

시판 요구르트 중의 D(-)- 및 L(+)-락트산 함량

박인덕 · 홍윤호

전남대학교 식품영양학과

D(-)- and L(+)-Lactic Acids Contents of Commercial Yogurts

In-Duck Park and Youn-Ho Hong

Department of Foods and Nutrition, Chonnam National University

Abstract

The ranges of D(-)- and L(+)-lactic acids contents in commercial liquid yogurt were 6.1~535.8 mg/100 ml and 70.0~664.6 mg/100 ml, respectively. The ratio of L(+)-lactic acid to D(-)-lactic acid was 0.2~109.0. The ranges of D(-)- and L(+)-lactic acids contents in commercial semi-solid yogurt were 10.1~418.3 mg/100 g and 515.8~792.1 mg/100 g, respectively. The ratio of L(+)-lactic acid to D(-)-lactic acid was 1.2~78.4.

Key words: yogurt, D(-)-lactic acid, L(+)-lactic acid

서 론

우리나라에서는 1971년부터 액상 요구르트를 생산, 판매하여 오다가 최근에 호상 요구르트의 개발로 소비가 증가되어 1990년말 현재 353,000 M/T으로 전년도에 비하여 약 24%가 증가하였는데 이는 세계적인 증가추세와 유사하며 앞으로 지속될 전망이다^{1,2)}.

우유에 젖산균을 첨가하여 발효시키면 여러 가지 조건에 따라 D(-), L(+), 그리고 DL-형 등의 락트산 이성체들이 생성되는데 그 중 D(-)-락트산은 인체내에서 대사가 느리게 진행되어 혈액에 축적되므로 산독증을 야기시킬 수 있기 때문에 과잉섭취하는 것은 바람직하지 않다고 보고되었다^{3,4)}. 세계보건기구(WHO)의 전문가들은 생후 3개월까지의 유아에게는 D(-)-락트산을 함유한 식품을 공급하지 않도록 권장하고 있다⁵⁾. 우리나라에서는 시판되고 있는 발효유제품의 젖산함량에 관하여 보고되어 있지 않으며 D(-)-락트산의 식이요법상 규제 또는 공급제한을 명문화하지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 우리나라의 유명회사들이 제조, 시판하고 있는 액상 및 호상 요구르트 중의 D(-)- 및 L(+)-락트산 함량을 분석하였다.

재료 및 방법

시판되고 있는 5개(A, B, C, D, E) 회사의 액상 요

구르트(발효유, 용량; 65 ml), 2개(F, G) 회사의 드링크 요구르트(농후 발효유, 용량; 145~150 ml) 그리고 5개(A, B, C, D, E) 회사의 호상 요구르트(용량; 110g)를 제조일자가 다른 제품들로 백화점 식품부와 슈퍼마켓에서 냉장판매 중인 것을 6회에 걸쳐 구입하여 시료로 사용하였다. D(-)-락트산과 L(+)-락트산은 독일 식품공전⁶⁾에 따라 효소적 방법으로 Boehringer Mannheim 사(Mannheim, Germany)의 Test-combination을 이용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

시판되고 있는 액상 요구르트를 수거하여 D(-)- 및 L(+)-락트산을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 액상 요구르트 100 ml 중 D(-)-락트산은 6.1~535.8 mg, L(+)-락트산은 70.0~664.6 mg 함유되어 있었으며 이 두 락트산의 합계량은 447.7~868.1 mg으로 농후 발효유가 더 높았고 제조원에 따른 차이가 컸다. D(-)-와 L(+)-락트산의 함에 대한 L(+)-락트산의 비율은 F회사의 제품이 99.1%로 가장 높았으며 E회사의 제품은 15.6%로 가장 낮았다. D(-)-락트산에 대한 L(+)-락트산의 함량비는 F회사의 제품이 109.0으로 가장 컸고 E회사의 제품이 0.2로 가장 작았다.

시판되고 있는 호상 요구르트를 분석한 결과 D(-)- 및 L(+)-락트산 함량은 Table 2에 제시된 바와 같다. 시료 100g 중의 D(-)-락트산 함량은 B회사 제품이 10.1 mg으로 가장 적었고 E회사 제품이 418.3 mg으로 가장 많았으며 제조원간에 차이가 컸다. L(+)-락트산 함량은 E회사 제품이 515.8 mg으로 가장 적었고 B회사 제품이 792.1 mg으로 가장 많았다. D(-)-와 L(+)-락트산의

Corresponding author: Youn-Ho Hong, Department of Foods and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

Table 1. D(-)- and L(+)-lactic acids contents of commercial liquid yogurts*

Maker code	Lactic acid content (mg/100 mg)		L(+)-lactic acid content (%)	L(+) D(-)
	D(-)	L(+)		
	A	207.3±39.0	334.9±19.3	61.8
B	37.5±6.3	487.1±52.3	92.8	13.0
C	25.3±34.9	422.4±36.2	94.4	16.7
D	210.5±13.2	353.8±30.6	62.7	1.7
E	378.8±14.3	70.0±2.7	15.6	0.2
F	6.1±3.4	664.6±64.2	99.1	109.0
G	535.8±64.9	332.3±35.3	38.3	0.6

*Six samples from each maker were analyzed

함에 대한 L(+)-락트산의 비율은 E회사의 제품이 55.2%로 가장 낮았고 B회사의 제품은 98.7%로 가장 높았는데 이는 Kunath와 Kandler⁽⁷⁾가 Sanoyogurt에서 측정 한 94.3%와 유사하였다.

호상 요구르트에 첨가된 과일은 주로 딸기, 복숭아, 살구, 사과, 파인애플, 열대과일 등 있었는데 제조원이 같은 경우 과일의 종류에 따른 락트산 함량의 차이는 크지 않았다. 연구보고에 의하면 호상 요구르트 100g 중의 총 락트산 함량은 820~1150 mg이었고 그 중 L(+)-락트산 함량은 약 40~75%였으며^(8,9), Blanc⁽⁵⁾에 따르면 과일을 첨가하지 않은 순수호상 요구르트 중의 총 락트산 함량은 973 mg이었고 L(+)-락트산 함량은 57.5%인 540.5 mg으로 과일이 첨가된 것들과 비교하여 큰 차이를 보이지 않았다. Olieman과 de Vries⁽⁴⁾는 HPLC와 효소적 방법으로 요구르트의 락트산 함량을 측정하였는데 시료 100g당 평균 D(-)-락트산은 580 mg이었고 L(+)-락트산은 375 mg이었다고 보고하였다. Puhon 등⁽¹⁰⁾과 Tamine와 Robinson⁽¹¹⁾은 호상 요구르트 중 D(-)-락트산에 대한 L(+)-락트산의 비는 40~55% : 45~60%였으며 L(+):D(-)의 비율이 2미만일 때 좋은 요구르트이며 2이상일 경우에는 품질에 하자가 있을 가능성이 크다고 시사하였다. 본 실험에서 측정된 호상 요구르트의 L(+)/D(-)비는 E회사의 제품이 1.2로 가장 낮고 B회사의 제품은 78.4로 가장 높았다. 락트산의 이성체 함량비율은 요구르트 제조사 첨가된 균주의 종류, 간균과 포도상균의 조성비, 접종속도, 배양 온도, 제품의 숙성정도, 저장조건 등에 의해 달라진다고 보고되어 있다^(3,5,11).

젖산균은 젖산의 합성에 필요한 lactate dehydrogenase를 가지고 있으며 젖산균의 종류에 따라 배열이 다른 이성체들을 생성하는데, *S. thermophilus*, *S. lactis*, *L. casei*, *L. xylosum*, *Bifidobacterium bifidus* 등은 주로 L(+)-락트산을 생성하고, *L. bulgaricus*, *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. leichmanni*, *L. delbrueckii*, *Leuconostoc* 등은 주로 D(-)-락트산을 생성한다고 알려져 있다^(3,11-13).

Table 2. D(-)- and L(+)-lactic acids contents of commercial semi-solid yogurts*

Maker code	Lactic acid content (mg/100g)		L(+)-lactic acid content (%)	L(+) D(-)
	D(-)	L(+)		
	A	75.8±14.3	718.3±19.2	90.5
B	10.1±8.6	792.1±48.9	98.7	78.4
C	168.6±60.9	657.8±39.3	79.6	3.9
D	110.0±26.9	604.1±89.0	84.6	5.5
E	418.3±13.6	515.8±68.9	55.2	1.2

*Six samples from each maker were analyzed

요구르트를 높은 온도에서 발효시키고 장기간 저장하면 D(-)-락트산의 농도를 증가시키며 L(+)/D(-)비를 감소시키므로⁽⁵⁾, D(-)-락트산의 함량을 줄이려면 균주를 적은 양 접종시키고 낮은 온도에서 발효시켜 급적 단시일 내에 섭취하는 것이 바람직하다고 보고 되었다^(5,11).

인체내에서 L(+)-락트산은 포도당이 분해되어 주로 근육에 존재하며 Cori-cycle에 따라 간에 보내지면 다시 포도당으로 전환되는데 대사가 잘 되어 젖산발효된 식품으로써 일시에 20g을 섭취하더라도 문제가 되지 않으나, D(-)-락트산은 장내에서 흡수되고 소량은 골격 근육에서 생성되는데 대사속도가 L(+)-락트산보다 4~10배 늦으므로 한번에 많이 섭취할 경우 성인들에게는 부작용이 없지만, 유아들에게는 D(-)-lactate dehydrogenase의 결핍으로 인한 체내축적으로 젖산독증(lactacidosis)의 위험이 크다고 알려져 있다^(3,14). 그러므로 유아들에게는 L(+)-락트산만을 급여하고 D(-)-락트산은 배제하는 것이 필수적이라고 학자들은 주장하여 왔다^(5,15).

Giesecke와 Stangassinger⁽¹⁶⁾에 의하면 성인들은 하루에 체중 1 kg당 60 mg의 D(-)-락트산을 섭취해도 무방하다고 하였는 바, 이것은 체중 70 kg인 사람이 하루에 4.2g을 섭취하는 양에 해당되는데 국내에서 생산, 판매되는 액상 요구르트 100 ml 중에 함유된 D(-)-락트산은 평균 200.1 mg이므로 약 2l에 상응하며, 호상 요구르트 100g 중의 D(-)-락트산 함량은 평균 156.6 mg이므로 약 2.7 kg에 해당된다. 이것은 시판되고 있는 65 ml짜리 액상 요구르트 33병 또는 110g 짜리 호상 요구르트 25개에 해당되므로 성인들에게는 요구르트로부터 D(-)-락트산의 과잉섭취는 우려되지 않는다고 할 수 있겠다. Renner⁽¹⁷⁾는 1~5세 유아들에게는 하루에 체중 1 kg당 20 mg 이하의 D(-)-락트산을 제한할 것을 권장하였는데, 이는 체중 15 kg의 어린이에게 하루 300 mg에 해당되므로 110g 짜리 호상 요구르트 3개 이상의 급여는 바람직하지 않으며 생후 3개월 미만의 유아들에게 모유 또는 조제우유 대용으로 D(-)-락트산이 함유된 액상 요구르트를 먹이지 않도록 함이 좋을 것으로 사료된다.

요 약

시판되고 있는 액상 요구르트 100 ml 중 D(-)-락트산 함량은 6.1~535.8 mg, L(+)-락트산 함량은 70.0~664.6 mg 그리고 D(-)-락트산에 대한 L(+)-락트산의 함량비는 0.2~109.0이었다. 호상 요구르트 100g 중의 D(-)-락트산 함량은 10.1~418.3 mg, L(+)-락트산 함량은 515.8~792.1 mg 그리고 D(-)-락트산에 대한 L(+)-락트산의 함량비는 1.2~78.4였다.

문 헌

1. 한국식품공업협회 : 우유 및 유제품의 수급동향. 식품공업, 91(108), 102(1991)
2. Mann, E.: Yogurts-part 1. *Dairy Indust. Intern.*, 55(2), 40(1990)
3. Asperger, H.: Fermentierte Milchprodukte und Einflüsse von Hygienekeimen 1. Teil: Gesundheitliche Risiken in fermentierten Milchprodukten. *Ernaehrung* 10(3), 147(1986)
4. Olieman, C. and de Vries, E.S.: Determination of D- and L-lactic acid in fermented dairy products with HPLC. *Neth. Milk Dairy J.*, 42, 111(1988)
5. Blanc, B.: The nutritive value of yoghurt. *Int. J. Immunotherapy*, 11(1), 1(1986)
6. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach *35 LMVG. Untersuchung von Lebensmitteln: *Bestimmung von L- und D-Milchsäure in Milch und Milchprodukten*: 01.00/26(1987)
7. Kunath, P. and Kandler, O.: Der Gehalt an L(+)- und D(-)-Milchsäure in Joghurtprodukten. *Milchwiss.*, 35, 470(1980)
8. Steffen, C., Nick, B. and Blanc, B.: Konfiguration verschiedener Milchsäurebakterienstämme in Abhängigkeit von Fabrikationstechnischen Bedingungen. *Schweiz. Milchw. Forsch.*, 2, 46(1973)
9. Krusch, U.: Ernährungsphysiologische Gesichtspunkte der L(+)- und D(-)-Milchsäure. *Kieler Milchw. Forsch. Berichte*, 30(3), 341(1978)
10. Puhan, Z., Flueeler, O. and Benhegyi, M.: Mikrobiologischer Zustand, sowie Menge und Configuration der Milchsäure des industriell hergestellten Joghurts in der Schweiz. *Schweiz. Milchw. Forsch.*, 2, 37(1973)
11. Tamine, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yogurt-Science and Technology*. Pergamon Press, Oxford, p.300(1985)
12. Hitchins, A.D. and McDonough, F.E.: Prophylactic and therapeutic aspects of fermented milk. *Am. J. Clin. Nutr.*, 49, 675(1989)
13. Kammerlehner, J.: Joghurt mit Zusätzen fuer Gesundheitsbewusste. *Deut. Mol. Zeit.* 36, 858(1985)
14. Baessler, K.H.: Die physiologische Rolle von Laktat im Licht neuerer Erkenntnisse. *Ernaehrungs-Umschau*, 35(3), 71(1988)
15. Bourlioux, P. and Pochart, P.: Nutritional and health properties of yogurt. *World Rev. Nutr. Diet.*, 56, 217(1988)
16. Giessecke, D. and Stangassinger, M.: C¹⁴-Versuche ueber den Stoffwechsel von D(-)-Milchsäure. *Ernaehrungs-Umschau*, 11, 363(1977)
17. Renner, E.: Bewertung von Joghurt, vor allem in ernährungsphysiologischer Hinsicht. *Gordian*, 83, 74(1983)

(1991년 4월 29일 접수)