

면의 점착성을 감소시키기 위한 새로운 방법

1. 서 언

면 경작지에 진딧물이나 흰파리가 번지게 되면 이들이 면의 줄기에서 수액을 빨아먹게 되어 면이 해를 입게된다. 이 조그만 벌레가 수액을 빨아먹고 신진대사를 하면 여기에서 생성되는 부산물이 허니듀라고 불리는 끈적끈적한 물질이다. 일단 이러한 물질이 여러곳에 무질서하게 퇴적하면 면이 개화한 후에 목화송이를 주의 깊게 채취한다고 할지라도 실면(seed cotton)에 혼입된다. 무질서하게 퇴적한 물질은 아주 국소화되며 퇴적의 정도는 면의 성장 조건과 성숙도에 따라서 계절마다 변한다.

허니듀의 화학적 조성은 많은 학자에 의해서 보고되었다. 일반적으로 포도당(glucose), 과당(fructose), 자일로우스(xylose : 목재, 짚속에 들어있는 일종의 당)와 같은 당(sugar) 그리고 글리세린(glycerine=glycerol), 마닛(mannitol), 푸마르산(fumaric acid), 사과산(malic acid), 아라비톨(arabitol), 메소이노시톨(mesoinositol), 올레인산(oleic acid), 리놀레산(linoleic acid) 등과 같은 탄수화물(carbohydrate) 물질이 조성비가 바뀌면서 나타나고 있다. 면의 성장에 최적의 조건을 갖추고 있을지라도 이러한 물질은 면의 색깔을 죽이거나 강도를 저하시켜 면의 품질을 떨어뜨리는 기시균류와 같은 미세유기체를 기생시킬지도 모른다. 당의 분비물에서 아라비톨과 마닛이 출현하는 이유는 다른 당이 분해작용을 하는 동안 오스모필릭 이스트(osmophilic yeast)에 의해서 생성되는 신진대사 부산물 때문일 수도 있다.

여러가지 정상적인 조건하에서도 허니듀에 의해서 오염된 이러한 면의 방적과정에서는 많은 문제점이 발생하며 때로는 방적이 실제로 불가능하게 된다. 수세, 양질의 면과 혼면 및 효모(yeast)를 살포하는 등 여러 방법이 면의

점착성을 감소시키는데 이용되고 있다. 수세를 하면 당을 린트에 균일하게 분산시킬 수 있다. 그리고 고습하에서는 미세유기체의 성장을 도울 수 있으며 수세를 하지않으면 국소화된 퇴적물의 제거가 불가능하다. 또한 면은 수세를 하는 동안 뭉치게 되어 강한 개섬이 필요하며 이때 섬유의 절단이 생긴다. 양질의 면을 점착성이 있는 면과 혼합하여도 점착성이 잔재하여 혼면시에 다시 뭉칠 수 있어 점착성 문제를 해결하지 못한다. 이스트의 살포는 당의 집중화를 감소시키는데 가장 이상적인 방법중의 하나이나 이 방법도 기시균류 미세유기체가 성장하여 린트의 품질을 저하시킬수 있는 신진대사 부산물로서 마넛과 아라비톨과 같은 당알콜(sugar alcohol)이 남게된다. 본고에서는 질소를 고착시킨 박테리아인 *Beijerinckia mobilis*를 살포하여 점착성을 감소시키려고 시도하였으며 이 방법의 장점에 대해서 언급하고자 한다.

2. 시료와 실험방법

가. 시 료

Gossypium hirsutum L. (미, 육지면)에 속하는 SRG-26, 55189, 55190 3종의 면을 본연구의 시료로 채택하였다. 첫번째 SRG-26은 조면하지 않은 것이고 다른 2종은 허니듀의 출현으로 인하여 방적할 수 없는 것이었다.

나. 분석방법

시료의 수분율은 105°C에서 건조하여 함량이 될 때 측정하였다. 당의 감소량을 평가하기 위하여 SRG-26 면를 채취하였다. 랜덤하게 채취한 시료는 작은 크기로 절단하여 100ml의 증류수가 들어있는 250ml 용량의 Elenmeyer 플라스크에 넣어 회전식진동기(rotary shaker)에서 30분간 처리하였다. 다음에 시료를 Whatman Co. 42여과지에서 여과하였다. 그리고 이렇게 여과한 용액이

아르세노 몰리브덴산염(arseno molybdate)방법으로 당의 감소량을 측정하는데 이용되었다.

다. 접종원(Inoculum)

분할하여 균주수집이 가능한 *Saccharomyces Cerevisiae*와 *Beijerinckia mobilis*와 같은 신뢰성이 높은 배양액을 탄소원인 서크로스(sucrose)와 마넛(mannitol)이 함유되어 있는 플라스크에서 배지(media)와 접종하여 30 ± 2 로 회전식 진동기에서 배양하였다. 이렇게 처리된 배양액을 48시간과 72시간동안 방치한 후 10,000rpm의 속도로 원심분리하여 이스트와 박테리아를 분리한 후 0.85% 염기성 물로 수세하였다. 이때 목재세포도 동일한 염기성수로 처리하였다. 이렇게 배양된 현탁액중 1%를 접종용으로 사용하였다. 이때 초기 이스트 수는 $50\times 10^6/\text{ml}$ 이었으며 초기 박테리아 수는 $67\times 10^6/\text{ml}$ 이었다.

라. 미생물 처리(microbial treatment)

이미 앞에서 언급했던 *Saccharomyces*와 *Beijerinckia mobilis*를 약 4kg의 SRG-26 실면과 각각 100g의 55189, 55190실면에 살포한 다음 약제테이크업이 20% 되도록 조합하여 폴리에틸렌 백에 넣어 30°C에서 48시간 동안 방치하였다. 다음에 시료를 백에서 끄집어내어 햇빛에 건조시켰으며 이중 일부는 세포의 생존능력을 확인하기 위해서 60°C의 오븐에서 24시간 동안 건조시켰다. 나머지는 3개월 동안 항온처리하였다.

마. 균의 산정(Enumeration)

접종하여 얻은 생균의 총수와 배양액을 살포한 후 즉시 48시간 동안 배양한 다음 햇빛과 60°C의 오븐에서 건조한 다음 상온에서 3개월 동안 저장한

후의 생균의 총수는 표준평판방법(standard plate count procedure)으로 산정하였는데 다음과 같다. 1ml의 배양현탁액을 9ml의 무균 처리물에 희석하여 10배의 희석액을 만들었다. 각 용기에 들어 있는 시료를 잘게 절단하여 1g씩 플라스크에 들어있는 100ml의 순수한 생리성염기성물 (physiological saline water)에 균이 혼입되지 않도록 투입하여 30분 동안 회전식 진동기에서 처리하였다. 그런 다음 이 용액 10ml를 90ml의 감균 염기성물에 부어 10배로 희석한 희석액을 만들었다. 희석액을 0.1ml씩 3개 취한 분취량을 페트리접시에 탄소원인 서크로스 혹은 마넛이 들어있는 한천배지(agar medium)에 넣고 확산판(spread plate)법에 의해서 펼쳐놓아 30°C에서 48시간과 72시간 동안 항온처리한 후 생균수를 무수상태에서 측정하였다.

바. 전자현미경(Electron microscopy)

탄소로 코우팅한 스테인리스 강철 격자(grid)를 페트리접시에 있는 여과지 위에 놓고 박테리아 현탁액을 천천히 격자에 붓는다 다음에 격자를 진공증발기에 있는 백금(Platinum)에 25°의 각도로 투영한 다음 75kV)용량의 전자현미경 (HU 11 E Hitachi)으로 격자를 고배율과 저배율로 관찰하였다.

처리전과 후의 점착성이 있는 면섬유를 알루미늄테프로 시료의 끝부분에 부착시킨다. 이것들은 충전되지 않도록 sputter coater에서 금도금하였다. 5kV의 가속전위(accelerating potential)로 작동되는 Cambrldge Stereoscan SEM S-510이 시료를 관찰하는데 사용되었다.

3. 실험결과 및 토의

시료는 갈색으로 되어 UV등 하에서는 노란형광색을 발하였다. 이 시료로부터 Benedict 시약을 사용하여 유출한 액은 환원당의 유무를 확인하기 위하

여 양성반응시험을 하였다. 이스트와 박테리아 그리고 이의 혼합물이 당을 분해한 결과치가 표1에 제시되어있다.

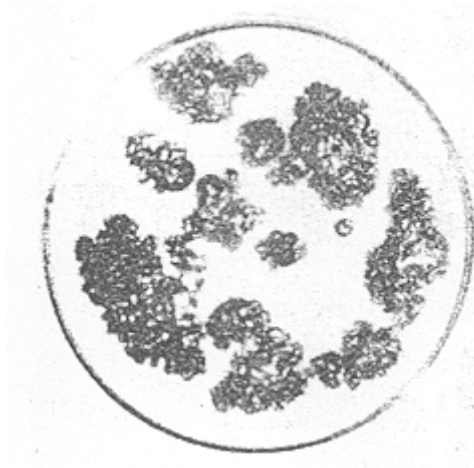
<표 1> 이스트와 박테리아를 살포하여 48시간 방치한 후
점착성면에 남아있는 당의 양

品 種	감소한 糖, mg/100 mg 綿			
	Control	S .cerevisiae	B.mobilis	S.cerevisiae + B.mobilis
SRG-26	0.40	0.16	0.010	0.010
55189	0.36	0.15	0.022	0.023
55190	0.24	0.13	0.009	0.009

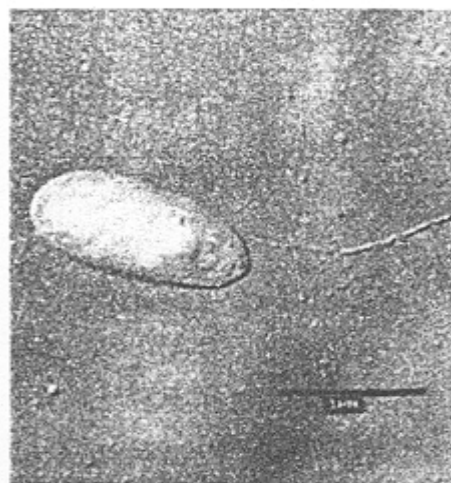
점착성면에 대한 당의 분해능력은 확실히 박테리아가 이스트보다 양호하다. 또한 이스트도 당의 수준을 현저하게 감소시켜 이렇게 처리된 면도 방적이 가능하다. 점착성면에 당의 양을 감소시키는 S.Ceresivae를 살포하여 면의 방적성을 증진시켰다고 Alon등이 보고하고 있다.

이스트를 단독으로 사용했을 때와 이스트와 박테리아를 혼합해서 사용했을 때의 당의 감소현상에는 차이가 없었다. 이스트보다 박테리아를 사용하는 이유는 박테리아가 그램음성, 시물기생균, 병원체가 아닌 균, 유리된 생명체인 균이며 그리고 공중질소를 고정하는 균이기 때문이다. 그림1은 탄산칼슘을 함유하고 있으나 무질소한천배지에서, 발생한 균의 군체(colony)를 나타낸 것이다. 그림2는 B.Mobilis를 살포했을 때 발생한 박테리아의 전형적인 현미경사진이다. 이 박테리아는 PH의 범위에 관계없이 산소의 양이 적은 경우에도 대기중의 질소를 고정할 수 있는 잠재력을 갖고 있다. 그리고 동화작용을 하는 탄소화합물의 대부분을 신진대사시킬 수 있다. 그 이유는 질소가 어떤 한정적인 요인이 되지않기 때문이다. 박테리아는 글루코스(glucose), 자일로우

스(xylose), 갈락토오스(galactose), 아라비노오스(arabi-nose), 램노오스(rhamnose) 및 솔보오스(sorbose) 같은 당과 말토오스(maltose) 전분, 이눌린(inulin), 이노시톨(inositol), 부타놀, 에타놀, 글리세롤, 마넛 등과 같은 다른 탄수화물을 사용한다. 허니듀는 이스트에서 보다 박테리아에 의해서 이용할 수 있는 많은 탄수화물을 함유하고 있다. 이러한 이유로 인해서 박테리아가 가장 양호한 약제로서 이용되고 있다.



<그림 1> 질소를 함유하고 있지 않은 숙주를 이용한 B. mobilis의 군체



<그림 2> B. mobilis의 TEM

박테리아를 단독으로 사용하는 경우 그리고 이스트와 박테리아의 혼합액을 사용하는 경우 중에서 박테리아를 단독으로 사용하면 감소된 당의 수준을 거의 영에 가깝게 저하시킬 수 있으며 기시균류의 미세기관이 성장할 수 있는 여지부여의 수준을 낮출 수 있기 때문에 본고에서는 박테리아 단독의 사용을 추천한다. 비록 이스트가 당의 양을 감소시킬 수 있을지라도 신지대사에 의한 부산물로서 마넛과 아라비톨 같은 당알콜이 남게되어 기시균류의 미세기관이 성장할 수 있어 린트의 품질을 저하시킨다. 그러나 박테리아는 섬유분해효소의 활동이 없기 때문에 린트의 품질이 변하지 않는다.

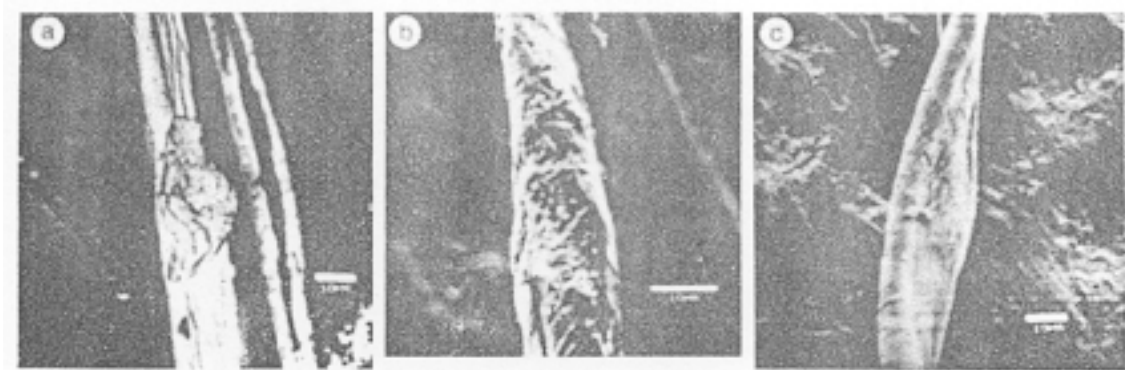
<표 2> B. mobilis와 S. cerevisiae를 살포하기전과 후의 생균수

종	生菌数 No/g: 면의 적조수량													
	Control		S. cerevisiae			B. mobilis			S. cerevisiae+B. mobilis					
	S. cerevisiae × 10 ²	B. mobilis × 10 ²	1 × 10 ⁵	2 × 10 ³	3 × 10 ²	1 × 10 ³	2 × 10 ³	3 × 10 ²	1 × 10 ⁴	2 × 10 ⁴	3 × 10 ²	1 × 10 ³	2 × 10 ⁴	3 × 10 ²
RRG-26	-	-	65	32	5	33	91	-	59	24	2	27	2	-
55189	-	-	37	53	6	22	38	3	42	3	4	29	19	-
55190	-	-	44	39	9	37	42	-	37	2	-	21	90	-

* 1. 살포후 즉시 2. 살포하여 48시간 후 3. 살포하여 3개월 후

B.Mobilis와 S.Ceresivae를 살포하기 전과 후에 면에 남아있는 생균의 변화를 표2에 나타내었다. 이스트와 박테리아를 살포하여 48시간동안 배양한 후에도 잔존균의 수에는 큰 변화가 없었다. 그러나 이스트와 박테리아를 살포하여 3개월동안 저장한 후의 균수는 엄청나게 저하하였다. 반면 박테리아는 거의 완전하게 활동력을 상실했다. 이스트와 박테리아를 혼합한 경우에도 유사한 결과가 관측되었으나 생균의 수가 조금은 있었다. 이러한 현상은 탄소원을 선택하는데 있어서 변동과 증식율의 차이 때문이다. 반면 이스트와 박

테리아 그리고 이스트와 박테리아를 혼합한 혼합물을 살포하여 48시간동안 배양한 후에 60°C에서 24시간 동안 건조한 시료는 완전하게 균의 활동성을 상실했다. 이러한 처리를 한 점착성면은 이스트나 박테리아의 침투가 일어나지 않았다.



<그림 3> 점착성 면섬유 SRG-26의 SEM.

- a) control sample : 섬유의 표면에 점착성 물질이 덩어리가 있음
- b) control sample : 섬유의 표면에 점착성 물질이 균일하게 분포하였음
- c) treated sample : 섬유의 표면에서 점착성 물질이 제거되었음

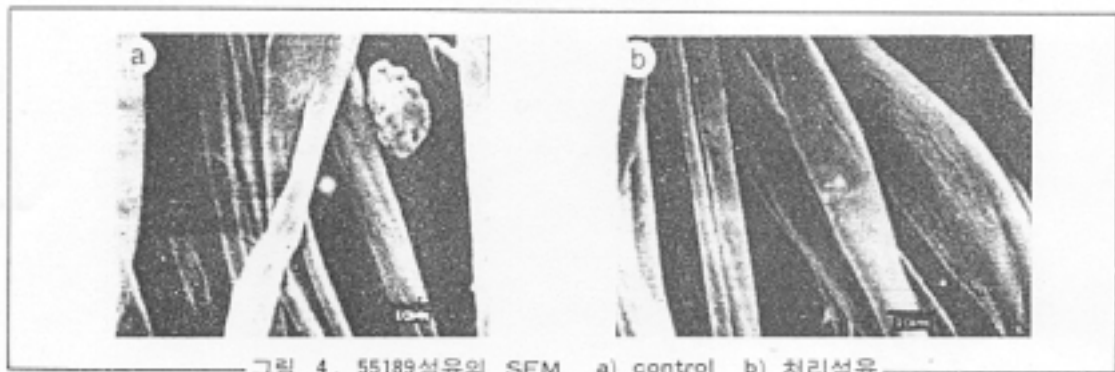
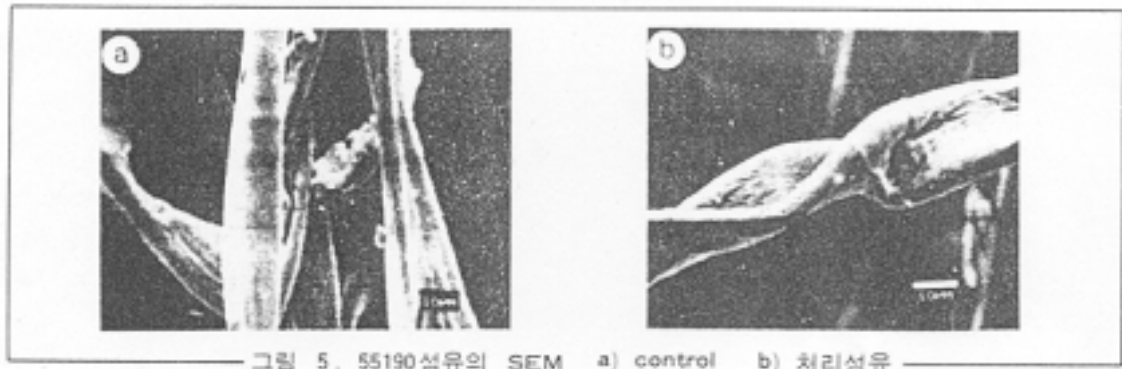


그림 4. 55189섬유의 SEM a) control b) 처리섬유



처리하지 않은 3종의 시료에 부착되어있는 허니듀의 퇴적물이 그림 3a, 4a 및 5a에 제시되어 있으며 반면 허니듀가 균일하게 분포되어 있는 SRG-26시료가 그림 3b에 제시되어 있다. B.Mobilis를 살포한 후에 점착성이 있는 면에서 허니듀 퇴적층이 제거된 상태가 그림 3c, 그림 4b 및 그림 5b에 제시되어 있다. 이스트에서도 또한 이스트와 박테리아를 혼합한 경우에도 유사한 결과가 나타나지만 이에 대한 현미경 사진은 본고에서는 제시하지 않았다. 1957년 Bhujang은 10종의 인도산 면을 USDA에서 추천한 품질시험방법에 따라서 분석한 결과 10종의 인도산 면이 허니듀에 의해서 오염되지 않았다고 결론을 내렸다. 현재 면경작자들이 3계절에 걸쳐서 성장하는 면에 적합한 종을 진화시킬려고 노력하는 시점 즉, 현재와 같이 철저하게 면을 경작하는 상황에서도 진딧물이나 흰파리의 번식을 억제할 수 없는데 Bhujang의 결론이 진실이라고 추측하기는 어렵다.

Wyatt와 Heintz는 캡슐 형태를 취하는 coryneform 박테리아가 면에 상당한 군체를 형성할 때 점착성에 기여한다고 보고하였다. 탄소화물이 면에서 나타나는 점착성과 관계가 있다고 여러 관찰자가 보고하였으며 본고에서도 점착성이 있는 면으로부터 얻은 많은 양의 엔테로박테르(enterobacter) 응집물에서 생성한 끈적끈적한 물질 때문에 상기와 같은 결론을 서둘러 내렸다고 생각

한다. 재미있게도 B.mobilis는 질소가 없는 배지에서 세포이외의 다당류(polysaccharides)를 생성한다. 세포이외의 다당류(Polysaccharides)는 탄성도 점성도 없다. 그러므로 점착성 면에 부착되어 있는 이러한 박테리아는 진동배양(shake culture) 플라스크에 있는 탄수화물을 분해하는 다당류(polysaccharides)를 생성시킴에도 불구하고 점성에 기여하지 않는다. 이러한 사실은 본연구에 방적이 가능한 처리면에 의해서 다시 확인되었다.

본고에서 추천한 박테리아인 B.Mobilis가 그램음성이기 때문에 "mill fever"인 증후군(syndrome) 혹은 비시노우시스(byssinosis ; 솜의 미립자에 의해서 생기는 흉부질환)에 기여하기 때문에 두렵다. 내독소(Endotoxin)와 mill fever에 관계된 우리의 관심을 끄는 많은 보고가 발표되었다. 먼지에 포함된 무기물과 유기물, 조금 더 자세히 말하자면 히스타민(histamine), 다가페놀(polyphenol), 인돌-3카르복스 아닐리드(indole-3carboxanilide), 스코폴레틴(scopoletin) 등과 같은 복합물에 의해서도 발생된다. 최근에는 면방공장에서 노동자가 호흡하는데 섞여 들어가는 먼지에서도 그램음성 박테리아와 내독성이 있는 균이 검출되었다고 보고되었다. 흡인되는 먼지를 오염시키는 원천인 습기에 대해서도 이미 보고되었다. 근본적으로 먼지는 오염과 이러한 요인의 결합에 원인이 되기 때문이다.

최근에는 여러 종류의 면잎의 표면에서 Beijerinckia가 출현하고 있다고 보고되었다. 그리고 대기중의 질소를 모으려는 시도가 실험실에서 연구되고 있다. 전자의 경우 면경작지에서 먼지속에 있는 이런 유기체가 체내에 들어가는 것을 피할 수 없게 된다. 미세유기체가 넓게 분포되어 있기 때문에 그램음성 박테리아나 먼지속에 들어 있는 미세 유기체의 발생을 억제시킨다는 것은 거의 불가능하다. 예방법은 먼지의 흡인을 피하는 것이다. 면의 화학적 처리와 스티밍이 비시노우시스(byssinosis)의 발생을 감소시키는 방법으로 제

안되고 있다. 면의 개섬시에 첨가제를 넣으면 점착의 문제를 제거할 수 있으며 소면공정에서 흡인되는 먼지의 양을 감소시킬 수 있다.

씨를 파종하기 전에 대기중의 공중질소를 고정하는 박테리아로서 드레싱(dressing)하는 방법이 이미 보편화 되었다. 대부분의 경우, 씨의 드레싱이 가장 중요한 소독법중의 하나이다. 그래서 허니듀가 퍼졌을 때는 수확 후에 면에 약제를 살포하도록 교육시켰다. 그렇지 않으면 약제를 살포하기에 가능한 조면공정에서 해야 한다. 만약 방적공장에 면을 저장하기에 충분한 공간이 있어 약제를 살포하여 48시간 후에 하루나 이틀 동안 뒤적거려 면을 말릴 수 있다면 린트에 박테리아 배양액을 살포하는 것은 방적공장에서 할 수 있다.

점착성 면에 잔재하고 있는 당이나 당알콜에 대한 B.mobilis의 효과적인 이용을 생각할 때 점착성을 감소시키기 위해서 박테리아를 이용하는 것이 가치가 있다고 느껴진다. 첨가제를 사용하는 Perkins의 최근방법은 흡인하는 먼지의 양을 극소화하였으며 궁극적으로 비시노우시스(bysinosis)의 발생을 감소시켰다.