

양이온성 고분자에 의한 마이크로 스틱키의 섬유에 대한  
흡착 거동 및 제어 방법  
Adsorption Behavior of Micro Stickies onto Fiber and Their Control  
with Cationic Polymers

이학래 · 윤혜정 · 김종민 · \*김진우  
서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과

1. 서론

고지의 사용은 친환경적일 뿐만 아니라, 자원 절약을 위해서도 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 고지를 원료로 사용함에 따라 유입되는 수많은 오염물질에 기인하는 스틱키는 강도를 저하시킬 뿐 아니라 얼룩과 반점 등을 발생시켜 제품의 질을 떨어뜨리는 원인이 된다. 더욱이 계 외로 배출되지 않은 스틱키 물질들은 공정 내에 침착되어 설비를 오염시키며, 초지용구의 수명 단축, 세척에 의한 조업 중단 등 생산성 저하를 가져온다. 특히 이러한 문제는 초지기의 대형화와 고속화, 무방류화로 인한 용수의 수질 악화, 그리고 고지의 사용량 증가 등에 의해 더욱 가속화 되고 있는 실정이다.

그 중에서 마이크로화된 스틱키 물질은 제거하기가 어려워 초지계의 오염과 공정 생산성 및 품질 악화의 원인으로 작용하는 경우가 급속히 증가하고 있다. 세척 또는 플로테이션 등의 방법에 의해 마이크로 스틱키의 제거가 가능하지만 이 역시 완전한 제거를 보장하는 공정이라고 볼 수는 없다. 따라서 제거되지 못한 마이크로 스틱키는 초지계 내에 항상 존재한다고 보아야만 하며, 이들이 계 내에 축적된다면 추후 공정과 품질 상에 여러 가지 문제점을 야기할 것이 분명하다. 마이크로 스틱키의 완벽한 제거를 위해서는 한외여과막 등의 고성능 여과막을 이용하는 방법이 있으나 이는 설비비가 고가이며 유지 및 관리가 용이하지 않기 때문에 단순한 마이크로 스틱키 제어를 위한 방법으로 채택하기 어려운 것이 현실이다. 이러한 하드웨어적 접근이 많은 시설투자를 필요로 하는데 비하여 고분자 물질을 이용한 소프트웨어적 접근은 어느 공정에서나 적용이 가능한 특성을 지니고 있다. 이 방법은 계 내에 존재하는 마이크로 스틱키를 양성고분자를 이용하여 펄프 섬유 등 원료 조성에 흡착시켜 계 외로 제거하는 방법을 의미한다.

본 연구에서는 정선 공정 중 미처 제거되지 못한 마이크로 스틱키의 계 외 배출을 위해 양이온성고분자를 이용하여 마이크로 스틱키를 섬유에 흡착 시킴으로써 제거할 수 있는 방안을 모색코자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

마이크로 스틱키의 모델 물질로 녹는점이 56-58℃인 paraffin wax를 이용하였다. 펄프는 UKP를 0.3mm slot size의 plate를 가진 Sommerville screen으로 분급하여 미세분과 단섬유들을 제거한 후 사용하였다. 고분자로는 전하 밀도가 2.9 meq/g 인 C-PAM 과 10.3 meq/g인 PEI, 그리고 4.5 meq/g인 PVAm을 이용하였다.

### 2.2 Micro wax suspension 제조

#### 2.2.1 Wax 의 마이크로 화

마이크로화 된 Wax 현탁액 제조방법은 Fig 1에 도시하였다.

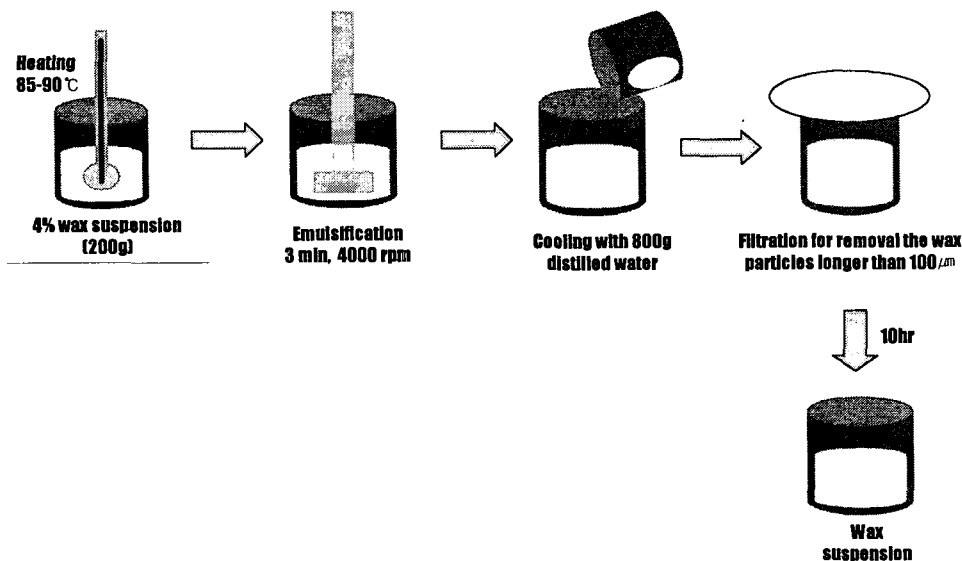


Fig 1. The schematic diagram for making the wax suspension.

### 2.2.2. Micro wax suspension의 탁도 및 입도 측정

Micro wax suspension의 농도 측정이 일반적인 방법으로는 불가능하였기에 본 연구에서는 micro wax의 양을 FTU turbidity를 측정하여 평가하였다.

### 2.3. 양이온성 고분자를 이용한 흡착

준비된 마이크로 스틱키의 탁도를 시간 변화에 따라 평가하여 탁도 변화가 미미한 10 시간 이후의 마이크로 스틱키를 실험에 사용하였다 (Fig. 2). 이처럼 경시 안정성을 지닌 micro wax가 포함된 지료는 micro wax suspension 40%에 섬유유 0.1%와 증류수 59.9%를 혼합하여 준비하였다.

이 suspension을 DDJ에 넣고 1분간 교반을 시킨 다음, 양이온성 고분자를 투입하여 다시 1분간 교반시키고, DDJ를 빠져 나온 여과액의 탁도와 Zeta-potential을 측정하였다. 탁도는 Hach사의 DR2000을 이용하였으며, Zeta-potential 측정은 Zeta-meter 3.0+를 이용하였다.

여과액의 탁도는 편의상 아래의 정의에 따라 Turbidity ratio로 평가하였다.

$$\text{Turbidity ratio} = \frac{\text{Turbidity of filtrate drained from DDJ}}{\text{Initial turbidity of suspension}}$$

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 시간에 따른 탁도 변이성

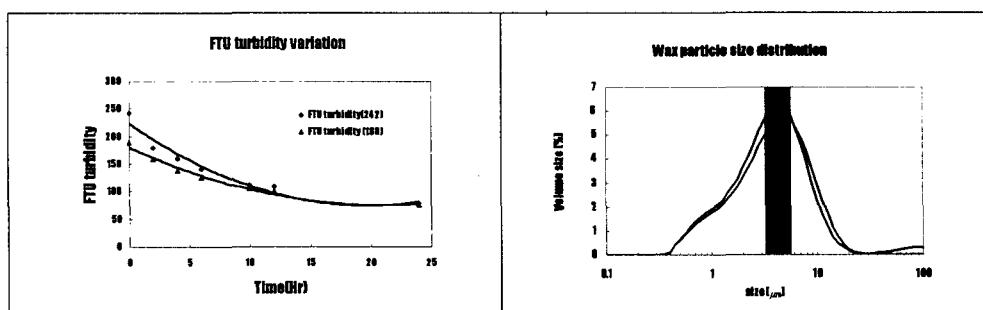


Fig 2. FTU turbidity of the wax suspension as a function of time.

준비된 Micro wax suspension의 탁도를 측정하여, 시간에 따른 Wax suspension의 안정성을 평가 하였다. Melvern size tester를 이용하여 탁도가 안정화되는 시점 이후의 입도를 측정 하였다. Fig 2.에서 보는 바와 같이 micro wax suspension은 초기에는 불안정하여 탁도의 감소가 크게 나타났다. 그러나 10시간 후에 탁도는  $105 \pm 10$  으로 실험에 영향을 미칠만한 변화를 보이지 않았다. 따라서 이 시점 이후의 wax suspension을 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 micro wax suspension의 10시간 이후 평균입도는  $5.48 \mu\text{m}$  정도였으며, Zeta-potential은  $-40 \text{ mV}$  였다.

### 3.2. 고분자 투입 시 섬유에 흡착에 따른 탁도 변화

Fig 3에서 보는 바와 같이 wax suspension의 탁도비는 고분자 투입량이 증가함에 따라 감소한 후 다시 약간 증가하였다. 또한 COD 값도 같은 경향으로 변화되었다. 이는 고분자의 투입에 의해 micro wax particle이 섬유에 흡착되고 있음을 의미한다.

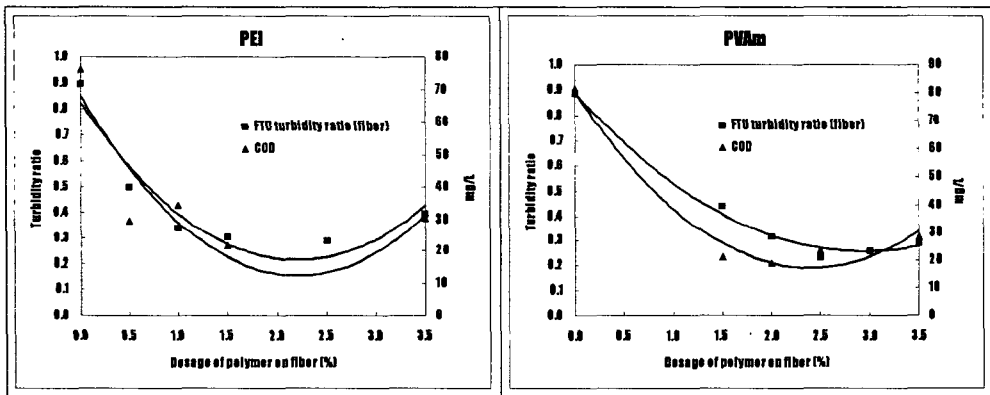


Fig 3. Turbidity ratio and COD as a function of polymer dosage.

### 3.3. 고분자에 의한 섬유 흡착시 micro wax suspension의 Zeta-potential의 변화

Fig 4에서 보는 바와 같이 PEI의 경우 전하가 역전되는 지점까지 흡착 효과를 보였다. 그러나 전하가 역전된 후 2 %(% on fiber) 이상의 투입량부터는 섬유의 흡착정도가 감소하여 탁도가 증가하는 모습을 나타내었다.

PVAm의 경우에도 전하가 역전되는 지점까지 흡착 효과를 보였다. PEI와 마찬가지로 전하가 역전된 후 3 %(% on fiber) 이상의 투입량부터는 섬유의 흡착정도가 감소하여 탁도가 다소 증가하는 모습을 나타내었다.

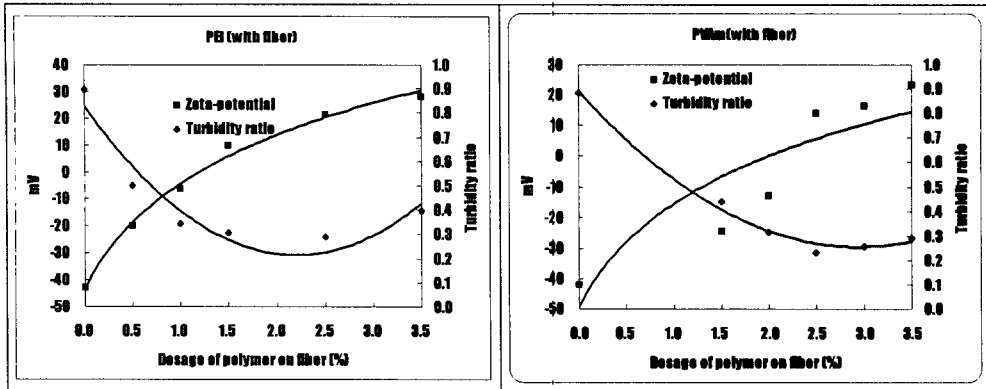


Fig 4. The variation of FTU turbidity & zeta-potential by adsorption on fiber.

#### 4. 결론

본 연구에서는 미세거된 마이크로 스틱키의 제거를 위해 양성 고분자를 이용하여 섬유에 흡착시켜 계 외로 배출하는 방법을 제시하고 있다. 그 결과 초지계 내에 존재하는 마이크로 스틱키가 양성 고분자에 의해 섬유에 흡착됨을 확인하였다.

#### 5. 참고 문헌

1. Back, E. L., Principles for wax removal from OCC after alkaline hot dispersion: Autodispersible waxes for recyclable packaging papers I, Tappi J. 78(7): pp.161-168(1995).
2. Doshi, M. R., and Dyer, J. M., Management and control of wax and stickies, Progress in Paper Recycling : pp.14-20(1999).
3. Severston, S. J., Coffey, M. J., and Nowak, M. J., Wax dispersion during recycling of old corrugated containers. Tappi J. 82(12): pp.67-74 (1999).
4. 이학래, 김종민, 스틱키 제어를 통한 골판지 원지의 원질 처리 기술 개발 2차년도 보고서(2002).