

해리조건에 따른 점착성 고분자 이물질의 박리 및 미분화 거동

Detachment and micronizing behavior of model macro stickies
in disintegration process

이학래 · 김진우

서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과

1. 서론

환경적인 측면에 대한 관심이 급속히 증대됨에 따라 고지의 사용량이 점차 증가하고 있으며 이와 함께 원료와 같이 초지계로 유입되는 이물질의 함량 역시 급속히 증가하고 있다. 고지를 원료로 사용함에 따라 유입되는 오염물질은 초지 공정상의 큰 문제점을 야기한다. 특히 점착성 오염물질인 스틱키는 강도를 저하시킬 뿐 아니라 얼룩과 반점 등을 발생시켜 제품의 질을 떨어뜨리며, 공정 내에 침착되어 설비를 오염시키고, 초지용구의 수명을 단축시키며 세척에 의한 조업 중단 등 생산성 저하를 유발한다. 이러한 점착성 오염물질에 의한 문제는 초지기의 대형화와 고속화, 무방류화로 인한 용수의 수질 악화, 그리고 고지의 사용량 증가 등에 의해 더욱 가속화 되고 있는 실정이다.

초지 공정에서 발생하는 스틱키는 그 크기에 따라 매크로 스틱키와 마이크로 스틱키로 나누어 진다. 그 중에서 마이크로 스틱키는 크기가 작아 제거하기가 어려워 초지계의 오염과 공정 생산성 및 품질 악화의 주된 원인으로 작용하고 있다. 마이크로 스틱키의 발생은 크게 고지 펄핑 시 발생하는 마이크로 스틱키와 매크로 스틱키가 강한 전단력에 의해 마이크로화 되는 마이크로 스틱키로 나눌 수 있다. 이러한 마이크로 스틱키를 제거하기 위해 클리너 및 스크린과 같은 기본적인 정선공정과 플로테이션 및 CAF, DAF 등과 같은 공정을 활용할 수 있다. 그러나 이러한 공정에서 마이크로 스틱키를 충분히 제거할 수 없기 때문에 완전한 마이크로 스틱키의 제거를 위해서는 한외여과막과 같은 고성능 여과막 등을 이용하는 등 추가 설비가 요구되며 이는 다시 많은 시설투자를 필요로 하는 단점이 있다. 만약 공정으로부터 제거하기가 어려운 마이크로 스틱키의 발생을 근원적으로 감소시킨다면 이에 의해 발생하는 여러 가지 문제를

본질적으로 해결할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해서는 고지와 함께 유입된 스틱키 유발 물질의 박리 및 미분화 거동을 평가하는 것이 매우 중요하다.

본 연구에서는 해리 조건과 전단력에 의해 마이크로 스틱키가 생성되는 경향을 파악하고, 마이크로 스틱키를 효과적 제어할 수 있는 방안을 모색함으로써 추가 설비 없이 기존의 공정만으로 효과적인 결과를 발현할 수 있는 방안을 모색코자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

마이크로 스틱키의 모델 물질로 녹는점이 56-58℃이고 비중이 0.9인 paraffin wax와 녹는점이 71℃이고 비중이 0.95인 EVA를 이용하였다. 필프는 활엽수 BKP를 이용하였다.

2.2 Paraffin wax와 EVA의 blending.

Paraffin wax와 EVA를 2:1의 비율로 blending하여 모델 마이크로 스틱키를 제조 하였다. blending machine 은 Fig. 1에 나타내었다.



Fig. 1. The picture of blending machine.

2.3 모델 스틱키의 코팅

Blending한 모델 스틱키 물질을 LBKP에 코팅하여 스틱키에 오염된 고지원료의 모델로 이용하였다. 스틱키는 섬유 중량 대비 평균 3.5%가 되도록 코팅하였다.

2.3. 해리 조건에 따라 발생하는 마이크로 스틱키의 비율의 변화

해리 시 지료의 온도를 30, 40, 50℃의 세 단계로 변화시켰다. 또 pH를 4, 7, 10의 세 단계로 변화시키고 저농도 해리기를 이용하여 농도 3.3%, 10,000 rev으로 해리하였다. 해리 후 Somerville screen을 이용하여 0.15 mm 이하의 물질을 제거하였다. 또한 소수성 성질을 띠는 마이크로 스틱키의 응집 효과에 의하여 해리 시 발생하는 마이크로 스틱키가 매크로화 되어 와이어에 걸리는 것을 방지하기 위해 메탄올을 투입하고 200 rpm으로 3분 동안 DDJ에 넣고 교반하면서 drainage를 하였다. 이 때 와이어에 걸리는 물질을 100℃로 가열한 다음 상온에서 방냉하여 비중 차에 의해 떠오르는 모델 스틱키의 양을 측정함으로써 마이크로화의 경향을 판단하였다. 가열 조건으로는 끓기 시작할 때부터 5분간 가열하여 섬유에 붙어 있는 저비중의 스틱키를 제거하였다.

2.3. 매크로 스틱키의 마이크로화 경향

0.3 mm slot size를 통과하고 100mesh 와이어에 통과하지 못하는 모델 스틱키를 매크로 스틱키라 하여, 이를 0.1%의 농도로 희석한 다음 1300 rpm으로 강한 shear를 주어 3분간 교반하였다. 그 후 즉시 DDJ에 넣어 100 mesh 와이어로 drainage를 시켰다. 그 다음 와이어에 걸린 매크로 스틱키를 2.2에서 언급한 가열 방법으로 매크로 스틱키를 정량하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 해리 조건에 따른 마이크로화 경향

Fig. 2에서 보는 바와 같이 온도가 증가함에 따라 해리 시 발생하는 마이크로화 경향은 증가하였고 또한 pH가 증가함에 따라 마이크로화 경향은 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 온도가 50℃, pH가 10인 경우에 마이크로화 경향은 상대적으로 크게 증가하였으며, pH에 대한 경향성은 50℃에서 상대적으로 크게 나타내었다.

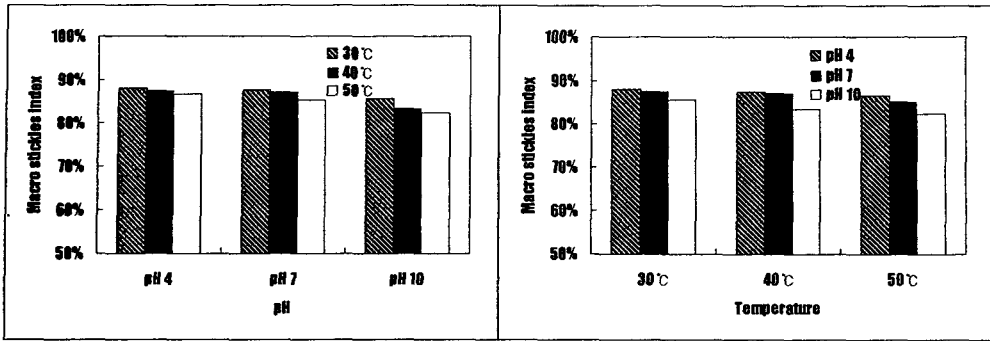


Fig 2. Separation of micro stickies from contaminated pulp in disintegration.

3.2 강한 shear에 따른 매크로 스틱키의 마이크로화

Fig 3에서 보는 바와 같이 온도가 증가함에 따라 매크로 스틱키의 마이크로화 경향은 해리할 때와 마찬가지로 증가하였고 또한 pH가 증가함에 따라 마이크로화 경향은 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 온도가 50°C, pH 10인 경우에 마이크로화 경향은 상대적으로 크게 증가하였으며, pH에 대한 경향성은 50°C에서 상대적으로 크게 나타내었다. 또한 해리 시 발생하는 마이크로화 경향보다 pH와 온도에 의한 변화가 크게 나타났다.

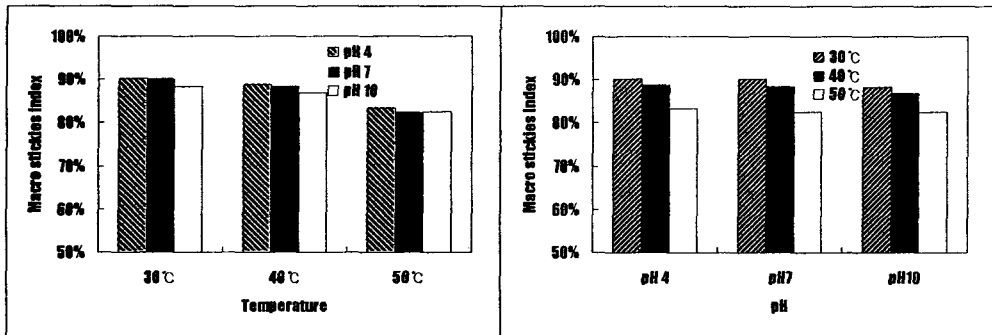


Fig 3. Separation of micro stickies from macro stickies in disintegration.

3.3 pH에 의한 탁도와 Zeta-potential의 변화

Fig. 4 에서 보는 바와 같이 pH에 따라 탁도의 감소 경향이 달랐다. 알칼리로 진행될수록 탁도의 감소 폭이 작았으며 zeta-potential의 경우는 알칼리로 진행될수록 강한 음전하를 띠었다.

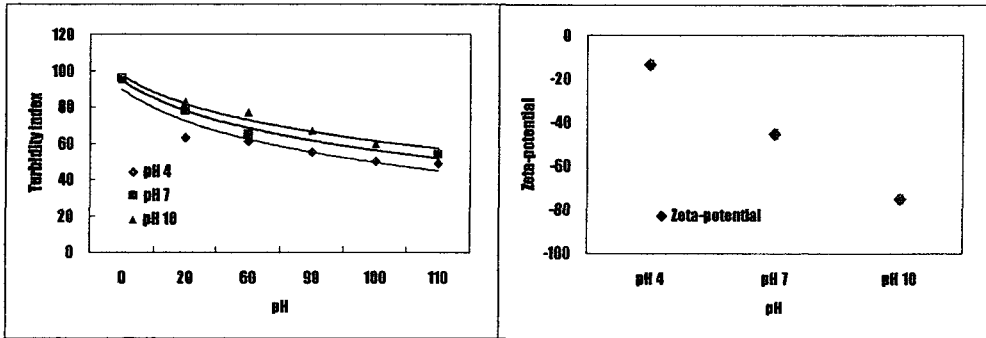


Fig 4. The change of FTU turbidity & zeta-potential by pH.

4. 결 론

본 연구에서는 온도와 pH 조건에 따라 해리 시 발생하는 마이크로 스틱키와 매크로 스틱키가 shear에 의해 마이크로화 되는 경향을 평가하였다. 그 결과 마이크로 스틱키는 펄핑 및 각각의 공정에서 부여하는 shear에 의해 약 15-20% 정도 마이크로화가 진행되는 것으로 나타났다. 또한 온도가 높고 pH가 높을수록 좀 더 많은 마이크로화가 진행되었다. 특히 온도가 높을 때 pH에 대한 영향이 큰 것으로 나타났다.

사 사

BK21 핵심 사업의 지원을 받았음.

참고문헌

1. Sonal, N. Patel., Deposition of hot melt and wax on surfaces, Tappi J. 82(11): pp.99-103(1999).
2. Doshi, M. R., and Dyer, J. M., Management and control of wax and stickies, Progress in Paper Recycling : pp.14-20(1999).
3. Doshi, M. R., and Dyer, J. M., Paper recycling challenge V1., Doshi & Associates Inc. : pp.118-127(1997).
4. 이학래, 김종민, 스틱키 제어를 통한 골판지 원지의 원질 처리 기술 개발 최종 보고서(2003).