

2006 추계
학술세미나

절편

실크 프로테인을 添加한 機能性 절편의
製造에 관한 研究

진주국제대학교 식품과학부 호텔조리전공 | **황영정** 교수

실크 프로테인을 添加한 機能性 절편의 製造에
관한 研究

황 영 정

진주국제대학교 식품과학부 호텔조리전공

A Study of Functional *Jeolpyon* Prepared with Silk Protein

Yeoung Joung Hwang

Division of Food Science, Jinju International University

I. 서 론

우리나라 곡물재배는 신석기 시대에 이미 초보적인 농경이 시작되어 쌀을 주요 곡물로 하여 보리, 조, 콩, 팥, 녹두, 밀, 귀리, 기장, 피 등을 다양하게 생산하였고 이것으로 죽, 떡, 밥, 술 등 곡물의 조리 가공법이 발달되었다(1-4). 떡은 우리민족의 역사와 더불어 시작된 것으로 생각할 수 있으며 BC 5세기경 시루가 발견된 것으로 보아 시루의 등장시기인 청동기 시대 또는 초기 철기시대부터 떡의 시작을 알 수 있고 지금의 떡의 상태와 동일한 떡의 형태가 있었을 것으로 본다(5-8). 한국의 전래음식 중 토착성과 보편성이 깊은 의례음식으로 역사성과 고유성을 갖는 떡은 집안 대소사나 농경의례(9,10). 3·7일, 백일, 생일, 혼인, 회갑, 상례, 제례 등의 통과의례와 생업의례 등에 이용되는 특별음식으로 전통성을 내포하면서 전승되어 왔다(11-16). 떡을 조리형태로 정의하면 '곡물의 분식형태의 음식'이라고 말할 수 있으며(1, 17, 18) 자연적인 배경에 영향을 받으면서 발달해 온 한국의 떡은 윤(1), 황(19), 강(20), 정(21) 등의 분류를 근거로 하여 구분하면 곡물을 가루로 하여 시루에 찌서 익힌다음 절구나 안반에 쳐서 조직을 치밀한 상태로 만든 친떡, 곡물을 가루로 하여 반죽해 기름에 지진 지진떡, 끓는 물에 삶아 건진 삶은 떡으로 구분할 수 있다(22). 또, 문헌상 부재료로 두류, 꿀, 썩, 솔잎 등을 많이 이용하는 데 이에 대한 연구(23-25)는 지금까지 많이 수행되어져 왔다.

한편 예로부터 민간에서 이용되어온 양잠산물이 최근 기능성 천연 식품소재로서 각광을 받게 됨에 따라 누에를 쳐서 생산한 비단을 이용한 입는 양잠의 형태에서 양잠의 주·부산물을 식품으로 개발하여 먹는 양잠의 형태로 변화되고 있다.

비단은 의류용 고급소재로 주로 이용되어 왔으나 최근에 화학적 조성이 밝혀지면서 일명 실크피브로인이라는 기능성 식품 소재로 개발되고 있다(26). 실크피브로인은 천연 단백질로서 순도가 높으면서도 다량 생산이 가능한 아미노산 자원으로(27) 세리신과 피브로인으로 구성되어 있으며, 가수분해시키면 유리 아미노산과 oligopeptide의 형태인 실크 프로테인이 된다. 실크 프로테인은 수용성 형태로서 모든 필수아미노산이 함유되어 있으며 18가지의 아미노산을 함유하고 있다. 실크피브로인의 아

미노산 중 glycine은 rat의 실험에서 혈청 콜레스테롤 상승을 억제하는 효과가 있으며(28) alanine은 알콜 치매증을 예방하거나 치료하는 약리적 기능이 있는 등 기타 아미노산 등이 풍부하여 호르몬 및 인슐린 분비에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(29).

Luo 등(30)은 rat의 실험에서 피브로인 투여로 혈당의 상승이 억제되었으며, 혈청 콜레스테롤 농도의 저하가 관찰되었다고 보고하였다. Keiko 등(31)은 6% 실크 프로테인 용액을 첨가하여 제조한 케익은 노화 지연 효과가 우수하다고 보고하였다. 실크피브로인의 대부분을 차지하고 있는 glycine, alanine, serine 및 tyrosine 아미노산은 의약품 및 기능성 식품으로서의 이용에 대한 연구가 진행되고 있어 이를 이용한 새로운 연구소재의 한 분야가 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 최근 단백질이 풍부해 각광받고 있으며 각종 아미노산이 함유된 기능성 식품소재인 실크 프로테인(silk protein)를 절편 제조시 첨가하였을 때 식미가 우수하고 영양이 풍부할 뿐만 아니라 절편의 생리활성 효과를 확인하여 상대적으로 단백질이 부족한 흰 절편의 기능적 품질을 향상시킨 새로운 기능성 절편의 제조기술 개발을 목적으로 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 절편 제조를 위한 쌀은 2000년에 생산된 경기도 이천산 일반미를 사용하였으며 실크 프로테인 분말은 강원도에서 구입한 것을 사용하였고, 소금은 정제염을 이용하였다.

2. 실크 프로테인의 이화학적 특성 시험

가. 일반성분 분석 및 pH

각 절편재료의 일반성분으로서는 수분, 조단백질, 조지방, 조회분은

AOAC방법(32)에 의해 측정된 후 백분율로 나타내었고, 전당 함량은 25% HCl로 가수분해한 후 Somogyi 변법(33)으로 측정하였다. pH 측정은 절편 재료 5g에 탈 이온수 50 mL를 가하여 30분간 진탕하고 원심분리(5,000 rpm, 20min.)하여 얻은 상등액을 pH meter(Orion, model 520A)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

나. 유리당 분석

유리당 분석은 시료 2 g을 칭량하여 200 mL의 80% ethanol로 80°C에서 6시간 환류 추출한 후 여과하였다. 이를 감압 건조시키고 초순수를 첨가하여 20 mL로 정용하여 시료 추출액 0.2 mL를 질소기류하에 완전히 건조시킨 후 pyridine 1 mL를 가하여 가온하면서 초음파로 완전히 녹이고 hexamethyldisilazane 0.2 mL와 trimethylchlorosilane 0.1 mL를 가하여 반응시킨 후 GC에 주입하여 Table 1의 조건으로 분석하였다.

Table 1. Operating conditions for analysis of free sugar by GC

Instrument	HP 5890 series II plus
Detector	FID
Column	HP-5(30mx0.25mmID)
Injector temperature	250°C
Detector temperature	280°C
Column temperature	150°C (0min)-10/min-250(5min)-20/min-280
Carrier gas	N ₂ 1mL/min

다. 아미노산 분석

각 절편재료의 총 아미노산 함량은 시험관(2 cm x 20 cm)에 시료 0.5g을 정확히 칭량하여 6N-HCl 10 mL를 가하고 질소 가스로 충전한

뒤 15 lb, 121°C에서 3시간 동안 가수분해시켜 Whatman filter paper No. 2와 membrane filter(0.45 μM)로 여과한 다음 cartridge C₁₈을 사용하여 지방질, 색소 등을 제거한 후 아미노산 자동분석기에 주입하여 분석하였다.

Table 2. Operating conditions of amino acid autoanalyzer for analysis of amino acid

Model	Hitachi model 835
Column	2.5 x 150 mm
Ion-exchange resin	#2619
Analysis time	70 min
Buffer flow rate	0.225 mL/min
Ninhydrin flow rate	0.3 mL/min
Column pressure	80~130 kg/cm ²
Buffer change steps	5 steps
Optimum sample quantity	3μmole/50 μL
N ₂ gas pressure	0.28 kg/cm ²

3. 절편 제조

쌀을 수돗물로 3회 수세한 후 쌀 중량의 2배 정도 물을 가하여 상온 (20±5°C)에서 12시간 침지시켰다. 침지가 끝난 쌀은 15분간 체에 받쳐 물기를 제거하고 roll-mill을 이용하여 제분하였다. 흰 절편을 제조하기 위하여 쌀가루 2 kg, 물 200 mL, 소금 20g을 30 mesh의 체에 3회 내려 혼합한 후 배보자기를 깔은 알루미늄 쪼틀에 넣은 다음 윗 면을 편편하게 하고 배보자기를 덮어 3.6 kg/cm³의 증기압으로 30분간 찼다. 잘 찻진 백설기를 배보자기에서 떼어내고 기계로 잘 친 후 압출기로 압출시켜 가래떡 모양으로 말은 후 손으로 밀어 수레바퀴 문양을 찍어낸 다음 5 cm x 5 cm x 1 cm의 크기로 절단하였다. 한편, 실크 단백질 분말을 첨가한 절편을 제조하기 위해서 물과 소금의 양은 흰 절편과 동일하게

하였고, 쌀가루와 실크 프로테인 분말의 전체 중량이 2 kg이 되도록 하였다. 또, 예비실험을 기초로 실크 프로테인 분말이 각각 2.5%, 5%, 10%로 첨가된 시료들을 30 mesh의 체에 3회 내려 혼합한 후 흰 절편과 같은 방법으로 제조하였다.

4. 절편의 저장

흰 절편 및 첨가량 별 실크 프로테인 분말 함유 절편은 실온($20\pm 5^{\circ}\text{C}$)에서 30분간 방치하여 수증기를 제거한 후 플라스틱 필름으로 포장하여 실온($20\pm 5^{\circ}\text{C}$)에서 저장하면서 미생물 및 품질특성 시험을 수행하였다.

5. 미생물 검사

실크 프로테인 첨가 절편의 미생물 분포 변화를 관찰하기 위하여 20°C 의 항온기에서 3일간 저장하며 1일 간격으로 시험하였다. 시험액의 조제는 시료 10 g에 멸균 식염수(NaCl, 3%) 90 mL를 가하여 homogenizer (DIAX 900, Heidolph, Schwabach Germany)에 1분간 무균적으로 마쇄하고, 4°C 에서 30분간 교반한 후 시험액으로 사용하였다. 제조한 시험액을 연속 희석하여 plate count agar(Difco Co., USA) 및 EMB agar(Difco) 배지에서 37°C , 2일간 배양한 후 생성된 colony의 수를 colony counter(Micro-count, IPI Inc., USA)로 계수하여, 각각 호기성 전세균(total aerobic bacteria) 및 그람음성(gram-negative) *Enterococcus* spp.로 분류하였다. 또한 lactic acid(2.5 mL/L) 및 chloramphenicol(100 mg/L)을 첨가한 potato dextrose agar(Difco)에서 생성된 colony를 효모로 계수 하였으며, 모든 과정을 3회 반복 측정 한 후 평균값을 이용하여 cfu/g으로 나타내었다.

6. 수분활성도(A_w) 및 색도측정

실크 프로테인 첨가절편의 수분활성도(A_w , water activity)는 절편을 잘게 잘라 측정용 cell에 조밀하게 채우고 Thermoconstanter(Novasina RA/KA, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

실크 단백질 첨가 절편의 저장기간에 따른 색도 변화를 color/color difference meter(Nippon Denshoku Kogyo Co, LTD., model 1001DP)를 사용하여 명도(lightness, L), 적색도(redness, a) 및 황색도(yellowness, b)로 나타내었고, 이때 사용한 표준백판은 L값 89.2, a값 0.921, b값 0.78이었으며, 5회 반복 측정하였다.

7. Texture profile analysis(TPA)

실크 단백질 첨가 절편의 저장기간에 따른 물성 특성은 TA. XT2 Texture Analyser (SMS Co. LTD., England)를 사용하였다. 측정은 2회 반복 압착 실험(two-bite compression test)으로 원통형 probe(cylindrical stainless probe, 35mm diameter)를 이용하여 pre-test speed 5 mm/s, test speed 5 mm/s, post-test speed 5 mm/s의 조건에 의해 50%의 변형률로 압착하였다. 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 Bourne(34)에 의한 방법에 의해 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 겹성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)의 TPA(Texture profile analysis) 특성치를 Texture expert software로 분석하였다. 모든 측정은 20℃의 온도 하에서 5회 반복 측정하였다.

8. 노화속도

실크 단백질 첨가 절편의 저장기간에 따른 경도 변화를 Avrami 방정식(35)에 의하여 분석하고, 이로부터 Avrami 지수 및 노화속도를 구하였다. Avrami 식은 다음과 같다.

$$\Theta = \exp(-kt^n) \text{ ----- (1)}$$

Θ : t 시간후 남아있는 비결정 부분

k : 속도 상수 (day^{-n})

n : Avrami 지수

t : 저장 기간 (day)

만약 절편의 경도 변화가 결정화 정도를 측정하는 척도라고 본다면, 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\Theta = \frac{E_L - E_t}{E_L - E_0} = \exp(-kt^n) \text{ ----- (2)}$$

EO : 절편의 초기 경도

Et : t 시간 후의 절편의 경도

EL : 절편의 최대 경도

식 (2)를 변형하면 다음과 같은 식이 표현된다.

$$\log \left[-\ln \frac{(E_L - E_t)}{(E_L - E_0)} \right] = \log k + n \cdot \log t \text{ ----- (3)}$$

식 (3)으로부터 시간상수 1/k 및 Avrami 지수 n을 구하였다.

9. 관능적 특성

실크 프로테인 첨가 절편의 관능검사는 각각의 세부항목에 대해 잘 인지하도록 훈련된 20명의 관능요원을 선정하여 실시하였다. 평가항목은 하였으며, 3회 반복 검사색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 부드러운 정도(softness), 접착성(adhesiveness) 및 전체적 기호도(overall acceptance)를 5점법으로 평가하였다.

10. 통계분석

모든 측정결과는 statistical analysis system(Version 5 edition)(36)을 이용하여 ANOVA 분석 후 Duncan's multiple range test로 5%에서의 유의차 검정을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 실크 단백질의 일반성분 및 pH

본 실험에 사용된 절편재료의 일반성분 함량은 Table 3과 같다. 먼저 쌀가루의 일반성분은 수분함량이 38.11%, 회분이 0.25%, 조단백질은 5.11%, 조지방은 0.52%, 전당 함량은 56.62%였다. 실크 단백질은 수분이 6.61%로 낮았고, 단백질은 91.22%로 매우 높은 특징을 보였으며 조지방과 조섬유는 각각 0.07%, 0.75%로 매우 낮음을 알 수 있었다. 한편, 쌀가루와 실크 단백질의 pH는 각각 6.41과 6.23으로 비슷한 약산성을 나타냈다. 실크 단백질의 원료가 되는 견피브로인(silkfibroin)은 100% 유용한 단백질원으로써 세리신과 피브로인으로 구성되어 있으며 가수분해시키면 유리아미노산과 oligopeptide의 형태인 실크 단백질을 얻게 된다(37,38). 실크 단백질은 다른 식품에서 볼 수 없는 90%이상의 고단백질원이며 또한 oligopeptide로 구성되어 있어 기능성 및 영양적인 면에서 식품에 이용가치가 높다. 따라서 실크 단백질을 절편에 첨가함으로써 쌀가루만으로 절편을 제조했을 때보다 단백질 이용면에서 더욱 우수한 기능성 식품 소재로 응용 개발할 수 있음을 알 수 있다.

Table 3. Proximate composition of rice powder and silk protein

(Unit: %)

Material	Moisture	Ash	Crude protein	Crude fat	Total sugar	pH
Rice powder	38.11	0.25	5.11	0.52	56.62	6.41
Silk protein	6.61	2.17	91.22	0.07	0.75	6.23

2. 실크 프로테인의 유리당 함량

당은 식물의 감미에도 관여하고 maillard 반응에 의한 비 효소적 갈변이나 가열시의 풍미 생성에도 관여하는 식품학적 견지에서 중요한 성분 중의 하나(39)로 Table 4는 절편재료의 유리당 함량의 조성을 나타낸 것이다. 각 재료의 총 유리당 함량을 보면 쌀가루는 약 0.89%였으나 실크 프로테인은 약 0.02%로 유리당 함량에서는 실크 프로테인이 매우 낮은 것을 알 수 있었다. 먼저 쌀가루의 유리당 조성은 glucose 함량이 약 0.45%로 가장 많은 함량을 차지했으며 다음으로 lactose, raffinose, sucrose, maltose, fructose 순이었으며 이러한 조성은 심(40)의 연구와 거의 일치하는 결과를 보였다. 한편 실크 프로테인은 fructose가 0.009%로 가장 높은 함량을 나타냈으며 다음으로 maltose, glucose, sucrose 순이었으나 대체로 매우 낮은 유리당을 함유한 것으로 나타났다.

Table 4. Free sugar contents in rice powder and silk protein

(Unit : %)

Material	Sucrose	Maltose	Glucose	Fructose	Lactose	Raffinose
Rice powder	0.051	0.042	0.453	trace	0.218	0.124
Silk protein	0.002	0.005	0.003	0.009	trace	trace

3. 실크 프로테인의 아미노산 조성

Table 5는 절편재료의 총 아미노산 함량의 총 아미노산 함량의 조성을 나타낸 것이다. 각 재료의 총 아미노산 함량을 보면 쌀가루는 4.28%이나 실크 프로테인의 경우 약 52.21%로 쌀가루보다 훨씬 높은 수치를 나타내었다. 쌀가루의 총 아미노산 조성은 glutamic acid 함량이 0.85%로 가장 높았으며 그 다음으로 aspartic acid, proline, arginine 순이었다.

실크 단백질의 총 아미노산은 52.21%로 쌀가루의 총 아미노산보다 13배로 대체로 매우 높은 함량이었고 아미노산 조성은 glycine이 18.55%로 가장 높았고 다음으로 alanine, serine 및 tyrosine 순으로 이들 총 함량은 전체 아미노산 함량의 89%로 높은 비율을 차지하였고, 이는 Nahm 등(41)과 정(42)이 보고한 아미노산 조성과의 유사한 결과를 나타내었다.

Table 5. Total amino acid compositions of rice powder and silk protein

(Unit : %)

Amino acids	Rice powder	Silk protein
Aspartic acid	0.39	0.71
Threonine	0.18	0.55
Serine	0.26	7.16
Glutamic acid	0.85	0.87
Proline	0.37	0.26
Glycine	0.21	18.55
Alanine	0.26	15.73
Cystine	0.06	0.09
Valine	0.28	1.23
Methionine	0.07	0.86
Isoleucine	0.18	0.37
Leucine	0.23	0.26
Tyrosine	0.08	4.06
Phenylalanine	0.28	0.43
Histidine	0.09	0.46
Lysine	0.15	0.33
Arginine	0.34	0.29
Total	4.28	52.21

특히 곡류의 제한 아미노산인 lysine이 0.33%로 높게 함유되어 있어 곡류가공 조리제품에 이의 첨가는 부족한 lysine 함량의 보충에도 큰 효과가 있을 것으로 사료된다. 실크 프로테인에 다량 함유한 glycine은 혈청 콜레스테롤 상승 억제효과(28,30)가 있고 alanine은 알콜대사를 촉진시켜 숙취 및 알콜에 의한 간장해를 예방하고 tyrosine은 치매를 예방하는 등 (29) 식품으로서 긍정적인 효과를 가지고 있을 뿐만 아니라 이를 이용한

의약품 및 기능성 소재로 최근 각광받고 있다. 실크 단백질을 절편에 첨가함으로써 비교적 단백질 함량이 부족한 쌀가루의 단백질 강화와 다양한 아미노산 보충 등 영양 및 생리적 활성효과가 탁월한 기능성 식품 소재로서 이용가치가 매우 높을 것으로 사료된다.

IV. 요 약

쌀가루만을 주 재료로 한 절편 떡에 각종 아미노산이 풍부하게 함유된 기능성 식품소재인 실크 단백질(silk protein)을 부 원료로서 첨가량을 각각 달리 하였을 때 그들의 영양성분과 절편 제조 후 품질과 관련된 이화학적 특성, 관능적 특성 및 저장성을 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 일반성분에서 쌀가루는 수분함량이 38.11%, 회분이 0.25%, 조단백질은 5.11%, 조지방은 0.52%, 전당함량은 56.62%였고, 실크 단백질은 수분이 6.61%, 단백질은 91.22%로 매우 높은 함량을 보였고, 조지방과 조섬유는 각각 0.07%, 0.75%였다. pH는 쌀가루와 실크 단백질이 각각 6.41과 6.23으로 비슷한 약산성을 나타냈다.

2. 총 유리당 함량을 보면 쌀가루는 약 0.89%였으나 실크 단백질은 약 0.02%로 실크 단백질이 매우 낮음을 알 수 있었고, 총 아미노산 함량에서는 쌀가루는 4.28%이나 실크 단백질의 경우 약 52.21%로 쌀가루보다 13배나 높은 함량을 나타내었다. 쌀가루의 아미노산 조성은 glutamic acid 함량이 0.85%로 가장 높았으며 그 다음으로 aspartic acid, proline, arginine 순이었으나, 실크 단백질은 glycine이 18.55%로 가장 높았고 다음으로 alanine, serine 및 tyrosine 순이었으며, 특히 곡류의 제한 아미노산인 lysine이 0.33%로 높게 함유되어 있어 곡류가공 조리제품에 이의 첨가는 부족한 lysine 함량의 보충에도 큰 효과가 있을 것으로 사료된다.

3. 절편의 제조직후 호기성 전세균은 4.5~5.7 log cfu/g의 수준을 보였는데, 실크 단백질을 첨가한 경우 무첨가구에 비해 약 1 log cycle이 감소하는 것으로 나타났다. 저장 1~3일째까지 모든시험구에서 호기성 전세균이 1~2 log cycle 정도 증가하였는데 무첨가구는 7.3~7.5 log cfu/g, 1~5%의 실크 단백질 첨가구는 5.8~6.5 cfu/g의 수준으로 저장

동안에도 실크 프로테인 첨가구가 호기성 전세균의 생육이 억제됨을 알 수 있었다.

그람음성 *Enterococcus* spp.의 분포는 절편 제조직후 3.0~4.8 cfu/g 수준을 보였는데 이후 저장기간 동안 모든 시험구가 약 2 log cycle 정도 증가하였다. 실크 프로테인 첨가구의 경우 무첨가구에 비해 1~2 log cycle이 감소하는 것으로 나타났다.

저장기간 동안 절편의 호모 생육은 2.0~4.3 log cfu/g 수준을 나타내었는데, 실크 프로테인 첨가에 의한 영향은 보이지 않았다.

4. 제조직후 실크 프로테인의 첨가량에 따른 절편의 수분활성도(A_w)는 0%, 1%, 3% 및 5%가 각각 0.97, 0.97, 0.96 및 0.97로 차이를 보이지 않아 절편 제조시 5%까지의 실크 프로테인 첨가는 절편자체의 수분활성도에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

5. 제조직후 실크 프로테인 첨가수준에 따른 절편의 색도 측정에서 명도(L, lightness)는 전체적으로 51.4~53.1의 값을 보였는데, 3~5%의 실크 프로테인 첨가시 무첨가구 및 1% 첨가구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었다.

적색도(a, redness)에서 무첨가구는 -1.07, 1~5% 첨가구는 -1.10~-1.53의 값을 보여 3% 이상 첨가시 유의적으로 음(-)의 값이 커짐을 알 수 있었다.

황색도(b, yellowness)의 경우 무첨가구 및 1% 첨가구가 각각 0.79, 1.74였고, 3% 이상 첨가시 유의적으로 황색도가 높아졌다.

6. 저장기간에 따른 기계적 측정 조직감 변화에서 견고성을 나타내는 hardness(g)는 제조직후 1638.6~2073.9의 범위를 보였는데, 3% 이상 실크 프로테인 첨가시 hardness가 감소하였고, 모든 시험구에서 저장기간 동안 hardness는 증가하였으며, 저장 3일째까지 3, 5%의 실크 프로테인 첨가구의 hardness 값이 무첨가구에 비해서 낮아 실크 프로테인을 전분 함유 식품에 첨가할 경우 노화지연 효과가 있을 것으로 사료되었다.

결합력 및 응집성을 나타내는 cohesiveness는 제조직후 및 저장기간 동안 0.91~0.97 범위의 값을 나타내어 각 시험구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

탄성을 나타내는 springiness의 경우 저장기간 및 각 시험구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, gumminess 및 chewiness는 저장기간이

지날수록 그 값이 증가하였고 3%이상의 실크 단백질을 절편에 첨가할 경우에 유의적으로 낮은 값을 나타내었다.

Avrami 방정식에 적용한 노화도 측정 결과, 5% 실크 단백질 첨가구의 시간상수가 1.52로 약 36시간 이후부터 노화가 시작되어 노화율이 가장 낮은 것으로 나타났다.

7. 실크 단백질 첨가수준에 따른 절편의 관능적 품질변화에서 색택(color)은 무첨가구 및 1% 첨가구가 또 향미(flavor)는 1% 첨가구를 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 맛(taste), 부드러운 정도(softness) 및 점착성(adhesiveness) 항목에서는 각 시험구간의 유의적 차이가 없었고, 종합적 기호도(overall acceptance)는 무첨가구 및 1~3% 첨가구를 선호하는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 볼 때 실크 단백질은 90%이상의 단백질을 함유하고 또한 대부분이 oligopeptide로 구성되어 있어 곡류가공품 제조시 부 원료로 이용하면 영양적인 측면에서 곡류의 부족 영양소인 양질의 단백질 공급원으로서 뿐만 아니라 생리기능성을 향상시켜주는 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 특히 절편 제조시 첨가하였을 때 식미가 우수하고 영양이 풍부할 뿐만 아니라 상대적으로 단백질이 부족한 흰 절편의 기능적 품질을 향상시킨 새로운 기능성 절편을 제조할 수 있어 부 재료로서의 가치가 매우 높은 것으로 사료되었다.

참고 문헌

1. 윤서석 : 한국 식품사연구, 신광출판사 (1985)
2. 윤서석 : 한국 음식 역사와 조리법, 수학사 (1993)
3. 이성우 : 고려 이전의 한국식생활사 연구, 향문사 (1978)
4. 박용구 : 한국 식료품사, 정음사 (1974)
5. 윤서석 : 일본 문화의 원류로서의 비교 한국문화, 삼성출판사, p478 (1981)
6. 윤서석 : 삼국유사의 신연구, 신라문화제 학술발표회 논문집 창간호, p167 (1980)
7. 윤숙경 : 떡의 발달과정과 조리법에 관한 고찰, 안동대 논문집 제4집 (1982)
8. 서혜경 : 우리나라 떡의 발달과정과 의례음식으로서의 떡에 관한 고찰, 전주대 논문집 (1983)
9. 장인희 : 한국식생활사, 삼영사, p. 24-35 (1991)
10. 조창숙 : 한국의 병이류고, 건대학술지 제20집 p. 341 (1976)
11. 이성우 : 한국 식품사회사, 교문사 (1984)
12. 장인희 : 한국 식생활 풍속, 삼영사 (1984)
13. 한국민속 종합조사 보고서, 강원도편, 문화공보부 (1977)
14. 윤덕인 : 한국 떡류의 발달에 관한 연구, 윤서석교수 정년퇴임 기념 논총 (1998)
15. 정순자 : 우리나라 병과류에 대한 소고, 단국대 논문집 (1973)
16. 허이향 : 우리나라 떡에 관한 고찰, 중앙대가정학보 제3집 (1981)
17. 황혜성 : 한국음식, 민서출판사, p152 (1980)
18. 윤덕인 : 한국의 병과류에 관한 연구 고찰(I), 관동대 논문집 14, p57 (1986)
19. 황혜성 : 한국의 요리II, 삼성당, p126 (1987)
20. 장인희 : 한국의 맛, 대한교과서주식회사, p11 (1987)
21. 정순자 : 한국의 요리, 동화출판공사 (1968)
22. 윤덕인 : 한국과 일본떡류의 변천발달에 관한 비교연구, 중앙대학교 학위논문 (1987)

23. 김영희 : 재료배합 및 발효조건에 따른 증편의 특성, 한양대학교 대학원 석사학위논문 (1983)
24. 김광옥, 윤경희 : Hydrocolloids의 첨가에 따른 백설기의 특성, 한국 식품과학회지, **16**, 159 (1984)
25. 심영자 : 축침가량에 따른 축설기와 축절편의 영양성분 및 texture에 관한 연구, 숙명여자대학교 박사학위 논문 (1990)
26. Hirabayashi, K., Chen K., Akiyama, D. and Ayub, Z. : The second international silk conference. The collection of papers, Beijing, p.224-232 (1993)
27. Chen, K., Umeda, Y. and Hirabayashi, K. : Enzymatic hydrolysis of silk fibroin. *J. Seric. Sci. Japan.*, **65**, 131-133 (1995)
28. Sugiyama, K., Kushima, Y. and Muramatsu, K. : Effect of sulfur containing amino acids and glycine on plasma cholesterol level in rats fed on a high cholesterol diet. *Agric. Biol. Chem.*, **49**, 3455-3461 (1985)
29. Chen, K., Takano, R. and Hirabayashi, K. : Production of soluble fibroin powder by hydrolysis with hydrochloric acid and physical properties. *J. Seric. Sci. Japan.*, **60**, 358-362 (1991)
30. Luo, J., Chen, K., Xu, Q. and Hirabayashi, K. : Study on foodization of fibroin and its functionality. The second international silk conference, The collection of papers, Beijing, p.73-87 (1993)
31. Keiko, F., Sadayuki, T. and Rumiko, K. : Preparation and properties of novel sponge cake by combining rice flour with silk fibroin protein. *J. Soc. Food Sci. and Technol. Japan*, **47**, 363-367 (2000)
32. AOAC : Official methods of analysis, 15th., Association of official analytical chemists. Washington D.C. (1990)
33. Kobayashi, T. and Tabuchi, T. : A method employing a tribasic sodium phosphate buffered reagent for estimating semimicro quantities of reducing sugars. *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, **28**, 171-175 (1954)

34. Bourne, M.C. : Texture profile analysis. *J. Food Technol.*, **32**, 62-67 (1978)
35. Kim, K., Lee, Y.H., and Park, Y.K. : Effect of steeping time of waxy rice on the firming rate of waxy rice cake. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 264-265 (1995)
36. SAS Institute, Inc. : SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA(1990)
37. Guoding, C., Mitsuo, A. and Kiyoshi, H. : Isolation of tyrosine from silk fibroin by enzyme hydrolysis. *J. Seric. Sci. Japan*, **65**, 182-184 (1996)
38. Kaili, C., Yuji, U. and Kiyoshi, H. : Enzymatic hydrolysis of silk fibroin. *J. Seric. Sci. Japan*, **65**, 131-133 (1995)