

발 간 등 록 번 호

11-1543000-000577-01

참외 불량과의 친환경적 꿀벌사료 대체

당액제조 및 산업적 활용방안

(Industrial Utilization and Manufacture of Bee Feed Alternate
Environment-friendly Sugar Solution Using Defective Oriental
Melon)

계명대학교 산학협력단

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “참외 불량과의 친환경적 꿀벌사료 대체 당액제조 및 산업적 활용방안에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014년 9월 5일

주관연구기관명 : 계명대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 정 용 진

연 구 원 : 김 재 화

연 구 원 : 조 용 준

연 구 원 : 장 세 진

연 구 원 : 이 종 관

연 구 원 : 김 상 영

연 구 원 : 김 정 애

연 구 원 : 복 진 경

연 구 원 : 이 성 천

연 구 원 : 이 주 연

협동연구기관명 : 대경대학교

협동연구책임자 : 김 옥 미

요 약 문

I. 제 목

- 참외 불량과의 친환경적 꿀벌사료 대체 당액제조 및 산업적 활용방안

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 참외의 경우 2월말부터 출시되어 저장성이 매우 낮고 과다출하 등으로 인한 가격하락, 기형 및 이상 발효과 등의 참외 불량과로 인한 경제적 손실이 발생됨.
- 참외의 기형이나 이상 발효과 등 참외 불량과의 경우 전체 생산량의 약 25%정도 발생되고 있으며 특히 국내 최대 참외 주산지인 경상북도 성주지역의 경우 상품의 참외 가격하락방지 및 이미지 상상을 위하여 불량과 전량을 수매, 폐기(매립)하고 있음.
- 성주군의 경우 참외 불량과 수매량이 약 3,025 ton(2011년 기준)이며 수매비용은 약 10억 원으로 생산에 따른 손실 외에 폐기비용도 추가적으로 발생되고 있음.
- 참외 불량과 수매량 이외에 시설하우스 60,000여동에서 방치되는 불량과는 10,000 ton에 육박할 것으로 추정됨. 불량과의 방치로 인하여 발생하는 병해충으로 2차 감염으로 고품질 참외 생산성 저해 및 악취, 침출수, 미관 악화 등의 자연환경오염으로 심각한 사회적 문제를 야기함.
- 따라서 참외 불량과의 효과적인 활용방안이 절실히 요구되고 있으나 참외 정상과를 이용한 참외 잼, 참외씨 기름, 참외 주스, 참외 유산균 발효 식품 및 참외 식초 등으로 소량 가공되어 이용되고 있음.
- 참외 불량과를 이용한 소재화 연구는 전무한 실정으로 참외 불량과 처리 문제 해결을 위한 참외 불량과 식품소재의 개발 및 활용화 연구가 절실히 요구됨.
- 성주군의 경우 꿀벌 수정방법으로 고품질의 참외를 생산하고 있으며 꿀벌의 번식과 생육을 위하여 고농도 설탕액을 사양액으로 이용하고 있음. 꿀벌 사양액으로 이용되는 설탕의 소비량은 연간 약 716 ton으로 추정되고 있음.
- 과실농축액을 과일즙을 50% 이하로 농축한 것으로 당도는 약 65 °Brix이상이며 블루베리, 석류, 적포도, 딸기, 사과, 배 농축액 등이 판매되고 있으며, 과실주스, 음료베이스, 음료, 주류, 잼, 면류, 소스, 양념, 장류, 제과·제빵 등 다양한 가공식품에 활용되고 있음.
- 참외의 당분은 10% 내외로 과당과 포도당으로 구성되어 있음. 생분해 효소를 이용하면 참외 불량과로 고품질의 참외 당액의 개발이 가능함. 참외 당액으로 꿀벌 대체 사양액의 제조가 가능하며, 또한 주류, 발효식품, 음료, 음료베이스 등 다양한 가공식품의 식품소재로의 활용도가 매우 높을 것으로 기대됨.
- 따라서 본 연구에서는 친환경적 생분해 공법을 이용하여 참외 불량과를 이용한 당액 제조방법을 확립하여 성주지역 꿀벌 대체 사양액의 개발, 참외 농축액의 상품화 및 이의 활용방안으로 보급형 DIY 와인, 생쌀발효 막걸리에 활용하고자 함. 또한 당액 제조공정에서 발생하는 최종 부산물은 *Bacillus* sp.와 유용미생물을 활용하여 친환경유기농 자재로의 활용 가능성을 조사하고자 함.

III. 연구개발 내용 및 범위

- (1) 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 꿀벌 대체 사양액 개발
 - ① 참외 불량과의 품질특성
 - ② 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 부산물의 생분해 특성
 - ③ 참외 불량과 당액을 이용한 대체 사양액 기반조성

- (2) 대량생산공정 개발을 통한 제품화 및 부산물을 활용 친환경 유기농 자재 개발 기반 조성
 - ① 참외 불량과 당액의 대량생산공정 개발
 - ② 참외 불량과 당액 꿀벌 사양액 적용 및 대량생산공정 개발
 - ③ 참외 불량과 당액 부산물 활용

- (3) 참외 불량과 농축액을 이용한 와인, 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축
 - ① 참외 불량과 당액을 활용한 참외 화이트 및 감미성 와인 제조공법 개발
 - ② 참외 불량과 당액을 활용한 참외 막걸리의 제조공법 개발
 - ③ 참외 불량과 당액을 이용한 DIY와인 제조방법 개발
 - ④ 참외 막걸리의 기호도 및 제품화 기반구축
 - ⑤ 참외 불량과 당액을 이용한 보급형 recipe 개발

IV. 연구개발결과

- (1) 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 꿀벌 대체 사양액 개발
 - 참외 불량과 당액을 제조하기 위한 효소처리 종류 및 농도의 경우 pectinase 및 cellulase를 각각 0.005%(v/v)혼합처리하는 것이 청징화에 유리함.
 - 참외 불량과의 효소처리에 따른 유리당 함량 조사결과 기존 꿀벌 사양액과 동일한 sucrose가 주요 유리당으로 확인되었으며 최적 효소처리 시간 및 온도의 경우 60분 및 60℃가 적절하였음.
 - 참외 불량과 착즙액의 경우 효소처리 한 후 꿀벌 사양액 적용을 위하여 약 60 °Brix가 되도록 농축함. 참외 당액의 유리당 함량 조사결과 sucrose, fructose 및 glucose가 포함됨.
 - 본 연구 결과 제조된 참외 불량과 당액 및 기존 꿀벌식이(설탕액)를 비율별로 제조하여 꿀벌 식이로 공급한 결과 설탕액 100% 및 참외 당액 25%와 설탕액 75% 혼합 구간은 7일째 대부분 소비됨.
 - 참외 당액 및 설탕액을 각각 50% 혼합한 구간의 경우 초기 소비량은 다소 낮으나 14일째 소비량이 높아져서 일부 정제과정을 거친 참외 당액은 혼합 비율이 50%까지 기존 설탕 사양액과 거의 유사하게 소비되었으며 참외 당액 75%와 설탕액 25%구간 또한 소비량이 증대됨
 - 따라서 효소처리, 농축 및 정제과정을 거친 참외 불량과 당액의 경우 기존 설탕을 이용한 꿀벌 사양액의 상당부분 대체가 가능할 것으로 판단되며 50%가량 대체의 경우 연간 2억5천만원의 설탕구입 비용 절감효과가 기대됨.

- (2) 대량생산공정 개발을 통한 제품화 및 부산물을 활용 친환경 유기농 자재 개발 기반 조성
- 참외의 경우 착즙과정에서 주스 약 80% 및 착즙 부산물 약 20% 비율로 나타남.
 - 참외 불량과 주스의 경우 효소처리 및 농축과정을 통하여 꿀벌 사양액 및 식품첨가용으로 활용됨
 - 참외 착즙부산물의 경우 수분함량이 60%이상으로 보관 및 폐기과정에서 곰팡이 및 세균에 의한 변질 및 부패가능성이 매우 높음. 따라서 효모 및 생분해효소를 처리 후 분말화하여 친환경 농업소재로 활용 예정.
 - 효모 0.2%(w/w) 및 생분해효소제(pectinase 및 cellulase) 각각 0.5%(v/w)처리한 참외 발효 구간에서 생균수 1.0×10^4 cfu/g으로 무처리 4.4×10^3 cfu/g에 비하여 높게 나타났으며 특히 작물 생산성과 밀접한 관계를 지니며 단백질 합성 및 생육유지, 동화물질 생성에 필수적인 N(질소)의 경우 0.35%에서 12.50%로 약 8배 이상 효소처리에서 높게 나타남.
 - 이상의 결과 효모 및 생분해효소를 이용한 참외 불량과 착즙 부산물의 친환경 분말형 농업소재(비료 및 사료)로 가능할 것으로 여겨짐.

(3) 참외 불량과 농축액을 이용한 와인, 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축

- 참외 DIY와인 제조에서 sucralose 0.003%(w/v)첨가에서 맛, 향, 색 및 종합적 기호도가 높게 나타나 참외 불량과 당액을 이용한 DIY와인 제조에서 sucralose첨가량의 경우 0.003%(w/v)첨가하는 것이 적당한 것으로 판단됨.
- 참외 무증자 쌀막걸리 제조에서 참외 당액 첨가량이 증가할수록 당도, 환원당 및 알코올 함량이 높은 것으로 나타났으며 참외 불량과 당액 6%(v/w)첨가에서 색, 향, 맛 및 종합적 기호도가 가장 높아 참외 무증자 쌀막걸리 제조에서 불량과 당액의 첨가량은 6%(v/w)가 적절한 것으로 여겨짐.
- 참외 무증자 쌀막걸리 기호도 상승을 위한 sucralose첨가에서 0.003%(w/w)첨가의 경우 향을 제외한 색, 맛 및 종합적 기호도에서 가장 높아 참외 무증자 쌀막걸리 제조를 위한 sucralose첨가량의 경우 0.003%(w/w)가 적절함.
- 참외 농축액 바몬트 음료 제조에서 참외 불량과 당액의 첨가량이 높을수록 당도 및 pH가 상승하였으며 2%첨가에서 향, 맛 및 종합적 기호도가 가장 높아 참외 불량과 당액을 이용한 바몬트 음료의 제조에서 참외 당액 첨가량은 2%로 설정함.
- 참외 불량과 당액을 이용한 참외 잼 제조에서 프락토올리고당 첨가 참외 잼의 경우 맛 및 전반적 기호도가 가장 높게 나타났으며 물리적 특성의 경우 시판 잼과 비교하여 강도가 낮으며 점성 및 퍼짐성이 다소 높은 것으로 나타남.
- 참외 고추장소스의 품질특성 조사 결과 참외 당액 함량에 따른 색도의 변화는 거의 없었으나 맛, 향 및 종합적 기호도에서 참외 당액 10%(w/w)첨가에서 가장 높게 나타남. 따라서 참외 고추장소스 제조를 위한 참외 당액의 첨가량은 10%(w/w)로 설정함.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

(1) 기술적 기대성과

- 생분해 효소처리에 따른 참외 불량과 당액 제조 원천기술 확보

- 생분해 효소처리 참외 당액 및 사양액 대량생산공정 개발을 통한 상품화 기반구축
- 참외 불량과 당액 부산물을 활용한 친환경 비료 제조 기반 구축
- 참외 불량과 당액을 이용한 참외 와인 및 막걸리 제조 원천기술 확보 및 상품화 기반구축
- 참외 불량과 당액을 이용한 다양한 식품활용 recipe 확보

(2) 경제적 기대효과

- 참외 불량과 당액제조 가공공장 신설, 착즙기, 발효탱크 및 농축기 생산설비 구축
- 성주군 참외 수정용 꿀벌사료의 설탕대체 효과, 연간 200 ton가량의 참외 불량과 당액 활용
- 불량과 활용 고농도 과실 농축액으로 활용될 경우 약 9억원(약 3,000원/kg) 수익 발생
- 연간 수매비용 10억원 절감 및 환경오염 방지, 성주군 참외의 품질안정으로 브랜드 유지

SUMMARY

I. Title

- Industrial Utilization and Manufacture of Bee Feed Alternate Environment-friendly Sugar Solution Using Defective Oriental Melon

II. The Objective and Necessity of Research and Development

- While oriental melon is shipped from the end of February and the period from June to July is the season, economic loss occurs due to its poor preservability, price fall caused by excessive shipment, and defective products such as deformed or abnormally fermented ones.
- Defective oriental melons such as deformed or abnormally fermented ones account for about 25 % of the total production. In particular, the Seongju area, which is the main oriental melon producing area in Korea, purchases the total quantity of defective products and scraps them (buries them underground) in order to prevent price fall and to improve the image.
- The quantity of defective oriental melons purchased and scrapped by Seongju in a year is about 3.025 tons (in 2011) and the purchase cost is about 1 billion KRW. Besides the loss from production, scrapping expense additionally occurs.
- In addition to the quantity of the defective oriental melons purchased, the quantity of the defective fruits neglected in about 60,000 greenhouses is expected to approach 10,000 tons. Secondary infection from the diseases and pests caused by neglecting defective fruits brings about a serious social problem by deteriorating the productivity of high quality oriental melon, and contaminating natural environment through odor, leachate, and degradation of fine views.
- Accordingly, though a plan to effectively utilize defective oriental melons is urgently required, a small quantity is used for processing of oriental melon jam, oriental melon seed oil, oriental melon juice, lactic-acid fermented food of oriental melon, and oriental melon vinegar for which normal oriental melons are used.
- There has been absolutely no study at all on use of defective oriental melon as food material, and studies on development of food materials using defective oriental melons and their utilization are intensely required to solve the problem of defective oriental melon.
- Seongju is producing high quality oriental melons using honeybee insemination method, and is using high concentration sugar solution as liquid feed for the breeding and growth of honeybees. The quantity of sugar consumed annually as an alternative liquid feed for honeybees is estimated to be about 716 tons.

- A fruit concentrate is produced by concentrating fruit juice to below 50 % and its sugar content is about 65 °Brix or higher. Blueberry, pomegranate, red grape, strawberry, apple and pear concentrates are sold and utilized for diverse processed foods such as fruit juice, beverage base, beverage, jam, noodle, sauce, condiment, soy sauce, confectionery and bread.
- The sugar content of oriental melon is about 10% and is comprised of fructose and glucose. If a bio-degrading enzyme is used, high quality oriental melon sugar solution can be produced by using defective oriental melons. Oriental melon sugar solution can be used to produce alternative liquid feed for honeybee and is expected to be highly utilized as a material for diverse processed foods such as alcoholic drinks, fermented foods, beverage, and beverage bases.
- Accordingly, this study intends to establish the method to produce sugar solution from defective oriental melons using environment-friendly bio-degradation process, develop an alternative liquid feed for honeybee in Seongju area, and utilize it for inexpensive DIY wine and raw rice fermented *Makgeolli* as a plan to commercialize and utilize oriental melon concentrate.

III. Contents and Scope of Research and Development

- (1) Development of conditions for concentration of defective oriental melon using bio-degrading enzyme and development of alternative liquid feed for honeybees
 - Quality characteristics of defective oriental melon
 - Conditions for concentration of defective oriental melon using bio-degrading enzyme and bio-degradation characteristics of the byproducts
 - Creation of the base for alternative liquid feed using sugar solution of defective oriental melon
- (2) Commercialization through development of mass production process and formation of the foundation for development of environment-friendly organic-agricultural materials utilizing the byproducts
 - Development of mass production process of oriental melon sugar solution
 - Application of oriental melon sugar solution to liquid feed for honeybee and development of mass production process
 - Utilization of the byproducts of oriental melon sugar solution
- (3) Development of wine and *Makgeolli* manufacturing method using the concentrate of oriental melon and construction of the base for commercialization

- Development of oriental melon white and sweet wine manufacturing method utilizing sugar solution of defective oriental melon
- Development of oriental melon *Makgeolli* manufacturing method utilizing sugar solution of defective oriental melon
- Development of DIY wine manufacturing method utilizing sugar solution of defective oriental melon
- Establishment of the foundation for preference and commercialization of oriental melon *Makgeolli*
- Development of widely applicable recipe using sugar solution of defective oriental melon

IV. Results of Research and Development

(1) Development of conditions for concentration of defective oriental melon using bio-degrading enzyme and alternative liquid feed for honeybees

- As to the enzyme treatment type and concentration for production of oriental melon sugar solution, it is advantageous for clarification to use a mixture of 0.005%(v/v) pectinase and cellulase respectively for treatment.
- As a result of investigating the free sugar content after enzyme treatment of defective oriental melon, sucrose similar to that of the existing liquid feed for honeybees was confirmed to be the major free sugar, and the optimum enzyme treatment time and temperature were found to be 60 minutes and 60 °C.
- The juice produced from defective oriental melon is concentrated until about 60 °Brix is reached after enzyme treatment in order to use it as liquid feed for honeybees. As a result of investigating the free sugar content of oriental melon sugar solution, fructose and glucose were found to be contained in addition to sucrose.
- As a result of feeding mixture of oriental melon sugar solution and the existing honeybee diet (sugar water) produced in different ratios, most of the solution 100% sugar water and the mixture of 25% oriental melon sugar and 75% sugar water were consumed within 7 days.
- In the case of the mixture of oriental melon sugar solution 50 % and sugar water 50 %, though the initial consumption was somewhat low, it increased on the 14th day.
- When the oriental melon sugar solution went through some purification process, the mixture containing up to 50 % of oriental melon sugar solution was consumed most similarly to the existing liquid sugar feed, and the consumption of the mixture of 75% oriental melon sugar solution and 25% sugar water were also increased.
- Accordingly, it is presumed that the sugar solution of defective oriental melon after having gone through enzyme treatment, concentration and purification processes can substitute a considerable portion of the existing liquid feed for honeybee using sugar, and, if 50% is substituted, sugar purchase cost of 250 million KRW can be saved annually.

(2) Commercialization through development of mass production process and formation of the foundation for development of environment-friendly organic-agricultural materials utilizing

the byproducts

- In the juice extraction process of oriental melon, about 80% is produced as juice and some 20% is classified as extraction byproduct.
- Oriental melon juice after having gone through enzyme treatment and concentration process is utilized as liquid feed for honeybee and food additive.
- As the water content of oriental melon extraction byproduct is 60% or higher, the risk of spoilage and decay caused by mildew and bacteria during storage and scrapping process is very high. Accordingly, it will be produced into powder using yeast and bio-degrading enzyme to use it for development of environment-friendly agricultural materials.
- In the powder of oriental melon treated by 0.2%(w/w) of yeast and 0.5%(v/w) of bio-degrading enzyme (pectinase and cellulase) respectively, potassium(K) and calcium(Ca) were found to have increased by about 1,597.27 ppm and 605.34 ppm respectively in comparison to the untreated powder.
- Though there was no change in the content of iron(Fe) after enzyme treatment, sodium(Na) was found to have increased by about 4-folds.
- The viable cell count of the enzyme treated powder was 1.0×10^4 cfu/g, higher than 4.4×10^3 cfu/g, that of the powder not treated. In particular, in the case of N(nitrogen) which is closely related to crop productivity and is essential for synthesis of protein, maintenance of growth, and generation of assimilates, the content in the enzyme treated powder was found to have increased by about 8-folds from 0.35 % to 12.5 % in comparison to that of the powder not treated.
- As a result, it is presumed that the extraction byproducts of defective oriental melon can be produced into powder using yeast and bio-degrading enzyme and used as environment-friendly powder type agricultural materials(fertilizer and feed).

(3) Development of wine and *Makgeolli* manufacturing method using the concentrate of oriental melon and construction of the base for commercialization

- In manufacturing oriental melon DIY wine, as the taste, flavor, color and overall preference of the product containing sucralose 0.003%(w/v) were found to be the highest, addition of sucralose 0.003%(w/v) is presumed to be desirable when manufacturing DIY wine using sugar solution of defective oriental melon.
- In manufacturing oriental melon uncooked rice *Makgeolli*, it was found that the higher the addition of oriental melon sugar solution was, the higher the contents of sugar, reducing sugar and alcohol were, and, as the taste, flavor, color and overall preference of the product into which oriental melon sugar solution 6%(v/w) was added were found to be the highest, addition of oriental melon sugar solution 6%(v/w)s is presumed to be desirable when manufacturing oriental melon uncooked rice *Makgeolli*.
- In addition of sucralose for improvement in preference of oriental melon uncooked rice *Makgeolli*, as the taste, flavor, color and overall preference of the product into which sucralose 0.003%(w/v) was added were found to be the highest, addition of sucralose 0.003%(w/v) is presumed to be desirable when manufacturing oriental melon uncooked rice

Makgeolli.

- In manufacturing oriental melon vermont beverage, the higher the addition of defective oriental melon sugar solution was, the higher the sugar content and pH increased, and, as the taste, flavor, color and overall preference of the product into which the solution 2 % was added were found to be the highest, the addition of oriental melon sugar solution was set to 2 % when manufacturing vermont beverage using oriental melon sugar solution.
- In manufacturing oriental melon jam using the sugar solution of defective oriental melon, the taste and overall preference of the oriental melon jam into which oligosaccharides was added were found to be the highest, and, in case of the physical characteristics, it is found to have low strength and lightly high viscosity and spreadability in comparison to the market jams.
- As a result of investigating the quality characteristics of oriental melon *Gochujang* sauce, though there was almost no change in the chromaticity depending on the content of oriental melon sugar solution, the taste, flavor and overall preference of the product to which oriental melon sugar solution 10%(w/w) was added were found to be the highest. Accordingly, the addition of oriental melon sugar solution for manufacture of oriental melon Gochujang sauce was set to 10%(w/w).

IV. Results Achievements and Achievement Utilization Plan

(1) Expected technical achievements

- Securing of the basic technology for manufacture of defective oriental melon sugar solution using bio-degrading enzyme treatment
- Construction of foundation for commercialization through development of mass production process of bio-degrading enzyme treated oriental melon sugar solution and liquid feed
- Construction of foundation for manufacturing environment-friendly fertilizer utilizing the byproducts of defective oriental melon sugar solution
- Securing of the basic technology for manufacture of oriental melon wine and *Makgeolli* using defective oriental melon and construction of foundation for commercialization
- Securing of recipes utilizing diverse foods using defective oriental melon sugar solution

(2) Expected economic affect

- New construction of defective oriental melon sugar solution manufacturing/processing factories, and construction of extractor, fermentation tank and vacuum evaporator manufacturing facilities
- The effect of substituting the sugar in the honeybee feed for insemination of oriental melon in Seongju, and utilization of defective oriental melon sugar solution of about 200 tons annually
- When defective oriental melon is utilized for high concentration fruit concentrate, profit of about 900 million KRW(about 3,000 KRW/kg) can be generated.
- Saving of purchase cost of 1 billion KRW annually, prevention of environmental contamination, and maintenance of good brand image through stabilization of the quality of Seongju oriental melon

CONTENTS

Part 1. Outline of research and development -----	1
Chapter 1. Outline of research and development-----	1
1. The need for research and development -----	1
2. The purpose of research and development -----	2
3. The scope of research and development-----	4
Part 2. State of research and development-----	5
Chapter 1. Status of domestic and international research-----	5
1. Status of domestic and international industries -----	5
2. Status of domestic and international development research -----	10
Part 3. Results of research and development -----	11
Chapter 1. Contents of research and development -----	11
Chapter 2. Results of research and development -----	12
1. Development of conditions for concentration of defective oriental melon using bio-degrading enzyme and development of alternative liquid feed for honeybees -----	12
1) Quality characteristics of defective oriental melon -----	12
2) Conditions for concentration of defective oriental melon using bio-degrading enzyme and bio-degradation characteristics of the byproducts -----	14
3) Creation of the base for alternative liquid feed using sugar solution of defective oriental melon -----	20
2. Commercialization through development of mass production process and formation of the foundation for development of environment-friendly organic-agricultural materials utilizing the byproducts -----	22
1) Development of mass production process of oriental melon sugar solution -----	22
2) Application of oriental melon sugar solution to liquid feed for honeybee and development of mass production process -----	27
3) Utilization of the byproducts of oriental melon sugar solution -----	30
3. Development of wine and <i>Makgeolli</i> manufacturing method using the concentrate of oriental melon and construction of the base for commercialization-----	36
1) Development of oriental melon white and sweet wine manufacturing method utilizing sugar solution of defective oriental melon -----	36
2) Development of oriental melon <i>Makgeolli</i> manufacturing method utilizing sugar solution of defective oriental melon -----	38
3) Development of DIY wine manufacturing method utilizing sugar solution of defective oriental melon -----	44
4) Establishment of the foundation for preference and commercialization of oriental melon <i>Makgeolli</i> -----	49
5) Development of widely applicable recipe using sugar solution of defective oriental melon -----	62
Part 4. Achievements and contribution of related fields -----	70

Chapter 1. Goal and Achievements of research and development -----	70
Chapter 2. Contribution of related fields -----	71
Part 5. Accomplishment and utilization plan of research and development -----	73
Chapter 1. Accomplishment of research and development -----	73
1. Conference -----	73
2. Patent application -----	73
3. Published paper -----	73
4. Others -----	74
Chapter 2. Future plan of research and development -----	74
Part 6. Oversea technical information collected during the research -----	75
Part 7. References -----	76

목 차

제 1 장 연구개발의 개요 -----	1
제 1 절 연구개발과제의 개요 -----	1
1. 연구개발의 필요성 -----	1
2. 연구개발의 목표 -----	2
3. 연구개발의 범위 -----	4
제 2 장 국내외 관련분야 현황 -----	5
제 1 절 국내외 관련분야 현황 -----	5
1. 국내외 관련분야 현황 -----	5
2. 국내외 기술개발 현황 -----	10
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 -----	11
제 1 절 연구개발수행 내용 -----	11
제 2 절 연구개발 결과 -----	12
1. 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 꿀벌 대체 사양액 개발 -----	12
1) 참외 불량과의 품질특성 -----	12
2) 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 생분해 특성 -----	14
3) 참외 불량과 당액을 이용한 대체 사양액 기반조성 -----	20
2. 대량생산공정 개발을 통한 제품화 및 부산물 활용 친환경 유기농 자재 개발기반 조성 -----	22
1) 참외 불량과 당액의 대량생산공정 개발 -----	22
2) 참외 불량과 당액 꿀벌 사양액 적용 -----	27
3) 참외 불량과 당액 부산물 활용 -----	30
3. 참외 불량과 농축액을 이용한 와인, 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축 -----	36
1) 참외 불량과 당액을 활용한 참외 화이트 와인 및 감미성 와인 제조공법 개발 -----	36
2) 참외 불량과 당액을 활용한 참외 막걸리의 제조공법 개발 -----	38
3) 참외 불량과 당액을 이용한 DIY와인 제조공법 개발 -----	44
4) 참외 막걸리의 기호도 및 제품화 기반구축 -----	49
5) 참외 불량과 당액을 이용한 보급형 recipe 개발 -----	62
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 -----	70
제 1 절 연구개발 목표달성도 -----	70
제 2 절 연구개발 관련분야 기여도 -----	71
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 -----	73
제 1 절 연구개발 성과 -----	73
1. 학술발표 -----	73
2. 특허출원 -----	73

3. 논문게재-----	73
4. 기타-----	74
제 2 절 성과활용 계획-----	74
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보-----	75
제 7 장 참고문헌-----	76

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발과제의 개요

1. 연구개발의 필요성

- 참외(*Cucumis melo*. L)는 1년생 식물로서 국내 재배면적은 6,472 ha이며, 연간 약 4,600억 원의 생산액을 지닌 경제적으로 중요한 채소작물임.
- 특히 경북 성주지역은 참외특구로, 2007년 기준 전국 참외 재배면적의 57%, 생산량의 65%를 차지함. 2011년 판매량은 약 63,529 톤으로 전년도 대비 104% 증가되었으며, 판매금액은 약 1,600 억원으로 전년도 대비 116% 증가됨. 또한 성주 참외수출단지, 유통센터, 농협을 중심으로 수출을 활성화 하여 지역특산물을 넘어 세계적인 명물로 자리매김을 하고 있음.
- 2월 말부터 출하되어 6~7월이 제철인 참외는 저장성이 매우 낮고 과다출하 등으로 인한 가격하락 및 기형이나 이상 발효과 등의 참외 불량과로 인해 농가의 경제적 손실이 발생됨.
- 특히 참외의 기형이나 이상 발효과 등 참외 불량과는 전체 생산량의 약 25%를 차지하고 있으며, 성주지역은 참외 브랜드 유지·발전 시키기 위하여 전량 수매, 폐기(매립)하고 있음. 성주군에서 2011년 참외 불량과 수매량은 약 3,025톤이며 수매비용은 약 10 억원으로 생산에 따른 손실뿐만 아니라 폐기비용도 추가적으로 발생하게 되어 참외 불량과의 효과적인 활용방안이 절실히 요구됨.



그림. 참외 불량과 매립현장

- 현재까지는 참외의 저장성 저하 및 과다출하 등의 경제적 손실을 방지하기 위하여 참외 써, 참외씨를 이용한 기름, 참외주스, 유산균을 이용한 참외 발효식품, 참외 식초 등으로 소량 가공되어 이용되고 있으나, 참외 불량과를 이용한 식품소재화 연구는 전무한 실정으로 참외 불량과를 이용한 식품소재의 개발 및 활용화 연구를 통해 참외 불량과 처리 문제가 해결될 것으로 기대됨.

- 성주는 **꿀벌 수정방법으로 고품질의 참외를 생산**하고 있으며, 꿀벌의 번식과 생육을 위하여 사양액(고농도 설탕액)과 화분떡을 급여하고 있음. 성주 양봉농가의 사양액 제조에 사용되는 **설탕 소비량 연간 약 716 톤**으로 추정되고 있음.
- 꿀벌의 효과적인 관리를 위하여 대용화분, 유당, 비타민 C 등을 첨가하여 화분떡 개량에 대한 연구는 보고되었으나 꿀벌 사양액 대체에 대한 연구는 전무한 실정으로, 참외 불량과를 이용한 꿀벌 대체 사양액 개발을 통해 참외꿀 등의 생산이 가능하여 관내 양봉농가 경쟁력이 향상될 것으로 기대됨.
- 과실농축액은 과일즙을 50% 이하로 농축한 것으로 당도는 65 Brix이상이며, 현재 블루베리, 석류, 적포도, 딸기, 사과, 배 농축액 등이 판매되고 있으며, 과실주스, 음료베이스, 음료, 주류, 쥘, 면류, 소스, 양념, 장류, 제과·제빵 등 다양한 가공식품에 활용되고 있음.
- 참외의 당분은 10% 내외로 과당과 포도당으로 구성되어 있음. 생분해 효소를 이용하면 참외 불량과로 고품질의 참외 당액의 개발이 가능함. 참외 당액으로 꿀벌 대체 사양액의 제조가 가능하며, 또한, 주류, 발효식품, 음료, 음료베이스 등 다양한 가공식품의 식품소재로의 활용도가 매우 높을 것으로 기대됨.
- 참외 불량과 수매량 이외에 시설하우스 60,000여동에서 자연에 방치되는 불량과는 10,000톤에 육박할 것으로 추정됨. **불량과 방치로 발생하는 병해충으로 인한 2차 감염으로 고품질 참외 생산성 저해 및 악취, 침출수, 미관 악화 등의 자연환경오염으로 심각한 사회적 문제를 야기하고 있음.**
- 성주에서는 참외 불량과 처리를 위하여 10톤 규모의 액비제조기를 농협에서 운영하고 있으나, 그 활용도는 **불량과 수매량의 3%수준(연간 90톤)으로 실질적 문제해결 방안이 되지 못하고 있어** 불량과를 이용한 친환경 유기농자재의 개발 기술이 요구됨.
- 유용미생물(effective microorganism, EM)은 유익한 광합성 세균, 젖산균, 효모, 방선균, 사상균으로 구성된 미생물 혼합 배양액으로 작물의 수량증가와 질적 향상, 병과 해충으로부터 작물의 보호, 과실의 당분과 비타민 함량 증가와 함께 토양의 물리성을 향상시킴.
- 친환경 유기농자재 중 토양 미생물제제는 유용한 토양미생물의 기능을 이용하여 토양의 작물 영양분공급 등을 증대시키거나 작물 영양의 유효도를 증진시킬 목적으로 토양에 가해지는 순수 배양된 특정 미생물제제로 주로 *Bacillus* sp.를 배양하여 사용함.
- 참외 불량과를 이용하여 당액을 제조할 때 부산물이 발생하며, 생분해 효소처리를 이용하면 *Bacillus* sp.와 유용미생물(EM)의 생육에 적합한 소재가 가능하며, 이를 활용하여 참외 불량과의 퇴비화 및 친환경유기농자재의 제조가 가능할 것으로 기대됨.
- 현재 국내에서는 건강을 중시하는 '웰빙 추구형 술 소비 트렌드'로 도수가 낮은 맥주, 와인

등의 소비가 급격히 증가. 국내 와인소비량은 급성장하고 있으며, 향후 와인 시장은 계속적으로 증가할 것으로 전망함. 그러나 국내 와인은 대부분이 수입산 와인이므로 연간 약 3천만 달러 이상의 막대한 외화를 낭비하고 있으나, 국산 와인 품질개선에 관한 연구는 미흡한 실정임.

2. 연구개발의 목표

- 본 연구팀은 성주 참외 명주 연구과제를 수행하여 참외를 이용한 술 제조방법, 효모 등에 대한 기술과 인프라가 확보되어 있으며 이와 연계된 현지의 절실한 현안 문제 『**불량과의 친환경적 처리방안**』에 관한 지속적인 현지화 연구의 필요성이 도출되었음.
- 따라서 본 연구에서는 친환경적 생분해 공법을 이용하여 참외 불량과를 이용한 당액 제조방법을 확립하여 성주지역 꿀벌 대체 사양액의 개발, 참외 농축액의 상품화 및 이의 활용방안으로 보급형 감미성 와인, 생쌀발효 막걸리에 활용하고자 함. 또한 당액 제조공정에서 발생하는 부산물을 *Bacillus* sp.와 유용미생물을 활용하여 친환경유기농 자재로의 활용 가능성을 조사하고자 함.

(1) 연구개발의 최종 목표

- 생분해 효소를 이용한 참외 불량과 당액 제조 기술 개발 및 소재화
- 참외 불량과 당액을 이용한 꿀벌 대체 사양액 제품화
- 참외 불량과 당액의 대량생산공정 개발을 통한 농축 제품화
- 참외 불량과 당액을 이용한 감미성 와인 제조공법 확립 및 상품화 기반구축
- 참외 불량과 당액을 이용한 생쌀 발효 막걸리의 상용화 기반구축
- 참외 불량과 당액 활용을 위한 보급형 recipe 개발
- 참외 불량과 당액 부산물을 이용한 친환경 비료 제조 기반 구축

(2) 과제별(세부·협동) 연구개발의 목표

1세부과제	<ol style="list-style-type: none"> 1. 참외 불량과의 품질특성 조사 2. 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 당액 제조 및 부산물의 생분해 특성 3. 참외 불량과 당액을 이용한 대체 사양액 활용기반 4. 참외 불량과 당액의 품질표준화를 통한 대량생산공정 개발 5. 참외 불량과 당액 꿀벌 사양액 적용 및 대량생산공정 개발 6. 참외 불량과 당액제조 부산물의 친환경적 활용
1협동과제	<ol style="list-style-type: none"> 1. 참외 불량과 당액을 활용한 감미성 와인 제조공법 개발 2. 참외 불량과 당액을 활용한 참외 생막걸리의 제조공법 개발 3. 감미성 와인의 기호도 개발 및 제품화 기반 구축 4. 참외 막걸리의 기호도 개발 및 제품화 기반구축 5. 참외 불량과 당액 활용 보급형 recipe 개발

3. 연구개발의 범위

- (1) 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 꿀벌 대체 사양액 개발
 - ① 참외 불량과의 품질특성
 - ② 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 생분해 특성
 - ③ 참외 불량과 당액을 이용한 대체 사양액 기반조성

- (2) 대량생산공정 개발을 통한 제품화 및 부산물을 활용 친환경 유기농 자재 개발 기반 조성
 - ① 참외 불량과 당액의 대량생산공정 개발
 - ② 참외 불량과 당액 꿀벌 사양액 적용
 - ③ 참외 불량과 당액 부산물 활용

- (3) 참외 불량과 농축액을 이용한 와인, 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축
 - ① 참외 불량과 당액을 활용한 참외 화이트 및 감미성 와인 제조공법 개발
 - ② 참외 불량과 당액을 활용한 참외 막걸리의 제조공법 개발
 - ③ 참외 불량과 당액을 이용한 DIY와인 제조방법 개발
 - ④ 참외 막걸리의 기호도 및 제품화 기반구축
 - ⑤ 참외 불량과 당액을 이용한 보급형 recipe 개발

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내외 관련분야 현황

1. 국내외 관련분야 환경변화

1) 과실 농축액 국내 제품생산 및 시장 현황

- 국내 식품 과실, 채소가공 및 저장 처리업 사업체수는 2009년 425개 사업체이며, 출하액은 1조 9천억이다. 국내 농축 과·채즙의 출하액은 2008년 약 208억이며, 2009년에는 조금 감소한 199억이 출하되어 식품 과실, 채소가공 및 저장 처리업의 약 10% 정도의 시장을 형성하고 있음.
- 현재 주로 유통되고 있는 과실농축액의 kg 당 단가는 사과가 6,600원으로 가장 낮았으며, 배, 적포도, 딸기 순으로 나타남. 블루베리, 석류, 적포도는 수입에 의존하고 있음.
- 품목별로는 과, 채음료로 가장 이용이 많이 되었으며, 다음으로 주스제품으로 활용되고 있음. 농축액 형태의 시장은 주스나 음료에 비해서 작은 규모의 시장을 형성하고 있음.

표. 국내 식품 과실, 채소가공 및 저장 처리업 사업체수 및 출하액

(단위: 백만원)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
과실, 채소 가공 및 저장 처리업 사업체 수	345	387	402	402	416	429	438	423	425
과실, 채소 가공 및 저장 처리업 출하액	894,793	1,128,015	1,280,937	1,281,159	1,339,509	1,456,659	1,665,814	1,835,904	1,968,353

*통계청, 「광업·제조업조사」

표. 과실농축액 출하액

(단위: 천원)

품 목 명	2008년			2009년		
	출하액	점유율	증가율	출하액	점유율	증가율
농축과·채즙(가열)	20,822,305	0.64	-6.71	19,925,536	-	-4.31
과·채주스(가열)	291,689,600	8.91	-6.71	332,913,121	-	14.13
과·채음료(가열)	500,504,575	15.30	-6.71	509,464,474	-	1.79

*출처: 한국식품산업협회, 식품세부 품목별 출하액 변동현황

표. 과실농축액 소매단가 (2012년 기준)

종류	단가(원/kg)	당도(Brix)	유통기한	원산지	포장 단위/방법
블루베리	38,000	65	제조일로 24개월	미국	25kg/Drum
석류	18,750	65	제조일로 36개월	이란	20kg/Drum
적포도	12,650	68	제조일로 12개월	국산, 칠레	20kg/Drum
딸기	16,500	65	제조일로 12개월	국산	20kg/Drum
사과	6,600	72	제조일로 12개월	국산	20kg/Drum
배	8,200	69	제조일로 12개월	국산	20kg/Drum

*출처: 이에스 식품원료, 상기과제 결과 참외농축액 출고가 3,000원/Kg 추정함.

2) 과실 농축액 국외 제품생산 및 시장 현황

- 유럽연합의 과실, 채소가공 및 저장 처리업의 사업체수는 10,167개로 미국의 1,629개에 비해서 약 10배 정도 더 많은 것으로 나타남.
- 유럽연합의 과실, 채소 가공 및 저장 처리업의 출하액은 87조원으로 미국 출하량 69조원에 배해서 더 큰 시장을 형성하고 있음.
- 과실 농축 제조업은 전 세계적으로 유럽연합에 집중되어 있으며, 유럽연합의 과실 농축액 출하액은 2007년 17조원으로 국내 농축액 시장의 약 850배로 큰 시장을 형성하고 있음.

표. 유럽연합 식품 제조업 사업체수

(단위 : 개소)

산업	2003	2004	2005	2006	2007
과실, 채소 가공 및 저장 처리업	-	9,700	10,200	10,000	10,167
과실 및 채소의 농축 제조업	-	-	1,357	1,317	1,200

표. 유럽연합 식품 제조업 출하액

(단위 : 백만 유로)

산업	2003	2004	2005	2006	2007
과실, 채소 가공 및 저장 처리업	-	50,331	52,168	52,872	58,122.8
과실 및 채소의 농축 제조업	-	-	10,062	10,702	11,432.2

표. 미국의 식품 제조업 사업체수

(단위 : 개소)

산업	2003	2004	2005	2006	2007	2008
과실, 채소가공 및 저장처리업	1,781	1,777	1,724	1,706	1,668	1,629

표. 미국의 식품제조업 출하액

(단위 : 천 달러)

산업	2003	2004	2005	2006	2007	2008
과실, 채소가공 및 저장처리업	53,068,204	53,322,632	54,862,687	56,160,818	-	63,316,525

자료출처: EUROSTAT(<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>), CENSUS, 「County Business Patterns」 「Annual Survey of Manufactures」

3) 국내 와인 생산 및 시장 현황

- 국내 와인산업은 1974년 해태양조의 노블화인, 1976년 동양맥주의 마주앙이 생산되면서부터 시작됨. 이 후 1980년대에 와인수요가 급증하였으나 IMF 등의 외환위기로 주춤하다가 다시 급증.
- 2000년대에 FTA 체결로 인해 값싼 칠레산 와인이 수입되면서 와인의 대중화되기 시작하여 젊은 여성과 전문직 종사자의 와인수요가 늘면서 독한 술보다는 낮은 알코올 술에 대한 선호도가 높아지고, 건강 지향적인 음주문화 등의 영향으로 그 수요가 지속적으로 증가하고 있음.
- 연간 23조원 규모의 국내 주류시장에서 국내 와인 시장은 4,500억원 수준이며, 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상됨. 와인 소비증가로 인해 수입산 와인의 소비량도 빠르게 증가하고 있음.
- 이에 국내산 와인 생산제조 개발기술이 확립될 경우 와인원료용 식물자원의 소비확대, 발효주 제조와 관련된 생산기술개발 및 주류 판매를 통한 수입대체효과 및 시장창출을 통한 해외진출도 가능할 것임.



그림. 와인소비량 변화(국세청 주류출고동향)



그림. 국내 출고량 변화(국세청 주류출고동향)

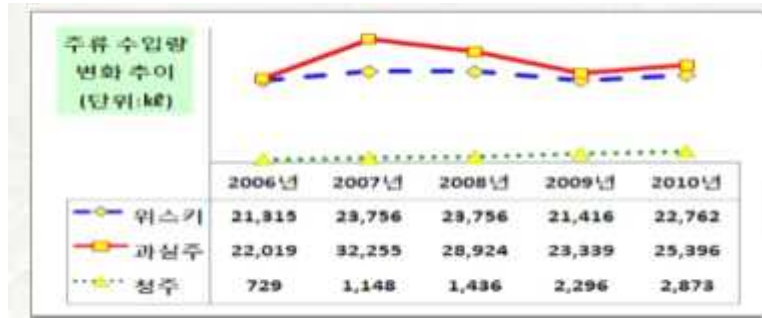


그림. 수입량 변화(국세청 주류출고동향)

4) 국내 막걸리 생산 및 시장현황

- 농림수산식품부에 따르면, 국내 막걸리 시장 규모는 2008년 3000억원에서 2009년 4200억원, 2010년에는 5500억원 등으로 성장, 2012년에는 무려 1조원대 시장이 형성될 것으로 예상함. 이는 대기업들의 막걸리 시장 진출이 2010년 초부터 본격적으로 시작됐기 때문으로 분석됨.
- 국세청이 발표한 ‘2010년 주류 출고 동향’에 따르면 2010년 막걸리는 전년 대비 58.1% 늘어난 41만2000kl가 출고됐으며 국내주류시장 규모는 7조8907억원으로 이중 막걸리가 12% 차지함.



그림. 막걸리시장 성장규모(농림수산식품부보도 자료, 2010년 7월)

5) 국외 와인생산 및 시장현황

- 유럽연합은 전 세계 와인 생산 면적의 45%를 차지하고 있으며 전 세계 총 생산량의 60%를 차지하고 있음. 현재 전 세계적으로 와인 생산량은 지속적으로 꾸준히 증가하는 추세이며 칠레, 미국, 아르헨티나 및 남아프리카공화국 등의 신세계 와인국가들의 성장세가 매우 높음.
- 전 세계 와인 수출량은 2010년 약 7% 성장을 기록하였으며 중국(전 세계 소비량 5위)을 비롯한 아시아 등에서 와인의 소비량이 매우 증가하는 추세로 향후 와인시장 규모의 높은 성장이 예상됨.

표. 세계 와인시장 규모

년도	2009년	2010년	2011년
세계 시장 규모	2600억 달러	2700억 달러	2800억 달러
한국 시장 규모	8천억	8천억-1조억	1조억-1조2천억

*출처: 와인산업, 폭발적으로 증가하는 한국의 와인시장



그림. 세계와인시장 변화(와인닷컴, 2009 비넥스포 발표 세계와인시장자료, 2009년 2월)

6) 국외 막걸리 생산 및 시장현황

- 2011년 농림수산식품부에 따르면 막걸리 수출은 2만7390t, 3326만7000달러로 2010년 작년 같은 기간의 1만1521t, 1087만9000달러보다 물량은 137.8%, 금액은 205.8% 크게 늘어남. 막걸리는 전 세계 29개국에 수출되고 있으며 일본 수출 비중이 92.6%로 가장 높고, 미국 3.4%, 중국 2.2% 등의 수입.
- 2011년 일본으로 수출된 막걸리는 2만4천818톤, 금액 기준으로는 3천81만5천 달러로 2010년 같은 기간의 9천291t, 894만1천 달러에 비해 물량은 167.1%, 금액은 244.7%나 늘어남. 또한 중국에 대한 막걸리 수출은 2011년 기준 806t, 74만4천달러로 2010년 같은 기간의 595t, 50만1천달러에 비해 물량은 35.4%, 금액은 48.4% 증가함.

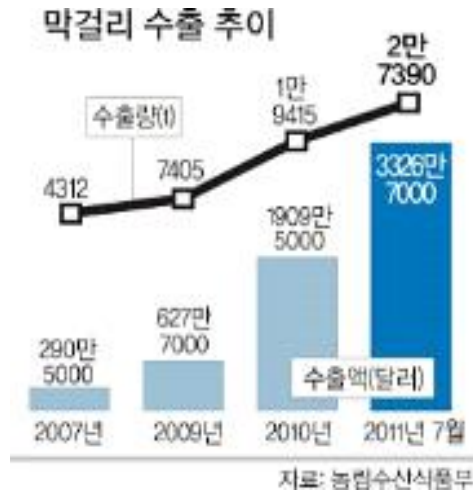


그림. 막걸리 수출추이(농림수산식품부보도 자료, 2011년 7월)

2. 국내외 기술개발 현황

- 참외 불량과를 활용한 친환경 유기농자재의 개발 및 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 설정 및 꿀벌 대체 사양액의 제조관련 연구가 유럽연합 등에서 진행되고 있으나 현재 외 불량과 당액 및 사양액 활용에 관한 활용이 전무함.
- 참외 불량과 당액을 이용한 참외 와인 개발의 경우 프랑스 및 미국에서 연구가 진행되었으나 상품화가 되지 않음. 또한 국내의 경우 불량과 당액을 이용한 막걸리 개발 연구가 진행되었으나 상표등록만 되어 있을 뿐 제품화 되지 않음.
- 국내의 경우 비품등급의 기타 과일 및 채소열매류 재활용 사료화 방법에 관한 특허 및 참외 불량과 부산물을 활용한 친환경 유기농자재 개발 특허가 등록되었으나 참외 불량과의 당액 제조 활용, 꿀벌 식이(사료화) 및 식품 소재개발 등에 관한 기술개발이 전무함.
- 국내에서 참외의 부가가치 향상을 위한 가공처리, 재배연구 및 가공제품 개발 등의 학술연구가 진행되고 있으며 참외 주스, 발효퇴비, 참외 잼 및 참외 발효주(와인, 막걸리) 등의 개발 연구가 진행되고 있으나 참외 불량과 활용에 관한 연구개발은 미미함.
- 따라서 참외의 품질유지, 가격하락방지 및 농가소득향상을 위하여 참외 불량과의 활용을 위한 연구개발이 요구됨.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 연구개발수행 내용

구분 (연도)	세부과제명	세부연구내용	연구개발 수행내용
1차 년도 (2012)	생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 꿀벌 대체 사양액 개발	참외 불량과의 품질특성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 참외 불량과의 형태 및 품질특성 ◦ 참외 불량과 저장 중 품질특성
		생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 생분해 특성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 생분해 효소처리에 따른 참외 불량과 당액 및 부산물의 품질특성 ◦ 생분해 복합효소처리에 따른 참외 불량과 당액 및 부산물의 품질특성 ◦ 보조제 처리에 따른 참외 당액의 품질특성
		참외 불량과 당액을 이용한 대체 사양액 기반조성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 설탕 사양액의 특성 ◦ 참외 불량과 당액의 사양액 대체 효과
	참외 불량과 농축액을 이용한 와인, 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축	참외 불량과 당액을 활용한 참외 화이트 및 감미성 와인 제조공법 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 참외 불량과 당액을 활용한 참외 화이트 와인의 제조 ◦ 감미성 참외 화이트 와인 제조
		참외 불량과 당액을 활용한 참외 막걸리의 제조공법 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 생쌀 발효법을 이용한 참외 막걸리 제조
		참외 불량과 당액 활용 보급형 recipe 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 참외 불량과 당액 recipe 개발
2차 년도 (2013)	참외 불량과 농축액을 이용한 다양한 식품소재 개발 및 제품화	참외 불량과 당액의 대량생산공정 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 참외 불량과 당액 품질규격화 ◦ 참외 불량과 당액 대량생산공정 개발
		참외 불량과 당액 꿀벌 사양액 적용	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 참외 불량과 당액을 이용한 사양 실증시험 ◦ 대체 사양액 대량생산공정 개발 ◦ 꿀벌식이 상용화에 관한 시장조사
		참외 불량과 당액 부산물 활용	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <i>Bacillus</i> sp.를 이용한 당액 부산물의 배양조건 ◦ 유용미생물(EM)을 이용한 당액 부산물의 배양조건 ◦ 대량생산공정 개발 및 품질표준화
		참외 불량과 당액을 이용한 DIY와인 제조방법 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 참외 당액을 활용한 DIY와인개발 ◦ 제조방법 표준화 및 기술이전
	참외 불량과 농축액을 이용한 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축	참외당액 활용 보급형 recipe 개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 참외 불량과 당액을 이용한 보급형 recipe개발
		참외 불량과 농축액을 이용한 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 참외 막걸리 기호도 조사 ◦ 참외 막걸리의 품질 안전성 조사 ◦ 참외 막걸리 유통기한 확립 및 제품화 기반 구축 ◦ 참외 농가 및 성주군 농업기술센터 기술이전

제 2 절 연구개발 결과

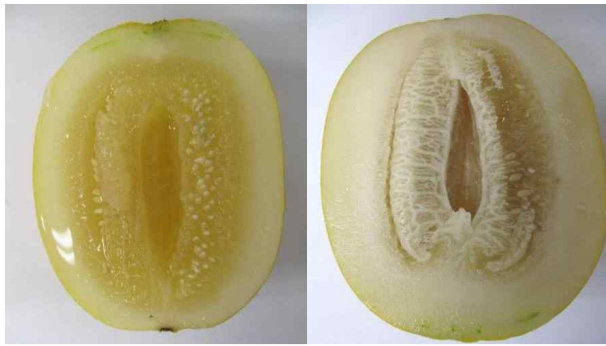
1. 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 꿀벌 대체 사양액 개발

1) 참외 불량과의 품질특성

- 참외 불량과의 외부 및 내부의 형태와 일반성분 결과 그림 1 및 표 1과 같음. 참외 외부를 관찰한 결과 정상과와 비교하여 색 등은 큰 차이가 없었으나 형태 및 균열 등의 문제점이 있으며 내부에 물이 차서 물에 가라앉을 경우 불량과로 구분됨.
- 일반성분 조사 결과 정상과 및 불량과 모두 수분함량이 약 90%로 나타났으며 기타 조단백, 조지방 및 조회분의 경우 미량으로 나타나 정상과와 불량과의 차이가 없음. 탄수화물 함량 또한 약 8%로 정상과와 불량과 차이가 없는 것으로 나타남.
- 참외 정상과 및 불량과의 품질특성을 비교한 결과 표 2와 같음. 참외 정상과 및 불량과의 당도는 정상과가 약 1.0 °Brix정도 높은 것으로 나타남. 총산도, pH, 갈색도, 탁도 및 색도의 경우 정상과와 불량과의 차이가 없는 것으로 나타남.



외부



내부

그림 1. 참외 불량과의 형태

표 1. 참외 불량과의 일반성분

	참외 불량과 일반성분(%)				
	수분	조단백	조지방	조회분	탄수화물
참외 불량과	89.77±2.42 ¹⁾	1.14±0.78	0.48±0.04	0.57±0.06	8.04±0.70
참외 정상과	89.20±0.70	1.21±0.07	0.57±0.04	0.61±0.02	8.41±0.88

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 2. 참외 정상과 및 불량과의 품질특성 비교

	당도 (°Brix)	총산도 (%)	pH	갈색도	탁도	Hunter's color value		
						L	a	b
정상과	13.6±0.6 ¹⁾	0.4±0.1	5.7±0.5	2.7±0.1	2.0±0.1	8.1±0.1	0.7±0.1	2.9±0.2
불량과	12.0±0.7	0.4±0.1	5.8±0.3	2.6±0.2	2.0±0.1	8.4±0.6	0.7±0.1	2.8±0.1

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

- 참외 정상과 및 불량과 저장 중 품질특성은 표 3과 같음. 당도의 경우 저장 중 수분이 손실되면서 정상과 및 불량과 모두 증가함. 총산도, pH, 탁도, 갈색도 및 색도의 경우 저장기간에 따른 차이가 크게 없는 것으로 나타남.
- 참외 정상과 및 불량과 저장 중 형태적 특성은 그림 2와 같음. 수확 직후 참외 정상과 및 불량과의 외부 및 내부의 형태적 차이는 크게 없는 것으로 나타남.
- 저장 2주부터 정상과 및 불량과 외부 표면에 변색이 시작되는 것으로 나타남. 저장 3주부터 외부 및 내부에 곰팡이 등으로 인한 변질이 발생하였으며 저장 5주 이후로는 수분 손실로 인하여 형태가 변형이 심하였으며 악취 등이 발생됨.
- 이상의 결과 참외 정상과 및 불량과의 품질적 차이는 거의 없는 것으로 판단되며 불량과 당액의 꿀벌 사양액 활용뿐만 아니라 가공식품 소재활용성이 충분한 것으로 판단됨.

표 3. 참외 저장기간에 따른 정상과 및 불량과 품질특성 비교

주		당도 (°Brix)	총산도 (%)	pH	갈색도	탁도	Hunter's color value		
							L	a	b
0	A ¹⁾	12.6±2.0 ²⁾	0.4±0.0	5.9±0.1	2.7±0.1	2.0±0.1	8.1±0.6	0.6±0.1	2.9±0.2
	B	10.1±0.1	0.3±0.0	5.5±0.1	2.6±0.0	2.0±0.0	8.4±0.4	0.7±0.1	2.8±0.1
1	A	13.6±0.6	0.4±0.1	5.9±0.1	2.7±0.0	1.9±0.1	7.7±0.7	0.5±0.1	2.7±0.5
	B	12.0±2.0	0.3±0.0	5.8±0.2	2.2±0.0	2.1±0.1	9.9±3.9	0.8±0.8	3.3±1.5
2	A	13.5±1.5	0.3±0.0	6.1±0.1	2.7±0.0	1.9±0.0	8.6±0.1	0.7±0.1	3.3±0.1
	B	11.1±0.2	0.3±0.0	5.8±0.1	2.7±0.1	1.9±0.1	8.8±0.2	0.7±0.3	3.3±0.1
3	A	13.9±0.8	0.4±0.0	6.1±0.0	2.8±0.0	1.8±0.1	9.6±0.4	1.1±0.2	4.0±0.3
	B	11.5±0.0	0.3±0.0	6.1±0.3	2.8±0.1	2.1±0.1	7.4±0.7	0.5±0.0	2.8±0.2
4	A	13.7±1.1	0.5±0.1	6.2±0.2	2.9±0.2	2.0±0.3	7.9±2.6	0.9±0.4	3.4±1.2
	B	11.0±4.2	0.2±0.1	6.2±0.2	2.8±0.0	1.9±0.1	8.5±0.7	0.7±0.2	3.4±0.4
5	A	14.9±0.8	0.5±0.2	5.9±0.3	3.0±0.1	2.1±0.1	7.9±1.7	0.5±0.0	2.1±0.0
	B	17.1±4.4	0.4±0.2	6.1±1.0	3.1±0.0	2.3±0.1	6.0±0.2	0.3±0.1	2.1±0.0

¹⁾A : 정상과, B : 발효과

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

저장기간(주)	외부	내부	외부	내부
0				
1				
2				
3				
4				
5				

정상과 불량과
 그림 2. 참외 정상과 및 불량과 저장기간에 따른 형태적 특성

2) 생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 생분해 특성

- 생분해 효소(pectinase(RAPIDASE C80 MAX) 및 cellulase(ROHAMENT® CL))처리에 따른 참외 불량과 착즙액의 품질특성은 표 4와 같음. 당도의 경우 모든 구간에서 약 11 °Brix로 효소처리에 따른 큰 차이는 없음. 총산도 및 pH의 경우 당도와 마찬가지로 효소처리에 따른 차이가 없는 것으로 나타남. 그러나 갈색도의 경우 무처리 140.61에서 효소처리구간 0.16~0.24로 매우 낮아짐.
- 탁도의 경우 갈색도와 마찬가지로 효소처리 구간에서 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타남. 색도의 경우 a값과 b값의 경우 효소처리 구간에서 조금 낮아지는 것으로 나타났으나 L값은 무처리 69.27에서 효소처리구간의 경우 90이상으로 크게 증가함. 특히 pectinase와 cellulase

을 각각 0.005%(v/v)혼합처리에서 97.00으로 가장 높게 나타남.

- 참외 불량과 착즙액의 효소제 처리 조건에 따른 유리당 함량은 표 5와 같음. 모든 구간에서 sucrose의 함량이 약 4,000 mg%로 가장 높게 나타나 주요 유리당으로 확인됨. 효소처리에서 총 유리당 함량이 무처리에 비하여 약 200~1,000 mg% 높게 나타남. 특히 cellulase 0.03%(v/v) 및 pectinase와 cellulase을 각각 0.005%(v/v)혼합처리 구간에서 높게 나타남.
- 이상의 결과 참외 불량과 당액 제조에서 참외 착즙액의 청징 및 품질향상을 위한 효소처리 과정에서 효소제 종류 및 농도는 pectinase 및 cellulase를 각각 0.005%(v/v) 혼합처리하는 것이 유리하다고 여겨짐.

표 4. 효소처리에 따른 참외 불량과 착즙액의 품질특성

	당도(°Brix)	총산도(%)	pH	갈색도	탁도	Hunter's color value		
						L	a	b
1 ¹⁾	11.00±0.00 ²⁾	0.32±0.09	5.39±0.03	140.46±0.01	220.15±0.00	69.27±0.21	0.75±0.03	18.15±0.00
2	11.00±0.00	0.24±0.00	5.35±0.01	0.22±0.00	0.05±0.00	92.32±0.08	-1.45±0.40	9.54±0.04
3	10.95±0.07	0.27±0.00	5.33±0.00	0.18±0.00	0.02±0.00	95.78±0.01	-2.39±0.01	8.77±0.02
4	10.90±0.14	0.27±0.01	5.32±0.01	0.16±0.00	0.02±0.00	97.00±0.07	-2.37±0.01	8.09±0.04
5	10.95±0.07	0.26±0.00	5.31±0.01	0.21±0.00	0.05±0.00	92.44±0.01	-1.80±0.01	9.28±0.03
6	11.00±0.00	0.25±0.01	5.33±0.00	0.24±0.00	0.06±0.00	91.10±0.01	-1.77±0.00	10.08±0.00
7	10.85±0.07	0.33±0.06	5.30±0.00	0.18±0.00	0.03±0.00	95.05±0.01	-2.34±0.01	8.46±0.01
8	10.90±0.00	0.24±0.03	5.30±0.00	0.24±0.00	0.06±0.00	90.56±0.13	-1.71±0.00	9.75±0.03
9	10.90±0.00	0.25±0.01	5.30±0.01	0.18±0.00	0.02±0.00	95.92±0.34	-2.42±0.01	8.66±0.13
10	10.90±0.00	0.25±0.01	5.29±0.01	0.23±0.00	0.05±0.00	91.19±0.05	-1.69±0.00	9.59±0.03

¹⁾1: control, 2: pectinase 0.01%, 3: cellulase 0.01%, 4: pectinase 및 cellulase 혼합 0.01%, 5: pectinase 0.02%, 6: cellulase 0.02%, 7: pectinase 및 cellulase 혼합 0.02%, 8: pectinase 0.03%, 9: cellulase 0.03%, 10: pectinase 및 cellulase 혼합 0.03%.

²⁾Values are mean ±S.D.(n=2).

표 5. 효소처리에 따른 참외 불량과 착즙액의 유리당 함량

	Free sugar(mg%)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
1 ¹⁾	1987.59±228.89 ²⁾	1929.97±172.01	4106.22±756.69	8023.78
2	2035.40±209.51	1992.89±182.28	4192.18±807.96	8220.47
3	2122.55±148.55	2079.29±100.52	4485.53±488.07	8687.37
4	2148.38±79.91	2097.15±37.84	4499.45±418.75	8744.99
5	1957.88±11.47	1936.89±14.95	3796.03±8.93	7690.79
6	2209.22±32.68	2147.37±11.50	4770.10±31.47	9126.69
7	2130.55±152.54	2078.16±123.57	4465.34±453.65	8674.06
8	2172.12±147.00	2098.99±108.01	4293.01±475.40	8564.12
9	2053.26±181.87	1999.37±109.17	4392.68±646.68	8445.31
10	2186.00±120.37	2096.61±23.70	4294.13±507.65	8576.74

¹⁾1: control, 2: pectinase 0.01%, 3: cellulase 0.01%, 4: pectinase 및 cellulase 혼합 0.01%, 5: pectinase 0.02%, 6: cellulase 0.02%, 7: pectinase 및 cellulase 혼합 0.02%, 8: pectinase 0.03%, 9: cellulase 0.03%, 10: pectinase 및 cellulase 혼합 0.03%.

²⁾Values are mean ±S.D.(n=2).

- 효소처리 시간에 따른 참외 불량과 착즙액의 품질특성은 표 6과 같음. 당도의 경우 효소처리 60분에서 약 0.22 °Brix증가한 뒤 이후 큰 변화가 없음. 총산도 및 pH의 경우 효소처리 시간에 따른 차이는 크게 없는 것으로 나타남.
- 색도의 경우 효소처리 60분에서 L값이 97.25로 가장 높게 나타남. a값의 경우 효소처리 시간에 따른 차이는 없었으며 b값은 60분 이후로 약간 증가함. 유리당 함량 조사 결과 효소제 처리조건 특성 결과와 마찬가지로 sucrose가 주요 유리당으로 확인되었으며 효소처리 시간에 따른 차이는 없는 것으로 나타남(표 7). 이상의 결과 참외 불량과 당액 제조를 위한 효소처리 시간은 60분이 유리할 것으로 판단됨.

표 6. 효소처리 시간에 따른 참외 불량과 착즙액의 품질특성

	참외 불량과 ¹⁾			
	A	B	C	D
당도(°Brix)	10.58±0.07 ²⁾	10.80±0.00	10.85±0.07	10.88±0.04
총산도(%)	0.32±0.03	0.33±0.01	0.29±0.02	0.31±0.00
pH	5.28±0.02	5.24±0.00	5.24±0.01	5.23±0.01
L	94.49±0.09	97.25±0.37	94.89±0.17	91.45±0.11
색도	a	-1.80±0.01	-2.23±0.05	-2.73±0.01
	b	8.59±0.02	8.00±0.02	10.77±0.04
탁도	0.03±0.00	0.01±0.00	0.03±0.00	0.05±0.00
갈색도	0.18±0.00	0.15±0.00	0.22±0.01	0.29±0.00

¹⁾A: 30 min, B: 60 min, C: 90 min, D: 120 min

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 7. 효소처리 시간에 따른 참외 불량과 착즙액의 유리당 함량

	Free sugar(mg%)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
A ¹⁾	1834.73±163.45 ²⁾	1806.24±123.29	4032.31±610.74	7646.62
B	1879.78±121.44	1833.13±93.94	3989.42±716.07	7702.33
C	1875.32±153.26	1843.54±161.96	3979.76±586.97	7698.62
D	1910.28±97.94	1867.77±99.76	4167.01±387.15	7945.07

¹⁾A: 30 min, B: 60 min, C: 90 min, D: 120 min

²⁾Values are mean ±S.D.(n=2).

- 효소처리 온도에 따른 참외 불량과 착즙액의 품질특성은 표 8과 같음. 효소제 처리 조건 및 효소처리 시간에 따른 특성과 같이 당도 및 총산도의 경우 큰 차이가 없음.
- pH의 경우 50℃에서 5.25로 40℃에 비하여 0.35가량 증가하였으며 이후 큰 변화는 없음. 색도의 경우 a 및 b값은 효소처리 온도에 따른 차이가 크게 없었으나 L값의 경우 40℃에 비하여 50℃이상에서 약 50이상 크게 증가함. 특히 효소처리 온도 60℃에서 L값이 94.68로 나타났으며 이후 큰 차이는 없었음. 탁도 및 갈색도의 경우 효소처리 온도 40℃에 비하여 50℃이상에서 크게 증가함.
- 유리당 함량 조사 결과 효소제 처리 조건 및 효소처리 시간과 같이 sucrose의 함량이 가장 높은 것으로 나타남(표 9). 효소처리 온도에 따른 유리당 함량의 차이는 없는 것으로 나타남. 이상의 결과 참외 불량과 당액 제조를 위한 효소처리 온도는 60℃가 적합한 것으로 판단됨.

표 8. 효소처리 온도에 따른 참외 불량과 착즙액의 품질특성

	참외 불량과 ¹⁾				
	A	B	C	D	
당도(°Brix)	10.70±0.07 ²⁾	10.83±0.04	10.80±0.14	10.70±0.21	
총산도(%)	0.37±0.02	0.29±0.00	0.29±0.01	0.32±0.00	
pH	4.90±0.01	5.25±0.05	5.21±0.02	5.22±0.00	
L	32.18±0.59	83.86±0.35	94.68±0.38	95.71±0.20	
색도	a	-0.81±0.08	-1.71±0.01	-1.99±0.02	-3.21±0.02
	b	14.11±0.13	8.69±0.01	8.94±0.13	12.72±0.05
탁도	110.10±0.01	0.03±0.00	0.03±0.00	0.02±0.00	
갈색도	70.34±0.02	0.19±0.00	0.19±0.01	0.23±0.00	

¹⁾A: 40℃, B: 50℃, C: 60℃, D: 70℃

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 9. 효소처리 온도에 따른 참외 불량과 착즙액의 유리당 함량

	Free sugar(mg%)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
A ¹⁾	1842.87±222.73 ²⁾	1783.75±271.10	3424.10±704.43	7050.71
B	1890.49±128.79	1859.98±136.47	3912.93±479.60	7663.40
C	1898.99±159.55	1846.15±148.22	3752.02±653.39	7497.15
D	1838.83±197.61	1775.19±206.55	3867.85±590.09	7481.86

¹⁾A: 40℃, B: 50℃, C: 60℃, D: 70℃

²⁾Values are mean ±S.D.(n=2).

- 침전 보조제(bentonite 및 gelatin)처리에 따른 참외 불량과 당액의 품질특성은 표 10과 같음. 당도의 경우 보조제 단독 및 혼합처리에 따른 차이가 없는 것으로 나타남. 총산도의 경우 침전 보조제가 첨가된 구간에서 0.5%가량 낮아짐. pH의 경우 약 5.0으로 보조제 처리에 따른 차이는 크게 없는 것으로 나타남. 색도, 탁도 및 갈색도의 경우 보조제 처리에 따른 차이가 없음.
- 보조제 처리에 따른 참외 불량과 당액의 유리당 및 유기산 함량은 표 11과 같음. 유리당 함량 조사 결과 불량과 착즙액과는 달리 fructose 및 glucose함량이 가장 높음. 모든 구간에서 약 25,000 mg%이상으로 나타나 주요 유리당으로 여겨짐. Sucrose의 경우 무처리에 비하여 gelatin 1.0%에서 대조구에 비하여 1,251 mg%높음.
- 참외 불량과 당액의 유기산 중 citric acid가 약 10,000 mg%이상으로 가장 높게 나타남. 그 외 succinic acid, lactic acid 및 tartaric acid의 함량이 높은 것으로 나타남. Bentonite 및 gelatin 침전 보조제 처리에 따른 차이는 크게 없는 것으로 나타남.
- 보조제 처리에 따른 참외 불량과 당액의 침전 특성은 표 12 및 그림 3과 같음. 침전물의 양은 bentonite 1.0% 및 gelatin 1.0%복합처리에서 5.17 g으로 가장 많음. 여과수율의 경우 침전물의 양과 같이 침전 보조제 각 1.0%복합처리에서 41.50%로 가장 높음. Bentonite 및 gelatin복합처리에서 침전 및 여과 효율이 좋은 것으로 나타남. 특히 침전 보조제 각 1.0% 복합으로 처리할 경우 가장 높은 것으로 나타남. 따라서 참외 당액의 청정화 과정에서 bentonite 및 gelatin을 각각 1.0%사용하는 것이 적합함.

표 10. 보조제 처리에 따른 참외 불량과 당액의 품질특성

	참외 불량과 ¹⁾					
	A	B	C	D	E	
당도(°Brix)	56.9±0.1 ²⁾	56.8±0.2	56.9±0.0	56.8±0.1	56.9±0.3	
총산도(%)	3.0±0.0	2.4±0.1	2.5±0.0	2.5±0.1	2.5±0.0	
pH	4.9±0.1	4.9±0.1	4.9±0.1	5.0±0.1	5.0±0.1	
L	6.5±1.6	5.9±0.1	5.5±0.1	5.9±0.1	6.0±0.1	
색도	a	2.6±0.7	2.8±0.1	2.5±0.0	2.6±0.6	2.2±0.1
	b	6.5±1.0	5.9±0.1	5.5±0.1	5.9±0.8	6.0±0.2
탁도	2.0±0.0	2.0±0.1	2.0±0.0	2.0±0.1	2.1±0.1	
갈색도	2.3±0.0	2.4±0.1	2.5±0.2	2.6±0.2	2.4±0.0	

¹⁾A : 무처리, B : Bentonite 1.0%, C : Gelatin 1.0%, D : Bentonite 0.5% + Gelatin 0.5%, E : Bentonite 1.0% + Gelatin 1.0%

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 11. 보조제 처리에 따른 참외 불량과 당액의 유리당 및 유기산 함량

		참외 불량과 당액 ¹⁾				
		A	B	C	D	E
유리당 (mg%)	Fructose	26,423±56 ²⁾	25,114±45	24,622±329	24,573±16	23,690±73
	Glucose	29,698±48	29,818±112	29,212±89	29,209±169	28,075±91
	Sucrose	4,696±162	4,178±156	5,947±128	5,457±282	4,899±111
	Maltose	202±30	167±11	141±21	96±16	43±9
유기산 (mg%)	Oxalic acid	603±84	670±37	657±46	685±37	646±85
	Tartaric acid	1,502±242	2,228±269	1,772±297	2,305±660	1,718±286
	Malic acid	772±183	825±108	807±164	855±55	771±124
	Lactic acid	2,089±252	2,256±122	2,111±201	2,196±80	2,053±208
	Acetic acid	1,657±161	1,686±22	1,658±309	1,839±120	1,643±265
	Citric acid	10,095±983	10,317±314	10,456±865	10,938±919	9,765±727
	Succinic acid	2,483±443	2,384±108	2,886±293	2,724±60	2,246±290

¹⁾A : 무처리, B : Bentonite 1.0%, C : Gelatin 1.0%, D : Bentonite 0.5% + Gelatin 0.5%, E : Bentonite 1.0% + Gelatin 1.0%

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 12. 보조제 처리에 따른 참외 불량과 당액의 침전 특성

		참외 불량과 ¹⁾				
		A	B	C	D	E
상등액(g)		98.82±0.29 ²⁾	98.55±0.24	97.04±0.40	98.29±0.65	95.83±8.30
침전물(g)		1.18±0.08	2.45±0.12	1.98±0.07	2.71±0.18	5.17±1.12
여과수율(%)		14.30±0.49	12.20±2.41	20.00±1.21	32.25±2.90	41.50±4.90

¹⁾A : 무처리, B : Bentonite 1.0%, C : Gelatin 1.0%, D : Bentonite 0.5% + Gelatin 0.5%, E : Bentonite 1.0% + Gelatin 1.0%

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

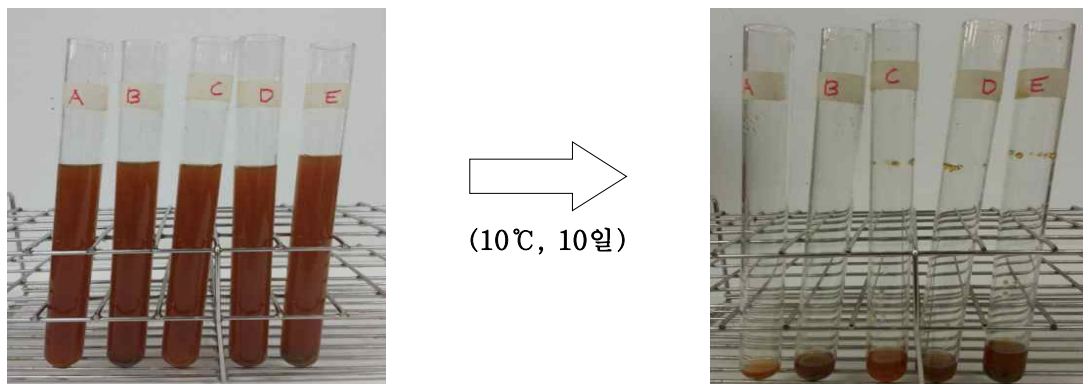


그림 3. 보조제 처리에 따른 참외 불량과 당액의 침전 특성

A : 무처리, B : Bentonite 1.0%, C : Gelatin 1.0%,
D : Bentonite 0.5% + Gelatin 0.5%, E : Bentonite 1.0% + Gelatin 1.0%

3) 참외 불량과 당액을 이용한 대체 사양액 기반조성

- 참외 불량과 당액 및 기존 사양액(설탕액)의 당도 및 pH의 경우 표 13과 같음. 기존 꿀벌 식이의 경우 당도 57.0 °Brix, pH 3.44로 나타남.
- 참외 불량과 당액의 경우 일반적인 꿀벌식이 기준으로 농축과정에서 당도를 약 60 °Brix로 조절함. pH는 설탕꿀벌 사양액이 3.44였으나 참외 당액 사양액의 pH는 4.89 및 4.95로 각각 나타나 설탕식이보다 높게 나타남.
- 기존 설탕 사양액의 경우 순수하게 sucrose(설탕)을 일정한 농도로 희석하여 꿀벌에 공급하는데 참외 불량과 당액은 sucrose가 주요 성분이었으나 fructose 및 glucose를 포함하고 있었으며 pH, 색상 및 향 등에서 약간의 차이를 나타냄(표 14).
- 이상의 결과 참외 불량과를 이용한 당액 제조 방법은 그림 4와 같이 설정할 수 있었으며 참외 당액의 규격은 일반 꿀벌 식이와 유사한 것으로 나타남.

표 13. 설탕 사양액과 참외 당액의 당도 및 pH

	당도(°Brix)	pH
설탕 꿀벌 사양액	57.0±0.12 ¹⁾	3.44±0.06
참외 불량과 당액	59.0±1.46	4.89±0.14
참외 불량과 당액(정제액)	60.0±0.97	4.95±0.12

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 14. 참외 불량과 당액의 유리당 함량

	유리당 함량(mg%)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
설탕 꿀벌 사양액	N.D ¹⁾	N.D	56773.44±1124.50	N.D
참외 불량과 당액	11467.25±1141.14 ²⁾	10986.47±981.44	24926.44±1467.87	T.R ³⁾
참외 불량과 당액(정제액)	12789.34±1684.79	10344.67±1432.10	23863.49±1034.58	T.R

¹⁾Not detected.

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

³⁾Trace.

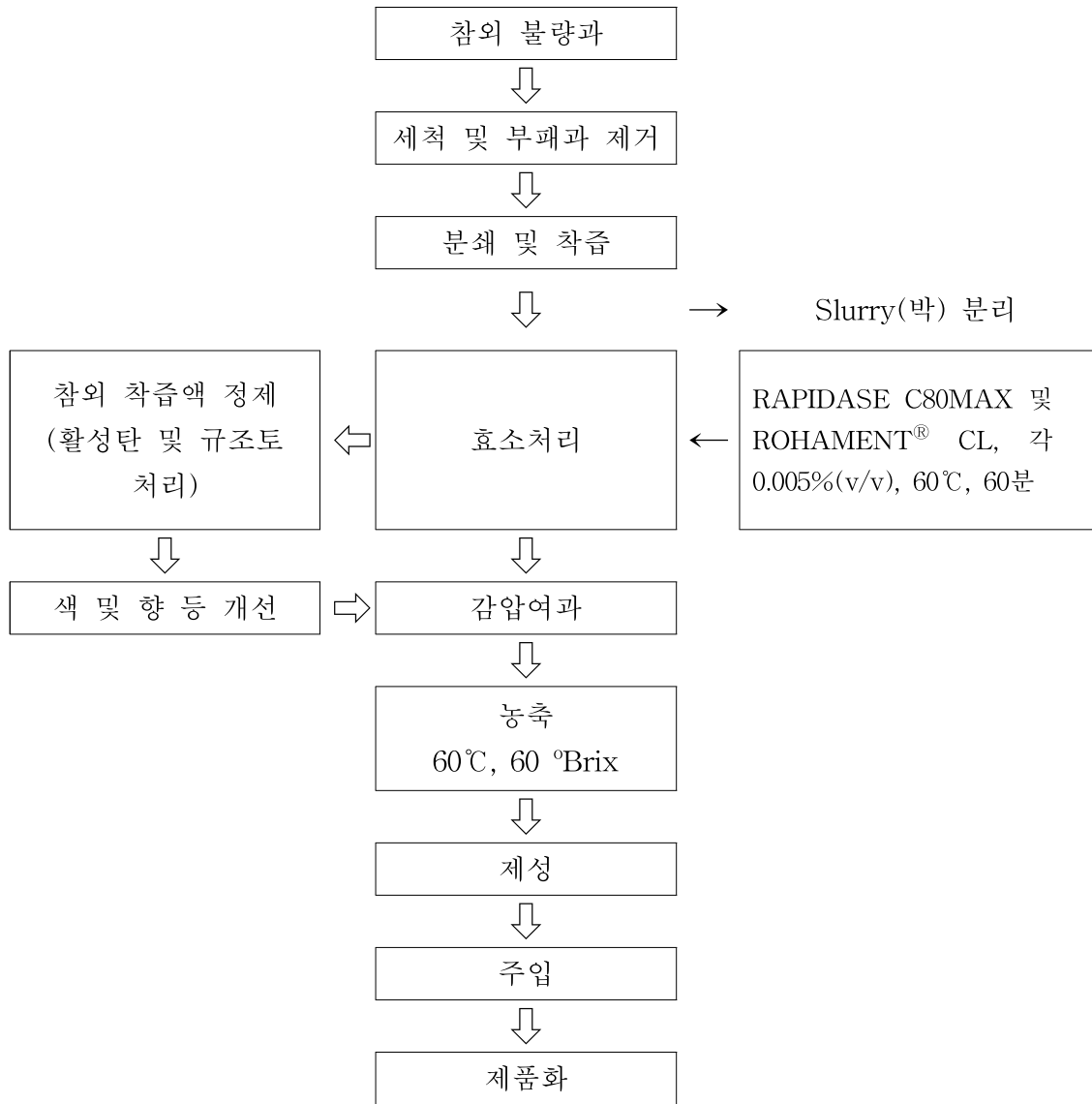


그림 4. 참외 불량과 당액 제조 방법

2. 대량생산공정 개발을 통한 제품화 및 부산물 활용 친환경 유기농 자재 개발기반 조성

1) 참외 불량과 당액의 대량생산공정 개발

- 고품질의 참외 당액 제조를 위하여 참외 불량과 착즙액을 최적조건에서 효소처리 후 활성탄을 농도별로 처리하여 품질특성을 조사한 결과 표 15와 같음. 활성탄 처리에 따른 참외 불량과 착즙액의 pH, 총산도 및 당도는 큰 변화가 없음.
- 색도 중 L값은 활성탄을 첨가함에 따라 높아졌으며 3,000 ppm에서 97.45로 증가한 뒤 이후 농도에서는 큰 변화가 없는 것으로 나타남. b값은 무처리에서 15.21로 가장 높았으며 활성탄을 처리한 구간에서는 약 10.00으로 나타나 활성탄 첨가에 의한 탈색효과가 있는 것으로 판단됨.
- 활성탄 처리에 따른 참외 불량과 착즙액의 유리당 함량을 조사한 결과 표 16과 같음. 총 유리당 함량은 7,400 mg%로 모든 구간이 비슷한 수준으로 나타남. 효소처리에 따른 참외 불량과 착즙액 유리당 함량과 마찬가지로 유리당 중 sucrose의 함량이 약 3,700 mg%이상으로 가장 높아 주요 유리당으로 확인됨.
- 참외 불량과 착즙액을 효소처리 후 살균처리한 결과 그림 5와 같음. 살균과정을 거친 착즙액의 경우 살균직후부터 빠른 속도로 침전이 시작되었으며 24시간 경과 후 비살균 착즙액에 비하여 청징화가 매우 효율적으로 나타남. 또한 비살균 참외 착즙액에서 나타나는 풋내 등의 이취가 살균과정에서 없어지는 것으로 나타났으며 단향이 높아지는 것으로 나타남.
- 이상의 결과 색 등의 품질이 향상된 참외 당액 제조를 위하여 참외 불량과 착즙액을 효소처리 후 활성탄 3,000 ppm처리 및 가열 살균하여 구조토 및 감압여과 등을 하는 것이 유리하다 판단됨.

표 15. 활성탄 처리에 따른 참외 불량과 착즙액의 품질특성

	참외 불량과 ¹⁾				
	A	B	C	D	
당도(°Brix)	10.90±0.12 ²⁾	10.90±0.12	10.80±0.04	10.80±0.07	
총산도(%)	0.27±0.00	0.30±0.00	0.31±0.01	0.29±0.00	
pH	5.14±0.01	5.08±0.05	5.10±0.02	5.11±0.00	
색도	L	91.24±0.17	93.44±0.04	97.45±0.14	97.50±0.21
	a	0.24±0.01	-2.12±0.01	-4.72±0.02	-4.04±0.02
	b	15.21±0.14	10.21±0.04	10.50±0.14	10.71±0.11
탁도	0.03±0.01	0.03±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	
갈색도	0.34±0.00	0.20±0.01	0.15±0.00	0.15±0.00	

¹⁾A: control, B: active carbon 1,000 ppm, C: active carbon 3,000 ppm, D: active carbon 5,000 ppm

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 16. 활성탄 처리에 따른 참외 불량과 착즙액의 유리당 함량

	Free sugar(mg%)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
A ¹⁾	1871.24±167.53 ²⁾	1784.75±171.24	3745.78±524.43	7401.77
B	1778.52±121.97	1820.48±185.74	3821.36±546.37	7420.36
C	1814.45±124.31	1795.55±137.15	3767.12±364.27	7377.12
D	1799.14±141.66	1824.45±106.75	3811.76±427.14	7435.35

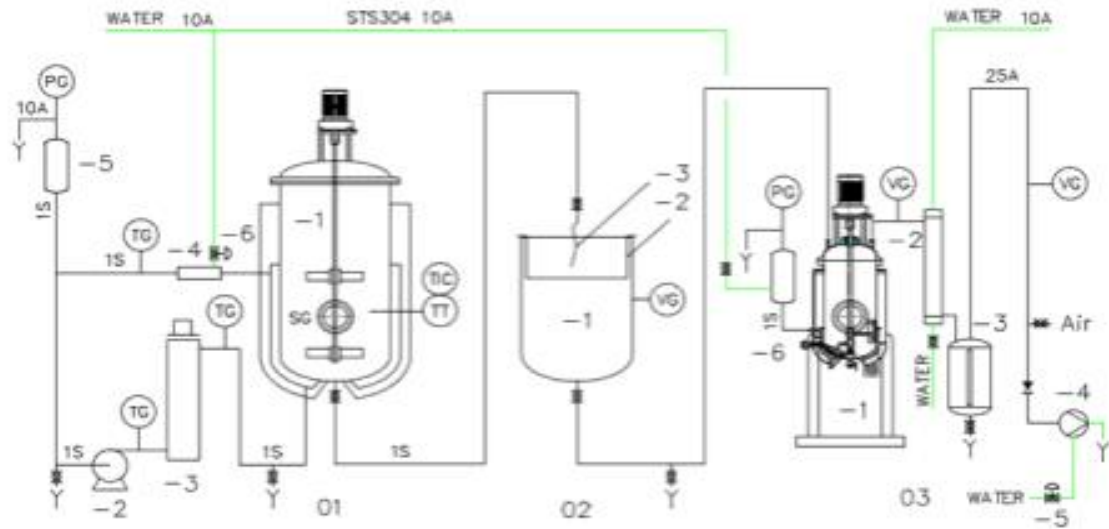
¹⁾A: control, B: active carbon 1,000 ppm, C: active carbon 3,000 ppm, D: active carbon 5,000 ppm

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).



그림 5. 참외 불량과 주스 가열 후 변화결과

- 참외 불량과를 활용한 꿀벌 식이 및 식품용 참외 당액 생산을 위한 제조설비는 그림 6과 같음. 파쇄 및 착즙된 참외 불량과 착즙액은 발효탱크(01)로 이송한 다음 효소제를 투입하여 최적 효소처리 조건으로 반응시킴.
- 효소처리가 완료된 착즙액은 이송펌프를 통하여 여과장치(02)로 이송한 뒤 감압여과하여 감압농축기(03)로 이송. 이송된 참외 착즙액은 60℃에서 감압농축하여 당도가 약 50 °Brix이상이 되도록 농축한 뒤 활용목적에 따라 벌꿀 사양액 또는 식품용 등으로 제성함.



01	pH treatment unit	02	Slurry separation unit	03	Enzyme treatment unit
-1	pH treatment tank	-1	Earth coat filter	-1	Enzyme tank
-2	Hot water pump	-2	Basket	-2	Hot water pump
-3	Electric heater	-3	Hose	-3	Electric heater
-4	E-Jector			-4	E-Jector
-5	Expansion tank			-5	Expansion tank
-6	Auto water control valve			-6	Auto water control valve

(PG)	Pressure gauge	(TC)	Temp indicate controller	(SG)	Dight glass
(TG)	Temp gauge	(TT)	Temp sensor	(E)	Electric solenoid valve
(VC)	Vacuum gauge	(Y)	Drain		



그림 6. 참외 당액 제조 시험 생산설비

참외 당액 최적 제조공정					
1	참외	당도 약 10 °Brix 내외, 불량과 (물찬 참외, 비품 참외 등)			
2	수세 및 절단	2회 이상, 이물질 제거			
3	파쇄 및 착즙				
			⇒ 참외 박(퇴비화 연구 활용)		
4	효소처리	Pectinase 0.005%(v/v) 및 Cellulase 0.005%(v/v), 60℃, 60 min			
5	살균 및 활성탄 처리				
6	1차 여과	압착 여과			
7	농축	약 60℃, 감압농축			
8	최종 당도 보정	용도에 따른 당도 조절 및 청징화 공정 요함			
9	제품화	꿀벌 사양액 및 식품 원료 등으로 제성			

그림 7. 참외 불량과 당액(꿀벌 식이) 대량생산공정

- 참외 불량과 처리를 통하여 당액을 제조할 경우 제품의 제조원가계산서는 표 17과 같음.
- 총 100 kg의 참외 불량과의 경우 당액 제조에서 착즙주스가 80 kg 발생되며 이를 농축할 경우 약 20 L(농축수율 약 25%)의 농축액이 제조됨. 참외 불량과 당액 20 L의 순수제조원가는 52,020원으로 추정되며 당액 제품으로 판매의 경우 66,000원(1 L당 33,000원)이상으로 예상함.
- 참외 불량과 당액의 처리의 경우 100 kg당 판매이익의 발생이 약 5,500원 가량이 발생되며 특히 불량과 수매에 의한 경제적 손실 약 333,000원(2011년 기준 불량과 수매비용 10억원/3천톤)을 절감할 수 있음.
- 또한 참외 불량과 착즙에서 발생하는 20%의 부산물의 경우 발효과정을 통하여 발효 분말 비료소재로 활용이 가능함. 따라서 참외 불량과 당액 판매 외의 부가소득이 창출될 것으로 여겨지며 참외 불량과 당액의 제조로 인한 가공상품 개발 등으로 판매이익 발생 예상.
- 참외 불량과 당액의 제조에서 참외 당액 제품(농축액, 사양액) 등의 판매뿐만 아니라 연간 10억여원의 수매비용을 절감이 가능하며 기타 참외 불량과의 폐기비용 및 불량과 매립으로 인한 환경오염 등의 문제 해결이 가능함.

표 17. 참외 당액의 제조원가 계산서

제품명 : 참외 당액(농축액), 단위 : 참외 불량과 100 kg(당액 약 20 L)					
비 목		구 분	금 액(원)	구 성 비	비고
순수 제조 원가	재료비	재료비	-	참외 불량과 이용	
		부 산 물	14,400	pectinase 및 cellulase 200원/100 kg 공병(1/L, 20 ea) 약 14,000원/100 kg 라벨 기타비용 약 200원/100kg	
		소 계	14,400		
	노무비	인건비	22,320	5,580원 × 4시간 = 22,320	
		소 계	22,320		
	경비	전력비 및 가스비	14,300	일반용 일 10 kW사용 약 12,000원 가스비 일 약 2,300원	
		특허권 사용료	-	계명대학교 산학협력단 기술이전	
		기타경비	1,000	소모품, 세금과공과, 가설비 등	
		소 계	15,300		
		합 계	52,020		
	일반관리비	2,601	순수제조원가의 5%		
	누 계	54,621			
	이 운	5462.1	순수제조원가+일반관리비의 10%		
	원 가 계	60,000	60,083.1원(십원단위 이하 절사)		
	부가가치계	6,000	원가계 10%		
	총 원 가	66,000	참외 당액 1 L 20병 기준 1 L 당 3,300원		

2) 참외 불량과 당액 꿀벌 사양액 적용

- 참외 불량과 당액 및 설탕 희석액을 비율별로 제조하여 꿀벌 식이로 공급(표 18, 그림 8). 꿀벌 식이 공급량은 21일 기준 4 L로 7일 간격으로 식이 소비량을 조사함(그림 9). 그 결과 설탕액 100% 및 참외 당액 25%와 설탕액 75%혼합 구간은 7일째 대부분 소비됨.
- 참외 당액 50%와 설탕액 50%구간의 경우 초기 소비량은 다소 적으나 14일째 섭취가 높아짐. 참외 당액 75%와 설탕액 25%의 경우 초기 섭취량은 미미하였으나 시간이 지날수록 높아짐.
- 1차 참외 당액 꿀벌 사료 시험 결과 설탕대체 가능성이 높은 것으로 판단되었으나 설탕에 친숙한 꿀벌의 특성을 고려하여 활성탄으로 탈색·탈취된 당액을 이용하여 식이시험. 그 결과 그림 10과 같이 정제과정을 거친 참외 당액의 경우 정제하지 않은 참외 당액보다 꿀벌의 소비량이 조금 높은 것으로 나타남.
- 참외 당액의 비율이 50%까지 설탕 식이와 거의 유사하였으며 참외 당액 75%와 설탕액 25%구간 또한 식이가 대부분 소비됨. 꿀벌의 특성 상 참외 당액 단독으로 식이를 할 경우에도 일정 적응기간이 지나면 설탕액을 완전히 대체 가능하리라 판단됨. 이상의 결과 참외 당액의 경우 현재 설탕 사양액의 상당부분이 대체 가능한 것으로 판단됨. 또한 참외 당액 식이에 대하여 꿀벌의 적응력은 향후 높아질 여지가 충분한 것으로 여겨짐.

표 18. 설탕 사양액 및 참외 당액 꿀벌 식이 비율

	참외 불량과 당액(%)	공급량(L)	설탕 사양액(%)	공급량(L)
A	100	4	0	0
B	75	3	25	1
C	50	2	50	2
D	25	1	75	3
E	0	0	100	4



그림 8. 참외 불량과 당액 꿀벌 식이공급

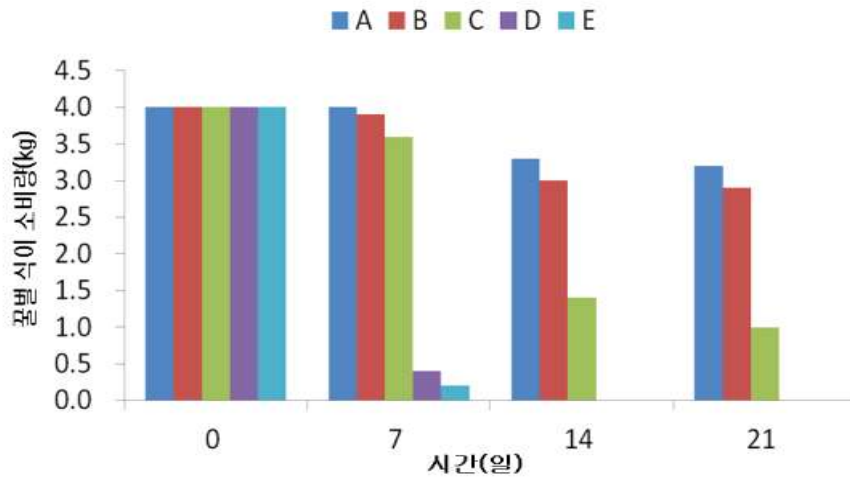


그림 9. 설탕 사양액 및 참외 당액 비율에 따른 꿀벌 식이 소비량
 A : 참외 당액 100%, B : 참외당액 75% + 설탕액 25%, C : 참외당액 50% + 설탕액 50%, D : 참외당액 25% + 설탕액 75%, E : 설탕액 100%

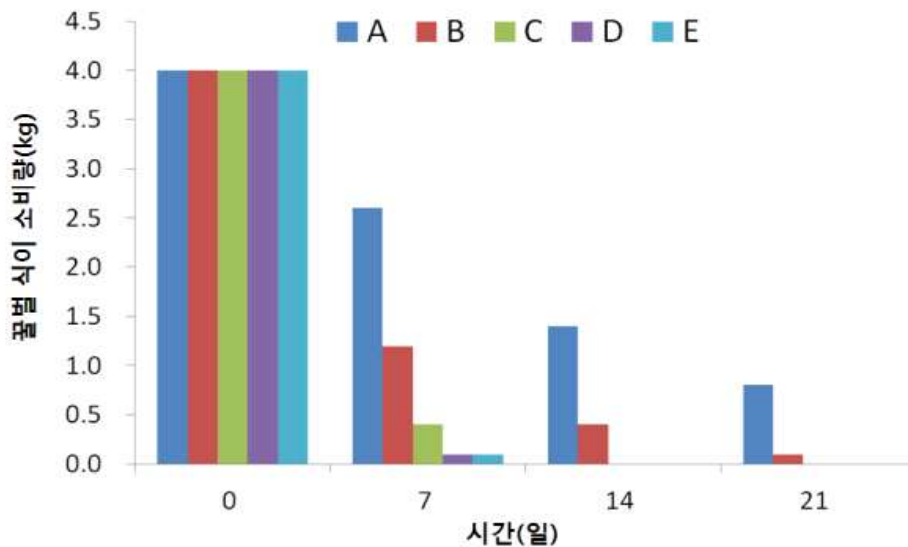


그림 10. 설탕 사양액 및 참외 당액(정제액) 비율에 따른 꿀벌 식이 소비량
 A : 참외당액 100%, B : 참외당액(정제액) 75% + 설탕액 25%, C : 참외당액(정제액) 50% + 설탕액 50%, D : 참외당액(정제액) 25% + 설탕액 75%, E : 설탕액 100%

- 참외 당액 꿀벌 사양액 적용 2차 시험으로 참외 당액을 농도별(10 °Brix, 30 °Brix 및 50 °Brix)로 제조한 후 설탕을 혼합하여 약 50 °Brix의 사양액을 꿀벌 식이로 공급함. 그 결과 기존 사양액(설탕액)의 소비가 우선적으로 이루어지나 10 °Brix 참외 당액 및 설탕 혼합물, 30 °Brix 참외 당액 및 설탕 혼합물의 소비 또한 7분이 경과되기 전 완전히 이루어지는 것으로 나타남.
- 참외 불량과 당액 및 설탕 혼합물을 4 L씩 제조하여 꿀벌 식이소비를 조사한 결과 역시

50 °Brix의 참외 당액 단독 공급구간을 제외하고는 소비가 대부분 이루어지는 것으로 나타남(그림 12). 이상의 결과 현재 꿀벌 식이로 사용되는 설탕의 양을 혼합물로 제조할 경우 상당량 대체가 가능할 것으로 판단됨.

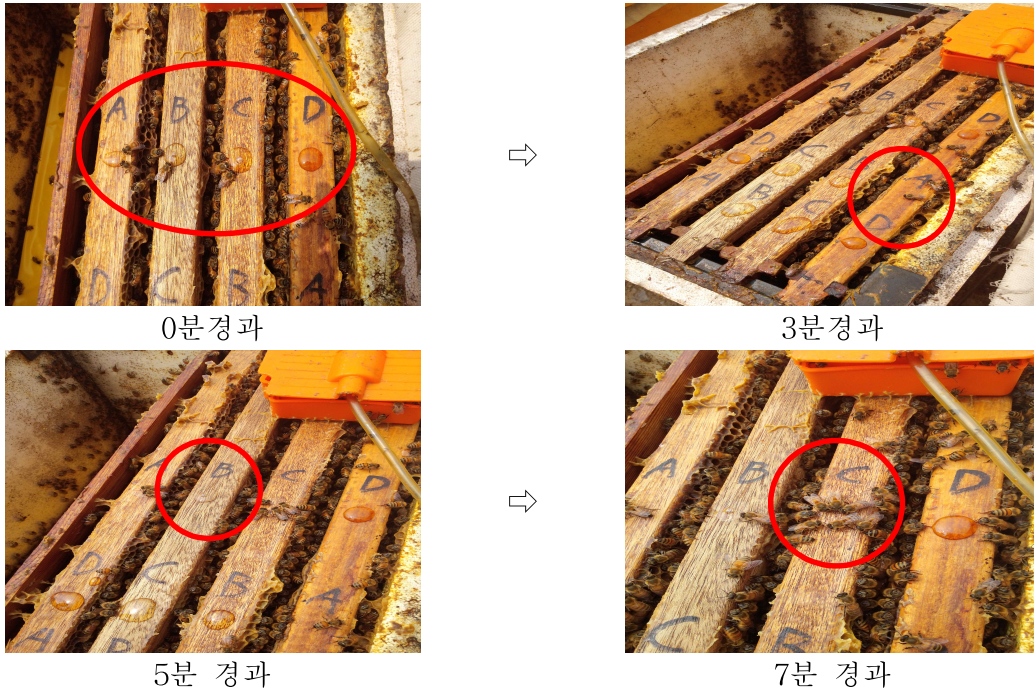


그림 11. 참외불량과 예비실험 결과



그림 12. 참외 불량과 당액 꿀벌 식이공급

- 참외 당액의 설탕액 대체로 인한 경제적 효과는 그림 13과 같음. 현재 경상북도 성주에서 꿀벌 식이용 설탕액 구입비용은 kg당 720원(2013년 5월 기준). 성주 양봉농가에서 연간 사용되는 설탕의 소비량은 약 716톤으로 추정됨.
- 참외 당액이 50%가량 기존 식이를 대체할 경우 약 2억 5천만원, 정제된 참외 당액을 이용하여 75%가량 대체한다면 약 3억 8천만원 이상의 설탕구입 비용 절감이 예상됨. 참외 불량과 당액의 제조는 폐기되는 자원의 재활용으로 경제적 효과가 매우 높음. 또한 불량과 매립으로 인한 경제적 손실 및 환경적 문제 해결이 기대됨.

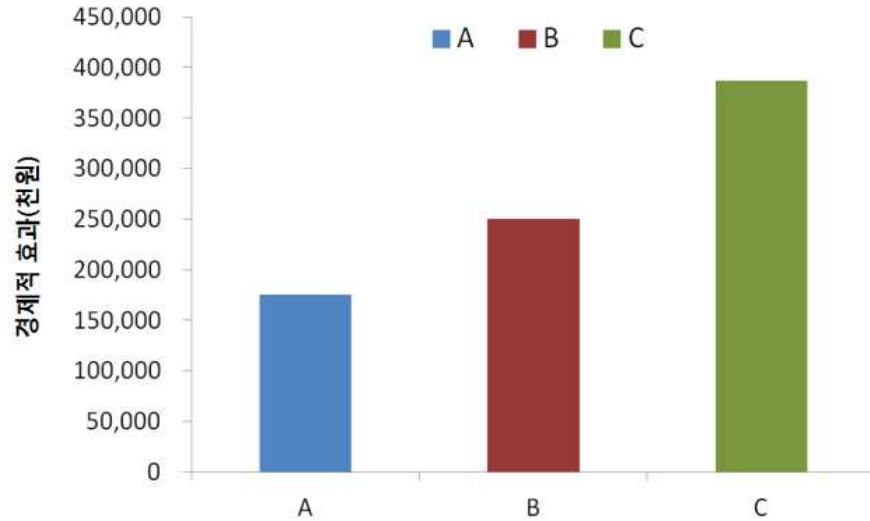


그림 13. 설탕 사양액(꿀벌 식이) 대체에 따른 경제적 효과
 A : 참외당액 25% + 설탕액 75%, B : 참외당액 50% + 설탕액 50%,
 C : 참외당액(정제액) 75% + 설탕액 25%

3) 참외 불량과 당액 부산물 활용

- 참외의 경우 착즙과정에서 주스 80% 및 착즙 부산물 20% 비율로 구분됨. 착즙주스의 경우 당액제조에서 감압농축에 의하여 50 °Brix이상으로 농축되며 이 경우 수율은 10-20%정도임. 참외 불량과의 전체적인 활용방안 개요는 그림 14와 같음.

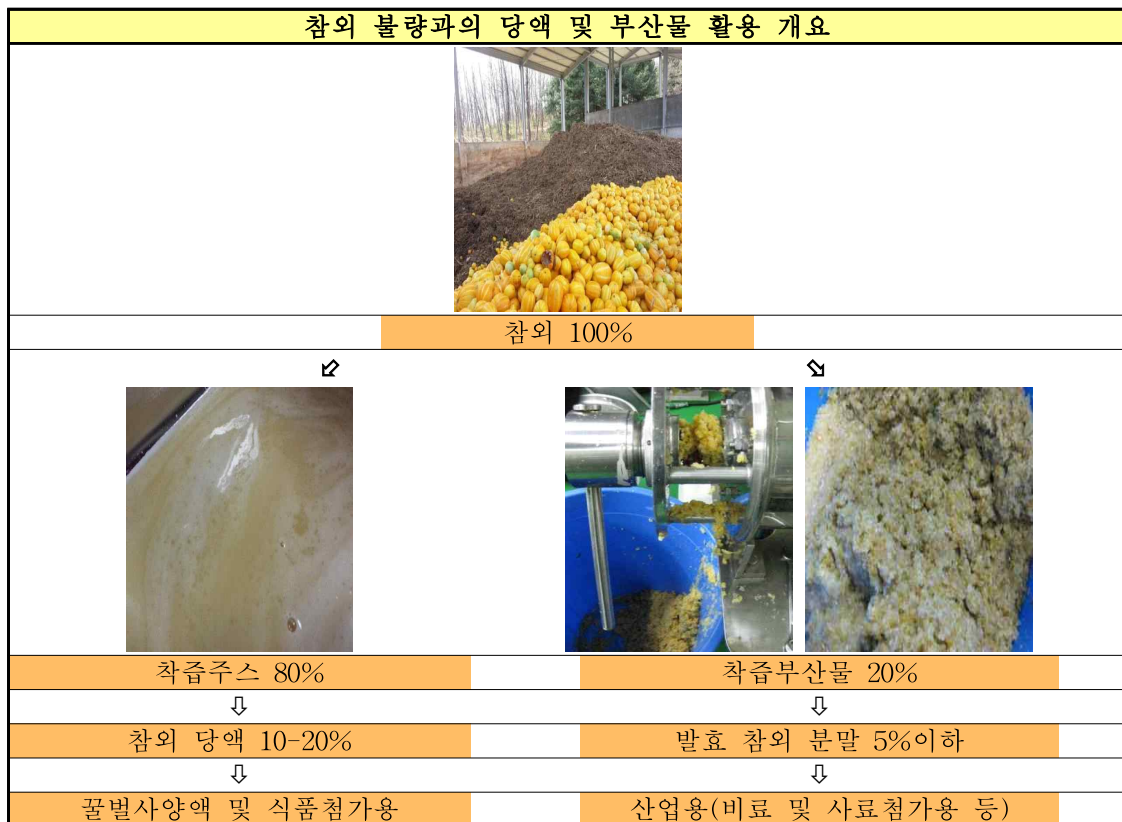


그림 14. 참외 불량과의 전체적인 활용방안

- 착즙 부산물의 경우 수분함량 조사결과 약 60%이상으로 보관 및 폐기과정에서 곰팡이 및 세균에 의한 변질 및 부패가능성이 매우 높음. 이의 경우 환경오염 및 악취 등의 문제가 발생됨으로 이에 따른 부산물 활용방안 개발이 요구되었음.
- 일반적으로 발생하는 식품 부산물(껍질, 씨 및 박 등)은 사료자원으로 가치가 매우 높으며 알코올 발효과정에서 생성되는 발효 부산물의 경우 사료적 가치가 향상되는 것으로 알려짐.
- 발효 산물의 유기질 비료(퇴비)활용은 친환경농업의 일환으로 안전 농산물에 대한 소비자들의 소비 욕구를 충족시킬 것으로 판단됨. 또한 부산물의 폐기로 인한 환경오염 등의 문제해결이 가능하며 화학비료의 사용량을 줄일 수 있어 친환경적.
- 참외 착즙 부산물은 알코올 발효과정을 거쳐 수분함량 약 5%이하의 발효분말소재로 개발하고자 하였음(그림 15). 참외 발효 분말소재의 경우 친환경 농업소재로 비료 및 사료첨가용 등으로 활용 가능함.



그림 15. 참외 발효 부산물

- 참외 불량과 당액제조과정에서 발생하는 착즙부산물의 사료 및 비료화를 위하여 알코올 발효를 실시하였으며 cellulose, hemicellulose 및 pectin 등의 효소를 난분해성 물질들의 분해를 위하여 사용함.
- 참외 불량과 착즙 부산물의 알코올발효 및 효소처리 공정은 그림 16과 같음. 참외 불량과 당액제조 시 참외 주스를 착즙하고 남은 착즙부산물(껍질, 씨 및 박 등)은 혼합 및 마쇄함.
- 혼합 및 마쇄공정을 거친 착즙 부산물에 효모 0.2%(w/w), 생분해효소제 각각 0.5%(v/w)를 첨가함. 이후 발효가 끝난 참외 부산물은 열풍건조기를 이용하여 60°C에서 건조시킨 후 분쇄기를 이용하여 분말화. 효모로는 Fermivin 및 생분해효소제로는 pectinase 및 cellulase를 사용하였음.

참외 불량과 부산물			
↓			
혼 합·마 쇠			
↓		Fermivin 0.2%(w/w)	
발 효	←	Pectinase 0.5%(w/w)	(35°C, 24 hr, 50 rpm)
↓		Cellulase 0.5%(w/w)	
건 조		60°C 열풍건조	
↓			
분 쇠			
↓			
완 제 품			

그림 16. 효소처리에 따른 참외 불량과 착즙 부산물의 제조과정

- 효소처리에 따른 참외 불량과 착즙 부산물의 알코올발효 결과 품질특성은 표 19와 같음. 당도의 경우 참외 부산물은 10.09 °Brix로 일반적인 참외 착즙액의 당도와 큰 차이가 없는 것으로 나타남.
- 알코올 발효 후 참외 부산물 당도의 경우 무처리는 6.55 °Brix 및 효소 처리구간은 7.60 °Brix로 알코올 발효 전보다 감소하였으며 효소처리 구간은 무처리에 비해 약 1.05 °Brix 높게 나타남.
- 총산도의 경우 발효 전 참외 부산물은 0.29%로 나타났으나 발효 후 약 0.68~0.75%로 증가하였으며 효소처리 유무에 차이는 없는 것으로 나타남. pH의 경우 발효 전 5.77과 비교하여 발효 후 4.26~4.36으로 감소함.

표 19. 효소처리에 따른 참외 불량과 당액 부산물의 알코올발효 품질특성 비교

	당도 (°Brix)	총산도 (%)	pH
발효 전	10.90±0.00 ¹⁾	0.29±0.00	5.77±0.00
발효 후	무처리	6.55±0.78	4.36±0.16
	효소처리	7.60±0.00	4.26±0.01

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

- 효소처리에 따른 참외 불량과 당액 부산물의 알코올 함량 비교결과 표 20과 같음. 알코올 함량의 경우 효소 처리구간은 무처리 2.00%에 비해 약 1.25% 증가함. 효소에 의한 난분해성 물질들의 분해가 알코올 함량에 영향을 준 것으로 여겨짐.
- 효소처리에 따른 참외 발효 부산물의 균수를 비교한 결과 표 21과 같음. 참외 발효 부산물

내 생존하는 효모균수의 경우 효소처리 구간에서 1.0×10^4 cfu/g이 검출되어 무처리 4.4×10^3 cfu/g에 비해 균수가 높게 나타남.

- 일반적으로 토양에서 미생물, 즉 생균의 경우 유기물의 2차적인 화학적 변화에 도움을 주어 식물에서 영양분의 흡수에 도움을 줌. 따라서 참외 부산물의 활용을 위하여 참외 착즙부산물의 경우 효소처리가 유리하다고 여겨짐.

표 20. 효소처리에 따른 참외 불량과 당액 부산물의 알코올 함량 비교

	알코올 함량(%)
무처리	$2.00 \pm 0.00^{1)}$
효소처리	3.25 ± 0.00

¹⁾Values are mean \pm S.D. (n=3).

표 21. 효소처리에 따른 참외 발효 부산물의 균수 비교

	Cell Count (cfu/g)
무처리	4.4×10^3
효소처리	1.0×10^4

- 효소처리에 따른 참외 발효 부산물의 칼륨(K), 인(P) 및 칼슘(Ca) 함량 비교결과 표 22와 같음. 일반적으로 참외의 대표적인 무기질은 칼륨, 인 및 칼슘으로 비료에서 이들의 역할은 식물의 꽃과 열매를 잘 맺게 하고 뿌리의 성장을 도우며 잎 및 줄기를 튼튼하게 해 병충해에 강하게 함.
- 칼륨(K)의 경우 효소 처리구간은 무처리 60,384.07 ppm에 비해 약 1,597.27 ppm 증가한 61,981.34 ppm으로 나타남. 인(P)의 경우 무처리는 15,395.13 ppm 및 효소 처리구간은 8,756.65 ppm으로 나타났으며 칼슘(Ca)의 경우 무처리 4,012.83 ppm에 비하여 효소처리에서 4,618.17 ppm로 약 600 ppm가량 높게 나타났으나 이는 원료에 따라 차이가 많은 것으로 추정됨.
- 참외 착즙부산물의 경우 발효 및 효소처리에 의해 인의 함량은 감소하였으나 칼륨 및 칼슘의 함량이 증가하여 참외 발효 부산물의 제조에서 효소처리가 유리할 것으로 여겨짐.

표 22. 효소처리에 따른 참외 발효 부산물의 칼륨(K), 인(P) 및 칼슘(Ca) 함량 비교

	Minerals (ppm)		
	칼륨(K)	인(P)	칼슘(Ca)
무처리	$60384.07 \pm 685.01^{1)}$	15395.13 ± 332.19	4012.83 ± 11.13
효소처리	61981.34 ± 567.19	8756.65 ± 95.98	4618.17 ± 48.26

¹⁾Values are mean \pm S.D. (n=3).

- 효소처리에 따른 참외 발효 부산물의 철(Fe), 마그네슘(Mg) 및 나트륨(Na) 함량 비교결과 표 23과 같음. 철과 마그네슘은 식물의 광합성 작용에 필요한 엽록소의 생성에 필요하며 식물의 성장을 도움.
- 철(Fe)의 경우 두 구간 모두 약 90.33~90.51 ppm으로 함량에 큰 차이가 없는 것으로 나타남. 마그네슘(Mg)의 경우 효소 처리구간은 무처리 8,660.07 ppm에 비해 4,863.83 ppm으로 약 2배가량 감소하였으나 나트륨(Na)의 경우 무처리에 비하여 효소처리에서 약 4.8배로 증가하여 7,033.63 ppm로 나타남.

표 23. 효소처리에 따른 참외 발효 부산물의 철(Fe), 마그네슘(Mg) 및 나트륨(Na) 함량 비교

	Minerals (ppm)		
	철(Fe)	마그네슘(Mg)	나트륨(Na)
무처리	90.51±0.15	8,660.07±64.68	1,446.81±125.94
효소처리	90.33±0.43	4,863.83±40.71	7,033.63±125.82

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

- 효소처리에 따른 참외 발효 부산물의 전질소 함량을 비교한 결과 표 24와 같음. 질소의 경우 작물 생산성과 밀접한 관계를 가지며 단백질 합성 및 생육 유지키고 동화물질 생성에 필수적인 요소임.
- 전질소(T-N)의 경우 무처리 0.35%에 비해 효소 처리 구간에서 2.50%로 약 8배 이상 효소 처리에서 함량이 높게 나타남. 이상의 결과 참외 착즙 부산물 활용을 위하여 pectinase 및 cellulase를 처리하는 것이 유리할 것으로 판단됨.

표 24. 효소처리에 따른 참외 발효 부산물의 전질소 함량 비교

	Total nitrogen (T-N, %)
무처리	0.35±0.00 ¹⁾
효소처리	2.50±0.00

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).



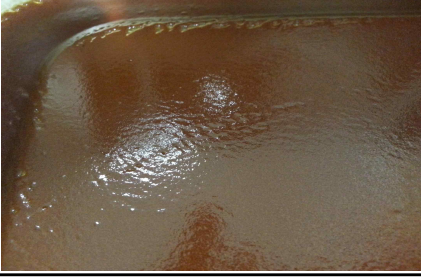


참외 발효 부산물 제조공정			
1	참외 착즙 부산물	참외 불량과 착즙 부산물 (참외 껍질, 씨 및 박)	
2	혼합 및 마쇄	혼합마쇄기 이용	
3	발효	효모 0.2%(w/w), pectinase 0.5%(v/w) 및 cellulase 0.5%(v/w) 첨가 35℃, 50 rpm, 25hr	
4	건조	60℃ 열풍 건조	
5	분쇄		
6	완제품		

그림 17. 참외 발효 부산물 제조공정도

3. 참외 불량과 농축액을 이용한 와인, 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축

1) 참외 불량과 당액을 활용한 참외 화이트 와인 및 감미성 와인 제조공법 개발

- 참외 불량과 당액의 일반 성분은 탄수화물 54.36%, 수분 37.76%, 조단백질 3.97%, 조지방 0.48% 및 회분 3.43%로 나타났으며 당도는 57 °Brix로 나타남(표 25).
- 참외 불량과 당액을 희석하여 초기 당도에 따른 알코올 발효 특성 조사(표 26). 초기 당도를 22~32 °Brix로 설정한 뒤 저온(15°C, 20일) 및 상온(25°C, 10일)에서 발효. 알코올 발효 후 pH는 초기 당도에 따른 차이가 크게 없었으나 총산도는 증가함. 알코올 함량의 경우 초기 당도가 높을수록 증가하나 잔당이 11~21 °Brix로 나타남. 따라서 완전발효가 이루어지지 않은 것으로 여겨지며 충분한 알코올의 생성이 어려움.
- 초기 당도 32 °Brix에서는 발효가 저해되어 알코올 함량이 9.4%로 감소함. 발효 온도에 따른 차이는 크게 없으며 향 등의 손실 최소화를 위하여 15°C가 적합한 것으로 판단됨. 화이트 와인의 pH는 향미, 색, 미생물 안정성, 산화 및 아황산 첨가량 등 품질에 매우 큰 영향. 참외 불량과 당액의 경우 안정적인 pH수준(3.2~3.6)에 비하여 pH 4.6으로 다소 높음.
- 따라서 혼합산을 이용 초기 pH를 낮추어 초기 pH에 따른 알코올 발효 특성을 조사함(표 27). 초기 pH가 낮을수록 총산도가 증가하였으며 잔당 및 알코올 함량은 pH의 영향을 받지 않는 것으로 나타남.
- 참외 불량과 당액 및 참외 와인의 유리당 함량을 조사한 결과 표 28과 같음. 참외 불량과 당액의 총 유리당 함량은 35.25 g/100 mL로 총 탄수화물의 약 65%를 차지함. 24 °Brix 및 30 °Brix희석액의 총 유리당 함량은 각각 12.21 및 19.96 g/100 mL로 나타남.
- 일반적인 참외의 탄수화물 중 90%이상이 유리당으로 보고되고 있음. 따라서 불량과 당액에 존재하는 비발효성당에 관하여 추후 보완 연구가 필요함. 발효 후 참외 와인의 총 유리당 함량은 0.2%미만으로 완전발효가 이루어진 것으로 판단됨. 그러나 발효 후 잔당의 함량이 높은 것은 비발효성 당의 영향으로 추정됨. 이상의 결과 참외 당액을 이용한 와인의 제조 방법에 관한 조건을 설정함.

표 25. 참외 불량과 당액의 일반성분, 당도, pH 및 총산도

	탄수화물 (%)	수분 (%)	조단백질 (%)	조지방 (%)	회분 (%)	당도 (°Brix)	pH	총산도 (%)
참외 불량과 당액	54.36	37.76	3.97	0.48	3.43	57	4.6	0.72

표 26. 초기 당 농도에 따른 참외 와인의 알코올 함량, 당도, pH 및 총산도

초기당도 (°Brix)	온도 (°C)	알코올 함량 (%)	당도 (°Brix)	pH	총산도 (%)
22	15	8.7±0.15 ¹⁾	11.75±0.25	4.70±0.03	0.708±0.04
	25	8.5±0.10	12.25±0.15	4.66±0.03	0.720±0.03
24	15	9.4±0.08	12.45±0.05	4.71±0.02	0.720±0.03
	25	9.0±0.06	12.50±0.10	4.69±0.03	0.738±0.02
26	15	10.4±0.12	14.55±0.15	4.70±0.01	0.750±0.03
	25	10.3±0.10	14.25±0.15	4.69±0.02	0.768±0.01
28	15	11.1±0.07	16.00±0.00	4.79±0.02	0.900±0.02
	25	11.3±0.10	15.90±0.10	4.77±0.03	0.912±0.03
30	15	12.3±0.07	15.65±0.15	4.79±0.03	0.900±0.01
	25	11.3±0.05	15.90±0.15	4.75±0.02	0.918±0.02
32	15	9.4±0.08	21.20±0.20	4.78±0.01	0.960±0.04
	25	9.5±0.07	20.25±0.25	4.72±0.02	0.966±0.03

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 27. 초기 pH에 따른 참외 와인의 알코올 함량, 당도 및 총산도

초기pH	알코올 함량 (%)	당도 (°Brix)	총산도 (%)
Control	9.4±0.07 ¹⁾	12.45±0.05	0.720±0.03
4.3	9.1±0.10	12.50±0.00	1.080±0.04
4.0	9.3±0.05	12.25±0.15	1.110±0.04
3.7	9.2±0.08	12.80±0.10	1.290±0.02
3.5	9.4±0.09	12.45±0.15	1.590±0.03

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 28. 참외 불량과 당액 및 와인의 유리당 함량

		유리당 함량(g/100 mL)				
		Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Total
57 °Brix	참외 불량과 당액	19.07	14.74	0.80	N.D	35.24
30 °Brix	발효 전	11.03	8.58	0.35	N.D	19.96
	발효 후	0.05	N.D	0.07	N.D	0.12
24 °Brix	발효 전	7.63	4.32	0.26	N.D	12.21
	발효 후	0.02	N.D	0.07	N.D	0.09



그림 18. 참외 와인 화이트 와인 및 감미성 와인 제조개발

2) 참외 불량과 당액을 활용한 참외 막걸리의 제조공법 개발

① 증자에 의한 참외 막걸리 담금 유형별 발효기간 중 변화

- 참외 증자막걸리 제조를 위하여 침지한 쌀을 증자 후 백국균을 이용 25℃, 48시간 동안 입국함. 당화제로는 누룩 및 정제효소를 사용하였으며 효모를 확대배양하여 이용함.
- 참외 불량과 당액을 0%, 2% 및 4%로 달리 첨가하여 제조한 막걸리의 pH는 표 29와 같음. 당화제로 누룩을 사용할 경우 담금 직후 pH 3.25~2.27이었으며 발효 3일째 소폭 감소함. 덧술 직후인 발효 6일째 모든 구간에서 pH가 매우 증가하였으며 발효가 진행될수록 소폭 증가. 최종 막걸리의 pH는 3.70~3.86으로 참외 불량과 당액의 첨가량이 높을수록 pH가 높게 나타남.
- 누룩 및 정제효소를 함께 사용한 경우 담금 직후 pH가 3.25~3.27로 나타남. 발효 6일째 덧술과 참외 불량과 당액을 첨가 후 pH측정 결과 4%첨가구간이 4.08로 가장 높음. 이 후 발효 9일째까지 감소하는 경향이었으며 발효 15일째까지 유지되는 것으로 나타남. 정제효소를 이용한 구간에서도 비슷한 결과를 보였으며 발효 3일째 pH는 3.20~3.22로 나타남.
- 발효 6일째 pH가 최대였으며 참외 불량과 당액의 함량이 높을수록 증가함. 발효 6일째 모든 구간에서 pH가 증가 이유는 고두밥, 양조용수 및 불량과 당액의 첨가로 여겨짐. 발효 후 기 pH 증가는 생성된 유기산이 알코올과 반응하여 방향성분 등을 형성하기 때문으로 여겨짐.

표 29. 발효제에 따른 참외 증자막걸리의 발효기간 중 pH 변화

담금 방법	발효제	발효기간 (day)	참외 불량과 당액 첨가량(%)			
			0	2	4	
증자	효모	1	3.25±0.01 ¹⁾	3.27±0.01	3.26±0.02	
		3	3.17±0.01	3.18±0.02	3.18±0.01	
		6	3.75±0.02	3.77±0.04	3.88±0.03	
		누룩	9	3.81±0.02	3.82±0.01	3.90±0.02
			12	3.84±0.02	3.86±0.02	4.09±0.01
			15	3.70±0.03	3.77±0.02	3.86±0.03
	정제효소	1	3.26±0.02	3.25±0.01	3.27±0.01	
		3	3.19±0.02	3.18±0.01	3.20±0.01	
		6	4.00±0.04	4.01±0.03	4.08±0.02	
		9	3.80±0.02	3.82±0.01	3.88±0.01	
		12	3.83±0.01	3.87±0.01	3.94±0.02	
		15	3.86±0.01	3.90±0.02	3.95±0.01	
	효모	1	3.26±0.01	3.27±0.02	3.27±0.02	
		3	3.20±0.02	3.22±0.01	3.22±0.01	
		6	4.04±0.03	4.10±0.02	4.19±0.04	
정제효소		9	3.87±0.02	3.96±0.03	4.03±0.01	
		12	3.91±0.01	3.98±0.02	4.06±0.02	
		15	3.90±0.02	3.97±0.01	4.03±0.01	

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

- 참외 불량과 당액을 첨가하여 발효한 막걸리의 총산도는 표 30과 같음. 총산도는 담금 직후 1.119~1.121%로 구간에 따른 차이는 없는 것으로 나타남. 발효 3일까지 총산도는 증가하는 경향이었으나 발효 6일째 덧술 첨가 시 급격히 저하됨.
- 누룩을 사용할 경우 발효 6일째 당액의 첨가량이 많을수록 총산도는 낮게 나타남. 발효 12일째까지는 총산도가 약간 감소하였으나 이후로는 서서히 증가하였음. 당화제로 누룩과 정제효소를 함께 사용한 경우 마찬가지로 구간에 따른 차이는 없음.
- 발효 6일째 덧술 및 기타 물료의 혼합으로 총산도는 급격히 저하되는 것으로 나타남. 참외 불량과 당액 4%첨가에서 총산도 0.403%로 가장 낮게 나타남. 정제효소 사용 구간에서도 같은 경향으로 나타났으며 4%첨가에서 총산도가 가장 낮음.
- 총산도는 발효가 점차 진행될수록 젖산 또는 효모의 발효로 생성된 유기산에 의하여 증가함. 생성된 유기산은 발효 후기 알코올 등과 반응하여 ester와 같은 향미성분의 형성에 이용됨. 따라서 본 연구에서 발효 후기 총산도는 모든 구간에서 소폭 감소한다고 판단됨.

표 30. 발효제에 따른 참외 증자막걸리의 발효기간 중 총산도 변화

unit: (%)

담금 방법	발효제	발효기간 (day)	참외 불량과 당액 첨가량(%)		
			0	2	4
증 자	효모 누룩	1	1.121±0.02 ¹⁾	1.119±0.01	1.121±0.02
		3	1.228±0.01	1.226±0.02	1.226±0.01
		6	0.588±0.02	0.584±0.03	0.501±0.04
		9	0.526±0.03	0.520±0.02	0.483±0.03
		12	0.511±0.03	0.510±0.01	0.404±0.02
		15	0.654±0.02	0.584±0.02	0.510±0.01
	효모 누룩 정제효소	1	1.121±0.02	1.121±0.01	1.119±0.01
		3	1.229±0.03	1.226±0.02	1.225±0.01
		6	0.429±0.04	0.428±0.02	0.403±0.02
		9	0.529±0.01	0.520±0.01	0.501±0.02
		12	0.511±0.01	0.509±0.11	0.479±0.01
		15	0.510±0.02	0.483±0.02	0.480±0.01
	효모 정제효소	1	1.121±0.01	1.119±0.02	1.119±0.02
		3	1.225±0.02	1.220±0.01	1.220±0.01
		6	0.415±0.03	0.405±0.02	0.374±0.03
9		0.509±0.02	0.478±0.03	0.418±0.04	
12		0.480±0.01	0.473±0.01	0.410±0.02	
15		0.483±0.02	0.474±0.02	0.418±0.04	

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

- 참외 불량과 당액 첨가 농도에 따른 막걸리의 알코올 함량을 조사함(표 31). 술덧 담금 직후에는 모든 구간에서 0%로 나타났고 담금 후 3일째 1.5~3.5%의 함량을 나타냄.
- 누룩을 당화제로 사용할 경우 발효 12일째까지 모든 구간에서 알코올 함량이 급격히 증가함. 최종 16.6~17.3%의 알코올 함량을 보였으며 이후 발효가 지속될수록 완만하게 상승.
- 최종 알코올 함량은 참외 불량과 당액 4%첨가에서 18.5%로 무첨가에 비하여 0.7% 높음. 당화제로 누룩과 효소제를 함께 사용한 경우 발효 3일째부터 6일째 까지 급격한 증가를 보임. 발효 6일까지 참외 불량과 당액의 첨가 비율에 따른 알코올 함량 차이는 없는 것으로 나타남. 발효 3일부터 12일까지 급격하게 증가하였으며 이후 완만하게 증가하였음.
- 참외 불량과 당액 4%첨가에서 알코올 함량이 19.4%로 타 구간에 비하여 1.2%정도 높음. 당화제로 정제효소를 사용한 경우 누룩을 사용한 구간보다 알코올 함량이 1.5~2.0% 더 높음. 증자에 의한 참외 막걸리의 경우 당화제로 정제효소를 이용하였을 때 알코올 함량이 가장 높음.

표 31. 발효제에 따른 참외 증자막걸리의 발효기간 중 알코올 함량 변화

unit: (%)

담금 방법	발효제	발효기간 (day)	참외 불량과 당액 첨가량(%)		
			0	2	4
증 자	효모	1	0.0±0.0 ¹⁾	0.0±0.0	0.0±0.0
		3	1.5±0.1	1.5±0.1	1.6±0.1
		6	7.1±0.1	7.4±0.1	7.3±0.1
		9	13.9±0.1	13.5±0.1	13.8±0.1
		12	16.6±0.1	16.6±0.1	17.3±0.1
		15	17.8±0.1	18.0±0.1	18.5±0.1
	정제효소	1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		3	3.0±0.1	3.2±0.1	3.6±0.1
		6	11.1±0.1	11.0±0.2	11.6±0.1
		9	16.3±0.2	16.3±0.1	16.9±0.1
		12	17.9±0.1	18.0±0.1	18.6±0.1
		15	18.2±0.1	18.2±0.1	19.4±0.1
	효모 정제효소	1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		3	3.4±0.1	3.3±0.1	3.5±0.1
		6	11.5±0.1	12.0±0.1	12.5±0.1
9		16.6±0.1	16.2±0.1	16.8±0.2	
12		17.7±0.1	17.8±0.1	18.8±0.1	
15		19.6±0.1	19.9±0.1	20.5±0.1	

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

② 무증자에 의한 참외 막걸리 담금 유형별 발효기간 중 변화

- 참외 무증자 막걸리 제조를 위하여 침지한 쌀을 분쇄하여 사용함. 당화제로는 누룩 및 정제 효소를 사용하였으며 효모를 확대 배양하여 이용함.
- 참외 불량과 당액을 농도별로 첨가하여 제조한 참외 무증자 막걸리의 pH는 표 32와 같음. 누룩을 당화제로 사용한 경우 담금 직후 pH 3.95~3.96으로 나타남. 이 후 발효 3일째까지 소폭 감소하였으며 발효 6일째 덧술 첨가 직후 pH가 4이상으로 높아짐.
- 발효가 진행될수록 pH는 지속적으로 감소하였으며 발효 15일째 최종 pH 3.70~3.74로 나타남. 당화제로 누룩과 정제효소를 함께 사용한 경우 담금 직후 pH가 4.26~4.27로 나타남. 덧술 첨가와 함께 pH가 상승하였으며 참외 불량과 당액 4%첨가에서 pH 4.89로 가장 높음.
- 정제효소를 사용한 경우 마찬가지로 덧술 첨가에 의하여 pH가 상승하는 것으로 나타남. 이 후 발효가 진행될수록 pH는 조금씩 감소하였으며 당액 첨가비율이 높을수록 pH도 높음. 모든 실험구간에서 덧술 첨가(발효 6일)에 의하여 pH가 상승하는 것으로 나타남. 참외 불량과 당액 및 가수 등에 의하여 pH가 상승하는 것이라 판단됨.

- 증자 막걸리에 비해 pH가 높은 경향이었으며 특히 정제효소를 사용한 구간에서 pH가 가장 높음. 이는 쌀 입국 제조에서 접종하는 *A. kawachii*가 생성하는 구연산 때문으로 판단됨.

표 32. 발효제에 따른 참외 무증자 막걸리의 발효기간 중 pH변화

담금 방법	발효제	발효기간 (day)	참외 불량과 당액 첨가량(%)			
			0	2	4	
무 증 자	효모	1	3.96±0.01 ¹⁾	3.95±0.02	3.96±0.02	
		3	3.85±0.02	3.84±0.01	3.83±0.01	
		6	4.24±0.04	4.26±0.04	4.30±0.03	
		누룩	9	3.83±0.03	3.86±0.02	3.94±0.04
			12	3.77±0.02	3.80±0.02	3.87±0.03
			15	3.70±0.02	3.73±0.01	3.74±0.02
	정제효소	1	4.27±0.02	4.26±0.02	4.27±0.01	
		3	4.09±0.03	4.07±0.01	4.08±0.03	
		6	4.77±0.02	4.79±0.02	4.89±0.03	
		9	4.54±0.01	4.61±0.03	4.76±0.02	
		12	4.54±0.01	4.65±0.04	4.73±0.03	
		15	4.58±0.02	4.63±0.02	4.77±0.03	
	효모 정제효소	1	4.45±0.02	4.46±0.01	4.45±0.02	
		3	4.27±0.02	4.26±0.02	4.28±0.01	
		6	4.62±0.04	4.63±0.03	4.69±0.02	
9		4.23±0.03	4.28±0.04	4.32±0.03		
12		4.24±0.02	4.27±0.01	4.32±0.01		
15		4.26±0.02	4.29±0.02	4.35±0.03		

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

- 불량과 당액 첨가에 따른 참외 무증자 막걸리의 총산도는 표 33과 같음. 총산도는 담금 직후 0.290~0.480%로 누룩을 당화제로 사용한 구간이 높게 나타남.
- 당화제로 누룩을 첨가한 경우 총산도는 덧술 첨가 직후 0.318~0.335%로 급격히 낮아짐. 이후 발효가 진행될수록 총산도는 지속적으로 증가하는 것으로 나타남.
- 당화제로 누룩과 정제효소를 함께 사용한 경우 초기 총산도는 0.335~0.339%로 나타남. 구간에 따른 차이는 없었으며 마찬가지로 덧술 첨가에 의하여 총산도가 낮아지는 것으로 나타남.
- 참외 불량과 당액 첨가구간에서 무첨가에 비하여 총산도가 낮은 경향으로 나타남. 정제효소를 사용한 경우 다른 발효제를 사용한 경우와 비슷한 경향을 나타냄. 최종 총산도는 0.315~0.335%로 당액 첨가에 따른 차이가 크게 없음.
- 총산도는 담금 직후에는 원료가 가지고 있는 자체의 유기산이 주로 관여함. 그러나 발효가 진행될수록 효모의 생육에 의해 유기산이 생성되면서 총산도는 증가함. 이후 생성된 유기

산은 방향물질 등의 형성에 이용되므로 발효 후기에는 감소된다고 여겨짐.

표 33. 발효제에 따른 참외 무증자 막걸리의 발효기간 중 총산도 변화

unit: (%)

담금 방법	발효제	발효기간 (day)	참외 불량과 당액 첨가량(%)			
			0	2	4	
무 증 자	효모 누룩	1	0.478±0.04 ¹⁾	0.480±0.03	0.478±0.04	
		3	0.510±0.04	0.511±0.04	0.510±0.05	
		6	0.324±0.03	0.335±0.03	0.318±0.04	
		9	0.511±0.02	0.510±0.02	0.479±0.03	
		12	0.584±0.04	0.529±0.02	0.509±0.04	
		15	0.654±0.01	0.612±0.03	0.601±0.02	
	정제효소	1	0.339±0.02	0.335±0.02	0.339±0.01	
		3	0.404±0.02	0.401±0.02	0.404±0.03	
		6	0.223±0.03	0.207±0.04	0.195±0.03	
		9	0.281±0.02	0.268±0.03	0.223±0.04	
		12	0.281±0.03	0.241±0.02	0.219±0.01	
		15	0.269±0.03	0.265±0.03	0.223±0.01	
		효모 정제효소	1	0.298±0.03	0.290±0.02	0.298±0.02
			3	0.329±0.02	0.330±0.03	0.322±0.03
			6	0.268±0.03	0.265±0.01	0.232±0.01
	9	0.360±0.02	0.322±0.03	0.320±0.02		
	12	0.350±0.01	0.329±0.03	0.320±0.01		
	15	0.335±0.02	0.319±0.02	0.315±0.02		

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

- 참외 불량과 당액 첨가에 따른 참외 무증자 막걸리의 알코올 함량은 표 34와 같음. 누룩을 당화제로 사용한 경우 발효 3일째 알코올 함량이 모든 구간에서 급격하게 상승함. 발효 15일째 알코올 함량은 당액 4%첨가에서 20.2%로 타 구간에 비하여 조금 높음.
- 당화제로 누룩과 정제효소제를 사용한 경우에 발효 6일째부터 알코올 함량이 급격히 상승함. 이 후 발효가 지속될수록 약간 증가하였으나 누룩을 사용하지 않은 경우보다 약 2%가량 낮음. 당화제로 정제효소를 사용한 경우 발효 9일째까지 일정한 속도로 알코올 함량이 증가함.
- 참외 불량과 당액 첨가에 따른 알코올 함량은 4%첨가구간에서 약간 높게 나타남. 효모와 누룩 사용 구간에서 타 구간에 비하여 알코올 함량이 약 2%가량 높음. 참외 불량과 당액을 이용한 참외 무증자 막걸리 제조에서 누룩의 사용이 알코올 함량에 유리함.

표 34. 발효제에 따른 참외 무증자 막걸리의 발효기간 중 알코올 함량 변화

unit: (%)

담금 방법	발효제	발효기간 (day)	참외 불량과 당액 첨가량(%)		
			0	2	4
무 증 자	효모	1	0.0±0.0 ¹⁾	0.0±0.0	0.0±0.0
		3	4.2±0.1	4.7±0.1	4.8±0.1
		6	11.4±0.1	11.7±0.1	12.4±0.1
		9	13.6±0.2	14.2±0.1	15.0±0.1
		12	17.8±0.1	17.3±0.1	18.5±0.1
		15	19.8±0.1	19.8±0.1	20.2±0.1
	누룩	1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		3	3.5±0.1	3.1±0.1	3.6±0.1
		6	7.1±0.1	7.4±0.1	7.4±0.1
		9	13.5±0.1	13.7±0.1	13.8±0.1
		12	16.1±0.1	16.2±0.1	17.2±0.1
		15	17.8±0.1	18.0±0.1	18.3±0.1
	정제효소	1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
		3	5.0±0.1	5.5±0.1	5.5±0.1
		6	10.4±0.1	10.5±0.1	10.7±0.1
9		14.2±0.1	14.3±0.1	13.9±0.1	
12		15.9±0.1	16.2±0.1	16.7±0.1	
15		18.0±0.1	18.2±0.1	18.5±0.1	

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

3) 참외 불량과 당액을 이용한 DIY와인 제조공법 개발

- 참외 불량과 당액의 알코올 발효과정 중 효모의 영양원이 되는 무기질의 유무에 따른 알코올 발효특성을 조사하기 위하여 참외 당액 및 YPD 사면배지 혼합비율에 따른 알코올 발효특성을 조사함. YPD 배지 조성은 표 35와 같음.

표 35. YPD 사면배지조성

Components of culture medium (g/L)	
Dextrose	100.00
Yeast Extract	10.00
Peptone	20.00
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.25
KCl	1.30
(NH ₄) ₂ SO ₄	4.50

- Starter의 경우 YPD 사면배지에 Fermivin 0.2%(w/v)을 첨가하여 48시간동안 확대 배양함. 참외 불량과 당액 및 YPD 사면배지를 비율별로 제조하여 Starter 10%(v/v)를 접종함. 참외 불량과 당액 및 YPD배지의 혼합비율에 따른 알코올 발효특성은 표 36과 같음.

- 참외 당액 100% 및 YPD 100% 구간에서 당도는 각각 10.2 °Brix 및 8.4 °Brix로 각각 나타남. 알코올 함량의 경우 두 구간 각각 9.9% 및 12.3%로 YPD 100%구간이 약 2.4% 높음.
- 참외 당액 30%와 YPD 60%구간의 경우 당도는 9.6 °Brix로 알코올 함량은 10.3%로 나타남. 참외 당액 90%와 YPD 10%구간의 경우 당도 9.6 °Brix 및 알코올 함량 10.5%로 나타남. 이상의 결과 미량의 미네랄원소는 참외 당액의 알코올 발효를 돕는 효모영양원으로서의 역할을 하는 것으로 판단됨.

표 36. 참외 당액 및 YPD배지 혼합비율에 따른 참외 불량과 당액의 당도 및 알코올 함량 비교

참외당액 (mL)	YPD	Starter 10%(v/v)	
		당도(°Brix)	알코올 함량(%)
0	100	8.4	12.3
10	90	8.4	11.8
30	60	9.6	10.3
90	10	9.6	10.5
100	0	10.2	9.9

- 효모영양제((NH₄)₂HPO₄) 첨가에 따른 참외 불량과 당액의 알코올 발효공정은 그림 19와 같음. 참외 불량과 당액(40 °Brix)에 가수 40%(v/v)하여 24 °Brix로 희석함. 혼합산을 이용하여 pH 3.5이 되도록 보산하였으며 이때 소비된 혼합산의 양은 2.25g/100 mL로 나타남. 희석 및 보산된 참외 당액에 각각 효모 0.02%(w/v) 및 효모영양제 0.02%(w/v)를 첨가하여 25°C에서 알코올 발효.

참외 당액	40 °Brix
↓	
희석·보산	가수 40%(v/v), 혼합산 2.25g/100mL첨가 ⇨ 24 °Brix, pH 3.5
↓	
효모·효모영양제 첨가	Yeast 0.02% (w/v), (NH ₄) ₂ HPO ₄ 0.02% (w/v)
↓	
발효	25°C Incubator

그림 19. 효모영양제 첨가에 따른 참외 불량과 당액(40 °Brix)의 알코올 발효공정

- 효모 영양제 첨가에 따른 참외 불량과 당액의 알코올발효 결과 품질특성은 표 37과 같음. pH의 경우 무처리 및 효모영양제 처리구간에서 각각 3.71 및 3.69으로 나타나 효모영양제 첨가에 따른 차이가 크게 없었음.
- 총산도의 경우 효모영양제 처리구간이 무처리보다 약 0.32정도 낮은 1.90%로 나타남. 당도 및 알코올 함량의 경우 효모영양제 첨가에 따른 큰 차이가 없는 것으로 나타남. 이상의 결

과 참외 불량과 당액 알코올 발효에서 효모영양제 첨가의 경우 pH, 총산도, 당도 및 알코올 함량 등의 품질특성에 큰 영향이 없는 것으로 나타남.

표 37. 효모영양제 첨가에 따른 참외 불량과 당액의 알코올 발효 품질특성 비교

	pH	총산도 (%)	당도 (°Brix)	알코올함량 (%)
무처리	3.71±0.06 ¹⁾	2.12±0.03	10.30±0.00	10.60±0.00
효모영양제첨가	3.69±0.14	1.90±0.14	10.40±0.00	10.70±0.00

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

- 참외 DIY와인의 감미 상승을 위하여 sucralose 첨가량에 따른 참외 불량과 당액의 알코올 발효특성을 조사함(그림 20). 참외 불량과 당액(40 °Brix)에 가수 40%(v/v) 및 혼합산 2.25g/100 mL을 첨가함.
- 참외 당액(24 °Brix, pH 3.5)에 각각 효모 0.02%(w/v), 효모영양제 0.02%(w/v) 및 아황산 200 ppm을 첨가함. 10% 설탕용액 1%(w/v)와 Sucralose 농도별 0.001, 0.003 및 0.005%(w/v)를 첨가함.

참외 당액	40.00 °Brix
↓	
희 석·보 산	가수 40%(v/v), 혼합산 2.25g/100mL ⇨ 24.00 °Brix, pH 3.50
↓	
효 모·효 모영 양제·아 황산	Yeast 0.02% (w/v) (NH ₄) ₂ HPO ₄ 0.02% (w/v) K ₂ SO ₄ (아황산) 200ppm
↓	
Sucralose 첨가	Sucralose 0.001, 0.003 및 0.005%(w/v)
↓	
발 효	25℃ 알코올 발효
↓	
여 과	
↓	
숙 성	4~5일 10℃이하 냉장보관

그림 20. Sucralose 첨가량에 따른 참외 DIY와인 제조과정

- Sucralose 첨가량에 따른 참외 불량과 당액 알코올 발효액의 품질특성은 표 38과 같음. pH의 경우 대조구 및 sucralose 첨가구간은 3.63~3.66의 범위로 차이가 크게 없음.
- 총산도의 경우 모든 구간에서 3.28~3.48%로 sucralose첨가량에 따른 큰 차이가 없음. 당도

의 경우 sucralose첨가에서 대조구에 비하여 약 0.2 °Brix가량 높은 것으로 나타났으나 알코올 함량의 경우 대조구에서 약 0.4~0.6%정도 높은 것으로 나타남.

표 38. Sucralose 첨가량에 따른 참외 불량과 당액의 알코올 발효 품질특성 비교

	pH	총산도(%)	당도(°Brix)	알코올함량(%)
A ¹⁾	3.63±0.01 ²⁾	3.37±0.13	11.15±0.07	10.60±0.00
B	3.65±0.00	3.38±0.00	11.40±0.00	10.20±0.00
C	3.64±0.00	3.48±0.13	11.30±0.00	10.00±0.00
D	3.66±0.00	3.28±0.15	11.35±0.07	10.00±0.00

¹⁾A: 10%설탕용액 1%(w/v), B: Sucralose 0.001%(w/v), C: Sucralose 0.003%(w/v), D: Sucralose 0.005%(w/v)

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

- Sucralose 첨가량에 따른 참외 당액 DIY와인의 관능검사 결과 표 39와 같음. 맛 및 향의 경우 sucralose 0.003%(w/v)첨가구간에서 각각 3.80 및 3.60으로 가장 높게 나타남. Sucralose 0.001%(w/v) 및 0.005%(w/v)첨가구간의 경우 각각 3.40으로 비슷하게 나타남.
- 색의 경우 sucralose 0.001% 및 0.003%(w/v)구간에서 각각 3.60 및 4.00으로 가장 높음. 종합적 기호도의 경우 sucralose 0.001% 및 0.003%(w/v)구간에서 각각 3.40으로 가장 높게 나타남.
- 관능검사 결과 전반적으로 참외 당액 DIY와인의 경우 대조구인 10%설탕용액에 비하여 기호도가 높게 나타남. 특히 sucralose 0.003%(w/v)첨가에서 맛, 향, 색 및 종합적 기호도가 높게 나타나 참외 불량과 당액을 이용한 DIY와인 제조에서 sucralose첨가량의 경우 0.003%(w/v)이 적당한 것으로 판단됨.

표 39. Sucralose 첨가량에 따른 참외 당액 DIY와인의 관능검사 결과

	맛	향	색	기 호 도
I ¹⁾	2.00±0.00 ^{2)c3)}	1.80±0.45 ^b	2.80±0.45 ^b	1.40±0.55 ^c
II	3.20±0.45 ^b	3.40±0.55 ^a	3.60±0.89 ^{ab}	3.40±0.55 ^a
III	3.80±0.45 ^a	3.60±0.89 ^a	4.00±0.00 ^a	3.40±0.55 ^a
IV	2.40±0.55 ^c	3.40±0.55 ^a	3.40±0.55 ^{ab}	2.40±0.55 ^b

¹⁾ I: 10% 설탕용액 1%(w/v), II: sucralose 0.001%(w/v), III: sucralose 0.003%(w/v), IV: sucralose 0.005%(w/v).

²⁾Values are mean±SD (n=3).

^{3)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

참외 당액을 활용한 DIY와인 제조과정	
참외 당액	40 °Brix
↓	
희석·보산	가수 40%(v/v), 혼합산 2.25g/100mL
↓	
참외 당액	24 °Brix, pH 3.50
↓	
효모·효모영양제·아황산	Yeast 0.02%(w/v), (NH ₄) ₂ HPO ₄ 0.02%(w/v), K ₂ SO ₄ 200ppm,
↓	
Sucralose 첨가	Sucralose 0.003%(w/v)
↓	
발효	25°C Incubator, 7~9일 발효
↓	
여과	다른 병으로 옮겨 담기(racking)
↓	
숙성	4~5일 10°C 이하 냉장보관
↓	
병입	
↓	
완제품	

그림 21. 참외 불량과 당액을 활용한 DIY와인 제조과정도



그림 22. 참외 당액 DIY와인 시제품

4) 참외 막걸리의 기호도 및 제품화 기반구축

- 참외당액 첨가량에 따른 무증자 쌀막걸리의 당도, 총산도 및 pH 결과는 표 40과 같음. 참외 당액 첨가에 따른 당도의 경우 control 3.40 °Brix로 첨가량이 늘어날수록 점차 증가하여 당액 9%(v/w)는 4.10 °Brix로 증가하였음.
- 알코올발효가 진행됨에 따라 당도는 모든 구간에서 증가하였음. 발효 4일에서 당액 무첨가 쌀막걸리의 경우 9.20 °Brix로 참외 당액 9%(v/w) 첨가한 막걸리 9.8 °Brix로 유의적인 차이를 나타냄.
- 총산도의 경우 참외 당액 첨가량에 따라 발효 전 당액 무첨가 0.12%에서 참외 당액 9%(v/w)첨가 0.16%로 유의적인 차이를 보임. 발효가 진행됨에 따라 발효 1일에서 약 0.65~0.71%로 모든 구간에서 총산도가 조금 증가하여 유의적인 차이가 나타났으며 이후 발효 4일까지 큰 차이는 없는 것으로 나타남.
- pH의 경우 발효가 진행되면서 초기 pH에 비하여 1일째 3.76~3.85로 감소하였으며 당액 첨가량에 따라 유의적인 차이를 나타냄. 발효 4일째 당액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 3.80~3.84로 pH의 경우 발효기간에 따른 큰 차이가 나타나지 않음.

표 40. 발효시간에 따른 참외당액 무증자 쌀막걸리의 당도, 총산도 및 pH

	Time (day)	Defective oriental melon concentrate (%(w/w))			
		control ¹⁾	3	6	9
Sugar contents (oBrix)	0	3.40±0.06 ^{1)C2)c3)}	3.60±0.23 ^{BCe}	3.80±0.10 ^{Be}	4.10±0.06 ^{Ae}
	1	5.70±0.06 ^{Cd}	5.90±0.17 ^{BCd}	6.10±0.15 ^{ABd}	6.30±0.06 ^{Ad}
	2	7.20±0.12 ^{Cc}	7.30±0.21 ^{BCc}	7.60±0.06 ^{ABc}	7.80±0.15 ^{Ac}
	3	8.20±0.00 ^{Db}	8.40±0.00 ^{Cb}	8.60±0.00 ^{Bb}	8.90±0.01 ^{Ab}
	4	9.20±0.60 ^{Da}	9.40±0.60 ^{Ca}	9.60±0.00 ^{Ba}	9.80±0.10 ^{Aa}
Total acidity (%)	0	0.12±0.01 ^{1)C2)c3)}	0.14±0.01 ^{Bc}	0.15±0.01 ^{Bc}	0.16±0.00 ^{Ac}
	1	0.65±0.01 ^{Bb}	0.69±0.03 ^{Ab}	0.70±0.02 ^{Ab}	0.71±0.00 ^{Ab}
	2	0.77±0.01 ^{Ca}	0.79±0.01 ^{BCa}	0.81±0.01 ^{ABa}	0.84±0.02 ^{Ab}
	3	0.78±0.02 ^{Ba}	0.79±0.02 ^{ABa}	0.81±0.02 ^{Aa}	0.84±0.01 ^{Aa}
	4	0.78±0.01 ^{Ca}	0.79±0.01 ^{BCa}	0.81±0.01 ^{ABa}	0.85±0.02 ^{Aa}
pH	0	4.36±0.01 ^{1)B2)a3)}	4.41±0.09 ^{ABa}	4.47±0.06 ^{ABa}	4.52±0.06 ^{Aa}
	1	3.76±0.04 ^{Bd}	3.81±0.04 ^{Ab}	3.84±0.04 ^{Ab}	3.85±0.01 ^{Ab}
	2	3.79±0.02 ^{Bc}	3.80±0.03 ^{Ac}	3.81±0.01 ^{Ab}	3.82±0.01 ^{Ab}
	3	3.80±0.02 ^{Cb}	3.81±0.01 ^{BCb}	3.83±0.02 ^{ABb}	3.84±0.00 ^{Ab}
	4	3.80±0.01 ^{Cb}	3.81±0.00 ^{Cb}	3.82±0.00 ^{ABb}	3.83±0.01 ^{Ab}

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

- 참외 당액 첨가량에 따른 무증자 쌀막걸리의 색도 결과는 표 41과 같음. L값은 발효 전 당액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 89.75~86.88로 나타났으며 참외 당액 첨가량이 많을수록 L값은 약간 낮게 나타남. 발효가 진행됨에 따라 L값은 모든 구간에서 감소하는 경향으로 발효 4일

제 당액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 61.64~56.34로 발효 초기에 비하여 모든 구간에서 감소하였음.

- a값은 발효 전 당액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 -2.37~-2.63로 큰 차이가 없음. 발효 4일까지 당액 0, 3, 6 및 9%(v/w) -0.82~-1.18로 나타나 발효가 진행될수록 모든 구간에서 조금씩 증가. b값은 참외 당액 첨가량이 높은 구간에서 약간 높게 나타나 9%(v/w) 첨가에서 15.58로 무첨가 13.98에 비하여 약 1.60정도로 높았음.

표 41. 발효시간에 따른 참외 당액 무증자 싹막걸리의 색도

Color	Time (day)	Defective oriental melon concentrate (%(w/w))				
		control	3	6	9	
L	0	89.75±0.90 ^{1)A2)a3)}	88.89±0.20 ^{Aa}	88.06±1.19 ^{Aa}	86.88±0.03 ^{Ba}	
	1	77.07±0.05 ^{Da}	79.85±1.57 ^{Cb}	80.41±1.56 ^{Bb}	81.26±0.06 ^{Ab}	
	2	74.60±0.29 ^{Ab}	71.08±1.07 ^{ABc}	68.57±0.18 ^{Bc}	67.07±4.17 ^{Bc}	
	3	68.37±0.08 ^{Ac}	65.69±2.19 ^{Bd}	64.51±0.53 ^{Bd}	64.37±0.12 ^{Bd}	
	4	61.64±0.61 ^{Ad}	60.39±0.08 ^{Ae}	58.78±1.22 ^{Be}	56.34±0.27 ^{Ce}	
	Hunter's color value	0	-2.37±0.13 ^{Ad}	-2.54±0.04 ^{Bd}	-2.59±0.07 ^{Be}	-2.63±0.04 ^{Be}
		1	-1.92±0.02 ^{Ac}	-2.05±0.08 ^{Bc}	-2.13±0.12 ^{Bd}	-2.21±0.08 ^{Cd}
		2	-1.14±0.01 ^{Ab}	-1.35±0.07 ^{Bb}	-1.42±0.06 ^{Cc}	-1.45±0.05 ^{Cc}
3		-0.79±0.02 ^{Aa}	-0.81±0.10 ^{Aa}	-0.93±0.02 ^{Bb}	-0.97±0.05 ^{Ba}	
b	4	-0.82±0.02 ^{Aa}	-0.93±0.10 ^{Aa}	-1.06±0.0 ^{Ca}	-1.18±0.10 ^{Cb}	
	0	0.06±0.01 ^{ns4)}	0.06±0.00 ^d	0.07±0.01 ^c	0.07±0.00 ^c	
	1	12.39±0.02 ^C	13.37±0.57 ^{Bc}	14.03±0.64 ^{Ab}	14.51±0.18 ^{Ab}	
	2	13.45±0.18 ^C	13.88±0.27 ^{BCb}	14.22±0.59 ^{Bb}	15.30±0.23 ^{Aa}	
	3	13.64±0.35 ^C	14.02±0.02 ^{Cb}	14.88±0.16 ^{Ba}	15.57±0.16 ^{Aa}	
	4	13.98±0.52 ^C	14.61±0.25 ^{Ba}	14.99±0.15 ^{Ba}	15.58±0.15 ^{Aa}	

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

⁴⁾Not significant.

- 참외 당액 첨가량에 따른 무증자 싹막걸리의 탁도 및 갈색도 결과는 표 42와 같음. 탁도는 발효 전 당액 0, 3, 6 및 9%(v/w)는 0.06~0.07로 비슷한 값을 보임. 발효 1일째 0.18~0.13로 증가하여 발효 4일까지 조금씩 증가하는 경향을 보임.
- 갈색도는 발효 전 당액 0, 3, 6 및 9%(v/w)에서 0.31~0.40로 참외당액 첨가량이 많을수록 미세하게 높은 경향을 보임. 발효가 진행됨에 따라 4일째 0.67~0.75로 모든 구간에서 약간 증가하는 경향을 보임.

표 42. 발효시간에 따른 참외 당액 무증자 싹막걸리의 탁도 및 갈색도

Color	Time (day)	Defective oriental melon concentrate (%(w/w))			
		control	3	6	9
Turbidity	0	0.06±0.00 ^{1)ns2)e3)}	0.06±0.00 ^e	0.07±0.01 ^e	0.07±0.01 ^e
	1	0.18±0.01 ^{A4)d}	0.15±0.01 ^{Bd}	0.14±0.01 ^{Cd}	0.13±0.00 ^{Dd}
	2	0.24±0.02 ^{nsc}	0.25±0.01 ^c	0.27±0.02 ^c	0.29±0.05 ^c
	3	0.30±0.01 ^{Db}	0.31±0.02 ^{Cb}	0.33±0.03 ^{Bb}	0.35±0.04 ^{Ab}
	4	0.33±0.03 ^{Ca}	0.36±0.01 ^{Ca}	0.41±0.03 ^{Ba}	0.46±0.01 ^{Aa}
Brown color	0	0.31±0.00 ^{De}	0.34±0.00 ^{Ce}	0.38±0.00 ^{Be}	0.40±0.01 ^{Ac}
	1	0.45±0.01 ^{nsd}	0.44±0.01 ^d	0.43±0.01 ^d	0.43±0.00 ^c
	2	0.50±0.01 ^{Cc}	0.56±0.02 ^{Bc}	0.61±0.03 ^{Bc}	0.64±0.03 ^{Ab}
	3	0.61±0.01 ^{Cb}	0.65±0.05 ^{Bb}	0.69±0.01 ^{ABb}	0.73±0.03 ^{Aa}
	4	0.67±0.01 ^{Ca}	0.70±0.00 ^{BCa}	0.73±0.01 ^{ABa}	0.75±0.04 ^{Aa}

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Not significant.

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{4)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

- 참외 당액 첨가량에 따른 무증자 싹막걸리의 환원당 결과는 표 43과 같음. 알코올 발효 담금 초기에 참외당액 첨가량에 따라 무첨가 1,449.98 mg%, 3%(v/w) 1,684.54 mg%, 6%(v/w) 1,969.45 mg% 및 9%(v/w) 2,228.91mg%의 순으로 당액 첨가량이 증가할수록 조금씩 증가하여 유의적인 차이를 보임. 알코올발효가 진행될수록 환원당 함량은 발효 1일째 큰 폭으로 감소하여 발효 4일째 278.42~324.13 mg%로 나타남. 알코올 발효 전에 비하여 당액 첨가량에 따른 차이는 크지 않은 것으로 나타남.

표 43. 발효시간에 따른 참외 당액 무증자 싹막걸리의 환원당

	Time (day)	Defective oriental melon concentrate (%(w/w))			
		control	1	2	3
Reducing sugar (mg%)	0	1,449.98±1.00 ^{1)D2)a3)}	1,684.87±8.60 ^{Ca}	1,969.47±0.92 ^{Ba}	2,228.91±0.01 ^{Aa}
	1	213.23±4.95 ^{Bd}	215.53±5.20 ^{Be}	218.73±4.31 ^{Be}	238.63±0.45 ^{Ae}
	2	230.94±0.73 ^{Dc}	238.50±0.48 ^{Cd}	249.67±0.72 ^{Bd}	255.53±1.50 ^{Ad}
	3	277.79±6.10 ^{Db}	264.79±5.88 ^{Cc}	277.85±5.77 ^{Bc}	307.27±4.56 ^{Ac}
	4	278.42±1.54 ^{Bb}	283.91±18.69 ^{Cb}	303.41±15.45 ^{Bb}	324.26±6.54 ^{Ab}

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

- 참외당액 첨가량에 따른 무증자 싹막걸리의 알코올 함량 결과는 표 44와 같음. 발효 1일째 참외 당액 9%(v/w) 첨가에서 4.10%로 가장 높게 나타나 무첨가에 비하여 약 0.60%정도 유의적으로 높게 나타남.

- 이후 발효가 진행됨에 따라 알코올 함량이 지속적으로 증가하여 발효 4일에서 당액 무첨가 10.80%, 3%(v/w) 11.00%, 6%(v/w) 11.20% 및 9%(v/w) 11.50% 순으로 각각 나타나 참외 당액 첨가량이 높은 무증자 싹막걸리에서 알코올 함량이 높게 나타남.
- 알코올 함량의 경우 환원당 결과와 같이 참외 무증자 싹막걸리 제조과정 중 참외 당액이 알코올 발효의 기질로 작용하여 당액 함량이 증가할수록 알코올 함량이 높은 것으로 판단 됨.

표 44. 발효시간에 따른 참외 당액 무증자 싹막걸리의 알코올 함량

	Time (day)	Defective oriental melon concentrate (%(w/w))			
		control	3	6	9
Alcohol	0	ND ^{1)ns2)e3)}	ND ^e	ND ^e	ND ^e
contents (%)	1	3.50±0.06 ^{4)C5)d}	3.70±0.12 ^{Bd}	3.80±0.12 ^{Bd}	4.10±0.00 ^{Ad}
	2	7.00±0.06 ^{Cc}	7.20±0.10 ^{Cc}	7.40±0.10 ^{Bc}	7.60±0.00 ^{Ac}
	3	9.20±0.00 ^{Cb}	9.40±0.20 ^{Bb}	9.60±0.06 ^{Ab}	9.80±0.00 ^{Ab}
	4	10.80±0.20 ^{Ca}	11.00±0.06 ^{Ba}	11.20±0.06 ^{Ba}	11.50±0.06 ^{Aa}

1)Not detected.

2)Not significant

3)abcdeMeans within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

4)Values are mean±SD (n=3).

5)ABCDMeans within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

- 참외당액 첨가량에 따른 무증자 싹막걸리의 알코올 함량 결과는 표 45와 같음. 알코올 성분으로 acetaldehyde, methanol, ethanol, isobutanol 및 isoamylalcohol 등이 분석되었음.
- Acetaldehyde는 참외 당액 무첨가에서 155.20 ppm으로 가장 높게 나타났음. 참외 당액 3, 6 및 9%(v/w) 첨가에서는 각각 약 136.36 ppm, 124.07 ppm 및 122.91 ppm으로 참외 당액 첨가량이 증가함에 따라 약간 감소함.
- Ethanol은 참외 당액 첨가량이 많을수록 증가하여 9.60~11.14%의 수준으로 나타남. Isobutanol 및 isoamylalcohol의 경우 참외 당액 첨가량에 따른 큰 차이는 없는 것을 나타남.
- Methanol함량은 6%(v/w) 참외 당액 첨가한 참외 싹막걸리에서 199.08 ppm으로 가장 높게 나타났으며 참외 당액을 첨가하지 않은 무증자 싹막걸리에서 161.45 ppm으로 가장 낮게 나타남.

표 45. 참외 당액 무증자 싹막걸리의 알코올 성분

Alcohol components(ppm)	Defective oriental melon concentrate (%(w/w))			
	Control	3%	6%	9%
Acetaldehyde	155.20±0.72 ^{1)A3)}	136.66±6.99 ^B	124.07±0.46 ^{BC}	122.91±7.00 ^C
Methanol	161.45±1.98 ^C	185.45±4.94 ^B	199.08±6.08 ^A	190.83±0.98 ^{AB}
2-Propanol	Tr ⁴⁾	Tr	Tr	Tr
Ethanol ²⁾	9.60±1.19 ^B	10.15±0.66 ^B	10.95±0.11 ^{AB}	11.14±0.12 ^A
1-Propanol	Tr	Tr	ND	ND
Isobutanol	93.55±11.6 ^{ns5)}	97.95±9.78	97.23±4.37	94.05±1.00
1-butanol	ND	ND	ND	ND
Isoamyl alcohol	300.16±4.15 ^{BC}	320.35±7.98 ^{AB}	328.93±4.02 ^A	296.83±12.67 ^C
1-pentanol	ND	ND	ND	ND
Total	96,673.35	102,200.68	110,218.78	117,429.95

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Unit: %

^{3)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

⁴⁾Not detected.

⁵⁾Not significant.

- 참외 무증자 싹막걸리를 알코올 함량이 6%가 되게 제성 후 관능적 특성 조사한 결과는 표 46과 같음. 관능검사 결과 색 및 향은 참외 당액 6%(v/w)첨가 무증자 싹막걸리가 3.60로 가장 높았고 9%(v/w), 3%(v/w) 및 무첨가 순으로 높게 나타남.
- 맛 및 전반적 기호도 또한 참외 당액 6%(v/w)첨가에서 각각 2.80, 3.60로 가장 높게 나타났으며 당액 무첨가 싹막걸리가 2.00 및 2.60으로 가장 낮게 나타남. 감미료 및 산미료 등과 같은 첨가물을 사용하지 않은 참외 무증자 싹막걸리의 경우 참외 당액 무첨가에 비하여 기호도가 우수하였으나 전반적으로 높은 기호도를 보이지 않음. 따라서 시판 막걸리와 같은 감미료 첨가 등의 보완실험을 통하여 기호도 향상에 관한 연구가 요구됨.

표 46. 참외 당액 무증자 싹막걸리의 관능평가

	Defective oriental melon concentrate (%(w/w))			
	Control	3%	6%	9%
Color	2.40±0.55 ^{1)C2)}	2.60±0.55 ^{BC}	3.60±0.55 ^A	3.20±0.45 ^{AB}
odor	2.20±0.45 ^C	3.00±0.00 ^B	3.60±0.55 ^A	3.20±0.45 ^{AB}
Taste	2.00±1.22 ^{ns3)}	2.40±0.55	2.80±0.84	2.60±0.55
Overall	2.60±0.55 ^B	2.80±0.45 ^B	3.60±0.55 ^A	3.00±0.00 ^B

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

³⁾Not significant.

- Sucralose 첨가량에 따른 참외 무증자 싹막걸리의 당도, 총산도 및 pH의 결과 표 47과 같

음. 당도 조사 결과 sucralose첨가에서 무첨가에 비하여 조금씩 높은 경향을 나타냄. 발효가 진행될수록 당도가 조금씩 상승하는 것으로 나타났으며 발효 4일째 control 7.83 °Brix로 가장 낮게 나타으며 sucralose첨가의 경우 8.53~8.90 °Brix로 나타남.

- Sucralose 0.001%(w/w) 8.53 °Brix, sucralose 0.002%(w/w) 8.70 °Brix 및 sucralose 0.003%(w/w) 8.90 °Brix로 sucralose첨가량에 비례하여 당도가 증가하여 유의적인 차이를 보임.
- 총산도 조사결과 control에서 sucralose 0.003%(w/w) 약 0.17%로 나타났으며 알코올발효 기간에 따라 1일 0.50~0.51%로 모든 구간에서 증가함. 발효 4일까지 0.62~0.63%로 미미하나 조금씩 증가하는 경향을 보임.
- pH의 경우 알코올발효 전 무첨가 control 4.82에서 sucralose 0.003%(w/w) 4.92 수준으로 유의적인 차이를 보였으나 값의 차이에서는 비슷하게 나타남. 이후 알코올발효 중 pH는 1일째 3.82~3.97로 급격하게 감소한 뒤 4일까지 3.82~3.96으로 큰 변화는 없음. sucralose의 첨가량과 크게 관계없으며 발효 기간 동안 pH가 산성과 미산성 사이이므로 알코올 생성능력이 좋은 것이라 판단됨.

표 47. Sucralose첨가에 의한 참외 무증자 싹막걸리의 당도, 총산도 및 pH

	Time (day)	Sucralose concentrates (%(w/w))			
		control ¹⁾	0.001	0.002	0.003
Sugar contents (oBrix)	0	3.47±0.06 ^{1)ns2)e3)}	3.53±0.06 ^e	3.57±0.06 ^e	3.60±0.06 ^e
	1	5.30±0.0 ^{nsd}	5.30±0.00 ^d	5.30±0.00 ^d	5.40±0.00 ^d
	2	6.50±0.00 ^{nsc}	6.70±0.12 ^c	6.80±0.17 ^c	7.00±0.06 ^c
	3	7.53±0.29 ^{nsb}	7.63±0.29 ^b	7.70±0.26 ^b	7.80±0.26 ^b
	4	7.83±0.06 ^{Ba}	8.53±0.21 ^{Aa}	8.70±0.26 ^{Aa}	8.90±0.35 ^{Aa}
Total acidity (%)	0	0.17±0.00 ^{nse}	0.17±0.00 ^c	0.17±0.00 ^e	0.17±0.00 ^e
	1	0.50±0.00 ^{Bd}	0.52±0.00 ^{Ab}	0.51±0.00 ^{ABd}	0.51±0.00 ^{ABd}
	2	0.65±0.00 ^{Aa}	0.63±0.03 ^{ABa}	0.57±0.01 ^{Cc}	0.59±0.02 ^{BCc}
	3	0.65±0.00 ^{nsa}	0.65±0.01 ^a	0.66±0.02 ^a	0.66±0.01 ^a
	4	0.63±0.00 ^{nsb}	0.63±0.01 ^a	0.62±0.00 ^b	0.62±0.01 ^b
pH	0	4.82±0.00 ^{Ba}	4.82±0.04 ^{Ba}	4.82±0.05 ^{Ba}	4.92±0.01 ^{Aa}
	1	3.97±0.03 ^{Ad}	3.90±0.00 ^{Bc}	3.90±0.01 ^{Bc}	3.90±0.01 ^{Bab}
	2	3.84±0.00 ^{nsc}	3.86±0.01 ^d	3.86±0.03 ^{cd}	3.85±0.01 ^{ab}
	3	3.83±0.01 ^{nsc}	3.82±0.01 ^e	3.82±0.01 ^d	3.82±0.01 ^b
	4	3.96±0.00 ^{nsb}	3.96±0.01 ^b	3.96±0.00 ^b	3.96±0.01 ^{ab}

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

- Sucralose 첨가량에 따른 참외 무증자 싹막걸리의 색도, 탁도 및 갈색도 결과는 표 48 및 표 49과 같음. L값은 본 담금 직후 control에서 sucralose 0.003%(w/w)는 45.05~47.14로 나타났으나 sucralose첨가에 따른 유의적 차이는 나타나지 않음. 알코올발효가 진행됨에 따라

L값이 점차 감소하기 시작하여 발효 4일까지 33.12~37.03으로 sucralose함량간의 유의적인 차이를 나타나지 않음.

- a값은 본 담금을 진행한 직후 -0.02~-0.21로 나타났으며 모든 실험구간의 알코올발효 중 1일째 감소. 그러나 발효가 진행됨에 따라 미미하게 증가하는 경향을 띠. b값 또한 a값과 유사하였으며 발효 1일부터 감소하다 조금씩 증가하는 결과.
- 갈색도와 탁도의 경우 a값과 같이 1일째 크게 감소하여 점차 증가하는 경향을 보임. 이는 1일째 glucoamylase 및 누룩에 의해 가수분해 되면서 그에 따른 분해 산물로 인해 증가한 것으로 보임.

표 48. Sucralose첨가에 의한 참외 무증자 썰막걸리의 색도

Color	Times (days)	Sucralose concentrates (%(w/w))				
		Control	0.001	0.002	0.003	
Hunter's color value	L	0	47.14±6.57 ^{1)ns2)a3)}	45.05±4.71 ^a	46.13±5.62 ^{ns}	45.30±7.10 ^a
		1	39.73±1.30 ^{nsb}	40.45±2.83 ^{ab}	41.44±6.82	46.67±5.39 ^a
		2	34.62±0.82 ^{C4)b}	37.02±1.39 ^{ABb}	36.10±3.49 ^A	35.31±3.51 ^{BCb}
		3	35.11±0.66 ^{nsb}	37.94±0.60 ^b	38.55±0.83	37.08±6.12 ^{ab}
	4	34.45±2.19 ^{nsb}	37.03±2.50 ^b	34.62±3.89	33.12±2.94 ^b	
	a	0	-0.18±0.13 ^{nsa}	-0.20±0.13 ^a	-0.21±0.13 ^a	-0.25±0.21 ^a
		1	-0.41±0.04 ^{Ab}	-0.74±0.10 ^{Bb}	-0.76±0.24 ^{ABc}	-0.93±0.19 ^{Bb}
		2	-0.39±0.06 ^{Ab}	-0.24±0.05 ^{Aa}	-0.22±0.07 ^{BCba}	-0.36±0.09 ^{Aa}
3		-0.35±0.04 ^{nsb}	-0.22±0.01 ^a	-0.24±0.02 ^b	-0.24±0.09 ^a	
4	-0.31±0.05 ^{nsb}	-0.25±0.04 ^a	-0.21±0.09 ^a	-0.27±0.08 ^a		
b	0	11.17±1.93 ^{nsa}	10.39±0.44 ^a	11.08±1.08 ^{ca}	11.02±1.23 ^{ca}	
	1	4.96±0.42 ^{Bd}	5.96±0.64 ^{ABc}	6.34±0.74 ^{ABc}	7.00±0.72 ^{Ab}	
	2	6.50±0.33 ^{Cbc}	5.52±1.83 ^{Cc}	7.20±0.54 ^{Bc}	5.60±2.14 ^{Ac}	
	3	7.50±0.19 ^{nsb}	7.89±0.06 ^b	7.93±0.27 ^b	7.66±0.93 ^b	
4	10.77±0.57 ^{nsa}	10.92±0.34 ^a	10.95±0.23 ^a	11.09±0.41 ^a		

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Not significant.

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

^{4)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

표 49. Sucralose첨가에 의한 참외 무증자 쌀막걸리의 탁도 및 갈색도

Color	Times (days)	Sucralose concentrates (w/w)			
		Control	0.001	0.002	0.003
Turbidity	0	0.57±0.11 ^{1)ns2)}	0.60±0.08 ^{b3)}	0.62±0.12 ^{B4)ns}	0.60±0.13 ^b
	1	0.99±0.00 ^A	0.79±0.02 ^{ABa}	0.79±0.13 ^{AB}	0.76±0.19 ^{Bab}
	2	0.71±0.10 ^{ns}	0.70±0.15 ^{ab}	0.70±0.12	0.78±0.07 ^{ab}
	3	0.77±0.06 ^{ns}	0.78±0.06 ^a	0.78±0.02	0.83±0.00 ^a
	4	0.79±0.06 ^{ns}	0.79±0.04 ^a	0.79±0.03	0.78±0.07 ^{ab}
Brown color	0	0.96±0.11 ^{ns}	0.99±0.12 ^{ns}	.04±0.14 ^{ns}	1.01±0.16 ^{ns}
	1	1.28±0.02 ^{nsa}	1.02±0.06	1.01±0.22	1.02±0.21
	2	1.00±0.13 ^{nsbc}	0.99±0.17	0.99±0.11	1.15±0.10
	3	1.16±0.06 ^{Aa}	1.09±0.06 ^B	1.11±0.02 ^{AB}	1.15±0.00 ^{AB}
	4	1.14±0.05 ^{ABab}	1.08±0.09 ^{AB}	1.17±0.02 ^A	1.04±0.02 ^B

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Not significant.

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{4)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

- Sucralose 첨가량에 따른 참외 무증자 쌀막걸리의 환원당 결과는 표 50과 같음. 환원당은 발효 전 sucralose 0.003%(w/w) 1,915.85 mg%로 가장 높았으며 sucralose 0.002%(w/w) 1,855.93 mg%, sucralose 0.001%(w/w) 1,815.30 mg% 및 control 1,770.23 mg%순으로 sucralose첨가량에 따른 유의적인 차이를 보임.
- 발효가 진행되면서 환원당의 함량은 모든 구간에서 감소하는 경향 나타냄. 알코올발효 후 4 일째 sucralose 0.003%(w/w)경우 252,23 mg%로 감소하였으나 다른 sucralose첨가 구간에 비하여 잔존 환원당 가장 높게 나타남.
- control의 경우 177.58 mg%로 가장 낮게 나타났으며 sucralose 0.001%(w/w) 210.66 mg% 및 sucralose 0.002%(w/w) 226.15 mg% 수준으로 sucralose첨가량의 증가에 따라 환원당의 함량도 유의적으로 높게 나타남.
- 무증자 쌀막걸리의 경우 알코올발효에 환원당 생성이 느리게 일어며 전분분해효소가 많다고 하더라도 쌀 자체의 단단한 구조로 인하여 당류가 매우 느리게 생성이 됨. 그러나 본 연구에서 알코올 발효 전 생쌀을 분쇄하여 분말형태의 쌀을 이용하여 알코올 발효 전 환원당의 함량이 높게 나온 것으로 보임.

표 50. Sucralose첨가에 의한 참외 무증자 싹막걸리의 환원당

	Time (day)	Defective oriental melon concentrate (%(w/w))			
		control	0.001	0.002	0.003
Reducing	0	1770.23±45.54 ^{1)D2a3)}	1815.30±68.55 ^{Ca}	1855.93±148.04 ^{Ba}	1915.83±157.74 ^{Aa}
sugar	1	197.47±3.32 ^{Cb}	220.66±3.91 ^{Bb}	230.79±10.08 ^{ABb}	243.18±9.62 ^{Ab}
(mg%)	2	211.32±10.32 ^{Bb}	239.41±10.85 ^{Ab}	234.79±23.93 ^{Ab}	248.07±33.20 ^{Ab}
	3	188.40±19.60 ^{Bb}	223.41±9.53 ^{Ab}	236.59±27.77 ^{Ab}	261.04±13.97 ^{Ab}
	4	177.58±9.56 ^{Cb}	210.66±6.64 ^{Bb}	226.15±9.50 ^{Bb}	252.23±14.22 ^{Ab}

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

- Sucralose 첨가량에 따른 참외 무증자 싹막걸리의 알코올함량 결과는 표 51과 같음. 알코올 함량은 알코올발효 1일째 control 3.87%, sucralose 0.001%(w/w) 4.50%, sucralose 0.002%(w/w) 4.63% 및 sucralose 0.003%(w/w) 4.87%로 sucralose첨가량이 많을수록 높게 나타나면서 유의적인 차이를 보임
- 이후 알코올발효 4일까지 유의적 차이를 보이며 증가하면서 sucralose 0.003%(w/w) 12.23%로 가장 높았고 sucralose 0.002%(w/w) 11.80%, sucralose 0.001%(w/w) 11.42%, control 11.27%의 순으로 높게 나타남.
- 일반적으로 합성감미료의 경우 발효에 이용되지 않으며 감미에만 영향을 주는 것으로 알려져 있으나 본 연구결과 참외 막걸리 제조과정 중 sucralose첨가량에 따른 알코올함량은 sucralose첨가량이 높을수록 유의적으로 높게 측정됨.
- 이러한 결과는 sucralose의 구조특징에서 Cl기의 경우 상대적으로 약한 결합으로 되어 있으며 산화 및 수분 등에 의하여 쉽게 분해되는데 이러한 과정 중 Cl기가 OH로 치환되면서 sucralose 및 fructose 등의 발효성 당과 같은 물질로 전환되므로 본 연구에서 sucralose의 경우 일부 알코올발효에 이용된 것이라 여겨짐.

표 51. Sucralose첨가에 의한 참외 무증자 싹막걸리의 알코올함량 (%)

	Time (day)	Sucralose concentrates (%(w/w))			
		Control	0.001	0.002	0.003
Alcohol	0	ND ^{1)ns2)}	ND	ND	ND
contents (%)	1	3.87±0.46 ^{3)B4)d5)}	4.50±0.17 ^{Ad}	4.63±0.15 ^{Ad}	4.87±0.12 ^{Ad}
	2	7.47±0.12 ^{Bc}	7.57±0.12 ^{ABc}	7.80±0.15 ^{ABc}	8.23±0.06 ^{Ac}
	3	9.73±0.12 ^{Bb}	9.90±0.17 ^{ABb}	10.03±0.21 ^{ABb}	10.27±0.32 ^{Ab}
	4	11.27±0.75 ^{nsa}	11.43±0.72 ^a	11.80±1.10 ^a	12.23±1.15 ^a

¹⁾Not detected

²⁾Not significant

³⁾Values are mean±SD (n=3).

^{4)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

^{5)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

- Sucralose 첨가량에 따른 참외 무증자 싹막걸리의 알코올성분 함량 결과는 표 52와 같음. 주요 알코올성분으로 acetaldehyde, methanol, ethanol, n-propanol, isobutanol 및 isoamylalcohol 등 6종이 검출.
- 첨가량에 따른 acetaldehyde의 함량의 경우 sucralose 0.003%(w/w) 128.13 ppm 으로 가장 높았으며 sucralose 0.002%(w/w) 121.69 ppm, sucralose 0.001%(w/w) 110.70 ppm 및 sucralose 0.003%(w/w) 96.64 ppm 순으로 유의적으로 함량차이를 나타냄.
- 미량 알코올성분 중 자극취를 나타내는 n-propanol 역시 유의적인 차이를 보이며 sucralose 0.003%(w/w) 144.14 ppm로 가장 높았고 sucralose 0.002%(w/w) 126.87 ppm, sucralose 0.001%(w/w) 107.38 ppm 및 control 86.29 ppm 순으로 나타남.
- Isoamylalcohol 함량은 sucralose 0.003%(w/w) 162.48 ppm 으로 가장 높았으며 sucralose 0.002%(w/w) 158.48 ppm, sucralose 0.001%(w/w) 107.38 ppm 및 control 136.82 ppm의 순으로 유의적인 차이를 나타냄. 첨가량이 증가할수록 참외 막걸리의 n-propanol, isobutanol 및 isoamylalcohol 등의 함량이 증가.

표 52. Sucralose 첨가에 의한 참외 무증자 쌀막걸리의 알코올성분

Alcohol components(ppm)	Sucralose concentrates (%(w/w))			
	Control	0.001	0.002	0.003
Acetaldehyde	96.64±4.58 ^{2)C3)}	110.70±2.97 ^B	121.69±2.47 ^A	128.13±4.51 ^A
Methanol	Tr ⁴⁾	Tr	Tr	Tr
2-Propanol	ND ⁵⁾	ND	ND	ND
Ethanol ¹⁾	10.74±0.35 ^C	11.29±0.26 ^B	11.66±0.41 ^{AB}	12.20±0.36 ^A
1-Propanol	86.29±5.94 ^D	107.38±5.89 ^C	126.87±11.70 ^B	144.14±7.89 ^A
Isobutanol	136.82±1.50 ^B	144.35±4.39 ^B	158.48±6.28 ^A	162.48±6.34 ^A
1-butanol	ND	ND	ND	ND
Isoamyl alcohol	439.58±12.74 ^{NS6)}	448.37±7.00	463.38±16.12	470.24±27.92
1-pentanol	ND	ND	ND	ND

¹⁾Unit: %

²⁾Values are mean±SD (n=3).

^{3)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

⁴⁾Trace

⁵⁾Not detected.

⁶⁾Not significant.

- Sucralose 첨가량에 따른 참외 무증자 쌀막걸리의 관능평가 결과는 표 53과 같음. 색의 경우 sucralose 0.003%(w/w)가 3.30으로 가장 높았으며 sucralose 0.001%(w/w), sucralose 0.002%(w/w)는 3.00, 2.83으로 나타남. Control 3.00으로 가장 높았고 나머지 구간은 2.33~2.83으로 나타남. 맛은 sucralose 0.003%(w/w) 3.17로 나타났으며 나머지 구간은 2.83~3.00으로 나타남. 종합적 기호도는 sucralose 0.003%(w/w)구간이 가장 높았으며 sucralose 0.002%(w/w), sucralose 0.001%(w/w) 및 control 순으로 나타남.
- 이는 색과 향의 비중보다 맛의 비중이 종합적 기호도의 영향을 끼치는 것으로 여겨짐. 관능 검사 결과 알코올발효 과정 중 sucralose첨가의 경우 발효 전 첨가에서 관능적 특성보다 알코올함량 및 기타 이화학적 특성에 영향을 주는 것으로 판단됨.

표 53. Sucralose 첨가에 의한 참외 무증자 쌀막걸리의 관능적 특성

	Sucralose concentrates (%(w/w))				
	Control	0.001	0.002	0.003	
Preference	Color	2.83±0.41 ^{1)ns2)}	3.00±0.63	3.00±0.89	3.30±0.82
	odor	3.00±0.00 ^{ns}	2.33±0.52	2.83±0.75	2.67±0.82
	Taste	3.00±0.63 ^{ns}	3.00±0.89	2.83±0.75	3.17±0.75
	Overall	2.00±0.89 ^{B3)}	2.33±0.52 ^B	2.50±0.55 ^B	3.20±0.84 ^A

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Not significant.

^{3)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

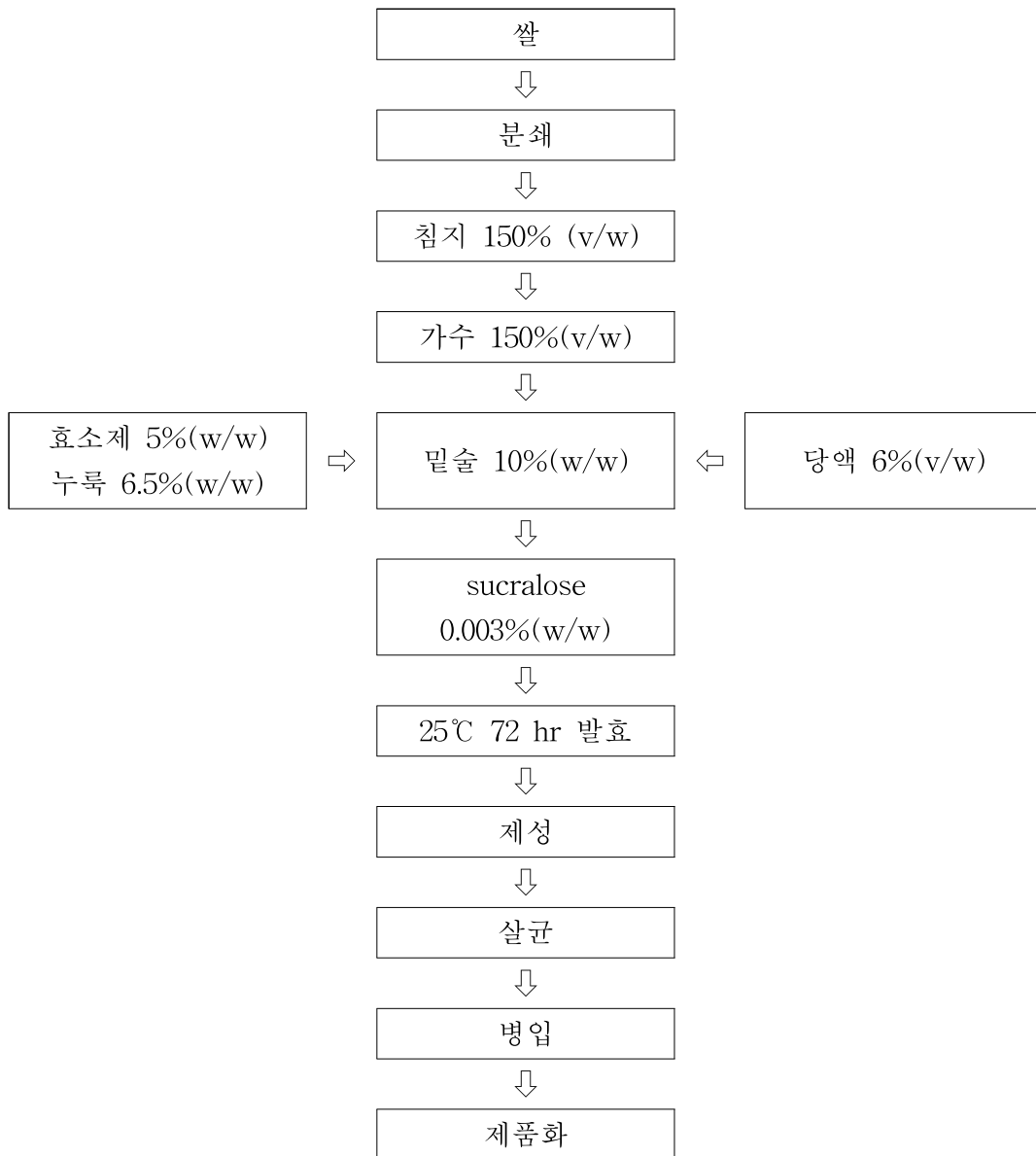


그림 23. Sucralose첨가 참외 불량과 쌀막걸리 최적 제조 방법

- 보완실험으로 sucralose를 알코올 발효 후 첨가를 실험한 결과 표 54와 같음. Sucralose를 후 첨가한 구간인 0.001%(w/w) 2.66에서 3.02, 0.002%(w/w) 2.79에서 3.90, 0.003%(w/w) 3.08에서 3.50로 전반적인 기호도가 상승함. 그 중 0.002%(w/w)구간이 3.90으로 가장 높게 나타남. 0.003%(w/w)구간에선 sucralose의 첨가물의 맛이 조금 더 강하게 나타나 기호도가 떨어진 것으로 보임.
- 참외 무증자 쌀막걸리 제조 후 sucralose 후첨가 속성에 따른 관능적 특성 평가의 결과는 표 55와 같음. 숙성 0일째 종합적 관능평가는 control 2.57, 0.001%(w/w) 3.03, 0.002%(w/w) 3.90 및 0.003%(w/w) 3.51로 나타나 sucralose를 알코올발효 후 첨가의 관능적 특성은 0.002%(w/w)가 가장 좋은 것으로 나타남.

- 그 후 숙성에 따라 5일까지는 종합적 기호도가 상승하여 control, 0.001%(w/w), 0.002%(w/w) 및 0.003%(w/w)는 각각 2.97, 3.31, 4.19 및 3.47로 나타남. 그러나 10일 경과 후 전체적인 종합적 기호도가 낮아짐. 그 후 15일 종합적 기호도가 control 3.37, 0.001%(w/w) 2.81, 0.002%(w/w) 3.68 및 0.003%(w/w) 3.00로 나타나 숙성에 따른 기호도가 전체적으로 감소하는 것으로 보임.

표 54. Sucralose 알코올 발효 후 첨가에 의한 참외 무증자 싹막걸리의 관능적 특성

		Sucralose concentrates (%(w/w))			
		Control	0.001	0.002	0.003
Preference	Color	3.38±0.74 ^{1)ns2)}	3.25±0.71	3.75±0.46	3.75±0.46
	odor	2.63±0.52 ^{C3)}	3.13±0.35 ^B	3.88±0.35 ^A	4.00±0.53 ^A
	Taste	2.13±0.35 ^C	2.88±0.35 ^B	4.00±0.53 ^A	3.13±0.64 ^B
	Overall	2.15±0.35 ^C	2.85±0.35 ^B	4.00±0.53 ^A	3.15±0.64 ^B

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Not significant.

^{3)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).

표 55. Sucralose 첨가에 의한 참외 무증자 싹막걸리의 숙성에 따른 관능적 특성

		Sucralose concentrates (%(w/w))			
Day	Preference	Control	0.001	0.002	0.003
0	Color	3.38±0.74 ^{1)ns2)}	3.25±0.71	3.75±0.46	3.75±0.46
	Odor	2.63±0.52 ^{C3)}	3.13±0.35 ^B	3.88±0.35 ^A	4.00±0.53 ^A
	Taste	2.13±0.35 ^C	2.88±0.35 ^B	4.00±0.53 ^A	3.13±0.64 ^B
	Overall	2.15±0.35 ^C	2.85±0.35 ^B	4.00±0.53 ^A	3.15±0.64 ^B
5	Color	3.75±0.46 ^{ns}	3.75±0.46	4.25±0.71	3.88±0.35
	Odor	2.88±0.35 ^C	3.38±0.52 ^B	4.13±0.35 ^A	3.25±0.46 ^A
	Taste	2.63±0.52 ^C	3.00±0.35 ^B	4.00±0.35 ^A	3.13±0.35 ^B
	Overall	2.63±0.74 ^C	3.13±0.35 ^B	4.38±0.52 ^A	3.63±0.92 ^B
10	Color	3.25±0.46 ^{ns}	3.25±0.46	3.50±0.53	3.50±0.53
	Odor	2.25±0.71 ^C	2.63±0.52 ^{BC}	3.75±0.46 ^A	3.13±0.64 ^B
	Taste	2.00±0.53 ^C	2.75±0.46 ^B	3.75±0.46 ^A	2.63±0.52 ^B
	Overall	2.00±0.53 ^C	2.63±0.52 ^B	3.75±0.46 ^A	2.75±0.46 ^B
15	Color	3.25±0.71 ^{ns}	3.13±0.64	3.75±0.46	3.25±0.89
	Odor	2.63±0.52 ^B	2.88±0.35 ^B	3.75±0.46 ^A	3.38±0.52 ^A
	Taste	2.75±0.46 ^B	3.13±0.64 ^B	3.88±0.35 ^A	3.13±0.35 ^B
	Overall	2.38±0.52 ^C	3.13±0.64 ^B	3.88±0.35 ^A	3.13±0.35 ^B

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Not significant.

^{3)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$).



그림 24. sucralose를 알코올 발효 후 첨가한 참외 무증자 쌀막걸리 최적 제조 방법

5) 참외 불량과 당액을 이용한 보급형 recipe 개발

- 참외 불량과 당액을 이용한 바몬트 음료의 혼합비율은 표 56과 같으며 참외 불량과 당액 농도별로 첨가하여 바몬트 음료를 제조한 결과 품질특성은 표 57과 같음. 당도는 참외 불량과 당액 첨가량이 많을수록 증가하여 3%첨가에서 11.0 °Brix로 가장 높음.
- pH의 경우 무첨가에서 3.1로 나타났으나 첨가량이 증가할수록 조금씩 높아짐. 총산도는 모든 구간에서 0.3%로 나타나 참외 불량과 당액 첨가량에 따른 영향은 없음.
- 색도의 경우 L값은 첨가량에 따라 매우 감소하는 경향으로 3%첨가에서 약 40가량 낮아짐. a값 및 b값의 경우 첨가량이 높을수록 증가하는 경향으로 나타남.

- 참외 불량과 당액을 농도별로 첨가한 바몬트 음료의 관능검사 결과 표 58과 같음. 색의 경우 참외 불량과 당액 1%첨가에서 4.33으로 가장 높게 나타남. 그러나 향, 맛 및 종합적 기호도의 경우 2%첨가구간에서 가장 높은 것으로 나타남. 따라서 참외 불량과 당액을 이용한 바몬트 음료 제조에서 당액 첨가량은 2%로 설정함.

표 56. 참외 불량과 당액 첨가량에 따른 참외 바몬트 음료의 혼합비율

원료명(g)	참외 불량과 당액 첨가량(%)			
	0	1	2	3
꿀	0.50	0.50	0.50	0.50
사과 식초	3.00	3.00	3.00	3.00
과당시럽	11.00	11.00	11.00	11.00
비타민 C	0.04	0.04	0.04	0.04
구연산	0.02	0.02	0.02	0.02
정제수	85.44	84.44	83.44	82.44
참외 당액	0.00	1.00	2.00	3.00

표 57. 참외 불량과 당액 첨가량에 따른 참외 바몬트 음료의 품질특성

	참외 불량과 당액 첨가량(%)			
	0	1	2	3
당도 (°Brix)	9.3±0.0 ¹⁾	9.9±0.0	10.4±0.1	11.0±0.1
pH	3.1±0.0	3.5±0.1	3.7±0.1	3.8±0.2
총산도 (%)	0.3±0.0	0.3±0.0	0.3±0.0	0.4±0.0
L	98.0±0.0	82.4±0.0	70.6±0.1	59.39±0.5
색도	a	-0.3±0.0	0.3±0.0	1.4±0.0
	b	2.14±0.0	12.31±0.1	17.59±0.0

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

표 58. 참외 불량과 당액 첨가량에 따른 참외 바몬트 음료의 관능검사 결과

	참외 불량과 당액 첨가량(%)			
	0	1	2	3
색	3.50±0.55 ^{b1)}	4.33±0.52 ^a	2.67±0.52 ^c	1.67±0.82 ^d
향	2.00±0.00 ^b	2.00±0.89 ^b	4.33±0.52 ^a	3.67±0.82 ^a
맛	2.67±1.51 ^b	2.67±0.82 ^b	4.33±0.82 ^a	3.33±0.52 ^{ab}
전반적 기호도	2.67±1.21 ^b	3.17±0.75 ^b	4.50±0.55 ^a	3.17±0.41 ^b

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=9).

^{ab)}Values with different superscripts indicate significant difference between the groups (p<0.05).



그림 25. 참외 불량과 당액을 이용한 바몬트 음료 제조

- 참외 불량과 당액을 활용한 참외 잼 제조의 경우 이소말토 올리고당, 프락토 올리고당, 설탕, 꿀 및 과당을 각각 60%(w/w)첨가하여 보당 종류에 따른 참외 잼을 제조함(그림 26).

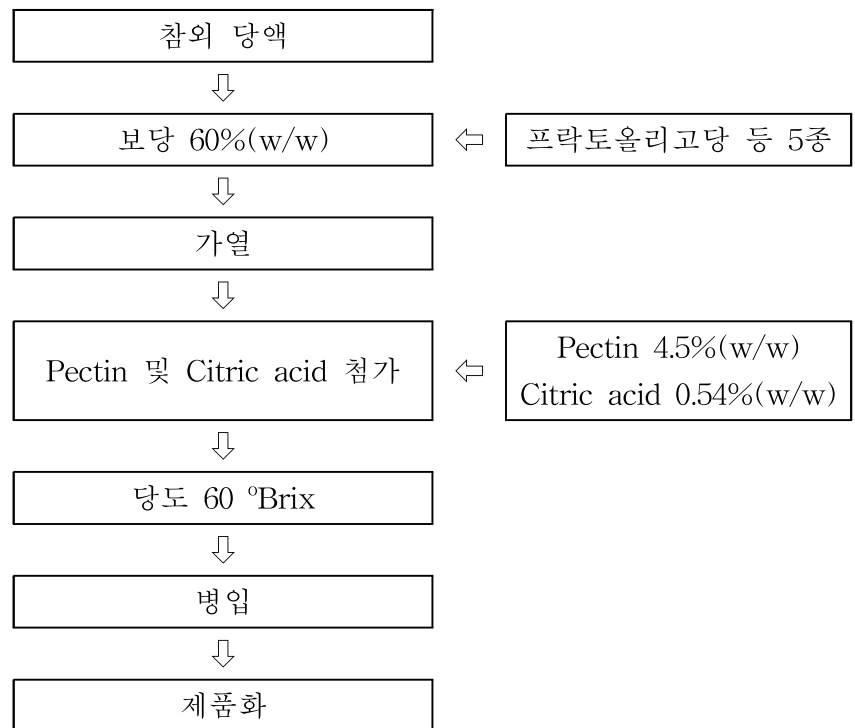


그림 26. 보당 종류에 따른 참외 잼의 제조

- 참외 잼 제조를 위하여 보당 종류에 따른 참외잼의 관능검사 결과 표 59와 같음. 색의 경우 프락토 올리고당 및 꿀에서 각각 3.63 및 3.25로 가장 높게 나타남. 향의 경우 프락토 올리고당에서 3.00으로 가장 높으며 이소말토 올리고당이 2.00으로 가장 낮음.
- 맛 및 전반적 기호도의 경우 마찬가지로 프락토 올리고당으로 보당한 참외잼에서 가장 높음. 따라서 참외잼 제조에서 보당에 사용되는 당으로 프락토 올리고당으로 설정함(그림 27).

표 59. 보당 종류에 따른 참외잼의 관능검사 결과

	보당 종류				
	프락토 올리고당	이소말토 올리고당	꿀	결정과당	설탕
색	3.63±0.74 ^{al)}	3.13±0.83 ^a	3.25±0.89 ^a	2.25±0.46 ^b	2.00±0.93 ^b
향	3.00±0.53 ^b	2.00±0.76 ^c	2.88±0.64 ^b	2.63±0.74 ^{bc}	2.75±0.46 ^b
맛	3.75±1.28 ^a	2.13±0.83 ^b	3.13±0.64 ^{ab}	2.88±0.99 ^{ab}	2.75±0.89 ^{ab}
종합적 기호도	3.75±0.89 ^a	2.38±0.52 ^b	3.00±0.53 ^{ab}	2.63±0.92 ^b	2.25±0.71 ^b

^{l)}Values are mean ± S.D. (n=9).

^{ab)}Values with different superscripts indicate significant difference between the groups (p<0.05).



그림 27. 참외 불량과 당액 및 프락토 올리고당을 이용한 참외잼

- 시판잼 및 참외 불량과 당액을 이용한 참외잼의 물리적 특성은 표 60과 같음. 프락토 올리고당 첨가에서 강도가 8.83 g/cm³으로 기타 당 첨가에 비하여 높게 나타남. 경도의 경우 이소말토 올리고당 및 프락토 올리고당 첨가에서 비교적 높은 경향으로 나타남. 점성의 경우 이소말토 올리고당 및 프락토 올리고당에서 10,000 Dyne/cm²이하로 낮음.
- 시판잼과 비교하였을 경우 참외 불량과 당액 첨가구간에서 강도 및 경도가 매우 낮은 경향임. 점성의 경우 이소말토 올리고당 및 프락토 올리고당의 경우 시판잼과 비교적 큰 차이가 없음. 퍼짐성의 경우 점도가 높은 참외잼이 3 cm이상이므로 시판잼에 비하여 높은 경향으로 나타남. 참외의 경우 액체의 당액을 이용 과육을 사용한 시판잼에 비하여 점도 및 퍼짐성 등이 높음.
- 프락토 올리고당 및 참외 불량과 당액을 이용한 잼과 시판잼의 관능검사 결과 표 61과 같음. 색의 경우 포도잼에서 4.00으로 가장 높았으며 향의 경우 오렌지잼에서 4.00으로 가장 높음. 맛의 경우 딸기잼이 4.13으로 가장 높게 나타났고 전반적 기호도는 포도잼이 3.88로 가장 높음. 참외잼의 경우 색, 향, 맛 및 전반적 기호도가 가장 낮은 것으로 나타남. 이에 참

외 불량과 당액을 이용한 참외잼의 관능적 품질 향상을 위한 노력이 요구된다 여겨짐.

표 60. 보당 종류에 따른 참외잼 및 시판잼의 물리적 특성

	보당 종류			
	경도 (g/cm ²)	강도 (g/cm ²)	접성 (Dyne/cm ²)	피집성 (cm)
프락토	8.83±2.76	18.01±5.54	86,828.77±6,748.33	3.4±0.3
올리고당				
이소말토	7.48±0.22	15.52±0.71	61,472.95±4,337.89	3.5±0.4
올리고당				
꿀	6.32±0.46	13.16±1.00	164,638.7±21,167.92	4.6±0.8
결정과당	5.57±0.77	11.56±2.07	103,968.7±17,544.14	4.0±0.4
설탕	5.17±0.52	10.96±1.03	122,001.3±2,393.93	3.1±0.1
오렌지잼	40.38±13.10	85.40±29.27	64,206.27±9,268.00	0.1±0.1
포도잼	35.43±7.48	72.85±11.65	51,193.58±5,823.89	0.8±0.1
딸기잼	20.01±2.00	40.84±4.05	60,811.13±8,538.82	1.0±0.2

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=10).

표 61. 참외잼 및 시판잼의 관능검사 결과

	참외잼	오렌지잼	딸기잼	포도잼
색	2.88±0.64 ^{b1)}	3.63±0.74 ^{ab}	3.38±0.70 ^{ab}	4.00±0.76 ^a
향	2.50±0.53 ^b	4.00±1.12 ^a	3.50±0.50 ^a	3.25±0.71 ^{ab}
맛	2.75±0.71 ^c	3.00±0.93 ^{bc}	4.13±0.60 ^a	3.63±0.74 ^{ab}
종합적 기호도	2.88±0.64 ^b	3.38±0.74 ^{ab}	3.63±0.86 ^a	3.88±0.64 ^a

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=9).

^{ab)}Values with different superscripts indicate significant difference between the groups (p<0.05).

- 참외 고추장소스의 외관과 참외 당액 함량을 달리한 고추장소스의 배합비는 표 62와 같으며 색도는 그림 28 및 표 63과 같음. 고추장 소스의 참외 당액의 첨가량에 따른 색의 차이는 크게 없는 것으로 나타남.
- 참외 고추장 소스의 물성은 일반 고추장보다 약간 묽었으며 참외 당액 특유의 단 향이 강하게 느껴짐. 색도의 경우 L값은 모든 구간에서 약 30가량으로 참외 당액 첨가에 따른 차이는 크게 없음. a 및 b값의 경우 L값과 마찬가지로 참외 당액 첨가에 따른 큰 차이는 없는 것으로 나타남. 이상의 결과 참외 고추장 소스 제조에서 참외 당액 첨가량에 따른 색도의 차이는 크게 없는 것으로 나타남.
- 참외 당액을 첨가하여 제조한 고추장 소스의 기호도 조사 결과는 그림 29와 같음. 색은 참

외 당액을 15% 첨가한 시료에서 3.67로 가장 높게 나타났지만 참외 당액 5%구간에서는 3.56, 10%는 3.45 및 20%는 3.22로 첨가량이 증가할수록 기호도가 감소하는 경향.

- 향은 참외당액 첨가량이 5%일 때 3.61로 기호도가 가장 높았고 10%일 때 3.5, 15%일 때 2.72로 첨가량이 높아짐에 따라 기호도가 유의적으로 감소하였으나 20%에서 3.33으로 증가함.
- 맛은 참외 당액 첨가량 10%가 3.67로 가장 높았으며 5%는 3.34, 15% 2.89 및 20%는 2.61로 나타났으며 종합적 기호도 또한 참외 당액 첨가량이 10%인 구간이 3.95로 가장 높고 5% 3.45, 15% 3.28 및 20%가 2.78로 비슷한 경향으로 나타남.
- 본 실험에서 고추장소스에 참외 당액을 10%이상 첨가하였을 때, 10%이하로 첨가할 경우보다 기호도가 떨어지는 것으로 확인. 따라서 참외 고추장 소스제조에서 참외 당액을 10%로 첨가하는 것이 바람직할 것으로 여겨짐.

표 62. 참외 불량과 당액 첨가비율에 따른 고추장 소스의 혼합비율

원료명(g)	참외 불량과 당액 첨가량(% , w/w)				
	0	5	10	15	20
고추장	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
꿀	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
다시마 추출액	30.0	29.6	29.2	28.9	28.5
다진 마늘	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5
생강 분말	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
맛술	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
참외 당액	0.0	4.9	9.8	14.6	19.5



0% 5% 10% 15% 20%

그림 28. 참외 불량과 당액 첨가량에 따른 고추장 소스

표 63. 참외 불량과 당액 첨가에 따른 고추장 소스의 색도

Item	Content of oriental melon concentrate(% , w/w)					
	0	5	10	15	20	
Hunter's color value	L	28.9±0.45 ¹⁾	29.8±0.60	29.25±0.05	30.10±0.10	30.35±0.15
	a	14.1±0.10	13.8±0.10	12.40±0.30	14.40±0.80	12.45±0.35
	b	13.5±0.2	13.65±0.05	11.75±0.05	12.8±0.00	12.10±0.00

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

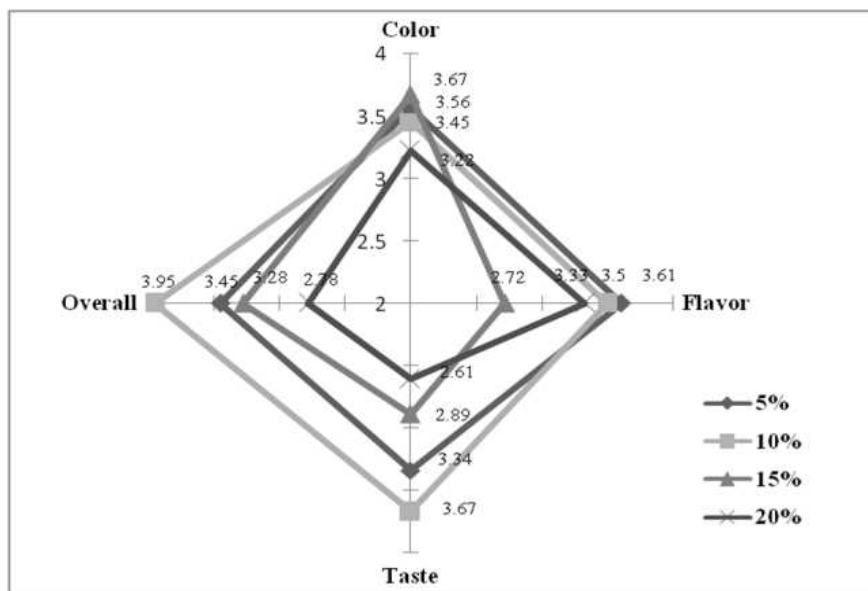


그림 29. 참외 불량과 당액 첨가량에 따른 고추장 소스의 기호도

- 참외 불량과를 활용하여 알코올 발효 시킨 후 증류하여 참외 증류주 제조에 관한 특성을 조사(그림 30).
- 참외 증류과정에서 초류, 본류 및 후류의 경우 1:8:1의 비율로 증류액을 구분함. 초류, 본류 및 후류의 알코올 함량을 조사결과 초류의 경우 57.1%, 본류 56.6% 및 후류 18.7%로 나타남(표 64).
- 초류, 본류 및 후류를 일정비율로 혼합하여 40% 증류주가 되도록 제조한 후 오크칩을 이용 숙성함. 오크칩 첨가 참외 증류주의 숙성기간에 따른 색도 조사결과 L값 및 a값은 숙성이 진행될수록 감소하는 경향으로 나타났으며 b값의 경우 -1.52에서 숙성 240일 20.61로 지속적으로 증가하는 경향으로 나타남(표 65).
- 갈색도의 경우 숙성 30일째 0.32가량 증가한 후 이후 미세하게 증가하는 것으로 나타남. 탁도의 경우 갈색도와는 반대로 숙성 30일 약 25.31감소한 후 매우 미세하게 감소하는 경향으로 나타남. 이상의 결과 참외 증류주의 경우 기타 증류주(위스키 및 브랜디 등)와 같이 오랜 숙성기간이 요구되는 것으로 판단됨.



그림 30. 참외 증류주 제조과정

표 64. 참외 불량과 증류주 초류, 본류 및 후류의 알코올 함량

알코올 함량(%)			
	초류	본류	후류
함량	57.1±2.0	56.6±10.7	18.7±0.8

표 65. 참외 불량과 증류주의 오크숙성에 따른 비교분석

기간(일)	색도			갈색도	탁도
	L	a	b		
0	122.22±0.1	0.21±0.0	-1.52±0.0	-0.04±0.0	122.22±0.1
30	96.91±0.0	-1.46±0.1	8.55±0.0	0.28±0.1	96.91±0.1
60	96.77±0.0	-2.37±0.0	11.37±0.1	0.27±0.1	96.77±0.0
90	96.64±0.1	-3.27±0.1	14.25±0.0	0.26±0.1	96.64±0.0
120	95.17±0.1	-3.69±0.1	17.73±0.1	0.33±0.1	95.17±0.1
150	94.77±0.0	-3.77±0.0	18.52±0.0	0.35±0.0	94.77±0.0
180	94.37±0.1	-3.86±0.0	19.31±0.0	0.37±0.0	94.37±0.1
210	94.28±0.1	-3.98±0.0	19.96±0.1	0.38±0.1	94.28±0.0
240	94.18±0.0	-4.12±0.0	20.61±0.1	0.40±0.0	94.18±0.1

¹⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발 목표달성도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2012)	생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 꿀벌 대체 사양액 개발	참외 불량과의 품질특성	100	<ul style="list-style-type: none"> 참외 불량과의 형태 및 품질특성 참외 불량과 저장 중 품질특성
		생분해 효소를 이용한 참외 불량과의 농축조건 및 부산물의 생분해 특성	100	<ul style="list-style-type: none"> 생분해 효소처리에 따른 참외 불량과 당액 및 부산물의 품질특성 생분해 복합효소처리에 따른 참외 불량과 당액 및 부산물의 품질특성 보조제 처리에 따른 참외 당액의 품질특성
		참외 불량과 당액을 이용한 대체 사양액 기반조성	100	<ul style="list-style-type: none"> 설탕 사양액의 특성 참외 불량과 당액의 사양액 대체 효과
	참외 불량과 농축액을 이용한 와인, 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축	참외 불량과 당액을 활용한 참외 화이트 및 감미성 와인 제조공법 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 참외 불량과 당액을 활용한 참외 화이트 와인의 제조 감미성 참외 화이트 와인 제조
		참외 불량과 당액을 활용한 참외 막걸리의 제조공법 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 생쌀 발효법을 이용한 참외 막걸리 제조
		참외 불량과 당액 활용 보급형 recipe 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 참외 불량과 당액 recipe 개발
2차 년도 (2013)	참외 불량과 농축액을 이용한 다양한 식품소재 개발 및 제품화	참외 불량과 당액의 대량생산공정 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 참외 불량과 당액 품질 규격화 참외 불량과 당액 대량생산공정 개발
		참외 불량과 당액 꿀벌 사양액 적용 및 대량생산공정 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 참외 불량과 당액을 이용한 사양 실증시험 대체 사양액 대량생산공정 개발 꿀벌식이 상용화에 관한 시장조사
		참외 불량과 당액 부산물 활용	100	<ul style="list-style-type: none"> <i>Bacillus</i> sp.를 이용한 당액 부산물의 배양조건 유용미생물(EM)를 이용한 당액 부산물의 배양조건 대량생산공정 개발 및 품질표준화
		참외 불량과 당액을 이용한 DIY와인 제조방법 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 참외 당액을 활용한 DIY와인 개발 제조방법 표준화 및 기술이전
	참외 불량과 농축액을 이용한 막걸리 제조공법 개발 및 상품화 기반구축	참외당액 활용 보급형 recipe 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> 참외 불량과 당액을 이용한 보급형 recipe 개발
		참외 막걸리의 기호도 및 제품화 기반구축	100	<ul style="list-style-type: none"> 참외 막걸리 기호도 조사 참외 막걸리의 품질 안정성 조사 참외 막걸리 유통기한 확립 및 제품화 기반 구축 참외 농가 및 성주군 농업기술센터 기술이전

제 2 절 연구개발 관련분야 기여도

- 참외(*Cucumis melo*. L)는 박과(Cucurbitaceae)에 속하는 한해살이 덩굴식물로서 우리나라를 비롯하여 중국 및 일본 등에서 주로 재배되고 있음. 다른 과채류에 비해 당도가 높고 칼륨, 칼슘 및 인 등의 무기질과 비타민 A 및 비타민 C 등이 풍부하여 식품으로서의 가치가 높음.
- 참외의 국내 주요 생산지는 경상도, 전라도 및 충청도이며, 특히 경상북도 성주군은 재배면적 약 3,953 ha, 연간 생산량 약 143,271톤으로 전국 참외 생산량의 68%를 차지하는 최대 주산지임.
- 최근에는 성주 등에서는 조숙재배 기술의 발달로 참외의 재배 수확이 2월에서 10월까지 이루어지고 있으며, 강수 및 이상 기후 등의 원인으로 영양성분에는 문제가 없으나 표면 균열 및 과육부에 물이 찬 형태의 저급과가 전체 생산량의 약 25% 가량 발생되고 있음.
- 성주군에서는 참외의 가격 안정과 인지도 향상을 위하여 수천 톤씩 발생하는 저급과를 연간 10억 원의 비용을 부담하며 수매하여 폐기 처리하고 있으나 매립 혹은 방치시 악취, 침출수 발생, 미관악화 및 2차 병충해 감염 등과 같은 심각한 환경오염 문제가 있음.
- 국내의 참외 관한 연구로는 참외 주스의 제조, 유산균을 이용한 참외 발효 식품의 제조, 참외의 알코올발효 및 초산발효, 각종 절임식품 및 참외의 MA 포장기법 이용에 관한 연구 등 참외 정상과에 관한 연구가 진행되고 있을 뿐 참외 저급과의 활용방안에 대한 연구는 미진한 실정임.
- 성주군의 경우 꿀벌 수정방법으로 고품질의 참외를 생산하고 있으며 꿀벌의 번식과 생육을 위하여 고농도 설탕액을 사양액으로 이용하고 있음. 성주군에서 꿀벌 사양액으로 이용되는 설탕의 소비량은 연간 약 716 톤으로 약 5억원이상의 구입비용이 발생되고 있음.
- 따라서 본 연구의 참외 불량과를 활용한 당액 개발은 상당량의 꿀벌 사양액을 대체함으로써 설탕구입비용 및 불량과 수매비용 절감 등의 경제적 효과뿐만 아니라 참외 불량과 매립으로 인한 환경오염 등의 해결이 가능함.
- 참외 불량과 당액제조를 위한 생분해 효소처리 조건 등의 지식재산권 등의 원천기술을 확보함으로써 참외 불량과 당액의 대량생산공정 개발.
- 또한 참외 불량과 착즙과정 중 발생하는 부산물(씨, 껍질 및 박 등)의 경우 사료자원으로 가치가 높아 생분해효소, 알코올 발효 효모 등을 이용하여 수분함량 약 5%이하의 비료 및 사료 첨가용 참외 발효분말소재 개발함.
- 따라서 참외 불량과의 전부가 소재화 가능하여 활용이 가능하여 폐기물이 발생하지 않으므

로 친환경적 제품 활용이 가능하며 폐기되는 자원의 재활용을 통한 경제적 효과가 매우 높을 것으로 기대.

- 또한 개발된 참외 당액의 경우 와인 및 막걸리 등의 주류에 첨가물로 활용이 가능하며 고추장 소스, 잼 및 바몬트 음료 등의 기호도를 증진시킬 수 있는 소재로 활용가능하여 부가가치 창출이 기대됨.
- 현재 참외 불량과 당액처리를 위하여 성주군 농업기술센터 내 가공공장이 설립되어 참외 불량과 활용이 용이하여 성주 참외산업 활성화와 제품 개발을 통한 소득 창출이 기대됨.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구개발 성과

1. 학술발표

- Manufacture of honey bee feed concentrate using *Gyeongsangbuk-do Seongju's* defective oriental melon. 조용준, 장세진, 김선화, 김해숙, 박선일, 정용진. 2013. 한국식품과학회
- 참외 저급과 농축액을 이용한 참외 잼, 고추장소스 및 바몬트 음료 제조. 이정은, 김해숙, 조용준, 장세진, 정용진. 2013. 한국식품저장유통학회
- Sucralose 첨가에 따른 참외 생쌀발효 막걸리의 품질특성. 박선일, 조용준, 서지형, 김옥미, 석다나, 정용진. 2014. 한국식품영양학회
- 참외 술덧의 증류 및 숙성에 따른 품질특성. 박선일, 조용준, 서지형, 김옥미, 정용진. 2014. 한국식품영양학회

2. 특허출원

- 정용진, 조용준, 장세진. “참외 불량과 유래의 당액을 함유한 꿀벌 사료 및 이의 제조방법” Manufacture of oriental melon sugar solution and its apply for bee feed using defective oriental melon. 계명대학교 산학협력단, 성주군. 출원일: 2013.07.31, 10-2013-0090754
- 정용진, 조용준, 김옥미, 박선일. “참외 저급과 농축액을 이용한 가공식품 및 그 제조방법” Manufacture of jam, *Kochujang* sauce and vermont beverage using defective oriental melon concentrate. 계명대학교. 출원일: 2014.07.25., 10-2014-0094514

3. 논문게재

- SPME를 이용한 참외와인의 휘발성 향기성분의 모니터링(조용준, 김옥미, 정용진, 한국식품저장유통학회)
- 국내 와인 소믈리에 교육의 발전방안(김옥미, 조용준, 정용진, 식품산업과 영양)
- 참외 저급과 주스의 청징화를 위한 효소처리 조건(장세진, 조용준, 서지형, 김옥미, 정용진, 한국식품저장유통학회)
- 참외 농축액 첨가에 따른 무증자 쌀막걸리의 품질특성(김옥미, 박선일, 조용준, 정용진, 한국식품저장유통학회)

4. 기타

- 기술이전: 참외 농축액 부산물을 이용한 비료 제조기술(계명대학교 산학협력단, (주)세인코퍼레이션)
- 기술이전: 참외 농축액을 이용한 가공제품 제조기술(계명대학교 산학협력단, (주)세인코퍼레이션)
- 언론홍보: 참외 저급과 활용도 높이기 총력(농민신문, 2013.8.21.)
- 언론홍보: 성주군, 참외 저급과 활용 당액제조 기술 개발 보고회 실시(아시아뉴스통신, 2013.8.13.)
- 언론홍보: 참외 불량과를 벌꿀사료...고부가가치 식품소재 변식(헤럴드경제, 2014.5.28.)

제 2 절 성과활용 계획

1. 제품 개발 및 상품화

- 생분해 효소처리에 따른 참외 불량과 당액 제조 원천기술 확보. 참외 불량과를 활용한 당액 시제품 개발완료. 참외 당액 및 사양액 대량생산공정 개발을 통한 상품화 기반구축.
- 참외 불량과 착즙 부산물을 활용한 분말형 비료 및 사료 시제품 개발. 참외 불량과 당액 부산물을 활용한 친환경 비료 제조기반 구축.
- 참외 불량과 당액을 이용한 참외 와인 및 막걸리 제조 원천기술 확보 및 상품화 기반구축. 참외 불량과 당액을 활용한 참외 잼, 고추장 소스 및 바몬트 음료 제조공정 개발.

2. 실용화·상용화 계획

- 성주군 농업기술센터 내 참외 불량과 가공공장 신설, 착즙기, 발효탱크 및 농축기 생산설비 구축. 따라서 연간 200톤 가량의 참외 불량과 당액의 생산이 가능하며 상당량의 꿀벌 식이의 활용이 가능함.
- 참외 불량과 활용 고농도 농축액으로 활용될 경우 약 9억원(3,000원/kg)의 수익이 발생할 뿐만 아니라 참외 불량과 수매로 인한 비용(약 10억원/년)의 절감효과가 나타나 성주 참외의 품질안정으로 브랜드화.
- 또한 참외 불량과를 활용한 분말형 비료 및 사료 소재와 참외 당액을 활용한 보급형 식제품의 제품화로 부가가치 창출.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 참외(*Cucumis melon* L.)는 cucurbitaceae과에 속하는 1년생 식물로 중앙아시아의 고온건조한 지역이 원산지인 멜론에서 유래. 참외는 과채류 중에서 특히 당도가 높고 칼슘 및 인 등의 무기질과 비타민 A 및 C의 함량이 풍부한 것이 특징이며 참외의 포도당과 과당을 피로 회복에 도움. 또한 참외의 꼭지부분에 쓴맛을 내는 물질인 cucurbitacin은 항암성분으로 알려짐.
- 과실 농축액의 제조공정은 여과 및 가열을 필수 요건으로 하며 이외에도 품질개선 측면에서 착즙된 과실 주스의 청징도, 수율 및 여과 효율성 등이 강조됨. 이 같은 가공특성으로 농축액 제조 시 혼탁에 관여하는 식품 세포벽 성분을 가수분해하기 위하여 과실 주스의 전처리 과정으로 pectinase 및 cellulase 등의 효소가 자주 이용됨. Pectinase 및 cellulase는 과실의 세포벽을 분해하여 가용성 성분의 용출을 유도하는 것으로 알려짐.
- 알코올 발효주 제조과정은 일반적으로 밀, 쌀 등의 전분질 원료의 증자, 액화, 당화 및 발효의 과정으로 제조되는데 전분의 호화를 위한 증자과정의 경우 당화를 용이하게 하는 과정이나 열에 의한 에너지의 소비가 많아 생산원가에 많은 부분을 차지함. 따라서 최근 증자를 거치지 않은 전분질 원료를 이용한 당화 및 알코올 생산기술이 개발되어 원가가 절감된 알코올 발효주의 제품화가 활발히 이루어지고 있음.
- Sucralose는 대체 감미료 중 하나로서 sucrose의 OH기를 Cl기로 치환시켜 제조한 인공 감미료이며 단맛 자체에는 변화가 없으나 단맛의 강도와 안정성이 입증된 무칼로리 감미료이며 설탕의 약 400~800배의 상대당도를 갖는다고 알려져 있음. 일반적으로 단맛 발현시간이 짧으며 감미특성이 설탕과 거의 유사하여 다른 감미료에 비하여 섭취에 이질감이 적음. 설탕보다 단맛의 지속시간이 길며 기타 감미료에 비하여 후미의 쓴맛이 적음.
- Sucralose의 경우 저온 살균, 초고온 살균 및 베이킹과 같은 고온의 가공을 필요로 하는 식품에서도 감미가 유지되고 낮은 pH에서도 높은 안정성을 지님. 또한 결정성이 높고 수용성이 크며 차 음료, 과일 주스, 젤라틴 및 아이스크림 등에 사용됨. 그러나 sucralose의 경우 구조에서 Cl기는 상대적으로 약한 결합으로 산화 및 수분 등에 의하여 쉽게 분해되어 Cl기가 OH로 치환되어 sucrose 및 fructose와 같은 발효성 당으로 전환됨.

제 7 장 참고문헌

1. Park SJ, Lee JH, Nam M, Park CY, Kim JS, Lee JH, Jun ES, Lee JS, Choi HS, Kim JS, Moon JS, Kim HG, Lee SH (2011) Virus disease incidences and transmission ecology of oriental melons in seongju area. *Res Plant Dis*, 17, 342-350
2. Kim HS, Kang YH (2010) Antioxidant activity of ethanol extracts of non-edible parts (stalk, stem·leaf, seed) from oriental melon. *Korean J Plant Res*, 23, 451-457
3. Bae SG, Park SJ, Shin YS, Yeon IK (2002) Effect of vining scheme on the growth quality and yield of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.). *Korean J Horti Sci Technol*, 20, 19-24
4. Shin YS, Park SD, Do HW, Bae SG, Kim JH, Kim BS (2005) Effect of double layer nonwoven fabrics on the growth, quality and yield of oriental melon (*Cucumis melo* L. Var. *makuwa* Mak.) under vinyl house. *Journal of Bio Environment Control*, 14, 22-28
5. Anon (2000) Cultivation of oriental melon. Report of RDA, GOVP1200110356
6. Anon (2010) Technology in environmental management for correspond to lower temperature and for produce of premier fruits and vegetables. Final Report of RDA, RDA 11-1390804-000109-01
7. Shin YS, Seo YJ, Yeon IK, Do HW, Choi CD, Park SD, Kim BS (2007) Effect of water condition and air circulation on fruit fermentation of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Makino). *Journal of Bio Environment control*, 16, 333-337
8. Kim TY, Lee SH, Kim JS, Kim SB (2006) Pretreatment and storage condition of abnormal fermented oriental melon for fermentation use. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 49, 202-208
9. Anon (2001) Development of traditional alcoholic beverages and vinegar by using oriental melon. Final Report of RDA, RDA 11-1380000-001244-01
10. Shin DH, Koo YJ, Kim CO, Min BY, Suh KB (1978) Studies on production of watermelon and cantaloupe melon juice. *Korean J Food Sci Technol*, 10, 215-223
11. Cha SK, Chun HI, Hong SS, Kim WJ, Koo YJ (1993) Manufacture of fermented cantaloupe melon with lactic starter culture. *Korean J Food Sci Technol*, 25, 386-390
12. Lee GD, Kwon SH, Lee MH, Kim SK, Kwon JH (2002) Monitoring on alcohol and acetic acid fermentation properties of muskmelon. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 30-36
13. Lee MH, Oh YA, No HK, Kim SD (1992) Quality of various pickles fermented with oriental melon. *J Food Sci Tech*, 4, 37-60
14. Park JD, Hong SK, Park HW, Kim DM (2000) Extending shelf-life of oriental melon (*Cucumis melo* L.) by modified atmosphere packaging. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 481-490
15. Lee KH, Lee YC (1996) Volatile flavor components in concentrated peach pulp. *Korean J Food Sci Technol*, 28, 226-231

16. Meyer AS, Koser C, Adler-Nissen J (2001) Efficiency of enzymatic and other alternative clarification and fining treatments on turbidity and hydrolysis in cherry juice. *J Agric Food Chem*, 49, 3644-3650
17. Kim DM, Lee SE, Kim KH (1989) Clarification of the juice extracted from stored apples by pH adjustment. *Korean J Food Sci Technol*, 21, 180-184
18. Park MK, Kim CH (2009) Extraction of polyphenols from apple peel using cellulase and pectinase and estimation of antioxidant activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 535-540
19. Jeong YJ, Kim HI, Whang K, Lee OS, Park NY (2002) Effects of pectinase treatment on alcohol fermentation of persimmon. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 31, 578-582
20. Lee GD, Kwon SH, Lee MH, Kim SK, Joo GJ, Kwon JH (2004) Monitoring on heating condition and enzyme treatment condition for manufacture of oriental melon concentrate. *Korean J Soc Food Sci Nutr*, 33, 905-910
21. Woo SM, Jang SY, Park NY, Kim TY, Yeo SH, Kim SB, Jeong YJ (2008) Changes in characteristics of brown rice (*Goami*) alcohol fermentation by-product by cellulase. *Korean J Food Preserv*, 15, 99-104
22. Jang SY, Woo SM, Kim TY, Yeo SH, Kim SB, Hong JY, Jeong YJ (2008) Quality characteristics on enzyme treatment of brown rice (*Goami*) Alcohol Fermentation by-product. *Korean J Food Preserv*, 15, 477-482
23. Youn SJ, Kim GE, Jeong YJ (2013) Extract characteristics of old pumpkin on enzyme treatment. *Korean J Food Preservation*, 10, 302-307
24. Kim SH, Kim IH, Cha TY, Kang BH, Lee JH, Kim JM, Song KS, Song BH, Kim JG, Lee JM (2005) Optimization of enzyme treatment condition for clarification of pomegranate extract. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 48, 240-245
25. Shon KS, Lee JH, Ha YS (2002) Clarification of mixed fruit and vegetable juices using enzyme treatment. *Food Engineering progress*, 6, 241-247
26. Choi JS, Hwang JK, Kim CT, Chung KH, Lee DS (1996) Enzymatic solubilization of thermally treated jujube tissues. *Korean J Dietary Culture*, 11, 683-687
27. Zang X, Lee FZ, Eun JB (2008) Physicochemical properties and glucose transport retarding effect of pectin from flesh of Asian pear at different growth stages. *Korean J Food Sci Technol*, 40, 491-496
28. Venkatesh M, Pushpalatha PB, Sheela KB, Girija D (2009) Microbial pectinase from tropical fruit wastes. *J Trop Agric*, 47, 67-69
29. Jeong YJ, Lee GD, Lee MH, Yea MJ, Lee GH, Choi SY (1999) Monitoring on pectinase treatment conditions for clarification of persimmon vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 28, 810-815
30. Lee DS, Kim HK (1989) Carotenoid destruction and non-enzymatic browning during red pepper drying as functions of average moisture content and temperature. *Korean J Food Sci Technol*, 21, 425-429

주 의

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