

機能性 食品素材의 開發動向과 生理的 役割

—牛乳 Casein, Oligo糖, EPA 를 中心으로—

서울우유 기술연구소
文 智 雄

I. 緒 言

최근 國內外的으로 機能性食品(Physiological functional foods)에 대한 認識이 高조되어 가면서 醫藥 및 食品産業分野에서는 尖端技術과 遺傳工學的技法등을 活用하여 機能性素材로써 生理活性物質開發에 全力을 하고 있는 실정이다.

食品은 成分組成, 嗜好, 季節, 用途 등에 따라 榮養, 嗜好, 季節, 健康食品 등으로 구분되나 使用目的과 原料의 特性 그리고 素材의 機能性에 따라 一般食品, 特殊榮養食品, 機能性食品으로 分類될 수 있으며 모든 食品은 나름대로 機能과 特性을 갖는다.

食品의 機能性은 1次機能(榮養), 2次機能(嗜好, 香味, 色擇, 組織등)과 3次機能(生體調節機能)으로 區分되며 食品機能으로써 가장 중요한 3次機能에는 신체리듬조절, 생체방어기능, 면역부활기능, Allergy 감소기능, 질병예방과 회복 그리고 老化豫防 등의 기능이 포함된다.^(5, 11)

오늘날의 食生活에서는 榮養과 嗜好機能보다도 生體에 活性을 부여하는 3次機能이 高조되고 있으며 운동부족, 스트레스과민, 체내면역결핍, 생체기능약화, 성인 및 노인성疾患에 대한 豫防食, 治療食으로써 機能性食品이 높이 평가되고 있다.

최근 機能性食品素材로 開發되어 食品産業에 利用되고 있는 機能性物質은 Table 1과 같이 많

은 종류가 있으나 그중에서 깊은 연구가 이루어지고 生理的機能이 높이 인정되고 있는 우유 Casein의 peptide 류, 機能性 Oligo糖, 不飽和脂肪酸 EPA에 대하여 고찰하고자 한다.

II. 機能性 食品素材의 種類와 生理的 機能

1. Milk casein peptides

우유의 단백질은 機能性物質의 寶庫라고 할 정도로 生理活性이 다양하며 단백질중 약 80%에 이르는 Casein은 分解酵素(Trypsin, Pepsin)에 의하여 많은 機能性 Peptides를 생성하여 體內 Amino酸 代謝作用 및 生理活性에 깊이 관여한다.

또한 우유단백질은 消化吸收가 아주 양호하여 체내 Amino酸代謝 및 축적에 특별한 장애를 일으키지는 않지만 때로는 特異體質에 Allergy 현상이나 消化系障礙 또는 Phenylketone 尿症같은 질환을 유발하는 경우도 있다.^(1, 7)

이러한 단백질의 抗原성을 제거하고 生理活性을 높이기 위하여 Casein에 효소를 처리하여 特殊食品으로 우유 Allergy 治療乳, 經腸榮養劑, Phenylketone 尿症治療食品 등에 利用할 수 있으며 醫藥 및 食品産業의 機能性素材로 널리 活用할 수 있다.^(7, 6, 20)

Table 1. 機能性 食品의 素材

| 素 材 | 機 能 性 物 質 |
|---------------------------|---|
| 食餌性纖維 (Dietary fiber) | Cellulose, Hemicellulose, Pectin, Alginate, Agar, Carrageenan, Polydextrose, 머싯培養物 |
| 機 能 性 Oligosaccharides | Galacto oligo糖, Fructo oligo糖, Isomalto oligo糖, Xylo oligo糖, 大豆 Oligo糖, Lactulose, Paratinose |
| 多價不飽和脂肪酸 | EPA (Eicosapentaenoic acid), DHA (Docosahexaenoic acid) γ -Linolenic acid, ϵ -3系 Linolenic acid, ϵ -6系 Linoleic acid, ϵ -6系 Arachidonic acid |
| 機能性蛋白質 및 Casein分解物 | Taurine, Lactoferrin, Globulin, Glutathione, CPP, OPP, LPP, GMP |
| 配 糖 體 Isoprenoid | Flavonoid, Saponin류, Triterpenoid, Cartenoid, 植物性 Sterol, Squalene, Stevioside |
| Vitamin류 | Tochopherol, Ascorbic acid |
| 其 他 | Lecithin(磷脂質류), 乳清칼슘, 牛骨·魚骨칼슘, Octacosanol, Maltitol (糖알콜) |

1) 生理活性 Peptides

Casein을 효소에 의하여 가수분해하면 macro-peptide가 切碎되어 Amino酸 殘基가 어떻게 연결되었느냐에 따라 Peptide의 機能이 달라지므

로 무수한 Peptide의 生理活性을 추적하기에는 많은 실험과 연구가 이루어져야 하나 현재까지 *in vivo*, *in vitro*系로 검토된 機能性 Peptide의 종류는 Table 2와 같다.^(2, 3, 4, 9, 14, 18)

Table 2. 牛乳 Casein의 機能性 Peptides

| 素 材 | 機 能 性 Peptides | 生 理 的 機 能 | |
|------------------------|--|---|-----------------------|
| Casein | α ₁ -CN — Casein phospho peptide | 칼슘, 철분흡수 촉진 | |
| | β -CN | Phagocytosis peptide | 免疫增進 |
| | | Angiotensin 변환효소저해 Peptide | 血壓降下, 尿素結合촉진, 纖維芽細胞증식 |
| | | β -Casmorphin 5, 7 | } 鎮痛作用, 呼吸, 膊動, 體溫調節 |
| | | Morphicptin | |
| κ -CN | Opioid agonist peptide | } Hormon分泌調節 | |
| | 血小板凝集저해 Peptide | | 血小板凝集저해 |
| Lactoferrin | Opioid antagonist peptide | 平滑筋收縮活性촉진, 血壓降下작용, 腸管蠕動촉진 | |
| α -Lactoalbumin | Opioid peptide | 鎮痛作用, Insulin分泌촉진, 腸管蠕動촉진 | |
| | α -Lactorphin | } 鎮靜, 呼吸, 膊動, 體溫調節 | |
| β -Lactoglobulin | β -Lactorphin | | 消化管機能촉진 |
| | | 平滑筋收縮 Peptide (β -Lactotensin) | Hormon分泌調節 |
| | | 平滑筋收縮活性촉진 | |

2) Peptides의 機能性

Casein의 分解物로써 Peptides는 1차기능(榮養)을 나타내는 Dipeptide로써 Amino acid와 2차기능을 나타내는 Oligo peptide 그리고 3차기능을 나타내는 生理活性 Peptide가 있으며 生理活性 Peptide의 機能性を 보면 Table 2에서 보는 바와 같으며 그외에 ion 흡수 촉진기능, Bifidus균 증식기능, 면역부활기능, Allergy 감소 기능등이 있다.^(10, 17)

a. CPP(Casein phospho peptide)

磷(P)을 結合한 Peptide로써 ion 흡수력이 아주 강하여 腸管内에서 칼슘(Ca⁺⁺) 이온이 不溶性鹽으로 되는 것을 阻해하며 小腸内에서 칼슘의 흡수를 촉진하여 血管으로 移行하는 칼슘(Ca⁺⁺) 이나 鐵分(Fe⁺⁺) 농도를 높여 주는 生理적 역할을 하는 것으로 보고되어 있다.^(1, 8, 10, 13, 19)

b. OPP(Opioid peptide)

우유단백질중의 주로 β -, κ -Casein에서 분해되어 생성되는 Peptide로써 Amino acid 殘基가 4~7개 分離되는 것으로 Morphine 모양의 活性를 가지며 Insulin 방출작용, 혈압저하작용등에 關여하는 것으로 보고되어 있다.

또한 OPP는 Lactoferrin의 加水分解로써도 생성되며 小麥 Protein의 Gluten 효소분해물중에서도 Morphine과 같이 진정, 진통작용을 하는 β -Casomorphin peptide가 생성되는 것으로 알려져

저 있으며⁽⁶⁾ 生理活性機能면에서 鎮痛作用, Hormone分泌, 呼吸, 搏動, 體溫調節 등에 關여하는 Agonist OPP와 平滑筋收縮, 혈압강하, 腸管蠕動 (Vermuculation)에 關여하는 Antagonist OPP가 있다.^(1, 18)

c. ACE(Angiotensin converting enzyme) 阻해 Peptide

ACE는 Peptide의 C-terminal로부터 Dipeptide를 유리시킨 Peptidy Carboxy Peptidase 類 효소의 일종으로 血液중에서 降壓 Peptide인 키닌系를 不溶性化시키는 작용을 한다.

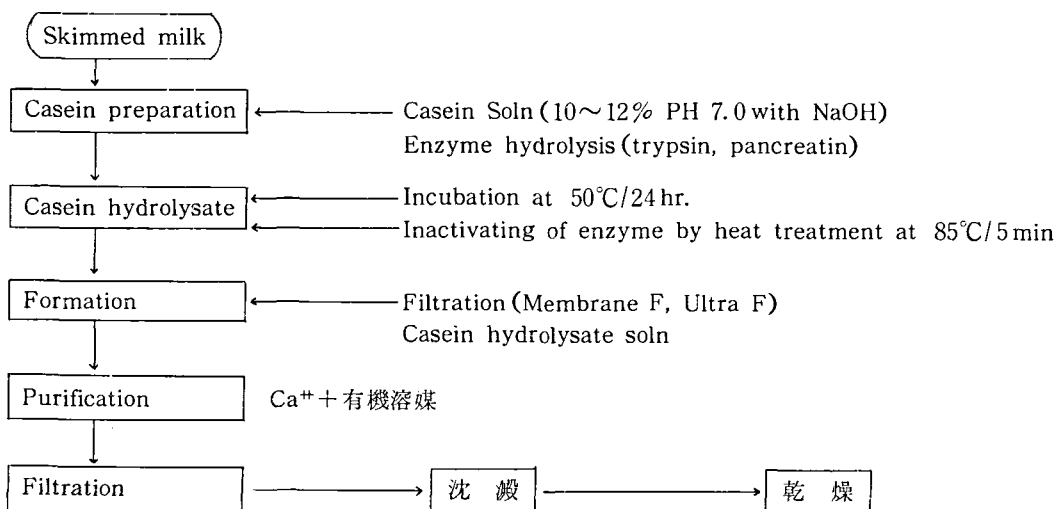
혈액중에는 糖蛋白質인 Angiotensinogen과 단백질분해효소인 Rennin이 작용해서 Angiotensin I (AGTI)이 생성되며 AGTI은 혈액중에 존재하는 中性 Carboxylpeptidase인 ACE에 의하여 Carboxyl기 말단 Dipeptide가 절단되어 Angiotensin II (AGT II)로 전환된다.

이때 AGT II는 血管内 平滑筋을 자극하여 血管收縮作用을 촉진하므로 혈압이 상승하게 된다.

따라서 Milk casein은 단백질분해효소에 의하여 ACE가 AGTI을 AGT II로 변환하는 작용을 억제하는 ACE 阻해 Peptide (Dodeca, Hepta, Hexa-)가 생성되므로써 昇壓作用을 하는 血管收縮을 억제하여 혈압을 낮추거나 正常으로 유지하는 역할을 하는 것으로 보고되고 있다.^(4, 9, 14)

d. BGF(Bifidus growth factor) Peptide

Table 3. CPP의 제조공정



우유단백질중 κ -Casein을 분해하면 糖蛋白質의 일종인 GMP(Gluco-Macro-Peptide)가 생성된다. κ -Casein을 Rennet(Chymosin)에 작용시키면 C-terminal로부터 105번째 PHe(Phenylalanine)와 106번째 Met(Methionine)사이가 切斷되어 64개의 殘基를 가진 Peptide가 생성된다.

이때 생성되는 GMP는 Galactose-N-Acetyl-galactamine과 N-Acetylneuraminic acid(Sialic acid)를 함유하는 Peptide로써 腸內 Bifidus균의 증식인자로 역할을 하며 腸內 pH 조절 및 便의 완충작용등 整腸效果가 있다고 보고되어 있다.⁽⁹⁾

e. Lf(Lactoferrin)

人乳중에는 비교적 많으나 (초유 6~8mg, 상유 2~4mg/ml) 우유중에는 적은 (초유 1.2mg, 상유 0.1~0.2 mg/ml) 乳汁蛋白質로써 鐵分과 可逆的으로 쉽게 結合하며 血清중의 Transferrin과 유사한 기능을 갖는다.

Lf는 금속결합성이 강하므로 微生物發育금속이온을 劣化시키므로써 菌의 生育 억제작용과 抗菌성이 強化되어 E. coli의 감염저하, 세균성설사 방지등 整菌效果가 있는 것으로 보고 되어 있다.⁽⁶⁾

또한 Lf는 腸管內에서 철분의 흡수력이 강하여 빈혈개선 및 철분결핍증 예방식품 素材로 利用도 기대된다.

f. 其他 機能性 Peptides

- ① 免疫復活 Peptide... 人乳나 牛乳의 β -Casein으로부터 生成되며 Macrophage의 不活性化 機能이 있다.
- ② 血小板凝集 Peptide
- ③ 上皮細胞成長因子(Epidermal growth Factor)... Polypeptide로 세포성장 촉진과 生體內 세포의 再生, 中樞 신경계조절, 위액 분비억제등의 기능이 있다.
- ④ 平滑筋收縮 Peptide
- ⑤ Phagocytosis peptide... 白血球와 같은 食細胞기능이 있다.

2. Oligo糖 (Oligosaccharides)

酵素工學의 發達로 여러 종류의 機能性 Oligo糖 製造가 可能해 졌으며 많은 실험과 연구를 통하여 生理的機能이 立證되고 있다.

Oligo糖은 胃나 小腸에서 分解吸收되는 消化性 Oligo糖과 大腸까지 도달한후 腸內 Microflora에 의하여 分解利用되는 難消化性 Oligo糖이 있다.
(9, 20, 21, 22)

이러한 機能性難消化性 Oligo糖에는 Galacto-oligo糖, Fructo oligo糖, Isomalto oligo糖, Xylo oligo糖, 大豆 Oligo糖등이 있으며 최근 Bifidus 菌의 生理的機能과 腸內 整腸效果 등에 대한 역할이 널리 인식되면서 乳酸菌製品, 乳幼兒食品등에 Bifidus 菌 增植物質로 활발히 이용되고 있다.

1) Oligo糖의 製造

Oligo糖은 糖의 殘基를 除去 또는 合成하여 糖의 구조가 변경되는 것으로 製造方法에는 酵素工法이 많이 利用되며 遺傳工學的方法으로 돌연변이나 Gene Cloning에 의한 固定化菌體를 利用하는 Bioreactor法이 있다.⁽²⁵⁾

2) Oligo糖의 種類

Oligo糖에는 Lactose(乳糖)를 β -Galactosidase로 처리하는 Galacto oligo糖, 설탕(蔗糖)을 原料로 β -Fructosidase로 加水分解시킨 Fructo oligo糖, Starch(澱粉)을 液化시켜 β -Amylase로 Reaction시킨 Isomalto oligo糖, 芻草, 木材, 목화씨 등에 다량 존재하는 Xylan을 加水分解시켜 얻어지는 Xylo oligo糖, 大豆 Whey를 活用하는 大豆 Oligo糖등이 있다.^(23, 24)

a. Galacto oligosaccharides

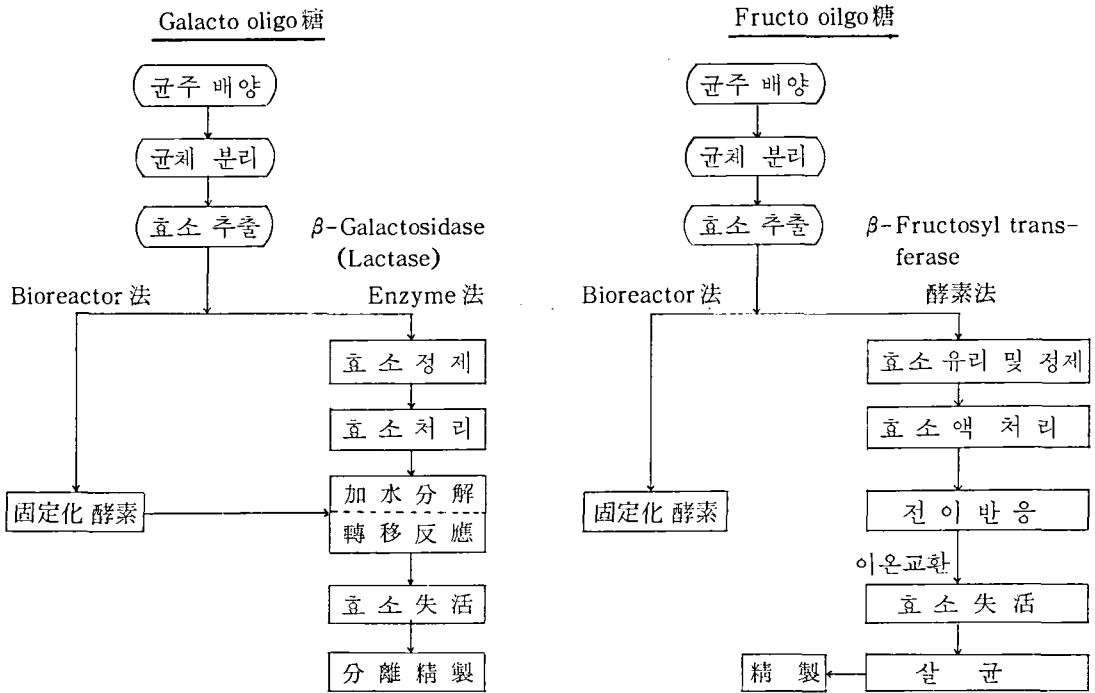
母乳중에는 30餘種의 Galacto oligo糖이 존재하나 牛乳중에는 初乳에 극히 제한적으로 존재하므로 乳兒의 腸內 Bifidus 菌의 증식과 두뇌발육 촉진 및 Lactose의 Intolerance 증상을 줄이기 위하여 Oligo糖의 첨가가 필요하다.

이러한 Galacto oligo糖은 乳糖을 β -Galactosidase로 加水分解(Hydrolysis) 또는 轉移反應(Transgalactosidation)에 의하여 생성되며^(1, 6, 7, 8) 효소의 기원, 농도, 반응시간, 온도등에 따라 3, 4, 5, 6糖등으로 많은 종류의 Oligo糖이 생성되나 β -1.4-D, 또는 β -1.6-D Galactosylactose가 腸內 Bifidus 菌의 증식물질로 인정되어 있다.^(2, 3, 11)

b. Fructo oligosaccharides

설탕에 미생물로부터 생성되는 β -Fructofuranosidase 또는 β -Fructosyltransferase를 작용

Table 4. Oligo糖 제조공정



시키면 설탕의 Fructo 殘基에 1~3분자의 Fructose를 β -結合시킨 Fructo oligo糖이 生成된다. (5, 7, 13)

Fructo oligo糖은 채소(양파, 우엉, 마늘등)나 과일, 벌꿀등에 상당량 함유되어 있으나 비교적 熱에 쉽게 파괴되는 성질이 있다. Fructo oligo糖은 唾液중의 Amylase나 胃液의 효소들에 의해서 加水分解되지 않으며 難消化性, 麟蝕性으로 小腸이나 大腸까지 도달한 후 Bifidus 菌에 의하여 利用되는 것으로 보고되어 있다. (26)

c. Isomalto oligosaccharides

β -Amylase, α -Glucosidase 등으로 澱粉을 液化시킨후 Isoamylase를 작용시켜 Isomalto oligo糖을 만든다. (14)

Glucose는 異性化 효소 Isomerase에 의하여 Fructose의 異性化反應을 일으키며 Glucosidase의 轉移反應에 의하여 Isomaltose, Pantose, Isomaltotriose 등의 分岐 Oligo糖이 生成된다. (10, 18)

Isomaltooligo糖은 Glucose가 α -1.4-結合한 直鎖狀의 많은 樣式을 가지고 있으며 다른 Oligo

糖에 비하여 耐酸, 耐熱性을 가지며 Rafinose나 Fructo oligo糖과 같이 腸内 Bifidus 菌의 증식물 질로 인정되고 있다. (17)

d. Xylo oligosaccharides

Xylo oligo糖은 植物資源(사탕수수, 사탕무우, 면실, 목재등)에 다량으로 존재하는 Xylan을 효소처리하여 얻어진 Xylose液을 分離精製하여 만든다. (20)

化學구조로는 Xylose가 β -1.4-結合하여 2~7개의 糖이 붙은 Oligo糖으로써 難消化性 食餌纖維의 機能도 가지며 pH와 熱安定性에 아주 강하여 각종 酸性飲料 및 機能性食品에 널리 利用될 수 있다.

3) Oligo糖의 機能性

Oligo糖의 主된 機能성은 腸内 Bifidus菌의 성장촉진을 통하여 Intestinal Microflora를 개선하므로써 有機酸生成, 부패균의 발육억제, 有害物質減小, 腸内 pH저하, 便의 완충작용, 腸炎 및 腸癌豫防, 老化防止등의 효과가 있는 것으로 보고 되어 있다. (4, 9, 10, 12, 19, 27)

a. Bifidus 菌 증식촉진관계

건강인 10인을 대상으로 in vivo에서 3주간 1일 5g씩 Oligo糖을 섭취시킨 결과 장내세균총 중 Bifidus균의 비율이 30%까지 증식되는 것을 확인 했으며 腸内の Clostridium이나 大腸菌등에는 분해되지 않고 Bifidus균에만 선택적으로 利用된다는 보고가 있다.⁽²⁰⁾

b. 脂質吸收 및 Cholesterol과의 관계

Insulin 非依存 당뇨병환자에게 1일 8g의 Fructo oligo糖을 2주간 섭취시킨 결과 혈청지질 및 Cholesterol值가 현저히 감소하였으며 당뇨병환자나 高Cholesterol血症환자에게 커다란 효과가 있다는 것을 확인하였다.⁽¹⁵⁾

또한 Fructo oligo糖은 腸管에서 Glucose와 脂質의 흡수를 억제하고 血糖値와 血清糖質의 급격한 상승을 억제하며 Bifidus균의 증식에 크게 관여하여 便의 완충작용 및 腸管 통과 시간을 단축시킨다는 보고가 있다.⁽¹⁶⁾

그리고 老人에게 1일 8g씩 Fructo oligo糖을 2주간 급여한 결과 Bifidus균이 乳兒수준인 $10^5 \sim 10^{10}/g$ 까지 증가했으며 또 高脂血症환자에게 Fructo oligo糖 8g이 함유된 식품을 2~4주간 섭취시킨후 LDL-Cholesterol, 中性脂肪値, 血糖値의 저하를 확인 했으며 당뇨병환자에게 1일 4.4g씩 2주간 급여한 결과 섭취전보다 15mg/dl의 中性脂肪과 LDL-Cholesterol 저하를 확인 했다는 보고가 있다.⁽²⁸⁾

3. EPA(Eicosapentaenoic acid)

EPA(C20:5, ϵ -3)는 赤色魚肉의 등푸른 생선(정어리, 고등어등)에 많은 多價不飽和脂肪酸(Polyunsaturated fatty acid)으로 炭素數 20에 二重結合이 5個나 되며 같은 계열의 DHA(Docosahexaenoic acid C20:6)와 함께 오메가 3系(ϵ -3系)의 機能性 脂肪酸으로 높이 평가 받고 있다.

최근에는 필수지방산(Essential fatty acid)과 多價不飽和脂肪酸에 대한 연구가 깊이 이루어지고 있다. 脂質(Lipids)에 많이 함유되어 있는 Cholesterol에 대한 공포로 인하여 좋은 Energy 공급원임에도 高급지방산섭취가 기피되는 경향이 다.

이러한 면에서 EPA와 DHA는 生理活性을 가

지는 필수지방산의 ϵ -3系 Linolenic acid(C18:2), ϵ -6系 Linoleic acid(C18:2), γ -Linolenic acid(C18:2), ϵ -6系 Arachidonic acid(C20:4) 등과 같이 순환계 성인병원인으로 되고 있는 고콜레스테롤혈증, 동맥경화혈소판응집 예방등에 많은 효능이 있는 것으로 보고 되고 있다.^(2 10 12 13)

1) EPA의 精製

원료魚油 100에 Ethanol 40을 첨가하여 20~30°C에서 Na-Ethoxide를 촉매로 하여 질소층진하에서 Ester化 시킨후 80~90°C의 Hotwater로 洗淨하고 불순물을 분리제거하고 다시 Ester化 정제유를 진공압 20~30 torr에서 180~250°C로 2~3회 증류시키므로써 고순도의 EPA를 얻을수 있다.

2) EPA의 機能性

EPA는 체내에서 흡수되어 Energy源의 榮養뿐 아니라 많은 生理機能에 관여한다.

a. 榮養과 脂肪酸과의 관계

飽和脂肪酸과 不飽和脂肪酸과의 理想的 섭취비율은 2:1이라 하며 體內脂肪酸과 Cholesterol(CHOL)值와의 관계는 式 1과 같다.⁽⁹⁾

$$\begin{aligned} \text{Keys (1963) 式} \cdots \text{CHOL 值} &= aS + bM + cP \\ S &= \text{Saturated fatty acid} \\ &\quad (\text{C12} \sim 16) \\ M &= \text{Moano fatty acid} \\ P &= \text{Unsaturated fatty acid} \\ \text{수} &(a = +2, b = 0, c = -1) \end{aligned}$$

따라서 체내의 CHOL值저하효과는 不飽和脂肪酸의 二重結合數에 비례하며 血中の CHOL值가 높아지면 순환기계통에 침착되어 血管을 차단하고 血行을 방해하므로써 동맥경화증, 심장마비, 뇌일혈등과 심장병의 원인이 된다.^(10 12)

b. CHOL值 및 中性脂肪値와의 관계

EPA는 체내 해로운 LPL과 VLDL-CHOL值를 낮추는 기능이 있으며 오히려 HDL-CHOL值를 증가시켜 血管內 CHOL 침착을 막아주며 고콜레스테롤혈증, 동맥경화증을 억제하는 효과가 있다고 한다.^(6 10)

또한 EPA 공급원인 고등어와 CHOL이 많은 치즈를 42명에게 급식케하여 비교한 결과 고등어

를 섭취한 사람이 CHOL 値와 中性脂肪値가 내려가며 유익한 HDL-CHOL 値가 증가한다는 보고가 있다.⁽²³⁹⁾

그외에 많은 임상보고로 미루어 보아 EPA는 순환기계통의 성인병에 대한 예방식, 치료식에 이용할 수 있으며 高Energy 食品과 油脂食品(Butter, Magarine, 食用油등)에 生理物質로 活用할 수 있으리라 기대된다.

Ⅲ. 結 言

機能性食品은 기능성소재를 기초로 하여 제조되어야 하므로 어떠한 생리기능을 가진 素材를

어느만큼 어떻게 使用하였느냐가 중요하며 그 食品에서의 效能도 본래의 기능성소재가 가지는 生理的機能이 傳達되어야 한다.

또한 그러한 生理的機能은 과학적이고 임상적으로 규명되어야 하며 食品본래의 榮養과 感覺機能에도 영향을 주지 않아야 한다.

따라서 機能性素材의 선택은 그 使用目的이 분명하여야 하며 大衆의 機能食品化를 기하기 위해서는 良質의 소재를 먼저 개발하여야 할 것이다.

선진 外國에서 개발되어 실용화되고 있는 機能性物質로는 20余種이 넘는다. 그러나 國內의 機能性素材개발현황은 아직 未進한 상태이므로 21세기의 未來食으로써 機能食品開發을 위하여 더 많은 素材開發에 研究와 노력이 요망된다.

Ⅳ. 參 考 文 獻

I. Casein Peptides

1. Berrocal R, Chantons, Juillerat M.A., Pavillard B., Sherz J.C., Jost R., 1989; J. Dairy Research 56: 335-341.
2. Chiba H., Yoshikawa M., 1986; Marcel Dekker Inc. Protein Tailoring for Food and Medical Uses p. 123.
3. Chiba H., Tani F., Yoshikawa M., 1989; J. Dairy Research 56: 363-366.
4. Fiat A.M., 1989; J. Dairy Research 56: 351.
5. Fukuyama Tadao, 1990; Food Science 32, 1: 93-96.
6. Kaminokawa Shuichi 1989; Bulletin of JPN Dairy Technical Association 38. 5: 1-5.
7. Juillerat M.A., Beachler R., 1989; J. Dairy Research 56. 4: 603-611.
8. Lee Y.S., Noguchi T., Naito H., 1983; J. Nutrition 49. 67: 67-76.
9. Maruyama S. 1989; Bioscience and Bioindustry 47, 1189.
10. Naito Hiroshi, 1986; J. Nutr, Food Science 39. 6: 433-439.

11. Okubo M., 1990; Food Science 32. 1: 112-115.
12. Okubo M., 1990; Food Science 32. 2: 104-115.
13. Roeper J., 1976; J. Dairy Science Technology 11: 62-64.
14. Samour M., 1989; J. Dairy Research 56: 357.
15. Sato R., Noguchi T., Naito H., 1983; Agri. Biochemistry 47. 10: 2415-2417.
16. Takase M., Fukuwatari Y., 1984; J. Dairy and Food Science 33. 1: A5-A12.
17. 菅野 道廣. 1990. 食品工業. 32. 2.
18. 吉川 正明. 千葉榮雄. 1990. 食品工業. 32. 2.: 33-40.
19. 榮田 利章. 1990. 食品工業. 32.2.: 33-40.
20. 上野千修一. 1988. 化學と工業. 41. 1110.

Ⅱ. Oligosaccharides

1. Aronson M., 1952; Arch Biochemistry and Biophysics 39: 370-378.
2. Burvall N.G.A., 1980; Food Chemistry 5: 147-153.
3. Huber R.E., 1975; J. Biochemistry 53:

- 1033-1038.
4. Isobe N.I., 1981; *The Food Industry* 24. 2: 44-50.
 5. Gupta A. and Bhatia I.S., 1982; *Phytochemistry* 21. 6: 1249-1253.
 6. Pazur J.H. 1954; *J. Biolo Chemstry* 208: 439-444.
 7. Pomeranz Y. 1964; *Food Technology* 18: 682-690.
 8. Robertx H.R. and Pettinati J.D., 1957; *J. Agrcl. Food Chem.* 5: 130-134.
 9. Suyama K. 1986; *J. Dairy and Food Science* 35. 6: A273-A282.
 10. Tanaka T., Takahasi L., Oluma K., 1990; *Food Science* 32. 1: 116-121.
 11. Toba T., 1982; *J. Dairy Science* 65: 702-706.
 12. Toba T., 1985; *J. Dairy and Food Science* 34. 6: A169-A182.
 13. Troly S., 1983; *Enzyme Technology NDC, U.S.A.* 206-208.
 14. Takahashi L., Okuma K., 1990; *Food Science* 32. 1: 116-121.
 15. Yamashida K., Kawai K., Itakura M., 1984; *Ntrition Research* 4: 961.
 16. Yamashida K., Sugawara S., Sakiri, 1985; *Horm, Metabolism Research* 16: 179.
 17. 管野 智榮. 1989. *J. New Food Industry.* 31. 9.
 18. 管野 智榮. 1987. *Food Chemistry.* 3. 50.
 19. 磯部 信生. 1981. *食品工業.* 24. 2:44-50.
 20. 小林 巧. 岡崎 昌子. 1989. *食品と開発.* 24. 8 : 42-45.
 21. 日高秀昌. 山平 匡男. 1988. *Bioscience と Bioindustry.* 46. 11:3837.
 22. 一島 英治. 1986. *乳技協資料.* 36. 4:1-18.
 23. 齊藤 忠夫. 中澤 勇二. 1988. *New Food Industry.* 30. 5: 49-57.
 - Q 24. 齊藤 忠夫. 中澤 勇二. 1988. *New Food Industry.* 30. 4: 73-79.
 25. Zarate S. and Lopez-Leviva M.H. 1990; *J. Food Protection.* 53.3:262-268.
 26. 日高秀昌. 平山 匡男. 1985. *化學と生物.* 23: 600-605.
 27. 出家 榮記. 1982. *雪印乳業技術研究報告.* 78: 19-61.
 28. *食品産業.* 1989. 12月. 76-81.
- III. E. P. A.
1. Bonaa K.H., Bjerve K.S., 1990; *The New England J. Medicine* 322. 12: 795-801.
 2. Connor W.E., 1981; *Blood* 58. 5: 880-885.
 3. Connor W.E., 1981; *AOCS Conference on Dietary Fats and Health Chicago Dec.* 6-11.
 4. Dyerberg J., 1978; *The Lancet. Denmark* July 15: 117-119.
 5. Ginsberg B.H., Brown T.J., Simon I. and Speclor A.A., 1981; *Diebets* 30. 9: 773-780.
 6. Kamada T., Yamashita T., Baba Y., Okai M., 1986; *Diebets* 35. 5: 604-611.
 7. Lee H.K., 1988; *Kor. Medicine Association* 31. 9: 941-946.
 8. Lardinois C.K., Starich G.H., Mazzaferri E.L., 1987; *J. Am Coll, Nutr* 6: 507.
 9. 管野 道廣. 1988. *Nogeikakaku kaishi. 多價不飽和脂肪酸の栄養生理機能 解析.* 62. 1: 39-55.
 10. Orrimo H. 1983. *Atherosclerosis.* 47: 71-75.
 11. 龜 昌治. 1983. *日本 油脂.* 36. 12: 61-68.
 12. 印南 敏. 1989. *栄養食量學會. Seminar* 5.
 13. 田村 泰. 1983. *日本 藥學會 第 103 年會.* April 5.