특 집

식품단백질 유래의 생리활성 펩타이드

손 동 화
이화학연구부

1. 식품성분의 생리적 기능성

식품은 인간의 생존에 가장 중요한 요소의 하나로서, 인체의 항상성 유지, 그 균형의 변화로부터 유발되는 질병, 또는 질병으로부터의 회복에 이르기까지 크고 작게 식품이 관여되고 있다. 근년 이러한 식품의 기능과 관련한 일련의 연구를 통하여 식품기원의 특유한 화합물군은, 생체자신이 가지고 있는 원래의 생리작용에 대하여 영향을 미치고 있음이 명확히 드러나고 있다. 즉, 식품을 통하여 체내에 섭취되는 外來性 인자(식품기원의 생체조절성 인자)가, 생체의 생리기능 조절계(신경계, 순환계, 분비계, 소화계, 세포분화 및 증식계, 생체방어계 등)에 작용하고 있는 內在性 인자와 상호작용(협동, 상승, 길항, 대체 등)하기도 하고, 자극작용(내재성 인자의 생합성이나 분비의 억제, 촉진)하기도 하여, 직·간접으로 생체조절 기능에 관여하고 있슴이 밝혀지고 있다(38).

식품은 의약품과는 달리 반복해서 섭취하기 때문에 유효기능을 발휘하는 화합물이 체내에 미량 도입되거나(통상 기능성 물질은 극미량의 국소 농도로 생리활성을 발현함), 그 활성이 매우 작은 경우에도 늘 공급되기 때문에 생체로서는 중요한 영향을 받을 수 밖에 없다. 이와 같이 식품기원의 생체조절 기능성인자는 다종다양하며 계속해서 발견되고 있으나, 이들의 작용기작, 작용부위, 효과가 나타나는 방식도 복잡다단하기 때문에 이같은 물질군의 발견 및 그 구조해석도 쉽지 않다. 이러한 연구 결과는 어떤 경우에도 여러 분야의 학문에 걸쳐서(學際間) 실제 생체내에서의 생리작용 해명이 필요하며, 다른 한편으로 새로운 기능성 식품의 생산을 위한 설계에 필요한 기초자료를 제공해 주고 있다(36).

2. 식품 유래의 생리활성 펩타이드

식품기원의 생체조절성 인자 중에서 식품단백질 유래의 펩타이드는 특히 다양한 활성을 나타내는데, 그 기원에 따라 크게 둘로 顯在的 펩타이드와 潛在的 펩타이드로 나눌 수 있다(35)(표 1). 전자에는 비교적 고분자상의 홀몬류 및 효소저해제가 주로 해당된다. 후자는 종래에 생리활성 펩타이드의 전구체로 생각되지 않았던 식품단백질이나 혈액단백질 등으로부터도 생리활성 펩타이드가 파생되는 것이 판명되면서부터 최근 연구가 활발히 진행되고 있다(25, 35, 45). 표 1은 현재까지 밝혀진 식품유래의 생리활성 펩타이드를 요약한 것이다. 식품유래 생리활성 펩타이드의 일반적인 특징은 다

음과 같다 : 1) 구조 및 활성이 다양함, 2) protease류에 의하여 분해됨, 3) 흡수되기 어려움, 4) 유전자조작에 의하여 생산 및 개조가 가능함, 5) 활성부위 전후에 protease절단부위가 필요함, 6) 활성은 낮을지 모르나 안전성이 기대됨. 또한, 이러한 펩타이드는 아편상(opioid) 펩타이드, 평활근 작동성 펩타이드 등과 같이 특정의 수용체(receptor)를 통하여 작용하는 것과 효소저해 활성을 보이는 것이 있다. 내인성 생리활성 펩타이드와 비교하면, 일반적으로 이러한 외인성 생리활성 펩타이드의 비활성은 그다지 크지 않으나, 다른 한편으로 특이한 구조를 갖는 것이 많으며 다기능성을 나타내는 등의 특징이 있다(47).

1.1 Opioid peptides

Enkaphalins(YGGFM, YGGFL) 등의 내인성 펩타이드(endorphin)가 뇌, 뇌하수체, 갑상선수질, 장, 혈액, 뇨에서 발견되어 진통, 마취, 평활근의 수축등에 관여함이 밝혀진 이후, Brantl 등(2)이 1979년에 casein peptide로부터 분리한 β-casomorphin(YPFPGPI)이 식품단백질 유래의 receptor결합 펩타이드로서 최초로 보고되었다. 이 펩타이드는 유아의 수면을 조절하는 것으로 추정된다. 그 이후 우유나 인유의 단백질에서 유래한 opioid peptide가 많이 발견되었다(8, 9, 16, 23, 27, 43, 46)(표 1). 이들은 대부분 Y-X-F 또는 Y-X_1-X_2-F의 공통구조를 갖고 있다. 또한, 밀글루텐의 효소분해물에서부터 매우 강력한 opioid활성의 펩타이드(GYYPT, YGGWL, YPISL)가 보고되었는데 이들은 위와 다른 구조를 가지고 있다. (8, 9) 특히 gluten exorphin A는 경구투여시 혈중 insulin농도가 높아짐이 관명되었다(8). 특히 최근에 opiates가 항암작용을 함이 보고되어, opioid peptides도 항암효능이 있는지에 대한 검토가 필요하다고 생각한다(15).

한편, opioid antagonist 활성의 펩타이드도 분리되었는데(24, 47), 이는 opioid활성을 스스로 갖지 않으나 opioid receptor에 결합하여 opioid의 작용을 저해한다(3). 이들중에는 회장의 연동운동을 촉진하여 악성변비를 개선하는 효과를 갖는 것이 많다(37). 또한 casoxin D(YVPFPPF)는 혈중에 존재하는 bradykinin(RPPGFSPFR)처럼 bradykinin receptor와 반응하여 동맥이완작용, 혈압강하작용을 하는 것으로 보고되었다(47).

1.2 탐식작용을 촉진하는 펩타이드

호중구나 대식세포(macrophage)의 탐식작용은 생체방어의 초기반응으로서 매우 중요하다. Casein 등에서 유래하는 탐식작용촉진 펩타이드가 다수 발견되었으며(6, 7, 21), Immunoglobulin으로부터 유래한 내재성 탐식작용촉진 펩타이드인 tuftsin(TKPR)과 유사한 펩타이드가 대두단백질인 glycinin(11S) globulin의 효소분해물로부터 분리되었다(26). 즉 HCQRPR 및 QRPR는 macrophage의 식작용 활성화, 항체생산증강, 병원균 감염에 대한 방어작용, TNF분비의 촉진 등의 효과가 있는 것으로 나타났고, 특히 TNF의 분비촉진 효과는 경구투여시에도 확인되었다. 또한 대두의 conglycinin(7S) globulin유래의 soypetide (MIT-LAIPVNKPGR)도 분리되었다(34). 특히 casoxin C(YIPIQYVLSR) 및 oryzatensin(GYPMYPLPR)은 opioid antagonist활성이외에 이 활성도 동시에 갖고 있슴이 밝혀졌다(33).

1.3 Angiotensin converting enzyme (ACE) 저해 펩타이드

ACE는 혈압상승 물질인 angiotensin의 생성 및 혈압강하물질인 bradykinin의 분해를 촉매하는 효소이어서, 이 효소에 대한 저해물질은 혈압강하작용을 나타낸다. 식품단백질 유래의 ACE저해 펩타이드는 gelatin, casein 등에서 유래한 것이 상당수가 보고되어 있다(28, 39, 42).

일반적으로 경구투여시의 효과는 소화관에서의 펩타이드 안정성, 장관흡수의 용이, 흡수후 안정성 등에 의하여 좌우되는데, ACE저해 펩타이드의 경우 ACE에 대한 안정성이 매우 중요하다. ACE는 기질특이성이 매우 넓은 dipeptidylcar-boxypepti-dase

여서 많은 펩타이드가 이 효소의 기질이 된다. 문제는 이러한 기질도 in vitro분석계에서는 저해활성이 있는 것처럼 나타나는 것이다. 이런 ACE저해 펩타이드도 정맥주사시에는 수분내에 항압효과가 나타나나, 경구투여시는 전혀 효과가 없다. 그러므로 경구투여시 정말 항압(혈압강하)효과가 나타나는 ACE 저해물질이라야 한다. 또한, 미생물유래의 protease에 의하여 생성된 펩타이드 중에는 섭취후 체내에서 소화관 protease나 ACE에 의하여 비로소 ACE저해활성을 나타내는 펩타이드(IVGRPRHQG, IWWHHT, LKPNM 등)가 발견되었다. 이러한 펩타이드는 통상의 ACE저해 펩타이드에 비하여 지속시간이 긴 경향을 띠고 있다(47).

1.4 혈소판응집저해(RDG함유) 펩타이드

Fibronectin, fibrinogen, laminin, collagen 등의 세포접착성 단백질은 세포측의 receptor인 integrin과 접착성을 나타내는데 이들 단백질에 함유되어 있는 RDG의 tri-peptide서열이 그 상호작용에 관여하고 있다. 따라서, RGDS 등 RDG서열을 갖는 펩타이드는 혈소판 응집활성 및 암의 전이저해활성을 나타냄이 알려져 있다(4). 우유단백질 κ-casein유래의 MAIPPKKNQDK, 그리고 쌀단백질의 trypsin분해물로부터 분리한 RGDLER 등이 혈소판응집 저해활성을 나타낸다(5, 6, 17, 43, 48).

1.5 칼슘흡수촉진 펩타이드

칼슘은 소화관내에서 인산과 반응하여 인산칼슘을 형성하여 침전하므로써 그 흡수가 저해되고 있다. 우유의 α_{s1}-casein, β-casein중 serinephosphate잔기가 많은 부분으로 이뤄진 caseinophosphopeptide는 인산칼슘의 침전을 방지하여 칼슘의 체내흡수를 촉진한다(14, 43).

1.6 담즙산 결합 펩타이드

대두단백질의 가수분해물은 콜레스테롤의 흡수저해하는 것으로 널리 알려져 있는데, 소수성이 강한 대두 11S globulin(glycinin)의 acidic subunit 41잔기로 구성되어 있는 펩타이드가 분리되었다(19, 30). 담즙산과 결합하여 흡수를 저해하므로써 혈중 콜레스테롤 농도를 낮춘다.

1.7 기타의 활성 펩타이드

1) Rennet의 처리에 의한 casein micelle의 응고시 κ-casein으로부터 유리되는 C말단부위의 당단백질인 macroglycopeptide는 위액의 분비 및 위의 운동을 억제하는 작용과 비피더스 증식작용, 독소중화작용 등을 갖고 있다(31, 43).
2) para-κ-casein의 C말단부위(특히 101-105)가 chymotrypsin저해효과를 가진다(5).
3) α_{s1}-casein 분해물(아마도 1-23)은 항균효과를 가진다(15).
4) 우유 및 인유 β-casein유래의 펩타이드가 BALB/c3T3세포의 증식작용을 가진다(1).

그 이외에도 인공합성한 펩타이드가 여러 활성을 나타냄이 보고되었으나 천연 식품유래의 것이 아니므로 자료를 제시하지 않았다.

이상과 같은 식품단백질 유래의 생리활성 펩타이드가 어떻게 receptor를 통하여 작용하느냐는 특히 흥미롭고 중요한 문제이며, 현재까지 밝혀진 바로는 유단백질 유래의 펩타이드는 대부분 receptor 또는 정보전달을 통하여 작용하고 있다. 유단백질이나 혈청단백질로부터 파생된 생리활성 펩타이드는, 이들의 존재가 합목적성을 내포하고 있을 가능성이 있다. 그러나, 식물단백질로부터도 다수의 생리활성 펩타이드가 파생되는 점으로 미루어 우연에 의한 것으로 생각하는 것이 타당하다. 또한 여기서 소개되지 않은 새로운 활성의 식품 펩타이드가 존재할 수 있는 가능성은 매우 높으며, 특히 발효식품의 경우 미생물효소에 의한 단백질의 가수분해로 다양한 종류의 생리활성 펩타이드가 생성될 수 있다.

〈표 1〉 식품단백질 유래의 생리활성 펩타이드

종 류	구 조	기 원	작 용
I. 顯在的 생리활성 펩타이드		젖	
Hormone(GRH, TRH, TSH, ACTH, PRL 등)		젖	
세포 성장인자(EGF, PDGF, CSF)		식물(동물, 미생물)	
Protease inhibitor		식물(동물, 미생물)	
Amylase inhibitor			
II. 潛在的 생리활성 펩타이드			
1) Opioid peptides(agonist)			: 진통, 장관연동의 억제
β-Casomorphin 5(소)	YPFPG(60-64)	β-casein(우유)	
β-Casomorphin 7(소)	YPFPGPI(60-66)	β-casein(우유)	+insulin분비촉진
β-Casomorphin 11(소)	YPFPGPINSI(60-66)	β-casein(우유)	
β-Casomorphin(사람)	YPFVEPI(51-57)	β-casein(인유)	
Morphiceptin	YPFP-NH2(60-63)	β-casein(우유)	
Valmuceptin	YPFV-NH2(51-54)	β-casein(인유)	
β-Casorphin	YPSF-NH2(41-44)	β-casein(인유)	
β-Casein(59-63)	YGFLP(59-63)	β-casein(인유)	
α-Lactorphin(소)	YGLF-NH2(50-53)	α-lactalbumin(우유)	
α-Lactorphin(사람)	YLLF-NH2	α-lactalbumin(인유)	
β-Lactorphin	YLLF(102-105)	β-lactoglobulin	
α-Casein exsorphin	RYLGYLE (90-96)	α_{s1}-casein (우유)	
Gluten exsorphin A	GYYPT	gluten	+insulin분비촉진
Gluten exsorphin B	YGGWL	gluten	
Gluten exsorphin C	YPISL	gluten	
2) Opioid peptides(antagonist)			: 항opioid, 장관연동촉진
Casoxin 6	SRYPSY-OCH3	κ-casein(우유)	
Casoxin A	YPSYGLNY	κ-casein(우유)	
Casoxin B	YPYY(58-61/31-34)	κ-casein(우유/인유)	
Casoxin C	YIPIQYVLSR	κ-casein(우유)	+탐식작용, 장관수축
Casoxin D	YVPFPPF	α_{S1}-casein(우유)	+동맥이완, 혈압강하
Lactoferroxin A	YLGSGY-OCH3	lactoferrin(인유)	
Lactoferroxin B	RYYGY-OCH3	lactoferrin(인유)	
Lactoferroxin C	KYLGPQY-OCH3	lactoferrin(인유)	
Oryzatensin	GYPMYPLPR	쌀 단백질	+탐식작용
3) Phagocytosis peptides			: 탐식작용촉진, 면역증강
	PGPIPN(63-68)	β-casein(우유)	
	VEPIPY(54-59)	β-casein(인유)	
	LLY(191-193)	β-casein(우유)	
	GFL(60-62)	β-casein(인유)	
	GLF(52-53)	α_{S1}-casein(우유)	
Albutensin	ALKAWAVAR	serumalbumin(인유)	+동맥이완
Tuftsin	TKPR	Immunoglobulin	
Ovokinin	FRADHPFL	난백 albumin	+동맥이완
	HCQRPR	대두 11S globulin	+항체생산/TNF분비촉진

종 류	구 조	기 원	작 용
Soypetide	MITLAIPVNKPGR	대두 7S globulin	
	GYPMYPLPR	쌀 단백질	+장관수축
4) ACE 저해 peptides			: 혈압강하
	FFVAPFPEVFGK(24-34)	α_{S1}-casein(우유)	
	TTMPLW (194-199)	α_{S1}-casein(우유)	+탐식작용
	AVPYPQR(177-183)	β-casein(우유)	
	SFQPQPLIYP(43-52)	β-casein(인유)	
	VRP(63-65)	κ-casein(인유)	
	IVGRPRHQG(36-44)	정어리근육 actin	
	IWHHT(87-91)	정어리근육 actin	
	ALPHA	정어리근육 actin	
	FQP	정어리근육 actin	
	IKPLNY	정어리근육 myosin	
	PVM	정어리근육	
	LKPNM	정어리근육	
	IY	정어리근육	
	FQP	정어리근육	
	VAF	lactoferrin	
	LLF	lactoferrin	
	SRYL	lactoferrin	
	LINS	ovalbumin	
	IIY	보리 gluten	
	YRILEF	대두 단백질	
	FVIPAGY	대두 단백질	
5) Antithrombotic peptides			: 혈소판응집저해
	MAIPPKKNQDK(106-116)	κ-casein(우유)	
	PHLSF	κ-casein(우유)	
	KRDS(39-42)	lactoferrin(인유)	
	RGDLER	쌀 albumin	
6) Caseinophosphopeptides(CPP)			: 칼슘흡수촉진
	β-casein(1-25)	β-casein(우유)	
	α_{S1}-casein(43-79)	α_{S1}-casein(우유)	
7) 담즙산 결합 peptides			: 콜레스테롤 흡수저해
	소구성 41잔기	대두 11S acidic subunit	
8) DNA합성촉진 peptides			: BALB/c3T3세포의 증식
	AVPYPQR	β-casein(우유)	
	RETIESLSSEESIPEYK(1-18)	β-casein(인유)	
	QPTIPFFDPQIPK(105-117)	β-casein(인유)	

+작용은 해당 펩타이드가 갖는 다른 생리활성을 나타내고 있음.

3. 펩타이드 흡수 특성

식품단백질유래의 생리활성 펩타이드에 관한 최대의 관심은, 펩타이드 또는 이를 함유하는 전구체를 섭취하였을 때 과연 어떤 형태로 흡수되어 최종적으로 어떤 생리활성을 나타내는가하는 점이다. 종래에는 단백질의 섭취시 소화관내에서 아미노산으로 분해되어 흡수된다고 생각하였으나 동물실험의 결과 상당히 많은 펩타이드가 소화관에서의 분해나 장관흡수라는 장벽을 넘어 통과됨이 밝혀졌다. 또한 유리 아미노산보다 di- 또는 tripeptide의 흡수가 훨씬 효과적이었으며 흡수된 아미노산의 pattern도 유리 아미노산을 혼합하여 투여한 경우보다 평준화된 것으로 나타나, 현재까지 아미노산 단독으로서 보다는 아미노산 3개까지로 된 펩타이드의 흡수효율이 우세하다는 결론에 이르고 있다(11, 22). 영양학적인 관점에서 이같은 펩타이드의 영양은 체내 단백질 합성에는 아무런 영향을 미치지 않으나 아미노산 장애자, 수술후 환자의 회복에 매우 유리할 것으로 생각된다.

이상과 같은 현상론적인 연구에 비하여 펩타이드 수송계상의 해석은 복잡하여 연구가 진전되지 못하였으나 1973년 Hopfer 등(12)에 의하여 소장상피세포로부터 BBMV(brush boarder membrane vesicle)의 분리법을 개발하므로써 아미노산 및 펩타이드 수송기구에 대한 해석에 커다란 진전을 이루게 되었다. 이 방법을 실험에 도입한 결과 펩타이드의 수송은 아미노산의 수송과는 다른 계를 통하여 흡수되며, 이때 carrier가 개입된 수송계가 존재함이 밝혀졌다(10). 그러나 구체적인 carrier의 구조나 작용기구, 그리고 소장점막의 상피세포를 통과한 펩타이드는 어떤 형태로 수송되는지에 대하여는 아직 의문으로 남아 있다.

다른 한편 고분자성의 단백질이나 펩타이드의 소장막투과도 가능함이 오래전부터 알려져 있는데, 이는 상피세포의 endocytosis에 의한 흡수와 세포간 간극을 통한 흡수로 생각된다(32). 전자의 경우 receptor 특이성, 후자의 경우 desmosome 및 tight junction을 경유한 흡수의 억제에 대하여는 더 연구되어야 하며, 특히 이는 장관면역과 식품알레르기와도 깊은 관련이 있다.

4. 펩타이드 소재를 이용한 기능성 식품의 개발

생리활성 펩타이드는 최종적으로 기능성 식품—일반식품과는 달리 기능성 식품은 특정 생체조절기능(펩타이드)이 발현되도록 가공된 식품—의 제조에 활용되거나, 경우에 따라서는 신규 약품의 형태로 활용할 수 있다. 기능성 식품을 만들기 위하여는 특수한 기술, 안전성, 효능을 검정하는 해석법이 정비되어 있어야 할 뿐아니라, 항상성 유지, 질병으로부터의 회복 또는 예방, 성인병 대책 등을 의도하여 기능성 식품을 창출하는 기반 해석이 충분히 달성되어 있어야 한다.

펩타이드를 이용한 기능성 식품의 개발을 위하여는, 여러 단계의 고려사항들이 있는데, 1) 목적에 따른 생리활성 펩타이드의 선택, 2) 구조 및 작용기작의 해명, 3) 펩타이드 생성조건의 최적화, 4) 이용형태의 설정, 5) 섭취후의 효과 확인, 6) 안정성의 확인 등이다(44).

우선, 대상 연령층과 작용을 고려하여 어떤 생리활성을 검색할 것인가를 결정하고 그 기능성 인자를 각종 효소분해물로부터 검색한다. 이때 in vivo (동물실험)나 in vitro(배양세포의 이용, 효소활성의 측정, 기타 생화학적 반응의 측정)의 검색시스템을 이용한다. 강력한 활성물질을 찾고자 하는 경우는 검출감도가 낮아도 검출이 가능하나, 약한 활성물질인 경우는 놓칠 수 있다. 식품에서는 낮은 활성이라도 유효하게 이용될 수 있다는 전제하에 예민한 검출법을 도입한다. 이미 다른데서 활성이 확인된 것과 유사한 서열을 단백질 서열상에서 찾아내어 펩타이드를 합성하고 이를 검색에 이용하거나 phage vector에 발현된 random peptide library로부터 검색할 수도 있다. 식품중에 함유되어 있는 펩타이드의 다양성은 이와 같은 library에는 못 미치겠지만, 각종 단백질의 효소분해물은 천연계에 있어서 펩타이드의 출현빈도를 반영하고 있는 펩타이드 library의 일종으로 간주할 수 있다.

생리활성 펩타이드를 선발하고 그 구조 및 작용기작을 밝힌다. 종래의 내인성 생리활성 펩타이드와는 현저히 다른 구조를 띠면서 활성을 나타내는 펩타이드는 새로운 ligand의 설계시 선도물질로서 활용될 수 있다. 이러한 선도물질을 이용한 drug design으로 독특한 agonist나 antagonist의 창출이 기대된다.

다음으로 기능성 펩타이드의 제조방법이나 생성조건을 최적화한다. 제조방법에는 ① 효소공학적 방법, ② 유전자조작에 의한 단백질공학이나 생물공학적 방법(미생물, 동식물세포, transgenic animal/plant), ③ 펩타이드의 합성, ④ extruder나 초고압을 이용한 물리적 방법 등이 있다(36). 그러나 생산된 펩타이드의 섭취시 그 활성이 잘 나타날지는 의문이다. 왜냐하면 생체내에서 이들의 흡수가 용이하지 않을 수 있고, protease에 의하여 분해될 수도 있기때문이다. 그러므로 각 펩타이드의 장관내 흡수 및 in vivo반감기 등에 대한 자료가 필요하다. 한편, 생체내에서 활성의 펩타이드가 생성되도록 할 수도 있는데, 경우에 따라 적절한 발현방법을 강구해야 한다. 예를들면, 해당 proteolysis가 소화관 내에서 생기지 않는 경우, 적절한 protease로 전처리를 하므로써 발현이 가능하게 할 수도 있다. 또는, 활성펩타이드를 emulsion이나 liposome화하므로써 흡수를 개선시키는 방법을 이용할 수도 있다.

다음으로 식품소재로서의 이용형태를 결정해야 한다. 즉, 최종 어떤 식품의 형태(예 : 기능성 음료, 환자용 유동식, 기능성 과자 등/육아용, 스포츠 식품, 노인식, 미용식 등/항고혈압 간장, 항암성 된장, 항혈전 두부 등)로 제품화되는 것이 바람직한가, 활성의 안정화 조건은 어떠 해야 하는가, 흡수는 용이한가를 고려해야 한다. 특히 소화흡수 조건, 투여방법 등의 개선으로 경구투여시의 유효성을 더욱 증대시킬 수 있을 것이다.

마지막으로 in vivo동물실험 및 임상실험을 통하여, 섭취후의 효과를 검정하고 안전성을 확인하여야 한다.

한편, 합성이나 단백질 가수분해물로부터 특정 서열의 펩타이드들만을 분리하지 않더라도, 비교적 간단한 처리에 의하여 펩타이드 식품소재의 개발이 가능하다. 즉, 단백질 가수분해물은 그 자체만으로 소화성과 흡수성이 뛰어나며, 아미노산보다 낮은 삼투압성, 항알러지성, 높은 용해성을 갖고 있기때문이다(20). 또한, 발효미생물의 생육을 촉진하는 효과도 있다. 따라서, 환자나 노약자를 위한 경장유액, 병원식, 유아용 조제분유, 이유식 등의 제조를 위한 식품소재로서 비교적 손쉽게 펩타이드 혼합물을 활용할 수 있다(29). 아울러, 여러 단백질 유래의 가수분해물을 혼합하여 영양의 균형을 잘 맞추므로써 특수질병(예를들면 당뇨병) 대응식의 개발도 가능하다(40, 41).

펩타이드 등 생리활성 성분을 이용한 기능성 식품의 일반적인 요건은 다음과 같다 : 1) 명확한 제조목표가 있을 것, 2) 경구섭취로 효과가 발휘될 수 있을 것, 3) 화학구조가 해명된 기능성 인자를 함유할 것, 4) 식품중의 존재형태(결합 또는 유리)가 명확할 것, 5) 기능성 인자의 작용기작이 해명되어 있을 것, 6) 안전성이 높을 것, 7) 식품중에 안정하게 존재할 것, 8) 식품으로서의 受諾性을 충족할 것 등이다(36).

5. 맺 는 말

환경 및 사회변화와 함께 암, 성인병 등의 발생율 증가와 노령화추세에 따라 건강에 대한 욕구를 충족시키는 특수식품의 수요가 앞으로 급격히 증가할 것으로 예상된다. 또한 효능면에서 과학적 근거를 가진 기능성식품은 기존의 건강식품을 대신하여 상당부분 대체되고 이와 함께 커다란 시장이 새로이 창출될 것으로 추측된다. 선진 외국의 경우 건강에 미치는 식품의 중요성을 잘 인식하고 생리적 기능성 식품에 대한 연구와 제품개발에 몰두하고 있으나, 국내의 경우 최근에서야 그 중요성을 인식하기 시작하고 있다. 국내에 널리 알려져 활용되고 있는 기능성 식품소재는 식이섬유, 올리고당, 다가불포화 지방산, CPP, 녹차추출물 등이며, 그나마 생리활성에 대한 기본적인 연구자료가 극히 미비하다. 또한 국내의 기능성 식품 연구는 일본이나 미

국의 경우처럼 조직적, 체계적, 동시다발적으로 진행되지 못 하고 일부 대학이나 연구소에서 산발적으로 행해지고 있다. 21세기의 풍요로운 사회에서 국민들이 요구하게 될 건강장수에의 욕구 충족을 위해서 식품에 대한 올바른 지식과 이해, 예방의학적 기능을 갖는 기능성 식품의 개발, 그리고 건전한 식품산업의 육성이 필요하다. 그 목표달성을 위하여 식품 기능성 전반에 대한 체계적이고 학제적인 연구가 선행되어야 하며, 식품기원의 생체조절성 인자 중에서도 특히 다양한 생리활성을 나타내는 식품단백질 유래의 펩타이드에 대한 다각적인 연구가 병행되어야 할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Azuma, N., S. Nagaune, Y. Ishino, H. Mori, S. Kaminogawa, and K. Yamauchi. 1989. Agric. Biol. Chem. 53 : 2631.
2. Brantl, V., H. Teschmacher, A. Henschen, F. Lottspeich. 1979. Hoppe-seyler's Z. Physiol. Chem. 360 : 1211.
3. Chiba, H., F. Tani, and M. Yoshikawa. 1989. J.Dairy Res. 56 : 363.
4. D'Souza, S.E., M.H. Ginsberg, and E.F. Plow. 1991. Trends Biochem. Sci. 16 : 246.
5. Fiat, A.-M., S. Lavy-Toledano, J.P. Caen, and P. Jolles. 1989. J.Dairy Sci. 56 : 355.
6. Fiat, A.-M., D. Migliore-Samour, P. Jolles, L. Drouet, C.B.D. Sollier, and J. Cean. 1993. J.Dairy Sci. 76 : 301.
7. Fujita, H. and Yoshikawa, M. 1993. 'Peptide chemistry 1992'. ESCOM Sci. Pub. B. V. p609.
8. Fukudome, S. and Yoshikawa, M. 1992. FEBS Lett. 296 : 107.
9. Fukudome, S. and Yoshikawa, M. 1993. FEBS Lett. 316 : 17.
10. Ganapathy, V. 1981. J.Biol.Chem. 256 : 118.
11. Hara, H. 1984. J. Nutr. 114 : 1122.
12. Hopfer, U. 1973. J. Biol. Chem. 248 : 25.
13. Kim, H.D., H.J. Lee, and H.J. Woo. 1994. Abstract of papers, the 52nd Meeting of Kor.Society Food Sci.Technol. May, p63.
14 Kitts, D.D. and Y.V. Yuan. 1992. Trends Food Sci. Technol. 3(2) : 31.
15. Lahav, E. 1967. Presented at the Int. Dairy Fed., Annual Session, Tel Aviv, Israel.
16. Loukas, S., D. Varoucha, C. Zioudrou, R.A. Streaty, and W.A. Klee. 1983. Biochem. 22 : 4567.
17. Mazoyer, E., S. Levy-Toledano, F. Rendu, L. Hermant, H. Lu, A.-M. Fiat, P. Jolles, and J. Cean. 1990. Eur. J. Biochem. 194 : 43.
18. Migliore-Samour, D., F. Floc'h, and P. Jooes. 1989. J.Dairy Res. 56 : 357.
19. Minami, K, R. Moriyama, Y. Kitagawa, and S. Makino. 1990. Agric.Biol.Chem. 54 : 511.
20. Nakamura, T., Y. Syukunobe, T, Sakurai, and T. Idota. 1993. Milchwisssenschaft 48 : 11.
21. Parker, F., D. Migliore-Samour, F. Flo'h, A. Zerial, G.H. Warner, J. Jolles, M. Casaretto, H. Zahn, and P. Jolles. 1984. Eur.J.Biochem. 176 : 677.
22. Silk, D.B.A. 1980. J. Parent Ent. Nutr. 4 : 548.
23. Yoshikawa, M., T. Yoshimura, and H. Chiba. 1984. Agric.Biol.Chem. 48 : 3185.
24. Yoshikawa, M., H. Suganuma, A. Shiota, F. Tani, F. Usui, K. Karahashi, and H. Chiba. 1993.'Peptide chemistry 1992'. ESCOM Sci. Pub. B.V. Pp.572-575.
25. Yoshikawa, M. and H. Chiba. 1992. Frontiers and new horizons in amino acid research. p403.
26. Yoshikawa, M., K. Kishi, M. Takahashi, A. Watanabe, T. Miyamura, M. Yamazaki, and H. Chiba. 1993. Ann. N.Y. Acad. Sci. 685 :

375.
27. Zioudrou, C., R.A. Streaty, and W.A. Klee. 1979. J.Biol.Chem. 254 : 2446.
28. 芦田勝郎. 1993. 食品工業 7.30 : 27.
29. 大橋登美男. 1993. New Food Industry 35 (10) : 50.
30. 金谷昌廣, 角岡五月, 杉山薫, 伊吹文男, 岩見公和. 1994. 日本農藝化學會大會講演 要旨集. p7.
31. 金丸義敬, 宋項光, 長岡利, 源宣之, 島村誠一, 海老各卓三郎. 1994. 日本農藝化學會大會講演要旨集. p6.
32. 河村幸雄. 1991. 食品と開發 26(11) : 28.
33. 高橋正和, 吉川正明. 1993. 日本農藝化學會關西・西日本支部合同大會講演要旨集. p82.
34. 田中實, 岸克樹, 吉川正明. 1994. 農藝化學會誌 68 :341.
35. 千葉英雄, 吉川正明. 1987. 化學と生物 25 : 396.
36. 千葉英雄, 荒井綜一. 1988. 化學と生物 26 : 34.
37. 千葉英雄, 吉川正明. 1991. 化學と生物 29 : 454.
38. 千葉英雄. 1992. 食品の生體調節機能. 學會出版センター, 東京.
39. 長谷川昌康. 1992. 食品と開發. 27(12) : 43.
40. 編集部. 1991. 食品と開發 26(11) : 33.
41. 編集部. 1993. 食品と開發 28(3) : 23.
42. 丸山進. 1993. バイオメデイカ 8 : 40.
43. 水町功子. 1990. 食品工業 1.30 : 31.
44. 吉川正明. 1988. 食品と開發 23(4) : 39.
45. 吉川正明, 千葉英雄. 1990. 食品工業 33(4) : 20.
46. 吉川正明, 千葉英雄. 1991. 化學物質が解き明かす生體の謎. 化學同人, 東京. p159.
47. 吉川正明. 1994. バイオサイエンスとインダストリ 52 : 289.
48. 吉川正明, 森口盛雄, 高橋正和, 藤田裕之, 佐佐木隆造. 1994. 日本農藝化學會大會講演要旨集. p7.