

## 올리고당(Oligosaccharides)은 무엇이며 그 효과는?

### <요약>

탄수화물은 인류의 식량자원으로서 가장 중요한 에너지 공급원이며, 탄수화물 중 비분해성(non-digestible) 올리고당(寡糖類)은 인간의 건강증진과 질병예방에 매우 유용한 것으로 밝혀져 영양학자들의 많은 관심을 끌고 있다. 영양학 측면에서 볼 때 올리고당은 기능성 식품의 제조과정에서 첨가 또는 합성되지만 발효유(요쿠르트), 효모와 식물성 곡류, 해초 추출물 등 다양한 자연식품에 들어 있는 것으로 알려져 있다.

최근 개최된 한 회의에서 과학자들은 비분해성 올리고당의 공급원이 다양하며, 인류 건강에 매우 유익한 기능이 있는 것으로 결론을 내렸다. 연구결과에 의하면, 대장과 맹장에 존재하는 비피더스균은 비분해성 올리고당을 분해하여 휘발성지방산으로 발효시킴은 물론, 이 糖의 영양 대사과정에서 정장작용, 압 억제, 골다공증 예방 및 병원성세균의 감염보호, 중금속의 중독방지 등 다양한 건강증진 기능이 있는 것으로 알려졌다. 이러한 비분해성 올리고당 중 가장 유용한 것은 마난(mannan)올리고당이며, *Saccharomyces cerevisiae* 효모의 세포벽에서 추출된다.

(원문출처 : Feeding Times / Vol. 4 No. 1 1999)

### 1. 올리고당(Oligosaccharides, 寡糖類)

단당류나 다당류와 같은 탄수화물은 인류가 이용하는 식량의 대부분을 차지하고있다. 탄수화물은 주로 전분이고 포도당이나 과당 그 외 단당류가 일부 포함하는 것으로서 이는 유

지, 성장 그리고 정상적인 세포기능을 위한 대사에너지의 기본적인 공급원이다. 사료로 공급되는 탄수화물의 일부는 섬유질, 비전분성 탄수화물, 비분해성(non-digestible) 올리고당(寡糖類)으로 구성되어있다.

비분해성 올리고당과 같은 형태의 탄수화물은 인간의 건강, 특히 위장관계에서의 역할, 질병과 암의 예방, 공다공증, 혈청지방(serum lipids)에 대한 잠재적인 유용성이 높기 때문에 영양학자의 관심을 끌고있다. 비분해성 올리고당은  $\alpha$ -1-4 포도당 결합(glucosidic bonds)으로 결합된 2~30개의 탄수화물의 중합체로 구성되어있다. 인간의 경우 이러한 결합을 분해할 수 있는 소화효소가 결핍되어 있다. 그러나 하부 장기에 살고있는 일부 세균은 이러한 결합을 쪼개어 복합당으로 분해한다.

인간의 영양적 측면에서 보면, 올리고당은 영양소 공급 외에 다른 기능을 수행하기 때문에 “nutricines”이나 “기능성 식품”으로 불린다. 식품가공업자는 식품을 생산할 때 비분해성 올리고당을 첨가한다. 그러나 비분해성 올리고당은 다양한 식물성 식품에 자연상태로 들어 있다(표 1).

비분해성 올리고당은 상업적으로 합성되기도 한다. 또한 여러 생산과정에서의 다양한 당류에 여러 가지 효소작용이 포함된다.

인간의 건강과 관련된 올리고당의 이용범위는 영양학의 역사에서는 비교적 새로운 것이다. 연구자들도 불과 10~15년 전에 생물학적 체계에서의 이들 복잡한 복합탄수화물의 기능에 관한 대부분의 정보를 알게 되었다. 그때까지는 이에 대한 연구가 거의 없었다. 가장 최상급 기술수준을 자랑하는 연구자들조차도 탄수화물의 복잡한 구조를 밝혀 내는데 어려웠

<표 1> 비분해성 올리고당의 자연식품공급원

	올리고당
보리	베타글루칸
치커리	이눌린
대추야자	갈락토 마난(Galacto mannan)
Guar	갈락토 마난(Galacto mannan)
상아야자	갈락토 마난(Galacto mannan)
뚱판지	이눌린
버섯	키틴
야자오일	마난
대두 껍이	갈락토 마난(Galacto mannan)
소맥	펜토산
이스트	마난

다. 한 과학자는 하나의 올리고당 분자내에 단당 단위(monosaccharide units)가 올리고당의 여러 위치에 서로 붙을 수 있는 경우에 그 수를 계산해 냈다. 두 개의 아미노산이 결합하여 단지 2가지 형태의 디펩타이드(dipeptides)를 만들 수 있는데 반해 2개의 단당은 10가지의 각각 다른 이당류(disaccharides)를 만들 수가 있다.

최근 개최된 인간의 식품 및 영양과 비분해성 올리고당의 효과에 관한 회의에서 과학자들은 다음과 같은 결론을 내렸다.

▷비분해성 올리고당의 공급원은 발효유를 포함하여 해초 추출물, 이스트 껍체 등 다양하다. 일부는 효소기술에 의해 상업적으로 합성할 수 있다.

▷다양한 종류의 올리고당을 포함한 요구르트는 장내 세균의 균형을 개선하고, 장내 면역을 촉진하며, 급성설사를 예방하고, 어떤 암을 억제한다.

▷서로 다른 올리고당은 장내에서의 그 기능이 각각 다르다.

▷마난(mannan) 올리고당은 소장내 goblet 세포의 수를 증가시키고 소장의 깊이와 용모의 길이를 키워준다.

## 2. 비분해성 올리고당의 기능

인간은 물론, 다른 단위동물에 있어서의 비분해성 올리고당은 손상이 거의 없이 위와 소장을 통과한다. 연구에 의하면 섭취한 비분해성 올리고당의 90%는 대장에 도달한다. 대장 및 맹장에 존재하는 미생물은, 주로 비피더스균(Bifidobacterium spp.)으로서 비분해성 올리고당을 분해하여 초산, 낙산, 프로피온산 및 다른 휘발성지방산으로 발효시킨다. 대장내 pH가 낮아지면 대장균이나 살모넬라, campylobacter와 같은 그람음성 박테리아류가 살기 힘든 환경으로 된다. 전세계적으로 매년 거의 40억에 가까운 사람이 장내 감염에 걸린다.

네덜란드의 Dr. Ingeborg Bovee-Oudenhoven과 Dr. Roelof van der Meer는 유당분해 산물인 유산이 장내 살모넬라균(Salmonella enteritidis)의 균락화를 방지한다고 발표했다. 비피더스균에 있어서 비분해성 올리고당의 긍정적인 효과는 특히 나이가 많은 사람에게 더 효과적일 수 있다. 결장내 비피더스균의 숫자는 나이에 따라 감소한다. 비피더스균은 이산화탄소의 발생없이 탄수화물을 초산과 유산으로 발효시키는 장점이 있다. 하부 위장관의 아래쪽에서도 올리고당 발효가 일어난다. 지방산의 합성이나 미생물 발효와 함께 에탄올, 아민, 인돌, 스케톨, 황화수소 등 불필요한 부산물이 생성된다. 이러한 화합물중 일부는 독성이 있다. 구강의 경우 올리고당이 발효하여 충치를 유발할 수 있다. 이의 연구자들에 의하면 구강에서 채취한 프라그 pH는 fructofuranose와 gluco 올리고당이 배양될 때 감소되어 산성화하는 것을 발견하였다. 이와 같이 활발한 활동을 통해 발효가 많이 일어나면 치아 에나멜을 약화시켜 충치를 유발하는 박테리아의 침입을 용이하게 만든다.

## 3. 질병과의 전쟁

여성의 경우, 에스트로겐이 뼈의 손실과 관

련되어 있기 때문에 골다공증이 자주 문제가 된다. 대장내 pH와 관련하여 비분해성 올리고당의 효과는 칼슘의 흡수와 뼈의 강도에 긍정적인 영향을 준다. Dr. Chonon과 그의 협동연구자(1995, Bioscience Biotechnology and Biochemistry 59:236)는 8~20일간 galacto 올리고당을 급여한 쥐의 경우 칼슘섭취량, 골회분 중량 그리고 뼈의 칼슘이 확실히 증가하였다고 보고하였다.

비분해성 올리고당은 혈중지질에도 영향을 미친다. 남성을 대상으로 한 실험에서 4주간 매일 9g의 inulin을 섭취하면 혈장내 콜레스테롤이 5%, 혈장내 트리글리세라이드는 27% 각각 감소하였다. 비분해성 올리고당의 이러한 효과는 연맥피의 이용을 통해 콜레스테롤 감소능력으로 설명할 수 있다. 연구자들은 비분해성 올리고당이 발효되어 지방산으로 전환되는데 이것이 흡수되어 간에서 대사되기 때문에 혈중지질에 영향을 미친다고 믿고 있다. 간에서 지방산의 함량이 높으면 지질의 합성이 저하되기도 한다.

최근 연구결과에 의하면, 일부 비분해성 올리고당은 암억제 기능이 있는 것으로 밝혀졌다. 아일랜드의 Ulster 대학교 연구와 Dr. Ian Rowland는 결장내 강력한 발암물질인 1-2 dimethyl, hydrazine dihydrochloride를 쥐에게 처치한 시험구가 대조구에 비해 DNA 손상율이 심각한 정도로 나타난 것이 33% 더 많았다. 그러나 분해성 탄수화물인 lactulose를 급여하면 DNA 손상율이 13%이하로 떨어졌다. 이러한 특별한 탄수화물의 대사작용 중 하나인 낙산 등과 함께 암으로부터 인간을 지켜주는 것일지도 모른다. 비분해성 올리고당의 발효에 의해 생성된 유기산의 일종인 낙산은 건강한 결장세포의 성장을 촉진하고 암을 유발하는 세포의 생산은 억제시킨다. 또한 낙산은 소장 상피세포의 분화와 성장을 안정화시킨다. 소장의 상피는 영양의 흡수를 담당한다.

Dr. F. Bornet가 이끄는 프랑스의 연구자 그

룹은 낙산으로 전환되는 탄수화물인 fructo 올리고당을 급여하면 결장내 변형된 병소수가 감소하는 것을 관찰하였다.

#### 4. 감염에서의 보호

비분해성 올리고당은 살모넬라 및 대장균과 같은 물리적으로 결합된 병원성 세균에 의한 감염으로부터 인간을 보호한다. 감염방지의 첫 번째 단계는 세균의 표면에 있는 락틴을 상피세포 표면에 있는 마난(mannan) 寡糖類의 수용체와 결합시키는 것이다. 병원체가 상피세포에 부착되기 전에 소화성 마난 과당류에 부착된다면, 활력이 없어지고 배설물의 장내 통과 과정에서 제거된다.

결합체는 비분해성 올리고당이 면역 체계를 완화함으로써 병원성 세균 감염에 대항을 한다. 때에 따라 올리고당은 병원체의 침입에 대항을 하거나 백신효과를 증진시킨다. 비분해성 올리고당의 효과는 중금속 중독방지까지 확대시킬 수도 있다. 독일의 한 연구팀은 Oligogalactouronic 산은 납의 배출을 촉진시킨다고 보고했다. 펙틴의 장내 발효에 의해 생성된 Oligogalactouronic 산은 대장에서 흡수된다. 이것은 혈액에서 납을 결합시키고 오줌을 통해서 체내에서 배출시킨다. 납중독은 선진국을 포함해서 세계 여러 지역에서 문제가 되고 있다. 어린이들에게서는 심각한 학습 장애와 신경 체계의 장애를 야기할 수 있다.

많은 과학적 자료에 의하면 비분해성 올리고당은 인간의 건강에 매우 확실히 유익한 점이 있다. 또한 이러한 이점들 때문에 축산식품의 생산을 증대시킬 수도 있다. 아무튼 비분해성 올리고당류 중 가장 유용하게 적용할 수 있는 것은 마난(mannan) 올리고당이며, 이 마난 올리고당은 Saccharomyces cerevisiae 효모의 세포벽에서 추출된다.

<원문출처 : Feeding Times / Vol. 4 No.1 / 1999>