발 간 등 록 번 호
11-1543000-002201-01

보은 으뜸도라지를 이용한 지역 특화 고부가가치제품개발 최종보고서

2018. 1. 30

주관연구기관 / 충남대학교
협동연구기관 / 보은황토천마영농조합법인

농 림 축 산 식 품 부
충 남 대 학 교

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “보은 으뜸도라지를 이용한 지역 특화 고부가가치 제품 개발 ”(개발기간 : 2015. 12. ~ 2017. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 1 . 30 .

주관연구기관명 : 충남대학교 산학협력단 (대표자) 김영국 (인)

협동연구기관명 : 보은황토천마영농조합법인(대표자) 김범동 (인)

주관연구책임자 : 김미리

협동연구책임자 : 김범동

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>115098-2</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2015.12.18.-2017.12.17.
(2년)</td><td>단 계 구 분</td><td>2/ 2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>단 위 사 업</td><td colspan="4">자유응모</td></tr>
<tr><td>사 업 명</td><td colspan="4">농생명산업기술개발사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">보은 으뜸도라지를 이용한 지역 특화 고부가가치 제품 개발</td></tr>
<tr><td>세부 과제명</td><td colspan="4">(해당 없음)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">김미리</td><td>해당단계
참 여
연구원 수</td><td>총: 13 명
내부: 13 명
외부: 0 명</td><td>해당단계
연 구 개 발 비</td><td>정부:136,000천원
민간: 34,000천원
계:170,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참 여
연구원 수</td><td>총: 19 명
내부: 19 명
외부: 0 명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부:196,000천원
민간:49,000천원
계:245,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="3">충남대학교 산학협력단</td><td colspan="2">참여기업명
: 보은 황토천마 영농조합법인</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="3">연구기관명
(해당 없음)</td><td colspan="2">연구책임자
(해당 없음)</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약
□ 신품종 으뜸도라지의 우수성
○ 일반성분 및 사포닌 분석, 품질특성, 항산화능, 세포 및 동물실험을 통한 신경세포보호 및 인지능 개선 등을 연구
□ 으뜸도라지를 이용한 고부가가치 제품개발
○ 으뜸도라지 정과, 으뜸도라지양갱, 슈퍼 도라지청
□ 으뜸도라지를 이용한 당저감화 제품개발 공정확립
○ 설탕을 천연당대체등으로 대체한 으뜸도라지정과 제조 공정
○ 당저감화 으뜸도라지 정과액을 이용한 으뜸도라지 양갱 제조
○ 당저감화 슈퍼도라지청 제조
□ 지역 특화품목으로 육성하여 농가 소득 증대 및 경제 활성화
○ 으뜸도라지, 슈퍼도라지청의 제품화 및 매출창출
○ 으뜸도라지양갱의 제품화 등록 예정</td><td colspan="2">보고서 면수</td></tr>
</table>

4. 국문 요약문

코드번호	D-01

연구의 목적 및 내용	보은 으뜸 도라지를 이용한 고부가가치 제품 개발을 통한 지역 특화품목으로 육성하고 체험 및 관광 등 6차 산업을 통해 농가 소득 증대 및 경제 활성화				
연구개발성과	**□ 보은 으뜸 도라지의 이화학적 성분 특성 및 우수성** ○ 으뜸 도라지 영양성분 분석, 품질 특성 및 항산화능 ○ 으뜸도라지 사포닌 프로파일링 및 사포닌 정량 ○ 으뜸도라지의 신경세포에서의 Neuroprotection 효능 분석 **□ 보은 으뜸 도라지를 이용한 지역 특화 고부가가치제품 개발** ○ 저당 및 기능성 한방재료를 이용한 인지기능 개선용 건강지향 제품 개발 ○ 설탕을 대체할 수 있는 소재 선정하여 추출 및 배합비 확립 ○ 버려지는 도라지 부산물 및 정과액을 사용한 생리활성기능을 높인 양갱의 개발 ○ 효율성과 경제성을 고려한 제조 공정, 제조 시간, 온도, 시설 등 표준화 공정 확립 ○ 제품의 이화학적 품질특성 및 항산화성 분석 ○ 시장성 확보를 위한 소비자 기호도 조사 **□ 지역특화품목 육성을 통한 도라지 소비 확대 및 6차 산업모델화** ○ 으뜸도라지로부터 개발한 기능성 고부가가치제품을 중심으로 한 2차 중심형 6차 산업 모델화 구축 ○ 농촌과 도시 연계로 만들기 체험 및 농촌스테이를 위한 시설 구축 ○ 농촌 관광 및 고부가가치 6차 산업 육성을 위한 주요 컨텐츠인 만들기 체험 개발				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 저당 및 인지기능 개선용 건강지향성 제품 개발로 으뜸도라지 생산 및 소비 증가 ○ 건강지향성 제품 개발 소비로 국민 건강에 이바지함 ○ 6차 산업을 복합적으로 연계 · 제공함으로써 고부가가치화로 농촌소득 증대 ○ 도라지 생산 공동체 형성으로 안정된 원료 공급으로 품질관리 및 상품성 향상 ○ 농촌의 공동체 회복 및 노령화된 유휴 인력의 일자리 창출 ○ 고부가가치 으뜸도라지 보은명품농업의 육성 및 지역 특화로 보은의 브랜드가치 상승 ○ 과정류 제조 시 생성되는 유도체 물질의 생리적 효능 확인으로 신규소재 도출 ○ 으뜸도라지 과정류의 제조 공정 확립을 통한 표준화 및 기술이전 ○ 으뜸도라지 양갱의 제조 공정 확립을 통한 표준화 및 기술이전 ○ 슈퍼도라지청의 제조 공정 확립을 통한 표준화 및 기술이전 ○ 정과 제조 시 부산물인 정과액을 양갱 제조 시 활용함으로써 수익 창출 극대화 ○ 으뜸도라지의 우수성을 과학적으로 입증, 소비자 신뢰도 제고				
중심어 (5개 이내)	도라지	당저감화	6차산업	농촌어매니티	건강기능식품

5. 영문 요약문

〈 SUMMARY 〉

코드번호	D-02

Purpose& Contents	Development of local special products through the development of high values added products using super bellflower in *Boeun*, and increase farm household income and economic revitalization through 6th industry including experience and tourism
Results	☐ **Characterization and superiority of physicochemical components of super bellflower in *Boeun*** ○ Analysis of nutrient composition, quality characteristics and antioxidant ability ○ Saponin profiling and saponin quantitation ○ Neuroprotective effect of super bellflower on hippocampal neuronal cells ○ Improvement of cognitive function in altzheimer animal model. ☐ **Development of local specialized and high values added products using super bellflower in *Boeun*** ○ Development of health-oriented products for enhanced cognitive function using low sugar and functional herbal ingredients ○ Selection of substitute material for sugar and establishment of mixing ratio ○ Development of low sugar Yanggang using discarded bellflower byproducts and liquids ○ Establishment of standardization process including manufacturing process, manufacturing time, temperature, facilities considering efficiency and economy ○ Physicochemical quality characteristics and antioxidant analysis of products ○ Consumer preference sensory test ☐ **Expansion of bellflower consumption and modeling of 6th industry through the cultivation of local specialties** ○ Establishment of the second centralized 6th industry model centered on functional high value added products developed from bellflower ○ Establishment of rural city connection experience and rural stay facility ○ Development of the main contents for the development of rural tourism and high-value-added 6 industry
Expected Contribution	○ The development of health-oriented products for low sugar and enhanced cognitive function ○ Health-oriented products contribute to national health through product development and consumption ○ By linking and providing the 6th industry in a complex way, increase rural

	income with high added value ○ Bellflower production community provides stable raw material supply and quality improvement ○ Rural community restoration and the employment of aged idle workers ○ Raising brand value of Boeun by cultivating high-value-added luxury farming and local specialization ○ Identification of the physiological efficacy of the derivative material produced in the production of jungkwa ○ Standardization and technology transfer through establishment of super bellflower jung kwa manufacturing process ○ Standardization and technology transfer through establishment of super bellflower yanggang manufacturing process ○ Standardization and technology transfer through establishment of super bellflower cheong manufacturing process ○ Maximization of profits by utilizing the byproducts to the manufacture of yanggang ○ Scientifically demonstrate the superiority of the super bellflower and enhance consumer confidence				
Keywords	super bellflower	Sugar reduction	high-value-added products	6th industry	Health functional food material

< Contents >

1. Introduction ····· 4

2. Status of Technology ····· 5

3. Research contents and results ····· 7

4. Achievement of research goal and contribution to related field ····· 97

5. Application plan of research results ····· 98

6. Abroad science and technology information collected during the research process ····· 98

7. Security rating ····· 99

8. Research facilities registered in National Science and Technology Comprehensive Information System ····· 99

9. Implementation of safety measures in laboratories ····· 99

10. Representative research achievements ····· 100

11. Etc ····· 100

12. References ····· 100

[add 1]Ettum Doraji Jungkwa Manufacturing Report

[add 2]Ettum Doraji Jungkwa Quality inspection

[add 3]Supper Doraji Cheong Manufacturing Report

[add 4]Supper Doraji Cheong Quality inspection

[add 5]Job creation

본문목차

〈 목 차 〉

1. 연구개발 과제의 개요 ····· 4

2. 국내외 기술개발 현황 ····· 5

3. 연구수행 내용 및 결과 ····· 7

4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 ····· 97

5. 연구결과의 활용계획 등 ····· 98

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 ····· 98

7. 연구개발성과의 보안등급 ····· 99

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황 ····· 99

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 ····· 99

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 ····· 100

11. 기타사항 ····· 100

12. 참고문헌 ····· 100

[첨부1] 으뜸도라지 정과 제조보고
[첨부2] 으뜸도라지 정과 품질 검사
[첨부3] 슈퍼도라지 청 제조보고
[첨부4] 슈퍼도라지 청 품질 검사
[첨부5] 고용창출

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03

1. 연구개발 목적

으뜸 도라지는 충북농업기술원에서 육종한 우수한 품종으로 농가에 재배기술을 전수하여 재배되는 품종으로 기존 도라지에 비해 재배기간이 짧으면서 유효성분이 2배 증가된 우수한 도라지이다. 도라지는 호흡기 뿐 아니라 인지능 개선에도 효능이 있어 기존의 재래 도라지를 이용한 제품은 개발되어 있으나 보은에서 생산되는 으뜸 도라지는 그 생리활성 기능이 더 우수할 것으로 기대되나 관련된 연구가 되어 있지 않고 현재까지 1차 산업에 머무르고 있어 상품개발이 부재한 실정이다. 따라서, 으뜸 도라지를 이용하여 정과, 양갱 등 단맛이 나는 한국의 전통 당과류인 고부가가치 제품으로 개발하여 재배농가의 소득을 증가하고, 농촌 체험을 통한 6차 산업을 활성화하기 위한 도라지 수확, 가공 체험을 위한 컨텐츠를 개발하고자 한다.

2. 연구개발 필요성 및 배경

도라지는 예로부터 호흡기 질환에 우수할 뿐 아니라, 최근 인지능개선에도 효과가 있는 것으로 보고되었다. 특히 한방에서는 도라지 뿌리인 길경이 거담·진해·배농·기침·천식 등 호흡기계 질환에 효능이 있는 것으로 알려져 한약재로 널리 사용되고 있으며, 이러한 효능 이외에도 항암 작용, 백혈병 세포 증식 억제 효과, 항염증 효과, 중성지방 저하 효과, 인지능력 개선 효과, 아토피 피부염 저해 효과 등이 있는 것으로 보고되어 있다. 으뜸 도라지는 재래종 도라지의 염색체 수를 배가시켜 재배 기간의 단축, 유효성분 함량의 증가, 수확량 개선 등의 품질을 향상 시킨 우수한 품종이다. 현재 농가에 보급되었지만 기존 도라지에 비하여 그 우수성이 규명되지 않았을 뿐 아니라, 상품개발 부재로 판로 및 재배농가의 소득이 증가하지 못하는 실정이다. 따라서, 으뜸도라지의 우수성이 규명되어 알려지게 되면 보급 확대 및 판로가 용이하게 이루어질 것으로 생각된다.

한편, 도라지는 쓴맛이 강하여 병약한 노년층 외에는 평상시에 선호하지 않는다. 따라서 젊은층도 선호할 수 있도록 도라지의 쓴맛을 약화하고 평상시에도 섭취하기 용이한 당과류의 형태로 개발할 필요가 있다. 기존의 당과류인 정과 나 양갱의 경우 설탕 함유량이 높아 비만 등 생활습관병의 유발로 건강에 해롭다. 따라서, 생리활성이 높은 으뜸 도라지를 이용하여 단맛은 나지만 설탕의 함량을 줄인 당과류를 건강지향적인 고부가가치 상품으로 개발하여 으뜸 도라지의 소비를 촉진하고 설탕 소비 감소로 질병예방 및 국민의 건강을 증진시킬 필요가 있다.

도라지정과는 도라지를 당에 졸인 제품으로 도라지의 유요한 성분이 많음에도 불구하고 열량이 높고 성인병등 대사성질환의 원인이 되는 당 함량이 높아 기피하는 경향이 있음. 그러나 도라지정과는 기호성이 좋고 휴대가 간편하여 어디서나 영양 간식 또는 후식으로 섭취가 가능한 제품이므로 설탕을 대체한 보완제품이 필요하다.

특히, 으뜸도라지를 이용하여 정과 제조 시 사용되는 당침액을 설탕 대신 올리고당이나 당알콜 등 기능성당을 대체하여 제조하거나, 기존의 대체감미료대신 유용한 생리활성성분이

많으면서 단맛을 주는 한약재를 정과제조에 사용하면 기존의 도라지정과에서 설탕의 다량 사용으로 인한 당뇨 예방에 더욱 일조할 것으로 생각된다.

또한 도라지 정과 제조시 나오는 부산물인 정과액에는 도라지의 유효성분은 물론 한방재료에서 나온 유효한 성분이 많이 함유되어 있으므로 이를 양갱제조에 활용한다면 경제적인 효과가 극대화될수 있다.

한편, 농촌 경제 활성화를 위한 6차산업이 국내외에서 매우 활발하게 이루어지고 있다. 보은에서도 도라지를 활용한 농촌체험으로 농가의 소득을 창출할 필요성이 있다. 특히, 청소년등은 우리 고유의 전통식품을 모르고 있으므로 전통적 및 재래적으로 제조 가공되어 전해지고 있는 양갱등 당과의 제조 원리를 파악하고 만드는 컨텐츠 개발로 만들기 체험을 통해 전통음식을 알리고 농촌경제를 활성화할 필요성이 절실하다.

3. 연구개발의 범위

보은 으뜸 도라지의 우수성 확인 및 이를 이용한 저당 건강지향성 과정 개발, 건강지향성 당 저감화 도라지 정과의 부산물인 정과액을 이용한 양갱 개발, 엿기름, 맥문동등을 이용한 당저감화 건강지향성 도라지청등 지역 특화 고부가가치 제품을 개발하고 도라지 소비 확대 및 6차 산업모델화를 위한 도라지 농촌체험 컨텐츠를 개발하고자 한다.

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호	D-04

1. 국내외 기술개발 현황

도라지는 생리활성기능이 우수하여 최근 식품소재로 이용되고 있으나 도라지 특유의 쓴맛이나 향 때문에 가공제품의 범위가 그리 많지 않은 실정이다. 따라서 도라지의 쓴맛이 덜한 으뜸도라지를 활용하고, 도라지의 향을 마스킹 할 수 있는 소재를 혼합한 제품이 필요하다. 도라지의 생리활성을 이용한 기능성 식품에 대한 연구로는 도라지 호상요구르트(Lee 등, 1988), 도라지 차(Lee 등 2000), 도라지 캔디(Lee 등, 2001), 도라지 설기떡(Hwang과 Kim, 2007), 도라지 피클(Kim 등 2008), 도라지 다식(Jhee 등, 2010) 등이 있다. 도라지 양갱(Park 등, 2009), 도라지 정과(Kwon과 Park, 2009)에 대한 연구도 있지만 이는 일반 도라지를 사용한 연구로, 일반 도라지보다 사포닌 함량이 3배 이상인 신품종 '으뜸도라지'를 이용한 상품개발에 대한 연구는 없어 꼭 필요한 실정이다.

한편, 1990년대 이후 평균수명의 증가에 따라 식생활과 건강에 대한 국민적 관심이 커지면서 건강 지향적인 소비자가 증가하고 있다.
사회구조의 변화와 함께 웰빙 문화가 정착됨에 따라 건강과 더불어 천연물 유래의 건강기

능식품에 대한 관심이 증가하고 있다. 최근 각종 성인병 발병의 주요 원인이 식생활에 있다는 것이 밝혀짐에 따라 건강증진 내지 질병예방을 위한 접근방법의 하나로 기능성 식품에 대한 관심이 고조되고 있다. 국내·외의 식품소비는 건강지향을 통해 자신의 삶의 질을 높이려는 욕구로 과거의 단순한 먹거리 의미가 아닌 맛, 건강, 다양성 등의 질적인 면을 중시하는 의미로 확대되고 있으며 최근에는 LOHAS(Lifestyles of Health And Sustainability) 개념이 도입되어 자연친화제품 산업이 트렌드(Everage, 2002)가 되면서 세계 건강기능식품 산업이 지속적인 성장을 거듭하고 있다.

국내 건강기능식품 시장은 최근 8년간 27.4% 증가하는 신장세를 보이고 있다. 식품의약품안전처의 “2011년 건강기능식품생산실적” 보고서(2012년 5월)에 따르면 2011년 총 생산액은 1조3682억 원으로 2010년 대비 28.2% 증가하였으며, 이는 2004~2011년의 연평균 건강기능식품 성장률(27.4%)과 비슷한 수준으로 같은 기간의 국내 총생산 증가율 5.9%, 제조업 7.8%보다 높은 성장률을 보인 것이어서 향후 수년간 성장 가능성이 예상되는데, 이런 추세라면 국내 건강기능식품 시장은 2020년 2조 3872억 원에 이를 것으로 전망하고 있다.

한편, 식품산업의 발달로 전통적인 식품인 장류, 김치, 젓갈까지도 상업화된 제품을 사다 먹을 수 있게 되었고, 이에 따라 가공 식품에 대한 의존도도 높아지고 있는데, 특히 서구형 가공식품인 과자, 유제품, 커피와 청량음료 등이 널리 보급되면서 서양 음식에 대한 기호도가 높아져 식생활 패턴도 서구화 되었다. 특히, 설탕, 단순당류가 풍부한 단 음식은 중독이 되기 쉬우며, 하루에 당분 섭취량인 75g을 훨씬 넘게 될 가능성이 높은데, 설탕은 포도당과 과당으로만 구성되어 체내 흡수가 빠르다. 혈당의 급격한 변화는 신경불안정, 주의력산만, 집중력저하, 과잉행동을 유발하고, 당분 섭취가 높아지면 면역 시스템의 저항력을 저하시키고 혈중 지방치를 현격하게 상승시킬 뿐만 아니라 혈당수치가 높아지고 각종 성인병의 원인이 된다(Lori와 Rachman, 1987). 국내외에서 설탕의 소비를 줄이기 위한 정책을 실시하고 있지만(Lee와 Lee, 2012) 단맛에 길들여진 미각이 쉽게 바뀌지 않아 여전히 문제점으로 남아 있다.

최근 국민생활 수준의 향상과 더불어 의학기술의 발달에 의한 노인인구의 증가로 인구의 고령화 현상이 두드러지게 나타나고 있으며, 이로 인해 치매와 같은 퇴행성 질환의 발병률이 지속적으로 증가하여 인지기능개선 등의 효과를 가진 도라지(Choi 등, 2008)가 새로이 조명을 받을 수 있다.

대표적인 퇴행성 뇌질환으로는 Alzheimer's disease(AD), Parkinson's disease(PD), 뇌졸중, 허혈장애 등이 있으며, 지금까지의 많은 연구들에 따르면 산화적 스트레스 및 ROS는 신경 세포의 파괴와 기능이상을 초래 하여 알츠하이머(Defossez, 1986), 파킨슨병(Fahn과 Cohen, 1992), 뇌졸중 등의 신경 퇴행성 질환을 유발하는 것으로 알려져 있다.

현재 AD환자에게 사용되고 있는 대부분의 치료제는 아세틸콜린 분해효소 저해제(Talesa, 2001)이며, 또한 질병의 진행 속도를 감소시키거나 신경세포의 손상 보호를 목적으로 항산화제가 주목받고 있다. 따라서, 사포닌을 2배 이상 함유하는 보은 으뜸도라지(Kang 등, 2017)는 이러한 유효성분 외에도 항산화능으로 인한 인지기능개선 효과에 기여할 것으로 기대된다.

지역농업의 활성화를 위한 핵심전략 중 하나는 농업・농촌의 6차 산업화이다. 해당 전략

은 농산물 시장이 확대되고 있는 현 시점에서 지속가능한 농업 발전을 도모할 것으로 기대된다. 국내에서 농업은 주로 생산 기능만을 담당해 왔으며, 식품 가공 등의 2차 산업과 서비스업 중심의 3차 산업은 주로 도시 부문에서의 산업영역으로 취급되어 왔다. 이로 인해 농업의 일자리와 경제적 효과가 농촌지역에서 창출되지 않는 문제점을 야기했으며, 이는 농촌의 소득과 고용 정체에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 농업·농촌의 6차산업화 추진은 상기의 문제를 시정하기 위한 필수불가결한 전략이라고 할 수 있다.
따라서, 보은을 대표하고 있는 슈퍼도라지인 '으뜸도라지' 자원을 활용한 건강지향성 고부가가치 제품 개발을 통해 지역경제 활성화는 물론, 관련 산업의 기반을 구축할 필요가 있다.

3. 연구수행 내용 및 결과

-	코드번호	D-05

가. 이론적, 실험적 접근방법, 연구내용, 연구결과

1) 으뜸도라지 우수성

가) 으뜸 도라지 영양성분 분석, 품질 특성 및 항산화능

(1) 실험 재료 및 연구 방법

-실험 재료

본 연구에 사용된 으뜸도라지와 일반도라지 분말은 충북 보은에서 생산된 것으로 보은 황토영농법인으로부터 제공받았다.

-일반성분분석

도라지의 일반성분 분석은 AOAC method (AOAC. 1990)에 따라 분석하였다. 즉 시료에 대한 수분의 함량은 상압가열 건조법에 의해 적외선 수분 측정기(Sartorius, Gottingen, Germany)를 사용하여 측정하였고, 조단백질 함량은 Kjeldahl법에 따라 Büchi Kieldahl (B-339, B-435, B-412) system (Büchi Co., Ltd., Flawil, Switzerland)으로, 조지방 함량은(Röse Gottlieb Co., Ltd., Gerhardt, Germany) Soxtherm을 이용하여 Soxhlet추출법으로, 조회분은 건식회화법에 따라 550℃에서 직접 회화법으로 정량하였다. 탄수화물은 100 에서 조지방, 조단백질, 조회분, 수분 함량을 뺀 값으로 나타내었고 조섬유는 건식 회화법으로 측정하여 백분율로 나타내었다.

-조사포닌 분석

조사포닌 추출은 시료 1 g에 70% EtOH을 1:20 비율로 초음파추출기로 60 분 추출 후 추출된 시료를 여과하고 이때 남은 시료는 처음과 같은 방법으로 총 3번 반복하고 상징액은 50℃에서 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 시료에 증류수 20 ml를 넣고 sonicater로 녹인 후 분별깔때기에 넣는다. 이때 농축액을 5mL 씩 4회 반복하여 총 20 ml을 넣고 Diehtyl ether 40 ml을 가한 후 층분리가 될 때까지 2~3번 흔들고 정치시킨다. 분

리된 상층용액인 에테르층을 총 2회 반복하여 다른 용기로 옮긴다. 남은 물층도 같은 방법으로 상층의 분리된 수포화부탄올을 총 2회 반복 포집한다. 포집된 수포화부탄올을 60℃에서 감압농축 후 99% ethanol로 녹여 항량수기에 담는다. 이를 105℃건조기에 넣고 24 시간 건조시키고 무게측정은 10~15 분정도 일정시간 방냉 후 실시하였다.

-가용성 고형물 함량 및 환원당

가용성 고형물 함량은 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 당도계(SCM-1000, Korea)를 사용하여 측정하였다.

환원당은 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 Dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 glucose (Sigma, St. Louis, MO, USA)를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

-pH 및 산도

pH는 AOAC method (1990)를 적용하여 시료 2.5 g을 47.5 mL의 증류수와 함께 넣고 균질화 하였다. 3,000 rpm에서 15 분간 원심분리한 후 상징액을 취하여 pH meter (420 Benchtop, Orion Research, USA)로 측정하였다.

산도는 AOAC method(1990)를 적용하여 시료 2.5 g을 취하여 47.5 mL의 증류수를 첨가한 뒤 3,000 rpm 에서 15분간 원심분리한 후 상징액 3.5 mL를 취하여 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 0.1N NaOH양(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 총산 함량을 표시하였다.

-색도

색도는 색차계(Spectrophotometer CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness) 및 b값(황색도, yellowness)을 4회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 도라지 분말을 petri dish(50×12 mm)에 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 72.78, a값 1.89 및 b값 10.14 인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

-총 페놀 함량

페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 방법으로 Folin-Denis법(Shibata S 1965)에 의해 측정하였다. 시료 1.5 g에 methanol 50 mL을 넣은 후 12시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4 ℃에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상징액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg 당 1 mL methanol을 첨가하여 200 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 증류수 2.5 mL에 0.2 mg/mL로 희석한 시료 0.33 mL, Folin-Denis 0.16 mL, Na_2CO_3 포화용액을 넣고 30분간 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀성물질 함량의 표준곡선은 포화 tannic acid (Yakuri Pure Chemicals Co., LTD, Kyoto Japan)를 사용하였다.

-DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radical 소거능

시료 1.5 g에 methanol 50 mL을 넣은 후 12시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4 ℃에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상징액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg 당 1 mL methanol을 첨가하여 200 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 농도별로 희석한 시료용액 50 μL에 1.5×10^{-4} mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액 150 μL를 가한 후 30분 후에 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50 %가 되는 농도인 IC_{50}값을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect(\%)} = \frac{Abs_{blank} - Abs_{sample}}{Abs_{blank}} \times 100$$

-SOD 유사활성(Superoxide Dismutase-like Activity)

SOD 유사활성은 Marklund S & Marklund G(1974)의 방법에 따라 과산화수소(H2O2)로 전화시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 시료용액 20 μL에 Tris-HCl의 완충용액(50 mM Tris+ 10 mM EDTA, pH 8.5) 260 μL와 7.2 mM pyrogallol 20 μL를 가하여 25℃에서 10분간 반응시킨 후 1N HCl 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시키고 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 420 nm에서 측정하였다. SOD 유사활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 %로 나타내었다.

$$\text{Activity(\%)} = [1 - (As/Ac) \times 100\ ]$$

(2)연구결과

일반도라지, 으뜸도라지의 일반성분은 Table 1과 같다. 수분함량은 일반도라지는 12.3 %, 으뜸도라지는 10.0 %로 일반도라지가 으뜸도라지에 비하여 약간 높았다. 탄수화물은 일반도라지에는 70.3 %, 으뜸도라지에는 69.6 % 비슷하게 함유되어 있었다. 조단백은 일반도라지에는 9.06 %, 으뜸도라지에는 14.28 %로 으뜸도라지에서 높게 함유되어 있었다. 조지방은 일반도라지에는 1.80 %, 으뜸도라지에는 1.29 %로 함유되어 있었다. 조섬유는 일반도라지에는 9.96 %, 으뜸도라지에는 8.76 %가 함유되어 있었다. 조회분은 일반도라지에는 6.51 %, 으뜸도라지에는 4.82 % 함유되어 있었다. 수분, 조지방, 조섬유, 조회분, 탄수화물 함량은 일반도라지가 유의적으로 높은 것으로 나타났으나 조단백은 으뜸도라지가 일반도라지보다 유의적으로 높게 나타났다. Chung 등(1997)의 연구에 따르면 도라지의 주요한 아미노산으로 Arginine, Glutamine, Asparagine 및 Alanine 등이 대부분을 차지하고 있는데 이들 성분이 약리작용 및 독특한 풍미에 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 또한 Kim AY(2011)의 연구에 따르면 2배체와 4배체 도라지의 단백질 발현양상 비교 분석시 배수성에 따른 특이성은 없는 것으로 관찰되었으나 단백질을 기능별로 분류한 결과 산화환원효소의 활성기능을 갖는 단백질이 23.7%의 비율로 가장 많은 것으로 보고하였다. 따라서 일반도라지보다 조단백질 함량이 높은 으뜸도라지가 약리작용이 높을 것으로 생각된다.

Table 1. Proximate composition of Domestic Diploid Variety and Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum.*

(%, dry basis)

	ND	SD	t-value	*p**
Carbohydrate	70.30±0.10	69.57±0.12	7.961	0.001
Crude protein	9.06±0.11	14.28±0.05	-75.865	0.000
Crude fat	1.80±0.11	1.29±0.11	5.608	0.005
Crude fiber	9.96±0.05	8.76±0.05	28.799	0.000
Crude ash	6.51±0.02	4.82±0.06	48.888	0.000
Moisture	12.34±0.12	10.03±0.04	32.502	0.000

ND, Domestic Diploid Variety in *Platycodon grandiflorum*; SD, Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum.* All values are Mean±SD (n=3). Significant at $p<0.05$.

일반도라지와 으뜸도라지에 따른 사포닌을 분석한 결과는 Table. 2와 같다. 일반도라지의 조사포닌 함량은 0.88 %, 으뜸도라지는 2.01 %로 으뜸도라지가 약 2배 높은 수치를 나타났다. 사포닌은 주로 인삼, 더덕 및 도라지 같은 약용식물에 함유되어 있는 대표적인 활성성분으로 이를 구성하는 진세노사이드의 종류에 따라 다양한 생리활성이 보고되었다. 도라지의 주요 약리성분으로 분류되는 platycoside는 동물실험에서 진해, 거담작용, 중추신경 억제작용, 혈압 및 혈당강하작용, 콜레스테롤 개선작용, 항산화 및 항암 효과 등이 있는 것으로 밝혀졌다(Kim HR 등 2015, Kim AY 2011, Jang JR 등 2011, Choi CY 등 2001, Zhao HL 등 2006, Kim YS 등 2005, Kim YP 등 2001, Lee H 등 2010). 따라서 으뜸도라지는 일반도라지에 비해 높은 생리활성을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 2. Crude saponin of Domestic Diploid Variety and Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum.*

	ND	SD	t-value	*p**
Crude saponin(%)	0.88±0.21	2.01±0.17	-6.766	0.007

All values are Mean±SD (n=3). Significant at $p<0.05$.

일반도라지, 으뜸도라지의 가용성 고형물 함량 및 환원당을 측정한 결과는 Table. 3과 같다. 가용성 고형물 함량은 일반도라지가 3.57 °Brix, 으뜸도라지는 6.47 °Brix로 으뜸도라지가 일반도라지에 비해 높았으며 환원당 함량은 일반도라지가 3.09 %, 으뜸도라지가 2.82 %로 일반도라지가 으뜸도라지에 비해 높게 나타났다.

Table 3. Soluble solid content and reducing sugar content of Domestic Diploid Variety and Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum.*

	ND	SD	t-value	*p**
soluble solid content (°Brix)	3.57±0.06	6.47±0.06	-61.518	0.000
Reducing sugar content (%)	3.09±0.12	2.82±0.05	3.488	0.025

All values are Mean±SD (n=3). Significant at $p<0.05$.

일반도라지, 으뜸도라지의 pH 및 산도를 측정한 결과는 Table. 4와 같다. pH는 일반도라지가 4.98, 으뜸도라지는 5.68로 으뜸도라지가 일반도라지에 비하여 약간 높았다. 산도는 일반도라지는 2.74%, 으뜸도라지는 2.34%로 으뜸도라지가 일반도라지에 비하여 약간 낮게 나타났다.

Table 4. pH and acidity of Domestic Diploid Variety and Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum.*

	ND	SD	t-value	*p**
pH	4.98±0.02	5.68±0.06	-20.019	0.000
Acidity (%)	2.74±0.05	2.34±0.09	6.606	0.003

All values are Mean±SD (n=3). Significant at $p<0.05$.

일반도라지와 으뜸도라지의 색도를 측정한 결과는 Table 5. 와 같다. 명도를 나타내는 L값은 일반도라지가 62.50, 으뜸도라지가 79.27로 으뜸도라지가 높게 나타났다. 이는 일반도라지보다 으뜸도라지의 밝기가 더 어두운 것을 알 수 있다. 적색도를 나타내는 a 값은 일반도라지가 3.35, 으뜸도라지가 2.02로 일반도라지가 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은 일반도라지가 11.99, 으뜸도라지가 12.40으로 으뜸도라지가 높게 나타났다. 색도는 시료간의 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$).

Table 5. Color values of Domestic Diploid Variety and Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum.*

	ND	SD	t-value	*p**
L (Lightness)	62.50±0.18	79.27±0.07	-175.283	0.000
a (redness)	3.35±0.02	2.02±0.01	112.785	0.000
b (yellowness)	11.99.±0.07	12.40±0.01	-10.776	0.000

All values are Mean±SD (n=4). Significant at $p<0.05$.

일반도라지와 으뜸도라지의 총 페놀 함량을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. Jeong CH(2008)에서 총 페놀 화합물은 천연물에 많이 함유되어 있는 성분으로 이들의 주요 역할은 자유 라디칼을 소거하는 것이라는 연구가 많이 보고되고 있으며, 페놀계 화합물은 생체내에서 항산화, 항암 및 항비만 효능 등의 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 또한 총 페놀 함량은 DPPH 라디칼 소거활성과 같은 항산화활성에 중요한 인자로 작용을 한다. 일반도라지와 으뜸도라지의 총 페놀 함량은 시료농도가 50 mg/mL일 때 일반도라지가

0.100 mg/mL, 으뜸도라지가 0.227 mg/mL로 일반도라지보다 으뜸도라지에서 높은 함량을 나타내었다.

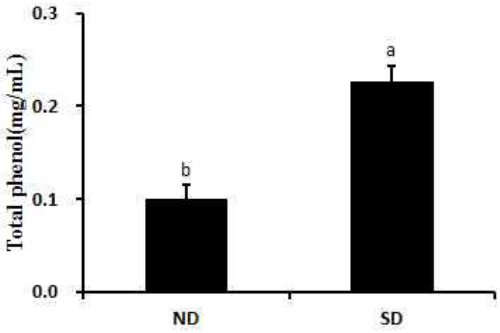


Fig. 1. Total phenol contents of Domestic Diploid Variety and Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum.*

일반도라지, 으뜸도라지의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. IC_{50}값은 일반도라지가 59.32 mg/mL, 으뜸도라지는 19.44 mg/mL로 으뜸도라지가 낮아 DPPH radical 소거능은 으뜸도라지가 높은 것으로 나타났다. 이는 총 페놀함량을 측정한 결과(Fig. 2)와 일치하는 경향이었다. Shon MY(2001) 등의 연구에서 도라지의 연근별 전자공여 작용을 측정한 결과 24년근과 4년근 비교시 24년근이 약 2배 정도 높은 전자공여 작용을 보였고 추출물의 농도가 증가함에 따라서 전자공여 작용이 증가한다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 또한 Lee SJ 등(2013)의 연구에서 도라지 추출물의 총 페놀 함량이 높은 시료에서 DPPH 라디칼 소거능도 높게 나타났다는 보고와 일치한다.

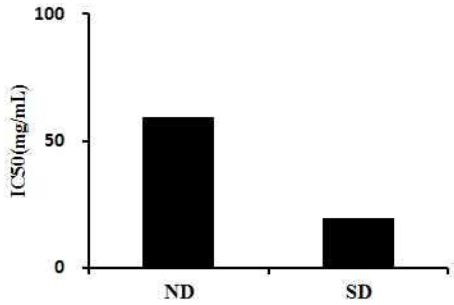


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of Domestic Diploid Variety and Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum.*

일반도라지, 으뜸도라지의 SOD 유사활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. EC_{50}값은 일반도라지가 274.81 mg/mL, 으뜸도라지는 240.69 mg/mL로 으뜸도라지가 낮아 Superoxide Dismutase 유사활성은 으뜸도라지가 높은 것으로 나타났다. 이는 총페놀함량(Fig. 2)과 DPPH radical 소거능(Fig. 3)과 일치하는 경향이었다.

SOD (superoxide dismutase)는 생체 내에서 O2−(superoxide)의 소거에 관여하는 효소이다. 생체 내에서 생성된 활성 산소는 체내에서 산화적 장애를 초래하게 되므로 SOD 유사

활성이 높은 으뜸도라지는 일반도라지보다 이러한 산화적 장애를 억제하는데 효과적일 것으로 생각된다.

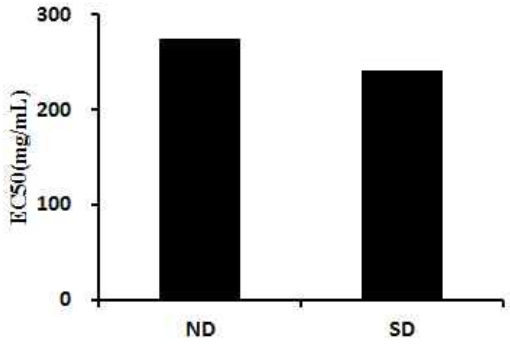


Fig. 3. SOD-like activity of Domestic Diploid Variety and Tetraploid 'Etteum' Variety in *Platycodon grandiflorum.*

(3)요약

본 연구는 으뜸도라지의 일반성분과 항산화특성을 분석하여 으뜸도라지의 우수한 특성을 알리고 향후 으뜸도라지의 활용도를 높이기 위한 기초연구로 일반도라지와 으뜸도라지의 이화학적 품질특성 및 항산화성을 비교 분석하였다. 일반도라지와 으뜸도라지는 분말을 사용하였다. 일반도라지와 으뜸도라지의 일반성분으로 탄수화물, 조지방, 조섬유, 조회분 및 수분함량은 일반도라지가 높았고 조단백질은 으뜸도라지가 높게 나타났다. 조사포닌 함량은 으뜸도라지가 2.01%로 일반도라지 0.88%에 비해 약 2배가량 높게 나타났다. 가용성 고형물 함량은 으뜸도라지가 6.47 °Brix, 일반도라지는 3.57 °Brix였고 환원당 함량은 일반도라지가 3.09%로 높았고 으뜸도라지가 2.82%이었다. pH는 일반도라지 4.98, 으뜸도라지 5.68이고 산도는 일반도라지가 2.74%이고 으뜸도라지가 2.34%이었다. 색도는 적색도를 나타내는 a값은 일반도라지가 3.35로 으뜸도라지 2.02보다 높았고 나머지 명도(L), 황색도(b)는 으뜸도라지가 높게 나타났다. 총 phenol 함량은 으뜸도라지가 0.227 mg/mL로 높았고 일반도라지는 0.100 mg/mL이었고 DPPH radical 소거능의 IC_{50} 값(일반도라지: 59.32 mg/mL, 으뜸도라지:19.44 mg/mL) 및 SOD 유사활성의 LC_{50} 값(일반도라지: 274.81 mg/mL, 으뜸도라지: 240.69 mg/mL)은 으뜸도라지가 높았다. 이상의 결과로부터, 으뜸도라지는 일반도라지에 비해 조단백이 풍부하고 조사포닌 함량이 높을 뿐 아니라, 총 페놀함량 및 DPPH radical 소거능, SOD 유사활성에서 일반 도라지보다 항산화능이 우수하므로 가공식품 또는 건강기능 식품소재로 활용가치가 매우 높다고 사료된다.

나) 으뜸도라지 사포닌 프로파일링 및 사포닌 정량

(1)연구방법 및 재료

-재료 및 시약

충북 보은의 으뜸도라지와 일반도라지의 분말을 분석시료로 사용하였다. 시료에서 유효성분을 추출, 불순물과의 분리제거에 사용된 용매로 methanol, ethyl acetate 등(J.T. Baker,

U.S.A.)은 일급시약을 사용하였고 n-butanol(Fisher, Korea)은 HPLC 등급을 구입하여 사용하였다. HPLC 및 UHPLC 용매로 증류수(Milli-Q System, U.S.A.)와 HPLC용 acetonitrile (J.T. Baker, U.S.A.)에 formic acid (Sigma-aldrich, Germany)를 첨가하여 사용하였다. 도라지 중 사포닌의 정량분석을 하기 위해 사용된 platycodin D의 표준용액(Sigma-aldrich, Germany)은 0.0625~1mg/ml의 농도로 조제하여 사용하였다.

-기기 및 장치

도라지에서 추출하기 위한 장치로 열탕기(M Tops Heating mantle, Korea)가 사용되었고 추출 용매를 제거하기 위한 장치로 감압회전 농축기(Buchi Rotavapor R-215, Switzerland)가 사용되었다. 도라지 시료를 건조시키기 위해 Centrifuge for vaccum concentrator (Hanil science industrial, Korea) 장치를 사용하였다. 도라지 사포닌의 분리 및 분석용 기기로 UHPLC (Waters Associates, U.S.A.)와 Q-TOF-MS (Waters Associates, U.S.A.)를 사용하였고 정량용 기기로 HPLC (Agillint 1200series, U.S.A.)를 사용하였다. 분석용 UHPLC column은 Acquity UPLC BEH C18 130A, 2.1 x 50 mm, 1.7 μm (Waters Associates, U.S.A.)를 사용했고 정량용 HPLC column은 Optimapak C18, 4.6 x 250 mm, 5 μm (Optimapak, Korea)을 사용했다.

-도라지 내 사포닌 추출 및 정성분석 (profiling)

도라지 분말 5 g에 증류수 75 ml를 첨가하여 100℃조건에서 환류추출하였다. 추출물을 chm F1002의 여과지(CHMLAB GROUP, 185 mm∮, 100 units)로 여과한 후 상기 과정에서 얻어진 추출여액을 동량의 EtoAC를 첨가하여 층 분리를 연속하여 3회 실시하여 제거하였고, 이후 물 층은 다시 동량의 수포화 부탄올을 넣어 층 분리를 동일하게 3회 실시하였으며, 층 분리 후 상층의 부탄올 층을 회수하여 60℃ 조건의 감압농축기를 사용하여 감압 농축하여 부탄올 분획을 제조하고 길경 함유 사포닌 물질을 분획 수득하였다.

수포화 부탄올층으로 분획된 시료 및 도라지 표준품을 MeOH에 녹여 LC/MS 분석(Table 6) 시료로 이용하였다. UHPLC 분리 조건으로 분석파장은 210 nm, 유속 0.2 ml/min, 분석용매로 A용매는 증류수에 0.1% formic acid를 첨가하여 사용하고 B용매로 acetonitrile (ACN)에 0.1% formic acid를 첨가하여 사용하였다. Q-TOF MS는 ESI Negative-ion mode로 Injection flow는 150 μL/min, Mass range는 500~1600 m/z를 분석조건으로 하였다. 도라지 표준품과 시료의 Retention time 및 분자량을 비교하여 정성분석하였다.

Table 6. 도라지 사포닌의 LC/MS 분석 조건.

UHPLC system	Waters UPLC (U.S.A.)
Detector	TUV, 210 nm
Column	Acquity UPLC BEH C_{18} (2.1 mm i.d. × 50 mm, 1.7 μm, U.S.A.)
Column Temp.	45℃
Mobil phase	Solvent A: 0.1% formic acid in Water, Solvent B: 0.1% formic acid in Acetonitrile
	0 min : 5% B, 20 min : 50% B, 21 min : 80% B, 23 min : 100% B,

	26 min : 100% B, 27 min : 5% B, 30 min : 5% B
Flow rate	0.2 mL/min
Injection vol.	0.4 μL
Q-TOF MS system	Waters Q-TOF MS(U.S.A.)
Injection flow	150 μL/min
Sampling cone	30
Extraction cone	4.0
Ionization	ESI Negative-ion mode
Source temp.	110℃
Desolvation	250℃
Cone gas	0 L/h
Desolvation gas	500 L/h
Capillary voltage	2.5 kV
Mass range(m/z)	500~1600

-도라지 내 사포닌 정량분석

수포화 부탄올층으로 분획된 시료 및 도라지 표준품을 MeOH에 녹여 HPLC분석(table 7) 시료로 이용하였다. 도라지 내 사포닌 함량 분석을 위해 컬럼 온도는 40℃, 시료 주입량은 20㎕를 사용하였으며 UV 검출 파장을 210nm로 선정하였다. HPLC 분석에 이용된 이동상 조건은 2상(two phase) 농도구배 조건으로 유기용매로는 ACN을 사용하여 다양한 선형 농도구배법으로 분리양상을 검토하였다. 도라지 표준품을 사용하여 농도별(31.25 ~ 500 μg) 검량식을 작성하였고 시료 주입량(5 μL)에 따른 분석 peak의 면적을 계산하여 분석시료에 함유된 사포닌의 함량을 계산하였다.

Table 7. 도라지 사포닌의 HPLC 정량분석 조건.

HPLC system	Agilent 1200 series (U.S.A.)
Detector	UV, 210 nm
Column	Optomapak C_{18} (4.6 mm i.d. × 250 mm, 5 μm, Korea)
Column Temp.	40℃
Mobil phase	Solvent A: 0.1% formic acid in Water, Solvent B: 0.1% formic acid in Acetonitrile 0 min : 20% B, 35 min : 31% B, 38 min : 31% B, 38.1 min : 20% B, 41 min : 20% B
Flow rate	1.0 mL/min
Injection vol.	5 μL

(2)연구결과

도라지 saponin은 5환성 oleanane형 triterpenoid saponin에 속한다. 도라지의 주요 약효 성분으로는 triterpenoid saponin인 platycodin A, C, D1, D2, polygalacin D 및 D2와 sterol인 spinasterol, spinasterol-glucoside 및 stimast-7-enol 등이 밝혀졌으며, 그 외에도 inulin, betulin 및 betulinic acid 등이 주요성분으로 함유되어 있다. 주성분들 중 platycodin D는 도라지뿌리에 존재하는 triterpenoid saponin계 화합물 중의 하나로 항

염증효과, 항 비만효과, 콜레스테롤 저하효과 및 통각억제효과가 있는 것으로 보고되었다. [1]

따라서 본 연구에서는 도라지의 이화학적인 평가법으로 도라지 사포닌 성분의 표준품과 도라지 추출물을 이용하여 신속하고 정밀한 고속능 LC-MS에 의한 분리 정량법을 연구 개발하였고, 도라지와 으뜸도라지 내 다양한 사포닌의 함량을 비교조사하였다. 본 연구에 사용된 도라지 사포닌의 구조 및 화학식은 Table 8에서 보여주는 바와 같다.

Table 8. 도라지 사포닌 성분의 구조

Name	R_1	R_2	R_3	R_4
Platycoside E	CH_2 OH	H	β-D-Glc-(1→6)-β-D-Glc	H
Platycodin D3	CH_2 OH	H	β-D-Glc	H
Platycodin D2	CH_2 OH	β-D-Glc	H	H
Polygalacin D	CH_2 OH	H	H	H
Platycodin D	CH_3	H	H	H
Platyconic acid A	COOH	H	H	$COCH_3$

도라지 내 사포닌 추출 및 정성분석

상기 도라지 증류수 추출물을 부탄올층으로 분획 후 부탄올층의 추출물을 농축 후 건조시킨 결과 일반도라지의 추출건조물을 93.34 mg 얻었고 으뜸도라지의 추출물을 804.20 mg얻었다. 즉 일반도라지의 수율은 1.84%이고 으뜸도라지의 수율은 16.06%임을 확인할 수 있었다. 추출수율과 비례한 농도로 시료를 메탄올에 용해하기 위하여 일반도라지는 2.0 mg/ml의 농도로 분석하였고 으뜸도라지는 17.2 mg/ml의 농도로 분석하였다. 시료 내 사포닌 함유성분의 조성을 확인하고자 역상조건의 LC/MS로 분석하였으며 그 결과는 Fig. 4 의 크로마토그램과 같으며, 도라지의 조추출물에는 수십 종의 함유성분이 공존하고 있는 양상을 확인할 수 있었다.

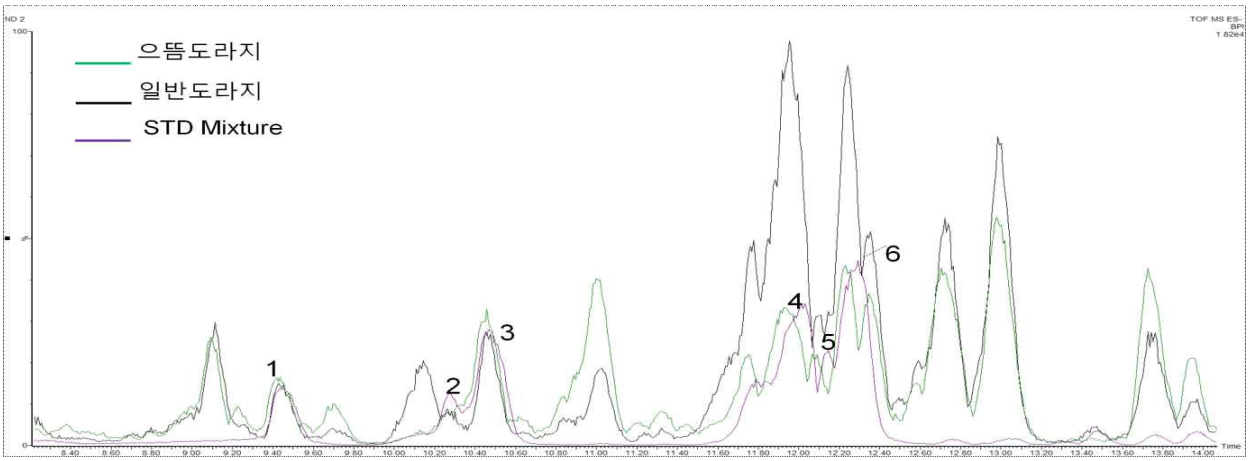
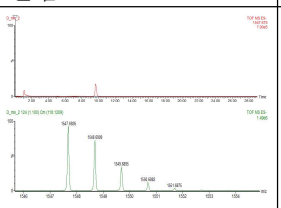
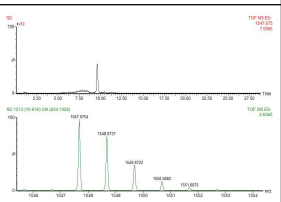
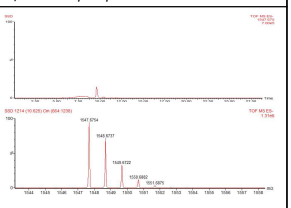
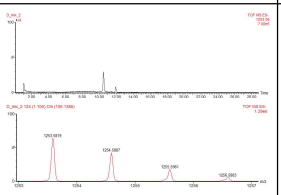
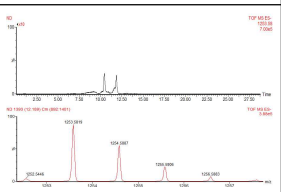
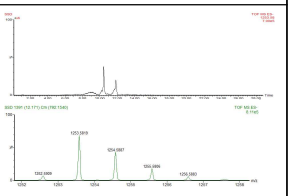
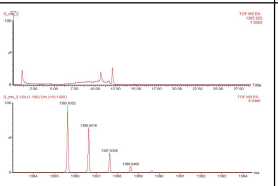
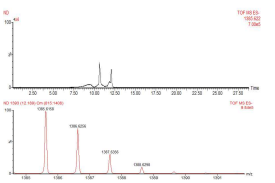
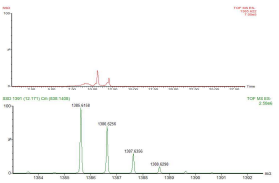
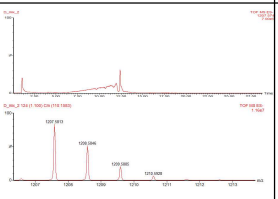
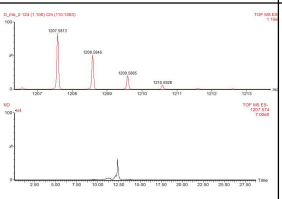
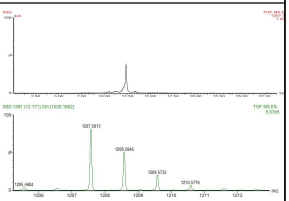
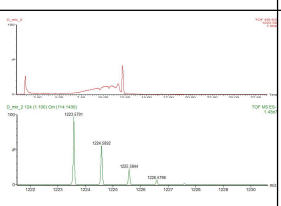
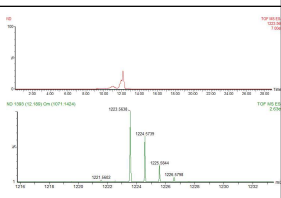
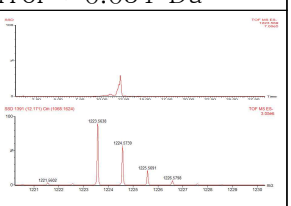


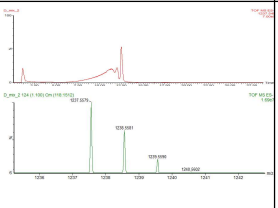
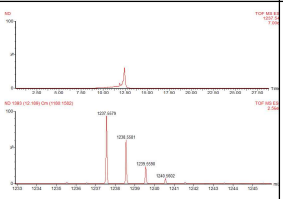
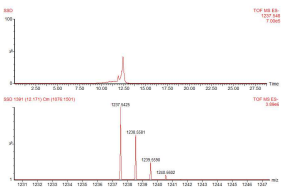
Fig. 4. 으뜸도라지와 일반도라지 및 표준품 Mixture의 LC/MS BPI

도라지 추출물 및 표준품의 LC-MS 분석 결과(Table 9) 일반도라지와 으뜸도라지에서

Platycoside E, Platycodin D3, Platycodin D2, Polygalacin D, Platycodin D 및 Platyconic acid A의 검출을 확인하였다.

Table 9. 도라지 추출물 및 표준품의 LC-MS profiling.

No.	Name	표준품	일반도라지	으뜸도라지
1	Platycoside E [M-H]⁻: 1547.6748 Da	 RT : 9.5 1547.6840 Da Error : 0.009 Da	 RT : 9.4 1547.7184 Da Error : 0.043 Da	 RT : 9.4 1547.7184 Da Error : 0.043 Da
2	Platycodin D3 [M-H]⁻: 1253.5797 Da	 RT : 10.3 1253.5907 Da Error : 0.011 Da	 RT : 10.3 1253.6062 Da Error : 0.026 Da	 RT : 10.3 1253.6062 Da Error : 0.026 Da
3	Platycodin D2 [M-H]⁻: 1385.6219 Da	 RT : 10.5 1385.6410 Da Error : 0.019 Da	 RT : 10.5 1385.6572 Da Error : 0.035 Da	 RT : 10.5 1385.6572 Da Error : 0.035 Da
4	Polygalacin D [M-H]⁻: 1223.5691 Da	 RT : 12.0 1223.5880 Da Error : 0.018 Da	 RT : 12.0 1223.6034 Da Error : 0.034 Da	 RT : 11.9 1223.6034 Da Error : 0.034 Da
5	Platycodin D [M-H]⁻: 1207.5742 Da			

		RT : 12.1 1207.5742 Da Error : 0.015 Da	RT : 12.1 1207.6053 Da Error : 0.031 Da	RT : 12.1 1207.6053 Da Error : 0.031 Da
6	Platyconic acid A $[M-H]^-$: 1237.5484 Da	 RT : 12.3 1237.5665 Da Error : 0.018 Da	 RT : 12.2 1237.5820 Da Error : 0.033 Da	 RT : 12.2 1237.5820 Da Error : 0.033 Da

도라지 내 사포닌의 정량분석

도라지 내 사포닌함량의 정량을 위하여 HPLC (Agilent 1200 series)를 사용하여 분석하였다. 검량선 작성을 위하여 도라지 사포닌 표준품에 메탄올을 첨가하여 농도가 31.25 μg ~ 500 μg/ml가 되도록 조제하였다. 크로마토그램의 피크 면적을 측정하여 검량선 회귀직선 방정식을 구하고 농도와 면적사이의 상관계수를 구하였다.(Table 10, Fig. 5)

Table 10. 도라지 사포닌 표준품의 검량선 회귀직선 방정식 및 상관계수.

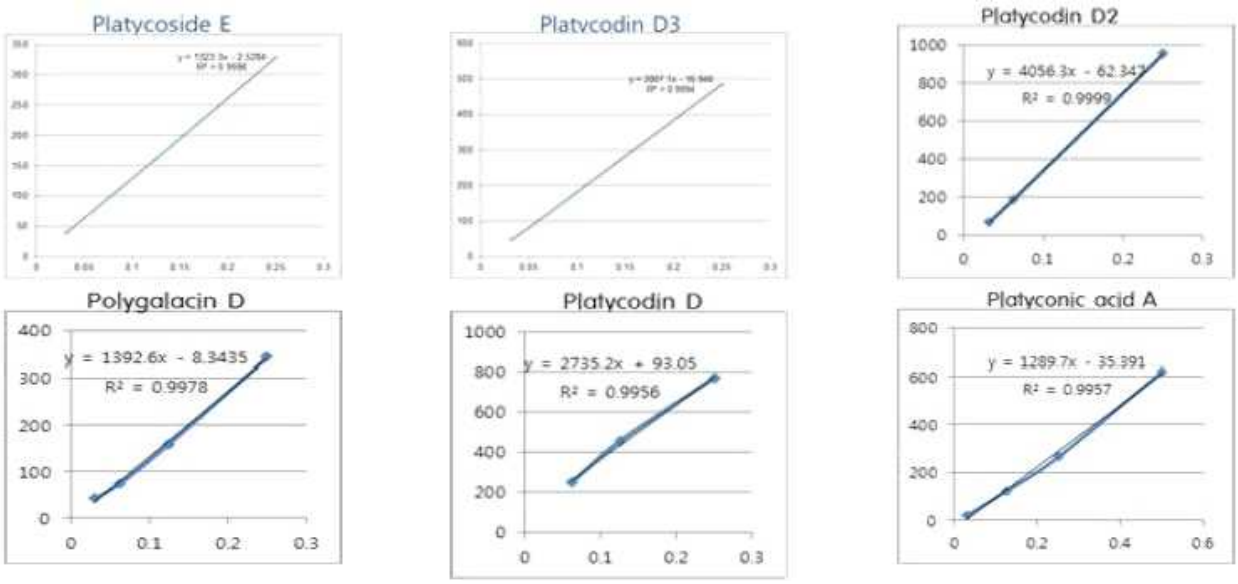
	회귀직선 방정식	상관계수(r^2)
Platycoside E	Y=1323.3X-2.5284	0.9996
Platycdin D3	Y=2007.1X-16.945	0.9994
Platycdin D2	Y=4056.3X-62.347	0.9999
Polygalacin D	Y=1392.6X-8.3435	0.9978
Platycodin D	Y=2735.2X+ 93.05	0..9956
Platyconic acid A	Y=1289.7X-35.391	0.9957

	Platycoside E	Platycodin D3	Platycodin D2	Polygalacin D	Platycodin D	Platyconic acid A	Total (mg/dl)
으뜸도라지	7.65	5.79	2.66	3.33	6.52	9.17	35.12
일반도라지	2.03	1.83	1.89	2.23	1.37	5.71	15.06

일반도라지와 으뜸도라지의 사포닌 함량을 mg/dl로 나타내어 비교해 보았을 때 으뜸도라지에는 일반도라지에 비해 2배 이상의 사포닌이 함유되어 있는 것을 알 수 있고 Platycoside E, Platycodin D3 및 Platycodin D는 3배정도 양이 더 많은 것을 확인할 수 있었다.(Table 11, Fig. 6)

Fig. 5. 도라지 사포닌 표준품의 검량선

Table 11. 으뜸도라지와 일반도라지의 사포닌 함량 (mg/dl).



	Platycoside E	Platycodin D3	Platycodin D2	Polygalacin D	Platycodin D	Platyconic acid A	Total (mg/dl)
으뜸도라지	7.65	5.79	2.66	3.33	6.52	9.17	35.12
일반도라지	2.03	1.83	1.89	2.23	1.37	5.71	15.06

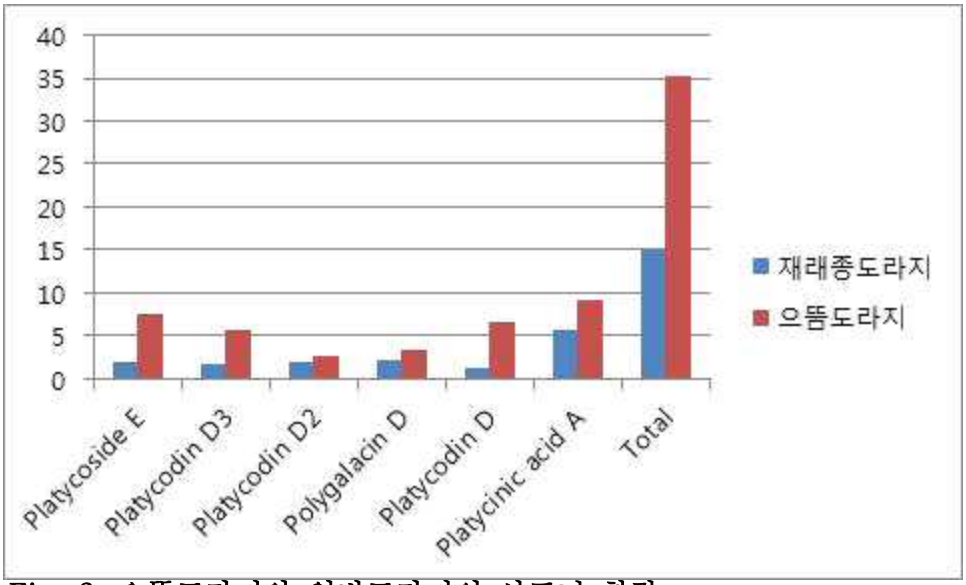


Fig. 6. 으뜸도라지와 일반도라지의 사포닌 함량

(3) 요약

LC-MS를 통한 도라지 추출물 및 표준품의 정성 분석 결과, 일반도라지와 으뜸도라지에서 사포닌인 Platycoside E, Platycodin D3, Platycodin D2, Polygalacin D, Platycodin D 및 Platyconic acid A 의 검출을 확인하였고, 이를 정량분석 해 본 결과 으뜸도라지에는 일반

도라지에 비해 2배 이상의 사포닌이 함유되어 있는 것을 알 수 있었다. 또한, Platycoside E와 Platycodin D3 및 Platycodin D는 3배정도 양이 더 많은 것을 확인할 수 있었다.

다) 으뜸도라지의 해마신경세포 보호효과

(1)연구방법

으뜸도라지 추출물 시료

도라지를 물, EA, 부탄올로 순차 분획하여 분획물을 PBS에 녹여 sonication을 사용하여 사용한다.

-세포 배양

HT-22 cell은 100mm cell culture plate에 10% FBS (heat-inactivated), 1% PS가 함유된 DMEM 배지를 사용하며 37℃에서 incubator에서 배양한다(5% CO_2).

-세포 독성 평가

세포 생존율 측정을 위해 HT-22 cell을 96 well plate에서 $3x10^3$ cell/well 로 배양 하며 농심 시료(PBS 농도 0.1% 이하)를 첨가하여 24, 48 시간을 배양한다. 배양 후 얻은 배양액에 WST (Water soluble tetrazolium salt)solution을 넣고 2 시간 동안 37℃ 에서 반응 후에 450 nm에서의 흡광도를 측정 평가함.

-Neuroprotective effect 실험

Glutamate를 처리하여 측정 : HT-22 cell은 96 well cell culture plate (3×10^3 cell/well)에 10% FBS (heat-inactivated), 1% PS가 함유된 DMEM 배지에 배양 후 시료를 24시간 동안 처리하여 효과 유발제인 Glutamate (20 mM)를 넣고 37℃에서 12 시간 배양한 후 WST solution을 넣고 3시간 반응시킨 후 450 nm에서의 흡광도를 측정하여 평가함.

-ROS 측정

배양된 세포를 PBS로 세척한 후, 10 μM 2',7'-dichlofluorescein diacetate (DCFDA, 35845)를 포함하는 Hank's balanced salt 용액에서 30분 동안 암실에서 반응시킨 후 세포의 형광광도를 측정한다.

-MDA, GSH 측정

배양된 세포에 sample 처리를 한 후 1500 rpm에서 15 min간 centrifuge하고, 0.5 mL lysis buffer로 cell pellet을 모은다. sonication (10s, 25℃) 으로 freeze/thaw cycle을 통해 homogenize시키고, 3000 rpm, 20 min으로 centrifuge하여 상등액을 얻는다. 상등액을 sample로 하고, MDA, GSH 를 사용하여 측정한다.

(2)연구결과

HT-22 cell에서의 일반도라지와 으뜸도라지의 분획물 별 세포독성 평가

HT-22 cell에서 일반 도라지와 으뜸도라지추출물이 세포독성을 나타내는지 확인하기 위하여, HT-22 cell에 물추출물을 처리하였다. 실험 결과, 도라지 물추출물 자체는 HT-22 cell에 세포독성작용을 나타내지 않았으며, 세포생존율을 증가시키는 경향이 있었는데 으뜸도라지 물 추출물이 더 많이 세포를 증식시켰다(Fig. 7).

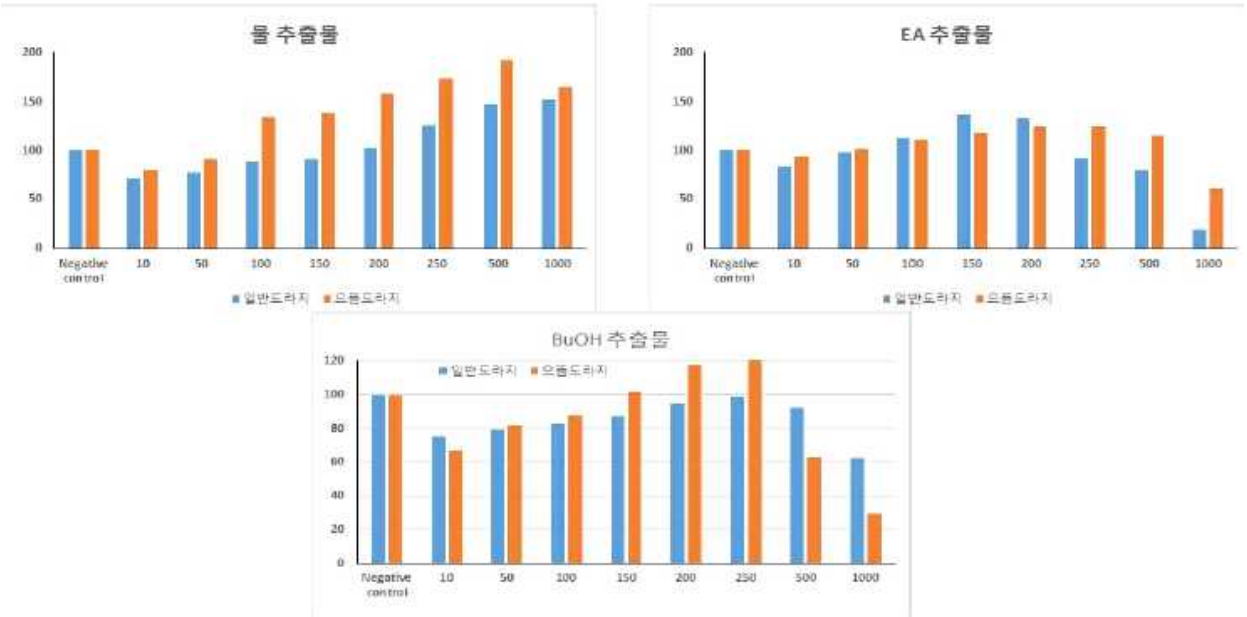


Fig. 7. Compared between fractions about cytotoxicity of normal and Etteum doraji extracts on HT-22 cell viability

Cells were treated with glutamate(5 mM). And cells were treated with various concentration of normal and Etteum doraji extracts (10-1,000 μg/mL). The cell viability was determined using WST assay. Cell viability was represented by relative absorbance compared to control. Data represent the mean(n=4)±SD. The statistical significance of differences among groups was calculated by Student's t-test. ($^{*}p<0.05$ when compared with untreated control group at each time zone, $^{\#}p<0.05$ when compare with glutamate group at each time period)

-HT-22 cell에서의 glutamate에 의해 유도된 세포독성 평가

Glutamate에 의해 유도된 산화적 스트레스에 민감한 HT-22 cell은 glutamate에 의해 유도된 세포독성을 실험하기위한 in vitro model로써 널리 사용되어왔다. 먼저 HT-22 cell에서의 glutamate에 의해 유도된 세포독성에 관한 도라지 추출물의 보호효과를 평가하였다. 도라지추출물의 처리를 위한 최적의 조건을 결정하기 위하여, HT-22 cell은 glutamate 처리 전에 도라지추출물(50-100 μg/mL)로 pre-treatment하였으며, 그 결과, glutamate에 노출된 세포의 생존율이 control 수치의 40%까지 감소하는 결과를 나타냈다(Fig. 8). 세포에 glutamate 처리를 하기 30분전에 도라지 추출물(10-1,000 μg/mL)를 처리하였을 때, 도라지 물추출물은 세포생존율은 45-110% 범위의 생존율을 나타냈으며, 세포생존율이 농도 의존적으로 증가하였다. 으뜸 도라지 물추출물은 100 μg/mL이상의 농도에서 도라지추출물은 세포사로부터 거의 완전히 보호하는 것으로 나타났다. 일반 도라지 추출물은 200 μg/mL이

상의 농도에서 최대 80%를 보호하는 것으로 나타나 으뜸도라지가 우수한 것으로 나타났다.

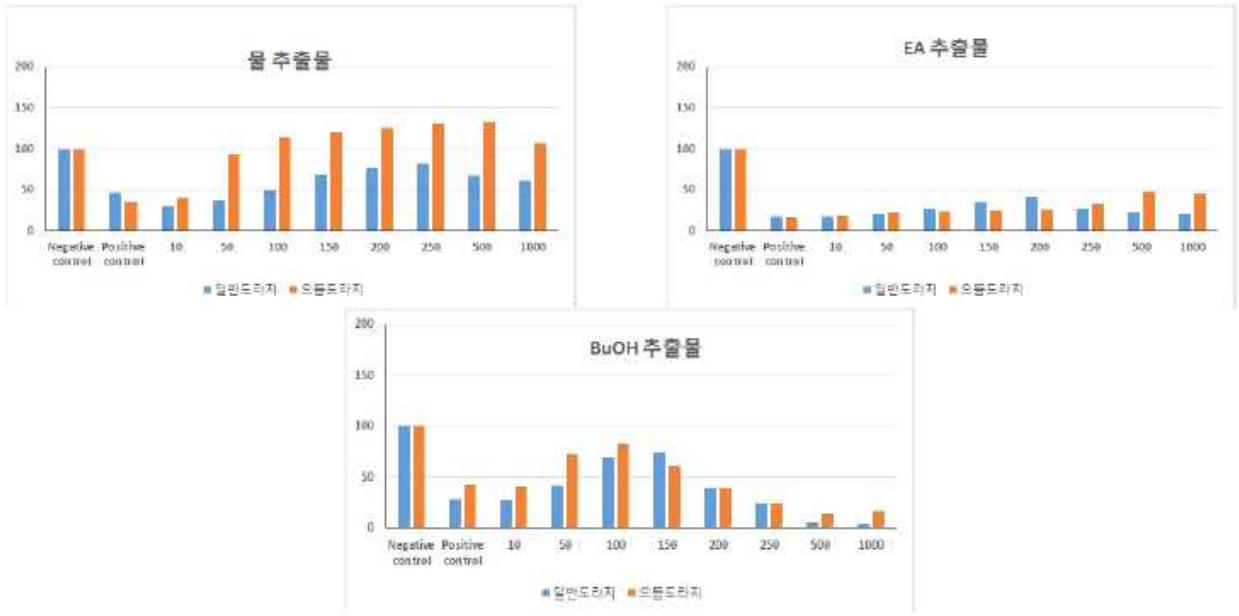


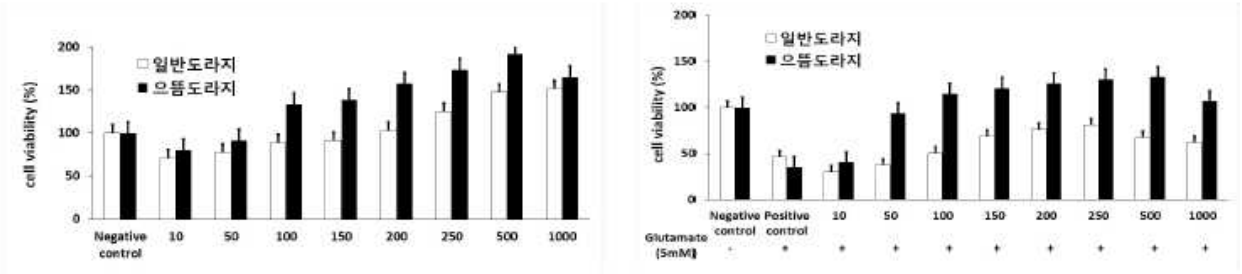
Fig. 8. Compared between fractions about protective effect of normal and Etteum doraji extracts on glutamate-induced cytotoxicity

Cells were treated with glutamate(5 mM). And cells were treated with various concentration of normal and Etteum doraji extracts (10-1,000 μg/mL). The cell viability was determined using WST assay. Cell viability was represented by relative absorbance compared to control. Data represent the mean(n=4)±SD. The statistical significance of differences among groups was calculated by Student's t-test. ($^{*}p<0.05$ when compared with untreated control group at each time zone, $^{\#}p<0.05$ when compare with glutamate group at each time period)

-HT-22 cell에서의 일반도라지와 으뜸도라지의 세포독성, glutamate로 유도된 세포독성 평가

일반도라지의 경우, 200 μg/mL 농도 부터 서서히 세포 생존율이 증가하는 경향을 보였으며, 유의한 독성은 나타나지 않았다, 으뜸도라지의 경우에는 100 μg/mL의 농도부터 세포 생존율을 negative control에 비해서도 높이는 결과를 보였다. glutamate로 cell toxicity를 유발한 군에서는 일반도라지의 경우, 100 μg/mL의 농도부터 세포 생존율의 증가가 일어났으나, 그 이후에는 변동사항이 없었고 오히려 250 μg/mL의 농도부터 세포 생존율이 감소하는 경향을 보인 반면, 으뜸도라지의 경우에는 50 μg/mL의 농도에서부터 농도 의존적인 경향으로 세포 생존율의 증가가 보임을 알 수 있었다. (Fig. 9)

Fig. 9. Cytotoxicity and protective effect of normal and Etteum doraji extracts on HT-22 cell viability



glutamate로 유도된 ROS 또한, ROS assay 에서는 glutamate를 단독 처리한 군이 대조군에 비하여 ROS 생성에 있어 3배 정도 더 높은 결과를 보였다. 일반도라지의 경우, 250 μg/mL 의 농도부터 ROS 생성을 억제하는 작용을 나타내기 시작하였고, 으뜸도라지의 경우에는 50 μg/mL 의 농도부터 ROS 의 생성을 억제하는 작용을 나타내기 시작하였다. 으뜸도라지는 일반도라지에 비하여 ROS 의 양적인 측면에서, 농도의 측면에서 모두 높은 경향을 보였기 때문에 으뜸도라지가 일반도라지에 비하여 ROS 생성을 억제하는 작용이 더 좋았다고 할 수 있었다. (Fig. 10)

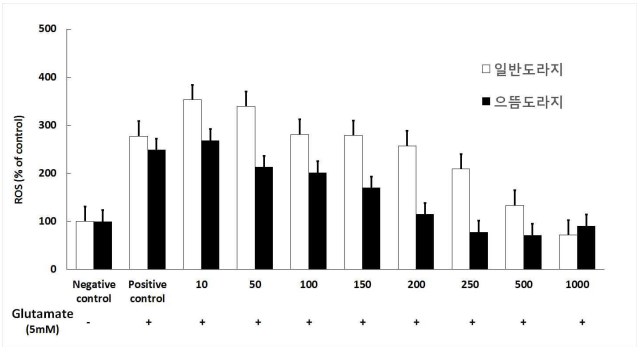


Fig. 10. Effect of normal and Etteum doraji extracts on glutamate-induced ROS generation

세포 내의 GSH 활성 및 지질과산화에 관한 일반도라지와 으뜸도라지의 효과 또한, 으뜸도라지와 일반도라지는 모두 농도 의존적으로 세포 내 GSH 수치를 회복시킨 결과를 보였으며, 추가로 으뜸도라지는 200 μg/mL 의 농도에서부터, 일반도라지는 150 μg/mL의 농도에서부터 GSH의 회복이 시작됨을 보였다. 허나, GSH 회복의 양적 측면에 있어, 으뜸도라지는 무처리군인 negative control과 동등한 수준까지의 회복량을 보인 반면, 일반도라지는 동등한 수준에 달하지는 못 함을 알 수 있었다. 따라서, 으뜸도라지의 GSH 회복 수준이 일반도라지에 비하여 우수하다고 할 수 있었다.

MDA (malondialdehyde)는 과산화지질의 분해로 생성되는 물질로서, 산성조건 하에서 TBA (thiobarbituric acid)와 반응하여 적색 물질을 발생시킨다. MDA assay는 이를 비색정량하는 것으로, MDA의 양에 의해 과산화지질량이 표현된다. glutamate로 oxidative stress가 유도된 후의 HT-22 cell에서 MDA양이 올라간다는 사실을 알 수 있다. 먼저, 일반도라지와 으뜸도라지 모두 농도가 높을 수록 MDA 수치는 내려가는 양상을 보였으나, MDA의 양을 억제하는 수준에 있어 특히, negative control 부터 으뜸도라지가 일반도라지에 비하여 MDA 수치가 더 높은 채로 시작했음에도 불구하고 500 μg/mL의 농도에서 일반

도라지의 MDA 수준보다 낮은 수치를 기록함에 따라, 으뜸도라지가 과산화지질을 억제하는 효과가 일반도라지에 비하여 좋았다고 말할 수 있다. (Fig. 11)

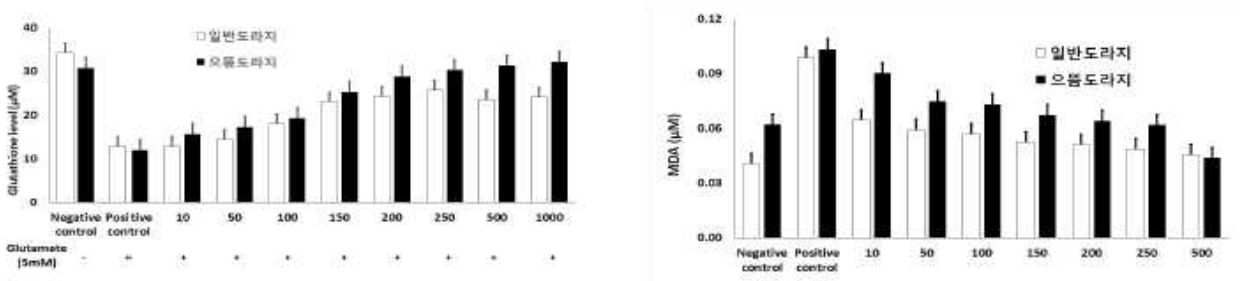


Fig. 11. Effect of normal and Etteum doraji extracts on GSH and MDA level

(3)요약

먼저, 추출물 간 비교에 있어서는 E.A (Ethyl acetate)추출물과 BuOH (butyl alcohol) 추출물의 경우 유의한 세포 생존율과 세포 보호 효과가 발견되지 못 하였기 때문에 이후의 연구들에 있어서는 물을 통하여 추출한 도라지 추출물을 대상으로 연구를 계획하는 것으로 결정되었다. cell viability 측정 실험 결과 일반도라지에 비하여 으뜸도라지의 세포 생존율이 유의하게 높게 나타났으며, neuroprotective effect 실험에서 역시도 일반도라지의 경우 glutamate를 통해 toxicity를 일으킨 군에서 세포 생존율의 증가가 일어나지 못 했던 것에 반하여, 으뜸도라지의 경우에는 세포 생존율의 증가가 일어나는 사실을 볼 수 있었다. ROS assay 에서는 250 μg/mL 의 농도부터 ROS 생성을 억제하는 작용을 나타내기 시작하였고, 으뜸도라지의 경우에는 50 μg/mL 의 농도부터 ROS 의 생성을 억제하는 작용을 나타내기 시작하였으며, GSH assay 에서는 일반도라지의 경우 150 μg/mL의 농도에서부터, 으뜸도라지의 경우 200 μg/mL 의 농도에서부터 세포 내 GSH의 회복이 일어나는 결과를 보였으나, 회복의 양적인 측면에서 으뜸도라지가 일반도라지에 비하여 유의하게 높은 결과를 보였다. 또한 MDA assay에서 역시도, 500 μg/mL 농도에서 으뜸도라지의 MDA 발생량이 일반도라지보다 그 수치가 낮은 것이 확인되었다. 따라서, 세포 독성 평가, Neuroprotective effect, ROS, GSH 및 MDA 측정 실험의 전 부분에서 으뜸도라지는 일반도라지에 비하여 우수한 결과를 보였다.

라) 으뜸도라지 치매동물모델에서의 인지능 개선 효능

(1)실험방법

-군분리

동물을 8마리씩 con군, sco군, tac군, ND200군, ND500군, SSD200군, SSD500군등 으로 나눈 후 1주 동안 적응기간을 가졌다. 동물은 4주동안 경구투여와 복강투여를 하였다 (Table12). 생화학 실험은 뇌조직을 균질완충용액(12.5mM sodium phosphate buffer PH 7.0,400mM NACL)으로 10배 균질한 후 4도에서1000g 10min centrifuge 하고 상층액으로 실험하였다.

Table 12.Types and quantification of intraperitoneal and oral administration reagents.

	Oral administration		administration	
con	saline	-	saline	-
sco	saline	-	scopolamine	2mg/kg
tac	tacrine	10mg/kg	scopolamine	2mg/kg
ND200	ND	200mg/kg	scopolamine	2mg/kg
ND500	ND	500mg/kg	scopolamine	2mg/kg
SSD200	SSD	200mg/kg	scopolamine	2mg/kg
SSD500	SSD	500mg/kg	scopolamine	2mg/kg

-기억력 행동실험 1: Water-maze test

폭이150 cm 깊이가60 cm 인 수조 안에 직경이10 cm의 도피대를 설치하고 물높이는 도피대보다1 cm 높게 채우고, 물 온도는23 ℃ 정도로 맞추었다. 수조를 4분위로 나누어 도피대를 1분위에 위치하게 하고 마우스는 나머지 3분위 아무 곳이나 놓는다. Test 첫날은 도피대를 설치하지 않고 2분 동안 자유롭게 수영하게 하고 5일 동안 매일 입수하는 사분면을 달리하여 인지적응훈련을 수행하였다. 실험동물이 도피대에 도달하면 10초 동안 도피대에 머물도록 하였으며, 120초 안에 도피대를 찾지 못할 경우에는 10초 동안 도피대에 머물도록 하여 도피대를 기억하도록 하였다. 실험5일째에는 working memory를 측정하기 위해 도피대를 제거하고 도피대를 찾아가는 시간(escape latency)를 기록하여 probe test를 실시하였다.

-기억력 행동실험 2 : Passive avoidance

쥐는 야행성 동물이기 때문에 밝은 곳에서 어두운 곳으로 가려는 습성을 이용하여 어두운 곳에 전기적 충격을 가하는 장치를 이용한다. 이 상자는 칸막이를 이용하여 두 구획으로 구분하는데 동물이 어두운 구획으로 넘어가는 즉시0.5 mA의 전류를 바닥의stainless grid를 통해5초 동안 흘려 전기충격을 가한다. 조명이 켜진 구획으로 넘어가 입구가 닫힐 때까지의 시간(latency)을 측정한다. 따라서 시험 동물은 어두운 방과 전기충격과의 관계를 기억하게 되며, 24시간 후 다시 밝은 구역에 위치시켰을 때 어두운 구획으로 들어가기는 시간을 측정한다. 24시간 후에 장기기억에 미치는 시료의 효과를 확인하고자 실시하였다(기억시험:test trail). 각 실험이 끝난 후에는 전 실험동물의 흔적을 지우기 위해 70%alcohol로 깨끗이 닦아 다음 실험에 영향을 주지 않도록 하였다.

-아세틸콜린에스터레이즈 (AchE) 활성도 측정

시료 200μL을 0.1M phosphate buffer에 넣고 15 mM acetylchoine iodide, 3 mM DTNB를 혼합하여412nm에서 5분 동안 1분간격으로 흡광도를 측정하였다.

-뇌조직내 생화학적 marker 측정

-GR측정

시료를 1M의GSSG, 5mM NADPH, 0.1M phosphate buffer와 혼합하여 340nm에서5분동안 1분간격으로 흡광도를 측정하였다.

-GPx측정

시료와 1mM EDTA, 100mMGSH, 5mM NADPH, 1unit glutathione reductase, 0.1M phosphate buffer를 혼합해서 30분동안 보관하고 10mM cumenhydroperoxide를 가하여 5분동안 1분가격으로 340nm에서 흡광도를 측정하였다.

-MDA측정

시료를 균질완충용액으로 10배 희석하고 100μL를 취하여 8.1% SDS를100ul와 20% acetic acid 200ul를 가하여 0.75% TBA 100ul를 가한 후에 100도에서 30분 동안 반응 시킨 후 원심분리(4℃, 30분, 1000rpm)하였다. 상등액을 532nm에서 흡광도를 측정하였다.

-GSH측정

상층액을 100mM phosphate buffer 에서10 mM DTNB를 가하여 3분동안 반응 후 1unit glutathione reductase를 넣고 반응 시킨다. 412nm에서 5분 동안 1분 간격으로 흡광도를 측정하였다.

-조직염색

10% formalin solution에 뇌조직을 고정시키고, 포르말린으로 고정 시킨 조직은 파라핀에 넣었다. CA1(per 50μm) 부위와 CA3 (under a 400-fold-magnificiation filed) 부위의 생존한 신경세포를 관찰하고, 양측 값으로 평균을 내어 계산하였다.

(2) 실험결과

기억력 test (Water-maze) :

도리지 투여군이 실험 훈련 2일째부터 도피대를 찾는 시간이 감소하였다(Fig. 12). Sco군보다 으뜸도라지투여군(SSD)이 도피대를 찾는 시간이 유의적으로 낮았다(p<0.05). 일반도라지(ND)보다 으뜸도라지군(SSD)이 도피대를 찾는 시간이 짧았으나 유의적인 차이는 없었다(Fig. 13). 도피대를 찾은 횟수는 SSD500군이 가장 많았다. SSD500군이 ND200군보다 도피대 찾는 횟수가 많았다. 따라서 SSD500군이 인지능 개선효과가 있으며, 으뜸도라지가 일반 도라지 보다 인지능 개선 효과가 더 있었다(Fig. 14)(p<0.05).

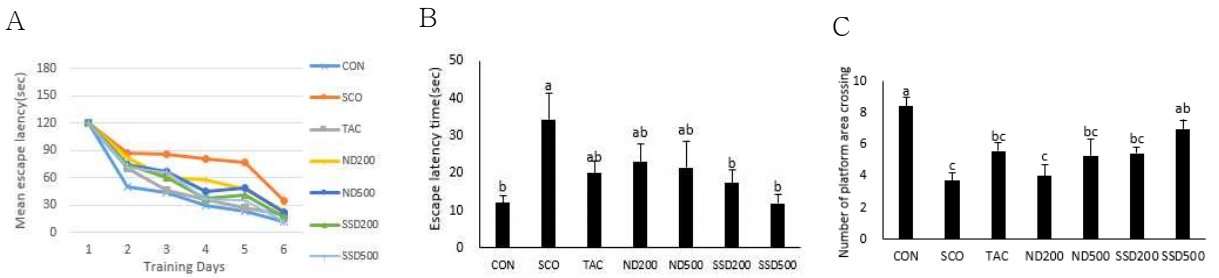


Fig. 12. The effect of the Etteum Doraji(SSD) on mean latency time(A), probe trial (B), and number of crossing platform area (C) in trial sessions of the Morris water maze test. At 1hr before the first trial session and probe trial session, SSD (200 or 500mg/kg, p.o.) or tacrine (10 mg/kg, p.o.) was administered to the mice. Thirty minutes later, the mice were treated with scopolamine (Sco, 2 mg/kg, I.p.) and tested in the Morris water maze test. Probe trial sessions were performed for 120 sec. Representative swimming paths of mice from each group in the Morris water maze test on the training trial day 4. Data represent mean ± S.E. (n=6/group). Different letters (a-c) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$

-Passive avoidance

Con군을 기준으로 하였을 때, sco군의 latency time 이 유의적으로 감소하여 기억력이 유의적으로 감소했다($p<0.05$). 일반도라지 투여군(ND) sco군과의 유의적 차이는 없었으므로 기억력 증진효과가 없었다. SSD500군은 latency time 이 대조군과 유의적인 차이가 없었다. 따라서, 으뜸도라지가 일반도라지보다 장기 기억력 개선 효과가 있었다($p<0.05$).

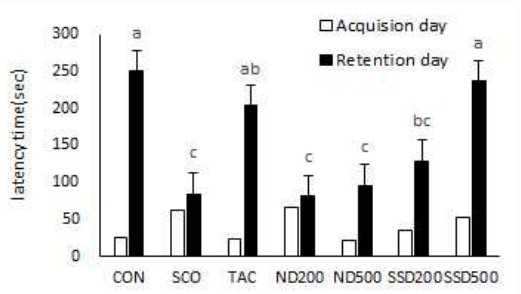


Fig. 13. Effect of Etteum Doraji(SSD) on step-through passive avoidance test. At 1hr before the test, SSD (200 or 500 mg/kg, p.o.) or tacrine (10mg/kg, p.o.) was administered to the mice. Thisrty minutes later, the mice were treated with scopolamine (Sco, 2 mg/kg, I.p.) and tested for passive avoidance (A). To assess the effect of SSD on passive avoidance, SSD (200 or 200 mg/kg, p.o.) was administed to mice 60 min before the tests (B). Data represent mean ± S.E.M. (n=9/group).

-AchE(acetyl cholinesterase)

Sco군은 대조군에 비하여 유의적으로 증가하였다($p<0.01$). Con군을 기준으로 하였을 때, ND200군이 sco군과 비슷한 정도의 AchE수준으로 유의적으로 높았다($p<0.05$). 으뜸도리지 SSD500mg/kg 투여군은 대조군과 유의적인 차이가 없었다. 으뜸도라지 500mg/kg 투여시 효과가 있고 농도가 높을수록 효과가 좋았으며 일반도라지와 비교하였을 때 AchE수준이 낮았다.

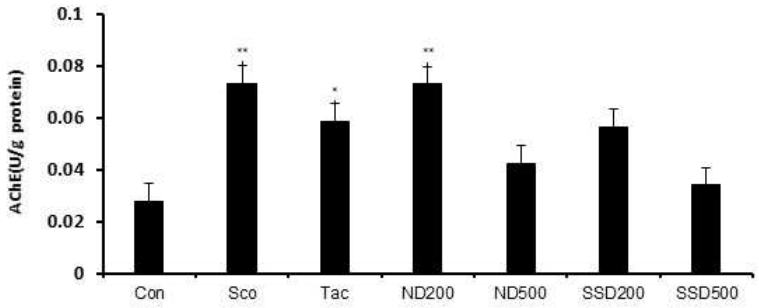


Fig. 14. Effects of Etteum Doraji(SSD) on AChE activity in brain of mice with memory impairment induced by scopolamine. Animals were decapitated 60 min after the passive avoidance test, and the brain was homogenized to assay AChE activity. Data represrnt mean±S.E. (n=6/group). $^{*}p<0.05$ and $^{**}p<0.01$ compared with the control group.

-GR

Con군을 기준으로 할 때, 으뜸도라지가 일반 도라지보다 더 높았으나 유의적인 차이는 없었다($p<0.05$). SSD500군은 tac군 수준으로 높았다($p<0.05$). 으뜸도라지를 섭취한 SSD500군이 일반도라지 섭취군보다 GR이 높게 나타났다.

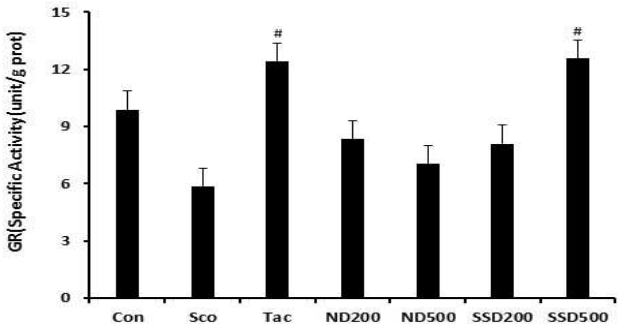


Fig15. Effects of Etteum Doraji(SSD) on GR levelin brain of mice with memory impairment induced by scoplamine. Animals were decapitated 60min after the passive avoidance test, and the brain was homogenized to assay GSH level. Data represent mean ± S.E. (n-=6/group). $^{\#}P<0.005$ compared with the scoplamine-treated group.

-GPx (glutation peroxidase)

Con군을 기준으로 비교하였을 때, sco군의 GPx 수준이 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$). 으뜸도라지군은 대조군과 유의적인 차이가 없어 일반도라지 보다 으뜸도라지가 더 GPx수준 유지효과가 좋았다.

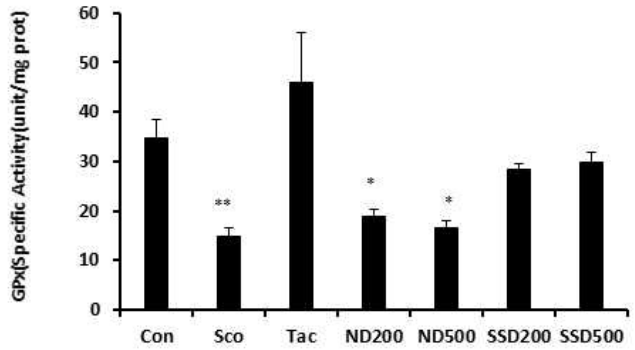


Fig16. Effects of Etteum Doraji(SSD) on GPx levelin brain of mice with memory impairment induced by scopolamine. Animals were decapitated 60min after the passive avoidance test, and the brain was homogenized to assay GSH level. Data represent mean ± S.E. (n=6/group). $^{*}p<0.05$ and $^{**}p<0.01$ compared with the control group.

-지질과산화 (MDA)

Sco군은 대조군에 비하여 지질과산화 정도가 유의적으로 높았다.(p<005). 대조군을 기준으로 비교했을 때 일반도라지와 으뜸도라지 모두 MDA수준이 대조군과 유의적인 차이가 없었으므로 지질과산화 억제효과가 있었다($p<0.05$). 일반도라지500mg/kg 투여하였을 때 으뜸도라지를 200mg/kg 투여하였을 때와 비슷한 수준으로 MDA형성 억제 효과가 있었으므로 으뜸도라지가 일반 도라지보다 MDA형성 억제 효과가 있다.

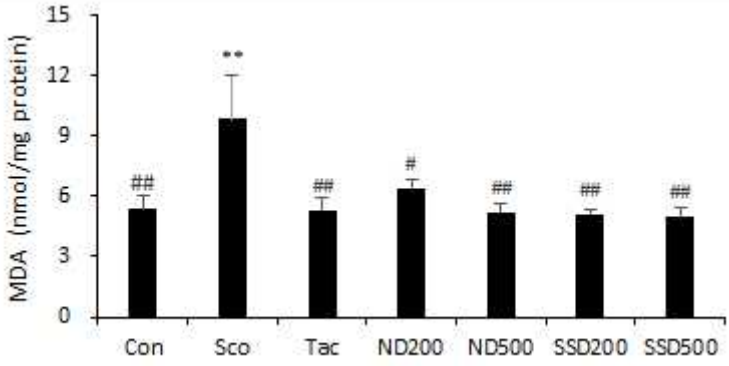


Fig. 17. Effects of Etteum Doraji(SSD) on MDA level of brain of mice with memory impairment induced by scopolamine. Animals were decapitated 60min after the passive avoidance test, and the brain was homogenized to assay TBARS activity. Data represent mean ± S.E.(n=6/group). $^{*}p<0.05$ and $^{**}p<0.01$ compared with the control group. $^{\#}p<0.05$ and $^{\#\#}p<0.01$ compared with the scopolamine-treated group.

-Total GSH

Total GSH수준은 Tac군만 유의적으로 높았고 다른 군들은 유의적인 차이가 없었다.

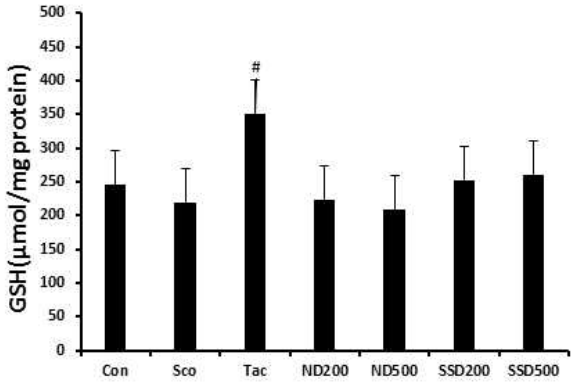


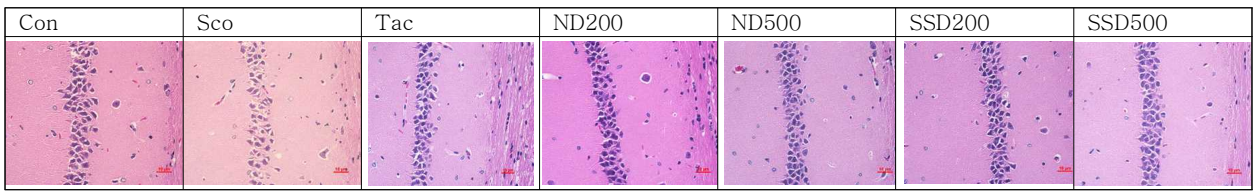
Fig. 18. Effects of Etteum Doraji(SSD) on GSH level in brain of mice with memory impairment induced by scopolamed. Animals were decapitated 60min after the passive avoidance test, and the brain was homogenized to assay GSH level. Data represent mean ± S.E. (n=6/group). $^{*}p<0.05$ and $^{**}p<0.01$ compared with the control group. $^{\#}p<0.05$ and $^{\#\#}p<0.01$ compared with the scopolamine-treated group.

-해마신경세포수

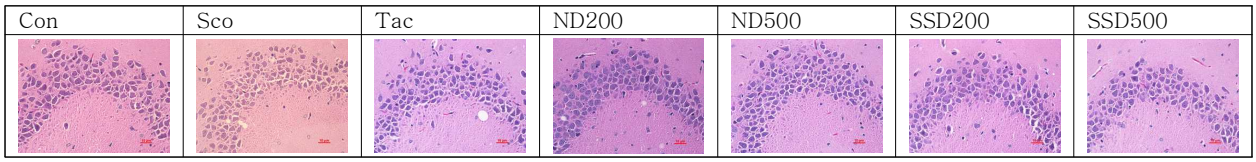
뇌조직 해마부위를 염색하여 신경세포수를 측정한 결과, CA1의 경우 Con군을 기준으로 하였을 때 Sco군은 유의적으로 감소하였고 신경세포 사멸정도는 58% 정도이었다 ($p<0.05$). 그러나 도라지 투여군은 용량 의존적으로 신경세포수가 증가하여 SSD군 즉 으뜸도라지 투여군은 200부터 대조군과 유의적인 차이가 없었다. 일반도라지투여군도 500에서는 세포생존률이 높아졌다. CA3의 경우 Con군을 기준으로 하였을 때 Sco군은 유의적으로 감소하였고 신경세포 사멸정도는 62% 정도이었다($p<0.05$). 그러나 도라지 투여군은 용량 의존적으로 신경세포수가 증가하였다. SSD군 즉 으뜸도라지 투여군은 200부터 대조군과 유의적인 차이가 없었으며, 일반도라지는 500부터 대조군과 유의적인 차이가 없었다. 일반, 으뜸 도라지 모두 스코폴아민 투여로 사멸된 신경세포를 회복시켜주는 효과가 있었으며 으뜸도라지가 더 낮은 농도에서 회복시켜주었다.

A

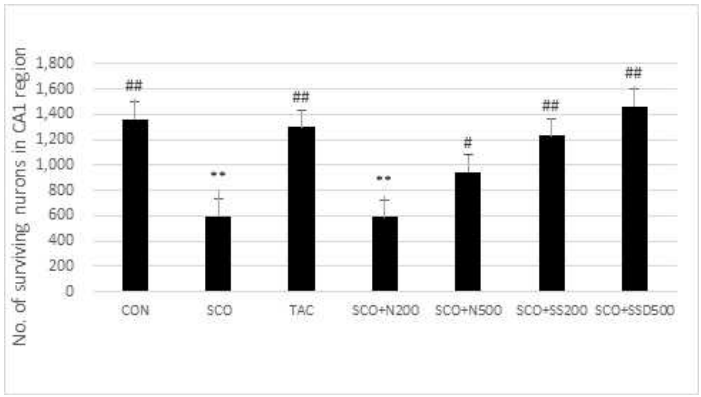
CA1



CA3



B



C

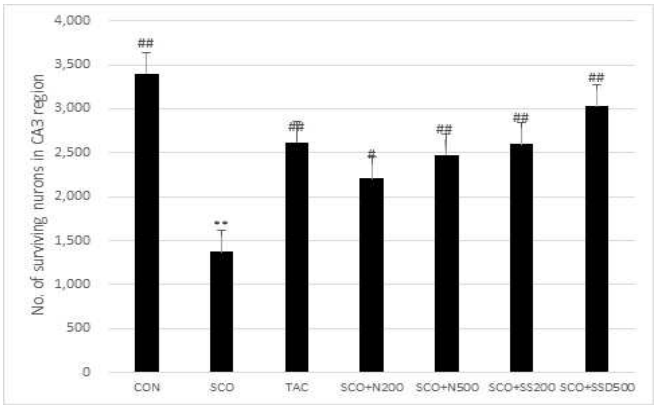


Fig. 19. Effect of SSD on neurological protection in hippocampal CA1 and CA3 (A) regions ofmemory impaired mice induced by scopolamine. Histological sections of the brain tissue showing neurological lesions(A-F). A part of the brain was fixed in 10% neutral formalin solution, and the formalin-fixed brain tissues were processed and embedded in paraffin. Serial coronal sections (4μm in thickness) were obtained, and stained with hematoxylin and eosin. The histopathological examination wasassessed under a light microscope(a 400-fold-manification). The number of surviving neurons in hippocampal CA1 (B) and CA3 (C) regions. Data represent mean ± S.E. (n=6/group). $^{*}p<0.05$ and $^{**}p<0.01$ compared with the control group. $^{\#}p<0.05$ and $^{\#\#}p<0.01$ compared with the scopolamine-treated group.

2) 고부가가치 제품 개발

가) 도라지 정과 제조 시 당저감화 연구1 : 설탕대체감미료-올리고당/당알콜

정과는 다량의 설탕을 첨가하여 단맛과 보존성을 증대시킨 가공 식품이다. 그러나 기존의 잼에 사용되어왔던 설탕은 고농도로서 저장성을 높일 수는 있으나, 설탕의 과다섭취로 인한 성인병의 우려가 높아 기피하고 있는 추세이다. 올리고당(oligosaccharides)은 소화효소에 의해 쉽게 분해되지 않아 에너지원으로 이용되지 않는 저칼로리 감미료이며, 감미도는 설탕의 30-50%를 나타낸다. 또한, 장내 유용세균인 비피더스균의 증식을 촉진시켜서 변취가 적고 변비가 개선되며 충치의 원인균인 glucan합성을 억제시켜 충치예방등 여러 가지 유용한 기능을 지닌 당이다(Emilie Cerf 2009). 현재, 우리나라에서 생산되고 있는 올리고당으로는 프락토올리고당(fructooligosaccharide, FTO), 이소말토올리고당(isomaltooligosaccharide, IMO) 등이 있다. 당알코올은 저칼로리이며, 충치 예방에 효과적이고 용해열이 높아 강한 청량감을 주며 산·열에 대한 안정성을 가지고 있어 식품 가공에 널리 이용되고 있다(Park HY 등 2016,Lim JK 2004). 국내에서 유통 중인 식품에 이용되는 당알코올은 에리스톨, 이노시톨, 만니톨, 솔비톨, 자일리톨, 말티톨 등이 있으며, 본 연구에서 는 그중 가공식품에 많이 첨가되는 솔비톨, 자일리톨, 말티톨을 재료로 사용하였다(Lim HS 둥 2011). 솔비톨은 유리 상태에서 사과, 배, 복숭아 등 대부분 식물 중에 존재하는 당알코올로 감미도는 60~70이고, 식품에 깊은 맛을 더해주고 흡열 작용을 나타내어 청량감을 준다(Lim BU 등 2004). 자일리톨은 설탕과 동일한 단맛(감미도 100)을 내며 충치의 원인균을 억제하는 효과가뛰어나 껌의 기능성 감미료로 사용되며 각광을 받는 소재가 되었다(Park HY 등 2016,Han SK 등 2004). 말티톨은 감미도 80 정도로 포도당과 솔비톨로 구성된 당이다. 식품에 보습성을 부여하며 산, 알칼리, 열에 안정하다(Park HY 등 2016,Lim BU 등 2004).

정과류는 식물체의 뿌리, 줄기 및 열매를 가지고 설탕, 조청등 당류를 첨가하여 졸인 한국 고유의 기호식품이다. 식품학적 연구를 한 것을 보면 Cho 등(1984)은 연근정과의 품질향상을 위한 조리방법에 대한 개선 연구, Lee 등(2001)은 재료배합비 및 조리방법에 따른 동아정과의 물성을 보았고, Kim (1985) 등은 봉밀첨가가 인삼정과의 품질에 미치는 영향을 보았으며, Paek 등(2006)은 당침시간을 달리한 인삼정과의 품질특성을 보고하는 등 정과류의 품질개선에 대한 연구만 있는 실정이다. 당 함량이 높아 저장성이 높지만 조리기술 및 기호에만 관심도가 높아 최근까지 정과류의 우수성에 대한 연구자료는 전무한 실정이다. 사포닌을 포함한 각종 생리활성물질이 다양하게 함유되어 있는 도라지를 가지고 정과를 제조하여 우리 고유의 전통식품에 대한 기초자료가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 설탕 대체 감미료로서 기능성을 지닌 올리고당과 당알콜을 첨가하여 도라지 정과를 제조하여, 기존의 설탕과 조청만으로 제조한 정과와 품질 특성을 비교함으로써 대체 감미료가 도라지 정과의 품질 특성에 미치는 영향을 검토하고, 도라지 정과를 제조하기에 가장 적당한 대체 감미료의 종류를 알아보고자 하였다.

(1) 실험 재료 및 연구방법

본 연구에 사용된 도라지는 충북 보은에서 생산된 으뜸도라지로 보은 황토천마영농법인으로 부터 제공받았다. 백설탕(백설, 인천, 한국), 프락토 올리고당[프락토 100: 프락토 올리고당 50% 이상(수분 제외), 백설] 이소말토 올리고당(이소말토 올리고당 50% 이상, ㈜삼양제

넥스, 울산, 한국), 물엿(옥수수 100%, 맥아당 55% 이상, 오뚜기, 서울,한국), 조청(쌀100%, 맥아당 40% 이상(수분 제외), 오뚜기)을 사용하였다.

본 연구에서는 glucose, Folin-ciocalteau reagent, DPPH용액, deoxyribose, ascorbic acid, ethylenediaminetetraacetic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), iron chloride(Alfa Aesar, Heysham, England), methanol(Samchun Pure Chemicals, Pyeongtaek, Korea), Na2Co3, phosphate buffered saline, trichloroacetic acid 용액(Daejung, Siheung, Korea), tannic acid(Yakuri Pure Chemicals Co., Ltd., Kyoto, Japan), 1% thiobarbituric acid 용액(Acros Organics, Morris Plains, NJ, USA), hydrogen peroxide(Ducsan, Ansan, Korea) 시약이 사용되었다.

-도라지정과 제조방법

으뜸 도라지의 껍질을 벗겨 몸통을 일정하게 1×7×1 cm 크기로 잘라 끓는 물에 2분 데친 후 1분 동안 찬물에 헹구었다. 냄비에 도라지, 물 150 mL, 설탕 또는 대체당을 넣고 센불로 가열하여 물이 끓어오르면 중불에서 20분 졸인 후 물엿을 넣고 당도가 65 °Brix가 될 때까지 졸였다. 냄비에서 정과를 꺼내어 시중에서 판매되는 도라지정과 의 수분함량(%)과 유사한 범위인 15-18%가 될 때까지 열풍건조기(DY 330H, Daeyeong E&B Co., Ltd., Ansan, Korea)를 이용하여 50℃에서 2시간 건조시킨 후 수분함량이 15-18%가 될 때까지 자연건조하여 완성하였다. 정과의 재료의 배합비는 Table 13,14와 같다.

Table 13. Formula of Etteum doraji Jungkwa substituted sucrose with different oligosaccharides.

Ingredients(g)	Control	DJF	DJI	DJC	DJR
Doraji	100	100	100	100	100
Sucrose	40	0	0	0	0
Corn starch syrup	14	14	14	54(14+ 40)	14
Fructooligosaccharide	0	40	0	0	0
Isomaltooligosaccharide	0	0	40	0	0
Rice starch syrup	0	0	0	0	40

DJF: 'Etteum' Doraji Jungkwa substituted sucrose with fructooligosaccharide.
DJI: 'Etteum' Doraji Jungkwa substituted sucrose with isomaltooligosaccharide.
DJC: 'Etteum' Doraji Jungkwa substituted sucrose with corn starch syrup.
DJR: 'Etteum' Doraji Jungkwa substituted sucrose with rice starch syrup.

Table 14. Formula of Etteum doraji Jungkwa substituted sucrose with different sugar alcohol.

Ingredients (g)	Control	DJXL	DJSL	DJML
Doraji	100	100	100	100
Sucrose	40	0	0	0

Corn syrup	14	14	14	14
xylitol	0	40	0	0
sorbitol	0	0	40	0
maltitol	0	0	0	40

Control: '*Etteum*' doraji *Jungkwa* added sucrose

DJXL: '*Etteum*' doraji *Jungkwa* added xylitol

DJSL: '*Etteum*' doraji *Jungkwa* added sorbitol

DJML: '*Etteum*' doraji *Jungkwa* added maltitol.

-수분측정

시료 1.5 g을 잘게 잘라 수분측정기(FD-660, Kett Electric Laboratory, Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 측정 후 평균값으로 나타내었다.

-환원당

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 엘라이저(Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTeck Instruments, Winooski, VT, USA)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다(Whistler RL & Wolfrom ML 1962). 표준곡선은 glucose를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

-pH

시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 측정하였다.

-색도 및 갈변도

색도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화 한 후 4,326.7 ×g에서 20분간 원심분리(Combi-514R, Hanil Scimed, Daejeon, Korea)하여 상등액을 취하여 페트리디쉬(50×12 mm)에 담아 색도를 측정하였다. 색차계(CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. Standard color value는 L값 45.38, a값 -1.16, b값 3.55인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. 갈변도는 엘라이저(Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTeck Instruments, Winooski, VT, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(DuBois M 등 1956).

-조직감

시료를 0.6×0.6×0.6 cm의 크기로 일정하게 잘라 texture analyser(TA/XT2, Stable Micro System Ltd., Surrey, England)를 이용하여 TPA(Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness, Gumminess, Chewiness, Resilience)를 3 회 이상 측정하였다. 지름 25 mm의 plunger(SMS P/25A)를 사용하였고 분석 조건은 pre test speed 2.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post test speed 2.0 mm/s, strain 70.0%, trigger type Auto 5 g 이다.

-총 폴리페놀 함량

시료 1 g과 메탄올 50 mL를 넣고 3.5시간 교반 후 24시간 추출한 뒤 4,326.7 ×g으로 4℃에서 10분 간 원심분리 하여 얻어진 상등액을 35℃에서 evaporator(N-1110, EYELA, Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 2 mL 메탄올을 넣어 100 mg/mL농도의 추출물 용액을 시료 용액으로 사용하여 Folin-Denis법(Singleton LV 등 1999)을 이용하여 측정하였다. 시료 100 μL에 증류수 100 μL와 0.2N Folin-ciocalteau reagent 1 mL를 넣고 5분간 반응시킨 후 7.5% Na_2CO_3 800 μL를 넣고 빛을 차단하여 30분간 반응시키고 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 포화 tannic acid(Yakuri Pure Chemicals Co., Ltd., Kyoto, Japan)를 사용하였다.

-DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능

시료 1 g과 메탄올 50 mL를 3.5 시간 교반 하고 24시간 추출한 뒤 4,326.7 ×g으로 4°C에서 10분 간 원심분리 하여 얻어진 상등액을 35℃에서 evaporator(N-1110, EYELA, Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 2 mL 메탄올을 넣어 100 mg/mL농도의 추출물 용액을 시료 용액으로 사용하였다. 농도별로 희석한 시료용액 50 μL에 1.5×10^{-4} mM DPPH(Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 용액 150 μL를 넣고 빛차단하여 30분 동안 반응시킨 후 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아래 식으로 DPPH radical 소거능(%)을 계산하고 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC_{50}값을 구하였다(Blois MS 1958).

$$\text{Free radical scavenging effect (\%)} = \frac{Abs_{DPPH} - Abs_{sample}}{Abs_{DPPH}} \times 100$$

-Hydroxyl radical 소거능

시료 1g과 메탄올 50mL를 3.5 시간 교반 하고 24시간 추출한 뒤 4,326.7 ×g으로 4℃에서 10분 간 원심분리 하여 얻어진 상등액을 35℃에서 evaporator(N-1110, EYELA, Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 300 mg당 1 mL 20 mM phosphate buffered saline(Dae Jung Chemical & Metals co,. Siheung, Korea)를 넣어 300 mg/mL농도의 추출물 용액을 시료 용액으로 사용하였다. 농도별로 희석한 시료 0.15 mL에 buffer 0.35 mL를 넣고 30 mM deoxyribose, 1 mM ascorbic acid, 1 mM ethylenediaminetetraacetic acid, 1 mM iron chloride, 1 mM hydrogen peroxide 용액를 각 0.1 mL씩 넣고 37℃에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 2% trichloroacetic acid용액 1 mL과 1% thiobarbituric acid용액 1 mL를 넣고 교반하여 100℃에서 20분간 반응 후 냉각하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 농도별 radical 소거능(%)을 아래 식으로 계산하여 검량선을 그린 후 radical소거능이 50%가 되는 농도인 IC_{50}값을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect (\%)} = \frac{Abs_{blank} - Abs_{sample}}{Abs_{blank}} \times 100$$

-관능평가

충남대학교 대학생 38명을 패널로 선정하여 7점 척도법으로 기호도(1점, 매우 싫다; 7점, 매우 좋다)와 강도1점, 매우 약하다; 7점, 매우 강하다)를 평가를 하였다. 기호도는 외관, 색, 향, 맛, 조직감, 전체적 기호도, 구매 의향을 평가하였다. 강도에서는 도라지향, 단향, 단맛, 도라지맛(쓴맛)을 평가하였다. 시료는 1 cm길이로 잘라 동일한 수량의 여러 조각을 제공 하여 여러 번 맛보고 평가할 수 있도록 하였다. 난수표가 부착된 동일한 크기의 일회용 접시에 담아 한 번에 제공하였다. 생수를 제공하여 시료를 평가한 후 입을 헹구고 다음 시료를 평가하였다. 관능평가 중에는 패널들 간의 의견 교환은 할 수 없도록 하여 평가에 영향을 주지 않도록 하였다(올리고당 첨가 도라지 정과에 대한 충남대학교 생명윤리 면제심의 승인번호: 201610-SB-050-01, 당알코올 첨가 도라지 정과에 대한 충남대학교 생명윤리 면제심의 승인번호: 201610-SB-048-01).

-통계처리

본 실험결과는 3회 반복하여 측정한 값을 SPSS 22.0 (Statistical Package for Social Science. SPSS Inc., Chicago IL, USA) software package 프로그램 중에서 기술통계를 실시하여 평균과 표준 오차를 구하여 나타내었으며 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple rangetest)을 이용하여 시료간의 유의차를 검정하였다(p<0.05).

(2) 연구 결과

(가)설탕 대체 올리고당 첨가 으뜸도라지 정과

수분

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 수분함량은 Table 15와 같다. 도라지 정과는 수분함량이 15~18%가 되도록 제조하였으며, 정과 완성 후에 수분 함량 측정 결과는 대조군인 설탕을 넣은 정과는 15.85%, 프락토 올리고당을 넣은 정과(DJF)는 16.13%, 이소말토 올리고당을 넣은 정과(DJI)는 16.69%로 유의적인 차이가 없었으며, 물엿을 넣은 정과(DJC)는17.82%로 가장 높았고 조청을 넣은 정과(DJR)는 15.04%로 가장 낮았으나(p<0.05), 도라지 제조시 수분함량 범위에 속하였다.

-환원당

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 환원당 함량은 Table 15와 같다. 물엿을 넣은 정과는 5.35%로 가장 높았으며, 조청을 넣은 정과, 이소말토 올리고당을 넣은 정과, 프락토 올리고당을 넣은 정과, 설탕을 넣은 대조군 순으로 낮아졌으며 각각 5.15%, 4.97%, 3.20%, 1.62%였다(p<0.05). 표 2에서 조청을 넣은 정과를 제외한 나머지 시료의 b값과 갈변도와의 경향이 환원당 함량과 유사하였다. 이는 환원당이 비효소적 갈변반응인 메일라드 반응에 사용되어 색도와 갈변도에 영향을 주기 때문이다. 조청을 넣은 정과는 조청 자체의 색이 있어 환원당과의 경향이 일치하지 않는다.

-색도 및 갈변도

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 색도는 Table 2와 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조군인 설탕을 넣은 정과와 프락토 올리고당을 넣은 정과, 이소말토 올리고당을 넣은 정과가 각각 48.39, 49.09, 49.41로 높았고, 물엿을 넣은 정과는 46.92였으며, 조청을 넣은 정과가 44.64로 가장 낮았다(p<0.05). 적색도를 나타내는 a값은 조청을 넣은 정과가 1.18로 가장 높았고 물엿을 넣은 정과가 0.07이었으며, 대조군과 프락토 올리고당을 넣은 정과, 이소말토 올리고당을 넣은 정과의 a값이 각각 -0.54, -0.54, -0.55로 낮았다(p<0.05). 황색도를 나타내는 b값는 이소말토 넣은 정과, 물엿을 넣은 정과, 조청을 넣은 도라지정과가 각각 4.73, 4.85, 5.15로 높았고 대조군과 프락토 올리고당 정과가 각각 3.43, 3.41로 낮았다(p<0.05). 조청을 넣은 도라지 정과의 L값이 가장 낮고 a값과 b값이 높은 이유는 조청 자체가 갈색이었기 때문으로 생각되며 또한 환원당 함량이 높아 졸이는 동안 도라지정과의 색이 진해졌기 때문으로 사료된다(Choi SR 등 2014). 참고로 올리고당은 모두 무색 투명하였으며 L값, a값, b값이 각각 35.59~36.24, -0.18~-0.17, -1.63~-1.60이었으나 조청은 유색 투명하였고 L값, a값, b값은 각각 33.6, 0.67, 5.47이였다.

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 갈변도는 Table 2와 같다. 갈변도는 조청을 넣은 정과, 물엿을 넣은 정과, 이소말토 올리고당을 넣은 정과, 프락토 올리고당을 넣은 정과, 설탕을 넣을 정과 순으로 낮아지며 각각 0.78, 0.69, 0.64, 0.56, 0.55이다(p<0.05). 조청을 제외한 다른 시료의 갈변도와 b값(표2)의 경향이 유사하였다. 물엿을 넣은 정과와 프락토 올리고당을 넣은 정과가 설탕을 넣은 정과와 이소말토 올리고당을 넣은 정과 보다 갈변도와 b값이 모두 높았다. 이는 갈변도와 b값은 모두 갈변현상의 영향을 받기 때문이며, 이 갈변 현상은 환원당 함량의 영향을 받는다. 갈변도는 환원당 함량과 유사한 경향을 보이는데, 정과 제조 시 당용액을 가열하는 동안에 환원당을 기질로 하는 비효소적 갈변반응인 메일라드반응에 의해 갈변이 일어나기 때문이다(Kirigaya N 1968)

Table 15. Characteristics of Etteum doraji Jungkwa substituted sucrose with different oligosaccharides.

		Control	DJF	DJI	DJC	DJR
Moisture (%)		15.83±0.23^{bc}	16.13±0.46^{bc}	16.69±0.41^{ab}	17.82±0.09^{a}	15.04±0.05^{c}
Reducing sugar content (%)		1.62±0.03^{e}	3.20±0.02^{d}	4.97±0.05^{c}	5.35±0.03^{a}	5.15±0.03^{b}
Hunter's color value	L	48.39±0.60^{ab}	49.09±0.67^{a}	49.41±0.38^{a}	46.92±0.53^{b}	44.64±0.03^{c}
	a	-0.54±0.07^{c}	-0.54±0.19^{c}	-0.55±0.01^{c}	0.07±0.11^{b}	1.18±0.07^{a}
	b	3.43±0.63^{b}	3.41±0.23^{b}	4.73±0.85^{ab}	4.85±0.11^{ab}	5.15±0.29^{a}
Browning Degree		0.55±0.01^{d}	0.56±0.01^{d}	0.64±0.00^{c}	0.69±0.00^{b}	0.78±0.01^{a}

All values are mean±S.D.
Different letters (a-c) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

-조직감

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 기계적 조직감 측정 결과는 Table 16과 같다. 경도(Hardness)는 조청을 넣은 정과와 설탕을 넣은 정과가 각각 14,990 g 및 13,055 g 으로 두시료간에는 유의적인 차이가 없었으나 전체 시료 중에서 가장 경도가 높았다($p<0.05$). 그다음으로는 이소말토 올리고당을 넣은 정과 8,633 g, 프락토 올리고당을 넣은 정과 8,653 g가 높았고, 물엿을 넣은 정과는 7,990 g으로 가장 낮았다($p<0.05$).Kwon HJ & Park CS(2011)의 연구에 따르면 도라지 정과의 경도는 수분함량과 반비례하는 경향을 나타낸다. 조리과정 중 수분을 15~18%로 조정하였으나 그 범위가 넓어 수분함량이 조직감에 영향을 주었을 것으로 사료된다. 본 실험에서 물엿을 넣은 정과의 경도가 가장 낮게 나온 것은 표 16에서와 같이 물엿을 넣은 정과의 수분함량이 높은 데 기인된 것이다. 또한, 조청과 설탕을 넣은 정과의 경도가 높은 것 역시 수분함량이 낮기 때문이다. 프락토 올리고당 정과는 이소말토 올리고당 정과와 경도가 유의적인 차이가 없었으며 수분함량 또한 유사하였다. 부착성(Adhesiveness)은 이소말토 올리고당을 넣은 정과와 프락토 올리고당을 넣은 정과가 각각 -517 및 -534로 낮았으며, 물엿은 -414, 조청은 -389, 설탕을 넣은 정과는 -359로 높아졌다($p<0.05$). 탄력성(Springiness)은 설탕, 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당, 물엿, 조청을 넣은 정과는 각각 0.84, 0.76, 0.76, 0.58, 0.92으로 조청을 넣은 정과가 가장 높았고 물엿을 넣은 정과가 가장 낮았으나 유의적 차이는 없었다($p<0.05$). 응집성(Cohesiveness)은 대조군, 프락토 올리고당을 넣은 정과, 이소말토 올리고당을 넣은 정과, 물엿을 넣은 정과, 조청을 넣은 정과가 각각 0.26, 0.20, 0.23, 0.19, 0.33이었다. 조청을 넣은 정과가 가장 높았고 프락토 올리고당과 물엿을 넣은 정과가 낮았다($p<0.05$). 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당의 점도는 비슷하며 프락토 올리고당의 점도는 물엿보다 작고(Kim JR 등 1995), 물엿보다 조청의 점도가 크다(No JH 등 2014). 점도가 증가할수록 응집성이 증가하는 경향을 띄고 있으나 물엿을 넣은 정과의 경우 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당 보다 점도는 높지만 응집성이 낮은 이유는 수분함량이 가장 높기 때문인 것으로 사료 된다. 검성(Gumminess)은 조청을 넣은 정과가 4,916로 가장 높았고 설탕, 이소말토 올리고당, 프락토 올리고당, 물엿 순으로 낮아졌다($p<0.05$). 씹힙성(Chewiness)은 조청을 넣은 정과가 4,627으로 가장 높았고 설탕, 이소말토 올리고당, 프락토 올리고당, 물엿을 넣은 정과 순으로 낮아졌다($p<0.05$). 복원성(Resilience)은 조청을 넣은 정과가 0.16로 가장 높았고, 그 다음은 설탕을 넣은 정과로 0.14 이었으며, 그다음은 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당을 넣은 정과로 0.09이었으며, 물엿을 넣은 정과가 0.08로 유의적으로 낮았는데($p<0.05$), 검성, 씹힘성, 복원성이 경도의 경향과 일치하며 경도와 마찬가지로 수분함량의 영향을 받은 것으로 보여진다. 본 실험에서 당액을 넣고 졸이는 과정을 거치고 열풍건조기에 의해 수분손실이 발생하였으며 이때의 정과별 수분함량에 의해 조직감이 달라진 것으로 보여진다.

Table 16. Texture characteristics of Etteum doraji Jungkwa substituted sucrose with different oligosaccharides.

	Control	DJF	DJI	DJC	DJR
Hardness	13,055±625[a]	8,633±208[b]	8,653±203[b]	7,990±161[c]	14,990±754[a]
Adhesiveness	-358±23[b]	-517±34[a]	-534±12[a]	-414±20[b]	-389±25[b]
Springiness	0.84±0.22[NS]	0.76±0.22	0.76±0.22	0.58±0.02	0.92±0.09
Cohesiveness	0.26±0.01[b]	0.20±0.01[bc]	0.23±0.03[b]	0.19±0.01[c]	0.33±0.05[a]
Gumminess	3,446±101[b]	1,735±88[c]	1,957±199[c]	1,477±10[d]	4,916±803[a]
Chewiness	2,904±427[b]	1,301±321[c]	1,535±587[c]	857±30[d]	4,627±950[a]
Resilience	0.14±0.00[b]	0.09±0.01[c]	0.09±0.00[c]	0.08±0.00[d]	0.16±0.02[a]

All values are mean±S.D.
Different letters (a-d) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $P<0.05$.
NS: Not significant

-총 폴리페놀

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 총 페놀 함량은 Fig.20과 같다. 이소말토 올리고당 정과는 0.194 mg/mL으로 가장 높았고, 그 다음으로 프락토 올리고당을 넣은 정과와 조청 넣은 정과가 각각 0.124 mg/mL, 0.130 mg/mL 이었으며, 물엿을 넣은 정과와 설탕을 넣은 정과는 각각 0.074 mg/mL, 0.088 mg/mL으로 낮았다 ($p<0.05$). 정과 제조시 고온에서 가열하기 때문에 비효소적 갈변 반응 특히 메일라드 반응을 일어나, 갈색의 색소가 형성되는데, 특히 reductone등의 환원성 물질이 생성되고 최종적으로 생성되는 갈색의 melanoidine은 항산화 효과가 있다(Kirigaya Ne 등 1966).

-DPPH radical 소거능

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 DPPH radical 소거능을 측정하여 IC_{50}값으로 나타낸 결과는 Fig. 21과 같다. DPPH는 자유라디칼과 결합하여 안정한 화합물을 만들고 항산화 물질에 의해 환원 됨으로써 라디칼이 소거되어 청남색이 연해지는 특성을 이용하여 분석하는 항산화 지표이다(Son CW 등 2008). 설탕을 넣은 정과인 대조군의 IC_{50}값은 137.16 mg/mL으로 가장 높았고 그 다음은 물엿을 넣은 정과 (97.63 mg/mL)와 프락토 올리고당을 넣은 정과 (90.64 mg/mL) 로 중간이었고, 조청을 넣은 정과 (61.19 mg/mL)와 이소말토 올리고당을 넣은 정과(57.64 mg/mL)가 가장 낮았다 ($p<0.05$). 즉, 조청과 이소말토 올리고당을 넣은 으뜸 도라지 정과의 DPPH radical 소거능이 가장 높았으며, 설탕을 넣은 정과가 가장 낮았다($p<0.05$). 조청을 넣은 정과와 이소말토 올리고당을 넣은 정과의 DPPH 라디칼 소거능이 높은 것은 총 페놀 함량이 높았던 결과(그림 1)와 일치하는 결과이다. 이는 페놀 화합물의 항산화 기작이 radical 소거능 작용에 기인

한다는 보고와 일치한다(Chung YA & Lee JK 2003).

-Hydroxyl radical 소거능

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 Hydroxyl radical 소거능을 측정하여 IC_{50}값으로 나타낸 결과는 Fig. 22과 같다. 대조군, 프락토 올리고당을 넣은 정과, 이소말토 올리고당을 넣은 정과, 물엿을 넣은 정과, 조청을 넣은 도라지 정과의 IC_{50}값은 각각 25.53 mg/mL, 16.52 mg/mL, 12.69 mg/mL, 18.05 mg/mL, 14.29 mg/mL 였으며, 대조군이 가장 높았고 이소말토 올리고당과 조청을 넣은 정과가 가장 낮았다(p<0.05). 이는 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능을 측정한 결과와 일치 하는 경향을 나타내었다. Lee SJ 등(2013)의 연구에서 DPPH radical 소거능의 IC_{50} 값이 낮은 시료일수록 Hydroxyl radical 소거능의 IC_{50}값 이 낮게 나타났다는 보고와 일치하였다.

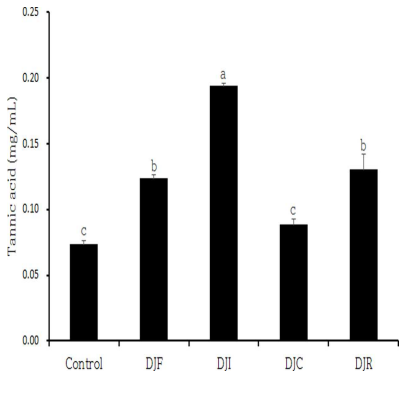


Fig. 20. Total phenol contents of *'Etteum' doraji Jungkwa* substituted sucrose with different oligosaccharides.
All values are mean±S.D.
Different letters (a-c) in the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at P<0.05.

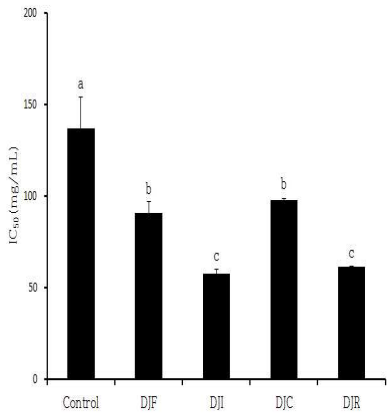


Fig. 21. DPPH radical scavenging activity of *'Etteum' doraji Jungkwa* substituted sucrose with different oligosaccharides.
All values are mean±S.D.
Different letters (a-c) in the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at P<0.05.

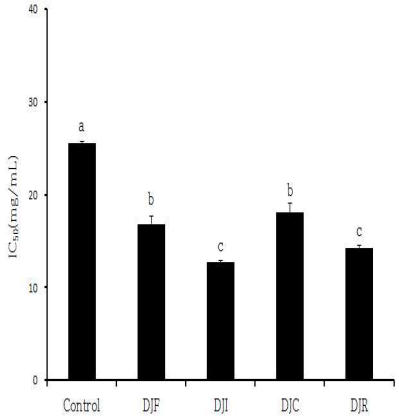


Fig. 22. Hydroxyl radical scavenging activity of 'Etteum' doraji Jungkwa substituted sucrose with different oligosaccharides.
All values are mean±S.D.
Different letters (a-c) in the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at P<0.05.

-관능검사

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 강도 평가 결과는 Table 17과 같다. 강도에서 도라지향은 유의적 차이가 없었다(p<0.05). 단향은 설탕을 넣은 정과인 대조군과 프락토 올리고당을 넣은 정과가 각각 4.0, 3.4점으로 높았고 이소말토 올리고당과 조청을 넣은 정과가 각각 3.1, 2.4점으로 낮았다(p<0.05). 도라지 맛(쓴맛)은 유의적 차이가 없었으므로(p<0.05), 올리고당을 이용한 쓴맛 개선효과는 볼 수 없었다. 단맛은 대조군이 4.7점으로 높았고 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당, 물엿, 조청을 넣은 정과가

각각 3.6, 3.3, 3.5, 3.2점으로 낮았다(p<0.05). 설탕의 감미도를 100으로 하였을 때 올리도당의 감미도는 30~50%이기 때문에 설탕을 넣은 대조군이 가장 단맛이 강하다는 결과를 나타내었다(Lee YM 등 2017).

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 기호도 평가 결과는 Table 17과 같다. 기호도 중 외관은 프락토 올리고당을 넣은 정과가 5.1점으로 가장 높았고 물엿을 넣은 정과와 조청을 넣은 정과가 각각 4.0, 3.8점으로 낮았다(p<0.05). 색에 대한 기호도는 대조군과 프락토 올리고당을 넣은 정과가 각각 4.6, 5.0점으로 높았고 이소말토 올리고당, 물엿, 조청 등을 넣은 정과는 각각 4.3, 4.1 및 4.1점으로 낮았다(p<0.05). 조청, 물엿, 이소말토 올리고당 정과의 색에 대한 기호도가 낮은 것은 갈변도 값이 높게 나타났던 (표 15) 당류로 진한 갈색의 정과는 기호도면에서 떨어지는 것을 보여주었다. 향은 대조군, 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당을 넣은 정과가 각각 4.4, 4.5, 4.2점으로 높았고 물엿과 조청을 넣은 정과가 각각 3.6, 3.5점으로 낮았다. 맛은 설탕, 프락토 올리고당을 넣은 정과가 각각 4.4, 4.5점으로 높았고 이소말토 올리고당, 물엿, 조청을 넣은 정과가 각각 3.8, 3.7, 3.5점으로 낮았다. 도라지의 쓴맛(표 17)은 대부분 선호하지 않는데 유의적인 차이가 없으므로 맛의 선호도에 영향을 준 것은 단맛이며, 맛의 기호도가 높은 대조군이 단맛에 대한 강도에서도 점수가 높았다. 텍스처에 대한 기호도는 대조군과 프락토 올리고당을 넣은 정과가 각각 4.5, 4.8점으로 높았고 이소말토 올리고당, 물엿, 조청 등을 넣은 정과가 각각 3.6, 3.7, 3.6점으로 낮았다(p<0.05). 조청을 넣은 정과는 수분함량(표 15)이 낮고 씹힘성(표 16)이 가장 높았으며, 물엿을 넣은 정과는 수분함량이 높고 씹힘성이 가장 낮았으며 두 시료 모두 텍스처에 대한 기호도가 낮았다. 즉, 수분 함량과 씹힘성의 정도가 텍스처의 기호도면에서 영향을 주며 그 정도가 너무 높거나 낮아도 기호도가 감소한다. 전체적 기호도는 대조군, 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당 등을 넣은 정과가 각각 4.5, 4.6, 3.9점으로 높았으며 물엿과 조청을 넣은 정과가 각각 3.7, 3.7로 낮았다(p<0.05). 구매의향은 대조군, 프락토 올리고당을 넣은 정과가 각각 4.2, 5.0점으로 높았으며 이소말토 올리고당, 물엿, 조청을 넣은 정과가 모두 3.6점으로 낮았다(p<0.05). 전체적 기호도와 구매의향이 높은 대조군과 프락토 올리고당으로 만든 정과는 맛, 향, 텍스쳐에서도 높은 점수를 받았으며, 특히 프락토 올리고당으로 만든 정과는 외관과 색에서 대조군보다 높았다(p<0.05).

Table 17. The sensory evaluation of Etteum doraji Jungkwa substituted sucrose with different oligosaccharides.

		Control	DJF	DJI	DJC	DJR
Sensory quality	Doraji smell	3.5±0.3^{NS}	3.4±0.3	3.4±0.3	3.3±0.3	3.5±0.3
	sweet smell	4.0±0.3^{a}	3.4±0.3^{ab}	3.1±0.2^{bc}	3.2±0.3^{b}	2.4±0.2^{c}
	Doraji taste	3.8±0.3^{NS}	4.0±0.2	4.3±0.3	4.1±0.3	4.5±0.3
	sweetness	4.7±0.2^{a}	3.7±0.2^{b}	3.3±0.2^{b}	3.6±0.3^{b}	3.2±0.2^{b}
Sensory characte	Appearance	4.4±0.1^{b}	5.1±0.3^{a}	4.4±0.2^{b}	4.0±0.2^{bc}	3.8±0.13^{c}
	Color	4.6±0.2^{ab}	5.0±0.2^{a}	4.3±0.2^{b}	4.1±0.2^{b}	4.1±0.3^{b}

ristics	Flavor	4.2±0.2^{a}	4.5±0.2^{a}	4.2±0.2^{a}	3.6±0.2^{b}	3.5±0.1^{b}
	Taste	4.4±0.3^{ab}	4.5±0.3^{a}	3.8±0.2^{bc}	3.7±0.2^{bc}	3.5±0.2^{c}
	Texture	4.5±0.2^{a}	4.8±0.3^{a}	3.6±0.1^{b}	3.7±0.1^{b}	3.6±0.1^{b}
	Overall acceptability	4.5±0.2^{ab}	4.6±0.4^{a}	3.9±0.1^{ab}	3.7±0.2^{b}	3.7±0.2^{b}
	Purchase Intention	4.2±0.2^{ab}	5.0±0.4^{a}	3.6±0.1^{bc}	3.6±0.2^{c}	3.6±0.2^{c}

All values are mean±S.D.

Different letters (a-d) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $P<0.05$.

NS: Not significant

(3)요약

(가)설탕 대체 올리고당 첨가 으뜸도라지 정과

본 연구에서는 기존 도라지에 비하여 조사포닌이 풍부하며, 우수한 생리활성을 지닌 으뜸 도라지의 활용도를 높이고자 한국의 전통 당과류인 정과를 개발하였다. 정과에 들어가는 다량의 설탕을 올리고당 (프락토 올리고당, 이소말토 올리고당, 물엿, 조청)으로 대체하여 도라지 정과를 제조한 후 이화학적 품질특성과 항산화성을 분석하였다. 도라지 정과는 당도가 65 °Brix가 되도록 졸인 후 수분 함량은 14~18%가 되도록 건조하였다.

정과에 첨가하는 설탕을 올리고당으로 대체하여 제조한 으뜸 도라지 정과의 최종수분함량은 이소말토 올리고당과 물엿을 넣은 정과가 높았고 대조군, 프락토 올리고당, 조청을 넣은 정과가 낮았다. 환원당은 물엿, 조청, 이소말토 올리고당, 프락토올리고당, 설탕을 넣은 정과순으로 낮아졌다. 색도 중 L값은 설탕, 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당을 넣은 정과가 높았고 조청을 넣은 도라지 정과가 낮았다. a값은 조청이 높았고 물엿이 두 번째로 높았으며 대조군, 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당을 넣은 정과가 낮았다. b값은 이소말토 올리고당, 물엿, 조청을 넣은 정과가 높았다. 갈변도는 조청, 물엿, 이소말토 올리고당, 프락토 올리고당, 설탕을 넣은 정과 순으로 낮아졌으며 환원당 함량과 유사한 경향을 나타내었으며 조청을 넣은 정과의 갈변도는 조청의 색도의 영향으로 가장 높게 나타났다. 경도, 검성, 씹힙성, 회복성은 조청을 넣은 정과와 대조군이 높았고 물엿을 넣은 정과가 낮았다. 부착성은 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당을 넣은 정과가 낮았다. 탄력성은 유의적 차이가 없었다. 응집성은 조청을 넣은 정과가 가장 높았고 프락토 올리고당과 물엿을 넣은 정과가 낮았다. 총 페놀 함량은 이소말토 올리고당을 넣은 정과가 높았으며, 그 다음으로 프락토 올리고당과 조청을 넣은 정과가 높았고 물엿 넣은 정과와 대조군이 낮았다. DPPH radical 소거능과 Hydroxyl radical 소거능의 IC_{50}값은 대조군이 가장 높았고 그 다음으로는 물엿과 프락토 올리고당을 넣은 정과가 높았고, 조청, 이소말토 올리고당을 넣은 정과가 낮았다, 항산화 활성은 이소말토 올리고당을 넣은 정과가 가장 높았다. 관능검사 중 강도에서 도라지의 향과 맛은 유의적 차이가 없었으며, 단맛은 프락토 올리고당으로 만든 정과와 대조군이 높았고 이소말토 올리고당과 조청으로 만든 정과가 낮았다. 단향은 프락토 올리고당으로 만든정과와

대조군이 높았고 이소말토 올리고당, 물엿, 조청으로 만든 정과가 낮았다. 관능검사 중 기호도에서 외관과 색은 프락토 올리고당을 넣은 정과가 가장 높았으며, 향은 대조군과 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당을 넣은 정과가 높았다. 맛, 조직감, 전반적인 기호도, 구입의향의 항목에서 대조군과 프락토 올리고당을 넣은 정과가 높았다. 물엿과 조청은 모든 기호도면에서 낮았다. 이상의 결과로부터 프락토 올리고당으로 으뜸 도라지 정과를 만들었을 때 이화학적 품질 특성, 항산화성 및 관능적 기호도면에서 설탕을 넣은 대조군보다 우수하였다.

(2) 연구 결과

(나) 설탕 대체 당알코올 첨가 으뜸도라지 정과

-수분

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 수분 함량은 Table 18과 같다. 설탕을 넣은 대조군은 15.18%, 자일리톨 첨가군은 15.52%, 솔비톨 첨가군은 14.36%, 말티톨 첨가군은 16.57%였다. 도라지정과의 수분 함량이 14~ 18%라고 보고한 것(Kwon HJ & Park CS 2009)에 따라 도라지정과의 적절한 수분 함량으로 맞추어져 제조되었기 때문에 당알코올 종류에 따른 수분 함량의 특징은 알 수 없다. 당알코올은 설탕에 비하여 보습성이 좋기 때문에(Lim BU 2004), 동일한 건조 시간과 조건을 주었다면 당알코올이 첨가된 도라지정과가 설탕이 첨가된 도라지정과보다 수분 함량이 높을 것이라고 추측할 수 있다.

-환원당

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 환원당 함량은 Table 18과 같다. 말티톨 첨가군이 1.85± 0.01%로 가장 높았고, 자일리톨 첨가군은 1.52±0.04%로 가장 낮았다(P<0.05). 대조군과 수분 함량이 유사한 자일리톨 첨가군과 솔비톨 첨가군의 경우 솔비톨 첨가군의 환원당 함량은 대조군과 유사하였으나, 자일리톨 첨가군은 대조군보다 유의적으로 낮았다(P<0.05). 말티톨 첨가군은 대조군과 비교했을 때 환원당이 유의적으로 높았다(P<0.05).

-pH

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 pH는 Table 18과 같다. 대조군인 설탕, 솔비톨 첨가군, 말티톨 첨가군은 pH 5.7로 유의적 차이가 없었으나, 자일리톨 첨가군은 5.5로 낮았다(P<0.05).

-색도 및 갈변도

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 색도와 갈변도는 Table 18와 같다. 명도를 나타내는 L값과 적색도를 나타내는 a값의 경우 대조군을 비롯한 모든 처리군 간에 유의적인 차이는 없었다. 명도는 색의 밝기 또는 투명도를 나타내는 정도로 수분 함량과 관련이 있는데(Choi YS 2013), 당알코올 종류별로 도라지정과의 수분 함량이 유사한데 기인된 것으로 생각된다. 황색도를 나타내는 b값의 경우 설탕 첨가군인 대조군이 3.43으로 당알코올 첨가군에 비해 유의적으로 낮았고(P<0.05), 자일리톨 첨가군, 솔비톨 첨가군 및 말티톨 첨가군의 b값은 각각

5.80, 5.11, 5.99로 당알코올 종류 간에 유의적인 차이는 없었다.

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 색도와 갈변도는 Table 18에서와 같이 설탕 첨가군인 대조군이 0.55로 당알코올 첨가군에 비해 유의적으로 낮았고($P<0.05$), 자일리톨 첨가군, 솔비톨 첨가군 및 말티톨 첨가군의 b값은 각각 0.61, 0.63, 0.62로 당알코올 종류 간에 유의적인 차이는 없었다.

Table 18. Characteristics of Etteum doraji Jungkwa substituted sucrose with different sugar alcohol.

		Control	DJXL	DJSL	DJML
Moisture (%)		15.18±0.44$^{ab1)2}$	15.52±0.70^{ab}	14.36±0.38^{b}	16.57±0.66^{a}
Reducing sugar content (%)		1.62±0.03^{b}	1.52±0.04^{c}	1.59±0.04^{bc}	1.85±0.01^{a}
pH		5.7±0.0^{a}	5.5±0.0^{b}	5.7±0.0^{a}	5.7±0.0^{a}
Hunter's color value	L	48.91±0.54$^{NS3)}$	47.42±0.33	49.34±0.44	48.52±1.02
	a	-0.36±0.21^{NS}	-0.21±0.04	0.33±.0.35	-0.52±0.27
	b	3.43±0.63^{b}	5.80±0.48^{a}	5.11±0.17^{a}	5.99±0..28^{a}
Browning Degree		0.55±0.01$^{c1)2)}$	0.61±0.00^{b}	0.63±0.01^{a}	0.62±0.01^{ab}

[1)]All values are mean±SD.
[2)]Different letters (a-c) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $P<0.05$.
[3)]NS: not significant.

-조직감

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 기계적 조직감을 texture profile analysis(TPA)로 측정한 결과는 Table 19와 같다. 경도는 식품의 형태를 변형시키는 데 요구되는 힘(Lee SY 등 2009)으로, 설탕 첨가군인 대조군의 최대 피크 값인 경도는 9,533 g이었고, 자일리톨 첨가군과 말티톨 첨가군은 각각 9,267 g과 8,893 g으로 유사하였으나 솔비톨 첨가군은 14,414 g으로 유의적으로 높았다($P<0.05$). 이는 Kwon과 Park(2009)의 연구에서 오미자를 첨가한 도라지정과의 경도가 수분 함량이 증가함에 따라 경도가 낮았던 것과 유사하며, 솔비톨 첨가군의 경도가 가장 높은 것은 수분 함량이 낮은 데에서 기인한 것으로 생각된다(Table 19). 부착성은 식품의 표면과 플런저를 떨어뜨리는 데 필요한 힘이다(Lee SY 등 2009). 정과는 설탕이나 꿀에 졸였기 때문에 첨가한 당의 특성에 따라 이에 달라붙는 정도가 다르다. 당알코올 종류별 도라지정과의 부착성은 대조군인 설탕의 경우 -483이었으며, 솔비톨 첨가군은 -689, 말티톨 첨가군은 -462로 유의적인 차이가 없었으나 자일리톨 첨가군은 -199로 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.05$). 정과를 씹을 때 이에 달라붙는 것을 싫어하는 경우에는 자일리톨을 첨가하는 것이 바람직한 것으로 생각된다. 탄력성은 변형된 샘플이 원래대로 돌아가려는 성질을 의미하는데(Kim HY 등 2006),

설탕이나 꿀에 졸인 정과의 특성으로는 중요한 특성이다. 대조군인 설탕 첨가군은 0.81로 솔비톨 첨가군의 0.82, 말티톨 첨가군의 0.81과 유의적인 차이가 없었으나, 자일리톨 첨가군은 0.49로 모든 처리군에서 유의적으로 가장 낮게 나타났다(P<0.05). 응집성은 식품의 형태를 구성하는 내부 결합에 필요한 힘이다(Lee SY 등 2009), 대체당인 당알코올 종류에 따른 유의적인 차이는 없었다. 당알코올 종류에 따른 스펀지케이크 특성에서 응집성의 차이가 없었던 결과(26)와 유사하였으며, 응집성은 정과의 주재료인 도라지에 영향을 받을 것으로 생각된다. 검성과 씹힘성: 검성은 반고체 상태의 샘플을 삼킬 수 있는 상태로 만드는 성질이며, 씹힘성은 고체 상태의 샘플을 삼킬 수 있는 상태로 만드는 성질이다(Kim HY 등 2006). 솔비톨 첨가군의 검성이 3,204, 씹힘성이 2,639로 대조군 및 당알코올 첨가군 중에서 유의적으로 가장 높았으며(P<0.05), 이 결과는 솔비톨 첨가군의 경도가 가장 높게 나온 결과와 일치하는 경향을 보여주었다. 이는 검성과 씹힘성이 경도에 의해 산출되는 값이기 때문이다. 회복력은 플런저에 의해 변형된 샘플이 회복하는 성질을 나타낸다(Kim HY 등 2006). 도라지정과의 회복력을 측정한 결과는 Table 19와 같다. 당알코올 종류에 따른 도라지정과의 회복력은 유의적 차이가 없었으며(P<0.05), 응집성과 마찬가지로 본 연구의 주재료인 도라지의 영향일 것으로 생각된다.

Table 19. Texture parameters of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* with different sugar alcohols.

Parameters	Control	DJXL	DJSL	DJML
Hardness (g)	9,533±229$^{b1)2)}$	9,267±246^{b}	14,414±77^{a}	8,893±1,665^{b}
Adhesiveness (g·s)	−483±115^{ab}	−199±97^{b}	−689±124^{a}	−462±164^{ab}
Springiness	0.81±0.08^{ab}	0.49±0.17^{b}	0.82±0.14^{a}	0.81±0.09^{ab}
Cohesiveness	0.2±0.0$^{NS3)}$	0.19±0.04	0.22±0.10	0.22±0.02
Gumminess	2,085±226^{b}	1,734±78^{b}	3,204±165^{a}	2,042±546^{b}
Chewiness	1,658±67^{ab}	858±298^{b}	2,639±495^{a}	1,569±345^{ab}
Resilience	0.1±0.0^{NS}	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0

1)All values are mean±SD.
2)Different letters (a,b) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at P<0.05.
3)NS: not significant.

-총 폴리페놀

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 총페놀 함량은 Fig. 23과 같다. 솔비톨 첨가군의 총페놀 함량은 0.087 mg/mL로 가장 높았으며, 말티톨 첨가군은 0.069 mg/mL로, 자일리톨 첨가군 0.059 mg/mL이나 설탕을 첨가한 대조군(0.057 mg/mL)보다 유의적으로 높았다(P<0.05). 설탕은 글루코오스와 프락토오스가 각각 한 분자씩 결합한 고리형 이당류이고 솔비톨은 단당류인 6탄당 글루코오스가, 자일리톨은 단당류인 5탄당 자일로스가, 말티톨은 이당류인 말토오스가 환원된 당이다(Lee SY 2009). 이는 Yang 등(Yang X 2001)의 연구에서 구조가 다른 4가지 카테킨이 하이드록시기(-OH기)의 영향에 따라 구조적 차이가 항산화 활성의 차이와 관련이 있다는 연구와 관련하여 설탕과 당알코올류의 구조적 차이가 총페놀 함량의 차이에 영향을

미쳤을 것으로 보인다. 따라서 총페놀 함량 측정 결과를 통해 당알코올의 항산화 활성이 설탕에 비해 더 우수할 것이라고 생각된다.

-DPPH radical 소거능

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 DPPH 라디칼 소거능을 측정하여 IC_{50}으로 나타낸 결과는 Fig. 24와 같다. DPPH법은 DPPH가 항산화 물질의 기질로 작용하여 토코페롤, 플라보노이드계 화합물, 방향족 아민류, 펩타이드 등이 항산화 활성을 나타내면서 짙은 자색이 옅어지는 정도에 따라 항산화 효과를 측정하는 방법으로 항산화 활성 정도를 알아보기 위해 사용되는 일반적인 방법이다(Son CW 등 2008). IC_{50} 값은 DPPH 라디칼을 50% 소거시키는 데 필요한 농도를 의미한다(Son CW 등 2008). 당알코올 종류에 따른 DPPH 라디칼 IC_{50}값은 솔비톨 첨가군이 83.63 mg/mL로 유의적으로 가장 낮았고, 대조군인 설탕 첨가군(144.54 mg/mL)과 자일리톨 첨가군(136.88 mg/mL)이 높았으며, 말티톨 첨가군은 109.41 mg/mL였다(P<0.05). 즉 DPPH법을 통해 나타난 항산화 활성이 가장 높은 군은 솔비톨 첨가군이었으며, 이는 총페놀 함량을 측정한 결과와 일치하는 경향이었다(Fig. 22). 이는 Lee 등(Lee SJ등 2013)의 흑도라지의 항산화 및 항균 활성 연구와 Kang 등(1)의 재래종 도라지와 신품종 '으뜸' 도라지 연구에서 총페놀 함량의 높은 실험군이 DPPH 라디칼 소거능 역시 높은 경향이 나타난 것과 유사하다.

-Hydroxyl radical 소거능

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 hydroxyl 라디칼 소거능을 측정하여 IC_{50}값으로 나타낸 결과는 Fig. 25과 같다. 솔비톨 첨가군의 IC_{50}값이 7.71 mg/mL로 가장 낮았고, 그다음이 말티톨 첨가군(9.05 mg/mL), 자일리톨 첨가군(14.77 mg/mL)이었으며, 설탕 첨가군인 대조군(16.22 mg/mL)은 가장 높았다(P<0.05). 즉 당알코올을 첨가한 도라지정과의 hydroxyl 라디칼 소거능은 솔비톨이 가장 높았으며 설탕이 가장 낮았다(P<0.05). 이는 총페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과와 일치하는 경향이었다(Fig. 22). 자일리톨 첨가군과 솔비톨 첨가군을 비교했을 때 솔비톨 첨가군의 항산화 활성이 유의적으로 더 높았다(P<0.05). 이 결과는 Kang 등(Kang KW 등 2007)의 당알코올 항산화 활성 평가 연구에서 단당류의 당알코올이 탄소수가 증가할수록 항산화 활성이 높다고 나타낸 것과 유사했다. 5탄당인 자일리톨 첨가군보다 6탄당인 솔비톨 첨가군의 항산화 활성이 높았다(P<0.05).

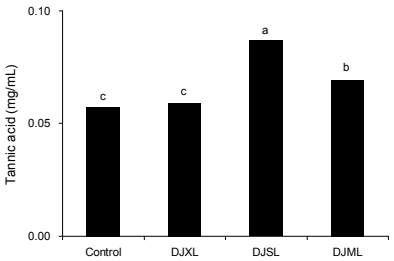


Fig. 23. Total phenol contents of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* with different

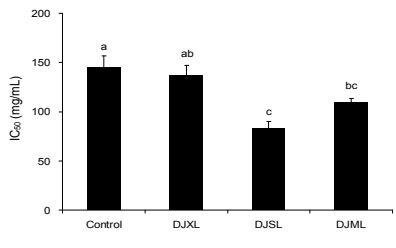


Fig. 24. DPPH radical scavenging activity of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* with dif-

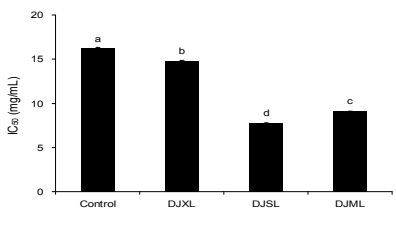


Fig. 25. Hydroxyl radical scavenging activity of '*Etteum*' doraji *Jungkwa*

sugar alcohols.
All values are mean±SD.
Different letters (a-c) above the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $P<0.05$.

ferent sugar alcohols.
All values are mean±SD.
Different letters (a-c) above the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $P<0.05$.

substituted sucrose with different sugar alcohols.
All values are mean± SD.
Different letters (a-d) above the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $P<0.05$.

-관능검사

설탕과 당알코올을 첨가한 '으뜸' 도라지정과의 강도 검사 결과를 Table 20에 나타내었다. 도라지정과의 색상은 갈색이 진하게 느껴질수록 점수를 높게 평가하도록 하였다. 당알코올을 첨가한 도라지정과인 솔비톨 첨가군과 말티톨 첨가군이 유의적으로 높은 점수를 받았고($P<0.05$), 자일리톨 첨가군은 설탕과 유의적 차이가 없었다. 이 결과는 갈변도와 비슷한 경향을 보였다. 도라지정과의 윤기는 대조군과 말티톨 첨가군이 4.0으로 가장 높았고 그다음이 솔비톨 첨가군이 2.9였으며, 자일리톨 첨가군이 1.4로 가장 낮은 점수를 받았다($P<0.05$). 투명도는 대조군이 4.7로 유의적으로 가장 높았으며, 말티톨 첨가군이 4.0, 솔비톨 첨가군이 2.9였고, 자일리톨 첨가군이 1.6으로 가장 낮았다($P<0.05$). 도라지정과의 도라지 맛은 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 이는 도라지의 쓴맛이 당알코올이 가지고 있는 독특한 맛보다 강하였기 때문이라고 생각된다. 도라지향의 경우 시료 간에 유의적 차이가 있다고 볼 수 없으나 대조군(3.7)에 비하여 자일리톨 첨가군(3.0)이 유의적으로 낮게 나타났다($P< 0.05$). 이는 자일리톨이 가지고 있는 특유의 향(Joe EH 등 2015)의 영향일 것이라고 생각된다. 단맛은 대조군이 4.2, 자일리톨 첨가군은 4.6으로 두 군 사이에 유의적 차이가 없었다($P<0.05$). 이는 일반적으로 자일리톨의 감미도가 감미도의 기준이 되는 설탕과 동일한 감미도를 가진다는 이론과 유사하였다(Park HY 등 2016). 솔비톨 첨가군과 말티톨 첨가군은 각각 2.6과 3.3으로 대조군보다 유의적으로 낮았다($P<0.05$). 이는 솔비톨의 감미도는 60~70, 말티톨의 감미도가 80이라는 이론과 유사한 경향이다(Park HY 등 2016,Lim BU 2004). 단향에서도 비슷한 경향을 나타내어 대조군이 3.7로 가장 높았으며 솔비톨이 2.3으로 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.05$). 조직감 중에서 경도는 솔비톨 첨가군이 5.0으로 TPA 측정 결과에서 솔비톨 첨가군이 가장 높은 경도를 나타낸 것과 유사한 결과를 보였다($P<0.05$). 부착성과 탄력성은 대조군과 솔비톨, 말티톨 첨가군이 유의적 차이를 보이지 않았으나 자일리톨 첨가군이 가장 낮았다($P<0.05$). 이는 기계적 특성을 측정한 결과에서 자일리톨 첨가군의 부착성과 탄력성이 가장 낮았던 것과 유사한 결과였다(Table 5).

Table 20. Mean scores of intensity test of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* with different sugar alcohols.

Characteristics	Control	DJXL	DJSL	DJML
Color	3.2±0.2$^{b1)2)}$	3.2±0.2^{b}	4.3±0.2^{a}	4.0±0.3^{a}
Gloss	4.0±0.3^{a}	1.4±0.1^{c}	2.9±0.2^{b}	4.0±0.3^{a}
Clarity	4.7±0.3^{a}	1.6±0.2^{d}	2.9±0.3^{c}	4.0±0.3^{b}
Flavor of doraji	3.7±0.3^{a}	3.0±0.3^{b}	3.1±0.2^{ab}	3.2±0.3^{ab}

Sweet flavor	3.7±0.3[a]	3.3±0.3[ab]	2.3±0.2[c]	2.8±0.3[bc]
Sweetness	4.2±0.3[a]	4.6±0.3[a]	2.6±0.3[b]	3.3±0.3[b]
Taste of doraji	4.1±0.3[NS3)]	3.8±0.3	4.1±0.3	4.1±0.3
Hardness	3.4±0.2[b]	4.0±0.3[b]	5.0±0.6[a]	3.6±0.3[b]
Adhesiveness	3.9±0.2[a]	2.5±0.2[b]	3.6±0.3[a]	4.2±0.3[a]
Springiness	3.7±0.2[ab]	2.0±0.2[c]	3.2±0.3[b]	4.1±0.3[a]

[1)]All values are mean±SD.
[2)]Different letters (a-d) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $P<0.05$.
[3)]NS: not significant.

설탕을 당알코올로 대체하여 제조한 '으뜸' 도라지정과의 기호도 검사 결과는 Table 21과 같다. 외관은 말티톨 첨가군과 솔비톨 첨가군이 각각 5.2 및 4.8로 대조군이나 자일리톨 첨가군에 비하여 유의적으로 높았다($P<0.05$). 이는 색도 중 투명도나 명도를 나타내는 L값과 갈변도 값이 영향을 준 것으로 생각된다(Table 18). 색은 외관과 유사한 경향을 나타내었다. 즉 말티톨 첨가군과 솔비톨 첨가군이 각각 5.1 및 4.6으로 대조군이나 자일리톨 첨가군에 비하여 유의적으로 높았다($P<0.05$). 이는 색도 중 황색도를 나타내는 b값과 갈변도 값이 영향을 준 것으로 생각된다(Table 18). 향은 대조군, 솔비톨 및 자일리톨 첨가군이 실험군 간에 유의적 차이가 나타나지 않았으나, 자일리톨 첨가군이 3.6으로 가장 낮았다($P<0.05$). 이는 강도 검사에서와 같이 주재료로 사용된 도라지 자체의 향의 영향으로 생각되며, 도라지가 주재료로 쓰이는 만큼 단향보다는 도라지의 향이 기호도에 더 큰 영향을 미침을 알 수 있었다(Table 21). 또한, 도라지향과 단향에서 자일리톨 첨가군이 낮은 것으로 보아 정과의 향이 기호도에 영향을 미치고 있음을 알 수 있으며, 자일리톨이 가지고 있는 특유의 청량감이 도라지정과에 나타나 선호도가 낮았을 것으로 생각된다. 맛은 말티톨 첨가군이 4.6으로 가장 높았으나 솔비톨 첨가군의 4.3과 유의적 차이가 나타나지 않았고, 자일리톨 첨가군이 3.3으로 가장 낮았으나 대조군과 유의적 차이는 나타나지 않았다($P<0.05$). 이는 환원당 측정 결과에서 자일리톨 첨가군의 환원당이 가장 낮았던 것과 유사한 결과이다(Table 18). 또한, Joe 등(38)이 연구한 감미료 종류를 다르게 한 수삼정과의 맛과 향 기호도 검사에서 자일리톨 첨가군이 설탕을 첨가한 대조군보다 낮은 기호도를 나타낸 것과 유사한 결과이다. 대조군과 비교하였을 때 도라지맛과 단맛은 유의적 차이가 없었으나 조직감에 대한 기호도 점수는 4.7로 말티톨 첨가군이 유의적으로 가장 높았다($P<0.05$). 강도 검사의 결과와 비교했을 때 단단하지 않으면서도 탄력성과 응집성이 정과로서의 기호도에 영향을 주는 것으로 생각된다. 당알코올을 첨가하여 만든 '으뜸' 도라지정과의 전체적 기호도는 말티톨이 4.6으로 가장 높았다($P<0.05$). 모든 항목에서 말티톨 첨가군의 기호도 점수가 유의적으로 가장 높았는데, 이는 정과에 적합한 색과 윤기, 투명도를 가지고 있어 외관과 색의 기호도가 높았고 정과의 맛과 향에서도 높은 기호도를 나타냈으며, 경도가 높지 않아 딱딱하지 않고 탄력성과 회복성을 가지고 있기 때문이라고 생각된다. 자일리톨 첨가군이 유의적으로 가장 낮았는데($P<0.05$), 이는 자일리톨 첨가군이 제조 완료 후의 외관이 불투명한 하얀색으로 외관 및 색의 점수가 각각 3.5, 3.2로 다른 시료들에 비해 낮았으며($P<0.05$), 자일리톨 특유의 청량감, 향과 맛이 영향을 미쳐 정과의 맛과 향 부문에서도 낮은 기호도를 나타내었을 것으로 생각된다.

구매의향에서도 말티톨 첨가군이 4.4로 유의적으로 가장 높았으며 대조군이 3.5, 자일리톨 첨가군이 3.1로 유의적으로 가장 낮았다(P<0.05). 이는 전체적인 기호도의 영향일 것으로 생각된다. 당알코올이 첨가된 국내 가공식품에서는 말티톨< 자일리톨< 솔비톨 순으로 이용빈도가 높아지는데(Lim HS 등 2011), 이는 솔비톨 시장이 가장 먼저 개발되어 확대되었으며, 뒤이어 자일리톨이, 그리고 가장 최근에 말티톨이 개발된 영향일 것(Lim JK 2004)으로 생각된다. 또한, 말티톨은 말토오스를 환원시켜 만든 당알코올로 전통적으로 정과 제조 시에 사용되었던 물엿(조청)의 주성분인 말토오스(맥아당)와 구성성분이 비슷하여 기호도 측면에서 정과의 특성에 영향을 주었을 것으로 생각된다(Jo KR 2015,Lee SY 2009). 따라서 말티톨 첨가군이 기호도에서 높은 점수를 나타내었으므로 설탕을 줄인 전통식품개발에 대한 연구 시 기초자료로 활용이 될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 21. Mean scores of preference test of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* with different sugar alcohols.

Characteristics	Control	DJXL	DJSl	DJML
Appearance	4.2±0.9$^{b1)2)}$	3.5±1.2^{c}	4.8±0.8^{a}	5.2±1.0^{a}
Color	4.0±0.9^{b}	3.2±1.0^{c}	4.6±1.1^{a}	5.1±1.0^{a}
Flavor	4.1±1.0^{ab}	3.6±1.3^{b}	4.0±1.2^{ab}	4.5±1.0^{a}
Taste	4.0±1.5^{ab}	3.3±1.2^{b}	4.3±1.2^{a}	4.6±1.3^{a}
Texture	3.9±1.1^{b}	3.6±1.7^{b}	4.2±1.4^{ab}	4.7±1.2^{a}
Over-all acceptability	3.6±1.4^{b}	3.3±1.2^{b}	3.8±1.2^{b}	4.6±1.5^{a}
Purchase intention	3.5±1.3^{b}	3.1±1.5^{b}	3.7±1.2^{ab}	4.4±1.6^{a}

1)All values are mean±SD.
2)Different letters (a-c) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at P<0.05.

(3)요약

(나) 설탕 대체 당알코올 첨가 으뜸도라지 정과

본 연구는 기존 도라지에 비하여 조사포닌이 풍부하며, 항산화 활성이 우수한 으뜸 도라지를 사용하여 정과를 제조하였다. 정과에 첨가되는 다량의 설탕을 최근 기능성 감미료로 각광받고 있는 당알코올로 대체하여 제조한 후 이화학적 품질 특성과 항산화성을 비교·분석하였다. 도라지정과는 당도가 65°Brix가 되도록 졸인 후 수분 함량은 14~18%가 되도록 건조하였다. 환원당 함량은 대조군(1.62%)에 비하여 말티톨 첨가군(1.85%)이 유의적으로 높았으며, 자일리톨 첨가군(1.52%), 솔비톨 첨가군(1.59%)이 유의적으로 낮았다. 대조군, 솔비톨, 말티톨 첨가군의 pH는 5.7로 차이가 없었으나, 자일리톨 첨가군은 pH 5.5로 낮았다. 갈변도는 대조군이 당알코올에 비하여 유의적으로 낮았으며, L 및 a값은 시료 간에 유의적 차이가 없었고 b값의 경우 당알코올 첨가군이 유의적으로 높았다. 기계적 조직감 측정 결과 솔비톨 첨가군이 경도, 검성, 씹힘성에서 유의적으로 높았으며, 대조군, 자일리톨 및 말티톨 첨가군

은 낮았다. 부착성은 자일리톨 첨가군이 낮았고, 탄력성은 설탕, 솔비톨 및 말티톨 첨가군 간의 차이는 없었으나 자일리톨 처리군이 낮았다. 응집성과 회복력은 처리군 간에 차이가 없었다. 항산화 활성 측정 결과 총페놀 함량은 솔비톨 첨가군이 가장 높았고 그다음으로는 말티톨 첨가군이었으며, 대조군과 자일리톨 첨가군은 낮았다. DPPH 라디칼 소거능과 hydroxyl 라디칼 소거능 모두 IC_{50}값이 솔비톨 및 말티톨 첨가군이 대조군에 비하여 낮았다. 따라서 항산화 활성은 솔비톨 첨가군과 말티톨 첨가군이 높았다. 관능적 특성으로 '으뜸' 도라지정과의 색상은 솔비톨 첨가군과 말티톨 첨가군이 유의적으로 높았다. 윤기와 투명도는 대조군이 높았고 자일리톨 첨가군이 유의적으로 낮았다. 도라지 맛은 시료 간에 유의적 차이가 없었다. 도라지 향은 자일리톨 첨가군이 낮았다. 단맛은 대조군에 비해 솔비톨 및 말티톨 첨가군이 낮은 점수를 받았다. 조직감 중 강도는 솔비톨 첨가군이 가장 높았다. 부착성, 탄력성은 대조군, 솔비톨 및 말티톨 첨가군이 유의적 차이를 보이지 않았으나 자일리톨 첨가군은 유의적으로 가장 낮았다. 기호도 검사 결과 외관, 색, 향, 맛, 조직감, 전체적인 기호도 및 구입의향 항목에서 말티톨 첨가군이 가장 높은 점수를 받았다. 이상의 결과로부터 신품종 '으뜸' 도라지로 정과 제조 시 설탕을 말티톨로 대체하여 제조하였을 때 이화학적 품질 특성 및 항산화성, 그리고 기호도 면에서 우수함을 나타내었으므로 설탕을 줄인 전통식품 개발에 대한 연구 시 기초자료로 활용이 될 수 있을 것으로 생각된다.

나) 도라지 정과 제조시 당저감화 연구 2 : 한약재배합비 결정

(1)한약재 추출액제조 및 실험방법

정과에 사용되는 당대체 한약재 원액은 Table 22과 같고 배합액에 대한 실험계획은 중심합성실험계획(15, 16)에 따라 원료의 함량을 결정하였다. 예비실험을 거쳐 맥문동추출물, 오미자 추출물, 사과즙은 고정하였고 당도를 높이기 위해 대추즙, 배즙 및 감초추출액을 독립변수(Xn)로 정하였다. 대추즙을 0~10g, 배즙을 0~8g 및 감초추출액을 0~8g로 설정하고 -1, 0, 1의 세단계로 부호화 하였을 때 설정된 실험점은 축점(6개), 중심점(2개) 및 반복 실험점(8개)을 기준으로 16개의 실험점으로 설정하였으며, 이를 Table 1에 나타내었다. 16개의 배합액으로 정과를 제조한후 이들 독립변수에 의해 영향을 받는 종속변수는 관능적 기호도(Y1)로 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석에 의한 모델식의 예측에는 STATEASY program을 사용하였으며 독립변수에 대한 종속변수의 반응표면 값을 3차원 그래프로 나타내었다.

Table 22. 정과 재료 및 한약 배합액 추출 방법.

	재료	당도 (Brix)	원물
도라지	깐 생도라지		
올리고당	백설, 건강한올리고당, 프락토 올리고당 100%		

설탕	백설, 국내에서 직접 만든 백설 하얀 설탕		
오미자	건조된 오미자를 이용한다. 반드시 미지근한 물에 12 시간 우려낸다(*절대로 끓이면 안됨.) 물2L에 오미자 200 g을 넣고 미지근한 물에 12 시간 우려낸 후 당도 1.2 Brix, 2000 mL의 오미자추출액을 만든다. 2000 mL 오미자 추출액에 물 10000 mL를 넣어 0.2 Brix, 12000 mL를 완성한다.	0.2	1.6 g
맥문동	대한약전, 성수당건재 도매한약 물3.6 L에 맥문동 300 g을 넣고 24 시간 열수 추출 후 당도 15 Brix, 850 mL의 맥문동추출액을 만든다. 850 mL 맥문동 추출액에 물 150 mL을 넣어 12.2 Brix, 1000 mL를 완성한다.	12.2	3.6 g
사과	그리운, 내안의 생 사과즙으로 변경	14.3	
감초	물 3 L에 감초 80 g을 2 시간 이내로 끓여낸 후 1.3 Brix, 1400 mL 감초 추출액을 완성한다.	13.0	0.5 g
배	그리운, 내안의 생 배즙으로 변경	14.4	
대추	보은 황토 대추즙골드로 변경	9.3	

-가용성 고형물 및 환원당

용성 고형물의 함량은 전자 당도계(SCM-1000, Korea)를 이용하여 측정하였다. 환원당은 비색법(Dinitrosalicylic acid, DNS)으로 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료는 100배 희석하여 측정하였다.

-pH 및 산도

pH는 pH meter (420 Benchtop, Orion Research, USA)를 이용하여 측정하였다. 산도는 pH meter (420 Benchtop, Orion Research, USA)를 이용하였다. 10 배 희석 시킨 시료 10 ml에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.3이 될 때 까지 넣은 총 0.1 N NaOH의 양을 산도 공식에 적용하여 acetic acid 함량(%)으로 환산하였다.

산도(%) = 적정 NaOH (ml)*0.0064 (시료 1g에 들어있는 citric acid의 유기산 g) / 시료량*100

-색도

색도는 색차계(Spectrophotometer CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo,

Japan)를 이용하여 L, a 및 b를 측정하였다. 헌터 색차계의 L값은 명도(lightness), a값은 적색도 (redness) 및 b값은 황색도(yellowness)을 나타낸다. 한방 배합액과 원액을 petri dish (50×12 mm)에 각각 동일한 양을 담아 색도를 측정하였다.

-갈변도

갈변도는 각 시료의 200 μL를 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-총 페놀 함량

총 페놀 함량은 시료50 μL에 증류수 50μL, Foline-Ciocalteau reagent 500 μL 및 Na_2CO_3 400 μL을 넣고 30 분간 빛을 차단하여 반응시킨 후 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-세포 배양

HT-22 cell은 100 mm cell culture plate에 10% FBS (heat-inactivated), 1% PS가 함유된 DMEM 배지를 사용하며 37℃에서 incubator에서 배양한다(5% CO_2).

-세포 독성 평가

세포 생존율 측정을 위해 HT-22 cell을 96 well plate에서 $3x10^3$ cell/well 로 배양 하며 농심 시료(PBS 농도 0.1% 이하)를 첨가하여 24, 48 시간을 배양한다. 배양 후 얻은 배양액에 WST (Water soluble tetrazolium salt) solution을 넣고서 2 시간 동안 37℃ 에서 반응 후에 450 nm에서의 흡광도를 측정 평가함.

-Neuroprotective effect 실험

Glutamate를 처리하여 측정 : HT-22 cell은 96 well cell culture plate (3×10^3 cell/well)에 10% FBS (heat-inactivated), 1% PS가 함유된 DMEM 배지에 배양 후 시료를 24 시간 동안 처리하여 효과 유발제인 Glutamate (20 mM)를 넣고 37℃ 에서 12 시간 배양한 후 WST solution을 넣고 3 시간 반응시킨 후 450 nm에서의 흡광도를 측정하여 평가함.

-ROS 측정

배양된 세포를 PBS로 세척한 후, 10 μM 2',7'-dichlofluorescein diacetate (DCFDA, 35845)를 포함하는 Hank's balanced salt 용액에서 30 분 동안 암실에서 반응시킨 후 세포의 형광광도를 측정한다.

-MDA, GSH 측정

배양된 세포에 sample 처리를 한 후 1500 rpm에서 15 min간 centrifuge하고, 0.5 mL lysis buffer로 cell pellet을 모은다. sonication (10 s, 25℃) 으로 freeze/thaw cycle을 통해 homogenize시키고, 3000 rpm, 20 min으로 centrifuge하여 상등액을 얻는다. 상등액

을 sample로 하고, MDA, GSH 를 사용하여 측정한다.

-관능평가

정과의 관능검사는 시료에 대한 지식과 용어, 평가기준을 숙지한 충남대학교 식품영양학과 38명의 패널을 대상으로 특성을 평가하였다. 본 실험에 앞서 예비훈련을 통해 특성에 대한 판단기준이 확립되어 재현성이 인정되었을 때 실험을 실시하였다. 정과 10 g을 흰색 접시에 담은 후 난수표를 이용한 세 자리 숫자를 용기에 표시하여 제공하였으며 색상, 맛, 경도 및 전반적인 기호도에 대하여 7점 채점법(1점 매우 나쁘다 7점 매우좋다)을 실시하여 평균값으로 나타내었다.

(2)실험결과

(가)한약재료의 품질특성

-가용성 고형물 및 환원당

한약재의 이화학적 특성은 아래 Table 23 과 같다. 가용성 고형물의 함량은 맥문동이 12.2Brix, 감초가 1.3 Brix, 오미자가 0.9 Brix, 대추즙이 14.9 Brix, 사과즙이 13.9 Brix 및 배즙이 11.4 Brix로 대추즙이 가장 당도가 높았다. 환원당은 맥문동이 0.4%, 감초가 0.1% 오미자가 0.04%,대추가 0.9%, 사과즙0.8% 및 배즙 11.4%로 대추즙이 가장 환원당이 높았다. 당도와 환원당의 함량경향이 유사하게 나타났다.

-pH 및 산도

맥문동이 pH 4.4, 감초가 pH 4.8, 오미자가 pH 3.5, 대추즙이 pH 4.1, 사과즙이 pH 4.0 및 배즙이 pH 4.3으로 감초의 pH가 가장 높았고 오미자의 pH가 가장 낮았다. 산도는 맥문동이 0.34%, 감초가 0.03%, 오미자가 0.19%, 대추즙이 0.43%, 사과즙이 0.27% 및 배즙이 0.13%이다.

-색도

시료의 L값, a값 및 b값은 각각 맥문동은 43.3%, 0.1% 및 8.5%, 감초는 45.1%, -1.1% 및 3.5%, 오미자는 45.7% 1.4% 및 -1.2%, 대추즙은 35.4%, 5.6% 및 7.3%, 사과즙은 46.1%, -0.9% 및 2.2%, 배즙은 45.6%, -0.6% 및 0.9%이다. L값에서 오미자가 가장 높았고 대추즙이 가장 낮게 나타났다. a값이 가장 높은 것은 대추즙이고 가장 낮은 것은 감초이다. b값이 가장 높은 것은 맥문동이고 가장 낮은 것은 오미자였다.

-갈변도

갈변도를 측정할 때 대추즙은 10배 희석하여 측정하였고 맥문동, 감초, 오미자, 사과즙, 배즙은 희석하지 않고 측정하였다. 갈변도는 맥문동이 0.8, 감초가 0.6, 오미자가 0.1, 대추즙은 5.96, 사과즙은 0.4 및 배즙은 0.3으로 대추즙이 가장 높았고 오미자가 가장 낮았다.

Table 23. 한약재의 이화학적 특징.

	concentrate contents (%)					
	맥문동	감초	오미자	대추즙	사과즙	배즙

Sugar concentration (°Brix)	12.2±0.0	1.3±0.0	0.9±0.0	14.9±0.0	13.9±0.0	11.4±0.0
Reducing Sugar (%)	0.4±0.0^{d}	0.1±0.0^{e}	0.0±0.0^{e}	0.9±0.0^{a}	0.8±0.0^{b}	0.6±0.0^{c}
pH	4.4±0.0^{b}	4.8±0.0^{a}	3.5±0.0^{f}	4.1±0.0^{d}	4.0±0.0^{e}	4.3±0.0^{c}
Acidity(%)	0.34±0.0^{ab}	0.03±0.0^{d}	0.19±0.0^{bcd}	0.43±0.16^{a}	0.27±0.0^{abc}	0.13±0.0^{cd}
Lightness	43.3±0.1^{c}	45.1±0.3^{b}	45.7±0.1^{a}	35.4±0.1^{d}	46.1±0.1^{a}	45.6±0.1^{a}
a	0.1±0.0^{c}	-1.1±0.0^{f}	1.4±0.4^{b}	5.6±0.1^{a}	-0.9±0.0^{d}	-0.6±0.0^{e}
b	8.5±0.2^{a}	3.5±0.1^{c}	-1.2±0.1^{f}	7.3±0.1^{b}	2.2±0.0^{d}	0.9±0.2^{e}
Browning	0.8±0.0^{b}	0.6±0.0^{c}	0.1±0.0^{e}	5.96±0.0^{a}	0.4±0.0^{d}	0.3±0.0d^{e}

-총 페놀 함량

총 페놀 함량은 맥문동(64), 감초(65), 오미자(66), 사과즙(67) 및 배즙은 2배 희석하였고 대추즙(68) 25배 희석하였다. 총 페놀 함량은 맥문동이 1.5, 감초가 1.0, 오미자가 0.2, 대추즙(68)이 5.9, 사과즙이 2.2 및 배즙이 1.8으로 대추즙이 가장 높았다(Table 24).

Table 24. 한약재 원액의 총 페놀.

	total phenol contents {Tannic acid(mg/mL)}					
sample	맥문동	감초	오미자	대추즙	사과즙	배즙
average± S.D	1.5±0.0^{d}	1.0±0.0^{e}	0.2±0.0^{f}	5.9±0.1^{a}	2.0±0.0^{b}	1.8±0.0^{c}

-세포 실험

HT-22 cell에서의 한약재 원액의 세포독성, glutamate로 유도된 세포독성 평가

본 figure는 한약재 원액 시료들의 HT-22 cell에 대한 cell viability와 toxicity를 측정한 결과이다. 250 μg/mL 농도에서 사과즙이, 500 μg/mL 농도에서는 감초, 사과 및 대추즙이 유의한 독성을 나타내지 않는다는 것을 관찰할 수 있었다. 또한, neuroprotective effect 실험에서는 500 μg/mL 감초가 처리된 군에서의 세포 생존율이 가장 높았다(Fig. 25).

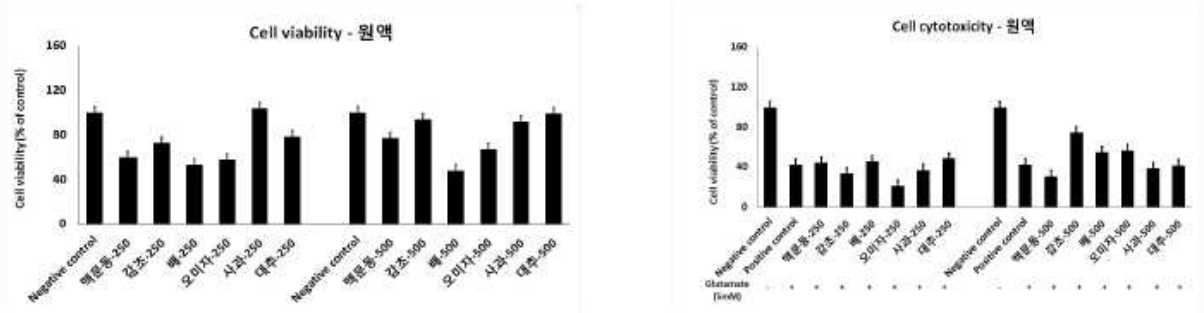


Fig. 26. Cytotoxicity and protective effect of 6 kinds Korean herb medicines on

HT-22 cell viability

16종 한약 배합비 선정

설탕을 50% 감소한 도라지 정과를 만들기 위해 대조군에 사용 되는 설탕 양 40 g의 절반인 20 g을 사용하였다. 도라지(69) 100 g, 설탕 20 g, 프락토올리고당 (63)14g, 맥문동 추출액 12 g, 오미자 추출액 100 ml, 및 사과 8 g은 모두 동일하게 하였다. 소비자 기호도에 영향을 주는 감초, 대추 및 배의 양을 달리 하여 16종의 배합비(Table 25)를 선정하여 최적의 배합비를 찾기 위해 이화학, 항산화, 관능평가를 실시하였다.

Table 25. 16종 한약 배합비.

	감초	대추	배
1	-1	0	0
2	0	0	1
3	-1	1	1
4	-1	1	-1
5	0	0	0
6	-1	-1	-1
7	0	0	0
8	0	-1	0
9	1	1	1
10	1	-1	1
11	1	-1	-1
12	-1	-1	1
13	0	1	0
14	1	0	0
15	0	0	-1
16	1	1	-1

고정 한약재: 맥문동추출액(12 ml), 오미자추출액(200 ml), 사과즙(8 ml)
감초추출액의 -1, 0, 1은 각각 0 ml, 10 ml, 20 ml이다.
대추즙과 배즙의 -1, 0, 1은 각각 0 ml, 4 ml, 8 ml이다.

가용성 고형물함량은 대체로 3.0~4.0 Brix로 비슷하였다.(Table 26) 감초추출물, 대추즙 및 배즙 등을 넣지 않은 6번의 당이 가장 적었다. 감초추출물, 대추즙 및 배즙이 가장 많은 양이 들어간 9번이 가용성 고형물의 함량이 가장 높았다. 환원당은 3번, 9번 및 13번이 0.2%이고 나머지 시료는 0.1%이다. 3번, 9번 및 13번 배합액은 공통적으로 원액 중 환원당이 가장 높은 대추가 들어가 있다. 대추즙이 대체로 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있다. pH는 가장 많은 한약재가 들어간 9번이 가장 높고 가장 적은 양의 한약재가 들어간 6번이 가장 낮았으나 대체로 비슷하다(Table 27).

Table 26.한약배합비의 가용성 고형물 및 환원당.

	concentrate contents (%)					
sample	1	2	3	4	5	6
Sugarconcentration (°Brix)	3.2±0.0^{g}	3.7±0.0^{d}	4.3±0.0^{b}	3.3±0.0^{f}	3.3±0.0^{f}	2.2±0.0^{j}
Reducing Sugar (%)	0.1±0.0$^{e}_{f}$	0.1±0.0^{c}	0.2±0.0^{a}	0.1±0.0^{d}	0.1±0.0^{e}	0.1±0.0^{i}
sample	7	8	9	10	11	12
Sugarconcentration (°Brix)	3.3±0.0^{f}	3.0±0.0^{h}	4.4±0.0^{a}	3.4±0.0^{e}	2.8±0.0^{i}	3.2±0.0^{f}
Reducing Sugar (%)	0.1±0.0$^{e}_{f}$	0.1±0.0^{h}	0.2±0.0^{a}	0.1±0.0^{g}	0.1±0.0^{i}	0.1±0.0^{g}
sample	13	14	15	16		
Sugarconcentration (°Brix)	4.1±0.0^{c}	4.1±0.0^{c}	3.1±0.0^{g}	3.1±0.0^{g}		
Reducing Sugar (%)	0.2±0.0^{b}	0.1±0.0^{d}	0.1±0.0^{h}	0.1±0.0^{f}		

Table 27. 한약배합비의 pH 및 산도.

	concentrate contents (%)					
sample	1	2	3	4	5	6
pH	4.0±0.0^{h}	4.2±0.0^{d}	4.3±0.0^{a}	4.1±0.0^{gh}	4.2±0.0^{ef}	3.9±0.0^{i}
Acidity(%)	0.07±0.0^{e}	0.08±0.0^{d}	0.09±0.0^{c}	0.08±0.0^{d}	0.08±0.0^{d}	0.06±0.0^{f}
sample	7	8	9	10	11	12
pH	4.3±0.0^{a}	4.2±0.0^{ef}	4.4±0.0^{a}	4.3±0.0^{bc}	4.2±0.0^{ef}	4.1±0.0^{fg}
Acidity(%)	0.08±0.0^{d}	0.07±0.0^{e}	0.12±0.0^{a}	0.08±0.0^{d}	0.07±0.0^{e}	0.07±0.0^{e}
sample	13	14	15	16		
pH	4.2±0.0^{cd}	4.3±0.0^{e}	4.1±0.0^{fg}	4.2±0.0^{cd}		
Acidity(%)	0.12±0.0^{a}	0.09±0.0^{c}	0.1±0.0^{b}	0.07±0.0^{e}		

색도 중 L값이 가장 높은 것은 6번이고 가장 낮은 것은 9번이었다. 고정되지 않은 한약재 원액인 감초추출액, 대추즙 및 배즙 등이 색이 어둡기 때문에 한약재가 적게 들어갈수록 L값이 높고 한약재가 많이 들어갈수록 L값이 낮다. 특히 한약재 원액 중 가장 L값이 낮았던 대추가 많이 들어갈수록 L값이 낮았다. a값은 6번과 12번이 -0.3으로 가장 높았고 9, 14 16번이 가장 낮았다. b값은 6번이 유일하게 마이너스 값을 나타내며 특히 낮았다. 3, 4, 13 및 6번이 b값이 높은 편이었고 모두 대추가 많이 들어간 배합액이다. 따라서, 대추즙이 b값에 큰영향을 준다(Table 28). 갈변도가 가장 작은 것은 6번이고 갈변도가 가장 높은 것은 9번이다. 배합액의 변수인 감초추출액, 대추즙 및 배즙 추가 양이 많아짐에 따라 갈변도가 높아진다(Table 29)(Fig. 16)

Table 28. 한약배합비의 색도.

	concentrate contents (%)

sample	1	2	3	4	5	6
L	45.5±0.2^{def}	45.8±0.1^{bcd}	44.7±0.1^{j}	45.2±0.0^{gh}	45.5±0.0^{efg}	46.4±0.0^{a}
a	-0.5±0.0^{d}	-0.6±0.0^{f}	-0.6±0.0^{def}	-0.6±0.0^{f}	-0.5±0.0^{de}	-0.3±0.0^{a}
b	2.1±0.1^{e}	2.5±0.1^{d}	4.6±0.3^{a}	4.2±0.0^{b}	2.5±0.01^{d}	-0.3±0.0^{j}
sample	7	8	9	10	11	12
L	45.4±0.1$^{efg}_{h}$	46.1±0.1^{b}	44.7±0.0^{j}	45.7±0.0^{cde}	46.0±0.0^{bc}	46.1±0.0^{b}
a	-0.6±0.0^{ef}	-0.4±0.0^{b}	-0.7±0.0^{h}	-0.5±0.0^{c}	-0.5±0.0^{c}	-0.3±0.0^{a}
b	2.4±0.1^{d}	0.3±0.0^{h}	4.5±0.0^{ab}	0.9±0.0^{g}	0.8±0.0^{g}	0.0±0.0^{i}
sample	13	14	15	16		
L	44.9±0.0^{ij}	45.2±0.0^{fgh}	44.3±0.3^{k}	45.0±0.0^{hi}		
a	-0.6±0.0^{g}	-0.7±0.0^{i}	-0.5±0.01$^{d}_{ef}$	-0.7±-0.0^{i}		
b	4.4±0.0^{ab}	3.7±0.1^{b}	1.9±0.0^{f}	4.3±0.0^{b}		

Table 29. 한약배합비의 갈변도.

	concentrate contents (%)					
sample	1	2	3	4	5	6
Browning	0.3±0.0^{e}	0.4±0.0^{d}	0.5±0.0^{b}	0.5±0.0^{c}	0.4±0.0^{d}	0.1±0.0^{h}
sample	7	8	9	10	11	12
Browning	0.4±0.0^{d}	0.2±0.0^{g}	0.6±0.0^{a}	0.3±0.0^{f}	0.2±0.0^{f}	0.2±0.0^{g}
sample	13	14	15	16		
Browning	0.5±0.3^{b}	0.5±0.0^{c}	0.4±0.0^{d}	0.6±0.0^{a}		

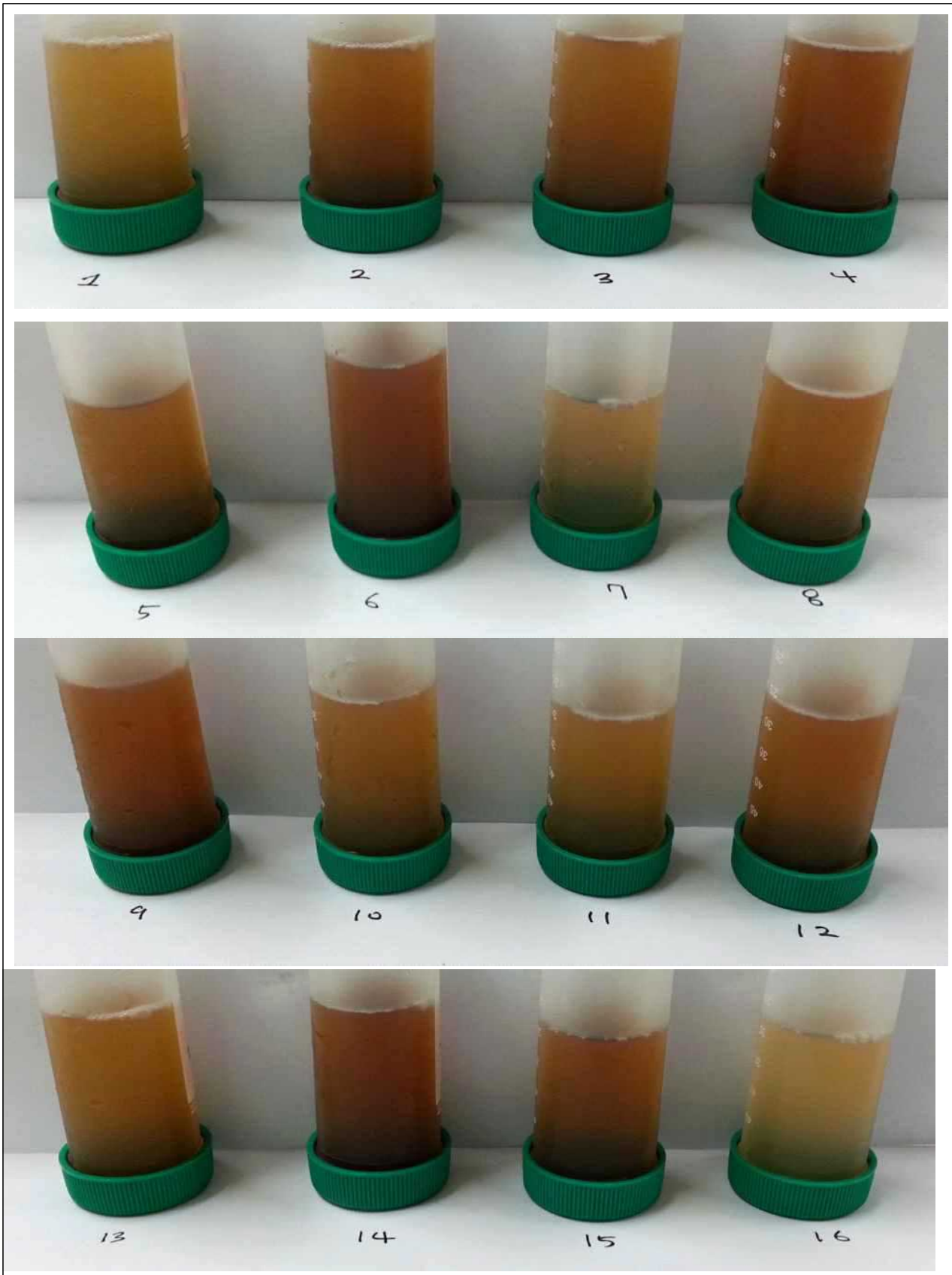


Fig. 27. 한약재 배합액의 색

총페놀의 함량이 높을수록 항산화능이 높다. 16개 배합액의 총 페놀 함량은 (Fig. 27.)과 같은 경향을 보이고 있다. 대추를 1만큼 넣은 3, 4, 9, 13 및 16이 총 페놀 함량이 높은 편이다. 대추즙이 전혀 들어가지 않은 6, 8, 10, 11 및 12가 총 페놀 함량이 낮은 편이다. 이는 대추즙(Jung JE과 Cho EJ. 2014)이 총페놀 함량에 큰영향을 준다는 것을 의미 한다.

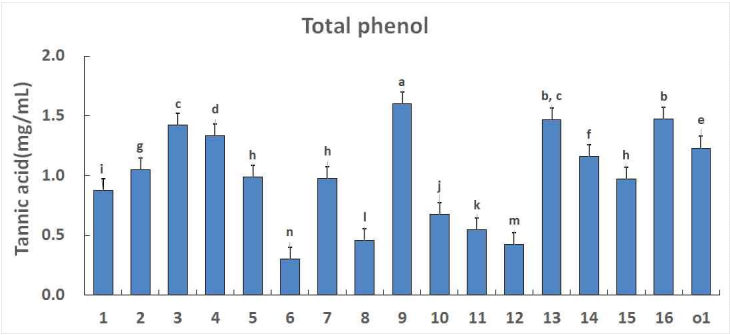


Fig. 28. 한약재 배합액의 총 phenol

강도는 색과 투명도만 유의수준을 보였다(P<0.05). 색은 5번, 7번 및 8번이 각각 5.4, 6.2로 가장 높았다. 5번은 7번과 동일한 배합비이고 7번과 8번은 감초, 배의 양이 절반이었다. 대추즙은 절반 또는 그 이하 들어간 것이 색에 대한 기호도가 높았다. 대추즙의 색이 원액 중 가장 진하여 많이 들어갈수록 도라지 정과의 색이 진해지는 것의 영향을 받았다. 감초, 대추 및 배가 들어가지 않은 6번이 가장 투명도가 낮았다. 그러나 들어간 한약재의 양과 투명도와 비례하지는 않는다(Table 30).

기호도는 색, 향 및 맛 만 유의수준을 보였다(P<0.05). 색의 기호도가 높은 10, 11번 및 15번은 색이 진한 대추즙과 배즙이 중간양 또는 중간이하의 양이 들어간 정과이다. 색이 진한 한약이 적게 들어간 6번과 많이 들어간 9번과 11번을 비교했을 때 색이 너무 진하거나 연하지 않은 11번의 기호도기 높았다. 향의 기호도는 한약이 가장 많이 들어가 9번이 높았고 한약이 가장 적게 들어간 6번이 가장 낮게 나타났다. 중간값인 7번과 비교하였을 때 향은 한약이 많이 들어갈수록 기호도가 높아졌다. 맛은 한약이 가장 적게 들은 6번이 가장 낮았고 점차 한약의 첨가양에 따라 맛에 대한 기호도도 증가하였으나 일정 양 이상의 한약이 들어가면 맛에 대한 기호도가 감소하는 경향을 보였다(Table 31).

Table 30. 관능적 특성

	1	2	3	4	5	6	7	8
Color	3.0±1.7^{d}	3.1±1.4^{d}	2.9±1.5^{d}	2.6±1.1^{d}	5.0±1.3^{bc}	3.6±1.4^{ab}	5.4±1.2^{a}	6.2±1.2^{a}
gloss	3.1±1.4^{a}	3.0±1.5^{a}	3.1±1.3^{a}	2.9±1.4^{a}	3.0±1.0^{a}	2.5±1.2^{a}	3.7±2.0^{a}	2.6±1.3^{a}
transparency	4.1±1.7^{a}	3.7±1.3^{ab}	3.8±1.1^{ab}	3.8±1.3^{ab}	2.6±1.2^{c}	2.4±1.3^{c}	2.6±1.4^{c}	2.3±0.9^{c}
Doraji flavor	3.8±1.5^{a}	3.4±1.7^{a}	3.5±1.5^{a}	3.6±1.5^{a}	3.8±1.7^{a}	4.0±1.8^{a}	3.5±1.8^{a}	3.4±1.5^{a}
sweet flavor	4.1±1.4^{a}	3.4±1.4^{a}	3.7±1.3^{a}	3.4±1.2^{a}	3.6±1.2^{a}	3.5±1.5^{a}	3.8±1.7^{ab}	3.4±1.5^{a}

Sweetness	4.1±1.4^{ab}	3.8±1.4^{abc}	3.9±1.4^{abc}	3.7±1.0^{abc}	3.5±1.0^{abc}	3.1±1.2^{bc}	4.4±1.4^{a}	4.1±1.3^{a}
Doraji taste	3.9±1.8^{b}	3.3±1.5^{b}	4.3±1.6^{ab}	4.2±1.3^{ab}	3.9±1.7^{b}	5.1±1.5^{a}	3.4±1.6^{b}	3.8±1.6^{b}
Hardness	2.9±1.4^{a}	3.1±1.6^{a}	3.6±1.7^{a}	3.2±1.2^{a}	3.8±1.5^{a}	3.8±1.2^{a}	2.8±1.7^{a}	3.1±1.2^{a}
adhesiveness	3.4±1.5^{a}	3.5±1.6^{a}	3.6±1.5^{a}	3.1±1.4^{a}	3.8±1.4^{a}	4.0±1.4^{a}	3.6±1.6^{ab}	3.2±1.3^{a}
Elasticity/ Springiness	3.3±1.2^{a}	3.3±1.7^{a}	3.3±1.5^{a}	2.9±1.2^{a}	3.1±1.3^{a}	3.4±1.4^{a}	3.1±1.5^{a}	3.1±1.4^{a}

	9	10	11	12	13	14	15	16
Color	4.2±1.1^{c}	4.1±0.9^{b}	4.2±1.3^{b}	3.6±1.3^{b}	2.0±1.1^{c}	4.7±1.1^{ab}	3.8±1.4^{b}	4.4±1.4^{ab}
gloss	2.7±1.2^{a}	3.2±1.3^{a}	4.3±1.5^{a}	3.1±1.4^{a}	3.4±1.4^{a}	3.3±1.8^{a}	3.7±1.6^{a}	4.2±1.7^{a}
transparency	3.0±1.0^{bc}	3.0±1.6^{bc}	3.8±1.2^{bc}	3.6±1.2^{abc}	4.8±1.5^{a}	2.9±1.9^{bc}	3.7±1.4^{abc}	4.1±1.5^{ab}
Doraji flavor	3.8±1.3^{a}	3.5±1.9^{a}	3.6±1.9^{a}	3.6±2.0^{a}	3.5±1.8^{a}	3.2±1.9^{a}	4.0±1.6^{a}	3.1±1.6^{a}
sweet flavor	3.1±1.2^{a}	6.5±9.3^{a}	3.7±1.7^{ab}	3.5±1.7^{ab}	2.8±1.4^{b}	3.4±1.4^{ab}	3.4±1.2^{ab}	3.2±1.7^{ab}
Sweetness	2.9±0.9^{c}	3.9±1.7^{a}	3.8±1.4^{a}	3.2±1.3^{a}	3.5±1.6^{a}	3.9±1.1^{a}	3.5±1.6^{a}	4.0±1.6^{a}
Doraji taste	4.2±1.3^{ab}	4.6±1.8^{ab}	4.4±1.3^{ab}	4.5±1.3^{ab}	5.1±1.3^{a}	4.1±1.9^{ab}	4.00±1.9^{ab}	3.4±1.7^{b}
Hardness	4.0±1.1^{a}	4.0±1.6^{a}	3.6±1.5^{a}	4.0±1.7^{a}	3.9±1.7^{a}	3.0±1.2^{a}	4.0±1.3^{a}	3.1±1.4^{a}
adhesiveness	36±1.5^{a}	3.6±1.3^{ab}	4.3±1.3^{a}	3.5±1.4^{ab}	3.0±1.0^{b}	3.7±1.2^{ab}	3.3±1.0^{ab}	3.8±1.4^{ab}
Elasticity/ Springiness	3.2±1.5^{a}	3.6±1.2^{a}	3.6±1.4^{a}	3.4±1.4^{a}	2.8±1.3^{a}	3.2±1.3^{a}	3.7±1.1^{a}	3.6±1.5^{a}

Table 31. 기호도.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Appearance	4.2±1.0^{abc}	4.3±1.2^{abc}	4.3±1.2^{abc}	3.9±1.1^{abc}	3.9±1.0^{abc}	3.6±1.3^{bc}	4.1±1.6^{abc}	3.3±1.5^{c}
Color	4.9±1.0^{a}	4.5±0.9^{ab}	4.5±1.0^{ab}	4.2±0.9^{abc}	3.9±1.0^{abc}	3.4±1.4^{c}	4.3±1.2^{abc}	3.41±1.7^{c}
Flavor	4.5±1.2^{a}	3.8±0.8^{abc}	3.7±1.4^{abc}	3.7±1.1^{abc}	3.3±1.0^{bc}	3.0±1.0^{c}	4.1±1.0^{ab}	3.8±1.4^{abc}
Taste	4.1±1.3^{ab}	3.6±1.1^{bc}	4.0±1.7^{b}	3.6±1.2^{bc}	3.9±1.4^{b}	2.6±1.4^{c}	5.2±1.0^{a}	3.8±1.6^{bc}
Texture	3.9±1.5^{ab}	4.2±1.5^{ab}	3.8±1.4^{ab}	3.7±1.4^{ab}	3.8±1.3^{ab}	3.4±1.4^{b}	4.1±1.7^{ab}	4.2±1.6^{ab}
Overall acceptability	4.3±1.1^{ab}	4.0±1.2^{ab}	3.9±1.6^{ab}	3.7±1.6^{ab}	3.8±1.2^{ab}	3.3±1.1^{b}	4.7±1.3^{a}	3.7±1.5^{ab}
Purchase Intenti	3.6±1.5^{a}	3.2±1.6^{a}	3.1±1.6^{a}	2.8±1.6^{a}	2.8±1.5^{a}	2.7±1.3^{a}	4.0±1.4^{a}	3.1±1.6^{a}

on								
	9	10	11	12	13	14	15	16
Appearance	3.8±1.2^{abc}	4.5±1.1^{ab}	4.8±1.3^{a}	4.0±1.0^{abc}	3.6±1.2^{bc}	3.9±1.2^{abc}	4.7±0.9^{a}	4.1±1.3^{abc}
Color	4.2±1.1^{abc}	3.9±1.3^{abc}	4.3±1.2^{abc}	3.9±1.5^{abc}	3.5±1.3^{bc}	4.3±1.0^{abc}	4.8±1.3^{a}	4.1±1.2^{abc}
Flavor	4.1±1.1^{ab}	3.9±1.0^{abc}	4.6±1.0^{a}	4.3±1.1^{a}	3.9±0.5^{abc}	4.2±0.7^{ab}	4.2±1.1^{ab}	3.8±1.1^{abc}
Taste	3.9±1.4^{b}	3.7±1.2^{bc}	3.6±1.4^{bc}	3.2±1.3^{bc}	3.5±1.6^{bc}	3.8±1.3^{bc}	3.6±1.3^{bc}	4.3±1.5^{ab}
Texture	4.2±1.1^{ab}	4.8±1.1^{a}	4.2±1.1^{ab}	4.3±1.1^{ab}	3.8±1.0^{ab}	4.1±1.2^{ab}	4.5±1.0^{ab}	4.1±1.7^{ab}
Overall acceptability	4.1±1.3^{ab}	4.1±1.5^{ab}	3.5±1.5^{ab}	3.3±1.3^{b}	3.2±1.3^{b}	3.5±1.7^{ab}	4.2±1.7^{ab}	3.8±1.7^{ab}
Purchase Intention	3.2±1.6^{a}	3.1±1.4^{a}	3.1±1.5^{a}	3.0±1.4^{a}	2.9±1.5^{a}	2.8±1.7^{a}	2.9±1.6^{a}	3.2±1.6^{a}

Fig. 29. 반응표면분석법에 의해 디자인된 한약재 배합액으로 제조한 16종의 도라지 정과

-반응표면 분석결과 및 최적 배합비 결정

RSM을 통해 반응 표면 분석을 하여 가장 기호도에 적합한 배합비를 설정하였다. 맥문동추출액, 오미자추출액 및 사과즙의 양은 고정하고 감초추출액, 배즙, 대추즙의 첨가양을 설정하였다. 이에 따라 감초추출물 10 ml, 대추즙 5.7 ml 및 배즙 5.2 ml을 최적 배합비로 설정하였다(Table 32), (Fig.28)

Table 32. 반응표면 분석.

Response	Model	Mean±SD	R^2	F-value	Prob> F	Polynomial equation	Lack of fit
Overall acceptability	Quadratic	3.75±0.81	0.86	4.22	0.0468	$5.49-0.15A+0.25B+0.12C-2.15A^2-0.35B^2-0.28C^2-0.28AB-0.055AC+0.14BC$	0.1024

최종배합비(O1) 결정

강도와 기호도를 고려하여 감초추출액과 대추즙, 배즙의 첨가량을 -1보다는 크고 0과 비슷하며 1은 되지 않는 범위 안에서 조절 하였고 RSM을 통해 감초를 10 ml, 대추즙 5.7 ml, 배 5.2 ml 라는 비율을 얻었다. 이 배합비는 기존 배합액의 기호도와 강도 관능평가 결과와 비교하였을 때 소비자들이 가장 좋아 할 것이라고 상되는 배합비이며 O1라고 표기한다. 최종 배합비는 아래와 같다. 비율이 5번과 7번 배합비와 유사하며, 이들보다 배와 대추가 더 들어가 있다(Table 33, fig 29).

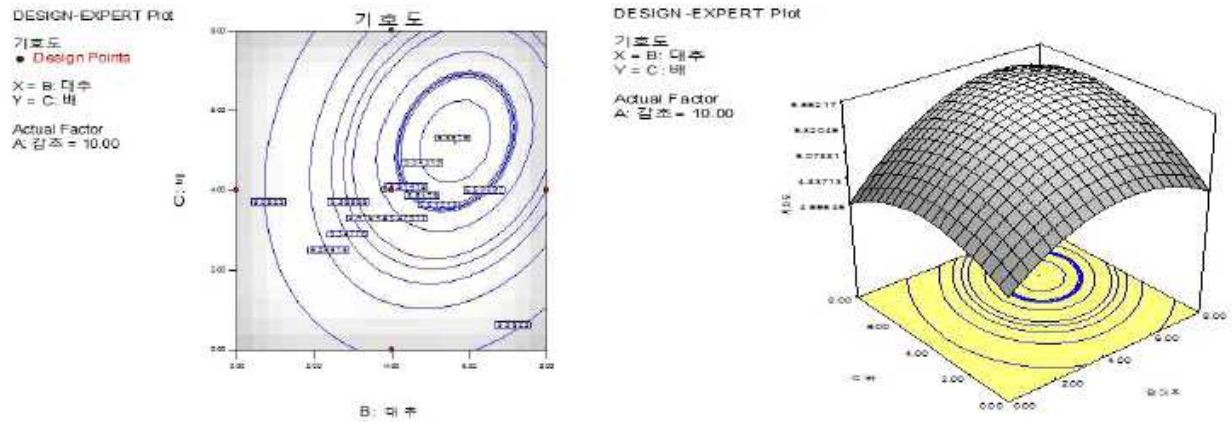


Fig. 30.반응표면분석결과

Table 33. 최종한약재 배합비(O1)

	도라지 100 g기준
한약재료	용량
맥문동	12 ml
오미자	100 ml
사과	8 ml
감초	10 ml
배	5.2 ml
대추	5.7 ml

최종배합액(O1)의 특성

O1이 전체적인 이화학적 특성이 7번과 유사하다. 환원당, pH, 산도, 갈변도 및 a값 등은 7번과 거의 유사하다. 가용성 고형물은 O1이 7보다 더 높다. 명도를 나타내는 L값은 7보다 낮으며 b값은 O1이 더 낮다. 이는 위 배합비의 가용성 고형물과 색도를 비교한 결과를 참고하였을 때, O1이 7번보다 대추즙이 더 많이 들어갔기 때문에 이화학적 차이가 있다고 보여진다(Table 34).

Table 34. 최종 배합비 (O1) 한약재 배합액의 이화학적 분석 결과

concentrate contents (%)			
sample	7	9	O1
Sugar concentration (°Brix)	3.3±0.0	4.4±0.0	3.7±0.0
Reducing Sugar (%)	0.1±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0
pH	4.3±0.0	4.4±0.0	4.2±0.0
Acidity (%)	0.08±0.0	0.12±0.0	0.08±0.0
L	45.4±0.1	44.7±0.0	45.1±0.1
a	-0.6±0.0	-0.7±0.0	-0.6±0.0
b	2.4±0.0	4.5±0.0	2.1±0.1
Browning	0.4±0.0	0.6±0.0	0.4±0.0

O1의 총 페놀은 16종의 배합액과 비교하였을때 대추즙이 많이 들어간 배합액 보다는 낮지만 그 외의 배합보다 높은 페놀을 함유하고 있다. 가장 유사한 배합비를 가진 7번과 비교하였을 때 O1의 총 페놀 값이 더 컸다(Fig. 30).

DPPH의 자유라디칼 소거능은 IC_{50}값으로 환산하였고 IC_{50}값이 낮을수록 항산화능이 높다. O1은 7번보다 IC_{50}값이 낮고 9번 보다는 높다. 따라서 한약재를 가장 많이 넣은 9번보다는 항산화 효과가 낮지만 7번보다는 높다.(Fig. 31)

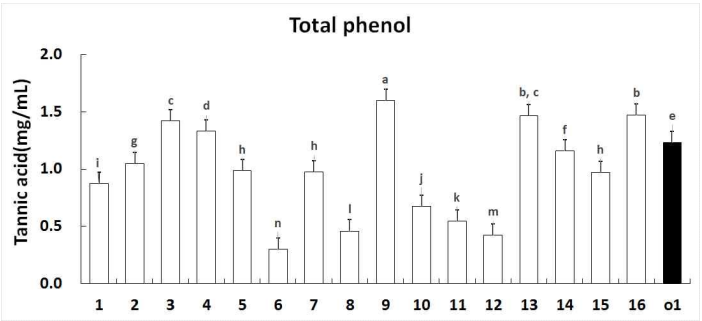


Fig. 31. O1의 총 phenol 함량

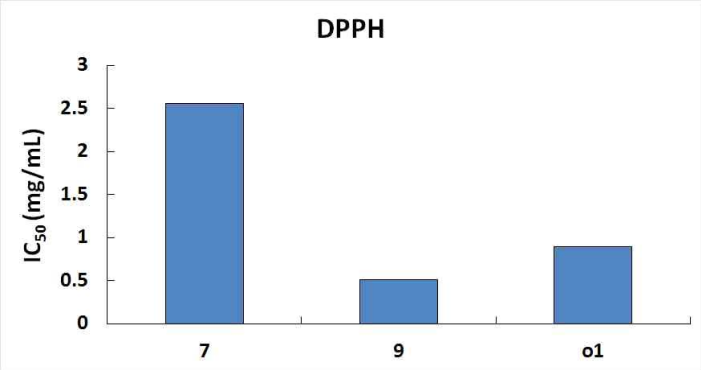


Fig. 32. O1의 DPPH

-세포 실험

HT-22 cell에서의 한약재 배합액의 세포독성, glutamate로 유도된 세포독성 평가

먼저, 250 μg/mL 농도의 한약재 배합액 에서는 8번과 O1 배합액이 세포 생존율을 증가시키지는 못 하였어도, 독성은 나타나지 않았으며, 500 μg/mL 농도의 한약재 배합액에서는 8번과 15번 배합액이 뚜렷하게 세포 생존율을 증가시키는 경향을 보였다. 또한, positive control과 배합액 처리군 사이에서의 생존율을 비교해보면 전반적으로 500 μg/mL 농도의 배합액을 처리한 쪽의 생존율이 1번, 15번 및 O1 배합액을 제외하고는 농도 의존적으로 증가하는 경향임을 알 수 있었다. 특히, 500 μg/mL 농도의 5번과 8번 배합액의 세포 생존율이 무처리군인 Negative control과 거의 동등한 수준에 달하는 것을 볼 수 있다.(Fig. 32)

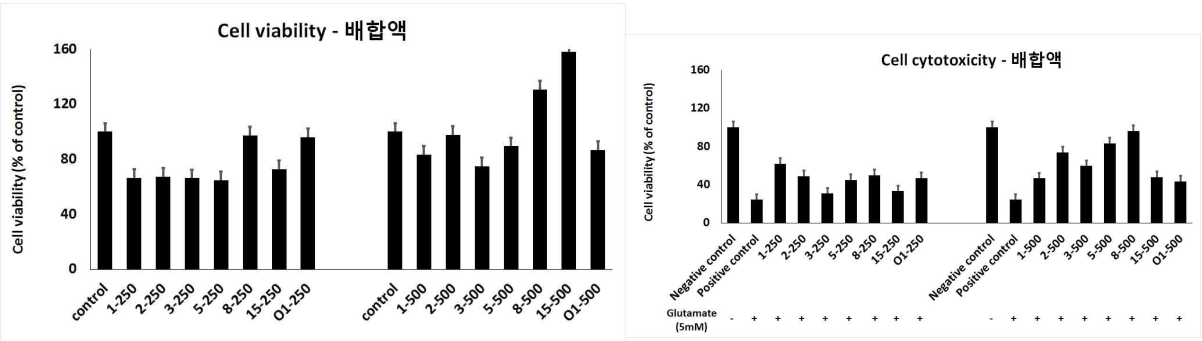


Fig. 33. Cytotoxicity and protective effect of mixed Korean herb medicines on HT-22 cell viability

glutamate로 유도된 ROS, GSH, MDA assay 결과

다음은 최종 배합액인 O1의 ROS, GSH 및 MDA assay 결과이다. 본 배합액의 경우에는 50 μg/mL 의 농도부터 ROS 의 생성을 억제하는 작용을 나타내었다는 사실을 확인할 수 있었다. 또한 200 μg/mL의 농도에서부터 GSH 수치를 증가시키기 시작하였다. 허나 최고농도인 1000 μg/mL 에서는 반대로 GSH 수치의 감소가 보이기 시작하였다. MDA assay에 있어서는, 농도 의존적으로 과산화지질을 억제하는 결과를 볼 수 있었다. (Fig. 33)

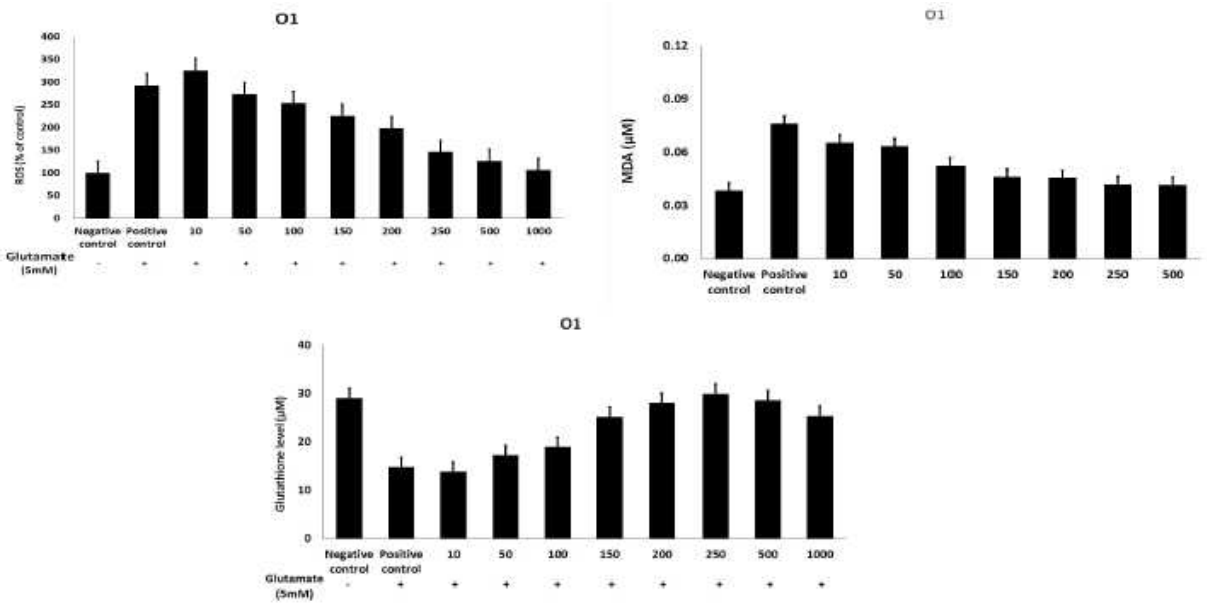


Fig. 34. Effect of O1 on glutamate-induced ROS, MDA generation and GSH level

요약

원액들의 환원당 함량을 비교하여 보면, 대추즙, 사과즙 및 배즙의 순서로 높은 환원당 함량을 보이고 있다. 이에 따라, 배합액들 사이에서 역시도 대추즙의 함유량이 높은 군에서 유의하게 높은 환원당 함량을 보인다는 것을 알 수 있었다. 사과즙의 경우에는 대추즙의 다음으로 높은 환원당 함량을 보이지만, 모든 배합액에는 동량의 사과즙이 함유되어 있으므로 이는 배합액의 환원당 함량에 영향을 미쳤다고 볼 수 없다. 따라서, 배합액에 있어 환원당 함량에 영향을 준 원액은 대추즙과 배즙이었다고 추정해 볼 수 있다. 결론적으로, 환원당 함량이 큰 순위는 3, 9, 13 및 O1 의 순으로, 이들 배합액은 도라지정과 제조 시, 설탕을 대체할 수 있는 좋은 배합액이라 사료된다.

원액들 간의 총 페놀 함량 측정실험 결과를 비교하여 보면, 대추즙의 총 페놀 함량은 다른 원액들에 비하여 매우 높은 페놀 함량을 보이는 것을 볼 수 있었다. 이에 따라, 배합액 간의 총 페놀 함량 실험에서 역시도 대추즙의 함량이 높은 배합액들 사이에서 유의하게 높은 페놀 함량 측정 결과를 보였다. 결과적으로 총 페놀 함량의 높은 순위는 9, 16, 13 및 3 번 배합액의 순위였으며, 부가적으로 3번과 4번 배합액이나 2번과 5, 7번 배합액을 비교하여 본다면, 배즙 역시도 페놀 함량에 약소하게 영향을 미친다는 것 또한 알 수 있었다.

총 페놀함량 측정실험과 본 DPPH radical scavenging assay 간의 상관관계 분석 결과, 두 결과 간의 유의한 상관관계를 가지지는 못하였다. 허나, 총 페놀함량 실험에서 유의하게 높은 수준을 보였던 원액인 대추즙의 IC_{50} 값이 맥문동 다음으로 낮은 수치를 보인 것을 알 수 있었으며, 이는 결과적으로 3, 4, 9 및 13번 배합액의 IC_{50} 값을 볼 때 두드러지는 영향을 미쳤다고 볼 수 있었다. 반면, 맥문동의 경우 가장 낮은 IC_{50} 값을 보였더라도, 모든 배합액에는 동비율의 맥문동이 함유되어 있었기 때문에 비교 대상에 속하지는 못한다고 볼 수 있다. 낮은 순위로 보았을 때 배합액의 IC_{50} 값은 14, 15, 9 및 13의 순이었다.

세포실험 결과에 있어서는 250 μg/mL 농도의 한약재 배합액 에서 8번과 O1 배합액이 세포 독성이 나타나지 않았던 사실을 볼 수 있었으며, 500 μg/mL 농도의 한약재 배합액에서

는 8번과 15번 배합액이 뚜렷하게 세포 생존율을 증가시키는 경향을 보였다. 또한 neuroprotective effect 실험에서는 500 μg/mL 농도의 배합액을 처리한 쪽의 생존율이 1번, 15번 및 O1 배합액을 제외하고는 농도 의존적으로 증가하는 경향임을 알 수 있었다. ROS, GSH 및 MDA assay의 경우에는 최종배합액인 O1 만을 측정하였는데, 50 μg/mL 의 농도부터 ROS 의 생성을 억제하는 작용을 나타내었다는 사실을 확인할 수 있었으며, 200 μg/mL의 농도에서부터 GSH 수치를 증가시키기 시작하였고 O1의 농도 의존적으로 MDA 수치를 감소시키는 결과를 확인할 수 있었다.

다) 공장제조 한방 도라지 정과의 품질특성

(1)재료 및 실험 방법

-당도 및 환원당

당도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 당도계(SCM-1000, Korea)를 사용하여 측정하였다. 환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 엘라이저(Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTeck Instruments, Winooski, VT, USA)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다(Whistler RL & Wolfrom ML 1962). 표준곡선은 glucose를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

-pH

pH는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 pH meter (420 Benchtop, Orion Research, USA)를 이용하여 측정하였다.

갈변도 및 색도

갈변도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 하여 상등액을 취하여 엘라이저(Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTeck Instruments)를 이용하여 420 nm 흡광도를 측정하였다.

색도는 상등액을 취하여 페트리디쉬(50×12 mm)에 담아 색도를 측정하였다. 색차계(Spectrophotometer CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. Standard color value는 L값 99.37, a값 -0.15, b값 -0.06인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. 갈변도는 엘라이저(BioTeckInstruments)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(DuBois M 등 1956).

-총 플라보노이드 함량

시료 1 g과 메탄올(Samchun Pure Chemicals, Pyeongtaek, Korea) 50 mL를 넣고 3.5시간 교반 후 24시간 추출한 뒤 4,326.7 ×g으로 4°C 에서 10분 간 원심분리(Hanil Scimed)하여 얻어진 상등액을 35℃에서 evaporator(N-1110, EYELA, Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 2 mL 메탄올을 넣어 100 mg/mL 농도의 추출물 용액을 시료 용액으로 사용하여 AOAO 분석방법을 이용하여 측정하였다. 시료에

90% diethylene glycol과 1N NaOH를 첨가하여 420 nm에서 엘라이저(BioTeck Instruments)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 포화 rutin acid를 사용하였다.

-총 페놀 함량

시료 1 g과 메탄올(Samchun Pure Chemicals, Pyeongtaek, Korea) 50 mL를 넣고 3.5시간 교반 후 24시간 추출한 뒤 4,326.7 ×g으로 4℃에서 10분 간 원심분리(Hanil Scimed)하여 얻어진 상등액을 35℃에서 evaporator(N-1110, EYELA, Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 2 mL 메탄올을 넣어 100 mg/mL 농도의 추출물 용액을 시료 용액으로 사용하여 Folin-Denis법(Singleton VL 등 1999)을 이용하여 측정하였다. 시료 100 μL에 증류수 100 μL와 0.2 N Folin-ciocalteau reagent(Sigma Aldrich Co.)1 mL를 넣고 5분간 반응시킨 후 7.5% Na2CO3(Daejung, Siheung, Korea) 800 μL를 넣고 빛을 차단하여 30분간 반응시키고 760 nm에서 엘라이저(BioTeck Instruments)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 포화 tannicacid(Yakuri Pure Chemicals Co., Ltd., Kyoto, Japan)를 사용하였다.

-DPPH 자유라디칼 소거능

DPPH는 시료 1 g과 메탄올(Samchun Pure Chemicals, Pyeongtaek, Korea) 50 mL를 넣고 3.5시간 교반 후 24시간 추출한 뒤 4,326.7 ×g으로 4°C 에서 10분 간 원심분리(Hanil Scimed)하여 얻어진 상등액을 35℃에서 evaporator(N-1110, EYELA, Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 2 mL 메탄올을 넣어 100 mg/mL 농도의 추출물 용액을 시료 용액으로 사용하여 농도별로 희석한 원액 시료용액 50 μL에 1.5×10^{-4} mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액 150 μL를 가한 후 30분 후에 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정한 반응 흡광도와 시료흡광도를 아래 계산식에 대입하여 IC_{50}을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect}(\%) = \frac{\text{Abs}_{\text{blank}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{blank}}} \times 100$$

-소비자 검사

지역 축제에서 행사 방문자들을 대상 (400명) 으로 일반도라지정과와 저당 한방 도라지정과에 대하여 소비자 기호도 검사를 실시하였다.

-통계처리

본 실험결과는 3회 반복하여 측정한 값을 SPSS Statistics(ver. 22.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 기술통계를 실시하여 평균과 표준 오차를 구하여 나타내었고 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 시료간의 유의차를 검정하였다($p<0.05$).

(2)실험 결과

-당도 및 환원당

설탕을 한방재료로 대체한 으뜸도라지정과의 당도와 환원당은 Table 35와 같다. 설탕을 넣어 만든 일반도라지정과와 한방 도라지정과의 당도는 각각 84.0°Brix과 82.3°Brix이다. 일반도라지 정과가 한방 도라지정과보다 유의적으로 높았다. 일반 도라지정과와 한방 도라지정과의 환원당은 각각 1.47%와 2.45% 였다. 일반도라지 정과에 첨가된 주요 당은 비환원당인 설탕이며, 윤기를 주기 위해 물엿이 첨가되었다. 한방 도라지정과에는 맥문동, 배, 감초 등의 한방재료 뿐만 아니라 프락토 올리고당이 함유되어있어 일반 도라지정과보다 환원당이 높았다.

-pH

설탕을 한방재료로 대체한 으뜸도라지정과의 pH는 Table 35와 같다. 일반도라지 정과와 한방도라지정과의 pH는 각각 5.21과 4.76이었다. 이는 Table 37에서의 일반도라지 정과액의 pH가 한방도라지정과 보다 높은 것과 일치한다.

-갈변도 및 색도

설탕을 한방재료로 대체한 으뜸도라지정과의 갈변도는 Table 35와 같다. 일반도라지정과와 한방 도라지정과의 갈변도는 각각 0.30과 3.10으로 한방도라지정과가 높았다. 맥문동, 배, 감초등의 색에 의해 영향을 받은 것으로 여겨진다. 한약배합비 16종의 배합비의 색도에서 배와 감초를 넣었을 때 갈변도가 증가 하였다(Table 24).

설탕을 한방재료로 대체한 으뜸도라지정과의 색도는 Table 35와 같다. 일반도라지 정과와 한방 도라지 정과의 L값은 각각 34.39과 32.66으로 한방도라지정과가 더 낮았다. 일반도라지정과와 한방도라지정과의 a값은 각각 -0.24와 0.66이고 b값은 -1.58와 2.18으로 한방도라지정과가 일반도라지정과 보다 높았다. 이는 갈변도에서 한방도라지정과가 일반도라지 보다 더 높은 것과 일치하며, 한방재료들의 영향으로 색이 변한 것으로 사료된다. 한약배합비 16종의 배합비의 색도에서 배와 감초를 넣었을 때 L값은 감소하고 b값은 증가하였다(표24).

Table. 35. Characteristics of 'Etteum' doraji Jungkwa with herbal medicine.

		DJ	HDJ	t-value	*p**
soluble solid content (°Brix)		84.0±0.0	82.3±0.6	5.00	0.01
Reducing sugar content (%)		1.48±0.02	2.45±0.03	47.43	0.00
pH		5.21±0.01	4.76±0.01	-95.46	0.00
Browning degree		0.30±0.00	3.10±0.05	96.03	0.00
색도	L	34.39±0.01	32.66±0.00	-299.65	0.00
	a	-0.24±0.01	0.66±0.01	134.50	0.00
	b	-1.58±0.01	2.18±0.01	797.62	0.00

DJ: '*Etteum*' doraji *Jungkwa* with sugar. HDJ: '*Etteum*' doraji *Jungkwa* with herbal medicine
All values are mean±S.D.

-플라보노이드 함량

설탕을 한방재료로 대체한 으뜸도라지정과의 플라보노이드 함량은 그림 35과 같다. 한방도라지정과는 1.32 mg/mL로 0.06 mg/mL인 일반도라지정과 보다 높았다. 이는 한방재료의 항산화능에 의한 것으로 16종의 다른 한약 배합비의 항산화 실험 결과에서도 한약재료 첨가량이 많아질수록 항산화능이 높아졌다(그림 18).

-총 페놀 함량

설탕을 한방재료로 대체한 으뜸도라지정과의 페놀 함량은 그림 36과 같다. 한방도라지정과는 1.37 mg/mL로 0.04 mg/mL인 일반도라지정과 보다 높았다. 이는 한방재료의 항산화능에 의한 것으로 16종의 다른 한약 배합비의 항산화 실험 결과에서도 한약재료 첨가량이 많아질수록 항산화능이 높아졌으며, 배와 감초를 넣었을 때 설탕물 보다 총 페놀 함량이 높았다(그림 18).

-DPPH radical 소거능

설탕을 한방재료로 대체한 으뜸도라지정과의 DPPH radical 소거능을 측정하여 IC_{50}값으로 나타낸 결과는 그림 37과 같다. 일반도라지정과와 한방도라지 정과의 IC_{50} 값은 각각 57.89 mg/mL, 40.70 mg/mL이므로 한방도라지 정과의 항산화능이 더 높다. 페놀 화합물의 항산화 기작이 radical 소거능 작용에 기인하기 때문에 페놀함량이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능이 증가하는 경향을 가지며 본 연구에서도 한방 도라지정과가 일반도라지 정과 보다 총 페놀 함량과 DPPH radical 소거 활성화능이 더 높다(Chung YA & Lee JK 2003).

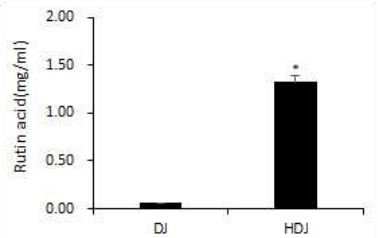


Fig. 35. Flavonoid contents of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* substituted sucrose with herbal medicine.
All values are mean±SD.
*:significantly different by t-test range test at $p<0.05$

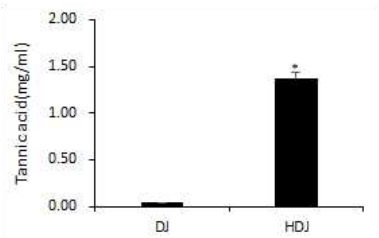


Fig. 36. Total phenol contents of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* substituted sucrose with herbal medicine.
All values are mean±SD.
*:significantly different by t-test range test at $p<0.05$

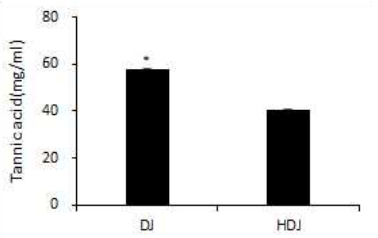


Fig. 37. DPPH radical scavenging activity of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* substituted sucrose with herbal medicine.
All values are mean±SD.
*:significantly different by t-test range test at $p<0.05$

-소비자검사

설탕을 한방재료로 대체한 으뜸도라지정과의 소비자검사 결과는 표 36과 같다. 일반 도라지정과와 한방 도라지 정과의 외관에 대한 기호도는 각각 4.62점과 5.77점으로 저당 한방으

뜸도라지 정과가 높았다. 색은 각각 4.70점, 5.87점이었다. 향은 각각 4.32점, 4.59점이었다. 맛은 각각 4.59점, 6.18점이었다. 각 항목에서 한방도라지정과가 일반 도라지 정과보다 유의적으로 높은 점수를 받았으며, 일반도라지정과와 한방 도라지정과의 전체적 기호도는 각각 4.50점과 6.09점이였다. 구입의향에서 한방도라지정과가 6.08점로 4.31점인 일반 도라지정과보다 좋았다.

Table. 36. The sensory evaluation of Etteum doraji Jungkwa substituted sucrose with different herbal medicine.

N=608	DJ	HDJ	t-value	*p**
Appearance	4.62±1.80	5.77±1.30	-9.05	0.00
Color	4.70±1.94	5.87±1.30	-8.87	0.00
Flavor	4.32±1.82	4.59±2.00	-12.9	0.00
Taste	4.59±2.00	6.18±1.09	-12.31	0.00
Texture	4.60±2.03	6.06±1.21	-10.81	0.00
Overall acceptability	4.50±1.97	6.09±1.17	-12.17	0.00
Purchase Intention	4.31±2.04	6.08±1.31	-12.78	0.00

DJ: '*Etteum*' doraji *Jungkwa* with sugar. HDJ: '*Etteum*' doraji *Jungkwa* with herbal medicine
All values are mean±S.D.

(3)요약

본 연구에서는 일반도라지정과와 설탕을 맥문동, 배, 감초 및 올리고당등으로 대체한 저당 한방 도라지정과의 품질특성을 비교하였다. 당도는 일반도라지가 84°Brix로 82.3°Brix인 한방도라지보다 높았다. 한방재료와 올리고당의 감미도가 설탕보다 낮기 때문이다. 한방으뜸도라지정과의 환원당이 2.45%로 일반도라지정과(1.48)보다 높았다. 설탕은 비환원당이므로 한방재료와 올리고당을 첨가한 정과가 더 높았다. pH는 일반도라지가 5.21로 4.76인 으뜸도라지보다 높았다. 갈변도는 한방도라지정과가 일반도라지 정과보다 높았으며 이는 한방재료의 색에 영향을 받았기 때문이다. L값은 일반도라지정과가 34.39이고 한방 도라지정과가 32.66이였다. 일반도라지정과와 한방도라지정과의 a값은 각각 -0.24와 2.18이었고 b값은 각각 -1.58과 2.18이였다. 한방재료의 영향을 받아 L값은 낮아지고 a값과 b값은 높아진 것으로 사료된다.

플라보이드 함량은 한방도라지정과가 1.32 mg/mL로 0.06 mg/mL인 일반도라지정과 보다 높았다. 총 페놀 함량은 한방도라지정과가 1.37 mg/mL로 0.04 mg/mL인 일반도라지정과보다 높았다. DPPH radical 소거능을 IC_{50}값으로 나타냈을 때, 일반도라지정과와 한방도라지 정과의 IC_{50} 값은 각각 57.89 mg/mL, 40.70 mg/mL이므로 한방도라지 정과의 항산화능이 더 좋다. 소비자를 대상으로한 기호도 검사에서 외관, 색, 향, 맛, 텍스쳐, 전체적 기호도,

구입의향등의 모든 부분에서 한방 도라지정과가 일반 도라지정과 보다 좋았다. 본 연구에서 개발한 한방으뜸도라지정과가 기존의 도라지정과 보다 항산화능이 높고 관능적인 기호도면에서 좋은 평가를 받았다.

라)도라지 정과액의 품질특성

(1)실험 방법

-당도 및 환원당

당도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 상징액을 취하여 당도계(SCM-1000, Korea)를 사용하여 측정하였다. 환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 엘라이저(Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTeck Instruments, Winooski, VT, USA)를 이용하여 550 nm에 서 흡광도를 측정하였다(Whistler RL & Wolfrom ML 1962). 표준곡선은 glucose를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

-갈변도 및 색도

갈변도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 각 시료의 200 μL를 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 색도는 색차계(Spectrophotometer CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 L, a 및 b를 측정하였다. 헌터 색차계의 L값은 명도(lightness), a값은 적색도 (redness) 및 b값은 황색도(yellowness)을 나타낸다. 도라지청을 petri dish (50×12 mm)에 각각 동일한 양을 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 99.37, a값 -0.15, b값 -0.06인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. 갈변도는 엘라이저(BioTeckInstruments)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(DuBois M 등 1956).

-pH

pH는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 pH meter (420 Benchtop, Orion Research, USA)를 이용하여 측정하였다.

-총 페놀 함량

총 페놀 함량은 각각의 도라지청 100 mg을 100% 메탄올 1 mL에 녹여 시료 50 μL에 증류수 50μL, Foline-Ciocalteau reagent 500 μL 및 Na_2CO_3 400 μL을 넣고 30 분간 빛을 차단하여 반응시킨 후 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-플라보노이드 함량

플라보노이드 함량은 각각의 도라지청 100 mg을 100% 메탄올 1 mL에 녹여 시료 100 μL에 90% diethylene glycon 0.9 mL, 1 N NaOH 20 μL를 넣고 37℃ water bath에서 1시간동안 반응시키고 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-DPPH 자유라디칼 소거능

DPPH는 각각의 도라지청 25 mg을 100% 메탄올 1 mL에 녹인 뒤 농도별로 희석한 원액 시료용액 50 μL에 1.5×10^{-4} mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액 150 μL를 가한 후 30 분 후에 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정한 반응 흡광도와 시료흡광도를 아래 계산식에 대입하여 IC_{50}을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect}(\%) = \frac{Abs_{blank} - Abs_{sample}}{Abs_{blank}} \times 100$$

(2)실험 결과

-당도 및 환원당

설탕을 한방재료로 대체한 한방 도라지 정과액의 당도 및 환원당은 표 37과 같다. 설탕을 넣어 만든 일반도라지 정과액과 한방 도라지 정과액의 당도는 각각 63°Brix와 40°Brix이다. 일반 도라지 정과액의 당도가 한방 도라지 정과액의 당도보다 유의적으로 높았다. 일반 도라지 정과액과 한방도라지 정과액의 환원당은 각각 7.53%와 13.47%였다. 일반 도라지 정과액의 환원당이 한방 도라지 정과액 환원당보다 환원당이 유의적으로 낮았다. 이는 일반 도라지 정과와 한방 도라지 정과로 실험한 당도 및 환원당 결과와 경향이 일치한다.

-갈변도 및 색도

설탕을 한방재료로 대체한 한방 도라지 정과액의 갈변도와 색도는 표 37과 같다. 일반 도라지 정과액과 한방 도라지 정과액의 갈변도는 각각 1.27, 13.49로 한방도라지 정과액이 높았다. 일반 도라지 정과액과 한방 도라지 정과액의 색도는 L값은 각각 35.04, 31.37으로 한방 도라지 정과액이 더 낮았으며, a값은 각각 0.10, 0.29 이었다. 일반 도라지 정과액과 한방 도라지 정과액의 b값은 각각 3.95, -0.48로 한방 도라지 정과액의 b값이 일반도라지 정과액보다 낮았다. 이는 한방재료들의 영향으로 한방도라지 정과액의 L값이 일반도라지 정과액의 L값보다 낮게 측정되어서 b값에 영향을 받은 것으로 사료된다.

-pH

설탕을 한방재료로 대체한 한방 도라지 정과의 pH는 표 37과 같다. 일반 도라지 정과액과 한방 도라지 정과액의 pH는 각각 4.71, 4.42로 일반도라지 정과액의 pH가 한방도라지 정과액의 pH보다 높았다. 이는 한방재료로 만든 으뜸도라지 정과의 pH 가 일반 도라지 정과의 pH보다 낮은 것과 일치한다.

Table. 37.Characteristics of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* solution with herbal medicine.

	DJS	BDJS	t-value	*p**
soluble solid content (°Brix)	63.00±0.00	40.00±0.00	-	-
Reducing sugar content (%)	7.53±0.25	13.47±0.09	37.67	0.00

Browning Degree		1.27±0.005	13.49±0.61	34.49	0.00
Hunter's color value	L	35.04±0.04	31.37±0.02	137.50	0.00
	a	0.10±0.01	0.29±0.02	-20.15	0.00
	b	3.95±0.02	-0.48±0.00	332.50	0.00
pH		4.71±0.03	4.42±0.01	18.76	0.00

-플라보노이드

설탕을 한방재료로 대체한 한방 도라지 정과액의 플라보노이드 함량은 그림 38과 같다. 한방도라지 정과액은 0.57 mg/mL로 0.019 mg/mL인 일반도라지 정과액의 플라보노이드 함량보다 높았다. 이는 한방 재료의 항산화능으로 인한 것으로 한방 도라지 정과 실험 결과에서도 설탕을 한방재료로 대체한 한방 도라지 정과의 플라보노이드 함량이 높았다.

-총 페놀 함량

설탕을 한방재료로 대체한 한방 도라지 정과액의 페놀 함량은 그림 39과 같다. 한방 도라지 정과액의 페놀 함량은 3.62 mg/mL로 일반도라지 정과액의 페놀의 양인 0.94 mg/mL보다 높았다. 이는 한방재료가 산화를 방지하는 역할로 나타난 것으로, 한방 도라지 정과 실험의 결과와 일치했다.

-DPPH radical 소거능

설탕을 한방재료로 대체한 한방 도라지 정과액의 IC_{50}의 값은 그림 40과 같다. 일반 도라지정과액과 한방 도라지 정과액의 IC_{50} 값은 각각 130.39mg/mL, 26.15mg/mL로 한방 도라지 정과액의 항산화능이 더 좋다. 페놀 함량이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능이 증가하는 경향을 가지며, 한방재료로 만든 한방도라지 정과의 결과와 마찬가지로 한방도라지 정과액이 일반도라지 정과액보다 총페놀 함량과 DPPH radical 소거능이 더 높았다.

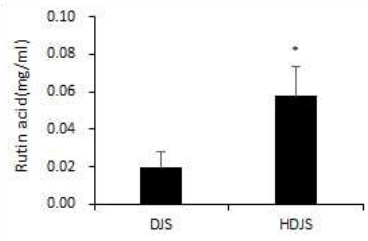


Fig. 38. Flavonoid contents of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* solution with herbal medicine.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$.

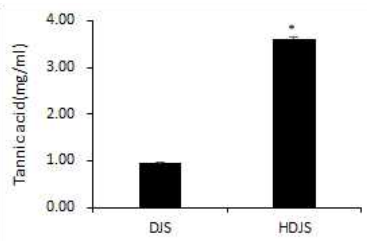


Fig. 39. Total phenol contents of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* solution with herbal medicine.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$.

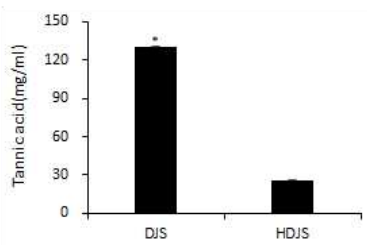


Fig. 40. DPPH radical scavenging activity of '*Etteum*' doraji *Jungkwa* solution with herbal medicine.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$

(3)요약

본 연구는 우수한 생리활성을 가지고 있는 으뜸 도라지의 활용성을 높이기 위하여 설탕 대신 한방재료를 사용하여 만든 한방 도라지 정과액을 제조하였다. 정과액에는 설탕대신 맥문동, 배, 올리고당 등으로 대체 하여 제조한 후 이화학적 특성과 항산화성을 비교, 분석하였다. 당도는 일반도라지 정과액과 한방 도라지 정과액이 각각 63Brix°, 40Brix°으로 일반 도라지 정과액의 당도가 더 높았으며, 환원당 함량은 7.53%, 13.47% 로 한방도라지 정과액의 환원당이 유의적으로 높았다. 갈변도는 일반 도라지 정과액이 1.27, 한방 도라지 정과액이 13.49로 한방 도라지 정과액이 높았다. 색도는 적색도를 나타내는 a 값은 한방 도라지 정과액이 0.29로 0.10인 일반도라지 정과액보다 높았으나, 명도(L), 황색도(b)는 일반 도라지 정과액이 높게 나타났다. pH는 일반 도라지 정과액이 4.71로 한방도라지 정과액인 4.42보다 높았다. 총 phenol 함량은 일반 도라지 정과액이 0.94mg/mL, 한방 도라지 정과액이 3.62mg/mL 이었다. 플라보노이드 함량은 일반도라지 정과액은 0.01인데 반해 한방 도라지 정과액은 0.05로 5개 가량 높았으며, DPPH radical 소거능의 IC_{50} 값 (일반도라지 정과액 : 130 mg/mL, 한방도라지 정과액 : 26.15mg/mL)으로 한방 도라지 정과액의 DPPH radical 소거능이 우수했다. 이상의 결과로부터, 한방도라지 정과액은 총 페놀 함량 및 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능에서 일반 도라지정과액보다 항산화능이 우수함을 확인 할 수 있다. 그에 따라 한방 도라지 정과액을 건강기능 식품소재 및 가공식품 이용 소재로의 활용성이 높다고 사료된다.

마) 설탕대체 도라지정과액 첨가 양갱의 품질 특성

(1)실험 방법

-실험재료

본 실험에서는 백앙금(대두식품), 설탕(백설), 한천, 일반 으뜸도라지정과액, 한약 으뜸도라지정과액을 사용하였다.

-도라지 양갱 제조방법

물과 한천을 냄비에 넣고 센불로 10분 동안 끓이며 한천을 녹인다. 설탕 또는 정과액을 넣고 섞는다.

백앙금을 넣고 섞는다. 틀에 부어 냉장실에서 1시간 동안 굳힌다(Table38).

Table 38. Recipe of Yanggeng added with Etteum Doraji JungKwa solution.

Sample	Ingredients(g)					
	Cooked White bean paste	Water	Agar	Sugar	DJ[1)]	BDJ[2)]
Control	200	240	10	100	0	0
DJ50	200	240	10	50	50	0
DJ100	200	240	10	0	100	0
BDJ50	200	240	10	50	50	0
BDJ100	200	240	10	0	0	100

[1)] DJ: Etteum Doraji Jungkaw solution

[2] BDJ: Herbal medicine Etteum Doraji Jungkaw solution

-수분

시료 1.5 g을 잘게 잘라 수분측정기(FD-660, Kett Electric Laboratory, Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 측정 후 평균값으로 나타내었다.

-당도 및 환원당

당도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 당도계(SCM-1000, Korea)를 사용하여 측정하였다.

환원당은 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 Dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 glucose (Sigma, St. Louis, MO, USA)를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

-색도 및 갈변도

색도는 색차계(Spectrophotometer CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness) 및 b값(황색도, yellowness)을 4회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 도라지 정과를 분쇄한후 petri dish (50×12 mm)에 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 99.37, a값 -0.15, b값 -0.06인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. 갈변도는 엘라이저(BioTeckInstruments)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(DuBois M 등 1956).

-기계적인 조직감

시료를 1×1×1 cm의 크기로 일정하게 잘라 texture analyser(TA/XT2, Stable Micro System Ltd., Surrey, England)를 이용하여 TPA(Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness, Gumminess, Chewiness, Resilience)를 5 회 이상 측정하였다. 지름 25 mm의 plunger(SMS P/25A)를 사용하였고 분석 조건은 pre test speed 2.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post test speed 2.0 mm/s, distance 7.0mm 이다.

-총 플라보노이드 함량

시료 1 g과 메탄올(Samchun Pure Chemicals, Pyeongtaek, Korea) 50 mL를 넣고 3.5시간 교반 후 24시간 추출한 뒤 4,326.7 ×g으로 4℃에서 10분 간 원심분리(Hanil Scimed)하여 얻어진 상등액을 35℃에서 evaporator(N-1110, EYELA, Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 2 mL 메탄올을 넣어 100 mg/mL 농도의 추출물 용액을 시료 용액으로 사용하여 AOAO 분석방법을 이용하여 측정하였다. 시료에 90%diethylene glycol과 1N NaOH를 첨가하여 420 nm에서 엘라이저(BioTeck Instruments)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 포화 rutin acid를 사용하였다.

-총 페놀 함량

시료 1 g과 메탄올(Samchun Pure Chemicals, Pyeongtaek, Korea) 50 mL를 넣고 3.5시간 교반 후 24시간 추출한 뒤 4,326.7 ×g으로 4℃에서 10분 간 원심분리(Hanil Scimed)하여 얻어진 상등액을 35캢에서 evaporator(N-1110, EYELA, Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 2 mL 메탄올을 넣어 100 mg/mL 농도의 추출물 용액을 시료 용액으로 사용하여 Folin-Denis법(Singleton VL 등 1999)을 이용하여 측정하였다. 시료 100 μL에 증류수 100 μL와 0.2 N Folin-ciocalteau reagent(Sigma Aldrich Co.)1 mL를 넣고 5분간 반응시킨 후 7.5% Na2CO3(Daejung, Siheung, Korea) 800 μL를 넣고 빛을 차단하여 30분간 반응시키고 760 nm에서 엘라이저(BioTeck Instruments)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 포화 tannicacid(Yakuri Pure Chemicals Co., Ltd., Kyoto, Japan)를 사용하였다.

-관능평가

충남대학교 대학생 38명을 패널로 선정하여 7점 척도법으로 기호도(1점: 매우 싫다; 7점: 매우 좋다)와 강도1점: 매우 약하다; 강도7점: 매우 강하다)를 평가를 하였다. 기호도는 외관, 색, 향, 맛, 조직감, 전체적 기호도, 구매의향을 평가하였다. 강도에서는 도라지향, 단향, 단맛, 도라지맛(쓴맛)을 평가하였다. 시료는 동일한 수량의 여러 조각을 제공하여 여러 번 맛보고 평가할 수 있도록 하였다. 난수표가 부착된 동일한 크기의 일회용 접시에 담아 한 번에 제공하였고, 생수를 제공하여 시료를 평가한 후 입을 헹구고 다음 시료를 평가하도록 하였다. 관능평가 중에는 패널들 간의 의견 교환은 할 수 없도록 하여 평가에 영향을 주지 않도록 하였다. 본 연구는 충남대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 진행하였다(Approval Number: 201702-SB-005-01).

-소비자 검사

2017년 보은 대추축제에서 행사 방문자 100명에게 양갱의 기호도 검사를 실시하였다. 일회용접시에 양갱을 담아 이쑤시개와 함께 제공하였다. 얼굴 표정 척도를 이용하였으며 매우 싫다, 조금 싫다, 보통이다, 조금 좋다, 매우 좋다 등으로 설정하여 평가하였다.

-통계처리

본 실험결과는 3회 반복하여 측정한 값을 SPSS Statistics(ver. 22.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 기술통계를 실시하여 평균과 표준 오차를 구하여 나타내었고 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 시료간의 유의차를 검정하였다($p<0.05$).

(2)연구 결과

-수분

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 수분함량은 표39와 같다. 대조군의 수분함량은 27.65%이고 DJ50은 29.67%이고 DJ100은 34.19%이였다. BDJ50은 35.22%였고 BDJ100

은 41.61%이였다. 대조군과 DJ50의 수분함량이 가장 낮았고 BDJ100의 수분함량이 가장 높았다. 정과액이 증가할수록 수분함량도 증가하였으며 일반 도라지 정과액 보다 한방 도라지 정과액을 넣었을 때 수분함량이 더 증가하였다.

-당도 및 환원당

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 당도와 환원당은 표 39와 같다. 대조군의 당도는 48°Brix로 가장 높았으며, DJ50은 39°Brix이고 DJ100은 38°Brix였다. BDJ50은 36°Brix였고, BDJ100은 34°Brix였으며 당도가 가장 낮았다. 정과액 첨가량이 증가할수록 당도가 감소하였다. 일반정과액의 당도는 64Brix°이고 한방정과액은 40Brix°이기 때문에 일반정과액을 넣었을 때 보다 한방정과액을 넣었을 때 당도가 더 감소하였다. 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50 및 BDJ100의 환원당은 각각 2.41%, 4.09%, 7.53%, 4.91% 및 8.42%이다. 일반도라지정과액에는 설탕 뿐만아니라 도라지에서 추출된 환원당과 윤기를 위해 넣었던 물엿의 환원당을 함유하고 있어 일반정과액의 첨가량이 증가할수록 환원당함량이 증가하였다. 한방정과액은 도라지에서 추출된 환원당 뿐만아니라 맥문동, 배, 감초, 프락토 올리고당이 첨가되어있기 때문에 일반 정과액보다 환원당 함량이 높다(표 37).

-색도 및 갈변도

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 색도 및 갈변도는 표 39와 같다. L값은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50 및 BDJ100의 순으로 각각 55.1, 55.1, 51.3, 46.3 및 42.7이다. 대조군과 일반 정과액이 가장 높았으며 정과액이 증가할수록 L값이 감소하였다. 일반 정과액을 넣었을 때 보다 한방 정과액을 넣었을 때 L값이 더 크게 감소하였다. a값은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50 및 BDJ100의 순으로 각각 -0.40, 0.27, 0.37, 1.45 및 2.62이다. 정과액 첨가량이 증가할수록 a값이 증가하였으며 한방 정과액을 넣은 양갱이 일반 정과액을 넣은 양갱 보다 유의적으로 증가하였다. b값은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50 및 BDJ100의 순으로 각각 2.51, 4.89, 5.40, 3.08, 3.77이다. 정과액이 증가할수록 b값이 증가하였으며, 일반 정과액을 첨가한 양갱의 b값이 한방 정과액을 넣은 양갱보다 높았다. 일반 정과액의 색도는 L값 35.04, a값 0.10, b값 3.95이다. 한방 정과액의 색도는 L값 31.37, a값 0.29, b값 -0.48이다.

갈변도는 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50 및 BDJ100의 순으로 각각 0.07, 0.07, 0.08, 0.19 및 0.38이다. 정과액이 첨가량이 증가할수록 갈변도가 증가하였으며, 일반 정과액 보다 한방정과액을 첨가한 경우 갈변도가 증가하였다. 갈변도가 b값과 연관성이 있지만 b값과의 경향이 일치 하지않는 이유는 L값과 a값이 갈변도에 영향을 주기 때문이다.

Table 39. Characteristics of Yanggeng added with Etteum Doraji JungKwa solution.

	Control	DJ50	DJ100	BDJ50	BDJ100
Moisture (%)	27.65±0.8^{c}	29.67±0.63^{c}	34.19±0.64^{b}	35.22±1.96^{b}	41.61±1.35^{a}
Sugar concentration (°Brix)	48.0±0.0^{a}	39.0±0.0^{b}	38.0±0.0^{c}	36.0±0.0^{d}	34.0±.0.0^{e}

Reducing sugar (%)		2.41±0.06^{e}	4.09±0.21^{d}	7.53±0.27^{b}	4.91±0.04^{c}	8.42±0.04^{a}
Hunter's color value	L	55.1±0.1^{a}	55.1±0.1^{a}	51.3±0.1^{b}	46.3±0.2^{c}	42.7±0.1^{d}
	a	-0.40±0.02^{e}	0.27±0.05^{d}	0.37±0.03^{c}	1.45±0.02^{b}	2.62±0.02^{a}
	b	2.51±0.12^{e}	4.89±0.16^{b}	5.40±0.29^{a}	3.08±0.02^{d}	3.77±0.07^{c}
Browning Degree		0.07±0.00^{d}	0.07±0.00^{d}	0.08±0.00^{c}	0.19±0.00^{b}	0.38±0.01^{a}

All values are mean±S.D.
Different letters (a-e) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

-기계적인 조직감

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 기계적 조직감 측정 결과는 표 39와 같다. 경도(Hardness)는 대조군이 1,070.8로 가장 높았으며 DJ50, BDJ50, DJ100 BDJ100 순으로 낮아졌으며 각각 759.4, 697.1, 610.3, 362.9였다. Kwon HJ & Park CS(2011)의 연구에 따르면 도라지 정과의 경도는 수분함량과 반비례하는 경향을 나타낸다. 경도의 측정결과가 수분측정의 결과와 유사한 경향을 보인다. 부착성(Adhesiveness)은 대조군이 -19.02로 가장 낮았으며 DJ50은 -8.42, DJ100은 -8.01, BDJ50은 -7.39, BDJ100는 -6.25로 높아졌다. 설탕이 들어간 양갱은 끈적임이 있었으나 정과액이 첨가될수록 수분함량이 증가하였고 끈적임은 감소하고 표면이 촉촉해졌다(표 39). 탄력성(Springiness)은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ 50, BDJ100이 각각 0.38, 0.39, 0.28, 0.35, 0.32였으며 정과액이 50g들어간 군과 대조군와의 유의적 차이는 없었으나 DJ100은 대조군에 비해 유의적으로 낮아졌다. 응집성(Cohesiveness)은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ 50, BDJ100이 각각 0.61, 0.57, 0.79, 0.62, 0.33이였다. 일반 도라지 정과액 보다 한방 도라지정과액을 첨가하였을 때 응집성이 낮아졌으며 BDJ100만 대조군과의 유의적인 차이를 보였다. 검성(Gumminess)은 대조군이 647.7로 가장 높았으며 DJ50, BDJ 50, DJ100, BDJ100 순으로 낮아졌다. 씹힙성(Chewiness) 정과액을 넣지 않은 대조군이 242.7로 가장 높았으며 그다음으로 DJ50은 166.1, DJ100은 134.7, BDJ50은 152.2로 높았으며 BDJ100이 39.38로 가장 낮았다. 복원성(Resilience)은 DJ50, DJ100, BDJ50이 각각 0.29, 0.33, 0.28로 가장 높았으며 그다음으로 대조군이 0.23으로 높았고 BDJ100이 0.06으로 가장 낮았다. 일반도라지 정과액이 증가할수록 복원성이 높아졌으나 유의적인 차이는 없었다.

Table 40. Texture parameters of Yanggeng added with Etteum Doraji JungKwa solution.

	Control	DJ50	DJ100	BDJ50	BDJ100
Hardness	1,070.8±42.2^{a}	759.4±26.8^{b}	610.3±20.7^{d}	697.1±48.7^{c}	362.9±23.0^{e}
Adhesiveness	-19.02±1.64^{c}	-8.42±1.22^{b}	-8.01±1.21^{ab}	-7.39±0.70^{ab}	-6.25±1.79^{a}

Springiness	0.38±0.04^{ab}	0.39±0.01^{a}	0.28±0.07^{c}	0.35±0.03^{ab}	0.32±0.05^{bc}
Cohesiveness	0.61±0.03^{a}	0.57±0.17^{a}	0.79±0.05^{a}	0.62±0.12^{a}	0.33±0.30^{b}
Gumminess	647.7±41.7^{a}	478.7±17.9^{b}	432.4±18.1^{c}	436.6±34.6^{c}	124.8±15.9^{d}
Chewiness	242.7±24.3^{a}	166.1±24.2^{b}	134.7±36.2^{b}	152.2±26.0^{b}	39.38±35.1^{c}
Resilience	0.23±0.03^{b}	0.29±0.03^{a}	0.33±0.02^{a}	0.28±0.06^{a}	0.06±0.02^{c}

All values are mean±S.D.
Different letters (a-e) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

-플라보노이드 함량

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 플라보노이드 함량은 그림 40와 같다. 플라보노이드 함량은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50 및 BDJ100의 순으로 증가하였으며 각각 0.003 mg/mL, 0.003 mg/mL, 0.06 mg/mL, 0.007 mg/mL 및 0.011 mg/mL이다. 정과액이 증가할수록 플라보노이드의 함량이 증가하였으며 일반 도라지 정과액 보다 한방도라지 정과액을 넣었을 때 더 높았다. 한방 도라지 정과액이 일반 도라지 정과액 보다 플라보노이드 함량이 높기 때문이다(그림 36).

-총 폴리페놀 함량

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 총 페놀 함량은 그림 41과 같다. 플라보노이드 함량은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50 및 BDJ100의 순으로 증가하였으며 각각 0.01 mg/mL, 0.02 mg/mL, 0.04 mg/mL, 0.06 mg/mL 및 0.10 mg/mL이다. 도라지 정과액이 증가할수록 페놀의 함량이 증가하였고 일반정과액을 넣었을 때 보다 한방 도라지 정과액을 넣었을 때 더 많이 증가하였다. 한방 도라지 정과액이 일반도라지 정과액보다 총 페놀 함량이 높기 때문이다(그림 37).

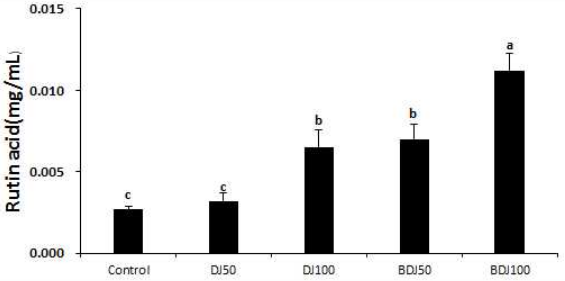


Fig. 41. Flavonoid contents of Yanggeng added with Etteum Doraji JungKwa solution.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$.

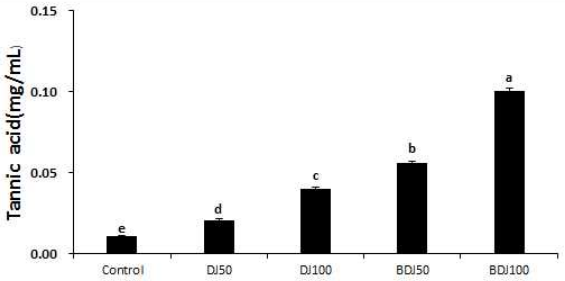


Fig. 42. Total phenol contents of Yanggeng added with Etteum Doraji JungKwa solution.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$.

-관능평가

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 기호도 관능평가 결과는 그림 41과 같다. 외관은 정과액이 첨가될수록 좋았다. BDJ100과 BDJ50이 5점이고 DJ100이 4.6점으로 높았으며 정과액을 첨가하지 않은 대조군이 3.7점으로 낮았다. 색은 유의적 차이가 없었다. 향미는 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50, BDJ100이 각각 4.1, 4.1, 4.6, 5.0, 5.1점 이었으며 이 순서로 높아졌다. 맛은 BDJ100과 BDJ50이 각각 5.6점, 5.0점으로 가장 높았으며 대조군,DJ50, DJ100 순으로 낮아졌다. 일반도라지 정과액이 첨가될수록 맛에 대한 기호도가 낮아졌으나 유의적인 차이는 없었다. 텍스쳐는 BDJ가 5.3점으로 가장 좋았다. 전체적 기호도는 5.7점인 BDJ100과 5.3점인 BDJ50으로 가장 좋았으며 DJ100, DJ50, 대조군은 각각 4.6, 4.0, 4.0으로 낮았다. 색을 제외한 모든 항목에서 BDJ100이 좋았으며 구매의향도 5.6점으로 가장 높았다. 구매의향은 BDJ50, DJ100, DJ50, 대조군순으로 낮아졌으며 각각 4.7, 4.0, 3.6, 3.6점이었다.

Table 41. Mean scores of preference test of Yanggeng added with Etteum Doraji JungKwa solution.

	Control	DJ50	DJ100	BDJ50	BDJ100
Appearance	3.7±0.5^{c}	3.9±0.7^{bc}	4.6±0.5^{ab}	5.0±0.8^{a}	5.0±0.8^{a}
Color	3.9±0.7^{NS}	3.7±0.2	4.3±0.5	4.1±0.4	3.9±0.9
Flavor	4.1±0.7^{b}	4.1±0.4^{b}	4.6±0.5^{ab}	5.0±0.6^{a}	5.1±0.4^{a}
Taste	4.4±0.5^{bc}	4.3±0.5^{bc}	4.1±0.4^{c}	5.0±0.8^{ab}	5.6±0.8^{a}
Texture	4.3±0.5^{ab}	4.1±0.7^{b}	4.3±0.5^{ab}	4.4±0.8^{a}	5.3±0.9^{a}
Overall	4.1±0.4^{b}	4.0±0.6^{b}	4.6±0.8^{b}	5.3±0.8^{a}	5.7±0.5^{a}
Purchase Intention	3.6±0.8^{c}	3.6±0.8^{c}	4.0±0.6^{bc}	4.7±0.5^{b}	5.6±0.9^{a}

All values are mean±S.D.

Different letters (a-c) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

NS: Not significant

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 강도 관능평가 결과는 그림 42과 같다. 색은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50, BDJ100이 각각 2.4, 2.6, 3.9, 5.3, 7.0점으로 BJD가 가장 색이 진했으며 대조군과 DJ50의 색이 가장 연했다. 정과액 첨가량이 증가할수록 색의 강도가 높아졌으며 일반도라지 정과액을 첨가 할 때 보다 한방도라지 정과액을 첨가할 때 색의 강도가 더 높아졌다. 윤기는 BDJ100, BDJ50, DJ100, 대조군, DJ50순으로 낮아졌으며 각각 4.7, 4.1, 4.0, 4.0, 3.7점이었다. BDJ100이 윤기가 가장 높은 이유는 수분함량의 영향을 받기 때문으로 사료된다. 투명도는 대조군, Dj50, DJ100, BDJ50, BDJ100순으로 낮아졌으며 각각 4.0, 3.4, 3.1, 3.6, 3.9이다. 정과액의 첨가량이 증가할수록 투명도는 낮아졌으며 일반도라지 정과액을 첨가할 때보다 한방 정과액을 첨가할 때 유의적으로 더 낮아졌다. 도라지향은 대조군, Dj50, DJ100, BDJ50, BDJ100순으로 증가하였으며 각각 1.6, 2.1, 3.1, 3.6, 3.9점이었다. 도라지 정과액을 첨가할수록 도라지 향이 증가하였으며 한방도라지 정과액을 첨가하

는 경우에 일반도라지 정과액을 첨가하는 경우보다 도라지향이 증가하였다. 단향은 정과액을 넣은 경우가 대조군보다 높았으나 BDJ50만 대조군보다 유의적으로 단향이 많이 났다. 단맛은 대조군이 4.9점으로 가장 높았으며 DJ50, BDJ50, DJ100, BDJ100순으로 낮아졌으며 이는 당도 측정 결과와 경향이 일치한다(표 39). 도라지맛은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50, BDJ100순으로 증가하였으며 각각 1.7, 1.9, 2.6, 3.3, 3.7점으로 한방도라지정과액을 넣은 양갱의 도라지 맛이 강하였다. 일반도라지정과액의 첨가량이 증가할수록 도라지맛이 강해졌으나 한방도라지 정과액을 넣은 양갱의 도라지 맛이 더 강하였다. 경도는 대조군, Dj50, DJ100, BDJ50, BDJ100순으로 감소하였으며 이는 표 40의 기계적인 조직감 중 경도측정 결과와 유사한 경향을 보인다. 정과액을 첨가하지 않은 양갱의 경도가 가장 높았으며 한방정과액의 경도가 가장 낮았다. 탄력성은 대조군이 4.1점으로 가장 높았으며 정과액을 첨가한 양갱들은 낮았다.

Table 42. Mean scores of intensity test of Yanggeng added with Etteum Doraji JungKwa solution.

	Control	DJ50	DJ100	BDJ50	BDJ100
Color	2.4±0.5^{d}	2.6±0.8^{d}	3.9±0.7^{c}	5.3±0.5^{b}	7.0±0.0^{a}
Gloss	4.0±0.6^{ab}	3.7±0.5^{b}	4.0±0.6^{ab}	4.1±0.4^{ab}	4.7±0.9^{a}
Clarity	4.0±0.6^{a}	3.4±0.8^{ab}	3.1±0.7^{ab}	2.8±0.9^{b}	1.9±0.9^{c}
Flavor of doraji	1.6±0.5^{d}	2.1±0.4^{c}	3.1±0.4^{b}	3.6±0.5^{ab}	3.9±0.4^{a}
Sweet flavor	2.9±1.2^{b}	3.7±0.5^{ab}	3.7±1.2^{ab}	4.14±1.1^{a}	3.9±0.9^{ab}
Sweetness	4.9±0.4^{a}	4.4±0.5^{ab}	4.1±0.4^{b}	4.3±0.5^{ab}	4.1±0.9^{b}
Taste of doraji	1.7±0.5^{d}	1.9±0.7^{cd}	2.6±1.1^{bc}	3.3±0.5^{ab}	3.7±0.5^{a}
Hardness	4.4±0.4^{a}	3.6±0.5^{ab}	3.4±0.5^{bc}	3.1±0.9^{bc}	2.9±0.4^{c}
Springiness	4.1±0.7^{a}	3.1±0.4^{b}	3.0±0.8^{b}	3.1±0.9^{b}	2.6±0.2^{b}

All values are mean±S.D.
Different letters (a-d) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
NS: Not significant

-소비자검사

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 소비자검사 결과는 표43과 같다. 소비자 검사는 대학원생을 대상으로 한 관능평가에서 가장 기호도가 좋았었던 BDJ100과 대조군을 비교하였다. 외관에 대한 기호도에서는 대조군이 4.2점, BDJ100이 4.3점으로 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$). 색에서는 대조군이 4.2점이고 BDJ100이 4.3점으로 유의적인 차이가 없었다. 향미에서는 BDJ100이 4.5점으로 4.2점인 대조군보다 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 맛은 대조군이 4.2점이고 BDJ100이 4.5점이었으며, 유의적으로 한약 도라지 정과액 첨가 양갱이 더 좋았다. 조직감에서는 대조군이 4.1점이고 BDJ100이 4.2점로 유의적인 차이는 없었다. 전체적 기호도에서는 BDJ100이 4.4점으로 4.1점인 대조군보다 좋았으며, 구매의향 또한 BDJ100이 4.5점으로 대조군 보다 좋았다.

Table 43. Consumer examination of preference test of Yanggeng added with Etteum Doraji JungKwa solution.

	Control	BDJ100	p*
Appearance	4.2±0.8	4.3±0.7	0.27
Color	4.2±0.9	4.3±0.9	0.30
Flavor	4.2±0.9	4.5±0.7	0.05
Taste	4.2±0.1	4.5±0.7	0.02
Texture	4.1±1.0	4.2±0.9	0.51
Overall	4.1±0.9	4.4±0.7	0.01
Purchase Intention	4.1±0.9	4.5±0.8	0.00

All values are mean±S.D. n=100
*:significantly different at $p<0.05$.

(3)요약

본 연구에서는 으뜸도라지 정과액을 이용한 저당 도라지 양갱의 품질 특성을 평가하였다. 수분함량은 BDJ100이 가장 높았다. 정과액이 첨가 될수록 수분함량이 증가하였으며 일반 도라지정과액 보다 한방 도라지 정과액을 첨가하였을 때 수분함량이 더 증가하였다. 당도에서는 대조군이 가장 높았고 BDJ100이 가장 낮았다. 정과액이 첨가될수록 당도는 감소하였고 일반 도라지 정과액보다 한방 도라지 정과액을 첨가하였을 때 당도가 더 감소하였다. 환원당은 정과액 첨가량이 증가할수록 증가하였으며 한방도라지정과액을 넣었을 때 더 많이 증가하였다. 색도에서 L값은 정과액이 첨가될수록 감소하였다. L값은 대조군이 가장 높고 BDJ100이 가장 낮았다. BDJ100의 L값이 DJ100보다 낮은 이유는 한방재료의 색의 영향을 받았기 때문이다. a값은 정과액의 첨가될수록 증가한다. 한방 정과액의 a값이 일반도라지 정과액의 것보다 높기 때문에 한방도라지정과액을 넣은 양갱의 a값이 일반도라지정과액을 넣은 양갱보다 높다. b값은 정과액의 첨가량이 증가할 수로 높아졌다. 일반 도라지 정과액의 b값이 한방도라지정과액보다 높기 때문에 정과액 첨가 양갱에서도 동일한 경향이 나타났다. 갈변도는 BDJ100이 가장 높았으며 정과액이 첨가량이 많아질수록 갈변도도 증가하였다.
정과액이 증가할수록 Hardness, Springiness, Cohesiveness, Gumminess, Chewiness가 감소한다. Resilience은 일반 정과액 첨가시 증가하였다. BDJ50에서도 증가하였으나 정과액의 양이 더 증가하니 감소하였다. 총 플라보노이드 함량은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50, BDJ100 순으로 증가하였으며, 도라지정과액의 첨가량이 증가할수록 총 플라보노이드함량이 증가하였다. 총 페놀함량은 대조군, DJ50, DJ100, BDJ50, BDJ100 순으로 증가하였으며, 이는 플라보노이드함량과 경향이 일치한다. 일반 도라지 정과액 보다 한방 도라지 정과액을 넣었을 때 항산화능이 더 좋았다. 관능평가에서 색은 유의적 차이가 없었으며 이외의 외관, 향미, 맛, 조직감등에서 BDJ100의 기호도 점수가 높았고 전체적 기호도와 구매의향에서도 점수가 가장 높았다. 정과액을 첨가 할수록 색이 진해졌고 특히 한방도라지정과 첨가시 색이 많이 진해졌으며 이는 색도의 a값과 일치하는 경향을 보인다. 양갱의 경도와 탄력성은 정과액이 첨가될수록 감소하였으며 이는 기계적 조직감 결과와 일치한다. 도라지향, 단향, 도라지맛등은 정과액이 첨가될수록 증가하였으며 한방 도라지 정과액을 첨가하였을 때 더 크게 증가하였다. 소비자 검사 중 맛에서 BDJ100이 대조군보다 유의적으로 더 좋았다. 전체적기

호도, 구매의향등에서 BDJ100이 대조군보다 높았다. 본 연구에서는 BDJ100군의 배합비가 가장 기호도가 좋고 비교적 항산화능이 높아 도라지 정과액을 이용한 양갱을 개발하기 적합하다고 결론지었다.

바) 설탕 대체 한방재료 첨가 도라지청의 품질평가

(1)재료 및 실험방법

-수분

시료 1.5 g을 잘게 잘라 수분측정기(FD-660, Kett Electric Laboratory, Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 측정 후 평균값으로 나타내었다.

-당도 및 환원당

당도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 당도계(SCM-1000, Korea)를 사용하여 측정하였다. 환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 엘라이저(Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTeck Instruments, Winooski, VT, USA)를 이용하여 550 nm에 서 흡광도를 측정하였다(Whistler RL & Wolfrom ML 1962). 표준곡선은 glucose를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

-pH

pH는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 pH meter (420 Benchtop, Orion Research, USA)를 이용하여 측정하였다.

-색도

색도는 색차계(Spectrophotometer CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 L, a 및 b를 측정하였다. 헌터 색차계의 L값은 명도(lightness), a값은 적색도 (redness) 및 b값은 황색도(yellowness)을 나타낸다. 도라지청을 petri dish (50×12 mm)에 각각 동일한 양을 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 99.37, a값 -0.15, b값 -0.06인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. 갈변도는 엘라이저(BioTeckInstruments)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(DuBois M 등 1956).

-갈변도

갈변도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20 분간 원심분리 하여 상징액을 취하여 각 시료의 200 μL를 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-총 페놀 함량

총 페놀 함량은 각각의 도라지청 100 mg을 100% 메탄올 1 mL에 녹여 시료 50 μL에 증

류수 50μL, Foline-Ciocalteau reagent 500 μL 및 Na_2CO_3 400 μL을 넣고 30 분간 빛을 차단하여 반응시킨 후 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-플라보노이드 함량

플라보노이드 함량은 각각의 도라지청 100 mg을 100% 메탄올 1 mL에 녹여 시료 100 μL에 90% diethylene glycon 0.9 mL, 1 N NaOH 20 μL를 넣고 37℃ water bath에서 1시간동안 반응시키고 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-DPPH 자유라디칼 소거능

DPPH는 각각의 도라지청 100 mg을 100% 메탄올 1 mL에 녹인 뒤 농도별로 희석한 원액 시료용액 50 μL에 1.5×10^{-4} mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액 150 μL를 가한 후 30 분 후에 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정한 반응 흡광도와 시료흡광도를 아래 계산식에 대입하여 IC_{50}을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect}(\%) = \frac{Abs_{blank} - Abs_{sample}}{Abs_{blank}} \times 100$$

-소비자 검사

2017년 속리산 문화 축제에서 슈퍼도라지청의 소비자 검사를 실시하였다. 행사 방문객들을 대상으로 기호도 검사를 실시하였다. 시료는 일회용 종이컵에 담아 제공하였다. 얼굴표정척도를 이용하였으며 매우싫다(1점), 조금싫다(2점), 보통이다(3점), 조금좋다(4점), 매우좋다(5점)으로 설문지를 작성하였다.

(2) 연구결과

-수분

설탕대체 한방재료 첨가 슈퍼도라지청의 수분 함량은 표44와 같다. 수분은 일반 도라지정과가 7.53이였고 슈퍼도라지청이 13.07이였으며 슈퍼도라지청이 더 높았다($p<0.05$).

-당도 및 환원당

설탕대체 한방재료 첨가 슈퍼도라지청의 당도 및 환원당 함량은 표44와 같다. 당도는 일반도라지청이 78.33°Brix이고 슈퍼도라지청이 78.33°Brix으로 동일하였다. 환원당은 일반도라지 청이 17.04%로 13.74%인 일반 도라지청보다 높았다. 맥문동, 배,엿기름,찹쌀등이 첨가되었음에도 일반도라지청의 환원당이 높은 이유는 수분함량 때문이다. 일반도라지청이 슈퍼도라지청보다 덜 농축되었기 때문이므로 슈퍼도라지청을 수분함량이 유사한 수준으로 더 농축시키면 환원당이 더 높을것으로 예측된다.

-pH

설탕대체 한방재료 첨가 슈퍼도라지청의 pH는 표44와 같다. pH는 일반도라지청이 4.28이

였고 슈퍼도라지청이 4.03으로 일반도라지청이 더 높았다.

-색도 및 갈변도

설탕대체 한방재료 첨가 슈퍼도라지청의 색도는 표44와 같다. L값은 일반 도라지청이 28.75이고 슈퍼도라지청이 28.96였다. a값은 일반도라지청이 0.18였고 슈퍼도라지청이 0.32이였다. b값은 일반도라지청이 -0.98였고 슈퍼도라지청이 -0.90이였다. L값, a값 및 b값등이 모두 슈퍼도라지청이 높았다. 갈변도는 일반도라지청이 50,80이였고 슈퍼도라지청은 90.70이였으므로 색도와 경향이 일치한다.

Table 44. Characteristics of '*Etteum*' doraji Cheong with herbal medicine.

		NDC	SSDC
Moisture(%)		7.53±0.45	13.07±0.07
soluble solid content (°Brix)		78.33±0.57	78.33±0.57
Reducing sugar content (%)		17.04±0.51	13.74±0.62
pH		4.28±0.01	4.03±0.02
Browning Degree		50.80±0.40	90.70±1.65
Hunter's color value	L	28.75±0.05	28.96±0.03
	a	0.18±0.01	0.32±0.01
	b	-0.98±0.01	-0.90±0.01

-플라보노이드 함량

설탕대체 한방재료 첨가 슈퍼도라지청의 플라보노이드함량은 그림43과 같다. 일반도라지청의 플라보노이드 함량은 1.98 mg/mL이고 슈퍼도라지청은 0.86 mg/mL으로 일반 도라지청이 더 높다. 일반 도라지청이 수분함량이 더 높은데 수분함량을 동일하게 하였을 경우 두 시료의 격차가 많이 감소할것으로 예측된다.

-총 폴리페놀 함량

설탕대체 한방재료 첨가 슈퍼도라지청의 총 페놀 함량은 그림44와 같다. 일반도라지청이 17.41 mg/mL로 11.42 mg/mL인 슈퍼도라지청보다 높다. 이는 플라보노이드 함량과 경향이 일치하지만 퐁페놀 함량 또한 수분함량을 동일 하게 하였을 경우 두시료의 격차가 감소할 것이다.

-DPPH radical 소거능

설탕대체 한방재료 첨가 슈퍼도라지청의 DPPH radical 소거능을 IC_{50}값으로 계산한 값은 그림45와 같다. 일반 도라지청의 IC_{50}값은 9.98 mg/mL이고 슈퍼도라지청의 IC_{50}값은 19.65 mg/mL이다. 이는 플라보노이드와 총 폴리페놀과 결과값의 경향이 일치한다.

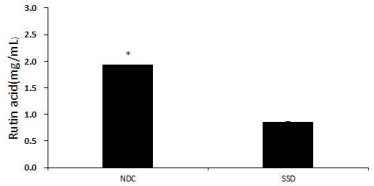


Fig. 43. Flavonoid contents of '*Etteum*' doraji Cheong with herbal medicine.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$.

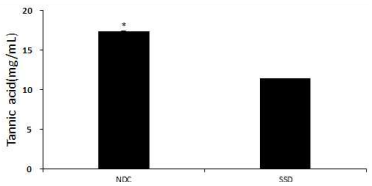


Fig. 44. Total phenol contents of '*Etteum*' doraji Cheong with herbal medicine.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$.

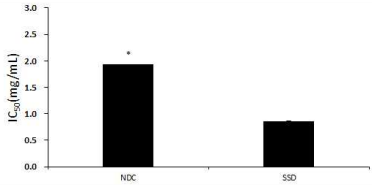


Fig. 45. DPPH radical scavenging activity of '*Etteum*' doraji Cheong with herbal medicine.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$

-소비자 검사

설탕대체 한방재료 첨가 슈퍼도라지청의 소비자검사결과는 표 45와 같다. 외관은 일반도라지청이 3.7점이고 슈퍼도라지청이 4.3점이였다. 색은 일반도라지청이 3.3점이였고 슈퍼도라지청은 4.1점이였다. 향미는 일반도라지청이 3.0점이였고 슈퍼도라지청이 4.0점이였다. 슈퍼도라지청의 맛이 4.1점으로 3.0점인 일반 도라지청보다 높았다. 입안에서의 느낌은 일반도라지청이 3.0점으로 4.0점인 슈퍼 도라지청보다 낮았다. 외관, 색, 향미, 맛, 입안에서의 느낌등이 유의적으로 슈퍼도라지청이 일반도라지청보다 높았다. 전체적인 기호도에서 슈퍼도라지청이 4.0점으로 3.0점인 일반도라지청보다 높았으며 구입의향에서도 슈퍼도라지청이 4.2점으로 일반도라지청보다 높았다.

Table 45. Consumer examination of preference test of '*Etteum*' doraji Cheong with herbal medicine.

n=100	NDC	SSDC
Appearance	3.7±0.9	4.3±0.6*
Color	3.3±0.9	4.1±0.7*
Flavor	3.0±0.8	4.0±0.7*
Taste	3.0±0.8	4.1±0.8*
Texture	3.0±0.8	4.0±0.7*
Overall acceptability	3.0±0.8	4.0±0.7*
Purchase Intention	2.9±0.8	4.2±0.7*

All values are mean±S.D. n=100
*:significantly different at $p<0.05$.

(3) 요약

일반도라지청보다 슈퍼도라지청의 수분함량이 높았다. 슈퍼도라지청과 일반도라지청의 당도는 78.33°Brix으로 동일하였다. 환원당은 일반도라지청이 17.04%로 13.74%인 슈퍼도라지청 보다 높았다. pH는 일반 도라지청이 4.28로 슈퍼도라지청보다 높았다. 슈퍼도라지청의 L값, a값, b값은 각각 28.96,0.32, -0.90이였고 일반도라지청은 각각 28.75, 0.18, -0.98이였으며 모두 슈퍼도라지청이 더 높았다. 갈변도는 슈퍼도라지청이 90.70으로 일반도라지청보다 더 높았다. 플라보노이드 함량, 총 폴리페놀함량, DPPH radical 소거능등 모든 항산화

실험에서 일반으뜸도라지청이 더 좋게 나왔으나 슈퍼도라지청을 농축하여 수분함량을 동일하게 할 경우 그 격차는 감소될 것이다. 소비자 검사에서 외관, 색, 향, 맛, 텍스쳐, 전체적 기호도 및 구매 의향등 모든 항목에서 슈퍼도라지청이 일반 도라지 청보다 좋다고 나왔다.

사) 도라지차의 품질특성

(1)재료 및 실험방법

-재료

일반 도라지차는 뿌리만 이용해서 만든차이고 으뜸도라지칲뿌리차는 뿌리50%와 잎50%를 이용하여 만들었다. 두 종류의 도라지차는 모두 보은 황토천마영농조하에서 생산한 제품이다.

-당도

설탕대체 도라지 정과액 첨가 양갱의 플라보노이드 함량은 그림 39와 같다당도는 시료 5 g을 증류수 20 mL 추출한 뒤 추출액을 당도계(SCM-1000, Korea)를 사용하여 측정하였다.

-pH 및 산도

pH는 시료 5 g을 증류수 20 mL 추출한 뒤 추출액을 pH meter (420 Benchtop, Orion Research, USA)를 이용하여 측정하였다. 산도는 pH meter (420 Benchtop, Orion Research, USA)를 이용하였다. 시료 5 g을 증류수 20 mL 추출한 뒤 추출액을 다시 10배 희석시킨 시료 10 ml에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.3이 될 때 까지 넣은 총 0.1 N NaOH의 양을 산도 공식에 적용하여 acetic acid 함량(%)으로 환산하였다.

산도(%) = 적정 NaOH (ml)*0.0064 (시료 1g에 들어있는 citric acid의 유기산 g) / 시료량*100

-갈변도

갈변도는 시료 5 g을 증류수 20 mL 추출한 뒤 추출액을 취하여 각 시료의 200 μL를 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-색도

색도는 시료 5 g을 증류수 20 mL 추출한 뒤 추출액을 색차계(Spectrophotometer CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 L, a 및 b를 측정하였다. 헌터 색차계의 L값은 명도(lightness), a값은 적색도 (redness) 및 b값은 황색도 (yellowness)을 나타낸다. 도라지청을 petri dish (50×12 mm)에 각각 동일한 양을 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 99.37, a값 -0.15, b값 -0.06인 calibration plate를 표준으로 사용하였다. 갈변도는 엘라이저(BioTeckInstruments)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(DuBois M 등 1956).

-총 페놀 함량

총 페놀 함량은 시료 5 g을 증류수 20 mL 추출한 뒤 추출액 50 μL에 증류수 50μL,

Foline-Ciocalteau reagent 500 μL 및 Na_2CO_3 400 μL을 넣고 30 분간 빛을 차단하여 반응시킨 후 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-플라보노이드 함량

플라보노이드 함량은 시료 5 g을 증류수 20 mL 추출한 뒤 추출액 100 μL에 90% diethylene glycon 0.9 mL, 1 N NaOH 20 μL를 넣고 37℃ water bath에서 1시간동안 반응시키고 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

-관능평가

충남대학교 대학원생 10명을 패널로 선정하여 7점 척도법으로 기호도(1점: 매우 싫다; 7점: 매우 좋다)와 강도1점: 매우 약하다; 강도7점: 매우 강하다)를 평가를 하였다. 기호도는 외관, 색, 향, 맛, 조직감, 전체적 기호도, 구매의향을 평가하였다. 강도에서는 도라지향, 단향, 단맛, 도라지맛(쓴맛)을 평가하였다. 시료는 동일한 수량의 여러 조각을 제공하여 여러 번 맛보고 평가할 수 있도록 하였다. 난수표가 부착된 동일한 크기의 일회용 접시에 담아 한 번에 제공하였고, 생수를 제공하여 시료를 평가한 후 입을 헹구고 다음 시료를 평가하도록 하였다. 관능평가 중에는 패널들 간의 의견 교환은 할 수 없도록 하여 평가에 영향을 주지 않도록 하였다.

-소비자 검사

2017년 보은 대추축제 방문객 100명을 대상으로 실시하였다. 차는 일회용 컵에 담아 제공하였다. 시료는 일회용 종이컵에 담아 제공하였다. 얼굴표정척도를 이용하였으며 매우싫다(1점), 조금싫다(2점), 보통이다(3점), 조금좋다(4점), 매우좋다(5점)으로 설문지를 작성하였다.

(2)연구 결과

-당도 및 환원당

으뜸도라지 잎뿌리차의 당도 및 환원당은 표 46과 같다. 당도는 뿌리차가 1.67°Brix이였으며 잎뿌리차가 2.00°Brix로 뿌리차 보다 더 높았다(p<0.05).

-pH 및 산도

으뜸도라지 잎뿌리차의 pH는 표 46과 같다. pH는 뿌리차가 4.70이였고 잎 뿌리차가 4.42였다. 산도는 뿌리차가 0.53이였고 잎 뿌리차가 1.63이였다. 잎뿌리차는 뿌리차에 비해 pH가 낮았고 산도가 높았다(p<0.05).

-갈변도 및 색도

으뜸도라지 잎뿌리차의 갈변도 및 색도는 표 46과 같다. L값은 뿌리차가 28.75였고 잎뿌리차는 28.96이였다. a값은 뿌리차가 0.18이였고 잎뿌리차가 0.32였다. b값은 뿌리차가 -0.98이였고 잎뿌리차가 -0.90이였다. 잎뿌리차가 뿌리차보다 L값과 a값,b값 모두 높았다. 갈변도는 뿌리차가 0.08이고 잎뿌리차가 0.15로 잎뿌리차가 더 높았으며 이는 색도와 일치한

다.

Table 46. Characteristics of '*Etteum*' doraji Tea with root and leaf.

		DR[1)]	DRL[2)]
soluble solid content (°Brix)		1.67±0.58	2.00±0.00
Reducing sugar content (%)		0.005±0.001	0.004±0.001
Acidity (%)		0.53±0.00	1.63±0.01
pH		4.42±0.01	4.70±0.01
Browning Degree		0.08±0.00	0.15±0.00
Hunter's color value	L	28.75±0.05	28.96±0.026
	a	0.18±0.01	0.3167±0.01
	b	-0.98±0.01	-0.90±0.01

1)DR: *Etteum*' doraji Tea with root.
2)DRL: *Etteum*' doraji Tea with root and leaf.
All values are Mean±SD (n=3). Significant at $p<0.05$.

-플라보노이드함량

으뜸도라지 잎뿌리차의 플라보노이드함량은 그림46와 같다. 플라보노이드 함량은 도라지 뿌리차는 0.03 mg/mL이였고 잎뿌리차는 0.06 mg/mL이였다. 잎뿌리차의 항산화능이 더 좋았다.

-총 페놀 함량

으뜸도라지 잎뿌리차의 총 페놀 함량은 그림47와 같다. 총페놀 함량은 뿌리차가 0.02 mg/mL이고 잎뿌리차는 0.07 mg/mL으로 잎뿌리차가 더 높았다.

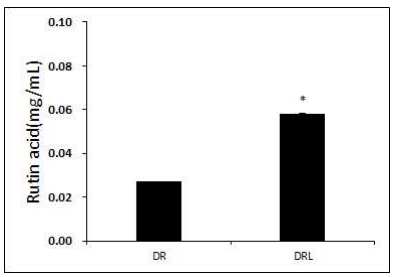


Fig. 46. Flavonoid contents of '*Etteum*' doraji Tea with root and leaf.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$.

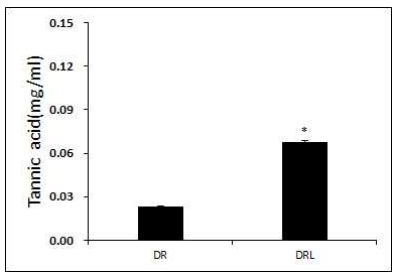


Fig. 47. Total phenol contents of '*Etteum*' doraji Tea with root and leaf.
All values are mean±SD.
*:significantly different at $p<0.05$.

-관능평가

으뜸도라지 잎뿌리차의 관능평가 결과는 표 47와 같다. 색은 뿌리차가 4.2점, 잎뿌리차가 5.0점이였다. 유의적인 차이는 없었으나 잎뿌리차가 더 높았으며 이는 색도와 갈변도의 측정 결과와 일치한다. 투명도는 부리차가 6.2이고 잎뿌리차가 5.2점였다. 도라지향은 뿌리차가

4.6점이고 잎뿌리차가 3.8점이였다. 단향은 뿌리차가 3.0점이였고 잎뿌리차는 5.4점로 유의적으로 잎뿌리차가 높았다. 단맛은 뿌리차가 3.2점이고 잎뿌리차가 5.0점으로 유의적으로 잎뿌리차가 더 높았다. 도라지 맛은 뿌리차가 4.0점이고 잎뿌리차가 2.6점이였다.

Table 47.Mean scores of intensity test of '*Etteum*' doraji Tea with root and leaf.

	DR	DRL	*p
Color	4.2±0.8	5.0±1.7	0.38
Clarity	6.2±0.8	5.2±1.1	0.14
Flavor of doraji	4.6±1.9	3.8±1.1	0.45
Sweet flavor	3.0±0.7	5.4±1.1	0.00
Sweetness	3.2±0.4	5.0±1.2	0.01
Taste of doraji	4.0±2.3	2.6±0.9	0.25

All values are Mean±SD (n=7). Significant at $p<0.05$.

-소비자검사

도라지 잎뿌리차의 소비자 검사 결과는 표48과 같다. 소비자 검사당일 비교 대상이 없이 잎뿌리차만 관능하였다. 외관은 4.5점, 색은 4.4점, 향미는 4.4점, 맛은 4.3점, 입안에서의 느낌은 4.3점, 전체적인 기로도는 4.4점, 구매의사는 4.4점이였다. 모든 항목에서 '조금좋다'인 4점을 넘은 점수였으며 잎뿌리차보다 단맛이 덜한 뿌리차와 함께 관능을 하였다면, 대부분이 좋아하는 단맛이 더나는 잎뿌리차이 소비자 기호도 점수가 더 높아졌을 것으로 예상된다.

Table 48. Consumer examination of preference test of '*Etteum*' doraji Tea with root and leaf.

	DRL
Appearance	4.5±0.7
Color	4.4±0.6
Flavor	4.4±0.8
Taste	4.3±0.8
Texture	4.3±0.8
Overall acceptability	4.4±0.7
Purchase Intention	4.4±0.6

All values are Mean±SD (n=100). Significant at $p<0.05$.

(3)요약

으뜸도라지 잎뿌리차는 뿌리차보다 당도가 높고 환원당이 낮았다. 산도는 높았고 pH는 낮았다. 으뜸 도라지 뿌리차보다 잎뿌리차의 갈변도가 높았으며 색도 L값, a값 그리고 b값 모두 잎뿌리차가 더 높았다. 플라보노이드 함량이 잎뿌리차는 0.06 mg/mL으로 뿌리차보다 많았으며 총페놀함량도 잎뿌리차가 0.07 mg/mL으로 0.02 mg/mL인 뿌리차보다 높았다. DPPH radical 소거능이 잎뿌리차가 더 좋았다. 따라서 잎뿌리차의 항산화능이 뿌리차보다

더 좋았다. 관능평가에서 잎뿌리차가 뿌리차보다 단향과 단맛이 유의적으로 높았으며 이외의 항목에서는 유의적인 차이가 없었다. 소비자 검사는 비교대상 없이 잎뿌리차를 시음 후 관능평가지를 작성하였으며 그 결과 모두 4점(조금 좋다)보다 높았다.

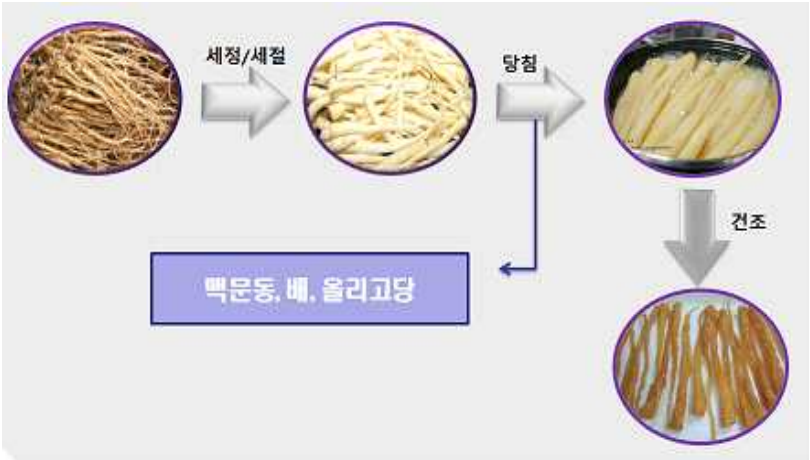
3) 상품화 및 체험 컨텐츠 개발

가) 표준화 공정

본 연구에서 개발한 제품을 공장에서 생산하기 위한 표준화 공정은 다음과 같다

(1)도라지정과

으뜸도라지(10kg)를 깨끗하게 씻어서 껍질을 벗긴 후 배(1.2kg), 맥문동(0.7kg), 프락토올리고당(1.6kg), 설탕(0.7kg), 소금(0.1kg)를 넣고 100℃에서 끓인 후 낮은 온도에서 8시간 동안 졸인다. 50℃에서 5시간동안 건조하여 포장 한다.



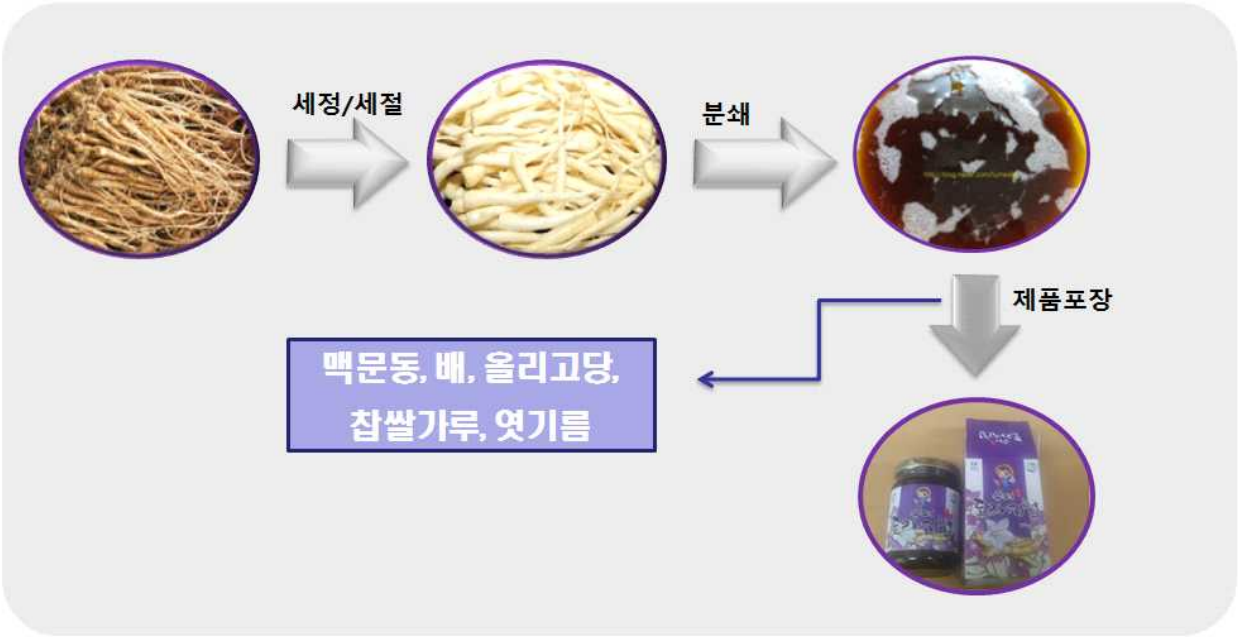
으뜸도라지정과 으뜸도라지정과 포장제품 으뜸도라지정과 포장상자

정과는 채소 뿌리, 열매, 줄기 등을 꿀이나 설탕에 졸인 단맛이 나는 한국의 전통식품이다. 으뜸도라지 정과는 설탕을 감소하고 배추출액, 맥문동추출액, 올리고당으로 단맛을 냈다.

본 제품은 일반 정과보다 항산화성이 뛰어나고 소비자 대상 관능평가에서 일반도라지 정과보다 더 좋다는 평가를 받았다.

(2)도라지청

청은 과일인 뿌리 식물을 설탕이나 꿀에 절여 숙성시킨 후 물에 섞어 먹는 음료이다. 청을 만들 때 주로 설탕을 이용하지만 본 제품은 설탕을 넣지 않고 분쇄된 도라지에 배, 찹쌀가루,역기름, 맥문동등을 첨가하여 농축시킨 제품이다.



제품모습

상단 모습 및제품보고번호

유통기한 및 성분표시

(3)도라지양갱

양갱은 다양한 재료를 이용하여 만들 수 있으며 주로 팥앙금과 설탕넣고 한천으로 굳혀서 만드는 식품이다. 양갱에는 설탕이 많이 들어가는데, 본 제품에서는 설탕을 줄이고 으뜸정과

액을 첨가하여 당저감화하였다. 도라지 정과액은 도라지정과 제조 후 생성되는 부산물로 주로 폐기 되지만 으뜸도라지 정과액은 도라지, 맥문동, 배즙등의 유효성분들이 추출되어 있다.

나)제품화

최근 설탕의 과다섭취에 의한 충치, 비만, 저혈당, 당뇨병 등의 발병이 증가됨에 따라 당저감화를 위한 많은 노력이 이루어지고 있다. 설탕은 대부분 가공식품으로 섭취하므로, 첨가되는 설탕 량을 감소시킨 저당 제품이 요구된다. 본 과제에서는 설탕을 배, 맥문동, 엿기름, 올리고당 등으로 대체하여 단맛을 낸 정과, 양갱, 청등의 제품을 개발하였다. 개발한 제품을 기술이전하여 2 품목에 대하여 제조 신고를 마쳤고 상품을 판매 중이다.

(단위:천원)

번호	제품명	제조보고	품질검사	매출창출	고용 창출
1	으뜸도라지정과	2017년09월27일[첨부1]	2017년12월28일[첨부2]	1,632	1[첨부5]
2	슈퍼도라지청	2017년 8월11일[첨부3]	2017년 9월21일[첨부4]	1,200	0

다) 홍보

보은의 으뜸도라지를 이용한 제품으로 지역상품 홍보하여 매출창출 및 고용창출 하였다.

(1)보은이통합협의회워크숍

본 행사에 부스를 설치하고 으뜸도라지와 으뜸도라지차를 시음 및 홍보하였다.

행사 사진

(2)보은대추축제

2017년 10월13일부터 22일까지 보은 대추축제에서 부스를 설치하고 으뜸도라지를 홍보하고 으뜸도라지차, 슈퍼도라지청을 시음 및 전시하였다.

행사 사진	

(3)속리산문화축제

2017년 10월 24일에 속리산 문화 축제에서 부스를 설치하고 부스를 설치하고 으뜸도라지를 홍보하고 으뜸도라지차, 슈퍼도라지청을 시음 및 전시하였다.

행사 사진	

나. 연구개발 성과

1) 논문 및 특허

번호	구분 (논문/ 특허)	논문명/특허명	논문게재지/ 특허등록국가	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	역할	특기 사항 (SCI여부/출원번호등)
1	논문	재래종과 '으뜸' 도라지의 품질 특성 및 항산화성 비교	한국식품영양과학회지	2017-02	단독사사	교신	비SCI
2	논문	숙성 흑율피를 첨가한 쿠키의 품질 특성 및	한국식품영양과학회지	2017-02	단독사사	교신	비SCI

		항산화성					
3	논문	숙성 흑율피 첨가 양갱의 품질 특성 및 항산화성	한국식품저장유통학회	2017-04	단독사사	교신	비SCI
4	논문	설탕 대체 당알코올 첨가 신품종 '으뜸'도라지 정과의 이화학적 품질 특성 및 항산화성	한국식품영양과학회지	2017-12	단독사사	교신	비SCI
5	논문	설탕대체 올리고당 첨가 으뜸 도라지 정과의 이화학적 품질 특성 및 항산화성	한국식품조리과학회지	2017-12	단독사사	교신	비SCI
6	특허	숙성율피 함유 항산화성 양갱	대한민국	2017-03-08	단독사사	기술자	10-2017-0029612

2) 기술이전

번호	기술 이전명	기술실시일	기술유형	기술실시권 유형	유뮤상 여부
1	으뜸도라지정과	2017-05-01	노하우	통상실시권	무상
2	으뜸도라지양갱	2017-05-01	노하우	통상실시권	무상
3	슈퍼도라지청	2017-05-01	노하우	통상실시권	무상

다. 6차 산업모델화

1)생산 농가 모집 및 네트워크화

-보은군도라지작목반 : 홍보 및 협력

-보은황토천마영농조합법인 : 도라지체험에 필요한 장소제공

-도라지 공급(약 20톤) 및 홍보

-도라지정과 제조

- 박혜희 농가 : 도라지정과 제조 지원

- 송병노 농가 : 도라지 가공 지원

- 노령 유휴인력 고용 창출 : 도라지 정과 손질 지원

2)으뜸도라지 공동 생산 농가를 통한 원료 확보 및 소비 확대

- 보은황토천마영농조합법인을 중심으로 보은군도라지작목반을 통해 도라지 공동생산

- 보은군대추축제 도라지정과 및 양갱 시음행사

- 보은군기술센터를 통한 홍보

3)정과 만들기 체험 및 농촌 스테이를 위한 시설구축

- 도라지수확부터 시작하여 정과를 만들기까지의 과정을 체험운영실시
- 민박을 운영하여 농촌체험을 할 수 있도록 장소 제공
- 보은황토천마영농조합법인에서 재배하는 약초를 통해 약초방향제 만들기, 발효액 만들기, 약초를 이용한 족욕을 할 수 있는 시설 구축

4)농가에 정과개발 기술이전을 위한 지도사업 수행

- 보은군기술센터를 통한 정과개발 기술지도 실시
- 도라지 농가를 대상으로 희망하는 농가에 대해 기술지도

5)도라지 제품군 수집 및 사업 연계로 보은을 중심으로 한 도라지 산업 활성화

- 기존제품(도라지진액, 도라지차, 도라지청, 도라지분말·환)을 생산 중에 있으며 도라지정과·양갱 등 신제품을 개발하여 보은의 특산품으로 만들어 도라지 산업화 활성화에 기여

6) 6차산업 육성을 위한 농촌관광 및 만들기 체험 컨텐츠 개발

- 도라지정과 만들기 체험
- 도라지양갱 만들기 체험
- 도라지꽃을 이용한 천연염색 체험
- 도라지수확체험
- 도라지꽃과 잎을 이용한 차 만들기
- 도라지발효액 만들기 체험

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호	D-06

4-1. 목표달성도

최종 연구 목표	년차별	세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	연구개발내용 및 범위	가중치 (%)	달성도 (%)
으뜸 도라지의 우수성 확인을 통한 지역 특화 고부가 가치 제품 개발	1차 년도	으뜸도라지의 일반성분, 사포닌, 항산화능분석	UPLC/Q-TOF-MS를 이용하여 으뜸 도라지의 유효성분인 주요 사포닌 프로파일링 및 정량, 일반성분, 폴리페놀함량, 항산화능 분석(DPPH 라디칼소거능, SOD유사 활성도등)을 통해 으뜸도라지의 우수성	10	100
		으뜸도라지의 신경세포보호효과	으뜸도라지는 기존 도라지에 비해 해마신경세포 보호효과가 우수함	10	100
		으뜸도라지의 치매동물모델에서 인지는개선 효능분석	치매 동물모델에서 행동실험(수중미로실험, 수동회피실험), 뇌조직 생화학적 지표(AChE 활성도, 과산화지질, 항산화효소활성도), 뇌조직해마신경세염색등으로부터 인지능 개선효과가 우수함	20	100
		저당 한방천연재료 이용한 무설탕 으뜸도라지 정과 개발 및 품질특성, 소비자 기호조사	설탕을 전혀 첨가하지 않고 천연한방재료를 이용하여 단맛을 낸 우리고유의 전통 당과류인 정과를 건강지향적이면서 젊은층도 선호할수 있도록 개발(대학생, 일반 소비자대상 소비자 기호조사 결과), 기존제품과는 설탕 저감화율 100%	10	100
	2차 년도	무설탕 으뜸도라지 양갱 개발 및 품질 특성, 소비자 기호조사	으뜸 도라지 정과액 제조시 부산물로 얻어지는 정과액으로 무설탕 양갱을 개발. (대학생, 일반 소비자대상 소비자 기호조사 결과), 기존제품과는 설탕 저감화율 100%	10	100
		저당 으뜸도라지 청 개발 및 품질특성 및 소비자 기호조사	설탕을 넣지 않고 찹쌀, 맥문동등으로 단맛을 낸 저당 으뜸 도라지 청을 개발	5	100
		으뜸도라지정과의 표준화 공정 확립 및 제품화	으뜸도라지 정과의 상품화(제품등록) 및 매출창출	10	100
		으뜸 도라지 청의 공정 확립 및 제품화	으뜸도라지 청의 상품화(제품등록) 및 매출창출	10	100
		으뜸 도라지 양갱의 표준화공정 확립	으뜸도라지 양갱의 제품등록 신청	5	100
지역특화품목 육성을 통한 도라지 소비확대 및 6차 산업 모델화	1 차 년도	보은 으뜸도라지 생산 농가 네트워크 구축 및 소득 증대	수익창출 및 농가 유휴 인력 일자리 창출	10	100
	2 차 년도	농촌 관광 및 고부가가치 6차 산업 육성을 위한 주요 컨텐츠인 만들기 체험 컨텐츠 개발	양갱 만들기, 도라지 수확, 도라지 차제조 체험등 농촌 체험 컨텐츠 개발로 농촌관광 활성화 기대	5	100
		기술 전수 및 교육	개발된 제품의 기술을 이전하고 기술전수 교육을 실시	5	100
합계				100	100

4-2. 관련분야 기여도

○으뜸도라지는 신품종으로 그 우수성이 규명되지 않고 이를 이용한 제품개발이 미흡하였었으나, 본 과제에서 영양성분, 사포닌 프로파일링 및 정량, 품질 특성, 항산화능 분석, 해마신경세포에서의 신경세포보호효과, 치매동물모델에서의 인지능 개선효능 평가 등을 통해 우수성을 확인하여 관련 학문 발전에 기여함.
○보은의 특산품인 으뜸 도라지의 우수성 및 저당 으뜸도라지 제품 개발 및 상품화로 인한 매출 및 고용창출로 농가의 소득 증대 및 지역특화 품목의 홍보에 기여.
○당저감화율은 기존 설탕 첨가 정과에 비하여 전혀 설탕을 첨가하지 않은 무설탕 제조 기술로 우리나라 고유의 전통 당과류 기호 식품 발전에 기여.
○ 단맛이 나는 도라지 기호식품으로 개발하여 쓴맛이 강해 거부감이 있는 문제점을 해결하여 다양한 계층 특히 젊은 층까지도 소비 확대하였으며, 설탕 첨가로 인한 만성질환의 문제점 해결을 위해 설탕 대체 천연 한방재료를 활용한 건강지향적인 제품 개발로 국민건강에 기여.
○ 도라지 관련 농촌체험을 위한 컨텐츠 마련으로 농촌 어메니티 증진과 6차 산업 모델화.

5. 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07

○보은의 특산품인 으뜸도라지의 우수성 홍보 및 지역 홍보
○보은의 특산품인 으뜸도라지의 건강 기능 식품 원료(인지능개선)로 개발하기 위한 기반연구자료 확보로 향후 임상시험 실시
○으뜸도라지 재배, 제품 개발, 상품화로 농촌 소득 증대 및 지역경제 활성화
○체험장 구축 완료시 도라지제품 만들기 체험으로 인한 관광사업 활성화로 지역 소득 증대

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08

○ Platycodon grandiflorum의 주성분인 Platycodin D는 항암, 항염증, 항비만 인자 등을 포함한 다양한 생리적 효과를 보인다. Platycodin D의 첫 번째 분획산물은 알코올로 인한 급성 간질환과 염증반응에 보호효과를 나타낸다.
○ Platycodon grandiflorum 추출물은 인슐린 분비에 자극 없이 저혈당증 개선에 효과를 준다.
○ 지방과 단백질은 적정 수준으로 섭취하지만 설탕을 과하게 섭취하는 식이를 했을 때, 인슐린 저항성이 유도된다. 이는 제 2형 당뇨를 유발하게 된다.
○ 도라지로부터 분리된 다당류는 T 림프구, CD4 및 CD8 T cell와 같은 면역세포 증식을 높임으로써 면역 증강 효과를 나타낸다.
○ 도라지는 구강 편평 암세포의 생존 능력을 농도 의존적으로 저해하며 세포사멸을 유도하여 구강암을 예방하는데 효과가 있다.
○ 도라지 뿌리에 함유된 platycodin D는 신호 전달 경의 활성화를 통한 synaptogenesis를 통해 인지 기능을 향상시킨다.
○식중에 도라지를 섭취하는 것은 syndrome X, 관상동맥질환과 같이 고 인슐린혈증을 특징으로 하는 대사장애를 보호하고 향상 시키는 효과가 있다.
○도라지 뿌리 추출물인 창길은 아세트아미노펜으로 유도된 간독성에 효과가 있으며 보호효과를 나타낸다. 이는 cytochrome P450를 매개하는 아세트아미노펜의 생리활성을 차단함으로써 나타난다.
○아프리카계 미국인들을 대상으로 한 연구 결과, 설탕의 과다섭취는 심장질환의 발병률을 높인다.

○아침식사로 적은 설탕이 들어있는 시리얼을 먹는 아이들에 비해 설탕이 많이 함유되어 있는 시리얼을 먹는 어린이들의 경우 전체 설탕 소비량이 증가했으며, 그들 아침의 영양적 질은 감소했다. 영양적 보충을 위해 설탕이 적게 들어있는 시리얼을 아침 식사로 선택하는 것이 필요하다.
○설탕이 첨가된 음료는 액체를 통한 칼로리 섭취로 인해 체중증가를 야기하며, 제 2형 당뇨의 발병률을 높인다.

7. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09

○일반과제
「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 해당하지 않음

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

코드번호	D-10

구입 기관	연구시설/연구장비명	규격(모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격(천원)	구입처(전화번호)	비고(설치장소)	NTIS장비등록번호
보은황토천마영농조합법인	진공포장기	진공포장기 -600LB	1	2017.08.09	2,145	팜푸식품기계주식회사(043.272.2235)	보은황토천마영농조합법인	-
보은황토천마영농조합법인	다용도절단기	제작품 (모델명 없음)	1	2018.08.09	3,190	동남산업	보은황토천마영농조합법인	-
보은황토천마영농조합법인	도라지정과조림기	DN-0002109	1	2018.08.16	4,950	동남테크노피아(055.381.5554)	보은황토천마영농조합법인	-

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호	D-11

○ 각 연구실별 일반안전, 소방안전 및 가스안전 등의 안전점검 체크리스트를 매월 점검하고 있으며, 정기적으로 연구실 안전 조치와 관련한 교육을 수행함.
○ 각종 실험에 필요한 물품 중 위험물로 분류되는 유기용매 등은 별도의 시설을 갖추어 보관 및 관리하고 있으며, 연구를 수행하는 연구원들이 안전수칙을 준수하여 사용함.
○ 각종 시약에 대해서는 MSDS(물질안전보건자료)를 파일화하여 연구실 내 눈에 띄기 쉬운 장소에 비치하고 필요시 언제든지 해당 시약에 대한 자료를 찾아 볼 수 있도록 조치함.
○ 본 연구에서 사용하게 될 유기용매와 화학약품은 별도의 안전한 저장소에 보관하고, 사용시엔 실험실에 비치되어 있는 보호안경과 보호장갑 등을 착용한 후 Fume Hood에서 수행될 것임.
○ 위험요소로부터의 대책마련
- 주기적으로 연구실의 안전점검을 실시하고 참여연구원에 대한 안전교육을 실시할 것임.
- 주기적으로 보호안경, 보호장갑 그리고 Fume Hood의 점검 및 관리를 실시할 것임.

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

코드번호						D-12			
번호	구분(논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/특허등록국가	Impact Factor	논문게재일/특허등록일	사사여부(단독사사 또는 중복사사)	특기사항(SCI여부/인용횟수 등)
1	논문	재래종과 '으뜸' 도라지의 품질 특성 및 항산화성 비교	충남대학교	교신	한국식품영양과학회지	0	2017.02.01	단독사사	-
2	논문	설탕 대체 당알코올 첨가 신품종 '으뜸'도라지 정과의 이화학적 품질 특성 및 항산화성	충남대학교	교신	한국식품영양과학회지	0	2017.12.31	단독사사	-
3	논문	설탕대체 올리고당 첨가 으뜸 도라지 정과의 이화학적 품질 특성 및 항산화성	충남대학교	교신	한국식품조리과학회지	0	2017.12.31	단독사사	-
4	기술이전	으뜸도라지정과	충남대학교	교육자	보은황토천마영농조합법인	0	2017.05.01	단독사사	-
5	기술이전	으뜸도라지양갱	충남대학교	교육자	보은황토천마영농조합법인	0	2017.05.01	단독사사	-

11. 기타사항

코드번호	D-13
○	

12. 참고문헌

Aggarwal BB. 2008. Potential of spice-derived phytochemicals for cancer prevention. *Planta Med.* 74:1560-1569.

Aggarwal BB. 2009. Molecular targets of nutraceuticals derived from dietary spices: potential role in suppression of inflammation and tumorigenesis. *Exp Biol Med Maywood.*234:825-849.

Ambegaokar SS. 2003. Curcumin inhibits dose-dependently and time-dependently neuroglial cell proliferation and growth. *Neuro Endocrinol Lett.*24:469-473.

Amor S. 2010. Inflammation in neurodegenerative diseases. *Immunology.*129:154-169.

Berg L. 1993. Neuropathological indexes of Alzheimer's disease in demented and nondemented persons aged 80 years and older. *Arch Neurol.*50:349-358.

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617):1199-1200.

Chauhan NB. 2006. Effect of aged garlic extract on APP processing and tau phosphorylation in Alzheimer's transgenic model Tg2576. *J Ethnopharmacol.* 108: 385-394.

Ching NC. 2010. Investigation of Neuroprotective Effect Using Herb Medicine against Dementia related Brain Damage in Organotypic Hippocampal Slice Culture. *J. of Oriental Neuropsychiatry.*21(1): 43-57

Choi HG. 2011. Neuroprotective Effect of the Water-insoluble fraction of Root Barks of Dictamnus dasycarpus 70% Ethanolic Extract on Glutamate-Induced Oxidative Damage in Mouse Hippocampal HT22 Cells. *Kor. J. Pharmacogn.*42(2) : 175~181

Choi SR, Park HJ, Jin HH. 2014. Quality characteristics of tangor jam including fructo oligosaccharide and isomalto oligosaccharide. *Korean J Culin Res* 20(6): 223-234.

Choi YS, Kim HU, Hwang KE, Kim CJ, Lee HM, Kim OK, CHoi KS, Jung HJ. 2013. Effects of replacing sugar with xylitol and sorbitol on the textural properties and sensory characteristics of *Injeolmi*. *Korean J Food Cook Sci* 29: 825-831.

Chonpathompikunlert P. 2010. Piperine, the main alkaloid of Thai black pepper, protects against neurodegeneration and cognitive impairment in animal model of cognitive deficit like condition of Alzheimer's disease. *Food Chem Toxicol.* 48: 798 -802.

Chung YA, Lee JK. 2003. Antioxidative properties of phenolic compounds extracted from black rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(6):948-951.

Chung YK. 2001. Inhibitory effect of ursolic acid purified from Origanum majorana L on the acetylcholinesterase. *Mol Cells.*11:137-143.

Defossez. 1986. Immunohistochemical study of the basic lesions of Alzheimer's disease. *Encephale*. 12:161-168.

Drukarch B. 2006. The antioxidant anethole dithiolethione inhibits monoamine oxidase-B but not monoamine oxidase A activity in extracts of cultured astrocytes. *J Neural Transm.* 113:593-598.

DuBois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal Chem* 28(3):350-356.

Emilie C. 2009. Antiparallel β-sheet: a signature structure of the oligo mericamyloid β-peptide. *Biochem. J.* 241: 415-423.

Everage L. 2002. Understanding the LOHAS lifestyle. Gourmet Retailer

Fahn S, Cohen G. 1992. The oxidant stress hypothesis in pariknsons; disease: eividence supporting it. *Annals of Neurology* 32:804-812

Frautschy SA. 2001. Phenolic anti-inflammatory antioxidant reversal of Abeta-induced cognitive deficits and neuropathology. *Neurobiol Aging.*22:993-1005.

Galimberti D. 2008. Inflammation in neurodegenerative disorders: friend or foe. *Curr Aging Sci.*1:30-41.

Ghayur MN. 2008. Muscarinic, Ca(++) antagonist and specific butyrylcholinesterase inhibitory activity of dried ginger extract might explain its use in dementia. *J Pharm Pharm Mus.*60:1375-1383.

Giri RK. 2003. Amyloid peptide-induced cytokine and chemokine expression in THP-1 monocytes is blocked by small inhibitory RNA duplexes for early growth response-1 messenger RNA. *J Immunol.* 170:5281-5294.

Giri RK. 2004. Curcumin, the active constituent of turmeric, inhibits amyloid peptide-induced cytochemokine gene expression and CCR5-mediated chemotaxis of THP-1 monocytes by modulating early growth response-1 transcription factor. *J Neurochem.*91:1199-1210.

Guo JP. 2009. Simple in vitro assays to identify amyloid-beta aggregation blockers for Alzheimer's disease therapy.*J Alzheimers Dis.*19:1359-1370.

Gupta SC. 2010. Regulation of survival, proliferation, invasion, angiogenesis, and metastasis of tumor cells through modulation of inflammatory pathways by nutraceuticals. *Cancer Metastasis Rev.* 29:405-434.

Gupta VB. 2007. Anti-amyloidogenic activity of S-allyl-L-cysteine and its activity to destabilize Alzheimer's beta-amyloid fibrils in vitro. *Neurosci Lett.*429:75-80.

Gupta VB. 2009. Garlic extract exhibits antiamyloidogenic activity on amyloid-beta fibrillogenesis: relevance to Alzheimer's disease. *Phytother Res.*23:111-115.

Han SK. 2004. Prevention of dental caries by xylitol gum in pre- school children during 12 months. *J Korean Acad Pediatr Dent.* 31:159-167.

Huang SH. 2008. Protective effects of Angelica sinensis extract on amyloid beta-peptide-induced neurotoxicity. *Phytomedicine.*15:710-721.

Hwang IW. 2011. The physicochemical qualities and antioxidant activities of apple juices marketed in Korea. *Korean J food preservation.* 18:5700-705.

Hwang SJ, Kim JW. 2007. Effects of roots powder of balloonflowers on general composition and quality characteristics of sulgidduk. *Korean J Food Culture* 22: 77-82

Iuvone T. 2006. The spice sage and its active ingredient rosmarinic acid protect PC12 cells from amyloid-beta peptide-induced neurotoxicity. *J Pharmacol Exp Ther.* 317:1143-1149.

Jhee OH, Jegal SA, Choi YS. 2010. Quality and sensory characteristics of soybean dasiks by adding Platycodon grandiflorum (Jacq.) A. DC. flour powder. *Korean J Culinary Res* 16: 238-246.

Jie Z. 2007. Antihyperglycemic Effects of Platycodon grandiflorum (Jacq.) A. DC. Extract on Streptozotocin-induced Diabetic Mice. *Plant Foods for human Nutrition.*62(1):7-11

Jo KR, Kim MR, Kim OS, Son JW, Song MR, Choi HS, Choi GY. 2015. *Food materials science*. Powerbook, Goyang, Korea. p 91.

Jo KR, Kim MR, Kim OS, Son JW, Song MR, Choi HS, Choi GY. 2015. *Food materials science*. Powerbook, Goyang, Korea. p 91.

Joe EH, Kim HA, Kim YS. 2015. Quality characteristics of *Jungkwa*made with ginseng and the effects of different types of sweeteners. *Korean J Culinary Res* 21: 248-258.

Jomova K. 2010. Metals, oxidative stress and neurodegenerative disorders. *Mol Cell Biochem.*345(1):91-104

Jukic M. 2007. In vitro acetylcholinesterase inhibitory properties of thymol, carvacrol and their derivatives thymoquinone and thymohydroquinone. *Phytother Res.*21:259-261.

Jung JE. 2014. Protective effects of zizyphus jujuba and fermented zizyphus jujuba from free radicals and hair loss. *Journal of the Korean society of food science andnutrition* 43:81174-1180

Kang DK, Kim EJ, Park YJ, Kim TJ, Kim MR. 2017. Comparison of antioxidant activities and quality characteristics between domestic diploid variety and teraploid 'Etteum' variety in *Platycodon grandiflorum*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46: 196-201.

Kang KW, Kwak SH, Yun SY, Kim SK. 2007. Evaluation of antioxidant activity of sugar alcohols using TOSC (total oxy-radical scavenging capacity) assay. *J Toxicol Pub Health*23: 143-150.

Kim AJ, Han MR, Joung KH, Cho JC, Park WJ, Han CW, Chang KH. 2008. *Korean J Food Nutr* 21: 443-447.

Kim HY, Kim MR, Ko BK. 2006. *Evaluation of food quality*. 2nd ed. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. p 63-68.

KIM IH. 2001. Morphological Caracteristics of Diploid and Tetraploid in Platycodon gradiforum. *korean society for horticultural science.* 19:123-123.

Kim JI. 2017. Platycodon grandiflorus Root Extract Improves Learning and Memory by Enhancing Synaptogenesis in Mice Hippocampus. *Nutrients.* 9(7): 794.

Kim JR, Yook C, Kwon HK, Hong SY, Park CK, Park KH. 1995. Physical and physiologic properties of isomaltooligosaccarides and fructooligosaccharides. *Korean J Food Sci Technol* 27(2): 170-175.

Kim JR. 1995. Phsical and physiological properties of isomaltooligosaccharides and fructooligosaccharides. *Journal of the Korean society of food science andnutrition* 27: 2170-175

Kim KS. 2000. Effect of dietary Platycodon grandiflorum on the improvement of insulin resistance in obese Zucker rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry.* 11(9): 420-424

Kim SH. 2015. Safety and Anticancer effect of platycodon grandiflorum xtracts. *Journal of the Korean society of food science andnutrition* 44: 4516-523

Kirigaya N, Kato H, Fujimaki M. 1968. Studies on antioxidant activity of non-enzymatic browning reaction products: Part Ⅰ. Reactions of color intensity and reductones with antioxidant activity of browning reaction products. *Agric Biol Chem* 32(3): 287-290.

Kuner P. 1998. Beta-amyloid binds to p57NTR and activates NF-kappaB in human neuroblastoma cells. *J Neurosci Res.* 54: 798-804.

Kunnumakkara AB. 2009. Traditional uses of spices: an overview. Molecular targets and therapeutic uses of spices. World Scientific. *New Jersey.* 1-24.

Kwan HJ. 2011. Development and quality characteristics of bellflower root jeonggwa added omija (*SchizandrachinensisBaillon*) during storage. *Korean journal of food preservation.* 13:3279-287

Kwon HJ, Park CS. 2009. Quality characteristics of bellflower and lotus root *Jeonggwa*added *Omija*(*Schizandra chinensis*Baillon) extract. *Korean J Food Preserv*16: 53- 59.

Kwon HJ, Park CS. 2011. Development and quality characteristics of bellflower root *Jeonggwa* added *Omija*(*Schizandra chinensis* Baillon) during storage. *Korean J Food Preserv* 18(3): 279-287.

Lang AE. 1998. Parkinson's disease. Second of two parts. *N Engl J Med.* 339:1130-1143.

Laura PM. 2011. A high-sugar diet produces obesity and insulin resistance in wild-type Drosophila. *Disease Models & Mechanisms.*4 :842-849

Lee GD, Joo GJ, Kwon JH. 2000. Optimization for roast flavour formation of Platycodon grandiflorum tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 752-757.

Lee JK. 2009. Quality characteristics of sponge cakes with various sugar alcohols.*MS Thesis*. Catholic University, Seoul, Korea. p 22-59.

LEE KJ. 2001. Hepatoprotective effects of Platycodon grandiflorum on acetaminophen-induced liver damage in mice. *Cancer letters.* 174(1):73-81

Lee KS. 2010. Physicochemical characteristics of ginseng jungKwa produced with hot-water extract from maegmundong (liriope platyphylla tubers). *Journal of the Korean society of food science and nutrition.* 39:121819-1825.

Lee KS, Lee SG. 2012. An Inconvenient Truth'for Sugar: Need and Case of Sugar Control. Korean institute for health and social affairs 191: 95.

Lee SJ, Bang WS, Hong JY, Kwon OJ, Shin SR, Yoon KY. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of black *Doraji*(*Platycodon grandiflorum*). *Korean J Food Preserv* 20(4):510-517.

Lee ST, Lee YH, Choi YJ, Son GM, Shim KH, Heo JS. 2001. Preparation and characteristics of candy using Doraji (Platycodon granflorum (Jacq.)). *Korean J*

Postharvest Sci Technol 8: 146-150.
Lee ST, Kim MB, Kim DK, Ryu JS, Lee HJ, Heo JS. 1998. Production of curd yogurt from Platycodon granflorum (Jacq.) A.DC. *Korean J Medicinal Crop Sci* 6: 265-270.
Lee SY, Jung HJ, Lee YE, Kim MR, Kim MR, Song HN. 2009. *Food chemistry*. Powerbook, Koyang, Korea. p 49-55.
Lee, BB. 2011. *Rehmanniaglutinosa* Ameliorates scopolamine-Induced Learning and Memory Impairmentin Rats. *J. Microbiol. Biotechnol.*21(8):874-883.
Lemkul JA. 2010. Destabilizing Alzheimer's Abeta(42) protofibrils with morin: mechanistic insights from molecular dynamics simulations. *Biochemistry.* 49: 3935-3946.
Li L. 2011. Protective effects of decursin and decursinol angelate against amyloid β-protein- induced oxidative stress in the PC 12 cellline: the role Nrf2 and antioxidant enzymes. *Biosci, biotechnol, Biochem.*75(3);434-442.
Li W. 2015. Platycodin D isolated from the aerial parts of Platycodon grandiflorum protects alcohol-induced liver injury in mice. *Food Funct*. 6(5):1418-27
Lim BU. 2004. Health functional food science. *Hyoil Publishing Co.*141.
Lim HS. 2011. Simultaneous determination of eight sugar alcohols in foodstuffs by high performance liquid chromatography. *J Fd Hyg Safety.* 26:16-24.
Lim JK. 2004. Industry of sugar. *FoodIndustry.* 181:38-67.
Liontas A. 2004. Curcumin and resveratrol induce apoptosis and nuclear translocation and activation of p53 in human neuroblastoma. *Anticancer Res.*24:987-998.
Lori AT, Rachman SJ. 1987.The effects of blood sugar level changes on cognitive function, affective state, and somatic symptoms. *J Behavioral Medicine* 11: 279-291.
Ma S. 2012. Neuroprotective effect of ginkgolide K on glutamate-induced cytotoxicity in PC 12 cells via inhibition of ROS generation and Ca^{2+} influx. *Neuro Toxicology.* 33:59-9.
Ma S. 2012. Neuroprotective effect of ginkgolide K on glutamate-induced cytotoxicity in PC 12 cells via inhibition of ROS generation and Ca2+ influx. *NeuroToxicology.* 33: 59-69.
Marchetti B. 2005. To be or not to be (inflamed)—is that the question in anti-inflammatory drug therapy of neurodegenerative disorders? *Trends Pharma col Sci.*26:517-525.
Mattson MP. 1996. Alzheimer's disease. Amyloid oxtox transducers. *Nature.*382:674-675.
NAM SH. 2011. LP-M, a Novel Butanol-Extracts Isolated from Liriope platyphylla, could Induce the Neuronal Cell Survival and Neuritic Outgrowth in Hippocampus of Mice through Akt/ERK Activation on NGF Signal Pathway. *Journal of Life*

*Science.*21(9):1234-1243.
No JH, Kim HJ, Choi EO, Lee KA, Shin MS. 2014. Physicochemical properties and sensory evaluation of brown waxy rice *Yetgangjeong*prepared using different sugar types of binders and end heating temperature. *Korean J Food Cook Sci* 30(4):463-471.
Olanow CW. 2003. Neuroprotection for Parkinson's disease: prospects and promises. *Ann Neurol.* 53(3): S1-S2.
Ono K. 2004. Curcumin has potent anti-amyloidogenic effects for Alzheimer's beta-amyloid fibrils in vitro. *J Neurosci Res.* 75: 742-750.
Pamela E. 2010. Investigational Medications for Treatment of Patients With Alzheimer Disease. *J Am Osteopath Assoc.* 110: 27-36.
Park HY. 2016. Research trend in sugar alternatives. *Food Science and Industry.* 49(3): 40-54.
Park MS, Park DY, Son KH, Koh BK. 2009. A study on quality characteristics of Doraji (Platycodon granflorum) Yanggeng using by different pre-tretment methods and amounts adding levels of Doraji. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 78-88.
Park SY. 2002. Discovery of natural products from Curcuma longa that protect cells from beta-amyloid insult: a drug discovery effort against Alzheimer's disease. *J Nat Prod.* 65: 1227-1231.
Park SY. 2008. Curcumin protected PC12 cells against beta-amyloid-induced toxicity through the inhibition of oxidative damage and tau hyperphosphorylation. Donggeun Sul. *Food and Chemical Toxicology.* 46: 2881-2887.
Peng Q. 2002. Neuroprotective effect of garlic compounds in amyloid-beta peptide-induced apoptosis in vitro. *Med Sci Monit.* 8:328-337.
Qiang LQ. 2009. Combined administration of the mixture of honokiol and magnolol and ginger oil evokes antidepressant-like synergism in rats. *Arch Pharm Res.* 32:1281-1292.
Ryu EK. 2006. Curcumin and dehydrozingerone derivatives: synthesis, radiolabeling, and evaluation for beta-amyloid plaque imaging. *J Med Chem.* 49:6111-6119.
Satoh, T. 1999. Oxygen toxicity induces apoptosis in neuronal cells. *Cell Mol. Neurobiol.* 18: 649-666.
Satoh, T. 2006. Activation of the Keap1/Nrf2 pathway for neuroprotection by electrophilic [correction of electrophillic] phase II inducers. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*103: 768-773.
Satoh, T. 2007. Redox regulation of neuronal survival mediated by electrophilic compounds. *Trends Neurosci.* 30: 37-45.
Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Method Enzymol* 299:152-178.

Son CW, Jeon MR, Kim MH, Kim MR. 2008. Quality characteristics and antioxidant activities of green tea garlic paste added calcium. *Korean J Food Cook Sci* 24(6):876-881.

Son CW, Jeon MR, Kim MH, Kim MR. 2008. Quality characteristics and antioxidant activities of green tea garlic paste added calcium. *Korean J Food Cook Sci* 24: 876-881.

Tang XQ. 2008. Effect of hydrogen sulphide on b-amyloid-induced damege in PC12 cells. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology.* 35: 180-186.

Talesa VN. 2001. Acetylcholinesterase in alzheimer's disease. Mechanisms of Ageing ad Development 122: 1961-1969.

Thakur MK. 2000. Alzheimer's disease—achallenge in the new millennium. *CurrSci.* 79:29-36.

Vladimir A. 1988. Glutamate-induced cytotoxicity in PC12 pheochromocytoma cells: role of oxidation of phospholipids, glutathione and protein sulfhydryls revealed by *bcl-2*transfection. *Molecular Brain Research.*60:270-81.

Weon JB. 2011. Quantitative Analysis of Compounds in Fermented Insampaedok -san and Their Neuroprotective Activity in HT22 Cells. *Natural Product Sciences.*17(1) : 58-63

Whistler RL, Wolfrom ML. 1962. Methods in carbohydrate chemistry. Academic Press Inc., New York, USA 1:380.

Whitehouse PJ. 1982. Alzheimer's disease and senile dementia ; loss of neurons in the basal forebrain. *Science.* 215: 4537.

Wilcock DM. 2006. Quantification of cerebral amyloid angiopathy and parenchymal amyloid plaques with Congo red histochemical stain. *Nat Protoc.* 1: 1591-1595.

Woo KS. 2007. Antioxidant activity of heated licorice (*Glycyrrhizauralensis Fisch*) extracts in Korea. *Journal of the Korean society of food science and nutrition.* 36: 6689-685.

Yan JJ. 2004. Protection against beta-amyloid peptide-induced memory impairment with long-term administration of extract of Angelica gigas or decursinol in mice. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 28:25-30.

Yang F. 2005. Curcumin inhibits formation of amyloid beta oligomers and fibrils, binds plaques, and reduces amyloid in vivo. *J Biol Chem.* 280: 5892-5901.

Yang X, Chen L, Park J, Shen S, Wang Y. 2001. Mechanisms of scavenging reactive oxygen species of tea catechins. The 6th International Symposium on Green Tea: 111-120.

Yi LT. 2009. Antidepressant-like synergism of extracts from magnolia bark and ginger rhizome alone and in combination in mice. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 33: 616-624.

Zhang Z. 2017. Platycodin D, a triterpenoid saponin from Platycodon grandiflorum,

suppresses the growth and invasion of human oral squamous cell carcinoma cells via the NF-κB path way. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology.* 31(9): 1-7

Zhao X. 2017. Effects of polysaccharides from Platycodon Grandiflorum on immunity-enhancing activity in vitro. *Molecules.* 22(11): 1918.

이정관. 2015,「신품종슈퍼도라지명품화추진한다」,충청북도농업기술원

전국한의과대학신경정신과교과서편찬위원회. 2007. 한의신경정신과학. 경기: 집문당. 324-33.

[첨부1]으뜸도라지 정과 제조보고

[별지 제43호서식]

식품(식품첨가물) 품목제조보고서

보고인	① 성 명	김범동	② 생년월일	6[redacted]
	③ 주 소	보은군 보은읍 [redacted]		
영업소	④ 명칭(상호)	(주)보은황토천마 영농조합법인		
	⑤ 소 재 지	보은군 보은읍 대야길 144		
⑥ 식품의 유형		당절임	⑦ 품목제조보고 번호	20110439018-34
⑧ 제 품 명		으뜸도라지정과	⑨ 유통기한	제조일부터 24개월
⑩ 원재료명 또는 성분명 및 배합비율		도라지(보은산)70%배(보은산)8%맥문동(국내산)5%올리고당11%설탕5%소금1%		
⑪ 용 도 용 법		(간식용)1인1~2회 1뿌리씩 음용하거나썰어서 음료와같이 음용		
⑫ 보관방법및포장재질		포장재질:PET.LLD		
⑬ 포장방법및포장단위		20g~1000g까지pp포장		
⑭ 성 상		연갈색의 색택과 향미를가지고 이미이취가 없다.		
⑮ 기 타				

「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물)품목제조 사항을 보고합니다.

2017년 9 월 25 일

보고인 김범동 (서명 또는 인)

보은군수 귀하

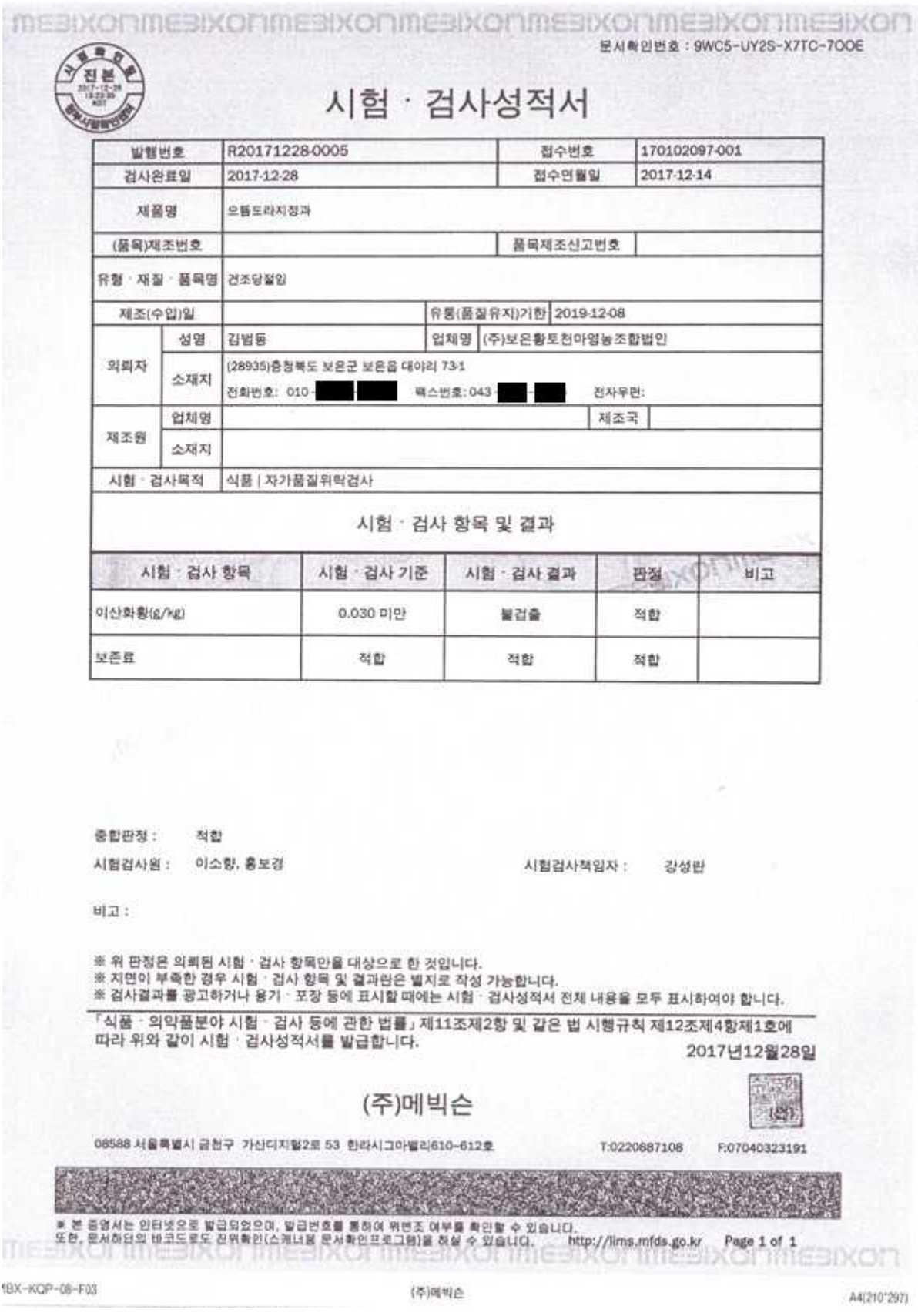
※ 구비서류
1. 제조방법설명서 1부
2. 식품위생검사기관이 발급한 식품등의 한시적 기준 및 규격 검토서 1부
3. 식품의약품안전청장이 정하여 고시한 방법에 따라 설정한 유통기한의 설정사유서 1부

※ 유의사항
1. 품목제조보고서는 제품생산의 개시 전이나 개시 후 7일 이내에 제출하여야 합니다.
2. 배합비율 표시는 식품공전 및 식품첨가물공전에 사용기준이 정하여져 있는 원재료 또는 성분에 한한다.

210㎜×297㎜[일반용지60g/㎡(재활용품)]

원본대조필

[첨부2]으뜸도라지 정과 품질 검사



문서확인번호 : 9WC5-UY2S-X7TC-7OOE

시험 · 검사성적서

발행번호	R20171228-0005	접수번호	170102097-001
검사완료일	2017-12-28	접수년월일	2017-12-14
제품명	으뜸도라지정과		
(품목)제조번호		품목제조신고번호	
유형 · 재질 · 품목명	건조당절임		
제조(수입)일		유통(품질유지)기한	2019-12-08
의뢰자 성명	김범동	업체명	(주)보은황토천아영농조합법인
의뢰자 소재지	(28935)충청북도 보은군 보은읍 대야리 73-1 전화번호: 010-[redacted] 팩스번호: 043-[redacted] 전자우편:		
제조원 업체명		제조국	
제조원 소재지			
시험 · 검사목적	식품 | 자가품질위탁검사		

시험 · 검사 항목 및 결과

시험 · 검사 항목	시험 · 검사 기준	시험 · 검사 결과	판정	비고
이산화황(g/kg)	0.030 미만	불검출	적합	
보존료	적합	적합	적합	

종합판정 : 적합

시험검사원 : 이소향, 홍보경 시험검사책임자 : 강성란

비고 :

※ 위 판정은 의뢰된 시험 · 검사 항목만을 대상으로 한 것입니다.
※ 지면이 부족한 경우 시험 · 검사 항목 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.
※ 검사결과를 광고하거나 용기 · 포장 등에 표시할 때에는 시험 · 검사성적서 전체 내용을 모두 표시하여야 합니다.

「식품 · 의약품분야 시험 · 검사 등에 관한 법률」 제11조제2항 및 같은 법 시행규칙 제12조제4항제1호에 따라 위와 같이 시험 · 검사성적서를 발급합니다.

2017년12월28일

(주)메빅슨

08588 서울특별시 금천구 가산디지털2로 53 한라시그마밸리610-612호 T:0220687108 F:07040323191

[redacted]

※ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 발급번호를 통하여 위변조 여부를 확인할 수 있습니다.
또한, 문서하단의 바코드로도 진위확인(스캐너용 문서확인프로그램)을 하실 수 있습니다. http://lims.mfds.go.kr Page 1 of 1

BX-KQP-08-F03 (주)메빅슨 A4(210*297)

[첨부3]슈퍼도라지 청 제조보고

[별지 제43호서식]

식품(식품첨가물) 품목제조보고서

보고인	① 성 명	김범동	② 생년월일	64[redacted]
	③ 주 소	보은군 보은읍 [redacted]		
영업소	④ 명칭(상호)	(주)보은황토천마 영농조합법인		
	⑤ 소 재 지	보은군 보은읍 대야길 144		
⑥ 식 품 의 유 형		기타엿	⑦ 품목제조보고 번호	20110439015-32
⑧ 제 품 명		슈퍼도라지청	⑨ 유통기한	제조일부터 2년
⑩ 원재료명 또는 성분명 및 배합비율		도라지(보은산70%)배(보은산10%)엿기름(국내산5%) 찹쌀(보은산5%)맥문동(국내산5%)정제수5%(고형분65%이상)		
⑪ 용 도 용 법		1일 1~3회 티스푼으로 1티스푼(2~3g)씩 도라지청드시거나 온수에 타서 드셔도됩니다.		
⑫ 보관방법및포장재질		고온다습 직사광선을 피하고 서늘한 곳에 보관 내포장재질:유리병 .뚜껑:알루미늄		
⑬ 포장방법및포장단위		포장단위:150g.200g		
⑭ 성 상		고형분65%이상의 진갈색으로 이미이취가없고 고유의색상과 향미를 유지할것		
⑮ 기 타		-		

「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물)품목제조 사항을 보고합니다.

2017년 8 월 11 일

보고인 김범동 (서명 또는 인)

2017. 08. 11
20110439015-32

보은군수 위하

※ 구비서류

1. 제조방법설명서 1부
2. 식품위생검사기관이 발급한 식품등의 한시적 기준 및 규격 검토서 1부
3. 식품의약품안전청장이 정하여 고시한 방법에 따라 설정한 유통기한의 설정사유서 1부

본대조필

※ 유의사항

1. 품목제조보고서는 제품생산의 개시 전이나 개시 후 7일 이내에 제출하여야 합니다.
2. 배합비율 표시는 식품공전 및 식품첨가물공전에 사용기준이 정하여져 있는 원재료 또는 성분에 한한다.

210㎜×297㎜[일반용지60g/㎡(재활용품)]

[첨부4]슈퍼도라지 청 품질 검사

문서확인번호 : OO1V-AOH3-UCNS-SBJH

진본

시험 · 검사성적서

발행번호	R20170921-0003	접수번호	170101406-002
검사완료일	2017-09-21	접수연월일	2017-09-11
제품명	슈퍼도라지청		
(품목)제조번호		품목제조신고번호	
유형 · 재질 · 품목명	기타엿		
제조(수입)일		유통(품질유지)기한	2019-09-10
의뢰자 성명	김범동	업체명	(주)보은황토천마영농조합법인
의뢰자 소재지	(28935)충청북도 보은군 보은읍 [redacted] 전화번호: 010-[redacted] 팩스번호: 043-[redacted] 전자우편:		
제조원 업체명		제조국	
제조원 소재지			
시험 · 검사목적	식품 | 자가품질위탁검사		

시험 · 검사 항목 및 결과

시험 · 검사 항목	시험 · 검사 기준	시험 · 검사 결과	판정	비고
인공감미료	불검출	불검출	적합	
납(mg/kg)	1.0이하	0.4	적합	

종합판정 : 적합

시험검사원 : 김태현, 정민아 시험검사책임자 : 문소영, 박성섭

비고 :

※ 위 판정은 의뢰된 시험 · 검사 항목만을 대상으로 한 것입니다.
※ 지면이 부족한 경우 시험 · 검사 항목 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.
※ 검사결과를 광고하거나 용기 · 포장 등에 표시할 때에는 시험 · 검사성적서 전체 내용을 모두 표시하여야 합니다.

「식품 · 의약품분야 시험 · 검사 등에 관한 법률」 제11조제2항 및 같은 법 시행규칙 제12조제4항제1호에 따라 위와 같이 시험 · 검사성적서를 발급합니다.

2017년09월21일

(주)메빅슨 (인)

08588 서울특별시 금천구 가산디지털2로 53 한라시그마밸리610-612호 T:0220887108 F:07040323191

[redacted]

※ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 발급번호를 통하여 위변조 여부를 확인할 수 있습니다.
또한, 문서하단의 바코드로도 진위확인(스캐너용 문서확인프로그램)을 하실 수 있습니다. http://lims.mfds.go.kr Page 1 of 1

MBX-KQP-08-F03 (주)메빅슨 A4(210*2

[첨부5]고용창출

재직증명서

인적사항	성명	김상현	주민등록번호	96[redacted]-[redacted]
	주소	충북 보은군 보은읍 [redacted]		
재직사항	소속	생산 및 판매		
	직위 및 직급	사원		
	재직기간	2017년 1월 1부터 ~ 2017 년 12 월 13 일 현재까지		
용도: 농기평 성과 등록 제출용				

위와 같이 재직중임을 증명합니다.

2017년 12월 13일

회 사 명 : 보은황토천마영농조합법인

주 소 : 충북 보은군 보은읍 대야리 73-1

대 표 자 : 김범동 (인)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.