

Lactose와 효모의 첨가가 대두요구르트 발효 중 올리고당의 변화에 미치는 영향

박미정 · 이숙영

중앙대학교 가정대학 식품영양학과

Effects of Lactose and Yeast on the Changes of Oligosaccharides during the Fermentation of Soy Yogurts

Mi Jung Park, Sook Young Lee

Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

Abstract

Lactobacillus bulgaricus and *Kluyveromyces lactis* were inoculated to Jangyeob and Jinpum soy milks together after the addition of different amounts of lactose to increase the contents of oligosaccharides, which were compared with single cultured samples. The contents of stachyose, raffinose, sucrose, and glucose of samples without lactose decreased by single culture method, but the oligosaccharides decreased less than in single cultured samples containing of lactose. The oligosaccharides of single cultured samples were equal or decreased compared with soy milks. While those of mixed cultured Jangyeob and Jinpum samples containing 2% lactose for 24 hr incubation increased 125.0% and 118.1%, respectively and those of samples for 36 hr incubation increased 127.0% and 141.0%, respectively, those of mixed cultured samples containing 4% lactose for 24 hr incubation increased 112.5% and 123.0%, respectively and those of samples for 36 hr incubation increased 120% and 135.9%, respectively. Therefore, the oligosaccharides in samples containing 2% lactose were slightly more than in samples containing 4% lactose. Among the cultured methods, oligosaccharides were produced in the largest amounts by the mixed culture for 36 hr. The addition of lactose in soy milks for soy yogurts was effective in the formation of oligosaccharides since the galactose, produced by the hydrolysis of lactose, was thought to be combined with sucrose by the action of β -galactosidase in yeast.

Key words: soy yogurt, *Kluyveromyces lactis*, lactose, oligosaccharide

서 론

우수한 식물성 단백질원인 콩에는 4당류인 stachyose와 3당류인 raffinose가 각각 4%와 1%씩 들어 있는데⁽¹⁾, 이들 콩올리고당은 기능성 올리고당으로 장내의 소화효소에 의하여 분해되지 않고 대장까지 도달하여 장내 유용세균인 비피더스균에게만 선택적으로 이용되어 유해세균 또는 병원성 세균의 증식을 억제하는 기능을 가지고 있다. 이들 기능성 올리고당의 효과로는 올리고당 2%를 첨가한 조제분유를 유아에게 섭취시켰을 때 분변의 성상이 모유영양아와 유사하게 나타났는데⁽²⁾ 이외에도 위장관질환예방, 변비예방, 부패균 억제, 설사예방 등의 장질환 예방효과가 있

다고 하는 연구⁽³⁾가 진행되었으며 이런 당을 감미자원으로 하는 새로운 음료나 식품이 등장하고 있다^(4,5).

한편, 젖산균과 효모는 β -galactosidase의 활성을 가지고 있어서 수용액 상태에서 lactose를 glucose와 galactose로 가수분해시키며 특히 효모는 당전이력에 의하여 galactosyl잔기를 다른 당 또는 알콜에 결합시키는 반응을 촉진하여 올리고당을 생성시키는 능력이 있다⁽⁷⁾. Khalid와 Lee⁽⁸⁾는 *Bacillus subtilis* 유래의 β -galactosidase에 의한 올리고당의 생성에 관하여 연구한 결과, 15%와 20% lactose용액에서 올리고당이 가장 많이 생성되었다고 보고하였다. Burvall 등⁽⁹⁾에 의하면, 5, 10, 그리고 20%의 lactose용액에서 *S. lactis* 유래의 β -galactosidase는 lactose를 20% 전환시켜 13%의 올리고당을 생성하였고, *Kluyveromyces lactis* 유래의 β -galactosidase는 lactose를 65~75% 전환시켜 12.5%의 올리고당을 생성하였다고 보고하였다. Mo-

Corresponding author: Sook Young Lee, Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University, 40-1 Naeri, An-sung-kun, Kyunggi-do 456-756, Korea

zaffar 등⁽¹⁰⁾의 연구에 의하면 lactose 5%와 12%를 전지분유와 우유에 각각 첨가하였을 때 *K. lactis* 유래의 β -galactosidase는 lactose를 90%를 전환시켜 23%의 올리고당을 생성하였다고 보고하였다. 그러나 이들 보고는 주로 효소를 미생물로부터 분리한 후 lactose용액이나 우유 등의 기질에 작용시켜 올리고당을 생성시킨 것에 관한 결과이며, 우유의 대체식품으로 이용되고 있는 두유를 발효시켜 올리고당을 생성시키는 것에 관한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 대두품종 중 젖산발효시에 생성이 후수하였고 생균수가 많았다고 보고된 장염콩⁽¹¹⁾ 및 최근 비린내 안나는 콩으로 농촌진흥청에서 새로 개발된 진품콩으로 만든 두유에 산생성을 증가시키는 동시에 *K. lactis*에 함유되어 있는 β -galactosidase에 의해 올리고당을 증가시키기 위해 lactose를 첨가한 후, *Lactobacillus bulgaricus*로 단독배양 또는 *L. bulgaricus*와 *K. lactis*로 혼합배양하여 제조한 대두요구르트 발효 중 올리고당 등 당류의 변화를 HPLC로 분석하여 비교하였다.

재료 및 방법

재료

대두요구르트의 제조에 사용된 콩과 lactose는 전보⁽¹²⁾와 동일한 것을 사용하였다.

사용균주

본 실험에 사용한 젖산균은 *L. bulgaricus* (ATCC 33409)였고 효모는 *K. lactis* (ATCC 8585)로 균주의 보존 및 배양은 전보⁽¹²⁾와 동일한 방법을 사용하였다.

대두요구르트의 제조

장염콩 및 진품콩으로 대두요구르트(시료)를 제조하였으며 제조방법은 전보⁽¹²⁾와 동일한 방법을 사용하

였다.

대두요구르트의 당조성 분석

시료의 당조성은 Buono 등⁽¹³⁾의 방법을 이용하여 분석하였다. 시료 중의 단백질을 변성시켜 침전제거하기 위하여 시료 10 mL에 acetonitrile 15 mL를 가하여 완전히 혼합한 후 20분간 정지시키고 5,000 rpm에서 20분간 원심분리(Sorvall RT 6000D, Du Pont)하였다. 상등액을 0.45 μ L membrane filter (Gelman Sciences)로 여과시켜 지질, 잔여단백질, 색소 물질을 제거한 후 HPLC (Gilson 305 system)로 시료 중의 당류를 분석하였다. 당류분석을 위한 표준당(glucose-G7528, galactose-G0750, lactose-L3625, sucrose-S7903, raffinose-R0514, stachyose-S4001)시약으로는 HPLC용(Sigma Chemical Co.)을 사용하였으며 HPLC 분석조건은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

표준당의 분석

대두요구르트 시료의 당분석을 위하여 표준당을 분석한 결과는 Fig. 1에 제시되어 있다. Sugar-Pak I column에 의해 올리고당인 stachyose와 raffinose와 단당류인 glucose와 galactose는 잘 분리되었으나, 이당류인 sucrose와 lactose는 잘 분리되지 않았던 반면, NH₂ column에 의해서는 glucose와 galactose는 잘 분리되지 않았으나 sucrose와 lactose는 잘 분리되었으므로 Sugar-Pak I column (Condition I)으로는 stachyose, raffinose, glucose, galactose 등의 함량을 분석하였고 NH₂ column (Condition II)으로는 sucrose와 lactose의 함량을 분석하였다.

Lactose를 첨가하지 않은 대두요구르트의 당조성 변화 젖산균 단독배양 또는 젖산균과 효모를 혼합배양하여 제조한 대두요구르트의 당조성의 변화를 알아보기

Table 1. Operating conditions of HPLC for the analysis of sugars

	I ¹⁾	II ²⁾
Instrument	HPLC (Gilson 305 system, France)	HPLC (Gilson 305 system, France)
Column	Sugar-Pak TM I (Waters, 6.5×300 mm)	NH ₂ (Micro Pak, 4×300 mm)
Mobile phase	Water (Ca EDTA) ³⁾ 0.5 g/D.W. 100 mL)	acetonitrile:water=78:22
Flow rate	0.6 mL/min	1.0 mL/min
Detector	Refractive Index	Refractive Index
Sensitivity	1.5x	1.5x
Sample load	20 μ L/injection	20 μ L/injection

¹⁾HPLC Condition for the analysis of stachyose, raffinose, glucose and galactose.

²⁾HPLC Condition for the analysis of sucrose and lactose.

³⁾Ethylene diamine tetraacetic acid, calcium, disodium salt hydrate.

위하여 HPLC를 이용하여 시료의 당류를 분석한 결과는 Table 2, Fig. 2와 3과 같다. 장염두유와 lactose를 첨가하지 않고 단독배양한 장염시료의 경우를 비교했을 때 stachyose는 270 mg에서 200 mg으로 sucrose는 510 mg에서 450 mg으로 그리고 glucose는 100 mg에서 90 mg으로 감소했던 반면, raffinose는 130 mg에서 140 mg으로 증가하였다. Pinthong 등⁽¹⁵⁾은 두유를 *L.*

*bulgaricus*로 발효시켰을 때 stachyose가 437 mg에서 414 mg으로 감소하였으나 raffinose는 114 mg에서 134 mg으로 증가하였다고 보고하였는데 이것은 본 연구결과와 일치하고 있다. *L. bulgaricus*는 두유 중의 sucrose를 이용하지 못하므로 두유에서는 산을 생성하지 못한다는 보고⁽¹⁵⁾가 있으나, 김과 이⁽¹⁶⁾의 연구에 의하면 *L. bulgaricus*로 대두요구르트를 제조했을 때 36시간 배양시 pH를 4.8까지 떨어뜨려 상당량의 산을 생성하였다고 보고하였으며, 전보⁽¹²⁾에서도 *L. bulgaricus*로 대두요구르트를 제조했을 때 산을 생성하였는데 이것은 stachyose와 sucrose가 이용되었기 때문이라고 생각된다. Lactose를 첨가하지 않고 혼합배양한 경우 24시간 발효시에는 stachyose가 250 mg, sucrose가 460 mg, glucose가 80 mg, raffinose가 150 mg으로 24시간 단독배양보다 stachyose의 감소량이 더 적었던 반면 raffinose의 증가량은 더 많았다. 36시간 발효시에는 stachyose 190 mg, sucrose 430 mg, glucose 110 mg, raffinose 100 mg으로 24시간 단독배양 및 혼합배양보다 올리고당의 감소량이 더 컸다.

진품두유와 lactose를 첨가하지 않고 단독배양한 진품시료의 경우를 비교했을 때, 진품두유의 stachyose, raffinose, glucose, sucrose의 양은 각각 260, 130, 100, 590 mg으로 stachyose의 양은 장염두유보다 10 mg이 더 적었으나 sucrose의 양은 80 mg 더 많았다. Lactose

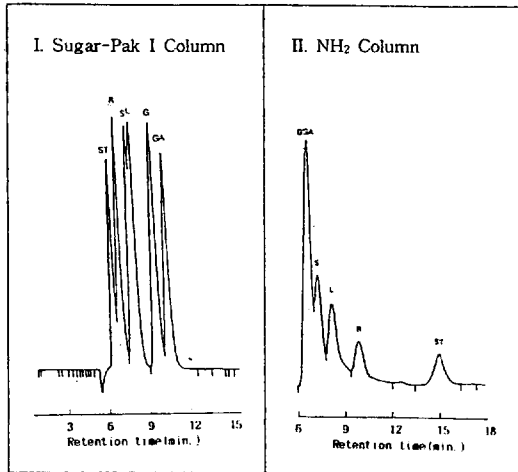


Fig. 1. HPLC analysis of standard sugars. ST: stachyose, R: raffinose, S: sucrose, L: lactose, G: glucose, GA: galactose.

Table 2. The analysis of sugar contents of various soy yogurts by HPLC

(unit: mg/100 mL)

Kinds of soybean	Lactose contents (%)	Cultured methods	Cultured time (hrs)	Kinds of sugars							
				ST ¹⁾	R ²⁾	S ³⁾	L ⁴⁾	G ⁵⁾	GA ⁶⁾		
Jangyeob	0	Uncultured	0	270	130	510	0	100	0		
			Single	24	200	140	450	0	90	0	
			Mixed	24	250	150	460	0	80	0	
		2	Single	36	190	100	430	0	110	0	
				24	270	130	470	1,190	190	160	
				24	300	200	240	1,230	240	190	
	4	Mixed	36	290	220	230	950	200	180		
			24	230	160	500	2,360	210	210		
			24	270	180	260	2,770	230	230		
	Jinpum	0	Uncultured	0	260	130	590	0	100	0	
				Single	24	230	110	550	0	140	0
				Mixed	24	210	100	570	0	90	0
2			Single	36	200	80	560	0	80	0	
				24	220	100	560	1,060	230	110	
				24	280	180	470	1,130	250	210	
4		Mixed	36	200	340	330	870	180	210		
			24	220	130	550	2,790	190	200		
			24	290	190	410	2,880	330	270		
				36	290	240	370	2,420	270	230	

¹⁾Stachyose, ²⁾Raffinose, ³⁾Sucrose, ⁴⁾Lactose, ⁵⁾Glucose, ⁶⁾Galactose.

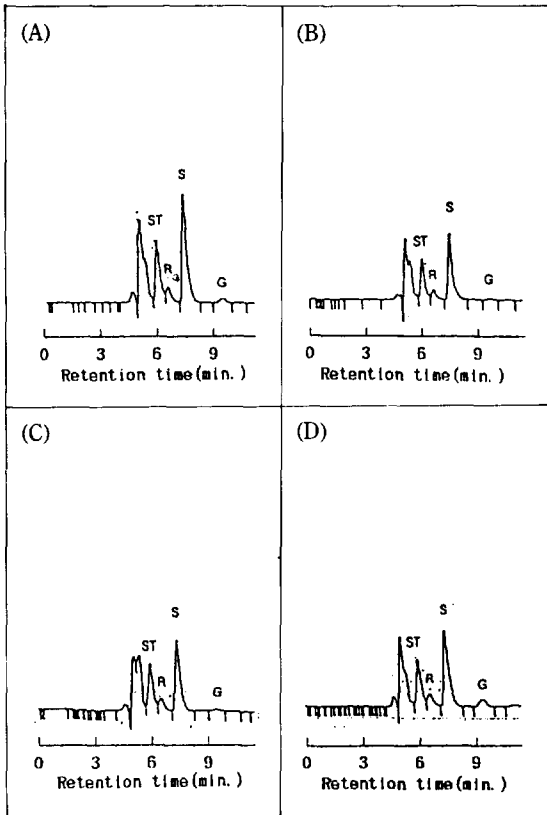


Fig. 2. Changes in sugar contents of Jangyeob soy milk and soy yogurts prepared without lactose. A: soy milk, B: single cultured for 24 hr, C: mixed cultured for 24 hr, D: mixed cultured for 36 hr. ST: stachyose, R: raffinose, S: sucrose, G: glucose.

를 첨가하지 않고 24시간 단독배양했을 때 stachyose는 30 mg, raffinose는 20 mg, sucrose는 40 mg 감소하였으나 glucose는 40 mg 증가하였다. 24시간 혼합배양시 감소량에 있어서는, stachyose는 50 mg, raffinose는 30 mg, glucose는 10 mg으로 감소량이 단독배양보다 더 많았으나 sucrose는 20 mg으로 단독배양보다 감소량이 더 적었다. 36시간 혼합배양시 stachyose는 60 mg, raffinose는 50 mg, sucrose는 30 mg, glucose는 20 mg으로 24시간 혼합배양보다 올리고당 등 당류의 감소량이 더 많았다.

Lactose 2%를 첨가하여 제조한 대두요구르트의 당조성 변화

Table 2를 보면, lactose 2%를 첨가하여 24시간 단독 배양한 장엽시료의 경우는 두유에 비해 stachyose와 raffinose의 양에는 변화가 없었으나, lactose가 40.5% 분해되어 glucose 90 mg과 galactose 160 mg이 생성되

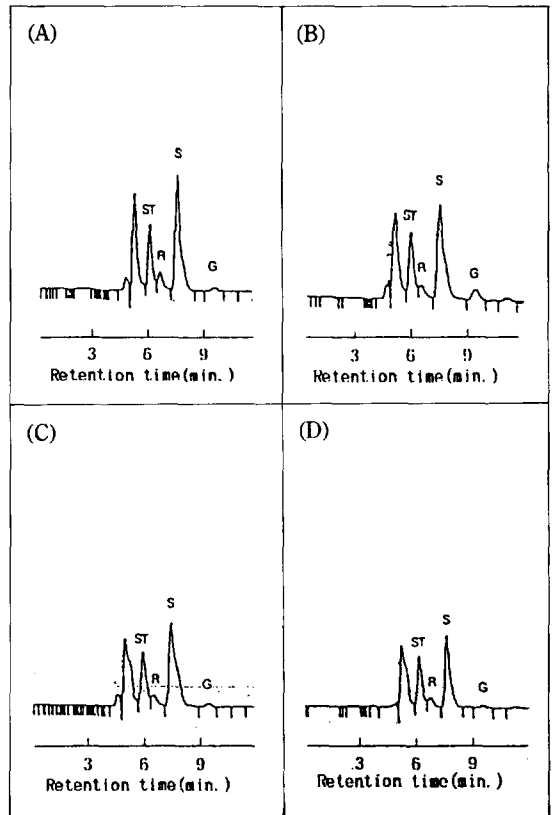


Fig. 3. Changes in sugar contents of Jinpum soy milk and soy yogurts prepared without lactose. A: soy milk, B: single cultured for 24 hr, C: mixed cultured for 24 hr, D: mixed cultured for 36 hr. ST: stachyose, R: raffinose, S: sucrose, G: glucose.

었으며 sucrose는 40 mg 감소하였다. Lactose를 2% 첨가하여 24시간 혼합배양한 경우는 두유에 비해 stachyose와 raffinose의 증가량이 각각 30, 70 mg으로 올리고당은 장엽두유보다 100 mg이 더 증가하였으며, 또한 lactose는 38.5%가 분해되었고 glucose와 galactose의 생성량은 각각 140, 190 mg으로 단독배양보다 더 많았던 반면 sucrose는 270 mg 감소되었다. Lactose 2% 첨가하여 36시간 혼합배양한 경우 두유에 비해 stachyose와 raffinose의 증가량은 각각 20, 90 mg으로 24시간 혼합배양보다 stachyose는 10 mg 감소한 반면 raffinose는 20 mg 더 증가하였으며, 또한 lactose는 52.5% 분해되어 glucose와 galactose의 생성량은 각각 100, 180 mg으로 24시간 혼합배양시보다 약간 더 적었으며 sucrose는 280 mg 감소되었다. 따라서 lactose 2%를 첨가하여 혼합배양하여 제조한 장엽시료는 24시간 배양시에는 lactose의 분해량 중 13.0%가 올리고당으로 전이되었고 36시간 배양시에는 lactose 분해

량 중 10.5%가 올리고당으로 전이되었으므로 올리고당의 함량은 장염두유의 함유량과 비교할 때 24시간 혼합배양한 시료는 125.0%, 그리고 36시간 혼합배양한 시료는 127.5%가 증가하였다. 이것으로 보아 젖산균과 효모에 의해 lactose가 분해되었으며 이로 인해 생성된 galactose가 효모의 당전이력에 의해 sucrose에 결합되어 올리고당의 함량이 많아졌다고 생각된다. 또한, 진보⁽¹²⁾에서 단독배양이 혼합배양보다 산생성량이 더 많았는데 이것은 본 실험에서 사용한 효모가 혼합배양에 있어서 산생성보다는 당전이력에 의해 올리고당을 생성시키기 때문이라고 생각된다.

한편, 진품두유에 lactose 2%를 첨가하여 24시간 단독배양한 경우, stachyose, raffinose, sucrose는 각각 220, 100, 560 mg으로 진품두유에 비해 stachyose는 40 mg, raffinose는 30 mg, sucrose는 30 mg 감소하였으며, lactose가 47% 분해되어 glucose 130 mg과 galactose 110 mg이 생성되었다. 24시간 혼합배양한 경우는 진품두유에 비해 stachyose와 raffinose의 증가량은 각각 20 mg과 50 mg으로 올리고당이 70 mg 더 증가하였으며, 또한 lactose는 43.5% 분해되어 glucose와 galactose의 생성량은 150, 210 mg으로 단독배양보다 더 많았던 반면 sucrose는 90 mg 더 적었다. Lactose 2%를 첨가하여 36시간 혼합배양한 경우는 진품두유에 비해 stachyose는 20 mg 더 적었던 반면 raffinose는 340 mg으로 210 mg이 증가하였다. 또한 lactose는 56.5% 분해되어 glucose와 galactose의 생성량은 각각 80 mg, 210 mg이었으며 sucrose는 330 mg으로 진품두유보다 260 mg이 감소하였다. 따라서 lactose를 2% 첨가하여 혼합배양하여 제조한 진품시료의 경우, 24시간 배양시에는 lactose의 분해량 중 8.0%가 올리고당으로 전이되어 진품두유와 비교할 때 올리고당의 함유량이 118.0%가 증가하였고, 36시간 배양시에는 lactose의 분해량 중 13.3%가 올리고당으로 전이되어 141.0%의 증가율을 보였다.

그러므로 lactose 2% 첨가하여 제조한 장염시료와 진품시료를 비교해 볼 때 24시간 혼합배양의 경우 장염시료는 올리고당이 125.0% 증가했던 반면 진품시료는 118.0% 증가하여 장염시료에서 올리고당의 생성량이 더 많았으나, 36시간 혼합배양한 경우는 장염시료는 올리고당이 127.5%, 진품시료는 141.0% 증가하여 진품시료에서 올리고당의 생성량이 더 많았다.

Lactose 4%를 첨가하여 제조한 대두요구르트의 당조성 변화

Lactose 4%를 첨가하여 제조한 대두요구르트의 당

조성을 분석한 결과는 Table 2, Fig. 4와 5와 같다. Lactose를 4% 첨가하여 24시간 단독배양한 장염시료는 stachyose가 230 mg, raffinose는 160 mg으로 장염두유보다 stachyose의 양이 40 mg 감소했으나 raffinose의 양은 30 mg 증가했던 반면, lactose는 41.0% 분해되어 2,360 mg이 남았으며 glucose가 100 mg, galactose가 210 mg 증가하였다. 24시간 혼합배양한 장염시료는 두유에 비해 stachyose함량은 변하지 않았으나 lactose가 30.8%가 분해되어 raffinose, glucose, galactose는 각각 50, 130, 230 mg 증가했던 반면 sucrose는 250 mg 감소하였으므로, 24시간 단독배양한 시료보다 stachyose, raffinose, glucose가 각각 40, 20, 20 mg 더 증가하였다. 36시간 혼합배양한 장염시료는 두유에 비해 stachyose 함량은 변하지 않았으나 lactose가 38.5%가 분해되어 raffinose, glucose, galactose가 각각 80, 110, 200 mg 증가했던 반면, sucrose는 280 mg 감소하였으므로 24시간 혼합배양한 시료보다 raffinose의 양이 30 mg 더 증가하였으며 glucose는 20 mg, galactose는 30 mg, sucrose는 30 mg 더 감소하였다. 따라서 lactose 4%를 첨가하여 24시간 단독배양한 장염시료는 올리고당함량이 10 mg 감소하였으나 24시간 혼합배양한 시료는 lactose 분해량 중 4.5%가 올리고당으로 전이되어 112.5%의 증가율을 보였고 36시간 혼합배양한 시료는 lactose 분해량 중 5.1%가 올리고당으로 전이되어 120%의 증가율을 보였다.

Lactose를 4% 첨가하여 24시간 단독배양한 진품시료의 경우는 진품두유보다 stachyose는 40 mg 감소했던 반면 raffinose의 증가량은 없었으나 lactose는 30.3% 분해되어 glucose와 galactose가 각각 90, 200 mg 증가하였다. 24시간 혼합배양한 경우, 진품두유보다 stachyose는 30 mg, raffinose는 60 mg 더 증가했던 반면 lactose는 28% 분해되어 glucose가 230 mg, galactose는 270 mg이 생성되었으나, sucrose는 590 mg에서 410 mg으로 180 mg이 감소되었다. 36시간 혼합배양한 경우는 진품두유보다 stachyose는 30 mg, raffinose는 110 mg이 증가하여 올리고당의 증가량은 140 mg이었으며, lactose는 39.5% 분해되어 glucose가 170 mg, galactose는 230 mg 생성되어 24시간 혼합배양보다 감소하였으며 stachyose의 함량은 증가하지 않은 반면 raffinose의 양은 50 mg 더 증가하였다. 따라서 lactose 4%를 첨가하여 24시간 혼합배양한 시료는 lactose 분해 중 8.0%가 올리고당으로 전이되어 123.0%의 증가율을 보였고 36시간 혼합배양한 시료는 lactose 분해량 중 8.9%가 올리고당으로 전이되어 135.9%의 올리고당 증가율을 보였다.

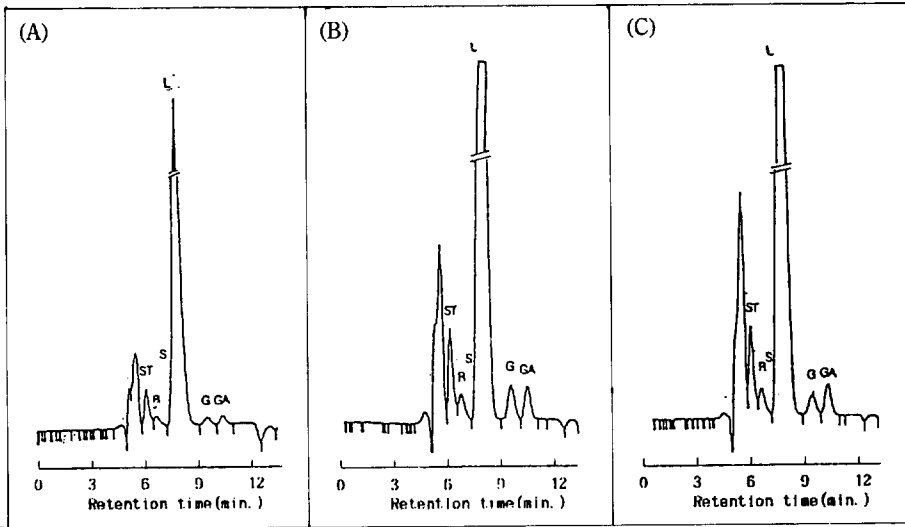


Fig. 4. Changes in sugar contents of Jangyeob soy yogurts prepared by the addition of 4% lactose. A: single cultured for 24 hr, B: mixed cultured for 24hr, C: mixed cultured for 36 hr. ST: stachyose, R: raffinose, S: sucrose, L: lactose, G: glucose, GA: galactose.

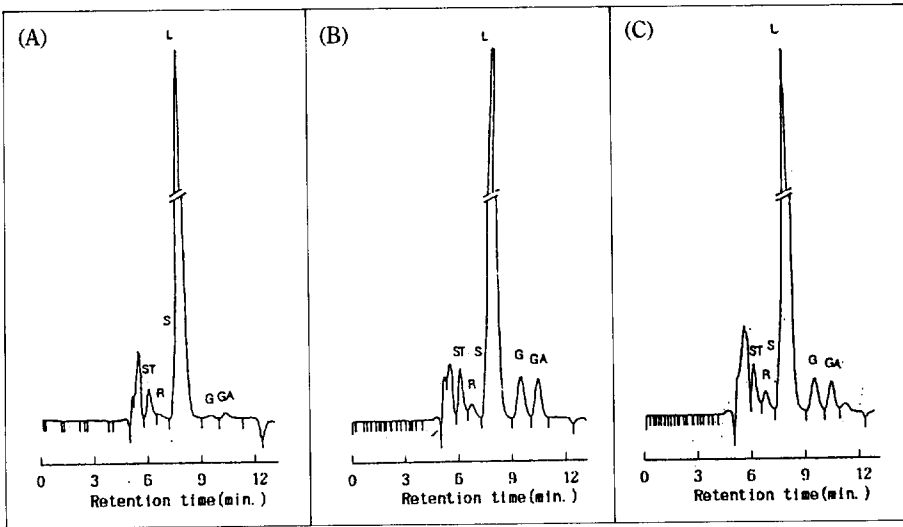


Fig. 5. Changes in sugar contents of Jinpum soy yogurts prepared by the addition of 4% lactose. A: single cultured for 24 hr, B: mixed cultured for 24 hr, C: mixed cultured for 36 hr. ST: stachyose, R: raffinose, S: sucrose, L: lactose, G: glucose, GA: galactose.

그러므로 lactose 4%를 첨가하여 제조한 장염시료와 진품시료를 비교해 볼 때 24시간 혼합배양한 경우 장염시료는 올리고당이 112.5% 증가하였던 반면 진품시료는 123.0% 증가하여 진품시료에서 올리고당의 생성량이 더 많았으며, 또한 36시간 혼합배양한 경우도 장염시료는 올리고당이 120% 증가했던 반면 진품시료는 135.9% 증가하여 진품시료에서 올리고당의 생성량이 더 많았다.

요 약

본 연구에서는 대두요구르트의 올리고당을 증가시키기 위해 장염균 및 진품균으로 제조한 두유에 lactose를 첨가한 후 *L. bulgaricus*와 *K. lactis*를 혼합배양하여 *L. bulgaricus*로 단독배양한 시료들과 비교하였다. Lactose를 첨가하지 않은 시료는 젖산발효에 의해 stachyose, raffinose, sucrose, glucose의 양이 모두 감소

하였으나, lactose를 첨가하여 단독배양한 시료는 올리고당의 감소량이 lactose를 첨가하지 않은 시료보다 더 적었다. Lactose를 첨가한 장염시료에서, 배양방법과 lactose 첨가농도별 stachyose와 raffinose의 증가량을 보면, 단독배양은 장염두유의 양과 같거나 감소하였던 반면 혼합배양의 경우는 lactose를 2% 첨가하여 24시간 배양한 시료는 125.0%, 36시간 배양한 시료는 127.0% 증가하였으며 lactose를 4% 첨가하여 24시간 배양한 시료는 112.5%, 36시간 배양한 시료는 120%가 증가하였으므로 lactose를 2% 첨가한 장염시료에서 올리고당의 생성량이 더 많았다. Lactose를 첨가한 진품시료에 있어서도 단독배양의 경우 진품두유보다 올리고당이 감소하였던 반면, 혼합배양의 경우는 lactose를 2% 첨가하여 24시간 배양한 시료는 118.0%, 36시간 배양한 시료는 141.0% 증가하였고 lactose 4%를 첨가하여 24시간 배양한 시료는 123.0%, 36시간 배양한 시료는 135.9% 증가하였으므로, 36시간 혼합배양한 진품시료의 경우 lactose 2% 첨가한 시료에서 올리고당의 생성량이 더 많았다. 한편 대두품종별 혼합배양에 의한 올리고당 생성량을 보면 36시간 혼합배양시 진품시료에서 장염시료에서 보다 올리고당의 생성량이 더 많았다. 이상의 결과로 볼 때, lactose를 첨가한 장염 및 진품 대두요구르트의 발효과정에서 lactose가 분해되어 생성된 galactose는 효모(*K. lactis*)의 당전이력에 의해 sucrose와 결합하여 올리고당을 생성하였음을 알수 있다.

문 헌

1. 강국희 : 유산균식품학. 성균관대학교출판부, p.124 (1990)
2. 강국희 : 비피더스균과 올리고당. 유한문화사, p.182 (1994)
3. 콩올리고당의 장질환 예방효과 심포지엄. 의학신문사 (1991)
4. 서진호 : 국내올리고당 연구 및 개발동향. 식품과학과 산업, 27, 8 (1994.)
5. Yoshifumi K., 손동화 : 일본특정보건용식품 관련제도 및 운영현황. 식품과학과 산업, 27, 12 (1994)
6. 이재영, 유제현, 강국희 : 신제유가공학. 향문사, p.277 (1981)
7. Zarate S. and Lopez-leiva M.H.: Oligosaccharide formation during enzymatic lactose hydrolysis: A literature review. *J. Food Protection*, 53, 262 (1990)
8. Khalid A.A. and Lee B.H.: Specificity, inhibitory studies, and oligosaccharide formation by β -galactosidase from psychrotrophic *Bacillus subtilis* KL88. *J. Food Sci.*, 50, 1602 (1985)
9. Burvall, A., Asp N.G. and Dahlquist A.: Oligosaccharide formation during hydrolysis of lactose with *S.lactis* lactase, part1: Quantitative aspects. *Food Chem.*, 4, 243 (1979)
10. Mozaffar Z., Nakanishi K. and Matsuno S.: Formation oligosaccharides during hydrolysis of lactose in milk using β -galactosidase from *Bacillus circulans*. *J. Food Sci.* 50, 1602 (1985)
11. 차성관, 최병권, 김길환 : 대두요구르트 제조에 의한 대두의 품종별 비교. 한국식품과학회지, 22, 357 (1990)
12. 박미정, 이숙영 : Lactose와 효모의 첨가에 따른 젖산균과 효모의 생육특성 및 대두요구르트의 관능적 특성. 한국식품과학회지, 29, 533 (1997)
13. Buono M.A., Erickson L.E., Daniel Y.C. and Jeon I.J.: Carbohydrate utilization and growth kinetics in the production of yogurt from soymilk, Part 1:Experimental methods. *J. Food Proc. Preserv.*, 13, 135 (1990)
14. Pinthong, R., Macrae R. Rothweel, J.: The development of a soybased yogurt. part III. Analysis of oligosaccharides. *J. Food Technol.*, 15, 661 (1980)
15. Mital B.K., Steinkraus K.H. and Naylor H.B.: Growth of lactic acid bacteria., *J. Food Sci.*, 39, 1018 (1974)
16. 김정환, 이형주 : 유청과 두유혼합액에서의 유산균 생육 특성. 한국식품과학회지, 16, 285 (1984)

(1997년 1월 6일 접수)