

면섬유의 바이오정련

1. 서 언

식물에 있는 수지는 성장에 방해가 될 수 있는 외부 유해물질의 침입으로부터 식물을 보호하는 역할을 한다. 면섬유의 경우, 이러한 역할을 하는 보호장벽은 큐티클과 1차 세포벽으로 구성되어 있으며, 이들은 섬유의 성장이 멈추고 섬유가 씨앗으로부터 제거된 후에도 그대로 섬유에 남아있게 된다. 큐티클과 1차 세포벽막은 섬유의 가장 외층에 위치하고 있으며, 왁스, 펙틴, 단백질 및 기타 물질로 구성된 얇은 매트릭스 형태로 되어있다. 이 매트릭스는 습윤제를 사용하지 않을 경우 섬유가 물을 흡수하는 것을 방해하기 때문에 습식공정에서 문제를 일으키는 원인이 될 수 있다. 따라서 섬유는 어떤 형태(섬유, 실, 편포 및 직물)를 하고 있든지 간에 화학공정시 물을 잘 흡수할 수 있도록 큐티클을 제거하거나 개질을 하여야 한다.

표백, 염색, 날염 또는 가공과 같은 습식처리를 해야하는 경우 충분하게 전처리를 해주어야 한다. 전처리가 불충분하거나 불균일하면 품질이 저하되는 원인이 되기 때문에 이 분야에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

2. 기존의 전처리

오랜 전부터 면직물에 대한 전처리기술 중 하나는 연소된 나무의 부산물인 탄산칼륨을 사용하는 것이었다. 나무재의 주성분은 산화칼륨이며, 이 재를 물에 넣으면 산화칼륨은 강알칼리인 수산화칼륨으로 된다.

초기에는 직물을 슬러리 상태의 탄산칼륨으로 고온에서 처리한 다음 버터밀크 용액에서 중화시키는 방법으로 전처리를 하였다. 비록 고대에 사용된 화학약제가 천연물에서 얻어진 것이긴 하지만 이들 천연물질의 방출은 환경

에 대해 긍정적인 영향을 주는 것은 아니었다.

현재 면섬유가 공정 중 흡수성을 갖도록 하기 위해 큐티클을 제거하는 방법으로 알칼리 정련이 상업적으로 가장 널리 사용되고 있다.

그러나 최근 섬유업계에서는 탄산칼륨 대신 가성소다를, 버터밀크 대신에 아세트산을 사용하지만 이들 화학약제의 방출은 환경에 긍정적인 영향을 주지 않는다. 게다가 정련에 사용된 알칼리 및 중화에 사용된 酸뿐만 아니라 기타 화학약제도 전처리 욕에 함유되어 있다.

이들 화학약제에는 다음과 같은 것이 있다.

- 전처리제가 보다 용이하게 섬유 내부로 침투될 수 있도록 물의 표면장력을 감소시키는 습윤제

- 왁스제거를 도와주는 유화제

- 이후의 습식공정에 영향을 미칠 수 있는 칼슘, 마그네슘, 철 및 기타 염과 같은 多價금속이온을 제거하는 킬레이트제

- 연속 전처리공정에서 킬레이트제나 픽업 향상제로 작용할 수 있는 고분자 물질

이들 다양한 화학약제는 지나치게 과량으로 사용되는 경향이 있으며, 이는 불필요한 환경오염의 원인이 된다.

3. 효 소

효소는 섬유의 습식공정에서 화학약제를 대신할 수 있는 환경친화적인 대체물로 오래전부터 알려져 왔다. 효소는 곰팡이나 박테리아를 기원으로 하는 폴리펩티드鎖로 구성된 단백질 복합체로 단지 생물학적 촉매에 불과하다. 즉 이들 단백질은 반응을 촉진시킬 뿐이며 통상 일어날 수 없는 반응을 일어나게 할 수는 없다. 단지 효소가 없다면 반응이 일어나는데 매우 오랜 시간이

걸릴 것이다. 섬유분야에서 효소의 용도는 불용성 물질을 수용성 물질로 가수분해시켜 수세시 제거되도록 하는데 있다. 최근까지 효소를 이용한 가수분해는 발효, 스톤워싱 및 바이오 폴리싱의 3가지 분야에 폭 넓게 사용되고 있는 것으로 알려져 있다.

4. 발 효

효소발효는 경사호제인 전분을 아말라제 효소를 사용하여 식물로부터 제거하는 것으로, 1850년경에 시작된 매우 오래된 공정이다. 비록 전분은 산 가수분해를 이용하여 식물로부터 제거할 수 있지만 이러한 공정은 주의 깊게 제어하지 않으면 면직물의 강도에 악영향을 미칠 수 있다. 또한 산은 아밀라제보다 환경에 대해 더 부정적인 영향을 미친다.

전분의 효소 가수분해는 제어가 용이할 뿐만 아니라 환경에 미치는 영향도 적은 공정으로 오래 전부터 받아들여지고 있다.

5. 스톤워싱(stone washing)

데님의 경우 세탁에 의해 닳거나 퇴색한 것 같은 외관이 유행하고 있는데, 이와 같은 외관은 차아염소산소다나 과망간산칼륨과 같은 산화제를 적신 淨石을 사용하여 얻어졌다. 이들 표백제가 묻어있는 돌로 진을 처리할 때, 돌과 직물이 마찰되는 부분의 염료가 파괴된다. 이때 불규칙하게 염료가 파괴되어 독특한 외관이 얻어지는 것이다. 말할 것도 없이 공정에 사용된 약제는 결코 환경친화적이지 않다.

셀룰라제 효소의 사용으로 동일한 외관을 얻을 수 있다는 것이 1980년대에 밝혀졌다. 데님을 적정 온도 및 pH 조건에서 셀룰라제 효소로 처리하면 염색된 섬유의 표면이 가수분해되고 불규칙하게 염료가 빠져나와 원하는 효

과가 발현된다. 화학약제를 사용함으로써 환경에 대해 악 영향을 미치는 스톤워싱은 점차 효소워싱으로 대체되고 있다.

6. 바이오 폴리싱(bio polishing)

셀룰라제는 식물 표면에 돌출되어 있는 섬유를 매우 효과적으로 제거한다. 바이오 폴리싱이라는 말은 공정을 표현한 말이다.

바이오 폴리싱은 식물 표면에 평활성을 부여하고, 염색된 식물의 세탁시에도 색을 그대로 유지하게 해주는 장점을 가지고 있다.

셀룰라제 효소는 세탁시 마찰로 식물 표면에 돌출하는 섬유를 가수분해로 제거하기 위해 세제성분에 포함되기도 한다. 표면에 돌출되어 있는 섬유를 제거하면 난반사로 인해 색이 흐리게 보이는 현상을 피할 수 있다.

7. 생물학적 전처리

면직물의 셀룰라제 효소처리에 대한 연구 결과, 셀룰라제는 섬유에 흡수성을 부여할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 사실 셀룰라제로 처리한 면직물은 흡수성이 증가하지만 이러한 연구 사용된 셀룰라제는 순수한 것이 아니었다. 섬유를 셀룰라제로 가볍게 처리하면 흡수성이 현저하게 향상되는 것으로 알려져 있는데 이는 셀룰라제에 있는 불순물인 펙티나제 때문인 것으로 알려져 있다. 물론 면을 셀룰라제로 심하게 처리하면 면구조의 상당부분이 가수분해에 의해 파괴되는 흡수성을 나타낸다. 면섬유의 큐티클의 존재하는 펙틴은 강력한 생물학적 접착제이다. 이 접착제는 폴리갈락트론산(polygalacturonic acid)으로 구성되어 있으며, 이들의 상당량은 섬유가 성장하는 동안 칼슘, 마그네슘, 철 및 기타 염으로 변환된다.

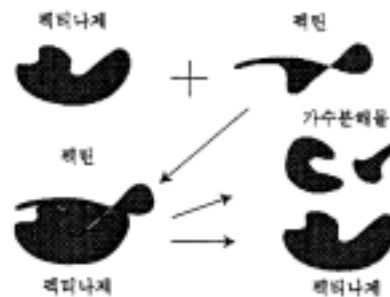
이들 펙틴염은 물에는 잘 용해되지 않으며, 왁스 및 단백질을 큐티클에 접

착시키는 역할을 하고, 큐티클은 1차 세포벽과 함께 섬유보호 장벽을 형성한다.

모든 펙티나제 효소가 펙틴의 가수분해 촉진에 효과가 있는 것은 아니다. 가장 좋은 것은 약알칼리 조건에서 킬레이트제가 존재하더라도 작용할 수 있는 것으로 생각된다. 기존에 사용되었던 대부분의 펙티나제는 보다 높은 흡습성을 얻기 위한 상업적인 조건에서 작용하지 못하였다.

8. 알칼리 펙티나제

매우 강력하고 새로운 알칼리 펙티나제가 Novo Nordisk사의 연구자들에 의해 분리되었다. 이 펙티나제는 적정 온도 및 약 알칼리 완충용액 하에서 킬레이트제와 습윤제가 전처리육에 함유되어 있어도 잘 작용한다. 이 새로운 알칼리 펙티나제의 작용 메커니즘을 <그림 1>에 나타내었다.



<그림 1> 알칼리 펙티나제에 의한 펙틴의 효소 가수분해 메커니즘

그림에서 보면 펙티나제는 매우 특이한 입체구조를 하고 있으며, 요철형태로 펙틴에 흡착된다. 펙티나제와 펙틴에 의해 형성된 복합체의 계면에서 펙틴의 가수분해가 빠르게 일어난다. 가수분해에 의해 생성된 분해물은 1차벽 매트릭스로부터 분리되며, 함께 분리된 효소는 다시 또 다른 펙틴에 빠르게

흡착된다.

면섬유의 큐티클에 있는 왁스와 펙틴은 가수분해 공정에 의해 제거되며, 섬유는 환경적으로 유해한 기존의 공정으로 전처리한 것과 같은 흡습성을 갖는다. 알칼리 펙티나제를 이용한 생물학적 전처리의 또 다른 장점은 가성 소다를 사용하여 전처리한 경우 보다 섬유가 더욱 유연하다는 것이다. 유연성이 개선된 이유는 섬유가 유용한 왁스를 더 많이 갖고 있기 때문으로 생각된다.

비록 왁스는 생물학적 전처리에 의해 선택적으로 제거되었지만 섬유는 우수한 흡수성을 나타낸다. 기존의 방법 및 생물학적 방법으로 전처리한 면의 염색성에 대해 Geogia대학에서 연구한 결과 색상 및 견뢰도에 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타났다.

흡진염색시 염료의 이염성은 생물학적 전처리면이 약간 더 좋은 것으로 나타났는데, 이것은 균염성 향상에 기여할 수 있다.

새로운 생물학적 전처리기술에 대해 공장실험을 한 결과 기존의 전처리공정보다 오히려 비용이 적게 드는 것으로 나타났다. 몇 년 안에 생물학적 전처리는 섬유업계에서 전처리방법의 하나로 채택될 것이다.

9. 결 언

방대한 섬유산업에는 공정에 드는 비용을 줄이면서 환경오염을 최소화할 수 있는 기회가 있다. 이것은 환경에 유해한 대량의 화학약제를 일상적으로 사용하는 습식공정에서 더욱 명백하다. 대량의 화학약제 사용은 섬유산업의 폐수가 환경에 큰 부담을 주는 결과를 초래할 것이다.

섬유산업은 인구의 급증과 함께 지속적으로 팽창될 것이므로 환경문제에 많은 주의를 기울이는 것이 중요하다. 환경에 긍정적인 영향을 주는 새로운

효소공정의 개발은 기존의 화학약제를 사용하는 습식공정의 독점적인 영역을 충족시킬 수 있으므로 그 중요성이 증가될 것이다.