

V. 발효유제품과 인체건강

牛乳 · 乳製品의 건강증진효과

韓國乳加工協會는 최근 국민의 건강식품으로 자리매김하고 있는 牛乳 및 乳製品의 효용과 가치에 대한 올바른 지식을 널리 보급하기 위해 김현욱 서울대 교수에게 의뢰하여 우유 유제품의 건강증진 관련 논문들을 체계적으로 정리한 「牛乳 · 乳製品의 健康增進效果」란 연구서를 발간했다.

本誌는 모든 국민들이 우유에 대한 가치를 새롭게 인식하여 식생활개선을 통한 건강증진에 도움을 주고자 이 연구서를 6회에 걸쳐 게재한다. <편집자 주>

- I. 우유의 이용과 가치
- II. 우유의 건강증진 효과
- III. 우유단백질과 건강
- IV. 우유의 칼슘과 건강
- V. 발효유제품과 인체건강
- VI. 우유 지방의 가치증진

발효유제품의 대표적인 제품은 요구르트(yogurt)이며 요구르트는 장수식품으로서 널리 알려져서 그 소비가 세계적으로 증가하는 식품이며 특히 과실을 첨가하여 과실요구르트를 만들면서 그 영양가치와 식품적 가치를 크게 증진시켜서 더욱 사랑을 받는 식품이 되었다. 최근에는 냉동요구르트, 탈지요구르트 등으로서 요구르트의 건강증진 효과를 강조하는 요구르트 제품이 많아 만들어지고 있으며 특히 요구르트제조에 이용되는 젖산균의 건강증진 효과에 과학적 연구가 많이 진행되므로서 발효유제품의 가치가 다시 인식되고 있다.

건강증진을 위해 발효유제품에 사용되는 젖산균의 조건으로서는

- 1) 소화장기내에서 생장 정상서식 젖산박테리아 이어야 하고
- 2) 소화장기내에서 유익한 작용을 해야 하며

3) 젖산균 공급용 식품에서 활력과 생존력이 좋아야 한다.

이러한 건강증진성 미생물중에 Bifidobacteria는 생체외에서는 다른 미생물과 경쟁력이 약하고 L. acidophilus는 성장조건이 까다롭다는 것이 문제이다. Marshall등 (1982)은 발효유에 초여과시킨 치즈유청을 첨가하여 유청단백질을 증가시키면 인체에서 분리한 L. acidophilus 균주의 생장이 촉진되었다고 한다.

1. 발효유가 성장에 미치는 영향

여러가지 젖산균으로 발효시킨 발효유를 돼지, 쥐, 송아지등 각종 동물에 먹였을 때 성장 촉진효과가 관찰되지 않았다는 연구보고가 있지만 대부분의 연구보고가 발효유를 먹일 때 성장촉진 효과가 있다고 보고하고 있으며 식품 및 사료섭취량을 증진시키고 소화율을 증진시키며 장내 미생물의 균형을 유지하여 건강을 증진시킨다고 한다.

Grunewald(1985)는 쥐에게 L. Acidophilus를 첨가한 우유와 L. acidophilus로 발효한 우유를 일반 사료에 첨가하여 시험한 결과 발효유를 먹은 쥐가 발효시키지 않은 L. acidophilus 첨가우유를 먹은 쥐보다 8%의 증체효과를 보였다고 하며 발효유를 공급한 구의 쥐가 사료섭취량이 많았다고 한다.

Mcponough, et al.(1985)는 요구르트를 먹인 쥐가 사료효율도 높고 성장률도 좋아서 우유만을 먹은 쥐보다 증체가 50% 증가됐다고 했다. Vass, et al.(1984)도 발효유(yogurt, kdfir, kefir, sour milk)를 먹은 젓펜숫 Wistar 쥐의 성장률이 대조구의 쥐보다 더 증가됐으며 단백질이용지수(g단백질섭취량/g증체)도 제일 높았으며 이는 발효유의 단백질소화율이 증가했기 때문이라고 했다.

Pollman(1986)은 돼지새끼에 lactobacillus균을 보충급여 했을 때 실험적 변이는 있었지만 성장을 2.5~8.6% 증가시켰으며 유익한 효과를 냈다고 한다. 젖산균과 프로피온산균(propionibacteria)을 함께 급여해도 성장촉진 효과가

인정되었다(Mantere-Alhonen, 1986). 요구르트나 발효유를 쥐에게 급여할 때에 생장이 촉진되는 것은 사료섭취량이 증가하고 사료효율이 향상 되었기 때문이라고 했다. 성장촉진 효과는 젖당 함량감소나 lactase 활력증가 보다는 미생물량과 관계가 있었으며 대조구의 우유를 lactase로 처리할 때도 생장이 개선되었다(Hitchins, et al. 1983).

쥐에서 젖당가수분해 우유보다 젖산균으로 발효시킨 요구르트를 먹일 때에 성장증진효과가 있었다(Broussalian & Wesghobb. 1983). McPonough(1985)는 우유, 요구르트를 먹여 시험한 결과 Streptococcus thermophilus로 발효시킨 요구르트를 먹었을 때에만 성장촉진효과가 있었으며 요구르트를 먹이면 미생물 세포내 인자 및 여러가지 광물질의 흡수이용이 촉진되기 때문에 생장이 촉진된다고 했다. 한편 Wong, et al.(1985, 1987)은 요구르트의 성장촉진 효과는 S. thermophilus가 요구르트의 유당을 감소시키고 lactase 활력을 증가시키기 때문이며 요구르트를 가열처리하면 성장촉진 효과가 상실된다고 했다.

Grundwald(1985)는 L. acidophilus를 발효시킨 요구르트를 실험동물에 급여할 때 성장촉진 효과가 언제나 나타나는 것은 아니며 균주, 동물, 섭취량 등에 따라 다르다고 했다. Pollman, et al.(1984)은 발효유에서 젖산균이 생산한 유사항생물질이 E. coli 같은 유해균을 사멸시켜서 유익한 효과가 난다고 했다. Mantere-Alhonen(1986)은 젖산균의 유익한 효과는 그들의 대사산물(유기산 등), 사료효율증가, 질병에 대한 저항성 증진, 좋지 않은 약효제거, 장내유해미생물 억제등에 의한 것이라고 하였다. 발효유제품의 성장촉진 및 기타 유익한 효과가 일정치 않으며 그 효과가 확실하게 발휘될 수 있도록 젖산균의 급여시기와 급여량 등에 대해 더 연구가 필요하다고 주장하였다(Johnson 1985, 1986).

Probiotics는 항생물질과 같이 유해미생물에 의해 비임상적 피해를 받고 있는 동물에게 성장촉진등의 유익한 효과를 나타내 준다, 이들

유익한 효과로 균주에 따라 차이가 있어서 균주를 잘 선택 사용해야 되며 제제의 품질관리도 젖산균의 생존과 동물에서 능력 발휘에 크게 영향하며 동물의 각종 환경에 따라 그 효과가 다를 수 있으므로 주의해야 한다.

2. 발효유가 대사에 미치는 영향

1) 유당의 소화에 미치는 영향

Lactase가 부족한 사람은 젖산균으로 발효된 발효유제품이나 젖산균이 함유된 유제품을 섭취하면 유당소화 장애증이 훨씬 경감된다. 이는 젖산균에 의해 발효유제품내에 유당의 함량이 저하되었으며 동시에 젖산균이 분비하는 lactase의 활력 때문이다. 단 시중제품 중에는 유고형분을 증가시켜서 만든 발효유는 유당함량이 저하되지 않은 것들이 있다(Mcdonough, et al. 1987).

Ganvie 등(1984)은 쥐에게 요구르트를 먹었을 때에 장내 β -galactosidase 수준이 증가했다고 했으며, Besnier 등(1983)은 쥐에게 5% 젖당액, 젖당액에 요구르트를 3/5 희석한 것, 가열한 요구르트를 같은 정도로 희석한 것을 먹여 시험한 결과 요구르트를 먹힌 쥐의 장내 lactase 함량이 제일 높았다고 했다.

Kolars 등(1984)은 lactase가 결핍된 사람이 요구르트에 18g의 젖당을 첨가하여 먹었을 때에 물이나 우유에 젖당을 첨가하여 먹었을 때보다 수소 배출량이 1/3 정도 밖에 되지 않아 젖당을 요구르트와 함께 먹으면 소화가 더 잘됨이 증명됐다. 또 요구르트를 먹으므로 유당소화 장애자의 유당소화장애 증상이 감소되었다. Savalano와 Levitt(1987)는 요구르트를 먹는 사람은 젖당을 20g까지도 별 이상증세 없이 소화할 수 있었다. 즉 요구르트를 먹음으로서 우유를 먹을 때 보다 유당소화가 3~4배 증가된다.

Gilliland와 Kim(1984)은 신선한 요구르트를 먹은 사람은 소장에서 유당 소화가 개선됐다고 한다. Matteau 등(1989)은 시험지원자들이 요구르트를 먹으면 소장에서 유당흡수가 원만하였으며 가열해서 lactase를 불활성화시킨 요구

르트를 먹어도 젖당흡수가 좋았으며 이는 lactase 외에 다른 인자가 젖당이용에 관여함을 뜻하며 요구르트에는 casein curd가 부드럽고 작아서 소장으로 유당이 서서히 내려가기 때 문일 가능성이 있다고 했다.

Gilliland(1985)는 $2.5 \times 10^8 \text{ml}$ 의 *L. acidophilus*를 먹은 사람은 7일만에 유당소화가 증진되는 것을 관찰하므로 젖산균이 젖당소화에 도움을 준다고 했다. Kim과 Gilliland(1983)는 *L. acidophilus*($2.5 \times 10^6 \times 10^6 \text{ml}$)를 우유와 함께 급여하면 젖당이용이 증가되었으며 이 효과는 섭취 즉시 나타났고 또 매일 먹지 않아도 효과가 지속되었다고 했다. Martini 등(1987 b)은 젖당 소화장애자에게 요구르트를 500g까지 먹여도 소화장애증상이 없었다고 한다. 또 요구르트를 먹으면 수소 생산이 37ppm/h (보통은 185 ppm/h)로서 상당히 적었다 (과실요구르트는 77ppm/h). Sweet acidophilus milk의 젖당소화 증진효과는 연구자에 따라 결과가 상반되고 있다. Kolars 등(1984)은 요구르트의 젖당 소화 증진은 젖당소화장애자가 요구르트를 먹으면 위를 거쳐서 소장내의 젖산균 lactase 함량이 증가되기 때문에 요구르트내의 젖산균의 lactase에 의한다고 주장하였다. 요구르트에 있는 젖산균의 lactase는 유당분해효소 결핍자의 위를 거쳐서 소장에서 활력을 나타냈으며 섭취한 젖당의 50~100%를 소화할 수 있었다.

Mattini 등(1987)은 요구르트의 lactase가 위에서 활성을 유지할 수 있는 것은 유고형분량이 높은 요구르트의 완충능력 때문이라고 했다. Smith와 Palumbo(1981)는 젖당소화장애자가 발효유를 문제없이 먹을 수 있는 것은 요구르트내의 lactobacilli에 의한 유당소화작용 때문이라고 했다.

Gilliland(1985)는 요구르트내의 *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*는 위에서 사멸하나 세 포의 lactase는 장에서 유당을 소화시킬 수 있다고 했다. 요구르트의 lactase는 소금이 있으면 그 활력이 3배정도 증가되었다(Gilliland & Kim, 1984). Savaiano와 Levitt(1987)는 위액 또는 bile acid에 의해 요구르트의 젖산균으로

부터 lactase가 유출될 가능성이 있다고 하였다. Wong등(1987)은 젖산균의 lactase가 초음파처리에 의해 유출됐다고 했으며 Mcdonough등(1987)은 초음파 처리한 *L. acidophilus*를 첨가한 *acidophilus* 우유가 lactase 결핍자에게 유익하다고 했다.

전반적으로 동물 및 인체 실험에서 요구르트는 젖당소화를 증가시키는 것으로 인정된다. 젖당의 소화증가는 요구르트내의 젖산균에 의한 것이며 젖산균이 소장점막세포의 lactase 합성 촉진 효과에 대한 증거는 아직 없지만 그 기능은 배제할 수는 없다. 요구르트는 젖산균(*L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*)중, 요구르트 젖산균의 균주, 비율, 저장조건 등에 따라 요구르트의 젖당소화촉진 효과는 다를 수 있음을 쉽게 이해할 수 있다.

2) 광물질 흡수

Smith등(1985)은 발효유는 lactase 결핍자에게 좋은 칼슘 공급식품이지만 발효유의 칼슘은, 우유의 칼슘과 같이 잘 흡수 이용된다고 했다. Balasubramanya 등(1984)은 albino rats에서 요구르트로의 Ca와 P의 이용률이 우유보다 7%, 11% 더 높다고 하였다(Pahwa와 Mathar, 1982). Dupis등(1985)은 rat가 나이가 들어갈 때 대조구에 발효 우유와 요구르트를 먹인 동물에서 뼈무게가 칼슘 함량의 감소가 없었다고 했다.

Kaup 등(1987, 1988)은 쥐에게 요구르트나 우유에 젖산을 첨가한 요구르트를 먹일 때 뼈의 형성이 개선되었다고 한다. 요구르트는 산성식품이지만 돼지의 뼈 형성을 방해하지 않고 오히려 뼈 발달에 유익했다고 했다(Pointillart 등, 1986). 발효유제품이 광물질 흡수에 미치는 영향에 대한 연구는 결과가 일정치 않지만 우유의 발효가 광물질 이용에 불리하지 않은 것이 확실하며 사람은 우유나 발효유로부터 Ca를 모두 잘 흡수 이용한다(Smith 등, 1985). 특히 노인에서 위산분비력이 떨어지면 발효유가 위내용물의 pH를 떨어뜨리는데 도움을 주어 광물질 흡수 이용률을 향상시킨다고 한다.

3) Cholesterol 대사에 미치는 영향

요구르트가 cholesterol 대사에 미치는 영향은 요구르트내의 cholesterol 억제물질과 사용한 균주에 따라 변이가 있다. 요구르트내의 hydroxymethylglutaric acid, orotic acid는 혈청 cholesterol 함량을 저하시키고 uric acid는 cholesterol 합성 억제제로 알려져 있다. 요구르트 제조에 이용되는 *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* 등은 균종과 균주에 따라 cholesterol 억제효과가 다르다.

kubo(1985)는 rat에게 15%의 요구르트를 추가로 급여한 결과 대조구에 비하여 총 cholesterol 량, HDL-Cholesterol, triglyceride, phospholipids량이 저하했으며 kefir나 buttermilk를 먹었을 때에는 cholesterol 저하 효과가 없었다. Rat에게 butter oil을 급여하면 혈청 cholesterol, 총지질, beta-lipoprotein, 간의 총지질, cholesterol, phospholipid가 증가하지만 발효 buttermilk를 급여하면 정상상태로 회복되었다(Metwally 등 1988). 이외에도 요구르트나 발효유를 먹으므로 사람과 동물에서 혈청 cholesterol 수준을 저하시켰다는 보고가 많이 있다. 쥐의 사료에 0.5%의 cholesterol을 급여하면 혈청 및 간의 cholesterol 함량이 증가했으나 10%의 발효 buttermilk를 급여하면 정상상태로 되었다.(Add EL Gawad 등, 1988). 요구르트를 먹은 rats가 탄산칼슘을 보충받은 rats 보다 혈청 cholesterol 함량이 낮았으며 젖산을 첨가한 비발효 요구르트를 먹은 rats가 젖산을 첨가하지 않은 비발효요구르트를 먹은 쥐보다 혈청 cholesterol 수준이 낮았다.(Kaup, 1988). cholesterol 함량이 높은 사료를 먹은 토끼는 탈지유나 요구르트가 포함될 경우 대조구(물)에 비하여 동맥내 총 cholesterol 함량이 낮았다(Kiyosawa 등, 1984).

10명의 성인 남자에게 매일 681g의 요구르트를 14~21일간씩 3회에 걸쳐 먹도록 하여 시험한 결과 혈청 cholesterol량을 10~20% 감소시켰다. 계속 요구르트를 먹으면 정상수준으로 복귀하였다. 혈청 triglyceride나 lipopro-

tein은 별 영향을 받지 않았다. Uric acid, orotic acid, HMG acid의 함량 차이는 요구르트의 일시적 cholesterol 저하 효과를 설명할 수 없었다 (Jasper 등, 1984). Gorbach 등 (1988)은 사람의 변에서 분리한 lactobacillus GG로 발효한 우유를 35인의 건강한 성인에게 2주간 먹인 결과 혈청 cholesterol의 감소를 확인할 수 있었다.

Gilliland 등 (1985)은 담즙 존재하에 *L. acidophilus*는 혐기적으로 cholesterol을 흡수하여 대사할 수 있었으며 고 cholesterol 사료를 먹는 돼지의 혈청 cholesterol 증가를 억제하였다고 보고하였다.

Rao 등 (1981)은 우유의 발효산물이 발효유의 cholesterol 억제효과가 있다고 주장하였다. *S. thermophilus*로 발효한 우유를 rat에게 먹었을 때에 plasma cholesterol을 상당히 억제하였으며 간 cholesterol량도 우유를 먹은 쥐에서 보다 낮았다. 시험관내에서 간 cholesterol 합성이 발효유와 우유의 methanol 추출물에 의해 억제되었으며 4주간 우유와 발효유를 먹었을 때에 plasma cholesterol 함량이 낮았지만 우유와 *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*로 발효한 발효유간에는 차이가 없었다 (Pulusani & Rao, 1983).

Uchida 등 (1986)은 *B. longum* 등이 taurocholic acid를 분해시켰으며 담즙산을 분해시키는 미생물을 쥐에게 투여하면 분의 담즙분출이 증가하였다고 주장하였다. 발효유가 cholesterol 대사에 미치는 영향과 관련하여 동물실험 결과를 그대로 사람에게 적용할 수는 없으며 사람에게 대한 연구라도 발효유의 종류, 젖산균의 종류는 물론 사람의 상태, 연령 등 여러가지 조건에 따라 다른 결과를 낼수 있으나 일반적으로 발효유의 혈청 cholesterol 저하효과는 널리 인정되고 있다.

4) 젖산의 영향

발효유는 L(+)- 및 D(-)- 젖산의 두가지 이성체가 있으며 L(+)-젖산에 비해 D(-)-젖산의 대사는 사람에게 매우 느리며 과잉 섭취하면 대사장애가 발생한다. 그러나 체내에

서 D(-) 젖산의 대사는 예상보다 훨씬 빨라서 체내의 축적 가능성은 적다. 즉 D(-)-젖산 섭취에 의한 acidosis의 발생이 보고된 일은 없다. 단지 1년 이하의 유아는 대사기능이 미숙하므로 D(-)-젖산 섭취를 피해야 한다 (Barth & de Vresse, 1984).

화란에서 25명의 지원자에게 실시한 연구에서 1.5-2 liter의 요구르트를 먹은 후에 오줌의 산배출량을 시험한 결과 같은 량의 buttermilk를 먹었을 때보다 오히려 낮았으며 buttermilk의 D(-)-젖산량은 요구르트 보다 약 20배 정도 낮다고 하며 이러한 결과는 다량의 D(-)-젖산 섭취가 건강한 성인의 산-염기평형에 나쁜 영향을 주지 않는다는 결과이다.

Schaafsma 등 (1988b)은 주로 요구르트로 된 시험식을 쥐에게 주어도 오줌으로 Ca배출이 증가되지 않았다고 했다.

3. 장내 미생물균총에 미치는 영향

음식과 함께 섭취된 미생물은 여러가지 요인에 따라 소화장기내에서의 생존 및 성장능력에 차이가 있다. 어린 송아지 장내에서 분리한 *Lactobacillus acidophilus*는 0.3% oxgall 배지에서 성장력에 차이가 있었으며 oxgall에 저항성균주를 섭취시키므로써 소장상부의 젖산균수를 증가시킬 수 있다고 했다 (Gilliland, et al., 1984).

*Streptococcus faecium*은 무균 rats의 소장파 대장벽세포에 흡착 성장하여 보호벽 역할을 한다고 하며 *S. faecium*을 섭취한 무균 mice의 장내에서 *L. acidophilus*가 서서히 정착하여 7일만에 g당 1억개까지 성장하였다고 했다 (Camaschella & Bianchi Salvadori, 1987). 또 돼지에서 *S. faecium*은 enterotoxin을 생산하는 *E. coli*가 소장에 정착하지 못하도록 했다고 한다 (Ushe & Nagy, 1985).

10명의 건강한 사람에게 $5 \times 10^8 - 2 \times 10^9$ cfu/ml의 *L. acidophilus*를 함유한 발효유를 250 ml씩 하루에 두번, 7일간 급여한 결과 장내의 *E. coli*수가 감소하였고 lactobacilli수가 상당히

증가하였으며 이 상태가 lactobacilli를 섭취하는 한 지속되었다. Lactobacilli 섭취를 중단한 후 9일만에 정상 수준으로 떨어졌다. 따라서 lactobacilli를 계속 섭취할 것을 주장하였다(Lidbeck 등, 1987).

요구르트균(*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*)은 위와 장내에서 살 수 있으며 변으로 배설량도 증가한다고 했다(Bianchi-Salvadori 등, 1984). Garvie 등(1984)은 *L. bulgaricus*는 무균쥐 및 일반 쥐의 장관에서 생존하였으며 요구르트를 먹이면 장내에 hetero 젖산균이 주로 homo 젖산균으로 변한다고 했다.

Lidbeck 등(1987)은 10명의 건강한 지원자에게 7일간 하루에 250ml씩 두번 ml당 5억~20억마리의 *L. acidophilus*를 함유하는 발효유를 급여하여 시험하였다. 10명중 6명에서 장내 *E. coli*수가 감소하였으며 10명중 9명에서 장내 lactobacilli수가 증가하였으며 발효유를 먹는 동안 lactobacilli수가 높게 지속되었다. 발효유 급여를 중단하면 lactobacilli 수는 9일만에 시험전 수준으로 환원되었다. 따라서 장내 lactobacilli수를 높게 유지하려면 발효유를 계속 섭취해야 한다고 주장하였다.

Bianchi-Salvadori 등(1984)은 요구르트의 젖산박테리아는 장내에서 생존하여 변에서 발견되며 건강한 사람은 물론 대장균에 의한 dyspepsia가 있는 사람에게서도 장내 젖산균과 bifidus균의 성장을 도와준다고 했으며 Ratcliffe 등(1986)도 어린 돼지에게 요구르트를 먹이면 장내 lactobacilli수가 증가한다고 했다. Garvie 등(1984)은 무균 및 일반 rat에게 요구르트를 계속 먹이면 장내에서 *L. bulgaricus*가 생존하였으며 주로 hetero-lactobacilli(*L. reuteri*)인 장내 균총이 homo-lactobacilli (*L. salivarius*)로 바뀌었다고 했다.

Conway 등(1987)은 *L. acidophilus*가 *thermophilus* 보다 사람과 돼지의 소장 및 대장벽 세포가 더 잘 흡착하였고 생존력도 높았다고 하며 우유를 급여하면 생존력과 흡착력을 증가시켰다고 했다. Gorbach 등(1988)은 사람변에서 분리한 bile acid에 저항성이 있는 lactoba-

cilli가 장벽점막에 흡착성이 있었으며 이 미생물로 발효시킨 발효유를 계속 먹었을 때에 104명의 장내에서 이 미생물을 검출하므로써 생존을 확인하였다.

Bianchi-Salvadori(1986)는 사람을 포함한 모든 동물의 장내에는 정상균총으로서 젖산균이 존재하며 식품을 통한 일반적인 젖산균의 섭취는 본래의 정상균총의 젖산균 성장을 도와준다고 했다. 그러나 *L. bulgaricus*는 위액과 담즙에 저항성이 있고 소장 대장벽세포에 흡착력이 있어서 장내에 생태적으로 정착할 수 있다고 하였다. Bianchi-Salvadori(1984)는 무균 mice에게 세척한 *L. bulgaricus* 50만세포를 급여한 결과 24~28시간 후에 증가하기 시작하여 1000만으로 성장했고 소장보다 대장에서 많이 성장했으며 장벽세포에 흡착 성장하는 것을 전자현미경으로 확인했으며 *S. faecium*의 성장도 확인했다(Bianchi-Salvadori, 1985). *L. acidophilus*도 무균동물의 장내에서 정착 성장하는 것을 확인하였다(Camaschella & Bianchi-Salvadori, 1987). Wadstrom 등(1989)은 돼지 소장에서 분리한 표면소수성이 높은 lactobacilli가 소장벽 세포에 잘 흡착하였으며 장벽 세포에 흡착하는 방법이 여러가지 있다고 하였다. 젖산균이 장벽세포에 흡착하는 것을 확인하지 못한 연구들도 여러개 있다.

4. 젖산균의 장벽세포 침입

Camaschella 등(1988)은 무균쥐에 *E. coli*를 투여한 결과 모든 처리된 쥐의 lymphnodes에서 *E. coli*가 발견되었으나 *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*로 만든 요구르트를 먹인 다음에 *E. coli*를 투여한 결과 lymphnodes에서 *E. coli*가 발견되지 않았으며 발견되어도 훨씬 적은 숫자가 발견되었다. Bourlioux(1986)는 요구르트를 먹이면 쥐의 면역성이 증가되는 것은 젖산균의 장에서 ganglion에 침입하기 때문이라고 주장하였다.

Camaschella 등(1988)은 *S. thermophilus*가 장벽세포를 통과하지만 다른기관에서는 발견되

지 않았다고 했다. Bianchi-Salvadori등(1988)은 axenic mice에서 *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*는 *E. coli*의 mesenteric lymph nodes 침입을 각각 70, 50% 감소시키며 이는 숙주의 면역성을 자극하기 때문이라고 주장하였다. 한편 *Bifidobacterium bifidum*은 장내에 정착하면서 *E. coli*의 lymph node 침입을 억제하며 bifidobacteria가 lymph node에서 발견된다고 했으나 확인되지 않고 있다.

5. 발효유의 항균효과

발효유내의 젖산균에 의한 항균작용은 다음과 같은 요인에 기인하는 것으로 인정되고 있다.

- 장내용물의 pH 저하
- 젖산균의 장내 정착에 의한 병원균의 정착 방지
- 영양소 이용의 경쟁
- 항생물질의 생산
- 독소의 중화(항enterotoxins)

요구르트의 젖산균들은 유기산과 과산화수소를 생산하여 *E. coli* 등의 장내 유해균을 억제하며 nisin, diplococcin, reuterin, acidolin/acidopphlin 등의 항생물질들을 생성하는 것으로 알려지고 있다. Fuller(1986) 등은 새끼 돼지에게 요구르트와 우유, 젖산으로 산성화시킨 우유를 먹여 시험한 결과 요구르트는 coliform 박테리아를 억제하고 장내의 lactobacilli 숫자를 증가시켰다. 산성화 우유는 coliform 박테리아와 lactobacilli를 동시에 억제하므로 요구르트의 항균력은 주로 젖산에 의한 것이라고 주장하였다. 새끼 돼지에게 냉동건조된 *S. faecium*을 생후 즉시, 3일째, 7일째에 최소 1~2억마리 정도 투여한 결과 항생물질을 사용한 돼지보다 대장균에 의한 설사 예방에 훨씬 효과가 높았다고 한다. (Rottigni, et al., 1984). 사람에게 g당 8700만 마리 정도의 *S. acidophilus*를 함유하는 제제를 먹인 결과 장내의 lactobacilli수를 증가시키고 coliform 박테리아를 억제하였다고 보고 되었다(Prajapati, 1986). 요구르트를 우유에 25~50% 정도 혼합하여 새끼 돼지에게

먹인 결과 위와 장내의 coliform수는 감소시켰으나 lactobacilli에는 영향이 없었다(Cole, et al., 1987). Attai등(1987)은 *L. acidophilus*와 *S. thermophilus*로 만든 요구르트는 일반 요구르트보다 *Staphylococcus aureus*를 효과적으로 억제하였으며 이는 요구르트 발효중에 생성된 bacteriocin 때문이라고 주장했으며 *S. aureus*의 내열성 DNA 분해 효소가 요구르트 발효중에 완전히 억제되었다고 한다.

De Simone(1987)등은 쥐에게 생요구르트를 먹이면 macrophage의 활동이 증가되는 처음 수일간에 병원균에 대한 예방효과가 있다고 했다. *Salmonella typhimurium* 감염전에 요구르트를 먹은 mice는 열처리 요구르트나 우유를 먹은 쥐보다 생존율이 연장됐으나 감염 4일만에 보였던 간, 췌장내의 *S. typhimurium* 숫자의 차이는 얼마 후에는 없어졌다고 했다. 또 쥐에게 요구르트를 먹인 결과 *S. enteritidis* 감염시 생존율이 높았으며 요구르트가 Salmonellosis를 방지하지는 못했으나 치사율과 증체감소를 상당히 감소시켰다(Hitchins, et al., 1985).

치사량의 방사선에 조사된 쥐에게 *Lactobacillus GG*균주를 먹인 결과 *Pseudomonas bacteremia*를 감소시켰으며 이 미생물로 감염된 쥐의 생존기간을 연장했으며 이 미생물이 감염되지 않은 쥐도 초기 사망율을 감소시켰고 g음성균에 의한 bacteremia를 감소시켰다(Dong, et al., 1987)

Hitchins등(1985a, 1985b, 1986)은 우유의 유당을 효소로 가수분해시키고 발효시킨 발효유를 쥐에게 먹였을 때에 *S. enteritidis*에 저항성이 있었으며 유당함량의 감소가 중요하다고 주장하고 미생물 억제효과를 얻으려면 요구르트 섭취를 계속해야 한다고 주장했다. Alm(1983)은 *acidophilus* 우유를 500ml 이상 매일 섭취하면 *Salmonella*의 보균기간을 단축시켰다고 132명의 보균자의 조사한 연구에서 주장하였다.

*L. acidophilus*가 생산한 항생물질은 *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Shigella*, *Klinsiella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia* 등의 박테리아에 활성이 있었다고 보고하였다(Keating,

1985). Corthier등(1988)은 무균쥐에서 *Bifidobacterium adolescentis*나 *B. longum*은 *Clostridium difficile*의 감염에 의한 사망을 예방하였다고 보고하였다. Daeschell(1989)은 발효유내의 젖산균은 과산화수소, diacetyl, bacteriocin, reutenin 등의 항균물질을 생산한다고 하였다.

6. 발효유의 항암효과

여러나라에서 고기, 동물성지방 등과 대장암의 상관관계가 지적되고 있으나 핀란드에서는 일인당 지방소비량은 많지만 직장암 발생률은 비교적 낮다. 핀란드 사람들은 유제품 특히 요구르트를 많이 먹고 있으며 따라서 핀란드 사람의 장내용물에는 많은 수의 lactobacilli가 생존할 것으로 생각된다(Goldin & Gorbach, 1984a). 역학조사와 식사연구를 한 결과 lactobacilli로 발효시킨 유제품은 동물과 사람의 직장암 발생 위험을 감소시킬 수 있다고 하였다(Friend & Shahani, 1984). 네델란드에서 133명의 유방암 환자들의 식사형태를 조사한 결과 발효유(요구르트, 버터밀크, curds) 소비량이 낮았으며 발효유 소비가 증가함에 따라 유방암 발생률이 상당히 감소하는 경향이 있었다고 한다(van der Veer, et al., 1989).

쥐에게 Ehrlich ascites tumor 세포를 복강으로 접종하고 살균한 sour milk나 살균한 starter 세포를 먹인 결과 암세포 성장이 억제되었다. 쥐에게 복강으로 1,2-dimethylhydrazine (DMH)을 주입했을 때에 산성화 우유나 starter cell을 먹였을 때와는 달리 sour milk를 먹였을 때에는 colon tumor(직장암) 발생이 상당히 억제되었다(Takano, et al., 1985). DMH로 직장암을 유발시킨 rat는 발효유(*S. thermophilus*와 *L. bulgaricus*로 발효)를 먹일 때에 생존율이 높았으며 일반 우유를 먹인 rat는 ear duct tumor 발생율이 상당히 증가하였다. *S. thermophilus* 우유를 먹은 쥐가 직장암 발생률이 제일 낮았으나 발효유를 먹은 쥐는 소장암 발생률이 상당히 높았다.

이러한 결과는 발효유가 DMH의 대사를 변

화시켜 목표기관을 ear duct에서 소장으로 변화시킨 것으로 생각되며 발효유를 먹은 쥐는 목표기관을 직장에서 항문으로 변환시킨 것으로 인정된다. 발효유의 항암성은 장관내에서 발암성 물질의 억제 및 불활성화, 숙주의 면역증진 효과, procarcinogen을 전환하여 활성화시키는 장 미생물의 효소(β -glucuronidase, azoreductase, nitroreductase)의 활력감소 등에 의한다고 주장하고 있다. Kim(1988)은 bifidobacteria는 발암물질의 생성을 억제하지만 lactobacilli는 항암효과가 있다고 주장했다.

고기를 먹는 쥐에게 *L. acidophilus*를 하루에 1억마리 정도 먹인 결과 변내의 미생물 효소 활력이 상당히 감소하였으며 사람에게 *L. acidophilus*를 매일 1억마리 정도 먹었을 때에 변의 β -glucuronidase와 nitroreductase 함량을 감소시켰다. 시판되는 acidophilus milk를 먹는 상태와 유사하게 인체에서 분리한 *L. acidophilus*균주는 2개를 비교적 소량으로 급여했을 때에 변의 이들 효소활력을 2~4배 감소시켰으나 lactobacilli 섭취를 중단하면 4주만에 효소 활력이 정상으로 복귀하였다(Goldin & Gorbach, 1984a).

Cole등(1984)은 유당을 먹는 닭은 직장내 β -glucuronidase 활력이 약간 감소하였으며 유당과 요구르트를 함께 먹는 닭의 변에서는 효소 활력이 상당히 감소하였다. 가열 처리한 요구르트를 함께 먹여도 같은 효과가 있었다. 변내의 β -glucuronidase 활력의 억제는 요구르트를 단독으로 먹여도 효과가 있었다.

쇠고기 지방이나 버터지방을 쥐에게 먹이면(35% w/w) 변내의 β -glucosidase 활력은 감소시키고 β -glucuronidase 활력은 증가시키는데 요구르트를 물에 타서(40% v/v) 자유로 먹게 해도 지방에 의한 이들 효소의 활력변화는 반전시킬 수 없었다고 한다. 요구르트를 희석하지 않고 새끼 돼지에게 먹이면 β -glucosidase와 β -glucuronidase의 활력을 감소시켰으나 요구르트를 희석하면 효과가 없었다.

고기를 먹는 동물에 *L. acidophilus*와 함께

nitro-, 및 amine-glucuronide를 먹이면 변에 유리 amine과 amine conjugates 농도가 증가하며 항생물질이나 lactobacilli를 먹는 동물들의 변에는 beta-D-glucuronidase, nitroreductase, azoreductase 활력이 낮았다. 즉 장내 미생물이 섭취한 aromatic nitro- 및 azo- 화합물을 유리 amine으로 변환하는 것으로 인정된다(Goldin & Gorbach, 1984b). Morotomi와 Mutail(1986)는 장내 미생물과 Lactobacillus casei는 식품내 발암물질인 heterocyclic amine을 흡수하며 이 성질이 이들 미생물의 항암성과 관련이 있다고 주장하였다. Shahani (1983)는 몇종류의 lactobacilli가 발암성 nitrosamine을 분해할 수 있다고 했다.

7. 면역 증진 효과

최근에 lactobacilli 섭취와 면역성과의 관계가 많이 연구되었으며 lactobacilli는 건강한 사람의 정상 장내 미생물이며 특정 및 비특정 면역 증진효과에 의해 숙주의 방어기작에 관여하는 것으로 인정되고 있다. 장내의 미생물이나 그들의 항원물질은 장표피세포를 투과하여 직접 면역세포를 자극할 수 있으며 장내 미생물은 면역세포의 생산, 백혈구의 분화 및 "helper" 세포의 활력을 촉진한다고 한다.

de Simone등(1986a)은 L. bulgaricus와 S. thermophilus가 있는 요구르트를 사람이 먹으면 Peyer's patch, spleen 및 혈액의 면역반응을 강화한다고 한다. 실험관 실험에서 활성화된 T-세포는 젖산균이 함유된 요구르트를 소량 첨가하면 gamma-interferon 생산이 3~4배 증가한다고 한다. de Simone등(1986)은 L. bulgaricus와 S. thermophilus의 인체 임파세포 흡착에 관한 연구에서 흡착은 B lymphocyte에는 흡착하지 않지만 T-세포 존재시 일어나며 이는 장에서 젖산균에 의한 lymphocyte 활성화가 병원균이나 암세포에 대한 면역증진효과로 나타남을 설명할 수 있다고 하였다. de Simone등(1988)은 건강한 사람 20명에게 동결 건조시킨 lactobacilli(300억개)와 28일간 하루

에 200g의 보통 요구르트를 먹여서 요구르트와 같은 열량의 탈지유를 먹은 사람과 비교한 결과 요구르트와 lactobacilli를 섭취하는 경우 혈액 내에 NK(natural killer) subset(Leu 2-7+) 세포와 gamma-interferon 함량이 증가되었다고 보고하였다.

Perdigon등(1986a,b, 1987, 1988)은 쥐에 젖산균을 급여하여 시험한 결과 젖산균은 macrophage를 활성화 하며 활성화된 macrophage는 lysosomal hydrolase, plasminogen activator, collagenase, lysozyme 등을 분비하며 미생물 식균능력과 항균활동이 증가된다고 주장했다. L. casei는 구강섭취도 복강투여와 같은 정도의 macrophage 활성화 효과가 있었다. L. casei와 L. acidophilus를 함께 급여하면 macrophage와 lymphocyte 활성화가 더 증진되었다고 한다. 복강 또는 구강으로 투여한 lactobacilli는 항암 효과가 있었으며 이는 숙주의 면역증진효과에 의한다고 한다. Bourlioux(1986)는 쥐에게 요구르트를 먹이면 면역단백질량의 증가와 lymphocyte의 활성화 등 면역 증진효과가 있다고 했다. Kato 등(1981)과 Yokokura등(1984)은 L. caseiYIT9018의 항암효과는 macrophage의 활성화 때문이라고 했다.

8. 돌연변이 억제효과

Hosono등(1986a, b)은 L. bulgaricus와 S. thermophilus로 발효된 발효유는 고양이, 원숭이, 개, 기타 포유동물의 변내에서 추출된 mutagen과 2종의 mutagenic chemical에 대한 저항력이 실험관에서 증명되었으며 돌연변이 저항력은 배양시간이 길어지면 증가되었으며 55°C에서 10분간 처리하면 파괴되었다. 4NQO(4-nitroquinoline oxide)에 대한 돌연변이 억제력이 L. bulgaricus, S. lactis, S. faecalis로 발효된 발효유에 의한 실험관적으로 증명되었으며 젖산은 4NQO에 대한 돌연변이 억제력이 없었으며 따라서 젖산 박테리아와의 대사산물에 의한 것으로 추정하였다.

9. 기타 유익한 효과

Lacidophilus로 발효된 발효유를 먹으면 습관성 변비환자의 배변이 좋아지며 복부의 불편감도 상당히 감소한다고 한다(Graf, 1983). 변비로 입원한 54~94세의 남녀 환자에게 하루 200ml 정도의 acidophilus milk를 주면 변비치료제의 사용을 크게 줄였으며 항생물질 치료로 발생한 장내 이상증세도 크게 호전되었다고 한다(Alm등, 1983, 1984). Pirrka등(1988)은 만성변비로 입원한 노인에게 하루에 150ml의 lactitol, guar gum, 밀기울이 첨가된 요구르트와 일반 요구르트를 2주간 급여 시험한 결과 lactitol 등의 첨가물 요구르트를 먹은 환자는 평균 분변량이 1.6배 증가하고, 50% 치료효과를 냈으나 일반 요구르트를 먹은 환자의 분변량은 1.2배 증가하고 치료효과는 25%였다고 했다.

각종 질병으로 항생물질 치료를 받아서 묽은 설사를 하는 1개월~15세의 어린이에게 Bifidobacterium제제나 bifidus 요구르트를 급여한지

3~7일만에 배변 회수와 변성상이 획기적으로 개선되었으며 장내 미생물도 정상 bifidobacteria 또는 섭취한 B. breve가 주종을 이루고 정상이었다(Hotta등, 1987; Tanaka등, 1985). Salminen등(1988)은 L. acidophilus(NCDO1748)로 발효시킨 요구르트를 먹인 결과 radio-pheraphy에 의한 설사를 감소시키는 효과가 있다고 했다. 부분적으로 간절개(70%) 수술을 받은 rats가 발효유를 먹으면 수술 3주후에 간 재생률이 훨씬 높았으며 이는 발효유의 높은 생물학적 영양가 때문이라고 했다(Schmidt등, 1984).

S. lactis를 1200만개 정도 쥐에게 먹여 노화 억제 효과를 시험한 결과 대조구 보다 여러가지 노화현상이 상당히 억제 되었다. L. lactis는 superoxide dismutase 활력이 있어서 노화현상을 억제하는 것으로 인정되며 S. lactis로 조직에 lipoperoxide 생산을 억제하는 효과에 의해 노화 억제 효과가 있는 것 같다고 했다(Ochl등, 1986).

