

Quality and fermentative characteristics of yogurt added with hot water extract of Welsh onion root

Min-Jeong Kim, Shin-Ho Lee*

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 38430, Korea

파뿌리 열수추출물을 이용한 요구르트의 발효 및 품질특성

김민정 · 이신호*

대구가톨릭대학교 식품공학과

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of hot water extract of Welsh onion root (HEWO) on growth of lactic acid bacteria and fermentative characteristics of yogurt. The physicochemical characteristics of HEWO such as pH, soluble solid, reducing sugar, total polyphenol content and DPPH radical scavenging activity were studied. The lactic bacterial count in brain heart infusion (BHI) broth with HEWO was about 1 log cycle higher than in control for 24 h at 37°C. The pH of yogurt prepared with HEWO (WY100) and 50% HEWO (WY50) was gradually decreased significantly but increased the viscosity of yogurt with increasing HEWO concentration during fermentation. The viable cells of lactic acid bacteria after fermentation for 24 h were 8.03 (control), 8.77 (WY50), 8.84 (WY100) log CFU/mL, respectively. The DPPH radical scavenging activity of yogurt increased with increasing HEWO concentration. Sensory quality of yogurt prepared with HEWO was higher than that of control. The pH and lactic acid bacteria of all tested yogurts decreased during storage for 10 days at 4°C but lactic bacterial count of yogurt prepared with HEWO maintained 10⁸ CFU/mL during storage. These results indicated the potential use of HEWO as a valuable resource to improve fermentation and functionality of yogurt.

Key words : yogurt, Welsh onion, hot water extract, quality characteristics

서 론

Welsh onion으로 알려진 대파(*Allium fistulosum* L.)는 세계적으로 널리 재배되고 있고, 인간에게 이로운 식품으로 알려져 왔으며 특히 중국, 일본, 한국인들의 요리에 중요한 풍미 증진용 채소로 사용되는 다년생 초본 식물로서 비타민 A, D, E, K와 탄수화물, 단백질, 지방 그리고 Mg, Ca, Fe, K 등의 함량이 풍부하고 전통적으로 감기, 두통, 관절염, 심장병 치료를 위한 약제로 사용되어 왔다(1). 한국에서는 중요한 식물자원으로 연간 생산량이 50만 톤에 달하고 있

으며(2), 현재까지 대파 수용성추출물의 혈소관 응집 억제 작용(3), 항산화활성, glutathion peroxidase 활성(4), 랫드의 약물성 간장 장애에 대한 보호효과(5), 대파 뿌리로부터 항곰팡이 성분인 octadecyl 3-hydroxy indole(fistulosin)의 분리(6) 등의 생리활성에 관한 연구는 진행되어 왔으나, 기능성 식품의 소재로서의 연구는 미약한 실정이다. 최근에는 항인플루엔자, 혈당강하 효과 등이 알려 왔으며, fructose-base 탄수화물이 상당량 함유하고 있어 장내 유산균의 증가 및 젖산과 초산의 생산이 증진되어 prebiotic food 후보물질로 사용이 가능하다고 보고되고 있다(7). 대파의 흰 밑부분을 뿌리와 함께 잘라낸 총백(*Allii fistulosi* Bulbus)은 전통적으로 기침, 감기, 두통 등의 치료나, 이노제, 독성 저감화 등의 목적으로 사용되어왔으며, 그 효능은 다양한 연구를 통해 밝혀진 바 있다(6,8).

요구르트는 원유 또는 탈지유를 이용한 유산균 발효유제품으로 나라별로 제조 방법은 사용 균주에 따라 다르며,

*Corresponding author. E-mail : leesh@cu.ac.kr

Phone : 82-53-850-3217, Fax : 82-53-850-3217

Received 21 March 2017; Revised 19 April 2017; Accepted 20 April 2017.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

다량의 유산균이 함유되어 있다. 발효 중 유산균에 의한 산 생성으로 우유 단백질인 casein의 안전성이 파괴되어 겔(curd)이 형성되며, casein은 pH 5.3-5.2부터 불안정화 되어 pH 4.7-4.6에서 완전히 침전된다(9). 요구르트의 기능성은 유산균을 통한 장장의 작용, 설사와 변비에방 면역증진, 콜레스테롤 저하, 항암작용 등이 보고(10,11)되고 있으며, 오디분말(11), 대추(12), 인삼(13), 오가피분말(14)등의 다양한 기능성 부재료들을 첨가하여 우유에 부족한 성분을 보완하고 새로운 기능성을 강조한 요구르트 제조에 관한 연구가 활발하게 진행되어 왔다.

본 연구는 조리 중 대부분이 폐기되는 다양한 기능성이 밝혀진 대과 뿌리를 이용, 요구르트 제조 가능성을 검토하기 위하여 대과 뿌리 열수 추출물을 이용한 유산균의 성장과 요구르트의 발효 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

추출물의 제조

하양 재래시장에서 구입한 대과(*Allium fistulosum* L.)의 흰 뿌리부분을 절단하여 흐르는 물로 세척한 후 상온에서 12시간동안 자연 건조시켜 물기를 제거한 대과 뿌리 300 g에 대해 5배의 물을 가한 후 100℃에서 3시간동안 추출하여 여과지(Whatman No. 2, Maidstone, England)를 이용 여과하여 제조하였다.

파 뿌리 추출물을 이용한 유산균의 성장 검사

파 뿌리 열수 추출물 원액(WR100)과 증류수를 2배 희석한 추출액(WR50), 그리고 증류수(control)를 이용하여 제조한 Brain Heart Infusion(BHI, Difco Co., Sparks, MD, USA) 배지에 요구르트 제조용 starter YC-380(CHR. Hansens Lab, Horsholm, Denmark)을 접종하여 37℃에서 24시간 배양하면서 성장을 비교하였다.

파 뿌리 열수 추출물을 이용한 요구르트 제조

WY100, WY50, control에 탈지분유 12%(v/v)를 첨가하여 용해시킨 후 autoclave(JSAC-100, JS Research Inc., Gongju, Korea)를 이용 121℃ 15분간 멸균하였다. 멸균환원 탈지유를 적정 냉각시킨 후 24시간 배양한 상기 starter를 3%(v/v)접종하여 37℃에서 24시간 동안 발효시키면서 발효 특성을 비교 하였다.

pH 및 적정산도

발효 과정 중 적정 시간별로 시료 10 mL를 취하여 pH는 pH meter(Corning, pH meter 445, Medfield, MA, USA)를 사용하여, 적정산도는 동일량의 시료에 0.1 N NaOH (Factor=1.001)를 pH가 8.3이 될 때까지 적정하여 NaOH

용액의 소비량을 적산으로 환산하여 측정하였다.

가용성 고형분 및 환원당 함량

가용성 고형분은 digital refractometer(PR 100, N-1E, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 환원당 함량은 Miller(15)의 방법에 시료 0.5 mL에 3,5-dinitro-salicylic acid(DNS) 2 mL를 가하여 100℃에서 10분간 발색시킨 후 570 nm에서 흡광도를 측정하여 glucose를 표준물질로 한 표준곡선에 의하여 산출하였다.

유산균수 측정

배양 중 적정 시간별로 시료 1 mL를 무균적으로 취한 후 0.1% 펩톤수를 사용 적정 희석하여 MRS agar(Difco, Detroit, MI, USA) 배지에 접종하여 37℃에서 24시간 배양 후 나타난 콜로니 수를 계측하여 mL당 colony forming unit(CFU)로 나타내었다.

점도 측정

요구르트 배양 중 각 시간별로 시료 10 g을 취하여 Brookfield viscometer(DV-II, brookfield, USA)의 18번 spindle을 이용하여 1.5 rpm에서 5분경과 후 1분 간격으로 측정하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

Folin-Denis 법(16)에 따라 시료 1 mL에 0.2 N Folin-ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 가하여 실온에서 3분간 반응시킨 후, 7.5% Na₂CO₃ 1 mL를 가하여 암소에서 1시간 동안 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 한 표준곡선에 의하여 산출하였다.

DPPH radical 소거능 측정

Blois의 방법(17)을 변형하여 발효가 완료된 요구르트와 95% ethanol을 1:1로 혼합 2배 희석하여 24시간 추출한 후 4℃, 3,500 rpm에서 10분간 원심분리(Supra 21k, Hanil science industrial Co., Ltd., Incheon, Korea)하여 얻은 상등액을 여과지(Whatman No. 2, Maidstone, England)로 여과하여 사용하였다. 시료 0.4 mL에 0.4 mL DPPH ethanol 용액 0.8 mL를 가하여 진탕 혼합하고 상온에서 10분간 방치한 후, 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 계산식, DPPH radical scavenging activity(%)=100-[(OD of sample/OD of control)×100]에 의하여 활성을 산출하였다.

요구르트의 관능검사

발효가 완료된 요구르트에 10%(w/v) 엑사과당을 첨가하여 균질화한 다음 4℃의 냉장고에서 24시간 동안 보관한

시료를 사용하여 호산 요구르트를 응용한 경험이 있는 식품 전공 학생 23명을 선발하여 실험목적과 방법에 관해 교육 시킨 후 각각 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 종합적기호도(overall acceptability)에 대하여 5점 채점법으로 측정하였다.

요구르트의 저장성 조사

발효가 완료된 요구르트를 4℃의 냉장고에서 보관하며 5일 간격으로 10일 동안 상기와 같은 방법으로 pH 및 유산균 수의 변화를 비교하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하였으며, 평균치 간의 유의성은 SPSS system(Statistical package for social sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(version 19.0)를 이용 p<0.05 수준으로 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

결과 및 고찰

파 뿌리 열수추출물의 이화학적 특성과 유산균 성장에 미치는 효과

파 뿌리 열수 추출물 원액의 이화학적 특성은 Table 1에서 보는 바와 같이 pH 5.69, 고형분 함량 10%, 환원당함량 1.12 mg/g이었으며, 총 폴리페놀 함은 135.09 mg/g, DPPH 라디칼 소거능 45.24%를 나타내었다. 파 뿌리 부분을 19.5% 알코올을 함유한 포도주로 추출한 추출물의 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능은 각각 56.4 mg/g과 52.1%로 보고한 Chang 등(18)의 결과와는 상이하였으나, 이는 추출방법에 기인된 것으로 판단되며 파 뿌리 열수 추출물을 이용할 경우 항산화력 증진 효과가 있을 것으로 판단된다.

Table 1. Characteristics of hot water extract of Welsh onion root

pH	Soluble solid contents (%)	Reducing sugar contents (mg/g)	Total polyphenol contents (mg/g)	DPPH radical scavenging activity (%)
5.69	1.0±0.10 ¹⁾	1.12±0.12	135.09±2.44	45.24±3.03

¹⁾Means±SD of triplicate determinations.

파 뿌리 열수추출물을 이용한 BHI배지에서 유산균의 배양특성

파 뿌리 열수추출물 원액과 증류수로 2배 희석한 추출액 그리고 증류수를 이용하여 제조한 BHI에 각각 starter를 접종하여 24시간 배양하면서 pH, 환원당, 유산균수의 변화를 관찰한 결과 Table 2와 같이 배양 중 pH는 배양 24시간 동안 파 뿌리 열수추출물 원액으로 제조한 배지(WR100)와

증류수로 2배 희석한 추출액으로 제조한 배지(WR50)에서 증류수로 제조한 배지(control)에 비해 유의적으로 낮았으며, 추출물의 농도가 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 배지의 환원당 함량은 파 뿌리 추출물의 환원당(Table 1)에 기인하여 WR100(9.77%)과 WR50(9.12%)에서 대조구(8.57%)보다 높았다. 배양 24시간 이후 환원당 함량은 각각 0.54%(control), 0.52%(WR50), 0.51%(WR100)이었다. 이는 WR50과 WR100에서 대조구에 비해 유산균 성장이 양호한 결과에 기인된 것으로 사료되며, 배양 24시간 이후 대조구에 비해 WR100에서 약 1 log cycle 성장이 촉진되는 경향을 나타내었으며, 파 뿌리에 풍부한 비타민 A, C, E와 K, 탄수화물, 단백질, 지방, 뿐만 아니라 Mg, Ca, Fe, K 등(19)이 성장에 영향을 미친 것으로 판단된다.

Table 2. Changes of pH, reducing sugar and lactic acid bacteria in BHI prepared with hot water extracts of Welsh onion root during incubation for 24 h at 37℃

	Time (h)	Control ¹⁾	WR50	WR100
pH	0	7.36±0.00 ^{2)AB3)}	7.30±0.01 ^{4A}	7.30±0.00 ^{4A}
	12	6.87±0.02 ^{3C}	6.71±0.09 ^{3B}	6.31±0.01 ^{3A}
	24	5.88±0.02 ^{3C}	5.10±0.01 ^{3B}	4.92±0.05 ^{3A}
Reducing sugar contents (mg/g)	0	8.57±0.18 ^{4A}	9.12±0.09 ^{4A}	9.77±0.62 ^{4B}
	12	1.95±0.05 ^{4B}	2.10±0.04 ^{4B}	2.20±0.01 ^{4C}
	24	0.54±0.06 ^{4A}	0.52±0.02 ^{4A}	0.51±0.07 ^{4A}
Lactic acid bacteria (log No. CFU/mL)	0	4.97±0.02 ^{5A}	4.91±0.10 ^{5A}	4.93±0.09 ^{5A}
	12	5.31±0.28 ^{5A}	5.8 ±0.06 ^{5B}	6.61±0.01 ^{5C}
	24	6.72±0.02 ^{5A}	7.41±0.07 ^{5B}	7.96±0.06 ^{5C}

¹⁾Control, BHI prepared with distilled water; WR50, 50% hot water extract of Welsh onion root; WR100, 100% hot water extract of Welsh onion root.

²⁾Value are means±SD (n=3).

³⁾Means within each column (a-c) and each row (A-C) with no common superscripts are significantly different (p<0.05).

파 뿌리 열수추출물을 이용한 요구르트 발효 특성

파 뿌리 열수추출물은 유산균의 성장을 촉진시키고 항산화 활성이 있는 것으로 판단되어 환원당치유를 고형분 함량 12%가 되도록 각각 파 뿌리 열수 추출물 원액(WY100) 증류수로 2배 희석한 추출액(WY50)과 그리고 증류수(control)에 용해시켜 제조한 요구르트의 발효 중 pH, 적정산도, 점도 그리고 유산균수의 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다.

pH는 발효 동안 WY50과 WY100에서 대조구 보다 낮았으며 배양 8시간째부터 급격히 감소하여 발효 24시간째 각 처리구별 pH는 4.50(control), 4.21(WY50), 4.10 (WY100)이었으며 추출물의 농도가 증가함에 따라 pH는 더 낮아지는 경향을 나타내었다. 산도 역시 pH 변화와 유사하였으며, 발효 8시간 이후 급격히 증가하여 배양 24시간째 각 처리구

별 산도는 1.25(control), 1.36(WY50), 1.48(WY100)를 나타내어 파 뿌리 추출물의 농도의 증가와 배양시간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다. 이는 파 뿌리 열수 추출물 첨가에 따른 유산균의 성장이 촉진(Table 2)되어 산생성이 증가하고 pH가 낮아진 것으로 판단된다. Rasic과 Kurmann(9)은 요구르트 적정산도의 범위를 0.95-1.20%로 제시하였고, 고구마와 단호박 첨가 요구르트는 발효 24시간 이후 1.205%(20), 매실 첨가의 경우 1.23%(21)라 하였으나, 파 뿌리 추출물 첨가의 경우 이들 보다 산 생성을 촉진시켜 산도가 높은 것으로 판단된다.

추출물을 첨가한 요구르트의 점도의 변화는 대조구를 제외하고 발효 8시간 이후부터 급격히 증가하였으며, 발효 기간과 추출물의 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 배양 24시간 이후 각 처리구별 점도는 각각 385.9(control), 439.90(WY50), 502.50(WY100) cps를 나타내 추출물 첨가가 대조구에 비해 점도가 높았다. 이는 요구르트의 점도는 총 고형분 함량, 단백질의 가수분해 정도, 염의 함량, 산생성력, 사용균주의 단백질 분해력 등에 영향을 받으며(22), 파 뿌리 추출물에는 대파에서 유래된 A, D, E, K 와 탄수화물, 단백질, 지방 그리고 Mg, Ca, Fe, K 등(8)에 기인한 것으로 판단되었다. 국내에서 시판되는 농후 발효유의 점도는 대략 256-3,164 cps인 것으로 알려져(23) 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

요구르트 발효 중 유산균수의 변화는 발효시간이 경과함

에 따라 첨가구가 대조구에 비해 높은 생균수를 나타내어 발효 24시간까지 지속되었으며, 각 처리구별 생균수는 8.03(control), 8.26(WY50), 8.34(WY100) log CFU/mL이었다. 대조구에 비해 추출물 첨가 요구르트의 유산균수가 유의적으로 높았으며, 추출물의 농도에 따른 뚜렷한 차이를 관찰되지 않았다. WY100은 배양 기간 동안 대조구에 비해 약 1 log cycle 높은 생균수를 유지하였으며, 이는 파 뿌리 추출물 첨가에 기인한 것으로 판단된다. *Lactobacillus*나 *Bifidobacteria* 등과 같은 장내 유익균의 공생은 fructo-oligo saccharide나 galacto-oligosaccharide와 같은 prebiotics에 의해 성장이나 활동이 증진된다(24). 파(Welsh onion)의 점질 물에는 fructose-based 탄수화물이 다량 함유되어 있어 장내 유익균의 성장을 돕는 결과를 보여 prebiotic 식품으로 가능성을 보고한 바 있다(8). 이러한 결과로 미루어 보아 파 뿌리 열수 추출물의 첨가는 요구르트 발효 중 유산균의 성장은 물론 섭취 시 장 건강에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 척도로 사용되어왔다. DPPH는 항산화성 물질로부터 전자, 수소를 받아 불가역적으로 안정한 분자를 형성하므로, 전자공여능으로 항산화 활성을 측정할 수 있다(25). 발효 24시간 후 파 뿌리 추출물 첨가 요구르트의 DPPH 라디칼 소거능을 대조구와 비교한 결과 각각 24.50%(control), 35.96%(WY50), 46.07%(WY100)로 파 뿌리 열수 추출물의 농도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 1). 이는 Lee 등(26)의 유사 첨가 요구르트에서 유사자의 polyphenol 화합물에 의하여 항산화활성이 증가한

Table 3. Changes in pH, titratable acidity, viscosity and lactic acid bacteria of yogurt added with hot water extracts of Welsh onion root during fermentation for 24 h at 37°C

	Time (h)	Control ¹⁾	WY50	WY100
pH	0	6.79±0.00 ²⁾⁽³⁾	6.54±0.00 ^B	6.52±0.00 ^{3)A}
	8	6.03±0.01 ^C	5.53± 0.01 ^{4)B}	5.31±0.09 ^{5)A}
	16	4.93±0.00 ^{6)B}	4.48± 0.00 ^{7)A}	4.43±0.00 ^{8)A}
	24	4.50±0.00 ^{9)C}	4.21± 0.00 ^{10)B}	4.10±0.00 ^{11)A}
Titratable acidity (%)	0	0.16±0.01 ^{12)A}	0.19±0.02 ^{13)B}	0.23±0.02 ^{14)C}
	8	0.32±0.01 ^{15)A}	0.54±0.01 ^B	0.64±0.02 ^{16)C}
	16	1.03±0.02 ^A	1.19±0.02 ^B	1.26±0.00 ^{17)C}
	24	1.25±0.00 ^{18)A}	1.36±0.03 ^{19)B}	1.48±0.00 ^{20)C}
Viscosity (cp)	0	6.80±1.10 ^A	7.20±0.89 ^A	8.00±0.20 ^A
	8	330.70±8.56 ^{21)A}	359.90±1.20 ^{22)B}	429.90±4.69 ^{23)C}
	16	339.10±1.64 ^{24)A}	383.10±7.60 ^{25)B}	451.50±9.10 ^{26)C}
	24	385.90±0.00 ^{27)B}	439.90±8.49 ^{28)B}	502.50±3.13 ^{29)C}
Lactic acid bacteria (Log No. CFU/mL)	0	5.02±0.02 ^A	5.01±0.02 ^A	5.00±0.04 ^A
	8	6.24±0.11 ^{30)A}	6.71±0.10 ^{31)B}	7.09±0.08 ^{32)C}
	16	7.78±0.04 ^A	8.00±0.04 ^B	8.11±0.09 ^B
	24	8.03±0.08 ^{33)A}	8.26±0.37 ^B	8.34±0.06 ^{34)B}

¹⁾Control, 2% skim milk prepared with distilled water; WR50, 50% Welsh onion root water extracts; WR100, 100% hot water extract of Welsh onion root.

²⁾Value are means±SD (n=3).

³⁾Means within each column (a-c) and each row (A-C) with no common superscripts are significantly different (p<0.05).

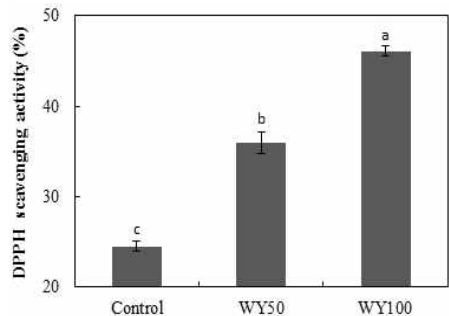


Fig. 1. Changes in DPPH free radical scavenging (%) of yogurt added with hot water extracts of Welsh onion root during fermentation at 37°C.

Control, 2% skim milk prepared with distilled water; WR50, 50% Welsh onion root water extracts; WR100, 100% hot water extract of Welsh onion root.

Value are means±SD (n=3). The means not sharing common letter are significantly different among samples (p<0.05).

다고 보고한 바와 같이 파 뿌리 열수 추출물에 함유된 폴리페놀화합물(Table 1)에 기인된 것으로 판단된다. 즉 파 뿌리 열수추출물을 사용하여 요구르트를 제조할 경우 요구르트의 항산화 활성이 증진될 수 있을 것으로 판단된다.

요구르트의 기호성

배양 24시간 이후 요구르트의 기호성 검사 결과는 Table 4와 같다. 색은 추출물 첨가구와 대조구간의 차이는 나타나지 않았으며, 풍미와 맛의 경우 첨가구가 대조구에 비해 높았다. 조직감은 처리구간 뚜렷한 차이가 없었다. 종합적 기호도는 첨가구가 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 각각 3.00(control), 3.50(WY50), 3.17와(WY100)으로 50% 파 뿌리 열수 추출물로 제조한 요구르트의 기호성이 가장 양호하였다. 이는 100% 파 뿌리 열수 추출물로 제조한 요구르트의 경우 추출물의 농도가 증가할수록 파 특유의 맛과 향이 점차 강해져서 기호도 감소의 원인된 것으로 판단된다. 요구르트의 품질을 결정하는 중요한 관능적 요소로는 일반적으로 외관(색상), 향미, 맛, 조직감을 들 수 있으며(27), 증류수로 2배 희석한 추출액으로 제조할 경우 요구르트의 항산화 활성 향상은 물론 파 뿌리에 있는 생리활성의 보강과 요구르트의 기호성이 증진될 수 있을 것으로 판단된다.

Table 4. Sensory quality of yogurt prepared with hot water extracts of Welsh onion root after fermentation for 24 h at 37°C

	Control ¹⁾	WY50	WY100
Color	3.44±0.73 ^{2(A5)}	3.33±0.50 ^A	3.10±0.44 ^A
Flavor	3.09±1.32 ^A	3.67±0.83 ^B	3.50±0.55 ^B
Taste	2.78±0.97 ^A	3.00±1.12 ^B	2.97±1.10 ^B
Texture	3.33±0.78 ^A	3.35±0.71 ^A	3.38±0.97 ^A
Overall acceptability	3.00±0.87 ^A	3.50±0.55 ^B	3.17±0.41 ^{AB}

¹⁾Control, 2% skim milk prepared with distilled water; WR50, 50% Welsh onion root water extracts; WR100, 100% hot water extract of Welsh onion root.

²⁾Values are means±SD (n=3).

³⁾Means within each row (A-B) with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

요구르트의 저장성

요구르트는 상당기간 저온에서 유통되므로, 24시간 발효시킨 파 뿌리 열수 추출물로 제조한 요구르트를 4°C에서 10일간 냉장 저장 중 유산균수와 pH의 변화를 대조구와 비교한 결과는 Table 5와 같다. 저장기간 동안 대조구와 첨가구 모두 pH는 낮아지는 경향을 나타내었으며, 유산균수 역시 저장기간 동안 각 처리구 공히 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 저장 10일 이후 각 처리구별 유산균수는 7.86(control), 8.01(WY50), 8.09(WY100) log CFU/mL를 나타내어 축산물의 가공기준 및 성분규격(28)인 1.0×10^7 - 1.0×10^8 log CFU/mL 범위를 유지하였다. 이상의 결과로 미루어 보아 파 뿌리 열수 추출물을 요구르트 제조에 사용

할 경우 유산균의 성장, 기호성, 항산화활성 향상과 생리활성 보강에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단되며, 상업적 활용에 앞서 추출물제조 방법의 정립과 발효조건 등에 관한 보다 광범한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Table 5. Changes in pH and lactic acid bacteria of yogurt added Welsh onion root water extract during storage for 10 days at 4°C

Sample ¹⁾	Storage period (day)			
	0	5	10	
pH	Control	4.51±0.01 ^{2(C3)}	4.21±0.00 ^B	4.10±0.00 ^{AB}
	WY50	4.40±0.10 ^{2(B)}	4.20±0.00 ^{AB}	4.09±0.01 ^{AB}
	WY100	4.35±0.05 ^C	4.18±0.00 ^B	4.08±0.00 ^{AB}
Lactic acid bacteria (log CFU/mL)	Control	8.02±0.02 ^{3(C)}	7.97±0.01 ^{AB}	7.86±0.01 ^{AB}
	WY50	8.26±0.02 ^{3(B)}	8.09±0.15 ^{3(AB)}	8.01±0.01 ^{3(AB)}
	WY100	8.34±0.01 ^{3(B)}	8.16±0.16 ^{3(AB)}	8.09±0.06 ^{3(AB)}

¹⁾Control, 2% skim milk prepared with distilled water; WR50, 50% Welsh onion root water extracts; WR100, 100% hot water extract of Welsh onion root.

²⁾Values are means±SD (n=3).

³⁾Means within each column (a-c) and each row (A-C) with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

요 약

대파 뿌리 열수추출물을 이용하여 유산균의 성장특성과 요구르트의 발효 특성을 조사 하였다. 파 뿌리 열수 추출물은 pH 5.63, 고형분 함량 10%, 환원당함량 1.12 mg/g, 총 폴리페놀 함량 135.09 mg/g, DPPH 라디칼 소거능 45.24 %이었다. 추출액을 이용하여 제조한 BHI매지(WR50, WR100)에서 유산균의 성장은 배양 24시간 이후 대조구에 비해 WR100에서 약 1 log cycle 성장이 촉진되었다. 파 뿌리 열수 추출물 원액(WY100), 증류수로 2배 희석한 추출액(WY50) 그리고 증류수(control)에 각각 12% 환원탈치유를 용해시켜 제조한 요구르트의 발효 중 pH는 추출물의 농도가 증가함에 따라 낮아졌으며, 산도 변화 역시 pH 변화와 유사하였다. 점도는 대조구를 제외하고 발효 8시간 이후로부터 급격히 증가하여 발효기간과 추출물의 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 발효 기간 중 유산균수의 변화는 첨가구가 대조구에 비해 높은 생균수를 나타내었으며 발효 24시간 발효 후 각 처리구별 생균수는 8.03(control), 8.77(WY50), 8.84(WY100) log CFU/mL 이었다. DPPH 라디칼 소거능은 추출물의 농도가 증가할수록 증가하였다. 종합적 기호도는 추출물 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 각각 3.00(control), 3.50(WY50), 3.17와(WY100)으로 50% 파 뿌리 열수 추출물로 제조한 요구르트의 기호성이 가장 양호 하였다. 추출물로 제조한 요구르트를 4°C에서 10일간 냉장 저장 동안 대조

구와 첨가구 모두 pH는 낮아지고 유산균수는 감소하였으나 첨가구의 경우 10^8 CFU/mL을 유지하였다. 파 뿌리 열수 추출물은 요구르트의 발효 및 기능성 개선을 위해 부재료로 사용이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 대구가톨릭대학교 교내연구비 지원에 의한 것입니다. 지원에 감사드립니다.

References

- Chen JH, Chen HI, Wang JS, Tsai SI, Jen CJ (2000) Effects of Welsh onion extracts on human platelet function *in vitro*. *Life Sci*, 66, 1571-1579
- Sohn HY, Kum EJ, Ryu HY, Jeon SJ, Kim NS, Son KH (2006) Antifungal activity of fistulosides, steroidal saponins, from *Allium fistulosum* L.. *J Life Sci*, 16, 310-314
- Seo DC, Chung SM, Lee JY, Kim YS, Chung JH (1996) Effect of oriental onion (*Allium fistulosum*) on platelet aggregation. *J Fd Hyg Safety*, 11, 273-276
- Terao J, Hiwada M, Taguchi K, Takahara K, Mohri S (2005) Glutathione peroxidase mimics as novel antioxidants from vegetables. *BioFactor*, 23, 1-6
- Cha HS, Seong KS, Kim SH, Seo JW, Park SJ, Kim SI, Lee KW, Yoon SR, Han DU (2004) Protective effects of Welsh onion (*Allium fistulosum* L.) on drug-induced hepatotoxicity in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 34, 1344-1349
- Phay N, Higashiyama T, Tsuji M, Matsuura H, Fukushi Y, Yokota A, Tomita F (1999) An antifungal compound from roots of Welsh onion. *Phytochem*, 52, 271-274
- Date Y, Nakanishi Y, Fukuda S, Nuijima Y, Kato, T, Umehara, M, Ohno H, Kikuchi J (2014) *In vitro* evaluation method for screening of candidate prebiotic foods. *Food Chem*, 152, 251-260
- Wang BS, Chen JH, Liang YC, Duh PD (2005) Effects of Welsh onion on oxidation of low-density lipoprotein and nitric oxide production in macrophage cell line raw 264.7. *Food Chem*, 91, 147-155
- Rasic JL, Kurmann JA (1978) *Yogurt*. Copenhagen, Denmark: Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark
- Im KS (2003) Effect of fermented milk on human health. *Korean J Food Nutr* 16, 93-103
- Sung JM, Choi HY (2014) Effect of mulberry powder on antioxidant activities and quality characteristics of yogurt. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43, 690-697
- Kim AN, Park SH, Jeong HA (2014) Antioxidant activity of Jujube and curd yogurt addition to jujube. *Korean J Food Nutr*, 27, 331-338
- Goh JS, Chae YS, Gang CG, Kwon IK, Choi M, Lee SK, Kim GY, Ahn JK (1994) Studies on development of ginseng-yogurt and it's health effect: II. Effect of ginseng-yourt on the blood glucose, serum cholesterol and inhibition of cancer in mouse. *Korean J Dairy Sci*, 16, 253-261
- Oh HS, Kang ST (2015) Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt added with *Acanthopanax* powder. *Korean J Food Sci Technol* 47, 765-771
- Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem*, 31, 426-428
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem*, 12, 239-243
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
- Chang TC, Jang HD, Lin WD, Duan PF (2016) Antioxidant and antimicrobial activities of commercial rice wine extracts of Taiwanese *Allium fistulosum*. *Food Chem*, 190, 724-729
- Sakakibara H, Honda Y, Nakagawa S, Ashida H, Kanazawa K (2003) Simultaneous determination of all polyphenols in vegetables, fruit and teas. *J Agric Food Chem*, 51, 571-581
- Shin YS, Lee KS, Kim DH (1993) Studies on the preparation of yogurt from milk and sweet potato or pumpkin. *Korean J Food Sci Technol*, 25, 666-671
- Lee EH, Nam ES, Park SI (2002) Characteristics of curd yogurt from milk added with Maesil (*Prunus mume*). *Korean J Food Sci Technol*, 34, 419-424
- Bang BH, Seo JS, Jeong EJ, Kim KP (2004) Studies on the manufacture of peanut yogurt. *Korean J Food Nutr*, 17, 53-59
- Shin YS, Sung HJ, Kim DH, Lee KS (1994) Survival rate of lactic acid bacteria and the change β -galactosidase activity in commercial yogurts under the acidic conditions. *Agric Chem Biotechnol*, 37, 143-147
- Saulnier DM, Spinler JK, Gibson GR, Versalovic J (2009) Mechanisms of probiosis and prebiosis: considerations

- for enhanced functional foods. *Curr Opin Biotechnol*, 20, 135-141
25. Chung YC, Chang CT, Chao WW, Lin CF, Chou ST (2002) Antioxidative activity and safety of the 50 ethanolic extract from red bean fermented by *Bacillus subtilis* IMR-NK1. *J Agric Food Chem*, 50, 2454-2458
26. Lee YJ, Kim SI, Han YS (2008) Antioxidant activity and quality characteristics of yogurt added yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) extract. *Korean J Food Sci Nutr*, 21, 135-142
27. Cho YS, Kim SI, Han YS (2008) Effect of slender glasswort extract yogurt on quality during storage. *Korean Soc Food Cookery Sci*, 24, 212-221
28. Korea Food Industry Association (2002) *Korean Food Standards Codex*, p 215