

복숭아를 이용한 고부가가치 가공제품의 제조기술개발

Development of Various Processed Peach Products
with High Value Added

주관연구기관
경북대학교

농림부



최 종 보 고 서

2001년도 농림기술개발사업에 의하여 완료한 복숭아를 이용한 고부가가치 가공제품의 제조기술개발에 관한 연구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

첨부 : 1. 최종보고서 10부

2. 최종보고서 디스켓 1매

2001년 11 월 30일

주관연구기관 : 경 북 대 학 교

총괄연구책임자 : 이 인 구 (인)

주관연구기관장 :

농 립 부 장 관 귀 하

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “복숭아를 이용한 고부가가치 가공제품의 제조기술개발”
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001 년 11 월 30 일

주관 연구 기관명 : 경 북 대 학 교

총괄 연구 책임자 : 이 인 구

세부 연구 책임자 : 박 회 동

연 구 원 : 최 상 원

연 구 원 : 하 현 팔

연 구 원 : 이 창 호

연 구 원 : 이 용 호

연 구 원 : 문 경 마

연 구 원 : 정 영 지

위탁연구기관명 : 영덕군 농업기술센터

위탁 연구 책임자 : 정 용 광

연 구 원 : 정 회 인

연 구 원 : 홍 신 애

요 약 문

I. 제 목

복숭아를 이용한 고부가가치 가공제품의 제조기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

복숭아 과실은(*Prunus persica* Batsch) 당, 유기산, 및 비타민 A을 함유하고 있을 뿐 만 아니라 독특한 향기를 지니고 있기 때문에 주스, 넥타와 같은 음료 뿐만 아니라 여러 가지 디저트 식품의 주된 원료로 널리 이용되고 있다.

복숭아의 국내 생산량을 보면 1990년 114,500 M/T에서 1997년 147,000 M/T로 크게 증가하고 있으며, 특히 1999년 그 생산량이 157,000 M/T으로서 여러 과실 중 사과, 감귤, 포도, 배 및 감에 이어 6번째 차지하고 있다. 국내 복숭아의 주된 생산지는 경북의 청도, 경산, 영천, 영덕 지방과 충북의 옥천, 음성 등 주로 중남부 지역에 걸쳐 많이 재배되고 있다. 그 중 영덕에서의 생산량은 2000년 7,830 M/T으로서 조생종인 창방조생(13%), 중생종인 대구보(21%), 황도(20%) 및 만생종인 기도백도(18%), 유명(15%), 기타(13%) 여러 복숭아 품종이 재배되고 있으며, 특히 다른 지역에 비해 황도가 많이 생산되고 있다.

복숭아는 식물 분류상 백도와 황도로 크게 두 가지 품종으로 나눌 수 있으며, 백도가 거의 80% 이상 차지하고 있다. 백도 품종은 당, 향기 및 과즙을 많이 함유하고 있어 대부분 생과로서 이용되고 있는 반면, 황도는 당분이 낮으나 산이 풍부하고 특유한 carotenoid 색소를 함유하고 있어 주스, 넥타, 및 소스 등의 가공용으로 널리 이용되고 있다. 복숭아 과실은 수분을 다량 함유하고 있

어 수확 후 급격한 호흡작용과 증산작용으로 품질의 연화 현상이 급격히 일어나는 장기저장이 어려운 과실이다. 아울러 복숭아 과실은 수확 후 저장이나 가공 중 그들 자신이 지니고 있는 페놀물질 및 polyphenol oxidase(PPO)에 의한 효소적 갈변 현상이 초래되어 품질저하가 발생된다. 따라서 이러한 복숭아의 수확 후 품질 열화 현상을 효과적으로 억제할 수 있는 새로운 복숭아 품종의 개발과 더불어 새로운 가공기술 및 식품의 개발이 필요하다.

최근 과실주에 대한 국내 소비자의 호응도 증가와 우루과이 라운드에 의한 수입 자유화로 1997년 현재 우리나라가 외국으로부터 수입한 과실주는 9,400톤으로서 2,200만 달러를 소비하였다. 따라서 외국산 과실주의 수입 대체품으로서 우리나라 과실주 개발이 요구되고 있는 실정이다. 만약 우리나라의 복숭아를 원료로 하여 우수한 발효주를 개발하여 과실주 수입량의 절반만을 대체하더라도 귀중한 외화 소비를 줄일 수 있을 것이다. 그리고 과실의 기능성, 신선미 및 편의성을 고려하여 복숭아의 기능성 발효 음료의 개발과 최소가공 및 신선주스의 개발을 통하여 복숭아의 부가가치를 증대시킬 수 있을 것이다.

한편, 최근 여러 과채류에는 암 뿐만 아니라 심장병, 고혈압, 및 골다공증과 같은 여러 퇴행성 만성질환을 예방하는 기능성성분(functional components, nutraceuticals)이 함유되어 있음이 점차 밝혀지고 있다. 이러한 식품 유래의 기능성물질의 대표적인 성분 중의 하나로서 플라보노이드, procyanidin, 탄닌, anthocyanin 및 페놀산과 같은 페놀성분이 있다. 이들 폴리페놀성분들은 최근 항암, 항염증, 및 항혈전작용을 지니고 있는 항산화성 생리활성물질로써 크게 각광을 받고 있다. 따라서 복숭아 과실에 함유되어 있는 폴리페놀물질의 검색과 더불어 그들의 생리작용을 밝히는 연구가 필요하다. 아울러 복숭아를 이용하여 만든 술과 식초 등의 발효식품에서 페놀성분의 변화 및 새로운 페놀성분의 검색이 필요하다.

한편, 미숙한 복숭아 과실에는 amygdalin 이라는 독성성분의 청산배당체를 함유하고 있으며, 이는 성숙 중에 효소(emulsion), 열처리 및 산에 의해 분해

되어 benzaldehyde 및 benzoic acid로 산화된다. 오래전부터 amygdalin은 항암뿐만 아니라 비타민 유사작용을 지니고 있는 생리활성물질로써 보고되고 있으며, 아울러 복숭아 펄프의 주된 향기성분인 benzaldehyde 또한 항암물질로써 밝혀지고 있다. 그러나 이들 amygdalin 및 그 유도체의 항암작용 이외의 항산화작용, 항염증 및 항혈전작용에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 복숭아의 가공 이용율을 높이기 위하여 복숭아를 원료로 일반가공 및 발효가공 기술을 이용하여 각종의 가공제품의 제조 적합성을 확립하고자 하였으며, 제조한 복숭아 가공품으로부터 기능성 물질을 분리 동정하여 그 이용성을 확립하고자 하였다. 또한 현재 폐기 처리되어 환경 오염의 문제로 대두되고 있는 복숭아씨로부터 식품가공과 화장품 및 의약품에 사용할 수 있는 새로운 기능성 생리활성 물질을 동정하고 그 이용성을 규명하고자 하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구의 개발 목표는 복숭아의 가공 이용율을 높이기 위하여 복숭아를 원료로 일반가공 및 발효가공 기술을 이용하여 각종의 가공제품의 제조 적합성을 확립하고자 하였으며, 제조한 복숭아 가공품으로부터 기능성 물질을 분리 동정하여 그 이용성을 확립하고자 하였다. 또한 현재 폐기 처리되어 환경 오염의 문제로 대두되고 있는 복숭아씨로부터 식품가공과 화장품 및 의약품에 사용할 수 있는 새로운 기능성 생리활성 물질을 동정하고 그 이용성을 규명하고자 하였다. 우리 나라에서 재배되고 있는 다양한 품종의 복숭아 과실 중 각종의 가공 제품에 가장 적합한 품종을 선별하여 가공 기술의 특성에 따라 1개의 세부 과제와 1개의 협동과제(위탁과제)로 나누어져 있으며, 본 과제에서 수행하고자 하였던 연구 개발 범위를 각 과제별로 정리하면 다음과 같다.

세부과제 : 복숭아를 이용한 고품위 발효식품의 개발

구분	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위
1차년도 (1999)	복숭아 주스 및 알코올 발효 음료의 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 복숭아 주스 제조를 위한 최적조건 검토 2. 복숭아 과실주 제조를 위한 최적조건 검토 3. 복숭아 품종별 성숙시기별 생리활성물질의 분석 4. 복숭아 과실주 발효 중 생리활성 물질의 함량 변화 측정
2차년도 (2000)	복숭아를 이용한 유기산 발효음료의 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 복숭아 식초 및 초산발효음료의 제조기술 개발 2. 복숭아 젖산 발효 음료의 제조 기술 개발 3. 복숭아 가공품으로부터의 새로운 생리활성 물질의 검색 4. 복숭아 및 복숭아 가공품으로부터 분리된 amygdalin 및 폴리페놀 화합물의 항산화, 항염증 및 항혈전 활성 평가 5. 복숭아 가공품의 관능 검사 6. 복숭아 가공시 생리활성 물질의 동적변화 조사 및 원인 구명.

위탁과제 : 복숭아를 이용한 고부가가치의 가공식품 개발

구분	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위
1차년도 (1999)	고부가가치의 복숭아 잼 및 건과류 제조	1. 고부가가치의 복숭아 잼 및 건과류 제조 <ul style="list-style-type: none"> - 복숭아 품종별 가공적성 검토 - 천연 갈변 저해제와 항균제를 이용한 최소가공 조건 검토 - 최적 열처리 조건 검토 - 복숭아 건과류 및 잼 제조를 위한 최적 담금액 제조 2. 복숭아 잼 및 건과류 저장중 이화학적 품질변화 조사 <ul style="list-style-type: none"> - pH 및 적정 산도 측정 - 유리당, 유기산, 비타민 C 및 폴리 페놀 함량 측정 - Amygdalin 함량 측정 - 플라보노이드 및 안토시아닌 색소함량 변화측정
2차년도 (2000)	고부가가치의 복숭아 퓨레 및 샤베트의 제조	1. 복숭아 퓨레 및 샤베트의 제조 <ul style="list-style-type: none"> - 퓨레 및 샤베트의 제조 조건 검토 - 변색에 관여하는 효소 및 여러 페놀 성분 조사 - 퓨레 및 샤베트의 제조중 물성에 미치는 요소 파악 2. 복숭아 퓨레 및 샤베트의 저장 중 이화학적 품질 변화 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 퓨레 및 샤베트의 저장 중 이화학적 성분 변화 조사 - 퓨레 및 샤베트의 물성 및 관능검사

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

제1절 연구 개발 결과

복숭아를 이용한 고부가가치 가공제품의 제조기술 개발을 위하여 1개의 세부과제와 1개의 위탁과제로 연구를 수행하였다. 제1세부과제에서는 복숭아를 이용한 고품위 발효 식품을 개발하기 위하여 복숭아 발효 미생물을 분리하였으며, 복숭아 주스 및 알콜 발효 음료의 제조 기술과 복숭아를 이용한 유기산 발효 음료의 제조 적합성을 조사하였다. 그리고 이들 복숭아 가공품과 복숭아에 존재하는 생리활성 물질을 분리·정제 및 생리활성을 평가하였다. 제1위탁과제에서는 복숭아를 이용한 고부가가치의 가공식품을 개발하기 위하여 복숭아를 이용한 잼 및 건과류 제조 기술과 복숭아 푸레 및 샤베트의 제조 기술을 확립하였다. 이상의 결과를 세부과제별로 나누어 정리하면 다음과 같다.

세부과제: 복숭아를 이용한 고품위 발효식품의 개발

1. 복숭아 품종별 성분 특성

- 1) 복숭아 품종인 황도와 백도 과육의 일반 성분을 분석하였다. 황도와 백도의 일반 성분은 거의 유사하였으나, 가용성 무질소물의 경우는 백도가 황도보다 1.3% 정도 많은 것으로 나타났다.
- 2) 복숭아의 효소적 갈변 현상의 주역을 담당하고 있는 phenol 화합물과 polyphenol oxidase (PPO) 활성은 백도와 황도 품종간에 상당한 차이가 있었으며, 대체로 백도가 황도에 비해 페놀함량(백도, 616-747 mg/kg; 황도, 328 mg/kg, 생체) 및 PPO 활성도(백도, 5.0-8.9 unit; 황도, 3.3

unit)가 높았다.

- 3) 복숭아 과실로부터 3가지의 주된 phenol 성분인 (chlorogenic acid, neochlorogenic acid 및 catechin)과 2가지 미량의 플라보노이드 성분 (rutin & isoquercetin)을 분리하였으며, 그 구성비율은 품종에 따라 상이하였다. 즉, 백도는 3가지 phenol 성분이 골고루 분포하고 있었으나 황도는 주로 chlorogenic acid가 많이 함유되어 있었다. 또한 미량 성분인 플라보노이드 성분의 함량 또한 백도보다 높았다.
- 4) 복숭아 씨에는 다량의 amygdalin을 함유하고 있었으며, 그 함량은 백도씨 (0.14-0.18%, 생체)가 황도씨(0.12%, 생체) 보다 높았다. 한편, 복숭아 과육에는 미량의 benzaldehyde 및 benzoic acid를 확인할 수 있었다.
- 5) 복숭아 과실로부터 부분 정제한 PPO는 황도 및 백도 품종 모두 3개의 PPO 활성밴드를 분리하였으며, 그 중 R_m 치 0.19에서 주 band를, 그리고 R_m 0.38 및 0.50에서 minor 밴드를 각각 관찰할 수 있었다.

2. 복숭아 주스의 최적 추출 조건 확립

- 1) Pectinase 처리에 의한 복숭아 과즙의 추출 수율은 pectinase의 농도를 400 ppm 처리시 추출 수율이 가장 우수하였으며, 황도의 추출 수율이 백도보다 높게 나타났다. 환원당의 함량은 황도는 약 7.5%, 백도는 7.1% 정도의 환원당 함량을 나타내었다.
- 2) Pectinase 처리기 복숭아 과즙의 탁도에 미치는 영향은 Pectinase 처리를 하지 않은 황도는 0.204, 백도는 0.250의 흡광도를 나타내었으며 pectinase 200 ppm 이상을 처리하여 제조한 과즙의 경우에는 황도, 백도 모두 0.05 정도의 낮은 흡광도를 나타내었다.
- 3) Pectinase 처리 온도가 추출 수율에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 50℃에서 처리한 경우에 가장 높게 나타났으며 황도의 추출 수

율은 약 85%로서 약 80%인 백도보다 다소 높게 나타났다.

- 4) 갈변 저해제에 의한 복숭아 주스의 효소적 갈변 현상 저해효과는 황처리 ($K_2S_2O_5$)구 및 L-ascorbic acid (AsA)와 benzoic acid의 혼합 처리구에서 백도 및 황도 주스의 효소적 갈변 억제 효과가 비교적 우수하였으며, 황처리 대체제로써 사용된 L-ascorbic acid는 백도, benzoic acid는 황도에 서 갈변 억제 효과가 비교적 우수하였다.

3. 복숭아 발효주의 제조

- 1) 본 연구실에 보관중인 효모 균주 중에서 복숭아 발효에 가장 적합한 균주를 선별하기 위하여 복숭아 주스에 효모를 접종하여 알콜 발효를 수행한 결과, *Saccharomyces cerevisiae* WMY102 균주가 알콜을 발효력과 향이 가장 우수하였다.
- 2) *S. cerevisiae* WMY102를 사용하여 발효시간에 따른 복숭아 품종별 과실주의 발효 특성을 조사한 결과 가용성 고형물의 함량은 발효 4일 후 황도와 백도 모두 18 °Brix에서 3 °Brix로 감소하였으며, 알코올의 함량은 황도는 발효 2일 일째에 급격히 증가하였으며 백도는 발효 시간이 경과함에 따라 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다. 산도의 경우 6일간의 발효기간 동안 변화는 그렇게 크지 않았으나 황도 주스에서 백도주스보다 더욱 높은 수준을 유지하였다.
- 3) 복숭아 주스의 알콜 발효 중 가용성 페놀 함량을 측정된 결과는 황도인 경우 발효 4일째 128.0 mg/L로 가장 높게 나타났으며, 백도인 경우에는 발효 3일째 151.9 mg/L로 가장 높게 나타났다.
- 4) 복숭아 주스의 알코올 발효과정 중 주된 페놀 성분의 변화는 황도 주스를 이용하여 6일간 알콜 발효를 수행한 경우 발효 6일 후에 retention time 이 10분 미만일 때 황도 주스에는 존재하지 않은 여러 종류의 phenol 화

합물의 peak가 나타났으며, 백도 주스를 이용하여 6일간 알콜 발효를 수행한 후의 phenol 화합물은 백도 주스에 존재하는 retention time 25분 전 후에 존재하는 phenol 화합물이 사라지는 경향을 나타내었다

- 5) 복숭아 주스와 복숭아 발효주의 색도를 측정한 결과 L 값은 복숭아 주스가 복숭아 발효주 보다 높게 나타났으며, a 값은 복숭아 발효주가 복숭아 주스 보다 낮게 나타났다. b 값은 a 값과 반대로 복숭아 발효주가 복숭아 주스 보다 높게 나타났으며, ΔE 값은 복숭아 발효주 보다 복숭아 주스가 높게 나타나 표준 백판에 더 근접한 값을 나타내었다.
- 6) 황도를 이용한 발효주의 총 유기산의 함량이 1079.35 mg%였으며, 백도는 1418.27 mg%로 나타났다. 유기산 조성은 황도는 citric acid와 malic acid가 대부분을 차지하였으며, citric acid가 504.70 mg%로 가장 높게 나타났다. 백도는 citric acid, malic acid 및 succinic acid가 유기산의 대부분을 차지하였으며, malic acid가 410.40 mg%로 가장 높게 나타났다. 그리고 황도와 백도의 유기산 조성을 비교시 황도에 존재하지 않는 galacturonic acid가 백도에는 174.40 mg%가 존재하였다.
- 7) 복숭아 주스를 발효시켜 만든 완성주의 색상, 향기, 맛 및 종합적인 기호도를 평가하기 위해 관능 검사를 실시한 결과 완성된 복숭아 발효주의 향기, 맛 및 종합적인 기호성에 있어서 황도를 이용하여 발효주를 제조하였을 때 백도보다 우수한 것으로 평가되었다.

4. 복숭아 젖산 발효 음료의 제조

- 1) 복숭아 주스의 살균 처리가 젖산 발효에 미치는 영향을 조사한 결과 pH의 변화는 살균처리하지 않은 조건에서는 발효 5일째에서는 pH 4.1, 살균 처리한 조건에서는 발효 5일째 3.1로 낮아졌다. 총산은 살균 처리한 조건이 살균처리하지 않은 조건보다 높게 나타났다. 환원당 함량은 발효가 진

행됨에 따라 감소하였으며, 생균수는 발효가 진행됨에 따라 감소하였다.

- 2) 복숭아 주스의 젖산 발효에 미치는 온도의 영향을 조사한 결과 pH와 산도의 변화는 발효 온도에 따라 큰 차이를 나타내지는 않았으나 37℃에서 최대의 산 생성을 보였다. 환원당과 생균수는 37℃에서 생균수가 가장 높게 나타났으며, 환원당 함량은 가장 낮게 나타났다.
- 3) 생육 촉진제가 복숭아 젖산 발효에 미치는 영향을 조사한 결과 pH는 대조구에서 가장 낮게 나타났으며, 산도는 yeast extract 1% 첨가시 가장 높게 나타났다. 환원당 함량은 skim milk를 1% 첨가시 11.51%로 가장 많이 함유되어 있었다. 생균수는 yeast extract 1%를 첨가시 가장 높게 나타났다.
- 4) 젖산 발효에 관여하는 균주 중에서 *Lactobacillus plantarum* KLAB21과 *Leuconostoc mesenteroides*을 복숭아 주스에 배양할 때 두 균주의 혼합 배양과 *L. plantarum* KLAB21 단독배양의 젖산 발효 양상을 비교한 결과 단독배양과 혼합 배양에 따른 pH, 산도, 환원당 및 생균수의 변화는 많은 차이를 나타내지 않았다.

5. 복숭아 젖산 발효 음료의 특성분석

- 1) 복숭아 젖산 발효 음료의 총 유기산 함량은 2203.8 mg%이었으며, lactic acid와 galacturonic acid가 대부분을 차지하였으며 그 중에서도 lactic acid가 1236.1 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었다.
- 2) 복숭아 젖산 발효 음료의 vitamin C의 함량은 복숭아 주스에서는 3.2 mg%의 vitamin C가 검출되었으나, 살균 처리후와 발효 기간 중에서는 vitamin C가 검출되지 않았다.
- 3) 복숭아 주스 젖산 발효 음료의 총 페놀의 함량은 복숭아 주스의 살균 처리 후와 젖산 발효 기간 중에는 페놀의 함량 변화가 큰 차이를 나타내지

는 않았으며 약 30 mg%의 총 페놀이 검출되었다.

- 4) 복숭아 젖산 발효 음료의 관능 검사를 실시한 결과 발효 3일째가 가장 우수했으며 시간이 경과함에 따라 향과 맛이 낮은 점수를 받았다.
- 5) 복숭아 젖산 발효 음료의 항돌연변이 활성은 돌연변이원으로 사용한 MNNG와 NPD인 경우 모두 발효 3일째에 항돌연변이 활성이 가장 강하게 나타났으며, MNNG 경우 98.9%, NPD의 경우 78.3%돌연변이 억제율을 나타내었다.

6. 복숭아 초산 발효 음료의 제조

- 1) 복숭아 식초 및 초산 발효 음료 생산에 적합한 균주를 선별하기 위하여 연구실에서 분리 보관중인 초산균인 *Acetobacter aceti* KMB15와 한국생명공학 연구원에서 분양 받은 균주인 *A. aceti* 40229, *A. aceti* 12654를 균주를 사용하여 5일간 초산 발효를 수행한 결과 *A. aceti* KMB15 균주가 다른 균주보다 초산 생성능이 우수하여 초산 발효 균주로 최종 선별하였다.
- 2) 발효 온도가 초산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위해 *A. aceti* KMB15를 접종하여 각 온도별로 7일간 초산 발효를 행한 결과 초산 생성량은 온도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 온도가 30℃이상에서는 감소는 경향을 나타내었다.
- 3) 진탕 속도가 초산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 *A. aceti* KMB15 균주를 접종하여 진탕 속도를 변화시키면서 7일간 초산 발효를 행한 결과, 진탕 속도가 증가할수록 초산 생성량은 증가하였으며, 150 rpm 일때 가장 높은 초산 함량을 나타내었다.

7. 복숭아 발효주로부터 생리 활성 물질의 분리 · 정제 및 생리활성 평가

- 1) 복숭아(백도 및 황도)주스의 발효 중 phenol 함량은 대체로 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 발효가 진행되면서 플라보노이드 배당체 성분(rutin 및 isoquercetin)이 감소하는 반면, 그들의 aglycone 성분인 quercetin 함량이 증가하였다.
- 2) 복숭아 술 및 식초를 용매분획 및 Sephadex LH-20 column chromatography 한 후 분리된 성분을 GC-MS에 의해 catechin, chlorogenic acid 및 neochlorogenic acid, rutin, isoquercetin, benzaldehyde 및 benzoic acid 같은 페놀성분 뿐만 아니라 복숭아 과실에서 발견된 바가 없던 eugenol, limonene 및 cymene 등의 정유성분을 확인하였다. 그러나 미숙한 복숭아 과실에 많이 함유되어 있는 amygdalin 성분은 복숭아 식초 및 술에서는 거의 발견되지 않았다.
- 3) 복숭아 술 및 식초로부터 분리된 페놀화합물 (catechin, chlorogenic acid, neochlorogenic acid 및 eugenol)은 DPPH radical scavenging activity가 높았으며, 아울러 쥐 간 microsome의 지질과산화반응을 크게 억제하는 높은 항산화 작용을 나타내었다.
- 4) 복숭아 술 및 식초에 함유되어 있는 페놀성분 뿐만 아니라 eugenol 및 limonene 등의 정유성분은 염증반응과 관련있는 soybean lipoxygenase 저해활성이 컸을 뿐 아니라 동맥경화증, 고혈압 및 심장병의 발병과 연관있는 LDL 산화를 크게 억제하는 높은 항산화작용을 나타내었다.

위탁과제: 복숭아를 이용한 고부가가치의 가공식품의 개발

1. 복숭아 품종별 가공적성

- 1) 영덕에서 생산되는 백도 품종(창방조생, 대구보, 기도 및 유명)은 황도(황도 1호) 보다 대체로 과즙이 많고 당도가 높고 산이 적어 생과로서 적당하다. 그러나 백도는 황도 보다 페놀 함량이 많고 polyphenol oxidase(PPO) 활성도가 높아 가공 중 효소적갈변에 의한 변색이 초래됨으로이 복숭아 잼, 건과류 및 퓨레 제조용 원료로서 적합하지 않다. 그러나 백도 중 유명은 위의 복숭아 과실 중 경도가 가장 높아 만약 갈변을 잘 억제할 수 있다면 복숭아 건과류 제조용으로 사용할 수 있다.
- 2) 복숭아 건과류 및 퓨레 제조용 황도 및 백도의 갈변을 억제하기위해 사용된 여러 갈변저해제 중 0.02%(현재 식품규격에서 허용치) $K_2S_2O_5$ 처리구가 가장 우수한 갈변억제효과를 나타내었다. 그러나 현재 식품가공산업에서 널리 사용되고 있는 ascorbic acid를 백도 및 황도에 처리할 경우 갈변억제 효과가 미비하였으며, 특히 황도의 경우는 오히려 갈변이 촉진하는 경향을 나타내었다. 반면, 복숭아씨로부터 분리된 benzoic acid(0.02%)와 ascorbic acid(0.3%)를 혼합처리할 경우 황도의 갈변억제효과가 우수하였기에 황처리 대체 방법으로 이용할 수 있었다.

2. 복숭아 가공품 특성

- 1) 여러 건조방법 중 복숭아 건과류를 제조할 때 가장 적당한 건조방법은 진공건조 방법이었다. 그러나 만약 진공건조 시설이 없을 때에는 50-60℃로 조절된 대류식 열풍건조기를 사용해도 우수한 품질의 건과류를 제조할 수 있었다.

- 2) 백도 및 황도 복숭아를 이용하여 제조된 퓨레의 물성을 측정한 결과는 백도 퓨레는 황도 퓨레 보다 점착성, 응집성 및 점성이 매우 높아 퓨레로서 적합하지 않았다.
- 3) 복숭아 퓨레의 저장(5℃) 중 이화학적 성분의 변화를 관찰한 결과, 백도 및 황도 모두 저장 중 pH 변화는 거의 없는 반면, 당도와 산도는 약간 증가하는 경향이였다. 그러나 페놀함량은 저장 초기에서 증기까지 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었다. 한편, 복숭아 퓨레를 저장(25℃)했을 경우 위와 비슷한 현상을 관찰할 수 있었으나 그 경향이 더욱 뚜렷하게 나타났다.
- 4) 황도 퓨레를 이용하여 황도 샤베트를 제조할 경우 첨가하는 당 및 음료수의 종류별 샤베트의 품질특성을 관능검사로 통해 관찰한 결과 외관, 색상, 향기 및 전반적인 기호도면에서 액상과당과 사이다 첨가군이 가장 양호하였다.

제2절 활용에 대한 건의

1. 복숭아 과육과 종자에 존재하는 생리활성물질인 amygdalin과 phenol 성분을 분리·정제 및 생리 활성을 밝히고 아울러 이를 개발하는 기술을 확립함으로써 새로운 기능성 식품의 개발과 고부가가치의 식품 및 의약품의 신소재를 개발하는데 기초 자료로 이용가치가 유용할 것으로 기대된다.
2. 복숭아 주스의 최적 추출 조건을 확립함으로써 복숭아를 이용한 발효 식품 및 가공 식품 등의 고부가가치의 복숭아 가공식품의 개발뿐만 아니라 복숭아의 소비 촉진에 따른 소득을 증진 시킬수 있다.
3. 복숭아 발효주를 제조에 가장 적합한 균주를 선별하였으며 이중에서 *S. cerevisiae* WMY102 균주가 알코올 발효력과 향이 우수하여 복숭아 알코올 발효주 생산에 유용한 균주로 사용할 수 있다.
4. 복숭아 알코올 발효주에 존재하는 여러 가지 생리활성 물질을 분리·동정 및 기능성을 확인하여 새로운 기능성을 가진 복숭아 과실주를 개발함으로써 현재 전량 수입에 의존하고 있는 과실주를 대체할 수 있을 것으로 기대된다.
5. 복숭아 젖산 음료의 제조시 *L. plantarum* KLAB21과 *Leu. mesenteroides*을 사용하여 항돌연변이 활성이 강한 젖산 발효 음료를 개발함으로써 현재까지 알려진 젖산 음료 대신에 새로운 기능성을 가진 젖산 음료의 개발에 응용할 수 있다.

6. *Acetobacter aceti* KMB15 균주를 이용하여 새로운 기능성을 가진 복숭아 식초를 개발함으로써 현재까지 알려진 식초 대신에 새로운 기능성을 가진 식초의 개발에 응용할 수 있다.
7. 복숭아 가공품을 제조하기 위한 복숭아 품종별 특성을 조사함으로써 복숭아 잼, 건과류 및 퓨레 제조용 원료로서의 가능성을 확인함으로써 과실류의 가공에 이용할 수 있다.
8. 여러 건조방법 중 복숭아 건과류를 제조할 때 가장 적당한 건조방법을 확립함으로써 다른 과실을 이용하여 건과류 제조시 응용이 가능하다.
9. 백도 및 황도 복숭아를 이용하여 퓨레와 샤베트를 제조 방법을 확립함으로써 복숭아 가공품의 효율적인 가공에 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

SUMMARY

I . TITLE

Development of Various Processed Peach Products with High Value Added

II . OBJECTIVE AND NECESSITY

Peaches (*Prunus persica* Batsch) are a good source of acid, sugar, amino acid and vitamin A, which are important sources of functional beverages. In particular, demand for the peach fruits has increased in recent years because of its dessert quality and delicate flavor.

The production of peaches in Korea increased from 114,500 M/T in 1990 to 147,000 M/T by 1997. In 1999, total peach production in Korea was 157,000 M/T making it the sixth most important fruit behind apples, oranges, grapes, pears, and persimmons. The peach grows in many areas in Korea, and the leading areas are mostly Chungdo, Youngduk, Kyungsan, Youngcheon, Okcheon and Eumsung. Among them, peach production of Youngduk was 7,830 M/T in 2000, accounting for Changbang (13%), Daegubo (21%), Hwangdo (20%), Keedo (18%), Yumyung (15%) and others (13%), respectively.

Peach cultivars are broadly classified as white- and yellow-fleshed peaches, with the former accounting for about 80% of total production in Korea. Most of white-fleshed peaches containing high amounts of sugars, flavors and fruit juice are presently utilized as fresh fruits, while

yellow-fleshed peaches with low sugars and high organic acids are used as processed juice, nectarine, sauce, etc. However, physico-chemical characteristics of peaches may be affected by cultivar, maturation, and processing. In addition, it was reported that there were considerable differences in fermentation degree and processing characteristics in relation to peach cultivars. Therefore, studies on the physico-chemical properties of peach cultivars are needed to investigate prior to developing new processed peach products.

Processing technologies make it possible to maintain their own tastes of peaches such as fragrance and color as well as to increase the value added by improving the functional characteristics in processed products. Also, studies on the wide range of possible processed products (alcoholic beverages, vinegar, sherbet, juice and puree) are a necessity by which the peach can be examined more carefully based on its functional characteristics. The value added of the peach can possibly be increased by developing high quality fermented products, by improving freshness of peach juice or by minimal processing.

On the other hand, dietary phenolic compounds in fruits and vegetables are known to play an important roles in protection of cellular membrane against oxygen radical-mediated lipid peroxidation, which was reported to be associated with several pathological conditions in human such as carcinogenesis, mutagenesis, atherosclerosis and aging. Among phenolic compounds, flavonoids and phenolic acids in peach fruits are recently receiving attention as potential sources of natural antioxidants with anti-thrombotic activity. However, more information on other biological activity of phenolic compounds in peaches is not still available.

Peach fruits and seeds are widely used as medicinal drugs in many oriental countries with anti-inflammatory, analgesic, and antirheumatic activity. Amygdalin and its derivatives, fatty oils, and sterols in peach seeds were found to act as major principles for their physiological actions. In particular, amygdalin, known as "Laetrile" agent with anticarcinogenic action, is hydrolyzed into benzaldehyde in the presence of emulsion, heat, mineral oil, and ascorbic acid. Benzaldehyde is further oxidized into benzoic acid. More recently, amygdalin and its derivatives, benzaldehyde and benzoic acid in peach fruits and seeds have been reported to have antitumor activity. In addition, numerous essential oils were identified from peach fruits and their processed products. It was found that benzaldehyde was predominant substance of numerous volatiles. Despite numerous phytochemical studies of amygdalin and its derivatives, only a few studies on their biological activity in peach fruits and seeds have been reported.

In this study, we have investigated the possibility of several processed products of peach fruits using general processing and fermentation technologies in order to increase their processing utilization. In addition, various functional materials were isolated and identified from peach fruits and their processed products as well as peach seeds.

III. SCOPE OF THE STUDY

This project consists of one subject and one charge subject for efficient fulfillment of the research on the development of processed peach products with high value added. One is the development of high quality fermented peach products. The other is the development of processed peach products with high value added using general processing technologies. Major contents and scopes of this project can be summarized as follows:

III-1. Development of High Quality Fermented Product Using the Peach

1. Analysis of approximate content, phytochemical compounds and polyphenol oxidase (PPO) in two different types of peach fruits.
 - 1) Approximate composition
 - 2) Soluble phenolic compounds and L-ascorbic acid
 - 3) Amygdalin and its derivatives
 - 4) Polyphenol oxidase (PPO) assay
 - 5) Isolation and purification of PPO
 - 6) Electrophoresis of partially purified PPO

2. Establishment of extraction conditions in two different types of peach fruits.
 - 1) Effect of pectinase treatment on the yield

- 2) Effects of pectinase treatment on the turbidity
 - 3) Effects of temperature for the pectinase treatment on the yield
 - 4) Effect of antibrowning agent treatment
3. Characteristics of alcohol fermentation from two different types of peach juice.
- 1) Screening of alcohol yeasts
 - 2) Conditions of alcohol fermentation
 - 3) Changes in the phenolic compositions during the alcohol fermentation
 - 4) Content of organic acids in peach wine
4. Characteristics of lactic acid fermentation from two different types of peach juice.
- 1) Effects of sterilization and nonsterilization in peach juice
 - 2) Conditions of lactic acid fermentation
 - 3) Characteristics of lactic acid fermentation
 - 4) Antimutagenic activity of fermented peach juice
5. Characteristics of acetic acid fermentation from two different types of peach juice.
- 1) Screening of acetic acid bacteria
 - 2) Conditions of acetic acid fermentation
 - 3) Characteristics of acetic acid fermentation

6. Isolation and identification of biologically active compounds from peach wine and vinegar.
 - 1) Solvent fractionation of the extracts of peach wine and vinegar
 - 2) Isolation and purification of biologically active compounds
 - 3) Identification of biologically active compounds

7. Screening of biological activity of phytochemical compounds from peach fruit and its processed products.
 - 1) DPPH radical scavenging activity
 - 2) Inhibition of rat liver microsome lipid peroxidation
 - 3) Inhibition of soybean lipoxygenase
 - 4) Inhibition of low density lipoprotein oxidation

III-2. Development of Processed Products with High Value Added Using the Peach

1. Analysis of physico-chemical components in two different types of peach fruits
 - 1) Analysis of processing suitability, such as harvest period, firmness, clingstone or non-clingstone, color of flesh, and recovery of fruit juice, in two peach cultivars
 - 2) Analysis of chemical compositions, such as soluble solid, pH, titratable acidity, phenolics, L-ascorbic acid and polyphenol oxidase (PPO) activity of two peach cultivars. In addition, levels and compositions of free sugars and free organic acids are also

determined by HPLC

2. Investigation of new methodology for control of enzymatic browning of the peach flesh and juice by several commercial anti-browning agents
 - 1) Control of enzymatic browning of peach flesh and juice by anti-browning agents
 - 2) Investigation of drying methods for control of enzymatic browning of dried peach fruits

3. Preparation of high quality jam, dried fruit, puree and sherbet of peach fruits
 - 1) Preparation of the optimum dipping solution agents for dried peach fruits
 - 2) Preparation of the optimum formulation (peach puree + several materials) for peach sherbet
 - 3) Textural and organoleptic analysis of dried fruit, puree and sherbet of peach
 - 4) Changes of chemical components of peach puree during storage at 5°C and 25°C

IV. RESULTS AND APPLICATION

1. Analysis of approximate content, phytochemical compounds and polyphenol oxidase (PPO) in two different types of peach fruits.

1) Analysis of soluble phenolics, L-ascorbic acid and phenolics compounds

- In general, the soluble solid/titratable acidity ratios, ascorbic acid and total phenolic contents were significantly higher in white-fleshed peaches than those in yellow-fleshed peach. Four major phenolic compounds (neochlorogenic acid, catechin, chlorogenic acid and epicatechin) as well as minor flavonoids (rutin and isoquercetin) were found in both the white- and yellow-fleshed peaches. Among them, neochlorogenic and chlorogenic acid were the predominant phenolic compounds in the white-fleshed peaches, followed by catechin and epicatechin. Neochlorogenic acid was present in the highest level of the yellow-fleshed peach, but levels of two other phenolic acids were lower to some extent. Meanwhile, there are no significant differences in firmness and color values between two peach types, except for Yumyung, a white-fleshed peach with the highest firmness, and Hwangdo, a yellow-fleshed peach with the highest yellowness (b) value.

2) Analysis of polyphenol oxidase (PPO) in two different types of peach fruits

- PPO activities of the white-fleshed peaches were generally higher

than that of the yellow-fleshed peach, with exception of Yumyung. PPO in peach was isolated and partially purified by ammonium sulfate precipitation, dialysis, followed by concentration of PPO by polyethyleneglycol and centrifugation stepwise. The partially purified PPO of two peach cultivars have three active bands, one major and two minor bands. And there were no big differences in the PPO isozyme patterns between two different peach cultivars.

2. Establishment of extraction conditions in two different types of peach fruits.

- Pectinase treatment of peach fruits resulted in the increase in the yield and reducing sugar contents in yellow-fleshed as well as white-fleshed peach juices. The turbidity of the peach juices decreased dramatically by the treatment of pectinase. Temperature for the pectinase treatment has no significant effects in the yield of peach juice over 30°C, which was about 85% for yellow-fleshed and about 80% for white-fleshed peaches. Among various antibrowning agents tested in this study such as NaCl, K₂S₂O₅, L-ascorbic acid and benzoic acid, K₂S₂O₅ showed the strongest antibrowning effects in yellow-fleshed as well as white-fleshed peach juices.

3. Characteristics of alcohol fermentation from two different types of peach juice.

- During the alcohol fermentation of peach juices by using *Saccharomyces cerevisiae* WMY102 at 20°C, alcohol content reached maximum level (14%) and most of the soluble solid were consumed after

six days of fermentation. The rates for the alcohol production and soluble solids consumption were lower in the white-fleshed peach juice than those in the yellow-fleshed peach juice. Total acid content was higher in the yellow-fleshed peach juice than white-fleshed peach juice. The phenol content was found to be opposite to the total acid content. When the composition of organic acids was analyzed by using HPLC, it was found that the major acids are citric, malic and succinic acids in both peach wines. It was also found that citric acid (504.70 mg%) is the most abundant in yellow-fleshed peach wine but malic acid (410.40 mg%) in white-fleshed peach wine. Galacturonic acid (174.40 mg%) was detected in white-fleshed peach wine but not in yellow-fleshed peach wine suggesting that this acid can be used for the differentiation of the two wines. Sensory evaluation of the peach wines showed that yellow-fleshed peach fruits have higher potential for the development of peach wine than white-fleshed peach fruits.

4. Characteristics of lactic acid fermentation from two different types of peach juice

- Lactic acid fermentation of peach juices was carried out by using *Lactobacillus plantarum* KLAB21, known to produce antimutagenic substances, at 37°C for five days. When the composition of organic acids was analyzed by using HPLC, it was found that the major acids are lactic (1236.1 mg%) and galacturonic acids in fermented peach juice. Vitamin C was detected in peach juice (3.2 mg%) but not in fermented juice. The phenol content (30 mg%) was not changed during

the lactic acid fermentation. Antimutagenic activity of fermented juice by *L. plantarum* KLAB21 was the highest after three days of fermentation. Antimutagenic activity of the fermented juice against MNNG and NPD on *Salmonella typhimurium* TA100 were 98.9% and 57.21%, respectively.

5. Characteristics of acetic acid fermentation from two different types of peach juice.

- Acetic acid fermentation of peach juices was carried out at 30°C for five days by using three acetic acid bacteria. Among them, *Acetobacter aceti* KMB15 was found to be the most useful acetic acid bacteria. The optimum culture conditions were investigated to maximize the production of peach vinegar by the strain *A. aceti* KMB15. Optimal temperature, shaking speed and culture time were 30°C, 150 rpm and seven days, respectively.

6. Isolation and identification of biologically active compounds from peach wine and vinegar

- Several biologically active compounds were isolated from peach wine and vinegar by combination of several solvent fractionation, Sephadex LH-20 column chromatography and HPLC. And, their chemical structures were identified by HPLC and GC-MS. Among them were amygdalin, benzaldehyde, benzoic acid, eugenol and limonene, together with two phenolic compounds such as neochlorogenic acid and chlorogenic acid as well as four flavonoids including catechin, epicatechin, rutin and isoquercetin

7. Biological activity of phytochemical compounds from peach fruits and its processed products.

- Phenolic acids (chlorogenic acid and neochlorogenic acid), and flavonoids (catechin, rutin and isoquercetin) and eugenol showed strong DPPH radical scavenging activity, comparable to that of natural antioxidants such as L-ascorbic acid and α -tocopherol. In addition, phenolic acids (chlorogenic acid and neochlorogenic acid), and flavonoids except flavonol glycosides (rutin and isoquercetin), eugenol and benzaldehyde greatly inhibited rat liver microsomal lipid peroxidation also, although their activity was generally lower than that of α -tocopherol. Among all compounds tested, benzaldehyde, a major volatile of peach fruits, exhibited a potent inhibitory activity against a soybean lipoxygenase (SLO), which is closely related to inflammation. Two flavonol glycosides, amygdalin, benzoic acid and limonene greatly inhibited LDL oxidation, which is mainly responsible for atherosclerosis.

8. Analysis of physico-chemical characteristics in two different types of peach fruits.

- In general, the soluble solid, ascorbic acid and total phenolic contents, as well as PPO activity were significantly higher for white-fleshed peaches than those for yellow-fleshed peach, except for titratable acidity was higher for yellow-fleshed peach. Major free sugars of peaches were sucrose, fructose, glucose and sorbitol, and their content were higher in white-fleshed peaches than

yellow-fleshed peach. Meanwhile, malic acid, citric acid, succinic acid and fumaric acid was present in peaches, and their contents were higher in yellow-fleshed peach than white-fleshed peaches. Meanwhile, there are no significant differences in firmness and color values between two peach cultivars, except for Yumyung, a white-fleshed peach with the highest firmness, and Hwangdo, a yellow-fleshed peach. Thus, yellow fleshed-peach, which have lower phenolic compounds and PPO activity, and higher carotenoids and total acidity, as well as better sensory quality, is considered to be as material source suitable for making several high quality of jam, dried fruit, puree and sherbet of peach.

9. Investigation of new methodology for control of enzymatic browning of the peach flesh and juice by several commercial anti-browning agents

- Among several anti-browning agents examined, $K_2S_2O_5$ (0.02%) and ascorbic acid (0.5%) and benzoic acid (0.5%) inhibited effectively enzymatic browning of flesh and juice of two different types of peach cultivars, and especially benzoic acid (0.05%) exerted strong enzymatic browning inhibition of yellow-fleshed peach juice. Thus, the combination of benzoic acid and L-ascorbic acid treatment can be used as alternative to sulfites for control of enzymatic browning of minimally processed several fruits, including peach fruits. Meanwhile, vacuum drying was superior to hot air drying and natural drying in terms of control of enzymatic browning and preservation of L-ascorbic acid of peach fruits.

10. Preparation of high quality jam, dried fruit, puree and sherbet of peach fruits

- White-fleshed and yellow-fleshed peaches were peeled, followed by cut into slices, homogenized, filtered, concentrated, stepwise and thereby made peach puree. From textural analysis, adhesiveness, gumminess and chewiness of white-fleshed peach puree was much higher than those of yellow-fleshed peach puree. Therefore, white-fleshed peach was not suitable as material source of peach puree, as compared to yellow-fleshed peach. Meanwhile, to make dried peach fruits, peeled yellow-fleshed peach fruits were put directly into the dipping solution, which are composed of 0.2% $K_2S_2O_5$, 0.3% citric acid, 0.05% NaCl, and sugar mixture [aqueous fructose: starch syrup: sorbitol (8: 1.5: 0.5, v/v)], for 2 hr under reduced pressure (the dipping solution was adjusted to 60 °Brix with sugar mixture). In contrast, to make peach sherbet, yellow-fleshed peach puree (200 g, 12 °Brix) were mixed well with following materials: 0.1g L-ascorbic acid, 0.3g peach flavor, 40g aqueous fructose, 10g starch syrup, 0.1g whey powder, 0.1g coconut oil, 400 ml cider (the solution was adjusted to 17 °Brix with sugar mixture). Among chemical components of peach puree, pH of two peach cultivars was not nearly changed, while sugars and total acidity had tendency to increase somewhat during storage at 5°C. However, levels of phenolics increased somewhat from the early to the middle stage of storage, and further decreased at the late of storage. In contrast, the changes of above chemical components during storage at 25°C showed more greater when compared to storage at 5°C.

Effects of several commercial sugars on quality characteristics of peach sherbet was investigated. As a result, there is not significant difference in color and appearance of peach sherbet according to different kinds of sugars, but the best quality of peach sherbet attained in peach sherbet added with aqueous fructose by organoleptic test. In addition, in case of several commercial beverages, the peach sherbet added with cider, pocarisweeter and 2% beverage was much better than that of fruit juice or tea beverage-added peach sherbet, and especially the cider added-peach sherbet showed the best sensory quality in terms of color, appearance and overall in organoleptic test. Thus, above developed dipping solution for dried peach fruits, and formulation for peach sherbet can be directly applied on food processed industry dealt with dried fruit and sherbet. In the near future, we also are planning to produce high quality of dried fruit and sherbet of yellow-fleshed peach fruits using above methods in a small scale.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	43
1-1 Objective and scope	43
1. Objective	43
2. Scope	45
Chapter 2. Development of high quality fermented products using the peach	48
2-1. Introduction	48
2-2. Materials and methods	51
1. Materials	51
2. Proximate composition of peach fruits	51
3. Content of soluble phenol	52
4. Content of L-ascorbic acid	52
5. Content of phenolic compounds	53
6. Measurement of polyphenol oxidase (PPO) activity	54
7. Partial purification of PPO	54
8. Electrophoresis of PPO	55
9. Content of amygdalin and its derivatives in peach fruits and peach seed	55
10. Preparation of peach juice	56
11. Preparation of peach wines	57

12. Preparation of lactic acid fermentation juice	62
13. Preparation of peach vinegar	71
14. Isolation and identification of biologically active compounds from peach wine and vinegar	74
15. Screening of biological activity of phytochemical compounds from peach fruit and its processed products	76
2-3. Peach characteristics	80
1. Proximate composition of peach fruits	80
2. Content of soluble phenol, L-ascorbic acid and measurement of polyphenol oxidase (PPO) activity	81
3. Content of major phenolic compound and anthocyanin	82
4. Pattern of PPO from peach fruits	84
5. Content of amygdalin, benzaldehyde and benzoic acid	85
2-4. Preparation of peach juice	87
1. Effect of pectinase treatment on the yield	87
2. Effect of pectinase treatment on the turbidity	87
3. Effect of temperature for the pectinase treatment on the yield ..	89
4. Effect of antibrowning agent	90
2-5. Preparation of peach wines	92
1. Characteristics of peach juice for the alcohol fermentation	92
2. Comparison of alcohol fermentation ratio	92
3. Characteristics of peach juice by the alcohol fermentation time	94
4. Changes of soluble phenol during the alcohol fermentation	94
5. Changes of phenolic compound during the alcohol fermentation	96
6. Measurement of Hunter color values	100
7. Analysis of organic acid in peach wine	100

8. Sensory evaluation of peach wine	102
2-6. Preparation of lactic acid fermentation juice	104
1. Effect of sterilization	104
2. Effect of temperature	106
3. Effect of growth factor	107
4. Characteristics of mixed culture	108
5. Analysis of lactic acid fermentation juice	108
6. Antimutagenic activity of lactic acid fermentation juice	112
2-7. Preparation of peach vinegar	114
1. Screening of acetic acid bacteria	114
2. Effect of temperature	115
3. Effect of shaking speed	115
4. Effect of alcohol concentrations	117
2-8. Isolation and identification of biologically active compounds from peach wine and vinegar	118
1. Isolation of biologically active compounds from peach wine and vinegar	118
2. Identification of biologically active compounds from peach wine and vinegar	118
3. Screening of biological activity of phenolic compound and essential oils from peach wine and vinegar	121
2-9. Conclusion	126

Chapter 3. Development of processed products with high value added using the peach	133
3-1. Introduction	133
3-2. Materials and methods	135
1. Materials	135
2. Measurement of pH, soluble solid, titratable acidity, Hunter color values and hardness	135
3. Content of soluble phenol	136
4. Content of L-ascorbic acid	136
5. Content of anthocyanin	137
6. Content of amygdalin	138
7. Analysis of free sugar	138
8. Analysis of organic acid	139
9. Antibrowning of peach fruits for minimal processing	140
10. Measurement of Texture properties	140
11. Preparation of peach jam	140
12. Preparation of dried peach	141
13. Preparation of peach puree	142
14. Preparation of peach sherbet	142
15. Sensory evaluation	142
3-3 Processing aptitude of peach	145
1. Content of pH, soluble solid, titratable acidity, phenolic compound, L-ascorbic acid and measurement of polyphenol oxidase activity	145
2. Processing aptitude of peach	146
3. Analysis of free sugar and organic acids	147

4. Inhibitory effects of several commercial browning inhibitors on enzymatic browning of the peach fruits	149
5. Inhibitory effects of several commercial browning inhibitors on enzymatic browning of the peach juice	150
3-4. Characteristics of peach processed food	152
1. Effects of drying method in dried peach	152
2. Measurement of textural properties of peach purees	153
3. Changes of chemical compositions of peach puree during the storage conditions	153
4. Effects of several sugars on the organoleptic evaluation of peach sherbet	155
5. Effects of several commercial beverages on the organoleptic evaluation of peach sherbet	156
3-5. Conclusion	158
Chapter 4. General conclusions	160
REFERENCES	169

목 차

제 출 문	1
요 약 문	2
SUMMARY	18
CONTENTS	33
목 차	38
제 1 장 서 론	43
제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성	43
1. 연구 개발의 목적	43
2. 연구개발 내용 및 범위	45
제 2 장 복숭아를 이용한 고품위 발효식품의 개발	48
제1절 서 설	48
제2절 재료 및 방법	51
1. 재료	51
2. 복숭아 성분 분석	51
3. 수용성 페놀 정량	52
4. L-Ascorbic acid 정량	52
5. 페놀화합물(페놀산, 플라보노이드 및 anthocyanin)의 정량	53
6. Polyphenol oxidase (PPO) 활성 측정	54

7. 복숭아 과실의 PPO의 부분 정제	54
8. PPO의 전기영동	55
9. 복숭아 과실 및 씨의 amygdalin과 그 유도체(benzaldehyde 및 benzoic acid)의 정량	55
10. 복숭아 주스의 제조	56
11. 복숭아 발효주 제조	57
12. 복숭아 젖산음료의 제조	62
13. 복숭아 식초의 제조	71
14. 복숭아술 및 식초로부터 생리활성물질의 분리 및 정제	74
15. 복숭아 술 및 식초로부터 분리된 페놀화합물, amygdalin & 그 유도체 및 정유성분의 생리활성 평가	76
제 3 절 복숭아 품종별 특성 조사	80
1. 복숭아의 일반 성분	80
2. 품종별 복숭아 과실의 수용성 페놀, 비타민 C 함량 및 polyphenol oxidase(PPO) 활성	81
3. 품종별 복숭아 과실의 주요 페놀화합물(페놀산 및 플라보노이드) 및 anthocyanin 색소의 함량	82
4. 복숭아 과실로부터 분리된 PPO의 패턴	84
5. 복숭아 과실(과육 & 종자)의 amygdalin, benzaldehyde 및 benzoic acid 정량	85
제 4 절 복숭아 주스의 제조	87
1. Pectinase 처리에 의한 복숭아 과즙의 추출	87
2. Pectinase 처리가 복숭아 과즙의 탁도에 미치는 영향	87
3. Pectinase 처리 온도가 추출 수율에 미치는 영향	89
4. 갈변 저해제에 의한 복숭아 주스의 효소적 갈변 현상 저해효과	90

제 5 절 복숭아 발효주의 제조	92
1. 발효주 제조를 위한 복숭아 품종별 과즙의 특성	92
2. 각종 효모 균주에 의한 복숭아 주스의 에탄올 발효력 비교	92
3. 발효시간에 따른 복숭아 품종별 과실주의 발효 특성	94
4. 복숭아 주스의 알콜 발효중 수용성 페놀의 함량 변화	94
5. 복숭아 주스의 알코올 발효중 페놀성분의 변화	96
6. 색도의 측정	100
7. 복숭아 발효주의 유기산 분석	100
8. 복숭아 발효주의 관능 검사	102
제 6 절 복숭아 젖산 음료의 제조	104
1. 복숭아 주스의 살균이 젖산 발효에 미치는 영향	104
2. 발효 온도가 젖산 발효에 미치는 영향	106
3. 생육 촉진제의 첨가가 발효에 미치는 영향	107
4. 젖산균의 혼합배양에 의한 발효 특성	108
5. 복숭아 젖산 발효 주스의 특성분석	108
6. 복숭아 젖산 발효 음료의 항돌연변이 활성조사	112
제 7 절 복숭아 초산 음료의 제조	114
1. 초산 균주의 선발	114
2. 발효 온도가 초산 발효에 미치는 영향	115
3. 진탕 속도가 초산 발효에 미치는 영향	115
4. 알코올 농도가 초산 발효에 미치는 영향	117
제 8 절 복숭아(황도 & 백도) 술 및 식초로부터 생리활성물질의 분리·정제 및 동정	118
1. 복숭아 술 및 식초로부터 생리활성물질 분리 및 정제	118
2. 복숭아 술 및 식초로부터 생리활성물질 동정	118
3. 복숭아(황도와 백도) 술 및 식초로부터 분리된 여러 페놀 화합물 및	

essential oils의 생리활성 검정	121
제 9 절 결 론	126
제 3 장 복숭아를 이용한 고부가가치의 가공 식품 개발	133
제 1 절 서 설	133
제 2 절 재료 및 방법	135
1. 공시재료	135
2. 복숭아 과실의 pH, 당도, 산도, 색도 및 경도 측정	135
3. 수용성 페놀 정량	136
4. L-ascorbic acid의 정량	136
5. Anthocyanin 함량 측정	137
6. Amygdalin의 정량	138
7. 복숭아의 유리당 조성 분석	138
8. 복숭아의 유기산 조성 분석	139
9. 복숭아 과실의 최소가공을 위한 복숭아 과육 및 주스의 갈변 억제	140
10. 복숭아 가공품의 물성 측정	140
11. 복숭아 잼의 제조	140
12. 복숭아 건과류의 제조	141
13. 복숭아의 퓨레의 제조	142
14. 복숭아의 샤베트의 제조	142
15. 관능검사	142
제 3 절 복숭아 품종별 가공적성	145
1. 복숭아 과실의 품종별 pH, 당도, 산도, 페놀함량, 비타민 C 함량 및 polyphenol oxidase(PP0) 활성도 분석	145
2. 복숭아 품종별 가공적성	146

3. 복숭아(백도 및 황도)의 유리당 및 유기산 분석	147
4. 여러 갈변저해제에 의한 복숭아(백도 및 황도) 과육의 갈변억제 효과	149
5. 여러 갈변저해제에 의한 복숭아(백도 및 황도) 주스의 갈변억제 효과	150
제 4 절 복숭아 가공품 특성	152
1. 건조방법에 따른 복숭아 건과류의 색도 변화	152
2. 복숭아(황도 및 백도) 퓨레의 물성 분석	153
3. 복숭아(황도 및 백도) 퓨레의 저장 중 이화학적 성분 변화	153
4. 당 종류에 따른 복숭아(황도) 샤베트의 관능검사	155
5. 부재료(청량음료 종류별) 첨가에 따른 복숭아 샤베트 관능평가	156
제 5 절 결 론	158
제 4 장 종합 결론	160
참 고 문 헌	169

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구 개발의 목적

우리나라의 복숭아 생산량은 약 13만톤으로서 복숭아 품종별 재배 면적은 유 명 27%, 백도 19%, 창방 13%, 황도 6%, 선광 4% 및 기타 28%를 차지하고 있으 며, 최근에 증가하고 있는 품종은 암킹, 수봉 및 천홍 등으로 그 품종이 다양 화되고 있다. 그러나 우리나라 복숭아 생산량의 약 13%만이 복숭아 주스, 넥 타, 당침 등의 가공용으로 이용되고 있으며 이들 가공 공장의 영세성으로 인하 여 복숭아 가공 기술이 취약한 실정에 있다.

또한, 복숭아는 국내에서 생산되고 있는 과실 중 사과, 참외에 이어 생산량 이 많은 과실로서 생과용으로 다른 과실과 비교하여 경쟁력이 있으나, 저장성 이 약한 것이 문제이다. 따라서 이를 감안하여 대부분 복숭아 통조림 제품의 생산되고 있으나 통조림 가공은 노동 집약적인 산업일 뿐만 아니라 생과를 선 호하는 우리 국민에게는 적당하지 않다. 그리고 통조림 가공품은 현재 주로 수 입산에 의존하고 있으며, 수입산의 가격이 국내의 제품값 보다 싸다. 따라서 현재 농가에서는 가공용 복숭아 수종을 생과용으로 전환하고 있으며, 생과용의 판매 가격이 급락할 경우를 대비하여 생과를 효과적으로 가공할 수 있는 독특 한 가공 기술과 이를 이용한 가공 식품의 개발이 미흡한 실정이다.

복숭아는 여러 가지 당, 산, 아미노산 및 향기 성분을 함유하고 있어 갈증해 소, 피로회복 및 숙취해소 효과를 지니고 있다. 그러나 amylase, peroxidase 및 pectinase 등의 가수 분해 효소를 많이 함유하고 있어 쉽게 연화되어 부패 되는 단점을 가지고 있다. 아울러 복숭아 과피에 있는 anthocyanins 및

flavonoids 등의 polyphenol 성분을 함유하고 있어 가공 중 쉽게 변색 또는 퇴색되는 문제가 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 복숭아 가공 산업에서는 현재 열처리 및 화학적 처리 방법을 이용하고 있으나 이로 인해 복숭아가 가지고 있는 독특한 맛, 향기 및 색깔과 더불어 영양성분이 소실되거나 가공 후에 변패 및 이취 등의 문제점을 유발할 수 있기 때문에 복숭아 특유의 맛, 향기 및 색깔을 그대로 유지하며, 나아가 기능성을 향상시킬 수 있는 새로운 가공 기법을 이용한 고부가가치의 복숭아 가공품의 개발이 필요하며, 또한 복숭아를 이용한 여러 가공품(술, 식초, 주스, 발효음료, 샤베트 및 푸레 등)의 부가가치를 높이기 위해서는 복숭아 및 그 가공품의 기능성을 규명할 필요가 있다.

최근 과실주에 대한 국내 소비자의 호응도 증가와 우루과이 라운드에 의한 수입 자유화로 1997년 현재 우리나라가 외국으로부터 수입한 과실주는 9,400톤으로서 2,200만 달러를 소비하였다. 따라서 외국산 과실주의 수입 대체품으로서 우리나라 과실주 개발이 요구되고 있는 실정이다. 만약 우리나라의 복숭아를 원료로 하여 우수한 발효주를 개발하여 과실주 수입량의 절반만을 대체하더라도 귀중한 외화 소비를 줄일 수 있을 것이다. 그리고 과실의 기능성, 신선미 및 편이성을 고려하여 복숭아의 기능성 발효음료의 개발과 최소가공 및 신선주스의 개발을 통하여 복숭아의 부가가치를 증대시킬 수 있을 것이다.

현재 폐기되고 있는 복숭아씨를 고부가가치의 화장품 및 의약품의 신소재로서 사용할 수 있도록 새로운 생리 활성 물질의 탐색이 절실히 요구되고 있는 시점에서 복숭아씨에 존재하는 생리 활성 물질의 탐색하는 것이 매우 중요한 일이라 하겠다. 한편, 복숭아씨에는 약 2%의 amygdalin을 함유하고 있으며, 공존하는 emulsion에 의해 분해되면 0.15%의 청산이라는 독성 물질을 생성하므로 현재 복숭아씨는 식품가공 산업에 이용되지 않고 거의 폐기 처리되어 환경 오염의 원인이 되고 있다. 또한, 분해되지 않은 amygdalin은 비타민의 역할을 수행한다는 보고가 있으며, 또한 한방에서는 복숭아씨를 어혈 및 통경 치료제로

사용하고 있다. 따라서 미활용 복숭아씨를 활용하여 새로운 기능성 화장품 및 의약품의 신소재 개발이 필요하며 아울러 amygdalin의 새로운 생리적 기능성을 밝히는 연구가 필요하지만 현재까지 이에 관한 연구가 전무한 실정이다.

그리고 현재, 고도 불포화 지방산을 함유하는 식품 및 의약품의 소비가 크게 증가하고 있으며 그로 인해 초래되는 지질의 산패를 효과적으로 방지할 수 있는 항산화제와 같은 식품 첨가물의 개발이 절실히 요구되고 있다. 따라서 복숭아 가공산업에서 부산물로 얻어지는 복숭아씨를 효율적으로 이용하여 고부가가치의 가공 식품 및 화장품 또는 의약품의 신소재 개발이 절실히 요구된다.

따라서 본 연구에서는 복숭아의 가공 이용율을 높이기 위하여 복숭아를 원료로 일반가공 및 발효가공 기술을 이용하여 각종의 가공제품의 제조 적합성을 확립하고자 하였으며, 제조한 복숭아 가공품으로부터 기능성 물질을 분리 동정하여 그 이용성을 확립하고자 하였다. 또한 현재 폐기 처리되어 환경 오염의 문제로 대두되고 있는 복숭아씨로부터 식품가공과 화장품 및 의약품에 사용할 수 있는 새로운 기능성 생리활성 물질을 동정하고 그 이용성을 규명하고자 하였다.

2. 연구개발 내용 및 범위

본 연구의 개발 목표는 복숭아의 가공 이용율을 높이기 위하여 복숭아를 원료로 일반가공 및 발효가공 기술을 이용하여 각종의 가공제품의 제조 적합성을 확립하고자 하였으며, 제조한 복숭아 가공품으로부터 기능성 물질을 분리 동정하여 그 이용성을 확립하고자 하였다. 또한 현재 폐기 처리되어 환경 오염의 문제로 대두되고 있는 복숭아씨로부터 식품가공과 화장품 및 의약품에 사용할 수 있는 새로운 기능성 생리활성 물질을 동정하고 그 이용성을 규명하고자 하였다.

우리나라에서 재배되고 있는 다양한 품종의 복숭아 과실 중 각종의 가공 제

품에 가장 적합한 품종을 선별하여 가공 기술의 특성에 따라 1개의 세부과제와 1개의 협동과제(위탁과제)로 나누어져 있으며, 본 과제에서 수행하고자 하였던 연구 개발 범위를 각 과제별로 정리하면 다음과 같다.

세부과제 : 복숭아를 이용한 고품위 발효식품의 개발

구분	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위
1차년도 (1999)	복숭아 주스 및 알코올 발효 음료의 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 복숭아 주스 제조를 위한 최적조건 검토 2. 복숭아 과실주 제조를 위한 최적조건 검토 3. 복숭아 품종별 성숙시기별 생리활성 물질의 분석 4. 복숭아 과실주 발효 중 생리활성 물질의 함량 변화 측정
2차년도 (2000)	복숭아를 이용한 유기산 발효음료의 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 복숭아 식초 및 초산 발효 음료의 제조 기술 개발 2. 복숭아 젖산 발효 음료의 제조 기술 개발 3. 복숭아 가공품으로부터의 새로운 생리활성 물질의 검색 4. 복숭아 및 복숭아 가공품으로부터 분리된 amygdalin 및 폴리페놀 화합물의 항산화, 항염증 및 항혈전 활성 평가 5. 복숭아 가공품의 관능 검사 6. 복숭아 가공시 생리활성 물질의 동적 변화 조사 및 원인 구명.

위탁과제 : 복숭아를 이용한 고부가가치의 가공식품 개발

구분	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위
1차년도 (1999)	고부가가치의 복숭아 잼 및 건과류 제조	1. 고부가가치의 복숭아 잼 및 건과류 제조 <ul style="list-style-type: none"> - 복숭아 품종별 가공적성 검토 - 천연 갈변 저해제와 항균제를 이용한 최소가공 조건 검토 - 최적 열처리 조건 검토 - 복숭아 건과류 및 잼 제조를 위한 최적 담금액 제조 2. 복숭아 잼 및 건과류 저장중 이화학적 품질변화 조사 <ul style="list-style-type: none"> - pH 및 적정 산도 측정 - 유리당, 유기산, 비타민 C 및 폴리 페놀 함량 측정 - Amygdalin 함량 측정 - 플라보노이드 및 안토시아닌 색소함량 변화측정
2차년도 (2000)	고부가가치의 복숭아 퓨레 및 샤베트의 제조	1. 복숭아 퓨레 및 샤베트의 제조 <ul style="list-style-type: none"> - 퓨레 및 샤베트의 제조 조건 검토 - 변색에 관여하는 효소 및 여러 페놀 성분 조사 - 퓨레 및 샤베트의 제조중 물성에 미치는 요소 파악 2. 복숭아 퓨레 및 샤베트의 저장 중 이화학적 품질 변화 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 퓨레 및 샤베트의 저장 중 이화학적 성분 변화 조사 - 퓨레 및 샤베트의 물성 및 관능검사

제 2 장 복숭아를 이용한 고품위 발효식품의 개발

제1절 서 설

복숭아 과실은(*Prunus persica* Batsch) 당, 유기산, 및 비타민 A을 함유하고 있을 뿐 만 아니라 독특한 향기를 지니고 있기 때문에 주스, 넥타와 같은 음료 뿐만 아니라 여러 가지 디저트 식품의 주된 원료로 널리 이용되고 있다.

복숭아의 국내 생산량을 보면 1990년 114,500 M/T에서 1997년 147,000 M/T로 크게 증가하고 있으며, 특히 1999년 그 생산량이 157,000 M/T으로서 여러 과실 중 사과, 감귤, 포도, 배 및 감에 이어 6번째 차지하고 있다. 국내 복숭아의 주된 생산지는 경북의 청도, 경산, 영천, 영덕 지방과 충북의 옥천, 음성 등 주로 중남부 지역에 걸쳐 많이 재배되고 있다. 그 중 영덕에서의 생산량은 2000년 7,830 M/T으로서 조생종인 창방조생(13%), 중생종인 대구보(21%), 황도(20%) 및 만생종인 기도백도(18%), 유명(15%), 기타(13%) 여러 복숭아 품종이 재배되고 있으며, 특히 다른 지역에 비해 황도가 많이 생산되고 있다.

최근 여러 과채류에는 암 뿐만 아니라 심장병, 고혈압, 및 골다공증과 같은 여러 퇴행성 만성질환을 예방하는 기능성성분(functional components, nutraceuticals)이 함유되어 있음이 점차 밝혀지고 있다. 이러한 식품 유래의 기능성물질의 대표적인 성분 중의 하나로서 플라보노이드, procyanidin, 탄닌, anthocyanin 및 페놀산과 같은 페놀성분이 있다. 이들 폴리페놀성분들은 최근 항암, 항염증, 및 항혈전작용을 지니고 있는 항산화성 생리활성물질로서 크게 각광을 받고 있다. 따라서 복숭아 과실에 함유되어 있는 폴리페놀물질의 검색과 더불어 그들의 생리적 작용을 밝히는 연구가 필요하다. 아울러 복숭아를 이용하여 만든 술과 식초 등의 발효식품에서 페놀성분의 변화 및 새로운 페놀성분의 검색이 필요하다.

한편, 미숙한 복숭아 과실에는 amygdalin 이라는 독성성분의 청산배당체를 함유하고 있으며, 이는 성숙 중에 효소(emulsion), 열처리 및 산에 의해 분해되어 benzaldehyde 및 benzoic acid로 산화된다. 오래전부터 amygdalin은 향암뿐만 아니라 비타민 유사작용을 지니고 있는 생리활성물질로써 보고되고 있으며, 아울러 복숭아 펄프의 주된 향기성분인 benzaldehyde 또한 향암물질로써 밝혀지고 있다. 그러나 이들 amygdalin 및 그 유도체의 향암작용 이외의 항산화작용, 항염증 및 항혈전작용에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

현재까지 우리나라 복숭아 대한 연구는 복숭아 신품종의 육성, 재배기술 및 저장 기술 개발에 관한 연구와 더불어 복숭아를 이용한 고부가가치의 일반 가공품 즉, 통조림, 주스 및 잼 등의 개발에 관한 연구는 많으나 복숭아를 이용한 고부가가치의 발효 가공 식품의 개발이 미흡하고 또 체계적인 가공 시스템이 확립되지 못한 상태이다. 아울러 복숭아 품종마다 적당한 가공법의 개발이 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

최근 과실주에 대한 국내 소비자의 호응도 증가와 우루과이 라운드에 의한 수입 자유화로 1997년 현재 우리나라가 외국으로부터 수입한 과실주는 9,400톤으로서 2,200만 달러를 소비하였다. 따라서 외국산 과실주의 수입 대체품으로서 우리나라 과실주 개발이 요구되고 있는 실정이다. 그러나 현재 과실주로는 사과와 포도를 이용한 제품이 시판되고 있을 뿐 타 과실주는 제조되고 있지 않고 있으며, 이들은 알코올 농도가 12% 수준으로 과실주 특유의 특성이 고려되지 않고 있으며, 과실의 향미가 살아있고 음료로서의 가치가 높은 과실주의 생산이 절실히 요구되고 있다. 또한 최근에 식초가 기능성 식품으로서의 역할이 있다고 하여 소비가 증가하고 있는 추세에 있으며, 재료로는 사과, 감 등을 이용한 식초의 생산이 시도되고 있다. 식초는 총 산도가 4% 이상으로 규정되어 있으나 최근에는 조미료로서의 개념을 벗어나 음료로서의 개념이 확산되고 있는 실정으로 고농도의 초산 생산보다는 과실의 특성이 살아있는 초산 음료로서의 가치성이 더욱 강조되고 있다. 그리고 현재 우리나라에서 생산되는 젖산 발

효음료는 대부분 우유의 casein을 원료로 하여 발효시킨 액상 음료와 발효 후 과실(복숭아, 딸기, 살구, 매실 및 사과)을 첨가하여 제조하는 호상 음료가 주류를 이루고 있는 실정이다. 따라서 우리나라 복숭아를 이용한 젖산음료의 개발은 과실의 기능성, 신선미 및 편의성을 고려하여 복숭아의 부가가치를 증대시킬 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 복숭아의 가공 이용을 높이고 고부가가치의 제품을 개발하기 위하여 복숭아의 최적 추출 조건과 복숭아를 원료로 하여 발효 제품인 과실주와 초산 발효 식품 및 젖산 발효식품의 제조 적합성을 확립하고자 하였으며, 또한 복숭아 발효 식품에 존재하는 생리활성 물질을 분리·정제하여 특성을 조사하고자 하였다.

제2절 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 원료 복숭아 시료는 경북 영덕에서 수확한 품종인 황도(1 품종) 및 백도(4품종) 및 황도(1품종)을 수확 적기(7월말에서 8월 중순)에 생산하여 -20℃에서 저장하면서 이후 복숭아 성분 분석의 원료로 사용하였다. 복숭아 주스의 제조는 복숭아의 씨를 제거하고 과육 부분만을 모아 착즙기 (Pulper finisher, KPF-200, Miller grater, MRR-110, Changwon, Korea)로 착즙한 후 -20℃에서 저장하면서 복숭아 음료 제조용 원료로 사용하였다.

2. 복숭아 성분 분석

복숭아 과육의 일반 성분 분석은 AOAC 방법에 준하여 수분은 105℃ 상압 가열 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhelt 추출법, 회분은 직접 회화법 및 조섬유는 Henneber-Stohmann법을 개량한 AOAC법으로 구하였고, 가용성 무 질소물은 100에서 수분, 조단백, 조지방, 회분, 조섬유의 값을 제한 값으로 계산하였다.

그리고 복숭아 과육, 복숭아 주스와 복숭아의 효소 처리 조건에 따른 추출 수율과 성분 변화를 알아보기 위해서 환원당 정량은 DNS법, 총당은 phenol-H₂SO₄ 법으로 정량하여 포도당을 기준으로 환산하여 계산하였다. 산도는 NaOH 중화 적정법, pH는 pH meter(model No. 340, Mettler Toledo, UK)를 사용하여 측정하였다.

3. 수용성 페놀 정량

복숭아 과실의 수용성 페놀물질의 정량은 Singleton & Rossi 방법에 따라 실시하였다. 생체시료 5 g에 증류수 80 ml를 가하여 1분 동안 homogenizer (cell master CM-100, iuchi, Japan)로 분쇄한 후 Whatman No. 2 여과지로 여과하고 증류수를 가해 100 ml로 정용하였다. 다음 시료 5 ml에 0.2 N Folin-Ciocalteu's 페놀용액과 포화 무수 Na_2CO_3 용액 (75 g/L)을 각각 5 ml씩 넣어 격렬히 혼합하고 10분간 방치 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 별도로 gallic acid를 사용하여 작성된 표준곡선으로부터 총 수용성 페놀물질 함량을 환산하였다.

4. L-Ascorbic acid 정량

복숭아의 L-ascorbic acid의 정량은 Wimalasiri & Wills 방법에 따라 실시하였다. 생체시료 5 g에 3% metaphosphoric acid 80 ml를 가하여 균질화한 후 여과하여 같은 용매로 100 ml로 정용하였다. 다음 시료 4 ml를 Sep-Pak C_{18} cartridge (Waters Co., Miliford, MA, USA)로 통과한 처음 3 ml는 버리고 1 ml를 취하여 HPLC (Waters, USA)로 분석하였으며, 이 때 HPLC 조건은 Table2-2-1과 같다.

Table 2-2-1. Operating conditions of HPLC for the analysis of L-ascorbic acid.

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	μ Bondapak NH ₂ (3.6 × 30cm)
Solvent	CH ₃ CN/H ₂ O (7:3, v/v) with 0.01 M NH ₄ H ₂ PO ₄ (pH 4.3)
Detector	UV 280 nm
Flow rate	1 ml/min

5. 페놀화합물(페놀산, 플라보노이드 및 anthocyanin)의 정량

복숭아 과실의 페놀화합물 정량은 HPLC를 이용하여 측정하였다. 즉, 생체시료 10 g에 80% MeOH 100 ml를 가하여 homogenizer로 2회 반복 추출한 후 여과하여 감압·농축하였다. 여기에 80% 수용성 MeOH 10 ml를 가하여 용해한 후 45 mm polytetrafluoroethylene(PTFE) filter (Gelman Sci., USA)에 통과한 다음 HPLC (Waters, USA)를 실시하였으며 이 때 HPLC 조건은 Table 2-2-2와 같다.

Table 2-2-2. Operating conditions of HPLC for the analysis of phenolic compounds(phenolic acid, flavonoids and anthocyanin).

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	μ Bondapak C18 (3.9 × 30cm)
Solvent A	0.1% TFA in 20% Methanol
Solvent B	80% Methanol
Detector	UV 280, 320, 360 & 520 nm
Flow rate	1 ml/min

6. Polyphenol oxidase (PPO) 활성 측정

복숭아 과실의 Polyphenol oxidase (PPO) 활성은 Chang 등의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 조효소액 (0.3 ml)에 기질로 0.03 M catechol (0.1 M 인산완충액(pH 6.2)에 녹인 것, 2.7 ml)를 가한 후 420 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다. 이때 효소활성 1 unit는 420 nm에서 1분간 0.01 흡광도의 증가로 나타내었다.

7. 복숭아 과실의 PPO의 부분 정제

복숭아 과실의 PPO의 정제는 Flurkey와 Jen의 방법을 변형하여 다음과 같이 실시하였다. 즉, 복숭아 과실 (10 g)을 2% polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) 및 0.02% NaHSO₃를 함유한 0.1 M 인산완충액 (pH 6.5, 100 ml)으로 2분간 마쇄한 (Waring blender) 후 감압 filter장치로 여과하여 원심분리(12,000×g, 30min, 4℃) 하였다. 다음 상등액을 10 μm nylon filter로 여과하여 얻어진 액을 조효소액으로 이용하였다. 다음, 조효소액을 유안으로 80%까지 포화시킨 후 원심분리(12,000×g, 30min, 4℃) 하여 얻어진 침전물을 다시 위의 완충액으로 용해한 후 증류수로 투석하였다. 투석한 시료를 PEG(polyethyleneglycol 4000)로 2 ml까지 농축한 다음 Nalgene centrifuge tube(USA)을 이용하여 원심분리(3000 × g, 12 hr, 4℃) 한 후 얻어진 액을 부분정제 PPO로 사용하였으며, 아울러 전기영동 시료로 사용하였다.

8. PPO의 전기영동

앞서 정제된 복숭아 과실의 PPO의 동위효소(isozymes)을 관찰하기 위해 SDS를 첨가하지 않은 7.5% separating gel를 이용한 Laemmli 방법에 따라 slab gel 전기영동을 실시하였다. 즉, 부분 정제한 PPO를 4% stacking gel에 투입한 후 2시간 동안 전기영동을 실시하였다. 전기영동이 끝난 후 활성밴드를 관찰하기 위해 gel 먼저 0.1M 인산완충액 (pH 6.8)에 10분간 담구어 세척한 후 vertical strips로 잘랐다. 다음, 이들 strips을 L-DOPA (최종농도, 2 mM)로 30분간 발색시킨 후 나타나는 효소의 활성밴드를 관찰하였다. 아울러 이들 strips의 단백질 밴드는 Coomassie Brilliant Blue R-250을 이용하여 발색시킨 후 관찰하였다.

9. 복숭아 과실 및 씨의 amygdalin과 그 유도체(benzaldehyde 및 benzoic acid)의 정량

복숭아 과실 및 씨의 amygdalin과 그 유도체(benzaldehyde 및 benzoic acid)의 정량은 HPLC를 이용하여 측정하였다. 즉, 생체시료 10 g(복숭아씨 2 g)에 100% MeOH 100 ml를 가하여 환류냉각장치가 부착된 추출관에서 2시간 추출한 후 여과하여 감압·농축하였다. 여기에 80% 수용성 MeOH 10 ml를 가하여 용해한 후 45 mm polytetrafluoroethylene(PTFE) filter (Gelman Sci., USA)에 통과한 다음 HPLC (Waters, USA)를 실시하였다. 이 때 HPLC 조건은 Table 2-2-3과 같다.

Table 2-2-3. Operating conditions of HPLC for the analysis of amygdalin and its derivatives(benzaldehyde and benzoic acid).

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	μ Bondapak C18 (3.9 × 30cm)
Solvent A	0.1% TFA in 20% Methanol
Solvent B	80% Methanol
Detector	UV 280, 320, 360 & 520 nm
Flow rate	1 ml/min

10. 복숭아 주스의 제조

가. Pectinase 처리에 의한 복숭아 과즙의 추출 수율 조사

복숭아 과즙 추출을 위한 조건 확립을 위해서 복숭아를 제핵하고 마쇄한 후 pectinase(Novo Co., CH-4013, Basel, Schwiz, Norway) 최종 농도를 0, 200, 400, 600, 800 및 1,000 ppm 첨가한 다음, pectinase 최적 활성 온도인 50℃에서 2시간 반응 시켰다. 이 반응액을 15,000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 상징액을 회수하였으며, 추출 수율은 회수된 상징액의 무게를 측정하여 시료의 초기 무게에 대한 비율로 환산하였다. 또한 추출한 상징액의 환원당 함량을 측정하여 추출 수율과 환원당 함량과의 상호 관련성을 조사하였다.

나. Pectinase 처리가 복숭아 과즙의 탁도에 미치는 영향

Pectinase 처리가 복숭아 과즙의 탁도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 복숭아를 제핵하고 마쇄한 후 pectinase(Novo Co., CH-4013, Basel, Schwiz, Norway) 최종 농도를 0, 200, 400, 600, 800 및 1,000 ppm 첨가한 다음, pectinase 최적 활성 온도인 50℃에서 2시간 반응시킨 후, 15,000 rpm에서 15

분간 원심 분리하여 얻은 상징액의 흡광도를 600 nm에서 측정하였다.

다. 최적 열처리 조건의 검토

복숭아 주스 제조시 pectinase 처리 온도가 과즙의 추출 수율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 pectinase(Novo Co., CH-4013, Basel, Schwiz, Norway) 최종 농도를 400 ppm 첨가한 후, 처리 온도를 20, 30, 40, 50 및 60℃에서 2시간 동안 열처리하여 추출 수율을 조사하였다.

라. 갈변저해제에 의한 복숭아 주스의 효소적 갈변현상 저해 효과

복숭아 10 g과 0.02% NaCl, K₂S₂O₅, L-Ascorbic acid (AsA), Benzoic acid (BA) 등의 갈변 저해제 100 ml를 혼합하여 1분간 homogenizer로 마쇄하고 여과하여 복숭아 주스를 제조하였다. 이 복숭아 주스를 실온에서 1시간 동안 방치한 다음 chromameter (Minolta Co., Model CR-200, Japan)를 사용하여 표면 색도 값인 명도 (whiteness, L)를 측정하였다.

11. 복숭아 발효주 제조

가. 사용 균주

본 실험에 사용한 균주는 연구실에 보관중인 효모를 이용하여 1차로 복숭아 발효를 행하여 알콜 발효능이 가장 우수한 균주인 *Saccharomyces cerevisiae* WMY102를 사용하였으며, 균주의 보관은 YPD 사면배지 (1.0% yeast extract, 2.0% peptone, 2.0% dextrose, 1.5% agar)에 접종하여 30℃에서 24 시간 배양한 후 4℃에서 냉장 보관하면서 실험에 사용하였다.

나. 주모 배양

복숭아 발효주 제조를 위한 주모의 배양은 *Saccharomyces cerevisiae* WMY102 균주를 YPD 액체 배지를 사용하여 30℃에서 24 시간 배양한 배양액을 살균 복숭아 주스에 5% (v/v)되게 접종한 후, 30℃에서 150 rpm으로 48시간 배양하였다.

다. 복숭아 발효주 제조

황도(yellow-fleshed peach, Yellow No. 2)와 백도(white-fleshed peach, Mishima Hakuto)를 이용하여 복숭아 발효주를 제조하기 위하여 복숭아를 homogenizer로 마쇄한 후 pectinase를 처리한 다음 원심 분리하여 얻은 상징액에 설탕을 첨가하여 24 °Brix로 조절한 후, 아황산 ($K_2S_2O_5$)의 최종 농도가 200 ppm되게 첨가한 다음, 상기 주모 배양액을 5% (v/v)되게 접종하여 20℃에서 6일간 발효 시켰다(Fig. 2-2-1). 복숭아 발효주 제조중 일정 시간 간격으로 시료를 검체하여 pH, 알코올 농도 및 환원당 함량을 측정하였다.

라. 복숭아 발효액의 pH 및 총산의 측정

pH 측정은 복숭아 발효액을 8,500 rpm에서 10분간 원심 분리하여 얻은 상징액을 pH meter (Mettler Toledo Co., Model 340, Schwerzenbach, Switzerland)로 측정하였으며, 총산의 측정은 발효액을 원심 분리하여 상징액 10 mL를 중화시키는데 소비되는 0.1 N NaOH의 양을 측정하여 초산 함량으로 환산하였다.

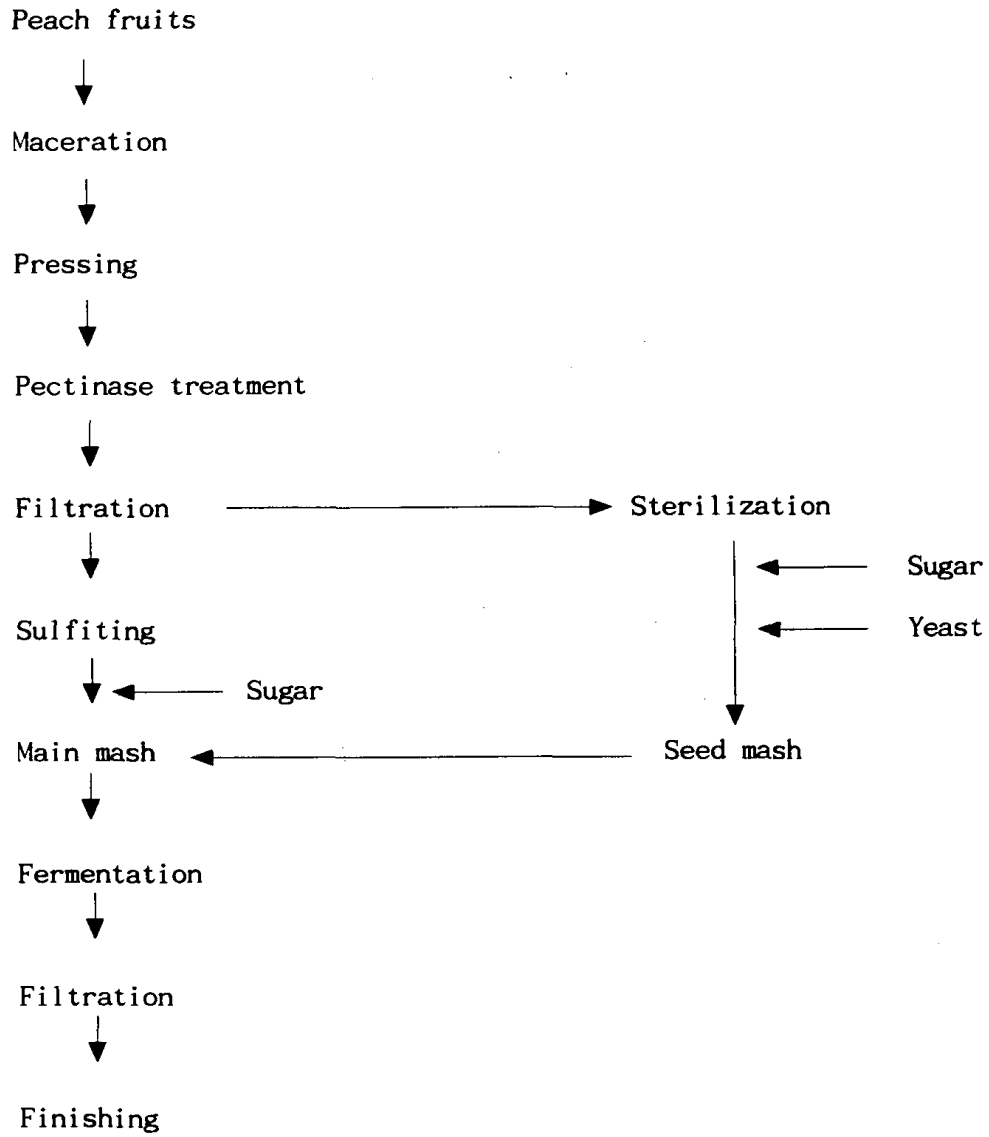


Fig. 2-2-1. Schematic diagram of the brewing process of peach wine

라. 알코올 농도의 측정

복숭아 발효중 알코올 농도의 측정은 발효액을 원심 분리하여 얻은 상징액 80 ml를 취한 후 증류수 20 ml를 첨가하여 80 ml를 증류한 다음 이 증류액을 주정계로 측정한 후, 측정값을 Gay Lussac 표로 온도 보정하여 환산하여 다음과 같이 계산하였다.

최종 에탄올 농도 (% , v/v)

$$\text{알코올 발효율 (\%)} = \frac{\text{최종 에탄올 농도 (\% , v/v)}}{\text{초기 당농도 (\% , w/v)} \times 0.51 \div 0.7947} \times 100$$

마. 가용성 고형분의 측정

복숭아 발효중 가용성 고형분의 함량을 조사하기 위하여 발효액 80 ml와 증류수 20 ml를 혼합하여 80 ml를 증류하여 알코올을 제거하고 남은 잔류물에 증류수를 첨가하여 100 ml로 정용한 후 굴절 당도계 (Atago refractometer No. 121192, Japan)를 이용하여 °Brix를 측정하였다.

바. 색도의 측정

색도는 chromameter로 Hunter color value인 L 값 (whiteness), a 값 (redness) 및 b 값 (yellowness)으로 측정하였으며, 색차는 마쇄한 원료 복숭아의 착즙액을 기준으로 ΔE 값을 나타내었다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

L : Degree of whiteness (white + 100 ↔ 0 black)

a : Degree of redness (red + 100 ↔ 0 ↔ - 80 green)

b : Degree of yellowness (yellow + 100 ↔ 0 ↔ - 80 blue)

ΔE : Overall color difference $\sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$

사. 유기산 조성의 분석

복숭아 발효주의 유기산 조성을 분석하기 위하여 발효액을 15,000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 얻은 상정액을 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후, 이 여과액을 이용하여 유기산 조성을 HPLC로 분석하였으며, 유기산의 HPLC 분석 조건은 Table 2-2-4와 같다.

2-2-4. Operating conditions of HPLC for the analysis of organic acid.

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	Aminex Ion Exclusion HPX-87H (7.8 × 300 mm)
Mobile phase	50 mg/L Ca-EDTA in H ₂ O
Column temperature	65°C
Detector	UV 210 nm
Flow rate	0.5 mL/min

아. 품종별 복숭아 발효주의 발효특성

복숭아 품종별(황도와 백도)발효주의 발효 특성을 조사하기 위하여 알코올 효모 *S. cerevisiae* WMY102를 사용하여 복숭아 주스의 알코올 발효를 행하면서 경시적으로 슬럿의 여액 중에 함유되어 있는 가용성 고형물의 함량과 에탄올의 함량의 변화를 측정하였다. 이 때 가용성 고형물의 함량을 정확하게 조사하기 위하여 슬럿의 여액 100ml를 증류하여 에탄올을 제거하고 남은 액을 증류수를 가하여 100ml되게 한 후 Brix도를 측정하였다.

자. 관능검사

복숭아 발효주의 색상, 향기 및 맛에 대한 기호도를 평가하기 위하여 본 시험에 흥미를 가진 15명의 검사 요원들에게 시험의 목적과 평가방법을 주지시킨 뒤 복숭아 발효주를 만든 후 이들의 기호도를 순위 기호 검사 시험법에 준하여 관능 검사를 실시하였다. 관능검사의 통계 처리는 분산분석 (ANOVA)과 Duncan의 다중검증을 통하여 해석하였으며 검사항목은 향기, 단맛, 이취, 신맛, 입안에서의 느낌과 전반적인 기호도를 검사하였다.

12. 복숭아 젖산음료의 제조

가. 사용균주

실험에 사용한 젖산균은 본 연구실에서 분리한 항돌연변이 활성이 우수한 균주인 *Lactobacillus plantarum* KLAB21과 한국 생명 공학 연구원에서 분양 받은 균주인 *Leuconostoc mesenteroides*를 사용하였다.

나. 균주의 배양 방법

실험에 사용한 젖산균의 배양은 MRS broth(1.0% Bactopeptone, 1.0% Meat extract, 0.5% Yeast extract, 2.0% Dextrose, 0.1% Tween 80, 0.3% Ammonium citrate, 0.5% Sodium acetate, 0.03% $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.005% $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, 0.03% K_2HPO_4)를 사용하여 150 rpm에서 24시간 진탕 배양한 후 배양액을 5%(v/v) 비율로 접종하여 사용하였다.

다. 복숭아 주스의 제조

복숭아 주스의 제조는 Fig. 2-2-2의 방법으로 제조하였다. 복숭아 (yellow-fleshed peach, Yellow No. 2)를 세척한 후 90℃에서 30 초에서 1 분간 블랜칭하여 homogenizer로 마쇄하였다. 그리고 pectinase를 400ppm 첨가하여 50℃에서 2 시간 처리한 후, 78℃에서 18 분간 살균하여 6,000 rpm으로 10 분간 원심 분리하여 얻어진 상징액을 복숭아 주스로 사용하였다.

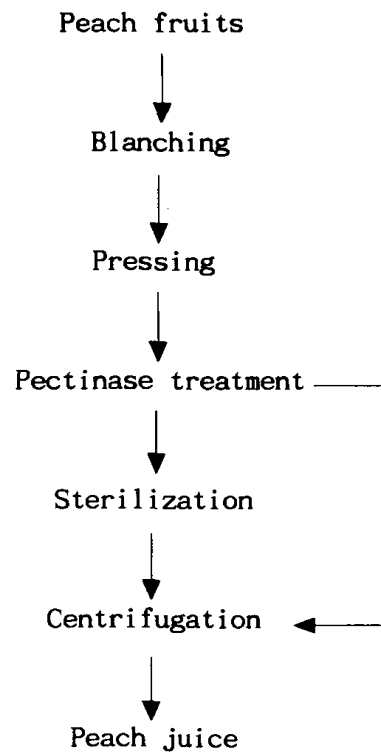


Fig. 2-2-2. Schematic diagram of the process of peach juice.

라. 복숭아 과즙의 젖산발효

1) 살균이 발효에 미치는 영향

복숭아 젖산 음료 제조시 복숭아 주스의 살균처리가 복숭아 젖산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 복숭아 주스 제조시 pectinase 처리후 원심분리한 주스의 상징액을 살균 처리구와 살균 무처리구로 구분하여 젖산 발효의 특성을 조사하였다.

2) 배양온도가 젖산 발효에 미치는 영향

복숭아 주스의 젖산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 배양 온도를 각각 10℃, 20℃, 30℃, 37℃ 및 40℃로 조정하여 젖산균을 접종한 후, 젖산 발효의 특성을 조사하였다.

3) 생육 촉진제 첨가가 발효에 미치는 영향

젖산균 생육 촉진제로 알려진 yeast extract, tryptone, 및 skim milk를 복숭아 주스에 일정농도로 첨가하여 발효시키면서 젖산 발효의 특성을 조사하였다.

4) 젖산균 혼합 배양에 의한 발효특성

Lactobacillus plantarum KLAB21과 *Leuconostoc mesenteroides*의 혼합배양에 따른 젖산 발효의 특성을 조사하였다.

마. 복숭아 젖산 발효의 성분 분석

1) pH 및 총산의 측정

복숭아 주스의 젖산 발효중 pH 측정은 복숭아 발효액을 8,500 rpm에서 10분

간 원심 분리하여 얻은 상정액을 pH meter (Mettler Toledo Co., Model 340, Schwerzenbach, Switzerland)로 측정하였으며, 총산의 측정은 발효액을 원심 분리하여 상정액 10 ml를 중화시키는데 소비되는 0.1 N NaOH의 양을 측정하여 젖산 함량으로 환산하였다.

2) 환원당 정량

복숭아 주스의 젖산 발효중 환원당 정량은 DNS(Dinitrosalicylic acid) 방법을 사용하였다. 복숭아 젖산 발효시 일정 시간 간격으로 복숭아 젖산 발효액을 검체하여 원심 분리한 후 상정액을 사용하였다. 검체한 시료 1 ml에 DNS 시약 3 ml을 첨가하여 95℃ 항온수조에서 5 분간 반응시킨 후 증류수를 첨가하여 25 ml로 정용한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하여 glucose로 환산한다.

3) 유기산 정량

복숭아 주스 젖산 발효액을 8,000 rpm에서 5 분간 원심 분리한 후 상정액을 취하여 membrane filte(0.45 μ m)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. HPLC 분석 조건은 Table 2-2-5와 같다.

2-2-5. Operating conditions of HPLC for the analysis of organic acid from lactic acid fermentation of peach juices.

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	μ Bondapak C ₁₈ (2.5 × 4 mm)
Column temperature	30℃
Mobile phase	20 mM Na ₂ PO ₄
Flow rate	0.5 ml/min
Injection volume	20 μ l
Detector	UV 220 nm

4) 총페놀 함량

복숭아 주스 젖산 발효액의 총페놀 함량은 Folin-Denis법을 이용하였다. 즉, 복숭아 주스 젖산 발효액을 6,000 rpm에서 10 분간 원심분리 상징액 10 ml 에 아세톤 (70℃) 50 ml를 첨가하여 hot plate 상에서 10분간 2회 반복 추출하여 여과한 다음 시료액 5 ml와 Folin-Denis 시약 5 ml를 혼합하여 진탕한 후, 실온에서 3 분간 방치한 다음 10% Na₂CO₃용액 5 ml를 첨가한 후 실온에서 다시 1 시간 정치시킨 다음 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) 비타민 C 함량

복숭아 주스 젖산 발효액의 비타민 C의 함량 측정은 발효액을 6,000 rpm에서 10 분간 원심 분리하여 얻은 상징액을 시료로하여 2,4-DNPH법에 따라 복숭아 주스 젖산 발효액 vitamin C의 함량을 측정하였다.

바. 생균수 측정

복숭아 주스에 젖산균을 접종하여 37℃에서 배양하면서 일정시간 간격으로 시료를 채취하여 사용하였다. 일정시간 간격으로 검체한 배양액을 0.85% NaCl에 희석한 후 희석액 0.1 ml을 취하여 MRS 배지에 도말하여 37℃에서 48시간 배양한 후 생육한 colony 수를 측정하였다.

사. 복숭아 젖산 발효액의 항돌연변이 활성 실험

복숭아 젖산 발효액의 항돌연변이원성 유무를 측정하기 위하여 항돌연변이 활성을 Ames 돌연변이 실험을 이용하여 항돌연변이원성을 조사하였다.

1) 항돌연변이성 시험 균주

가) 시험 균주 및 형질확인 실험

실험에 사용된 *Salmonella typhimurium* TA100은 *S. typhimurium* LT-2로부터 유래한 균주로서 histidine operon이 돌연변이된 것으로 돌연변이 물질을 효과적으로 검출하기 위해세포벽의 lipopolysaccharide가 부분적으로 손실된 Deep rough (*rfa*) 돌연변이와 DNA excision repair system을 coding하는 유전자를 결여시킨 *uvrB* deletion 돌연변이 및 plasmid pKM101을 도입하여 ampicillin에 대해 내성을 나타내는 균주들로서 *rfa*와 *uvrB*사이에서 존재하는 biotin 유전자와 nitrate reductase 유전자가 결여되어 있다. 이들 균주의 유전자형은 Table 2-2-6과 같다. 균주는 실험에 사용하기 전에 정기적으로 histidine 요구성, *rfa* 돌연변이, *uvrB* 돌연변이, 그리고 R-factor 등의 유전형질을 검사하였다.

Table 2-2-6. Genotype of *S. typhimurium* TA100 strains used for mutagenesis test.

Strains	Histidine mutation in strain	Additional mutations in LPS Repair	Introduced R-factor pKM101
TA100	hisG46	<i>rfa</i> (Δ) <i>uvrB</i>	+

나) *S. typhimurium* TA100의 DNA 염기서열의 특이성

Histidine 생합성의 첫 번째 효소의 code를 가진 *his G* gene의 leucine codon (-GGG-)으로 치환되어 있다. 따라서 이 균주는 GC pair의 염기 치환을 일으키는 point mutagen을 검출하는데 이용한다.

2) 독성실험

시험 균주에 대한 시료의 독성 유무를 알아보기 위해서 시료를 실험에 사용

하기 전에 독성 실험을 행하여 독성이 나타나지 않는 범위에서 시료의 농도를 결정하였다. 살균된 glass cap tube에 top agar 배지 3 ml를 분주한 후, 균 배양액 100 µl와 시료 일정량을 첨가하여 혼합한 후, 영양 한천 배지에 분주, 고화시켜서 37℃에서 24시간 배양한 후 생성된 colony수를 계수하여 독성유무를 관찰하였다.

3) 항돌연변이 활성 실험

가) 배지 및 시약의 조제

Ames 돌연변이 실험에 사용되는 각종 배지와 시약은 Table 2-2-7과 같이 조제하여 사용하였다..

나) 항돌연변이 실험

Maron과 Ames, Yahagi등의 방법을 이용하여 Fig. 2-2-3과 같이 preincubation 방법으로 항돌연변이 활성을 조사하였다. 즉, 멸균된 각 cap tube를 ice bath에 보관하면서 phosphate buffer 0.5 ml, 균 배양액 0.1 ml, 시료 및 mutagen (MNNG와 NPD) 0.05 ml를 첨가하여 혼합한 후 37℃에서 30분간 배양하였다. 이 배양액에 45℃의 top agar 3 ml를 각 cap tube에 분주하고 3초간 vortex하여 minimal glucose agar에 증충하여 37℃에서 48시간 배양한 다음 복귀 돌연변이 colony수를 계수 하였다. Minimal glucose agar 배지에서 돌연변이 억제 효과의 정도 (inhibition rate)는 아래식에 의해 계산한다.

$$\text{Inhibition rate(\%)} = 100 \times [(a-b)/(a-c)]$$

a : 변이원에 의해 유도된 복귀돌연변이 colony 수

b : 시료 처리시 복귀돌연변이 유도된 revertant 수

c : 변이원과 시료 무처리시 유도된 자연 복귀돌연변이 colony 수

Table 2-2-7. Composition of media and reagent used for Ames test.

Media	
Minimal glucose agar	Concentration(%)
50×VB salts	5.0
40% glucose	2.0
Agar	1.5
Nutrient agar	Concentration(%)
Nutrient	0.8
NaCl	0.5
Agar	1.5
Top agar	Concentration(%)
NaCl	0.6
Agar	0.5
Reagent	
50×VB salts	Concentration(%)
MgSO ₄ · 7H ₂ O	1.0
K ₂ HPO ₄	50.0
NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O	17.5
Citric acid	10.0
Distilled water	670 ml
0.5 [✓] mM His/Bio solution	Concentration(%)
D-Biotin	0.0124
L-histidine	0.0096
0.2 [✓] M sodium phosphate buffer	Concentration
0.2 [✓] M NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O	120 ml
0.2 [✓] M Na ₂ HPO ₄	880 ml

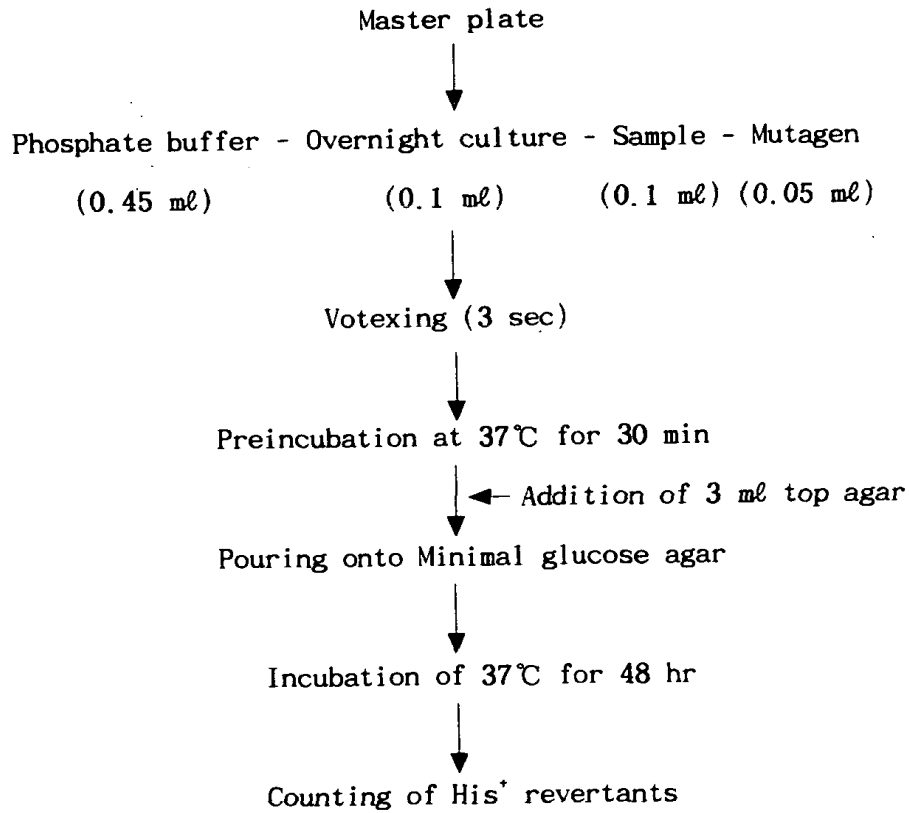


Fig. 2-2-3. A scheme of antimutagenicity test by using Ames preincubation method.

아. 관능검사

반효 종료 후 복숭아 주스 젖산 발효액을 6,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상징액에 대해 관능적 품질을 평가하였다. 15명의 관능검사 용원들을 대상으로 시험의 목적과 평가 방법을 주지시킨 후 색상, 맛, 향, 전반적 기호도 등에 대한 관능시험을 5점 채점법으로 실시하였다. 이때 관능평점은 5 대단히 좋다 (very good), 4 약간 좋다 (good), 3 보통이다 (fair), 2 약간 나쁘다 (poor), 1 대단히 나쁘다 (very poor)로 하였다.

13. 복숭아 식초의 제조

가. 사용 균주

실험에 사용한 젖산균은 본 연구실에서 분리한 항들연변이 활성이 우수한 균주인 *Acetobacter aceti* KMB15와 한국 생명 공학 연구원에서 분양 받은 균주인 *Acetobacter aceti* 40229, *Acetobacter aceti* 12654를 사용하여 가장 적합한 균주를 선별하여 사용하였다.

나. 종초의 배양 방법

실험에 사용한 초산균의 배양은 Mannitol broth(0.5% Yeast extract, 0.3% Bactopeptone, 2.5% Mannitol)를 사용하여 150 rpm에서 48시간 진탕 배양한 후 배양액을 5%(v/v) 비율로 접종하여 사용하였다.

다. 복숭아 식초의 제조

황도(yellow-fleshed peach, Yellow No. 2)와 백도(white-fleshed peach, Mishima Hakuto)를 이용하여 복숭아 식초를 제조하기 위하여 복숭아를 homogenizer로 마쇄한 후 pectinase를 처리한 다음 원심 분리하여 얻은 상정액에 설탕을 첨가하여 12 °Brix로 조절한 후, 알콜 발효 효모인 *Saccharomyces cerevisiae* WMY102 균주를 YPD 액체 배지를 사용하여 30℃에서 24 시간 배양한 배양액을 접종하여 30℃에서 24 - 48 시간 알콜 발효를 수행한 후 일정 농도의 알콜이 생성되면 원심 분리하여 상정액을 복숭아 식초 제조를 위한 원료로 사용하였다. 상기 알콜 발효액에 종초 배양액을 5% (v/v)되게 접종하여 30℃에서 7일간 발효 시켰다(Fig. 2-2-4). 복숭아 식초 제조중 일정 시간 간격으로 시료

를 검체하여 pH 및 초산 농도를 측정하였다.

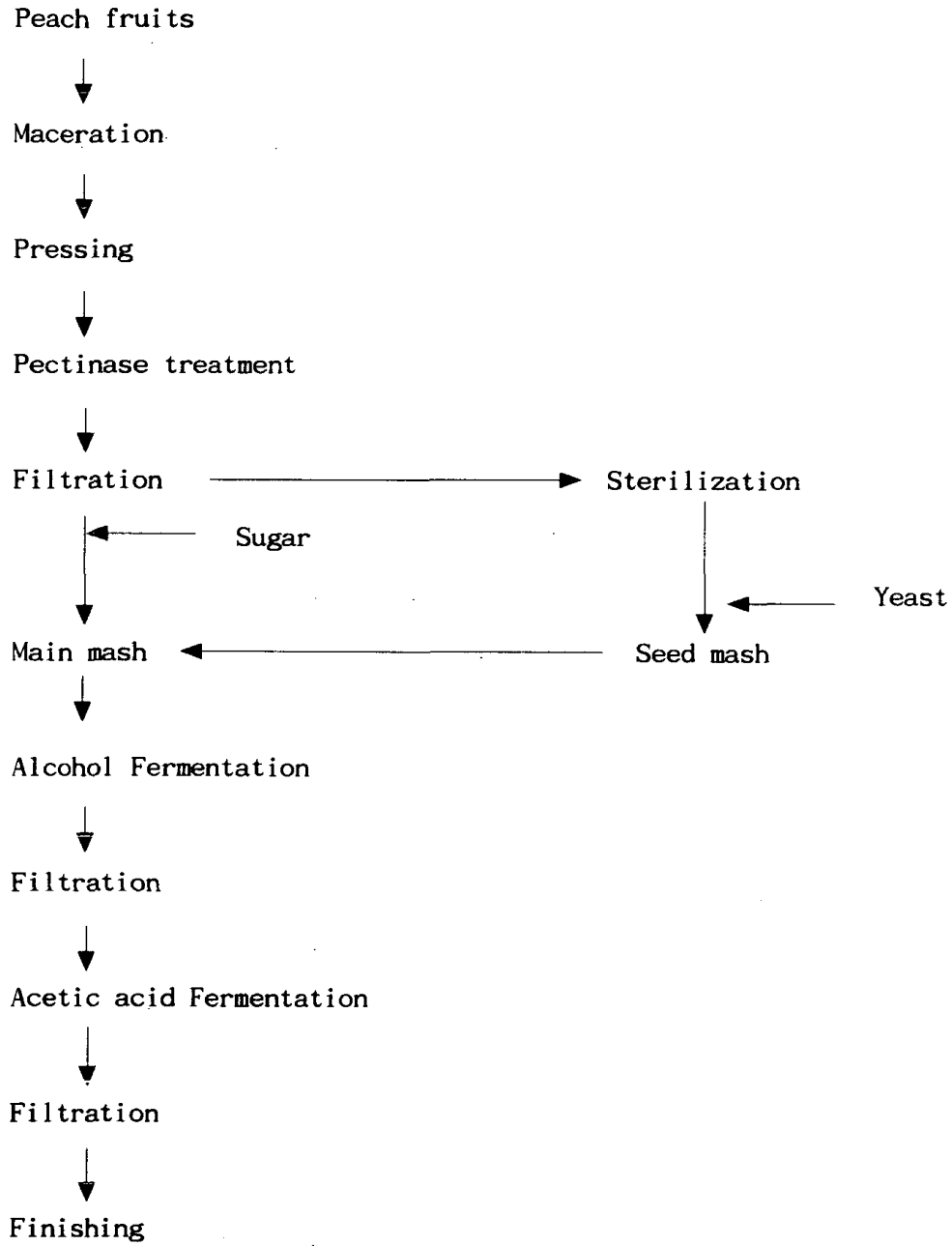


Fig. 2-2-4. Schematic diagram of peach vinegar fermentation

라. 복숭아 식초의 pH 및 총산의 측정

pH 측정은 복숭아 식초 발효액을 8,500 rpm에서 10분간 원심 분리하여 얻은 상정액을 pH meter (Mettler Toledo Co., Model 340, Schwerzenbach, Switzerland)로 측정하였으며, 총산의 측정은 발효액을 원심 분리하여 상정액 10 ml를 중화시키는데 소비되는 0.1 N NaOH의 양을 측정하여 초산 함량으로 환산하였다.

마. 복숭아 발효주의 초산발효

1) 배양 온도가 젖산 발효에 미치는 영향

복숭아 발효주의 초산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 배양 온도를 각각 20℃, 25℃, 28℃, 30℃, 32℃ 및 35℃로 조정하여 초산 발효의 특성을 조사하였다.

2) 진탕 속도가 초산 발효에 미치는 영향

초산 발효에 미치는 진탕 속도의 영향을 조사하기 위하여 알코올의 농도를 4%로 조정한 후 30℃에서 초산 발효를 행하면서 각 진탕 속도별로 7일간 초산 발효의 특성을 조사하였다.

3) 알코올 농도가 초산 발효에 미치는 영향

초산 발효에 미치는 알코올 농도의 영향을 조사하기 위하여 초기 알코올 농도를 3.0%, 5.0%, 7.0% 및 9.0%로 조정하여 배양온도 30℃, 진탕 속도 150 rpm에서 초산 발효를 행하면서 각 알코올 농도별로 7일간 초산 발효의 특성을 조사하였다.

14. 복숭아술 및 식초로부터 생리활성물질의 분리 및 정제

가. 복숭아 술 및 식초의 용매분획

복숭아 술 및 식초(2.0 L)에 에틸아세테이트(EtOAc, 1.0 L) 및 노르말-부탄올(n-BuOH, 1.0 L)을 순차적으로 가하여 에틸아세테이트(EtOAc) 및 노르말-부탄올(n-BuOH) 분획을 각각 얻었다.

나. 용매추출물로부터 생리활성물질의 분리 및 정제

위의 EtOAc 및 n-BuOH 분획을 Sephadex LH-20 column chromatography 및 preparative HPLC를 사용하여 생리활성물질을 순수 분리하였다. 이상의 생리활성 물질의 분리 및 정제 과정을 요약하면 Fig. 2-2-5와 같다.

다. 분리된 생리활성물질의 화학구조 동정

EtOAc 및 n-BuOH 분획에 존재하는 페놀물질을 확인하기 위해 표준물질과 함께 analytical HPLC를 실시하였다. 즉, EtOAc 및 n-BuOH 분획을 80% 수용성 메탄올로 용해한 후 적당히 희석하여 0.45 μ m membrane filter(Gelman, USA)를 통과한 후 HPLC를 실시하였으며 HPLC 분석 조건은 Table 2-2-8과 같다.

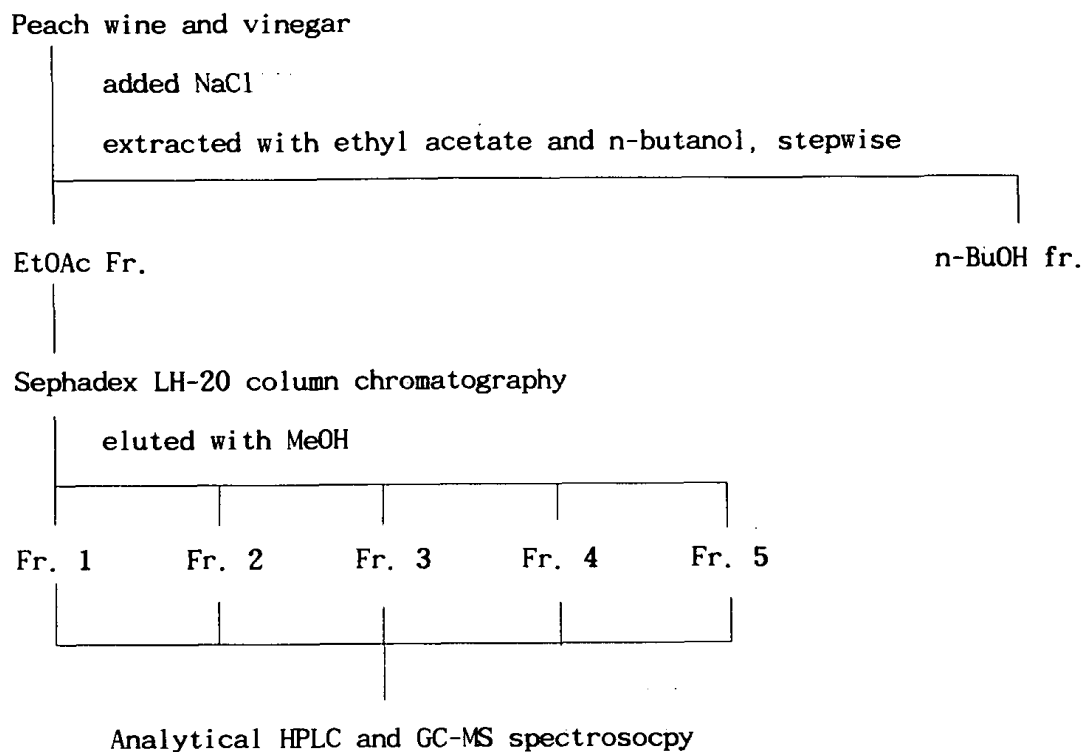


Fig. 2-2-5. Schematic procedure of extraction, isolation and purification of compounds from peach wine and vinegar.

Table 2-2-8 Operating conditions of HPLC for the analysis of biological activity compounds from peach wine and vinegar.

Item	Condition
Instrument	Fison 8000series GC
Column	silica capillary column(0.25 mm × 30 m) coated with DB-17
Program	From 50°C (2 min) to 250°C at 10°C/min and held for 10 min
Temperature	230°C
Scan rate	200 amu/s

한편, 위의 Sephadex LH-20 column chromatography에서 분리된 성분을 동정하기 위해 Quattro II electron impact-mass spectrometry(EI-MS) (VG, U.K.)를 실시하였으며, 이때 기기조건 Table 2-2-9와 같다. 그리고 EI-MS spectrometer에서 분리된 peak 성분을 확인을 위해 mass spectrum library (Wiley 139 & Nist 62)와 mass spectral data book의 spectrum과 비교하였다.

위에서 분리·정제된 물질은 HPLC를 통하여 이미 알려진 물질의 retention time과 비교하여 확인하였으며, 아울러 NMR 및 GC-MS spectroscopy를 사용하여 미지의 물질을 동정하였다.

Table 2-2-9 Operating conditions of EI-MS for the analysis of biological activity compounds from peach wine and vinegar.

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	μ Bondapak C18 (3.9 × 30cm)
Solvent	10% MeOH (0.1% HOAc) to 80% Methanol
Detector	UV 270 & 350 nm
Flow rate	1 mL/min

15. 복숭아 술 및 식초로부터 분리된 페놀화합물, amygdalin & 그 유도체 및 정유성분의 생리활성 평가

가. DPPH radical scavenging activity

시료의 수소공여능을 나타내는 radical scavenging activity 활성은 Blois의 방법을 변형하여 DPPH를 이용하여 측정하였다. 즉, 시료(추출물 및 단일 물질) 0.2 ml를 0.2mM 2,2- diphenyl picrylhyrazyl (DPPH) 4.0 ml에 가하여 상온에

서 10분간 방치한 후 517 nm에서 control (시료 무첨가구)에 대한 시료의 흡광도의 상대적 감소치를 측정하였다.

나. 쥐 간 microsome 지질과산화 억제작용

시료의 항산화 작용은 생체 모델 시스템으로 쥐간 microsome의 lipid peroxidation system을 사용하여 측정하였다. Sprague-Dawley male rat (300 ± 10 g)을 마취시킨 후 즉시 간을 절제하고 여기에 10배의 ice cold 150 mM KCl와 50 mM phosphate buffer (pH 7.4)를 가하여 반복 균질화한 후 20분간 원심분리 (12,000 × g)하여 상등액을 얻고 이를 다시 120,000 × g에서 60분간 초원심분리하여 pellet을 얻었다. 이 pellet을 동일 조건에서 다시 한 번 세척하여 이를 쥐간 microsome 분획으로 사용하였으며, 이때 단백질의 정량은 bovine serum albumin(BSA)를 사용하여 Lowry 법으로 측정하였다. 다음, Yokosawa 등의 방법에 따라 FeSO₄/H₂O₂ (hydroxyl radical generator)에 의한 쥐간 microsome의 지질 과산화 반응을 유도한 다음 지질 과산화도를 Ohkawa 등의 TBA 방법으로 측정하였다. 즉, 쥐간 microsome (2 mg/ml), 50 mM phosphate buffer (pH 7.4)와 각 시료 (100 µg)를 함유한 반응액에 3 µM FeSO₄와 10 µM H₂O₂의 혼합액 2 ml를 가하여 37°C에서 60분간 반응시켜 microsome의 지질과산화를 유도하였으며, 이 혼합액 1.0 ml에 3.0 M TCA-2.5 N HCl 0.5 ml와 0.67% TBA 수용액 1.0 ml를 각각 가하고 마개를 하여 100°C에서 10분간 가열시킨 후 실온에서 냉각하고 원심분리 (5,000 × g)하여 얻은 상등액을 535 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 기준물질로 α-tocopherol을 사용하였으며, 각 시료의 지질과산화 저해율은 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\therefore \text{저해율 (\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 처리구의 흡광도 (535 nm)

B: 시료 무처리구 (control 구)의 흡광도 (535 nm)

다. Soybean lipoxygenase 저해작용

생체의 염증생성 반응의 주역인 5-lipoxygenase(5-L0) 저해활성은 soybean lipoxygenase(SL0)을 이용하여 Block 등의 방법을 약간 변형하여 실시하였다. 즉, 0.1M Tris buffer(pH 8.5), 시료(또는 추출물), soybean lipoxygenase (type V, 500 U/최종농도)로 구성된 혼합용액에 기질(linolenic acid)을 넣고 반응을 개시하면서 3 분간 234 nm에서 흡광도의 변화를 UV-vis spectrophotometer (Sinco, S-2030, Korea)를 사용하여 측정하였다. 이때 효소 대신 완충액을 넣은 blank구와 저해제를 넣지 않는 reference구로 보정하면서 시료의 상대적인 SL0 저해율을 다음 식에 따라 측정하였다:

$$\therefore \text{저해율}(\%) = [1 - (D_1 - D_2 / D_3) \times 100]$$

D₁: 저해제를 첨가하여 234 nm에서 측정한 흡광도

D₂: 효소 대신 완충액을 첨가하여 234 nm에서 측정한 흡광도 (blank)

D₃: 저해제 대신 알코올을 첨가하여 234 nm에서 측정한 흡광도 (reference)

라. LDL oxidation 억제작용

각 시료의 항혈전작용은 Cu에 의한 LDL (low density lipoprotein)를 산화반응을 이용한 Frankel 등의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 건강한 남자의 혈액 50 ml을 1 mg/ml EDTA를 함유한 plastic 시험관에 넣어 교반한 후 4℃에서 3시간 방치하였다. 다음, 상온에서 20분 동안 원심분리(2000×g)하여 혈액 속의 plasma를 분리한 다음 gentamycin sulfate (1 mg/25 ml)을 첨가하였다. 다음, plasma를 초고속원심분리기 (46,000 × g)로 24시간 동안 원심분리하여 LDL (1.019~1.063 g/ml)를 얻은 후 0.15 M NaCl과 0.01% EDTA가 함유된 0.01 M phosphate buffer (pH 7.4)로 16~20시간 투석하였다. 이 때 LDL의 단백질은 bovine serum albumin을 표준품으로 사용하여 Lowry법으로 정량하였다. 다음,

분리된 LDL ($100 \mu\text{g}/\text{ml}$)에 $1\sim 5 \mu\text{M}$ CuSO_4 를 함유한 phosphate buffer saline (PBS)에 적당한 농도의 시료를 첨가하여 5% CO_2 존재하에서 37°C 에서 24 시간 배양하여 LDL를 산화시켰으며, 이때, 이 혼합액에 시료를 첨가하지 않은 대조군을 함께 조사하였다. 다음 Cu에 의해 유도된 LDL의 TBARS (thiobarbituric acid reacted substances)치는 Yagi의 방법에 따라 측정하였다. 즉, $100 \mu\text{g}$ LDL 단백질이 함유된 배양 혼합액 0.5 ml 에 20% TCA 1.5 ml 를 가한 다음 여기에 0.05 M NaOH에 0.67% TBA 1.5 ml 를 넣어 혼합한 후 그 반응액을 90°C 수욕 상에서 45 분간 끓였다. 시료를 10분간 원심분리 ($2,000\times\text{g}$)한 다음 얻어진 상등액을 fluorescence spectrophotometer (Perkin-Elmer, USA)를 사용하여 510 nm 및 530 nm 에서 형광을 측정하였다. 시료의 LDL 산화억제율은 control 구에 대한 상대적인 저해율(%)로 나타내었다.

제 3 절 복숭아 품종별 특성 조사

1. 복숭아의 일반 성분

복숭아를 이용한 고품위 및 고부가가치의 가공품을 개발하기 위하여 복숭아 품종인 황도(yellow-fleshed peach, Yellow No. 2)와 백도(white-fleshed peach, *Mishima Hakuto*) 과육의 일반 성분을 분석하였다(Table 2-3-1). 그 결과, 황도와 백도의 일반 성분은 거의 유사하였으나, 수분 함량은 황도가 90.6%로 백도에 비해 약 1%정도 많은 것으로 나타났으며, 가용성 무 질소물의 경우는 백도가 황도보다 1.3% 정도 많은 것으로 나타났다. 그 외 성분에는 큰 차이를 나타내지 않았으며 이러한 결과를 식품 성분표와 비교한 결과, 조섬유의 함량이 식품 성분표에 나타난 함량에 비해 두 시료 모두에서 낮게 나타났으며 가용성 무질소의 경우는 약 3%이상 더 많은 것으로 나타났다.

Table 2-3-1. Approximate compositions of peach fruits.

(%, w/w, freshed weight)

Component	Yellow-fleshed	White-fleshed
	(Yellow No. 2)	(<i>Mishima Hakuto</i>)
Moisture	90.6	89.4
Crude protein	0.7	0.6
Crude lipid	0.2	0.3
Crude fiber	0.1	0.1
Crude ash	0.4	0.3
N-free extract	8.0	9.3

2. 품종별 복숭아 과실의 수용성 페놀, 비타민 C 함량 및 polyphenol oxidase(PPO) 활성

영덕에서 생산되는 대표적인 4가지 백도 품종(창방, 대구보, 기도 및 유명)과 황도 품종의 수용성 페놀과 L-ascorbic acid 함량 및 polyphenol oxidase(PPO) 활성도를 측정한 결과는 Table 2-3-2와 같다. 복숭아의 효소적 갈변현상의 주역을 담당하고 있는 phenol 화합물과 polyphenol oxidase(PPO) 활성은 백도와 황도 품종간에 상당한 차이가 있었으며, 대체로 백도가 황도에 비해 페놀함량 및 PPO 활성도가 높았다. 그리고 비타민 C 함량 또한 백도 품종이 대체로 황도 품종 보다 높았다. 한편, 여러 백도 복숭아 품종 중 기도백도는 페놀함량이 높은 반면, PPO 활성도는 낮게 나타났다. 따라서 기도백도는 다른 백도 품종과 달리 효소적 갈변 현상이 다르게 나타날 것으로 예측된다.

Table 2-3-2. Levels of soluble phenols and L-ascorbic acid and polyphenol oxidase(PPO) activity in relation to different peach cultivars

Peach	Cultivar	(mg/kg, fresh weight)		PPO*(unit)
		Souble phenol	L-Ascorbic acid	
WP	Changbang	585	102	6.1
	Daegubo	602	120	8.9
	Keedo	647	119	5.0
	Yumyung	516	110	6.8
YP	Hwangdo	428	79	3.3

*WP: White-fleshed peach

*YP: Yellow-fleshed peach

*1 unit of PPO (polyphenol oxidase) represents change of 0.01 O.D. at 475 nm for 1 min.

3. 품종별 복숭아 과실의 주요 페놀화합물(페놀산 및 플라보노이드) 및 anthocyanin 색소의 함량

4가지 백도 품종(창방, 대구보, 기도 및 유명)과 황도 품종의 페놀화합물의 함량을 HPLC로 분석한 결과는 Table 2-3-3과 같다. 모든 복숭아 과실로부터 4가지 주된 페놀성분(neochlorogenic acid, catechin, chlorogenic acid 및 epicatechin)과 미량의 rutin 및 isoquercetin을 분리하였으며(Fig. 2-3-1), 그 구성 비율은 품종에 따라 상이하였다. 즉, 백도는 4가지 주된 페놀성분이 골고루 분포하고 있는 반면, 황도는 주로 chlorogenic acid가 많이 함유되어 있고 그 외 것은 다소 함량이 낮았다. 그리고 백도와 황도 품종 모두 rutin 및 isoquercetin 함량이 낮았으며, 특히 황도 품종과 백도의 유명 품종이 그 함량이 낮았다. 한편, 두 가지 품종의 anthocyanin 색소는 거의 검출되지 않았다.

Table 2-3-3. Levels of phenolic compositions of several peach cultivars

		(mg/kg, fresh weight)						
Peach	Cultivar	NCA	C	CA	EC	RT	IQ	Total phenols*
WP	Changbang	53.6	31.6	43.3	21.6	4.6	5.3	160.0
	Daegubo	67.5	43.4	41.8	32.1	5.5	7.4	197.7
	Keedo	73.8	55.5	51.1	45.3	4.9	5.2	235.8
	Yumyung	49.7	28.4	46.5	18.4	1.3	1.4	145.7
YP	Hwangdo	46.9	18.5	18.4	17.8	1.6	2.7	105.9

NCA, neochlorogenic acid; C, (+)-catechin; CA, chlorogenic acid; EC, epicatechin; RT, rutin; IQ, isoquercetin.

*Total phenols = CA + NCA + CT + RT + IQ.

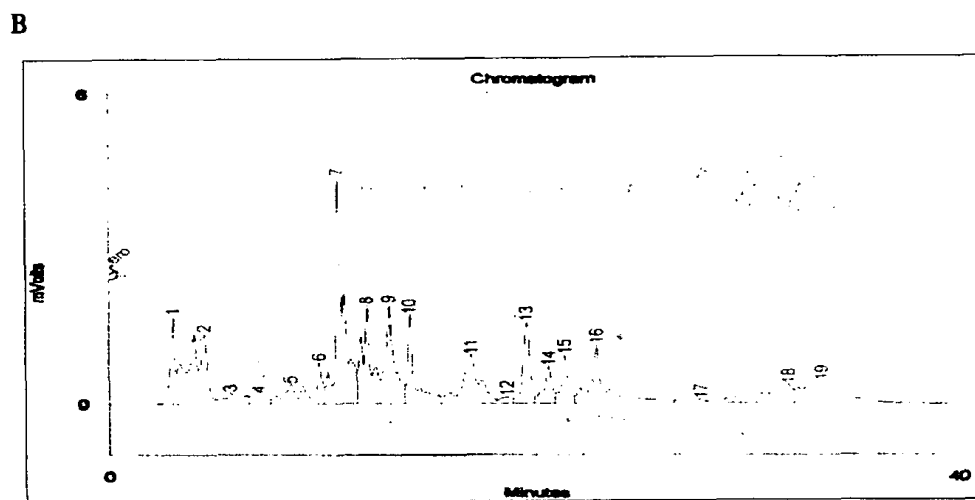
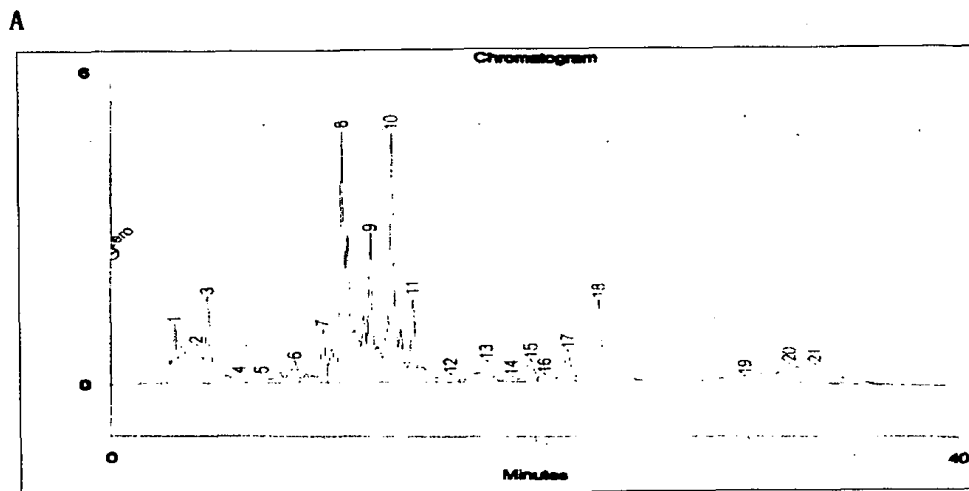


Fig.2-3-1. HPLC chromatograms of phenolic compositions isolated from white-fleshed peach(yummyung, A) and yellow-fleshed peach(B) fruits.

7, neochlorogenic acid; 8, catechin; 9, chlorogenic acid; 10, epicatechin; 15, rutin; 16, isoquercetin.

4. 복숭아 과실로부터 분리된 PPO의 패턴

복숭아 과실의 갈변주역을 담당하는 PPO 동위효소의 활성밴드 및 단백질 밴드를 관찰한 결과는 Fig. 2-3-2와 같다. 황도 및 백도 품종 모두 3개의 활성밴드를 관찰할 수 있었으며, 그 중 R_m 치 0.19에서 주 band를, 그리고 R_m 0.38 및 0.50에서 minor 밴드를 각각 관찰할 수 있었다. 아울러 PPO의 각 활성밴드는 단백질 밴드와 일치하였다. 이와같이 백도 및 황도 품종의 PPO 동위효소 패턴에는 큰 차이 없이 거의 유사하였다.

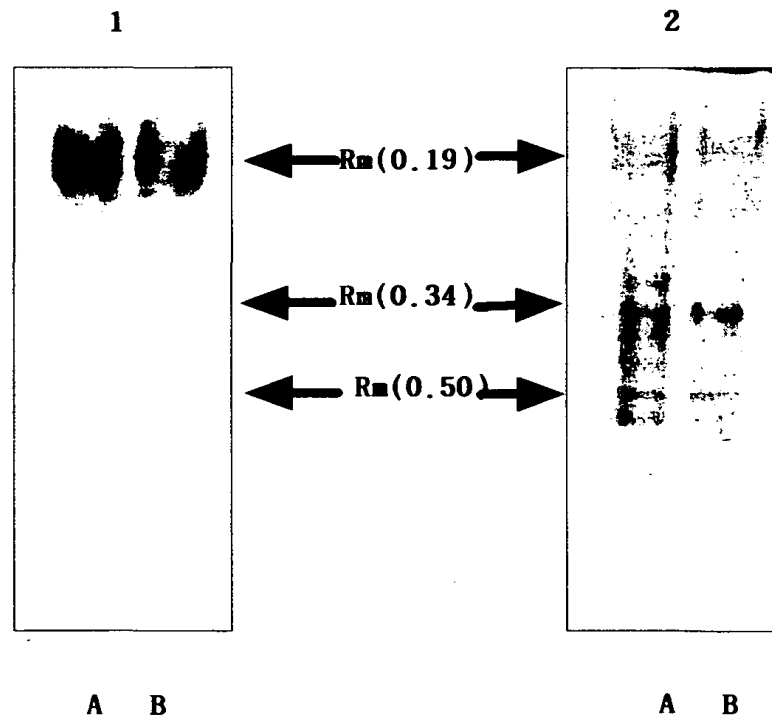


Fig. 2-3-2. Slab gel electrophoretic pattern of partially purified PPO from two peach cultivars.

1, Activity bands of PPO isozyme of peaches; 2, Protein bands of peaches;
A, yellow-fleshed peach (hwangdo); B, white-fleshed peach(Daegubo).

5. 복숭아 과실(과육 & 종자)의 amygdalin, benzaldehyde 및 benzoic acid 정량

4가지 백도 품종과 황도 품종의 amygdalin 및 그 유도체 성분을 HPLC로 분석한 결과는 Table 2-3-4와 Fig. 2-3-3과 같다. 모든 복숭아 과실로부터 amygdalin는 거의 검출되지 않았으나 benzaldehyde 및 benzoic acid는 거의 미량으로 검출되었다. 반면, 복숭아씨에서는 품종간 별 차이없이 약 0.2%(생체시료 중)의 amygdalin이 함유되어 있었으나 그 이외의 2가지 성분은 거의 검출되지 않았다. 한편, 복숭아에 함유된 amygdalin은 효소(emulsin) 및 산에 의해 분해되어 benzaldehyde로 전환되고 이것은 다시 산화되어 benzoic acid로 변화된다. 따라서 미숙기의 복숭아 과실에 존재하는 amygdalin 성분은 성숙이 진행되면서 서서히 benzaldehyde 및 benzoic acid로 변화되기 때문에 완숙기 복숭아 과실에는 amygdalin 성분은 거의 존재하지 않는 반면, benzaldehyde 및 benzoic acid 성분은 미량으로 존재하였다.

Table 2-3-4. Levels of amygdalin, benzaldehyde and benzoic acid in different peach cultivars

Peach	Cultivar	Part	Amygdalin (%, fresh weight)	Benzaldehyde (ppm)	Benzoic acid (ppm)
WP	Changbang	Flesh	Tr ^a	Tr	Tr
		Seed	0.17	N.D	N.D
	Daegubo	Flesh	Tr	Tr	Tr
		Seed	0.14	N.D	N.D.
	Keedo	Flesh	Tr	Tr	Tr
		Seed	0.18	N.D	N.D.
	Yumyung	Flesh	Tr	Tr	Tr
		Seed	0.17	N.D.	N.D.
YP	Hwangdo	Flesh	Tr	Tr	Tr
		Seed	0.12	N.D	N.D.

^aTrace: 10 ppm 이하

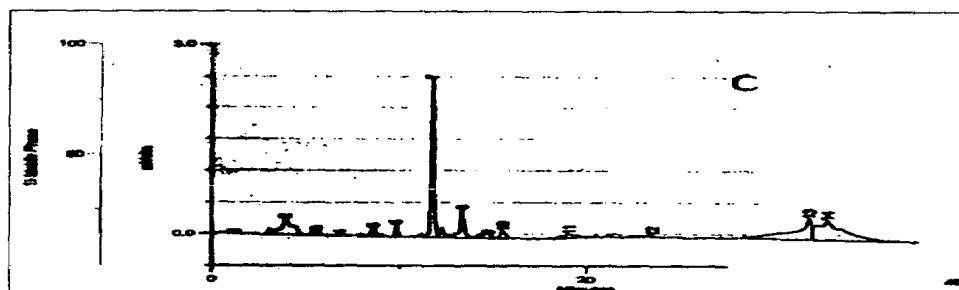
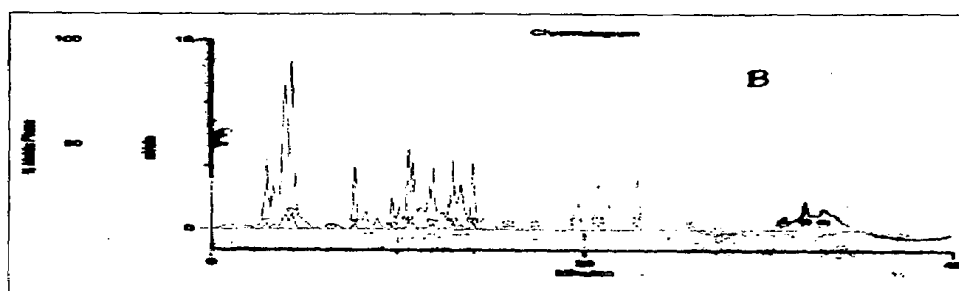
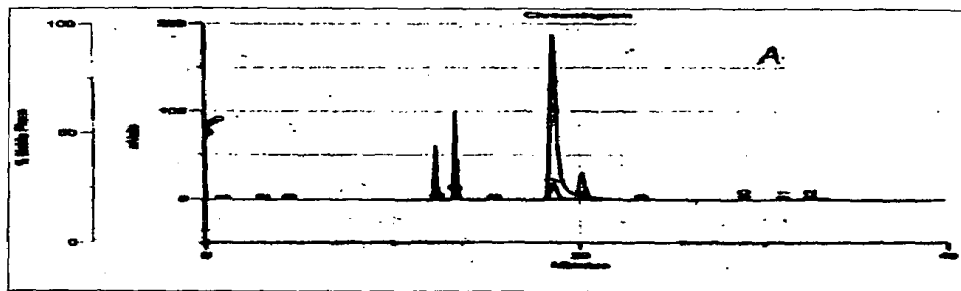


Fig. 2-3-3. HPLC chromatogram of amygdalin, benzaldehyde and benzoic acid isolated from peach fruits.

A, standard; B, peach flesh; C, peach seed.

1, amygdalin; 2, benzaldehyde; 3, benzoic acid.

제 4 절 복숭아 주스의 제조

1. Pectinase 처리에 의한 복숭아 과즙의 추출

복숭아 주스의 최적 추출 조건을 확립하기 위해 동결 복숭아를 파쇄한 후 pectinase를 각 농도별로 첨가하여 pectinase 최적 반응 온도인 50℃에서 2시간 동안 처리한 후 원심 분리하여 상징액을 회수하였다. 그리고 회수된 상징액의 무게를 칭량하여 시료의 초기 무게에 대한 비율로 추출 수율을 구하였으며 환원당 함량을 조사하여 추출 조건을 설정하였다(Fig. 2-4-1). 그 결과, pectinase의 농도가 400 ppm이상에서 더 이상 추출 수율의 증가는 나타나지 않아 최적 농도가 400 ppm인 것으로 나타났다. 그리고 pectinase를 황도와 백도에 동일한 농도로 처리하였을 경우 황도의 추출 수율이 백도보다 높게 나타났다. 환원당은 pectinase 400 ppm이상에서는 거의 비슷한 함량을 나타내었으며 황도의 경우는 약 7.5%, 백도는 7.1% 정도의 환원당 함량을 나타내었다.

2. Pectinase 처리가 복숭아 과즙의 탁도에 미치는 영향

Pectinase 처리가 복숭아 과즙의 탁도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 Pectinase를 처리하지 않고 또는 각 농도별(ppm)로 처리하여 50℃에서 2시간 처리 후 원심 분리하여 얻은 상징액의 흡광도를 600 nm에서 측정하여 탁도로 나타내었다(Table 2-4-1). 그 결과, Pectinase 처리를 하지 않은 황도 과즙의 경우는 0.204, 백도 과즙의 경우에는 0.250의 흡광도를 나타내었다. 그러나 pectinase 200 ppm 이상을 처리하여 제조한 과즙의 경우에는 황도, 백도 모두 0.05 정도의 낮은 흡광도를 나타내었다. 따라서 복숭아를 이용한 청징 주스의 제조나 복숭아 발효주의 제조시 200 ppm 이상의 pectinase를 처리함으로써 탁

도를 거의 제거할 수 있을 것으로 사료된다.

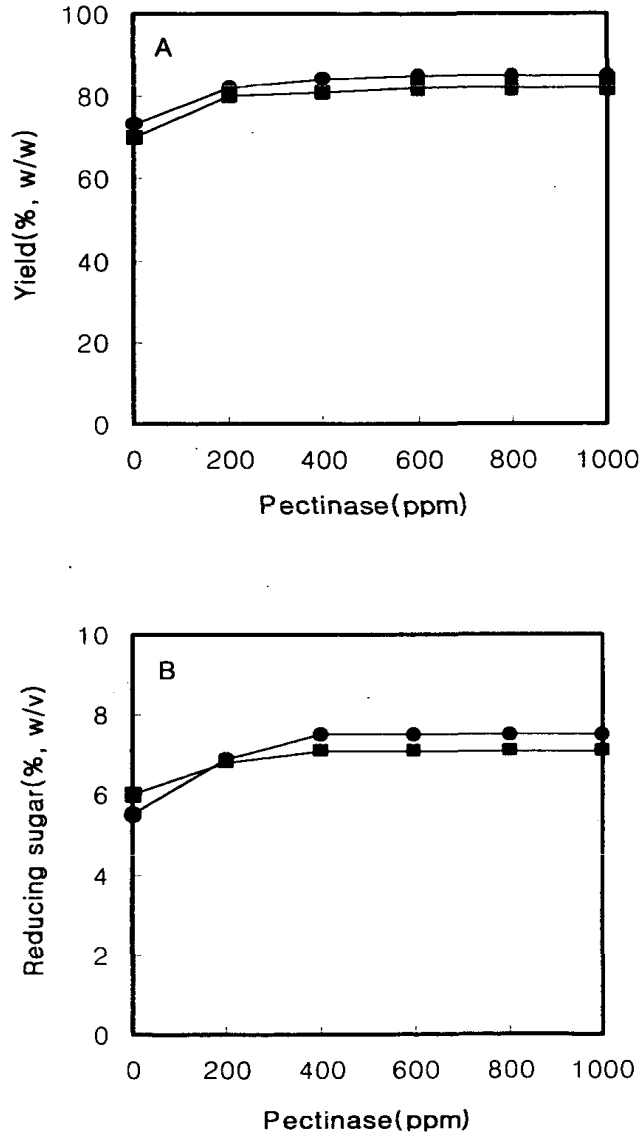


Fig. 2-4-1. Effect of pectinase treatment on the yield(A) and reducing sugar content(B) in peach juice.

●, yellow-fleshed; ■, white-fleshed

Table 2-4-1. Effects of pectinase treatment on the turbidity of peach juice.

Pectinase(ppm)	Yellow-fleshed	White-fleshed
0	0.204	0.250
200	0.056	0.054
400	0.052	0.054
600	0.051	0.053
800	0.051	0.051
1000	0.051	0.051

3. Pectinase 처리 온도가 추출 수율에 미치는 영향

복숭아 주스 제조시 pectinase 농도를 400 ppm으로 설정한 후 처리온도가 과즙의 추출 수율에 미치는 영향을 조사하였다(Table 2-4-2). Pectinase의 처리 온도에 따른 영향은 거의 없는 것으로 나타났으나, 50℃에서 처리한 경우에 가장 높게 나타났다. 복숭아 품종별로는 황도의 추출 수율은 약 85%로서 약 80%인 백도보다 다소 높게 나타났다.

Table 2-4-2. Effects of temperature for the pectinase treatment on the yield of peach juice.

Temperature(℃)	Yellow-fleshed	White-fleshed
20	83.52	78.81
30	85.27	80.47
40	85.20	80.33
50	85.32	81.50
60	84.79	80.89

4. 갈변 저해제에 의한 복숭아 주스의 효소적 갈변 현상 저해효과

갈변 저해제에 의한 복숭아 주스의 효소적 갈변 현상 저해효과를 측정하였다 (Table 2-4-3). 여러 종류의 갈변 저해제 중 황처리($K_2S_2O_5$)구 및 L-ascorbic acid(AsA)와 benzoic acid(BA, 복숭아씨로부터 분리된 갈변 저해제)의 혼합 처리구에서 백도 및 황도 주스의 효소적 갈변 억제 효과가 비교적 우수하였으며, 처리 후 상온에서 약 1시간 경과 후에도 갈변현상이 거의 나타나지 않았다. 그런데 황처리 대체제로써 사용된 L-ascorbic acid와 benzoic acid의 갈변저해 효과는 백도에서는 ascorbic acid 경우가, 반면 황도에서는 benzoic acid의 처리구가 우수하였다. 이러한 황도 주스에서의 비타민 C의 갈변 촉진 현상은 황도에 함유되어 있는 안토시아닌 색소에 의한 비타민 C의 산화 촉진현상에 의해 기인된 현상으로 생각된다. 복숭아씨(도인)로부터 다량의 benzoic acid를 분리하였으며(이는 복숭아씨에 존재하는 amygdalin 성분이 열처리 및 산화 과정을 거쳐 생성된 것으로 간주됨), 이는 복숭아 품종 중 특히 황도 주스의 효소적 갈변 현상을 크게 억제하였다. 복숭아 주스의 갈변 현상은 복숭아에 함유되어 있는 phenol 화합물에 의해 일어나는 것으로 가공시 갈변 현상이 일어나면 가공제품의 적합성에 문제를 야기한다. 따라서 본 실험의 결과에 따르면 복숭아 가공시 갈변 현상을 억제하기 위해서는 황과 L-ascorbic acid와 benzoic acid의 혼합 처리구가 적당할 것으로 사료된다.

Table 2-4-3. Effect of antibrowning agent treatment on the L values of peach juice.

Antibrowning agent ¹⁾	Yellow-fleshed		White-fleshed	
	After 10 min	After 1 hour	After 10 min	After 1 hour
NaCl	69 ²⁾	61	72	64
K ₂ S ₂ O ₅	76	74	79	78
L-Ascorbic acid(ASA)	71	64	78	72
Benzoic acid(BA)	73	68	75	69
ASA + BA	74	72	76	73

1) A mixture of 100 ml of 0.02% each antibrowning agent with 10 g of peach fleshed was homogenized for 1 min and filtered under the reduced pressure to obtain the peach juice.

2) Lightness (L) values were measured for colorness of the peach juice using a chromameter(Minolta Co., Model CR-200, Japan)

제 5 절 복숭아 발효주의 제조

1. 발효주 제조를 위한 복숭아 품종별 과즙의 특성

각각 200g의 파쇄된 시료에 400 ppm의 pectinase를 첨가하여 50℃에서 2시간 동안 처리한 후, 원심 분리한 과즙에 함유된 일반 성분을 분석한 결과는 Table 2-5-1과 같다. 추출 수율의 경우 추출 조건 확립에서의 결과와 마찬가지로 황도의 추출 수율이 더 높았으며 환원당 함량 또한 황도가 더욱 높게 나타났다. 산도는 황도와 백도의 경우 각각 2.66, 2.74였으며 pH는 4.09, 4.15로 나타났다.

Table 2-5-1. Characteristics of peach juice for the alcohol fermentation.

Items	Yellow-fleshed	White-fleshed
Extract yield(%)	83.80	79.39
Reducing sugar(%)	7.50	7.10
Acidity(%)	2.66	2.74
pH	4.09	4.15

2. 각종 효모 균주에 의한 복숭아 주스의 에탄올 발효력 비교

본 연구실에 보관중인 효모 균주의 복숭아 발효에 가장 적합한 균주를 선별하기 위하여 효모 균주를 YPD 배지를 사용하여 30℃에서 2일간 배양한 후, 효모 배양액을 살균 복숭아 주스에 5%되게 접종한 후 30℃에서 2일간 배양하여 주모를 배양한 다음 복숭아를 파쇄한 후 원심 분리하여 얻은 상등액에 가당하여 24 °Brix도로 조절하고 K₂S₂O₆를 200 ppm되게 첨가한 다음 상기 주모 배양액

을 5%되게 접종한 후 20℃에서 6일간 발효시킨 후 증류법에 의하여 알코올 농도를 조사하였다(Table 2-5-2).

일반적으로 황도 주스가 백도 주스에 비하여 알코올 발효가 양호하게 진행된 것으로 생각되며 본 연구실에서 보유하고 있는 각종의 효모 중 특히 *S. cerevisiae* WMY102와 *S. cerevisiae* FC에 의해 가장 높은 알코올 발효력을 나타내었다. 우리나라 전통주의 알코올 효모로 알려져 있는 *S. cerevisiae* SHY111는 *S. cerevisiae* KCCM11215 역시 우수한 알코올 발효력을 보였으나 상기 두 균주 보다는 알코올 발효력이 낮았다. 각종의 균주를 사용하여 제조한 복숭아 발효주 중에서 *S. cerevisiae* WMY102에 의한 복숭아 발효주가 가장 알코올 발효력도 높았을 뿐 아니라 향도 우수하였으므로 이 후의 모든 알코올 발효에는 이 균주를 사용하였다.

Table 2-5-2. Alcohol production of yellow- and white-fleshed peach juice by the various yeast strains.

Strains	Alcohol concentrations(%)	
	Yellow-fleshed juice	White-fleshed juice
<i>S. cerevisiae</i> WMY101	12.1	11.8
<i>S. cerevisiae</i> WMY102	14.2	13.8
<i>S. cerevisiae</i> SHY111	12.8	12.8
<i>S. kluyveri</i> RCY15	12.5	12.4
<i>S. cerevisiae</i> No. 2	11.1	11.0
<i>S. cerevisiae</i> No. 12	12.7	12.3
<i>S. cerevisiae</i> No. 217	11.9	11.5
<i>S. cerevisiae</i> No. 1001	11.8	11.5
<i>S. cerevisiae</i> W4	11.6	11.2
<i>S. cerevisiae</i> FC	13.5	13.1
<i>S. cerevisiae</i> S-2	11.2	10.9
<i>S. cerevisiae</i> KCCM11215	12.7	12.5

3. 발효시간에 따른 복숭아 품종별 과실주의 발효 특성

알코올 효모 *S. cerevisiae* WMY102를 사용하여 복숭아 주스의 알코올 발효를 행하면서 경시적으로 술덧의 여액 중에 함유되어 있는 가용성 고형물의 함량, 에탄올의 함량 및 산도의 변화를 측정하였다(Fig. 2-5-1). 이 때 가용성 고형물의 함량을 정확하게 조사하기 위하여 술덧의 여액 100 ml를 증류하여 에탄올을 제거하고 남은 액을 증류수를 가하여 100 ml되게 한 후 °Brix도를 측정하였다. 발효 4일 후 초기의 가용성 고형분의 함량이 황도와 백도 모두 18 °Brix에서 3 °Brix로 감소하여 거의 모든 가용성 고형물이 소비되었으며 알코올의 함량은 황도인 경우 발효 2일 일때에 급격히 증가하는 현상을 나타내었으나, 백도의 경우는 황도보다는 발효 시간이 경과함에 따라 완만하게 증가하는 경향을 나타내었으며 발효 4일 일때에 알콜 함량이 최대에 도달하였다. 산도는 과실주의 맛에 중요한 변수로서 작용하며 그 함량이 어느 정도의 이상을 유지하여야 과실주 특유의 맛을 낼 수가 있다. 산도의 경우 6일간의 발효기간 동안 변화는 그렇게 크지 않았으나 황도 주스에서 백도주스보다 더욱 높은 수준을 유지하였다.

4. 복숭아 주스의 알콜 발효중 수용성 페놀의 함량 변화

복숭아(백도 및 황도)주스의 발효 중 가용성 페놀 함량을 측정한 결과(Table 2-5-3)는 대체로 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었는데 황도인 경우 발효 4일째 128.0 mg/L로 가장 높게 나타났으며, 백도인 경우에는 발효 3일째 151.9 mg/L로 가장 높게 나타났다. 그리고 복숭아 주스의 전 발효 기간을 통하여 백도 주스를 이용한 발효액의 phenol 함량이 황도 주스를 이용한 발효액 보다는 높게 나타났다.

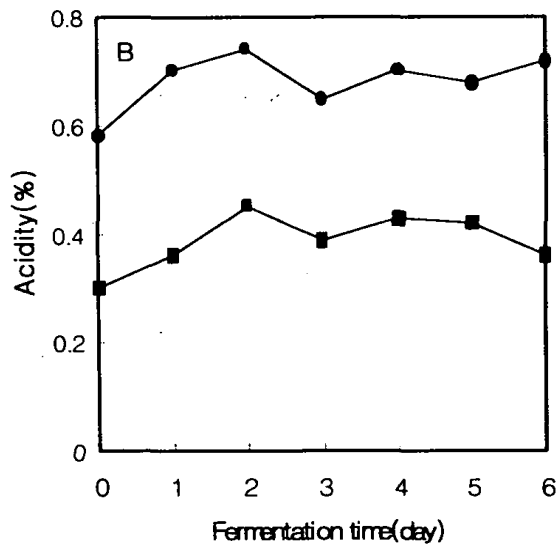
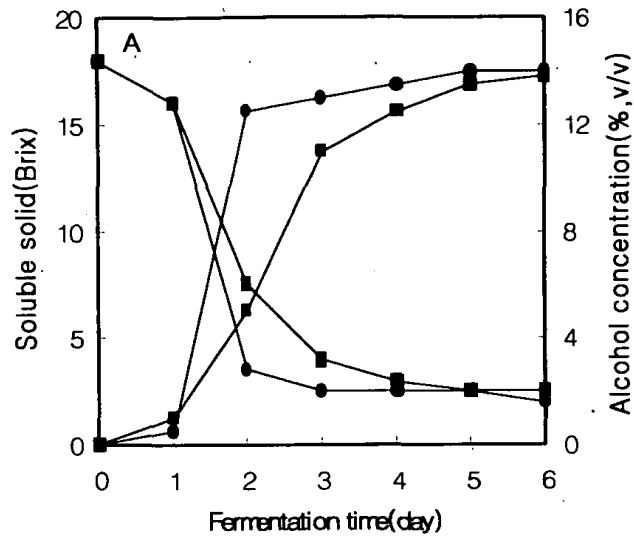


Fig. 2-5-1. Change in the soluble solid, alcohol contents(A) and acidity(B) during the alcohol fermentation of yellow- and white-fleshed peach juices by *S. cerevisiae* WMY102.

●, yellow-fleshed; ■, white-fleshed

Table 2-5-3. Changes in the soluble phenol contents during the alcohol fermentation of yellow- and white-fleshed peach juices by *S. cerevisiae* WMY102.

(mg/L)

Fermentation time (day)	Yellow-fleshed	White-fleshed
0	112.7	119.8
1	117.6	121.6
2	122.7	129.8
3	120.2	151.9
4	128.0	145.7
5	124.5	144.4
6	114.7	139.6

5. 복숭아 주스의 알코올 발효중 페놀성분의 변화

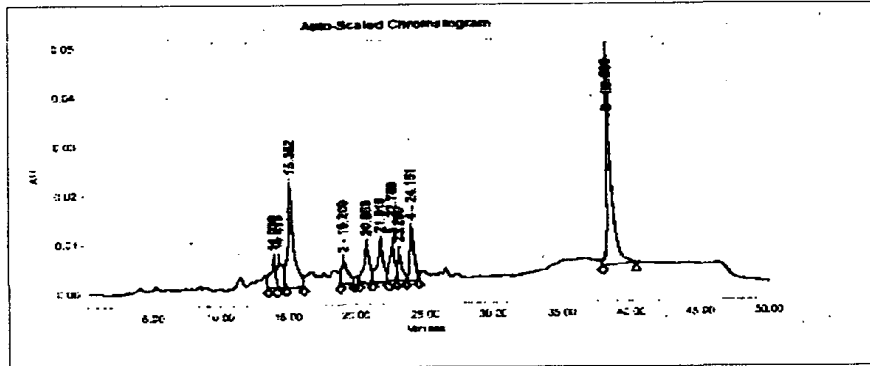
복숭아 주스의 알코올 발효과정 중 주된 페놀 성분의 변화를 HPLC로 조사한 chromatogram은 Fig. 2-5-2와 2-5-3과 같다. 황도 주스와 황도 주스를 이용하여 6일간 알코올 발효를 수행한 후의 phenol 성분의 변화는 발효 6일 후에 retention time이 10분 미만일 때 황도 주스에는 존재하지 않은 여러 종류의 phenol 화합물의 peak가 나타났으며, 그 이후의 시간에 존재하는 phenol 화합물은 감소하는 경향을 나타내었다. 백도 주스와 백도 주스를 이용한 경우에는 황도와는 다른 경향을 나타내었다. 백도 주스의 경우 retention time이 5분 전 후 일 때 여러 가지 phenol 화합물의 peak가 나타났으며, 백도 주스를 이용하여 6일간 알코올 발효를 수행한 후의 phenol 화합물은 백도 주스에 존재하는 retention time 25분 전 후에 존재하는 phenol 화합물이 사라지는 경향을 나타내었다. 또한 백도 및 황도주스 발효 중 페놀성분의 함량을 측정한 결과(Table

2-5-4), 모두 발효가 진행되면서 페놀 성분이 급격히 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 rutin 및 isoquercetin 함량은 거의 소실하는 경향을 나타내었다. 반면, rutin 및 isoquercetin의 aglycone 화합물인 quercetin은 발효 중 크게 증가하는 경향을 나타내었다. 이와 같이 발효 과정 중 flavonoid glycosides(배당체)은 아글리콘(aglycone)으로 전환됨을 알 수 있었다.

Table 2-5-4. Changes in the phenolic compositions during the alcohol fermentation of yellow- and white-fleshed peach juices by *S. cerevisiae* WMY102.

Peach	Phenolic composition	Fermentation (days)		
		0	2	6
WP	Neochlorogenic acid	13.4	10.3	3.5
	Catechin	8.6	6.3	2.4
	Chlorogenic acid	8.3	7.1	3.2
	Epicatechin	6.4	4.6	2.6
	Rutin	4.1	2.4	tr
	Isoquercetin	4.5	2.3	tr
	Quercetin	0	23.5	24.4
YP	Neochlorogenic acid	12.3	10.2	5.6
	Catechin	6.8	5.3	2.4
	Chlorogenic acid	6.8	5.5	2.1
	Epicatechin	4.7	3.1	1.2
	Rutin	4.4	3.5	tr
	Isoquercetin	3.7	2.1	tr
	Quercetin	0	16.4	18.7

A



B

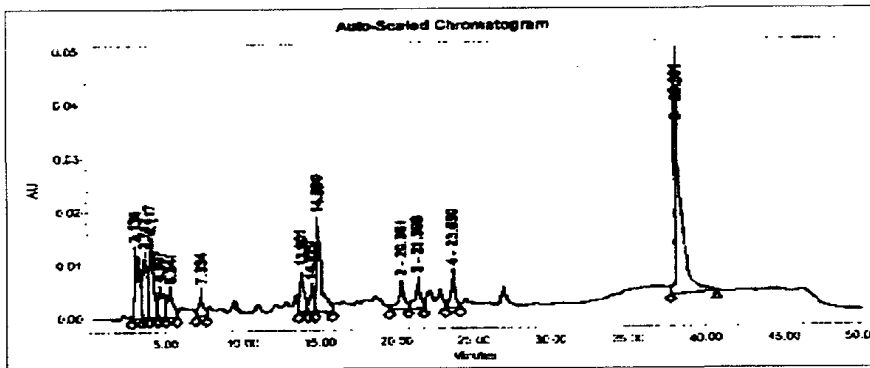
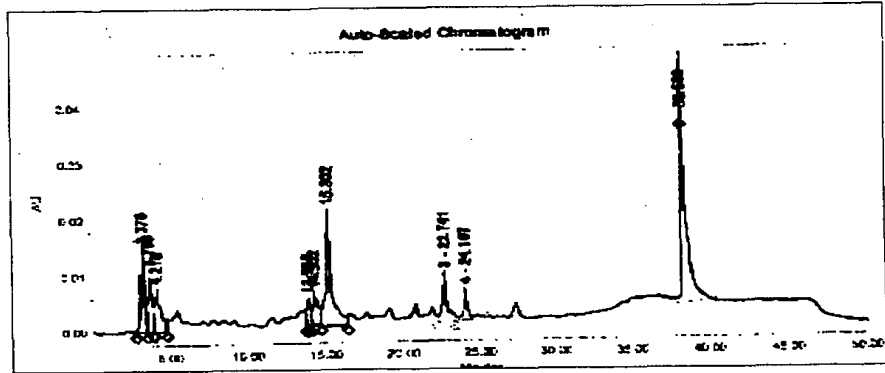


Fig. 2-5-2. HPLC chromatogram of the phenolic compounds in yellow-fleshed peach juice(A) and after six days of alcohol fermentation(B).

A



B

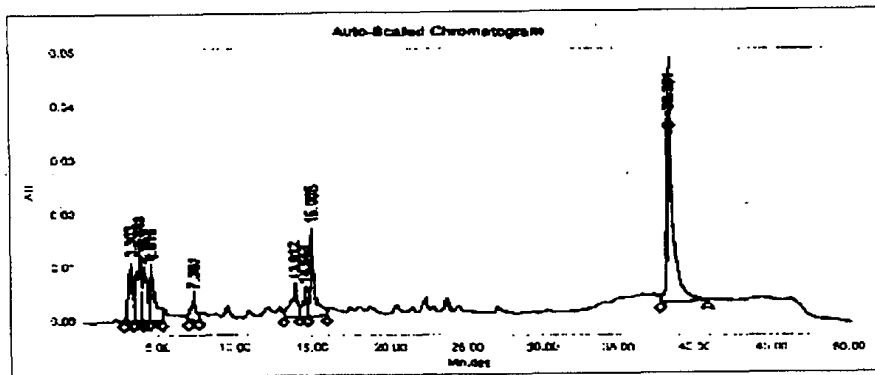


Fig. 2-5-3. HPLC chromatogram of the phenolic compounds in white-fleshed peach juice(A) and after six days of alcohol fermentation(B).

6. 색도의 측정

복숭아 주스와 복숭아 발효주의 색도를 측정한 결과는 Table 2-5-4와 같다. L 값은 복숭아 주스(황도와 백도)가 복숭아 발효주 보다 높게 나타났으며, a 값은 복숭아 발효주가 복숭아 주스 보다 낮게 나타났다. b 값은 a 값과 반대로 복숭아 발효주가 복숭아 주스 보다 높게 나타났으며, ΔE 값은 복숭아 발효주 보다 복숭아 주스가 높게 나타나 표준 백판에 더 근접한 값을 나타내었다.

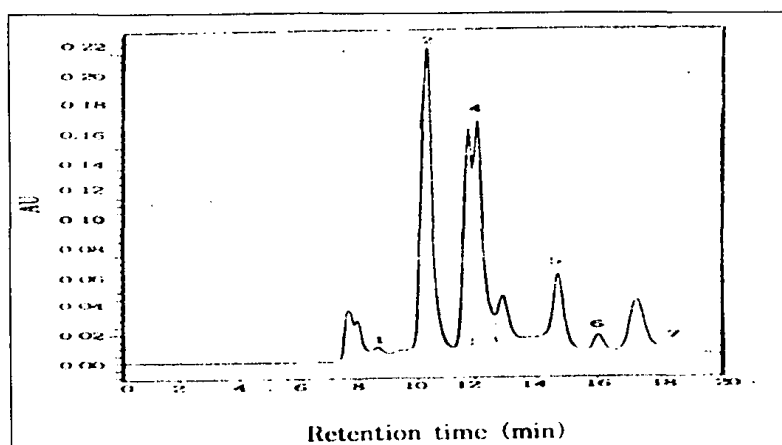
Table 2-5-4. Hunter color values of peach juice, yellow- and white-fleshed peach wine.

Sample		L	a	b	ΔE
White-fleshed	Juice	60.51	+2.37	+3.52	60.66
	Wine	41.66	-0.31	+4.36	41.89
Yellow-fleshed	Juice	60.64	+2.59	+2.66	60.75
	Wine	44.21	+0.28	+3.14	44.32

7. 복숭아 발효주의 유기산 분석

황도와 백도를 이용한 복숭아 발효주의 유기산 조성과 유기산 함량을 분석하였다(Fig. 2-5-4, Table 2-5-5). 황도를 이용한 발효주인 경우 총 유기산의 함량이 1079.35 mg%였으며, 백도인 경우에는 1418.27 mg%로 나타났다. 유기산 조성은 황도인 경우 유기산 함량이 citric acid와 malic acid가 대부분을 차지하였으며, citric acid가 504.70 mg%로 가장 높게 나타났다. 백도인 경우에는 citric acid, malic acid 및 succinic acid가 유기산의 대부분을 차지하였으며, malic acid가 410.40 mg%로 가장 높게 나타났다. 그리고 황도와 백도의 유기산 조성을 비교시 황도에 존재하지 않는 galacturonic acid가 백도에는 174.40 mg%가 존재하였다.

A



B

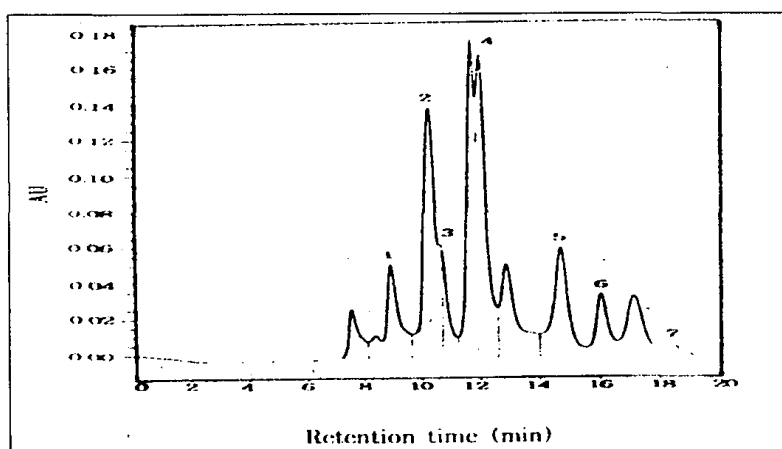


Fig. 2-5-4. HPLC chromatogram of organic acids in yellow-(A) and whit-fleshed(B) peach wine.

1, Oxalic acid; 2, Citric acid; 3, Galacturonic acid; 4, Malic acid; 5, Succinic acid; 6, Lactic acid; 7, Acetic acid

Table 2-5-5. Content of organic acids in yellow- and whit-fleshed(B) peach wine.

Organic acid	Yellow-fleshed	White-fleshed
Oxalic acid	1.20	12.70
Citric acid	504.70	370.30
Galacturonic acid	-	174.40
Malic acid	377.10	410.40
Succinic acid	192.30	324.80
Lactic acid	2.01	120.40
Acetic acid	2.04	5.27
Total	1079.35	1418.27

(mg%)

8. 복숭아 발효주의 관능 검사

복숭아 주스를 발효시켜 만든 완성주의 색상, 향기, 맛 및 종합적인 기호도를 평가하기 위해 15명의 관능 요원들을 대상으로 순위 기호도 검사 시험법에 의해 관능 검사를 실시하였다(Table 2-5-6). 완성된 복숭아 발효주의 향기, 맛 및 종합적인 기호성에 있어서 황도를 이용하여 발효주를 제조하였을 때 백도보다 우수한 것으로 평가되었다. 황도를 이용할 경우 백도보다 총산과 당 함량이 적당하여 청량미와 산미가 서로 조화를 잘 이룰 것으로 추측된다. 입안에서의 느낌의 결과 또한 황도가 백도보다 우수하였다.

Table 2-5-6. Rank order in the sensory parameters of yellow- and white-fleshed peach wine

Sensory parameter	Yellow-fleshed	White-fleshed
Acidic	2.57	2.51
Sweet	1.72	1.57
Aroma	2.98	2.12
Order	1.37	1.94
Mouthful	3.45	3.01

The evaluation of peach wines was carried out by the method of ANOVA and Duncan's multiple range test at 95% level. The strength of each parameter was classified from 1 (weak) to 3 (strong)

제 6 절 복숭아 젖산 음료의 제조

1. 복숭아 주스의 살균이 젖산 발효에 미치는 영향

복숭아 주스의 살균 처리가 젖산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위해 복숭아 주스를 제조한 후, 살균 처리한 것과 살균 처리하지 않은 것을 비교하였다 (Fig. 2-6-1). 실험에 사용한 양쪽 모두 발효 2일째까지는 서로 별다른 차이를 관찰하지 못했으나 발효 2일째 이후부터는 변화가 있음을 관찰하였다. 즉 살균 처리하지 않은 조건에서 2일째 이후에 나타나는 pH의 상승과 총산의 감소 그리고 급격한 환원당 및 생균수의 감소는 복숭아에 붙어 있는 효모 및 다른 미생물의 번식에 의한 것으로 발효 2일째 동안에는 젖산균의 생육으로 번식하지 못하였으나 젖산균의 생육이 둔화됨에 따라 알콜 및 다른 미생물의 대사산물에 의해 변화가 나타났다고 사료된다. pH의 변화는 살균처리하지 않은 조건에서는 발효 2일째까지 pH가 낮아졌으며 2일째이후부터 pH가 높아지기 시작하여 5일째에서는 pH 4.1로 초기의 pH인 4.3과 유사한 수치를 보였다. 그러나 살균 처리한 조건에서는 발효 기간 중에 pH가 꾸준한 감소하였다. pH는 초기 3.8에서 5일째 3.1로 낮아졌다(Fig. 2-6-1A). 총산은 살균 처리하지 않은 것과 살균 처리한 것 모두 2일째까지는 총산이 증가하였다. 살균처리하지 않은 조건에서 2일째 이후부터 총산이 감소하여 시간이 경과함에 따라 감소를 보였다. 그리고 발효 5일째에는 초기 총산 0.36%에서 0.63%로 별다른 차가 없음을 보였다. 그러나 살균 처리한 조건에서는 꾸준한 증가를 하였고 초기 총산 0.59%에서 발효 5일째에는 1.94%로 증가하여 1.35%의 차를 보였다(Fig. 2-6-1B). 환원당 함량은 살균 처리한 것과 살균 처리하지 않은 것 모두 발효가 진행됨에 따라 환원당이 감소하였으며(Fig. 2-6-1C), 생균수는 살균 처리한 것과 살균 처리하지 않은 것 모두 균의 생육이 양호하였으며 살균하지 않은 조건에서는 2일째 이후

부터 균수가 감소하기 시작하였고 살균한 조건에서는 3일째 이후부터 완만하게 감소하였다(Fig. 2-6-1D).

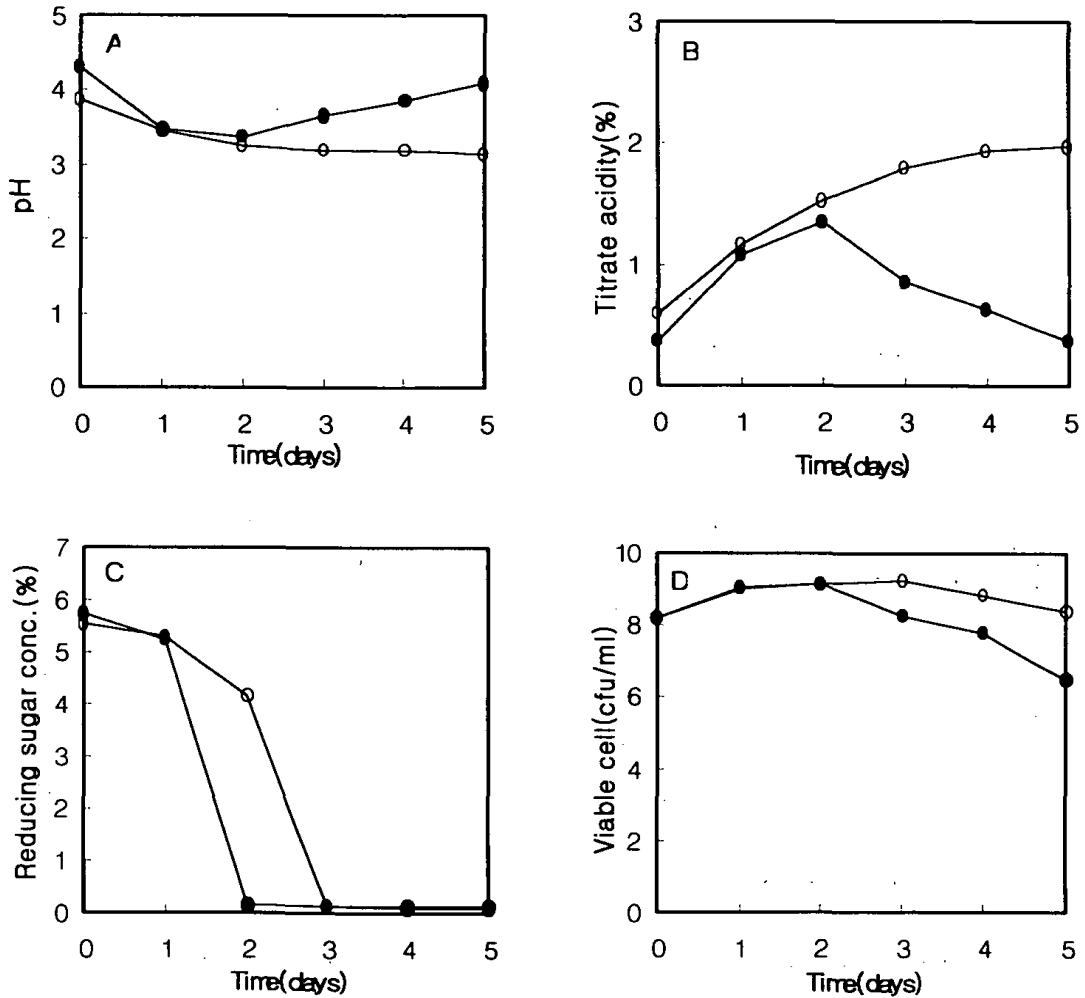


Fig. 2-6-1. Changes in the pH(A), titrated acidity(B), reducing sugar(C) and viable cells(D) during the lactic acid fermentation of *L. plantarum* KLAB21 in peach juice.

●, Not sterilized peach juice; ○, sterilized peach juice

2. 발효 온도가 젖산 발효에 미치는 영향

복숭아 주스의 젖산 발효에 미치는 온도의 영향을 조사하기 위하여 복숭아 주스를 제조하여 각 온도별로 24 시간 배양한 다음 pH, 산도, 환원당 및 생균수의 변화를 측정하였다(Fig. 2-6-2). pH와 산도의 변화는 발효 온도에 따라 큰 차이를 나타내지는 않았으나, 30℃에서 37℃사이에서 비교적 pH와 높은 산도를 나타내었으며 25℃와 40℃사이에서는 상대적으로 높은 pH와 낮은 산도를 나타내었다. 산 생성량이 많을수록 pH는 낮아졌으며 37℃에서 최대의 산 생성을 보였다(Fig. 2-6-2A). 환원당과 생균수는 37℃에서 생균수가 가장 높게 나타났으며, 환원당 함량은 가장 낮게 나타났다(Fig. 2-6-2B).

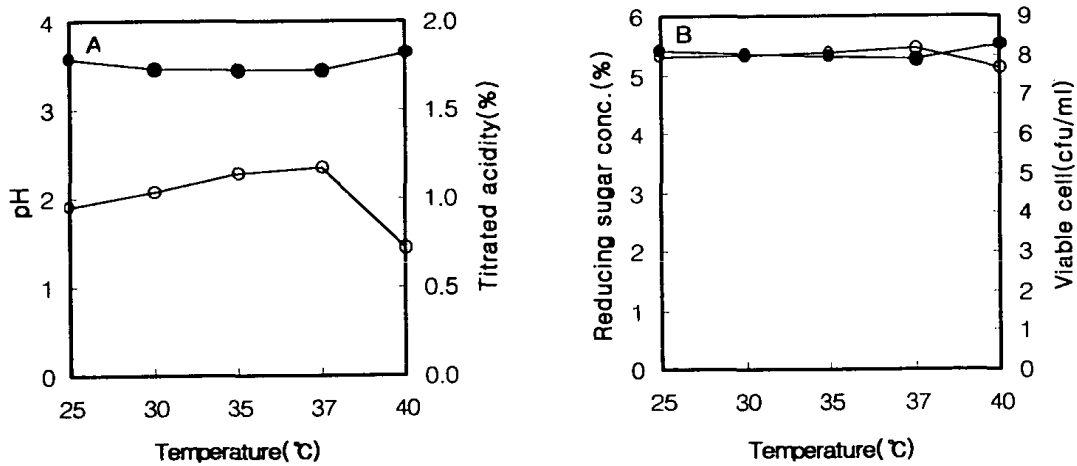


Fig. 2-6-2. Changes in pH and titrated acidity(A) and reducing sugar and viable cells(B) during the lactic acid fermentation of *L. plantarum* KLAB21 in peach juice.

●, pH and reducing sugar; ○, titrated acidity and viable cells

3. 생육 촉진제의 첨가가 발효에 미치는 영향

생육 촉진제가 복숭아 젖산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 복숭아 주스를 제조한 다음 젖산균의 생육 촉진인자인 yeast extract, tryptone, 및 skim milk을 각각 1%의 농도를 첨가하여 24 시간 배양한 후, pH, 산 생성량, 환원당, 생균수를 측정하였다(Table. 2-6-1) 그 결과 pH는 대조구에서 가장 낮게 나타났으며, 산도는 yeast extract 1% 첨가시 가장 높게 나타났다. 환원당 함량은 대조구에서 가장 낮게 나타났으며, skim milk를 1% 첨가시 환원당 함량이 11.51%로 가장 많이 함유되어 있었다. 생균수는 대조구에서 가장 낮게 나타났으며, yeast extract 1%를 첨가시 가장 높게 나타났다. skim milk 1% 첨가시 환원당 함량이 가장 높게 나타난 이유는 균의 생육이 tryptone이나 yeast extract를 첨가한 실험구보다 낮기 때문이라 사료된다.

Table 2-6-1. Effect of various growth factor on the changes of pH, titrated acidity, reducing sugar and viable cells during the lactic acid fermentation of *L. plantarum* KLAB21 in peach juice.

	pH	Titrated acidity(%)	Reducing sugar(%)	Viable cells (cfu/ml, 10 ⁹)*
Control	3.45	1.17	6.18	1.1
Skim milk	3.50	1.44	11.51	2.8
Tryptone	3.52	1.67	9.86	3.1
Yeast extract	3.54	1.71	9.73	3.4

* After bacteria was cultured in a MRS medium at 37°C for 48 h, viable cell count was assayed.

4. 젖산균의 혼합배양에 의한 발효 특성

젖산 발효에 관여하는 균주 중에서 호모형인 *L. plantarum* KLAB21과 헤테로형인 *Leu. mesenteroides*을 복숭아 주스에 배양할 때 두 균주의 혼합 배양과 *L. plantarum* KLAB21 단독배양의 젖산 발효 양상을 비교하였다(Fig. 2-6-3). *Leu. mesenteroides*은 젖산이외에 CO₂를 내는 균으로 젖산 음료에 감칠맛과 향을 생성하는 것으로 알려져 있다. *L. plantarum* KLAB21 단독배양과 *L. plantarum* KLAB21과 *Leu. mesenteroides* 혼합 배양에 따른 pH와 산도의 변화는 많은 차이를 나타내지 않았으며 발효 기간 중에 서로 유사한 pH와 산도를 나타내었다(Fig. 2-6-3A). 환원당과 생균수의 변화는 *L. plantarum* KLAB21 단독배양과 *L. plantarum* KLAB21과 *Leu. mesenteroides* 혼합하여 복숭아 젖산 발효시 발효 기간 중 서로 유사한 환원당과 생균수를 나타내었다(Fig. 2-6-3B).

5. 복숭아 젖산 발효 주스의 특성분석

가. 유기산 함량 측정

복숭아 주스(황도)에 젖산균인 *L. plantarum* KLAB21를 배양하여 젖산 발효 음료를 5일간 발효시키면서 복숭아 젖산 발효 음료의 유기산 함량을 측정하였다(Table 2-6-2). 젖산 젖산 발효 음료의 유기산의 총 함량은 2203.8 mg%이었으며, lactic acid와 galacturonic acid가 대부분을 차지하였으며 그 중에서도 lactic acid가 1236.1 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었다.

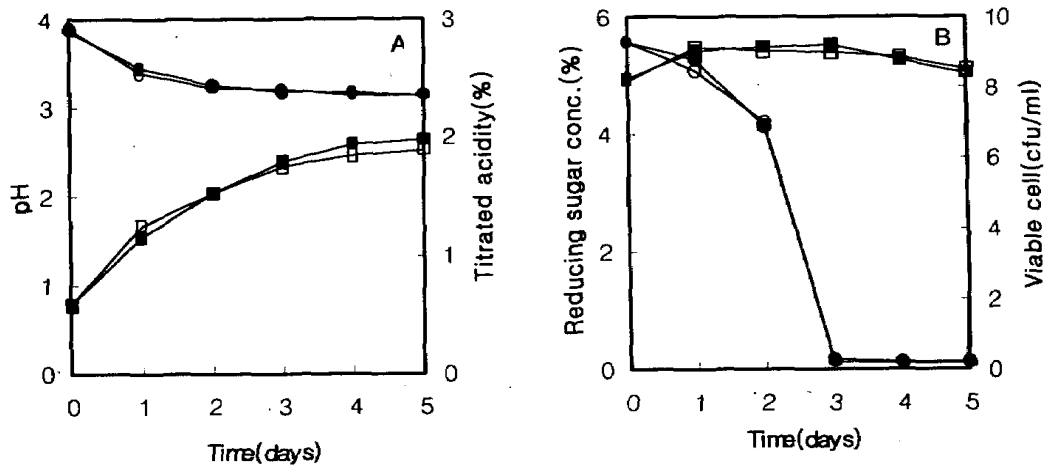


Fig. 2-6-3. Changes in pH and titrated acidity(A) and reducing sugar and viable cells(B) during the lactic acid fermentation of peach juice.

●, pH and reducing sugar concentrations of *L. plantarum* KLAB21; ○, pH and reducing sugar concentration of *L. plantarum* KLAB21 & *Leu. mesenteroides*; ■, Titrated and viable cells of *L. plantarum* KLAB21; □, Titrated and viable cells of *L. plantarum* KLAB21 & *Leu. mesenteroides*.

Table 2-6-2. Content of organic acids of yellow-fleshed peach juice in lactic acid fermented by *L. plantarum* KLAB21

Organic acid	Lactic fermentation juice
Oxalic acid	20.8
Citric acid	7.3
Galacturonic acid	840.8
Malic acid	92.3
Lactic acid	1236.1
Acetic acid	6.5
Total	2203.8

나. Vitamin C 함량

복숭아 주스(황도)에 젖산균인 *L. plantarum* KLAB21를 배양하여 젖산 발효 음료를 37°C에서 150 rpm으로 5일간 발효시키면서 DNPH법에 준하여 vitamin C의 함량 변화를 측정하였다(Table 2-6-3). 복숭아 주스에서는 3.2 mg%의 vitamin C가 검출되었으나, 살균 처리후와 발효 기간 중에서는 vitamin C가 검출되지 않았다. 이러한 이유는 복숭아 주스 제조 후 열처리 과정에서 vitamin C가 손실되었을 것으로 추측된다.

Table 2-6-3. Changes of vitamin C in yellow-fleshed peach juice during the lactic acid fermentation by *L. plantarum* KLAB21

Sample	Vitamin C
Peach juice	3.2
Sterilized peach juice	0.0
Fermentation 1 day	0.0
Fermentation 2 day	0.0
Fermentation 3 day	0.0
Fermentation 4 day	0.0
Fermentation 5 day	0.0

다. 총 페놀의 함량

복숭아 주스(황도)에 젖산균인 *L. plantarum* KLAB21를 배양하여 젖산 발효 음료를 37℃에서 150 rpm으로 5일간 발효시키면서 총 페놀의 함량 변화를 측정하였다(Table 2-6-4). 복숭아 주스의 살균 처리후와 젖산 발효 기간 중에는 페놀의 함량 변화가 큰 차이를 나타내지는 않았으며 약 30 mg%의 총 페놀이 검출되었다.

Table 2-6-4. Changes of total phenol in yellow-fleshed peach juice during the lactic acid fermentation by *L. plantarum* KLAB21

Sample	Total phenol (mg%)
Sterilized peach juice	29.7
Fermentation 1 day	29.8
Fermentation 2 day	29.6
Fermentation 3 day	30.6
Fermentation 4 day	30.4
Fermentation 5 day	30.5

라. 복숭아 젖산 발효 음료의 관능검사

복숭아 젖산 발효 주스의 색상, 향기, 맛 및 종합적인 기호도를 평가하기 위해 10명의 관능검사 요원들을 대상으로 관능 검사를 실시하였다(Table 2-6-5). 복숭아 주스를 발효 시간에 따라 평가한 결과 3일째가 가장 우수했으며 시간이 경과함에 따라 향과 맛이 낮은 점수를 받았다. 이는 과량의 젖산 생성이 향과 맛에 나쁜 영향을 주었다고 사료된다. 따라서 복숭아를 이용한 젖산 발효음료를 제조하기 위한 최적 발효 시간은 3일이 가장 우수한 것으로 추측된다.

Table 2. Rank order in the sensory parameters in yellow-fleshed peach juice during the lactic acid fermentation by *L. plantarum* KLAB21

Sample	Color	Aroma	Taste	Overall palatability
peach juice	3.3	3.3	3.3	3.3
Fermentation 1 day	3.5	3.3	3.4	3.3
Fermentation 2 day	3.5	3.3	3.5	3.8
Fermentation 3 day	3.5	3.3	4.0	4.2
Fermentation 4 day	3.5	2.5	3.5	3.0
Fermentation 5 day	3.5	2.0	3.0	2.5

The evaluation of peach wines was carried out by the method of ANOVA and Duncan's multiple range test at 95% level. The strength of each parameter was classified from 1 (weak) to 5 (strong)

6. 복숭아 젖산 발효 음료의 향돌연변이 활성조사

Point mutant인 *S. Typhimurium* TA100을 이용하여 복숭아 주스(황도)에 젖산 균인 *L. plantarum* KLAB21를 배양하여 젖산 발효 음료를 37°C에서 150 rpm으로 5일간 발효시키면서 젖산 발효액을 검체하여 원심 분리한 후, 상정액 100 μ l을 첨가하여 향돌연변이 활성을 측정하였다(Fig. 2-6-4). 돌연변이원으로 사용한 MNNG와 NPD인 경우 모두 발효 3일째에 향돌연변이 활성이 가장 강하게 나타났으며, MNNG 경우 98.9%, NPD의 경우 78.3% 돌연변이 억제율을 나타내어 복숭아 젖산 발효음료의 향돌연변이 활성이 강하게 나타나 *L. plantarum* KLAB21를 이용하여 복숭아 주스를 이용하여 젖산 발효 음료를 제조할 경우 향돌연변이 활성이 강한 음료를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

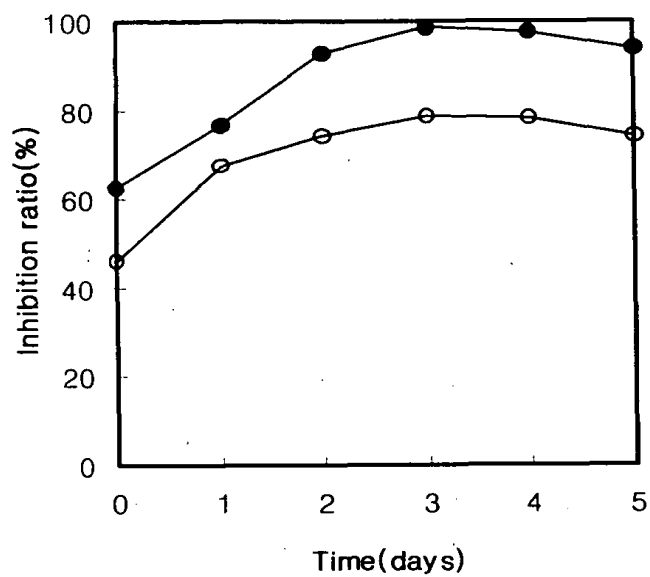


Fig. 2-6-4. Antimutagenic activity of lactic acid fermentation of *L. plantarum* KLAB21 in peach juice on *S. Typhimurium* TA100

●, MNG; ○, NPD

제 7 절 복숭아 초산 음료의 제조

1. 초산 균주의 선발

복숭아 식초 및 초산 발효 음료를 개발하기 위하여 복숭아 주스의 초산 발효를 위한 최적 조건을 조사하였다. 먼저 복숭아를 착즙하여 주스를 제조한 후 원심 분리하여 얻은 상장액에 당을 첨가하여 일정한 농도로 조정하고, 알콜 발효를 위해 복숭아 주스의 알콜 발효력과 향이 우수한 균주인 *Saccharomyces cerevisiae* WMY102 균주를 YPD 배지에 접종하여 배양한 후, 복숭아 주스에 5% 농도로 접종하여 20℃에서 발효시켜 복숭아 발효주를 제조하였다. 제조한 발효주를 원심 분리하여 효모를 제거한 복숭아 발효주의 알콜 농도를 4%로 조정하고 다음 연구실에서 분리 보관중인 초산균인 *Acetobacter aceti* KMB15와 한국 생명공학 연구원에서 분양 받은 균주인 *Acetobacter aceti* 40229, *Acetobacter aceti* 12654를 균주를 사용하여 5일간 초산 발효를 수행한 후 초산 생성능이 가장 우수한 균주를 최종 선별하였다(Table 2-7-1). 그 결과, 본 연구실에서 분리 보관중인 *Acetobacter aceti* KMB15 균주가 다른 균주보다 초산 생성능이 우수하여 *Acetobacter aceti* KMB15 균주를 초산 발효 균주로 최종 선별하였다.

Table 2-7-1. Acetic acid production of peach juice by the various acetic acid bacteria.

Strains	Total acidity (%)
<i>Acetobacter aceti</i> KMB15	4.0
<i>Acetobacter aceti</i> 40229	3.8
<i>Acetobacter aceti</i> 12654	3.6

2. 발효 온도가 초산 발효에 미치는 영향

복숭아 주스를 20℃에서 발효시켜 복숭아 발효주를 제조하여 원심 분리하여 효모를 제거한 복숭아 발효주의 알콜 농도를 4%로 조정한 다음 연구실에서 분리 보관중인 초산균인 *Acetobacter aceti* KMB15 균주 5%(v/v)를 접종하여 각 온도별로 150 rpm으로 진탕하면서 7일간 초산 발효를 행한 결과(Fig. 2-7-1A), 초산 생성량은 온도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 온도가 30℃ 이상에서는 감소는 경향을 나타내었다. 초산 발효 온도가 너무 낮거나 높을 경우 초산균의 생육 지연이 일어나 초산 생성량이 낮아지는 것으로 사료되며, *Acetobacter aceti* KMB15 균주를 이용하여 복숭아 발효주의 초산 발효를 수행할 경우에는 30℃가 가장 적합하였다.

3. 진탕 속도가 초산 발효에 미치는 영향

초산 발효에 미치는 진탕 속도의 영향을 조사하기 위하여 복숭아 발효주의 알콜 농도를 4%로 조정한 다음 연구실에서 분리 보관중인 초산균인 *Acetobacter aceti* KMB15 균주 5%(v/v)를 접종하여 30℃에서 진탕 속도를 변화시키면서 7일간 초산 발효를 행한 결과(Fig. 2-7-1B); 진탕 속도가 증가할수록 초산 생성량은 증가하였으며, 150 rpm 일때 가장 높은 초산 함량을 나타내었다. 그러나 진탕 속도가 느릴 경우 발효 속도가 완만하였으며, 진탕 속도가 150 rpm 이상일 경우에는 발효는 빠르게 진행되었으나 최종 산 생성량은 150 rpm보다 낮게 나타났다. 이러한 현상은 초산 발효시에는 산소의 공급이 필요한데 진탕 속도가 너무 낮은 경우에는 산소의 공급이 불충분하여 초산 생성능이 감소하는 것으로 추측되며, 진탕 속도가 높을 경우에는 초산 생성보다는 균의 생육이 왕성하여 초산 함량이 낮아지는 것으로 사료된다.

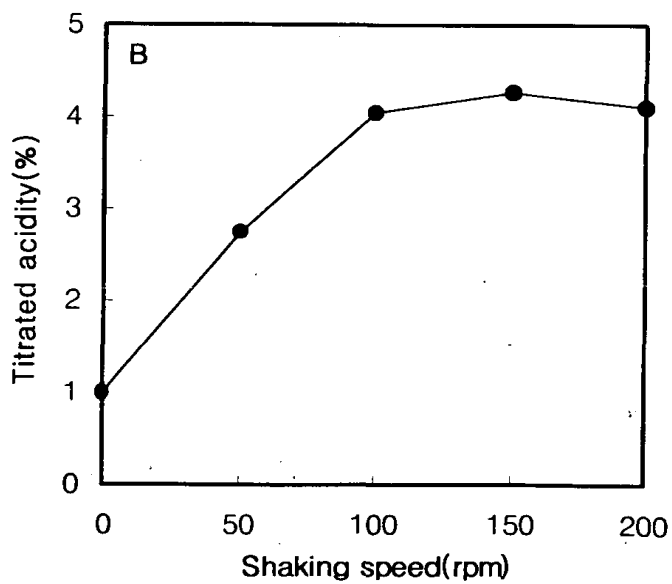
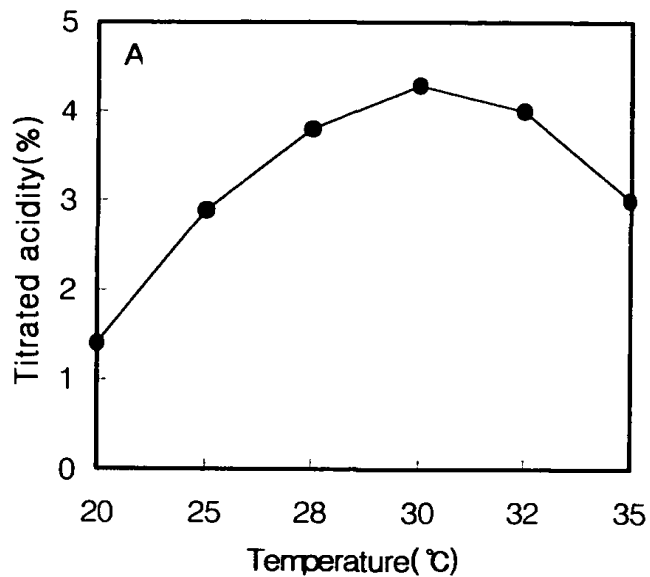


Fig. 2-7-1. Effect of temperature(A) and shaking speed(B) of the peach vinegar fermentation by *Acetobacter aceti* KMB15.

4. 알코올 농도가 초산 발효에 미치는 영향

초산 발효에 미치는 알코올 농도의 영향을 조사하기 위하여 복숭아 발효주의 알코올의 함량을 각 농도별로 조정하여 다음 연구실에서 분리 보관중인 초산균인 *Acetobacter aceti* KMB15 균주 5%(v/v)를 접종하여 30℃에서 150 rpm으로 진탕하면서 7일간 초산 발효를 행한 결과(Fig. 2-7-2), 초산 생성량은 발효 6일 후 초기 알코올 농도가 5%일 때 초산 생성량이 5.5%로 가장 높게 나타났으며 이때의 초산 수율은 110%였다. 그러나 알코올 함량이 증가할수록 발효의 진행 속도가 느려지는 경향을 나타내었다.

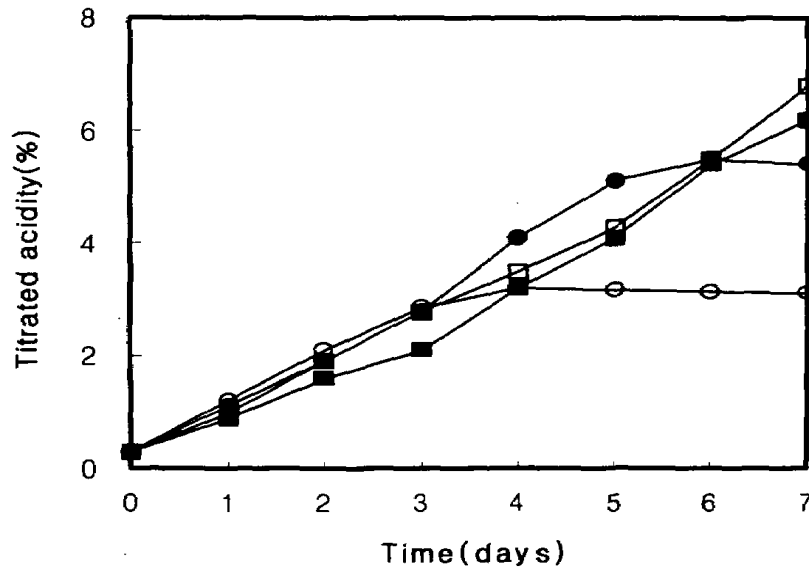


Fig. 2-7-2. Effect of alcohol concentration of the peach vinegar during fermentation by *Acetobacter aceti* KMB15.

○, 3% alcohol; ●, 5% alcohol; □, 7% alcohol; ■, 9% alcohol

제 8 절 복숭아(황도 & 백도) 술 및 식초로부터 생리 활성물질의 분리·정제 및 동정

1. 복숭아 술 및 식초로부터 생리활성물질 분리 및 정제

복숭아 술 및 식초(2L)에 에틸아세테이트 (EtOAc) 및 노르말-부탄올 (n-BuOH) 가하여 추출한 후 농축하여 얻어진 EtOAc 분획 및 n-BuOH 분획물을 HPLC한 결과는 Fig. 2-8-1 과 2-8-2와 같다. 즉, 두 품종의 복숭아 가공품으로부터 chlorogenic acid, neochlorogenic acid, catechin, rutin 및 isoquercetin를 확인할 수 있었다.

2. 복숭아 술 및 식초로부터 생리활성물질 동정

다음, 위의 EtOAc 추출물을 다시 Sephadex LH-20 column chromatography (MeOH) 실시하여 모두 5개의 분획을 얻었으며, 이 중 2, 3 및 5의 분획을 모아 농축한 후 GC-MS을 이용하여 benzaldehyde 및 benzoic acid, limonene 및 eugenol 성분을 확인할 수 있었다(Fig.2-8-3).

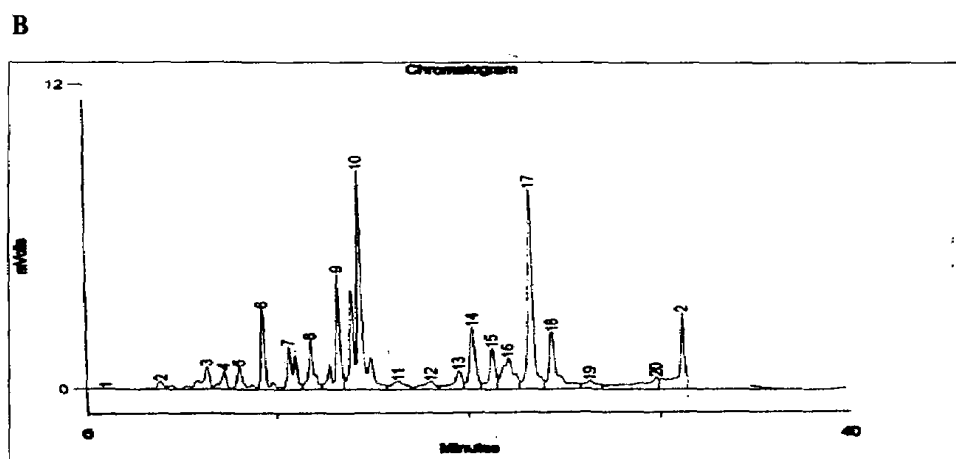
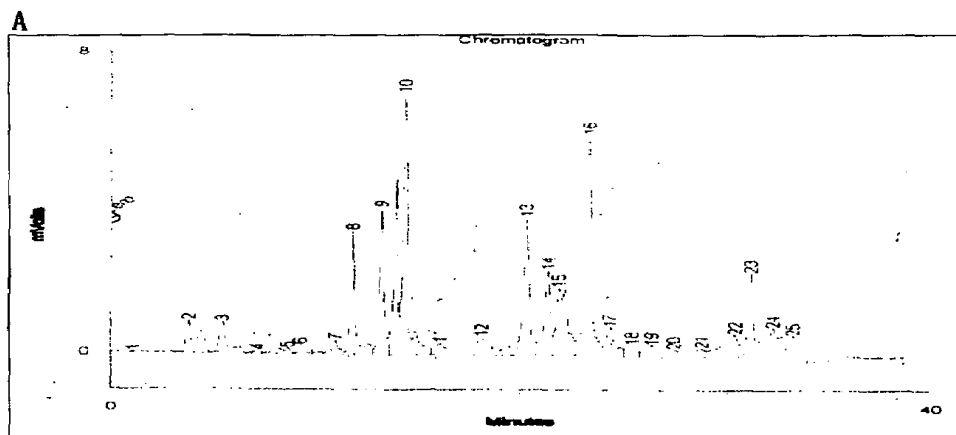


Fig. 2-8-1. HPLC chromatograms of EtOAc fr. obtained from white-fleshed peach wine(A) and vinegar(B).

14, Rutin; 16, Isoquercetin; 23, Quercetin

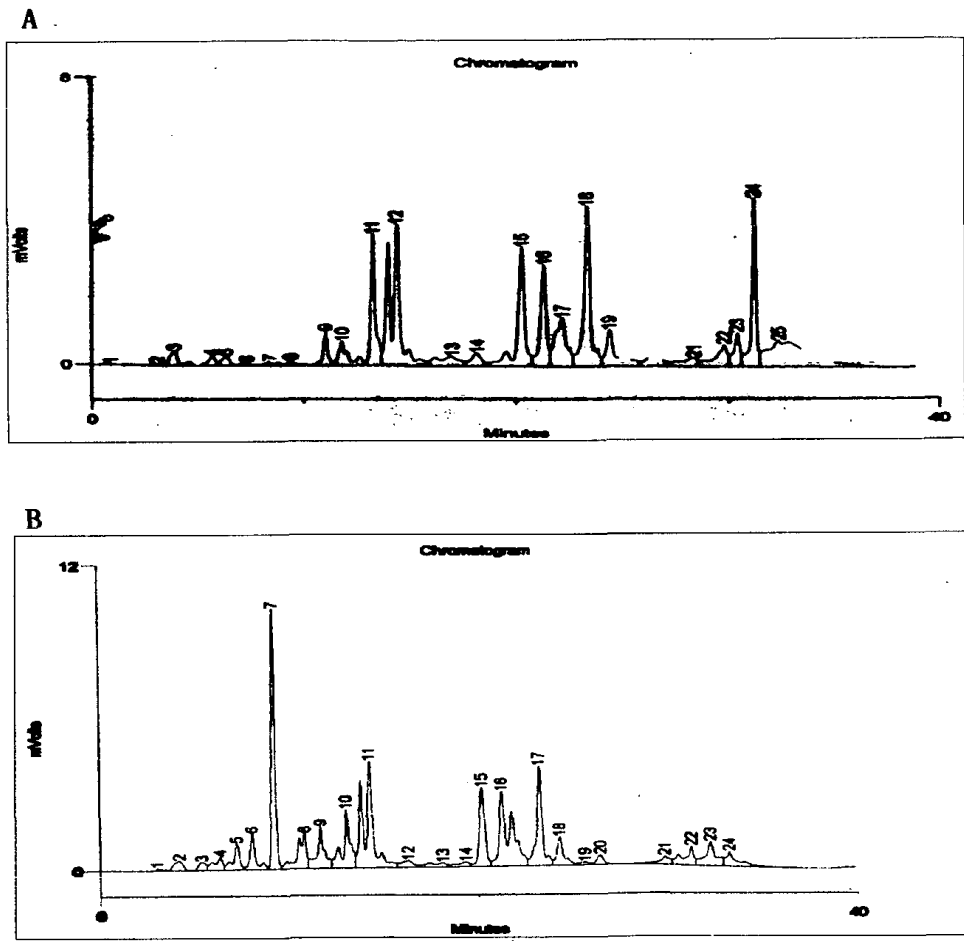


Fig. 2-8-2. HPLC chromatograms of EtOAc fr. obtained from yellow-fleshed peach wine(A) and vinegar(B).

16, Rutin; 18, Isoquercetin; 24, Quercetin.

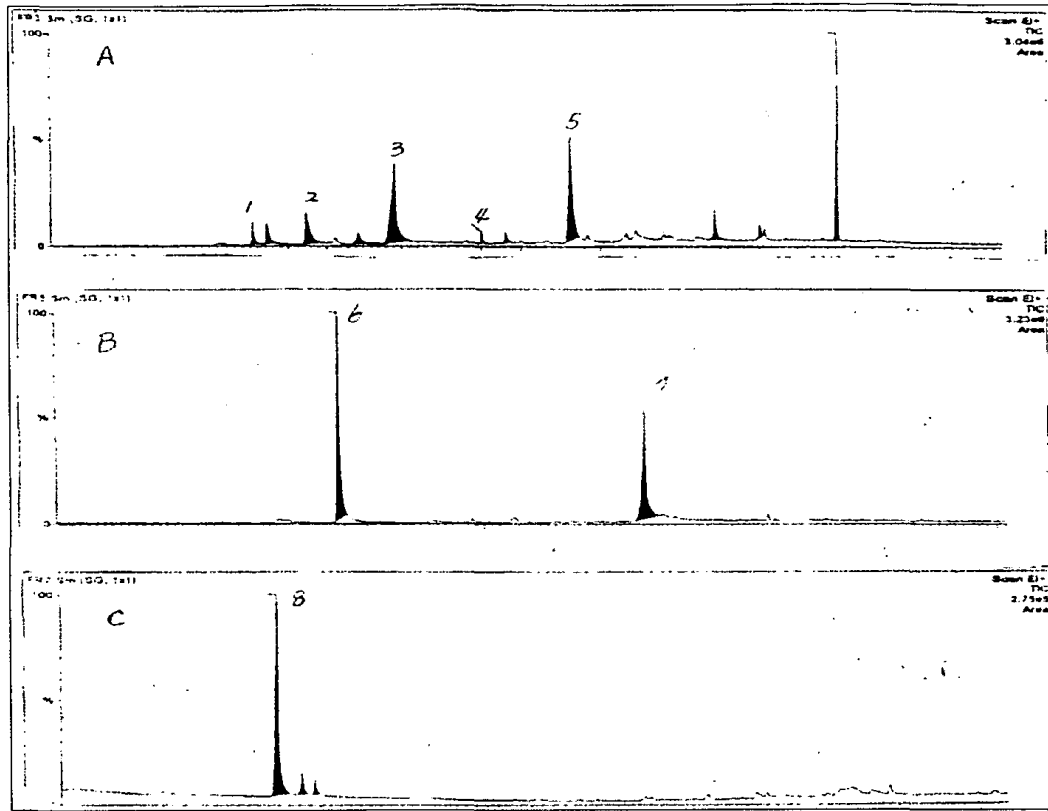


Fig. 2-8-3. GC-MS spectra of several compounds isolated from white- & yellow-fleshed peach wines and vinegars, on Sephadex LH-20 column chromatography.

A, Fr. 2; B, Fr. 3; C, Fr. 5.

1, benzaldehyde; 2, benzyl alcohol; 3, benzoic acid; 4, eugenol; 5, tyrosine; 6, quaiacol; 7, vanillic acid; 8, limonene.

3. 복숭아(황도 & 백도) 술 및 식초로부터 분리된 여러 페놀화합물 및 essential oils의 생리활성 검증

가. DPPH 라디칼 포착 활성

복숭아 술 및 식초로부터 분리된 6가지 페놀성분(catechin, neochlorogenic acid, chlorogenic acid, rutin 및 isoquercetin), amygdalin 및 그 유도체, 그리고 정유성분의 DPPH 라디칼 포착활성은 측정된 결과는 Table 2-8-1과 같다. 페놀물질 중 rutin 및 isoquercetin 성분이 가장 강한 DPPH radical scavenging 활성을 나타내었으며, 다음 페놀물질은 천연 항산화물질인 L-ascorbic acid, α -tocopherol 및 BHA와 거의 유사한 라디칼포착활성을 나타내었다. 반면, amygdalin 및 그 유도체 성분은 상대적으로 낮은 라디칼포착활성을 나타내었다.

Table 2-8-1. DPPH radical scavenging activity of phenolic compounds, amygdalin & its derivatives and essential oils isolated from yellow-fleshed peach wine

Compound	DPPH inhibition(IC ₅₀ , μ M)*
Catechin	23.8
Chlorogenic acid	29.1
Neochlorogenic acid	30.2
Rutin	18.9
Isoquercetin	15.8
Amygdalin	>500
Benzaldehyde	>500
Benzoic acid	>500
Eugenol	33.4
Limonene	>500
L-Ascorbic acid	25.6
α -Tocopherol	27.5
BHA	38.4

*IC₅₀ represents the sample concentration at which the absorbance shows 50% of control.

L-Ascorbic acid, α -tocopherol and BHA were used as positive references.

나. 쥐 간 microsome 지질과산화 억제작용

복숭아 술 및 식초로부터 분리된 6가지 페놀성분, amygdalin 및 그 유도체, 그리고 정유성분의 쥐 간 microsome 지질과산화 억제 효과를 측정한 결과는 Table 2-8-2와 같다. Limonene을 제외한 모든 화합물은 쥐 간 microsome의 지질과산화를 크게 억제하였으며, 특히 catechin은 α -Tocopherol 보다 높은 억제효과를 나타내었다. 그리고 복숭아 과실의 향기성분인 benzaldehyde 및 eugenol 또한 강한 지질과산화 억제 효과를 나타내었다.

Table 2-8-2. Inhibitory effects of phenolic compounds, amygdalin & its derivatives, and essential oils isolated from white- & yellow-fleshed peach wine on lipid peroxidation induced by H₂O₂ and FeSO₄ in rat liver microsome

Compound	Inhibition (%)
Catechin	92.5
Chlorogenic acid	82.9
Neochlorogenic acid	82.5
Rutin	74.3
Isoquercetin	73.2
Amygdalin	76.4
Benzaldehyde	85.5
Benzoic acid	77.8
Eugenol	87.5
Limonene	23.3
α -Tocopherol	90.6

Inhibition of all samples represents at a final concentration of 20 μ M.

α -Tocopherol was used as a positive reference.

다. 복숭아 술 및 식초로부터 분리된 여러 페놀화합물, amygdalin 및 그 유도체, 그리고 정유 성분의 soybean lipoxygenase 저해작용

복숭아 가공품으로부터 분리된 페놀성분, amygdalin 및 그 유도체, 그리고 정유성분의 염증관련 soybean lipoxygenase (SLO) 저해효과는 Table 2-8-3과 같다. 모든 화합물은 lipoxygenase 저해제로 잘 알려진 NDGA 보다 효소 저해활성이 크게 낮았으나 대체로 높은 저해효과가 나타났다. 그리고 chlorogenic acid 및 benzaldehyde도 높은 SLO 저해활성을 나타내었다. 반면, amygdalin, benzoic acid, eugenol 및 limonene 성분들은 그다지 저해효과가 나타나지 않았다.

Table 2-8-3. Inhibitory effects of phenolic compounds, amygdalin & its derivatives, and essential oils isolated from white- & yellow-fleshed peach wines and vinegars on a soybean lipoxygenase (SLO).

Compound	SLO inhibition (IC ₅₀ , μM)*
Catechin	154.6
Chlorogenic acid	123.8
Neochlorogenic acid	125.3
Rutin	161.4
Isoquercetin	146.8
Amygdalin	>500
Benzaldehyde	124.5
Benzoic acid	>500
Eugenol	>500
Limonene	>500
NDGA	0.6

*IC₅₀ value, the concentration of sample causing 50% inhibition of SLO activity, was calculated by linear regression analysis.

NDGA, nordihydroguaiaretic acid, was used as a reference compound.

라. 복숭아 술 및 식초로부터 분리된 여러 페놀화합물, amygdalin 및 그 유도체, 그리고 essential oils의 LDL 산화 억제작용

복숭아 가공품으로부터 분리된 rutin, isoquercetin, amygdalin, limonene 및 benzoic acid 성분은 동맥경화증 발병과 연관있는 LDL 산화를 크게 억제하였다(Table 2-8-4). 그리고 페놀성분 또한 L-ascorbic acid에 상당하는 LDL 산화억제 효과를 나타내었다. 그리고 복숭아씨로부터 분리된 amygdalin 성분은 모든 화합물 중 가장 강한 LDL 산화억제 효과를 나타내었다.

Table 9. Inhibitory effects of phenolic compounds, amygdalin and its derivatives, and essential oils isolated from white- & yellow-fleshed peach wines and vinegars on LDL oxidation

Compound	LDL inhibition (%)*
Catechin	53.5
Chlorogenic acid	51.4
Neochlorogenic acid	52.7
Rutin	81.2
Isoquercetin	83.4
Amygdalin	95.2
Benzaldehyde	52.5
Benzoic acid	81.4
Eugenol	42.5
Limonene	85.6
L-Ascorbic acid	51.5

Inhibition(%) represents at a final concentration of 10 μ M.

L-Ascorbic acid was used as a positive reference.

제 9 절 결 론

복숭아는 여러 가지 당, 산, 아미노산 및 향기 성분을 함유하고 있어 갈증해소, 피로회복 및 숙취해소 효과를 지니고 있으나 쉽게 연화되어 부패되고 또한, 가공 중 쉽게 변색 도는 퇴색되는 문제가 있다. 현재까지 우리나라 복숭아 대한 연구는 복숭아 신품종의 육성, 재배기술 및 저장 기술 개발에 관한 연구와 더불어 복숭아를 이용한 고부가가치의 일반 가공품 즉, 통조림, 주스 및 잼 등의 개발에 관한 연구는 많으나 복숭아를 이용한 고부가가치의 발효 가공 식품의 개발이 미흡하고 또 체계적인 가공 시스템이 확립되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 복숭아 가공 산업에서는 복숭아 특유의 맛, 향기 및 색깔을 그대로 유지하며, 나아가 기능성을 향상시킬 수 있는 새로운 가공 기법을 이용한 고부가가치의 복숭아 가공품의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 본 제1세부 과제에서는 복숭아의 가공 이용을 높이고 고부가가치의 제품을 개발하기 위하여 복숭아의 과즙 최적 추출 조건, 복숭아에 존재하는 생리 활성 물질의 분리와 동정, 복숭아 과실주 제조, 젖산 발효 식품 및 초산 발효식품의 제조 적합성을 확립하였으며 복숭아 발효 식품에 존재하는 생리활성 물질을 분리 정제하였다. 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 복숭아 품종별 성분 특성

- 1) 복숭아 품종인 황도와 백도 과육의 일반 성분을 분석하였다. 황도와 백도의 일반 성분은 거의 유사하였으나, 가용성 무질소물의 경우는 백도가 황도보다 1.3% 정도 많은 것으로 나타났다.
- 2) 복숭아의 효소적 갈변 현상의 주역을 담당하고 있는 phenol 화합물과 polyphenol oxidase(PPO) 활성은 백도와 황도 품종간에 상당한 차이가

있었으며, 대체로 백도가 황도에 비해 페놀함량(백도, 616-747 mg/kg; 황도, 328 mg/kg, 생체) 및 PPO 활성도(백도, 5.0-8.9 unit; 황도, 3.3 unit)가 높았다.

- 3) 복숭아 과실로부터 3가지의 주된 phenol 성분인 (chlorogenic acid, neochlorogenic acid 및 catechin)과 2가지 미량의 플라보노이드 성분 (rutin & isoquercetin)을 분리하였으며, 그 구성비율은 품종에 따라 상이하였다. 즉, 백도는 3가지 phenol 성분이 골고루 분포하고 있었으나 황도는 주로 chlorogenic acid가 많이 함유되어 있었다. 또한 미량 성분인 플라보노이드 성분의 함량 또한 백도가 황도보다 높았다.
- 4) 복숭아 씨(도인)에는 다량의 amygdalin을 함유하고 있었으며, 그 함량은 백도씨(0.14-0.18%, 생체)가 황도씨(0.12%, 생체) 보다 높았다. 한편, 복숭아 과육에는 미량의 benzaldehyde 및 benzoic acid를 확인할 수 있었다.
- 5) 복숭아 과실로부터 부분 정제한 PPO는 황도 및 백도 품종 모두 3개의 PPO 활성밴드를 분리하였으며, 그 중 Rm 치 0.19에서 주 band를, 그리고 Rm 0.38 및 0.50에서 minor 밴드를 각각 관찰할 수 있었다.

2. 복숭아 주스의 최적 추출 조건 확립

- 1) Pectinase 처리에 의한 복숭아 과즙의 추출 수율은 pectinase의 농도를 400 ppm처리시 추출 수율이 가장 우수하였으며, 황도의 추출 수율이 백도보다 높게 나타났다. 환원당의 함량은 황도는 약 7.5%, 백도는 7.1% 정도의 환원당 함량을 나타내었다.
- 2) Pectinase 처리가 복숭아 과즙의 탁도에 미치는 영향은 Pectinase 처리를 하지 않은 황도는 0.204, 백도는 0.250의 흡광도를 나타내었으며

pectinase 200 ppm 이상을 처리하여 제조한 과즙의 경우에는 황도, 백도 모두 0.05 정도의 낮은 흡광도를 나타내었다.

- 3) Pectinase 처리 온도가 추출 수율에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났으나, 50℃에서 처리한 경우에 가장 높게 나타났으며 황도의 추출 수율은 약 85%로서 약 80%인 백도보다 다소 높게 나타났다.
- 4) 갈변 저해제에 의한 복숭아 주스의 효소적 갈변 현상 저해효과는 황처리 ($K_2S_2O_5$)구 및 L-ascorbic acid(AsA)와 benzoic acid의 혼합 처리구에서 백도 및 황도 주스의 효소적 갈변 억제 효과가 비교적 우수하였으며, 황처리 대체제로써 사용된 L-ascorbic acid는 백도, benzoic acid는 황도에서 갈변 억제 효과가 비교적 우수하였다.

3. 복숭아 발효주의 제조

- 1) 본 연구실에 보관중인 효모 균주 중에서 복숭아 발효에 가장 적합한 균주를 선별하기 위하여 복숭아 주스에 효모를 접종하여 알콜 발효를 수행한 결과, *S. cerevisiae* WMY102 균주가 알콜을 발효력과 향이 가장 우수하였다.
- 2) *S. cerevisiae* WMY102를 사용하여 발효시간에 따른 복숭아 품종별 과실주의 발효 특성을 조사한 결과 가용성 고형물의 함량은 발효 4일 후 황도와 백도 모두 18 °Brix에서 3 °Brix로 감소하였으며, 알코올의 함량은 황도는 발효 2일 일째에 급격히 증가하였으며 백도는 발효 시간이 경과함에 따라 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다. 산도의 경우 6일간의 발효기간 동안 변화는 그렇게 크지 않았으나 황도 주스에서 백도주스보다 더욱 높은 수준을 유지하였다.
- 3) 복숭아 주스의 알콜 발효 중 가용성 페놀 함량을 측정된 결과는 황도인 경우 발효 4일째 128.0 mg/L로 가장 높게 나타났으며, 백도인 경우에는

발효 3일째 151.9 mg/L로 가장 높게 나타났다.

- 4) 복숭아 주스의 알코올 발효과정 중 주된 페놀 성분의 변화는 황도 주스를 이용하여 6일간 알콜 발효를 수행한 경우 발효 6일 후에 retention time 이 10분 미만일 때 황도 주스에는 존재하지 않은 여러 종류의 phenol 화합물의 peak가 나타났으며, 백도 주스를 이용하여 6일간 알콜 발효를 수행한 후의 phenol 화합물은 백도 주스에 존재하는 retention time 25분 전 후에 존재하는 phenol 화합물이 사라지는 경향을 나타내었다
- 5) 복숭아 주스와 복숭아 발효주의 색도를 측정한 결과 L 값은 복숭아 주스가 복숭아 발효주 보다 높게 나타났으며, a 값은 복숭아 발효주가 복숭아 주스 보다 낮게 나타났다. b 값은 a 값과 반대로 복숭아 발효주가 복숭아 주스 보다 높게 나타났으며, ΔE 값은 복숭아 발효주 보다 복숭아 주스가 높게 나타나 표준 백판에 더 근접한 값을 나타내었다.
- 6) 황도를 이용한 발효주의 총 유기산의 함량이 1079.35 mg%였으며, 백도는 1418.27 mg%로 나타났다. 유기산 조성은 황도는 citric acid와 malic acid가 대부분을 차지하였으며, citric acid가 504.70 mg%로 가장 높게 나타났다. 백도는 citric acid, malic acid 및 succinic acid가 유기산의 대부분을 차지하였으며, malic acid가 410.40 mg%로 가장 높게 나타났다. 그리고 황도와 백도의 유기산 조성을 비교시 황도에 존재하지 않는 galacturonic acid가 백도에는 174.40 mg%가 존재하였다.
- 7) 복숭아 주스를 발효시켜 만든 완성주의 색상, 향기, 맛 및 종합적인 기호도를 평가하기 위해 관능 검사를 실시한 결과 완성된 복숭아 발효주의 향기, 맛 및 종합적인 기호성에 있어서 황도를 이용하여 발효주를 제조하였을 때 백도보다 우수한 것으로 평가되었다.

4. 복숭아 젖산 발효 음료의 제조

- 1) 복숭아 주스의 살균 처리가 젖산 발효에 미치는 영향을 조사한 결과 pH의 변화는 살균처리하지 않은 조건에서는 발효 5일째에서는 pH 4.1, 살균 처리한 조건에서는 발효 5일째 3.1로 낮아졌다. 총산은 살균 처리한 조건이 살균처리하지 않은 조건보다 높게 나타났다. 환원당 함량은 발효가 진행됨에 따라 감소하였으며, 생균수는 발효가 진행됨에 따라 감소하였다.
- 2) 복숭아 주스의 젖산 발효에 미치는 온도의 영향을 조사한 결과 pH와 산도의 변화는 발효 온도에 따라 큰 차이를 나타내지는 않았으나 37℃에서 최대의 산 생성을 보였다. 환원당과 생균수는 37℃에서 생균수가 가장 높게 나타났으며, 환원당 함량은 가장 낮게 나타났다.
- 3) 생육 촉진제가 복숭아 젖산 발효에 미치는 영향을 조사한 결과 pH는 대조구에서 가장 낮게 나타났으며, 산도는 yeast extract 1% 첨가시 가장 높게 나타났다. 환원당 함량은 skim milk를 1% 첨가시 11.51%로 가장 많이 함유되어 있었다. 생균수는 yeast extract 1%를 첨가시 가장 높게 나타났다.
- 4) 젖산 발효에 관여하는 균주 중에서 호모형인 *L. plantarum* KLAB21과 헤테로형인 *Leu. mesenteroides*을 복숭아 주스에 배양할 때 두 균주의 혼합 배양과 *L. plantarum* KLAB21 단독배양의 젖산 발효 양상을 비교한 결과 단독배양과 혼합 배양에 따른 pH, 산도, 환원당 및 생균수의 변화는 많은 차이를 나타내지 않았다.

5. 복숭아 젖산 발효 음료의 특성분석

- 1) 복숭아 젖산 발효 음료의 총 유기산 함량은 2203.8 mg%이었으며, lactic acid와 galacturonic acid가 대부분을 차지하였으며 그 중에서도 lactic acid가 1236.1 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었다.
- 2) 복숭아 젖산 발효 음료의 vitamin C의 함량은 복숭아 주스에서는 3.2 mg%

의 vitamin C가 검출되었으나, 살균 처리후와 발효 기간 중에서는 vitamin C가 검출되지 않았다.

- 3) 복숭아 주스 젖산 발효 음료의 총 페놀의 함량은 복숭아 주스의 살균 처리후와 젖산 발효 기간 중에는 페놀의 함량 변화가 큰 차이를 나타내지는 않았으며 약 30 mg%의 총 페놀이 검출되었다.
- 4) 복숭아 젖산 발효 음료의 관능 검사를 실시한 결과 발효 3일째가 가장 우수했으며 시간이 경과함에 따라 향과 맛이 낮은 점수를 받았다.
- 5) 복숭아 젖산 발효 음료의 항돌연변이 활성은 돌연변이원으로 사용한 MNNG와 NPD인 경우 모두 발효 3일째에 항돌연변이 활성이 가장 강하게 나타났으며, MNNG 경우 98.9%, NPD의 경우 78.3%돌연변이 억제율을 나타내었다.

6. 복숭아 초산 발효 음료의 제조

- 1) 복숭아 식초 및 초산 발효 음료 생산에 적합한 균주를 선별하기 위하여 연구실에서 분리 보관중인 초산균인 *Acetobacter aceti* KMB15와 한국생명공학 연구원에서 분양 받은 균주인 *Acetobacter aceti* 40229, *Acetobacter aceti* 12654를 균주를 사용하여 5일간 초산 발효를 수행한 결과 *Acetobacter aceti* KMB15 균주가 다른 균주보다 초산 생성능이 우수하여 초산 발효 균주로 최종 선별하였다.
- 2) 발효 온도가 초산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위해 *Acetobacter aceti* KMB15 를 접종하여 각 온도별로 7일간 초산 발효를 행한 결과 초산 생성량은 온도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 온도가 30℃ 이상에서는 감소하는 경향을 나타내었다.
- 3) 진탕 속도가 초산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 *Acetobacter aceti* KMB15 균주를 접종하여 진탕 속도를 변화시키면서 7일간 초산 발효를 행한 결과, 진탕 속도가 증가할수록 초산 생성량은 증가하였으며, 150

rpm 일때 가장 높은 총산 함량을 나타내었다.

7. 복숭아 발효주로부터 생리 활성 물질의 분리 · 정제 및 생리활성 평가

- 1) 복숭아(백도 및 황도)주스의 발효 중 phenol 함량은 대체로 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 발효가 진행되면서 플라보노이드 배당체 성분(rutin 및 isoquercetin)이 감소하는 반면, 그들의 aglycone 성분인 quercetin 함량이 증가하였다.
- 2) 복숭아 술 및 식초를 용매분획 및 Sephadex LH-20 column chromatography 한 후 분리된 성분을 GC-MS에 의해 catechin, chlorogenic acid 및 neochlorogenic acid, rutin, isoquercetin, benzaldehyde 및 benzoic acid 같은 페놀성분 뿐만 아니라 복숭아 과실에서 발견된 바가 없던 eugenol, limonene 및 cymene 등의 정유성분을 확인하였다. 그러나 미숙한 복숭아 과실에 많이 함유되어 있는 amygdalin 성분은 복숭아 식초 및 술에서는 거의 발견되지 않았다.
- 3) 복숭아 술 및 식초로부터 분리된 페놀화합물 (catechin, chlorogenic acid, neochlorogenic acid 및 eugenol)은 DPPH radical scavenging activity가 높았으며, 아울러 쥐 간 microsome의 지질과산화반응을 크게 억제하는 높은 항산화 작용을 나타내었다.
- 4) 복숭아 술 및 식초에 함유되어 있는 페놀성분 뿐만 아니라 eugenol 및 limonene 등의 정유성분은 염증반응과 관련있는 soybean lipoxygenase 저해활성이 컸을 뿐 아니라 동맥경화증, 고혈압 및 심장병의 발병과 연관이 있는 LDL 산화를 크게 억제하는 높은 항산화작용을 나타내었다.

제 3 장 복숭아를 이용한 고부가가치의 가공 식품 개발

제 1 절 서 설

복숭아 과실은(*Prunus persica* Batsch) 당, 유기산, 및 비타민 A을 함유하고 있을 뿐 만 아니라 독특한 향기를 지니고 있기 때문에 주스, 넥타와 같은 음료 뿐만 아니라 여러 가지 디저트 식품의 주된 원료로 널리 이용되고 있다. 복숭아의 국내 생산량을 보면 1990년 114,500 M/T에서 1997년 147,000 M/T로 크게 증가하고 있으며, 특히 1999년 그 생산량이 157,000 M/T으로서 여러 과실 중 사과, 감귤, 포도, 배 및 감에 이어 6번째를 차지하고 있다.

국내 복숭아의 주된 생산지는 경북의 청도, 경산, 영천, 영덕 지방과 충북의 옥천, 음성 등 주로 중남부 지역에 걸쳐 많이 재배되고 있다. 그 중 영덕에서의 생산량은 2000년 7,830 M/T으로서 조생종인 창방 조생(13%), 중생종인 대구보(21%), 황도(20%) 및 만생종인 기도 백도(18%), 유명(15%), 기타(13%) 여러 복숭아 품종이 재배되고 있으며, 특히 다른 지역에 비해 황도가 많이 생산되고 있다.

복숭아는 식물 분류상 백도와 황도로 크게 두 가지 품종으로 나눌 수 있으며, 백도가 거의 80% 이상 차지하고 있다. 백도 품종은 당, 향기 및 과즙을 많이 함유하고 있어 대부분 생과로서 이용되고 있는 반면, 황도는 당분이 낮으나 산이 풍부하고 특유한 carotenoid 색소를 함유하고 있어 주스, 넥타, 및 소스 등의 가공용으로 널리 이용되고 있다.

한편, 복숭아 과실은 수분을 다량 함유하고 있어 수확 후 급격한 호흡작용과 증산작용으로 품질의 연화 현상이 급격히 일어나는 장기저장이 어려운 과실이

다. 아울러 복숭아 과실은 수확 후 저장이나 가공 중 그들 자신이 지니고 있는 페놀물질 및 polyphenol oxidase(PPO)에 의한 효소적 갈변현상이 초래되어 품질저하가 발생된다. 따라서 이러한 복숭아의 수확 후 품질 열화 현상을 효과적으로 억제할 수 있는 새로운 복숭아 품종의 개발과 더불어 새로운 가공기술 및 식품의 개발이 필요하다.

최근 외국으로부터 다량의 가공용 복숭아 과실이 수입됨으로서 국내 복숭아 재배 농가는 갈수록 어려운 도전을 받고 있으며, 특히 가공용 황도를 많이 생산하고 있는 영덕지역의 복숭아 생산 농가는 거의 존폐위기에 처해있다. 따라서 현재 외국산 복숭아 과실과 경쟁력이 있는 생과용 복숭아 품종의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 그러나 생과용 복숭아는 장기저장이 어려울 뿐만 아니라 일시의 홍수출하에 의한 가격하락이 초래될 수 있기에 현재 가공용 복숭아(황도)를 이용한 새로운 고품질의 다양한 가공식품의 개발이 필요한 실정이다.

지금까지 복숭아의 당, 유기산 및 아미노산과 같은 일반성분과 향기, 색소 및 페놀성분과 같은 특수성분에 관한 많은 연구가 보고된 바 있다. 그러나 이들 성분들의 함량은 복숭아의 품종, 속도, 재배장소 및 수확시기에 따라 상당히 차이가 있으며, 아울러 품종에 따라 가공적성에 큰 차이가 있다. 아울러, 복숭아의 수확 후 가공 중에 일어나는 갈변현상을 효과적으로 억제할 수 있는 최소가공 기술 개발과 더불어 복숭아를 이용한 고부가가치의 술 및 식초의 제조에 관한 연구가 많이 수행되어져 왔다. 그러나 아직까지 백도 및 황도를 이용한 고품질의 가공식품 즉, 복숭아 건과류, 퓨레 및 샤베트 등의 개발에 관한 연구는 미흡하다.

따라서 본 연구는 영덕에서 생산되는 여러 복숭아(백도, 황도) 과실의 품종별 이화학적 특성과 가공적성을 조사한 후 그를 바탕으로 고품질의 복숭아의 잼, 건과류, 퓨레 및 샤베트의 제조방법에 대해 연구를 실시하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 공 시 재 료

본 실험에 사용한 복숭아(황도 및 백도)는 경북 영덕에서 노지 재배한 것으로서 황도는 8월 초순경에 그리고 백도는 8월 중순경에 직접 농가에서 수확한 것을 각각 공시재료로 사용하였다. 한편, 복숭아 잼, 건과류, 퓨레 및 샤베트 제조에 이용된 부재료는 시중에서 구입하여 사용하였으며, 유리당과 유기산 조성을 분석하기 위한 용매는 HPLC용을 사용하였으며, 그 외 시약은 일급으로 사용하였다.

2. 복숭아 과실의 pH, 당도, 산도, 색도 및 경도 측정

복숭아 과실즙의 pH 및 당도는 pH meter(Hanna Inst. HI 8519N, Portugal) 및 Abbe 굴절당도계 (Atago N1, Atago Co., Japan)를 각각 사용하여 측정하였다. 경도는 Magness-Taylor fruit pressure tester (Model 30A, Ballauf, USA)로 측정한 후 newton(N)으로 나타내었다. 그리고 복숭아 과육 및 주스의 색도는 색차계(Minolta Co., Japan, Model CR-200)를 사용하여 L value(lightness)로 나타내었다. 한편, 산도는 과피를 제거한 복숭아 (100 g)로 주스를 만든 후 그 액 5 ml를 취하고 여기에 증류수를 20 ml를 가한 후 phenolphthaline 용액 2~3 방울을 가하고 0.1N NaOH로 적정하여 malic acid로 환산하여 %로 나타내었다.

$$\text{총산도(\%)} = a \times 0.99 \times 0.0067/5 \text{ ml} \times 100.$$

a, 0.1N NaOH 소비수 (ml)

0.99, 0.1N NaOH factor;

0.0067, malic acid의 당량.

3. 수용성 페놀 정량

복숭아 과실의 수용성 페놀물질의 정량은 Singleton & Rossi 방법에 따라 실시하였다. 생체시료 5 g에 증류수 80 ml를 가하여 1분 동안 homogenizer (cell master CM-100, iuchi, Japan)로 분쇄한 후 Whatman No. 2 여과지로 여과하고 증류수를 가해 100 ml로 정용하였다. 다음 시료 5 ml에 0.2 N Folin-Ciocalteu's 페놀용액과 포화 무수 Na_2CO_3 용액 (75 g/L)을 각각 5 ml씩 넣어 격렬히 혼합하고 10분간 방치 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 별도로 gallic acid를 사용하여 작성된 표준곡선으로부터 총 수용성 페놀물질 함량을 환산하였다.

4. L-ascorbic acid의 정량

복숭아의 L-ascorbic acid의 정량은 Wimalasiri & Wills 방법에 따라 실시하였다. 생체시료 5 g에 3% metaphosphoric acid 80 ml를 가하여 균질화한 후 여과하여 같은 용매로 100 ml로 정용하였다. 다음 시료 4 ml를 Sep-Pak C_{18} cartridge (Waters Co., Miliford, MA, USA)로 통과한 처음 3 ml는 버리고 1 ml를 취하여 HPLC (Waters, USA)로 분석하였으며, 이 때 HPLC 조건은 Table 3-2-1과 같다.

Table 3-2-1. Operating conditions of HPLC for the analysis of L-ascorbic acid.

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	μ Bondapak NH ₂ (3.6 × 30 cm)
Solvent	CH ₃ CN/H ₂ O (7:3, v/v) with 0.01 M NH ₄ H ₂ PO ₄ (pH 4.3)
Detector	UV 280 nm
Flow rate	1 ml/min

5. Anthocyanin 함량 측정

복숭아 과실의 anthocyanin 정량은 HPLC를 이용하여 측정하였다. 즉, 생체시료 10 g에 80% MeOH 100 ml를 가하여 homogenizer로 2회 반복 추출한 후 여과하여 감압·농축하였다. 여기에 80% 수용성 MeOH 10 ml를 가하여 용해한 후 45 mm polytetrafluoroethylene(PTFE) filter (Gelman Sci., USA)에 통과한 다음 HPLC (Waters, USA)를 실시하였으며 이 때 HPLC 조건은 Table 3-2-2와 같다.

Table 3-2-2. Operating conditions of HPLC for the analysis of anthocyanin.

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	μ Bondapak C18 (3.9 × 30 cm)
Solvent A	0.1% TFA in 20% Methanol
Solvent B	80% Methanol
Detector	UV 280, 320, 360 & 520 nm
Flow rate	1 ml/min

6. Amygdalin의 정량

복숭아 과실 및 씨의 amygdalin의 정량은 HPLC를 이용하여 측정하였다. 즉, 생체시료 10 g(복숭아씨 2 g)에 100% MeOH 100 ml를 가하여 환류냉각장치가 부착된 추출관에서 2시간 추출한 후 여과하여 감압·농축하였다. 여기에 80% 수용성 MeOH 10 ml를 가하여 용해한 후 45 mm polytetrafluoroethylene(PTFE) filter (Gelman Sci., USA)에 통과한 다음 HPLC (Waters, USA)를 실시하였다. 이 때 HPLC 조건은 Table 3-2-3과 같다.

Table 3-2-3. Operating conditions of HPLC for the analysis of amygdalin.

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	μ Bondapak C18 (3.9 × 30 cm)
Solvent A	0.1% TFA in 20% Methanol
Solvent B	80% Methanol
Detector	UV 280, 320, 360 & 520 nm
Flow rate	1 ml/min

7. 복숭아의 유리당 조성 분석

복숭아의 유리당 분석은 HPLC를 이용하여 실시하였다. 즉, 과피를 제거한 복숭아 20 g을 homogenizer에 넣은 후 여기에 물 10 ml를 가하여 3분간 마쇄한 후 여과하여 넣은 여과액을 100 ml로 정용하였다. 이 액 10 ml을 Sep-Pak C18(Waters, Co., USA)에 통과시킨 후 다시 0.45 μ m membrane filter(Gelman, USA)에 통과시켜 얻은 용출액을 HPLC로 분석하였다. 이때 사용한 HPLC (Waters Model 510, USA)의 분석 조건은 Table 3-2-4와 같다:

Table 3-2-4. Operating conditions of HPLC for the analysis of free sugar.

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	Carbohydrate (4.6 × 250 mm)
Solvent	80% CH ₃ CN
Detector	RI 401
Flow rate	0.5 ml/min

8. 복숭아의 유기산 조성 분석

복숭아의 유기산 분석은 HPLC를 이용하여 실시하였다. 즉, 과피를 제거한 복숭아 20 g을 homogenizer에 넣고 여기에 물 10 ml를 가하여 3분간 마쇄한 후 여과하여 넣은 여과액을 증류수로 100 ml로 정용하였다. 이액 50 ml을 Amberlite IRA-900 column에 흡착, 6 N-formic acid로 용출한 후 감압농축하여 0.01%-H₃PO₄로 2 ml로 정용한 다음 0.45 μm membrane filter (Gelman, USA)에 통과시켜 HPLC로 분석하였다. 이때 사용한 HPLC (Waters Model 510, USA)의 조건은 Table 3-2-5와 같다:

Table 3-2-5. Operating conditions of HPLC for the analysis of organic acid.

Item	Condition
Instrument	Waters 600E
Column	Supelcogel C-610H (7.8 × 300 mm)
Solvent	0.1% H ₃ PO ₄
Detector	UV 215 nm
Flow rate	0.5 ml/min

9. 복숭아 과실의 최소가공을 위한 복숭아 과육 및 주스의 갈변 억제

복숭아 잼, 건과류 및 퓨레를 제조하기 전에 복숭아 가공 중 과육의 갈변을 최소화하기 위해 현재 이용되고 있는 여러 갈변저해제에 의한 복숭아 과육 및 주스의 효소적 갈변 억제효과를 측정하였다. 즉, 과피를 제거한 복숭아 과육을 0.05% 및 0.5% 갈변 저해제에 3분간 담근 후 꺼내어 외관상으로 나타나는 갈변저해효과를 눈으로 판정하였다. 한편, 복숭아주스는 복숭아 과실을 믹서할 때 갈변 저해제를 위와 같은 농도로 가하여 갈변저해효과를 측정하였다.

10. 복숭아 가공품의 물성 측정

복숭아 가공품의 물리적 특성을 관찰하기 위해 Texture analyzer (Stable Micro Systems, TA-XT2, England)를 이용하여 측정하였다.

11. 복숭아 잼의 제조

복숭아 잼은 다음과 같이 조제하였다. 즉, 외관이 건전한 복숭아(황도 및 백도, 4 kg) 중과(180 g)를 선별하여 물로 씻은 후 절단하여 핵과 과피를 제거한 다음 잘게 세절한다. 다음, 냄비에 세절한 복숭아를 넣고 60℃로 가열하면서 복숭아 과육을 연화시킨 후 여기에 설탕(1 kg)을 넣고 온도를 서서히 높이면서 계속하여 가열한다. 다음 나머지 설탕(2 kg)을 가하여 90℃에서 강하게 가열하면서 농축한다. 이때 농축하는 과정에서 굴절당도계를 이용하여 당농도를 조정하면서 계속 농축하여 최종 당농도가 60 °Brix 되면 가열을 중지한 후 냉각하여 복숭아 잼을 제조한다. 완성된 잼은 뜨거운 상태에서 소독된 유리병에 넣고 덮개와 조이개를 꼭 막아 병을 거꾸로 세워 자연상태에서 식힌다.

12. 복숭아 건과류의 제조

복숭아 건과류의 제조는 Fig. 3-2-1과 같이 제조하였다. 즉, 외관이 건전한 복숭아(황도 및 백도) 증과(180 g)를 선별하여 물로 씻은 후 절단하여 씨와 과피를 제거한 다음 두께 1 cm 정도로 세절한다. 다음, 미리 제조된 조미액 [0.02% $K_2S_2O_5$, 0.3% 구연산, 0.05% 소금, 액상과당:물엿(5:1, v/v)을 첨가하여 당도를 60 °Brix로 조정함]에 2시간 감압침지한 후 탈수하고 다음 1차 예비건조(상온에서 2시간 선풍기로) 후 2차 건조(열풍건조, 50°C, 12시간)하여 복숭아 건과류(수분 15-20% 정도)를 제조한 후 폴리에틸렌 필름에 넣고 질소로 충전하였다.

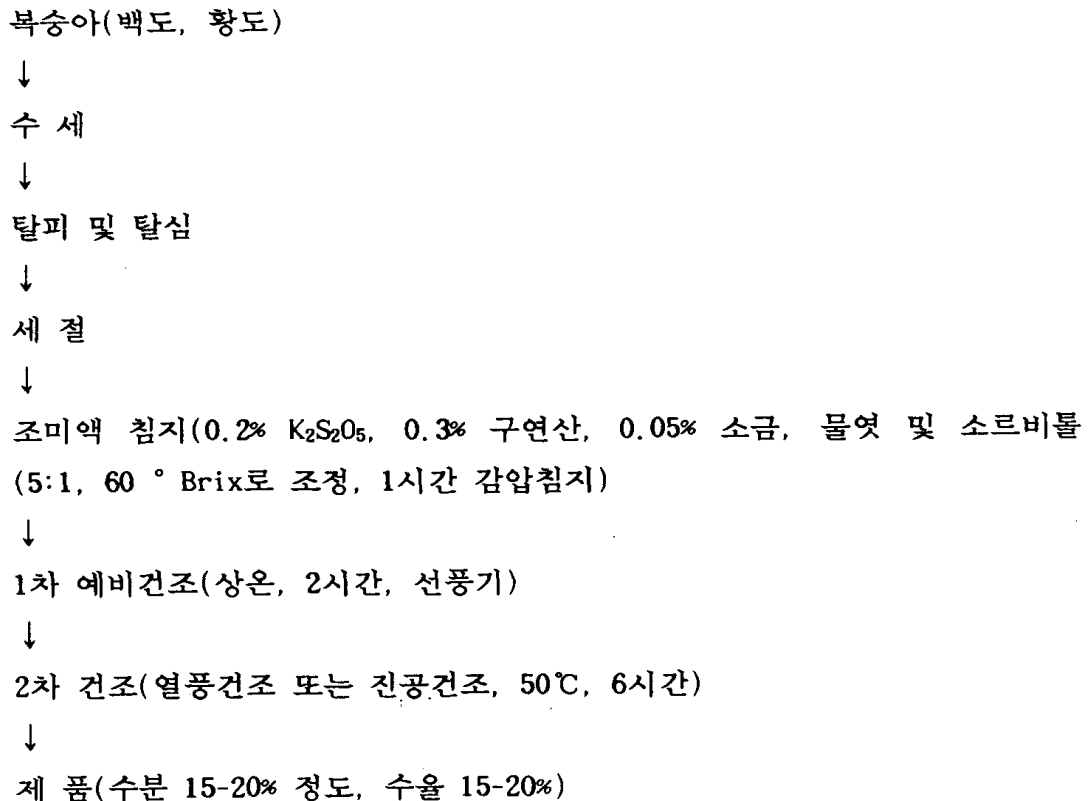


Fig. 3-2-1. Preparation procedure of dried peach fruits.

13. 복숭아의 퓨레의 제조

복숭아의 퓨레 제조는 Fig. 3-2-2와 같이 제조하였다. 즉, 외관이 건전한 황도 복숭아 중과(180 g)를 선별하여 물로 씻은 후 절단하여 씨를 제거한 후 믹서기로 미세하게 파쇄한다. 이때 갈변저해제로 0.02% $K_2S_2O_5$ 용액을 함께 가하여 믹서한다. 다음, 마쇄액을 체로(45-50 mesh)로 걸은 후 얻어진 액을 80℃에서 가열하면서 당도가 12° Brix 될 때까지 농축한다. 다음, 미리 살균처리가 된 병에 적당한 양으로 담은 후 밀봉, 살균 및 냉각하여 복숭아 퓨레를 제조하였다.

14. 복숭아의 샤베트의 제조

복숭아의 샤베트 제조는 Fig. 3-2-3과 같이 제조하였다. 즉, 위에서 제조된 퓨레(200g)에 미리 여러 가지 부재료(0.1 g 비타민 C, 0.3 g 복숭아 향료, 40 g 액상과당, 10 g 물엿, 0.1 g 유청 분말, 0.1 g 야자 경화유 → 총 당도를 17° Brix로 조정)를 넣어서 만든 사이다 용액(400 ml)을 가하여 고르게 혼합한 후 샤베트틀에 넣어 성형한 다음 냉동하여(이때 1시간마다 한번 씩 포크로 긁어서 저어준다) 샤베트를 제조하였다

15. 관능검사

영덕농업기술센터 직원 8명을 관능요원으로 선발하여 복숭아 가공제품의 기호도에 대하여 최고 5점, 최저 1점으로 하는 5점 채점법으로 평점하고 관능검사로 얻어진 data는 SAS package를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의하여 유의성 검정을 행하였다.

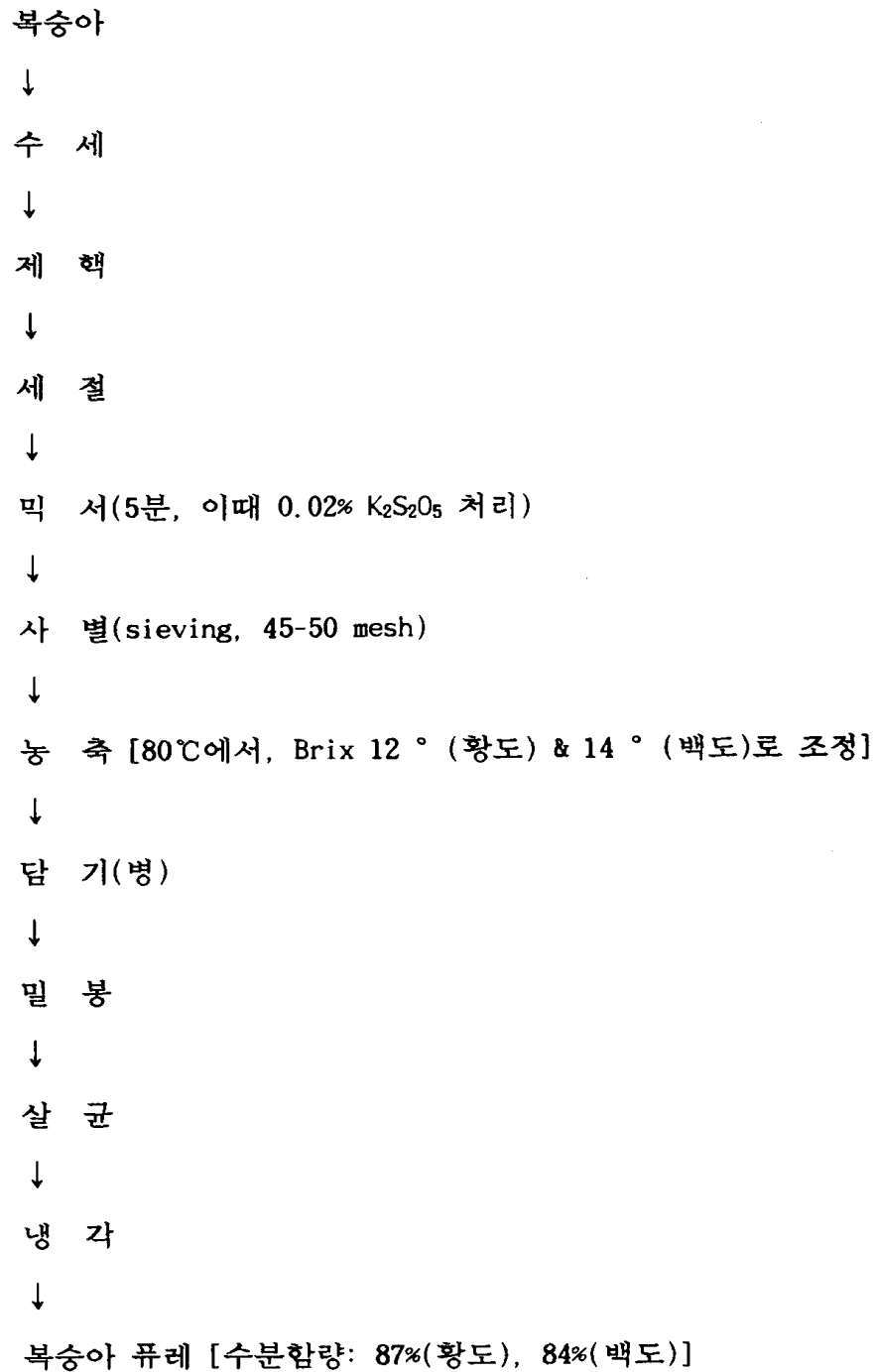


Fig. 3-2-2. Preparation procedure of peach puree.

복숭아(황도 & 백도) 퓨레 (200 g)

↓

부재료 첨가(0.1 g 비타민 C, 0.3 g 복숭아 향료, 40 g 액상과당, 10 g 물
엿, 0.1 g 유청 분말, 0.1 g 야자 경화유, 400 ml 사이다 → 총 당도를 17
° Brix 조정)

↓

혼 합

↓

성 형

↓

냉 동 (이때 1시간마다 한번씩 포크로 긁어서 저어준다)

↓

복숭아 샤베트

Fig. 3-2-3. Preparation procedure of peach sherbet.

제 3 절 복숭아 품종별 가공적성

1. 복숭아 과실의 품종별 pH, 당도, 산도, 페놀함량, 비타민 C 함량 및 polyphenol oxidase(PPO) 활성도 분석

여러 가지 복숭아 품종 중 백도는 당, 및 비타민 C 함량이 대체로 황도 보다 높았으나 황도는 여러 성분 중 산도만이 백도 보다 높았다. 한편, 복숭아 과실의 효소적 갈변 현상과 깊은 연관이 있는 페놀함량과 polyphenol oxidase (PPO) 활성도는 백도가 대체로 황도 보다 높았다(Table 3-3-1). 따라서 황도 품종은 백도 품종에 비해 갈변이 잘 일어나지 않기에 가공용으로 적합하다.

Table 3-3-1. Levels of pH, soluble sugars, titrable acidity, phenols and L-ascorbic acid, and PPO activity of different white-fleshed and yellow-fleshed peach cultivars

Peach Cultivar	Sugars (°Brix)	Acidity	pH	Phenols (mg/Kg, FW)	L-Ascorbic acid (mg/Kg, FW)	PPO activity
Changban	10.9	0.40	4.3	585	102	6.1
g						
Daegubo	11.2	0.42	4.3	602	120	8.9
WP*						
Keedo	12.5	0.38	4.4	647	119	5.0
Yumyung	10.8	0.51	4.2	516	110	6.8
YP*						
Hwangdo	8.9	0.69	4.2	428	79	3.3

*WP: White-fleshed peach; *YP: yellow-fleshed peach.

*1 unit of polyphenol oxidase(PPO) represents change of 0.01 O.D. at 420 nm for 1 min.

2. 복숭아 품종별 가공적성

복숭아 과실을 이용한 여러 가공식품을 만들기 전에 여러 품종에 따른 가공적성을 살펴본 결과는 Table 3-3-2와 같다. 복숭아 품종 중 백도는 황도 보다 대체로 과즙이 많이 추출되며, 아울러 과실의 경도가 단단하다. 특히 백도 중 유명 품종은 경도가 최고로 강하여 복숭아 건과류 원료로 적합하다.

이상의 Table 3-3-1 및 3-3-2의 연구 결과로부터 복숭아 중 황도는 자체의 카로티노이드 색소뿐만 아니라 페놀물질의 함량 및 PPO 활성도가 낮아 갈변이 적게 일어나기에 복숭아 잼, 건과류, 퓨레 및 샤베트 제조용 원료로 적합하다. 다만 황도는 과즙의 수율이 낮기 때문에 주스용으로 이용할 때는 효소처리가 필요하다.

Table 3-3-2. Quality test of different white-fleshed and yellow-fleshed peach cultivars for preparation of jam, dried fruits, and puree of peaches

Peach Cultivar	Moisture (%)	Harvest period	Firmness (N)	Juice(ml) /100g	Flesh color	Core	
WP*	Changbang	89.5	July, late	45.8	60	white	clingstone
	Daegubo	90.5	August, middle	46.2	61	white	Non-clingstone
	Keedo	89.6	August, middle	40.7	65	white	clingstone
	Yumyung	89.7	August, late	58.2	64	white	clingstone
YP*	Hwangdo	89.5	August, middle	46.8	48	yellow	Non-clingstone

*WP; White-fleshed peach.

*YP; yellow-fleshed peach.

3. 복숭아(백도 및 황도)의 유리당 및 유기산 분석

복숭아 과실의 유리당 함량을 HPLC로 분석한 결과는 Table 3-3-3과 같다. 백도 및 황도의 유리당 함량은 각각 6.65-7.88%, 5.41%로서 백도가 황도 보다 훨씬 높았다. 그리고 백도 품종 중 기도백도(7.88%)가 가장 높은 유리당 함량을 나타내었으며, 그 다음으로 대구보(7.30%) > 유명(6.88%) > 창방(6.65%) 순으로 그 함량이 낮았다. 한편, 유리당 조성은 백도 및 황도 모두 sucrose가 가장 많았으며, 그 다음으로 fructose, glucose 및 미량의 sorbitol이 차지하고 있었다.

Table 3-3-3. Levels of free sugars in the white- and yellow-fleshed peachs

Peach	Cultivar	Sugar (% , fresh weight)				Total
		Glucose	Fructose	Sucrose	Sorbitol	
	Changbang	0.78	0.98	4.61	0.28	6.65
WP*	Daegubo	0.89	1.23	4.86	0.32	7.30
	Keedo	0.99	1.44	5.12	0.33	7.88
	Yumyung	0.87	1.05	4.65	0.31	6.88
YP*	Hwangdo	0.65	0.82	3.82	0.12	5.41

*WP: white-fleshed peach

*YP: yellow-fleshed peach

한편, 복숭아의 유기산 함량을 HPLC로 분석한 결과는 Table 3-3-4와 같다. 백도 및 황도의 유기산 함량은 각각 149-196 mg%, 479 mg%로서 황도가 백도 보다 훨씬 높았다. 그리고 백도 품종 중 유명(195.94 mg%)이 가장 높은 유기산 함량을 나타내었으며, 그 다음으로 창방(176.97 mg%) > 대구보(175.20 mg%) > 기도백도(148.76 mg%) 순으로 그 함량이 낮았다. 한편, 유기산 조성은 백도 및 황도 모두 malic acid가 가장 많았으며, 그 다음으로 citric acid와 미량의 fumaric acid 및 succinic acid가 차지하고 있었다.

Table 3-3-4. Levels of free organic acids in the white- and yellow-fleshed peachs

Peach Cultivar	Organic acid (mg/100g, fresh weight)*								
	Oxalic acid	Fumaric acid	Succinic acid	Maleic acid	Malic acid	Tartaric acid	Citric acid	Total	
Changbang	trace	0.71	0.43	-	146.51	-	29.32	176.97	
WP*	Daegubo	trace	0.61	0.44	-	145.42	-	28.73	175.20
	Keedo	trace	0.24	0.28	-	123.73	-	24.51	148.76
	Yumyung	trace	1.25	0.51	-	159.43	-	34.75	195.94
YP*	trace	0.34	1.62	-	381.66	-	94.95	478.57	

*WP: white-fleshed peach

*YP: yellow-fleshed peach

4. 여러 갈변 저해제에 의한 복숭아(백도 및 황도) 과육의 갈변억제 효과

여러 갈변 저해제에 의한 백도(유명) 및 황도 과육의 갈변억제 효과를 측정 한 결과는 Table 3-3-5 및 Table 3-3-6과 같다. 두 가지 농도(0.05%, 0.5%)에서 모든 갈변저해제 중 $K_2S_2O_5$ 처리구만이 갈변저해 효과가 가장 우수하였으며, 그 외 물질은 갈변억제 효과가 낮았다. 특히 ascorbic acid는 예상과는 달리 갈변 억제 효과가 다른 저해제에 비해 낮았다.

Table 3-3-5. Inhibitory effects of several commercial browning inhibitors on enzymatic browning of flesh of the white-fleshed peach.

Browning inhibitor	L value			
	Concentration(0.05%)		Concentration(0.5%)	
Ascorbic acid	80	32	80	49
Citric acid	80	36	80	65
Malic acid	80	62	80	64
Oxalic acid	80	66	80	68
Benzoic acid	80	68	80	68
$K_2S_2O_5^a$	80	71	80	78

L value of white-fleshed peach flesh was determined by Chromameter after 0 hr and 3 hr of treatment of browning inhibitors at room temperature.

^aThe concentration of $K_2S_2O_5$ used was 0.2% and 0.02%.

Table 3-3-6. Inhibitory effects of by several commercial browning inhibitors on enzymatic browning of flesh of the yellow-fleshed peach.

Browning inhibitor	L value			
	Concentration (0.05%)		Concentration (0.5%)	
Ascorbic acid	72	21	72	57
Citric acid	72	37	72	58
Malic acid	72	34	72	58
Oxalic acid	72	51	72	64
Benzoic acid	72	55	72	57
K ₂ S ₂ O ₅ ^a	72	69	72	71

^aExperimental conditions are the same as Table 3-3-5.

5. 여러 갈변저해제에 의한 복숭아(백도 및 황도) 주스의 갈변억제 효과

여러 갈변저해제에 의한 백도 및 황도주스의 갈변억제효과를 측정한 결과는 Table 3-3-7 및 Table 3-3-8과 같다. 0.5% 처리시 백도주스는 ascorbic acid, oxalic acid, benzoic acid 및 K₂S₂O₅ 처리구가 갈변저해효과가 우수한 반면, malic acid는 저해효과가 낮았다. 반면, 황도주스의 경우는 거의 모든 구에서 저해효과가 높았다. 한편, 0.05% 처리시는 백도주스는 K₂S₂O₅ 처리구만이 효과가 있는 반면, 황도주스는 K₂S₂O₅ 및 benzoic acid 두 처리 모두 갈변억제효과가 우수하였다.

Table 3-3-7. Inhibitory effects of several commercial browning inhibitors on enzymatic browning of the white-fleshed peach juice.

Browning inhibitor	L value			
	Concentration(0.05%)		Concentration(0.5%)	
Ascorbic acid	78	61	78	77
Citric acid	78	23	78	64
Malic acid	78	21	78	32
Oxalic acid	78	70	78	77
Benzoic acid	78	68	78	77
K ₂ S ₂ O ₅ ^a	78	77	78	77

*Experimental conditions are the same as Table 3-3-5.

Table 3-3-8. Inhibitory effects of several commercial browning inhibitors on enzymatic browning of the yellow-fleshed peach juice.

Browning inhibitor	L value			
	Concentration(0.05%)		Concentration(0.5%)	
Ascorbic acid	71	67	71	68
Citric acid	71	65	71	67
Malic acid	71	65	71	65
Oxalic acid	71	64	71	67
Benzoic acid	71	70	71	70
K ₂ S ₂ O ₅ ^a	71	70	71	70

*Experimental conditions are the same as Table 3-3-5.

제 4 절 복숭아 가공품 특성

1. 건조방법에 따른 복숭아 건과류의 색도 변화

건조방법에 따른 복숭아 건과류의 색도 변화를 측정한 결과는 Table 3-4-1과 같다. 자연 및 열풍건조시 과육의 색도(L 치)가 급격히 감소한 반면, 진공건조 시 두 가지 복숭아 건과류의 색도가 모두 완만한 감소를 보였다. 특히 복숭아 과육을 $K_2S_2O_5$ 용액(0.02%)에 1시간 침지시킨 후 진공건조할 경우 복숭아 건과류의 색도 변화가 거의 없었다(data 생략), 한편, 건조방법에 따른 복숭아 과실에 함유되어 있는 L-ascorbic acid 함량 변화를 보면, 진공건조방법이 다른 건조방법 보다 비타민 C의 보존에 효과가 있음을 알 수 있다.

Table 3-4-1. Effects of three different types of drying method on enzymatic browning and L-ascorbic acid level of dried fruits of white- and yellow-fleshed peaches.

Drying method	White-fleshed peach		Yellow-fleshed peach	
	Before drying	After drying	Before drying	After drying
Natural drying ^a	80 (110) ^{*1}	46 (40)	72 (90)	37 (50)
Hot air drying ^d	80 (110)	62 (42)	72 (90)	59 (54)
Vacuum drying ^c	80 (110)	71 (93)	72 (90)	68 (81)

White-fleshed peach used was Yumyung. Peach flesh was treated with 0.02% $K_2S_2O_5$ for 1 hr. ^{*1}L-ascorbic acid content: mg/kg, fresh weight. ^aNatural drying at 25℃에서 for 6hr. ^bHot air Drying (C-DM3, Jeil Tech., Korea) at 50℃ for 6hr. ^cVacuum drying(OVL-570, Gallen Kamp Co., England) at 50℃ and 70 mmHg for 6hr. ⁵L(lightness) value of surface of peaches determined by Chromameter(Minolta Co., Japan, Model CR-200).

2. 복숭아(황도 및 백도) 퓨레의 물성 분석

백도 및 황도 복숭아를 이용하여 제조된 퓨레의 물성을 측정한 결과는 Table 3-4-2과 같다. 백도퓨레는 황도퓨레 보다 점착성, 응집성 및 점성이 매우 높아서 퓨레로서 적당하지 못했다.

Table 3-4-2. Textural properties of the white- and yellow-fleshed peach purees.

	Hard- ness	Fractur- ability	Adhesi- veness	Spring- iness	Cohesiv- eness	Gummi- ness	Chewi- ness	Resili- ence
WPP*	54.731	1.887	51.178	0.928	1.122	61.219	56.971	0.005
YPP*	45.426	-0.491	-122.725	0.645	0.660	30.120	20.087	0.004

*White-fleshed peach puree.

*Yellow-fleshed peach puree

3. 복숭아(황도 및 백도) 퓨레의 저장 중 이화학적 성분 변화

복숭아 퓨레의 저장(5℃) 중 이화학적 성분의 변화를 관찰한 결과는 Table 3-4-3과 같다. 백도 및 황도 모두 저장 중 pH 변화는 거의 없는 반면, 당도와 산도는 약간 증가하는 경향이였다. 그러나 페놀함량은 저장 초기에서 증기까지 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 3-4-3. Changes of chemical compositions of white- and yellow-fleshed peach puree during the storage at 5°C.

Peach	Chemical property	Storage(days)					
		0	3	7	13	21	31
YPP ¹	pH	4.3	4.3	4.3	4.1	4.2	4.2
	Soluble solid	12.0	12.2	12.5	12.8	13.0	13.5
	Acidity	1.34	1.35	1.39	1.42	1.46	1.48
	Phenolics	18.6	19.0	19.8	20.8	19.5	19.9
WPP ²	pH	4.3	4.3	4.5	4.3	4.3	4.2
	Soluble solid	14.0	14.2	14.8	15.3	15.8	16.0
	Acidity	1.04	1.05	1.08	1.21	1.34	1.40
	Phenolics	23.5	23.9	24.7	26.3	24.5	22.6

¹Yellow-fleshed peach puree. ²White-fleshed peach puree.

Soluble solid represents °Brix.

Acidity per 5 ml of puree.

Phenolic contents(mg) per 100 g of puree.

한편, 복숭아 퓨레의 저장(25°C) 중 이화학적 성분의 변화를 관찰한 결과는 Table 3-4-4와 같다. 백도 및 황도 모두 저장 중 pH 변화는 미미한 반면, 당도와 산도는 크게 증가하는 경향이였다. 그러나 페놀 함량은 저장 초기에서 증가까지는 크게 증가한 후 말기에는 크게 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 3-4-4. Changes of chemical compositions of yellow- and white-fleshed peach puree during the storage at 25°C.

Peach	Chemical property	Storage(days)					
		0	3	7	13	21	31
YPP ¹	pH	4.3	4.0	3.8	3.4	3.4	3.2
	Soluble solid	12.0	12.2	13.2	13.8	14.0	15.0
	Acidity	1.34	1.36	1.42	1.48	1.56	1.64
	Phenolics	18.6	19.0	21.8	28.8	23.5	20.9
WPP ²	pH	4.3	4.2	4.0	4.1	4.1	4.2
	Soluble solid	14.0	14.2	15.0	15.9	16.8	16.5
	Acidity	1.04	1.10	1.45	1.72	2.34	2.23
	Phenolics	23.5	24.1	25.7	29.3	32.5	27.6

¹Yellow-fleshed peach puree

²White-fleshed peach puree.

All chemical properties were determined as described in Table 3-4-3.

4. 당 종류에 따른 복숭아(황도) 샤베트의 관능검사

복숭아(황도) 샤베트를 제조할 때 첨가하는 당의 종류별 샤베트 관능에 미치는 효과를 살펴본 결과는 Table 3-4-5와 같다. 여러 당의 첨가에 따라 색상과 외관은 거의 유사하였으나 기호도에서는 액상과당 첨가구가 가장 양호한 샤베트를 얻을 수 있었다.

Table 3-4-5. The effects of several sugars on the organoleptic evaluation of yellow-fleshed peach sherbet.

Sugar*	Color	Appearance	Acceptability
Fructose	4.5	4.6	4.7
Oligosaccharide	4.6	4.6	3.7
Xylitol	4.7	4.5	3.5
Sorbitol	4.6	4.4	3.5
Sucrose	4.2	4.7	4.4
Maltose	4.2	4.6	4.0

*Each value represents the mean of the rating by 10 panels using 5-point scale (1, very poor; 5, very good)

5. 부재료(청량음료 종류별) 첨가에 따른 복숭아 샤베트 관능평가

황도 복숭아 샤베트를 제조할 때 첨가하는 음료수의 종류별 샤베트 관능에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Table 3-4-6과 같다. 여러 가지 음료수 중 과즙 또는 차 음료를 복숭아 샤베트에 넣었을 때 샤베트의 전반적인 관능평가가 좋지 못했다. 반면, 사이다, 2% 음료수 및 포카리스웨트 같은 과즙 무첨가 음료를 사용했을 때는 대체로 샤베트의 관능평가가 우수하게 나타났으며, 특히 방향성을 제외한 색상, 외관 및 전반적인 기호도에서는 사이다 첨가구가 가장 양호한 샤베트를 얻을 수 있었다.

Table 3-4-6. The effects of several commercial beverages on the organoleptic evaluation of yellow-fleshed peach sherbet.

Beverage	Color	Appearance	Aroma	Overall	Acceptance
Cider	4	4	3	4	4
Cola	2	3	3	3	3
Silon tea	3	3	3	3	3
2% Beverage	4	4	3	3	4
Pocarisweeter	4	4	4	3	3
Fanta	3	3	3	3	3

*Sensory test: 1, very poor; 2, poor; 3, moderate; 4, good; 5, very good

제 5 절 결 론

복숭아 과실은 수분을 다량 함유하고 있어 수확 후 급격한 호흡작용과 증산작용으로 품질의 연화 현상이 급격히 일어나는 장기저장이 어려운 과실이다. 아울러 복숭아 과실은 수확 후 저장이나 가공 중 그들 자신이 지니고 있는 페놀 물질 및 polyphenol oxidase(PPO)에 의한 효소적 갈변 현상이 초래되어 품질저하가 발생된다. 따라서 이러한 복숭아의 수확 후 품질 열화 현상을 효과적으로 억제할 수 있는 새로운 복숭아 품종의 개발과 더불어 새로운 가공기술 및 식품의 개발이 필요하다. 그러나 아직까지 백도 및 황도를 이용한 고품질의 가공식품 즉, 복숭아 건과류, 퓨레 및 샤베트 등의 개발에 관한 연구는 미흡하다. 따라서 본 연구는 영덕에서 생산되는 여러 복숭아(백도, 황도) 과실의 품종별 이화학적 특성과 가공적성을 조사한 후 그를 바탕으로 고품질의 복숭아 잼, 건과류, 퓨레 및 샤베트의 제조방법에 대해 연구를 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 복숭아 품종별 가공적성

- 1) 영덕에서 생산되는 백도 품종(창방조생, 대구보, 기도 및 유명)은 황도(황도 1호) 보다 대체로 과즙이 많고 당도가 높고 산이 적어 생과로서 적당하다. 그러나 백도는 황도 보다 페놀 함량이 많고 polyphenol oxidase(PPO) 활성도가 높아 가공 중 효소적 갈변에 의한 변색이 초래되므로 복숭아 잼, 건과류 및 퓨레 제조용 원료로서 적합하지 않다. 그러나 백도 중 유명은 위의 복숭아 과실 중 경도가 가장 높아 만약 갈변을 잘 억제할 수 있다면 복숭아 건과류 제조용으로 사용할 수 있다.
- 2) 복숭아 건과류 및 퓨레 제조용 황도 및 백도의 갈변을 억제하기 위해 사

용된 여러 갈변저해제 중 0.02% $K_2S_2O_5$ 처리구가 가장 우수한 갈변억제효과를 나타내었다. 그러나 ascorbic acid를 백도 및 황도에 처리할 경우 갈변억제 효과가 미비하였으며, 특히 황도의 경우는 오히려 갈변이 촉진하는 경향을 나타내었다. 반면, 복숭아씨로부터 분리된 benzoic acid(0.02%)와 ascorbic acid(0.3%)를 혼합 처리할 경우 황도의 갈변억제 효과가 우수하였기에 황처리 대체 방법으로 이용할 수 있었다.

2. 복숭아 가공품 특성

- 1) 여러 건조방법 중 복숭아 건과류를 제조할 때 가장 적당한 건조방법은 진공건조 방법이었다. 그러나 만약 진공건조 시설이 없을 때에는 50-60℃로 조절된 대류식 열풍건조기를 사용해도 우수한 품질의 건과류를 제조할 수 있었다.
- 2) 백도 및 황도 복숭아를 이용하여 제조된 퓨레의 물성을 측정된 결과는 백도 퓨레는 황도 퓨레 보다 점착성, 응집성 및 점성이 매우 높아 퓨레로서 적합하지 않았다.
- 3) 복숭아 퓨레의 저장(5℃) 중 이화학적 성분의 변화를 관찰한 결과, 백도 및 황도 모두 저장 중 pH 변화는 거의 없는 반면, 당도와 산도는 약간 증가하는 경향이였다. 그러나 페놀함량은 저장 초기에서 증기까지 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었다. 한편, 복숭아 퓨레를 저장(25℃)했을 경우 위와 비슷한 현상을 관찰할 수 있었으나 그 경향이 더욱 뚜렷하게 나타났다.
- 4) 황도 퓨레를 이용하여 황도 샤베트를 제조할 경우 첨가하는 당 및 음료수의 종류별 샤베트의 품질특성을 관능검사로 통해 관찰한 결과 외관, 색상, 향기 및 전반적인 기호도면에서 액상과당과 사이다 첨가군이 가장 양호하였다.

제 4 장 종합 결론

복숭아를 이용한 고부가가치 가공제품의 제조기술 개발을 위하여 1개의 세부 과제와 1개의 위탁과제로 연구를 수행하였다. 제1세부과제에서는 복숭아를 이용한 고품위 발효 식품을 개발하기 위하여 복숭아 발효 미생물을 분리하였으며, 복숭아 주스 및 알콜 발효음료의 제조기술과 복숭아를 이용한 유기산 발효음료의 제조 적합성을 조사하였다. 그리고 이들 복숭아 가공품과 복숭아에 존재하는 생리활성 물질을 분리·정제 및 생리활성을 평가하였다. 제1위탁과제에서는 복숭아를 이용한 고부가가치의 가공식품을 개발하기 위하여 복숭아를 이용한 잼 및 건과류 제조 기술과 복숭아 푸레 및 샤베트의 제조 기술을 확립하였다. 이상의 결과를 세부과제별로 나누어 정리하면 다음과 같다.

세부과제: 복숭아를 이용한 고품위의 발효식품의 개발

1. 복숭아 품종별 성분 특성

- 1) 복숭아 품종인 황도와 백도 과육의 일반 성분을 분석하였다. 황도와 백도의 일반 성분은 거의 유사하였으나, 가용성 무 질소물의 경우는 백도가 황도보다 1.3% 정도 많은 것으로 나타났다.
- 2) 복숭아의 효소적 갈변 현상의 주역을 담당하고 있는 phenol 화합물과 polyphenol oxidase 활성은 백도와 황도 품종간에 상당한 차이가 있었으며, 대체로 백도가 황도에 비해 페놀함량(백도, 616-747 mg/kg; 황도, 328 mg/kg, 생체) 및 PPO 활성도(백도, 5.0-8.9 unit; 황도, 3.3 unit)가 높았다.
- 3) 복숭아 과실로부터 3가지의 주된 phenol 성분인 (chlorogenic acid,

neochlorogenic acid 및 catechin)과 2가지 미량의 플라보노이드 성분 (rutin & isoquercetin)을 분리하였으며, 그 구성비율은 백도는 3가지 phenol 성분이 골고루 분포하고 있었으나 황도는 주로 chlorogenic acid 가 많이 함유되어 있었다. 또한 미량 성분인 플라보노이드 성분의 함량 또한 백도가 황도보다 높았다.

4) 복숭아 씨에는 다량의 amygdalin을 함유하고 있었으며, 그 함량은 백도씨 (0.14-0.18%, 생체)가 황도씨(0.12%, 생체) 보다 높았다. 한편, 복숭아 과육에는 미량의 benzaldehyde 및 benzoic acid를 확인할 수 있었다.

5) 복숭아 과실로부터 부분 정제한 PPO는 황도 및 백도 품종 모두 3개의 PPO 활성밴드를 분리하였으며, 그 중 Rm 치 0.19에서 주 band를, 그리고 Rm 0.38 및 0.50에서 minor 밴드를 각각 관찰할 수 있었다.

2. 복숭아 주스의 최적 추출 조건 확립

- 1) Pectinase 처리에 의한 복숭아 과즙의 추출 수율은 pectinase의 농도를 400 ppm처리시 추출 수율이 가장 우수하였으며, 황도의 추출 수율이 백도보다 높게 나타났다. 환원당의 함량은 황도는 약 7.5%, 백도는 7.1% 정도의 함량을 나타내었다.
- 2) Pectinase 처리가 복숭아 과즙의 탁도에 미치는 영향은 Pectinase 처리를 하지 않은 황도는 0.204, 백도는 0.250의 흡광도를 나타내었으며 pectinase 200 ppm 이상을 처리하여 제조한 과즙의 경우에는 황도, 백도 모두 0.05 정도의 낮은 흡광도를 나타내었다.
- 3) Pectinase 처리 온도가 추출 수율에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다으나, 50℃에서 처리한 경우에 가장 높게 나타났으며 황도의 추출 수율은 약 85%로서 약 80%인 백도보다 다소 높게 나타났다.

- 4) 갈변 저해제에 의한 복숭아 주스의 효소적 갈변 현상 저해효과는 황처리 ($K_2S_2O_5$)구 및 L-ascorbic acid(AsA)와 benzoic acid의 혼합 처리구에서 백도 및 황도 주스의 효소적 갈변 억제 효과가 비교적 우수하였으며, 황처리 대체제로써 사용된 L-ascorbic acid는 백도, benzoic acid는 황도에서 갈변 억제 효과가 비교적 우수하였다.

3. 복숭아 발효주의 제조

- 1) 본 연구실에 보관중인 효모 균주 중에서 복숭아 발효에 가장 적합한 균주를 선별하기 위하여 복숭아 주스에 효모를 접종하여 알콜 발효를 수행한 결과, *S. cerevisiae* WMY102 균주가 알콜을 발효력과 향이 가장 우수하였다.
- 2) *S. cerevisiae* WMY102를 사용하여 발효시간에 따른 복숭아 품종별 과실주의 발효 특성을 조사한 결과 가용성 고형물의 함량은 발효 4일 후 황도와 백도 모두 18 °Brix에서 3 °Brix로 감소하였으며, 알코올의 함량은 황도는 발효 2일째에 급격히 증가하였으며 백도는 발효 시간이 경과함에 따라 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다. 산도의 경우 6일간의 발효 기간 동안 변화는 그렇게 크지 않았으나 황도 주스에서 백도 주스보다 더욱 높은 수준을 유지하였다.
- 3) 복숭아 주스의 알콜 발효 중 가용성 페놀 함량을 측정한 결과는 황도인 경우 발효 4일째 128.0 mg/L로 가장 높게 나타났으며, 백도인 경우에는 발효 3일째 151.9 mg/L로 가장 높게 나타났다.
- 4) 복숭아 주스의 알코올 발효과정 중 주된 페놀 성분의 변화는 황도 주스를 이용하여 6일간 알콜 발효를 수행한 경우 발효 6일 후에 retention time이 10분 미만일 때 황도 주스에는 존재하지 않은 여러 종류의 phenol 화합물의 peak가 나타났으며, 백도 주스를 이용하여 6일간 알콜 발효를 수

행한 후의 phenol 화합물은 백도 주스에 존재하는 retention time 25분 전 후에 존재하는 phenol 화합물이 사라지는 경향을 나타내었다

- 5) 복숭아 주스와 복숭아 발효주의 색도를 측정한 결과 L 값은 복숭아 주스가 복숭아 발효주 보다 높게 나타났으며, a 값은 복숭아 발효주가 복숭아 주스 보다 낮게 나타났다. b 값은 a 값과 반대로 복숭아 발효주가 복숭아 주스 보다 높게 나타났으며, ΔE 값은 복숭아 발효주 보다 복숭아 주스가 높게 나타나 표준 백판에 더 근접한 값을 나타내었다.
- 6) 황도를 이용한 발효주의 총 유기산의 함량이 1079.35 mg%였으며, 백도는 1418.27 mg%로 나타났다. 유기산 조성은 황도는 citric acid와 malic acid가 대부분을 차지하였으며, citric acid가 504.70 mg%로 가장 높게 나타났다. 백도는 citric acid, malic acid 및 succinic acid가 유기산의 대부분을 차지하였으며, malic acid가 410.40 mg%로 가장 높게 나타났다. 그리고 황도와 백도의 유기산 조성을 비교시 황도에 존재하지 않는 galacturonic acid가 백도에는 174.40 mg%가 존재하였다.
- 7) 복숭아 주스를 발효시켜 만든 완성주의 색상, 향기, 맛 및 종합적인 기호도를 평가하기 위해 관능 검사를 실시한 결과 완성된 복숭아 발효주의 향기, 맛 및 종합적인 기호성에 있어서 황도를 이용하여 발효주를 제조하였을 때 백도보다 우수한 것으로 평가되었다.

4. 복숭아 젖산 발효 음료의 제조

- 1) 복숭아 주스의 살균 처리가 젖산 발효에 미치는 영향을 조사한 결과 pH의 변화는 살균처리하지 않은 조건에서는 발효 5일째에서는 pH 4.1, 살균 처리한 조건에서는 발효 5일째 3.1로 낮아졌다. 총산은 살균 처리한 조건이 살균처리하지 않은 조건보다 높게 나타났다. 환원당 함량은 발효가 진행됨에 따라 감소하였으며, 생균수는 발효가 진행됨에 따라 감소하였다.

- 2) 복숭아 주스의 젖산 발효에 미치는 온도의 영향을 조사한 결과 pH와 산도의 변화는 발효 온도에 따라 큰 차이를 나타내지는 않았으나 37℃에서 최대의 산 생성을 보였다. 환원당과 생균수는 37℃에서 생균수가 가장 높게 나타났으며, 환원당 함량은 가장 낮게 나타났다.
- 3) 생육 촉진제가 복숭아 젖산 발효에 미치는 영향을 조사한 결과 pH는 대조구에서 가장 낮게 나타났으며, 산도는 yeast extract 1% 첨가시 가장 높게 나타났다. 환원당 함량은 skim milk를 1% 첨가시 11.51%로 가장 많이 함유되어 있었다. 생균수는 yeast extract 1%를 첨가시 가장 높게 나타났다.
- 4) 젖산 발효에 관여하는 균주 중에서 호모형인 *L. plantarum* KLAB21과 헤테로형인 *Leu. mesenteroides*을 복숭아 주스에 배양할 때 두 균주의 혼합 배양과 *L. plantarum* KLAB21 단독배양의 젖산 발효 양상을 비교한 결과 단독배양과 혼합 배양에 따른 pH, 산도, 환원당 및 생균수의 변화는 많은 차이를 나타내지 않았다.

5. 복숭아 젖산 발효 음료의 특성분석

- 1) 복숭아 젖산 발효 음료의 총 유기산 함량은 2203.8 mg%이었으며, lactic acid와 galacturonic acid가 대부분을 차지하였으며, 그 중에서도 lactic acid가 1236.1 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었다.
- 2) 복숭아 젖산 발효 음료의 vitamin C의 함량은 복숭아 주스에서는 3.2 mg%의 vitamin C가 검출되었으나, 살균 처리후와 발효 기간 중에서는 vitamin C가 검출되지 않았다.
- 3) 복숭아 주스 젖산 발효 음료의 총 페놀의 함량은 복숭아 주스의 살균 처리후와 젖산 발효 기간 중에는 페놀의 함량 변화가 큰 차이를 나타내지는 않았으며 약 30 mg%의 총 페놀이 검출되었다.

- 4) 복숭아 젖산 발효 음료의 관능 검사를 실시한 결과 발효 3일째가 가장 우수했으며 시간이 경과함에 따라 향과 맛이 낮은 점수를 받았다.
- 5) 복숭아 젖산 발효 음료의 향들연변이 활성은 들연변이원으로 사용한 MNNG와 NPD인 경우 모두 발효 3일째에 향들연변이 활성이 가장 강하게 나타났으며, MNNG 경우 98.9%, NPD의 경우 78.3%들연변이 억제율을 나타내었다.

6. 복숭아 초산 발효 음료의 제조

- 1) 복숭아 식초 및 초산 발효 음료 생산에 적합한 균주를 선별하기 위하여 연구실에서 분리·보관중인 초산균인 *Acetobacter aceti* KMB15와 한국생명공학 연구원에서 분양 받은 균주인 *Acetobacter aceti* 40229, *Acetobacter aceti* 12654를 균주를 사용하여 5일간 초산 발효를 수행한 결과 *Acetobacter aceti* KMB15 균주가 다른 균주보다 초산 생성능이 우수하여 초산 발효 균주로 최종 선별하였다.
- 2) 발효 온도가 초산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위해 *Acetobacter aceti* KMB15를 접종하여 각 온도별로 7일간 초산 발효를 행한 결과 초산 생성량은 온도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 온도가 30℃ 이상에서는 감소는 경향을 나타내었다.
- 3) 진탕 속도가 초산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 *Acetobacter aceti* KMB15 균주를 접종하여 진탕 속도를 변화시키면서 7일간 초산 발효를 행한 결과, 진탕 속도가 증가할수록 초산 생성량은 증가하였으며, 150 rpm 일때 가장 높은 초산 함량을 나타내었다.

7. 복숭아 발효주로부터 생리 활성 물질의 분리 · 정제 및 생리활성 평가

- 1) 복숭아(백도 및 황도)주스의 발효 중 phenol 함량은 대체로 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 발효가 진행되면서 플라보노이드 배당체 성분(rutin 및 isoquercetin)이 감소하는 반면, 그들의 aglycone 성분인 quercetin 함량이 증가하였다.
- 2) 복숭아 술 및 식초를 용매분획 및 Sephadex LH-20 column chromatography 한 후 분리된 성분을 GC-MS에 의해 catechin, chlorogenic acid 및 neochlorogenic acid, rutin, isoquercetin, benzaldehyde 및 benzoic acid 같은 페놀성분 뿐만 아니라 복숭아 과실에서 발견된 바가 없던 eugenol, limonene 및 cymene 등의 정유성분을 확인하였다. 그러나 미숙한 복숭아 과실에 많이 함유되어 있는 amygdalin 성분은 복숭아 식초 및 술에서는 거의 발견되지 않았다.
- 3) 복숭아 술 및 식초로부터 분리된 페놀화합물 (catechin, chlorogenic acid, neochlorogenic acid 및 eugenol)은 DPPH radical scavenging activity가 높았으며, 아울러 쥐 간 microsome의 지질과산화반응을 크게 억제하는 높은 항산화 작용을 나타내었다.
- 4) 복숭아 술 및 식초에 함유되어 있는 페놀성분 뿐만 아니라 eugenol 및 limonene 등의 정유성분은 염증반응과 관련있는 soybean lipoxigenase 저해활성이 컸을 뿐 아니라 동맥경화증, 고혈압 및 심장병의 발병과 연관있는 LDL 산화를 크게 억제하는 높은 항산화작용을 나타내었다.

위탁과제: 복숭아를 이용한 고부가가치의 가공식품의 개발

1. 복숭아 품종별 가공적성

- 1) 영덕에서 생산되는 백도 품종(창방조생, 대구보, 기도 및 유명)은 황도(황도 1호)보다 대체로 과즙이 많고 당도가 높고 산이 적어 생과로서 적당하다. 그러나 백도는 황도보다 페놀 함량이 많고 polyphenol oxidase(PPO) 활성도가 높아 가공 중 효소적 갈변에 의한 변색이 초래되므로 복숭아 잼, 건과류 및 퓨레 제조용 원료로서 적합하지 않다. 그러나 백도 중 유명은 위의 복숭아 과실 중 경도가 가장 높아 만약 갈변을 잘 억제할 수 있다면 복숭아 건과류 제조용으로 사용할 수 있다.
- 2) 복숭아 건과류 및 퓨레 제조용 황도 및 백도의 갈변을 억제하기 위해 사용된 여러 갈변저해제 중 0.02%(현재 식품규격에서 허용치) $K_2S_2O_5$ 처리구가 가장 우수한 갈변억제효과를 나타내었다. 그러나 현재 식품가공산업에서 널리 사용되고 있는 ascorbic acid를 백도 및 황도에 처리할 경우 갈변억제 효과가 미비하였으며, 특히 황도의 경우는 오히려 갈변이 촉진하는 경향을 나타내었다. 반면, 복숭아씨로부터 분리된 benzoic acid(0.02%)와 ascorbic acid(0.3%)를 혼합처리할 경우 황도의 갈변억제 효과가 우수하였기에 황처리 대체 방법으로 이용할 수 있었다.

2. 복숭아 가공품 특성

- 1) 여러 건조방법 중 복숭아 건과류를 제조할 때 가장 적당한 건조방법은 진공건조 방법이었다. 그러나 만약 진공건조 시설이 없을 때에는 50-60℃로 조절된 대류식 열풍건조기를 사용해도 우수한 품질의 건과류를 제조할 수 있었다.

- 2) 백도 및 황도 복숭아를 이용하여 제조된 퓨레의 물성을 측정. 결과는 백도 퓨레는 황도 퓨레 보다 점착성, 응집성 및 점성이 매우 높아 퓨레로서 적합하지 않았다.
- 3) 복숭아 퓨레의 저장(5℃) 중 이화학적 성분의 변화를 관찰한 결과, 백도 및 황도 모두 저장 중 pH 변화는 거의 없는 반면, 당도와 산도는 약간 증가하는 경향이였다. 그러나 페놀함량은 저장 초기에서 중기까지 증가한 후 감소하는 경향을 나타내었다. 한편, 복숭아 퓨레를 저장(25℃)했을 경우 위와 비슷한 현상을 관찰할 수 있었으나 그 경향이 더욱 뚜렷하게 나타났다.
- 4) 황도 퓨레를 이용하여 황도 샤베트를 제조할 경우 첨가하는 당 및 음료수의 종류별 샤베트의 품질특성을 관능검사로 통해 관찰한 결과 외관, 색상, 향기 및 전반적인 기호도면에서 액상과당과 사이다 첨가군이 가장 양호하였다.

참 고 문 헌

- Annual report of Fruits and Vegetables. 2000. Agriculture, Forestry, and Fisheries, Korea
- Ames, B. N., J. McCann, and Yamasaki, E. 1975. Methods for detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella*/mammalian-microsome mutagenicity test. *Mutatant. Res.*, 31 : 347.
- Block, E., Iyer, R., Grisoni, S., Saha, C., Belman, S. and Lossing, F. P. 1988. Lipoxygenase inhibitors from the essential oil of garlic. Markovnikov addition of the allyldithio radical to olefins. *J. Am. Chem. Soc.*, 110 : 7813.
- Block, G., Patterson, B. and Subar, A. 1992. Fruit, vegetables, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutr. Cancer* 18 : 1-29.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 4617, 1198.
- Braddock, R.J. Adams, J.P. 1984. Recovery of citrus oils by ultrafiltration and reverse osmosis. *Food Technol.*, 38 : 109.
- Choi, S.W., Kim, H.J., Chang, E.J. and Sapers, G.M. 1997. Inhibition of tyrosinase activity by plant extracts. *Foods and Biotechnol.* 6(1): 44-49.
- Chang, S., Tan, C., Frankel, E.N. and Barrett, D.M. 2000. Low-density lipoprotein antioxidant activity of phenolic compounds and polyphenol oxidase activity in selected clingstone peach cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 48 : 147-151.

- Cho, J.W., Kim, I.S., Kim, M.K., Lee, Y.K. and Kim, S.D. 2000. Characteristics of peach vinegar by parallel complex fermentation. Kor. J. Postharvest Sci. Technol., 7 : 89-93.
- Cho, J.W., Kim, J.K., Kim, I.D. and Kim, S.D. 2000. Characteristics of peach wine prepared by using different cultivars. Kor. J. Postharvest Sci. Technol., 7 : 84-88.
- Choi, S.W. and Sapers, G.M. 1994. Effects of washing on polyphenols and polyphenol oxidase in commercial mushrooms (*Agaricus bisporus*). J. Agric. Food & Chem., 42 : 2266-2290.
- Choi, S.W. and Sapers, G.M. 1994. Purpling reaction of sinapic acid model systems containing L-DOPA and mushroom tyrosinase. J. Agric. Food & Chem., 42 : 1183-1189.
- Clare, M. H. 1998. Functional foods: Their role in disease prevention and health promotion, Food Technol., 52(11) : 63-70.
- Conn, E.E. 1973. Cyanogenetic glycosides. In: Toxicants occurring naturally in foods(2nd), Committee on Food Protection, Food and Nutrition Board(ed.), National Research Council, Wasington, D.C., National Academy of Sci. 299.
- Do, J.Y., Salunkhe, D.K. and Olson, LE.1969. Isolation, identification and comparison of the volatiles of peach fruit as related to harvest maturity and artificial ripening. J. Food Sci. 34 : 618.
- Engel, K.H., Flath, R.A., Buttery, R.G., Mon, T.R., Ramming, D.W. and Teranishi, R. 1988. Investigation of volatile constituents in nectarines. I, Analytical and sensory characterization of aroma components in some nectarine cultivars. J. Agric. Food Chem., 36 : 549-553.

- Flurkey, W. and Jen, J.J. 1978. Peroxidase and polyphenol oxidase activities in developing peaches. *J. Food Sci.*, 43 : 1826-1831.
- Frankel, E.N., Kanner, J., German, J.B., Park, S.E., Kinsella, J.E. 1993. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic compound in red wine. *Lancet*, 341 : 454-457.
- Harel, E., Mayer, A.M. and Lerner, H.R. 1970. Changes in the levels of catechol oxidase and laccase activity in developing peaches. *J. Sci. Food Agric.*, 21 : 542-544.
- Havel, R.J., Eder, H.A., and Bragdon, J.H. 1976. The distribution and chemical composition of ultracentrifugally separated lipoproteins in human serum. *J. Clin. Invest.*, 34 : 1341.
- Horvat, R.J., Chapman, G.W. Jr., Robertson, J.A., Meredith, F.I., Scorza, R., Callahan, A.M. and Morgens, P. 1990. Comparison of the volatile compounds from several commercial peach cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 38 : 234-237.
- Horvat, R.J., Chapman, G.W. Jr., Robertson, J.A., Meredith, F.I., Scorza, R., Callahan, A.M. and Morgens, P. 1990. Comparison of the volatile compounds from several commercial peach cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 38 : 234-237.
- Kahl, R., Hilderbrandt, A.G. 1986. Methodology for studying antioxidant activity and mechanism of action of antioxidants. *Food Chem. Toxicol.*, 24 : 1007-1014.
- Kim, S.D. and Cho, J.W. 1999. Processing of peach and it's future prospect. *J. Applied Sci. Res. Inst. Catholic Uni. Taegu-Hyosung*, 7 : 39-48.

- Kim, S.D., Lee, J.S. and Kim, M.K. 1994. Fermentation of acidic beverage with dropped peach. J. East Asian Soc. Dietary Life, 4 : 135-146.
- Kochi, M., Isono, N., Niwayama, N. and Shirakabe, M. 1985. Antitumor activity of benzaldehyde derivatives. Cancer Treat. Rep. 65 : 533-538.
- Laemmli, U.K. (1970) Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage. Nature 227 : 680.
- Lee, C.Y., Kagan, V., Jaworski, A.W. and Brown, S.K. 1990. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars. J. Agric. Food Chem., 38 : 99-10
- Lee, D.S., Woo, S.K. and Yang, C.B. 1972. Studies on the chemical composition of major fruits in Korea. Kor. J. Food Sci. Technol., 4 : 134-139.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. C., Randall, R. J. 1951. Protein measurements with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193
- Luh, B.S., Hsu, E.T. and Stachowicz, K. 1967. Polyphenolic compounds in canned cling peaches. J. Food Sci. 32 : 251-258.
- Maron, D. M., and B. N. Ames. 1983. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. Mutat. Res., 113, 173.
- Monsalve-Gonzalez, A., Barbosa-Canovas, G.V., McEvily, A.J. and Iyengar, R. 1995. Inhibition of enzymatic browning in apple products by 4-hexylresorcinol. Food Technol. 4 : 110-118.
- Mori, M. 1977. Studies on Quality Index of Canned Agricultural Fruits, Part V. Volatile Components of Canned peach. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 24 : 215-220.

- Mortel C.G., Rubin, J. and Davignon, J.P. 1982. A clinical trial of amygdalin (Laetrile) in the treatment of human cancer. *N. Engl. J. Med.* 306 : 201-205.
- Nakatani, N. 1990. Recent advances in the study on natural antioxidants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 37 : 569-576.
- Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yagi, K. 1978. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.*, 95 : 351
- Park, E.R., Jo, J.O. and Kim, K.S. 1999. Volatile flavor components in various varieties of peach (*Prunus persica* L.) cultivated in Korea. *Kor. J. Postharvest Sci. Technol.*, 6 : 206-215.
- Pizzocardo, F., Torreggiani, D. and Gilardi, G. 1993. Inhibition of apple polyphenol oxidase by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *J. Food Proc. Preserv.* 17 : 21-28
- Power, F.B. and Chestnut, V.K. 1991. The odorous constituents of peaches. *J. An. Chem. Sdc.*, 43 : 1725.
- Processing situation of Fruits and Vegetables 1999. Agriculture, Forestry, and Fisheries, Korea, General Statistical Analysis, 126-22-13; 5.
- Roberson, J.A., Meredith, F.I., Horvat, R. J. and Senter, S.D. 1990. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches (Cv. Cresthaven). *J. Agric. Food Chem.*, 38, 620-624.
- Robertson, J.A., Horvat, R.J., Lyon, B.G., Meredith, F.I. Wenter, S.D. and Okie, W.R. 1990. Comparison of quality characteristics of selected yellow-and white-fleshed peach cultivars. *J. Food Sci.*, 55 :

1308-1311.

- Sapers, G.M., Hicks, K.B., Philips, J.G., Garzarella, L., Pondish, D.L., matulaitis, R.M., McCormack, T.J., Sondey, S.M., Seib, P.A and Ei-Atawy, Y.S. 1989. Control of enzymatic browning in apple with ascorbic acid derivatives, polyphenol oxidase inhibitors, and complexing agents. *J. Food Sci.* 54 : 997-1012.
- Sapers, G.M., Miller, R.L. and Choi, S.W. 1995. Mushroom discoloration: New processes for improving shelf life & appearance. *Mushroom News* 3 : 7-13
- Senter, S.D., Robertson, J.A. and Meredith, F.I. 1989. Phenolic compounds of the mesocarp of crestarhaven peaches during storage and ripening. *J. Food Sci.*, 54 : 1259-1261.
- Sheu, M.J. and Wiley, R.C. 1983. Preconcentration of apple juice by reverse osmosis. *J. Food Sci.*, 48: 422.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimeter of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16 : 144-158.
- Slater, T. F. and Sawyer, B. C. 1971. The stimulatory effects of carbon tetrachloride and other halogenoalkanes on peroxidative reactions in rat liver fractions *in vivo*. *Biochem. J.*, 123 : 805.
- Takeoka, G.R., Flath, R.a., Guntert, M. and Jinnings, W.G. 1998. Nectarine volatiles Vacuum steam distillation versus headspace sampling. *J. Agric. Food Chem.*, 36 : 553-560.

- Wimalasiri, P. and Wills, R.B.H. 1983. Simultaneous analysis of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in fruit and vegetables by high-performance liquid chromatography. J. Chromatogr., 246 : 368-372.
- Yagi, K. 1976. A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. Biochem. Med., 15 : 212.
- Yokozawa, T., Lee, K. I., Kashiwagi, H., Cho, E. J. and Chung, H. Y. 1999. Antioxidant activity of herbal teas available on the Korean market. J. Food Sci. & Nutr., 4 : 92
- 김순동, 조제욱, 1999. 복숭아의 가공과 전망, 대구효성카톨릭대학교 응용과학 연구소. 7 : 39.
- 김정호, 김종천, 이재창, 1993. 과수원에각론, 향문사, 179-228
- 농림수산부, 1997. 97과실 및 과채류 가공 현황, 일반통계, 126-22-13호 5.
- 농촌진흥청. 1997. 농업과학기술의 세계화를 위한 작목별 기술 대응 방안, 행정 간행물.
- 농촌진흥청. 1989. 농업지대별작목배치도, 수입개방대책 2, 상, 중, 하.
- 식품재료사전편찬위원회 1997. 식품재료 사전, 한국사전연구사, 서울, 266.
- 이경혜, 이영춘, 1995. 복숭아 펄프에서 회수한 방향성분획분의 향기특성, 한국식품과학회지, 27 : 921-927.
- 이경혜, 이영춘, 1996. 농축 복숭아 펄프의 휘발성 향기성분, 한국식품과학지, 28(2) : 226.
- 이경혜, 이영춘, 1995. 복숭아 펄프에서 회수한 방향성분획분의 향기특성, 한국식품과학지, 27(6) : 921.
- 이규희, 최희숙, 김우정, 1995. 혼합 과채 주스 특성에 미치는 여러 인자의 영향. 한국식품과학회지 27(4) : 439-444.
- 이남경, 윤재영, 이서래, 1995. 캔 및 병오렌지주스의 저장온도에 따른 Q₁₀값

- 및 품질수명의 산정. 한국식품과학회지 27(5): 748-752. .
- 이남경, 윤재영, 이서래, 1995. 캔 및 병 오렌지 주스의 저장중 증균속과 비타민 C 함량의 변화. 한국식품과학회지 27(5) : 742-747.
- 이동선, 구영조, 신동화, 1981. 복숭아 1차 가공품의 저장성에 관한 연구, 한국식품과학회, 13 : 219-226.
- 이상인, 1981. 본초학, 수서원, 466.
- 이창호, 1999. 김치에서 분리한 *Lactobacillus plantarum* KLAB21로부터 항돌연 변이성 물질의 생산 및 정제, 경북대학교 박사학위 논문, 1999.
- 장경원, 호재관, 김상교, 백영진, 1996. 오렌지 주스의 살균온도 및 저장온도가 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지 28(1) : 8-14.
- 최희돈, 김경탁, 홍희도, 이부용, 김성수, 1995. 배주스 농축액의 리올로지 특성. 한국식품과학회지 27(6) : 845-851.