

초음파처리가 홍화의 색소추출과 염색성에 미치는 영향*

Effect of Ultrasonic Treatment on Colorants Extraction and Dyeability of Safflower*

충북대학교 생활과학대학 패션디자인정보학과
박사과정 김용숙
교수 최종명

Department of Fashion Design Information, Chungbuk National University

Doctoral Course : Yong Sook Kim

Professor : Jong Myoung Choi

◀ 목 차 ▶

- | | |
|---------------|--------|
| I. 서론 | IV. 결론 |
| II. 실험재료 및 방법 | 참고문헌 |
| III. 결과 및 고찰 | |

<Abstract>

A new method for competent extraction of safflower (*Carthamus tinctorius* Linnaeus) colorants by using ultrasonic device was developed. When comparing to general extraction method, the ultrasonic method showed high extraction efficiency of safflower pigments. Ultrasonic method gave a higher extraction yield of red and yellow safflower pigments than using general method. It is supposed that the extraction efficiency is to be attributed to high vibration energies from ultrasound and finally induced physical changes of the pigments. Furthermore, this study explored the effects of ultrasonic treatment into the extracted safflower pigments on dyeing of cotton fabrics. Ultrasonic treatment into the extracted pigments exhibited significantly improved dyeing properties for the cotton fabrics.

주제어(Key Words): 초음파 추출(ultrasonic extraction), 홍화(safflower), 염색성(dyeability), 색소(colorants)

I. 서론

인간의 건강과 안전을 염두로 한 환경 친화 기술에 대한 산업적 수요는 급증하고 있고 염색분야에서도 환경 친화적인 천연염색(안경조, 김정희, 2001; 남성우, 정인모, 김인희, 1995; 소황옥, 1995; 배순이, 1999)에 대한 관심이 고조되고 있다. 천연염색은 다양한 색감을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 자원 자체가 가지고 있는 향균(김병희, 송화순, 2000; 한영숙, 이해자, 김정희, 2005), 피부보호 효과로 자외선 차단(송명건, 송은영, 2005), 전자파차단(조원주, 이정숙, 2004) 등의 유익하고 부가적인 효과가 있어서 의류산업에 적용 시 고부가가치(김상울, 최미성, 2000; 김은경, 장지혜, 2000)를 창출할 수 있다. 반면에 천연염색 재료에서부터 최종제품인 염색된 직물을 얻는 공정에는 추출된 색소가 균질성 없고 염색 시 재현성이 부족한 단점을 가진다. 이런 기술적 문제뿐만 아니라 산업적 제조 시 노동력이 많이 드는 복잡한 생산 공정 때문에 대량생산을 하기 힘든 큰 단점을 가지고 있다. 따라서 천연염색 직물을 경제적으로 산업화하려면 천연염료제조를 재현성이 있는 균일하게 생산하는 방법과 염색공정을 단순화하여 기계화시킬 뿐만 아니라, 기능성이 부여된 고부가가치의 상품화 기술(남성우, 1999)이 필요하다.

홍화는 통경(通經), 어혈(瘀血)등의 기능성이 있고, 홍화의 씨가 칼슘의 공급원으로 골다공증치료 예방의 효능이 크게 입증되면서 경제적인 작물로 인정되어 수요량이 증가함에 따라 그 재배지가 확대되어 홍화를 천연염료로 사용 시 원료의 공급은 문제가 없다. 더욱이 홍화는 색의 삼원색 중 홍색과 황색의 두 가지 색상의 염색이 가능하여 천연염료로서의 효용가치가 크다고 할 수 있으므로 홍화를 이용한 재현성이 있고 표준화된 염료 및 염색방법의 개발은 중요한 산업적 의미가 있다.

초음파는 사람이 들을 수 없는 2만 Hz이상인 높은 주파수의 음파(Peters, 1996; Ince, Tezcanli, Belen, & Apikyan, 2001)로 파장이 매우 짧아서 용액 속에서는 진동에너지를 발생시켜서 물보라를 일으킬 수 있고 이를 이용해서 미세한 알갱이로 펼쳐낼 수 있어서 세척에 사용되고 있다. 식물체에서 활성성분의 초음파 추출은 주로 식품이나 의약품 성분을 추출하는데 많이 활용되고 있는데, Xia, Shi와 Wan(2006)은

차의 침출 성분을 초음파로 추출했을 때 향기 성분의 추출 효율이 높아짐을 밝혔고, Smelcerovic, Spiteller와 Zuehike(2006)은 세인트존스플에서 플라보노이드 성분 추출 시 초음파의 효과를 보고하였다.

초음파의 천연염색에서의 활용(Dyenews, 2003)은 초음파의 강한 전자파 충격을 이용하면 염료의 입자가 25%~30%의 크기로 부수어지면서 직물에 염료침투가 원활해져 염착성이 높아지는 특징을 가진다. 이런 특성은 염색 시간이 단축되고 색소의 흡착량이 많아져서 염색의 효율성을 높이므로 일반적인 염색과 비교하면 공정 에너지가 절감되고 환경개선, 염색공정의 개선, 작업비용이 절감된다는 보고를 하였다(Nalankilli & Satheeshkumar, 2003).

따라서 본 연구에서는 천연색소추출과 염색의 균일성을 달성하기 위해서 적황색계 천연염료 중 가장 많이 사용되는 홍화(안경조, 김정희, 2001; 홍경옥, 2000)를 대상으로 초음파를 사용한 염료추출 조건을 알아보고자 한다. 즉 초음파를 사용하여 진동에너지를 줌으로써 홍화 속에 존재하는 적황색 염료의 용출의 효율성을 높이고, 또한 염색 시 초음파의 진동에너지에 의해서 염색성이 높은 염료로 변화된 염료를 사용함으로써 염색의 균일성을 확보한 새로운 천연염색 방법을 확립하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 염 재

본 실험에 사용한 홍화는 색깔이 선명하고 건조 상태가 좋은 꽃잎을 시중 한약 재료상에서 구입하여 사용하였다. 원산지는 중국이었다.

2) 시료와 시약

본 실험에서는 KS K 0905규격인 염색견뢰도 시험용 표준 백색 면직물(Table 1)을 염색용 시료로 사용하였으며, K₂CO₃ (KANTO)은 특급 시약을 사용하였다.

<Table 1> Characteristics of cotton fabrics

Fiber content (%)	Yarn count		Density (Warp×Weft/5cm)	Weight (g/m ²)	Weave construction	Thickness (mm)
	Warp	Weft				
Cotton(100%)	30S	36S	141×135	100	Plain	0.24

2. 실험방법

1) 색소추출

(1) 일반 색소추출

색소추출을 위한 용매로는 황색소 추출 시는 물을, 홍색소 추출 시는 3% K₂CO₃용액을 사용하여 추출하였다. 홍화 1g을 100ml의 용액에 넣고서 항온수조 (KMC-8480 SF : Shaker Control 20, Vision Scientific, Korea)에서 30℃, speed: 5의 조건으로 30분 동안 처리한 후 500mesh의 체로 여과하여 사용하였다.

추출된 홍화 색소의 정량은 UV/Visible Spectrophotometer (UV-260, Shimadzu, Japan)를 사용하였으며, 측정 파장은 신인수(1994; 2001)의 방법에 따라서 황색소는 380nm, 홍색소는 440nm에서 흡광도(Absorbance)를 측정하였다.

(2) 초음파에 의한 색소추출

초음파에 의한 색소 추출에 사용된 용매는 일반 추출 방법에서와 동일하게 하였다. 100ml의 용액에 홍화를 1g을 넣고서 초음파 발생기인 Sonifier 450 (Branson Ultrasonics Corporation, USA)을 사용하여 Duty cycle을 10%에서 90%, Output을 2에서 6의 범위로 변화시키면서 3분간 초음파 처리를 하고, 항온수조 (30℃, speed: 5)에서 27분 동안 처리한 후 500mesh의 체로 여과하여 사용하였다. 색소의 정량은 일반 색소추출과 동일한 방법으로 측정하였다.

2) 추출 염액의 면직물 염색

일반 추출 방법과 초음파 추출 방법에 의해서 제조한 홍화 색소 염액을 욕비 1 : 50, 온도 30℃에 맞추어 30분간 염색한 면직물을 수세한 후 건조한 천을 염색포로 하였다.

3) 염직물의 색상분석

염색포를 분광 측색계 (Colour Reader, Model JS555, Colour Techno System CO., Japan)를 이용하여 분석하였다.

(1) 염착량 측정

색소의 염착량은 염색된 면직물의 K/S값으로 평가하였다. K/S값은 분광 측색계에서 직물의 흡수 파장의 표면반사율을 측정하여 아래의 Kubelka-Munk식에 의해 계산하였다. 이때 섬유 염착농도를 조사하는 최대 흡수파장은 황색소는 440nm, 홍색소는 550nm로 하였다.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

(K: 염색포의 흡광계수, S: 염색포의 산란계수,

R: 염색포의 표면반사율)

(2) 표면색 측정

염색된 섬유의 표면색은 분광측색계를 이용하여 L*, a*, b*, K/S값으로 측정하였으며, 이들 값을 이용하여 채도 (Chroma, C*) = ((a*)² + (b*)²)^{1/2}를 계산하였다. 또한 CIELAB 색차식에 의해 색차(Δ)를 구하였다.

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 초음파 처리에 의한 홍화의 색소 추출

1) 색소 추출 시 초음파 효과

초음파 처리가 홍화의 색소 추출에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 일반추출과 초음파 처리로 추출된 색소의 흡광도를 비교하였다.

(1) 황색소 추출 시 초음파 효과

물을 용매로 하여 일반적인 방법으로 홍화의 황색소를 추출한 염액(general)과 초음파를 처리하여 추출한 염액(ultrasonic)의 흡광도를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에서 보는 바와 같이 초음파를 사용하여 추출한 염액은 일반 추출에 비해서 황색소와 홍색소 모두 흡광도의 수치가 높게 나타났다. 즉 일반적인 방법으로 색소 추출 시 황색소를 나타내는 380nm에서의 흡광도는 2.941이었고 초음파를 처리한 경우의 흡광도는 3.426을 나타내어 초음파 처리 시 추출량이 16.4% 더 많은 것을 알 수 있었다. 또한 홍색소를 나타내는 440nm에서의 흡광도도 초음파를 처리한 경우(2.955)가 물로 추출한 경우(2.217)보다 더 높게 나타났다.

따라서 물을 용매로 하여 색소를 추출할 때, 초음파를 사용하면 황색소의 추출량이 많아질 뿐만 아니라 알칼리 용액에서 추출되는 것으로 알려진 홍색소의 추출도 가능해진다는 것을 시사한다고 하겠다.

Table 2. Effect of ultrasonic treatment on the productivity of yellow and red safflower colorants in water as extraction solvent

Method	Wave number	
	Yellow	Red
General (G)	2.941	2.217
Ultrasonic (U)	3.426	2.955

(2) 홍색소 추출 시 초음파 효과

물을 용매로 하여 일반적인 방법으로 황색소를 추출한 홍화의 잔사와 초음파를 처리하여 황색소를 추출한 홍화의 잔사를 다시 K₂CO₃를 용매로 하여 홍색소를 추출한 후 흡광도를 측정된 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보는 바와 같이 황색소나 홍색소 추출시 초음파를 처리한 용액의 흡광도 수치는 초음파를 사용하지 않은 경우보다 황색소를 나타내는 380nm에서나 홍색소를 나타내는 440nm에서 일반 추출보다 모두 높게 나타났다. 즉, 홍색소를 나타내는 440nm에서의 흡광도를 살펴보면, 황색소와 홍색소를 일반적인 방법으로 추출한(GG) 용액의 흡광도(1.671)에 비해서 일반적인 방법으로 황색소를 추출하고 초음파 처리하여 홍색소를 추출한(GU) 용액의 흡광도(3.126)가 더 높게 나타났으며, 초음파를 처리하여 황색소를 추출하고 홍색소를 일반적인 방법으로 추출한(UG) 용액의 흡광도(1.703)에 비해서 초음파를 처리하여 황색소와 홍색소를 추출한(UU) 용액의 흡광도(2.976)가 더 높게 나타났다. 이러한 경향은 황색소를 나타내는 380nm에서 측정된 흡광도의 경우도 마찬가지인 것으로 나타났다.

한편, 일반적인 방법으로 황색소를 추출한 후 홍색소를 추출시 초음파를 처리한 경우(GU)와 황색소와 홍색소를 추출시 모두 초음파를 처리한 용액(UU)을 비교해보면, 홍색소를 나타내는 440nm에서의 흡광도가 GU는 3.126이었으나, UU는 2.976으로 나타났다. 이러한 결과는 UU의 경우 물로 황색소 추출시 초음파 처리를 함으로써 황색소와 함께 홍색소도 추출되었기 때문에 홍색소를 나타내는 흡광도의 수치가 낮은 것으로 생각되며, 이는 초음파를 처리하면 알칼리 용액이 아닌 물에서도 홍색소의 추출이 가능해진다는 Table 2의 결과를 뒷받침하는 것이라고 생각된다.

2) 최적 초음파 색소 추출 조건

홍화 1g을 100ml의 물(황색소 추출)과 K₂CO₃의 용액(홍색소 추출)에 넣고 3분 동안 초음파 처리 한 후 27분 동안 항온 수조에서 처리하였다.

Table 3. Effect of ultrasonic treatment on the productivity of red colorants from safflower

Extraction method		Wave number	
Yellow	Red	380nm	440nm
General	General (GG)	2.926	1.671
	Ultrasonic (GU)	5.702	3.126
Ultrasonic treatment	General (UG)	3.033	1.703
	Ultrasonic (UU)	4.799	2.976

(1) 황색소 추출 조건

홍화로부터 초음파를 이용한 황색소의 최적 추출조건을 알아보기 위해서 초음파 발생기의 output power를 2로 고정하고 cycle %를 달리했을 때 추출된 용액의 흡광도를 측정한 결과는 Fig. 1과 같은 결과를 나타냈다.

물을 용매로 하여 색소 추출시 황색소(380nm)의 경우 흡광도가 cycle 50%까지 약간 증가하는 결과를 보여 황색소만 추출할 시는 초음파 사용유무에 따른 차이는 있지만, 초음파의 cycle수와는 큰 관계가 없는 것을 알 수 있었다.

홍색소(440nm)의 경우는 초음파의 cycle을 높이면 흡광도의 수치가 크게 증가하는 것으로 나타나서 초음파를 사용하면 물로서도 홍색소의 추출이 가능함을 보여준 Table 2의 결과와 일치한다.

다음으로 초음파의 cycle을 50%에 맞추고, output power를 달리했을 때 추출된 색소의 흡광도를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 홍화의 홍색소를 나타내는 440nm의 흡광도의 수치는 output power를 높이면 계속적으로 증가하는

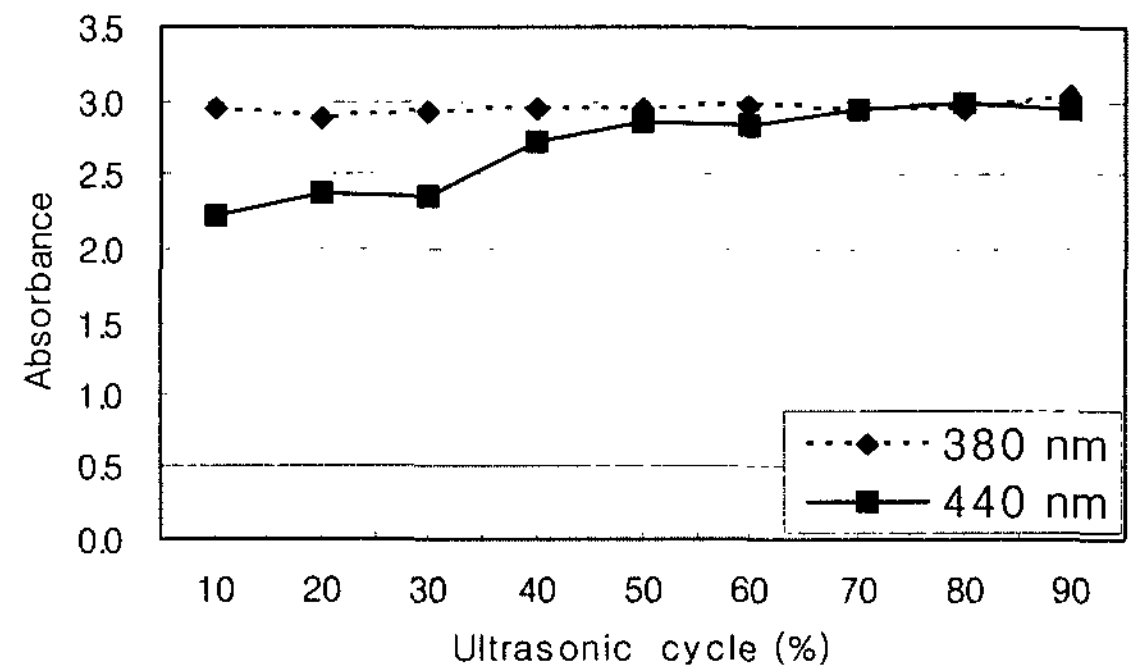


Fig. 1. Effect of duty cycle at a constant output of 2 on ultrasonic extraction of yellow and red safflower colorants in water

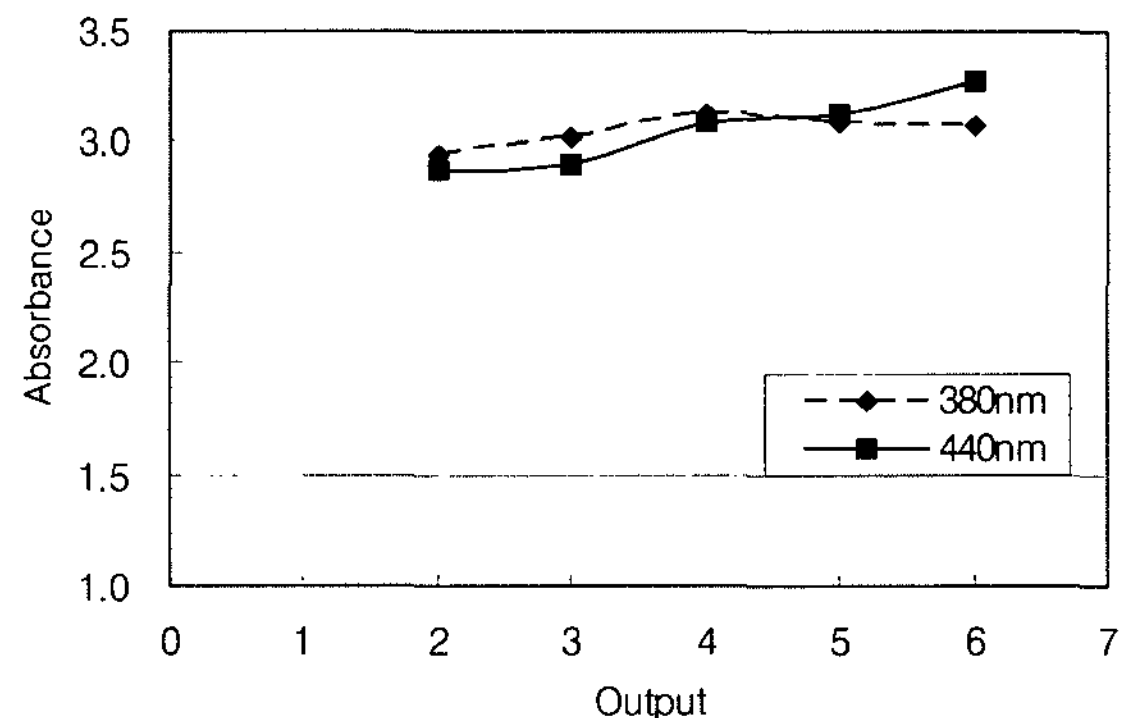


Fig. 2. Effect of output control at a constant duty cycle of 50% on ultrasonic extraction of yellow and red safflower colorants in water

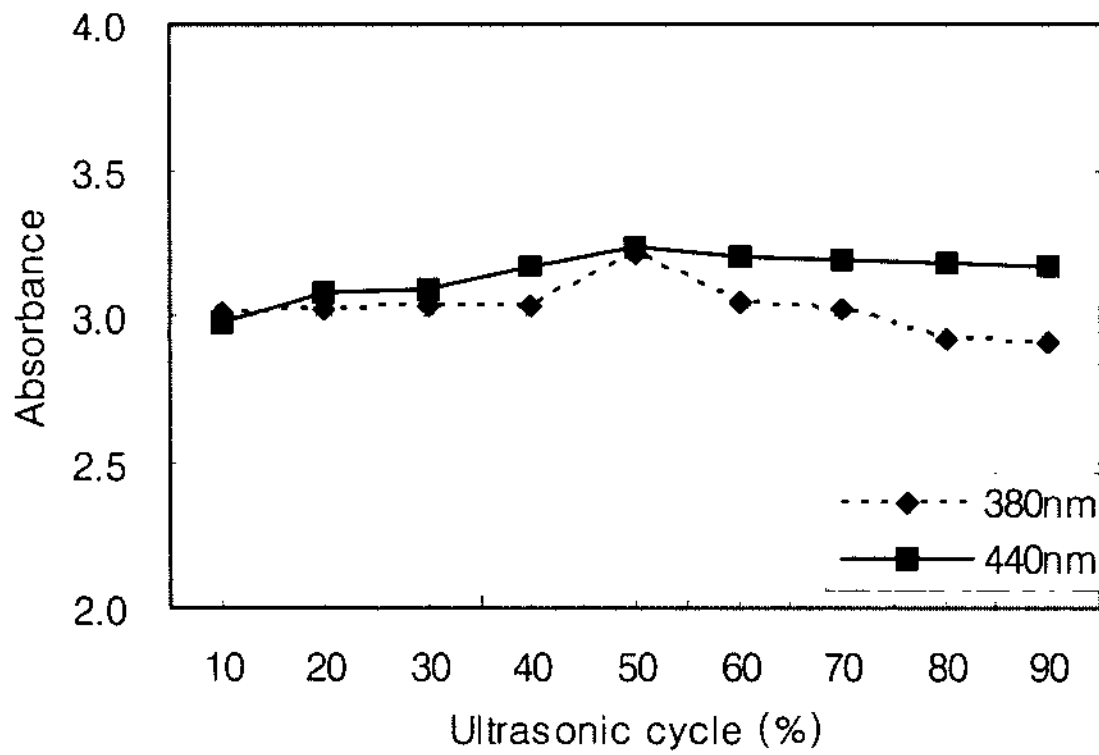


Fig. 3. Effect of duty cycle at a constant output of 2 on ultrasonic extraction of yellow and red safflower colorants in 3% K₂CO₃ solution

양상을 보여서 많은 홍색소를 추출할 수 있는 것을 시사했으나, 황색소는 output power를 4이상으로 올리면 오히려 흡광도의 수치가 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 물을 사용하여 홍화로부터 황색소를 추출할 때는 output power를 4로 조정하는 것이 적절함을 알 수 있었다. 이상과 같은 결과로부터 물을 용매로 하여 홍화에서 황색소를 추출 시 초음파 최적 처리조건은 cycle 50%, output power 4라는 것을 알 수 있었다.

(2) 홍색소 추출조건

홍화로부터 초음파를 이용한 홍색소의 최적 추출 조건을 알아보기 위해서 황색소 추출 조건과 동일하게 초음파 발생기의 output power를 2로 고정하고 cycle %를 달리했을 때 추출된 색소의 흡광도는 Fig. 3과 같은 결과를 나타냈다.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 홍화로부터 색소를 추출하기 위해 K₂CO₃ 용액을 사용하여 초음파 추출 시 cycle %를 높이면 홍색소와 황색소의 추출량이 모두 증가하여 cycle 50%에 이르면 정점에 도달했다가 cycle %를 더욱 높이면 점차 감소하는 경향을 보여서 물로 추출한 조건(Fig. 1)과는 다른 결과를 보였다. 특히 황색소(380nm)는 cycle %를 높이면 흡광도가 감소하여 cycle 70%에서는 cycle 10%인 경우와 동일한 색소의 추출 정도를 보였으며, 그 이상의 cycle %에서는 오히려 흡광도가 더 낮아지는 경향을 나타냈다. 하지만 홍색소(440nm)는 cycle 50%이상에서도 대체적으로 안정적인 흡광도를 보였으므로 cycle 50%가 홍색소 최적 추출 조건임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 황색소와 홍색소의 용해도의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 즉 물에 의해 추출되는 홍화의 황색소는 약한 초음파에 의해서 쉽게 추출되므로 초음파 강도가 커지면 오히려 흡광도가 다소 감소하지만, 알칼리 용액에서 추출되는 홍색소는 비교적 안정한 화합물이므로 초음파 강도가 커질수록 흡광

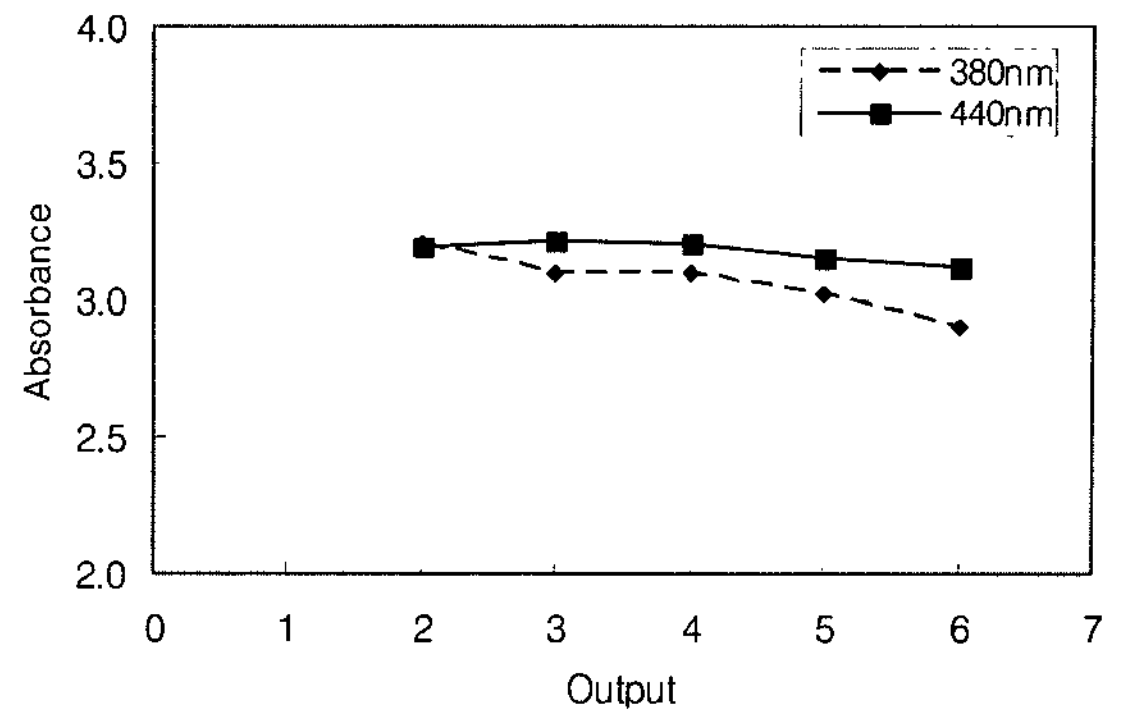


Fig. 4. Effect of output control at a constant duty cycle of 50% on ultrasonic extraction of yellow and red safflower colorants in 3% K₂CO₃ solution

도가 커지는 것이라고 생각된다.

다음으로 초음파의 cycle을 50%로 맞추고, output power를 달리하여 K₂CO₃ 용액을 사용해서 홍화의 색소를 추출 한 결과는 Fig. 4와 같다. 홍색소(440nm)의 흡광도는 output power 3까지는 색소 추출량이 약간 증가하지만, 4를 넘으면 줄어드는 경향을 보였으며 황색소(380nm)의 흡광도는 output power를 높이면 감소하는 양상을 보여서 out power 6에서는 10% 정도 색소의 추출량이 감소하는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 홍화로부터 K₂CO₃ 용액을 사용해서 홍색소를 추출하기 위해서는 초음파 cycle을 50%로 맞추고 output수를 2~4로 맞추어서 추출하는 것이 적절함을 알 수 있었다.

2. 일반 추출과 초음파 추출 홍화 염색액의 염색성 비교

1) 초음파 추출된 황색소의 염색성

홍화로부터 상기 최적 초음파 추출조건(cycle 50%, output power 4)으로 황색소를 일반 추출한 염액과 초음파 추출한 염액을 사용하여 면직물을 30분간 염색한 후 분광측

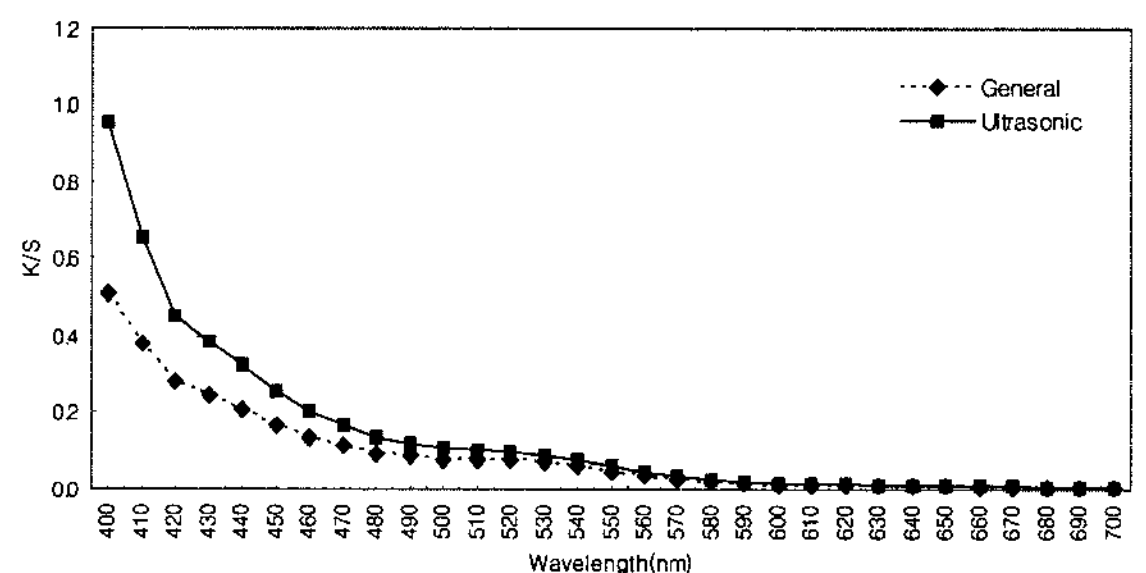


Fig. 5. Comparison of dyeability between cotton fabrics dyed with yellow colorants extracted by general and ultrasonic methods

색계로 400~700nm의 파장에서 추출 방법 간에 염색성 (K/S 값)을 비교한 결과는 Fig. 5와 같다. 일반 추출한 염액 보다 초음파 처리하여 추출한 염액으로 염색한 면직물의 K/S 값이 파장 400-550nm에서 높은 것을 볼 수 있는데, 이런 결과는 홍화의 황색소의 고유 반사파장인 440nm 근처에서도 K/S값의 확연한 차이를 볼 수 있어서 초음파 처리 추출 색소의 염착량이 크게 증가한 것을 알 수 있었다.

황색소로 염색된 면직물을 분광측색계를 사용하여 각각 L^* , a^* , b^* , C, K/S 값을 구한 값은 Table 4의 결과와 같다. 여기서 보는 바와 같이 일반 추출한 염액으로 염색한 면직물의 색상에 비해 초음파 추출한 염액으로 염색한 면직물의 색상이 명도(L^*)는 다소 낮아 졌으나, a^* 와 b^* 값이 커져서 적색과 황색기운이 증가하는 결과를 보였으며, 이들 면직물의 색차를 CIELAB 색차식으로 구한 값(ΔE)은 4.38로 나타났다. 따라서 초음파 처리 시 채도가 높아 선명하게 염색되었음을 알 수 있다.

Table 4. Summary of surfacial color parameters of cotton fabrics dyed with yellow colorants extracted by general and ultrasonic method from safflower

Extraction method	L^*	a^*	b^*	C	K/S(440nm)
General	89.28	4.44	15.77	16.39	0.51
Ultrasonic	87.82	4.50	20.07	20.58	0.96

2) 초음파 추출 홍색소의 염색성

홍색소의 추출 조건은 Fig. 3, Fig. 4에 나타난 바와 같이 초음파 cycle을 50%로 했을 때 output이 2~4의 범위에서 추출 조건이 가장 양호하게 나타났으므로 홍화의 홍색소의 최적 초음파 추출 조건을 확정하기 위해서 초음파 추출 조건 (output power, cycle)을 달리하여 추출한 염액의 면직물에 대한 염색성을 비교하였다.

먼저, 초음파 output power를 2로 고정하고 cycle %를 변화시켜 추출된 홍화의 염액으로 면직물을 염색한 후 분광측색계를 사용하여 분석한 K/S값을 각 파장별로 표시한 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 홍색소는 cycle 50%일 때 가장 염착이 잘 되는 것으로 나타났는데, 이런 결과는 최적 초음파 추출조건에서 cycle 50% 일 때 색소의 추출량이 많은 것과 일치하였다.

다음으로 cycle을 50%로 맞춘 후 output power를 달리하여 추출한 염액으로 면직물에 염색을 했을 때는 Fig. 7에서 보는 바와 같이 output power를 4로 했을 때가 염착이 가장 잘 되는 것을 알 수 있었다.

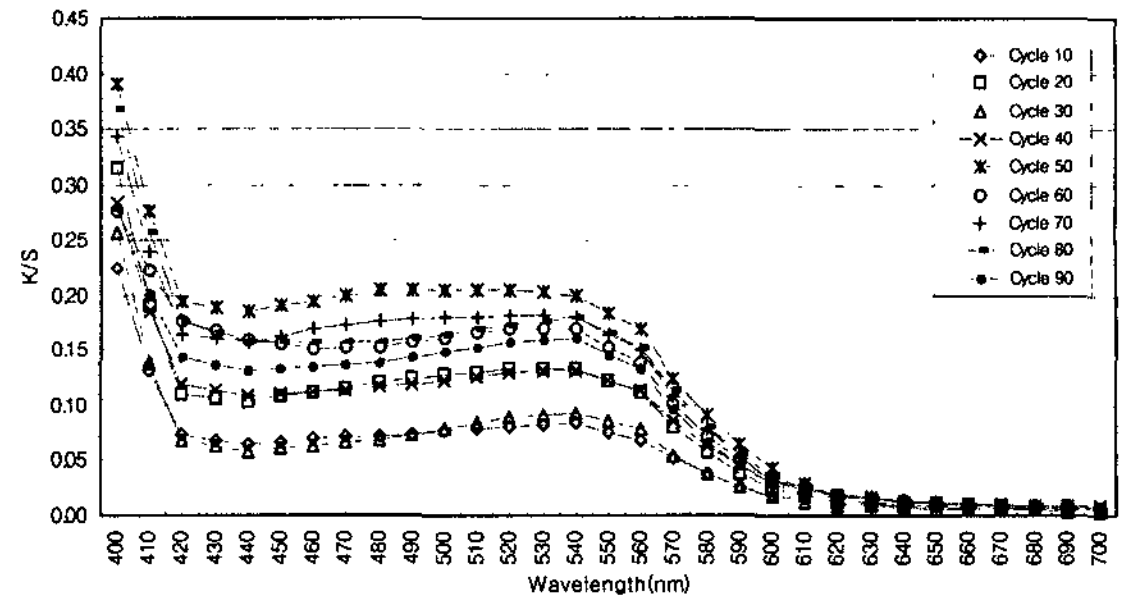


Fig. 6. Dyeability on cotton fabrics dyed with safflower colorants extracted by ultrasonic method at different duty cycle conditions under a constant output of 2

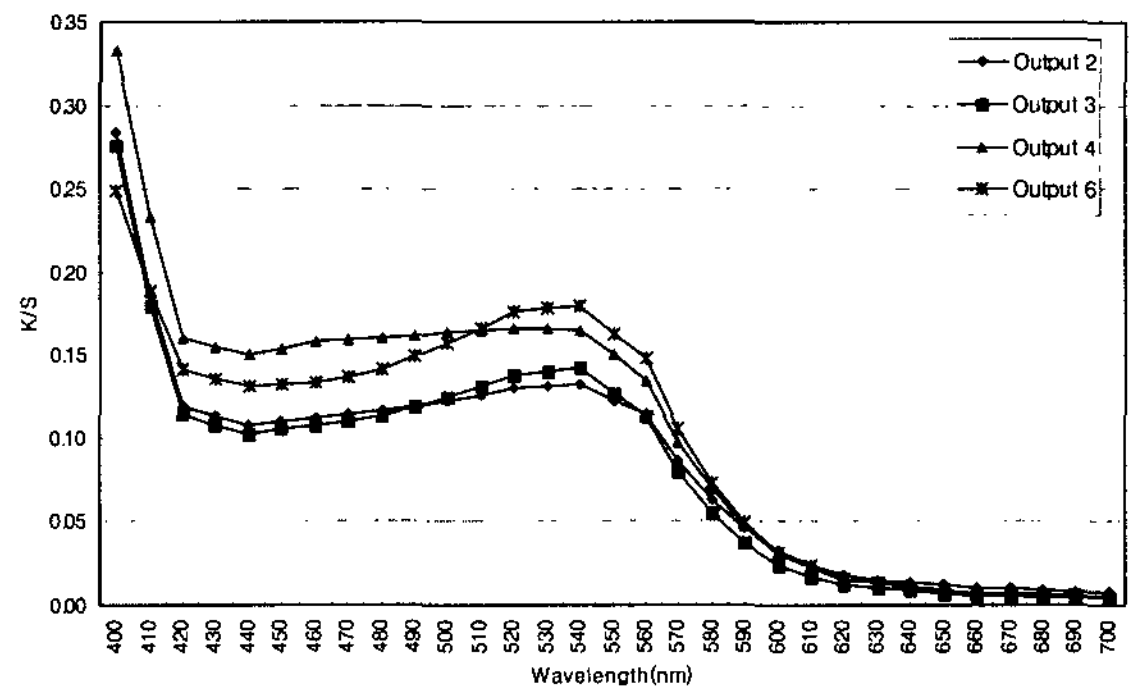


Fig. 7. Dyeability on cotton fabrics dyed with red safflower colorants extracted by ultrasonic method at different output conditions under a constant duty cycle of 50%

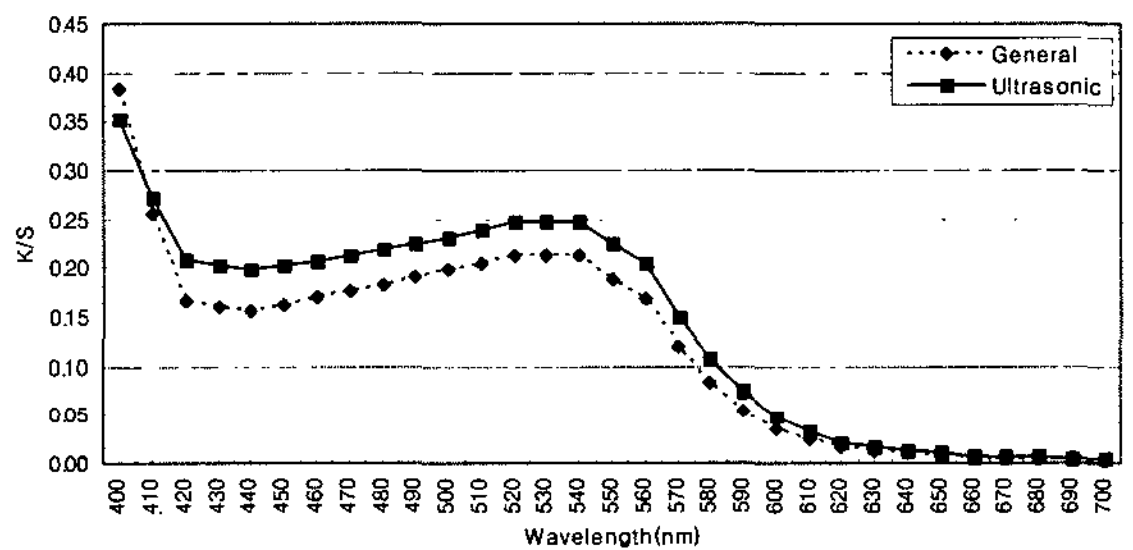


Fig. 8. Comparison of dyeability between cotton fabrics dyed with red colorants extracted by general and ultrasonic methods

이상의 결과에서 홍색소를 초음파 처리로 추출 시 추출량은 output power가 2~4의 범위에서 가장 많았으나(Fig. 4), 염색성은 output power를 4로 하여 추출한 염액의 염색성이 가장 좋은 것으로 나타났다. 다음으로 홍화의 홍색소 최적 초음파 추출 조건인 cycle 50%, output power 4로 초

Table 5. Summary of surfacial colour parameters on cotton fabrics dyed with red colorants extracted by conventional and ultrasonic methods

Extraction method	L*	a*	b*	C	K/S(550nm)
General	82.55	15.63	4.76	16.33	0.15
Ultrasonic	80.96	15.84	5.29	16.69	0.23

음파 처리하여 추출된 염액과 일반 추출된 염액으로 면직물에 염색한 후 분광측색계로 염색성(K/S값)을 비교한 결과는 Fig. 8과 같다. 420-550nm의 파장에서 초음파 추출 염액의 염착량이 증가한 것으로 나타났다.

또한, 초음파와 일반방법으로 추출된 홍색소로 염색된 면을 분광측색계로 각각 L*, a*, b*, C, K/S 값을 구한 값은 Table 5의 결과와 같다. 여기서 보는 바와 같이 일반 추출한 염액으로 염색한 면직물의 색상에 비해 초음파 추출한 염액으로 염색한 면직물의 색상이 명도(L*)는 다소 낮아 졌으나, a*와 b*값이 커져서 적색과 황색기운이 증가하는 결과를 보였으며, 이들 면직물의 색차를 CIELAB 색차식으로 구한 값(ΔE)은 1.69로 나타났다. 따라서 초음파 처리 시 채도가 높아지고 염착량 또한 많아진 것을 알 수 있다.

3. 일반 추출된 홍화의 홍색소를 초음파로 처리했을 때 염색효과

홍화에 초음파를 처리하면 진동에너지로 인해 단순히 색소의 추출량이 많아져서 염색성이 좋아진 것인지, 추출된 색소의 물리화학적 특성이 바뀌어서 염색성이 좋아진 것인지 알아보기 위해서 홍화 색소를 일반 추출하여 색소의 양을 일정하게 한 후, 초음파 처리하여 면직물에 염색하여 염색성을 비교하였다. 홍화를 3% K₂CO₃ 용액을 이용해서 일반 추출한 염액과 동일한 염액을 초음파 처리(50% cycle, output 4) 한 후 염색특성을 분광측색계로 조사한 결과는 <Table 6>과 같이 나타나서 일반적인 방법으로 색소를 추출하여 일정한 홍화의 염료량이 결정된 후에도 초음파를 처리하면 면직물에 염착이 훨씬 잘 된 양상을 보였다.

또한 주어진 모든 파장에서 분광측색계를 이용해서 염착량을 조사한 결과는 Fig. 9에 나타난 바와 같다. 여기에서 보는 바와 같이 일반적인 방법으로 추출된 홍화의 염료에 초음파를 처리하면 400-600nm의 파장 모두에서 염착이 더 잘 되는 것을 알 수 있고, 특히 480-560nm사이의 파장에서는 현저하게 염색성의 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이런 효과는 일반적인 방법으로 추출 시 이미 색소의 양이 일정하게 결정되었는데, 염색성이 달라진 것은 단순한 색소의 양이 아니라 초음파에 의해서 물리화학적인 색소의 특성이 변했음을 시사한다고

Table 6. Comparison of surfacial color parameters on cotton fabrics dyed with none and ultrasonic treatment of general extracted colorants from safflower

Treatment	L*	a*	b*	C	K/S(550nm)
None	85.97	11.48	10.38	15.48	0.12
Ultrasonic	81.76	18.94	8.69	20.83	0.23

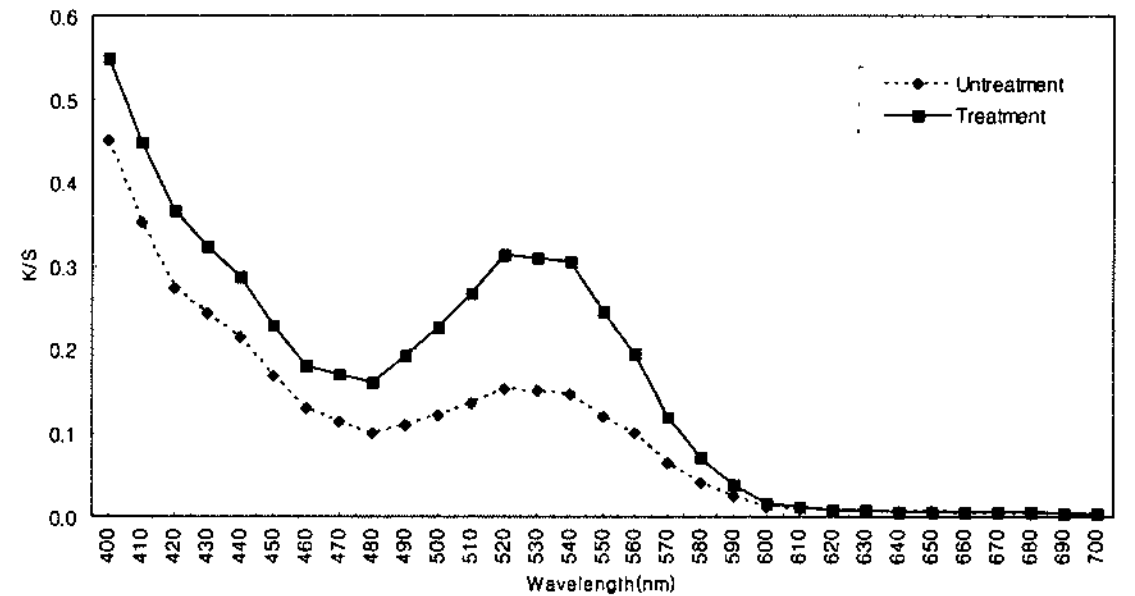


Fig. 9. Effect of ultrasonic treatment to general extracted colorants from safflower on dyeability of cotton fabrics

하겠다. 이런 결과는 우정희, 송영채, 이재원, 박홍석과 김종오(2003), Tiehm, Nickel, Zellhorn와 Neis(2001)이 폐수처리 시 초음파를 처리하면 입자의 크기가 작아져서 처리 효과가 높았다고 보고한 결과와 분산염료를 사용할 시 염료입자의 크기가 달라진다는 보고(DyeNews, www.dyenet.co.kr)와 잘 일치하는 것이다. 즉 천연염료인 홍화색소도 초음파를 처리하면 염료 입자의 크기가 작아지게 물리적 성질이 변하여 면직물에 염색이 잘 되는 것으로 풀이된다. 따라서 홍화로부터 색소를 추출할 때 초음파를 사용하면 홍화의 색소입자가 작아져서 추출효율이 커지고, 동일한 색소의 양일 때도 초음파를 처리하면 색소입자가 작아져서 섬유에 침투가 용이해지므로 염색성이 높아지는 것으로 생각된다.

IV. 결론

홍화로부터 색소를 보다 효율적으로 추출하는 방법을 개발하고자 기존에 사용되어 왔던 일반적인 색소추출 방법과 초음파의 진동에너지를 이용하는 추출방법으로 색소 추출량을 비교하였고, 면직물에 염색 시 초음파 처리의 효과 및 일반 추출된 염액에 초음파를 처리 후 염색성을 비교 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 초음파를 처리하면 홍화에서 황색소, 홍색소의 추출량이

일반추출방법에 비해 모두 증가 되었고, 가장 색소 추출이 많은 초음파 처리조건은 cycle 50%, output 4이었다.

2. 면직물에 염색을 했을 때도 초음파 처리를 하여 추출한 염액의 염색성이 양호한 것으로 나타났고, 이때의 초음파의 처리조건은 초음파처리 색소의 추출조건과 동일하였다.
3. 일반적인 방법으로 추출한 홍색소의 염액에도 초음파를 처리하면 염색성이 향상되는 것으로 나타나 초음파의 처리는 단순한 색소의 양의 증가 뿐 만 아니라 색소의 물리적인 특성이 염색하기 좋은 상태로 바뀌는 것을 알 수 있었다.

이처럼 홍화로부터 색소 추출 시 초음파를 사용하면 일반 추출에 비해서 다량의 색소를 얻을 수 있었고, 추출된 색소를 초음파를 사용하여 면직물에 염색할 시 염색성이 일반 추출방법에 비해서 향상된 결과를 얻었으며, 이러한 결과가 단순한 색소의 추출량이 많은데서 기인되었다기보다 색소의 물리적 특성 변화에 기인되었음을 알 수 있었다. 따라서 이런 결과를 바탕으로 초음파처리를 천연염색에 응용하면 천연염색의 난제인 재현성과 균질성을 해결할 수 있는 실마리를 제공하고 대량생산을 가능하게 하여 대중화와 실용화에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 그러나 본 연구는 초음파 처리가 홍화의 색소 추출을 효과적으로 할 수 있음을 확인하고 초음파 처리에 의한 염색성을 평가한 것이므로, 후속연구에서는 초음파를 이용한 다양한 천연염색에 대한 색소 추출 및 염색 메카니즘을 규명하는 것이 요구된다.

■ 참고문헌

김병희, 송화순(2000). 꽃을 이용한 천연염색연구 II: 국화의 염색성 및 향균, 소취성. 한국염색가공학회지 52, 41-48.
 김상울, 최미성(2000). 황토에 의한 견직물의 염색. 한국의류산업학회지. 2(2), 118-122.
 김은경, 장지혜(2000). 날염을 이용한 소목의 염색성에 관한 연구. 대한가정학회지, 151, 119-130.
 남성우(1999). 고부가가치 천연염색 관련제품 개발. 산업자원부.
 남성우, 정인모, 김인회(1995). 천연염료에 의한 면섬유의 염색(I): 홍화. 한국염색가공학회지, 7(2), 47-54.
 배순이(1999). 양과외피 천연색소의 염색특성에 관한 연구. 원광대학교 대학원 박사학위논문.
 소황옥(1995). 식물성 천연염료의 색소추출과 염색조건의 표준화를 위한 실험연구. 과학기술처 제1차년도 연구보고서.
 송명견, 송은영(2005). 녹차 염색포의 자외선 차단 효과 연구. 한국의류학회지, 29(6), 745-752.
 신인수, 배순이, 홍경옥(1994). 식물색소에 의한 염색연구 I:

홍화의 색소추출 및 자외 가시분광특성. 대한가정학회지, 32(1), 229-237.
 신인수, 홍경옥(2001). 홍화색소의 일반추출과 셀룰라아제 추출의 비교연구. 대한가정학회지, 39(4), 49-59.
 안경조, 김정희(2001). 홍화를 이용한 매염 및 가공처리 직물의 염색성에 관한 연구. 한국염색가공학회지, 56, 26-31.
 우정희, 송영채, 이재원, 박홍석, 김종오(2003). 축산폐수의 혐기성 생분해도 증진을 위한 초음파 전처리 효과. 대한환경공학회지, 2003 추계학술연구발표회 논문집.
 조원주, 이정숙(2004). 숯을 이용한 면직물의 천연염색. 한국의류산업학회지, 6(6), 803-809.
 한영숙, 이혜자, 김정희(2005). 키토산 전처리가 감즙염색 면직물의 염색성과 향균성에 미치는 효과. 대한가정학회지, 43(2), 115-126.
 홍경옥(2000). 셀룰라아제에 의한 홍화색소의 추출과 염색성, 원광대학교 대학원 박사학위논문.
 DyeNews(2003). www.dyenet.co.kr/Dyenet/350/
 Ince, N. H., Tezcanli, G., Belen, R. K., & Apikyan, I. G.(2001). Ultrasound as a catalyzer of aqueous reaction systems: the State of the art and environmental applications. *Applied catalysis Environmental*, 29(3), 167-176.
 Nalankilli, G., & Satheeshkumar, D.(2003). Use of ultrasonic energy in textiles. *Asian textile journal*, 12(11), 83-84.
 Peters, D.(1996). Ultrasound in materials chemistry. *Journal of materials chemistry*, 6(10), 1605-1618.
 Smelcerovic, A., Spiteller, M., & Zuehike, S.(2006). Comparison of methods for the exhaustive extraction of hypericins, flavonoids, and hyperforin from hypericum perforatum L. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(7), 2750-2753.
 Tiehm, A., Nickel, K., Zellhorn, M., & Neis, U.(2001). Ultrasonic waste activated sludge disintegration for improving anaerobic stabilization. *Water Research*, 35(8), 2003-2009.
 Xia, T., Shi, S., & Wan, X.(2006). Impact of ultrasonic-assisted extraction on the chemical and sensory quality of tea infusion. *Journal of Food Engineering*, 74(4), 557-560.

(2007년 7월 24일 접수, 2007년 10월 10일 채택)