 약 3,000만원의 매출액 예상
- 동원에프앤비: 잣기름 드레싱용으로 예상 사용량은 월 30kg으로 연간 약 3,000만원의 매출 예상
- 청호푸드시스템: 유자씨유 예상 사용량은 월 10kg 정도로 연간 500만원 매출액 예상
- 태경농산: 유자씨유 예상 사용량은 월 20kg으로 연간 1,000만원 매출액 예상
- 에이치 더블유: 유자씨유 예상 사용량은 월 10kg으로 연간 500만원 매출액 예상
- 동원홈푸드: 유자씨유 소스로 예상 사용량은 월 10kg으로 연간 1,000만원의 매출액 예상
- 태경식품: 잣기름 예상 사용량은 월 5kg으로 연간 500만원의 매출액 예상

<향장향 매출군>

- 아이피어리스: 기초제품에 유자씨유 컨셉용으로 적용 시, 월 10kg, 연간 1,000만원의 매출액 예상
- 피엘코스메틱: 헤어케어용으로 유자씨유, 산초유 적용 시 월 5kg, 연간 600만원의 매출액 예상
- 씨아이티: 기초제품 미백컨셉으로 유자씨유 사용 연간 10kg, 1,000만원의 매출액 예상
- 모나리자화장품: 헤어케어제품에 적용 잣기름 컨셉용으로 사용 시 월 5kg, 연간 1,500만원의 매출액 예상
- 소망화장품: 기초, 헤어제품에 유자씨유 적용 시 월 10kg, 연간 1,000만원의 매출액 예상
- 무궁화: 잣기름 비누 컨셉용으로 적용 시 년 10kg, 1,000만원의 매출액 예상
- 자체적으로는 개발된 제품으로 당사의 기존 제품을 대체하고 신규 제품에 적용할 계획이다. 그리고 제품 개발이 진행 중인 거래처와의 공급이 확정될 경우 예상되는 수입대체 효과는 연간 매출액기준 최대 2억원이 예상됨.

식품	뉴트리바이오텍	연질 캡슐 적용 가능 물성에 따른 적용 예 자료필요 산초 기름, 유자씨 기름은 체중조절 컨셉 잣기름 뷰티 제품에 적용
	대상	산초 기름, 유자씨 기름 기능성 제품(다이어트) 적용 가능 가 격이 비싸면 적용 힘들 잣기름 압착유로 1만원 미만에 적용가능
	신송식품	산초 기름 소스용 유자씨 기름 천연조미료, 소스류 잣기름 죽에 적용하는 소스 고유의 향미 부족
	아그라나후르츠	소스로 적용 가능 다양한 application 자료 필요
	롯데중앙연구소	고유의 향미가 약함, 잣기름은 너무 고가 산초, 유자씨 기름은 고유의 특성원료로 보기 힘들
	(주)아이작	전체적으로 향미가 너무 약해 적용이 힘들 잣기름은 소스용으로 사용하기 가격이 높음
	(주)동서	제품의 고유의 향미가 약함 고유한 특성 또한 가격대비 매력적이지 않음
	CJ제일제당	제품의 고유 향미가 약함 B2C상품으로 조리적 특징이 있으면 함 판가가 높아 가격 개선 제품이 필요
	(주)허비니	고유의 향미가 부족하지만 색상은 좋음 적정한 판매가 개선필요 산초, 유자씨 기름 대두혼합품은 특색이 없음
	세미기업	산초 기름, 잣기름은 식품용도로의 특색이 없음 유자씨 기름은 소스 및 드레싱유에 적용가능하나 향미가 약함 순수 유자씨 기름 개발요청
	한국인삼공사	고유의 향미 부족 가격이 너무 높음
	폴무원	기능성 제품군에 적용 가능 단가가 너무 높음
화장품	일진코스메틱	크림, 샴푸, 스킨케어에 적용가능 상세한 효능자료 필요 제품 적용 시 색상영향 적어야 함
	아이썸	산초 기름 클렌저 유자씨 기름 보습 및 클렌저 잣기름 보습제품 효과, 효능에 대한 자료가 첨부되어야 함
	코리아나화장품	오일 제품 및 크림제품군에 적용가능 제품 제형 및 안정도에 대한 자료 필요
	더말코리아	오일 제품 및 크림제품군에 적용가능

		효과, 효능에 대한 자료 필요
	코스맥스	크림제품군에 적용 가능 유화에 대한 application 자료 필요 제형 색상에 영향주지 않아야 함
	피에프네이터	크림제품에 검토 가능 효능, 효과 및 부수적인 추가 자료가 필요
	코스메카코리아	기능성 원료로 사용가능성 있음 색상이 좋지 못하고 고유의 향이 약하고 원료의 특색이 차별적이지 않음
	웰코스	컨셉 원료로 적용가능 고가의 컨셉으로 사용하기엔 특색이 없고 고유의 향이 약함 산초와 유자씨 기름의 경우 컨셉 원료로 검토 가능
	씨엔티드립	컨셉 원료로 사용가능 제품의 특색 선호도가 낮음 고유의 향이 약함
	웰메이드 인터네셔널	특별히 적용 가능한 제품군이나 컨셉 없음
	코웨이	컨셉 원료로 희귀성은 산초 기름이 좋음 유자씨 기름의 경우 고유의 향을 추가 적용해서라도 향취개선 필요 Base원료로 검토 가능하나 가격개선 필요
	폴무원	컨셉 원료로 검토가능 제품의 안정성 확보 효능에 관한 자료필요
기타	포켄스(애견용품)	기능성이유식, 피부피모관리 용품으로 적용 가격이 너무 높음 추가적으로 고유의 향 부여필요

3절 과제외 연구진행 계획

- 최대 수율을 얻기 위해 대체유를 사용하여 표준화 공정을 뿐만 아니라 단독 추출을 이용한 식물성 유지 추출법을 현재 고려하고 있음.
- 국내 생산 장비로는 현재 불가능하므로 일본 업체인 주식회사 스에히로 EPM YOTANI에서 보유하고 있는 냉압착 착유기(V-01형)를 이용한 최적 추출조건을 의뢰, 검토 중임.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1절 해외과학기술정보

- 환자와 유아, 체육인을 위한 고열량, 비만방지 및 체내 흡수가 빠른 중쇄지방(MCT) 등과 같은 특수용도의 고부가가치제품을 의약품 및 이유식 등 특수용도식품에 이용되고 있으나 그 양은 미미함.
- 한편, 식물성유지 중에 함유되어 있는 생리활성과 생체조절기능 등 기능성 지질에 대한 연구개발도 활발히 이루어질 것으로 예상된다. 즉, 고도불포화지방산, 중쇄지방산, 지방산알코올, 인지질, 당지질, 스테롤, 토코페롤, 토코트리에놀, 카로티노이드, 세사민과 세사몰린, 감마오리자놀, 고시폴, 사포닌 등이 있다.
- 정어리, 꽂치, 멸치, 고등어 등 등푸른 생선의 지질 중에 11~33% 정도 함유되어 있는 DHA, EPA는 여러 가지 방법에 의하여 상업적으로 제조하며 건강식품 및 가공식품 등에 폭넓게 이용되고 있는데 단점인 산화안정성을 높이는 방법 및 고순도 농축기술개발이 계속 진행 중에 있음. 실험실적으로는 초임계유체를 이용하여 EPA와 DHA를 개별적으로 고 순도로 분리하고 고유의 이취를 제거하는 연구가 진행되고, 아직 대량생산화는 진행되지 못하고 있음.
- 그러나 이전에 비해 순도는 높아지고 이취는 제거되는 제품이 고가이지만 점점 늘어나고 있음. 또한 미생물을 이용한 생산방법이 연구되었는데, 미국의 Martek사에서 Microalgae(MK8805)를 배양하여 DHA 함량이 48%에 이르는 단세포유지(Single Cell Oil)를 개발 DHASCO라는 상품명으로 생산, 판매하고 있음.
- 현재 30% EPA를 함유하고 있는 미생물유지는 kg당 20~30달러 정도의 가격으로 판매되고 있으나 어류에서 생산하는 방법이 미생물을 이용한 방법보다 순도 면에서 더욱 경제적인 것으로 평가되고 있음.
- 아라키돈산의 생리작용으로는 위 점막 보호작용, 지방간 예방 등의 간장보호효과, 항암 효과, 간경변증에 있어 지질대사 이상개선, 태아의 신체와 뇌 발육에 중요성 등이 보고되고 있음. 동물조직에 널리 분포하고 있으나 돼지의 조직이나 정어리로 부터 직접 얻을 때에는 함량이 5%밖에는 안 되기 때문에 새로운 자원을 찾는 개발이 진행 중에 있으며, 최근 일본 토양에서 아라키돈산 고생산균 Mortierell Alpina IS-4를 분리하여 아라키돈산 함유유지의 공업적 발효생산에 성공했다고 보고되고 있음.
- 40% 아라키돈산을 함유하고 있는 미생물유지인 경우 kg당 300달러로 판매되고 있

으며, 이런 특수한 미생물 유지의 경우 kg당 4~5 달러의 생산원가가 소요되므로 부가가치가 높은 제품이라 할 수 있음.

- 감마리놀렌산은 프로스타글란딘의 전구물로서 그 생리활성이 여러 가지로 검토되고 있으며 중요한 지방산으로 알려져 있음. 이를 함유한 유지로서는 달맞이꽃 종자에서의 추출유가 알려져 있으며 실용단계에 있으나 1년 초인 달맞이꽃 종자에서의 추출유가 알려져 있으며 실용단계에 있으나 1년 초인 달맞이꽃의 재배에는 넓은 토지와 긴 기간을 필요로 하여 경지면적이 좁은 나라에서는 생산수단을 갖고 있지 못하기 때문에 새로운 생산수단의 개발이 요구되고 있음.
- 감마리놀렌산을 20% 함유하고 있는 미생물유지의 경우 kg당 15~20달러 정도로 판매되고 있음. 따라서 아라키돈산과 감마리놀렌산을 함유하는 미생물유지가 가장 경제성이 높은 것으로 평가되고 있으며, 국내 유지자원이 절대적으로 부족한 국내의 환경에 비추어 부가가치가 높은 미생물유지에 대한 연구가 국내에서도 필요한 것으로 생각됨.
- 환자식이나 유아식에 많이 이용되고 있는 중쇄지방질(medium chain triglyceride, MCT)은 탄소수가 8~10개의 지방산으로 이루어진 중성 지방질을 말하는데, 자연계에 널리 분포되어 있는 장쇄지방질에 비하여 여러 가지 독특한 특성을 가지고 있음.
- 상온에서 무색투명한 액체이며, 비교적 점도가 낮고(25-35 cp at 20°C) 향과 맛이 좋으며, 산화에 대해서 상대적으로 안정함. 성인이 하루 100g을 섭취하여도 전혀 문제가 없는 것으로 보고되어 있으며, 전체 영양섭취량의 40%까지 섭취하여도 별다른 이상이 없는 것으로 보고되고 있음. 중쇄지방질의 상업적 합성방법은 촉매 없이 고온고압에서 직접 에스테르화시켜 합성함.
- MCT는 많은 장점을 갖고 있으나 리놀레산과 같은 필수 지방산은 체내에서 합성이 불가능하기 때문에 가장 쉬운 방법으로 MCT와 장쇄지방산인 LCT를 물리적으로 혼합한 것을 사용하였음.
- 그러나 최근에는 이러한 혼합물보다 MCT와 LCT를 interesterification시켜 재구성지방질(structured lipid)로 제조하는 것을 선호함.
- 그 이유는 물리적 혼합물은 각각의 트리글리세라이드가 고유의 흡수속도를 가지는 반면 재구성지방질은 흡수가 빠른 MCT와 흡수가 느린 LCT의 중간 정도의 흡수속도를 가짐으로써 환자식 등에 이용할 때 에너지 흡수속도를 조절할 수 있다는 장점이 있기 때문임. 재구성지방질은 면역기능을 향상시키는 작용도 있음.
- 다양한 지질소재는 종래의 단순한 고칼로리 식품의 개념에서 벗어나 인체의 생리활

성조절에 필수불가결한 성분으로서 알려지고 있으며 건강에 대한 관심이 높아지면서 재래지질의 개발이 활발히 진행되고 있는 상태임. 이러한 지질소재는 식품, 의약품, 화장품, 유화제 이외에도 화상기록재료, 정보기록재료, 분자인식 장소로써의 지질 막, 바이오센서의 구성요소로써 새롭게 이용되고 있음.

- 2008년 들어 건강기능식품의 큰 변화가 일어나고 있고 유지업계에서도 큰 관심을 가지고 있음. 상기에서 알아본 유지류의 기능성성분이 종전에는 단지 건강기능식품의 원료로 소량 사용하거나 일반식품에는 기능성 식품으로 효능의 표시나 광고를 하지 못해 일본에 비해 판매량이나 다양화가 이루어지지 못한 것이 현실이었음.
- 그러나 건강기능식품의 제형의 변화되고, 이에 따라 일반식품에도 기능성 성분을 가미한 유지류의 건강식품으로의 판매 등이 가능해짐에 따라 다양한 기능성 유지가 출시될 것으로 예상됨. 이러한 변화는 식용유지 시장에 새로운 변화를 일으킬 것이며 소비자는 다양한 기능성 식용 유지를 만나 볼 수 있을 것으로 예상됨.

제 7 장 연구시설·장비 현황

- 해당없음

제 8 장 연구실 안전관리 이행실적

1 절 연구실 안전관리 이행실적

1. 연구실 안전 점검 체계 및 실시

가. 실험실 안전 점검

위험등급	점검주기	분류 기준
A등급	분기 1회	가연성가스, 인화성 시약, 유해화학물질, 다량의 폐액배출, 독극물, 생물 및 동물의 취급, 방사성 동위원소, 위험성이 높은 기계장비가 설치된 실험실
B등급	반기 1회	일반시약, 소규모 인화성 시약, 불연성가스, 소량의 폐수발생 실험실
C등급	연 1회	이화학실험을 수행하지 않는 전기, 설계, 컴퓨터 관련 실험실

나. 실험실 정밀안전진단 실시

실험실안전관리규정에 의거 실험실의 위험정도에 따라, A,B,C로 관리등급을 분류하여, 실험실 환경안전점검을 실시하고 있으며, 안전점검실시 결과 실험실의 재해예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 전무기관에 의뢰하여 정밀 안전진단을 실시함.

2. 교육 훈련

가. 안전교육 훈련 수료증



3. 실험실 내 비치된 안전보호구함 및 상비약

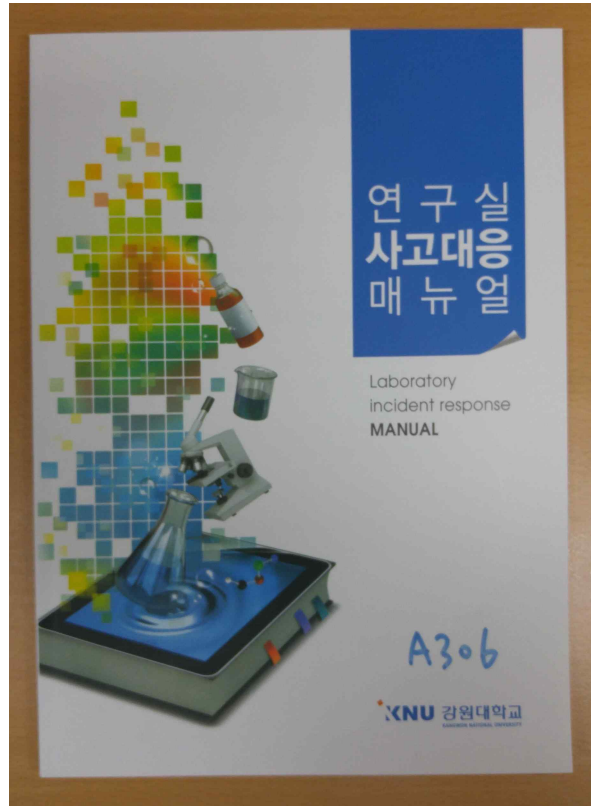


4. 실험실 내 안전관리 수행

[별첨 7] 연구·실험실 안전점검부(일상점검)

가. 연구실 : 생물대 1. 점검구역 : 생물대
 2. 점검일자 : 2023. 08. 25 3. 점검인원 : 김민준, 김민준, 김민준
 4. 점검내용 : 생물대 5. 점검결과 : 합격

구분	점검내용	점검내용	점검결과	비고
실험 시설 및 시설	- 화재예방: 방화 관리상태 - 화재의 표기(라벨) - 화재 시의 비상 탈출로 - 방화문 닫힌 상태 여부			
전기시설	- 급류차단, 누전차단기 설치여부 - 절연기 방지 및 접지 상태 - 안전보호: 작업중절사물 준수여부			
가스시설	- 가스용기의 안전장치 설치여부 - 가스배관의 누출 여부 - 가스누설탐지기 설치여부 - 가스배관의 보호 여부			
기계시설	- 기계기구의 안전장치 설치여부 - 배관의 부식, 누수 상태 - 환기를 기구의 작동 상태 - 닦고 및 청결 상태			
소방시설	- 소화기 비치여부 - 비상구 관리상태 - 비상구도 표지판 등 소양시설			
병행성 생물 연구 실험실	- 생물실험: 병행성, 보관 상태 - 실험물기구의 보관 및 관리 - 실험실의 관리상태 - 안전실험: 안전구획, 안전장비			
안전구획 준수여부	- 안전구획: 계획, 작동 및 유지 - 안전관리자 지정 - 취급 약품의 물질안전보건자료(MSDS) 비치 - 안전구획 및 교육 실시 여부			
기타	- 실험실: 출입카드, 열쇠 등 관리 - 실험실내 화재 등 비상구 - 비상구 및 안전구획 준수 여부			



연구실 안전점검 일지 (6월)

연구실명 : BIO R40 담당자 : 김민준

점검항목	날짜																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
화재예방 및 방화 상태	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
화재 예방: 방화문, 비상 탈출로 상태	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
화재 예방: 방화문, 비상 탈출로	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
가스용기의 안전장치 설치 여부	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
가스배관의 누출 여부	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
가스누설탐지기 설치 여부	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
가스배관의 보호 여부	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
기계기구의 안전장치 설치 여부	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
배관의 부식, 누수 상태	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
환기를 기구의 작동 상태	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
닦고 및 청결 상태	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
소화기 비치 여부	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
비상구 관리 상태	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
비상구도 표지판 등 소양 시설	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
생물실험: 병행성, 보관 상태	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
실험물기구의 보관 및 관리	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
실험실의 관리 상태	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
안전구획: 안전구획, 안전장비	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
안전구획: 계획, 작동 및 유지	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
안전관리자 지정	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
취급 약품의 물질안전보건자료(MSDS) 비치	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
안전구획 및 교육 실시 여부	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
실험실: 출입카드, 열쇠 등 관리	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
실험실내 화재 등 비상구	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0
비상구 및 안전구획 준수 여부	0	0	0	0				0	0	0	0	0			0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0			0	0

점검자: 김민준, 김민준, 김민준

(첨대: 생대-4, 생대-4)

제 9 장 참고문헌

1. Costa LG, McDonald BE, Murphy SD, Omenn GS, Richter RJ, Motulsky AG, Furlong CE. 1990. Serum paraoxonase and its influence on paraoxon and chlorpyrifos-oxon toxicity in rats. *Toxicol Appl Pharmacol.* 103(1): 66-76.
2. Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical biochemistry.* 95: 351-358.
3. Foxall TL, Shwaery GT, Stucchi AF, Wang SS, Nicolosi RJ. 1992. Dose-response effects of doxazosin on plasma lipids, lipoprotein cholesterol and aortic fatty streak formation in hypercholesterolemic hamsters. *Am J Pathol.* 140: 1357-1363.
4. Twentyman PR, Luscombe M. 1987. A study of some variables in a tetrazolium dye (MTT) based assay for cell growth and chemosensitivity. *Br J Cancer.* 56(3): 279-285.
5. Fridovich I. 1986. Biological effects of the superoxide radical. *Arch Biochem Biophys* 247(1): 1-11.
6. Esterbauer H, Wäg G, Puhl H. 1993. Lipid peroxidation and its role in atherosclerosis. *Br Med Bull* 49(3): 566-576.
7. Xiao N, Yin M, Zhang L, Qu X, Du H, Sun X, Mao L, Ren G, Zhang C, Geng Y, An L, Pan J. 2009. Tumor necrosis factor- α deficiency retards early fatty-streak lesion by influencing the expression of inflammatory factors in apoE-null mice. *Mol Genet Metab* 96(4): 239-244.
8. Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol* 52: 302-310.
9. Schwenke DC, Carew TE. 1989. Initiation of atherosclerotic lesions in cholesterol-fed rabbits. I. Focal increases in arterial LDL concentration precede development of fatty streak lesions. *Arteriosclerosis* 9(6): 895-907.
10. Abbas AK, Lichtman AH. 2003. *Cellular and Molecular Immunology.* 5th ed. Saunders, Philadelphia. pp. 31-32.
11. Kim JS, Kim MS, Yang HW, Yu CH, Yoon YD, Bae IH, Jung BJ, Song HJ. 2002. The Study on Apoptosis and Expression of Fas, Fas-ligand, Bax, and Bcl-2 in Human Fragmented Embryos. *Kor. J. Fertil. Steril.* 29(3): 167-178.
12. Hartman J, Frishman WH. Inflammation and atherosclerosis: a review of the role of interleukin-6 in the development of atherosclerosis and the potential for targeted drug therapy. *Cardiol Rev.* 22(3): 147-151.
13. McKellar GE, McCarey DW, Sattar N, McInnes IB. Role for TNF in atherosclerosis? Lessons from autoimmune disease. *Nat Rev Cardiol.* 6(6):410-417.
14. 농수산물유통공사. 2011. 가공식품 세분화 시장 현황조사
15. 농축산식품. 2014. 2014-2015. 한국식품연감
16. 식품저널. 2015. 2015 식품유통연감

<첨부>

특허, 논문, 시장 분석보고서

신청과제명	기존 수입의존 식물성유지 대체소재 개발		
주관연구책임자	이정일	주관기관	(주)한빛향료

1. 본 연구관련 국내외 기술수준 비교

개발기술명	관련기술 최고보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
식물성 유지 추출 기술	없음	0%	Cold processing 가공 기술 확립	Cold processing 가공 기술을 통해 식물성 유지 추출	
유지 및 부산물을 이용한 시제품 개 발	없음	0%	유지의 추출 및 부산물을 이용한 시제품 개발	유지 및 부산물을 이용한 4종 가공 식품개발	

2. 특허분석

가. 특허분석 범위

대상국가	국내
특허 DB	특허정보원 DB(www.kipris.or.kr)
검색기간	최근 10년간
검색범위	제목 및 초록

나. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		식물성 유지 추출기술		유지 및 부산물을 이용한 시제품 개발	
Keyword		식물, 유지 추출		식물, 지방, 부산물	
검색건수		12,767		1,055	
유효특허건수		14		8	
핵심특허 및 관련성	특허명	쌀겨로부터 오리자놀을 함유하는 미강유를 최적 추출하는 방법 및 오리자놀을 함유하는 마요네즈	인삼의 씨 추출물과 이를 포함하는 조성물 또는 유지 및 이것의 제조방법	유기농 포도를 이용한 고품질의 포도씨유 및 포도씨차의 제조방법	다불포화 지방산을 함유하는 식물 종자 오일
	보유국	한국	한국	한국	한국
	등록년도	2005년	2014년	2007년	2015년
	관련성(%)	50%	30%	60%	10%
	유사점	식물체에 존재하는 유지를 조건별로 추출하고 추출 조건별 유효성분을 검증함	식물체에 존재하는 유지를 조건별로 추출하고 추출 조건별 유효성분을 검증함	식물체의 유지 추출 후 버려지는 부산물을 이용하여 가공식품을 개발함	식물체를 이용하여 유지를 생산함
차이점	유지 추출시 용매를 사용하지 않고 습식분쇄, 원심분리기술을 통하여 식물체내의 함유하고 있는 유지를 산화가 방지된 상태로 추출하는 기술을 사용함	식물체에 존재하는 유지를 유효성분이 파괴되지 않는 가공기법을 이용하여 추출함으로써 기능성을 유지하는 유지를 추출함	유지추출 후 부산물의 지방함량을 조절하여 가공식품 개발시 다양한 제품의 개발에 접목이 가능한 기술을 적용함	식물체를 이용하여 유지를 추출하며, 추출 후 남은 부산물을 이용하여 제품으로 개발함	

- 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
- 2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총 검색건수를, 유효특허건수는 검색한 특허 중 핵심(세부)개발기술과 관련성이 있는 특허를 의미
- 3) 핵심특허는 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 특허를 기준으로 분석

3. 논문분석

가. 논문분석 범위

대상국가	대한민국
논문 DB	한국학술정보(http://kiss.kstudy.com/), 한국연구정보서비스(http://www.riss.kr/)
검색기간	최근 10년간
검색범위	제목, 초록 및 키워드

나. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		식물성 유지 추출기술			유지 및 부산물을 이용한 시제품 개발
Keyword		식물, 유지 추출			식물, 지방, 부산물
검색건수		588			8
유효논문건수		11			없음
핵심논문 및 관련성	논문명	초임계유체추출의 응용/유지식품	추출방법에 따른 산초 종자 정유성분의 이화학적 특성	오미자씨에서 추출된 유지의 성분 및 항산화 효과	-
	학술지명	식품과학과 산업	한국식품저장유통학회	한국약용작물학회	-
	저자	윤정로	정미선	류일환	-
	게재년도	2009년	2013	2012	-
	관련성(%)	30%	20%	10%	-
	유사점	식물종자로부터 유지를 추출함	산초를 이용하여 유지를 추출하였으며, 추출법에 따라 비교함	오미자씨를 이용하여 유지를 추출하였으며, 추출법에 따라 비교함	-
	차이점	식물종자로부터 유지추출방법의 압착법, 용제법 외의 방법으로 초임계추출법을 사용하고 있으나 산업적으로 활용할 때 고가 장비의 활용이 뒷받침되어야 하는 단점을 가지고 있고 용매로 CO ₂ 를 사용함	산초 종자로 초임계 추출, 압착 추출을 이용하여 추출한 뒤 화학적 분석, 지방산 분석 하였으나 산업적 가치 및 활용에 대해서는 연구하지 않음	오미자씨로 초임계 추출, 용매 추출, 압착 추출법으로 추출한 뒤 지방산 분석, 산도 및 페놀, 비타민함량, 항산화능을 측정하였으나 산업적 가치 및 활용에 대해서는 연구하지 않음	-

- 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
- 2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총 검색건수를, 유효논문건수는 검색한 논문 중 핵심(세부)개발기술과 관련성이 있는 논문을 의미
- 3) 핵심논문은 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 논문을 기준으로 분석

4. 제품 및 시장 분석

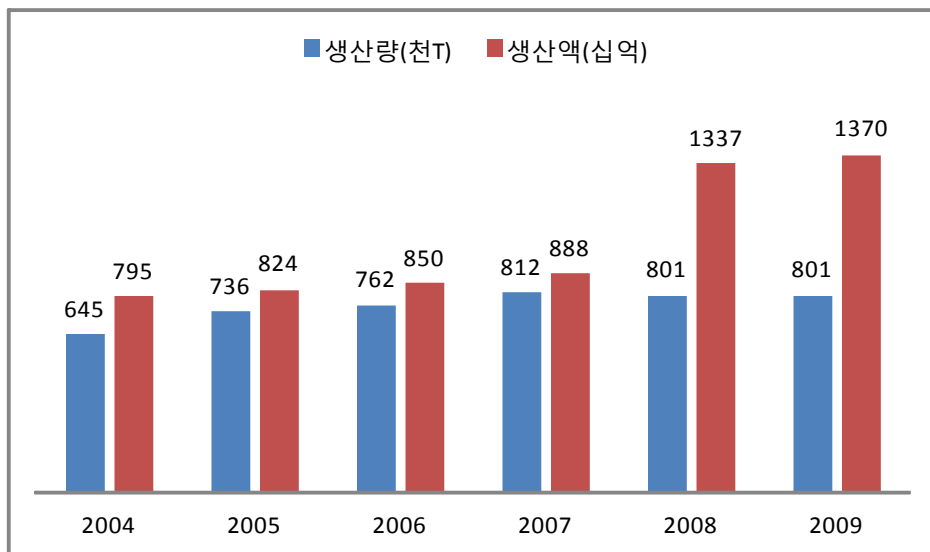
가. 생산 및 시장현황

1) 국내 제품생산 및 시장 현황

① 식용유지 생산동향

- 식용유지 생산량은 2007년 81만 톤을 생산하였으며, 이후 조금씩 감소하고 있지만 생산액은 2008년부터 크게 증가하여 2008년 식용유지 생산액은 전년대비 50.7% 증가한 1조 3,370억 원으로 나타났으며, 이는 식용유지의 고급화 바람으로 판단됨.

<그림1> 식용유지 생산 현황



출처 : 식약청 「식품 및 식품첨가물 생산실적」 2004~2009년

- 2005년, 2009년 식용유지류 생산현황을 품목별로 살펴보면 생산량을 기준으로 콩기름(대두유)가 가장 많은 것으로 나타나고 있음. 그러나 2005년도에는 콩기름, 쇼트닝, 가공유지, 팜유류, 옥수수기름, 마가린류, 올리브유, 참기름, 채종유, 등의 순서로 생산량이 높은 반면, 2009년에는 콩기름에 이어 팜유류가 두 번째로 많은 생산량을 차지하고 있음

<표1> 식용유지 품목별 생산현황

(단위:톤)

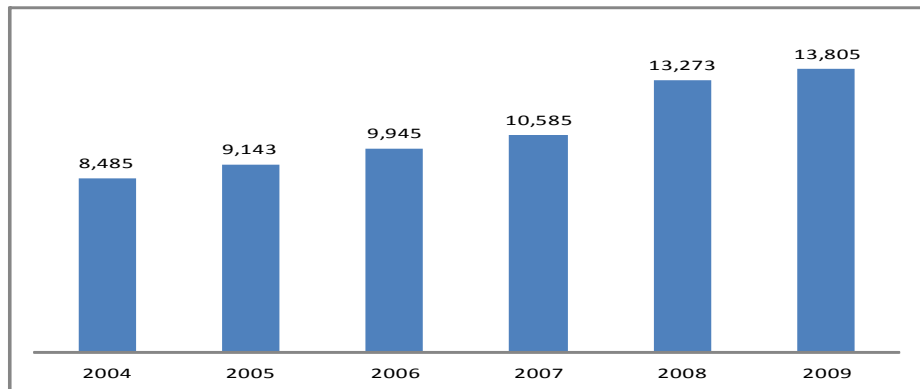
	2005년	2009년
콩기름(대두유)	360,096	373,623
팜유류	60,092	79,722
가공유지	63,452	51,534
채종유(유채유 또는 카놀라유)	16,130	48,821
옥수수기름(옥배유)	43,642	41,754
마가린류	42,057	38,410
쇼트닝	69,975	35,578
혼합식용유	10,084	34,689
기타식용유지	6,664	23,797
참기름	18,888	22,248
미강유(현미유)	2,244	8,924
야자유	8,959	8,493
해바라기유	139	8,258
들기름	9,069	7,299
올리브유	19,212	7,107
향미유	-	9,119
목화씨기름(면실류)	6,849	-
고추씨기름	907	-
홍화유(사플라워유)	46	-
합계	738,505	799,376

② 식용유지 시장규모

- 2009년 출하액 기준 식용유지의 시장규모는 1조 3,805억원으로 전년대비 4.0% 성장하였으며 식용유지시장은 2004년 8,485억원에서 매년 꾸준히 증가하여 2007년에는 1조원을 넘어섰으며 2009년에는 2004년 대비 62.7% 성장하였음.

〈그림 2〉 식용유지 시장규모 추이 - 출하액 기준

(단위: 억원)



출처 : 식약청 「식품 및 식품첨가물 생산실적」 각 년도

- 2009년 식용유지류의 품목별 출하액을 살펴보면 콩기름(대두유)가 5,577억으로 전체 식용유지시장에서 약 41%를 차지하며 그 뒤를 이어 참기름(9%), 채종유-카놀라유(7%), 쇼트닝(6%), 가공유지, 마가린류, 기타식용유지, 옥수수기름, 혼합식용유(5%), 올리브유, 향미유, 팜유류(3%), 들기름, 미강유, 야자유, 해바라기유(1%) 순으로 시장이 형성되어 있다.

〈표 2〉 2009년 식용유지 품목별 출하액

(단위 : 천원)

품목	출하액(비중)
콩기름(대두유)	557,756,665 (40.6%)
참기름	121,012,863 (8.8%)
채종유(유채유 또는 카놀라유)	98,452,590 (7.2%)
쇼트닝	82,972,238 (6.0%)
가공유지	75,498,261 (5.5%)
마가린류	72,323,869 (5.3%)
기타식용유지	69,698,005 (5.1%)
옥수수기름(옥배유)	65,987,016 (4.8%)
혼합식용유	63,592,143 (4.6%)
올리브유	39,392,333 (2.9%)
향미유	38,287,360 (2.8%)
팜유류	36,534,401 (2.7%)
들기름	14,170,280 (1.0%)
미강유(현미유)	13,504,060 (1.0%)
야자유	13,319,371 (1.0%)
해바라기유	12,538,205 (0.9%)

출처 : 식약청 「식품 및 식품첨가물 생산실적」

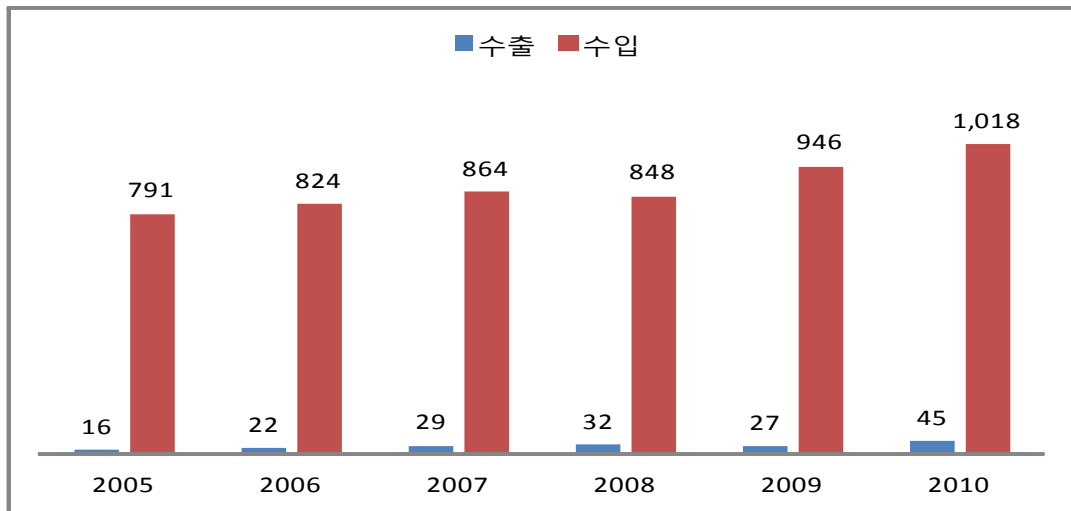
2) 국외 제품생산 및 시장 현황

① 수출입 중량 동향

- 유지의 수출량은 수입량과 비교하여 매우 미미한 수준이나 지속적으로 증가하고 있음.

<그림 3> 유지의 수출입중량 동향

(단위: 천톤)

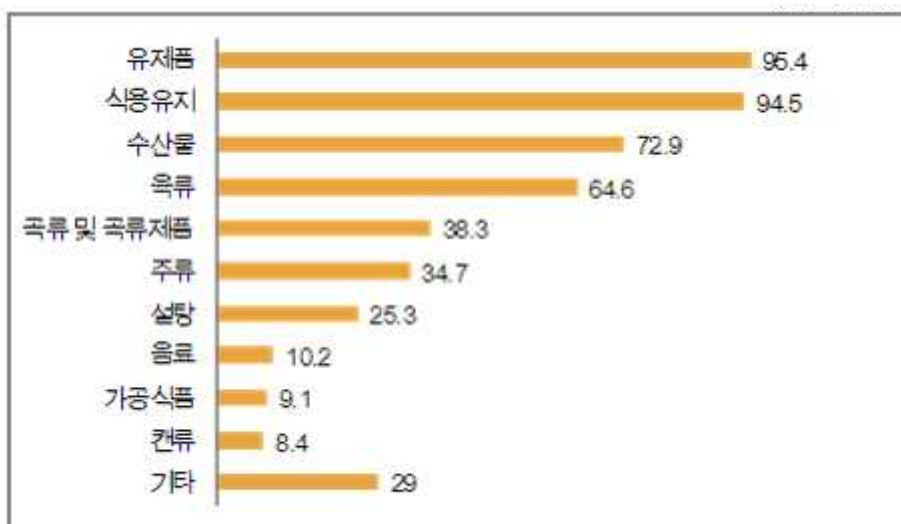


출처 : 관세청 수출입무역통계, <http://www.customs.go.kr/>, 품목별 수출입 실적(2011.3.6)

- 국내에서 중국으로 수출하는 식품 중 식용유지는 94.5만회로 수출하는 품목 중 2위에 해당함.

<그림 4> 대중 수출식품 품목 (통관회차)

(단위 : 만회)

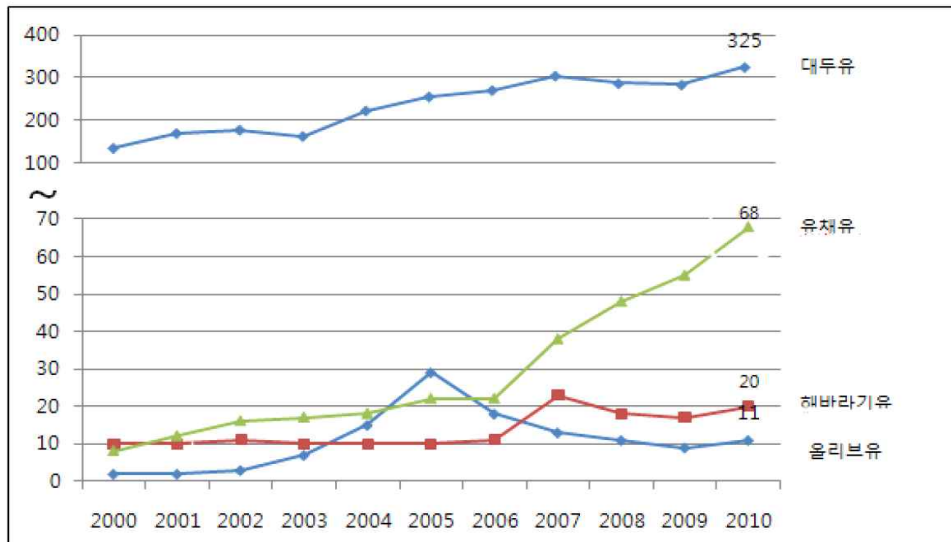


출처 : 중국 국가질검총국

- 유지류 품목별 수입량 현황을 살펴보면, 2010년 대두유 수입증량은 32만 5천톤으로 전년대비 14.3% 증가하여 유지류 중 수입증량이 가장 많고 계속해서 증가하는 추세임. 또한 고급유중에서는 2006년부터 빠르게 증가해온 유채유 수입증량은 2010년 6만 8천톤으로 전년대비 23.9% 증가하였음.

<그림 5> 식용유지 품목별 수입증량 추이

(단위: 천톤)



출처 : 관세청 수출입무역통계, <http://www.customs.go.kr/>, 품목별 수출입 실적(2011.3.6.)

나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 식물체의 함유된 유지를 기존의 유지 추출방법인 압착법, 용제사용법, 초임계추출방법이 아닌 cold processing 분쇄 분리 공법을 사용하여 추출함으로써 기존 추출방법의 단점들을 보완함.
- 압착법을 통한 유지 추출방식은 유지의 높은 수율을 얻을 수 없으며 발열로 인한 유지의 산화가 빨리 일어나며 유지 추출 후 부산물을 이용할 수 없음.
- 용제사용을 통한 유지 추출방식은 가장 많이 사용하고 있는 방법이지만 유기용매를 사용함으로써 식품으로써 소비자의 선호도가 떨어지며 부산물을 사용하여 2차 가공제품의 생산이 불가능함.
- 초임계추출을 통한 유지추출방식은 고가의 장치산업으로 유지 추출에 비용이 많이 발생하며 부산물을 가공제품에 사용할 수 있으나 부산물의 남아있는 유지 함량의 조절이 어려워 다양한 가공제품의 개발이 어려움.
- 현재 유지 추출 방법이 아닌 cold processing 분쇄 분리 공법을 통한 유지 추출방법을 통하여 산업화 할 경우 유지 추출 시 식물체에 가해지는 열발생이 없어 유지의 산화가 느리며 유지의 추출 수율 또한 조절이 가능하여 유지 추출 후 부산물내의 유지함량 조절로 다양한 가공제품을 개발, 산업화 할 수 있어 고부가가치 산업화를 이룰 수 있을 것이라 기대함.

2) 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 만원)

항 목 \ 산업화 기준	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	1,500	2,000	2,000	2,500	3,000	11,000
경제적 파급효과	300	500	500	600	700	2,600
부가가치 창출액	100	200	250	300	500	1,350
합 계	1,900	2,700	2,750	3,400	4,200	14,950

- 1) 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- 2) 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- 3) 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

5. 3P(특허,논문,제품)분석을 통한 연구추진계획

가. 분석결과 향후 연구계획(특허, 논문, 제품 측면에서 연구방향 제시)

1) 특허분석 측면

- 기존 특허는 유지 생산 방법으로 용매추출, 압착법, 초임계 추출과 같은 추출방법에 치중되어 있으며, 이러한 추출법은 유효성분이 파괴되거나 향, 맛이 변하는 추출방법이므로, 본 연구과제에서는 새로운 추출공정인 cold processing 분쇄 분리 공법으로 연구를 추진하여 유효성분이 파괴되지 않고 향과 맛이 유지되는 가공방법에 관한 특허 등을 국내에 1건 출원 및 1건 등록하였음
- 기존 특허는 종자 등으로부터 유지를 추출하거나, 유지를 추출한 뒤 남은 부산물에 관한 특허는 사료 등으로 소비하려는 특허가 대부분으로 산업성, 사업성이 없는 특허가 대부분이므로, 본 연구과제에서는 종자 등으로부터 유지를 추출하거나, 유지를 추출한 뒤 남은 부산물의 제조방법 및 효능검증을 통해 고부가 가공 제품을 개발한 특허를 국내에 4건 출원하였으며 2건 등록하였음

2) 논문분석 측면

- 기존 논문은 식물성 유지추출 관련한 기술은 초임계 추출, 용매 추출, 압착 추출 등의 방법을 이용하여 추출하는 분야에만 치중되어 있고 기능성 효능검증 및 산업성, 사업성에 관한 연구가 이루어지지 않았으므로, 본 연구과제에서는 신공법인 cold processing 분쇄 분리로 연구를 추진하여 기존 가공방법과의 차이점을 비교하였으며, 제조한 유지를 이용하여 향동맥경화, 항비만 효능을 검증하여 식물성유지의 지방산 함량과 기능성 검증에 관한 논문 등을 국내 학술등재지에 등록된 학회지(KCI)에 6건, 국내 SCIE급 학술지에 1건을 게재하였으며, 국내 SCIE급 학술지에 1건 투고중임

3) 제품 및 시장분석 측면

- 국내 및 국외시장 분석결과 수입의존 식물성 유지 소재를 이용한 제품 등의 생산 및 판매가 이루어지고 있으나, 판매하는 제품의 가격이 고가이거나 효능이 검증되지 않은 제품이 판매되고 있으므로, 본 연구과제에서는 cold processing 분쇄 분리 개발방향으로 수입의존 식물성유지제품을 대체할 국내산 견과류, 종자류 제품 및 부산물인 박을 이용한 가공제품 등에 관해 연구 및 개발과 이에 대한 과학적인 효능을 검증한 시제품을 4건을 생산하였으며, 시제품을 보완 및 마케팅을 통해 국내 및 국외에 판매할 계획임.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.