

## 자색고구마 첨가 요구르트의 제조 및 특성

전승호 · 이상욱 · 신용서 · 이갑상 · 류일환

원광대학교 농화학과

### Preparation of Yogurt from Milk Added with Purple Sweet Potato

Seung-Ho Chun, Sang-Uk Lee, Yong-Seo Shin, Kap-Sang Lee and Il-Hoan Ru

College of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University

#### Abstract

New type yogurt base were prepared from milk added with skim milk powder or purple sweet potato, and fermented by lactic acid bacteria (*Streptococcus thermophilus* and *Bifidobacterium infantis*, 1:1, v/v). The yogurt products were evaluated for acid production (pH, titratable acidity), number of viable cell, viscosity, sensory properties, and color value. The composition of some organic acids was also analyzed by GC. The acid production slightly decreased by addition with purple sweet potato. There was no significant difference in viable cell counts between control (yogurt added with only skim milk powder) and yogurt added with purple sweet potato, and viable cell counts of all samples were above 9.08 log cfu/ml. Viscosity of yogurt added with purple sweet potato (36,800~46,000 centipoise) was higher than that of yogurt added with only skim milk powder (32,200 centipoise). The overall sensory score of yogurt added with purple sweet potato (38.6%, dry base) was the best of tested yogurt. The major organic acid of yogurt added with purple sweet potato was lactic acid, its content was 0.997~1.203%. malic acid, succinic acid, oxalic acid, and fumaric acid were analyzed out a little. Lightness and yellowness decreased by addition with purple sweet potato but redness increased. Total color difference ( $\Delta E$ ) with yogurt addition with purple sweet potato and only skim milk powder were very high (above 11.46).

Key words : yogurt, purple sweet potato.

#### 서 론

요구르트는 우유를 *Lactobacillus*속이나 *Bifidobacterium*과 같은 젖산균으로 발효시켜 산미와 향미를 강화시킨 것으로 주원료인 우유성분 외에 젖산균의 대사산물인 각종 유기산, peptone, peptide 및 기타 미량 활성물과 젖산균체 그리고 젖산균의 장내증식에 의한 정장작용 등으로 인해 식품 영양학적으로 매우 우수한 식품으로 수년전부터 유고형분 함량과 유산균 수가 많은 호상요구르트의 수요가 매년 크게 증가하고 있다<sup>1)</sup>. 호상요구르트는 카제인이 발효중에 젖산에 의해 응고하여 부드러운 gel상의 조직을 이루며, 조직이 너무 묽거나 유청이 분리되는 것을 막기 위하여 유고형분 함량을 14~18%로 권장하고 있다<sup>2)</sup>. 우리나라

유가공업체에서는 3~4% 정도의 탈지분유를 첨가하거나<sup>3)</sup>, 전지우유나 탈지우유를 농축하여 유고형분 함량을 높이고 있으며<sup>3)</sup>, 탈지분유 등 유제품의 첨가<sup>4)</sup> 이외에도 대두 단백질<sup>5)</sup>, 곡류<sup>3)</sup>, 고구마<sup>6)</sup>, 호박<sup>7)</sup>, 구기자<sup>8)</sup> 등의 첨가와 펙틴이나 과육을 첨가<sup>9)</sup>하기도 하며, 발효기질로는 우유 이외에 쌀<sup>10)</sup>, 맥아<sup>11)</sup>, 옥수수<sup>12)</sup>, 사탕수수<sup>13)</sup> 등을 이용하여 새로운 젖산발효음료를 개발하려는 시도가 이루어진 바 있다. 또한 요구르트는 저장 중에 품질이 달라질 뿐만 아니라<sup>14)</sup>, 젖산균은 위 속의 낮은 pH에서 살아 남아야만 장내에서 정장작용을 발휘할 수 있고<sup>15,16)</sup>, 젖당분해율이 높은 것이 젖산균 음료의 소화에 바람직하다<sup>17,18)</sup>.

최근에 새로운 천연색용 색소원으로 주목을 받고 있는 자색고구마<sup>19~21)</sup>는 일본 Kyushu지방에서 자생하던 산천자(山川紫)라고 알려진 품종을 국내에 도입

\* Corresponding author : Kap-Sang Lee

하여 제배한 것으로 일반 고구마와는 전혀 다른 특징을 가지고 있어 관심의 대상이 되고 있다. 자색고구마는 표피층뿐만 아니라 육질 전체가 진한 자색을 띠고 있는데, 이는 수용성 색소인 anthocyanin을 다량 함유하고 있기 때문이다<sup>22, 23</sup>. Odake 등<sup>20</sup>은 자색고구마 (*Ipomoea batatas* cv. Yamagawamurasaki)에 함유되어 있는 anthocyanin의 주색소는 cyanidin과 peonidin의 3-caffeoylferuloylsophoroside-5-glucosides라고 보고하였고, Tsukui 등<sup>22</sup>은 자색고구마(*Ipomoea batatas* L.; Yen 217)의 주색소는 cyanidin-(3,6)- $\alpha$ -D-glucopyranosyl-(1,2)- $\beta$ -D-fructofuranoside와 cyanidin-(3,6)- $\alpha$ -D-glucopyranosyl-(5,1)- $\alpha$ -D-xyloside로서 caffeic acid나 ferulic acid가 acylation된 형태라고 보고하였으며, Imbert 등<sup>24</sup>은 고구마(*Ipomoea batatas*)에 함유된 anthocyanin의 주색소는 dicaffeoyl-peonidin-3-sophoroside-5-glucoside라고 보고하였다. 이들의 결과에 의하면 자색고구마의 anthocyanin색소는 품종에 따라 다소 달라짐을 알 수 있으나, 자색고구마의 anthocyanin 색소는 공통적으로 aromatic acyl group을 갖고 있기 때문에 안정성이 높은 것으로 기대된다<sup>25</sup>. 원래의 자색고구마는 단위면적당 생산량이 보통의 고구마에 비해 약 60% 정도이고, 색소함량도 높지 않아 경제적인 가치가 낮은 것으로 알려져 있으나 최근에는 육종에 의하여 생산량이나 색소함량 면에서 우수한 품종이 개발되어 새로운 천연의 식용색소원으로 개발이 가능할 뿐만 아니라 다양한 가공 식품의 원료로 이용 가능성이 높은 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 요구르트 제조시 전분, 미네랄, 식이섬유와 같은 식물성 유효성분이 함유되어 있어 영양보충 효과가 있을 뿐만 아니라 천연색소인 anthocyanin을 포함하고 있는 자색고구마를 고형분 증가제로 첨가되는 탈지분유 대신 첨가하여 요구르트를 제조하고 그 품질적 특성을 비교 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 발효기질

전지우유와 탈지분유는 L社에서 생산된 triphenyl tetrazolium chloride검사가 음성인 제품을, 자색고구마는 시중에서 구입하여 껍질을 벗기고 100°C에서 30분간 증숙한 후 마쇄하여 puree type으로 사용하였다.

### 2. Starter제조

본 연구실에 보관중인 *Streptococcus thermophilus* H. Prod-N<sub>2</sub> 540652와 *Bifidobacterium infantis* 420

Table 1. Ingredients ratio of yogurt base<sup>1)</sup> for lactic acid fermentation (unit : g)

Mixtures	Whole milk	SMP <sup>2)</sup>	PSP <sup>3)</sup>
Control	1000	44	-
A	1000	34	28
B	1000	27	48
C	1000	16	78

<sup>1)</sup> Each yogurt base also contained 0.1% gelatin, 4.0% sugar and 4.0% starter cultures(*St. thermophilus* + *B. infantis*) and it's total solid was 14%(w/w).

<sup>2)</sup> Skim milk powder    <sup>3)</sup> Purple sweet potato

(Wiesby Co., Germany)를 *Lactobacilli* MRS broth에 접종(4%, v/v)하고 40°C에서 24시간 동안 3회 계대 배양하여 yogurt 제조시 starter로 사용하였다.

### 3. 요구르트 제조

발효기질로서 전지 우유에 탈지분유, 자색고구마 puree와 기타 첨가물들을 Table 1과 같은 비율로 첨가하여 고형분 함량을 14%로 조절하고 Waring blender로 5분간 균질화 시킨 후 autoclave에서 121°C로 15분간 살균하였다. 살균된 기질을 40°C로 방냉한 후 젯산균을 혼합균주(*Streptococcus thermophilus* + *Bifidobacterium infantis*, 1:1, v/v)로 하여 접종(4%, v/v)하고 40°C에서 발효시켰다.

### 4. pH 및 적정산도

발효 중 경시적인 젯산균의 산생성을 조사하기 위해 발효액 10 g에 증류수 40 ml를 가한 후 digital burette(Jencons, UK)을 사용하여 0.1N NaOH로 pH 8.1까지 적정하고 젯산으로 환산하였으며<sup>26</sup> 발효액의 pH는 pH meter(Oron model SA 720, USA)로 직접 측정하였다.

### 5. 생균수 측정

경시적인 생균수 변화를 측정하기 위해 발효액을 saline solution(0.85% NaCl)으로 희석하고 BCP plate count agar(Eiken Co., Japan)에 도말한 후 40°C에서 24시간 배양하여 나타난 황색 colony를 계수하였다<sup>7</sup>.

### 6. 요구르트의 관능검사

발효가 완료된 요구르트의 커드를 깨고 5°C 냉장고에서 12시간 보관한 후 20명의 검사원으로 전체적인 기호도(overall acceptability), 맛(taste), 향기(odor), 조직감(texture)을 각 항목별로 5단계 평가하여 시험

구간의 유의성차를 다중검정(Duncan's multiple range test)<sup>27)</sup>하였다.

### 7. 요구르트의 점도 측정

발효 중 요구르트의 점도를 측정하기 위해 커드를 켜 발효액 200 ml를 250 ml 비이커에 담아 8~9°C를 유지하면서 Brookfield viscometer(Model DV-II)의 3번 spindle을 사용하여 60 rpm에서 4분에서 8분까지 1분 간격으로 점도를 측정하여 산술평균값으로 점도변화를 평가하였다<sup>3)</sup>.

### 8. 유기산 분석

발효액의 경시적인 유기산 변화는 GC에 의하여 분석하였다<sup>28)</sup>. 각 배양액을 5°C에서 9,000×g로 20분간 원심분리한 후 얻어진 상청액 1 ml에 내부표준물질인 heptadecane을 넣어 만든 chloroform 2 ml를 정밀히 취하여 25 ml 환저플라스크에 넣고, 여기에 1N-sulfuric acid 1 ml 및 sodium chloride 0.5 g을 가하여 혼합한 후, 14% BF<sub>3</sub>/MeOH 2 ml를 정확히 취하여 가한 다음, 환저플라스크를 환류냉각기에 부착하여 60°C의 water bath에서 30분간 methylation시킨 후 방냉하고 chloroform층을 취하여 0.5g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhydrous에 통과시켜 여액 2 μl를 취하여 GC 분석용 시료로 하였다. GC는 Hewlett Parkard 6890, column은 HP-IN-NOWAX capillary column(25 m × 0.20 mm × 0.2 μm), carrier gas는 질소, inlet과 detector 온도는 각각 270°C, injection volume는 2.0 μl였다.

### 9. 색도 측정

자색고구마가 첨가된 요구르트의 색도는 color difference meter (CR-300, Minolta, Japan)로 측정하여 백색계인 밝은 정도를 나타내는 L값(lightness), 붉은 색의 정도를 나타내는 a값(redness), 그리고 노란색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내었으며 대조구와 자색고구마 첨가구의 색도의 차이(ΔE)는

Table 2. Relationship between total color difference (ΔE) and sensual difference

Total color difference(ΔE)	Sensual difference
0~0.5	trace
0.5~1.5	slight
1.5~3.0	noticeable
3.0~6.0	appreciable
6.0~12.0	much
over 12.0	very much

$\Delta E: \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$  를 이용하여 계산하였으며 이 색도의 차이를 Table 2를 기준으로 평가하였다<sup>29)</sup>.

## 결과 및 고찰

### 1. 자색고구마 첨가로 인한 요구르트의 pH 및 총산도의 변화

탈지분유와 자색고구마를 이용하여 고형분 함량을 14%로 조정된 발효기질을 Table 1과 같이 만든 후에 젖산균을 접종하고 40°C에서 발효하면서 pH와 총산도를 경시적으로 측정된 결과는 Table 3과 같다.

pH는 발효시간이 경과함에 따라 모든 구에서 감소하여 발효 24시간에 3.97~4.04 범위의 값을 보였으며 자색고구마 첨가구가 탈지분유만 첨가한 대조구보다 더 낮은 값을 나타내었으나 그 차이는 미미하였다. 이는 신 등<sup>30)</sup>의 감자를 첨가한 요구르트의 pH가 3.89였다는 보고와 유사하였으나 Shin<sup>10)</sup>의 쌀을 이용한 요구르트의 pH가 3.70, 옥수수나 밀을 이용한 요구르트 제조시 pH가 4.20였다는 보고와 고구마를 이용한 요구르트 제조시 pH가 4.20였다는 보고와는 다소 차이가 있었으나 요구르트 제조시 발효기질과 사용균주의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

총산도의 변화는 pH 변화와 같이 발효시간이 경과함에 따라 모든 구에서 증가하여 발효 24시간 후에 1.268~1.104% 범위로 나타났으며 자색고구마가 첨가되지 않은 대조구의 경우 pH 값이 높음에도 불구하고 총산도가 더 높은 것으로 나타났는데 이는 탈지분유에 함유된 인산염, 유단백질 등의 pH 완충작용에 기인된 것으로 사료된다<sup>31)</sup>.

한편 김 등<sup>3)</sup>은 쌀, 보리, 밀 및 옥수수 첨가 요구르트의 총산도가 각각 0.993, 0.993, 0.947 및 0.947%로 보고하고 있어 본 연구 결과인 자색고구마 첨가 요구르트보다 다소 낮은 것으로 나타났다.

### 2. 생균수의 변화

발효시간에 따른 자색고구마 요구르트의 생균수 변화를 측정하여 나타난 결과는 Table 4와 같다. 생균수는 모든 실험구가 6시간까지 급격한 증가 추세를 나타냈으며 12시간에는 정상기에 도달하였고 그 이후에는 큰 변화가 없었다. 발효 24시간에 생균수는 9.08~9.62 log cfu/ml로 모두 식품공전상 규정 젖산균수(8.0 log cfu/ml) 이상을 유지하고 있었다. 그러나 자색고구마 첨가구에서는 젖산균수가 다소 감소되는 경향을 보였다. 이는 자색고구마의 주성분이 젖산균이 이용하기 어려운 전분이며 포함되어 있는 단백질의 성상

**Table 3. Changes of pH<sup>1)</sup> and total acidity<sup>2)</sup> in samples during the fermentation by lactic acid bacteria**

Incubation time (hours)	pH				Total acidity (%)			
	Control	A	B	C	Control	A	B	C
0	6.53	6.52	6.51	6.50	0.154	0.154	0.150	0.144
3	6.35	6.71	6.19	5.86	0.200	0.228	0.214	0.306
6	4.80	4.69	4.69	4.61	0.832	0.768	0.770	0.752
12	4.28	4.21	4.21	4.20	1.106	1.068	1.032	0.970
24	4.04	3.98	3.98	3.97	1.268	1.228	1.180	1.114

Each samples was prepared as Table 1, <sup>1)</sup> Mean values of three replications, <sup>2)</sup> % total acidity as lactic acid

**Table 4. Changes of viable cell counts<sup>1)</sup> in sample during the fermentation by lactic acid bacteria (unit: log cfu/ml)**

Incubation time (hours)	Samples <sup>2)</sup>			
	Control	A	B	C
0	6.63	6.63	6.63	6.63
6	8.34	8.36	8.04	8.01
12	9.60	9.31	9.00	8.98
24	9.62	9.33	9.19	9.08

<sup>1)</sup> Mean values of four replication

<sup>2)</sup> See Table 1

도 젖산균이 분비하는 protease에 의해 분해되기 어렵기 때문인 것으로 생각된다.

자색고구마 첨가구의 젖산균수는 김 등<sup>3)</sup>의 쌀보리, 밀 및 옥수수 첨가 요구르트의 생균수가 약 9.90 log cfu/ml에 도달하였다는 보고와 신<sup>32)</sup> 등의 Aloe vera 첨가 요구르트의 생균수가 약 9.0 log cfu/ml에 달했다고 한 보고와 유사하였다.

### 3. 관능적 특성

자색고구마가 첨가된 요구르트를 제조하고 전체적인 기호도, 맛, 조직감 및 향기 등을 측정대상으로 하여 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 5와 같다. 전체적인 기호도는 자색고구마 첨가구가 대조구에 비해

우수하였으며 그 중 고형분 증가제에 대해 자색고구마가 38.6% (dry base) 첨가된 B구가 가장 높은 점수를 얻었으며 A(22.7%) 및 C구(63.6%)와 대조구와의 차이는 유의성이 인정되지 않았다( $p < 0.05$ ). 맛, 향기, 색은 자색고구마 첨가구가 대조구에 비해 우수하였으나 B구를 제외하고는 유의성이 인정되지 않았다( $p < 0.05$ ). 조직감에서는 유의성은 인정되지 않았지만( $p < 0.05$ ) 오히려 자색고구마 첨가구가 대조구보다 낮은 점수를 얻었다. 이는 자색고구마에서 유래된 식이 섬유소와 같은 거칠은 조직이 주된 원인인 것으로 생각되며 상업적으로 이용되는 균질화 과정으로 해결될 수 있을 것으로 판단된다.

### 4. 점도

농후요구르트는 점도에 의해서 그 식미가 크게 영향을 받고 있어 발효과정 중 점도의 변화를 관찰하였으며 그 결과는 Table 6과 같다. 발효 12시간까지는 급격히 증가하다가 그 이후 24시간까지 모든 구가 완만히 증가하였으며 자색고구마 첨가량이 증가할수록 대조구에 비해 유의적으로 높아 발효 24시간 후 C, B, A 및 대조구가 각각 46,000, 45,000, 36,800, 32,200 cps (centipoise)였다. 이는 자색고구마 첨가로 산생성량이 증가하고 pH가 대조구에 비해 상대적으로 낮아져 점도가 높아졌으며, 자색고구마 중에 상당량 존재하는 전분질이나 섬유소에 의해 증가된 것으로 생각

**Table 5. Sensory scores<sup>1)</sup> of various yogurt after fermentation**

Samples	Taste	Texture	Order	Color	Overall acceptability
Control	3.250±1.070 <sup>b,2)</sup>	3.95±1.191 <sup>a</sup>	2.35±1.040 <sup>b</sup>	2.950±1.234 <sup>b</sup>	3.200±1.005 <sup>b</sup>
A	3.075±0.520 <sup>b</sup>	3.65±0.813 <sup>a</sup>	2.65±1.040 <sup>b</sup>	3.275±0.786 <sup>b</sup>	3.325±0.864 <sup>b</sup>
B	4.350±0.813 <sup>a</sup>	3.60±1.142 <sup>a</sup>	3.15±1.182 <sup>a</sup>	4.550±0.826 <sup>a</sup>	4.050±1.099 <sup>a</sup>
C	3.075±1.238 <sup>b</sup>	3.20±1.281 <sup>a</sup>	2.75±1.372 <sup>b</sup>	3.150±1.182 <sup>b</sup>	3.300±1.129 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Twenty specially trained panels of yogurt evaluated the samples, <sup>2)</sup> Means with the same superscripts in a column were not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test

**Table 6. Changes in viscosity of mixtures during the fermentation by lactic acid bacteria (unit : Centipoise)**

Samples	Incubation time(hours)			
	0	6	12	24
Control	408.8	617.2	31720	32200
A	1352.8	1249.2	35360	36800
B	2216	8132	39000	45000
C	6016	26920	38000	46000

된다.

또한 김 등<sup>3)</sup>은 쌀, 보리, 밀, 옥수수를 2% 첨가한 우유를 24시간 발효시킨 후 측정된 점도가 672~2,740 cps라 보고하였고, 김 등<sup>33)</sup>은 시판 농후 요구르트의 점도를 7,850~21,000 cps로 보고하여 본 실험의 결과와 다소 차이가 있었는데 이는 기질의 총고형분 함량, 균주 및 원료조성 차이에서 기인한 것으로 보인다. 한편 요구르트의 점도 증가는 젖산발효시 우유단백질의 등전점(pH 4.6) 침전, protease에 의한 분해 응고 및 젖산균에 의한 polysaccharide의 생성 등에 의해 복합적으로 야기된다고 보고되고 있으며<sup>34)</sup>, Rasic과 Kurmann은 요구르트의 점도에 미치는 요인은 요구르트 base의 총고형분 함량, 단백질 및 염의 함량, 산도, 균질 및 사용균주의 단백질 분해능력이라고 보고하고 있다<sup>35)</sup>.

**5. 유기산 분석**

자색고구마가 첨가된 요구르트에 존재하는 유기산 별 함량을 GC로 측정된 결과는 모든 시료의 총산 중 젖산이 96.6% 이상으로 젖산이 주요 유기산으로 나타났으며 그 함량은 Table 3의 적정산도와 유사한 경향으로 자색고구마 첨가 요구르트가 탈지분유만 첨가한 요구르트에 비해 낮았으며, Table 7의 모든 구에서

**Table 7. Changes of organic acid content in samples during the fermentation by lactic acid bacteria (unit: %)**

Samples	Organic acid				
	Lactic acid	Oxalic acid	Fumaric acid	Succinic acid	Malic acid
Control	1.229	0.001	0.005	0.001	0.005
A	1.203	ND	0.003	0.001	0.006
B	1.204	0.001	ND	0.001	0.007
C	0.997	0.001	0.002	0.001	0.006

ND : Non-detection

**Table 8. Effect of purple sweet potato on the color<sup>1)</sup> and color difference of yogurt**

Samples	L	a	b	Total color difference(ΔE)
Control	89.54	- 2.98	+7.32	0
A	82.40	+ 5.82	+5.59	11.46
B	77.82	+12.03	+5.33	19.33
C	73.90	+13.44	+5.20	22.77

<sup>1)</sup> 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:  $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$

oxalic acid, fumaric acid, succinic acid 및 malic acid는 소량으로 검출되었다. 본 실험의 결과는 *Aloe vera*가 첨가된 요구르트 중 malic acid가 0.001% 검출되었다는 보고<sup>32)</sup>와 또한 사탕수수 착즙액에 *Lactobacillus casei*를 20시간 발효시켰을 때 총산 중 젖산이 98%를 차지하였던 보고<sup>13)</sup>와 유사하였다.

**6. 색도 측정**

자색고구마가 첨가된 요구르트의 색도를 측정하여 Hunter L, a 및 b와 색도의 차이(ΔE)를 비교한 결과는 Table 8과 같다. 밝은 색도를 나타내는 L값은 자색고구마의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였는데 이는 자색고구마의 육질에서 유래된 anthocyanin 색소에 의해 밝음의 정도가 낮아진 것으로 생각된다. 붉은 색 정도를 나타내는 a값은 자색고구마 첨가량이 증가함에 따라 다소 큰 폭으로 증가하였으나 노란색 정도를 나타내는 b값은 미미하게 감소하였다. 김 등<sup>36)</sup>은 자색고구마의 색소는 pH의 변화에 따라 달라져서, pH가 1.0~3.0일 때 적색, pH 7.0~8.0일 때 청색, pH 9.0~10.0일 때는 녹색을 띄었다고 보고하였으며, 자색고구마 요구르트의 pH가 약 3.90 정도인 것으로 보아 a값의 증가는 이에 기인하는 것으로 보인다. 대조구와의 색도 차이(ΔE)를 보면 자색고구마가 고형분 증가제에 대해 22.7, 38.6 및 63.6% 첨가된 요구르트에서 각각 11.46, 19.33 및 22.77로 나타나 그 차이가 매우 크다는 것을 알 수 있었다.

**요 약**

요구르트 제조시 고형분 함량을 증가시키기 위해 첨가하는 탈지분유의 일부를 자색고구마로 대체(고형

물비로 22.7, 38.6, 63.6%)하여 요구르트를 만들고, 탈지분유만 첨가한 대조구와 비교하여 젖산균의 생육과 산생성, 점도, 관능성, 유기산 및 색도를 조사하였다. 자색고구마의 첨가로 젖산균의 산생성은 감소되어 발효 24시간 후 자색고구마 첨가 요구르트가 1.114~1.228%로 탈지분유만 첨가한 대조구의 1.268%보다 상당히 낮은 것으로 나타났다. 젖산균의 생육은 자색고구마의 첨가로 감소되어 24시간 발효 후 9.08~9.33 log cfu/ml였으나 탈지분유만 첨가한 대조구는 9.62 log cfu/ml로 가장 높았다. 자색고구마 첨가 요구르트의 점도는 고형물비로 63.6% 첨가한 구에서 46,000 cps로 대조구의 32,200 cps보다 상당히 높은 것으로 나타났다. 전체적인 기호도는 자색고구마 첨가가 대조구에 비해 우수하였으며, 그 중 고형물비가 38.6% 첨가된 요구르트가 가장 높았으나, 조직감에서는 오히려 대조구가 더 우수하였다. 유기산 중 젖산함량은 자색고구마 첨가로 감소되었으며, oxalic acid, fumaric acid, succinic acid 그리고 malic acid도 소량 검출되었다.

### 감사의 글

이 논문은 1999년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 연구된 결과로 학교 당국에 감사 드립니다.

### 참고문헌

- Kim, H. J. and Ko, Y. T.: Study on Preparation of Yogurt from Milk and Soy Protein. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22, 700 (1990).
- 농어촌개발공사 종합식품연구원: 호상요구르트제조 기술 지침서. 농어촌개발공사(1984)
- Kim, K. H. and Ko, Y. T. : The Preparation of Yogurt from Milk and Cereals. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25, 130 (1993).
- Tamne, A. Y. and Robinson, R. K. : *Yoghurt: Science and Technology*. Pergamon Press, Oxford, p.17 (1985).
- Lee, S. Y., Morr, C. V. and Seo, A. : Comparison of milk-based and soymilk-based yogurt. *J. Food Sci.*, 55, 532 (1990).
- Collins, J. L., Ebah, C. B., Mount, J. R., Demott, B. J. and Draughon, F. A.: Production and evaluation of milk-sweet potato mixtures fermented with yogurt bacteria. *J. Food Sci.*, 56, 685 (1991).
- Shin, Y. S., Lee, K. S. and Kim, D. H. : Studies on the Preparation of Yogurt from Milk and Sweet Potato or Pumpkin. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25, 666 (1993).
- Kim, J. W. and Lee, J. Y.: Preparation and Characteristics of Yoghurt from Milk Add with Box Thorn (*Licium chinensis* Miller). *Korean J. Dairy Sci.*, 19, 189 (1997).
- Ramaswamy, H. S. and Basak, S.: Pectin and raspberry concentrate effects on the rheology of stirred commercial yoghurt. *J. Food Sci.*, 57, 357 (1992).
- Shin, D. H. : A Yogurt like product development from rice by lactic acid bacteria. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 686 (1989).
- Yu, T. J. and Rhi, J. W.: Studies in preparation of lactic acid fermented beverages from a malt syrup. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 14, 57 (1982).
- Fields, M. L., Hamad, A. M. and Smith, D. K. : Natural lactic acid fermentation of corn meal. *J. Food Sci.*, 46, 900 (1981).
- 進藤昌, 中村以正, 中原忠篤, 木内幹 : 스위트ソルカム搾汁液を用いた(+)乳酸の生産. *日本食品工業學會誌*, 37, 98 (1990).
- Lee, H. J., Suh, D. S., Lee, Y. K., Ko, J. S. and Kwak, H. S. : Changes of Quality in Storage at Various Conditions of Temperature and Shaking. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24, 353 (1992).
- Hood, S. K. and Zottola, E. A. : Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* survive and adhere to human intestinal cells. *J. Food Sci.*, 53, 1514 (1988).
- Shah, N. and Jelen, P. : Survival of lactic bacteria and their lactase under acidic conditions. *J. Food Sci.*, 55, 506 (1990).
- Kilara, A. and Shanani, K. M.: Lactase activity of cultured and acidified dairy product. *J. Dairy Sci.*, 59, 2031 (1975).
- Magaret, C. M., George, L. B., Michael, D. L. and Dennis, A. S. : Lactose digestion by yogurt  $\beta$ -galactosidase: influence of pH and microbial cell integrity. *Am. J. Chn. Nutr.*, 45, 432 (1987).
- Zurin, S., Bassa, I. A., Gabriel, S. L. and Francis, F. J. : Anthocyanin pigments of sweet pigment potatoes -*Ipomoea batatas*. *J. Food Science*, 57, 755 (1992).
- Odake, K., Terahara, N., Saito, N., Toki, K. and Honda, T. : Chemical structures of two anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas*. *Phytochemistry*, 31, 2127 (1992).
- Kim, S. Y. and Ryu, C. H. : Studies on the Nutritional of Purple Sweet Potato(*Ipomoea batatas*). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 819 (1995).
- Tsukuu, A., Kuwano, K. and Mitamura : Anthocyanin pigment isolated from purple root of sweet potato. *Kaishogaku Zasshi*, 34, 153 (1983).

23. Shi, Z., Bassa, I. A., Gabriel, S. L. and Francis, F. J. : Anthocyanin pigments of sweet potatoes - *Ipomoea batatas*. *J. Food Sci.*, 57, 755 (1992).
24. Imbert, M. P., Seaforth, C. E. and Williams, D. B. : Anthocyanin pigments of the sweet potato. *Ipomoea batatas*. *J. Amer. Hort. Sci.*, 88, 481 (1966).
25. Brouillard, R. : Origin of the exceptional color stability of the Zebrina anthocyanin. *Phytochemistry*, 20, 143 (1981).
26. Collins, J. L., Ebahh, C. B., Mount, J. R., Demott, B. J. and Draughon, F. A. : Production and evaluation of milk-sweet potato mixtures fermented with yoghurt bacteria. *J. Food Sci.*, 56, 3 (1991).
27. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. : Principles and Procedure of Statistic. McGraw Hill Book Co., U.K., p.90 (1960).
28. Ha, J. H., Hawer, W. D., Park, Y. K. and Nam, Y. J. : Analysis of non-volatile organic acids with capillary gas chromatography. *J. Korean Society of Analytical Science*, 1(2), 131 (1988).
29. Roh, H. J., Shin, Y. S., Lee, K. S. and Shin, M. K. : Effect of Water Extract of Green Tea on the Quality and Shelf Life of Cooked Rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(3), 417 (1996).
30. Shin, Y. S., Sung, H. J., Kim, D. H. and Lee, K. S. : Preparation of Yogurt Added with Potato and its Characteristics. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26(3), 266 (1994).
31. Walstra, P. and Jenness, R. : Dairy Chemistry and Physics. John Wiley and Sons, New York, p. 194 (1984).
32. Shin, Y. S., Lee, K. S., Lee, J. S. and Lee, C. H. : Preparation of Yogurt Added with Aloe vera and its Quality Characteristic. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24(2), 254(1995).
33. Kim, M. S., Kim, E. S. and Shin, D. H. : Physico-chemical Properties of Commercial Yoghurt in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25, 340 (1993).
34. Murti, T. W., Bouillanne, C., Landon, M. and Desmazeamd, M. J. : Barterial growth and volatile compounds in yogurt-type products from soymilk containing *Bifidobacterium* sp. *J. Food Sci.*, 57, 153 (1992).
35. Rasic, J. L. and Kwrmann, J. A. : Yogurt Technical Dairl Dublishing House. Copenhagen. 63, pp 17(1978).
36. Kim, S. J., Rhim, J. W., Lee, L. S. and Lee, J. S. : Extraction and Characteristics of Purple Sweet Potato Pigment. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(2), 345 (1996).

---

(2000년 1월 18일 접수)