

산 · 학 · 연 논문

국내 시판 발효액의 품질 현황

김유원 · 임혜은 · 정석태 · 여수환 · 백성열 · 박혜영[†]

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Quality Status of Commercial Fermented Liquid in Korea

Yoo Won Kim, Hye Eun Im, Seok Tae Jeong, Soo-Hwan Yeo,
Seong-Yeol Baek, and Hye-Young Park[†]

Department of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Sciences, RDA

서 론

발효는 사전적 의미로 미생물이 유기 화합물을 분해하여 알코올류, 유기산류, 이산화탄소를 생산하는 과정으로 (1) 발효액은 미생물에 의해 발효과정이 완료된 액체로 정의되고, 또한 식물체 원료와 설탕을 혼합한 후 일정 제조기간을 거쳐 추출 혹은 발효된 고농도의 음료를 대표하여 부르는 용어이기도 하다. 이러한 발효액은 현재 일반 식품으로 판매되고 있으며, 제조법이 간단하여 흔히 가정에서 자가제조하여 섭취하고 있다. 관련 법규의 변화를 살펴보면, 몇 년 전 발효액은 건강기능식품에 속하여 ‘식물추출물발효’ 식품유형으로 분류되었으나, 2011년 식품위생법 「식품의 기준 및 규격」의 개정에서 일반식품으로 분류되어 발효액 관련 식품유형의 신설 없이 액상차, 과일·채소류 음료, 발효음료류, 기타음료, 효소식품 등 다양한 식품유형으로 제품화되고 있다(2). 이와 관련하여 발효액은 불리는 명칭 또한 다양하여, 발효액, 효소, 발효효소, 발효음료, 발효액기스, 청 등 여러 가지 용어의 혼재 속에 생산자나 소비자 모두 혼란을 겪고 있다. 최근 발효액 기능 및 효능에 대해 의견이 엇갈리고 있고, 이러한 제품을 발효액이 아닌 ‘효소’로 보는 것에 대한 논란도 제기되고 있다. 그러나 분명한 것은 발효액 원료의 다양한 기능성과 발효과정 중 생성되는 발효 대사산물이 줄 수 있는 기대효과를 배제할 수 없으며 이를 어떤 견지에서 바라볼 것인가에 대한 과제가 남았다고 할 수 있다.

현재 발효액 관련 연구는 타 발효식품에 비해 기초연구나 기술개발이 미진하여 이에 따른 대책이 필요하며 이를 선행하기 위해서 무엇보다도 ‘발효액’에 대한 정의나 기준을 정립하는 것이 필요하다고 본다. 표 1은 최근 발효액의 국내 연구현황을 살펴 연구내용에서 제시된 시료 제조 방법과 주요한 연구목적에 제시하였다(3-17). 시료 제조 방법은 관련 연구의 산업 현장과의 연계성을 알 수 있

며 연구목적은 발효액 연구의 현 주소라고 할 수 있겠다. 조사된 연구현황을 좀 더 세밀하게 분석한 결과는 그림 1에 나타냈다.

연구대상이 되는 시료제조방법은 특정 발효미생물의 이용 여부로 분류하였다. 현재 대부분의 산업 현장이나 가정에서 제조하는 자연발효법으로 제조한 발효액 시료는 69%로, 현장에서 제조하는 발효액에 접근 가능한 결과를 도출하였다(6,7,10-16). 그러나 세부적으로 당 첨가율이나 총 제조량 등의 기준이 제조현장과 차이를 보여, 차후 연구결과와 활용을 위해서는 이러한 부분까지도 고려되어야 할 것이다.

발효액은 대부분의 식물체 원료가 이미 기능성을 가지고 있으며 일정 발효과정을 통해 생성된 발효 대사체를 통하여 새로운 기능성을 추가하게 된다. 이러한 이유로 대부분의 발효액 연구 목적은 발효액 기능성을 구명하는 것이며, 본 조사에서도 기능성 구명을 목적으로 하는 연구가 73%를 차지하였다(5-8,11-17). 그 외 제조조건별 시험을 통해 기술개발을 목적으로 하거나, 관련 현황 조사로 기초 자료를 제시하고 있다(3,4). 한편 연구 결과를 세부 활용분야로 나누어 살펴보았을 때 현장응용이 54%를 차지하여, 현재 무엇보다 시급한 현장 실용연구와 기초기반연구의 확대가 필요하다고 생각된다.

유사하거나 같은 제조법으로 만드는 것을 고려하면 단일 식품유형이어야 함에도 불구하고 발효액은 현재 여러 가지 식품유형으로 제품화 되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 발효액이 갖는 고유의 품질특성을 고려한 기준과 식품안전에 위한 제한 규격을 설정하여 발효액에 적합한 식품유형이 신설되어야 할 것이다. 그러기 위해 먼저 선행되어야 할 것은 국내에서 제품화되고 있는 발효액의 품질특성을 살피는 것이다. 이는 향후 관련 제조기술 개발을 위해서도 매우 중요한 과제라고 할 수 있다. 현재 발효식품 중 시판 제품의 품질특성 연구는 막걸리(18-21), 장류(22-25), 식초(26-29), 김치(30-32) 등에서 다양한 연구가 이루어져왔으나 시판 발효액에 대한 연구는 미진한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내 유

[†]Corresponding author

E-mail: phy0316@korea.kr, Phone: 031-299-0590

표 1. 최근 발효액 관련 국내 연구현황

연도	제 목	제조방법 ¹⁾	연구목적 ²⁾
2013	발효액 기술 동향	C	c
2012	국내 식물발효액의 현황 및 전망	C	c
2012	쇠비름 추출물 발효액이 <i>Campylobacter jejuni</i> 의 증식에 미치는 영향	A	a
2012	발효기간에 따른 마늘 발효액의 기능성	B	a
2012	산야초 발효액의 항산화 활성	B	a
2011	산수유 유산균 발효액의 모발성장 효과	A	a
2011	쌀누룩 첨가비율에 따른 순무 발효액의 품질특성	A	b
2011	원료 배합비율을 달리한 순무 발효액의 품질특성	B	b
2011	강황 발효액이 고지방 섭취 흰쥐의 비만에 미치는 효과	B	a
2011	자연발효 함초액의 이화학적 특성 및 생리활성	B	a
2011	미나리 프락토올리고당 발효액의 발효기간에 따른 품질특성 및 간암세포 증식억제효과	B	a
2010	오미자 발효액의 항산화 및 항균 활성과 미용효과	B	a
2010	약용 식물 발효액(들빛)의 항산화, Angiotensin Converting Enzyme 저해 및 Nitric Oxide 생성 조절 효과	B	a
2010	함초 발효액으로부터 항산화 활성 물질의 분리 및 동정	B	a
2010	한방 생약재 발효액의 항산화 활성 및 tyrosinase 저해활성	A	a

¹⁾A: 종균발효(균주 이용함), B: 자연발효(균주이용안함), C: 기타.

²⁾a: 기능성구명, b: 기술개발, c: 기타

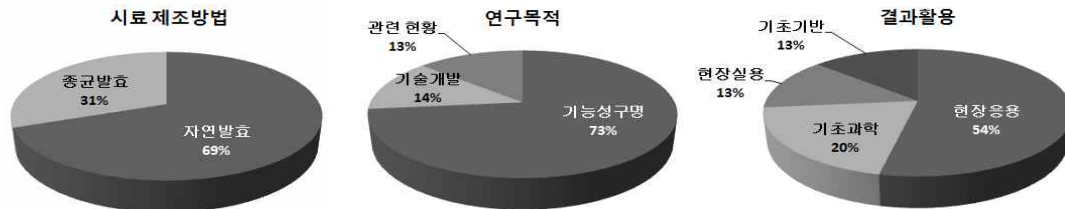


그림 1. 최근 발효액 관련 국내 연구현황 분석

표 1에 제시된 15종의 논문을 대상으로 분석. 시료제조방법에서 현황관련 연구는 제외하고 분석. 결과활용은 표 1에 제시된 A-a를 기초과학, A-b, B-b를 현장실용, B-a를 현장응용, C-c를 기초기반으로 분류하였음.



그림 2. 발효액의 재료로 이용되는 각종 식물체 원료들

통되고 있는 발효액을 수집하여 개별 분석을 통한 발효액의 품질특성 현황에 대해 살펴보고자 하였다.

연구 목적

발효액은 제조에 이용되는 원료(그림 2)의 범위가 매우

넓어 아직까지 제조법이 표준화되지 못하고, 발효액이라는 식품유형에 대한 정의나 기준이 마련되어 있지 않아 관련된 과학적 기초기반 연구도 거의 이루어지지 않고 있다. 이러한 실정으로 제조방법이나 제조기간도 생산자에 따라 다양하여 각 제품의 특성도 큰 차이를 보일 것으

로 예측된다. 따라서 본 연구에서는 관련기술의 개발이나 기초기반 연구를 위하여, 현재 유통되고 있는 발효액의 품질특성 분석을 통하여 발효액 제품의 현황을 살펴보고 이에 따른 개선사항과 연구방향을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

시험재료 및 제품외관 특성 조사

국내에서 시판되고 있는 발효액 중에서 판매 허가된 제품을 대상으로 하기 위하여 전자상거래를 이용한 구매를 통해 총 56종을 수집하여 분석시료로 사용하였으며 제품에 표기된 정보와 박스포장, 내용량, 용기재질 등의 외관 특성과 제품정보를 조사하였다.

pH, 총산 및 당도 분석

pH는 시료를 취하여 pH meter(Titroline Easy, Schott-Duran, Bath, UK)로 실온에서 3회 측정하였다. 산도는 시료액 10 mL에 3차 증류수 40 mL를 가하여 0.1 N NaOH로 적정하여 pH 8.3이 될 때까지 NaOH 용액의 소비 mL로 정의하였으며 총산 함량은 초산을 기준으로 나타냈다. 당도는 당도계(PAL-3, ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며 °Bx로 3회 반복하여 얻은 평균값으로 하였다.

알코올과 총 휘발성유기산 분석

수집된 발효액 100 mL를 증류 및 냉각 장치에 연결하여 가열하면서 발생한 증류액을 약 80 mL 이상 받고 100 mL까지 증류수로 정용하였다. 증류액을 잘 혼합한 다음 주정계를 사용하여 눈금을 읽고 주정분 온도 환산표(33)로 온도를 보정하여 알코올 농도(% v/v)로 나타내었다. 알코올 분석이 끝난 증류액 30 mL로 총산분석과 동일한 방법을 이용하여 휘발성유기산 분석을 하였고, 결과는 초산으로 환산하여 나타냈다.

점도 측정

점도는 Brookfield Viscometer(DV-II+PRO, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하였다. 용기에 시료를 취하고 온도를 25±3 °C로 유지시켰다. Spindle 61, speed 50 조건으로 1분간 측정 후 cP 단위로 나타내었다.

색도 측정

색도는 색도계(Ultra Scan Pro, Hunter lab, USA)를 이용하여 Hunter's value인 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 평가하였으며 5배 희석한 시료를 3반복으로 측정하여 평균값을 사용하였다.

미생물수 측정

시료액을 10진법에 따라 멸균 생리식염수로 희석한 다

음 일반세균은 petri film(Aerobic count plate, USA)을 사용하여 37°C 항온기에서 24±4시간 배양하여 생성된 집락수를 계수하였고, 효모는 YPD(Difco TPD Agar, BD, USA) 고체 배지에 도말법을 이용하여 30°C 항온기에서 48±4시간 배양하여 생성된 집락수를 계수하였다. 결과는 집락수를 log로 환산하여 colony forming unit (CFU)/mL로 나타냈다.

유해미생물에 대한 항균효과 검증

발효액의 항균활성능을 조사하기 위하여 병원성 식중독균인 *Staphylococcus aureus*(KACC10778), *Bacillus cereus*(KACC10004), *Escherichia coli*(KACC 13821), *Listeria monocytogenes*(ATCC 15313)를 검정균주로 사용하였으며 항균활성능은 디스크 확산법으로 분석하였다. 사용된 균주는 한국농업미생물자원센터와 한국미생물보존센터에서 분양받아 사용하였다. 분양받은 균주는 nutrient broth(NB, Difco Co., USA)에서 2회 계대 배양하여 실험에 이용하였다. 계대 배양된 균주는 nutrient agar(NA, Difco Co.) 배지에 각각 접종하였고, 멸균한 8 mm disk에 발효액 시료를 30 µL씩 처리하였다. 처리한 disk는 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양이후 균체 주위에 형성된 생육저지대(clear zone)의 크기를 mm 단위로 측정하여 항균활성 수준을 나타냈다.

결과 및 고찰

제품 외관특성 및 표시

제품 수집 후 얻어진 정보를 통해서 여러 가지 국내 발효액 제품의 외관특성을 살펴보았다(그림 3). 유통기한은 수집된 날짜를 기준으로 제품에 명시된 유통기한까지 남은 기간으로 산출하였다. 1년 이상 2년 미만의 유통기한을 가지고 있는 제품은 68%로 대부분을 차지하였고 1년 미만도 32%를 차지한 반면, 2년 이상의 제품은 조사되지 않았다. 제품은 대부분 택배를 통하여 수집되었기 때문에 큰 종이 박스나 스티로폼 속에 제품이 담겨 있는 형태를 취하였으며 제품은 포장용 에어캡으로 다시 이중으로 포장되었다. 한편 59%는 발효액 용기에 맞는 선물 박스 포장이 되어 있었고 41%는 되어 있지 않았다. 상품의 포장은 소비자가 제품을 선택하는데 큰 영향을 주는 인자이므로 이에 따른 고려를 해야 할 것이다(34). 특히 발효액은 일회성 구매보다는 지속적 소비가 가능한 제품이므로 품질의 기준을 평가하기 위해 앞서 제품의 첫 번째 평가가 이루어질 수 있는 포장디자인을 이용한 마케팅 전략이 필요하다.

발효액 제품은 대부분 희석을 하여 먹는 고농도의 액상 제품으로 적게는 500 mL에서 많은 것은 1,000 mL 넘는 제품도 있었다. 내용량 조사 결과 500~1,000 mL 55%, 1,000 mL 이상이 43%를 차지하였고 가장 많은 단위는 500 mL, 700 mL, 900 mL, 1,000 mL, 1,100 mL이었다.

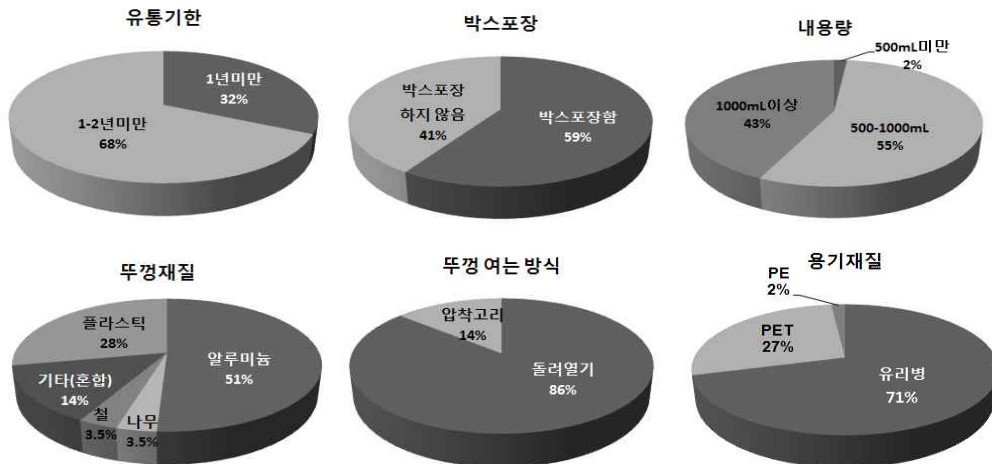


그림 3. 국내 발효액 제품의 외관 특성

뚜껑은 알루미늄, 플라스틱, 나무(코르크마개) 등 다양한 재질로 조사되었으나 알루미늄이 51%로 가장 많은 제품에 이용되었고, 용기재질은 깨지기 쉬운 단점이 있으나 플라스틱보다는 유리병을 선호하는 소비자 선택에 따라 유리병이 71%로 높게 나타났다. 한편 뚜껑을 여는 방식은 압착 고리가 14%로 나타났는데, 이는 현재 판매되고 있는 음료용기 중 소비자의 선호가 높은 압착 고리가 장착된 유리병을 일부 생산업체에서 많이 이용하기 때문인 것으로 생각된다.

발효액 제품의 식품유형

국내에서 생산된 발효액은 과거 ‘식물추출물발효’ 유형으로 기능성식품에 포함되었으나, 현재 일반식품으로 분류되어 5가지의 식품유형으로 제품화되고 있다(4). 표 2는 이러한 식품유형의 현황을 살펴보고자 수집된 시료의 제품 정보를 분석한 것이다. 제품의 대부분은 다류의 액상차로 62%를 차지하였고 식품공전에 기재된 식품유형 명칭과 다르게 표기된 것도 일부 있었다. 이는 식품공전의 개정고시에 따라 변경 전 식품유형 명칭이 쓰이거나 대분류명과 중분류명이 구분 없이 함께 쓰인 것으로 보인다. 한편 그 다음으로 많은 것은 효소식품과 발효음료로 각각 16%, 14%를 차지하였다. 각 식품유형은 고유한 정의를 가지며 식품으로 허가되기 위해서는 각 규격에 맞는 조건을 갖추어야 한다. 최근 발효액이 효소로 받아들여지는 것에 적지 않은 혼돈을 주지만, 분명 규격에 α-

아밀라아제나 프로테아제의 양성반응이 나타나야 하며 수분함량이 10% 미만이라는 조건에 따라 발효액 액상제품보다는 분말가루제품에 제한된다는 점을 분명히 해야 할 것이다.

발효액 품질특성의 기술통계량과 분포도

수집된 발효액의 품질 관련인자 분석 후 기술통계량을 표 3에 제시하였다. 발효액의 pH는 발효 혹은 원료에서 유래하는 산에 의하여 pH 2.84~4.40으로 낮은 수준을 나타냈다. 반면에 총산함량은 0.3~2.75%로 제품에 따라 차이를 보였다. 발효액의 주요한 특징이라고 할 수 있는 당도는 최댓값과 최솟값이 62.7°Bx와 9°Bx로 큰 차이를 보였으나 평균값은 52.85°Bx로 나타나 제품 대부분은 높

표 3. 국내 발효액 제품의 품질특성 기술통계량¹⁾

품질특성	최솟값	최댓값	평균값	표준편차
pH	2.84	4.40	3.50	0.28
총산(%) ²⁾	0.30	2.75	0.87	0.56
당도(°Bx)	9.00	62.70	52.85	9.64
점도(cP)	3.12	85.50	40.59	19.66
휘발성유기산(%)	0.00	0.50	0.09	0.09
효모수 (log CFU/mL)	0.00	6.51	1.90	2.01

¹⁾국내 발효액 제품 총 56종 분석

²⁾총산함량은 초산(acetic acid)을 기준으로 산출
각 제품의 품질특성 값은 분석 결과 값이므로 제품 신고 시 규격과 다름.

표 2. 식품공전의 식품분류에 따른 국내 발효액의 식품유형 현황

분류 ¹⁾	대분류명	중분류명	제품비율(%)	중분류명 외 표기명
16-2	다류	액상차	62	식물추출물발효식품 액상추출차, 다류, 과실차
18-1	음료류	과일·채소류음료	3	과채음료
18-4	음료류	발효음료류	14	기타발효음료
18-6	음료류	기타음료	0	-
29-22	기타식품류	효소식품	16	발효식품, 효소함유식품
미분류	-	-	5	기준과 규격 외 식품 유형표기 미비

¹⁾식품공전의 식품별 기준 및 규격에서 분류된 식품유형 분류번호(식품의약품안전처, 2012).

은 당도 수준을 나타냈다. 한편 설탕 첨가율에 영향을 받는 점도는 평균 40.59 cP로 일반 음료보다는 높은 점도를 나타냈고 발효과정을 주도하는 효모 수는 최댓값이 6.51 (log CFU/mL)인 반면 평균값은 매우 낮은 수준을 보였다.

pH, 총산, 당도 등에 대한 분포도를 그림 4에 나타냈다. SPSS 통계프로그램을 이용하여 분석값의 반복수(3반복)를 포함한 빈도분석 결과 pH, 점도는 정규분포곡선에 가까운 분포도를 나타냈으나, 총산과 휘발성유기산, 효모는 낮은 값에 치우친 분포를 나타냈고, 당도는 높은 값에 치우친 분포를 나타냈다. 이러한 빈도분석을 통해 평균값이나 각 개체 값으로 알 수 없는 제품군 전체의 품질특성 경향을 알 수 있었다. 특히 효모는 전혀 검출이 되지 않는 제품이 많았고 당도는 실제 50~60°Bx가 대부분의 분포를 나타내어, 발효액을 유통 전 살균 처리하는 것과 발효 과정에 따른 당도저하가 일부 영향을 주었을 것으로 사료된다.

총산과 휘발성 유기산 상관관계

발효액에서 일어나는 유기산 발효는 미생물의 작용에 의해 탄소화합물, 주로 탄수화물이 불완전 산화되어 각종 유기산이 생성되는 현상으로 이때 생성되는 유기산은 lactic acid, acetic acid, citric acid 등이며, 이 중 끓는점

이 150°C 이하로 수증에서 휘발하기 쉬운 휘발성 유기산을 포함한다(35). 그림 5는 발효액의 총산과 휘발성 유기산의 함량을 함께 나타내어 이들의 관계를 살펴본 것이다. 총산 함량은 0.3~2.7%로 제품별 큰 차이를 보였는데, 이는 원료에서 유래하는 다양한 유기산과 발효과정을 거쳐 생성되는 유기산 함량에 영향을 받기 때문으로 사료된다. 또한 휘발성유기산은 총산함량이 높았던 시료에서 대체적으로 높았으나 그러지 않은 시료도 있어, 주요 휘발성유기산 종류에 따른 차이로 휘발정도를 달리하기 때문으로 생각된다.

당도와 점도의 상관관계

발효액의 중요한 품질지표가 되는 당도는 두 가지 요인에 의해 좌우된다. 첫 번째는 제조 시 첨가하는 설탕의 함량이고 두 번째는 발효를 통해 당 함량이 얼마나 감소하는가 하는 점이다. 한편 설탕 첨가량은 점도와도 직접적인 상관관계를 가질 것으로 예측되었으나 그림 4에서 당도와 점도의 빈도 분포가 다르게 나타났다. 이러한 관계를 좀 더 자세히 살펴볼 수 있는 것이 그림 6에 나타난 각 발효액 제품의 당도와 점도 분포이다. 당도는 대부분 50~60°Bx를 나타냈으나 최솟값과 최댓값이 큰 편차를 보였다. 한편 점도는 최솟값과 최댓값에서 고른 분포를 보였으나, 각 제품마다 다양한 값을 나타내 제조 시 들어

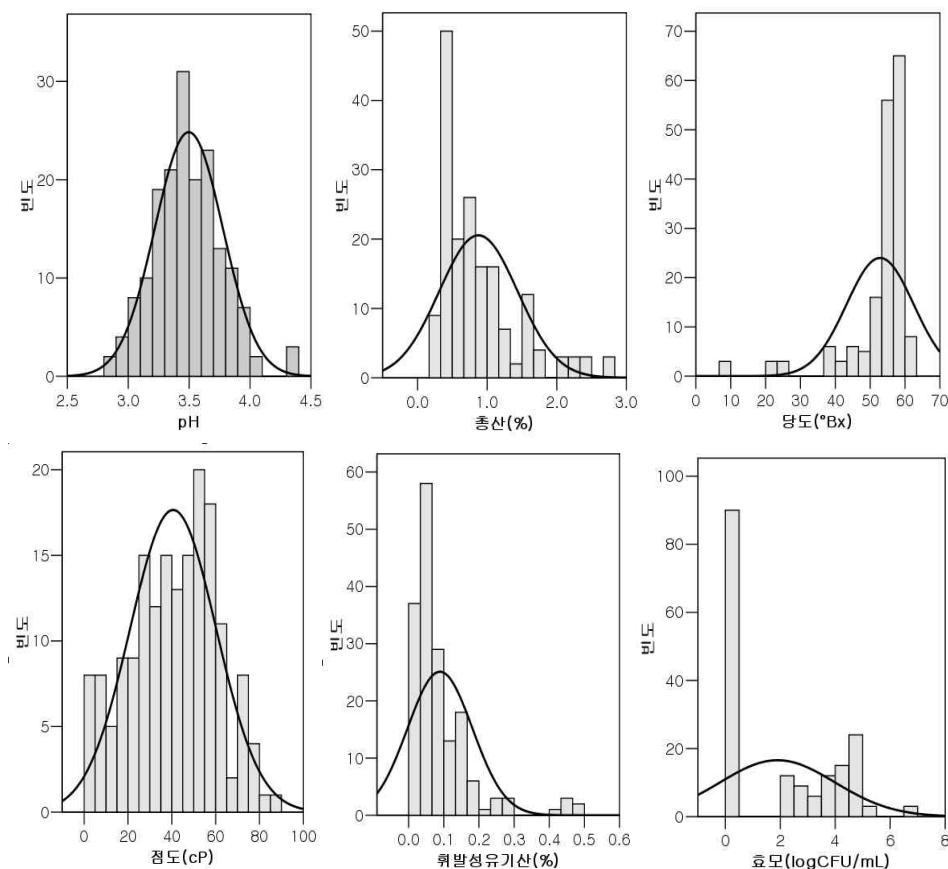


그림 4. 국내 발효액의 주요 품질특성별 빈도 분포

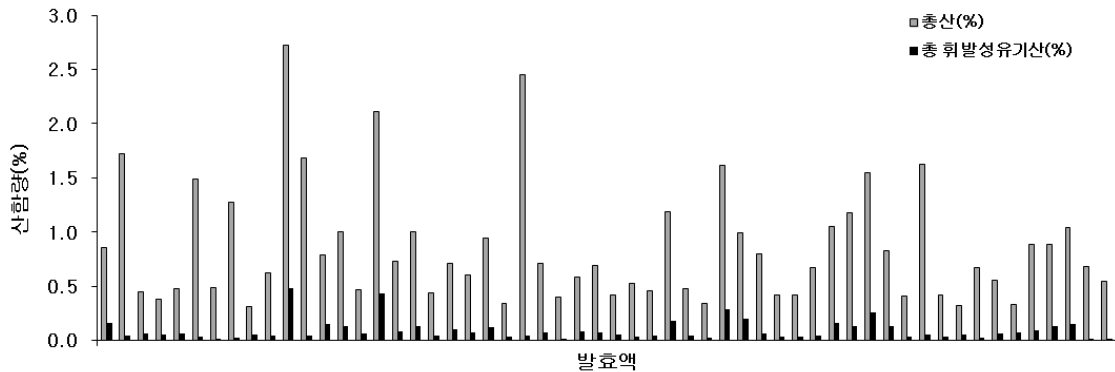


그림 5. 발효액의 총산과 총 휘발성유기산

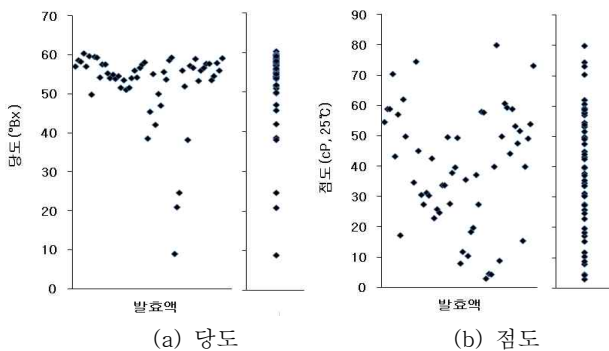


그림 6. 발효액의 당도와 점도 분포도

간 설탕 첨가량이나 발효기간에 따른 차이, 원료에서 유래하는 점질물 등에 기인할 것으로 보인다.

알코올 함량과 함유수준별 조성

발효액은 식품공전에 규정된 다류, 음료류, 기타 식품류로 제품화되고 있으며 관련 고시의 규격에 알코올 함량에 대한 기준은 없으나(2), 주세법상 알코올 1% 이상의 음료에 대해 주류로 규정짓고 있어 이에 대한 대책이 요구된다(36). 대부분의 발효액은 원료의 살균과정을 거치지 않고 자연발효에 의해 만들어지므로 식물체 원료나 제조환경에서 유래하는 야생효모에 의하여 발효과정 중

알코올이 생성된다. 그러나 일정수준의 알코올은 2차 발효에 의해 일부 소비되기도 하고 장기간의 제조기간에 따라 적절한 수준으로 감소되기도 한다. 그림 7은 수집된 국내 발효액의 알코올 함량과 조사 제품의 알코올 함유수준에 따른 조성을 살펴본 것이다. 제품별 알코올 함량은 대부분 2~4%를 나타냈으나 일부 10% 정도의 높은 알코올 함량을 나타내는 제품도 있었다. 알코올 함량이 1% 이상인 것은 주세법 규정에 의해 주류로 분류되기 때문에 이에 따른 제품 품질관리가 필요하며 해당되는 제품이 93%에 해당되었다. 다만 판매되는 발효액은 대부분 원액을 희석하여 섭취하므로 섭취기준에 따른 다른 기준이 적용되어야 할 것이다.

외관관찰에 의한 발효액 침전상태 및 관련 제품의 주재료 발효액은 대부분 음료의 형태로 소비되므로 소비자가 제품을 선택하는데 있어 침전물의 유무는 상품을 선택하는 중요한 기준이 된다. 발효액에서 침전이 발생하는 주요 원인은 원료의 종류, 설탕 용해방법, 고형물을 거르는 방법, 제조기간 중 발효액 관리방법, 살균처리의 유무 등에 따라 다양할 것으로 생각된다. 표 4에 수집된 국내 발효액의 침전상태와 침전이 관찰된 제품의 원료를 나타냈다. 수집된 발효액 중 61%의 제품은 침전이 육안으로 관찰되지 않았으나 39%의 제품은 조금씩 다른 침전상태

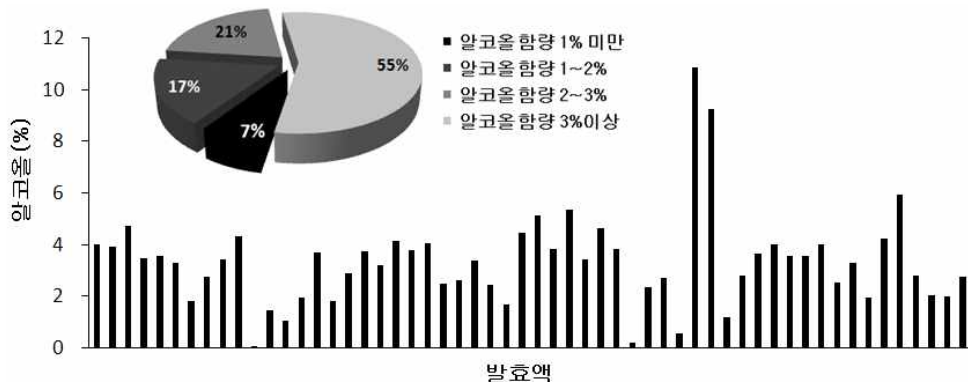


그림 7. 발효액의 알코올 함량과 알코올 함유수준에 따른 제품 조성

표 4. 국내 발효액의 침전상태 및 해당 제품의 원료

침전상태 ¹⁾	해당시료 (%)	주원료 ²⁾
-	61	-
+	21	더덕과 도라지, 솔순, 백초, 매실, 산야초, 어성초, 수세미, 미나리, 쑥, 무화과
++	11	백초, 곰보버섯, 더덕, 민들레, 뽕잎, 산야초
+++	7	석류, 뽕잎, 오디, 어성초

¹⁾-: 침전없음, +: 미세물 부유, ++: 미세물이 부유하거나 바닥에 약간 쌓임, +++: 미세물이 바닥에 많이 쌓임.

²⁾주재료에서 중복되는 원료명은 하나로 표시함.

를 나타냈다. 또한 침전상태를 달리하며 중복되어 나타난 원료는 제조자에 따라 다른 침전상태를 보임으로써 제품의 생산기술과 관리가 매우 중요함을 알 수 있었고 향후 발효액 고품질화를 위해서는 여과공정에 대한 기술개발이 필요하다고 하겠다.

색도 경향과 발효액의 색 유래

발효액은 대부분 유리병이나 투명한 플라스틱 용기에 들어있어(그림 3) 발효액이 나타내는 색은 제품을 선택하는 중요한 요소가 되며, 이러한 색은 여러 가지 인자로부터 유래한다. 첫째는 식물체 원료이다. 발효액의 원료는 대부분 식물체로, 관련 물질로 가장 널리 분포하는 것이 플라보노이드, 카로티노이드, 클로로필 등이다. 이러한 물질은 색 외에도 다양한 기능성을 가지고 있어 발효액 섭취로 건강과 질병개선을 기대하게 한다. 두 번째는 설탕이다. 보통 희석을 해서 섭취하는 것과 무관하게, 진한 색의 제품은 농도가 높을 것으로 예상하는 소비자의 심리에 맞춰 원료에서 유래하는 색이 흐린 경우에 특히 갈색설탕을 많이 이용하고 있다. 그 외 갈색설탕은 백색설탕과 비교하여 가공이 적게 되고 영양적으로 우수하다는

잘못된 지식이 일반화되었고, 이로 인해 많은 제조자들이 갈색설탕을 선택하고 있으므로 올바른 지식을 통한 개선이 필요하다고 하겠다. 세 번째는 제조기간이다. 국내에서 발효액 제조기간에 걸리는 시간은 통상 1년에서 3년, 혹은 그 이상으로, 오랜 제조기간은 발효액의 여러 성분들이 중합, 축합에 의한 갈변을 이루는 충분한 시간이 된다. 이러한 다양한 인자들에 의해 갖게 되는 발효액의 색을 그림 8에 나타냈다. L값과 a값은 확실한 두 가지 경향을 보이며 높은 정밀도를 나타내었고 b값은 양의 값에 치우쳐 넓은 범위를 나타냈다. 이러한 색도의 경향대로 직접 눈으로 색상을 관찰했을 때 전체적으로 짙은 갈색에서 연한 갈색을 나타냈으며 몇몇 과실원료는 원료에서 유래하는 색소의 색을 나타냈다.

총균과 효모의 검출율 및 검출 수준

발효액은 대부분 액상제품으로, 제품완성 후에도 유통이나 저장기간 중 다시 쉽게 발효가 일어나거나 환경 위생수준에 따라 식품의 안전성이 확보되지 않는 것이 문제되고 있다. 이러한 이유로 많은 업체에서 병입 단계 중 저온 살균처리를 하고 있지만, 발효액에는 좋은 미생물이 포함되어있을 것이라는 소비자의 기대가 일반적이다. 따라서 본 연구에서 발효액을 시료로 총균(aerobic bacteria)과 효모균 수를 측정하여 발효액에서 유래하는 미생물상을 살펴보았다(그림 9). 발효액에서 유래하는 총균과 효모는 각각 전체 72%와 48%에서 검출되어 검출확률은 효모보다 총균에서 높은 수준을 보였다(그림 9, 왼쪽). 그러나 미생물균수의 검출 수준은 총균보다 효모에서 높게 분포하는 것으로 나타나(그림 9, 오른쪽), 일부 제품이기는 하지만 왕성한 효모 성장에 의한 CO₂ 발생으로 상품성 저하가 올 수 있음을 확인하였다.

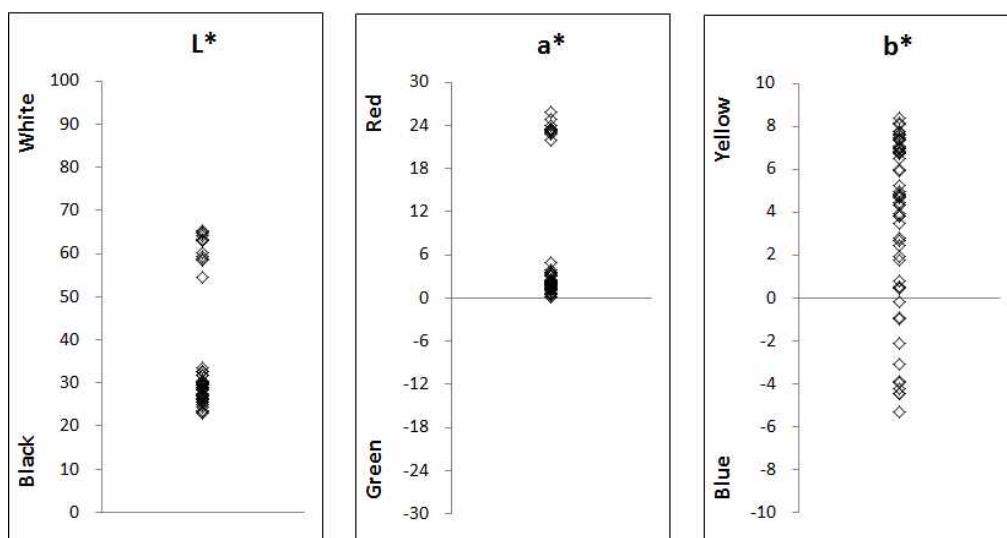


그림 8. 발효액의 색도 분포

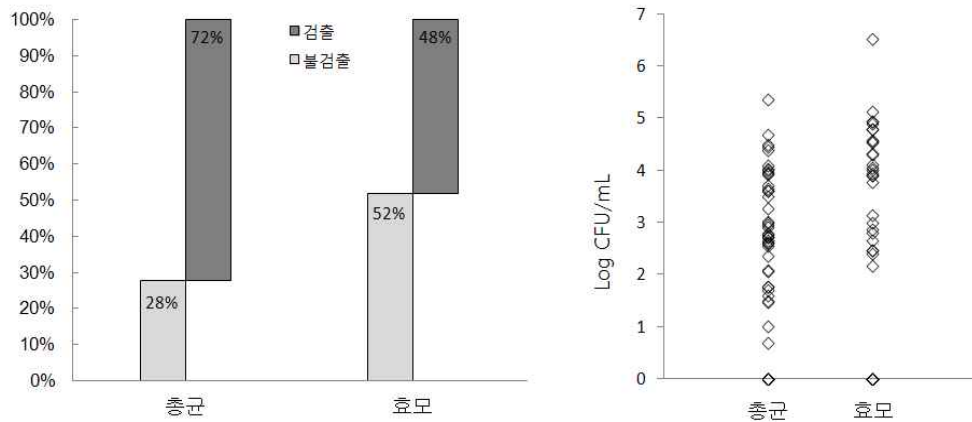


그림 9. 발효액 제품의 총균과 효모균 검출율 및 미생물 검출 수준

표 5. 발효액의 품질특성 인자 간 상관성 분석

	pH	총산	당도	알코올	휘발성 유기산	점도	총균	효모
pH	1.000	-0.652**	-0.156*	0.175*	-0.296**	-0.142	0.272**	0.267**
총산		1.000	0.175*	-0.333**	0.555**	0.198**	-0.367**	-0.336**
당도			1.000	-0.421**	0.032	0.706**	0.087	0.135
알코올				1.000	-0.349**	-0.376**	0.146	0.213**
휘발성유기산					1.000	-0.009	-0.138	-0.389**
점도						1.000	-0.019	0.017
총균							1.000	0.261**
효모								1.000

*, **Significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively (pearson correlation).

발효액 품질특성 간 상관관계

발효액의 대표 품질특성인 총산, 당도, 알코올 등의 항목 간 상관성을 살펴보았다(표 5). 품질특성간의 상관관계는 r^2 가 -0.652에서 0.706으로 다양하게 나타났으며 일부 몇몇 품질특성 간에 통계적으로 의미 있는 상관성을 나타냈다. 특히 당도와 점도는 $r^2=0.706$ 으로 제조 시 설탕첨가량에 따라 영향을 받는 두 인자사이에 높은 양의 상관관계를 나타냈다. 설탕 첨가량은 직접적으로 점도에 영향을 미치며, 그 외 연구에서도 발효기간은 당도와 밀접한 관련이 있어 시간경과에 따른 당도저하를 보였다(37). 한편 발효의 진행을 확인할 수 있는 총산은 pH와의 상관성에서 $r^2=-0.652$ 로 음의 상관을 나타냈으며 휘발성유기산과는 $r^2=0.555$ 로 총산 함량의 증가는 휘발성 유기산 함량 증가와 양의 상관성을 나타냈다. 이러한 결과를 바탕으로 향후 발효액 제조기술 개발을 위해 다양한 제조조건, 발효기간, 품질특성간의 상관성 연구가 필요하다고 하겠다.

유해 미생물 검출 분석

발효액은 자연발효에 의한 제조과정을 거치므로, 완성된 제품에 원료나 환경에서 유래하는 많은 미생물이 존재할 수 있다. 이러한 미생물 중에는 발효의 목적을 위해 작용하기도 하지만, 그 외 일부 미생물은 제품의 품질이나 완성도를 저하시킨다. 따라서 발효액 제품을 대상으로

표 6. 발효액의 주요 식중독균 검출율

분석결과 (%)	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>B. cereus</i>
검출	18 ¹⁾	0	0	0
불검출	82	100	100	100

¹⁾선택배지에 의한 추정시험 결과임.

유해 미생물에 대한 검출 여부를 살펴보았다(표 6). 검출 대상의 미생물은 토양에 널리 분포하면서 농작물에 유래하는 *Listeria monocytogenes*, 자연계에 널리 분포하며 식품 중에 증식하여 장독소(enterotoxin)를 생산하는 *Staphylococcus aureus*, 식품, 흙, 물 등에서 유래하여 식품 위생도를 판별하는 대표적 지표균인 *Escherichia coli*, 토양, 오수, 식물 등 자연계에 널리 분포하며 포자를 형성하여 생존력이 강한 *Bacillus cereus*였다(38). 분석한 모든 발효액에서 *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus*는 검출되지 않았으나 *L. monocytogenes*는 18%의 발효액에서 검출되었다. 이는 추정시험에 따른 결과로 확정시험까지 추가 연구가 요구된다. 검출된 시료의 주원료는 더덕, 도라지, 산야초, 어성초 등의 뿌리나 잎으로 원료 전처리 단계에서 제거되지 않은 미생물에 의한 오염으로 생각된다. 한편, 그 외 발효액에서 유해 미생물이 유래하지 않은 이유는 두 가지로 예측되는데 제조과정에서 오염도를 최소화했거나 발효과정에 의한 발효액의 항균성에 의한 것

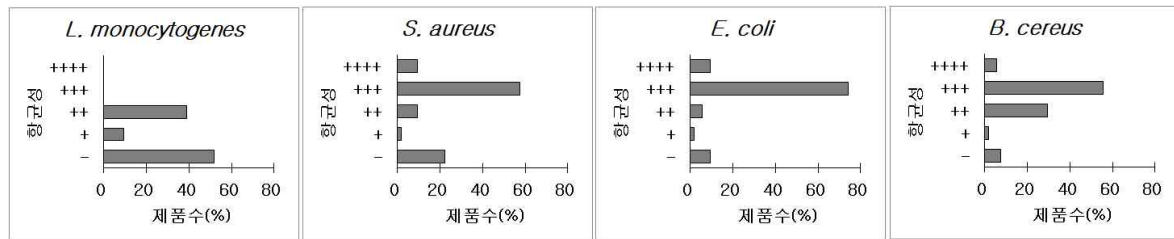


그림 10. 주요 식중독균에 대한 발효액의 항균성

항균성: -, 0~8 mm; +, 8~10 mm; ++, 10~20 mm; +++, 20~30 mm; +++, 30 mm 이상.

으로 사료된다.

국내 발효액의 식중독균에 대한 항균효과

앞서 살펴본 발효액 유해미생물 불검출의 원인으로 기대되는 발효액의 항균성을 분석하였고, clear zone의 크기를 다섯 그룹으로 분류하여 각 그룹에 포함되는 발효액 제품수를 백분율로 나타냈다(그림 10). 표 6에 검출율이 0%였던 각 식중독균은 높은 항균성을 나타냈으며 특히 clear zone 20 mm 이상을 나타내는 높은 항균활성을 보인 제품이 많이 조사되었다. 반면에 일부 발효액에서 검출이 추정되는 *L. monocytogenes*에 대한 항균성 분석 결과, 항균성이 없는 제품이 52%였고, 항균성이 높았던 그룹(Clear zone 20 mm 이상)은 전혀 관찰되지 않았다. 이것으로 잘 발효된 발효액은 자체적으로 유해미생물에 대한 항균성을 갖고 이것이 제품의 안전도를 높일 수 있는 기능을 할 것으로 기대된다. 더불어 발효액의 항균성 원인물질에 대한 연구도 앞으로 수행되어야 할 과제로 생각된다.

결론 및 제언

본 연구는 국내 발효액이 갖는 품질특성을 살펴 발효액 제품의 현주소를 파악하고 향후 발효액 제조기술의 개발 방향과 고품질화를 위한 개선점을 제시하고자 하였다. 전자상거래를 이용하여 수집된 발효액 제품은 일정 수준 이상으로 나타나, 소비자의 선택기준에 미흡하지는 않았다. 그러나 일부 제품은 유통에 대한 관리부족으로 발효액이 유출된 상태로 전달되거나 타 발효액과 비교하여 용기나 포장에서 경쟁력이 떨어지는 제품도 있었다. 이러한 것은 소비자의 선택기준에 매우 중요한 변수가 될 수 있으므로 마케팅과 더불어 각별한 관리가 이루어져야 할 것이다. 현재 발효액은 대부분 액상 차, 발효음료류라는 식품유형으로 가장 많이 제품화되고 있다. 반면 발효액 관련 용어로 다양한 용어가 혼재하면서 용어 원래의 정의는 사라지고 전혀 다른 개념으로 잘못된 지식이 일반화되고 있다. 따라서 각 용어에 대한 명확한 개념 정립과 이를 바로잡기 위한 제정이 필요하다고 하겠다. 본 연구를 통해 발효액의 여러 가지 품질특성을 살펴 본 결과 일부특성은 매우 큰 편차를 나타냈는데 이는 원료나 제조법의 다양성으

로부터 연유하지 않나 생각된다. 따라서 원료에 대한 특성을 파악하고, 그에 맞는 제조기준을 설정하는 것이 바람직할 것이다. 현재 발효액은 업체에 의해 제품화되기도 하지만, 대다수의 국민이 쉽게 만들어 가정 내에서 건강에 대한 기대효과를 가지고 상용하고 있다. 만약 발효액을 잘못된 제조 및 관리법으로 안전하지 못한 상태로 섭취하게 된다면 국민건강에 큰 피해를 받게 될 것이다. 따라서 발효액 발전 뿐 아니라 국민건강안위를 위해 발효액의 기초기반 지식 확립과 과학적 접근을 통한 바른 제조법 개발이 시급하며, 발효액 정의에 대한 개념정립이 선행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 국립농업과학원 기관고유사업(과제번호 PJ008646)에 의한 연구결과의 일부이며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 한국식품과학회. 2012. 식품과학사전. 교문사, 서울.
2. 식품의약품안전처. 2013. 식약처고시, 제2013-203호.
3. 이윤원, 이지은, 김재현, 여수환, 백성열, 박소윤, 박혜영. 2013. 발효액 기술동향. 식품과학과 산업 46(2): 33-47.
4. 한서영, 여수환, 정석태, 최혜선, 백성열, 박혜영. 2012. 국내 식물발효액의 현황 및 전망. 식품과학과 산업 15(3): 31-43.
5. Bae JH. 2012. The effect of fermented extracts of *Portulaca oleracea* against *Campylobacter jejuni*. *Korean J Food Nutr* 25: 291-298.
6. Jung KA, Park CS. 2012. Physiological activities of fermented garlic broth during fermentation. *Korean J Food Preserv* 19: 406-412.
7. Lee YJ, Yoon BR, Kim DB, Kim MD, Lee DW, Kim JK, Lee OH. 2012. Antioxidant activity of fermented wild grass extracts. *Korean J Food Nutr* 25: 407-412.
8. Park JS, Lee JS. 2011. The promoting effect of *Cornus officinalis* fermented with *Lactobacillus rhamnosus* on hair growth. *Kor J Pharmacogn* 42: 260-264.
9. Kim, EM, Jeong ST, Kim TY, Choi YH, Cho YS, Park SY. 2011. Quality characteristics of fermented turnip juice depending on the adding rate of rice-nuruk. *Korean J Community Living Science* 22: 549-556.
10. Kim EM, Cho YS, Choi HS, Choi YH, Park SY, Mo HW.

2010. Physicochemical properties of fermented turnip juice with different mixture ratio of materials. *Korean J Community Living Science* 21: 481-488.
11. Yang CY, Cho MJ, Lee CH. 2011. Effects of fermented tumeric extracts on the obesity in rats fed a high-fat diet. *J Anim Sci Technol* 53: 75-81.
12. Park SY, Cho JY, Chung DO, Ham KS. 2011. Physicochemical characteristics and physiological activities of naturally fermented glasswort (*Salicornia herbacea* L.) Juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1493-1500.
13. Kim MJ, Yang SA, Park JH, Kim HI, Lee SP. 2011. Quality characteristics and anti-proliferative effects of dropwort extracts fermented with fructooligosaccharides on HepG2 cells. *Korean J Food Sci Technol* 43: 432-437.
14. Cho EK, Cho HE, Choi YJ. 2010. Antioxidant and anti-bacterial activities, and tyrosinase and elastase inhibitory effect of fermented omija (*Schizandra chinensis* Baillon.) beverage. *J Appl Biol Chem* 53: 212-218.
15. Cho EK, Gal SW, Choi YJ. 2010. Antioxidative activity and angiotensin converting enzyme inhibitory activity of fermented medical plants (DeulBit) and its modulatory effects of nitric oxide production. *J Appl Biol Chem* 53: 91-98.
16. Cho JY, Park SY, Shin MJ, Gao TC, Moon JH, Ham KS. 2010. Isolation and identification of antioxidative compounds in fermented glasswort (*Salicornia herbacea* L.) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1137-1142.
17. Cha JY, Yang HJ, Jeong JJ, Seo WS, Park JS, Ok M, Cho YS. 2010. Tyrosinase inhibition activity and antioxidant capacity by fermented products of some medicinal plants. *J Life Sci* 20: 940-947.
18. Park CW, Jang ST, Park EJ, Yeo SH, Kim OM, Jeong YJ. 2011. Comparison of the quality characteristics of commercial *makgeolli* type in South Korea. *Korean J Food Preserv* 18: 884-890.
19. Lee SJ, Kim JH, Jung YW, Park SY, Shin WC, Park CS, Hong SY, Kim GW. 2011. Composition of organic acids and physiological functionality of commercial *makgeolli*. *Korean J Food Sci Technol* 43: 206-212.
20. Kwon YH, Lee AR, Kim JH, Kim HR, Ahn BH. 2012. Changes of physicochemical properties and microbial during storage of commercial *makgeolli*. *Kor J Mycol* 40: 210-214.
21. Ji YJ, Chung HJ. 2012. Changes in quality characteristics of *makgeolli* during storage time. *Korean J Food Culture* 27: 383-390.
22. Kim JH, Ahn HJ, Yook HS, Park HJ, Byun MW. 2001. Biogenic amines content in commercial Korean traditional fermented soybean paste. *Korean J Food Sci Technol* 33: 682-685.
23. Seo JS, Lee TS, Shin DB. 2001. The study on the characteristics of commercial samjangs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 382-387.
24. Kim YS, Kim JY, Choi HS. 2011. Quality characteristics of commercial rice soybean paste. *Korean J Food Preserv* 18: 853-858.
25. Ahn JB, Park JA, Jo HJ, Woo IH, Lee SH, Jang KI. 2012. Quality characteristics and antioxidant activity of commercial *doenjang* and traditional *doenjang* in Korea. *Korean J Food Nutr* 25: 142-148.
26. Lee SM, Choi YM, Kim YW, Kim DJ, Lee JS. 2009. Antioxidant activity of vinegars commercially available in Korean markets. *Food Engineering Progress* 13: 221-225.
27. Kim GR, Yoon SR, Lee JH, Yeo SH, Jeong YJ, Yoon KY, Kwon JH. 2010. Physicochemical properties of and volatile components in commercial fruit vinegars. *Korean J Food Preserv* 17: 616-624.
28. Jo DJ, Park EJ, Kim GR, Yeo SH, Jeong YJ, Kwon JH. 2012. Quality comparison of commercial cider vinegars by their acidity levels. *Korean J Food Sci Technol* 44: 699-703.
29. Woo SM, Jo YJ, Lee SW, Kwon JH, Yeo SH, Jeong YJ. 2012. Quality comparison of static-culture and commercial brown rice vinegars. *Korean J Food Preserv* 19: 301-307.
30. Shin DH, Kim MS, Han JS, Lim DK, Bak WS. 1996. Changes of chemical composition and microflora in commercial Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 28: 137-145.
31. Yi SH, Park SY, Jeong DH, Kim JY, Lee AJ, Shin HA, Moon JH, Lee JH, Kim SE, Ryou HJ, Om AS. 2009. Survey research of homemade and commercial cabbage (baechu) kimchi on physicochemical quality characteristics. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 671-676.
32. Cho SK, Moon JS, Kim YJ, Kim JE, Choi HY, Ahn JE, Otgonbayar GE, Eom HJ, Kim TJ, Kim YM, Kim HR, Han NS. 2012. Comparison of chemical and microbiological characteristics of commercial kimchi products in Korea and Japan. *Korean J Food Sci Technol* 44: 155-161.
33. 국세청. 2011. 주류분석규정. 국가법령정보센터.
34. 김선주, 이대영, 성경환. 2010. 포장디자인의 변화가 소비자 구매행동에 미치는 영향: 자연조미료 포장디자인을 중심으로. *한국콘텐츠학회논문지* 10: 25-30.
35. 강영희. 2008. 생명과학대사전, 아카데미서적, 서울.
36. 법제처 국가법령정보센터. 2013. 주세법. 제 1장 총칙, 제 3조의 1.
37. Kim NM, Lee JW, Do JH, Park CK, Yang JW. 2005. Effects of the fermentation periods on the qualities and functionality of the vegetable fermentation broths. *Korean J Medicinal Crop Sci* 13: 293-299.
38. 김덕웅, 정수현, 염동민, 신성균, 여생규, 조원대. 2011. 21C 식품위생학. 수학사, 서울.