

개질 대두 단백질 섬유의 개발 동향

이 내용은 중국의 대두 단백질 관계자가 독일의 Chemical Fibers International 지에 발표한 내용이다. 중국이 국책으로 성장을 기대하고 있는 대두 섬유가 발전하여 가기 위해서는 금후, 무엇을 해결하여 갈 것인가를 시사하고 있다. 본문에서는 대두 섬유포의 후가공에 대하여는 언급하지 않았다. 이것이 금후의 열쇠를 쥐고 있는 것을 시사하고 있다.

중국의 개질 대두 단백질 섬유(MSPF)는 천연 섬유 및 화학 섬유의 개질 및 복합 소재의 하나이다. 중국에 있어서 MSPF의 연구 및 개발은 1994년에 시작하였다. 1,500톤/년의 시험 생산 라인은 1999년에 건설되었다. 20,000톤의 생산능력을 가진 MSPF의 새로운 생산 공장은 2003년에 조업을 개시하였다. 현재, 다른 2개의 공장이 건설 중이다.

MSPF에는 천연 섬유와 화학 섬유의 많은 이점이 있고, 특히 탁월한 쾌적성 및 건강 기능성도 가지고 있다. MSPF는 면, 견 및 양모용 방적 설비를 사용하여 모든 종류의 100% 실을 만들 수 있을 뿐만 아니라, 면, 비스코스, 양모, 캐시미어 및 기타 섬유들과의 혼방사로도 만들 수 있다. MSPF는 모든 종류의 섬유 제품, 예를 들면 이너웨어, 아웃웨어, 모자, 홈 텍스타일 등에 사용할 수 있다.

본 논문에서는 MSPF의 방사 원리, 기술적 수법, 미세 구조, 쾌적성 기능, 기타 물리, 화학적 성질, 개발 및 대량 생산에 대하여 소개한다.

방사 원리

방사액은 대두 단백질과 PVA의 혼합물로 구성되어 있다. 최종적으로 MSPF는 습식 방사 방법에 의하여 제조된다. 대두 단백질의 분자는 PVA와 횡방향으로 가교하고 있다. 방사 중에 글로블린 단백질이 가장 먼저 인신된다. 어떤 조건 하에서 글로블린 중의 이황화 결합이 첨가제에 의하여 개열된다. 물리적인 작용에 의하여 그들의 공간 구조가 변화하여 직선적인 단백질로 된다. 단백질의 직선적인 구조는 어느 일정 조건 하에서 안정하게 유지되지 않으면 안된다.

이상적인 온도는 55~90℃이다. 상당히 고온 또는 저온이 되면 직선 구조가 변화한다. 이상적인 온도 범위에서만 단백질의 직선 구조가 안정적으로 유지된다. 방사중 횡방향으로 인장되면 직선 구조는 연속적으로 인신되어 보다 연신된다. 그것에 의하여 결정화도 및 배향성이 향상한다. 방사중 횡방향의 열 고정에 의하여 배향도가 저하하고 더욱이 분자내 왜곡이 저하한다. 이러한 이유에서 분자 간의 결합 에너지가 미니 브라운 운동을 일으킨다. 그것에 의하여 유연한 촉감 및 낮은 탄성을 가진 MSPF가 얻어진다.

기술적 수법

MSPF의 기술적 수법은 다음과 같다. 대두 단백질의 추출 단백질에 PVA를 혼합-방사액의 저장-가스 빼기-방사-탈수-습식 연신-욕중 연신-건조-예비 가열-열 고정-냉각-권취-아세탈화-세정-오일링-건조-염축가공-열고정-전단-포장

마이크로 구조 및 특성

(1) 마이크로 구조

MSPF는 확실히 스킨/코어 구조를 하고 있다. 스킨 층은 섬세하고 치밀하며 배향도는 섬유 축 방향으로 그만큼 높지 않다. 코어 층은 확실히 매크로 피브릴 구조를 하고 있고 배향도는 섬유 축 방향으로 매우 높다.

절단면은 불규칙한 아령형 또는 4각형을 하고 있다. MSPF 표면에 길이 방향의 도랑 및 횡의 습곡 및 주름이 있다. MSPF의 아미드 결합의 최고 흡수 파장이 3,350, 1,640, 1,510 및 $2,930\text{cm}^{-1}$ 으로 조사되었고, 이것은 이 섬유가 단백질 섬유인 것을 나타내고 있다.

(2) 쾌적성 및 건강기능성

분자 구조 특성으로부터 MSPF 중의 수분은 분자 속에서는 아니고 분자와 분자 사이에서만 존재한다. 그리고 수분은 매우 빠른 속도로 투과한다. MSPF의 선밀도는 매우 섬세하지만 표면에 도랑이 있어 투습성은 면, 견, 폴리아미드 및 아크릴보다도 양호하다. 그러나 폴리프로필렌 및 폴리에스터보다도 나쁘다(표 1 참조).

표 1 여러 가지 섬유의 1분당 투습 면적

섬 유	면 적 (cm^2)
MSPF	8.58
폴리프로필렌	15.54
폴리에스터	13.90
폴리아미드	0
아크릴	4.60
면	7.20
견	1.04

반대로 비결정 영역에 10%의 친수기가 있다는 점과 높은 수분 흡수성이 있기 때문에 MSPF는 수증기를 빠르게 흡수하고 그리고 빠르게 기화시킨다. MSPF의 수분 투과성은 표 2에 나타난 바와 같이 면, 견 및 다른 화학 섬유보다도 양호하다.

불규칙한 아령형 단면, 길이 방향의 도랑, 큰 비면적 및 주름 때문에 MSPF 사이에 보다 많은 공기가 있어, 표 3에 나타난 바와 같이 면과 거의 같은 정도의 양호한 보온성이 있다. 이완 열처리 및 섬세한 선밀도에 의하여 MSPF의 탄성은 적고 촉감은 유연하다. 반대로 단면의 불규칙한 아령형, 길이 방향의 도랑, 횡 방향의 주름 때문에 MSPF의 촉감은 누메리 감이 있고 그 때문에 일반적인 화학 섬유나 유리와 같은 촉감은 없다. 그 때문에

MSPF의 촉감은 캐시미어에 유사하다.

저탄성 및 권축성 때문에 MSPF의 드레이프성 및 미적인 드레이프 감각이 면, 견, 양모 또는 기타의 화학 섬유에 유사하다. 분자 중에 발색단이 있기 때문에 MSPF는 담황색을 나타낸다. 또, 단면의 형상 및 외부 표면의 형상 때문에 MSPF의 화려하고 아름다운 광택은 견에 유사하다. 대두 단백질 중에는 20종류 이상의 아미노산이 있고, 그 때문에 인간의 몸에 매우 잘 어울린다. 일부의 아미노산의 함유량을 표 4에 나타냈다.

표 2 여러 가지 섬유의 증기 저항성

섬 유	증기 저항성 (cm)
MSPF	0.9177
폴리프로필렌	2.5667
폴리에스터	2.1196
폴리아미드	2.5468
아크릴	1.6762
면	1.1024
견	1.3520

표 3 여러 가지 섬유의 보온 특성

섬유	clo
MSPF	0.2494
아크릴	0.1985
면	0.2639
양모	0.2642

표 4 아미노산의 함유량

아미노산	탈지 대두단백 (mg/g 단백질)	대두단백의 분리 (mg/g 단백질)
히스티딘	26	28
이소로이신	48	49
로이신	78	82
리신	64	64
트레오닌	39	38
트립토판	14	14

한국과 일본의 시험 기관에서 시험 분석한 결과, MSPF는 황색포도구균 및 기타의 균에 대하여 항균성을 가지고 있다는 것이 판명되었다. 항균성의 목표는 5.8 이상으로 MSPF는 국가의 기준에 의한 항균성 섬유로 기재할 수 있다.

시험 결과, MSPF는 인체에 흡수된 파장 2 ~ 14 μm 의 원적외선을 방사하고, 이 가운데 83%를 흡수하였다. MSPF는 원적외선 건강 기능을 가지고 있다.

(3) 기타의 물리, 화학적 특성

MSPF의 기타의 물리, 화학적 특성은 표 5에 나타냈다.

표 5 MSPF 와 다른 섬유들과의 기타의 물리, 화학적 특성의 비교

섬 유	MSPF	면	비스코스	견	양모
습파단 강도 (cN/dtex)	2.8 4.0	1.9 3.1	1.5 2.0	2.6 3.5	0.9 1.6
건파단 강도 (cN/dtex)	2.5 3.0	2.2 3.1	0.7 1.1	1.9 2.5	0.7 1.3
건파단 신도(%)	18 21	7 10	18 24	14 25	25 35
초기 탄성율(kg/mm ²)	700 1,300	850 1,200	850 1,150	650 1,250	
결절 강도(%)	75 85	70	30 65	60 80	
바 강도(%)	85	92 100	45 60	80 85	
수분 흡수율(%)	8.6	9.0	13.0	11.0	14 16
비 중(g/cm ³)	1.29	1.50 1.54	1.46 1.52	1.34 1.38	1.33
내알칼리성 내산성	양호 양호	최고 나쁨	최고 나쁨	보다 양호 양호	나쁨 양호
내자외선 조사	보다 양호	양호	보다 나쁨	보다 나쁨	나쁨

방사, 제직 및 염색 공정

MSPF 는 모든 종류의 100% 실의 방사 및 면, 비스코스, 양모, 캐시미어 및 다른 섬유와의 혼방사를 면방, 견방 및 양모용 방적 시설을 사용하여 방적할 수 있다. 열쇠는 MSPF 의 선밀도가 작고, 매우 유연하고 마찰수가 적고, 권축(클림프)이 적고 클림프 안정성이 낮기 때문에 방적 결속력이 매우 약한 것을 어떻게 해결할 것인가이다.

이들 모든 문제는 방적 공정에 대한 기술 개발에 대한 압력과 마찬가지로 MSPF 중의 수분 흡수의 제어, 유분의 함유량 및 유연제에 의하여 해결되어 왔다. 특히 Sirospun 을 사용할 때, 필링성 및 실 얽힘을 감소시킬 수 있어, 그것에 의하여 실의 품질도 향상 중이다.

방적에는 어떤 문제(곤란함)도 없다. MSPF 와 다른 섬유와의 다양한 혼방, 다양한 밀도, 복합사, 복합 니트 직물의 도움으로 니트 직물의 수중 수축성, 큰 형 무너짐, 강한 필링성 및 실 얽힘성도 해결되고 있다.

MSPF 직물의 표백의 곤란성, 낮은 균염 염색성, 선명한 색상이 얻어지기 어렵고 또 MSPF 와 다른 섬유와 제직성은 염료, 조제, 염색성 및 가공 기술, 설비의 최적화의 지원에 의하여 해결되고 있다(노력 중이라고 할 수 있다).

일반적으로 MSPF 의 표백은 먼저 과산화수소로 표백한 다음에 환원 표백을 한다. 특별한 백도를 필요로 하는 직물이나 담색 직물에 대하여는 MSPF 의 백도를 증진시키기 위하여는 증백제를 사용한다. MSPF 는 약산성, 중성, 반응 또는 직접 등의 염료로 염색할 수 있다. 직접 염료의 결점은 세탁 견뢰도가 나쁜 점이다. 반응 염료의 이점은 세탁 견뢰도가 우수하다는 점인데 염료의 고착률이 낮다. 약산성 및 중성염료의 이점은 고농도의 염색을 할 수 있으나 세탁 견뢰도는 좋지 않다.

약산성 및 중성 염료가 사용되는 경우, 양모 및 견의 염색 기술이 응용되어 등전점(pH

4 5)에서 염색된다. MSPF의 내열성이 좋지 않기 때문에 염색 온도는 100℃ 이하에서 하지 않으면 안된다. 염색 또는 천을 유연하게 한 후, 감촉이 나쁜 직물은 비접촉형 건조장치에서 90~95℃에서 건조한다. 건조 후 직물은 170~185℃에서 열 고정된다. 다양한 염료 종속에 따라서 MSPF 니트 직물의 염색성이 시험되어 평가되었다(표 6 참조).

표 6 다양한 염료에 의한 MSPF 니트 직물의 염색성

염료 타입	색상	염료명	균염성	침투성
약산성 염료	Golden Yellow	Yellow RW	5	양호
	선명한 빨강	Bright-Red E-3GL+Pink BS	5	양호
	Cyan Blue	Cyan Blue 5GM	4	약간 양호
	Green	Yellow RW+Cyan Blue 5GM	4	양호
중성 염료	Mocha	Brown RL	2	약간 양호
	약간 밝은 Grey	Black BL	3	약간 양호
	연한 적자색	Purplish Red GRL	3	약간 양호
약산성 염료 + 중성 염료	Beige	Yellow+Brown RL	2	약간 나쁨
반응 염료	담황색	Cibacron Yellow LS-R	4	약간 양호
	하늘색	Cibacron Blue LS-3R	3-4	약간 양호
	Navy Blue	Cibacron Navy Blue FN-B	4-5	약간 양호
	담적색	Lanasol Red 5B	5	양호
	Cobalt Blue	Megafix Cobalt-Blue B-RV	4-5	약간 양호
직접 염료	Black	Black 2V25	5	양호

중국에 있어서 대두원료

중국 및 세계에 있어서 대두의 생산 및 소비를 표 7에 나타냈다.

표 7로부터 중국의 2001년 대두의 생산량은 1,540만톤, 수입이 1,390만톤, 합계 소비량은 3,000만톤이다. 2001년에 대두 기름 찌꺼기는 200만톤이었다. MSPF를 제조하기 위하여 사용하는 원료는 풍부하다. 대두 찌꺼기로부터 단백질을 추출하고 남은 부분은 사료 또는 비료로써 사용할 수 있다. 농업 부산물이 혁신적으로 가공되어 폐기물이 더욱 유효하게 이용되는 것은 매우 좋은 방법이다.

표 7 대두 생산량 및 소비량(100만톤/년)

	1938	1952	1996	1998	2000	2001
세계	10.6	19.0	130.6	160.0	162.5	182.5
중국	9.4	9.5	13.2	15.2	14.1	15.4
중국의 수입	0	0	1.1	3.2	10.4	13.9
중국의 생산 및 수입 합계	9.4	9.5	14.3	18.4	24.5	29.3
kg/주민	23.4	19.2	12.0	15.3	18.8	22.5

MSPF의 대량생산

MSPF가 탄생하여, 대규모 생산에 이르기까지 10년 이상에 걸쳐서 이어진 연구, 설비의 제조 및 기술적 곤란의 극복 등 모든 작업은 중국인 전문가에 의하여 완성되었다. 현재 중국에 2개의 MSPF 공장이 완성되었고 또 2개의 공장이 건설 중이다. 생산 능력은 40,000톤/년으로 증가한다.

발전에 대한 전망

MSPF의 생산량은 2003년말에 5,000톤에 달한 것이라고 예측된다. 2004년말에는 MSPF의 생산량이 20,000에 달한다. 다른 섬유와 비교하여 MSPF는 생산량도 시장점유율도 아주 근소하다. 그 때문에 MSPF는 크게 발전할 여지가 있다. 중국 및 세계에는 대량의 대두 원료가 있고 더불어 대두 찌꺼기의 가격은 매우 저렴하기 때문에 MSPF의 원료가 부족한 것은 결코 아니다.

특히 MSPF의 탁월한 보온 및 보습 쾌적성, 탁월한 감촉 쾌적성, 우수한 미적 센스, 우수한 항균성 및 건강 기능 때문에, MSPF가 금후 어떤 제품에서 쾌적성 및 건강 기능성을 구현하여 패션성 섬유로 마무리하여 갈 것인지 주목받고 있다.

한편, 방사(방적), 제직, 편직, 염색 및 가공 등의 곤란한 문제는 기법 및 과학 기술의 문제 없이 해결하여 왔다(모두 해결되었다고는 할 수 없다).

중국에서는 연구 기관, 공과 대학 및 대학의 400명 이상의 스태프가 MSPF와 양모, 캐시미어, 견, 면, 비스코스, 죽 섬유, PTT 및 다른 화학 섬유와의 혼방 또는 양면직(편) 제품의 연구·개발에 공헌하고 있다. 특히 모든 종류의 니트 제품이 중국시장에 출시되어 일부는 일본, 미국, 프랑스 및 다른 나라에 수출되고 있다.

MSPF는 급속하게 개발이 이어지고 중국에서 세계로 수출된다. 그리고 MSPF는 섬유상 물질의 하나의 중요한 멤버가 된다고 생각된다.📖