

관상엽 펄퍼 운전 조건에 따른 펄핑특성 변화

성용주* · 한영림 · 김근수 · 이문수 · 하인호¹⁾ · 이기열¹⁾ · 이영애¹⁾ · 김유철¹⁾
KT&G 중앙연구원, 태아산업주식회사¹⁾
(2006년 11월 27일 접수)

Effects of Pulping Conditions in the Reconstituted Tobacco Sheet Making Process on the Properties of the Pulp Slurry

Yong-Joo Sung*, Young-Lim Han, Kun-Soo Kim, Moon-Soo Rhee, In-Ho Ha¹⁾,
Ki-Yeul Lee¹⁾, Young-eh LEE¹⁾ and You-Choul Kim¹⁾
KT&G Central Research Institute, Tae-A Industrial CO., Ltd.¹⁾
(Received November 27, 2006)

ABSTRACT : The pulping process in a papermaking process for a reconstituted tobacco sheet (RECON) was evaluated. For the practical information, the experiments were conducted in a real mill. Two pulping conditions were chosen and changed depending on the feasibility, such as the pulping temperature and the properties of pulping water.

The higher pulping temperature resulted in the easier dissolution of solubles from the raw materials. However, the efficiency of screw press process was decreased by the higher pulping temperature, which resulted in the reduction of the HWS and the concentration in the #1 screw press filtrate. The addition of SEL(Strong extracted liquor) to pulper affected the efficiency of dissolution and the final concentration of #1 screw press filtrate. Although the higher SEL resulted in the less dissolution of the solubles from the raw materials, the concentration of the #1 screw press filtrate was greatly increased by the higher addition of SEL, which could provide much better efficiency to the following evaporation process of the filtrate and could increase the whole productivity.

Key words : reconstituted tobacco, pulping process, pulping condition, pulping temperature, screw press efficiency, hot water soluble

꺾린 제조시 주요한 원료의 하나인 관상엽 (Reconstituted Tobacco Sheet : Recon.)은 초기 개발당시의 주목적이었던 경제적 이점 이외에도 담배 품질 조절과 특성 개선을 위한 도구로 그 중요성이 커져가고 있다. 특히, 최근 더욱 다양해진 소비자의 감성품질개선 요구에 부응하고 담배

내 특정성분의 조절을 최적화하기 위한 보다 효율적인 대안으로 관상엽에 대한 새로운 관심을 불러 일으키고 있다(Abdallah, 2003).

관상엽을 제조하는 다양한 방법 중에서 대표적인 방식으로 제지식 관상엽 제조기술을 들 수 있다. 제지식 관상엽 공정에서는 다양한 관상엽 원료

*연락처 : 305-805 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, KT&G 중앙연구원

*Corresponding author : KT&G Central Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea

를 혼합 펄핑한 후 스크류 프레스를 사용하여 가용성 성분(extract)과 비가용성 성분(insoluble fiber)으로 나누어 가용성 성분은 정선, 농축, 가향하여 코팅액으로, 비가용성 성분은 제지식으로 초지하여 판상엽 시트로 형성된다. 사이징 공정에서 판상엽 시트에 농축액을 코팅하게 되면 최종제품이 만들어 지는데, 이러한 제지식 공법의 판상엽 제조방법의 경우 최종 제품의 물리적, 화학적, 관능적 특성을 조절하기 위해 다양한 방법들을 각각의 처리 공정에 적용 가능하여 최종 제품의 품질을 조절할 수 있는 특성을 가지고 있다고 할 수 있다(Baskevitch, 1986).

제지식 판상엽 공정 중 펄핑공정은 다양한 판상엽 원료들을 수화 및 팽윤시켜 내용성분의 용출을 용이하게 하여 스크류프레스 추출공정에서 가용성 성분과 비가용성 성분으로 분리가 쉽게 일어나게 하는 공정이라고 할 수 있다. 판상엽 공정에서 추출 공정은 추출된 용액과 추출 후 잔류된 섬유분의 특성에 큰 영향을 미치게 되고 결국 전체공정의 생산성 및 최종 제품 품질 균일화 등에 영향을 미칠 수 있는 대단히 중요한 공정이라고 할 수 있다.(Sung et al., 2006) 따라서 펄핑공정에서 어떻게 원료가 처리되는가에 따라 추출공정의 작업성 및 특성이 크게 달라질 수 있을 것으로 생각된다. 현재까지 이러한 펄핑공정에 따른 추출공정 특성의 변화에 대한 체계적인 연구가 진행되지 않았을 뿐만 아니라 특히, 향후 다양한 공정개선 및 원료의 변화가 예상되는 판상엽 공정에서 기본적인 원료처리공정의 상관성에 대한 지식을 확보하는 것이 대단히 중요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 실제 판상엽 제조 현장에서 조절이 가능한 공정변수 즉, 펄핑온도 및 펄퍼희석수 조합을 변화시키면서 그 영향을 평가하였다. 특히, 추출공정의 효율에 미치는 영향을 중심으로 평가하여 현장에서 최적 조건을 선택하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구는 판상엽을 제지식 제조공법으로 생산

하는 (주)태아산업 펄퍼공정의 공정변수를 변화시키면서 공정 지료 및 추출액을 채취하여 분석 평가하였다. 펄퍼에서의 시료채취는 펄퍼의 불균일한 혼합에 의한 영향을 최소화하기 위해 펄퍼지료의 배출이 시작되고 펄퍼의 Level 50이 되었을 때 채취하였고 이 펄퍼지료의 흐름 및 공정라인을 고려하여 각 단위 스크류프레스 공정에서 시료를 채취하여 분석하였다.

용해성분의 양 측정

(열수추출 : Hot Water Soluble)

각 공정 단위별로 채취한 펄퍼지료의 시료들을 분쇄기로 분쇄한 후 70 °C로 건조하여 전건중량 1 g을 취하였다. 여기에 증류수 100 mL를 첨가한 후 1시간 동안 열수 추출하여 잔류된 고형분을 여과지에 거른 후, 100 °C에서 2시간 동안 건조한 후 건조된 잔사의 무게를 소숫점 4자리까지의 유효숫자로 정확히 측정하여 전체 시료에서 열수에 용해되어 손실된 양의 무게비를 퍼센트(HWS:%)로 나타내었다.(Smiley et al., 1978) 추출액 등의 액체시료의 경우 일정량을 100 °C 이하로 건조한 후 남은 고형분을 분쇄하여 용해성분량을 측정하였다.

지료의 잔류 용해성분량 측정 방법

추출공정 전후 지료의 잔류 용해성분량의 측정은 DDJ(Dynamic Drainage Jar)를 적용하여 이루어졌다. 공정시료를 DDJ로 냉수 세척 한 후 세척된 섬유분에서의 HWS를 측정함으로써 섬유분 내 잔류하는 용해성분의 양을 평가하였다. (Sung et al., 2006)

현장 펄퍼 운전 조건 조절

현장 펄퍼 온도에 따른 영향을 평가하기 위하여 일반판상엽(American type Recon.) 생산시, 펄핑 공정에서 펄핑시 주입되는 스팀의 양을 조절하여 펄퍼온도를 65°C, 75°C, 85°C로 각각 조절한 후 펄핑 온도에 의한 펄퍼지료특성을 평가하였다. 특히, 각각의 온도조건으로 펄핑된 지료의 추출특성 변화를 평가하기 위하여 #1 스크류프레스를 통

과한 섬유분과 추출액의 특성 변화를 평가하였다.

펄퍼공정의 회석수는 주로 스크류프레스에서 배출된 추출액을 다시 사용하는데, #1, #2 스크류프레스에서 배출된 추출액을 SEL(Strong Extracted Liquor), #3 스크류프레스에서 배출된 추출액을 WEL(Weak Extracted Liquor)라고 명명되어진다. 본 실험에서는 펄핑회석수에 따른 전체적인 특성의 변화를 파악하고자 극단적인 조건에서 즉, SEL 100 %, WEL 100 %, 및 SEL과 WEL 각 50 %씩의 세 회석수 조건에서의 펄핑 특성을 비교 평가하였다.

결과 및 고찰

펄핑 공정 현황 분석

펄핑공정(태아산업(주))은 Fig. 1에서 보여지는 단속식 펄퍼 두 개를 교호로 사용하여 연속적인 펄핑공정을 수행하고 있다. 이때 펄퍼의 용량은 8.5m² 정도로 실제 현장에서는 각 펄퍼에 장착된 Level indicator를 바탕으로 펄핑 작업을 수행하고 있다. 펄퍼온도 조절을 위하여 고열의 스팀을 펄퍼 배출구에서 주입하도록 되어있고, Level 20 이하인 경우에는 펄퍼 교반기의 영향범위를 벗어나 데드존(Dead Zone)이 생기는 특징을 가지고 있다.

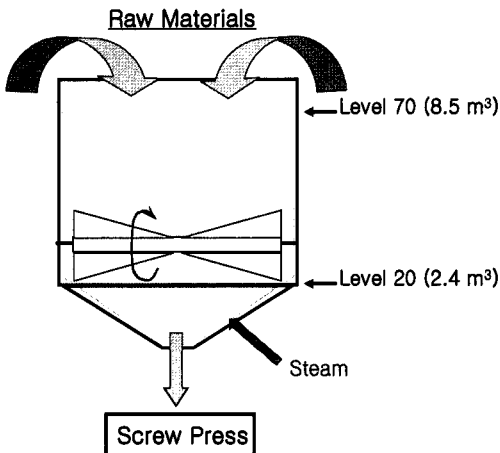


Fig. 1. Schematic diagram of the batch pulper.

태아산업(주)에서의 펄핑작업시 원료 투입 순서 및 펄핑 공정 현황을 모식적으로 Fig. 2에 나타내었다. 펄퍼 회석수로 스크류프레스 공정에서 배출된 WEL(Weak Extracted Liquor)를 투입하여 펄퍼를 채우면서 각 정해진 펄퍼Level에 도달하였을 때마다 각각 SEL(Strong Extracted Liquor), UKP(Unbleached Kraft Pulp) 및 관상엽 원료를 투입하게 된다. 특히, 관상엽 원료의 경우 크기가 큰 순서로 즉, 버어리 주맥, 황주맥, 엽맥, 엽설 등의 순서로 원료를 투입하게 된다. 이렇게 모든 원료를 투입하여 펄퍼의 수위가 Level 70에 이르면 스크류프레스로 펄퍼지료를 배출하게 되는데, 투입시 소요되는 시간은 보통 약 50분이고 배출시에는 약 55분, 총 105분이 시간이 한번 펄핑시 필요하게 된다. 이러한 펄핑 시간 및 투입조건은 생산조건 등에 의해 변동이 있을 수 있는 특징을 가지고 있다.

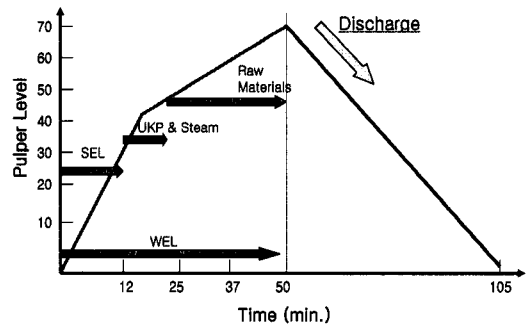


Fig. 2. The input order depending on the pulper level and the pulping time.

펄핑온도에 따른 추출특성 변화

각 펄핑온도에 따라 펄핑된 지료가 #1 스크류프레스를 통과한 후, 추출섬유분에서의 용해성분 변화를 비교 평가한 결과는 Fig. 3에서 보여지고 있다. 펄핑온도가 높아짐에 따라 #1 스크류프레스 통과한 후 지료의 HWS는 다소 증가하는 것을 알 수 있다. 특히, 각 지료의 잔류 용해성분량을 평가하였을 경우에는 펄핑온도의 증가로 잔류 HWS의 양은 감소하는 결과를 보여주고 있다. 냉수세척 전 후 스크류프레스 추출 후 섬유분의 HWS의 양의

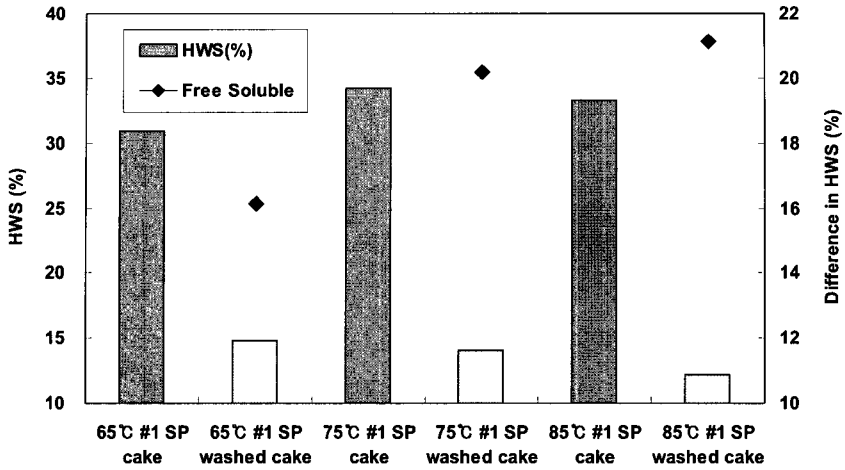


Fig. 3. The HWS in #1 screw press cake depending on the pulping temperature. HWS: Hot water Soluble, SP: Screw Press.

차이는 펄핑공정에 의해 원료로부터 얼마나 많은 용해성분이 물속으로 용해되었는가를 알려주는 지표라고 할 수 있다. 이 용해된 용해성분(free soluble)의 양은 펄핑온도가 증가함에 따라 거의 직선적으로 증가하는 것을 알 수 있다.

각 펄핑온도에서 #1 스크류프레스에서 추출된 추출액의 특성을 평가한 결과는 Fig. 4와 같다. 펄핑온도가 높아짐에 따라 추출액의 농도 및 HWS 모두 감소하는 것을 볼 수 있는데, 이것은

추출공정시 추출지료의 온도가 상승함에 따라 추출지료에서 분리되는 용해성분의 양이 적어지는 것을 보여주는 것으로 생각된다. 이러한 추출지료 온도에 따른 추출액의 용해성분 감소 특성을 좀 더 명확히 평가하기 위하여 각 펄핑온도에 따른 추출효율의 변화를 평가하였다.

각 펄핑온도에서 펄핑된 지료를 추출 처리할 때 #1 스크류프레스에서의 추출효율을 비교 평가한 결과는 Fig. 5에서 보여지고 있다. 추출 후 섬유

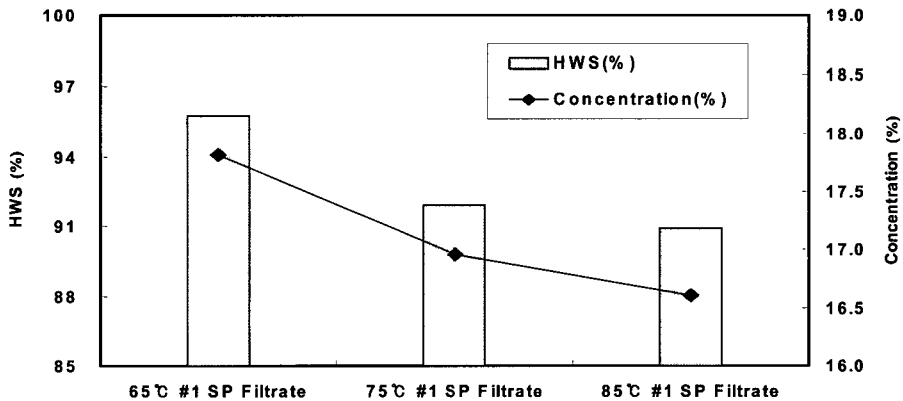


Fig. 4. The change in #1 screw press filtrate depending on the pulping temperature.

판상엽 펄퍼 운전 조건에 따른 펄핑특성 변화

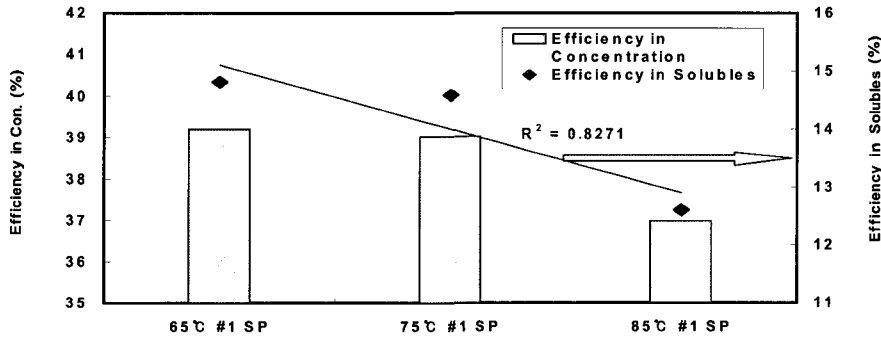


Fig. 5. The Efficiency of the # 1 screw press process depending on the pulping temperature.

분의 농축효율과 추출액에서 용해성분이 농축되는 효율을 평가하였는데(Sung et al., 2006), 펄핑온도가 높아질 수록 두 효율 모두 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 Fig. 4에서 나타나는 추출액의 농도 및 HWS 감소 결과와도 일치하고 있는데, 실제로 펄핑시 높은 온도는 원료내의 용해성분의 용해에 유리하고 섬유들을 더 수화 및 팽윤시키게 되어 용액속의 용출용해성분의 양을 증가시키는 결과를 앞에서 확인한 바 있다. 따라서 높은 온도에서 더욱 많은 용해성분의 분리가 발생할 것으로 쉽게 예상하였으나, 실제로 스크류프레스에서 이러한 연화된 지료섬유들의 압착 탈수시에는 유연해진 섬유가 더욱 쉽게 압착되어 압착 탈수시 형성되는 탈수 케이크의 공극을 막아 치밀성을 높임으로써 용액의 배출을 저해하기 때문에

온도의 상승에 의한 스크류프레스의 효율저하가 나타나는 것으로 생각된다(Yim et al., 2006).

펄퍼희석수에 따른 펄핑특성변화

세가지 펄퍼 희석수 조건에서 펄퍼지료(pulper slurry) 및 #1 스크류프레스 통과 후 지료(#1 SP cake)의 변화는 Fig. 6에서 나타내었다. 희석수 중 농도가 높은 SEL(T.S 20%)의 양이 많아질 수록 전체 펄퍼지료의 농도는 약 30% 가량 증가하는 것을 알 수 있다. 압축공정에 유입되는 펄퍼지료의 농도가 높더라도 압축 추출 후 지료의 농도에서는 큰 차이가 나타나지 않는데(약 4% 감소), 이것은 펄퍼지료의 농도 변화에 대한 스크류프레스의 완충 효과를 보여주는 것으로 현 공정에서는 희석수 특성 변화에 의한 추출공정 변화가 그다지

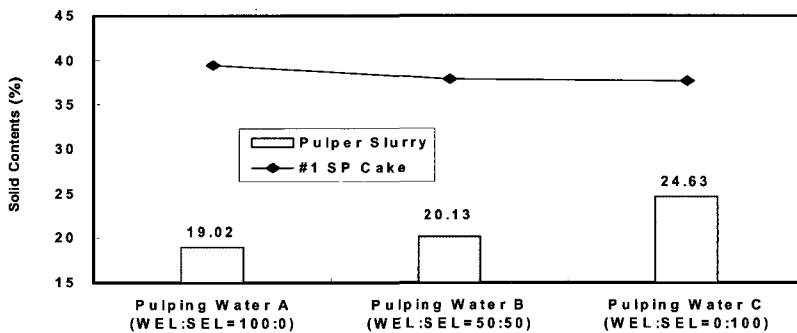


Fig. 6. Solid contents of the pulper slurry and # 1 screw press cake depending on the pulping water composition.

WEL: Weak Extraction Liquid, SEL: Strong Extraction Liquid.

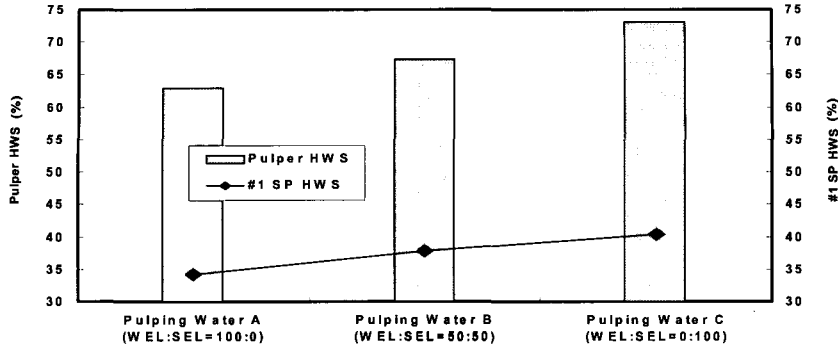


Fig. 7. HWS of the pulper slurry and # 1 screw press cake depending on the pulping water composition.

크지 않은 것을 알 수 있다.

Fig. 7은 펄퍼 회석수 중 SEL 배합량이 커짐에 따라 지료내의 HWS양의 변화를 비교한 결과이다. 펄퍼 지료내의 HWS양이 증가하고 있는 것으로 보아 펄퍼 회석수 중 SEL의 양이 증가할수록 용해성분의 용출이 감소하고 그 결과로 #1 스크류프레스에서 추출 후 지료에서도 HWS의 양이 증가하는 것을 알 수 있다.

펄핑 회석수의 변화에 따른 #1 스크류프레스에서의 추출액 특성변화를 Fig. 8에 나타내었다. SEL의 함량이 높아질수록 추출액의 농도가 크게 증가되는 것을 볼 수 있지만 실제 각 추출액내에서의 HWS 양의 비는 크게 감소하지 않는 특징을 나타내었다. 이렇게 펄퍼 회석수 내 SEL 양의 증가는 #1 스크류 프레스 추출액의 농도를 증가시키

게 되고 이후 추출액을 농축시키는 공정에서 에너지의 사용량을 감소시킬 수 있는 효과를 가져올 수 있을 것으로 생각된다. 다만, Fig. 7에서 나타난 바와 같이 SEL의 증가로 인해 #1 스크류프레스의 추출지료에서의 HWS가 다소 증가될 수 있기 때문에 이어지는 #2 와 #3 스크류프레스의 적절한 조절이 필요할 것으로 생각된다.

결론

본 연구에서는 현장 펄핑작업 조건에 따른 펄퍼 지료 특성을 평가하였다. 특히, 펄퍼지료의 직접적인 평가보다는 현장에서의 추출특성을 평가함으로써 전체 공정에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 펄퍼 운전 조건 중 현실적으로 조절이 가능한 펄

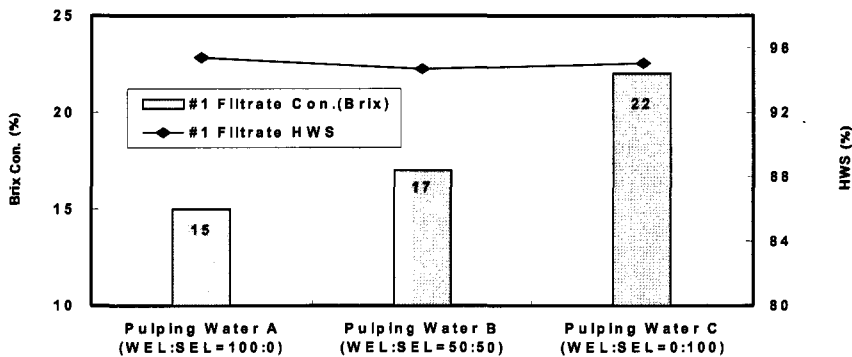


Fig. 8. HWS and Concentration of # 1 screw press filtrate depending on the pulping water composition.

퍼온도 및 펄퍼 회석수 특성을 변화시켜 각 조건 별로 추출특성을 평가하여 공정조절의 기본 자료를 확보하고자 하였다.

펄퍼의 온도가 상승함에 따라 실제 용해성분의 용출은 증가하였지만, 스크류프레스 공정 효율 저하로 인해 전체 용해성분 분리는 오히려 감소하는 경향을 나타내는 것으로 확인되었다. 따라서 펄퍼의 온도를 높이기 위한 과도한 스팀의 사용은 추출공정의 효율성이나 에너지 사용량 증가에 따른 생산성에 좋지 않은 영향을 미칠것으로 생각된다.

펄퍼 회석수에서는 농도가 높은 SEL의 첨가량이 증가할 수록 펄퍼지료의 농도가 높아지지만, 스크류프레스 자체의 농도 원충효과로 추출 후 추출지료의 농도는 그다지 큰 변화를 보이지 않았다. 또한 SEL의 첨가는 원료의 용해성분 용출을 다소 감소시키지만 추출 후 추출액의 농도를 향상시키는 효과를 보여주게 되는데, 이어지는 공정의 효율성 특히, 추출액의 농축공정에서의 생산성 등을 고려하면서 회석수내 SEL의 첨가량을 조절하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- Abdallah, F. (2003) Recon's New Role. *TOBACCO REPORTER*, May : 58-61.
- Baskevitch, N. (1986) Use of Reconstituted Tobacco for Cigarette Design. 2nd International Tobacco Conference, 19-21.
- Smiley, A. B., and Morris, R. M., Revised Method for the Determination of Hot Water Solubles of Tobacco and Tobacco Products. PM Document #2057064949.
- Sung, Y. J., Han, Y. L., Kim, G. S., Rhee, M. S., Ha, I. H., Lee, K. Y., Chun, E.S., and Song, T. W.(2006). Evaluation of the screw press process in the reconstituted tobacco sheet making process. *J. Kor. Soc. Tobacco Sci.* 28(1): 36-42.
- Yim, S. S. and Song, Y. M.(2006) The improvement of cake filtration rate using CO₂ gas sturation. *J. Kor. Chemical Engineering Research* 44(5): 468-475.