

두부제조시 해조류 첨가 효과

백승화 · 강귀환* · 최선남**

원광대학교 의약자원센터, *전북산업대학교 식품공학과, **군산대학교 수산가공학과

Effect of Seaweeds added in preparation of Tofu

Seung-Hwa Baek, Kui-Hwan Kang* and sun-Nam Choe**

Korea Science & Engineering Foundation, Medicinal Resources Research Center, Wonkwang University,
Iksan 570-749, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Ch nBuk Sanup University, Kunsan 573-400, Korea

**Dept. of Seafood Science and Technology, Kunsan National University, Kunsan 573-400, Korea

Abstract

This study was performed to investigate some quality characteristics of tofu prepared from soybean milk and various seaweed(*Undaria pinnatifida*, *Laminaria japonica*, *Porphyra tenera*, *Enteromorpha* sp., *Codium* sp.) pulps in the ratio of 9:1(v:v) with 20% MgCl₂. The yields of tofu containing *Undaria pinnatifida*, *Laminaria japonica*, or *Enteromorpha* sp. increased but *Porphyra tenera*, *Codium* sp. decreased in comparison with tofu prepared from whole soybean milk. The protein content of tofu containing *Undaria pinnatifida*, *Laminaria japonica*, *Porphyra tenera*, or *Codium* sp. increased but *Enteromorpha* sp. decreased in comparison with the tofu prepared from whole soybean milk. The content of Ca in *Undaria pinnatifida*, *Porphyra tenera* added tofu was higher than that of the tofu prepared from whole soybean milk or other seaweeds added tofu. In sensory evaluation the texture, color, taste of tofu were favored with the addition of sea mustard(*Undaria pinnatifida*) pulp than that of the tofu prepared from whole soybean milk or tofu prepared other seaweed. Tofu prepared was possible with adding 0.5~1.5% sea mustard to soybean milk but the feasible added amount level was 1% of sea mustard. The yields, protein Ca, and K content of tofu were increased by the more adding amount of sea mustard than that of the tofu prepared from whole soybean milk. The hardness values of 1% sea mustard added tofu were decreased than that of the tofu prepared from whole soybean milk ; on the other hand, elasticity, cohesiveness, gumminess and brittleness of tofu with sea mustard increased. The L and a values of tofu were lower and b values were higher with the addition of 1% sea mustard. The content of histidine, tyrosine, leusine, and phenylalanine were decreased but the other amino acid were increased in tofu prepared from 1% sea mustard pulp added to soybean milk. The saturated fatty acid and monoene fatty acid content of tofu were increased and C_{18:2}, C_{18:3(γ)}, C_{18:3}, C_{20:5} of polyene fatty acid were slightly decreased in tofu prepared from 1% sea mustard pulp added to soybean milk.

Key words : seaweed, tofu, yield, texture, sensory evaluation, amino acid, saturated and unsaturated fatty acid

서 론

두부는 콩 단백질이 2가금속염과 결합하거나 등전점(pH 4.2~4.6)에서 옹고 침전되는 성질을 이용하여 만든다. 이때 콩 단백질의 망상구조 사이에 물을 보유하여 겔을 형성하게 되며, S-S 결합, 수소결합, 수소결합 등이 관여한다.^{1,2)}

두부는 곡류 위주의 식생활에서 부족하기 쉬운 필수

아미노산 함량이 높다.³⁾ 동물성 고단백식품의 소화율은 불량하지만 두부는 콩의 섬유질과 수용성 탄수화물이 제거되어 소화율이 높기 때문에 노약자나 어린이, 환자에게 좋은 식품이다.⁴⁾

고단백 식품은 대부분 포화지방산과 콜레스테롤의 함량이 높는데 반하여 두부의 지방은 약 80%가 불포화지방산이고 그중 리놀레산이 많이 함유되어 있어서 콜레스테롤과 지방산이 장내와 혈액속에 축적되는 것을 방

지해주는 효과가 있다.⁵⁾

두부의 품질은 콩의 종류와 단백질의 질⁶⁾, 콩의 침지 조건⁷⁾, 두유의 추출조건⁸⁾, 가열조건⁹⁾, 응고제의 종류와 양^{10,11)}, pH¹²⁾ 등에 따라 달라진다.

한편 콩 단백질은 리신함량이 많은 반면 황함 아미노산이 적어서 동물성 단백질 식품보다 단백질 효율이 낮다.¹³⁾ 이를 개선시키기 위하여 두유에 유청단백질^{14,15)}이나 난백¹⁶⁾ 등을 첨가하여 영양 개선을 시도한 결과가 있다.

해조류는 무기성분과 비타민이 풍부하고 단백질도 많이 함유하며 특유의 부드러운 색과 맛이 있고, 산모나 병약자들의 건강을 회복하는 영양식으로 오랫동안 섭취해온 식품^{17,18)}이다. 이를 이용한 여러가지 가공식품의 제조^{19,20)}가 시도되고 있다.

본 연구는 해조류에 함유된 알긴산의 겔 형성력을 이용하여 무기물 및 비타민 등이 강화되고 조직감, 기호성이 다른 두부를 만들어 기호성을 향상시킬 목적으로 해조류인 미역, 다시마, 김, 파래, 청각 마쇄물을 일정 비율로 두유에 혼합하여 만든 두부와, 일반두부의 몇가지 품질을 비교 검토한 결과이다.

재료 및 방법

1. 재료

콩은 황태를 사용하였고, 미역(*Undaria pinnatifida*), 다시마(*Laminaria japonica*), 김(*Porphyra tenera*), 파래(*Enteromorpha* sp.), 청각(*Codium* sp.)은 군산시 건어물 시장에서 구입하여 사용하였다.

2. 두부의 제조

콩을 수돗물(20~25°C)에 12시간 침지한 후 Waring blender로 5분간 마쇄하여 원료콩의 9배 물을 가해 하고 100°C에서 15분간 가열한 후 여과포로 여과하여 비지를 제거하였다. 해조류는 수돗물에 일정시간 침지한 후 원료의 30~50배 가수한 후 Waring blender로 3분간 마쇄하여 펄프상으로 하여 두유의 10%(콩에 대하여 미역은 1%, 다시마, 김, 파래, 청각은 5%) 첨가하였다. 두유의 응고는 두유와 해조류 혼합물을 75~80°C로 조절한 후 20% MgCl₂용액을 가하여 응고시킨 후 소형의 두부틀(18×18×10cm)에 옮겨 2200g의 추로 10분간 압착 성형하였다. 두부의 수율은 콩무게에 대한 중량%로 표시하였다.

3. 두부의 일반성분 및 무기물 분석

일반성분 분석은 식품공학 실험²¹⁾에 따랐다. 수분을

105°C 건조법, 총질소는 Micro-Kjeldahl법을 이용하였다. 무기물은 시료를 열풍 건조한 후 1g씩을 평취하여 HClO₄ : HNO₃ (1:2) 혼합액으로 습식분해하여 100ml로 정용 후 원자흡광광도계, Shimadzu, Model AA-6500/6400)로 Ca, K, Mg, Na²²⁾인 파장은 422.7, 765.5, 285.2, 589nm, slit은 0.7, 2.0, 0.7, 0.4nm로, 광원은 각각의 hollow cathod lamp로, flame은 air-acetylene gas로 하여 분석하였다.

4. 두부의 색도 및 텍스처 측정

두부의 색도는 색차계(Chromameter CR 200, Minolta)로 측정하여 Hunter 색차계인 L(lightness)값, a(redness)값, b(yellowness)값으로 나타냈다.

텍스처는 두부를 일정 크기(2.5×2.5×1.5cm)로 절단하여 Universal Testing Machine(Model 1000, Instron Engineering Co. Canton)으로 2회 관통시험하였다. 시험조건은 구형 플런저(Φ9mm)를 사용하여 75% 변형을 주었으며 load range는 5kg, cross head speed는 50mm/min, chart speed는 50mm/min로 하였다. 두부의 typical texture profile analysis curve는 Fig. 1과 같다. 이 결과에서 견고성(H₁), 탄력성(D₂/D₁), 응집성(A₂/A₁), 겹성(H₁×A₂/A₁), 부서짐성(H₁×D₂/D₁×A₂/A₁)을 구하였다²³⁾.

5. 두부의 아미노산 및 지방산 분석

두부 1g을 취하여 6N HCl 10ml로 가수분해하여 50μl를 phenylisothiocyanate(PTC)유도체화 후 300μl로 정용한 용액을 HPLC(Water associate)로 분석하는 PICO·TAG 아미노산 분석 방법으로 분석하였다. 컬럼은 pico-tag (3.9mm i.d.×150mm, 4μm), 검

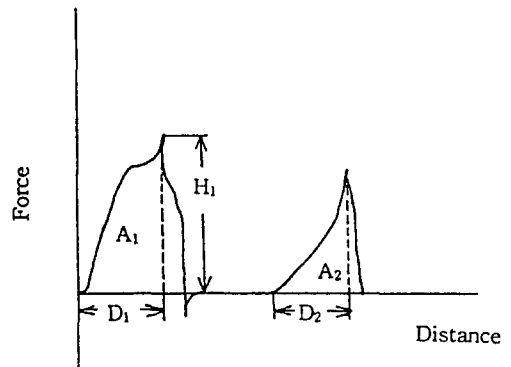


Fig. 1. Typical texture profile analysis curve from universal testing machine.

를 사용하였고, 온도는 40℃로 하였다.²⁴⁾

지질을 전처리한 지방산 혼합물 50mg을 100ml 플라스크에 취하여 14% BF₃/MeOH 10ml를 넣고 환류 냉각기로 80℃에서 30분 동안가열하여 메틸에스테르화한 후 n-헥산 3ml를 넣고 10분간 가온한 다음 포화 NaCl 용액 3ml을 가하여 섞은 후 상정액(n-헥산)을 옮겨 무수황산 나트륨으로 건조한 후 분석시료²⁵⁾로 하여 가스 크로마토그래피(HP 5890, Integrator : HP 3396A)로 분석하였다. 조건은 다음과 같다. Column; glass column(3mm×2m) 15% DEGS, 80~100mesh Chromosorb G, injector temperature : 230℃, column temperature : 250℃, detector temperature : 250℃, gas flow rates : H₂는 0.6kg/cm², air는 0.5kg/cm², N₂는 30.8 ml/min., injection volume : 1, 검출기는 FID를 사용하였다.

6. 관능검사

해조류의 종류를 달리하여 제조한 두부를 7명의 패널에게 맛, 색, 조직에 대한 관능적 평가를 시켜 최고 5점 최저 1점으로 5단계 평점하여 얻은 성적을 SAS를 이용하여 분산분석후 Duncan's multiple range test²⁶⁾로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

1. 해조류 첨가두부의 특성

두유에 해조류를 혼합해서 제조한 두부의 일반특성은 Table 1과 같다.

일반두부의 수율은 원료콩으로 환산하여 234%이었으나 다시마와 미역 혼합구는 대조구에 비하여 두부수율이 증가하였고 청각과 김 혼합구는 대조구보다 수율이 약간 낮았다. 수분은 두부의 수율이 높았던 미역과 다시마 첨가구가 다소 높았으나, 김혼합구는 약간 낮았다. 대체적으로 두부의 수율이 높은구가 수분함량이 높았다. 조단백질 함량은 미역, 김, 청각 첨가구가 대조구

에 비하여 높았으며 파래 첨가구가 가장 낮았다. 두부의 수율이 높고 수분함량이 높은구가 조단백질함량이 낮은 것으로 예상되었으나 미역과 다시마 첨가구에서는 수율이 높았음에도 불구하고 조단백질함량이 높아 대조적이었다.

이는 미역이나 다시마를 구성하는 알긴산이 2가 금속이온을 가하면 겔을 형성하여²⁴⁾ 응고되지 않고 두부용고 폐액으로 유출되는 단백질도 일부 침전되기 때문이 아닌가 생각된다. 청각과 김은 조단백질이 12.56%와 32.29%로 미역 8.51%보다 높은^{24,27)}데도 불구하고 두부의 수율도 낮고 단백질의 증가율도 미역에 비하여 적었다. 이는 두유단백질이 영성하게 결합되어 저분자 단백질들이 물이 빠질 때 같이 유출되기 때문으로 생각된다.

해조류 첨가두부의 무기물은 Table 2와 같다.

두부중의 무기물은 두부를 MgCl₂로 응고시켰기 때문에 Mg이 가장 많았고, 다음으로 K, Ca, Na순이었다. 대조구에 비해 Ca은 김과 미역첨가구에서, Mg은 다시마와 김 첨가구에서, K은 다시마와 김, 미역, 파래 첨가구에서, Na은 다시마와 미역 첨가구에서 높게 나타나 김이나 미역 다시마를 두부제조시 첨가하면 Ca이나 K함량이 증가되었다.

해조류 첨가두부를 맛, 색, 조직감 3가지 항목으로 관능평가한 결과는 Table 3과 같다.

대조구에 비하여 맛은 미역을 제외하고는 대체적으로 좋지않은 평가를 받았다. 색은 김과 파래를 제외하고는 대조구보다 양호한 것으로 평가되었다. 이는 해조류를 첨가하면 맛이 담백해지나 약간 냄새를 내기 때문이다. 색은 김 때문에 붉은 색깔을 띄어 불리한 판정을 받은 것으로 생각된다.

조직감은 미역과 다시마를 첨가한 것이 양호하였고 김이나 파래, 청각은 불량한 것으로 판정되었다. 이들의 구성 다당류는 알긴산이 아니고²⁷⁾ 미역이나 다시마와는 달리 두유의 2가 금속이온에 의한 응고시 섬유질과 유사한 작용을 하여 두부 조직이 부서부석해지기 때문으

Table 1. Comparison of yield and proximate composition on tofu prepared from soybean milk and seaweeds with MgCl₂ (unit:%)

Seaweeds	Seaweeds Conc. (%)	Yield(g) ^a	Moisture(%)	Protein
None	--	234.0	78.4	7.68
<i>Undaria pinnatifida</i>	1%	266.4	80.4	8.78
<i>Laminaria japonica</i>	5%	275.0	81.2	8.13
<i>Porphyra tenera</i>	5%	228.0	77.2	8.80
<i>Enteromorpha</i> sp.	5%	237.3	79.0	7.56
<i>Codium</i> sp.	5%	229.0	78.0	8.74

a) Fresh tofu obtained form 1 liter of soybean milk, soybean milk and seaweed pulps.

Table 2. Comparison on mineral contents of tofu prepared from soybean milk and seaweeds with MgCl₂
(Unit : mg %)

Sea weeds	Sea weeds Conc.(%)	Ca	Mg	K	Na
None	0.0	214	626	482	147
<i>Undaria pinnatifida</i>	1.0	220	610	623	166
<i>Laminaria japonica</i>	5.0	211	688	960	211
<i>Porphyra tenera</i>	5.0	238	662	719	125
<i>Enteromorpha</i> sp.	5.0	183	592	585	122
<i>Codium</i> sp.	5.0	194	610	310	115

Table 3. Sensory score of tofu prepared from soybean milk and seaweeds with MgCl₂

Sea weeds	Sea weeds Conc.(%)	Sensory attributes		
		Taste	Color	Texture
None	0.0	4.00±0.20 ^a	3.80±0.22 ^b	4.10±0.21 ^b
<i>Undaria pinnatifida</i>	1.0	4.13±0.13 ^a	4.34±0.21 ^a	4.36±0.18 ^a
<i>Laminaria japonica</i>	5.0	3.84±0.19 ^{ab}	4.10±0.19 ^{ab}	4.24±0.20 ^{ab}
<i>Porphyra tenera</i>	5.0	3.43±0.21 ^{bc}	2.43±0.15 ^d	2.86±0.14 ^d
<i>Enteromorpha</i> sp.	5.0	3.29±0.36 ^c	3.29±0.06 ^c	3.00±0.19 ^{cd}
<i>Codium</i> sp.	5.0	3.43±0.24 ^{bc}	4.14±0.20 ^a	3.14±0.16 ^c

Values are Mean±SE. Means with same letter within a column are not significantly different at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

로 생각된다.

이들 성적을 다중검정²⁶⁾한 결과 맛, 색, 조직감 모두 유의성이 인정되었다. 맛은 미역 첨가구와 대조구가 김, 파래, 청각 첨가구에 대하여, 색은 미역, 다시마, 청각 첨가구가 나머지 시험구에 대하여, 조직감은 미역, 다시마 대조구가 나머지 시험구에 대하여 유의성이 인정되었다(p<0.05).

2. 미역 첨가 두부의 특성

두유에 미역의 첨가량을 달리하여 제조한 두부의 일반특성은 Table 4와 같다.

미역의 첨가량이 증가할수록 두부의 수율, 수분, 조단백질 모두 증가하였고 1.5% 이상의 첨가시는 두유 응고후 형성된 겔의 점조성 때문에 압착이 카드형성 시간이 길어져서 제외시켰다.

Table 4. Comparison of proximate composition of tofu prepared from soybean milk and added amount of sea mustard(*Undaria pinnatifida*) with MgCl₂
(unit : %)

Sea mustard Conc.(%)	Yield(g) ^a	Moisture	Protein
0.0	239.0	77.5	7.56
0.5	244.0	78.0	7.92
1.0	265.5	78.2	8.75
1.5	273.0	79.4	9.95

미역을 농도별로 첨가하여 금속이온을 정량한 결과는 Table 5와 같다.

미역 첨가 농도가 증가할수록 일정하지는 않으나 대체적으로 금속이온의 함량이 증가하였다. K와 Ca, Na의 증가율은 높았다. 많은양의 Ca²⁺의 섭취를 권장하는 점²⁵⁾에 비추어 이런 결과는 바람직한 것으로 생각된다.

미역의 첨가비율을 달리한 두부의 기호성은 Table 6과 같이 맛과 조직감은 1%, 색은 1.5% 첨가시에 양호한 판정을 받았다.

이는 Table 3과 같이 해조류의 지나친 첨가가 풋냄새를 유발시키고, 조직감은 점조성 때문에 두부 특유의 씹힘감이 상실되기 때문으로 보인다. 다중검정 결과 맛은 미역 1, 1.5% 첨가구 대조구 차이는 있으나 유의성은 인정하기는 어려웠다. 색과 조직감은 대조구와 1.0, 1.5% 미역 첨가구 간에 유의성 (p<0.05)이 인정되

Table 5. Comparison mineral content of tofu prepared from soybean milk and added amount of sea mustard(*Undaria pinnatifida*) with MgCl₂
(unit : mg%)

Sea mustard conc. (%)	Ca	Mg	K	Na
0.0	217	611	481	140
0.5	239	577	499	150
1.0	226	643	583	158
1.5	242	635	635	153

Table 6. Sensory of tofu prepared from soybean milk and added amount of sea mustard(*Undaria pinnatifida*) with MgCl₂

Sea mustard conc(%)	Sensory attributes		
	Taste	Color	Texture
0.0	4.00±0.13 ^a	3.85±0.14 ^b	3.90±0.12 ^b
0.5	4.03±0.14 ^a	4.20±0.18 ^{ab}	4.13±0.18 ^{ab}
1.0	4.15±0.09 ^a	4.39±0.20 ^a	4.30±0.13 ^a
1.5	4.12±0.11 ^a	4.42±0.16 ^a	4.25±0.15 ^a

Values are Mean±SE. Means with same letter within a column are not significantly different at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

었으나 0.5% 미역 첨가구와 유의성도 인정할 수 없었다. 따라서 1% 수준으로 미역펄프를 첨가하는 것이 좋은 것으로 나타났다.

3. 미역첨가 두부의 텍스처

두유에 미역마쇄액을 첨가하여 MgCl₂로 제조한 두부중 관능평가 결과가 양호한 미역첨가 두부의 텍스처는 Table 7과 같다.

미역 첨가 두부의 견고성은 대조구보다 24.07% 감소하였으나, 탄성, 응집성, 껌성, 부서짐성은 각각 32.69, 32.00, 7.69, 42.85%로 증가하여 미역은 두부의 유연성을 부여하기 때문에 유통과정중 충격에 의한 손상을 감소할 수 있을 것으로 생각된다.

한편 두유에 난백 및 우유를 첨가하여 두부를 만들 경우 견고성, 껌성, 씹힘성이 증가하고 탄력성과 응집성은 변화가 없다고 한 결과^{16,29)}에 비해, 미역 첨가 두부의 견고성은 감소하고, 탄력성과 응집성은 증가하여 차이가 있었다. 미역 첨가두부의 조직특성과 고 등³⁰⁾이 분리콩단백질에 10% MgCl₂을 첨가하여 80℃에서 응고시킨 두부의 견고성, 탄력성, 응집성, 부서짐성, 껌성을 비교하면 견고성만 유사하였고 탄력성, 응집성, 부서짐성, 껌성은 미역첨가 두부가 낮았다. 이는 미역에 함유된 알긴산이나 한천에 의하여 응고특성이 달라지기 때문이다. 한편 Lu 등³¹⁾은 두부조직은 부드러워야 바람직하다고 하였고 김²⁹⁾은 두부의 기호성이 높기 위하여는 견고성이 낮고 부착성이 어느정도 유지되어야 한다고

Table 7. Texture properties of tofu prepared from soybean milk and sea mustard (*Undaria pinnatifida*) with MgCl₂

Sea mustard Conc. (%)	Hardness	Elasticity	Cohesiveness (A ₂ /A ₁)	Gumminess (Kg)	Brittleness (Kg)
0	0.54	0.52	0.25	0.13	0.07
1	0.41	0.69	0.33	0.14	0.10

하였다. 본 연구결과인 미역첨가두부는 이에 포함된다.

4. 미역 첨가 두부의 색도

두유에 미역을 첨가하여 만든 두부의 색도는 Table 7과 같다.

미역을 첨가한 두부는 두유만으로 만든 두부보다 L값(명도)과 a값(적색도)는 감소하여 녹색이 증가하였다. b값(황색도)은 약간 높아져 노란색이 증가되었다. 이는 미역에 함유된 루테인, 베타-카로틴 및 카로테노이드계(fucoanthin, violaxanthin) 색소에 의한 결과로 보인다.³²⁾ Lu 등³¹⁾은 두부의 색은 흰색 또는 연한 노란색이 좋다고 하였다. 초산으로 응고시킨 경우 L, a, b값이 67.5, -1.50, 8.4로 우수하다고 하였다. 미역을 1% 첨가한 두부의 L, a, b값이 78.79, -2.24, 15.59로 a값만이 낮아 옅은 푸른색을 띄었다.

5. 미역 첨가 두부의 아미노산 조성

두유로 만든 두부와 미역을 1% 첨가한 두부의 아미노산 함량은 Table 9와 같다.

미역첨가 두부의 경우 히스티딘, 루신, 페닐알라닌, 티로신은 두유로 만든 두부보다 낮았을 뿐 아스파라긴, 글루타민, 세린, 글리신, 아르기닌, 트레오닌, 알라닌, 프롤린, 발린, 메티오닌, 시스테인, 이소루신, 리신은 다소 증가하였다. 티로신이 심한 감소를 보인데 비하여 리신 함량은 많은 증가를 보였다. 아미노산의 함량은 1% 미역첨가로 인하여 5.14% 증가하였다.

Table 8. Comparison in color values of tofu prepared from soybean milk and the added amount of sea mustard(*Undaria pinnatifida*) with MgCl₂

Sea mustard Conc. (%)	Color value		
	L ¹⁾	a ²⁾	b ³⁾
0	81.42	1.98	14.65
1	78.79	-2.24	15.59

1) Lightness(L), 100 : perfect white, 0 : black, 2) Redness(a), + : red, 0 : gray, - : green, 3) Yellowness(b), +:yellow, 0 : gray, - :blue

Table 9. Comparison of amino acid composition of tofu prepared from soybean milk and the added amount of sea mustard (*Undaria pinnatifida*) with MgCl₂ (unit : $\mu\text{m/g}$)

Amino acid	Add amount of sea mustard (%)		Amino acid
	0	1	
Asp	45.41	48.75	3.34
Glu	50.78	52.14	1.36
Ser	44.56	50.10	5.54
Gly	47.40	51.62	4.22
His	21.21	18.07	-3.14
Arg	48.25	51.57	3.32
Thr	37.14	40.15	3.01
Ala	41.66	44.37	2.71
Pro	59.49	61.01	1.52
Tys	142.89	116.22	-26.67
Val	38.72	72.12	33.40
Met	29.03	29.87	0.84
Cys	23.20	25.02	1.82
Ile	33.04	35.49	2.45
Leu	65.19	59.87	-5.32
Phe	29.21	28.08	-1.13
Lys	4.96	16.09	11.13
Total	762.14	801.34	39.20

6. 미역 첨가 두부의 지방산 조성

두유로 만든 두부와 미역을 1% 첨가한 두부의 지방산 함량은 Table 10과 같다.

포화지방산인 C_{14:0}, C_{16:0}, C_{18:0}과 일가불포화지방산인 C_{16:1}, C_{18:1} 그리고 다가불포화지방산인 C_{22:5}은 약간증가 하였으나 다가불포화지방산인 C_{18:2}, C_{18:3}(γ), C_{18:3}, C_{20:5}는 약간 감소하였다. 지방산중 필수지방산은 대조구에 비해 1% 미역 첨가구가 미약한 감소를 보였다. 불포화 지방산/포화지방산의 비율 역시 감소하여 미역첨가로 기호성 증가에 비하여 지방산의 감소는 적어서 영양적인 문제는 없는 것으로 보인다.

이상의 결과를 요약하여 볼 때 두부제조시 두유에 미역을 콩량으로 환산하여 1%정도 첨가하면 두부의 수율 및 단백질 함량을 증가시키고 함께 기호성을 향상시킬 수 있는 것으로 보이며 영양학적으로는 해조류 다당류인 알긴산은 식이섬유로, 무기질의 보충효과도 있을 것으로 보인다.

요 약

두유에 해조류(미역, 다시마, 김, 파래, 청각) 마쇄물을 10% 혼합(대두에 대하여 1~5%)하여 20% MgCl₂로 만든 해조두부와 일반두부의 품질특성을 비교한 결과 미역첨가 두부가 가장 양호하였다. 두부수율은 일반

Table 10. Comparison of fatty acid composition of tofu prepared from soybean milk and the added amount of sea mustard (*Undaria pinnatifida*) with MgCl₂ (area %)

Fatty acid	Add amount of sea mustard (%)		Fatty acid
	0	1	
C _{14:0}	0.09	0.12	0.03
C _{16:0}	12.97	13.29	0.32
C _{18:0}	3.91	4.03	0.12
Σ saturates	16.97	17.44	0.47
C _{16:1}	0.15	0.17	0.02
C _{18:1}	21.11	21.40	0.29
Σ monoenes	21.26	21.57	0.31
C _{16:2}	0.11	0.12	0.01
C _{18:2}	51.05	50.52	-0.53
C _{18:3} (γ)	0.41	0.28	-0.13
C _{18:3}	8.74	8.38	-0.36
C _{22:5}	0.47	0.51	0.04
C _{20:5}	0.38	0.36	-0.02
Σ polyenes	61.16	60.17	-0.99
TEFA(%)	81.31	80.58	-0.70
TUFA/TSFA	4.86	4.69	-1.45
TPEA/TMEA	2.88	2.79	-3.19

TEFA : total essential fatty acid, TUFA : total unsaturated fatty acid, TSFA : total saturated fatty acid, TPEA : total polyenoic fatty acid, TMEA : total monoenoic fatty acid.

두부에 비하여 김, 청각 첨가두부만이 낮았고, 단백질 함량은 파래첨가 두부만 낮았다. 해조두부의 관능평가결과 미역첨가 두부가 맛, 색, 조직감이 우수하여 기호성을 향상시킬 수 있었다. 두부의 무기질 함량은 청각첨가 두부가 가장 낮았고, Mg, K, Ca, Na순이었다. 미역의 첨가량이 증가할수록 대조구의 두부보다 수율, 단백질, 및 무기물 함량이 증가하였고, 관능평가결과 1% 첨가시 양호하였다. 이때 Ca, K등의 함량이 증가하였다. 미역 마쇄물을 1% 첨가한 두부는 경도는 감소하였으나 탄성, 점성, 씹힘성, 껌성이 증가되었고, Hunter색도는 L, a값이 저하되었으나 b값이 증가되었고, 아미노산 함량의 경우 히스티딘, 티로신, 루신, 페닐알라닌만 감소하였다. 티로신과 리신은 뚜렷한 변화가 있었고, 지방산 함량은 포화지방산 및 일가불포화지방산은 증가하였으나 다가불포화지방산은 약간 감소하였다.

참고문헌

1. Takagi, S., Dkamoto, N., Akashi, M. and Yasumat-

- su, K. : Hydrophobic bonding and S-S bonding in heat denaturation of II S of soybean protein. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 26, 139(1979).
2. 윤영미, 손경희 : 두부의 구조 및 질감특성에 미치는 지방의 영향. *한국조리과학회지*, 1, 57(1985).
 3. 이경원 : 국민의 영양과 대두의 수입 정책. *식품과학*, 15, 20(1982).
 4. 김 길환 : 콩, 두부와 콩나물의 과학. 한국과학기술원, 59~133(1982).
 5. 이 해원 : 두부의 보존성 및 물성에 관한 연구. 서울여자대학교 석사학위논문 (1984).
 6. Wang, H. L. Swain, E. W. and Kwolek, W. F. : Effect of soybean varieties on the yield and quality of Tofu. *Cereal Chem.*, 60, 254(1983).
 7. 崔光 • : 大豆의 水侵時間에 따른 組織의 微細構造, 蛋白質特性 및 大豆收率의 變化. 嶺南大學校 大學院 碩士學位論文, (1984).
 8. 박미란, 안용복, 이현주, 최명숙 : 豆腐 製造時 油出溶媒 및 凝固劑가 品質에 미치는 影響. *중앙대학교 가정대 논문집*, 2, 156(1984).
 9. Escueta, E. E., Bourne, M. C. and Hood, L. F. : Effect of boiling treatment of soymilk on the composition, yield, texture and sensory properties of Tofu. *Can. In st. Food and Sci. Technol. J.*, 19, 53(1986).
 10. Tasi, S. J., Lan, C. Y., Kao, C. S., and Chen, S. C. : Studies on the yield and quality characteristics of Tofu. *J. Food Sci.*, 46, 734(1981).
 11. 김중만, 백승화, 황호선 : 난각으로부터 응고제 제조와 그 이용에 관하여. *한국영양과학회지*, 17, 25(1988).
 12. Kroll, R. D. : Effect of pH on the binding of calcium ions by soybean proteins. *Cereal Chem.*, 61, 490(1984).
 13. Wolf, W. J. : What is soy protein ?. *Food Technol.* 26, 44(1972).
 14. Rham, O. D., Rovaart, P. V. D., BuJard, E., Mottu, F. and Hidalgo, J. : Purification of soy protein with cheese whey protein and the effect of alkaline pH. *Cereal Chem.*, 54, 238(1973).
 15. 위재준, 이형주 : 유청과 대두단백질의 공동침전의 특성. *한국농화학회지*, 26, 200(1983).
 16. 최용배 : 두유-난백 혼합물로 부터 두부 제조. 원광대학교 석사학위논문 (1989).
 17. 최희숙, 김상순, 김종근, 김우정 : 미역 추출액의 품질특성에 미치는 온도의 영향. *한국식품과학회지*, 24, 382(1992).
 18. 한국식품연구문헌 총람(1917~1968). 한국식품과학회, 411(1971).
 19. 한국식품연구문헌 총람(1969-1976). 한국식품과학회, 219~234(1977).
 20. 한국식품연구문헌 총람(1977-1981). 한국식품과학회, 207~216(1984).
 21. 식품공학 실험 I : 연세대학교 식품공학과편. 탐구당 (1975).
 22. Jones, J. B. JR. and Isaac, R. A. : Comparative elemental analysis of plant tissue by spark emission and atomic absorption spectroscopy. *Agron. J.*, 61, 393(1969).
 23. 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).
 24. 하재호, 허우석, 남영중, 민병용 :海藻類를 利用한 食品添加物 製造에 관한 研究. 한국식품연구소 사업보고, 23 (1985).
 25. 日本食品工業學會 食品分析編纂委員會編 : 食品分析法, 光琳, 544(1984).
 26. 조재영, 장권열 : 실험통계 분석법. 학문사, 998(1969).
 27. 梁澄鎬 : 海藻類의 成分에 관한 研究. *中大論文集*, 9, 377 (1964).
 28. 보건사회연구원편 : 한국인의 영양 권장량 (제 5차개정). 고문사. 55~56(1988).
 29. 김태영 : 우유첨가 두부 및 두부치즈의 이화학적 품질특성에 관한 연구. 원광대학교 대학원 박사학위논문 (1994).
 30. 고순남, 김우정 : 분리대두단백 두부의 물리적 특성에 미치는 응고온도 및 응고제의 영향. *한국식품과학회지*, 24, 154~159(1992).
 31. Lu, J. Y., Carter, E. and Chung, A. : Use of calcium salts for soybean curd preparation. *J. Food Sci.*, 45, 32(1980).
 32. 土屋靖彦 : 改訂 水産化學, 恒星社厚生閣版, 413(1965).

(1996년 12월 2일 접수)