J Korean Soc Food Sci Nutr
37(6), 798~804(2008)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2008.37.6.798

상황버섯 추출물과 비트 즙을 첨가한 당근주스 젖산발효 음료의 물리화학적 성질

손민정[2] · 손세진[1] · 이삼빈[1,2†]

[1]계명대학교 자연과학대학 식품가공학과
[2]계명대학교 전통미생물자원개발 및 산업화연구센터

Physicochemical Properties of Carrot Juice Containing *Phellinus linteus* Extract and Beet Extract Fermented by *Leuconostoc mesenteroides* SM

Min-Jung Son[2], Se-Jin Son[1], and Sam-Pin Lee[1,2†]

[1]*Dept. of Food Science and Technology, and* [2]*Traditional Microorganism Resources Center, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea*

Abstract

The physicochemical properties of carrot beverage fermented by *Leuconstoc mesenteroides* SM isolated from carrot juice were dependent upon the sucrose concentration and beet extract content. The addition of beet extract increased the consistency index and bioconversion of sucrose in the carrot juice fortified with *Phellinus linteus* extract, showing the highest consistency value at 2% beet extract. The polyphenol content and antioxidant effect of fermented carrot beverage were increased as the content of beet extract increased. Particularly, the consistency of fermented carrot beverage was greatly increased by the cold storage for 120 hr. After the cold storage for 2 weeks, fermented carrot beverage fortified beet extract showed the red-purple color with higher color value (a) and the viable cell counts of 10^9 CFU/mL.

Key words: carrot beverage, *Leuconostoc mesenteroides*, *Phellinus linteus*, beet

서 론

현대화가 진행됨에 따라 식생활 패턴이 점차 서구화되면서 성인병의 발병률이 높아지고 있다. 이들 질병은 특히 육류와 지방, 정제가공식품, 식품첨가물의 과다 섭취 등 식생활 습관이 주요 원인인 것으로 알려져 최근 야채, 과일 등의 식물성 식품을 선호하는 경향이 높아졌다(1,2).

본 연구의 주재료인 당근은 황색이나 등황색을 띄는 채소로서, 등황색 색소인 β-카로틴은 비타민 A의 전구물질로 그 함량이 매우 높아 항산화 효과, 항암작용 및 성인병 예방 등의 기능을 가지고 있다(3-5,12). 일반적으로 당근주스는 생 당근에서 추출된 후 침전물이 생겨 주스 제품의 품질을 떨어뜨리며(6), 당도가 사과나 배 같은 과일보다 비교적 낮기 때문에 대중적인 주스 제품으로 한계점이 있다(7). 이에 당근의 단점을 보완하고 영양적 가치를 향상시키는 방법으로 당근을 재료로 젖산 발효하는 방법이 적용되고 있다(8,9). 지금까지 보고된 야채류 발효에 관한 연구로는 젖산발효에 의한 혼합과채음료 제조방법(10), 혼합과채의 청징 및 품질(11) 등 기능성을 가진 젖산 발효식품을 개발함으로써 용도의 개발이 가능하다는 연구가 보고된 바 있으며(12), 당근주스를 *Bifidobacterium* 균을 이용하여 발효시킴으로써 관능성과 영양적 가치를 높이는 연구(13)가 수행되었으나, 아직 미비한 실정이다.

당근 젖산 발효 음료에 첨가한 비트는 진한 빨간색과 자주색을 띠는 betacyanin과 노란색을 띠는 betaxanthin을 함유하고 있어 천연색소로 활용되고 있다. 비트의 주색소인 betacyanin은 FDA에서 승인한 색소 첨가제로 식품공업에 중요하게 쓰이고 있으며(14,15), 이 betacyanin은 간암의 전위나 발현을 하지 않는 연구 결과가 있어 소세지, 요거트, 아이스크림, 샤베트 등의 식품 제조에 사용가능하다(16,17).

한편, 당근의 주황색과 잘 어울리는 황색의 상황버섯(*Phellinus linteus*)은 소화기 계통의 암에 저지효과가 있다고 알려져 있으며, 담자균 가운데 우수한 항암력을 나타낸 버섯으로 항암효과는 물론 술, 담배, 스트레스로 지친 현대인의 위장, 소화기 계통도 튼튼하게 지켜주는 탁월한 식품이라 할 수 있다(18,19).

본 연구에 사용된 *Leuconostoc* 균주는 탄소원으로서 설탕의 존재 하에서 세포외 효소인 dextransucrase에 의해서 고분자 다당류 덱스트란을 생산하는 특징을 가지고 있다(20). 덱스트란은 포도당의 중합체인 homopolysaccharide로

†Corresponding author. E-mail: splee@kmu.ac.kr
Phone: 82-53-580-5554, Fax: 82-53-580-5554

점착성, 흡습성 및 열안정성을 가지면서 식품의 물성조절에 중요하다(21-23). 따라서 덱스트란을 생산하는 균주를 이용하여 당근주스를 젖산발효시킴으로써 당근 발효 주스의 점성 증가에 따른 물성 개선 및 젖산균 함유 음료의 제조가 가능하다고 사료된다.

따라서 본 연구에서는 비 열처리된 당근주스의 젖산 발효를 통해 생균수가 강화된 젖산 발효 음료를 제조하고, 비트즙 첨가 및 젖산균에 의한 덱스트란 생성에 따른 발효음료의 점질물 증진을 통한 물성 개량 및 색의 안정화 효과를 보고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 시료 제조

본 실험에 사용한 당근주스는 시중에 유통되고 있는 (주)이롬G&B(충북, 한국)의 '이롬생즙 제주섬당근(당근 100%, 제주도, 한국)'을 구입하여 사용하였고, 이것의 수분함량과 pH는 각각 95.2%, pH 6.7이었다. 실험에 사용된 당은 식품용 정백당으로 백설탕을 (주)CJ(백설, 한국)에서 구입하여 사용하였으며, HPLC 분석에 사용된 시약들은 HPLC급 시약을 사용하였다.

비트(김해, 경남, 한국)는 껍질을 벗긴 후 NUC Juicer ((주)엔유씨바이오테크, 한국)를 이용하여 착즙해 사용하였으며, 사과 엑기스는 (주)세계에프엘(충남, 한국)에서 구입하여 사용하였다.

상황버섯 추출액 제조

당근 젖산 발효 음료에 첨가한 상황버섯 추출액은 상황버섯을 인삼분말기(삼성제약기계, 한국)를 이용하여 곱게 분쇄한 분말을 체로 친 것(80 mesh)을 5 g 취하여 물 500 mL에 첨가해 균질화시킨 다음 초음파 분쇄하여 pH 4.7로 조절하고, 여기에 효소(Viscozyme L, Novozymes, Denmark)를 0.1% 첨가하여 stirrer를 이용해 균질화시킨 후, 50°C 항온조에서 4시간 반응시키고, 이를 90°C에서 3시간 동안 환류냉각시켜 여과하여 사용하였다. 상황버섯 추출액의 β-glucan 함량은 beta-glucan assay kit(Megazyme Co.)를 이용하여 측정하였고, 고형분 함량은 추출물 5 mL을 증발접시에 담아 자동수분측정기를 이용하여 105°C에서 건조시킨 후, 증발잔사의 양을 구하여 백분율로 나타내었다.

Starter 배양액 제조

당근 생즙에서 분리한 *Leuc. mesenteroides* SM 균주를 실험에 사용하였고(24), 이 균주를 Difco™ Lactobacilli MRS(Becton, Dickinson and Company, Sparks, MD, USA) agar 배지에 도말하여 25°C 항온배양기(BI-600M, Jeio tech., Korea)에서 24시간 배양한 후 배양된 균주의 단일 colony를 취하여 사용하였다. 이를 2% sucrose, 0.5% yeast extract, 0.25% tryptone, 0.25% K_2HPO_4의 조성을 갖는 제한배지(pH 7.7)에 접종하여 25°C, 24시간 정치배양한 후 starter로 사용하였다.

젖산 발효액 제조

비 열처리된 당근 생즙 50%에 50% sucrose 용액 30%, 상황버섯 추출액 10%, 사과 엑기스 3% 및 beet즙을 농도별로 첨가하여 전체 volume을 100%로 맞춘 다음, *Leuc. mesenteroides* starter를 2% 접종한 후 25°C의 항온배양기(BI-600M, Jeio tech., Korea)에서 24시간 정치발효 하였다.

pH 및 적정산도 측정

pH는 pH meter(model 420A$^+$, Thermo Orion, USA)를 이용하여 측정하였고, 적정산도는 시료 1 mL에 증류수 4 mL을 첨가하여 pH meter로 pH가 8.3에 도달할 때까지 0.1 N-NaOH로 적정에 사용된 소비량을 lactic acid 함량(%, v/v)으로 환산하였다.

생균수 측정

발효액 0.1 mL를 멸균증류수 0.9 mL에 혼합하여 10^5, 10^6배로 단계별 희석하여 Difco™ Lactobacilli MRS broth agar 배지에 20 μL 도말한 후, 25°C 항온배양기(BI-600M, Jeio tech., Korea)에서 24시간 배양한 후의 생균수를 CFU(colony forming unit)/mL로 나타내었다.

색도 측정

당근 발효음료의 색도는 발효액을 원통형 석영 cell(직경 2 cm, CR-450 Granular-materials Attachment)에 1 mL을 넣은 후 Chromameter(CR-400, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값의 변화를 3회 반복 측정하여 평균치를 구하였다.

점조도 측정

발효된 음료의 점조도는 Rheometer System(HAAKE RheoStress 1, Germany)에 cone plate device(Platte PP35 Ti, 3.5 cm diameter)를 장착하여 측정하였다. 시료 1.2 mL plate에 올려 구간 당 10초 동안의 평균값이 측정되어 얻은 값을 shear rate(1/s)와 shear stress(Pa)로 나타내어 점조도가 높아짐에 따라 층밀림 변형력이 높아지는 효과를 측정하였다. 측정온도 20°C에서 전단속도($\dot{\gamma}$)는 1-100 s^{-1}의 범위로 유동특성을 알아보았고, 점조도지수와 유동지수 값은 Power law model($\sigma=K\cdot\gamma^n$)로 측정하였다(25). 이 때, σ는 전단응력(Pa), K는 점조도 지수(consistency index, $Pa\cdot s^n$), γ는 전단속도(s^{-1}), n은 유동성 지수(flow behavior index)이다.

DPPH에 의한 수소공여능의 측정

당근 젖산발효액과 beet즙의 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Bondet 등(26)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료를 농도별로 희석하여 희석액 0.8 mL에 0.15 mM DPPH(α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl)용액 0.2 mL을 가한 다음, vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온(암실)에서

30분간 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 DPPH 라디칼 소거능은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = (1 - Abs/Abc) \times 100$$

Abs: Absorbance of DPPH solution with sample at 517 nm
Abc: Absorbance of DPPH solution without sample at 517 nm

총 폴리페놀 함량 측정

폴리페놀 함량은 페놀성 물질이 sodium molybdate와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 AOAC의 Folin-Denis법에 따라 Swain 등(27), Cha 등(28)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 1 mL에 Folin reagent 1 mL를 넣은 후 3분간 정치하고, 10% sodium carbonate(10% Na_2CO_3) 1 mL를 첨가하여 혼합한 후, 30°C에서 1시간 정치한 뒤 분광광도계(Biospec-1601, Shimadzu biotech, Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 이 검량곡선으로부터 시료중의 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

당 분석

당근 젖산 발효 음료 제조를 위해 첨가한 설탕의 전환율 및 생성된 mono-saccharide 분석은 발효액 0.5 mL에 증류수 동량을 취하여 혼합한 후 15,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액만을 회수하였다. 이 회수한 용액을 0.45 μm syringe filter(Minisart RC 15, Sartorius, Germany)로 여과한 다음, 여액 20 μL를 high performance liquid chromatography(HPLC) 분석용 시료로 사용하였다. HPLC 분석은 RI(Waters 410, USA)를 이용하였으며, column(Asahipak NH2P 50, Shodex, Japan)을 이용하여 이동상을 75% acetonitrile로 유속은 1.0 mL/min의 속도로 흘려주었다.

색도 평가

당근주스를 25°C 항온배양기(BI-600M, Jeio tech., Korea)에서 24시간 배양 후, 발효가 완료된 각각의 시료를 4°C의 냉장고에 보관하면서 2주간의 색도 변화를 측정하였으며, 실험구당 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다.

관능평가

당근주스를 25°C 항온배양기에서 24시간 발효 후 4°C에서 24시간 보관한 다음 계명대학교 식품가공학과 전공 학생 및 연구원에게 필요한 훈련과정을 거치게 한 후 신뢰성과 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 15명을 관능요원으로 선발하여 실시하였으며 색, 향, 단맛, 신맛, 물성, 전반적인 기호도에 대하여 9점 채점법으로, 9점 매우 좋다, 1점 매우 나쁘다로 평가하였다(29,30). 실험결과는 SAS program을 이용한 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의성을 검정하였다(31).

결과 및 고찰

비트 즙을 첨가한 당근 젖산 발효 음료의 이화학적 특성 분석

색소를 다량 함유하여 고운 빛깔과 약간의 점성을 갖는 비트 즙에 의한 당근 젖산 발효에 미치는 영향을 알아보았다. 비트 즙은 pH 5.8, 산도 0.92%, 당도 15.7°Brix, 색도는 L값 27.1, a값 26.3, b값 13.8로 강한 붉은 색을 나타내었고, 폴리페놀 함량은 0.259%를 나타내어 국내산 식물성 식품 중 페놀성 물질의 함량 측정 결과 과채류의 경우 0.10~4.55%의 총 페놀 함량을 보인다는 보고(32)와 유사한 결과를 나타내었다. Yang과 Han(33)의 연구에서는 비트 1%의 첨가로 김치의 색상을 개선시켰다는 보고가 있어 본 연구에서는 비트 즙을 당근주스에 1~5% 수준으로 첨가하여 젖산 발효를 하였다. 또한 상황버섯 추출물은 무미, 무취로서 당근 젖산 발효에 첨가함으로써 기능성을 강화할 수 있을 것으로 판단되어 추출액을 10% 수준으로 첨가하였다. 열수 추출한 상황버섯 추출물의 고형분 함량은 0.1%(w/v)를 나타내었으며, 이중 β-glucan의 함량은 2.57%(w/v)이었다.

당근주스에 비트 즙을 첨가하여 25°C에서 24시간 발효하였을 때 당근주스의 초기 pH는 6.3 정도에서 pH 3.99 정도로 감소하고 산도와 당도가 증가하는 경향을 보였으며, 산도는 약 0.62%, 당도는 17~19°Brix 범위를 나타내었다. 또한 비트 즙을 1~5% 첨가하여 25°C에서 24시간 젖산발효시킨 발효음료의 생균수는 모두 2×10^9 CFU/mL 이상으로 대조구의 생균수가 1.8×10^9 CFU/mL인 것에 비해 높은 값을 나타내었으며, 비트 즙의 첨가는 젖산균의 생육에 기여할 것으로 사료된다(Table 1).

당근주스의 *Leuconostoc* 균주에 의한 젖산발효는 고분자 덱스트란을 생산함으로써 당근 발효음료의 점조도는 증가한다는 보고가 있었다(24). Fig. 1에서 보듯이 비트 즙이 2% 첨가된 당근주스의 젖산 발효물은 발효 24시간 후, 생합성된 고분자 덱스트란에 의해서 점조도 0.55 Pa · s^n 값을 나타내면서 대조구의 점조도 0.35 Pa · s^n보다 높은 값을 나타내었다. 이는 당근주스의 저장 중에 침전물 형성에 기인한 품질 저하를 개선시킬 수 있는 방법으로 가능하다고 판단된다. 당근 젖산 발효 음료는 4°C에 냉장 저장하였을 때, 모든 조건

Table 1. Comparison of pH, acidity, sugar contents and viable cell counts of fermented carrot beverage by contents of beet extract

Beet extract (%)	pH		Acidity (%)	Sugar contents (°Brix)	Viable cell counts ($\times10^9$ CFU/mL)
	Initial	Final			
Control	6.28	4.06	0.51	16.8	1.8
1	6.29	4.02	0.62	17.0	2.0
2	6.31	3.99	0.61	17.1	2.9
3	6.32	3.97	0.62	17.1	2.6
4	6.33	3.97	0.62	18.1	2.2
5	6.34	3.96	0.62	19.1	2.3

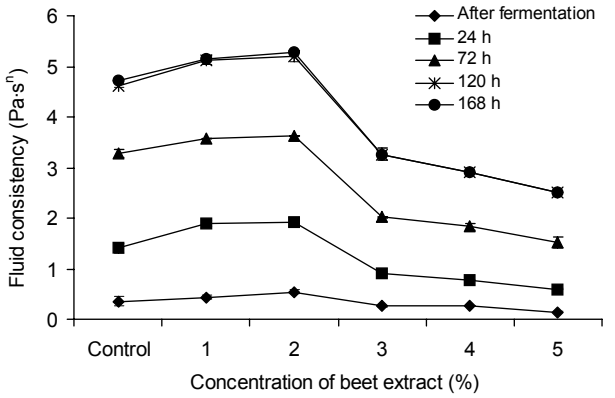

Fig. 1. Comparison of consistency index of carrot beverage fermented according to the contents of beet extract.

에서 저장 120시간까지는 당근 젖산 발효 음료의 점조도가 계속 증가하다가 그 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다(Fig. 1). 비트 즙 첨가에 따른 당근 젖산 발효 음료의 점조도는 비트 즙의 첨가 농도를 2%로 하였을 때 가장 높은 값을 나타내었고, 또한 발효 24시간 후보다 냉장 저장 120시간째 당근 젖산 발효 음료의 점조도가 10배 정도 크게 증가하였다. 이는 덱스트란 용액이 온도가 상승하면 점성도가 감소하였다는 Kim과 Lee(34)의 보고에 따라 온도와 점성과는 반비례 관계인 것을 알 수 있다. 저온 보관 중에 당근 발효 주스에서 생합성된 덱스트란 고분자는 gel과 같은 3차원 net work 구조를 형성하여 점성이 증가하는 것으로 사료된다. 따라서 당근 젖산 발효물의 물성 조절을 위한 점도 증가를 위해 발효미생물의 덱스트란 생성능을 조절하거나, 또는 발효 종료 후에 냉장 저장시킴으로써 발효물의 점조도를 증가시킬 수 있다고 사료된다.

당근 젖산발효 음료의 저장 기간에 따른 색도 변화

비트 즙의 첨가 농도에 따른 발효 전후와 저장 중에 당근 발효음료의 색도 변화를 알아보았다. Table 2의 결과에서 비트 즙의 첨가 농도가 증가할수록 비트의 고유한 붉은 빛으로 인해 a값이 증가되었으며, b값은 비트 즙을 첨가할수록 값이 낮아지는 경향을 보였다.

당근 젖산 발효 음료의 발효 후부터 밝기(L)값은 대조구를 제외하고 증가하는 경향을 보이다가, 저장 2주일 후에는 다시 발효 후의 L값과 유사한 값을 나타내었다. 이는 당근 젖산 발효 음료의 발효 후, 시간이 경과됨에 따라 산소의 유입으로 인해 색의 변화가 일어나 L값이 소폭 증가하다가, 그 후에는 약간의 갈변화를 동반하여 L값이 다시 낮아지는 것으로 생각된다. 또한 a값과 b값은 저장 기간 동안 감소하는 경향을 나타내는데, 이는 당근에 포함되어 있는 카로틴이 빛에 약한 성질을 가지기 때문일 것으로 사료된다. 이처럼 당근 젖산 발효 음료의 저장 기간이 길어질수록 적색 값(a)은 감소되지만, 비트 즙을 첨가하는 경우에 저장 후에도 대조구의 a값(16.64)보다 높은 값을 나타내었다. 이는 당근주스에 비트 즙을 첨가하여 젖산 발효시킨 당근발효음료가 고운 붉은 빛을 나타내어 발효음료의 기호도를 높일 것으로 기대된다.

Table 2. Changes in Hunter color values in fermented carrot beverage

Contents of beet extract (%)		Fermentation		Storage (weeks)	
		Before	After	1	2
Control	L	37.24[1)]	35.80	32.92	34.47
	a	16.64	15.76	14.59	13.19
	b	28.77	28.23	24.14	21.55
1	L	32.80	33.69	34.80	32.18
	a	20.48	18.02	16.54	16.71
	b	25.53	24.96	22.75	21.62
2	L	30.75	30.87	33.68	30.70
	a	22.28	19.76	17.88	17.57
	b	22.64	22.12	21.27	19.70
3	L	29.28	29.94	34.51	29.03
	a	23.62	20.98	18.36	17.82
	b	20.58	20.38	18.78	17.39
4	L	28.27	29.39	33.28	29.51
	a	24.36	22.37	19.35	19.94
	b	19.97	19.71	17.61	17.71
5	L	27.35	28.31	32.58	28.18
	a	24.74	22.92	20.38	19.91
	b	18.83	18.36	17.24	16.49

[1)]Data were presented as mean±SD (n=3).

당근 젖산발효 음료의 항산화 효과 test

DPPH는 짙은 자색을 띄는 비교적 안정한 자유 라디칼로서 항산화제, 방향족 아민류 등에 의해 환원되어 색이 탈색되는데 이것은 다양한 천연소재로부터 항산화물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다(35). 이에 당근 젖산 발효 음료의 항산화 효과를 DPPH의 소거활성을 측정하여 비교하였다.

비트 즙의 첨가 농도가 증가할수록 당근 젖산 발효 음료의 항산화 효과가 조금씩 증가하는 결과를 나타내었으나, 오차 범위에서 큰 차이는 없어 비트 즙의 첨가에 따른 항산화 효과는 크지 않은 것으로 나타났다. 10 ppm(μg/mL)의 농도에서 94.9%의 전자공여능을 나타내는 항산화제인 BHA와 비교해 볼 때, 그 활성은 60% 정도로 다소 낮지만 어느 정도의 전자공여능을 가지는 것으로 나타났고, 이는 Jeon 등(36)의 연구에서 당근주스의 총 항산화능이 0.399 mM이었던 것을 토대로 본 연구에서는 비트 즙에 의한 것보다 당근주스와 자체가 포함하는 항산화 성분에 따른 결과로 사료된다(Fig. 2).

폴리페놀 함량 측정

식품의 항산화성분은 페놀성 화합물이 관련하는 것으로 알려져 있어 비트 즙 첨가에 따른 발효 당근주스의 폴리페놀 함량을 측정하였다(28). 비트 즙을 농도별로 첨가한 당근 젖산 발효 음료의 폴리페놀 함량 측정 결과, 대조구는 54.95 μg/mL의 폴리페놀 함량을 나타낸 반면, 비트즙을 1%, 3%,

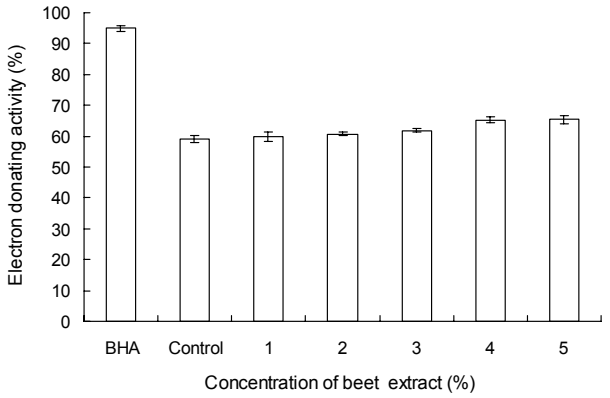

Fig. 2. Electron donating activity of butylated hydroxyanisole (BHA) and carrot beverage according to the contents of beet extract on α-α-Diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH) radicals.

5% 첨가하였을 때에는 각각 71.67 μg/mL, 97.5 μg/mL, 114.27 μg/mL의 폴리페놀 함량을 나타내어 비트 즙의 첨가량이 증가할수록 폴리페놀 함량이 조금씩 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 3). 울릉도산 산채류 추출물의 폴리페놀 함량은 16.74~130.20 μg/mg으로 다양하게 나타났다는 연구 결과(37)와 국내 시판되는 일부 다류의 경우 홍차, 인삼차, 녹차, 한차의 폴리페놀 함량이 각각 101.51, 28.30, 94.90, 95.81 μg/mL라는 보고(38)를 통해 본 연구에 의해 제조된 당근 젖산 발효 음료는 산채류 및 일반 다류와 비슷한 정도의 폴리페놀 함량을 나타내는 것을 알 수 있었다.

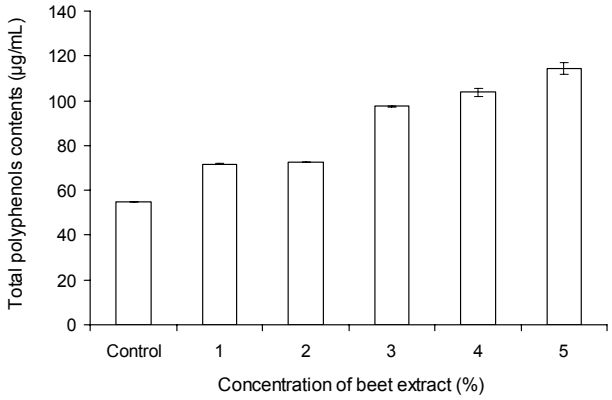

Fig. 3. Contents of total polyphenols in carrot beverage according to the contents of beet extract.

Table 3. Conversion yield and residual sucrose, fructose and fructose in the carrot beverage fermented by *Leuconostoc mesenteroides* according to the contents of beet extract

	Contents of beet extract (%)					
	Control	1	2	3	4	5
Conversion yield (%)	97.1	97.4	97.2	99.1	98.2	98.2
Sucrose residual (mg/mL)	4.4	4.0	4.2	1.2	2.7	2.7
Fructose residual (mg/mL)	54.6	58.6	51.2	54.9	56.8	66.8
Glucose residual (mg/mL)	19.6	20.7	18.6	19.6	20.5	23.7

설탕의 잔존량 및 전환율 변화

Leuc. mesenteroides SM 균주를 이용하여 비트 즙을 농도별로 첨가한 당근 젖산 발효 음료의 설탕의 전환율은 Table 3과 같다. 당근주스의 발효 후 설탕 전환율은 모두 97% 이상을 나타내었으며, 특히 비트 즙을 3%를 첨가한 당근주스의 설탕 전환율이 99%로 가장 높은 값을 나타내었다.

한편, 포도당으로부터 고분자 덱스트란 생성과정에서 유리되는 포도당과 과당의 함량은 비트 즙을 3% 이상 첨가하는 경우에 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 이때 생고분자 덱스트란 생산을 위해 기질로 첨가된 포도당의 전환율이 증가되면서 잔존하는 포도당의 농도는 0.12~0.27%(w/v)였다. 특히, 비트 즙을 5% 첨가한 당근 젖산 발효 음료는 66.8 mg/mL의 과당과 23.7 mg/mL의 포도당이 잔존하는 것으로 나타나 가장 많은 발효성 당을 함유하는 것으로 나타났다. 이는 Table 1의 5%의 비트 즙을 첨가한 발효음료의 당도 측정 결과, 19.1°Brix로 가장 높은 값을 나타내는 것과 유사한 결과로 사료된다.

관능검사

비트 즙을 농도별로 첨가하여 발효한 당근 젖산 발효 음료의 관능검사를 실시하였다. 색은 대조구가 가장 높은 선호도를 나타내었는데, 이는 대조구의 경우 당근 고유의 색인 맑은 주황빛을 가지기 때문으로 판단되며, 비트 즙을 첨가한 시료들은 당근 고유의 주황빛보다 자줏빛이 강하여 대조구보다 약간 낮은 선호도를 보인 것으로 사료된다. 비트 즙의 첨가 농도에 따른 당근 젖산 발효 음료의 기호도의 차이는 크지 않았으나, 비트 즙의 첨가량이 4% 이상일 때에는 색상의 기호도가 감소하는 등의 전반적인 기호도가 낮아지는 것으로 나타났다(Table 4). 따라서 4% 이하의 비트 즙을 첨가한 당근 젖산 발효 음료는 전반적인 높은 기호도를 보였다.

Table 4. Comparison of sensory evaluation of fermented carrot beverage according to the contents of beet extract

Contents of beet extract (%)	Color	Flavor	Sweet taste	Sour taste	Texture	Overall acceptability
Control	$7.4^{a1)}$	6.9^{a}	6.4^{a}	6.9^{a}	6.9^{ab}	6.9^{ab}
1	7.2^{ab}	6.6^{a}	7.0^{a}	7.1^{a}	7.1^{ab}	7.1^{ab}
2	7.2^{ab}	6.7^{a}	6.9^{a}	6.2^{a}	7.3^{a}	7.1^{ab}
3	7.3^{a}	6.8^{a}	7.0^{a}	6.8^{a}	7.0^{ab}	7.3^{a}
4	7.2^{ab}	6.6^{a}	7.2^{a}	6.7^{a}	7.0^{ab}	7.0^{ab}
5	6.7^{ab}	6.9^{a}	7.0^{a}	6.4^{a}	6.9^{ab}	6.9^{ab}

[1)]Means with the same superscripts in each column are not significantly different at $p<0.05$.

요 약

본 연구에서는 당근주스에서 분리한 *Leuconostoc mesenteroides* SM 균주와 비트 즙을 이용하여 비열처리 당근주스를 이용한 젖산 발효 음료를 제조하였다. 상황버섯 추출액이 함유된 당근주스에 비트 즙을 1~5%(v/v) 수준으로 첨가하여 발효시킬 경우 설탕의 전환율은 대부분 97% 이상이었다. 발효 후의 점조도는 비트즙을 2% 수준으로 첨가하였을 때 0.55 Pa・s^n로 가장 높았으며, 비트 즙의 첨가량이 3% 이상일 때부터 점조도는 감소하였다. 발효 후 냉장 저장 시에 당근 젖산 발효 음료의 점조도는 저장 120시간까지 크게 증가하였다. 당근 젖산 발효 음료의 폴리페놀 함량과 DPPH에 의한 전자공여능은 비트 즙의 첨가량이 증가할수록 높게 나타나는 경향을 나타내었고, 비트 즙을 5% 첨가하였을 때 114.27 μg/mL의 폴리페놀 함량과 65.4%의 전자공여능을 나타내었다. 당근 젖산 발효 음료를 냉장 저장 시에 저장 기간이 길어질수록 L값, a값, b값은 소폭 감소하였으나 비트 즙의 첨가로 붉은 자줏빛이 강화되어, 냉장 저장 2주 후에도 당근 음료의 고유한 색이 유지되는 것으로 나타났으며, 생균수는 평균 10^9 CFU/mL 이상을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지원 계명대하교 전통미생물자원개발 및 산업화연구센터의 지원과 산업자원부의 지역산업기술개발사업의 연구결과로 수행되었음.

문 헌

1. Lee KH, Choi HS, Kim WJ. 1995. Effect of several factors on the characteristics of six-vegetable and fruit juice. *Korean J Food Sci Technol* 27: 439-444.
2. Jo JO, Jung IC. 2000. Changes in carotenoid contents of several green-yellow vegetables by blanching. *Korean J Soc Food Sci* 16: 17-21.
3. Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrate scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 26-32.
4. Krinsky NI. 1988. The evidence for the role of carotenes in preventative health. *Am J Clin Nutr* 7: 107-110.
5. Sohn KS, Seog EJ, Lee JH. 2006. Quality changes of carrot juice as influenced by clarification methods. *Food Engineering Progress* 10: 48-53.
6. Lim SB, Jwa MK. 1996. Effect of blanching condition on the quality of carrot juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 680-686.
7. Lee HJ, Kim JG. 2000. The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during the storage. *Korean J Food Nutr* 13: 563-569.
8. Kim MH, Kim MC, Park JS, Park EJ, Lee JO. 1999. Determination of antioxidants contents in various plants used as tea materials. *Korean J Food Sci Technol* 31: 273-279.
9. Kim NM, Lee JW, Do JH, Yang JW. 2003. Effects of the fermentation periods on the qualities and functionalities of the fermentation broth of wild vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 35: 272-279.
10. Jung DS, Lee YK, Lim KW. 2000. Characteristics of fermented fruit and vegetable mixed broth using by bacteriocin-producing lactic acid bacteria and yeast. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1358-1364.
11. Kim SY, Choi EH. 2002. Optimization for the lactic acid fermentation of mixed fruit and vegetable juices. *Korean J Food Sci Technol* 34: 303-310.
12. Lee KS, Park KH, Lee SH, Choe EO, Lee HG. 2003. The quality properties of dried carrots as affected by blanching and drying methods during storage. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1086-1092.
13. Park SY, Ko YT, Lee JY, Mok CK, Park JH, Ji GE. 1997. Fermentation of carrot juice by *Bifidobacterium*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 571-575.
14. Girod PA, Zryd JP. 1991. Secondary metabolism in cultured red beet (*Beta vulgaris* L.) cells: Differential regulation of betaxanthin and betacyanin biosynthesis. *Plant Cell, Tiss Org Cult* 25: 1-12.
15. Philip VM. 1978. How will we color soft drinks of the future?. *Food Prod Dev* 12: 24-25.
16. Pasch JH, Elbe JH, Sell RJ. 1975. Betalains as colorants in dairy products. *J Milk Food Technol* 38: 25-33.
17. Kim SH, Kim SH, Lee JN, An SW, Kim KS, Hwang B, Lee HY. 1998. Optimization of betacyanin production by red beet (*Beta vulgaris* L.) hairy root cultures. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 26: 435-441.
18. Han YS, Park SY, Choi BK, Choung SY. 2001. Acute oral toxicity studies of extract of sanghwang mushroom (*Phellinus linteus*). *J Appl Pharmacol* 9: 46-50.
19. Kwoen DJ, Youn SJ, Cho JG, Choi UK, Kang SC. 2006. Antioxidant activities and biological properties of *Phellinus linteus* extracts according to different extraction methods. *J Appl Biol Chem* 49: 91-96.
20. Vandamme EJ, De Baets S, Steinbuchel A. 2002. *Biopolymers*. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim. Vol 5, p 299-321.
21. Santos M, Teixeira J, Rodrigues A. 2000. Production of dextransucrase, dextran and fructose from sucrose using *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B412(f). *Biochem Eng* 4: 177-188.
22. Kim D, Thomas S, Fogler H. 2000. Effects of pH and trace minerals on long-term starvation of *Leuconostoc mesenteroides*. *Appl Environ Microbiol* 66: 976-981.
23. Son MJ, Jang EK, Kwon OS, Seo JH, Kim IJ, Lee IS, Park SC, Lee SP. 2008. Characterization of dextran produced from *Leuconostoc citreum* S5 strain isolated from Korean fermented vegetable. *Eur Food Res Technol* 226: 697-706.
24. Jo SJ, Oh SM, Jang EK, Hwang Ki, Lee SP. 2008. Physicochemical properties of carrot juice fermented by *Leuconostoc mesenteroides* SM. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 210-216.
25. Genc M, Zorba M, Ova G. 2002. Determination of rheological properties of boza by using physical and sensory analysis. *J Food Engineering* 52: 95-98.
26. Bondet V, Brand-Williams, Berset C. 1997. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 30: 609-615.
27. Swain T, Hillis W, Oritega M. 1959. Phenolic constituents of *Ptunus domestica*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10: 83-88.

28. Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1310-1315.
29. Jang SJ, Kim NY. 1977. Sensory and textural properties of dongchimi added with citron (*Citrus junos*). *Kor J Soc Food Sci* 13: 4-13.
30. 김광옥 공저. 2000. 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, 서울. p 210-216.
31. 송문섭 공저. 1989. SAS를 이용한 통계 자료분석. 자유아카데미, 서울. p 61-64.
32. Lee JH, Lee SR. 1994. Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. *Kor J Food Sci Technol* 26: 310-319.
33. Yang YJ, Han JS. 2005. Effect of the beet addition on the quality of American preferred Kimchi during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 538-543.
34. Kim NH, Lee HA. 1987. A research for the rheological properties of the subfractionated dextran. *J Basic Sci Sung Shin* 4: 17-29.
35. Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 2006. Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. inermis Rehder. *Kor J Food Sci Technol* 38: 128-134.
36. Jeon EJ, Kim JS, Park YK, Kim TS, Kang MH. 2003. Protective effect of yellow-green vegetable juices on DNA damage in Chinese hamster lung cell using comet assay. *Korean J Nutrition* 36: 24-31.
37. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Kor J Food Sci Technol* 37: 233-240.
38. Choi YM, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee JS. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 723-727.

(2008년 4월 28일 접수; 2008년 5월 19일 채택)