Ultrasonic energy 적용에 따른 과산화수소 표백효율 분석

서진호, 김형진
국민대학교 임산생명공학과

Analysis of the efficiency of peroxide bleaching by applying the ultrasonic energy

Jin-Ho Seo and Hyoung-Jin Kim
Dept. of Forest Product & Biotechnology, Kookmin University

1. 서 론

최근 환경에 대한 관심이 높아지면서 펄프 표백에 주로 이용되던 염소 표백 사용이 감소하고 있으며, 환경 친화적인 ECF, TCF 등의 표백 방법이 연구되고 있다. 대표적인 친환경 산소계 표백제로 산소, 오존, 과산화수소 표백 등이 널리 이용되고 있으며 이 중 과산화수소는 1940년대 처음으로 기계펄프 표백에 사용되었고 이후 차아염소산염과 더불어 대표적인 표백제로 사용되어왔다.1), 2) 또한 1970년대부터 기계펄프의 표백뿐 아니라 화학펄프의 표백, 즉 리그닌을 제거할 목적으로 사용되기 시작하였다.3) 최근까지 과산화수소를 펄프 표백에 사용할 경우 백색도 개선에 한계가 있는 것으로 알려지면서, 펄프 표백 시 최종 표백단에 사용하여 2~3point의 백색도 개선과 백색도 안정성에 기여하는 역할로 한정되어 왔다.3) 과산화수소 표백의 효율개선을 위해 금속이온 봉쇄제를 통한 과산화수소 분해활성 저하, 이중 pH 등을 통한 연구가 이뤄져왔다.7)

본 논문에서는 과산화수소 표백의 효율을 높이면서 동시에 에너지 저감 효과를 얻고자 ultrasonic energy를 적용하였다. Ultrasonic energy는 청각을 이용해 들을 수 없는 음파로서 일반적으로 수술 가운, 안경 등 각종 세척 처리와 자동차의 디젤기관 성능에 적용 등 다양한 분야에 사용되어왔다. 물 속에서 초음파를 발생시킬 경우 음파의 진동에 의해 수많은 거품이 발생하며 이 거품이 물체 표면에 붙어 있는 이물질을 떼어내 세척 효과를 얻을 수 있다. 또한 초음파는 1초에 수만 번의 진동을 통해 초음파가 통과하는 매질을 두드려주는 효과를 얻을 수 있다. 본 연구에서 이러한 점에 착안하여 과산

화수소 표백 시 효율적인 리그닌 제거 및 표백 후 알칼리 추출 시 추출효율 개선 등에 ultrasonic energy를 사용하고자 하였으며 매질의 온도, 밀도 등에 대한 효과를 분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

과산화수소 표백 시 ultrasonic energy 적용에 대한 효율 평가를 위해 lignin을 함유하고 있는 Thermo mechanic pulp를 표백 실험에 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 표백

과산화수소 표백은 비닐 백 내에서 실시하였으며 1단 표백 후 pH 11 조건 하에서 60분동안 알칼리 추출을 통해 잔존 물질을 제거하였다. 또한 ultrasonic energy 적용 시 표백 효율을 알아보고자 1단 표백 및 알칼리 추출 시 ultrasonic energy에 시료를 노출시킨 상태에서 표백을 실시하였다. 표백 조건은 다음 table 1과 같다.

Table 1. The bleaching conditions.

No.	Pulp concent-ration, %	Hydrogen peroxide, % on pulp	Retention time, min	Tempe-rature, ℃	pH	Ultra-sonic energy
Control	5	1.5	0	Room temperature	11	×
1			30	30		
2			60			
3			30	70		
4			60			
5			20	45		20kHz
6			30			
7			60			

2.2.2 섬유 특성 분석

표백에 의한 lignin양 측정을 위해 KS M ISO 302(2007)에 의거하여 카파값 측정을 실시하였다. 또한 표백처리된 펄프를 패드상태로 제작한 후 L & W Elrepho를 이용해 백색도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 과산화수소 농도 조건에 따른 표백 효율 분석

통상적인 과산화수소 표백 조건인 고온 조건 하에서 표백을 실시할 경우 30분 처리 시 Kappa number는 8.04, 60분간 처리 시 5.37로 일반적으로 과산화수소의 표백 효율이 높다고 알려진 고온에서 60분간 처리 조건이 가장 낮은 Kappa number를 나타내었다. 30℃의 저온 조건 하에서 표백을 실시한 결과 Kappa number는 8.6, 8.7로 온도 조건이 낮아짐에 따라 과산화수소의 표백 효율이 저하되었음을 알 수 있었다.

Fig. 2의 백색도 측정 결과를 살펴보면 각각의 온도 조건 하에서 처리 시간에 따라 백색도가 증가하는 경향을 나타냈으나 처리 온도 상승에 따른 백색도 증가는 나타나지 않았다.

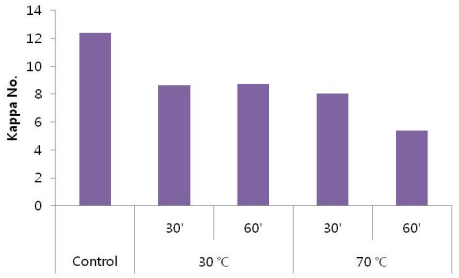

Fig. 1. Kappa number of TMP under different bleaching conditions.

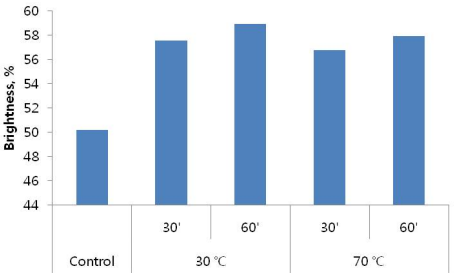

Fig. 2. Brightness of TMP under different bleaching conditions.

3.2 Ultrasonic energy 적용 시 표백 효율

Ultrasonic energy는 주로 세척과정, 근래에는 수술 가운의 세척에 다양한 적용 연구가 시행되고 있다. 본 연구에서는 표백 시 ultrasonic energy를 적용하여 처리 효율은

높이고 저온 조건 하에 적용하여 에너지 저감 효율을 연구하고자 하였다.

Fig. 3에 나타낸 Kappa number를 보면 ultrasonic energy 적용 시 저온 조건인 45℃ 하에서도 6.6, 7.0 등으로 70℃ 조건하에서 30분간 처리한 경우보다 더 낮은 Kappa number를 나타냈다. 또한 저온 조건 하에서 20, 30분간 처리한 경우와 60분간 처리한 경우를 비교해보면 큰 차이를 나타내지 않았으며, ultrasonic energy 적용 시 처리 시간 경과에 따른 효율 변화는 적은 것으로 판단된다.

Fig. 4에 나타낸 백색도 측정 결과 ultrasonic energy 적용에 따라 70℃ 조건 하에서 60분간 처리했을 경우보다 45℃에서 20분간 처리한 경우에 더 높은 백색도를 나타내는 것을 확인하였다. 따라서 ultrasonic energy를 사용한 표백 시 기존의 방법보다 낮은 처리 온도와 시간 조건 하에서도 높은 리그닌 제거 및 백색도 상승 효과를 볼 수 있을 것으로 판단되며 저온 및 시간 단축 조건에 따라 에너지 저감 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

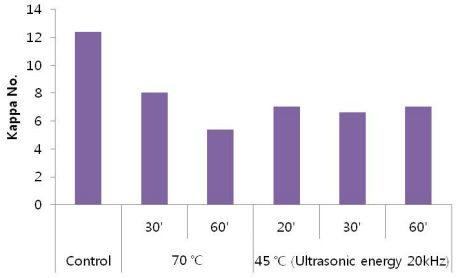

Fig. 3. Kappa number of TMP under different bleaching conditions according to applying the ultrasonic energy.

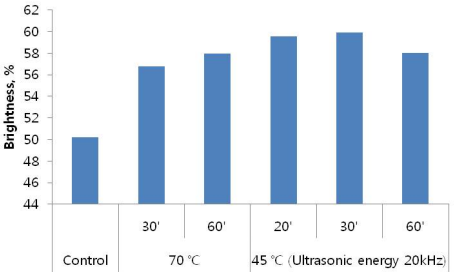

Fig. 4. Brightness of TMP under different bleaching conditions according to applying the ultrasonic energy.

4. 결 론

고온 조건 하에서의 과산화수소 표백을 60분간 처리했을 경우 카파값이 5.37로 가장 낮은 값을 나타내었다. 30℃의 저온 조건 하에서 표백을 실시한 결과 카파값은 8.6, 8.7로 온도 조건이 낮아짐에 따라 과산화수소의 표백 효율이 저하되었다. ultrasonic

energy 적용 시 저온 조건인 45℃ 하에서도 6.6, 7.0 등으로 70℃ 조건하에서 30분간 처리한 경우보다 더 낮은 카파값을 나타냈다. 또한 ultrasonic energy 적용 시 처리 시간에 따른 효율 변화는 나타나지 않았다.

백색도 측정 결과를 살펴보면 과산화수소 표백 처리 시간에 따라 백색도가 증가하는 경향을 나타냈으며, 처리 온도에 따른 효율 변화는 나타나지 않았다. ultrasonic energy 적용에 따라 70℃ 조건 하에서 60분간 처리했을 경우보다 45℃에서 20분간 처리한 경우에 더 높은 백색도를 나타내는 것을 확인하였다.

인용문헌

1. Gehr. V., Untersuchungen zur Bleiche unterschiedlicher Altpapierstoffe fur die Herstellung hochwertiger Druck und Presspapier. Dissertation, University Hamburg, pp. 43-46(1994).

2. Sharpe, P. E., TCF bleaching of mixed office waste compositions, 1995 Recycling Symposium, New Orleans. LA, USA, 20-24 Feb, pp. 157-187(1995).

3. 김세종, 윤병호, 과산화수소에 의한 크라프트 펄프 표백에 관한 연구, 강원대학교 대학원(2007)

4. Seung-Ho Kim, Hyoung Lee and Ki-Hyon Paik, EoP Bleaching of Mixed Office Wastepaper, J. KTAPPI vol.34(3), pp. 46-52(2002)

5. Yasuyuki M., Hitomi S., Masanori I., Takanori I., Kazuhiko F., Phenolization of hardwood sulfuric acid lignin and comparison of the behavior of the syringyl and guaiacyl units in lignin, J Wood Sci(53), pp. 67-70(2007).

6. Yasuda S., Fukushima K., Kakehi A., Formation and chemical structures of acid soluble lignin I. Sulfuric acid treatment time and acid soluble lignin content of hardwood, J Wood Sci 47, pp. 69-72(2001).

7. Bong-Yong Kim, Jae-Kyung Yang, Studies on the Characterization of TMP bleaching by Hydrogen Peroxide, J KTAPPI, vol. 28(2), pp. 30-37(1996).

8. S. Ilker Mistik, S. MuNge YuNkseloglu, Hydrogen peroxide bleaching of cotton in ultrasonic energy, Ultrasonics 43, pp. 811 - 814(2005).