

발간등록번호

11-1543000-001413-01

신수요 창출을 위한 양파 무취화
기술 및 고효율 추출기술 개발과 이를
이용한 고부가가치 제품화 최종보고서

2016.10.31

주관연구기관 / 우포의아침(주)

협동연구기관 / 경상대학교 산학협력단

위탁연구기관 / 경상대학교 산학협력단

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “신수요 창출을 위한 양파 무취화 기술 및 고효율 추출기술 개발과 이를 이용한 고부가가치 제품화”(개발기간 : 2013. 07. ~ 2016. 07.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2016. 10. 31.

주관연구기관명 : 우포의아침(주)
협동연구기관명 : 경상대학교 산학협력단
위탁연구기관명 : 경상대학교 산학협력단

대표이사 박 중 협
최 성 길
허 호 진



주관연구책임자 : 박 중 협
협동연구책임자 : 최 성 길
위탁연구책임자 : 허 호 진

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

| | | | | | |
|---|----------------------------|---|-------------------------------|-------------------|---|
| 과제고유번호 | 113023-3 | 해 당 단 계 연 구 기 간 | 2013.07.16 ~ 2016.07.16 | 단 계 구 분 | 3년차/ 총3년 |
| 연구사업명 | 중 사업명 | 고부가가치식품개발사업 | | | |
| | 세부 사업명 | 고부가가치식품개발사업 | | | |
| 연구과제명 | 대 과 제 명 | | | | |
| | 세부 과제명 | 신수요 창출을 위한 양파 무취화 기술 및 고효율 추출 기술 개발과 이를 이용한 고부가가치 제품화 | | | |
| 연구책임자 | 박 중 협 | 해당단계 참 여 연구원 수 | 총: 16명 내부: 16명 외부: 명 | 해당단계 연 구 개 발 비 | 정부:110,000천원 민간: 40,000천원 계:150,000천원 |
| | | 총 연구기간 참 여 연구원 수 | 총: 44명 내부: 44명 외부: 명 | 총 연구개발비 | 정부:330,000천원 민간:120,000천원 계:450,000천원 |
| 연구기관명 및 소 속 부 서 명 | 협동연구기관: 경상대학교 산학협력단 최성길 | | | 참여기업명 | |
| 위 탁 연 구 | 연구기관명: 경상대학교 산학협력단 | | | 연구책임자: 허 호 진 | |
| <p>양파 가공품의 소비욕구 증대를 위해서는 양파의 불쾌취를 저감화 하는 무취화 기술, 갈변 등 영양성분의 변화를 최소화하는 기술개발, 그리고 이를 통한 다양한 양파 편이 가공식품 개발이 필요하다고 판단되며 심혈질환 예방, 혈당저하 효과 등 생리적으로 매우 우수한 것으로 검증된 양파 유래 기능성 성분인 퀘르세틴 등을 효율적으로 추출하여, 이를 기능성 강화 제품에 응용 할 수 있는 기술과 제품이 개발되면 양파 생산능가 및 국내양파 산업 증진에도 기여할 것을 목표로 주관기관은 최적공정의 수율공정의 연구와 양산화 설비구축과, 양파 부산물인 양파껍질을 이용한 양파껍질차 제품을 사업화 하였으며, 위탁기관 연구팀은 양파추출물의 기능성물질의 작용기작을 규명하며, 인지기능 등의 생리적활성에 대한 연구를 진행하였다. 협동연구기관은 양파가 가진 불쾌취 저감을 위한 양파가공 공정의 연구와 양파의 기능성을 간직하며, 양파의 이미·이취를 저감시킨 시제품을 개발하였다</p> | | | | 보고서 면수 153면 | |

국문 요약문

| | | 코드번호 | D-01 | | | |
|---------------------------|---|------|------|------|----|--|
| 연구의 목적 및 내용 | <p>양파 가공품의 소비육구 증대를 위해서는 양파의 건강기능적 특성의 개선 뿐 아니라, 소비자의 취식 특성 개선을 통해 가능할 것으로 판단되며, 이를 위해서 양파의 불쾌취를 저감화하는 무취화 기술, 갈변 등 영양성분의 변화를 최소화하는 기술개발, 그리고 이를 통한 다양한 양파 편이 가공식품 개발이 필요하다고 판단되며 심혈질환 예방, 혈당저하 효과 등 생리적으로 매우 우수한 것으로 검증된 양파 유래 기능성 성분인 퀘르세틴 등을 효율적으로 추출하여, 이를 기능성 강화 제품에 응용 할 수 있는 기술과 제품이 개발되면 양파 생산농가 및 국내 양파 산업 증진에도 기여할 것으로 예상된다.</p> | | | | | |
| 연구개발성과 | <ul style="list-style-type: none"> ● 고품질 양파가공품 제품화 및 부산물활용기술개발 및 대량생산을 위한 Scale-up 연구개발완료 및 그에 기초한 현장공정 개발 및 설비구축 ● 다양한 추출법과 효소테스트를 통한 원료의유용성분의 추출효율특성 조사 ● 양파의 부산물인 양파껍질을 이용한 추출음료의 개발과 제품화 ● 양파의 인지/기억능력 개선 효능 평가 및 생리활성성분 분석 ● PC12 cell-induced AChE의 inhibitory effect 평가 ● ACh (AChE inhibitor) activity를 갖는 phenolics의 cellular antioxidant activity 평가 ● TMT를 활용한 <i>in vivo</i> 동물 모델정립 및 전임상 효능 평가 ● 양파의 불쾌취 저감화를 위한 공정기술 개발과 이를 기초한 다양한 가공제품 개발 공정 수립 및 품질특성조사 ● 일반성분, 무기성분, 점도 및 고형분의 이화학적 특성조사 ● 향기성분 및 HPLC를 이용한 Quercetin의 분석 ● pH 및 Brix, 갈변도 측정, 총 플라보노이드 분석, 항산화활성(DPPH assay, ABTS assay, FRAP assay) 총 페놀성 화합물 함량 미생물수 측정 등의 이화학적 특성조사 | | | | | |
| 연구개발성과의 활용계획 (기대효과) | <ul style="list-style-type: none"> ● 양파의 비기호성(불쾌취, 아린맛 등) 원인물질의 저감화를 통한 양파즙 및 기타가공품의 기호성 증진효과와 양파가공제품의 소비가 확대될 수 있음 ● 양파를 이용한 다양한 고품질 가공품의 개발 및 상품화에 기인한 양파원료의 꾸준한 수요 증가로 양파재배 농가의 수입증대 기여 ● 양파에서 유래된 여러 생리활성 물질 (퀘세틴, 유허화합물 등) 의 기능성 소재화를 통한 양파산업의 고부가가치에 기여 ● 양파의 껍질 및 그 추출물을 원료로 동시에 활용함으로써 양파의 활용도를 높임 ● 양파 및 양파가공품의 갈변억제 기술을 통한 기타 가공식품의 색도 및 저장안정성 개선에 기여 ● 양파 및 양파가공품의 생리활성 효능을 평가하여 건강지향형 가공식품 개발 | | | | | |
| 중심어 (5개 이내) | 양파 | 불쾌취 | 기억능력 | 인지기능 | 음료 | |

영문 요약문

< SUMMARY >

| | | 코드번호 | | D-02 | |
|--------------------------|---|------------|---------------|-----------------------|----------|
| Purpose& Contents | <p>Onion products functional characteristics all of the improvement of health of needs in order to increase the consumption of onions, characteristics eat of consumers, but improvements For this, and judged to be able to do it.</p> <p>Offensive flavour of the onion reduces the fact minimised changes in the nutritional content and technology, browning. Technology development, and a diverse network of onions are on the side of development. Be judged and the very best as physiological effects such as coronary disease prevention, blood sugar drops verification.</p> <p>An ingredient of origin of onion, functionality, Quercetin extracted efficiently and on the proper functionality.Application technology and products have been developed for strengthening product, farmhouse, your onions and gunгнаeyang Spring onion, industry is expected to also contribute to enhancing.</p> | | | | |
| Results | <ul style="list-style-type: none"> ● High quality, onions and Byproduct Utilization Technology for development and mass produced for the production of processed products and research and development site schedule based on the development and Build the facility for him. ● From various methods of extraction and Characteristics of the extraction efficiency of the usefulness of raw materials through the enzyme tests ● From onion cognitive, memory improvement of the active ingredient efficacy assessment and physiological analysis ● Reducing offensive flavour of the onion for process technology development and product development process based on various processing and quality characteristics ● pH, brix, and browning measurements, the total number of active microbes total phenolic compound (DPPH assay , ABTS assay , FRAP assay) content analysis, antioxidant flavonoids, measurement of the physical characteristics, such as investigation | | | | |
| Expected Contribution | <ul style="list-style-type: none"> ● Reduction of the (offensive flavour, acrid taste, etc.) cause material reduction in the onions with onion juice and other products are consumed a magnified and onion and consumption of processed goods ● the development of a variety of high-quality products using the onion and onion growers of steady demand from growing demand due to market increased contribution income ● From onion and avail itself of that from the materials extracted from the shell of the utilization of the onion. ● onions and onion products and the chromaticity co-ordinates in other products, through the browning control technologies and storage stability contribute to improved | | | | |
| Keywords | onion | off-flavor | memory effect | cognitive function | beverage |

본문목차

< 목 차 >

| | |
|---|-----|
| 1. 연구개발과제의개요 | 1 |
| 2. 국내외 기술개발 현황 | 4 |
| 3. 연구수행 내용 및 결과 | 9 |
| 4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 | 146 |
| 5. 연구결과의 활용계획 등 | 149 |
| 6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 | 150 |
| 7. 연구개발성과의 보안등급 | 150 |
| 8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 | 150 |
| 9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 | 150 |
| 10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 | 151 |
| 11. 기타사항 | 151 |
| 12. 참고문헌 | 152 |

<별첨> 자체평가의견서

1. 연구개발과제의 개요

코드번호

D-03

1-1. 연구개발 목적

- 본 연구사업의 최종목표는 국내산 양파를 이용해 초음파 및 원적외선 처리 등 복합적 친환경가공기술을 통해 무취양파를 제조하고, 이를 원료로 하여 무취양파 음료, 퀘르세틴 강화음료, 액상양파조미액, 다목적 식품소재인 양파 퓨레 등 고품질 고기능성 양파 가공품을 개발하는데 있음.
또한, 산·학·관 연계구조를 통하여 획득한 기초 순수연구 및 산업체에 직접적으로 적용할 수 있는 현장기술 개발 및 제품화에 그 목적이 있음.

1-2. 연구개발의 필요성

- 명품 양파제품의 상품화 및 국제화를 위해서는 환경 친화적이고 표준화된 재배기술의 개발과 위생적인 가공공정 관리가 요구되므로, GAP 시스템 도입을 통한 양파의 생산에서 유통까지의 안전성 확보가 요구되고 있음.
- 국내 양파 재배 농가를 보호하고, 수입산 양파와는 차별화된 국내산 양파의 특성화를 위해서는 고품질·고기능성 양파 가공품 개발 연구가 지속적으로 될 수 있도록 정부 차원의 투자가 절실히 필요한 실정임.
- 경제적·문화적 수준 향상에 따른 웰빙 문화의 영향으로 소비자의 건강에 대한 관심이 증가되어, 건강 기능성 소재개발 및 이를 이용한 기능성 식품의 시장규모는 비약적으로 성장 중이지만, 양파의 기능성을 살리는 가공품 개발에 대한 체계적인 연구를 위한 기반 조성은 이루어지지 못하고 있음.
- 양파에는 플라보노이드계 색소인 quercetin, kaempferol, quercitrin, rutin과 같은 물질이 함유되어 있으며, 특히 강력한 항산화제로서 세포의 산화적 손상과 지방의 산패를 막아주는 역할을 하는 quercetin은 전체 flavonoid의 80% 이상으로 다른 야채나 과일에 비하여 매우 높게 함유되어 있으며, quercetin관련 물질이외에 유허화합물인 allyl propyl disulfide, diallyl disulfide 등의 다양한 생리활성물질들이 함유되어 있음.
- 약리작용으로는 혈전증 치료효과, 혈당저하효과, 심혈관계 질환예방효과, 항암효과, 항균효과, 중금속해독작용, 지질과산화물 생성억제효과 등에 관한 연구가 있음.
- 식생활의 다양한 변화와 더불어 각종 성인병의 퇴치를 위한 자연 건강식의 개발과 기능성을 갖는 식품에 대한 요구가 증가되고 있으며, 특히 식품 중에 함유된 생리활성물질의 기능성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음. 생체 내 세포손상의 원인이 되는 활성산소는 인체를 구성하는 각종세포의 여러 대사과정에서 생성되고 있으며, 생체방어과정에서도 활성산소가 대량 발생하고 있음.
- 활성산소는 superoxide dismutase에 의해 인체를 구성하는 각종세포의 여러 대사과정에서 생성되고 있으며, 생체방어과정에서도 활성 산소가 대량 발생하고 있음. 활성산소는 먼저 superoxide dismutase (SOD)에 의해 H_2O_2 로 되고 H_2O_2 는 catalase와 glutathion (GSH) peroxide에 의해 H_2O 로 무독화 되며, 또한 비타민 E와 C, 요산, 빌리루빈, GSH 및 카로틴 등이 과다한 활성산소를 제거하여 생체를 보호할 수 있으며 이들 물질을 항산화성물질이라고 함. 생체내의 활성산소들은 체내에 축적되어 여러 가지 질병이나 노화를 초래할 수 있음.

- 산화는 식품의 품질저하의 중요한 화학적 요인의 하나이며 특히 불포화지방을 다량 함유하고 있는 식품의 경우에는 쉽게 산화하여 과산화물을 형성하고, 산화분해와 중합반응에 의해 산패취의 발생과 독성을 유발시킴. 또한 생체 내에서는 지질과산화에 관여하는 활성 라디칼과 활성 카보닐 화합물들로부터 유래된 라디칼이 DNA의 손상과 돌연변이, 발암, 노화 등에 관여함. 이러한 이유로 지방질 식품뿐만 아니라 생체에 있어서도 항산화 작용을 갖고 있는 화합물들이 크게 주목받고 있음. 최근 여러 식물체 중에 항산화 활성 물질이 다량 함유되어 있다는 사실이 밝혀지고 있으며 이들 flavonoid류는 지질의 산화억제 효과뿐만 아니라 항동맥경화, 항미생물, 항돌연변이, 항암 및 항종양 효과 등 다양한 생리활성을 갖고 있는 것으로 알려져 있음.
- 천연 항산화제의 작용기작으로는 자동산화의 연쇄반응을 억제하는 라디칼 저해제, 구리, 철 등의 금속의 산화촉진작용을 불활성화 시키는 금속제거제, 과산화물을 비라디칼로 분해하여 불활성화하는 과산화물 분해제, 자신은 항산화작용이 없거나 매우 약하지만 라디칼 저해제와 공존할 때 항산화 작용을 증강시키는 상승제 등을 들 수 있음. 이들 기작은 화합물의 구조적 차이나 함량에 따라 다르게 나타남.
- 식품으로서 기존의 양파의 소비는 생식이 대부분이며 건조분말 또는 즙으로 가공하여 식품의 첨가물 또는 건강보조식품으로 이용되고 있을 뿐이며 양파소비의 활성화를 위해서는 새로운 가공식품개발이 시급하나 연구는 미미한 편이며, 특히 음료가공품으로는 기존의 양파추출액(양파즙) 제품 외에는 전무한 실정이기 때문에 차세대 음료 가공품의 개발이 시급함.
- 현재까지 개발된 양파를 관련 제품 중 기능성 제품으로 판매되고 있는 것은 거의 없는 실정으로 본 연구 과제를 통하여 양파에 함유된 기능성을 활용한 제품을 개발함으로써 1차 가공으로만 이용되어지는 양파에 기능성을 부가한 제품을 개발함으로써 양파의 부가가치를 극대화시킴으로써 국내 농산자원의 고부가가치화를 실현시킬 수 있을 것으로 생각됨.
- 현재 양파음료는 주로 추출액의 형태로 시판되고 있으나, 양파가 가지는 고유의 냄새, 그리고 고온가열에 따른 가열취가 강하고, 가공 및 저장 중에 색변화(갈변)로 인해 일반 소비자의 기호도가 매우 떨어짐.
- 양파 가공품의 소비욕구 증대를 위해서는 양파의 건강기능적 특징의 개선 뿐 아니라, 소비자의 취식 특성 개선을 통해 가능할 것으로 판단됨. 이를 위해서는 양파의 불쾌취를 저감화하는 무취화 기술, 갈변 등 영양성분의 변화를 최소화하는 기술개발 그리고 이를 통한 다양한 양파 편이 가공식품 개발이 필요하다고 판단됨. 또한, 심혈질환 예방, 혈전 제거, 혈당저하 효과 등 생리적으로 매우 우수한 것으로 검증된 양파 유래 기능성 성분인 퀘르세틴 등을 효율적으로 추출하여, 이를 기능성 강화 제품에 응용 할 수 있는 기술이 개발되면 양파생산농가 및 국내양파 산업 증진에도 기여할 것으로 판단됨

1-3. 연구개발 범위

- 국산 양파와 양파 가공부산물을 활용한 기능성 양파 식품 개발 및 최적 제조공정 확립
- 양파의 불쾌취 및 아린맛 등 비기호성 원인물질의 저감화를 위한 공정기술 개발과 이를 기초한 고기호성 가공제품의 개발
- 고기능성 고기호성 양파음료 개발- ① 추출음료가 아닌 전체를 음용하는 갈아 만든 음료(특징: 갈변억제 및 영양성분 변화 최소화 및 불쾌취 저감화), ② Quercetin 등 건강기능이 우수한 양파 생리활성 성분을 강화한 양파음료 개발
- 양파의 소비증대 및 고급화를 위한 식품소재화 - ① 양파 퓨레 및 분말 (위생 및 품질 표준화), ② Quercetin 등 양파 유래 기능성 성분의 고농축 제조 기술 구축 및 농축액 제조
- 양파가공품의 저장안전성 및 품질안정성 제고 방안 모색(포장기법 및 부합재료 선정 등)
- 국내산 양파의 가공적성에 따른 기능성분의 함량 분석을 통한 제조공정의 최적화
- 양파에 함유된 인지 및 기억능력 개선 효능 평가 (*in vitro/vivo* 평가)
- 양파에 함유된 항산화 기능성 효능 평가
- 양파에 함유된 Quercetin 배당체의 추출효율 향상을 위한 추출조건의 확립
- 양파식품 가공 중 발생하는 부산물의 자원화 기술 개발
- 국산원료를 이용한 농업 생산기반구축
- 기능성 양파식품의 수출시장개척
- 기능성 양파식품에 대한 소비 확대와 소비자 신뢰도 제고

2. 국내의 기술개발 현황

| 코드번호 | D-04 |
|--|------|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 최근의 연구 결과 혈전증 치료효과, 혈당저하효과, 심혈관계 질환예방효과, 항암효과, 항균효과, 중금속해독작용, 지질과산화물 생성억제효과 등이 차츰 규명되고 있음에도 불구하고 양파 가공식품, 특히 양파 음료의 개발 수준은 주로 일반적인 추출 혹은 착즙, 가열 등의 단순가공에 집중되어 있음. ○ 양파는 가공처리 후에도 매운맛을 포함하여 dipropyl tetrasulfide, l-propenyl propyl trisulfide, methyl propyl trisulfide, dipropyl trisulfide 등의 향성분이 많이 잔존하여 소비자의 기호도에 부정적인 역할을 하게 되는데, 이를 개선하는 국내 기술은 미미한 실정임. ○ 초음파 및 β-cyclodextrin, soluble starch 및 calcium chloride 혼합용액 처리를 통해 양파추출물의 갈변 및 매운맛을 억제한 연구결과(Kim H.S. & Kim M.H., 2009)가 있으나, 이는 공정비용이 매우 높거나, 화학물질을 이용하는 방법이기 때문에, 본 연구의 최소 열처리 및 분산 기술을 이용하는 방법이 양파 음료 가공 시에 더욱 적합하고, 효율적인 것으로 판단됨. ○ 최근 국내의 양파 가공제품은 양파즙, 양파분말, 양파와인, 양파국수, 양파 장류, 양파 장아찌, 흑양파 등의 여러 가지 형태로 출시되고 있기는 하지만 기존의 제품에 양파를 첨가하거나 단순가공하는 형태에 머무르고 있으며, 취식성, 기호성 문제로 폭넓게 사용되지 못하고 건강에 관심이 매우 높은 특수 계층의 건강 증진용으로만 국한되어 소비되고 있는 실정임. ○ 결과적으로 최근까지의 양파 관련 연구는 단순가공에만 주로 치우쳐진 것으로 판단됨. 그러므로 본 연구를 통해 고부가가치를 부여 할 수 있는 고차 가공품 및 기능성 제품 개발산업화 기술을 확보하여 국내 관련 농가 보호 및 국제적 신 시장의 창출이 가능할 것으로 사료됨. ○ 양파의 저장 및 가공 시에 발생하는 갈변 현상의 원인 및 생리적 발생 기전을 구명하는 연구가 진행되어 왔음. ○ 양파와 유사하게 특유의 향미를 가지는 마늘의 경우, 위장을 통과하여 소장에서 용해되게 함으로써 산화를 방지하거나 물리적인 방법으로 소취시킨 후 발효시켜 특유의 냄새가 나지 않도록 하는 기술이 사용되고 있으며, 각종 생리화학적 기능이나 작용이 의약품인 oxoamidine과 유사하여 면역 활성화, 암예방 작용이 기대되는 스큐르디닌(scordinin) 성분을 강조한 디자이너 식품 개발이 활발하기 때문에 양파의 경우도 이를 벤치마킹하여 다양한 가공품 개발하고, 또한 식약청의 개별인정을 통해 양파 가공품의 기능성을 인정받는 것이 시급함. ○ Eduvigis R.M. 등(2009)은 고압처리에 의해 양파추출물의 flavonol함량 및 항산화 활성이 증가한 것으로 보고하였음 | |

- Hanum T. 등(1995)의 연구에서 γ -glutamyltranspeptidase와 exogenous C-S lyase 용액에 침지 시킨 양파의 pyruvate 함량이 증가하였고, 전체적인 향기성분의 chemical shift에 영향을 미친 것으로 나타남.
- Kubec 등(2004)은 양파의 적변에 관한 실험을 통해 양파의 pinking 현상은 1-PeCSO와 alliinase가 반응에 의한 현상임을 밝힘.
- 해외 시장에서는 음료, 스낵, 딥, 소스, 페이스트, 분말 등 양파를 이용해 다양한 제품이 가공되어 판매되고 있으나 국내에서는 부가가치가 높은 상품으로는 판매되고 있지 않음.
- 일반적으로 양파 과육과 과피에는 quercetin이 다량 함유되어 있는 것으로 보고되고 있어 향후 본 연구 과제를 통해 개발되는 제품의 생리활성 지표성분으로 설정하는데 큰 무리가 없을 것으로 판단됨. 그러므로 Sigma-Aldrich Co.,에서 구입한 quercetin을 대상으로 *in vitro* anti-oxidants activity를 검증한 결과는 다음과 같음.
- ABTS radical scavenging assay와 ferric reducing antioxidant power assay를 실시한 결과는 아래 그림과 같음. Positive control로 vitamin C를 활용하여 VCEAC (vitamin C equivalent antioxidant capacity)를 살펴본 결과 quercetin은 dose-dependent한 antioxidant activity를 보였으며 이는 vitamin C보다도 우수한 효과임을 나타냄.
- 또한 ABTS와 FRAP assay의 상관관계를 검증하였을 때 이들간의 상관관계는 0.989로 매우 높은 상관관계를 보여 quercetin의 antioxidant activity의 효율성을 확인함.

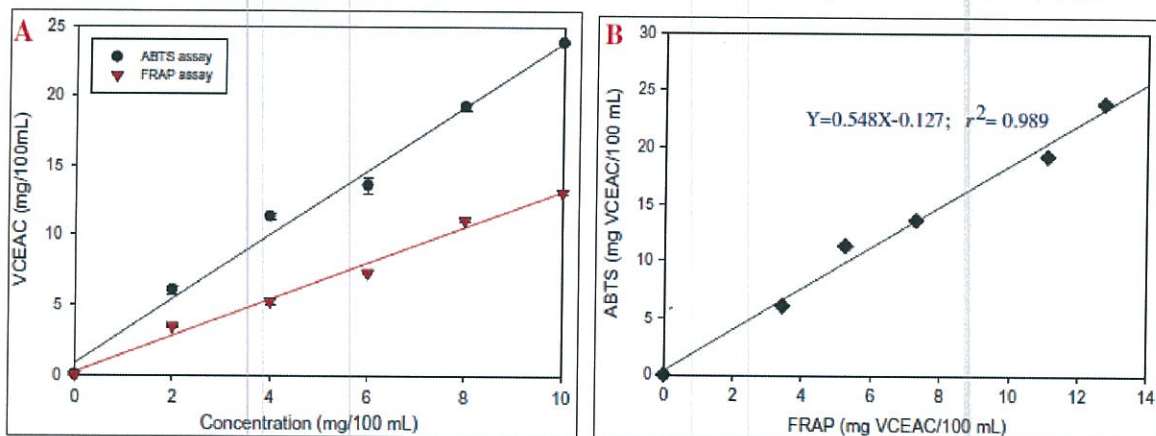


그림 1. ABTS and FRAP assay

- 더불어 신경세포 내에서 oxidative stress를 인위적으로 유발시킨 후 세포 내 oxidative stress의 경감 정도를 비교했을 때 quercetin은 상기 결과와 같이 농도의존적인 (dose-dependent) 경감 효과를 보였으며 이는 positive control인 vitamin C보다 우수한 것임을 확인

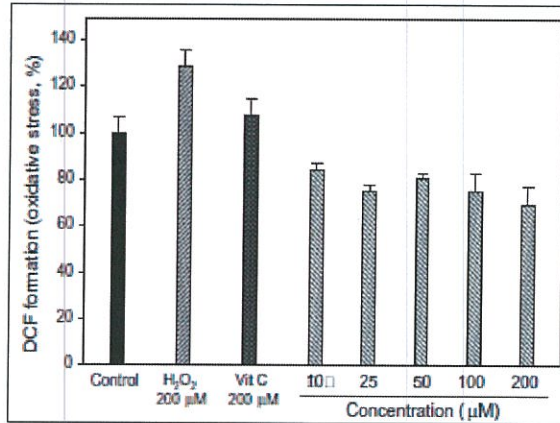


그림2. 신경세포 내 oxidative stress에 대한 quercetin의 효과

- 일반적으로 인지기능과 기억능력의 감소는 뇌 신경세포가 다양한 생리적 oxidative stress로 인해 세포가 과사됨으로서 발생된다는 것이 보고되고 있음. 그러므로 quercetin과 그 배당체가 다량 함유되는 것으로 보고되는 양과는 인지 및 기억능력 개선 효과가 있을 것으로 판단되며, 이를 활용한 건강지향식품 소재로서의 개발이 충분히 가능할 것으로 사료됨.
- 외피를 제거한 양과를 이용하여 Lab. scale에서 퓨레 음료를 시험제조해 본 결과, 양과 퓨레 입자의 분산력이 우수한 퓨레음료의 제조가 가능했음. 시중에 출시되어 있는 양과즙을 소량 첨가한 제품, 고온에서 가열하여 추출착즙하여 제조한 제품 등과 비교하여 양과 원물 비율, 기호성, 선도 등 품질 특성면에서 우수한 형태의 음료 제품을 개발할 수 있으리라 판단됨.



그림3. 선행연구를 통한 양과음료제조

- 양과생산현황
 - 양과생산량 추이(천톤, 통계청)
(‘10) 1,411 → (‘11) 1,520 → (‘12) 1,196(-324천톤, 21.3% 감소)
 - 양과 생산액 추이(10억원, 통계청)
(‘09) 403 → (‘10) 407 → (‘11) 446
(390억원, 9.6% 증가, 생산량은 감소했으나 생산액은 증가)

○ 2012년 국내 양파 재배면적은 18,965ha였으며, 전남 무안이 가장 넓은 재배면적을 확보하고 있으며, 신안, 함평, 경남 창녕 순이었음.

표1. 양파 재배 면적

| 주산지시군 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-------|--------|--------|--------|
| 전국 | 22,113 | 22,976 | 20,965 |
| 전남 고흥 | 820 | 795 | 739 |
| 전남 해남 | 1,101 | 1,444 | 863 |
| 전남 무안 | 4,074 | 3,703 | 3,647 |
| 전남 함평 | 1,850 | 1,531 | 1,388 |
| 전남 신안 | 2,346 | 2,680 | 2,122 |
| 경북 영천 | 172 | 163 | 128 |
| 경북 군위 | 324 | 286 | 297 |
| 경북 의성 | 248 | 76 | 156 |
| 경북 청도 | 220 | 236 | 180 |
| 경남 창녕 | 1,552 | 1,457 | 1,257 |
| 경남 함양 | 632 | 668 | 706 |
| 경남 합천 | 1,164 | 1,557 | 1,340 |
| 제주 제주 | 1,029 | 1,063 | 606 |



그림4. 연도별 양파 재배면적 및 생산량

표2. 양파의 수출입 현황

| 수출/입 | 년도 | 물량(톤) | 액수(천달러) |
|------|------|--------|---------|
| 수출 | 2007 | 1,460 | 424 |
| | 2008 | 0.572 | 1 |
| | 2009 | 8,899 | 3,828 |
| 수입 | 2007 | 27,000 | 9,080 |
| | 2008 | 36,000 | 9,218 |
| | 2009 | 22,000 | 4,796 |

- 국제연합식량농업기구의 2007년 통계에 의하면 양파는 세계적으로 4,600만톤이 생산되고 있으며 증가추세에 있으며, 이중 아시아가 3,400만톤으로 75% 이상을 차지하고 있으며, 중국이 2,100만톤, 인도 800만톤을 생산하고 있으며, 그 외에 미국, 파키스탄, 터키, 러시아 등에서도 많이 생산하고 있음.
- 1999년까지 미국, 스페인, 뉴질랜드가 주수입국이었으나 현재는 중국에서 대부분 수입함.
- 중국은 세계 최대 생산국이나 품질이 낮고 농가별 생산규모가 영세하여 수출 여건이 성숙 되지 않고 있으나, 앞으로 규모화가 이루어지면 수출국으로 변모 될 수 있는 잠재력이 큼.
- 연간 1인당 소비량은 1991년 12.3kg에서 2004년 20.5kg 2005년 21.3kg으로 증가추세이며, 주로 생식용으로 이용되고 있고, 최근에는 건조양파 수요 증가로 가공식품의 이용이 증가하고 있음.
- 양파는 전 세계 적으로 요리재료로 널리 이용되고 있고, 가공품으로 생산되며, 국내에서는 요리재료 외에도 육류나 기름진 음식의 섭취 시 같이 섭취하는 식생활로 인해 생식용으로 많이 이용되고 있음.
- 주로 이용되는 생식용 이외에 가공용 양파의 이용 빈도를 높이기 위해 신제품 개발 및 기호성 증대를 통한 소비량 증가, 수입산 과는 차별화된 고품질의 국내산 양파의 특성화를 통한 경쟁력강화, 전국에서 생산량이 가장 많은 전남의 양파를 활용한 고품질·고기능성의 가공품 개발 연구를 통한 농산물 브랜드 강화가 필요한 실정임.

○ 양파 관련 지적 재산권 취득현황

<표. 양파 관련 지적재산권 현황(~ 2016.07)>

| 양파 | | | |
|---------|-------|-----|--------|
| 전체 | 특허실용 | 디자인 | 상표 |
| 35,071 | 9,131 | 145 | 17,217 |
| 양파 + 음료 | | | |
| 전체 | 특허실용 | 디자인 | 상표 |
| 14,626 | 1,008 | 0 | 11,878 |

- 고부가가치 상품으로서의 양파 활용에 대한 가공 특허 현황은 상대적으로 매우 미약한 상황이므로 지역 생산 농가의 소득 증대 및 FTA 등 국제 무역환경의 변화에 대한 대응을 위해서도 이에 대한 산업화 연구가 반드시 필요하다고 사료됨.
- 양파 음료 관련 특허·실용 현황은 전체 1,008건으로 나타나고 있음.

3. 연구수행 내용 및 결과

| | |
|------|------|
| 코드번호 | D-05 |
|------|------|

[세부연구과제: 우포의아침(주)]

1. 효소처리를 통한 양파추출물의 수율증대를 위한 TEST

양파추출액의 수율증대 실험 중 효소첨가 테스트 결과 양파원료의 추출 시 최적의 수율 증대를 위하여 실행한 T-SC 효소의 첨가 유무를 통한 실험에서 효소 무처리군은 약 4.7 리터의 추출수율을 보였으며, T-SC 효소의 처리군 에서는 약 5.96리터의 추출수율과 추출액이 물과 같은 액상형태로 추출되어, 효소 첨가 후 고온의 열로 추출 시 효소의 반응을 촉진시켜 수율의 증대와 최적의 액상형태로 추출될 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.



Fig.1 액화효소 (Termamyl-SC)

Table.1. Enzymes(T-SC) increase yields through a process of experimental results of Onion extract

| 양파 투입량 (5kg) 및 2시간30분 추출 | 대조군 (효소 무첨가) | 효소반응 온도(℃) | 10℃ | 15℃ | 20℃ | 25℃ | 평균수율 |
|---------------------------|-----------------|------------|------|------|------|------|-------|
| | | 추출액수율(L) | 4.7L | 4.6L | 4.7L | 4.8L | 4.7L |
| | 실험군 (효소 0.1%첨가) | 효소반응 온도(℃) | 10℃ | 15℃ | 20℃ | 25℃ | 평균수율 |
| | | 수출액수율(L) | 5.9L | 5.9L | 6.0L | 6.0L | 5.95L |

2. 최적수율의 결과를 현장공정에서 Scale-up 구축을 위한 현장공정의 개발

Lab-Scale에서의 실험을 통하여 최적수율의 결과를 근거로 현장공정에서의 Scale-up 공정을 구축하여 T-SC 효소처리 비율과 추출온도의 설정과 시간, 여과 및 첨가물투입 등의 공정도를 확립하여, 대량생산에 공정에 적용할 수 있는 공정도를 구축하였다.

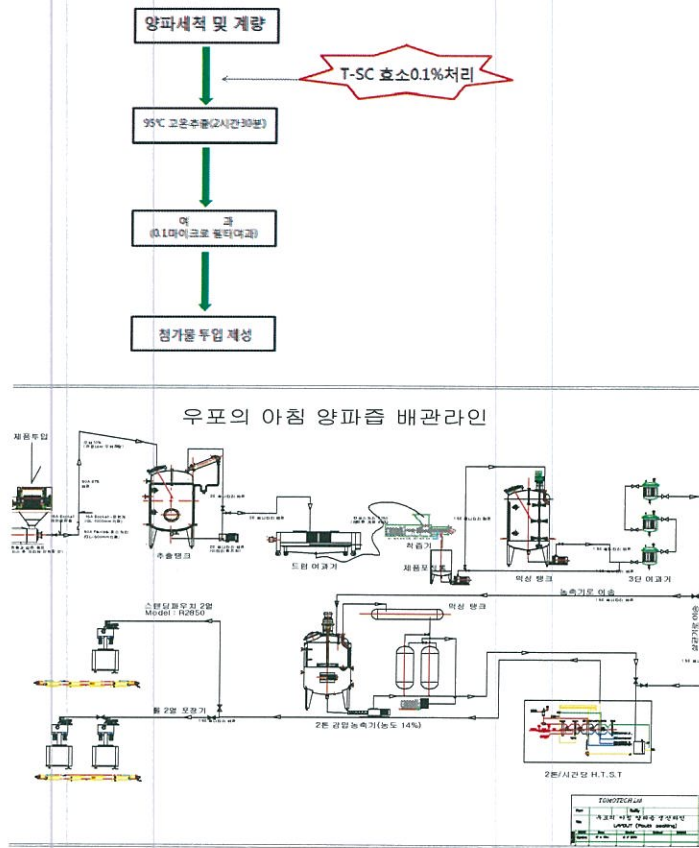


Fig.2. 최적수율의 양파추출물의 제조공정도 및 대량생산공정을 위한 설비 Flow

3. 양파 무취화 및 대량생산을 위한 현장설비의 구축

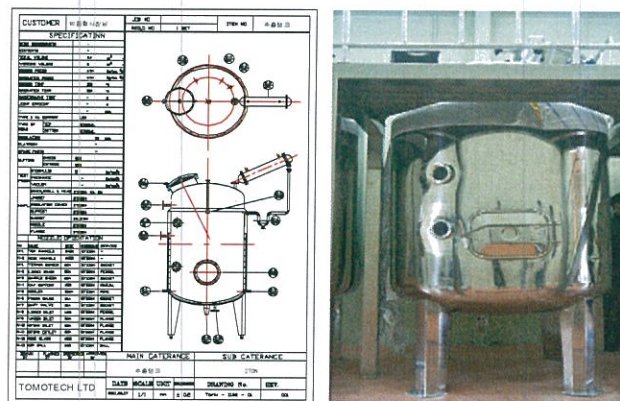


Fig.3 스팀압력 추출탱크

양파추출을 위한 추출탱크로써 2,000L용량의 스팀압력식 추출탱크로 온도설정이 용이하며, 온도자동제어기능이 부착되어 있다.

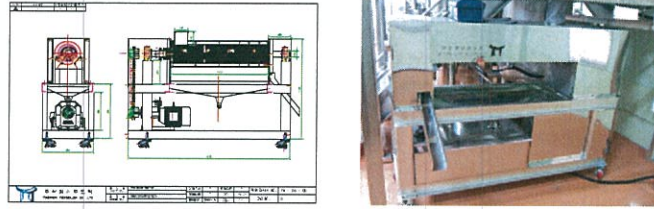


Fig.4 착즙시설

양파퓨레 설비로 세척완료 및 전처리 완료된 양파 및 농산물을 착즙하는 시설로 시간당 0.5Ton을 처리할 수 용량으로 설계되었다.

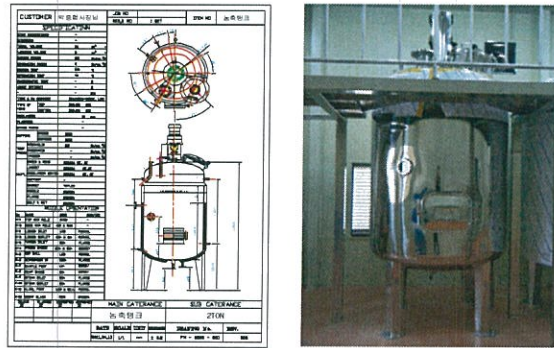


Fig.5 농축시설

농축액기스 제조시설로 추출된 추출원액등을 추출하는 설비로 2,000L용량을 냉각수 순환방식의 감압농축 system으로 설계되었다. 원료베이스 제작이나 농축액 제조용도로 사용된다.



Fig.6 스탠딩 파우치포장기

추출음료나 농축액기스 등을 파우치포장기에 주입하는 설비로 100ml 파우치 기준으로 시간당 2,000포 주입이 가능하다.

4.갈변억제 및 무취화음료 개발을 위한 다양한 TEST수행

효소첨가를 통한 갈변억제 TEST와 더불어 무취화 음료 제조를 위한 다양한 용매 추출과 온도별 실험 Test, 양파퓨제 제조를 위한 연구 등을 수행



Fig.7 양파가공적성연구

5.다양한 추출법을 통한 원료의 유용성분의 추출효율특성 및 추출효율조사

양파 추출액의 수율 증대화를 위해 최적온도 Test 결과 양파원료의 추출 시 최적의 수율 증대를 위하여 80℃,90℃,100℃,120℃에서 추출Test를 진행하였다. 추출 시 동일 조건으로는, 원물대비 30% 물 사용과, 6시간의 추출시간으로 처리하였으며, 80℃의 경우 가장 낮은 55%의 수율을 확인할 수 있었으며 90℃와 100℃에서는 각각 76%,74%의 수율을 확인할 수 있었다. 120℃의 경우 70%의 수율을 확인할 수 있었다. 온도가 높아질수록 수율이 다시 감소하는 것을 확인하였고 90~100℃에서 최적온도인 것을 확인하였고 이 DATA 결과 값을 토대로 95℃로 최적온도를 설정하였다,

Table 2. 추출온도 별 수율표(원물 처리시간 6시간 동일)

| 온도(℃) | 수율(%) |
|-------|-------|
| 80 | 55 |
| 90 | 76 |
| 100 | 74 |
| 120 | 70 |

양파추출음료는 추출시간과 비례하여 육안상의 색감차이와 ,관능상의 향과 기호도에서 쓴 맛과 이취가 많이 느껴졌으며, 낮은 온도의 추출조건에서는 양파특유의 아린 맛이 많이 나타나 기호성 으로는 부족하였다. 이 결과를 토대로 최적의 추출온도 조건에서는 90℃와 100℃의 95℃사이로 설정하여 최종 추출온도 조건을 완료하였다.

6. 효소TEST내용을 기반으로 한 최적수율공정의 Scale-up 구축 및 공정화 Set-up 실시
 양파추출액의 수율 증대화를 위해 최적온도 Test에서 확인한 95℃의 최적온도를 설정 하였으며 효소 첨가의 유, 무를 통한 Test 실험에서 대조군의 효소를 처리하지 않은 효소 무처리 군은 추출시간에 따른 수율차이를 나타내었으나 실험군의 효소 처리군에 비하여 10~20% 낮은 수율을 확인할 수 있었다. 또한 50℃ 온도에서 2시간 정도 전처리를 하였을 때 수율은 더욱 증대된다는 것을 확인하였다.

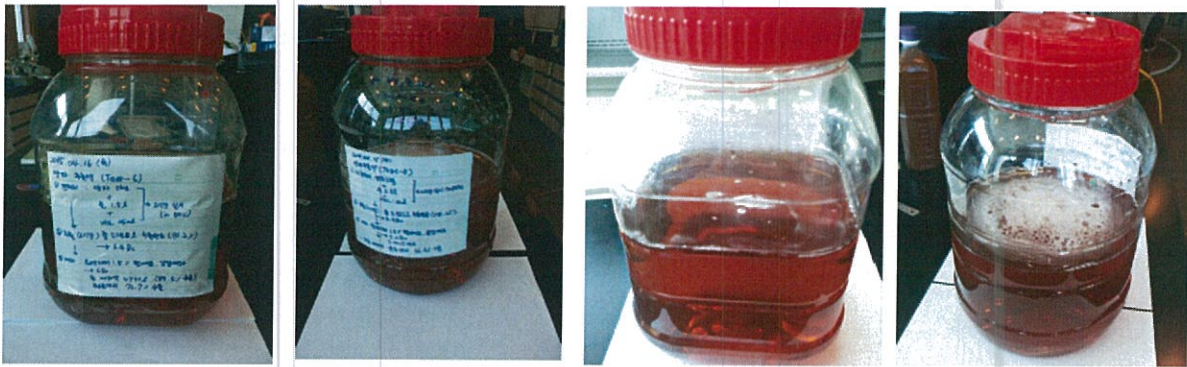


Fig.8 효소적처리를 통한 양파추출음료의 수율증대결과

양파원물의 효소를 이용한 전 처리를 통한 Test 실험을 실시한 결과 효소 무처리군과 효소 처리군중에서도 전처리 실시와 미실시 실험군을 나누어 Test를 진행하였으며, 효소전처리 실시 시 50~55℃에서 2시간가량 전처리 추출을 실시하여 효소 무처리 구에서보다 최소 15~20%이상의 수율적인 효과를 확인하였으며, 전 처리 실시여부에 따라 최대 12% 이상의 수율결과를 확인할 수 있었다.

Table.3 효소 전처리과정의 실시여부에 따른 효율성 증대 결과 (온도95℃, 원물대비30% 물 사용)

| | | 6hr | 8hr | 10hr |
|--------|---------|--------|-------|--------|
| 효소 무처리 | | 60.54% | 62% | 70.13% |
| 효소 처리 | 전처리 실시 | 78% | 78.2% | 81.2% |
| | 전처리 미실시 | 69% | 69.8% | 72% |

위 양파추출음료 제조에 다양한 결과를 토대로 최적수율 및 처리공정을 적용하여 HACCP(위해요소 중점관리) 기준의 제조공정과 관리기준 등을 설정하여 제조공정을 분류하여 표준화하였다.

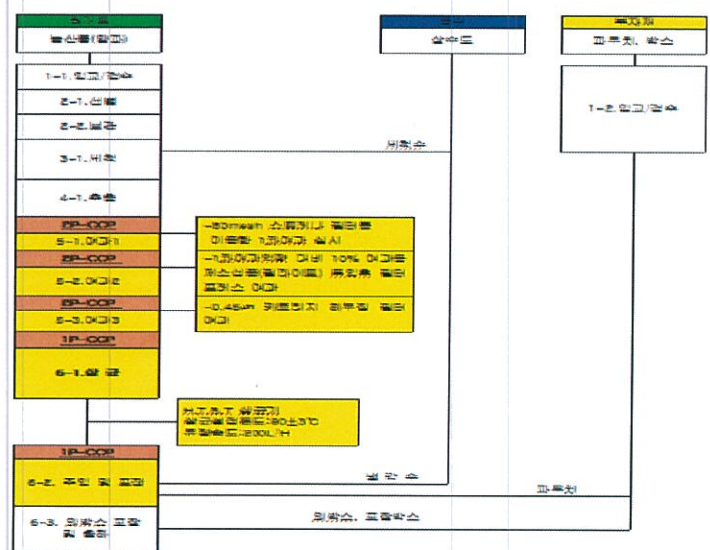


Fig.9 양파추출음료 제조공정도

Table.4 양파추출음료 제조작업표준서

| 순서 | 제조공정 | 사용기계기구 | 가공방법 및 조건 | 담당자 | 비고 |
|-----|-------|---------------|---|-------|--------|
| 1-1 | 입고/검수 | 육안 검사, 당도계 | 원료 입고 시 품질관리 담당자가 육안으로 상태 및 원물의 당도(7Brix이상)를 확인한다. | 품질담당자 | |
| 1-2 | 입고/검수 | 육안 검사, 성적서 확인 | 부자재 입고 시 표시사항, 규격 및 각종 시험성적서를 확인 한다. | 품질담당자 | |
| 2-1 | 선별 | 육안 검사 | 원료를 세척하는 담당자가 육안으로 원료의 상태를 보고 선별한다. | 공정담당자 | |
| 2-2 | 보관 | 임시보관 창고 | 직사광선을 피하고 습도가 낮은 곳에 원료를 보관한다. | 공정담당자 | |
| 3-1 | 세척 | 수작업 | 작업자가 세척하면서 원료에 묻어있는 이물을 제거 한다 | 공정담당자 | |
| 4-1 | 분쇄 | 분쇄기 | 양파를 분쇄기에 넣어 분쇄한다 | 공정담당자 | |
| 5-1 | 추출 | 추출기 | 분쇄된 양파는 추출망에 넣어 추출기 넣고 원물량 대비 30%의 물을 넣고 98℃에서 6시간동안 추출한다 (추출완료액 당도:6Brix 이상) | 공정담당자 | |
| 6-1 | 여과 1 | 스트레나필터 | 추출 완료된 액은 80mesh 스트레나망을 통하여 1차적으로 걸러낸다. | 공정담당자 | 2P-CCP |
| 6-2 | 여과 2 | 필터프레스 | 1차여과 완료된 여과액은 원액량 대비 8%의 펄라이트(여과용소재품)를 첨가한 후 필터프레스를 통하여 여과를실시한다 | 공정담당자 | 2P-CCP |
| 6-3 | 여과 3 | 하우징 필터 | 필터프레스완료 여과액은 다시한번 0.45 μm 하우징 필터를 이용하여 맑게 걸러낸다 | 공정담당자 | 2P-CCP |

| | | | | | |
|-----|-------------|---------|---|---------------|------------|
| 7-1 | 살균 | H.T.S.T | 살균기를 이용하여 살균한다. 살균온도 설정값은 90±3℃이다. | 공정담당자 | 1B- CCP |
| 7-2 | 주입 및 포장 | 파우치주입기 | 살균액은 청정구역인 내포장실에서 파우치 주입기를 통하여 주입 포장을 실시한다. | 공정담당자 | 1B- CCP |
| 7-3 | 외박스 포장 및 출하 | 수작업 | 내포장실에서 주입완료된 파우치제품은 외포장실로 옮겨 외포장박스에 담고 출고한다 | 공정담당자 및 출고담당자 | |

7. 양파농산물의 가공부산물로서의 양파껍질을 이용한 양파껍질음료의 개발

우포의아침(주)은 대한민국 최초의 양파시배지인 경남 창녕에 위치하고 있으며, 경남 창녕 지역은 예로부터 우포늪과 더불어 청정지역으로 해마다 많은 관광객들이 찾고 있다. 이에 창녕군은 창녕특산물인 양파를 이용한 가공품들이 많이 개발되고 있으며, 창녕관내에도 양파를 이용한 양파가공업소가 밀집되어있다. 주로 양파과육과 양파를 이용한 양파가공품 (양파즙, 양파국수, 양파된장 등)이 주로 주생산품으로 등록되어있으며, 당사는 음료 및 주류의 제조공장으로서 다양한 제품군을 개발 중 해당 기술개발의 취지에 맞추어 양파의 부산물인 양파껍질을 이용한 양파껍질음료의 연구, 개발을 진행하였다.



Fig.10 양파껍질

해마다 7~8월 양파의 수확기가 끝난 후 양파는 물류창고에서 약 보름간의 숙성기를 가지며, 보름동안 양파과육의 표피는 수분의 증발과 동시에 갈색의 껍질로 형성이 된다. 실제적으로 양파의 뿌리부분은 버려지는 경우가 많으나, 양파의 대표적인 생리활성 물질인 퀘르세틴은 양파껍질에 함유되어 있는 퀘르세틴은 기존 양파과육과의 퀘르세틴의 함량과도 거의 동일하게 분포되어 있지만 껍질특성상 섭취가 용이하지 않아 버려지는 실정이지만 예로부터 양파껍질을 달여 먹는 민간의학으로 전해져 내려왔다.

따라서 당사는 현재 한창 수확중인 양파의 양파껍질만을 선별하여 다양한 온도조건과 추출수율 등의 추출테스트와 추출원액의 관능테스트와 다양한 첨가물을 첨가하는 테스트를 통하여 내부 관능검사를 거쳐 다양한 시제품을 제작하여, 영양성분과 자가품질검사 등의 안정성테스트를 실시하여 제품화하고자 한다.

8.선별된 양파껍질의 추출테스트

경남 창녕지역에서 재배 수확된 양파 중 창녕농협 양파공판장에서 양파껍질을 수거하여 껍질의 이물질과 토사물 등을 육안으로 선별하고, 제거하여 약 30분간 세척한 물이 맑아 질때까지 세척을 완료한 후 양파껍질 1g, 10g, 100g , 1000g을 선별하여 물 10L와 함께 실험실용 추출기를 이용하여 앞서 양파음료의 추출공정 조건으로 확립된 95℃에 6시간 동안 추출Test를 진행하였다.

Table.5 양파껍질 단량별 추출TEST

| | 양파껍질1g 추출 | 양파껍질 10g추출 | 양파껍질100g추출 | 양파껍질1,000g추출 |
|---------|-----------|------------|------------|--------------|
| 추출액량(L) | 9.67 | 9.72 | 9.87 | 9.92 |
| 수율(%) | 96% | 97.0% | 97.7% | 90.1% |

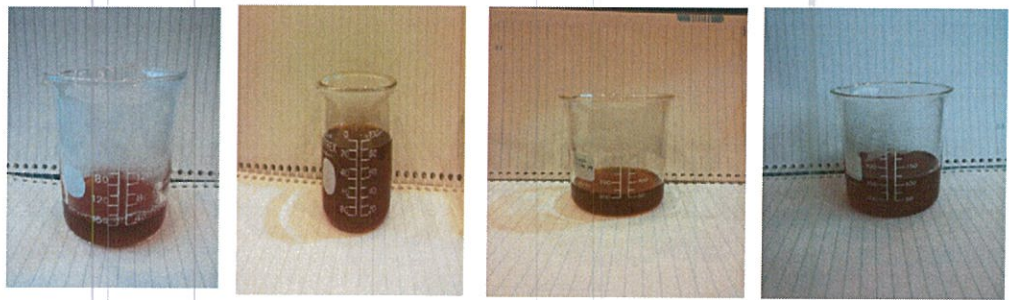


Fig.11 양파껍질량 변화에 따른 추출액 비교

동일조건의 온도(95℃)와 정제수량(10L)의 조건으로 6시간 동안 추출시 껍질의 양에 비례하여 추출액의 색도와 탁도는 진해졌으며, 100g단위까지는 추출액량이 증가하면서 수율은 증가하였으나, 추출한 양파껍질의 양이 1000g일 때 수율은 오히려 100g 추출보다 약 7% 이상 떨어졌다. 추출 완료 후 양파껍질이 수분을 머금은 양이 많아진 것으로 사료되며, 양파껍질의 수급용이성과, 세척의 편의성 등의 종합적인 전처리 소요에 근거하여 본 추출 TEST는 정제수 10L와 양파껍질 100g의 추출비율로 95℃에서 6시간으로 추출하는 것으로 작업표준화 하였다.

9. 양파추출액의 안정성 TEST실시

양파는 땅속에서 자라는 농산물이며, 섭취 시 토양질에 남아있는 중금속이나, 잔류농약성분등의 인체의 위해가 되는 대하여 추출액 원료의 안정성 등을 확보하기 위하여, 경남 창녕에 위치한 (재)양파장류연구소에 중금속과 잔류농약검사를 의뢰하여 양파껍질 추출원액의 안정성 등을 분석하였다.

실험의뢰는 식품위생법상 자가품질검사 규격인 중금속류인 납과 카드뮴의 2종에 대한 안정성과 잔류농약 245가지 성분에 대한 항목을 의뢰하였으며, 납은 mg/kg당 0.03의 결과치와, 카드뮴은 0.00으로 검출되지 않았으며, 잔류농약 245가지 모두 검출치 한계 미만으로 인체에 섭취하여도 문제가 없는 것으로 확인하였다

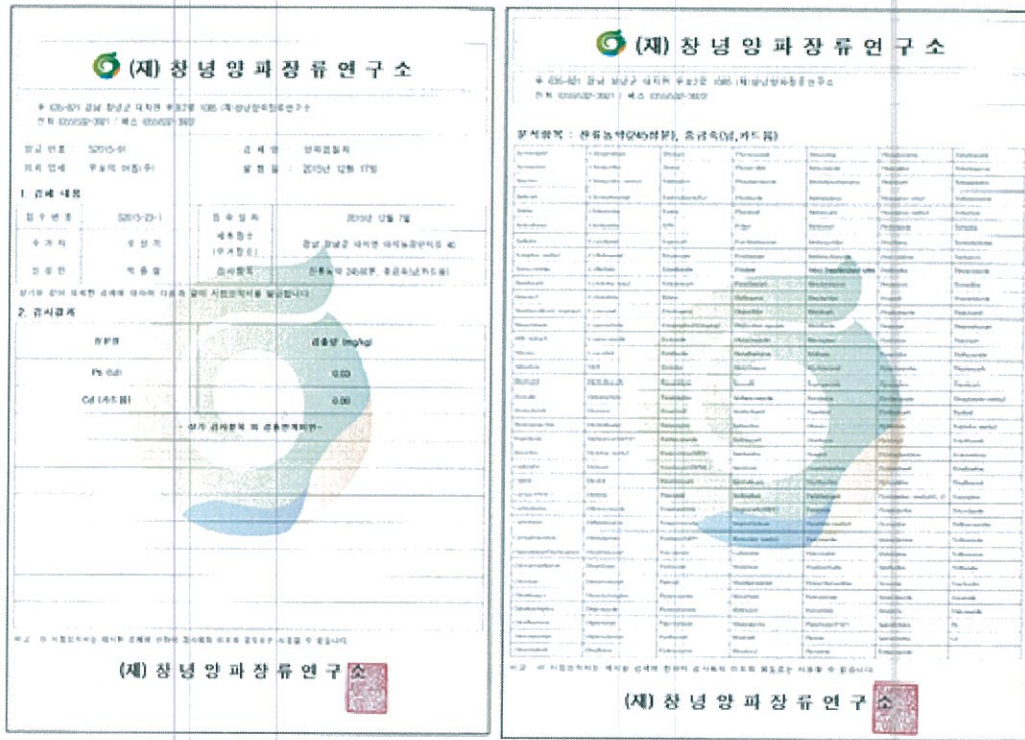


Fig.12 양파겉질 추출액의 안정성 TEST

10. 양파추출액의 다양한 첨가물TEST를 통한 음료제조 레시피의 확립

양파추출원액 안정성만으로 충분히 시제품화가 가능하지만, 원료수급에 따른 원가상승에 대한 이유로 양파추출원액과 정제수와의 배합에 더불어 다양한 첨가물을 첨가하여 내부관능을 진행하였다. 고과당과 아스파탐, 자일리톨, 구연산등의 인간이 가진 5미를 자극할 수 있는 첨가물들을 단계별 용량 대비별에 맞추어 다양하게 첨가TEST를 진행하였으나, 양파가 주는 건강한 이미지와 현재 트렌드를 표방하여 물처럼 간편하게 들고 다니면서 마실 수 있는 RTD음료 쪽으로 컨셉을 맞추어 산화방지와 중화 방지를 위한 비타민C와 탄산수소나트륨을 첨가하며, 거부감을 줄수 있는 이취가 아니지만, 양파겉질추출원액의 특유의 향을 마스킹하기 위하여 허브추출향등을 첨가하여 시제품화시켰으며, 이에 대한 내부 관능평가를 실시하였다.

Table.6 양파겉질음료 시제품 관능평가 결과

| | 아주나쁨 | 나쁨 | 보통 | 좋음 | 아주좋음 |
|---------|------|----|----|----|------|
| 20대(2명) | . | . | . | 1 | 1 |
| 30대(6명) | . | . | 1 | 3 | 2 |
| 40대(6명) | . | . | 2 | 2 | 2 |
| 50대(3명) | . | . | . | 2 | 1 |
| 60대(1명) | . | . | 1 | . | . |
| 총 18명 | . | . | 3 | 8 | 6 |

내부 관능검사는 당사에 재직중 인 임직원 18명에게 동일시간, 동일 장소에서 실시하였으며, 긍정의 반응을 나타내는 관능결과인 보통이상으로 전체가 형성되어 있었으며, 실제적으로 간편하게 물의 대용으로 마실 수 있는 전 연령대가 선호하는 결과를 도출하였다.

11. 관능 완료된 시제품의 레시피 확립과 디자인 개발

관능완료된 시제품은 레시피를 확립하여 대량공정에 적용할 수 있는 제조작업표준과 배합 비율을 확립함으로써 대량생산을 할 수 있는 기틀을 마련하였다.

Table.7 양과껍질차 제조작업표준서

| 순서 | 제조공정 | 사용기계기구 | 가공방법 및 조건 | 담당자 | 비고 |
|-----|-------------|---------------|---|---------------|--------|
| 1-1 | 입고/검수 | 육안 검사 | 원료 입고 시 품질관리 담당자가 육안으로 상태를 확인한다. | 품질담당자 | |
| 1-2 | 입고/검수 | 육안 검사, 성적서 확인 | 부자재 입고 시 표시사항, 규격 및 각종 시험성적서를 확인 한다. | 품질담당자 | |
| 2-1 | 선별 | 육안 검사 | 원료를 세척하는 담당자가 육안으로 원료의 상태를 보고 선별한다. | 공정담당자 | |
| 2-2 | 보관 | 임시보관 창고 | 지사광선을 피하고 습도가 낮은 곳에 원료를 보관한다. | 공정담당자 | |
| 3-1 | 세척 | 수작업 | 작업자가 세척하면서 원료에 묻어있는 이물을 제거 한다 | 공정담당자 | |
| 4-1 | 추출 | 추출기 | 선별된 양과껍질은 추출망에 넣어 추출탱크에 넣고 원물량 대비 100배의 물을 넣고 98℃에서 6시간동안 추출한다 (추출원료액 당도:0.2Brix 이상) | 공정담당자 | |
| 5-1 | 여과 1 | 스트레나필터 | 추출 완료된 액은 80mesh 스트레나망을 통하여 1차적으로 걸러낸다. | 공정담당자 | 2P-CCP |
| 5-2 | 여과 2 | 필터프레스 | 1차여과 완료된 여과액은 원액량 대비 10%의 펄라이트(여과용소제품)를 첨가한 후 필터프레스를 통하여 여과를 실시한다 | 공정담당자 | 2P-CCP |
| 5-3 | 여과 3 | 하우징 필터 | 필터프레스완료 여과액은 다시한번 0.45㎍ 하우징 필터를 이용하여 맑게 걸러낸다 | 공정담당자 | 2P-CCP |
| 6-1 | 살균 | U.H.T | 살균기를 이용하여 살균한다. 살균온도 설정값은 130±3℃에서 3분간 살균 후 90℃에서 주입한다 | 공정담당자 | 1B-CCP |
| 6-2 | 주입 및 포장 | 주입기 | 살균액은 청정구역인 내포장실에서 주입기를 통하여 주입 포장을 실시한다. | 공정담당자 | 1B-CCP |
| 6-3 | 외박스 포장 및 출하 | 수작업 | 내포장실에서 주입완료된 제품은 외포장 외포장박스에 담고 출고한다 | 공정담당자 및 출고담당자 | |

소비자들에게 판매되기 위해 가장 중요한 요소로 꼽히는 디자인은 양파가 가진 건강한 이미지와 맑고 순수한 경남 창녕의 이미지와 부합하여 밝은 톤의 디자인으로 개발 진행하였으며, 용량 또한 소비자가 가지고 다니기 간편한 410ml 용량의 TYPE과 집에서 차갑게 보관하기 편한 1L단위의 용량으로 페트로 지정하여 디자인 개발과 홍보물을 제작하였다.



Fig.13 양파껍질차 디자인완료 및 제품화

하루 1병의 신비

양파 껍질차

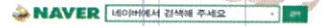
하루 1병의 신비!
"갈증 해소, 그 이상의 기대!"

하루 1병의 신비

양파 껍질차

- 경남 창원 우포늪 산지에서 생산된 양파껍질
- 양파껍질에는 속살의 30배 이상 '퀘르세틴' 함유
- 위생적인 생산시설
- 양파관련 다양한 연구 진행

퀘르세틴(Quercetin)이란?



농업회사법인 우포의 아침(주)

경상남도 창원군 대지면 대지농공단지길 40 (대지농공단지)
TEL : 070-4105-0997 FAX : 055) 532-3900
<http://www.woopo.net>

하루 1병의 신비

양파 껍질차

양파껍질의 신비로움

우포의 아침

Fig.14 양파껍질차 홍보브로슈어 및 홍보(TV CF 제작 및 송출)

12. 제품화에 따른 자가품질검사 및 품목제조보고 완료

디자인개발의 완료와 홍보브로슈어 제작을 통한 소비자에게 판매하기 위한 준비가 완료되었으며, 이에 따른 관할 위생과에 품목제조보고와 자가품질검사 및 영양성분검사를 의뢰하여 제품등록을 완료하였으며, 유효생리물질인 퀘르세틴 함량도 추가분석 의뢰하였다.

검사성적서

발주번호 : 2015-232 접수번호 : 2015-06

| | | | |
|------|----------------------|------|---------------|
| 발주명 | 양과껍질차 | 시험목적 | - |
| 발주처명 | 우포의아침(주) | 검사방법 | 2015-11-23 |
| 주 소 | 경남 창원시 마산합포구 마산대로 40 | 발주처명 | - |
| 담당자명 | 김민서 | 연락처 | 010-4455-0907 |
| 담당자명 | 박정호 | 연락처 | 010-4455-0907 |

시험 항목 및 결과

| 시험 항목 | 결과 |
|---------------|-----|
| 중금속 (mg/100g) | 1.2 |

비고 : 이 시험성적서는 표시된 견본에 한하여 검사결과에 대한 책임은 없습니다.
* 국가표준에 의하면 시험성적서 발행

(재)창녕양과껍질연구회 2015년 11월 23일

창녕 양과껍질 연구회 TEL : 055-532-3021 FAX : 055-532-3022

검사성적서

발주번호 : 2015-232 접수번호 : 2015-06

| | | | |
|------|----------------------|------|---------------|
| 발주명 | 양과껍질차 | 시험목적 | - |
| 발주처명 | 우포의아침(주) | 검사방법 | 2015-10-15 |
| 주 소 | 경남 창원시 마산합포구 마산대로 40 | 발주처명 | - |
| 담당자명 | 김민서 | 연락처 | 010-4455-0907 |
| 담당자명 | 박정호 | 연락처 | 010-4455-0907 |

시험 항목 및 결과

| 시험 항목 | 결과 |
|------------------|------|
| 열량 (kcal/100 mL) | 0.4 |
| 단수화물 (g/100 mL) | 0.1 |
| 지방 (g/100 mL) | 0.0 |
| 단백질 (g/100 mL) | 0.0 |
| 지방산 (g/100 mL) | 0.0 |
| 포화지방 (g/100 mL) | 0.0 |
| 트랜스지방 (g/100 mL) | 0.0 |
| 칼슘 (mg/100 mL) | 0.0 |
| 니트록 (mg/100 mL) | 0.7 |
| 수분 (g/100 mL) | 99.9 |
| 습분 (g/100 mL) | 0.0 |

비고 : 이 시험성적서는 표시된 견본에 한하여 검사결과에 대한 책임은 없습니다.
* 국가표준에 의하면 시험성적서 발행

(재)창녕양과껍질연구회 2015년 10월 22일

창녕 양과껍질 연구회 TEL : 055-532-3021 FAX : 055-532-3022

검사성적서

발주번호 : 2015-09-08-0003 접수번호 : 2015-10000227-000

| | | | |
|------|----------------------|------|---------------|
| 발주명 | 양과껍질차 | 시험목적 | 중금속 |
| 발주처명 | 우포의아침(주) | 검사방법 | 2015-12-23 |
| 주 소 | 경남 창원시 마산합포구 마산대로 40 | 발주처명 | - |
| 담당자명 | 김민서 | 연락처 | 010-4455-0907 |
| 담당자명 | 박정호 | 연락처 | 010-4455-0907 |

시험 항목 및 결과

| 시험 항목 | 결과 |
|---------------|-----|
| 중금속 (mg/100g) | 1.2 |

비고 : 이 시험성적서는 표시된 견본에 한하여 검사결과에 대한 책임은 없습니다.
* 국가표준에 의하면 시험성적서 발행

(재)창녕양과껍질연구회 2015년 12월 23일

창녕 양과껍질 연구회 TEL : 055-532-3021 FAX : 055-532-3022

식품(식품첨가물) 품목제조보고서

| | | | |
|-------|-----------------|-------|--------------|
| 신청 번호 | 2015-09-08-0003 | 접수 일자 | 2015. 11. 18 |
| 신청 품목 | 양과껍질차 | 제조일자 | 2015. 11. 18 |
| 신청 품목 | 양과껍질차 | 제조일자 | 2015. 11. 18 |

비고 : 이 시험성적서는 표시된 견본에 한하여 검사결과에 대한 책임은 없습니다.
* 국가표준에 의하면 시험성적서 발행

(재)창녕양과껍질연구회 2015년 11월 18일

Fig.15 양과껍질차의 출시를 위한 법적허가

13. 양과껍질차 출시행사 및 판매루트 확보 및 본격적인 사업화

제품의 본격적인 시판에 앞서 2015년 11월 창원컨벤션센터에서 개최하는 향노화산업 박람회에 우포의아침(주)의 신제품인 양과껍질차를 출시행사를 진행하였으며, 임직원 전원이 참석하여 제품의 출시행사에 앞장서서 홍보와 각종 설명회 등을 진행하여 향노화산업 박람회에서 큰 주목을 받았다



Fig.16 양파껍질차 출시행사

제품의 출시와 더불어 현재 양파껍질차는 전국 E-mart 판매와 메가마트, 고속도로 휴게소에서 판매가 되고 있으며, 향후 GS리테일과의 계약을 통해 GS25시 편의점에도 입점될 예정이다.



Fig.17 양파껍질차 대형마트 판매현황

[위탁연구과제: 경상대학교 산학협력단 허호진]

양파의 인지/기억능력 개선 효능 평가 및 생리활성성분 분석

1. 총페놀성 화합물 함량

Onion flesh의 총 페놀성화합물 함량을 측정한 결과 (Table 1A.)는 60% Ethanol을 이용하여 환류냉각 추출을 실시하여 n-hexane, chloroform, ethyl acetate, buthanol, distilled water로 분획물을 얻어 total phenolics를 분석한 결과 60% ethanol 9.67 mg GAE/g, n-hexane 32.33 mg GAE/g, chloroform 21.00 mg GAE/g, ethyl acetate 94.67 mg GAE/g, buthanol 64.67 mg GAE/g, distilled water 9.67 mg GAE/g으로 ethyl acetate 분획물에서 가장 높은 phenolics 함량을 나타내었다 (Table. 8A). 이는 분획 전 (60 % ethanol extract)과 후를 비교 했을 때, ethyl acetate 분획물에서 약 10 배의 total phenolic compounds함량이 증가한 것을 나타낸다. onion peel의 총 페놀성 화합물 함량을 측정한 결과(Table 8B)는 70% ethanol 429.33 mg GAE/g, n-hexane 19.75 mg GAE/g, chloroform 229.58 mg GAE/g, ethyl acetate 555.83 mg GAE/g, buthanol 205.33 mg GAE/g, distilled water 19.92 mg GAE/g으로 ethyl acetate 분획물에서 가장 높은 phenolics 함량을 나타내었다 (Table. 8A). 이는 분획 전 (70 % ethanol extract)과 후를 비교 했을 때, ethyl acetate 분획물에서 약 1.3 배의 총 페놀성 화합물 함량이 증가한 것을 나타낸다. Jang등(B3)에 따르면 양파 껍질은 육질과 비교했을 때 48배의 플라보이드 함량을 나타내어 양파 껍질에 플라보노이드 성분이 다량 함유되어 있음을 확인할 수 있다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 실험에서 onion peel 추출물에서 onion flesh 추출물과 비교하였을 때 총 페놀 함량이 크게 차이가 나는 것을 유추해 볼 수 있었다(9).

Table 8. Total phenolics of n-hxane, chloroform, ethylacetate, buthanol and distilled water fractions from ethanol extract of onion flesh(A) and onion peel(B). Results shown are means ± SD (n=3).

| (A) | Onion Flesh | | | | | |
|--|-----------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------|
| | 60% EtOH 추출물 | n-hexane | chloroform | ethyl acetate | buthanol | distilled water |
| Total phenolic content (mg of GAE/g) | 9.67 ±0.38 | 32.33 ±0.72 | 21.00 ±1.09 | 94.67 ±0.14 | 34.67 ±0.38 | 9.67 ±1.15 |
| (B) | Onion Peel | | | | | |
| | 70% EtOH 추출물 | n-hexane | chloroform | ethyl acetate | buthanol | distilled water |
| Total phenolic content (mg of GAE/g) | 429.33 ±0.14 | 19.75 ±0.43 | 229.58 ±0.52 | 555.83 ±0.52 | 205.33 ±0.29 | 19.92 ±0.29 |

2. *in vitro* antioxidant activity

추출방법의 정립을 위하여 *in vitro* 항산화 활성 실험 ABTS 라디칼 소거활성, DPPH 라디칼 소거활성, FRAP assay 3가지를 수행하였고, 그 결과는 Fig.18에 나타내었다. ABTS 라디칼 소거활성은 ABTS 라디칼이 시료의 항산화 물질에 의해 제거되어 ABTS 라디칼 특유의 색인 청록색이 탈색되는 원리를 이용한 측정법이다(1). onion flesh와 onion peel의 용매 분획물을 이용하여 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 18A,B 와 같다. onion flesh와 onion peel의 용매 분획물 모두 ethyl acetate 분획물의 ABTS 라디칼 소거활성이 가장 높았으며, 특히 onion peel ethyl acetate 분획물 (Fig. 18B) 의 경우 500 µg/mL 이상의 농도에서 positive control로 사용된 vitamin C 1000 µg/mL 농도와 비교하였을 때, 유의적으로 높은 소거활성을 보였다.

DPPH는 안정한 라디칼로 cysteine, glutathione과 같은 함황 아미노산과 아스코르브산, 토코페롤, hydroquinone, pyrogallol, phenyl- enediamine, aminophenol과 같은 aromaticamine등에 의해서 환원되어 짙은 자색이 탈색되므로 수소 공여능 또는 유리기 소거작용을 측정하는데 널리 이용되고 있다(10). onion flesh와 onion peel의 용매 분획물을 이용하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 18C,D과 같다. ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과와 유사하게 나타났으며, 역시 농도 의존적으로 소거활성이 증가하는 경향을 볼 수 있었다. 또한 onion peel의 ethyl acetate 분획물 (Fig. 18D) 1000 µg/mL에서는 같은 농도의 onion fleshdml ethyl acetate 분획물에 비해 약 5배의 높은 소거활성을 보여주었다. FRAP assay는 최근에 개발되어진 총 항산화능을 측정하는 방법으로 낮은 pH에서 환원제에 의해 ferric tripyridyl-triazine (Fe^{3+} -TPTZ) 복합체가 ferrous tripyridyltriazine (Fe^{2+} -TPTZ) 으로 환원되는 원리를 이용한 것으로 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점에 착안하여 고안되어진 방법이다(3). 환원된 Fe^{2+} -TPTZ의 양이 증가할수록 흡광도가 증가하게 되며, 이러한 흡광도의 증가는 시료의 항산화력이 높다는 것을 의미한다. nion flesh와 onion peel의 용매 분획물을 이용하여 총 항산화력을 측정한 결과는 Fig. 18E,F와 같다. ABTS 라디칼 소거활성 (Fig. 18A,B) 패턴과 유사하게 추출물의 농도가 증가함에 따라 흡광도가 증가하는 농도 의존적인 경향을 보였다. 특히 onion flesh ethyl acetate 분획물은 농도 1000 µg/mL에서 2.33로 분획물 중 가장 높은 흡광도를 보였으나, positive control인 vitamin C 1 mg/mL의 항산화력 대비 약 74% 수준의 항산화력을 나타냈다. 이를 통하여, onion flesh와 onion peel의 추출방법은 ethyl acetate 분획물로 판단 후, 다음 실험들을 진행하였다.

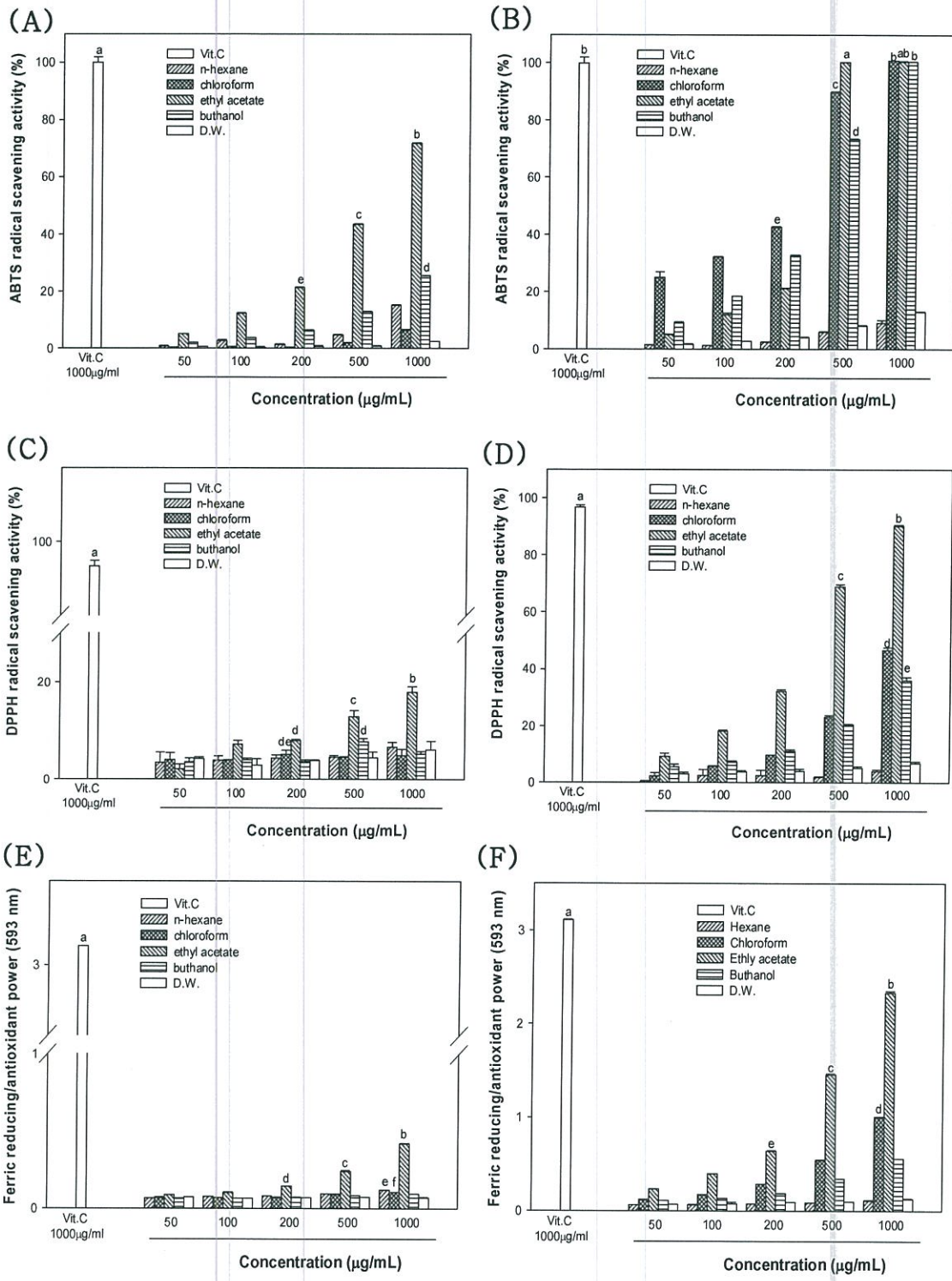


Fig.18. ABTS radical scavenging activities of onion flesh(A), onion peel(B), DPPH radical scavenging activities of onion flesh(C), onion peel(D) and Ferric reducing/antioxidant power of onion flesh(E), onion peel(F) from various fractions of onion flesh and onion peel. Results shown are mean ± SD (n=3). Data were statistically considered at $p < 0.05$, and different small letters represent statistical differences

3. 분획물을 활용한 Acetylcholinesterase (AChE)저해효과

알츠하이머성 치매로부터 유발되는 기억력 상실 및 학습력 저하 등 각종 인지장애는 주로 대뇌기저로 부터의 ACh성 신경세포의 손상으로부터 기인된다는 가설을 바탕으로(11)으로 본 연구에서는 앞선 항산화 실험결과를 바탕으로 onion flesh와 onion peel ethyl acetate 분획물의 AD에 대한 예방 효과를 탐색하기 위하여, AChE 저해활성을 조사하였고, 측정된 결과는 Fig.19와 같다. Onion flesh(OF)와 onion peel(OP)의 용매 분획물의 생리활성 검증 결과 가장 우수한 결과를 나타낸 ethyl acetate 추출물을 이용하여 Acetylcholinesterase 저해효과를 실험하였다. Positive control로서 1 μ M tacrine을 처리한 군의 AChE 저해활성은 약 80% 정도였으며, onion flesh의 분획물 (Fig.19A)에서는 AChE의 저해활성이 500 μ g/mL까지는 농도 의존적으로 증가하였고, 1000 μ g/mL에서는 AChE의 저해활성이 감소하는 그래프를 나타내었다. 50% 저해하는 onion flesh의 분획물의 농도 (IC_{50})는 433.34 μ g/mL로 나타났다. onion peel의 분획물 (Fig.19B)에서는 AChE의 저해활성이 농도 의존적으로 증가하였고, IC_{50} 값은 37.11 μ g/mL로 flesh 분획물에 비하여 약 11배 정도 낮게 나타났다. Choi GN 등 (11)은 quercein을 농도별 (10~250 μ M)로 AChE 저해활성을 측정된 결과 농도 의존적이지는 않았으나 30~40%의 저해활성을 나타내었는데, 본 실험의 OF와 OP의 분획물은 농도 의존적 경향을 나타내었으며, 상대적으로 높은 농도에서 50% (IC_{50} value)활성을 나타내는 것을 보아 onion에 많다고 알려진 quercetin이외의 다양한 phenolic에 의한 결과로 추측된다.

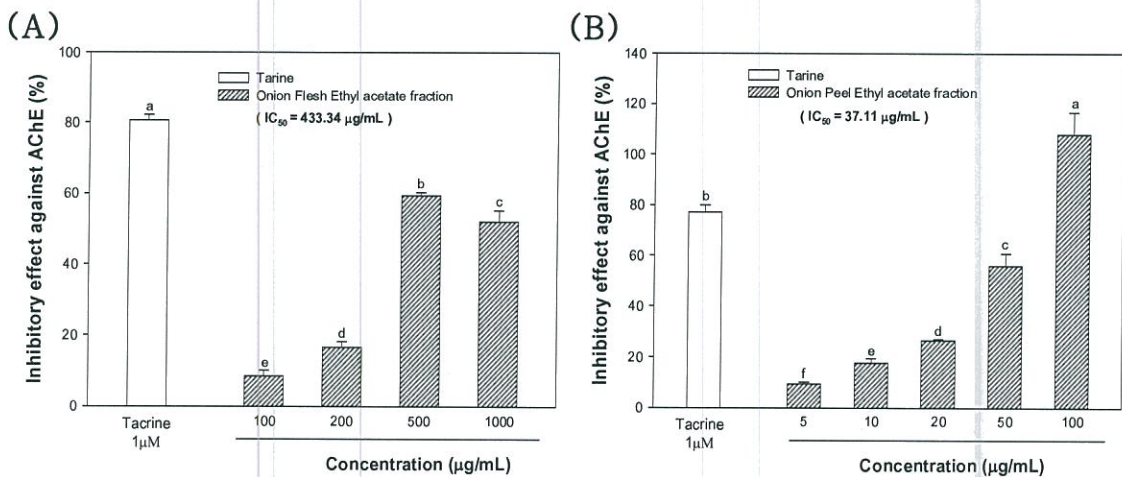


Fig.19. Effect of ethyl acetate fraction from onion flesh(A) and onion peel(B) against AChE. The inhibition was expressed as a percentage of enzyme activity inhibited compared with the control value. The Result shown are means \pm SD (n=3). Data were statistically considered at $p < 0.05$, and different small letters represent statistical differences.

4. MDA(Malodialdehyde)생성 억제 효과

ROS와 같은 oxidative stress에 대한 OF와 OP ethyl acetate 분획물의 지질 과산화물(malondialdehyde; MDA) 억제활성을 분석하여 AChEi activity를 갖는 phenolics의 *in vitro* antioxidant activity를 확인하였다. 신경세포막을 구성하고 있는 지질성분은 산화적 스트레스에 취약한 특성을 가지고 있으며, 세포막 손상 및 기타 단백질 손상과도 관계가 있다고 알려져 있다

(12). 따라서 본 연구에서는 지질 과산화 중간생성물인 MDA 생성의 억제활성을 통하여 살펴보았다 (Fig.20.). OF에서 농도 의존적인 경향을 나타내었다. 하지만 positive control로 사용된 catechin 75.31% 억제하는 것과 비교하였을 때, OP ethyl acetate 분획물은 44.38 %로 낮은 경향을 보였다. 그리고 OF ethyl acetate분획물의 경우에는 농도간의 유의적인 차이는 존재하였으나, 50~1000 µg/mL의 농도에서 35~45% 정도의 억제효과가 나타났다.

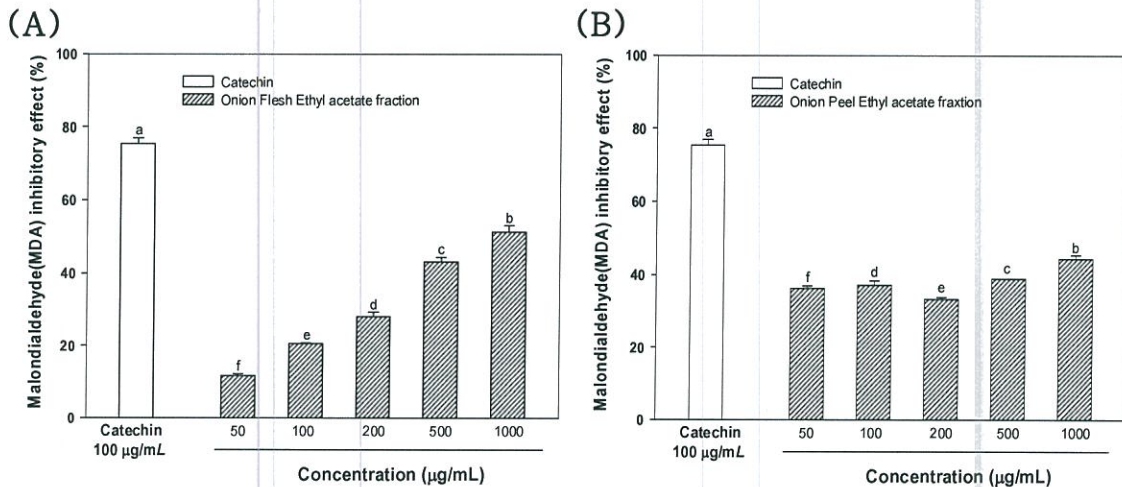


Fig.20. Malondialdehyde (MDA) inhibitory effect of ethyl acetate fraction from onion flesh(A), onion peel(B). Results shown are mean ± SD (n=3). Data were statistically considered at $p < 0.05$, and different small letters represent statistical differences.

5. 세포 내 산화적 스트레스 생성 억제효과

알츠하이머성 치매와 같은 퇴행성 신경질환은 산화적 스트레스에 의한 신경세포의 사멸에 의해 발생되며, 천연 항산화제인 flavonoids, polyphenols 등은 산화적 스트레스로부터 신경세포 보호효과가 뛰어난 것으로 보고되고 있다(13). AChEi (AChE inhibitor) activity를 갖는 onion flesh(OF)와 onion peel(OP)의 ethyl acetate 분획물의 ROS 생성 저해 활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. DCF formation은 TMT 를 처리한 처리구에서는 control group 100% 대비 150%의 DCF formation을 나타냈고 TMT와 vitamin C를 동시에 처리한 처리구에서는 90%로 약 60%정도의 산화적 스트레스 감소효과를 보였다. OF ethyl acetate 분획물에서는 농도 의존적인 큰 경향은 보이지 않았고, Vit C에 비교하였을 때 비교적 낮은 감소효과를 나타냈다. OP ethyl acetate 분획물의 경우 농도 의존적인 경향을 보였으며, 특히 농도 200 µg/mL에서는 positive control로 사용된 vitamin C 200 µM 보다 높은 스트레스 저해를 보여주었다.

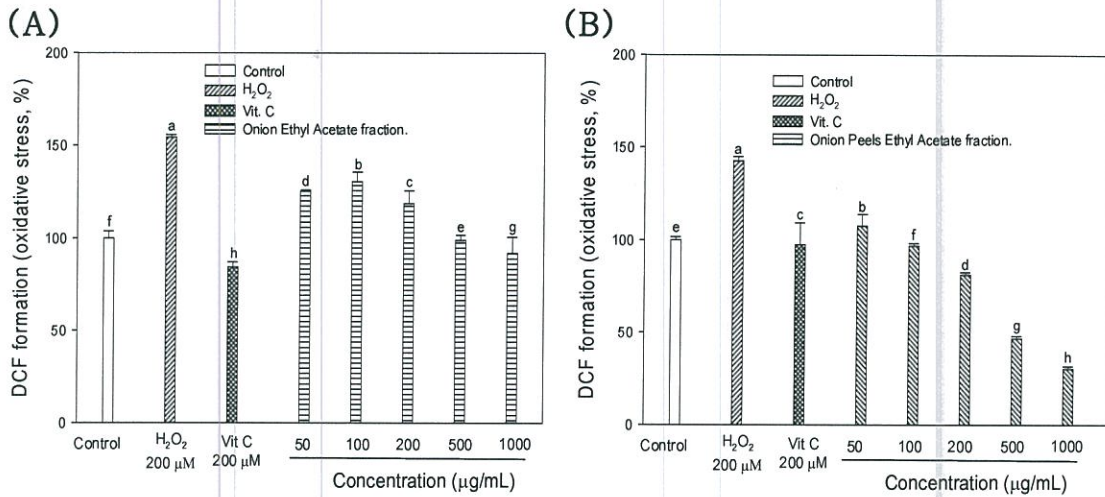


Fig. 21. Effect of ethyl acetate fraction from onion flesh(A) and onion peel(B) on ROS production in presence and absence of H₂O₂ in PC12 cells. Results shown are mean ± SD (n=3). Data were statistically considered at $p < 0.05$, and different small letters represent statistical differences.

6. 세포 생존율 측정 & 세포막 손상 억제효과

MTT reduction assay는 mitochondrial dehydrogenase에 의해 노란색의 수용성 기질을 청자색을 띠는 비수용성의 MTT formazan으로 환원시키는 mitochondrial activity를 이용하는 측정방법이다(14). AChEi (AChE inhibitor) activity를 갖는 onion flesh(OF)와 onion peel(OP)의 ethyl acetate 분획물의 H₂O₂에 의해 유도된 oxidative stress 상태에서 PC12 신경세포에 대한 보호 효과를 측정한 결과는 Fig.22A, B와 같다. H₂O₂를 처리한 처리구에서는 control group 대비 77%의 cell viability를 나타냈고, H₂O₂와 vitamin C를 동시에 처리한 group에서는 113%로 약 36%정도의 신경세포 보호 효과를 보였다. OF ethyl acetate 분획물 (Fig.22.A)의 경우, 농도의존적인 경향을 나타내었고, OF에서는 200 µg/mL 농도에서 Positive control group로 사용된 200 µM vitamin C와 유의한 생존율을 나타내었다. OP ethyl acetate 분획물 (Fig.22.B)에서는 낮은 농도 처리구에서는 농도의존적인 경향이 나타나지 않았으며, 50 µg/mL 농도 이상에서는 200 µM vitamin C보다 높은 생존율을 나타내었다. 이 실험을 통하여 OF보다 OP ethyl acetate 분획물에서 4배 정도의 높은 세포생존율을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 신경세포의 경우 전기적 신호전달이라는 고유 기능유지를 위해 상대적으로 많은 lipid성분을 함유하고 있고 이는 산화적인 스트레스에 매우 취약한 구조적 특성이므로(15) H₂O₂로 유도된 신경세포막 손상에 대한 onion flesh(OF)와 onion peel(OP)의 ethyl acetate 분획물의 보호 효과를 확인하였다. 신경세포 보호 효과를 확인하기 위해 신경세포 중에 함유되어 있는 세포질 성분으로서 LDH 방출량을 측정한 결과는 Fig.22C, D와 같다. Control group의 LDH 방출량은 25% 정도인데 반해 H₂O₂처리한 그룹에서는 43%의 방출량을 보여 H₂O₂에 의해 LDH 방출량이 약 18%정도 증가하였다. OF의 경우 Positive control로 쓰인 vitamin C 200 µM 처리군은 17%정도의 LDH 방출량을 보였고, OF의 경우 50~1000 µg/mL의 농도로 처리했을 때, 대부분의 농도 처리구에서는 vitamin C 200 µM처리구와 유사한 LDH방출 저해 효과를 나타내었지만, 높은 농도

로 감에 따라, 다소 증가하는 경향을 나타내었다. OP의 경우는 5~50 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서
 는 vitamin C 200 μM 처리구와 유의한 LDH방출 저해 효과를 나타내었다.

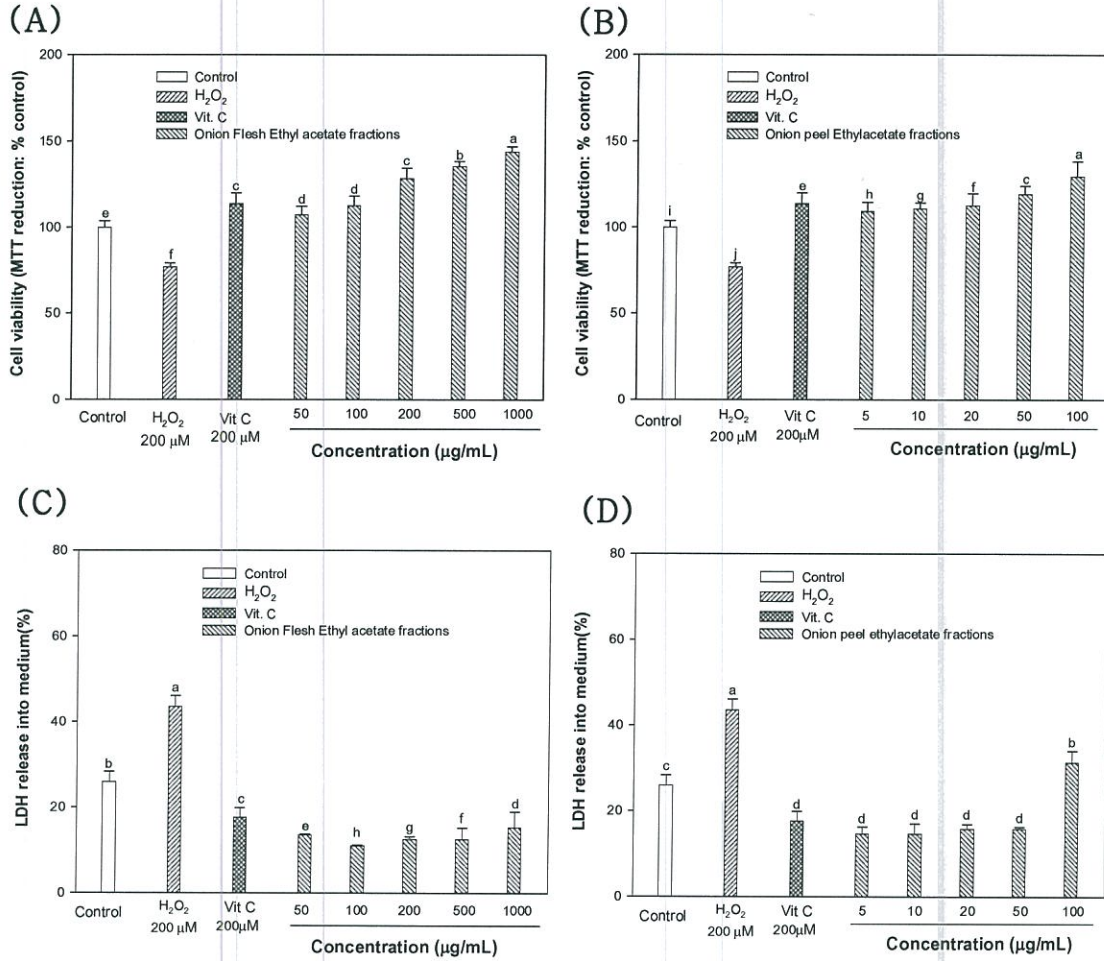


Fig.22. Neuronal cell-protective effect of ethyl acetate fraction from onion flesh (A), onion peel(B) on H₂O₂-induced cytotoxicity in PC12 cell system, and inhibitory effect of LDH release of ethyl acetate fraction from onion flesh (C), onion peel(D) on H₂O₂-induced membrane damage in PC12 cells. Results shown are mean \pm SD (n=3). Data were statistically considered at $p < 0.05$, and different small letters represent statistical differences.

7. TMT injection을 통한 *in vivo* Y-maze test

복강 내 투여에 의한 변연계 손상을 시사하는 이상 신경행동 유발과 신경-병리학적으로 해마의 과립세포, 아몬각의 추체세포, 신피질, 편도핵 등 특정부위 신경세포의 선택적 손상을 통한 기억 손상(16)을 유발하는 항콜린성 약품인 trimethyltin(TMT)를 이용하여, 기억력과 학습능력을 감퇴한 마우스 모델을 대상으로 Y-maze를 실시하였으며 결과는 Fig. 23와 같다. 8분 동안 Y-maze에서 마우스의 행동을 관찰한 결과, TMT group은 control group대비 16.34%로 현저한 기억력 저하를 보였다 (Fig. 23A). 이에 반해 OF10, OF20, 그리고 OP10, OP20 group은 각각 64.62, 66.04, 55.20, 66.29%로 TMT group과 비교하였을 때, 모든 group에서 유의적으로 기억력을 개선시킬 뿐만 아니라, OF10 group을 제외한 그룹에서는 control group과 유사한 수준으로 나타났다. Fig. 23B는 8분 동안 마우스들이 Y-maze의 각 arm을 통과한 총 횟수를 나타낸 것으로 마우스의 기본적인 운동능력에는 큰 문제를 보이지 않은 것으로 나타났으며, 따라서 Fig. 23A에서 보여준 결과는 TMT injection에 의한 인지결함으로부터 유도된 행동 장애임을 뒷받침해주었다.

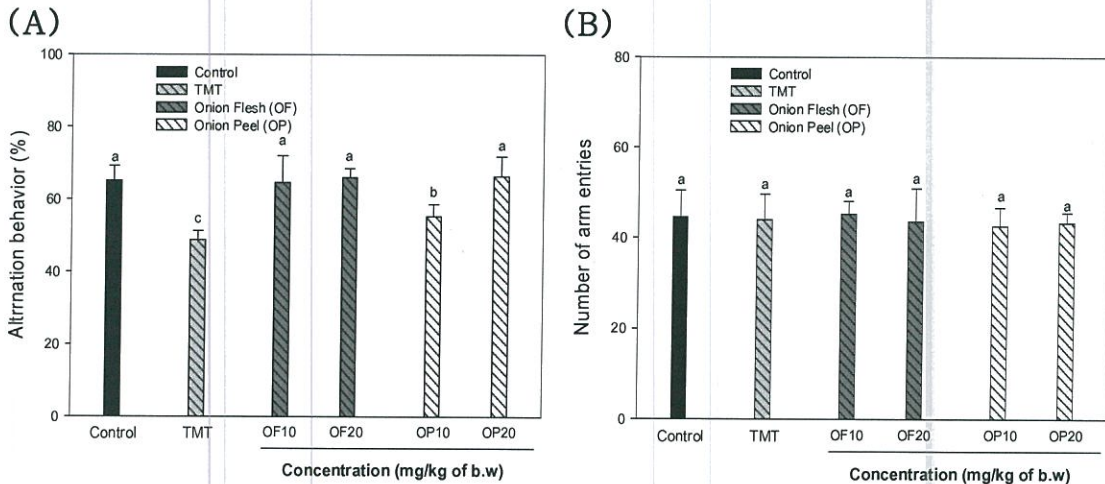


Fig.23. Protective effect of nonanthocyanin fraction from onion flesh(OF) and onion peel(OP) on spontaneous alteration behavior in TMT-induced amnesic mice. The Y-maze test was performed 2 days after the TMT injection (2.5 mg/kg(76 µg/kg of body weigh)). Sample group (OF10, OF20, OP10, OP20) were injection with TMT followed by feeding with ethyl acetate fraction from onion flesh(OF) and onion peel(OP) (10, 20 mg/kg per day, respectively). The spontaneous alteration behavior (A) and number of arm entries (B) were measured over 8 min. Result shown are means±SD (n=8). Data were statistically considered at $p<0.05$, and different small letters represent statistical differences.

8. TMT injection을 통한 *in vivo* passive avoidance test

Onion flesh(OF)와 onion peel(OP)의 ethyl acetate 분획물을 섭취한 마우스의 인지 기능 및 장기 기억력 회복을 확인하기 위해 passive avoidance test를 실시하였다 (Fig. 23). TMT group은 control group (100%) 대비 39 %로 현저한 기억력 저하 (61% 감소)를 보였다. 이에 반해 OF10, OF20, 그리고 OP10, OP20 group은 각각 62.86, 98.78, 104.62, 103.46%로 TMT group과 비교하였을 때, 유의적으로 기억력을 개선시킬 뿐만 아니라, OP10을 제외한 그룹에서는 control group과 유사한 수준으로 나타났다. 본 실험에서 OP는 농도 의존적인 경향을 나타내었으며, 높은 농도에서 control과 유의적이진 않지만, 유사한 회복 능력을 보여주는 것으로 나타났다. 그리고 OP group에서는 다소 낮은 OP 10에서도 control과 유의적으로 높은 값을 나타내어 인지기능 크게 회복되는 것을 나타내었다. 이러한 결과를 통해 onion flesh(OF)와 onion peel(OP)의 ethyl acetate 분획물 모두 Alzheimer's disease(AD)와 같은 신경 퇴행성 질환에 대한 활용가능성이 뛰어 날 것이라고 판단된다.

9. 마우스 뇌의 조직 중의 *ex vivo* AChE 활성 측정 및 malondialdehyde (MDA) 함량 측정

Y-maze와 passive avoidane 실험 종료 후 마우스의 뇌를 적출하여 AChE 활성(Fig. 24A), 뇌 조직에 존재하는 지질과산화 중간생성물인 MDA의 함량(Fig. 24B)을 측정한 결과는 Fig.24과 같다. AChE 활성 (Fig. 24A)은 TMT group은 control group (100%) 대비 128.32%로 나타나, TMT가 마우스 뇌 조직에 존재하는 AChE의 활성을 증가시키는 것으로 나타났다. OF10, OF20 그리고 OP10, OP20에서는 111.19, 108.51, 104.07, 98.82 (%) mg of protein로써, 모든 그룹에서 TMT그룹 대비 AChE 활성이 감소하는 것을 확인 할 수 있었고, OF그룹의 경우 높은 농도에서 Control과 유사한 값을 나타내었으며, OP의 그룹에서는 OP10, OP20 모든 그룹에서 Control과 유사한 값을 나타내는 것으로 나타났다. 본 실험 결과는 TMT로 유도된 학습 및 인지기능 결함 마우스에서 효과적으로 AChE의 활성을 감소시키는 것으로 생각된다. 마우스의 뇌 조직에 존재하는 지질과산화 중간생성물인 MDA의 함량 (Fig. 24B)을 측정한 결과, Control group은 1.24 nmole/mg protein이었으며, TMT group은 이보다 증가한 1.46 nmole/mg으로 뇌 조직에서의 MDA함량을 증가시키는 것으로 나타났다. OF10, OF20 그리고 OP10, OP20에서는 1.39, 1.26, 1.13, 1.10 nmole/mg protein로써, 모든 그룹에서 TMT 그룹 대비 MDA 함량이 감소하는 것을 확인 할 수 있었고, OP그룹의 경우 높은 농도에서 Control과 유사한 값을 나타내었으며, OP의 그룹에서는 OP10, OP20 모든 그룹에서 Control과 유사한 값을 나타내는 것으로 나타났다. 본 실험 결과는 onion flesh(OF)와 onion peel(OP)의 ethyl acetate 분획물이 TMT로 유도된 학습 및 인지기능 결함 마우스에서 효과적으로 MDA의 활성을 감소시키는 것으로 생각된다.

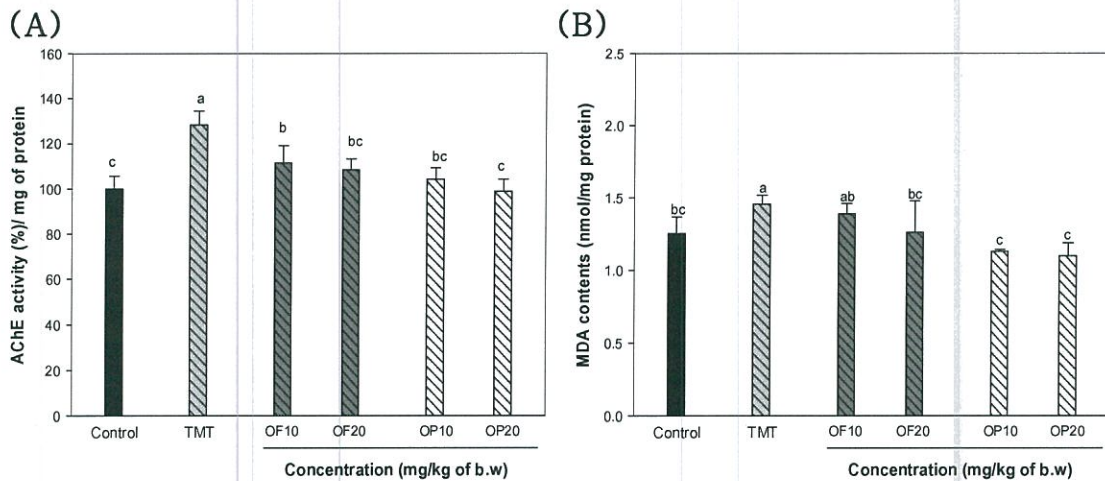


Fig. 24. Effect of ethyl acetate fraction from onion flesh(OF) and onion peel(OP) of AChE activity(A) and MDA contents(B) from TMT-induced mice brain homogenate. TMT was injection with 2.5 mg/kg(76 µg/kg of body weigh). Sample group (OF10, OF20, OP10, OP20) were injection with TMT followed by feeding with ethyl acetate fraction from onion flesh(A) and onion peel(B) (10, 20 mg/kg per day, respectively). The Result shown are means±SD (n=8). Data were statistically considered at $p<0.05$, and different small letters represent statistical differences.

10. 세포 생존율 측정

MTT reduction assay는 mitochondrial dehydrogenase에 의해 노란색의 수용성 기질을 청자색을 띠는 비수용성의 MTT formazan으로 환원시키는 mitochondrial activity를 이용하는 측정방법이다(6). onion flesh와 onion peel의 ethyl acetate 분획물 (EOF, EOP)의 Aβ에 의해 유도된 oxidative stress 상태에서 PC12 신경세포에 대한 보호 효과를 측정한 결과는 Fig.25과 같다. Aβ

를 처리한 처리구에서는 control구 대비 약 75%의 cell viability를 나타냈고, Aβ와 vitamin C를 동시에 처리한 group에서는 83%로 약 8%정도의 신경세포보호 효과를 보였다. EOF (Fig.25A) 및 EOP (Fig.25B) 모두 농도 10 μg/mL에서 positive control group로 사용된 200 μM vitamin C와 유의한 생존율을 나타내었다. 뿐만 아니라, EOF 및 EOP의 50 μg/mL 이상의 농도에서 control과 유의적인 결과를 나타내는 것을 확인 할 수 있었다. 양파의 main phenolics는 quercetin이라고 알려져 있으며 이러한 quercetin은 vitamin C 보다도 강력한 항산화 활성을 가진다고 보고되어 농도 10 μM 에서 H₂O₂에 의한 PC12 cell 내 산화적 스트레스 생성을 200 μM vitamin C 보다 14% 높은 보호 효과를 나타낸다고 보고하였다(7). 또한, Alzheimer's disease(AD)에 걸린 마우스 모델 (APPswe/PS1dE9 transgenic mouse)에게 16주간 quercetin을 섭취시킨 결과, 해마 신경세포의 MMP(mitochondrial membrane potential)의 회복, ROS 감소, ATP 함량의 증가 등 실제 mitochondria의 기능향상을 보고하였다(8). 따라서 본 실험결과는 EOF와 EOP 모두 신경세포의 미토콘드리아의 기능을 보호함으로써 뛰어난 세포보호효과를 나타낸다고 판단된다.

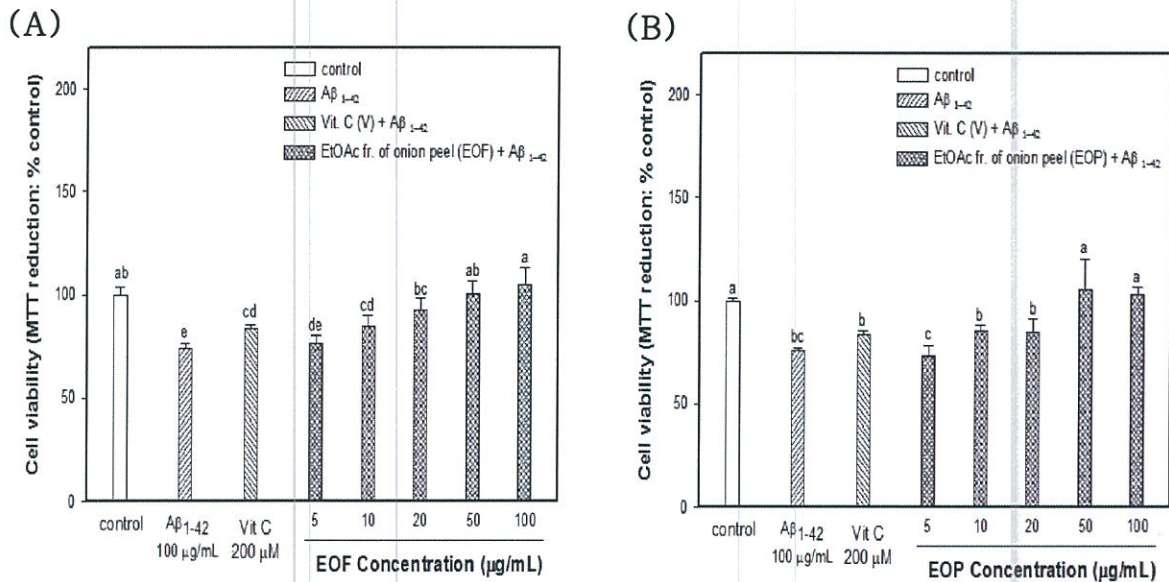


Fig.25. Neuronal cell-protective effect of ethyl acetate fraction of onion flesh (EOF) (A) and onion peel (EOP) (B) on Aβ-induced cytotoxicity in PC12 cell system. Results shown are mean ± SD (n=3). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences.

11. Aβ ICV injection을 통한 *in vivo* Y-maze test

Aβ를 이용하여 기억력과 학습능력을 감퇴한 마우스 모델을 대상으로 Y-maze를 실시하였으며 결과는 Fig.26와 같다. 실제 마우스가 움직임을 나타내는 도식화는 Fig. 2B와 같이 나타났으며, 특히 Aβ그룹에서의 일정하지 못한 움직임의 형태를 확인 할 수 있다. 8분 동안 Y-maze에서 마우스의 행동을 관찰한 결과, Aβ group은 control group (66.13%) 대비 54.49%로 현저한 기억력 저하를 보였다(Fig.26A). 이에 반해 EOF 10, EOF 20, EOP 10 및 EOP 20 group은 각각 59.30, 57.27, 63.47 및 62.36%로 Aβ group과 비교하였을 때, 모든 group에서 유의적으로 기억력을 개선시킬 뿐만 아니라, positive control 그룹으로 사용된 vitamin C 20 그룹 (63.54 %)과 유사한 수준으로 나타났다. 8분 동안 마우스들이 Y-maze의 각 arm을 통과한 총 횟수를 나타낸 것으로 마우스의 기본적인 운동능력에는 큰 차이를 나타내지 않았으며, 따라서 Fig. 2에서 보여준 결과는 Aβ injection에 의한 인지결함으로부터 유도된 행동 장애임을 나타낸다.

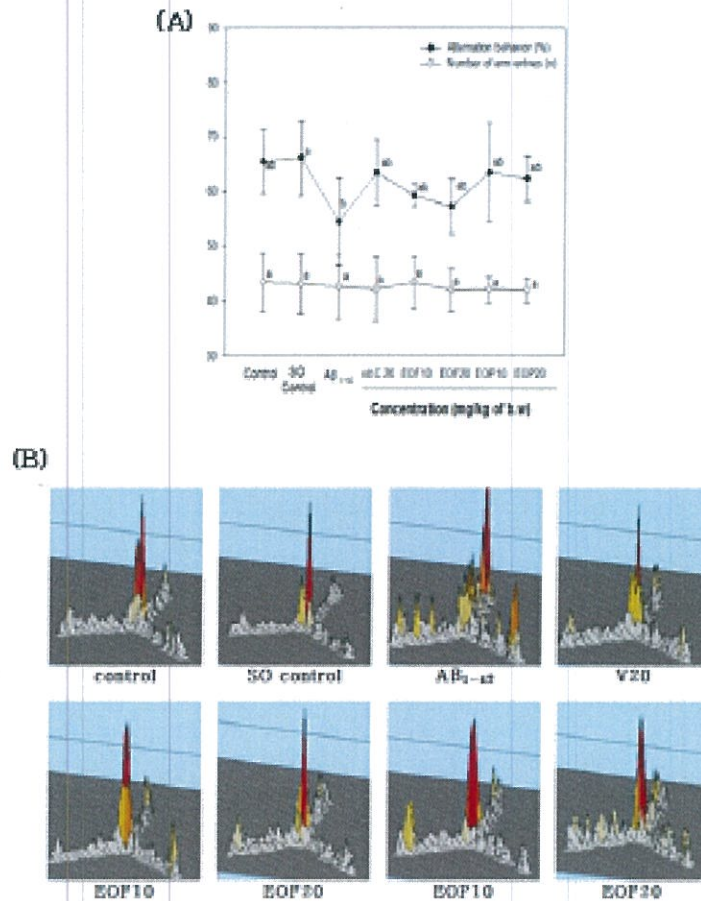


Fig. 26. Protective effect of ethyl acetate fraction from onion flesh (EOF) and onion peel (EOP) on spontaneous alteration behavior and number of arm entries (A) and path tracing of each groups (B) in Aβ-induced amnesic mice. The Y-maze test was performed 3 days after the Aβ injection (410 pmole (5 μL)). Sample group (V20, EOF10, EOF20, EOP10, and EOP20) were ICV injection after feeding 3 weeks with EOF and EOP (10, 20 mg/kg per day, respectively). The spontaneous alteration behavior and number of arm entries were measured over 8 min. Result shown are means±SD (n=8). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences.

12. Aβ injection을 통한 *in vivo* passive avoidance test

EOF와 EOP를 섭취한 마우스의 인지 기능 및 단기 기억력 측정을 위해 passive avoidance test를 실시하였다 (Fig. 3). Aβ group은 control group (300 sec) 대비 68 sec로 현저한 단기 기억력 저하 (75% 감소)를 나타냈다. 이에 반해 EOF10, EOF20 EOP10 및 EOP20 그룹은 각각 241.00, 269.17, 282.88, 291.84 sec로 Aβ group과 비교하였을 때, 유의적으로 기억력을 개선시킬 뿐만 아니라, Vitamin C20 (269.40 sec) 그룹과 유사한 수준으로 나타났다. 본 실험에서 EOF와 EOP 모두 control과 유의적인 결과를 나타내었으며, 뛰어난 인지기능 및 단기기억력 회복능력을 보여주는 것으로 나타났다.

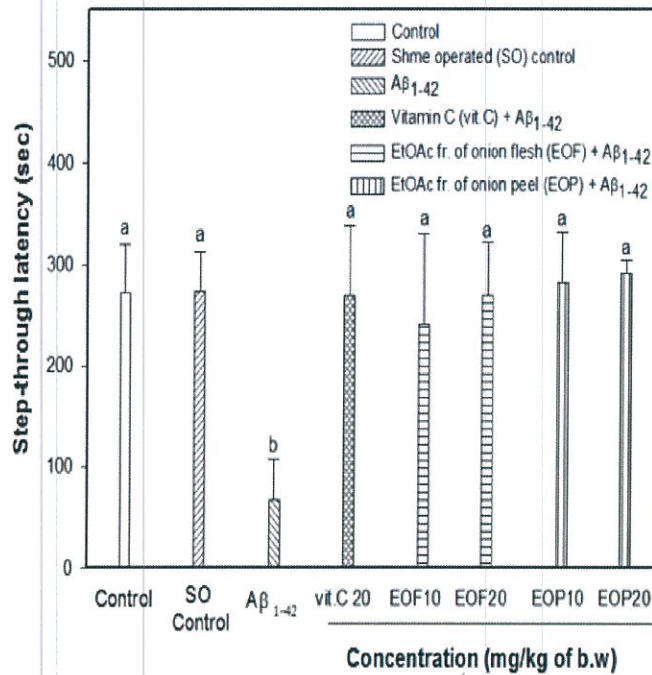


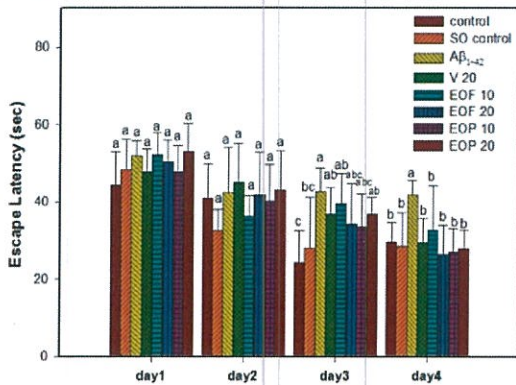
Fig. 27. Protective effect of ethyl acetate fraction from onion flesh (EOF) and onion peel (EOP) Aβ-induced memory impairment in mice. Step-through latency (300 sec) in the retention trial test was measured. The Result shown are means±SD (n=8). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences.

13. Aβ injection을 통한 *in vivo* Morris water maze (MWM) test

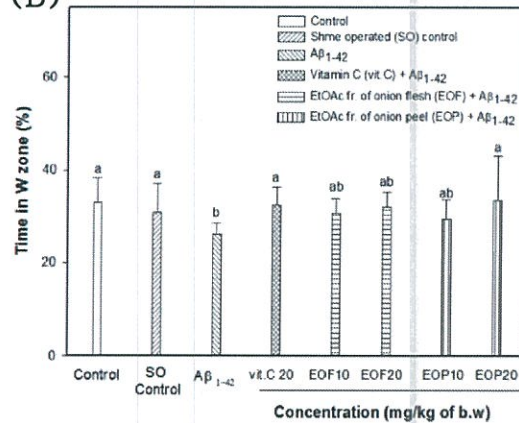
EOF와 EOP를 섭취한 마우스의 장기 기억 및 학습능력 측정을 위해 Morris watermaze test를 실시하였다 (Fig.28). Hidden trial 의 경우 모든 그룹에서 platform을 찾아가는 시간이 감소되는 것을 확인 할 수 있었으며, 마지막 4일차에서는 Aβ group은 control group (29.60 sec) 대비 41.74 sec로 현저한 장기기억 및 학습력이 저하됨을 나타냈다. 이에 반해 EOF10, EOF20 EOP10 및 EOP20 그룹은 각각 32.64, 26.43, 26.91, 27.78 sec로 Aβ group과 비교하였을 때, 유의적으로 기억력을 개선시킬 뿐만 아니라, Vitamin C20 (29.39 sec) 그룹과 유사한 수준으로 나타났다.

Probe trial에서 나타내는 platform이 존재하였던 W zone에서의 마우스의 움직임은 비교하였을 때, Aβ 그룹에서는 움직임이 적을 것을 확인 할 수 있었다(Fig.28C). 이러한 움직임을 그래프 한 결과(Fig28B), EOF와 EOP 모두 control과 유의적인 결과를 나타내었으며, 뛰어난 장기 기억 및 학습 능력 회복능력을 나타내었다. 이러한 behavioral test 결과는 EOF와 EOP 모두 Alzheimer's disease(AD)와 같은 신경 퇴행성 질환에 대한 활용가능성이 뛰어 날 것이라고 판단된다

(A)



(B)



(C)

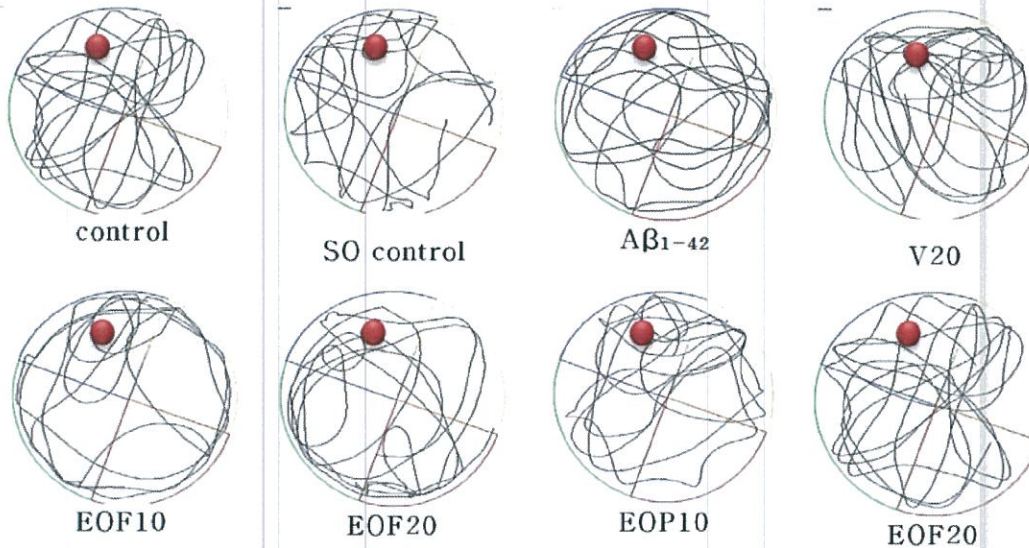


Fig.28. Effect of Ethyl acetate fraction of onion flesh (EOF) and onion peel (EOP) on long-term learning and memory in Morris water maze (MWM) test. Escape latency in the training trial (A), probe trial session (B), and path tracing in the prove trial (C) were examined. Result shown are means ± SD (n=8). Data were statistically considered at p<0.05 versus control group, and different small letters represent statistical differences.

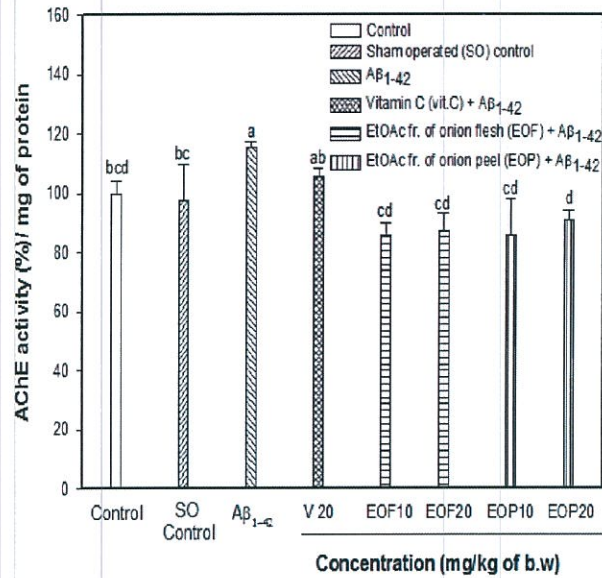


Fig. 29. Effect of ethyl acetate fraction from onion flesh (EOF) and onion peel (EOP) of AChE activity from Aβ-induced mice brain homogenate. Aβ was injection (410 pmole (5 μL)). Sample group (V20, EOF10, EOF20, EOP10, and EOP20) were injection with Aβ followed by feeding with EOF and EOP (10, 20 mg/kg per day, respectively). The Result shown are means±SD (n=5). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences.

14. 마우스 뇌의 조직 중의 MDA 함량 측정

뇌 조직에 존재하는 지질과산화 중간생성물인 MDA의 함량을 측정한 결과는 Fig.6과 같다. Control group은 4.92 nmole/mg protein이었으며, Aβ group은 이보다 증가한 6.02 nmole/mg으로 뇌 조직에서의 MDA함량을 증가시키는 것으로 나타났다. EOF10, EOF20 EOP10, EOP20 그룹에서는 5.03, 4.84, 4.60, 3.81nmole/mg protein 으로서, 모든 그룹에서 Aβ 그룹 대비 MDA 함량이 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. 뿐만 아니라 EOF와 EOP 그룹 모두 positive control로 사용된 vitamin C 20 그룹 (4.99nmole/mg protein) 과 유사한 낮은 MDA 함량을 나타냈다.

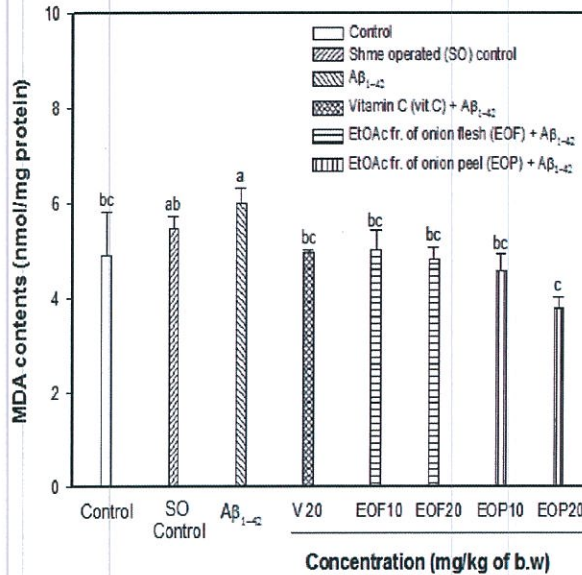


Fig.30. Effect of ethyl acetate fraction from onion flesh (EOF) and onion peel (EOP) of MDA contents from Aβ-induced mice brain homogenate. Aβ was injection (410 pmole (5 μL)). Sample group (V20, EOF10, EOF20, EOP10, and EOP20) were injection with Aβ followed by feeding with EOF and EOP (10, 20 mg/kg per day, respectively). The Result shown are means±SD (n=5). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences

15. 마우스 뇌의 조직 중의 SOD 함량 측정

Superoxide anions와 같은 free radicals을 hydrogen peroxide로 변화시킴으로써 조직을 보호하는 항산화 효소(9)인 SOD의 함량을 측정한 결과는 Fig.30과 같다. Control group은 2.39 U/mg protein이었으며, Aβ group은 이보다 감소한 1.96 U/mg protein으로 뇌 조직에서의 SOD함량이 감소시키는 것으로 나타났다. EOF10, EOF20 EOP10 및 EOP20 그룹에서는 2.47, 2.21, 2.53, 2.41 U/mg protein으로써, 모든 그룹에서 Aβ 그룹 대비 SOD 함량이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 뿐만 아니라 EOF와 EOP 그룹 모두 positive control로 사용된 vitamin C 20 그룹 (2.24 U/mg protein)과 유사한 높은 SOD 함량을 나타냈다

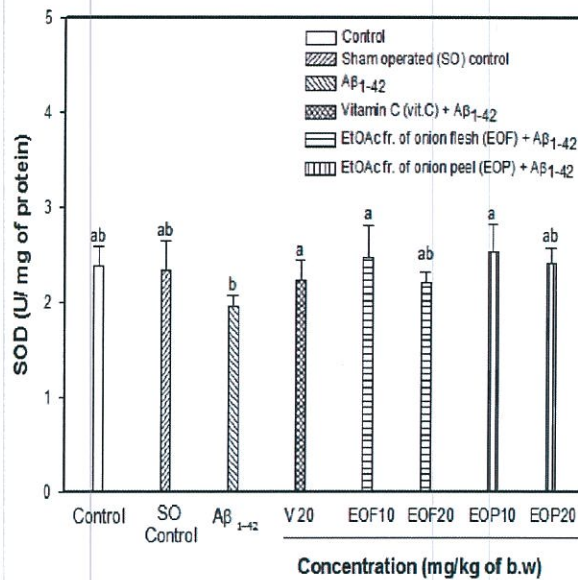


Fig.31. Effect of ethyl acetate fraction from onion flesh (EOF) and onion peel (EOP) of superoxide dismutase (SOD) levels from Aβ-induced mice brain homogenate. Aβ was injection (410 pmole (5 μL)). Sample group (V20, EOF10, EOF20, EOP10, and EOP20) were injection with Aβ followed by feeding with EOF and EOP (10, 20 mg/kg per day, respectively). The Result shown are means±SD (n=5). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences.

16. 마우스 뇌의 조직 중의 GSSG/total GSH 함량 측정

미토콘드리아 oxidized glutathione (GSSG)는 미토콘드리아 DNA의 산화와 연관되어 세포의 노화나 apoptosis를 유발하는 것으로 알려져 있다(10). 즉, 뇌 조직의 oxidative stress에 대한 산화적 지표로써 GSSG/total GSH 함량을 측정한 결과는 Fig.8과 같다. Control group은 0.46 이었으며, Aβ group은 이보다 증가한 0.69 으로 상대적으로 GSSG의 함량을 증가시키는 것으로 나타났다. EOF10, EOF20 EOP10 및 EOP20 그룹에서는 0.48, 0.47, 0.42, 0.40 으로서, 모든 그룹에서 Aβ 그룹 대비 GSSG 함량이 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. 뿐만 아니라 EOF와 EOP 그룹 모두 positive control로 사용된 vitamin C 20 그룹 (0.45)과 유사한 낮은 GSSG/total GSH 함량을 나타냈다. 따라서 MDA, SOD, GSSG/total GSH 결과들을 종합 해볼 때, 양파의 과육과 과피 모두 실제 *in vivo* 상에서 뛰어난 항산화 효과를 나타내는 것으로 판단된다.

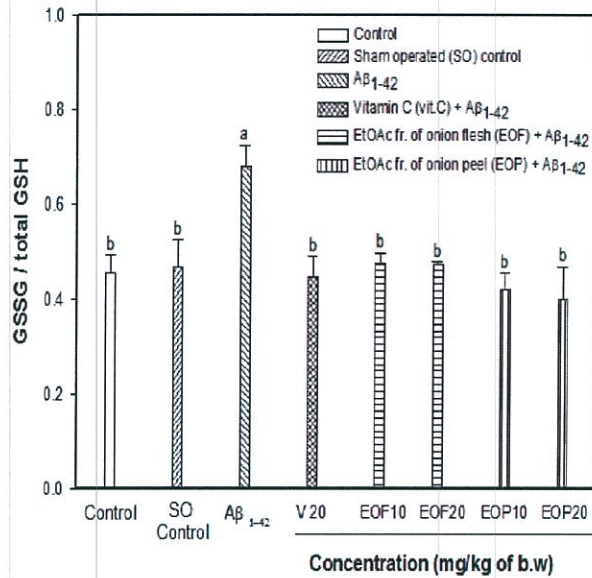


Fig.32 Effect of ethyl acetate fraction from onion flesh (EOF) and onion peel (EOP) of oxidized glutathione/total glutathione (GSSG/total GSH) levels from Aβ-induced mice brain homogenate. Aβ was injection (410 pmole (5 μL)). Sample group (V20, EOF10, EOF20, EOP10, and EOP20) were injection with Aβ followed by feeding with ethyl acetate fraction from onion flesh (EOF) and onion peel (EOP) (10, 20 mg/kg per day, respectively). The Result shown are means±SD (n=5). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences.

본 연구에서는 AD 유발인자인 Aβ에 의해 유발되는 인지 및 학습장애에 있어서 양파의 과육과 과피 ethyl acetate 분획물의 예방 효과를 확인하고자 뇌신경 세포 보호효과를 바탕으로 behavior test를 실시하였다. MTT assay를 통해 Aβ로 유도된 신경독성에 대한 세포 보호효과는 양파 과육과 과피 모두 높은 생존율을 나타내었으며, 실제 Aβ로 인지 장애를 유발한 마우스 모델에서 역시 인지기능 및 기억·학습의 뛰어난 보호효과를 나타내었다. 그 후, 실시한 *ex-vivo* test에서는 vitamin C 그룹과 대조적으로 AChE의 활성을 감소 시켜줄 뿐만 아니라, biochemical assay (MDA, SOD 및 GSSG/total GSH)에서 역시 뛰어난 항산화효과를 나타내었다. 이러한 결과들을 바탕으로 볼 때, 양파 과육과 과피 모두 AD와 같은 신경퇴행성 질환에서 잠재적인 치료 소재로서의 활용 가능성이 있다고 판단된다.

17. Q-TOF UPLC/MS를 이용한 양파추출물의 화합물 분석

양파 과육 ethyl acetate 분획물(EOF)과 과피 분획물(EOP)의 주요 화합물 분석은 Q-TOF UPLC/MS를 이용하여 분석하였다. MS² fragment들의 이전 보고된 논문들과 비교하여 분석하였다. 양파의 주요 화합물은 Table 1.의 1번과 2번 물질로써 quercetin-4-glucoside 와 Quercetin이 methyl화 된 형태인 isorhamnetin의 배당체로 분석되어졌다. 또한 양파 과피 분획물을 분석한 결과는 Table 1.의 1번과 3번 물질이 발견되어 졌으며, quercetin 배당체와 quercetin으로 추정되는 물질로 분석되어졌다. 이러한 결과를 참고 하여 볼 때, 양파 과육과 과피 분획물은 quercetin물질을 base로 한 phenolic 화합물들에 의하여, 항산화, 세보보호효과 및 인지기능 개선 효과를 나타내는 것으로 판단되어진다.

Table 9. MS² data of the identified compounds in ethylacetate fraction from onion flesh (EOF) and onion peel (EOP).

| no. | RT ¹⁾ (min) | [M-H] ⁻ (m/z) | MS ² fragment | Assigned identification |
|-----|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 2.59 | 463.26 | 301.16, 179.09, 151.09, 107.09 | Quercetin -4-glucoside (7) |
| 2 | 2.66 | 477.27 | 314.18, 299.15, 271.1510 | Isorhamnetin-4-glucoside (7,8) |
| 3 | 2.86 | 301.17 | 179.09 ,151.09, 121.10, 107.08 | Quercetin (7) |

18.UPLC Q-TOF LC/MS를 이용한 양파가공품의 화합물 분석

무취음료의 화합물들과 강화음료의 화합물들을 분석한 결과 Table 2, 3에 나타내었다. 무취음료에는 약5종(glucopyranosyl-fructose, kestose, raffinose, nistose, fructosylnistose)의 당류와 phenolic 화합물 2종(querctin-di-glucoside, querctin-mono-glucoside)이 검출·분석되어졌다. 또한 상대적으로 높은 세포보호효과 및 인지기능 개선효과를 나타내었던 강화음료의 주요화합물을 분석한 결과는 무취음료이 외의 화합물이 페놀성 화합물 6종(protocatechuic acid, myricetin, querctin-tri glucoside, rhamnetin hexoside, querctin, scolymoside)과 steroidal saponin 2종 (atropuroside A, spirost-5-ene-3,17,diol)이 검출되었다(9-22).

Table 10. MS² data of the identified compounds in odourless beverage

| no. | RT ¹⁾ (min) | [M-H] ⁻ (m/z) | MS ² fragment | Assigned identification |
|-----|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|
| 1 | 0.62 | 377.08 | 341.10, 221.06, 179.05 | Glucopyranosyl- α -1,6-fructose (9) |
| 2 | 0.74 | 341.10 | 179.05, 113.02, 101.02, | caffeic hexose(10) |
| 3 | 0.83 | 503.15 | 323.09, 179.05, 161.04 | Kestose(11) |
| 4 | 0.99 | 503.16 | 221.06, 179.05 | Raffinose(12) |
| 5 | 1.12 | 191.01 | 161.91, 111.01, 87.01 | Al-citrate(13) |
| 6 | 1.33 | 665.21 | 485.13, 323.09, 179.05 | Nistose(11) |
| 7 | 1.68 | 827.27 | 647.18, 485.13, 323.09, 179.05 | Fructosylnistose(11) |
| 8 | 2.00 | 392.11 | 143.04, 128.03 | n.d. ²⁾ |
| 9 | 2.49 | 186.12 | | n.d. ²⁾ |
| 10 | 2.70 | 625.14 | 463.07, 301.03 | Quercetin-di-glucoside(14) |
| 11 | 3.28 | 463.08 | 301.030, 178.99, 150.99 | Quercetin-mono-glucoside(14) |

¹⁾ RT: Retention time

²⁾ n.d.: Not detected

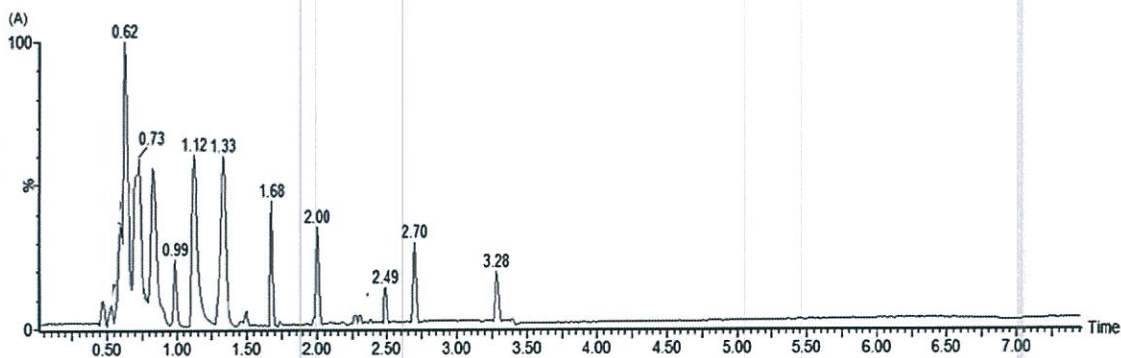
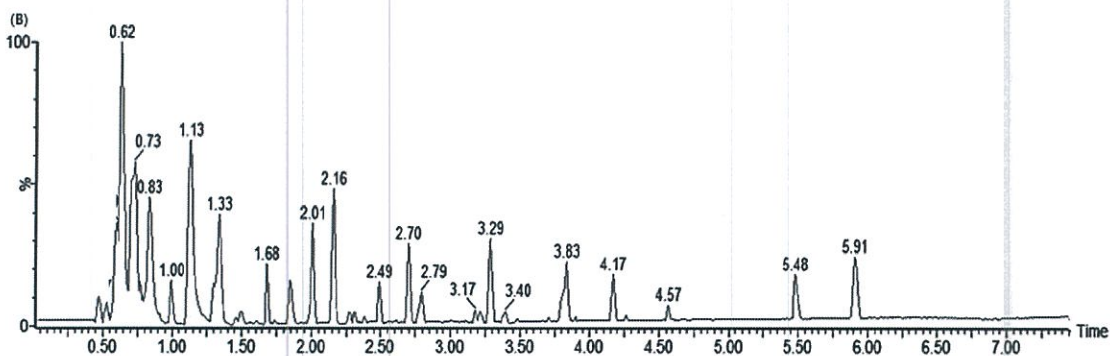


Table 11. MS² data of the identified compounds in fortified beverage without odourless beverage compounds

| no. | RT ¹⁾ (min) | [M-H] ⁻ (m/z) | MS ² fragment | Assigned identification |
|-----|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|
| 1 | 1.85 | 359.06 | 153.03 | Dihydroxy-DHA(15) |
| 2 | 2.18 | 359.95 | 271.97, 163.96 | n.d. ²⁾ |
| 3 | 2.18 | 153.02 | 109.04 | Protocatechuic acid(16) |
| 4 | 2.79 | 317.03 | 178.99, 163.00, 151.00, 109.03 | Myricetin(17) |
| 5 | 3.15 | 917.42 | 771.41 | Qercetin-3-O-glucosyl-rhamnosyl-(p-coumaroyl)hexoside(18) |
| 6 | 3.38 | 477.10 | 314.04, 299.01, 271.02, 151.00 | Rhamnetin hexoside(19) |
| 7 | 3.80 | 301.03 | 178.99, 151.00, 121.02, 107.01 | Quercetin(7) |
| 8 | 4.14 | 723.39 | 557.33 | Atropuroside A(20) |
| 9 | 4.52 | 257.08 | 213.09, 144.92, 107.05 | n.d. ²⁾ |
| 10 | 5.45 | 737.40 | 591.35 | Spirost-5-ene-3,17,diol (21) |
| 11 | 5.89 | 707.40 | 561.34 | Scolymoside(22) |

¹⁾ RT: Retention time

²⁾ n.d.: Not detected



19. 산화적 스트레스 저해활성

산화적 스트레스로 유도된 신경세포의 사멸은 인지기능의 장애를 유발할 수 있으며, 천연 항산화제인 flavonoids와 같은 phenolic 화합물에 의한 신경세포 보호효과가 보고되고 있다(14). H₂O₂를 유도한 MC-IXC 세포에서 세포내 산화적 스트레스 함량을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. DCF formation은 H₂O₂를 처리한 처리구(214.40%)에서는 control군(100%) 대비 약 110%의 세포내 산화적 스트레스 함량이 증가를 나타내었고, H₂O₂와 vitamin C 처리구에서는 81%로 약 133%정도의 산화적 스트레스 감소 효과를 보였다. 무취음료와 강화음료 모두 positive control인 vitamin C에 비교하였을 때 비교적 낮은 감소효과를 나타내었다. 강화음료는 농도 50 µg/mL에서 양과 무취음료 농도 200 µg/mL와 유사한 산화적 스트레스 함량(약 150%)을 나타냄에 따라, 강화음료에서 보다 높은 산화적 스트레스 저해효과를 보여주었다.

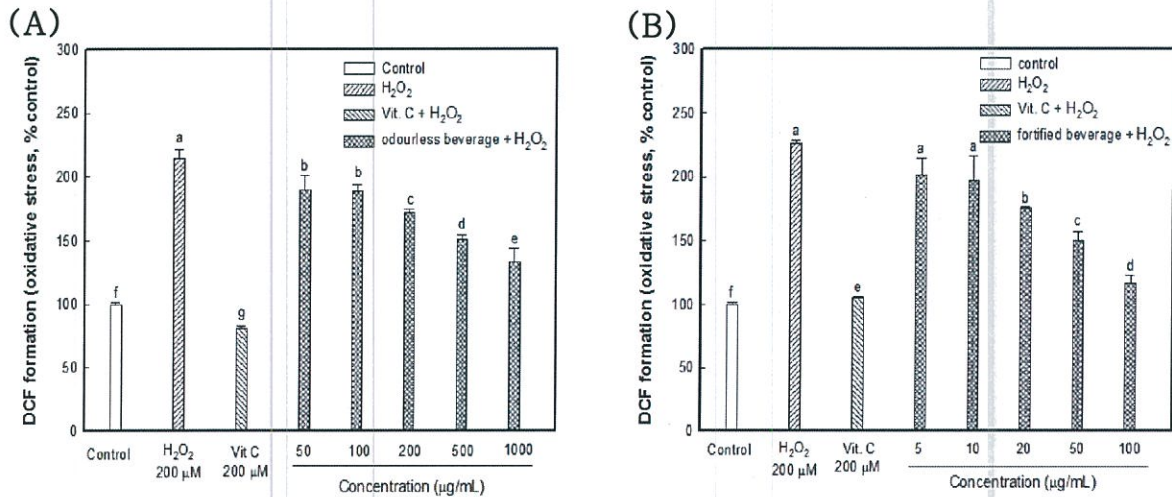


Fig.33. Neuronal cell protective effect of onion odourless beverage and fortified beverage on H₂O₂-induced cytotoxicity in MC-IXC cell system. Intracellular oxidative stress of onion odourless beverage (A) and fortified beverage (B) were examined. Results shown are mean ± SD (n=3). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences.

20. 세포 생존율

MTT reduction assay는 mitochondrial dehydrogenase에 의해 노란색의 수용성 기질을 청자색을 띠는 비수용성의 MTT formazan으로 환원시키는 mitochondrial activity를 이용하는 측정방법이다(6). 양파 무취음료와 강화음료의 H_2O_2 에 의해 유도된 oxidative stress에 대한 MC-IXC 세포에 대한 생존율을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. H_2O_2 처리구(21%)에서는 control구 대비 약 78%의 감소된 cell viability를 나타냈고, A β 와 vitamin C를 동시에 처리한 그룹에서는 31%로 약 10%정도의 신경세포 보호 효과를 보였다. 양파 무취음료(Fig. 2A)의 경우, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 Positive control로 사용된 200 μM vitamin C 처리구와 유의한 생존율을 나타내었다. 양파 강화음료(Fig. 2B)의 경우, 무취음료 처리구와 비교 시 약 10배 낮은 농도에서 유의적인 결과를 나타내었으며 이러한 결과는 강화음료에서 보다 높은 세포생존율을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

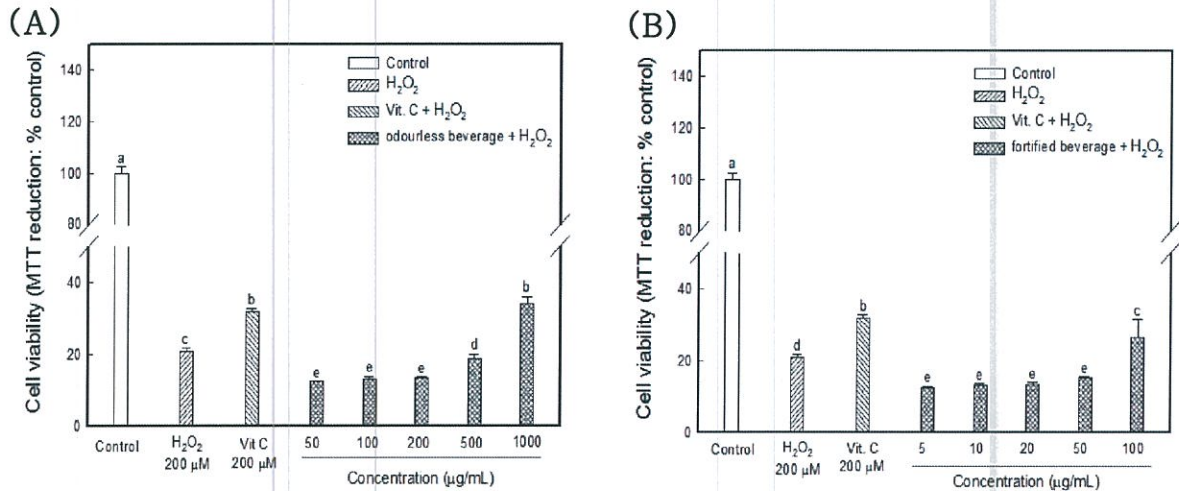


Fig.34. Neuronal cell protective effect of onion odourless beverage and fortified beverage on H_2O_2 -induced cytotoxicity in MC-IXC cell system. Cell viability of onion odourless beverage (A) and fortified beverage (B) were examined. Results shown are mean \pm SD ($n=3$). Data were statistically considered at $p<0.05$, and different small letters represent statistical differences.

21. Acetylcholinesterase(AChE) 저해효과

인지장애는 주로 대뇌 기저로부의 ACh성 신경세포의 손상으로부터 ACh의 기능의 약화에 의하여 신경전달이 감소된다는 가설을 바탕으로(4)로 ACh 기능을 강화시켜줄 수 있는 AChE 저해제가 일반적으로 많은 의약품으로 사용되어지고 있으며, 부작용에 따른 천연물 유래의 AChE 저해제가 필요한 사항이다(14).

본 연구에서는 양파 무취음료와 강화음료의 인지장애에 대한 예방 효과소재를 탐색하기 위하여, AChE 저해활성을 조사하였으며, 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. Positive control로 사용한 tacrine 처리군은 약 80% 정도의 AChE 저해활성을 나타내었다. 50% 저해하는 농도 (IC_{50})는 양파 무취음료 처리군(Fig. 3A)에서 6.76 mg/mL로 나타났으며, 강화음료 처리군(Fig. 3B)에서 4.20 mg/mL로 나타났으며, 강화음료 처리군에서 다소 높은 *in vitro* AChE 저해효과를 나타내었다.

이전의 연구에 따르면, 양파과육 ethyl acetate 분획물에서는 IC_{50} 값은 추출물이 0.43 mg/mL로 나타났으며, 양파과피 ethyl acetate 분획물 0.037 mg/mL의 함량을 보고하였다. 이러한 결과를 참고하여 볼 때, 양파 음료에서 다소 감소된 *in vitro* AChE 저해활성을 나타내었으며, 강화음료에서 과피 추출물에 의한 저해효과가 상승하는 결과를 나타내었다.

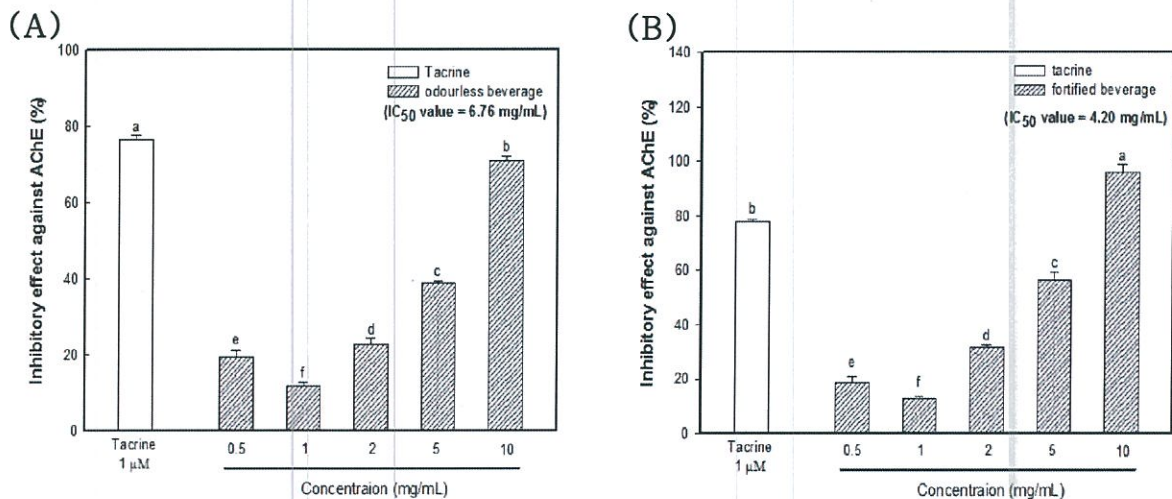
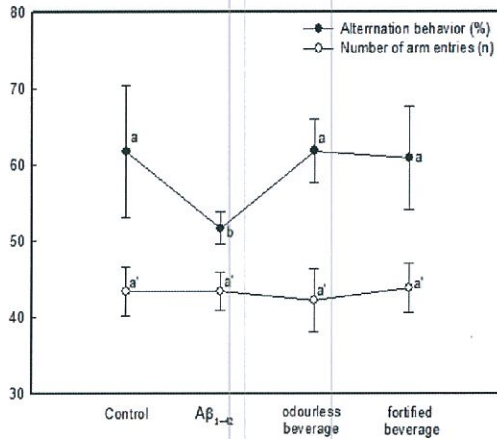


Fig.35. Inhibitory effect of onion odourless beverage (A) and fortified beverage (B) against AChE. The inhibition was expressed as a percentage of enzyme activity inhibited compared with the control value. The Result shown are means \pm SD ($n=3$). Data were statistically considered at $p<0.05$, and different small letters represent statistical differences.

22.Y-maze test]

A β 로 유도된 인지장애 마우스 모델을 대상으로 양과 무취음료와 강화 음료의 공간인지능력을 확인한 결과는 Fig. 4와 같다. 실제 마우스의 움직임을 나타낸 그림(Fig. 4B)에서 A β 그룹은 각 arm에서 일정하지 못한 움직임을 나타낸 반면, 양과무취음료와 강화음료 그룹에서 상대적으로 일정한 움직임을 나타내었다. 8분 동안 Y-maze에서 마우스의 행동을 관찰한 결과, 모든 그룹에서 arm을 통과한 총 횟수는 유의적인 결과를 나타냄에 따라 기본적인 운동능력에는 큰 차이를 나타내지 않았으며, A β 그룹은 control 그룹(61.82%) 대비 51.65%로 공간 인지능력 저하를 나타내었다(Fig. 4A). 이에 반해 양과 무취음료 그룹과 강화음료 그룹은 각각 61.84%, 60.89%로 뛰어난 공간 인지능력 개선효과를 나타내었다.

(A)



(B)

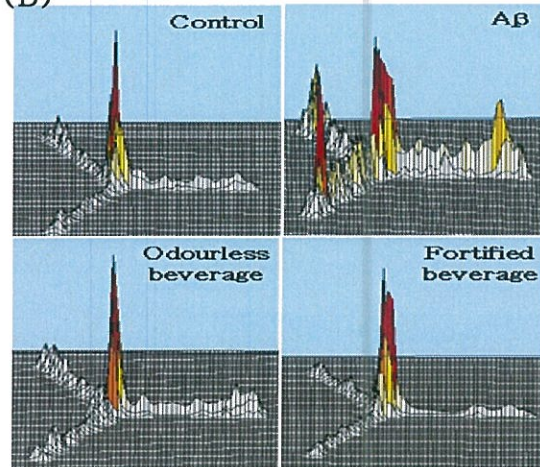


Fig.36. Protective effect of odourless beverage and fortified beverage on spontaneous alteration behavior and number of arm entries (A) and path tracing of each groups (B) in A β -induced amnesic mice. The Y-maze test was performed 3 days after the A β injection (410 pmole (5 μ L)). Sample group (odourless beverage and fortified beverage) were ICV injection after feeding 3 weeks with odourless beverage and fortified beverage (20 mg/kg per day, respectively). The spontaneous alteration behavior and number of arm entries were measured over 8 min. Result shown are means \pm SD (n=8). Data were statistically considered at $p < 0.05$, and different small letters represent statistical differences.

23. Passive avoidance test

양과 무취 음료와 강화음료를 섭취한 마우스의 인지 기능 및 단기 기억력 측정을 위해 passive avoidance test를 실시한 결과는 Fig. 5와 같다. A β 그룹은 control 그룹 (78.50 sec) 대비 26.50 sec로 현저한 단기 기억력 저하 (67% 감소)를 나타냈다. 이에 반해 양과 무취음료 그룹과 강화음료 그룹은 각각 38.50 sec, 53.00 sec로 A β 그룹과 비교하였을 때, 유의적으로 단기 기억력 개선효과를 나타내었다. 이러한 결과는 상대적으로 강화음료에서 단기 학습 및 기억력에서 높은 개선 효과를 보여주는 것으로 나타났다.

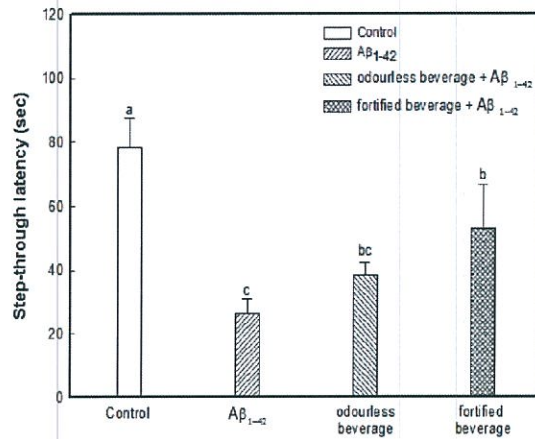


Fig.37. Protective effect of odourless beverage and fortified beverage on A β -induced memory impairment in mice. Step-through latency (300 sec) in the retention trial test was measured. The Result shown are means \pm SD (n=8). Data were statistically considered at $p < 0.05$, and different small letters represent statistical differences.

24. Morris water maze test

양과 무취음료와 강화음료를 섭취한 마우스의 장기 기억 및 학습능력 측정을 위하여 Morris water maze test를 실시하였고, 결과는 Fig. 6과 같다. Hidden trial에서 모든 그룹의 mouse들은 platform을 찾아가는 시간이 감소되는 것을 확인 할 수 있었다. 특히, 마지막 4일차에서는 A β 그룹은 control 그룹 (31.20 sec) 대비 51.27 sec로 현저한 장기 기억 및 학습 능력의 저하를 나타냈다 (Fig. 6A). 반면에, 양과 무취음료과 강화음료는 각각 43.14 sec, 33.77 sec로 A β 그룹과 비교시, 유의적인 기억력 개선을 나타내었다. 하지만 passive avoidance test 결과와 유의적으로 강화음료 그룹에서 상대적으로 뛰어난 기억 및 학습능력 개선 효과를 나타내었다. Fig. 6C는 probe trial의 대표적인 mouse의 움직임을 나타내는 것으로, A β 그룹에서는 platform이 존재하였던 구역에서의 움직임이 적을 것을 확인 할 수 있었. 이러한 움직임을 그래프 한 결과(Fig. 6B)에서는 A β 그룹(0.02%)과 비교시, 양과 무취음료 그룹(0.35%)과 강화음료 그룹(0.50%)로 두 그룹 모두 장기 기억 및 학습 능력 개선효과를 나타내었다.

이러한 behavioral test들을 종합하여 볼 때, 이전의 연구(11)와 비교시 강화음료그룹에서 양과의 과육 및 과피 20 mg/kg of body weight 보다 다소 낮은 결과를 나타내었지만, A β 그룹과 비교 시 학습 및 기억력 뿐만 아니라 공간인지개선 효과와 같은 인지기능 개선 효과를 나타내었다. 이러한 결과는 상대적으로 강화음료에서 뛰어난 개선효과를 나타내었으며, A β 와 같은 신경독성물질에 대한 인지기능 장애 예방에 효과적이라고 판단되어진다.

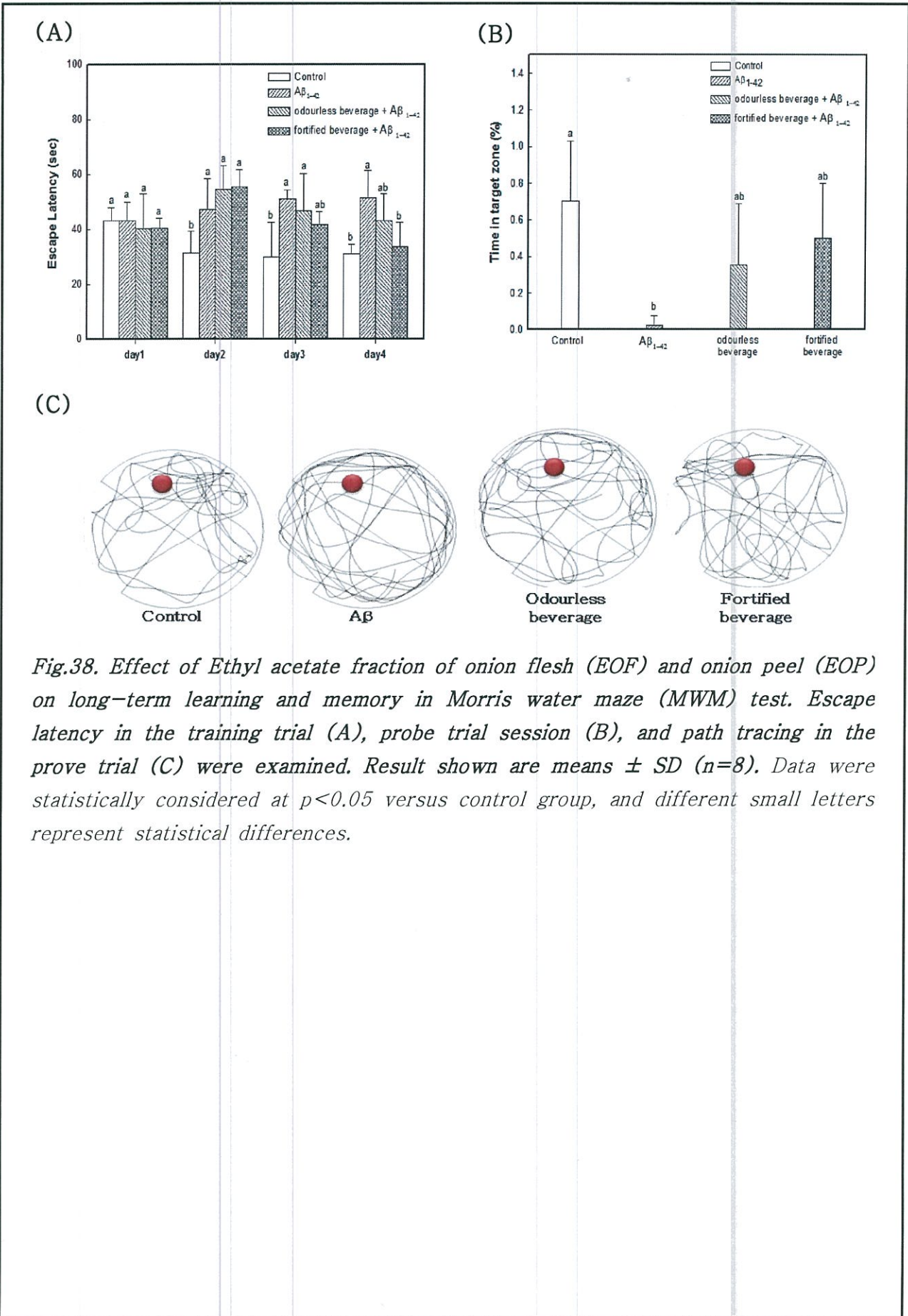


Fig.38. Effect of Ethyl acetate fraction of onion flesh (EOF) and onion peel (EOP) on long-term learning and memory in Morris water maze (MWM) test. Escape latency in the training trial (A), probe trial session (B), and path tracing in the prove trial (C) were examined. Result shown are means \pm SD (n=8). Data were statistically considered at $p < 0.05$ versus control group, and different small letters represent statistical differences.

25. 마우스 뇌의 조직 중의 cholinergic system 활성 측정

전뇌 기저부에 위치하는 것으로 알려진 cholinergic 신경세포는 다양한 뇌 영역에 축삭을 분포시켜 신경전달물질인 acetylcholine(ACh)을 분비한다. A β 로 유도된 산화적스트레스에 의한 cholinergic 신경세포의 사멸은 대뇌 피질과 해마에서의 신경전달물질인 ACh의 향상으로 AD와 같은 신경퇴행성질환에서 인지기능을 개선시키는데 도움이 될 수 있다 (4). A β 를 주사한 마우스의 뇌에서의 cholinergic system marker로써 AChE 활성과 ACh 함량을 측정한 결과를 Fig. 7에 나타내었다. A β 그룹에서의 AChE 활성은 control 그룹 (100%) 대비 113%로 나타났으며, A β 의 주사가 마우스 뇌 조직에 존재하는 cholinergic system의 장애를 유발 할 수 있을 것으로 판단된다. 반면 양과 무취음료과 강화음료 그룹에서는 각각 103.81%, 96.53%로써, A β 그룹 대비 AChE 활성 억제를 유도 하는 것으로 나타났다(Fig. 7A).

A β 그룹에서의 ACh 함량은 1.07 mM/mg of protein으로 control 그룹 (1.26 mM/mg of protein) 대비 약 16% 감소된 함량을 나타내었으며, A β 의 주사에 의해 활성화된 AChE가 신경전달물질인 ACh의 함량을 감소시켰을 것으로 판단된다. 반면에 양과 무취음료과 강화음료는 각각 1.08, 1.17 mM/mg of protein의 함량을 나타내었으며, AChE 활성의 결과와는 대조적으로 강화음료에서 상대적으로 뛰어난 ACh 함량을 나타내었다 (Fig. 7B). *in vitro* 상에서는 비록 AChE 다소 낮은 저해활성을 나타내었지만, *in vivo* 상에서 강화음료가 나타내는 결과는 cholinergic system 장애에 대하여 효과적으로 개선시켜줌 따라 인지기능개선 효과를 나타냈을 것으로 판단된다.

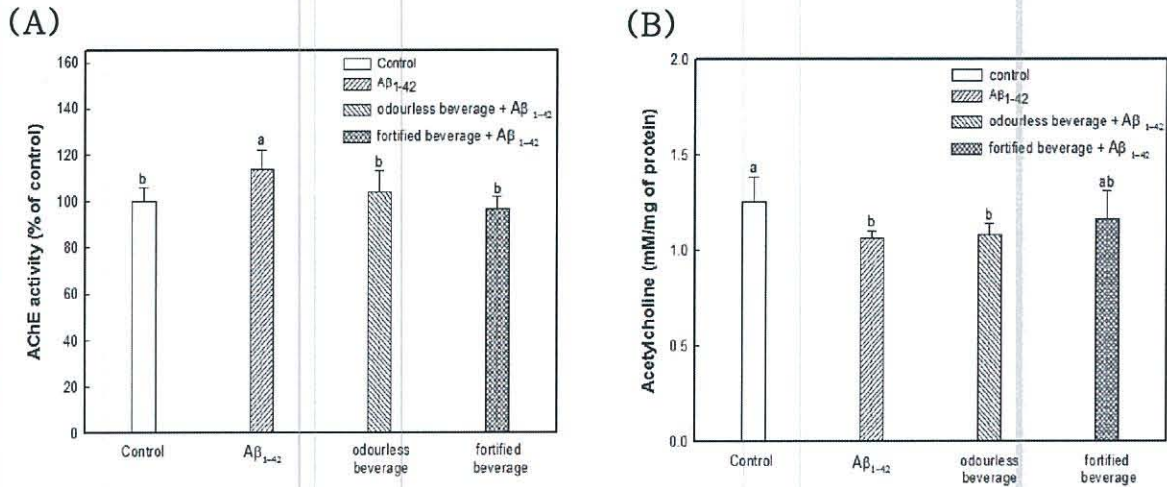


Fig.39. Effect of onion odourless beverage and fortified beverage on A β -induced cholinergic system dysfunction. AChE activity (A) and ACh level (B) were examined. The Result shown are means \pm SD (n=5). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences.

26.마우스 뇌의 조직 중의 항산화 활성 측정

마우스 뇌조직중의 SOD, oxidized GSH/total GSH, 및 MDA의 함량을 측정하였고, Fig. 8에 나타내었다. SOD는 superoxide anions와 같은 free radical들을 hydrogen peroxide로 변화시키는 항산화 효소로써 뇌 조직을 보호하는 할 수 있는 것으로 알려져 있다(23). SOD 함량을 측정한 결과는 Fig. 8A과 같다. control 그룹은 5.65 U/mg of protein이었으며, A β group은 이보다 감소한 4.24 U/mg of protein으로 A β 와 같은 산화적 스트레스에 의하여, 뇌 조직에서의 SOD함량이 감소시키는 것으로 나타났다. 양과 무취음료와 강화음료는 각각 4.93, 5.16 U/mg of protein함량을 나타내었다. 모든 그룹에서 A β 그룹 대비 SOD 함량이 증가하는 것을 확인 할 수 있었으며, 상대적으로 강화음료 그룹에서는 control 그룹과 유의적인 결과를 나타내어 무취음료 그룹보다 상대적으로 항산화효소 활성에서 효과가 뛰어난 것으로 판단된다.

Oxidized GSH는 미토콘드리아 DNA의 산화와 연관되어 세포의 노화나 apoptosis를 유발하는 것으로 알려져 있다(20). 즉, 뇌 조직의 oxidative stress에 대한 산화적 지표로써 oxidized GSH/total GSH 함량을 측정한 결과는 Fig. 8B와 같다. Control group은 2.04% 였으며, A β group은 이보다 증가한 3.80%로 상대적으로 oxidized GSH의 함량을 증가시키는 것으로 나타났다. 양과 무취음료와 강화음료 그룹에서는 각각 3.93%, 3.08%로써, A β 그룹 대비 강화음료 그룹에서만 다소 감소된 oxidized GSH 함량을 나타내었다.

뇌 조직에 존재하는 지질과산화 중간생성물인 MDA의 함량을 측정한 결과는 Fig. 8C과 같다. Control group은 2.34 nmole/mg of protein이었으며, A β group은 이보다 증가한 2.86 nmole/mg of protein으로 뇌 조직에서의 MDA함량이 증가된 것으로 나타났다. 양과 무취음료 그룹과 강화음료 그룹은 각각 2.46 nmole/mg of protein과 2.36 nmole/mg of protein으로 control 그룹과 유의적인 결과를 나타냄에 따라 뛰어난 지질과산화 억제활성을 가지는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 뇌에서의 항산화 활성 측정 결과들을 종합 해볼 때, 강화음료의 경우 실제 *in vivo* 상에서도 뛰어난 항산화 효과를 나타냄에 따라 인지기능 개선효과에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단되어진다.

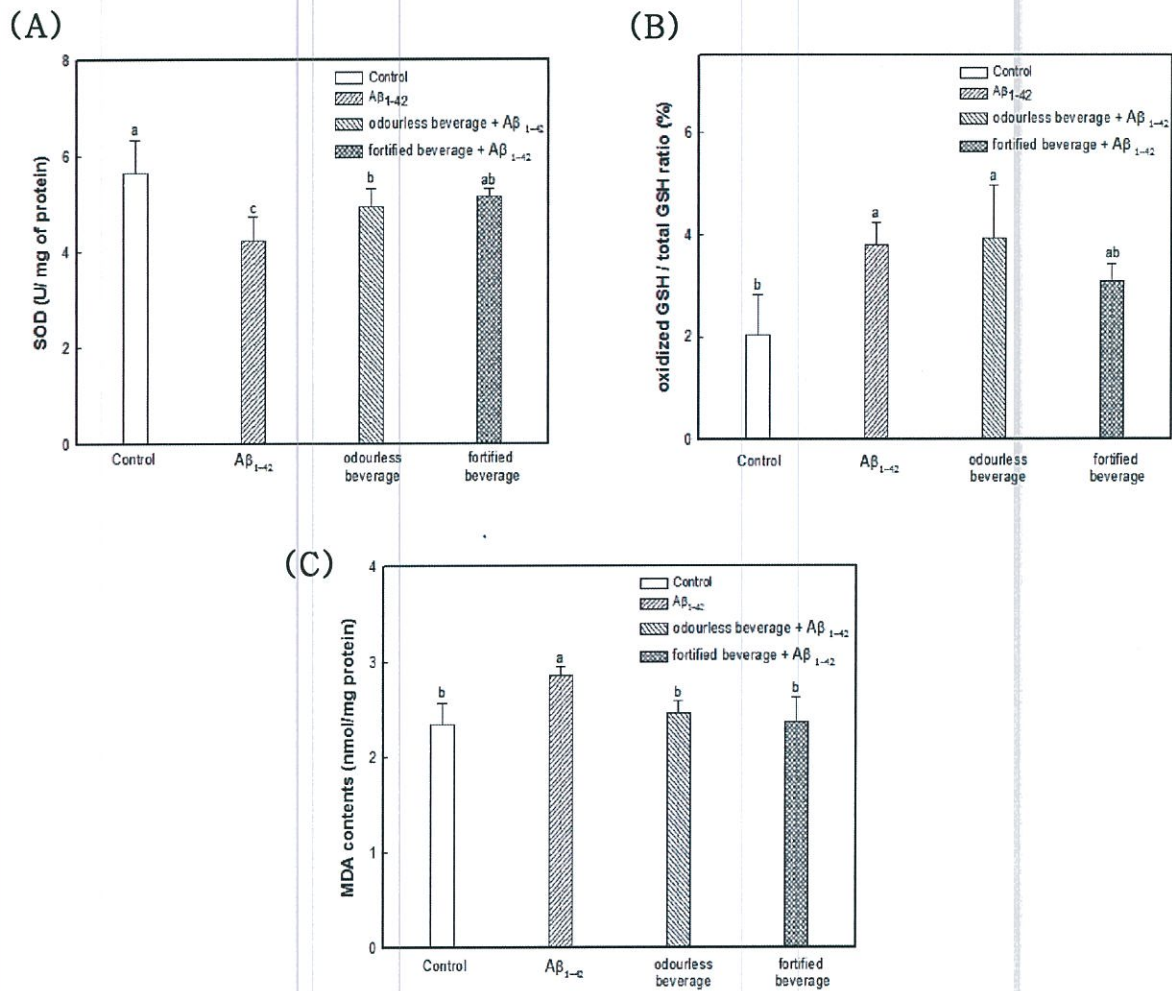


Fig.40. Antioxidant activities of onion odourless beverage and fortified beverage on A β -induced neurotoxicity in mice brain. SOD level (A), oxidized glutathione (GSH)/total GSH (B) and malondialdehyde (MDA) (C) were examined. The Result shown are means \pm SD (n=5). Data were statistically considered at p<0.05, and different small letters represent statistical differences.

[협동연구과제: 경상대학교 산학협력단 최성길교수]

1. 이화학적특성조사

양파의 불쾌취를 저감화하기 위한 무취 처리를 포함한 원적외선, 과열증기오븐 기술의 적용 시 양파의 품질특성의 변화를 확인하기 위해 비처리 대조구 및 각 처리구별 양파 시료를 준비하여 일반 성분, 무기 성분, 점도, pH, 당도, 색도 등을 분석하였다.

가. 일반성분

대조구는 아무런 처리를 하지 않은 양파를 의미하며, 무취처리(연구팀기술)는 무취처리(연구팀기술)한 양파, 원적외선은 원적외선 처리한 양파, 가열증기오븐은 가열증기오븐으로 전처리를 양파를 의미한다.

수분은 무취처리(연구팀기술)군에서 가장 높은 함량을 보였으며, 조지방과 조단백의 경우, 대조구가 가장 함량이 높았고, 조회분에선 원적외선이 가장 높은 함량을 보였다.

Table 12. 처리에 따른 일반 성분 분석 결과

(Unit : %)

| | 수분 | 조지방 | 조회분 | 조단백 |
|-----------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 대조구 | 91.660±0.090 | 0.424±0.032 | 0.823±0.069 | 2.461±0.529 |
| 무취처리 (연구팀기술) | 95.975±0.266 | 0.326±0.423 | 0.415±0.002 | 0.060±0.030 |
| 원적외선 | 89.046±0.150 | 0.107±0.078 | 0.949±0.072 | 0.285±0.086 |
| 과열증기오븐 | 90.669±0.228 | 0.162±0.106 | 0.436±0.069 | 0.292±0.085 |

나. 무기성분

대조구에서 Na을 제외한 나머지 무기성분이 가장 높은 함유량을 보였고, 원적외선에서는 Ca, Fe을 제외한 나머지 무기성분들이 대조구와 비교했을 때 보다 증가한 것을 확인할 수 있었다. 한편, 무취처리(연구팀기술) 시료군에서는 대부분의 무기성분의 함량이 감소한 것으로 나타났으나, 처리 방식의 조절을 통한 보완 연구로서 무기성분의 소실을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

Table 12. 처리에 따른 무기성분 함량 변화

(Unit : mg/100g)

| | Non-Treatment | Treatment | | |
|----|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | 대조구 | 무취처리(연구팀기술) | 원적외선 | 과열증기오븐 |
| K | 127.77±1.11 | 22.47±0.42 | 280.26±1.97 | 116.06±1.39 |
| Ca | 27.57±0.28 | 16.01±0.52 | 13.61±0.62 | 22.48±0.45 |
| Mg | 9.78±0.12 | 4.04±0.06 | 10.01±0.18 | 8.02±0.22 |
| Na | 19.92±0.25 | 102.82±1.63 | 26.07±0.52 | 10.65±0.16 |
| Cu | 0.25±0.01 | 0.14±0.01 | 0.46±0.05 | 0.16±0.03 |
| Fe | 9.28±0.03 | 0.98±0.02 | 1.90±0.13 | 1.05±0.08 |
| Zn | 0.33±0.01 | 0.25±0.01 | 0.61±0.03 | 0.05±0.32 |
| Mn | 0.19±0.00 | 0.06±0.00 | 0.31±0.00 | 0.36±0.50 |
| Se | 0.05±0.06 | 0.02±0.01 | 0.06±0.01 | 0.02±0.02 |
| P | 26.66±0.82 | 11.97±0.45 | 38.11±0.48 | 19.04±0.49 |

다. 점도 특성

무취화 기술 적용 및 제품 가공을 위한 설비 구축 시 양파 원물의 점도는 주요하게 고려되어야 할 품질요소 중 하나이다. 높은 점도를 지니는 원물일수록 그에 적합한 혼합, 이송 등의 공정 수행을 위한 설비 공정이 까다로워지기 때문이다. 따라서, 무취화 기술 적용 시 양파의 점도 변화를 확인하기 위해 각 처리별 양파 퓨레의 점도 특성을 그림1-4에 나타내었다. 퓨레와 같은 유체는 고유의 점도 특성을 지니게 되는데 양파 무취화 기술 적용에 따라 점도 특성에 있어 미미한 수준의 차이가 나타났으며, 이는 무취 처리 시 양파 내부 수분 및 조직의 변화 때문으로 사료된다. 하지만, 전체적으로 처리에 따른 큰 차이는 거의 없었기 때문에, 대량 생산 설비 구축 및 산업화에 있어 무취 처리 공정에 따른 원물의 점도 상승 등으로 인한 문제는 없을 것으로 사료된다.

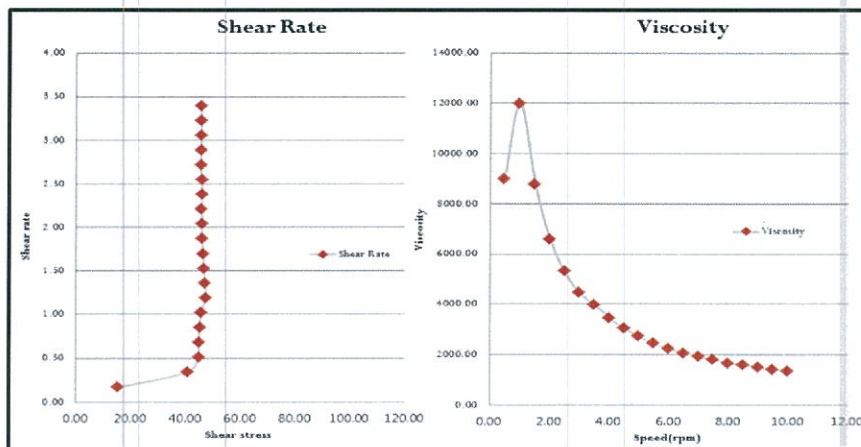


Fig.41. 비처리 대조군 양파퓨레 점도

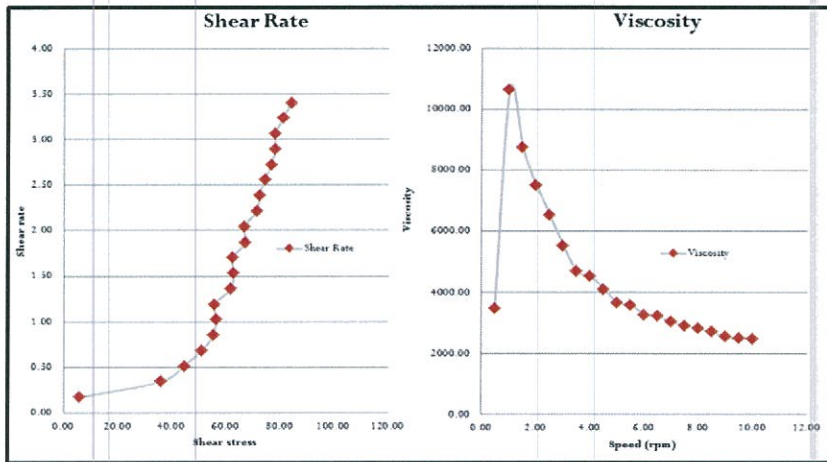


Fig.42 무취처리(연구팀기술) 양파퓨레 점도

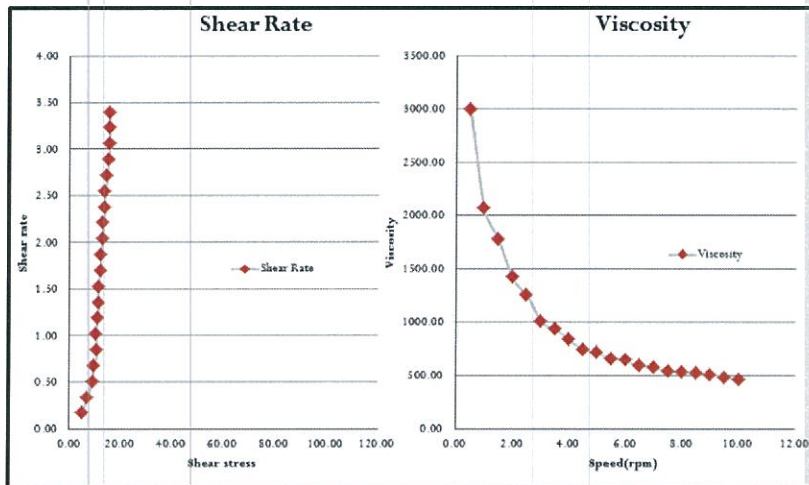


Fig.43 원적외선 처리 양파퓨레 점도

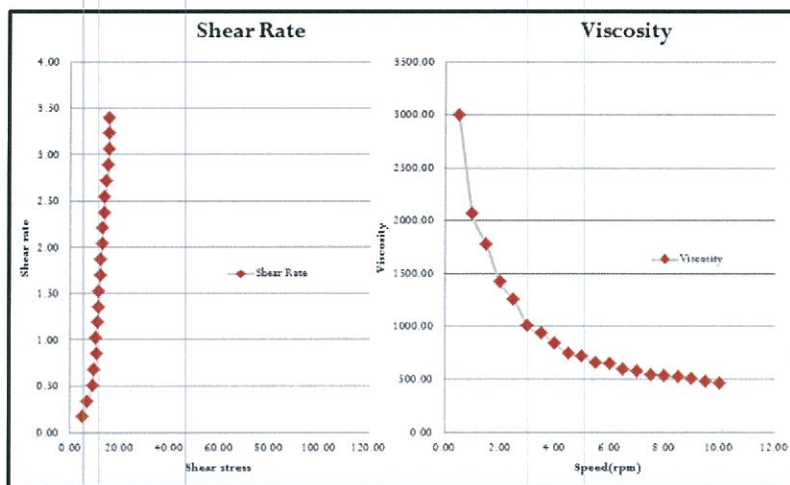


Fig.44 과열증기오븐 처리 양파퓨레 점도

라. 처리별 저장에 따른 색도

양파의 불쾌취를 저감화하기 위한 무취 처리를 포함한 원적외선, 과열증기오븐 기술의 적용에 따른 갈변 등의 특성 변화를 확인하기 위해 처리별 저장 시 색도를 측정하여 그림 5~10에 나타내었다. 먼저, 명도를 나타내는 L 값의 경우 무취처리 시료군에서 L값이 가장 높게 나온 것을 확인할 수 있었고, 저장 중에도 가장 높은 값을 유지하는 것을 알 수 있었다. 냉장보관시 대조구, 가열증기오븐, 원적외선 처리구는 2일째에 L값이 상승하였다 다시 감소하는 경향을 확인할 수 있다. 상온저장시 대조구는 1일째에 급격히 L값이 감소한 것을 확인할 수 있고, 과열증기오븐은 1일째에 값이 급격히 상승하였다가 다시 크게 감소하는 경향이 없는 것으로 나타났다.

다음으로 적색도를 나타내는 a 값의 경우 원적외선 처리구에서 가장 높게 나타났고, 냉장보관 시 대조구, 무취처리구는 1일째에 값이 감소한 후 상승하는 경향을 보였다. 과열증기오븐은 9일째에 값이 급격히 상승한 경향을 확인할 수 있다. 상온저장 시 대조구, 가열증기오븐, 무취처리구는 1일째에 값이 감소한 후 다시 증가하는 경향을 확인할 수 있다.

마지막으로 황색도를 나타내는 b 값의 경우, 냉장, 상온 저장저장시 원적외선 처리가 가장 높은 b값을 유지하는 것을 확인할 수 있다. 냉장보관시 대조구는 3일까지 값이 계속 상승하는 경향을 확인할 수 있었고, 무취처리구는 큰 경향없이 유의적 차이를 보이는 정도로 변하였고, 가열증기오븐은 1일째에 값이 감소하였다. 상온보관시 대조구는 값이 3일까지 계속 상승하였고, 가열증기오븐은 2일까지 값이 감소하는 경향을 보였다.

일반적으로 L 값이 감소하고, a 값과 b 값이 증가하게 되면 갈변도가 높아지는 것으로 판단하게 되는데, 결과적으로 무취 처리에 따른 갈변 등의 품질 열화는 일어나지 않았으며, 오히려 대조구에 비해 명도는 다소 높아지고, 적색도와 황색도는 낮게 나타난 바 이는 외관상 긍정적인 변화로 보인다.

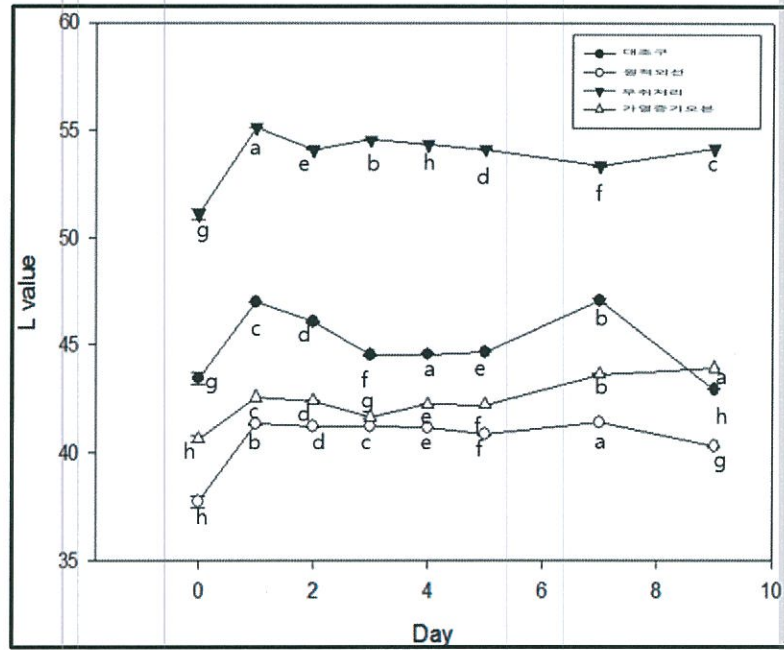


Fig.45 냉장저장시 각 처리별 L값 변화

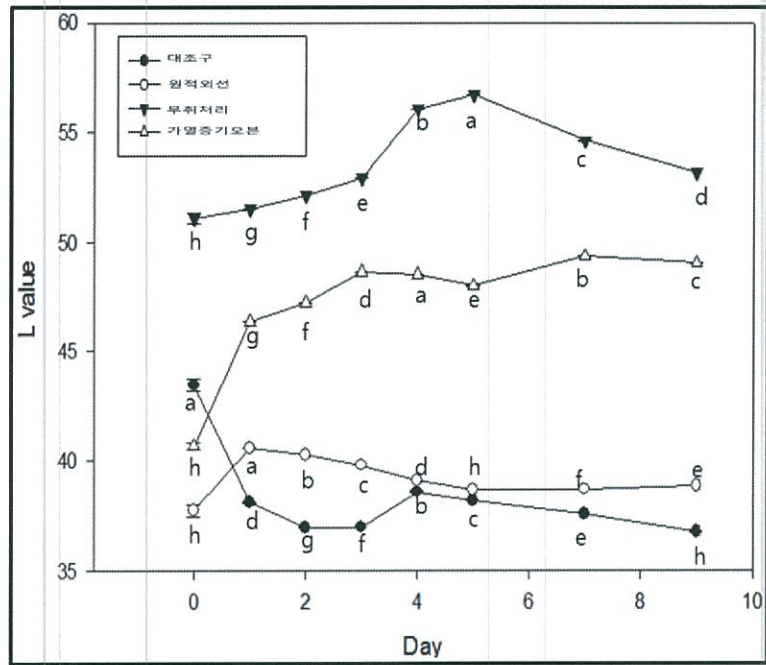


Fig.46 상온저장시 각 처리별 L값 변화

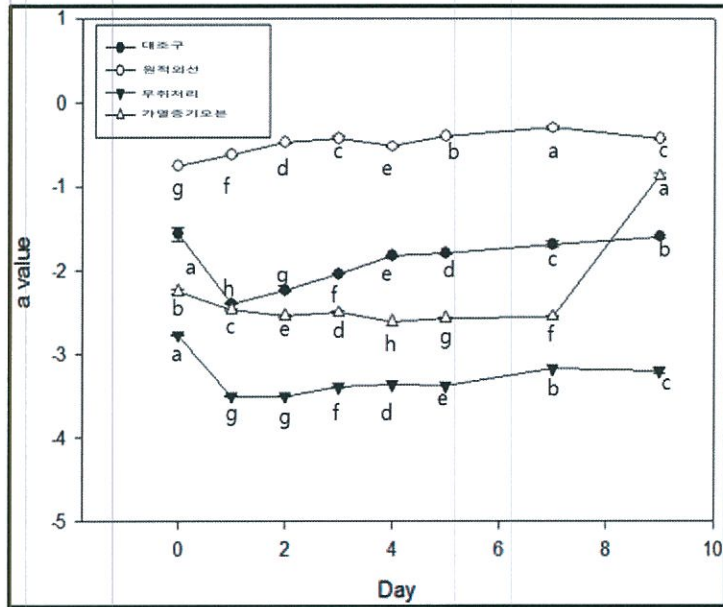


Fig.47 냉장저장시 각 처리별 a값 변화

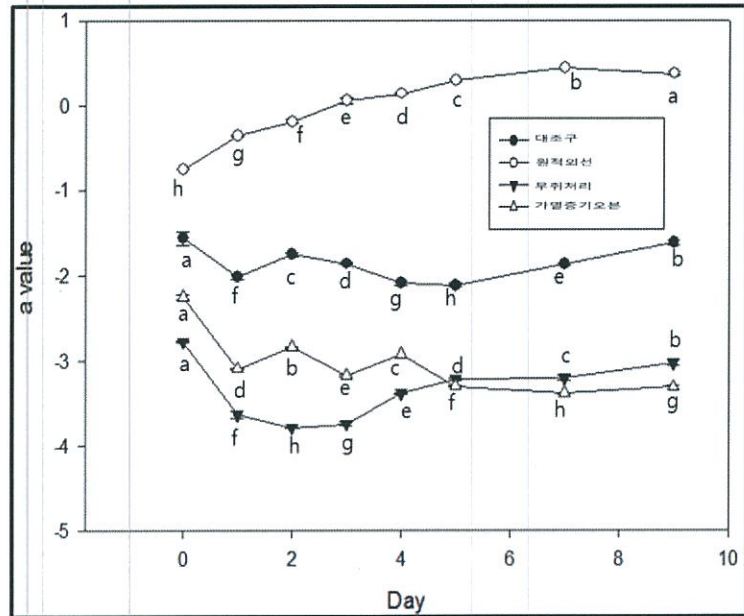


Fig.48 상온저장시 각 처리별 a값 변화

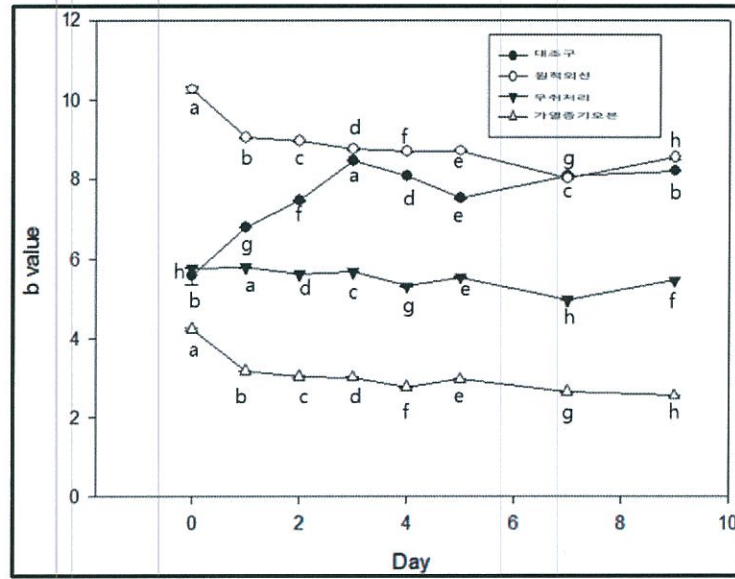


Fig.49 냉장저장시 각 처리별 b값 변화

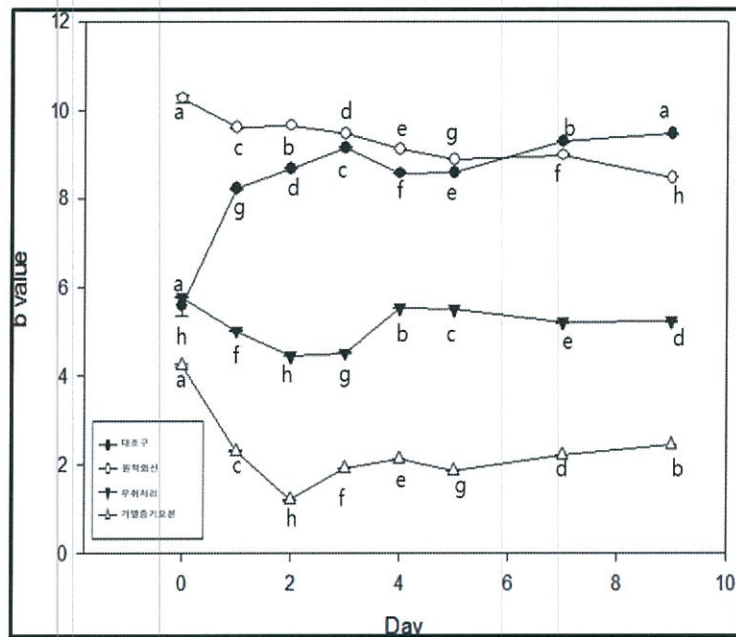


Fig.50 상온저장시 각 처리별 b값 변화

마. 처리별 저장에 따른 pH

pH는 식품의 가공, 저장 및 유통에 있어 중요한 품질요소이다. 양파의 불쾌취를 저감화하기 위한 무취 처리를 포함한 원적외선, 과열증기오븐 기술의 적용에 따른 저장 시 pH를 측정하여 그림 11, 12에 나타내었다. 냉장 저장시 모든 처리구가 1일에 값이 감소하였다 다시 상승하는 경향을 보여주었다. 상온 저장시 과열증기오븐은 1일에 급격하게 값이 감소한수 계속에서 값이 감소하는 경향을 보여주었다.

전체적으로 처리군에서 대조군에 비해 낮은 pH를 보였고, 특히 무취처리군에서 가장 낮은 수치를 보였으나, 4.0 이상의 범위에서 나타났다. 일반적으로 과채류를 이용한 푸레, 음료 등의 가공품의 경우, pH가 적어도 4.0 미만일 때 미생물 안전성 및 품질안정성을 유지할 수 있는 것으로 판단하기 때문에 무취 처리 양파의 경우는 가공 시 구연산, 레몬즙 등의 천연 재료를 이용해 pH를 적정 수준으로 조정할 수 있는 조건을 확립해야 할 것으로 사료된다.

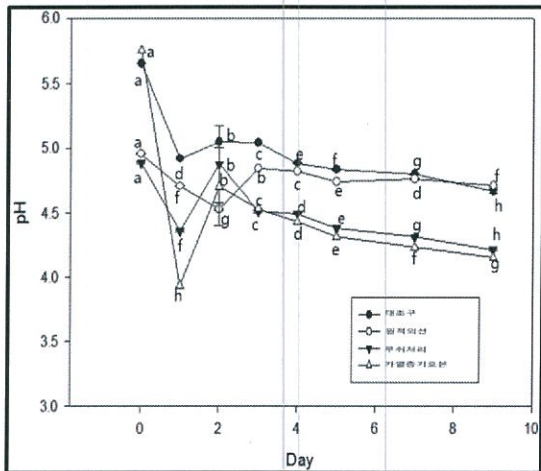


Fig.51. 냉장저장 시 처리별 pH

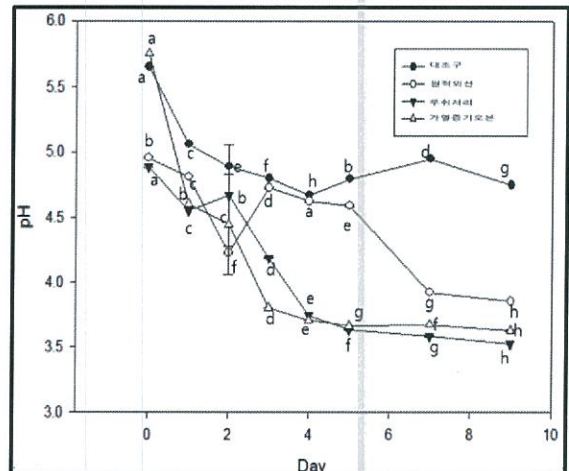


Fig.52 상온저장 시 처리별 pH

바. 처리별 저장에 따른 당도

양파의 불쾌취를 저감화하기 위한 무취 처리를 포함한 원적외선, 과열증기오븐 기술의 적용에 따른 저장 시 당도를 측정하여 그림 53, 54에 나타내었다. 냉장보관시 원적외선처리 3일째에 가장 높은 값을 보이다 그 이후엔 급격한 감소를 보여주었다. 상온보관시 모든 처리구가 값을 달랐지만 2일까지 상승하다 다시 감소하는 경향을 비슷하게 보여주고 있다. 양파가 지니는 매운맛 및 불쾌취를 단맛이 상쇄시킬 뿐만 아니라 기호도를 증진시킬 수 있으며, 전체적으로 양파 퓨레의 당도가 9 brix 이하로 나타났기 때문에 가공품의 유형에 따라 감미도의 조절은 필요할 것으로 판단된다.

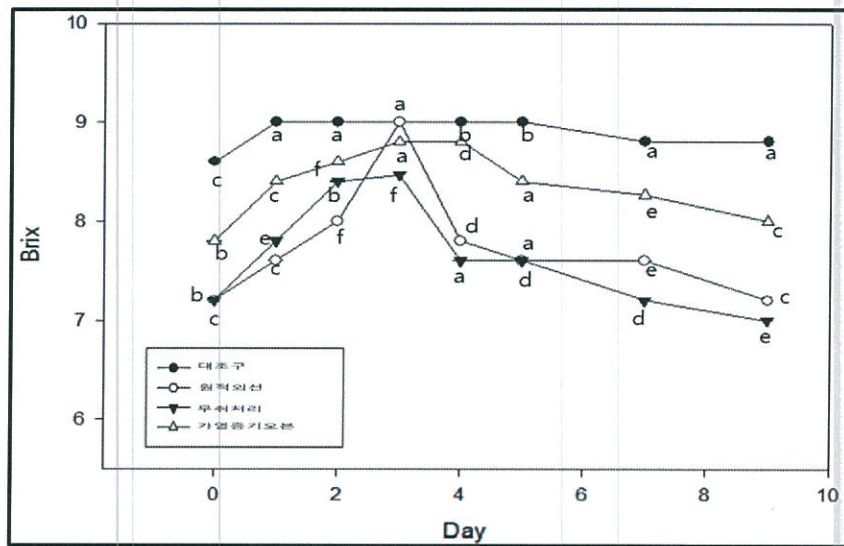


Fig.53. 냉장저장시 각 처리구별 양파 퓨레 당도

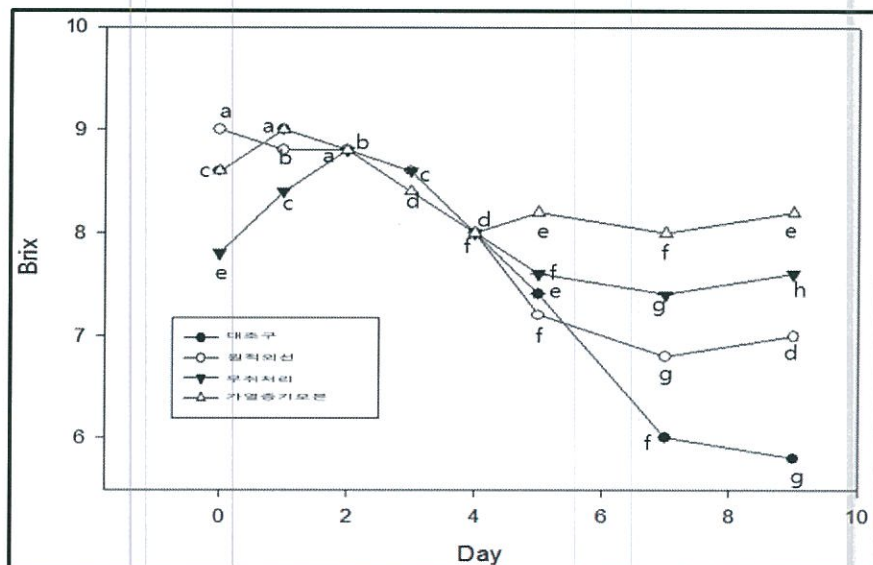


Fig.54 상온저장시 각 처리구별 양파 퓨레 당도

사. 열처리 조건에 따른 양파 퓨레의 총 가용성 고형분 함량 및 색도, pH, 당도

무취 처리 양파를 이용한 다양한 가공품의 개발에는 유형에 따라 재료 혼화 및 살균 등을 위해 가열 공정이 필수적이다. 한편, 가열 처리 시 보조 공정으로서 초음파 처리는 열처리 최소화 및 살균에도 긍정적인 영향을 가져올 수 있는 것으로 알려져 있다. 이에 가열 조건에 따른 품질 특성의 변화를 분석하였다. 양파는 90% 이상의 높은 수분 함량을 보이며, 가용성 고형분 함량은 양파가 지니는 수분을 제외한 고유의 영양성분을 나타낼 수 있으며 양파를 이용한 음료 등의 가공품에 있어 주요한 품질 지표가 될 수 있기 때문에 양파 퓨레의 가열 조건별 가용성 고형분 함량을 측정하여 그림 55~57에 나타내었고, 이와 더불어 색도를 측정하여 표 3~8에 나타내었다.

1) 40℃ 열처리

40℃ 열처리에 따른 가용성 고형분 함량을 그림 15에 나타내었다. 모든 온도와 모든 처리구에서 초음파 처리를 한 샘플에서 총 가용성 고형분의 함량이 더 높은 것으로 나타났고, 10분 이후의 처리부터는 총 가용성 고형분의 차이가 완만하게 발생하는 것을 확인할 수 있다. 그리고 각 처리별로 시간에 따라 유의적 차이를 보이는 것 또한 확인할 수 있다. 초음파 처리구에 따르면 대조구에서는 총 가용성 고형분의 함량이 가장 높은 것으로 확인할 수 있었고, 그 이후로는 원적외선, 과열증기오븐이며 무취처리를 한 것이 가장 가용성 고형분 함량이 낮은 것으로 나타났다.

40℃ 열처리에 따른 색도를 표 3, 4에 나타내었다. 색도와 pH의 경우, 모든 시료군에서 열처리에 따른 차이가 거의 나타나지 않았다.

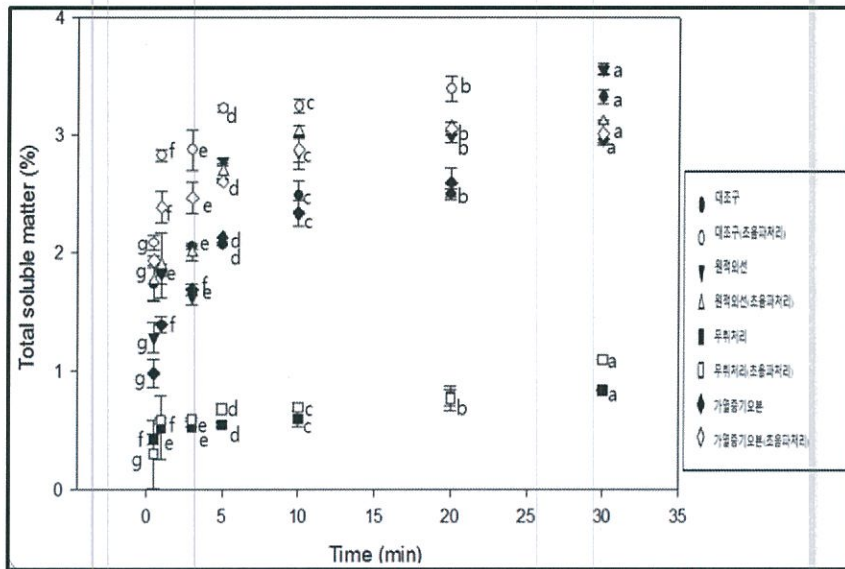


Fig.55 40℃ 가열 총 가용성 고형분

Tabl.13. 40℃ 가열 시 색도

| | Non-Treatment | | | Treatment | | | | | | | | |
|-----|---------------|---------|--------|-----------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | 대조구 | | | 무취처리 (연구팀기술) | | | 원적외선 | | | 과열증기오븐 | | |
| | L | a | b | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| 30초 | 99.877 | 0.033 | 0.107 | 100.800 | -0.060 | -0.177 | 100.503 | -0.140 | 0.137 | 99.957 | -0.030 | 0.120 |
| | ±0.012 | ± 0.025 | ±0.012 | ±0.090 | ±0.020 | ±0.025 | ±0.006 | ±0.017 | ±0.012 | ±0.006 | ±0.010 | ±0.000 |
| 1분 | 99.900 | 0.017 | 0.120 | 101.123 | -0.123 | -0.190 | 100.593 | -0.167 | 0.130 | 99.693 | -0.030 | 0.200 |
| | ±0.017 | ±0.012 | ±0.010 | ±0.055 | ±0.015 | ±0.026 | ±0.031 | ±0.006 | ±0.017 | ±0.006 | ±0.010 | ±0.000 |
| 3분 | 99.937 | 0.000 | 0.117 | 101.190 | -0.080 | -0.213 | 101.370 | -0.240 | -0.097 | 99.683 | -0.047 | 0.277 |
| | ±0.006 | ±0.020 | ±0.015 | ±0.010 | ±0.017 | ±0.006 | ±0.026 | ±0.026 | ±0.012 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.012 |
| 5분 | 100.520 | 0.030 | -0.123 | 101.150 | -0.117 | -0.213 | 100.790 | -0.220 | 0.170 | 101.507 | -0.203 | -0.190 |
| | ±0.125 | ±0.066 | ±0.015 | ±0.026 | ±0.040 | ±0.032 | ±0.030 | ±0.017 | ±0.010 | ±0.268 | ±0.021 | ±0.020 |
| 10분 | 98.243 | -0.217 | 0.697 | 98.987 | -0.277 | 0.567 | 100.867 | -0.263 | 0.430 | 100.730 | -0.200 | 0.040 |
| | ±0.031 | ±0.015 | ±0.012 | ±0.045 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.012 | ±0.025 | ±0.010 | ±0.017 | ±0.026 | ±0.000 |
| 20분 | 98.430 | -0.237 | 0.797 | 99.120 | -0.320 | 0.600 | 99.993± | -0.140 | 0.300 | 100.123 | -0.097 | 0.277 |
| | ±0.598 | ±0.023 | ±0.025 | ±0.010 | ±0.010 | ±0.010 | 0.006 | ±0.020 | ±0.010 | ±0.015 | ±0.023 | ±0.015 |
| 30분 | 98.437 | -0.193 | 0.717 | 99.240 | -0.330 | 0.613 | 100.067 | -0.170 | 0.277 | 99.833 | -0.090 | 0.237 |
| | ±0.035 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.030 | ±0.017 | ±0.012 | ±0.006 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.012 | ±0.017 | ±0.012 |

Table.14 40℃ 초음파 처리 색도

| | Non-Treatment | | | Treatment | | | | | | | | |
|-----|---------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 대조구 | | | 무취처리 (연구팀기술) | | | 원적외선 | | | 과열증기오븐 | | |
| | L | a | b | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| 30초 | 100.280 | -0.060 | 0.030 | 100.103 | -0.017 | 0.110 | 99.350 | -0.430 | 0.760 | 98.503 | -0.337 | 0.743 |
| | ±0.085 | ±0.036 | ±0.010 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.010 | ±0.010 | ±0.010 | ±0.010 | ±0.046 | ±0.023 | ±0.012 |
| 1분 | 100.473 | -0.050 | 0.050 | 99.953 | -0.027 | 0.157 | 99.343 | -0.410 | 0.690 | 98.323 | -0.420 | 0.843 |
| | ±0.006 | ±0.017 | ±0.000 | ±0.006 | ±0.021 | ±0.006 | ±0.012 | ±0.000 | ±0.010 | ±0.035 | ±0.173 | ±0.006 |
| 3분 | 100.260 | -0.113 | 0.143 | 100.967 | -0.070 | 0.130 | 100.433 | -0.570 | 0.490 | 98.990 | -0.477 | 0.770 |
| | ±0.010 | ±0.006 | ±0.012 | ±0.038 | ±0.017 | ±0.010 | ±0.150 | ±0.017 | ±0.000 | ±0.053 | ±0.021 | ±0.026 |
| 5분 | 100.287 | -0.070 | 0.160 | 99.907 | -0.043 | 0.253 | 99.090 | -0.463 | 0.910 | 99.340 | -0.343 | 0.567 |
| | ±0.040 | ±0.026 | ±0.010 | ±0.032 | ±0.006 | ±0.021 | ±0.010 | ±0.015 | ±0.017 | ±0.056 | ±0.021 | ±0.015 |
| 10분 | 99.847 | -0.023 | 0.113 | 102.147 | -0.250 | -0.373 | 99.103 | -0.463 | 0.883 | 99.633 | -0.463 | 0.653 |
| | ±0.006 | ±0.015 | ±0.012 | ±0.025 | ±0.030 | ±0.021 | ±0.060 | ±0.012 | ±0.006 | ±0.025 | ±0.015 | ±0.015 |
| 20분 | 100.493 | -0.073 | -0.060 | 101.893 | -0.207 | -0.313 | 100.187 | -0.076 | 0.250 | 99.900 | -0.110 | 0.277 |
| | ±0.075 | ±0.012 | ±0.017 | ±0.006 | ±0.021 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.058 | ±0.010 | ±0.000 | ±0.010 | ±0.015 |
| 30분 | 101.600 | -0.160 | -0.357 | 101.980 | -0.243 | -0.330 | 99.930 | -0.147 | 0.413 | 99.930 | -0.107 | 0.237 |
| | ±0.416 | ±0.010 | ±0.047 | ±0.118 | ±0.021 | ±0.035 | ±0.017 | ±0.025 | ±0.015 | ±0.010 | ±0.025 | ±0.012 |

2) 70℃ 열처리

원적외선(초음파처리)에서 총 가용성 고형분 함량이 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다 (그림56). 그 이후부터는 대조구(초음파처리), 대조구, 원적외선, 과열증기오븐(초음파처리), 가열증기오븐, 무취처리(초음파처리), 무취처리 순으로 총 가용성 고형분 함량이 점차 낮아지는 경향을 확인할 수 있다.

색도의 경우, 40℃와 마찬가지로 열처리에 따른 차이를 거의 보이지 않았다.

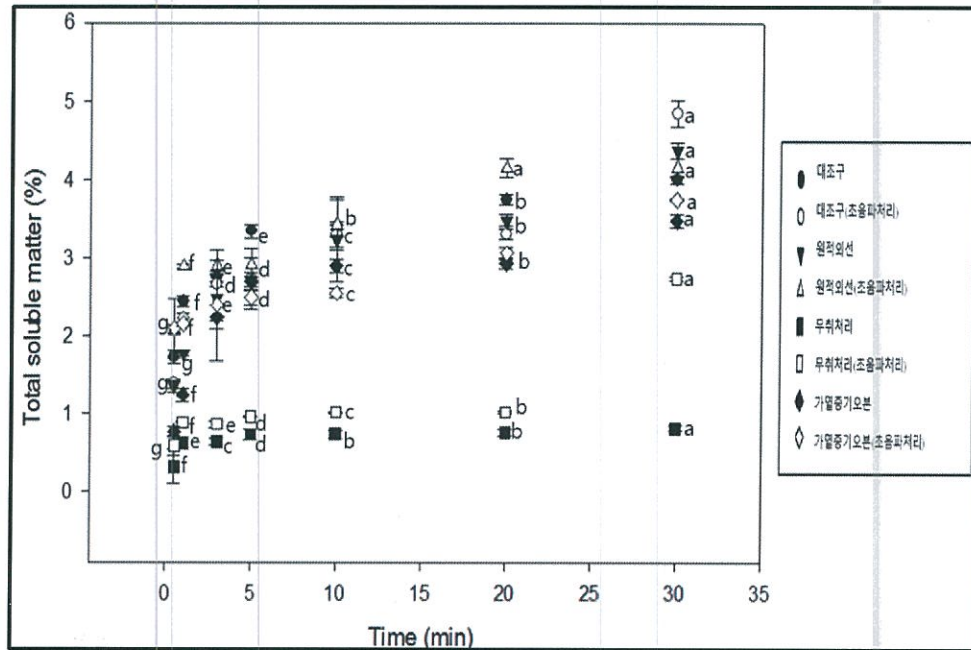


Fig.56 70℃ 가열 총 가용성 고형분

Table 15. 70℃ 가열 색도

| | Non-Treatment | | | Treatment | | | | | | | | |
|-----|---------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | 대조구 | | | 무취처리 (연구팀기술) | | | 원적외선 | | | 가열증기오븐 | | |
| | L | a | b | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| 30초 | 99.790 | -0.023 | 0.167 | 100.077 | -0.030 | 0.077 | 99.393 | -0.020 | 0.407 | 100.060 | -0.027 | 0.090 |
| | ±0.010 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.012 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.000 | ±0.012 | ±0.000 |
| 1분 | 99.637 | -0.040 | 0.300 | 100.050 | -0.073 | 0.123 | 99.453 | 0.023 | 0.320 | 99.690 | 0.013 | 0.250 |
| | ±0.015 | ±0.017 | ±0.000 | ±0.000 | ±0.023 | ±0.006 | ±0.012 | ±0.006 | ±0.000 | ±0.182 | ±0.012 | ±0.000 |
| 3분 | 99.807 | -0.183 | 0.270 | 99.967 | -0.093 | 0.163 | 99.097 | 0.007 | 0.523 | 99.343 | 0.007 | 0.380 |
| | ±0.068 | ±0.021 | ±0.010 | ±0.012 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.023 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.010 |
| 5분 | 99.970 | -0.040 | 0.217 | 100.083 | -0.057 | 0.113 | 99.917 | 0.093 | 0.303 | 99.473 | -0.027 | 0.307 |
| | ±0.026 | ±0.017 | ±0.006 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.050 | ±0.025 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.021 | ±0.006 |
| 10분 | 100.303 | -0.103 | 0.057 | 100.530 | -0.177 | -0.053 | 99.553 | -0.060 | 0.487 | 99.310 | -0.017 | 0.423 |
| | ±0.025 | ±0.015 | ±0.015 | ±0.121 | ±0.012 | ±0.029 | ±0.015 | ±0.020 | ±0.006 | ±0.000 | ±0.012 | ±0.006 |
| 20분 | 100.440 | -0.107 | 0.070 | 101.480 | -0.173 | -0.230 | 100.517 | -0.140 | 0.593 | 100.687 | 0.060 | 0.583 |
| | ±0.056 | ±0.006 | ±0.020 | ±0.121 | ±0.015 | ±0.010 | ±0.011 | ±0.010 | ±0.015 | ±0.030 | ±0.010 | ±0.011 |
| 30분 | 100.697 | -0.067 | 0.040 | 101.093 | -0.143 | -0.127 | 101.760 | -0.237 | 0.340 | 99.483 | -0.046 | 0.94 |
| | ±0.015 | ±0.170 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.015 | ±0.015 | ±0.020 | ±0.015 | ±0.034 | ±0.011 | ±0.006 | ±0.010 |

Table 16. 70℃ 초음파 처리 색도

| | Non-Treatment | | | Treatment | | | | | | | | |
|-----|---------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 대조구 | | | 무취처리 (연구팀기술) | | | 원적외선 | | | 가열증기오븐 | | |
| | L | a | b | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| 30초 | 103.227 | -0.253 | -0.310 | 101.737 | -0.310 | -0.140 | 99.917 | -0.060 | 0.317 | 99.980 | -0.037 | 0.137 |
| | ±0.101 | ±0.015 | ±0.010 | ±0.176 | ±0.017 | ±0.17 | ±0.006 | ±0.017 | ±0.006 | ±0.000 | ±0.012 | ±0.012 |
| 1분 | 103.187 | -0.353 | -0.230 | 102.647 | -0.380 | -0.210 | 99.853 | -0.090 | 0.403 | 99.967 | -0.030 | 0.150 |
| | ±0.137 | ±0.032 | ±0.017 | ±0.015 | ±0.010 | ±0.010 | ±0.012 | ±0.030 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.017 | ±0.010 |
| 3분 | 102.590 | -0.313 | -0.173 | 103.423 | -0.437 | -0.333 | 100.163 | -0.127 | 0.313 | 99.750 | 0.000 | 0.237 |
| | ±0.000 | ±0.031 | ±0.006 | ±0.021 | ±0.015 | ±0.012 | ±0.050 | ±0.031 | ±0.015 | ±0.010 | ±0.010 | ±0.006 |
| 5분 | 102.313 | -0.353 | -0.043 | 102.950 | -0.403 | -0.290 | 100.240 | -0.127 | 0.340 | 99.930 | -0.033 | 0.237 |
| | ±0.012 | ±0.012 | ±0.015 | ±0.017 | ±0.049 | ±0.026 | ±0.017 | ±0.023 | ±0.010 | ±0.000 | ±0.015 | ±0.006 |
| 10분 | 98.647 | -0.240 | 0.783 | 99.097 | -0.267 | 0.677 | 100.087 | -0.257 | 0.613 | 99.880 | -0.113 | 0.343 |
| | ±0.006 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.012 | ±0.023 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.168 | ±0.006 | ±0.000 | ±0.012 | ±0.015 |
| 20분 | 98.740 | -0.237 | 0.733± | 99.337 | -0.267 | 0.570 | 100.047 | -0.127 | 0.830 | 99.713 | -0.233 | 0.957 |
| | ±0.000 | ±0.015 | 0.015 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.015 | ±0.010 | ±0.031 | ±0.035 | ±0.029 |
| 30분 | 98.743 | -0.223 | 0.763± | 99.497 | -0.330 | 0.613 | 100.187 | -0.017 | 0.603 | 99.430 | -0.010 | 0.943 |
| | ±0.050 | ±0.006 | 0.012 | ±0.090 | ±0.026 | ±0.021 | ±0.015 | ±0.015 | ±0.012 | ±0.030 | ±0.010 | ±0.006 |

3) 90℃ 열처리

원적외선(초음파처리)가 가장 높은 함량을 보여주고 있으며 그 다음으로는 대조구, 원적외선, 가열증기오븐, 대조구(초음파), 과열증기오븐(초음파) 무취처리, 무취처리(초음파처리)순으로 나타난 것을 확인할 수 있었다(그림17). 40℃, 70℃, 90℃ 결과를 비교해보았을 때 비교적 저온인 40℃일 때 초음파 처리로 인한 총 가용성 고형분 함량의 증가를 확인할 수 있었다. 90℃에서도 색도의 경우 열처리에 따른 변화가 나타나지 않았다.

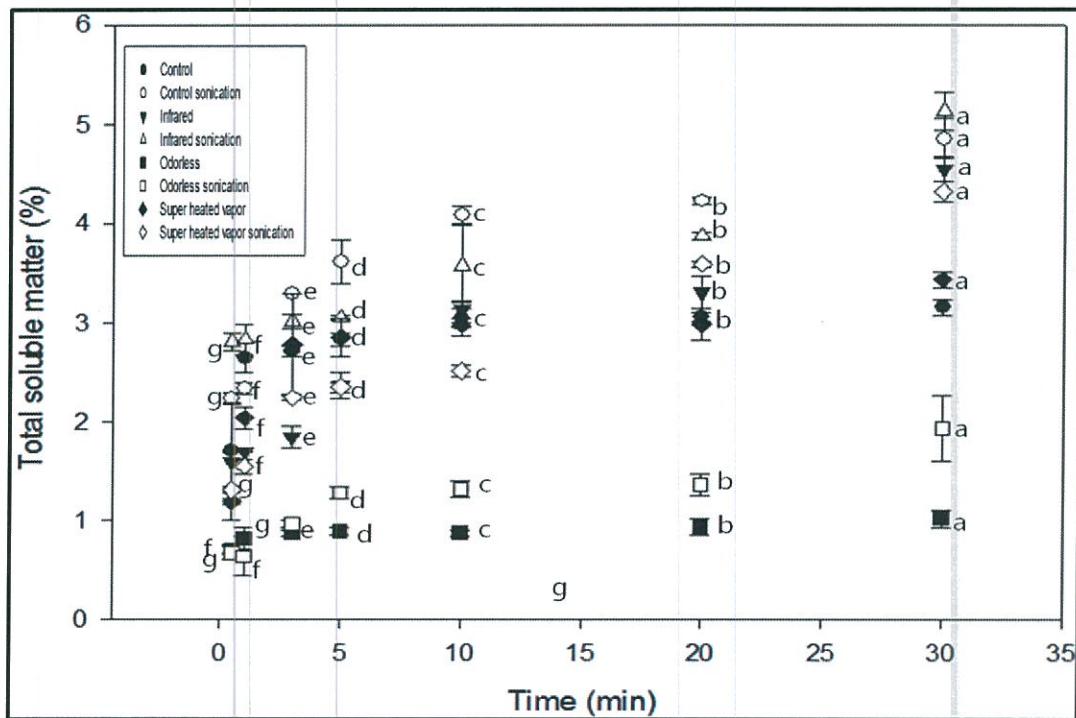


Fig.57. 90℃ 가열 및 초음파 처리 총 가용성 고형분

Table.17 90℃ 가열 색도

| | Non-Treatment | | | Treatment | | | | | | | | |
|-----|---------------|--------|--------|-----------------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | 대조구 | | | 무취처리 (연구팀기술) | | | 원적외선 | | | 가열증기오븐 | | |
| | L | a | b | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| 30초 | 99.763 | -0.013 | 0.223 | 99.973 | 0.127 | 0.127 | 100.027 | -0.163 | 0.483 | 99.837 | -0.070 | 0.157 |
| | ±0.081 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.075 | ±0.032 | ±0.032 | ±0.006 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.000 | ±0.012 |
| 1분 | 99.717 | 0.013 | 0.267 | 99.723 | 0.267 | 0.277 | 100.233 | -0.160 | 0.357 | 99.933 | -0.073 | 0.130 |
| | ±0.093 | ±0.015 | ±0.040 | ±0.180 | ±0.101 | ±0.112 | ±0.006 | ±0.010 | ±0.012 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.000 |
| 3분 | 99.860 | 0.180 | 0.277 | 99.683 | 0.290 | 0.290 | 100.160 | -0.207 | 0.323 | 102.070 | -0.057 | -0.257 |
| | ±0.147 | ±0.156 | ±0.006 | ±0.021 | ±0.010 | ±0.036 | ±0.010 | ±0.012 | ±0.006 | ±0.151 | ±0.029 | ±0.012 |
| 5분 | 100.400 | 0.047 | 0.067 | 100.440 | 0.050 | 0.043 | 100.227 | -0.130 | 0.353 | 100.387 | -0.153 | 0.110 |
| | ±0.407 | ±0.193 | ±0.167 | ±0.650 | ±0.209 | ±0.205 | ±0.006 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.015 | ±0.010 |
| 10분 | 100.027 | 0.053 | 0.077 | 100.910 | 0.007 | -0.173 | 100.230 | -0.213 | 0.503 | 100.003 | -0.127 | 0.437 |
| | ±0.006 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.017 | ±0.0006 | ±0.012 | ±0.000 | ±0.006 | ±0.012 | ±0.006 | ±0.015 | ±0.006 |
| 20분 | 100.557 | -0.020 | 0.030 | 101.047 | -0.020 | -0.200 | 100.600 | -0.203 | 0.210 | 100.780 | -0.220 | 0.230 |
| | ±0.035 | ±0.010 | ±0.010 | ±0.025 | ±0.000 | ±0.000 | ±0.010 | ±0.021 | ±0.010 | ±0.095 | ±0.020 | ±0.000 |
| 30분 | 100.213 | -0.030 | 0.150 | 100.977 | -0.017 | -0.197 | 100.717 | -0.160 | 0.247 | 100.613 | -0.303 | 0.430 |
| | ±0.006 | ±0.020 | ±0.010 | ±0.023 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.031 | ±0.010 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.015 | ±0.010 |

Table 18. 90℃ 초음파 처리 색도

| | Non-Treatment | | | Treatment | | | | | | | | |
|-----|---------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | 대조구 | | | 무취처리 (연구팀기술) | | | 원적외선 | | | 가열증기오븐 | | |
| | L | a | b | L | a | b | L | a | b | L | a | b |
| 30초 | 99.670 | -0.037 | 0.230 | 100.063 | 0.090 | 0.090 | 100.693 | -0.177 | 0.170 | 99.780 | -0.053 | 0.213 |
| | ±0.000 | ±0.031 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.000 | ±0.000 | ±0.025 | ±0.015 | ±0.010 | ±0.010 | ±0.021 | ±0.015 |
| 1분 | 99.813 | -0.003 | 0.223 | 99.930 | 0.147 | 0.147 | 101.137 | -0.173 | 0.053 | 100.807 | -0.120 | 0.153 |
| | ±0.006 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.000 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.025 | ±0.020 | ±0.006 |
| 3분 | 99.673 | 0.013 | 0.287 | 99.633 | 0.317 | 0.337 | 100.947 | -0.187 | 0.240 | 101.353 | -0.140 | -0.060 |
| | ±0.029 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.031 | ±0.015 | ±0.021 | ±0.006 | ±0.025 | ±0.010 | ±0.081 | ±0.035 | ±0.010 |
| 5분 | 99.940 | 0.270 | 0.270 | 99.693 | 0.287 | 0.273 | 101.367 | -0.313 | 0.130 | 100.850 | -0.293 | 0.100 |
| | ±0.010 | ±0.010 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.012 | ±0.137 | ±0.012 | ±0.010 | ±0.157 | ±0.015 | ±0.000 |
| 10분 | 99.750 | -0.037 | 0.213 | 101.810 | -0.190 | -0.257 | 100.567 | -0.313 | 1.140 | 100.393 | -0.160 | 0.323 |
| | ±0.017 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.017 | ±0.044 | ±0.025 | ±0.025 | ±0.015 | ±0.000 | ±0.031 | ±0.010 | ±0.006 |
| 20분 | 99.537 | -0.077 | 0.297 | 101.570 | -0.210 | -0.180 | 100.143 | -0.043 | 0.450 | 99.907 | -0.030 | 0.310 |
| | ±0.006 | ±0.006 | ±0.006 | ±0.026 | ±0.020 | ±0.010 | ±0.006 | ±0.133 | ±0.000 | ±0.012 | ±0.010 | ±0.017 |
| 30분 | 99.593 | -0.060 | 0.270 | 101.047 | -0.123 | -0.043 | 100.160 | -0.040 | 0.477 | 101.303 | -0.427 | 0.053 |
| | ±0.130 | ±0.000 | ±0.030 | ±0.012 | ±0.015 | ±0.006 | ±0.000 | ±0.165 | ±0.006 | ±0.036 | ±0.032 | ±0.015 |

2. 향기성분분석

가. 불쾌취

무취화 기술의 적용에 따른 양파의 불쾌취 저감화를 과학적으로 분석하기 위해 GC(Gas chromatography)를 이용해 황 함유 물질을 포함하는 불쾌취 지표 물질의 함량을 분석하여 표 9에 나타내었다. 대표적인 양파의 불쾌취로 알려진 Dially sulphide, Dipropyl trisulfide, Allicin은 대조구에서는 각각 4,776.22, 689.44, 1,909.11 ng/g으로 나타났으나, 무취처리를 포함한 모든 처리구에서는 검출되지 않았다. 또한, 대조구에서 가장 높은 함량을 보인 Diethyl-1,2,3,5-tetrathiolane류를 포함한 대부분의 불쾌취 및 매운맛 성분이 무취처리에 의해 크게 저감화되었다.

한편, 원적외선 및 과열증기오븐 처리군에서도 대부분의 불쾌취 성분이 저감화되었지만, 원적외선 처리군의 경우, Propanal, 2-Methyl 2-pentenal, 1,5-Dithiocane,

Diethyl-1,2,4-Trithiolane은 대조구에 비해 높아졌으며, 특히 1,5-Dithiocane 및 Diethyl-1,2,4-Trithiolane은 각각 380,213.93, 1,048,520.88 ng/g으로 대조구의 1,761.51, 11,559.43 ng/g에 비해 크게 증가하였다. 그리고, 과열증기오븐 처리군에서는 Diethyl-1,2,4-Trithiolane이 대조군에 비해 다소 증가하는 것으로 나타났다.

결과적으로 본 연구팀의 무취 처리 기술이 양파의 불쾌취를 저감화하는데 매우 효과적인 것을 알 수 있었으며, 이를 이용해 기호성이 증진된 고품질의 양파 가공품을 개발할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 19 불쾌취 향기성분

(Unit: ng/g)

| | Non-Treatment | Treatment | | | Type |
|------------------------------------|---------------|-----------------|--------------|-----------|------|
| | 대조구 | 무취처리 (연구팀기술) | 원적외선 | 과열증기오븐 | |
| Propanal (Propionaldehyde) | 211.58 | N.D. | 4,256.14 | N.D. | 매운맛 |
| 2-Methyl 2-pentenal | 313.88 | N.D. | 6,072.03 | N.D. | 불쾌취 |
| Dially disulphide | 4,776.22 | N.D. | N.D. | N.D. | 불쾌취 |
| Dipropyl trisulfide | 689.44 | N.D. | N.D. | N.D. | 불쾌취 |
| 3,3'-Thiobis(1-propene) | 2,822.45 | 592.036 | N.D. | 92.46 | 불쾌취 |
| 2,5-Methylthio-1,3,4-thiadiazole | 181.36 | N.D. | N.D. | N.D. | 불쾌취 |
| S-oxodiallyl disulfide(Allicin) | 1,909.11 | N.D. | N.D. | N.D. | 불쾌취 |
| Methyl propyl trisulfide | 1,312.75 | N.D. | 17.62 | N.D. | 불쾌취 |
| 1,5-Dithiocane | 1,761.51 | N.D. | 380,213.93 | N.D. | 불쾌취 |
| Diethyl-1,2,4-Trithiolane | 11,559.43 | 170.686 | 1,048,520.88 | 13,332.75 | 불쾌취 |

N.D.: Not detected(비검출)

3. 관능적 특성

처리별 양파의 관능적 특성을 분석하여 표 10에 나타내었다. 맛, 외관, 향, 전체적인 기호도 등 각각의 지표에서 점수가 높을수록 관능적으로 우수한 것으로 판단할 수 있겠다. 무취처리군과 과열증기오븐 처리군이 높은 점수를 보였고, 두 시료군 간에는 거의 차이가 없었다. 대조군의 경우 외관을 제외한 맛, 향, 전체기호도 측면에서 낮은 점수를 보여 기호성이 낮은 것으로 나타났다.

결과적으로 무취처리 기술의 적용에 따른 양파 특유의 불쾌취의 저감화를 통해 높은 기호성을 지니는 양파 원물을 얻을 수 있고, 이를 통해 고기호성의 양파 가공품을 개발할 수 있을 것으로 판단된다.

Table.20. 처리별 양파의 관능적 특성

| | 맛 | 외관 | 향 | 전체적인 기호도 | Total |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 대조구 | 3.93±2.61 | 5.65±2.68 | 3.29±2.23 | 3.86±2.25 | 16.71±8.32 |
| 무취처리 (연구팀기술) | 7.14±2.41 | 5.21±2.01 | 6.57±1.51 | 6.00±1.62 | 24.93±5.17 |
| 원적외선 | 4.50±2.68 | 4.64±2.10 | 4.00±2.54 | 4.71±1.86 | 17.86±6.63 |
| 가열증기오븐 | 6.93±2.26 | 5.64±2.06 | 6.07±1.82 | 6.79±1.76 | 25.43±5.19 |

4. 양과 가공 부산물의 퀘세틴 추출 기술 확립

양과 가공 시 발생하는 껍질은 대부분 가공부산물로 버려지게 된다. 하지만, 양과 껍질에는 quercetin 성분이 다량 함유되어 있기 때문에 이를 이용해 고기능성 식품 소재 및 가공품으로 활용할 수 있는 효과적인 추출 기술의 개발이 필요하다. 일반적으로 양과의 quercetin 추출은 염산 등의 인체에 유해한 용매를 통해 이루어지게 된다.

따라서, 본 연구에서는 인체에 무해한 발효주정 및 식초를 이용한 효과적인 quercetin 추출 기술을 확립하고자 HPLC를 이용해 용매 조성 및 비율 등에 따른 추출 조건에 따른 quercetin 함량을 분석하였다.

가. 발효 주정 이용 시 추출 시간에 따른 quercetin 함량

발효 주정을 용매로 이용할 경우 추출 시간에 따른 quercetin 함량을 확인하기 위해 환류 냉각추출장치를 이용해 양과 껍질을 1, 3, 5 시간 동안 추출한 후 HPLC를 이용해 quercetin 함량을 분석하여 나타내었다. 그림 18에 HPLC 분석을 통해 검출된 quercetin에 해당하는 검출 peak를 포함하는 크로마토그램 결과를 나타내었고, 표 11에 추출시간별 quercetin 함량을 나타내었다. 3hr까지는 큰 차이가 없었으나, 5hr에서 922.96으로 1hr 추출에서 나타난 603.66 mg/L에 비해 크게 증가하는 경향을 보였다.

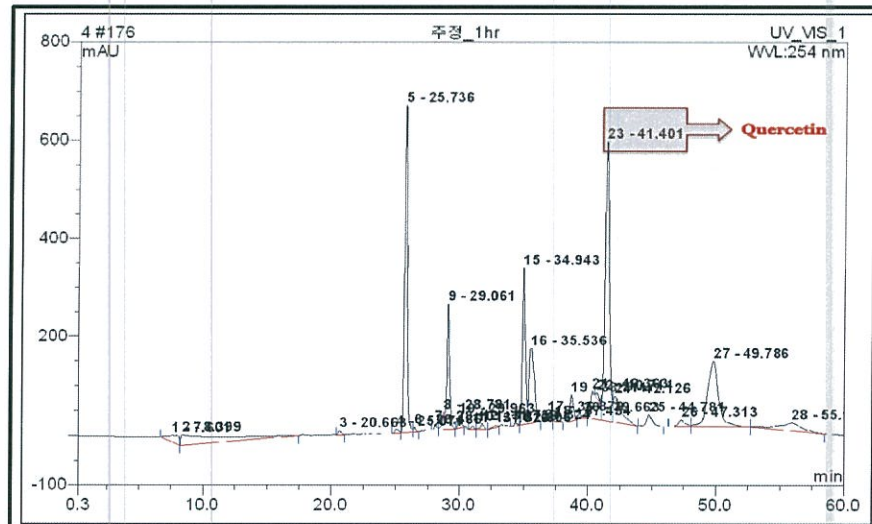


Fig.58. HPLC 크로마토그램

Table 21. 추출시간에 따른 Quercetin 함량

| Extraction time(hr) | Quercetin content (mg/L) |
|---------------------|--------------------------|
| 1hr | 603.658 |
| 3hr | 645.825 |
| 5hr | 922.959 |

나. 추출용매에 따른 Quercetin 함량

추출 효율의 증진을 위해 발효주정과 식초를 비율을 달리 혼합해 추출 용매로 이용하여 양과 껍질의 quercetin 함량을 분석하여 표 12에 나타내었다. 이때 추출시간은 5시간으로 하였다. 발효주정과 식초의 배합 비율에서 주정의 비율이 높아질수록 quercetin 함량이 증가하는 경향을 보였으며, 9:1에서 2034.13 ml/L로 가장 높게 나타났다.

결과적으로 발효주정과 식초를 9:1로 혼합하여 용매로 이용하고, 5시간 추출을 통해 양과 껍질의 quercetin을 효과적으로 추출할 수 있을 것으로 판단된다.

Table.22 추출용매에 따른 Quercetin 함량

| Ratio of solvent (Ethanol : vinegar) | Quercetin content (mg/L) |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 5 : 5 | 777.23 |
| 7 : 3 | 1079.92 |
| 9 : 1 | 2034.13 |

5. 과열증기처리를 통한 무취화 양파 중간소재의 품질특성 분석 및 무취화 공정 확립

가. 과열증기처리 조건 설정

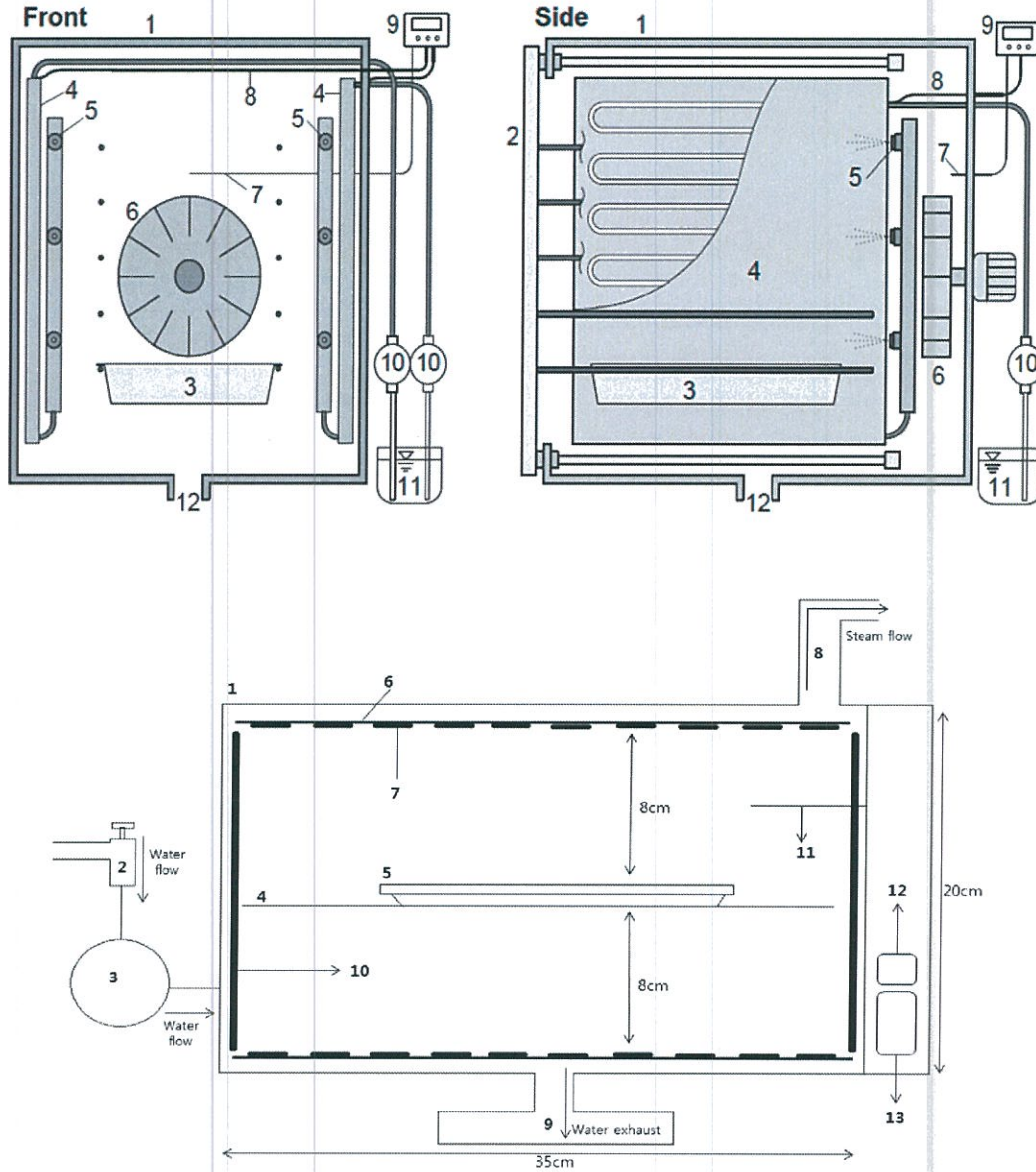


Fig.59. 과열증기오븐의 장치 구조도 및 내부 모식도

- 1.chamber 2. faucet 3. softener(for removing calcium, magnesium, certain other metal cation in hard water) 4. tray 5. basket 6. heater 7. steam nozzle(3.1~7.8 m²/h, 100~400℃) 8. air exhaust port 9. water exhaust port 10. heating panel(~350℃) 11. heating wire 12. temperature controller 13. steam controller

본 연구에서는 양파의 무취화 공정 확립을 위해 과열증기시스템을 도입하였다. 과열이란 액체가 끓는점 이상의 온도에서도 끓지 않는 상태이며, 일반적으로 과열증기(Superheated steam: SHS)는 100~400℃의 고온수증기이며 보일러 안에서 발생한 증기를 같은 압력에서 가열하여 열량을 높인 것이다. 고온의 스팀이 식품표면에 균일하게 분무되어 보다 짧은 시간 가열이 가능함과 동시에 증기를 재활용하기 때문에 보다 에너지를 절약할 수 있는 신기술이다. 일반적인 가열 시 발생하는 영양소 손실을 최소화 하고 식재료 고유의 맛, 향, 색, 질감 등을 최대한 유지시키며 비타민 C 산화, 갈변 현상을 억제하고 미생물을 제어하는데 효과적이다(1-3). 과열증기 처리한 감자칩과 일반적으로 사용되는 열풍건조 감자칩을 비교한 연구에서는 과열증기 처리 시 외관이 우수하였고 열풍건조에 비해 산화가 적게 발생하였고(4), 과열증기 처리한 바나나 슬라이스가 색의 변화가 적게 발생한 것을 확인하여(5) 일반적으로 가열 시 일어나는 현상을 과열증기가 저해한 것을 확인하였다. 과열증기는 환경에 미치는 영향이 적고, 건조효율의 향상, 폭발 및 화재 위험의 제거, 유익한 휘발성 물질의 보존 등 일반적으로 사용되는 열풍건조보다 많은 장점을 가지고 있다(6). 뿐만 아니라 과열증기 처리는 한번의 공정에서 식품 불쾌취 탈취, 블렌칭, 저온살균, 멸균이 동시에 가능하고 식품에 존재하는 과도한 지방과 염의 제거도 가능한 매우 효율적인 공정이다(7). 효율적인 가열기기로서 과열증기가 많이 알려져 있지만 실제로 이용되고 있는 분야는 사탕무와 목재펠프, 제지 건조에 이용되었고(8-10) 과열증기를 식품 조리에 접목한 국내 연구현황은 매우 미비한 상태이다.

Table.23. 양파의 과열증기처리 조건

| SHS treatment condition | Heater(℃) | Steam(℃) | Degree of steam(m ³ /h) | Heating Time(min) |
|-------------------------|-----------|----------|------------------------------------|-------------------|
| T100 | 130 | 100 | 7.8 | 1 |
| T150 | 130 | 150 | 7.8 | 1 |
| T200 | 130 | 200 | 7.8 | 1 |
| T250 | 130 | 250 | 7.8 | 1 |
| T300 | 130 | 300 | 7.8 | 1 |
| T350 | 130 | 350 | 7.8 | 1 |

내부온도(Heater), 스팀양, 시간은 모든 실험군마다 동일하게 적용하고, 과열증기 온도를 100~350℃ 범위로 변화를 주어 실시하였다. 과열증기처리에 따른 양파의 불쾌취 성분, 일반적인 품질, 영양성분 및 유용성분의 변화를 확인하고, 이를 바탕으로 무취 양파 중간소재의 최적 처리 공정을 확립하였다.

나. 과열증기처리에 따른 양파의 thiosulfinate 및 pyruvic acid 함량

일반적으로 양파의 불쾌취 정도를 흡광도 분석을 통해 확인할 수 있다. 대표적으로 thiosulfinate 함량을 양파 불쾌취의 지표물질로 이용하고 있다. 그리고, 양파의 섭취 시 거부감을 느끼게 하는 원인이 되는 매운맛의 지표물질로 pyruvic acid가 이용되며 이들 함량 분석을 통해 양파 무취 정도를 확인할 수 있기 때문에 이를 분석하여 표 2에 나타내었다.

불쾌취 지표물질인 thiosulfinate는 흡광도로 표시하며 그 수치가 높을수록 불쾌취가 높은 것을 나타낸다. 대조구는 1.59였고, 과열증기처리에 의해 100℃ 온도에서 거의 50%에 가까운 감소를 보였고, 이를 제외한 150~350℃ 모두 아주 미미한 수치를 보여 거의 제거된 것으로 판단된다.

매운맛 지표물질인 pyruvic acid 함량도 thiosulfinate와 마찬가지로 과열증기처리에 거의 저감화되는 것을 확인하였다. 과열증기처리 온도가 높아질수록 감소하는 경향을 보였다. 대조구가 8.0 mg/ml였고, 100~300℃에서 각각 7.57, 5.85, 1.66, 0.47, 0.26으로 감소하여 250, 300℃에서는 거의 제거되는 것을 확인할 수 있었다. 한편, 350℃에서는 다시 2.19mg/ml으로 다소 증가하는 결과가 나타났는데, 이는 아주 고온에서의 chemical shift로 인한 함량 증가로 판단되며, 이에 대한 구체적인 원인 규명이 필요할 것으로 판단된다.

결과적으로 과열증기처리에 의해 양파의 불쾌취 및 매운맛을 효과적으로 저감화할 수 있고 이를 통해 무취 양파 중간소재 및 가공품을 제조할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 24. 과열증기처리 조건에 따른 양파의 불쾌취, 매운맛 지표물질

| Type | 불쾌취 지표물질 Thiosulfinate(abasorbance) | 매운맛 지표물질 pyruvic acid(mg/ml) | |
|------------------|--|---------------------------------|------------------------|
| Control | 1.59±0.01 ^a | 8.00±0.001 ^{1)a} | |
| T100 | 0.89±0.08 ^b | 7.57±0.19 ^b | |
| T150 | 0.09±0.00 ^c | 5.85±0.37 ^c | |
| SHS treatment | T200 | 0.05±0.00 ^d | 1.66±0.19 ^d |
| | T250 | 0.05±0.00 ^d | 0.47±0.19 ^e |
| | T300 | 0.05±0.00 ^d | 0.26±0.00 ^e |
| | T350 | 0.06±0.00 ^d | 2.19±0.00 ^e |

¹⁾All measurements were performed in triplicate. Data was expressed as mean ± standard deviation. ^{a-e}Different superscript in the same raw are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

다. 과열증기처리에 따른 양파의 휘발성물질 분석 결과

양파의 무취처리공정 확립에 있어 양파소재 및 가공품의 냄새의 근원이 되는 고유의 휘발성 물질의 체계적인 분석은 매우 중요하다. 과열증기처리에 따른 무취 처리 효과를 판단하고자 앞서 나타낸 양파 불쾌취 지표물질인 thiosulfinate와 매운맛 지표물질인 pyruvic acid 분석과 함께 양파과육의 휘발성 물질 조성 및 함량을 분석하여 표 3에 나타내었다.

전체적으로 과열증기처리에 의해 양파가 지니는 불쾌취 혹은 이취의 원인이 될 수 있는 휘발성 물질들이 크게 감소하거나 제거되는 것으로 나타났다. 양파의 휘발성 전구물질은 과육 중심부일수록 높은 함량을 함유하고 외피로 갈수록 낮은 함량을 나타내기 때문에(20) 본 연구에선 이러한 차이를 줄이기 위해 하나의 양파를 균질화 후 사용하여 양파과육 층에 따른 오차를 줄이고자 하였다. GC/MS 분석을 통해 확인된 결과를 보면 대조군의 양파 휘발성 향기성분에 기여하는 주요물질은 di-, tri- sulfide이다. Methyl thiirane은 본 연구의 대조군에서 약 475 ng/g, 3,5-Diethyl 1,2,4-trithiolane은 약 3264 ng/g의 함량을 나타냈고, 지역별 양파종의 향기성분을 비교한 연구에서 모든 지역에서 10 ng/g의 함량을 나타냈고(15), 3,5-Diethyl 1,2,4-trithiolane은 약 270 ng/g으로 본 연구 결과가 sulfur 계열인 Methyl thiirane의 높은 함량을 나타낸 반면, Methyl propenyl disulfides는 본 연구의 대조군에서 약 153 ng/g, Dimethyl trisulfide는 약 30 ng/g이었고 참고문헌의 결과는(15) 본 실험의 결과보다 높은 함량을 나타내었다. Dimethyl trisulfide, Dimethyl tetrasulfide, 1-(Methylthio)-1-propene, Dithiane은 각 다른 양파의 휘발성 성분 분석에서도 검출되어 이 성분들이 양파에 함유된 일반적인 향기성분임을 확인하였다(16,17). Diallyl disulfide는 Allium속인 양파, 마늘, 대파 등의 특징적인 향기성분을 나타낼 뿐 아니라 향균 및 함암 작용을 한다(16). 과열증기오븐 처리에 따라 감소하기 때문에 본 성분의 함량을 유지하되 불쾌취를 저감화하기 위한 추후의 연구가 필요할 것으로 사료되며 과열증기 오븐 처리가 양파 특유의 황 함유 물질의 함량을 감소시켜 불쾌취를 효과적으로 제거하기 때문에 관능적으로 우수한 양파제품을 제조하기 위한 전처리 기술로 사료된다.

Table.25. 과열증기처리 조건에 따른 양파의 휘발성 물질 함량

(Unit :ng/g)

| Volatile components | Control | SHS treatment condition | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | T100 | T150 | T200 | T250 | T300 | T350 |
| Methyl thirane | 475.15± | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 98.88 ^{1)a} | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b |
| 1,1'-sulfinyl bis Propane | 193.42± | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 23.38 ^a | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b |
| Methyl propenyl disulfide | 153.90± | 3.71 | 3.95 | 11.31 | 1.75 | 10.62 | 2.15 |
| | 27.75 ^a | ±4.46 ^b | ±5.58 ^b | ±6.36 ^b | ±3.04 ^b | ±5.30 ^b | ±3.72 ^b |
| Dimethyl trisulfide | 30.57± | 2.04 | 33.95 | 27.62 | 0.00 | 5.36 | 3.72 |
| | 29.32 ^a | ±2.32 ^b | ±8.58 ^a | ±4.54 ^a | ±0.00 ^b | ±2.33 ^b | ±1.44 ^b |
| 1,5-Dithiocane | 1179.51± | 2.60 | 99.14 | 84.20 | 25.63 | 83.55 | 78.47 |
| | 92.29 ^g | ±2.25 ^f | ±20.82 ^a | ±29.85 ^b | ±7.31 ^e | ±5.72 ^c | ±50.33 ^d |
| Diallyl disulphide | 292.41± | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 27.88 ^a | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b | ±0.00 ^b |
| Methyl propyl trisulfide | 436.79± | 0.51 | 132.08 | 49.42 | 12.97 | 71.62 | 44.58 |
| | 14.09 ^b | ±0.89 ^e | ±26.53 ^b | ±10.57 ^{cd} | ±11.27 ^e | ±16.10 ^c | ±27.24 ^{de} |
| 1-(methylthio) 1-Propene | 281.69± | 0.00 | 4.43 | 193.07 | 0.00 | 27.59 | 8.21 |
| | 39.05 ^a | ±0.00 ^c | ±7.67 ^c | ±7.69 ^b | ±0.00 ^c | ±20.07 ^c | ±14.23 ^c |
| Dimethyl tetrasulphide | 184.04 | 0.00 | 65.66 | 10.32 | 0.00 | 5.94 | 5.93 |
| | ±141.06 ^{1)a} | ±0.00 ^b | ±12.77 ^b | ±1.94 ^b | ±0.00 ^b | ±5.91 ^b | ±4.50 ^b |
| Dipropyl Trisulfide | 2358.92 | 15.03 | 102.74 | 24.088 | 52.02 | 229.37 | 66.57 |
| | ±52.45 ^g | ±6.48 ^f | ±47.24 ^c | ±10.36 ^e | ±20.74 ^d | ±0.38 ^b | ±16.21 ^a |
| 3,5-Diethyl 1,2,4-Trithiolane | 3264.95 | 51.98 | 466.91 | 207.22 | 113.12 | 162.55 | 139.39 |
| | ±87.17 ^c | ±20.07 ^c | ±146.54 ^a | ±97.13 ^b | ±35.33 ^{bc} | ±167.60 ^c | ±65.00 ^c |
| 1,1'-thiobis-1-Propene | 206.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | ±322.07 ^a | ±0.00 ^a | ±0.00 ^a | ±0.00 ^a | ±0.00 ^a | ±0.00 ^a | ±0.00 ^a |
| 1,3-Propanedithiol | 1133.11 | 3.08 | 0.00 | 12.29 | 0.00 | 0.11 | 0.00 |
| | ±1940.98 ^a | ±5.33 ^a | ±0.00 ^a | ±21.28 ^a | ±0.00 ^a | ±0.19 ^a | ±0.00 ^a |
| Diallyl disulfide | 6.96 | 0.18 | 5.34 | 3.48 | 0.00 | 0.89 | 0.96 |
| | ±7.71 ^a | ±0.32 ^b | ±0.20 ^{ab} | ±0.60 ^{ab} | ±0.00 ^b | ±1.54 ^{ab} | ±0.12 ^{ab} |

¹⁾All measurements were performed in triplicate. Data was expressed as mean ± standard deviation. ^{a-e}Different superscript in the same raw are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

라. 과열증기처리에 따른 양파의 관능적 특성

과열증기처리 양파의 관능평가는 표 4에 나타내었다. 관능평가를 전문으로 수행하는 연구과제가 아니기 때문에 검사실, 패널 선정 및 트레이닝 등 여건상의 문제로 인해 전체적으로 양파 고유의 불쾌취 및 매운맛 등에 대한 정도 판별 등에 대한 체계적인 관능 평가는 시행하기가 어렵기 때문에 맛의 정도에 대한 평가가 아닌 각 관능적 요소에 대한 기호성에 대한 평가로 진행하였다. 각 관능적 요소에 대한 기호성이 높을수록 좋은 점수를 부여하도록 진행하였다. 매운맛이 많이 날수록 Spicy 항목에 낮은 점수를 부여하게 하고, Appearance는 관능적으로 보기 좋은 것에 높은 점수를 부여하게 하고, Flavor는 양파 고유의 불쾌취가 많고 이로 인해 전체적인 향에 대한 기호도가 낮을수록 낮은 점수를 부여하고, Texture는 식감이 좋을수록 높은 점수를 부여하도록 하였다. 또한, 전체적인 기호도는 이를 모두 종합하였을 때 개인적인 기호도에 따라 점수를 주도록 교육 후 관능평가를 실시하였다. 즉, 전체적으로 점수가 높을수록 양파 고유의 불쾌취가 적고, 기호성이 우수한 것으로 판단할 수 있겠다. 과열증기 처리에 따라 전체적인 기호도가 높아지는 것을 확인할 수 있다. 과열증기 처리한 양파의 Appearance는 처리 전과 후가 유의적 차이를 보이지 않아 가열처리에 따른 차이가 없었다. Spicy, Flavor, Texture, preference 및 합산 값은 대조구와 유의적 차이를 보임을 확인할 수 있었고, 특히 Spicy, Flavor는 표 2에 나타난 Thiosulfinate, Pyruvic acid함량 분석 결과와 상호 비교를 통해 유사한 경향을 보임을 확인할 수 있었다. 양파고유의 불쾌취와 매운맛이 양파의 관능적 특성에 주된 영향 요소이며 이러한 특성이 감소됨에 따라 기호성이 크게 증가할 수 있을 것으로 판단된다. 결과적으로 과열증기처리가 양파의 불쾌취 저감화에 매우 효과적인 것으로 판단되며, 모든 조건에서 거의 비슷한 관능적 특성을 보였기 때문에 기타 영양성분, 항산화 활성 및 유효성분 등의 결과 분석을 통해 최적 조건을 확립할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 26. 과열증기처리 조건에 따른 양파의 관능적 특성

| Type | Spicy | Appearance | Flavor | Texture | preference | Total | |
|------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Control | 2.54±1.39 ^{1b} | 6.08±2.93 ^a | 3.85±2.51 ^b | 2.46±2.30 ^b | 3.85±3.08 ^b | 18.77±8.76 ^b | |
| SHS treatment | T100 | 5.69±2.59 ^a | 6.69±2.46 ^a | 5.54±1.90 ^a | 5.46±1.85 ^a | 5.39±2.22 ^{ab} | 28.77±8.46 ^a |
| | T150 | 5.62±2.50 ^a | 5.92±2.40 ^a | 5.08±1.98 ^{ab} | 5.08±2.53 ^a | 5.23±2.35 ^{ab} | 26.92±7.85 ^a |
| | T200 | 5.62±2.66 ^a | 6.92±1.89 ^a | 5.92±1.61 ^a | 4.92±1.50 ^a | 6.15±1.57 ^a | 29.54±5.83 ^a |
| | T250 | 5.62±2.66 ^a | 5.77±2.46 ^a | 5.62±2.50 ^a | 5.00±1.87 ^a | 5.31±1.97 ^{ab} | 27.31±8.46 ^a |
| | T300 | 6.23±2.83 ^a | 6.46±1.98 ^a | 6.15±1.91 ^a | 5.15±1.28 ^a | 6.15±1.95 ^a | 30.15±7.76 ^a |
| | T350 | 6.15±3.08 ^a | 6.77±1.92 ^a | 6.23±2.28 ^a | 5.15±2.15 ^a | 6.15±2.19 ^a | 30.46±7.97 ^a |

마. 과열증기처리에 따른 양파의 무기성분

양파의 무기성분을 분석한 결과 총 10종(K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu, Se, Mn, P)이 분석되었으며 정량 분석한 결과를 표 5에 나타내었다. 전체적으로 과열증기처리에 따른 증감은 있었지만, 뚜렷한 경향성은 보이지 않았다. 대체적으로 인체에 유용한 무기질 조성인 포타슘(칼륨), 마그네슘, 아연, 셀레늄, 망간, 인 등은 과열증기온도가 높을수록 다소 증가하는 경향을 보였고, 150℃와 350℃에서 높은 함량을 보였다. 특히, 포타슘은 2배에 가까운 증가를 보였고, 마그네슘과 인 그리고 미량원소인 아연, 셀레늄, 망간 등도 크게 증가하는 것을 알 수 있었다. 반면, 소듐(나트륨)은 반이상 감소하였고, 칼슘과 철, 구리는 다소 감소하는 경향을 보였다.

Table 27. 과열증기처리 조건에 따른 양파의 무기성분 함량

(Unit : mg/100g)

| Mineral type | Control | SHS treatment condition | | | | | |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | T100 | T150 | T200 | T250 | T300 | T350 |
| K | 127.77±1.10 ^e | 100.12±3.59 ^f | 181.79±0.88 ^b | 171.48±2.20 ^c | 161.12±1.97 ^d | 171.65±1.25 ^c | 230.36±1.69 ^a |
| Ca | 27.57±0.27 ^a | 5.60±0.16 ^f | 23.15±0.17 ^b | 18.27±0.17 ^d | 11.03±0.24 ^e | 19.40±0.29 ^c | 22.95±0.30 ^b |
| Mg | 9.78±0.12 ^e | 4.66±0.11 ^g | 10.18±0.08 ^d | 11.37±0.11 ^b | 8.57±0.15 ^f | 10.98±0.10 ^{ac} | 12.51±0.18 ^a |
| Na | 19.92±0.24 ^a | 3.99±0.18 ^g | 12.44±0.13 ^b | 7.37±0.16 ^f | 11.25±0.15 ^c | 8.64±0.22 ^e | 9.73±0.18 ^d |
| Fe | 9.28±0.02 ^a | 0.60±0.01 ^g | 2.58±0.03 ^b | 0.87±0.01 ^f | 1.38±0.01 ^e | 1.54±0.01 ^d | 1.71±0.01 ^c |
| Zn | 0.33±0.01 ^d | 0.23±0.00 ^g | 0.47±0.01 ^c | 0.30±0.00 ^e | 0.25±0.00 ^f | 0.67±0.01 ^a | 0.58±0.01 ^b |
| Cu | 0.25±0.01 ^b | 0.21±0.00 ^c | 0.31±0.0a ^a | 0.11±0.00 ^d | 0.05±0.00 ^e | 0.05±0.00 ^e | 0.01±0.01 ^f |
| Se | 0.05±0.05 ^{abc} | 0.02±0.01 ^c | 0.08±0.02 ^{ab} | 0.05±0.03 ^{abc} | 0.05±0.02 ^{abc} | 0.04±0.02 ^{bc} | 0.10±0.01 ^a |
| Mn | 0.11±0.00 ^a | 0.05±0.00 ^f | 0.13±0.01 ^e | 0.15±0.00 ^d | 0.15±0.00 ^d | 0.18±0.00 ^{abc} | 0.17±0.00 ^c |
| P | 26.65±0.81 ^f | 16.19±0.14 ^g | 31.69±0.34 ^c | 30.73±0.14 ^d | 35.35±0.17 ^b | 27.70±0.43 ^e | 42.25±0.66 ^a |

¹⁾All measurements were performed in triplicate. Data was expressed as mean ± standard deviation. ^{a-g}Different superscript in the same raw are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

바. 과열증기처리에 따른 양파의 유리당 함량

과열증기 처리한 양파의 유리당 분석결과는 표 6에 나타내었다. 대체적으로 glucose, fructose, sucrose 모두 과열증기처리에 따라 감소하는 경향을 보였다. 과당의 경우, 250℃와 300℃에서 다소 미미한 증가를 보이기도 하였지만, 전체적으로는 감소하는 경향을 보였다.

Table 28. 과열증기처리 조건에 따른 양파의 유리당 함량

(Unit : mg/100g)

| Type | Glucose | Fructose | Sucrose | |
|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Control | 0.020±0.001 ^{1)ab} | 0.090±0.001 ^{ab} | 0.027±0.01 ^{ab} | |
| SHS treatment | T100 | 0.002±0.001 ^c | 0.076±0.000 ^{bc} | 0.040±0.000 ^c |
| | T150 | 0.023±0.000 ^{ab} | 0.062±0.013 ^c | 0.024±0.008 ^{ab} |
| | T200 | 0.030±0.026 ^a | 0.059±0.018 ^c | 0.013±0.022 ^a |
| | T250 | 0.004±0.001 ^{bc} | 0.109±0.016 ^a | 0.061±0.043 ^{bc} |
| | T300 | 0.004±0.001 ^c | 0.107±0.017 ^a | 0.015±0.003 ^c |
| | T350 | 0.005±0.000 ^{bc} | 0.087±0.017 ^{ab} | 0.016±0.009 ^{bc} |

¹⁾All measurements were performed in triplicate. Data was expressed as mean ± standard deviation. ^{a-g}Different superscript in the same raw are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

사. 과열증기처리에 따른 양파의 pH, brix 및 수분함량

과열증기 처리한 양파의 유리당 분석결과는 표 7에 나타내었다. 기본적인 품질지표인 pH, brix, 수분함량은 과열증기처리에 의해 큰 변화는 보이지 않았고, 양파 과육 고유의 특성을 유지하는 것을 알 수 있었다. pH의 경우 과열증기처리에 의해 5.29(비처리 대조군)에서 약 5.56~5.65로 미미한 증가를 보였고, 처리 조건에 따른 차이는 거의 없었다. Brix는 대조군이 9.0이고, 처리에 따라 8.8~9.2 범위로 나타나 확연한 증감은 보이지 않았다. 수분함량은 pH와 유사하게 처리에 의해 전체적으로 증가하는 경향을 보였고, 처리 온도 증가에 따른 차이는 거의 미미한 수준이었다.

Table 29. 과열증기처리 조건에 따른 양파의 pH, brix, 수분 함량

| Treatment condition | pH | Brix | Moisture content (%) | |
|---------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Control | 5.29±0.01 ^e | 9.0±0 ^b | 91.66±0.09 ^b | |
| SHS treatment | T100 | 5.65±0.00 ^a | 9.2±0 ^a | 93.40±0.24 ^a |
| | T150 | 5.56±0.01 ^d | 9.0±0 ^b | 93.15±1.21 ^a |
| | T200 | 5.64±0.00 ^b | 9.0±0 ^b | 93.13±0.37 ^a |
| | T250 | 5.65±0.01 ^a | 9.0±0 ^b | 93.25±0.20 ^a |
| | T300 | 5.63±0.01 ^b | 9.0±0 ^b | 93.21±0.46 ^a |
| | T350 | 5.62±0.01 ^c | 8.8±0 ^c | 93.68±0.26 ^a |

아. 과열증기처리에 따른 양파의 총 페놀화합물 함량 및 항산화 활성

과열증기 처리한 양파 과육과 과피의 항산화활성 결과는 표 8에 나타내었다. DPPH, ABTS, FRAP, T.P.C 결과 모두 T200까지 항산화활성 및 총 페놀 물질 함량이 상승하다가 점차 감소하는 경향을 나타냈다. 가장 높은 활성, 함량을 기준으로 하였을 때 과피의 DPPH 라디칼 소거능은 약 45%이하, 과육의 DPPH 라디칼 소거능은 약 85%으로 과피의 항산화활성이 과육보다 약 1.8배 높았고, 과피의 ABTS 라디칼 소거능은 약 4%, 과육은 약 51%으로 과피가 약 12배 높았으며 과육의 FRAP은 0.005, 과피의 FRAP은 1.453으로 과피가 약 290배 높았고 과육의 총 페놀물질 함량은 0.061 mg of GAE/g, 과피는 0.358mg of GAE/g으로 과피가 약 5배 가량 많은 페놀물질을 함유하였다. 항산화활성의 차이와 T200까지 항산화활성이 증가 후 다시 감소하는 경향은 표 12의 퀘르세틴 분석결과와 비슷한 경향을 확인할 수 있다. 가장 대표적으로 양파에서 항산화활성을 나타내는 물질이 퀘르세틴이므로 다음과 같은 경향이 나타난 것으로 사료되며 과육의 퀘르세틴과 퀘르세틴 배당체가 아주 미량 함유 되어있었기 때문에 과육의 항산화가 매우 적은 것으로 사료된다. ABTS 라디칼 소거능과 DPPH 라디칼 소거능은 같은 소거능 활성이지만 값은 다르게 나타나는데, ABTS+·는 지용성, 친수성 물질 모두에 용해되어 소수성, 친수성 물질의 라디칼 소거 활성을 모두 측정 가능한 반면에, DPPH·는 지용성 물질에만 용해되어 친수성 물질의 라디칼 소거 활성을 알아보는 데에는 다소 제한이 있기 때문이다(11).

Table 30. 과열증기처리 조건에 따른 양파의 총 페놀화합물 함량 및 항산화 활성

| Type | 과피 | | | | 과육 | | | |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| | DPPH (%) | ABTS (%) | FRAP (Absorbance) | T.P.C (mg of GAE/g) | DPPH (%) | ABTS (%) | FRAP (Absorbance) | T.P.C (mg of GAE/g) |
| Control | 77.64± | 42.96± | 1.07± | 0.31± | 37.85± | 3.99± | 0.06± | 0.00± |
| | 2.09 ^{1b} | 1.13 ^d | 0.07 ^d | 0.00 ^c | 0.12 ^e | 0.62 ^a | 0.01 ^a | 0.00 ^a |
| T100 | 77.92± | 48.08± | 1.29± | 0.35± | 39.23± | 4.34± | 0.06± | 0.00± |
| | 5.33 ^b | 2.22 ^{bc} | 0.06 ^c | 0.01 ^b | 0.52 ^d | 0.35 ^a | 0.00 ^{ab} | 0.00 ^a |
| T150 | 79.05± | 48.41± | 1.30± | 0.36± | 38.99± | 4.38± | 0.06± | 0.00± |
| | 8.84 ^{ab} | 1.16 ^{bc} | 0.01 ^c | 0.01 ^a | 0.20 ^d | 0.20 ^a | 0.00 ^{ab} | 0.00 ^a |
| S.H.S treatment | 86.00± | 51.92± | 1.45± | 0.37± | 43.23± | 3.77± | 0.06± | 0.01± |
| | 2.96 ^a | 1.11 ^a | 0.07 ^a | 0.01 ^a | 0.10 ^b | 1.44 ^a | 0.00 ^{ab} | 0.00 ^a |
| T250 | 82.08± | 51.16± | 1.41± | 0.36± | 45.12± | 3.86± | 0.05± | 0.00± |
| | 0.34 ^{ab} | 2.18 ^{ab} | 0.06 ^{ab} | 0.01 ^a | 0.12 ^a | 0.08 ^a | 0.00 ^{ab} | 0.00 ^a |
| T300 | 82.19± | 50.97± | 1.34± | 0.34± | 41.45± | 4.49± | 0.05± | 0.00± |
| | 4.76 ^{ab} | 0.46 ^{ab} | 0.06 ^{bc} | 0.01 ^b | 0.15 ^c | 0.13 ^a | 0.01 ^{ab} | 0.00 ^a |
| T350 | 83.42± | 46.61± | 1.36± | 0.35± | 43.23± | 3.37± | 0.05± | 0.00± |
| | 0.53 ^{ab} | 3.49 ^c | 0.04 ^{bc} | 0.01 ^b | 0.10 ^b | 1.06 ^a | 0.00 ^b | 0.00 ^a |

¹⁾All measurements were performed in triplicate. Data was expressed as mean ± standard deviation.
^{a-g}Different superscript in the same raw are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

자. 과열증기처리에 따른 양파의 유용성분(querctetin) 함량

과열증기 처리에 따른 양파 과피와 과육의 퀘르세틴과 퀘르세틴 배당체 분석 결과를 그림 2와 표 9에 나타내었다. 양파 과피의 퀘르세틴 함량은 과열증기의 내부온도가 200℃인 처리구 T200까지 온도 증가에 따라 증가하다가 T250에서부터 점차 함량이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 200℃까지 양파를 가열했을 때에 퀘르세틴이 비교적 안정하다고 발표하여(17) 본 실험의 결과와 비슷한 경향을 보였고 그보다 더 높은 온도인 250-300℃에서 퀘르세틴 함량이 감소한 것은 추후 실험을 통한 규명이 필요하다. 창녕양파의 퀘르세틴 함량을 분석한 결과에서 과육과 과피를 함께 추출하여 분석을 하였고 가장 높았던 퀘르세틴 함량이 약 23 mg/100g이었으며(18), 본 실험의 양파보다 낮은 함량을 보였다. 반면, 양파의 과육에서 퀘르세틴의 양은 과피와 비교했을 때 매우 극소량이 함유된 것을 확인할 수 있다. 16종의 양파종의 퀘르세틴 배당체의 과육 부분을 측정하였다(19). 가장 함량이 높았던 종은 'Red baron'으로 7.2 mg/g(Dry wt) 이고, 'Vaugirad'는 0.2 mg/g(dry wt)로 가장 적었다. 종에 따라 차이가 과육의 퀘르세틴 함량이 많은 차이를 보이는 것을 알 수 있었으며, 본 실험에 사용한 양파는 과육의 퀘르세틴의 함량이 매우 적게 함유된 종으로 사료된다.

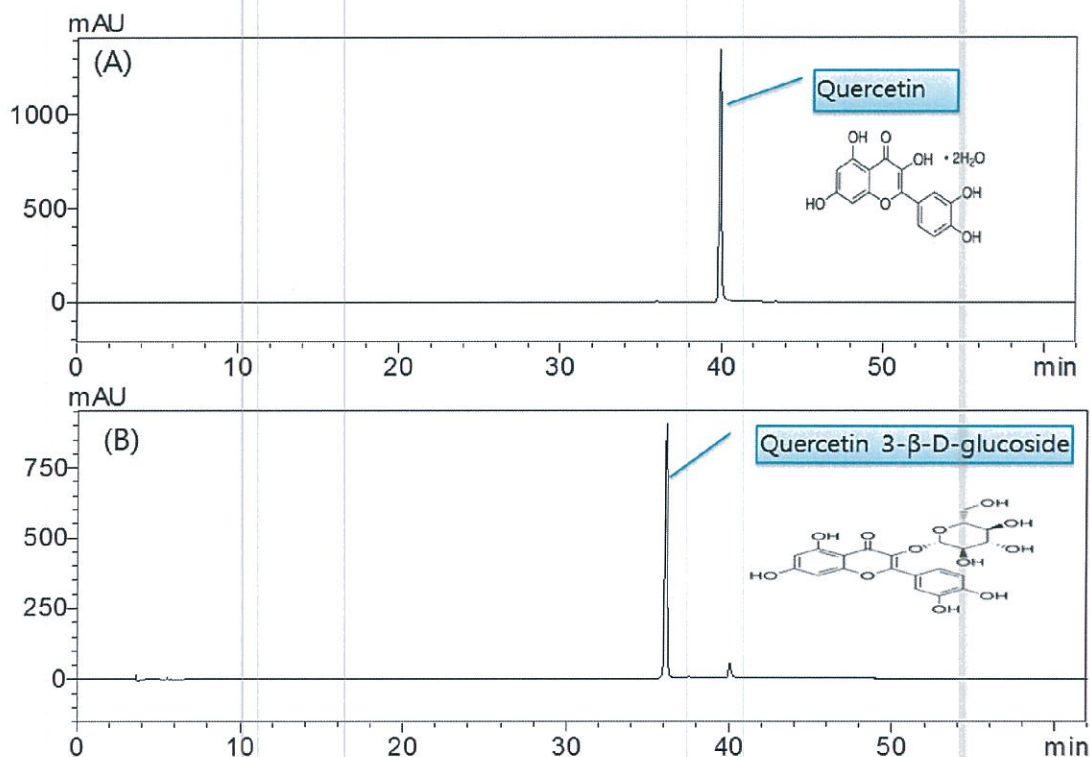


Fig.60. Quercetin(Q)과 배당체(Q3G)의 HPLC 크로마토그램

Table 31. 과열증기처리 조건에 따른 양파의 총 페놀화합물 함량 및 항산화 활성 (Unit : mg/100g)

| Type | 과피 | | 과육 | | |
|---------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----|
| | Q | Q3G | Q | Q3G | |
| Control | 23.69±0.34 ^{1d} | 2.00±0.08 ^b | 0.14±0.18 ^a | N.D | |
| SHS treatment | T100 | 33.25±9.04 ^c | 1.94±0.57 ^b | 0.01±0.02 ^b | N.D |
| | T150 | 35.20±5.36 ^{bc} | 2.56±0.07 ^a | 0.03±0.02 ^b | N.D |
| | T200 | 52.21±4.98 ^a | 2.75±0.06 ^a | N.D | N.D |
| | T250 | 37.42±2.64 ^{bc} | 2.71±0.17 ^a | N.D | N.D |
| | T300 | 39.23±3.80 ^b | 2.74±0.16 ^a | N.D | N.D |
| | T350 | 39.23±3.80 ^d | 2.86±0.05 ^a | N.D | N.D |

¹⁾All measurements were performed in triplicate. Data was expressed as mean ± standard deviation.

^{a-d)}Different superscript in the same raw are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

차. 과열증기처리에 따른 양파 침출액의 가용성 고형분 함량

스팀온도를 다르게 설정하여 과열증기 처리한 양파와 비처리구인 대조구의 양파시료를 침출온도 40℃, 70℃, 90℃에서 침출시간을 30초에서 120분간 처리하였을 때의 총 가용성 고형분 함량은 그림 3에 나타내었다. 비처리구인 control은 침출조건 40℃에서 30초 침출 시 0.365%에서 120분 침출 시 1.211%로 가용성 고형분이 거의 용출되지 않았다. 70, 90℃에서 120분 침출 시 각 4.675%, 4.576%로 다른 처리구들과 비교했을 때 가용성 고형분이 매우 적게 용출된 것을 확인할 수 있었다. 즉, 비처리구인 생양파를 물에서 가열하는 것만으로는 양파의 유용한 성분들이 용매인 물에 효과적으로 용출되지 않음을 의미한다. 대조구 뿐만 아니라 과열증기 처리구의 양파의 모든 결과에서 확인할 수 있듯이 침출온도가 가장 높았던 90℃에서 총 가용성 고형분의 함량이 가장 높게 용출되고 가장 낮은 침출온도인 40℃에서 총 가용성 고형분의 낮은 함량을 보여주었고 시간 경과에 따라서도 총 가용성 고형분의 함량이 증가하는 것을 보아 총 가용성 고형분은 온도 및 시간에 의존적인 성질을 나타내는 것을 알 수 있었다. 처리구 중에서는 과열증기 스팀온도가 100℃인 T100이 30초 침출 시 13%에서 120분 가열 후 21%로 가용성 고형분이 가장 많이 용출된 것을 확인할 수 있었다. 스팀온도가 가장 높았던 T350에서 용출온도 40℃ 조건이 30초에서 1.605%, 120분에서 6.792%로 처리구들 중 가장 낮은 총 가용성 고형분의 용출량을 보여주었다. 본 결과에서 확인할 수 있듯이 과열증기 스팀온도가 증가함에 따라 오히려 가용성 고형분의 용출이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 상대적으로 낮은 온도의 과열증기가 양파의 열수 추출시 총 가용성 고형분 함량을 크게 증가시킴을 확인할 수 있었다.

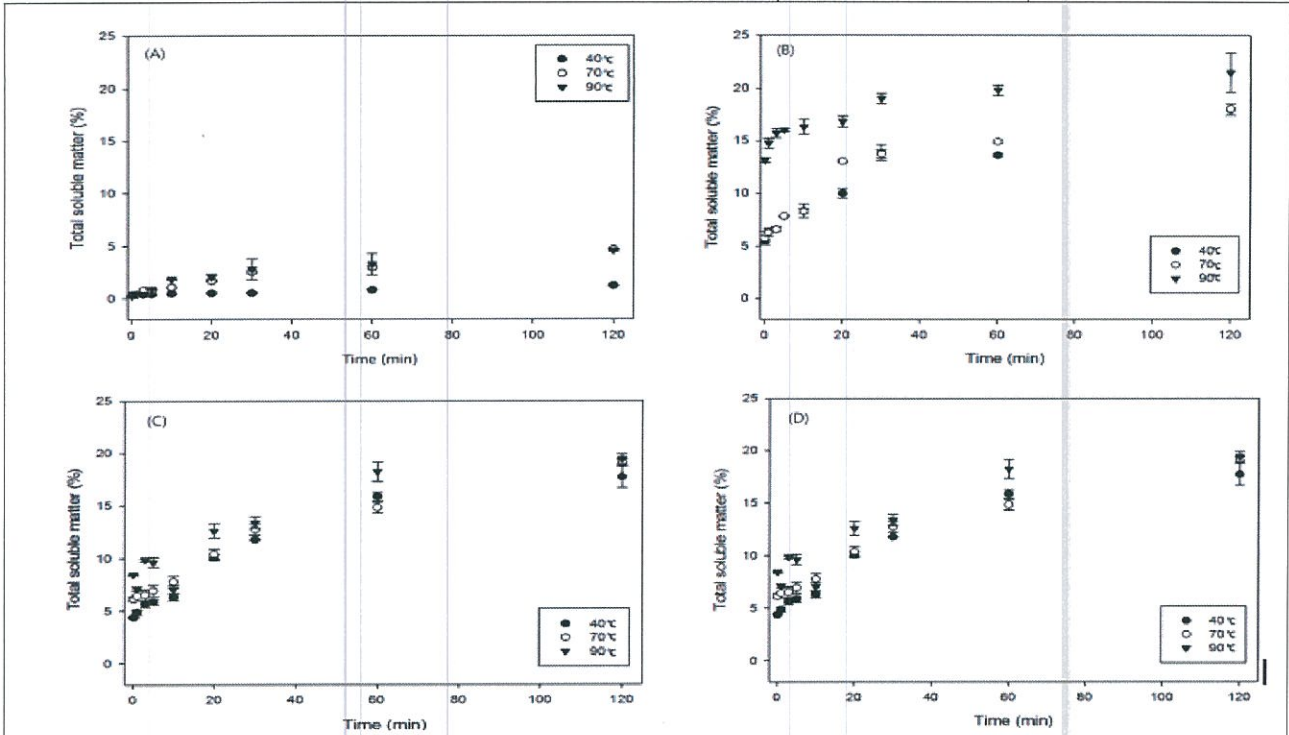


Fig.61 과열증기처리에 따른 양파 침출액의 가용성 고형분 함량

카. 과열증기처리에 따른 양파 추출액의 조직감

스팀온도를 다르게 설정하여 과열증기 처리한 양파와 비처리구인 대조구의 양파시료를 침출온도 40℃, 70℃, 90℃에서 침출시간을 30초에서 120분간 처리하였을 때의 총 가용성 고형분 함량은 그림 2에 나타내었다. 비처리구인 control은 침출조건 40℃에서 30초 침출 시 0.365%에서 120분 침출 시 1.211%로 가용성 고형분이 거의 용출되지 않았다. 70, 90℃에서 120분 침출 시 각 4.675%, 4.576%로 다른 처리구들과 비교했을 때 가용성 고형분이 매우 적게 용출된 것을 확인할 수 있었다. 즉, 비처리구인 생양파를 물에서 가열하는 것만으로는 양파의 유용한 성분들이 용매인 물에 효과적으로 용출되지 않음을 의미한다. 대조구 뿐만 아니라 과열증기 처리구의 양파의 모든 결과에서 확인할 수 있듯이 침출온도가 가장 높았던 90℃에서 총 가용성 고형분의 함량이 가장 높게 용출되고 가장 낮은 침출온도인 40℃에서 총 가용성 고형분의 낮은 함량을 보여주었고 시간 경과에 따라서도 총 가용성 고형분의 함량이 증가하는 것을 보아 총 가용성 고형분은 온도 및 시간에 의존적인 성질을 나타내는 것을 알 수 있었다. 처리구 중에서는 과열증기 스팀온도가 100℃인 T100이 30초 침출 시 13%에서 120분 가열 후 21%로 가용성 고형분이 가장 많이 용출된 것을 확인할 수 있었다. 스팀온도가 가장 높았던 T350에서 용출온도 40℃ 조건이 30초에서 1.605%, 120분에서 6.792%로 처리구들 중 가장 낮은 총 가용성 고형분의 용출량을 보여주었다. 본 결과에서 확인할 수 있듯이 과열증기 스팀온도가 증가함에 따라 오히려 가용성 고형분의 용출이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 상대적으로 낮은 온도의 과열증기가 양파의 열수 추출시 총 가용성 고형분 함량을 크게 증가시킴을 확인할 수 있었다.

Table. 32. 과열증기처리에 따른 양파의 조직감

| Type | Texture profile attribute(TPA) | | | | | | |
|------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | Hardness | Springiness | Chewiness | Gumminess | Cohesiveness | Resilience | |
| Control | 2686.66 ±1543.03 ^{1)a} | 2.97 ±3.38 ^b | 4462.54 ±4811.06 ^a | 1848.44 ±1225.31 ^a | 0.70 ±0.12 ^a | 0.72 ±0.26 ^b | |
| SHS treatment | T100 | 540.58 ±643.24 ^a | 1.85 ±3.05 ^b | 477.28 ±483.68 ^b | 1367.89 ±1775.20 ^a | 0.71 ±0.16 ^a | 1.01 ±0.48 ^{ab} |
| | T150 | 384.22 ±256.84 ^{ab} | 1.47 ±2.34 ^b | 510.25 ±485.05 ^b | 1185.58 ±1355.08 ^a | 0.72 ±0.07 ^a | 1.26 ±0.44 ^a |
| | T200 | 211.25 ±356.72 ^b | 4.54 ±4.03 ^{ab} | 481.16 ±307.56 ^b | 1031.99 ±1581.62 ^a | 0.75 ±0.14 ^a | 1.00 ±0.43 ^{ab} |
| | T250 | 316.81 ±449.23 ^b | 4.64 ±4.31 ^{ab} | 464.74 ±215.91 ^b | 1128.15 ±1688.61 ^a | 0.82 ±0.23 ^a | 1.01 ±0.44 ^{ab} |
| | T300 | 146.33 ±100.14 ^b | 3.77 ±3.92 ^{ab} | 558.62 ±275.44 ^b | 1210.93 ±1273.80 ^a | 0.72 ±0.08 ^a | 1.10 ±0.45 ^{ab} |
| | T350 | 87.27 ±33.37 ^b | 6.00 ±3.44 ^a | 381.00 ±164.38 ^b | 296.93 ±574.06 ^a | 0.76 ±0.20 ^a | 0.82 ±0.37 ^{ab} |

타. 과열증기처리에 따른 양파의 점도

과열증기 처리 시 스팀의 온도가 상승할수록 겔보기 점도가 점차 감소하는 경향을 그림 4에서 확인할 수 있다. 대조구의 점도는 65806, T200의 점도는 43650으로 대조구의 점도가 약 1.5배 높은 것으로 나타났다. 스팀온도 200℃에서 350℃는 서로간의 유의적 차이를 나타내지 않았다. 최대온도 120℃, 가열 5시간 30분 가열처리한 후 점도를 측정하였을 때, 대조구와 비교해서 유의적 변화를 관찰할 수 없었지만(12) 본 연구에서는 200℃의 스팀온도에서 비교적 짧은 1분간 가열로 양파의 점도를 감소시켜 과열증기 처리가 양파의 점도 감소에 효과적인 처리로 사료된다. 가용성 고형분의 함량이 증가할수록 점도도 증가한다.

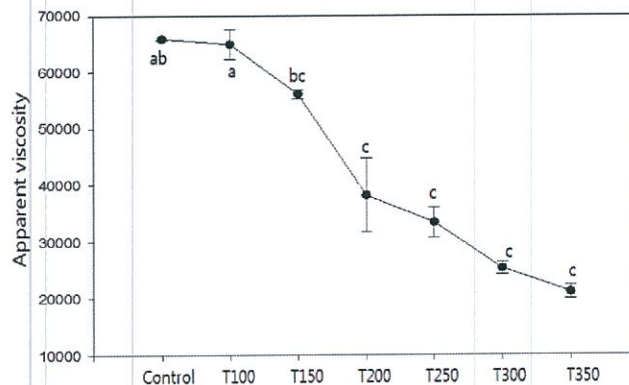


Fig.53. 과열증기처리에 따른 양파푸레의 점도변화

¹⁾All measurements were performed in triplicate. Data was expressed as mean ± standard deviation. ^{a-c}Different superscript in the same row are significantly different by

6. 불쾌취를 제거한 무취 양파를 이용한 가공품 유형별 기초제조공정 및 시제품 특성

1) 무취 양파 중간소재

무취 양파 중간소재 제조를 위한 기초제조공정도를 그림 5에 나타내었다. 무취 양파 제조를 위한 단위공정설명서를 표 11에 나타내었으며, 세부내용은 다음과 같다. 무취 양파 중간소재의 제조공정은 다음과 같다. 양파 원물을 선별하여 염수세척 및 헝겍 후 커터를 이용해 4~8등분으로 슬라이스하여 과열증기처리 후 냉수로 냉각한다. 다음으로 표면의 물기를 제거한 후 저장 및 가공 방법에 따라 정량 포장하여 동결한다.

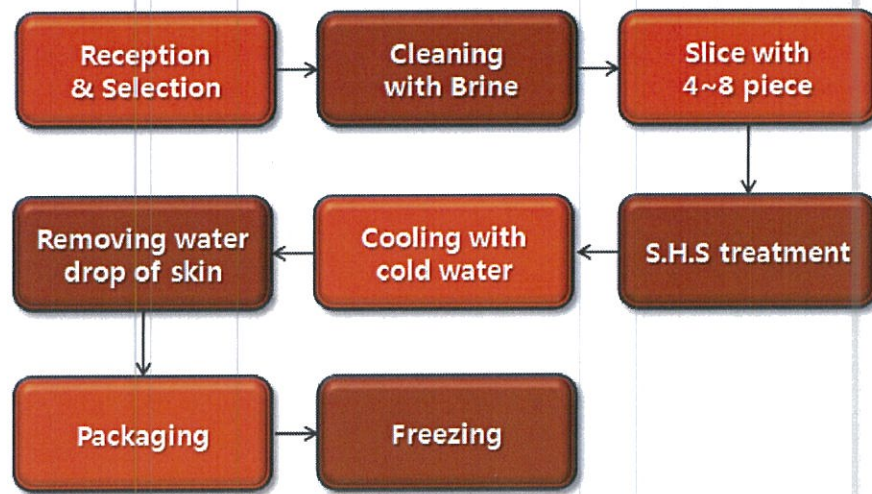


Fig 63. 무취 양파 중간소재 제조를 위한 기초제조공정도

Table 13. 무취 양파 중간소재 제조를 위한 단위 공정 설명서

| 단위 공정 | 공정 설명 |
|---------------------------------------|--|
| Reception & Selection (선별) | 양파 원물 선별 |
| Cleaning with brine (염수 세척) | 염수로 1차 세척 후 정제수로 2차 세척 및 헝겍 |
| Slice with 4~8 piece (4~8등분 세절) | 커터를 이용해 4~8등분으로 슬라이스 |
| S.H.S treatment (과열증기처리) | 과열증기처리 (내부온도 130°C, 스팀온도 350, 스팀량 7.8, 처리시간 1분) |
| Cooling with cold water (냉각) | 4~10°C 냉수로 냉각 |
| Removing water drop of skin (물기제거) | Air spray를 통해 표면의 물기를 제거 |
| Packaging | 저장 및 가공 유형에 따라 정량 포장 |
| Freezing | -80°C에서 동결 |

2) 다목적 무취 양파 퓨레

양파퓨레는 다양한 제과제빵, 식가공품, 식음료 프랜차이즈용 첨가 부재료 및 조리용 식재료로 폭넓게 사용이 가능한 가공품 유형이다. 다목적으로 사용이 가능한 무취양파 퓨레제조를 위한 기초제조공정도 및 시제품 외관을 그림 6에 나타내었다. 무취 양파 제조를 위한 단위공정설명서를 표 11에 나타내었으며, 세부내용은 다음과 같다. 무취 양파 퓨레의 제조공정은 다음과 같다. 양파 원물을 선별하여 염수세척 및 헝겍 후커터를 이용해 4~8등분으로 슬라이스하여 과열증기처리 후 냉수로 냉각한다. 다음으로 에어스프레이를 이용해 표면의 물기를 제거한 후 저장 및 가공 방법에 따라 정량 포장하여 동결 및 보관한다.

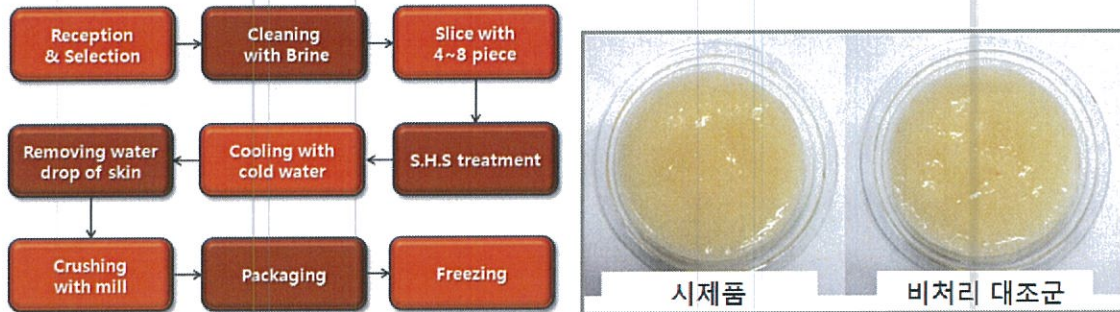


Fig.64. 무취 양파퓨레 제조를 위한 기초제조공정도 및 시제품 외관

Table 34. 무취 양파 중간소재 제조를 위한 단위 공정 설명서

| 단위 공정 | 공정 설명 |
|------------------------------------|--|
| Reception & Selection (선별) | 양파 원물 선별 |
| Cleaning with brine (염수 세척) | 염수로 1차 세척 후 정제수로 2차 세척 및 헝겍 |
| Slice with 4~8 piece (4~8등분 세절) | 커터를 이용해 4~8등분으로 슬라이스 |
| S.H.S treatment (과열증기처리) | 과열증기처리 (내부온도 130°C, 스팀온도 350, 스팀량 7.8, 처리시간 1분) |
| Cooling with cold water (냉각) | 4~10°C 냉수로 냉각 |
| Removing water drop of skin(물기제거) | Air spray를 통해 표면의 물기를 제거 |
| Packaging | 저장 및 가공 유형에 따라 정량 포장 |
| Freezing | -80°C에서 동결 |

3) 무취 양파퓨레 음료

무취양파 퓨레음료 제조를 위한 기초제조공정도 및 이를 토대로 제조한 양파음료 시제품을 그림 6에 나타내었다. 무취 양파퓨레에 정제수를 첨가하고, 1차 열처리한 후 부재료를 첨가하여 교반 혼합하고 각 재료가 잘 혼화되고, 1차 살균 역할을 할 수 있도록 2차 열처리를 진행한다. 다음 라인이송 시 고온순간살균을 거쳐 충전하고 후살균 후 냉각하여 제조한다. 또한 무취양파 퓨레음료 제조를 위한 재료 배합비율을 표 14에 나타내었다. 예비실험을 통해 각 재료별로 순차적으로 기호성을 평가하여 배합비율을 결정하였다. 양파음료의 기호성 및 저장성을 높이기 위해 구연산, 꿀, 천연결정과당 등을 사용하였다. 구연산은 대표적인 산미제로써 레몬주스나 식초와는 달리 부가적인 향미가 없는 장점이 있으며 자연적인 보존제 역할을 한다. 천연결정과당(핀란드산)은 과일로부터 얻어지는 순수과당으로 당류 중 단맛이 매우 강하며 과일, 채소류에 존재하고 혈당지수(GI)(설탕: 68, 포도당: 100, 결정과당: 19)가 19로 상당히 낮은 수치로 GI지수가 낮을수록 체내에서 천천히 분해되어 혈당이 천천히 오르게 되며 식욕을 조절하고 포만감을 느끼게 하여 체중조절에도 도움이 되며, 또한 인슐린수치와 저항성을 감소시킨다고 알려져 세계보건기구에서는 GI지수가 낮은 식품을 권장하고 있기 때문에 양파퓨레 제품 제조에 적합한 천연감미료로 판단되기 때문에 주요 감미제로 선택하였다.

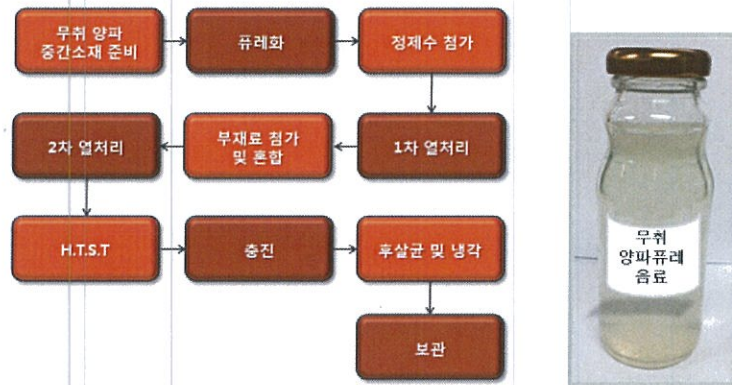


Fig.65 무취양파 퓨레음료 제조를 위한 기초제조공정도

Table 35. 무취 양파 중간소재 제조를 위한 단위 공정 설명서

| 단위 공정 | 공정 설명 |
|---------------|----------------------------------|
| 무취 양파 중간소재 준비 | 무취 처리한 양파 중간소재 준비 |
| 퓨레화 | 클로이드 밀 혹은 초퍼 등으로 분쇄하여 퓨레화 |
| 정제수 첨가 | 정제수 첨가 (양파 3 : 정제수 6.5) |
| 1차 열처리 | 80°C에서 1차 열처리 |
| 부재료 첨가 및 혼합 | 부재료(구연산, 소금, 꿀, 과당 등) 첨가 후 교반 혼합 |
| 2차 열처리 | 80°C에서 2차 열처리를 통한 살균 |
| H.T.S.T | 라인 이송 시 고온순간살균(110°C, 1분) |
| 포장 | 유리병 혹은 레토르트 파우치 등 유형별 포장 |
| 보관 | 4°C 냉장 보관 |

Table 36. 무취 양과퓨레 음료 제조를 위한 재료 배합 비율

| 재료 | 첨가량 (%) |
|---------|---------|
| 정제수 | 65 |
| 양과 퓨레 | 30 |
| 구연산 | 0.05 |
| 소금 | 0.2 |
| 꿀 | 1 |
| 천연 결정과당 | 3.75 |

나. 무취 양과퓨레음료 시제품의 pH 및 brix

무취 양과퓨레음료 시제품의 pH와 brix를 표 15에 나타내었다. pH의 경우 본 연구팀 시제품이 3.28로 나타나 양과즙 첨가 유형 시판제품(2.85)보다는 다소 높았고, 양과 추출액 유형(4.3)에 비해서는 낮은 수치를 보였다. Brix는 시제품이 6.8, 시판제품이 각각 11.6, 4.2로 나타났다.

Table 37. 무취양과 퓨레음료 시제품의 pH 및 brix

| 제품 유형 | pH | brix |
|-----------------------|------|------|
| 본 연구팀 시제품 | 3.28 | 6.8 |
| 시판제품 1 (양과즙 첨가 유형) | 2.85 | 11.6 |
| 시판제품 2 (양과 추출액 유형) | 4.3 | 4.2 |

다. 무취 양과퓨레음료 시제품의 관능적 특성

무취 양과퓨레음료 시제품의 관능적 특성을 표 16에 나타내었다. 전체적으로 본 연구팀 시제품과 양과즙 첨가 유형의 시제품은 외관, 향, 맛, 전체적인 기호도에서 모두 유사한 경향을 보였다. 양과 추출액 유형은 전체적으로 매우 낮은 점수를 보였다. 한편 양과즙 첨가 유형의 시제품은 경우, 양과즙을 소량 첨가하고 기타 첨가물로 향미를 만들어 양과 고유의 느낌이 거의 없었고 일반적인 식이섬유나 비타민 음료와 유사한 느낌이었다. 하지만, 대부분의 관능평가 참여 패널이 본 연구팀 시제품은 양과 고유의 식감, 향미가 살아있어 신선한 양과를 갈아마신다 느낌을 받은 것으로 나타났다.

Table 38. 무취 양과퓨레 음료 시제품의 관능적 특성

| 제품 유형 | 외관 | 향 | 맛 | 전체적인 기호도 |
|--------------------------|-----|-----|-----|----------|
| 본 연구팀 시제품 (무취 양과퓨레음료) | 7.8 | 5.5 | 7.4 | 7.2 |
| 시판제품 1 (양과즙 첨가 유형) | 7.5 | 7.2 | 6.8 | 7.0 |
| 시판제품 2 (양과 추출액 유형) | 2.4 | 3.2 | 1.8 | 1.5 |

라. 무취 양파퓨레음료 시제품의 항산화 활성

무취 양파퓨레음료 시제품의 항산화활성 분석결과를 표 17에 나타내었다. DPPH, FRAP 활성 모두 유사한 경향을 보였다. 본 연구팀 시제품이 각각 58.5, 24.6으로 나타나 기호성이 매우 낮은 양파 추출액 유형에 비해서는 다소 낮은 수치를 보였으나, 기호성이 유사한 양파즙 첨가 유형의 제품에 비해서는 높은 활성을 보였다.

Table 39. 무취 양파퓨레 음료 시제품의 항산화 활성

| 시료 유형 | Antioxidant activity | |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| | DPPH (%) | FRAP |
| 본 연구팀 시제품(무취 양파퓨레 음료) | 58.50±0.42 ^b | 0.35±0.06 ^b |
| 시판제품 1(양파즙 첨가 유형) | 24.64±1.50 ^c | 0.20±0.01 ^c |
| 시판제품 2(양파 추출액 유형) | 75.27±2.10 ^a | 0.62±0.01 ^a |

4) 기능성 강화 양파퓨레음료

무취양파 퓨레음료의 기능성 개선률 위해 양파 추출물을 첨가하는 기능성 강화 제품 제조공정을 확립하였고, 그림 7에 나타내었다. 기존의 무취양파 퓨레음료에 1차년도 연구를 통해 도출된 양파 추출조건을 활용한 양파 추출물 제조공정을 부가하였다. 양파의 Quercetin 최적추출조건으로 확립된 발효주정:식초(9:1)을 용매로하여 5시간 추출한 추출물을 제조 혼합하여 기능성 강화 무취양파 퓨레음료를 제조하였다.

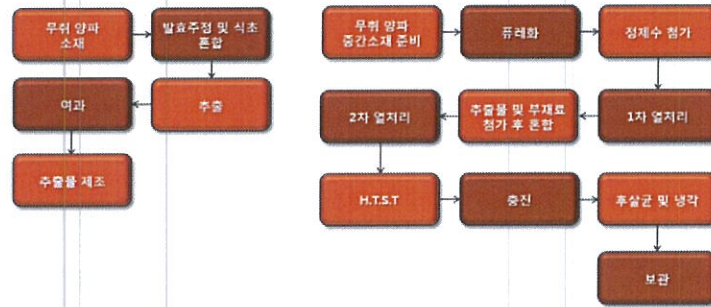


Fig.66 무취양파 퓨레음료 제조를 위한 기초제조공정도

Table 40. 무취 양파 중간소재 제조를 위한 단위 공정 설명서

| 단위 공정 | 공정 설명 |
|---------------|---|
| 무취 양파 추출물 제조 | 무취 양파 중간소재에 발효주정, 식초혼합액(9:1)을 첨가하여 5시간 동안 추출한 후 여과하여 준비 |
| 무취 양파 중간소재 준비 | 무취 처리한 양파 중간소재 준비 |
| 퓨레화 | 콜로이드 밀 혹은 초퍼 등으로 분쇄하여 퓨레화 |
| 정제수 첨가 | 정제수 첨가 (양파 3 : 정제수 6.5) |
| 1차 열처리 | 80°C에서 1차 열처리 |
| 추출물 및 부재료 혼합 | 추출물 5% 및 부재료 첨가 혼합 |
| 2차 열처리 | 80°C에서 2차 열처리를 통한 살균 |
| H.T.S.T | 라인 이송 시 고온순간살균(110°C, 1분) |
| 포장 | 유리병 혹은 레토르트 파우치 등 유형별 포장 |
| 보관 | 4°C 냉장 보관 |

마. 기능성 강화 음료의 항산화 활성, 총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 함량

기능성 강화 양과퓨레음료 시제품의 항산화활성 및 유용성분 함량 분석결과를 표 19, 20에 나타내었다. 기존 무취양과 퓨레음료에 비해 DPPH, FRAP활성 모두 크게 개선되는 경향을 보였다. 또한, 양과 추출액 유형의 시판제품에 비해서도 다소 높은 수치를 보였다.

Table 41. 양과 음료 시제품의 항산화 활성

| 시료 유형 | | Antioxidant activity | |
|-----------------|-----------|--------------------------|------------------------|
| | | DPPH (%) | FRAP |
| 본 연구팀 시제품 | 기본 제품 | 58.50±0.42 ^b | 0.35±0.06 ^c |
| | 기능성 강화 음료 | 79.86±0.70 ^a | 0.73±0.04 ^a |
| 시판제품(양과 추출액 유형) | | 75.27±2.10 ^{ab} | 0.62±0.01 ^b |

다음으로 양과음료의 총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 함량을 표 20에 나타내었다. 두 지표 모두 양과추출액 유형의 시제품에 비해서는 다소 낮은 결과를 보였지만, 기본 제품에 비해 기능성 강화 제품이 크게 개선되었다. 하지만, 고기호성을 지니는 퓨레 음료가 고온 장시간 추출하여 제조하는 추출액 형태의 제품에 가까운 유용성분 함량을 지니는 것은 매우 좋은 결과를 사료된다.

결론적으로 불쾌취를 저감화한 무취 양과 소재를 이용해 기호성을 개선함과 더불어 고기능성을 지니는 음료를 제품화할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 42. 양과 음료 시제품의 유용성분

| 시료 유형 | | 유용성분 함량 | |
|-----------------|-----------|--------------------------|----------------------------|
| | | 총 페놀성 화합물 (mg GAE/100ml) | 총 플라보노이드 (ug/100ml) |
| 본 연구팀 시제품 | 기본 제품 | 0.56±0.93 ^b | 103.97±8.02 ^c |
| | 기능성 강화 음료 | 4.85±0.31 ^{ab} | 528.75±21.49 ^{ab} |
| 시판제품(양과 추출액 유형) | | 5.19±0.72 ^a | 697.45±15.88 ^a |

5) 무취양파 조미액

조미액은 다양한 식가공품, 식음료 프랜차이즈용 첨가 부재료 및 조리용 식재료로 매우 폭넓게 사용이 가능한 식생활에서 빼놓을 수 없는 소비자 수요가 매우 높은 가공품 유형이다. 제 1세대 조미료(발효조미료-MSG), 제 2세대 조미료(종합 조미료)를 거치면서 내수 시장의 정체와 경제 위기의 영향으로 다소 주춤 했던 조미료 시장에 최근 웰빙과 로하스(LOHAS) 트렌드로 제 3세대 조미료인 액상형 천연 조미료 시장은 갈수록 확대되고 있으며, 천연 재료를 복합적으로 사용한 다양한 제품화가 필요한 상황이다. 이에 본 연구에서는 무취양파소재를 활용하여 양파가 지니는 고유의 감칠맛 및 기능성을 지니는 조미액 제품을 개발하고자 하였다. 무취양파 조미액의 제조를 위한 기초제조공정 및 이를 기반으로 제조한 시제품의 외관을 그림 8에 나타내었다.

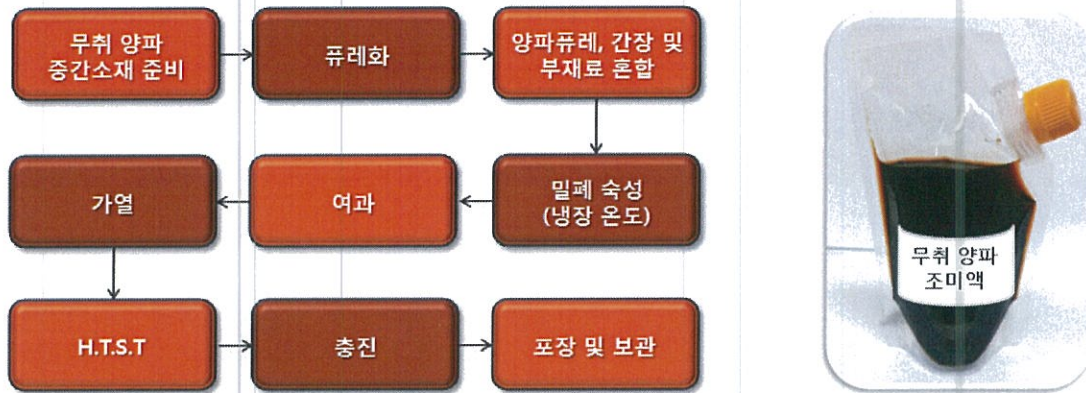


Fig 67. 무취양파 조미액 제조를 위한 기초제조공정도 및 시제품 외관

Table 43. 무취양파 조미액 제조를 위한 단위 공정 설명서

| 단위 공정 | 공정 설명 |
|---------------|--|
| 무취 양파 중간소재 준비 | 무취 처리한 양파 중간소재 준비 |
| 퓨레화 | 콜로이드 밀 혹은 초퍼 등으로 분쇄하여 퓨레화 |
| 재료 혼합 | 양파퓨레, 간장, 청주, 과당, 매실액, 사과즙, 고추, 대파, 홍새우 분말 배합 후 교반 혼합 |
| 밀폐 숙성 | 밀폐한 후 냉장온도에서 72시간 숙성 |
| 여과 | 부직포 혹은 여과포를 이용해 여과 |
| 가열 | 95°C에서 3분 가열 후 60°C로 온도 감소시키면서 5분간 가열시켜 재료 혼화 및 1차 살균 진행 |
| H.T.S.T | 고온순간살균(110°C, 1분) |
| 충진 | 포장 용기 유형별로 충전 |
| 보관 | 포장 및 보관 |

Table 44. 무취양파 조미액 제조를 위한 재료 배합비율

| 재료명 | 첨가량(g) |
|---------|--------|
| 무취 양파퓨레 | 204.05 |
| 간장 | 175.39 |
| 청주 | 12.49 |
| 천연결정과당 | 4.97 |
| 매실액 | 3.4 |
| 사과즙 | 12.07 |
| 고추 | 0.5 |
| 대파 | 4.41 |
| 홍새우 분말 | 1 |

가. 무취양파 조미액 시제품의 관능적 특성

무취양파 조미액 시제품의 관능적 특성 분석 결과를 표 20에 나타내었다. 무취양파 조미액의 관능특성을 평가하기 위해 시판 조미간장에 비처리 양파퓨레를 첨가하여 비교 샘플로 이용하였다. 양파 특유의 매운맛이 적을수록 맛의 점수를 더 높게 주도록 설정하였고, 불쾌취가 적게 날수록 높은 점수, 짠맛이 적을수록 더 높은 점수를 주도록 관능검사 대상자에게 설명 후 관능검사를 실시하였다. 모든 부문에서 본 연구팀의 무취양파 조미액 시제품이 비처리 양파 퓨레를 첨가한 시판 조미간장에 비해 확연히 높은 점수를 보였다. 결과적으로 양파 고유의 불쾌취를 효과적으로 저감화한 양파 퓨레를 이용한 조미액이 시판 조미간장에 비해 높은 기호성을 가지기 때문에 소비자 호응도가 높을 것으로 판단된다.

Table 45. 무취양파 조미액 시제품의 관능적 특성

| | 본 연구팀 시제품 (무취양파 조미액) | 시판 제품 (시판 조미간장+비처리 양파퓨레) |
|-----|---------------------------|-----------------------------|
| 맛 | 7.00 ± 1.06 ^a | 4.88 ± 1.64 ^a |
| 외관 | 7.00 ± 1.41 ^a | 6.50 ± 1.31 ^a |
| 향 | 6.63 ± 2.067 ^a | 4.88 ± 1.36 ^a |
| 짠맛 | 6.25 ± 1.75 ^a | 4.38 ± 1.60 ^a |
| 기호도 | 7.00 ± 1.41 ^a | 4.75 ± 1.49 ^b |
| 합계 | 33.88 ± 5.11 ^a | 25.38 ± 3.89 ^b |

나. 무취양파 조미액 시제품의 pH 및 brix

무취양파 조미액 시제품의 pH와 brix를 표 21에 나타내었다. 무취양파 조미액 시제품과 시판 조미간장 제품의 결과가 거의 유사하게 나타났다.

Table 46. 무취 양파조미액 시제품의 pH 및 brix

| 제품 유형 | pH | brix |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 본 연구팀 시제품 (무취양파 조미액) | 4.68 ± 0.00 ^a | 25.00 ± 0.00 ^b |
| 시판 제품 (시판 조미간장) | 4.67 ± 0.01 ^a | 24.00 ± 0.00 ^c |

다. 무취양파 조미액 시제품의 항산화 활성

무취양파 조미액 시제품의 항산화활성을 표 22에 나타내었다. 조미간장에 무취 양파 퓨레와 부재료를 첨가하여 제조한 무취양파 조미액 시제품의 항산화활성이 시판 조미간장에 비해 월등히 높게 나타났다.

Table 47. 무취 양파퓨레 음료 시제품의 항산화 활성

| 시료 유형 | Antioxidant activities | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | DPPH (%) | FRAP |
| 본 연구팀 시제품 (무취양파 조미액) | 63.50±0.82 ^a | 2.82±0.06 ^a |
| 시판 제품 (조미간장) | 22.74±1.40 ^b | 1.50±0.01 ^b |

라. 무취양파 조미액 시제품의 총 플라보노이드 함량

무취양파 조미액 시제품의 총 플라보노이드 함량을 표 23에 나타내었다. 조미간장에 무취 양파 퓨레와 부재료를 첨가하여 제조한 무취양파 조미액 시제품과 조미간장을 비교한 결과, 시제품이 1034.67µg/ml로 시판 조미간장(214.85µg/ml)에 비해 월등히 높게 나타났다.

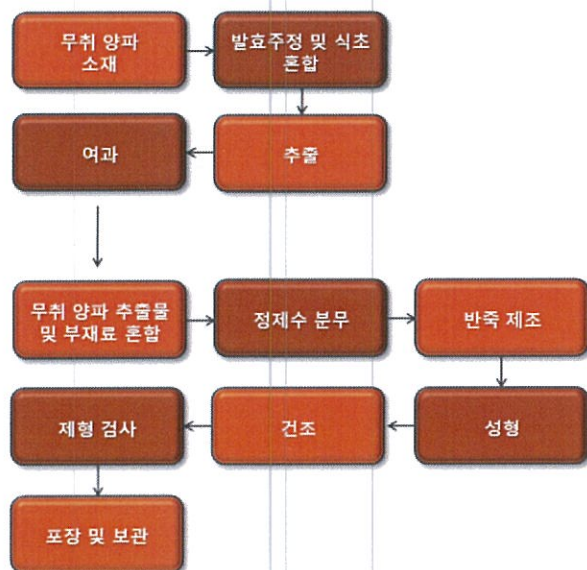
Table 48. 무취양파 조미액 시제품의 총 플라보노이드 함량

| 시료 유형 | 총 플라보노이드 함량 (µg/ml) |
|-------------------------|----------------------------|
| 본 연구팀 시제품 (무취양파 조미액) | 1034.67±31.56 ^a |
| 시판 제품 (조미간장) | 214.85±25.49 ^b |

6) 무취양파 입욕제

본 연구과제가 고부가가치 식품 개발 사업이지만, 양파 원료의 활용도를 높이고 연구를 통한 화장품 등 타 산업분야로의 과급효과를 높이기 위해 본 연구에서는 무취 양파를 활용한 양파 입욕제를 개발하고자 하였다. 입욕제는 남녀노소 특히, 피부미용에 관심이 많은 여성층의 수요가 매우 높은 제품 유형이며, 다양한 제품이 판매되고 있는 상황이다. 이에 건강기능성이 높은 양파라는 천연원료를 활용한 입욕제 제품이 상품화된다면 소비자 호응도가 매우 높을 것으로 판단되지만, 양파 원물이 지니는 불쾌취 유래 성분들은 피부나 눈에 자극을 주기 때문에 적용에 어려움이 있으나, 무취 처리 기술을 통해 이러한 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서 무취 양파를 활용한 입욕제를 개발하였고, 그 기초제조공정을 그림 9에 나타내었다. 그리고 제조를 위한 배합비율을 그림 68, 단위공정 설명서를 나타내었다.

입욕제 제조공정은 다음과 같다. 먼저, 1차년도 연구를 통해 도출된 양파 추출조건을 활용하여 양파 추출물을 준비하였다. 양파의 Quercetin 최적추출조건으로 확립된 발효주정:식초(9:1)을 용매로하여 5시간 추출한 추출물을 사용하여 제조하였다. 추출물과 재료들을 큰 보울에 담고 실리콘 주걱으로 골고루 혼합하였다. 그 후 분무기로 물을 분말위에 뿌려가며 덩어리가 뭉쳐질 정도만 분무해준다. 그 후 틀에 분말을 담는다. 37℃ Dry oven에서 18시간 건조한다. 입욕제 제조에서 가장 유의해야할 공정은 정제수를 분말에 분무해주는 공정이다. 가루형태의 입욕제의 제조 시에는 정제수 소량 분무 공정이 불필요하지만 사용자의 편의를 위해서 각 1회 분량씩 사용가능한 덩어리 형태로 제조할 경우에는 이 공정이 필수적이다. 물의 양을 너무 많이 하면 기포가 연속적인 반응을 일으키고 물의 양이 너무 적은 경우에는 덩어리가 형성되지 않는다. 이를 위해 산업화를 위한 대량생산이 재료 배합기와 함께 정량 분사 설비가 필요하겠다.



| 재료 | 첨가량 (g) |
|--------|---------|
| 베이킹소다 | 150 |
| 구연산 | 75 |
| 옥수수 전분 | 75 |
| 치자 황색소 | 6 |
| 양파 추출물 | 3 |
| 아로마오일 | 0.1 |

Fig. 68. 무취양파 입욕제 제조를 위한 기초제조공정도 및 재료 배합비율



Fig. 69 무취양파 입욕제 시제품 외관

입욕제의 일반적인 사용 시 가장 중요한 품질지표 중 하나인 발포력을 확인하고, 사진촬영하여 그림 70에 나타내었다. 입욕제를 사용할 때 물을 채운 욕조에 입욕제를 투입한 후 빠른 시간안에 발포되어 입욕액을 만드는 것이 중요하기 때문에 무취양파를 이용한 본 연구팀의 입욕제 시제품이 시판제품과 비교하여 발포력이 어느 정도인지 확인한 결과, 시판제품과 차이가 거의 없었다. 그리고 입욕제를 투입한 입욕액의 관능적 특성을 분석하여 표 51에 나타내었다. 시판입욕제와 비교할 때 촉감과 보습력 등에서 거의 유사한 결과를 보였고, 전체적으로는 본 연구팀 시제품이 미미한 수준이지만 높은 점수를 얻은 것으로 나타났다.



Fig 70. 무취양파 입욕제의 사용 시 발포력 촬영 사진

Table 49. 무취양파 입욕제 제조를 위한 단위 공정 설명서

| 단위 공정 | 공정 설명 |
|--------------|---|
| 무취 양파 추출물 제조 | 무취 양파 중간소재에 발효주정, 식초혼합액(9:1)을 첨가하여 5시간 동안 추출한 후 여과하여 준비 |
| 재료 혼합 | 양파 추출물, 베이킹 소다, 구연산, 옥수수 전분, 치자 황색소, 아로마오일 혼합 |
| 정제수 분무 | 양파 추출물과 오일 및 각 분말재료가 반죽 형태로 만들어질 정도로 정제수를 3~5회에 걸쳐 소량 분무 (주의사항: 정제수의 분무량이 많을 경우 연속적 기포 발생) |
| 반죽 제조 | 반죽 형태로 제조 |
| 성형 | 유형별로 성형 |
| 건조 | 건조기를 이용해 37°C에서 18시간 동안 건조 |
| 제형 검사 | 타깃 형태에 적합한 제형 검사 |
| 포장 및 보관 | 유형별 포장 |

Table 50. 무취양파 입욕제의 자극성 지표 물질 함량

| 제품유형 | 자극성 물질 | |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|
| | Thiosulfinate (abasorbance) | pyruvic acid (mg/ml) |
| 본 연구팀 시제품 (무취양파 입욕제) | 0.01±0.01 | 0.17±0.37 ^a |
| 시판 제품 (시판 입욕제) | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 ^a |

Table 51. 무취양파 입욕제의 관능적 특성

| | 본 연구팀 시제품 (무취양파 입욕제) | 시판 제품 (시판 입욕제) |
|-----|---------------------------|---------------------------|
| 향 | 6.27 ± 1.79 ^a | 5.55 ± 2.24 ^a |
| 색 | 5.73 ± 1.42 ^a | 5.73 ± 2.15 ^a |
| 촉감 | 7.18 ± 1.66 ^a | 7.09 ± 1.22 ^a |
| 보습력 | 6.18 ± 1.72 ^a | 6.27 ± 1.64 ^a |
| 기호도 | 6.00 ± 2.15 ^a | 6.27 ± 1.85 ^a |
| 합계 | 31.36 ± 5.71 ^a | 31.09 ± 7.64 ^a |

7.양파 분쇄 처리에 따른 항산화활성 변화 분석 결과

본 연구과제 수행 과정에서 가공 과정에서의 품질저하에 영향을 미칠 수 있는 문제 요소가 도출되었다. 이는 양파 가공의 주된 공정인 퓨레화를 위한 분쇄에 따라 나타날 수 있는 변화로 이는 바로 양파의 항산화 활성의 감소이다. 이러한 변화는 가공품의 품질 유지에 있어 매우 중요한 요소인 것으로 판단된다. 분쇄에 따라 양파 원물에서 퓨레 혹은 페이스트 상으로 형태가 바뀌므로서 산소와 접촉하는 표면적이 넓어지고 이로 인해 양파고유의 항산화활성이 감소하고, 이로 인해 갈변도 증가, 영양성분 감소 등 품질 열화가 발생할 것으로 판단하여 양파의 분쇄 후 항산화활성 변화를 모니터링하였다. 이에 대한 총 페놀성 화합물 및 항산화활성 분석 결과를 그림 10에 나타내었다.

먼저, 총 페놀성 화합물 함량은 방치 시간 경과에 따라 분쇄 후 약 0.65mg of GAE/g에서 1일째부터 3일째까지 0.57, 0.48, 0.39로 거의 일정한 속도로 감소하는 경향을 보였다. 항산화활성 중 FRAP의 경우, 1일째까지는 0.73에서 0.70으로 변화가 적었지만, 2일째부터 3일째까지 0.49, 0.27로 급격히 감소하는 경향을 보였다. 마지막으로 DPPH 활성도 역시 1일째까지는 82.2%, 81.1%로 변화가 적었지만 2일째부터 3일째까지 63.2%, 27.7%로 급격히 감소하는 경향을 보였다. 따라서, 3차년도 연구에서는 양파 가공 단위 중 하나인 분쇄공정에서 전반적인 품질을 열화를 막고, 산소와의 접촉으로 인한 산화를 방지하기 위해 고안한 특허기술인 ‘산화방지 가능한 가공장치 및 그를 이용한 가공방법’(출원번호 : 제 10-2014-0051841호)(그림 12)을 이용하여 양파 퓨레의 항산화활성의 감소를 억제할 수 있는 공정기술을 확립하고자 한다.

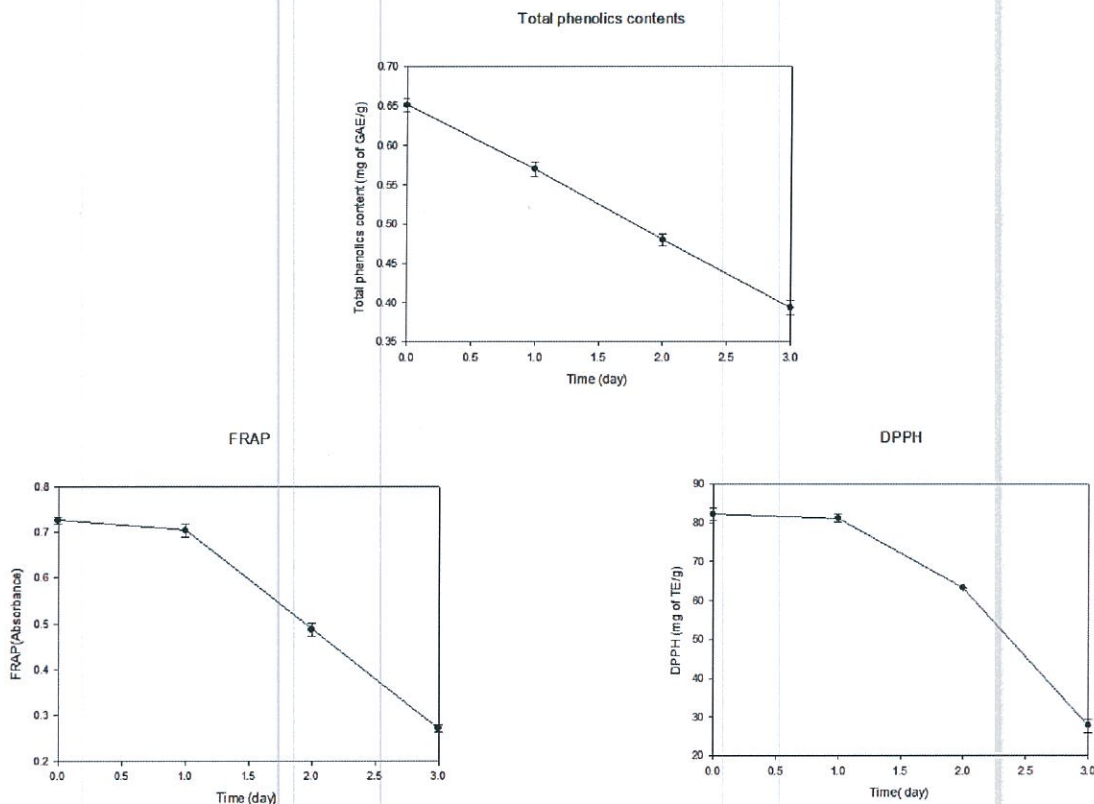


Fig 71. 양파 분쇄 후 시간 경과에 따른 총 페놀성 화합물 함량 및 항산화 활성

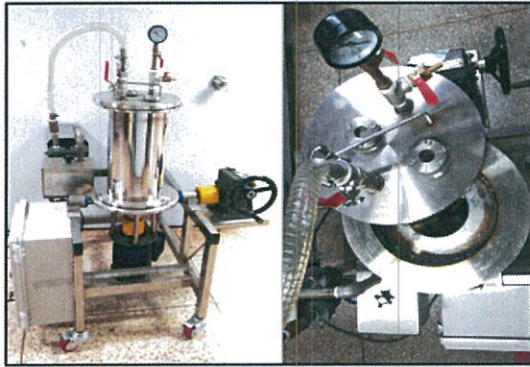


Fig 72. 본 연구에서 고안한 양파뿌리 산화방지 가공장치 시제품 외관

가. 일반 양파 퓨레와 과열증기 처리를 통한 무취화 양파 퓨레

1) 일반 양파 퓨레의 저장환경에 따른 품질특성

가) 저장온도 및 저장기간에 따른 pH 및 당도

양파 퓨레의 저장온도 5, 25, 35℃에 따른 저장기간 7일 동안의 품질특성으로 pH 및 당도를 측정된 결과는 Fig 과 Fig 과 같다. 저장온도 5℃에서 저장한 양파 퓨레의 pH는 저장기간에 따라 큰 변화가 없었으며, 25℃와 35℃에서는 저장기간에 따라 pH가 감소하는 것으로 나타났다. 이는 효모가 포도당을 유기산인 피루브산을 생성하여 이때 pH가 증가하게 되고 다시 알코올 발효에 의해서 산도가 증가하였기 때문으로 사료된다. 양파 퓨레의 당도는 저장온도 25℃와 35℃에서는 저장기간에 따라 급격하게 증가하는 것을 알 수 있었고, 저장온도 5℃에서는 비교적 천천히 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 저장온도가 낮을수록 양파 퓨레의 품질이 높게 유지되는 것으로 나타났다.

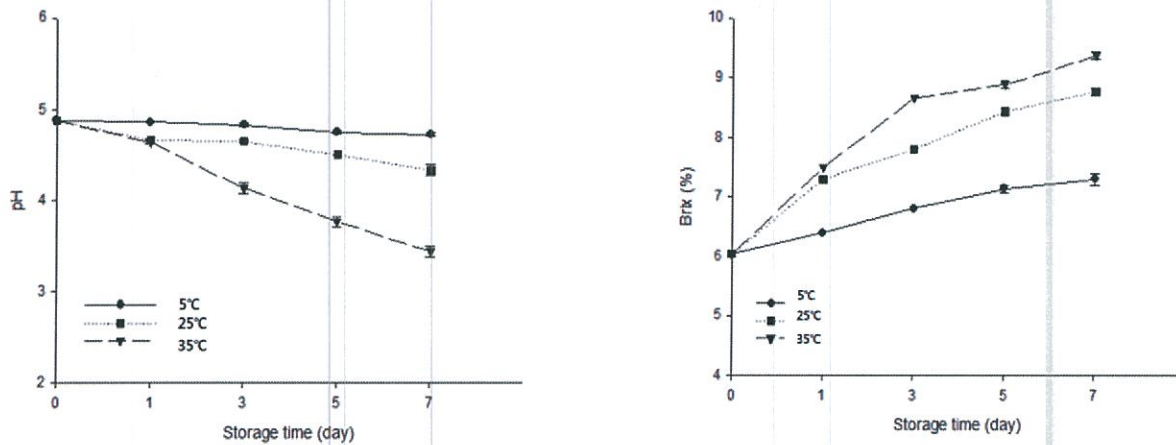


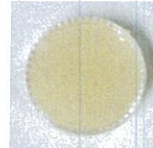
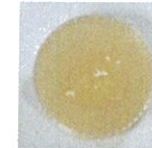
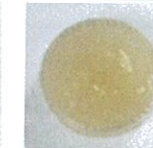


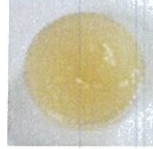
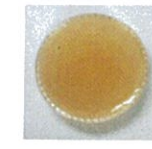
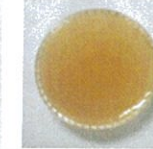




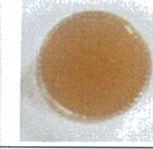


Fig 73. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 pH 와 당도

나) 저장온도 및 저장기간에 따른 외관

양파 푸레의 저장온도 5, 25, 35℃에 따른 저장기간 7일 동안의 품질특성으로 외관을 관찰한 결과는 Table 과 같다. 저장온도 5℃에서는 7일 동안 저장하였을 때 외관의 변화가 적은 것을 알 수 있었다. 하지만 높은 온도에 저장할수록 외관의 변화가 뚜렷하게 나타났다. 25℃에서 저장한 양파 푸레의 경우, 5일차부터 갈변의 진행이 뚜렷하게 나타났으며, 35℃에서 저장한 양파 푸레는 저장기간 1일차에서 급격한 외관의 변화가 나타났다. 따라서 저장온도가 높을수록 외관의 변화가 급격히 이루어짐을 알 수 있었고, 저장온도가 낮을수록 양파 푸레의 품질이 높게 유지되는 것으로 나타났다.

Table 52. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 푸레의 외관 변화

| Storage temperature(℃) | Storage time (d) | | | | |
|------------------------|---|---|--|---|---|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  |  |
| 35 |  |  |  |  |  |

다) 저장온도 및 저장기간에 따른 갈변도 측정

양파 푸레의 저장온도 5, 25, 35℃에 따른 저장기간 7일 동안의 갈변도 측정 결과는 Fig 과 같다. 저장온도 5℃에서는 갈변도의 변화가 거의 없었음을 알 수 있었다. 저장온도 25℃와 35℃에서의 갈변도는 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 양파푸레의 갈변을 억제하려면 낮은 온도에서 저장하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

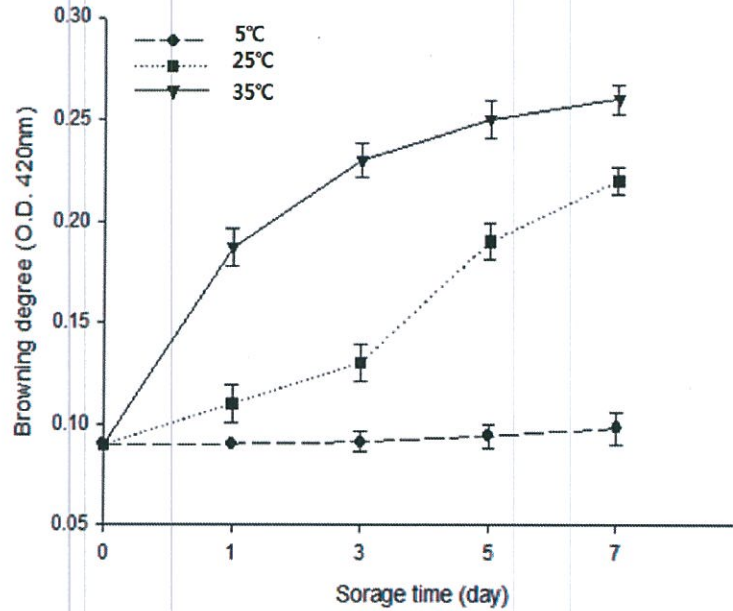


Fig 74 . 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 푸레의 갈변도

마) 저장온도 및 저장기간에 따른 점도 분석

양파 푸레의 저장온도 5, 25, 35°C에 따른 저장기간 7일 동안의 점도 분석 결과는 Fig에 나타내었다. 5°C 저장온도에서 7일 동안 저장하였을 때 점도 변화가 거의 일어나지 않았으며 25°C와 35°C 저장온도에서는 온도의 영향을 많이 받는 것을 알 수 있었다. 높은 온도에서 저장할수록 점도가 낮아지는 것을 알 수 있었다. 결과적으로 양파푸레의 품질특성을 유지하려면 낮은온도에서 저장하는 것이 효과적일 것으로 판단되어진다.

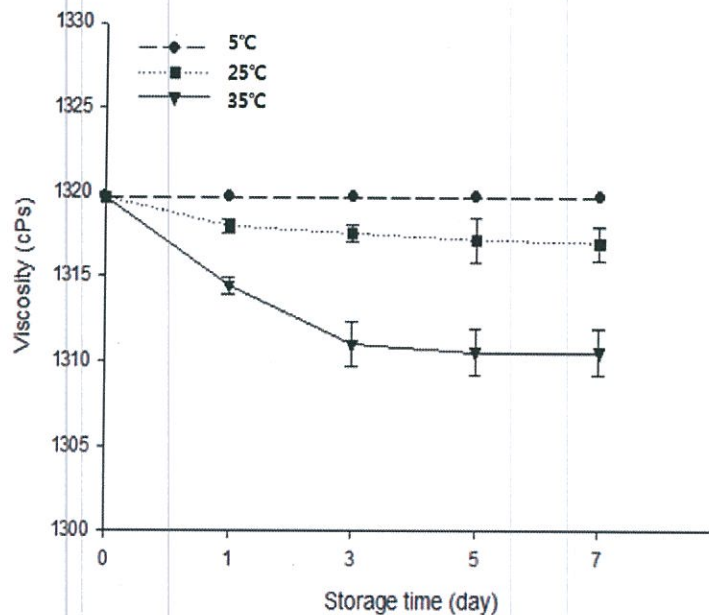


Fig 75. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 푸레의 점도

바) 저장온도 및 저장기간에 따른 미생물

양파 퓨레의 저장온도 5, 25, 35℃에 따른 저장기간 7일 동안의 일반세균 및 효모의 결과는 각각 Fig 과 Fig 과 같다. 일반적으로 일반세균수는 위생지표세균으로 식품의 신선도를 판별할 수 있으며 대장균군은 비위생적 처리의 척도이며 오염 지표세균으로 알려져 있다. 효모는 당 농도가 높은 식품에서 주로 생육하고 있으며 효모가 많이 증식할 경우 퓨레의 상품 가치를 저하시킬 수 있다. 모든 양파퓨레 시료에서 대장균군은 검출되지 않았으며, 25℃와 35℃에서 저장한 양파퓨레의 일반세균은 저장 1일 후 3 log CFU/g 수준에서 7일째에서 8 log CFU/g 수준에 이르렀다. 효모 수의 경우 25℃에서 저장한 양파 퓨레의 경우, 저장 1일 후 4 log CFU/g 수준으로 7일차까지 유지되었다. 35℃에서 저장한 양파 퓨레의 경우, 1일 후 6 log CFU/g 수준에서 7일째에서 약 7 log CFU/g 수준에 이르렀다. 식품공전 '식품별 기준 및 규격' 중 퓨레의 위생기준에 대한 규정은 존재하지 않지만 대개 가공품의 경우 5 log CFU/g 이하로 관리하고 있다. 결과적으로 양파 퓨레의 품질과 일반세균 및 효모 수는 온도에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

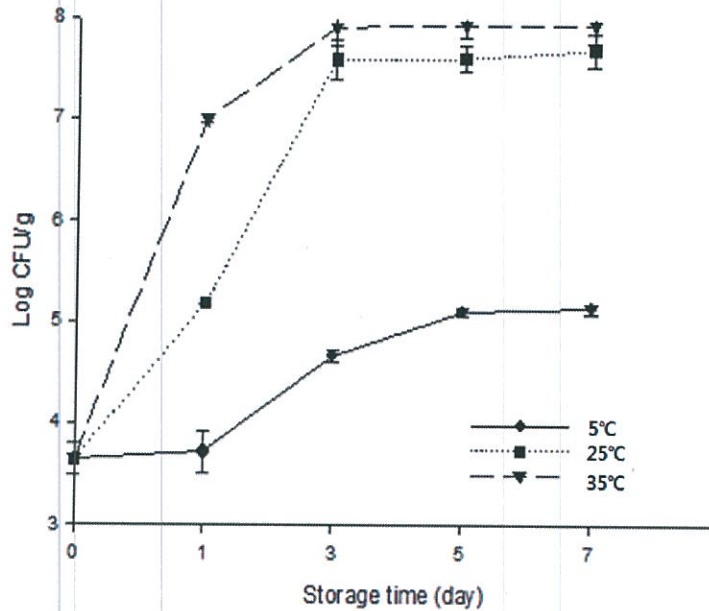


Fig 76. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 일반세균 수

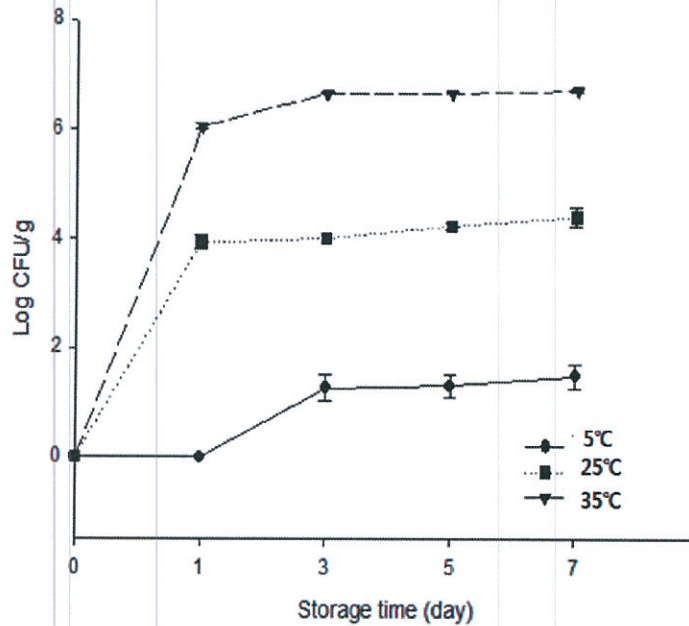


Fig 77. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 효모 수

사) 저장온도 및 저장기간에 따른 총폐놀 함량 및 항산화활성

양파 퓨레의 저장온도에 따른 저장기간 동안의 총폐놀 함량과 항산화활성(DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 라디칼 소거능)은 각각 Fig 과 Fig 과 Fig 과 Fig 과 같다. 5, 15, 25, 45, 65°C의 저장온도에서 72시간 동안 저장하여 실험을 실시하였다. 총폐놀 함량과 항산화활성 모두 5°C의 저장온도에서 가장 높은 함량 및 활성을 유지하였으며, 저장온도가 높아질수록 총폐놀 함량과 항산화활성이 감소하는 경향을 보였다. 또한 모든 저장온도에서 저장기간이 길어질수록 함량 및 활성이 감소하는 것으로 나타나 양파 퓨레는 낮은 온도에서 보관하는 것이 양파 퓨레의 위생적 품질 및 영양성분을 유지하는데 효과적일 것으로 사료된다. 일반적으로 퓨레의 경우 영양분이 풍부할 뿐만 아니라 입자크기의 감소로 인하여 표면적이 증가하여 일반세균과 효모의 증식이 쉽게 이루어질 수 있고 폐놀성 화합물의 산화가 쉽게 일어나 영양적 가치가 떨어질 수 있기 때문에 주로 보존제가 첨가되지 않은 퓨레의 경우 냉동하여 유통되고 있다.

저장 온도별 저장기간에 따른 양파 퓨레의 총폐놀 함량과 항산화활성의 함량 변화를 알아보기 위해 Arrhenius 방정식을 통하여 양파 퓨레의 저장온도 및 저장기간에 따른 degradation kinetics를 분석하였고, 그 결과 품질저하속도가 반응물의 농도에 따라 감소하는 1차 반응을 따랐으며 총폐놀 함량과 항산화활성의 Arrhenius plot은 각각 Fig ~ Fig와 같다. degradation parameter를 통해 양파 퓨레의 저장온도 및 저장기간에 따른 총폐놀 함량과 항산화활성의 감소 속도를 예측가능하며, 파라미터로는 반응속도상수(k), 결정계수(r^2), half-time($t_{1/2}$), D value, z value, Q_{10} , 활성화 에너지(Ea)를 산출하였으며, 그 결과는 Table 과 같다.

half-time($t_{1/2}$)는 총페놀 함량과 항산화활성이 50% 감소하기 위해 필요한 시간, D value는 어떤 온도에서 함량 또는 활성이 90% 감소하는 데에 필요한 시간, z value는 D value를 10배 변화시키는 온도차이, Q_{10} 값은 온도가 10°C 상승하였을 때에 반응속도가 원래의 속도의 몇 배가되는 가를 비교하는 값이며, 양파 퓨레의 함량 또는 활성의 변화에 미치는 온도의 영향을 어느 정도 유추할 수 있다. 또한 활성화에너지(Ea)는 물질이 반응을 일으키는데 필요한 최소한의 에너지를 나타낸다. 양파 퓨레의 총페놀 함량과 항산화 활성의 degradation parameter는 대부분 유사한 값을 나타내어 총페놀 함량과 항산화 활성이 저장온도에 따른 변화가 유사한 것을 알 수 있었다. 양파 퓨레의 총페놀 함량과 항산화 활성의 Q_{10} 값은 각각 1.263, 1.355, 1.430, 1.271로 나타나 총페놀 함량과 항산화 활성이 온도 의존적으로 변하는 것으로 나타났으며, 총페놀 함량과 항산화 활성의 활성화 에너지는 각각 17.53, 24.43, 28.33, 19.15 kJ/mol로 산출되었다. 결과적으로 본 연구결과는 양파의 영양성분을 안정적으로 유지하기 위한 공정 시스템 최적화에 기초자료로 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

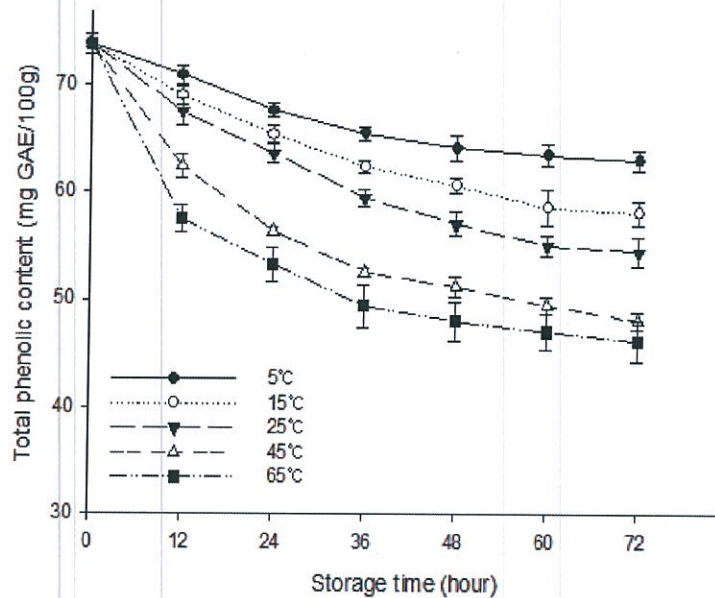


Fig 78. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 총페놀 함량

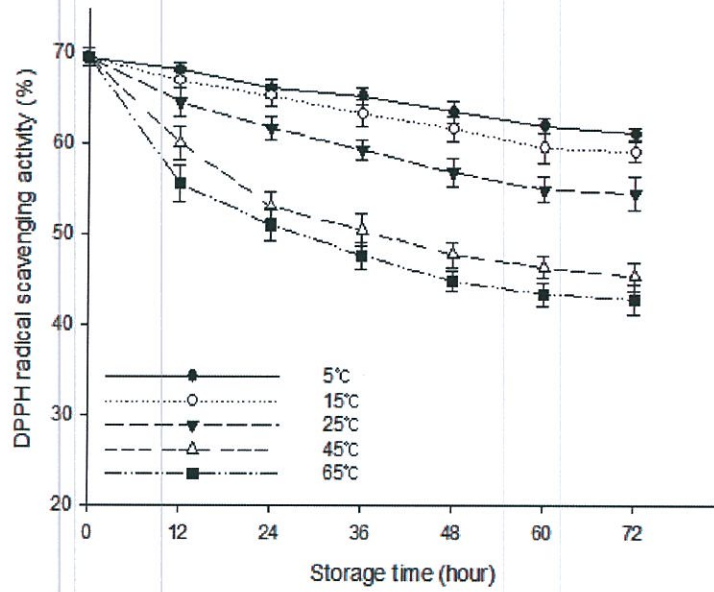


Fig 79. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 DPPH 라디칼 소거능

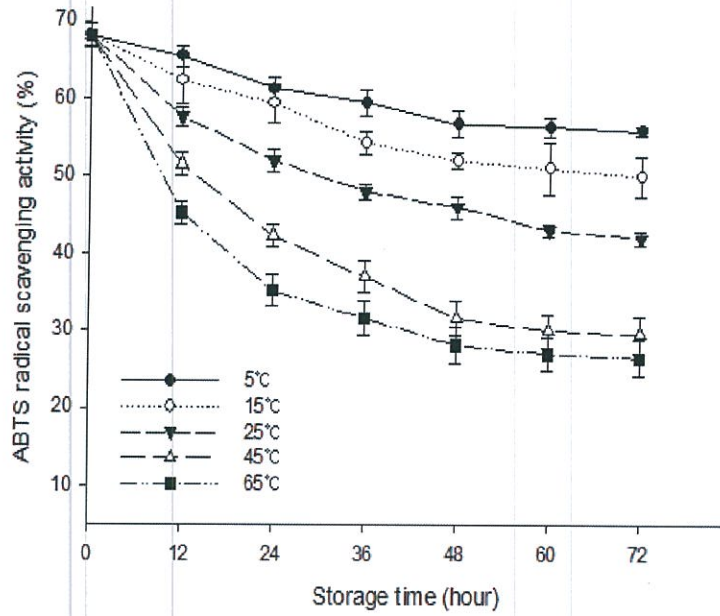


Fig 80. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 ABTS 라디칼 소거능

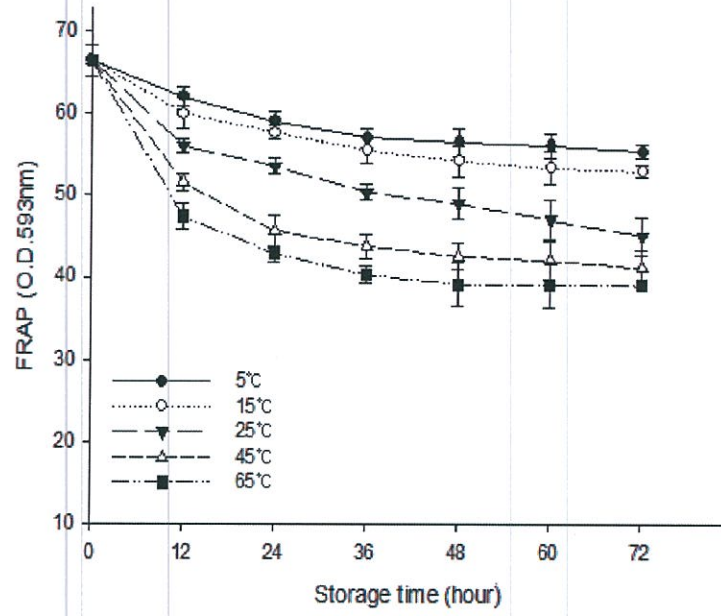


Fig 81. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 FRAP assay

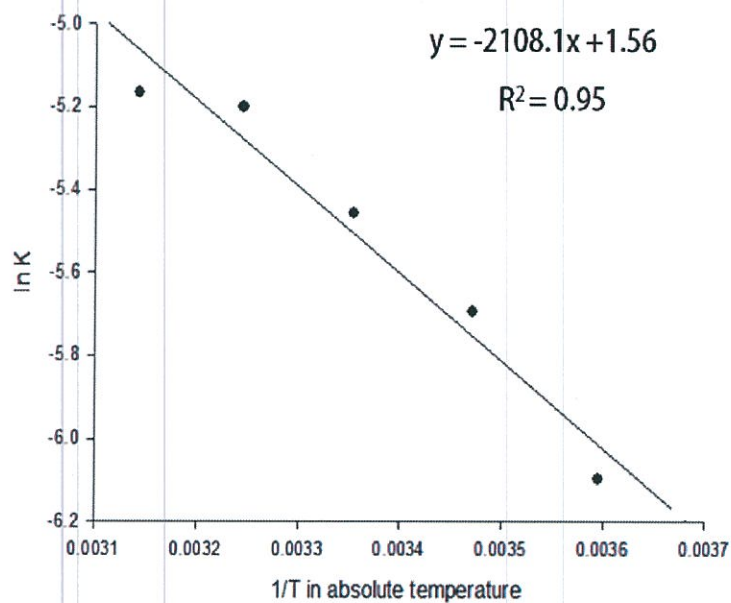


Fig 82. 저장 온도별 저장 기간에 따른 양파 퓨레의 총페놀 함량의 Arrhenius plot

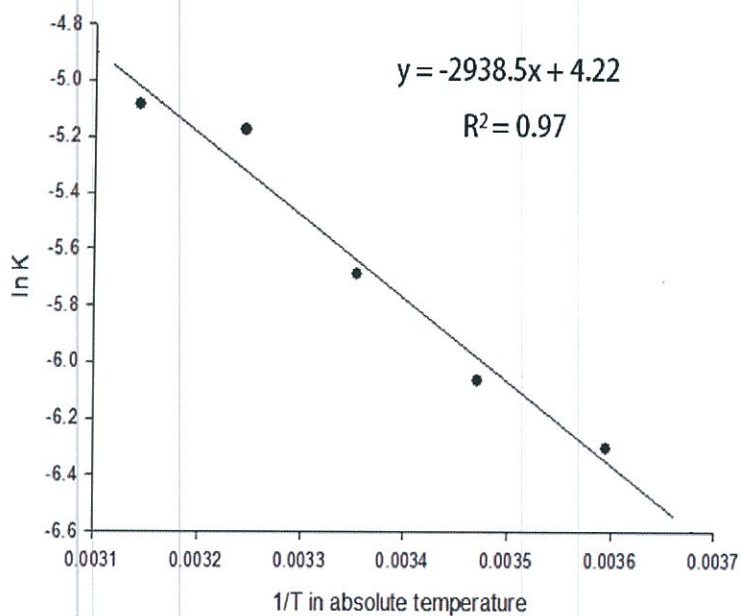


Fig .83 저장 온도별 저장 기간에 따른 양파 퓨레의 DPPH 라디칼 소거능 Arrhenius plot

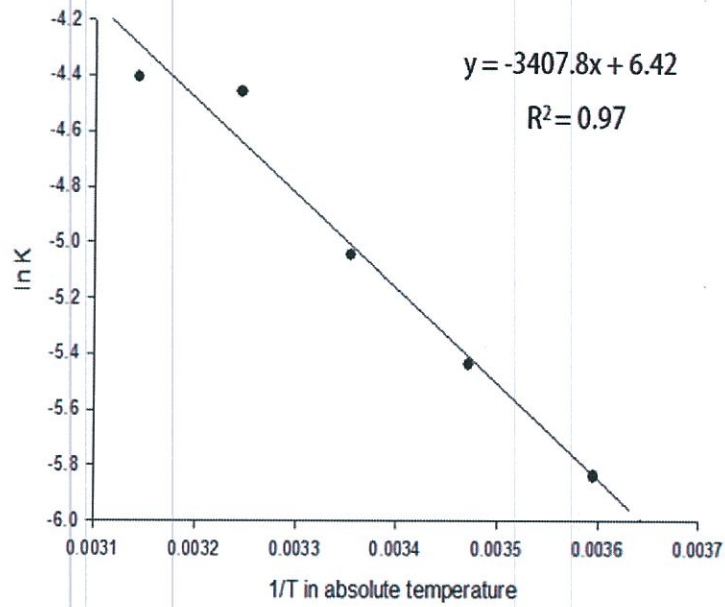


Fig 84. 저장 온도별 저장 기간에 따른 양과 푸레의 ABTS 라디컬 소거능 Arrhenius plot

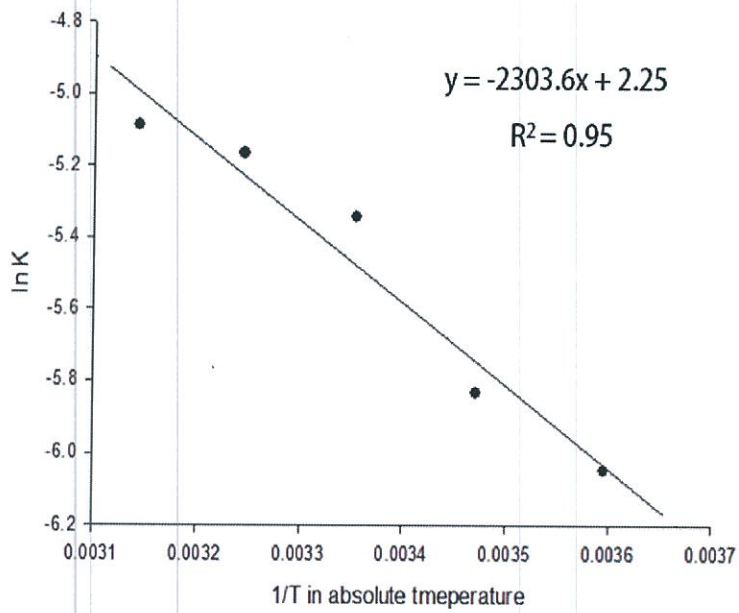


Fig 85. 저장 온도별 저장 기간에 따른 양과 푸레의 FRAP assay Arrhenius plot

Table 53 . 저장온도 (5, 15, 25, 45, 65°C) 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 총페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 FRAP assay의 thermal degradation parameters

| Reaction | Temperature (°C) | k (h ⁻¹) | R ² | t _{1/2} (h) |
|----------------------------------|------------------|----------------------|----------------|----------------------|
| Total phenolic content | 5 | 0.0022 | 0.926 | 308.45 |
| | 15 | 0.0034 | 0.954 | 206.33 |
| | 25 | 0.0043 | 0.950 | 162.78 |
| | 45 | 0.0055 | 0.881 | 125.80 |
| | 65 | 0.0057 | 0.798 | 121.35 |
| DPPH radical scavenging activity | 5 | 0.0018 | 0.994 | 377.67 |
| | 15 | 0.0023 | 0.987 | 298.03 |
| | 25 | 0.0034 | 0.961 | 204.68 |
| | 45 | 0.0057 | 0.897 | 122.39 |
| | 65 | 0.0062 | 0.865 | 112.12 |
| ABTS radical scavenging activity | 5 | 0.0029 | 0.932 | 237.78 |
| | 15 | 0.0044 | 0.943 | 159.23 |
| | 25 | 0.0064 | 0.931 | 107.76 |
| | 45 | 0.0116 | 0.917 | 59.88 |
| | 65 | 0.0122 | 0.838 | 56.90 |
| FRAP assay | 5 | 0.0024 | 0.857 | 293.00 |
| | 15 | 0.0029 | 0.872 | 236.50 |
| | 25 | 0.0048 | 0.905 | 145.07 |
| | 45 | 0.0057 | 0.752 | 121.47 |
| | 65 | 0.0062 | 0.681 | 112.18 |

* k, reaction rate constant; r², coefficient of determination; t_{1/2}, half-time.

Table 54. 저장온도 (5, 15, 25, 45, 65°C) 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 총페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능 및 FRAP assay의 thermal degradation parameters

| Reaction | Temperature (°C) | D value (h) | z value (°C) | Q ₁₀ | Ea (kJ/mol) |
|----------------------------------|------------------|-------------|--------------|-----------------|-------------|
| Total phenolic content | 5 | 1024.66 | 98.730 | 1.263 | 17.527 |
| | 15 | 685.40 | | | |
| | 25 | 540.75 | | | |
| | 45 | 417.89 | | | |
| | 65 | 403.12 | | | |
| DPPH radical scavenging activity | 5 | 1254.59 | 75.837 | 1.355 | 24.430 |
| | 15 | 990.03 | | | |
| | 25 | 679.93 | | | |
| | 45 | 406.58 | | | |
| | 65 | 372.44 | | | |
| ABTS radical scavenging activity | 5 | 789.90 | 64.402 | 1.430 | 28.333 |
| | 15 | 528.94 | | | |
| | 25 | 357.97 | | | |
| | 45 | 198.92 | | | |
| | 65 | 189.00 | | | |
| FRAP assay | 5 | 973.31 | 95.932 | 1.271 | 19.152 |
| | 15 | 785.65 | | | |
| | 25 | 481.92 | | | |
| | 45 | 403.52 | | | |
| | 65 | 372.64 | | | |

* D value, thermal reduction time, that is, heating time required to reduce Total phenolic content or DPPH radical scavenging activity or ABTS radical scavenging activity or FRAP assay concentration by 90%; z value, temperature change necessary to alter the thermal death time by one log cycle; Ea, energy of activation.

아) 산소 접촉에 따른 외관, 총페놀 함량 및 항산화활성

양과는 우수한 건강기능적인 특성을 가지고 있지만 가공·공정 중 산소접촉으로 인해 쉽게 산화되어 영양적인 가치가 저하될 수 있는 문제점이 있다. 특히 기초적으로 사용되는 공정 중 하나인 분쇄는 입자크기를 작게하여 산소와 접촉할 수 있는 표면적이 넓어져 산소와의 접촉이 용이해져 식품 중 페놀성 성분들이 쉽게 산화될 수 있다. 따라서 이를 분석하기 위해 일반 공기 중(101.33 kPa)에서 양과를 1분간 분쇄하였고 방치시간에 따라 양과의 외관, 총페놀함량과 항산화 활성을 나타낸 결과는 각각 Fig ~ 과 같다. 1분간 분쇄한 양과의 입도 분포는 Fig과 같았으며, 평균 입자크기는 201.48 μm 로 나타났다. 분쇄 후 방치시간에 따라 양과 푸레의 갈변이 상당히 진행된 것을 알 수 있었으며, 양과 푸레의 총페놀 함량과 항산화활성 모두 분쇄 후 감소하는 것으로 나타났다. 결과적으로 분쇄공정으로 인해 양과의 품질 및 영양적 가치가 크게 저하되는 것으로 나타났다.

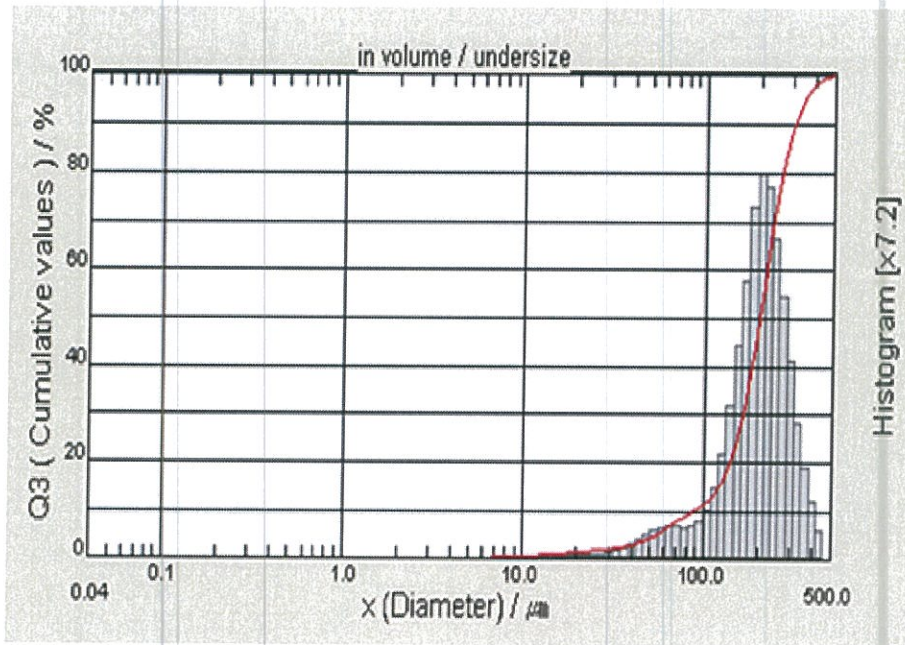


Fig.78 양과 푸레의 입도 분포도

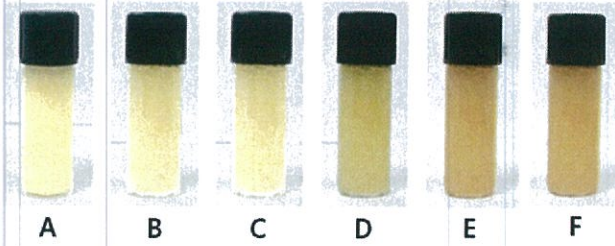


Fig79 . 분쇄 후 방치시간에 따른 양파 퓨레의 외관
 (A) 0 h (일반공기압력 분쇄 직후,101.33 kPa), (B) 1 h,
 (C) 3 h, (D) 6 h, (E) 12 h, (F) 24 h

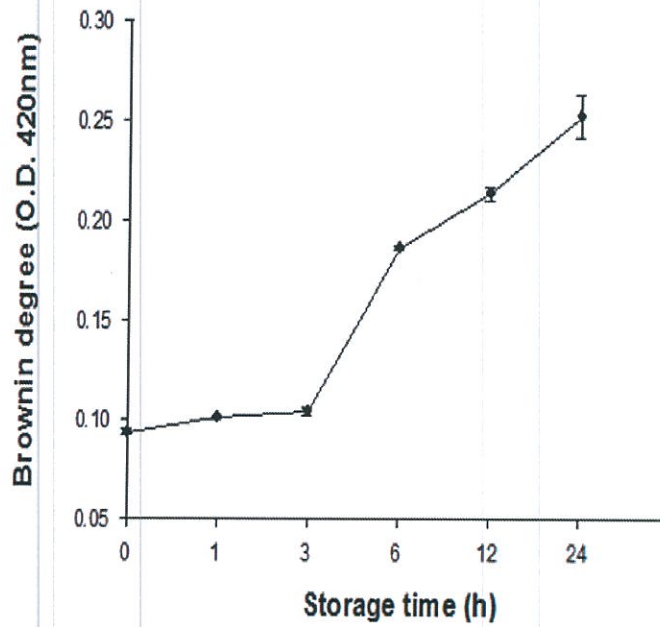


Fig80 . 분쇄 후 방치시간에 따른 양파 퓨레의 갈변도

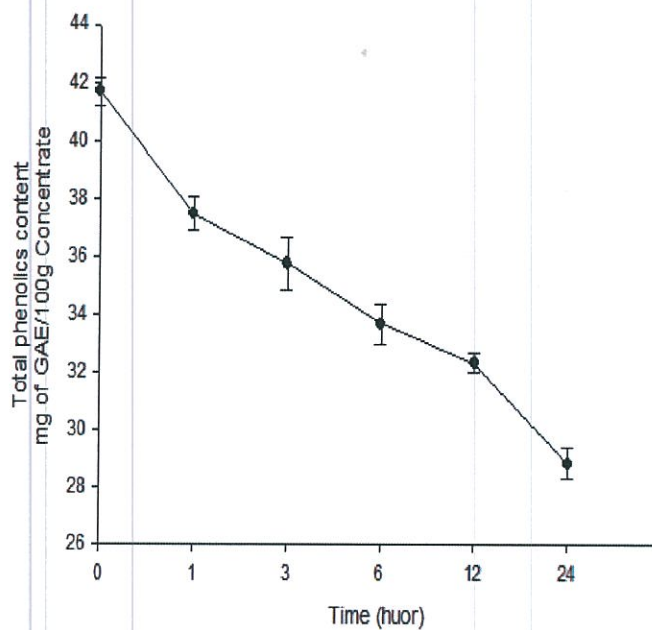


Fig 81 . 분쇄 후 방치시간에 따른 양파 퓨레의 총페놀 함량

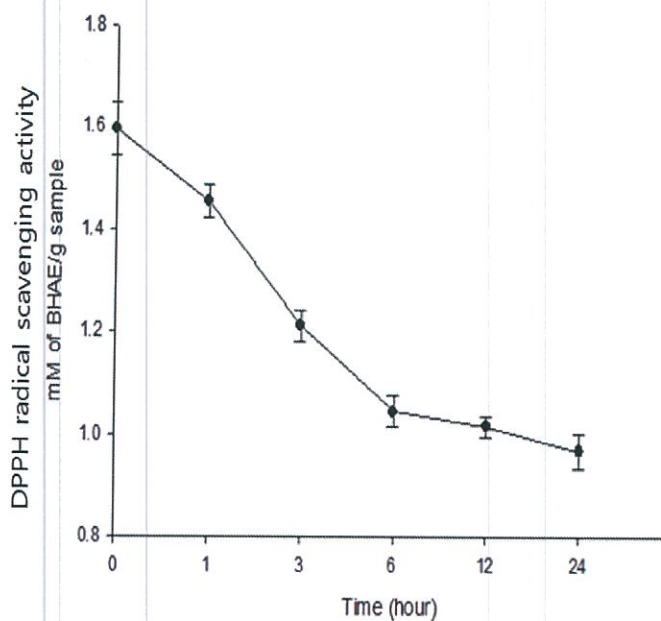


Fig 82. 분쇄 후 방치시간에 따른 양파 퓨레의 DPPH 라디칼 소거능

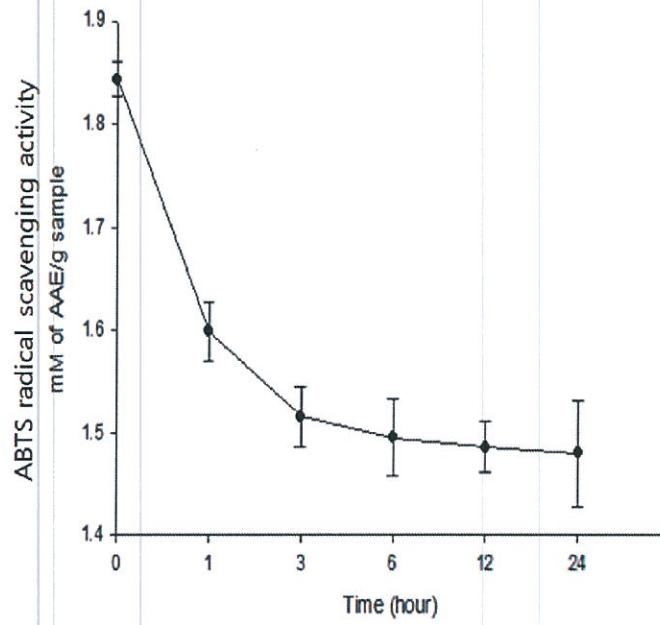


Fig 82. 분쇄 후 방치시간에 따른 양파 퓨레의 ABTS 라디컬 소거능

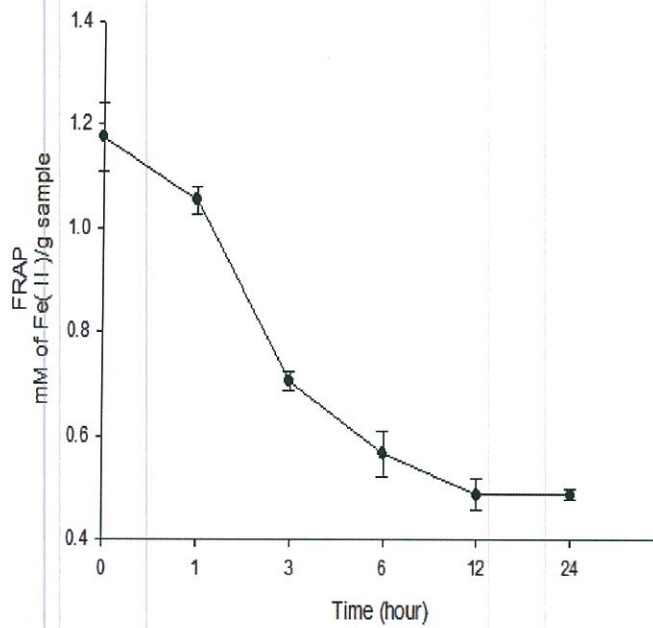


Fig 83. 분쇄 후 방치시간에 따른 양파 퓨레의 FRAP assay

분쇄 중 산소의 접촉을 방지하여 양과의 효소적 갈변 현상과 페놀성 화합물의 산화를 방지하기 위해서 본 연구팀의 특허기술로 ‘산화방지 가능한 가공장치 및 그를 이용한 가공방법’ (등록번호: 제 10-1506276호)을 이용하여 진공분쇄를 실시하였으며, 진공-질소치환 장치의 도면은 Fig84과 같다. 다양한 진공도(% vacuum)로 2.67(97.4%), 6.67(93.4%), 13.33(86.8%), 19.99(80.3%), 101.33(0%, 일반 공기 압력) kPa 하에서 양과의 분쇄를 실시하였으며, 이를 각 진공도 하에서 12시간 까지 방치하였다. 분쇄 6시간 후 양과 푸레의 외관 결과 분쇄시 진공도가 높을수록 양과 푸레의 갈변 현상이 저해되는 것을 알 수 있었다 (Fig). 다양한 진공도하에서 분쇄한 양과 푸레의 총페놀 함량과 항산화 활성(DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능)은 각각 Fig ~ Fig 에 나타내었다. 가장 높은 진공도인 2.67 kPa에서 분쇄한 양과의 경우 방치시간에 따라 총페놀 함량과 항산화활성이 가장 높게 유지되었으며 진공도가 낮을수록 산화가 더 빠르게 진행되는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구팀의 특허기술을 통해 진공 하에서 분쇄함으로써 산소접촉을 방지하여 양과 푸레의 효소적 갈변과 페놀성 화합물의 산화를 효과적으로 방지할 수 있을 것이라 사료된다.

여러 진공도 하에서 분쇄 후 방치시간에 따른 양과 푸레의 총페놀 함량과 항산화활성 결과를 바탕으로 분쇄 6시간 후일 때의 진공도에 따른 총페놀 함량과 항산화활성을 Microsoft Excel software를 이용하여 Model fitting을 실시하였고 그 결과는 Fig ~ Fig 과 같다. Model fits 결과 총페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 소거능의 R^2 는 각각 0.80, 0.96, 0.97로 높은 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 또한 진공도가 감소할수록 양과 푸레의 총페놀 함량과 항산화활성은 선형적으로 감소하지 않고 지수적으로 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 분쇄 시 적은 산소 농도로도 양과 푸레가 쉽게 산화될 수 있는 것을 알 수 있는 결과이다. 결과적으로 분쇄 시 산소의 접촉을 막는 것은 생리활성 물질의 유지에 도움이 될 것으로 사료되며, 본 연구팀의 질소치환 분쇄장치를 통해 양과 푸레의 영양적 품질을 높게 유지시켜 저장기간을 연장시킬 수 있을 것이라 사료된다. 또한 양과 뿐만 아니라 다른 과채류와 유지류의 분쇄 시 본 연구팀의 질소치환 분쇄장치의 산화방지 효과는 매우 우수할 것으로 예상되며 이의 활용가치는 매우 높을 것으로 사료된다.

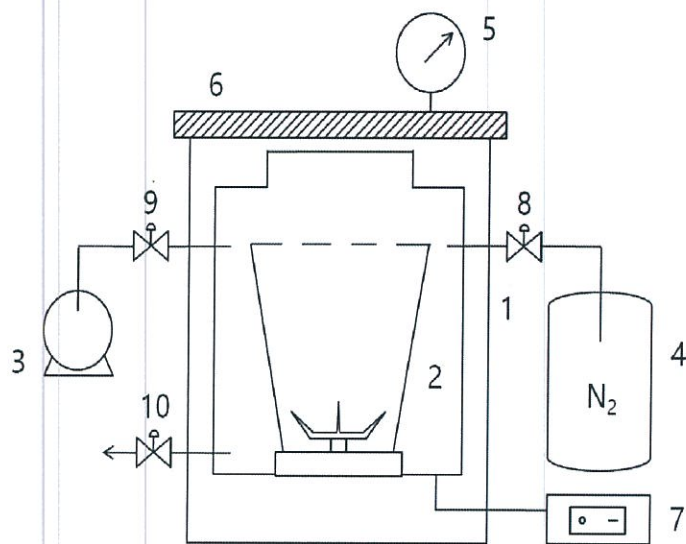


Fig 84. 진공-질소치환 분쇄 장치. (1)챔버, (2)분쇄기, (3)진공펌프, (4)질소가스, (5)진공게이지, (6)밀폐덮개, (7)전원 제어기, (8-10)밸브.

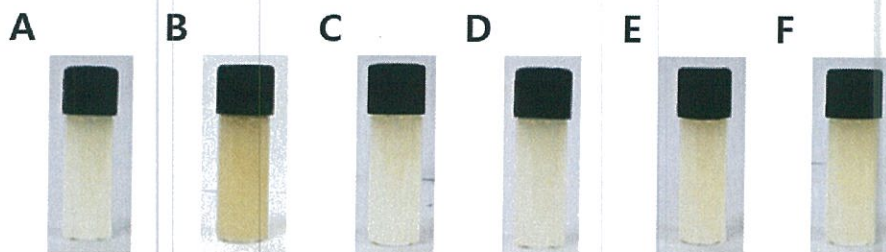


Fig 85. 다양한 진공도 하에서 분쇄 후 6시간 방치한 양과 푸레의 외관. (A) 2.67 kPa [0 h], (B) 101.33 kPa [6 h], (C) 2.67 kPa [6 h], (D) 6.67 kPa [6 h], (E) 13.33 kPa [6 h], (F) 19.99 kPa [6 h]

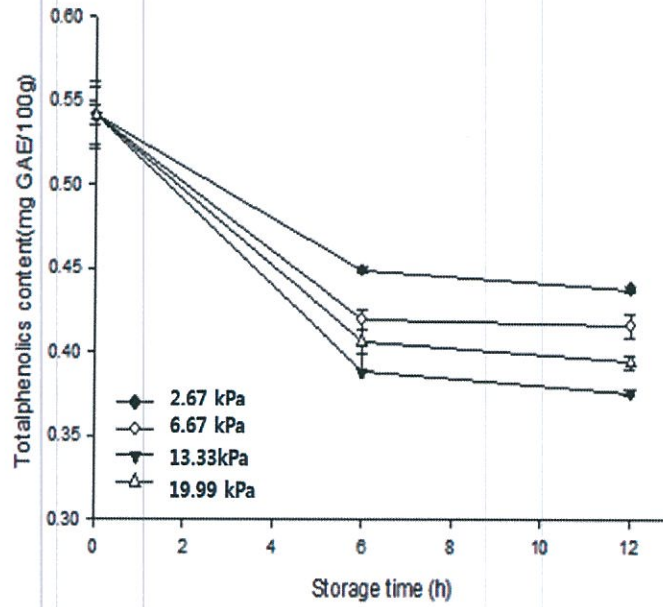


Fig 86. 다양한 진공 하에 분쇄 후 방치시간에 따른 양파 퓨레의 총페놀 함량

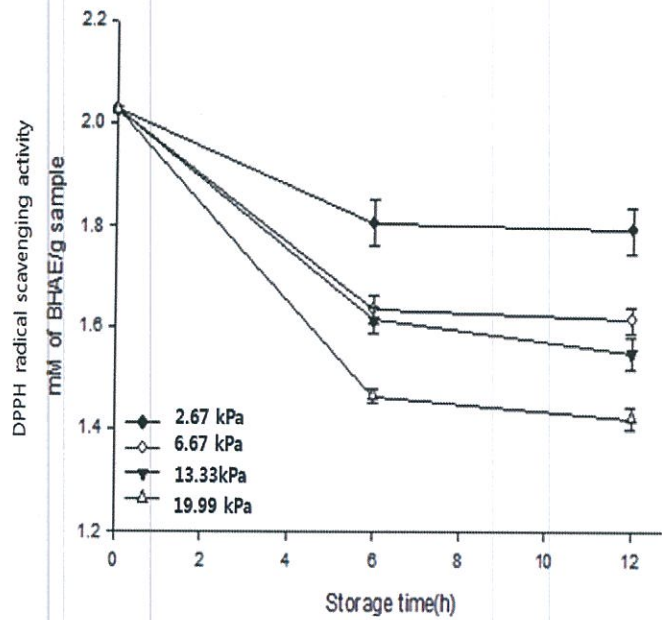


Fig 87. 다양한 진공 하에 분쇄 후 방치시간에 따른 양파 퓨레의 DPPH 라디칼 소거능

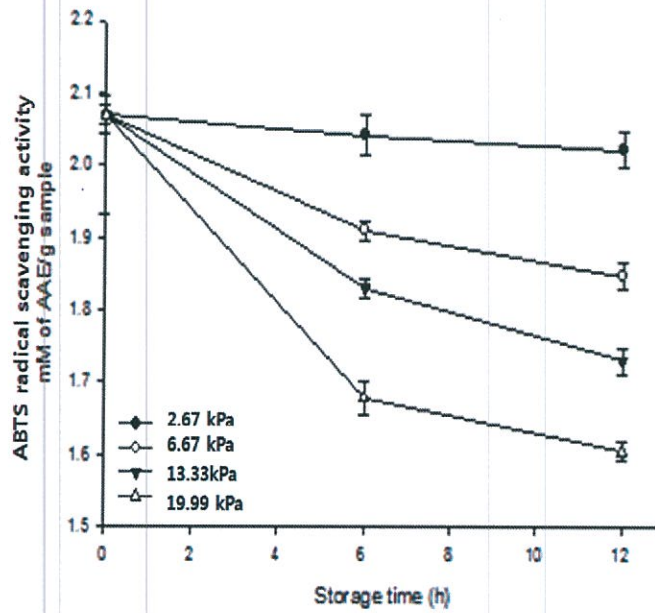


Fig 88. 다양한 진공 하에 분쇄 후 방치시간에 따른 양파 퓨레의 ABTS 라디컬 소거능

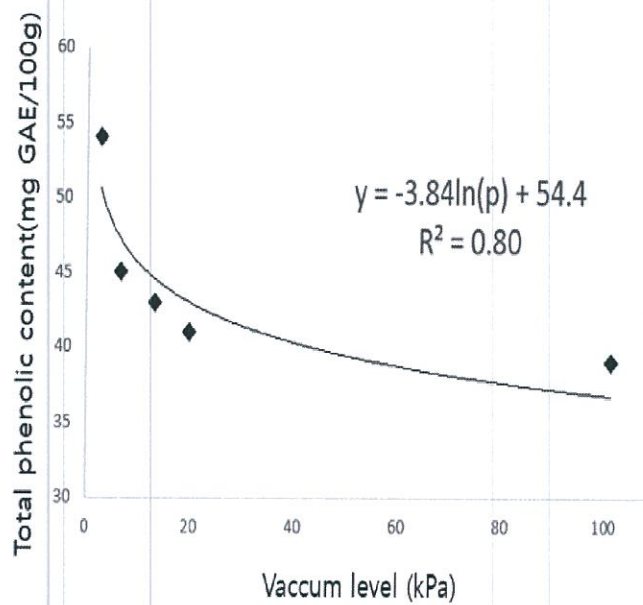


Fig 89. 다양한 진공도에 따라 분쇄한 총페놀 함량의 Model fits

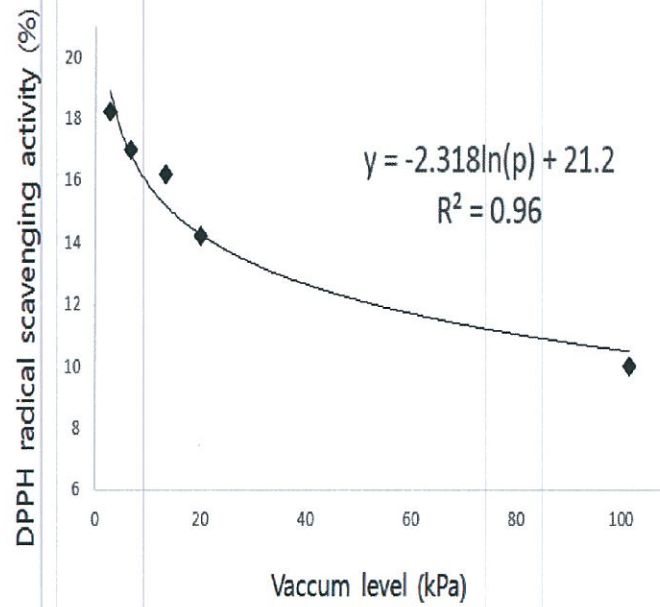


Fig 90. 다양한 진공도에 따라 분석한 DPPH 라디칼 소거능의 Model fits

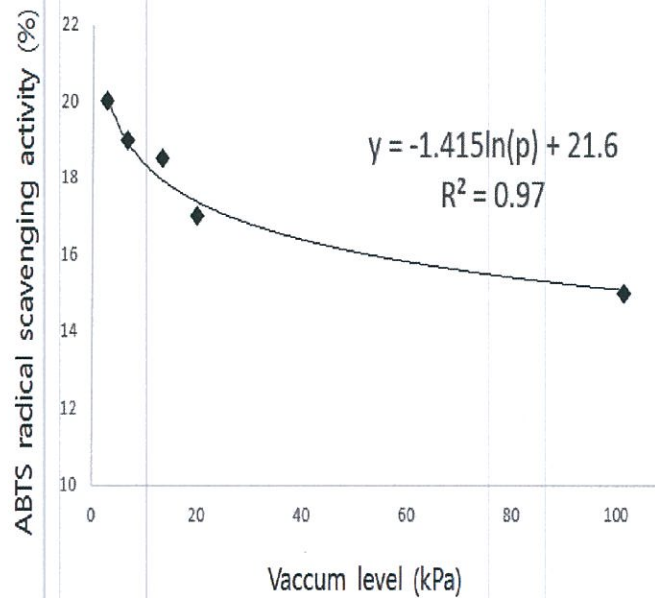


Fig 91. 다양한 진공도에 따라 분석한 ABTS 라디칼 소거능의 Model fits

자) 빛 차단과 노출에 따른 양파 퓨레의 품질 특성과 총페놀 함량 및 항산화활성

빛 차단과 노출에 따른 양파 퓨레의 저장기간에 따른 품질특성으로 pH 와 당도를 측정한 결과는 Fig92 과 같다. 빛에 많이 노출될수록 pH가 떨어지는 것으로 나타났으며 당도의 경우 빛에 많이 노출될수록 증가하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 빛 노출로 인해 양파 퓨레의 품질특성이 달라질 수 있으며 저장중에는 빛을 차단하는 것이 중요할 것으로 사료된다.

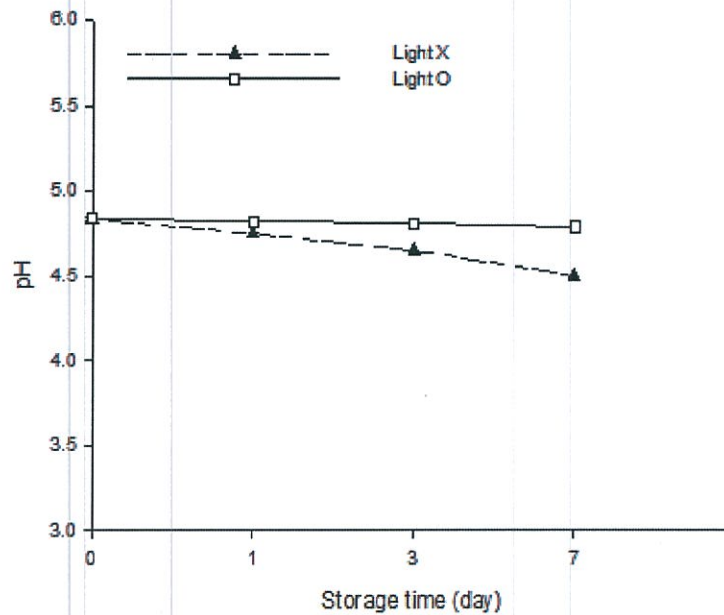


Fig 92. 빛 차단과 노출에 따른 양파퓨레의 저장기간에 따른 pH

빛 차단과 노출에 따른 양파 퓨레의 저장기간에 따른 총페놀함량 및 항산화활성을 측정한 결과는 Fig93 ~Fig.96 과 같다. 총페놀 함량과 항산화활성 모두 빛을 차단함으로써 비교적 높은 함량 및 활성을 유지하였으며, 저장기간이 길어질수록 총페놀 함량과 항산화활성이 감소하는 경향을 보였다. 양파 퓨레는 빛을 차단할 수 있는 포장방법으로 보관 및 유통하는 것이 양파 퓨레의 위생적 품질 및 영양성분을 유지하는데 효과적일 것으로 사료된다.

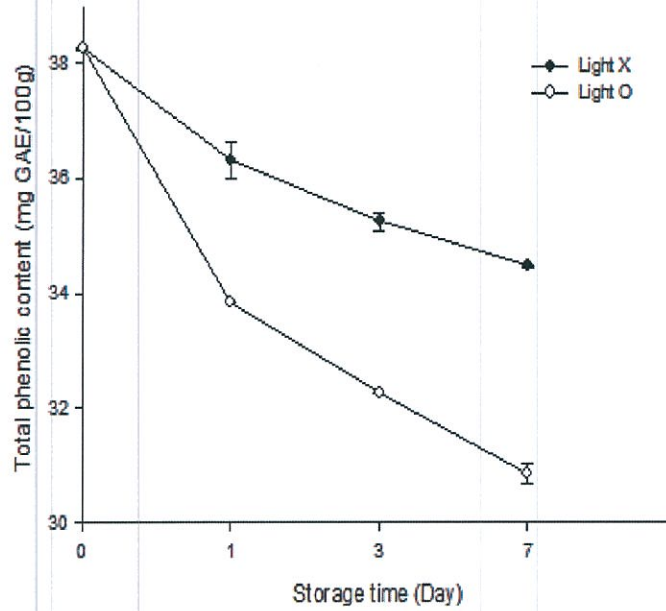


Fig 93. 빛 차단과 노출에 따른 양파 퓨레의 저장기간에 따른 총페놀함량

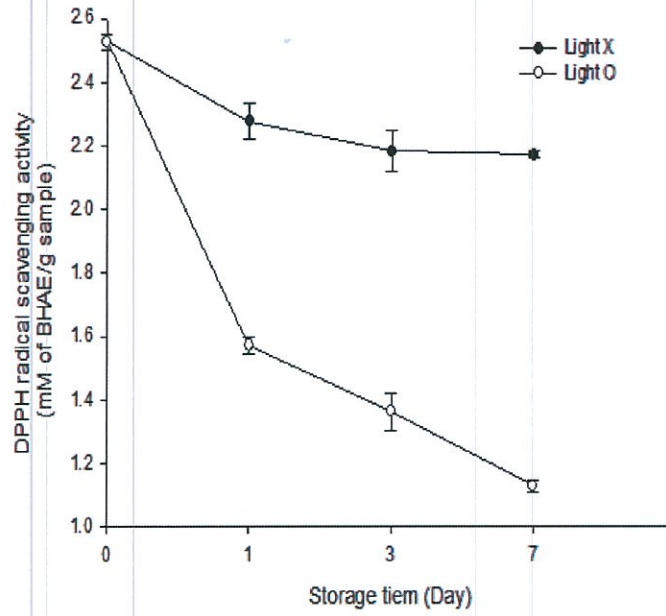


Fig 94. 빛 차단과 노출에 따른 양파 퓨레의 저장기간에 따른 DPPH 라디컬 소거능

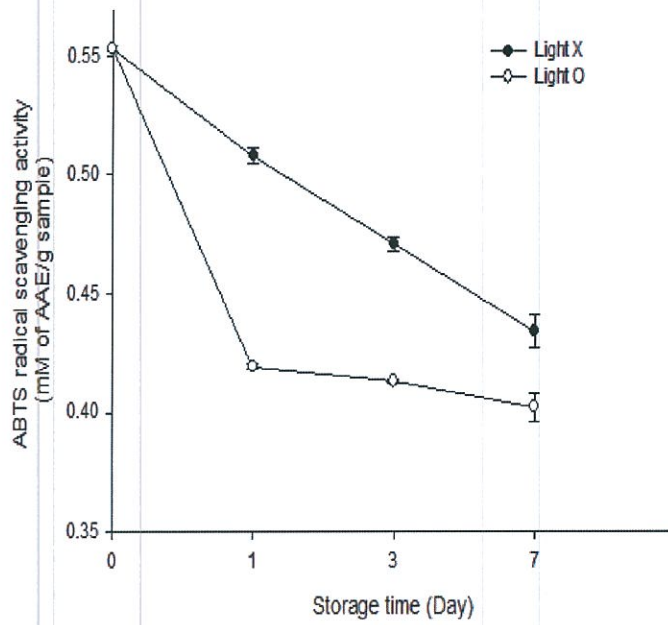


Fig 95. 빛 차단과 노출에 따른 양파 퓨레의 저장기간에 따른 ABTS 라디컬 소거능

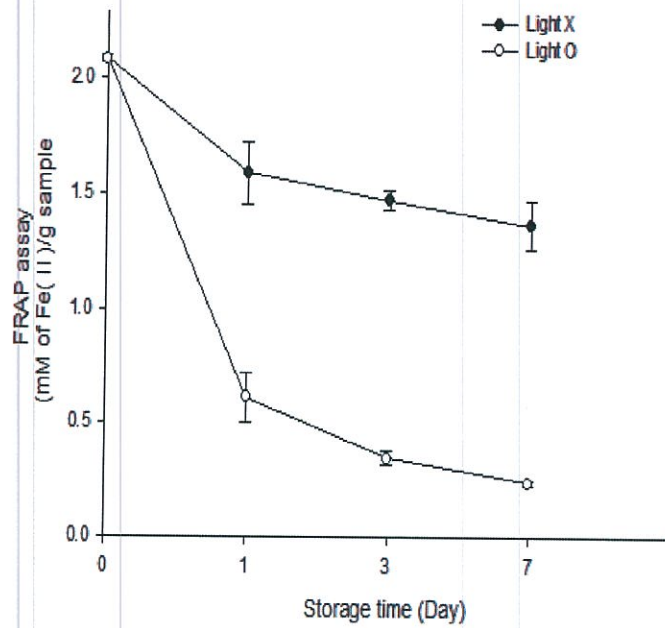


Fig 96. 빛 차단과 노출에 따른 양과 푸레의 저장기간에 따른 FRAP assay

차) 포장 방법에 따른 품질 특성과 총폐놀 함량 및 항산화활성

포장방법에 따른 양과 푸레의 저장기간에 따른 품질특성으로 pH 와 당도를 측정한 결과는 Fig.97 과 Fig.98 과 같다. 진공분쇄 후 진공 포장의 경우가 확실히 pH 변화가 적게 나타났다. 진공분쇄 후 진공포장의 경우 3일차부터 pH가 감소하기 시작하여 12일 차에는 현저히 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 초기에 진공분쇄를 하더라도 포장 종류에 따라 보관중에 품질변화가 일어날 수 있음을 확인할 수 있었다.

결과적으로 양과 푸레의 진공포장은 시료와 공기 중의 수분의 접촉을 방지함으로써 유통기한을 연장할 수 있고 품질을 우수하게 유지할 수 있을 것으로 사료된다.

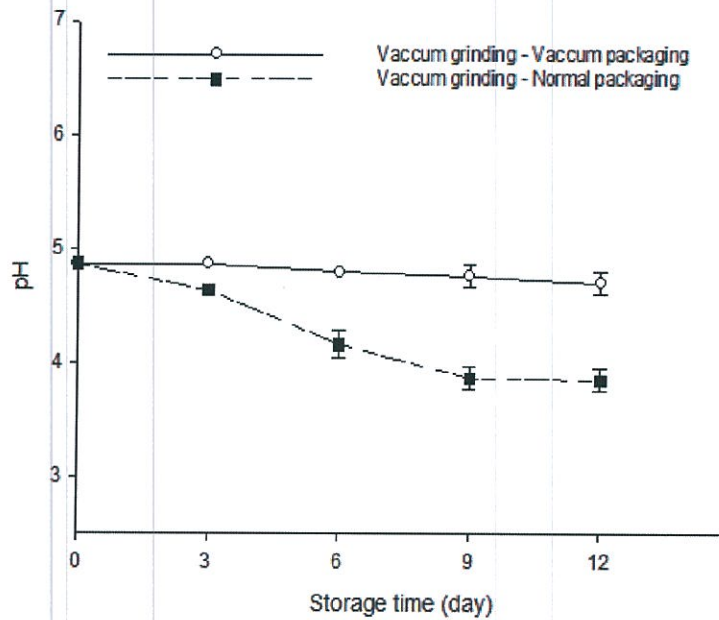


Fig 97. 포장방법에 따른 양과 푸레의 저장기간에 따른 pH

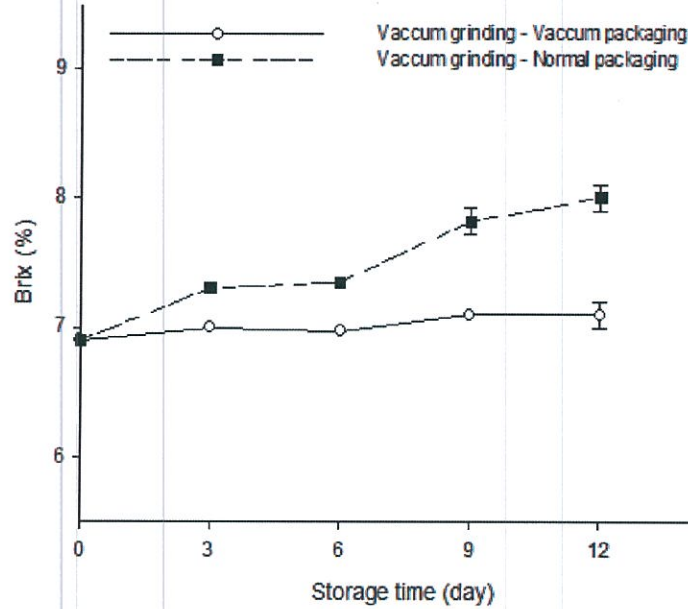


Fig 98. 포장방법에 따른 양과 푸레의 저장기간에 따른 Brix

포장방법에 따른 양과 푸레의 저장기간에 따른 총페놀함량 및 항산화활성을 측정한 결과는 Fig.99 ~Fi.101g 과 같다. 총페놀 함량과 항산화활성 진공포장을 함으로써 매우 높은 함량 및 활성을 유지하였으며, 저장기간이 길어질수록 총페놀 함량과 항산화활성을 유지하는 경향을 보였다. 양과 푸레는 산소를 차단할 수 있는 진공포장방법으로 보관 및 유통하는 것이 양과 푸레의 위생적 품질 및 영양성분을 유지하는데 효과적일 것으로 사료된다.

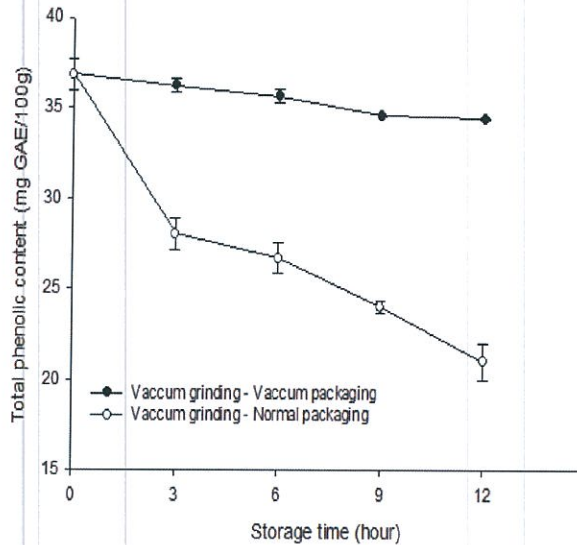


Fig 99. 빛 차단과 노출에 따른 양과 푸레의 저장기간에 따른 총페놀함량

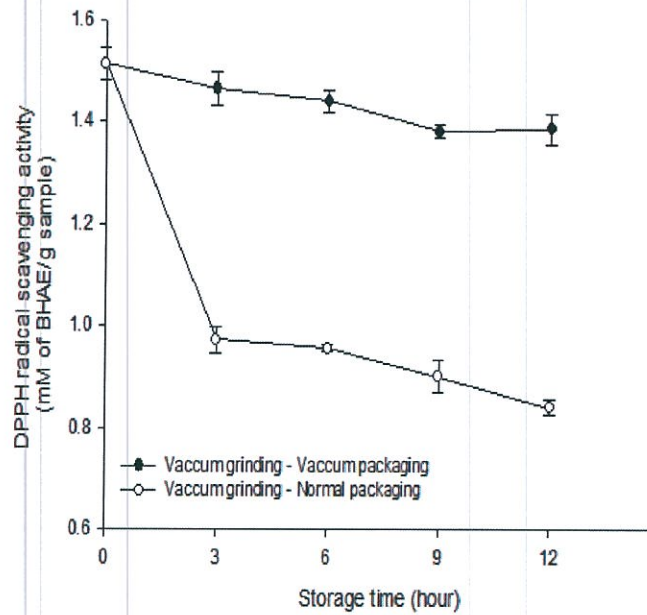


Fig100. 빛 차단과 노출에 따른 양파 퓨레의 저장기간에 따른 DPPH 라디컬 소거능

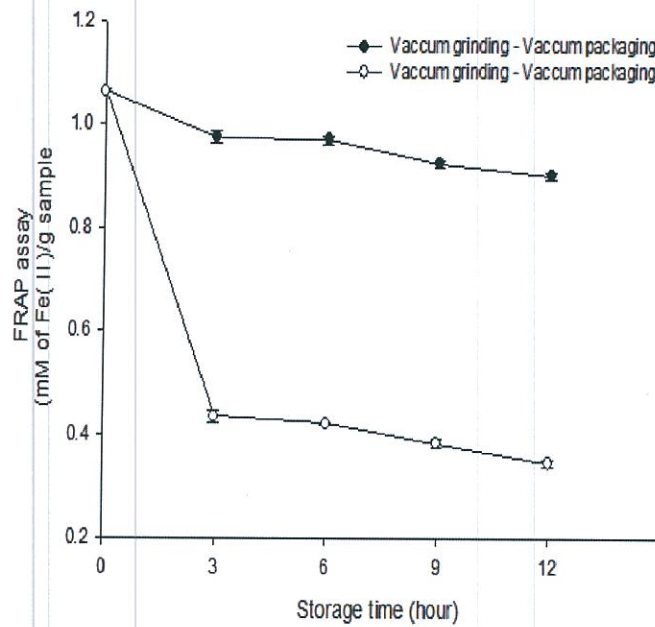


Fig 101. 빛 차단과 노출에 따른 양파 퓨레의 저장기간에 따른 FRAP assay

8.과열증기처리를 통한 무취화 처리 양파 퓨레의 저장환경에 따른 품질특성

가) 저장온도 및 저장기간에 따른 pH 및 당도

무취화 처리 양파 퓨레의 저장온도 5, 25, 35℃에 따른 저장기간 7일 동안의 품질특성으로 pH 및 당도를 측정한 결과는 Fig 102 과 Fig 103 과 같다. 저장온도 5℃에서 저장한 양파 퓨레의 pH는 저장기간에 따라 큰 변화가 없었으며, 25℃와 35℃에서는 저장기간에 따라 pH가 감소하는 것으로 나타났다. 이는 효모가 포도당을 유기산인 피루브산을 생성하여 이때 pH가 증가하게 되고 다시 알코올 발효에 의해서 산도가 증가하였기 때문으로 사료된다. 무취화 처리 양파 퓨레의 당도는 저장온도 25℃와 35℃에서는 저장기간에 따라 급격하게 증가하는 것을 알 수 있었고, 저장온도 5℃에서는 비교적 천천히 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 저장온도가 낮을수록 양파 퓨레의 품질이 높게 유지되는 것으로 나타났다.

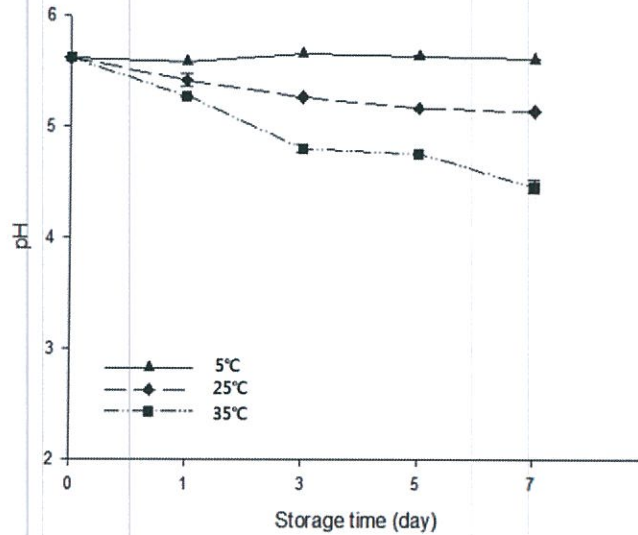


Fig .102 저장온도 및 저장기간에 따른 무취 양파 퓨레의 pH

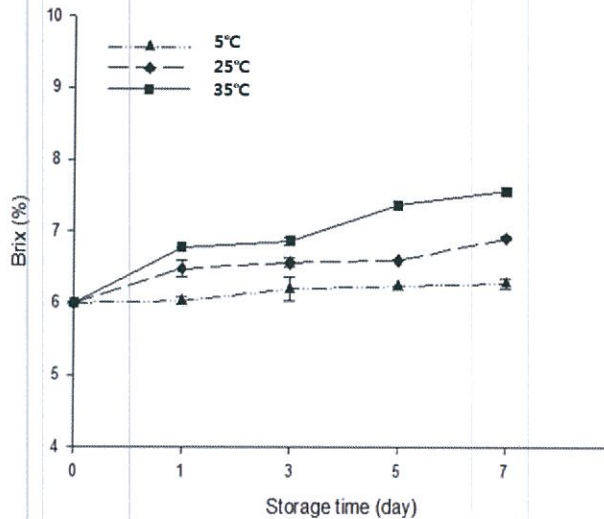
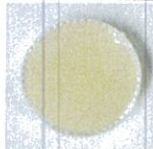



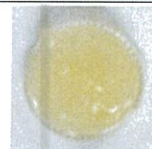
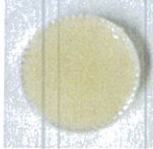


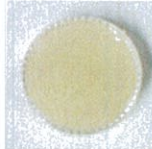
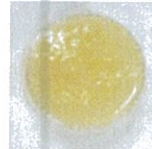




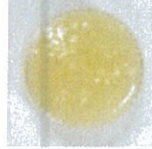


Fig 103. 저장온도 및 저장기간에 따른 무취 양파 퓨레의 당도

나) 저장온도 및 저장기간에 따른 외관

과열증기처리를 통한 무취화 처리 양파 퓨레의 저장온도 5, 25, 35℃에 따른 저장기간 12 일 동안의 품질특성으로 pH 및 당도를 측정 한 결과는 Table.55 과 같다. 무취화 처리 양파 퓨레의 경우 모든 온도에서 저장기간에 따라 외관의 변화가 나타나지 않음을 알 수 있었다.

Table 55. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 외관 변화

| Storage temperature(℃) | Storage time (d) | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  |  |
| 35 |  |  |  |  |  |

다) 저장온도 및 저장기간에 따른 갈변도

과열증기처리를 통한 무취화 처리 양파 퓨레의 저장온도 5, 25, 35℃에 따른 저장기간 7일 동안의 품질특성으로 갈변도 측정 결과는 Fig.104 과 같다.

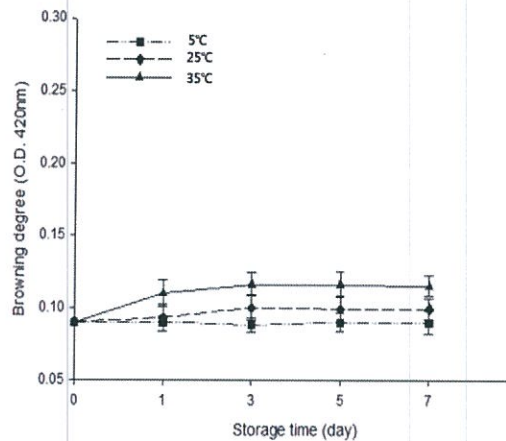


Fig 104. 저장온도 및 저장기간에 따른 과열증기처리를 통한 무취화 양파 퓨레의 갈변도 측정

마) 저장온도 및 저장기간에 따른 점도 측정

과열증기처리를 통한 무취화 처리 양파 퓨레의 저장온도 5, 25, 35℃에 따른 저장기간 7일 동안의 품질특성으로 점도 분석 결과는 Fig.105 과 같다. 5, 25, 35℃ 저장온도에서 3일차 까지 점도의 변화가 일어나지 않았으며 35℃ 저장온도의 경우 5일차부터 점도가 감소하기 시작하였다. 결과적으로 일반 양파 퓨레보다는 점도가 유지되는 경향이였지만, 높은온도에서 저장할 경우 온도에 의해 점도에 영향을 받음을 알 수 있었다. 결과적으로 무취화 처리 양파 퓨레는 낮은 저장온도에서 보관하는 것이 품질을 우수하게 유지할 수 있을 것으로 사료된다.

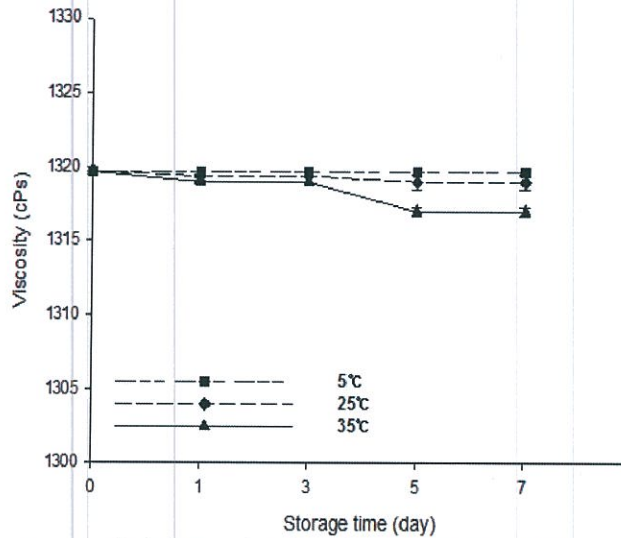


Fig 105. 저장온도 및 저장기간에 따른 과열증기처리를 통한 무취화 양파 퓨레의 점도 분석

바) 저장온도 및 저장기간에 따른 미생물

과열증기처리를 통한 무취화 처리 양파 퓨레의 저장온도 5, 25, 35℃에 따른 저장기간 12 일 동안의 일반세균 결과는 각각 Fig 과 같다. 일반적으로 일반세균수는 위생지표세균으로 식품의 신선도를 판별할 수 있으며 대장균군은 비위생적 처리의 척도이며 오염 지표세균으로 알려져 있다. 효모는 당 농도가 높은 식품에서 주로 생육하고 있으며 효모가 많이 증식할 경우 퓨레의 상품가치를 저하시킬 수 있다. 모든 양파 퓨레 시료에서 대장균군과 효모 및 곰팡이는 검출되지 않았다. 일반세균 수의 경우 5℃ 저장온도의 경우 7일차에서 2 log CFU/g 수준에서 검출되었다. 높은 저장온도에서 저장할수록 일반세균 수 또한 증가하는 경향을 나타내었다. 25℃, 35℃ 저장온도의 경우 7일차에서 각각 4 log CFU/g, 5 log CFU/g 수준으로 급격하게 증가하였다. 식품공전 ‘식품별 기준 및 규격’ 중 퓨레의 위생기준에 대한 규정은 존재하지 않지만 대개 가공품의 경우 5 log CFU/g 이하로 관리하고 있다. 결과적으로 무취화 처리 양파 퓨레의 품질과 일반세균수는 온도에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

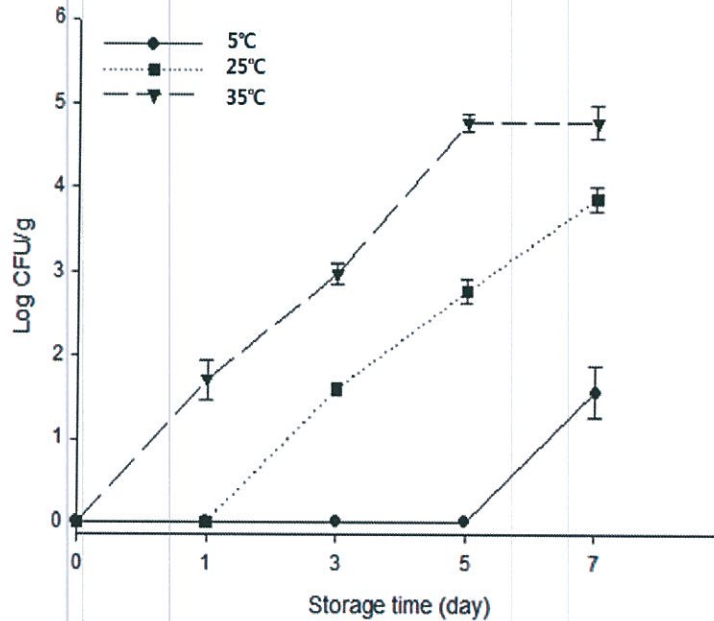


Fig 106. 저장온도 및 저장기간에 따른 양파 퓨레의 일반세균 수

3) 양파 퓨레의 품질 고도화

가) 항균물질 첨가에 따른 품질특성 평가와 미생물 저감화에 따른 저장성 향상

최근에 초기 감염 미생물 수를 줄이고, 그 미생물의 증식을 억제시켜 과채류의 유통기간을 연장하는 방법으로 안식향산, 소르빈산, 프로피온산 나트륨 등의 항균보존료를 사용하고 있지만 그 사용량과 사용용도에 대한 법적으로 규제되고 있을 뿐 아니라 잔류독성의 문제로 인해 소비자들이 꺼려하는 경향이 있다. 따라서 본 연구에서는 향균, 향진균, 항산화 효과가 있으며 독성이 없는 것으로 알려진 자몽종자추출물(GSE)을 양파 퓨레에 첨가하여 일반세균과 효모 및 곰팡이 증식 저해 효과를 분석하였다. 본 연구에서 제조한 양파 퓨레는 1차 및 2차 살균 시 대부분의 미생물 사멸로 인하여 미생물 저감 효과와 저장 기간에 따른 미생물의 변화의 명확한 분석을 위해 가열공정을 거치지 않은 비가열 양파 퓨레로 실험을 실시하였다. 예비실험을 통하여 관능적으로 차이가 없는 0.5%의 GSE 농도를 설정하였으며 이를 양파 퓨레에 첨가한 후 5°C에 보관하여 저장기간에 따른 품질 특성, 일반세균, 효모, 항산화 활성을 분석하였다. GSE를 첨가한 양파 퓨레의 외관변화를 측정된 결과는 Table 과 같다. GSE 첨가에 따라서 외관의 변화가 일어나지 않음을 알 수 있었다. 결과적으로 GSE 첨가 양파 퓨레의 외관 변화를 억제하여 우수한 품질을 유지할 수 있을 것으로 사료되어 진다.

GSE를 첨가한 양파 퓨레의 저장기간에 따른 품질 특성으로 pH와 당도를 측정한 결과는 Table.56 과 같다. GSE 첨가에 따라서 pH의 큰 변화는 나타나지 않았지만 비첨가군의 경우 저장 5일 후 pH가 급격히 감소하였으며 첨가군의 경우 저장 7일 후에 pH가 감소하는 것으로 나타나 품질을 유지하는데 효과가 있는 것으로 나타났다.

GSE를 첨가한 경우, 2일차까지 당도가 유지되다가 서서히 증가하는 경향을 보였으며, 비첨가군의 경우 꾸준히 저장기간에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 GSE를 첨가할 경우 품질을 유지하는데 효과적일 것으로 사료된다.

Table 56. GSE 첨가한 양파 퓨레의 저장기간에 따른 pH 및 당도

| Quality properties | Treatments | Storage time (day) | | | | |
|--------------------|------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 0 | 1 | 2 | 5 | 7 |
| pH | control | 4.88±0.02 | 4.86±0.12 | 4.83±0.00 | 4.75±0.24 | 4.2±0.29 |
| | GSE 0.05% | 4.86±0.01 | 4.84±0.00 | 4.81±0.01 | 4.74±0.33 | 4.1±0.08 |
| Brix | control | 6.03±0.00 | 6.40±0.01 | 6.80±0.00 | 7.13±0.15 | 7.30±0.27 |
| | GSE 0.05% | 6.90±0.01 | 6.80±0.00 | 7.00±0.00 | 7.21±0.11 | 7.24±0.21 |

GSE를 첨가한 양파 퓨레의 저장기간에 따른 점도의 변화를 나타낸 거리과는 Fig.107 과 같다. GSE를 첨가한 양파 퓨레의 경우 5℃ 저장 온도에서 7일간 저장하였을 경우 점도의 큰 변화가 일어나지 않았다. 하지만, 비첨가구의 경우 3일차부터 점도가 감소하기 시작하는 경향을 나타내었다. 이는 GSE를 양파 퓨레의 첨가할 경우 저장중에 점도의 감소를 억제하여 우수한 품질유지에 효과적인 것으로 사료되어 진다.

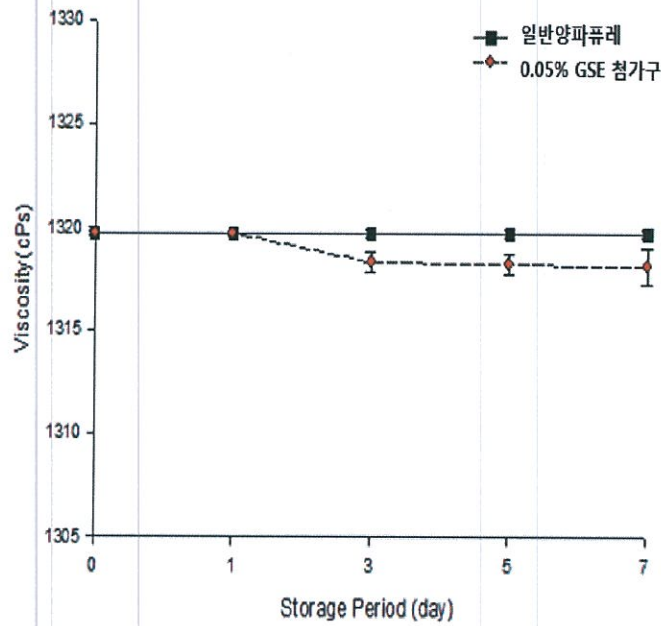


Fig 107. GSE 첨가한 양파 퓨레의 저장기간에 따른 점도 변화

GSE 첨가한 양파 퓨레의 저장기간에 따른 일반세균, 효모 및 곰팡이, 대장균군을 분석한 결과는 Table 과 같다. 모든 샘플에서 대장균군과 효모 및 곰팡이, 일반세균수는 검출되지 않았다. GSE의 성분 중 ascorbic acid, ascorbyl palmitate 및 tocophenol 등이 부패성 및 병원성 미생물의 세포벽 및 세포막의 기능을 약화시키고 효소활성을 억제한다고 보고되어 있으며, DNA/RNA에서 비롯되는 세포증식 기작을 방지하여 세균, 효모 및 곰팡이 등에 살균효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다 (Hegggers et al, 2002).

(log CFU/g)

| Storage time (day) | Aerobic bacteria | Yeasts and molds | Coliform |
|--------------------|------------------|------------------|----------|
| 0 | ND ¹⁾ | ND | ND |
| 1 | ND | ND | ND |
| 3 | ND | ND | ND |
| 5 | ND | ND | ND |
| 7 | ND | ND | ND |

¹⁾ND : not detected.

4) 무취 양파퓨레음료 저장환경에 따른 품질특성

가) 저장온도 및 저장기간에 따른 무취양파음료의 pH, 당도

무취양파음료의 저장온도 5, 25, 35℃에 따라 7일간 저장한 무취양파음료의 품질특성을 평가하기 위하여 pH와 당도를 분석한 결과는 Table.57 과 같다. 저장온도가 낮을수록 pH와 당도의 변화가 적은 것으로 나타났으며 저장 온도 25와 35℃에서 저장 3일 후부터 급격히 감소하는 경향을 보였다.

Table57.저장온도 및 저장기간에 따른 무취양파음료의 pH 및 당도의변화

| Quality properties | Storage temperature (°C) | Storage time (day) | | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 0 | 1 | 3 | 7 |
| pH | 5 | | 3.30±0.01 | 3.25±0.08 | 3.25±0.11 |
| | 25 | 3.28±0.01 | 3.30±0.03 | 3.05±0.04 | 3.51±0.17 |
| | 35 | | 3.12±0.08 | 3.09±0.24 | 3.59±0.02 |
| Brix | 5 | | 7.8±0.12 | 6.1±0.03 | 7.7±0.17 |
| | 25 | 6.8±0.00 | 6.83±0.12 | 5.35±0.13 | 4.87±1.26 |
| | 35 | | 6.59±0.00 | 5.44±0.16 | 4.35±1.32 |

나) 저장온도 및 저장기간에 따른 무취양과음료의 점도 변화

저장온도 및 저장기간에 따른 무취양과음료의 점도 변화 결과는 Fig.108 과 같다. 5℃ 저장 온도에서는 점도의 큰 변화가 일어나지 않았으며 25℃와 35℃의 경우 저장기간이 지남에 따라 점도도 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 35℃ 저장온도에서는 급격히 점도가 증가하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 낮은 온도에서 무취양과음료를 저장하는 것이 우수한 품질을 유지할 것으로 사료된다.

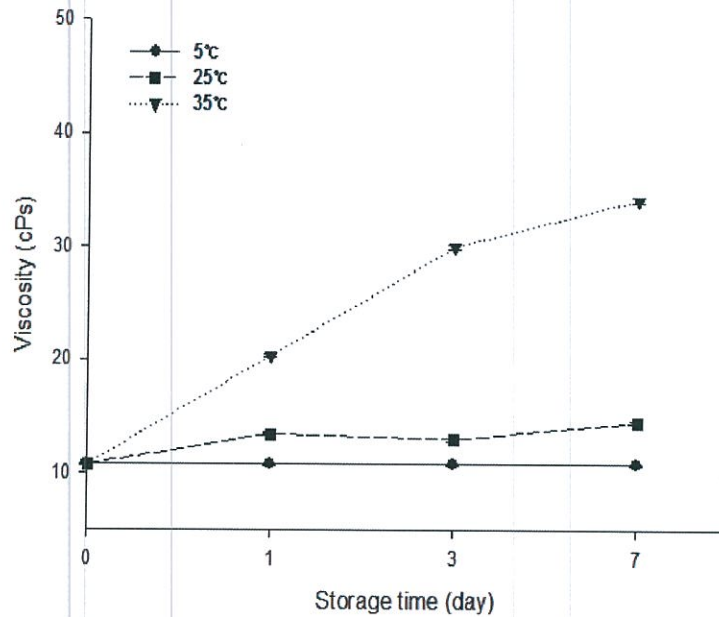


Fig.108 저장 온도 및 저장기간에 따른 무취 양과 음료의 점도

다) 저장온도 및 저장기간에 따른 무취양과음료의 총페놀 함량 및 항산화활성

저장온도 및 저장기간에 따른 무취양과음료의 총페놀 함량 및 항산화활성 결과는 Fig109~Fig.111 과 같다. pH 및 당도 결과와 마찬가지로 저장온도가 낮을수록 항산화활성이 저장기간에 따라 높게 유지되는 것으로 나타났다. 결과적으로 무취양과음료는 낮은 온도에서 저장하는 것이 제품의 품질유지에 효과적일 것으로 판단된다.

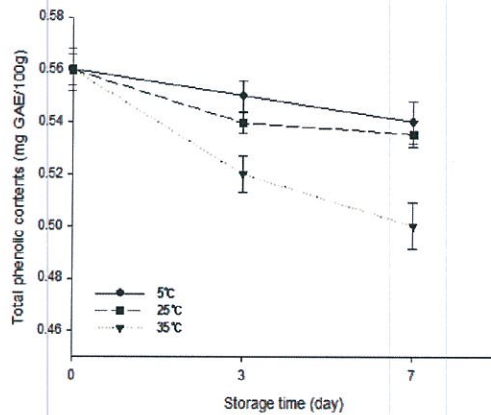


Fig 109. 저장온도 및 저장기간에 따른 무취양과음료의 총페놀함량

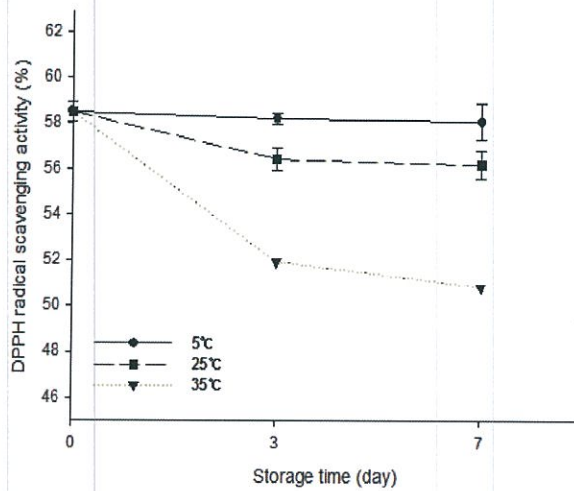


Fig 110. 저장온도 및 저장기간에 따른 무취양과음료의 DPPH 라디칼 소거

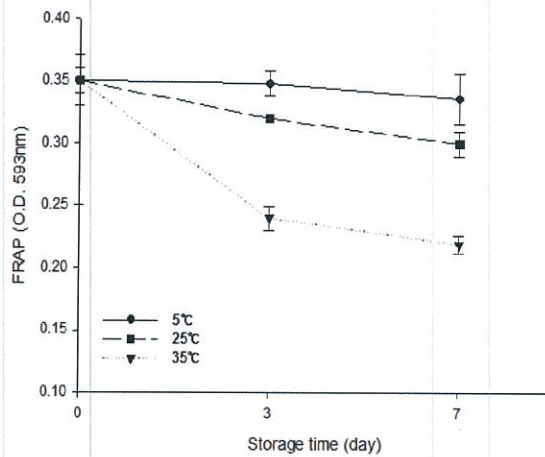


Fig 111. 저장온도 및 저장기간에 따른 무취양과음료의 FRAP assay

5) 기능성 강화 음료의 저장환경에 따른 품질특성

가) 저장온도 및 저장기간에 따른 기능성 강화 음료의 pH, 당도

기능성 강화 음료의 저장온도 5, 25, 35℃에 따라 7일간 저장한 기능성 강화 음료의 품질특성을 평가하기 위하여 pH와 당도를 분석한 결과는 Table58 과 같다. 저장온도가 낮을수록 pH와 당도의 변화가 적은 것으로 나타났으며 저장 온도 25와 35℃에서 저장 3일 후부터 급격히 감소하는 경향을 보였다.

Table 58. 저장 온도 및 저장기간에 따른 기능성 강화 음료의 pH 및 당도의 변화

| Quality properties | Storage temperature (°C) | Storage time (d) | | | |
|--------------------|--------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 0 | 1 | 3 | 7 |
| pH | 5 | 3.46±0.01 | 3.46±0.08 | 3.45±0.06 | 3.31±0.12 |
| | 25 | | 3.44±0.04 | 3.26±0.07 | 3.16±0.11 |
| | 35 | | 3.27±0.01 | 3.08±0.02 | 2.89±0.16 |
| Brix | 5 | 6.8±0.12 | 6.83±0.11 | 6.9±0.12 | 6.86±0.13 |
| | 25 | | 6.9±0.09 | 7.1±0.14 | 7.44±0.13 |
| | 35 | | 7.3±0.02 | 7.5±0.15 | 7.6±0.12 |

나) 저장온도 및 저장기간에 따른 기능성 강화 음료의 점도 변화

저장온도 및 저장기간에 따른 양파 음료의 점도 변화 결과는 Fig.112 과 같다. 5℃ 저장온도에서 점도의 큰 변화는 일어나지 않았다. 25℃와 35℃ 저장온도에서는 점도가 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 기능성 강화 음료는 낮은 온도에서 저장하는 것이 우수한 품질을 유지할 수 있을 것으로 사료된다.

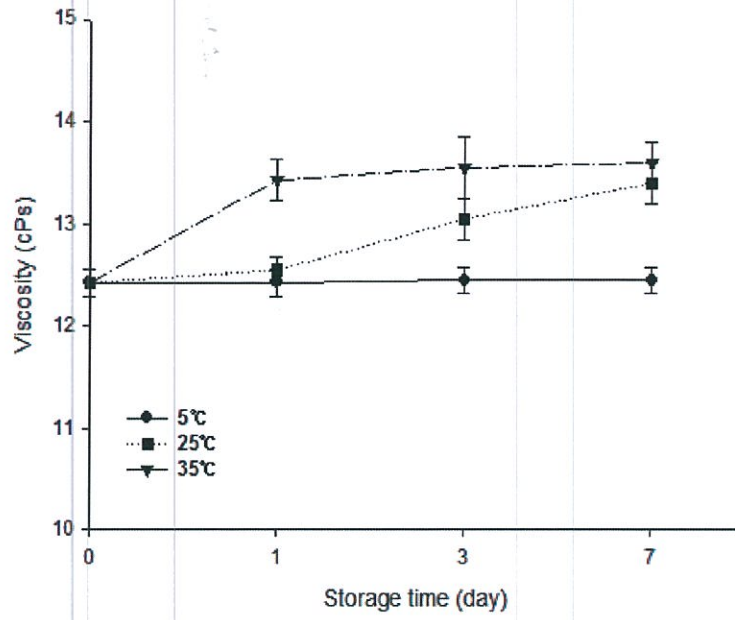


Fig.112 저장 온도 및 저장기간에 따른 기능성 강화 음료의 점도

다) 저장온도 및 저장기간에 따른 기능성 강화 음료의 총페놀 함량 및 항산화활성

저장온도 및 저장기간에 따른 기능성 강화 음료의 총페놀 함량 및 항산화활성 결과는 Fig 113~Fig.115과 같다. pH 및 당도 결과와 마찬가지로 저장온도가 낮을수록 항산화활성이 저장기간에 따라 높게 유지되는 것으로 나타났다. 결과적으로 양과 음료는 낮은 온도에서 저장하는 것이 제품의 품질유지에 효과적일 것으로 판단된다.

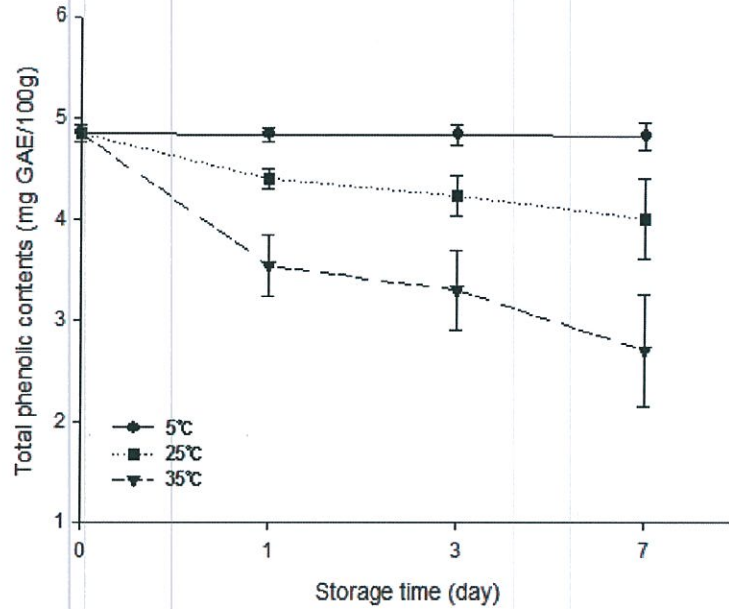


Fig 113. 저장온도 및 저장기간에 따른 기능성 강화 음료의 총페놀 함량

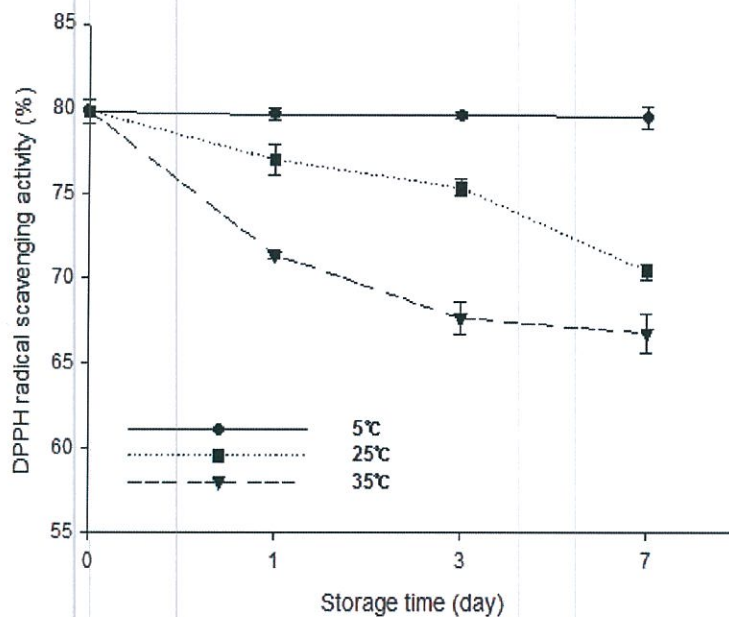


Fig 114 . 저장온도 및 저장기간에 따른 기능성 강화 음료의 DPPH 라디칼 소거능

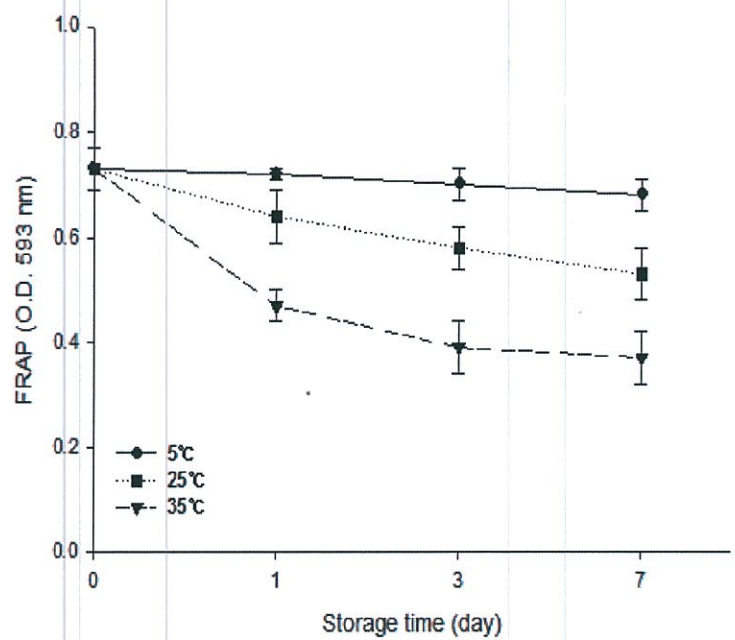


Fig 115 . 저장온도 및 저장기간에 따른 기능성 강화 음료의 FRAP assay

6) 무취 양파 조미액 저장환경에 따른 품질특성

가) 저장온도 및 저장기간에 따른 무취 양파 조미액의 pH, 당도

무취 양파 조미액의 저장온도 5, 25, 35℃에 따라 7일간 저장한 무취 양파 조미액의 품질 특성을 평가하기 위하여 pH와 당도를 분석한 결과는 Table59 과 같다. pH와 당도의 경우 큰 변화를 나타내지 않았다.

Table 59. 저장 온도 및 저장기간에 따른 무취 양파 조미액의 pH 및 염도의 변화

| Quality properties | Storage temperature (°C) | Storage time (day) | | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------|------------|------------|------------|
| | | 0 | 1 | 3 | 7 |
| pH | 5 | 4.68±0.00 | 4.68±0.01 | 4.66±0.02 | 4.67±0.09 |
| | 25 | | 4.67±0.00 | 4.55±0.04 | 4.62±0.03 |
| | 35 | | 4.56±0.08 | 4.36±0.06 | 4.33±0.01 |
| Brix | 5 | 25.00±0.00 | 25.23±0.01 | 25.25±0.02 | 25.3±0.00 |
| | 25 | | 26.33±0.00 | 27.00±0.00 | 26.60±0.00 |
| | 35 | | 28.30±0.03 | 28.14±0.02 | 29.44±0.01 |

나) 저장온도 및 저장기간에 따른 무취 양파 조미액의 점도 변화

저장온도 및 저장기간에 따른 양파 음료의 점도 변화 결과는 Fig116 과 같다.

5℃ 저장온도에서는 점도의 큰 변화가 없었다. 25℃와 35℃ 저장온도에서는 1일차에서 점도가 약간 증가하다가 7일차까지 유지되는 경향을 보였다. 양파 조미액의 경우에도 우수한 품질을 유지하기 위해서는 낮은 온도에서 저장하는 것이 바람직할 것으로 사료되어진다.

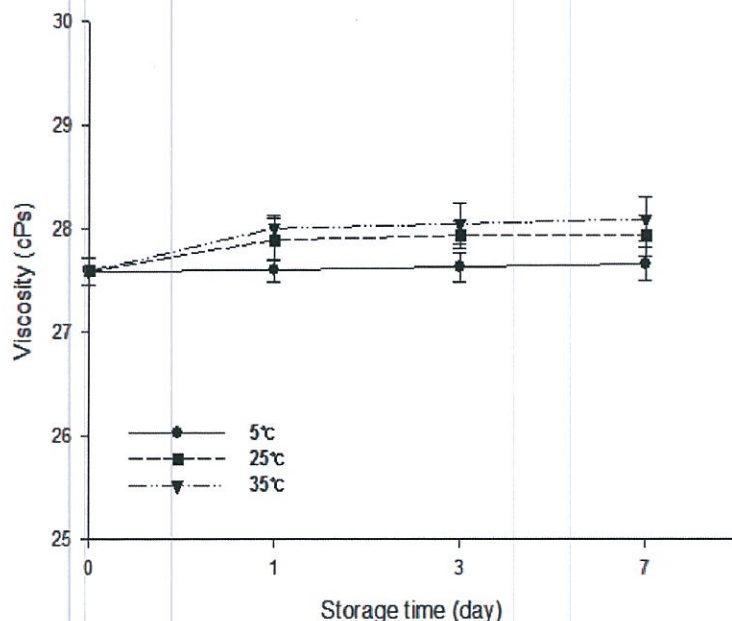


Fig. 116 저장 온도 및 저장기간에 따른 무취 양과 조미액의 점도

다) 저장온도 및 저장기간에 따른 무취 양과 조미액의 항산화활성

저장온도 및 저장기간에 따른 무취 양과 조미액의 항산화활성 결과는 Fig.117과 같다. pH 및 당도 결과와 마찬가지로 저장온도가 낮을수록 항산화활성이 저장기간에 따라 높게 유지되는 것으로 나타났다. 결과적으로 무취 양과 조미액은 낮은 온도에서 저장하는 것이 제품의 품질유지에 효과적일 것으로 판단된다.

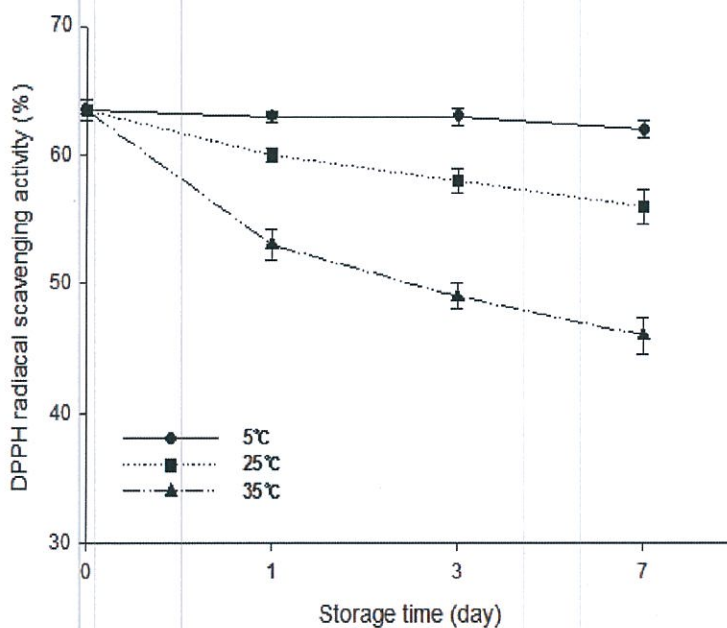


Fig 117 . 저장온도 및 저장기간에 따른 무취 양과 조미액의 DPPH 라디칼 소거능

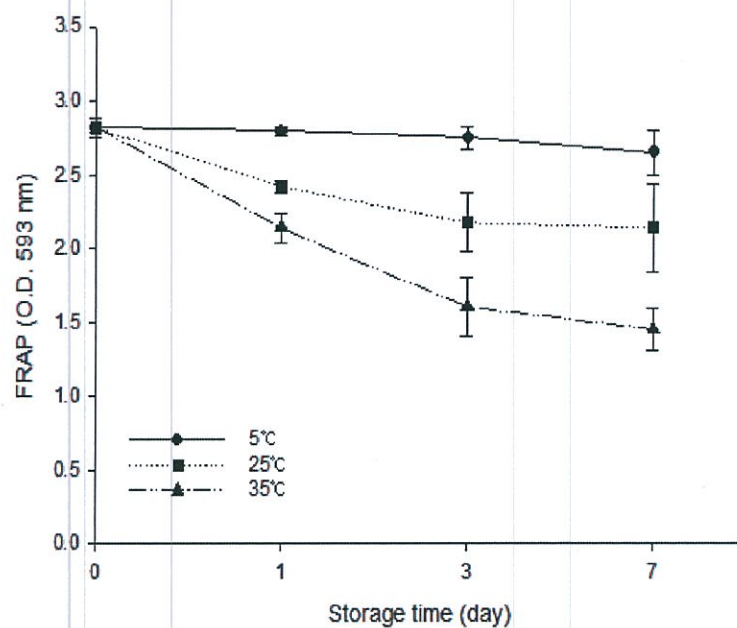


Fig 118. 저장온도 및 저장기간에 따른 무취 양과 조미액의 FRAP assay

| 항목 | 세부항목 | | | 성 과 |
|-----------|-------------------|---------------------|--|-----------------------|
| 사업화 성과 | 매출액 | 개발제품 | 개발후 현재까지(출시후 8개월) | 2.1억원 |
| | | | 향후 3년간 매출 | 15억원 |
| | | 관련제품 | 개발후 현재까지 | 4억원 |
| | | | 향후 3년간 매출 | 30억원 |
| | 시장 점유율 | 개발제품 | 개발후 현재까지 (2013년기준, 액상차 4,680억원, 식품의약품안전처 통계) | 국내 : 0.04% 국외 : 0% |
| | | | 향후 3년간 매출 | 국내 : 0.32% 국외 : -% |
| | | 관련제품 | 개발후 현재까지 | 국내 : 0.08% 국외 : -% |
| | | | 향후 3년간 매출 | 국내 : 0.64% 국외 : -% |
| | 세계시장 경쟁력 순위 | 현재 제품 세계시장 경쟁력 순위 | | - 위 |
| | | 3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위 | | - 위 |

| 항 목 | 세부 항목 | 성 과 | | | |
|----------------|--------------------------------------|---|------|------|-----|
| 사업화 계획 | 사업화 소요기간(년) | 1개 제품은 출시되어 이마트 등의 대형마트에 입점되어 판매되고 있고 나머지 제품들은 시제품 제작 단계로 1~1.5년 내에 사업화가 가능함. | | | |
| | 소요예산(백만원) | 300 (백만원, 대량생산을 위한 설비보강, 로보타이저 등) | | | |
| | 예상 매출규모 (억원) | 현재까지 | 3년후 | 5년후 | |
| | | 2.1 | 15 | 30 | |
| | 시장 점유율 | 단위(%) | 현재까지 | 3년후 | 5년후 |
| | | 국내 | 0.04 | 0.3 | 0.6 |
| 국외 | | - | - | 0.01 | |
| | 향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획 | 양파 무취화 기술을 응용한 고부가 음료 등을 개발할 계획임 | | | |
| 무역 수치 개선 효과 | (단위: 억원) | 현재 | 3년후 | 5년후 | |
| | 수입대체(내수) | 2.1 | 15 | 30 | |
| | 수 출 | - | - | 5 | |

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호 D-06

4-1. 목표달성도

| 년도별 | 수행기관 | 연구목표 | 달성여부 | 달성률 |
|----------|------|---|---|-----|
| 1차 년도 | 주관기관 | 대량생산을 위한 Scale-up 연구개발 :무취화 및 갈변억제 등의 기술에 기초한 Lab.-Scale에서의 품질특성이 될 수 있는 현장공정개발 및 설비구축 | 무취화 및 갈변억제 등의 Lab-Sclae 실험을 통하여 최적의 수율공정 확립과 이를 토대로 한 Scale-up 공정과 현장설비를 구축하였다. | 100 |
| | 위탁기관 | PC12 cell-induced AChE의 inhibitory effect 평가 | onion flesh와 onion peel의 ethyl acetate 분획물을 AChE의 inhibitory effect 평가를 하고, IC ₅₀ 값을 구하였다. | 100 |
| | | AChEi (AChE inhibitor) activity를 갖는 phenolics의 cellular antioxidant activity 평가 | AChEi activity를 갖는 onion flesh와 onion peel의 ethyl acetate 분획물을 이용하여, DCF-DA assay와 MDA 생성 억제효과 실험을 진행하였다. | 100 |
| | | TMT를 활용한 <i>in vivo</i> 동물 모델정립 및 전임상 효능 평가 | onion flesh와 onion peel의 ethyl acetate 분획물을 10,20 mg/kg of b.w 의 농도로 3주간 섭취시킨 후 Y-maze test와 passive avoidance test를 하였다. | 100 |
| | 협동기관 | 양파무취화 기술의 현장적용을 위한 응용기술 개발 | 무취 처리, 원적외선, 과열증기오븐 각 처리구 별 품질 특성(일반 성분, 무기성분, 색도, pH, 당도, 가용성 고형분 함량)을 분석하였다. | 100 |
| | | 향기성분분석 | GC/MS/MS를 이용해 무취화 기술 적용에 따른 양파의 불쾌취 성분을 분석하였다. | 100 |
| | | 불쾌취 제거 양파 및 양파추출물의 관능적 특성조사 | 각 처리구 별로 관능 평가 실시하였다. | 100 |
| | | 양파 가공부산물인 껍질의 quercetin 추출 기술 확립 | 시간 및 용매 조성에 따른 추출 시 양파 껍질의 quercetin 함량 분석하였다. | 100 |

| 년도별 | 수행기관 | 연구목표 | 달성여부 | 달성률 | |
|----------|------|--|--|--|-----|
| 2차 년도 | 주관기관 | 양파가공품의 생산단위 시제품생산 (무취양파음료, 기능성강화음료, 다목적 양파푸레 등) 및 소비자 기호도, 시장성 조사 | 다양한 추출법을 통한 원료의 유용성분의 추출효율특성 조사 | 85 | |
| | | | 추출조건에 따른 추출효율조사 | | |
| | | | 효소TEST내용을 기반으로 한 최적수율공정의 Scale-up 구축 및 공정화 Set-up 실시 | | |
| | | | 시제품생산완료 (양파음료, 양파껍질음료) | | |
| | 위탁기관 | phenolics의 Aβ-induced oxidative stress에 대한 antioxidant activity 평가 | onion flesh와 onion peel의 ethyl acetate 분획물을 이용하여 DCF-DA assay를 통하여 세포내 ROS 억제 평가를 진행하였다. | 100 | |
| | | | phenolics의 Aβ-induced neurotoxicity에 대한 protective effect 평가 | onion flesh와 onion peel의 ethyl acetate 분획물을 이용하여 MTT assay 등을 통하여 Aβ-induced neurotoxicity에 대한 세포보호 효과를 평가하였다 | 100 |
| | | | Aβ의 ICV injection을 통한 <i>in vivo</i> 동물 모델 정립 및 Aβ-induced neurotoxicity에 대한 <i>in vivo</i> 전임상 효능 평가 | onion flesh와 onion peel의 ethyl acetate 분획물을 이용하여 각 10, 20 mg/kg of b.w 의 농도로 3주간 섭취시킨후, Aβ-induced neurotoxicity에 대한 인지 (Y-maze test) 및 학습 기억력 (passive avoidance 및 Morris water maze test) 을 측정하였다. | 100 |
| | 협동기관 | 무취양파 중간소재 제조를 위한 기초제조공정 확립 및 소재의 품질특성 분석 | 과열증기처리를 이용한 무취화 공정을 확립하였으며, 무취양파 제조공정을 구축하고 소재의 품질 특성과 관능적 특성을 분석하였다 | 100 | |
| | | | 가공품 유형별 기초제조공정 확립 및 품질특성 분 | 무취양파를 이용한 다목적 양파 푸레, 양파푸레 음료, 양파 추출물, 액상조미액, 유향복합 제품 등의 제조를 위한 기초제조공정을 확립하고, 단위공정 설명서를 작성하였으며, 시제품의 품질특성 및 관능적 특성을 분석하고, 시판 제품과의 상호비교를 통해 시제품의 품질을 확인하였다. | 100 |
| | | 추가 연구 | 본 연구과제 수행 과정에서 도출된 가공 과정에서의 품질저하에 영향을 미칠 수 있는 문제요소인 분쇄에 따른 양파의 항산화활성 감소를 모니터링하기 위하여 양파의 분쇄 후 방치하는 동안 항산화활성을 분석하였다. | | |

| 년도별 | 수행기관 | 연구목표 | 달성여부 | 달성률 |
|----------|------|--|--|---------------|
| 3차 년도 | 주관기관 | 공정완료 제품의 제품화 실시 (양파껍질음료) 및 기호도 분석 | 공정완료화 된 양산화모형을 통한 양파 부산물을 활용한 양파껍질차 개발 및 출시 사업화진행, 양파음료 출시예정 | 100 |
| | 위탁기관 | 양파가 갖는 생리활성 성분 분석 | UPLC Q-TOF LC/MS를 이용하여 양파 가공품 (무취음료, 강화음료)의 생리활성성분 분석을 진행하였다. | 100 |
| | | 양파 가공품의 생리활성 성분 분석 | 양파 가공품 (무취음료, 강화음료)을 이용하여 DCF-DA assay를 통하여 세포내 ROS 억제 평가 및 MTT assay를 이용한 세포 생존율 평가를 통하여, 세포보호 효과를 평가하였 다. | 100 |
| | | 양파가공품의 H ₂ O ₂ -induced oxidative stress에 대한 세포보호효과 평가 | 양파 가공품 (무취음료, 강화음료)을 이용하여 각 20 mg/kg of b.w 의 농도로 3 주간 섭취 시킨 후, Aβ -induced neurotoxicity에 대한 인 지 (Y-maze test) 및 학습 기억력 (passive avoidance 및 Morris water maze test) 을 측정하였다. | 100 (초과수행) |
| | | 양파 가공품을 활용한 <i>in vivo</i> 인지기능 개선 효능 | <i>in vivo</i> 후, mouse의 brain을 활용 하여, SOD, oxidized GSH/total GSH 및 MDA 평가를 통하여 항산 화 활성 및 AChE, ACh 평가를 통 하여 cholinergic system 활성을 측 정하였다 | 100 |
| | | 양파 가공품을 활용한 <i>ex vivo</i> 인지기능 개선 효능 | <i>in vivo</i> 후, mouse의 brain을 활용 하여, SOD, oxidized GSH/total GSH 및 MDA 평가를 통하여 항산 화 활성 및 AChE, ACh 평가를 통 하여 cholinergic system 활성을 측 정하였다 | 100 (초과수행) |
| | 협동기관 | 제품의 영양성분, 소비자기호도 분석 및 무취처리 경제성 분석 등 산업화 기반 마련 (원적외선, 초고압처리 등 기타 신기술 처리 효과 비교 연구) | - pH 및 Brix - 갈변도 측정 - 총플라보노이드 분석 - 항산화활성(DPPH assay, ABTS as say, FRAP assay) - 총 페놀성 화합물 함량 - 미생물수 측정등의 이화학학적인 검 사와 점도등의 물리적 변화 분석 | 100 |
| | | 저장환경(온도, 광선, 수분 등)에 따른 저장안정성 조사 | 저장환경(온도, 수분, 빛)등에 따른 시 제품들의 점도 등의 이화학적인 저장 안정성을 완료하였다. | 100 |
| | | -9점 척도법을 통한 관능검사 | 경상대학교 식품공학과 학생 20명을 대상으로 처리구별 관능평가를 9점 척 도법으로 실시하였다. 전체적인 기호 도는 이를 모두 종합하였을 때 기호도 가 뛰어난 것을 높은 점수를 주도록 하였다. | 100 |

| | 코드번호 | D-06 |
|---|------|------|
| <p>4-2. 관련분야 기여도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 양파를 이용한 인지/기억능력 효능 평가를 통한 건강지향 또는 건강기능식품 시장에 새로운 소재 제공 - 우수한 공정기술개발 및 이를 기초한 고품질 양파 가공품으로 수출시장개척 토대마련 - 양파에서 유래된 여러 생리활성 물질 (퀘세틴, 유허화합물 등)의 기능성 소재화를 통한 양파산업의 고부가가치에 기여 - 인지 및 기억능력 개선 효과를 갖는 건강지향식품의 개발로 국내 건강기능식품 관련 기술 향상 효과예상 - 양파의 껍질 및 그 추출물을 원료로 동시에 활용함으로써 양파의 활용도를 높임 - 양파의 비기호성(불쾌취, 아린맛 등) 원인물질의 저감화를 통한 양파즙 및 기타가공품의 개발선도화 예상 | | |

5. 연구결과의 활용계획

| | 코드번호 | D-07 |
|---|------|------|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 환경친화적 가공공정기술 접목으로 양파가공식품을 개발하여 소비자의 안전하고 건강한 웰빙식품에 대한 요구에 부합 ● 양파의 비기호성(불쾌취, 아린맛 등) 원인물질의 저감화를 통한 양파즙 및 기타가공품의 기호성 증진효과가 기대되며, 이를 통한 양파가공제품의 소비가 확대될 수 있음 ● 양파를 이용한 다양한 고품질 가공품의 개발 및 상품화에 기인한 양파원료의 꾸준한 수요 증가로 양파재배 농가의 수입증대 기여 ● 양파에서 유래된 여러 생리활성 물질 (퀘르세틴, 유허화합물 등) 의 기능성 소재화를 통한 양파산업의 고부가가치에 기여 ● 양파의 건강이미지에 부합된 친환경적이고 인체무해한 공정기술을 개발하고 상품화에 접목하여 소비자의 안전식품, 웰빙식품에 대한 요구에 부합되고 국민건강기여 ● 우수한 공정기술개발 및 이를 기초한 고품질 양파 가공품으로 수출시장개척 토대마련 ● 양파의 껍질 및 그 추출물을 원료로 동시에 활용함으로써 양파의 활용도를 높임 ● 양파의 활용도를 높임으로써 국산양파의 가격경쟁력을 강화함 ● 양파 및 양파가공품의 갈변억제 기술을 통한 기타 가공식품의 색도 및 저장안정성 개선에 기여 ● 양파 및 양파가공품의 생리활성 효능을 평가하여 건강지향형 가공식품 개발 ● 부산물을 이용한 자원화 기술 개발 ● 국내 및 수출대상국 시장 분석을 통한 기능성 양파식품 수출확대와 경쟁력 강화 ● 원료 관리를 통해 기능성 양파식품에 대한 소비자 신뢰도 제고와 상품차별화 | | |

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

| | |
|------|------|
| 코드번호 | D-08 |
|------|------|

해당없음

7. 연구개발결과의 보안등급

| | |
|------|------|
| 코드번호 | D-09 |
|------|------|

해당없음

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

| | |
|------|------|
| 코드번호 | D-10 |
|------|------|

| 구입 기관 | 연구시설/ 연구장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입 연월일 | 구입 가격 (천원) | 구입처 (전화번호) | 비고 (설치 장소) | NTIS장비 등록번호 |
|----------------------------|----------------|-------------|----|--------|---------------|---------------|------------------|----------------|
| <input type="radio"/> 해당없음 | | | | | | | | |

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

| | |
|------|------|
| 코드번호 | D-11 |
|------|------|

해당없음

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

| 번호 | 구분 (논문/특허/기타) | 논문명/특허명/기타 | 소속 기관 명 | 역할 | 논문게재지/ 특허등록국 가 | 코드번호 | | D-12 | |
|----|------------------|--|---------------|----------|----------------------|------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|
| | | | | | | Impact Factor | 논문게재일 /특허등록일 | 사사여부 (단독사사 또는 중복사사) | 특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등) |
| 1 | 논문 | 양파(<i>Allium cepa</i> L.)과육과 분획물의 항산화효과 및 산화적 스트레스에 대한 PC12 cell 보호효과 | 위탁 기관 | 주요 저자 | 대한민국 | | 2015-04-16 | | |
| 2 | 논문 | Ameliorating effects of ethyl acetate fraction from onion (<i>Allium cepa</i> L.) flesh and peel in mice following trimethyltin-induced learning and memory impairment | 위탁 기관 | 주요 저자 | 해외 | | 2015-05-03 | | sci |
| 3 | 논문 | 과열 증기 처리에 따른 양파의 향기 성분 및 품질특성 | 협동 기관 | 주요 저자 | 대한민국 | | 2016-03-23 | | |
| 4 | 논문 | The effect of grinding at various vacuum levels on the color, phenolicss, and antioxidant properties of apple | 협동 기관 | 주요 저자 | 해외 | | 2016-08-10 | | sci |
| 5 | 특허 | 양파추출물 또는 이의 분획물을 유효성분으로 함유하는 인지기 능 또는 기억능력 개선용 조성물 | 위탁 기관 | 특허 출원 | 대한민국 | | 2015-01-15 | | |
| 6 | 특허 | 산화방지 가능한 가공장치 및 그 를 이용한 가공방법 | 협동 기관 | 특허 등록 | 대한민국 | | 2015-03-20 | | |
| 7 | 발명특허 | 과채류용 진공분쇄기 | 협동 기관 | 특허 등록 | 대한민국 | | 2015-10-15 | | |

11. 기타사항

| 코드번호 | | D-13 |
|----------|--|------|
| ○기타사항 없음 | | |

12. 참고문헌

코드번호

D-14

1. Kim DO, Jeong SW, Lee CY. Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. *Food Chem.* 81 : 321-326 (2003).
2. Kim DO, Lee KW, Lee HJ, Lee CY. Vitamin C equivalent antioxidant capacity of phenolic phytochemicals. *J Agr Food Chem.* 50 : 3713-3717 (2002).
3. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem* 239 : 70-76 (1996).
4. Ellmans GL, Countney KD, Andress VJ, Featherstone RM. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharmacol.* 7 : 88-95 (1961).
5. Chang ST, Wu JH, Wang SY, Kang PL, Yang NS, Shyur, LF. Antioxidant activity of extracts from *Acacia confusa* bark and heart wood. *J Agr Food Chem.* 49 : 3420-3424 (2001).
6. Heo HJ, Cho HY, Hong BS, Kim HK, Kim EK, Kim BK, Shin DH. Protective effect of 4',5-dihydroxy-3',6,7-trimethoxyflavone from *Artemisia asiatica* against A β -induced oxidative stress on PC12 cells. *Amyloid.* 8 : 194-201 (2001).
7. Kim MJ, Choi SJ, Lim ST, Kim HK, Heo HJ, Kim EK, Jun WJ, Cho HY, Kim YJ, Shin DH. Ferulic acid supplementation prevents trimethyltin-induced cognitive deficits in mice. *Biosci Biotechnol Biochem.* 71 : 1063-1068 (2007).
8. Choi SJ, Kim MJ, Heo HJ, Kim JK, Jun WJ, Kim HK, Kim EK, Kim MO, Cho HY, Hwang HJ, Kim YJ, Shin DH. Ameliorative effect of 1,2-benzene dicarboxylic acid di-nonyl ester against amyloid beta peptide-induced neurotoxicity. *Amyloid* 16 : 15-24 (2009).
9. Joo RJ, Lim SY. Effects of Onion Flesh and Peel on Chemical Components, Antioxidant and Anticancer Activities. *Journal of Life Science.* 11 : 1598~1604 (2009).
10. Choi GN, Jeong CH, Kwak JH, Kim JH, Shin YH, Lee SC, Cho SH, Choi SG, Heo HJ. Effect of Storage Temperature and Water Activity on Antioxidant Activities of Powdered Green Tea Extracts. *Korean J Food Preserv.* 16 : 333-341 (2009).
11. Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Jeong CH, Jeong HR, Lee U, Heo HJ. Effect of quercetin on learning and memory performance in ICR mice under neurotoxic trimethyltin exposure. *Food Chem* 132 : 1019-1024 (2012).
12. Uchida K, Stadtman ER. Covalent attachment of 4-hydroxynonenal to glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase A possible involvement of intra and intermolecular cross-linking reaction. *J. Biol. Chem.* 268 : 6388-6393 (1993).
13. Zhao B. Natural antioxidants protect neurons in Alzheimer's disease and Parkinson's disease. *Neurochem Res* 34, 630-638 (2009).
14. Kim SS, Park RY, Jeon HJ, Kwon YS, Chun W. Neuroprotective effects of 3,5-dicaffeoylquinic acid on hydrogen peroxide-induced cell death in SH-SY5Y cells. *Phytother. Res.* 19 : 243-245 (2005)

15. Kim JH, Choi GN, Kwak JH, Jeong HR, Jeong CH, and Heo HJ. Neuronal cell protection and acetylcholinesterase inhibitory effect of the phenolics in chestnut inner skin. *Food Sci Biotechnol*, 20: 311-318 (2011).
16. Kim MJ, Choi SJ, Lim ST, Kim HK, Heo HJ, Kim EK, Jun WJ, Cho HY, Kim YJ, and Shin DH. Ferulic acid supplementation prevents trimethyltin-induced cognitive deficits in mice. *Biosci Biotechnol Biochem*. 71 : 1063-1068 (2007).
17. Morris, R. Developments of a water-maze procedure for studying a spatial learning in the rat. *J neurosci met*. 11(1): 47-60 (1984).
18. Ellmans GL, Countney KD, Andress VJ, and Featherstone RM. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharmacol*. 7: 88-95 (1961).
19. Choi SJ, Kim MJ, Heo HJ, Kim JK, Jun WJ, Kim HK, Kim EK, Kim MO, Cho HY, Hwang HJ, Kim YJ, and Shin DH. Ameliorative effect of 1,2-benzene dicarboxylic acid dinonylester against amyloid beta peptide-induced neurotoxicity. *Amyloid* 16: 15-24 (2009).
20. Kim SS, Park RY, Jeon HJ, Kwon YS, and Chun W. Neuroprotective effects of 3,5-dicaffeoylquinic acid on hydrogen peroxide-induced cell death in SH-SY5Y cells. *Phytother. Res*. 19: 243-245 (2005).
21. Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Jeong CH, Jeong HR, Lee U, and Heo HJ. Effect of quercetin on learning and memory performance in ICR mice under neurotoxic trimethyltin exposure. *Food Chem*: 132, 1019-1024 (2012).
22. Wang DM, Li SQ, Wu WL, Zhu XY, Wang Y, and Yuan WY. Effects of long-term treatment with quercetin on cognition and mitochondrial function in a mouse model of Alzheimer's disease. *Neurochem Res*, 39(8): 1533-1543 (2014).
23. Furuta A, Price DL, Pardo CA, Troncoso JC, Xu ZS, Taniguchi N, and Martin LJ. Localization of superoxide dismutases in Alzheimer's disease and Down's syndrome neocortex and hippocampus. *Am J Pathol*, 146(2): 357-367 (1995).
24. Vina J, Lloret A, Orti R, and Alonso D. Molecular bases of the treatment of Alzheimer's disease with antioxidants: Prevention of oxidative stress. *Mol Aspects Med* 25(1-2): 117-123 (2004).

25. Kim JH, Choi GN, Kwak JH, Jeong HR, Jeong CH, and Heo HJ. Neuronal cell protection and acetylcholinesterase inhibitory effect of the phenolics in chestnut inner skin. *Food Sci Biotechnol*, 20: 311-318 (2011).
26. Kim MJ, Choi SJ, Lim ST, Kim HK, Heo HJ, Kim EK, Jun WJ, Cho HY, Kim YJ, and Shin DH. Ferulic acid supplementation prevents trimethyltin-induced cognitive deficits in mice. *Biosci Biotechnol Biochem*. 71 : 1063-1068 (2007).
27. Morris, R. Developments of a water-maze procedure for studying a spatial learning in the rat. *J neurosci met*. 11(1): 47-60 (1984).
28. Ellmans GL, Countney KD, Andress VJ, and Featherstone RM. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharmacol*. 7: 88-95 (1961).
29. Choi SJ, Kim MJ, Heo HJ, Kim JK, Jun WJ, Kim HK, Kim EK, Kim MO, Cho HY, Hwang HJ, Kim YJ, and Shin DH. Ameliorative effect of 1,2-benzene dicarboxylic acid dinonylester against amyloid beta peptide-induced neurotoxicity. *Amyloid* 16: 15-24 (2009).
30. Kim SS, Park RY, Jeon HJ, Kwon YS, and Chun W. Neuroprotective effects of 3,5-dicaffeoylquinic acid on hydrogen peroxide-induced cell death in SH-SY5Y cells. *Phytother. Res*. 19: 243-245 (2005).
31. Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Jeong CH, Jeong HR, Lee U, and Heo HJ. Effect of quercetin on learning and memory performance in ICR mice under neurotoxic trimethyltin exposure. *Food Chem*: 132, 1019-1024 (2012).
32. Wang DM, Li SQ, Wu WL, Zhu XY, Wang Y, and Yuan WY. Effects of long-term treatment with quercetin on cognition and mitochondrial function in a mouse model of Alzheimer's disease. *Neurochem Res*, 39(8): 1533-1543 (2014).
33. Furuta A, Price DL, Pardo CA, Troncoso JC, Xu ZS, Taniguchi N, and Martin LJ. Localization of superoxide dismutases in Alzheimer's disease and Down's syndrome neocortex and hippocampus. *Am J Pathol*, 146(2): 357-367 (1995).
34. Vina J, Lloret A, Orti R, and Alonso D. Molecular bases of the treatment of Alzheimer's disease with antioxidants: Prevention of oxidative stress. *Mol Aspects Med* 25(1-2): 117-123 (2004).

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

| | | | | | |
|--|--|-----------|------------------|------------------------------|-----|
| 과 제 명 | (국문) 신수요 창출을 위한 양파 무취화 기술 및 고효율 추출 기술 개발과 이를 이용한 고부가가치 제품화 | | | | |
| | (영문) Development of Processing Technology for Reduction of Off-flavor and for High Efficiency Extraction Method from Onion and Manufacturing high value-added Products using the Onion for Creating New Demand | | | | |
| 주관연구기관 | 우포의아침(주) | | 주 관 연 구 책 임 자 | (소속) 우포의아침(주) | |
| 참 여 기 업 | | | (성명) 박 중 협 | | |
| 총연구개발비 (450,000천원) | 계 | 450,000천원 | 총 연 구 기 간 | 2013.07.16.~2016.07.15 (총3년) | |
| | 정부출연 연구개발비 | 330,000천원 | 총 참 여 연 구 원 수 | 총 인 원 | 44명 |
| | 기업부담금 | 120,000천원 | | 내부인원 | 44명 |
| | 연구기관부담금 | | | 외부인원 | |
| <p>○ 연구개발 목표 및 성과 양파 가공품의 소비욕구 증대를 위해서는 양파의 건강 기능적 특징의 개선 뿐 아니라 이를 위해서 양파의 불쾌취를 저감화 하는 무취화 기술, 갈변 등 영양성분의 변화를 최소화하는 기술개발, 그리고 이를 통한 다양한 양파 편이 가공식품 개발이 필요하다고 판단되며 심혈질환 예방, 혈당저하 효과 등 생리적으로 매우 우수한 것으로 검증된 양파 유래 기능성 성분인 퀘르세틴 등을 효율적으로 추출하여, 이를 기능성 강화 제품에 응용 할 수 있는 기술과 제품이 개발되면 양파 생산농가 및 국내양파 산업 증진에도 기여할 것을 목표로 주관기관은 최적공정의 수율공정의 연구와 양산화 설비구축과, 양파부산물인 양파껍질을 이용한 ‘양파껍질차’ 제품을 사업화 하였으며, 위탁기관은 양파추출물의 기능성물질의 작용기작을 규명하며, 인지기능 등의 생리활성에 대한 연구를 진행하였다. 협동연구기관은 양파가 가진 불쾌취의 저감화를 위한 양파가공 공정의 연구와 양파의 기능성을 간직하며, 양파의 이미·이취를 저감시킨 시제품을 개발하였다.</p> | | | | | |
| <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 고품질 양파가공품 제품화 및 부산물활용기술개발 및 대량생산을 위한 Scale-up 연구개발완료 및 그에 기초한 현장공정 개발 및 설비구축 ● 양파의 부산물인 양파껍질을 이용한 추출음료의 개발과 제품화 ● 양파의 인지/기억능력 개선 효능 평가 및 생리활성성분 분석 ● 양파의 불쾌취 저감화를 위한 공정기술 개발과 이를 기초한 다양한 가공제품 개발 공정 수립 및 품질특성조사 ● pH 및 Brix, 갈변도 측정, 총 플라보노이드 분석, 항산화활성(DPPH assay, ABTS assay, FRAP assay) 총 페놀성 화합물 함량 미생물수 측정 등의 이화학적 특성조사 | | | | | |
| <p>○ 연구 성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 양파의 비기호성(불쾌취, 아린맛 등) 원인물질의 저감화를 통한 양파즙 및 기타가공품의 기호성 증진효과와 양파가공제품의 소비가 확대될 수 있음 ● 양파에서 유래된 여러 생리활성 물질 (퀘세틴, 유헤화합물 등) 의 기능성 소재화를 통한 양파산업의 고부가가치에 기여 ● 양파 및 양파가공품의 생리활성 효능을 평가하여 건강지향형 가공식품 개발 | | | | | |

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

| | | | | | |
|---------------------|---|----------------------------|---------|----------|---------|
| | | | 코드번호 | D-15 | |
| | | | 과제번호 | 113023-3 | |
| 사업구분 | 고부가가치식품개발사업 | | | | |
| 연구분야 | 식품가공학 | 과제구분 | | 단위 | |
| 사업명 | 고부가가치식품개발사업 | | | 주관 | |
| 총괄과제 | 기재하지 않음 | 총괄책임자 | | 기재하지 않음 | |
| 과제명 | 신수요 창출을 위한 양파 무취화 기술 및 고효율 추출 기술 개발과 이를 이용한 고부가가치 제품화 | | 과제유형 | (개발) | |
| 연구기관 | 우포의아침(주) | | 연구책임자 | 박중협 | |
| 연구기간 연구비 (천원) | 연차 | 기간 | 정부 | 민간 | 계 |
| | 1차년도 | 2013.07.16. ~2014.07.15 | 110,000 | 40,000 | 150,000 |
| | 2차년도 | 2014.07.16. ~2015.07.15 | 110,000 | 40,000 | 150,000 |
| | 3차년도 | 2015.07.16. ~2016.07.15 | 110,000 | 40,000 | 150,000 |
| | 계 | 2013.07.16. ~2016.07.15 | 330,000 | 120,000 | 450,000 |
| 참여기업 | | | | | |
| 상대국 | 상대국연구기관 | | | | |


2. 평가일 : 2016. 08. 19

3. 평가자(연구책임자) :

| | | |
|-----------------|------|-----|
| 소속 | 직위 | 성명 |
| 농업회사법인 우포의아침(주) | 대표이사 | 박중협 |

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

| | |
|-----|---|
| 확 약 |  |
|-----|---|

1. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

연구개발 내용의 독창성이 우수하며 결과에 따른 사업화가 종료된 후 실제로 이마트 등의 대형마트, 전국고속도로 휴게소 등에서 판매되는 대중성과 상품성을 소비자들로부터 인정을 받음

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

연구결과를 바탕으로 소비자들의 다양한 요구를 충족할 수 있는, 제품으로 인정받았고 까다로운 대형마트 MD들에게 선택을 받았고 대기업들이 독식하고 있는 판매대에서 나란히 경쟁되는 우수한 제품으로 파급력이 높다고 할 수 있음. 또한 추후 시리즈로 출시될 제품들도 시장에서 무난히 인정 받을 것으로 봄.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

연구개발결과와 사업화가 충실히 연계되어있어 먼저 개발된 양파껍질차외에 다양한 제품을 순차적으로 신제품을 출시할 계획이어서 활용도 및 가능성이 높음.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

연구 개발 일정에 맞춰 성실히 진행되었고 최초에 계획된 부분보다 사업화에 적용할 수 있는 다양한 연구 결과를 도출함.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

사업화가 진행된 제품 외에도 논문 3건, 지적소유권 3건, 학술발표 5건으로 연구성과 또한 우수하다고 볼 수 있음.

II. 연구목표 달성도

| 세부연구목표 (연구계획서상의 목표) | 비중 (%) | 달성도 (%) | 자체평가 |
|---|-----------|------------|---|
| 주관기관) 고품질 양과가공품 제품화 및 부산물 활용기술개발 | 35 | 35 | 양과와 양과부산물을 이용한 고 수율 적용 결과도출과 양산화시 설의 설비구축을 토대로 양과껍 질차 음료제품개발 |
| 협동기관) 양과의 불쾌취 저감화를 위한 공정 기술 개발과 이를 기초한 다양한 가 공제품 개발 공정 수립 및 품질특성 조사 | 35 | 35 | 다양한 공정개발과 기능성분석을 통한 양과가공품의 특성조사 및 불쾌취가 저감된 다양한 종류의 양과가공품의 시제품화 |
| 위탁기관) 양과의 인지/기억능력 개선 효능 평 가 및 생리활성성분 분석 | 30 | 30 | 양과의 기능성분등을 다양한 실험을 통하여 생리활성기작과 작용 및 양과가공시제품의 생리활성을 연구 |
| 합계 | 100점 | 100 | |

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

3년차별 목표계획 대비 100% 수행하였으며, 양과부산물을 활용한 양과껍질차의 사업화 및 양과의
기능성물질 등의 다양한 생리활성기능의 규명과, 양과가 가진 불쾌취 및 이미 등의 저감화
설비의 개발과 이를 토대로 한 다양한 종류 (푸레, 조미액, 건강음료 등)의 시제품을 개발함

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

양과의 부산물 등을 활용한 제품의 개발 및 대량공정화 구축을 통해 양과껍질차 의 출시를 통한 사업
화와 양과가 가진 고유성분등을 다양한 생리활성을 실험을 통하여 in-vivo 실험을 등을 통하여 규명한
부분과, 양과의 불쾌취 및 이미.이취의 저감화를 위한 설비 등의 특허와 저감화 기술로 만들어진 시제
품과 시제품의 저장 안정성 및 생리활성 등의 Data자료

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

개발된 다양한 시제품을 대량화구축하여 제품화 및 사업화

IV. 보안성 검토

보안의 필요 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

보안의 필요 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

보안의 필요 없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

| | | | | | | |
|--------|--|-----------|----------------------------------|-------------------------------|---|-----------|
| 사업추진형태 | <input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제 | | 분 야 | 식품,식품가공학 | | |
| 연구과제명 | 신수요 창출을 위한 양파 무취화 기술 및 고효율 추출 기술 개발과 이를 이용한 고부가가치 제품화 | | | | | |
| 주관연구기관 | 우포의아침(주) | | | 주관연구책임자 | 박 중 협 | |
| 연구개발비 | 정부출연 연구개발비 | 기업부담금 | | 연구기관부담금 | | 총연구개발비 |
| | 330,000천원 | 120,000천원 | | | | 450,000천원 |
| 연구개발기간 | 2013.07.16.~2016.07.15 | | | | | |
| 주요활용유형 | <input type="checkbox"/> 산업체이전 성과를 통한 자체 제품화 및 사업화) | | <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 | <input type="checkbox"/> 정책자료 | <input checked="" type="checkbox"/> 기타(당사의 기술 <input type="checkbox"/> 미활용 | |

2. 연구목표 대비 결과

| 당초목표 | 당초연구목표 대비 연구결과 |
|--|--|
| ①고품질 양파가공품 제품화 및 부산물 활용기술개발 | 양파와 양파부산물을 이용한 고수율 적용의 결과 도출과 양산화시설의 설비구축을 토대로 양파껍질차 음료제품개발 |
| ②양파의 불쾌취 저감화를 위한 공정기술 개발과 이를 기초한 다양한 가공 제품 개발 공정 수립 및 품질특성조사 | 다양한 공정개발과 기능성분석을 통한 양파가공품의 특성조사 및 불쾌취가 저감된 다양한 종류의 양파가공품의 시제품화 |
| ③양파의 인지/기억능력 개선 효능 평가 및 생리활성성분 분석 | 양파의 기능성분등을 다양한 실험을 통하여 생리활성기작과 작용 및 양파가공시제품의 생리활성을 연구 |

3. 연구목표 대비 성과

| 성과목표 | 사업화지표 | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | | |
|-----------|--------|-------|-------|------------|-----|-----|-----|-----|-------|------|--------|------|--------|-------|-------|-------|---------|---------|-----------------|
| | 지식 재산권 | | | 기술 실시 (이전) | | 사업화 | | | | | 기술 인증 | 학술성과 | | | 교육 지도 | 인력 양성 | 정책 활용홍보 | | 기 타 (타 연구 활용 등) |
| | 특허 출원 | 특허 등록 | 품종 등록 | 건수 | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용 창출 | 투자유치 | | 논문 | | 학술 발표 | | | 정 책 활 용 | 홍 보 전 시 | |
| | | | | | | | | | | | | SC I | 비 SC I | | | | | | |
| 최종목표 | 3 | | | 3 | | 3 | | | | | | 1 | 4 | | | | 1 | | |
| 연기간내 달성실적 | 2 | 1 | | 0 | | 1 | | | | | | 1 | 3 | 6 | | | | | |
| 달성율(%) | 66 | | | 0 | | 33 | | | | | | | 75 | 100 | | | | | |

4. 핵심기술

| 구분 | 핵심기술명 |
|----|-----------------------------|
| ① | 양과껍질추출물을 이용한 양과껍질차 음료개발 |
| ② | 산화방지 가능한 가공장치 및 그를 이용한 가공방법 |
| ③ | 과채류용 진공 분쇄기 |

5. 연구결과별 기술적 수준

| 구분 | 핵심기술 수준 | | | | | 기술의 활용유형(복수표기 가능) | | | | |
|-------|---------|-------|---------|------------|------------|-------------------|------------|---------|------|----|
| | 세계 최초 | 국내 최초 | 외국기술 복제 | 외국기술 소화·흡수 | 외국기술 개선·개량 | 특허출원 | 산업체이전(상품화) | 현장에로 해결 | 정책자료 | 기타 |
| ①의 기술 | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | | |
| ②의 기술 | | | | ✓ | | ✓ | | | | |
| ③의 기술 | | | | ✓ | | ✓ | | | | |
| . | | | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | | | |

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

| 핵심기술명 | 핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과 |
|-------|----------------------------|
| ①의 기술 | 양과껍질의 추출조건과 여과공정 및 추출액배합비율 |
| ②의 기술 | 양과가공품이 이미.이취 저감화 기술에 적용 |
| ③의 기술 | 양과가공품의 산화방지 및 특성유지 |
| . | |
| . | |

7. 연구종료 후 성과창출 계획

| 성과목표 | 사업화지표 | | | | | | | | | | 연구기반지표 | | | | | | | |
|---------------|--------|------|------|----------|-----|-----|-----|-----|------|------|--------|------|------|--------|------|----------|------|---------------|
| | 지식 재산권 | | | 기술실시(이전) | | 사업화 | | | | | 기술인증 | 학술성과 | | 교육지도 | 인력양성 | 정책 활용·홍보 | | 기타(타 연구 활용 등) |
| | 특허출원 | 특허등록 | 품종등록 | 건수 | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용창출 | 투자유치 | | 논문 | 학술발표 | | | 정책활용 | 홍보전시 | |
| | | | | | | | | | | | SC I | | | 비 SC I | | | | |
| 최종목표 | 3 | | | 3 | | 3 | | | | | | 1 | 4 | | | | 1 | |
| 연구기간내 달성실적 | 2 | | | | | 1 | | | | | | | 3 | | | | | |
| 연구종료후 성과창출 계획 | 1 | | | 3 | | 2 | | | | | | | 1 | 1 | | | | |

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

| | | | |
|--------------------------|--|--|------------------------------------|
| 핵심기술명 ¹⁾ | | | |
| 이전형태 | <input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상 | 기술료 예정액 | 천원 |
| 이전방식 ²⁾ | <input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 기타(| <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 | <input type="checkbox"/> 협의결정) |
| 이전소요기간 | | 실용화예상시기 ³⁾ | |
| 기술이전시 선행조건 ⁴⁾ | | | |

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품 개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.