

모발 탈색 및 퍼머넌트 웨이브가 모발의 아미노산 조성에 미치는 영향

하 병 조 · 김 준 광[†]

을지대학교 보건과학대학 피부관리학과
(2008년 5월 19일 접수, 2008년 6월 12일 채택)

Effect of Bleaching and Permanent Wave Manipulation on the Amino Acid Composition of Hair

Byung Jo Ha and Jun Kwang Kim[†]

Department of Dermatic Health Management, Eulji University, Sunghnam-si 461-720, Korea
(Received May 19, 2008; Accepted June 12, 2008)

요약: 아미노산 자동분석기(amino acid auto analyzer, AAA)를 이용하여 모발의 탈색 및 퍼머넌트 웨이브 시술에 의한 모발시료의 17가지 아미노산(aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, cystein, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine) 함량변화를 조사하였다. 시료는 30대 남성 10명의 모발을 채취하였으며 110 °C 24 h 동안 6 N 염산 10 mL로 가수분해 후 분석하였다. 실험결과 처치별 모발의 아미노산 함량은 정상모발 73.9 %, 퍼머넌트 웨이브 모발 71.5 % 및 탈색모발 69.3 %로 분석되었고, 탈색효과에 의한 아미노산 함량 감소가 퍼머넌트 웨이브 효과에서 보다 크게 분석되었다. 특히 lysine과 tyrosine의 조성은 탈색이나 퍼머넌트 웨이브 모발에서 25 % 가량 현저히 감소하였다. 반면에 serine, cystein, leucine 및 histidine의 함량변화는 일어나지 않았다.

Abstract: Variations of the seventeen amino acids (aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, cystein, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine) were analyzed in human hair sample by amino acid auto analyzer (AAA). The effect of bleaching and permanent wave manipulation on the amino acid composition of hair were investigated. Hair samples were collected from 10 males in their thirties. Hair samples were treated with 10 mL of 6 N hydrochloric acid at 110 °C for 24 h and analysed by AAA. The results showed that the amino acid content of normal hair (73.9 %) decreased to 71.5 % and 69.3 % after bleaching and permanent wave treatment, respectively. Furthermore, mean contents of lysine and tyrosine in amino acids showed obviously decreased about 25 % by permanent wave and bleaching treatment. On the other hand, serine, cystein, leucine and histidine were not changed.

Keywords: amino acid, permanent wave hair, bleached hair, AAA, peptide

1. 서 론

아미노산들은 펩티드(peptide)결합으로 연결되어 있으며 서로 각기 다른 모양으로 결합하여 수백만 종의 단백질을 만들어 낸다. 단백질과 폴리펩티드는 넓은 의미에서 볼 때 같은 말이지만 보통 분자량이 비교적 작으면

폴리펩티드(polypeptide)라 하고 분자량이 매우 크면 단백질이라고 한다. 아미노산은 생물의 몸을 구성하는 단백질의 기본 구성단위가 된다. 단백질을 완전히 가수분해하면 암모니아와 아미노산이 생성되는데 아미노산은 아미노기와 카르복실기를 포함한 모든 분자를 지칭한다.

모발의 주성분 단백질은 케라틴 단백질이며 약 20여 종의 아미노산 성분이 폴리펩티드 결합을 하고 있다. 이 결합들은 주쇄 결합과 폴리펩티드 간에 수소결합, 염 결

[†] 주 저자 (e-mail: kimjk8568@naver.com)

합, 시스템결합의 측쇄 결합으로 단백질의 3차 구조를 이루고 있으며 단백질의 측쇄 결합의 가교에 의한 케라틴은 기계적으로 매우 튼튼한 구조를 이루고 있어 모발의 탄력을 유지시키고 약품이나 세균에 대한 저항력도 강하다[1]. 모발의 아미노산 구조를 손상시키는 원인으로는 자외선, 젖은 모발의 블로우 드라이어(blow dryer) 건조 및 열 등의 물리적 요인[2]과 퍼머넌트 웨이브, 탈색 및 헤어컬러 기술 등의 화학적 요인이 있다[3]. 여기서 자외선조사에 의한 모발의 손상은 광산화 반응에 의해서 모표피의 단백질 손상을 일으킨다. 이런 현상으로 멜라닌이 자외선에 의해 파괴되어 모발의 적색화도가 일어나는데 실례로서 바닷가나 야외 수영장에서 장기간 동안 일해 종사하는 사람의 모발 변색이나 손상을 들 수 있다. 특히 화학적 원인으로서 탈색 기술은 알칼리제와 산화제인 과산화수소의 반응성에 의해 모표피 층의 케라틴 단백질 구조를 약화시켜 모발 표면을 거칠게 만들고 인장강도를 저하시키거나 신축성 저하 및 기계적 물성저하를 유발시킨다. 또한 이들 모발 단백질 성분은 금속이온 성분과 결합 할 수 있는 화학 작용기를 가지고 있으며(Kim *et al.*) 퍼머넌트 웨이브, 탈색 및 염색에 의해 모발을 구성하고 있는 아미노산의 변화로 말미암아 금속이온들의 흡착량이 달라진다는 결과를 이미 보고한 바 있다[4].

분석 화학적으로 이런 아미노산의 변화를 측정하기 위한 분리정량방법으로는 여러 가지 방법이 있다. 그 중에 이온교환수지에 아미노산을 흡착시켜 완충용액으로 용출하여 ninhydrine으로 발색시키는 이온교환수지 크로마토그래피법, 각종 아미노산을 휘발성 유도체 *N*-acetyl 화나 trifluoroacetyl화 시킨 후 gas chromatography (GC)를 이용하여 아미노산을 분석하는 방법 그리고 아미노산 자동분석기(AAA)를 이용하여 아미노산을 분석하는 방법이 널리 사용되고 있다.

본 연구에서는 30대 남성 10명의 정상모발을 채취하여 퍼머넌트웨이브 및 탈색의 화학적 처리를 한 후 모발을 구성하고 있는 aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, cystein, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine의 17가지 아미노산을 아미노산 자동분석기(AAA)로 분석하였다. 이 결과를 화학적인 처리에 의한 모발의 손상정도를 전자현미경적인 표면 관찰과 기계적 물성 등의 외적차이점으로 분석한 보고[5]와 달리 모발의 구성성분인 아미노산 함량 변화의 특징으로 분석 비교하였다.

2. 실험 및 방법

2.1. 시료채취 및 시약

본 연구에 사용된 모발 시료는 미용실에서 화학적 처리, 약물의 장기복용 및 다이어트 경력이 없고 흡연을 하지 않는 건강한 30대 직모형 남성 10명을 선택하여 후두부의 모발을 두피로부터 2 ~ 3 cm 떨어진 부위에서 절단한 것을 사용하였다. 탈색 기술은 중성 샴푸를 사용하여 이물질을 세척한 후 건조시킨 모발 시료 3 g에 1제로서 과산화 암모늄, 황산나트륨 및 수산화나트륨의 혼합분말 3 g (블론다 라이트닝 파우더, 웰라, Korea)와 로션형태인 2제 6 % 과산화수소 30 mL (웰록손 허벌, 웰라, Korea)를 혼합하여 도포한 후 25 °C, 50 °C에서 각각 30 min 동안 방치한 후 미온수로 세척, 건조하여 사용하였다.

퍼머넌트 웨이브 기술은 중성 샴푸를 사용하여 모발에 묻어있는 이 물질을 세척한 후(엠세라드, 소망, Korea) 제품의 퍼머넌트 웨이브 1제인 thioglycolic acid와 중화제로 브롬산나트륨(pH 6.5)을 사용하였다.

2.2. 시료전처리 및 가수분해

아미노산 분석을 하고자 하는 모발시료는 분석을 하기 전에 수분 함량을 정확히 측정하여야 한다. 수분함량의 측정은 105 °C 건조법으로 측정하였고 아미노산을 분석하기 위하여 시료에 함유된 단백질이 아미노산으로 분해시키기 위한 절차로서 0.1 %의 phenol 이 함유된 6 N 염산으로 가수분해하였다. 110 °C로 온도가 설정된 항온기에 분해관을 넣고 24 h 가열 분해법을 이용하였다[6].

2.3. 기기 및 장치

아미노산 자동분석기는 Biochrom 20 modle amino acid auto analyzer (Phamacia Biotech, Co., USA)를 사용하였다. 이동상으로는 pH 1, pH 2, pH 3, pH-RG, R-3, ninhydrin solution (Wako, Japan) 사용하였다. 컬럼은 Ion exchange column #2622SC PH를 사용하였고 컬럼 온도는 50 °C이고 reaction chamber 온도는 135 °C를 유지하였다. 표준용액으로는 L-aspartic acid, L-threonine, L-serine, L-glutamic acid, L-proline, L-glycine, L-alanine, L-cystein, L-valine, L-methionine, L-isoleucine, L-leucine, L-tyrosine, L-phenylalanine, L-histidine, L-lysine, L-arginine을 포함하는 amino acid calibration mixture (Sigma, USA) 사용하였다.

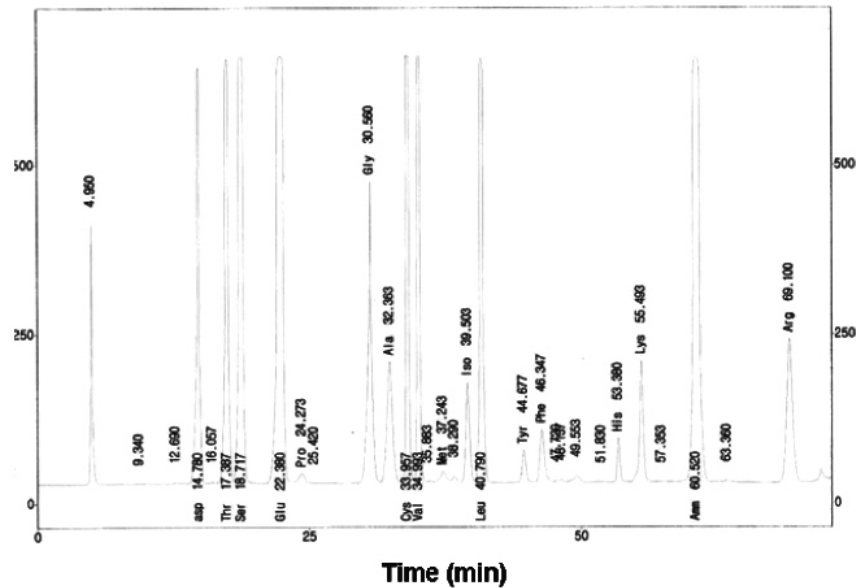


Figure 1. Chromatogram of amino acids in normal hair analyzed by amino acid auto analyzer.

Table 1. Composition of Amino Acid in Normal Hair and Treated Hair with Bleaching and Permanent Wave

Amino acids	Normal hair ($\mu\text{g/g}$)	Permanent wave hair ($\mu\text{g/g}$)	Bleached hair ($\mu\text{g/g}$)
Aspartic acid	43.4 \pm 9.3	41.2 \pm 10.1	39.4 \pm 9.7
Threonine	60.3 \pm 13.5	58.7 \pm 15.4	57.6 \pm 14.7
Serine	89.5 \pm 20.3	88.3 \pm 28.0	87.7 \pm 19.9
Glutamic acid	126.3 \pm 24.1	124.5 \pm 18.6	22.5 \pm 10.8
Proline	44.9 \pm 11.6	43.8 \pm 13.2	44.8 \pm 10.8
Glycine	35.5 \pm 6.3	32.2 \pm 7.4	30.1 \pm 8.8
Alanine	30.2 \pm 4.8	28.8 \pm 5.1	28.6 \pm 3.7
Cystein	138.1 \pm 27.3	137.2 \pm 30.2	137.1 \pm 23.2
Valine	46.4 \pm 8.8	43.3 \pm 10.8	42.9 \pm 9.3
Methionine	4.2 \pm 1.4	3.9 \pm 0.9	3.5 \pm 1.6
Isoleucine	21.4 \pm 5.1	21.4 \pm 6.3	21.2 \pm 14.7
Leucine	28.7 \pm 5.8	28.7 \pm 8.5	28.5 \pm 7.0
Tyrosine	16.0 \pm 4.5	13.0 \pm 5.2	12.4 \pm 4.6
Phenylalanine	17.0 \pm 3.3	17.0 \pm 5.6	16.1 \pm 4.5
Histidine	5.7 \pm 2.9	5.6 \pm 1.8	5.6 \pm 2.6
Lysine	7.3 \pm 0.9	5.4 \pm 1.8	5.5 \pm 1.3
Arginine	71.0 \pm 8.3	69.9 \pm 11.4	68.8 \pm 9.9

3. 결과 및 고찰

30대 남성 10명의 자연모발에 미용실 현장에서 행하여지는 방법으로 탈색과 퍼머넌트 웨이브를 시술하여 아미노산 함량 변화를 알아보았다.

아미노산 변화를 측정하는 방법으로는 재현성이 뛰어나고 일반 아미노산과 유리아미노산의 정성, 정량이 가능한 아미노산 자동분석기(AAA)를 이용하여 아미노산을 분석하는 방법을 이용하였다.

아미노산 자동분석에 의한 정상모 중 대표적으로 아미

노산 분석을 한 결과를 Figure 1에 나타내었다. 570 nm 파장에서 aspartic acid가 가장 먼저 유출되었으며 다음으로 threonine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, cystein, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine 순으로 유출되었다.

Table 1 결과와 같이 정상모의 탈색에 의한 전체적인 아미노산의 감소를 보였다. 그 중 큰 폭의 아미노산 감소는 lysine이 정상모의 값 $7.35 \pm 0.9 \mu\text{g/g}$ 에 대해서 25.6 %, tyrosine $16.09 \pm 4.5 \mu\text{g/g}$ 에 대해 22.8 % 감소가 일어났다. 다음으로 methionine $4.24 \pm 1.4 \mu\text{g/g}$ 에 대해 16.1 %, glycine $35.55 \pm 6.3 \mu\text{g/g}$ 에 대해 15.2 %, aspartic acid $43.44 \pm 9.3 \mu\text{g/g}$ 에 대해 9.3 %, valine $46.42 \pm 8.8 \mu\text{g/g}$ 에 대해 7.5 % 감소를 보였고 5 % 미만의 변화를 보인 것은 threonine, alanine, phenylalanine으로 분석되었다. 반면에 serine, glutamic acid, arginine은 3 % 가량 감소 변화를 보였고 proline, cystein, isoleucine, leucine, histidine은 아주 미미한 변화로 분석되었다. 또한 정상모에 대한 퍼머넌트웨이브 처리 시의 아미노산 변화를 살펴보면 전체적으로 탈색에서와 같은 아미노산의 감소를 볼 수 있다. 정상모의 lysine 값 $7.35 \pm 0.9 \mu\text{g/g}$ 에 대해서 25.5 %, tyrosine $16.09 \pm 4.5 \mu\text{g/g}$ 에 대해 19.2 %로 가장 큰 감소의 변화를 보였으며 glycine $35.55 \pm 6.3 \mu\text{g/g}$ 에 대해 9.4 %, valine $46.42 \pm 8.8 \mu\text{g/g}$ 에 대해 6.7 %, methionine $4.24 \pm 1.4 \mu\text{g/g}$ 에 대해 6.2 % 감소하였다. 5 % 이내 감소의 변화는 aspartic acid, alanine, threonine, proline이었고 거의 변화가 없는 아미노산은 serine, glutamic acid, cystein, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, arginine으로 분석되었다.

탈색모발의 전체적인 아미노산 함량은 퍼머넌트웨이브 모발보다 더 많은 아미노산 감소 결과를 보였는데 특히 methionine의 퍼머넌트웨이브 후 $3.98 \pm 0.9 \mu\text{g/g}$ 함량에 비해 탈색 후 $3.56 \pm 1.6 \mu\text{g/g}$ 으로 분석되어 10 % 정도 더 많은 손실을 하였고 glycine, phenylalanine, aspartic acid는 5 % 정도 더 많은 손실로 분석되었으며 threonine, glutamic acid, arginine 2 % 정도 더 감소되었다. 그리고 serine, alanine, cystine, valine, leucine, histidine, lysine은 1 % 이내 정도 감소 변화가 있었다. 반면에 serine, cystein, leucine, histidine은 탈색이나 퍼머넌트웨이브과정에서 아미노산의 변화가 일어나지 않았다. 전체적으로 정상모에 대한 퍼머넌트 웨이브 및 탈색에 의한 아미노산 감소의 양을 Table 2에 나타내었다.

모발의 전체 아미노산 함량을 살펴보면 정상모는 73.9

%, 탈색모발 69.3 %, 퍼머넌트 웨이브 71.5 %로 분석되었고 정상모에 대해서 탈색모발은 4.6 %, 퍼머넌트웨이브 2.4 %의 아미노산 손실이 일어났다.

탈색시술은 염료 중간체와 수정체를 사용하지 않고 단순히 모발의 멜라닌 색소를 화학적으로 파괴시켜 모발의 색상을 밝게 하는데 이때 pH 조절제로서 과황산암모늄, 과황산나트륨, 수산화나트륨 혼합용제에 의해 pH 11 이상의 상태로 모발에 도포되어진다. 이는 과산화수소의 반응성을 증가시켜 주고 모표피 층을 팽윤시켜 과산화수소가 모발의 모피질층으로 빨리 침투하도록 한다. 다음으로 과산화수소의 산화작용으로 인한 다양한 유색멜라닌 색소가 분해되어 색이 탈색되어진다. 모발의 색소는 흑갈색과 적갈색을 갖는 두 종류의 멜라닌으로 모피질에 박혀있는 입자의 형태로 존재한다. 이 입자는 타원형 혹은 작은 구형으로 존재하는데 이중 작은 구형인 적갈색의 페오멜라닌(pheomelanin)은 타원형의 유멜라닌(eumelanin)에 비해 화학적으로 안정하므로 탈색이 어렵다. 이는 페오멜라닌은 cystein에 의해 화학적으로 강한 결합을 하고 있어 화학시술 작용을 받기 어려운 구조를 하고 있어 쉽게 탈색이 이루어지지 않는다[9].

이와 같이 화학적 작용에 의해 모발의 외형의 변화를 주는 cystein이 화학적인 구조 안정으로 인하여 cystein 함량변화는 거의 일어나지 않았다. 반면에 멜라닌 세포 속에 흡수된 tyrosine은 tyrosinase 작용을 받아 산화되어 멜라닌 색소를 만들어 내는 메커니즘을 갖고 있어 피부 색이나 모발의 색을 더욱 어렵게 만들고 부족할 경우 황색이나 붉은색으로 모발의 색을 가진다. 또한 연령에 따라서도 차이를 보이고 있는데 노인 백발의 경우 tyrosine 함량이 적게 나타난다[7]. 이와같이 탈색시술 과정에서 tyrosine이 다른 아미노산보다 비교적 크게 감소되어지면서 모발의 탈색이 이루어지는 것으로 볼 수 있다. 마찬가지로 퍼머넌트웨이브 1제 용제에 의해 pH 9.2의 알칼리성 조건이 된다. 이는 모발에 알칼리 용액에 의해 등전점이 벗어나게 되며 이로 인하여 아미노산의 결합이 느슨해지고 강알칼리에 의해 아미노산 측쇄 결합은 물론이고 단백질 자체도 분해 되어진다[8]. 따라서 퍼머넌트 웨이브 시술에 의한 아미노산의 손실은 주로 1제 환원제 thioglycolic acid와 알칼리 용제에 의해서 lysine, tyrosine, glycine, valine, methionine, aspartic acid, alanine, threonine, proline 감소의 영향을 받았고 탈색에 의한 아미노산 손실은 알칼리에 의한 영향과 함께 과산화수소의 산화력이 퍼머넌트 웨이브에서 감소를 보이지 않았던 alanine, phenylalanine, serine, glutamic acid, arginine

Table 2. According to Bleach and Permanent Wave Manipulation of Normal Hair Amino Acid Decrement

Amino acids	Permanent wave hair (%)	Bleached hair (%)
Aspartic acid	4.8	9.3
Threonine	2.7	4.5
Serine	1.4	2.1
Glutamic acid	1.5	3.0
Proline	2.3	0.2
Glycine	9.4	15.2
Alanine	4.6	5.2
Cystein	0.8	0.8
Valine	6.7	7.5
Methionine	6.2	16.1
Isoleucine	0.3	1.3
Leucine	-	0.6
Tyrosine	19.2	22.8
Phenylalanine	-	5.6
Histidine	-	-
Lysine	25.5	25.6
Arginine	1.6	3.1

의 감소를 일으켰음을 알 수 있다.

퍼머넌트웨이브 및 탈색시술에 의한 주사전자 현미경적 관찰에서도 모표피의 외형적인 차이를 볼 수 있는데 퍼머넌트웨이브의 과정에서 보다 염색에 의한 모표피의 손상이 두드러지게 나타난다. 염색 모발은 모표피의 규칙적으로 겹쳐져 있는 비늘이 찢어진 상태로 떨어져 나간 비늘부스러기가 붙어 있고 비늘이 홈이 패인상태가 나타난다. 퍼머넌트 처리과정의 변화에 의한 모표피의 손상도는 특별한 표면적인 변화는 나타나지 않았다[10]. 한편 탈색된 모발은 탈색에 비례하여 인장강도의 현저한 저하를 보였고 또한 모발의 퍼머넌트웨이브 작용에 작용하는 환원제 종류에 따라서도 인장강도의 저하를 볼 수 있다. 이는 모발의 화학적 처리에 따라 외형적인 모표피의 모습과 기계적 물성적인 인장강도의 저하에 비례하여 모발의 내부적 요인인 여러 가지 아미노산 함량 감소의 변화로 연관 시킬 수 있다.

4. 결 론

퍼머넌트 웨이브나 탈색처리를 하지 않은 30대 남성

자연모발 10명 시료에 대해 미용실 현장에서 행하여지는 방법으로 탈색과 퍼머넌트 웨이브를 시술하여 여러 가지 아미노산 함량의 변화를 분석한 결과 정상모의 탈색 및 퍼머넌트 웨이브과정으로 인하여 아미노산의 감소를 확인하였다. 모발의 전체 아미노산 함량을 비교하면 정상모는 73.9 %, 탈색모발 69.3 %, 퍼머넌트 웨이브 71.5 %로 분석되었다. 따라서 정상모에 대해서 탈색모발은 4.6 %, 퍼머넌트웨이브 2.4 %의 아미노산 손실이 일어났다. 그 중 큰 폭의 아미노산 감소는 lysine이 탈색이나 퍼머넌트웨이브에 의해 25.3 % 감소하였고, tyrosine은 탈색에서 22.8 % 퍼머넌트웨이브 과정에서 19.2 %의 감소가 일어났다. 반면에 serine, cystein, leucine, histidine은 탈색이나 퍼머넌트웨이브과정에서 아미노산의 변화가 없었다.

참 고 문 헌

1. B. J. Ha, M. Y. Ham, H. J. Lee, and H. N. Park, *Trichologist I*, 34, YeLim, Seoul (2006).
2. J. A. Park, H. J. Beom, and H. S. Kim, Chemical properties of human hair by the UV irradiation, *J. Beau. Tricho.*, **1**(1), 225 (2005).
3. S. A. Kweon, J. A. Roh, and Y. Park, Hair damage and wave shape according to dyeing, bleaching, permanent wave treatment, *Kor. living Sci. assoc.*, **15**(6), 1083 (2006).
4. J. K. Kim and B. J. Ha, Analysis of multi-elemental concentration in hair according to effect of permanent wave and bleaching agents, *Anal. Sci. Tech.*, **20**(6), 524 (2007).
5. S. S. Jung and H. S. Kim, Permanent wave properties of reducing agent containing thiolactic acid, *J. Beau. Tricho.*, **1**(1), 43 (2005).
6. S. L. Kim, N. K. Park, and J. R. Son, Available component analysis : Aanalysis of amino acids, *J. Crop. Sci.*, **49**(spc1), 3 (2004).
7. W. S. Lee, *Hair science*, 50, Hyunmoonsa, Seoul (1998).
8. J. H. Kim, Comparison of lipid and fatty acid by appearance of albinism in cultured flounder *Paralichthys olivaceus*, *Korean J. food & Nutr.*, **12**(5), 502 (1999).
9. B. J. Ha and P. R. Jo, Studies on the bleaching and

- dyeing effects of oxidative permanent hair color product, *J. Kor. Soc. Cosm.*, **7**(2), 105 (2001).
10. K. H. Lee, G. Y. Lee, M. S. Kim, G. E. Kim, Y. K. Kim, and B. S. Chang, Morphological study of the bleaching agent and bleaching hair, *J. Beau. Tricho.*, **2**(3), 79 (2006).