Journal of Convergence for Information Technology
Vol. 11. No. 12, pp. 221-228, 2021
e-ISSN 2586-4440
DOI : https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2021.11.12.221

염색 과정에서의 Succinic Acid와 Tartaric Acid 후처리가 모발에 미치는 영향

정의정[1], 이상현[2*]
[1]건국대학교 생물공학과 학생, [2]건국대학교 생물공학과 교수

Effect of Post-Treatment using Succinic Acid and Tartaric Acid During Dyeing Process on Hair Conditions

Yui Jung Jung[1], Sang Hyun Lee[2*]
[1]Student, Dept. of Biological Engineering, Konkuk University
[2]Professor, Dept. of Biological Engineering, Konkuk University

요 약 본 연구는 염색 과정에 유기산을 이용한 후처리를 적용하여 염색의 지속성을 높이고 모발의 손상을 억제하고자 하였다. 체리레드와 블루실버 색상으로 탈색모를 염색하는 과정에 succinic acid와 tartaric acid를 이용하여 후처리 하고 염색된 모발의 색 지속성, 인장강도, 기공, 표면 특성을 알아보았다. 반복적인 샴푸 세척을 진행한 후 모발의 색상변화를 측정한 결과 succinic acid와 tartaric acid 실험군은 대조군 보다 효율적으로 모발의 색상을 유지할 수 있었다. 염색 후 모발의 손상도를 측정한 결과, succinic acid와 tartaric acid 실험군은 대조군 보다 높은 인장강도, 낮은 기공도, 매끄러운 표면 특성을 나타내어 모발 보호 효과를 나타냈다. 특히, tartaric acid는 succinic acid 보다 높은 효율로 염색모의 색을 지속시키고, 모발을 보호할 수 있었다.

주제어 : 염색, 호박산, 주석산, 후처리, 염색 지속성, 모발 보호

Abstract In this work, the post-treatment using organic acids during hair dyeing process was used to maintain hair color and to decrease hair damage. The effect of post-treatment using succinic acid and tartaric acid during hair dyeing process with cherry red and blue silver color on the persistence of hair color, tensile strength of hair, hair porosity, and surface characteristics of hair was investigated. After the repeated shampooing process, the experimental group with succinic acid and tartaric acid could more efficiently maintain the hair color than control group. The experimental group with succinic acid and tartaric acid could also increase the tensile strength of hair, decrease the hair porosity, and smoothen the hair surface, compared with control group. Particularly, tartaric acid was able to maintain the color of the dyed hair and protect the hair with higher efficiency than succinic acid.

Key Words : Hair coloring, Succinic acid, Tartaric acid, Post-treatment, Hair dye persistence, Hair protection

1. 서론

현대사회는 염색을 통해 새치머리 염색뿐만 아니라 다양한 색상을 표현하여 자신만의 개성과 이미지에 알맞게 연출하고 있다[1]. 그러나, 염색을 표현하기 위해 탈색과 염색을 한 번에 시행하는 경우가 많아 멜라닌 색소가 파괴되고 큐티클의 팽창과 탈락으로 모발 손상을 일으키고 있다[2,3]. 또한 염색시장의 발달로 다양한

*Corresponding Author : Sang Hyun Lee(sanghlee@konkuk.ac.kr)
Received October 6, 2021
Revised November 3, 2021
Accepted December 20, 2021
Published December 28, 2021

염모제를 쉽게 접근하기도 하지만 자가 모발 염색으로 무분별한 시술이 시행되어 모발 및 두피 손상과 같은 부작용이 문제화 되고 있다[4].

모발 손상은 큐티클의 팽창과 들뜸, 케라틴 단백질의 변성, 모발 강도 및 신축성, 모발의 변성을 의미한다[5]. 이러한 모발 손상을 줄이고 모발의 색 지속성을 높이기 위해서, 현장에서는 전처리제와 후처리제를 사용한다. 전처리제로 사용되는 저분자 폴리펩티드나 단백질은 염색과정에서의 모발의 손상을 최소화하는 것을 목적으로 한다. 반면에 후처리제는 화학적인 염색 후에 처리하여 손상된 모발을 보강해주고 염색의 지속성을 높여주는 역할을 할 수 있다. 하지만, 후처리제는 염색의 지속성을 높여주는 부가적인 장점을 지님에도 불구하고 이에 대한 연구는 전처리제에 비하여 미흡한 실정이다[6].

다양한 유기산(organic acids)은 모발과 수소결합을 형성할 수 있는 카르복시기와 히드록시기를 많이 가지고 있어서 펌 시술시 모발을 보호하고자 하는 목적으로 많이 연구되어 왔다. 선행 연구에 의하면 citric acid는 펌 시술시 모발의 팽윤도와 모표피의 들뜸 현상을 억제하여 단백질의 용출을 막았으며[7], malic acid는 큐티클의 팽윤을 저지시키고 규칙적인 배열을 유도하였다[8]. Adipic acid와 tartaric acid를 중간처리제로 사용하면 펌 시술시 모발의 손상이 억제되고 웨이브 지속성이 높아지는 결과가 보고되었다[9,10].

산화형 영구염모제는 염료중간체(primary dye intermediate), 염료 수정체(dye coupler), 알칼리제를 포함하는 1제와 산화제인 과산화수소를 포함하는 2제로 나눌 수 있다[11]. 염색 시술 후 생성되는 염료는 양전하를 띄는 아민기를 주로 포함하는데, 염료의 아민기는 유기산의 카르복시기와 정전기적 인력으로 상호작용을 할 수 있다. 이는 유기산이 염색 후 형성된 색소가 모발에서 용출되는 것을 막아줄 수 있다는 것을 의미한다[12]. 특히, 분자구조 내에 여러 개의 카르복시기나 히드록시기를 가지는 유기산은 염료와 모발에 수소결합 또는 정전기적 인력으로 상호작용을 한다. 이것은 염색 시 유기산이 모발을 보호하고 염모제의 지속성을 향상시킬 수 있을 것이라 기대된다.

이에 본 연구에서는 염모제의 색소를 모피질에 안착시킨 후 색 지속성을 높임과 동시에 모발의 보호 효과를 얻고자 하였다. 염색제는 L*a*b* scale에서 a*와 관련된 붉은색과 초록색중 붉은색을 표현하는 체리레드와 b*와 관련된 파란색과 노란색 중 파란색을 표현하는 블루실버 염색제를 선택하였다. 후처리제로는 유기산 중 4개의 탄소골격 기반에 2개의 카르복시기를 가지고 있는 다이카복실산(dicarboxylic acid)이며 작용기가 많은 succinic acid와 tartaric acid를 사용하였다. Succinic acid 양쪽 끝의 카르복실기는 각각 양이온을 띄는 염료의 아민기와 단백질 측쇄에 존재하며 양이온을 띄는 라이신(lysine)이나 아르기닌(arginine)과 정전기적 인력으로 결합을 형성한다. 이것은 이온성 가교결합(ioniccross-linking)으로 서로 연결하여 안정화시킬 수 있다. Tartaric acid는 succinic acid와 비슷한 다이카복실산이며, 2개의 하이드록시기를 추가로 가지고 있다. 그렇기 때문에 모발 단백질의 측쇄와 추가적인 수소결합을 형성할 수 있다. 이들 유기산을 이용하면 색소와 모발 단백질 사이를 이어주는 이온성 가교제(ionic cross-linker)로 작용하고, 염색이 진행되는 알칼리 조건을 중화하여 결과적으로는 큐티클을 보호하고 간충물질의 소실을 막아 모발의 손상을 최소화 할 것으로 기대된다.

2. 실험 방법

2.1. 시료 모발 채취 및 제작

미용실에서 수집한 익명의 버진헤어를 구입하여 1 g씩 정량하고 끝 부분을 실리콘으로 고정하여 모다발을 만들었다. 그 후 중성 샴푸제를 이용해 미온수로 세척하고 타올 드라이하여 온풍으로 건조 시켜 시료 모발을 제작하였다.

2.2. 시술약제

탈색제와 염모제는 W사의 제품을 사용하였다. 탈색제 1제는 고체 타입이고 2제는 액체 타입의 6% 과산화수소수를 사용하였다. 염모제의 1제도 역시 고객들이 자주 고명도 체리레드(10.45), 블루실버(10.88)를 사용하였고, 2제는 6% 과산화수소수를 사용하였다. Succinic acid와 tartaric acid는 시그마사(미국) 제품을 사용하였다.

2.3. Succinic acid와 tartaric acid 용액 제조

가장 효과적인 succinic acid와 tartaric acid 용액

의 농도를 알아보기 위하여, 증류수 100 mL에 succinic acid와 tartaric acid를 용해하고 1 M NaOH로 pH를 6으로 조절하여 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% 용액으로 제조하였다.

그 중 5%의 용액에서 염색 지속성이 가장 높게 나타나 본 연구에서는 각각의 5% 용액 20 mL를 실온에서 20분간 후처리로 사용하였다.

2.4. 탈색 및 염색처리

탈색은 1제와 2제를 1:2 비율로 섞어 모발에 도포한 후 37℃ 인큐베이터(Mir-153, Sanyo, Japan)에서 20분간 방치한 후 중성 샴푸와 미온수로 세척하였고, 2회 반복하여 탈색모를 준비하였다.

염색은 1제와 2제의 비율을 1:1로 섞어 모발에 도포하고 25분간 자연 방치한 후 미온수로 세척하여 succinic acid와 tartaric acid 용액 20 mL에 넣어 20분간 실온에서 처리하였다. 실험군(Exp.)은 succinic acid(Suc)와 tartaric acid(Tar) 용액으로 처리하였고 대조군(Cont.)은 증류수로 처리하여 구분하였다.

2.5. L*a*b* 측정

탈색 및 염색 후 색의 착색력과 지속력의 변화를 보기 위해 색차계(DT-265, CEM. China)로 L*a*b* 값을 측정하였다. 샴푸 후 지속력 확인을 위해서는 중성 샴푸제를 이용하여 일반 수돗물로 세정하여 드라이하였다. 온도 25~27℃, 상대습도 50~55%의 환경에서 1회, 5회, 10회, 15회, 20회, 25회 샴푸 후 각각 측정한 결과 값을 비교하였다.

L*: CIELAB 표색계의 white-black 축에서의 명도지수
a*: CIELAB 표색계의 red-green 축에서의 채도지수
b*: CIELAB 표색계의 yellow-blue 축에서의 채도지수

2.6. 인장강도 측정

시료 모다발 중 20가닥을 무작위로 선별한 후 만능재료강도시험기(Instron, model no. 4465, USA)로 섬유단사를 측정하는 한국 산업규격 섬유의 인장강도 및 인장신도 시험방법(KS K ISO 5079:2007)에 준하여 인장강도를 측정하였다.

2.7. 모발 기공 측정

메틸렌 블루 용액은 50 mL 에탄올에 1g 메틸렌 블루를 녹인 후 증류수로 100 mL로 맞추어 제조하였다. 2 cm 단위로 자른 실험모는 10개를 선별하여 메틸렌 블루에 넣어 실험모의 표면 및 내부에 착색이 이루어지도록 30분간 방치하였다. 착색된 실험모는 wiper를 이용해 표면에 남아있는 메틸렌 블루를 제거한 뒤, 50% 에탄올 용액 10 mL에 넣어 30분간 모발 내부에 착색된 메틸렌 블루가 녹아져 나오도록 방치한다. 에탄올 용액은 회수하여 spectrophotometer(Ultrospec 3100 pro, GE Healthcare)로 670 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다.

2.8. 주사전자현미경(FE-SEM) 촬영

대조군과 실험군의 형태학적 변화를 관찰하기 위해 각각의 모발 시료를 1.5 cm 길이로 자르고 copper holder 위에 carbon tape를 접착한 표면에 나열하였다. 이온침착기(Baltec Scd 005, Swiss)를 사용하여 20 nm 두께로 백금코팅(platinum coating)하고 전계방출 주사전자현미경(SU 8010, Hitachi, Japan)으로 15 kV에서 표면을 500배율, 1000배율로 촬영하였다.

2.9. 통계분석

통계분석은 SPSS program(ver 20.0) 통계패키지를 이용하여 분석하였으며, t-test를 통해 대조군과 실험군 측정값의 유의성을 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 체리레드 염색 시 succinic acid와 tartaric acid 후처리가 모발에 미치는 영향

3.1.1 염색 지속성에 미치는 영향

체리레드 염색 후 샴푸 횟수에 따른 컬러 변화는 Fig. 1과 같다. 샴푸 횟수가 증가하면 색소가 빠져나가면서 색상이 점차 밝아지는데, succinic acid와 tartaric acid 실험군이 대조군에 비해 색 지속성이 좋게 나타났다.

명도를 나타내는 L* 값은 샴푸 횟수가 증가함에 따라 점차 증가하여 Fig. 2와 같다. Succinic acid와 tartaric acid 실험군은 모두 1회 부터 대조군에 비해 유의미한 차이를 나타내었다. 25회 샴푸 후 succinic

acid와 tartaric acid 실험군의 L* 값은 대조군에 비해 각각 27%와 36% 낮았다.

붉은색을 나타내는 a* 값은 샴푸 횟수가 증가함에 따라 점차 감소하여 Fig. 3과 같다. Succinic acid와 tartaric acid 실험군 모두 1회 부터 대조군에 비해 유의미한 차이를 나타내었다. 25회 샴푸 후 succinic acid와 tartaric acid 실험군의 a* 값은 대조군에 비해 각각 37%와 48% 높았다.

Fig. 1. Color changes of cherry red dyed hair after repeated shampooing process

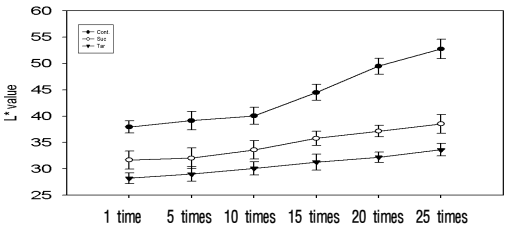

Fig. 2. Changes of L* value of cherry red dyed hair after repeated shampooing process

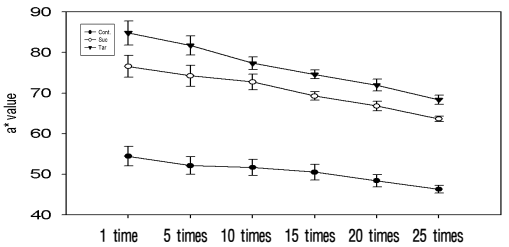

Fig. 3. Changes of a* value of cherry red dyed hair after repeated shampooing process

3.1.2 모발의 인장강도에 미치는 영향

체리레드 염색 후 모발의 인장강도는 Fig. 4와 같다. 증류수로 후처리한 대조군은 63.4±6.4 gf/strand로 나타났다. Succinic acid 실험군은 112.4±7.3 gf/strand로 나타났고, tartaric acid 실험군은 120.1±7.5 gf/strand로 나타났다. 대조군과 실험군을 t-test를 통해 분석한 결과 succinic acid, tartaric acid 실험군 모두 통계적으로 유의미하게 인장강도 감소를 방지하였다($p<0.05$).

염색 과정에 사용하는 알칼리 조건은 모발을 팽윤시켜 모피질로 화학물질을 투입시키고 큐티클의 박리현상이 일어나게 되어 탄력성이 저하되고, 반복적인 염색 과정은 모발의 인장강도를 감소시킨다[13,14]. 따라서 본 연구 결과에서는 succinic acid와 tartaric acid가 염색과정에서 알칼리화 된 모발의 pH를 중화하고 케라틴과의 결합을 강화하여 모발의 손상을 줄여 인장강도가 높게 나온 것으로 사료된다.

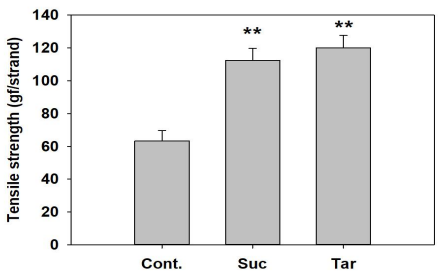

Fig. 4. Tensile strength of cherry red dyed hair post-treated with succinic acid and tartaric acid

3.1.3 모발의 기공 변화에 미치는 영향

체리레드 염색 후 메틸렌블루법을 이용한 모발의 다공성 측정결과는 Fig. 5와 같다. 대조군의 흡광도는 0.172±0.005로 나타났고, succinic acid 실험군은 0.132±0.009이었고, tartaric acid 실험군은 0.111±0.008이었다. 대조군과 실험군을 t-test를 통해 분석한 결과 succinic acid와 tartaric acid 모두 통계적으로 유의미하게 다공도 증가를 방지하였다 ($p<0.01$).

알칼리제로 인한 모표피의 팽창과 과산화수소에 의한 멜라닌 색소의 파괴는 모발에 미세한 기공을 발생시키고 모발 내부의 결합을 파괴하여 손상을 일으킨다[15]. 손상된 부분에는 케라틴 단백질과 간충물질이 소실되어 methylene blue의 흡수가 이루어진다[16]. 따라서 succinic acid와 tartaric acid는 모표피의 팽창을 줄여 간충물질 및 케라틴의 유출을 방지하여 모발 내

에 발생 될 수 있는 기공을 최소화할 수 있다고 사료된다.

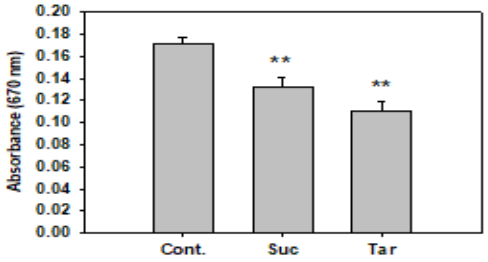

Fig. 5. Porosity of cherry red dyed hair post-treated with succinic acid and tartaric acid

3.1.4 모발 표면 변화에 미치는 영향

체리레드 염색 후 대조군과 실험군의 모발 표면 변화를 전계방출 주사현미경(SEM)으로 촬영하여 Fig. 6과 같다. 대조군은 모발의 큐티클이 들떴고 실험군에 비하여 문리의 모양이 불규칙적이며 손상도가 더 큰 것으로 보인다. 건강한 모발의 큐티클 표면과 달리 염색된 큐티클의 표면이 불규칙하게 보이는 것은 염모제의 화학성분에 의해 큐티클이 박리되고 탈락되었기 때문이며[17], 반복된 화학처리로 인해 큐티클 분리 및 탈락으로 표면이 매끄럽지 않고 불규칙한 형태를 보이는 것이다. 하지만, succinic acid와 tartaric acid를 이용한 후처리는 모발의 pH를 중화하고 펩티드 결합을 강화하여 큐티클의 파괴 및 탈락을 줄여주고 모발 손상을 방지한 것으로 사료된다.

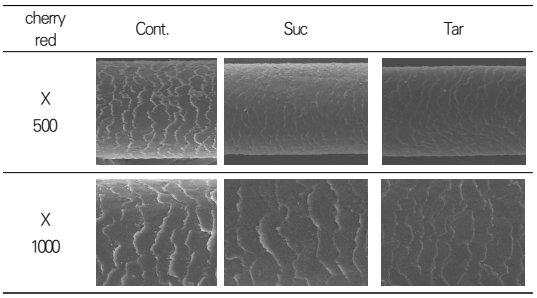

Fig. 6. SEM images of cherry red dyed hair post-treated with succinic acid and tartaric acid

3.2. 블루실버 염색 시 succinic acid와 tartaric acid 후처리가 모발에 미치는 영향

3.2.1 염색 지속성에 미치는 영향

블루실버 염색 후 샴푸 횟수에 따른 컬러 변화는 Fig. 7과 같다. 샴푸 횟수가 증가하면 색상이 점차 밝아지는데, succinic acid와 tartaric acid 실험군이 대조군에 비해 색 지속성이 좋게 나타났다.

명도를 나타내는 L* 값은 샴푸 횟수가 증가함에 따라 점차 증가하여 Fig. 8과 같다. Succinic acid와 tartaric acid 실험군은 모두 1회 부터 대조군에 비해 유의미한 차이를 나타내었다. 25회 샴푸 후 succinic acid와 tartaric acid 실험군의 L* 값은 대조군에 비해 각각 29%와 33% 낮았다.

노란색을 나타내는 b* 값은 샴푸 횟수가 증가함에 따라 점차 증가하여 Fig. 9와 같다. Succinic acid와 tartaric acid 실험군 모두 1회 부터 대조군에 비해 유의미한 차이를 나타내었다. 25회 샴푸 후 succinic acid와 tartaric acid 실험군의 b* 값은 대조군에 비해 각각 96%와 236% 낮았다. 이는 실험군이 대조군 보다 블루 색상을 더 오래 유지한다는 것을 의미한다.

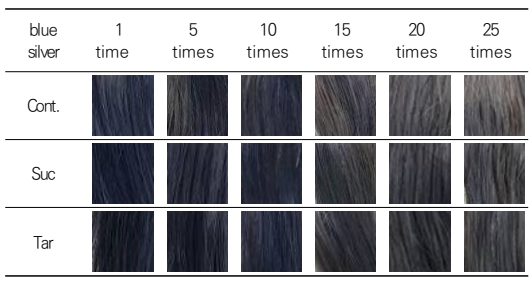

Fig. 7. Color changes of blue silver dyed hair after repeated shampooing process

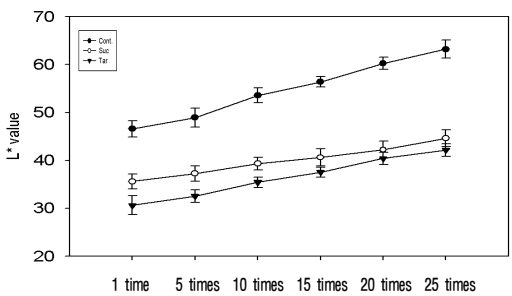

Fig. 8. Changes of L* value of blue silver dyed hair after repeated shampooing process

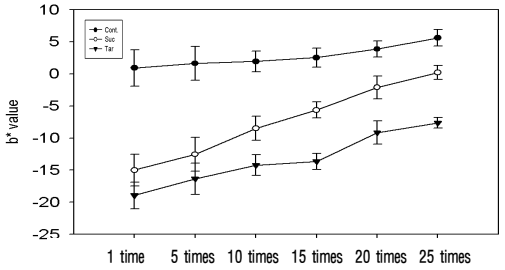

Fig. 9. Changes of b* value of blue silver dyed hair after repeated shampooing process

3.2.2 모발의 인장강도에 미치는 영향

블루실버 염색 후 모발의 인장강도는 Fig. 10과 같다. 증류수로 후처리한 대조군은 78.4±7.8 gf/strand로 나타났다. Succinic acid 실험군은 105.8±6.8 gf/strand로 나타났으며, tartaric acid 실험군은 112.4±6.6 gf/strand로 나타났다. 대조군과 실험군을 t-test를 통해 분석한 결과 succinic acid, tartaric acid 모두 통계적으로 유의미하게 인장강도 감소를 방지하였다($p<0.05$).

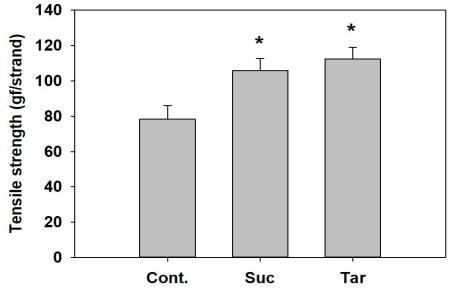

Fig. 10. Tensile strength of blue silver dyed hair post-treated with succinic acid and tartaric acid

3.2.3 모발의 기공 변화에 미치는 영향

블루실버 염색 후 메틸렌블루법을 이용한 모발의 다공성 측정결과는 Fig. 11과 같다. 대조군의 흡광도는 0.154±0.013로 나타났다. Succinic acid 실험군은 0.098±0.009이었고, tartaric acid 실험군은 0.101±0.012이었다. 대조군과 실험군을 t-test를 통해 분석한 결과 succinic acid와 tartaric acid 모두 통계적으로 유의미하게 다공도 증가를 방지하였다($p<0.01$).

선행 연구에서 모발의 손상에 따라 다공성이 존재하여 methylene blue를 통한 공극률이 높아진다고 보고하였고[9], 펌 과정에서 aspartic acid로 중간처리하면 모표피를 닫아 간충물질의 유출을 막아 공극률을 감소시킬 수 있다고 보고하였다[18]. 따라서 유기산인 succinic acid와 tartaric acid는 염색 과정에 열린 모표피를 닫게 하여 간충물질과 케라틴의 소실을 막아 공극률의 수치를 낮췄다고 사료된다.

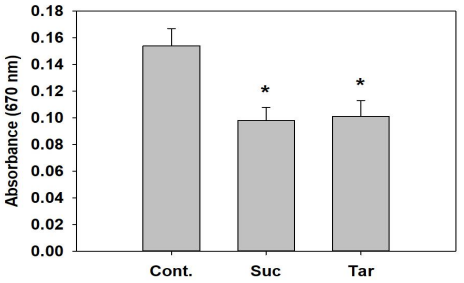

Fig. 11. Porosity of blue silver dyed hair post-treated with succinic acid and tartaric acid

3.2.4 모발 표면 변화에 미치는 영향

블루실버 염색 후 대조군과 실험군의 모발의 표면 변화를 전계방출 주사현미경(SEM)으로 500배, 1000배의 배율로 확대하여 촬영하여 Fig. 12와 같다. 대조군은 모발표면의 큐티클의 문리모양의 손상과 박리현상이 나타나고 실험군이 대조군보다 문리 모양이 더 규칙적이고 탈락이 적어 보여 손상도가 적은 것으로 보인다. 염색 과정은 큐티클 분리 및 탈락을 유도하여 모발의 표면이 매끄럽지 않고 불규칙한 형태로 변한다[19]. 본 연구에서 succinic acid와 tartaric acid 용액의 후처리는 모발의 pH를 중화하여 큐티클의 파괴 및 탈락을 줄여 모발 손상을 방지하는 것으로 사료된다.

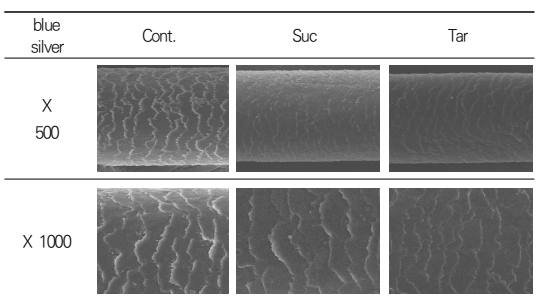

Fig. 12. SEM images of blue silver dyed hair post-treated with succinic acid and tartaric acid

4. 결론

탈색과 염색과 같은 화학적인 시술은 알칼리 조건에서 이루어지기 때문에 모발의 모표피를 팽윤 및 연화하고 손상을 시켜 염모제의 색 지속성을 약화시킨다. 본 연구에서는 염색 후 색 지속성을 높이고 모발을 보호하고자 염색 후 5% succinic acid와 5% tartaric acid 용액을 사용하였다. 모발의 pH를 완화하여 모발 손상의 원인을 제거하고 분자간의 상호작용을 증가시켜 염모제의 색 지속성을 높이고자 하였다.

체리레드와 블루실버 색상으로 탈색모에 염색을 진행한 결과, succinic acid와 tartaric acid를 이용한 후처리는 대조군에 비하여 색 지속성과 모발의 인장강도를 향상시키고 모발의 기공을 줄여주며, 모발 표면을 보호하는 결과가 측정되었다. 염색모의 색 지속성이 향상된 것은 염료, 유기산, 모발 사이의 상호작용이 증가한 결과로 판단된다. 체리레드와 블루실버 색상에 사용하는 염료 중간체와 염료 수정체는 양이온의 아민 그룹을 포함하고 있고, 이는 유기산의 음이온인 카르복시 그룹과 정전기적 상호작용을 할 수 있고, 수소결합 또한 형성할 수 있다. 따라서 유기산은 모피질에 투입된 염모제의 유출을 막을 수 있었을 것으로 판단된다. Succinic acid와 tartaric acid 후처리가 모발 보호에 긍정적인 효과를 나타내어 모발의 인장강도를 높이고, 기공을 줄이고, 표면을 보호하는 결과는 유기산에 의한 pH 중화 효과도 있는 것으로 판단된다. 염색 후 알칼리 조건을 중화하여 모발의 팽윤과 큐티클 박리를 억제하고 모발 단백질과 유기산 사이의 결합을 형성하여 단백질의 유출을 막을 수 있었기 때문일 것으로 판단된다. 특히, tartaric acid는 염색 지속과 모발 보호에 있어서 succinic acid 보다 우수한 특성을 나타냈는데, 이는 tartaric acid가 추가적으로 가지고 있는 2개의 하이드록시 그룹 때문인 것으로 사료된다. 또한 tartaric acid가 가지고 있는 하이드록시 그룹은 단백질 뿐 아니라 염료와 수소결합을 형성하여 염료의 유출 억제와 단백질 보호에 있어서 더 효과적일 것으로 판단된다. 본 연구에서의 결과는 tartaric acid와 같은 저렴하고 무독성의 유기산이 염색과정에서의 후처리제로써 효율적으로 사용될 수 있다는 것을 밝힌 것으로 향후 미용 현장에서 쉽게 적용이 가능한 결과라고 사료된다.

REFERENCES

[1] M. Y. Jang. (2010). *A study on blueberry (Vaccinium corymbosum) usability as natural hairdye.* Doctoral dissertation. Wonkwang University, Iksan.

[2] S. H. Lee. (2015). *The morphological change of hair under the repeated dyeing and shampooin.* Master's thesis. Seokyeong University, Seoul.

[3] E. J. Ryu & K. S. Oh. (2012). *The theory of dyeing and bleaching beauty education.* Paju : KSI.

[4] H. R. Choi. (2016). *A Comparative study of the awareness and satisfaction of 'Self-Treatment' and 'Salon Treatment' hair Coloring.* Master's thesis. Seokyeong University, Seoul.

[5] E. H. Kang & J. W. Hyun. (2005). Studies on the physical changes of damaged hair according to the emulsion type of hair cosmetics - Emulsion type and nano emulsion type. *The Korean Society of Cosmetology 11(3),* 283-291.

[6] J. S. Kim, D. P. Kim & E. J. Park. (2018). Hair thickness and amino acid change by brightness pre-treatment and after-treatment in hair dyeing, *Korean Society of Beauty and Arts Management, 12(1),* 19-33.
DOI : 10.22649/JBAM.2018.12.1.19

[7] H. H. Kim. (2012). *Permanent wave and amino acid creation according to procedure methods with addition of plantago extracts,* Master's thesis. Wonkwang University, Iksan.

[8] G. H. Kim. (2019). *The effect of the use of malic acid using intermediate agents on heat perm.* Master's thesis. Konkuk University, Seoul.

[9] Y. H. Jeon. (2019). *The effect of intermediate treatment with adipic acid on permanent wave and hair protectio.* Doctoral dissertation. Konkuk University, Seoul.

[10] H. R. Park. (2020). *The effects of intermediate treatment with tartaric acid on permanent waves and hair protection.* Doctoral dissertation. Konkuk University, Seoul.

[11] N. Y. Jeong, S. N. Lim & C. N. Cho. (2012). Dyeability of oxidative permanent hair coloring agents and the damage of hair. *Textile Coloration and Finishing, 24(4),* 305-312.
DOI : 10.5764/TCF.2012.24.4.305

[12] A. M. Daniela, M, V. Claudia, I. Motomichi & R. E. Navarro. (2008). Hydrogen bonding between carboxylic acids and amide-based macrocycles in their host-guest complexes. *Supramolecular*

Chemistry, 20(8), 737-742
DOI : 10.1080/10610270701798795

[13] J. A. Noh, B. S. Chang & T. B. Choi. (2009). Study on the morphological change of straight permanent waved hair by tensile strength test. *Applied microscopy 39(1),* 49-56.

[14] Y. Jeong. (2001). *The study of the hair change by doing a perm, a hair coloring, a hair bleaching, a coating.* Doctoral dissertation. Daegu Catholic University, Gyeongsan.

[15] K. Y. Kang. (2008). *Determination of hair damage caused by bleaching or permanent wave agents and treatment effect of hair care products.* Doctoral dissertation. Konkuk University, Seoul.

[16] S. E. Yoo. (2010). *Development of hair beauty products using earthworm(Lumbricusrubellus).* Doctoral dissertation. Konkuk University, Seoul.

[17] G. Y. Lee & B. S. Jang. (2009). Scanning electron microscopic study on the outer surface of permanent dyed hair. *Journal of Investigative Cosmetology, 5(2),* 81-85.
DOI : 10.15810/jic.2009.5.2.002

[18] G. A. Jeong. (2020). *The Effects of intermediate treatment with aspartic acid on permanent waves and hair protection. D*octoral dissertation. Konkuk University, Seoul.

[19] K. O. Jang & I. S. Jin. (2004). Morphological changes of permanent hair coloring according to the time of ample application. *The Korean Society of Beauty and Arts, 5(1),* 203-214.

정 의 정 (Yui Jung Jung) [정회원]

· 2008년 2월 : 서경대학교 미용예술학과 미용예술학석사
· 2019년 9월 ~ 현재: 건국대학교 생물공학과 대학원생
· 관심분야 : 화장품, 헤어
· E-mail : jungyui@nate.com

이 상 현 (Sang Hyun Lee) [정회원]

· 2005년 8월 : POSTECH 화학공학과 공학박사
· 2009년 3월 ~ 현재: 건국대학교 생물공학과 교수
· 관심분야 : 화장품, 헤어
· E-mail : sanghlee@konkuk.ac.kr