

최 중
연구보고서

참외 부가가치 향상을 위한 가공제품 개발 및
가공산물의 참외재배 이용 연구

Development of processing food using muskmelon
to improvement of value added and utilization study
of muskmelon growth using process products.

연 구 기 관
경북과학대학

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “참외 부가가치 향상을 위한 가공제품 개발 및 가공산물의
참외재배 이용에 관한 연구” 과제 의 최종보고서로 제출합니다.

2003 년 8 월 19 일

주관연구기관명 : 경북과학대학

총괄연구책임자 : 이 기 동

연 구 원 : 이 명 희

연 구 원 : 김 미 립

연 구 원 : 김 성 호

연 구 원 : 권 승 혁

연 구 원 : 김 속 경

연 구 원 : 윤 성 란

협동연구기관명 : 성주군농업기술센터

협동연구책임자 : 박 춘 근

연 구 원 : 홍 순 보

연 구 원 : 주 길 재

연 구 원 : 안 성 호

연 구 원 : 이 도 희

연 구 원 : 김 진 성

요 약 문

I. 제 목

참외 부가가치 향상을 위한 가공제품 개발 및 가공산물의 참외재배 이용 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

참외는 박과에 속하는 1년생 식물로서 예로부터 널리 재배, 이용되어 온 여름철의 대표적인 과채류이다. 참외는 생산량의 대부분이 생과로 소비되고 있으며, 저장성이 낮아 과잉출하시기의 참외를 절실히 소비하기 위해서는 가공식품 개발이 요구되고 있다. 참외를 이용한 가공상품은 참외식초 및 참외주스를 제외하고는 시판되고 있는 상품이 거의 없으며, 참외주스 또한 일반대중화 상품으로 성장하지 못하고 농협매대에 서 거의 사라진 상태이므로 다양한 가공상품 개발을 통한 참외의 부가가치 향상이 필요한 실정이다. 늦여름 이후의 끝물 참외는 가격이 매우 낮는데, 이를 가공함으로써 상품성이 적은 과일의 부가가치를 높여 농가소득증대에 기여할 필요가 있다. 또한 참외 가공상품의 개발로 농산물에 대한 가공기술의 향상과 우리나라 농산물의 국제 경쟁력 향상을 위해 외국산 과일의 수입에 대한 대처 모델을 제시할 필요가 있다. 이러한 이유는 과잉생산 또는 장마로 인한 가격 폭락시 상품성이 적은 참외 생과를 가공함으로써 참외수급을 조절하여 참외의 적정가격을 유지할 필요가 있으며, 참외는 우리나라에서 주로 많이 생산되고 즐겨 먹는 과일로서 외국산 과일의 수입대체효과가 큰 과채류이기 때문이다. 또한 국산 과일의 고품질화로 외국산 과일의 수입을 억제함으로써 외국식문화의 유입을 방지할 필요가 있다. 국외에서는 멜론에 대한 연구가 많이 이루어져 왔으나 우리나라에서 즐겨 먹는 참외의 가공에 대한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구의 첫 번째 목적은 다양한 식품 재료로 활용할 수 있는 참외농축액 제조 기술을 확립하고, 참외식초를 함유하는 참외음료를 제조하며, 고농도로 제조된 참외농축액과 참외식초를 이용한 참외농축음료를 제조하여 쉽게 희석하여 개인적인 기호에 따라 달리 먹을 수 있는 음료를 개발하고자 하며, 참외 가공제품의 이용성을 높이기 위

해 참외잼, 참외피클 및 참외푸딩을 개발하고자 한다. WTO 체제가 구축됨에 따라 값싸고 품질이 우수한 외국 농산물이 수입됨으로서 우리농산물이 보호를 받지 못하고 있다. 따라서 무한 경쟁에서 경쟁력을 확보하기 위해서는 농산물의 고부가가치화가 필수적이다. 따라서 생산시기에 따라 가격폭이 극심한 참외와 같은 우리 농산물의 고품질화 및 고부가가치화가 필요한 상황이며, 참외와 같이 외국에서 거의 생산되지 않는 과일을 고급화/고품질화/고부가가치화함으로써 우리농업의 경쟁력을 강화하는데 보다 더 관심이 집중될 것이다.

본 연구의 두 번째 목적은 발효참외(물참외), 상품성이 떨어지는 기형참외, 소형참외 및 장마철에서 가을까지의 끝물참외 등 상품성이 떨어지는 참외를 이용하여 자연농업용(지력 증진 및 병충해 방지용) 참외식초를 제조하는데 있다. 상품성이 떨어지거나 불량한 참외를 이용하여 발효한 저급의 참외식초를 참외재배에 병충해 방지용으로 이용함으로써 고품질의 참외를 생과 또는 가공식품으로 생산하고 저급의 참외로 생산된 참외식초를 농업에 대량으로 소비함으로써 상품성이 떨어지거나 불량한 참외를 가공용으로 소비할 수 있어 고품질의 참외만을 판매량에 맞추어 수급을 조절하여 적정가격으로 판매할 수 있다.

본 연구의 세 번째 목적은 참외 재배 부산물에 참외 근원에 서식하는 병원균 길항미생물 및 토양개량 미생물을 응용하여 다기능성 참외부산물 발효 퇴비를 제조하는데 있다. 참외를 가공하고 남은 부산물과 참외를 재배하고 남은 참외 덩굴, 잎, 줄기, 낙과 등 농업폐자원은 당함량이 높고 유기물의 함량이 많아 퇴비에 적용하면 각종 유용미생물의 생육을 촉진시킬 뿐만 아니라 미량성분의 공급효과와 안정부식으로 인하여 토양의 물리성과 화학성을 개량하고 토양의 물성을 개량하는 효과를 가질 수 있으므로 과학적으로 검증된 최적의 퇴비를 개발할 필요가 있다. 또한 참외 가공 부산물은 참외성분이 많이 남아 있으므로 퇴비용으로 개발하면 그 이용 효능과 참외 생산성 향상에 긍정적인 영향을 나타낼 수 있을 것이다. 성주군은 참외생산의 주 단지로서 우리나라에서 가장 많이 재배되고 있으며 농가소득이 아주 높아 부농을 형성하고 있으나, 계속되는 연작으로 토양이 황폐화되어 객토, 퇴비 등의 사용증가로 생산비가 증가하고 있으므로 수확된 참외와 부산물 일부(참외식초, 참외부산물 발효퇴비 등)를 참외재배 농토에 되돌려줌으로서 생산성을 높이고 토양의 지력을 유지할 필요가 있다. 참외를 생산하고 남은 농업폐자원을 퇴비로 재활용함으로써 참외에 포함되어 있는 각종 유용물질과 미량요소들을 참외생산에 재공급하는 효과를 가져오며, 길항미생물, 광합성 촉진미생물, 질소고정미생물, 유기물분해 미생물 등 각종 유용미생물을 첨가함으로써 화학비료

의 사용량을 줄일 수 있어 생산경쟁력을 높이는 효과가 있다.

농업 폐자원과 유용미생물을 접목하여 미생물 퇴비, 미생물 비료 및 미생물 농약의 효과를 부가함으로써 각종 유기합성 농약과 화학 비료의 사용량을 줄일 수 있어 국민 건강과 생태계 보전에 큰 효과를 줄 것이다. 참외 생산에서 발생하는 각종 유기물 폐자원을 퇴비화하는 연구가 구체적으로 연구된 경우가 없는 실정이며, 참외가공부산물 중에는 참외씨가 혼합되어 있으므로 그것을 분쇄해야하는 번거로움이 있고, 참외 재배시에 참외뿌리에서 생산되는 파이토알렉신이 유용 미생물의 생육에 장애를 입힐 가능성에 관한 연구가 전무한 상태이므로 유용미생물의 분리는 참외 재배시에 중요한 역할을 담당한다. 따라서 유용미생물과 농업폐자원을 효율적으로 응용하여 환경친화성 유기농법(순환농법)에 적용하게 되므로써 각종 유기합성 농약과 화학비료 및 환경호르몬으로부터 벗어날 수 있을 뿐만 아니라 국민들의 유기농산물에 대한 선호도에 부합되리라 판단된다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

- 고품질 참외농축액 가공 기술 개발/시생산
 - 참외주스 제조조건 설정 : 탁도, 색도 등
 - 참외주스에서 펙틴 분해효소의 최적 활성조건 설정
 - 고품질 참외농축액 제조

- 참외식초/농축액을 이용한 식초함유 음료 및 농축음료 개발
 - 참외식초함유음료/참외농축음료의 배합비 설정
 - 참외식초함유음료/참외농축음료의 제조에 따른 품질변화 조사
 - 공장 scale up에서 참외식초함유음료/참외농축음료 제조조건 설정
 - 참외식초함유음료/참외농축음료의 저장중 품질변화 조사
 - 참외식초함유음료의 시제품 생산
 - 참외농축음료의 시제품 생산

- 참외를 이용한 참외피클 개발
 - 참외를 이용한 참외피클 제조조건 설정
 - 소금의 종류(해양심층수염, 천일염 및 정제염)에 따른 절임특성 모니터링

- 참외의 성장 속도별 염장 절임 특성 모니터링
 - 참외피클 제조를 위한 조미 배합비 설정
- 참외를 이용한 참외잼 개발
 - 참외잼의 젤리화조건 설정
 - 참외잼의 제조조건 설정
- 참외를 이용한 참외푸딩 개발
 - 참외푸딩의 겔화조건 설정
 - 참외푸딩의 제조조건 설정
- 미생물을 이용한 참외부산물 이용 발효퇴비제조 기술개발
 - 참외 근원미생물의 분리
 - 유기물분해 미생물 및 길항미생물의 선별
 - 유용미생물의 동정 및 특성 조사
 - 미생물의 제형화
 - 유용미생물을 이용한 참외부산물 발효퇴비 제조
- 참외식초 관주에 따른 참외 품질 및 생산성 조사
 - 참외식초 관주 희석 농도별 수량성 비료
 - 참외식초 관주 희석 농도별 상품성 비교
 - 참외식초 관주 희석 농도별 품질 및 경영 분석
- 참외식초와 현미식초 처리에 의한 참외 병해충 방제 효과
 - 흰가루병 방제효과
 - 진딧물 방제 효과
- 참외부산물 발효퇴비 시용에 따른 참외 품질 및 생산성 조사
 - 참외부산물 발효퇴비 시용에 따른 수량성 비교
 - 참외부산물 발효퇴비 시용에 따른 상품성 비교
 - 참외부산물 발효퇴비 시용에 따른 품질 및 경영 분석

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 참외/참외식초를 이용한 다양한 가공식품 개발

1) 참외를 이용한 고품질 농축액 개발

고품질 참외 농축액 개발에서 농축공정의 중요한 변수로 작용하는 가열온도 및 가열시간을 달리하면서 제조한 농축물에 대한 관능적 및 물리적 평가를 실시한 결과에서 가열 후 맛이 최대평점을 나타낸 조건은 가열온도가 96.63℃ 및 가열시간이 14.31 min일 때 였으며, 전반적인 기호도가 가장 높은 조건은 가열온도가 97.18℃ 및 가열시간이 14.55 min으로 조사되었다. 여과시간을 측정된 결과 가열온도가 98.57℃일 때, 가열시간이 11.29 min일 때 가장 낮은 여과시간인 55.53 sec를 나타내었다. 가열온도 및 가열시간을 달리하면서 실험한 결과 참외농축액 제조를 위해서는 가열온도 98℃로, 가열시간 13 min으로 처리하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 펙틴 분해효소 처리 시 농축시간이 가장 단축되는 조건은 펙틴 분해효소의 함량이 5.95 mg%, gelatin의 함량이 16.27 mg% 및 효소반응시간이 29.43 sec일 때 였다. 탁도가 가장 낮은 조건은 펙틴 분해효소의 함량 4.40 mg%, gelatin 함량 39.72 mg% 및 효소반응시간이 24.09 sec일 때 였으며, 갈색도가 가장 낮은 조건은 펙틴 분해효소의 함량 9.33 mg%, gelatin의 함량 44.70 mg% 및 효소반응시간이 115.56 sec일 때 였다. 참외 농축액 제조를 위해서는 펙틴 분해효소는 6.6 mg%, gelatin은 33.6 mg% 첨가하여 70 초간 처리하는 것이 가장 적합하였다. 참외를 이용하여 주스, 농축액, 식초, 술 등 액상제품을 가공하기 위해서는 청정화 공정을 거쳐야 할 것이다. 이러한 연구결과는 다양한 참외 가공식품개발에서 발생하는 탁도 및 여과 등의 문제점을 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

2) 참외식초를 함유한 음료와 농축 음료 개발

참외 식초/참외 농축액을 함유하는 식초음료개발에서 음료 배합비를 결정한 결과 액상과당 11.0%, 참외식초 3.0%, 참외농축액 1.0%, 벌꿀 0.5%, Vitamin C 0.04%, 구연산 0.02%, 참외향 0.2% 및 정제수 84.24%로 배합하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났다. 공장단위의 scale up 공정도 설정에서 참외식초/참외농축액을 함유하는 식초음료를 공장단위에서 시제품을 생산한 후 유통기간동안 온도 및 저장기간에 따른

변화를 살펴본 결과, 미생물학적으로 안정함을 알 수 있었으며, 저장온도가 증가함에 따라 품질의 열화 현상이 급격히 증가함으로 유통시 상온에서 유통하는 것이 바람직함을 알 수 있었다.

참외식초/참외농축액을 이용한 참외농축음료 개발을 위해 배합비를 설정한 결과 액상과당 40%, 설탕 15%, 농축액 5%, 참외식초 5%, 벌꿀 5%, Vitamin C 0.4%, 구연산 0.8%, 사과농축액 2%, 자몽종자추출액 0.02% 및 정제수 30.8%로 배합하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 공장단위의 scale up 공정도를 설정하였다. 참외농축음료도 저장성 실험을 통해 미생물학적으로 안정함을 알 수 있었으며, 저장기간동안 온도가 증가함에 따라 품질의 열화현상이 급격히 증가함으로 유통시 상온에서 유통하는 것이 바람직함을 알 수 있었다.

참외식초 및 농축액을 이용한 음료는 시원하여 갈증을 풀어주고 피로를 회복시켜주는 우수한 건강식품 및 기호식품으로 대기업에서 적절한 판매 마케팅이 수립된다면 대량판매가 가능한 품목으로 사료된다.

3) 참외를 이용한 잼 개발

참외를 이용한 적절한 가공식품 개발의 일환으로 참외잼을 제조하였으며, 참외잼에서 중요한 인자로 작용하는 참외 페이스트의 함량(40, 45, 50, 55, 60 ml), 첨가당에 대한 과당의 비율(20, 35, 50, 65, 80%) 및 펙틴함량(1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 g)을 달리하면서 참외잼을 제조하였다. 당도가 가장 높게 나타난 참외잼 제조 조건은 첨가된 과당함량의 비율이 48.10% 및 참외페이스트의 함량이 41.04 ml 및 펙틴함량이 2.12 g일 때 61.48 °Brix로 가장 높게 나타났다. softness는 첨가된 과당의 함량이 79.46%, 참외 페이스트가 45.06 ml 및 펙틴함량이 2.71 g일 때 였으며, 젤리강도가 가장 높게 나타난 조건은 첨가된 과당의 함량이 41.97%, 참외 페이스트가 46.66 ml 및 펙틴함량이 4.81 g일 때 13.25 g·cm로 나타났다. 색이 가장 높게 나타난 참외잼 제조 조건은 첨가된 과당함량이 58.32%, 참외페이스트가 53.96 ml 및 펙틴함량이 1.25 g일 때 였으며, 향이 가장 높게 나타난 조건은 첨가된 과당함량이 66.43%, 참외 페이스트가 56.43 ml 및 펙틴함량이 1.93 g일 때로 나타났으며, 조직감의 경우는 첨가된 과당의 함량이 72.93%, 참외 페이스트가 54.49 ml 및 펙틴함량이 3.31 g일 때 였으며, 맛은 첨가된 과당이 76.22%, 참외페이스트가 51.51 ml 및 펙틴함량이 3.92 g일 때 가장 높은 관능평점을 나타내었다. 참외잼을 제조한 결과 관능적인 특성이 가장 높은 조건은 첨가당에 대한 과당의 비율이 73.19%, 참외페이스트가 55.65 ml 및 펙틴함량이 2.42 g일 때

였으며, 이러한 조건으로 참외잼을 제조할 때 상업적으로 이용이 가능하리라 여겨진다.

참외의 노란색상과 달콤한 향을 함유한 참외잼은 관능적으로 우수함이 입증되었으므로 잼가공업체에서 관심을 가질 것으로 판단되며, 신가공제품으로서 독창성이 있으므로 기업홍보 효과가 있을 것이다.

4) 참외를 이용한 피클 개발

참외피클 제조를 위해서 참외의 숙도별 품질특성 및 절임특성을 살펴 본 결과 참외를 수정한 후 21일이 지난 완숙참외 즉, 미숙과 보다 숙성과가 참외피클의 제조용으로 더 적합함을 알 수 있었으며, 참외 절임시 염장은 15%로 하는 것이 바람직함을 알 수 있었다. 참외피클을 제조하고자 해양심층수염, 천일염 및 정제염을 사용하여 참외의 절임시 이화학적, 관능적 특성에 대해 조사하였다. 절임염수의 가용성 고형물 함량은 천일염을 사용한 것에서 정제염과 해양심층수염에서보다 높게 나타났다. 절임기간 동안 참외의 칼슘함량은 해양심층수염과 천일염에서 절임 2일째에 약 4.3배, 3.7배까지 증가하였다. 해양심층수염, 천일염을 사용한 참외의 조직감 변화는 hardness가 정제염보다 다소 높게 나타났다. 관능검사 결과 해양심층수염을 절임염수로 사용한 참외의 색, 향, 맛, 물성 및 전반적인 기호도가 절임기간이 증가함에 따라 다른 천일염이나 정제염으로 절임한 참외보다 우수한 관능평점을 나타내었다. 참외 피클의 조미조건을 설정한 결과 물 9.29%, 식초 24.49(참외식초 : 레몬식초 = 3 : 1), 물엿 16.53%, 고과당 42.94%, 솔비톨 5.00%, 미원 0.02%, 비타민 C 0.70, 구연산 1.0% 및 젖산칼슘 0.03% 첨가하여 조미하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났다.

참외피클은 일본사람들이 관심을 가질 정도로 우수한 제품이 개발되어 지역 중소기업에서 공장계획을 수립하고 있으므로, 앞으로 상품화에 대한 더 구체적인 연구가 필요하리라 여겨진다.

5) 참외를 이용한 푸딩 개발

젤형식품인 참외푸딩을 제조할 경우 조직감이 중요시 여겨지며, 조직감은 소비자의 기호도를 향상시킬 수 있는 물성을 지니는 것이 중요하며, 또한 색, 향, 맛 등의 기본적인 관능적인 요소들도 중요하게 고려되어야 한다. 전반적인 기호도를 기초로 한 참외푸딩의 최적 배합조건은 글루코만난 함량 0.08~0.12%, 참외농축액 함량 2.5~3.5% 및 참외식초의 함량 1~2%인 것으로 나타났다. 이러한 물리적 특성의 참외푸딩

을 산업화 하였을 때 소비자의 기호도를 향상시키는 물성의 품질지표가 될 수 있으리라 사료된다.

참외푸딩은 달콤한 향미와 관능적인 색상이 우수하여 푸딩 가공업체에서 생산 제조라인이 설치된다면 새로운 제품으로 생산될 가능성이 높으므로 기업홍보 자료로 이용되기를 기대하고 있다.

2. 참외식초/참외부산물을 이용한 참외재배기술 향상연구

1) 참외 근권 길항 미생물의 분리·동정 및 선별

본 연구는 참외를 가공하고 남은 부산물과 참외를 재배하고 남은 참외 덩굴, 잎, 줄기, 낙과 등 농업폐자원 등에 길항미생물, 질소고정미생물 및 유기물분해 미생물 등 각종 유용 미생물을 접목하여 참외부산물 발효퇴비를 개발하기 위해 먼저 참외 및 참외부산물로부터 세균(AL) 30여종, 방선균(GL)은 10여종, 곰팡이(DL) 10여종 등 총 50여종의 미생물을 순수 분리하였다. 참외 근권미생물 50여종 중에서 참외 재배에서 가장 문제가 되고 있는 덩굴마름병균 *Didymella bryoniae*, 덩굴쪼김병균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*에 가장 높은 길항력을 가지며 동시에 cellulase, protease, xylanase 등 각종 유기물을 분해하는 효소의 생산력이 높은 AL-19 균주를 최종 선별하였다.

선발균주 AL-19는 Bergey's manual of systematic bacteriology의 방법에 준하여 미생물의 형태학적, 배양학적 및 생리·생화학적 특성을 조사하고 미생물의 세포벽의 지방산의 조성으로 자동 동정하는 Microbial ID Inc.의 Sherlock system의 방법과 16S rDNA의 부분염기서열을 결정방법 등으로 *Bacillus subtilis*로 동정하였다.

Bacillus subtilis AL-19는 탄저병균 *Collectotrichum orbicular*, 덩굴마름병균 *Didymella bryoniae*, 덩굴쪼김병균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, 역병균 *Phytophthora capsici*, 잘록병균 *Pythium ultimum*, 뿌리썩음병균 *Rhizoctonia solani* AG-4, 균핵병균 *Sclerotinia sclerotiorum* 등 참외에 관련된 대부분의 병원균에 대해서 항진균 활성을 나타내었다. 특히 *Fusarium* 속에 대한 높은 항진균 활성을 가지고 있었다.

따라서 *B. subtilis* AL-19를 이용하여 참외 발효퇴비를 제조하면 각종 병원성 진균에 대한 방제효과를 가질 수 있는 장점이 있으나 일반 참외 재배 농가에서 자가 퇴비제조에 적용할 경우 퇴비화 재료의 변화가 생기거나 퇴비화 과정중에 타 미생물에

의해서 생육이 억제되는 경우 등이 문제점으로 사료된다.

2) 참외 유용미생물을 이용한 발효퇴비의 개발

참외부산물에서 분리한 유용미생물 *B. subtilis* AL-19를 미생물 제형화하여 참외 부산물 발효퇴비에 적용하여 최적 발효퇴비 조건을 확립하였다. 즉, 축사 단지에서 채취한 축분 38%, 톱밥 24%, 미강 12% 및 참외부산물을 10% 비율로 혼합하고 여기에 상기 *B. subtilis* AL-19로 제조한 미생물제제를 첨가하지 않고 제조한 퇴비(C-1)와 토양미생물제제를 1% 첨가하여 제조한 퇴비(C-2), 토양미생물제제를 2% 첨가하여 제조한 퇴비(C-3)로 처리내용을 달리하여 퇴비화하였다. 3종류의 퇴비를 부산물 비료로서 공정규격 적합성을 검토한 결과에서 유기물 함량은 각각 34.57, 35.28 및 34.37%로 나타났고, 유기물함량/질소비는 24.52, 32.21 및 33.36으로, 전질소함량은 1.41, 1.10 및 1.03%로 나타났으며, 모든 시험구에서 유기물함량과 중금속함량이 부산물 퇴비 품질기준에 적합하게 나타났다. 3종류 퇴비의 pH를 조사한 결과에서 토양미생물제제를 첨가하지 않고 제조한 퇴비(C-1)는 8.14, 토양미생물제제를 1% 첨가하여 제조한 퇴비(C-2)는 8.25, 토양미생물제제를 2% 첨가하여 제조한 퇴비(C-3)는 8.17로 나타났다. 제조한 퇴비의 유기물함량/질소량(C/N)을 조사한 결과에서 C-1은 34.57, C-2는 35.28, C-3은 34.37로 나타났다. T-N율은 1.00에 가까울 수록 우수한 퇴비로서 대조구는 1.41로 나타났으나 C-1, C-2에서는 1.10과 1.03으로 대조구에 비해 품질이 우수한 제품으로 확인되었다. 퇴비화 동안 *B. subtilis* AL-19를 포함한 미생물 수의 변화를 조사한 결과 퇴비화 시간이 경과함에 따라서 *B. subtilis* AL-19 등의 고온성 세균의 수는 퇴비화 14일째까지도 그 수의 변화가 거의 없었으나 21일째 부터는 감소하였고 28일 이후 3배 이상 증가하여 35일째에는 5배이상 증가하였다. 참외부산물 발효퇴비를 제조하는데 있어서 온도 및 pH의 변화를 조사한 결과에서도 일반 퇴비제조과정과 큰 변화 없이 퇴비화가 진행되었다. 따라서 최종 참외부산물 발효퇴비의 개발 조건은 축분 38%과 톱밥 24%, 미강 12%, 참외부산물 10% 비율로 혼합하고 여기에 상기 *B. subtilis* AL-19로 제조한 미생물제제 1%를 첨가하여 퇴비화 시켰을 경우로 판단되었다.

3) 참외 식초 관주에 따른 참외 품질향상 및 생산성 시험

참외식초 관주 희석농도별 수량성 및 상품성 비교에서는 참외식초 500배액, 1000배액, 2000배액 관주구가 관행구에 비해 과중이 33~42g/개 높았고, 수량은 370~

460kg/10a(수량지수 110~113)로 증수되었다.

참외식초 관주 희석농도별 상품성 비교에서는 참외식초 500배액, 1000배액 및 2000배액 관주구가 관행구에 비해 당도가 0.6~0.9. Brix나 높았으며, 상품률도 2~5% 높아 상품성이 우수하였다. 또한 과색택은 참외식초 500배액, 1000배액 관주구가 우수하여 상품성 생산에 효과적으로 판단된다.

참외식초 관주 희석농도별 경영분석 결과에서는 참외식초 500배액, 1000배액 및 2000배액 관주구가 관행구에 비해 상품성 수량이 400~610kg/10a(12~19%)증수되었고, 특히 참외식초 500배액, 1000배액 관주구에서는 상품성이 우수하여 100원/kg(15kg 상자당 1,500원)의 부가가치가 향상되어 관행구에 비해 소득이 1,079~1,137천원/10a(24~25%) 증대되었다.

4) 참외 식초와 현미식초 처리에 의한 참외 병해충 방제효과

참외식초와 농약혼용 병해충 방제효과 분석 결과는 흰가루병의 경우 참외식초나 현미식초 모두 500배액, 1000배액 희석 살포구에서 발병 이후 2회 방제에도 완전 방제가 가능하였으나, 참외식초·현미식초 2000배액 희석 살포구, 관행 살포구에서는 미방제 되어 5일 뒤 농약을 재살포 하였다. 진딧물 방제의 경우는 참외식초·현미식초 500배액, 1000배액, 2000배액 희석 살포구 및 관행구 모두 발생 이후 2회 방제에 완전 방제가 가능하였다.

5) 참외부산물 발효퇴비 시용에 따른 참외 품질 및 생산성 조사

참외부산물퇴비 시용에 따른 수량성과 상품성 조사 결과는 참외부산물퇴비구가 관행구에 비해 과중이 35~44g/개 높았고, 수량도 380~490kg/10a(10~13%)로 증수되었으며, 당도는 0.5~0.8. Brix나 높아 상품성이 우수하였다.

참외부산물 발효퇴비 시용에 따른 참외의 수량과 품질조사 결과 상품성 수량지수는 관행구 100에 비해 퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구가 117이고 농가 제조 참외부산물퇴비 시용구는 114로 14~17%로 증수되었고, 당도도 0.5~0.8. Brix 높아 시험구 모두 상품성이 매우 우수하였다.

참외부산물 발효퇴비 시용에 따른 경영분석 결과는 참외부산물퇴비 시용구 모두 상품성 수량이 460~560kg/10a(14~17%) 증수되었고, 당도 및 색택이 우수하여 15kg 포장 상자당 1,000원의 수취가격이 상승하여 1,093~1,320천원/10a(24~28%)의 소득 증대를 하였다. 참외부산물 발효 퇴비 제조에 사용한 *Bacillus subtilis* AL-19는 탄저

병원균 *Collectotrichum orbicular*. 덩굴마름병원균 *Didymella bryoniae*, 덩굴쪼김병원균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, 역병원균 *Phytophthora capsici*, 잘록병원균 *Pythium ultimum*, 뿌리썩음병원균 *Rhizoctonia solani* AG-4, 균핵병원균 *Sclerotinia sclerotiorum* 등 참외에 관련된 대부분의 병원균에 대해서 항진균 활성을 나타내었기에 참외 재배 과정중에 병원성 곰팡이에 대한 피해는 나타나지 않았으나 선충과 유해해충에 대한 피해는 방제가 어려웠다. 따라서 적절한 살충제와 혼용하여 참외 식초 및 참외 부산물 발효퇴비를 시용함으로써 우수한 참외를 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

SUMMARY

I. Title

Development of processing food using muskmelon to improvement of value added and utilization study of muskmelon growth using process products.

II. Summary

Muskmelons, an annual plant belonging to a citrus melo family, act for summer fruits. Most of the produce are used for green fruits because of limited storage life, so the merchandising is required. There are no goods except for muskmelon vinegar and muskmelon juice, further more muskmelon juice is disappearing in the market. So, it is demanded to develop value added goods through processing of muskmelon.

This study was performed to establish a recipe of concentrated muskmelon juice applying to food ingredients and muskmelon juice containing muskmelon vinegar and concentration muskmelon juice and muskmelon beverage diluting concentration muskmelon juice. jam, pickle, pudding using muskmelons were also made to develop processed foods.

Concentration muskmelon juice using muskmelon was good under the heating condition of 98°C and 13 min. The optimum concentration of pectinase and gelatin and treatment time for concentration muskmelon juice were 6.6 mg%, 33.6 mg% and 70 seconds, respectively.

The recipe of muskmelon vinegar beverage was liquid 11.0% of fructose, 3.0% of muskmelon vinegar, 1.0% of concentration muskmelon juice, 0.5% of honey, 0.04% of vitamin C, 0.02% of citric acid, 0.2% of muskmelon flavor and 84.24% of refined water. This condition was stable microbiologically and has good score in sensory evaluation in time of circulation under the room temperature.

The recipe of concentration muskmelon beverage was liquid 40.0% of fructose, 15% of sucrose, 5.0% of concentration muskmelon juice, 5.0% of muskmelon vinegar, 5.0% of honey, 0.4% of vitamin C, 0.8% of citric acid, 2.0% of

concentration apple juice, 0.02% of grapefruit seed extract and 3.08% of refined water. This condition was stable microbiologically and has good score in sensory evaluation, too.

The recipe of muskmelon jam was 73.19% of fructose to the added sugar, 55.65 ml of muskmelon paste and 2.42 g of pectin. In the quality characteristics by ripening and preserving with salts to make muskmelon pickle, unripened fruit (21st day after pollination) is more appropriate than rip.

This study was conducted to investigate on composts of muskmelon by-products using microbe such as antagonistic bacteria, nitrogen fixing bacteria and organic matter degradation bacteria. A total of 50 odd strains, 30 kinds of bacteria, 10 kinds of *Streptomyces* sp. and fungi, were isolated from muskmelons residual products such as vines, leaves, stems and fruit drops. The isolates were screened for antagonism to *Didymella bryoniae* and *Fusarium oxysporium* f. sp. *melonis* and the isolated strain No. AL-19 was selected among these bacteria. It has good productivity of enzyme such as cellulase, protease and xylanase and identified as *Bacillus subtilis* based on morphological and physiological characteristics according to the Bergey's manual of systematic bacteriology, Sherlock system of Microbial ID Inc. and 16S rDNA sequences methods. *Bacillus subtilis* AL-19 showed broad spectrum of antifungal activities against plant pathogenic fungi *Collectotrichum orbicular*, *Didymella bryoniae*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, *Phytophthora capsici*, *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* AG-4, *Sclerotinia sclerotiorum*.

The optimum condition of the fermented fertilizer was established by the formed *B. subtilis* AL-19 sorted out from residual products, mixing 38% of droppings, 24% of sawdust, 12% of bran and 10% residual products, adding 1% microorganisms material made from *B. subtilis* AL-19 and fermenting it. The fermented fertilizer were ground for the official standard of fertilizer.

The cultivation results of muskmelons using muskmelon vinegar and muskmelon residual products are as follows. Quantity and quality of samples treated with 500,

1000 and 2000 times of muskmelon vinegar were higher than that of control ; weight, quality, sugar content and goods production rate were higher to degree of 33~42 g/piece, 370~460 kg/10a, 0.6~0.9. Brix, 2~5%, respectively. goods production yield of samples treated with 500, 1000 and 2000 times of muskmelon vinegar was higher (400~610 kg/10a) than that of control. Marketability of samples treated with 500 and 1000 times of muskmelon vinegar increased so value added and income increased up to 100 won/kg, 1,079,000~1,137,000 won/10a, respectively.

The results of extermination of vermin on muskmelons using muskmelon vinegar and brown rice vinegar are as follows. In case of powdery mildew, diluted solution with 500 and 1000 times of muskmelon vinegar and brown rice vinegar exterminated thoroughly. In case of aphids, diluted solution with 500, 1000 and 2000 times of muskmelon vinegar and brown rice vinegar exterminated thoroughly. Quantity and quality of muskmelons using muskmelon residual products were higher than that of control ; weight, quality and Brix degree were higher to degree of 35~44 g/piece, 380~490 kg/10a, 0.5~0.8. Brix, respectively.

Commercial yield of muskmelons using fertilizer from muskmelon residual products was 117 compared to the control (100). Commercial yield and Brix degree of muskmelons using fertilizer from muskmelon residual products made by 농가 increased up to 14~17%, 0.5~0.8. Brix, respectively.

Commercial yield of samples treated with fertilizer from muskmelon residual products increased by 460~560 kg/10a (14~17%), and Brix degree and color were so excellent that income increased up to 1,093,000~1,320,000 won/10a (24~28%).

CONTENTS

Chapter I . Introduction	25
Chapter II. Domeatic and international technology development current status	31
Chapter III. Results and discussion	33
(I) Development of muskmelon concentration juice	33
1. Materials and methods	33
A. Materials	33
B. Muskmelon concentration juice manufacture	33
C. Properties valuation of concentration muskmelon juice	33
1) Organoleptic test	33
2) Seperation ratio of clear solution	34
3) Filtration time	35
4) Browning color intensity	35
5) Content of carotenoid	35
D. Enzyme treatment and properties valuation	35
1) Treatment of pectin enzyme	35
2) Concentration time	36
3) Browning color intensity and turbidity	36
2. Results and discussion	37
A. Properties valuation by heating conditions	37
1) Organoleptic poperties valuation	37
2) Physiochemical properties valuation	43
B. Properties change by enzyme treatment	49
3. Summary	56
4. Reference	57

(II) Muskmelon vinegar/concentration beverage manufacture	· 59
1. Materials and methods	59
A. Muskmelon vinegar/concentration beverage manufacture condition	59
1) Materials	59
2) Muskmelon vinegar/concentration beverage manufacture	59
3) Organoleptic test	59
B. Scale up of beverage	59
C. Storage test of beverage	60
1) Experimental design	60
2) Organoleptic test	60
3) Colorimeter	60
4) Browning color intensity	60
5) Sugar content	60
6) Microorganism test	60
2. Results and discussion	61
A. Muskmelon vinegar beverage manufacture	61
B. Storage test of muskmelon vinegar beverage	66
C. Muskmelon concentration beverage manufacture	84
D. Storage test of muskmelon concentration beverage	90
3. Summary	108
4. Referecce	109
(III) Muskmelon jam manufacture	111
1. Materials and methods	111
1) Material	111
2) Sugar content	111
3) pH	111
4) Softness and jelly strength	111
5) Organoleptic test	111
2. Results and discussion	112
3. Summary	129
4. Reference	131

(IV) Muskmelon pickle manufacture	133
1. Materials and methods	133
A. Optimum aging resurch to Muskmelon pudding manufacture	133
1) Materials	133
2) Soaking method	133
3) pH	133
4) Rheometer	133
5) Colorimeter	133
6) Turbidity	133
7) Lactic acid bacteria	134
B. Effect of different salts on quality of muskmelon	134
1) Materials	134
2) Soaking Method	134
3) Mineral analysis	134
4) Weight and Shrinkage rate	135
5) Salinity and pH	135
6) Turbidity	136
7) Solid content	136
8) Calcium content	136
9) Rheometer	136
10) Organoleptic test	136
C. Recipe of muskmelon pickle	137
2. Results and discussion	137
A. Optima aging resurch to Muskmelon pickle manufacture	137
1) Aging quality of muskmelon	137
2) Effect of brine concentration on quality of muskmelon	139
B. Effect of different salts on quality of muskmelon	153
1) Mineral contnet	153
2) Weight and Shrinkage rate	154
3) Salnity and pH	154
4) Turbiduty and solid content	155
5) Calcium content	156
6) Rheometer	157

7) Organoleptic test	158
C. Recipe of muskmelon pickle	160
3. Summary	163
4. Reference	164
(V) Development of muskmelon pudding	170
1. Materials and methods	170
1) Material	170
2) Pudding manufacture	170
3) Experimental design	170
4) Organoleptic property	170
5) Rheometer	171
2. Results and Discussion	172
1) Organoleptic property of muskmelon pudding	172
2) Physiological property of muskmelon pudding	174
3. Summary	191
4. Reference	192
(VI) Development of using muskmelon by-product compost	194
1. Materials and methods	194
A. Microorganisms separation of muskmelon and by-product	194
B. Culture of muskmelon pathogenic mold	194
C. Antagonism of muskmelon pathogenic mold	195
D. Identification of microorganisms	195
E. Enzyme activities	196
F. Composting condition of muskmelon by-product	197
G. Composting manure degree according to plantlet test	198
H. Composting physiochemical quality	198
I. Density analysis during composting	199
G. Muskmelon cultivation to muskmelon vinegar and by product fertilization	199
2. Results and Discussion	203
A. Microorganisms separation of muskmelon and by-product	203

B. Decomposition of organic matter and antagonic microorganisms ..	203
C. Identification of the isolated straein No. AL-19 and taxonomic investigations	203
D. Antifungal actions of different pathogenic mold	209
E. Formulation of microorganisms	210
F. Physiochemical properties of muskmelon by-product	210
G. Production condition of composting using muskmelon by-product	210
H. Physiochemical component analysis of muskmelon organic matter composting	212
I. Change of microorganisms during composting	214
J. Change of temperature and pH during composting	217
K. Muskmelon quality and production by muskmelon vinegar watering	220
L. Effective control of diseases and insects by muskmelon and brown rice vinegar	223
M. production by muskmelon by-product composting enrichment	226
3. Summary	232
4. Reference	235

Chapter IV. Goal attainment and related contribution rate areas 237

Chapter V. Utilization Planning of R&D Results 239

목 차

제 1 장 연구개발의 개요	25
제 1 절 연구 개발의 목적	25
제 2 절 연구개발 목표의 달성도	28
제 2 장 국내외 기술개발 현황	31
제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과	33
제 1 절 참외를 이용한 고품질 농축액 개발	33
1. 연구수행 방법	33
가. 재료	33
나. 참외농축액 제조	33
다. 참외 농축액의 품질특성 평가	33
1) 관능적 품질 평가	33
2) 착즙 수율 측정	34
3) 여과시간 측정	35
4) 갈색도 측정	35
5) 카로테노이드 함량 측정	35
라. 참외 농축액의 효소처리 및 품질 특성 검사	35
1) 펙틴분해효소 처리	35
2) 농축시간	36
3) 갈색도 및 탁도 측정	36
2. 연구수행 내용 및 결과	37
가. 고품질 농축액 가공기술 개발	37
1) 가열조건에 따른 관능적 품질변화	37
2) 가열조건에 따른 이화학적 품질변화	43
나. 효소처리에 따른 품질변화	49
3. 요약	56

4. 참고문헌	57
제 2 절 참외식초를 함유한 음료와 농축 음료 개발	59
1. 연구수행 방법	59
가. 참외식초 함유 음료와 참외 농축음료의 제조조건 설정	59
1) 사용된 재료	59
2) 참외식초 함유 음료 및 농축음료 제조	59
3) 관능검사	59
나. 음료의 공장단위 scale up 및 시제품 생산	59
다. 음료의 저장성 실험	60
1) 실험계획	60
2) 관능검사	60
3) 색도 측정	60
4) 갈색도 측정	60
5) 당함량 측정	60
6) 미생물 함량 측정	60
2. 연구수행 내용 및 결과	61
가. 참외식초/농축액을 이용한 식초함유음료 개발	61
나. 참외식초/농축액을 이용한 식초함유음료 저장성 실험	66
다. 참외식초/참외농축액을 이용한 참외농축음료 개발	84
라. 참외식초/참외농축액을 이용한 참외농축음료의 저장성 실험	90
3. 요약	108
4. 참고문헌	109
제 3 절 참외를 이용한 잼 개발	111
1. 연구수행 방법	111
1) 재료	111
2) 당도 측정	111
3) pH 측정	111
4) Softness 및 jelly strength	111
5) 관능검사	111

2. 연구수행 내용 및 결과	112
3. 요약	129
4. 참고문헌	131
제 4 절 참외를 이용한 피클 개발	133
1. 연구수행 방법	133
가. 참외 피클용 최적 속도 결정을 위한 연구	133
1) 재료	133
2) 절임 방법	133
3) pH	133
4) 물성	133
5) 색도	133
6) 탁도	133
7) 젖산균	134
나. 소금의 종류에 따른 참외절임 특성 연구	134
1) 재료	134
2) 절임방법	134
3) 무기질 분석	134
4) 중량변화 및 수축률	135
5) 염도 및 pH 변화	135
6) 절임염수의 탁도	136
7) 고형분 함량	136
8) 칼슘함량	136
9) 조직감	136
10) 관능검사	136
다. 참외피클의 조미조건 설정	137
2. 연구수행 내용 및 결과	137
가. 참외 피클용 최적 속도 결정을 위한 연구	137
1) 참외의 속도별 특성	137
2) 참외의 속도별, 염장농도별 품질변화	139
나. 소금의 종류에 따른 참외절임 특성 연구	153
1) 무기질 함량	153

2) 중량변화 및 수축률	154
3) 염도 및 pH	154
4) 절임염수의 탁도 및 고형분 함량	155
5) 칼슘함량	156
6) 조직감	157
7) 관능검사	158
다. 참외피클의 조미조건 설정	160
3. 요약	163
4. 참고문헌	164
제 5 절 참외를 이용한 푸딩 개발	170
1. 연구수행 방법	170
1) 재료	170
2) 푸딩제조	170
3) 실험계획	170
4) 관능적 품질 평가	170
5) 물성측정	171
2. 연구수행 결과	172
1) 참외푸딩의 관능적 특성	172
2) 반응표면분석에 의한 회귀분석	172
3) 4차원 반응표면 해석	173
4) 참외푸딩의 물리적 특성	174
5) 반응표면분석에 의한 회귀분석	174
6) 4차원 반응표면 해석	175
3. 요약	191
4. 참고문헌	192
제 6 절 참외부산물 발효퇴비의 개발	194
1. 연구수행 방법	194
가. 참외 및 참외부산물에 서식하는 미생물의 분리	194
나. 참외 병원성 곰팡이의 배양	194

다. 병원성 곰팡이에 대한 길항력조사	195
라. 미생물의 동정	195
마. 효소 활성측정	196
바. 참외부산물 발효 퇴비화 조건	197
사. 유식물 시험법에 의한 퇴비의 부숙도 판정	198
아. 퇴비의 이화학적 특성 조사	198
자. 퇴비화 과정 중 미생물 밀도 분석	199
차. 참외식초 및 참외부산물 발효퇴비의 시비에 따른 참외 재배	199
2. 연구수행 내용 및 결과	203
가. 참외 및 참외부산물로부터 미생물의 분리	203
나. 유기물분해 미생물 및 길항미생물의 선별	203
다. 분리주 AL-19의 동정 및 분류학적 특성 조사	203
라. 각종 병원성 곰팡이에 대한 항진균성 조사	209
마. 미생물의 제형화	210
바. 참외부산물의 이화학적 특성	210
사. 참외 부산물 발효퇴비의 최적 생산 조건 확립	210
아. 참외 유기질퇴비의 이화학적 성분 분석	212
자. 퇴비화 과정중 미생물의 밀도변화	214
차. 퇴비화 과정중 온도 및 pH의 변화	217
카. 참외식초 관주에 따른 참외품질 및 생산성 시험	220
타. 참외식초와 현미식초 처리에 의한 참외 병해충 방제 효과 시험	223
파. 참외부산물퇴비 시용에 따른 참외품질 및 생산성 시험	226
3. 요약	232
4. 참고문헌	235

제 4 장 목표 달성도 및 관련분야의 기여도 237

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획 239

제 1 장 연구개발의 개요

제 1 절 연구 개발의 목적

참외(*Cucumis melo* L.)은 박과에 속하는 1년생 식물로서 예로부터 널리 재배, 이용되어 온 채소이며, 수박과 함께 여름철의 대표적인 과채류로서 생산량 대부분이 생과로 소비되고 있다. 참외는 원래 중앙아시아의 고온 건조한 지역이 원산지인 멜론에서 유래한 것으로 알려져 있으며, 현재는 주로 우리나라를 비롯하여 중국, 일본 등지에서 재배되고 있다. 참외는 비타민 A와 C가 풍부한 과실로, 한방에서는 참외 꼭지부분을 말려 진해, 거담, 변비, 황달 등에 처방하였다고 하며, 급성 위장병, 중풍 등에도 효험이 있는 것으로 알려져 있다.

현재 참외는 생산량의 대부분이 생과로 소비되고 있으나, 저장성이 낮아 새로운 가공식품 개발이 요구되고 있는 실정이다. 성주지역의 연간 참외 생산량은 1998년에 106,000톤, 1999년에 120,000톤, 2000년에 122,000톤으로 그 생산량이 해마다 증가하고 있으며, 전국 참외생산량의 40%를 차지하고 있다. 참외는 수확시기가 한정되어 있으며, 여름철의 홍수출하로 인한 가격하락, 유통체제의 미비 등이 문제점으로 지적되고 있다. 또한 생육온도가 22~28℃, 최저생육온도 10~12℃로 저온에서는 생육장애를 받는 과실로 저장이 어려운 과실이다. 현재 여름철 홍수출하로 인한 가격하락 방지 및 수급조절을 위하여 참외를 이용한 적절한 가공식품 개발이 요구되어 왔으며, 참외를 효율적으로 이용하기 위해서는 적절한 가공 방안의 모색이 필요하였다.

앞으로 다양한 가공제품의 개발을 위한 식품소재로의 활용도를 높이기 위해 농축제품에 대한 연구가 선행되었으며, 좋은 식품소재로의 참외의 활용도를 높이기 위해 가공 전단계로 이용되는 고품질의 농축액을 제조였다. 과실주스의 농축제품은 포장, 수송 및 저장비용을 절감하는 경제적 측면과 취급의 편리성으로 인해 많은 식품소재에서 개발되고 있으며, 최근에는 저장성은 물론 향기의 특성을 부여한 고품질의 제품이 요구되고 있다. 최근 식생활수준의 향상에 따라 주류나 음료시장 등에서도 천연 과실 제품에 대한 선호도가 증가하는 추세로, 참외를 착즙하여 농축물로 가공시 다양한 이용이 기대된다.

농축공정에서 가열과 여과는 중요한 공정임과 동시에 수율 및 농축액의 품질을 결정하는 중요한 요소이다. 주스의 혼탁에 관여하는 주된 물질은 펙틴과 이에 결합한 소량의 단백질로 알려져 있으며, 천연과일 주스의 여과와 청정을 효과적으로 행하기

위해 효소처리로 혼탁물질을 가수분해 할 수 있다. 과채류를 착즙하는 과정에서 무기질, 비타민 및 유기산 등의 저분자와 함께 고분자 성분으로서 주로 펙틴이 함께 용출되며, 착즙액은 수용성 펙틴으로 인하여 상당한 점성을 갖으며, 또한 펙틴 분자와 다른 성분간의 상호작용 등의 요인에 의하여 물성과 관능적인 특성이 큰 영향을 받는다. 따라서 본 연구에서는 다양하게 사용되며, 우수한 품질의 참외과즙 농축액을 제조하기 위하여 가열처리 및 펙틴 분해효소 처리조건에 따른 참외농축액의 최적 농축조건을 모니터링하였다.

최근에는 식초의 체내대사 조절기능을 비롯한 건강증진 효과가 보고되면서 식초의 다양화·고급화 추세가 뚜렷하게 진행되고 있다. 이러한 식초의 유용효과를 지니면서 소비자들이 쉽게 섭취할 수 있는 식초함유음료를 제조하고자 참외를 이용하여 제조된 참외식초를 이용하여 참외식초 함유음료 및 농축음료를 제조하였다. 참외식초/참외농축액을 함유하는 음료의 최적 배합비설정을 위해 음료 제조시 중요한 요소인 당, 산 및 향의 함량을 조절하면서 최적 배합조건을 설정하였으며, scale up하여 공장단위에서의 시생산을 시도하였다. 또한 유통기간 동안 품질변화를 알아보기 위해 저장온도 및 저장시간에 따른 품질변화를 조사하였다.

참외를 이용하여 다양한 가공상품을 개발하고자 참외잼을 제조하였으며, 참외잼의 제조시 첨가되는 펙틴, 당의 함량 및 참외 페이스트의 함량에 따른 품질 변화를 모니터링하고 참외잼의 제조특성을 조사하였다.

식품을 조리 가공할 때 쓰이는 소금의 종류에는 천일염, 제재염, 정제염 등이 있으며, 이들의 주요성분인 NaCl의 함량과 칼슘 및 마그네슘과 같은 다가 양이온 존재여부에 차이가 있고 칼슘과 마그네슘이 존재함에 따라 펙틴-칼슘 복합체를 형성하여 염장과채의 저장기간이나 품질특성에 영향을 미치게 된다고 한다. 이러한 소금의 특성을 이용하여 가공화된 대표적인 제품으로는 피클이 있다. 이에 본 연구에서는 참외를 속도별로 수확하여 절임특성을 살펴보았으며, 절임농도에 따른 품질변화도 살펴보았다. 또한 소금의 종류에 따른 절임특성을 모니터링하였으며, 참외피클 제조를 위한 최적의 조미조건을 설정하였다.

젤리를 제조하는데 사용되는 겔화제에 따라 펙틴젤리, 한천젤리, 젤라틴젤리 및 전분젤리 등으로 구분되며, 펙틴젤리는 잘 끊어지고 약간의 씹힘성을 가지며, 한천젤리는 보다 더 잘 끊어지는 반면에 젤라틴젤리는 질기고 씹힘성이 뛰어나며, 전분젤리는 단단한 조직을 가지고 있어 다양한 소비자의 기호를 충족시켜 주고 있다. 겔형성에 많이 사용되는 가라기난(carrageenan)은 홍조류에 함유된 다당류로 여러 가지 면에

서 한천과 비슷하며, 겔화성, 증점성 및 단백질 반응성을 이용하여 디저트 푸딩, 젤리 등에 사용된다. 또한 가라기난은 최근 가공식품과 음료용 식이섬유 첨가 소재로서 그 이용성이 증가되고 있다. 글루코만난은 특유의 겔형성능력, 증점특성, 필름형성능, 다른 검류 및 전분류와의 상승작용 및 유동성 등을 가지고 있어 식품산업에 응용가능성이 매우 높은 소재이다. 이에 본 연구에서는 가라기난과 글루코만난을 이용하여 참외 푸딩을 제조하였으며, 제조조건에 따른 품질특성을 모니터링하였고, 산업화 할 수 있는 기본 배합조건을 설정하였다.

발효참외(물참외), 상품성이 떨어지는 기형참외, 소형참외 및 장마철에서 가을까지의 끝물참외 등 상품성이 떨어지는 참외를 이용하여 자연농업용(지력 증진 및 병충해 방지용)을 제조하는데 있다. 상품성이 떨어지거나 불량한 참외를 이용하여 발효한 저급의 참외식초를 참외재배에 병충해 방지용으로 이용함으로써 고품질의 참외를 생과 또는 가공식품으로 생산하고 저급의 참외로 생산된 참외식초를 농업에 대량으로 소비함으로써 상품성이 떨어지거나 불량한 참외를 가공용으로 소비할 수 있어 고품질의 참외만을 판매량에 맞추어 수급을 조절하여 적정가격으로 판매할 수 있다. 참외 재배 부산물을 이용하여 여기에 참외 근원에 서식하는 병원균 길항 미생물 및 토양개량 미생물을 응용하여 다기능성 참외 전용 퇴비를 제조하는데 있다.

참외를 가공하고 남은 부산물과 참외를 재배하고 남은 참외 덩굴, 잎, 줄기, 낙과 등 농업폐자원은 당함량이 높고 유기물의 함량이 많아 퇴비에 적용하면 각종 유용 미생물의 생육을 촉진시킬 뿐만 아니라 미량성분의 공급효과와 안정부식으로 인하여 토양의 물리성과 화학성을 개량하고 토양의 물성을 개량하는 효과를 가질 수 있으므로 과학적으로 검증된 최적의 퇴비를 개발할 필요가 있다. 또한 참외 가공 부산물은 참외 성분이 많이 남아 있으므로 퇴비용으로 개발하면 그 이용 효능과 참외 생산성 향상에 긍정적인 영향을 나타낼 수 있는 것이다. 성주군은 참외생산의 주 단지로서 우리나라에서 가장 많이 재배되고 있으며 농가소득도 아주 높아 부농을 형성하고 있으나, 계속되는 연작으로 토양이 황폐화되어 객토, 퇴비 등의 사용증가로 생산비가 증가하고 있으므로 수확된 참외와 부산물 일부(참외식초, 참외부산물퇴비 등)를 참외재배 농토에 되돌려줌으로서 생산성을 높이고 토양의 지력을 유지할 필요가 있다. 참외를 생산하고 남은 농업폐자원을 퇴비로 재활용함으로써 참외에 포함되어 있는 각종 유용물질과 미량요소들을 참외생산에 재공급하는 효과를 가져오며, 길항미생물, 광합성 촉진미생물, 질소고정미생물, 유기물분해 미생물 등 각종 유용미생물을 첨가함으로써 화학비료의 사용량을 줄일 수 있어 생산경쟁력을 높이는 효과가 있다.

농업 폐자원과 유용미생물을 접목하여 미생물 퇴비, 미생물 비료 및 미생물 농약의 효과를 부가함으로써 각종 유기합성 농약과 화학 비료의 사용량을 줄일 수 있어 국민 건강과 생태계 보전에 큰 효과를 줄 것이다. 외국산 농산물의 수입증가에 따른 국내산 농산물의 가격이 폭락하고 있으므로 참외의 가격을 적정수준 이상으로 유지하기 위해서는 상품성이 적은 참외의 대량 가공으로 고품질의 생과만을 판매함으로써 가격 경쟁력을 높일 필요가 있다. 참외 생산에서 발생하는 각종 유기물 폐자원을 퇴비화하는 연구가 구체적으로 연구된 경우가 없는 실정이며, 참외가공부산물 중에는 참외씨가 혼합되어 있으므로 그것을 분쇄해야하는 번거로움이 있고, 참외 재배시에 참외뿌리에서 생산되는 파이토알렉신이 유용 미생물의 생육에 장애를 입힐 가능성에 관한 연구가 전무한 상태이므로 유용미생물의 분리는 참외 재배시에 중요한 역할을 담당한다. 따라서 유용미생물과 농업폐자원을 효율적으로 응용하여 환경친화성 유기농법(순환농법)에 적용하게 되므로써 각종 유기합성 농약과 화학비료 및 환경호르몬으로부터 벗어날 수 있을 뿐만 아니라 국민들의 유기농산물에 대한 선호도에 부합되리라 판단된다.

제 2 절 연구개발 목표의 달성도

참외를 이용한 고품질 농축액 가공기술을 개발한 결과, 가열온도 및 시간에 따른 제조조건을 설정하였으며, 농축액의 품질향상을 위한 효소처리 결과, 탁도가 낮은 농축액을 생산할 수 있었다. 참외과즙의 열처리 및 효소처리는 과즙에 존재하는 섬유질의 효과적인 분리와 여과를 용이하게 하여 관능적 품질이 우수한 참외농축액을 제조할 수 있었다.

참외식초/농축액을 이용한 식초함유음료를 제조하고자 배합비에 따른 관능검사 및 이화학적 검사를 실시하여 관능적으로 우수한 배합비를 설정하였다. 제조한 참외음료를 온도별로 저장하면서 저장성 실험을 행한 결과 저장실험 동안 미생물이 검출되지 않았으며, 상온에서 유통할 수 있음을 확인하였다. 참외음료를 공장 단위에서 scale up 하여 생산하고자 경북과학대학 식품공장에서 pilot와 생산라인을 통해 생산공정도를 설정하여 시생산을 하였다. 참외농축액을 이용한 참외농축음료 개발을 실시하였으며, 관능적으로 우수한 배합조건을 설정하였다. 농축음료의 제조공정을 pilot와 공장단위에서 scale up한 결과 공정도를 설정하여 시생산할 수 있었고, 시제품의 생산시에 용기로 유리용기보다 플라스틱 제제의 밀봉 용기를 사용하였다. 참외를 이용한 적절

한 가공식품 개발의 일환으로 참외잼을 제조하였으며, 참외잼의 생산을 위한 가공공정과 배합비를 설정하였다.

고품질의 참외피클 제조를 위한 참외의 숙도별 품질특성을 조사한 결과 수정 후 21일 이후에 수확한 숙성도가 우수하였으며, 절임특성은 해양심층수염 15%로 절임한 참외가 조직감과 관능평점이 높게 나타났다. 또한 참외피클의 조미배합비와 조미조건을 설정하여 시제품을 생산해 본 결과 관능적 및 물성적으로 우수한 참외피클을 제조할 수 있었다.

겉형식품인 참외푸딩을 제조할 경우 조직감이 중요시 여겨지며, 조직감을 소비자의 기호도를 향상시킬 수 있는 물성을 지니는 것이 중요하며 또한 색상, 향 및 맛 등의 기본적인 관능적인 요소들도 중요하게 고려되어야 한다. 참외푸딩의 제조조건에 따른 참외푸딩의 최적 배합조건과 제조공정을 설정하였으며, 조직감은 참외푸딩을 산업화 할 경우 소비자의 기호도를 향상시키는 물성의 품질지표가 될 수 있었다.

농업환경의 자정작용 근원인 미생물을 이용한 발효 퇴비는 약제저항성 개체의 출현, 환경오염 문제, 화학약제 사용기피, 무공해농산물 선호, 노동집약적 농업, 노동력 감소, 환경보전 등의 시대적 요구사항에 부합되며 유기농업 및 환경친화적인 지속적 농업의 선두주자가 되고 있다. 미생물이 이처럼 친환경농업에 필수적인 재료임에도 불구하고 시판되는 유기질 비료(또는 부산물 비료, 퇴비)는 올바른 미생물을 올바르게 처리하지 못하여 미숙되거나 원료상의 결합에 의해 토양에 투여했을 때 미숙에 의한 가스발생이나 중금속, 병원균 등 유해인자에 의해 식물의 고사는 물론 생산물에 잔존함으로써 건전하지 못한 먹거리를 생산하는 등 문제점이 야기되는 경우가 많다. 이와 같이 유기질 비료의 제조에는 양질 원료의 사용은 물론 신속한 퇴비화와 완전한 부숙이 선결조건으로 절실히 요구된다. 특히 유기질 비료를 공장단위의 대규모로 생산할 경우에는 제품생산기간이 비용과 공간면적에 많은 영향을 미치므로 완전한 부숙과 퇴비화기간의 단축은 제품의 품질은 물론 경쟁력 제고에도 큰 영향을 미치는 중요한 요소이다. 일반적으로 유기물의 정상적 분해 및 부숙에는 최소 약 3개월의 기간이 소요되나 퇴비화 미생물을 이용할 경우 그 기간을 절반으로 현저하게 단축시킬 수 있으므로 한정된 공장부지의 효율적인 이용은 물론 생산비용을 절감할 수 있다.

본 연구는 참외를 가공하고 남은 부산물과 참외를 재배하고 남은 참외 덩굴, 잎, 줄기, 낙과 등 농업폐자원 등에 길항미생물, 질소고정미생물, 유기물분해 미생물 등 각종 유용 미생물을 접목하여 참외부산물 발효퇴비를 개발하였기에 참외 재배의 순환 미생물 농법에 적합한 퇴비로 사료된다. 특히 참외부산물 발효퇴비에 사용한 *Bacillus*

subtilis AL-19는 탄저병균 *Collectotrichum orbicular*, 덩굴마름병균 *Didymella bryoniae*, 덩굴쪼김병균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, 역병균 *Phytophthora capsici*, 잘록병균 *Pythium ultimum*, 뿌리썩음병균 *Rhizoctonia solani* AG-4, 균핵병균 *Sclerotinia sclerotiorum* 등 참외에 관련된 대부분의 병원균에 대해서 항진균 활성을 나타내었으며, 특히 *Fusarium* 속에 대한 높은 항진균 활성을 가지고 있어 미생물비료이면서 동시에 미생물 농약으로서의 복합기능을 수행할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 참외부산물 퇴비화에 효율적인 미생물을 분리하여 이용함으로써 퇴비화 기간을 단축시킬 뿐만아니라 고유의 유기질 비료 기능에 유용 미생물의 효과를 더 첨가하였으며, 참외 재배에서 근권에 토착화되거나 우점화될 수 있는 가능성이 더욱 증가하게 되어 토양의 지력회복과 동시에 각종 병해를 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

국외에서는 멜론에 대한 연구가 많이 이루어져 왔으나 우리나라에서 즐겨 먹는 참외의 가공에 대한 연구는 거의 없는 실정이므로 참외에 대한 가공상품의 개발이 필요하다.

경북과학대학 전통식품연구소에서 본 과제를 수행하기 전 선행연구로서 성주군 8개 농협의 지원을 받아 참외식초를 개발·생산하여 성주군에 보급하여 왔으며, 연구내용은 한국식품과학회지 및 한국식품영양과학회지에 발표 및 투고되었다. 농촌진흥청 작물시험장에서 ARPC연구과제로 참외를 이용한 발효식품 제조기술이라는 제목으로 1999년 12월부터 2년간 연구수행되어 2001년 12월에 연구개발이 보고되었으며, 연구개발된 내용은 양조용 참외원료 전처리 및 저장조건 설정, 참외를 이용한 주류제조기술 개발, 참외를 이용한 증류주 제조, 참외술 이용 식초제조법 확립 등 참외술 및 식초에 대한 연구가 보고되어 있다. 경북농업기술원은 당을 첨가하여 참외식초를 제조한 내용으로 학회에서 포스트 발표를 하였으며, 참외식초 제조시 이상발효를 방지하고자 주모와 종초를 배양하는 대신 당을 첨가하여 시판 건조효모를 사용하거나 자연발효를 시키는 방법이 발표되었다. 이와 같이 참외와 관련된 연구는 식초분야에만 집중되어 있는 실정이다.

본 과제의 연구책임자 등은 본 연구과제를 수행하면서 참외농축액, 참외음료, 참외잼, 참외피클 및 참외푸딩 등 가공식품을 개발하여 한국식품영양과학회, 한국식품저장유통학회 등 식품관련학회에 발표하였다. 본 참외가공식품개발 결과가 국내기술개발현황에서 차지하는 위치는 우리나라에서 처음으로 참외를 이용하여 저장 가능한 원료(농축액)로 생산 가능하게 되었으며, 참외음료, 참외피클, 참외잼 및 참외푸딩 등 다양한 가공제품에 대한 상품화 가능성을 제시하였다.

우리나라 현행 법규상 최종 부산물 비료 퇴비는 유기물, 유기물대 질소비, 구리 클립, 비소, 납, 카드뮴, 수은 등 특정 유해성분에 대해 일정 수준의 기준치만 만족하면 유기질 비료 생산이 가능하기 때문에 대개의 경우 비과학적 방식에 의해 퇴비가 제조·유통되고 있다. 그러나 퇴비화 이후 미생물상을 분석해 보면 각종 유해 병원미생물이 다량 검출되는 경우도 있으나 이를 규제할 법적 대안이 없는 상태이며 다기능 우량균주를 이용한 퇴비화 방안을 모색하거나 퇴비화 했을 때 병해 미생물들이 사멸되는지 퇴비화 후 길항균, 환경호르몬 분해균 등 유용미생물을 첨가하여 기능성을 증가시

키는 등에 관한 연구가 미흡한 실정이다.

퇴비는 글자 그대로 부숙된 유기물을 비료로 사용하기 위하여 만들었으나 지난 10여년 동안 서양의 몇 학자들에 의해 퇴비의 토양전염 식물병원균 억제효과가 연구 보고되었다. 특히 최근에는 농업, 산업 폐기물에 의한 환경오염문제가 대두되면서 이러한 유기성 폐기물들의 퇴비화에 관한 연구가 집중적으로 이루어 지고 있다. 우리나라에서는 오랫동안 퇴비를 사용해 왔으며, 퇴비처리가 발병억제 효과가 있다는 것의 경험적으로 잘 알고 있다. 이것은 인삼재배에 있어서 낙엽과 나뭇가지 등으로 만들어진 퇴비를 약토라고 불러오고 있는 것으로도 증명이 되는데, 약토를 많이 사용한 토양은 인삼묘의 모잘록병이 억제된다고 하였다.

국내에서 미생물농법은 거의 대부분 오래전부터 전통 재래 농법에 포함되어 있지 않지 못하고 관용적으로 이용해 왔던 것이 사실이다. 최근에 와서 각종 유기농법이 알려지고 재배농가의 의식수준이 증가함에 따라 미생물농법이 서서히 증가하고 있는 실정이다.

지금까지 개발된 제품들은 대부분이 *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* sp., *Trichoderma* sp. 등이 주종을 이루고 있으며 이들의 용도는 주로 토양 전염성 식물병 방제나 종자 처리제 용도로 개발된 것이다. 그러나 이들 제품의 대부분이 아주 작은 niche market에서 이용되고 있을 뿐 아직 큰 역할을 못하고 있는데 많은 경우 약효의 지속성이 약하거나, 약효가 불규칙하거나, 생산가가 비싸기 때문이다.

미국에서는 퇴비처리에 의한 토양 전염병억제 연구를 목재 제재과정에서 생기는 활엽수의 껍질을 이용하여 퇴비를 만들어 토양에 처리하면 각종 잘록병원균의 생육을 억제시키고 또 퇴비를 70℃ 이상에서 열처리하였을 때는 병 발생억제효과가 없어지는 것으로 보아 각종 길항미생물들이 발병억제에 중요한 역할을 함을 증명하였다.

그러나 아직까지 우리나라에는 위에서 언급한 바와 같이 해충방제를 위한 미생물 농약으로 BT제(비티제)와 병원성 곰팡이 방제용으로 AC-1제 만이 등록되어 있을 뿐 식물의 병을 방제하기 위하여 기능성 미생물 퇴비, 생물농약 또는 미생물농약으로 등록된 것은 없다. 그러므로 현재 사용되고 있는 미생물제 또는 토양미생물제는 일부가 미생물비료로 등록되어 유통되고 있는 사실이며 식물의 병해충 방제에 대한 효과, 안정성 및 독성 등이 확인되어 생물농약으로 등록되기 전에는 분명히 미생물비료로 사용되어야 할 것으로 생각된다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 참외를 이용한 고품질 농축액 개발

1. 연구수행 방법

가. 재료

본 실험에 사용된 참외는 경북 성주에서 생산된 금싸라기 은천을 구입한 후 사용하였으며, 당도는 12~14. Brix이고, 중량은 250~600g의 것을 선별하여 사용하였다.

나. 참외농축액 제조

참외는 수세 후 마쇄하여 가열과 펙틴분해 효소를 처리하여 여과·농축하는 공정을 거쳤다. 농축액 제조공정도는 Fig. 1에 나타내었으며, 참외농축액 제조에서 주요한 공정인자의 최적화 실험을 위하여 예비실험을 통하여 얻은 실험구간에서 중심합성계획법에 따라 실험조건을 계획하고 반응표면분석을 실시하였다. 즉, 농축을 위한 최적 조건을 예측하고자 가열온도 (60, 70, 80, 90, 100 °C)와 가열시간 (5, 10, 15, 20, 25 min)을 독립변수(Xi)로 하여 달리한 각 실험조건을 -2, -1, 0, 1, 2의 다섯 단계로 부호화하고 실험조건을 설계하였다.

다. 참외 농축액의 품질특성 평가

1) 관능적 품질 평가

관능적 품질평가는 경북과학대학 전통식품소 연구원 및 학생을 대상으로 동일한 과즙시료를 5회 반복하여 관능검사를 행한 후 10명의 패널요원을 선발하여 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 실시하였다. 관능평가는 색상, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에 대한 9점 채점법으로 실시하였으며 9점은 대단히 좋다, 1점 대단히 나쁘다로 나타내었다. 관능검사는 한 번에 3종류의 시료를 제시하여 균형 불완전블록계획법으로 실시하였다.

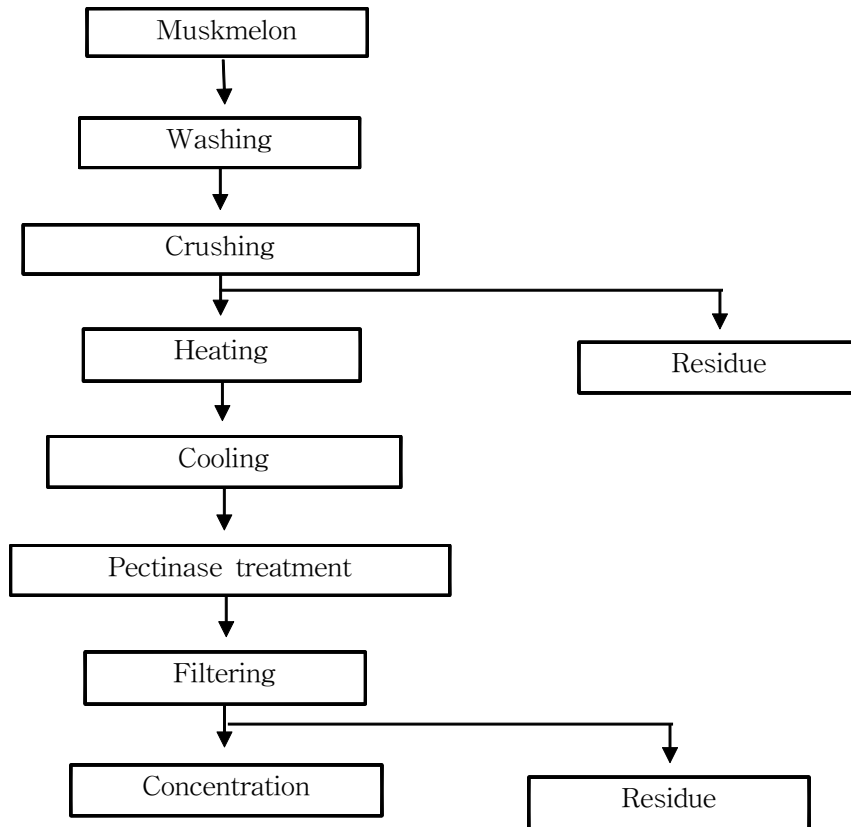


Fig. 1. Schematic diagram for concentrated muskmelon juice processing.

2) 착즙 수율 측정

참외농축액의 제조에서 수세, 파쇄한 후 착즙시 참외박을 통해 고형물이 제거된 참외착즙액에 대하여 가열에 따라 다시 생성된 부유물을 여과한 다음 농축된 함량을 착즙 수율로 측정하였다. 착즙 수율은 사용된 참외의 함량에 대한 참외과즙액의 함량을 백분율(% w/w)로 나타내었다.

$$\text{Separation ratio of clear juice (\%)} = \frac{\text{Muskmelon juice after filtrate (g)}}{\text{Muskmelon weight (g)}} \times 100$$

3) 여과시간 측정

여과시간은 참외를 수세하여 가열처리조건에 따라 처리 후 100 ml를 취해 규조토 10 g를 첨가하여 여과시간을 측정하였다. 여과에 사용된 여과지는 Watman No.1. 이었으며, 감압여과를 하였다.

4) 갈색도 측정

참외과즙액의 갈색도의 측정은 일정량의 시료를 취하여 UV-spectrophotometer (UV-1601 PC, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 각각 660 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) 카로테노이드 함량 측정

참외과즙에 함유되어 있는 카로테노이드 함량의 측정은 Curl의 방법을 이용하여 측정하였다. 참외과즙 30 ml를 취하고 10% methanol을 가하여 교반, 추출하고 methanol여과액에 색이 추출되지 않을 때 까지 반복하였으며, 수용성 색소가 제거된 잔사에 다시 0.01% BHT가 함유된 아세톤용액을 가하여 잔사의 색이 완전히 탈색될 때까지 추출, 여과하여 얻은 여액을 methanol 추출액과 합하여 40℃에서 감압 농축하였다. 상기의 농축액을 20 ml 에테르용액으로 용해한 후 에멀선화를 방지하기 위해 포화염화나트륨용액을 가하여 진탕한 후 분리, 정제하였으며, 분리, 정제시킨 에테르용액에 동량의 5% KOH/methanol용액을 가하여 실온의 암소에서 검화시켰다. 검화된 용액을 다시 포화염화나트륨용액을 가하여 분리, 정제하는 조작을 3회 반복한 후 농축하여 산화를 방지하기 위해 0.01% BHT가 함유된 클로로포름 용액의 10 ml에 용해하였다. 총카로테노이드 함량은 465 nm에서 UV-spectrophotometer를 이용하여 흡광도를 측정하였으며, 검량곡선은 β -carotene(Sigma, Co.)을 이용하여 465 nm에서 측정된 값과 비교하여 환산하였다.

라. 참외 농축액의 효소처리 및 품질 특성 검사

1) 펙틴분해효소 처리

농축액 제조시 여과의 효율성 증대와 청정효과를 위해 펙틴분해효소 (viscozyme-L, KTN02002, NOVO Nordisk)를 사용하였으며, 아울러 여과의 효율성 증대와 고품질 농축물을 얻고자 효소처리의 최적 조건을 설정하기 위하여 펙틴분해효

소 농도 (1, 4, 7, 10, 13 mg%), 젤라틴의 농도 (10, 20, 30, 40, 50 mg%) 및 효소처리 시간(0, 50, 100, 150, 200 min)에 따른 실험조건을 다섯 단계(-2, -1, 0, 1, 2)로 부호화 하여 실험을 계획한 다음 각 조건에서 농축된 농축액의 품질특성(종속변수, Yn)을 모니터링하였다.

2) 농축시간

농축시간은 참외를 효소처리 조건에 따라 처리한 후 100 ml를 취해 농축시간을 측정하였다. 농축기(Heidolph, Laborota 4001)를 이용해 water bath 온도는 70℃, 농축기 회전속도는 90 rpm으로 고정한 후 참외농축액이 50. Brix가 될 때 까지 시간을 측정하였다.

3) 갈색도 및 탁도 측정

참외과즙액의 갈색도 및 탁도의 측정은 일정량의 시료를 취하여 UV-spectrophotometer (UV-1601 PC, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 각각 660 nm와 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2. 연구수행 내용 및 결과

가. 고품질 농축액 가공기술 개발

1) 가열조건에 따른 관능적 품질변화

고품질 참외 농축액을 제조하기 위한 공정중 하나인 참외과즙액 제조공정에서 중요한 변수로 작용하는 가열온도 및 가열시간을 달리하면서 제조한 과즙액을 관능검사를 한 결과 Table 1과 같은 결과를 나타내었다. 관능평가한 결과 색상은 5.33~7.16, 향은 4.33~5.83, 맛은 3.50~5.0 및 전반적인 기호도는 4.00~5.67의 분포를 나타내었다. 색상, 향, 맛 및 전반적인 기호도에 대한 관능검사 결과를 SAS program으로 회귀분석한 결과 색상에 대한 R^2 는 0.6422, 향은 0.7519, 맛은 0.8553 및 전반적인 기호도는 0.7675로 나타났고, 맛은 10% 이내에서 유의성이 인정되었다. 색상은 가열시간 보다 가열온도의 영향을 많이 받았으며, 가열온도가 94.95℃ 및 가열시간이 21.64 min 일 때 관능평점이 7.62로 가장 높게 나타났다. 향은 가열온도 보다 가열시간에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 향에 대한 관능평점은 가열온도가 낮을수록 높은 관능평점을 나타냈다. 향에 대한 관능평점이 가장 높게 나타난 조건은 가열온도가 63.14℃ 및 가열시간이 20.38 min일 때 였다. 맛은 가열시간이 가열온도 보다 많은 영향을 주는 실험조건이었으며, 최대 평점을 나타낸 조건은 가열온도가 96.63℃ 및 가열시간이 14.31 min일 때 였다. 맛에 대한 관능평점은 가열시간이 증가함에 따라 감소하다가 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 전반적인 기호도에 있어서도 가열시간이 가열온도 보다 더 큰 실험조건으로 작용했으며, 전반적인 기호도가 가장 높은 조건은 가열온도가 97.18℃ 및 가열시간이 14.55 min일 때 였다. 가열온도 및 가열시간에 따른 관능적 특성을 등고선도는 Fig. 2와 Fig. 3과 같다. 참외를 이용한 농축액의 제조를 위한 과즙액의 가열에 따른 전반적인 기호도는 맛에 가장 밀접하게 연관되어 평가됨을 알 수 있었다.

Table 1. Experimental data on organoleptic properties of muskmelon juice after heating and filtration under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Heating conditions		Organoleptic properties			
	Temp. (°C)	Time (min)	Color	Aroma	Taste	Overall palatability
1	90(1)	20(1)	6.5	5.0	3.69	4.50
2	90(1)	10(-1)	5.83	5.33	3.50	4.17
3	70(-1)	20(1)	5.33	5.67	4.67	5.67
4	70(-1)	10(-1)	6.33	5.0	4.17	5.00
5	80(0)	15(0)	6.83	5.5	3.50	4.00
6	80(0)	15(0)	6.17	5.83	3.67	4.33
7	100(2)	15(0)	7.16	5.33	3.67	4.33
8	60(-2)	15(0)	5.83	5.17	4.0	4.67
9	80(0)	25(2)	6.67	4.84	5.0	5.67
10	80(0)	5(-2)	6.83	4.33	4.17	5.00

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

Table 2. Polynomial equations calculated by RSM program for heating conditions for muskmelon juice

Response	Polynomial equation ¹⁾	R ²	Significance
Color	$Y_C = 17.562411 - 0.159929X_1 - 0.802155X_2 + 0.000390X_1^2 + 0.008350X_{12} + 0.004111X_2^2$	0.6422	0.3788
Aroma	$Y_A = -5.820060 + 0.150548X_1 + 0.680119X_2 - 0.000473X_1^2 - 0.005000X_{12} - 0.008593X_2^2$	0.7519	0.2057
Taste	$Y_T = 8.416786 - 0.083429X_1 - 0.127405X_2 + 0.000546X_1^2 - 0.001550X_{12} + 0.009686X_2^2$	0.8553	0.0787
Overall palatability	$Y_O = 9.955327 - 0.097262X_1 - 0.150821X_2 + 0.000628X_1^2 - 0.001700X_{12} + 0.010861X_2^2$	0.7675	0.1840

¹⁾X₁ : temperature (°C), X₂ : time (min).

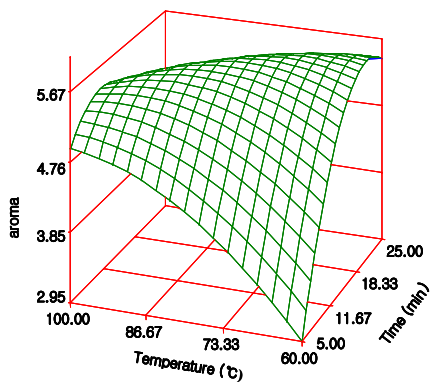
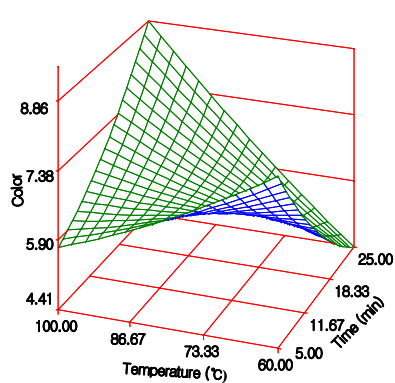
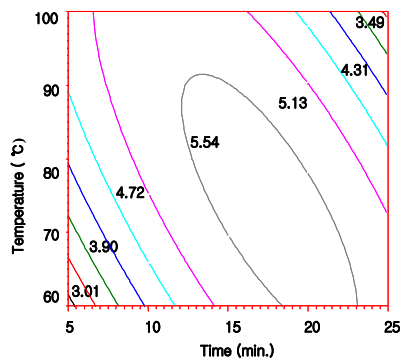
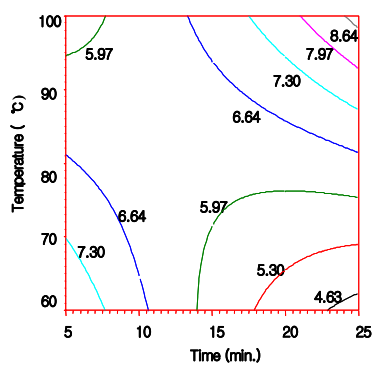
Table 3. Analysis of variables for regression model of dependent variables in preparation conditions for muskmelon juice

Heating condition	F-Ratio			
	Color	Aroma	Taste	Overall palatability
Temperature	2.149	0.941	2.058	1.267
Time	1.185	3.819	5.786*	3.124

*Significant at 10% level.

Table 4. Predicted level of optimum condition for preparation of muskmelon juice solution by the ridge analysis

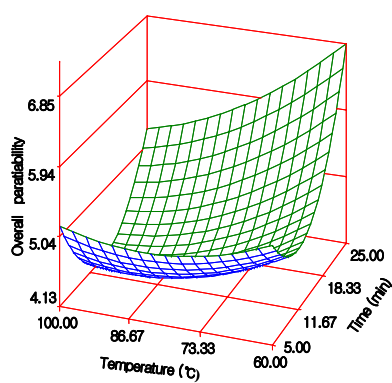
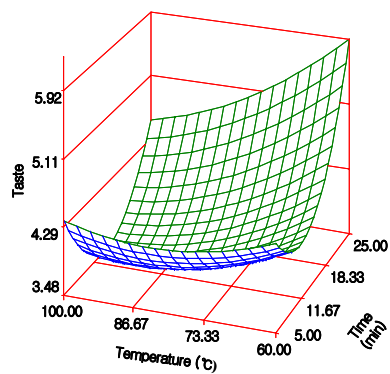
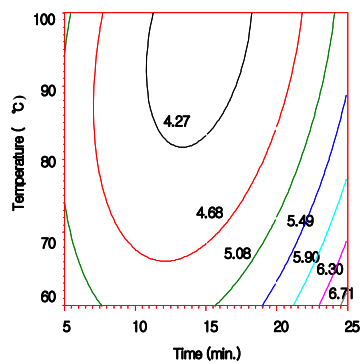
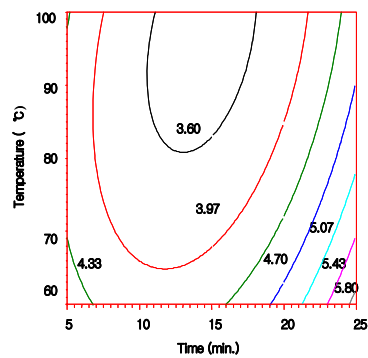
Response	Temperature (°C)	Time (min)	Estimated response	Morphology
Color	94.95	21.64	7.62 (Max.)	Saddle point
Aroma	63.14	20.38	5.66 (Max.)	Saddle point
Taste	96.63	14.31	3.47 (Max.)	Minimum
Overall palatability	97.18	14.55	4.13 (Max.)	Minimum



(I)

(II)

Fig. 2. Contour maps(top) and response surfaces(bottom) for organoleptic properties of muskmelon juice at constant values(sensory score ; 1~9) as a function of temperature and time(I : color, II: aroma)



(III)

(IV)

Fig. 3. Contour maps(top) and response surfaces(bottom) for organoleptic properties of muskmelon juice at constant values(sensory score : 1~9) as a function of temperature and time(III: taste, IV: overall palatability)

2) 가열조건에 따른 이화학적 품질변화

참외 농축액의 제조과정 중 가열시간과 가열온도는 품질을 결정하는 중요한 공정이므로 가열시간(60~100℃) 및 가열온도(5~25 min)에 따른 여과시간 및 갈색도를 측정하였다(Table 2). 착즙수율의 경우 R^2 는 0.5025이었고 유의성이 인정되지 않았다. 여과시간 및 갈색도에 대한 R^2 는 각각 0.8452, 0.8664이었고 유의성은 10% 이내에서 인정되었다. 가열온도 및 가열시간에 따른 여과시간을 측정한 결과 가열온도가 98.57℃ 일 때, 가열시간이 11.29 min일 때 가장 짧은 여과시간인 55.53 sec를 나타내었다. 여과시간에는 가열시간 보다 가열온도가 더 큰 영향을 주는 실험조건으로 나타났다. 여과시간은 가열시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 갈색도가 가장 낮게 나타난 실험조건은 가열온도가 66.45℃일 때, 가열시간이 22.36 min일 때 였으며, 여과시간에 독립변수의 영향은 가열시간 및 가열온도가 거의 동일하게 영향을 미치는 실험조건으로 나타났다. 가열온도 및 가열조건에 따른 분리율을 실험한 결과 R^2 가 0.8025으로 나타났으며, 분리율이 가장 높게 나타난 조건은 가열온도가 65.11℃일 때, 가열시간이 8.32 min일 때 였다. 분리율은 가열온도 보다 가열시간에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 가열온도가 낮고 가열시간이 짧을수록 분리율이 높아짐을 알 수 있었다. 가열시간 및 가열온도에 따른 카로테노이드 함량에 대한 실험결과 Table 5와 같은 결과를 나타내었으며, R^2 가 0.8142의 값을 나타내었다. 카로테노이드의 함량은 가열시간 보다 가열온도에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 카로테노이드 함량이 최대값을 나타낸 조건은 가열온도가 99.39℃이며, 가열시간이 17.46 min일 때 가장 높은 값을 나타내었다.

Table 5. Experimental data on separation ratio of clear solution, filtration time, browning color intensity and content of carotenoid of muskmelon juice after heating and filtration solution under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Heating conditions		Dependent variables			
	Temp. (°C)	Time (min)	Seperation ratio of clear solution (%)	Filtration time (sec)	Browning color (O.D. 420 nm)	Content of carotenoid (mg%)
1	90(1)	20(1)	57.82	72	0.407	0.0043
2	90(1)	10(-1)	67.18	68	0.499	0.0041
3	70(-1)	20(1)	51.03	71	0.618	0.0037
4	70(-1)	10(-1)	73.08	80	0.340	0.0047
5	80(0)	15(0)	65.51	70	0.495	0.0034
6	80(0)	15(0)	66.01	65	0.493	0.0034
7	100(2)	15(0)	73.59	54	0.406	0.0066
8	60(-2)	15(0)	76.67	91	0.557	0.0040
9	80(0)	25(2)	58.59	85	0.549	0.0038
10	80(0)	5(-2)	74.36	77	0.496	0.0030

¹⁾The number of experimental conditions by central composite design.

Table 6. Polynomial equation calculated by RSM program for heating condition for muskmelon juice

Response	Polynomial equation ¹⁾	R ²	Significance
Separation ratio of clear solution	$Y_S = 340.554137 - 5.429810X_1 - 6.854274X_2 + 0.027713X_1^2 + 0.063450X_{12} + 0.024034X_2^2$	0.8025	0.1382
Filtration time	$Y_F = 306.889881 - 3.611905X_1 - 9.013095X_2 + 0.012054X_1^2 + 0.065000X_{12} + 0.133214X_2^2$	0.8452	0.0891
Browning color	$Y_B = -1.550304 + 0.026143X_1 + 0.141574X_2 - 0.000008393X_1^2 - 0.001850X_{12} + 0.000376X_2^2$	0.8664	0.0504
Content of carotenoid	$Y_C = 0.035704 - 0.000771X_1 - 0.000413X_2 + 0.000004561X_1^2 + 0.000005640X_{12} - 0.00000820X_2^2$	0.8142	0.1240

¹⁾X₁ : temperature (°C), X₂ : time (min).

Table 7. Analysis of variables for regression model of dependent variables in preparation condition of muskmelon juice

Heating condition	F-Ratio			
	Separation ratio of clear solution	Filtration time	Browning color	Content of carotenoid
Temperature	1.800	5.779*	8.604**	4.80*
Time	3.988*	2.043	8.242**	0.30

*Significant at 10% level; **Significant at 5% level.

Table 8. Predicted level of optimum condition for preparation of muskmelon juice by the ridge analysis

Response	Temperature (°C)	Time (min)	Estimated response	Morphology
Separation ratio of clear solution (%)	65.11	8.32	83.52 (Max.)	Saddle point
Filtration time (sec)	98.57	11.29	55.53 (Min.)	Minimum
Browning color (O.D. at 420 nm)	66.45	22.36	0.755 (Min.)	Saddle point
Content of carotenoid	99.39	17.46	0.0064(Max)	Saddle point

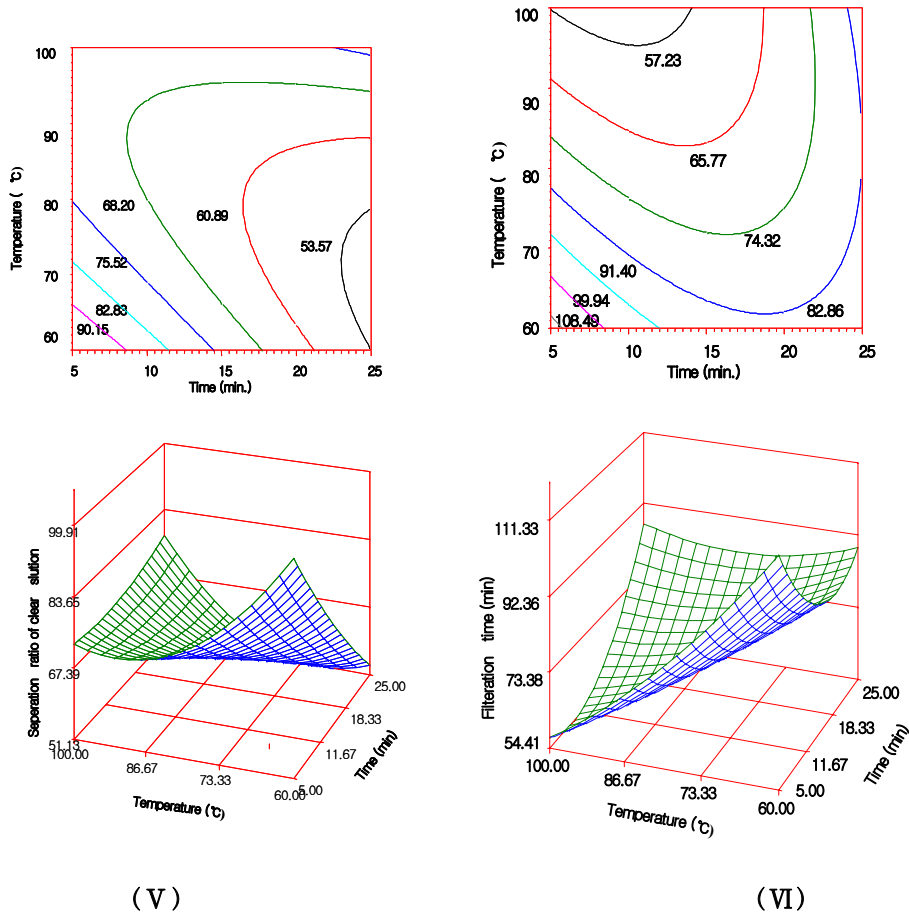


Fig. 4. Contour maps(top) and response surfaces(bottom) for physiochemical properties of muskmelon juice at constant values(seperation ratio of clear solution : 53.57~90.15%, filtration time : 57.23 ~108.49 sec) as a function of the temperature and time (V: seperation ratio of clear solution, VI: filtration time).

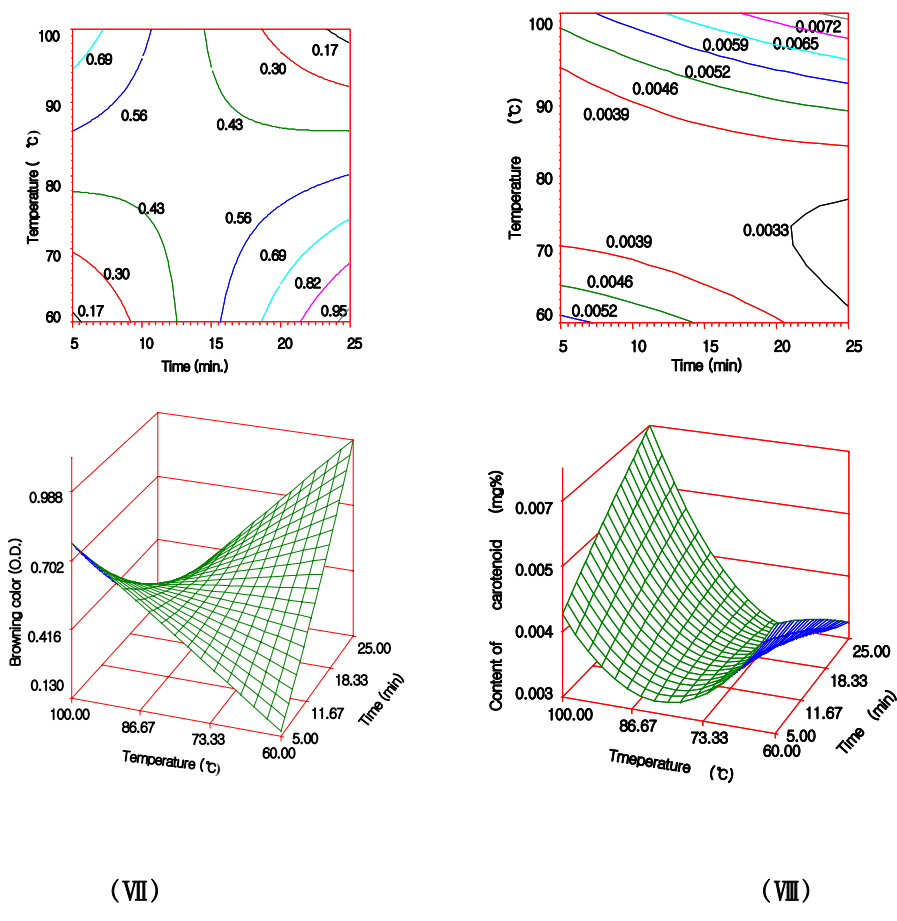


Fig. 5. Contour maps(top) and response surfaces(bottom) for physiochemical properties of muskmelon juice at constant values(browning color intensity(O.D. at 420 nm) : 0.17~0.95, content of carotenoid(mg%) : 0.0033~0.0072)as a function of the temperature and time (VII: browning color intensity, VIII: content of carotenoid).

나. 효소처리에 따른 품질변화

과즙액의 농축시간, 탁도 및 갈색도가 펙틴 분해효소(1~13 mg%)의 함량, gelatin(10~50 mg%)의 함량 및 효소반응시간(0~200 min)의 세가지 조건에 따라 변화하는 실험값을 측정하고 반응표면 분석을 행하였다. 각 실험조건별로 측정된 실험값으로 반응표면분석을 행한 결과 Table 3과 같은 회귀식을 나타내었다. 각 실험조건에 따라서 농축시간의 R^2 는 0.7749를 나타내었고, 탁도 및 갈색도는 각각 0.7606, 0.8043을 나타내었다. 농축시간이 가장 단축되는 조건은 펙틴 분해효소의 함량이 5.95 mg%, gelatin의 함량이 16.27 mg% 및 효소반응시간이 29.43 sec일 때 였다. 효소의 처리시간이 길어질수록 농축시간은 증가되는 경향을 나타내었고, gelatin의 함량이 높아질수록 농축시간이 증가되었다. 탁도가 가장 낮은 조건은 펙틴 분해효소의 함량 4.40 mg%, gelatin 함량 39.72 mg% 및 효소반응시간이 24.09 sec일 때 였으며, 농축시간과 동일하게 gelatin이 가장 많은 영향을 주는 실험조건으로 나타났다. 탁도에 대한 실험조건별에 대한 값을 4차원 반응표면분석 결과 Fig. 6과 같았으며, 효소처리 시간이 증가함에 따라 탁도는 감소하는 경향을 나타내었으며, gelatin의 함량이 증가할수록 탁도는 감소하였다. 갈색도가 가장 낮은 조건은 펙틴 분해효소의 함량 9.33 mg%, gelatin의 함량 44.70 mg% 및 효소반응시간이 115.56 sec일 때 였다. 갈색도에 영향을 주는 실험조건은 효소처리 시간, gelatin의 함량 및 펙틴 분해효소의 함량 순으로 크게 나타내었다. Fig. 7은 효소처리시 갈색도의 변화를 4차원 반응표면으로 나타낸 것이며, 효소처리 시간이 증가할수록 갈색도가 증가하는 경향을 나타내었으며, gelatin의 함량이 증가할수록 갈색도는 낮아지는 경향을 나타내었다.

Table 9. Experimental data on concentration time, turbidity and browning color intensity of muskmelon juice under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Pectinase treatment conditions			Physical properties		
	Viscozyme (mg%)	Time (min)	Gelatin (mg%)	Concentration time (sec)	Turbidity (O.D. 660 nm)	Browning (O.D. 420 nm)
1	10(1)	150(1)	40(1)	618	0.173	2.960
2	10(1)	150(1)	20(-1)	672	0.119	2.533
3	10(1)	50(-1)	40(1)	849	0.125	2.466
4	10(1)	50(-1)	20(-1)	576	0.125	2.466
5	4(-1)	150(1)	40(1)	634	0.193	2.683
6	4(-1)	150(1)	20(-1)	676	0.187	2.613
7	4(-1)	50(-1)	40(1)	768	0.116	2.395
8	4(-1)	50(-1)	20(-1)	498	0.168	2.552
9	7(0)	100(0)	30(0)	618	0.132	2.613
10	7(0)	100(0)	30(0)	616	0.133	2.613
11	13(2)	100(0)	30(0)	628	0.113	2.515
12	1(-2)	100(0)	30(0)	725	0.133	2.683
13	7(0)	200(2)	30(0)	676	0.129	2.657
14	7(0)	0(-2)	30(0)	660	0.133	2.223
15	7(0)	100(0)	50(2)	704	0.149	2.552
16	7(0)	100(0)	10(-2)	716	0.193	2.919

¹⁾The number of experimental conditions by central composite design.

Table 10. Polynomial equation calculated by RSM program for enzyme treatment condition for muskmelon juice

Response	Polynomial equation ¹⁾	R ²	Significance
Concentration time (sec)	$Y_C = 299.527778 - 8.243056X_1 + 4.742917X_2 + 4.931250X_3 - 0.149167X_{12} - 0.037500X_{13} - 0.159750X_{23} + 1.652778X_1^2 + 0.005100X_2^2 + 0.232500X_3^2$	0.7749	0.1621
Turbidity (O.D. at 660 nm)	$Y_T = 0.372757 - 0.007681X_1 - 0.000333X_2 - 0.011992X_3 - 0.000045X_{12} + 0.000417X_{13} + 0.000028X_{23} - 0.000264X_1^2 - 0.00000015X_2^2 + 0.00009625X_3^2$	0.7606	0.1867
Browning color (O.D. at 420 nm)	$Y_B = 3.627882 - 0.079681X_1 - 0.000459X_2 - 0.052179X_3 + 0.000177X_{12} + 0.002142X_{13} + 0.000164X_{23} - 0.000389X_1^2 - 0.0000173X_2^2 + 0.000306X_3^2$	0.8043	0.1164

¹⁾X₁ : pectin enzyme (mg%), X₂ : treatment time (min) and X₃ : gelatin (mg%).

Table 11. Analysis of variables for regression model of dependent variables in preparation condition for muskmelon juice

Treatment condition	F-Ratio		
	Concentration time	Turbidity	Browning color
Viscozyme	0.529	1.761	0.639
Treatment time	3.956*	1.575	4.540**
Gelatin	4.846**	2.475	1.762

*Significant at 10% level; **Significant at 5% level.

Table 12. Predicted level of optimum condition for preparation of muskmelon juice solution by the ridge analysis

Response	Viscozyme (mg%)	Treatment time (sec)	Gelatin (mg%)	Estimated response	Morphology
Concentration time (sec)	5.95	29.43	16.27	488.52 (Min.)	Saddle point
Turbidity (O.D. at 620 nm)	4.40	24.09	39.72	0.10 (Min.)	Saddle point
Browning color (O.D. at 420 nm)	9.33	155.56	44.70	2.93 (Min.)	Saddle point

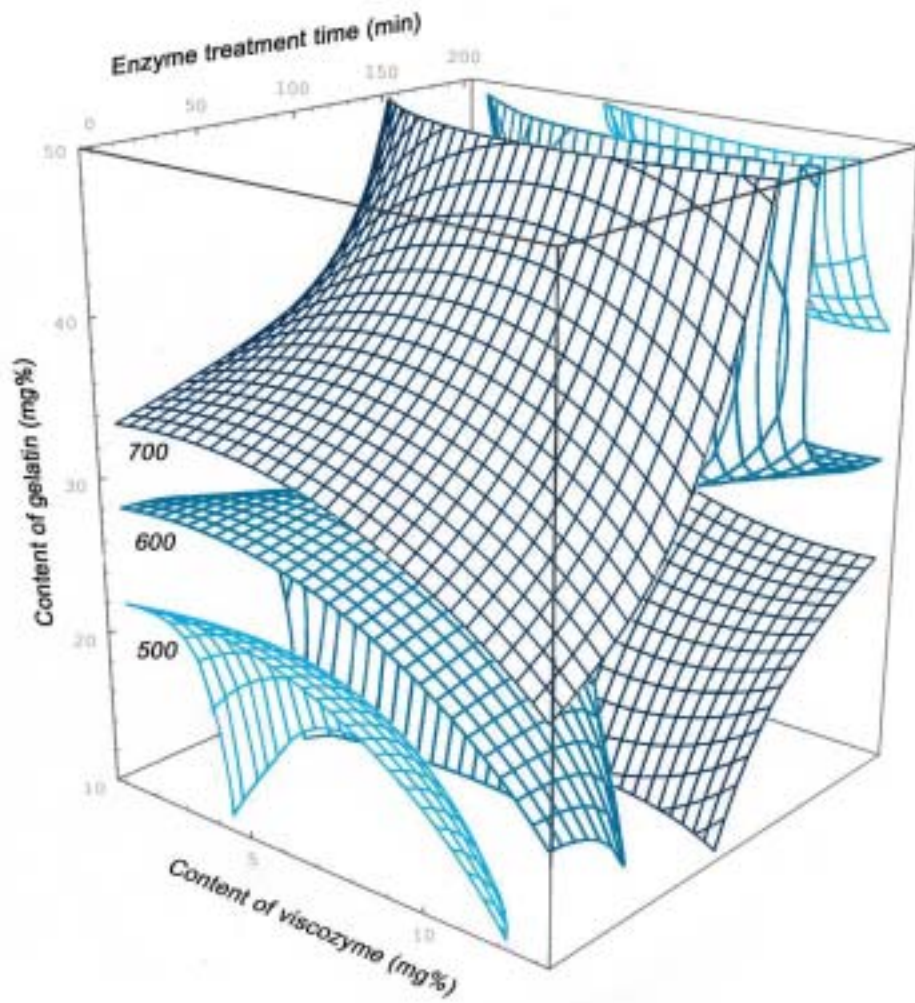


Fig. 6. Response surface for concentration time of pectinase-treated muskmelon juice at constant values (concentration time : 500-600-700 sec) as a function of viscozyme, time and gelatin.

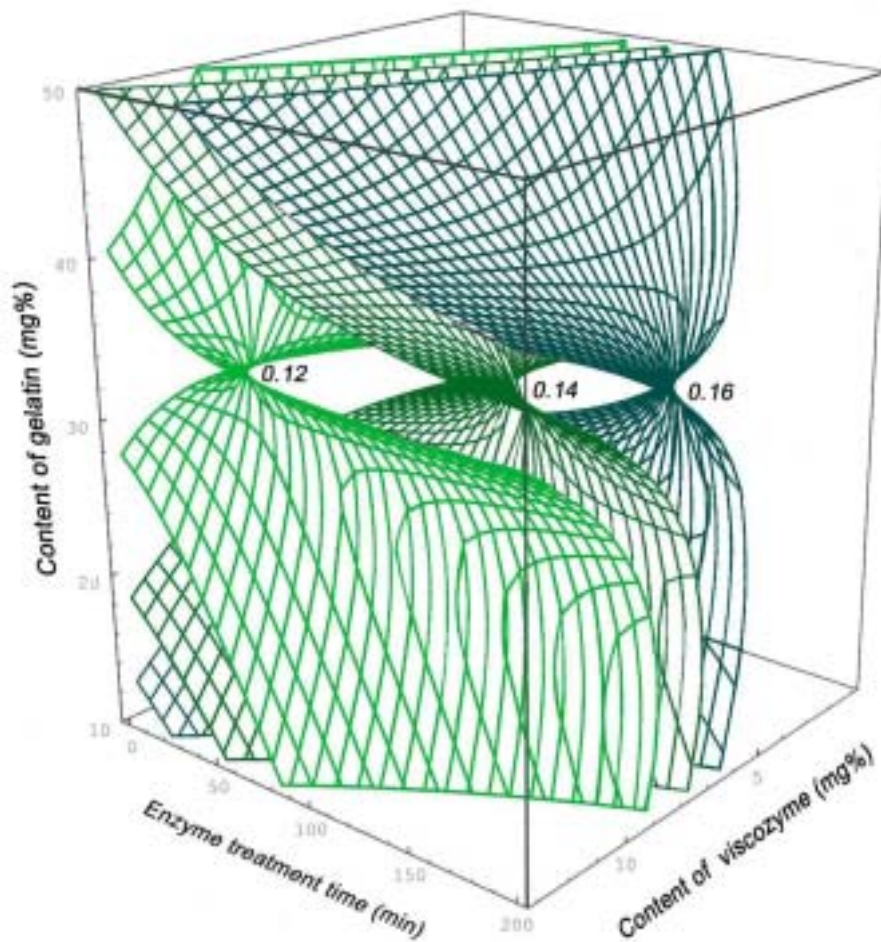


Fig. 7. Response surface for turbidity of pectinase-treated muskmelon juice at constant values (turbidity (O.D. at 660 nm): 0.12-0.14-0.16) as a function of viscozyme, time and gelatin.

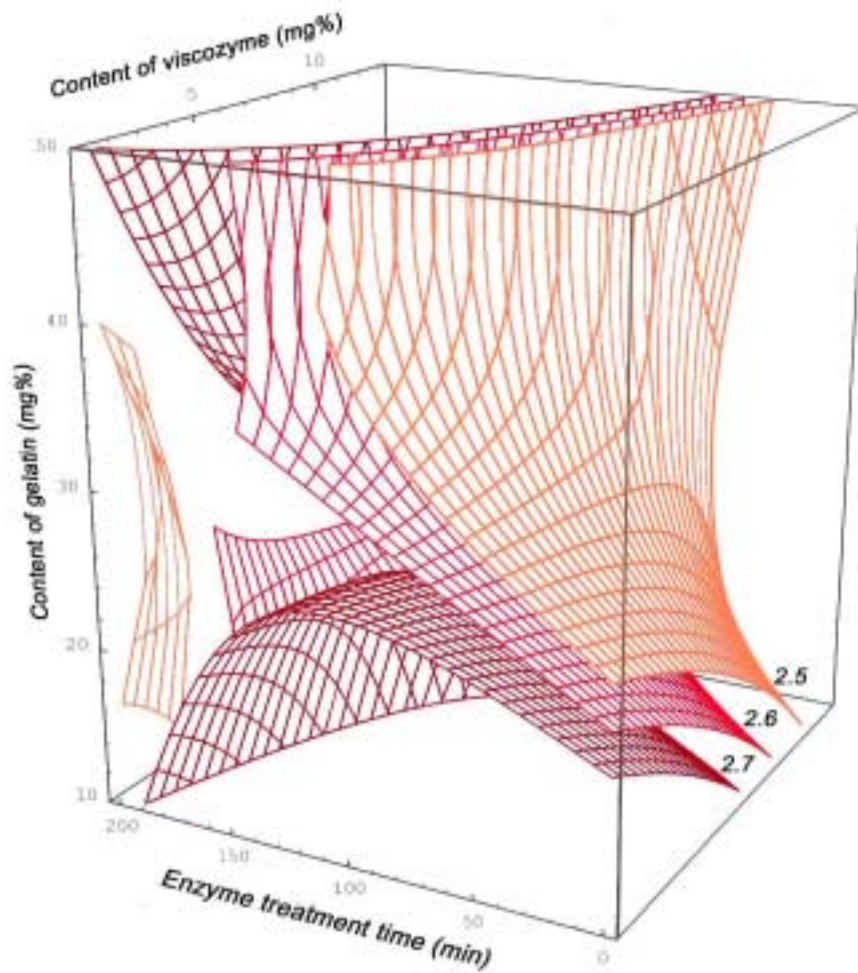


Fig. 8. Response surface for browning color intensity of pectinase-treated muskmelon juice at constant values (browning color intensity(O.D. at 420 nm) : 2.5-2.6-2.7) as a function of viscozyme, time and gelatin.

3. 요약

고품질 참외 농축액을 제조하기 위해 농축공정에서 중요한 변수로 작용하는 가열 온도 및 가열시간을 달리하면서 제조한 농축물에 대한 관능적 및 물리적 평가를 실시한 결과 가열 후 맛이 최대평점을 나타낸 조건은 가열온도가 96.63 °C 및 가열시간이 14.31 min일 때 였으며, 전반적인 기호도가 가장 높은 조건은 가열온도가 97.18 °C 및 가열시간이 14.55 min일 때 였다. 여과시간을 측정된 결과 가열온도가 98.57 °C 일 때, 가열시간이 11.29 min일 때 가장 낮은 여과시간인 55.53 sec를 나타내었다. 가열온도 및 가열시간을 달리하면서 실험한 결과 참외 농축액 제조를 위해서는 가열온도 98°C로, 가열시간 13 min으로 처리하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 펙틴효소 처리를 하면서 실험한 결과 농축시간이 가장 단축되는 조건은 펙틴 분해효소의 함량이 5.95 mg%, gelatin의 함량이 16.27 mg% 및 효소반응시간이 29.43 sec일 때 였다. 탁도가 가장 낮은 조건은 펙틴 분해효소의 함량 4.40 mg%, gelatin 함량 39.72 mg% 및 효소 반응시간이 24.09 sec일 때 였으며, 갈색도가 가장 낮은 조건은 펙틴 분해효소의 함량 9.33 mg%, gelatin의 함량 44.70 mg% 및 효소반응시간이 115.56 sec일 때 였다. 참외 농축액 제조를 위해서는 펙틴 분해효소는 6.6 mg%, gelatin은 33.6 mg% 첨가하여 70 초간 처리하는 것이 바람직함을 알 수 있었다.

4. 참고문헌

1. Yoon, H.S., Oh, M.J. and Choi, C. : Studies on the development of food resources from waste seeds. *J. Korean Agricultural Chemical Society*, 26(3), 163-168 (1983)
2. Park, J.D., Hong, S.I., Park, H.W. and Kim, D.M. : Extending shelf-life of oriental melon(*Cucumis melon* L.) by modified atmosphere packaging. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32(3), 481-490 (2000)
3. Cha, S.K., Chun, H.I., Hong, S.S., Kim, W.J. and Koo, Y.J. : Manufacture of fermented cantaloupe melon with lactic starter culture. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25(4), 386-390 (1993)
4. Shin, D.H., Koo, Y.J., Kim, C.O., Min, B.Y. and Suh, K.B. : Studies on the production of watermelon and cantaloupe melon juice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 10(2), 215-223 (1978)
5. Kim, J.G., Jeong, S.T., Jang, H.S. and Kim, Y.B. : Quality properties of dried melon with different pretreatments. *Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agri. Products*, 4(2), 147-153 (1997)
6. Lee, K.H. and Lee, Y.C. : Volatile flavor components in concentrated peach pulp. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(2), 226-231 (1996)
7. Kim, D.M., Lee, S.E. and Kim, K.H. : Clarification of the juice extracted from stored apples by pH adjustment. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21(2), 180-184 (1989)
8. Chun, Y.K., Choi, H.S. and Cha, B.S. : Effect of enzymatic hydrolysis on the

- physicochemical properties of persimmon juice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(2), 198-203 (1997)
9. Jeong, Y.J., Lee, G.D., Lee, M.H., Yea, M.J., Lee, G.H. and Choi, S.Y. : Monitoring on pectinase treatment conditions for clarification of persimmon vinegar. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28(4), 810-815 (1999)
 10. Park, S.H. : Modern experimental design. Minyoungsa, Seoul. Korea (1991) p.547
 11. Lee, G.D., Kim, H.G., Kim, J.G. and Kwon, J.H. : Optimization for the preparation conditions of instant rice gruel using oyster mushroom and brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(4), 737-744 (1997)
 12. Kim, M.B., Lee, G.D., Jeong, Y.J., Lee, M.H., Lee, S.T. and Kwon, J.H. : Prediction of extraction conditions for the optimized organoleptic quality of *Eucommia ulmoides* leaf-tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27(5), 914-919 (1998)
 13. Lee, K.H. and Lee, Y.C. : Volatile flavor components in concentrate peach pulp. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(2), 226-231 (1996)
 14. Park, Y.K., Kang, Y.H., Lee, B.Y. and Seog, H.M. : Changes of carotenoids of the pumpkin powder during storage, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26(1), 32-36(1997)

제 2 절 참외식초를 함유한 음료와 농축 음료 개발

1. 연구수행 방법

가. 참외식초 함유 음료와 참외 농축음료의 제조조건 설정

1) 사용된 재료

본 실험에서 사용된 참외 식초는 성주군에서 재배되는 금싸라기 은천을 이용하여 2단계 발효에 의해 제조된 천연양조식초(산도 4.5%)를 사용하였고, 액상과당(73°Brix, (주)신동방) 및 참외향(sweet melon flavor G-1963-E, Sakae aromatic CO.)은 한국에서 생산되는 것을 사용하였다.

2) 참외식초 함유 음료 및 농축음료 제조

참외식초를 함유하는 음료 및 농축음료 제조는 참외식초, 액상과당, 참외향 및 부재료를 혼합비율에 따라 50°C에서 교반, 혼합한 후 병에 주입하고 80°C에서 30분간 살균한 후 냉각하여 관능검사용 음료로 사용하였다.

3) 관능검사

참외농축액 음료는 5배 희석하여 관능검사용으로 사용하였다. 참외식초함유 음료의 관능평가는 음료 20 ml씩 흰색 종이컵에 담은 후 이것을 시식하면서 색상, 향, 맛 및 전반적인 기호도에 대해서 상기와 같이 9점 채점법으로 실시하였다. (1: 매우 좋지 않다. 9 : 아주좋다.). 관능적 품질평가 요인으로는 경북과학대학 전통식품연구소 연구원 및 학생을 대상으로 동일한 농축시료를 5회 반복하여 관능검사를 행한 후 10명의 패널요원을 선발하여 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 실시하였다.

나. 음료의 공장단위 scale up 및 시제품 생산

제조조건과 배합조건이 설정된 음료를 공장 단위에서 scale up시켜 참외식초/농축액을 이용한 식초함유음료 및 참외농축음료를 생산하여 적절한 공정도를 설립하였다.

다. 음료의 저장성 실험

1) 실험계획

배합조건에 따라 배합한 음료를 80℃에서 30분간 살균한 후 저장온도 및 시간에 따른 품질변화 및 관능적 특성변화를 모니터링하였다. 저장온도(20, 30, 40, 50, 60℃) 및 저장시간(0, 2, 4, 6, 8 week)에 따른 독립변수(X_i)로 하여 달리한 각 실험조건을 -2, -1, 0, 1, 2의 다섯 단계로 부호화 하고 실험조건을 설계한 다음 각 조건에서 저장된 참외음료의 품질특성(종속변수, Y_n)을 모니터링하였다.

2) 관능검사

관능검사는 선정된 패널요원을 대상으로 4℃에서 저장한 대조구와의 색상, 향, 맛 및 전반적인 기호도가 어떻게 달라지는가를 평가하였다.

3) 색도 측정

색도는 색차계(Chromameter, model CR-300, CT310, Minolta Co., Japan)를 이용하여 Hunter's color L값(백색도), a값(적색도), b값(황색도)을 3회 반복하여 측정하여 평균값으로 나타내었다.

4) 갈색도 측정

갈색도의 측정은 일정량의 시료를 취하여 각각 UV-spectrophotometer(UV-1601PC, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) 당함량 측정

음료의 당함량은 hand refractometer(Model 507-1, Nippon Optical Works Co., Japan)를 사용하여 3회 반복하여 측정하였다.

6) 미생물 함량 측정

참외로 제조한 음료를 저장하면서 미생물의 생육유무를 확인하기 위해 Petrifilm(Aerobic count plates, Microbiology products 3M health care, USA)을 사용하였다. 시료 1ml을 첨가한 후 압착하여 38℃ 항온조에서 48시간 배양하여 미생물의 유무를 확인하였다.

2. 연구수행 내용 및 결과

가. 참외식초/농축액을 이용한 식초함유음료 개발

참외 제조시 당 첨가에 대한 관능검사 결과 액상과당을 11.0%가 가장 적합한 것으로 나타났으며, 벌꿀을 첨가시 단맛에 대한 긍정적인 평가가 이루어졌다. 액상과당 9.5%, 벌꿀 0.5% 첨가시 당도가 14. Brix로 높은 관능평점을 나타내는 것으로 나타났다. 참외식초의 경우 4ml의 첨가가 시원한 맛을 주는 동시에 참외음료의 특성을 높여주는 것으로 나타났다. 참외식초에 의한 신맛으로 인해 신맛을 위한 재료로 첨가한 구연산, Vitamin C는 함량이 낮아도 관능적으로 높은 평점을 나타내었다. 참외식초 함유음료 제조 배합비율은 아래와 같다.

Table 1. Hunter's color and organoleptic properties with the contents of liquid fructose

Properties		Content of liquid fructose (g)				
		9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
Hunter's color	L	92.97	91.0	91.34	88.94	89.86
	a	-12.17	-8.02	-9.19	-6.31	-6.85
	b	122.8	130.17	127.85	129.92	130.6
Organoleptic properties	Color	5.0	5.7	5.0	5.7	7.0
	Aroma	5.0	5.3	3.7	3.7	5.3
	Taste	3.7	5.0	3.3	5.3	5.0
	Overall palatability	5.0	5.3	3.0	5.7	7.0

(Muskmelon vinegar : 4 ml, concentration muskmelon juice : 1 ml, honey : 0.5 g, citric acid : 0.02 g, vitamin C : 0.04 g)

Table 2. Hunter's color and organoleptic properties with the contents of vitamin C

Properties		Content of vitamin C (g)				
		0	0.02	0.04	0.06	0.08
Hunter's color	L	89.15	91.43	89.73	90.06	89.53
	a	-5.36	-8.98	-6.46	-7.06	-6.39
	b	131.46	124.89	130.77	130.16	130.79
Organoleptic properties	Color	5.3	5.0	5.7	5.7	5.3
	Aroma	5.0	5.0	5.0	5.0	7.0
	Taste	3.7	3.3	5.0	3.3	3.0
	Overall palatability	3.7	3.3	5.0	3.7	3.3

(Muskmelon vinegar : 4 ml, concentrated muskmelon juice : 1 ml, honey : 0.5 g, citric acid : 0.02 g, liquid fructose : 11.0 g)

Table 3. Hunter's color and organoleptic properties with the contents of muskmelon vinegar

Properties		Content of muskmelon vinegar(mL)				
		1	2	3	4	5
Hunter's color	L	90.65	90.90	88.15	87.92	88.11
	a	-8.49	-9.55	-4.01	-4.33	-4.18
	b	128.88	126.20	132.91	131.86	132.37
Organoleptic properties	Color	5.7	3.7	5.0	5.3	5.7
	Aroma	5.0	5.0	5.3	5.0	3.3
	Taste	3.0	3.0	5.0	3.0	5.0
	Overall palatability	5.0	3.0	7.0	5.0	5.0

(Liquid fructose : 11.0 g, concentration muskmelon juice : 1 ml, honey : 0.5 g, citric acid : 0.02 g, vitamin C : 0.04 g)

Table 4. Hunter's color and organoleptic properties with the contents of concentration muskmelon juice

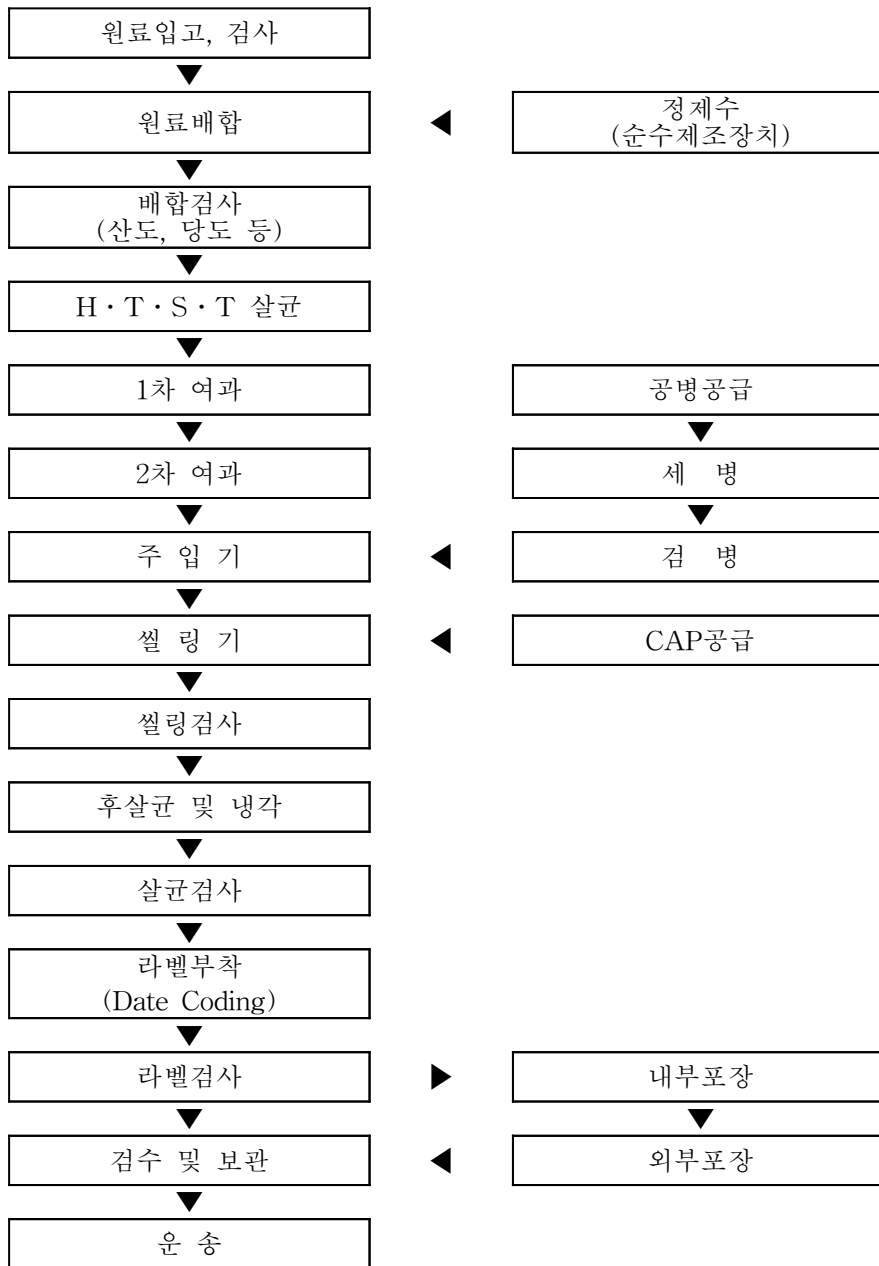
		Content of concentration muskmelon juice (mL)				
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Hunter's color	L	86.41	85.03	80.95	80.88	79.43
	a	-4.68	-2.98	-1.03	-2.02	0.04
	b	129.1	129.34	125.91	123.95	124.4
Organoleptic properties	Color	3.7	5.3	7.0	3.3	5.0
	Aroma	5.3	5.3	3.3	7.0	5.7
	Taste	1.7	5.7	7.3	5.7	5.7
	Overall palatability	3.0	7.7	5.3	5.3	5.0

(Muskmelon vinegar : 3 ml, liquid fructose : 11.0 ml, honey : 0.5 g, citric acid : 0.02 g, vitamin C : 0.04 g)

Table 5. Recipe of muskmelon beverage containing muskmelon vinegar

Exp.	Material	Recipe (%)
1	Liquid fructose	11.0
2	Muskmelon vinegar	3.0
3	Concentration muskmelon juice	1.0
4	Honey	0.5
5	Vitamin C	0.04
6	Citric acid	0.02
7	Muskmelon flavor	0.2
8	Refined water	84.24

참외식초 함유음료 제조공정을 scale up 하여 공장 단위에서 참외음료를 생산한 결과 대량생산 가능한 음료제조 공정도를 얻을 수 있었으며, 참외식초 함유음료를 생산할 수 있었다.



<참외식초 함유음료의 생산공정도>



Fig. 1. Photography of beverage containing muskmelon vinegar

- 1) 원료 검수 : 모든 사용원료는 식품 및 식품첨가물공전 규격에 적합한 원료만을 검수해서 사용한다.
- 2) 정수 : 지하수를 순수제조장치로 정수처리하여 정제수로 사용한다.
- 3) 배합 : 주원료와 부원료를 정제수와 같이 배합비율에 따라 첨가한다.
- 4) 교반 : 배합된 액을 50℃에서 30분간 교반하여 용해시킨다.
- 5) 살균·여과: 완전히 용해시킨 배합액을 열교환기로 90℃에서 30초간 순간 살균시킨 후 0.5마이크론 여과기를 통과시켜 깨끗이 여과한다.
- 6) 충전 : 살균·여과된 액을 자동충진기로 일정량씩 병에 충전한다.
- 7) 실링 : 충전된 병에 캡을 덮고 자동실링기로 실링한다.
- 8) 후살균·냉각 : 충전·실링된 제품을 90℃에서 15분간 후살균한 후 40℃가 되도록 냉각시킨다.
- 9) 검사·라벨 : 살균이 끝난 후 공기로 물방울을 제거한 후 검사하여 자동라벨기로 상표를 병에 부착한다.
- 10) 포장 및 제품검사 : 일정수량씩 안상자, 바깥상자에 넣어 포장한 후 제품은 항목별 검사하여 제품규격의 사양과 같이 적합한 제품에 한하여 완제품으로 출하한다.

나. 참외식초/농축액을 이용한 식초함유음료 저장성 실험

참외식초 및 참외농축액을 함유하는 음료의 유통기간 설정을 위하여 참외농축액과 식초를 함유하는 음료를 제조하고 저장온도(20, 30, 40, 50, 60℃) 및 저장시간(0, 2, 4, 6, 8 week)에 따른 이화학적 품질 및 관능검사 품질 검사를 실시하였다. 본 실험에 사용된 관능검사는 기준 검사물과의 차이검사법으로서 4℃에 저장한 대조구를 기준으로 제시하면서 저장온도 및 저장일수에 따른 음료를 제공하면서 비교값을 선정하였다. 4℃에 저장하면서 관능검사의 대조구(C)로 제시한 참외음료와 같은 관능평점을 나타낼 때를 4.0으로 보았으며, C보다 좋다 : 5.0, C보다 약간 좋다 : 4.5, C와 동일하다 : 4.0, C보다 약간 나쁘다 : 3.5, C보다 중간 정도 나쁘다 : 3.0, C보다 상당히 나쁘다 : 2.5, C보다 대단히 나쁘다 : 2.0, C보다 아주 나쁘다 : 1.5, C보다 아주 크게 나쁘다 : 1.0으로 나타내었으며, C보다 상당히 나쁘다의 관능평점인 2.5점이 관능적인 품질이 극심하게 저하되어 상품의 가치가 상실되는 지점으로 평가하였다. 참외식초 및 과즙을 함유하는 참외음료를 제조하면서 관능검사를 한 결과 Table 6과 같은 결과를 나타내었다. 색상에 있어서는 4.0~2.1의 관능평점을 나타내었으며, 향은 4.0~2.5의 관능평점을 나타내었으며, 맛은 4.0~2.1의 관능평점을 나타내었으며, 전반적인 기호도는 4.0~2.2의 관능평점을 나타내었다. 저장온도 및 저장일수에 따른 참외음료의 이화학적 품질 특성을 조사하였으며 그 결과는 Table 7에 나타내었다. 색도, 갈색도, pH 및 당의 변화를 측정된 결과 색도 L(백색도)값은 97.01~89.13의 범위를, 색도 a(적색도)값은 -8.27~-1.95의 범위를, 색도 b(황색도)값은 34.81~14.09의 범위를 나타내었다. 갈색도의 경우 0.306~0.846 nm의 값을 나타내었으며, pH는 3.20~3.91의 범위를, 당농도는 6.0~7.2. Brix의 값을 나타내었다. 저장온도 및 저장일수에 따른 참외음료의 관능적인 품질 및 이화학적 품질 변화를 측정하여 SAS 프로그램을 통한 회귀분석 결과 Table 8과 같은 결과를 나타내었다. 관능검사 결과에 대한 회귀분석 결과 R²가 0.9 이상의 높은 값을 나타내었으며, 5% 이내에서 유의성이 인정되었다. 참외식초 및 농축액을 함유하는 참외식초음료의 저장온도 및 저장시간에 따른 관능검사 결과 Table 9에서와 같이 가장 높은 평점을 나타낸 저장온도 및 저장일수와 가장 낮은 관능 평점을 나타낸 저장온도 및 저장일수에 대한 SAS결과를 나타내었다. 관능적인 평점 결과 저장온도가 36℃일 때 높은 평점을 나타냄을 알 수 있으며 저장온도가 높은 60℃일 때 관능평점이 낮아짐을 알 수 있다. 색도계 L(백색도)값은 41.40℃일 때, 2.4주일 때 가장 높은 값을 나타내었으며, 색도계 a(적색도)값은 52.47℃일 때, 5.27주일 때 가장

높은 값을 나타내었으며, 색도계 b(황색도)값은 59.86℃일 때, 4.48주일 때 가장 높은 값을 나타내었다. 갈색도가 가장 높게 나타난 조건은 저장온도가 20.83℃일 때, 저장 시간이 5.94주일 때 가장 높은 값을 나타내었다. pH는 42.26℃일 때, 5.11주일 때 가장 높은 값을 나타내었으며, 당도는 43.17℃일 때, 2.10주일 때 가장 높은 값을 나타내었다.

Table 6. Experimental data on organoleptic and physiochemical properties during storage of muskmelon beverage under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Conditions		Organoleptic properties			
	Storage Temperature (°C)	Storage Time (week)	Color	Aroma	Taste	Overall palatability
1	50	6	2.9	2.1	2.7	2.8
2	50	2	2.6	2.9	2.8	2.7
3	30	6	3.4	2.9	3.0	3.3
4	30	2	2.9	2.6	3.0	3.1
5	40	4	2.8	2.5	2.9	3.0
6	40	4	2.8	2.5	2.9	3.0
7	60	4	2.1	2.6	2.1	2.2
8	20	4	3.3	3.2	2.7	3.1
9	40	8	3.8	3.3	3.3	3.3
10	40	0	4.0	4.0	4.0	4.0

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

Table 7. Experimental data on organoleptic and physiochemical properties during storage of muskmelon beverage under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Conditions		Physiochemical properties					
	Storage Temperature (°C)	Storage Time (week)	Hunter's color			Brown color intensity (O.D.at 660 nm)	pH	Content of sugar (% Birx)
			L	a	b			
1	50	6	93.18	-2.41	22.66	0.542	3.81	7.0
2	50	2	97.01	-2.05	19.08	0.385	3.72	7.2
3	30	6	88.25	-5.23	22.22	0.306	3.91	7.0
4	30	2	94.92	-2.93	16.78	0.358	3.79	7.2
5	40	4	96.03	-1.96	14.09	0.376	3.81	7.2
6	40	4	96.01	-1.95	14.09	0.376	3.81	7.2
7	60	4	91.04	-2.35	34.81	0.730	3.61	6.8
8	20	4	89.13	-5.07	21.79	0.846	3.20	6.0
9	40	8	91.75	-3.32	21.93	0.348	3.77	7.0
10	40	0	94.28	-8.27	31.68	0.468	3.57	7.2

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

Table 8. Polynomial equations calculated by RSM program for muskmelon beverage

Responses	Polynomial equations ¹⁾	R ²	Significance
Organoleptic color	$Y_1 = 4.185714 - 0.002381X_1 - 0.447619X_2 - 0.000179X_1^2 - 0.0025X_1X_2 + 0.070536X_2^2$	0.9261	0.0222
Organoleptic aroma	$Y_2 = 4.158333 - 0.054167X_1 - 0.141667X_2 + 0.001187X_1^2 - 0.01375X_1X_2 + 0.076562X_2^2$	0.9358	0.0169
Organoleptic taste	$Y_3 = 2.341667 + 0.085833X_1 - 0.400000X_2 - 0.001188X_1^2 - 0.00125X_1X_2 + 0.048437X_2^2$	0.9624	0.0060
Overall palatability	$Y_4 = 3.219048 + 0.046786X_1 - 0.335119X_2 - 0.000804X_1^2 - 0.00125X_1X_2 + 0.042411X_2^2$	0.9026	0.0376
Hunter's color L	$Y_5 = 74.835000 + 1.077333X_1 - 0.635833X_2 - 0.014038X_1^2 + 0.355X_1X_2 - 0.179063X_2^2$	0.8160	0.1218
Hunter's color a	$Y_6 = -13.358690 + 0.341524X_1 + 0.1280060X_2 - 0.4529X_1^2 + 0.24250X_1X_2 - 0.243549X_2^2$	0.7389	0.2243
Hunter's color b	$Y_7 = 77.766548 - 2.655048X_1 - 7.645536X_2 + 0.035265X_1^2 + 0.02675X_1X_2 + 0.788192X_2^2$	0.7878	0.1570
Browning color intensity (O.D at 660 nm)	$Y_8 = 2.579595 - 0.097820X_1 - 0.145196X_2 + 0.001095X_1^2 + 0.002613X_1X_2 + 0.004196X_2^2$	0.8196	0.1176
pH	$Y_9 = 1.557024 + 0.095560X_1 + 0.129524X_2 - 0.001108X_1^2 - 0.000375X_1X_2 - 0.011138X_2^2$	0.7371	0.2270
Content of sugar (° brix)	$Y_{10} = 3.392857 + 0.180476X_1 + 0.034524X_2 - 0.002089X_1^2 - 0.008482X_2^2$	0.8794	0.0561

¹⁾ X₁ : storage temperature (°C)

X₂ : storage time (week)

Table 9. Predicted level of optimum storage conditions for the maximized and minimumed organoleptic and physiochemical properties of muskmelon beverage by the ridge analysis of their response surface.

Organoleptic properties	Conditions						Morphology
	Storage temperature (°C)		Storage time (week)		Estimated response		
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	
Organoleptic color	34.27	59.98	7.83	4.18	4.04	2.13	Saddle point
Organoleptic aroma	46.75	57.21	0.23	6.04	4.04	2.13	Miniimum
Organoleptic taste	38.66	59.84	0.01	4.50	3.88	2.07	Saddle point
Overall palatability	36.76	59.87	0.05	4.46	3.83	2.15	Saddle point
Hunter's color L	41.40	22.99	2.42	6.10	96.34	86.61	Maximum
Hunter's color a	52.47	41.49	5.27	0.01	-1.22	-6.96	Maximum
Hunter's color b	59.86	36.17	4.48	4.22	33.93	13.72	Miniimum
Browning color intensity (O.D at 660 nm)	20.83	37.51	2.85	5.94	0.79	0.32	Miniimum
pH	42.26	20.41	5.11	3.19	3.91	3.32	Maximum
Content of sugar (° Brix)	43.17	20.06	2.10	4.32	7.33	6.16	Maximum

Table 10. Analysis of variables for regression model of dependent variables in storage conditions for muskmelon beverage

Conditions	F-Ratio									
	Color	Aroma	Taste	Overall palatability	Hunter's color			Brown color intensity (OD. at 660nm)	pH	Content of sugar (° Brix)
					L	a	b			
Storage temperature (°C)	5.36*	6.25*	8.04**	5.05*	4.10*	1.52	4.25*	5.29*	3.29	8.39**
Storage time (week)	8.29**	17.36***	13.6**	4.09	2.75	2.84	2.42	0.45	0.88	0.65

* : Significant at 10% level, ** : Significant at 5% level, *** : Significant at 1% level

저장온도 및 저장시간에 따른 관능적인 특성 및 이화학적 특성 변화에 대한 실험조건의 영향도를 살펴본 결과 Table 10과 같은 결과를 나타내었다. 관능적인 색상은 저장온도보다 저장시간에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 관능적인 향도 저장시간에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 관능적인 맛에 있어서도 저장온도보다는 저장시간이 더 많은 영향을 주는 것으로 나타났으며, 전반적인 기호도는 저장온도 및 저장시간의 두가지 실험조건에 모두 영향을 받으면서도 저장온도에 좀 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 색도에 있어서는 백색도 및 황색도는 저장온도에 많은 영향을 받았으며, 적색도는 저장시간에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 갈색도, pH 및 당도는 모두 저장시간 보다 저장온도에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. SAS program을 통한 관능적인 색상이 저장온도 및 저장시간에 따라서 3차원 반응표면으로 나타나는 것을 Fig. 2에 나타내었다. 관능적인 색상은 저장온도가 증가함에 따라서 감소하는 경향을 나타내었다. 관능적인 향에 대한 3차원 반응표면의 결과 저장온도 및 저장시간이 증가함에 따라 향이 감소하는 경향을 나타내었다. 관능적인 맛의 3차원 반응표면은 Fig. 4에 나타내었으며, 저장온도가 증가할수록 관능적인 향이 감소하는 경향을 나타내었으며, 낮은 온도에서 장기간 저장하는 것은 향의 관능적인 품질을 저하시키지 않는 것으로 나타났다. 관능적인 특성을 종합하는 전반적인

기호도의 3차원 반응표면은 Fig. 5에 나타내었으며, 저장온도가 증가할수록 전반적인 기호도가 감소하는 경향을 나타내었으며, 온도가 낮을 때 장기간 보관된 참외 음료의 전반적인 기호도는 감소하지 않은 것으로 나타났다. 백색도에 대한 3차원 반응표면분석 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 백색도는 저장시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 적색도에 대한 3차원 반응표면 분석결과 Fig. 7와 같은 결과를 나타내었으며, 저장온도가 증가함에 따라 적색도는 증가하는 경향을 나타내었으며, 저장시간이 증가함에 따라 적색도는 감소하는 경향을 나타내었다. 황색도에 대한 3차원 반응표면 분석 결과 Fig. 8와 같은 결과를 나타내었으며, 저장온도가 증가하며 저장시간이 증가할수록 황색도가 감소하는 경향을 나타내었다. 갈색도를 측정된 결과 Fig. 9와 같은 결과를 나타내었으며, pH의 3차원 반응표면은 Fig. 10과 같은 결과를 나타내었다. 당도에 대한 3차원 반응표면의 결과 Fig. 11과 같은 결과를 나타내었다.

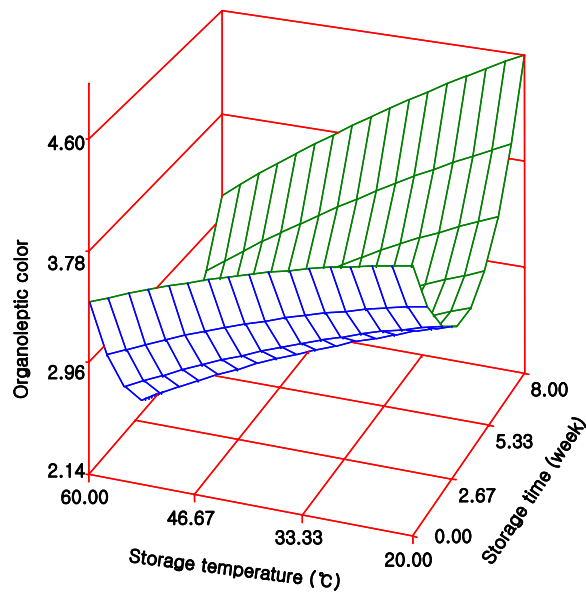
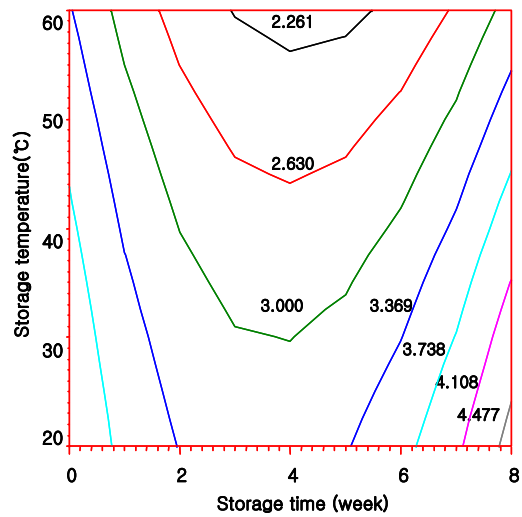


Fig. 2. Counter map (top) and response surface (bottom) for sensory score on color of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

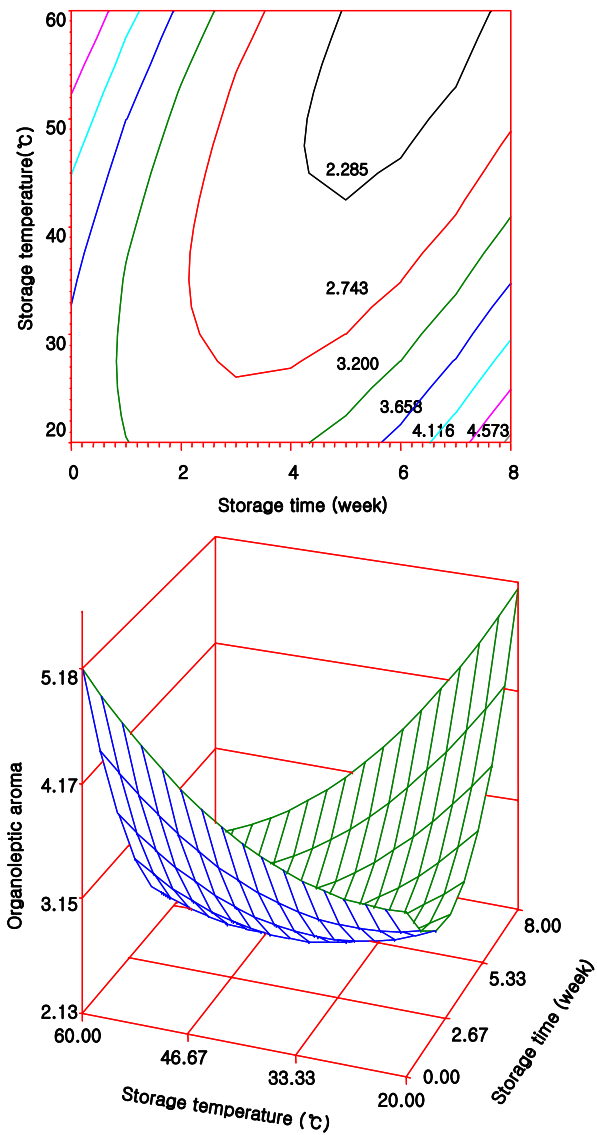


Fig. 3. Counter map (top) and response surface (bottom) for sensory score on aroma of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

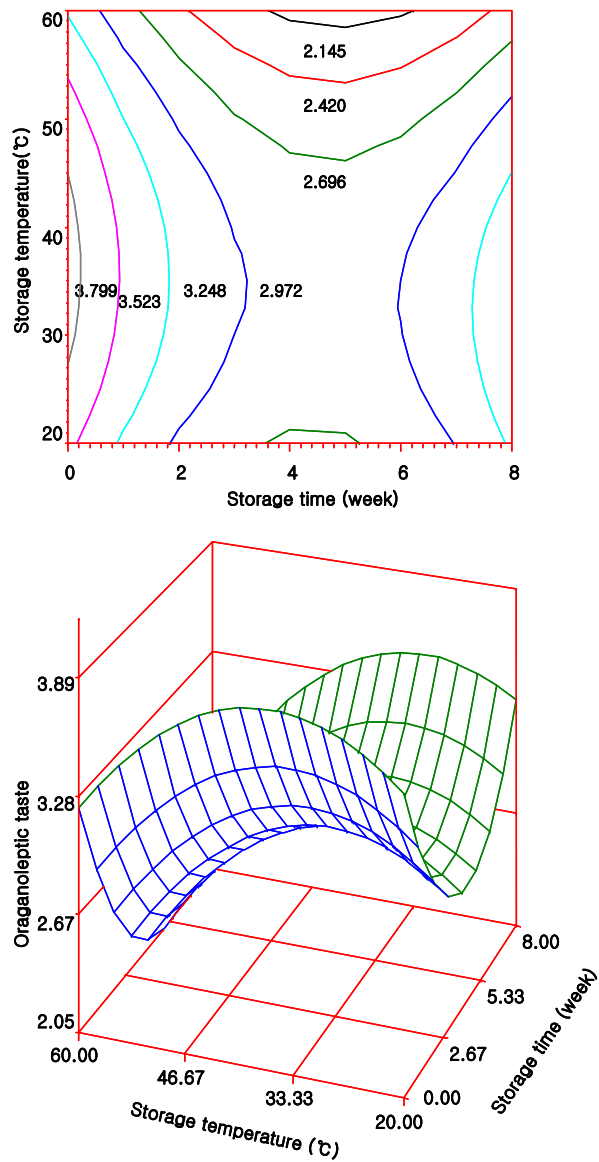


Fig. 4. Counter map (top) and response surface (bottom) for sensory score on taste of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

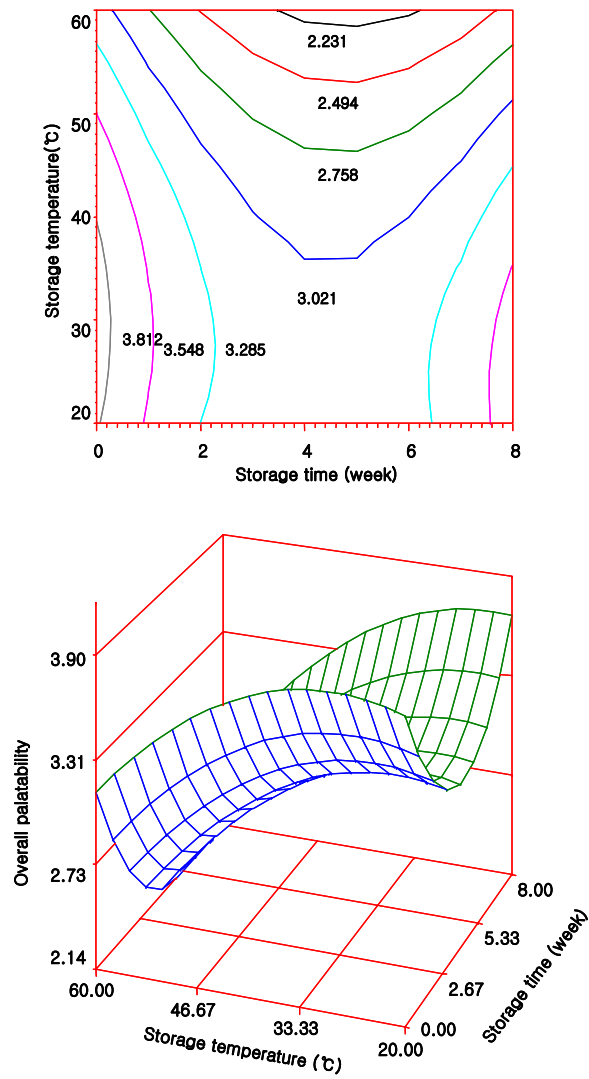


Fig. 5. Counter map (top) and response surface (bottom) for sensory score on overall palatability of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

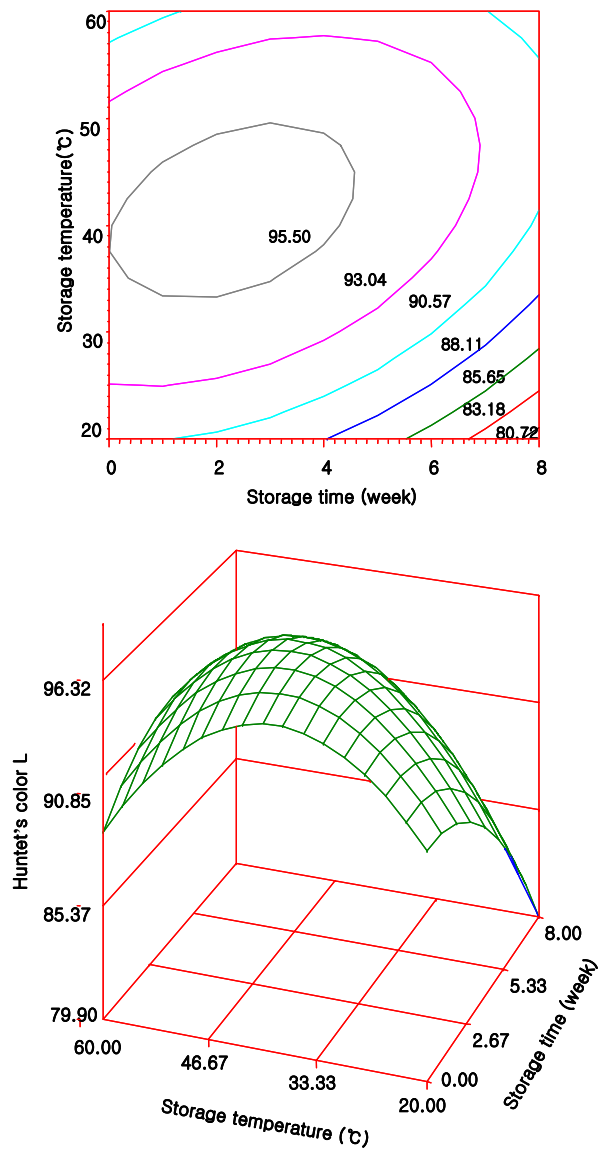


Fig. 6. Counter map (top) and response surface (bottom) for Hunter's color L of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

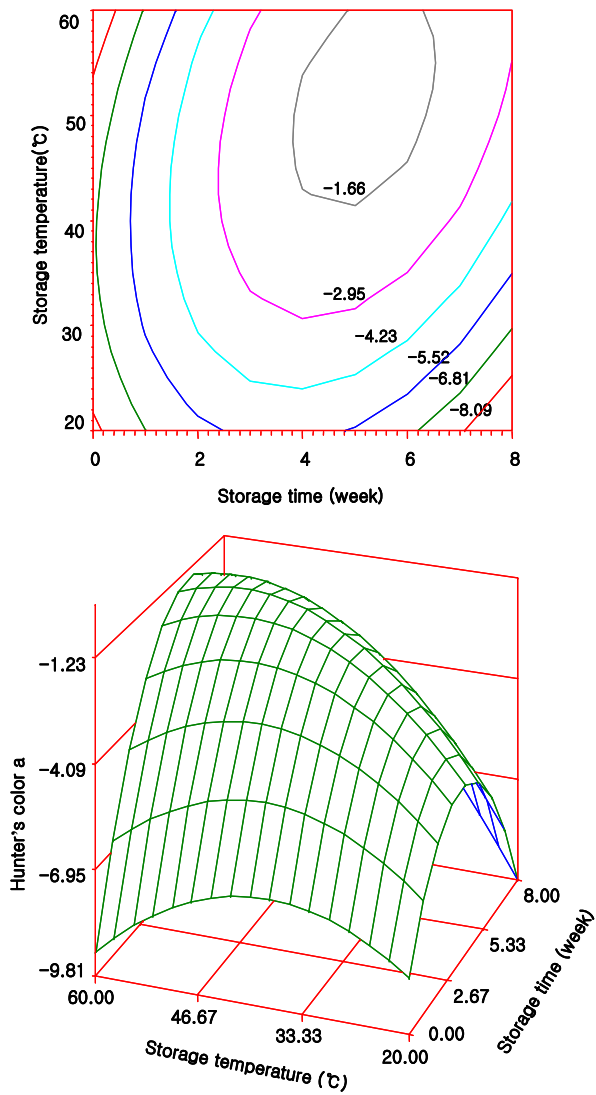


Fig. 7. Counter map (top) and response surface (bottom) for Hunter's color a of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

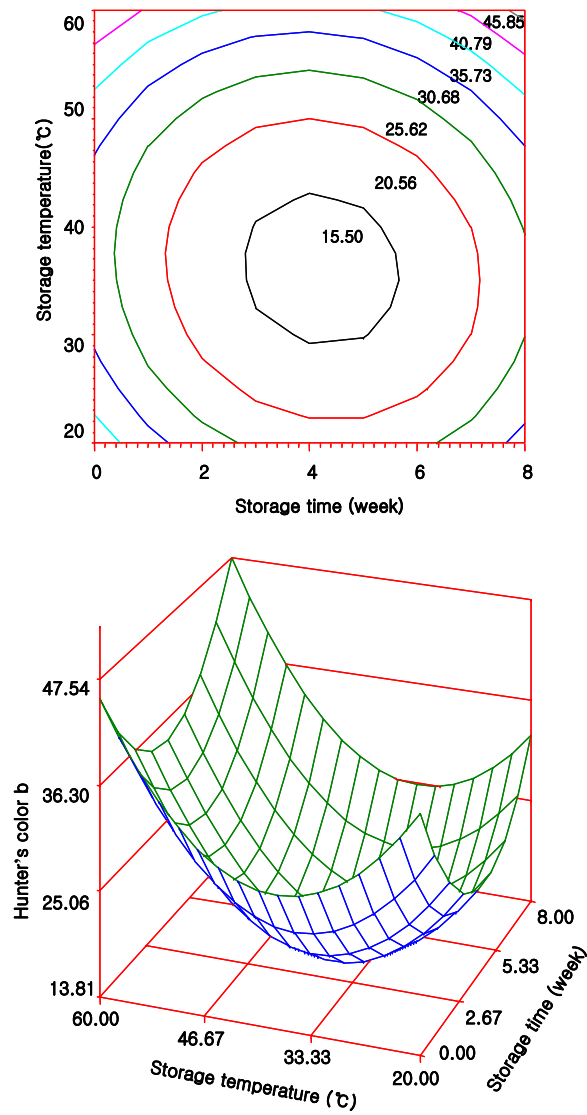


Fig. 8. Counter map (top) and response surface (bottom) for Hunter's color b of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

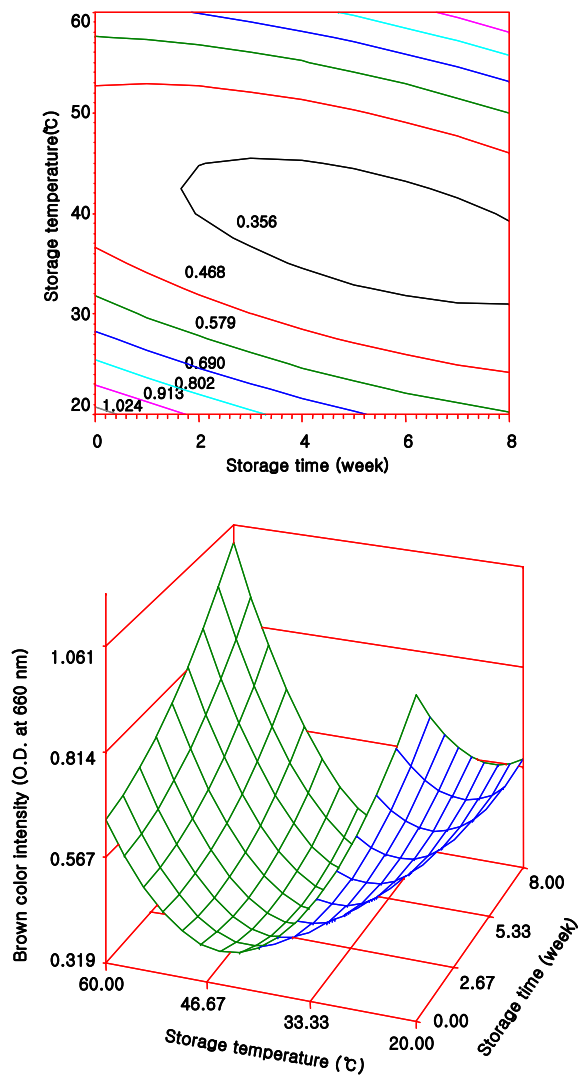


Fig. 9. Counter map (top) and response surface (bottom) for brown color intensity of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

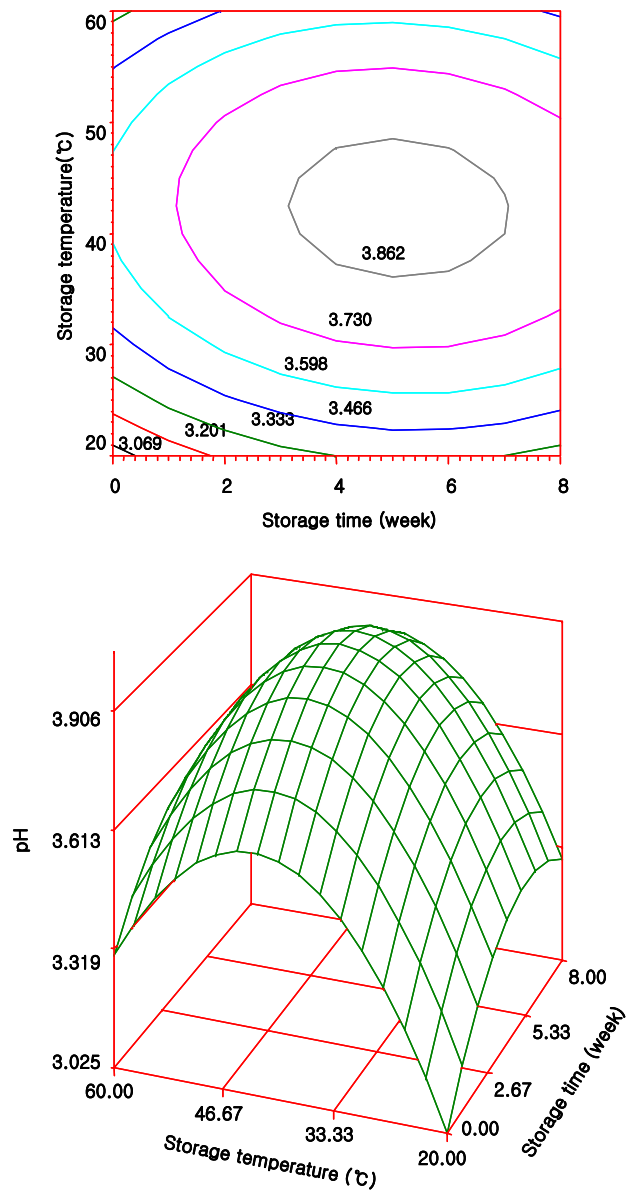


Fig. 10. Counter map (top) and response surface (bottom) for pH of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

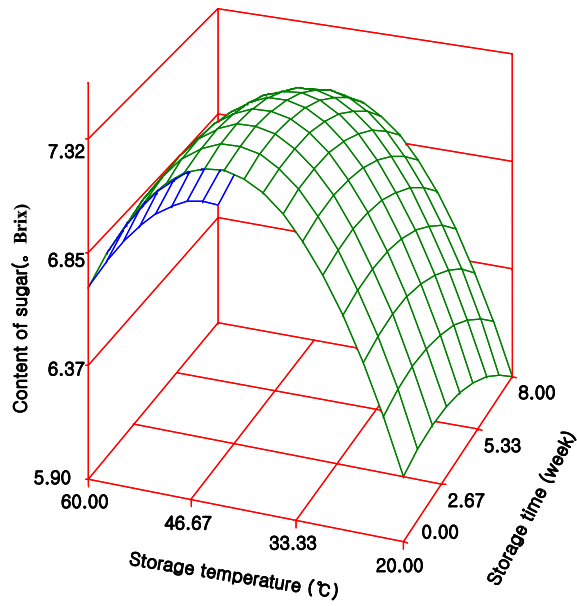
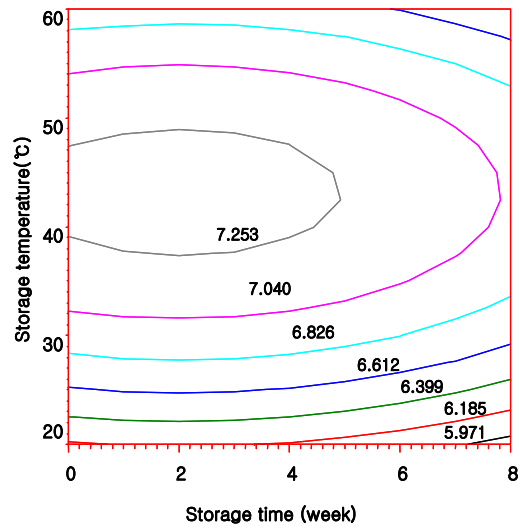


Fig. 11. Counter map (top) and response surface (bottom) for content of sugar of muskmelon vinegar beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

당도, pH, 갈색도 및 색도 등의 이화학적 특성은 저장시간 보다 저장온도에 더 많은 영향을 나타내는 것으로 나타났다. 색상, 향, 맛 및 전반적인 기호도에 대한 관능검사 결과 저장온도 및 저장시간에 따른 유의성이 높게 나타났다. 본 실험에 사용된 시료는 pH 4.0 이하의 산성 제품으로 제품의 제조시 충분한 살균을 거쳐 이미 많은 열처리를 받았기 때문에 색의 변화에 있어서는 어느 정도 안정되어 있어, 색깔의 변화에서 오는 관능적 평점은 크게 나빠지지 않은 것으로 생각된다. 참외식초/농축액을 이용한 식초음료에 대한 저장성 실험결과 미생물을 검출되지 않았으며, 80℃에서 30분간 살균하는 저온 살균 공정이 미생물학적으로 안정함을 확인할 수 있었다. 참외식초/참외농축액을 함유하는 식초음료의 경우 산도가 낮음으로 인해 미생물학적으로 저온 살균에서도 안정함을 알 수 있었다.



Fig 12. Storage test of beverage containing muskmelon vinegar and concentration muskmelon juice (microorganism test)



Fig 13. Storage test of beverage containing muskmelon vinegar and concentration muskmelon juice (color test, left : 4℃, right : 40℃)

다. 참외식초/참외농축액을 이용한 참외농축음료 개발

참외농축음료 제조를 위해 배합비를 설정하고자 부용제의 첨가에 따른 관능검사 및 이화학적 품질 검사를 실시하였다. 액상과당의 첨가량에 따른 관능검사 및 이화학적 검사를 실시한 결과 40 g의 액상과당 첨가가 가장 효과적인 것으로 나타났다. 설탕의 첨가량은 15 g과 20 g이 동일한 관능평점을 나타내었으며, 첨가량을 적게 하는 것이 효율적이므로 설탕의 첨가량을 15 g으로 결정하였다. Vitamin C의 경우 0.04 g 첨가하였으며, 사과농축액을 2 g 첨가하여 참외농축음료를 제조하였다.

Table 11. Hunter's color and organoleptic properties with the contents of liquid fructose

Properties		Content of liquid fructose (g)				
		25	30	35	40	45
Sugar conc. (°Brix)		48.6	49.2	51	51.8	52
Acidity (%)		2.99	2.95	2.63	2.55	2.42
Hunter's color	L	80.3	79.6	83.3	89.3	91.1
	a	-0.5	-0.5	-1.0	-1.7	-2.3
	b	25.9	25.6	24.5	20.7	19.2
Color		5	5	7	7	5
Organoleptic properties	Aroma	5	7	3	7	5
	Taste	3	3	7	7	5
Overall palatability		3	5	5	7	5

(Sucrose : 15.0 g, concentration muskmelon juice : 5.0 ml, honey : 5.0 g, citric acid : 0.8 g, vitamin C : 0.4 g)

Table 12. Hunter's color and organoleptic properties with the contents of sucrose

Properties		Content of sucrose (g)				
		5	10	15	20	25
Sugar conc. (°Brix)		41	49	50.4	54	56
Acidity (%)		3.10	2.62	2.58	2.44	1.93
Hunter's color	L	80.6	83.3	84.9	85.8	88.4
	a	-1.0	-1.4	-1.7	-1.8	-2.2
	b	18.6	18.8	24.5	30.2	30.3
Organoleptic properties						
	Color	3	5	5	3	3
	Aroma	3	3	3	3	3
	Taste	3	3	5	5	3
	Overall palatability	3	3	5	5	3

(Liquid fructose : 40.0 g, concentration muskmelon juice : 5.0 ml, honey : 5.0 g, citric acid : 0.8 g, vitamin C : 0.4 g)

Table 13. Hunter's color and organoleptic properties with the contents of vitamin C

Properties		Content of vitaminic C (g)				
		0	0.2	0.4	0.6	0.8
Sugar conc. (°Brix)		50.4	52.4	49.4	50.2	52.2
Acidity (%)		2.17	2.33	2.42	2.69	2.84
Hunter's color	L	64.9	65.3	63.5	64.3	62.0
	a	0.76	0.48	0.55	0.46	0.73
	b	26.2	26.2	24.8	25.0	26.0
Organoleptic properties						
	Color	5	5	5	5	5
	Aroma	3	3	5	3	5
	Taste	3	5	5	5	3
	Overall palatability	3	5	7	5	3

(Liquid fructose : 40.0 g, concentration muskmelon juice : 5.0 ml, honey : 5.0 g, citric acid : 0.8 g, sucrose : 15.0 g)

Table 14. Hunter's color and organoleptic properties with the contents of liquid concentration apple juice

		Content of Concentration apple juice (mL)				
		0	1	2	3	4
Properties						
Sugar conc. (° Brix)		49.8	51.0	50.8	50.6	50.6
Acidity (%)		2.37	2.45	2.72	2.50	2.50
Hunter's color	L	67.6	67.3	66.0	62.9	63.1
	a	0.12	0.19	0.51	1.12	1.32
	b	21.6	24.3	26.5	29.1	31.2
Color		5	5	7	5	5
Organoleptic properties	Aroma	5	7	5	5	5
	Taste	5	5	5	5	5
Overall palatability		5	5	7	5	5

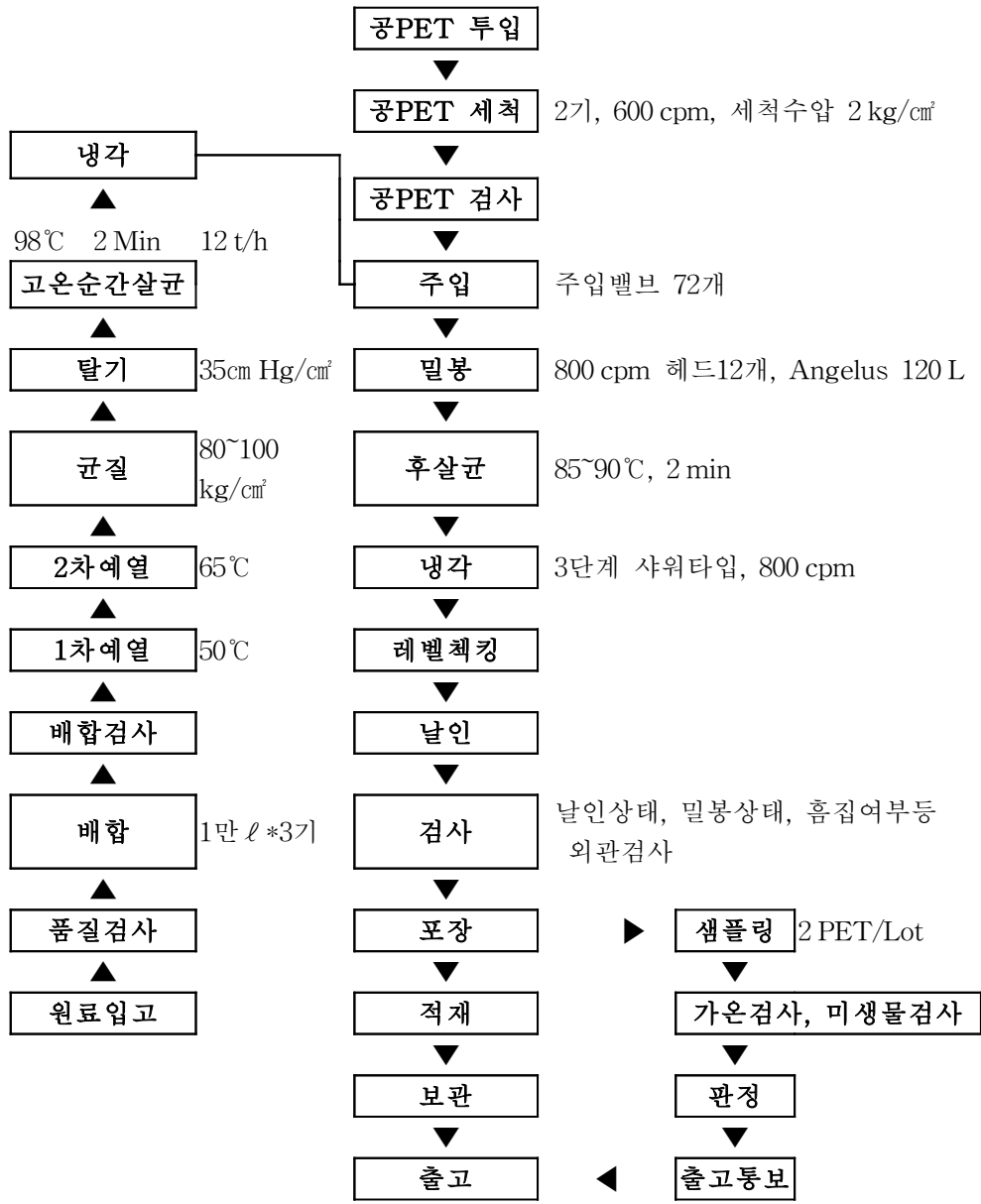
(Liquid fructose : 40.0 g, honey : 5.0 g, citric acid : 0.8 g, vitamin C : 0.4 g, sucrose : 15.0 g)

농축음료의 경우 5배 희석하여 관능검사를 실시하였으며 Table 15와 같은 배합비를 설정할 수 있었다. 액상과당, 설탕 및 꿀은 단맛을 증가시키는 재료로 첨가하였으며, 사과농축액을 첨가함으로써 시원한 맛을 더욱 가미할 수 있었다. 참외농축음료는 살균 냉각한 후 폴리에틸렌 수지(PET)로 제작한 용기를 사용하여 저온에서 충전함으로써 참외식초 함유음료 보다 보존기간이 짧게 설정될 것을 예상하여 천연 보존제인 자몽 종자추출액의 적절한 배합비를 설정하였다. 자몽종자추출액은 무취 및 무색을 가진 보존제로서 참외의 특유한 향과 맛에 영향을 주지 않으면서 보존율을 향상시키는 천연보존제로 활용할 수 있었으며, 그 첨가량은 0.02%로 조절하였다. 식초함유음료 및 농축음료의 경우 각각의 배합조건에 따라 배합한 후 향을 첨가하고자 3가지 향료에 대한 배합율을 설정한 결과 향료 배합시 향에 이취가 발생하여 단독 향으로 사용하는 것이 효과적임을 알 수 있었다.

Table 15. Recipe of concentration muskmelon juice

Exp.	Material	Recipe (%)
1	Liquid fructose	40
2	Sucrose	15
3	Concentration muskmelon juice	5
4	Muskmelon vinegar	5
5	Honey	5
6	Vitamin C	0.4
7	Citric acid	0.8
8	Concentration apple juice	2
9	Grapefruit seed extracts	0.02
10	Refined water	30.8

Table 15는 참외농축음료의 제조공정을 scale up하여 얻은 scale up된 공정도와 그 결과이다. 공장단위에서 생산하고자 다량의 참외농축음료를 생산하는 공정도를 설립하였다. Fig. 14에서는 대량 공정에 의해 생산된 참외농축음료의 사진을 나타내었다.



<참외농축음료의 제조 공정도>



Fig 14. Photography of concentration muskmelon beverage

- 1) 사용원료 : 품질규격기준에 적합한 원료를 국내외서 구입한다.
- 2) 원료평량 : 원료를 성분배합비에 맞추어 정확히 평량한다.
- 3) 원료혼합 1차 : 정제수, 액상과당, 정백당을 혼합한다.
- 4) 원료혼합 2차 : 1차 혼합한 후 구연산, 참외농축액, 참외식초, 사과농축액 등을 기타 원료를 넣고 30분간 2차 혼합한 후 80℃에서 30분간 가열한다.
- 5) 원료혼합 3차 : 1, 2차 혼합된 원료를 40℃까지 냉각한 후 메론향을 넣고 10분간 가열한다.
- 6) 살균 : 혼합이 완료된 액상의 원료를 80℃의 온도에서 30분간 가열한다.
- 7) 여과 : 100 mesh이상의 여과포를 이용하여 이물질을 제거한다.
- 8) 포장 : 자체품질검사를 실시한 후 합격품에 한하여 포장기를 이용, 정량으로 포장한다.

라. 참외식초/참외농축액을 이용한 참외농축음료의 저장성 실험

참외식초/참외농축액을 이용한 참외농축음료를 제조하여 음료의 저장온도 및 저장 시간에 따른 관능적인 특성 및 품질특성을 모니터링하면서 저장성 실험을 통해 저장 안전성을 평가하고자 하였다. 저장시간 및 저장온도에 따른 관능적인 품질을 Table 16과 같은 결과를 나타내었다. 관능적인 색상은 1.6~4.0의 값을 나타내었으며, 관능적인 향은 2.3~4.0의 값을 나타내었으며, 관능적인 맛은 1.8~4.0의 값을 전반적인 기호도는 2.1~4.0의 값을 나타내는 것으로 나타났다. 참외농축음료의 저장온도 및 저장시간에 따른 이화학적 품질특성은 Table 17에 나타내었다. 색도 L(백색도)값은 21.79~87.23의 값을 나타내었으며, 색도 a(적색도)값은 -1.27~35.79의 값을 나타내었으며, 색도 b(황색도)값은 76.57~18.89의 값을 나타내었다. 갈색도는 0.386~3.214의 값을 나타내었으며, pH는 4.02~4.24의 값을 나타내었다. 일반미생물은 검사 결과 검출되지 않았다. 참외농축음료의 저장시간 및 저장온도에 따른 관능적인 특성 및 이화학적 특성을 회귀분석한 결과는 Table 18에 나타내었다. 관능적인 색상의 R^2 는 0.8507의 값을 나타내었으며, 유의성은 10% 이내에서 인정되었다. 향의 R^2 는 0.6187의 값을 나타내었으며, 맛의 R^2 는 0.7498의 값을 나타내었으며, 전반적인 기호도의 R^2 는 0.8173의 값을 나타내었다. 관능적인 품질 평가는 주관적인 검사에 의존함으로 인해 다소 낮은 R^2 를 나타낸 것으로 사료된다. 색도 L(백색도)값의 R^2 는 0.9839의 값을 나타내었으며, 1% 이내에서 유의성이 인정되었다. 색도 a(적색도)값의 R^2 는 0.9913이었으며, 1% 이내에서 유의성이 인정되었다. 색도 b(황색도)는 0.8777로 10% 이내에서 유의성이 인정되었다. 갈색도의 R^2 는 0.9210이었으며, 5% 이내의 유의성이 인정되었으며, pH의 R^2 는 0.9834이었으며, 10% 이내에서 유의성이 인정되었다.

Table 16. Experimental data on organoleptic and physiochemical properties during storage of concentration muskmelon beverage under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Conditions		Organoleptic properties			
	Storage Temperature (°C)	Storage Time (week)	Color	Aroma	Taste	Overall palatability
1	50	6	1.6	2.3	1.8	2.1
2	50	2	3.1	3.3	3.2	3.2
3	30	6	3.8	3.1	3.5	3.5
4	30	2	3.6	2.9	3.7	3.4
5	40	4	3.8	3.4	3.2	3.4
6	40	4	3.8	3.4	3.2	3.4
7	60	4	2.2	3.2	2.7	2.8
8	20	4	3.5	3.2	3.0	3.2
9	40	8	3.0	3.3	3.3	3.0
10	40	0	4.0	4.0	4.0	4.0

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

Table 17. Experimental data on organoleptic and physiochemical properties during storage of concentration muskmelon beverage under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Conditions		Physiochemical properties						
	Storage Temperature (°C)	Storage Time (week)	Hunter's color			Brown color intensity (O.D.at 660 nm)	pH	Content of sugar (. Birx)	Count of colony
			L	a	b				
1	50	6	23.91	35.79	58.86	3.068	4.05	56.6	N.D. ²⁾
2	50	2	76.65	3.00	52.41	1.521	4.20	49.2	N.D.
3	30	6	84.05	-1.27	30.19	0.922	4.23	50.6	N.D.
4	30	2	84.95	-0.69	23.66	0.807	4.22	49.8	N.D.
5	40	4	76.66	4.33	45.18	1.623	4.20	50.2	N.D.
6	40	4	77.90	4.93	45.18	1.752	4.20	50.8	N.D.
7	60	4	21.79	35.26	65.07	3.214	4.04	50.0	N.D.
8	20	4	84.42	-0.60	23.90	0.386	4.24	49.8	N.D.
9	40	8	54.58	22.32	76.57	0.348	4.02	51.0	N.D.
10	40	0	87.23	-0.91	18.89	0.711	4.24	42.8	N.D.

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

²⁾ N.D. : No detect

참외농축음료의 관능적인 색상에서 가장 높게 나타난 조건은 저장온도가 24.48℃, 저장기간이 6.52주일 때 였으며, 관능적인 향이 가장 높게 나타난 조건은 저장온도가 49.81℃, 저장기간이 0.51주일 때 였다. 관능적인 맛이 가장 높게 나타난 조건은 45.56℃의 저장온도에서 0.16주 저장하는 동안 가장 높은 관능평점을 나타내는 것으로 나타났다. 전반적인 기호도는 47.2℃에서 0.27주일 때 가장 좋은 관능적 특성을 나타낸 것으로 나타났다. 색차계로 측정된 L(백색도)값은 저장온도가 23.58℃이고, 6.28일일 때 가장 높은 색도 값을 나타내었으며, 색차계로 측정된 a(적색도)값은 저장온도가 55.70℃이고, 6.48주일 때 가장 높은 값을 나타내었다. 황색도(b값)는 저장온도가 53.27℃, 저장시간이 6.99주일 때 가장 높은 값을 나타내었다. 갈색도가 가장 높게 나타난 조건은 58.87℃의 저장온도에서 5.33일 저장하는 동안으로 나타났다. pH는 21.00℃, 5.25주일 때 높은 값을 나타내었다. 저장온도 및 저장시간이 관능적인 특성 및 이화학적 특성에 대한 영향도를 Table 20에 나타내었다. 관능적인 색상에는 저장시간 보다 저장온도가 더 많은 영향을 주는 것으로 나타났으며, 관능적인 향에는 저장온도 보다 저장시간이 더 많은 영향을 주는 것으로 나타났다. 관능적인 맛도 향과 동일하게 저장농도 보다 저장시간이 더 많은 영향을 주는 것으로 나타났으며, 전반적인 기호도에 있어서는 저장온도 보다 저장시간이 더 많은 영향을 주는 인자로 나타났다. 색차계로 측정된 색도는 모두 저장온도에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 갈색도 및 pH도 저장시간 보다 저장온도에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 당도에 있어서는 저장시간이 저장온도 보다 더 많은 영향을 주는 인자로 나타났다. 3차원 반응표면분석 결과 관능적인 색상은 Fig. 15와 같이 나타났다. 관능적인 색상은 저장온도 및 저장시간이 증가할수록 평점이 낮아지는 경향을 나타내었으며, 낮은 온도에서는 저장시간이 증가할수록 평점이 낮아지는 경향을 나타내지 않았다. 참외농축음료의 저장시간 및 저장온도에 따른 관능적인 향의 3차원 반응표면분석 결과 Fig. 16과 같은 결과를 나타내었으며, 저장일수가 증가하고 저장온도가 증가할수록 향의 관능적인 평점은 감소하는 경향을 나타내었으며, 높은 온도일지라도 저장일수가 짧으면 향기의 관능적인 특성에 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다. 관능적인 맛의 변화를 3차원 반응표면 분석한 결과 Fig. 17과 같은 결과를 나타내었으며, 저장온도가 증가하면서 저장일수가 증가할수록 맛의 관능평점이 낮아지는 경향을 나타내었다. 전반적인 기호도에 대한 3차원 반응표면분석 결과 Fig. 18과 같은 결과를 나타내었으며, 관능적인 향 및 관능적인 맛과 동일하게 저장온도가 증가하면서 저장일수가 증가할수록 평점이 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 18. Polynomial equations calculated by RSM program for concentration muskmelon beverage

Responses	Polynomial equations	R ²	Significance
Organoleptic Color	$Y = -0.986905 + 0.204405X_1 + 0.796429X_2 - 0.002045 X_1^2 - 0.021250X_1X_2 - 0.010491X_2^2$	0.8507	0.0834
Organoleptic Aroma	$Y = 1.389286 - 0.067381X_1 - 0.310119X_2 - 0.000134X_1^2 - 0.015000X_1X_2 + 0.024777X_2^2$	0.6187	0.4118
Organoleptic taste	$Y = 1.433333 + 0.096667X_1 - 0.225000X_2 - 0.000750X_1^2 - 0.015000X_1X_2 + 0.0312520X_2^2$	0.7498	0.2087
Overall palatability	$Y = 1.035714 + 0.104286X_1 - 0.385714X_2 - 0.000804X_1^2 - 0.015000X_1X_2 + 0.011161X_2^2$	0.8173	0.1203
Hunter's color L	$Y = -43.154286 + 5.684119 X_1 - 23.829881 X_2 - 0.058829 X_1^2 - 0.648000 X_1X_2 - 0.358214 X_2^2$	0.9839	0.0011
Hunter's color a	$Y = 77.742976 - 3.277893 X_1 - 16.461190 X_2 - 0.031833X_1^2 + 0.417123 X_1X_2 + 0.381763X_2^2$	0.9913	0.0003
Hunter's color b	$Y = -19.446310 + 1.058310X_1 + 3.489107 X_2 + 0.001379 X_1^2 - 0.001000 X_1X_2 + 0.237299 X_2^2$	0.8777	0.0576
Browning color intensity (O.D at 660 nm)	$Y = 0.717369 - 0.014369 X_1 - 0.076089 X_2 + 0.000172 X_1^2 + 0.017900 X_1X_2 - 0.075114 X_2^2$	0.9210	0.0252
pH	$Y = 3.860238 + 0.015429 X_1 + 0.091905X_2 - 0.000155X_1^2 - 0.002000X_1X_2 - 0.004509 X_2^2$	0.9834	0.0012
Content of sugar (° brix)	$Y = 49.866667 - 0.041667X_1 - 0.175000X_2 - 0.003000X_1^2 - 0.082500 X_1X_2 - 0.262500X_2^2$	0.8495	0.0846

¹⁾ X₁ : storage temperature (°C)

X₂ : storage time (week)

Table 19. Predicted level of optimum storage conditions for the maximized and minimumed organoleptic and physiochemical properties of concentration muskmelon beverage by the ridge analysis of their response surface.

Organoleptic properties	Conditions						Morphology
	Storage temperature (°C)		Storage time (week)		Estimated response		
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	
Organoleptic color	24.48	56.59	6.52	6.23	4.15	1.09	Saddle point
Organoleptic aroma	49.81	55.31	0.51	6.57	4.20	2.36	Saddle point
Organoleptic taste	45.56	57.01	0.16	6.10	4.21	1.82	Saddle point
Overall palatability	47.20	55.94	0.27	6.42	4.08	1.91	Saddle point
Hunter's color L	23.58	56.48	6.28	6.27	97.75	-3.86	Saddle point
Hunter's color a	55.70	22.96	6.48	6.09	53.82	-8.51	Saddle point
Hunter's color b	53.27	24.02	6.99	1.60	76.47	12.90	Minimum
Browning color intensity (O.D at 660 nm)	58.87	26.45	5.33	6.94	3.54	-0.40	Saddle point
pH	21.00	53.90	5.25	6.88	4.25	3.91	Saddle point
Content of sugar (°Brix)	54.78	47.74	6.69	0.31	55.90	42.19	Saddle point

Table 20. Analysis of variables for regression model of dependent variables in storage conditions for concentration muskmelon beverage

Conditions	F-Ratio									
	Color	Aroma	Taste	Overall palatability	Hunter's color			Brown color intensity (O.D. at 660 nm)	pH	Content of sugar (°Brix)
					L	a	b			
Storage temperature (°C)	6.03*	0.80	1.83	3.06	63.77***	113.45***	5.16*	11.73**	45.07***	1.37
Storage time (week)	2.66	1.96	2.26	3.69	27.49***	62.96***	4.40*	3.73	44.43***	7.19**

* : Significant at 10% level, ** : Significant at 5% level, *** : Significant at 1% level

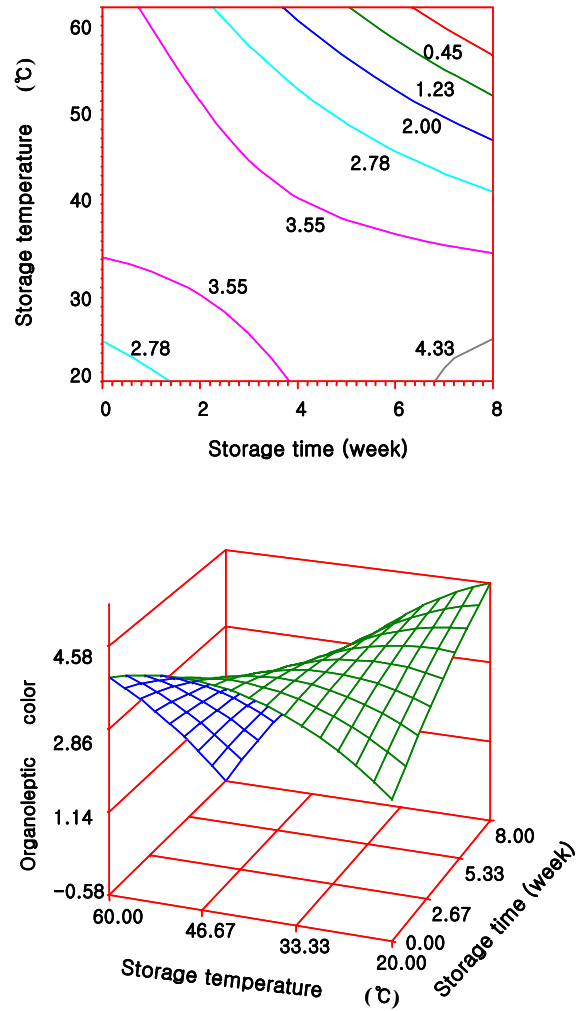


Fig. 15. Counter map (top) and response surface (bottom) for sensory score on color of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

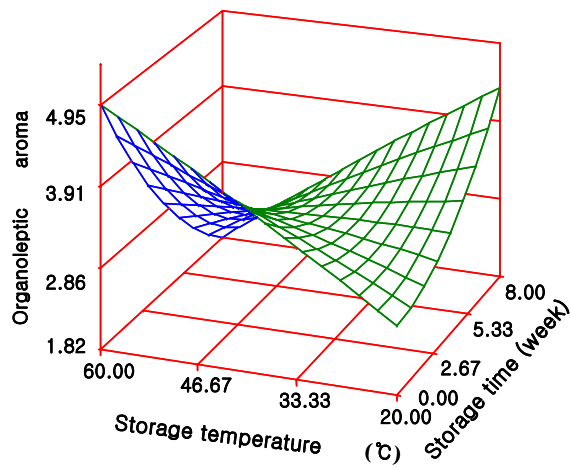
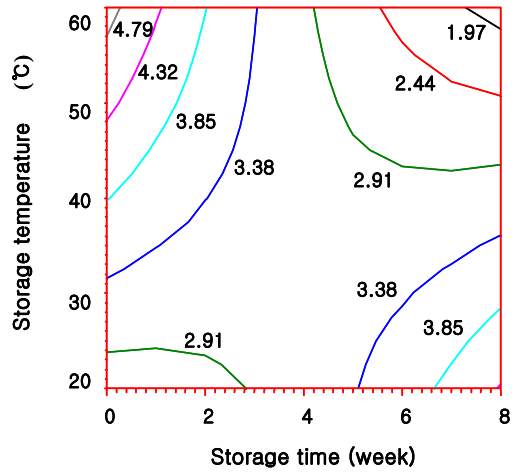


Fig. 16. Counter map (top) and response surface (bottom) for sensory score on aroma of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

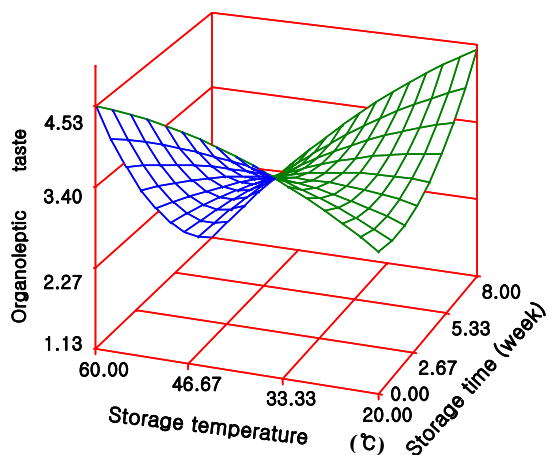
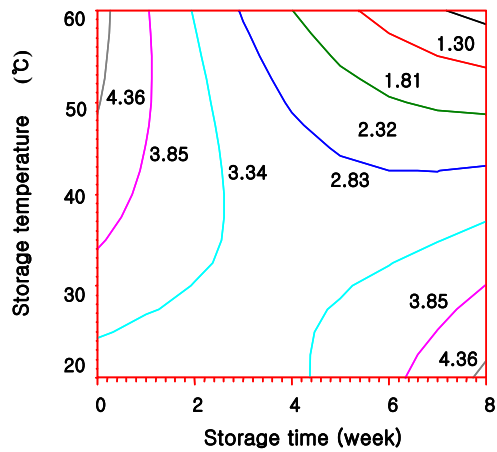


Fig. 17. Counter map (top) and response surface (bottom) for sensory score on taste of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

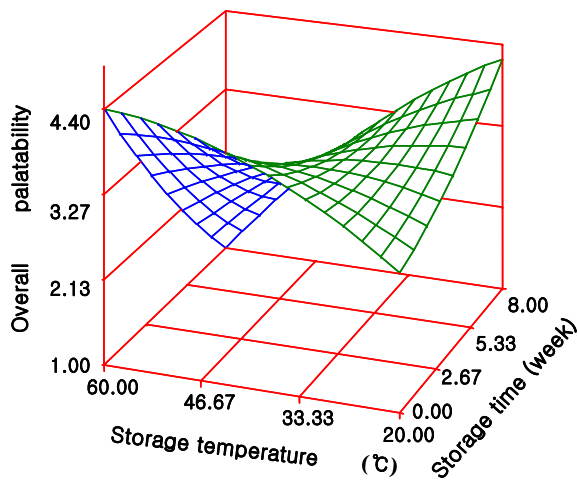
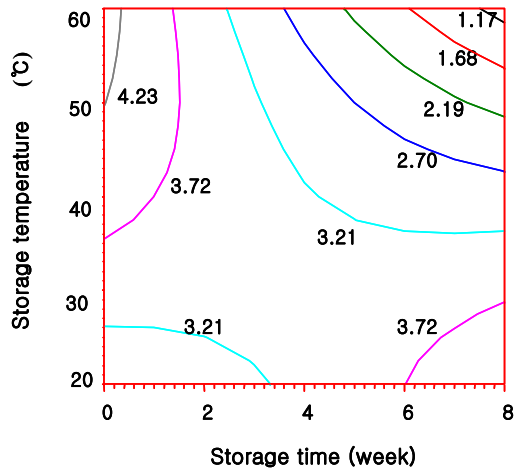


Fig. 18. Counter map (top) and response surface (bottom) for sensory score on overall palatability of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

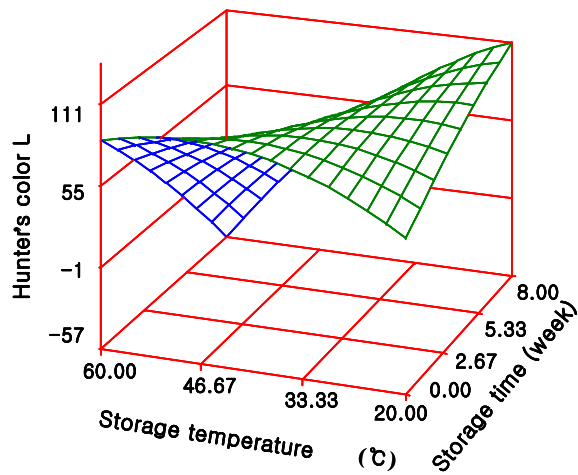
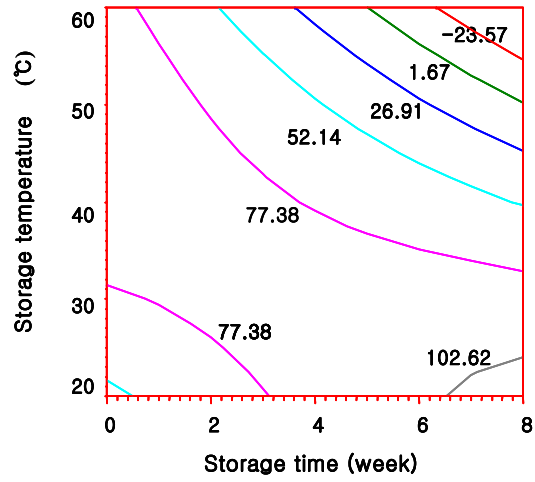


Fig. 19. Counter map (top) and response surface (bottom) for Hunter's color L of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

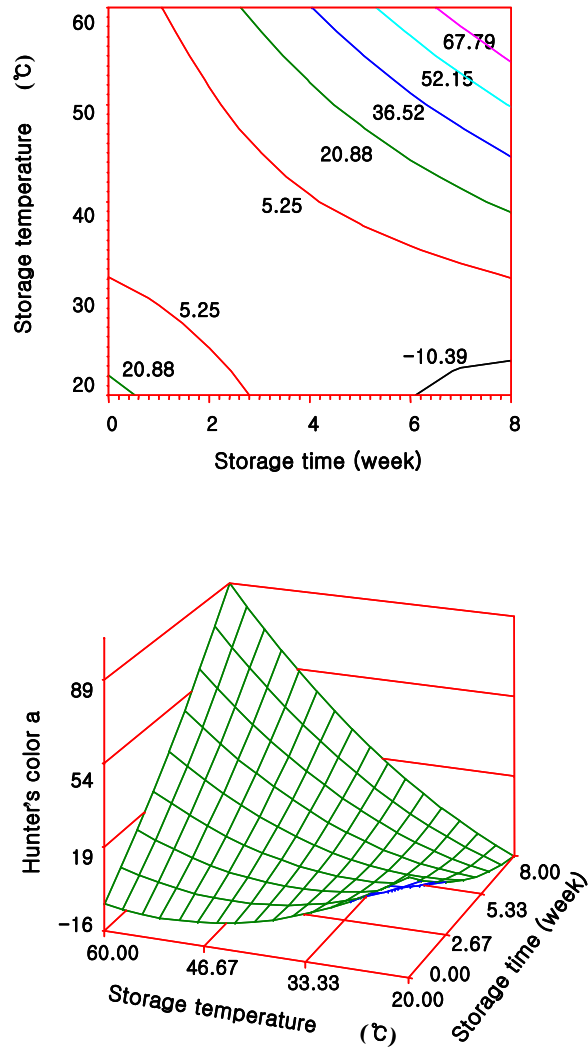


Fig. 20. Counter map (top) and response surface (bottom) for Hunter's color a of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

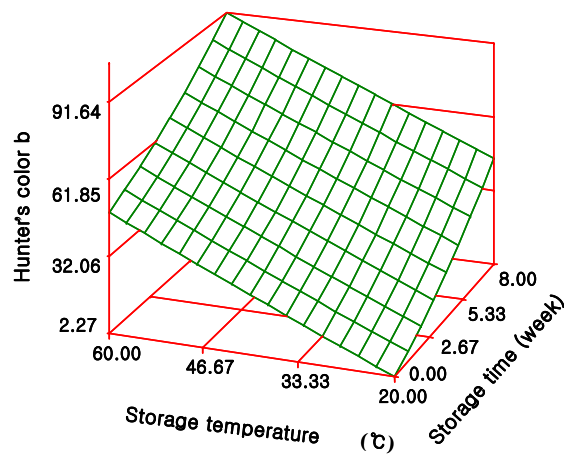
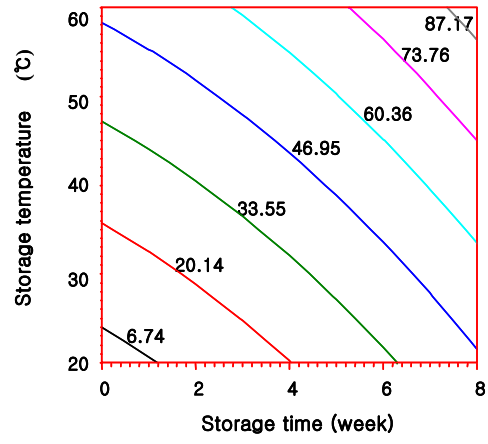


Fig. 21. Counter map (top) and response surface (bottom) for Hunter's color b of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

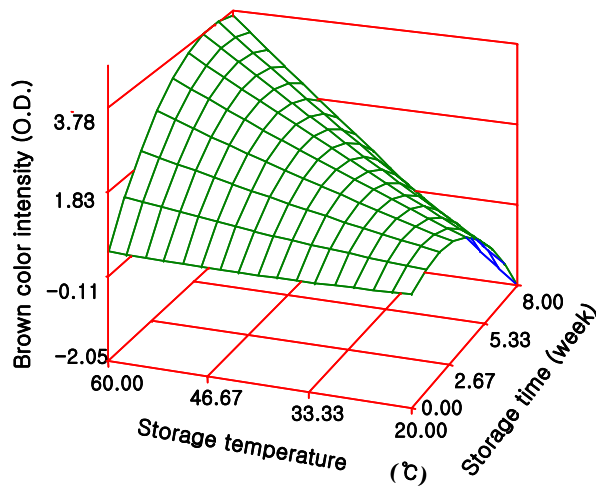
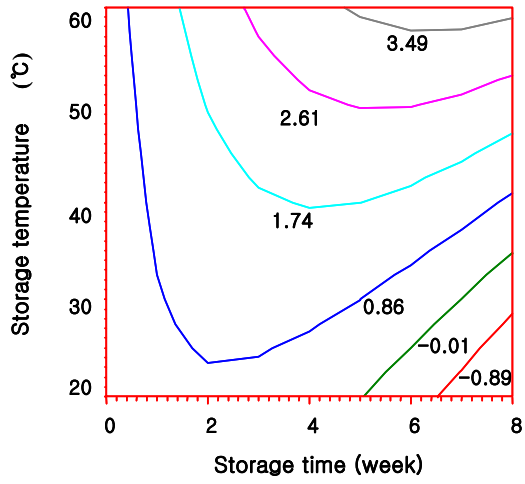


Fig. 22. Counter map (top) and response surface (bottom) for brown color intensity of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

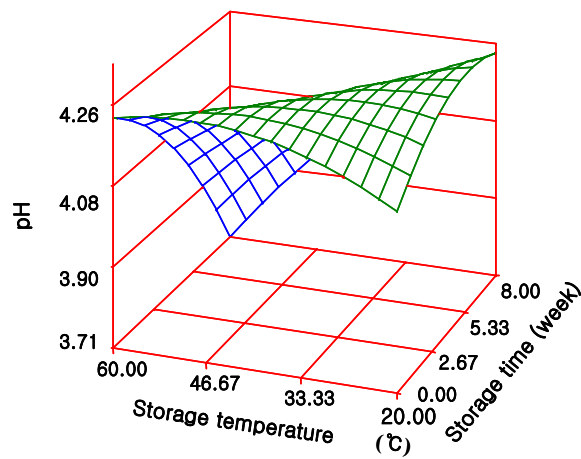
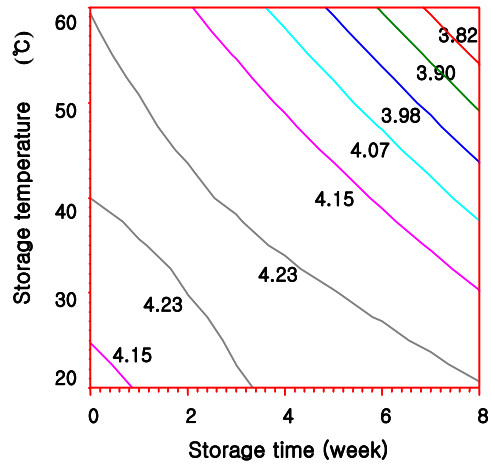


Fig. 23. Counter map (top) and response surface (bottom) for pH of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

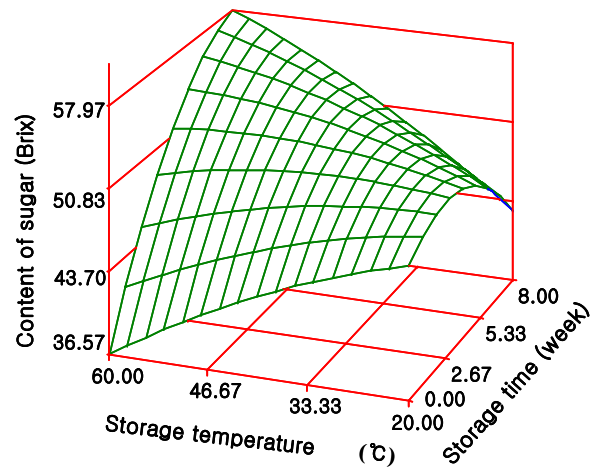
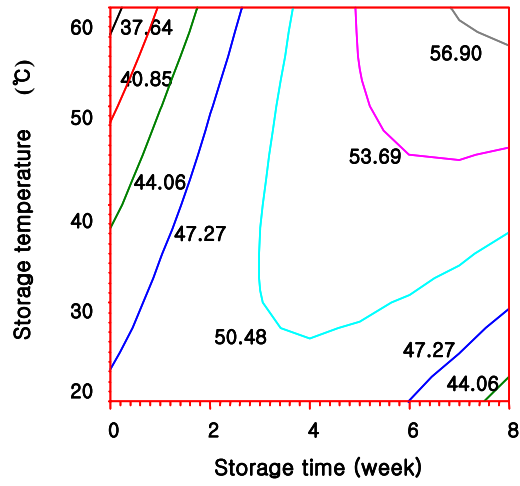


Fig. 24. Counter map (top) and response surface (bottom) for content of sugar of concentration muskmelon beverage at constant value as a function of storage temperature and storage time.

색차계로 측정된 백색도에 대한 3차원 반응표면의 결과 Fig. 19에 특성을 나타내었으며, 저정일수 및 저장시간이 증가할수록 백색도는 감소하는 경향을 나타내었다. 색차계로 측정된 적색도에 대한 3차원 반응표면의 결과 Fig. 20과 같이 나타났으며, 저장온도 및 저장일수가 증가할수록 적색도는 증가하는 경향을 나타내었다. 색차계로 측정된 황색도에 대한 3차원 반응표면의 결과 Fig. 21과 같이 나타났으며, 저장일수가 증가하고 저장온도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 갈색도에 대한 3차원 반응표면분석 결과 Fig. 22와 같은 결과를 나타내었으며, 저장일수 및 저장온도가 증가함에 따라 갈색도가 증가하는 경향을 나타내었다. pH 및 당도에 대한 반응표면분석 결과 Fig. 23과 Fig. 24에 나타내었으며, pH 및 당도도 저장일수 및 저장온도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 참외농축음료의 저장 실험을 통해서 참외농축음료는 일반적인 상온에서 유통하는데 무리가 없는 것으로 사료된다. 자몽종자 추출액을 첨가하여 80℃에서 30분간 살균하여 미생물학적 품질 검사 결과 온도 및 저장온도에 따라 미생물이 검출되지 않았으며, 유통하기에 적합한 음료가 제조됨을 검증할 수 있었다.

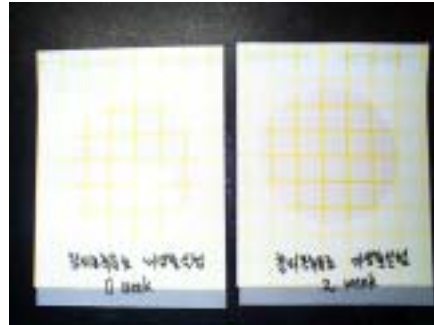


Fig 25. Storage test of concentration beverage containing muskmelon vinegar and concentration muskmelon juice (microorganism test)



Fig 26. Storage test of concentration beverage containing muskmelon vinegar and concentration muskmelon juice (color test, left : 4℃, right : 40℃)

3. 요약

참외식초/참외농축액을 함유하는 식초음료의 배합비를 결정한 결과 액상과당 11.0%, 참외식초 3.0%, 참외농축액 1.0%, 벌꿀 0.5%, vitamin C 0.04%, 구연산 0.02%, 참외향 0.2% 및 정제수 84.24%로 배합하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 공장단위의 scale up 공정도를 설정하였다. 참외식초/참외농축액을 함유하는 식초음료를 공장단위에서 시제품을 생산한 후 유통기간동안 안정성을 실험하기 위해 저장 중 온도 및 저장기간에 따른 변화를 살펴본 결과 일반적인 상온에서 유통할 경우 미생물학적으로 안정하면서 관능적으로 품질 열하없이 유통될 수 있음을 확인할 수 있었다. 참외식초/참외농축액을 이용한 참외농축음료 개발을 위해 배합비를 설정한 결과 액상과당 40%, 설탕 15%, 농축액 5%, 참외식초 5%, 벌꿀 5%, vitamin C 0.4%, 구연산 0.8%, 사과농축액 2%, 자몽종자추출액 0.02% 및 정제수 30.8%로 배합하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 공장단위의 scale up 공정도를 설정하였다. 참외농축음료의 경우 상온에서 유통할 경우 미생물학적으로 안정하면서 관능적으로 품질 열하없이 유통할 수 있음을 확인할 수 있었다.

4. 참고문헌

1. Lee, J.H. and Shin, H. : A study on rheological changes of redbean jam during storage, *Korean J. Food & Nutr*, 11(3), 283~288 (1998)
2. Oh, I.S, Oh, D.H, Cho, Y.S, Kang, K.S, Shon, M.Y and Seo, K.I : Effects of ethanol extract of propolis on the storage of sausage, *Food industry and Nutrition*, 7(2), 25~39 (2002)
3. Lee, H.J. and Kim, J.G. : The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during the storage, *Korean J. Food & Nutr*, 13(6), 563~569 (2000)
4. Choi, H.K., Park, S.M, Yoo, K.C. and Jeong, C.S. : Effects of shelf temperature on the fruit quality of muskmelon after storage, *Kor. J. Hort. Sci*, 19(2), 135~139 (2001)
5. Choi, K.J., Lee, K.S., Ko, S.R. and Kim, K.H. : Quality stability of red ginseng stored for long periods, *Kor. J. Pharmacogn*, 19(3), 201~207 (1998)
6. Lee, Y.H. and Yang, I.W. : Studies on the packaging and preservation of *Kimchi*, *J.Korea Agricultural Chemical Society*, 13(3), 207~219 (1970)
7. Joo, H.K, Jung, D.K. and Kim,N.D. : Change of composition during storage of ginseng drink product. *Hanguk Nonghwahak Hoechi*, 34(4), 339~343 (1991)
8. Park, Y.K., Kang, Y.H., Lee, B.W. and Seog,,H.M. : Changes of carotenoids of the pumpkin powder during storage, *J. Korean Soc. Food Sci.Nutr*, 26(1), 32~36 (1997)
9. Choi, Y.S., Kim, M.K. and Lee,K.H. : Quality variation of non-process fresh royal jelly in storage temperatures and periods, *Korean J. Apiculture*, 9(1), 1~4 (1994)

10. Hong, H.D., Kim, S.S., Kim, K.T. and Choi, H.D. : Quality changes of apple juice concentrates with different storage temperature, *Korean J. Food & Nutr*, 14(1), 28~33 (2001)
11. Lee, S.W and Hwangbo, S. : Changes on the quality of market milk on the storage conditions, *Korean J. Food Sci. Ani. Resour*, 21(2), 156~162 (2001)
12. Jang, K.W., Hur, J.K., Kim,S.K. and Baek,Y.J. : Effects of pasteurization and storage temperatures on the quality of orange juice, *Korean J. Food. Sci. Technol*, 28(1), 8~14 (1996)
13. Lee,,H.J., Suh, D.S., Shin,,Y.K., Goh,J .S. and Kwak, H.S. : Changes of quality in stirred yogurt during storage at various conditions of temperature and shaking, *Korean J. Food Sci. Technol*, 24(4), 353~360 (1992)
14. Cho, S.H., Lee, H.C., Suh,,I.W. and Kim,,J.U. : Efficacy of grapefruit seed extract in the preservation of satsuma mandarin, *Korean J. Food Sci. Technol*, 23(5), 614~618 (1991)
15. Hong, H.D., Kim,,S.S., Kim, K.T. and Choi,,H.D. : Change in quality of domestic apple juice concentrates during long-term storage, *Hanguk Nongwahhak Hoechi*, 42(3), 235~239 (1999)
16. Kim, H.D., Kim, W.I., Suh, J.K., Choi, J.U., Lee, M.J. and Kim,C.Y. : Effect of calcium spraying on storage quality of onion(*Allium Cepa* L.), *Korean J. Postharvest Sci. Technol*, 7(1), 19~22 (2000)
17. Suh, H.M., Ahn, J.J. and Kwak, H.S. : Effects of pectin and fruit juice concentrate on the viscosity of drink yogurt during sorage, *Korean J. Food Sci. Ani. Resour*, 17(3), 207~211 (1997)
18. Lee, J.E. and Lee, S.Y. : Effects of the types and concentrations of sugars on the physicochemical and sensory characteristics of soy milks during storage, *Korean J. Soc. Food Sci*, 13(1), 70~78 (1997)

제 3 절 참외를 이용한 잼 개발

1. 연구수행 방법

1) 재료

참외는 성주군에서 생산되는 참외를 이용하여 참외잼을 제조하는 시료로 사용하였으며, 펙틴(LM101), 구연산 및 과당을 잼을 제조하는 시료로 사용하였다.

2) 당도 측정

참외잼의 당함량은 hand refractometer(Model 507-1, Nippon Optical Works Co., Japan)를 사용하여 3회 반복하여 측정하였다.

3) pH 측정

pH는 pH meter로 측정하였다.

4) Softness 및 jelly strength

참외잼의 조직감은 Rheometer(RT-3010D, FUDOH, Japan)를 사용하였다.

5) 관능검사

관능적 품질평가는 경북과학대학 전통식품연구소 연구원 및 학생을 대상으로 동일한 참외잼을 5회 반복하여 관능검사를 행한 후 10명의 패널요원을 선발하여 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 실시하였다. 관능평가는 색상, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에 대한 9점채점법으로 실시하였으며 9점은 대단히 좋다, 1점 대단히 나쁘다로 나타내었다. 관능검사는 한 번에 3종류의 시료를 제시하여 균형 불완전블록계획법으로 실시하였다.

2. 연구수행 내용 및 결과

펙틴은 당과 산이 결합되면 단단한 결체조직인 젤리를 형성하는 것으로 알려져 있다. 펙틴이 물에 용해되면 점도가 큰 음전하의 교질용액을 형성하고, 여기에 당이 첨가되면 당이 용해되면서 펙틴 클로이드를 탈수시켜, 펙틴이 망상구조를 형성한다고 알려져 있다. 참외를 이용한 적절한 가공식품 개발의 일환으로 이러한 젤리화의 이론을 이용하여 참외잼을 제조하였다. 참외잼에서 중요한 인자로 작용하는 참외 페이스트(40, 45, 50, 55, 60 ml), 첨가당에 대한 과당의 비율(20, 35, 50, 65, 80%) 및 펙틴 함량(1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 g)을 달리하면서 참외잼을 제조하였다. 참외잼의 적절한 가공형태를 설정하기 위하여 참외 조직의 모양에 따른 참외잼을 제조하였다. 껍질과 함께 만든 페이스트(A), 껍질을 제거한 페이스트(B), A 페이스트에 세절(3cm×3cm×1cm)을 10% 첨가한 경우, B 페이스트에 세절(3cm×3cm×1cm)을 10% 첨가한 경우, A 페이스트에 큐빅(0.5cm×0.5cm×0.5cm)을 10% 첨가한 경우 그리고, B 페이스트에 큐빅(0.5cm×0.5cm×0.5cm)을 10% 첨가한 경우로 구분하여 참외잼을 제조하여 평가한 결과 껍질과 함께 만든 페이스트(A)가 가장 좋은 평가를 나타내었다. 따라서 본 실험에 사용된 참외의 가공형태는 껍질채 과쇄한 페이스트 상태를 이용하여 참외잼의 제조에 이용하였으며, 참외페이스트의 함량을 조절하면서 최적의 제조조건을 설정하고자 하였다. 본 실험을 위한 예비실험 결과, 페이스트 상태로 제조한 잼이 가장 높은 선호도를 보였기 때문에 참외잼을 페이스트 상태로 제조하고자 하였다. 이러한 참외잼의 최적 배합조건을 설정하기 위해 과당함량, 참외 페이스트 함량 및 펙틴 함량을 조절하면서 실험을 행하였다. 참외잼 제조에 사용된 참외는 중량이 250~350 g사이의 것을 이용하였으며, 기본 배합조건을 위한 실험을 행하였다. 구연산 함량을 일정하게 고정하기 위해 구연산 함량 설정 실험 결과 0.3 g이 가장 적합한 것으로 나타났으므로 구연산 함량을 0.3 g으로 고정하였다. 참외에 이용되는 당의 종류를 결정하기 위해서 설탕, 물엿, 과당 및 올리고당을 이용하여 참외잼을 제조한 결과 과당과 물엿이 관능적인 기호도가 높게 나타났다. 이에 과당 및 물엿의 최적 비함비율을 설정하고자 실험을 행하였다. 참외잼을 제조하기 위해 당첨가량을 60 g으로 고정한 후 과당의 첨가량 비율을 20, 35, 50, 65, 80%로 조절하면서, 참외의 함량을 40, 45, 50, 55, 60 ml로 조절하고 펙틴의 함량을 1, 2, 3, 4, 5 g으로 조절하면서 참외잼을 중심합성계획에 의해 제조하여 이화학적 특성과 관능적 특성을 조사한 결과 Table 1과 같은 결과를 얻었다. 당도의 경우 54.0~61.0. Brix를 나타내었으며, pH는 4.05~4.23의 값을

나타내었다. 젤리강도는 0.40~12.46 g·cm의 값을 나타내었다, 과당이 차지하는 비율, 참외 페이스트의 함량 및 펙틴의 함량에 따라 참외잼을 제조한 후 관능검사를 실시하였으며, 색상, 향, 조직감, 맛 및 전반적인 기호도에 대한 관능평가 결과 색상은 4.5~6.2의 값을, 향은 4.6~5.6의 값을, 조직감은 3.1~5.4의 값을, 전반적인 기호도는 4.2~5.9의 값을 나타내었다(Table 2). 참외잼의 이화학적 및 관능적 특성을 SAS프로그램을 통한 회귀분석 결과 Table 3과 같은 결과를 나타내었다. 당도에 대한 R²는 0.9214로 5% 이내의 유의수준에서 유의성을 나타내었으며, pH의 R²는 0.8360로 10% 이내의 유의성을 나타내었다. 물성측정기로 측정된 softness의 R²는 0.9329로 1% 이내의 유의성을 나타내었으며, 젤리강도의 R²는 0.9300으로 1% 이내의 유의성을 나타내었다. 참외잼의 관능검사 결과를 회귀분석한 결과 이화학적 품질검사에 비해 낮은 유의성을 나타내었으며, 낮은 R²를 나타내었는데, 이는 관능검사가 주관적인 기준에 의해 이루어지기 때문인 것으로 사료된다. 전반적인 기호도의 R²는 0.8122로 나타났다. 당도가 가장 높게 나타난 참외잼의 제조 조건은 첨가된 과당함량의 비율이 48.10%, 참외페이스트의 함량이 41.04 ml, 펙틴함량이 2.12 g일 때 61.48. Brix로 가장 높게 나타났다. pH가 가장 높게 나타난 참외잼 제조조건은 첨가된 과당함량이 42.78%, 참외페이스트의 함량이 51.42 ml, 펙틴함량이 2.43 g일 때 4.27로 가장 높게 나타났다. 물성 측정기를 이용하여 측정된 softness는 첨가된 과당의 함량이 79.46%, 참외 페이스트가 45.06 mL, 펙틴함량이 2.71 g일 때 었으며, 젤리강도가 가장 높게 나타난 조건은 첨가된 과당의 함량이 41.97%, 참외 페이스트가 46.66 ml, 펙틴함량이 4.81 g일 때 13.25로 나타났다. 색이 가장 높게 나타난 참외잼 제조 조건은 첨가된 과당함량이 58.32%, 참외페이스트 함량이 53.96 ml, 펙틴함량이 1.25 g일 때 었으며, 향이 가장 높게 나타난 조건은 첨가된 과당함량이 66.43%, 참외 페이스트 함량이 56.43 ml, 펙틴함량이 1.93 g 일 때로 나타났으며, 조직감의 경우는 첨가된 과당의 함량이 72.93%, 참외 페이스트함량이 54.49 ml, 펙틴함량이 3.31 g일 때였으며, 맛은 첨가된 과당이 76.22%, 참외페이스트가 51.51 ml, 펙틴함량이 3.92 g일 때 가장 높은 관능평점을 나타내었다.

Table 1. Experimental data on physiochemical properties of muskmelon jam under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Conditions			Physiochemical properties			
	Fructose ratio of added-sugar (%)	Musk-melon paste (ml)	Content of pectin (g)	Content of sugar (° Brix)	pH	Softness (cm/Kg)	Jelly strength (g · cm)
1	35	45	2.0	59.8	4.26	28.25	2.23
2	35	45	4.0	56.8	4.16	4.85	10.32
3	35	55	2.0	54.0	4.25	33.69	4.14
4	35	55	4.0	56.0	4.16	30.91	5.71
5	65	45	2.0	58.6	4.16	47.79	1.16
6	65	45	4.0	58.0	4.07	30.94	4.87
7	65	55	2.0	54.0	4.19	45.58	0.70
8	65	55	4.0	56.2	4.13	43.75	3.48
9	50	50	3.0	57.0	4.23	32.75	1.32
10	50	50	3.0	58.0	4.23	39.65	1.39
11	20	50	3.0	57.0	4.15	33.08	4.45
12	80	50	3.0	58.0	4.08	47.66	1.65
13	50	40	3.0	61.0	4.00	26.37	4.47
14	50	60	3.0	54.6	4.18	45.20	1.42
15	50	50	1.0	56.2	4.15	26.97	0.40
16	50	50	5.0	58.0	4.05	12.24	12.46

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

Table 2. Experimental data on organoleptic properties of muskmelon jam under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Conditions			Organoleptic properties				
	Fructose ratio of added-sugar (%)	Musk-me lon paste (ml)	Content of pectin (g)	Color	Flavor	Texture	Taste	Overall paratability
1	35	45	2.0	6.2	5.1	5.4	5.4	5.8
2	35	45	4.0	5.5	5.3	5.1	4.6	5.3
3	35	55	2.0	6.0	5.6	5.2	5.4	5.5
4	35	55	4.0	4.0	4.4	4.4	5.3	4.9
5	65	45	2.0	6.0	4.8	4.0	4.3	4.8
6	65	45	4.0	5.2	5.0	4.7	6.1	4.7
7	65	55	2.0	6.4	6.1	5.0	6.0	5.9
8	65	55	4.0	4.9	5.3	5.7	6.0	5.0
9	50	50	3.0	5.7	5.2	5.8	5.5	5.5
10	50	50	3.0	5.4	5.7	5.8	5.5	5.5
11	20	50	3.0	4.5	5.4	4.1	5.4	5.0
12	80	50	3.0	5.5	5.6	5.9	5.7	5.6
13	50	40	3.0	5.2	4.6	3.2	4.3	4.7
14	50	60	3.0	4.7	5.3	4.8	4.6	4.8
15	50	50	1.0	4.8	5.4	3.6	4.8	4.9
16	50	50	5.0	4.7	5.1	3.1	4.8	4.2

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

Table 3. Polynomial equations calculated by RSM program for muskmelon jam

Responses	Polynomial equations ¹⁾	R ²	Significance
Content of sugar (°Brix)	$Y_1=111.912500-0.072500X_1-1.224167X_2-9.970833X_3$ $+0.000333X_1X_2+0.003000X_2^2+0.021667X_1X_3$ $+0.195000X_2X_3-0.100000X_3^2$	0.9214	0.0105
pH	$Y_2=0.667847+0.001694X_1+0.134167X_2+0.0094583X_3$ $-0.000128X_1^2+0.000167X_1X_2-0.001400X_2^2$ $+0.000333X_1X_3+0.001000X_2X_3-0.032500X_3^2$	0.8360	0.0751
Softness (cm/Kg)	$Y_3=-0.522083+1.505500X_1+0.480667X_2-27.427500X_3$ $+0.004633X_1^2-0.034833X_1X_2-0.004150X_2^2$ $+0.062500X_1X_3+0.891000X_2X_3-4.148750X_3^2$	0.9329	0.0068
Jelly strength (g · cm)	$Y_4=32.001250-0.254042X_1-1.235208X_2+5.537708X_3$ $+0.001883X_1^2+0.001417X_1X_2+0.015900X_2^2$ $-0.026417X_1X_3-0.186250X_2X_3+1.268750X_3^2$	0.9300	0.0076
Color	$Y_5=-8.592361-0.087222X_1+0.567500X_2+2.333333X_3$ $-0.000611X_1^2+0.003000X_1X_2-0.006000X_2^2$ $+0.003333X_1X_3-0.050000X_2X_3-0.075000X_3^2$	0.8281	0.0846
Flavor	$Y_6=-9.034028-0.177222X_1+0.545833X_2+2.995833X_3$ $+0.00055556X_1^2+0.003333X_1X_2-0.005000X_2^2$ $+0.003333X_1X_3-0.060000X_2X_3-0.050000X_3^2$	0.9065	0.0170
Texture	$Y_7=-36.561806-0.203194X_1+1.649583X_2+3.214583X_3$ $-0.000889X_1^2+0.004833X_1X_2-0.018000X_2^2$ $+0.020833X_1X_3-0.012500X_2X_3-0.612500X_3^2$	0.8275	0.0854
Taste	$Y_8=-21.490278-0.138472X_1+1.093750X_2+1.356250X_3$ $+0.000055556X_1^2+0.001500X_1X_2-0.010500X_2^2$ $+0.022500X_1X_3-0.027500X_2X_3-0.17500X_3^2$	0.7207	0.2620
Overall palatability	$Y_9=-10.263889-0.154861X_1+0.653750X_2+2.289583X_3$ $-0.000222X_1^2+0.003500X_1X_2-0.007500X_2^2$ $+0.000833X_1X_3-0.022500X_2X_3-0.237500X_3^2$	0.8122	0.1053

¹⁾ X₁ : content of sugar (%)
X₂ : content of muskmelon paste (mL)
X₃ : content of pectin (g)

Table 4. Predicted level of optimum preparation conditions for the maximized and minimumed physicochemical and organoleptic properties of muskmelon jam by the ridge analysis of their response surface.

Organoleptic properties	Conditions								Morphology
	Fructose ratio of added-sugar (%)		Musk-melon paste (ml)		Content of pectin (g)		Estimated response		
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	
Content of sugar (°Brix)	48.10	52.06	41.04	57.79	2.12	1.75	61.48	52.36	Saddle point
pH	42.78	63.72	51.42	42.75	2.43	4.03	4.27	4.00	Maximum
Softness (cm/Kg)	79.46	40.52	48.75	45.06	2.71	4.62	53.36	0.36	Saddle point
Jelly strength (g·cm)	41.97	63.00	46.66	47.80	4.81	1.99	13.25	0.04	Minimum
Color	58.32	35.79	53.96	56.41	1.25	4.21	6.51	3.60	Saddle point
Flavor	66.43	59.62	56.43	41.49	1.93	2.17	6.30	4.18	Saddle point
Texture	72.93	37.38	54.49	51.46	3.31	4.79	6.24	311	Maximum
Taste	76.22	57.61	51.51	41.97	3.92	1.92	6.45	3.99	Saddle point
Overall palatability	73.19	42.97	55.65	54.51	2.42	4.72	5.89	4.11	Saddle point

Table 5. Analysis of variables for regression model of dependent variables in preparation conditions for concentration of muskmelon jam

Conditions	F-Ratio		
	Fructose ratio of added-sugar (%)	Musk-melon paste (ml)	Content of pectin (g)
Content of sugar (°Brix)	0.39	16.68***	3.29*
pH	2.88	3.71*	3.97*
Softness (cm/Kg)	6.98	6.11**	7.86**
Jelly strength (g·cm)	2.92	2.02	16.45***
Color	1.59	2.20	5.03**
Flavor	3.67*	11.33***	6.48**
Texture	2.04	3.72*	4.65**
Taste	1.36	1.91	1.63
Overall palatability	1.44	3.07	4.29*

* : Significant at 10% level, ** : Significant at 5% level, *** : Significant at 1% level

당도에 가장 많은 영향을 미치는 조건은 참외 페이스트의 함량인 것으로 나타났으며, 펙틴함량이 그 다음으로 영향을 미쳤으며, 첨가된 과당의 함량이 가장 영향이 낮은 것으로 나타났다. pH도 참외 페이스트의 함량, 펙틴함량 및 첨가된 과당의 순으로 영향도가 높게 나타났다. Softness에 가장 많은 영향을 주는 것은 펙틴함량이었으며, 첨가된 과당의 함량이 영향을 주는 2번째 요인으로 나타났으며, 가장 영향을 미치지 않는 것은 참외 페이스트의 함량이었다. jelly strength에도 가장 많은 영향을 미치는 것이 펙틴함량이었으며, 그 다음으로 첨가된 과당의 함량이었고, 가장 작은 영향을 주는 것이 참외 페이스트 함량이었다. 관능적인 색상에 가장 많은 영향을 주는 것은 펙틴함량이었으며, 그 다음으로 참외 페이스트함량이 색상에 많은 영향을 주었으며, 첨가된 과당의 함량이 관능적인 색상에 영향을 가장 적게 주었다. 향에 가장 많은 영향을 주는 실험조건을 참외 페이스트 함량으로 나타났으며, 그 다음으로 펙틴, 첨가된 과당 함량의 순으로 나타났다. 조직감에 가장 많은 영향을 주는 것은 펙틴함량이었으며, 그 다음으로 참외 페이스트 함량, 그 다음으로 첨가된 과당의 함량순으로 나타났다. 맛에 있어서는 참외 페이스트 함량이 가장 많은 영향을 주었으며, 그 다음으로 펙틴함량, 그 다음으로 첨가된 과당의 함량 순으로 나타났다. 전반적인 기호도에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 펙틴함량이었으며, 그 다음으로 참외 페이스트 함량, 그 다음으로 첨가된 과당의 함량이 영향을 미치는 요인으로 나타났다. Fig. 1은 당도를 Mathematica프로그램을 이용하여 4차원 반응표면으로 분석한 결과로서 참외 페이스트 함량이 감소함에 따라 당도가 증가하는 경향이 나타났으며, pH는 참외 페이스트, 첨가된 과당의 함량 및 펙틴함량에 따른 pH의 변화를 나타낸 것이다. Softness는 첨가된 과당의 함량이 많을수록 softness는 증가하는 경향을 나타내었다. 젤리강도는 펙틴함량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 관능적인 색상의 경우 펙틴함량이 2-3 g 사이일 때 높은 관능적 색상을 나타내었으며, 참외 페이스트 함량이 높을수록, 첨가된 과당의 함량이 낮을수록 높은 관능적인 색상을 나타내었다. 관능적인 향은 첨가된 과당의 함량이 높고 참외 페이스트 함량이 높을수록 좋은 관능평점을 나타내는 것으로 나타났다. 첨가된 과당함량, 펙틴 함량 및 참외 페이스트 함량에 따른 관능적인 조직감은 참외 페이스트의 함량이 50~45mL 일 때, 펙틴함량이 2~3 g일 때 높은 관능평점을 나타내었으며, 첨가된 과당함량에는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 관능적인 맛은 첨가된 과당의 함량이 많을수록, 펙틴의 함량이 낮을수록 관능적인 맛은 높은 값을 나타내었다. 전반적인 기호도는 펙틴함량이 2-4g일 때, 참외 페이스트 함량이 많을수록 전반적인 기호도의 관능평점이 높게 나타났으며, 첨가된 과당의 함량이 높을수록 전반적인 기호도의 관능평점이 높게 나타났다.

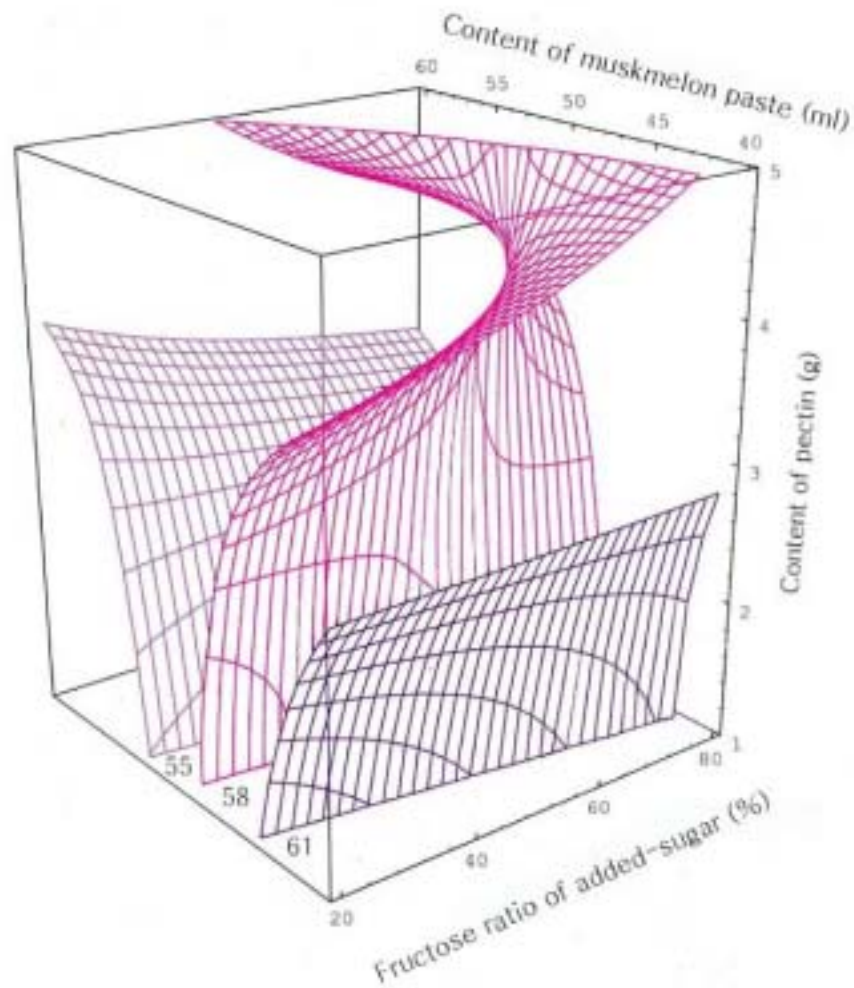


Fig. 1. Response surface for sugar in muskmelon jam at constant values (sugar : 55-58-61 °Brix) as a function of content of muskmelon paste(ml), fructose ratio of added-sugar(%) and content of pectin (g)

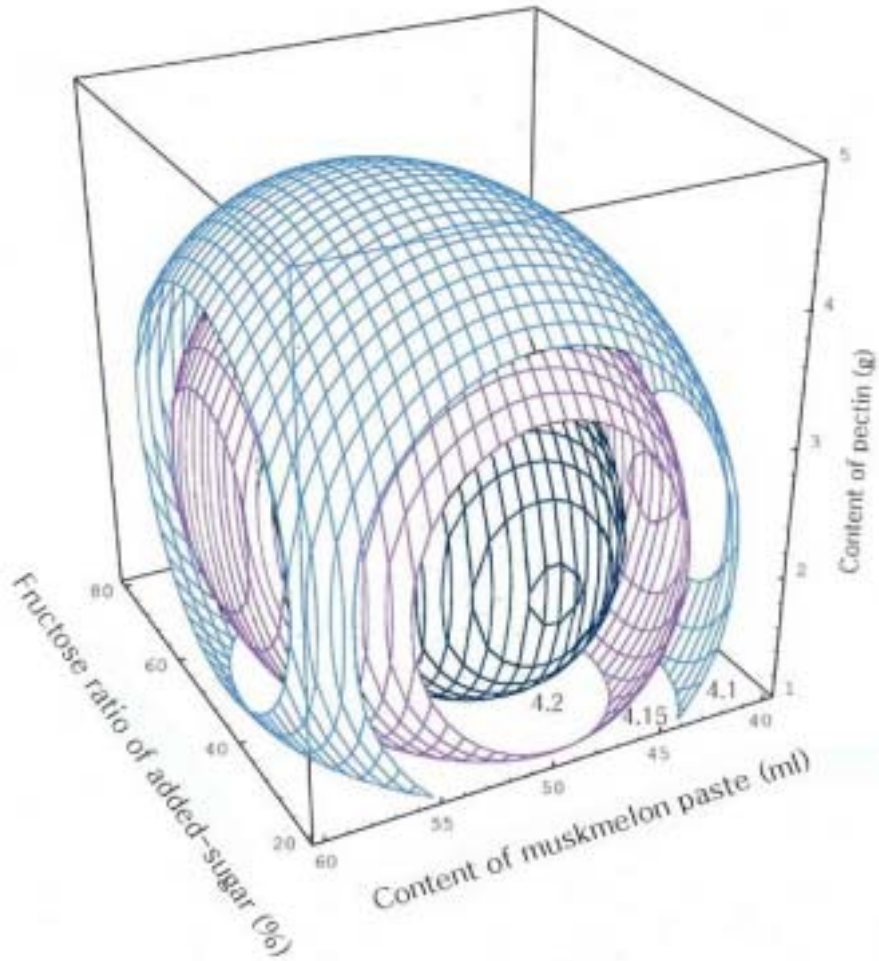


Fig. 2. Response surface for pH in muskmelon jam at constant values (pH : 4.10-4.15-4.20) as a function of content of muskmelon paste(ml), fructose ratio of added-sugar(%) and content of pectin (g)

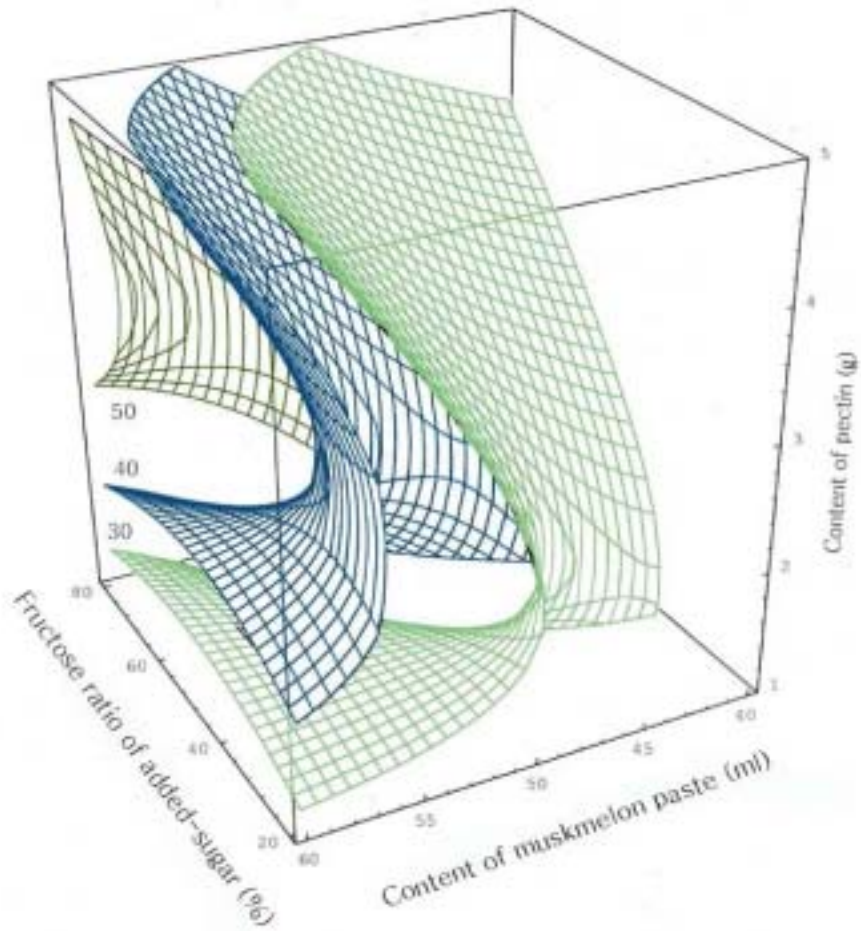


Fig. 3. Response surface for softness in muskmelon jam at constant values (softness : 30-40-50 cm/Kg) as a function of content of muskmelon paste(ml), fructose ratio of added-sugar(%) and content of pectin (g)

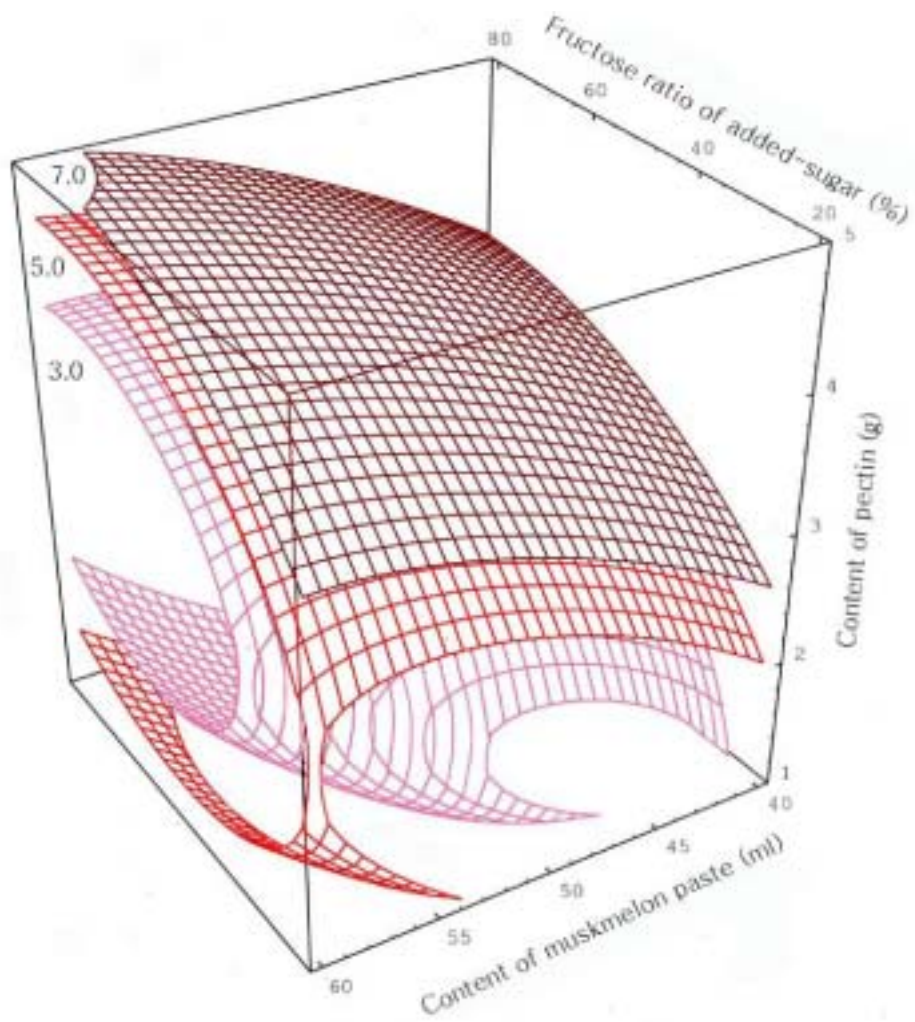


Fig. 4. Response surface for jelly strength in muskmelon jam at constant values (jelly strength : 3.0-5.0-7.0 g · cm) as a function of content of muskmelon paste(ml), fructose ratio of added-sugar(%) and content of pectin (g)

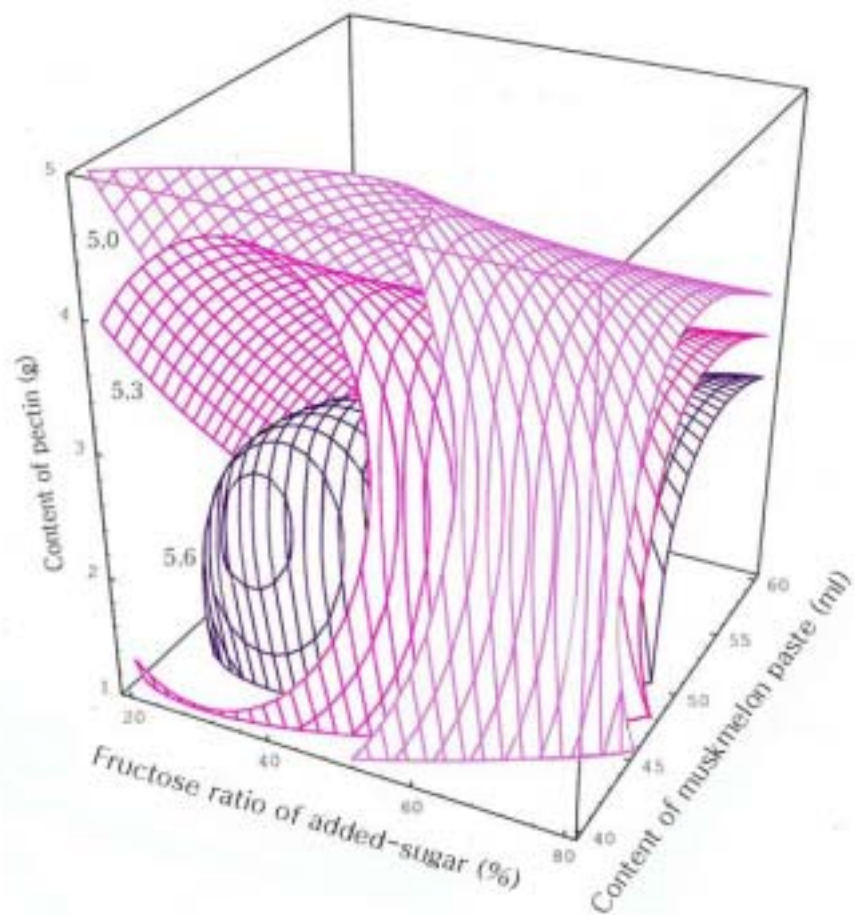


Fig. 5. Response surface for organoleptic color in muskmelon jam at constant values (sensory score : 5.0-5.3-5.6) as a function of content of muskmelon paste(ml), fructose ratio of added-sugar(%) and content of pectin (g)

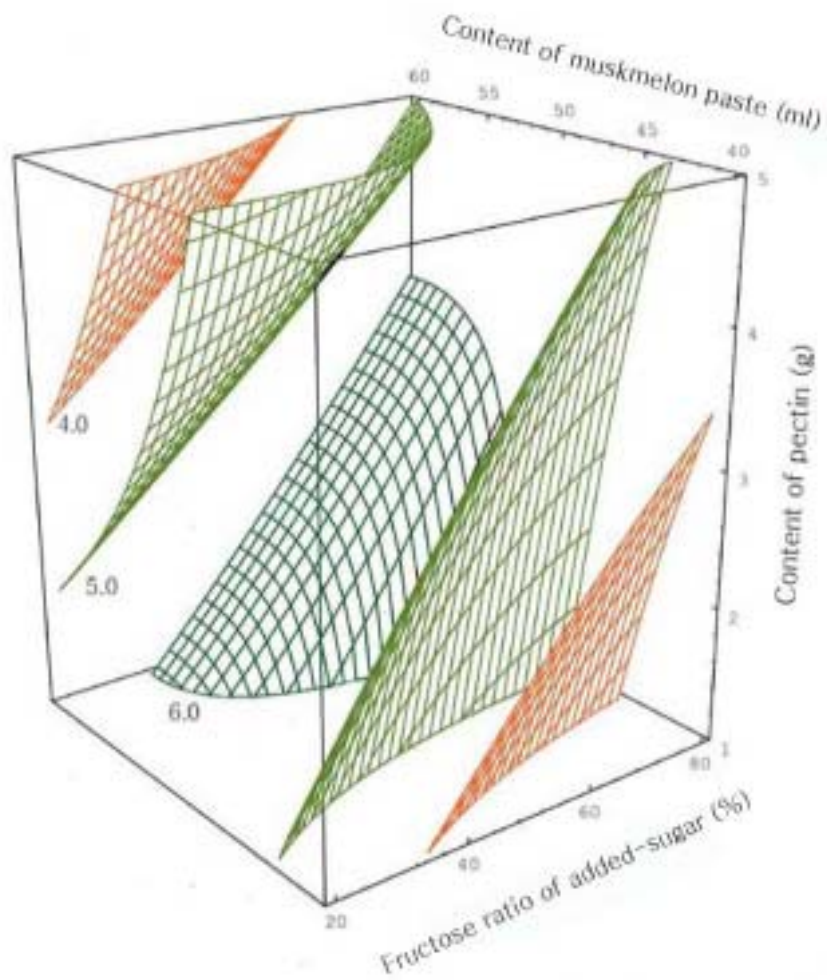


Fig. 6. Response surface for organoleptic flavor in muskmelon jam at constant values (sensory score : 4.0-5.0-6.0) as a function of content of muskmelon paste(ml), fructose ratio of added-sugar(%) and content of pectin (g)

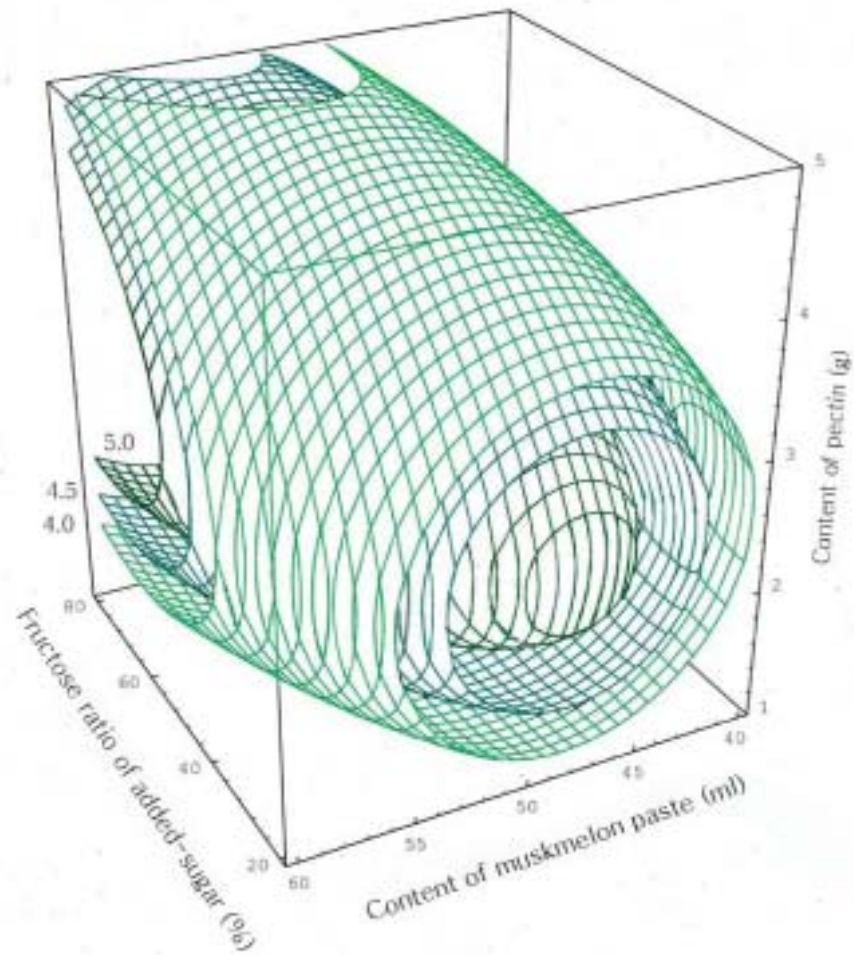


Fig. 7. Response surface for organoleptic texture in muskmelon jam at constant values (sensory score : 4.0-4.5-5.0) as a function of content of muskmelon paste(ml), fructose ratio of added-sugar(%) and content of pectin (g)

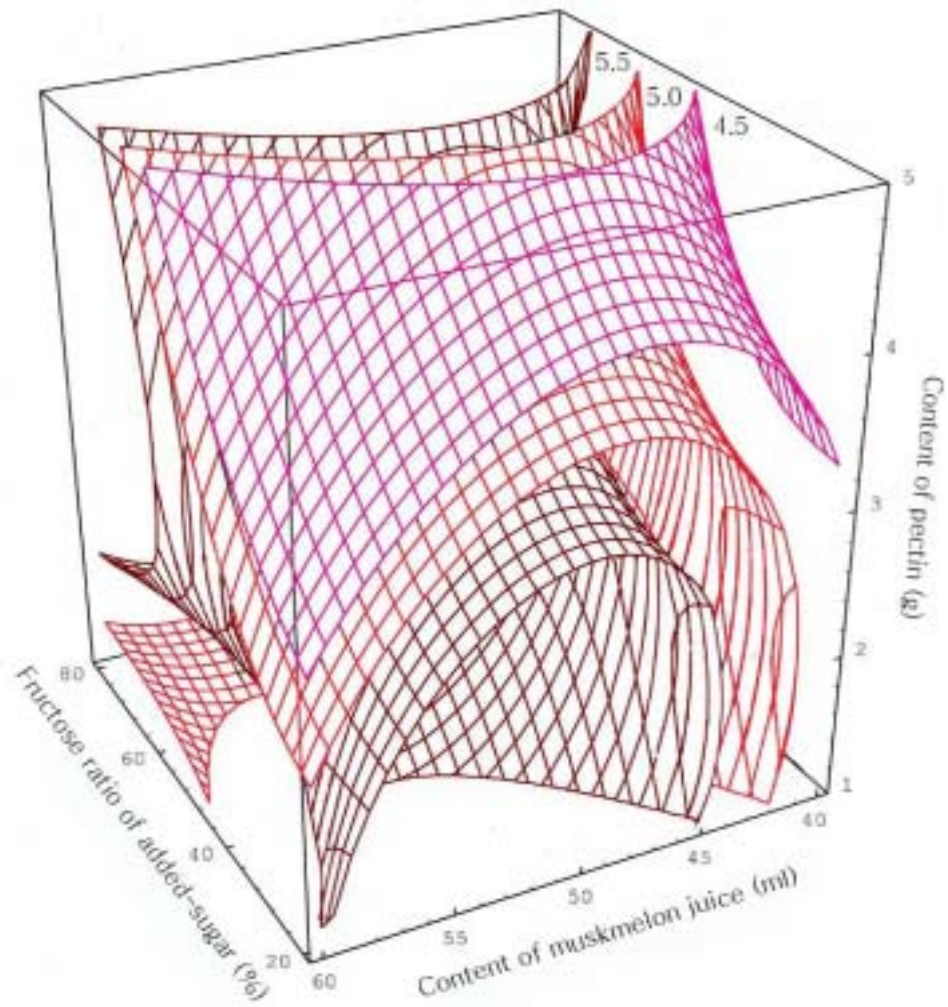


Fig. 8. Response surface for organoleptic taste in muskmelon jam at constant values (sensory score : 4.5-5.0-5.5) as a function of content of muskmelon paste(ml), fructose ratio of added-sugar(%) and content of pectin (g)

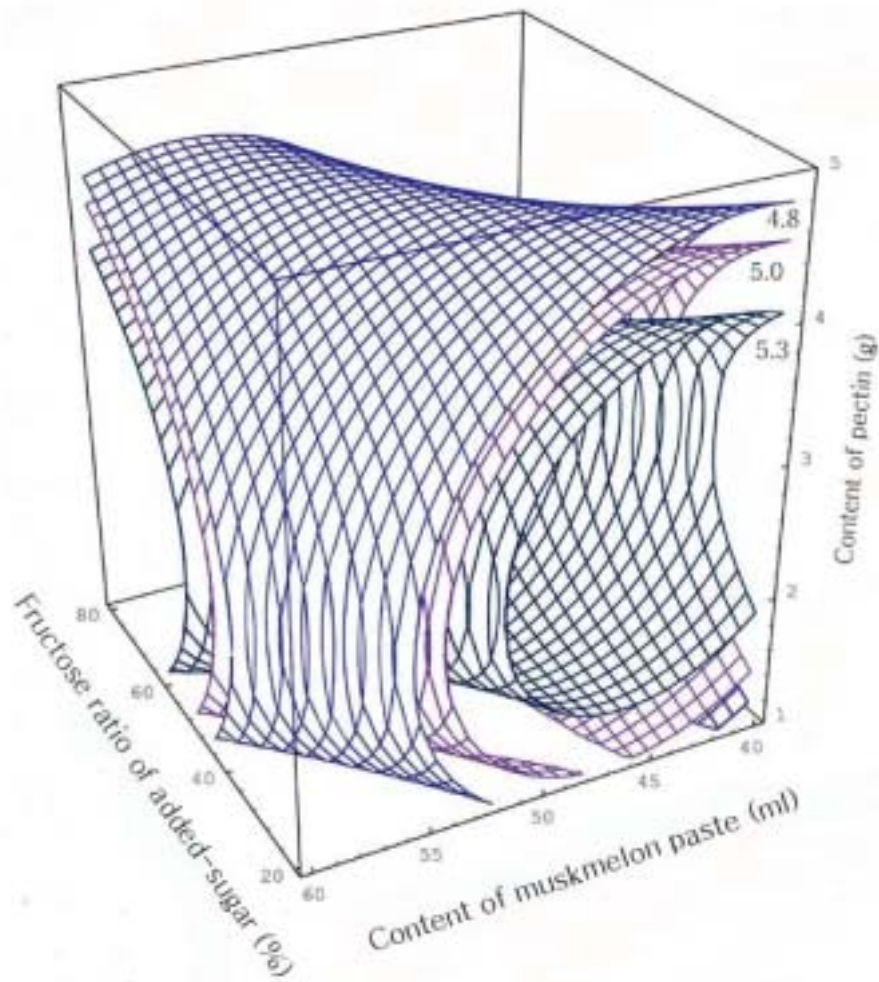


Fig. 9. Response surface for overall palatability in muskmelon jam at constant values (sensory score : 4.8-5.0-5.3) as a function of content of muskmelon paste(ml), fructose ratio of added-sugar(%) and content of pectin (g)



Fig. 10. Photography of muskmelon jam

3. 요약

참외를 이용한 적절한 가공식품 개발의 일환으로 참외잼을 제조하였으며, 참외잼에서 중요한 인자로 작용하는 참외 페이스트 함량(40, 45, 50, 55, 60 ml), 첨가당에 대한 과당의 비율(20, 35, 50, 65, 80%) 및 펙틴함량(1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 g)을 달리하면서 참외잼을 제조하였다. 당도가 가장 높게 나타난 참외잼 제조조건은 첨가된 과당함량의 비율이 48.10%, 참외페이스트의 함량이 41.04 ml 및 펙틴함량이 2.12 g일 때 61.48 °Brix로 가장 높게 나타났다. Softness는 첨가된 과당의 함량이 79.46%, 참외 페이스트가 45.06 ml 및 펙틴함량이 2.71 g일 때 였으며, 젤리강도가 가장 높게 나타난 조건은 첨가된 과당의 함량이 41.97%, 참외 페이스트가 46.66 ml 및 펙틴함량이 4.81 g일 때 13.25 g·cm로 나타났다. 색상에 대한 관능점수가 가장 높게 나타난 참외잼 제조조건은 첨가된 과당함량이 58.32%, 참외 페이스트가 53.96 ml 및 펙틴함량이 1.25 g일 때 였으며, 향에 대한 관능검사가 가장 높게 나타난 조건은 첨가된 과당함량이 66.43%, 참외 페이스트가 56.43 ml 및 펙틴함량이 1.93 g일때로 나타났으며, 조직감의 경우는 첨가된 과당의 함량이 72.93%, 참외 페이스트 함량이 54.49 ml 및 펙틴함량이

3.31 g일 때 였으며, 맛은 첨가된 과당이 76.22%, 참외페이스트 함량이 51.51 ml 및 펙틴함량이 3.92 g일 때 가장 높은 관능평점을 나타내었다. 관능검사 결과 전반적인 기호도에 대한 관능검수가 가장 높은 조건은 첨가당에 대한 과당의 비율이 73.19%, 참외페이스트 함량이 55.65 ml 및 펙틴함량이 2.42 g일 때 5.89의 값을 나타내었다.

4. 참고문헌

1. Park, W. K., You, Y. H. and Hyun, J. S. : Study on the manufacture of jam with Korean persimmon, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 4(1), 25-29 (1975)
2. Park, S. J., Lee, J. H., Rhim, J. H., Kwon, K. S., Jang, H. G. and Yu, M. Y. : The Change of Anthocyanin and Spreadmeter Value of Strawberry Jam by Heating and Preservation, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26(4), 365-369 (1975)
3. Hou, W. N. and Kim, M. H. : Processing of Low Sugar Jams from Fig Pulp Treated with Pectinesterase, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30(1), 365-369 (1975)
4. Kim, B. J. and Kim, I. S. : Study on the Sensory Quality Characterization of Strawberry Jam by Cooking Method, *J. Korean Home Economics Association*, 27(3), 71-78 (1989)
5. Yoo, K. C., Song, Y. N., Jeong, C. S. and Sin, G. Y. : Varietal Differences in Sugar Accumulation and Kind of Sugars in *Cucumis melo* L, *J. Kor. Hort. Sci.*, 30(1), 1-6 (1989)
6. Yoo, K. C., Song, Y. N., Jeong, C. S. and Sin, G. Y. : Studies on the Sugar Accumulation in F1 Hybrids Oriental Melon(*Cucumis melo* L.), *J. Kor. Hort. Sci.*, 30(4), 257-261 (1989)
7. Park, J. Y. and Chung, H. D. : Effect of Several Rootstocks on Plant Growth, Fruit Quality and Yield in Oriental Melon(*Cucumis melo* L.), *J. Kor. Hort. Sci.*, 30(4), 262-270 (1989)
8. Sin, G. Y., Jeong, C. S. and Yoo, K. C. : Effects of Temperature, Light Intensity and Fruit Setting position on Sugar Accumulation and Fermentation in Oriental Melon, *J. Kor. Hort. Sci.*, 32(4), 440-446 (1991)
9. Hwang, Y. S. and Lee, J. C. : Physiological Characteristics of Abnormal Fermentation in Melon, *J. Kor. Hort. Sci.*, 34(5), 339-343 (1993)

10. Kim, S. K., Park, H. B., Kim, Y. H., Kim, D. Y. and Kim, M. K. : Volatile Flavor Components of Oriental Melon, *J. Kor. Hort. Sci.*, 38(1), 33-38 (1997)
11. Shin, D. H., Koo, Y. J., Kim, C. O., Min, B. Y. and Suh, K. B. : Studies on the Production of Watermelon and Cantaloupe Melonjuice, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 10(2), 215-223 (1978)
12. Cha, S. K., Chun, H. I., Hong, S. S., Kim, W. J. and Koo, Y. J. : Manufacture of Fermented Cantaloupe Melon with Lactic Starter Culture, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25(4), 386-390 (1993)
13. Kim, J. G., Jeong, S. T., Jang, H. S. and Kim, Y. B. : Quality Properties of Dried Melon with Different Pretreatments, *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol Agri. Products*, 4(2), 147-153 (1997)
14. Kim, J. G., Jeong, S. T., Jang, H. S. and Kim, Y. B. : Drying Suitability of Abnormally Fermented 'Keumssaragi' Oriental Melon, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 39(2), 175-179 (1998)
15. Kim, S. E., Jung, K. H. and Lee, J. M. : Contents of Mineral Elements and Cytokinins in Xylom Sup of Two Oriental Melon Cultivars Affected by Rootstocks, *J. Kor. Hort. Sci.*, 17(6), 742-746 (1999)

제 4 절 참외를 이용한 피클 개발

1. 연구수행 방법

가. 참외 피클용 최적 속도 결정을 위한 연구

1) 재료

본 실험에서 사용한 참외는 성주군에서 재배되는 비닐하우스에서 수정한 후 15, 18, 21, 24, 27 및 30일 경과되어 성장한 미숙과 및 완숙과를 이용하여 실험하였다.

2) 절입 방법

수정 후 15, 18, 21, 24, 27 및 30일째의 미숙 및 완숙 참외를 수확하여 20℃에서 15일간 10, 15, 20%의 소금물에서 염장을 하면서 염장 참외의 품질 특성을 조사하였다.

3) pH

pH는 절입한 참외조직을 마쇄하여 부직포로 여과한 후 pH meter(691 pH meter, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

4) 물성

참외의 염장기간에 따른 경도의 변화는 참외를 가로 25mm, 세로 25mm, 높이 15mm 로 절단하여 Rheometer(RT-3010D, FUDOH)로 jelly strength, softness, hardness 측정하였으며, adapter는 0410 Viscosity를 사용하였다.

5) 색도

참외의 표면을 색차계(Chroma Meter CR-300)로 L, a, b 값을 측정하였다.

6) 탁도

참외의 염장 중 용액의 탁도는 참외를 절입한 소금용액을 UV-spectrophotometer(UV-1601 PC, Shimadzu Co., Japan)를 사용하여 660nm에서 흡광도를 측정하였다.

7) 젖산균

담금액 1ml를 취하여 0.85% 생리식염수로 단계적으로 희석한 후 젖산균 분리용 배지 MRS 배지(Merck, Germany)에 pouring culture method로 접종하였다. 접종한 배지를 37℃ incubator에서 48~72시간 배양하여 형성된 집락을 colony counter로 측정하였다.

나. 소금의 종류에 따른 참외절임 특성 연구

1) 재료

참외는 성주군에서 6월 중순에 생산된 것으로 중량이 350 g 내외의 것을 구입하여 원료로 사용하였다. 절임에 쓰인 소금은 천일염(대한염업(주)), 정제염(우일염업(주)) 및 해양심층수염(久米海洋深層水開發, 日本)을 사용하였다.

2) 절임방법

참외는 세척하여 물기를 닦은 후 반으로 잘라 속을 제거한 후 세로로 8등분하여 길이가 8 cm가 되도록 절단하여 사용하였다(Fig. 1). 정제수에 해양심층수염, 천일염 및 정제염을 15%(w/w)의 농도가 되도록 조제하여 참외 원료 g 당 1.5배의 염수를 가한 후 25℃의 항온기에 넣어 절이면서 절임 특성을 조사하였다.

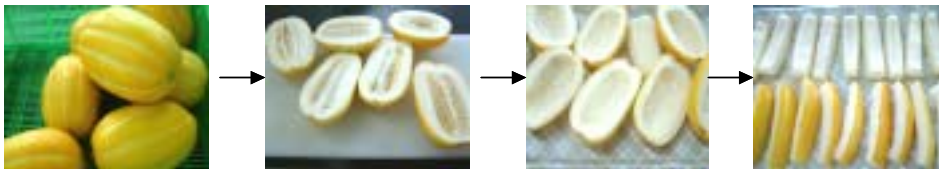


Fig. 1. Cutting process of muskmelon.

3) 무기질 분석

해양심층수염, 천일염 및 정제염의 무기질은 유도결합플라즈마 분광분석법(inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry, ICP-AES)에 의해 분석하였다. 본 실험에 사용된 ICP-AES는 KBSI(대구분소)에서 보유한 Perkin Elmer의 Optima 4300DV ICP-OES를 사용하였으며, 실험조건은 Table 1 및 무기물 분석에 사용된 파장은 Table 2에 정리하였다. 소금은 20 mesh의 seive로 입자의 크기로 고르게 한 다음 무기질 분석 시료로 사용하였다.

Table 1. Operating parameters for ICP-AES

Model	Optima 4300 DV, Perkin-Elmer, U.S.A
Frequency	40MHz, free-running
Power	1300W
Plasma gas flows	20 L/min
Auxiliary gas flows	1.0 L/min
Nebulizer gas flows	0.5 L/min
Sample uptake rate	2 mL/min

Table 2. Wavelength of each element used in ICP-AES

Element	Wavelength(nm)	Element	Wavelength(nm)
Ca	317.9	K	766.4
Mg	279.0	Sr	407.7
Mn	257.6	S	181.9

4) 중량변화 및 수축률

절임염수 중에 잠겨져 있는 참외를 꺼내어 채반에 넣고 물기를 제거한 뒤, 마른 거즈로 여분의 물기를 제거한 다음 무게를 측정하였다. 참외의 수축률은 세로의 길이를 측정하여 cm로 나타내어 초기 원료의 길이와 비교하였다.

5) 염도 및 pH 변화

물기를 제거한 참외를 마쇄기로 갈아 거즈로 짜서 얻은 액의 염도를 염도계 (Model N-28E, Salt 0-28%, ATAGO, Japan)를 사용하여 측정하였고(8), pH는 pH meter(691 pH meter, Metrohm, Swiss)를 사용하여 측정하였다.

6) 절임염수의 탁도

탁도 측정을 위하여 여과지(No.1, Whatman, England)로 여과한 절임염수를 UV-spectrophotometer(UV-1001PC, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 색의 영향을 적게 받으면서 빛의 분산에 의해 흡광도의 차이를 주는 660 nm에서 측정하였다.

7) 고형분 함량

각각의 소금에 절임된 참외를 발효기간에 따라 취한 후 105℃에서 증발 건조시킨 다음 그 무게를 측정하였으며, 시료량에 대한 백분율로써 고형물 함량을 나타내었다.

8) 칼슘함량

참외의 칼슘함량은 EDTA적정법으로 측정하였다.

9) 조직감

참외의 조직감은 Rheometer(RT-3010D, FUDOH, Japan)를 사용하였다. 참외는 가로×세로×높이를 3.0×3.0×2.0 cm의 크기로 절단하여 사용하였으며, Rheometer의 prove가 1.0 cm되는 지점까지 들어가면서 받는 힘을 측정하여 hardness와 softness 두 가지로 나타내었다. prove의 직경은 1.5 cm인 stainless steel로 끝이 뾰족한 것을 사용하였으며, 각 시료는 10번 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

10) 관능검사

절임 과정 중 일정 간격으로 참외의 관능적인 색상, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에 대해 관능적인 품질평가를 실시하였다. 본 실험에 흥미가 있고 차이식별 능력이 있는 관능검사요원 10명을 선정하여 관능적 품질의 평가 척도는 5점 채점법(5점 : 아주 좋다, 4점 : 좋다, 3점 : 보통이다, 2점 : 조금 나쁘다, 1점 : 아주 나쁘다)으로 하였다. 관능검사 결과는 ANOVA를 이용하여 5% 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

다. 참외피클의 조미조건 설정

15% 절임된 참외무게의 5배의 냉수를 첨가하여 24시간 동안 탈염한 참외를 이용하여, 다양한 식품첨가물을 이용하여 참외조미액을 제조하였다.

2. 연구수행 내용 및 결과

가. 참외 피클용 최적 속도 결정을 위한 연구

1) 참외의 속도별 특성

참외피클을 제조하기 위해 가장 적합한 성장일수를 알아보기 위해 참외꽃의 수정 후 미숙과에서 성숙과에 이르기까지 일정기간 동안 채취하면서 참외피클 제조적성 최적기를 살펴보았다. Fig. 2는 참외꽃에 수정하기 전에 암그루의 꽃대를 나타낸 것이다. 일반적으로 수정 후 15일이 지나면 성숙과와 유사한 과육의 크기로 만들어지나 생과로 섭취하기에는 부적합한 과육의 특성을 나타낸다. 15일 성숙한 꽃에 대한 Fig. 3에 나타내었다. 18일 이후에는 과육의 크기가 15일에 비해 좀 더 성장하는 경향을 나타내었으나, 과육에 있어서는 미숙의 맛을 나타내었다. 수정 후 21일째는 과육 크기의 변화는 거의 없었으나 참외 자체 과실의 특유의 색을 나타내었으며, 24일 이후에는 완전 참외의 향과 맛, 색을 가지는 과육이 형성되었다. 미숙과에서 성숙과에 이르기 까지 과실을 가지고 참외피클을 제조한 결과 미숙과는 맛과 향이 부족하여 피클을 담기에 부족한 특성을 나타내었으며, 수정 후 24일이 지나 참외의 맛과 향이 있는 참외피클이 우수한 품질특성을 나타내었다.



Fig. 2. Muskmelon flower



Fig. 3. 15th day after pollination



Fig. 4. 18th day after pollination



Fig. 5. 21th day after pollination



Fig. 6. 24th day after pollination

2) 참외의 속도별, 염장농도별 품질변화

소금물의 농도를 10%, 15%, 20%의 정제염을 가지고 절임하면서 5일 간격으로 품질검사를 실시하였다. 중량의 변화는 Fig. 7에 나타난 것처럼 각각의 소금물 농도에 서 시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 5일 이후에 중량의 변화가 가장 크게 나타났으며, 그 이후로는 완만한 곡선을 이루면서 감소하는 경향을 나타내었다. 절임일수가 증가함에 따라 소금에 의한 삼투압현상에 의해 참외조직에 있는 수분과 고형분이 용출됨으로 인해 중량이 변화하는 현상을 관찰할 수 있었다. 초기중량에서 쉽게 알 수 있듯이 참외꽃의 수정 후 15, 18, 21, 24, 27, 30일 성장함에 따라서 중량이 증가하는 경향을 나타내었다. 소금물의 농도에 따른 중량의 차이는 유의적으로 나타나지 않았다. 각각의 소금물에 속도별로 성장한 참외과육의 염도가 절임일수가 증가함에 따라 변화되는 양상을 살펴본 결과 Fig. 8과 같은 결과를 나타내었다. 염도도 중량과 같이 염장 5일째 큰 폭으로 변화하는 경향을 나타내었으며, 5일이 지난 후에 염장의 폭이 가장 크게 증가함으로 10, 15, 20% 소금액에서 모두 확인할 수 있다. 성숙과일수록 미숙과에 비해 더 높은 염도를 가지는 염장이 이루어짐을 알 수 있으며, 성숙한 과실이 염도의 상승도 크므로 적절한 절임을 하기 위해서는 성숙한 참외가 적합함을 알 수 있다.

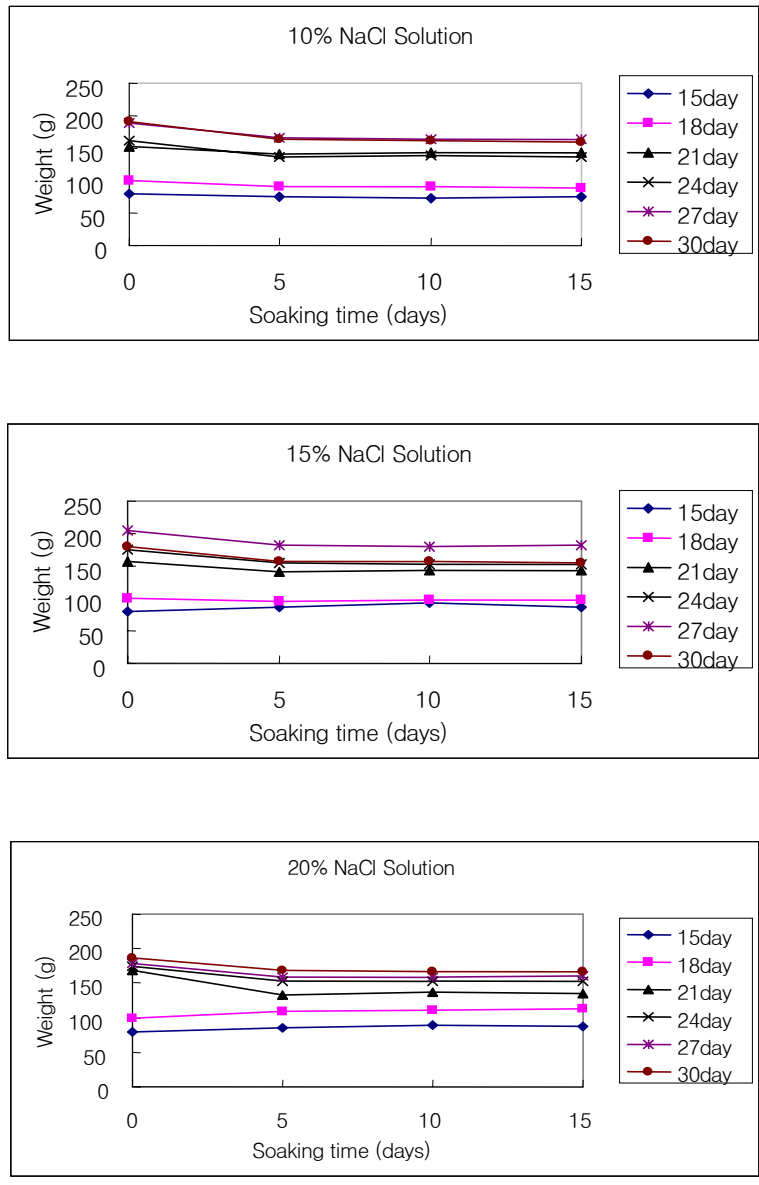


Fig. 7. Changes in weights of pickle during the soaking at 20°C.

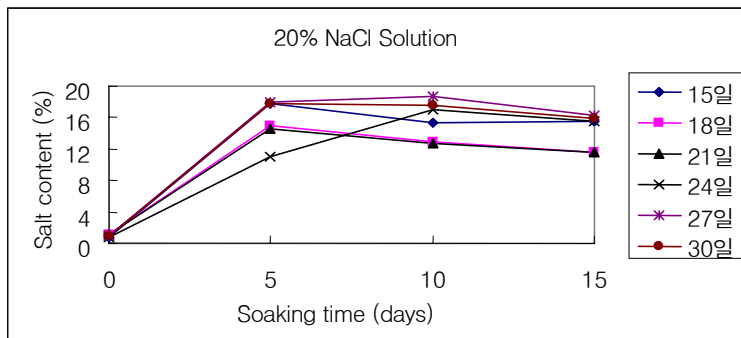
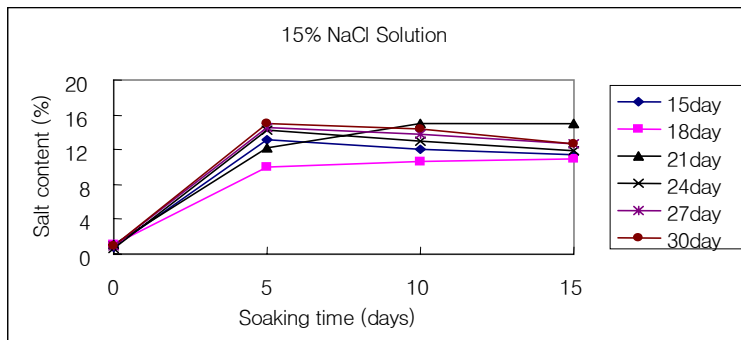
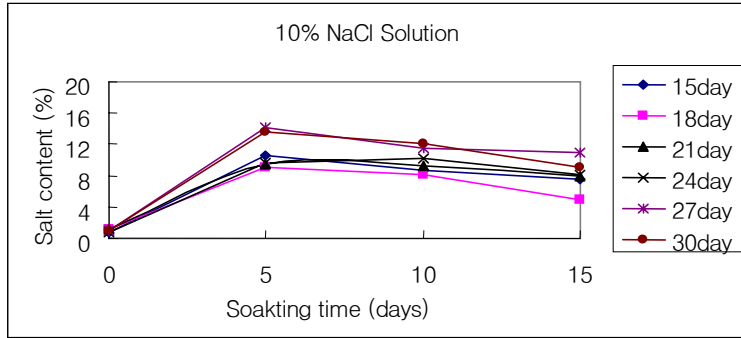


Fig. 8. Changes in salt content of pickle during the soaking at 20°C.

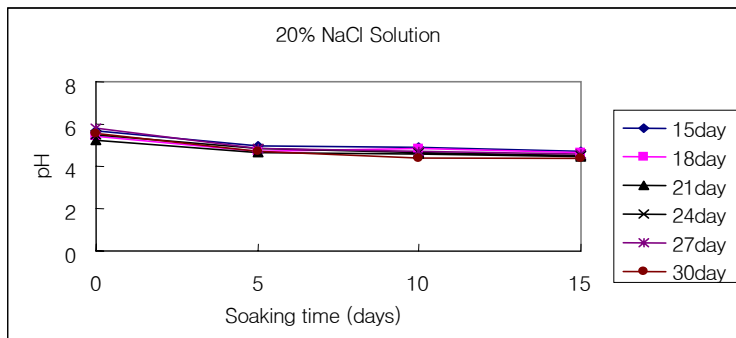
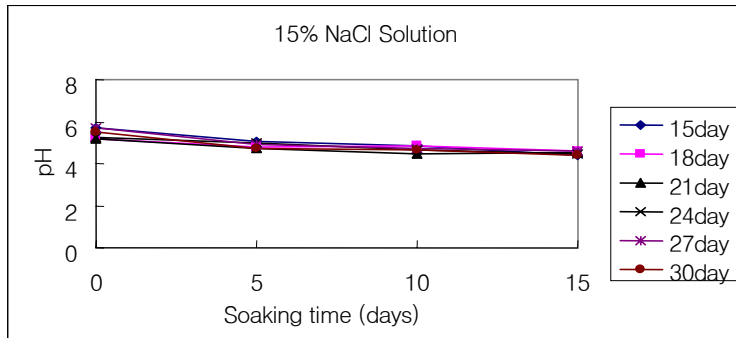
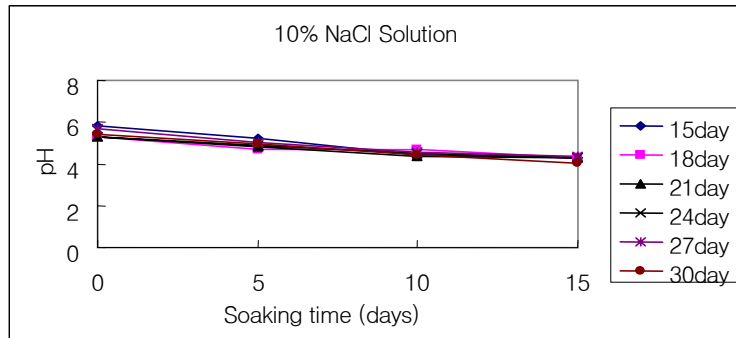


Fig. 9. Changes in pH of pickle during the soaking at 20°C.

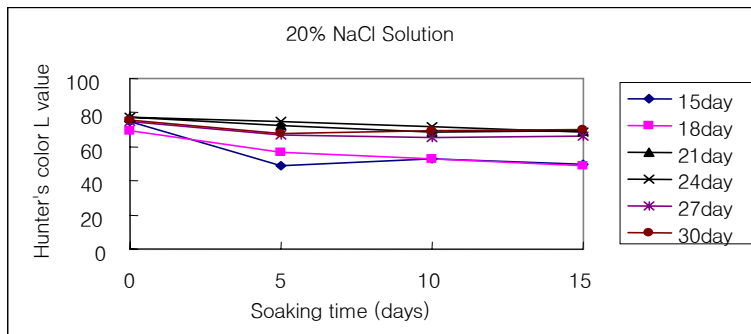
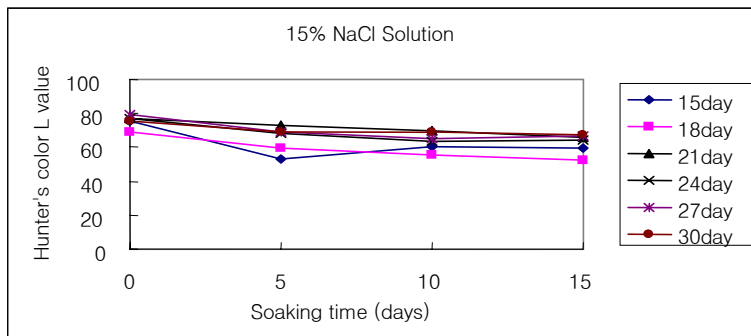
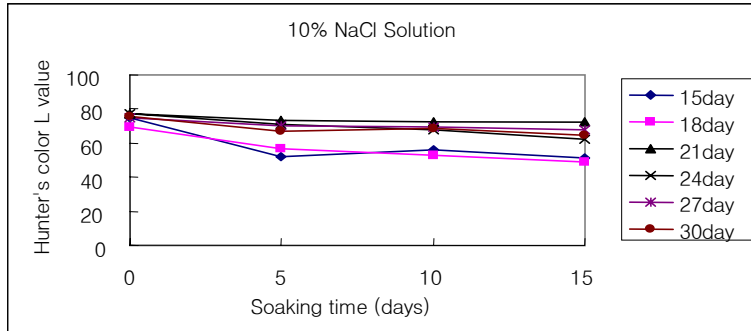


Fig. 10. Changes in Hunter's color L value of pickle during the soaking at 20°C.

색차계를 이용하여 참외를 절임하는 동안 색도변화를 살펴본 결과 Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13과 같은 결과를 나타내었다. Fig. 11에서는 색도중 백색도의 변화를 나타낸 것으로 절임의 농도 10, 15, 20%일 때 모두 절임시간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 절임이 되면서 소금물이 조직내로 침투함으로 인해 과육의 백색이 점점 투명한 색으로 전환되기 때문인 것으로 사료된다. 색차계로 측정된 적색도(a값)는 절임시간이 증가할수록 값이 증가하는 경향을 나타내었다. 성장일수가 많을수록 참외의 초기 적색도가 높게 나타나는 경향을 나타내었으며, 절임시간이 지난후에도 성장일수가 많은 참외가 높은 적색도를 나타냄을 알 수 있었다. 색차계를 이용하여 참외의 성장일수 및 참외의 절임시간별로 황색도(b값)를 측정된 결과, 황색도는 성장일수에 따른 차이가 많이 나타나는 결과를 나타내었다. 24일 성장한 참외의 경우 절임시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나, 24일 이전에 수확한 참외(미숙과)는 절임시간이 증가함에 따라 황색도가 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 미숙과에 많이 함유되어 있는 녹색이 염에 절임되는 동안 연두색이나 연노란색으로 변화하는 클로로필의 변화때문인 것으로 사료된다. 24일 이상 성숙한(완숙과)의 황색도는 절임시간이 증가함에 따라 거의 변화가 없이 일정한 값을 유지하는 경향을 나타내었다. 완숙한 참외를 절임하는 동안 참외 껍질에 함유되어 있는 안토시아닌계 색소는 염과 pH에 안정함으로 인해 염에 절임하는 동안 색소가 안정되어 있음을 관찰할 수 있었다.

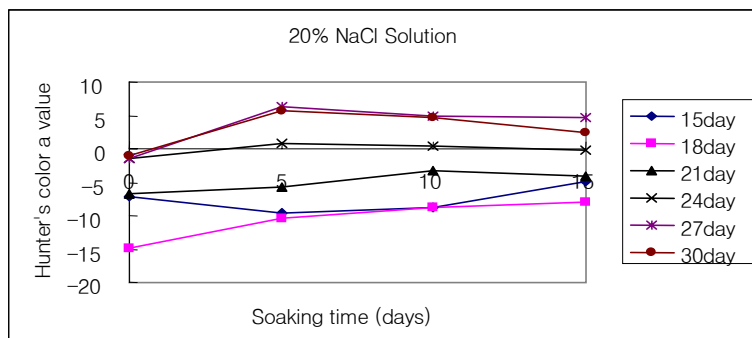
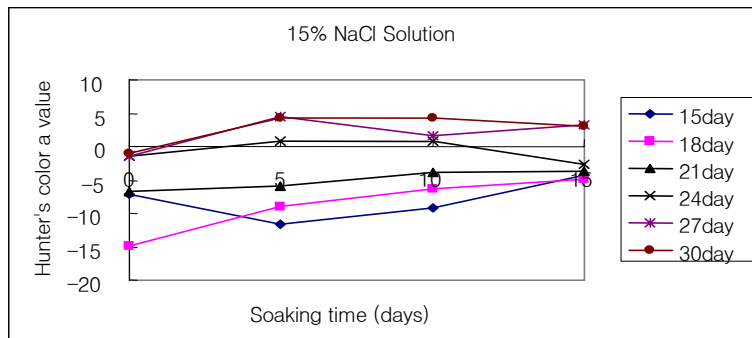
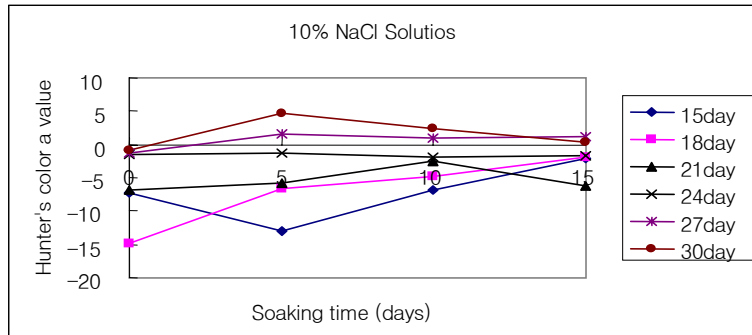


Fig. 11. Changes in Hunter's color a value of pickle during the soaking at 20°C.

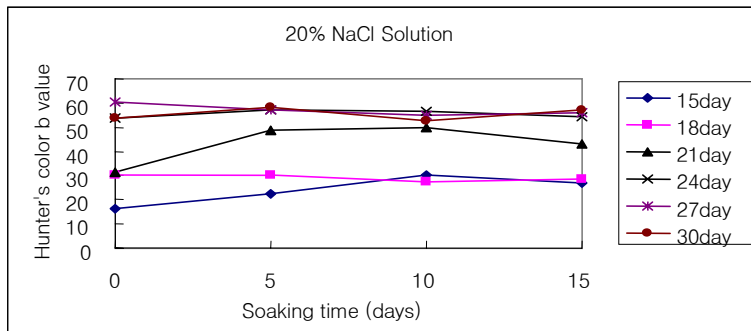
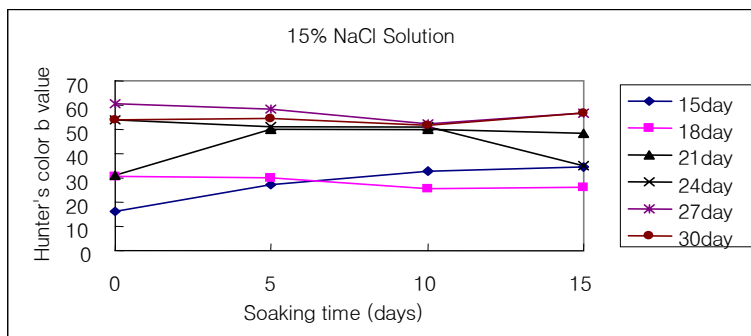
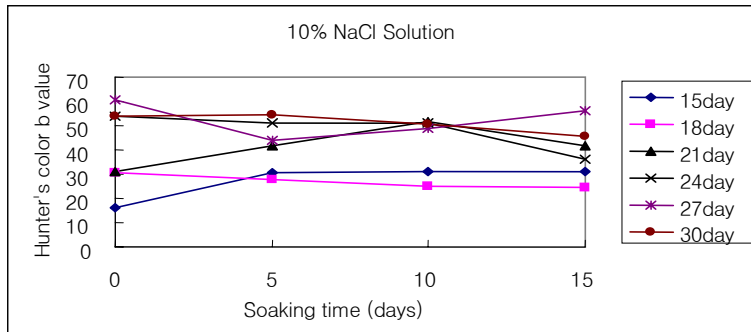


Fig. 12. Changes in Hunter's color b value of pickle during the soaking at 20°C.

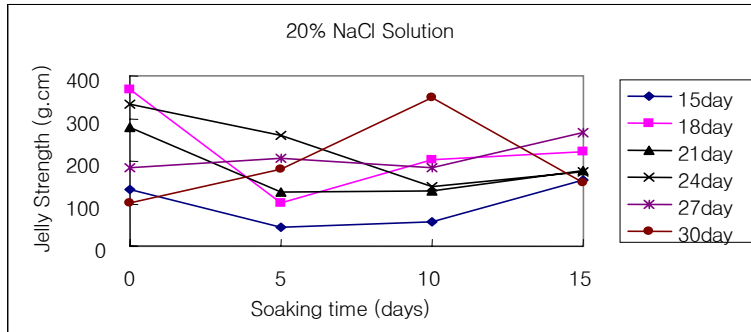
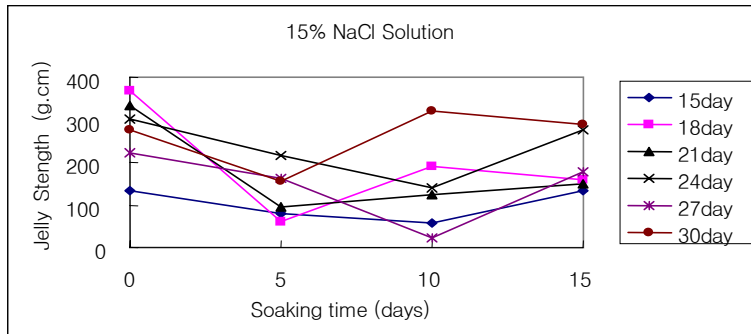
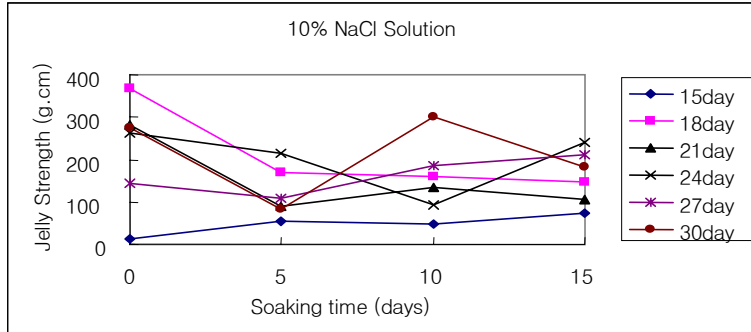


Fig. 13. Changes in jelly strength of pickle during the soaking at 20°C.

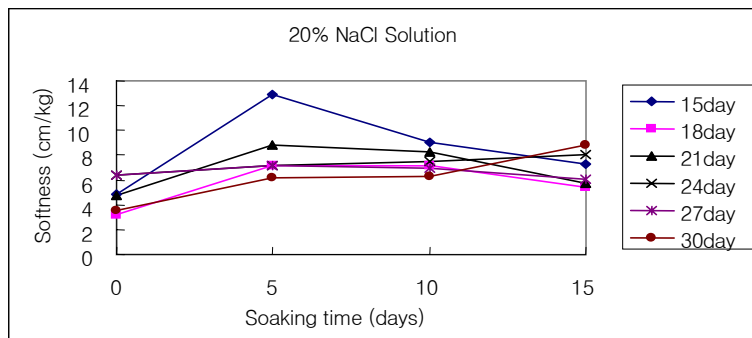
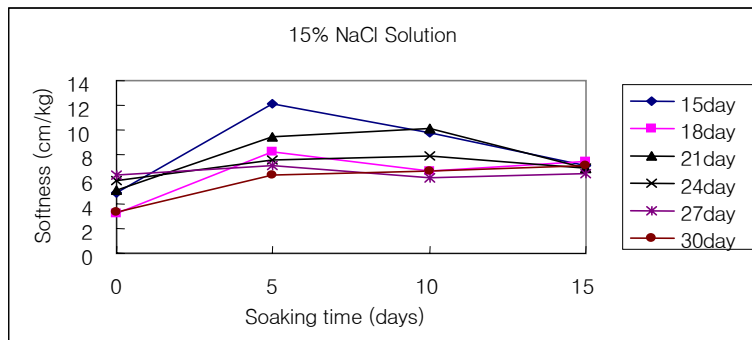
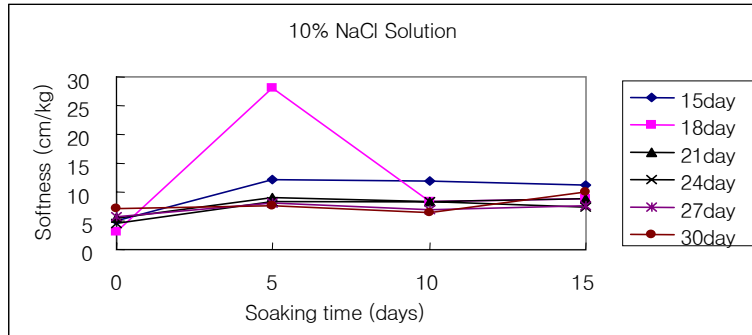


Fig. 14. Changes in softness of pickle during the soaking at 20°C.

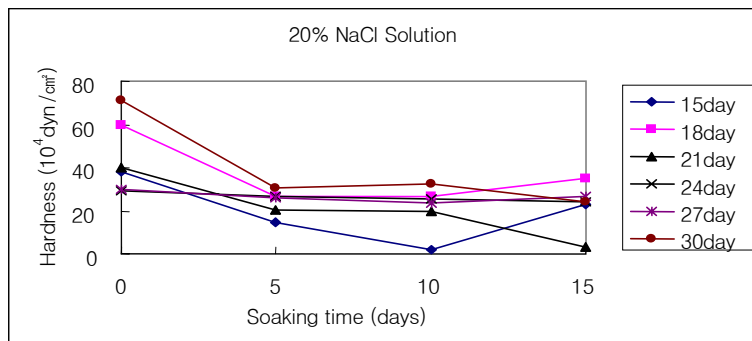
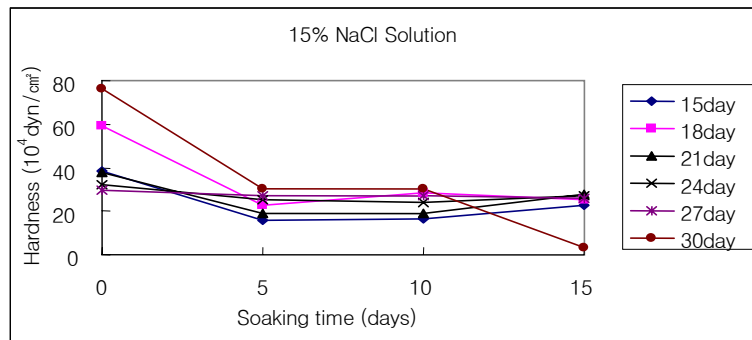
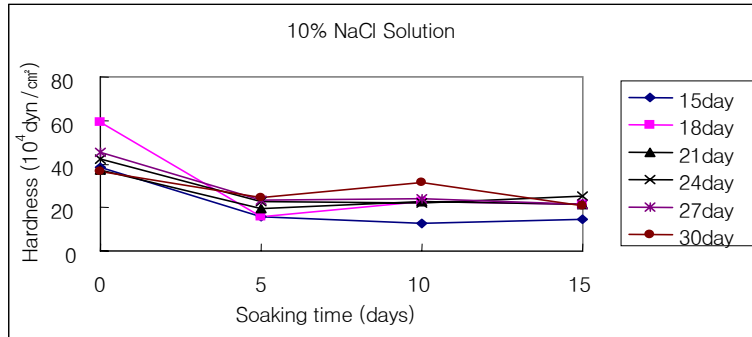


Fig. 15. Changes in hardness of pickle during the soaking at 20°C.

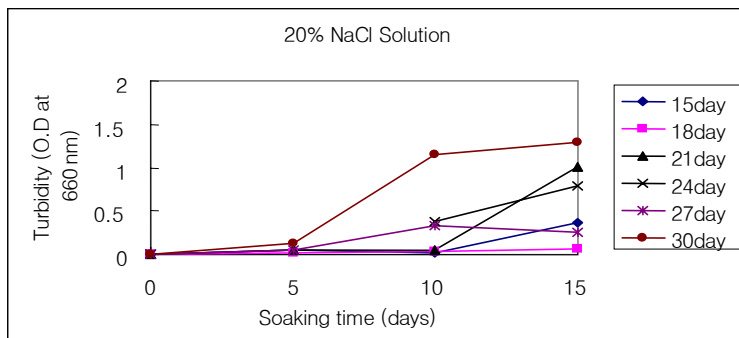
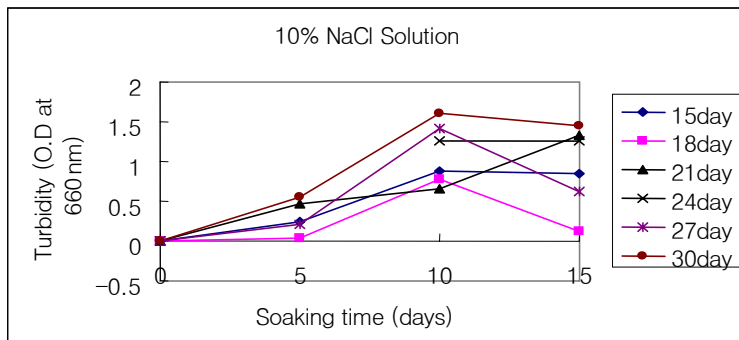
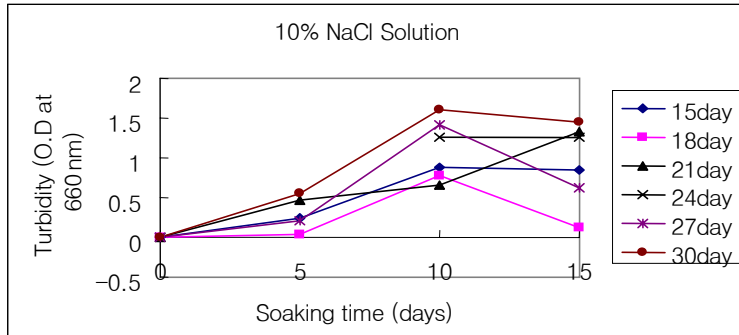


Fig. 16. Changes in turbidity of pickle during the soaking at 20°C.

참외를 성장시기별로 수확한 후 절입하면서 젤리강도의 변화를 살펴보았다(Fig. 14). 성장일수별로 수확하여 젤리강도를 측정한 결과 15일 성장한 참외(미숙과)의 경우 매우 낮은 젤리강도를 나타내었으며, 염절입하는 동안 젤리강도가 점점 낮아지다가 15일 이후에는 증가하는 경향을 나타내었다. 15일 이후 18일 성장한 참외의 경우 수확직후 젤리강도가 가장 높게 나타났으며, 5일째 급격히 감소하다가 젤리강도가 점점 증가하는 경향을 나타내었다. 21일 성장한 참외의 경우 젤리강도는 증가하는 경향을 나타내었다. 참외의 절입하는 동안 hardness는 계속해서 감소하는 경향을 나타내었으며, 침지하는 소금액의 농도가 높을수록 hardness의 감소하는 폭이 커짐을 알 수 있었다. 소금액의 농도가 증가할수록 견고성의 감소폭이 크게 나타나는 것을 통해 소금액의 농도가 높을수록 절입의 속도가 빠르게 이루어짐을 알 수 있었다. 절입하는 동안 염액의 탁도의 변화를 살펴보기 위해 UV-spectrometer를 이용하여 절입시간이 증가함에 따라 탁도가 어떻게 변화하는가를 살펴보았다. 탁도는 절입일수가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 완숙과가 미숙과에 비해 염도의 탁도가 많이 증가함을 알 수 있었다. 이는 절입시간이 증가함에 따라 완숙과가 미숙과에 비해 절입됨으로 인해 더 많은 고형성분들이 용출됨을 단적으로 보여주는 실험 결과라 할 수 있다. 절입되는 동안 젖산균의 변화를 살펴본 결과 Fig. 17과 같은 결과를 나타내었으며, 절입시간이 증가할수록 젖산균이 증가하는 경향을 나타내었다. 젖산균이 증가하는 경향을 통해서 절입하는 동안 pH가 감소하는 원인을 젖산균에 의해 생산되는 젖산에 의한 것으로 사료되며, 참외가 절입되는 동안 관여하는 젖산균에 대한 미생물학적 분포의 변화 등에 대한 구체적인 연구에서 더 진행되어야 할 것으로 사료된다.

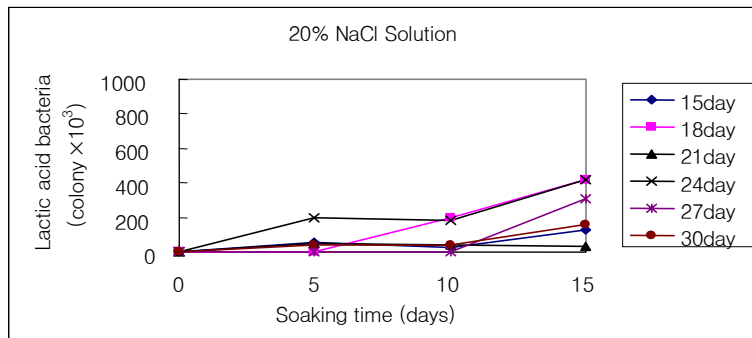
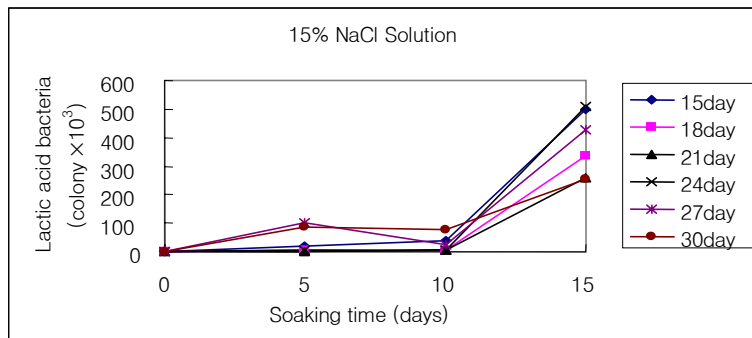
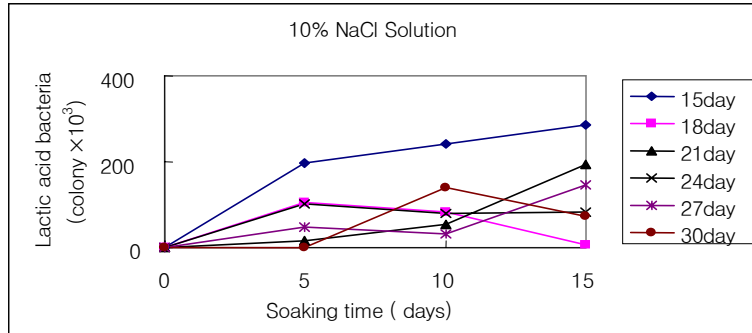


Fig. 17. Changes in Lactic acid bacteria of pickle during the soaking at 20°C.

나. 소금의 종류에 따른 참외절임 특성 연구

1) 무기질 함량

ICP-AES를 이용하여 해양심층수염, 천일염 및 정제염의 무기질을 분석한 결과 Table 3과 같은 결과를 나타내었다. Ca 함량은 해양심층수염이 3,510.0 ppm, 천일염이 1,040.0 ppm 및 정제염이 88.7 ppm을 나타내었다. Mg 함량은 해양심층수염이 5,890.0 ppm, 천일염이 8,140.0 ppm 및 정제염이 95.3 ppm을 나타내었다. K 함량은 해양심층수염이 3,120.0 ppm, 천일염이 2,030.0 ppm 및 정제염이 343.0 ppm을 나타내었다. S 함량은 해양심층수염이 6,330.0 ppm, 천일염이 4,260.0 ppm 및 정제염이 8.5 ppm을 나타내었다. Mn은 천일염(4.4 ppm)에만 함유되어 있었으며, Sr은 해양심층수염에 31.4 ppm, 천일염에 35.7 ppm 함유되어 있었으나, 정제염에는 함량이 나타나지 않았다. 분석한 무기질의 함량을 종합해 볼 때 해양심층수염이 가장 많은 무기질 함량을 나타내었으며, 그 다음이 천일염, 정제염 순으로 나타났다.

Table 3. Mineral content obtained by ICP-AES analysis of deepsea water, sun-dried and purified salts

(ppm)

Salt Elements	Deepsea water	Sun-dried	Purified
Ca	3510.0	1040.0	88.7
Mg	5890.0	8140.0	95.3
Mn	ND ¹⁾	4.4	ND
K	3120.0	2030.0	343.0
Sr	31.4	35.7	ND
S	6330.0	4260.0	8.5

¹⁾ND (not detected) stands for the concentration that is less than the limit of detection.

2) 중량변화 및 수축률

해양심층수염을 이용하여 참외의 물리적 및 관능적 특성을 개선하고자 참외를 절임 염수에 담구어 절임하는 동안 참외의 중량변화와 수축률의 변화를 Fig. 18에 나타내었다. 절임기간에 따른 참외의 중량은 절임염수의 종류에 관계없이 절임 2일째에 약 30 g의 손실이 있었으나 이후로는 거의 감소하지 않았다. 중량의 변화에 있어서 해양심층수염, 천일염 및 정제염에 따른 차이는 거의 나타나지 않았다. 절임하는 동안 참외의 수축률의 변화는 중량의 변화와 유사한 경향을 나타내었다. 심층수염, 천일염 및 정제염을 사용한 것 모두 초기 8 cm에서 절임 2일째에 약 0.4 cm가 줄었으나 그 이후로는 거의 변화가 나타나지 않았다. 수축률 또한 중량의 변화와 마찬가지로 소금의 종류에 따른 차이는 거의 나타나지 않았다.

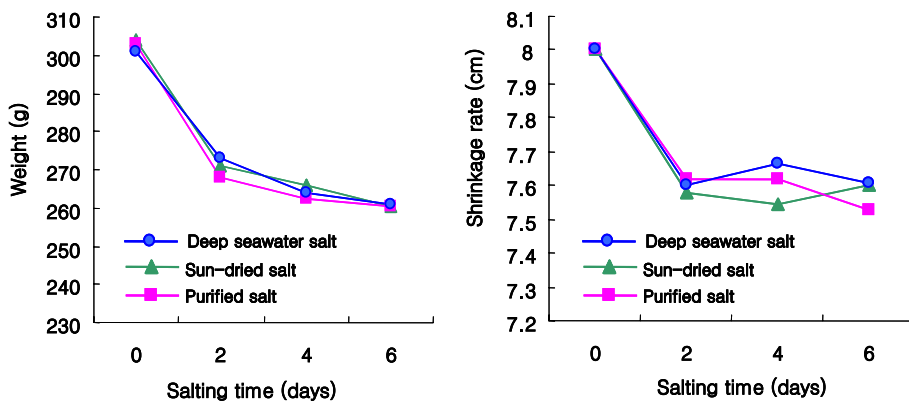


Fig. 18. Changes in weight and shrinkage rate of muskmelon during salting time.

3) 염도 및 pH

참외를 절임염수 중에서 절이는 동안의 염도 변화는 Fig. 19와 같다. 참외의 염도는 절임시간이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다. 염도는 절임 2일째에 급격하게 증가하였으나 그 이후로는 거의 변화가 없이 완만하게 나타났다. 정제염을 사용한 염수에서 절인 참외가 다른 것에 비해 높은 염도치를 나타내었는데, 이는 정제염의 순도가 다른 것에 비해 높은 것에 기인한 것으로 사료된다. 천일염의 순도가 보통 81% 인데 비하여 정제염은 88%의 순도를 가지고 있다. 또한 심층수염은 천일염에 비해 불

순물이 적고 정제 정도가 높아 천일염에서 절인 참외보다 심층수염에서 절인 참외가 높은 염도를 나타낸 것으로 사료된다. 염도의 변화에 있어서 약간의 차이는 이러한 순도에 의한 차이로 보이며, 변화의 양상이 소금의 종류에 따른 차이는 없는 것으로 사료된다. 참외를 절임하는 동안 pH의 변화는 Fig. 19에 나타내었다. 절임시간이 경과됨에 따라 참외의 pH는 약간 낮아지는 경향을 보였다. 발효시간이 증가함에 따라 pH가 감소하는 것은 소금절임 동안 발효에 의해 효소와 미생물이 탄수화물이나 당을 분해함으로써 생성되는 유기산에 의한 것으로 사료된다. 절임기간 동안 해양심층수염, 천일염 및 정제염의 사용에 따른 pH의 변화는 정제염이 다소 높게 나타났으나 천일염과 해양심층수염은 거의 변화가 나타나지 않았다.

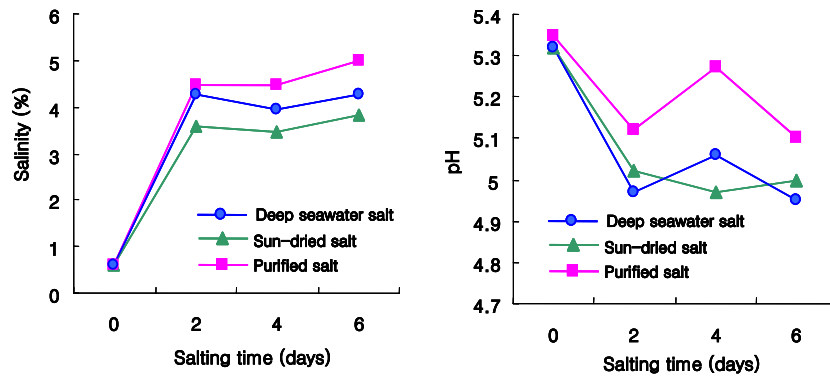


Fig. 19. Changes in salinity and pH of muskmelon during salting time.

4) 절임염수의 탁도 및 고형분 함량

절임염수의 탁도를 측정한 결과는 Fig. 20에 나타내었다. 해양심층수염 및 정제염을 사용한 절임염수의 경우 절임기간 동안 큰 변화가 없었다. 그러나 천일염을 사용한 절임염수의 탁도는 흡광도가 저장 2일째 0.03, 저장 4일째 0.22, 저장 6일째 0.94로 급격히 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 일반적으로 절임염수의 탁도는 절임기간에 따른 연부현상의 증가에 영향을 받는 것으로 오이피클제조에서 소금농도가 연부현상에 주요 영향인자라고 하였으며, 고염도의 절임염수에서는 숙성속도는 느린 반면, 연부현상은 방지할 수 있다고 하였다. 이상의 결과로 볼 때 천일염을 사용한 절임염수의 높은 탁도는 정제염과 해양심층수염에 비해 천일염의 낮은 순도와 높은 불순물의 혼입에서 비롯된 것임을 알 수 있었다. 절임염수의 참외 절임기간 경과에 따른 가용성 고

형분 함량의 측정 결과는 Fig. 20과 같다. 절임염수의 가용성 고형분 함량은 절임기간 4일째까지 증가하다가 그 이후 감소하는 추세를 보였다. 천일염을 사용한 절임염수의 가용성 고형분 함량이 가장 높은 수치를 나타내었다. 이는 천일염이 정제염이나 해양심층수염에 비해 순도가 낮아 참외로부터 용출되는 수분의 함량이 낮은 것에 기인하는 것으로 사료된다. 가용성 고형분 함량의 변화는 염의 침투로 인한 삼투현상으로 탈수와 함께 가용성 물질이 용출되어 가용성 고형분의 함량이 증가하다가, 참외와 절임염수 사이의 평형상태가 이루어짐에 따라 다시 약간의 감소현상을 보인 것으로 여겨진다.

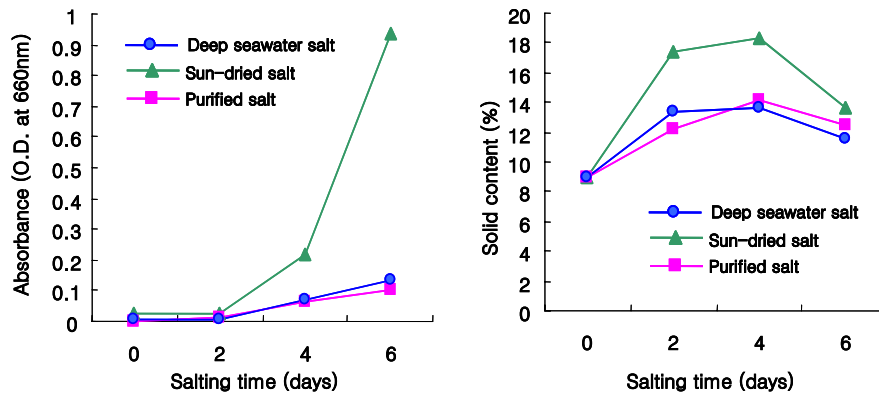


Fig. 20. Changes in turbidity and solid content on salt solution of muskmelon during salting time.

5) 칼슘함량

절임기간 동안 참외의 칼슘 함량 변화를 측정한 결과는 Fig. 21과 같다. 정제염을 사용한 경우 절임기간이 증가하면서 칼슘의 함량이 약간 감소하는 경향을 보였다. 그러나 천일염과 심층수염을 사용한 경우 절임기간 2일째에 급격하게 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 천일염의 경우 절임기간 2일째에 초기의 약 4.3배, 해양심층수염의 경우 초기의 약 3.7배 증가된 것을 볼 수 있다. 이는 절임시 사용한 소금 중의 칼슘이 염장 참외에 침투한 것에서 기인한 것이라 하겠다. 이러한 칼슘 성분의 함량 증가는 참외 조직의 펙틴 구조의 망상화도를 증가시켜 절임에 따른 물성변화 중 특히 아삭아삭한 맛에 관여하는 중요한 인자로 알려져 있다.

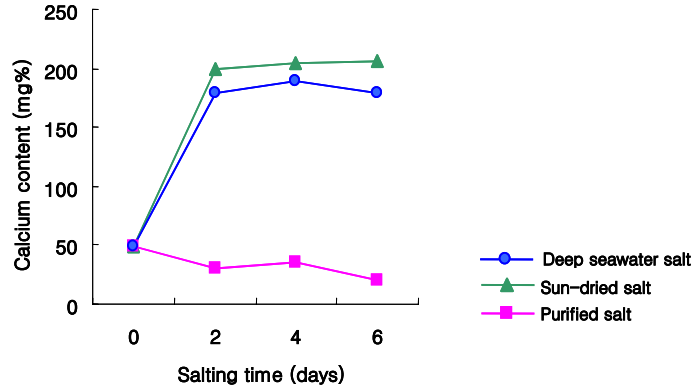


Fig. 21. Changes in calcium content of muskmelon during salting time.

6) 조직감

해양심층수에는 Ca, Mg 등 다양한 무기질이 풍부한데 이를 농축하여 제조한 해양심층수염을 이용하여 참외피클의 조직감변화를 조사하였다. 절임염수의 종류와 절임기간에 따른 조직감의 변화를 Rheometer를 사용하여 측정한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 절임기간의 경과에 따라 hardness의 변화는 절임 4일째까지 급격히 감소하다가 절임 4일 이후에 다시 급격히 증가하는 경향을 보였다. 이와 반대로 softness는 절임기간이 증가함에 따라 증가하다가 다시 감소하는 추세를 나타내었다. 초기에 hardness의 급격한 감소는 삼투압에 의한 조직액의 용출 및 소금의 침투로 인한 조직의 변화로 여겨진다. 그러나 4일 이후에는 4일째에 다시 hardness가 급격히 증가하여 절임전의 hardness와 비슷하게 증가하는 것으로 나타나 아삭아삭한 조직감이 우수한 것으로 나타났다. 특히 해양심층수염, 천일염을 사용한 참외는 정제염보다 hardness가 다소 높게 나타나 Ca 등 다가이온이 펙틴과 salt bridge에 의해 연결되어 hardness에 영향을 받는 것으로 여겨진다. 이는 Table 3에서 각각의 소금 종류에 따른 무기물을 분석한 결과를 통해서 확인할 수 있다. 침채류에 사용되는 소금은 방부 효과이외에도 물성, 변색 및 맛에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며, 소금의 품질을 향상시키기 위하여 순도를 높이면 칼륨, 마그네슘, 칼슘 등의 염류 함량이 적어져 염장에 지장을 초래하는 것으로 알려져 있는데, 칼륨과 마그네슘의 염류에서는 연화방지에 대한 영향이 없고, 칼슘이 연화방지에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(19). 이를 통해 볼 때, 해양심층수염이 정제염 및 천일염보다 높은 Ca 함량을 나타냄으로, 더 단단한 조직을

나타냄을 알 수 있었다. Softness 변화는 천일염을 사용하여 절임한 참외에서 가장 심하게 나타났다. 이는 천일염을 사용한 절임에서 참외의 조직변화가 가장 심하게 일어나는 것을 보여주고 있다. 천일염의 softness가 4일째 급격하게 높아지는 현상이 일어나는데 이는 소금에 함유되어 있는 무기성분이 조직을 급격히 연화시키기 때문인 것으로 사료되며, 이에 대한 더 구체적인 연구가 필요하리라 사료된다.

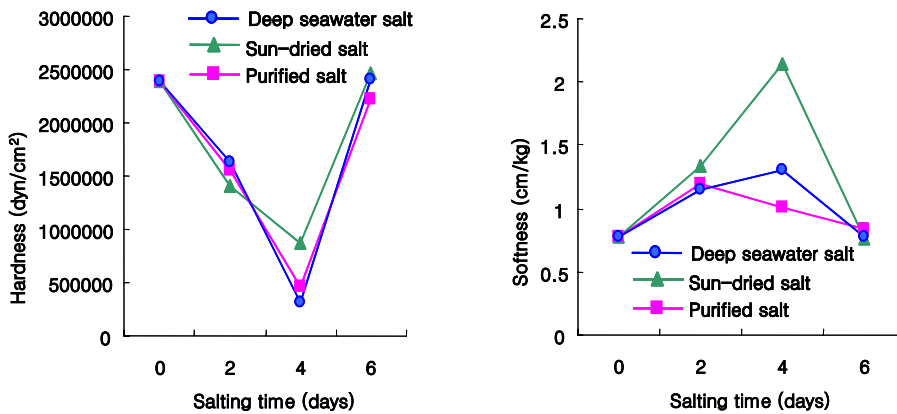


Fig. 22. Changes in texture characteristics of muskmelon during salting time.

7) 관능검사

절임염수의 종류와 절임기간에 따른 관능검사를 실시한 결과는 Table 4와 같다. SAS를 이용하여 참외의 절임기간 동안 측정된 색상, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에 대한 분석결과 색상은 절임시간이 증가함에 따라 해양심층수염과 천일염이 좋은 색상을 나타낸 반면 천일염은 관능적인 색상이 많이 떨어지는 것으로 나타났다. 해양심층수염, 천일염 및 정제염에서 6일 절임된 참외의 경우 해양심층수염과 정제염은 좋은 평점을 나타내는 4.00의 값을 나타낸 반면 천일염은 나쁜 평점을 나타내는 2.50의 값을 나타내었다. 향의 경우 해양 심층수염을 이용하여 절임한 6일 후 다른 천일염이나 정제염을 이용하여 절임한 경우보다 높은 관능평점을 나타내었으며, 각각의 소금을 사용한 참외의 절임에 있어서 유의성이 크게 나타났다. 맛과 조직감에 있어서도 해양심층수염으로 절임한 6일째가 다른 천일염이나 정제염으로 절임한 경우보다 관능적으로 높은 평점을 나타내면서 유의성을 나타내었다. 전반적인 기호도에 있어서 6일 절임한 참외의 경우 관능적으로 가장 우수한 것이 해양심층수염으로 절임한 참외

로 나타났으며, 그 다음이 정제염, 천일염 순으로 나타났으며, 유의성이 인정되었다. 이를 통해 볼 때 해양심층수염으로 이용하여 참외를 절임할 경우 천일염과 정제염보다 효과적으로 절임이 됨으로 인해 관능적으로 우수함을 알 수 있었다. 관능적인 물성과 전반적인 기호도에 있어서 해양심층수염을 절임염수로 사용한 참외에서 절임기간이 증가할수록 관능적 특성이 증대되는 것으로 나타났다. 이는 심층수염을 사용하여 절임시 칼슘 등의 풍부한 무기물로 인해 참외 결체조직인 펙틴의 가교결합의 형성에 영향을 미치므로 나타나는 결과로 판단되는데, 이는 무기질 분석 결과인 Table 3을 통하여 알 수 있다. 참외피클의 관능적인 색상은 해양심층수염과 정제염이 천일염보다 우수한 것으로 나타났으며, 관능적인 맛, 향 및 조직감은 천일염과 정제염에 비해 해양심층수염을 사용하여 절인 참외피클에서 월등히 우수한 것으로 나타났다. 따라서 해양심층수염을 이용하여 절인 참외피클에 대한 전반적인 기호도가 천일염이나 정제염을 사용한 참외피클 보다 우수한 것으로 나타났다. Ca 등 무기질이 풍부한 천일염을 사용한 참외피클은 정제염을 사용한 참외피클 보다 관능적으로 낮은 기호도를 나타내어 참외피클의 hardness 이외의 다양한 풍미에 해양심층수염이 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 따라서 해양심층수 또는 해양심층수염을 우리의 전통식품에 이용함으로써 제품의 품질을 높이고 해양심층수 무기질을 섭취할 수 있는 기회를 마련할 수 있을 것으로 여겨진다.

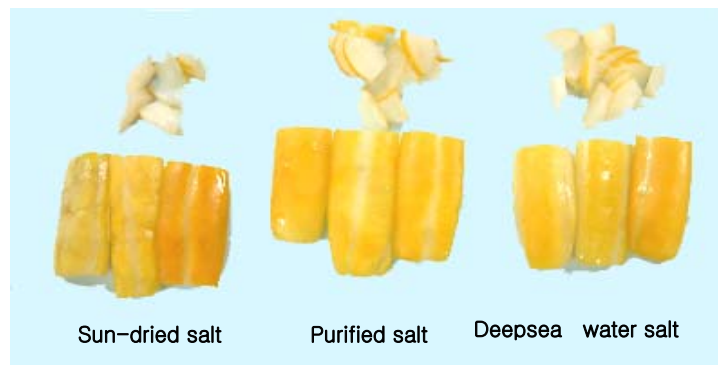


Fig. 23. Photography of salted muskmelon

Table 4. Organoleptic evaluation of muskmelon during salting with different salts

Organoleptic properties	Soaking time(days)	Salts			F-value
		Deepsea water salt	Sun-dried salt	Refined salt	
Color	2	3.05 ^{a1)}	3.20 ^a	3.90 ^a	2.56
	4	4.30 ^a	3.00 ^b	3.70 ^{ab}	7.06 ^{**2)}
	6	4.00 ^a	2.50 ^b	4.00 ^a	19.29 ^{***}
Flavor	2	3.10 ^a	3.55 ^a	3.10 ^a	2.59
	4	3.20 ^{ab}	3.50 ^a	2.80 ^b	2.85
	6	4.50 ^a	3.00 ^c	3.80 ^b	18.78 ^{***}
Taste	2	3.50 ^{ab}	3.55 ^a	2.90 ^b	3.04
	4	3.70 ^a	3.70 ^a	2.90 ^b	6.33 ^{**}
	6	3.70 ^a	2.80 ^b	2.90 ^b	6.20 ^{**}
Texture	2	3.60 ^a	3.50 ^a	3.30 ^a	0.57
	4	4.00 ^a	3.50 ^{ab}	3.30 ^b	2.79
	6	4.00 ^a	3.20 ^b	3.10 ^b	6.26 ^{**}
Overall palatability	2	3.30 ^a	3.55 ^a	3.50 ^a	0.75
	4	3.80 ^a	3.45 ^a	3.30 ^b	5.55 ^{**}
	6	3.90 ^a	2.50 ^c	3.20 ^b	12.03 ^{***}

¹⁾a~c means Duncan's multiple range test for different salts

²⁾Mean with the same letters are not significantly *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

다. 참외피클의 조미조건 설정

사과식초A (오뚜기)를 이용하여 참외피클을 제조하였을 경우 사과맛과 향이 살아있어 오히려 참외피클의 특성을 살리지 못하는 것으로 나타났으며, 우리가 익숙해져 있는 식초의 맛을 나타내었다. 관능검사 결과 색상과 향에 있어서 다른 식초들에 비해 높은 평점을 받은 것은 익숙한 향과 맛으로 인한 결과로 사료된다. 사과식초B (경북과 학대학 식품공장)를 이용하여 참외피클을 제조하였을 경우 색이 투명하지 않고 양조 식초 특유의 약간 갈색을 나타냄으로 인해 관능적인 색상평점이 낮게 나타났다. 또한 맛에 있어서도 독특한 발효맛이 느껴지면서 관능적인 맛의 평점이 낮게 나타났다. 참외식초를 이용하여 참외피클을 제조한 결과 참외피클의 절임된 참외와 잘 어울리는

맛을 나타내어 관능적으로 우수한 맛 평점을 나타내었으며, 색상은 밝은 투명한 색보다 약간의 연한 갈색을 나타내었으며, 관능적인 색상도 밝고 투명한 식초들과 유사한 평점을 나타내었다. 현미식초 (오뚜기)를 이용하여 참외 피클을 제조한 경우 색상과 맛이 좋은 것으로 나타났으며 관능적인 맛과 색상에 있어서도 높은 평점을 나타내었다. 레몬식초를 이용하여 참외피클을 제조한 결과 레몬향이 강하게 느껴져 참외피클 자체의 향을 느끼기가 어려웠으며, 식초의 맛이 약함으로 인해 관능적인 색상과 향에 크게 영향을 주지 않았으나, 사이다와 같은 시원한 맛이 느껴졌다.

포도식초 (경북과학대학 식품공장)를 이용하여 참외피클을 제조한 경우 다른 식초들에 비해서 매우 낮은 관능적인 색상과 향을 나타내었으며, 색상에 있어서는 매우 갈색화된 형태로 나타났다. 이는 포도식초에 있는 성분과 절임된 참외의 혼합에 의한 현상으로 사료되며, 참외피클 제조시 포도식초는 사용할 수 없음을 확인할 수 있었다. 참외 식초와 레몬식초를 사용하여 참외 피클을 조미하는 것이 가장 적합함을 알 수 있었으며, Table 6에서 참외피클의 조미조건을 설정한 결과를 나타내었다.

Table 5. Organoleptic properties of vinegar prepared for production of muskmelon pickles

Vinegar	Organolepic color	Organoleptic taste
Apple vinegar A	4	3
Apple vinegar B	3	2
Muskmelon vinegar	5	5
Brown rice vinegar	5	2
Persimmon vinegar	4	2
Lemon vinegar	5	3
Grape vinegar	2	1

Table 6. Recipe for production of muskmelon pickles

Materials	Recipe (%)
Water	9.29
Venigar	24.49
Millet jelly	16.53
Liquid fructose	42.94
Sorbitol	5.00
Seasonings	0.02
Vitamin C	0.70
Citric acid	1.00
Calcium lactate	0.03
Total	100.00



Fig. 23. Photography of muskmelon pickles

3. 요약

참외피클 제조를 위해서 참외의 숙도별 품질 특성 및 절임특성을 살펴 본 결과 수정한 후 21일이 지난 참외 즉, 미숙과 보다 숙성과가 참외피클의 제조용으로 더 적합함을 알 수 있었으며, 참외 절임시 염장은 15%로 하는 것이 바람직함을 알 수 있었다. 참외피클을 제조하고자 해양심층수염, 천일염 및 정제염을 사용하여 참외의 절임시 이화학적, 관능적 특성에 대해 조사하였다. 절임염수의 가용성 고형물 함량은 천일염을 사용한 것에서 정제염과 해양심층수염에서보다 높게 나타났다. 절임기간 동안 참외의 칼슘 함량은 해양심층수염과 천일염에서 절임 2일째에 약 4.3배, 3.7배까지 증가하였다. 해양심층수염, 천일염을 사용한 참외 조직감의 변화는 hardness가 정제염보다 다소 높게 나타났다. 관능검사 결과 해양심층수염을 절임염수로 사용한 참외의 색상, 향, 맛, 물성 및 전반적인 기호도가 절임기간이 증가함에 따라 다른 천일염이나 정제염으로 절임한 참외보다 우수한 관능평점을 나타내었다. 참외피클의 조미조건을 설정한 결과 물 9.29%, 식초 24.49(참외식초 : 레몬식초=3:1), 물엿 16.53%, 고과당 42.94%, 솔비톨 5.00%, 미원 0.02%, 비타민 C 0.70, 구연산 1.0% 및 젓산칼슘 0.03% 첨가하여 조미하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났다.

4. 참고문헌

1. Takahashi, M. : Deep sea water. Doseo press(Science Technology), Seoul. (2001)
2. Takahashi, M. : Future source, take up from sea. Academy Press, Seoul. (2002)
3. Park, M.W. and Park, Y.K. : Change of physicochemical and sensory characteristics of *Oiji*(Korean pickled cucumbers) prepared with different salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27, 419-424 (1998)
4. Cha, S.K., Chun, H.I., Hong, S.S., Kim, W.J. and Koo, Y.J. : Manufacture of fermented cantaloupe melon with lactic starter culture. *Korean J Food Sci Technol* 25, 386-390 (1993)
5. Lee, G.D., Kwon, S.H., Lee, M.H., Kim, S.K. and Kwon, J.H. : Monitoring on alcohol and acetic acid fermentation properties of muskmelon. *Korean J Food Sci Technol* 34, 30-36 (2002)
6. Lee, M.H., Oh, Y.A., No, H.K. and Kim, S.D. : Quality of various pickles fermented with oriental melon. *J Food Sci & Tech* 4, 37-60 (1992)
7. Shin, D.H., Koo, Y.J., Kim, C.O., Min, B.Y. and Suh, K.B. : Studies on the production of watermelon and cataloupe melon juice. *Korean J Food Sci Technol* 10, 215-223 (1978)
8. Shim, Y.H., Yoo, C.H. and Cha, G.H. : Quality changes of *Oiji* with various antimicrobial ingredients during fermentation. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17, 329-337 (2001)
9. Kim, J.G., Choi, H.S., Kim, S.S. and Kim, W.J. : Changes in physicochemical

- and sensory qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21, 838-844 (1989)
10. Kim, B.S., Kang, S.T, Park, K.H. and Hur, J.W. : Studies on the development of processed foods of greenhouse horticultural commodities in the south area. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28, 390-395 (1999)
 11. Kim, H.R., Park, H.Y. and Chun, B.M. : Characteristics of *Kakdugi* radish cube by autumn cultivars during salting. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30, 25-31 (2001)
 12. Kim, S.D. and Kim, M.J. : Changes of salt and calcium concentration in radish during salting. *J Korean Soc Food Nutr* 7, 110-114 (1998)
 13. Kim, J.M., Shin, M.K. and Hwang, H.S. : Physico-chemical changes of radish cubes for *Kakdugi* during salting. *Korean J Food Sci Technol* 21, 300-306 (1989)
 14. Lee, H.J. and Kim, J.G. : The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during the storage. *Korean J Food & Nutr* 13, 563-569 (2000)
 15. Koh, H.Y., Lee, H. and Yang, H.C. : Quality changes of salted chinese cabbage and *Kimchi* during freezing storage. *J Korean Soc Food Nutr* 22, 62-67 (1993)
 16. Han, K.Y., Park ,S.O. and Noh, B.S. : Effect of calcium, potassium and magnesium ion on salting radish. *Korean J Food Sci Technol* 29, 1071-1074 (1997)
 17. Kaneko, K., Kurosaka, M. and Maeda, Y. : Effects of Mg and Ca salts on changes of pectic substance during salting of radish root and its crisp

palatability. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 29, 665 (1980)

18. Park, M.W., Park, Y.K. and Jang, M.S. : Changes in pectic substances of Korean pickled cucumbers with different preparation methods. *J Korean Soc Food Sci Nut* 24, 133-140 (1995)
19. Chung, D.H. and Yoo, J.Y. Vegetable fermented foods. Kwang-il moonhawsa p 73. (1997)
20. R. W. Buescher and C. Burgin : Effect of Calcium Chloride and Alum on Fermentation, Desalting, and Firmness Retention of Cucumber Pickles, *Journal of Food Science*, 53(1), 296-297 (1988)
21. H. P. Fleming, R. F. McFeeters and R. L. Thompson : Effects of Sodium Chloride Concentration on Firmness Retention of Cucumbers Fermented and Stored with Calcium Chloride, *Journal of Food Science*, 52(3), 653-657 (1987)
22. R. W. Buescher and J. M. Hudson : Bound Cations in Cucumber Pickle Mesocarp Tissue as Affected by Brining and CaCl₂, *Journal of Food Science*, 51(1), 135-137 (1986)
23. R. F. McFeeters and H. P. Fleming : pH Effect on Calcium Inhibition of Softening of Cucumber Mesocarp Tissue, *Journal of Food Science*, 56(3), 730-732 (1991)
24. R. F. McFeeters and L. A. Lovdal : Sugar Composition of Cell Walls During Fruit Development, *Journal of Food Science*, 52(4), 996-1001 (1987)
25. Ron Buescher and Mike Hudson : Softening of Cucumber Pickles by Cx-Cellulase and Its Inhibition by Calcium, *Journal of Food Science*, 49, 954-955 (1984)

26. M. A. Daeschel, H. P. Fleming and R. F. McFeeters : Mixed Culture Fermentation of Cucumber Juice with *Lactobacillus plantarum* and Yeasts, *Journal of Food Science*, 53(3), 862-864 (1988)
27. Mi Jin Jang, Il Young Cho and Si Kyung Lee : Characteristics and Localization of Lipoxygenase Activity in Cucumber(*Cucumis sativus*) Fruit, *Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 38(5), 414-421 (1995)
28. R. J. Monroe, J. L. Etchells, J. C. Pacilio, A. F. Borg, D. H. Wallace, M. P. Rogers, L. J. Turney and E. S. Schoene : Influence of Various Acidities and Pasteurizing Temperatures on the Keeping Quality of Fresh-Pack Dill Pickles, *Food Technology II*, 23(71), 71-77 (1969)
29. R. C. Baker and J. Darfler : Discoloration of Egg Albumen in Hard-Cooked Eggs, *Food Technology*, 23(77), 77-78 (1969)
30. I. J. Pflug, J. L. Blaisdell and R. C. Nicholas : Rate of Heating and Location of the Slowest Heating Zone in Sweet Fresh Cucumber Pickles, *Food Technology*, 121-126 (1965)
31. Clarene E. Hood : A Forced-Air Precooler for Pickled Cucumber, *Food Technology*, 21(190), 86-88 (1967)
32. R. N. Costilow, K. Gates and C. L. Bedford : Air Purgining of Commercial Salt-Stock Pickle Fermentations, *Journal of Food Science*, 46, 278-282 (1981)
33. H. P. Fleming, M. A. Daeschel, R. F. McFeeters and M. D. Pierson : Butyric acid Spoilage of Fermented Cucumbers, *Journal of Food Science*, 54(3), 636-639 (1989)
34. J. M. Hudson and R. W. Buescher : Relationship Between Degree of Pectin

- Methylation and Tissue Firmness of Cucumber Pickles, *Journal of Food Science*, 51(1), 138-140,149 (1986)
35. H. P. Fleming, R. L. Thompson, T. A. Bell and L. H. Hontz : Controlled Fermentation of Sliced Cucumbers, *Journal of Food Science*, 43, 888-891 (1978)
 36. P. J. Fellers and I. J. Pflug : Quality of Fresh Whole Dill Pickles as Affected by Storage Temperature and Time, Process Time, and Cucumber Variety, *Food Technology*, 19(29), 416-419 (1965)
 37. W. R. Forbus, JR. G. G. Dull and Doyle Smittle : Measuring Netted Muskmelon Maturity by Delayed Light Emission, *Journal of Food Science*, 56(4), 981-984 (1991)
 38. P. J. Fellers and I. J. Pflug : Loss of Whiteness from Fresh Cucumber Pickles, *Food Technology*, 22, 105-108 (1968)
 39. L. R. Howard and R. W. Buescher : Cell Wall Characteristics of Gamma-Radiated Refrigerated Cucumber Pickles, *Journal of Food Science*, 54(5), 1266-1268 (1989)
 40. H. P. Fleming, D. M. Pharr and R. L. Thompson : Brining Properties of Cucumbers Exposed to Pure Oxygen Before Brining, *Journal of Food Science*, 45, 1578-1582 (1980)
 41. M. H. H. Mahmoud and M. A. Barakat : Utilization of spent copper-pickle liquor for recovery of metal values, *Renewable Energy*, 23, 651-662 (2001)
 42. Regina M. Nabais, Madalena C. Vieira and F. Xavier Malcata : Modelling the Transport of Lactic Acid, Sodium Chloride and Reducing Sugars in Carrot Slices Submerged in Brines-Part I. Univariate Approach, *Journal of Food*

Engineering, 28, 153-178 (1996)

43. R. F. McFeeters, M. M. Senter and H. P. Fleming : Softening Effects of Monovalent Cations in Acidified Cucumber Mesocarp Tissue, *Journal of Food Science*, 54(2), 366-340 (1989)
44. J. P. Lee, M. A. Uebersax and R. C. Herner : Effect of Postharvest Holding Conditions on the Quality of Salt-Stock Pickles, *Journal of Food Science*, 47, 449-454 (1982)
45. H. P. Fleming, R. F. McFeeters, M. A. Daescher, E. G. Humphries and R. L. Thompson : Fermentation of Cucumbers in Anaerobic Tanks, *Journal of Food Science*, 53(1), 127-133 (1988)

제 5 절 참외를 이용한 푸딩 개발

1. 연구수행 방법

1) 재료

본 실험에 사용된 참외농축액은 경상북도 성주에서 재배 판매하는 것을 구입하여 파쇄 후 여과하여 60 °Brix로 농축하여 사용하였다. 참외식초(월항농업협동조합), 글루코만난(MSC Co., Ltd.), 가라기난(caragennan WG, MSC Co, Ltd.), 설탕(가는 정백당, 제일제당), 과당((주) 두산콘프로덕츠크리아 55. Brix), 구연산 등을 사용하였다.

2) 푸딩제조

참외푸딩 제조는 참외농축액, 참외식초 및 글루코만난의 비율을 달리한 배합비에 가라기난 (0.2 g), 설탕(5 g), 과당(10 g), 구연산(0.03 g) 등을 혼합하여 80℃에서 30분간 가열한 후 적당한 용기에 담아 냉각하여 제조하였다.

3) 실험계획

참외푸딩 제조를 위한 실험계획은 중심합성실험계획에 따라 글루코만난(0.03, 0.06, 0.09, 0.12, 0.15%), 참외농축액 함량(2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 %) 및 참외식초 함량 (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 %)의 비율로 -2, -1, 0, 1, 2 다섯단계로 부호화하였으며, Table 1에 나타내었다. 반응표면 회귀분석을 위해서는 SAS(statistical analysis system) program을 사용하였으며, 각 실험조건별 4차원 반응표면을 그리기 위해 Mathematica program을 사용하였다.

4) 관능적 품질 평가

관능적 품질평가는 경북과학대학 전통식품연구소 연구원 및 학생을 대상으로 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 동일한 푸딩을 5회 반복하여 관능검사를 행한 후 F-검정으로 차이식별 능력이 우수한 16명을 선발하여 관능검사를 실시하였다. 관능평가는 9점 채점법으로 검사하였으며, 9점 매우 좋다, 1점 매우 나쁘다로 나타내었다. 관능검사는 한 번에 3종류의 시료를 제시하여 균형 불완전블록계획법으로 색상, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에 대하여 실시하였다.

5) 물성측정

참외 푸딩의 물성 측정은 Rheometer(RT-3101D, FUDOH, Japan)를 이용하여 부드러움 정도(Softness), 젤리 강도(Jelly strength)를 측정하였다. 물성 측정시 사용된 Rheometer의 load head는 2kg, table speed 6cm/min이었으며, 시료의 크기는 높이 30mm, 가로 25mm 및 직경 30mm이었으며, 사용된 adapter는 0915 viscosity Elasticity로 3회 반복 실시하였다.

Table 1. Level of muskmelon pudding mixture conditions

Mixture conditions	Levels				
	-2	-1	0	1	2
Glucomannan content (%)	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Muskmelon concentration juice content (%)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
Muskmelon vinegar content (%)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5

2. 연구수행 결과

1) 참외푸딩의 관능적 특성

참외푸딩 제조시 글루코만난, 참외농축액 및 참외식초의 비율에 따른 관능적인 색상, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에 대한 결과는 Table 2에 나타나있다. 즉 관능적인 색상의 경우 푸딩제조시 색소를 첨가하지 않았는데도 불구하고 참외고유의 색으로 나타나 좋은 점수인 4.83~7.42의 범위로 나타났으며, 향에 대한 관능평가에서는 4.67~6.50의 범위로 나타났으며, 맛에 있어서는 4.00~7.13의 범위로 나타났으며, 조직감의 경우 배합비에 따른 겔형성에 따라 4.17~7.17의 범위로 다양하게 나타났다. 전반적인 기호도에 있어서는 4.25~7.56의 범위로 나타났다. 관능평점을 반응표면분석한 결과 반응표면 회귀식은 Table 4에 나타나 있듯이 색상, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에 대한 회귀식의 R^2 는 각각 0.8632, 0.7344, 0.7282, 0.7111 및 0.8017로 나타났으며, 관능적인 색상의 경우 5% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었으며, 다른 관능적 특성에서는 유의성이 인정되지 않았다. 이는 참외푸딩을 관능검사하는 검사자의 주관적 관점에 따라 관능평점이 다르게 나타나 유의성이 낮게 나타나는 것으로 사료된다.

2) 반응표면분석에 의한 회귀분석

참외푸딩의 관능적인 특성에 대한 영향을 살펴보면 Table 5와 같이 색상에 있어서는 참외식초와 글루코만난의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났으며, 관능적인 향의 경우 참외식초 및 참외농축액의 함량에 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 관능적인 맛의 경우 참외식초의 함량, 글루코만난 함량, 참외농축액의 함량의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났으며, 조직감에 있어서는 글루코만난 함량과 참외식초의 함량에 영향을 받는 것으로 나타났다. 관능적 특성의 전반적인 기호도에 있어서는 글루코만난의 함량, 참외식초의 함량, 참외농축액 함량의 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다. 이는 관능적인 색상의 경우 참외식초에 영향을 많이 받는 것은 참외식초 자체의 색상에 영향을 받는 것으로 여겨지며, 글루코만난의 함량에 영향을 받는 것은 글루코만난의 첨가에 따른 겔형성에 영향을 미쳐 색상의 투명도 영향 때문이라 여겨진다. 또한 향의 경우 참외의 향미를 많이 지니는 농축액과 식초의 함량에 영향을 많이 받는 것으로 사료된다. 참외의 향에 대한 김 등의 보고에 의하면 참외에서 분리동정된 55종의 화합물중 63.8%를 차지하는 것이 ester류가 참외의 주요향기성분으로 나타났

으며, 그 중에서 (Z)-3-nonenyl acetate, (Z)-6-nonenyl acetate와 (Z,Z)-3,6-nonadienyl acetate, C9-불포화 ester 류가 중요한 향기성분이었으며, 황함유 ester류인 ethyl(methylthio)acetate, ethyl 3-(methylthio)propanoate 또한 참외의 향기에 중요한 역할을 하는 화합물이라고 보고하였다. 관능적인 조직감의 경우 반응변수인 겔화제로 쓰인 글루코만난의 함량이 가라기난과 적절한 배합에 의해 겔을 형성시키므로 글루코만난에 영향을 많이 받는 것으로 사료된다. 참외푸딩의 전반적인 기호도에 대한 관능적 특성의 경우 물성 형성에 중요한 겔화제인 글루코만난의 양에 영향을 많이 받으며, 다음으로 겔형성의 pH에 영향을 미치는 참외식초 때문인 것으로 사료된다.

참외푸딩의 반응표면분석 결과 높은 평점을 나타내는 예측된 최적 배합비는 Table 7에 나타내었다. 색상의 경우 글루코만난 0.04%, 참외농축액 3.15% 및 참외식초 2.13%의 배합비로 나타났으며, 향의 경우 글루코만난 0.12%, 참외농축액 2.14% 및 참외식초 1.62%일 때로 나타났다. 맛의 경우 글루코만난 0.12%, 참외농축액 3.64% 및 참외식초 0.91%로 나타났으며, 조직감의 경우 글루코만난 0.09%, 참외농축액 3.17% 및 참외식초 1.25%로 나타났다. 전반적인 기호도에 있어서는 조직감과 유사하게 글루코만난 0.10%, 참외농축액 3.07% 및 참외식초 1.34%로 나타났다. 이는 전반적인 기호도의 경우 푸딩의 조직감에 영향을 많이 받는 것으로 여겨진다.

3) 4차원 반응표면 해석

중심합성실험계획으로 설정한 16구간에 대한 반응표면분석한 회귀식(Table4)을 이용하여 4차원 반응표면을 그려본 결과 색상, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에 대한 그림을 Fig 1~5에 나타내었다. 참외푸딩에 대한 관능적인 색상의 경우 Fig 1에 나타난 바와 같이 글루코만난의 함량이 적을 경우 참외식초의 함량이 증가할수록 색상에 대한 관능평점이 높게 나타났으며, 글루코만난의 함량이 많은 경우에는 참외식초의 함량이 적을수록 색상에 대한 관능평점이 높은 것으로 나타났다. 참외푸딩의 관능적인 향에 대한 4차원 반응표면은 Fig 2에 나타내었다. 관능적인 향은 참외농축액의 함량이 낮을수록 높은 관능평점을 나타내었으며, 참외식초의 함량이 1.5%일 때 높은 것으로 나타났다. 이는 참외 농축액의 진한 향보다는 은은한 참외의 향이 푸딩에 잘 어울린다고 여겨지며, 또한 참외식초의 경우 참외의 향이 나지만 함량을 증가시킬 경우 시큼한 향으로 인해 관능평점이 낮게 나타났다고 생각되어진다. 참외푸딩의 관능적인 맛의 4차원 반응표면은 Fig 3과 같이 글루코만난의 함량 및 참외농축액의 함량이 적고 참외식초의 함량이 증가할수록 높은 관능평점을 나타내었으며, 글루만난

의 함량 및 참외농축액의 함량이 많고 참외식초의 함량이 적을 경우 맛에 대한 관능평점이 높은 것으로 나타났다. 즉 반응변수가 적절하게 배합되었을 때 기호도가 좋은 것으로 나타났다. 이는 참외 농축액 및 참외식초의 독특한 맛이 살아날 때 관능요원들의 기호도를 증가시키는 것으로 여겨진다. 참외푸딩의 조직감에 대한 관능적 특성의 4차원 반응표면은 Fig 4에 나타내었다. 즉 조직감은 글루코만란의 함량, 참외농축액의 함량 및 참외식초의 함량에 골고루 영향을 받는 것으로 나타나며, 이는 박 등의 보고에서 젤리는 과즙의 함량, pH, 설탕의 농도가 젤리의 형성과 질감에 영향을 미친다고 하였는데 참외푸딩도 겔화제인 글루코만란과, 당을 함유하는 참외농축액 및 pH에 영향을 주는 참외식초의 함량의 적절한 조화로 관능적인 조직감을 형성한다고 사료된다. 따라서 젤리 형성조건인 당, 산 및 겔화제의 적절한 조건으로 겔이 형성되어 나타난 것으로 여겨진다. 전반적인 기호도에 대한 4차원 반응표면은 Fig 5와 같이 조직감의 반응표면과 유사한 경향으로 나타났다. 참외푸딩은 겔형성 식품이므로 겔의 조직감이 기호도에 영향을 많이 미치는 것으로 사료되며, 반응표면상에서는 글루코만란 0.1%, 참외농축액 함량 3% 및 참외식초 1.5% 부근에서 가장 높은 관능평점으로 나타났다.

4) 참외푸딩의 물리적 특성

참외농축액 및 참외식초를 이용한 푸딩의 물리적 특성으로는 부드러움성(softness)와 젤리강도(jelly strength)를 측정하였다. 그 결과 Table 3에서와 같이 부드러움성(softness)는 167.39~373.80 cm/kg의 범위로 나타났으며, 젤리강도(jelly strength)는 7.44~12.88 g/cm의 범위로 배합비에 따라 다양한 물성을 지니는 것으로 나타났다. 부드러움성과 젤리강도에 대한 실험치를 살펴보면 글루코만란의 함량, 참외농축액의 함량 및 참외식초의 함량에 따라 다르게 나타났으며, 젤리강도가 높을수록 부드러움성은 약하게 나타나는 것으로 나타났다.

5) 반응표면분석에 의한 회귀분석

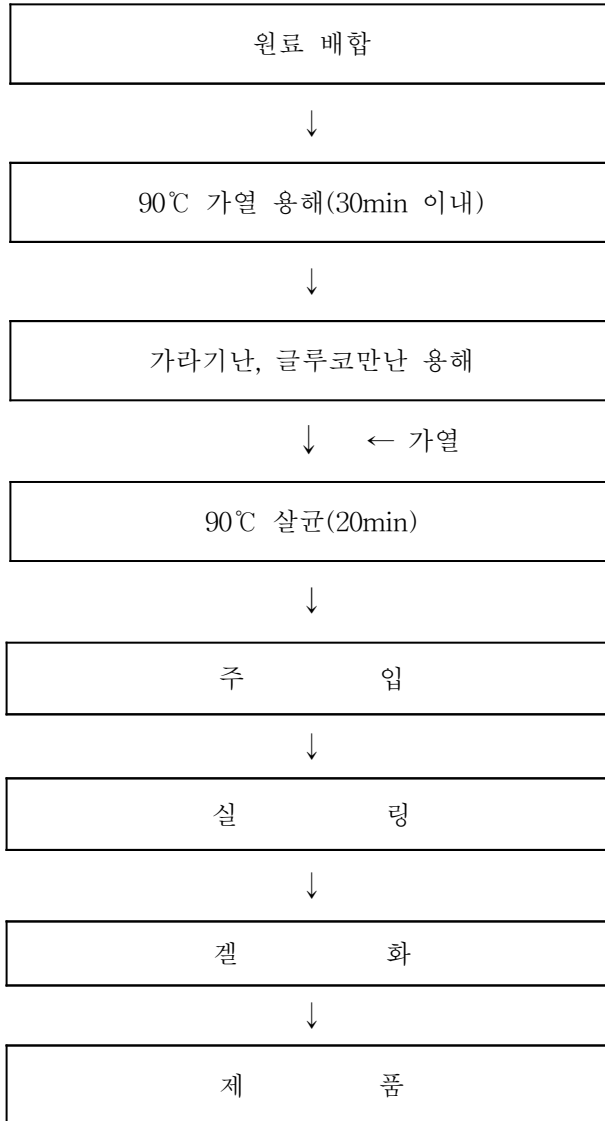
물리적 특성인 부드러움성(softness) 및 젤리강도(jelly strength)에 대한 반응표면 분석한 회귀식의 R^2 는 Table 4에서 보는 바와 같이 각각 0.8963 및 0.8651로 나타났으며, 5% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 참외푸딩의 물리적 특성에 영향을 미치는 요인을 살펴보면 Table 6에서 보는 바와 같이 부드러움성(softness)과 젤리강도(jelly strength)는 글루코만란의 함량에 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 이는

이 등의 보고에서와 같이 글루코만난의 경우 겔화제로서 쫘득쫘득하게 하는 성질이 있어 물리적 특성에 많은 영향을 미치는 것으로 여겨진다.

예측된 부드러움성에 대한 최대값은 글루코만난의 함량 0.04%, 참외농축액의 함량 2.63% 및 참외식초의 함량 1.25%일 때 391.09 cm/kg으로 나타났으며, 최소값은 글루코만난의 함량 0.14%, 참외농축액의 함량 2.86% 및 참외식초의 함량 1.08%일 때 최소값인 150.58 cm/kg 으로 나타났다. 젤리강도에 대한 최대값은 글루코만난의 함량 0.14%, 참외농축액의 함량 3.18% 및 참외식초의 함량 1.08%일 때 13.92 g/cm으로 나타났으며, 최소값은 글루코만난의 함량 0.04%, 참외농축액의 함량 2.65% 및 참외식초의 함량 1.18%일 때 최소값인 6.26 g/cm 으로 나타났다.

6) 4차원 반응표면 해석

참외푸딩의 적절한 배합비를 위해 글루코만난의 함량, 참외농축액의 함량 및 참외식초의 함량을 변화시켜 제조한 푸딩의 물리적 특성인 부드러움성(softness) 및 젤리강도(jelly strength)에 대한 4차원 반응표면은 Fig 6, 7에 나타나 있다. 부드러움성은 Fig 6에 나타나 있듯이 글루코만난의 함량이 감소할수록 증가하는 것으로 나타났으며, 젤리강도는 Fig 7에서 보듯이 부드러움성과 반대로 글루코만난의 함량이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 이는 겔화제로 쓰인 글루코만난의 함량이 증가할수록 겔 자체의 물성이 질긴상태로 되어지기 때문이라고 사료된다.



< 참외푸딩 제조공정 >

Table 1. Experimental data on organoleptic properties of muskmelon pudding under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Preparation conditions			Organoleptic properties				
	Glucomannan content (%)	Muskmelon concentration juice content (%)	Muskmelon vinegar content (%)	Color	Flavor	Taste	Mouth -feel	Overall palatability
1	0.06 (-1)	2.5 (-1)	1.0 (-1)	6.5	5.28	5.20	5.67	5.67
2	0.06 (-1)	2.5 (-1)	2.0 (1)	7.17	5.77	7.13	7.00	6.58
3	0.06 (-1)	3.5 (1)	1.0 (-1)	6.33	5.83	6.25	7.17	6.17
4	0.06 (-1)	3.5 (1)	2.0 (1)	7.42	5.17	5.75	6.50	5.07
5	0.12 (1)	2.0 (-1)	1.0 (-1)	7.17	6.00	5.75	6.33	6.50
6	0.12 (1)	2.0 (-1)	2.0 (1)	4.83	6.50	4.75	5.17	5.83
7	0.12 (1)	3.5 (1)	1.0 (-1)	6.33	6.47	5.75	6.17	6.17
8	0.12 (1)	3.5 (1)	2.0 (1)	6.00	6.50	4.00	5.75	6.00
9	0.09 (0)	3.0 (0)	1.5 (0)	6.67	5.17	5.55	6.95	7.56
10	0.09 (0)	3.0 (0)	1.5 (0)	6.50	5.50	5.75	6.92	7.55
11	0.03 (-2)	3.0 (0)	1.5 (0)	7.17	6.00	5.25	4.17	4.25
12	0.15 (2)	3.0 (0)	1.5 (0)	6.67	5.83	5.00	4.24	5.00
13	0.09 (0)	2.0 (-2)	1.5 (0)	6.83	6.50	5.75	5.33	5.83
14	0.09 (0)	4.0 (2)	1.5 (0)	6.33	6.00	6.75	6.17	7.17
15	0.09 (0)	3.0 (0)	0.5 (-2)	7.33	6.00	5.50	6.50	6.00
16	0.09 (0)	3.0 (0)	2.5 (2)	6.50	4.83	4.00	4.67	4.50

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

Table 2. Experimental data on physical properties of muskmelon pudding under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. ¹⁾ No.	Preparation conditions			Physical properties	
	Glucomannan content (%)	Muskmelon concentration juice content (%)	Muskmelon vinegar content (%)	Softness (cm/kg)	Jelly strength (g/cm)
1	0.06 (-1)	2.5 (-1)	1.0 (-1)	324.27	7.44
2	0.06 (-1)	2.5 (-1)	2.0 (1)	289.10	8.81
3	0.06 (-1)	3.5 (1)	1.0 (-1)	306.23	7.76
4	0.06 (-1)	3.5 (1)	2.0 (1)	262.56	8.96
5	0.12 (1)	2.0 (-1)	1.0 (-1)	167.39	12.88
6	0.12 (1)	2.0 (-1)	2.0 (1)	182.59	12.61
7	0.12 (1)	3.5 (1)	1.0 (-1)	195.84	12.20
8	0.12 (1)	3.5 (1)	2.0 (1)	205.33	11.67
9	0.09 (0)	3.0 (0)	1.5 (0)	257.28	9.21
10	0.09 (0)	3.0 (0)	1.5 (0)	252.96	9.42
11	0.03 (-2)	3.0 (0)	1.5 (0)	373.80	7.21
12	0.15 (2)	3.0 (0)	1.5 (0)	170.82	12.86
13	0.09 (0)	2.0 (-2)	1.5 (0)	322.91	7.64
14	0.09 (0)	4.0 (2)	1.5 (0)	186.85	12.46
15	0.09 (0)	3.0 (0)	0.5 (-2)	242.21	10.92
16	0.09 (0)	3.0 (0)	2.5 (2)	262.34	8.99

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

Table 3. Polynomial equations calculated by RSM program for recipe conditions of muskmelon pudding

Responses	Polynomial equations ¹⁾	R ²	Significance
Color	$Y_1 = 6.585191 + 26.874364X_1 + 0.092427X_2 - 0.876131X_3$ $+ 1.800425X_1X_2 - 32.713836X_1X_3 + 1.008679X_2X_3$ $+ 51.030609X_1^2 - 0.307580X_2^2 + 0.178710X_3^2$	0.8632	0.0472
Flavor	$Y_2 = -8.432787 + 86.993878X_1 + 4.858411X_2 + 5.931696X_3$ $- 17.283970X_1X_2 - 2.257862X_1X_3 - 0.881887X_2X_3$ $- 180.712580X_1^2 - 0.396131X_2^2 - 1.150565X_3^2$	0.7344	0.2351
Taste	$Y_3 = -1.596449 + 71.366125X_1 - 1.418892X_2 + 9.171282X_3$ $- 1.819002X_1X_2 - 39.569182X_1X_3 - 1.136604X_2X_3$ $- 156.137208X_1^2 + 0.525812X_2^2 + 0.937094X_3^2$	0.7282	0.2473
Mouth-feel	$Y_4 = -17.240812 + 204.847632X_1 + 7.359968X_2 + 5.884180X_3$ $- 16.735138X_1X_2 - 20.216981X_1X_3 - 0.372075X_2X_3$ $- 711.498142X_1^2 - 0.847787X_2^2 - 1.181393X_3^2$	0.7111	0.2814
Overall palatability	$Y_5 = -13.370987 + 167.759444X_1 + 4.968939X_2 + 7.788758X_3$ $- 4.524416X_1X_2 - 7.311321X_1X_3 - 0.454717X_2X_3$ $- 756.829441X_1^2 - 0.644172X_2^2 - 2.099586X_3^2$	0.8017	0.1201
Softness	$Y_6 = 603.663678 - 5707.453083X_1 + 41.320918X_2 - 29.403639X_3$ $+ 827.571841X_1X_2 + 856.128931X_1X_3 - 1.589057X_2X_3$ $+ 1424.873938X_1^2 - 24.360908X_2^2 - 14.905454X_3^2$	0.8963	0.0225
Jelly strength	$Y_7 = 12.376385 + 77.523102X_1 - 7.298253X_2 + 0.169928X_3$ $- 13.030255X_1X_2 - 29.672956X_1X_3 - 0.381509X_2X_3$ $+ 333.339968X_1^2 + 1.65048X_2^2 + 1.120024X_3^2$	0.8651	0.0455

¹⁾X₁ : glucomannan content (%), X₂ : concentraion muskmelon juice content (%), X₃ : muskmelon vinegar content (%)

Table 4. Analysis of variables for regression model of organoleptic properties in recipe conditions of muskmelon pudding

Preparation conditions	F-Ratio				
	Color	Flavor	Taste	Mouth-feel	Overall palatability
Glucomannan content	4.85**	0.98	3.22*	2.97	4.41*
Muskmelon concentration juice content	1.89	2.42	0.99	0.58	0.42
Muskmelon vinegar content	6.86**	2.56	3.59*	1.28	3.12

*Significant at 10% level; **Significant at 5% level

Table 5. Analysis of variables for regression model of physical properties in recipe conditions of muskmelon pudding

Preparation conditions	F-Ratio	
	Softness	Jelly strength
Glucomannan content	10.28***	7.44**
Muskmelon concentration juice content	1.55	1.37
Muskmelon vinegar content	0.40	0.52

Significant at 5% level; * Significant at 1% level

Table 6. Predicted levels of optimum conditions for recipe of muskmelon pudding by the ridge analysis

Responses	Glucos- mannan (%)	Muskmelon concentration solution (%)	Muskmelon vinegar (%)	Estimated responses	Morphology
Color	0.13	2.64	2.17	5.18(Min)	Saddle point
	0.04	3.15	2.13	7.99(Max)	
Flavor	0.11	3.54	2.28	4.33(Min)	Saddle point
	0.12	2.14	1.62	6.64(Max)	
Taste	0.12	3.14	2.34	3.12(Min)	Saddle point
	0.12	3.64	0.91	6.94(Max)	
Mouth-feel	0.14	3.19	1.95	3.81(Min)	Maximum
	0.09	3.17	1.25	7.23(Max)	
Overall palatability	0.03	2.94	1.54	4.26(Min)	Maximum
	0.10	3.07	1.34	7.46(Max)	
Softness	0.14	2.86	1.08	150.58(Min)	Saddle point
	0.04	2.63	1.25	391.09(Max)	
Jelly strength	0.04	2.65	1.18	6.26(Min)	Minimum
	0.14	3.18	1.08	13.92(Max)	

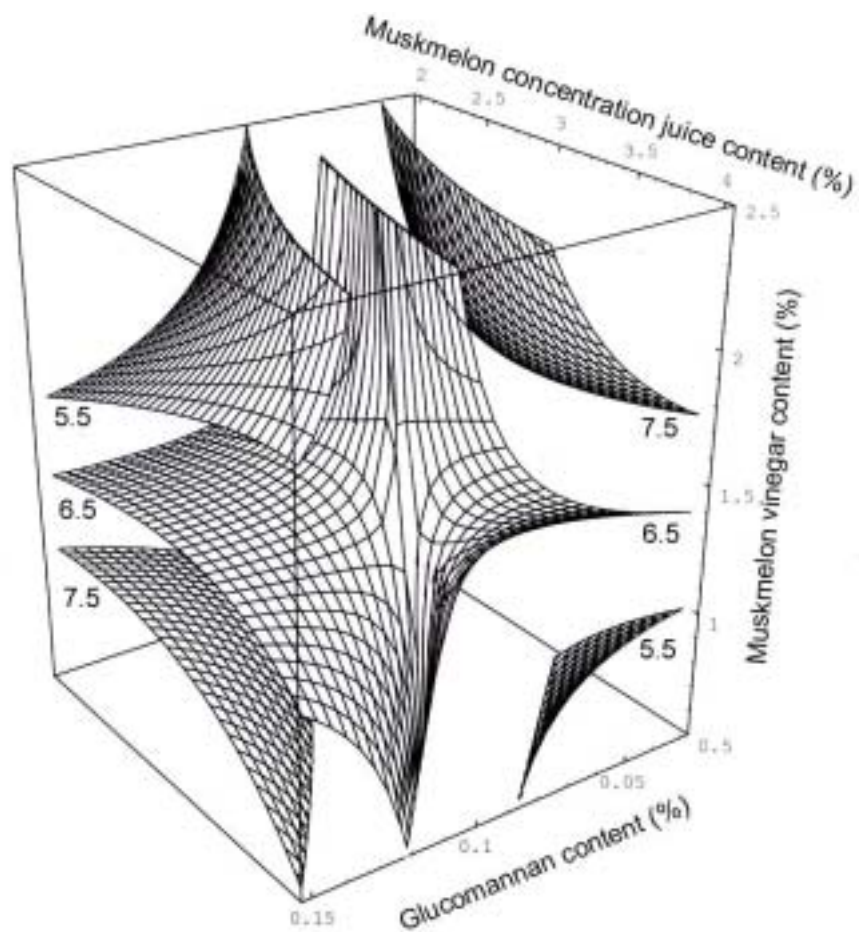


Fig 1. Four-dimensional response surface on organoleptic color of muskmelon pudding at constant values (sensory score : 5.5-6.5-7.5) as a function of glucomannan, muskmelon concentration juice and muskmelon vinegar.

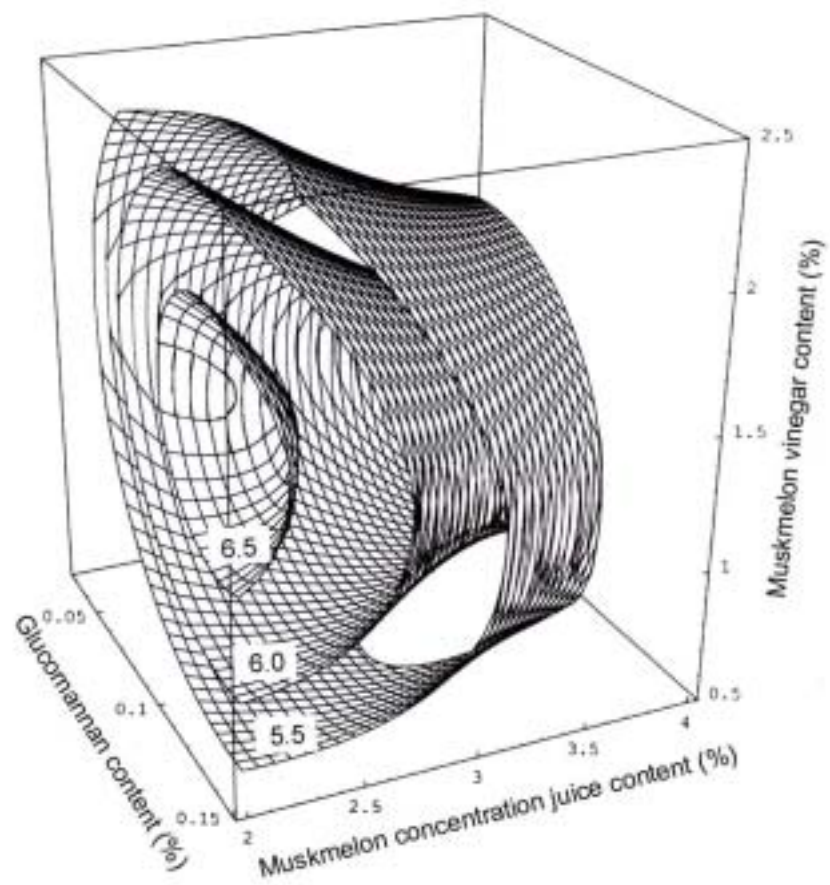


Fig 2. Four-dimensional response surface on organoleptic flavor of muskmelon pudding at constant values (sensory score : 5.5-6.0-6.5) as a function of glucomannan, muskmelon concentration juice and muskmelon vinegar.

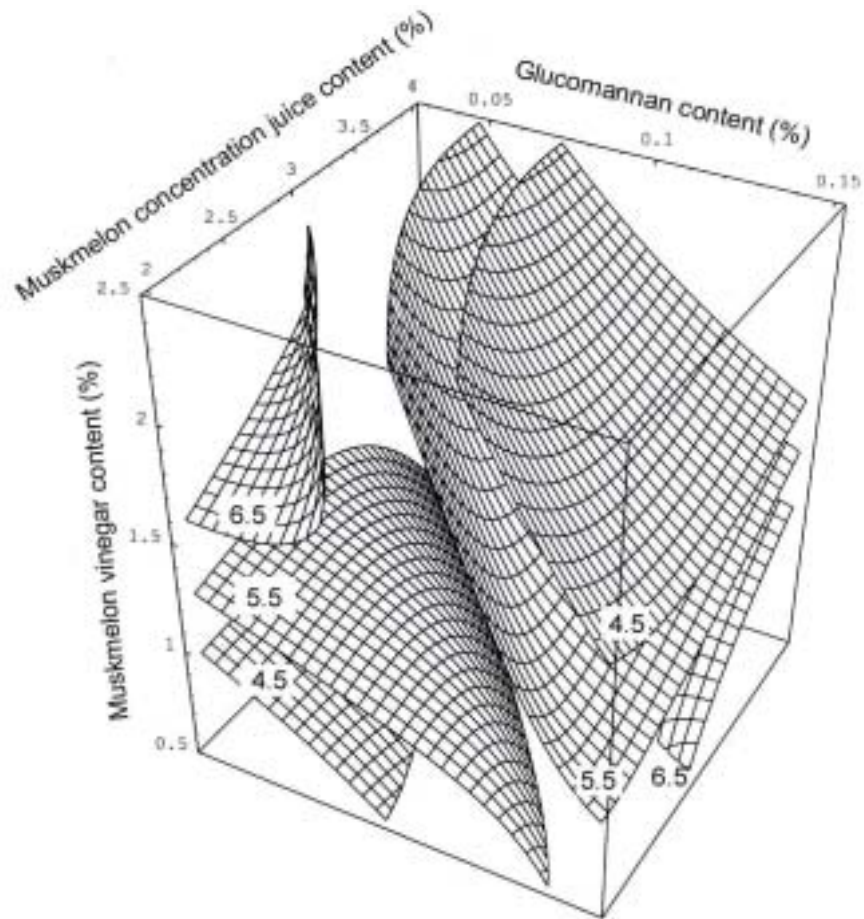


Fig 3. Four-dimensional response surface on organoleptic taste of muskmelon pudding at constant values (sensory score : 4.5-5.5-6.5) as a function of glucomannan, muskmelon concentration juice and muskmelon vinegar.

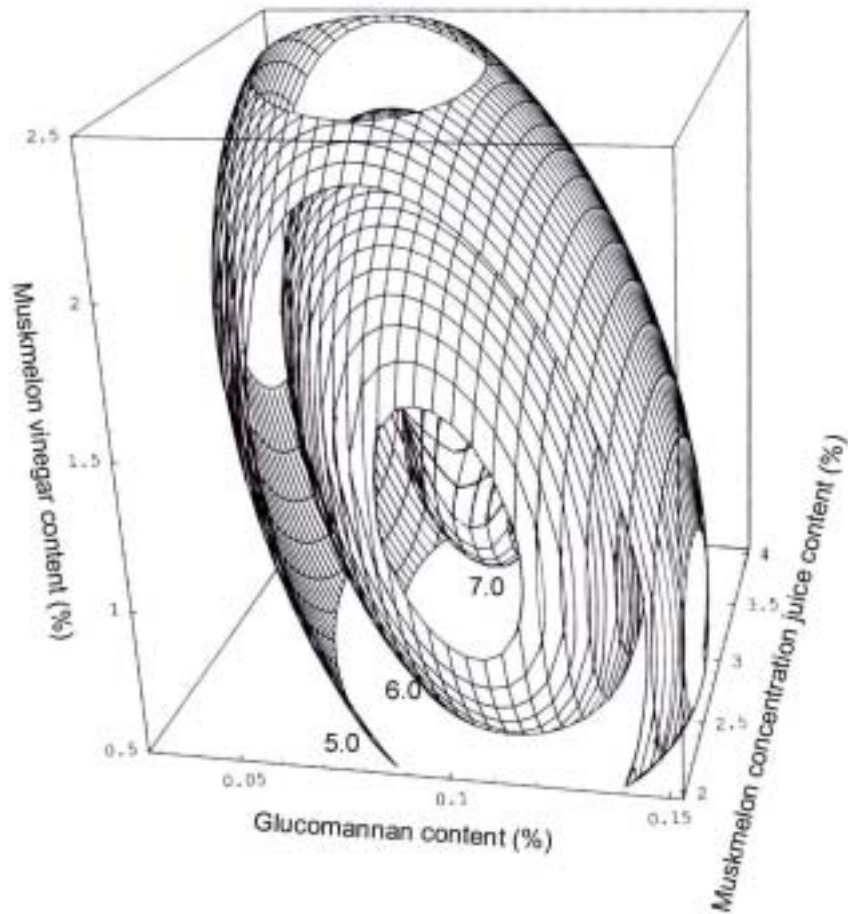


Fig 4. Four-dimensional response surface on organoleptic mouth-feel of muskmelon pudding at constant values (sensory score : 5.0-6.0-7.0) as a function of glucomannan, muskmelon concentration juice and muskmelon vinegar.

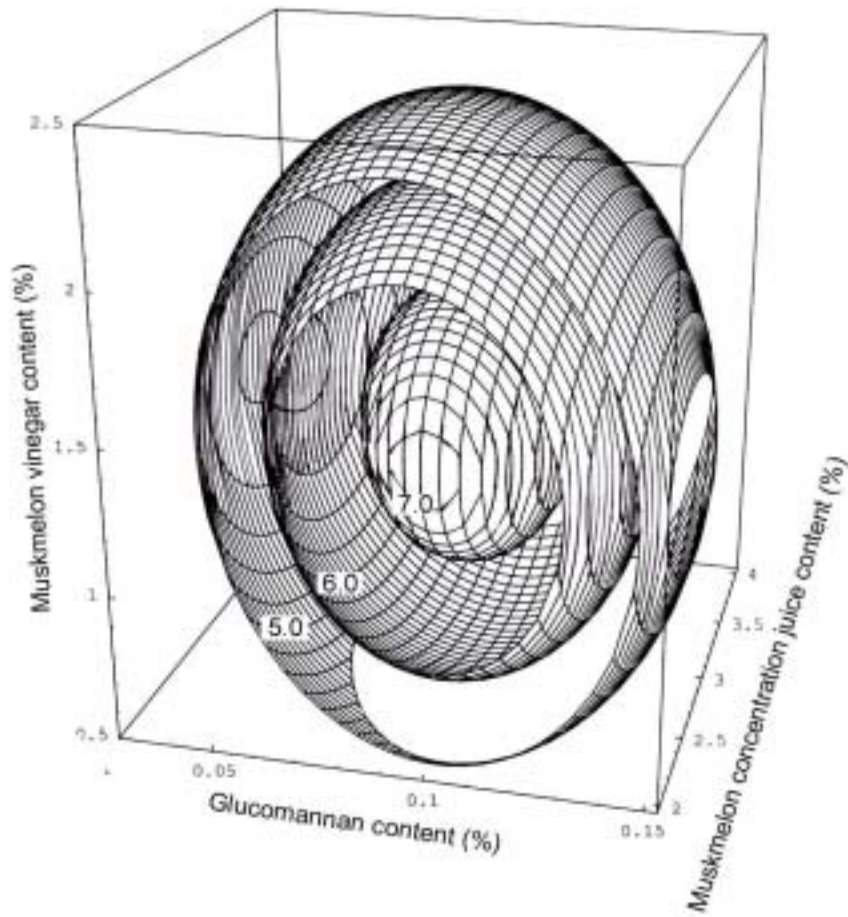


Fig 5. Four-dimensional response surface on overall palatability of muskmelon pudding at constant values (sensory score : 5.0-6.0-7.0) as a function of glucomannan, muskmelon concentration juice and muskmelon vinegar.

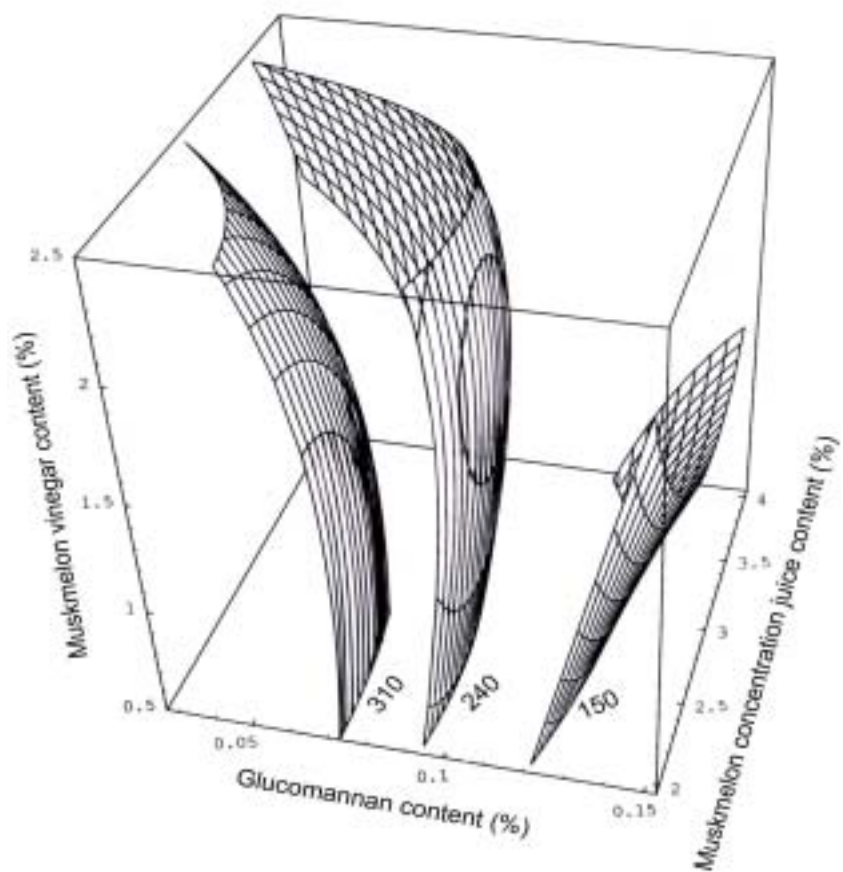


Fig 6. Four-dimensional response surface on softness of muskmelon pudding at constant values (softness : 150-240-310 cm/kg) as a function of glucomannan, muskmelon concentration juice and muskmelon vinegar.

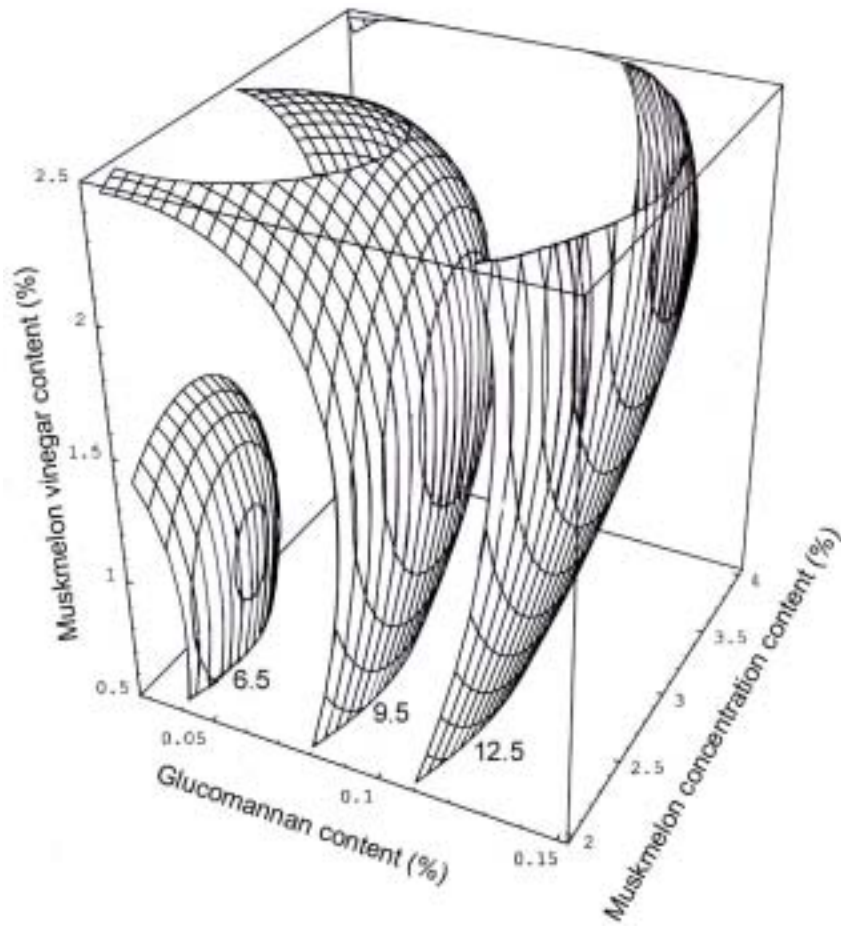


Fig 7. Four-dimensional response surface on jelly strength of muskmelon pudding at constant values (jelly strength : 6.5-9.5-12.5 g/cm) as a function of glucomannan, muskmelon concentration juice and muskmelon vinegar.

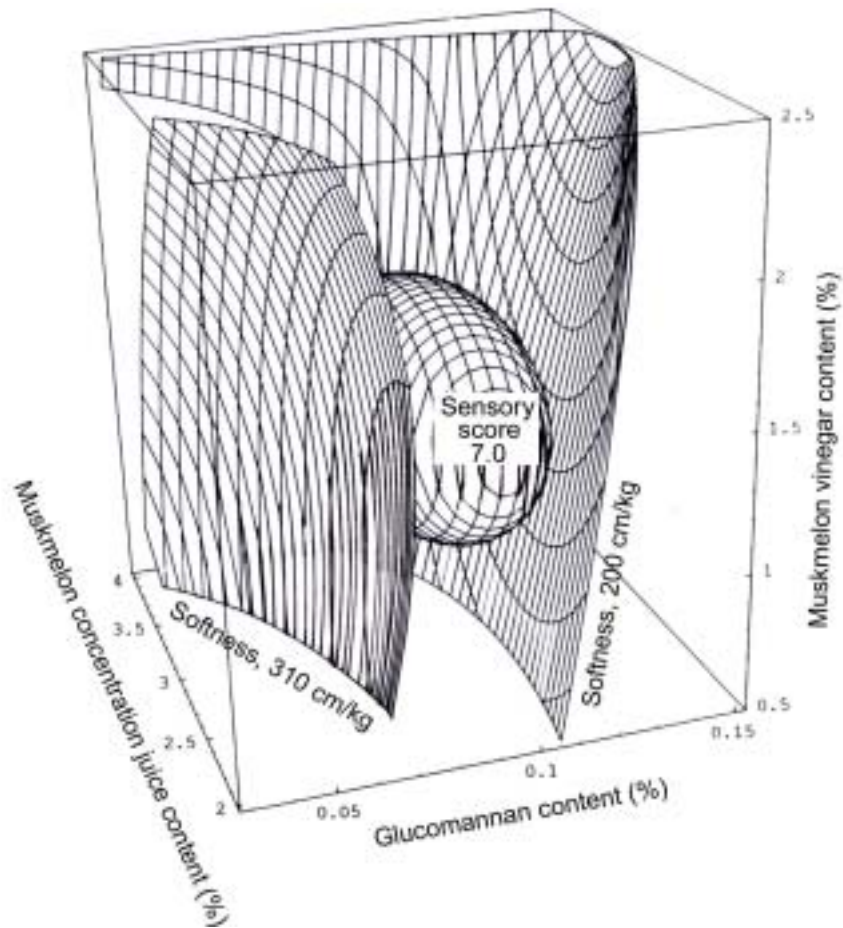


Fig 8. Superimposed response surface for optimization of overall palatability and softness of muskmelon pudding as a function of glucomannan, muskmelon concentration juice and muskmelon vinegar.

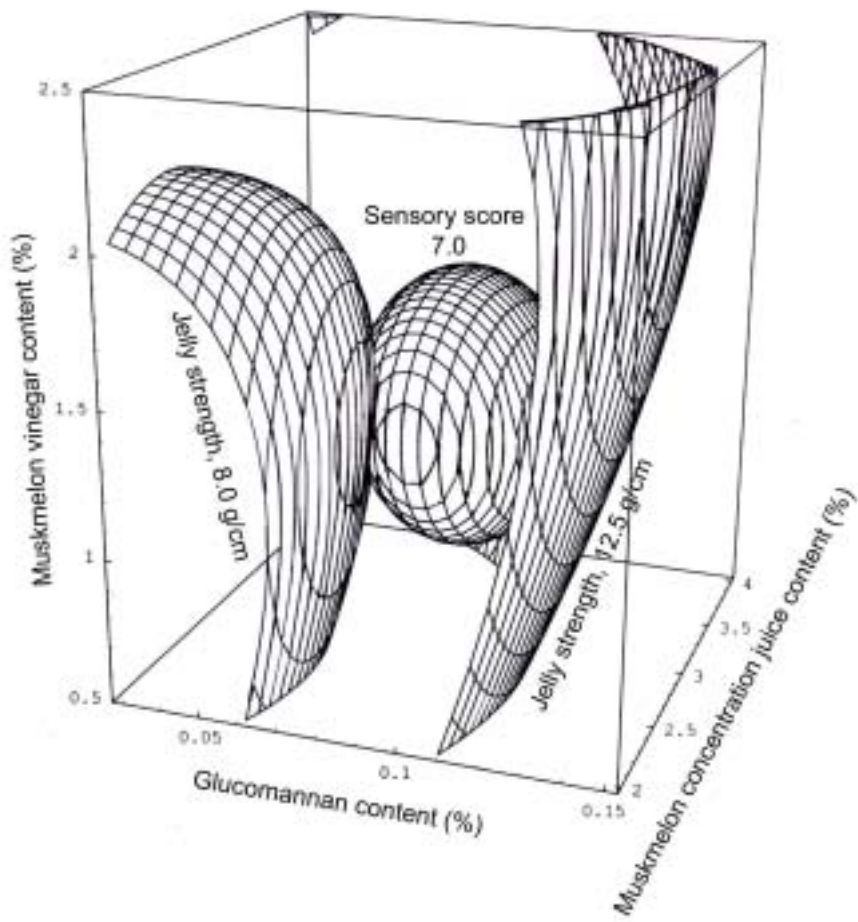


Fig 9. Superimposed response surface for optimization of overall palatability and jelly strength of muskmelon pudding as a function of glucomannan, muskmelon concentration juice and muskmelon vinegar.



Fig. 10. 참외푸딩

3. 요약

겔형식품인 참외푸딩을 제조할 경우 조직감이 중요시 여겨지며, 조직감은 소비자의 기호도를 향상시킬 수 있는 물성을 갖는 것이 중요하며, 또한 색상, 향, 맛 등의 기본적인 관능적인 요소들도 중요하게 고려되어야 한다. 전반적인 기호도를 기초로 한 참외푸딩의 최적 배합조건은 글루코만난 함량 0.08~0.12%, 참외농축액 함량 2.5~3.5% 및 참외식초의 함량 1~2%인 것으로 나타났다. 즉 부드러움성의 경우 전반적인 기호도가 7.0 이상이 나타나기 위해서는 200~310 cm/kg의 범위로 나타나야 하며, 젤리강도의 경우는 8.0~12.5 g/cm의 범위로 나타나야만 전반적인 기호도가 7.0 이상으로 나타났다. 이러한 물리적 특성치의 경우 참외푸딩을 산업화 하였을 때 소비자의 기호도를 향상시키는 품질지표가 될 수 있으리라 사료된다.

4. 참고문헌

1. Lee, G.D., Kim, S.K., Kwon, D.Y., Park, S.R. : Monitoring the manufacturing characteristics of Aloe gel-state food. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 32(1), 89-95 (2003)
2. Park, G.S., Park, S.Y. : Sensory and physicochemical properties of Peach jelly added with various sugars. *HSJAS*, 6(2), 329-335 (1998)
3. Byun, M.W., Ahn, H.J., Yook, H.S., Lee, J.W., Kim, D.J. : Quality evaluation of jellies prepared with refined dietary fiber from Ascidian(*Halocynthia roretzi*) Tunic. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29(1), 64-67 (2000)
4. Kim, Y.K., Kim, S.S., Chang, K.S. : Textural properties of ginger jelly. *Food Engineering progress*, 4(1), 33-38 (2000)
5. Choi, J.Y., Song, E.S., Chung, H.K. : A study of textural properties and preferences of fruit pectin jelly. *Korean J. Dietary culture*, 9(3), 259-266 (1994)
6. Kim, I.C. : Manufacture of Citron jelly using Citron-extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28(2), 396-402 (1999)
7. Paik, J.E., Joo, N.M., Sim, Y.J., Chun, H.J. : Studies on making jelly and mold salad with grape extract. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 12(3), 291-294 (1996)
8. Sim, Y.J., Paik, J.E., Joo, N.M., Chun, H.J. : Influence of carrageenan and pectin addition on the rheological properties of Omija extract jelly. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 11(4) 362-364 (1995)
9. Chun, H.J. : Influence of carrageenan addition on the rheological properties of Omija extract jelly. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 11(1), 33-36 (1995)

10. Kim, J.E., Chun, H.J. :A study on making jelly with Omija extract. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 6(3), 17-24 (1990)
11. Lee, T.W., Lee, Y.H., Yoo, M.S., Rhee, K.S. : Instrumental and sensory characteristics of jelly. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23(3), 336-340 (1991)
12. Lee, H.O., Sung, H.S., Suh, K.B. : The effect of ingredients on the hardness of ginseng jelly by response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 18(4), 259-263 (1986)
13. Martin Glicksman : Food Hydrocolloids, Volume II, CRC Press, Inc. p.83 (1983)
14. Park, G.S., Cho, J.W. : Effects of addition of agar on the texture characteristics of peach jelly. *Korean J. Food & Nutr.*, 11(1), 61-67 (1998)
15. Koh, J.S., Koh, N.K., Park, Y.K., Kim, Y.C. : Physicochemical properties of *Citrus miyakawa wase* produced in Cheju, and Citrus jam-making. *Korean J. Post-harvest Sci. Technolo. Agri. Products.*, 2(1), 139-146 (1995)

제 6 절 참외부산물 발효퇴비의 개발

1. 연구수행 방법

가. 참외 및 참외부산물에 서식하는 미생물의 분리

균원시료는 경상북도 성주군 9면에서 일반적으로 재배되고 있는 참외 및 참외부산물 즉, 덩굴, 뿌리, 줄기, 잎 등을 수집하여 균원시료로 이용하였다. 균원시료를 크기가 1mm가 되게 절단하여 그 1g에 0.85% NaCl 멸균수 10ml를 첨가하고 3단 희석한 후 세균은 nutrient agar (NA) 및 tryptic soy agar (TSA) 배지, 방선균은 yeast extract-malt extract agar (YMA)배지에 0.4% sodium propionate와 25mg/l nalicidic acid를 첨가하여 사용하였고, 곰팡이는 PDA 배지를 사용하여 각각의 배지에 상기 균원시료 용액을 100 μ l씩 도말하고 세균은 20 $^{\circ}$ C로 3일간, 방선균은 30 $^{\circ}$ C에 5일간, 곰팡이는 28 $^{\circ}$ C에서 7일간 incubator에서 배양하여 각각의 colony 형태 및 색깔, 냄새 등으로 1차 분류하고 광학현미경으로 형태학적 세균, 방선균, 곰팡이로 2차 분리하여 실험에 사용하였다. 참외 및 참외부산물에 서식하는 미생물은 적정 배지와 온도에서 배양한 후 10% glycerol을 1ml씩 분주하여 살균시킨 cryo tube에 각종 미생물 균체를 백금으로 모아 현탁시킨 후 액체질소(-196 $^{\circ}$ C)에 보관하며 실험에 사용하였다.

나. 참외 병원성 곰팡이의 배양

참외 병원성 곰팡이는 탄저병균 *Collectotrichum orbiculare*, 덩굴마름병균 *Didymella bryoniae*, 덩굴쪄김병균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, 역병균 *Phytophthora capsici*, 잘록병균 *Pythium ultimum* (KCTC6481), 뿌리썩음병균 *Rhizoctonia solani* AG-4, 균핵병균 *Sclerotinia sclerotiorum* 등을 농촌진흥청 식물병리과, 한국과학기술원 유전자은행 (KCTC), 경북대학교 농생물학과 등에서 분양받아 이용하였다. 이들 병원성 곰팡이 균주는 PDA(potato dextrose agar) 배지에서 28 $^{\circ}$ C 10일 이상 배양한 후 agar block을 멸균된 증류수에 넣어 4 $^{\circ}$ C에 보관하면서 사용하였다.

다. 병원성 곰팡이에 대한 길항력조사

참외 병원성 곰팡이에 대한 길항력 조사는 분리균과 병원균을 대치배양(pairing plate culture)하여 생육억제환의 크기로 조사하였다. PDA 배지에서 키운 병원균체 덩어리를 PDA 배지 중앙에 올려놓고 가장자리 4곳에 순수분리한 미생물을 한 백금이씩 접종하여 28℃에서 7~10일간 배양한후 병원균의 균사체의 생장억제 정도 (inhibition zone)를 조사하여 생성된 clear zone의 길이로 길항력을 나타내었다.

라. 미생물의 동정

미생물의 동정은 첫째, Bergey's manual of systematic bacteriology의 방법에 준하여 미생물의 형태학적, 배양학적, 생리·생화학적 특성을 조사하며, 두 번째는 미생물의 세포벽의 지방산의 조성으로 자동 동정하는 Microbial ID Inc.의 Sherlock system(미생물동정장치, GC : HP Co., 6890 series)으로 동정하였고, 세번째는 16S rDNA sequence 법으로 동정하였다. 16S rDNA sequence 법은 최근에 가장 많이 사용하는 방법으로서 다음과 같이 실시하였다. 즉, DNA의 분리 및 조작에 사용한 시약 및 PCR kit들은 주로 TaKaRa사(일본)의 것을 사용하였고, 전기영동에는 USB사(미국)의 시약을 주로 사용하였다. PCR과 primer extension 등에 사용된 DNA oligonucleotide는 Bioneer사(한국)에 의뢰하여 합성하였다. 균의 배양 및 보존을 위한 배지로는 Luria-Bertani 배지(LB ; Bertani와 Weigle, 1953)를 사용하였고 균의 배양은 액체 배양의 경우 LB 배지에서 대수증식기까지 자란 종배양액을 1%(vol/vol) 접종함을 기본으로 하였고 30℃에서 250 rpm으로 진탕하여 배양하였다. 고체 배양의 경우 30℃ 항온기에서 하룻밤 배양을 기본으로 하였다. Chromosomal DNA의 추출 및 정제, DNA 단편의 분리 및 회수 등은 Sambrook 등(1989)과 Ausubel 등(1995)이 기술한 일반적인 상법에 따라 행하였다. Chromosomal DNA의 추출은 heating extraction method를 변형하여 다음과 같이 실시하였다. LB 배지에서 대수기까지 성장한 균 50 ml를 집균하여 10 ml의 TEG 완충액(25 mM Tris-Cl, 10 mM EDTA, 50 mM glucose, pH 8.0)에 1회 세정한 후 같은 완충액 10 ml에 현탁하였다. 여기에 100 mg의 lysozyme을 넣고 37℃ 수조에서 40 rpm으로 진탕하며 60 분간 반응하였다. 반응액에 10% SDS 용액 1 ml를 첨가하여 70℃ 수조에서 20 rpm으로 현탁액이 맑아질 때까지 약 1 시간 정도 추가로 진탕하며 반응하였다. Lysozyme 및 SDS 처리로 맑아진 용액을 10 ml의 PCI를 처리하여 단백질을 제거하고 난 후, ethanol로 옮겨 묻쳐지는 chromosomal DNA를 서로 엉기게 만든 다음 건져내어 70% ethanol로 1회 세정

하고 말린 후 TE 완충액 5 μ l에 재현탁하였다. 이 현탁액에 존재하는 RNA를 제거해 주기 위하여 RNAase A를 2 mg 첨가하여 37°C에서 30 분간 반응하였고, 남아있는 단백질을 제거하기 위하여 proteinase K를 0.5 mg 첨가하여 37°C에서 60 분간 반응하였다. 이 때, proteinase의 활성을 높이기 위하여 SDS를 최종농도 0.5% 되게 첨가하였다. 반응이 끝난 chromosomal DNA 용액은 다시 PCI 정제과정을 한 번 더 거친 후 최종적으로 1 ml의 TE 완충액에 현탁하고 전기영동하여 확인하였다. 추출된 DNA는 A260 및 A280에서의 흡광도를 재어 그 비가 1.8 이상이 되는지 확인하여 순도를 검증하였으며 A260 값으로는 DNA의 양을 계산하였다. Agarose 겔 전기영동은 Ausubel(1995)의 방법에 준하여 실시하였다. 일반적인 DNA 전기영동은 0.8% agarose 겔을 사용하였고, 500 bp 미만의 작은 단편의 전기영동에는 2.0% agarose 겔을 사용하여 0.5×TAE 전기영동액으로 겔 cm당 5~10 V의 전압으로 전기영동후 0.5 mg/l EtBr 용액에 15 분간 발색시켜 자외선 하에서 전기영동상을 관찰하였다. 16S rDNA 단편의 증폭에 PCR이 사용되었다. 필요한 각각의 정방향(5'-ACg ggC ggT gTg TAC-3') 및 역방향(5'-gCC AgC AgC CgC ggT A-3') primer는 Frank 등(2000)의 문헌에 따라 20 mer 내외로 합성하였다. PCR 반응은 대체로 0.5 μ l(2.5U) Taq polymerase, 10 μ l Taq polymerase buffer(\times 10), 10 μ l의 25 mM MgCl₂, 6 μ l의 4 mM dNTP, 70.5 μ l dH₂O에 1 μ l(100 pmol)의 정방향 프라이머와 1 μ l(100 pmol)의 역방향 프라이머, 25 ng(chromosomal)이나 1 ng(plasmid)의 주형 DNA를 첨가하여 잘 혼합한 후 반응액을 94°C에서 2 분간 denaturation하고 52°C에서 2 분간 annealing한 후 72°C에서 2 분간 중합반응 시킨 후 다시 94°C에서 2 분, 60°C 2 분, 72°C 2 분의 cycle을 30 회 반복하여 시행하였다. PCR 산물의 염기서열의 결정은 코아바이오시스 템(주)에 의뢰하여 실시하였다. 염기서열의 상동성 검색은 Ribosomal database (<http://rdp.cme.msu.edu/html/analyses.html>)를 통하여 실시하였다.

마. 효소 활성측정

CM-cellulose 활성 1% CMC가 함유된 인산완충액(0.05M Na₂HPO₄-KH₂PO₄ buffer, pH 7.5)의 기질 용액 0.5ml과 효소액 0.5ml를 혼합하여 진탕수조에서 1시간 반응시킨 후 DNS법으로 생성된 환원당을 550nm에서 흡광도법으로 측정하였다. 효소 1 unit는 30°C에서 1분당 생성되는 환원당 1 nmol로 계산하였다.

Protease의 활성측정은 Hagihara 등의 방법을 이용하여 아래와 같이 측정하였다. 기질용액은 12.5mM sodium borate NaOH buffer(pH 9.0)에 기질인 casein을 사용하

기 직전에 0.6%(w/v)로 녹여 사용하였다. 2.5ml의 기질용액에 효소액 0.5ml을 넣고 30℃에서 10분간 반응시킨 다음 2.5ml의 TCA mixture(0.1M trichloroacetic acid, 0.22M sodium acetate, 0.33M acetic acid)를 가하고 30℃에서 20분간 방치시킨 후 whatmann filter paper(No.42)로 여과시켜 얻은 상등액 2ml에 0.55M Na₂CO₃ 용액, 5 ml와 1N folin reagent, 1ml를 차례로 첨가하여 30℃에서 30분간 발색시킨 후 660nm에서 흡광도법으로 측정하였다. 효소 1 unit는 30℃에서 1분간 1 μg tyrosine을 생산하는 효소의 양으로 계산하였다.

Xylanase 활성측정은 다음과 같이 실시하였다. 즉, 100 mM sodium phosphate buffer(pH 6.0) 0.2 ml에 효소액(또는 배양상징액) 0.2 ml와 1.0% birchwood xylan 현탁액(1 g의 birchwood xylan에 80 ml 증류수를 가하여 121℃에서 15 분간 autoclave 한 후 실온까지 냉각한 다음 100 ml로 만듦) 0.4 ml를 혼합하여 65℃에서 20 분간 반응시킨 후 dinitrosalicylic acid(DNS)용액 0.8 ml를 가하여 효소반응을 정지시키고 반응액을 boiling water bath에서 10 분간 가열한 후 급냉하고 재증류수 2.4 ml를 첨가하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소활성단위는 위의 조건에서 1 분간에 1 μmol의 xylose에 상당하는 환원당을 생산하는 효소의 양으로 나타내었다.

바. 참외부산물 발효 퇴비화 조건

퇴비화 원료는 축사 단지에서 채취한 축분 38%과 톱밥 24%, 미강 12%를 기본 퇴비원료로 하여 참외부산물 0~15% 비율로 혼합하고 여기에 제조한 미생물제제를 0~10kg/ton 되게 첨가하여 잘 혼합하고 용량이 6m³(1.5m x 2m x 2m)인 블록으로 제조한 간이 퇴비장에 투입하였으며, 초기 퇴비화가 진행되는 동안에는 송풍형 고정더미 방식으로 강제송풍(Air pump, 10L/min)하며, 수분함량만 50-60%로 조절하고 부숙시키고 그 후 송풍형 연속이동 방식으로 퇴비상 밑에 있는 배기관을 통하여 배출식으로 강제송풍하며 뒤집는 기계(turner)가 퇴비상을 천천히 주행하면서 퇴비더미를 뒤집어 하루에 60cm 씩 전방으로 이동하며 약 40일 동안 퇴비화를 실시하였다. 그림 1(좌)는 퇴비 제조 공장에 임대하여 퇴비를 제조하는 모습이며, 그림 1(우)는 성주군 관내 참외 재배 농가에서 직접 참외 퇴비를 제조하는 모습이다.



그림 1. 최적 퇴비화 조건에서 퇴비공장 및 재배농가 자가 참외부산물 퇴비 제조

사. 유식물 시험법에 의한 퇴비의 부숙도 판정

퇴비 부숙도 판정은 유식물 시험법으로 실시하였다. 즉, 풍건세토 350ml에 퇴비 150ml를 혼합하여 내경 11.3cm 높이 6.5cm의 포트에 채운후 여기에 질소, 인산, 칼륨을 요소량으로 각각 35mg이 되도록 인산암모늄, 황산암모늄 및 염화칼륨의 수용액을 사용하였다. 수분을 적정량 조절한 후 평지씨를 각 분당 20알 뿌리고 복토를 한 후 발아 및 생육상태를 조사하여 퇴비의 속도를 판정하였다. 대조구로는 퇴비를 첨가하지 않은 구를 기준으로 발아율을 조사하였다.

아. 퇴비의 이화학적 특성 조사

퇴비의 각종 이화학적 특성 조사는 다음과 같이 행하였다. 수분함량은 채취한 시료를 건조기에서 105℃에서 24시간 건조하여 무게 감소량으로 수분함량을 계산하였고, pH는 초자전극법 (1:10, Orion 920A), T-N는 Kjeldahl법을 이용한 질소/단백질 분석기 (Tecator Co., 1035 Analyzer)로 분석하였으며, NH₄-N는 시료 10g을 2M KCl 50ml로 추출한 다음 여과액에 MgO 0.2~0.3g을 첨가하여 상기 질소/단백질 분석기로 분석하였다. 유기물은 회화법과 유기물 분석기 (Shimadzu Co., TOC-5000A)로 분석하였고, 총 탄소는 남 등(1998)의 방법으로 환산계수 (TOC=1.995 + 0.484 O.M.)를 이용하여 산출하였다. 그 외 성분은 습식분해 후 인산은 Vanadate법, 양이온과 중금속은 ICP(induced coupling ion plasma spectrometer, Thermo Jerrel Ash Co., IRIS/AP)로 분석하였다.

자. 퇴비화 과정 중 미생물 밀도 분석

퇴비화 과정중에 호기성 세균, 방선균, 사상균의 밀도는 퇴적물을 주기적으로 채취하여 0.85% NaCl 용액에 희석한 후 각 선택배지에 도말하여 고온성균은 55~60℃에서 2일간, 중온성균은 28~30℃에서 7일간 각각 배양하여 형성된 콜로니를 계수하는 희석평판법 (dilution plate method)으로 측정하였다. 이때 호기성 세균과 방선균의 경우 egg-albumin agar 배지를, 사상균은 rose-bengal agar 배지 (Martin 배지)를 사용하였다. 암모니아 산화세균의 밀도는 표 1에서와 같은 조성의 선택배지에 희석 현탁액을 1ml씩 각각 5개의 시험관에 접종하여 28~30℃에서 28일간 배양하고 Griess-Ilosvay 시약을 1~2방울을 시험관에 떨어뜨려 적색 또는 갈색으로 변색되는 시험관의 수를 헤아리고, 아질산 산화세균의 밀도는 아질산 산화세균 계수배지를 사용하여 변색이 되지 않은 시험관의 수를 헤아려 밀도를 나타내는 방법(Hurley 등 1983)으로 계수하였다. 질산환원균과 탈질균은 Giltay 배지 10ml를 시험관에 넣고 도립관을 넣어 희석현탁액을 1ml 씩 각각 5개의 시험관에 접종하여 3℃에서 10~14일 배양한 후 농청색으로 변색되는 시험관 수를 헤아려 질산환원균의 밀도로 나타내었고, 탈질균은 배지의 변색과 동시에 도립관에 질소가스가 포집된 시험관의 수를 헤아려 최확치법(most probable number method)으로 계수하였다.

차. 참외식초 및 참외부산물 발효퇴비의 시비에 따른 참외 재배

참외식초 및 참외부산물 발효퇴비의 시비에 따른 참외 품질 및 생산성 조사 및 참외 병해충의 예방 효과를 조사하기 위한 시험은 2001년 12월부터 2003년 8월까지 경북 성주군 월항면 용각리 시험포장의 폭 9.0m, 측고 2.3m, 동고 3.5m, 길이 50m 인 약 2,000m² 규모의 아치형 단동 비닐하우스내에서 수행하였다.

공시품종은 성주지역에서 널리 재배되고 있는 단성화 계통의 참외 금싸라기은천 (*Cucumis melo* L. var *makuwa*)을 홍토좌(*Cucurbita maxima*)호박에 호접하여 공시하였다.

표 1. 퇴비화 과정 중 미생물 밀도 분석을 위한 미생물 및 배지의 조성

Microorganisms	Media	Composition(g)
Bacteria & Actinomycetes	Albumin agar	Egg-albumin 0.25, glucose 1.0, K ₂ HPO ₄ 0.5, MgSO ₄ · 7H ₂ O 0.2, Fe(SO ₄) ₃ trace, agar 15, D.W 1,000ml, pH 6.8-7.0
Fungi	Rose-bengal agar (Martin medium)	K ₂ HPO ₄ 1.0, MgSO ₄ · 7H ₂ O 0.5, peptone 5.0, glucose 10.0, rose-bengal 0.033, agar 20.0, D.W 1,000ml, pH 6.8
NH ₃ oxidative bacteria	Ammonia oxi. bac. counting media	(NH ₄) ₂ SO ₄ 0.5, NaCl 0.3, K ₂ HPO ₄ 1.0, MgSO ₄ · 7H ₂ O 0.3, FeSO ₄ · 7H ₂ O 0.03, CaCO ₃ 7.5, D.W 1,000ml
NO ₂ oxidative bacteria	Nitrite oxi. bac. counting media	KNO ₂ 0.006, K ₂ HPO ₄ 1.0, MgSO ₄ · 7H ₂ O 0.3, FeSO ₄ · 7H ₂ O 0.03, CaCl ₂ 0.3, NaCl 0.3, CaCO ₃ 1.0, D.W 1,000ml
NO ₃ reductive bacteria & Denitrifying bacteria	Giltay media	A) KNO ₃ 1.0, asparagine 1.0, 1% BTB 5ml, D.W 500ml B) Sodium citrate 8.5, K ₂ HPO ₄ 1.0, MgSO ₄ · 7H ₂ O 1.0, FeCl ₃ · 6H ₂ O 0.05, CaCl ₂ · 6H ₂ O 0.2, D.W 500ml A) + B) pH 7.0-7.2

제1시험은 참외식초 관주에 따른 참외품질 및 생산성 시험으로 처리시기는 정식 후 15일, 수정후 10일·20일 등 3회에 걸쳐 참외식초를 희석농도 500배액(참외식초 40cc/물20ℓ), 1000배액(참외식초20cc/물20ℓ), 2000배액(참외식초10cc/물20ℓ)으로 각각 처리하였다.

제2시험은 참외식초와 농약 혼용에 의한 병해충 방제 효과 시험으로 처리시기는 병해충 발생시 2회 반복해서 희석농도 500배액, 1000배액, 2000배액의 참외식초를 살포하였으며, 대상병충은 주로 흰가루병, 진딧물로서 대상농약은 흰가루병(오티바 액상수화제), 진딧물(모스피란 수화제) 등을 판매사의 추천방법에 따라 살포하였다.

제3시험은 참외부산물퇴비 시용에 따른 참외품질 및 생산성 시험으로서 처리시기는 포장 정지작업전 전층시비 후 로타리 작업으로 처리하였으며, 처리량은 400kg/10a으로 토양처리하여 경운하였다.

이상의 3가지 시험은 모두 난괴법 4반복으로 시험구를 배치하였으며, 시험포장의 토성은 지하수위가 낮은 사질양토이었으며, 시험포장의 토양은 표 2와 같이 산도가 6.2, 유기물이 1.2%, 유효인산이 300ppm, 치환성 양이온 및 염농도 등이 모두 참외 재배에 적합한 토양으로 조사되었다.

표 2. 시험전 포장의 토양 이화학성

구 분	산 도 (1:5)	유기물 (%)	유효인산 (ppm)	치환성 양이온(me/100g)			염농도 (%)
				칼 리	석 회	고 토	
분 석 치	6.2	1.2	300	0.85	4.9	1.7	0.09
적정범위	6.0~6.5	2.0~3.0	350~450	0.7~0.8	5.0~6.0	1.5~2.0	0.13이하



그림 2. 시험 밭거름 처리, 멀칭 및 정식. 그림의 위쪽은 참외부산물 발효퇴비를 하우스에 뿌리는 모습, 아래쪽은 참외부산물 퇴비를 처리하여 멀칭한 후 참외를 정식하고 있는 모습.

2. 연구수행 내용 및 결과

가. 참외 및 참외부산물로부터 미생물의 분리

본 시험은 경상북도 성주군 9개면에서 일반적으로 재배되고 있는 참외 및 참외부산물 즉, 덩굴, 뿌리, 줄기, 잎 등의 균원시료로부터 유용미생물을 분리하고자 실시하였다. 균원시료를 각각 선택배지 등에서 배양시킨 후 colony의 형태, 색깔, 냄새 등이 서로 다른 양상의 colony를 확보하여 광학현미경으로 관찰하여 분리한 결과, 세균(AL) 30여종, 방선균(GL)은 10여종, 곰팡이(DL)는 10여종 등 총 50여종의 미생물을 순수 분리하였다.

나. 유기물분해 미생물 및 길항미생물의 선별

참외 및 참외부산물로부터 분리한 50여종의 미생물을 이용하여 참외 재배에서 가장 문제가 되고 있는 덩굴마름병균 *Didymella bryoniae*, 덩굴쪄김병균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*을 대상으로 길항력을 조사하였고, 각종 효소 생산유무를 조사한 결과, 표 3과 같이 50여종의 분리 미생물 중에서 주요 미생물 17종에서 2가지 병원균에 높은 길항력을 나타내면서 동시에 cellulase, protease, xylanase 등 각종 유기물을 분해하는 효소의 생산력이 높게 나타났다. 이들 중 분리주 AL-16, AL-19, AL-22, GL-4, GL-7은 덩굴마름병균인 *D. bryoniae*에 높은 길항력을 가졌으며, AL-3, AL-7, AL-11, AL-19, AL-22, GL-7은 덩굴쪄김병균인 *F. oxysporum* f. sp. *melonis*에 높은 길항력을 가지고 있었다. 또한 cellulose를 분해하는 효소인 cellulase의 활성이 강하게 나타내는 분리주는 AL-19, AL-22, AL-27, DL-4, DL-5 균주이었고, 단백질을 분해하는 protease의 활성을 높게 가지고 있는 균주는 AL-16, AL-19, DL-5 균주이었고, hemicellulose의 일종인 xylan을 분해하는 xylanase의 활성을 높게 가지고 있는 균주는 AL-16, AL-19, AL-22, AL-24, GL-4, GL-7, DL-4 균주로 나타났다. 상기 결과에 따라 조사한 결과 여러 가지 효과가 가장 우수한 균주는 AL-19 균주를 최종 선별하였다. 최종 선별균 AL-19는 참외 뿌리 균원시료에서 분리되었으며, 30여종의 세균 중에서 한 종류로 판단되었다.

다. 분리주 AL-19의 동정 및 분류학적 특성 조사

참외 뿌리에 서식하면서 각종 유용 효소를 생산하는 유용한 선발균주 AL-19 (그룹 3)을 Bergey's manual of systematic bacteriology의 방법에 준하여 미생물의 형

태학적, 배양학적, 생리·생화학적 특성을 조사한 결과, 표 4와 같이 colony 형태는 circular이고 불투명하고, gram 양성이며, 세포내에 포자를 형성하였고, 운동성이 있는 간균 형태를 지녔으며, catalase와 oxidase의 활성이 있어 *Bacillus* sp.의 세균으로 추정되었다.

표 3. 분리 미생물의 동정 및 병원균에 대한 길항력과 효소생성능 조사

No.	MIDI identification (Similarity)	Antifungal activity ^a		Cellulase (units/ml)	Protease (units/ml)	Xylanase (units/ml)
		<i>D. bryoniae</i>	<i>F. o. melonis</i>			
AL-3	<i>Pseumonas cepacia</i> 0.756	+	++++	0.11	16	1
AL-6	<i>Pseumonas balearica</i> 0.886	+	++	0.04	47	0
AL-7	<i>Pseumonas putida</i> 0.974	+	+++	0.05	19	3
AL-11	<i>Pseumonas fluorescens</i> 0.819	+	+++++	0.07	18	0
AL-16	<i>Bacillus pumilus</i> 0.800	+++	++	0.33	109	18
AL-19	<i>Bacillus subtilis</i> 0.729	+++++	++++	0.65	103	20
AL-22	<i>Bacillus megaterium</i> 0.892	+++	+++	0.41	45	18
AL-24	<i>Bacillus licheniformis</i> 0.905	++	++	0.29	46	16
AL-25	<i>Bacillus lentimorbus</i> 0.896	++	+	0.37	87	3
AL-26	<i>Bacillus cereus</i> 0.911	++	+	0.33	93	3
AL-27	<i>Cellulomonas fimi</i> 0.783	-	+	0.64	22	10
AL-28	<i>Lactobacillus confusa</i> 0.791	-	+	0.32	54	0
GL-4	<i>Streptomyces griseus</i> 0.825	+++	++	0.39	41	20
GL-7	<i>Streptomyces</i> sp. 0.793	+++	+++	0.29	29	20
GL-8	<i>Actinomyces</i> sp. 0.795	++	+	0.17	13	17
DL-4	<i>Trichoderma</i> sp. 0.766	++	+	0.63	87	19
DL-5	<i>Aspergillus oryzae</i> ^a	-	+	0.48	83	3

a) Antifungal activity was obtained from clear zone in pairing plate culture with 3 replications. Each phytopathogenic fungi and the isolated strains were inoculated on PDA medium, the length between two strains were 5cm. Observations were made 7 days after inoculation on PDA at 28°C

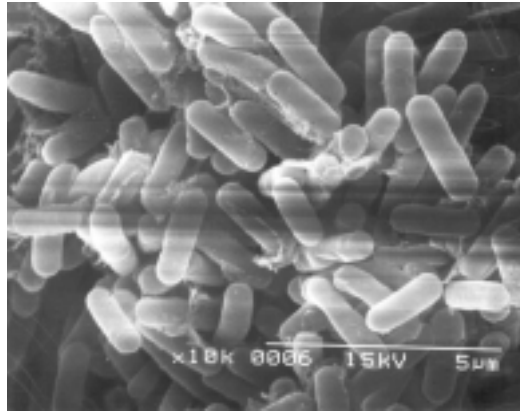


그림. 3. 분리주 No. AL-19의 주사현미경 관찰

탄소원으로는 glucose, sucrose, inositol, arabinose, maltose, mannitol, xylose 등의 당류를 이용하였으나 galactose, raffinose, ribose 등의 당은 이용하지 못하였다. V-P 조사에서 양성, urease를 생성하지 못하였으며, MR 조사에서는 음성, glucose에서 gas를 생성하지 못하는 특성을 가지고 있어 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology에 의거하여 *Bacillus* 속으로 확인하였다.

두 번째는 미생물의 세포벽의 지방산의 조성으로 자동 동정하는 Microbial ID Inc.의 Sherlock system의 방법으로 동정한 결과, 표 5에서와 같이 주로 C15:0 iso, C15:0 anteiso, C16:0 iso, C16:1 w11c, C16:0, C17:0 iso, C17:0 anteiso로 이루어져 있으며, 포화지방산인 C15:0 iso (22.23%), C15:0 anteiso (43.06%) 및 C17:0 anteiso (13.25%)가 많이 포함되어 있었다. 이러한 결과, *Bacillus subtilis*는 표준균주와 0.729의 유의성 즉, 72.9%의 유사도를 가지는 것으로 확인되었다.

세 번째는 길항미생물 AL-1의 16S rDNA의 부분염기서열을 결정한 결과, 그림 4에서와 같이 900bp의 염기서열이 결정되었고 ribosomal database에서 상동성을 검색한 결과, *Bacillus subtilis* (similarity 98.7%)로 동정 되었다.

표 4. 분리주 No. AL-19의 생리 생화학적 특성조사

Characteristics	The isolated strain AL-19	Characteristics	The isolated strain AL-19
Gram stain	+	Acid from xylose	+
Shape	Rod shape	mannitol	+
Spores	Endospore	raffinose	-
Catalase	+	ribose	-
Oxidase	+	maltose	+
Urease	-	Growth in 2% NaCl	+
Voges-Proskauer test	+	5% NaCl	+
Methyl-red test	-	7% NaCl	+
β -Glucosidase	+	10% NaCl	-
Hydrolysis of casein	+	Growth at 30°C	+
gelatine	+	40°C	+
starch	+	50°C	+
tyrosine	-	60°C	-
Gas from glucose	-		
Acid from glucose	+		
sucrose	+		
inositol	-		
galactose	+		
arabinose	+		

Symbol : +, 90% or more positive; -, 10% or less positive

표. 5. 미생물동정장치인 Sherlock system에 의한 분리주 No. AL-19의 동정

RT	Area	Ar/Ht	Respon	ECL	Name	%	Comment 1	Comment 2
1.560	408883500	0.026	...	7.025	SOLVENT PEAK	...	min rt	
1.665	3011	0.024	...	7.243	.....	...	min rt	
1.820	568	0.022	...	7.562	.....	...	min rt	
1.913	364	0.023	...	7.756	.....	...	min rt	
5.229	217	0.025	1.001	12.613	13:0 ISO	0.13	ECL deviates -0.001	Reference -0.004
6.484	1551	0.035	0.979	13.619	14:0 ISO	0.90	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
6.992	903	0.034	0.973	14.001	14:0	0.52	ECL deviates 0.001	Reference -0.000
7.928	38876	0.036	0.966	14.623	15:0 ISO	22.23	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
8.065	75377	0.037	0.965	14.714	15:0 ANTEISO	43.06	ECL deviates 0.001	Reference 0.000
8.493	328	0.032	0.963	14.999	15:0	0.19	ECL deviates -0.001	Reference -0.002
9.518	4752	0.040	0.959	15.627	16:0 ISO	2.70	ECL deviates -0.000	Reference -0.001
9.733	1442	0.037	0.959	15.758	16:1 wllc	0.82	ECL deviates 0.001	
10.126	9019	0.041	0.958	15.999	16:0	5.11	ECL deviates -0.001	Reference -0.002
10.786	1962	0.045	0.958	16.387	ISO 17:1 w10c	1.11	ECL deviates -0.001	
10.939	766	0.036	0.958	16.477	Sum In Feature 4	0.43	ECL deviates 0.001	17:1 ISO I/ANTEI B
11.200	16606	0.041	0.957	16.630	17:0 ISO	9.41	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
11.357	23383	0.041	0.957	16.723	17:0 ANTEISO	13.25	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
13.563	261	0.030	0.959	18.000	18:0	0.15	ECL deviates 0.000	Reference -0.004
*****	766	...	...	...	SUMMED FEATURE 4	0.43	17:1 ISO I/ANTEI B	17:1 ANTEISO B/i I

Solvent Ar	Total Area	Named Area	% Named	Total Amt	Nbr Ref	ECL Deviation	Ref ECL Shift
408883500	175444	175444	100.00	168980	11	0.001	0.002

TSB440 [Rev 4.10] Bacillus	0.729
B. subtilis*	0.729
B. licheniformis*	0.476 (Bacillus subtilis group)

The Sherlock system consists of a gas chromatograph equipped with a flame ionization detector, 5% methylphenyl silicone fused-silica capillary column (25m by 0.2mm), automatic sampler, integrator, computer, and CFA analysis data bank. The isolates were analyzed according to the manufacturer's recommendations.

CGGAATTATTGGGCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGTTTCTTAAGTCTGATGTGA
AAGCCCCGGCTCAACCGGGGAGGGTTCATTGGAAACTGGGGAACCTGAGTGCA
GAAGAGGAGAGTGGAATTCACGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATGTGGA
GGAACACCAGTGGCGAAGGCGACTCTCTGGTCTGTAACCTGACGCTGAGGAGCG
AAAGCGTGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAAC
GATGAGTGCTAAGTGTTAGGGGGTTTCCGCCCTTANTGCTGCAGCTAACGC
ATTAAGCACTCCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGACTGAAACTCAAAGGAAT
TGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCAACGCATTAC
CGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTCAAATGAATTGACGGGGGCC
CGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTGCAAGCAACGCGAAGAACCTTA
CCAGGCCTTGACATCCAATGAACTTTCTAGAGATAGATTGGTGCCTTCGGGA
ACATTGAGACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTTCG
TGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGTAACGAGCGCAACCCTTGTCCTTAGTTACC
AGCACGTAATGGTGGGCACTCTAAGGAGACTGCCGGTGACAAACCGGAGGAA
GGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGGCCCTTACGGCNTGGGCTACACACGTG
CTACAATGGTTCGGTACAGAGGGTTGCCAAGCCGCGAGGTGGAGCTAATCCCA
TAAANCCGATCGTAGTCCGGATCGCAGTCTGCAACTCGACTGCGTGAAGTCG
GAATCGCTAGTAATCGCGAATCAGAATGTG

Strains	Similarity (%)
<i>Bacillus subtilis</i> PM3	98.7
<i>Bacillus subtilis</i> SS9	98.7
<i>Bacillus subtilis</i> TKSP21	98.7
<i>Bacillus subtilis</i> PY79	98.7

그림. 4. 분리주 No. AL-19의 16S rDNA 부분염기서열 (900bp)에 의한 동정.

The PCR primer was R14 (5'-ACg ggC ggT gTg TAC-3') and R15 (5'-gCC AgC AgC CgC ggT A-3'), The sequencing data (900bp) were analyzed from ribosomal database (<http://rdp.cme.msu.edu/html/analyses.html>).

이상의 3가지 동정법에 의해 동정한 결과 유용미생물인 AL-19 균주는 *Bacillus subtilis*로 동정되었기에 *Bacillus subtilis* AL-19라 명명하였다.

라. 각종 병원성 곰팡이에 대한 항진균성 조사

B. subtilis AL-19에 의한 참외 병원성 진균의 길항력을 조사한 결과, 표 6과 같이 탄저병균 *Collectotrichum orbiculare*에 대해서는 17mm의 생육억제거리를 나타내었고, 덩굴마름병균 *Didymella bryoniae*에 대해서는 13mm, 덩굴쪄김병균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*에 대해서는 25mm, 역병균 *Phytophthora capsici*에 대해서는 10mm, 갈록병균 *Pythium ultimum*에 대해서는 13mm, 뿌리썩음병균 *Rhizoctonia solani* AG-4에 대해서는 18mm, 균핵병균 *Sclerotinia sclerotiorum*에 대해서는 17mm의 억제환을 생성하였다. 이처럼 대부분의 병원균에 대해서 항진균 활성을 나타내었다. 특히 *Fusarium* 속에 대한 높은 항진균 활성을 가지고 있었다.

표 6. *B. subtilis* AL-19에 의한 각종 병원성 곰팡이에 대한 길항효과 조사

Phytopathogenic fungi and bacterium	Inhibition zone (mm) ^{a)}
<i>Collectotrichum orbiculare</i>	17
<i>Didymella bryoniae</i>	13
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i>	25
<i>Phytophthora capsici</i>	10
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-4	18
<i>Pythium ultimum</i>	13
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	17
<i>F. oxysporum niveum</i>	23

a) Inhibition zone were obtained from clear zone in pairing plate culture with 3 replications. Each phytopathogenic fungi and *B. subtilis* AL-19 were inoculated on PDA medium, the length between two strains were 5cm. Observations were made 7 days after inoculation on PDA at 28°C.

마. 미생물의 제형화

참외부산물에서 분리한 유용미생물 *B. subtilis* AL-19를 미생물제제로 제형화하기 위해 주 등(특허 제0391364호)의 방법을 응용하여 TSB 배지에서 배양한 미생물배양액(미생물의 수 : 1.2×10^{10} cfu/g)과 담체로는 흑운모와 왕겨를 각각 40%, 20%, 영양분으로는 당밀과 전분을 각각 5%, 미량요소로는 붕소, 철, 망간 등을 전체 1% 미만으로 첨가하여 모세관법으로 미생물을 주입하고 40℃에서 수분함량이 10% 이하가 되도록 건조시킨 후 보호제 및 피복물질로 0.5%의 PVA를 처리하여 외부를 피막화하여 제제화하였다.

바. 참외부산물의 이화학적 특성

퇴비화에 사용한 참외부산물의 이화학적 특성은 표 7과 같았다. 전탄소 함량은 40.3%이었고, 전질소 함량은 2.5%로서 C/N율은 16.12로 낮은 편이었다. 반면 pH는 8.01로 알칼리성을 나타내었다.

표 7. 퇴비화 재료에 사용한 참외부산물의 이화학적 특성

Moisture (%)	Total carbon (g kg ⁻¹)	Total nitrogen (g kg ⁻¹)	C/N ratio	pH (1:10)	EC (dSm ⁻¹)
60	443.3	27.5	16.12	8.01	20.1

사. 참외 부산물 발효퇴비의 최적 생산 조건 확립

참외 부산물과 참외 미생물을 이용한 기능성 퇴비를 제조하기 위해 참외부산물에서 분리한 유용미생물 *B. subtilis* AL-19를 미생물제제화하고 이를 각종 퇴비원료에 농도별로 첨가하여 발효시킨 후 기능성 참외 퇴비의 최적 생산조건을 확립하였다. 즉, 축사 단지에서 채취한 축분을 38%, 톱밥 24%, 미강 12%를 기본 퇴비원료로 하여 여기에 참외부산물을 0%에서 15%까지 농도별로 첨가하고 또한 미생물제제를 0에서 10kg/ton까지 첨가하여 퇴비화한 후 유식물 시험법에 의한 퇴비의 부숙도를 조사하여 가장 우수한 구간의 원료 및 미생물제제 혼합비율을 최적퇴비화 조건으로 결정하였다.

퇴비화 원료를 잘 혼합한 후 초기 퇴비화가 진행되는 동안에는 송풍형 고정더미 방식으로 강제송풍(Air pump, 10L/min)하며, 수분함량만 50~60%로 조절하고 부숙시키고 그 후 송풍형 연속이동 방식으로 퇴비상 밑에 있는 배기관을 통하여 배출식으로 강제송풍하며 뒤집는 기계(turner)가 퇴비상을 천천히 주행하면서 퇴비더미를 뒤집어 하루에 60cm 씩 전방으로 이동하며 약 40일 동안 퇴비화를 실시하고 부숙도를 조사하여 퇴비화 최적조건을 확립하였다. 그 결과, 표 8에서와 같이 최적 퇴비 생산 조건 확립을 위한 원료의 혼합비율은 참외부산물 10%에 미생물제제 3kg을 첨가한 경우에 100%의 발아율을 나타내어 최적 생산구간으로 설정하였다.

농산폐기물을 퇴비화 할 경우 축산폐기물을 서로 섞어 퇴비화하는 것이 가장 좋은 방법임은 이미 잘 알려진 사실이다. 이는 C/N비가 중간 정도이거나 낮은 편이라서 쉽게 부패하는 성질을 가지고 있으므로 악취 유발이 문제가 되기 때문이다. 또한 참외부산물은 수분의 함량이 높고 자연 중에 쉽게 부패되어 비료의 가치가 낮고 많은 세균에 오염되어 불량퇴비가 될 가능성이 높다. 따라서 참외부산물을 이용한 퇴비화에는 반드시 축산폐기물이 혼합되어야 할 것이다. 본 시험 결과에서도 참외부산물의 첨가 농도가 증가할수록 수분의 양이 증가하여 초기 발효 속도는 증가하였으나 심한 악취와 함께 퇴비화에는 많은 문제가 발생될 것으로 추측되었다. 따라서 적당량의 축산폐기물과 유기물을 첨가하는 것이 퇴비화에 유리할 것으로 판단되나 참외부산물을 10% 이상 첨가하는 것은 문제가 있을 것으로 사료된다.

표 8. 참외부산물 및 미생물제제 첨가에 따른 퇴비 부숙도 조사

참외부산물 (%)	미생물제제 (kg)	부숙도 (발아율 %)
0	0	86
	3	97
	5	99
	10	100
5	0	93
	3	99
	5	100
	10	99
10	0	96
	3	100
	5	100
	10	99
15	0	95
	3	99
	5	98
	10	98

퇴비화 기본 원료 : 축분 38%, 톱밥 24%, 미강 12%

아. 참외 유기질퇴비의 이화학적 성분 분석

퇴비화 원료는 축사 단지에서 채취한 축분 38%과 톱밥 24%, 미강 12%, 참외부산물 10% 비율로 혼합하고 여기에 상기 *B. subtilis* AL-19로 제조한 미생물제제를 첨가하지 않고 제조한 퇴비(C-1)와 토양미생물제제를 1% 첨가하여 제조한 퇴비(C-2), 토양미생물제제를 2% 첨가하여 제조한 퇴비(C-3)로 처리내용을 달리하여 상기와 같은 방법으로 퇴비화하였다. 3종류의 퇴비를 부산물 비료로서 공정규격 적합성을 검토한 결과, 표 9에서와 같이 유기물 함량은 각각 34.57, 35.28, 34.37%로 나타났고, 유기물함량/질소비는 24.52, 32.21, 33.36으로, 전질소함량은 1.41, 1.10, 1.03%로 나타났으며, 모든 시험구에서 유기물함량과 중금속함량이 부산물 퇴비 품질기준에 적합하게 나타났다.

3종류 퇴비의 pH를 조사한 결과, 토양미생물제제를 첨가하지 않고 제조한 퇴비(C-1)는 8.14, 토양미생물제제를 1% 첨가하여 제조한 퇴비(C-2)는 8.25, 토양미생물제제를 2% 첨가하여 제조한 퇴비(C-3)는 8.17로 나타났다. Cardenas 등(1989)은 퇴비화 과정중 pH는 발효초기에 감소하다가 기질의 분해로 인한 암모니아 등의 영향을 받아 점차 상승하고 최후에는 안정화 과정을 거쳐 pH가 7~8 정도가 된다고 하였고 Mori(1981)는 퇴비화 초기에는 pH가 8~10정도로 상승하지만 퇴비화가 진행됨에 따라 유기물이 분해되는 과정에서 유기산 또는 질산이 생성되어 pH가 서서히 저하되어 최종적으로 6~7정도가 된다고 하였다.

표 9. 부산물 퇴비의 품질 평가

	Standard	C-1 ¹⁾	C-2	C-3
O.M.(%)	over 25	34.57	35.28	34.37
C/N ratio	over 50	24.52	32.21	33.36
T-N(%)	-	1.41	1.10	1.03
P ₂ O ₅ (%)	-	0.88	2.27	2.52
K ₂ O(%)	-	1.16	1.38	2.83
Pb(mg/kg)	below 150	2.22	3.06	10.23
Cd(mg/kg)	below 5	0.14	0.33	0.18
Cu(mg/kg)	below 500	43.33	57.34	61.33
Cr(mg/kg)	below 300	5.87	9.48	15.33
As(mg/kg)	below 50	0.48	0.82	0.45
Hg(mg/kg)	below 2	trace	trace	trace
Zn(mg/kg)	below 900	127.69	199.11	177.25
Ni(mg/kg)	below 50	4.32	5.72	5.38
W.C.(%)	below 50	48.33	47.54	44.53
S.C.(%)	below 1	0.42	0.67	0.55
pH	-	8.14	8.25	8.17
EC(mS/cm)	-	2.27	2.55	2.47

¹⁾ C-1, 미생물제제를 첨가하지 않고 제조한 참외부산물 퇴비; C-2, 미생물제제를 1% 첨가하여 제조한 참외부산물 퇴비; C-3, 미생물제제를 2% 첨가하여 제조한 참외부산물 퇴비. O.M., organic matter; C/N, carbon nitrogen ratio; T-N, total nitrogen; W.C., water content; S.C., salt content

제조한 퇴비의 유기물함량/질소량(C/N)을 조사한 결과, C-1은 34.57, C-2는 35.28, C-3은 34.37로 나타났다. 일반적으로 퇴비부숙 초기에 적합한 C/N은 25~35 수준이며 높은 C/N율은 퇴비화 속도를 지연시키고 높은 C/N은 과다한 질소 손실과 악취를 발생시킨다고 하여 초기 C/N을 적절히 맞추는 것이 수분조절과 함께 퇴비화에 중요한 인자로 인식되고 있다. 축산분뇨와 같이 탄질비가 15이하인 퇴비는 분해됨에 따라 질소가 쉽게 방출됨으로서 질소가 과잉되기 쉽다. 그러나 C/N율이 15이상일 경우 미생물의 균체합성이 필요한 탄소는 많지만 질소는 부족하므로 토양중에 존재하는 무기태질소 마저 균의 균체합성에 이용될 수 있다. 퇴구비와 같은 거칠은 유기물은 분해되어 유기물탄소 중 상당량이 탄산가스로 공기중에 달아난다.

T-N율은 1.00에 가까울 수록 우수한 퇴비로서 대조구는 1.41로 나타났으나 C-1, C-2에서는 1.10과 1.03으로 대조구에 비해 품질이 우수한 제품으로 확인되었다. 따라서 참외부산물을 이용한 발효퇴비의 생산을 위해서는 1%의 미생물제제를 첨가하고 퇴비화하는 것이 더 유리할 것으로 판단되었다.

자. 퇴비화 과정중 미생물의 밀도변화

1) *B. subtilis* AL-19를 포함한 세균, 방선균 및 사상균의 변화

퇴비화 동안 *B. subtilis* AL-19를 포함한 미생물 수의 변화를 조사한 결과, 표 10에서와 같았다. 퇴비화 시간이 경과함에 따라서 *B. subtilis* AL-19 등의 고온성 세균의 수는 퇴비화 14일째까지도 그 수의 변화가 거의 없었으나 21일째 부터는 감소하였고 28일 이후 3배 이상 증가하여 35일째에는 5배이상 증가하였다. 반면 중온성 세균은 퇴비화 원료에서부터 많은 량 존재하였으나 퇴비화가 진행되면서 온도가 증가하였고 이에 따라 중온성 미생물의 수가 급격히 감소하여 7일째에는 1/3로 감소하였고 14일째에는 1/10로 감소하였다가 21일 이후에는 거의 사멸되었다. 고온성 방선균의 밀도는 세균의 변화 양상과 같은 경향으로 나타났으나 중온성 방선균의 밀도는 원료에 혼합되어 있는 미생물의 밀도가 18×10^6 cfu/g에서 785×10^6 cfu/g으로 44배 이상 증가하여 아주 다른 양상으로 나타났다(표 11). 사상균의 밀도변화는 표 12에서와 같이 방선균의 변화 양상과는 큰 변화가 없이 동일한 양상을 나타내었다.

표 10. 퇴비화 과정 중 호기성 미생물의 밀도변화

Thermophiles(x 10 ⁵)						Mesophiles(x 10 ⁶ , cfu/g-dry solids)					
composting time(days)						composting time(days)					
0	7	14	21	28	35	0	7	14	21	28	35
2.8	3.4	5.7	2.7	6.8	15.9	36	11	3	0.8	0.7	2.0

표 11. 퇴비화 과정 중 방선균의 밀도변화

Thermophiles(x 10 ⁵)						Mesophiles(x 10 ⁶ , cfu/g-dry solids)					
composting time(days)						composting time(days)					
0	7	14	21	28	35	0	7	14	21	28	35
2.0	3.4	0.4	1.0	4.2	16.6	18	4	110	289	390	785

표 12. 퇴비화 과정 중 곰팡이의 밀도변화

Mesophiles(x 10 ⁶ , cfu/g-dry solids)					
composting time(days)					
0	7	14	21	28	35
0.2	2.6	0.0	17.8	177.6	788

2) 질소대사 미생물의 밀도 변화

표 13에서과 같이 산화세균, 아질산 산화세균, 질산환원세균 및 탈질균 별로 퇴비화 시기에 따라 미생물의 밀도를 조사한 결과, 암모니아 산화세균의 밀도는 전체적인 미생물의 변화가 감소하였으나 퇴비화 초기에 높고 후기에 낮은 경향을 보였으며 그 밀도는 10^3 - 10^5 범위로 나타났다. 한편 아질산 산화세균은 모든 구간에서 전혀 검출되지 않았다. 질산환원균과 탈질균의 밀도는 비교적 증가하였으며, 퇴비화 기간이 경과할수록 그 밀도는 증가도가 일정한 수를 유지하였다.

퇴비화 과정에서 미생물 중 혐기성균의 일부가 셀룰로스분해에 관여하지만 유기물의 대부분은 호기성균에 의하여 분해된다. 퇴비화의 첫단계는 당분해시기로서 이시기는 분해되기 쉬운 단백질 아미노산 당질 전분 등이 분해되는데 이때에는 발육이 빠른 곰팡이와 세균에 의하여 분해가 이루어진다. 유기물이 분해되고 발열이 되어 퇴비 중의 온도가 높아지면, 미생물들은 리그닌 헤미셀룰로스 결합되어 있는 셀룰로스를 분해하게 되는데 분해에 관여하는 미생물은 세균과 방선균이다. 이때 산소를 가장 많이 소비하므로 산소의 공급이 필요하다. 셀룰로스 헤미셀룰로스의 분해가 끝나면 퇴비의 온도가 서서히 떨어지게 되어 리그닌의 분해가 시작된다. 이때 관여하는 미생물은 담자균에 의하여 이루어진다. 이때는 보통 미생물과 소동물이 나타나기 시작한다.

표 13. 퇴비화 과정 중 질소대사 미생물의 밀도 변화

(cfu/g-dry solids)												
NH ₃ oxid. bac.(x 10 ³)						NO ₃ reduc. bac.(x 10 ³)						
composting time(days)						composting time(days)						
0	7	14	21	28	35	0	7	14	21	28	35	
428	35.2	12.3	4.0	2.2	1.3	37	4.2	36	54	56	53	

본 연구 결과에서도 참외부산물을 이용한 퇴비제조에서 일반퇴비에서와 같이 미생물의 변화가 거의 동일하게 나타났으나 조금다른 양상은 *B. subtilis* AL-19를 제제화하여 처리하였기 때문에 다소 *Bacillus*의 함량이 증가하여 타 미생물의 수에 변화가 생겼을 가능성도 있다고 본다.

차. 퇴비화 과정중 온도 및 pH의 변화

1) 온도의 변화

참외부산물 발효퇴비를 제조하는데 있어서 온도의 변화를 조사한 결과, 그림 3에서와 같이 미생물제제를 1% 첨가한 시험구는 초기온도가 급급히 증가하여 65℃까지 2일내에 도달하였으나 미생물제제를 첨가하지 않은 대조구에서는 3일 이후에 60℃까지 도달하였다. 그이후에는 온도가 낮아져 20일이 지난 후에는 37-39℃까지 하강하였다. 즉, 발효 초기 2일내에 온도가 65℃까지 상승한다는 것은 퇴비화가 급속히 이루어지고 있음을 증명해 주는 것이며, 고열이 나타나는 것은 유기물질의 산화와 더불어 미생물로부터 기인된 산화효소 작용에 의한 발열반응이 진행된 결과로서 이는 기질중의 수분증발을 촉진시키고 병원성 미생물을 사멸시키고 잡초종자를 불활성화 시키는 좋은 기능을 가지는 것이다. 일반적으로 최적 퇴비화는 50-55℃에서 일어난다고 하였고, 퇴비온도가 70℃ 이상이 되면 영양분의 손실이나 유효미생물이 감소되어 오히려 퇴비화를 억제시킬수 있다고 알려져 있다

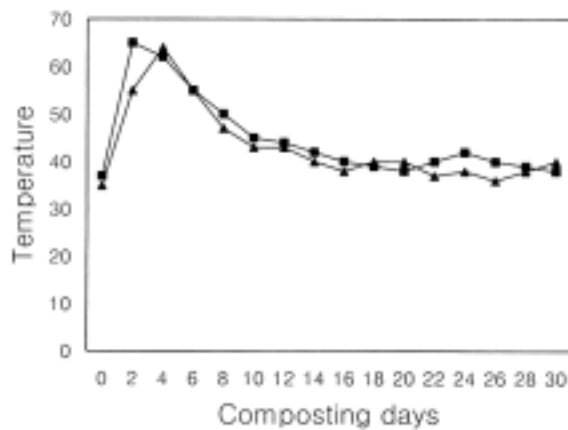


그림 3. 퇴비화 과정중 온도의 변화.

2) pH의 변화

퇴비화 과정중의 pH의 변화를 조사한 결과, 그림 4에서와 같이 대조구와 시험구 모두 거의 동일하게 유사한 경향을 나타내었다. 퇴비화 과정중 초기에는 다소의 pH가 감소하는 경향으로 보였으나 3일이 경과하면서 서서히 pH가 증가하였다. 퇴비화 10일후 pH의 변화는 거의 8.5-9.0부근에 도달하여 일정하게 유지하다가 15일 이후에는 다소 감소하여 8.0-8.5 부근으로 다소 줄어드는 경향을 나타내었다. 이와같이 퇴비화 초기에는 유기물질분해에 의하여 중간생성물인 유기산이 생성되어 pH가 약간 낮아진다고 하는데 본 실험 결과도 같은 경향을 나타내 보였다. 퇴비화 과정이 진행되면서 기질의 분해로 인한 암모니아 등의 영향으로 pH가 상승 후 점차 안정화단계를 거치면서 전형적인 퇴비화 양상을 볼 수 있었다. 따라서 본 연구 결과 pH가 8.0 이상으로 나타나 산성화된 토양에 처리하므로써 토양을 중화시킬 수 있는 완충능력을 증대시킬 것으로 사료된다.

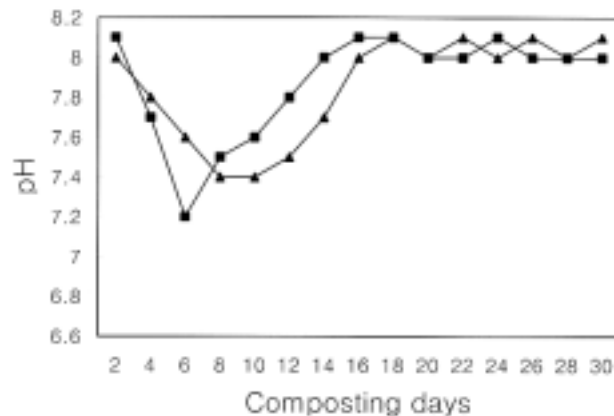


그림 4. 퇴비화 과정중 pH의 변화

퇴비화 과정은 미생물의 활동에 의하여 유기물이 분해되어 퇴비가 만들어진다. 퇴비화의 과정에서 중요한 점은 유기물을 분해하는 미생물의 생육조건을 좋게 만들어 주는 것으로서, 퇴비자재의 C/N율과 수분을 적정한 조건으로 만들어 주는 것이 중요하다. 각종 자재의 C/N율과 수분조절은 수시로 점검하고 조사하는 것이 무엇보다도

먼저일 것이다. 퇴비화를 위한 최적 C/N율은 30정도로써 이보다 높은 유기물은 질소를 첨가해주고, 이보다 낮은 유기물은 탄소원을 혼합할 필요가 있다.

카. 참외식초 관주에 따른 참외품질 및 생산성 시험

1) 참외식초 관주 희석농도별 수량성 비교

참외 정식후 15일, 수정후 10일, 20일에 참외식초 500배액, 1000배액, 2000배액 희석 농도별 관주한 시험 결과, 수량성을 비교해 보면 표14에서와 같이 착과율은 시험구 100%, 관행구 99%로 유의점이 없었고, 과중은 관행구 337g/개에 비해 참외식초 500배액 관주구가 379, 1000배액 관주구 375, 2000배액 관주구 370으로 참외식초 관주구가 33~42g/개 높았고, 수량은 관행구가 3,700kg/10a에 비해 참외식초 500배액 관주구가 4,160, 1000배액 관주구 4,120, 2000배액 관주구 4,070으로 참외식초 관주구 모두 370~460kg/10a 증대되어 수량지수는 관행구 100으로 볼 때 참외식초 관주구 모두 110~112% 증수되었다.

표 14. 참외 과실특성 및 수량

구 분	시험과수 (개)	착과수 (%)	과 장 (cm)	과 경 (cm)	과 중 (g/개)	수 량 (kg/10a)	수량 지수
참외식초 500배액 관주	100	100 (100)	32.5	26.6	379	4,160	112
참외식초 1000배액 관주	100	100 (100)	32.4	26.5	375	4,120	111
참외식초 2000배액 관주	100	100 (100)	32.0	26.3	370	4,070	110
관 행 구	100	99 (99)	31.7	25.9	337	3,700	100

2) 참외식초 관주 희석농도별 상품성 비교

참외식초 희석농도별 상품성 조사 결과, 표 15에서와 같이 발효과율은 모든 시험구에서 2~3%로 나타나 별차이점이 없었고, 당도는 관행구에서 15.1. Brix인데 비해 참외식초 500배액 관주구에서 16.1, 참외식초 1000배액 관주구는 15.9, 참외식초 2000배액 관주구 15.7. Brix로 참외식초 희석 관주구 모두 0.6~0.9. Brix나 높았으며, 상품률도 관행구 88%에 비해 참외식초 500배액 관주구 93, 참외식초 1000배액 관주구 92, 참외식초 2000배액 관주구 90으로 2~5%나 높아 상품성이 우수하였다. 또한 과색택 정도는 참외식초 500배액 및 1000배액 관주구가 다소 우수하게 나타났으나 별차이점은 없이 모든 시험구에서 우수하였다.

표 15. 참외의 상품성조사

구 분	시험과 수(개)	발효과 율(%)	당도 (。 Brix)	상품별과수(개)		상품률 (%)	과색택 정도	
				계	상품과 하품			
참외식초 500배액 관주	100	3	16.0	97	93	4	93	+++
참외식초 1000배액 관주	100	2	15.9	98	92	6	92	+++
참외식초 2000배액 관주	100	2	15.7	98	90	8	90	++
관행구	100	3	15.1	97	88	9	88	++

※ 1) 상품율 : 상·중품 이상 과실(320g/개 이상)

2) +++ : 과색택 상, ++ : 과색택 중, + : 과색택 하



그림. 5. 참외식초 시험구별 관주 시험포

3) 참외식초 관주 희석농도별 수량·품질 및 경영분석

① 수량 및 품질 분석

수량 및 품질조사 결과는 표 16에서와 같이 관행구 100에 대해 상품성 수량지수가 참외식초 500배액 관주구가 119, 1000배액 관주구 116, 2000배액 관주구 112로 참외식초 관주 시험구가 12~19%나 증수되었고, 당도도 0.6~0.9. Brix나 높아 참외식초 관주구가 상품성이 매우 우수하였다. 특히 참외식초 500배액, 1000배액 관주구는 수량, 상품률, 당도 등이 매우 높아 고품질의 다수성 재배에 도입이 가능하리라 판단된다.

표 16. 참외 수량 및 품질조사

구 분	총수량	수량(kg/10a)		발효과률 (%)	당도 (。Brix)	
		수 상품률(%)	상품수량 수량지수			
참외식초 500배액 관주	4,160	93	3,870	119	3	16.0
참외식초 1000배액 관주	4,120	92	3,790	116	2	15.9
참외식초 2000배액 관주	4,070	90	3,660	112	2	15.7
관행구	3,700	88	3,260	100	3	15.1



그림. 6. 시험구별 참외 작황

② 경제성 분석

참외식초 관주구는 관행구에 비해 자재 및 노동력이 추가 투입됨에 따라 관행구 경영비보다 230~460천원/10a이 더 부담하게 되었으나 표 17에서와 같이 참외식초 관주구에서는 수량이 관행구에 비해 12~19% 증수되었고, 특히 참외식초 500배액, 1000배액 관주구에서는 상품성이 우수하여 100원/kg(15kg상자당 1,500원)의 부가가치가 향상되어 관행구에 비해 소득이 1,079~1,137천원/10a(24~25%) 증대되었다.

표 17. 경제성 분석

구분	수량 (kg/10a)	단가 (원/kg)	조수입 (천원/10a)	경영비 (천원/10a)	소득 (천원/10a)	소득 지수
참외식초 500배액 관주	3,870	2,100	8,127	2,426	5,701	125
참외식초 1000배액 관주	3,790	2,100	7,959	2,316	5,643	124
참외식초 2000배액 관주	3,660	2,000	7,320	2,186	5,134	112
관행구	3,260	2,000	6,520	1,956	4,564	100

다. 참외식초와 현미식초 처리에 의한 참외 병해충 방제 효과 시험

1) 흰가루병 방제 효과

시험포장 내 흰가루병 1차 발병이 4월 7일 관찰되어 4월 10일과 4월 20일에 10일 간격으로 2회 방제하였고, 또한 5월 14일에 2차 발병되어 5월 15일, 5월 25일에 10일 간격으로 2회 방제한 결과, 표 18과 같이 1차 발병시 4월10일 농약 살포의 방제 효과는 관행 살포구 6에 비해 참외식초 500배액, 1000배액 희석 살포구가 3이고, 2000배액 희석 살포구는 4로 2~3의 방제효과가 높았고, 현미식초는 500배액 희석 살포구는 2, 1000배액 희석 살포구는 3, 2000배액 희석 살포구는 4로 참외식초와 별차이점이 없이 방제효과가 높았으며, 2회 방제인 4월 20일의 방제효과는 참외식초·현미식초 500배액, 1000배액 희석 살포구 모두에서 완전 방제가 되었으나, 관행 살포구에서는 3, 참외식초·현미식초 2000배액 희석 살포구 모두 1로 완전 방제가 되지않아 5일 뒤 다시 약제를 살포하여 완전방제가 가능하였다. 2차 발병의 1차 방제인 5월15일 방제효과를 보면 참외식초·현미식초 500배액, 1000배액 희석 살포구 모두 2로 방제 효과가 높았고, 기온 상승의 영향인지 참외식초·현미식초 2000배액 희석 살포구, 관행 살포구 모두 3으로 다소 방제 효과가 높았으며, 5월25일 2차 방제의 효과는 1차 발병때와 같이 참외식초 500배액, 1000배액 희석 살포구에서 완전 방제되었으나 참외식초·현미식초 2000배액 희석 살포구 모두 1로 완전 방제가 되지 않아 5일 뒤 다시 약제를 살포하여 완전방제가 가능하였다.

표 18. 흰가루병 방제 효과

구 분	약제살포 후 방제효과 정도			
	1차 발병		2차 발병	
	4월10일	4월20일	5월15일	5월25일
참외식초 500배액 희석 살포구	3	0	2	0
참외식초 1000배액 희석 살포구	3	0	2	0
참외식초 2000배액 희석 살포구	4	1	3	1
현미식초 500배액 희석 살포구	2	0	2	0
현미식초 1000배액 희석 살포구	3	0	2	0
현미식초 2000배액 희석 살포구	4	1	3	1
관행 살포구	6	3	4	1

※ 방제효과 정도 : 0(완전방제)←----→9(미방제)

※ 흰가루병 약제 : 오티바 액상수화제



그림 7. 시험구별 흰가루병 발생 양상



그림 8. 참외식초 및 현미식초와 약제를 희석



그림 9. 참외식초 및 현미식초와 약제를 희석하여 살포

이상의 시험 결과를 볼 때 참외식초·현미식초 500배액, 1000배액 희석 살포구에서 흰가루병의 방제 효과가 매우 높았음을 알 수 있다.

이는 자연농업(2003. 2월호)에서 일본농업인의 우수사례 발표집에서 식초 살포가 병발생을 줄일 수 있다고 발표한 내용과 동일한 결과를 나타내고 있다. 그 사례의 내용을 요약해 보면 식초는 첫째로 엽면 살포시 pH가 내려감에 따라 병이 감소된다. 참고로 후쿠시마현 농업개량 보급원인 “우수카미”씨는 “일반적으로 농작물에 시생하여 병을 일으키는 활물기생균(병균)의 활동 최적 pH는 5~6.6의 미(약)산성이다. 잎위의 pH가 4.5이하의 상한 산성이거나 7이상의 알카리성이 되면 거의 활성기생균은 활동할 수 없게된다.”고 말하고 있다.

둘째로 식초는 구연산회로(TCA 회로)를 회전시켜 질소의 동화를 촉진하여 잎을 두껍고 단단하게 하여 병발생을 억제시킨다. 셋째로 식초는 미생물의 활동을 활성화하여 엽면이나 토양 중에서 미생물의 번식을 많게하여 뿌리의 신장을 높혀 강건한 식물체를 육성하므로 병발생을 억제시킨다.“라고 밝히고 있다. 단, 식초 한가지만을 진한 농도로 살포하면 미생물의 활동이 억제되기도 한다.

2) 진딧물 방제 효과

시험포장 내 진딧물 1차 발생은 4.25에 육안으로 관찰되어 4월 26일과 5월 3일에 7일 간격으로 2회 방제하였고, 2차 발생은 5월 22일에 관찰되어 5월 23일, 5월 30일에 7일간격으로 2회 방제한 결과, 표 19에서와 같이 1차 발생 4월 27일 농약 살포 방제 효과는 관행 살포구 5에 비해 참외식초·현미식초 500배액, 1000배액 희석 살포구 모두에서는 2로 매우 방제효과가 높았으나, 참외식초·현미식초 2000배액 희석 살포구는 4로 관행 살포구와 같이다소 방제 효과가 낮았다.

표 19. 진딧물 방제 효과

구 분	약제살포 후 방제효과 정도			
	1차 발병		2차 발병	
	4월 27일	5월 4일	5월 23일	5월 30일
참외식초 500배액 희석 살포구	2	0	2	0
참외식초 1000배액 희석 살포구	2	0	2	0
참외식초 2000배액 희석 살포구	4	0	3	0
참외식초 500배액 희석 살포구	2	0	2	0
참외식초 1000배액 희석 살포구	2	0	2	0
참외식초 2000배액 희석 살포구	4	0	3	0
관행 살포구	5	0	3	0

※ 방제효과 정도 : 0(완전방제)←----→9(미방제)

※ 흰가루병 약제 : 모스피란 수화제

또한 5월 4일 2차 방제한 결과는 참외식초·현미식초 모든 희석 살포구와 관행 살포구 모두 방제 효과가 높았다.

2차 발생시 5월 23일 1차 방제효과는 참외식초·현미식초 희석 살포구와 관행 살포구 모두 방제효과가 2~3으로 높았는데 온도 상승에 따른 약제효과가 높아진 것으로 사료되었으며, 5월 30일 2차 방제에서는 참외식초·현미식초 희석 살포구, 관행 살포구 모두에서 완전방제가 되었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 참외식초나 현미식초 모두 500배액·1000배액 희석 살포구에서 진딧물 방제 효과가 높이 나타남을 알 수 있다.

파. 참외부산물퇴비 시용에 따른 참외품질 및 생산성 시험

1) 참외부산물 퇴비 시용에 따른 수량성 비교

참외부산물 발효퇴비를 2003년 2월 하순부터 시험포장에 10a당 400kg을 살포하여 시험한 결과 수량성을 비교해 보면 표 20에서와 같이 과장은 관행구 31.7cm에 비해 퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구가 33.2, 농가 제조 참외부산물퇴비 시용구 32.1로 0.4~1.5cm나 참외가 크고, 과중은 관행구 337kg/10a에 비해 퇴비공장제조 참

외부산물퇴비 시용구가 374, 농가 제조 참외부산물퇴비 시용구가 372로 35~44g/개 높았으며, 수량은 관행구 3,700kg/10a에 비해 퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구가 4,190, 농가 제조 참외부산물퇴비 시용구가 4,080으로 380~490kg/10a 증대되어 수량지수는 관행구 100일 때 110~113 증수되었다.

이상의 결과를 볼 때 참외부산물퇴비가 공장제조나 자가제조나 모두 광장과 과중, 수량 모두 높아서 수량이 10~13% 정도 증수되었음을 알 수 있다.

표 20. 참외 과실의 특성 및 수량

구 분	시험과수 (개)	과 장 (cm)	과 경 (cm)	과 중 (g/개)	수 량 (kg/10a)	수량 지수
퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구	100	33.2	26.7	381	4,190	113
농가 제조 참외부산물퇴비시 용구	100	32.1	26.3	372	4,080	110
관 행 구	100	31.7	25.9	337	3,700	100

- ※ 관행구 : 시관용 유기질비료 + 화학비료 시용
- ※ 시험구도 관행구와 동일하게 화학비료는 시용됨

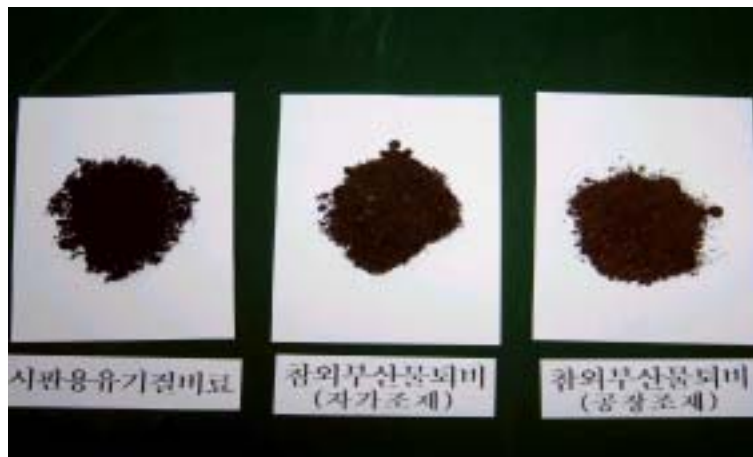


그림 10. 참외재배 시험구별 시용퇴비 양상

2) 참외부산물 퇴비 시용에 따른 상품성 비교

참외부산물퇴비 시용에 따른 상품성 조사 결과, 표 21에서와 같이 발효과율은 모든 처리구에서 2~3%로 나타나 별차이점은 없었고, 당도는 관행구 15.3, Brix에 비해 퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구가 16.1, 농가 제조 참외부산물퇴비 시용구 15.8로 0.5~0.8, Brix가 높아 상품성이 우수하였으며, 상품률도 관행구 90%에 비해 퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구와 농가 제조 참외부산물퇴비 시용구 모두 93%로 3% 높아 우수하였다. 또한 과택은 퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구와 농가 제조 참외부산물퇴비 시용구 모두 우수하였으나 관행구도 우수하여 별차이점이 없었다.

표 21. 상품성조사

구 분	시험 과수 (개)	발효 과율 (%)	당도 (°Brix)	상품별과수(개)			상품률 (%)	과선택 정도
				계	상품과	하품		
퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구	100	2	16.1	98	93	5	93	+++
농가 제조 참외부산물퇴비시 용구	100	2	15.8	98	93	5	93	+++
관행구	100	3	15.3	97	90	7	90	++

※ 1) 상품율 : 상·중품 이상 과실(320g/개 이상)

2) +++ : 과선택 상, ++ : 과선택 중, + : 과선택 하



그림 11. 참외재배 시험구별 작황

3) 참외부산물 퇴비 시용에 따른 수량·품질 및 경영분석

① 수량 및 품질 분석

수량과 품질조사는 표 22에서 보는 바와 같이 상품성 수량지수는 관행구 100에 비해 퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구가 117이고 농가 제조 참외부산물퇴비 시용구는 114로 14~17%로 증수되었고, 당도도 0.5~0.8. Brix 높아 시험구 모두 상품성이 매우 우수하였다.

표 22. 수량 및 품질조사

구 분	수 량(kg/10a)				발효과률 (%)	당도 (。 Brix)
	총수량	상품률(%)	상품수량	수량지수		
퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구	4,190	93	3,890	117	2	16.1
농가 제조 참외부산물퇴비시 용구	4,080	93	3,790	114	2	15.8
관행구	3,700	90	3,330	100	3	15.3



그림 12. 참외재배 시험구별 품질조사

이상의 결과를 볼 때 참외부산물퇴비를 사용할 경우 참외 품질이나 수량성이 향상되어 농가 소득 증대에 크게 기여할 것으로 사료된다.

② 경제성 분석

참외부산물퇴비 시용구는 관행구에 비해 경영비가 과다 투입되지는 않는다. 그러나 참외부산물퇴비 판매가격이 결정되지 않아 시판용 유기질비료와 같은 가격으로 하였고 단지 수량이 증가함에 따른 포장박스, 노동력만 투입하여 경영 분석한 결과, 표 23에서와 같이 참외부산물퇴비 시용구가 상품성 수량이 관행구에 비해 14~17% 증수되었고, 특히 과택과 상품성이 우수하여 15kg 포장 상자당 1,000원의 수취가격이 상승됨에 따라 관행구 소득 4,564천원/10a에 비해 퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구는 5,970천원, 농가 제조 참외부산물퇴비 시용구는 5,743천원으로 참외부산물퇴비 시용구가 1,093~1,320천원/10a(24~28%)의 소득 증대를 하였다.

표 23. 경제성 분석

구분	수량 (kg/10a)	단가 (원/kg)	조수입 (천원/10a)	경영비 (천원/10a)	소득 (천원/10a)	소득 지수
퇴비공장 제조 참외부산물퇴비 시용구	3,890	2,067	8,040	2,070	5,970	128
농가 제조 참외부산물퇴비 시용구	3,770	2,067	7,793	2,050	5,743	124
관행구	3,330	2,000	6,660	2,010	4,650	100

이상의 결과를 종합해 볼 때 참외식초 사용은 희석배수 500배액, 1000배액 관주구와 농약 희석 살포구가 고품질참외 생산에 유리하고 병해충 방제효과에도 우수하여 농가 지도자료로 활용토록 해야 할 것이며, 참외부산물퇴비는 구입 또는 자가 조제하여 시용 할 수 있도록 농가에 권장 지도 할 가치가 높은 것으로 사료된다.



그림 13. 농민교육 장면

3. 요약

1) 참외 근권 길항 미생물의 분리·동정 및 선별

본 연구는 참외를 가공하고 남은 부산물과 참외를 재배하고 남은 참외 덩굴, 잎, 줄기, 낙과 등 농업폐자원 등에 길항미생물, 질소고정미생물 및 유기물분해 미생물 등 각종 유용 미생물을 접목하여 참외부산물 발효퇴비를 개발하기 위해 먼저 참외 및 참외부산물로부터 세균(AL) 30여종, 방선균(GL)은 10여종, 곰팡이(DL) 10여종 등 총 50여종의 미생물을 순수 분리하였다. 참외 근권미생물 50여종 중에서 참외 재배에서 가장 문제가 되고 있는 덩굴마름병균 *Didymella bryoniae*, 덩굴쪼김병균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*에 가장 높은 길항력을 가지며 동시에 cellulase, protease, xylanase 등 각종 유기물을 분해하는 효소의 생산력이 높은 AL-19 균주를 최종 선별하였다.

선발균주 AL-19은 Bergey's manual of systematic bacteriology의 방법에 준하여 미생물의 형태학적, 배양학적 및 생리·생화학적 특성을 조사하고 미생물의 세포벽의 지방산의 조성으로 자동 동정하는 Microbial ID Inc.의 Sherlock system의 방법과 16S rDNA의 부분염기서열을 결정방법 등으로 *Bacillus subtilis*로 동정하였다.

Bacillus subtilis AL-19는 탄저병균 *Collectotrichum orbicular*, 덩굴마름병균 *Didymella bryoniae*, 덩굴쪼김병균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, 역병균 *Phytophthora capsici*, 잘록병균 *Pythium ultimum*, 뿌리썩음병균 *Rhizoctonia solani* AG-4, 균핵병균 *Sclerotinia sclerotiorum* 등 참외에 관련된 대부분의 병원균에 대해서 항진균 활성을 나타내었다. 특히 *Fusarium* 속에 대한 높은 항진균 활성을 가지고 있었다

2) 참외 유용미생물을 이용한 발효퇴비의 개발

참외부산물에서 분리한 유용미생물 *B. subtilis* AL-19를 미생물 제형화하여 참외 부산물 발효퇴비에 적용하여 최적 발효퇴비 조건을 확립하였다. 즉, 축사 단지에서 채취한 축분 38%, 톱밥 24%, 미강 12% 및 참외부산물을 10% 비율로 혼합하고 여기에 상기 *B. subtilis* AL-19로 제조한 미생물제제를 첨가하지 않고 제조한 퇴비(C-1)와 토양미생물제제를 1% 첨가하여 제조한 퇴비(C-2), 토양미생물제제를 2% 첨가하여 제조한 퇴비(C-3)로 처리내용을 달리하여 퇴비화하였다. 3종류의 퇴비를 부산물 비료로서 공정규격 적합성을 검토한 결과에서 유기물 함량은 각각 34.57, 35.28 및 34.37%로

나타났고, 유기물함량/질소비는 24.52, 32.21 및 33.36으로, 전질소함량은 1.41, 1.10 및 1.03%로 나타났으며, 모든 시험구에서 유기물함량과 중금속함량이 부산물 퇴비 품질 기준에 적합하게 나타났다. 3종류 퇴비의 pH를 조사한 결과, 토양미생물제제를 첨가하지 않고 제조한 퇴비(C-1)는 8.14, 토양미생물제제를 1% 첨가하여 제조한 퇴비(C-2)는 8.25, 토양미생물제제를 2% 첨가하여 제조한 퇴비(C-3)는 8.17로 나타났다. 제조한 퇴비의 유기물함량/질소량(C/N)을 조사한 결과, C-1은 34.57, C-2는 35.28, C-3은 34.37로 나타났다. T-N율은 1.00에 가까울 수록 우수한 퇴비로서 대조구는 1.41로 나타났으나 C-1, C-2에서는 1.10과 1.03으로 대조구에 비해 품질이 우수한 제품으로 확인되었다. 퇴비화 동안 *B. subtilis* AL-19를 포함한 미생물 수의 변화를 조사한 결과 퇴비화 시간이 경과함에 따라서 *B. subtilis* AL-19 등의 고온성 세균의 수는 퇴비화 14일째까지도 그 수의 변화가 거의 없었으나 21일째 부터는 감소하였고 28일 이후 3배 이상 증가하여 35일째에는 5배이상 증가하였다. 참외부산물 발효퇴비를 제조하는데 있어서 온도 및 pH의 변화를 조사한 결과에서도 일반 퇴비제조과정과 큰 변화 없이 퇴비화가 진행되었다. 따라서 최종 참외부산물 발효퇴비의 개발 조건은 축분 38%과 톱밥 24%, 미강 12%, 참외부산물 10% 비율로 혼합하고 여기에 상기 *B. subtilis* AL-19로 제조한 미생물제제 1%를 첨가하여 퇴비화 시켰을 경우로 판단되었다.

3) 참외 식초 관주에 따른 참외 품질향상 및 생산성 시험

참외식초 관주 희석농도별 수량성 및 상품성 비교에서는 참외식초 500배액, 1000배액, 2000배액 관주구가 관행구에 비해 과중이 33~42g/개 높았고, 수량은 370~460kg/10a(수량지수 110~113)로 증수되었는데 고찰된 결과를 분석해 보면 참외식초 500배액, 1000배액 관주가 수량성이 증수되었다.

참외식초 관주 희석농도별 상품성 비교에서는 참외식초 500배액, 1000배액 및 2000배액 관주구가 관행구에 비해 당도가 0.6~0.9. Brix나 높았으며, 상품률도 2~5% 높아 상품성이 우수하였다. 또한 과색택은 참외식초 500배액, 1000배액 관주구가 우수하여 상품성 생산에 효과적으로 판단된다.

참외식초 관주 희석농도별 경영분석 결과에서는 참외식초 500배액, 1000배액 및 2000배액 관주구가 관행구에 비해 상품성 수량이 400~610kg/10a(12~19%)증수되었고, 특히 참외식초 500배액, 1000배액 관주구에서는 상품성이 우수하여 100원/kg(15kg 상자당 1,500원)의 부가가치가 향상되어 관행구에 비해 소득이 1,079~1,137천원/10a(24~25%) 증대되었다.

4) 참외 식초와 현미식초 처리에 의한 참외 병해충 방제효과

참외식초와 농약혼용 병해충 방제효과 분석 결과는 흰가루병의 경우 참외식초나 현미식초 모두 500배액, 1000배액 희석 살포구에서 발병 이후 2회 방제에도 완전 방제가 가능하였으나, 참외식초·현미식초 2000배액 희석 살포구, 관행 살포구에서는 미방제 되어 5일 뒤 농약을 재살포 하였다. 진딧물 방제의 경우는 참외식초·현미식초 500배액, 1000배액, 2000배액 희석 살포구 및 관행구 모두 발생 이후 2회 방제에 완전 방제가 가능하였다.

참외부산물퇴비 시용에 따른 수량성과 상품성 조사 결과는 참외부산물퇴비구가 관행구에 비해 과중이 35~44g/개 높았고, 수량도 380~490kg/10a(10~13%)로 증수되었으며, 당도는 0.5~0.8. Brix나 높아 상품성이 우수하였다.

4. 참고문헌

1. Ausubel, F. M., R. Brent, R. E. Kingston, D. D. Moore, J. G. Seidman, J. A. Smith and K. Struhl, (ed.). : Short protocols in molecular biology, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.A. (1992)
2. Bertani, G., and J. J. Weigle. : Host controlled variation in bacterial viruses. *J. Bacterial.* 65, 113. (1953)
3. Frank E. L., S. Qing, L. Jieran and M. T. James .: 16S rRNA gene-based detection of tetrachloroethene dechlorinating desulfuromonas and dehalococcoides species. *Appl. Environ. Microbiol.* 66, 1369-1374 (2000)
4. Hagihara, B., H. Matsugara, H. Nakai and K. Okunki. *J. Biochem.* 45 : 185.
5. Holt, J. G., N. R. Krieg, P. H. A. Sneath, J. T. Staley and S. T. William. : Bergey's manual of determinative bacteriology, 9th., Williams & Wilkins, U.S.A. (1994)
6. Loffler, F. E., Q. Sun, J. Li and J. Tiedje. : 16S rRNA gene-based detection of tetrachoroethene-dechlorinating desulfuromonase and dehalococcoides species. *Appl. and Environ. Microbiol.* 66, 1369-1374 (2000)
7. Miller, G. L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31, 426-428 (1959)
8. Sambrook, J., E. F. Fritsch and T. Maniatis. : Molecular cloning, a laboratory manual. 2nd ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York, U.S.A. (1989)
9. Starr, M., H. Stolp, H. Truper and H. G. Schlegel. : The prokaryotes; A handbook and identification of bacteria, Spring-Verag, Berlirin, Heidelberg,

New York. (1981)

10. 남재작, 조남준, 정광용, 이상학. : 회화법으로 측정된 퇴비중 유기물 함량을 탄소 함량으로 변화하기 위한 환산계수 결정. *한국토양비료학회지* 31, 380-383 (1998)
11. 시설참외 재배기술, 성주군농업기술센터, 2003년 새해영농설계교육교본
12. 참외재배, 농촌진흥청, 표준영농교본, 2001년
13. 참외 고품질 생산기술, 성주과채류시험장, 2002년
14. 자연농업, (사)한국자연농업협회, 2003년2월
15. 유기·자연농업 기술지도자료집, 농촌진흥청, 1999년
16. 친환경농업 실천기술 사례집, (사)한국유기농업협회, 2001년
17. 시설원예 핸드북, 부산원예시험장, 2001년

제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도

- 고품질 참외농축액의 가공기술 개발
 - 목표달성도 : 참외음료, 참외식초, 참외주스 등 청정제품을 생산하기 위한 우수한 원료소재 개발 및 참외가공제품의 청정화 기술 개발.
 - 기여도 : 참외주스, 참외식초, 참외농축액 등 청정원료 개발에 기여.
- 참외식초/농축액을 이용한 식초함유음료 개발
 - 목표달성도 : 관능적으로 우수한 참외식초함유음료 개발.
 - 기여도 : 참외의 소비를 가장 많이 유도할 수 있는 대량 소비제품으로 참외소비에 기여.
- 참외식초/농축액을 이용한 참외농축음료
 - 목표달성도 : 관능적으로 우수한 참외농축음료 개발.
 - 기여도 : 고품질 참외와 함께 선물용으로 판매할 수 있는 제품 (참외홍보에 기여).
- 참외피클개발
 - 목표달성도 : 국내는 물론 일본 사람들에게도 인기 있는 고품질의 참외피클 개발.
 - 기여도 : 지역 중소기업체에서 생산계획, 지역 발전에 기여.
- 참외잼 개발
 - 목표달성도 : 참외를 이용한 새로운 개념의 참외잼 개발.
 - 기여도 : 참외로 잼도 개발 가능성을 제시.
- 참외푸딩 개발
 - 목표달성도 : 참외주스 및 농축액을 이용하여 새로운 개념의 참외푸딩 개발.
 - 기여도 : 참외주스 및 농축액으로 참외푸딩 개발 가능성 제시, 연중 생산가능성 제시.
- 참외 근권 길항 미생물의 분리·동정 및 선별
 - 목표달성도 : 참외 병원성 진균에 대한 길항력을 조사하여 미생물학적 병 방제의 근본인 길항미생물을 선별하였음.
 - 기여도 : 관련된 식물 병원균에 대한 높은 항진균 활성을 나타내어 미생물 농약으로 개발에 기여할 수 있음.

- 참외 유용미생물을 이용한 발효퇴비의 개발
 - 목표달성도 : 축분 38%과 톱밥 24%, 미강 12%, 참외부산물 10% 비율로 혼합하고 *B. subtilis* AL-19 미생물제제를 처리하여 최적 참외부산물 발효 퇴비화 조건을 확립하였음.
 - 기여도 : 타 작물의 순화농법에 기여할 수 있음.
- 참외 식초 관주에 따른 참외 품질향상 및 생산성 시험
 - 목표달성도 : 참외식초는 참외 재배에서 관주로 사용함으로써 참외의 품질 및 생산성이 증대되었음.
 - 기여도 : 참외 식초의 효과를 농가에 보급하여 친환경 농법을 전수가 가능함.
- 참외 식초와 현미식초 처리에 의한 참외 병해충 방제효과
 - 목표달성도 : 참외식초와 현미식초에 농약을 혼용하여 흰가루병과 진딧물에 병해충 방제효과를 확인하였음.
 - 기여도 : 타 작물의 흰가루병과 진딧물에 참외 식초의 효과를 보급, 병충해 방제 효과가 높음.
- 참외부산물 발효퇴비 시용에 따른 참외 품질 및 생산성 조사
 - 목표달성도 : 참외부산물 발효퇴비를 참외 재배에 적용한 결과 아주 우수한 효과가 입증되었음.
 - 기여도 : 타 작물에 처리하였을 경우 각종 병원성 곰팡이의 생육을 억제시켜 병해충 예방이 가능, 품질 및 생산성이 증대될 것으로 사료.

제5장 연구개발결과의 활용계획

- 고품질 참외농축액의 가공기술 개발
 - 경북과학대학 식품공장에서 성주군의 요청에 따라 참외가공원료로 생산계획
 - 참외농축액의 청징화기술을 참외주스, 식초, 술, 농축액 등의 제품의 청징화에 활용
 - 연중 참외 가공제품이 생산되기 위한 저장원료로서 참외농축액 생산
- 참외식초/농축액을 이용한 식초함유음료 개발
 - 경북과학대학 식품공장에서 생산계획, 판매처를 찾는 중
 - 성주군에서 관내 소비용으로 생산계획
 - 식초함유음료의 개발기술에 활용
- 참외식초/농축액을 이용한 참외농축음료
 - 경북과학대학 식품공장에서 생산계획, 방문판매를 중심으로 판매처를 찾는 중
 - 성주군에서 관내 소비용으로 생산계획
- 참외피클개발
 - 관내 중소기업에서 공장설립계획, 일본수출용, 국내내수용 분리해서 생산계획
 - 성주군 관내 단위농협에서 생산계획(월향농협)
 - 참외피클을 성주군 관내 중소기업에서 상품화시 참외피클의 상품화 연구 계속 필요
 - 다른 농산물의 피클제조시 관련 기술로서 활용
- 참외잼 개발
 - 새로운 제품으로 참외를 이용한 잼의 가능성 홍보
 - 다양한 제품 개발을 통한 참외 소비 확대
 - 참외잼 가공기술을 다양한 잼 개발 기술에 활용
- 참외푸딩 개발
 - 새로운 제품으로 참외를 이용한 푸딩의 상품화 가능성 홍보
 - 다양한 제품 개발을 통한 참외 소비 확대
 - 참외푸딩 가공기술을 다양한 푸딩 개발 기술에 활용
- 참외 근권 길항 미생물의 분리·동정 및 선별
 - *Bacillus subtilis* AL-19는 탄저병균 *Collectotrichum orbicular*. 덩굴마름병균

Didymella bryoniae, 덩굴쪄김병균 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, 역병균 *Phytophthora capsici*, 잘록병균 *Pythium ultimum*, 뿌리썩음병균 *Rhizoctonia solani* AG-4, 균핵병균 *Sclerotinia sclerotiorum* 등 참외에 관련된 대부분의 병원균에 대해서 높은 항진균 활성을 나타내어 미생물 농약으로 개발 가능성이 있음.

- *Bacillus subtilis* AL-19는 타 식물 병원성 진균 및 세균에 대한 길항효과 및 타 기능을 조사하여 선택작물을 선별할 필요가 있음. · 항진균성 물질을 분리 동정하여 *B. subtilis* AL-19의 물질 최적 생산조건을 확립하므로서 농업용, 식품용, 의료용으로 개발 가능함
- 참외 유용미생물을 이용한 발효퇴비의 개발
 - 축분 38%과 톱밥 24%, 미강 12%, 참외부산물 10% 비율로 혼합하고 *B. subtilis* AL-19 미생물제제를 처리하는 최적 조건에서 축분의 종류가 다양하여 부분적인 변화가 예상됨. 따라서 제조 원료의 종류별 퇴비화 양상을 조사하여 세분화 실험이 진행 중임.
- 참외 식초 관주에 따른 참외 품질향상 및 생산성 시험
 - 경북과학대학 식품공장에서 제조한 참외식초는 타 작물에 효과를 검정하여 적용 가능함.
 - 참외 식초의 자가 제조법을 농가에 습득시켜 부분적인 소량 생산을 가능하게 연구 중임.
- 참외 식초와 현미식초 처리에 의한 참외 병해충 방제효과
 - 참외식초와 현미식초에 농약을 혼용하여 병해충 방제효과를 흰가루병과 진딧물에 국한하여 처리하였으나 타 작물의 흰가루병과 진딧물 및 타 병해충에 미치는 영향을 조사할 필요성이 있음.
- 참외부산물 발효퇴비 시용에 따른 참외 품질 및 생산성 조사
 - 참외부산물 발효퇴비를 타 작물에 처리하였을 경우 품질 및 생산성이 증대될 것으로 사료되나 실제 시험이 실시되어야 할 것으로 판단됨.

주 의

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