

특 집

올리고당의 기능성 및 식품에의 이용

이 현 수

선일포도당(주) 전문이사

최근에 식품소재의 다양화와 생물공학 기술의 급속한 발전을 배경으로 기존의 당류를 대체하는 새로운 당질의 개발이 활발해지고 있다. 이들 새로운 당질중에서 기존당류가 갖고있는 비만, 충치의 원인, 당뇨병, 콜레스테롤이나 중성지방의 증가등의 생리적 기능을 보완하고 기존당류와 비슷한 물성을 갖는 올리고당이 개발되었다. 올리고당이 국내에 1986년 처음 소개된 이래 국민 식생활의 발전, 건강에 대한 관심증대와 올리고당이 갖고있는 기능성이 조화되어 올리고당에 대한 관심이 증대되고 있다.

1. 올리고당의 기능

신규당질 소재개발의 선두주자적인 일본에서는 1984년 이후 10여종의 신소재가 상품화 되었으며 현재 우리나라에서는 4-5종 정도가 상품화 되어있다.

이들 올리고당류는 체내에서 거의 대사가 되지 않아서 칼로리가 거의없고, 충치예방 효과가 있으며, Bifidus균과 같은 장내유용세균의 증식인자로서 역할을 한다.

이들 올리고당의 생리적 특성을 살펴보면 다음과 같다.

1) 난소화성

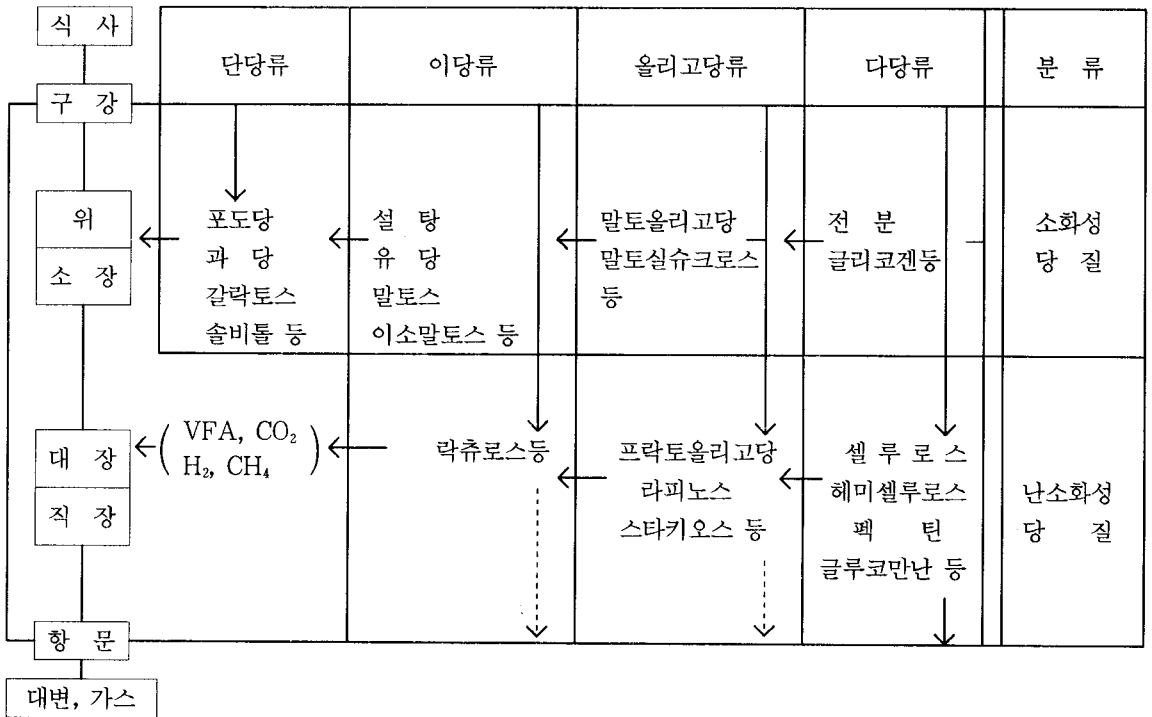
주요당질을 소화성 당질과 난소화성 당질로 나눌수 있는데(그림 1). 올리고당류들은 난소화성이므로 위에서 분해되지않고 대장에서 대장에 존재하는 Bifidus균과 같은 유익균에 의해 Acetate, Pro-

pionate와 같은 Volatile Fatty Acid(VFA)로 전환되므로 칼로리가 거의 없다.

이들 난소화성 당질의 칼로리는 다음과 같다(표 1).

표 1. 난소화성 당질의 칼로리

당 질	칼로리(Kcal/g)
설 탕	4
말 티 툴	2-2.5
술 비 툴	4
만 니 툴	2-2.5
락 티 툴	2-2.5
에리스리톨	0.3
파라치니톨	1.6
폴리덱스트로스	1.0
프락토올리고당	1.5
이소말토올리고당	2-2.5
대두올리고당	2.0



* VFA(Volatile Fatty Acid) : Acetate, Propionate, Butyrate, Valeriate

그림 1. 주요 당질의 소화관내 분해에 의한 분류

2) Bifidus증식인자

비피더스균은 대장내에 존재하는 유익한 장내세균으로 유아시에는 비피더스균이 우세하지만 이유기가 되면 *Bacteroides* 등 혐기성균이 출현해서 비피더스균을 능가하고 이후 장내 세균총은 거의 변화가 없다(그림 2). 그러나 노년기에는 건강 성인에게서는 극히 적은 유해균이 많아져서 건강 성인에게는 10⁹-10¹⁰균/g-변 정도 출현하는 비피더스균이 감소하고 10⁵-10⁸균/g-변 정도 나타나는 대장균이나 *Streptococci*는 증가하여 많을 경우 10¹⁰균/g-변에 이른다. 대표적인 부패균인 *Clostridium perfringens*는 검출율이 현저히 높아진다. 장내 부패균의 증가는 장내 유해물질을 대량 생산하게 되어 노화현상을 일으킨다. 그러므로 장내균의 비피더스균 구성을 높이고 유해균의 구성을 낮추는 것이 중요하다. 올리고당류는 비피더스균들은 잘 이용하나 *Clostridium* 균들은 거의 이용하지 못하

므로 선택이용성이 높은 당이라 할 수 있다.

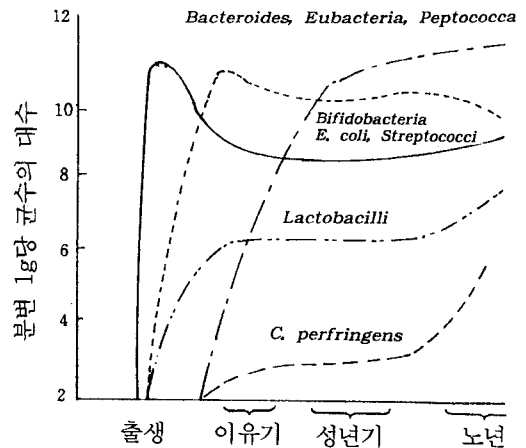


그림 2. 연령에 따른 장내 균총의 변화

장내 유해균에 대한 유해물질의 생성과정(그림 3)과 장내 유익균 증식 기작은 다음과 같다(그림 4). 올리고당류에 대한 유익균의 증식은 유익균이

올리고당류를 이용하여 배출하는 VFA로 인해 장내 pH가 낮아져서 유해균의 증식이 억제되기 때문이다.

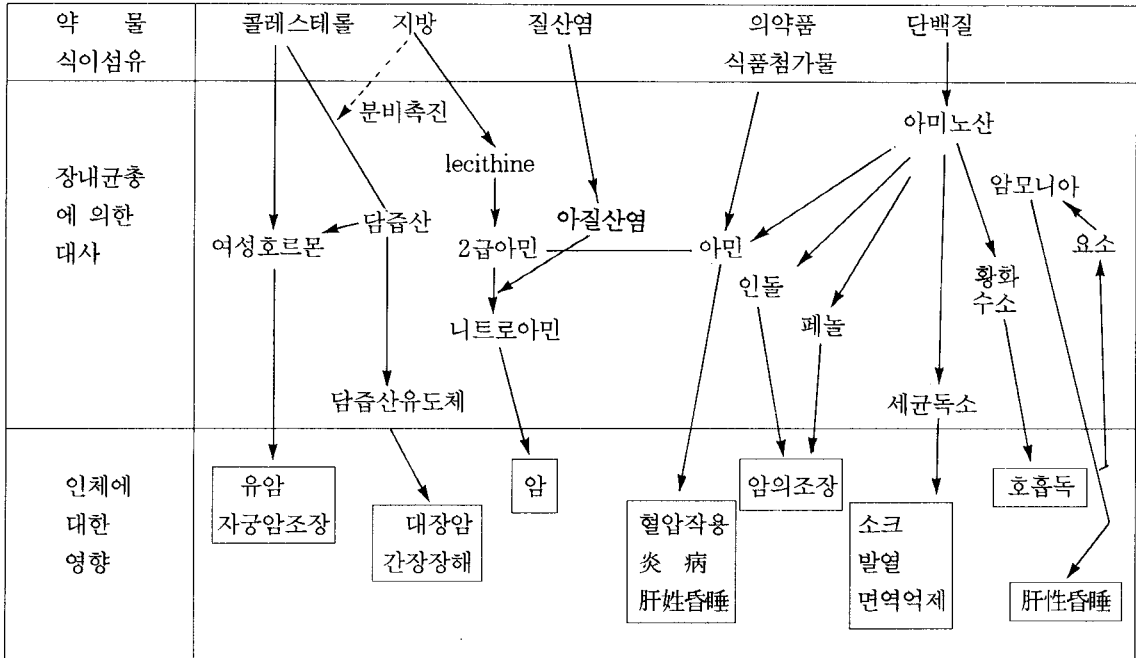
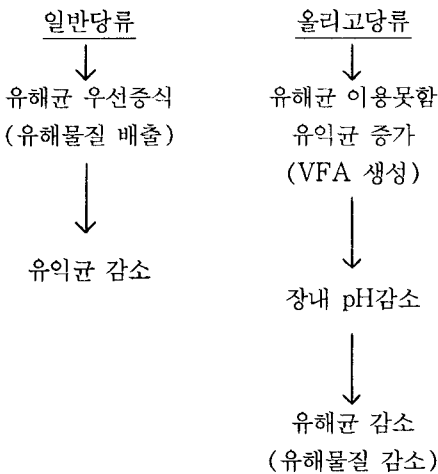


그림 3. 장내 유해균에 의한 유해물질의 생성



- * 유해균 : 대장균, *Clostridium*.
- * 유익균 : *Bifidobacteria*, *Lactobacillus*.

그림 4. 장내 유익균 증식 mechanism

3) 난충치성

충치발생은 구강내에 존재하는 *Streptococcus mutans*균의 Glycosyltransferase 효소에 의해 설탕이 분해되어 Glucan을 형성하고 치아에 치석(Plaque)을 형성시킨다(그림 5). 치석과 함께 존재하는 세균들에 의해 발효되어 lactic acid가 생성되어 충치를 발생시킨다. 올리고당류는 구강내에서 *S.mutans*에 의해 이용되지 않으므로 난충치성의 당류이다.

4) 변비개선

올리고당류에 의한 변비개선 mechanism은 다음과 같다(그림 6).

올리고당류는 소화관 효소에 의해 분해되지 않고 대장내 비피더스균에 의해 분해되어 VFA로 분해된다. 생성된 VFA는 장에 자극을 주어 장내 연동운동을 증가시켜 변비개선 효과를 준다.

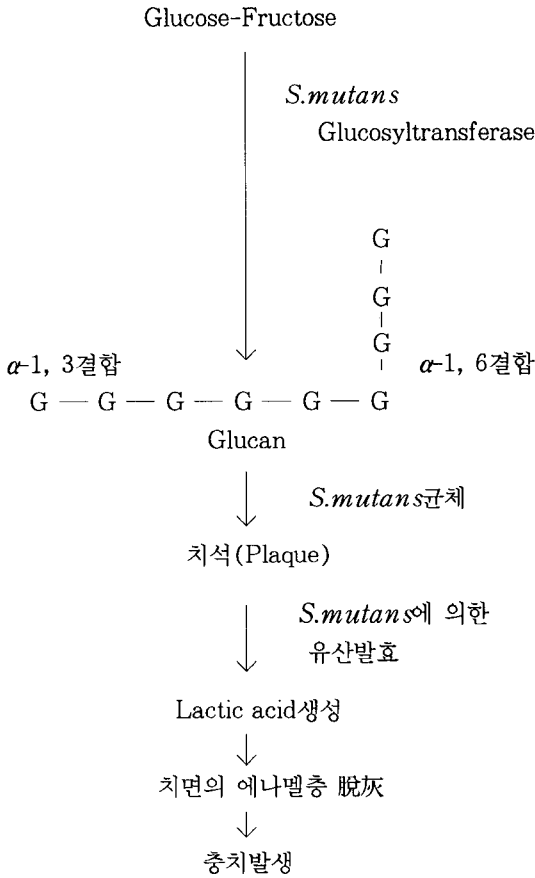


그림 5. 충치발생 mechanism

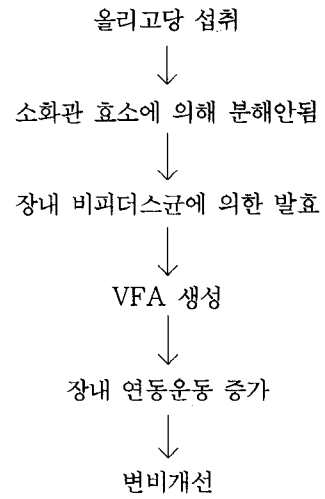


그림 6. 올리고당에 의한 변비 개선 mechanism

5) 장내 부패물질의 감소

장내 부패균은 생체에 유해한 인돌, sketol, 페놀화합물과 아민류등을 생산한다. 올리고당류를 섭취하면 장내 비피더스균을 증가시켜 이들이 생산하는 VFA에 의해 장내 pH가 저하되어 장내부패균인 *E. coli*, *Clostridium perfringens*등의 증식이 억제된다. 가축의 경우도 마찬가지이다(표 2).

표 2. 프락토올리고당 투여시 각종동물에의 영향

동 물	주요변동균	그외변동균	대변의변화	숙주의영향
사 람	<i>Bifidus</i> 증가	<i>C.perfringens</i> 감소 <i>Veillonella</i> 증가	유기산증가 부패물질감소	변비개선 혈청지질개선
소	<i>Lactobacillus</i> 증가	<i>C.perfringens</i> 감소		체중증가촉진
돼 지	<i>Streptococcus</i> 증가	<i>Clostridium</i> 감소 <i>Megasphaera</i> 증가	부패물질감소	체중증가촉진 사료효율향상
개	<i>Lactobacillus</i> 증가	<i>C. perfringens</i> 감소	부패물질감소	건강유지
토 끼	<i>Bifidus</i> 증가	<i>Bacteroides</i> 증가	유기산증가 부패물질감소	

6) 혈청지질개선효과

고혈압 환자 46명에게 프락토올리고당을 12g, 설당을 12g씩 각각 5주간 섭취시킨 결과 프락토올

리고당을 섭취한 군은 혈청콜레스테롤, triglyceride, 유리지방산, 혈당, 혈압이 저하되었지만 설당 군은 오히려 상승했다(그림 7, 8).

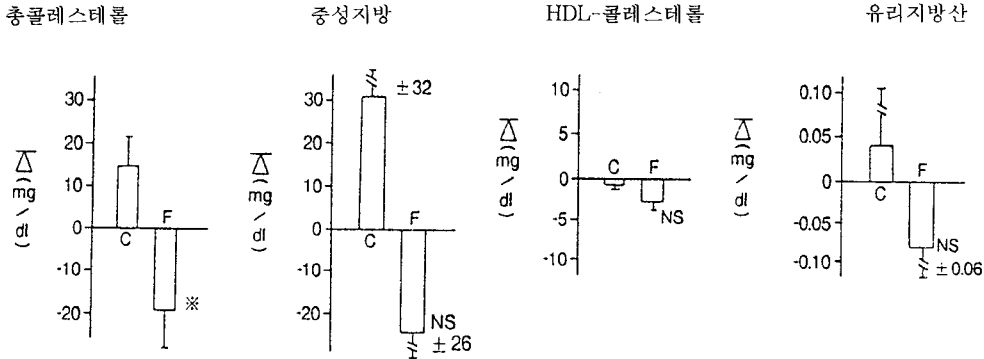
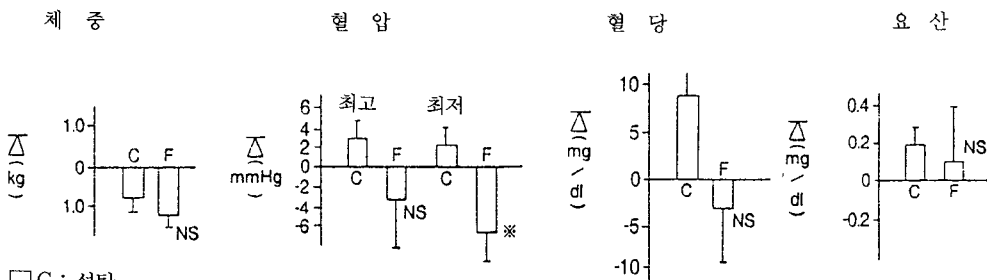


그림 7. 프락토올리고당의 혈청지질에 대한 효과



□ C : 설당
 □ F : 프락토올리고당

* P < 0.05 (평균치 ± 표준오차)

NS : 차이가 없음

그림 8. 프락토올리고당의 체중, 혈압, 혈당, 요산에 대한 효과

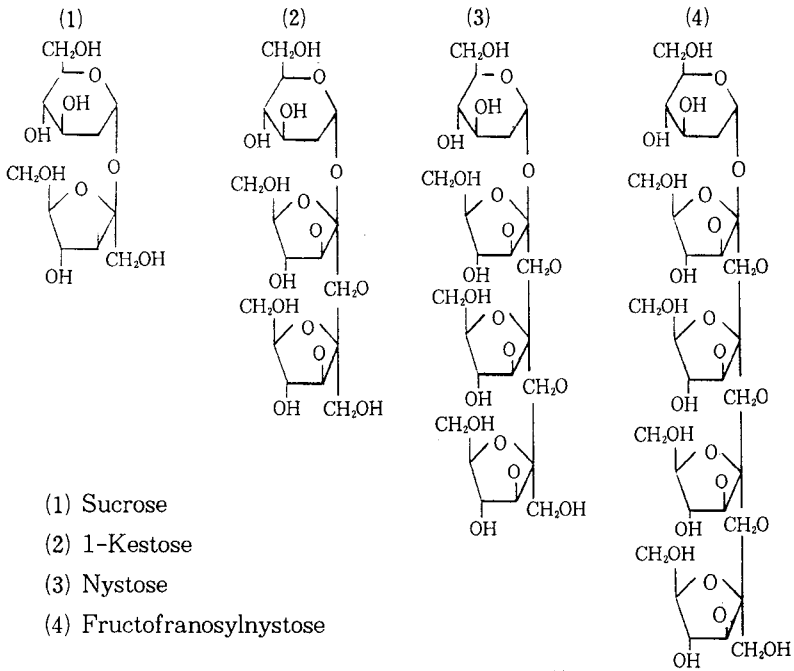
2. 올리고당의 특성 및 식품에의 응용

올리고당중에서 현재 국내 시판되고 있는 올리

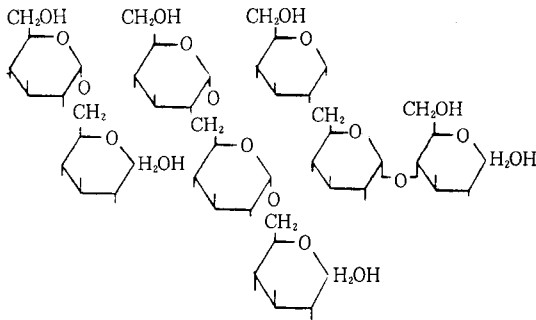
고당은 프락토올리고당을 비롯해서 이소말토올리고당, 갈락토올리고당, 대두올리고당등이 있으며 이중 프락토올리고당, 이소말토올리고당, 갈락토올리고당의 특성 및 기능성, 물성, 식품에의 이용등을 종합적으로 살펴보면 다음과 같다.

1) 구조

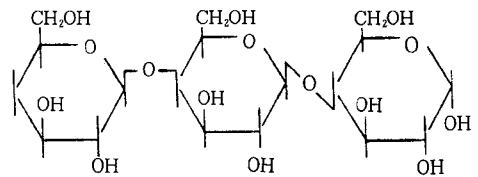
프락토올리고당



이소말토올리고당



갈락토올리고당



2) 원료 및 제조방법

구분	프락토올리고당	이소말토올리고당	갈락토올리고당
1) 원료	설탕	전분	유당
2) 제법	설탕 → 프락토 올리고당	전분 → 이소말토올리고당	유당 → 갈락토 올리고당
3) 효소	과당전이효소	분지당생성효소	β -galactosidase
4) 주성분	설탕, 과당결합체	Isomaltooligo당	Galactooligo당
5) 자연계	양파, 우엉, 바나나, 벌꿀	청주, 된장	모유, 우유

3) 올리고당의 기능성

구 분	프락토올리고당	이소말토올리고당	갈락토올리고당
1) 정장작용	장내세균중 Bifidus균을 증식시키고 부패균을 감소시킨다.	유 사 함	유 사 함
2) 난소화성	소장내 효소에 의해 거의 분해 되지않고 대장에 도달한다.	소장내에서 소화되어 에너지원으로 사용됨.	프락토올리고당과 유사함.
3) 칼 로 리	1.5Kcal/g	2 ~ 2.5Kcal/g	1.5Kcal/g
4) 난충치성	구강세균이 이용하지 못함 효과 우수함	유 사 함	유 사 함
5) 감 미 (설탕대비)	유사한 부드러운 감미를 갖는다.	유 사 함	유 사 함
6) 감 미 도	60 (설탕의 감미도 100기준)	52	60

4) 올리고당의 물성

구 분	프락토올리고당	이소말토올리고당	갈락토올리고당
1) 보습성 (설탕, 물엿과 비교)	유 사 함	우 수 함 (빵, cake등에 사용)	유 사 함
2) 점 성 (설탕과 비교)	유 사 함	유 사 함	유 사 함
3) 열안정성	130℃까지 안정함	170℃까지 안정함	180℃까지 안정함
4) 갈변성	비환원당으로 갈변이 일어나지않음	식품중의 아미노산과 반응하여 갈변이 일어남	다른 환원당에 비해 착색도가 현저히 낮음
5) 전분의 노화방지	효과없음	빵,과자등 전분함유 식품에 사용시 식품의 품질유지에 효과가 크다	
6) 내산성	약 함	강 함	매우강함(pH3, 120℃에서도 거의 분해가 일어나지 않음)
7) 점 성 (설탕용액과 비교시)	유 사 함	유 사 함	유 사 함
8) 발효성	효모에 의해 발효되어 감미가 떨어지며 보습성이 나빠짐	효모에 의해 발효되지 않으므로 감미유지및 보습성 효과가 크다	이소말토 올리고당과 유사함

5) 용 도

구 분	프락토올리고당	이소말토올리고당	갈락토올리고당
1) 제 빵	식빵, 과자빵, 조리빵	식빵, 과자빵	빵
2) 제 과	캔디, 쿠키, 젤리, 화과자, 양생과자, 잼, 초코렛	캔디, 젤리, 버터크림, 잼, 초코렛	캔디, 쿠키, 비스킷, 케익, 스낵
3) 빙 과	아이스크림, 샤베트, 아이스크endi	샤베트	아이스크림
4) 음 료	우유및 유산균음료, 커피음료, 청량음료, 알콜음료, 두유음료등	커피, 홍차, 우유등	유산균음료
5) 조미료		식초, 소스, 풍미조미료등	
6) 기 타	건강식품, 축육가공품, 수산연제품, 두부, 납두, 사료등		

참 고 문 헌

1. 市川富夫, 1991. 食品と開發, 26(9) : 32-33.
2. 小澤修, 1991. Japan Food Science, 30(9) : 33-37.
3. 菅野智榮, 1986. Japan Food Science, 25(4) : 68-76
4. 菅野智榮, 1989. 月刊 Food Chemical, 10 : 61-66
5. 新元久, 1985. 食の科學, 85 : 1-5
6. 日高秀昌, 1985. 治療學, 14(5) : 635-638
7. 日高秀昌, 1985. 微生物, 1(4) : 32-40
8. 松本圭介, 1989. 澱粉科學, 36(2) : 123-130.
9. 日高秀昌, 1984. Bioindustry, 1(6) : 5-13.