



저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

최 인 려 교수지도
석사학위 청구논문

microwave를 이용한 직물의
염색성 향상에 관한 연구

2010

성신여자대학교 대학원

의류학과

김 지 현

microwave를 이용한 직물의
염색성 향상에 관한 연구

최 인 려 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2010년 5월

성신여자대학교 대학원

의류학과

김 지 현

인 준 서

김지현의 석사학위 논문으로 인준함

심사위원_____ (印)

심사위원_____ (印)

심사위원_____ (印)

성신여자대학교 대학원

논문개요

섬유산업 중 염색가공업의 에너지 소비는 연료 사용량의 77%, 전기 사용량의 54%를 차지한다. 염색공정 중 소모되는 에너지를 효율적으로 절감하고 시간을 단축하는 기술 개발이 필요하다.

최근에는 염색공정 중 에너지를 절감하는 기술로 마이크로파, 라디오파, 적외선 등을 이용한 신기술을 연구 중이다. 에너지를 절약하고 염색 가공기술을 향상시키기 위한 일환으로 마이크로파의 접목 가능성을 검토하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구는 염색공정 중 가열조건을 microwave의 초단파를 이용하여 심색의 효과를 얻었고 시간이 증가할수록 채도가 높아지는 결과를 얻었다. 또한 염색공정에서 microwave의 적용으로 염색시간이 단축되고 에너지를 절약가능성을 확인하였다.

본 실험에서는 전 세계 섬유 소비량의 약 50% 차지하며 다양한 용도로 쓰이고 있는 면과 우아한 광택과 부드러운 질감의 대표 소재인 견을 시료로 사용하였다. 열원은 1050W의 microwave와 1300W의 hot plate를 사용하였다. microwave로 염색 할 때에는 내열용기를 사용하여 가열하였다. 염액의 농도는 8% o.w.f 로 일정하게 사용하였고 염욕은 1:30 액비로 조정하였다. 40℃로 조정한 염액과 시료를 넣어 microwave와 hot plate로 각각 3min, 6min, 9min 동안 가열하였다. 염색 후 시료를 가볍게 탈수 한 후 wet pick-up율을 250%로 조정하여 상온에서 24시간 건조하였다.

실험의 결과 염색 된 시료의 색도는 KS A 0066 규격에 준하여 CIE L*a*b* 표색법과 KS A 0062 규격에 준하여 Munsell 표색법으로 표시하

였다. 염색견뢰도는 KS K ISO 105 C06 규격에 준하는 세탁견뢰도와 KS K ISO 105 B02 규격에 준하는 일광견뢰도를 측정하였다.

본 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 염색성에서 색도를 측정하였다. 면을 microwave로 3min 동안 염색하였을 때 L^* 값은 37.53이다. 6min 동안 염색하였을 때 35.09이고 9min 동안 염색 하였을 때 33.71로 나타났다. hot Plate로 3min 동안 염색하였을 때 38.02, 6min 동안 염색하였을 때 35.31, 9min 동안 염색하였을 때 34.79로 나타났다.

색상을 Munsell 기호로 표시하면 다음과 같다. microwave로 3min 동안 염색하였을 때 2.29R, 6min 동안 염색 하였을 때 2.40R, 9min 동안 염색하였을 때 2.57R로 나타났다. hot plate 로 3min 동안 염색하였을 때 2.10R, 6min 동안 염색하였을 때 2.41R, 9min 동안 염색하였을 때 2.42R로 나타났다. 면의 결과 염색 시간이 증가하면 L^* 값이 증가하며 색상이 선명해지는 것으로 나타났다.

hot plate로 6min 이상 염색하였을 때 색상과 심도 변화가 크지 않지만 microwave로 6min 이상 염색하였을 때 시간이 증가함에 따라 색상과 심도 변화가 크게 나타나 색이 선명하고 심색의 효과가 나타나며 microwave를 사용하였을 때 염색성이 높은 것으로 나타난다.

견을 microwave로 3min 동안 염색 하였을 때 L^* 값은 42.83, 6min 동안 염색 하였을 때 39.82, 9min 동안 염색하였을 때 37.16으로 나타났다. hot plate로 3min 동안 염색하였을 때 46.53, 6min 동안 염색하였을 때 43.19, 9min 동안 염색하였을 때 40.40으로 나타났다.

microwave로 3min 동안 염색하였을 때 색상은 4.22R이고 6min 동안 염색하였을 때 5.67R, 9min 동안 염색하였을 때 6.23R로 나타났다. hot plate로 3min 동안 염색하였을 때 3.11R, 6min동안 염색하였을 때

4.14R, 9min 동안 염색하였을 때 5.08R로 나타났다. 견의 염색 결과도 면의 염색 결과와 마찬가지로 염색 시간이 증가함에 따라 L^* 이 증가하여 microwave로 3min 동안 염색한 결과는 hot plate 6min 동안 염색한 결과와 0.36의 차이를 보인다. 이것은 microwave로 3min 동안 염색 할 때 hot plate로 6min 동안 염색한 결과를 얻을 수 있음을 나타내며 열원으로 microwave를 이용하게 되면 3min의 시간이 절약된다. 염색시간이 절약되면서 공정의 단축, 노동력과 에너지 절약 효과를 얻을 수 있는 효율적인 결과라 하겠다.

둘째, 세탁견뢰도는 microwave로 염색하였을 때와 hot plate로 염색하였을 때 모두 2-3급으로 결과가 나타났다. 오염도 측정에서 침부백포면 시험 시 1-2급으로 매우 낮은 견뢰도가 나타났고 wool은 4-5급으로 우수한 견뢰도가 나타났다.

견의 세탁견뢰도는 microwave로 염색하였을 때와 hot plate로 염색하였을 때 차이를 보였다. microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 3-4급의 견뢰도가 나타났으며 hot plate로 3min은 1급, 6min은 2-3급, 9min이 4급으로 시간의 변화에 따라 견뢰도가 좋아졌다.

셋째, 일광견뢰도는 면을 microwave와 hot plate로 염색하였을 때 3급으로 나타났고 열원이나 시간 변화에 따른 차이는 없다. 견을 hot plate로 3min과 6min 동안 염색 하였을 때 2-3급으로 나타났고 9min 동안 염색하였을 때 3급으로 나타났다. microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때에도 3급으로 나타나 hot Plate로 3min과 6min 동안 염색한 시료의 일광견뢰도가 낮게 나타났다.

염색견뢰도 시험 중, 견을 hot plate로 3min, 6min 동안 염색하였을 때 세탁견뢰도와 일광견뢰도가 낮게 나타났다.

본 연구에서 염색 시 열원을 1050W의 microwave와 1300W의 hot plate로 비교하였다. 결과적으로 hot plate를 사용하여 염색하였을 때보다 microwave를 사용하여 염색하였을 때 심색효과에 탁월하며 견은 microwave로 염색하였을 때 색상이 우수하였다. 세탁견뢰도 측정시 hot plate로 염색한 결과와 큰 차이를 보였다.

염색 공정에서 microwave의 적용은 가공에 소요되는 시간을 단축하고 공정시간의 단축과 에너지 절감효과로 이어져 경제성을 높인다. 환경적인 측면에서 불 때에는 염색 시 발생하는 탄소량을 줄이는 친환경적 기술이다. 효율적인 에너지 사용으로 경제의 시너지 효과를 창출하고 패션산업에 혁신적인 에너지 절감형 설비의 개발로 섬유산업 기술을 향상시킬 수 있는 지속적인 연구가 필요하다고 하겠다.

목 차

논문개요

I. 서 론	1
II. 섬유의 염색	4
1. 염색	4
2. Microwave	10
III. 실험	12
1. 시료	12
1) 시험포	12
2) 염료	12
3) 가열장치	13
2. 실험방법	14
1) 염색방법	14
2) 색도측정	15
3) 염색건뢰도	17

IV. 결과 및 고찰	20
1. 염색성	20
1) 시료의 특성 변화	20
2) 색도	23
2. 염색견뢰도 평가	32
1) 세탁견뢰도	32
2) 일광견뢰도	34
 V. 결론 및 고찰	 35

참 고 문 헌

ABSTRACT

표 목 차

<표 1> 시험포의 특성	12
<표 2> 염료의 종류	13
<표 3> microwave와 hot plate의 특성	13
3<표 4> 염색 시간 별 면의 특성 변화	21
<표 5> 염색 시간 별 견의 특성 변화	22
<표 6> 면의 CIE L*a*b* 값 / Munsell	25
<표 7> 견의 CIE L*a*b* 값 / Munsell	29
<표 8> 면의 세탁견뢰도	32
<표 9> 견의 세탁견뢰도	33
<표 10> 면과 견의 일광견뢰도	34

그림 목 차

<그림 1> CIE system of color specification	16
<그림 2> CIE Lab color space	16
<그림 3> Munsell colour system	17
<그림 4> 면 염색의 시간 별 색상변화	22
<그림 5> 견 염색의 시간 별 색상변화	23
<그림 6> 면의 Microwave와 Hot Plate 실험의 L^* 값 비교	25
<그림 7> 면의 Microwave와 Hot Plate 실험의 a^*b^* 값 비교	26
<그림 8> 면의 Microwave와 Hot Plate 실험의 Munsell값 비교	27
<그림 9> 견의 Microwave와 Hot Plate 실험의 L^* 값 비교	29
<그림 10> 견의 Microwave와 Hot Plate 실험의 a^*b^* 값 비교	30
<그림 11> 견의 Microwave와 Hot Plate 실험의 Munsell값 비교	31

I. 서론

색은 인간의 환경을 아름답게 하고 삶의 질을 향상시키며 미적 조화를 결정짓는 요소로 인간이 가장 먼저 지각하는 디자인 요소이다. 색은 시각적 전달이 용이하여 직접적이고 감각적인 언어도구로서 생활 속에 언어보다 앞선 의미전달이 가능하다.

색은 사회질서와 규약을 만드는 기능적 측면, 심리치료나 바이올리듬을 조절하는 심리적 측면, 개인의 장점과 개성을 살려 미적인 부분을 돋보이게 하는 미학적 측면 등 사회 각 분야에서 사용되며 그 영향은 매우 크다. 또한 인간의 감성과 사고를 바꾼다. 문화와 환경에 변화를 주고 기업이나 조직의 Symbol, Brand Identity, Corporate Identity에 색의 상징성을 부여하여 기업과 조직의 이미지와 정체성을 강화하며 개성과 아름다움의 표현 수단으로 인간의 욕구를 충족시켜주기도 한다.

현대사회는 문화의 시대로 대중에게 공감을 얻는 아름다움을 창조하여야 한다. 합리적인 색채계획은 고감성 산업인 패션분야에서 디자인 효과를 높이고 유행을 선도하며 소비욕구를 자극해 구매를 유도하는 전략적 요소로 활용되기도 한다. 패션산업에서 염색가공은 고부가가치를 창출하는 경제성 높은 산업으로 생산성의 효율화에 기여할 수 있는 기술개발이 요구된다.

기술적인 측면에서 볼 때 섬유 염색은 전기, 전자, 기계, 화학, 에너지 및 환경 등 여러 관련 산업을 포괄하며 복합적인 기술이다. 섬유산업에서 염색가공업은 에너지 다소비 업종¹⁾으로 염색 가공 시 사용되는 에너지 소비는 총 연료사용량의 77%, 전기 사용량의 54%²⁾를 차지한다. 염색

1) 박영환 (1999). “염색가공 설비와 환경,” *섬유기술과 산업* 3(3/4), p. 160.

2) 조현태 (2002). “염색공장에서의 에너지 절감을 위한 현황분석 및 공정개선 방향수립에 관한연

가공 공정 중 소모되는 막대한 양의 용수와 전기, 열 및 에너지를 효율적으로 사용하기 위하여 시간을 단축하고 염색 방법을 개선하는 것이 필수적이다.

지구의 환경 문제는 1990년대 초반부터 국제사회의 새로운 쟁점으로 부각되면서 섬유산업의 선진국들은 환경기술에 대한 연구 개발을 하고, 각국의 환경정책 및 경제활동 전반에 직접적으로 미치는 각종 환경 및 에너지 관련협약이 증가하였다. OECD국가를 포함한 38개국은 1997년 12월에 이산화탄소, 염화불화수소 등 지구 온난화 가스의 배출을 2008년부터 2012년까지 억제하려는 교토의정서를 체결하였다. 우리나라는 기후변화협약(1992년 체결), 비엔나협약(1980년 체결) 및 몬트리올 의정서(1992년 가입)와 바젤협약(1994년 가입) 등의 환경협약에 가입되어있다. 기후변화협약은 이산화탄소와 온실가스를 발생하는 생산 공정을 규제하고 비엔나협약 및 몬트리올 의정서는 오존층 파괴물질의 생산 및 사용의 규제이며 바젤협약³⁾은 유해폐기물의 처리 통제에 관한 내용으로 염색가공 시 발생하는 폐기물 발생량을 감축 하여야한다. 국제적인 환경규제는 점차 제품 생산 방식 및 공정에 근거한 규제로 확대되고 있기에 염색가공업의 관련 산업구조는 변화될 것이고 기존의 생산방식인 화석연료중심의 에너지 공급 구조를 대기오염의 원인인 이산화탄소나 온실가스가 배출되지 않는 청정에너지의 사용으로 전환해야 할 것이다.

우리나라도 90년대 후반부터 세계적 환경보호 추세를 적극적으로 수용하여 에너지 절약형 산업구조에 대한 연구의 중요성을 인식하였다. 염색가공 산업에서 제품 생산 시 발생하는 호발제, 보조약품, 계면활성제, 잔류염료, 잔류 가공제, 난분해성 물질 등의 수질오염원과 염화불화수소,

구,” 산업자원부, p. 1.

3) 상계서, p. 20.

이산화탄소등의 대기오염원을 절감하고 경제성을 높이는 에너지 절감형 설비의 개발이 시작되었다. 환경 친화적인 염색가공기술은 오염발생물질을 절감시킬 뿐 아니라 경제적으로 효율성 있게 처리하는 것이다.⁴⁾

선진국에서는 패딩한 직물의 염색 시 microwave를 열원으로 사용함으로써 획기적으로 에너지를 감축할 수 있는 염색 기술을 개발⁵⁾하고 일본에서는 폴리에스터 직물의 연속감량에 microwave를 사용하는 설비 및 처리 기술이 활용 중이다.⁶⁾ 이에 우리나라도 기존 방식에서 열 에너지로 사용하고 있는 가스연료와 화석연료의 사용을 줄이고 마이크로파, 라디오파, 적외선 등 전자파의 응용으로 환경 친화적 기술이 요구된다.

본 연구의 목적은 염색가공에서 마이크로파를 열원으로 이용하여 염색 실험을 한 후 시료의 염색 전후의 염색성과 열 사용량을 비교함으로써 에너지 절약을 위한 열원 개발에 그 의의가 있다. microwave를 염색가공공정에서 열원으로 이용한다면 신속한 가열로 염색 시간이 단축되며 에너지 절감효과를 얻고 기존에 사용하던 가스연료와 화석연료 발생되는 이산화탄소와 염화불화수소의 발생량을 줄여 환경문제를 해결하는 친환경 염색공정의 개발⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾에 기여하게 될 것이다. 또한 microwave과의 진동에 의해 염색 후 시험포의 염착효과가 높을 것으로 예측되고 시험포의 심색효과가 클 것으로 기대한다.

4) 박영환, 전계서, pp. 158-160.

5) 임용진 (2004). “에너지 절약 및 환경친화적 염색가공,” 한국염색가공학회 추계학술대회 논문집, p. 25.

6) 조현태, 전계서, p. 178.

7) 남창우 외 (2004). “염색가공 산업에서의 청정생산기술,” 섬유기술과 산업, 8(4) p. 462.

8) 박영환, 전계서, 3(3/4), p. 158.

9) 성진기 (1998). “염색가공 설비의 기술개발 동향,” 에너지·자원 기술정보, 1(16), p. 59.

10) 김계숙 (2005). 한국 섬유산업의 발전과 한중FTA에 대한 연구, 숭실대 국제통상대학원 석사 학위논문, pp. 57-58.

II. 섬유의 염색

1. 염 색

염색의 목적은 물리, 화학적 처리를 하여 섬유에 안정성을 가진 색을 주는 데 있다. 염색물에 요구되는 성능은 색상이 선명하고, 내구력이 있어 일광, 세탁, 땀이나 기타 조건에 의해 쉽게 변색하거나 염료가 탈락하지 않아야 한다.¹¹⁾¹²⁾¹³⁾

염색은 염액 속의 염료가 섬유로 이행하여 염착하는 것이다. 섬유와 염료의 조합에 따라 염착방법이 달라지며 농도, pH, 욕비, 조제 등의 조건에 따라 염색성이 다르다. 염료가 섬유에 염착되는 과정은 염액 속에서 섬유 표면과 내부로 염료가 확산되어 흡착되는 과정이다.

염액 속의 염료는 염액과 섬유의 계면(界面)에 흡착되므로 염액 속의 농도 불균형을 막으려는 힘에 의하여 염액 속에서 확산 이동하여 염액과 섬유의 계면에 집결한다.

염액 중의 확산은 열적교반과 기계적 교반에 의하여 확산이 촉진된다. 염료가 섬유에 흡착할 때에는 결합력, 염료농도, 염색온도 및 시간 등의 영향을 받는다. 섬유의 염색성은 화학적 구조, 중합도, 미세구조 등에 따라 염료가 조정되어야 한다. 섬유에 염료가 흡착 할 때에는 섬유의 분자와 염료의 분자간의 결합력이 작용한다. 섬유표면에 흡착한 염료는 섬유 내부로 확산이동하고 섬유 내부까지 염착될 때 염착 평형 상태에 도달하여 염색이 이루어진다. ¹⁴⁾

11) 안경조 (2000). *염색의 과학* (서울 : 경춘사), p. 164.

12) Warren S. Perkins (1996). *Textile Coloration and Finishing* (North Carolina : Carolina Academic Press), p. 99.

1) 섬유

(1) 면(cotton)

면은 식물성 섬유로 화학적으로 탄소, 수소, 산소로 이루어진 셀룰로오스 분자들로 구성되어 있다. 셀룰로오스의 미셀구조는 결정영역과 비 결정영역으로 되어있다. 결정영역은 분자의 간극(間隙)이 좁고 비 결정 영역은 분자 간 간극이 크다. 결정부분이 비 결정 부분보다 많고 그 비(比)는 대략 7:3 정도이다. 흡습성은 표준상태에서 7-11%, RH 95% 에서는 24-27%로¹⁵⁾ 친수성 섬유이다. 면은 수산기(-OH)에 의해서 팽윤되며 수분흡착성이 뛰어나 물을 매체로 하는 염료로 염색이 가능하다. 염료와 셀룰로오스 분자의 화학적 결합은 비 결정영역에서 이루어져 염료의 염착으로 염색이 된다. ¹⁶⁾ 열에 대한 성질은 150℃에 5시간 방치하면 황변되고 250℃ 이상일 때 분해가 된다. 550℃에서 연소되며 다림질 온도는 220℃¹⁷⁾이다.

약품에 대한 성질은 강산에 분해되며 약산에 의한 영향은 없다. 가성소다에 의해 팽윤하며 알콜이나 벤젠, 가솔린의 용제에는 변화가 없다.

전기전도성이 우수하여 정전기가 발생하지 않고 열전도성이 우수하여 여름철 의복재료로 적합하다. 내구성과 흡습성, 열 안정성이 있어 세탁 등의 관리가 용이하여 의복재료로 이상적인 소재이다. 직물의 조직과 두께에 따라 여름철에는 통기성이 큰 장점을 이용하여 사용하고, 가을, 겨울에는 부드럽고 따뜻함을 제공하는 직물로 사용된다. 계절과 상관없이

14) 조인술 외 (2000). 실용염색학 (서울 : 형설출판사), pp. 85-86.

15) 최인려 외 (2005). 섬유와 패션 (서울 : 성신여자대학교 출판부), p. 11.

16) 조인술, 전개서, p. 74.

17) 박병기 외 (2004). 섬유공학의 이해 (서울 : 시그마프레스), p. 76.

의류용 외에 인테리어용, 위생용품, 산업자재 등 다양한 용도의 제품 생산이 가능한 소재¹⁸⁾이다. 면은 전 세계 섬유 소비율의 약 50% 차지하며 다양한 용도로 쓰이고 있다.

(2) 견(silk)

견은 단백질로 구성되어 있으며 기본 성분이 아미노산이다. 단백질섬유는 생체고분자의 일종으로 인간의 세포 조성물질과 유사하다. 피브로인 분자의 집합체로 비결정영역부분이 결정부분보다 많고 그 비(比)는 6:4이다. 공정 수분율 12.0%이고 친수기적 성질을 갖고 있으며 결정화도가 낮아 흡수율이 높다. 이러한 특성 때문에 섬유 내 염료의 침투가 용이하고 염착이 잘 이루어진다. 견은 아미노산, 카르복시기, 수산기 등 화학반응을 일으키는 원자가 풍부하여 산성염료, 염기성염료, 직접염료, 반응성염료 등의 염료로 염색이 가능하고¹⁹⁾ 염색성이 우수하여 선명한 염색이 가능하다.

열에 대한 성질은 125℃로 장시간 가열하여도 열적변화가 없고 170℃에서 분해가 되며 700℃²⁰⁾에서 연소된다. 다림질 온도는 110℃-130℃이다.²¹⁾

약품에 대한 성질은 알칼리에는 약하며 산에는 강하다. 염소계 표백제에는 손상이 쉽지만 알콜이나 벤젠, 가솔린의 용제에서는 변화가 없다. 전자수율이 높고 흡수한 수분을 방출시키는 속도가 빨라 의복으로 착용했을 경우 착용감이 좋고 쾌적함을 느낄 수 있는 소재이다.

18) 최인려 외, 전계서, pp. 24-25.

19) 신인수 (2001). *신비한 실크* (서울 : 경춘사), pp. 29-39.

20) 박병기 외, 전계서, p. 102.

21) 송번수, 전계서, p. 20.

견은 층상구조와 피브릴구조가 잘 발달되어 있고 삼각단면구조로 빛을 난반사하여 우아한 광택이 난다. 자외선에 노출되면 아미노산 중 트립토판이나 티로신이 산화되어 OH기가 분해되고 변색이 되며 강도가 감소한다. 비중은 1.25로 가볍지만 강도가 높은 섬유이다. 따뜻하고 부드러운 감촉으로 스카프, 블라우스 및 넥타이 등 고급소재로 사용되며 인테리어용, 약세사리, 장식품 등에 사용된다.

2) 염료

(1) 직접염료

직접염료는 물에 가용성이며 면, 마, 레이온 등의 각종 섬유에 축염제를 염욕에 첨가함으로써 직접 염착(substantivity)을 한다.²²⁾ 중성 또는 약산성욕에서는 양모 등의 동물성 섬유에도 직접적으로 잘 염착되는 특성을 가지고 있다.

화학 구조상으로 보면, 대부분이 아조계 염료이며, 디아조계 및 트리아조계도 있다.²³⁾

섬유 중에는 단일분자 상태의 색소이온이 침입하여 섬유 미셀 내부에서 이온 미셀을 형성하여 염색된다. 중성염²⁴⁾을 함유하는 직접염료의 용액 속에서 셀룰로오스 섬유는 섬유 표면에 염료분자의 층을 형성하고 쇠상 분자에 의하여 흡착된다.

염료분자는 팽윤한 셀룰로오스의 비 결정영역 부분의 모세관 속에 확산

22) 조인술, 전게서, p. 27.

23) 박기학 (2002). 염료산업 공정과정의 전 과정평가 및 경제성평가에 관한 연구, 수원대학교 대학원 석사학위논문, pp. 15-16.

24) Howard L. Needles, (1986). *Textile Fiber, Dyes, Finishes, and Processes* (New Jersey : Noyes Publications), pp. 167-168.

하여 섬유내부로 침입한다.

(2) 산성염료

산성염료는 산성염색에서 동물성섬유 또는 폴리아미드계 합성섬유에 착염하는 수용성의 염료이다.²⁵⁾ 물에 잘 녹으며 산이 축염작용²⁶⁾을 하여 양모, 견 등의 단백질 섬유에 주로 이용된다. 산성염료는 화학수조가 광범위하며 특히 아조염료, 안트라퀴논염료, 금속착염 아조염료 등으로 대부분이 술폰기 또는 카르복시기를 가지고 있다.²⁷⁾ 따라서 동물성섬유가 산성염료 중에서 하전(荷電)된 염기성기와 염료의 아ни온이 조염결합을 하게 됨으로 착염이 된다고 본다. 염색 시 색상이 선명하고 다양한 색을 얻을 수 있는 장점이 있으며 염색에서 음이온을 띈다.

3) 섬유의 염색

(1) 면의 염색

직접염료는 셀룰로오스 섬유에 대해 직접성을 갖는다. 직접염료의 수용액에 셀룰로오스 섬유를 넣어 승온시키면 시간의 경과와 더불어 염착이 진행되며 이때 황산나트륨과 같은 중성염을 가하면 염착량이 증대 된다. 직접염료는 수용액에서 해리(解離)하여 염료 음이온을 생성한다. 셀룰로

25) 박기학, 전개서, pp. 15-16.

26) 문선영 (2003). 케티온화제 처리 면직물의 염색성에 관한 연구, 홍익대학교 대학원 석사학위논문, p. 19.

27) Howard L. Needles, 전개서, pp. 165-166.

오스 섬유는 염욕 속에서 음의 전하를 띠고 있으므로 염료 음이온에 대해서 전기적으로 반발하게 된다. 그러나 염욕을 가열하면 염료분자의 열운동이 격렬하게 되어 염욕 속의 섬유 표면에 염료분자가 접근할 수 있게 되고 직접염료의 직접성이 작용하여 전기적인 반발력을 능가하여 섬유 표면에서 염착이 일어난다.

이와 같이 섬유 표면에 염착한 염료는 섬유 내부까지 확산하여 염착이 일어난다. 중성염을 가하면 섬유 표면의 음전하를 감소시키고 염료의 콜로이드성을 높이는 작용을 하여 염료의 확산이 한층 더 촉진된다.²⁸⁾²⁹⁾ 염료분자는 셀룰로오스에 있는 다수의 수산기와 수소결합을 하여 염착이 된다. 직접염료는 가늘고 긴 분자 구조를 갖기 때문에 셀룰로오스 섬유에 염착 될 때 섬유 쇄상분자의 축방향에 따라 위치하게 된다.

직접염료 분자는 긴 선상이면서 평면상 구조이므로 염색 시 섬유의 넓은 면적에 밀착되어 염착하고 셀룰로오스 섬유와 염료 간에 반데르발스 힘이 증가한다.

(2) 견의 염색

견은 펩티드 결합으로 연결된 폴리펩티드 단백질섬유이다. 주성분은 피브로인이라는 단백질로 가수분해에 의해 아미노산을 생성한다. 견은 분자 내에 염기성인 아미노기(-NH₂)와 산성기인 카르복시기(-COOH)가 존재하므로 염기성과 산성의 두 가지 성질을 갖는다. 산성염료 및 염기성 염료와 친화력이 우수하고 산성염료로 염색되는 현상은 산성욕에서 생긴 색소산 D-SO₃H가 아미노기와 이온결합을 형성하여 염색이 된

28) Warren S. Perkins, 전게서, pp. 99-105.

29) Howard L. Needles, 전게서, pp. 169-183.

다.³⁰⁾³¹⁾³²⁾ 산성염료를 사용한 견의 염색은 촉매제로 초산(CH_3COOH)을 사용하면 촉염작용을 하여 염착성이 증가된다.

견을 균일하게 염색하는 것은 섬유에 남아있는 세리신의 양의 차이에 따라 달라진다. 견을 균일하게 정련하지 않으면 염색 시 세리신이 많은 부분에 염료 흡착량이 높고 농색으로 염색이 된다. 따라서 염색 전 견의 정련과정에서 세리신을 견의 표면에 균일하게 남기는 공정이 중요하다.

33)

2. Microwave

1) Microwave의 특성

마이크로파 에너지는 파장이 1mm-1m이며, 주파수 범위가 300Hz-30MHz인 전자기파³⁴⁾를 가리킨다. 마이크로파 가열장치는 2.45GHz의 주파수를 사용하고 있으며 이 주파수 영역에서 수분에 대한 마이크로파 에너지의 비열적 가열효과가 가장 큰 것으로 나타나고 있다.³⁵⁾ 마이크로파 에너지는 적외선 에너지를 사용하는 기존의 가열방식과는 달리 열전도나 대류에 의해 물질을 가열하지 않으며, 마이크로파에 조사되는 물질의 유전손실에 의한 비열적 가열효과가 가장 큰 특징이다. 따라서 마이크로파 에너지를 가열원으로 사용하면, 적외선 에너지와는 달리 선택적

30) 김종준 외 (2007), *고감성 텍스타일 표현기법* (서울 : 이화여자대학교 출판부), p. 69.

31) 박병기, 전계서, p. 233.

32) 안영무 (1994). *섬유학* (서울 : 학문사), pp. 176-177.

33) 조인술 외, 전계서, p. 194.

34) 신준식 (2005). 마이크로파 에너지를 이용한 기능성 색소의 합성에 관한 연구, 부경대학교 대학원 석사학위논문, p. 18.

35) R. E. Collin, (1985). *Foundations for Microwave Engineering* (New-York : McGraw-Hill), p. 35.

가열, 내부 가열, 신속한 가열을 할 수 있으며, 짧은 시간과 높은 에너지 효율로 물질의 가열이 가능하다. 에너지 절약 및 공정시간의 단축 등의 장점이 있어 식료품의 제조, 광석과 펄프의 건조, 고무의 가황 등에 상업적으로 이미 적용되고 있다.³⁶⁾

microwave의 특성은 마이크로파가 재료에 조사되었을 때 물질의 종류와 온도에 따라 투과·흡수 또는 반사 정도가 다르게 된다. 발열 원리는 양극의 전자가 rotate하여 에너지를 발생한다. 화학반응에서 물질과 마이크로파간의 상호작용으로 인하여 분극현상이 일어나고 이로 인하여 에너지 손실이 발생되어 물질이 가열된다. 즉, 극성분자들과 전자기장 사이의 쌍극자 분극(dipolar polarization)이 일어나고, 마이크로파 영역에서 전기장의 교대가 쌍극자가 상호배향을 변화시킬 때 분자들이 분자 간 마찰 및 뒤섞기의 결과로서 마이크로파 에너지가 열로 전달된다. 이때 마이크로파가 화학반응에 열적효과(thermal effect) 및 비열적 효과(non-thermal effect)로서 영향을 미치고 이로 인하여 마이크로파 조사에 의한 화학반응의 가속화가 일어난다.³⁷⁾³⁸⁾

이러한 특성을 이용하여 마이크로파를 염색 공정에 적용 한다면 공정 시간 단축과 에너지 비용의 절감, 선택적인 결정 물질의 합성, 염색성을 향상시킬 수 있다. 특성을 지닌 물질의 합성을 통하여 새로운 신소재의 합성 및 성능이 향상된 물질의 보다 효율적인 제조가 가능하다.

36) W. H. Sutton (1989). "Microwave Processing of Ceramic Materials," *Am Ceram. Soc. Bull.*, 68, p. 376.

37) L. Perreux and A. Loupy (2001). "A Tentative Rationalization of Microwave Effect in Organic Synthesis According to the Reaction Medium, and Mechanistic Consideration," *Tetrahedron*, 57, p. 9199.

38) J. Jacob, L. H. L. Chia, and F. Y. C. Boey (1995). "Thermal and Non Thermal Interaction of Microwave Radition with Materials," *J. Mater. Sci.*, 30, p. 5321.

Ⅲ. 실험

1. 시료

1) 실험포

실험에 사용된 섬유는 면 100%, 견 100%의 섬유 시험용 백포로 <표 1> 과 같은 특성이 있다.

<표 1> 실험포의 특성

fabric	weave structure	density warp×weft (inch ²)	weight (g/m ²)	thickness (mm)
cotton 100%	plain	74×68	125.0	0.29
silk 100%	plain	136×104	50.0	0.01

2) 염료

염료는 <표 2> 와 같이 Omega에서 제조한 Red Color로 직접염료 Omega Cotton Art Dye 127과 산성염료 Omega Silk Art Dye 227 를 사용하였다.

<표 2> 염료의 종류

color	dye name
red	Omega Cotton Art Dye 127
	Omega Silk Art Dye 227

3) 가열장치

실험에 사용한 가열장치는 에너지 효율의 비교를 위해 정격소비전력이 다른, 단파장의 microwave와 예열된 hot plate로 가열조건을 달리하였다. 열원은 <표 3> 과 같은 특성이 있다. microwave는 LG전자에서 제조하였고 모델명은 MS-342MV이다. 전압은 AC 220V이고 정격 주파수는 60Hz, 정격소비전력은 1050W이다. hot plate는 위니코프에서 제조하였고 모델명은 KAH-2007, 전압은 AC 220V, 정격주파수는 60Hz, 정격소비전력은 1300W이다.

<표 3> microwave와 hot plate의 특성

microwave	열 원	hot plate
AC 220v	전압	AC 220v
60Hz	정격주파수	60Hz
1050W	정격소비전력	1300W
LG전자	제조사	위니코프
MS-342MV	모델명	KAH-2007

2. 실험방법

1) 염색방법

직물은 면 100%와 견 100%를 30cm×30cm로 잘라 시료로 사용하였다. 염료의 농도를 8% o.w.f(on the weight of fiber)로 일정하게 이용하였다. 액비는 시료 무게를 기준으로 1:30으로 하였다. 열원은 전력 소모에 차이가 있는 microwave와 hot plate를 사용하였다. 열원에 따라 면과 견을 3min, 6min, 9min 동안 염색하여 시간에 따른 염색성을 비교 분석하였다.

(1) 염색

면의 평균 두께는 0.33mm, 경사X위사의 평균 밀도는 82×69 treads/5cm², 평균 무게는 10.40±0.05g 이다. 염액은 농색의 염색 결과를 얻기 위해 액비 1:30의 조건에서 증류수에 직접염료 8% o.w.f 와 황산나트륨(Na₂SO₄) 30% o.w.f 를 동시에 넣고 40℃로 온도를 조정하였다.

견의 평균 두께는 0.12mm, 경사X위사의 평균 올수는 164×108 treads/5cm², 평균 무게는 4.50±0.5g 이다. 염액은 농색의 염색 결과를 얻기 위해 시료의 무게를 기준으로 액비 1:30의 조건에서 증류수에 산성염료 8% o.w.f와 초산(CH₃COOH) 3% o.w.f 를 동시에 넣고 40℃로 온도를 조정하였다.

시료는 증류수에 5분 동안 침지한 후 수분율을 250%로 조정하여 40℃의 염액에 침염하였고 microwave와 예열된 hot plate에 각각 3min, 6min, 9min 동안 염색하였다.

시료는 내열용기를 사용하여 microwave로 가열하였다. hot plate로 염색 할 때엔 유리막대로 시료를 저어주었고 3min, 6min, 9min 동안 염색 후 유리막대로 건져 수세 및 탈수 하여 wet pick-up율을 250%로 조정하였다.

건조는 상온에서 24시간 자연건조 하였다.

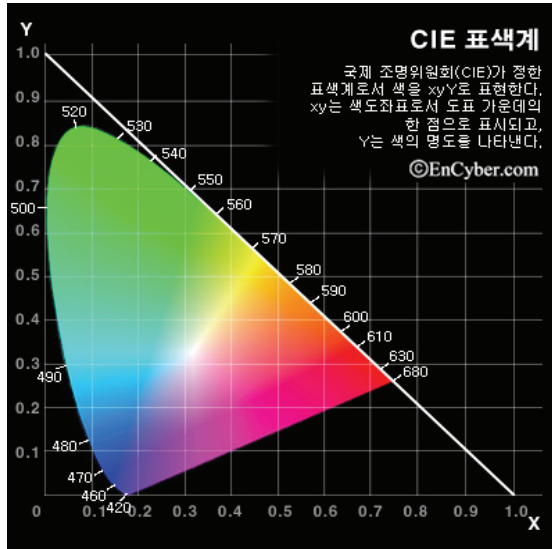
2) 색도측정

염색물의 색도는 KS A 0066 규격에 준하여 CIE L*a*b* 표색법과 KS A 0062 규격에 준하여 Munsell 표색법으로 표시하였다. L*, a*, b*는 분광측색계 UV-VIS-NIR Spectrophotometer Varian, Cary 5000을 사용하여 CIE-D65, 광원 10° 시야에서 색도를 측정하였다. 측정값을 이용하여 Munsell 표색법인 H, V/C로 색상을 표시하였다. Munsell 표색법의 H는 색상(Hue), V는 명도(Value), C는 채도(Chroma)를 나타낸다.

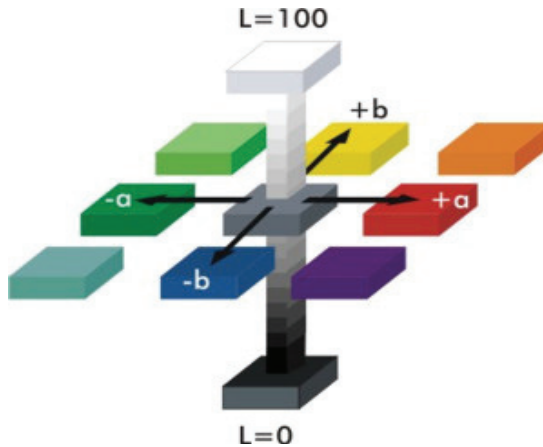
CIE L*a*b*표색법의 색도는 L*, a*, b*, 값으로 L*값은 명도를 나타내며 0(검정)부터 100(흰색)까지 표시하는데 L* 값이 커지면 색조는 밝아진다. a*와 b*는 색조와 농도, 채도를 나타내며³⁹⁾, a*는 red, -a*는 green, b*는 yellow, -b*는 blue 방향의 색을 의미한다.⁴⁰⁾

39) 방혜경 (1992). 모시, 아마, 면의 직접염료 염색에서 염색성과 염색 견뢰도에 대한 연구, 성신여자대학교 대학원 석사학위논문, p. 11.

40) 전미선, 박명자(2009). “술잎 추출물의 염색성 및 염색 견뢰도,” *복식문화연구*, 12(6), p. 1131.



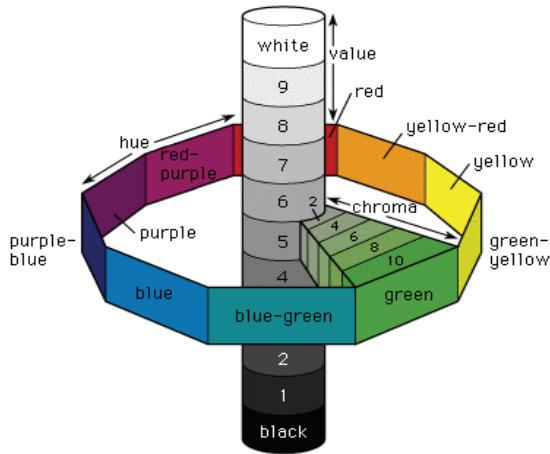
<그림 1> CIE system of color specification⁴¹⁾



<그림 2> CIE Lab Color Space⁴²⁾

41) (사)한국색채학회 (2002). 컬러리스트 (서울 : 국제), p. 51.

42) Warren S. Perkins, 전계서, pp. 95.



<그림 3> Munsell colour system: hue, value, and chroma coordinates⁴³⁾

3) 염색견뢰도

염색견뢰도란 염색물이 염색가공 공정 또는 그 후의 사용 중에 염료에 미치는 작용에 대한 저항성을 의미한다. 염색물의 변·퇴색은 일광, 세탁, 마찰, 표백, 땀, 대기가스, 산 및 알칼리 용액 등에 노출되었을 때 일어날 수 있다. 섬유의 염색견뢰도에는 많은 인자들이 상호관련지어 영향을 미치는데, 그 중 주된 인자로는 섬유의 종류, 잔류세제의 작용, 염색의 방법 및 가공방법 등을 들 수 있다.⁴⁴⁾

염색 견뢰도 시험 방법은 각 나라별로 정한 방법들이 있는데, 우리나라에서는 한국산업규격 KS 표준화법에 의해 각 시험방법을 제정해 두고 있다.⁴⁵⁾ 본 연구에서는 세탁견뢰도와 오염의 두 종류로 분류하여 시험편

43) 정동림 외 (2005). *색채표현과 패션* (서울: 교학연구사), p. 24.

44) 박건순 (2007). “공급처리 방법에 따른 천연염색포의 기능성에 관한 연구,” 성신여자대학교 대학원 박사학위 논문, p. 15.

45) 강인숙 외 (2001). *염색의 이해* (서울 : 교문사), p. 54.

에 첨부되는 백포의 오염정도를 별도로 판정하였다.

(1) 세탁견뢰도

세탁견뢰도는 KS K ISO 105 C06 : 2007, A2S 의 규격에 준하여 시험하였다. 세탁견뢰도의 실험을 위해 염색 된 시료를 1cmX5cm의 크기로 잘라 시험편을 만들었다.

0.4%의 ECE 표준세제와 0.1% 과붕산나트륨, 강구 10개를 넣어 세탁 온도 40℃로 30min 동안 세탁하였고 세탁 후 수세하고 탈수와 건조를 하였다. 12종의 시료를 세탁과 건조 후 변·퇴색 정도와 KS기준의 첨부 백포 면, 견, 모에 대한 오염정도 표준 회색색표와 비교하여 판정하였다. 등급은 5등급으로 나누어 표시하였다.

(2) 일광견뢰도

일광견뢰도는 KS K ISO 105 B02 의 규격에 준하여 시험하였다. 염색 물이 일광에 노출되어 일어나는 광퇴색 현상은 염료분자가 빛을 흡수하여 여기상태(excited state)로 되었을 때 염료분자의 발색단을 형성하는 긴 쇠상분자가 절단되어 치환기가 끊어지므로 퇴색이나 변색을 일으킨다.⁴⁶⁾

일광견뢰도의 변·퇴색 실험을 위해 염색 된 시료를 1cmX5cm의 크기로 잘라 시험편을 만들었다.

일광견뢰도 측정기기는 Xenon-Arc-Lamp를 사용하였고 색온도는

46) 최인순 (1988). 시판용 마직물의 염색견뢰도에 관한연구, 경희대학교 대학원 석사학위논문, p. 15

5500-6500K를 사용하여 0-100%의 상대 습도를 유지하는 밀폐용기에 넣었다. 섬유 시험편을 지정된 조건에서 표준 청색 염포와 함께 인공 광원에 노출시킨 다음 시험편의 변·퇴 정도를 같이 노출된 표준 청색 염포와 비교하여 판정하였다. 백색 섬유 제품도 표준 청색 염포와 비교하여 판정하였다. 등급은 1-4등급으로 표시하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 염색성

1) 시료의 특성 변화

면을 3min, 6min, 9min 동안 염색한 후 면의 변화된 특성을 확인하기 위해 두께, 밀도, 무게를 측정하였다.

<표 4> 는 염색 시간 별 면의 특성 변화이다. microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 시료의 두께는 0.42mm, 0.41mm, 0.40mm 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 시료의 두께는 0.40mm, 0.41mm, 0.41mm 이다.

microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 밀도는 82×78 treads/5cm, 80×77 treads/5cm, 80×77 treads/5cm 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 밀도는 80×78 treads/5cm, 80×77 treads/5cm, 80×76 treads/5cm 이다.

microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 무게는 10.50 g/30cm², 10.52 g/30cm², 10.54 g/30cm² 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 무게는 10.52 g/30cm², 10.56 g/30cm², 10.54 g/30cm² 이다. 이는 염색한 시료의 수세이나 건조 시 섬유와 탈락과 염료의 염착이 시료무게 변화에 원인으로 작용할 것으로 생각된다.

<표 4> 염색의 시간 별 면의 특성 변화

cotton	thickness (mm)		density (threads /5cm)				weight (g/30cm ²)	
	micro wave	hot plate	micro wave	hot plate	micro wave	hot plate	micro wave	hot plate
3min	0.42	0.40	82	80	78	78	10.50	10.52
6min	0.41	0.41	80	80	77	77	10.52	10.56
9min	0.40	0.41	80	80	77	76	10.54	10.54

<표 5> 는 염색 시간 별 면의 특성 변화이다. microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 시료의 두께는 0.155mm, 0.155mm, 0.155mm 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 시료의 두께는 0.150mm, 0.155mm, 0.155mm 이다.

microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 밀도는 192×113 treads/5cm, 194×115 treads/5cm , 194×115 treads/5cm 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 밀도는 188×110 treads/5cm, 188×110 treads/5cm, 190×114 treads/5cm 이다.

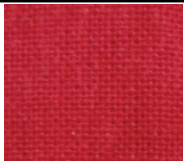
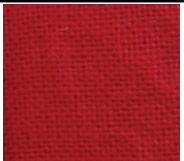
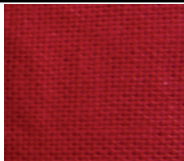



microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 무게는 4.62 g/30cm², 4.68 g/30cm², 4.70 g/30cm² 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 무게는 4.48 g/30cm², 4.71 g/30cm², 4.71 g/30cm²이다. 이는 염색한 시료의 수세이나 건조 시 섬유유 탈락과 염료의 염착이 시료무게 변화에 원인으로 작용할 것으로 생각된다.

<표5> 염색 시간 별 견의 특성변화

silk	thickness (mm)		density (threads /5cm)				weight (g/30cm ²)	
	micro wave	hot plate	micro wave	hot plate	micro wave	hot plate	micro wave	hot plate
3min	0.155	0.150	192	188	113	110	4.62	4.48
6min	0.155	0.155	194	188	115	110	4.68	4.71
9min	0.155	0.155	194	190	115	114	4.70	4.71




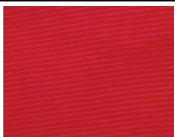


<그림 4> 는 염색 시간 별 면의 색상변화를 나타낸 그림이다.

microwave로 9min 동안 염색된 시료와 hot plate로 9min 동안 염색된 시료를 비교하면 microwave로 9min 동안 염색한 시료가 심색으로 나타났다.

		3min	6min	9min
cotton	microwave 1050W	 2.29R	 2.40R	 2.57R
	hot plate 1300W	 2.10R	 2.41R	 2.42R

<그림 4> 염색 시간 별 면의 색상변화

<그림 5> 은 염색 시간 별 견의 색상변화를 나타낸 그림이다. 염색 시간이 증가함에 따라 색이 선명해지고 hot plate로 염색한 시료보다 microwave로 염색 한 시료가 더 선명한 것을 확인할 수 있다.

		3min	6min	9min
silk	microwave 1050W	 4.22R	 5.67R	 6.23R
	hot plate 1300W	 3.11R	 4.14R	 5.08R

<그림 5> 염색 시간 별 견의 색상변화

2) 색도

(1) 면

색도 측정에서 L^* 값은 명도를, a^* 값은 red 영역의 좌표를 나타내고 b^* 값은 yellow 영역의 좌표를 나타낸다. L^* 값은 수치가 낮을 수록 명도가 낮아짐을 의미한다.

면의 CIE $L^*a^*b^*$ 값과 Munsell 값은 <표 6>과 같고 <그림 6>은 면의 Microwave와 Hot Plate 실험 중 L^* 값의 비교를 그래프로 나타낸 것이다.

microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 L^* 값은 37.53, 35.09, 33.71 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 L^*

값은 38.02, 35.31, 34.79 로 microwave로 염색한 시료에서 심색이 측정되었다.

<그림 7>은 microwave와 hot plate로 실험한 시료의 a^* 값과 b^* 값의 비교를 나타낸 것이다.

microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 a^* 값과 b^* 값은 다음과 같다. 3min 의 a^* 값은 48.6, b^* 값은 13.42 이다. 6min 의 a^* 값은 46.10, b^* 값은 12.74 이다. 9min 의 a^* 값은 44.93, b^* 값은 12.72 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 a^* 값과 b^* 값은 다음과 같다. 3min 의 a^* 값은 48.54, b^* 값은 12.93 이다. 6min 의 a^* 값은 46.32, b^* 값은 12.81 이다. 9min 의 a^* 값은 45.72, b^* 값은 12.69 이다.

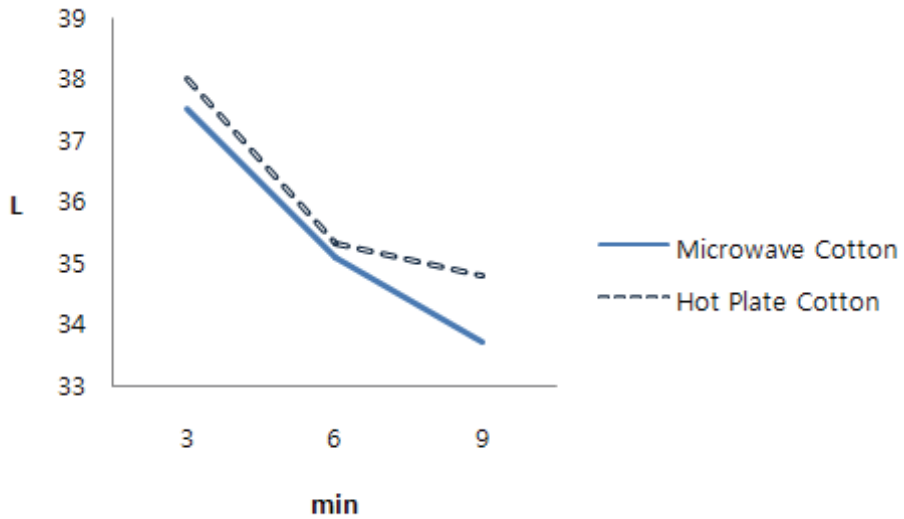
열원을 hot plate를 사용하여 실험할 때 유리막대로 시료를 교반하는 것은 용기 안에 밀도가 균일해져 염료의 염착성을 높이는 원인으로 작용하는 것으로 생각된다.

면의 실험에서 L^* 값은 microwave로 염색한 시료에서 심색이 측정되었다. L^* 값은 염색시간이 증가할수록 낮아졌고 허복구⁴⁷⁾의 연구결과에서도 염색 시간이 증가할수록 명도가 낮아지는 결과가 나타났다. a^* , b^* 값을 비교해 보면 microwave로 6min, 9min 동안 염색한 시료의 a^* , b^* 값은 hot plate 6min, 9min 동안 염색한 시료의 a^* , b^* 값보다 낮아 채도 (L^*)는 낮고 심색으로 측정되었다.

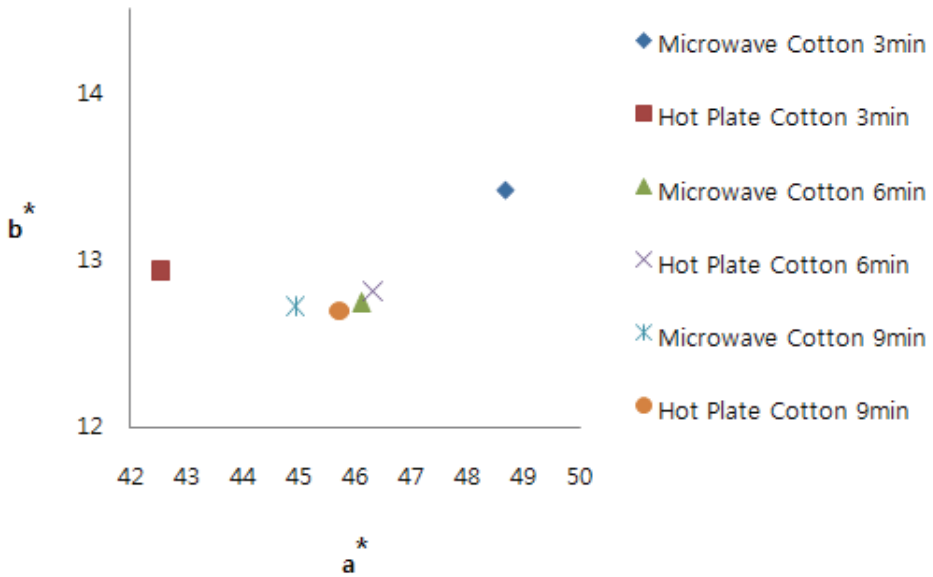
47) 허복구 (2005), 메리골드 추출물의 특성 및 화훼장식 소재에 대한 염색성, 목포대학교 대학원 박사학위논문, p. 32.

<표 6> 면의 CIE L*a*b* 값 / Munsell

	time	heat	CIE L*a*b*			Munsell	
			L*	a*	b*	H	V/C
cotton	3min	microwave	37.53	48.66	13.42	2.29R	3.7/10.8
		hot plate	38.02	48.54	12.93	2.10R	3.7/10.8
	6min	microwave	35.09	46.10	12.74	2.40R	3.4/10.1
		hot plate	35.31	46.32	12.81	2.41R	3.4/10.1
	9min	microwave	33.71	44.93	12.72	2.57R	3.3/9.7
		hot plate	34.79	45.72	12.69	2.42R	3.4/10.0



<그림 6> 면의 microwave와 hot plate 실험의 L* 값 비교



<그림 7> 면의 microwave와 hot plate 실험의 a*, b* 값 비교

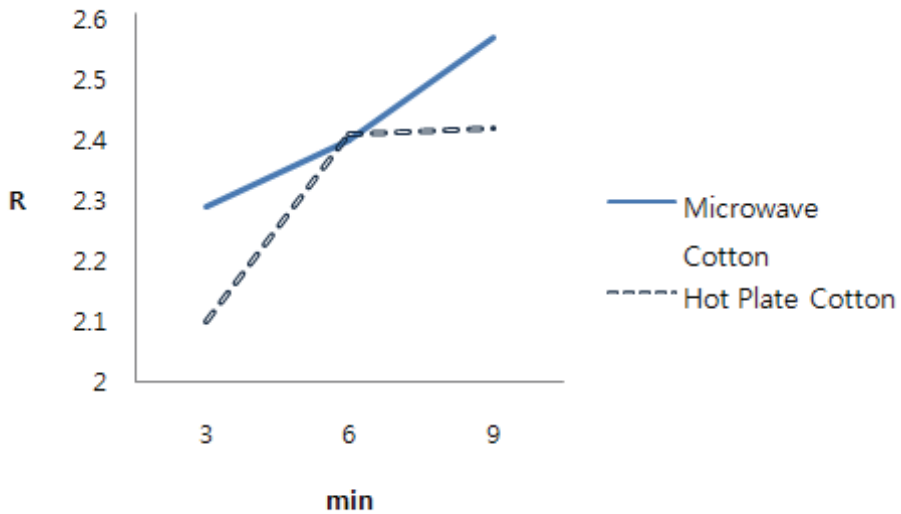
면의 microwave와 hot plate 실험에서 Munsell 값 비교는 <그림 8>과 같다.

Munsell값에서 색상을 의미하는 H값은 microwave 9min(2.57R) > hot plate 9min(2.42R) > hot plate 6min(2.41R) > microwave 6min(2.40R) > microwave 3min(2.29R) > hot plate 3min(2.10R) 의 순으로 microwave로 9min 염색하였을 때 순색에 가장 가까운 색으로 측정되었고 hot plate로 3min 염색하였을 때 2.10R 로 가장 낮은 값으로 측정되었다.

염색한 시료의 L*, a*, b* 값과 Munsell값을 비교하였을 때 microwave로 염색한 시료가 심색으로 측정되었다.

<그림 8>은 microwave로 염색하였을 때 시간이 증가함에 따라 R값이

높아지며 선명한 색으로 염색이 되었다. hot plate로 염색하였을 때 6min에서 9min으로 시간이 증가하지만 R값이 변화는 거의 없다. 시료의 염색 시간별 특성 변화와 색도 결과에서 보았을 때 3min에서 6min의 변화보다 6min에서 9min까지의 변화가 적은 이유는 고온에 의해 물과 염료 분자들이 섬유 내에 침투하기 어려운 구조로 전이가 일어나기 때문으로 생각된다.



<그림 8> 면의 microwave와 hot plate 실험의 Munsell 값 비교

(2) 견

견의 CIE $L^*a^*b^*$ 값과 Munsell 값은 <표 7>과 같고 <그림 9>는 견의 Microwave와 Hot Plate 실험 중 L^* 값의 비교를 그래프로 나타낸 것이다.

<표 6> 은 견의 CIE $L^*a^*b^*$ 값과 Munsell값을 나타낸 표이다.

microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 L^* 값은 42.83, 39.82, 37.16 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 L^* 값은 46.53, 43.19, 40.40으로 microwave로 염색한 시료에서 심색이 측정되었다.

<그림 10>은 microwave와 hot plate로 실험한 시료의 a^* 값과 b^* 값의 비교를 나타낸 것이다.

microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 a^* 값과 b^* 값은 다음과 같다. 3min 의 a^* 값은 61.40, b^* 값은 26.86 이다. 6min 의 a^* 값은 59.57, b^* 값은 32.71 이다. 9min 의 a^* 값은 58.83, b^* 값은 33.77 이다. hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 a^* 값과 b^* 값은 다음과 같다. 3min 의 a^* 값은 60.60, b^* 값은 21.67 이다. 6min 의 a^* 값은 60.11, b^* 값은 25.96 이다. 9min 의 a^* 값은 60.02, b^* 값은 30.35 이다.

견의 실험결과는 열원을 microwave를 사용하여 염색한 시료에서 심색이 측정되었다. L^* 값은 염색시간이 증가할수록 섬유 내 비결정 영역에 결합하는 염료의 양이 많아져 심색의 효과가 나타났다. 이 결과는 문지애⁴⁸⁾, 안태준⁴⁹⁾, 윤우열⁵⁰⁾의 연구에서도 같은 결과가 보고된 바 있다.

48) 문지애 (2008). 장미꽃 색소의 직물 염색성, 동신대학원 석사학위논문, p. 36.

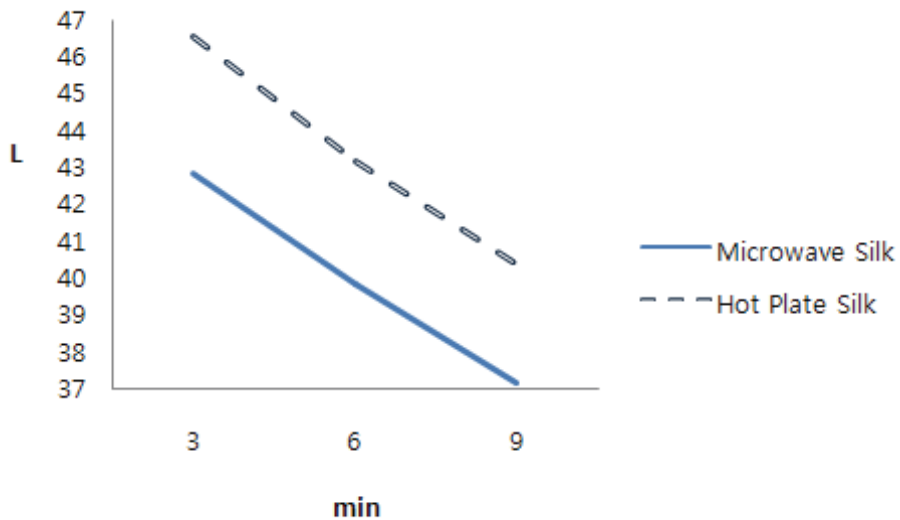
49) 안태준 (2004). 감 추출액에 의한 견직물의 염색, 상주대 산업대학원 석사학위논문, p. 16.

50) 윤우열 (2002). 목의 색채와 양색성 비교연구, 건국대학교 산업대학원 석사학위논문, p. 15.

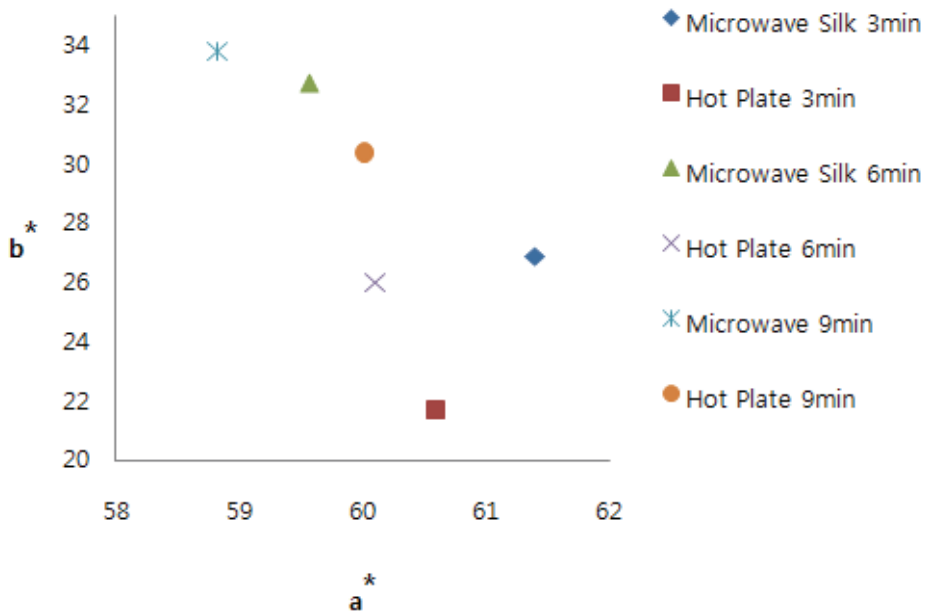
견의 실험도 면의 실험과 같이 열원을 hot plate를 사용하여 실험할 때 유리막대로 시료를 교반하는 것이 염료의 염착성을 높이는 원인으로 작용하였을 것으로 생각된다.

<표 7> 견의 CIE L*a*b* 값 / Munsell

	time	heat	CIE L*a*b*			Munsell	
			L*	a*	b*	H	V/C
silk	3min	microwave	42.83	61.40	26.86	4.22R	4.2/14.4
		hot plate	46.53	60.60	21.67	3.11R	4.5/14.2
	6min	microwave	39.82	59.57	32.71	5.67R	3.9/14.1
		hot plate	43.19	60.11	25.96	4.14R	4.2/14.1
	9min	microwave	37.16	58.83	33.77	6.23R	3.6/13.8
		hot plate	40.40	60.02	30.35	5.08R	3.9/14.1



<그림 9> 견의 microwave와 hot plate 실험의 L* 값 비교



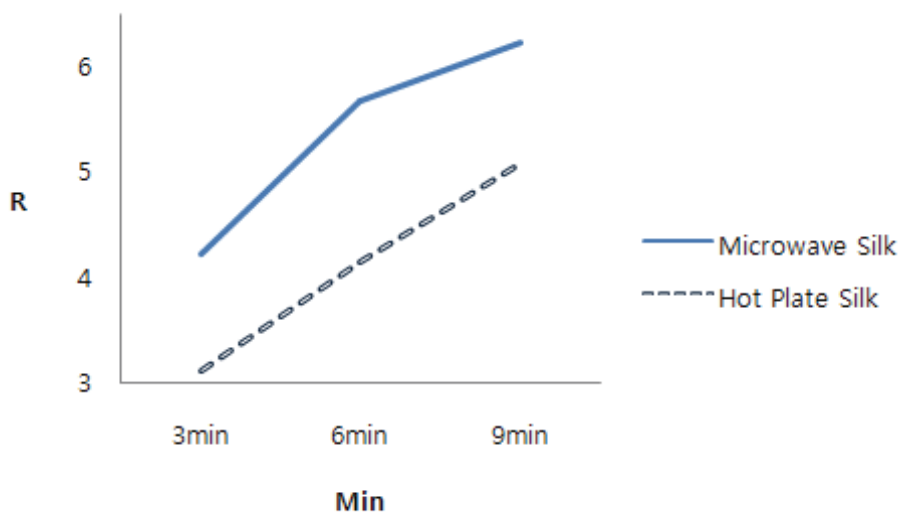
<그림 10> 견의 microwave와 hot plate 실험의 a*, b* 값 비교

견의 microwave와 hot plate 실험에서 Munsell 값 비교는 <그림 11>과 같다.

Munsell값에서 색상을 의미하는 H값은 microwave 9min(6.23R)> microwave 6min(5.67R) > hot plate 9min(5.08R) > microwave 3min(4.22R) > hot plate 6min(4.14R) > hot plate 3min(3.11R) 의 순으로 측정되었다. microwave로 6min 동안 염색된 시료의 R 값은 hot plate 9min동안 염색된 시료의 R값보다 높았다. hot plate로 3min 동안 염색 하였을 때는 3.11R로 가장 낮은 값으로 측정되었다.

견의 실험에서는 microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색한 시료가 hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색한 시료보다 심색으로 측정되었

다. 열원에 따른 L*값의 차이는 면보다 견의 결과에서 크게 나타났다. 색상(R)은 견의 염색 결과가 면의 염색결과보다 높게 측정되었다. 문지애⁵¹⁾, 김성미⁵²⁾의 연구 결과에서도 견의 염색성은 면의 염색성보다 높은 것으로 보고되었다. 이는 견의 피브로인이 아미노기와 카르복시기, 수산기 등과 같이 염료와 결합하여 염착좌석을 이루는 활성기를 함유하고 있기 때문이라 생각된다.



<그림 11> 견의 microwave와 hot plate 실험의 Munsell 값 비교

51) 문지애 (2008). 장미꽃 색소의 직물 염색성, 동신대학원 석사학위논문, p. 17.

52) 김성미 (2003). 차잎 추출액을 이용한 염색에 관한 연구, 성신여자대학교 정보산업대학원, p. 21.

2. 염색견뢰도 평가

1) 세탁견뢰도

세탁견뢰도는 1-5급의 기준으로 하였다. 면의 세탁견뢰도는 <표 8> 과 같다. microwave로 염색하였을 때와 hot plate로 염색하였을 때 2-3급으로 견뢰도가 낮은 결과가 나타났다. 오염도 측정에서 첨부백포 cotton은 1-2급으로 매우 낮은 견뢰도가 나타났고, wool은 4-5급으로 견뢰도가 우수하였다. 시험결과 면은 열원과 염색 시간 변화와 상관없이 낮은 세탁견뢰도와 오염도가 나타났다. 오염도 시험에서 첨부백포 cotton의 결과가 1-2급으로 낮은 것은 면 염색 시 식물성 염료에 염착률이 높은 직접 염료를 사용하였기 때문이다. 면 시료의 염료가 시험 과정에서 cotton 첨부백포로 이염되었을 것으로 생각된다. 이 결과는 조원주⁵³⁾, 방혜경⁵⁴⁾의 연구에서도 세탁견뢰도 중, 면의 오염도가 높게 나타난 결과가 보고된 바 있다.

<표 8> 면의 세탁견뢰도

time	heat	세탁견뢰도 (급)	오염(급)	
			cotton	wool
3min	microwave	2-3	1-2	4-5
	hot plate	2-3	1-2	4-5
6min	microwave	2-3	1-2	4-5
	hot plate	2-3	1-2	4-5
9min	microwave	2-3	1-2	4-5
	hot plate	2-3	1-2	4-5

53) 조원주 (2003). 솟을 이용한 직물의 천연염색, 경상대학교대학원 석사학위논문, p. 25.

54) 방혜경, 전개서, p. 9.

견의 세탁견뢰도는 <표 9>와 같다. microwave로 염색하였을 때에 시간 변화와 상관없이 3-4급의 세탁견뢰도가 나타났고 hot plate로 염색하였을 때에는 3min은 1급으로 낮은 견뢰도가 나타났고, 6min은 2-3이고, 9min은 4급으로 높은 견뢰도가 나타나 염색 시간이 증가함에 따라 견뢰도가 높아졌다. 오염도 측정에서는 열원과 염색 시간 변화에 영향을 받지 않고 첨부백포 cotton과 silk의 오염도가 4-5급으로 모두 높은 견뢰도를 보였다.

견을 microwave로 3min 동안 염색하였을 때 세탁견뢰도는 3-4급이다. hot plate로 염색할 때에는 염색 시간이 6min 이상 되어야 3-4급의 결과를 얻을 수 있다. 이 결과는 두 열원 중 microwave로 염색 하였을 때 염색 시간이 단축되고 에너지 절감이 가능한 것을 나타낸다. 견은 면에 비해 오염도 결과가 좋게 나타났고 견의 오염도 측정 시 첨부백포 silk에 오염도가 4-5급으로 좋게 나타났다. 박아영⁵⁵⁾, 조원주⁵⁶⁾, 의 연구에서도 견의 세탁견뢰도는 4-5등급으로 측정되어 같은 본 연구결과와 동일하게 나타났고 견의 염색성이 면보다 좋은 것으로 나타났다.

<표 9> 견의 세탁견뢰도

time	heat	세탁견뢰도 (급)	오염(급)	
			cotton	silk
3min	microwave	3-4	4-5	4-5
	hot plate	1	4-5	4-5
6min	microwave	3-4	4-5	4-5
	hot plate	2-3	4-5	4-5
9min	microwave	3-4	4-5	4-5
	hot plate	4	4-5	4-5

55) 박아영 (2008). 견직물의 자초 염색시 오베자를 이용한 색상 및 매염효과, 숙명여자대학교대학원 석사학위논문, p. 59.

56) 조원주, 전개서. p. 25.

2) 일광견뢰도

일광견뢰도는 <표 10>과 같다. 면은 열원과 시간의 변화에 따른 차이는 없고 견은 hot plate로 3min과 6min 동안 염색한 시료에서 2-3급의 일광견뢰도가 나타났다. hot plate 9min은 3급이고 microwave로 3min, 6min, 9min 동안 염색한 시료에서도 3급의 일광견뢰도가 나타났다. 견은 hot plate로 9min 염색할 때 microwave로 3min 동안 염색 한 것과 같은 결과를 얻을 수 있다.

<표 10> 면과 견의 일광견뢰도

time	heat	cotton	silk
3min	microwave	3	3
	hot plate	3	2-3
6min	microwave	3	3
	hot plate	3	2-3
9min	microwave	3	3
	hot plate	3	3

V. 결 론

본 연구는 microwave와 hot plate로 열원을 달리하여 직물을 염색하였다. 시료는 면과 견을 사용하였고 염액의 농도는 8% o.w.f로 일정하게 조정하였다. 염액의 온도는 40℃로 조정하였으며 염색 후 시료를 가볍게 탈수 한 후 wet pick-up을 250%로 조정하여 상온에서 24시간 건조하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 색도측정에서 면을 microwave와 hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 명도를 나타내는 L^* 값은 microwave로 염색한 시료가 hot plate로 같은 시간 염색한 시료보다 심색의 결과를 측정하였다. Munsell기호로 환산한 색상은 microwave로 9min 동안 염색하였을 때 2.57R 로 가장 높아 red에 가장 가까운 결과가 측정되었고 hot plate로 3min 동안 염색하였을 때 2.10R 로 가장 색도가 낮았다.

견의 결과도 면과 마찬가지로 microwave와 hot plate로 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 L^* 값은 microwave로 염색한 시료에서 hot plate로 같은 시간 염색한 시료보다 심색의 결과가 나타났다. Munsell기호로 환산한 색상은 microwave로 9min 동안 염색하였을 때 6.23R 로 가장 높게 나타났고 hot plate로 3min 동안 염색하였을 때 3.11R 로 색상이 가장 낮았다.

염색시간이 염색성에 미치는 영향은 염색시간이 증가함에 따라 염색성이 향상되고 심색의 결과가 나타났다. 박아영⁵⁷⁾, 강석무⁵⁸⁾, 강오란⁵⁹⁾, 조

57) 박아영, 전계서. p. 33

58) 강석무 (2005). 누리장 추출물에 의한 견직물의 염색, 성균관대학교 대학원 석사학위논문, pp. 30-31.

원주⁶⁰⁾의 연구에서도 같은 결과가 나타났다.

2. 면의 세탁견뢰도는 microwave와 hot plate로 염색하였을 때와 2-3급으로 낮은 견뢰도가 나타났다. 열원과 염색 시간에 따른 영향 없이 같은 결과가 나타났다.

견의 세탁견뢰도는 microwave로 염색하였을 때 3-4급의 높은 견뢰도가 나타났다. hot plate로 염색하였을 때에는 염색 시간이 증가함에 따라 3min은 1급, 6min은 2-3급, 9min은 4급으로 견뢰도가 향상되었다.

3. 면의 일광견뢰도는 microwave와 hot plate로 염색하였을 때 시간에 따른 영향 없이 3급의 결과가 나타났다.

견의 일광견뢰도는 hot plate로 3min과 6min 동안 염색하였을 때 2-3급으로 나타났고 hot plate 9min, microwave 3min, 6min, 9min 동안 염색하였을 때 3급으로 나타났다.

본 연구에서 염색 시 열원을 1050W의 microwave와 1300W의 hot plate를 사용하여 비교하였다. 결과는 hot plate 사용하였을 때보다 microwave를 사용하여 염색하였을 때 심색효과가 탁월하였으며 색상이 우수한 결과를 얻었다. 면과 견의 일광견뢰도, 세탁견뢰도, 색도 결과의 차이는 염색성에 영향을 미치는 열원, 섬유상 구조, 결정화도, 성질이 다르기 때문이다. 다양한 종류의 섬유가 갖고 있는 고유의 성질에 따라 최적의 염색조건(염료, 농도, 염색시간, 염색방법)을 연구하여 microwave의 특성과 부합하는 염색 방법을 개발하여야 한다. microwave를 이용한 염

59) 강오란 (2004). 대황을 이용한 견직물의 염색에 관한 연구, 성균관대학교 대학원 석사학위논문, p. 30.

60) 조원주, 전개서, p. 19.

색은 환경적 측면에서 볼 때 염색 시 발생하는 탄소량을 줄이고 에너지를 절약하여 경제성을 높일 수 있는 친환경적 기술이다. 또한 고감도 산업인 패션 제품의 부가가치를 높이는 염색 산업의 기술개발을 위해 폭넓은 후속연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 강오란 (2004). 대황을 이용한 견직물의 염색에 관한 연구, 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
- 김종준, 최정임 (2007). *고감성 텍스타일 표현기법*, 서울 : 이화여자대학교 출판부.
- (사)한국색채학회 (2002). *컬러리스트*, 서울 : 국제.
- 강석무 (2005). 누리장 추출물에 의한 견직물의 염색, 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
- 강인숙, 송화순, 유효선, 이정숙, 정혜원 (2001). *염색의 이해*, 서울 : 교문사.
- 김성미 (2003). 차잎 추출액을 이용한 염색에 관한 연구, 성신여자대학교 정보산업대학원 석사학위논문.
- 남창우, 이범수 (2004). “염색가공 산업에서의 청정생산기술.” *섬유기술과 산업*, 8(4), p.462.
- 문선영 (2003). 케티온화제 처리 면직물의 염색성에 관한연구, 홍익대학교 대학원 석사학위논문.
- 문지애 (2008). 장미꽃 색소의 직물 염색성, 동신대학교 대학원 석사학위논문.
- 박견순 (2007). 콩즙처리 방법에 따른 천연염색포의 기능성에 관한 연구, 성신여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 박기학 (2002). 염료산업 공정과정의 전 과정평가 및 경제성평가에 관한 연구, 수원대학교 대학원 석사학위논문.
- 박병기 외 (2004). *섬유공학의 이해*, 서울 : 시그마프레스.

- 박아영 (2008). 견직물의 자초 염색시 오배자를 이용한 색상 및 매염효과, 숙명여자대학교대학원 석사학위논문.
- 박영환 (1999). “염색가공 설비와 환경.” 섬유기술과 산업, 3(3/4) p. 158.
- 방혜경 (1992). 모시, 아마, 면의 직접염료 염색에서 염색성과 염색 견뢰도에 대한 연구, 성신여자대학교대학원 석사학위논문.
- 성진기 (1998). “염색가공 설비의 기술개발 동향.” 1(16) p. 59.
- 송번수 (1991). *염색의 실제*, 서울 : 미진사.
- 신인수 (2001). *신비한 실크*, 서울 : 경춘사.
- 신준식 (2005). 마이크로파 에너지를 이용한 기능성 색소의 합성에 관한 연구, 부경대학교 대학원 석사학위논문.
- 안경조 (2000). *염색의과학*. 서울 : 경춘사.
- 안영무 (1994). *섬유학*, 서울 : 학문사.
- 안태준 (2004). 감 추출액에 의한 견직물의 염색, 상주대 산업대학원 석사학위논문.
- 윤우열 (2002). 목의 색채와 양색성 비교연구, 건국대학교 산업대학원 석사학위논문
- 이연순, 정정숙, 이영희 (1997). *염색의 이론과 실제*, 서울 : 미진사.
- 임용진 (2004). “에너지 절약 및 환경친화적 염색가공.” *한국염색가공학회, 추계학술대회 논문집*, p. 25.
- 전미선, 박명자 (2009). “솔잎 추출물의 염색성 및 염색 견뢰도.” *복식문화연구*, 12(6호), p. 1131
- 정동립 외 (2005). *색채표현과 패션*, 서울: 교학연구사.
- 조원주 (2003). 솟을 이용한 직물의 천연염색, 경상대학교 대학원 석사학위논문.
- 조인술 외 (2000). *실용염색학*, 서울 : 형설출판사.

- 조현태 (2002). 염색공장에서 에너지 절감을 위한 현황분석 및 공정개선 방향수립에 관한연구, 산업자원부.
- 최인려, 방혜경, 김월순, 김미경 (2010). *직물가공과표현기법*, 서울 : 교문사.
- 최인려, 방혜경, 최정임, 정은주 (2005). *섬유와 패션*, 서울 : 성신여자대학교 출판부.
- 최인순 (1988). 시판용 마직물의 염색견뢰도에 관한연구, 경희대학교 대학원 석사학위논문.
- 허복구 (2005). 매리골드 추출물의 특성 및 화훼장식 소재에 대한 염색성, 목포대학교 대학원 박사학위논문.
- J. Jacob, L. H. L. Chia, and F. Y. C. Boey (1995). "Thermal and Non Thermal Interaction of Microwave Radition with Materials", J. Mater. Sci, 30, p. 5321.
- L. N. Howard, (1986), *Textile Fiber, Dyes, Finishes, and Processes*. (New Jersey : Noyes Publications), pp. 167-168.
- L. Perreux and A. Loupy 2001. "A Tentative Rationalization of Microwave Effectin Organic Synthesis According to the Reaction Medium, and Mechanistic Consideration", *Tetrahedron*, 57, p. 9199.
- R. E. Collin 1985. *Foundations for Microwave Engineering*, McGraw-Hill, New-York, p. 35.
- S. P. Warren (1996). *Textile Coloration and Finishing*. (North Carolina : Carolina Academic Press). pp. 99-105.
- W. H. Sutton. 1989. "Microwave Processing of Ceramic Materials", *Am Ceram. Soc. Bull.* 68, p. 376.

ABSTRACT

A study of Dye ability using microwave

Kim, Ji Hyun

Dept. of Clothing

Graduate School of Sungshin Women' s University

Of all the ways that energy is consumed within textile industry, few are as high energy-expending as dyeing process. The energy consumption in dyeing process amounts to 77% of total fuel consumption, 54% of total electricity use. A technical development in terms of efficient saving energy and time as well is required in the process of dyeing textiles.

Recently, dyeing experts are investigating new technology can conserve energy grafting into microwaves, radio waves, infrared lights, etc. Dyeing industry in Korea, however, the research related to energy conservation has been rarely conducted. Accordingly, this study aims to examine the possibility where especially microwaves could be applied to reduce the energy use and enhance dyeing process skill.

This study performs the experiment in which ultrashort wave is

employed as heating condition in dyeing and figures out as colour yield being promoted, bathochromic effect would be achieved. Applying microwaves in dyeing process is expected to lower the carbon emission, energy and time wasted, ultimately exalt economic efficiency.

Cotton and silk were used as samples in the experiment. Cotton holds critical position in the world's textile industry accounting for almost 50% of overall textile consumption used in varied ways. The silk fabric is known as its natural gloss and softness. The condition of 1050W microwaves and hot plates with 1300W power were applied as heat sources. Heat-resistant vessel was used in case of microwaves. Density of dye liquor is 8% of o.w.f and dye bath was manipulated to liquor ratio of 1:30. The liquor temperature was set to 40° and then plunged the samples heated up for 3min, 6min, 9min respectively. Afterwards the samples were lightly dehydrated and dried out at normal temperature for 24 hours under the control of wet pick-up to 250%.

In consequence of the experiment, the chromaticity of dyed samples is displayed in accordance with CIE L*a*b and Munsell diagram standardized KS A 0066 and KS A 0062 individually. Colorfastness is measured by colorfastness to laundering and colour fastness to light standardized KS K ISO 105 C06 and KS K ISO B05 respectively.

The outcome of the research is as follows: first, in evaluation of chromaticity in dyeability, the L* value is 37.53 when Cotton dyeing

for 3min with microwaves, 6min 35.09, 9min 33.71; under hot plates it was 38.02 for 3min, 35.31 for 6min and 34.79 for 9min.

The hue is demonstrated as follows borrowing Munsell system: it was 2.29R when dyeing for 3min with microwaves, 6min 2.40R, 9min 2.57R; under hot plates it was 2.10R for 3min, 2.41R for 6min and 2.42R for 9min.

The L* value is 42.83 when Silk dyeing for 3min with microwaves, 6min 39.82, 9min 37.16; under hot plates it was 46.53 for 3min, 43.19 for 6min and 40.40 for 9min.

The hue is demonstrated as follows borrowing Munsell system: it was 4.22R when dyeing for 3min with microwaves, 6min 5.67R, 9min 6.23R; under hot plates it was 3.11R for 3min, 4.14R for 6min and 5.08R for 9min.

In the process of dyeing cotton, higher L* value and vivider hue gets as dyeing period extends.

Second, the colorfastness to laundering is revealed evenly as 2-3 level in both heating ways of microwaves and hot plates. In measuring pollution level of accompanying fabric experiment, cotton resulted in 1-2 level, which shows very low colorfastness whereas wool has high quality of 4-5.

The level shown in Silk differed in colorfastness of laundering according to the heating type, microwaves and hot plates. It showed 3-4 level for 3min, 6min, 9min in microwaves; and 1 level for 3min, 2-3 level for 6min and 4 level for 9min in hot plates.

Third, in colorfastness of lighting, cotton exhibited 3 level in both

heating ways of microwaves and hot plates and did not show any difference according to the heat source or amount of time. Silk had 2-3 level when dyeing with hot plates for 3min and 6min.

Silk displayed the lowest colorfastness of laundering and lighting when dyeing with hot plates for 3min and 6min during the experiment.

To sum up, this study compared 1050W microwaves to 1300W hot plates as heat sources in dyeing process. In consequence, dyeing under microwaves results more prominent bathochromic effect and especially silk shows excellent hue when using microwaves rather than applying hot plates. In this fashion, the use of microwave in dyeing textile contracts work process and saves the time spending. The reduction of spending time leads the way to save energy and bring economic efficiency. This will get decrease in carbon emission which guides to an environmentally friendly technology. Further research is needed to improve the technology of textile industry creating the great economic synergy by efficient energy use and developing the energy saving devices that would bring about a renovation to fashion industry as well.