

## 두부의 영양과 기능성

송 정 자

숙명여자대학교 식품영양학과

두부는 대두를 이용한 전래의 조리 가공품 중 우리의 식생활에서 차지하는 비중이 상당히 높은 식품이다. 최근 암을 비롯한 여러 가지 질병에 효과적이라는 연구가 계속 발표되면서 대두 가공 식품을 사용하지 않았던 미국과 서구 여러 나라에서도 이에 대한 이용이 활발해졌으며 얼마전 미국 클린턴 대통령이 건강식으로 두부를 먹는다는 내용이 매스컴에 소개되었고, APEC에서도 클린턴 대통령과 강택민 주석이 김영삼 대통령과 함께 이야기 꽃을 피웠던 주제가 바로 대두였다고 한다. 고대로부터 중국의 식물학자들에게 다양한 질병의 치료와 건강유지를 위하여 권장해 온 식품이었다.

서양에서는 대두 그 자체로는 미각적으로 만족스럽지 않았기 때문에 사료 이외에는 거의 사용하지 않았는데 최근에는 두부를 이용한 조리 방법의 다양화로 서양의 식탁에서도 중요한 위치를 차지하기 시작했다. 유럽에서도 1980년대부터 인스턴트 분말두부 개발로 그 수요가 급속히 증가하였다(Holts, 1995).

일본에서는 이미 오래전부터 학교 급식 식단에서 단백질과 지질의 급원으로 모멘두부, 튀김두부, 간모를 많이 이용하여 왔으며(김길환, 1982), 미국에서도 1986년부터 American Dietetic Association에서 학교 급식에 두부를 권장하기 시작했다.

또한 최근 중국과 대만에서는 두부를 처음 만들었다는 한나라 회남왕 유안의 탄신 기념일인 9월 15일을 「두부의 날」로 정하였다.

두부는 대두의 수용성 단백질을 추출하여 응고시킨 것으로 영양가와 소화율이 높으며 대두 단백질의 아미노산 조성은 동물성 단백질과 유사하여 곡류 위주의 식생활에서 부족되기 쉬운 필수아미노산 함량이 높고, 가격이 저렴하여 고단백 식품으로 gel상

특유의 부드러운 질감으로 인해 기호도가 높다.

두부에는 영양소이외에도 여러 가지 생리활성 물질이 포함되어 있다. 생리활성 물질이란 영양소는 아니지만, 우리 몸의 항상성과 생활 리듬에 도움을 주기 때문에 점차 관심을 갖게 되었으며 이를 함유한 식품을 기능성 식품(designers foods)이라고도 한다.

최근에는 대두의 생리 활성 물질에 관한 연구가 활성화되면서 그 가치가 성인들의 만성퇴행성 질환, 심장관련 질환 그리고 암 등에 효과가 있음이 밝혀져 세계적으로 주목을 받고 있다(Liu, 1997). 미국의 국립암연구소에서는 5년간에 걸친 연구에서 항암 효과에 대두가 가장 영향을 많이 미치는 여섯 가지 식품 중의 하나로 선정되어 미래의 “기능성 식품”으로 자리를 굳히고 있다.

지금까지 대두의 영양학적, 생리활성적 중요성에 대한 연구는 많이 보고되어 왔으나, 두부에 대한 연구는 상대적으로 매우 빈약하다. 그러므로 본 연구에서는 지금까지 연구된 두부의 영양성분과 생리활성 물질에 대한 연구를 종합하여 알아보고자 한다.

### 1. 두부의 일반성분과 영양소

두부는 약 85% 정도의 많은 수분과 약 7.8% 단백질, 그리고 4.2%의 지질을 함유하며 2mg/g 칼슘으로 그 함유량이 높다(Wang et al., 1983; Schaefs & Love, 1992).

두부를 건조물로 계산하면 50%의 단백질과 27%의 지방 그리고 나머지가 당질과 무기질이다(Wang et al., 1983).

두부는 단백질 대 지방의 비율이 높고 콜레스테롤과 유당이 함유되어 있지 않으며 포화지방산과 식이 섬유 함량이 낮은 저지방 식품이다. 또한 두부에는

미량 영양소가 풍부하여 비타민 B군 함유량이 높다. 그리고 두부를 주로 칼슘염으로 만들기 때문에 대두 자체보다 칼슘 함량이 높고 철분의 함량 또한 높다.

두부는 제조 과정 중 일부 영양 성분의 변화를 가져오는데 대두를 물에 불려 마쇄한 후 얼처리 등의 과정을 거치면서 대두에 함유된 영양소가 종류에 따라서 약 49~54% 정도만 두부에 남게 된다.

두부 제조 중 아미노산의 변화를 알아보기 위해서 리신을 포함한 17종의 아미노산을 분석한 결과 두부 제조시 남아 있는 것 중 세린이 74.5%로서 가장 낮고, 티로신이 86.7%로 제일 높았다(김길환, 1982).

Schaefs와 Love(1992)는 4지역에서 수확한 3종류의 대두로 두부를 만들었을 때 피트산, 구리, 철분의 함량이 대두와 두부가 유의적으로 정비례하는 것을 관찰했다.

두부는 그 종류에 따라 표 1과 같이 일반 두부, 연두부, 순두부, 경두부, 압착 두부 등으로 나눌 수 있다. 두부의 종류에 따라서 그 영양 성분 또한 차이를 나타내며 표 2와 같다. 표 1에 나타낸 두부 이외에도 일본과 중국에는 여러 종류의 두부가 있으며 최근 미국에서는 pasteurization으로 살균시켜 30~60일간 유지할 수 있는 냉동 두부도 시중에 나와 있다고 한다(Liu, 1997).

표 1. 두부의 종류별 특성

종 류	특 징
일반두부	대두고형분이 6~8%인 두유를 응고시켜 수분이 85%내외인 것
연 두 부	대두고형분이 11%내외인 두유를 가열냉각후 가열 응고시킨 것
순 두 부	대두고형분이 7% 내외인 두유를 가열냉각후 가열 응고시킨 것
경 두 부	일반 두부를 압착시 수분이 78% 이하로 압착한 것
압착두부	연두부 조직과 같이 한 압착 두부

source: 김병규, 가공두부의 신제품 개발 현황과 전망, 한국대두연구회지

표 2. 두부제품의 영양성분

(단위 : g/100g)

항 목	두부	동두부	순두부	연두부	튀긴두부
수분(%)	84.1	8.1	90.4	91.0	42.9
에너지(kcal)	79	41	47	41	346
단백질(g)	8.4	50.2	4.7	5.2	20.4
지방(g)	3.5	33.3	3.2	2.4	31.0
탄수화물					
당질(g)	3.0	5.3	1.0	0.7	3.8
섬유소(g)	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
회분(g)	0.8	2.8	0.6	0.6	1.8
칼슘(mg)	159	590	48	62	295
인(mg)	90	710	67	74	275
철(mg)	2.6	9.4	0.8	1.4	4.6
칼륨(mg)	1	32	95	95	153
나트륨(mg)	0	8	6	5	17
비타민 A(RE)	0	2	0	0	0
티아민(mg)	0.05	0.02	0.02	0.02	0.05
비타민 B <sub>2</sub> (mg)	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02
나이아신(mg)	0.7	0	0.2	0.3	0.3
비타민 C(mg)	0	0	0	0	0

source: 농촌진흥청 농촌생활연구소 식품성분표, 1996

두부는 제조 과정 중 대두에 함유된 섬유소와 수용성 탄수화물을 제거하기 때문에 소화 흡수가 잘 되어 두부의 소화율은 95%인 반면 대두를 볶거나, 삶은 것은 68% 정도로 낮다. 또한 유바는 100%로 두부보다 높고 유부는 91% 정도였다(김길환, 19-82).

표 3에서 보는 바와 같이 일반 두부 가식부 100g 당 수분이 차지하는 비율은 약 85%이고, 대두 고형분이 6~8% 정도이다. 에너지는 79kcal이며, 단백질은 8.4g, 지방은 3.5g 정도로 저열량, 저지방 식품이다.

1) 단백질과 아미노산

표 3. 두부의 영양성분 (단위 : 가식부 100g)

항 목	합 량
수분(%)	84.1
에너지(kcal)	79
일 단백질(g)	8.4
반 지방(g)	3.5
성 탄수화물	
분 당질(g)	3.0
섬유소(g)	0.2
회분(g)	0.8
칼슘(mg)	159
인(mg)	90
철(mg)	2.6
무 칼륨(mg)	1
기 나트륨(mg)	0
질 마그네슘(mg)	32
망간(mg)	0.6
아연(mg)	0.8
구리(μg)	193
비타민 A(RE)	0
티아민(mg)	0.05
비타민 B <sub>2</sub> (mg)	0.04
비 나이아신(mg)	0.7
타 비타민 B <sub>6</sub> (mg)	0.05
민 판토텐산(mg)	0.07
비타민 B <sub>12</sub> (μg)	0
엽산(μg)	15.0
비타민 C(mg)	0

source : 농촌진흥청 농촌생활연구소 식품성분표, 1996

두부는 단백질과 필수아미노산의 좋은 급원으로 우수한 식물성 단백질이다. 두부는 리신 함량이 낮은 쌀, 밀, 옥수수 등의 곡류와 혼합하여 섭취할 때 이상적인 영양의 균형을 이루게 된다.

두부를 포함한 대두 단백질은 산성 아미노산(아스파르트산 및 글루탐산)이 현저히 높고, 염기성 아미노산(아르기닌 및 리진)의 함량이 비교적 높은 반면, 함유황아미노산(메티오닌 및 시스틴)의 함량이 아주 낮은 특징을 보인다. 표 4에는 생두부와 동두부의 아미노산 함량이 나와 있다.

그림 1은 두부 중의 필수아미노산 함량이다. 두부에는 사람과 동물에 필요한 필수아미노산이 대부분 함유되어 있으며 제한 아미노산은 메티오닌과 트립토판이다.

단백질 효율은 옛날 연구에서는 주로 쥐를 이용하여 측정하여 이때 대두의 단백질 효율이 낮은 것으

표 4. 두부의 아미노산 함량 (단위 : mg)

항 목	생두부	동두부
	(단백질6.8g / 가식부100g)	(단백질50.2g / 가식부100g)
이소로이신	370	320
로이신	600	520
리신	460	390
메티오닌	100	90
시스틴	120	100
함황아미노산 합계	220	190
페닐알라닌	390	340
티로신	290	250
방향족아미노산	680	590
합계		
트레오닌	280	240
트립토판	100	87
발린	380	330
히스티딘	200	170
아르기닌	550	470
알라닌	320	280
아스파르트산	840	720
글루탐산	1300	1100
글리신	310	260
프롤린	400	350
세린	350	320

source : 농촌진흥청 농촌생활연구소, 식품성분표, 1996

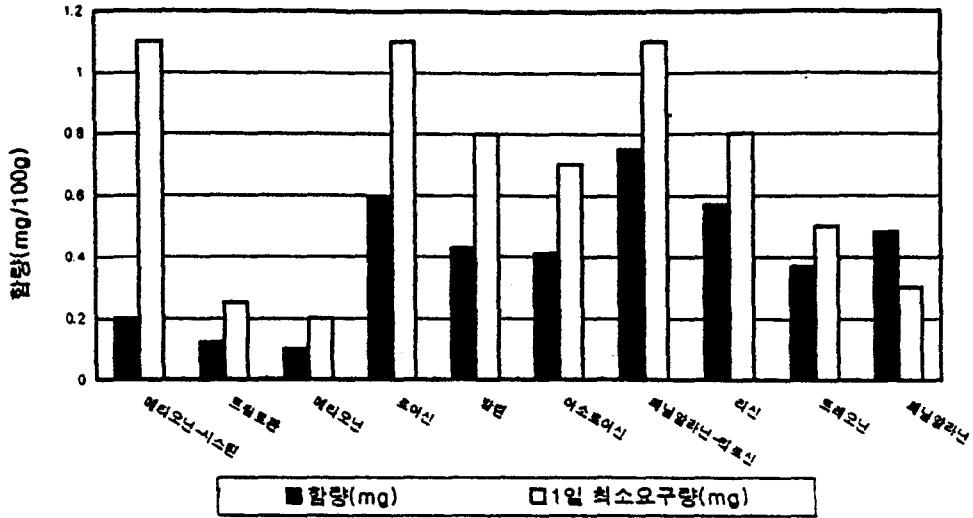


그림 1. 두부 100g 중의 필수아미노산 함량  
source: 김길환, 콩, 두부와 콩나물의 과학, 한국과학기술원, 1982

로 보고되었는데 이는 대두에 적게 함유된 함황아미노산인 메티오닌이 사람보다 쥐가 훨씬 더 많이 필요했기 때문이다. 그러나 최근 인체 연구에서 대두의 질이 우유, 고기 그리고 달걀 단백질과 유사하다는 것이 보고되었다(Messina, 1994).

The Food and Drug Administration은 단백질의 평가에 Protein Digestibility Connected Amino Acid Score(PDCAAS)를 도입했고, World Health Organization에서는 이를 인정했는데 그 공식은 다음과 같다.

$$PDCAAS = \frac{\text{Amino acid pattern}}{\text{Amino acid requirement}} \times \text{Digestibility}$$

단백질의 필수아미노산 패턴을 사람의 필수아미노산의 요구량으로 나눈 후 단백질의 소화율 반영하여 평가하는 방법이다. 이 PDCAAS로 대두 단백질을 측정했을 때 우유 단백질과 유사하였다. 또한 최근 두부를 포함한 대두 단백질의 낮은 메티오닌 함량이 암, 골다공증 그리고 고혈압에 오히려 효과적으로 작용한다는 보고가 있다(Messina, 1994).

국민영양조사(1993년)를 이용하여 단백질을 공

급하는 주요 식품을 조사한 결과 단백질의 1일 1인 전국 평균 72.6g 섭취하였을 때 그 중에서 두부는 1.9g으로 총 섭취량의 2.7%를 차지하였다(표 5 참조).

2) 지질과 콜레스테롤

두부는 고단백 식품이면서도 일반적인 고단백 식품과는 다르게 열량과 포화지방산 함유량이 낮고 콜

표 5. 단백질의 주요 급원식품

(단위 : 1일/1인 평균)

순위	식품명	섭취량(g)	%
1	쌀밥	18.2	25.0
2	쇠고기	4.1	5.7
3	돼지고기	3.3	4.5
4	달걀	2.9	4.0
5	대구	2.8	3.9
6	오징어	2.8	3.8
7	고등어	2.3	3.2
8	조기	2.1	2.9
9	멸치	2.1	2.9
10	두부	1.9	2.7

source: 박미아 등, 한국영양학회지, 1997

레스테롤이 함유되어 있지 않다. 그러므로 주로 동물성 단백질을 섭취하고 있는 서구 지역에서 두부나 두유로 대체했을 때 총 포화지방산과 콜레스테롤의 섭취량을 상당량 감소시킬 수 있었다. 두부에는 약 15%의 포화지방산과 약 80%의 불포화지방산이 함유되어 있고, 그 중에서도 linoleic acid 함량이 현저히 높은 반면 쇠고기는 48%의 포화지방산과 47%의 낮은 불포화지방산을 함유하며 그 중에서도 linoelic acid 함량은 9%로 낮다. 또한 두부에 존재하는 자연 lechitin과 linoleic acid는 인체에서 콜레스테롤과 지방산이 장내와 혈액에 축적되는 것을 막아준다 (Shepherd et al., 1991).

표 6에는 두부의 지방산 조성이 그리고, 표 7은 두부의 콜레스테롤 함량이 나타나 있다. 1993년 국민영양조사에 의하면 식이 지방원으로서의 두부는 전국 1일 1인 평균 1.25g으로 총지방 섭취량(36.9g)의 3.4%였다(표 8 참조).

3) 탄수화물

표 6. 두부의 지방산 조성

(g/100g 지방산)	
지방산	두부
카프르산(g)	-
라우르산(g)	-
미리스탄산(g)	0.2
미리스톨레산(g)	-
팔미트산(g)	12.2
팔미톨레산(g)	0.1
스테아르산(g)	6.5
올레산(g)	22.7
리놀레산(g)	49.8
리놀렌산(g)	6.9
아라키드산(g)	0.6
에이코세노산(g)	0.4
에이코사디에노산(g)	-
아라키돈산(g)	-
베헨산(g)	0.5
도코세노산(g)	-
리그노세르산(g)	-
테트라코세노산(g)	-
기타 지방산(g)	0.2

source: 농촌진흥청 농촌생활연구소, 식품성분표, 1996

표 7. 두부의 콜레스테롤 함량

(단위 : 가식부100g)

항 목	두부
콜레스테롤(mg)	0
지질(g)	5.0
총지방산(g)	4.38
포화지방산(g)	0.88
단일불포화지방산(g)	1.02
다불포화지방산(g)	2.48

source: 농촌진흥청 농촌생활연구소 식품성분표, 1996

표 8. 지방의 주요 급원식품

(1일/1인 평균)

순위	식품명	섭취량(g)	%
1	돼지고기	4.3	11.5
2	대두기름	2.7	7.4
3	쌀	2.7	7.2
4	계란	2.5	6.7
5	옥수수기름	2.2	5.9
6	인트턴트면	2.2	5.9
7	쇠고기	2.0	5.3
8	참기름	1.6	4.5
9	우유	1.6	4.2
10	닭고기	1.3	3.4
11	두부	1.3	3.4

source: 박미아 등, 한국영양학회지, 1997

두부의 당질 함량은 3g/100g으로 낮으며 섬유질은 0.2g/100g으로 현저히 낮다. 대두에 함유된 섬유질은 두부를 만들 때 거의 모두가 비지의 형태로 분리된다(Liu, 1997).

두부도 두유와 마찬가지로 우유에 함유된 유당이 없기 때문에 유당불내증인 사람들에게 중요한 단백질 급원으로 사용될 수 있다.

4) 무기질과 비타민류

두부에는 무기질 중 칼슘 함량이 높는데 이는 두부 제조 과정에서 응고제를 사용하기 때문이며, 칼슘 함량이 우유보다 약 23% 정도 더 많이 함유하게 된다. 그러므로 두부 200g을 섭취하면 한국 성인남자 1일 칼슘 권장량의 약 31%를 충족할 수 있다.

여러 종류의 식물성 식품 중에서 두부의 칼슘 함량이 높은 것을 표 9에서 볼 수 있다. 국민영양 조사

**표 9. Calcium content of plant foods**

식품	칼슘 함량(mg)
<b>Legumes</b>	
tofu, firm, 1/2 cup	258
Great Northern beans, 1 cup, boiled	121
navy beans, 1 cup, boiled	128
vegetarian baked beans, 1 cup	128
<b>Grains</b>	
brown rice, 1 cup, cooked	23
wheat flour(Pillsbury's Best), 1 cup	238
<b>Vegetables</b>	
broccoli, 1 cup, boiled	178
kale, 1 cup, boiled	94
brussels sprouts, 1 cup, boiled	56
potato, 1 average, baked	20

source: Messina, 1994

(1993년)를 이용하여 칼슘과 철분을 공급하는 주요 식품을 조사한 결과 칼슘의 섭취량은 1인 1일 전국 평균 523.0mg이었으며, 그 중에서 표 10과 같이 두부는 41.3g으로 총 섭취량의 7.9%를 차지하였으며 순위는 1위 멸치, 2위 우유, 3위 두부로 두부가 칼슘 공급원으로 차지하는 비율이 높았다. 또한 철분은 1인 1일 전국 평균 22.4mg을 섭취하였으며, 그 중 두부는 0.51mg으로 총 섭취량의 2.3%를 차지하였으며 쌀이 1위이고, 무청, 멸치, 두부의 순위였다.

두부가 철분의 흡수에 미치는 영향을 연구한 논문

에서 242명의 인도 여자들에게 단백질이 동일하게 함유된 대두 식품중 silken tofu, natto, miso가 대두 분말에 비해 철분의 흡수를 현저하게 증가시키는 것으로 보고하였다(Macfarlane, 1990).

또한 칼슘 이외에도 표 4에서와 같이 철분, 인, 칼륨, 필수 비타민 B군과 choline, 비타민 E가 상당량 함유되어 있다.

**2. 두부의 생리활성 물질**

최근에는 대두에 함유된 영양소 이외의 생리활성 물질(phytochemicals)에 많은 관심을 모으고 있다. 대두의 식물성 화합물질들은 현대 과학에서 알려진 가장 힘 있는 임상의학적 분자들이라고 한다. 두부도 이러한 유익한 성분들을 함유하기 때문에 암, 당뇨병, 심장질환, 골다공증, 골관절증, 신장질환, 담석증 등 여러 가지 질병에 효능이 있는 것으로 보고되고 있다(Holts, 1995).

두부에는 이와 같은 물질의 존재가 대두 자체에 비하여 불분명하거나 생체에 미치는 영향이 정확하게 규명되지 못한 부분이 많지만 지금까지 연구된 것들을 종합해 보면 다음과 같다. 두부에 함유된 생리활성 물질로 가장 많이 알려진 것들은 아이소플라본, 펩티산, 사포닌, trypsin inhibitor 등이다.

**1) 아이소플라본(Isoflavone)**

아이소플라본은 식물체에 들어 있는 색소의 한가

**표 10. 칼슘과 철분의 주요 급원**

(단위 : 1인 /1일)

순위	식품명	칼슘 섭취량(mg)	%	식품명	철분 섭취량(mg)	%
1	멸치	59.8	11.4	쌀	9.78	43.8
2	우유	48.7	9.3	무청	0.62	2.8
3	두부	41.3	7.9	멸치	0.55	2.5
4	김치	40.8	7.8	두부	0.51	2.3
5	대구	22.4	4.3	김	0.51	2.3
6	무	19.9	3.8	쇠고기	0.48	2.2
7	미역	16.9	3.2	조기	0.48	2.2
8	쌀	13.9	2.7	달걀	0.47	2.1
9	굴	11.7	2.4	사과	0.46	2.1
10	파	11.7	2.4	김치	0.41	1.8

source: 박미아 등, 한국영양학회지, 1997

지로 C6-C3-C6를 기본으로 하는 페놀계 화합물의 배당체로 대두에 들어 있는 황색 물질이다. 두부에 주로 함유된 아이소플라본은 제니스틴(genistein), 다이제인(daidzein), 글라이시틴(glycitein) 등으로 당과 결합한 형태로 들어 있다.

배당체 구성당은 언제나 포도당으로서 구조가 단순하다. 아이소플라본은 항암, 항지혈 및 항산화 작용이 있다. 이 화합물은 여성호르몬인 에스트로겐(estrogen)의 활성을 약하게 나타내며 17- $\beta$ -estradiol의  $10^{-1}$ ~ $10^{-4}$ 활성을 갖는다(표 11 참조).

아이소플라본은 estrogen antagonist 또는 estrogen agonist로 작용하는 것이 특이하다. 그 중에서도 genistein은 항에스트로겐 효과를 나타낸다(Fotsis et al., 1993).

에스트로겐이 여성의 생리작용에 필수 물질이지만 폐경기 이후 그 농도가 높아지면 유방암을 비롯한 호르몬과 관련된 암발병 위험율이 증가한다. 대두와 함께 두부의 아이소플라본류는 유방암이나 난

소암 등과 같은 암세포의 발생을 차단하는 항암제이다. 제니스틴이 여러 종류의 암(유방암, 전립선암, 결장암, 폐암, 피부암, 백혈병 등)을 효율적으로 저해한다는 항암연구가 200편 이상이 몇 년 사이에 발표되었다(Messina, 1994).

제니스틴은 암세포 증식에 관여하는 2개의 효소(protein tyrosine kinase와 DNA topoisomerase II) 작용을 저해하며 에스트로겐 수용체와 약하게 결합하여 암세포는 저해하고 정상세포에는 영향을 주지 않는다(Akiyama & Ogawara, 1991; Messina et al., 1994).

표 12는 두부를 포함한 대두 식품의 아이소플라본 함량이다. 두부 1/2컵에는 아이소플라본이 40mg 정도 함유되어 있다. 표 13은 대두의 아이소플라본 함량을 종류별로 나타내고 있다.

아이소플라본 함량은 대두의 품종과 재배 조건에 따라서 0.06~0.31%까지 많은 차이를 보인다. 두부는 대두보다 아이소플라본 함량이 낮다. 아이소플라본은 알코올 추출 과정을 거치지 않으면 전반적으로 식품 공정 과정에서 손실되지 않으며 높은 온도나 발효시에도 효소의 작용에 의해서 변화되거나 아이소플라본 함량은 그대로 남아 있다. 다만 두부가 대두보다 아이소플라본 함량이 낮은 것은 두부를 제조하는 과정에서 다른 기타 여러 물질에 의해서 희석이 되기 때문이다라는 보고도 있고 일부가 손실된다는 보고도 있다(Robert, 1995).

Dwyer(1994)등이 두부의 아이소플라본 함량을 isotope dilution gas chromatography-mass spectrometry로 측정 한 결과 두부의 종류에 따라서 genistein 함량은 187.4~215.9 $\mu$ g/g wet weight, daidzein 함량은 73~97.5 $\mu$ g/g wet weight였으며, 두유는 두부보다 훨씬 낮은 7.0 $\mu$ g/g wet weight였다.

Fukutake(1996) 등이 조사한 바에 의하면 두유와 두부에 함유된 genistein 함량은 1.9~13.9 $\mu$ g/g food였으며, genistin은 94.8~137.7 $\mu$ g/g food였다. 한편 일본인의 아이소플라본 섭취량을 조사한 결과 1일 1인 genistein은 약 1.5~4.1mg 정도였으며, genistin은 6.3~8.3mg이었다. 또한 이 섭취량은 미국이나 유럽인의 섭취량에 비하여 아주 높았고

**Table 11.** Relative potency of principal isoflavones in soy as compared with estrogens

Main endogenous estrogens	
Estradiol	1
Estrone	0.5
Principal isoflavones in soy	
Genistein	0.0001~0.0008
Daidzein	0.000007~0.00002

source: Mayr et al, 1992. Welshons et al, 1990. Thomas, 1997

**Table 12.** Approximate isoflavone content of selected soyfoods

Soyfood	Total isoflavone(mg)
Tofu(1/2 cup)	40
Soymilk (1 cup)	40
Tempeh(1/2 cup)	40
Miso(1/2 cup)	40
Textured vegetable protein cooked(1/2 cup)	35

source: Messina, 1994

**Table 13.** Isoflavone content of soybean foods<sup>1</sup>(단위 :  $\mu\text{g/g}$ )

Product	Glucoside			Malonyl			Acetyl			Aglycone			Total
	Din	Gin	Glin	Din	Gin	Glin	Din	Gin	Glin	Dein	Gein	Glein	
Tofu	25	84	8	159	108	nd	8	1	29	46	52	12	531
Tofu yogurt	42	80	12	61	79	nd	nd	tr	nd	tr	3	5	282
Vinton 81 soybean	234	326	66	121	290	58	tr	5	25	10	19	22	1176
Pioneer 9111 soybean	637	888	60	690	1756	72	tr	2	33	28	30	19	4216

<sup>1</sup> Din=daidzin; Gin=genistin; Glin=glycetin; Dein=daidzein; Gein=genistein; Glein=glycetein; tr=trace; nd=not detected.

source: Wang & Murphy, 1994a, 1994b

**Table 14.** Breast-Cancer mortality in soyfood-consuming countries compared to the United States<sup>1</sup>

Country	Soy intake(g/day)	Breast cancer rate	Prostate cancer rate
Japan	29.5	6.0	3.5
Korea	19.9	2.6	0.5
Hong Kong	10.3	8.4	2.9
China	9.3	4.7	unknown
United States	negligible	22.4	15.7

<sup>1</sup> rates are age-adjusted: deaths are per 100,000 people.

source: American Cancer Society, Atlanta, GA, 1992.

이와 같은 결과는 미국인의 유방암, 결장암, 전립선암 등의 사망률이 일본인보다 높은 것과 상관관계가 있다고 보고 있다(표 14 참조).

하와이에 거주하는 Caucasian, 하와이 원주민, 중국, 일본, 필리핀 사람을 대상으로 질문지로 지난 1년동안 섭취한 대두 식품을 cross-sectional study로 조사하고 그 전날 24시간 뇨를 수집하여 대두 아이소플라본인 genistein, daidzein 그리고 glycitein 등을 측정하였다. 또한 대두 단백질과 아이소플라본의 섭취량을 알아보기 위해 대두 식품과 그 중에서도 특히 두부에 대하여 중점적으로 조사했다. 그 결과 일본 여자들이 Caucasian에 비하여 위의 3종류의 아이소플라본의 뇨중 배설량이 높았으며, 대두 단백질의 섭취량은 뇨중 아이소플라본 배설량과의 상관관계를 나타냈다(Maskarinec et al., 1995).

두부와 대두 식품 그리고 다른 식품군의 섭취시 뇨중으로 배설되는 아이소플라본 함량을 측정한 결과는 다음과 같다(Kirkman et al., 1995).

미국인을 4군으로 분류하여 1군은 채소를 섭취하지 않은 기본 식이군, 2군은 carotenoid 함유 식품

군(당근과 시금치), 3군은 브로컬리와 컬리플라워군, 4군은 두부와 TVP(textured vegetable protein)군으로 9일 동안 섭취시킨 결과 뇨중의 isoflavonoids인 equol, o-desmethylangolensin, daidzein 그리고 genistein의 배설량이 두부와 TVP 섭취군에서 다른 군에 비하여 월등히 높았다(Kirkman et al., 1995). 또 다른 연구에서 식이 섬유에 의한 대두 중의 아이소플라본 흡수를 알아보기 위하여 0.9mg isoflavones/kg 체중을 두부와 TVP 형태로 7명의 건강한 미국 여성에게 섭취시킨 결과 섭취 24시간 후 고식이섬유 섭취시(40g) 혈장의 genistein 농도가 55% 낮아졌으며, 뇨중 배설도 20% 정도 감소되었다. 그러나 뇨중 daidzein은 식이섬유 섭취와 상관관계가 없었다. 뇨중의 genistein 배설은 두부가 TVP보다 23% 더 많았다(Tew et al., 1996).

## 2) 피트산(Phytic acid)

이 산은 6개의 인산기를 갖고 있는 이노시톨(inositol) 즉 inositol hexaphosphate이다. 대두에는 인의 함량이 0.5~0.7%이며, 이 가운데 70~80%가



피트산의 형태로 존재하고 나머지는 인지질이나 무기인이 차지한다.

이 산은 단백질과 함께 있기 때문에 대두에서 단백질을 분리할 때 단백질과 같이 이동한다. 인체내에는 피트산을 분해하는 효소(phytase)가 없어서 피트산의 구성 성분인 인을 영양 성분으로 이용하지 못한다(Prattley & Stanlay, 1982).

피트산은 유용한 무기질의 체내 흡수 이용도를 낮추는 항영양 인자이지만(Heaney et al., 1991), 인체에 유해한 중금속 이온과도 쉽게 결합하여 체외로 배출시키는 작용을 한다. 피트산은 비타민 C와 베타 카로틴과 마찬가지로 항산화 작용을 한다(Graf et al., 1987; Graf & Eaton, 1990).

피트산의 항암작용은 아직 확실하지 않지만 피트산은 철분과 쉽게 결합하여 철에 의한 지질 산화 반응을 감소시키고, 잠재적으로 발암성물질의 생성을 억제한다.

피트산은 철분의 흡수를 감소시키지만 과잉 철분 섭취시 나타날 수 있는 심장병의 위험을 예방하는 효과가 있다(Beard, 1993). 또한 피트산은 free radical 생성을 저해하여 면역기능을 강화시켜 natural killer cell을 증가시키며 이 NK는 암세포와 종양을 죽이는 작용을 한다(Vucenic et al., 1992).

표 15는 두부와 대두의 피트산 함량이다. 두부에는 1.5~2.88g/100g 건조물 정도의 피트산이 함유되어 있다.

### 3) 사포닌(Saponins)

사포닌은 당을 포함하는 트리테페노이드(tritep-

enoid) 알코올 화합물 즉, 대두에 들어 있는 배당체(약 2%)의 일부로서 적어도 10가지의 사포닌이 분리되어 있다. 사포닌은 지금까지 항지혈, 항콜레스테롤, 항산화작용 등이 밝혀지고 있다. 최근 선천성 면역 결핍증인 에이즈(AIDS)를 일으키는 바이러스와 함께 배양하면 에이즈 발생균의 생육이 크게 억제된다는 사실도 밝혀졌다(Ohominami et al., 1981; Nakashima et al., 1989).

대두 사포닌은 특히 대장암 세포의 성장을 억제하는 작용이 규명되었다(Rao, 1991). 또한 사포닌은 지방의 합성과 흡수를 억제하고 지방 분해를 촉진하는 작용을 하기 때문에 비만 예방에 효과적이라고도 한다. 비만취에게 사포닌이 함유된 식이를 공급한 결과 식욕 증추가 파괴된 쥐의 비만증에 효과적이었다(한국콩연구회소식, 1997). 두부에는 2.1% 정도의 사포닌이 함유되어 있다. 표 16은 두부와 대두 식품의 사포닌 함량이다.

### 4) Protease inhibitor

1987년 미국의 Nation Cancer Institute에서는 protease inhibitor를 항암제로 사용할 것을 생각했다(Troll & Kennedy, 1989). 이는 실험실 연구에서 protease inhibitor가 여러 종류의 암세포를 저해하는 것을 관찰했기 때문이다.

두부의 protease inhibitor는 가열하고, 두부를 제조하는 과정에서 상당량 손실되기 때문에 다른 대두 식품에 비하여 그 함량이 낮다. 두부는 protease inhibitor가 낮기 때문에 소화흡수율은 대두에 비하여 높다. 그러나 대두 식품으로 섭취하는 이와 같은 낮

**Table 15.** Phytic acid content of soybeans and soy foods

Product	Phytic acid content g/100g dry matter
Tofu <sup>1</sup>	1.5~2.5
Tofu <sup>2</sup>	1.96~2.88
Soybeans <sup>1</sup>	1.00~1.47
Soybeans <sup>2</sup>	1.39~2.30

<sup>1</sup>Fifteen field-type varieties.

<sup>2</sup>Thirty-eight field-type varieties.

source: Robert, 1995

**Table 16.** Saponin content of soybeans and soy foods

Product	Saponin content g/100g dry matter
Tofu	0.30~2.1
Miso	0.15
Natto	0.25
Soymilk	0.26~0.39
Soybeans	0.22~5.6

source: Kitagawa et al., 1984. Ireland et al., 1986, Ridout et al., 1988.

**Table 17.** Average percentage of protease inhibitor of soyfoods

Food	%
Firm tofu	0.9
Frozen soymilk	0.4
Heated soy flour	4.3
Soy protein concentrates	8.9
Soy protein isolates	7.1
Textured vegetable protein(TVP)	5.0

source: Dipietro & Liener, 1989

은 protease inhibitor 함량에도 암 발생 위험을 예방에 도움이 될 것이라고 추정하고 있다(Messina, 1994). 표 17은 두부와 대두 제품의 protease inhibitor 함량이다.

### Trypsin inhibitor

항영양 인자인 trypsin inhibitor가 항암 물질이라는 것이 보고되었다. Miyagi(1997) 등은 일상 식사에서 대두 식품으로 얼마 정도 trypsin inhibitor를 섭취하고 있는가를 알아보기 위하여 여러 종류의 대두와 두부 제품의 trypsin inhibitor activity를 측정하였다. 대두의 trypsin inhibitor activity는 4.819U/100g 정도인 반면 두부는 그 종류에 따라서 2.5~7.9%(momen-tofu 2.5%, yose-tofu 3.4%, kinugoshi-tofu 4.3%, jyuten-tofu 7.9%)였다. 두유는 13%였는데 100℃로 10분 동안 끓이면 활성도가 11%로, 20분 동안에는 5%로 감소되었다. 두부의 trypsin inhibitor 활성도는 whey의 잔유량과 정비례하였다. 두부 응고제 사용은 trypsin inhibitor 활성도에 거의 영향을 미치지 않았다(Shinchi et al., 1997). 표 18은 두부와 대두의 trypsin inhibitor 함량이다.

Trypsin inhibitor는 주로 저장 단백질과 함께 존재하며 가열시 변성되기 때문에 두부는 대두에 비하여 그 함량이 1mg/g 단백질로 낮다(Messina, 1991).

### 3. 두부의 섭취와 질병과의 관계

지금까지 연구된 두부의 섭취와 각 질병과의 관계를 종합해 보면 다음과 같다.

**Table 18.** Trypsin inhibitor content of soybeans and soy foods

Type	Trypsin inhibitor activity <sup>1</sup>	
	mg/g sample	mg/g protein
Tofu	0.6	9.2
Whole soybeans	16.7~27.2 <sup>2</sup>	34.7~122.6 <sup>2</sup>
Raw flour	28~32	57.8
Toasted flour	7.9~9.4	15.9

<sup>1</sup>measured by trypsin inhibitor

<sup>2</sup>Values, originally expressed as trypsin units inhibited, were converted to trypsin inhibitor units with the relationship that 1 µg of pure trypsin has an activity of 1.9 trypsin units.

source: Kakade et al., 1972. Rackis et al., 1985, Doell et al., 1981, Hafez, 1983.

### 1) 대장암

Poole(1989)은 Harvard School of Public Health 팀의 연구에서 두부의 섭취가 대장암 발병 위험을 절반으로 감소시킬 수 있었다고 발표했다.

일본인을 대상으로 한 연구에서 대두와 두부의 섭취는 결장암 위험을 80% 이상 감소시켰다(Watanabe et al., 1984).

중국에서도 대두, 콩나물, 두부와 건조 두부를 섭취하는 사람보다 이를 섭취하지 않는 사람이 결장암 위험이 3배 정도 높았다(Hu et al., 1991).

### 2) Colonectal adenomatous polyps

50~74세의 미국인에게 식품 빈도조사로 colorectal polyps와 식품 섭취와의 상관관계를 알아본 결과 카로틴이 함유된 채소, 십자과 채소, 비타민 C 함량이 풍부한 과일 및 마늘 그리고 두부(또는 대두 식품)이 colonectal polyps와 부의 상관관계가 있는 것을 알아냈다(Witte et al., 1996).

### 3) 유방암

폐경기전 일본 여성에게 대두 식품(특히 두부와 된장)의 섭취량이 높을 경우 혈청의 estradiol(E<sub>2</sub>) 농도가 감소했다. 그러나 대두 식품의 섭취와 sex hormone-binding globulin(SHBG)과는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러므로 이 결과는 대두 식품 섭취는 유방암 발병 위험을 감소해 줄 것으로

보고하였다(Nagata et al., 1997).

두부를 포함한 대두 식품을 섭취하는 일본 여성과 이를 전혀 먹지 않은 핀란드 여성의 유방암 발병율을 비교한 결과 핀란드 여성이 일본인에 비하여 유방암 발병율이 약 10배 정도 높았으며 일본 여성의 뇨중 아이소플라본 농도가 높게 검출되었다(정재원, 1996).

두부를 먹지 않은 유럽인과 두부를 일주일에 3번 이상 섭취하는 일본인을 비교한 결과 일주일에 두부를 3번 이상 섭취한 일본인에게서는 유방암 발병 환자가 한명도 없었는데 그 이유가 두부에 함유된 제니스틴 때문이라고 하였다(Wu et al., 1996).

미국과 캐나다에서 폐경전 여성의 유방암과 식이 섭취와의 상관성을 알아본 결과 식이섬유소, 항산화제 그리고 다른 식품군과는 상관관계가 나타나지 않은 반면 저지방과 두부의 섭취는 부의 상관관계가 나타났다. 그러므로 단일불포화지방산과 다가불포화지방산 그리고 대두 식품의 섭취는 폐경전 유방암 위험율을 감소시킨다고 하였다(Witte et al., 1997).

아시아-아메리카 여성들에게(597명) 90가지 종류의 식품 섭취 빈도 조사를 실시한 결과 폐경 전·후의 여성들에게 두부의 섭취가 높을 경우 유방암을 예방하는 효과가 있었다. Barnes와 Setehell(1993)도 동양 여성이 서양 여성에 비하여 유방암 발병율이 낮은 것은 동양 여성의 두부와 대두 식품의 섭취가 월등히 높기 때문이라고 했다.

싱가포르 연구에서도 대두 식품을 많이 섭취한 사람이 유방암 발병율이 낮았으며, 1일 대두는 55g, 대두 식품은 2 serving으로 두부는 1컵 정도 섭취했을 때 암위험율이 가장 낮았다(Biggers & Curnow, 1954; Lee et al., 1991).

#### 4) 위장질환

##### 위의 helicobacter pylori infection

일본인 50~55세의 566명을 cross-sectional study로 흡연, 음주, 식습관과 helicobacter pylori infection과의 상관성을 조사한 결과 흡연과 음주는 전염병과 상관관계가 나타나지 않았다. 반면 식습

관 중에서 신선한 채소의 섭취는 전염병의 예방에 효과가 있었다. 그러나 예상외로 특히 두부의 섭취는 helicobacter pylori infection과 뚜렷한 부의 상관관계를 나타내어 두부의 섭취가 유효한 것으로 보고하였다(Shinchi et al., 1997).

#### 위암

한국인(0~74세까지)의 위암 발병율과 식이 섭취와의 상관성을 case-control study로 조사한 결과 빈대떡, 두부, 양배추, 시금치 그리고 참기름의 섭취 빈도가 높은 사람들이 위암 발병 위험율이 낮았다. 또한 최근 서울에서 cohort-study로 조사한 결과에서도 푸른잎 채소와 대두 식품은 위암의 위험율을 감소시키는 것으로 보고했다(Ahn, 1997).

두부를 많이 섭취하는 일본계 하와이인들은 일반인들에 비하여 위암에 걸릴 확률이 1/3 정도밖에 되지 않았다(Haenszel et al., 1972).

#### 5) 전립선암

하와이에 사는 일본계 남성 8000명을 대상으로 20여년 동안에 걸친 식습관과 식이 섭취 조사를 한 결과 일주일에 한번 또는 그보다 더 적게 두부를 섭취했던 남성이 매일 섭취하고 있는 남성에 비해 전립선암에 걸릴 확률이 3배 더 높은 것으로 보고되었다(Severson et al., 1989).

#### 6) 췌장암

141명의 일본인에게 case-control study를 실시한 결과, 채소와 일본 전통음식, 예를 들어 두부, 동두부, 생선회, 템뿌라 등의 섭취가 많은 사람이 췌장암의 위험율이 낮았다(Ohba et al., 1996).

#### 7) 폐암

중국의 Yunnan 지방의 case-control study에서 1000명 정도의 남자를 대상으로 폐암과 식생활의 결정인자를 조사한 결과 두부를 자주 섭취한 사람들이 폐암에 걸릴 위험율을 50% 이상 감소시키는 것으로 나타났다(Swanson et al., 1992).

홍콩에서도 중국 여성 200명을 대상으로 한 연구에서 두부를 포함한 대두 식품의 섭취량이 높은 사

람이 폐암에 걸릴 확률을 50% 정도 감소시켰다고 한다(Koo, 1988).

#### 8) 통풍

통풍 환자와 정상인에 있어서 두부의 섭취가 요산 대사에 미치는 영향을 알아본 결과 두부의 섭취는 통풍 환자의 혈장 요산 농도는 약간 증가된 반면 요산 clearance와 뇨중으로 요산의 배설은 현저히 증가되었다. 그러므로 통풍 환자에게 단백질 급원으로 두부가 유용하다고 하였다(Yamakita et al., 1998).

#### 9) 신장 질환

단백질을 제한해야 하는 신장 질환의 식이요법으로 두부가 사구체 여과율에 미치는 영향을 알아보기 위하여 건강인과 당뇨병 환자에게 0.7g/kg 체중으로 단백질 급원인 두부, 치즈, 삶은 달걀 흰자 그리고 참치를 섭취시킨 결과 건강인과 당뇨병 환자 모두에서 참치를 제외한 두부, 치즈, 삶은 달걀 흰자는 섭취 전후에 사구체 여과율에 영향을 미치지 않았으며, 알부민의 배설량도 차이가 나타나지 않았다. 그러므로 두부는 신장질환 환자의 단백질 급원으로 유효할 것으로 보고 있다(Nakamura et al., 1990).

Kontessis(1990) 등도 신장 질환 환자에게 일반적인 동물성 단백질보다는 대두 단백질이 효과적이라고 하였다. 특히, 대두 단백질의 콜레스테롤 저하 효과는 만성 신부전증 환자에게 유용한 것으로 보고 하였다(Grone et al., 1994). 또한 신부전증에 genistein의 효용성에 관한 연구도 이루어지고 있다.

#### 10) 고지혈증

두부, 두유, 콩나물 등 대두 제품을 다량 섭취하는 동양인이 육식위주의 서양인에 비해 낮은 고지혈증 증세를 보인다. 대두 단백질의 고지혈증에 대한 작용은 첫째, 대두 단백질을 섭취하면 위의 단백질 분해효소에 의해서 펩타이드로 분해되고 생성된 펩타이드 중 비수용성 펩타이드인 소수성 펩타이드가 소장내에서 담즙과 반응하여 담즙산의 재흡수를 억제하고 배설을 촉진한다. 둘째, 특정 아미노산 비율

(라이신:아르기닌)이 혈중 콜레스테롤 저하를 촉진한다(Messina, 1994).

Bakhit(1994) 등은 25g 정도의 대두 단백질이 콜레스테롤 저하작용이 있다고 한다. Kanazawa(1994)는 대두 단백질의 LDL저하 효과는 전반적인 심장질환 환자에게 유용할 것으로 보고 있다.

#### 11) 폐경기 증후군

폐경기 여성에게서 나타나는 전신열과 같은 폐경기 증후군에 아이소플라본이 효과적이라고 한다(Simon & Schuster, 1995).

#### 12) 골다공증

두부의 골다공증에 대한 효과는 대두 단백질의 낮은 함황아미노산 함량, 대두 아이소플라본 그리고 두부의 고칼슘 함량이다(Breslau et al., 1988; Erdman et al., 1996; Heaney et al., 1991).

### 4. 두부의 본초학

고대로부터 동양에서도 두부의 본초학(本草學)적인 면에서 중국 명나라 이사진은 본초강목에서 「두부는 맛이 달고 짜며 찬기운이 있고 약한 독성을 갖는다」고 했고 송나라 노령은 도경본에서 「찬기운이 있고 기운을 북돋운다」고 했다.

동의보감에서는 두부의 독성을 「두부를 지나치게 과식하면 배가 팽만해지고 기(氣)가 막혀 죽게 된다」는 구절도 있다.

두부의 민간요법으로는 해열작용으로 기관지염으로 인한 고열에 두부 껍질을 가슴둘레에 대면 열이 내리고, 소주에 취하여 신열이 심할 때 두부를 얇게 저며 뜨겁게 한 후 몸에 붙이면 효과적이라고 했다. 본초강목에서 「두부는 피를 맑게 하고 악열(惡熱)을 풀어 버린다」고 했다. 가래가 많이 나오고 기침을 할 때 순두부를 아침 공복시 먹으면 효과가 있고 설사시 두부를 식초에 넣어 끓인 후 술을 약간 타서 먹으면 효과가 있다고 했다.

### 5. 두부를 이용한 식단의 장점

두부는 다이어트를 하는 여성, 성장기의 어린이, 환자식, 노인식 등 다양하게 사용할 수 있다. 미국의

Table 19. A one-day menu with meat and dairy products or with soyfoods

Food	Menu 1 - meat and dairy			Menu 2 - soyfoods					
	Calories	Total fat (g)	Saturated fat (g)	Cholesterol (mg)	Food	Calories	Total fat (g)	Saturated fat (g)	Cholesterol (mg)
1 cup bran flakes	93	0.5	-	-	1 cup bran flakes	93	0.5	-	-
1/2 cup 2% milk	60	2.3	1.50	18	1/2cup soymilk	70	2.0	0.30	-
2 slices whole wheat bread	122	2.2	-	-	2 slices whole wheat bread	122	2.2	-	-
2 teaspoons margarine	68	7.6	1.20	-	2 teaspoons margarine	68	7.6	1.20	-
1/2cup orange juice egg salad	55	-	-	-	1/2cup orange juice egg salad	55	-	-	-
1 boiled egg	79	5.6	1.70	274	2 ounces tofu	47	3.0	0.45	-
2 tablespoons mayonnaise	200	22.4	3.40	14	2 tablespoons tofu mayonnaise	70	6.0	-	-
2 slices whole wheat bread	122	2.2	-	-	2 slices whole wheat bread	122	2.2	-	-
banana	105	0.6	-	-	banana	105	0.6	-	-
2 fig newtons	106	2.0	-	-	2 fig newtons	106	2.0	-	-
Carrot sticks	25	-	-	-	Carrot sticks	25	-	-	-
2 tacos					2 tacos				
4 ounces extra lean beef	300	18.0	7.20	106	1/2cup textured vegetable protein	92	0.1	-	-
Tomato	25	-	-	-	Tomato	25	-	-	-
Lettuce	20	-	-	-	Lettuce	20	-	-	-
4 tablespoons sour cream	104	10.0	6.40	20	2 ounce tofu sour cream	47	3.0	0.45	-
2 tortillas	134	2.2	-	-	2 tortillas	134	2.2	-	-
1 cup rice	223	-	-	-	1 cup rice	223	-	-	-
Totals	1841	75.6	21.40	436	Totals	1424	31.4	2.40	0
% of total calories		37.0	10.5		% of total calories		20.0	1.5	

경우, 콜레스테롤이나 유당이 없는 저지방 제품을 만드는데 달걀이나 유제품 대신 두부를 사용하고 있다.

Messina(1994)는 미국인의 식단에서 고기와 유제품 대신 두부와 두유의 사용으로 포화지방과 콜레스테롤 그리고 칼로리를 감소시켰다. 아침 식사에서 저지방 우유 대신 두유를 사용하고 점심 식단에 달걀 샐러드 대신 두부와 두부 마요네즈를 이용했다. 저녁 식단은 tacos를 만들 때 특별한 살코기, 다진 고기와 sour cream 대신에 TVP와 두부를 사용했다. 그 결과 칼로리는 1841kcal에서 1424kcal로 감소되었고, 지방은 75.6g에서 31.4g으로 44g이 감소되었으며 특히 포화지방산을 약 20g 정도 감소시킬 수 있었다(표 19 참조)

이상을 종합하면 두부와 대두 식품은 여러 종류의 질병 예방이나 치료 차원에서 기적의 식품이나 강력한 약물의 효능을 갖는다고 보다는 일상적인 식사의 일부로 두부와 대두 식품을 지속적으로 꾸준히 섭취하는 것이 이들 질환의 예방과 건강 유지에 도움이 된다고 할 수 있다. 그러나 두부는 대두 그 자체보다 식이 섬유, phytosterol류, 사포닌류, 페놀 화합물 등이 상당량 감소되어 있기 때문에 대두 그 자체를 섭취하는 것이 두부, 대두유, 대두 단백질 부분만을 따로 섭취하는 것에 비해 더 효과적이다.

그러나 두부는 두유와 함께 대두 식품 중에서도 손쉽게 섭취할 수 있는 이점이 있다. 그러므로 균형된 일상 식사에서 대두와 두부를 포함한 대두 식품을 지속적으로 섭취할 것을 권장한다.

앞으로 동물성 식품에 대처할 만한 영양적 우수성을 지닌 두부에 대하여 여러 영양적 장점들과 그 기능적 특성을 이용한 생리활성 물질에 대한 좀더 구체적인, 광범위한 연구가 필요하다고 본다.

## 참고문헌

1. ADA Comments on proposed rule for meat alternates used in child nutrition programs. JADA. 86:530-531, 1986.
2. Ahn, Y.O.: Diet and stomach cancer in Korea, Int. J. Cancer. suppl., 10:7-9, 1997.
3. Akiyama, T. and Ogawara, H.: Use and specificity of genistein as inhibitor of protein-tyrosine kinases. Meth. Enzymol., 201:362-370, 1991.
4. Anderson, R.L. and Wolf, W.J.: Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. J. Nutr., 125:581S-588S, 1995.
5. Ashraf, H.R., Schoepel, C., Nelson, J.A.: Use of tofu in preschool meals. J. Am. Diet. Assoc., 90(8):1114-1116, 1990.
6. Bakhit, R.M., Klein, B.P., Essex-Sorlie, D., et al.: Intake of 25g of soybean protein with or without soybean fiber alters plasma lipids in men with elevated cholesterol concentrations. J. Nutr., 124:213-222, 1994.
7. Beard, J.L.: Are we at risk for heart disease because of normal iron status? Nutr. Rev., 51:112-115, 1993.
8. Biggers, J.D. and Curnow, D.H.: Oestrogenic activity of subterranean clover. Biochem. J., 58:278-282, 1954.
9. Brandi, M.L.: Flavonoids: biochemical effects and therapeutic applications. Born and Mineral. 19(suppl):S3, 1992.
10. Breslau, N.A., Brinkley, L., Hill, K.D., Pak, C.Y.C.: Relationship of animal protein-rich diet to kidney stone formation and calcium metabolism. J. Clin. Endocrinol. Metabol., 66:140, 1988.
11. Cassidy, A., Bingham, S., Carlson, J., Setchell, K.D.R.: Biological effects of plant estrogens in premenopausal women. Fed. Am. Soc. Exp. Biol., 7(abst):A866, 1993.
12. Dipietro, C.M. and Linener, I.E.: Soybean protease inhibitors in foods. J. Food Sci., 54:606-617, 1989.
13. Doell, B.H., Ebdon, C.I. and Smith, C.A.: Trypsin inhibitor activity of conventional foods which are part of the British diet and

- some soya products. *Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr.*, 31:139-150, 1981.
14. Dwyer, J.T., Goldin, B.R., Saul, N., Gualtari, L., Barakat, S. and Adlercreutz, H.: Tofu and soy drinks contain phytoestrogens. *J. Am. Diet. Assoc.*, 94(7):739-743, 1994.
  15. Erdman, J. Jr., Stillman, R.J., Lee, K.F. and Potter, S.M.: Short term effects of soybean isoflavones on born in postmenopausal women. Poster presentation: The 2nd International Symposium on the role of soy in Preventing and treating chronic Disease. Brussels, Belgium. sept:15-19, 1996.
  16. Fotsis, T., Pepper, M., Adlercreutz, H., Gleischmann, G., Hase, T., Montesani, R. and Schweigerer, L.: Genistein, a dietary-derived inhibitor of in vitro angiogenesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 90:2690-2694, 1993.
  17. Fukutake, M., Takahashi, M., Ishida, K., Kawamura, H., Sugimura, T. and Wakabayashi, K.: Quantification of genistein and geistin in soybeans and soybean products. *Food Chem. Toxicol.*, 34(5):457-461, 1996.
  18. Graf, E. and Eaton, J.W.: Antioxidant functions of phytic acid. *Free Rad. Biol. Med.*, 8:61-69, 1990.
  19. Graf, E., Empson, K.I., Eaton, J.W.: Phytic acid. *J. Biol. Chem.*, 262:11647-11650, 1987.
  20. Grone, E.F., Walli, A.K., Grone, H-J., Miller, B. and Seidel, D.: The role of lipids in nephrosclerosis and glomerulosclerosis. *Atherosclerosis*, 109:1-13, 1994.
  21. Haenszel, W., Kurihara, M., Segi, M., Lee, R.K.C.: Stomach cancer among Japanese in Hawaii. *J. Natl. Cancer Inst.*, 49:969-988, 1972.
  22. Hafez, Y.S.: Nutrient composition of different varieties and strains of soybean. *Nutr. Rep. Int.*, 28:1197-1206, 1983.
  23. Heaney, R.P., Weaver, C.M., Fitzsimmons, M.L.: Soybean phytate content; Effect on calcium absorption. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53:745-747, 1991.
  24. Holt, S.: Nutraceutical and angiogenesis: New therapeutic horizons. *Alternative & Complementary Therapy*. 1:243-247, 1995.
  25. Holt, S.: Soya: The health food of the next millennium. *Korea Soybean Digest.*, 14(1):77-90, 1997.
  26. Ireland, P.A., Dziedzic, S.Z. and Kearsley, M.W.: Saponin content of soya and some commercial soya products by means of high-performance liquid chromatography of the saponinins. *J. Sci. Food. Agric.*, 37:694-698, 1986.
  27. Kakade, M.I., Simons, N.R., Liener, I.E. and Lambert, J.W.: Biochemical and nutritional assessment of different varieties of soybean. *J. Agric. Food Chem.*, 20:87-90, 1972.
  28. Kanazawa, T.: Inhibition of LDL oxidation and atheroma formation by soy protein. *J. Nutr.*, 125:000s-000s, 1994.
  29. Kiitamura, Y., Tanaka, K., Kiyohara, C., Hirohata, T., Tomita, Y., Isoibashi, M. and Kido, K.: Relationship of alcohol use, physical activity and dietary habits with serum carotenoids, retinol and alpha-tocopherol among male Japanese smokers. *Int. J. Epidemiol.*, 26(2):307-314, 1997.
  30. Kirkman, L.M., Lampe, J.W., Campbell, D. R., Martini, M.C. and Slavin, J.L.: Urinary lignan and isoflavonoid excretion in men and women consuming vegetable and soy diets. *Nutr. Cancer*, 24(1):1-12, 1995.
  31. Kitagawa, I., Yoshikawa, M., Hayashi, T. and Taniyama, T.: Quantitative determination of soyasaponins in soybeans of various origins and soybean products by means

- of high-performance liquid chromatography. *Yakugaku Zasshi*. 104:275-279, 1984.
32. Kontesis, P., Jones, S., Dodds, R., Trevisan, R., Nosadini, R., Fioretto, P., Borsato, M., Sacerdoti, D. and Viberti, G.: Renal, metabolic and hormonal responses to ingestion of animal and vegetable proteins. *Kid Inter.*, 38:136-144, 1990.
  33. Koo, L.C.: Dietary habits and lung cancer risk among Chinese females in Hong Kong who never smoke. *Cutr. Cancer.*, 11:155-172, 1988.
  34. Lee, H.P., Gourley, L., Duffy, S.W., Esteve, J., Lee, J. and Day, N.E.: Dietary effects on breast-cancer risk in Singapore. *Lancet*, 337:1197-1200, 1991.
  35. Macfarlane, B.J., van der Rier, W.B., Bothwell, T.H., Baynes, R.D., Siegenberg, A., Schmidt, U., Tal, A., Taylor, J.R. and Mayet, F.: Effect of traditional oriental soy products on iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.*, 51(4):873-880, 1990.
  36. Liu, K.: Soybeans chemistry, technology, and utilization. Chapman & Hall, 1997.
  37. Maskarinec, G., Singh, S. and Meng, L.: Dietary soy intake and urinary isoflavone excretion among women from a multiethnic population. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 7(7):613-619, 1988.
  38. Mayr, U., Butsch, A. and Schneider, A.: Validation of two in vitro test systems for estrogenic activities with zearalenone, phytoestrogens, and cereal extracts. *Toxicology*, 74:135-149, 1990.
  39. Messina, M. and Barnes, S.: The role of soy products in reducing risk of cancer. *J. Natl. Cancer Inst.*, 83:541-546, 1991.
  40. Messina, M. and Messina, V.: The simple soybean and your health. Avery Publishing Group, Garden City Park, New York, 1994.
  41. Messina, M., Persky, V., Setchell, K.D.R. and Barnes, S.: Soybean intake and cancer risk: a review of the in vitro and in vivo data. *Nutr. Cancer*, 21(2):113-131, 1994.
  42. Messina, M.: Modern applications for an ancient bean; soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. *J. Nutr.*, 125(3 suppl):567S-569S, 1995.
  43. Miyagi, Y., Shinojo, S., Nishida, I., Miyagi, C., Takamastu, K., Yamamoto, T. and Yamamoto, S.: Trypsin inhibitor activity in commercial soybean products in Japan. *J. Nutr. Sci. Vitaminol(Tokyo).*, 43(5):575-580, 1997.
  44. Nagata, C., Kabuto, M., Kurisu, Y. and Shimizu, H.: Decreased serum estradiol concentration associated with high dietary intake of soy products in premenopausal Japanese women. *Nutr. Cancer*, 29(3):228-233, 1997.
  45. Nakamura, H., Yamazaki, M., Chiba, Y., Tamura, N., Nomotsu, T., Ito, S., Shibata, A., Kamoi, K. and Yamaji, T.: Glomerular filtration response to acute loading with protein from different sources in healthy volunteers and diabetic patients. *Tohoku J. Exp. Med.*, 162(3):269-278, 1990.
  46. Nakashima, H., Okubo, K., Honda, Y., Yamura, T., Matsuda, S. and Yamamoto, N.: Inhibitory effect of glycosides like saponin from soybean on the infectivity of HIV in vitro. *AIDS* 3:655-658, 1989.
  47. Ohba, S., Nishi, M. and Miyake, H.: Eating habits and pancreas cancer. *Int. J. Pancreatol.* 20(1):37-42, 1996.
  48. Ohominami, H., Okuda, H., Yoshikawa, M. and Kitagawa, I.: Effect of soyasaponin on lipid metabolism. *Proc. Symp. Wakan-Yaku.*, 14:157-162, 1981.
  49. Poole, C.: A case-control study of diet and



- colon cancer. Dissertation, Harvard School of Public Health, Boston, 1989.
50. Prattley, C.M. and Stanley, D.W.: Protein-phytate interactions in soybeans. I. Localization of phytate in protein bodies and globoids. *J. Food Biochem.*, 6:243-253, 1982.
  51. Rackis, J.J., Gumbmann, M.R. and Liener, I.E.: The USDA trypsin inhibitor study. I, Background, objectives, and procedural details. *Qual Plant. Plant Foods Hum. Nutr.*, 35:213-242, 1985.
  52. Rao, A.V.: Personal communication, January, 1991.
  53. Reinli, K. and Block, G.: Phytoestrogen content of foods: a compendium of literature values. *Nutr. Cancer*, 26(2):123-148, 1996.
  54. Ridout, C.L., Wharf, S.G., Price, K.R., Johnson, L.T. and Fenwick, G.R.: UK mean daily intakes of saponins: intestine permeabilizing factors in legumes. *Food Sci. Nutr.*, 42F:111-116, 1998.
  55. Robert, L.A. and Walter, J.W.: Compositional in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *The Journal of Nutrition*, 125(3):581S-588S, 1995.
  56. Schaefer, M.J. and Love, J.: Relationships between soybean components and tofu texture. *J. Food Quality*, 15:53-66, 1992.
  57. Severson, R.K., Nomura, A.M.Y., Grove, J. S. and Stemmermann, G.N.: A Prospective study of demographics, diet and prostate cancer among men of Japanese ancestry in Hawaii. *Cancer Res.*, 49:1857-1860, 1989.
  58. Shepherd, J., Gaffney, D. and Packard, C.J.: Affairs of the heart: cholesterol and coronary heart disease risk. *Disease Markers*, 9:63-71, 1991.
  59. Shintchi, K., Ishii, H., Imanishi, K. and Kono, S.: Relationship of cigarette smoking, alcohol use, and dietary habits with *Helicobacter pylori* infection in Japanese men. *Scan. J. Gastroenterol.*, 32(7):651-655, 1997.
  60. Simon & Schuster.: Earl Mindell's soy Miracle. New York, 1995.
  61. Swanson, C.A., Mao, B.L., Li, J.Y., Lubin, J.H., Yao, S.X., Wang, J.Z., Cai, S.K., Hou, Y., Luo, Q.S. and Blott, W.J.: Dietary determination of lung cancer risk: Results from a case-control study in Yunnan province, China. *Int. J. Cancer.*, 50:876-880, 1992.
  62. Tew, B.Y., Xu, X., Wang, H.J., Murphy, P. A. and Hendrich, S.: A Diet in wheat fiber decreases the bioavailability of soybean isoflavones in a single meal fed to women. *J. Nutr.*, 126(4):871-877, 1996.
  63. Thomas, J.A.: Phytoestrogens and hormonal modulation: a mini-review. *Environ. Nutr. Interact.*, 1:5-12, 1997.
  64. Troll, W. and Kennedy, A.: Meeting reports. workshop report from the Division of Cancer Etiology, National Cancer Institute, National Institutes of Health. *Cancer Res.*, 49:499-502, 1989.
  65. Vucenik, I., Tomazic V.L., Fabian D. and Shamsuddin, A.M.: Antitumor activity of phytic acid(inositol hexaphosphate) in murine transplanted and metastatic fibrosarcoma, a pilot study. *Cancer Lett.*, 65:9-13, 1992.
  66. Wang, H. and Murphy, P.A.: Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: effects of variety, crop year, and location. *J. Agric. Food Chem.*, 42:1674-1677, 1994a.
  67. Wang, H. and Murphy, P.A.: Isoflavone content in commercial soybean foods. *J. Agric. Food Chem.*, 42:1666-1673, 1994b.
  68. Wang, H.L., Swain, E.W. and Kwolek, W.F.:

- Effect of soybean varieties on the yield and quality of tofu. *Cereal Chem.*, 60:245, 1983.
69. Watanabe, Y., Tada, M., Kawamoto, K., Uozumi, G., Kajiwara, Y., Hayashi, K., Yamaguchi, K., Murakami, K., Misaki, F., Akaska, Y. and Kawai, K.: A case-control study of cancer of the rectum and the colon. *Nippon Shokakibyō Gakkai Zasshi.*, 81:185-193, 1984.
70. Welshons, W.V., Rottinghaus, G.E., Nonneman, D.J., et al.: A sensitive bioassay for detection of dietary estrogens in animal feeds. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 2:268-273, 1990.
71. Witte, J.S., Iongenker, M.P., Bird, C.L., Lee, E.R., Frankl, H.D. and Haile, R.W.: Relation of vegetable, fruit and grain consumption to colorectal adenomatous polyps. *Am. J. Epidemiol.*, 1:144(11):1015-1025, 1996.
72. Witte, J.S., Ursin, G. and Siemiatycki, J.: Thompson, W.D., Paganini-Hill, A., Haile, R.W.: Diet and premenopausal bilateral breast cancer: a case-control study. *Breast Cancer Res. Treat.*, 3:243-251, 1997.
73. Wu, A.H., Ziegler, R.G., Horn-Ross, P.L., Normura, A.M., West, D.W., Kolonel, L.N., Rosthal, J.F., Hoover, R.N. and Pike, M.C.: Tofu and risk of breast cancer in Asian-Americans. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 5(11):901-906, 1996.
74. Yamakita, J., Yamamoto, T., Moriwaki, Y., Takahashi, S., Tsutsumi Z. and Higashino, K.: Effect of tofu(bean curd) ingestion and on uric acid metabolism in healthy and gouty subjects. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 431:839-842, 1998.
75. 김길환: 콩, 두부와 콩나물의 과학, 한국과학기술원, 1982.
76. 김병규: 가공두부의 신제품 개발현황과 전망, 한국대두연구회지 농촌진흥청 농촌생활연구소, 식품성분표, 1996.
77. 박미아, 이행신, 계승희, 문현경: 국민영양조사를 이용한 영양소별 주요 가공식품에 관한 연구: I. 에너지, 단백질, 지방, 탄수화물 및 조섬유. *한국영양학회지.* 30(1):84-90, 1997.
78. 박미아, 이행신, 계승희, 문현경: 국민영양조사를 이용한 영양소별 주요 가공식품에 관한 연구: II. 무기질 및 비타민. *한국영양학회지.* 30(1):91-91, 1997.
79. 암·노화를 억제하는 콩 완전식품, 식품음료신문, 4/14, 한국콩연구회소식, 125; 1997.
80. 정재원: 두유나 두부를 먹으면 유방암 예방효과, 한국콩연구회소식, 115; 1996.