

## 방적공장에서의 면섬유 점착성 평가(1)

### 1. 개요

면섬유의 점착성은 진딧물(Aphis)인 Aphis Gossypii Glos와 가루이(Whitefly)인 Bemisia Tabaci Genn 같은 두 가지 곤충의 분비물에 의해 면섬유가 오염되어 발생하는 것이다. 일반적으로 허니듀로 알려져 있는 곤충 분비물은 면섬유에 함유되어 있는 식물성 당분(physiological sugars)과는 대조적으로 곤충에 의한 당성분(entomological sugars)의 함량이 많은 물질이다.

당분은 먼저 면화 볼내에 부착하며 다음에 Aphis와 Bemisia 곤충이 출몰한 후 면화 볼이 성숙하여 개화한 면섬유 자체에 부착되게 되는 것이 잘 알려져 있는 현상이다. 이러한 관찰 결과는 여러 가지 당분의 성분을 구별할 수 있는 IRCT에서 직접 수행한 연구에 의한 것이다.

Figure 1: Types of sugars

|                                                                        |         | Physiological Sugars |  |
|------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|--|
| 1. On the fibre<br>in the boll                                         | Sugars  | Fructose             |  |
|                                                                        |         | Glucose              |  |
|                                                                        |         | Saccharose           |  |
| 2. After Infestation<br>by Aphis, Bemisia after<br>opening of the boll | Polyols | Glycerol             |  |
|                                                                        |         | Erythritol           |  |
|                                                                        |         | Inositol             |  |
|                                                                        |         | Entomological Sugars |  |
| 3. After Enzymatic<br>Degradation                                      | Sugars  | Fructose             |  |
|                                                                        |         | Glucose              |  |
|                                                                        |         | Saccharose           |  |
|                                                                        |         | Fructomaltose        |  |
| On the fibre                                                           | Sugars  | Trehalose            |  |
|                                                                        |         | Cellobiose           |  |
|                                                                        |         | Maltose              |  |
|                                                                        | Polyols | Glycerol             |  |
|                                                                        |         | Arabitol             |  |
|                                                                        |         | Mannitol             |  |

<그림 1>은 면섬유에 부착되어 있는 탄수화물을 나타내었다. 대부분이 환원성 당분인 식물성 당분(glucose와 fructose)은 간단한 화학적 정성분석 방법(Perkins, Fehling-Massat, Folin 및 Benedice 법)으로 인지할 수 있다. 이러한 당분들은 어떠한 점착성도 발생시키지 않는 것으로 알려져 있다.

허니듀 형태로 섬유를 오염시킨 곤충 분비물에 포함되어 있는 곤충에 의한 당분은 환원성 당분, 비환원성 당분 및 폴리올(분자 중에 3개 이상의 수산기를 가진 알코올)로 구성되어 있다. 이러한 당분들은 보다 복잡한 분석 방법인 박막 크로마토그래피, 가스 크로마토그래피 및 액체 크로마토그래피와 같이 시험 속도가 느리고 비용이 많이 드는 기술에 의해서만 측정할 수 있다. 이러한 당분들이 주로 점착성을 발생시키는 것으로 알려져 있다.

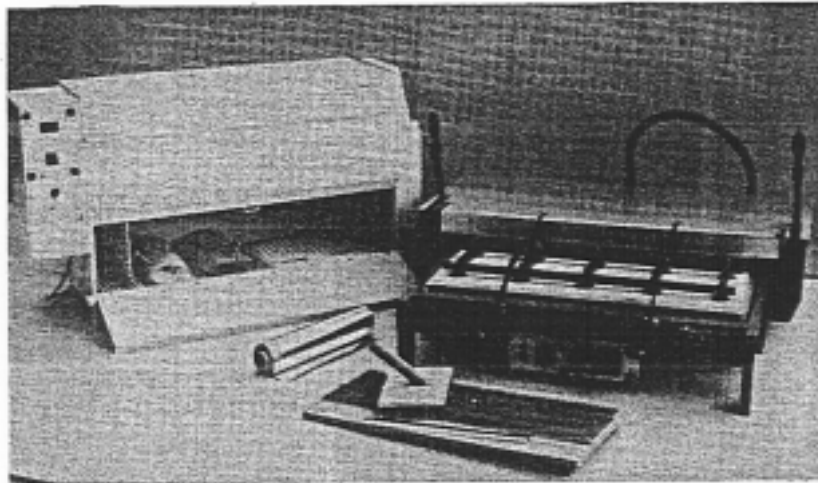
## 2. 점착성 측정방법

화학적 시험방법이 면섬유의 점착 가능성을 확실히 나타낼 것으로 생각하는 것은 잘못된 것이며 환원성 당분의 존재 유무를 의미하는 화학적 시험방법은 실제 점착성과 관련성이 낮은 실망스러운 결과를 주는 것 같다. 반면에 소형 소면기 또는 이와 유사한 시스템으로 측정하는 물리적 시험방법은 점착성 정도를 매우 잘 나타내고 있다. 방적 공정 중 섬유 거동과의 상관성은 아직까지 확실하게 확립되지는 않았지만 이러한 시험 결과는 점착성 정도를 상당히 확실하게 나타내는 것으로 여겨지고 있다. 현재 이 방법만이 ITMF에서 추천하고 있는 신뢰성 있는 유일한 시험 방법이다.

지난 몇 년에 걸쳐 IRCT에서는 살충제 처리 효율이나 면섬유 개화 후의 수확시기가 점착성에 미치는 영향에 대한 연구를 추진하고 있으며, 관련 연구의 한 부분으로 식물 위에 존재하는 곤충 허니듀 분비물을 확인하기 위한 조사를 실시하였다.

또한 점착성 원면의 점착 가능성에 공기 중 습도가 미치는 영향과 점착성 원면과 비점착성 원면의 다양한 혼율이 미치는 영향을 밝히기 위해 실험실적 실험을 별도로 실시하였다.

최종적으로 IRCT에서는 아래와 그림과 같은 Thermodetection이라는 새롭고 단순하며 효율적인 점착성 평가 방법을 개발하였으며 이 시험기는 허니듀 오염 원면 감지에 소형 소면기 방법을 이용하지 못하는 경우에 큰 도움이 될 것이다.



*IRCT's model RF 13 thermodetector and FG 49 conditioning box. A commercial version of the thermodetector, made by Graf (Switzerland) will be available soon.*

### 3. 실험

IRCT의 섬유 시험실에서 수행된 실험은 원면의 점착성 감지를 위한 효율적이고 재현성 있는 소형 소면기 실험을 위한 온습도 조건을 정의하기 위한 것이 첫 번째 목적이며, 관련 결과는 ITMF(1986년)와 Bremen 회의(1986년)에 보고되었다. 관련 연구의 주된 결론은 실제로는 절대습도(공기 중 수분량)와 온도에 관련되어 있는 상대습도는 점착성에 영향을 미치며 상대습도가 증

가할수록 원면의 점착성을 증가한다는 것이다.

게다가 허니듀에 의한 오염정도가 심할수록 상대습도가 점착성에 미치는 영향도 증가하는 것을 알 수 있다<그림 2>. 점착성 시험을 위한 가장 좋은 조건은 상대습도 55% 이었다.

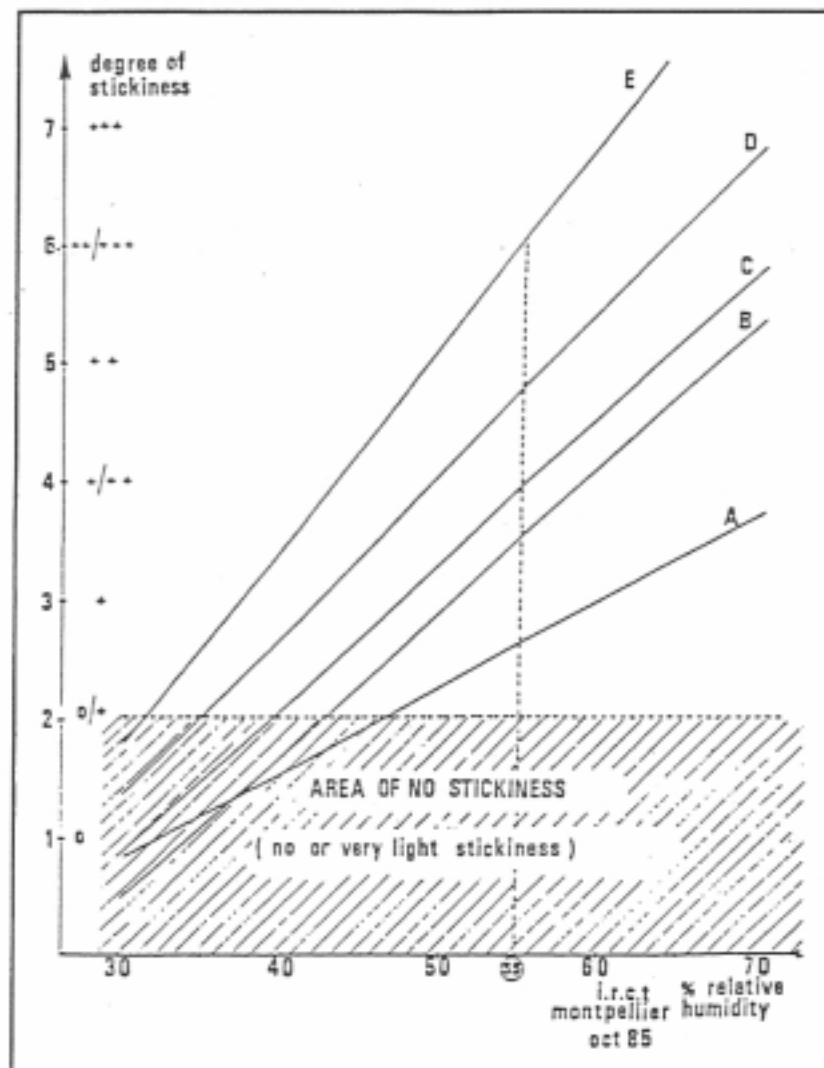
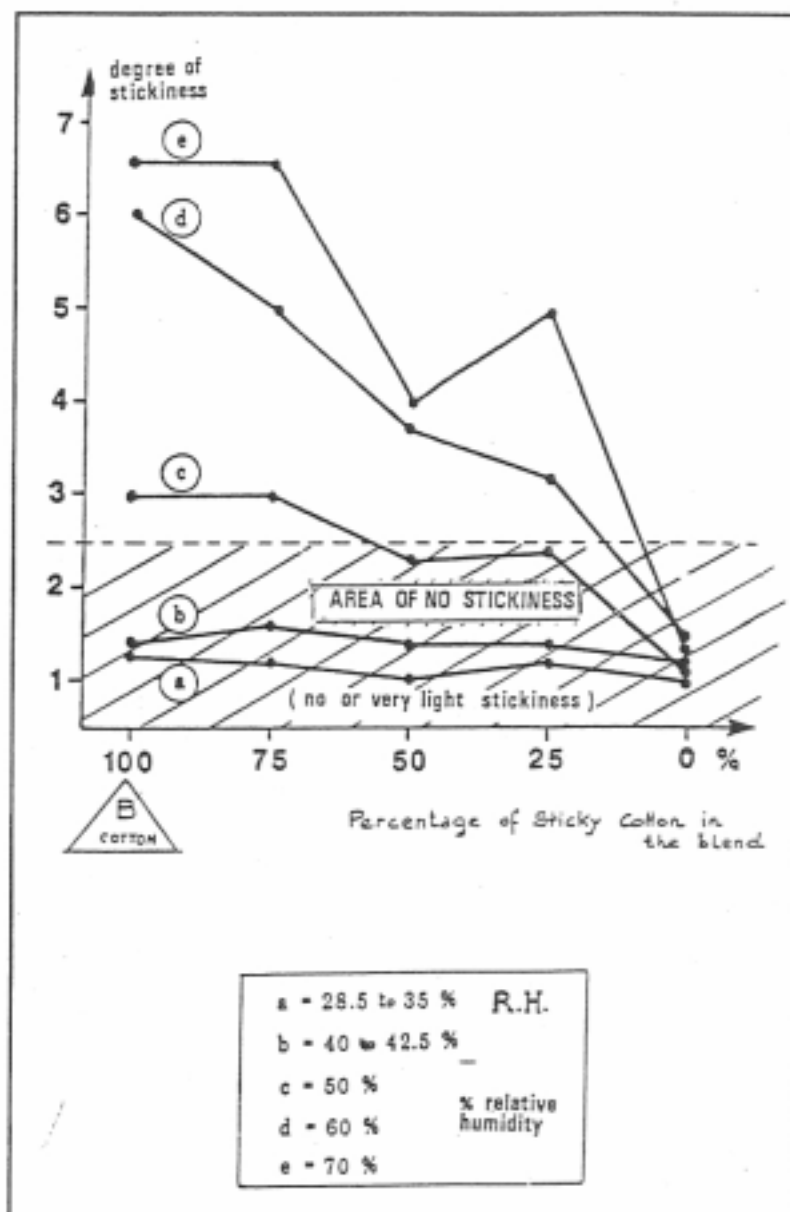


Figure 2: Influence of relative humidity on stickiness.

다음 실험은 방적공장에서 점착성과 관련된 문제점을 해결하는데 도움을 주고자 계획되었다. 대부분의 점착성 원면은 점착성 원면만으로는 방적이 불

가능하므로 반드시 비점착성 원면과 혼면하여 사용해야 한다. 서로 다른 점착성을 갖는 여러 가지 면섬유를 비점착성 면섬유와 다양한 혼율로 혼면한 후 서로 다른 상대습도 하에서 소형 소면기 방법으로 점착성을 평가하였다. 이때 점착성 원면의 혼율은 0, 25, 50, 75%, 상대습도는 30, 40, 50, 60, 70%로 하였다.



#### 4. 실험결과

<그림 3>에 점착성이 낮은 원면(B, 등급 3)과 비점착성 원면(A, 등급 1)의 혼율에 따른 상대습도의 영향을 나타내었다. 상대습도 60%와 70%에서 혼율 100%의 점착성이 낮은 원면(B)은 점착성이 매우 높게 나타났으며 비점착성 원면의 혼율이 증가할수록 혼면된 면섬유의 점착성은 감소하였다. 50% B/50% A의 혼율에서 상대습도가 50% 이하라면 방적이 가능할 것이다.

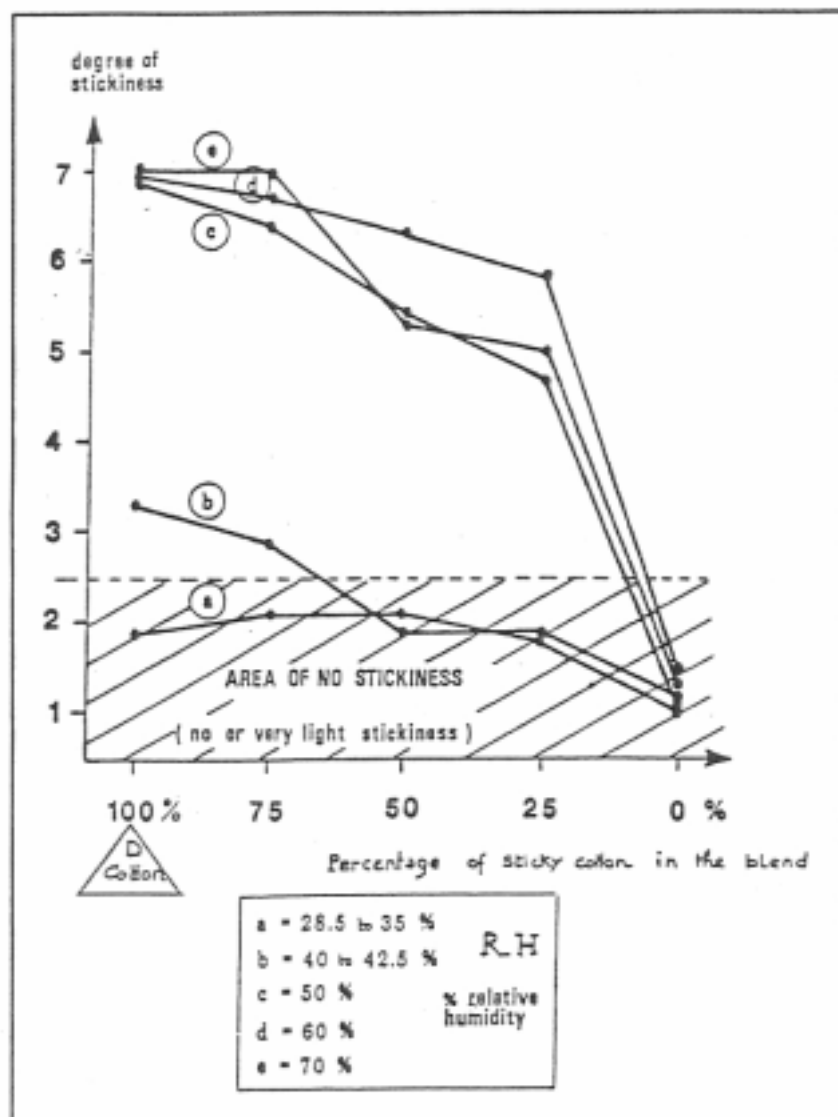


Figure 4: Stickiness of Mix D + A at various RH%.

점착성이 심한 원면(D, 등급 6/7)과 비점착성 원면(A, 등급 1)을 사용하는 경우에는 <그림 4>에서와 같이 상대습도 50%에서도 점착성 원면을 혼면하지 않는 경우에만 방적이 가능하다. 상대습도를 40%까지 낮추는 경우에만 50% D/50% A의 혼율에서 방적이 가능할 것이다.

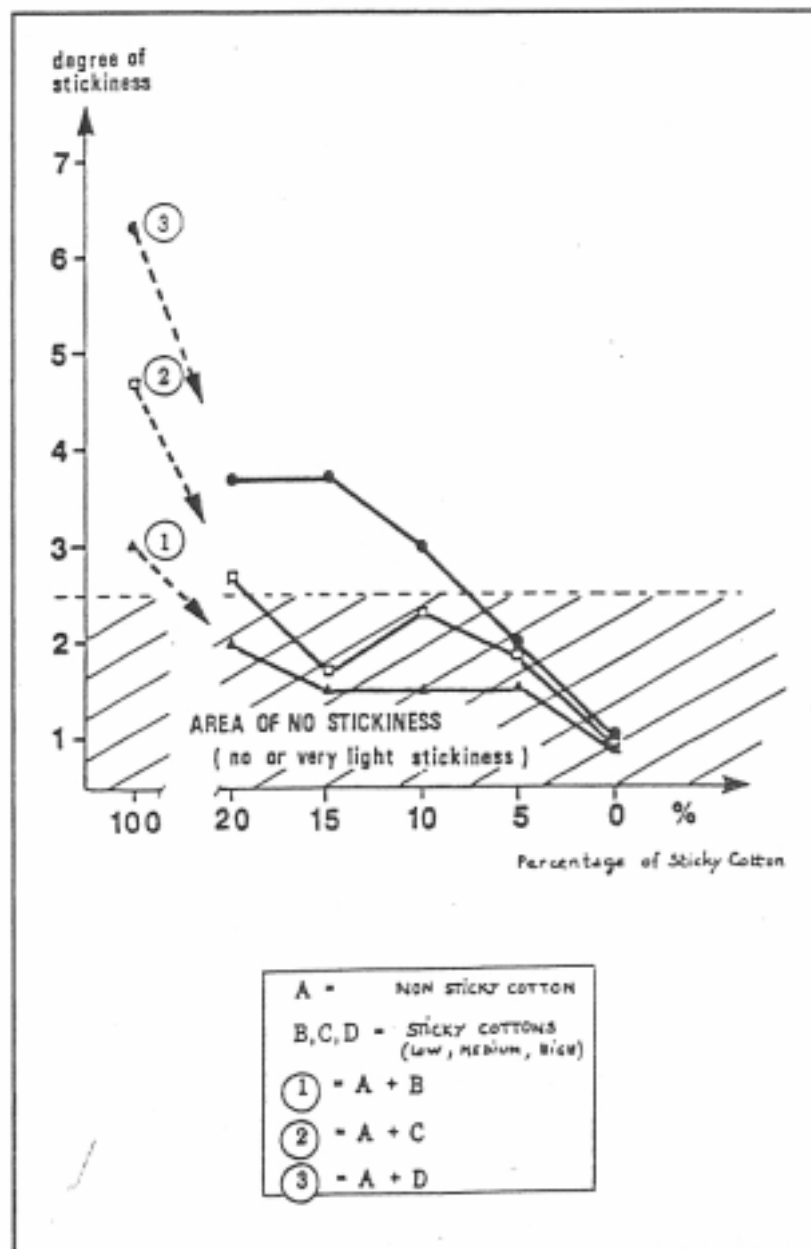


Figure 5: Stickiness of various blends at 55% relative humidity.

다음은 원면의 점착성이 다른 3가지 원면을 20, 15, 10 및 5% 혼율로 비점착성 원면과 혼면한 후 일정 상대습도(55%)에서 소형 소면기로 혼면 시료의 점착성을 평가한 것으로, 그 결과를 <그림 5>에 나타내었고 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 점착성이 낮은 원면(등급 3)은 혼율 20%까지 문제없이 방적 가능하다.
- 점착성이 중간 정도인 원면(등급 5)은 혼면시 점착성 원면의 혼율이 10~15%를 초과하지 않는 경우, 큰 문제없이 방적이 가능하다.
- 매우 점착성이 높은 원면(등급 6/7)을 비점착성 원면과 혼면하는 경우, 운전 중 문제점을 피하기 위해서는 점착성 원면의 혼율이 5%를 넘지 말아야 된다.

이러한 모든 실험 결과는 방적공장에서 공정 공급 전에 사용 원면의 점착가능성을 감지하는 것이 얼마나 중요한지를 나타내는 것이며 또한 점착성 원면을 혼면하여 방적사를 제조하는 경우, 공장 관리 측면에도 도움이 될 것이다.

물론 소면공정과 정방공정에서 점착성 현상이 발생하는 것을 방지하기 위해서는 앞의 결과에서 알 수 있는 바와 같이 공정조건이 점착성 정도에 영향을 주기 때문에 방출조건과 상대습도를 고려해야 하며 주의 깊게 조절해야 한다.

현재까지 소형 소면기 또는 Shenker 시험기를 이용한 물리적 시험방법을 제외하고 점착성을 쉽고 신뢰할 수 있을 정도로 감지할 수 있는 방법은 없다. 그러나 이러한 시험기는 부담스럽고 고가이며 쉽게 이동시킬 수 없으므로 많은 실험실에서 사용하지 못하고 있다. 따라서 면화 재배, 조면, 품선, 판매 및 연구(곤충학자, 식물학자 등)를 위해서는 보다 단순한 시험기가 필요하다.