

機能性食品의 開發

최 춘 언 / 오뚜기食品(株) 중앙연구소 소장

근래 일본에서는 “기능성식품”이라는 용어가 크게 유행하고 있다. 일본은 현재 인구의 연령층별 구성을 볼때 어린이층이 작아지고 그대신 노년층이 많아지고 있으며 노년층이 되면 여러가지 노인병 및 성인병이 나타나게 되므로 어떻게 하면 이 노인병내지 성인병을 미연에 방지하고 계속해서 건강하고 기운차게 살아갈 수 있을까 하는 것이 큰 과제로 대두되었다. 그래서 이 기능성식품이라는 말이 유행하게 되었고 또 중요하게 되었다.

그렇지만 현재 일본에는 기능성식품이라고 하는 식품은 아직 없으며 여러가지 “영양보조식품”이라는 것이 발매되고 있는데 이것을 기능성식품으로 간주하기도 한다.

1. 기능성식품의 정의

기능성식품이라는 용어나 개념이 처음 일본에서 제창된 것은 1984년부터 1986년까지 수행된 일본 문부성의 특정연구 “식품기능의 계통적해석과 전개”에 비롯된다. 이 특정연구의 반조직과 분담과제를 보면 표 1과 같다. 우리는 식품이 갖는 기능을 1차, 2차, 3차로 구분하는데 1차기능은 종래부터 잘 알려지고 있는 영양성을 말하는 영양기능이고, 2차기능은 우리들의 기호성과 관련되는 감각기능이며, 3차기능이 우리체내에서의 생리활성과 관련되는 생

표 1. 1984~86년도 일본문부성 특정연구

“식품기능의 계통적해석과 전개” (대표자: 藤卷正生)의 반조직과 분담과제

1. 식품기능의 해석
 - 1) 1차기능의 해석(반장: 岩井 和夫, 京都大, 農)
 - (1) 생체에 의한 영양소의 인식기구
 - (2) 섭취 후 顯在化하는 기능성분자
 - (3) 식품영양의 새로운 판정기준
 - 2) 2차기능의 해석(반장: 河村 洋二郎, 大阪大, 醫)
 - (1) 감각응답 및 섭식(攝食)행동
 - (2) 향미와 화학감각
 - (3) 식품물성과 물리감각
 - 3) 3차기능의 해석(반장: 多田 富雄, 東京大, 醫)
 - (1) 면역조절성분
 - (2) 체조(體調)조정성분
 - (3) 새로운 Assay계의 개발
 - 4) 병태(病態)와 식품기능(반장: 井村 裕夫, 京都大, 醫)
 - (1) 노인병을 대상으로 한 해석
 - (2) 성인병을 대상으로 한 해석
 - (3) 질환시의 특수영양의 해석
2. 기능성식품 창제(創製)에의 전개
 - 5) 열화억제와 안전검증(반장: 松下 雪郎, 京都大, 食)
 - (1) 식품성분의 열변(劣變)과 그 제어
 - (2) 변이원성의 방제
 - (3) 유독인자의 제거와 안전성의 확보
 - 6) 식품소재의 품질변환 조작(반장: 矢野 俊正, 東京大, 農)
 - (1) 물리적 변환

- (2) 생화학적 변환
- (3) 생물공학적 변환
- 7) 기능성식품의 설계·구성(반장: 山内 邦 男, 東京大, 農)
 - (1) 기능성식품의 유형과 설계기준
 - (2) 기능성식품의 구성과 종합적 평가

체조절기능이다. 종래부터 먹고 있는 가공식품의 대부분은 1차기능과 2차기능을 나타내기 위한 것들이라고 할 수 있으며 새로운 개념인 기능성식품은 특히 3차기능을 효율적으로 나타낼수 있게 설계되고 만들어진 가공식품이라고 정의할 수 있을 것이다.

2. 식품중의 생체조절인자와 기능성식품의 조건

표2는 식품중에 존재하는 생체조절인자를 영양소군과 이들의 체내에서의 작용부위별로 나누어서 예시한 것이다.

체내에서 생체조절인자로서의 작용이 알려진 식품성분은 많이 있지만 식품 속에 들어 있는 이들 성분이 우리가 식품을 섭취한 후에 모두 그 기능을 발휘한다고 말할 수는 없다. 그 이유는 단백질이나 펩티드는 우리가 먹으면 우리의 소화관 내에서 아미노산으로 분해되어 이 아미노산의 형태로 흡수되기 때문이다. 즉 단백질이나 펩티드는 특이한 생리활성을 갖지만 이것이 분해되어 생긴 아미노산 혼합물은 보통 생리활성을 상실해 버린다. 따라서 우리의 체내에 흡수된 아미노산으로부터 단백질이나 펩티드가 체내에서 재합성되어 이것이 생리활성을 나타낼수는 있겠지만 식품중의 단백질이나 펩티드가 바로 생체조절인

표 2. 식품중의 생체조절인자

작용 부위	단백질·펩티드	당 질	지 질	기 타
소화흡수계	프로테아제, 아밀라아제, 리파아제, 소화효소저해물질, 칼슘흡수촉진포스포 펩티드, 위액분비억제 펩티드, 담 집산흡수저해 펩티드	비피더스활성올리 고당, 식이성섬유질	대두스테롤	대두사포닌
순 환 계	안지오텐신 전환효소저해 펩티드, 혈소판응집저해 펩티드, 모세혈관 투과성 양진 펩티드		리놀산, EPA, 팔미 토올레산, 레시틴	식물프라보노이드 다우린, S-알킬시 스티ن 술포옥시드, 렌티신, 메틸아릴 트리술퍼드
생체방어 면역계	면역글로부린, 트란스페린류, 리조침, 과산화효소, 카타라아제, 프로타민, 각종 레크틴, 파고시토시스(phagocytosis)촉진펩티드, 오리자시스타틴	항종양다당류, 트리 오즈레닥톤	항엔테로톡신강글 리오시드, 리놀산, 올레아놀산	알리신, 리그닌, 탄닌
내분비계	젓중의 각종 호르몬(TSH, TRH, GRH, PRL, ACTH, 봄베신 등)식물 유래의 동물호르몬상활성(LH-RH, TRH, 소마토스타틴상활성), 인슈린증 강 펩티드, 글루카닌상 펩티드			
세포분화증 식계	상피증식인자, 혈소판유래 증식인자, 신경증식인자, 콜로니 자극인자, 트리 프신저 해인자		비타민 A 비타민 D	니코틴산아미드, 프라보노이드
신 경 계	오피오이드아고니스트, 오피오이드안 타고니스트		알파리놀렌산	카페인, 티오피린, 티오브로민, 카프 사이신

자로서 작용하지는 못할 것이다.

당질의 경우도 단백질의 경우와 마찬가지로 섭취하면 소화관 내에서 포도당으로 분해되어 흡수되므로 당질의 종류에 따른 특이성이 없지만 식이성섬유질이나 올리고당 등은 사람의 소화관 내에서 소화(가수분해)되지 않기 때문에 장내에서 기름의 흡수를 돕는다든지, 비피더스균의 증식인자로 작용하는 등 생리활성을 나타낼 수 있는 것이다.

지질의 경우에도 소화관 내에서 가수분해되어 각각의 지방산으로 변화되지만 이 경우에는 지방산 그 자체가 생리활성을 갖는 물질이기 때문에 식품중의 생체조절인자로서는 지질이 가장 확실하게 효과가 있으며 중요하다고 할 수 있다.

무기질이나 비타민류에 있어서도 소화관 내에서 분해되지 않고 그대로 흡수되는 경우에는 생체조절인자로 작용할 것이다.

생체조절인자가 있어야 생체조절기능을 나타낼 수 있는 것이며 식품중의 생체조절인자가 체내에서의 소화흡수과정에서 가수분해 등 화학변화가 일어나지 않아야 기능성식품이 될 수 있는 것이다. 이것을 감안하여 기능성식품이 갖추어야 할 조건을 정리한다면 다음과 같이 된다.

(1) 명확한 제조목표를 가질 것. 즉 체내의 어느 부위에서 어떠한 조절인자로 작용하게 할 것인지의 목표가 있어야 한다는 것이다.

(2) 입으로 먹으므로 효과가 발휘될 것. 주사는 식품이 아니다. 또 먹었지만 소화흡수 과정에서 생리활성물질이 가수분해되어 목표하는 효과를 나타내지 못하면 기능성식품이 아니다.

(3) 화학구조가 해명되어 있는 기능성인자를 함유하고 있을 것.

(4) 식품중에서의 존재형태(결합형인지 유리형인지 등)가 명확할 것.

(5) 기능성인자의 작용메카니즘이 해명되어 있을 것.

(6) 안전성이 높을 것.

(7) 식품중에 안정하게 존재할 수 있을 것.

(8) 식품으로서 아무에게라도 받아들여질 것.

위의 8가지 조건을 모두 만족시킬 수 있다면 그것은 훌륭한 기능성식품이라고 말할 수 있다. 이 조건 중에서 가장 중요한 것은 (2), (3), (5)번의 조건이며 (6), (7), (8)번의 조건은 특별히 기능성식품이 아니더라도 식품이라고 하면 당연히 갖추어야 할 조건이기 때문에 기능성식품이라고해서 예외일 수는 없는 것이다. 따라서 (2), (3), (5)번의 조건은 기능성식품에 있어서 중요한 연구과제가 되는 것이며 이상의 조건은 기능성식품에 대한 개념을 명확하게 정립해 주는 것이기도 하다.

3. 기능성식품연구에 관한 일본의 현황

기능성식품의 연구를 위해 일본에서는 “기능성식품연락회”를 운영하고 있다. 이것은 민간의 연구그룹과 학자그룹의 두 그룹과 일본의 보건사회부격인 후생성이 협동하여 연구를 추진해 나가는 조직으로서 아래 그림이 그 관계를 나타낸 것이다.

이 연락회에는 11개 작업부회와 분과회가 있는데 이를 정리하면 표 3과 같다. 이외에도 대학과 국립연구기관이 참여하고 있는 “기능성식품간담회”가 있으며 민간기업의 모임인 “건강식품간담회”, “전일본건강자연식품협회”, “미래식품기술연구회” 등이 있어서 활발한 활동을 보이고 있다.

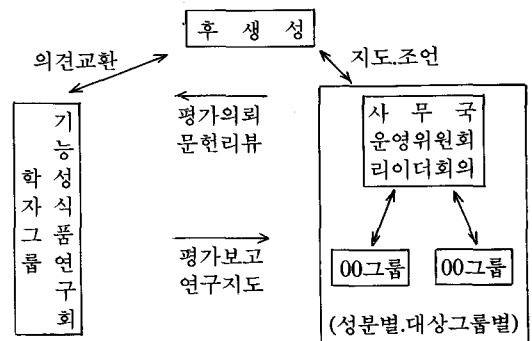


표 3. 작업부회와 분과회

작업부회	예시품목	분과회
(1) 식이섬유질	밀기울섬유질, 펙틴, 가라기난, 알긴산, 키틴, 버섯 배양물 등	정장(整腸), 혈당치(血糖值), 콜레스테롤저하
(2) 올리고당	싸이크로텍스트린, 이소말토올리고당, 크실로올리고당, 갈락토(대두)올리고당, 프락토올리고당, 이성화유당, 폴리덱스트로오즈 등	정장, 혈당콜레스테롤, 비우치성, 저칼로리
(3) 당알콜	말티톨, 환원파라티노오즈, 환원물엿 등	
(4) 다가불포화지방산	w-6계, 리놀산, 아라키돈산 등 w-3계, 알파리놀렌산, EPA, DHA 등	
(5) 펩티드류 및 단백질 등	밀크가제인을 트립신으로 분해하여 얻은 소수성 아미노산이 풍부한 펩티드 LPP, OPP, CPP, 디크토펜, 식물펩티드, 글로부린, 글루타타온, 다우린, 아스파탐 등	
(6) 배당체, 이소프레노이드 및 비타민류	프라보노이드, 사포닌류, 폴리페린, 트리테르페노이드, 카로티노이드, 식물스테롤, 스테비아 추출물 등, 토코페롤, 레티놀, 스쿠아엔, 아스코르브산 등	스테롤, 사포닌, 카로티노이드, 이소프레노이드, 프라보노이드, 감미료, 트리테르페노이드, 아스코르브산
(7) 알콜(알콜 및 페놀류)	옥타코사놀, 감마오리자놀, 카테킨, 물식자산 등	
(8) 코린(복합지질)	레시틴 등	
(9) 유산균류	유산균, 비피더스균 등	
(10) 미네랄, 비타민류	우골(牛骨)칼슘, 유청칼슘, 어골분칼슘 풍화조초 산호분(風化造礁 珊瑚粉), 마그네슘 등	칼슘, 마그네슘, 철
(11) 기타	점 베이스, 스크르디닌, 알리인, 테센산 등	

표 4. 건강식품 간화회 멤버

아사히맥주(주)	닛포데루마루(주)	아지노모도(주)	닛싱제분(주)
에자끼구리꼬(주)	닛싱제유(주)	가도기찌(주)	니혼수산(주)
가루피소식품공업(주)	니혼제분(주)	가루비(주)	니찌로어업(주)
깃꼬망(주)	하우스식품공업(주)	기니비(주)	후지제유(주)
(주)기분	(주)호넨코포레이슨	교와핫꼬공업(주)	마루다이식품(주)
삿포로맥주(주)	미쓰이제당(주)	사밧토석유(주)	메이지제과(주)
산토리(주)	메이지유업(주)	쇼와산교(주)	모리나가제과(주)
다이요어업(주)	모리나가유업(주)	다까라주조(주)	(주)야쿠르트본사
지바제분(주)	야마사장유(주)	(주)니찌레이	유끼지루시유업(주)
닛도제분(주)	요시와라제유(주)	(주)롯데	기린맥주(주)

표 5. 전일본 건강자연식품 협회 멤버

아이리스(주)	(유)비오막구스	(주)에이꼬
(주)분리요인 와세다 센터	(유)오겐크로레라 본사	오리히로(주)
(주)가이요 보꾸쵸	마루지마 장유(주)	크로레라공업(주)
모리야겐꼬쇼꾸힌(주)	(주)겐꼬이가꾸샤	야마노우찌상사(주)
레벤제약(주)	(주)시젠쇼꾸힌센터 본점	(주)스에히로고오소연구소
(주)세이짜하꾸넨본포	다이이찌드링크(주)	(주)내추라루그룹 본사
(주)닛겐 총본사	(주)닛겐 후즈	닛세이마린공업(주)
니혼겐꼬시젠쇼꾸(주)	(주)하야가와 고오소인료 연구소	

표 6. 미래식품기술연구회 멤버

아사히 맥주(주)	세이또공업회	도오와가세이공업(주)
상기상사(주)	가네보(주)	다이또(주)
니혼쇼꾸한가꼬(주)	미쓰비시가세이(주)	교도유업(주)
다ियो화학(주)	니혼사꾸리(주)	메이지제과(주)
(주)구라레	다이니혼잉키화학공업(주)	메이지유업(주)
구레하화학(주)	다이니혼인사쓰(주)	니혼텐사이세이또(주)
모리나가제과(주)	산스타(주)	다카사고오료오공업(주)
(주)하야시하라세이부쓰 가가꾸 연구소	라이온(주)	(주)시세이도오
(주)쓰무라	(주)소오젠사	돗반인사쓰(주)
후지모리공업(주)	롯데(주)	하세가와오료오(주)
모리야겐쇼쇼꾸힌(주)	니혼다바꼬산교(주)	산라꾸(주)

4. 식품의 기능성을 생각할 때의 유의사항

식품의 기능성을 생각할 경우에는 먼저 섭취한 음식물이 우리의 소화관을 통과하는 양상에 유의해야 한다. 식품은 크게 나누어 단백질, 지질, 탄수화물, 비타민, 무기질 및 물의 영양소의 혼합체라고 할 수 있으며 입, 위, 장을 통과하여 체외로 미소화물이 배설되기까지 각종 효소가 들어있는 소화액의 작용을 받는다.

단백질은 주로 소장에서 소화(가수분해)되어 아미노산과 펩티드가 되어 소장점막에서 흡수된다. 이중 펩티드는 점막 내에서 다시 아미노산으로까지 분해된다. 그러니까 대부분의 경우 단백질은 아미노산이 되어 혈액 속에 들어간다. 탄수화물도 소장 점막에 흡수되는 것은 포도당이 대부분이며 일부 과당과 갈락토오스가 있다. 따라서 탄수화물에 있어서는 소화(가수분해)되지 않는 것 만이 장 내를 통과하게 된다. 지방의 경우에는 가수분해되어 지방산으로 되는데 이중 탄소사슬이 짧거나 중간정도의 지방산은 그대로 문맥혈관을 통하여 흡수되고 탄소사슬이 긴 지방산은 에스테르화를 거쳐 중성지방이 된 다음 리포단백질과 킬로미크론(chylomicron)을 형성하여 임파관을 통해 흡수된다. 스테로이드 등의 성분도 임파관을 통해 흡수되며 비타민, 무기질은 그대로의 형태로 장관에서 흡수되어 혈액 중으로

이행한다.

이상과 같이 단백질이나 탄수화물은 그 대부분이 아미노산이나 포도당이 되어 혈액중에 이행하기 때문에 식품중에서의 형태와 달라지게 되니 생리기능을 발현하기 어렵다고 할 수 있으며 다만 장관에 대한 생리효과는 다소 기대될 수 있다. 그렇지만 지질, 비타민, 무기질 등은 본래의 형태 그대로 혈액 중에 이행되기 때문에 그 생리기능은 충분히 기대해 볼만 하다.

5. 식품의 기능성 평가 방법의 원칙과 문제점

여러가지 평가방법이 고안되어 있으나 대별하면 in vitro(시험관 내)에 의한 방법과 in vivo(생체내)에 의한 방법이 있다. 전자는 단 시간에 많은 식품을 시험할 수 있는 장점이 있으나 사람에게 그대로 결과가 적용되는 경우는 적다는 단점이 있다. 한편 후자는 60% 정도 사람의 경우에도 적용되며 같은 결과를 가져다 주는 장점이 있으나 많은 노력을 필요로 하는 단점이 있다. 결국 in vitro법으로 식품의 기능성을 밝히기는 매우 곤란하며 많은 오류가 발생할 염려가 있다. in vivo법에서도 그 조건설정이 올바르게 못하면 역시 오류가 발생하게 된다. in vivo법에 있어서 목적에 맞는 실험조건을 설정하는 일은 매우 중요하다.

실험조건 설정에서 유의할 사항으로 첫째 실험동물의 선택이 있다. 보통은 쥐(흰쥐, 랫트), 개, 원숭이 등을 사용한다. 사람이 하루 450~500g의 고형물을 섭취하는데 반해 흰쥐는 1일 약 4g의 고형물을, 랫트는 약 20g의 고형물을 섭취하고 있다. 소동물을 사용하는 잇점으로는 이렇게 식이가 적게 드는것 외에 일정한 식이로서 장기간 사육이 가능하고 생리기능을 명확하게 할 수 있다는 점이다. 또 사람에서는 할 수 없는 일로서 필요한 장기를 임의로 채취할 수 있다. 또 수명이 짧기 때문에 단기간에 몇세대에 걸친 현상의 관찰이나 실험이 가능하다(쥐의 수명은 2~3년). 토끼나 모르모트는 식성이 사람과 틀리기 때문에 특별한 목적의 실험에서만 사용된다.

두번째로 시험식품 또는 성분의 배합비를 사람의 경우와 유사하게 하여야 한다. 한 예를 들면 옥수수전분 38%, 카제인 25%, 알파전분 10%, 섬유소분말 8%, 식물유 6%, 무기질혼합물 6%, 그라뉴당 5%, 비타민류 2%의 배합이 적절하다. 시험식품 또는 성분의 배합은 사람이 통상 섭취하는 분량의 2~3배가 한도이다. 10~20배 이상되는 많은 양을 급이하면 이 경우에는 생리효과가 인정되더라도 통상의 섭취량으로서는 효과가 나타나지 않는 일이 많으니 적절하지 못하다. 따라서 신규로 기능성 식품을 개발할 경우에는 사람의 섭취량에 상당한 비율로 배합한 사료를 사용해서 시험하

여야만 한다.

세째로 시험기간 및 사용동물의 연령의 설정을 합리적으로 해야 한다. 동물시험은 보통 장기간에 걸쳐 하게 되는데 독성시험의 경우 급성독성시험이면 2주간 이내에 끝나지만 아 급성독성시험은 2~3개월, 만성독성시험은 6개월 이상 죽을 때까지 하게 된다. 단순계산으로는 쥐의 1개월은 사람의 2년에 상당한다. 그러나 성인을 대상으로 한 기능성식품의 개발에서는 적어도 3개월이상 된 쥐를 사용해서 시험해야만 한다.

동물실험 결과를 사람에게 응용할 경우에는 응용가능한 지표를 선택하는 일이 중요하다. 그리고 이 지표는 임상적으로 사용되고 있는 지표이어야 한다. 그러나 사람과 동물간의 대사의 차이를 충분히 고려하지 않으면 안된다. 예컨대 혈액중의 콜레스테롤에 관한 실험에서 사람은 혈액중 콜레스테롤의 생성이 내인성(內因性)이 60~80%이고 식사성의 것은 20~40%이며 장관에서의 흡수율이 낮는데 반하여, 랫트는 내인성은 15~30%에 불과하고 식이섭이 70~80%이며 장관에서의 흡수율도 아주 높다. 그러므로 콜레스테롤 함유식에 의한 쥐의 시험결과로서 사람의 혈관중 콜레스테롤의 상승 또는 저하효과를 말하기는 어렵다. 그러니 이 경우에는 콜레스테롤 무첨가식에 의한 시험을 대조로서 반드시 하여야 한다.