

오가피 분말을 첨가한 요구르트의 품질 특성 및 항산화 활성

오한슬 · 강성태*

서울과학기술대학교 식품공학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Yogurt Added with Acanthopanax Powder

HanSeul Oh and SungTae Kang*

Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology

Abstract This study was performed to examine the quality characteristics and antioxidant activity of the curd yogurt with different contents (0.5-2%, w/w) of acanthopanax powder (AP). The pH decreased with increasing AP content until 16 h, whereas the treated groups showed higher pH levels than the control group after 20 h. The viscosity and the viable cell counts of the yogurt with 2% AP were lower than those of the control group during fermentation, significantly. Color values of AP yogurt were lower in terms of brightness, whereas redness and yellowness values were higher compared to the control group. The 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and soluble content significantly increased with increasing AP content. Consumer acceptability score of yogurt with 0.5% AP was ranked higher than other yogurts. Yogurt added with 0.5% AP showed no differences in pH, titrable acidity, and viable cell counts compared to the control group after storage at 4°C for 14 days.

Keywords: yogurt, acanthopanax powder, quality, antioxidant activity, consumer acceptability

서 론

요구르트는 원유 또는 탈지유를 젖산균으로 발효시킨 것에 산미와 향미를 강화시킨 발효 유제품으로 우유의 영양성분을 비롯하여 다량의 젖산균이 함유되어 있다. 또한 요구르트는 젖산균의 발효에 의해 젖산, peptone, peptide 등이 생성되어 우유보다 영양적 가치가 우수하며 소화율이 향상된 유제품으로 유당으로 인한 소화불량을 예방하고 독특한 풍미와 다양한 건강기능성을 가지고 있다(1,2). 요구르트의 영양학, 생리학적 효과로는 젖산균의 장내 증식을 통한 정장작용 및 장내 미생물 균총의 정상화, 장 질환 예방 및 설사와 변비 예방, 혈중 콜레스테롤 저하, 면역 증진 및 항암작용 등이 보고되었으며(3-6), 현재 당뇨 및 고지혈증과 같은 질병의 예방 및 치료효과(7)를 포함하여 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다. 최근 소비자들의 건강 기능성 식품에 대한 관심이 높아지면서 버찌(8), 산수유(9), 삼백초(10), 메밀씨(11), 단호박(12) 등의 천연소재를 이용한 요구르트가 다양하게 제조되고 있으며 기존 요구르트에 있는 기능성을 강화시키거나 항산화 및 항균활성 등의 새로운 생리활성을 강화시키기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

한편, 오가피나무(*Acanthopanax sessiliflorum* Seeman)는 두릅나무

과(*Araliaceae*)에 속하는 기타 관상 또는 반관상의 동속식물로 우리나라 전역을 비롯하여 중국 동북부와 러시아 툰드라지대, 일본 북부 지역 등에서 자라고 있으며 품종은 가시오가피(*Acanthopanax senticosus*)등을 비롯하여 약 12종류에 이른다(13,14). 생약에서는 오가피나무의 뿌리, 줄기 및 껍질을 오가피라 부르며(15), 본초강목, 동의보감 등에서는 강장, 증풍, 신경통, 당뇨 등에 이용하였다고 기록되어 있다(16). 오가피의 약리효능은 Brekhmann과 Dardymov(17)가 오가피 뿌리에서 lignan계 배당체를 분리하고 연구한 이후로 인삼과 유사한 adaptogenic activity가 보고되었고 항암, 항염증, 항당뇨, 항산화, 면역증가, 스트레스 해소, 콜레스테롤 감소 등의 효과가 알려져 있다(16). 오가피의 성분은 stigma sterol, campesterol, β -sitosterol 등의 sterol, sesamin과 savinin, chlorogenic acid, sesquiterpene 등으로 이루어져 있으며(13) 특히 오가피의 뿌리와 줄기 부분은 대표적인 생리활성 성분으로 알려져 있는 eleutheroside E, eleutheroside B를 다량 함유하고 있다고 보고되었다(18).

오가피의 품종 중 가장 많이 알려진 가시오가피는 주로 시베리아 및 만주와 같은 추운 지역에서 자라며 국내에서도 1,000 m 이상의 고산지대에서 자생하기 때문에 생육이 매우 느려 수입에 의존하고 있는 단점이 있다(19). 따라서 최근에 국내에서 많이 자생하고 있는 오가피에 대한 생리활성 및 가공 적합성에 대한 다양한 연구가 진행되고 있으며 오가피를 식품에 첨가한 연구로는 오가피주(15), 오가피 열매 가루 첨가 설기떡(16), 오가피 추출물과 더덕 추출물을 첨가한 발효유(19) 등이 있으나 국내 품종 오가피만을 첨가하여 소비자 기호성과 품질 특성을 살펴본 연구는 아직까지 없다. 이에 본 연구에서는 다양한 기능성 및 생리활성을 가지고 있는 국내 품종의 오가피 분말을 요구르트에 첨가하여 제조하고, 그 품질 특성과 항산화 활성을 측정함으로써 맛과 품질이 우수한 기능성 요구르트를 개발하고자 하였다.

*Corresponding author: Sung Tae Kang, Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea

Tel: 82-2-970-6736

Fax: 82-2-970-6460

E-mail: kst@seoultech.ac.kr

Received November 11, 2015; revised December 14, 2015;

accepted December 15, 2015

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 오가피 분말은 효림농산영농조합법인(Pocheon, Korea)에서 제공받았으며, 2014년 강원도 평창군에서 생산된 오가피의 뿌리와 줄기를 3:7로 혼합하여 95°C에서 8시간씩 2회 열수 추출 후 농축한 것을 210°C에서 고온 분무 건조하여 제조되었다. 오가피 분말의 수분함량, 조단백 함량, 조지방 함량, 조회분 함량은 각각 1.29, 9.86, 0.78, 10.38%이었다. 요구르트 제조에 사용된 기질은 우유와 탈지분유(Seoul Milk Co., Ltd., Seoul, Korea)를 사용하였다.

사용균주 및 배양

사용 균주는 *Streptococcus thermophilus* (KCTC 5092), *Lactobacillus bulgaricus* (KCTC 3635)로 한국생명공학연구원 미생물자원센터(Daejeon, Korea)로부터 분양받아 사용하였으며, MRS broth (Difco, Sparks, NV, USA)에 접종하고 2회 계대 배양한 것을 고압 멸균된 10% (w/v) skim milk (Difco) 배지에서 2% (v/v) 접종하여 배양한 후 starter로 사용하였다.

호상 요구르트 제조

오가피 분말 첨가 요구르트의 제조는 Table 1과 같이 배합하여 사용하였다. 탈지분유 분말, 우유에 0, 0.5, 1.0 및 2.0% 농도의 오가피 분말을 첨가하여 균질화하고 멸균한 후 starter로 *Str. thermophilus*와 *Lac. bulgaricus*를 동등한 비율로 혼합하여 4% (w/w) 접종한 후 37°C 항온기에서 24시간 동안 발효시켰다.

pH 및 적정산도 측정

시료 5g에 증류수 45mL을 가한 후 균질화 한 다음 10 mL을 취하여 실험에 사용하였다. 요구르트의 pH는 pH meter (PHM 210, Radiometer, Lyon, France)를 이용하여 직접 측정하였으며, 적정 산도는 AOAC법(20)에 따라 시료 10 mL을 0.1 N NaOH로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하여 젯산으로 환산하였다.

유산균 수 측정

유산균 수의 생균 수는 시료액 1 mL에 멸균 식염수 9 mL을 혼합하여 10배 희석법으로 희석한 후, 각각의 희석액 1 mL을 배지에 도말하였다. 유산균용 측정 배지는 MRS agar (Difco)를 사용하여 37°C에서 2일 배양한 후 생성된 집락수를 계수하여 시료 1 mL당 colony forming unit (CFU)로 3회 반복실험을 실시하여 평균값으로 나타내었다.

점도 측정

점도 측정은 시료 50 g을 취하여 실온에서 Brookfield DV-II+ Viscometer (Brookfield Engineering Laboratories, Ins., Middleboro, MA, USA)의 3번 spindle를 사용하여 12 rpm에서 2분에서 4분까지 1분 간격으로 3회 측정 후 평균값으로 나타내었다.

가용성 고형분 측정

요구르트 시료의 가용성 고형분은 당도계(N-2E, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

색도 측정

요구르트의 색은 시료 10 g을 투명한 petri dish (50×12 mm)에 담아 색차계(ND-300A, Nippon Denshoku, Tokyo, Japan)를 사용

Table 1. Mixing ratio of yogurt containing various levels of acanthopanax powder

Ingredient	Weight (g)			
	Control	0.5%	1%	2%
Milk	748	744	740	732
Skim milk powder	20	20	20	20
Acanthopanax powder	0	4	8	16
Starter ¹⁾	32	32	32	32
Total	800	800	800	800

¹⁾It is mixture of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*.

하여 Hunter L (lightness), a (redness), b (yellowness)를 측정하였다. 이때 표준 백색판의 L, a, b 값은 각각 90.43, 0.14, 3.45이었다. 각 실험은 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 나타내었으며 ΔE 값은 아래의 식을 이용하여 산출하였다.

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

항산화활성(DPPH 라디칼 소거능) 측정

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼(radical) 소거능은 Blois의 방법(21)에 따라 DPPH에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 시료 1g에 methanol을 9 mL를 가하여 실온에서 2시간 추출한 후 1,811×g에서 20분간 원심분리 하여 얻은 상등액을 시료 용액으로 사용하였다. DPPH 용액은 100 mL 에탄올에 DPPH 1.5×10⁻⁴ M을 녹인 후 증류수와 혼합하여 Whatman No. 2 filter paper (Whatman, Maidstone, England)로 여과하여 만들었다. 96 well plate에 시료와 DPPH 용액을 1:4 비율로 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 methanol을 blank로 하여 ELISA reader (VeraMaxMicroplate Reader, Molecular Device, Los Angeles, CA, USA)로 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 시료 첨가구와 대조군의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

요구르트의 관능검사

관능검사는 서울과학기술대학교 식품공학과 학생 40명을 panel로 선정하여 본 실험의 목적과 평가방법 및 측정 항목에 대해 잘 인지될 수 있도록 충분히 설명한 후 실시하였다. 평가항목은 색(color), 맛(taste), 풍미(flavor), 질감(texture), 입안에서의 느낌(mouthfeel), 전반적인 기호도(overall preference)로 매우 선호도가 높을수록 9점, 매우 선호도가 낮을수록 1점을 표시하도록 하였다. 각 시료마다 무작위로 조합된 3자리 숫자가 주어졌으며, 동일한 요구르트 시료를 일회용 컵에 담아서 제시하였다.

저장성 조사

요구르트의 저장성은 24시간 발효 완료된 각각의 시료를 4°C에서 보관하면서 14일 동안 7일 간격으로 pH, 적정산도, 생균 수 그리고 점도를 측정하여 비교하였다.

통계처리

실험결과는 SPSS 22.0 (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균값과 표준편차를 계산하고, one-way ANOVA를 이용하여 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 유의적인 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도

오가피 분말을 첨가한 요구르트의 발효시간에 따른 pH와 산도 변화는 Table 2와 같다. pH는 발효가 시작되기 전 대조군이 6.54로 가장 높았고, 오가피 분말 첨가 요구르트의 pH는 6.32-6.43로 나타나 오가피 분말의 첨가량이 증가할수록 pH 값은 유의적으로 감소되었다($p<0.05$). 이와 같은 발효 전 pH 값은 오가피에 함유된 유기산의 영향으로 생각되며(14), 오가피 추출액을 첨가한 약주의 발효특성 연구(15)에서 오가피를 첨가한 약주의 pH가 대조군보다 낮았다는 결과와 유사했다. 발효시간이 경과함에 따라 모든 시료군의 pH도 유의적으로 감소하였는데 16시간 경과까지는 오가피 분말을 첨가한 요구르트의 pH가 더 낮게 나타났으나, 20시간 이후 대조군의 pH가 3.62로 가장 낮았고 오가피 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 높아지는 경향이 나타났다. 이는 오디분말(6), 복분자즙(22)을 첨가한 요구르트의 연구 결과와 같은 경향이었으며 젖산균 생육이 부재료의 첨가량에 따른 높은 산도 상승과 부재료의 성분에 의해 발효가 서서히 진행되기 때문이라고 판단되었다. 한편, 시판 중인 농후발효유의 pH는 3.87-4.19라 보고되었으며(22) 발효 16시간 후 대조군의 pH가 4.01, 오가피 분말 첨가 요구르트의 pH가 3.90-3.94으로 나타나 모든 시험군이 일정한 발효시간 후 정상적인 제품의 pH 범위 내에 도달하였다.

오가피 분말을 첨가한 요구르트의 발효시간에 따른 산도는 pH의 측정 결과와 같은 경향을 나타내었다($p<0.05$). 발효 전 산도는 대조군이 0.17로 가장 낮게 나타났으며 오가피 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 오디분말(6), 산수유 추출물(9)을 첨가한 요구르트의 품질특성 연구에서도 발효 전 부재료 첨가량이 증가할수록 산도가 증가하는 경향을 보였다. 발효시간이 지날수록 모든 실험군의 산도가 점차적으로 증가하였는데, 이는 젖산균의 대사 활동으로 인해 젖산이 생산되어 총 유기산의 양이 증가한 것으로 판단되며, 발효 중 pH 변화와 같이 20시간 발효 후 오가피 분말 첨가 요구르트의 산도가 대조군보다 낮게 나타나 젖산균의 대사활동에 따라 산도가 변화한 것으로 추정된다. 한편, 가장 좋은 품질을 나타내는 호상요구르트의 적정 산도는 1.0-1.1% 일 때라고 보고되었는데(23), 대조군과 0.5% 첨가군은 각각 발효 20시간 후(1.10%), 발효 24시간 후(1.08%)에 적정 산도 범위에 도달하였으나 1%, 2% 첨가군은 그 범위에 미치지 못하였다.

유산균 수

오가피 분말을 첨가한 요구르트의 발효 중 생균 수의 변화는 Table 3와 같다($p<0.05$). 유산균 접종 후 12시간 동안 모든 실험군에서 생균 수가 급격히 증가하는 경향이 나타났으나 오가피 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하여 발효 24시간 동안 오가피 분말을 첨가하지 않은 대조군의 유산균 수가 가장 높았다. 특히, 발효 12시간 이후 오가피 분말 2% 첨가군의 유산균 수는 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났으며, 발효 16시간부터는 모든 첨가군의 유산균 수가 대조군과 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 젖산균의 수가 감소되었다고 보고한 마늘 분말(24), 보릿가루(25)를 첨가한 요구르트와 같은 경향이었으며, 오가피에 함유되어 있는 acanthoic acid와 같은 항균성분에 의한 결과로 판단된다(26). 한편, Kim 등(13)은 오가피 추출액을 MRS 배지에 첨가하였을 때 유산균의 성장이 증가한다고 보고하여 본 결과와 상이한 결과를 나타내었으나, 본 연구에서는 가시오가피 추출물이 우유의 발효 중 젖산균의 성장을 저해한다는 Lim과 Kim(27)의 결과와 일치하였다. 발효 4시간 후 대조군과 첨가군 모두 유산균 수가 8.39-8.92 log CFU/mL로 현재 우리나라의 축산물의 가공기준 및 성분규격상 농후발효유의 총 유산균 수 기준치인 1.0×10^8 CFU/mL 이상을 충족하였으며, 이후 완만히 증가하여 발효 24시간에서는 유산균 수가 9.89-10.22 log CFU/mL에 도달하였다. 특히 0.5% 첨가군의 유산균 수는 대조군과 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

점도

오가피 분말 첨가 요구르트의 발효 중 점도 변화를 측정된 결과는 Table 3와 같다. 점도는 발효 4시간까지는 급격히 증가하는 경향이 나타나다가 그 이후 24시간까지 모든 실험군이 완만히 증가하였다. 발효 24시간 후 0.5% 첨가군의 점도가 6,426.00 cp로 가장 높았으며 1% 첨가군 6,220.00 cp, 대조군 5,789.33 cp, 2% 첨가군 5,089.33 cp 순서로 낮게 나타났다. 일반적으로 요구르트의 점도 증가는 젖산 발효 시 산 생성에 의한 우유단백질의 등전점(pH 4.6) 침전, protease에 의한 분해 응고 및 젖산균에 의한 polysaccharide의 생성 등에 의해 복합적인 작용으로 이루어진다고 보고되었으나(28), 본 실험에서는 오가피 분말을 첨가할수록 요구르트의 산 생성량이 낮아졌음에도 불구하고 0.5-1% 첨가군의 점도가 높게 나타났다. 오가피에는 당질과 섬유소가 약 41%가 함유되어 있으므로(29,30), 오가피 분말에 의한 요구르트의 점

Table 2. Effects of acanthopanax powder on pH and titrable acidity (TA) of yogurts during lactic acid fermentation period at 37°C

Sample ¹⁾ (%)	Fermentation period (h)							
	0	4	8	12	16	20	24	
pH	0	6.54±0.02 ^{2)abA3)}	5.51±0.01 ^{bA}	4.40±0.04 ^{cA}	4.24±0.04 ^{dA}	4.01±0.04 ^{eA}	3.62±0.02 ^{fA}	3.61±0.02 ^{fA}
	0.5	6.43±0.02 ^{aB}	5.19±0.01 ^{bB}	4.29±0.01 ^{cB}	4.19±0.02 ^{dB}	3.94±0.02 ^{eB}	3.76±0.01 ^{fB}	3.67±0.02 ^{fB}
	1	6.40±0.02 ^{aB}	5.17±0.02 ^{bB}	4.31±0.01 ^{cB}	4.15±0.02 ^{dB}	3.92±0.03 ^{eB}	3.78±0.07 ^{fB}	3.73±0.01 ^{fC}
	2	6.32±0.01 ^{aC}	5.10±0.02 ^{bC}	4.28±0.02 ^{cB}	4.11±0.01 ^{cC}	3.90±0.03 ^{dB}	3.80±0.11 ^{dB}	3.80±0.01 ^{dD}
TA (%)	0	0.17±0.03 ^{aA}	0.44±0.03 ^{bA}	0.55±0.03 ^{cA}	0.83±0.02 ^{dA}	0.93±0.03 ^{eA}	1.10±0.02 ^{eA}	1.12±0.04 ^{fA}
	0.5	0.18±0.02 ^{aAB}	0.45±0.01 ^{bA}	0.67±0.02 ^{cB}	0.86±0.04 ^{dA}	0.96±0.09 ^{dA}	0.96±0.04 ^{eB}	1.08±0.01 ^{fA}
	1	0.22±0.02 ^{aBC}	0.47±0.04 ^{bA}	0.71±0.03 ^{cBC}	0.87±0.05 ^{dA}	0.96±0.02 ^{eA}	0.95±0.03 ^{eC}	0.92±0.02 ^{dB}
	2	0.24±0.02 ^{aC}	0.48±0.04 ^{bA}	0.73±0.01 ^{cC}	0.88±0.02 ^{dA}	0.97±0.02 ^{fA}	0.94±0.02 ^{fcC}	0.90±0.04 ^{dB}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾values are mean±standard deviation ($n=3$).

³⁾Values with different superscripts in a row (a-f) and a column (A-D) are significant at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Effects of acanthopanax powder on viable cell counts, viscosity, total soluble solid content of yogurts during lactic acid fermentation period at 37°C

	Sample ¹⁾ (%)	Fermentation period (h)						
		0	4	8	12	16	20	24
Viable cells (log CFU/mL)	0	7.05±0.07 ^{2(aA3)}	8.92±0.02 ^{bA}	9.42±0.11 ^{cA}	9.78±0.14 ^{dA}	10.08±0.03 ^{eA}	10.17±0.03 ^{efA}	10.22±0.07 ^{fA}
	0.5	7.02±0.07 ^{aA}	8.54±0.13 ^{bB}	9.36±0.01 ^{cA}	9.65±0.02 ^{dA}	9.83±0.06 ^{eB}	9.98±0.10 ^{fB}	10.15±0.02 ^{gAB}
	1	7.08±0.11 ^{aA}	8.49±0.17 ^{bB}	9.35±0.03 ^{cA}	9.62±0.02 ^{dA}	9.82±0.02 ^{eB}	9.98±0.12 ^{fB}	10.13±0.02 ^{fB}
	2	7.00±0.15 ^{aA}	8.39±0.07 ^{bB}	9.17±0.15 ^{cA}	9.28±0.24 ^{cdB}	9.50±0.02 ^{deC}	9.65±0.06 ^{eC}	9.89±0.05 ^{fC}
Viscosity (cp)	0	135.67 ±5.13 ^{2(aA3)}	4753.33 ±40.7 ^{bA}	5015.00 ±12.17 ^{cA}	5382.67 ±21.22 ^{dA}	5621.33 ±15.31 ^{eA}	5709.33 ±9.5 ^{fA}	5789.33 ±10.02 ^{gA}
	0.5	137.67 ±2.52 ^{aA}	5322.67 ±20.26 ^{bB}	5535.67 ±20.82 ^{cB}	6209.33 ±9.50 ^{dB}	6326.00 ±24.64 ^{eC}	6389.67 ±21.01 ^{fC}	6426.00 ±24.64 ^{fC}
	1	139.00 ±3.61 ^{aA}	5358.67 ±30.5 ^{bC}	5931.00 ±42.15 ^{cC}	6025.67 ±64.29 ^{dC}	6206.00 ±20.66 ^{dB}	6208.33 ±10.02 ^{dB}	6220.00 ±20.66 ^{dB}
	2	136.67 ±4.16 ^{aA}	3186.00 ±23.39 ^{bC}	4092.67 ±54.5 ^{dD}	4029.00 ±26.46 ^{dD}	4598.67 ±10.5 ^{dD}	4788.67 ±10.02 ^{dD}	5089.33 ±51.68 ^{dD}
Total soluble solid content (°Brix)	0	12.47±0.06 ^{2(aA3)}	10.15±0.05 ^{bA}	9.53±0.12 ^{cA}	8.57±0.06 ^{dA}	7.83±0.06 ^{eA}	7.77±0.06 ^{eA}	7.57±0.06 ^{fA}
	0.5	12.83±0.06 ^{aB}	10.50±0.05 ^{bB}	9.82±0.03 ^{cB}	8.63±0.08 ^{dA}	8.42±0.03 ^{eB}	8.10±0.10 ^{fB}	8.03±0.06 ^{fB}
	1	13.17±0.06 ^{aC}	11.53±0.06 ^{bC}	10.00±0.02 ^{cC}	9.67±0.12 ^{dB}	8.87±0.06 ^{eC}	8.53±0.12 ^{fC}	8.42±0.03 ^{fC}
	2	14.17±0.29 ^{aD}	12.32±0.03 ^{bD}	10.23±0.06 ^{cD}	9.92±0.03 ^{dC}	9.35±0.13 ^{eD}	9.33±0.12 ^{eD}	9.13±0.12 ^{eD}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾values are mean±standard deviation (n=3).

³⁾Values with different superscripts in a row (a-f) and a column (A-D) are significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 4. Effects of acanthopanax powder on the color and color difference of yogurt

Color value ¹⁾	Sample ²⁾ (%)			
	0	0.5	1	2
L	90.52±0.04 ^{3(a4)}	77.99±0.04 ^b	76.28±0.06 ^c	72.50±0.09 ^d
a	-4.53±0.75 ^a	-0.98±0.46 ^b	-0.09±0.09 ^c	1.316±0.11 ^d
b	13.65±0.14 ^a	15.59±0.08 ^b	18.56±0.01 ^c	19.49±0.02 ^d
ΔE	-	14.81±1.10	14.18±0.66	19.83±0.74

¹⁾L: measures lightness and varies from 100 for perfect white to zero for black, a: measures redness when plus, gray when zero, and greenness when minus, b: measures yellowness when plus, gray when zero, and blueness when minus, ΔE: $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$

²⁾Refer to Table 1.

³⁾Values are mean±standard deviation (n=3).

⁴⁾Values with different superscripts in a row (a-d) are significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

도 증가는 마늘 분말을 첨가하여 제조한 요구르트가 마늘 중의 전분질이나 섬유소에 의하여 점도가 증가한 것과 유사하게 오가피 분말에 함유되어 있는 전분질이나 섬유소 때문일 것으로 사료된다(24). 한편, 오가피 분말 2% 첨가군의 점도는 대조군보다 낮게 나타났으며 이것은 젖산균의 생육 저하에 따른 exopolysaccharide의 생성 저하 등이 원인으로 판단된다(31).

가용성 고형분

오가피 분말 첨가 요구르트의 발효 중 가용성 고형분 변화를 측정된 결과는 Table 3와 같다. 발효 시작 전(0시간) 대조군의 가용성 고형분은 12.47°Brix이었으며, 오가피 분말 첨가량이 증가할수록 가용성 고형분이 유의적으로 증가하였다. 이는 실험에 사용된 오가피 분말의 가용성 고형분이 13.0°Brix로 요구르트 내 당 함량이 증가하였기 때문으로 여겨지며, 버찌 분말의 첨가에 의해 가용성 고형분이 증가하였다고 보고한 Kim 등(8)의 보고와 일치하였다. 한편, 발효시간이 경과함에 따라 오가피 분말 요구르트의 가용성 고형분은 감소하였는데 이는 발효기간 동안 유산균에 의해 요구르트 내의 당이 분해되어 감소되고 유산 및 초산 등이

생성되었기 때문이라고 생각된다. 이 결과는 스피루리나(32), 땅콩나물 분말(33)을 첨가할수록 발효기간 동안 요구르트의 가용성 고형분이 유의적으로 감소하였다는 보고와 일치하였다.

색도

오가피 분말을 0, 0.5, 1, 2% 첨가하여 24시간 발효시킨 요구르트의 L, a, b value와 ΔE는 Table 4와 같다. 대조군, 오가피 분말 0, 0.5, 1, 2% 첨가군의 명도는 각각 90.52, 77.99, 76.28, 72.50으로 오가피 분말 첨가 농도가 증가할수록 유의적으로 낮아졌으나, 적색도와 황색도는 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다. 이와 같은 오가피 분말 첨가에 따른 색도의 변화는 오가피 분말 자체의 색도가 영향을 준 것으로 사료되며, 가시오가피 추출액을 첨가한 식빵(34)의 연구에서도 추출액 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하였고, a값과 b값은 증가하는 경향을 나타내어 본 결과와 유사하였다. 한편, 오가피 열매가루(16)를 첨가한 설기떡의 연구에서도 부재료의 첨가량에 따라 L값은 감소하고 a값은 증가하여 같은 경향을 나타내었으나 b값은 감소하여 본 연구결과와 상이하였는데 오가피의 사용 부위에 따른 차이로 판단된다.

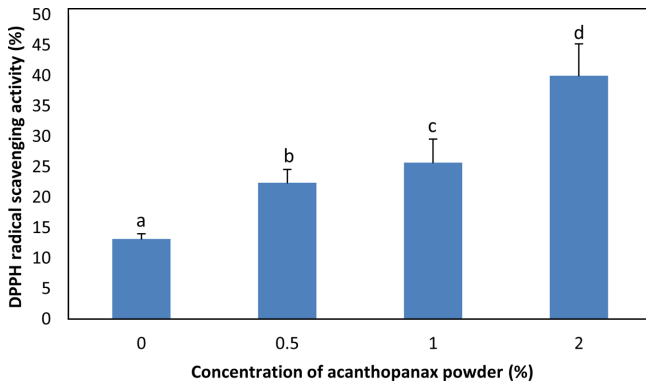


Fig. 1. Effects of acanthopanax powder on DPPH radical scavenging activity of yogurts during lactic acid fermentation period at 37°C. Different letters on the bars indicate a significant different at $p < 0.05$.

DPPH 라디칼 소거능

오가피 분말 첨가 요구르트의 DPPH radical 소거능 분석결과는 Fig. 1에 나타내었다. 대조군은 13.13%로 가장 낮은 값을 나타내었고, 0.5% 첨가군은 22.37%, 1% 첨가군은 25.69%, 2% 첨

가군의 라디칼 소거능은 39.94%로 가장 높게 나타나서 오가피 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다($p < 0.05$). 이러한 결과는 오가피 분말을 첨가한 쿠키의 DPPH radical 소거능이 오가피 분말 첨가량이 증가할수록 높은 값으로 나타났다는 Jin 등(35)의 결과와 일치하였다. 한편, Lee 등(36)은 오가피에 함유되어 있는 생리활성 물질인 eleutheroside B 등이 높은 항산화력을 나타낸다고 보고하였으며, Choi와 Ahn(18)은 이와 같은 성분이 특히 오가피의 줄기, 뿌리, 열매 부위에 많이 함유되어 있다고 보고한 바 있다. 따라서 다양한 생리활성 물질을 다량 함유한 오가피 분말의 첨가가 요구르트의 항산화능을 증가시킨 것으로 사료된다.

관능적 특성

오가피 분말을 첨가한 요구르트의 색, 맛, 향기, 질감, 입안에서의 느낌, 전반적인 기호도를 관능검사한 결과는 Table 5와 같다. 색에서는 대조군이 7.59로 가장 높게 나타났으며 오가피 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이는 오가피 분말이 가지는 고유의 색에 의해 시중에 판매되는 요구르트와 다르게 제조된 것에 따른 페널들의 거부감 때문인 것으로 사료되었다. 맛은 대조군이 5.41로 가장 높은 점수로 나타났으나 0.5, 1% 첨가군과 유의적 차이가 없었고 2% 첨가군은 대

Table 5. Sensory scores of yogurts added with acanthopanax powder after lactic acid fermentation at 37°C for 24 h

samples ¹⁾ (%)	Color	Taste	Flavor	Texture	Mouthfeel	Overall preference
0	7.59±1.18 ^{2(a3)}	5.41±2.12 ^a	5.29±1.4 ^{N.S4)}	5.59±1.66 ^{N.S}	5.53±1.77 ^{N.S}	5.59±1.77 ^a
0.5	6.47±1.37 ^b	5.00±2.00 ^{ab}	6.24±1.86	5.65±1.66	5.88±1.90	5.71±1.90 ^a
1	5.47±1.55 ^c	4.94±1.34 ^{ab}	6.00±1.62	5.18±1.33	5.18±1.29	5.29±1.29 ^{ab}
2	4.29±1.61 ^d	3.82±1.94 ^c	5.71±2.00	4.94±1.64	4.88±1.36	4.24±1.36 ^c

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Values are mean±standard deviation ($n=40$).

³⁾Values with different superscripts in a column (a-d) are significant at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾N.S means no significant difference $p < 0.05$.

Table 6. Change in quality of yogurts added with Acanthopanax powder during storage at 4°C

	Samples ¹⁾ (%)	Period of storage (d)		
		0	7	14
pH	0	3.61±0.02 ^{2(aA3)}	3.51±0.03 ^{bA}	3.59±0.01 ^{aA}
	0.5	3.67±0.02 ^{abB}	3.64±0.01 ^{abB}	3.61±0.02 ^{bA}
	1	3.73±0.01 ^{aC}	3.69±0.02 ^{bc}	3.67±0.03 ^{bb}
	2	3.80±0.01 ^{aD}	3.76±0.02 ^{bd}	3.76±0.01 ^{bc}
Titrable acidity (%)	0	1.12±0.04 ^{aA}	1.15±0.03 ^{aA}	1.15±0.04 ^{aA}
	0.5	1.08±0.01 ^{aA}	1.09±0.03 ^{aB}	1.10±0.04 ^{aA}
	1	0.92±0.02 ^{aB}	0.96±0.01 ^{bc}	0.95±0.01 ^{bb}
	2	0.90±0.04 ^{aB}	0.94±0.01 ^{aD}	0.95±0.01 ^{ab}
Viable cells (log CFU/mL)	0	10.17±0.04 ^{aA}	10.35±0.05 ^{bA}	10.21±0.02 ^{aA}
	0.5	10.15±0.02 ^{aA}	10.19±0.03 ^{aB}	10.18±0.02 ^{aA}
	1	10.13±0.02 ^{aA}	10.19±0.02 ^{bb}	10.18±0.02 ^{bA}
	2	9.89±0.05 ^{aB}	9.96±0.03 ^{aC}	9.95±0.02 ^{ab}
Viscosity (cPs)	0	5789.33±10.02 ^{aA}	6252.67±10.97 ^{bA}	6245.54±12.20 ^{bA}
	0.5	6426.00±24.64 ^{aB}	6962.00±15.39 ^{bb}	6959.33±9.50 ^{bb}
	1	6220.00±20.66 ^{aC}	6657.23±13.06 ^{bc}	6654.00±13.08 ^{bc}
	2	5089.33±51.68 ^{aD}	5611.00±12.12 ^{bd}	5614.33±12.90 ^{bd}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Values are mean±standard deviation ($n=3$).

³⁾Values with different superscripts in a row (a-b) and a column (A-D) are significant at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

조군보다 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 이는 오가피 분말의 첨가량이 증가함에 따라 오가피의 쓴 맛이 강하게 나타난 것으로 판단되었다. 향기, 질감, 입안에서의 느낌은 모든 시료 간 유의적인 차이가 없었으나, 0.5% 첨가군이 가장 높은 점수를 얻었다. 전반적인 기호도에서는 오가피 분말 0.5% 첨가군이 가장 높게 나타났으며 대조군과 유의적인 차이가 없었다. 그러나 2% 첨가군의 경우 모든 항목에서 가장 낮은 점수를 얻었으며 전반적인 기호도에서 대조군보다 유의적으로 낮게 나타나서 다량의 오가피분말을 첨가할 시에는 오히려 요구르트의 기호도가 감소하는 것으로 판단되었다. 오가피의 생리 기능성 측면과 요구르트의 가공적성 및 소비자 기호도를 종합해 볼 때 오가피 분말을 첨가한 요구르트 제조 시 오가피 분말의 첨가량을 0.5%로 대체하는 것이 최적 배합비로 사료되었다.

요구르트의 저장성

요구르트는 발효가 완료되면 상당기간 저온에서 유통되므로 저장 기간 중 품질의 변화를 확인하기 위하여 발효 24시간 후 4°C에서 냉장보관 하면서 pH, 적정산도, 생균 수 및 점도를 조사한 결과는 Table 6과 같다. 저장기간 동안 모든 시료군의 pH는 약간 감소하고, 적정산도는 약간 증가하였다. 유산균 수와 점도는 모든 시료군이 저장 7일차에 증가하였다가 저장 14일에 감소하는 경향이 나타났으나($p < 0.05$). 이는 단호박 가루(12), 스피루리나(32)를 첨가한 요구르트의 저장 중 품질 변화에 대한 연구결과와 유사하며, 저장 7일째까지는 유산균의 대사 활동이 천천히 진행되고 있어 산의 생성량이 서서히 증가하였기 때문인 것으로 사료되었다. 한편, 오가피 분말을 첨가한 요구르트는 14일의 저장기간 동안 초기의 pH와 적정산도를 큰 변화 없이 유지하였으며, 유산균 수는 식품공전에 제시되어 있는 농후발효유 유산균 수 기준인 1×10^8 CFU/mL 이상을 유지하는 것으로 나타났다. 특히, 0.5% 첨가군의 경우 pH, 적정산도 및 유산균 수에서 대조군과 유의적 차이가 나타나지 않아 오가피 분말 첨가군 중 저장성이 가장 우수하였다.

요 약

본 연구에서는 오가피 분말의 첨가량을 0.5-2% 첨가한 요구르트를 제조한 후 이에 따른 품질을 평가하였다. 오가피 분말 요구르트의 pH를 측정된 결과, 발효 16시간까지는 오가피 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아졌으나, 발효 20시간 후에는 첨가군의 pH가 대조군보다 높았다. 유산균 수 및 점도는 오가피 분말 2% 첨가군이 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났다. 요구르트의 색도의 경우 L값은 오가피 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였으나 a값과 b값은 오가피 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하였다. DPPH radical 소거능에 대한 항산화활성과 가용성 고형분 함량은 오가피 분말의 첨가량이 많을수록 높아지는 경향을 보였다. 오가피 분말 첨가 요구르트의 관능적 품질평가 결과 0.5% 첨가군의 점수가 가장 높게 나타났다. 발효가 완료된 요구르트를 4°C에서 14일간 저장한 결과, 오가피 분말 0.5% 첨가군의 pH, 적정산도 및 유산균 수는 대조군과 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과로 보아 요구르트 제조 시 0.5%의 오가피 분말 첨가는 요구르트의 발효와 품질 특성에 부정적인 영향을 미치지 않으며 건강기능성 및 기호도를 향상시키는 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구에 사용된 오가피 분말을 제공하여 주신 효림농산영농조합법인에 감사드립니다.

References

- Kim HJ, Ko YT. Study on preparation of yogurt from milk and soy protein. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 700-706 (1990)
- Ko SH, Kim SI, Han YS. The quality characteristics of yogurt add supplemented with low grade dried-prsimmon extracts. Korean J. Food Cook. Sci. 24: 735-741 (2008)
- Kim DW, Yang DH, Kim SY, Kim KS, Chung MG, Kang SM. Hypocholesterolemic effect of lyophilized, heat-killed *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus plantarum*. Kor. J. Microbiol. Biotechnol. 37: 69-74 (2009)
- Im KS. Effect of fermented milk on human health. Korean J. Food Nutr. 16: 93-103 (2003)
- Hood SK, Zoitola EA. Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adhere to human intestinal cells. J. Food Sci. 53: 1514-1516 (2006)
- Sung JM, Choi HY. Effect of mulberry powder on antioxidant activities and quality characteristics of yogurt. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43: 690-697 (2014)
- Cho YH, Shin HJ, Chang CH, Nam MS. Studies on the development of the yogurt decreasing blood glucose. Korean J. Food Sci. An. 26: 257-262 (2006)
- Kim KH, Hwang HR, Jo JE, Lee SY, Kim NY, Yook HS. Quality characteristics of yogurt prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 1229-1236 (2009)
- Kang BS, Kim JI, Moon SW. Quality characteristics of yogurt added with *sansuyu* (*Corni fructus*) extracts. Korean J. Culin. Res. 18: 180-190 (2012)
- Lee IS, Lee SO, Kim HS. Preparation and quality characteristics of yogurt added with *Saururus chinensis* (Lour.) Bail. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 411-416 (2002)
- Kang HN, Kim CJ. *Lactobacillus bulgaricus* fermentation characteristics of yogurt with added buckwheat sprout. J. Korean Soc. Food Cult. 24: 90-95 (2009)
- Jung HA, Kim AN, Ahn EM, Kim YJ, Park SH, Lee JE, Lee SM. Quality characteristics of curd yogurt with sweet pumpkin. Korean J. Food Preserv. 18: 714-720 (2011)
- Kim SY, Park KS, Lee SH, Jung SW, Noh WS. A study on effect of *Acanthopanax sessiliflorum* seemen water extract on the growth of lactic acid bacteria. J. East Asian Soc. Dietary Life 16: 357-363 (2006)
- Shin ET, Kim CS. Composition of fatty acid and organic acid in *Acanthopanax*. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 403-405 (1985)
- Kim IH, Kim SH, Kwon JH. Fermentation characteristics of *yakju* added with *Acanthopanax cortex* extract. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 521-527 (2008)
- Jhee OH, Choi YS. Quality characteristics of *sulgidduk* added with concentrations of *Acanthopanax sessiliflorus* Seemann var. *Goma* powder. Korean J. Food Cook. Sci. 24: 601-607 (2008)
- Brekhman I, Dardymov IV. New substances of plant origin which increase nonspecific resistance. Annu. Rev. Pharmacolog. 9: 419-430 (1969)
- Choi JM, Ahn JB. Functional properties of 50% methanol extracts from different parts of *Acanthopanax sessiliflorus*. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 373-377 (2012)
- Lim SD, Seong KS, Kim KS, Han DU. Effects of fermented milk containing herb extract from *Acanthopanax divaricatus* var. *abeofructus* and *Codonopsis lanceolata* on the immune status of mouse. Korean J. Food Sci. An. 27: 95-101 (2007)
- AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 15th ed.

- Method 947.05. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA (1995)
21. Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200 (1958)
 22. Lee JH, Hwang HJ. Quality characteristics of curd yogurt with *Rubus coreanum* miquel juice. *Korean J. Culin. Res.* 12: 195-205 (2006)
 23. Shin YS, Sung HJ, Kim DH, Lee KS. Preparation of yogurt added with potato and its characteristics. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 266-271 (1994)
 24. Cho JR, Kim JH, In MJ. Effect of garlic powder on preparation and quality characteristics of yogurt. *J. Korean Soc. Appl. Bi.* 50: 48-52 (2007)
 25. Lee MJ, Kim KS, Kim YK, Park JC, Kim HS, Choi JS, Kim KJ. Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt added with whole barley flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 721-726 (2013)
 26. Kim JK. Antibacterial activity of acanthoic acid isolated from *Acanthopanax koreanum* against oral and skin microfloras. *Kor. J. Ori. Med. Physiol. Pathol.* 20: 1625-1628 (2006)
 27. Lim SD, Kim KS. Effects of *Acanthopanax senticosus* extract on macrophage activity and the growth of lactic starter culture during fermentation. *Korean J. Food Sci. An.* 27: 489-495 (2007)
 28. Lee BS, Park SK. Volatile aromatic compounds and fermentation properties of fermented milk with buckwheat. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 267-273 (2013)
 29. Lee SW, Kozukue N, Bae HW, Yoon TH. Studies on free sugars in various ginseng products and acanthopanax by gas liquid chromatography. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11: 273-277 (1979)
 30. Hwang JB, Yang MO, Shin HK. Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 671-679 (1997)
 31. Vuyst LD, Vanderveken F, van de Ven S, Degeest B. Production by and isolation of exopolysaccharides from *Streptococcus thermophilus* grown in a milk medium and evidence for their growth-associated biosynthesis. *J. Appl. Microbiol.* 84: 1059-1068 (1998)
 32. Son CW, Shin YM, Shim HJ, Kim MH, Kim MY, Kim MY, Lee KJ, Kim MR. Changes in the quality characteristics and antioxidant activities of yoghurts containing spirulina during storage. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 18: 95-103 (2008)
 33. Kim JY, Kwon SJ, Kang HI, Lee JH, Kang JS, Seo KI. Quality characteristics and antioxidant effects of peanut sprout soybean yogurt. *Korean J. Food Preserv.* 20: 199-206 (2013)
 34. Lee SH, Bae JH. Quality characteristics of white breads containing various levels of *Acanthopanax senticosus* extracts. *Korean J. Food Preserv.* 17: 487-493 (2010)
 35. Jin SY, Lee EJ, Gil GY, Joo SY. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added *Eleutherococcus sessiliflorus* leaf powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 24: 234-241 (2014)
 36. Lee SH, Son DW, Ryu JY, Lee YS, Jung SH, Kang JI, Lee SY, Kim HS, Shin KH. Anti-oxidant activities of *Acanthopanax senticosus* stems and their lignan components. *Arch. Pharm. Res.* 27: 106-110 (2004)