

## 섬유 제조를 혁신하는 Biosolutions

### 생물학을 통해 섬유 생산을 보다 지속 가능하게 만드는 방법

우리 모두는 미래 세대가 깨끗한 물과 건강한 환경이 있는 지구를 물려받기를 원합니다. 그러나 우리의 좋은 의도에도 불구하고 지구가 어떻게 파괴의 징후를 보이고 있는지 눈치채셨습니까?



전반적으로 신속하게 조치를 취해야 한다는 것이 분명해지고 있습니다. 예를 들어 식품 소비, 운송, 에너지 사용, 폐기물 관리 및 물 절약과 같은 우리의 선택이 결과를 가져오는 것처럼, 옷이 환경에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 생각해 본 적이 있습니까?



*Earth shows signs of wear and tear*

당신이 입고 있는 청바지, 즐겨 입는 후드티, 심지어 출근할 때 입는 양복까지 – 많은 것들이 면과 같은 천연 섬유에서 시작됩니다. 그러나 자연에서 유래했음에도 불구하고 독한 화학 물질은 공정의 시작부터 완제품에 이르기까지 섬유 산업의 가치 사슬에 깊숙이 포함되어 있습니다. 그리고 그들은 옷이 선반에 두었을 때 그냥 사라지지 않습니다. 그들은 옷 속에 머물며 공장에서 생활 속으로 스며들어 결국 강, 호수 및 바다로 흘러 들어갑니다. 섬유 산업은 전 세계적으로 가장 큰 물 소비처 중 하나일 뿐만 아니라 담수 오염의 가장 큰 원인 중 하나로, 전 세계 산업 용수 오염의 거의 20%를 차지합니다.

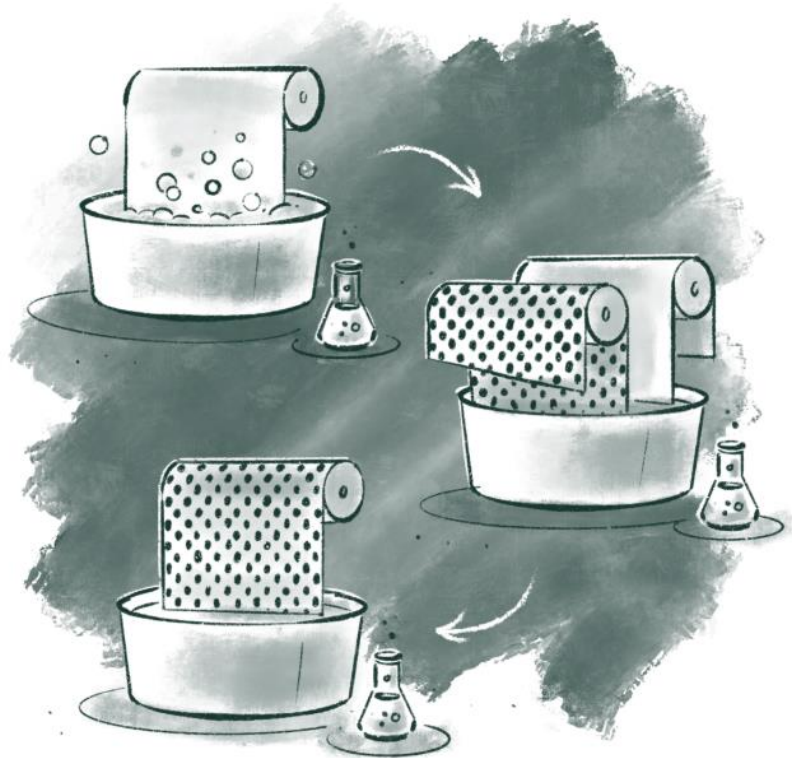


*Chemical used in clothes production*

과거를 되돌아봅시다. 이것은 새로운 문제가 아니라 산업 혁명 시대부터 존재해 왔습니다. 역사 수업 시간에 영국 브래드포드와 같은 도시에 대해 들었던 것을 기억하십니까? 1800년대에 '세계 양모의 수도'였지만 대가가 따랐습니다. 오염이 너무 심해서 브래드포드 운하에 가끔 불이 붙기도 했습니다. 또는 섬유 산업이 호황을 누리고 세계 최초의 산업화 도시가 되어 '코토노폴리스'라는 별명을 가진 맨체스터를 보세요. 1860년경에는 도시를 따라 흐르는 어웰 강이 산업 폐기물로 막혀 강바닥이 매년 3인치씩 솟아올랐습니다. 그것이 어떤 모습이었을지 상상할 수 있습니까?

오늘로 돌아와 봅시다. 섬유 산업은 상당한 진전을 이루었지만 전 세계적으로 섬유 생산이 계속 증가함에 따라 아직 갈 길이 멉니다. 좋은 소식이 있을까요? 일부 혁신적인 솔루션이 이러한 도전에 나서고 있습니다. 가장 유망한 것 중 하나는 전통적으로 섬유 제조에 사용되는 화학 물질에 대한 생물학적 대안인 바이오 솔루션입니다. 그리고 무엇보다도 그들은 경제적이며 오늘날 사용할 수 있습니다! 그러나 이러한 바이오 솔루션이란 정확히 무엇입니까? 그리고 그들은 업계가 환경에 미치는 영향을 개선하는 데 어떻게 도움이 되고 있습니까? 이에 대해 모두 배우게 될 것이지만 먼저 섬유 산업이 환경에 매우 가혹한 화학 물질에 의존하는 이유를 살펴보겠습니다.

패션에 대해 언급하겠지만, 섬유 산업이 환경에 미치는 영향은 하이 패션의 세계를 훨씬 넘어선다는 점에 유의하는 것이 중요합니다. 이것은 또한 스스로를 패션 애호가라고 생각하지 않는 사람들이 선택하는 일상적인 전통 의상을 포함합니다. 섬유 산업의 환경 발자국은 패션 선호도에 관계없이 모든 사람의 관심사입니다.



*Steps of textile manufacturing: Pretreatment, dyeing/printing and finishing.*

- 섬유 제조의 단계가 필요한 이유는 무엇입니까?  
면이나 양모와 같은 원료를 활기차고 스타일리시한 옷으로 바꾸는 데 무엇이 필요한지 궁금해한 적이 있습니까? 식물 섬유나 동물성 털에서 완성된 직물에 이르기까지의 공정은 매우 복잡합니다. 여기에는 여러 단계의 처리 단계가 포함되며, 여기에서 화학 물질이 작용합니다. 단순화하기 위해 섬유 제조는 세 가지 주요 단계로 나눌 수 있습니다.
- 전 처리
- 염색 및 프린팅
- 마무리

각 단계는 원하는 질감, 색상 및 마감을 얻기 위해 화학 물질에 의존합니다. 그러나 여기에 함정이 있습니다: 이러한 화학 물질은 환경에 큰 피해를 줄 수 있습니다. 실제로, 연구에 따르면 섬유 제조에서 발생하는 총 화학 폐기물의 45%는 준비 단계에서, 33%는 염색 및 프린팅 과정에서, 나머지 22%는 마무리 단계에서 발생합니다. 섬유 제조의 이러한 여러 단계에서 화학 물질이 필요한 이유를 살펴보겠습니다.

## 준비 단계

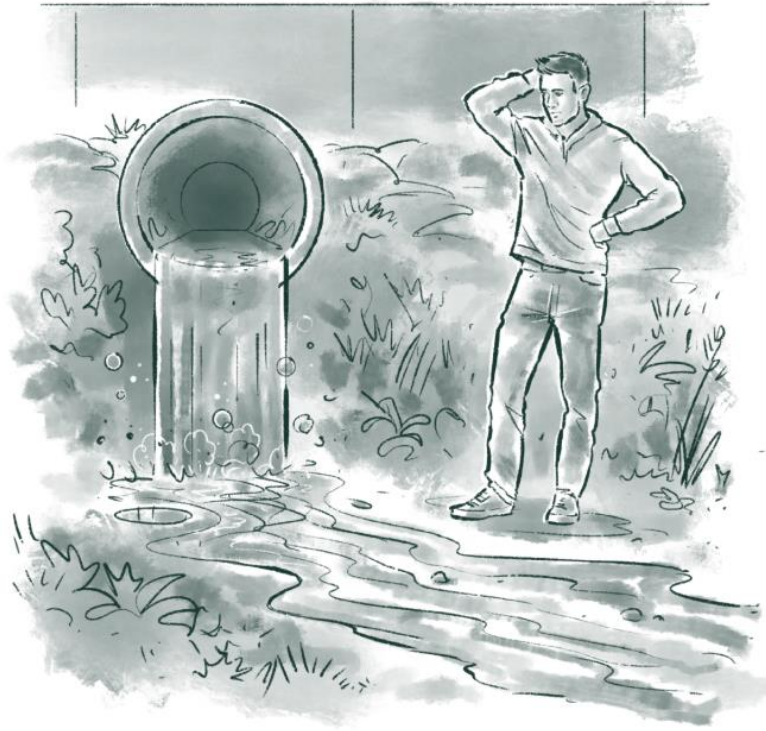
원면이나 양모가 직물로 바뀌기 전에 어떻게 생겼는지 생각해 본 적이 있습니까? 불순물로 가득 차 있습니다. 흙, 동물성 지방, 식물 재료, 심지어 살충제를 생각해 보십시오. 이러한 섬유를 준비하는 첫 번째 단계는 정련(scouring)이라고 하는 과정으로, 본질적으로 딥 클리닝입니다. 하지만 세탁기에 넣는 것만큼 간단하지 않습니다. 이 공정은 독성 화학 물질 및 가성 소다와 함께 세제를 사용합니다. 그 원료를 준비하는 데 필요한 세제와 화학 물질의 양을 상상할 수 있습니까?

이 단계의 또 다른 핵심 공정은 표백(bleaching)입니다. 천연 섬유는 밝은 흰색이 아니며 일반적으로 크림 같은 색조를 띠니다. 나중에 어떤 색으로도 염색할 수 있는 선명하고 깨끗한 흰색을 얻기 위해 섬유는 과산화수소를 사용하여 표백됩니다. 익숙하게 들리죠? 일부 가정용 청소 제품에 사용되는 것과 동일한 화학 물질이며 방부제로도 사용됩니다!

## 염색 및 인쇄 단계

색상에 대해 이야기해 봅시다 - 대답하고 눈길을 끄는 직물을 좋아하지 않는 사람이 어디 있겠습니까? 하지만 그 생생한 색상이 옷에 어떻게 묻는지 궁금해 한 적이 있습니까? 염색 및 프린팅 단계는 마법이 일어나는 곳으로, 평범한 직물을 생생한 옷으로 바꿉니다. 그러나 이 프로세스에는 높은 환경 비용도 수반됩니다.

직물을 염색하기 위해 엄청난 양의 물과 화학 물질이 사용됩니다. 예를 들어, 면화에 일반적으로 사용되는 반응성 염료는 섬유에 색을 고정시키기 위해 소금과 알칼리가 필요합니다. 맞습니다, 우리는 단지 염색을 하고 그것이 끝이다 라고 부르는 것에 대해 이야기하는 것이 아닙니다. 화학 공정은 복잡하고 강렬합니다. 불행히도 모든 염료가 직물에 달라붙는 것은 아닙니다. 그 중 상당 부분은 과도한 화학 물질과 함께 폐수로 배출됩니다. 따라서 다음에 밝은 색상의 셔츠를 보게 되면 염색 후 남아있는 염색액에 대해 생각해 보십시오.



*Chemical waste from dyeing and print*

그리고 **프린팅**이 있습니다. 염색이 벽에 페인트를 칠하는 것과 같다면, 프린팅은 세밀한 벽화를 그리는 것과 같습니다. 섬유 프린팅 공정은 다양한 합성 염료와 안료를 사용하여 직물에 패턴이나 디자인을 추가합니다. 그러나 여기에 깜짝 놀랄 일이 있습니다. 프린팅에 사용되는 바인더와 증점제에는 아조 염료 및 포름알데히드와 같은 유해한 화학 물질도 포함될 수 있습니다. 더 나쁜 것은 이러한 화학 물질이 직물이 인쇄된 후에도 사라지는 것이 아니라는 것입니다. 세척하는 동안 침출되어 담수 자원을 오염시킬 수 있습니다. 직물 염색과 프린팅은 세계 일부 지역에서 강 오염의 큰 원인입니다.

## 마무리 단계

섬유 제조의 마지막 단계는 직물의 느낌과 기능을 완벽하게 만드는 것입니다. 뽀뽀하고 굵직한 옷을 원하는 사람이 어디 있겠습니까? 마감 단계는 직물이 부드럽고 매끄럽고 바삭하고 발수성 또는 난연성이 있는지 확인합니다. 그러나 여기에 질문이 있습니다 : 이러한 모든 효과를 얻기 위해 무엇이 사용되니까? 짐작하셨겠지만 더 많은 화학 물질이 있습니다. 한 가지 일반적인 과정은 연화입니다. 실리콘과 4차 암모늄 화합물이라고 하는 화학 물질은 직물을 만졌을 때 부드러운 느낌을 주기 위해 사용됩니다. 이러한 화학 물질은 직물을 매끄럽고 편안하게 유지하지만 직물이 공장에서 출고된 후에도 오랫동안 남아 있을 수 있습니다.

방수 또는 난연성 마감재에는 종종 과불화 화합물(PFC)과 같은 화학 물질이 포함됩니다. 이러한 화학 물질은 쉽게 분해되지 않고 수년 동안 환경에 남아 있을 수 있기 때문에 특히 우려됩니다. 이러한 마감재는 직물을 보다 실용적으로 만들지만 절충안이 중요합니다. 우리가 이 옷을 세탁할 때마다 소량의 이러한 화학 물질이 씻겨 나와 우리의 물 시스템으로 흘러 들어갑니다. 시간이 지남에 따라 축적되어 오래 지속되는 환경 피해로 이어집니다.

바이오 솔루션으로 독한 화학 물질에 의한 섬유 산업의 의존도를 줄입니다. 위에서 공유한 섬유 산업에서 사용되는 화학 물질의 예는 직물 생산과 관련된 방대한 양의 물질을 엿볼 수 있습니다. 모든 화학 물질을 바이오 솔루션으로 대체할 수 있는 것은 아니지만, 수년에 걸쳐 많은 혁신적인 대안이 등장하여 업계에서 가장 유해한 화학 물질 및 관행 중 일부를 효과적으로 줄이거나 제거했습니다. 몇 가지 설득력 있는 예를 살펴보겠습니다.



*Denim: One of the most popular clothing items worldwide. For decades, with the iconic faded and worn look.*

예를 들어 전 세계적으로 가장 인기 있는 의류 품목 중 하나인 데님 청바지를 예로 들어 보겠습니다. 수십 년 동안 아이코닉한 색이 바래고 낡은 모습은 지구에서 채굴된 화산암인 부석을 사용하여 이루어졌습니다. 제조업체는 이 돌을 청바지와 함께 대형 세탁기에 던져 넣어 시그니처 룩을 만들었습니다. 그러나 청바지에 대한 수요가 급증하면서 부석 채굴이 환경에 큰 피해를 입히기 시작했고 많은 풍경이 훼손되었습니다.

이 문제를 해결하기 위해 제조업체는 차아염소산나트륨 또는 표백제와 같은 화학 물질로 전환하여 동일한 미적 감각을 달성했습니다. 이로 인해 부석에 대한 의존도가 낮아졌지만 과도한 표백제는 종종 환경에 버려져 수역을 오염시키고 수생 생물을 위험에 빠뜨리는 새로운 문제를 야기했습니다.

### 바이오톤닝 부석

1980년대에는 곰팡이에서 추출한 셀룰라아제라는 효소라는 혁신적인 바이오 솔루션이 등장했습니다. 연구원들은 셀룰라아제로 청바지를 세탁하면 부석이나 표백제와 같은 퇴색된 모습을 얻을 수 있지만 환경에 해를 끼치지 않는다는 것을 발견했습니다. '바이오톤닝(biostoning)'으로 알려진 이 과정은 빠르게 인기를 얻었고 기존의 화학 물질 기반 방법을 대체하기 시작했습니다. 1990년대에는 또 다른 효소인 라카제(laccase)가 청바지의 시그니처 룩을 연출하는 데 효과적인 것으로 밝혀졌습니다. 연구에 따르면 부석이나 표백제 대신 이러한 효소를 사용하면 환경에 미치는 영향을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 물과 에너지 사용량을 최대 90%까지 줄일 수 있으며 이는 제조업체에 재정적 이익을 가져다 줍니다.



*Biosolutions enhance the longevity of clothes*

그러나 바이오 솔루션은 오염을 최소화하는 데 도움이 될 뿐만 아니라 옷의 수명을 연장합니다. 직물의 품질을 더 오래 유지함으로써 섬유 폐기물 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 합니다. 중국은 매년 약 2,600만톤의 의류를 폐기하는 반면, EU는 약 700만톤을 폐기한다는 사실을 알고 계셨습니까? 이렇게 버려진 품목 중 다수는 매립지로 가거나 칠레의 아타카마 사막에 버려진 39,000톤의 의류와 같은 최악의 경우입니다.



*9,000 tonnes of clothes in The Atacama Desert*

그렇다면 바이오 솔루션은 정확히 어떻게 우리 옷의 수명을 연장하는 것일까요? 한 가지 빛나는 예는 바이오폴리싱 공정입니다. 이 기술은 효소를 사용하여 직물에서 느슨한 섬유를 제거함으로써 면 옷에서 흔히 볼 수 있는 성가신 보풀(fuzziness)을 제거하는 것입니다. 바이오폴리싱을 의복을 위한 뷰티 트리트먼트로 생각하십시오 – 그것은 옷을 더 매끄럽고 섬세하며 완전히 새것처럼 보이게 하며, 광택이 나지 않은 천보다 더 오래 지속되는 효과를 줍니다. 이 과정에서 마법의 성분은 셀룰라아제입니다. 연구에 따르면 바이오폴리싱은 면 옷의 수명을 최소 20% 연장할 수 있으며 목재 펄프와 같은 천연 소재에서 추출한 섬유로 만든 옷이 최대 60회 세탁 후에도 새롭고 신선하게 보이도록 도와줍니다!

오래 입을 수 있는 옷은 지구에 큰 도움이 됩니다. WRAP이라는 단체의 "Valuing Our Clothes"라는 제목의 보고서에 따르면 영국에서 의류의 절반만 수명을 9개월 연장해도 온실 가스 배출량이 8% 감소하고, 물 사용량이 10% 감소하며, 의류 1톤당 섬유 폐기물이 4% 감소할 수 있습니다.

## 섬유 제조를 혁신하는 Biosolutions

셀룰라아제와 같은 바이오 솔루션은 섬유 산업을 재편하고 있지만 이는 빙산의 일각에 불과합니다. 더 깨끗하고 친환경적인 대안에 대한 탐구는 섬유 제조업체의 유해한 화학 물질에 대한 의존도를 더욱 줄일 수 있는 효소의 보물을 발견하기 위한 연구자들 사이의 경쟁에 불을 붙였습니다. 직물의 내구성 향상에서 가혹한 물질을 대체하는 것에 이르기까지 이러한 효소는 섬유 제조에 혁명을 일으킬 수 있는 잠재력을 가지고 있습니다.

앞서 논의한 섬유 생산의 세 단계인 Preparatory, Dyeing and Printing, Finishing을 기억하십니까? 현재 섬유 산업이 화학 물질을 제거하는 데 도움이 되는 대부분의 바이오 솔루션은 준비 및 마감 단계에서 발견되며, 염색 및 프린팅을 위한 바이오 솔루션을 혁신하기 위한 연구는 여전히 진행 중입니다.



*Scouring, and the bleaching process that makes raw cotton or wool sparkling white, are the main culprits behind the high chemical and energy usage in the preparatory stage of textile production. Here a medical gown.*

더 자세히 알아보겠습니다. 정련으로 알려진 생면이나 양모의 격렬한 세척과 반짝이는 흰색으로 만드는 표백 공정은 준비 단계에서 화학 물질 및 에너지 사용량이 많은 주요 원인입니다. 고압계도 이제 이러한 공정에서 가혹한 화학 물질을 대체할 수 있는 몇 가지 바이오 솔루션이 있습니다. 예를 들어, 펙티나아제(Pectinase)는 생물학적 불순물을 효과적으로 용해하는 효소로, 원면과 양모를 세척하는 데 사용되며, 기존 방법보다 최대 67% 적은 물과 50% 적은 에너지를 필요로 합니다. 당연히 'bioscouring'이라고 불리는 이 과정은 환경 부담을 크게 줄여줍니다.

또 다른 주목할 만한 효소인 카탈라아제(Catalase)는 표백 후 옷에서 표백제를 제거하는데 효과적인 바이오솔루션임이 입증되고 있습니다. 면이나 양모 섬유를 완벽한 흰색으로 표백하면 섬유에 많은 표백제가 남습니다. 이 잔류 표백제를 제거하기 위해 카탈라아제가 사용됩니다. 그리고 이제 여러분에게 친숙한 바이오폴리싱(biopolishing)은 마무리 단계에서 활용되는 바이오 솔루션의 대표적인 예라는 것을 잊지 맙시다.

그러나 섬유 제조에서 가장 시급한 문제 중 하나는 공장에서 사용하지 않는 염료를 배출하는 것입니다. 이 염료는 강, 호수 및 기타 수역으로 스며들어 수생 생물에 큰 피해를 줍니다. 많은 지역에서 섬유 산업은 청바지 및 기타 제품의 과도한 염료로 수역을 파랗게 변하게 만들었습니다. 여기에서도 바이오솔루션은 희망을 줍니다. 폐수에서 사용되지 않는 염료를 제거하는 놀라운 능력을 가진 효소인 Peroxidase는 현재 섬유 공장의 실행 가능한 솔루션으로 연구되고 있습니다. Peroxidase 는 이미 표백 화학 물질의 대체품으로 파장을 일으키고 있지만 폐수 처리에서 그 잠재력은 여전히 남아있습니다.

## 섬유 산업의 친환경적 변신을 구상하다

바이오솔루션은 단순한 트렌드가 아닙니다. 그들은 섬유 산업을 변화시킬 수 있는 혁명적 힘입니다. 섬유 산업이 이러한 패러다임 전환을 수용함에 따라 보다 지속 가능한 섬유 산업으로 가는 길이 더욱 명확해집니다. 바이오솔루션과 함께 내딛는 각 조치는 환경에 대한 우리의 책임을 강화하고 매일 환경에 미치는 영향이 적고 오래 지속되는 옷을 입을 수 있도록 힘을 실어줍니다.



### 시대를 초월한 패션:

현존하는 가장 오래된 것으로 알려진 옷이 5,000년 전으로 거슬러 올라간다는 사실을 알고 계셨습니까? 고대 이집트의 린넨 드레스입니다. 아마 식물의 섬유로 제작된 이 놀라운 의복은 카이로 근처의 타르칸 매장지에서 발견되었으며 고대 직물 생산 기술을 반영합니다. 이 초기 패션 이야기가 오늘날 우리가 입는 직물의 길을 어떻게 닦았는지 생각하는 것은 흥미진진합니다!

### 고대 남미인과 인디고 염료:

고대 남미 사람들은 직물이 유행하기 훨씬 전부터 직물을 염색하고 있었습니다! 고고학 연구자들은 페루에서 6,000년 된 짠 면 조각의 조각을 발견했는데, 이 조각은 인디고 염료의 푸른 색조를 자랑하며, 이는 변색되지 않는 염료 사용의 가장 오래된 알려진 예입니다. 변색되지 않는 염색 기술은 색상이 직물에 달라붙도록 하여 수많은 세탁 후에도 퇴색을 방지합니다. 이 발견은 변색되지 않는 염색 기술의 타임라인을 1,600년 뒤로 미뤘으며, 패션이 직물에 관한 것만이 아니라는 것을 증명했습니다. 색상에 관한 것이기도 합니다!

## 패션의 미생물:

연구원들은 눈에 띄는 붉은 색소로 유명한 박테리아 *Serratia marcescens*와 같이 현재 섬유 산업에서 사용되는 화학 기반 염료에 대한 친환경 대안을 만들기 위해 다양한 색상의 색소를 생산할 수 있는 다양한 박테리아를 활용하고 있습니다. 또한 박테리아 셀룰로오스로 알려진 섬유를 포함하여 미생물로부터 섬유를 개발하기 위한 연구가 진행 중입니다.

- The end -