

판상엽 스크류 프레스 공정 특성 평가

성용주* · 한영림 · 김근수 · 이문수 · 하인호¹⁾ · 이기열¹⁾ · 전은순¹⁾ · 송태원¹⁾

KT&G 중앙연구원, 태이산업주식회사¹⁾

(2006년 6월 9일 접수)

Evaluation of the Screw Press Process in the Reconstituted Tobacco Sheet Making Process

Yong-Joo Sung*, Young-Lim Han, Geun-Su Kim, Moon-Soo Rhee, In-Ho Ha¹⁾, Ki-Yeul Lee¹⁾, Eun-Soon Chun¹⁾, Tae-Won Song¹⁾

KT&G Central Research Institute, Tae-A Industrial CO., Ltd.¹⁾

(Received June 9, 2006)

ABSTRACT : The papermaking process for a reconstituted tobacco sheet (RECON) has been preferred more because of the various merits such as a wide range of Recon products with better quality. The screw press is one of the very important process in RECON making process which divides the mixed raw materials into the soluble material and the insoluble material and could greatly affect the productivity and product quality.

In this study, the characteristics of the screw press process in a Recon making mill were evaluated for two different RECON products. Three different efficiency index were proposed for the more detailed analysis of the screw press process. The result showed that the difference in the raw material might result in the difference in the efficiency and the properties of the extracts and the filter cake, especially in the HWS. The washing technique which applied in this experiment showed the amount of residual HWS in the fiber portion were not much changed by the each steps of the screw press.

Key words : reconstituted tobacco, screw press, process efficiency, hot water soluble, washing

여러가지 담배 부산물을 주원료로 가공 처리하여 다양한 특성을 가진 판상엽(Reconstituted Tobacco Sheet : RECON) 을 제조하는 제지식 판상엽 공정의 가장 큰 특징은 원료를 해리한 후 추출하여 가용성 성분(extract)과 비가용성 성분(insoluble, fiber)으로 나누어 처리하고 다시 결합시켜 완제품을 생산하는 분리처리방식에 있다고 할 수 있다. 이러한 제지식 판상엽 제조 기술은

압연식과는 달리 더욱 다양한 품질 및 기능성 판상엽 제조의 가능성을 열어주게 되었다. 특히, 최근의 담배 유해성 논란과 더불어 더욱 다양해진 소비자의 기호에 대한 담배품질의 개선 등이 시급한 문제가 되고 있는 현실에서 상대적으로 제품 특성의 조절이 용이한 판상엽의 경우 그 중요성은 더욱 커지고 있는 실정이다. (Abdallah, 2003) 판상엽 제품의 특성은 그 사용원료와 제조공정에 의

*연락처자 : 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

해서 결정되어 지는데 현재 시급히 요구되고 있는 고품질의 관상엽의 제조를 위해서는 공정에 대한 정확한 이해와 공정 조절 기술의 확보가 무엇보다도 중요하다.

관상엽 제조공정에서 스크류 프레스는 원료가 혼합되어 펄핑된 지료로부터 가용성분과 비가용성분을 분리하는 역할을 하게 된다. 이때 분리된 가용성분은 정선과정, 농축과정 및 가향과정을 거쳐 사이징 공정으로 투입되고 비가용성 섬유분은 제지식 초지 공정에 의해 판상의 형태를 가지게 되어 사이징 처리된다. 각각의 공정은 최종 제품의 품질 및 특성에 큰 영향을 미치는데 특히 가용성분 처리공정은 제품의 맛과 향에, 제지식 초지 공정은 제품의 물리성에 큰 영향을 미치게 된다. 또한 전체 공정의 생산성과 품질의 균일화 등도 역시 각 공정의 안정성 및 공정특성에 큰 영향을 받게 된다.(Baskevitch, 1986) 스크류프레스 공정은 가용성 성분 및 비가용성 성분의 각 처리공정의 새로운 시작점이 되는 대단히 중요한 공정이라고 할 수 있다. 스크류프레스 공정에서의 불안정은 이후 후속 공정 불안정의 직접적인 원인이 되며 결국은 최종 제품의 품질의 저하 및 불균일과 생산성 저하 등의 결과를 낳을 수 있기 때문이다. 이렇듯 실질적으로 중요한 의미를 가지고 있는 관상엽 스크류프레스 공정의 경우 공정 특성 및 영향 등에 대한 심도 있는 연구는 국내에서 거의 행하여진 바가 없고 국외의 경우에도 자세한 특성에 대하여 알려져 있는 바가 거의 없는 상황이다.

따라서 본 연구에서는 관상엽 공정에서 대단히 중요한 역할을 하고 있는 스크류 프레스 공정의 효율 평가방안과 용해성분의 추출특성에 대한 현장지료의 분석을 실시하였다. 특히, 본 연구에 제시된 새로운 개념의 효율 평가 방법 및 제안된 분석 방법들은 향후 스크류 프레스 공정 최적화를 위한 기본자료 확보에 유용하게 적용될 것으로 생각된다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서는 제지식 관상엽 제조공정으로 다

양한 종류의 관상엽을 생산하는 (주)태아산업의 현장 공정 지료를 채취하여 분석 평가하였다. 특히 스크류프레스 공정 시스템에 유입되는 펄퍼지료를 채취하였고 각 단위 스크류프레스 별로 유입되는 지료와 추출된 추출액(Extract), 배출지료(Filtrate)를 채취하였다. 또한 #3번 스크류프레스의 회석수로 유입되는 공정수(RBW: Rich Brown Water)를 채취하여 그 특성을 평가하였다.

용해성분의 양 측정(열수추출 : Hot Water Soluble)

스크류 프레스 공정에서 채취된 시료 및 다양한 원료등의 시료들을 분쇄기로 분쇄한 후 70 ℃로 건조하여 전건중량 1 g을 취하였다. 여기에 증류수 100 mL를 첨가한 후 1시간 동안 열수 추출하여 잔류된 고형분을 여과지에 거른 후, 잔사의 무게를 소숫점 4자리까지의 유효숫자로 정확히 측정하여 전체 시료에서 열수에 용해되어 손실된 양의 무게비를 퍼센트(HWS:%)로 나타내었다. 특히 추출액 등의 액체시료의 경우 일정량을 100 ℃ 이하로 건조한 후 남은 고형분을 분쇄하여 용해성분량을 측정하였다.

지료의 세척 방법

관상엽 공정 지료의 경우 섬유성분 만이 아니라 액체 속에도 원료의 용해성분 등이 녹아있게 된다. 전체 내용성분의 측정시 스크류 프레스 전후

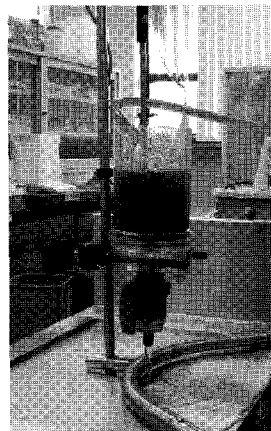


Fig. 1. The dynamic drainage jar for sample cold washing.

에서의 전체 용해성분량을 평가하게 되는데 이때 섬유 자체에 잔류된 용해성분의 양 또한 공정 분석의 중요한 지표가 될 수 있다. 이에 대한 정확한 측정을 위하여 본 연구에서는 DDJ(dynamic drainage jar)를 적용하여 냉수 세척하였다. 일정 양의 지료를 Fig. 1에서 보는 200 메쉬가 설치된 DDJ에 첨가한 후 교반하면서 냉수를 흘려보내 지료를 세척하였다.

결과 및 고찰

스크류 프레스 운전 현황 분석

(주) 태아산업의 스크류프레스 공정은 3기의 스크류 프레스를 적용하여 고농도 펄퍼에서 해리된 지료를 고액분리하는 시스템을 가지고 있다. 펄퍼의 지료가 1번 스크류프레스에서 짜진 후 이어지는 2번, 3번 스크류프레스에서 추출될 때는 일정량의 희석수가 공급되어야 한다. 이러한 목적으로 최종 스크류프레스인 3번 스크류프레스에서는 초지공정의 공정수인 RBW (rich brown water)를 사용하고 2번 스크류프레스에서는 3번 스크류프레스의 추출액인 WEL(weak extracted liquor)이 사용된다. 개략적 공정 시스템의 구성은 Fig. 2와 같다.

현재 태아산업의 경우 6종 이상의 다양한 판상업을 생산하고 있는데 각각의 판상업은 주원료의 배합비와 부원료의 종류 및 첨가량 등이 서로 다르게 적용되고 있다. 본 연구에서는 대표적인 생산품인 일반판상업(american type RECON: AR)과 황주맥판상업(flue-cured type RECON: FR)의 두 제품 생산 시 샘플을 채취하여 스크류프레스 운전 현황 및 특성을 평가하였다.

다음은 각 제품의 생산시 스크류 프레스 공정에서 단계별 지료 및 추출액 특성을 평가한 것이다. 특히, 본 연구에서는 각 지료 및 추출액의 농도 및 용해성분 측정치를 바탕으로 각 시료에서의 가용성 성분(soluble stock)과 비가용성 성분(insoluble stock)의 실제량을 계산하였다.

Table 1과 2에서 정리된 스크류 프레스 공정 지료의 특성들은 전체 스크류 프레스 운전현황 뿐만 아니라 제품별 운전특성의 차이점을 보여준다. 우선 전체 스크류 프레스 운전에서 두 제품의 모두 스크류 프레스 공정이 진행됨에 따라 각 단계별 지료의 농도(고형분량)는 커지고, 용해성분(HWS)의 양은 감소하고 있는 것을 알 수 있다. 하지만 최종 배출 지료 즉, #3 스크류프레스 공정의 추출섬유분에서의 농도 및 용해성분의 양 등은 제품별로 다소 차이를 나타내는 것을 알 수 있는 데 이에 대한

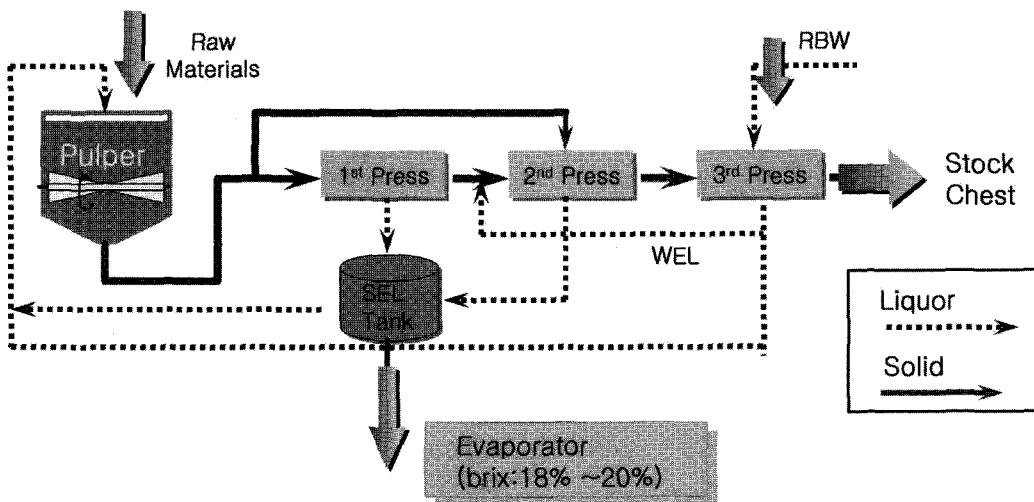


Fig. 2. Schematic diagram of the screw press process in a RECON making mill.

관상엽 스크류 프레스 공정 특성 평가

Table 1. The properties of the stocks and the filtrates in the screw press process during making the american type RECON

Specification	Concentration (Brix)	Solid content (%)	HWS (%)	Soluble stock (%)	Insoluble stock (%)
# 1 SP Inlet Stock		23.5	71.4	16.7	6.7
# 1 SP Outlet Stock		27.4	59.8	16.4	11.0
# 3 SP Outlet Stock		32.6	31.9	10.4	22.2
# 1 Sp Filtrate	20	18.4	89.7	16.5	1.9
# 3 SP Filtrate	12	11.3	89.3	10.1	1.2
REW	3	3.1	79.9	2.5	0.6

Table 2. The properties of the stocks and the filtrates in the screw press process during making the flue-cured type RECON

Specification	Concentration (Brix)	Solid content (%)	HWS (%)	Soluble stock (%)	Insoluble stock (%)
# 1 SP Inlet Stock		22.5	66.2	14.9	7.6
# 1 SP Outlet Stock		28.1	53.6	15.1	13.0
# 3 SP Outlet Stock		33.1	26.6	8.8	24.3
# 1 Sp Filtrate	19	20.5	87.1	17.8	2.6
# 3 SP Filtrate	8	7.9	87.1	6.9	1.0
REW	2	2.1	73.2	1.6	0.6

것은 스크류프레스 효율 분석 결과와 종합하여 다음 장에서 더욱 자세히 설명하였다.

각 단위 스크류프레스 공정에서의 지료 및 추출액 특성 변화를 살펴보면, 추출액의 경우 #1번과 #3번 추출액 고형분의 양은 두 배 이상 차이가 나지만 그 고형분속에 존재하는 용해성분의 비율은 거의 같은 것을 확인할 수 있었다. 이러한 현상은 두 가지 관상엽 제품공정에서 동일하게 나타나는 데 용해성분의 비율만으로 추출액의 추출효율을 평가하였을 때 오차를 가져올 수 있음을 보여주는 것이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 제시된, 고형분의 양을 고려하여 계산된 soluble stock의 양을 비교하였을 경우 실제 각 추출액속에 잔류하는 용해성분의 양에서 #1번 과 #3번 스크류프레스 추출액은 상당한 차이를 나타냄을 확인할 수 있다.

Fig. 3은 두종의 관상엽 생산시 스크류 프레스 공정에서 단계별 추출액의 특성을 정리한 그림이

다. Fig. 2에서 모식적으로 나타난 바와 같이 각 단위 스크류프레스 공정의 추출액은 지료의 진행 방향과 반대로 움직이면서 지료에서의 용해성분을 추출하여 배출하게 된다. 즉 #3번 스크류프레스로 유입된 공정수(RBW)는 #3번 스크류프레스를 거쳐 #2, #1번 스크류프레스로 이송되며 점점 더 많은 양의 용해성분을 축적하게 된다. 이러한 용해성분의 농축현상은 Fig. 3에서 보이는 바와 같이 각 용액시료의 soluble stock과 insoluble stock 량의 증가를 통해 확인할 수 있다. 특히, 각 단계별로의 변화는 두 가지 제품의 생산 공정에서 조금 다른 경향을 보이고 있는데 이는 황주맥 관상엽의 경우 일반관상엽보다 버어리 주맥을 사용하지 않고 그 크기가 작은 엽설의 배합비가 높은 데서 기인한 것으로 생각된다. 이러한 특성에 의해 스크류프레스에서 추출액으로 좀 더 많은 양의 insoluble stock 즉 미세섬유분들이 빠져나가는 현상이 나타나게 되는데, 이것은 #1번 스크류 프레스 추출액

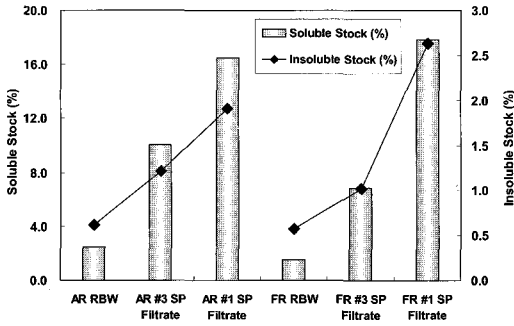


Fig. 3. The soluble stock and insoluble stock of the process filtrates.

AR : American Type RECON,
FR : Flue-Cured Type RECON,
RBW : Rich Brown Water

에서 Insoluble stock의 차이로부터 확인 될 수 있다.

스크류 프레스 공정 효율 평가

일반적으로 스크류프레스 공정의 공정 효율은 투입되는 지료와 배출되는 지료사이의 용해성분의 차로 계산된다.

$$\text{추출효율} = (\text{투입지료 용해성분량} - \text{배출지료 용해성분량}) / \text{투입지료 용해성분량}$$

이러한 효율평가 방법은 각 스크류프레스에서의 유량에 대한 정확한 정보를 바탕으로 이루어지는데 현 공정에서는 실질적으로 정확한 유량의 측정이 이루어지지 못하는 상황이다. 특히, 판상엽 공정에서의 스크류프레스의 경우 일반적인 경우와는 달리 용해성분의 효율적인 분리 뿐만 아니라 추출용액의 농축정도가 후반 공정의 경제성 등에 크게 영향을 미치기 때문에 본 연구에서는 측정 가능한 지표를 통해 스크류프레스 효율을 좀더 명확히 파악하고자 아래 세가지 관점에서 스크류프레스 효율을 분석하였다.

1. 고액분리효율 (efficiency in concentration)

$$= (\text{배출지료 농도} - \text{투입지료 농도}) / \text{투입지료 농도}$$

2. 용해성분 분리효율 (efficiency in HWS)

$$= (\text{배출지료 용해성분량} - \text{투입지료 용해성분량}) / \text{투입지료 용해성분량}$$

3. 용해성분 농축효율 (efficiency in extract concentration)

$$= (\text{투입지료 용해성분량} - \text{희석수 용해성분량}) / \text{희석수 용해성분량}$$

Fig. 4는 위에서 제시된 3가지의 효율 분석법을 바탕으로 일반 판상엽 생산시와 황주맥 판상엽 생산시의 스크류프레스 공정에서의 효율을 평가한 것이다.

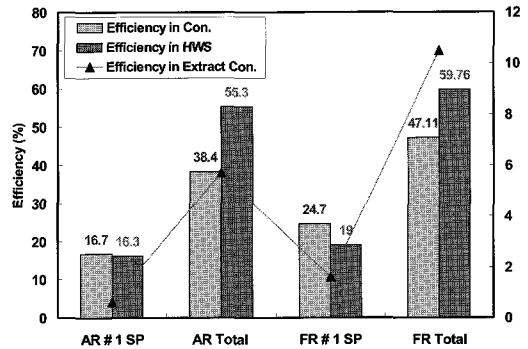


Fig. 4. The efficiency of the screw press process for the american type RECON(AR) and the flue-cured type RECON(FR).

그림에서 알 수 있듯이 황주맥판상엽 공정에서의 효율이 일반판상엽 제조시보다 일반적으로 높으며, 특히 추출액의 농축효율의 경우 황주맥판상엽 공정이 일반 판상엽 공정보다 상대적으로 높은 효율을 보이고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이는 앞에서 언급한 바와 같이 주원료 배합비 차이에서 기인한 것으로 보여진다. 또한 두 공정의 #1 스크류 프레스에서의 추출액 농축효율에서는 큰 차이를 보이지 않으나, 전체 스크류 프레스에서의 추출액 농축효율을 차이가 많은 것으로 보아 후반부 스크류 프레스에서의 농축효율의 차이에 기인한 것으로 분석되며, 이는 주원료의 특성 차이뿐 아

니라 황주맥판상엽 공정에서는 비교적 농도와 용해성분량이 적은 깨끗한 공정수가 공급되기 때문인 것으로 생각된다.

이처럼 깨끗한 공정수의 사용은 효율을 향상시켜 최종 추출섬유분의 용해성분량을 감소시키고, 이렇게 상대적으로 추출이 잘 된 섬유분이 이후 공정인 제지공정으로 유입되면서 전체 공정수의 특성도 더욱 깨끗한 상태를 유지할 수 있게 될 것으로 생각된다. 이에 따라 공정수를 희석수로 재사용하는 스크류 프레스의 추출효율을 다시 상승시켜 전체 공정의 선순환이 가능하게 될 것으로 예상된다.

스크류 프레스 공정에서의 용해성분 변화 분석

스크류프레스 공정에서 용해성분(HWS)은 지료의 용액속, 지료의 섬유간에 모세관력으로 또는 섬유내부에 존재하게 된다. 이러한 용해성분은 스크류 프레스 공정을 거치면서 추출액과 함께 배출되는데 실제로 배출지료의 농도가 30 %에서 40 % 정도일 때 배출지료의 섬유속만이 아니라 용액속에도 상당부분 용해성분이 잔류하고 있을 것으로 예상된다. 배출지료는 초지공정으로 이송될 때 초지공정의 공정수로 약 2 %이하로 희석이 되게 된다. 이때 용액속과 섬유사이에 물리적 결합력으로 존재하는 많은 용해성분들은 상대적으로 쉽게 공정수로 희석되어 전이될 수 있다. 따라서 실제 섬유 속의 용해성분들을 얼마나 제거되는가에 대한 정확한 이해는 스크류 프레스 공정에 대한 효율의 정확한 평가뿐만 아니라 추후 주원료 변화 등에 따른 공정의 변화 등을 예측하는데 중요한 자료가 될 것이다. 이러한 잔류 용해성분의 측정을 위해 세척 처리 전후의 스크류 프레스 공정 시료 용해성분 양을 평가하였다. Fig. 5는 황주맥판상엽 생산시의 공정시료를 평가한 결과를 보여준다. 스크류프레스 공정에 투입되는 지료에서의 HWS는 66 %정도 였으나 세척 처리한 후 잔류지료내에 존재하는 HWS는 20 % 내외 였다. 이러한 지료가 스크류 프레스 공정을 거치면서 고액분리 작용에 의해 HWS의 양이 점차로 줄어들어 스크류 프레스 공정에서 초지공정으로 들어가는 지료의 HWS는 26 %까지 감소하는 것을 알 수 있다.

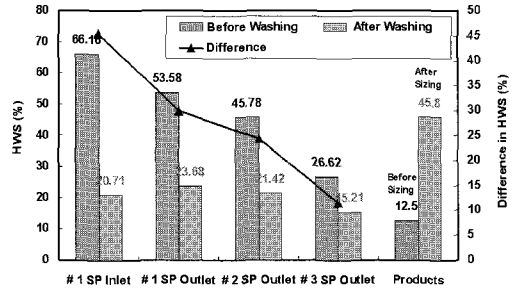


Fig. 5. The change of HWS of the screw press process samples by the cold washing.

하지만 세척 처리한 후 측정된 HWS 즉, 지료속에 잔류하는 HWS의 양은 20 %내외에서 큰 변화가 없다가 3번 스크류 프레스 공정을 거친 후에는 15 % 정도까지 감소하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 지료 속에 존재하는 용해성분들이 펄핑 공정 등에서 이미 용해되었고 스크류 프레스 공정에서는 주로 이렇게 용액 속에 이미 용해된 성분의 분리가 일어나고 있는 것을 설명해준다. 특히, 3번 스크류프레스 공정에서는 상대적으로 깨끗한 희석수를 사용함에 따라 지료속에 잔류하는 용해성분이 다소 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

초지공정에서 제조된 사이징 전의 지료의 경우 약 12.5 % 용해성분이 잔류되어 있다. 이것은 3번 스크류 프레스에서 배출된 지료의 용해성분 26.6 %에 비해 상당히 낮은 양으로, 실제 공정에서는 용액속의 용해된 HWS는 초지공정수로 쉽게 희석되어 버리고 섬유속에 잔류한 용해성분도 일부 초지공정 중 공정수로 용해되어 나가는 것으로 해석될 수 있다. 따라서 초지공정의 생산성 및 초지품질 향상 등에 중요한 역할을 미치는 공정수의 수질을 최적화하기 위해서는 최종 단위 스크류 프레스 공정에서의 추출효율 관리가 매우 중요할 것으로 생각된다.

결론

본 연구에서는 각각 다른 원료 배합비를 적용하는 두 가지 판상엽제품 생산시 스크류 프레스 단위 공정별로 현장 시료를 채취하여 그 특성을 평

가하였다. 배출되는 추출지료 뿐만 아니라 추출액의 특성 또한 중요한 공정 변수가 되는 판상엽 공정의 특성을 고려하여 3가지의 효율분석 지표를 제안하여 각각의 효율도를 평가하였다.

전체 스크류프레스 공정 분석 결과 섬유분의 경우에는 스크류프레스 공정이 진행됨에 따라 그 농도는 상승하고 용해성분은 감소하는 반면 회석수 또는 추출액의 경우에는 반대의 경향을 나타내는 것을 확인하였다. 또한 각기 다른 주원료 배합비에 기인한 두 종류의 판상엽 제품 공정의 차이는 특히 #1번 스크류프레스의 추출액에서 insoluble stock의 차이를 가져올 뿐만 아니라 추출효율면에서도 다소 다른 특성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

추출후 섬유분에 잔류하는 용해성분의 양을 평가하기 위하여 본 실험에서는 냉수세척법을 도입하여 세척전후의 용해성분 양을 각 단위 스크류프레스 공정별로 평가하였다. 그 결과 세척 전후의 지료의 용해성분의 양은 큰 차이를 나타내었고 그러한 차이는 추출공정이 진행됨에 따라 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 특히 잔류 용해성분의 양은 추출공정에 큰 영향없이 거의 일정하게 나타났

는데 이것은 용해성분의 분리가 실제 펄핑공정 등에서 이미 발생이 되었다는 것을 보여주는 결과라고 할 수 있다. 최종 섬유분의 잔류 용해성분은 후반 지료공정에서 생산된 초지제품의 용해성분보다 다소 높은 것을 확인하였고 이것은 섬유분에 잔류된 용해성분이 초지공정 시 공정수로 전이되는 것을 보여주는 것이라 할 수 있다.

본 연구에서 제시된 다양한 방식의 스크류프레스 공정 평가 결과 및 방법들은 차후 실제 현장에서 공정의 최적화 및 균일성 확보를 위한 기초 자료로서의 사용될 수 있을 뿐만 아니라 공정 개선 등의 기본 평가법 등으로 적용가능성이 충분할 것으로 생각된다.

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, p. 19-21.