

산·학·연 논문

경북 특산물(감과실, 사과, 포도)을 이용한 과실식초 및 음료의 생산 Production of Beverages and Fruits Vinegar using Kyungpook Special Products(Persimmom, Apple and Grape)

정 용 진 (Yong-Jin Jeong)

계명대학교 식품가공학과

서 론

WTO체제가 구축됨에 따라 외국농산물의 국내 범람으로 우리농산물의 국제경쟁력이 약화되고 있다. 경상북도는 사과, 포도 및 감의 주요 생산지로 재배면적과 생산은 매년 증가 추세에 있으나 대부분 생과로 유통되는 정상과를 제외한 불량과의 발생은 재배 농가에 경제적 손실을 초래하고 있는 실정이다(1).

식초시장은 1970년대 산업화의 영향으로 빙초산을 희석하여 만든 산도가 높고 값싼 합성식초의 소비가 급격히 증가되었으나, 1980년대부터 주정을 희석하여 과즙, 무기염을 일부 첨가하여 생산되고 있는 양조식초의 소비가 급격히 증가하여 현재 주로 소비되고 있다(2,3). 그러나 1990년대부터 일체의 첨가물을 사용하지 않고 100% 과실을 원료로 생산되는 감식초를 시작으로 식초시장은 고급화·다양화 추세이며 향후 합성식초의 사용금지, 100%과실 원료 식초의 대량생산 등에 따른 무한한 시장 잠재력은 사과, 포도 및 감과실의 소비에 크게 기여 할 수 있을 것으로 추정된다(2,3).

본 연구에서는 과실을 이용한 2단계 발효 즉, 과실에 함유된 당질을 알콜 및 초산발효과정으로 구분하여 원료의 특성에 따른 우량 균주 선발, 반응표면분석법으로 발효조건의 최적화, pilot 설비를 갖추어 scale-up 조건 확립 단계로 사과, 포도 및 감과실을 이용하여 단기간(약 10일)에 대량생산이 가능한 식초제조방법을 산업화하였으며, 이러한 과정에서의 연구 결과(4-8)와 과즙식초를 함유한 음료, 신소재 개발 및 현장애로과제에 관한 연구를 중심으로 요약하였다(9-21).

과실류의 재배 및 생산 현황

국내 과실의 재배면적 및 재배현황은 표 1, 2 및 그림 1, 2에서와 같다. 사과는 1995년부터 재배면적과 생산량이 다소 감소하였으나, 국내 총생산량은 490,152톤이었으며 경북지역에는 31,011톤이 생산되어 전국생산량의 63%를

표 1. 1999년 국내 과실 재배면적 현황

(단위 : ha)

시 도	감	사 과	포 도
강원도	149	335	159
경기도	76	517	3,355
경상남도	11,942	2,347	1,085
경상북도	6,117	20,128	13,609
광주광역시	393	1	222
대구광역시	182	92	953
대전광역시	67	34	576
부산광역시	106	0	3
서울특별시	2	0	0
울산광역시	394	23	21
인천광역시	15	1	195
전라남도	8,614	294	609
전라북도	1,373	915	1,683
제주도	315	0	6
충청남도	641	2,902	3,392
충청북도	435	3,490	4,669
전국	30,821	31,079	30,537

표 2. 1999년 국내 과실 생산 현황

(단위 : ton)

시 도	감	사 과	포 도
강원도	1,043	4,554	2,168
경기도	138	6,572	55,458
경상남도	122,297	45,584	11,002
경상북도	54,048	310,111	202,774
광주광역시	2,915	0	2,833
대구광역시	1,066	1,823	12,599
대전광역시	517	386	8,220
부산광역시	965	0	30
서울특별시	4	0	0
울산광역시	6,501	173	305
인천광역시	164	0	2,574
전라남도	63,426	827	7,326
전라북도	8,866	13,007	26,036
제주도	2,432	0	69
충청남도	5,041	49,433	51,185
충청북도	4,413	57,682	87,544
전국	273,846	490,152	470,124

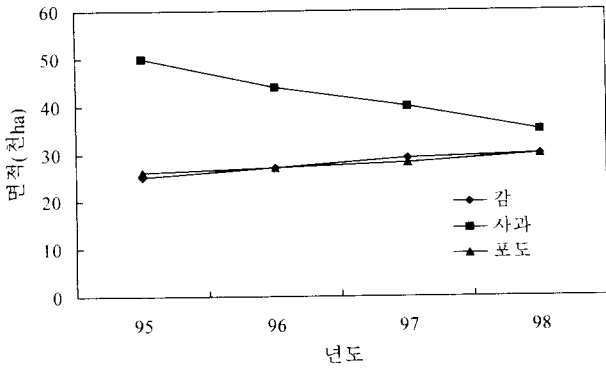


그림 1. 과실 재배면적 변화

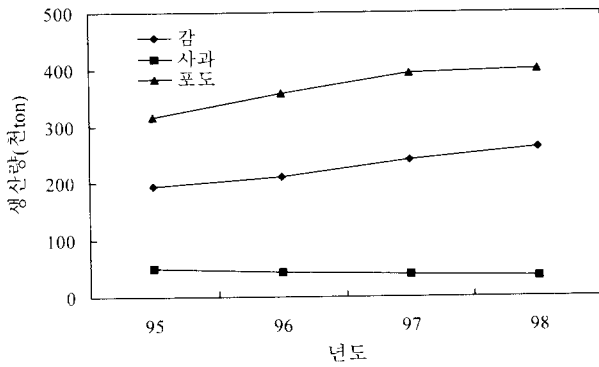


그림 2. 과실 생산량 변화

차지하였다. 사과는 국내 과실중에서 생산과 소비가 가장 많으며 1990년대 이후 가격상승 및 농산물 수입자유화에 따른 대체 작목으로 선정되면서 재배 면적이 증가되었다. 국내 사과 생산량의 85~95%는 생과로 소비되며, 10~15%의 상품성이 떨어지는 사과는 주스 등의 가공용 원료로 이용되었으나, 최근 사과주스 시장의 침체로 재배농가에 막대한 경제적 손실을 초래하고 있는 실정이다(2,3,12). 포도의 재배면적 및 생산은 매년 증가되어 1999년도는 30,537ha의 면적에서 470,124톤이 생산되었으며 경북지역에서 20,277톤이 생산되어 전국 생산량의 약 43%를 차지하고 있다. 포도는 1987년부터 재배면적과 생산량이 감소하였으나, 쌀 시장의 수입자유화에 따른 경쟁력을 높이기 위하여 정부의 적극적인 지원으로 1990년부터 재배면적이 급격히 증가하여 향후 생산량은 계속 증가할 것으로 예상된다. 또한 미국, 칠레 등에서는 생과가 수입되고, 중국 및 미국 등에서 포도 농축액의 수입이 매년 증가하는 반면 수출은 미미한 실정으로 과잉생산에 따른 대책이 시급한 실정이다(3,10). 감과실은 크게 단감과 뽕은감으로 분류되어 생산량과 재배면적이 매년 증가되어 1999년 국내 재배면적 및 생산량은 30,821ha, 273,846톤이었으며 경북지역에서는 대부분 뽕은감으로 54,048톤이 생산되었다

(1). 단감은 기호도가 높아 대부분 생과로 이용되고 있으나 유통·저장중에 연화현상과 환경요인에 따른 생리장애로 상품화가 불가능한 불량과가 20~30%정도 발생되고 있으며, 뽕은감의 경우는 탈삼 또는 연화과정을 거쳐야 할 뿐 아니라 단감에 비하여 기호도가 낮고 또 가공식품의 개발 부진으로 일부는 수확도 되지 않은 상태로 버려지고 있다(5-8).

이상과 같이 과잉생산, 가격폭락, 불량과의 발생으로 국내 농산물의 경쟁력이 약화되고 있는 실정으로 과실류의 부가가치 향상을 위한 대량소비 방안이 절실히 요구되고 있다.

재료 및 균주의 선발

최근 식생활의 향상으로 식초 소비 패턴의 변화로 식초 시장은 고급화, 다양화를 가속화하고 있다. 국내식초 시장 규모는 1999년 기준으로 약 300억원대로 추정하고 있으나, 소규모로 제조·유통되고 있는 감, 포도, 매실, 마늘식초 등의 건강용 식초의 증가와 합성식초의 소비 감소추세로 많은 성장 잠재력을 가지고 있다(2). 1995년 LG 마이빈의 출시로 시작된 식초 음료와 농축액상 음료 등의 출시로 제품의 다양화 고급화 추세에 있다(3).

따라서 본 연구에서는 100% 과실 식초와 이를 이용한 음료의 대량생산 산업화는 그림 3에서와 같이 우량균주의 선발, 반응표면분석에 의한 알콜 및 초산발효조건의 최적화, pilot-scale 소규모 시생산 단계에서 기기 및 공정 개발을 통하여 단계적으로 대량생산하였다.

재료

단감(*Diospyros kaki*, L.)은 경남 진영군 지역에서 생산된 것을 사용하였으며, 뽕은감(*Diospyros kaki*, T.)은 경북 청도군 지역에서 생산된 완숙감을 탄산가스 농도 80% 이상, 30°C에서 탈삼 후 사용하였으며(6), 사과는 경북 성주에서 생산된 후지 품종, 포도는 김천 및 영천 지역에서 생산된 품종을 각각 사용하였다.

알콜발효 균주의 분리 및 동정

부패된 감의 과육과 꼭지로 부터 YPD 및 YM 배지를 이용하여 약 40여종의 효모를 분리한 후, CO₂ - H₂SO₄ 증량 감별법으로 1차 선별하고 발효시험을 행하여 알콜발효력이 우수한 균주를 2차적으로 분리하였다. 그리고 분리한 균주의 형태학적 특성 및 생리적 성질 등을 검사한 후 Lodder의 "The Yeast" 및 Kreger - van Rij의 분류 기준에 따라 분류 동정하였다(4). 그리고 사과 및 포도의 알콜발효 균주는 연구소에 보관중인 균주를 사용하였다(10,12).

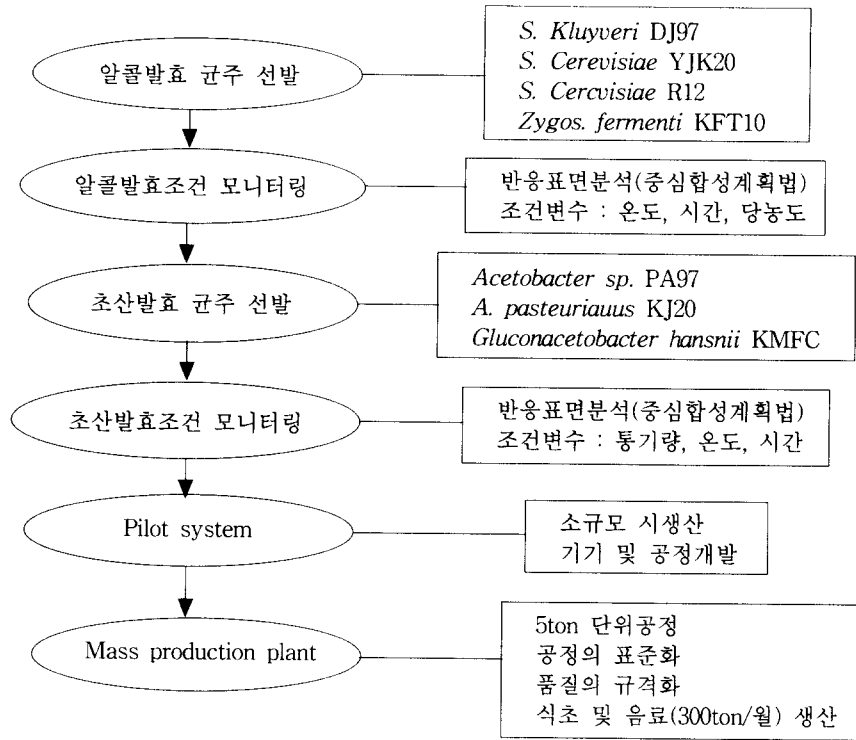


그림 3. 식초 및 음료의 산업화 개발 단계

초산균의 분리

재래식 감식초를 시료로 하여 분리용 배지에서 30°C로 5일간 평판 배양하여 투명환(clear zone)의 생성이 우수한 독립 colony를 반복하여 순수 분리하고 살균된 과실 알콜 발효 여액에서 30°C, 200rpm으로 10일간 배양하여 초산 생성력이 가장 우수한 균주를 선별하였다(5,6).

공시균주 및 배지조성

감과실의 알콜발효 균주는 감에서 분리 동정한 *Saccharomyces cerevisiae* YJK 20과 *Saccharomyces kluyveri* DJ 97(4)을, 사과 및 포도의 알콜발효에는 *Saccharomyces cerevisiae* R12(10,12)를 각각 YPD(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, agar 2%) 사면배지에서 25°C, 24 시간 배양하여 4°C 냉장 보관하면서 사용하였으며, 초산균은 재래식 감식초에서 분리한 *Acetobacter* sp. PA 97을 30°C에서 72 시간 배양하여 4°C에서 냉장 보관하면서 사용하였다(5,6,10-12).

주모 및 종초의 배양

1. 주모

각각의 과실을 파쇄하여 착즙한 후 당농도를 10%로 희석하여 120°C, 15분간 살균한 다음 공시균주를 접종하여

25°C, 150rpm으로 38시간 배양하여 주모로 사용하였다(5,6,10,12).

2. 종초

과실을 파쇄기로 파쇄하여 착즙한 여액을 알콜발효하여 살균한 후 알콜 및 초산 농도를 조절하여 *Acetobacter* sp. PA 97을 30°C에서 200rpm으로 72 시간 배양하여 종초로 사용하였다(5,6,10,12).

반응표면분석에 의한 알콜 및 초산발효 조건의 최적화

반응표면분석법은 고품질의 식품을 생산하기 위한 공정상의 최적화를 위하여 식품의 물리화학적 성질 및 이동현상에 대한 예측모델의 개발 등 식품의 품질측면을 고려한 시스템이 필요하여, 최적 조건의 규명을 위한 최적화 기법의 활용은 수학적 프로그래밍 기법, 확률적 시험 기법, 도식적 방법, 인공지능적 방법 등을 이용하고 있으며, 그 중에서 도식적 방법은 적절한 실험 계획법(22)을 수립한 후 최적화를 이루는 방법(23)을 응용하고 있다. Darimsh와 Dieter(24)는 최적의 초산 발효조건을 시뮬레이션을 통하여 수학적 모델로 확립하였으며, Henika(25)는 관능검사 결과를 반응표면분석법으로 해석하였고, Floros와 Chinnan(26)은 박피 공정의 최적화를 시도하였다. 최근

국내에서도 반응표면분석에 의한 최적화에 관한 연구로 당근의 삼투 및 열풍건조 공정의 최적화, 등굴레차의 볶음 조건의 최적화, 감국 및 소국의 에탄올 추출조건의 최적화, 결명자 볶음조건의 최적화, 복합기질계 Maillard 반응에 있어서 항산화성 및 항돌연변이원성에 대한 melanoidin의 최적화 등 많은 연구가 다양하게 활용되고 있다(6).

과실식초 제조방법은 Jeong 등(5,6)의 방법에 따라 알콜 발효와 초산발효 2 단계로 나누어 중심합성실험계획에 따라 실험을 실시하였으며 반응표면분석을 위해서 SAS(statistical analysis system)를 이용하였다. 1단계로 알콜발효 조건은 초기당도(X_1), 교반속도(X_2) 및 발효시간(X_3)이었으며, 이들 요인변수들은 -2, -1, 0, 1, 2로 5수준으로 부호화하였다(표 3). 또 알콜발효의 품질특성에 관련된 반응변수(Y_n)로는 알콜함량(Y_1) 및 산도(Y_2)로 하였고, 3개의 알콜발효조건이 5수준을 갖도록 중심합성계획을 수립하고 표 4와 같이 16개의 설정된 조건으로 실험을 행하였다.

2단계로 초산발효조건은 교반속도(X_1), 발효시간(X_2)

표 3. 알콜발효 조건 최적화를 위한 실험계획에서 발효조건의 수준

X_i	Fermentation conditions	Levels				
		-2	-1	0	1	2
X_1	Sugar concentration (°Brix)	9	12	15	18	21
X_2	Agitation rate (rpm)	0	50	100	150	200
X_3	Fermentation time (hr)	48	72	96	120	144

표 4. 당함량, 교반속도 및 발효시간에 따른 알콜함량, 총산함량

Exp No.	Fermentation conditions			Physicochemical properties	
	Sugar conc. (°Brix)	Agitation rate (rpm)	Fermentation time (hr)	Alcohol content (%)	Acidity
1	12(-1)	50(-1)	72(-1)	5.8	0.42
2	12(-1)	50(-1)	120(1)	6.5	0.47
3	12(-1)	150(1)	72(-1)	5.5	0.42
4	12(-1)	150(1)	120(1)	5.5	0.55
5	18(1)	50(-1)	72(-1)	7.4	0.50
6	18(1)	50(-1)	120(1)	7.9	0.58
7	18(1)	150(1)	72(-1)	7.7	1.14
8	18(1)	150(1)	120(1)	8.0	1.19
9	15(0)	100(0)	96(0)	7.0	1.15
10	15(0)	100(0)	96(0)	7.0	1.20
11	21(2)	100(0)	96(0)	9.4	1.35
12	9(-2)	100(0)	96(0)	3.2	0.94
13	15(0)	200(2)	96(0)	6.9	0.60
14	15(0)	0(-2)	96(0)	7.4	0.59
15	15(0)	100(0)	144(2)	6.7	1.05
16	15(0)	100(0)	48(-2)	7.1	1.04

으로 설정하였으며, 이들 초산발효조건은 5수준으로 부호화하여 표 5에 나타내었다. 또 초산발효에서 품질특성에 관련된 반응변수(Y_n)는 산도(Y_1)로 하였으며, 표 6과 같이 10개의 설정된 조건으로 실험을 실시하였다. 이때 초기산도 및 배양온도는 초산균의 특성을 고려하여 미리 배양된 밑초로 초기산도를 1.0으로 조절하여 30°C shaking incubator에서 설정된 각각의 조건으로 발효시킨 후 원심분리하여 상정액을 분석시료로 사용하였다.

이상과 같이 각각의 과실에 따른 알콜 및 초산발효조건에 따른 품질을 모니터링하여 발효조건에 따른 품질변화를 예측하여 실제 실험을 한 결과와 비교하여 발효조건을 최적화할 수 있었다. 그 결과 감과실의 경우 알콜함량에 대한 최대치를 나타내는 조건은 원료감의 당도 20.51°Brix, 교반속도 139.52rpm, 발효시간 94.88hr으로 나타났다. 그러나 감과실의 당도가 14°Brix 정도임을 감안하여 제한조건으로 초기당도를 14°Brix로 정한 후 최적조건을 예측하여 본 결과 발효시간 130hr, 교반속도 30rpm에서 알콜수율이 7.1%로 나타났다. 이와 같이 설정된 조건으로 알콜발효를 행한 후 두 번째 단계로 초산발효를 행하여 초산발효조건을 예측한 결과 초산 수율에 대한 최대치를 나타내는 조건은 교반속도 224.40rpm, 발효시간 176.07hr로 나타났다. 최적조건에서 예측된 알콜 및 초산의 수율은 최적조건으로 실제 발효를 행한 결과와 일치하였다(6). 그리고 단감, 사과, 포도 등의 발효 조건은 짧은감과 유사한 경향을

표 5. 초산발효 조건 최적화를 위한 실험계획에서 발효조건의 수준

X_i	Fermentation conditions	Levels				
		-2	-1	0	1	2
X_1	Agitation rate (rpm)	50	100	150	200	250
X_2	Fermentation time (hr)	96	120	144	168	192

표 6. 교반속도, 발효시간에 따른 총산함량

Exp No.	Extraction conditions		Physicochemical properties
	Agitation rate (rpm)	Fermentation time (hr)	Acidity
1	200(1)	120(-1)	4.02
2	200(1)	168(1)	6.60
3	100(-1)	120(-1)	1.71
4	100(-1)	168(1)	2.97
5	150(0)	144(0)	3.06
6	150(0)	144(0)	4.14
7	250(2)	144(0)	6.36
8	50(-2)	144(0)	1.38
9	150(0)	192(2)	6.27
10	150(0)	96(-2)	1.32

나타내었으니 각각의 원료 특성에 따른 발효특성을 모니터링하여(5,10,12) 이러한 결과를 중심으로 pilot 단계 연구를 추진하였다.

Pilot-scale에서의 시생산

과실의 종류에 따른 발효조건을 최적화하여 그림 4와 같이 60kg 단위의 시생산이 가능한 pilot를 제작하여 대량생산에 따른 기기, 공정 및 품질 규격화를 검토하였으며, 이러한 과정에서 대량생산에 따른 문제점을 개선할 수 있었다. 2단계 발효에 의한 100% 과즙 식초는 과실을 원료 술덧을 제조하여 여과 후 2차적으로 초산 발효를 시키는 방법으로 약 7일간의 공정으로 완제품까지 생산이 가능한 공정을 확립하였다. 과실의 일시적인 출하에 따른 원료의 전처리에서부터 착즙, 파쇄, 알콜발효, 여과, 초산발효, 여과, 살균, 포장과정에서 시판되고 있는 과즙 30% 정도를 함유한 식초와는 달리 여과, 유통과정 중의 침전물 발생

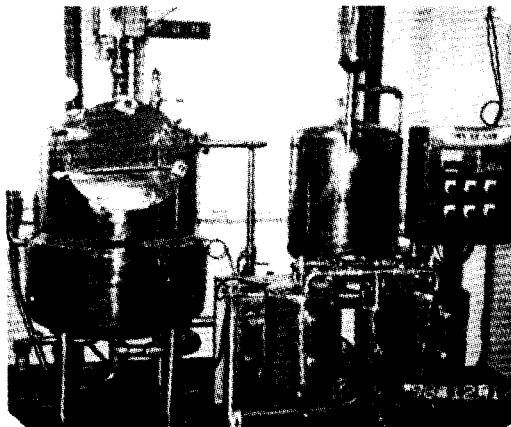
등 많은 현장애로 과제가 발생되어 이에 따른 연구를 수행하였다(13-16).

대량생산

각각의 과실을 원료로 5톤 단위공정으로 월 300톤의 원료를 단기간에 대량생산 할 수 있는 식초 plant를 구축하였다(3). 이상의 결과 pilot에서 scale-up 조건을 확립하고 단기간(약 10일)에 대량생산이 가능한 공정 개발 및 품질관리 규격을 확립 할 수 있었다(4-8). 현재 20톤단위 공정으로 원료의 전처리에서 발효과정, 여과, 숙성, 살균, 포장 등의 과정으로 완제품의 생산 공정을 확립하여 월 300톤의 과실 원료를 이용하여 주정 등의 첨가물을 전혀 사용하지 않고 100% 과즙을 원료로 산도 5% 이상의 사과, 포도 및 감과실 식초를 약 200톤 정도 생산하여 상품화하였으며 이러한 과정에서 신제품 개발 및 현장애로과제 관련 연구를 하였다(9-21). 식초음료는 일명 “바몬트”라고 불리며 식초의 기능성을 바탕으로 산도 5% 이상의 식초와 농축과즙을 이용하여 유기산, 당의 조성을 일반 음료와 차별화 하였으며 위생적인 생산설비와 살균조건의 확립으로 안식향산 등의 방부제를 사용하지 않은 것을 특징으로 하여 300병/분의 자동화 설비를 갖추어 생산하고 있다. 현재 식초음료는 120mL, 1.5L 병제품과 냉수에 5배 정도 희석하여 음용이 쉬운 농축액상차 형태의 음료로 생산하고 있으며 올해 3월부터 일본으로 수출하고 있다(2,3).



(A) 알콜발효 pilot



(B) 증류 system pilot

그림 4. Pilot 생산 설비

향후 연구과제

과실을 이용한 고부가가치 가공식품의 개발은 지역 농산물의 국제 경쟁력 강화에 기여할 것으로 기대되며, 향후 다양한 연구개발이 요구된다.

초산균이 생성하는 cellulose (또는 bio-polymer)는 과거에 식초발효 과정에서 피막(curd)을 형성하여 수율이 낮아지는 것이 문제점으로 대두되었으나, 최근 일본에서는 첨단소재로 활용하는 새로운 측면의 연구가 진행되고 있다. 미생물에 의한 cellulose 생산은 환경친화적이며, 단기간에 대량생산이 가능하여 산업용 신소재 및 기능성 식품 소재로 개발이 기대된다. 미생물 cellulose는 고강도, 보수성, 유화 안정성 및 결합성 등의 물리화학적 성질과 hemicellulose나 lignin을 전혀 함유하지 않아 순도가 높고 난소화성, 저칼로리, 풍부한 섬유질 및 내열성을 가지고 있어서 다양한 기능성 식품으로 개발이 가능하다(27,28). 저자는 현재 전통적인 재래식 감식초의 발효과정에서 형성되는 피막에서 cellulose 생성력이 우수한 균주를 분리 하였으며(그림 5), 이러한 균주를 이용하여 경제성이 떨어



그림 5. 초산균이 생산하는 gel 형태의 cellulose

지고 있는 사과와 대량 소비방안으로 cellulose 및 100% 사과과즙 식초를 연속적으로 대량생산하고 다양한 제품 개발을 위한 산업화 기반을 조성하는 연구를 추진중이다.

Cellulose의 칼로리가 거의 없는 다이어트 기능성과 우수한 내열성은 캔, 파우치, 병제품, 요구르트 첨가제 등의 다양한 식품소재로 개발이 가능하며, 특히 사과를 원료로 겔 형태 cellulose의 생산 방법 및 균주에 관한 국내외 연구는 없는 실정이며, 경제성이 떨어지는 사과를 이용하여 식이 cellulose 뿐만 아니라 부산물인 100% 과즙식초의 산업화가 가능하고 포도, 감과실 등의 다양한 잉여 농산물의 활용이 가능하며, 정치 배양으로 생산되는 cellulose는 저가의 생산비용으로 대량생산이 가능하여 식품 외의 다양한 산업용 첨단 소재로 활용이 기대된다.

따라서 cellulose 및 100% 과즙식초의 대량생산 산업화를 위하여 예비 연구과정에서 분리하여 보관중인 균주의 정확한 분류동정을 위하여 16s rDNA 염기서열을 기초한 분류학적 동정과 flask-scale의 배양조건을 최적화하여 pilot-scale에서 사과 과즙을 이용한 cellulose 생성 조건과 다양한 제품 개발을 위한 가공방법을 확립하고, cellulose 연속 대량생산 공정 설비를 개발하여 cellulose 및 부산물인 과즙식초의 경제성 있는 산업화 기반을 조성하여 경제성이 떨어지는 사과의 신수요 창출로 농가소득 증대 및 농산물의 국가 경쟁력 강화에 기여하고자 한다. 그리고 경제성이 떨어지는 감자를 이용한 감자식초 및 증류식소주의 산업화(21), 감고추장 및 초고추장(29,30)등의 고부가가치 지역 특산물을 산업화하고자 진행 중에 있다.

결 론

WTO 출범에 따른 수입농산물의 범람으로 농산물의 국가 경쟁력을 높이기 위하여 경북에서 많이 생산되고 있는

감, 사과 및 포도를 효율적으로 활용하고자 다양한 제품을 개발하였으며, 이는 지역 과실류의 소비증대로 농가소득 증대에 기여 할 수 있을 것이다. 따라서 향후 과실을 활용한 특색 있는 신제품(감과실 브랜드, 분말식초, 증류식초, bio-polymer 제품 등)을 개발하고 신수요 창출을 통하여 과실류를 이용한 고부가가치 가공식품 개발만이 지역 농산물의 국제 경쟁력 강화에 대처 할 수 있는 방안이 될 수 있을 것으로 생각된다.

문 헌

1. 농림부 : 농업관련주요통계(2000)
2. 정용진, 이명희 : 식초산업의 현황과 전망. 식품산업과영양, 5, 7(2000)
3. 권승혁, 정은재, 이기동, 정용진 : 2단계 발효에 의한 과실식초 제조방법과 식초함유율. 식품산업과영양, 5, 18(2000)
4. 정용진, 서권일, 신승렬, 서지형, 강미정, 김광수 : 감과실 알콜발효를 위한 효모의 분리. 동아시아식생활학회지, 7, 538(1997)
5. Jeong, Y.J., Shin, S.R., Kang, M.J., Seo, C.H., Won, C.Y. and Kim, K.S. : Preparation and quality evaluation of the quick fermented persimmon vinegar using deteriorated sweet persimmon. *J. East Asian Dietary Life*, 6, 221 (1996)
6. Jeong, Y.J., Seo, K.I., Lee, G.D., Youn, K.S., Kang, M.J. and Kim, K.S. : Monitoring for the fermentation conditions of sweet persimmon vinegar using surface methodology. *J. East Asian Dietary Life*, 8, 57(1998)
7. Jeong, Y.J., Lee, G.D. and Kim, K.S. : Optimization for the fermentation condition of persimmon vinegar using response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 1203(1998)
8. Jeong, Y.J., Seo, K.I. and Kim, K.S. : Physicochemical properties of marketing and intensive persimmon vinegars. *J. East Asian Dietary Life*, 6, 355(1996)
9. 김용택, 서권일, 정용진, 이용수, 심기환 : 유자과즙을 이용한 식초제조. 동아시아식생활학회지, 7, 301(1997)
10. 정용진, 이명희, 서권일, 김주남, 이용수 : 2단계 발효에 의한 포도식초와 재래식 포도식초의 품질 비교. 동아시아식생활학회지, 8, 462(1998)
11. 정용진, 서지형, 정소형, 신승렬, 김광수 : 2단계 발효에 의한 현미식초와 시판 현미식초의 품질 비교. 한국농산물저장유통학회지, 5, 374(1998)
12. 정용진, 서지형, 이기동, 박난영, 최태호 : 2단계 발효에 의한 사과식초와 시판 사과식초의 품질 비교. 한국식품영양과학회지, 28, 353(1999)
13. 정용진, 서지형, 박난영, 신승렬, 김광수 : 2단계 발효에 의한 감식초의 성분 변화(I). 한국농산물저장유통학회지, 6, 228(1999)
14. 정용진, 서지형, 박난영, 신승렬, 김광수 : 2단계 발효에 의한 감식초의 성분 변화(II). 한국농산물저장유통학회지, 6, 233(1999)

15. 정용진, 이기동, 이명희, 여명재, 이경환, 최신양 : 감식초 청정화를 위한 pectinase 처리조건의 모니터링. 한국식품영양과학회지, **28**, 810(1999)
16. 서지형, 정용진, 신승렬, 김주남, 김광수 : 뽕은감에서 분리한 탄닌성분의 패턴변화. 한국농산물저장유통학회지, **6**, 328(1999)
17. 정소형, 김주형, 정용진, 최미자 : 감식초가 고콜레스테롤 식이를 한 흰쥐의 혈중 지질성분에 미치는 영향. 동아시아 식생활학회지, **9**, 421(1999)
18. 서지형, 정용진, 김광수 : 뽕은감에서 분리한 탄닌성분의 기능적 특성. 한국식품과학회지, **32**, 212(2000)
19. 정용진, 서지형, 윤성란, 이진만, 이기동, 김옥미, 방광웅 : 감자 알콜발효를 위한 액화 및 당화 조건. 한국농산물저장유통학회지, **7**, 94(2000)
20. 정용진, 김옥미, 서지형, 이명희, 정소형, 김대현 : 감자에서 분리한 효모의 특성. 한국농산물저장유통학회지, **7**, 인쇄중(2000)
21. 정용진, 서지형, 이주백, 장상문, 신승렬, 김광수 : Pilot system을 이용한 감자 알콜 발효중 품질변화. 한국농산물저장유통학회지, **7**, 인쇄중(2000)
22. 박성현 : 현대실험계획법. 민영사, p.575(1991)
23. Myers, R.H. : Response surface methodology. p.65(1975)
24. Darimsch, H. and Dieter, V. : Measurement, control, and modeling of submerged acetic acid fermentation. *J Ferment. Bioeg.*, **73**, 26(1992)
25. Henika, R.G. : Use of response surface methodology in sensory evaluation. *Food Technol.*, **36**, 96(1982)
26. Floros, J.D. and Chinnan, M.S. : Optimization of pimento pepper lyepeeling process using response surface methodology. *Trans. Asae.*, **30**, 560(1987)
27. 정용진, 이인선 : 초산균이 생산하는 cellulose의 이용 전망. 식품산업과영양, **5**, 25(2000)
28. 柳田藤治 : 酢の機能性について. 日本醸造協會誌, **8**, 134(1990)
29. 이기동, 정용진, 서지형, 이명희 : 감식초 및 감고추장을 이용한 감초고추장의 최적 배합비 설정. 동아시아식생활학회지, **8**, 309 (1998)
30. 이기동, 정용진 : 감과실을 첨가한 고추장의 관능적 특성 최적화. 한국식품영양과학회지, **27**, 1132(1998)