

케냐프 섬유염색의 표백에 대한 연구 (제2보) -강도와 신도의 변화를 중심으로-

이혜자 · 유혜자*[†] · 한영숙**

한국교원대학교 가정교육과, *서원대학교 의류직물학과, **신성여자고등학교

The Study on Bleaching of Kenaf Fibers (Part II) -Effect of Strength and Elongation-

Hyeja Lee · Hyeja Yoo*[†] · Youngsook Han**

Dept. of Home Economics Edu., Korea National University of Education

*Dept. of Clothing & Textiles, Seowon University

**Shinsung Girls High School, Cheju

(2005. 3. 11. 접수)

Abstract

The study was based on a three-stage, non-repetitive factorial experiment in which chemical-retted kenaf fibers were treated separately with hydrogen peroxide concentrations of 0.5%, 1% and 2%, with pH solutions of 7, 9 and 11, and treatment times of 30, 60 and 90 minutes. Under optimal conditions, the study was conducted to determine the strength and elongation of kenaf fibers by the addition of chelators, penetrants and surfactants. The hydrogen peroxide concentration, solution pH and treatment time directly affected the strength of kenaf fibers. The hydrogen peroxide concentration, solution pH affected the elongation of kenaf fibers. It was found, however, that the interaction between pH and treatment time, concentration and treatment time, concentration and treatment time and pH affected the strength of kenaf fibers. Also, It was found that the interaction between pH and concentration, concentration and treatment time, concentration and treatment time and pH affected the elongation of kenaf fibers. Under the hydrogen peroxide conditions of 2% concentration, pH 11 and a treatment time of 60 minutes, there were no effects on the strength and elongation of kenaf fibers with the addition of chelator SP, CA.

Key words: Factorial experiment, Hydrogen peroxide, Chelator, Fiber strength, Stabilizer; 3수준계 요인 실험, 과산화수소, 킬레이터, 강도, 안정제

I. 서 론

케냐프 섬유의 색은 레팅방법에 따라 달리 나타난다. 물레팅이나 효소레팅 후에는 연노랑색을 나타내며 화학적 레팅 후에는 진노랑색에서 갈색을 나타낸다. 케냐프 섬유염색 용도에 맞게 제조하거나 염색하여

고부가가치 상품을 제작하기 위해서는 정련과 표백의 과정을 거쳐야 한다.

케냐프를 대량생산하기 위해서는 값싸고 생산 속도가 빠른 화학적 레팅을 주로 사용할 것으로 판단되므로 본 연구에서는 화학적 레팅으로 얻은 케냐프 섬유를 과산화수소로 표백하는데 있어 표백효과를 살펴본 제1보에 이어서 표백하였을 때의 강도와 신도의 변화를 알아보았다. 과산화수소 용액의 농도, pH, 그리고 반응시간에 차이를 두어 3인자의 효과와 교호작

[†]Corresponding author

E-mail: hjyoo@seowon.ac.kr

용을 추정하여 이들 인자가 표백하였을 때 강도에 얼마나 영향을 주는가를 알아보았다. 여기서 얻어진 최적 조건으로 킬레이트, EDTA, CA, SP, SPS 및 침투제, 계면활성제의 첨가에 따른 표백효과를 검토할 때의 섬유의 강도와 신도를 중점적으로 검토하였다.

II. 실험

1. 시료

진주(농업기술센터)에서 분양받은 케냐프씨를 제주와 진주에서 재배하였다. 재배 후 100~110일이 되는 케냐프 줄기의 인피부(bark)를 목질부(core)로 부터 분리한 뒤 건조시켜 보관한 것을 시료로 사용하였다.

2. 케냐프 인피부의 화학적 레팅

케냐프 인피부를 40°C의 0.85% Triton X-100 수용액 200ml에 10분간 침지한 후 여과하여 냉각기가 설치된 플라스크에서 NaOH 농도 2%에서 100°C에서 60분간 처리하였다.

3. 케냐프 섬유의 표백

화학적 레팅을 한 케냐프 섬유를 과산화수소의 농도를 0.5, 1%, 2%로 하고, 용액의 pH를 7, 9, 11로 달리하고, 처리시간을 30분, 60분, 90분으로 하여 3수준계 요인 실험(factorial experiment)을 하여 과산화수소의 농도, 용액의 pH, 처리시간 3인자의 효과와 교호작용을 추정하여 이들 인자가 표백에 어느 정도의 영향을 주는가를 알아보았다. pH는 수산화나트륨과 초산으로 조정하였다.

안정제로는 Chealator, 침투제, 계면활성제를 사용하였다. Chealator로는 EDTA(Ethylendeamine Tera-acetic Acid)와 SP(Sodim Pyrophosphate), CA(Citric Acid), SP(Sodiumpersulfate)를 사용하였으며, 습윤제로는 JP-900(대영화학) 계면활성제로는 Triton X-100를 사용하였다. 이 때 EDTA, SP, CA, SPS는 5%로 하였으며 침투제와 계면활성제는 1%로 하였다.

4. 케냐프 섬유의 강도

케냐프 섬유의 인장강도는 fiber bundle tenacity로

측정하였으며 같은 중량(0.03g), 같은 길이(140mm)의 번들상태에서 굽기가 불균일함을 고려하여 단위섬도(d)를 대신하여 단위무게(g)를 사용하였다. 각각 10회씩 측정하여 시료무게의 평균값을 구하고 절단시 하중의 평균값을 구한 뒤 다음의 <식 1>과 같이 단위무게(g)당 절단하중(gf)의 평균값으로 환산하여 케냐프 섬유의 번들강도를 비교하였다. 인장시험기(Instron 4302 CRE Type, USA)를 이용하여 Load cell: 10 Newton, Speed: 20 mm/min, Gauger Length: 100mm의 조건에서 KS K 0520 Test Method를 참고로 측정하였다.

$$\text{절단강도(gf/g)} = \frac{\text{절단시 평균하중(gf)}}{\text{시료의 평균무게(g)}} \quad \text{<식 1>}$$

수집된 자료는 SPSS/win 10.0 프로그램을 사용하여 분석하였으며 3인자별 효과를 알아보기 위하여 ANOVA 검증을 실시하였다.

5. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS/WIN 10.0 프로그램을 사용하여 분석하였으며 3인자별 효과를 알아보기 위하여 ANOVA 검증을 실시하였다.

강도와 신도에 대한 본 실험의 데이터의 구조모형은 다음과 같다.

$$x_{ijk} = \mu + a_i + b_j + c_k + (ab)_{ij} + (ac)_{ik} + (bc)_{jk} + e_{ijk}$$

위의 식에서 x_{ijk} 는 표백의 정도인 백도(W) 값을 의미하며 a_i, b_j, c_k 는 농도, pH, 시간의 주 효과를 의미하며, $(ab)_{ij}, (ac)_{ik}, (bc)_{jk}$ 는 농도와 pH, 농도와 시간, pH와 시간의 2인자 교호작용 효과를 의미하고 e_{ijk} 는 오차를 의미한다. 본 실험은 반복 없는 3인자 실험이므로 최고 차의 교호작용인 농도, pH, 시간의 3인자 교호작용 $(abc)_{ijk}$ 는 오차 e_{ijk} 에 교락(confound)되어 있으므로 분리하여 검출할 수 없는 제한점이 있다.

2인자 교호작용이 모두 유의하지 않은 경우 표백에 대한 풀링 후의 데이터 구조모형은 다음과 같다.

$$x_{ijk} = \mu + a_i + b_j + c_k + e_{ijk}$$

사후검정은 Fisher의 최소유의차 검정(Least Significant Difference Test; LSD test)의 방법으로 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 과산화수소 표백에 따른 강도

최적의 조건인 과산화수소의 농도 2%, 용액의 pH 11, 처리시간 60분으로 하여 표백을 한 케냐프 섬유를 각각 5개의 시료로 5번을 측정된 결과는 <Table 1>과 같다.

<Table 1>의 실험결과에 따라 분산분석표(analysis of variance)를 작성한 결과는 <Table 2>와 같다. 수정된 결정계수 R^2_{adj} 는 0.814로 강도는 농도, pH, 시간, 농도와 pH의 교호작용, pH와 시간의 교호작용, 농도와 시간의 2인자 교호작용, 농도, pH, 시간의 3

인자 교호작용에 의해 81.4%가 설명되고 있음을 알 수 있다.

각 요인별 주 효과는 <Table 2>의 분산분석표에서 F검정할 수 있다. 농도는 $p < .01$ 로 유의수준 1%에서 유의하며, pH는 $p < .01$ 로 유의수준 1%로, 처리시간의 경우 $p < .05$ 로 유의수준 5%에서 각각 유의하므로 농도, pH, 시간의 모든 주 효과는 강도에 영향을 미치는 것이 확실하다.

<Fig. 1>의 실험의 주 효과 분석도(main effect plot)를 보면 농도, pH, 시간 모두가 강도 저하의 요인임을 알 수 있으며 표백 전에 비하여 평균 340.086의 강도저하가 발생했다. 강도에 가장 영향을 많이 주는 인자는 pH임을 쉽게 알 수 있다. 농도는 0.5%, 1%,

Table 1. The fiber strengths of H₂O₂ bleached kenaf fibers according to various H₂O₂ concentrations, pH and times (gf)

H ₂ O ₂ con. (%)	Treatment times (min.)	pH		
		7	9	11
1.25	30	905.5(355.8)	754.5(289.8)	1171.7(387.5)
	60	316.1(127.7)	633.9(103.5)	869.2(224.3)
	90	269.0(130.5)	666.5(300.2)	1157.7(112.7)
2.5	30	566.7(177.5)	917.3(98.7)	1031.6(397.4)
	60	503.9(48.5)	597.4(155.9)	1505.5(410.6)
	90	618.7(91.8)	1027.0(100.2)	898.4(156.8)
5	30	455.9(73.9)	661.5(175.5)	1218.9(228.4)
	60	783.3(231.8)	275.6(81.3)	1055.1(371.8)
	90	360.0(129.6)	652.9(140.1)	1025.9(219.3)
untreated		1112.7 (394.8)		

Table 2. Analysis of variance of strengths on kenaf fibers

소스	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
모형	28386919.287	27	1051367.381	22.911	0.000
농도	447802.667	2	223901.333	4.879	0.009
pH	7754518.771	2	3877259.385	84.492	0.000
시간	401926.692	2	200963.346	4.379	0.015
농도 * pH	390570.941	4	97642.735	2.128	0.082
농도 * 시간	577246.608	4	144311.652	3.145	0.017
pH * 시간	872758.492	4	218189.623	4.755	0.001
농도 * pH * 시간	2328287.740	8	291035.968	6.342	0.000
오차	4956047.494	108	45889.329		
합계	33342966.781	135			

* $R^2 = .851$ ($R^2_{adj} = .814$)

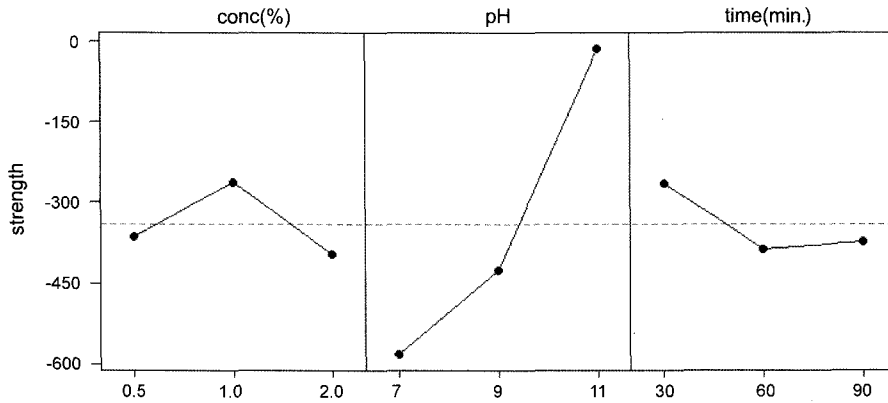


Fig. 1. Main effects plot of concentrations, pH and time on kenaf fibers strength at H₂O₂ bleaching

2%로 높이더라도 강도 저하에 큰 차이를 주지 못하며, 시간을 30분, 60분, 90분으로 증가시켜도 강도 저하에 큰 차이를 주지 못하지만 pH는 11, 9, 7로 낮아질수록 강도는 현저히 저하됨을 알 수 있다.

교호작용의 효과 역시 <Table 2>의 분산분석표에서 검정할 수 있다. 2인자 교호작용의 경우 농도와 pH는 $p > .05$ 로 유의수준 5%에서 유의하지 못하므로 교호작용이 없으나, 농도와 시간은 $p < .05$ 로 5%에서 유의하며, pH와 시간은 $p < .01$ 로 1%에서 유의하므로 교호작용이

존재한다고 할 수 있다. 또한 농도, pH, 시간의 3인자 교호작용의 경우 $p < .01$ 로 1%에서 유의하므로 교호작용이 있는 것으로 나타났다. 따라서 강도에 있어 농도와 pH의 2인자 교호작용은 없으나 농도와 시간, pH와 시간의 2인자 교호작용과 농도, pH, 시간의 3인자 교호작용은 케냐프의 표백에 의한 강도의 변화에 영향을 주는 것으로 나타났다.

<Fig. 2>의 교호작용의 효과분석도(interaction effect plot)에서 보더라도 중앙상단의 그림인 농도와 pH의

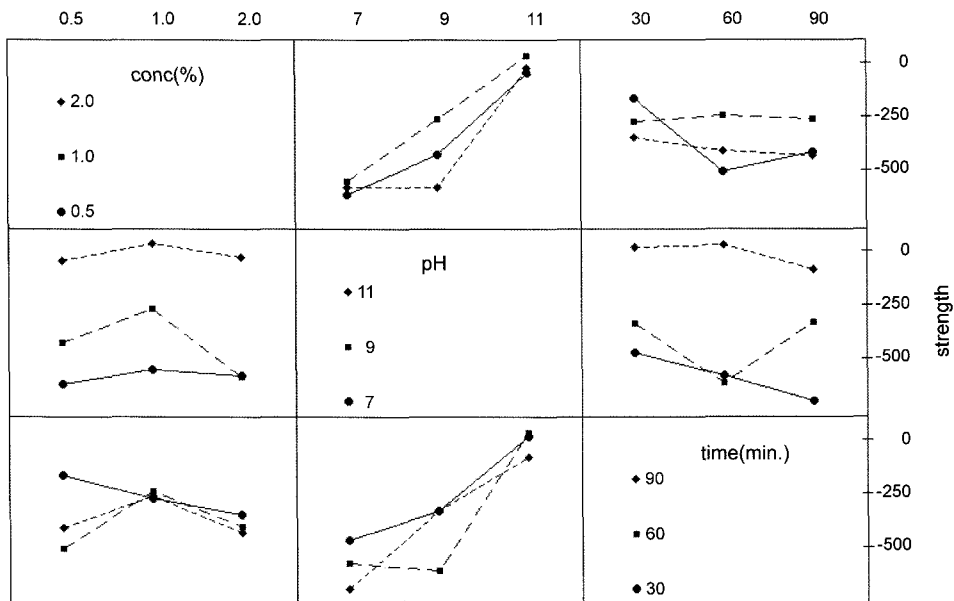


Fig. 2. Strength interaction effects of concentrations, pH and time(min.) on kenaf fibers at H₂O₂ bleaching

Table 3. The result of LSD test on the concentration of hydrogen peroxide

(I) 농도	(J) 농도	평균차(I-J)	표준오차	유의확률
0.50	1.00	-102.481*	45.161	0.025
	2.00	32.724	45.161	0.470
1.00	0.50	102.481*	45.161	0.025
	2.00	135.205**	45.161	0.003
2.00	0.50	-32.724	45.161	0.470
	1.00	-135.205**	45.161	0.003

* $p < .05$, ** $p < .01$

그래프의 모양이 거의 수평에 가까워 교호작용이 없는 것으로 나타나나 농도와 시간, 시간과 pH의 그래프에서는 겹쳐지는 부분이 많거나 형태가 다르거나 나타나 교호작용이 있는 것으로 나타났다.

케나프의 표백에 따른 강도의 변화가 어느 수준에서 가장 크게 나타내는 지를 확인하기 위한 사후검정을 실시하였다.

과산화수소의 농도에 관한 최소유의차검정(LSD test) 결과는 다음의 <Table 3>와 같다. <Table 3>의 첫 번째 행에서 보는 바와 같이 농도 0.5%와 1%에서의 강도의 차이는 $p < .05$ 로 유의수준 5%에서 유의하다. 따라서 농도 0.5%에서 1%로 농도를 높이면 강도의 차이가 발생하여 농도 1%에서의 강도 저하의 정도가 농도 0.5%보다 더 적게 저하됨을 알 수 있다. 반면 0.5%와 2%의 차이는 $p > .05$ 로 유의수준 5%에서도 유의하지 않음을 알 수 있다. 농도 1%와 0.5% 차이는 첫 번째 행에서와 동일하게 $p < .05$ 이므로 유의수준 5%에서 유의하며 농도 1%와 농도 2%에서의 강도의 차이는 $p < .01$ 이므로 유의수준 1%에서 유의하여 농도 1%일 때가 농도 2%일 때보다 강도 저하가 적음을 알 수 있다. 따라서 농도 0.5%, 1%, 2% 모두에서 강도 저하가 나타나며 농도 0.5%와 농도 2%에서의 강도 저하는 동일하며 농도 1%인 경우의 강도 저하가 가장 적게 나타남을 알 수 있다.

신뢰수준 95%에서 농도에 의한 강도의 정도를 나타내는 <Fig. 3>의 평균의 구간추정 그래프에서 보더라도 농도 1%에서 강도 저하가 가장 적음을 알 수 있다.

용액의 pH에 관한 최소유의차검정(LSD test) 결과는 다음의 <Table 4>와 같다. <Table 4>의 첫 번째 행에서 보는 바와 같이 pH 7과 pH 9에서의 강도의 차이는 $p < .01$ 로 유의수준 1%에서 유의하다. 따라서

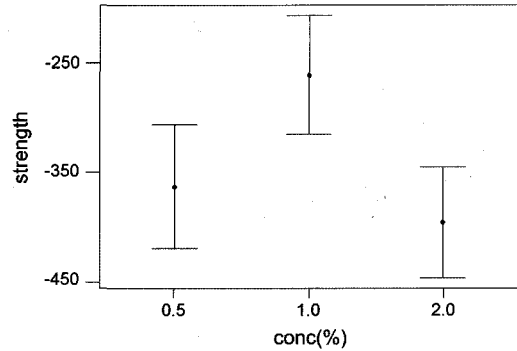


Fig. 3. The interval plot which shows the degree of strength by the concentration

Table 4. The Result of LSD test on the pH of solution

(I) pH	(J) pH	평균차(I-J)	표준오차	유의확률
7	9	-156.295**	45.161	0.001
	11	-568.212**	45.161	0.000
9	7	156.295**	45.161	0.001
	11	-411.917**	45.161	0.000
11	7	568.212**	45.161	0.000
	9	411.917**	45.161	0.000

** $p < .01$

pH 9에서의 강도가 pH 7에서의 강도보다 큰 것을 알 수 있다. 또한 pH 7과 pH 11에서의 강도의 차이 역시 $p < .01$ 이므로 유의수준 1%에서 유의하다. 따라서 pH 11에서의 강도가 pH 7에서의 강도보다 큰 것을 알 수 있다. pH 9에서의 강도가 pH 11에서의 강도의 차이는 $p < .01$ 로 1%에서 유의하므로 pH 11에서의 강도가 큰 것을 확인할 수 있다. 따라서 강도는 pH가 11, 9, 7로 낮아질수록 심하게 저하됨을 알 수 있다.

신뢰수준 95%에서 pH에 의한 강도의 정도를 나타내는 <Fig. 4>의 평균의 구간추정 그래프에서 보더라도 pH가 낮아질수록 강도는 크게 저하됨을 알 수 있다.

처리시간에 관한 최소유의차(LSD test)검정 결과는 다음의 <Table 5>와 같다. <Table 5>의 첫 번째 행에서 보는 바와 같이 처리시간 30분인 경우와 60분인 경우의 강도의 차이는 $p < .01$ 로 유의수준 1%에서 유의하다. 따라서 처리시간 60분에서의 강도는 처리시간 30분에서의 강도보다 작음을 알 수 있다. 또한 처리시간 30분과 처리시간 90분에서의 강도 차이 역시 $p < .05$ 로 유의수준 5%에서 유의하다. 따라서 처

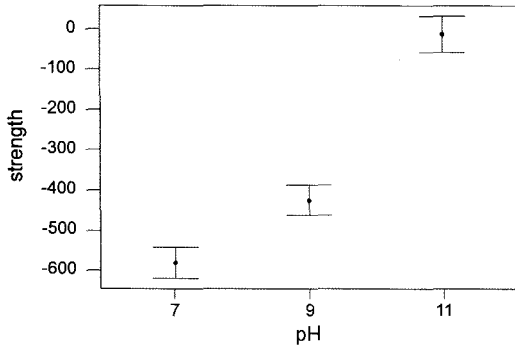


Fig. 4. The interval plot which shows the degree of strength by the pH

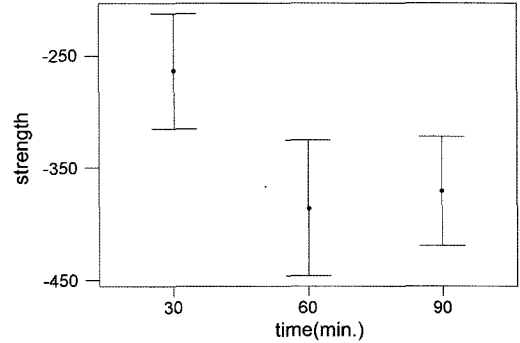


Fig. 5. The Interval Plot which shows the degree of strength by the time

Table 5. The Result of LSD test on the time of treatment

(I) 시간	(J) 시간	평균차(I-J)	표준오차	유의확률
30	60	122.593**	45.161	0.008
	90	107.404*	45.161	0.019
60	30	-122.593**	45.161	0.008
	90	-15.190	45.161	0.737
90	30	-107.403*	45.161	0.019
	60	15.190	45.161	0.737

* $p < .05$, ** $p < .01$

리시간 90분에서의 강도가 처리시간 30분에서의 강도보다 작음을 알 수 있다. 처리시간 60분과 90분의 강도차이는 $p < .05$ 로 5%에서도 유의하지 않으므로 처리시간이 60분에서 90분으로 증가하더라도 강도는 더 이상 저하되지 않음을 알 수 있다. 따라서 처리시간에 따른 강도는 30분, 60분, 90분 모두 저하되나 60분 이상이 되더라도 더 이상 심하게 저하되지 않는 것을 알 수 있다.

신뢰수준 95%에서 농도에 의한 강도의 정도를 나타내는 <Fig. 5>의 평균의 구간추정 그래프에서 보더라도 처리시간은 90분으로 증가하더라도 처리시간 60분에서보다 더 이상 강도가 저하되지 않음을 알 수 있다.

과산화수소의 농도와 용액의 pH에 따른 표백을 할 경우 강도에 대한 3D Wireframe Plot를 작성한 결과는 <Fig. 6>과 같다. pH가 7일 경우는 모든 농도에서 강도가 저하되었으며 pH 9, 11에서는 강도가 높은 것으로 나타났다. 즉 케냐프 섬유는 셀룰로오스 섬유이므로 알칼리 pH에서는 강도 저하가 적으나 pH가 낮

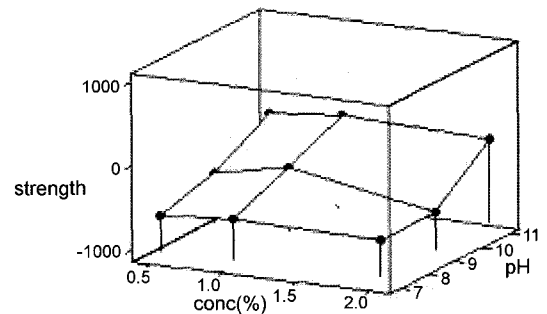


Fig. 6. 3D Wire frame plot concentrations, pH vs strength

아져 중성 pH일 경우 강도 저하가 일어난다는 것을 알 수 있다.

과산화수소의 농도와 처리시간에 따른 표백을 할 경우 강도에 대한 3D Wireframe Plot를 작성한 결과는 <Fig. 7>과 같다. 농도가 0.5%에서는 처리시간 30분에서는 강도 저하가 적으나 농도가 1%, 2%로 증가할수록 강도 저하가 일어났으며 처리시간이 60분, 90

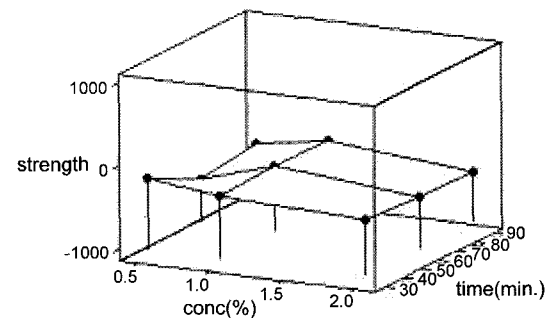


Fig. 7. 3D Wire frame plot concentrations, time vs strength

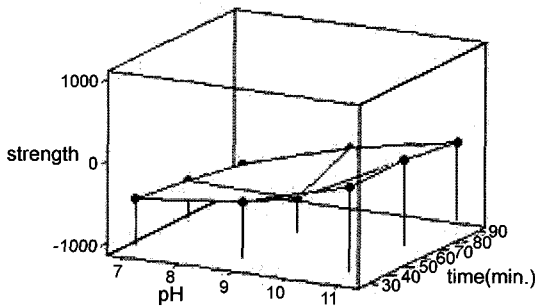


Fig. 8. 3D Wire frame plot pH, time vs strength

분으로 길어질수록 강도 저하는 거의 더 진행되지 않는 것을 알 수 있다.

과산화수소의 pH와 처리시간에 따른 표백을 할 경우 강도에 대한 3D Wireframe Plot를 작성한 결과는 <Fig. 8>과 같다. pH가 11로 높아질수록 강도가 높은 것으로 나타나 강도 저하가 없는 반면 pH가 9, 7로 낮아질수록 강도 저하가 크게 낮아졌다. 시간에 따른 변동은 크게 차이나지 않았다.

2. 과산화수소 표백에 따른 신도

최적의 조건인 과산화수소의 농도 2%, 용액의 pH 11, 처리시간 60분으로 하여 표백을 한 케냐프 섬유 의 강도를 각각 5개의 시료로 5번을 측정 한 결과는 <Table 5>와 같다.

<Table 5>의 실험결과에 따라 분산분석표(Analysis of Variance)를 작성한 결과는 <Table 6>과 같다.

Table 5. The fiber elongations of H₂O₂ bleached kenaf fibers according to various H₂O₂ concentrations, pH and times (%)

H ₂ O ₂ con.(%)	Treatment times(min.)	pH		
		7	9	11
1.25	30	2.35(0.47)	2.05(0.35)	2.22(0.27)
	60	2.11(0.58)	3.01(0.74)	2.31(0.34)
	90	1.28(0.45)	2.63(1.41)	3.49(1.02)
2.5	30	2.27(0.24)	2.69(0.32)	2.57(0.33)
	60	1.95(0.54)	2.41(0.76)	2.69(0.51)
	90	1.87(0.27)	3.22(1.21)	2.22(0.49)
5	30	1.82(0.62)	2.29(0.52)	1.96(0.11)
	60	2.05(0.38)	1.58(0.15)	1.85(0.41)
	90	2.71(0.96)	2.57(0.37)	2.39(0.19)
untreated		2.45(0.35)		

수정된 결정계수 R²_{adj}는 0.323으로 신도는 농도, pH, 시간, 농도와 pH의 교호작용, pH와 시간의 교호작용, 농도와 시간의 교호작용, 농도, pH, 시간의 3인자 교호작용에 의해 32.3%가 설명되고 있음을 알 수 있다.

각 요인별 주 효과는 <Table 6>의 분산분석표에서 F검정할 수 있다. 농도는 p<.05로 유의수준 5%로, pH는 p<.01로 유의수준 1%로 유의하여 신도에 영향을 미치나, 처리시간의 경우 p>.05로 유의수준 5%에서도 유의하지 않으므로 처리시간은 신도에 영향을 미치지 못하는 것을 알 수 있다.

<Fig. 9>의 실험의 주 효과 분석도(Main Effect Plot)

Table 6. Analysis of variance of elongations on kenaf fibers

소스	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
모형	32.888	27	1.218	3.388	0.000
농도	2.223	2	1.111	3.091	0.049
pH	5.070	2	2.535	7.051	0.001
시간	0.840	2	0.420	1.169	0.315
농도 * pH	3.893	4	0.973	2.707	0.034
농도 * 시간	6.290	4	1.573	4.374	0.003
pH * 시간	1.320	4	0.330	0.918	0.456
농도 * pH * 시간	10.821	8	1.353	3.762	0.001
오차	38.829	108	0.360		
합계	71.716	135			

*R² = .459 (R²_{adj} = .323)

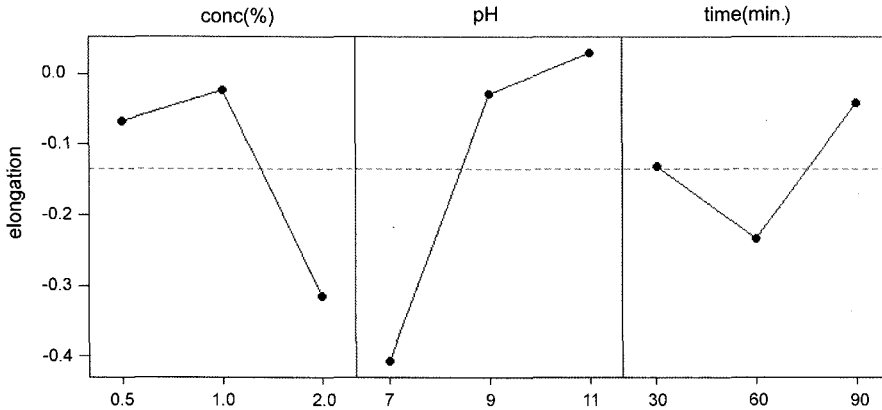


Fig. 9. Main effects plot of concentrations(%), pH and time(min.) on kenaf fibers elongation(%) at H₂O₂ bleaching

를 보면 농도와 pH는 신도 저하의 요인으로 특히 pH가 낮을수록 신도가 저하됨을 알 수 있으며, 처리시간이 길다고 신도가 낮아지는 것은 아님을 알 수 있다.

교호작용의 효과 역시 <Table 6>의 분산분석표에서 검정할 수 있다. 2인자 교호작용의 경우 농도와 pH는 $p < .05$ 로 유의수준 5%에서 유의하며, 농도와 시간은 $p < .01$ 로 1%에서 유의하여 교호작용이 있으나, pH와 시간은 $p > .05$ 로 5%에서도 유의하지 못하므로

교호작용이 없는 것을 알 수 있다. 또한 농도, pH, 시간의 3인자 교호작용의 경우 $p < .01$ 로 1%에서 유의하므로 교호작용이 있는 것으로 나타났다. 따라서 신도에 있어 pH와 시간의 2인자 교호작용은 없으나 농도와 pH, 농도와 시간의 2인자 교호작용과 농도, pH, 시간의 3인자 교호작용은 케냐프의 표백에 의한 신도의 변화에 영향을 주는 것으로 나타났다.

<Fig. 10>의 교호작용의 효과분석도에서 보더라도

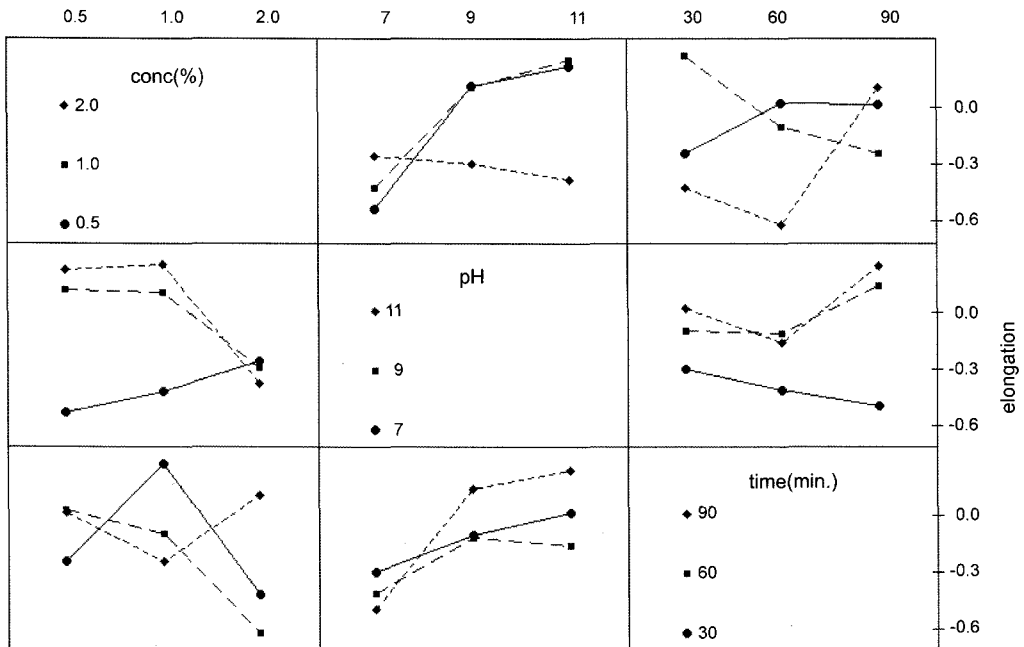


Fig. 10. Elongation interaction effects of concentrations, pH and time on kenaf fibers at H₂O₂ bleaching

중앙상단의 그림인 농도와 pH의 그래프와 농도와 시간의 그래프에서는 겹쳐지는 부분이 많거나 형태가 다르게 나타나 교호작용이 있는 것으로 나타나며, pH와 시간은 형태도 비슷하고 교차부분이 적어 교호작용이 없는 것으로 나타났다.

케냐프의 표백에 따른 신도의 변화가 어느 수준에서 가장 크게 나타내는 지를 확인하기 위한 사후검정을 실시하였다.

과산화수소의 농도에 관한 최소유의차(LSD test) 검정결과는 다음의 <Table 7>와 같다. <Table 7>의 첫 번째 행에서 보는 바와 같이 농도 0.5%와 1%에서의 신도 차이는 유의확률 $p>.05$ 로 유의수준 5%에서도 유의하지 못하다. 따라서 농도 0.5%에서 1%로 농도를 높이더라도 신도의 차이가 발생하지 않음을 알 수 있다. 0.5%와 2%의 차이에서도 $p<.05$ 로 유의수준 5%에서도 유의하지 않음을 알 수 있다. 농도 1%와 농도 2%에서의 신도의 차이는 $p<.05$ 로 유의수준 5%에서 유의하여 농도 1%일 때가 농도 2%일 때보다 신도 저하가 적음을 알 수 있다. 따라서 농도 0.5%, 1%, 2% 모두에서 신도 저하가 나타나며 농도 1%에서의 신도 저하에 비해 농도 2%에서의 신도 저하가 크게 나타남을 알 수 있다.

신뢰수준 95%에서 농도에 의한 신도의 정도를 나타내는 <Fig. 11>의 평균의 구간추정 그래프에서 보더라도 농도 2%에서 신도 저하가 크게 나타남을 알 수 있다.

용액의 pH에 관한 최소유의차검정(LSD test) 결과는 다음의 <Table 8>와 같다. <Table 8>의 첫 번째 행에서 보는 바와 같이 pH 7과 pH 9에서의 신도의 차이는 $p<.01$ 로 유의수준 1%에서 유의하다. 따라서 pH 9에서의 신도가 pH 7에서의 신도보다 큰 것을 알 수 있다. 또한 pH 7과 pH 11에서의 신도의 차이 역시

Table 7. The Result of LSD test on the concentration of hydrogen peroxide

(I) 농도	(J) 농도	평균차(I-J)	표준오차	유의확률
0.50	1.00	-0.004	0.126	0.725
	2.00	0.247	0.126	0.053
1.00	0.50	0.004	0.126	0.725
	2.00	0.292*	0.126	0.023
2.00	0.50	-0.247	0.126	0.053
	1.00	-0.292*	0.126	0.023

* $p<.05$

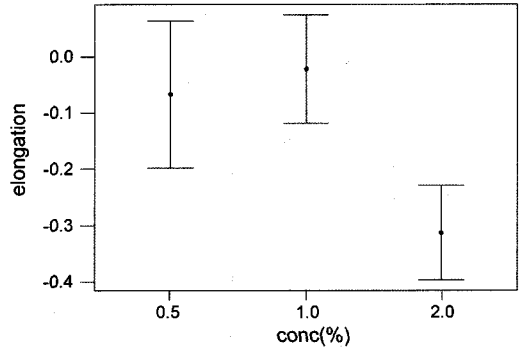


Fig. 11. The interval plot which shows the degree of elongation by the concentration

Table 8. The result of LSD test on the pH of solution

(I) pH	(J) pH	평균차(I-J)	표준오차	유의확률
7	9	-0.380**	0.126	0.003
	11	-0.437**	0.126	0.001
9	7	0.380**	0.126	0.003
	11	-0.005	0.126	0.652
11	7	0.437**	0.126	0.001
	9	0.005	0.126	0.652

** $p<.01$

$p<.01$ 이므로 유의수준 1%에서 유의하다. 따라서 pH 11에서의 신도가 pH 7에서의 신도보다 큰 것을 알 수 있다. pH 9에서의 신도와 pH 11에서의 신도 차이는 $p<.05$ 로 5%에서도 유의하지 않으므로 pH 9에서의 신도와 pH 11에서의 신도가 별 차이 없음을 확인할 수 있다. 따라서 pH 11과 pH 9에서의 신도는 표백 전의 신도에 비해 변화가 거의 없으며 pH 7에서는 급격히 저하됨을 알 수 있다.

신뢰수준 95%에서 농도에 의한 신도의 정도를 나타내는 <Fig. 12>의 평균의 구간추정 그래프에서 보더라도 pH 7에서는 신도 저하가 뚜렷하나 pH 9와 pH 11에서는 신도 저하가 거의 없음을 알 수 있다.

처리시간에 관한 최소유의차검정(LSD test) 결과는 다음의 <Table 9>과 같다. <Table 9>의 첫 번째 행에서 보는 바와 같이 처리시간 30분인 경우와 60분인 경우의 신도 차이는 $p>.05$ 로 유의수준 5%에서도 유의하지 못하며 처리시간 30분과 처리시간 90분에서의 신도 차이 역시 $p>.05$ 이므로 유의수준 5%에서도 유의하지 못하다. 두 번째 행에서 처리시간 60분과 90분의 경우는 $p>.05$ 로 5%에서도 유의하지 못하

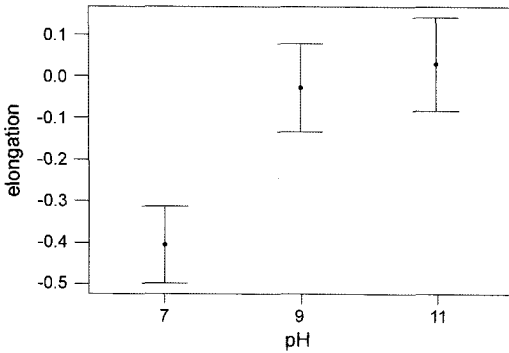


Fig. 12. The Interval Plot which shows the degree of elongation by the pH

Table 9. The result of LSD test on the time of treatment

(I) 시간	(J) 시간	평균차(I-J)	표준오차	유의확률
30	60	0.103	0.126	0.416
	90	-0.009	0.126	0.478
60	30	-0.103	0.126	0.416
	90	-0.193	0.126	0.130
90	30	0.009	0.126	0.478
	60	0.193	0.126	0.130

다. 따라서 처리시간에 따른 신도는 30분, 60분, 90분 모두 다소 저하는 되나 시간에 따른 차이는 없다고 볼 수 있다.

신뢰수준 95%에서 농도에 의한 신도의 정도를 나타내는 <Fig. 13>의 평균의 구간추정 그래프에서 보더라도 처리시간이 30분과 60분에서는 신도 저하가 보이거나 처리시간을 90분으로 늘여도 신도 저하가 나

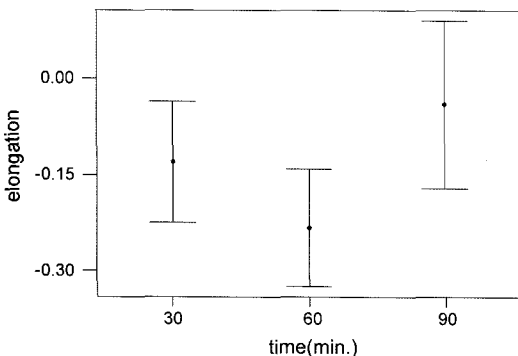


Fig. 13. The interval plot which shows the degree of elongation(%) by the time(min.)

Table 10. The fiber strengths and elongations of chelator types, wetting agent and surfactant on the H₂O₂, bleached kenaf fibers

	Tenacity(gf)	Whiteness	Elongation(%)
H ₂ O ₂	1055.1(371.8)	72.60	1.85(0.41)
H ₂ O ₂ / EDTA	1087.3(378.1)	68.85	2.03(0.38)
H ₂ O ₂ / CA	1025.0(257.1)	73.72	2.07(0.33)
H ₂ O ₂ / SPS	952.1(104.7)	64.52	1.50(0.25)
H ₂ O ₂ / SP	905.9(299.8)	78.22	2.13(0.23)
H ₂ O ₂ / 습윤제	1089.3(174.9)	70.81	2.58(0.87)
H ₂ O ₂ / 계면활성제	1166.3(182.2)	67.73	2.72(0.60)
untreated	1112.7(394.8)	44.02	2.45(0.35)

타나지 않음을 알 수 있다.

3. 안정제의 첨가에 따른 강도와 신도

chelator, 습윤제, 계면활성제 등의 안정제를 첨가하여 표백을 한 후 강도와 신도를 측정된 결과를 <Table 10>에 나타내었다. <Table 10>에서와 같이 과산화수소 안정제의 첨가에 따른 강도와 신도에는 큰 변화는 일어나지 않았다. 강도의 경우 과산화수소만으로 표백하였을 때의 1055.1gf에 비해 EDTA 1087.3 gf, CA 1025.0gf, 침투제 1089.3gf, 계면활성제 1166.3 gf로 거의 비슷하였으며 SPS와 SP의 경우는 각각 952.1gf, 905.9gf로 조금 낮아졌으나 크게 저하되었다고는 볼 수 없다. 신도의 경우 과산화수소만으로 표백하였을 때의 1.85%에 비해 SPS는 1.50%로 조금 낮아졌으나 EDTA, CA, SP, 습윤제, 계면활성제를 첨가하여 표백하였을 때의 신도는 낮아지지 않았다.

IV. 결 론

본 연구는 친환경적인 섬유로서 관심이 높아지고 있는 케냐프 섬유를 고부가가치 소재로서의 활용을 위해, 과산화수소로 표백하는데 있어 케냐프 섬유의 강도와 신도의 변화를 알아보았다. 화학적 레팅을 한 케냐프 섬유를 과산화수소의 농도를 0.5%, 1%, 2%로 변화시키고 용액의 pH를 7, 9, 11로 달리하였으며 처리시간을 30분, 60분, 90분으로 하여 3수준계 요인 실험(factorial experiment)을 하여 과산화수소의 농도, 용액의 pH 그리고 처리시간 등 3인자의 효과와 교호작용을 추정하여 이들 인자가 표백했을 때 강도

에 어느 정도의 영향을 주는가를 알아보았다. 여기에서 얻어진 최적조건에 chelator와 침투제, 계면활성제 등을 첨가하였을 때 강도와 신도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 과산화수소에 의한 강도의 변화를 분산분석한 결과 농도는 유의수준 1%에서 유의하며, pH는 유의수준 1%로, 처리시간의 경우 유의수준 5%에서 각각 유의하므로 농도, pH, 시간의 모든 주 효과는 강도 저하의 요인임을 알 수 있으며 강도에 가장 영향을 많이 주는 인자는 pH로 나타났다. 즉 pH 7에서 강도 저하가 크게 나타났다. 신도의 경우는 농도는 유의수준 5%로, pH도 유의수준 5%로 유의하여 신도에 영향을 미치나, 처리시간의 경우 유의수준 5%에서도 유의하지 않으므로 신도에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 즉 농도가 높아질수록, pH가 낮을수록 신도 저하가 있었다.

2. 강도에 있어 농도와 pH의 2인자 교호작용은 없으나 농도와 시간, pH와 시간의 2인자 교호작용과 농도, pH, 시간의 3인자 교호작용은 케냐프의 표백에 의한 강도의 변화에 영향을 주는 것으로 나타났다. 신도에 있어 pH와 시간의 2인자 교호작용은 없으나 농도와 pH, 농도와 시간의 2인자 교호작용과 농도, pH, 시간의 3인자 교호작용은 케냐프의 표백에 의한 신도의 변화에 영향을 주는 것으로 나타났다.

3. 과산화수소의 농도 2%, 용액의 pH 11, 처리시간은 60분에서 표백한 조건을 기준으로 하여 과산화수소 안정제의 첨가에 따른 강도는 chelator 중에서 SPS, SP의 첨가에 의해서는 과산화수소 단독으로 했을 때보다 다소 떨어지나 EDTA, CA, 습윤제, 계면활성제에 의해서는 더 나빠지지 않았다. 신도에 있어서는 SPS 첨가에 의해서는 다소 떨어지나 다른 안정제의 첨가에 의해서는 더 낮아지지 않았다.

참고문헌

- 김영환, 조현옥. (1994). *섬유시험법*. 서울: 형설출판사.
- 박성현. (1994). *현대실험계획법*. 서울: 민영사.
- 박종문. (1964). *Genus Hibiscus*의 품종에 관한 연구 I-한국 재래종 및 남방형 양마의 개화와 수정-. *한국작물학회지*, 2(2), 50-56.
- 백기현. (2002). 펄핑 및 표백제의 개발동향. *공업화학 전망*, 5(3), 1-10.
- 이혜자, 안춘순, 김정희, 유혜자, 한영숙, 송경현. (2003). 케냐프 섬유 분리에 대한 효소 레팅효과. *한국의류학회지* 28(7), 873-881.
- 이혜자, 한영숙, 유혜자, 김정희, 송경현, 안춘순. (2003). 케냐프 섬유 분리에 대한 화학적 레팅효과. *한국의류학회지*, 27(9/10), 1144-1152.
- 조남석, 최태호. (1996). 속성 섬유자원인 양마로부터 전통 한지제조특성. *펄프 종이 기술*, 28(4), 7-16.
- Adamsen, A. P. S., Akin, D. E., & Riggsby, L. L. (2002). Chelating agents and enzyme retting of flax. *Textile Research Journal*, 72(4), 296-302.
- Akin, D. E., Foulk, J. A., & Dodd, R. V. B. (2002). Influence on flax fibers of Components in enzyme retting formulations. *Textile Research Journal*, 72(6), 510-514.
- Henriksson, G., Akin, D. E., Riggsby, L. L., Patel, N., & Eriksson K. L. (1997). Influence of chelating agent and mechanical pretreatment on enzymatic retting of flax. *Textile Research Journal*, 67(11), 829-836.
- Mondal, M. I. H. (2002). Effect of hydrogen peroxide bleaching on sulphonated jute-cotton blended fabric. *Textile Research Journal*, 27, 280-283.
- Tokuda, J., & Ohura, R. (1999). Effect of surfactants on decoloration of various dyes by peroxide bleaching agents. *Textile Research Journal*, 69(6), 456-462.
- Wang, I., & Ramaswamy, G. N. (2003). One-step processing and bleaching of mechanically separated kenaf fibers: Effects on physical and chemical properties. *Textile Research Journal*, 73(4), 339-344.