

누에생실샘 미세분말을 이용한 기능성 화장품 소재 개발에 대한 연구

전 정 우 · 권 해 용 · 조 유 영 · 박 명 기* · 손 용 호* · 이 희 삼[†]

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부 잠사양봉소재과, *(주)포쉬에화장품
(2012년 3월 28일 접수, 2012년 6월 15일 수정, 2012년 6월 21일 채택)

A Study on the Development of Functional Cosmetics Using Silk-gland Powder of Silkworm

Jeong-Woo Chon, Haeyong Kweon, You-Young Jo,
Myung-Ki Park*, Yong-Ho Son*, and Heui-Sam Lee[†]

Department of Sericulture & Apiculture, National Academy of Agricultural Science, RDA, 61, Seodun-dong,
Gwonseon-gu, Suwon 441-100, Korea, *Peauciel, Co.

(Received March 28, 2012; Revised June 15, 2012; Accepted June 21, 2012)

요약: 본 연구는 누에생실샘 미세분말을 포함하는 트윈케이크 및 팩트용 화장품 소재로서의 특성을 아미노산 분석, 항산화, 보습 및 탄력 효과와 관련된 다양한 실험을 통해 평가하였다. 누에생실샘 미세분말 함유 시험제형의 아미노산은 serine (26.77%), aspartic (15.47%), glycine (9.62%) 등으로 구성되어 있으며, 보습 효과를 나타내는 serin은 누에분말보다 150% 이상 함유하고 있었다. 누에생실샘 미세분말 함유 시험제형이 함유하지 않은 비교제형보다 입자 크기가 작음을 확인하였고, 우수한 항산화 활성을 지는 것으로 확인하였다. 또한 누에생실샘 미세분말 함유한 시험제형이 비교제형보다 피부 보습력과 탄력성에서 각각 257.2%와 181.15% 증가한 것을 확인하였다. 이러한 연구결과로부터 항산화 뿐만 아니라 피부 보습 및 탄력성을 높인 누에생실샘 미세분말 함유 화장품의 기능성 화장품 소재 개발 가능성을 확인하였다.

Abstract: In this study, silk-gland powder of silkworm was investigated for the usefulness as a potential agent for functional cosmetics, total content of amino acids and DPPH free radical scavenging assay, and clinical trial were done. The analysis of the amino acids of silk-gland powder showed that serine (26.77%) content was the highest and aspartic acid, glycine, and glutamic acid followed that. DPPH free radical scavenging activity of silk-gland powder was lower than vitamin C (82.3% v.s. 97%). The moisture and elasticity were increased in silk-gland powder compared to control cosmetics by 257.2% and 181.15%, relatively. These results suggest that silk-gland powder of silkworm may have beneficial properties as a material for cosmeceuticals.

Keywords: *bombyx mori*, silk-gland powder, moisture, antioxidative activity, cosmetics

1. 서 론

현대사회는 산업구조 발달, 생활 패턴 변화, 고령화 인구 증가 및 소비자 의식수준이 높아지면서 점차 효능 및 효과에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데 “아름답게 나

이를 먹는 것”을 실현할 수 있는 화장품 소재 개발이 요구되고 있다[1]. 피부는 다양한 환경적 요인과 항상 접촉하고 있기 때문에 산화적 스트레스에 직접적으로 노출되어 있다. 많은 양의 자외선에 노출되면 피부에 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)이 과잉으로 생성되고 항산화 방어계는 붕괴되어 산화적 스트레스에 의한 세포 손상을 야기하여 색소변화, 피부노화를 가속화시킨다

[†] 주 저자 (e-mail: rokafood@korea.kr)

[2,3]. 종래 외모 치장의 목적으로 합성된 화장품 성분은 피부 손상, 피부 노화, 피부 재생력 감소, 피부발진, 알레르기 등의 피부질환과 자신감 결여, 삶의 질의 저하, 질병으로 인한 고통 등의 무형 요소까지 포함하면 사회적, 경제적인 심각성을 야기하므로 이에 대한 대책이 시급한 실정이다. 이에 피부질환을 예방, 피부개선 및 치료를 도모하기 위해서 자외선 차단, 보습 효과가 우수한 천연물을 이용하는 연구가 확대되고 있다. 최근 미백, 보습, 주름개선, 자외선 차단 같은 특수한 기능이 첨부된 기능성 화장품의 중요성이 부각되어 경쟁력 강화 방안으로서 소비자 욕구와 필요성을 반영한 자연친화적 소재의 기능성 화장품 개발에 대한 연구가 되고 있으며 특히 한방, 민간요법, 식품에서 사용되고 있는 여러 가지 천연 물질들의 항균, 항산화, 미백, 보습 및 피부노화 억제 효과 등이 과학적으로 입증되면서 이들에 대한 연구가 주목받고 있으며 천연물의 생리활성 성분에 대한 연구가 확대되고 있다[4-9].

예전부터 옷감이나 수술용 봉합사 등으로 이용해오던 누에고치(*Bombyx mori*)에서 나온 실크단백질은 성질이 상이한 섬유상 단백질인 세리신(sericin)과 피브로인(fibroin)이 각각 25 %와 75 %로 구성되어 있다[10]. 실크단백질은 항산화[11], tyrosinase 활성 저해[12], 항당뇨[13,14], 항암[15,16], 활성산소 생성 억제 및 산화적 스트레스 예방[17], 피부 보습[18], 주름방지[19] 등의 여러 활성에 대한 연구가 되었으며 실크단백질을 이용하여 다양한 분야에서 기능성식품, 화장품, 미용 비누 및 의료용 소재 등에 응용되고 있다[20,21]. 피브로인의 표면을 감싸고 있는 sericin은 serine, aspartate, threonine, glutamate의 극성 아미노산이 전체 구성 아미노산의 약 77 %를 차지하여 분해되기 쉽고, 물에 녹기 쉬우며 특히 그 자체로서 보습성을 가지는 serine이 약 30 % 함유되어 있다[22]. 반면 fibroin은 glycine, alanine, serine을 주요 구성 아미노산으로 함유하고 있으나 serine의 함량은 12 % 내외로 sericin보다 낮게 구성되어 있다.

기존 누에고치를 이용한 화장품은 실크단백질의 보습성, 생체적합 등의 기능성을 이용하여 기능성 화장품 생산에 활용하였으나 실크단백질을 분리하는 복잡하고 장시간의 공정을 수행하여야 하며, 특히 유해 용매 사용이나 고온가열 등으로 인체에 유해하거나 낮은 수율의 단점을 야기되고 있었다. 따라서 본 연구에서는 누에생실샘이 첨부된 트윈 케이크와 팩트용 화장품을 개발하여 아미노산 조성, 항산화 효과, 및 인체 피부 보습성, 탄력성 등을 측정함으로써 화학적 위험성 낮으면서 항산화

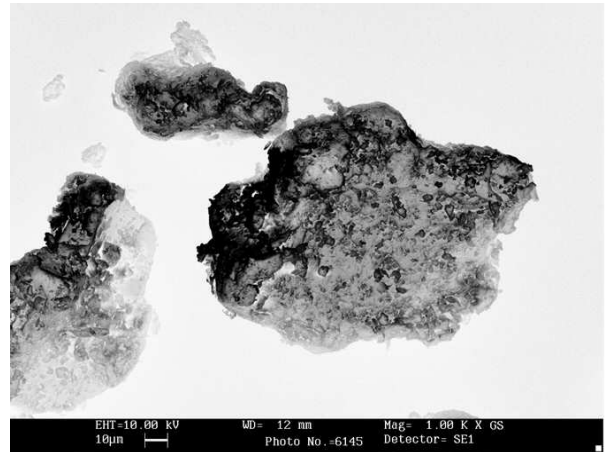


Figure 1. SEM images of silk-gland powder.

효과와 더불어 우수한 보습력 및 탄력성을 갖는 화장품 소재로서의 개발 가능성을 확인하고자 하였다.

2. 재료 및 실험

2.1. 기기 및 시약

본 연구에 사용된 아미노산 표준시료(18종)는 Sigma-Aldrich co. (St.Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였으며, 측정 기기로는 자동아미노산분석기(Biochrom 20 amino acid analyserplus, Sweden), ELISA reader(Molecular Device Corp., VERSAmax, Sunnyvale, CA, USA), 피부 수분량 측정기(corneometer CM 825, Courage-Khazaka Electronic, Cologne, Germany), 입자 측정기(Mastersizer S MAM 5004, Malvern Instruments, Worcestershire, UK) 등을 사용하였다.

2.2. 누에생실샘 미세분말 및 화장품 제조

2.2.1. 누에생실샘 미세분말 제조

본 연구에서 사용한 누에(금옥잠)는 농촌진흥청에서 사육하여 동결건조 하고 실샘을 분리한 후, 분리된 실샘을 원심식초미세분쇄기에 투여하였다. 초미세분말을 600 mesh 입도를 갖는 초미세분말로 제조하여 실험재료로 사용하였다(Figure 1).

2.2.2. 누에생실샘 미세분말을 포함하는 화장품 제조

본 연구에 사용한 누에생실샘 미세분말을 포함하는 트윈 케이크 및 팩트용 화장품은 전체중량 대비 3 ~ 10 wt%의 누에생실샘 미세분말을 포함시키고 나머지 성분

Table 1. Formulation of Cosmetics Containing Silk-gland Powder

Chemical name	Content (g)	
	Experimental cosmetics	Control cosmetics
Silk-gland powder	5.0	-
Mica	23.5	23.5
Silica	11.0	11.0
Titanium oxide	7.0	7.0
Zinc oxide	4.0	4.0
Water holding powder	1.0	1.0
Pigment	1.52	1.52
Binders	7.7	7.7
UV absorber	1.43	1.43
Preservative	0.18	0.18
Perfume	0.2	0.2
Talc	37.47	42.47
	100	100

으로 마이카(mica), 실리카(silica), 티타늄디옥사이드(titanium oxide), 징크옥사이드(zinc oxide), 워터홀딩파우더(water holding powder), 색소(pigment), 결합체(binders), 자외선흡수제(UV absorber), 방부제(preservative), 향료(perfume) 및 탈크(talc) 넣어 총 100 g의 누에생실샘 미세분말을 포함하는 트윈 케이크 및 팩트용 시험제형(experimental cosmetics)을 제조하였고 비교제형(control cosmetics)은 누에생실샘 미세분말을 제외하고 나머지 성분을 첨가하여 제조하였다(Table 1).

2.3 누에생실샘 미세분말의 화장품 원료 효능 측정

2.3.1. 누에생실샘 미세분말 아미노산 분석

누에생실샘 미세분말을 0.01 N NaOH 10 mL로 4 h 동안 처리한 후 0.1 N HCl 10 mL을 가하여 전체가 20 mL이 되게 하였다. 이 용액을 membrane filter (acrodic 0.5 μm)로 여과하여 아미노산 분석 시료로 사용하였다. 아미노산 조성분석은 자동아미노산분석기를 사용하여 18종 아미노산 표준시료(Sigma-Aldrich)와 함량을 비교하였다.

2.3.2. 항산화 효과 측정

누에생실샘 미세분말의 항산화 활성은 DPPH 라디칼의 소거능으로 확인하였다. 메탄올에 용해시킨 0.2 mM

DPPH 용액 1 mL에 에탄올 1 mL를 첨가하고 누에생실샘 미세분말 1 mL을 첨가하여 섞은 다음 25 °C에서 30 min 동안 반응 시킨 후 원심분리시켜 상등액을 취하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 그 활성 크기는 시료를 넣지 않은 경우를 대조군으로 하고 시료를 넣은 것을 실험군으로 하여 다음 식에 의해 DPPH의 활성 저해율을 나타내었다. 한편 누에생실샘 미세분말 자체 흡광도를 고려하여 517 nm에서의 누에생실샘 미세분말 흡광도를 측정하여 그 값을 보정해주었다. 기존 항산화제와 비교를 위하여 15 % 비타민 C를 이용하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거활성 (\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

A : 517 nm에서 시료 흡광도
 B : 517 nm에서 대조구 흡광도

2.3.3. 입자크기 측정 및 변색, 변취 관찰

누에생실샘 미세분말을 포함하는 트윈 케이크 및 팩트용 시험제형(experimental cosmetics)을 제조하였고 비교제형(control cosmetics)의 입자 안정성을 측정하기 위하여 광학현미경을 이용하여 입자를 관찰하였고 입자 크기를 측정하기 위하여 실온에서 3 mon 보관한 화장품을 15배 희석하여 입자측정기(Particle size analyzer)를 이용하여 30회 반복하여 각각의 분산 입자크기를 측정하고 평균값을 나타내었으며, 또한 각 시료의 색상 변화와 냄새 변화를 조사하였다.

2.3.4. 피부 보습력 측정

누에생실샘 미세분말을 포함하는 화장품의 보습 효능을 확인하기 위해 누에생실샘 미세분말을 함유하는 트윈 케이크 및 팩트용 시험제형을 제조하고 이를 정상피부, 지성피부, 건성피부를 갖는 20 ~ 50대 성인 여성으로 총 30명을 선정하여 실내온도 24.2 ± 2.3 °C, 상대습도 43.3 ± 2.5 % 조건에서 평가를 실시하였다. 1일 1회씩 안면 좌측은 누에생실샘 미세분말이 들어간 시험제형을, 안면 우측은 비교제형을 3주간 도포한 후, 시험 종료시에 수분 보유량을 측정하였다. 수분보유량은 Corneometer CM 820 (Courage-Khazaka Electronic, Cologne, Germany)을 사용하고 각각 3회 측정한 수치의 평균을 결과로 나타내었다. 측정된 capacitance value는 0 ~ 120 사이의 arbitrary capacitance unit (A.U.)으로 전환하여 나타내었다. 평가를 실시하기 전에 피시험자들에게 주의 사항을 숙지시켰으며, 시험 동의를 얻은 후 본 연구를 진행하였다.

Table 2. The Amino Acids Composition of Silk-gland Powder

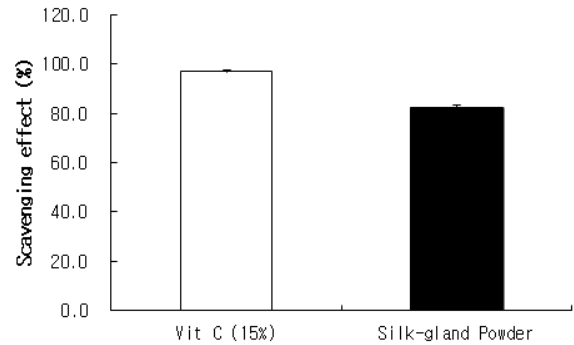
	Sigma-Aldrich	Silk powder	Silk-gland powder
Serine	30.26	17.80	26.77
Asparatic acid	18.61	2.23	15.47
Glycine	9.40	38.10	9.62
Glutamic acid	4.58	1.73	7.15
Alanine	3.83	27.50	4.86
Histidine	2.43	0.18	1.75
Arginine	4.20	0.33	3.42
Threonine	9.52	-	6.96
Proline	-	5.01	0.78
Tyrosine	2.14	2.26	4.05
Valine	3.75	1.45	2.74
Methionine	-	0.18	0.13
Cystine	0.87	-	0.54
Isoleucine	0.72	0.23	0.84
Leucine	1.15	0.53	1.79
Phenylalanine	1.39	0.30	0.77
Lysine	3.74	0.73	5.54

2.3.5. 피부 탄력도 측정

누에생실샘 미세분말을 포함하는 화장품의 탄력성을 확인하기 위해 정상피부, 지성피부, 건성피부를 갖는 20 ~ 50대 성인 여성으로 총 30명을 선정하여 실내온도 24.2 ± 2.3 °C, 상대습도 43.3 ± 2.5 % 조건에서 평가를 실시하였다. 1일 1회씩 안면 좌측은 누에생실샘 미세분말이 들어간 시험제형을, 안면 우측은 비교제형을 3주간 도포하기 전과 후의 피부 탄력도를 측정하였다. 피부 탄력도는 피부진단시스템(Aramo-TS, (주)아람휴비스, Korea)기를 사용하고 각각 3회 측정된 수치의 평균을 결과로 나타내었다. 평가를 실시하기 전에 피시험자들에게 주의 사항을 숙지시켰으며, 시험 동의를 얻은 후 본 연구를 진행하였다.

2.4. 통계처리

본 연구의 실험 결과들은 3회 반복하였고, 모든 자료의 통계분석은 SPSS 18.0을 사용하여 실시하였다. 이때 분산분석은 ANOVA test를, 각 시험구간의 평균 차이에 대한 유의성 검정은 Duncan multiple range test를 이용

**Figure 2.** Antioxidative activity effect of silk-gland powder cosmetic.

하여 $p < 0.05$ 수준일 때 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 아미노산 분석

누에생실샘 미세분말의 아미노산 조성을 분석 결과를 Table 2에 나타내었다. 누에분말에서는 glycine (38.10%), alanine (27.50%), serine (17.8%) 등의 순으로 조성되었으며, 누에생실샘 미세분말은 serine (26.77%), asparatic acid (15.47%), glycine (9.62%) 등의 순으로 아미노산 조성을 확인하여 누에생실샘 미세분말에서는 보습효과가 우수한 아미노산인 serine이 가장 많은 조성을 나타내어 보습효과가 탁월할 것으로 사료된다.

3.2. DPPH법을 이용한 Free Radical 소거활성

활성산소종이나 지질 라디칼에 의해 개시된 지질과산화 반응은 피부의 면역기능을 억제시키고 염증을 유발하여 탄력 감소, 주름 및 기미 등의 각종 피부질환을 유발하고 결국 피부노화를 가속화시키는 원인이 된다. 따라서 생체 내뿐만 아니라 피부에서 생성되는 활성산소나 지질라디칼의 연쇄반응을 종결시키는 비타민, carotenoid, flavonoid, isoflavone, 각종 mineral 등의 항산화 물질은 피부 노화를 방지하는 주요 수단이 되기에 항산화 활성은 DPPH와의 반응을 통하여 알아볼 수 있다[23]. 누에생실샘 미세분말과 비타민 C의 free radical 소거활성 측정결과는 Figure 2와 같다. 누에생실샘 미세분말은 비타민 C (97.0%)와 비교할 때 낮은 활성을 보였지만 상당한 정도의(82.3%) 항산화 활성을 보유하고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 3. The Particle Size of Silk-gland Powder

	Experimental cosmetics	Control cosmetics
Particle size (μm)	11.5	14.5

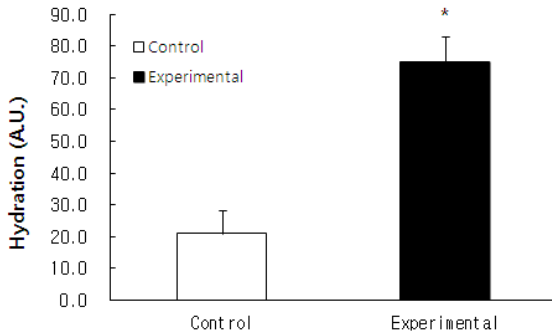


Figure 3. The moisture effect of silk-gland powder cosmetic.

3.4. 입도 측정

본 연구의 시험제형의 입자크기가 비교제형보다 입자크기가 작음을 확인할 수 있었다(Table 3). 기초화장 후 고르게 발라지고 특히 덧바를 경우 색조발색에 영향을 주지 않으면서, 빛을 받을 시 화사한 피부를 연출할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 상온에서 저장하는 동안 시료의 안정성을 평가하기 위하여 육안으로 변색이나 이취 발생 여부를 확인한 결과 산화에 의한 변색이나 특이취도 거의 없었다.

3.5. 피부 보습성 확인

피부의 보습 개선 효과를 평가하기 위하여 누에생실샘 미세분말이 포함하는 시험제형을 이용하여 피부 보습력을 측정된 결과를 Figure 3에 나타내었다. 본 연구에서는 에탄올과 같은 용매를 사용하지 않아 피부에 유해하지 않으면서 피부 수분 함량에 있어 보다 높은 증가를 보여주었다. 결과적으로 시험제형의 평가기준치가 비교제형보다 피부 보습력이 257.2 % 향상됨을 확인하였다. 누에생실샘 미세분말 포함한 시험제형을 사용할 경우 보다 높은 피부 보습력을 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

3.6. 피부탄력성 확인

일반적으로 널리 알려진 주름 개선제로는 레티놀 및 레티놀 유도체, 토코페롤 및 토코페롤 유도체, 7-데히드

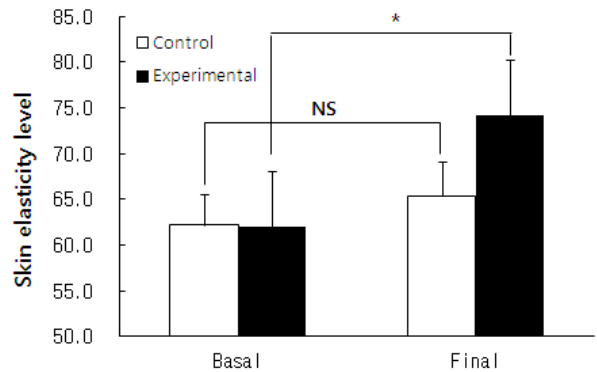


Figure 4. The elasticity effect of silk-gland powder cosmetic.

록시콜레스테롤, 우르솔산, 2-테옥시아테노신 등이 사용되고 있다[24,25]. 그러나 위와 같은 주름개선제는 일반적인 에멀전에 합입시킬 때 산소 및 자외선 등과 같은 외부 환경 요인에 의해 산화되어 그 역가가 소실되어 본래 기능이 감소된다. 시험제형과 비교제형의 시험 전·후 피부 탄력성을 비교해 본 결과를 Figure 4에 나타내었다. 비교제형은 시험초기보다 시험 종료 후 피부 탄력성이 3.17 % 향상되었지만 시험제형의 경우 12.13 % 향상되어 약 4배의 피부 탄력성이 향상되는 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 누에 5령 7일 숙잠의 생실샘 미세분말을 이용한 트윈케이크 및 팩트용 화장품의 특성을 조사하고, 화장품의 향산화활성, 피부 보습성 및 피부 탄력성을 평가하였다.

누에생실샘과 누에분말의 아미노산 분석 결과 보습인자인 serine (26.77 %)의 조성에서 전체 아미노산 조성 비율에서 상위의 조성을 나타내었지만 누에생실샘 미세분말이 누에분말보다 150 % 이상의 함유하고 있으며, 이는 누에생실샘 미세분말과 누에분말의 아미노산의 조성 성분에서 누에분말은 조단백(55.0 %), 조지방(9.0 %), 조섬유(6.6 %), 회분(12.7 %) 등의 여러 성분을 함유하고 있지만, 누에생실샘은 97 %이상 단백질질을 함유한 섬유성 단백질로 이는 누에고치를 통해 실크로 사용되어지고 있다. 실크의 세리신은 사람 피부의 자연보습인자와 유사한 조성을 가지고 있어 피부에 대한 보습성, 주름방지 및 tyrosinase 활성 억제 효과 등 기능성이 있다는 보고가[26] 있어 누에생실샘의 보습효과가 우수할 것으로 사료된다. 누에생실샘 미세분말 함유한 시험제형이 함유

하지 않은 비교제형보다 입자 크기가 작음을 확인하였고, 이는 화장품의 분산도 향상 및 효율을 향상시켜 기초 화장 후 고르게 발라지고 특히 색조발색에 영향을 주지 않아 화사한 피부색을 표현될 것으로 사료된다. 또한 항산화 물질인 비타민 C보다 낮은 DPPH 라디칼 소거활성을 나타냈지만 우수한 항산화 활성을 지닌 것으로 확인하였다. 이는 단백질의 분자량을 저하시면 단백질 크기도 작아지면서 표면적의 증가하게 되어 보다 많은 친수성 아미노산이 표면에 위치할 가능성이 생기며 소수성 아미노산은 저분자화로 인하여 표면으로 노출될 가능성이 높을 것으로 생각된다. 아미노산 중에 항산화능이 우수한 아미노산은 cystine, histidine, lysine, tryptophan, tyrosine 등이 존재하는데[28], 그 중 세리신의 아미노산 조성에서 histidine과 lysine은 친수성 아미노산으로 단백질 표면에 존재하며, tryptophan과 tyrosine은 소수성 아미노산이지만 변성에 의해 표면으로 노출되어 더 우수한 항산화능을 나타내는 것으로 사료된다. 누에생실샘 미세분말 함유한 시험제형보다 함유하지 않은 비교제형의 보습성 및 탄력성을 확인한 결과, 비교제형보다 피부 보습력은 257.2 % 증가하였고 피부 탄력성은 약 4배 향상시켜 이러한 결과를 바탕으로 누에생실샘 미세분말 함유한 화장품은 피부에 매우 우수한 보습 및 탄력 증가에 효과가 있을 것으로 사료된다.

이와 같은 결과들은 기존의 제조방법과 달리 유효한 용매를 사용하지 않으며, 고온 고압의 공정을 사용하지 않고 제조한 누에생실샘 미세분말을 함유한 화장품은 피부 세포에 비교적 안정하며, 피부에 항산화, 보습 및 탄력 효과 등을 가지는 것을 확인되어져서 누에생실샘 미세분말을 기능성 화장품의 소재로서 활용될 수 있는 가능성이 높을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2009년 농촌진흥청 농업공동연구사업에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. H. S. Lee and S. H. Kim, Safety evaluation of black garlic extract for development of cosmeceutical ingredients -Skin irritation and sensitization studies, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **9**(8), 1213 (2010).
2. M. J. Kim, H. G. Yang, and S. N. Park, Antioxidative activities and antiaging effects of Geum aleppicum Jacq. extracts, *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea*, **37**(2), 191 (2011).
3. K. Chiba, T. Sone, K. Kawakami, and M. Onoue, Characteristics of skin wrinkling and dermal changes induced by repeated application of squalene monohydroperoxide to hairless mouse skin, *Skin Pharmacol. Appl.*, **16**(9), 242 (2003).
4. K. D. Kim and S. J. Kim, Studies on the antimicrobial effects of herbal extracts and its cosmetic application, *J. Kor. Soc. Cosm.*, **13**(1), 221 (2007).
5. T. H. Kim, J. K. You, J. M. Kim, J. M. Baek, H. S. Kim, J. H. Park, and M. Choe, Antioxidant and whitening effects of Sorbus commixta HEDL cortex extract, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **39**(10), 1418 (2010).
6. H. W. Kim, B. J. Kim, S. H. Lim, H. Y. Kim, S. Y. Lee, S. I. Cho, and Y. K. Kim, Anti-oxidative effects of taraxaci herba and protective effects on human HaCaT keratinocyte, *Kor. J. Herbology*, **24**(3), 103 (2009).
7. Y. R. Kim, S. Y. Cho, D. B. Seo, S. H. Kim, S. J. Lee, and Y. H. Cho, Effect of oral intake of gromwell water fraction on ceramides content and the development of atopic dermatitis in NC/Nga mice, *Kor. J. FOOD Sci. Tech.*, **41**(5), 547 (2009).
8. S. J. Kim, S. A. Sancheti, S. S. Sancheti, B. H. Um, S. M. Yu, and S. Y. Seo, Effect of 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl-beta-D-glucose on elastase and hyaluronidase activities and its type 2 collagen expression, *Acta. Pol. Pharm.*, **67**(2), 145 (2010).
9. T. M. Chiu, C. C. Huang, T. J. Lin, J. Y. Fang, N. L. Wu, and C. F. Hung, *In vitro* and *in vivo* anti-photoaging effects of an isoflaone extract from soybean cake, *J. Ethnopharmacol*, **126**(1), 108 (2009).
10. K. G. Lee, J. H. Yeo, Y. W. Lee, H. Y. Kweon, S. O. Woo, S. M. Han, and J. H. Kim, Studies on industrial utilization of silk protein, *Food Sci. Industry*, **36**, 25 (2003).
11. R. Dash, C. Acharya, P. C. Bindu, and S. C. Kundu, Antioxidant potential of silk protein sericin against hydrogen peroxide-induced oxidative stress in skin fibroblasts, *BMB Rep*, **41**(3), 236 (2008).

12. N. Kato, S. Sato, A. Yamanaka, H. Yamada, N. Fuwa, and M. Nomura, Silk protein, sericin, inhibits lipid peroxidation and tyrosinase activity, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **62**(1), 145 (1998).
13. J. W. Yoon, S. K. Rhee, and K. B. Lee, Effects of silkworm extract powder on plasma lipids and glucose in rats, *Korean J. Food Nut.*, **18**, 140 (2005).
14. B. Andallu and N. C. Varadacharyulu, Gluconeogenic substrates and hepatic gluconeogenic enzymes in streptozotocin diabetic rat: effect of mulberry (*Morus indica* L.) leaves, *J. Med. Food*, **10**(1), 41 (2007).
15. I. K. Park, J. O. Lee, H. S. Lee, K. Y. Seol, and Y. J. Ahn, Cytotoxic activity of *Bombyx mori* and *Morus alba* derived materials against human tumor cell lines, *Agric. Chem. Biotech.*, **41**(2), 187 (1998).
16. J. H. Yeo, K. G. Lee, S. O. Woo, H. Y. Kweon, S. M. Han, K. H. Park, and S. S. Kim, Dietary effect of silk protein on colon cancer of animal, *Korean J. Seric. Sci.*, **49**, 67 (2007).
17. J. H. Choi, D. I. Kim, S. H. Park, J. M. Kim, J. S. Lee, K. G. Lee, J. H. Yeo, and Y. W. Lee, Effects of silk fibroin on oxidative stress and membrane fluidity in brain of SD rats, *Korean J. Life Sci.*, **10**, 511 (2000).
18. K. G. Lee, J. H. Yeo, Y. M. Lee, H. Y. Kweon, and J. H. Kim, Bioactive and skin-compatible properties of silk sericin, *Korean J. Seric. Sci.*, **43**, 109 (2001).
19. S. Madyarov, K. G. Lee, J. H. Yeo, J. Nam, and Y. W. Lee, Improved method for the preparation of silk fibroin hydrolysates, *Korean J. Seric. Sci.*, **41**(2), 102 (2000).
20. D. K. Kim, Y. H. Kim, K. B. Kim, and Y. G. Chin, The changes of molecular weight and structure in the preparation process of silk fibroin powder, *J. Kor. Fiber. Soc.*, **38**, 131 (2001).
21. M. J. Shin, M. J. Park, M. S. Youn, Y. S. Lee, M. S. Nam, I. S. Park, and Y. H. Jeong, Effect of silk protein hydrolysates on blood glucose and serum lipid in db/db diabetic mice, *J. Korean Soc., Food Sci. Nutr.*, **35**(10), 1343 (2006).
22. H. A. Kim, K. H. Park, J. H. Yeo, K. G. Lee, D. H. Jeong, S. H. Kim, and Y. H. Cho, Dietary effect of silk protein sericin or fibroin on plasma and epidermal amino acid concentration of NC/Nga mice, *Korean J. Nutr.*, **39**(6), 520 (2006).
23. T. Ngawhirunpat, P. Opanasopi, M. Sukma, C. Sittisombut, A. Kat, and I. Adachi, Antioxidant, free radical-savenging activity and cytotoxicity of different solvent extracts and their phenolic constituents from the fruit hull of mangosteen (*Garcinia mangostana*), *Pharm. Biol.*, **48**(1), 55 (2010).
24. D. Chanchal and S. Swarnlata, Novel approaches in herbal cosmetics, *J. Cosmet. Dermatol.*, **7**(2), 89 (2008).
25. F. S. Brandt, A. Cazzania, and M. Hann, Cosmeceutical: curent trends and market analysis, *Semin. Cutan. Med. Sur.*, **30**(3), 141 (2011).
26. M. K. Kim, H. J. Oh, J. Y. Lee, and K. H. Lee, Enzymatic hydrolysis of silk sericin and its anti-oxidative effect, *J. Soc. Cosmet. Scientistis Korea*, **35**(2), 135 (2009).
27. A. Manosroi, K. Boonpisuttinant, S. Winitchai, W. Manosroi, and J. Manosroi, Free radical scavenging and tyrosinase inhibition activity of oils and sericin extracted form Thai native silkworms (*Bombyx mori*), *Pharm. Biol.*, **48**(8), 855 (2010).