

점착성 원면의 처리 (3)

3 결과 및 토론

운전 중 방적 기계의 온도는 상승한다. 따라서 일정하게 제어된 온습도에
서 기계를 예비 운전한 이후 소면기, 연조기, 조방기 및 링 정방기 및 로우
터 정방기의 온도를 측정하였다<표 5>. 측정 온도는 모두 25°C 이상이었으며,
가장 높은 온도는 연조기(38°C에서 53°C)와 로우터 정방기(31°C에서 38°C)에
서 측정되었고 가장 낮은 온도는 링 정방기(25°C에서 28°C)에서 측정되었다.
이러한 방적 기계의 온도 상승이 미치는 영향은 당분의 열적 특성에 따라
다르게 된다. 따라서 방적 기계에서 수집된 점착점과 허니듀로 오염된 면섬
유에서 확인된 5가지 당분들의 열적 특성을 조사하였다.

Table 5. Temperature measurements on processing equipment after machine warming.

Equipment, conditions	Part	Temperature
<u>Card</u>		
23°C, 60% relative humidity	Licker-in	29
	Main cylinder	34
	Flats	30
	Doffer	27
<u>Drawing</u>		
23°C, 55% relative humidity	Back roll	38
	Middle roll	42
	Front roll	53
	Calendar roll	41
<u>Roving</u>		
23°C, 55% relative humidity	Back roll	26
	Middle roll	28
	Front roll	31
	Trumpet	28
<u>Ring spinning</u>		
23°C, 62% relative humidity	Back roll	25
	Middle apron	26
	Front roll	28
	Ring	27
<u>Rotor spinning</u>		
23°C, 55% relative humidity	Combing roll	31
	Rotor	37

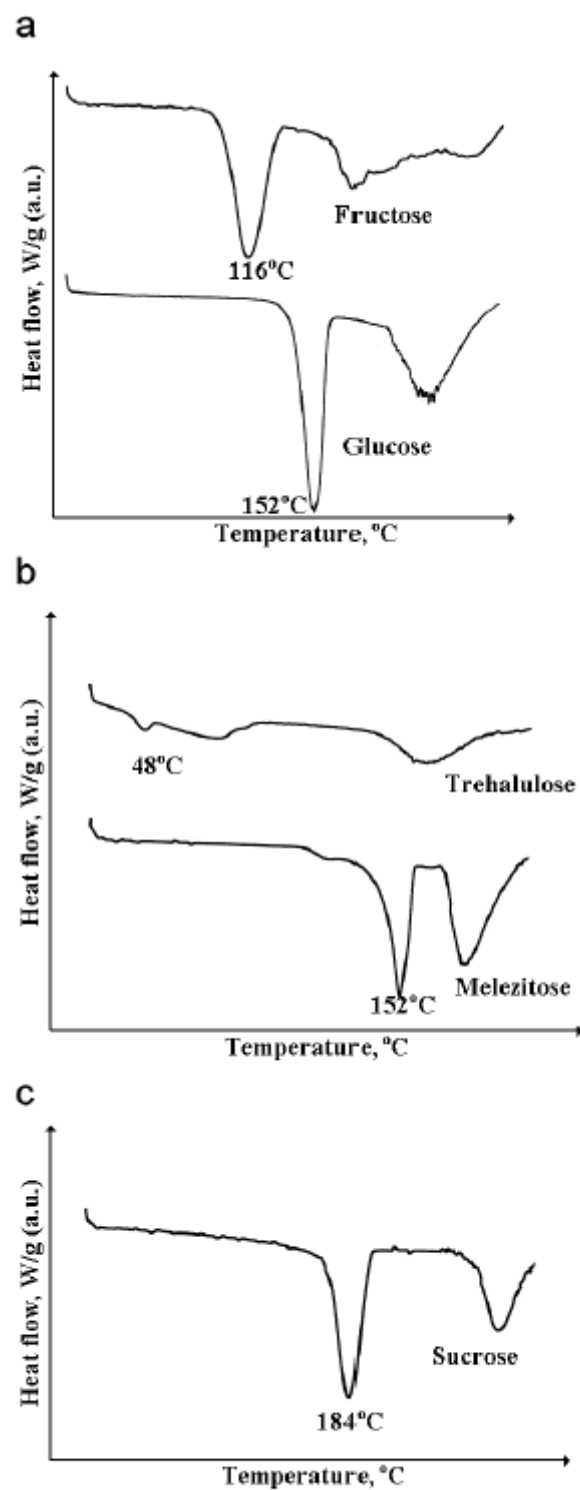


Fig. 7. (a) Differential scanning calorimetry profiles of (a) fructose and glucose, (b) trehalulose and melezitose, and (c) sucrose.

Table 6. Melting points and decomposition points of selected sugars measured with differential scanning calorimetry.

Sugar	Melting point	Decomposition point
	-----°C-----	
Fructose	116	178
Glucose	152	210
Sucrose	184	215
Trehalulose	48	193
Melezitose	152	225

시차 주사 열량분석을 통해 fructose, glucose, trehalulose, sucrose 및 melezitose와 같은 당분의 열적 특성을 조사하였다. 본 고에서는 25°C에서 250°C까지 분당 5°C씩 승온하면서 시차 주사 열량분석을 실시하였으며 측정된 당분의 열적 특성을 <그림 7a> ~ <그림 7c>에 나타내었다. 각 당분은 융점(melting point)과 분해점(decomposition 또는 carbonization)과 같은 두가지 특성 피크를 나타내었다. Trehalulose를 제외한 다른 당분의 융점 측정 결과는 Merck Index(Budavari, 1989년)와 유사한 결과를 나타내었다. 측정 당분 중 trehalulose가 가장 낮은 융점(48 °C)을 나타내어 온도가 상승하자마자 녹기 시작할 것이다. 다른 나머지 당분은 116°C까지(fructose의 융점) 안정적으로 유지되었다. 따라서 운전 중 방적 기계의 온도가 상승하면 제일 먼저 trehalulose에 영향을 미쳐 기계 파트에 점착되거나 넵 발생의 원인이 된다. <그림 8>에 8번 혼면 실험에서 제조된 방적사의 18번째 도핑시에 발견된 점착 넵의 한가지 예를 나타내었다. Hequet와 Frydrych(1992년)에 의하면 링 방적사의 넵과 Thermodetector로 측정한 원면의 점착성간에 양호한 상관성을 나타내었다. 본 고에서는 평균적으로 Thermodetector에서 측정된 각 점착점은 링 방적사(20 tex)에 2.8개의 넵을 추가시키는 것으로 나타났다. 방적 기계에 부착된 점착점은 방적 공정에 장기적으로 영향을 미치게 되며, 먼저 기계 표

면에 점착되며 그 후 이러한 점착점에 먼지, 실리카(silica) 등이 부착되어 기계 내에서 마찰력을 증가시키고 과도한 기계 마모와 온도를 상승시키게 된다.

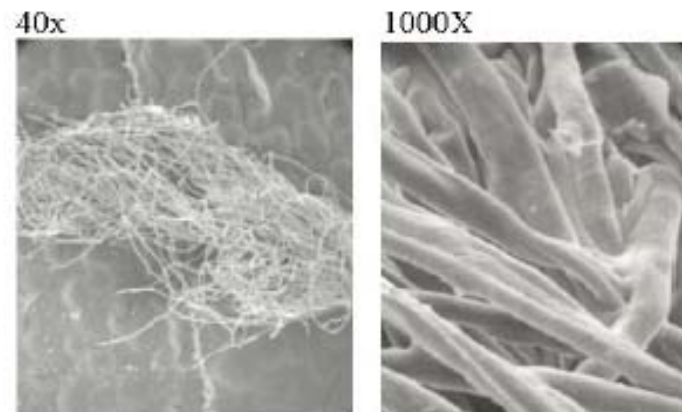


Fig. 8. Scanning electron microscopy of a nep produced on the 18th doff of the Mix no. 8.

당분은 물분자와 다수의 수소결합을 통해 결합할 수 있는 여러 개의 하이드록실기(hydroxyl group)가 있으므로 친수성 탄수화물이다. 따라서 여러 연구자들은 점착성과 상대 습도간의 상관성을 조사하였다(Gutknecht 1986년, Price 1988년, Frydrych 1993년). 그 결과에 의하면 허니듀 오염 원면은 일반적으로 높은 상대 습도보다 낮은 상대 습도에서 점착성이 낮은 것으로 나타났으며 오염 원면에서 확인된 5가지 당분의 흡습성도 조사되었다.

점착성 시험(Thermodetector 및 High-speed stickiness detector)은 항상 표준 시험 조건하(ASTM D 1776)에서 실시해야 한다. 따라서 각 당분이 흡수하는 수분의 양을 $65 \pm 2\%$ 상대습도, $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 평가하였다. <그림 9a>는 수화 초기 12 시간 동안 흡수된 중량 증가율을 나타낸 것으로 trehalulose는 한 분자당 물 2 분자에 해당하는 약 12%의 수분을 흡수하는 것으로 나타났고 trehalulose

를 제외한 당분은 이 시간동안 어떠한 변화도 보이지 않았다.

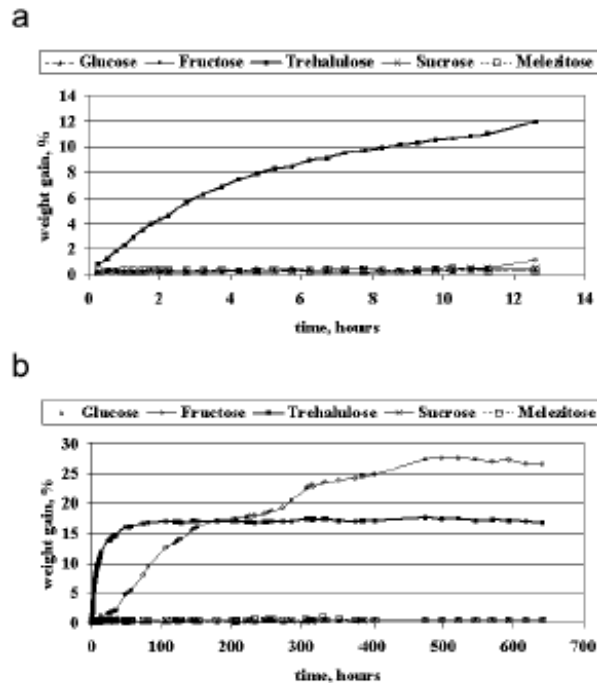


Fig. 9. (a) Hydration kinetic of selected sugars at $65\% \pm 2\%$ relative humidity and $21^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ from 0 to 12.6 h. (b) Hydration kinetic of selected sugars at $65\% \pm 2\%$ relative humidity and $21^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ from 0 to 650 h.

당분 시료의 중량 증가가 없을 때까지 중량 변화를 측정한 결과, Trehalulose는 계속적으로 수분을 흡수하나 표준 온습도 조건하에서 fructose는 12시간 이후부터 수분을 흡수하기 시작하는 것으로 나타났다<그림 9b>. 수화 속도(hydration kinetic)은 trehalulose가 가장 빨라 80시간 이후에는 수분 평형에 도달하였고 fructose가 가장 느려 500시간 이후에 수분 평형에 도달하였다. 중량 증가의 총 양은 trehalulose 1분자당 물 3분자와 fructose 1분자당 물 3분자에 해당한다. 만약 Trehalulose 당분이 흡습성 특성 때문에 다른 당분보다 방적 기계에 더 많이 축적된다면 fructose도 동일한 특성에 의해 방적 기계에

축적되어야 그렇지 않는 것으로 나타났다. 방적 기계 점착점에 대한 HPLC 측정 결과에서도 fructose 함유율이 높은 혼면에서도 fructose 함유율은 증가하지 않았다.

17번 혼면실험에서 섬유 중량 대비 백분율로 나타낸 fructose 함유율은 0.012%에서 0.101%로 이는 총 당분 대비 백분율로 나타내면 10.6%에서 33.6%에 해당한다. 따라서 trehalulose의 흡수성이 높은 것만으로는 이 당분이 다른 당분보다 섬유 기계에 더 축적되는 경향을 설명할 수 없다. Trehalulose의 높은 친수성과 낮은 융점이 결합하여 다른 당분보다 더 점착성이 높게 되고 이로 인해 방적 기계에서 수집된 점착점에서 농도가 높아지게 되는 것으로 여겨진다.

4. 결 론

허니듀 오염에 의한 점착성은 방적 기계에 점착점을 발생시키고 이러한 점착점은 제품의 불균제도를 증가시키거나 사절을 증가시키게 될 것이다. 본 고에서는 완화된 점착성을 갖는 17가지 혼면 실험을 실시한 결과, 링 정방과 로우터 정방 모두 기타 당분과는 다르게 방적 기계에서 수집된 점착점의 trehalulose 함유율이 증가하는 경향을 나타내었다.

오염된 면섬유에 존재하는 당분의 열적 특성 조사 결과에 의하면 trehalulose는 가장 낮은 융점(48°C)을 나타내어 온도가 상승하자마자 녹기 시작할 것이다. 따라서 방적 기계의 온도가 상승하게 되면 가장 먼저 trehalulose에 영향을 미치게 되며 게다가 trehalulose는 높은 흡수성을 갖는다.

높은 흡수성과 낮은 융점의 상호 작용으로 면섬유 보다 방적 기계에서 수집된 점착물에서 trehalulose의 농도가 증가하는 것을 설명할 수 있다.