

MEASUREMENT OF DURABLE PRESS
RESIN ON COTTON BY
NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY

근적외선(NIR) 분광기를 이용한
코튼직물내 DP 수지의 측정

Copyright, 1998, Cotton Incorporated

목 차

페이지

요 약	4
서 론	4
실 험	6
근적외선 분석에서 사용되는 통계용어	6
결과와 토론	8
총 수지량과 고착 수지량 측정	8
총 수지량과 고착 수지량의 온라인 측정	10
등급분류	12
참고문헌	14
표 1 : 수지 처리 육조처방	16
표 2 : 식물조직과 염료가 검정 모델링에 미치는 영향연구에 사용된 코튼 100% 식물들	16
표 3 : 3×1 트월직물의 총 수지량 %를 위한 데이터	18
표 4 : 3×1 트월직물의 고착 수지량 %를 위한 데이터	20
표 5 : 식물조직/염료 연구로부터 산출된 총 수지량 % 데이터	22
표 6 : 식물조직/염료 연구로부터 산출된 고착 수지량 % 데이터	24
표 7 : 온라인 연구를 위한 식물과 수지육조처방	28
표 8 : 온라인 실험실 연구에서 산출된 총 수지량 % 데이터	30
표 9 : 온라인 프로젝트에서 산출된 총 수지량 % 데이터	34
표 10 : 온라인 프로젝트에서 산출된 고착 수지량 % 데이터	34
표 11 : 총 수지량과 고착 수지량에 대한 등급분류 라이브러리	36
표 12 : 확인용 파일들의 등급분류에 대한 결과	38
그림 1 : 근적외선 스펙트럼	40
그림 2 : 코튼과 화학약품의 근적외선 스펙트럼의 2차 미분함수	40
그림 3 : 수지가 포함된 코튼의 근적외선 스펙트럼	42
그림 4 : 수지가 포함된 코튼의 근적외선 스펙트럼의 2차 미분함수	42
그림 5 : 총 수지량 비교 (3×1트월직에 대한 실험실작업)	44
그림 6 : 고착 수지량 비교 (3×1트월직에 대한 실험실작업)	44
그림 7 : 총 수지량 비교 (식물조직/염료에 대한 실험실작업)	46
그림 8 : 고착 수지량 비교 (식물조직/염료에 대한 실험실작업)	46
그림 9 : 총 수지량 비교 (온라인 실험실 연구)	48
그림 10 : 총 수지량 비교 (온라인 프로젝트)	50
그림 11 : 고착 수지량 비교 (온라인 프로젝트)	50
그림 12 : 근적외선 등급분류 작업 흐름도	52
그림 13 : 샘플 확인과 뒤이어 정량분석을 위한 작업 흐름도	54

근적외선(NIR) 분광기를 이용한 코튼직물내 DP수지의 측정

요약

이 기술서는 코튼 인코퍼레이티드의 코튼 100%직물내 형태안정(DP) 수지량을 측정하는 근적외선 분석법 개발에 대한 요약서이다. 이 작업은 근적외선 기술에 대한 3가지 응용법에 대해 다루고 있다. 초기 연구에서는 다른 직물 조직과 색상을 가진 직물들의 총 수지량과 흡착 수지량을 측정하는 정량분석을 포함하고 있다. 이 후, 생산설비에 서의 온라인 수지 측정에 대한 설명이 뒤따른다. 마지막으로 직물/염료 형태 또는 품질매개변수에 따라서 샘플들 의 등급을 구별하는 것이 설명되었다. 근적외선은 주름방지 가공직물이나 의류의 생산 중에 총 수지량과 흡착 수 지량을 신속하고 비파괴적인 측정법으로서 권장된다.

서론

전자기 스펙트럼의 근적외선 영역은 700부터 2500 나노미터(nm, 10^{-9} m) 파장범위이다. 이 영역에서 관찰되는 흡수띠 는 주로 O-H, C-H, N-H분자 그룹 때문이다. 근본적으로 직물에 사용되는 섬유, 화공약품, 가공약품은 근적외선 스펙 트럼 영역에서 관찰된다. 비록 비교적 약한 흡수도가 근적외선 영역에서 관찰되지만, 이러한 이유 때문에 샘플준비 를 할 필요가 없는 큰 잇점을 가지게 된다(직물이나 의류를 있는 그대로 스캔가능). 여러 성분으로 이루어진 한 샘 플에서 광범위하게 중복된 흡수띠는 탐지하고자하는 성분의 측정을 어렵게 만든다. 그러나 스펙트럼 사전처리와 다변량 검정기술의 적용으로 샘플내 하나 또는 더 많은 성분들에 대한 정량분석을 가능케 한다. 흡수 또는 반사띠 를 장비나 샘플 형태에 따라 사용할 수 있다. 일반적으로 직물들은 확산반사에 의하여 분석한다. 참고문헌 1은 근 적외선 이론과 적용에 대한 훌륭한 고찰이다.

섬유업계는 호제, 가공약품, 혼방율, 성숙도, 머서화정도 등을 측정하기 위해 근적외선법을 사용하고 있다. 대부분의 분석은 실험실이나 생산라인(다시 말해서, 생산공장)에서 행해진다. 온라인 측정은 일 반적인 방법은 아니지만, 이러한 접근법에 상당한 관심을 가지고 있다. 비록 근적외선을 이용하여 코 튠 100% 직물(참고문헌 2)과 코튼/폴리에스터 50/50 직물(참고문헌 3)의 총 DP 수지량을 측정하는 것 에 대해 보고된 적은 있지만, 흡착되지 않은 수지가 있는 상태에서 기기를 사용하여 고착 수지량을 측정하는 것에 대해선 보고된 바가 없다. 총 수지량을 측정하기 위한 일반적인 방법으로는 총 질소값 을 사용하고, 고착 수지량을 측정하기 위해서는 수세 후 질소 함량치를 이용한다. 이러한 방법은 많은 시간이 소요되고, 샘플을 손상시키며, 다른 출처에서 나온 질소에 의해 발생하는 에러를 유발하기 쉽 다. 코튼 인코퍼레이티드의 근적외선 연구의 목적은 코튼직물 생산자들에게 DP 수지가공공정을 감시 하는데 있어서 신속하고(1분 이내), 비파괴적이고, 신뢰할 수 있는 품질관리기술을 제공하는데 있다.

실험

개발 실험의 초기단계에선 전형적인 수지처방(표 1참조)으로 처리된 무게가 7.0온스/평당야드인 염색이 안된 코튼 100% 3 1 트릴직만 사용했다. 이 식물에서의 유효성분 DMDHEU의 농도는 0.2%와 4.1% 사이에서 다양하였다. 이 트릴직물에서 근적외선이 고착 수지량과 총 수지량의 정확한 분석을 할 수 있도록 한 후, 연구범위를 반응성 염료나 배트염료로 염색된 직물을 포함한 다른 코튼 100% 다른 조직의 직물로 확대되었다.

각 식물조직의 스왑치들은 각기 다른 수지 욕조에서 처리하기 위해 준비됐다. 욕조들은 실험용 패더를 사용하였다. 스왑치들은 200 F(93. C)에서 8분 동안 건조시켰다. 각 수지농도 별로 처리된 각 조직의 스왑치를 290-310 F(143-154. C)에서 45-60초간 큐어했다. 이러한 처리과정을 통해 8-52%의 고착율을 얻었다. 85%이상의 고착율을 얻기 위해 각 세트에서 얻은 스왑치를 310 F(154. C)에서 15분간 큐어했다. 큐어된 스왑치의 경사와 위사방향으로 근적외선 스캔을 행하였다. 스왑치들의 총 질소량과 고착 질소량을 측정하였다. 상응하는 수지 농도는 적합한 근적외선 주사점에 지정되었다.

앞으로 실행할 모델링과 예측연구를 위해 근적외선 스펙트럼 파일을 검정용 파일과 확인용 파일 두 군데로 나누어 저장했다.

모든 스펙트럼자료들은 손에 들 수 있는 원격조정 반사기를 갖춘 NIR Systems 모델 5000 분광측광기를 사용하여 수집했다. 이 분석기기는 1100-2500 nm의 파장영역에 걸치고 있지만, 2200 nm 이상에서 일어나는 광섬유케이블에 의한 광흡수 때문에, 검정값은 1100-2200 nm로 제한되었다.

근적외선 분석에서 사용되는 통계용어

현재 근적외선 장치와 함께 사용할 수 있는 소프트웨어를 사용하면 검정을 위한 스펙트럼들의 집합 내에서는 좋은 모델들을 만들어 낼 수 있다(다시 말해서, 훌륭한 통계표). 그러나, 이러한 모델들은 검정을 위한 스펙트럼들의 집합 범위내에 포함되지 않은 샘플들에 대해서는 정확한 값을 예측할 수 없을 수도 있다. 그러므로 검정용 파일내에서 사용되지 않은 여러 샘플스펙트럼을 확인용파일에 배치시켰다. 검정모델을 사용하여 확인용 파일샘플들의 수지함량을 예측했다. 이러한 예측을 통하여 검정모델의 타당성을 확인해 볼 수 있다. 이러한 예측은 검정모델의 정확도를 판단하는데 사용되는 몇 가지 통계용어를 만들었다. 두 개의 용어(예측 데이터 각표에 포함됨)에 대한 간단한 설명은 아래와 같다.

- 1) 편차는 실험실에서 측정된 값(다시 말해서, 질소 분석법에 의한 수지값)에서 근적외선 측정치들에 의해 예측된 값을 상쇄한 값이다. 양수값의 편차란 평균적으로 모델의 편차정도에 따라서 실험실에서 측정한 값보다 더 큰 값을 예측해 낸다는 것을 의미한다. 적은 편차를 갖는 것이 더욱 좋다.
- 2) 표준오차예측값(SEP)은 실험실 측정치와 근적외선 측정치사이의 차이에 대한 표준편차 값이다. 표준오차예측값은 미래 측정에 대한 예측오차를 판단한다. 95%의 신뢰한계와 함께, 수지량 측정에 대한 에러율은 대략 $\pm (2 \times \text{표준오차예측값})$ 이다.

결과와 토론

총 수지량과 고착 수지량 측정

그림 1 은 코튼, DMDHEU, 실리콘, 폴리에틸렌 유연제들의 근적외선 스펙트럼을 보여주고 있다. 검정 모델링이나 타당성 테스트 전에 2차 유도함수 사전처리법을 확산반사 스펙트럼에 사용하는 것은 일반적인 방법이다. 2차 유도함수 사전처리는 식물들의 표면 특성에 따른 변화에 의해 발생하는 대부분의 흠어진 차이점들을 제거한다. 또한, 2차 유도함수변환치는 샘플내의 화학적 조성의 차이점들을 뛰어넘을 수 있다. 그림 1에 보이는 스펙트럼들의 2차 유도함수변환치가 그림 2에 보인다. 그림 3과 4는 오직 건조만된 수지를 가지는 코튼, 오직 큐어만된 수지를 가지는 코튼의 스펙트럼과 2차 유도함수변환치를 각각 보여주고 있다.

2차 유도함수변환치에 부분최소제곱법(PLS) 모델링을 사용하여 최상의 예측치를 산출했다. PLS 모델링은 1150–2200 nm 또는 1600–1860 nm의 전체 스펙트럼영역을 사용했다. PLS 모델링은 스펙트럼영역을 패턴(다시 말해서 주요소들)으로 쪼개었고, 샘플 내 이미 알고있는 수지농도와 패턴을 연관시켰다. 수지 처리된 식물들의 복잡성 때문에 이런 형태의 모델링이 가장 효과적이었다. PLS에 대한 자세한 내용은 참고문헌 4에 나와있다.

작업의 첫 단계에서 결정한 트릴 식물의 확인샘플들에 대한 근적외선 예측치의 결과가 그림 5, 6 과 표 3, 4에 보인다. 이 그림들과 표들의 검사는 연구의 이 부분까지의 총 수지량과 고착 수지량이 굉장히 정확하게 예측됐다는 것을 나타내고 있다.

그러나, 식물 한 조직에 대한 모델링이 다른 조직의 식물의 수지량을 정확하게 분석을 할 수 없다. 염색제가 첨가되었을 때 예측의 정확도는 더욱 벗어나게 된다. 수지 육조내의 화학제의 변화는 더 많은 어려움을 가져올 것이다. 만일 근적외선 분석법이 실제로 사용할 수 있는 품질관리장치로 사용되고자 한다면, 섬유가공공정에서 매일 발생하는 변동사항을 처리할 수 있어야 한다.

이 연구에서 다음 단계는 식물 조직과 염색공정의 변화에 대해 보정을 할 수 있는 최선의 방법을 결정하는 것이다. 식물에 적용되는 근적외선 측정법이 편차보정기술을 현재 사용하는 것도 이러한 목적 때문이다. 비록, 조직변화에 대한 적당한 보정이 있다 하더라도, 편차보정법은 많은 색상 그리고/또는 염료형태에 대해선 만족스러운 결과를 내지 못한다. 표 2 에 보이듯이, 모든 식물/염료들의 조합을 대표하는 검정 스펙트럼들의 2차 유도함수변환치들로 만든 PLS 모델링이 적용되었을때 확인샘플들에 대해 매우 좋은 결과를 나타냈다. 그림 7, 8 과 표 5, 6을 보라. 표 5에서 주시할 것은, 식물 A, B, E, F, G, H에 최상의 예측을 했던 모델 1은, 식물 C, D에 대한 예측에서는 모델 2만큼 예측하지 못했다는 것이다. 최상의 예측을 위해서, 모델 1이 식물 C와 D를 제외한 나머지 식물들을 위해 사용되어야 할 것이다. 모델 2는 식물 C와 D를 위해 선택될 것이다. 아래에 보이는 등급분류에 대한 토론 중에서 근적외선 분석법에 사용되는 소프트웨어가 식물의 다른 형태를 인식할 수 있고, 분석을 위해서 적당한 모델을 지정할 수 있다는 것을 보여줄 것이다.

수지량의 온라인 측정법을 목표로 하는 실험실 연구의 일부로써, 6개의 다른 염색이 안된 조직/무게 식물들이 각각의 식물에 서로 다른 수지약품조성으로 처리했다. 글리코산화(반응화)된 DMDHEU가 각각의 수지약품내에 사용되었다. 표 7에 보이듯이, 식물과 약품조성은 매우 다양하다. 수지는 계획단계에서 큐어공정없이 식물상태에서 건조되었다. 표 7에 다시 보이듯이, 모든 식물/염료들의 조합을 대표하는 검정 스펙트럼들에 대한 2차 미분계수 변환치들을 근거하여 만든 PLS 모델링을 적용하였을 때 확인용 샘플들에 대한 매우 좋은 예측결과를 냈다(그림 9와 표 8을 보시오).

위에서와 같은 노력들의 성공은 근적외선 분석법이 이제까지 활용된 적당한 검정절차가 제공되는 품질관리 측정장치로써 실제로 사용할 수 있다는 것을 보여준다. 적당한 검정을 얻기 위해 여러 날 동안의 작업이 포함되어 있다는 것에 주목해야 한다. 그러나, 이 테스트가 지니는 1분 이내의 신속한 분석시간과 식물에 비파괴적인 특성이 시간을 투자할만한 가치를 지닌다. 이러한 분석들은 실험실이나 생산공장에서 행해질 수 있다. 그러한 이유 때문에, 실내온도에 가까운 온도로 낮춘 후에 가먼트, 카트 또는 롤상태의 직물을 샘플을 만들기 위해 자르는 일이 필요 없이 분석할 수 있다.

총 수지량과 고착 수지량의 온라인 측정

총 수지량과 고착 수지량의 온라인 측정은 코튼 인코퍼레이티드와 미국 섬유기술연구소(The Institution of Textile Technology)사이의 합작 프로젝트였다. 코튼 인코퍼레이티드는 이 프로젝트를 위해 자금을 공급했고, 양쪽 기구로부터 선발된 연구원들이 지니고 있는 각각의 기술과 숙련도를 합쳐 매우 효과작인 팀을 구성했다.

이 연구를 위해 NIR Systems사에서 제조한 원격 반사분광측광기 The Direct Light™ 을 사용했다. 이 기기는 전에 사용했던 온라인 장치와는 완전히 다른 디자인이며 움직이는 식물위에 여러 간격으로 장착 될 것이다.

표 7에 나열된 식물들로부터 길이 방향으로 3에서 5야드, 폭이 18 인치의 검정용 표본들이 준비되었다. 추가적으로, 이 식물들은 서로 다른 색상, 강도, 다른 형태의 염료들로 염색되었다. 이러한 검정용 표본들은 다양한 수준의 고착도를 얻기 위해 서로 다른 헝수로 큐어했다. 이러한 표본들은 속도가 2야드/분으로 조정된 라인을 사용하여 미국 섬유기술연구소에서 스캔했다. 검정과 확인통계는 위의 실험실 연구에서 얻은 수치들과 비교되었다.

생산샘플들은 65야드/분의 일반적인 생산라인속도를 사용하여 검사대에서 스캔됐다. 검사대가 사용된 이유는 테스트 기간동안 생산계획변화에 어떠한 검정용 식물들의 생산과정이 포함되지 않았기 때문이다. 각 생산 로트의 마지막 단계에서 취한 표본들과 샘플들에 대한 정확한 수지값들은 수지보다는 식물과 화학조성에서 얻은 질소량을 보정한 총 질소분석법에 기초를 두었다. 표 9와 그림 10에 총 수지값 결과값이 나와있다. 표 10과 그림 11에 고착 수지량에 대한 결과값이 나와있다. 근적외선과 질소분석사이의 수지값이 음수의 편차(0.4-1.0%)를 갖는 주요 이유는 생산라인속도(65야드/분)가 검정라인속도(2야드/분)와 비교했을 때 훨씬 빠르기 때문이다. 이러한 편차 값은 IIT에서 행한 다른 온라인 프로젝트에서도 관찰되었다. 이러한 편차값을 어떻게 보정하느냐 하는 것은 상당한 노력을 필요로 한다. 근적외선 모델은 더 높은 값을 예측하도록 보정 할 수 있다. 생산샘플들의 수지 함량에 대한 변동이 일반적으로 매우 작기 때문에, 편차보정은 원-포인트 조정과 같을 것이다.

더 높거나 더 낮은 수지농도에서는 이러한 보정이 예측된 수지%에 상당한 에러를 유발시킬 수 있다. 코튼 인코퍼레이티드는 이러한 편차문제를 해결하기 위해 적극적으로 작업하고 있다.

프리-큐어라인에서 온라인 근적외선 장치를 사용하여 총 수지량과 고착 수지량을 측정하는 것은 성공적이었다. 빠른 라인 속도 때문에 발생하는 편차에 대한 우려는 정확한 예측을 위해 역점을 두어 다루어야 한다. 위의 실험 연구에서 사용한 검정기술은 온라인 분석에서 또한 훌륭한 결과를 냈다.

등급분류

샘플들을 등급으로 분류(여기부터는 "등급분류"라고 언급함)하는 것은 여러 가지 이유로 장점을 갖는다. 그림 12에 보이는 흐름도는 생산품질매개변수에 따라서 샘플을 분류할 수 있다는 것을 보여주고 있다. 이러한 방법으로 정량값을 알 수 없지만, 모든 경우에 있어서 정량값이 필요하지는 않을 것이다. 게다가 등급 분류를 위해 필요한 선행 작업은 검정용 모델 개발에 비해서 자세하게 묘사되지 않았거나 시간을 많이 할애하지 않았다. 그림 13의 흐름도는 어떻게 등급분류작업이 처음에 샘플을 구분하고, 그 후에 올바른 검정용 모델을 적용함으로써 잘못된 정량분석을 예방할 수 있는지에 대해 보여주고 있다.

이 작업에서 NIR Systems사의 모델 5000 분광측광기가 제공하는 IQ² (확인, 정성화, 정량화) 프로그램을 활용했다. IQ² 프로그램은 샘플을 구분하기 위해서 3가지 다른 옵션을 제공한다. 증가되는 복잡성을 정연히 하기 위한 옵션들은 스펙트럼 상관관계, Mahalanobis 간격, 주 요소 분석(나중에 언급한 2가지 옵션에 대한 자세한 내용은 참고문헌 4에 기술되어있다)들이다. 이 작업에서는 오직 처음 2개의 옵션만을 조사했다.

현재까지 코튼 인코퍼레이티드가 노력해온 것은 "원리입증" 연구였다. 아래에서 보이는 것처럼, 등급분류는 2번의 한정된 실험에서 성공적이었다.

DMDHEU로 처리된 코튼 100% 직물을 총 수지량과 고착 수지량에 따라 구분을 하는 것이 노력의 목표였다. 총 수지량과 고착수지량 개발연구의 첫 번째 단계에서 나온 검정 스펙트럼들에 대한 2차 미분계수 변환치들은 다음과 같이 6개 등급의 라이브러리로 나누었다 : 1) 낮은 수지농도/낮은 고착도, 2) 낮은 수지 농도/허용 고착도, 3) 허용 수지농도/낮은 고착도, 4) 허용 수지농도/허용 고착도, 5) 높은 수지농도/낮은 고착도, 6) 높은 수지농도/허용 고착도. 수지농도의 등급들은 모델링 목적으로 각 등급에 충분한 샘플들을 제공하기 위해 임의로 선택했다. 표 1에 데이터가 나와있다. 질소분석법이 가지는 오차의 결과로 인해, 약간의 샘플들의 고착도가 100%보다 크게 나왔다. IQ² 프로그램은 이러한 등급 라이브러리와 사용 후 확인용 파일내의 각 샘플들의 등급을 예측하는데 사용했다. 최상의 결과는 스펙트럼 상관관계 옵션을 사용했을 때 얻었다. 표 12에 보이듯이, 모든 샘플들은 총 수지농도와 고착도 %의 품질매개변수에 따라서 정확하게 분류되었다.

총 수지량과 고착수지량 개발연구의 두 번째 단계에서 나온 검정 스펙트럼들에 대한 2차 미분계수 변환치들은 다음과 같이 6개 등급의 라이브러리로 나누었다 : 1) 편물, 비염색, 2) 편물, 반은성 염료, 3) 2 1 트월직, 비염색, 4) 3 1 트월직, 비염색, 5) 3 1트월직, 배트염색, 6) 평직. IQ² 프로그램은 이러한 등급 라이브러리와 함께 길들인 후 확인용 파일내의 각 샘플들의 등급을 예측하는데 사용했다.

Mahalanobis 간격 옵션을 사용했을 때, 확인용 파일내의 각 샘플들을 정확하게 분류했다. 일단 IQ^2 이 샘플을 분류하면, 정량분석을 위해 적당한 검정용 모델을 지정할 수 있다. 두 번째 단계 작업의 토론장에서 언급했듯이, 샘플 형태에 따른 수지량 예측을 최적화 하기 위해 각기 다른 검정용 모델들을 사용해야 한다. 직물 C와 D(3 1트월직, 배트염색 등급)를 위해서는 모델 2가, 그리고, 다른 직물들을 위해서는 모델 1이 선택될 것이다.

앞의 두가지 등급분류 작업의 성공은 이러한 접근법이 매우 유망하다는 것을 반영하고 있다. "실세계" 방법론으로서의 등급분류를 테스트할 광범위한 작업이 계획되어 있다.

참고문헌

- 1) "근적외선 분석법(NIRA) : 정량분석과 정성분석 기술," E. Stark, K. Lucher, and M. Margoishes, Applied Spectroscopy Review, Vol.2 (4), 335-339 (1986).
- 2) "근적외선 반사 분광기를 사용한 코튼 직물내 DP수지의 정량분석," S. Ghosh and M. Cannon, Textile Research Journal, Vol. 60 (3), 167-172 (1990).
- 3) "근적외선 분광기를 사용한 직물내 DP수지의 온라인 측정법," S. Ghosh and G. Brodmann, Textile Chemist and Colorist, Vol. 25 (4), 11-14 (1993)
- 4) "간접측정 화학적 시스템 : 잠재적 특성들과 화학적 계량," S. Brown, Applied Spectroscopy, Vol. 49 (12), 14A-31A (1995)

표 1

수지 처리 옥조처방

화 학 약 품	농도(OWB)*%
DMDHEU 수지(38% 유효성분)	1.0%에서 17.0% 사이에서 변화
염화마그네슘 촉매	0.2%에서 2.8% 사이에서 변화
습윤제	0.1%
실리콘 유연제	3.0%
폴리에틸렌 유연제	3.0%

* 좀더 정확한 수지의 검정을 위해 유연제 농도를 약간 변화시켰다.

표 2

식물조직과 염료가 검정 모델링에
미치는 영향 연구에 사용된 코튼 100% 식물들

식 물	식 물 조 직	염 료
A	인터락 니트, 40/1 RS, 5.2 온스/평당야드	염색안됨
B	평직, 6.25 온스/평당야드	염색안됨
C	3×1 트월, 7.5 온스/평당야드	배트염색, 어두운 올리브빛
D	3×1 트월, 7.5 온스/평당야드	배트염색, 옅은 올리브빛
E	2×1 트월, 6.2 온스/평당야드	염색안됨
F	3×1 트월, 6.0 온스/평당야드	염색안됨
G	인터락 니트, 40/1 RS, 5.2 온스/평당야드	반응성염색, 옅은 푸른빛
H	인터락 니트, 40/1 RS, 5.2 온스/평당야드	반응성염색, 진한 네이비

표 3

3×1 트윌직물의 총 수지량%를 위한 데이터

실험실값 [질소값 기준]	NIR 예측값	차이값
0.89	0.97	0.08
1.14	1.25	0.11
1.33	1.26	-0.07
1.73	2.01	0.28
2.02	1.99	-0.03
2.30	2.27	-0.03
2.63	2.76	0.13
3.08	3.03	-0.05
3.66	3.44	-0.22
0.81	0.76	-0.05
1.19	1.35	0.16
1.62	1.73	0.11
1.78	1.97	0.19
2.29	2.31	0.02
2.62	2.66	0.04
3.40	3.43	0.03
3.67	3.83	0.16
편차 = 0.05 %		표준오차예측값 = 0.13 %

표 4

3×1 트윙직물의 고착 수지량 %를 위한 데이터

실험실값 [질소값 기준]	NIR 예측값	차이값
0.85	0.77	-0.08
1.11	1.14	0.33
1.28	1.17	-0.11
1.84	2.10	0.26
1.97	1.87	-0.10
2.31	2.50	0.19
2.56	2.77	0.21
3.07	3.31	0.24
3.60	3.47	-0.13
0.26	0.08	-0.18
0.37	0.44	0.07
0.32	0.44	0.12
0.55	0.43	-0.12
0.64	0.81	0.17
0.55	0.74	0.19
0.58	0.48	-0.10
0.53	0.78	0.25
0.62	0.82	0.20
1.61	1.54	-0.17
편차 = 0.06 %		표준오차예측값 = 0.17 %

표 5

식물조직/염료 연구로부터 산출된 총 수지량% 데이터

직 물	실 험 값	NIR 값 모델 1 *	NIR 값 모델 2 #	차 이 값
A	2.87	2.92		0.05
A	2.47	2.54		0.07
A	1.84	1.85		0.01
A	2.97	2.81		-0.16
B	1.34	1.34		0.00
B	3.04	2.90		-0.14
B	2.67	2.63		-0.04
B	0.98	0.94		-0.04
C	2.32	2.12	2.45	-0.20/0.13
C	3.22	2.72	3.02	-0.50/-0.20
C	1.88	1.94	1.86	0.06/-0.02
C	1.04	1.26	1.12	0.22/0.08
D	1.46	1.34	1.50	-0.12/0.04
D	3.25	2.82	3.17	-0.43/0.08
D	2.99	2.76	2.91	-0.23/-0.08
D	1.07	1.18	1.06	0.11/-0.01
E	2.38	2.49		0.11
E	3.32	3.09		-0.23
E	2.93	3.06		0.13
E	1.09	1.28		0.19
F	3.35	3.19		-0.16
F	3.09	3.01		-0.08
F	1.95	2.16		0.21
F	1.10	1.31		0.21
G	2.97	3.03		0.06
G	2.39	2.46		0.07
G	3.03	2.99		-0.04
G	1.73	1.89		0.16
H	1.04	1.20		0.16
H	2.53	2.52		-0.01
H	3.09	3.07		-0.02
H	2.53	2.60		0.07

* 7 요소 PLS 모델(1150-2200나노미터) #7요소 PLS 모델(1600-1860나노미터)

표 5 (계 속)

직 물	편 차 %	표준오차 예측값 %	직 물	편 차 %	표준오차 예측값 %
A	-0.06	0.10	D(모델 2)	-0.03	0.07
B	-0.05	0.09	E	0.05	0.20
C(모델 1)	-0.11	0.34	F	0.04	0.20
C(모델 2)	0.00	0.14	G	0.06	0.11
D(모델 1)	-0.17	0.30	H	0.05	0.10

표 6

식물조직/염료 연구로부터 산출된 고착 수지량 % 데이터

직 물	실험실 값	NIR 값	차이값
A	0.41	0.40	-0.01
A	1.11	0.76	-0.35
A	1.68	1.68	0.00
A	2.73	2.71	-0.02
B	0.03	0.09	0.06
B	0.43	0.52	0.09
B	2.55	2.64	0.09
B	0.90	0.83	-0.07
C	0.19	0.16	-0.03
C	0.58	0.59	0.01
C	1.91	2.00	0.09
C	1.01	1.18	0.17
D	0.10	0.06	-0.04
D	0.49	0.39	-0.10
D	2.87	2.93	0.06
D	1.03	1.14	0.11
E	0.10	0.14	0.04
E	0.21	0.46	0.25
E	2.84	3.11	0.27
E	1.05	1.24	0.19
F	2.93	2.89	-0.05
F	0.15	-0.10	-0.25
F	1.05	1.11	0.06

표 6 (계 속)

직 물	실험실 값	NIR 값	차이값
G	0.76	0.71	-0.05
G	0.54	0.73	0.19
G	2.77	2.95	0.18
G	1.60	1.64	0.04
H	0.27	-0.14	-0.41
H	0.66	0.69	0.03
H	0.74	0.90	0.16
H	2.31	2.52	0.21

직 물	편차, %	표준오차예측값, %
A	0.09	0.20
B	0.04	0.09
C	0.06	0.11
D	0.07	0.10
E	0.19	0.24
F	-0.07	0.18
G	0.09	0.15
H	0.00	0.28

표 7

온라인 연구를 위한 식물과 수지욕조처방*

식물 AA 3×1 트월 7.3 온스/야드	농도(owb) %		식물AA 3×1 트월 12 온스/야드	농도(owb) %
습윤제 1	0.29		에틸렌 우레아	1.0
소포제	0.013		습윤제 1	0.5
윤활제 1	1.5		소포제	0.013
습윤제 2	0.14		윤활제 1	1.5
유연제	2.25		수축조절제	2.0
윤활제 2	0.5		윤활제 2	0.62

식물 CC 3×1 트월 4.8 온스/야드	농도(owb) %		식물AA 3×1 트월 14 온스/야드	농도(owb) %
습윤제 1	0.29		에틸렌 우레아	1.0
소포제	0.013		습윤제 1	0.5
윤활제1	1.5		소포제	0.013
수축조절제	3.0		윤활제 1	2.0
윤활제 2	0.5		수축조절제	3.0
			윤활제 2	0.62

식물 EE 캔버스 7.5 온스/야드	농도(owb) %		식물 FF 새미가죽 7 온스/야드	농도(owb) %
습윤제 1	0.29		습윤제	0.29
소포제	0.013		소포제	0.013
윤활제 1	1.5		윤활제 1	3.5
수축조절제	3.0		마찰견뢰시약	2.5
유연제	2.0		수축조절제	2.5
윤활제 2	0.5		에틸렌 우레아	1.0
			우레아	0.4

* 글리코화된 DMDHEU 수지와 적당한 범위(0.9-12.0% 농도(owb) 수지)로 다양한 촉매

표 8

온라인 실험실 연구에서 산출된 총 수지량% 데이터

직 물	실험실 값	NIR 값	차이값
A	0.18	0.09	-0.09
AA	0.18	0.08	-0.10
AA	0.35	0.34	-0.01
AA	0.53	0.41	-0.12
AA	0.53	0.48	-0.05
AA	0.53	0.38	-0.15
AA	0.70	0.78	0.08
AA	0.88	0.84	-0.04
AA	1.37	1.48	0.11
AA	1.41	1.33	-0.08
AA	1.41	1.22	-0.19
AA	1.58	1.83	0.25
AA	1.93	2.02	0.09
AA	2.11	2.07	-0.04
BB	0.34	0.29	-0.05
BB	0.52	0.71	0.19
BB	0.69	0.78	0.09
BB	0.86	0.95	0.09
BB	1.03	1.09	0.06
BB	1.03	1.19	0.16
BB	0.20	1.27	0.07
BB	1.20	1.18	-0.02
BB	1.20	1.28	0.08
BB	1.37	1.43	0.06
BB	1.72	1.64	-0.08
BB	1.89	1.74	-0.15
BB	1.89	1.73	-0.16
BB	2.23	1.99	-0.24
CC	0.30	0.25	-0.05
CC	0.40	0.36	-0.04
CC	0.40	0.41	0.01
CC	0.50	0.51	0.01
CC	0.50	0.61	0.11
CC	0.60	0.53	-0.07
CC	0.70	0.74	0.04

표 8 (계 속)

작 물	실험실 값	NIR 값	차이값
DD	0.37	0.47	0.10
DD	0.37	0.50	0.13
DD	1.12	1.33	0.21
DD	1.12	1.32	0.20
DD	1.49	1.64	0.15
DD	1.49	1.64	0.15
DD	1.68	1.69	0.01
DD	1.68	1.69	0.01
DD	1.87	1.78	-0.09
DD	1.87	1.76	-0.11
DD	2.24	2.16	-0.08
DD	2.24	2.10	-0.14
EE	0.28	0.20	-0.08
EE	0.56	0.48	-0.08
EE	0.93	1.06	0.13
EE	1.12	1.25	0.13
EE	1.68	1.97	0.29
EE	1.68	1.83	0.15
FF	0.25	0.18	-0.07
FF	0.25	0.23	-0.02
FF	0.76	0.77	0.01
FF	0.76	0.86	0.10
FF	1.39	1.35	-0.04
FF	1.39	1.47	0.08
FF	1.77	1.87	0.10
FF	1.77	1.82	0.05
FF	2.28	2.12	-0.16
FF	2.28	2.09	-0.19

작물	편 차, %	표준오차예측값, %
AA	-0.02	0.12
BB	0.01	0.12
CC	0.00	0.06
DD	0.04	0.13
EE	0.09	0.18
FF	0.02	0.10

표 9

온라인 프로젝트에서 산출된 총 수지량 % 데이터

식물로트 번호	질소분석에 의한	범 위	NIR에 의한 수지량	범 위
식물 BB				
1	2.13	0.07	1.28	0.09
2	2.13	0.04	1.31	0.08
3	2.18	0.06	1.36	0.12
4	2.00	0.05	1.25	0.08
5	2.11	0.06	1.38	0.12
6	2.08	0.07	1.34	0.12
7	2.12	0.71	1.25	0.07
식물 FF				
8	2.62	0.19	2.13	0.05
9	3.64	0.15	2.80	0.84

표 10

온라인 프로젝트에서 산출된 고착 수지량 % 데이터

식물로트 번호	질소분석에 의한	범 위	NIR에 의한 수지량	범 위
식물 BB				
1	1.74	0.04	1.62	0.09
2	1.76	0.05	1.55	0.16
3	1.77	0.08	1.47	0.22
4	1.67	0.04	1.28	0.17
5	1.68	0.06	1.37	0.24
6	1.74	0.05	1.30	0.12
7	1.74	0.07	1.40	0.16
식물 FF				
8	1.66	0.06	1.09	0.03
9	1.59	0.10	1.55	0.06

표 11

총 수지량과 고착 수지량에 대한 등급분류 라이브러리

낮은 수지농도(1.9 %) 낮은 고착도(52%)		
총 수지량 %	고착 수지량 %	고 착 %
1.2	0.27	23
1.2	0.27	23
1.41	0.46	33
1.64	0.55	34
1.89	0.98	52
1.89	0.98	52

낮은 수지농도(1.9 %) 허용 고착도(93-106 %)		
총 수지량 %	고착 수지량 %	고 착 %
1.17	1.19	102
1.40	1.49	106
1.40	1.49	106
1.68	1.75	104
1.93	1.88	97

허용 수지농도(2.1-3.2 %) 낮은 고착도(52%)		
총 수지량 %	고착 수지량 %	고 착 %
2.84	0.23	8
2.84	0.23	8
2.38	0.38	16
2.38	0.38	16
2.16	0.46	21
2.63	0.49	19
3.09	0.78	25
3.09	0.78	25

허용 수지농도(2.1-3.2 %) 허용 고착도(93-106%)		
총 수지량 %	고착 수지량 %	고 착 %
2.14	2.22	104
2.36	2.32	98
2.36	2.32	98
2.62	2.47	94
2.90	2.81	97
2.90	2.81	97
3.19	2.98	99

표 11 (계 속)

높은 수지농도(3.3 %) 낮은 고착도(52%)		
총 수지량 %	고착 수지량 %	고 착 %
3.36	0.44	13
3.54	0.53	15
3.81	1.32	35
3.81	1.32	35

높은 수지농도(3.3 %) 허용 고착도(93-106%)		
총 수지량 %	고착 수지량 %	고 착 %
3.53	3.51	99
3.70	3.80	103
3.70	3.80	103

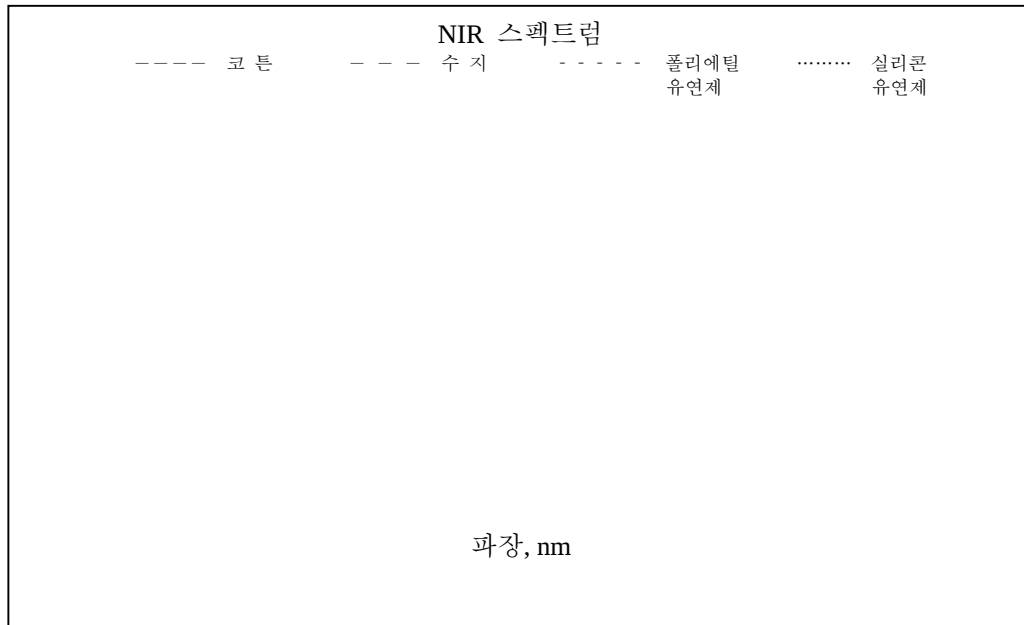
표 12

확인용 파일들의 등급분류에 대한 결과

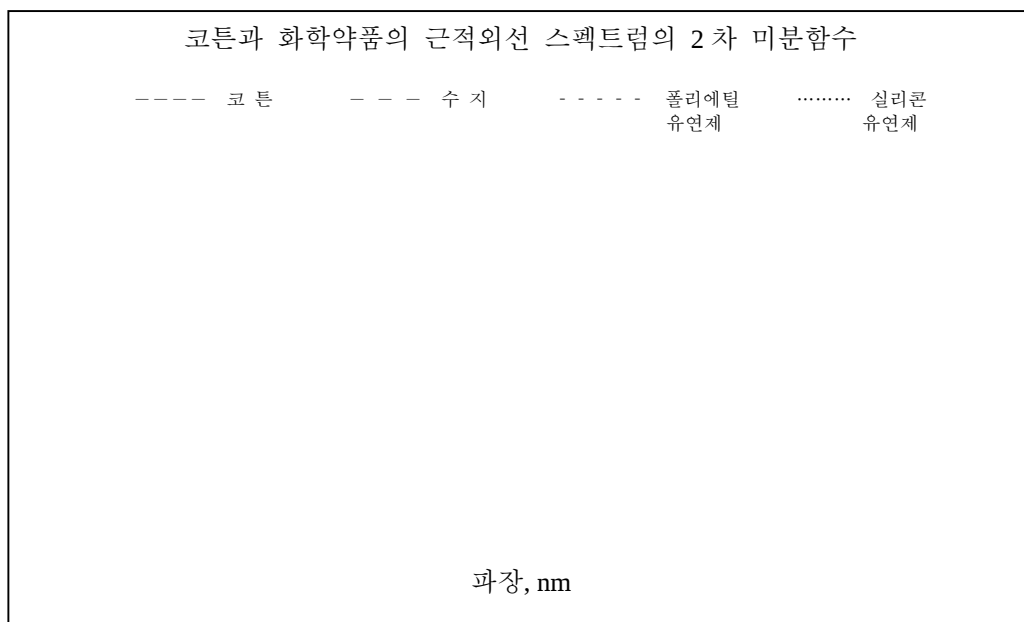
샘 플 #	총 수지량	고착 수지량	고착 %	등 급	상관계수*
1	0.72	0.76	106	L/A	1.000
2	0.94	1.02	109	L/A	1.000
3	1.17	1.19	102	L/A	1.000
4	1.68	1.75	104	L/A	1.000
5	1.93	1.88	97	L/A	1.000
6	2.14	2.22	104	A/A	1.000
7	2.62	2.47	94	A/A	1.000
8	3.19	2.98	93	A/A	1.000
9	3.53	3.51	99	H/A	1.000
10	0.24	0.17	71	L/L	0.996
11	0.48	0.28	58	L/L	0.999
12	0.93	0.23	25	L/L	1.000
13	0.41	0.46	33	L/L	1.000
14	1.64	0.55	34	L/L	1.000
15	2.16	0.46	21	A/L	1.000
16	2.63	0.49	19	A/L	1.000
17	3.36	0.44	13	H/L	1.000
18	3.54	0.53	15	H/L	1.000
19	4.07	1.52	37	H/L	1.000

*1.00은 완벽한 매치.0.98보다 큰 값들은 우수한 상관관계로 간주된다.

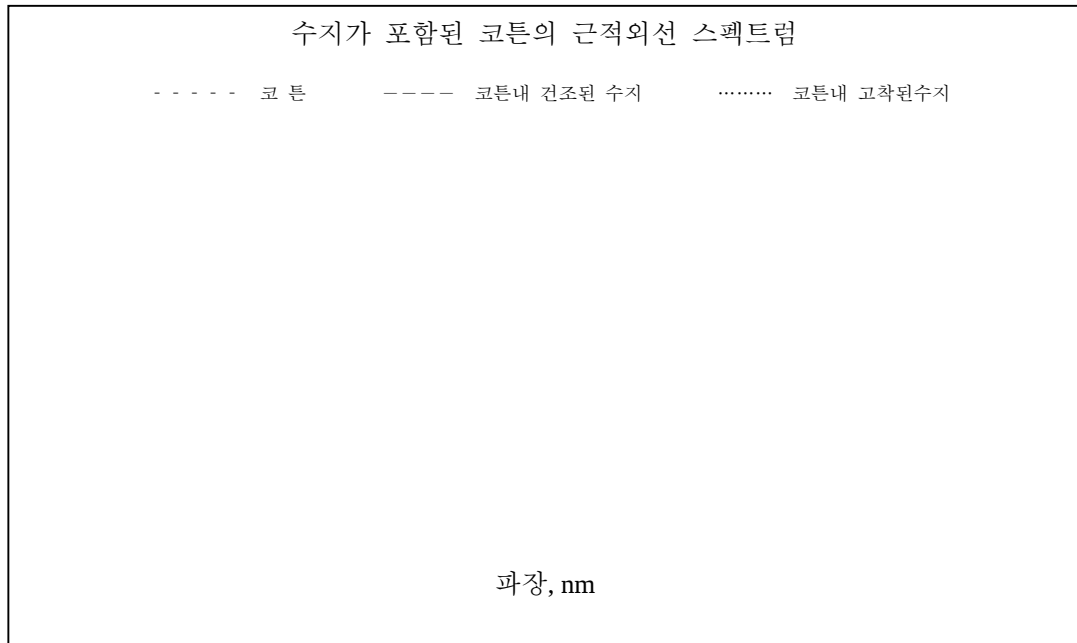
그 립 1



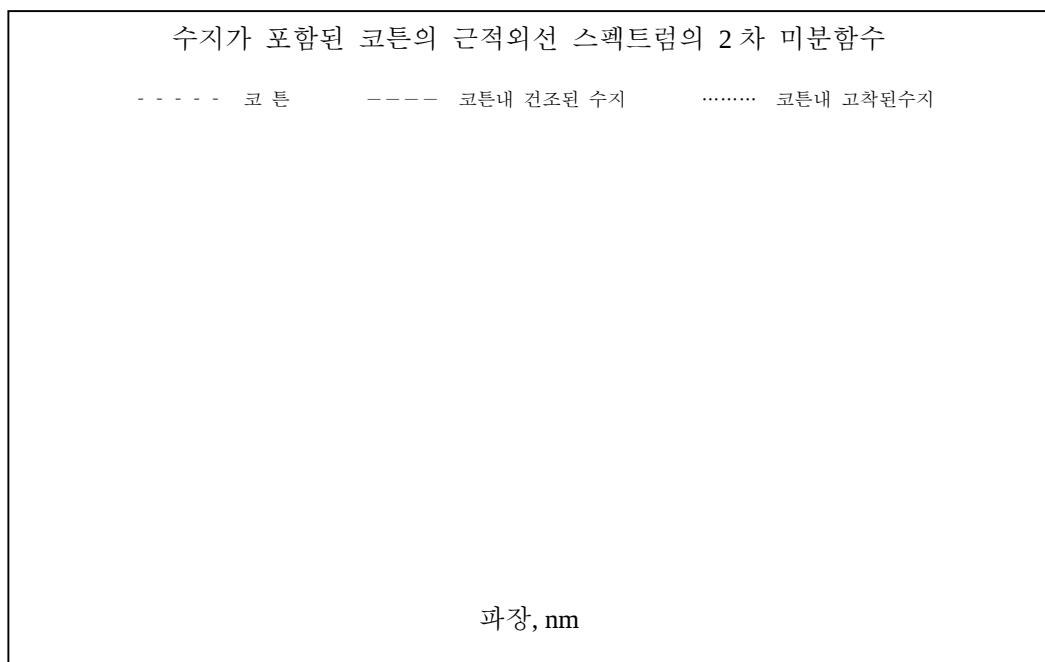
그 립 2



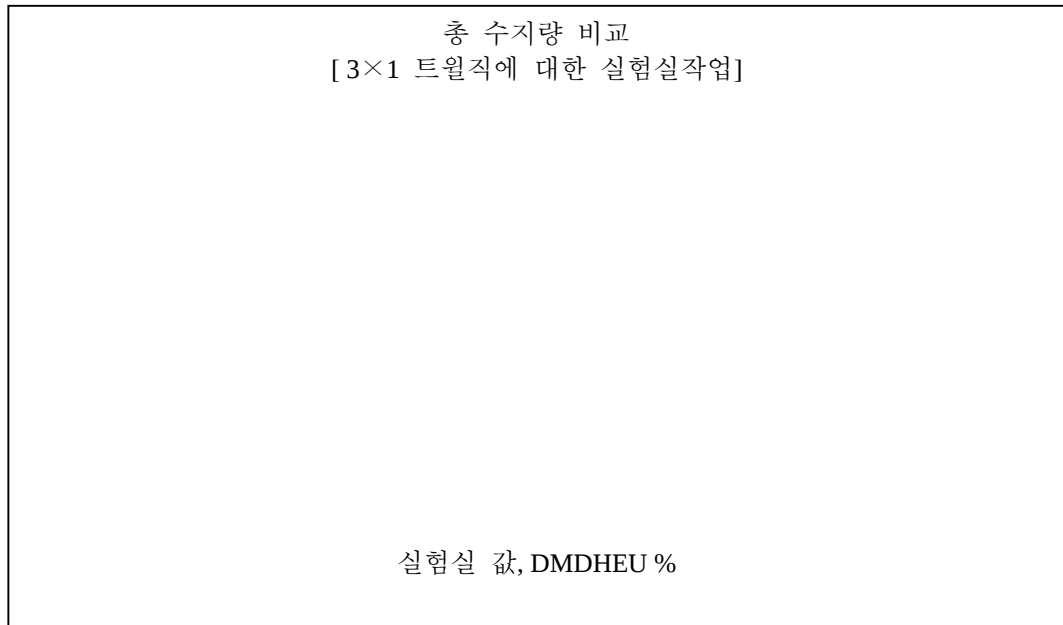
그 림 3



그 림 4



그 림 5



그 림 6

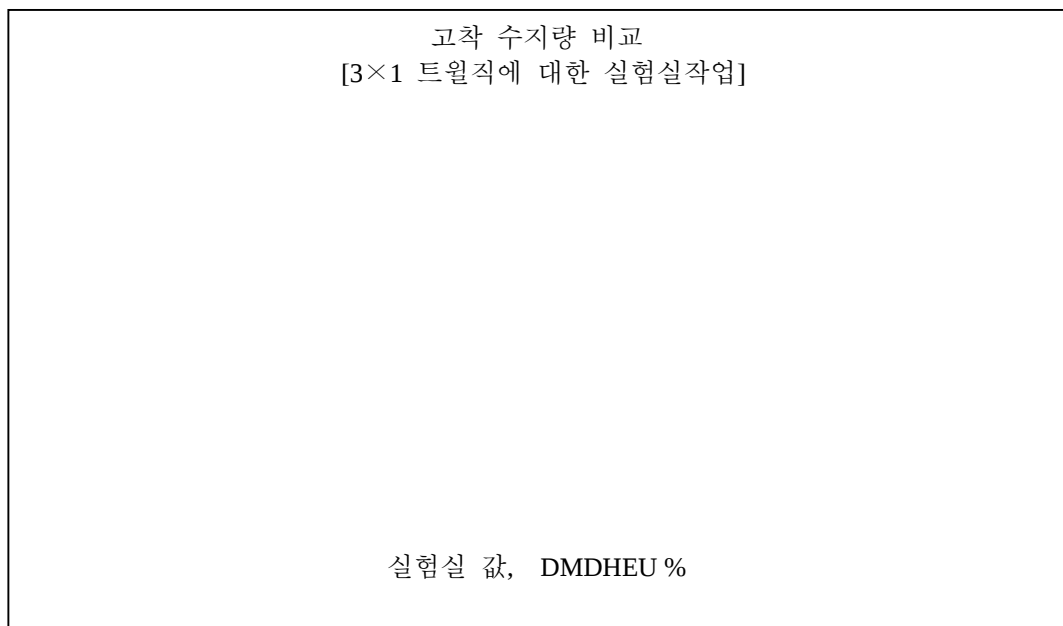


그림 7

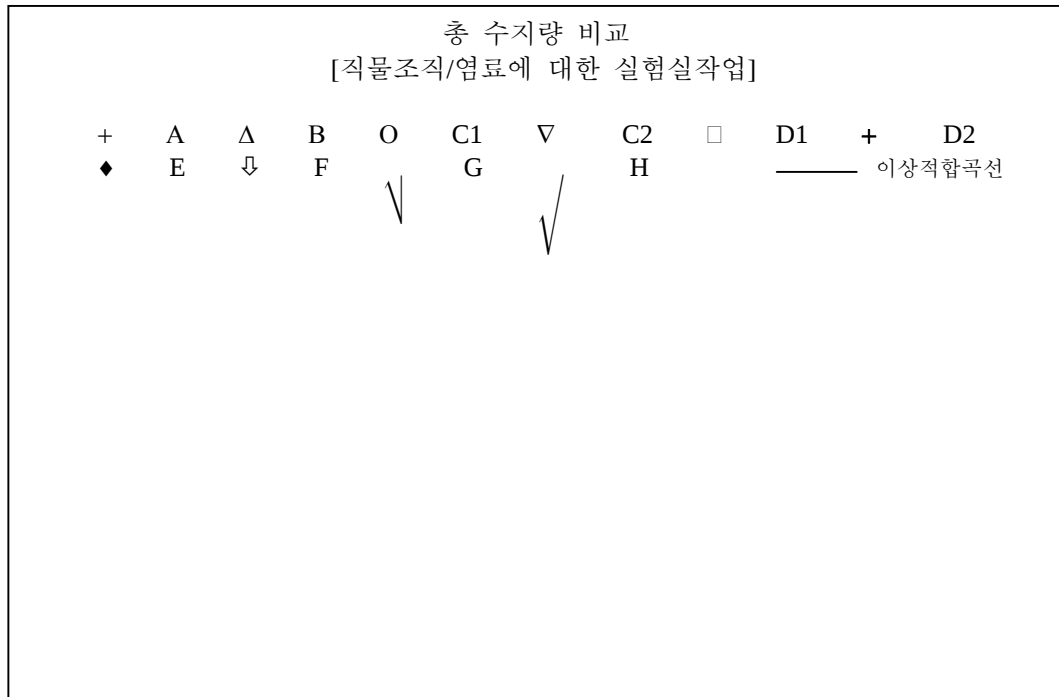


그림 8

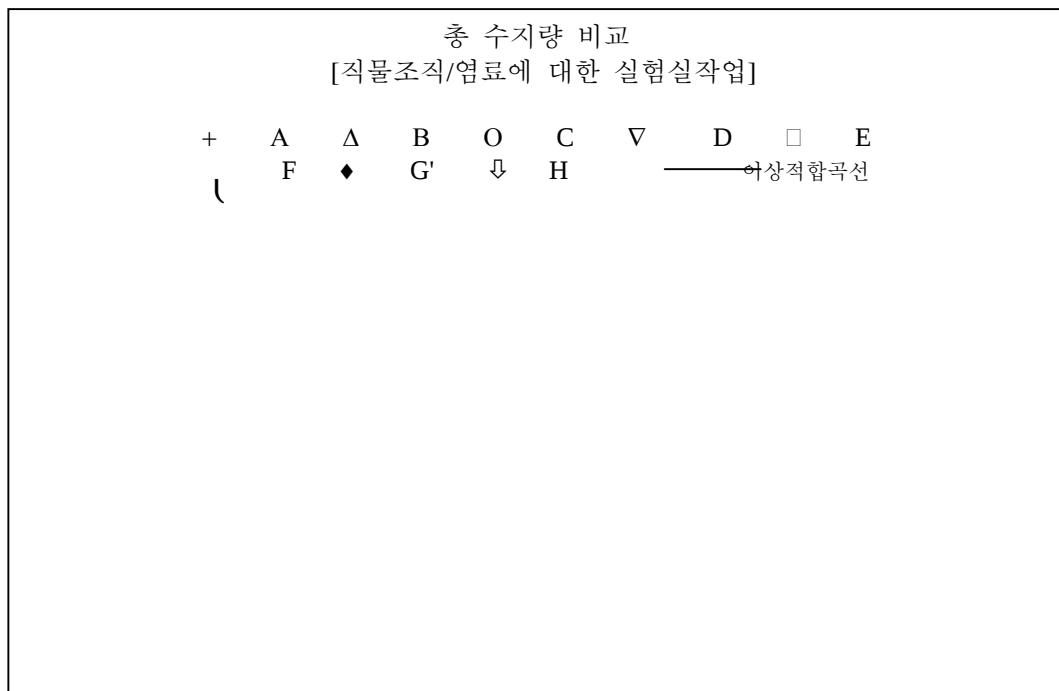


그림 9

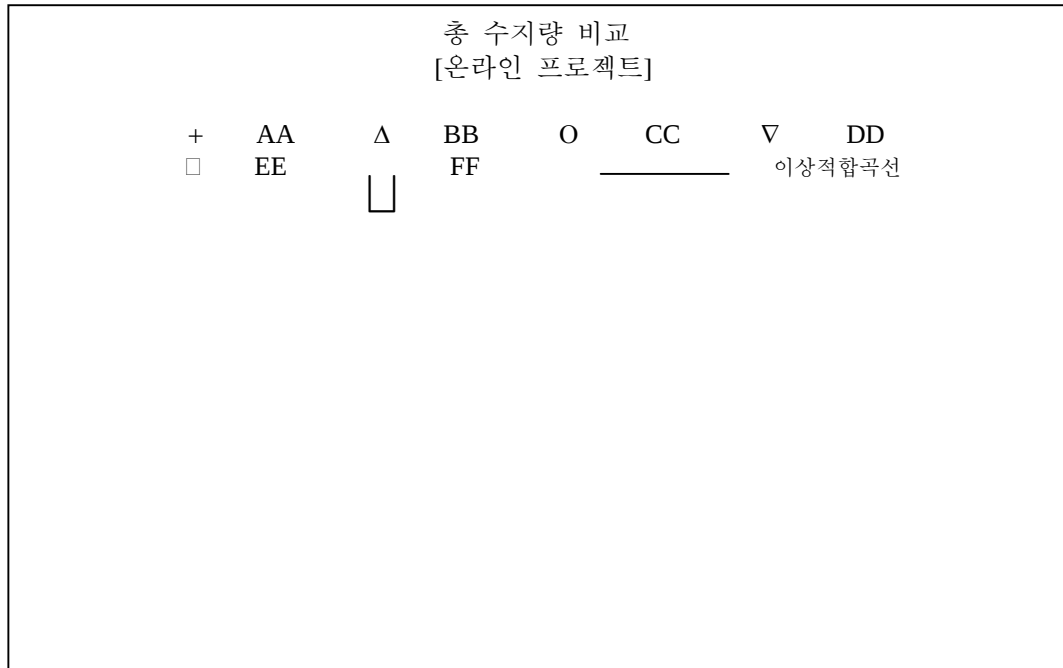


그림 10

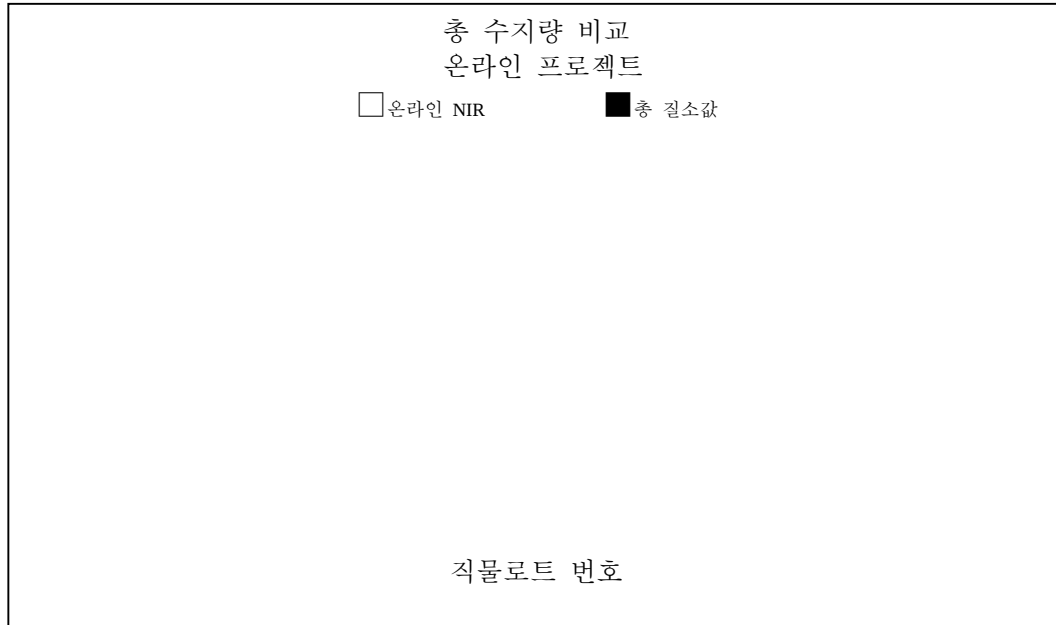


그림 11

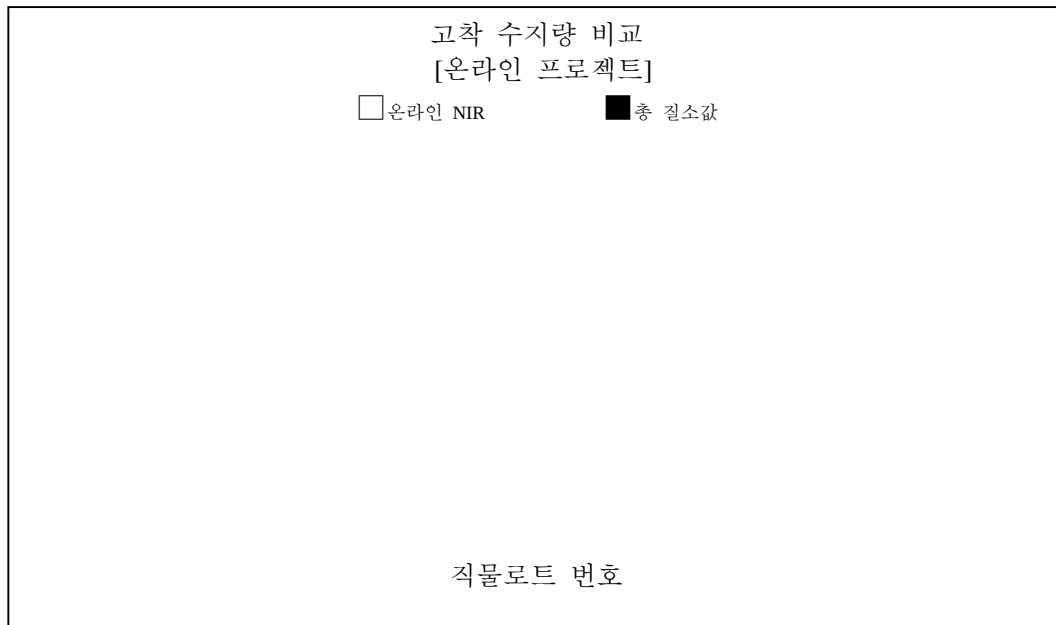


그림 12

근적외선 등급분류를 위한 작업 흐름도

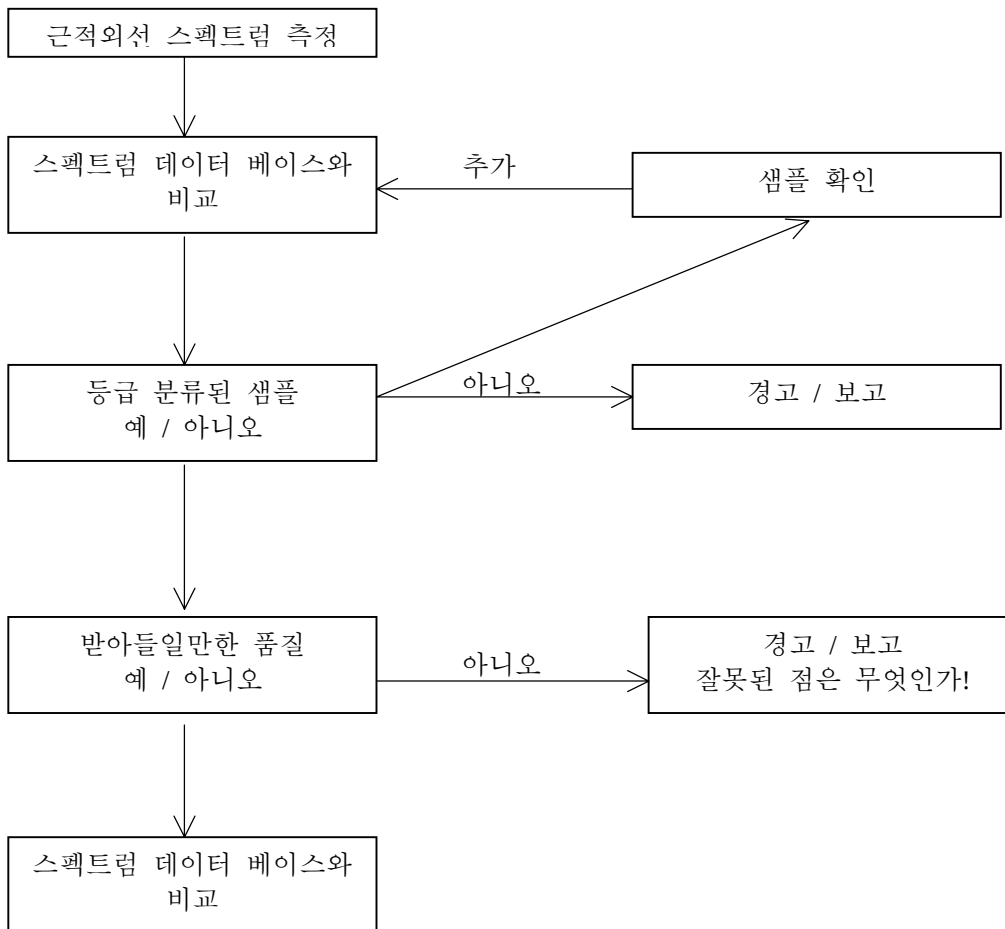
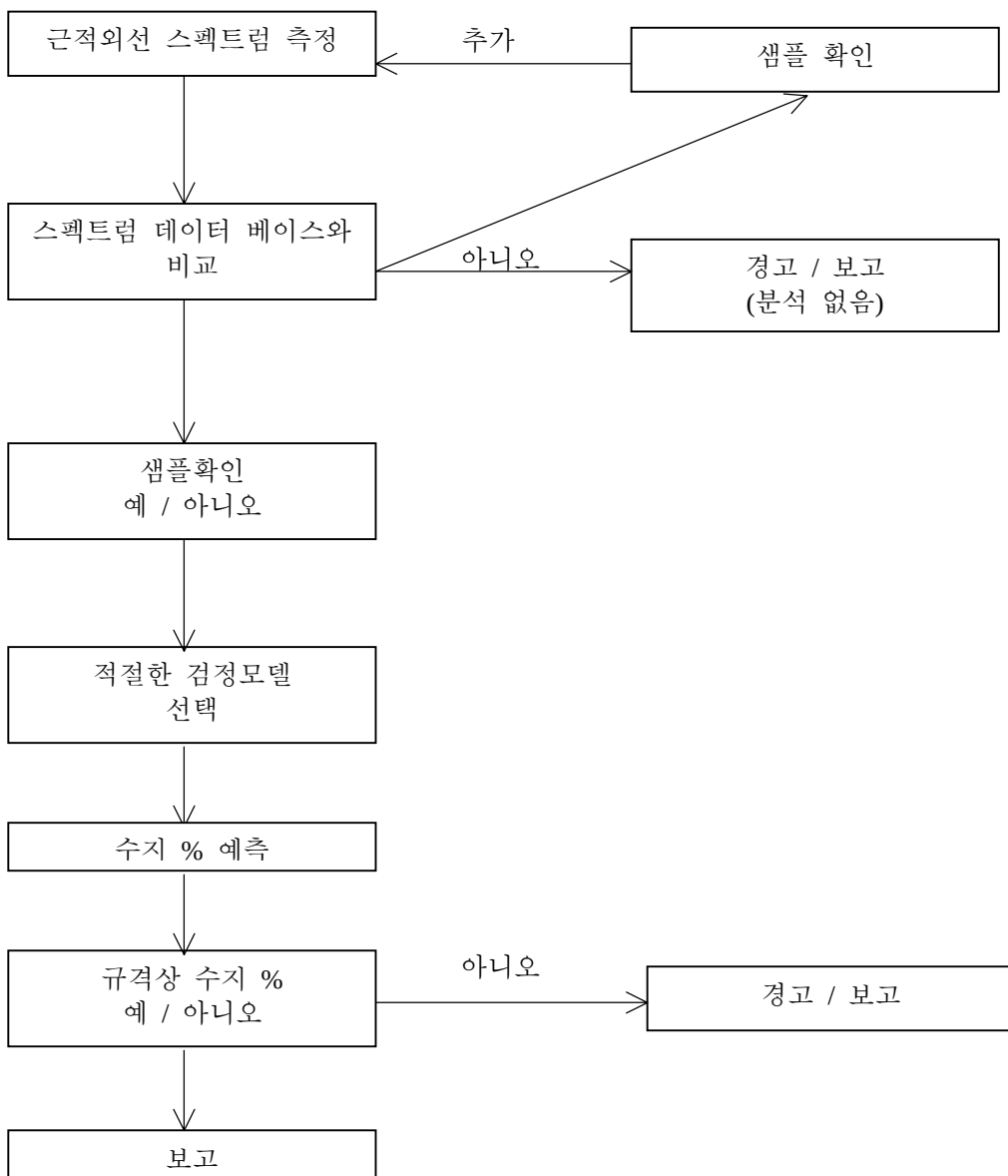


그림 13

샘플확인과 뒤이어 정량분석을 위한
작업 흐름도



연구 및 기술서비스

코튼 인코포레이티드는 미국 면화 재배자들이 연구 및 마케팅을 목적으로 설립한 회사입니다. 저희 회사는 연구 및 기술 서비스를 통하여 기술을 개발하고, 평가하며 그리고 상업화함으로써 코튼의 판촉에 기여하고 있습니다.

- 농업 부문 연구는 농경 기술의 개량, 병충해 관리 그리고 최신의 섬유 공정과 소비자가 요구하는 특성을 갖춘 다양한 섬유 품종개발에 그 목적을 두고 있습니다. 조면 기술의 증진을 통하여 면섬유의 특성을 해치지 않는 능률적이며 효과적인 기계를 개발합니다. 또한 면실의 영양가를 증진시키고, 가축 사료시장을 확대하기 위하여 생물공학 연구를 통해 면실의 가치를 높이고 있습니다.
- 섬유 품질 부문 연구는 면화 재배자와 방직공장 모두에게 더 많은 이익을 주기 위하여 섬유 시험 방법 개선과 주기적인 섬유 분석을 실시하고 있습니다.
- 심도 깊은 방직 공정 연구를 통해 원면 관리 기술의 전산화를 이루었습니다.
- 섬유 제품 연구 분야에서는 각종 프로그램을 통하여 새로운 가공법과 에너지와 물을 절약하는 염색가공 시스템을 상업화하고 있습니다. 현대의 표준 기능에 적합한 새로운 코튼 직물-우븐, 환편 니트, 경편니트, 부직포를 제조할 수 있게 합니다.
- 기술 서비스 분야에서는 원면업체와 그 고객인 방직공장 및 제조업체에게 필요한 광범위한 전문적 기술서비스를 제공합니다.
- 원면으로부터 면사를 시험 방직하는 기술센터에서는 특정한 원면 특성으로부터 다양한 섬유 제품에 필요한 원사를 생산하는 여러 가지 방법들을 충분히 시험해 볼 수 있습니다.
- 저희 회사는 자체의 염색·가공기술센터와 섬유의 마이크로네어, 섬유장, 강도, 균제도 색상 그리고 잡물 함유량을 측정, 분석하는 고속 원면측정기를 비롯하여 각종 시험을 할 수 있는 실험실을 운영하고 있습니다.

추가 정보를 원하실 때의 연락처 :

COTTON INCORPORATED
RESEARCH CENTER
4505 CREEDMOOR ROAD
RALEIGH, NC 27612
PHONE: 919-782-6330
FAX: 919-881-9874

COTTON INCORPORATED
WORLD HEADQUARTERS
1370 AVENUE OF THE AMERICAS
NEWYORK, NY 10019
PHONE: 212-586-1070
FAX: 212-265-5386

Other Locations

●Atlanta ●Basel ●Dallas ●Los Angeles ●Mexico City ●Osaka ●Shanghai ●Singapore

Visit our website at <http://www.cottoninc.com>