



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원 저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리와 책임은 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



2017년 2월
석사학위 논문

아스파탐의 모발 침투특성

조선대학교
산업기술융합대학원

미용향장학과

김 희

아스파탐의 모발 침투효과

Penetration property of Aspartame into Hair

2016년 11월 일

조선대학교 산업기술융합대학원

미용향장학과

김 희

아스파탐의 모발 침투효과

지도교수 이병래

이 논문을 미용향장학 석사학위신청 논문으로
제출함

2016년 11월

조선대학교 산업기술융합대학원

미용향장학과

김희

김 희의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 이승현 

위원 조선대학교 교수 류은미 

위원 조선대학교 교수 011명수 

2016년 11월

조선대학교 산업기술융합대학원

목 차

LIST OF TABLES	I
LIST OF FIGURES	II
ABSTRACT	III
I. 서 론	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 동향	6
3. 연구 목적 및 내용	8
II. 연구이론	11
1. 모 발	11
1.1 모발의 구조	11
2. 모발 손상 원인	15
3. 아스파탐	17
III. 실험 재료 및 방법	19
1. 실험 재료	19
2. 실험 방법	21
2.1 모발 시편 제작	21
2.2 분석 방법	23

IV. 실험 결과 및 고찰	25
1. 화학적 특성변화	25
2. 큐티클의 모폴로지	28
3. 모발의 형광 강도	30
V. 요약 및 결론	32

참 고 문 헌

감사의 글

LIST OF TABLES

Table 1. 헤어트리트먼트의 성분 및 효능	3
Table 2. 실크아미노산과 머리카락의 아미노산 성분	4
Table 3. 실크아미노산의 상태 및 적용범위	5
Table 4. Abbreviation of Hair samples' name	24

LIST OF FIGURES

Figure 1. 연구 모식도.	10
Figure 2. 모근부의 구조.	13
Figure 3. 모간부의 구조.	14
Figure 4. 모발의 유형.	16
Figure 5. 아스파탐 구조.	18
Figure 6. 실험 재료.	20
Figure 7. 탈색모의 제작.	22
Figure 8. FT-IR spectra of Hair cuticles..	26
Figure 9. EDS data.	27
Figure 10. FE-SEM images.	29
Figure 11. CLSM images.	31

ABSTRACT

Penetration property of Aspartame into Hair

Hee Kim

Advisor : Byeongrae Lee , Ph.D.

Department of Beauty and Cosmetic
Graduate School of Industry
Chosun University

Artificial sweetener aspartame is di-amino acids, including phenylalanine, of the aromatic amino acids using the autofluorescence characteristics were investigated in the hair penetration characteristics of the active material, such as silk amino acids. The commercially available silk amino acids (0.5%) hair Treatment(TS), 1 wt% aspartame(TA) and TS plus 1 wt% aspartame(TSA) were treated in bleached hair. Chemical changes of the treated hair cuticle is investigated and cuticle of TA treated hair was confirmed by having the closest chemical structure of unbleached hair through the FT-IR. Penetration characteristics of TSA into inner cuticle are most excellent and Fluorescent intensity of TSA treated hair is more stronger than of TA or TS treated hair by using the confocal microscope.

To study the penetration characteristics of active materials like silk amino

acids, the autofluorescence properties of phenylalanine in Aspartame was used. Damaged hair was treated with commercially available silk amino acids (0.5%) hair Treatment(TS), 1 wt% aspartame(TA) aqueous solution and TS+1%TA(TSA). Chemical changes of the treated hair cuticle is investigated with FT-IR(ATR) and it was confirmed that TA treated cuticle comes closed to the structure of unbleached hair(UB). Penetration into inner cuticle was studied by confocal microscopy and TSA treated hair shows the highest fluorescent intensity compare to TA and TS treated hairs.

I. 서 론

1. 연구배경

현대인들에게 외적 아름다움은 젊은 여성들은 물론 남녀노소를 가리지 않고 중요하게 인식되면서 펌이나 염색, 탈색, 매직과 같은 물리, 화학적 시술로 인해 모발 손상을 야기 시킨다^(1,2). 퍼머넌트 웨이브는 산화 과정에서 모발의 microfibril을 구성하는 α -helix를 감소시키며, 짧은 시간에 코일 구조로 변성시키고 물리적 속성을 변화시켜 모발을 약하게 한다⁽³⁾. 탈색은 염색 시 원하는 컬러의 표현을 얻기 위해 선행되는 경우와 탈색만으로 모발의 색상을 밝게 하는 경우에 사용된다⁽⁴⁾. 과도한 탈색으로 인해 모발이 손상되면 일차적으로 모표피층이 박리되고 용해되며, 모발 내부 간층 물질이 쉽게 유출되고, 모발 단백질은 변성된다^(5,6). 아름다움을 위해 모발을 물리화학적 방법으로 변형시키는 것은 모발의 표면을 둘러싸고 있는 소피와 피질의 형태적 변화를 초래하게 되고 모발을 구성하고 있는 케라틴 단백질의 화학구조를 변형시키게 된다⁽⁷⁾. 모발 강화를 주 목적으로 하는 헤어트리트먼트 제품은 단백질 가수분해 물질을 주원료로 모발 내부의 모피질 층에 단백질 가수분해 물질을 침투시켜 손실된 단백질을 보강시켜 모발을 건강하게 한다⁽⁸⁾.

헤어트리트먼트는 손상된 모발을 케어해주고 영양분을 공급해주는 헤어 팩이 일반적이며, 헤어트리트먼트는 주 1~3회 정도 모발에 도포 후 20분정도 방치하여 헹구어낸다. 헤어트리트먼트의 효과로는 모발손상 예방, 손상의 진행방지 및 회복, 펌 헤어컬링 시 모발보호, 일광 자외선에 의한 모발의 단백질의 퇴색을 방지하기 위해 사용된다. 손상모의 회복 또는 방지의 목적에 사용하는 헹궈내는 타입의 트리트먼트제와 모발손상의 예방목적으로 사용하는 헹궈내지 않는 타입이 있다. 도포하는 타입의 헤어트리트먼트는 모공과 피부의 진정효과에 좋은 성분, 모질에 영양과 수분 등을 유지하게 하는 성분, 자외선으로부터 모발

을 보호하는 성분 등이 있으며 헤어트리트먼트 주성분 및 효능에 대해서 Table 1에 나타내었다. 시판되는 샴푸나 린스, 트리트먼트류에 사용되는 실리콘성분은 모발에 부드러움이나 윤기를 주기 위해 사용되는데, 실리콘 성분이 두피의 모공을 막아 염증을 일으키기도 하고 또 모발이 자라는 것을 방해할 수 있다는 보고가 있다. 특히 모발에 실리콘 막을 형성하여 모발 건강에 필요한 영양공급을 방해하기 때문에 메틸페닐폴리실록산, 시클로헥사실록산, 시클로메타실록 등과 같은 무 실리콘 트리트먼트를 선호하는 트렌드이다.

바이오실크 아미노산은 silk protein이라고도 하며, 누에고치 섬유에서 유래하며, 피브로인 (70 ~ 80 %)과 세리신 (20 ~ 30 %)으로 이루어져 있다. 누에고치를 뜨거운 물 또는 희석 알칼리로 가공하여 얻은 sericin으로 인해 실크의 아름다운 광택이 난다. 실크 피브로인은 글리신 (40 %), 알라닌 (25 %) 및 세린 (13 %)으로 구성됩니다. 그들은 -G -A -G -X -G -A- (G : 글리신, A : 알라닌, X : 다른 아미노산)와 같이 모든 두 번째 위치에서 글리신과 함께 규칙적인 구조로 되어있다. 실크아미노산 내의 아미노산 함유량은 Table 2에 나타내었다⁽⁹⁾. 실크아미노산은 피부뿐만 아니라 헤어트리트먼트에 사용되는 유효성분이며, 실크아미노산과 머리카락의 아미노산 성분 상태에 따라 적용하는 범위가 다르며, 실크아미노산의 상태 및 적용범위를 Table 3에 나타내었다. 아스파탐은 합성 감미료로 일반 설탕인 자당의 200배의 단맛을 내는 물질로 아미노산인 phenylalanine(50%), aspartic acid(40%)가 주원료 Figure 1이다^(10,11). 우리나라에서는 가공식품의 칼로리 저 감화를 위해서, 당뇨병 환자를 위한 무가당 식품 감미료로 주로 사용되고 있다⁽¹²⁾. 이렇게 식품첨가물을 제외한 다른 분야로의 응용에 대한 연구가 미흡하며, 아스파탐의 특성을 이용한 응용범위를 넓히는 연구가 필요하다고 생각된다.

Table 1. 헤어트리트먼트의 성분 및 효능

성 분	작 용/효 능
켈프, 후코이단, 생강, 허브/한방성분	모공과 피부의 진정효과
아르간오일, 모링가, 케라틴, 실크아미노산, 콜라겐	모질에 영양과 수분유지
실리콘, 각종 오일	모발보호, 모발윤기
동백오일, Tinosorb®(티노소브), Uvinul®(유비눌)	자외선으로부터 모발을 보호

Table 2. 실크아미노산과 머리카락의 아미노산 성분⁽⁹⁾

Amino acid	Human Hair	Silk
Glycine	5.8	45.9
Alanine	4.4	31.3
Valine	6.0	2.4
Leucine	6.6	0.4
Isoleucine	3.4	0.6
Phenylalanine	1.7	0.6
Proline	8.9	-
Hydroxyproline	-	-
Threonine	7.1	0.8
Serine	10.9	10.2
Tyrosine	1.9	1.9
Methionine	0.4	0.0
Cystine/2	14.3	-
Cysteic Acid	0.3	-
Arginine	6.7	0.5
Histidine	0.8	0.9
Lysine	2.5	0.6
Hydroxylysine	-	0.0
Aspartic Acid	5.7	1.5
Glutamic Acid	12.6	1.0

Table 3. 실크아미노산의 상태 및 적용범위⁽⁹⁾

실크의 타입	제조방법 및 상태	적용제품
Hydrolyzed Silk	실크를 산, 알칼리 또는 효소로 가수 분해하여 얻은 실크 아미노산 용액. 실크를 산, 알칼리 또는 효소로 가수 분해하고 분자량을 조정하여 얻은 피브로인 웨타이드 용액	크림, 로션 헤어 샴푸, 컨디셔너, 트리트먼트
Hydrolyzed Silk Ethyl Ester	산, 알칼리 또는 효소로 실크를 가수 분해하여 얻어진 웨타이드의 에틸 에스테르의 에탄올 용액	헤어제품
Silk Powder	평균 입자 크기 5.85 μm의 실크 분말	화장품, 아이섀도우

2. 연구동향

현대사회에서 외모에 대한 의식과 욕구는 끊임없이 변화를 거듭하고 있다. 그리고 미적 수준이 최고의 가치로 평가받을 수 있을 정도로 현대사회는 외모에 대한 의식과 욕구가 증가되고 있다⁽¹³⁾. 아름다움과 개성을 잘 표현하기 위해 헤어스타일을 자주 변화시킨다. 과거의 모발미용은 단순히 한 번 시술로 오랫동안 스타일이 유지될 수 있게 하는데 목적을 두었으나 현재는 기분전환, 스타일 변화, 손질편리, 유행을 따르기 위해 잦은 시술을 하는데 여기서 모발에 변화를 주기위해 화학약품을 빼놓을 수 없다⁽¹⁴⁾. 너무 과하게 스타일에만 치중하다 보니 화학약품의 남용, 무분별한 미용 시술로 인해 모발 손상 또한 많아지고 있어서 더 이상 방치할 수 없는 상태에 이르게 되었다⁽¹⁵⁾. 이처럼 개인의 개성을 표현하는 수단 중 헤어스타일이 차지하는 비중이 점점 늘어나면서 모발 손상이라는 문제점은 끊임없이 나타나고 있다⁽¹⁶⁾. 오늘날 현대인들에게 두피·모발 문제는 연령과 성별 구분 없이 누구나 겪을 수 있는 점에서 대표적인 고민이라고 할 수 있다⁽¹⁷⁾. 전문적인 헤어케어의 중요성이 어느 때 보다 크게 요구되어지고 미용실내에서도 트리트먼트에 대한 중요성이 크게 부각 되었다. 최근에는 모발 클리닉 쪽으로 경영되는 업소가 많아지고 헤어트리트먼트의 필요성에 대해 대중의 관심이 높아지게 되었다⁽¹⁸⁾. 모발의 건강을 유지하고 손상으로부터 예방하기 위해 사용 되는 트리트먼트제는 화학시술 전(펌, 염색)시술 또는 후에 사용되어 지는데, 트리트먼트 본래의 의미는 처치, 치유라는 뜻을 내포하고 있다⁽¹⁹⁾. 트리트먼트제의 사용은 1차적으로 모발의 푸석거림과 갈라짐 등의 현상을 막기 위함도 있지만 근본적으로는 모발의 유실된 단백질을 보강하는 목적이 더 크다고 할 수 있다⁽²⁰⁾.

모발 손상과 관련 된 선행문헌에서 홍수경(2006)⁽¹⁴⁾은 화학적 시술에 의한 모발 손상 원인, 트리트먼트의 중요성에 대한 효율적인 접근방식과 대체 방식을 제공하고 고객만족에 바탕을 둔 체계적이고 합리적인 모발관리 방안을 모색하

였다. 김옥연(2007)⁽²⁴⁾ 물리·화학적 헤어 시술에 따른 모발 손상 및 케어에 대해 연구에서 모발 손상의 원인과 정확한 시술 방법, 모발의 건강을 유지하기 위한 모발관리 방법에 관해 연구하였다. 김민선(2013)⁽³⁸⁾ 히아루론산의 농도가 손상 모발의 물리학적 변화에 미치는 영향 등 모발 손상에 대한 원인과 트리트먼트의 중요성에 관한 연구등을 모색 하였다.

이와 같이 모발 손상 형태학적 변화나 필요성에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있으나, 트리트먼트의 침투경로에 대해서는 연구 많지 않아 논문을 찾아보기가 어려웠다. 따라서 본 연구는 모발손상의 원인에 대해 알아보고 헤어트리트먼트 제품과 함께 모발 침투특성을 비교하여 모발 관리에 대한 활성화를 위해 기초자료를 제시하고자 한다.

3. 연구 목적 및 내용

본 연구에서는 분자량이 낮고 자가형광(autofluorescence) 특성을 가지고 있는 방향족 아미노산인 페닐알라닌⁽²¹⁾이 함유되어 있는 아스파탐을 이용해 모발의 모표피(cuticle)뿐만 아니라 모피질(cortex)내의 침투 특성을 알아보고자 한다. 이는 모발 보호 및 모질 향상제로 사용되는 Hydrolyzed silk ethyl ester가 함유된 시판되고 있는 헤어트리트먼트 제품과 함께 침투특성을 비교 하고자 한다.

- 1) 헤어피스 백모와 갈색모를 구입한 후 100~200가닥을 묶어 실리콘 처리하여 갈색모와 백모를 각각 1회 탈색하여 탈색모(Black hair & Bleached-BB), 정상모(Black hair & unbleached-BU), 그리고 백모(white hair & bleached-WB) 3가지 탈색손상모를 제조하였다.
- 2) Hydrolyzed silk ethyl ester가 0.5% 함유된 시판되는 제품인 실크테라피(TS)와 TS에 아스파탐 1 w%을 함유하는 시료(TSA), 그리고 아스파탐 1 w% 수용액(TA)시료를 제조하였다.
- 3) BB-TS-30, BB-TSA-30, BB-TA-30, BU-TS-30, BU-TSA-30, BU-TA-30, WB-TS-30, WB-TSA-30, WB-TA-30, BB-TS-60, BB-TSA-60, BB-TA-60, BU-TS-60, BU-TSA-60, BU-TA-60, WB-TS-60, WB-TSA-60, WB-TA-60, 를 샴푸 후 모발에 마사지 하듯이 시료(TS, TSA, TA)를 도포 처리하고 실온에서 건조하는 방법으로 30일, 60일간 처리하여 손상모의 화학적 개선효과를 조사하였다.
- 4) 모발의 화학적 구조변화는 FT-IR을 이용하여 정상모, 손상모, 그리고 처

리모에 대한 모발 단백질의 화학적 구조 변화를, EDS를 이용하여 모발의 단백질 사슬내의황(S) 함유량을 조사하였다. 모발의 모폴로지는 FE-SEM을 이용하여 모발의 큐티클의 변화를 조사하였으며, 특히 아스파탐 처리 시료의 모발 내부로의 침투 특성을 조사하기 위해서 CLSM(공초점 레이저 주사 현미경)을 이용하여 모발의 형광물질의 농도를 측정하였다.

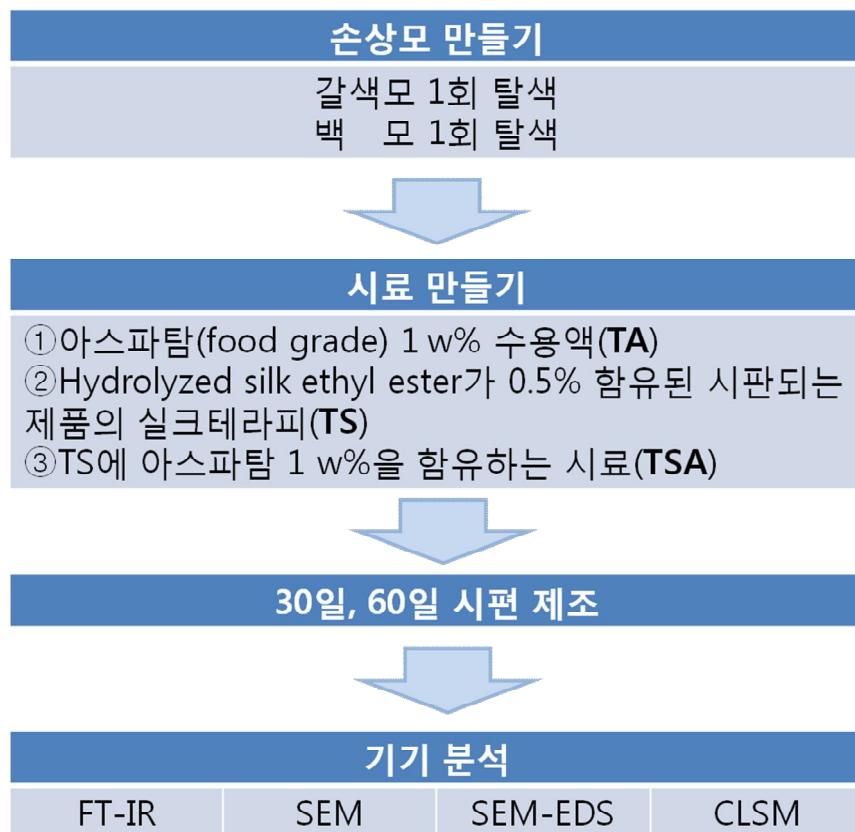


Figure 1. 연구 모식도.

II. 연구이론

1. 모발

1.1. 모발의 구조

모발은 피부의 부속기관으로 표피로부터 돌출된 모간부(hair shaft)와 표피 내부에 있는 모근부(hair root)로 구성되어 있다⁽²²⁾.

1) 모근(hair root)

모근은 모낭에 싸여 있으며 아래에 팽창된 부분을 모구(hair bulb)라고 한다. 모구의 중앙 부위는 구상으로 들어간 모유두(dermal hair papilla)에는 모세혈관과 신경들이 분포되어 있으며, 모유두의 상피세포층에는 모발이 만들어지는 모기질(hair matrix)이 있다⁽²³⁾. 즉 모모세포(hair cell)는 모유두에 들어 있는 모세혈관으로부터 영양과 산소를 섭취하여 분열을 반복함으로써 모발이 형성된다. 이 부분에는 모발에 색을 부여하는 수지상의 색소형성세포(melanocyte)와 같으며 Figure 2와 같다^(24,25).

2) 모간(Hair shaft)

두피 바깥에 나와 있는 털은 각화된 피부세포의 기둥으로 모간이라고 하는데, 모발 횡단면에서 볼 때 3층으로 구분할 수 있다. 가장 바깥층의 세포인 모표피와 모발 섬유의 많은 부분을 차지하고 있는 모피질, 그리고 모발 중심세포인 모수질이다. 모발은 모두 죽은 세포들로 이루어져 있으며, 그 대부분은 케라틴으로 채워져 있으며 Figure 3과 같다^(26,25).

(1) 모표피 (Cuticle)

모표피(cuticle)는 최외층을 구성하고 있는 모표피 세포는 편평하고 핵이 없는 판상의 세포로서 마치 지붕위의 기왓장을 위쪽에서아래쪽 방향으로 겹쳐놓은 것과 같거나 또는 물고기 비늘처럼 구성되어 있다⁽²⁷⁾, 모표피는 기름과 친숙해지기 쉽고(친유성), 물이나 약제의 침투나 작용에 대한 저항이 있어, 외부의 충격으로부터 모발을 지키고 있다. 또한 모표피가 모발에 차지하는 비율은 약 10~15%이며 이 비율이 많을 수록 모발은 딱딱하다고 볼 수 있다⁽²⁸⁾.

(2) 모피질(Cortex)

모피질은 피질세포라고 하며, 두발의 중간층으로 전체 두발의 70~75%를 차지한다. 산화 영구 염색과 퍼머넌트 등의 화학적 시술이 작용된다⁽²⁹⁾. 모피질은 물과 쉽게 친화하는 친수성으로 약제의 작용을 쉽게 받기 때문에 펌, 염색 등과 가장 관련이 있는 부분으로⁽³⁰⁾ 방추모양의 결정영역인 피질세포와 비결정영역인 간충물질로 이루어져 있다. 피질세포는 400~500개의 규칙적인 배열을 한 케라틴단백질의 문자로 이루어져 있으며 이 케라틴문자는 약 4000여개의 폴리펩티드 결합을 하고 있다. 또한 간충물질은 피질세포 사이를 채워주는 접합제 역할을 한다⁽³¹⁾.

(3) 모수질(Medulla)

모수질은 모발의 중심이 비어있는 부위이다. 죽은 세포들이 모발의 길이 방향으로 불연속적인 다각형의 세포 형태로 존재한다⁽³²⁾. 모발의 직경이 0.09mm 이상의 굵은 모발에는 모수질이 존재하지만 0.07 mm 이하의 가는 모발에는 존재하지 않는다. 한랭지 서식의 동물에는 털의 약 50%를 차지하여 보온의 역할을 하지만 머리카락의 경우 가는 모발과 갓난아이의 모발에는 거의 모수질이 없는 것으로 보이며 솜털에도 모수질이 없다⁽³³⁾.

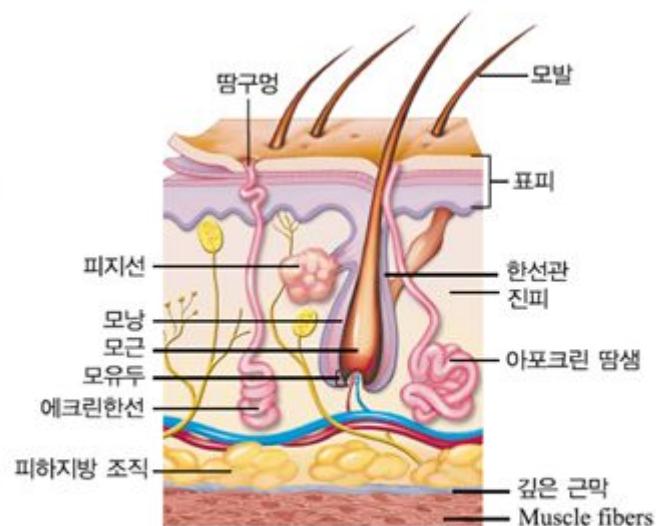


Figure 2. 모근부의 구조⁽²⁵⁾.

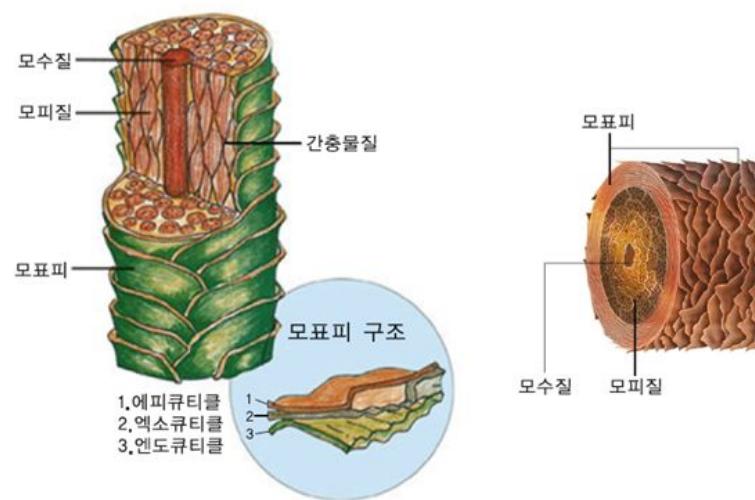


Figure 3. 모간부의 구조⁽²⁵⁾.

2. 모발 손상 원인

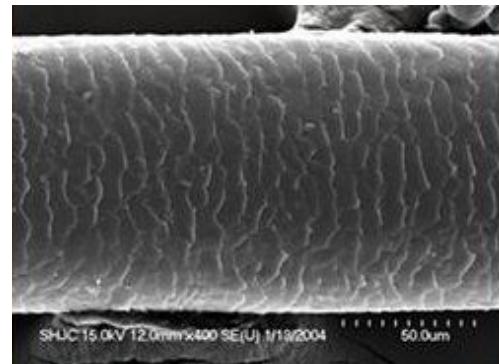
모발이 손상되었다는 것은 외부적으로 모표피 층이 벗겨지고 갈라져서 구멍이 생기고, 모발 내부의 수분 및 영양성분을 포함한 각종 간충물질이 빠져나가 탄력 및 윤기를 잃어 모발이 건강하지 못한 상태를 말한다⁽³⁵⁾.

물리적인 요인으로는 드라이어와 아이론, 전기 세팅기 등의 열기구에 의한 손상과 일상에서 빈번하게 행하는⁽³⁶⁾ 샴푸, 타올 드라이와 같이 모발간의 마찰에 의한 손상과 알카리성 샴푸제 등의 반복적인 사용으로 인한 모발의 영양과 수분의 유실현상, 헤어 커트 시술 시 레이저, 가위, 클리퍼의 도구에 의한 손상, 빗질에 의한 손상 등이 있다⁽³⁷⁾.

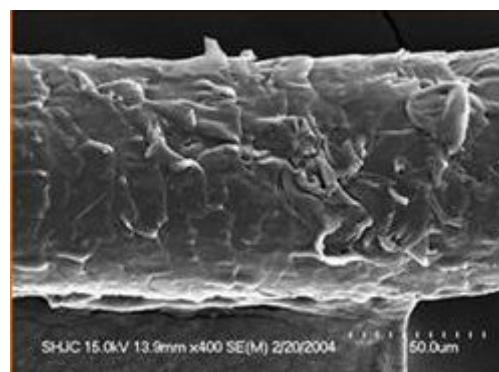
화학적인 요인으로는 펌, 염색, 털색의 잘못된 약제 선정으로 인해 약제가 모발에 과잉 반응하게 되거나, 펌 시 로드 제거 후 세척이 불충분하여 모발에 알칼리가 남게 되면 단백질 변성과 멜라닌색소의 퇴색될 수 있다⁽³⁸⁾. 현재 2옥식 알칼리액 제를 사용하는 경우가 거의 대부분인데 이는 퍼머넌트제의 처리시간, 방법, 온도 등으로 인하여 모표피 층을 거칠게 하고 모발을 활기 없게 하여 모발 손상을 일으키게 된다⁽³⁹⁾.

환경적인 요인으로는 음식물의 중금속 오염이나 대기 중의 배기가스 등으로 생리 및 형태의 손상 또는 축적으로 털모를 유발하고 자연환경의 요인은 자외선, 적외선, 건조한 날씨와 바람, 먼지 등에 의해서 손상한다⁽⁴⁰⁾.

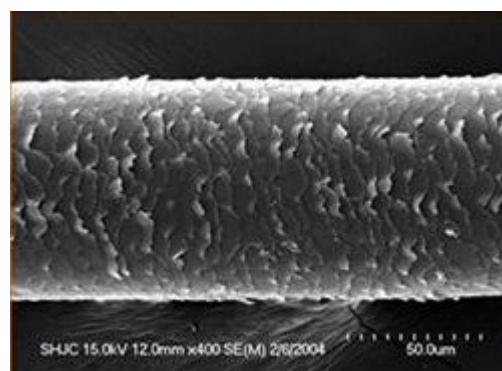
생리적인 요인으로는 모발이 건강하게 성장하기 위해서는 균형 있는 영양 섭취가 필수인데 무리한 다이어트나 편식 등 영양 불균형으로 인해 아미노산, 비타민, 미네랄 등이 부족하면 모발성장과 기능 약화되어 쉽게 영향을 받는다⁽⁴¹⁾.



(a) 건강모발



(b) 펌 시술 모발



(c) 탈색 시술 모발

Figure 4. 모발의 유형 (a) 건강모발, (b) 펌 시술 모발, (c) 탈색 시술 모발⁽⁴²⁾.

3. 아스파탐

아스파탐은 1965년 미국 Saal회사의 연구원에 의해서 강한 감미를 가지고 있는 것이 발견된 이래 그 안전성이 검토되어 JECF(FAO/WHO의 합동 식품첨가물 전문위원회)에 의해서 안전성이 확인되었다⁽⁴³⁾. 아스파탐은 설탕의 180~200배의 감미도를 가지고 있으며, 백색의 결정성 분말로서 냄새가 없고 감미의 성상이 비교적 설탕에 유사하고 충치원인균에 의해서 발효가 되지 않는다⁽⁴⁴⁾. 설탕대비 1/200의 양으로 극히 적은 양만 사용하기에 식품의 적용 시 무시해도 될 정도의 열량을 가지고 있다⁽⁴⁵⁾. 또한 인체 내에서는 일반 단백질과 같이 소화, 분해, 흡수되는 저칼로리(4 mg/g) 감미료로 체내에 축적이 되지 않으며, 아미노산과 같이 소화 흡수되어 혈당치가 상승하는 것과 무관하므로 당뇨병이나 비만증 환자들에게 이상적이다⁽⁴⁶⁾. 아스파탐은 섭취 시 아미노산이 peptide와 같은 방법으로 대사, 흡수되고 신맛과 잘 어울려 음료 및 과실음료에 사용하였을 때 향미증강 효과가 있으며⁽⁴⁷⁾, 아미노산인 L-아스파라긴산과 L-페닐알라닌의 합성으로 만들어진 아미노산계 합성감미료이다⁽⁴⁸⁾.

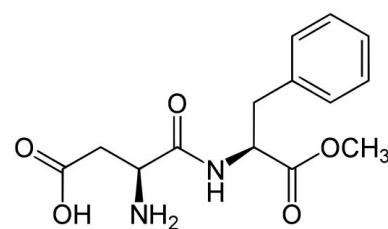


Figure 5. 아스파탐 구조.

III. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

1.1. 실험 및 재료

Hydrolyzed silk ethyl ester가 0.5% 함유된 시판되는 제품인 실크테라피(TS)와 TS에 아스파탐 1 w%을 함유하는 시료(TSA), 그리고 아스파탐 1 w% 수용액(TA)을 제조하여 헤어트리트먼트로 사용하였다.

탈색제(아모스 칼라제닉 블리치)는 과황산암모늄, 과황산칼륨 등의 모발탈색보조제가 포함된 제품을 사용하였고, 산화제는 과산화수소 6% 용액을 사용하였다.



Figure 6. 실험 재료.

2. 실험 방법

2.1 모발 시편 제작

모발의 길이 15~20 cm의 백모와 흑모 헤어피스(Hair Piece)의 100가닥 이상 탈색 처리하였다. 탈색도 시편 제작에 사용한 탈색제(아모스 칼라제닉 블리치)는 과황산암모늄, 과황산칼륨 등의 모발탈색 보조제가 포함된 제품을 사용하였고, 산화제는 과산화수소 6% 용액을 사용하였다. 탈색 방법은 백모와 흑모 헤어피스(Hair Piece)에 탈색제 10 g을 6% 과산화수소 30 mL에 섞어서 paste를 만들어 실온에서 모발에 도포하고, 20분 후 세척하여 탈색 손상모를 제조하였다.

탈색 흑모(Black hair & Bleached-BB), 정상모(Black hair & unbleached-BU), 그리고 탈색 백모(white hair & bleached-WB) 3가지를 각각의 세발된 모발에 마사지 하듯이 TS를 모발에 고루 도포 처리하고 실온에서 건조하는 방법으로 모발 시편을 제조하였다. 같은 방법으로 TSA와 TA를 3가지의 모발에 도포하여 실온에서 건조하는 방법으로 30, 60일까지 처리하여 모발시편을 제조하였다. 공초점 레이저 주사현미경을 이용한 모발 단면의 형광 강도측정을 위해 준비된 모발을 액체질소를 이용해 부러뜨려 준비하였다.



Figure 7. 탈색모의 제작.

2.2 분석 방법

큐티클의 화학적 구조변화는 FT-IR(Jeol, JNM-AL300, ATR)을 이용하여 정상모, 손상모, 그리고 처리모의 표면, 즉 큐티클 표면의 화학적 구조 변화를 ATR-mode로 조사하였다. EDS (JEOL, JSM840A)를 이용하여 모발의 단백질 사슬내의 황(S) 함유량을 조사하였다. 모발의 모풀로지는 FE-SEM을 이용하여 모발의 큐티클의 변화를 조사하였으며, 특히 TSA와 TA 처리 모발은 아스파탐의 모발 내부로의 침투 특성을 조사하기 위해서 공초점 레이저 주사현미경 (CLSM, CC004)을 이용하여 모발의 형광강도를 측정하였다.

Table 4. Abbreviation of Hair samples' name

BB	Bleached black hair
BU	Unbleached black hair
WB	Bleached White hair
UT	Untreated
TS	Treating Silk therapy
TSA	Treating Silk therapy with 1wt% Aspartame
TA	Treating 1wt% Aspartame aqueous solution
30, 60	가. Days of treatment.

For example, BB-TSA-30 is the sample which is treated TSA on bleached black hair for 30 days.

IV. 실험 결과 및 고찰

1. 화학적 특성변화

Figure 8에 FT-IR 스펙트럼에서 탈색하지 않은 모발(BU)은 모발 손상으로 생성되는 특성피크인 1040 cm^{-1} 의 시스틴모노옥사이드(cystine monoxide)와 1080 cm^{-1} 의 시스테인산(cysteic acid) 피크가 상대적으로 낮은 흡수강도를 보였다. 반면 헤어트리트먼트 처리를 하지 않은 탈색모(BB-UT-30)에서는 특히 1040 cm^{-1} 피크의 강도가 급격히 증가함을 보였다. 이는 탈색제인 과산화수소가 폴리펩타이드 사이의 시스틴 결합을 분해하여 생성된 시스틴모노옥사이드(cystine monoxide)와 시스테인산(cysteic acid)의 피크가 뚜렷하게 나타났다.

TA를 처리한 탈색모(BB-TA-30)의 큐티클의 화학적 구조가 BU의 스펙트럼과 거의 같으며, 특히 1040cm^{-1} 의 시스틴모노옥사이드 피크의 강도가 현저히 낮음을 관찰하였고 이는 TA의 아미노산 성분의 헤어트리트먼트 효과를 예측할 수 있다. Figure 9에는 BB-UT-60, BU-TA-60, BB-TA-60, BU(unbleached hair)의 EDS를 비교하였다. 황(sulfur)의 함량(Atomic %)은 헤어트리트먼트 처리하지 않은 탈색모(BB-UT-60)의 경우 가장 낮은 0.97%를 보였으며, TA, TSA처리모의 경우에는 정상모(BU)의 황함량(%)보다 낮았지만 1.31, 1.36%로 무처리 탈색모에서 보다는 높은 함량을 보였다 이는 TA, TSA의 헤어트리트먼트 효과를 예측할 수 있었다.

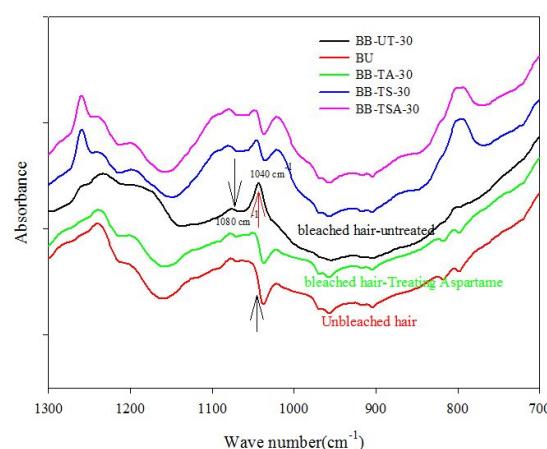


Figure 8. FT-IR spectra of Hair cuticles.

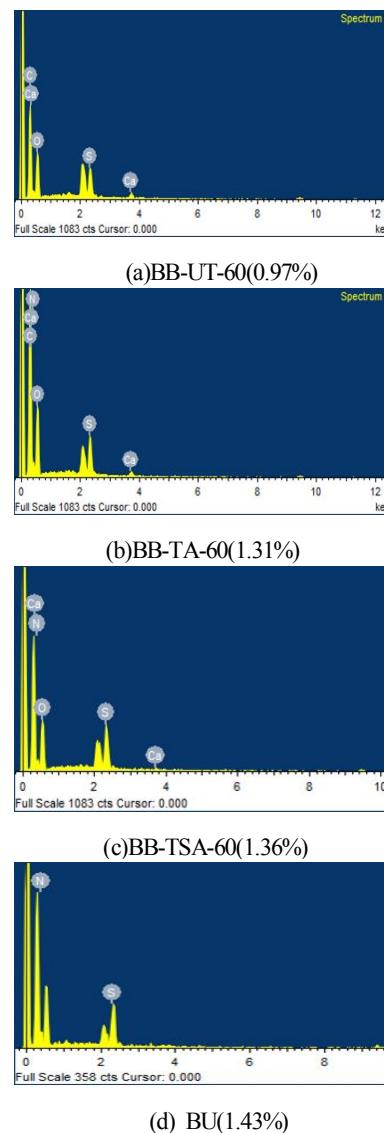


Figure 9. EDS data of (a)the bleached(BB-UT-60) and (b)TA treated hair(BB-TA-60), c)TA treated unbleached hair(BU-TA-60) and (d) the unbleached black hair(BU). Sulfur content% is shown in parentheses.

2. 큐티클의 모폴로지

SEM 이미지를 Figure 10에 나타내었다. 탈색모의 큐티클은 탈색에 의해서 많이 손상되었으며, TA, TSA 처리한 큐티클 표면의 개선효과를 관찰하였다. 특히 TSA를 60일 처리한 모발의 큐티클 모폴로지가 가장 우수하였다. 탈색모 큐티클의 손상으로 헤어트리트먼트가 모수질(cortex) 및 내부로의 흡수가 쉬어지며, 아스파탐 수용액을 사용하는 TA처리모의 경우 수분의 공급으로 모질의 개선 및 큐티클의 개선을 유도함을 예측할 수 있다.

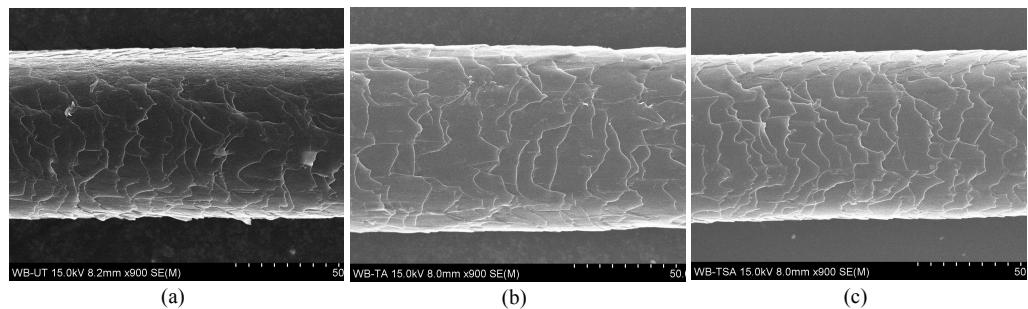


Figure 10. FE-SEM images of (a)WB-UT-30, (b)WB-TA-30,
(c) WB-TSA-30.

3. 모발의 형광 강도

페닐알라닌(phenylalanine)은 방향족 결사슬을 갖는 아미노산으로 자가형광(autofluorescence)을 방출하여⁽²¹⁾ 공초점 레이저 주사현미경(CLSM)을 이용하여 탈색모와 헤어트리트먼트 처리모의 모발 내 형광강도를 측정하여 모발 내 침투 특성을 알 수 있다. 유효물질의 모발 내 침투효과를 관찰하기 위해 모발 단면의 형광도를 비교하였다. 처리모와 비교하여 탈색모의 형광강도 Figure 11은 약하며, 모발의 손상이 큼을 알 수 있으며, 특히 실크아미노산과 아스파탐을 함유한 헤어트리트먼트의 처리모(TSA)에서 가장 밝은 형광 강도를 보여주었으며, 이는 diaminoic acid 구조를 가지며, 분자량이 낮은 아스파탐의 모발 내부로 침투가 쉬우며, 다양한 화학물질이 함유된 실크 테라피(TS)와 함께 처리하여 아스파탐의 표면 분산도 및 점착력을 향상시키는 것으로 예측된다. 그리고 아스파탐(TA)만을 처리한 모발의 경우 처리 기간이 증가함에 따라 모발내의 형광물질이 결표면 뿐 아니라 모수질 내부까지 골고루 분포되고, 형광강도가 크게 증가함을 Figure 11과 같이 관찰할 수 있었다.

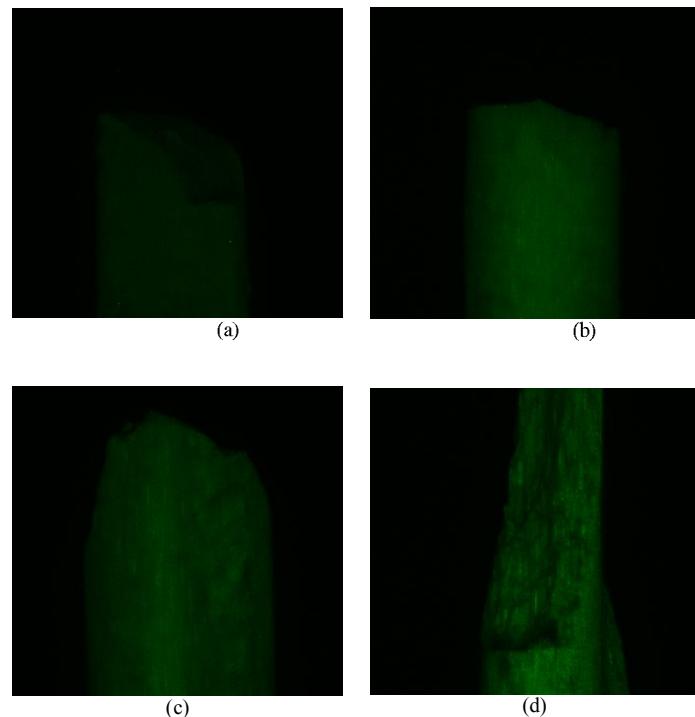


Figure 11. CLSM images of (a)WB-UT-30,
(b)WB-TA-30, (c) WB-TSA-30 and (d)BB-TSA-60.

V. 요약 및 결론

모발내로의 헤어트리트먼트 유효물질의 침투특성을 고찰하기 위해서 인공감미료인 아스파탐(aspartame)을 사용하였다. 실크아미노산(0.5%) 함유 헤어트리트먼트(TS), 1 wt%아스파탐(TA)수용액, TS에 1 wt%의 아스파탐을 더한 헤어트리트먼트(TSA)를 제조하여 탈색모(bleached hair)에 처리하였다. TA처리모 큐티클이 정상모(unbleached hair)와 가장 가까운 화학적 구조를 가졌으며, TSA처리모(treated hair)의 큐티클 표면이 가장 우수하였다. TSA와 TA처리모의 내부(inner cuticle)로의 침투특성이 우수함을 모발 내 형광물질의 강도를 confocal microscope을 이용하여 관찰하였다. 결과적으로 아스파탐의 방향족아미노산인 폐닐알라닌의 자가형광(autofluorescence) 특성을 이용하여 실크아미노산과 같은 유효물질의 모발 내 침투특성을 조사할 수 있는 유용한 물질임을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Korea Association of Trichologists. "Scientific Care of Hair and Scal", KoonJa, Seoul, Korea, 8 (2011).
2. Kim, J. R., "A Biological Activity of Artemisiae Argi Folium Extract and Protective Effect of Permanent Wave Hair Based on Artemisiae Argi Folium Treatment", Graduate School of Wonkwang University, 2 (2014).
3. Kim, J. R. and Yoo, H. J., "A Sudy on the Hair Damage According to the Application Time of fPerforming Hair Permanent Wave", J. Kor. Soc. Beauty Cultural Arts, Vol. 4, No. 2, 3 (2015).
4. Kang, E. N., "Effects of Hair Treatment for Bleaching on Hair Color", Journal of the Korea Soc. Beauty and Art, Vol. 16, No. 3, 51 (2015).
5. Hyun, J. O., "A Study on the Conditioning Effectofthe Hair Care Products Containing Silk Peptide", Graduate School of Konkuk University, 5 (2009).
6. Cha, O. H, "Hair vaccine treatments repair extremely damaged hair structure and its effect of the research", Journal of Beauty Industry, Vol. 4, No. 2, 35 (2013).
7. Chang, B. S., "Fine Structure of Damaged Hair Shaft by Daily Treatment of Heat for a Beautiful Face", Korean J. Electron Microscopy, Vol. 33, No. 3, 215 (2003).
8. Jang, J. Y., "Hair Protection Effects after Applying of Dendropanax Morbifera Leaf Extract to a Permanent Wave according to Ultraviolet Irradiation", Graduate School of Wonkwang University, 8 (2015).
9. <http://www.ikeda.corp.co.jp>
10. <https://www.google.co.kr> (accessed Oct., 10, 2016)

11. Kim, N. G. "Quality Characteristics of Simplified Pickled Radish with Different Fruit Juices -Possible Usage of Aspartame for Sugar-", Graduate School of Wonkwang Sejong University, 27 (2016).
12. Suh, H. J., Choi, J. H., An, D. J. and Choi, S. H., "Assessment of Dietary Consumption Patterns of Aspartame and Acesulfame K in the Korean Population", J Korean Soc Food Sci Nutr, Vol. 43, No. 4, 604 (2014).
13. 최한울, 손상된 모발의 형태학적 변화, 숭실대학교 중소기업대학원, 석사학위논문, p1. 2013.
14. 홍수경, 화학적 시술에 의한 모발손상과 트리트먼트의 중요성에 관한 연구, 숙명여자대학교 원격대학원, 석사학위논문, 1p. 2006.
15. 박세미, 모발상태에 따른 미용서비스 이용과 모발 전문 관리 인식비교, 한성대학교, 석사학위논문, p2. 2013.
16. 김동표, 모발의 이화학적 성상과 형태학적 변화관찰에 의한 손상도의 분류, 원광대학교 일반대학원, 박사학위논문, p1. 2010.
17. 문영심, 여성의 두피와 모발관리 형태에 관한 연구, 숙명여자대학교 원격대학원, 석사학위논문, p2. 2009.
18. 신옥남, 여성의 두피 모발 상태와 관리 실태에 관한 연구, 한성대학교, 석사학위논문, p.2, 2010
19. 한미옥, 폼종류. 폼제유형. 시술횟수가 모발 손상에 미치는 영향, 동아대학교 대학원, 석사학위논문, 2004.
20. 玄智媛, Silk Peptide를 포함하는 모발 화장품의 컨디셔닝 효과에 관한 연구, 建國大學院 大學院, 박사학위논문, p6, 2009.
21. Ha, B. J., "Spectroscopic Evaluation on the Chemical Damage of Hair by Hydrogen Peroxide", Applied Chemical Engineering, Vol. 22, No. 5, 579 (2011).
22. 조연수, 잣 오일 트리트먼트가 모발에 미치는 영향, 건국대학교 산업대학원, 석사학위논문, p3. 2015.

23. 조해원, 염색과 탈색모발에 열 펌 연결시술 시 중간 처리 방법에 따른 모발 손상에 관한 연구, 원광대학교 일반대학원, 석사학위논문, p5. 2016.
24. 김 옥연, 물리적·화학적 헤어시술에 따른 모발손상 및 케어, 숙명여자대학교 원격대학원, 석사학위논문, 4p. 2006.
25. 임은진 김은주외, (2012), 두피모발관리학, 지구문화사, p26, p70, 경기도, 대한민국.
26. 이희아, 손상모전용 트리트먼트 제품의 모발 보호 효과, 건국대학교 산업대학원, 석사학위논문, p3. 2011.
27. 류은미, 밀싹 추출물이 모발성장에 미치는 효과, 조선대학교 대학원, 박사학위논문, p12. 2014.
28. 김형겸 모표피의 형질과 손상의 원인별 유형분류에 따른 모발손상요인 분석에 관한 연구 한성대학교 예술대학원 석사학위논문, p8. 2012.
29. 김민선, 동백나무 추출물의 손상모발 개선효과 및 유지력에 관한 연구, 남부대학교 일반대학원, 박사학위논문, 2013,
30. 최은정, 화학적처리에 따른 흑갈색과 금색모발의 물리 화학적 손상과 형태변화, 건국대학교 대학원, 박사학위논문, 3p, 2013.
31. 김영숙, 퍼머넌트 웨이브 시술시 프로폴리스의 전치리에 따른 모발 특성 연구, 원광대학교 일반대학원, 박사논문, p7. 2013.
32. 최한울, 손상된 모발의 형태학적 변화, 숭실대학교 중소기업 대학원, 석사학위논문, 5p. 2013.
33. 최묘선, 염색모발을 산성 웨이브 펌으로 시술 시 지렁이 자가분해물이 모발의 손상과 형태적 특성에 미치는 효과, 건국대학교 산업대학원, 석사학위논문, 6p. 2014.
34. 임은진 김은주외, (2012), 두피모발관리학, 지구문화사, p26, p70, 경기도, 대한민국.
35. 이원경, 20대 여성의 모발관리 현황 및 손상정도 분석, 경희대학교 대학원, 박사학위논문, p8. 2005.
36. 서윤경, (2008), 모발과학의 기초, 예림, p84~85, 서울, 대한민국
37. 성문경, 플랫아이론 퍼머넌트 반복시술과 열처리에 따른 모발의 형태학적 분석,

- 서경대학교, 국내석사, p10, 2014.
38. 최은정, 화학적 처리에 따른 흑갈색과 금색 모발의 물리화학적 손상과 형태 변화, 건국대학교 대학원, 국내박사, 2013.
39. 김민선, 동백나무 추출물의 손상모발 개선효과 및 유지력에 관한 연구, 남부대학교 대학원, 박사학위논문, p15, 2013.
40. 김도연, 헤어클리닉 제품에 대한 소비자 인식 및 만족도 조사, 남부대학교 교육대학원, 국내석사, p4, 2013
41. 김나림, 샴푸 후 모발 인지정도 및 모발손상에 관한 연구, 한남대학교 사회문화·행정복지대학원, 국내석사, p11, 2016.
42. blog naver.com/oshblog/220094482527
43. 장용주, HPLC를 이용한 식품 중 인공감미료의 동시정량, 서울산업대학교, 석사학위논문, p3, 2002.
44. Choi SH, Lee MS, Park EY, Won J, Kim SH, Park SK, Lim HS. 2011. Assessment of estimated daily intake of sweeteners in the Korean population. Korean Journal of Food Science and Technology. 43(3): 387-395.
45. 조신영, 감미료가 쿠키 품질특성에 미치는 영향, 단국대학교 대학원, 석사학위 논문, p1, 2014.
46. Kim DS, Kozukue N, Han JS, Kim MH. 2004. The changes of components by maturity stage of tomato II. Jour Kor Soc Food Culture. 19(6): 605-610.
47. 조신영, 감미료가 쿠키 품질특성에 미치는 영향, 단국대학교 대학원, 석사학위 논문, p6, 2014.
48. 서주이, 고지혈증이 유발된 제브라피쉬에서 인공감미료의 단기급여 효과, 영남대학교 대학원, 석사학위 논문, p1, 2013.