

대두 펩타이드의 소화율이 흰쥐의 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향

한응수 · 이형주* · 손동화**

농협전문대학 식품제조과

서울대학교 식품공학과*

한국식품개발연구원 이화학연구부**

Effect of Digestibility of Soybean Peptides on the Concentration of Serum Cholesterol in Rats

Han, Eung Soo, Lee, Hyong Joo,* Shon, Dong Hwa**

Department of Food Technology, Agricultural Cooperative Junior College, Kyonggi, Korea

Department of Food Science and Technology,* Seoul National University, Seoul, Korea

Division of Food Science,** Korea Food Research Institute, Kyonggi, Korea

ABSTRACT

In order to investigate the hypocholesteremic effect of soybean peptides, soybean protein(ISP), casein(CNP), their peptic hydrolyzates fractionated by acid precipitation at different pH's(SHT, SH8, SH6, SH4, CHT, CH6, CH5, CH4) and amino acid mixtures of the same composition as the proteins(SAA, CAA) were fed to rats and the concentration of serum cholesterol was measured. Then *in vitro* digestibility and molecular weight distribution of the peptides by peptic-pancreatic hydrolysis was measured by FPLC. The lower the *in vitro* digestibility of peptides is, the lower the concentration of serum cholesterol becomes($r=0.986$) and the higher the ratio of macropeptides is, the lower the concentration of serum cholesterol becomes($r=-0.932$) in rats. These results suggest that the *in vitro* digestibility of peptides has close relationship to the concentration of serum cholesterol in rats and non-digestible macropeptides or polypeptides especially more than 1 kDa, formed through digestion in gut, may lower the serum cholesterol in rats.

KEY WORDS : soybean peptides · *in vitro* digestibility · serum cholesterol.

서 론

국민소득의 증가와 더불어 식생활 습관의 변화로

인하여 암, 심장병, 뇌졸중, 고혈압 등 각종 성인 병이 증가되므로써 사회문제가 되고 있다. 이런 시점에서 식품의 생리적 기능을 체계적으로 연구하여 성인병의 예방에 기여한다는 것은 큰 의의가 있다고 하겠다.

성인병 중에서도 협심증, 심근경색, 뇌경색증 등 순환기 계통의 질병은 고지혈증, 흡연, 운동 부족 및 스트레스 등이 원인이 될 수 있으며, 특히 고지혈증은 가장 직접적인 원인의 하나이다. 고려병원의 보고¹⁾에 의하면 수검자의 39%가 고지혈증 증세를 나타냈으며 현재의 식생활 습관으로는 앞으로도 계속 증가할 전망이다. 이러한 고지혈증은 혈청 콜레스테롤 농도와 밀접한 관계를 갖고 있으며 혈청 콜레스테롤 농도는 식이중의 지질과 단백질의 상대적인 함량 및 그 종류에 영향을 받는다고 알려져 있다. 지금까지 보고된 바에 의하면 포화지방산에 비해 불포화지방산을 많이 섭취할수록 혈액중의 콜레스테롤 농도는 낮아진다고 보고되었으나²⁾ 그 작용기작에 대해서는 설명이 부족한 상태이다. 또한 최근에는 식물성 단백질을 섭취할 경우 동물성 단백질 섭취시에 비해 혈청 콜레스테롤 농도가 낮아진다는 보고³⁾⁴⁾가 있으나, 그 역시 식물성 단백질 섭취시에 혈청 콜레스테롤 농도가 낮아지는 작용기작에 대해서는 여러 가설이 제시되고 있어 의견의 일치를 보지 못하고 있다. 그 중 한가지 시도는 각 단백질의 소화율이 다른데에서 그 원인을 찾으려 하였다⁵⁾. 즉, 일반적으로 식물성 단백질이 동물성 단백질에 비해 소화율이 낮기 때문에 식물성 단백질 섭취시에 혈청 콜레스테롤 농도가 낮아진다고 하였던 바 여기에도 소화흡수된 올리고 펩타이드나 아미노산이 간장의 콜레스테롤 합성효소의 작용에 영향을 준다는 이론⁶⁾과 소화흡수되지 않은 마크로펩타이드가 간장에서의 콜레스테롤 흡수를 억제하여 혈청 콜레스테롤 농도에 영향을 준다는 이론⁷⁾이 대립되어 있는 실정이다.

본 연구는 대두단백질을 섭취한 흰쥐에서 혈청 콜레스테롤 농도가 낮아지는 작용기작을 구명하기 위한 기초연구로서, 단백질의 소화율과 혈청 콜레스테롤 농도와의 관계를 중점적으로 알아보기 위한 실험을 행하였다. 즉, 식물성인 대두 단백질과 동물성인 카제인 단백질, 그들을 펩신으로 가수분해한 가수분해물들, 그들과 같은 조성의 아미노산 혼합물들을 먹이로 사육한 1차실험을 행하고, 다음으로 펩신가수분해물들을 다시 여러 펩타이드 획분으로 나누어 가수분해정도가 서로 다른 이들 대두 및

카제인 펩타이드들을 먹이로 사육하여, 식이 펩타이드들의 *in vitro* 소화율과 흰쥐의 혈청 콜레스테롤 농도간의 상관관계를 분석하였으므로 이에 보고하는 바이다.

실험방법

1. 재 료

대두 단백질은 미국 ADM(Archer Daniels Midland)사의 isolated soy protein(ARDEX DHV)을 카제인 단백질은 네덜란드 DMV(De Milkindustrie Veghel)사의 sodium caseinate(EM HV)를 사용하였으며, 효소와 시약은 Sigma사 제품을 사용하였다.

2. 펩타이드 제조

대두 단백질 5% 용액에 염산을 넣어 pH 2.0으로 조정하고 38°C 항온수조에서 서서히 교반하면서 펩신을 단백질 시료액에 직접 투여하고(E/S=1/20) 1시간 동안 가수분해시킨 다음⁸⁾, 반응액을 pH에 따른 용해도 차이를 이용하여 3개의 획분으로 분리하였다. 즉 펩신 가수분해물을 pH 4.0으로 처리하고 원심분리(4,000xg, 30min)하여 얻은 침전획분을 총펩신가수분해물(SHT)이라 하였다. 또한 본래의 펩신 가수분해물을 pH 8.0으로 처리하고 원심분리하여 얻은 침전물을 pH8획분(SH8)이라 하고, 그 상정액을 다시 pH6.0으로 처리하여 얻은 침전물을 pH6획분(SH6)이라 하였으며 같은 방법으로 pH4획분(SH4)을 조제하였다. 카제인 단백질에 대해서도 같은 방법으로 총펩신 가수분해물(CTH), pH6획분(CH6), pH5획분(CH5) 및 pH4획분(CH4)을 조제하였다.

3. *In vitro* 소화율 측정

단백질과 펩타이드의 *in vitro* 소화율은 Kella의 방법⁹⁾을 변형하여 측정하였다. 즉 단백질 및 펩타이드 용액 100ml(5mg/ml, pH 2.0)를 38°C 수욕조에서 교반하면서 펩신 용액 1ml(10mg/ml)를 넣고 1시간동안 가수분해 시키고 중탄산나트륨으로 pH를 8.0으로 조정하여 반응을 종료시킨 다음, 판크레아틴용액을 넣어(E/S=1/20) 20분간 반응시켰

다. 이후 Chobert의 방법¹⁰⁾을 변형한 FPLC방법으로 가수분해물의 분자량 분포를 측정하였다. 즉, 동결건조한 가수분해물을 인산완충 용액(0.5M sodium phosphate, 0.15M NaCl, 0.02M EDTA, 6M urea, 0.1% 2-mercaptoethanol, pH 7.0)에 5mg/ml의 농도로 녹여 Superose 12 column(1.5×30cm)으로 분석하였고 Bio Rad사 표준품을 사용하여 분자량을 측정하였다. 가수분해물의 분자량 분포는 분자량 1,000 dalton과 5,000 dalton을 기준으로 3부분으로 나누어 각각의 백분율로 표시하였으며, 그중에서 분자량 1,000 dalton이하의 올리고펩타이드와 아미노산이 차지하는 비율을 *in vitro* 소화율(*in vitro* digestibility)로 하고, 1,000~5,000 dalton 사이의 펩타이드를 마크로펩타이드, 5,000 dalton이상의 펩타이드를 폴리펩타이드라 칭하였다.

4. 동물 실험

실험동물로는 3주령의 Wistar계 수컷 흰쥐를 1주간 상업용 펠릿사료(흰쥐용, 신촌사료주식회사, 서울)로 적응시킨 다음 각 실험구당 6마리씩(50~55g)으로 하여 통상적인 깔집을 깐 케이지에 6마리씩 수용하여, 사육실 온도 20±2°C, 상대습도 50±5% 상태에서 조명 12/12시간 주기로 4주간 사육하였으며, 분말식이와 물은 자유급여하였다¹¹⁾. 분변은 2주마다 채취하여 동결건조하고 무게를 측정

하였다. 이때 분말식의 조성은 Table 1과 같고 처리구당 단백질 급원은 Table 2와 같다. 처리구의 아미노산 혼합물은 직접 ISP와 CNP의 아미노산 조성을 분석한 후 그와 같은 비율로 혼합하여 조

Table 1. Composition of the experimental diet

Constituents	Amount(%, W/W)
Proteins (peptides and amino acids)	25
Corn starch	60
Corn oil	5
α-Cellulose	5
Vitamin mix. ¹⁾	1
Mineral mix. ²⁾	4
Total	100

1) Vitamin mixture(1g contains) : thiamin 0.6mg, riboflavin 1.2mg, pyridoxine 0.4mg, niacin 0.5mg, calcium pantothenate 0.4mg, P-aminobenzoic acid 2.5mg, inositol 100mg, choline chloride 200mg, biotin 1mg, folic acid 1μg, cyanocobalamin 1μg, vitamin A 200 I.U., vitamin D 20 I.U., α-tocopherol 12mg, menadione 100μg.

2) Mineral mixture(1kg contains) : CaHPO₄ 500g, NaCl 74g, K₂SO₄ 52g, potassium citrate monohydrate 220g, MgO 24g, magnanous carbonate(43~48% Mn) 3.5g, ferric citrate(16~17% Fe)6.0g, zinc carbonate 1.6g, cupric carbonate(53~55% Cu) 0.3g, KIO₃ 0.01g, chromium potassium sulfate 0.55g, Na₂SO₃ · 5H₂O 0.01g.

Table 2. Dietary nitrogen sources fed in each treatment group of rats

Treatment group	Dietary nitrogen source
Exp. 1	
ISP	Isolated soy proteins
SHT	Total precipitate of peptic hydrolyzate of ISP
SAA	Amino acid mixture of the same composition of ISP
CNP	Sodium caseinate
CHT	Total precipitate of peptic hydrolyzate of CNP
CAA	Amino acid mixture of the same composition of CNP
Exp. 2	
SH8	pH 8.0 fraction of peptic hydrolyzate of ISP
SH6	pH 6.0 fraction of peptic hydrolyzate of ISP
SH4	pH 4.0 fraction of peptic hydrolyzate of ISP
CH6	pH 6.0 fraction of peptic hydrolyzate of CNP
CH5	pH 5.0 fraction of peptic hydrolyzate of CNP
CH4	pH 4.0 fraction of peptic hydrolyzate of CNP

제하였다.

5. 혈청 콜레스테롤 분석

4주간 사육한 흰쥐(8주령)를 치사 12시간전에 절식시키고 에테르로 마취시킨 다음, 복대동맥으로부터 체혈하여 상온에서 응고시킨 후, 원심분리(1200×g, 15min)하여 분리하고 혈청중의 콜레스테롤 양은 효소 키트(Sigma)로 측정하였다¹²⁾. 즉 효소액 1.0ml에 혈청 10μl를 넣고 혼합하여, 37℃에서 10분간 반응시킨 다음, 500nm에서 흡광도를 측정하고 표준곡선을 이용하여 혈청중의 콜레스테롤 농도를 mg/dl 단위로 측정하였다.

6. 실험 data의 통계분석

실험결과는 평균±표준오차로 표시하였고 각 실험군 별로 평균차이가 있는가를 검정하기 위해 분산분석(ANOVA)을 시행하였으며 α=0.05수준에서 Duncan법에 의하여 각 실험군 평균치간의 유의성을 검정하였다. 데이터분석에는 Statistical Analysis System(SAS) program package를 사용하였고, 각 항목별 상관관계는 Pearson's R계수로 검정하였다¹³⁾.

결과 및 고찰

1. 펩타이드 획분의 특성

단백질 분해물을 pH변화에 따른 용해도 차이를

이용하여 몇 종류의 펩타이드로 구분하기 위하여, 우선 대두단백질(ISP) 및 카세인(CNP)과 이들의 펩신가수분해물의 용해도를 조사하였다. ISP는 pH 4.6부근은 아주 좁은 범위에서 용해도가 급격히 감소하였으나 펩신가수분해물은 상당히 넓은 범위에 걸쳐서 완만한 용해도 차이를 보였는데, 이는 가수분해물에는 등전점이 다른 다양한 크기의 펩타이드와 아미노산들이 혼합되어 있기 때문으로 생각된다. 한편 이러한 CNP과 그 가수분해물의 경우도 정도의 차이는 있으나 유사한 경향을 보였다. 그리고 각 가수분해물로부터 SHT, SH8, SH6, SH4 및 CHT, CH6, CH5, CH4로 분획하여 이들 획분의 분자량 분포를 FPLC로 측정하였다. 그중 대두단백질 가수분해물의 경우, SHT는 100 KDa 이상의 펩타이드 응집물이 26.0%, 5~100 KDa의 펩타이드가 26.5%로 되어 있었고, SH8은 각각 30.0% 및 30.0%로서 총펩신가수분해물에 비해 분자량이 큰 펩타이드가 많았으며, SH6은 각각 25.6% 및 26.4%로서 전체 가수분해물과 비슷하였고, SH4는 각각 34.4% 및 22.8%이었다.

2. 실험동물의 사육실험 결과

흰쥐를 사육하면서 체중, 간장의 무게, 사료섭취량 및 분변량의 변화를 측정하였다(Table 3). 체중 및 간장의 무게는 생후 8주를 기준으로 나

Table 3. Body and liver weight, feed intake, and dry weight of feces of rats fed with different nitrogen sources

Diet	Body wt(g)	Liver wt(g)	Feed intake(g/d)	Feces, dry wt(g/d)
ISP	196.7±7.1 ¹⁾	7.9±0.3	13.9	1.4
SHT	190.2±6.4	7.4±0.1	13.4	1.3
SAA	190.3±5.1	7.3±0.2	13.2	1.3
CNP	210.2±3.3	7.8±0.2	14.6	1.5
CHT	202.4±6.2	8.2±0.3	14.2	1.5
CAA	194.8±7.1	8.0±0.2	14.0	1.5
SH8	189.4±3.5	7.3±0.3	13.5	1.3
SH6	192.1±5.3	7.4±0.2	13.1	1.2
SH4	182.7±4.1	7.2±0.1	12.9	1.3
CH6	205.4±3.7	8.0±0.2	14.3	1.4
CH5	201.3±3.5	8.1±0.2	14.0	1.5
CH4	192.1±7.1	7.7±0.2	14.2	1.5

1) Values represent the mean±SD.

타내었고, 사료섭취량 및 분변량은 생후 6주부터 8주간의 전체량을 마리당 1일평균으로 나타내었다. 증체율은 각 처리군간에 유의적인 차이가 없었으며, 각 군에서는 펩신가수분해물의 획분들이 본래의 단백질의 경우보다 낮았으나 그 차이는 10% 이내였다. 간장의 무게는 대체로 체중과 비례하였다. 사료섭취량은 카세인군이 대두단백군에 비하여, 그리고 대두단백질의 가수분해물 획분보다 본래의 대두단백질구에서 높았으며, 특히 SH4의 경우 사료섭취량이 가장 적었다. 냉동건조한 분변량은 사료섭취량의 경우처럼 카세인군에 비하여 대두단백군에서 약간 적었다.

3. 혈청 콜레스테롤의 농도

질소원이 다른 여러 식이를 투여한 흰쥐의 혈청 콜레스테롤 농도는 Table 4와 같다. 즉, 대두단백질 계통을 먹인 처리구들은 카제인 단백질 계통을 먹인 처리구보다 모두 낮게 나타났으며, 대두단백질 및 그와같은 조성의 아미노산 혼합물(SAA)을 먹인 처리구 간에는 유의적인 차이가 없었다. 그러나 대두단백질의 총펩신가수분해침전물(SHT)의 처리구와 SAA의 처리구간에는 유의적인 차이가 있었다. 또한 SAA와 CAA의 처리구간에 혈청 콜레스테롤 농도가 다른 것으로 보아 아미노산 조성도 혈청 콜레스테롤 농도에 영향을 미침을 시사하였다. 그리고 카제인 계통을 처리한 경우는 단백질인 CNP과 그와 같은 조성의 아미노산 혼합물인 CAA간에는 차이가 없었고, 대두 단백질의 경우 ISP와 그와 같은 조성의 아미노산 혼합물인 SAA 간에 유의적인 차이는 있었으나 SAA처리구에서 9% 높게 나타났다(Exp. 1).

여기서 펩신가수분해침전물(SHT, CHT)을 처리

한 경우, 단백질 계통별 처리내에서는 가장 낮은 혈청 콜레스테롤 농도를 나타내었음에 주목하여, 2차적으로 각 가수분해물을 pH별 용해도 차이로 나눔으로써 가수분해정도가 각기 다른 펩타이드 획분을 흰쥐에서 처리하여 보았다. 그 결과, 서로 다른 단백질 계통간에는 차이가 있었으나 같은 계통내에서는 차이가 없었다. 다만 대두 펩타이드나 카세인 펩타이드에서 모두 pH4획분에서 혈청 콜레스테롤 농도가 각각 68.6과 91.0mg/dl로 가장 낮은 값을 보였다(Exp. 2).

4. 식이 펩타이드의 *in vitro* 소화율과 분자량 분포

앞의 실험결과에서 펩타이드 획분의 가수분해 정도와 혈청 콜레스테롤의 농도간에는 명확한 상관성을 찾을 수 없었다. 따라서, 식이 펩타이드의 종류가 혈청 콜레스테롤 농도에 영향을 미치는 요인으로서 펩타이드의 소화율 차이를 중점적으로 검토하였다. 우선 각 식이 펩타이드들의 *in vitro* 소화율을 실험방법에서 언급한 바와 같이 측정하였다. 그 결과, Table 5에서와 같이 카세인 단백질은 펩신과 판크레아틴에 의해 가수분해가 잘 일어나서 분자량이 작은 펩타이드가 많이 생성되므로써 *in vitro* 소화율이 높게 나타났으나, 대두 단백질은 *in vitro* 소화율이 낮게 나타났다. 즉, 대두단백질은 *in vitro* 소화율이 48.2%로서 카제인 74.6%보다 훨씬 낮았으며, 이들을 펩신으로 부분가수분해하여 pH 4.0에 침전시켜 얻은 SHT와 CHT는 본래의 단백질보다 *in vitro* 소화율이 더 낮아져서 각각 40.1%와 68.7%를 나타내었다. 이는 펩신으로 가수분해시 생성된 유리아미노산과 가용성의 올리고펩타이드들이 pH4에서 침전되지 않아 제거되므로써 효소에

Table 4. Serum cholesterol levels of rats fed with different nitrogen sources

Experiment 1						
Diet	ISP	SHT	SAA	CNP	CHT	CAA
Cholesterol(mg/dl)	77.3± 5.2 ^{bc 1)}	70.5± 5.7 ^c	82.5± 5.2 ^b	100.0± 1.1 ^a	95.2± 2.7 ^a	100.6± 2.3 ^a
Experiment 2						
Diet	SH8	SH6	SH4	CH6	CH5	CH4
Cholesterol(mg/dl)	73.8± 5.3 ^b	74.5± 7.0 ^b	68.6± 7.6 ^b	98.9± 5.9 ^a	98.5± 7.4 ^a	91.0± 6.9 ^a

1) Values represent the mean± SD. Values followed by the same letter are not significantly different at p<0.05 level.

대두 펩타이드와 혈청 콜레스테롤

Table 5. Molecular weight distribution of peptic/pancreatic hydrolyzates of various dietary peptides

Diet peptides	Oligopeptides ¹⁾ (Mw<1000)	Macropeptides (1000<Mw<5000)	Polypeptides (5000<Mw)
Amount(%)			
ISP	48.2	34.7	17.4
SHT	40.1	43.0	16.9
CNP	74.6	22.2	3.2
CHT	68.7	27.7	3.6
SH8	40.8	42.8	16.4
SH6	42.2	40.0	17.8
SH4	34.9	52.8	12.3
CH6	68.5	27.9	3.7
CH5	69.2	28.3	2.5
CH4	68.3	29.6	2.1

1) Ratio of oligopeptides formed by peptic/pancreatic hydrolysis was adopted as the *in vitro* digestibility of the dietary peptides.

대하여 비교적 난가수분해성 단백질과 펩타이드들로 구성되어 있기 때문으로 생각된다.

또한 이들 가수분해물들을 pH별 용해도 차이로 나는 획분들의 *in vitro* 소화율은 각각 SHT 및 CHT와 비슷하였으나 SH4와 CH4가 각각 34.9%와 68.3%로 가장 낮았다. 반대로 분자량 1,000 dalton에서 5,000 dalton사이의 마크로펩타이드는 카제인 단백질보다 대두 단백질에서 많이 생성되어 각각 CNP이 22.2%, ISP가 34.7%였으며 총펩신가수분해물에서는 그 함량이 더욱 많아져서 각각 CHT가 27.7%, SHT가 43.0%이었고 펩신가수분해물의 pH별 획분에서는 특히 SH4획분이 52.8%로서 마크로펩타이드가 많이 생성되었다. 분자량 5,000 dalton이상의 폴리펩타이드는 대두단백질 계통에서 16%수준으로 많이 생성되었으나 카제인 단백질 계통에서는 3%수준으로 적게 생성되었다.

5. *In vitro* 소화율과 혈청 콜레스테롤 농도와의 상관관계

위에서의 실험결과들을 종합하여 *in vitro* 소화율과 혈청 콜레스테롤 농도와의 상관관계를 분석하였던 바, Fig. 1에서와 같이 상관계수 0.986으로 강한 양의 상관관계이었다. 그리고 분자량 1,000~5,000 dalton사이의 마크로펩타이드 비율과 혈청 콜레스테롤 농도와의 관계는 Fig. 2에서와 같이

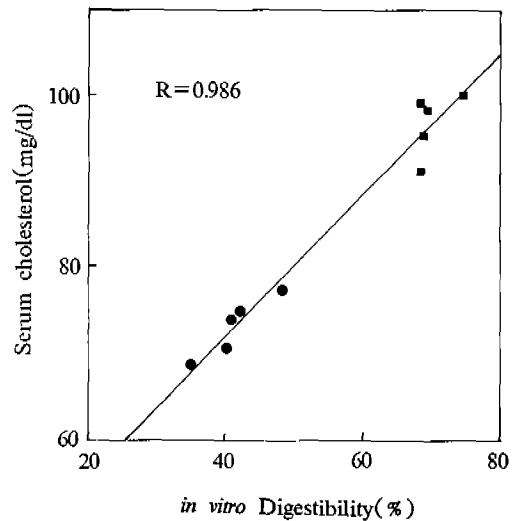


Fig. 1. Relationship between *in vitro* digestibility of the dietary peptides and concentration of serum cholesterol in rats.

● : soybean peptides, ■ : casein peptides.

상관계수 -0.932로서 강한 음의 상관 관계를 보였으며, 분자량 5,000 dalton이상의 폴리펩타이드는 이보다 낮은 상관관계를 보였다($r = -0.787$). 즉 *in vitro* 소화율이 낮은 단백질 급원을 섭취한 흰쥐의 혈청 콜레스테롤 농도는 낮아졌는데, 이는 소화시 흡수되기 어려운 1,000 dalton이상의 마크로펩타이드

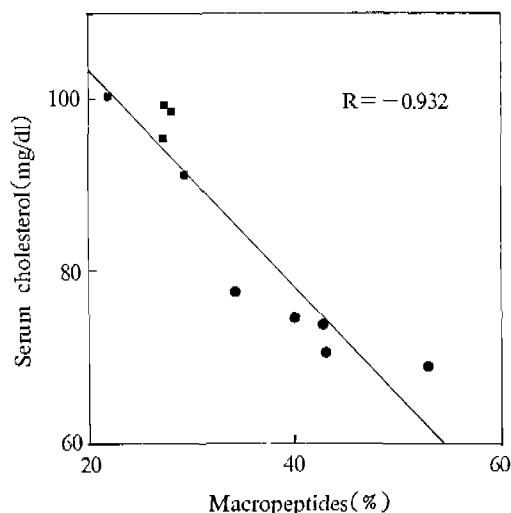


Fig. 2. Relationship between ratio of macropeptides (1,000<MW<5,000) formed by peptic/pancreatic hydrolysis of the dietary peptides and concentration of serum cholesterol in rats.

● : soybean peptides, ■ : casein peptides.

드 및 폴리펩타이드가 많이 생성되는 단백질금원을 섭취한 흰쥐에서 혈청 콜레스테롤 농도가 낮아짐을 시사하였다.

그러나, 구체적으로 마크로펩타이드의 어떤 성질이 콜레스테롤의 농도를 낮추었는지, 또는 펩타이드의 아미노산 조성과 같은 다른 어떤 요인이 콜레스테롤의 흡수를 저해하였는지에 대하여는 더 검토할 필요가 있다고 생각된다.

요약 및 결론

대두 펩타이드의 소화율이 흰쥐의 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 대두단백질(ISP), 카세인단백질(CNP), 이들 단백질을 펩신으로 가수분해하여 pH에 따른 펩타이드 침전 획분들(SHT, SH8, SH6, SH4 및 CHT, CH6, CH5, CH4) 및 같은 조성의 아미노산 혼합물(SAA, CAA)로 사육한 흰쥐의 혈청 콜레스테롤 농도를 측정하였다. 그리고, 펩타이드 획분을 펩신과 판크레아틴으로 가수분해하여 FPLC로 분석한 분자량 분포로부터 이들의 *in vitro* 소화율을 구하고, 혈청

콜레스테롤 농도와의 상관관계를 구하였다. 그 결과, *in vitro* 소화율이 낮은 식이 펩타이드를 섭취한 흰쥐일수록 혈청 콜레스테롤 농도가 낮아졌으며 ($r=0.986$), 분자량 1,000~5,000 dalton의 소화흡수되기 어려운 마크로펩타이드가 많이 생성되는 펩타이드 획분을 섭취한 흰쥐일수록 혈청 콜레스테롤 농도가 낮아졌다($r=-0.932$). 이상으로부터 단백질의 *in vitro* 소화율이 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향이 매우 크며, 특히 소화과정에서 생성되는 분자량 1,000 dalton이상의 마크로펩타이드 및 올리고펩타이드가 혈청 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과가 있음을 시사하였다.

Literature cited

- 1) 편집부. 종합건강진단센터에서 본 수진자의 질병분포. 고려병원보 82(4)12-13, 1989
- 2) 박현서 · 한선화. 사람에서 n-3계 불포화지방산이 serum lipoprotein과 지질조성에 미치는 영향. *Korean J Nutr* 21 : 61-74, 1988
- 3) Sugano M. Nutritional studies on the regulation of cholesterol metabolism : The effects of dietary protein. *日本營養食糧學會誌* 40 : 93-102, 1987
- 4) Carroll KK. Hypercholesterolemia and atherosclerosis : Effect of dietary protein. *Federation Proc* 41 : 2792-2795, 1982
- 5) Woodward CJH, KK Carroll. Digestibility of casein and soybean protein in relation to their effects on serum cholesterol in rabbits. *Br J Nutr* 54 : 355-366, 1985
- 6) 吉川正明. 食品起源の生理活性ペプチド. *食品と開発* 23(4) : 39-43, 1988
- 7) Yashiro A, S Oda, M Sugano. Hypocholesterolemic effect of soybean protein in rat and mice after peptic digestion. *J Nutr* 115 : 1325-1336, 1985
- 8) Alder-Nissen J. Limited enzymic degradation of proteins : A new approach in the industrial application of hydrolysates. *J Chem Tech Biotechnol* 32 : 138-156, 1982
- 9) Kella NKD, Barbeau WE, JE Kinaella. Effect of oxidative sulfitolysis of disulfide of glycinin on solubility : surface hydrophobicity, and *in vitro* digestibility. *J Agric Food Chem* 34 : 251-256, 1986

대두 펩타이드와 혈청 콜레스테롤

- 10) Chobert JM, CB Harb, MG Nicolas. Solubility and emulsifying properties of casein and whey proteins modified enzymatically by trypsin. *J Agric Food Chem* 36 : 883-892, 1988
- 11) Okita T, M Sugano. Effects of the type and level of dietary proteins on plasma lipids, fatty acid profiles, and fecal steroid excretion in rats. *Agric Biol Chem* 53 : 659-666, 1989
- 12) Sale FO, S Marchesini, B Berra. A sensitive enzymatic assay for determination of cholesterol in lipid extraction. *Anal Biochem* 142 : 347-350, 1984
- 13) SAS Institue. SAS/STAT guide for personal computers. Cary, 1985