

〈연구논문(기술)〉

견의 정련 방법에 관한 연구(1) - 패키지 정련 -

김문식¹ · 김용학

한국견직연구원

A Study on the Silk Degumming(1) - Degumming of Silk on Package -

Moon Sik Kim¹ and Yong Hak Kim

Korea Silk Research Institute, Jinju, 660-904, Korea

(Received March 22, 2006/Accepted June 8, 2006)

Abstract— Process contract has received considerable attention in silk degumming processes because of its critical role in quality assurance. In degumming, process exhibits shrinkage of high twisted yarn and lot-varying behavior, thus increasing the difficulties of reduction by conventional means. This necessitates the application of a package that adapts to changing degumming process, and a new approach involving package degumming is proposed. The gains of this process are prevent of shrinkage by package winding, which is simplified by reduced soft-winding or re-twisting process. The approach is expected to achieve high quality results in conventional process due to its feature of damage by tension and rubbing. Therefore package degumming has many merits such as reduce of pilling and shrinkage, production expenses saving by process contract are expected of the simplified degumming process.

Keywords: silk, scale, package degumming, high twisted yarn, powder degumming agent

1. 서 론

생사는 정련공정을 거치게 되면 견은 눈처럼 희고, 부드러우며, 독특한 광택, 견명 등 실크만의 독특한 물리적 성질을 발휘하게 되는데, 이것을 일반적으로 실크라고 말한다. 이와는 달리 세리신을 제거한 정련사(피브로인)는 우수한 광택과 부드러운 촉감을 나타내므로 넥타이, 스카프, 양장지 등에 주로 사용되고 있다. 따라서 실크의 실용성을 확대하기 위하여 생사나 불순물을 알칼리나 비누, 효소, 표백제 등으로 세리신과 색소를 제거하게 되는데, 이 공정을 정련이라 한다^{1~3)}.

정련(scouring, degumming)이란 원래 유지분,

색소 등과 같이 섬유 생성과정에서 이미 포함되어 있는 1차 불순물과 먼지, 호료 등과 같이 취급 과정에서 섬유에 부착된 2차 불순물을 제거하는 공정을 말한다. 그러나 견섬유에 있어서 정련은 다른 섬유의 정련과는 전혀 다른 의미를 지닌 것으로 불순물은 물론 전체의 약 25%~30%를 차지하는 세리신을 제거하여 우아한 광택과 부드러운 촉감을 발현시키는 것으로 견제품의 품질 향상과 고부가가치를 창출하기 위한 가장 중요한 공정이다.

세리신을 단시간에 제거하기 위하여 정련에는 비누와 알칼리를 주체로 한 약알칼리성 용액이 주로 사용되며, 정련이 부족하면 광택, 촉감 등 견섬유의 우수한 특성이 발현되지 않는 반면 정련이 지나치게 되면 세리신의 제거는 물론 피브로인의 일부가 손상되어 모우현상, 염색 흐트러

¹Corresponding author. Tel.: +82-55-761-7073; Fax: +82-55-761-0215; e-mail: igb500@naver.com

집과 같은 영구적인 결점이 나타나게 되므로, 정련의 양부는 견제품의 품질에 직접적인 영향을 미치게 된다. 또한, 이 공정은 현재 대부분의 공장에서 실의 경우 손상이 많은 행커 염색기에서 실시하고 있으며, 원단은 대부분이 원시적인 가마솔과 일부 빔이나 스타염색기를 사용하고 있는데, 견의 염색가공 공정 중 가장 많은 오염원을 발생시키며, 대부분의 불량원인이 정련공정에서 발생하게 된다⁴⁻⁶⁾.

현재 견섬유의 정련 염색에는 분사식 염색기(Hank Dyeing M/C)를 활용한 타래 정련 염색법이 전적으로 활용되고 있고, 조작이 간편하고 작업 도중 수시로 피염물을 육안으로 확인할 수 있는 장점이 있다. 그러나 욕비에 대한 완충능력이 없기 때문에 염색 가공량에 따라 욕비가 1:20~1:100 정도로 일정하게 유지할 수 없으므로, lot 차이 등으로 인한 제품의 품질을 향상시키기가 어렵고, 물의 분사로 인하여 실이 흐트러지기 쉽고, 모우가 다량 발생하는 등 정련 염색사의 품질이 열악하여지므로 고품질의 견제품 제조에는 적합하지 않으며, 강연사와 같이 물의 침투성이 떨어지는 경우에는 정련 효율이 떨어지는 단점이 있을 뿐 아니라 1000T/M 이상 연사된 경우에는 염색하더라도 타래의 꼬임으로 인하여 해사가 불가능하다.

또, 비누와 각종 조제를 대량으로 사용하고 있으며(평균 20% o.w.f.), 액비가 평균 1:40 정도로 화학섬유에 비해 커서 폐수의 발생량이 화학섬유 가공량에 비해 20~30배 정도로 많다. 그리고 견의 정련공정에서 제거된 세리신은 수용성이 큰 단백질이며, 생사 무게의 25%~30% 정도로 상당부분을 차지하는 중요한 자원이면서 회수되지 못하고, 전량 폐수와 함께 방류되어 수질오염원이 되고 있다.

이에 비해서 치즈 정련 염색법은 치즈 염색기(Cheese Dyeing M/C)를 사용하는 정련 염색법으로써, 타래 정련 염색법에 비하여 조작은 다소 까다롭지만 정련 염색사의 품질이 우수하고, 저욕비 정련 염색이 가능하므로 원가 절감을 기할 수 있으며, 아울러 공정 단축, 생산성 향상, 조제 절감, 침투성 향상, 심색화 등을 기할 수 있는 정련 염색법이다. 그리고 강연사 선염 직물 제작에서 타래염색공정의 연사(700~800T/M) → 정련 염색 → 연사 → 제직을 연사(1,600T/M)이상 → 정련염색 → 제직으로 단축하여 시간 및 비용절

감과 정련사의 연사 공정에서 발생하는 실의 손상을 방지하고, 우수한 품질의 견사를 생산할 수 있다.

이에 반하여 패키지 정련 염색법은 치즈 염색기를 사용하는 것은 치즈 정련 염색법과 동일하지만, 정련 염색사의 품질이 우수하고 저욕비 정련 염색이 가능한 치즈 정련 염색의 장점을 유지하면서 연지 공정과 생사를 치즈에 감는 soft winding 공정이 생략되므로 치즈 정련 염색법에 비하여 한 단계 더 발전된 형태의 정련 염색법이며, 공정의 단축, 인력 절감, 정련염색사의 품질 향상 등을 기할 수 있다.

먼저 생사를 패키지 상태로 권취(winding)하여야 하는 데, 현재의 합연사 공정에서 사용되는 연사용 실린더를 그대로 사용하며, 이는 권취 공정에서 장력, 밀도, 권취각도가 대단히 중요한 역할을 하게 되는 치즈 정련 염색법과는 확연히 구분되는 차이점이다.

그러나 소프트와인더를 이용한 치즈정련은 이미 널리 행해지고 있지만 연사기에서 권취된 패키지 상태의 정련은 연사기 종류에 따라 실린더의 형태가 다르고 이를 치즈염색기에서 그대로 사용하기 위해서 치즈 형태의 실린더를 제작해야 하고, 연사기에서의 권취된 상태는 소프트와인더 권취 상태에 비해서 경도가 매우 높아서 치즈 염색과는 확연한 차이를 보인다. 또 정련 효율을 높이기 위해서 실크 정련에 정련 비누를 일부 사용하는데 치즈에서는 문제가 발생하지 않지만 패키지 정련에서는 스케일의 발생 등 다소의 문제점이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 공정 시간 단축을 위하여 효율적인 전처리 약제(하지제) 제거 조건을 검토하고, 연사용 실린더를 이용한 생사의 정련 조건과 스케일 발생 억제 등 작업 공정의 효율성을 높이기 위하여 분말 정련제를 사용한 정련 조건을 검토하였다.

2. 실험

2.1 재료 및 시약

2.1.1 염료 및 시약

정련에 사용한 시약은 $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$, 중성비누, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, CH_3COOH , Lavarol AW-100(삼진화학), Amiladin-D, Snogen SRK-1, Snopol SR-144, softner, Soaping agent(이상 대영화학) 등을 공업용을 그대로 사용하였다.

2.1.2 시료

시판 중국산 생사를 이용하였으며, 시료의 구성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Kinds of raw silk yarn

Sample	Denier(D)	Twist(T/M)
sample 1	21중 2합	890S/680Z
sample 2	21중 4합	800S/750Z
sample 3	21중 2합	2,000S/Z

2.2. 실험 방법

2.2.1 정련

치즈 정련은 Table 1에서 제시된 시료를 70℃에서 30분간 연지 후 소프트와인더를 이용하여 752m/min로 생산중량 500g씩 감아서 사용하였다.

패키지 정련은 연사기에서 패키지에 권취된 상태를 그대로 정련에 사용하였다.

정련은 비누 5g/l, Na₂S₂O₄ 1g/l, Na₅P₃O₁₀ 1g/l를 첨가하고, 정련제 Snogen SRK-1 농도 및 정련 온도, 시간에 대해서 액비를 1:10(치즈정련), 1:5(패키지 정련)로 정련 후 수세 건조하였다.

2.2.2 사용기기

Soft winder는 RPV Precision Winder(FADIS, 이태리), 치즈염색기는 SEA-S(세웅)을 사용하였다.

2.2.3 정련연감율

정련율은 정련 전 후의 무수량 기준의 연감율을 다음의 식에 의하여 산출하였다.

$$\text{Degumming rate}(\%) = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100$$

Where, W₀ : weight of raw silk before degumming

W : weight of silk after degumming

3. 결과 및 고찰

3.1 정련 공정 단축

치즈 정련에서는 피염물의 충전밀도가 염액의 흐름에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 사항을 충분히 고려하여야 한다. 즉 패키지에 감긴 실의 강도, 두께, 종류에 따라 분사되는 염액의 압력을 변화시켜야 균일한 염색을 얻을 수 있으며, cheese는 내층과 외층의 밀도 차이가 크기 때문에 이 차이를 균일화하는 것^{7,8)}이 중요한데, 이는 치즈에 winding

할 때 가능한 soft 하게하여 내외층간의 밀도 차를 감소시키고, 탄성이 큰 tube cover를 사용하는 등의 고려가 필요하다⁹⁾.

이러한 요소들을 고려하여 치즈 염색에서의 공정과 정련 효율에 대해서 Fig. 1~3에 나타내었고, 전처리 약제(하지제) 제거 공정을 생략할 수 있는 공정 조건을 모색하였다.

Fig. 1은 당초 치즈 정련에 사용하고 있던 공정으로 전체 3시간 35분이 소요되었으며 130℃의 고온 고압하에서 30분간 정련한 정련사의 연감율은 약 17~20%로 정련이 불충분한 상태로 나타났다. IR 염색기를 사용한 소량 염색조건에서 130℃의 고온 고압하에서 30분 정련으로 충분한 정련 효과를 획득된 것과 비교할 때 충분한 정련이 이루어지지 않았다.

정련이 억제되는 요인은 하지 등 전처리를 하지 않은 생사에서는 나타나지 않는 현상으로써 해사 과정에서 발생하는 섬유 손상을 줄이고, 해사의 원활성을 위하여 전처리하는 하지제가 정련의 장애 요인으로 작용하는 것으로 생각된다. 따라서 정련 과정에서 정련공정 이전에 전처리 약제를 제거하기 위한 수세 공정을 첨가한다면 이러한 문제는 해결될 것으로 판단되며, 정련이 불완전하게 되어 염색에서 얼룩이 발생하는 결점을 방지할 수 있을 것으로 생각된다. 또 정련 공정에 소요되는 시간이 행크염색기를 이용한 공정과 비교하여 1시간 이상 길게 소요되었다. 따라서 충분한 정련 효과를 얻기 위하여 하지에 사용된 전처리 약제를 제거하는 세정 공정을 포함한 정련 공정의 개선이 필요하였다.

Fig. 2는 정련 단계 이전에 전처리 약제를 제거하기 위한 세정 단계를 추가하여 정련한 것으로, 연감율은 23~24% 정도로 충분한 정련 효과를 얻을 수 있었으나, 전처리 약제 제거에 필요한 공정의 추가로 승온 속도를 2.5℃/min으로 하였지만 전체 정련 시간은 이로 인하여 3시간 30분으로 그다지 단축되지 않았다.

Fig. 3은 전처리 약제 제거 공정을 생략할 수 있는 방안을 모색하기 위하여 시도되었으며, 조제를 이용하여 정련과 동시에 전처리 약제를 제거하는 공정으로 전체 정련 시간을 2시간 40분으로 단축하면서 완전한 정련 효과를 획득하였다.

한편 130℃의 고온 고압하에서 정련할 경우에는 비누 등 정련제를 첨가하지 않더라도 충분한 연감율은 얻어졌지만 정련사의 황변, 광택 등이 다소

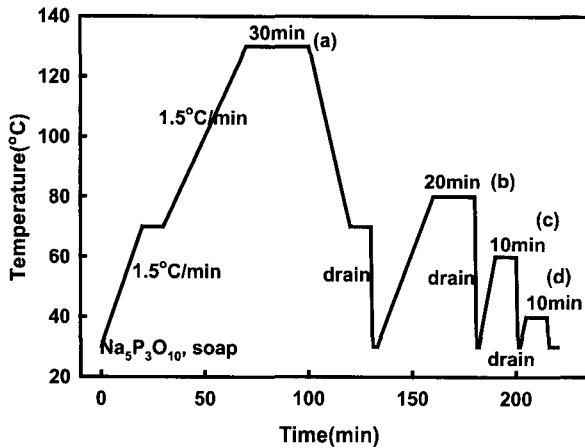


Fig. 1. The process of commercial cheese degumming(1). (a) degumming, (b) soaping, (c) acid treatment, (d) washing

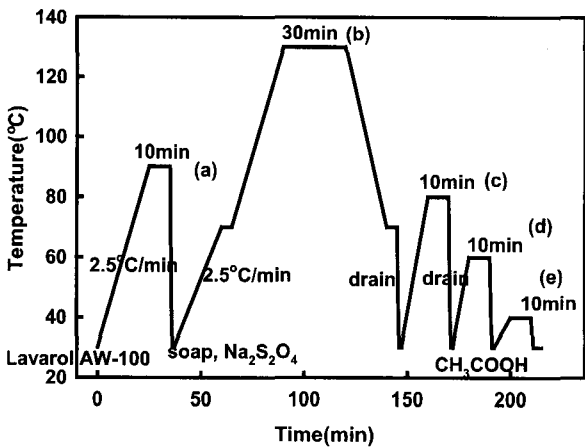


Fig. 2. The process of cheese degumming(2). (a) pretreatment agent remove (b) degumming, (c) soaping, (d) acid treatment, (e) washing

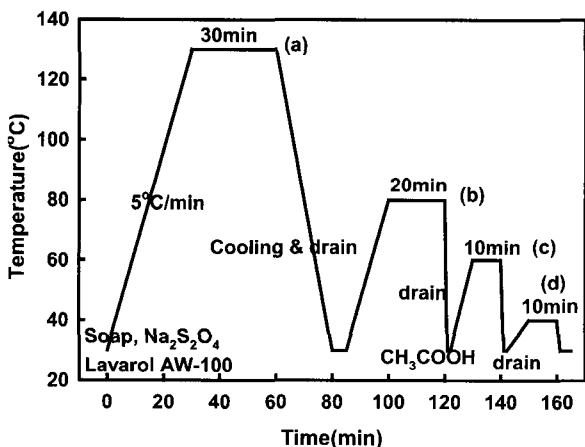


Fig. 3. The process of cheese degumming(3). (a) pretreatment agent remove and degumming, (b) soaping, (c) acid treatment, (d) washing

손상되므로 소량의 비누를 첨가하는 것이 바람직하다. 또, 정련제 투입과 동시에 표백제를 소량 투

입함으로써 정련과 동시에 충분한 표백 효과를 얻을 수 있었다.

면 또는 울에 사용하는 치즈 용량은 대체로 1~1.87kg으로 상업적 패키지에 적합하게 개선되고 있다. 하지만 실크는 치즈 중량을 700g 이상으로 증가시키면 인접 치즈와의 접촉으로 인하여 정련이 불가능하였다. 현재 시스템으로는 치즈의 중량을 증가시키는 어려우므로 기술 축적과 시스템의 업그레이드를 통하여 개선시키는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

현재 치즈 정련 공정에서 사층의 두께는 반경 2.5cm정도, 중량은 500g 정도가 최적 조건으로 생각되며, 중량을 증가시키면 욕비를 줄일 수 있는 장점이 있지만 사층 붕괴 등 문제점이 발생하였다.

3.2 패키지 정련

패키지 정련은 치즈 정련 공정에서 공정 단축 및 완전한 정련 효과가 나타난 Fig. 3의 조건으로 정련하였다. 패키지 정련 공정은 치즈 정련 공정의 소프트와인딩에서의 실의 손상 및 균일한 연도 유지를 위하여 연사 → setting → soft winding → 정련 염색하는 공정을 연사 → 정련 염색 공정으로 단축시켜 공정 단축에 의의가 있고, 정련 염색 공정은 치즈 염색과 동일하다.

약연사(800T/M 이하) 정련 공정에서는 나타나지 않았지만, 강연사(1,500T/M 이상)정련 공정에서는 실의 과도한 수축으로 인하여 cheese가 정련 공정 후 휘어지는 등의 문제점이 나타났다. 패키지 염색에서는 이를 개선하고, 공정 단축을 위하여 연사용 보빈을 치즈 형태로 설계한 스테인리스로 만든 보빈을 사용하였지만, 추후 작업성 향상을 위하여 강도가 강한 경질 플라스틱¹⁰⁾으로 교체함으로써 치즈 염색기에 사용되는 연사용 치즈보빈을 설계함으로써 패키지 염색이 가능하게 되었다.

3.2.1 비누-알칼리 정련

알칼리(Na_2CO_3) 농도 3g/l의 조건에서 실크 정련 비누의 농도와 처리 시간에 따른 실크의 정련 효율을 Fig. 4에 나타내었다. 비누의 농도 및 정련 시간이 증가할수록 정련 효율은 높게 나타났고, 비누 농도 15g/l 이상에서 40분 이상 정련함으로써 충분한 정련 효과가 나타났다.

Fig. 5는 같은 알칼리 조건에서 실크 정련 비누의 농도와 정련 온도에 대한 실크의 정련 효율을 나타내었다. 사용된 비누의 농도 및 정련 온도의

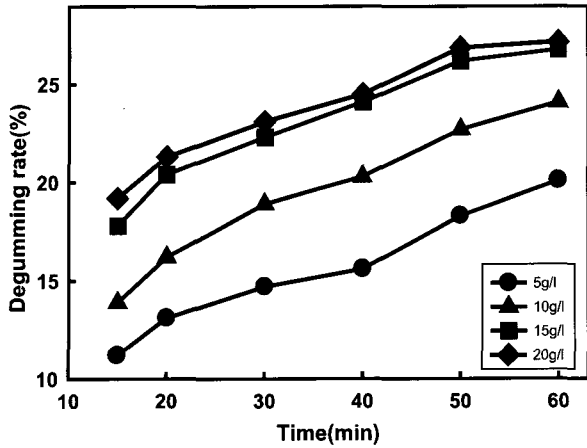


Fig. 4. Effect of degumming time on degumming rate at various soap concentration.

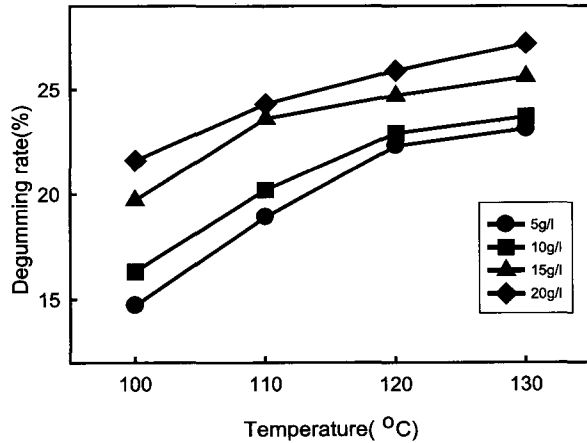


Fig. 5. Effect of degumming temperature on degumming rate at various soap concentration.

증가에 따라서 정련 효율은 높아졌다. 이 결과는 치즈 정련과 같은 경향을 나타내었다. 따라서 패키지 정련 방법은 공정단축으로 생산성이 크게 향상될 것으로 기대된다. 그러나 비누와 용출된 세리신간의 응집 현상이 일어나 cone의 내부에 scale이 발생하여 제품의 불량 요인으로 작용하는 경향이 있었다.

3.2.2 분말정련제 SRK-1 정련

실크 생사의 정련 공정에 사용하는 비누는 덩어리 형태로 되어 있고, 열수에만 녹으며, 많은 양을 사용하기 때문에 사용이 번거롭다. 또 패키지 정련에서는 정련 후 비누와 용출된 세리신간의 응집 현상이 일어나 cone의 내부에 scale이 발생하여 제품의 불량 요인으로 작용하기 때문에 비누를 사용하여 정련하는 방법은 적절하지 못하였다. 따라서 일반 염료나 조제와 같이 분말 및 액체 상태로 제조된 정련제를 사용할 수 있다면 작업의 효율성

을 높일 수 있어 분말형태의 정련제를 사용하여 정련 공정의 효율성을 높이고자 하였다.

Fig. 6은 분말형태의 정련제 SRK-1을 사용하여 100°C 조건에서 정련제 농도와 정련시간에 따른 정련효율을 나타내었다. 사용한 정련제는 음이온계로 pH 10.5±0.5로 비누-알칼리 정련에 사용되는 pH와 비슷하여 알칼리 첨가 없이 단독 사용하였다. 정련제 농도와 정련 시간에 따라 정련 효율은 증가하였고, 100°C정련에서는 정련제 농도 2g/l, 60분 이상 정련했을 때 충분한 정련 효과가 있었고, 그 이하의 농도에서는 정련효과가 적었다. 에너지 효율과 정련 효과를 감안한다면 시간을 단축할 필요가 있어 130°C에서 정련 시험을 행하고 그 결과를 Fig. 7에 나타내었다.

정련제 농도 0.5g/l에서는 충분한 정련 효율을 얻기 위해서는 60분 이상의 시간이 소요되었고, 1g/l 농도에서는 40분 정도에서 충분한 정련 효과를 얻을 수 있었다. 이 조건에서의 정련율은 25.3%였다.

1g/l 이상의 농도에서는 적정 정련율을 얻는 시간이 짧아졌고, 2.5g/l 30분 정련에서 25% 정도의 정련율을 나타내어 가장 적절한 조건을 보였지만, 정련 시간의 증가와 함께 과정련으로 인한 피브릴 발생 등 반복 실험에서 균일한 정련 효과 재현이 어려운 점 등으로 인하여 130°C, 1g/l, 40분 정련을 최적 조건으로 설정하였다.

일반적으로 실크 강연사는 연사에 의한 효과 때문에 정련 효과가 낮게 나타난다. 그 이유는 연사로 인하여 실이 욱중에서 팽윤이 적게 일어나기 때문이다. 강연사의 정련 효율을 조사하기 위하여 130°C에서 정련제 농도와 시간에 따른 정련 효율을 Fig. 8에 나타내었다. 정련제 농도 1.0g/l에서는 60분 이상 장시간 정련했을 때 25.4%의 정련 효율을 얻었고, 1.5g/l 이상의 농도에서 50분 정도의 시간이 소요되었다. 따라서 기존 정련 공정에 영향을 가장 적게 미치는 1.5g/l 50분 정련이 가장 효율적인 것으로 생각된다.

건의 정련에 패키지 정련 방법을 사용함으로써 치즈 염색 공정에 적용함으로써 공정 단축과 함께 효과적인 정련 효율을 얻을 수 있었다. 치즈 정련과 패키지 정련을 통하여 기존 타래 염색의 정련 욱비를 20 : 1 ~ 100 : 1에서 15 : 1 ~ 7 : 1까지 크게 줄일 수 있었다. 현재 장비로는 더 이상의 욱비 개선은 어렵지만 보다 효과적인 장비 설계가 이루어진다면 욱비를 더 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

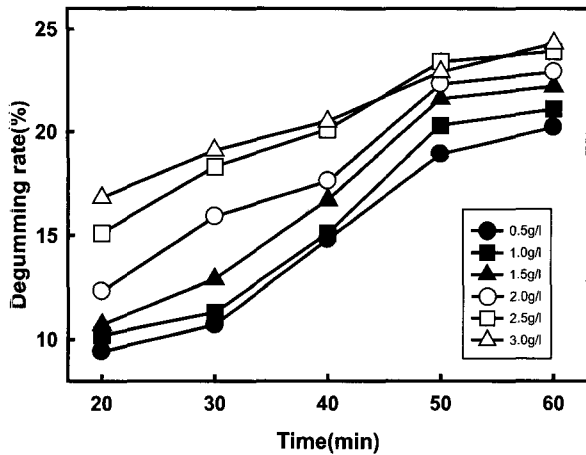


Fig. 6. Effect of treating time on degumming rate at various SRK-1 concentration(100°C).

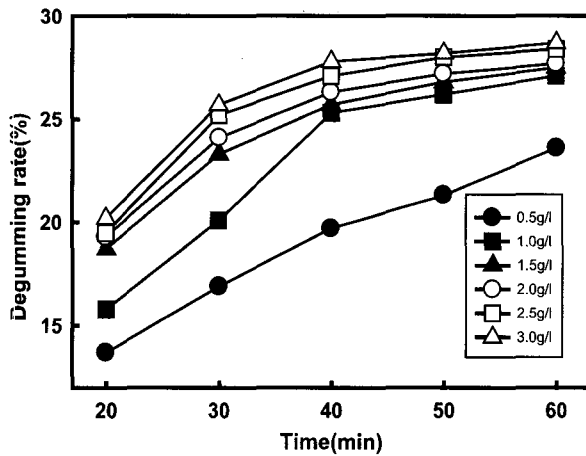


Fig. 7. Effect of treating time on degumming rate at various SRK-1 concentration(130°C).

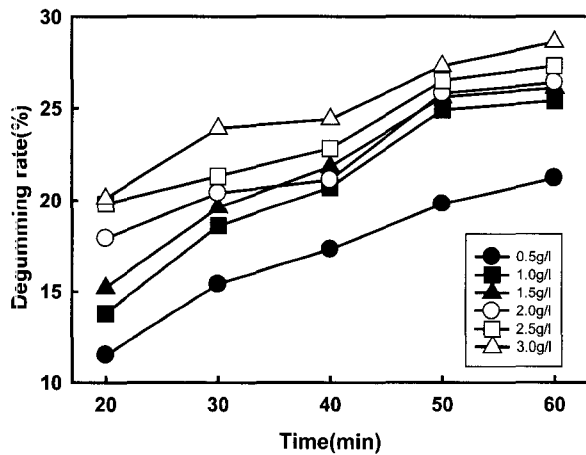


Fig. 8. Effect of treating time on degumming rate of various SRK-1 concentration(130°C, high twisted yarn).

타래 정련 공정에서 발생하는 폐수의 오염도는 COD 농도 14,000ppm, 질소농도 2,000ppm 정도 이고, 이 폐수와 염색폐수가 혼합되면 COD 농도

2,000ppm, 질소농도 300~500ppm으로 감소된다. 따라서 치즈, 및 패키지 정련을 통한 욕비 저감 및 기존 비누-알칼리 정련제를 분말 정련제로 교체하는 공정 개선을 통하여 정련 공정의 오염원을 줄인다면 상대적으로 오염을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

실크의 치즈 및 패키지 염색 기술의 표준화를 위하여 실크 21중/2합, 21중/4합사와 2,000T/M 정도의 강연사를 사용하여 치즈염색기를 사용하여 공정 단축 및 효율적인 정련 공정을 검토하고, 패키지 정련 염색 공정에 적용하여 표준 정련 공정을 도입을 검토한 결과 다음의 결론을 도출하였다.

1. 정련과 동시에 하지공정에서 사용된 전처리약을 효율적으로 제거할 수 있는 약제 및 공정 개발로 전체 공정에 소요되는 시간을 40분 이상 단축하였다.
2. 치즈 정련 공정을 패키지 정련 공정에 도입한 결과 우수한 정련 효율을 나타내었지만 정련 후 비누와 용출된 세리신간의 응집 현상이 일어나 cone의 내부에 scale이 발생하여 제품의 불량 요인으로 작용하는 경향이 있었다.
3. 분말 정련제 SRK-1을 사용한 정련 공정으로 비누-알칼리 정련 공정에서 발생한 문제를 해결할 수 있었고, 별도의 알칼리를 투입할 필요가 없으며, 약품의 사용량과 용수의 사용을 크게 줄일 수 있었으며, 130°C, 40분 정련하는 것이 정련 효율이 우수하였다.
4. 분말 정련제 SRK-1의 농도는 일반 연사에서는 1.0g/l의 농도를 사용하였을 때, 강연사 정련에서는 1.5/l 농도가 적정하였다.

참고문헌

1. S. Chopra, R. Chattopadhyay and M. L. Gulrajani, Low Stress Mechanical Properties of Silk Fabric Degummed by Different Methods, *J. of Textile Institute Part 1: Fibre Science and Textile Technology*, **87**(3), 542-553(1996).
2. Yutaka Kawahara and Shigeru Nakajima, Effect of Sericin Substrate on Degumming Behavior of Silk Fiber with Protease, *SEN-I Gakkaishi*, **48**, 696-698(1992).
3. K. Hayashi, Y. Kondo, K. Ejiri and T.

- Morisaka, Finishing by Sericin, *Dyeing & Finishing*, **45**(9), 13-17(1993).
4. Vemugopal, B.R. Dyeing of Silk, *Colourage-(IND)*, **38**(6), 36-39(1991).
 5. Shukla, S. R, Patel, R. S, Degumming Process of Silk, *American dyestuff report*, **81**(9), 22-24(1992).
 6. P. Ball, U. Meyer, and H. Zollinger, Cross-linking Effect in Reactive Dyeing of Protein Fibers, *Textile Res. J.*, **56**(7), 447-456(1986).
 7. 安田公三, 絹絲のチース染色, *蠶絲研究*, **133**, 101-110(1985).
 8. 安田公三, 絹絲のチース染色における染めむら防止, *蠶絲研究*, **136**, 103-117(1986).
 9. 太田油夫, 絲染め, システム機械ほか, *染色加工*, **13**(4), 181-194(1995).
 10. Garner Pruitt, Innovation Plastic Carriers for Package Dyeing, *American dyestuff reporter*, **75**(9), 18-26(1986).