

## 친환경 안경테 판재의 심입 가공성 향상을 위한 고비열 가소제 혼입에 관한 연구

서영민<sup>1</sup>, 이해성<sup>2</sup>, 이성준<sup>2</sup>, 정상원<sup>2</sup>, 김현철<sup>2</sup>, 김은주<sup>2</sup>, 고영준<sup>3</sup>, 최진현<sup>1</sup>, 이세근<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 기능물질공학과, 대구 702-701

<sup>2</sup>대구경북과학기술연구원 나노바이오연구부, 대구 711-873

<sup>3</sup>(재)안경산업지원센터 기획팀, 대구 712-814

투고일(2013년 1월 30일), 수정일(2013년 3월 12일), 게재확정일(2013년 3월 16일)

**목적:** 본 연구는 cellulose acetate/poly ethylene glycol(CA/PEG) 안경테용 판재의 심입가공성을 향상시키기 위하여 심입가공온도 영역에서 비교적 높은 비열을 갖는 친환경 가소제인 triacetin을 2차 가소제로 도입함으로써 가공 효율이 향상된 친환경 안경테 판재를 제조하는데 목적이 있다. **방법:** 전체 가소제의 양을 CA 대비 30 wt%로 고정하고 1차 가소제인 PEG와 2차 가소제인 triacetin의 함량을 조절하여 제조된 CA/PEG/triacetin 조성물의 비열 및 열적특성을 분석하고, 다양한 기계적 물성과 광학적 특성의 비교분석을 통해 우수한 가공성을 갖는 안경테 소재를 위한 최적의 가소제 조성을 결정하였다. **결과:** Triacetin 도입을 통해 CA 판재의 비열 상승을 확인하였으며, triacetin 함량비가 증가할수록 유리전이온도( $T_g$ )가 낮아지고 심입가공성의 척도가 되는 감온속도의 감소를 확인하였다. 또한 기존의 CA/PEG 안경테 소재와 비교 시 우수한 광택특성 및 경도를 확인하였으며, 동등수준 이상의 기계적 물성을 보임을 확인하였다. **결론:** PEG/triacetin의 투입비율을 조절하여 심입가공성을 향상시키고, 안경테 판재로 사용되기 적합한 물성 및 특유의 광택과 우수한 심미성을 만족하는 CA 판재를 제조할 수 있다.

**주제어:** Cellulose acetate, 비열, 친환경, Triacetin, 심입가공

### 서 론

천연소재로 각광받고 있는 고부가가치 안경테 소재인 셀룰로오스 아세테이트(cellulose acetate, CA)안경테는 CA 레진에 프탈레이트계 가소제를 배합한 후 염료, 안료를 넣어 원하는 색상을 얻고 연화시킨 후 압출하여 제조된 chip을 압착 또는 압출하여 CA sheet를 만든 후 필요한 길이로 재단하여 원하는 모양으로 절삭, 가공하고 연마 작업을 거쳐 완성된다.

CA 소재의 경우, 특유의 광택과 우수한 심미성으로 인해 타 소재와 차별화된 패션소재로 주목받고 있으나, 고분자 자체가 가지는 강직성으로 인해 저온 및 충격에 의한 취약성을 가진다.<sup>[1-4]</sup>

상기의 특성으로 인해, 안경테 프론트(전면부)에 비해 상대적으로 빈번한 변형이 발생하는 안경테 템플(다리)의 경우, 저온 및 충격에 의한 파손을 방지하기 위해 금속재질의 심을 템플 속에 삽입하여 물성을 보완하는 심입가공이 반드시 요구된다.

심입가공방법은, CA 판재를 템플 형태로 가공 후 일정한 연화점(170°C~190°C)에서 가열하여 템플을 연화시킨 후 심입장치를 이용하여 금속재질의 심을 삽입하는 공정을 말한다.

본 연구진은 최근에 환경호르몬으로 규정된 프탈레이트계 가소제<sup>[5,6]</sup>를 대체하기 위하여 인체친화성 고분자로 알려진 폴리에틸렌글리콜(polyethylene glycol, PEG)을 도입하여 PEG의 농도, 분자량, 및 혼입온도 등의 조건에 따른 가소화 성능평가 및 물성 해석을 통해 최적의 CA/PEG 조성물을 제조한 바 있으며,<sup>[7-10]</sup> 그 후 CA/PEG 조성물을 이용한 판재 제조 및 안경테 가공을 실시하였다.

안경테 가공 결과, CA/PEG 조성물의 경우, 우수한 압출 특성 및 안경테 프론트 가공특성을 보였으나, 심입가공 시 금속심이 템플에 완전히 삽입되지 않는 심입가공성 불량 빈도가 기존 프탈레이트계 가소제 혼입 상용 CA 판재에 비해 높게 나타남을 확인하였다.

심입가공불량의 원인은, 심입가공조건과 소재 자체가 가지는 특성에 영향을 받을 것으로 예상된다. 첫번째 심입

\*Corresponding author: Se Guen Lee, TEL: +82-53-785-2520, E-mail: sklee@dgist.ac.kr

가공조건의 경우에는 기존장치의 활용성 증대 측면 및 소재의 변형 가능성으로 인해 가공조건의 과도한 변경의 어려움이 있으며, 심입가공성 개선의 근본적인 해결책을 제공하는데 어려움이 있다. 두번째, 소재 자체가 가지는 특성의 경우에는 가소제의 변경으로 발생된 원인으로 판단되며, CA/PEG 조성물의 열보존성이 기존 상용 CA 조성물에 비해 낮아, 심입가공 시 빠른 열손실로 인해 금속심이 템플에 심입되는데 어려움을 야기시킨 것으로 판단된다.

일반적으로 소재의 열보존성은 비열과 밀접한 관련이 있으며, 비열은 물질의 온도 상승에 대한 기준으로서 동일 중량이라도 비열이 작을수록 승온 및 감소속도가 빠른 특성을 가진다. 이는 비열이 낮을수록 외부 온도에 의한 영향이 크게 작용함을 의미한다. 따라서, 비열이 높은 물질의 경우에는 비열이 낮은 물질에 비해 다소 높은 열보존성을 가짐을 알 수 있다.

이러한 성질을 이용하여 CA/PEG 판재의 심입가공성을 향상시키기 위해 친환경 가소제인 PEG와 함께 높은 비열 값을 갖는 가소제의 적용을 검토하였다.

이에 본 연구에서는 CA/PEG 판재의 심입가공성 향상을 위해 심입가공성 온도 영역에서 상대적으로 높은 비열을 갖는 가소제인 triacetin을 도입하였으며, triacetin의 함량에 따른 CA/PEG/triacetin 조성물의 열적특성, 기계적 특성 및 광택도를 비교분석함으로써 안경테용으로 적합한 최적의 조성물을 결정하고자 한다.

## 대상 및 방법

본 연구에서 사용된 CA는 Eastman에서 시판되는 CA-398-30(Mw 50,000, DS=2.5)을 사용하였으며, 가소제인 PEG(Mw=600)와 triacetin은 Aldrich로부터 구입하여 사용하였다. CA/PEG/triacetin 조성물과의 물성 비교를 위해 사용된 상용 CA 레진은 프탈레이트계 가소제 함량이 30 wt%인 Rotuba의 범용 CA 안경테용 pellet을 사용하였다.

CA/PEG/triacetin 조성비에 따른 다양한 물성과의 상관관계를 확인하기 위해, 가소제 총량은 30 wt%로 고정하고, PEG/triacetin의 배합비를 30/0, 20/10, 10/20, 0/30 무게비로 조절된 시료를 제조하였다.

가소제 및 제조된 CA/PEG/triacetin 조성물의 비열 특성은 TA instruments Q-200 사차주사열량계를 이용하여 질소분위기에서 분석하였다. Differential scanning calorimetry (DSC)를 이용하여 비열을 구하기 위해서는 sample pan의 heat flow 값, 비열 상수를 구하기 위한 표준 시료의 heat flow 값(sapphire), 비열을 구하고자 하는 시료의 heat flow 값의 실험 결과가 필요하다. 이때 사용되는 pan은 무게차가 가장 적은 것을 사용하고 각 시료의 무게를 mg단위까

지 정확하게 측정해야 오차를 줄일 수 있다. 실험방법은 질소분위기에서 30°C에서 250°C까지 10°C/min의 승온 속도로 가열하여 얻어진 heat flow 실험값을 식 (1)의 비열 계산식에 대입하여 측정된다.

$$C_{p,sample,exact}(T) = C_{p,sapphire,exact}(T) \frac{W_{sample}(T) - W_{BASE}(T) m_{sapphire}}{W_{sapphire}(T) - W_{BASE}(T) m_{sample}} \quad (1)$$

여기서  $C_{p,sapphire,exact}$ 는 문헌상에 알려진 sapphire의 실제 비열값을 나타내며,  $W_{sample}$ ,  $W_{sapphire}$ ,  $W_{baseline}$ 은 각각 측정된 sample, sapphire, void pan의 heat flow 값을 나타낸다.

일반적으로 셀룰로오스 유도체의 경우, 강직한 분자사슬이 가지는 고유한 특성으로 인해 일반적인 열분석을 통한 다양한 열적특성을 고찰하는데 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 셀룰로오스 유도체의 유변학적 거동 분석을 통해 온도에 의한 고분자 체인의 유동성을 고찰하고자 한다. 제조된 CA/PEG/triacetin 조성물의 온도에 따른 점탄성 거동을 분석하기 위해 Physica MCR 301 Rheometer를 사용하여, frequency는 1 Hz, amplitude gamma는 0.1%로 고정하고 온도범위는 30°C에서 230°C까지 20°C/min의 승온 속도로 가열하면서 분석을 실시하였다. Rheometer 분석을 위한 시편은 가로 10 mm, 세로 20 mm, 두께 1 mm의 시편이 필요하며 시편의 크기를 규격화 하기위해 시편규격의 분석용 몰더를 제작하여 사출제조 하였다. 시편은 mini molder(Bau-Tech 915A)를 이용하여 230°C에서 5분간 가열 후 몰더에 주입하여 제조되었다.

또한, triacetin의 함량별 압출성을 확인하기 위해 용융지수측정기(MFI-10)를 이용하여 ASTM D1230 실험법으로 용융지수를 측정하였다. CA 조성물의 용융지수는 230°C로 가열한 실린더에 시료를 넣고 2.16 kg의 피스톤으로 부하를 가하며 오리피스를 일정시간동안 통과하여 나온 시료의 중량을 측정하여 10분 동안의 통과량으로 환산한다.

CA/PEG/triacetin 조성물의 열보존성을 평가하기 위하여 감온속도 분석을 실시하였다. 열풍건조기에서 5분간 180°C의 온도로 처리 한 후 상온에 방치한 직후부터 적외선 온도계를 이용하여 시간에 따른 시편의 온도 변화를 확인 하였다.

CA/PEG/triacetin 조성물의 물성 측정을 위하여 물성 평가용 시편을 제작하였다. 시편은 Bau-Tech mini molder Ba-915A를 이용하여 220°C에서 5분간 가열 후 몰더에 주입하여 제조하였으며 성형체는 가로 10 mm, 세로 65 mm, 두께 3 mm이며 물성측정용 부분의 길이는 25 mm, 폭 3 mm의 아령형으로 성형하여 사용하였다. 제작된 시편의 기계적인 물성을 측정하기 위하여 Universal Test Machine 1173 series(Instron, USA)를 사용하였다.

각 조건별 CA/PEG/triacetin 조성물의 표면을 분석하기 위해 가로 10 mm, 세로 65 mm, 두께 3 mm의 성형체를

미니몰더기를 이용하여 제작하였다. 광택도의 측정을 하기 전에 표면상태를 동일하게 하기 위하여 연마기를 이용하여 성형체의 표면을 연마하였다. 연마제는 0.25  $\mu\text{m}$ 의 다이아몬드 연마제와 0.05  $\mu\text{m}$ 의 알루미나 연마제를 사용하였으며 연마속도 및 시간은 각각 600 rpm, 1분으로 고정하였다. 연마된 성형체의 표면의 광택을 광택도계(유유계기 ETB268-F2)를 이용하여 측정하였으며 중~고광택용 65값을 5회 측정 후 평균값을 구하였다.

**결과 및 토론**

Fig. 1은 본 연구에서 사용된 가소제의 비열값을 나타낸 그래프이다. Fig. 1에서, PEG의 경우, triacetin과 상용 CA pellet의 가소제로 사용되는 DEP에 비해 가장 낮은 비열값을 보이며 측정 온도 영역에서 일정한 비열값을 나타냄을 확인하였다. 이는 상용 CA pellet과 비교 시, CA/PEG 조성물의 심입불량의 원인인 낮은 열보존성을 간접적으로 나타내며, 열보존성이 비열과 밀접한 상관관계가 있음을 의미한다. 반면, triacetin은 심입가공 온도 영역에서 가장 높은 비열값을 보이며, 180°C를 기점으로 급격한 감소를 보임을 확인하였다. 이러한 이유로 CA/PEG 조성물에 triacetin의 혼입은 비열값을 높이는데 중요한 인자가 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 diethyl phthalate(DEP)의 경우 PEG와 triacetin의 중간 정도의 비열값을 보이며 온도가 증가함에 따라 안정적인 증가 거동을 보임을 확인하였다.

Fig. 2는 CA/PEG/triacetin 조성물 pellet과 상용 CA

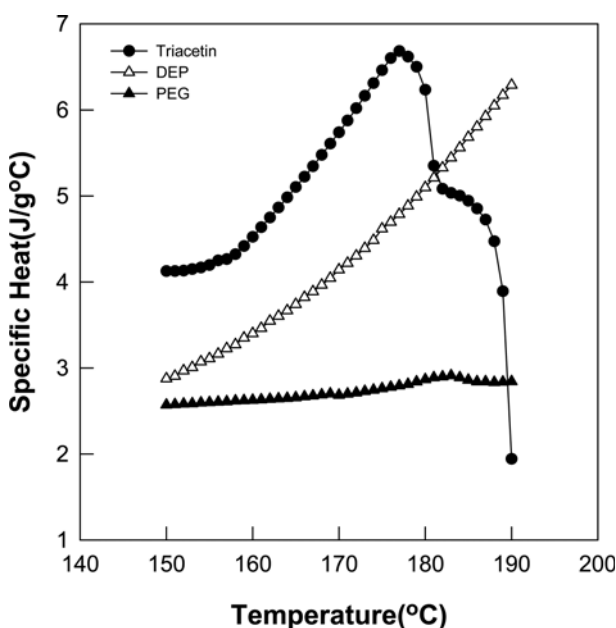


Fig. 1. Specific heat of plasticizers.

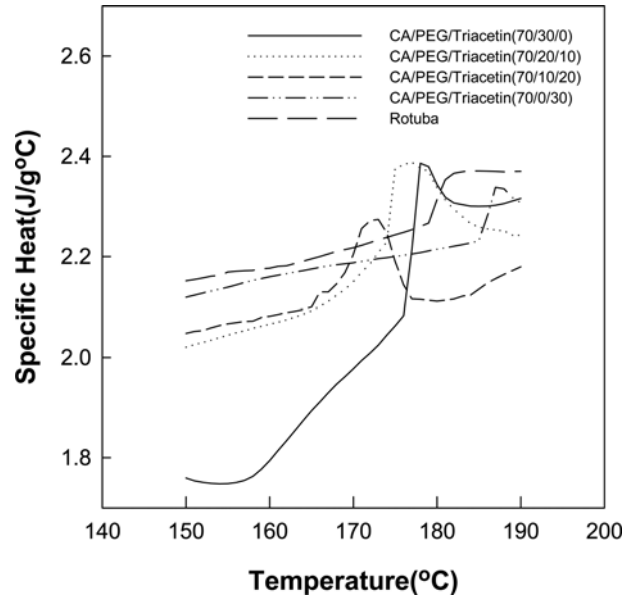


Fig. 2. Specific heat of CA/PEG/triacetin blends with different composition ratio.

pellet의 비열값을 나타낸 그래프이다. CA/PEG/triacetin 조성물에 투입되는 가소제의 총량은 프탈레이트계 가소제를 사용한 상용 CA레진의 함량인 30 wt%로 고정하고 PEG/triacetin의 투입비를 30:0, 20:10, 10:20, 0:30으로 변화시키며 각 조성비의 비열 값이 측정되어졌다.

Fig. 2와 Table 1에서 측정된 비열값을 살펴보면, PEG 없이 triacetin이 단독으로 혼입된 CA/triacetin 조성물이 상용 CA pellet과 가장 유사한 비열값을 보임을 나타낸다. 또한 triacetin이 혼입됨에 따라 PEG 단독으로 사용된 CA/PEG 조성물에 비해 높은 수준의 비열값을 보이며, triacetin의 함량이 증가함에 따라 비열값이 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 triacetin이 소량 첨가되더라도 비열의 변화량은 큰 폭으로 증가함을 나타내며, 2차 가소제의 존재 여부에 따라 소재의 열적 특성이 큰 폭으로 변화됨을 나타낸다.

CA/PEG/triacetin 조성물의 점탄성 거동분석의 경우, 열분석장비로는 열적특성분석에 어려움이 있는 고분자소재의 특성을 보다 정확하게 측정하는데 유용한 정보를 제공하며, Fig. 3은 온도에 따른 CA/PEG/triacetin 조성물의 tan  $\delta$  (damping factor) 변화를 나타낸 그래프이다. tan  $\delta$ 는 저장탄성계수(G')와 손실탄성계수(G'')간 비의 함수로 tan  $\delta$ 의 최고점으로 유리전이온도를 측정해 낼 수 있다. 그림에서 PEG 단독으로 사용하였을 때 유리전이온도는 137°C를 나타내고 triacetin의 함량이 증가함에 따라 유리전이온도의 감소를 확인할 수 있으며 PEG/triacetin 0/30 일 때 124°C로 가장 낮은 값을 나타낸다. 이는 triacetin의 혼입을 통해 낮은 온도에서 CA의 가소화 효과가 증대됨을 의미한다.

Table 1. Specific heat and heat flow of CA/PEG/triacetin blends with different composition ratio

PEG/Triacetin 투입비	Temperature (°C)	Heat flow (mW)	Specific heat (J/g°C)
30/0	160	-4.756	1.794
	165	-5.061	1.893
	170	-5.317	1.977
	175	-5.572	2.063
	180	-6.549	2.343
	185	-6.333	2.300
	190	-6.331	2.315
20/10	160	-7.729	2.066
	165	-7.743	2.092
	170	-7.504	2.150
	175	-8.188	2.375
	180	-8.176	2.337
	185	-7.909	2.258
	190	-7.841	2.242
10/20	160	-6.641	2.082
	165	-6.868	2.099
	170	-7.115	2.204
	175	-7.122	2.191
	180	-6.641	2.110
	185	-6.696	2.135
	190	-6.589	2.179
0/30	160	-6.796	2.159
	165	-6.835	2.175
	170	-6.868	2.187
	175	-6.938	2.200
	180	-6.857	2.215
	185	-6.861	2.231
	190	-6.781	2.307
CA/Phthalate (70/30)	160	-5.525	2.177
	165	-5.538	2.191
	170	-5.570	2.218
	175	-5.598	2.244
	180	-5.782	2.314
	185	-5.917	2.371
	190	-5.854	2.370

Fig. 4는 온도에 따른 CA/PEG/triacetin 조성물의 complex viscosity의 변화를 나타낸 그래프이다. triacetin의 함량이 증가함에 따라 측정온도 전 영역에서 다소 낮은 점도값을

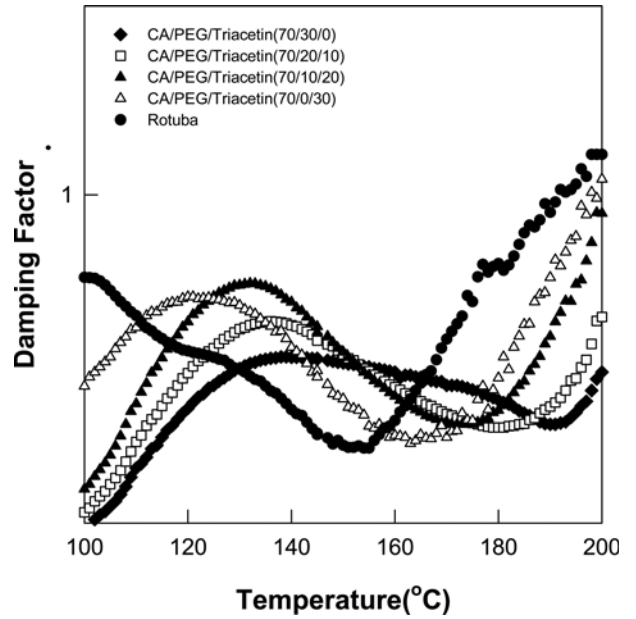


Fig. 3. Damping factor( $\tan\delta$ ) of the CA/PEG/triacetin blends with different composition ratio.

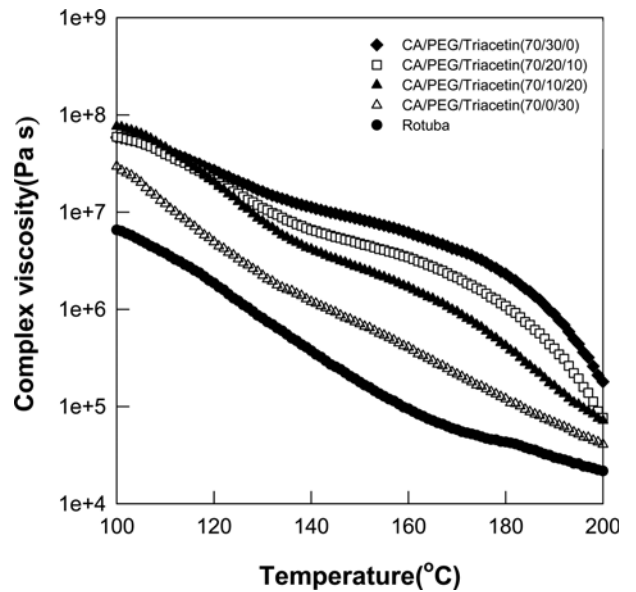


Fig. 4. Complex viscosity of the CA/PEG/triacetin blends with different composition ratio.

보임을 확인할 수 있다. 상기 결과를 토대로 판단하였을 때, 심입가공 시 동일한 온도에서 CA/PEG/triacetin을 가열하여 연화시킨다면 triacetin의 함량이 증대될수록 시료의 연화정도가 증대되어 즉 시료의 점성이 낮아져 심입가공이 용이하게 진행될 것으로 예상된다.

고분자의 용융특성은 제품의 가공성에 직접 관계될 뿐만 아니라 최종 제품 물성에도 영향을 미치는 중요한 인자이다. 이러한 용융특성을 나타내는 기준으로 용융지수나 용융흐름지수가 사용되며, 이러한 측면에서 CA/PEG/

Table 2. Thermal properties of CA/PEG/triacetin blends

PEG 600 (wt%)	Triacetin (wt%)	$[\eta^*]$ 150°C	$[\eta^*]$ 200°C	T <sub>g</sub> onset point (°C)	Melt Index (g/10 min)
30	0	8250000	165000	137	11.3
20	10	4700000	71000	135	11.0
10	20	2580000	66000	131	9.6
0	30	684000	41000	124	10.7

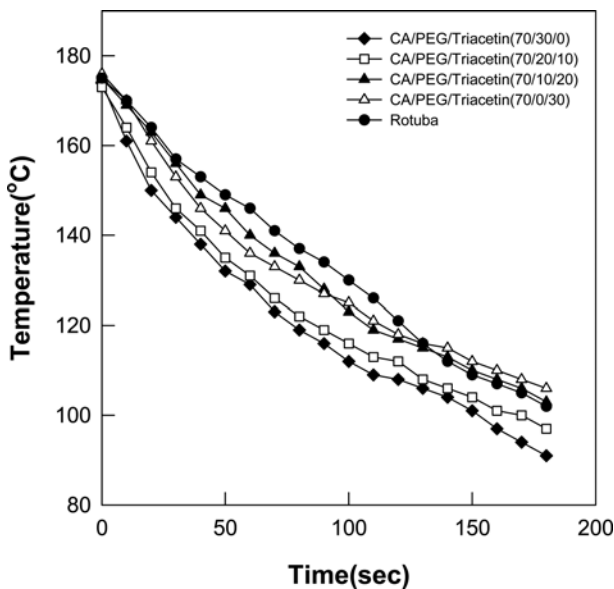


Fig. 5 Temperature decreases speed of the CA/PEG/triacetin blends with different composition ratio.

triacetin 조성물의 압출성을 판단하기 위해 Table 2에 CA pellet의 용융지수(melting index)를 나타내었다. triacetin의 투입량이 증가할수록 용융지수 값이 미소하게 감소하는 경향을 보임을 나타내는데, 수치상의 차이로 판단했을 때 압출성에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 예측된다.

CA 안경테 템플의 심입가공과 유사한 공정을 모사하여, CA/PEG/triacetin 조성물 판재가 심입가공공정에 실질적으로 투입되었을 때, 조성비에 따라 제조된 안경테 템플의 열보존성을 판단하기 위한 방법으로 감온속도 측정 실험이 진행되었다. 미니플더로 제작된 샘플을 열풍건조기에서 5분 동안 180°C의 온도로 처리한 후 상온에서 방치 시, 시료의 시간에 따른 온도 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 상용 CA pellet을 기준으로 PEG 단독 혼입 CA pellet의 경우, 시간에 따른 감온율이 크게 증가함을 보였고, triacetin의 함량이 증가함에 따라 상용 CA pellet과 유사한 감온 그래프를 나타냄을 확인하였다. 이는 비열이 높은 triacetin의 투입으로 CA/PEG/triacetin 조성물의 열 보존성이 증가되었기 때문이다.

Fig. 6과 Table 3은 CA/PEG/triacetin 조성물의 기계적 물성 변화를 나타내었다. 그림에서 triacetin의 함량이 증

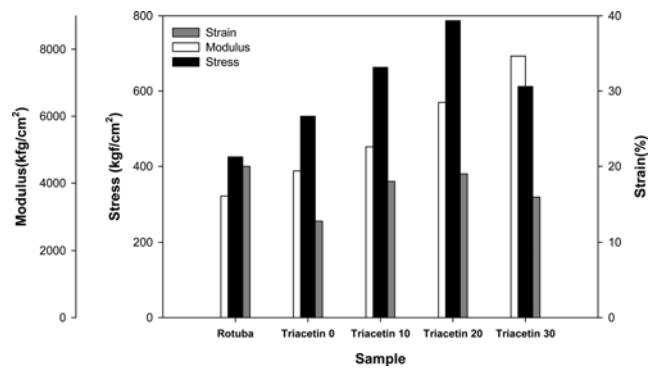


Fig. 6. Mechanical properties of the CA/PEG/triacetin blends with different composition ratio.

Table 3. Mechanical properties of CA/PEG/triacetin blends

PEG 600 (wt%)	Triacetin (wt%)	Young's Modulus (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tensile Strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	Strain (%)
30	0	4360	533	13
20	10	5083	663	18
10	20	6410	787	19
0	30	7796	612	16
CA/Phthalate (70/30)		3630	425	20

가함에 따라 인장강도, 인장탄성율 등의 기계적 강도가 증가하는 경향을 보이며, triacetin이 단독으로 사용된 조성물의 경우에는 PEG/triacetin 혼합 조성물에 비해 오히려 기계적 물성이 감소하는 경향을 보였다. 이는 triacetin이 CA에 대한 가소제 역할 뿐만 아니라 PEG와 CA간의 혼화성을 향상시키는 작용에도 간여하는 것으로 예상된다. triacetin은 아세트산의 글리세린 에스테르로서 약간의 수용성을 가지는 화합물로 알려져 있다. 이러한 분자 구조적인 이유로 셀룰로오스 아세테이트의 아세틸기간의 혼화성 및 수용성 PEG간의 작용성으로 인해 triacetin의 혼입에 의해 물성측면이 증대된 것으로 판단된다.

결론적으로, CA/PEG/triacetin 조성물의 경우, 상용 CA 및 단독 가소제 혼입 CA와 비교 시, 유사하거나 높은 수준의 신도를 가짐에도 불구하고 우수한 인장강도를 나타냄을 확인 할 수 있다.

Table 4. Glossiness of CA/PEG/triacetin blends of before and after polishing

PEG 600 (wt%)	Triacetin (wt%)	Glossiness	
		Before polishing	After polishing
30	0	99.4%	99.7%
20	10	94.0%	99.7%
10	20	90.1%	97.5%
0	30	87.0%	93.5%
CA/Phthalate (70/30)		99.3%	99.7%

Table 4는 triacetin의 함량변화에 따른 광택도 변화를 나타내었다. 연마 전 시료의 광택도를 비교 하였을 때, triacetin이 혼입된 조성물의 경우, 상용 CA와 PEG 단독 CA에 비해 낮은 광택도를 보이며, 또한 triacetin의 함량이 증가함에 따라 광택도가 감소하는 경향을 나타내었다. 반면 연마 후 시료의 경우에는 triacetin의 함량이 상대적으로 PEG에 비해 낮은 수준으로 혼입된 시료의 경우, PEG 단독 CA 및 상용 CA와 동등수준의 광택도를 보임을 확인하였다. 일반적으로 CA 안경테는 심미적인 특성인 투명성 및 광택이 강조되는 것을 고려하였을 때, triacetin의 함량을 최소화 하는 방향으로 CA/PEG/triacetin 조성물을 제조하는 것이 심미적 특성과 광택을 유지하는 방법 중 하나이다.

## 결 론

친환경 가소제를 도입한 CA/PEG 안경테 판재의 심입가공성을 향상시키기 위해 심입가공 온도에서 비교적 높은 비열을 갖는 친환경 가소제인 triacetin을 2차 가소제로 도입함으로써 심입가공성의 향상 평가를 진행하였다. CA/PEG 조성물에 2차 가소제로 triacetin이 혼입됨에 따라 PEG 단독으로 사용된 CA/PEG 조성물에 비해 높은 수준의 비열을 보였으며 열적거동을 분석한 결과 triacetin의 함량이 증가할수록 유리전이온도가 감소하는 경향을 확인하였고 CA/PEG/triacetin 조성물의 complex viscosity가 전 영역에서 다소 낮은 점도값을 보여 심입가공이 향상될 것으로 보인다. 또한 triacetin의 함량이 증가할수록 용융지수 값이 미소하게 감소하는 경향을 보이는데, 수치상의 차이로 판단했을 때 압출성에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

CA/PEG/triacetin 조성물 판재의 심입가공성을 판단하기 위해 열보존성을 측정된 결과 triacetin의 투입으로 상용 CA pellet 수준까지 열보존성이 증가되었다.

다양한 PEG/triacetin의 투입비에 따라 물성을 측정된 결과 triacetin의 함량이 증가함에 따라 인장강도, 인장탄성률 등 기계적 강도가 증가하는 경향을 보이며, triacetin이 CA에 가소제 역할과 동시에 PEG와 CA간의 혼화성을 향상시켜 우수한 인장강도를 나타내었다.

CA 안경테에 중요한 심미적인 특성인 투명성 및 광택도의 경우, triacetin의 함량이 늘어날수록 광택도가 감소하는 경향을 나타내었으며, PEG의 함량이 상대적으로 높은 조성물이 상용 CA와 동등수준의 광택도를 보였다.

따라서 PEG/triacetin의 투입비율을 조절하며 심입가공성을 향상시키고, 안경테 판재로 사용되기 적합한 물성 및 특유의 광택과 우수한 심미성을 만족하는 CA 판재를 제조할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부 대구경북과학기술원의 기관 고유사업 및 지식경제부 산업원천기술개발사업(과제번호: 10037346)으로 이루어졌으므로 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- [1] Scandola M, Ceccorulli G. Viscoelastic properties of cellulose derivatives: 1. cellulose acetate. *Polymer*. 1985;26(13):1953-1957.
- [2] Arthanareeswaran G, Thanikaivelan P, Srinivasn K, Mohan D, Rajendran M. Synthesis, characterization and thermal studies on cellulose acetate membranes with additive. *European Polymer Journal*. 2004;40(9):2153-2159.
- [3] Rustemeyer P. *Cellulose Acetate: Properties and Applications*, 1st Ed. Freiburg: Willy-VCH, 2004;255-267.
- [4] Szmel G, Domjń A, Klbert S, Puknszky B. Molecular structure and properties of cellulose acetate chemically modified with caprolactone. *European Polymer Journal*. 2008;44(2):357-365.
- [5] Pyo HS, Park SJ, Kwon OS. Environmental analysis and human health risk assessment. *Analytical science & technology*. 2001;14(1):1-10.
- [6] Lee JK, Kim JH, Lee EH, Kim YK, Hong JT, Park KS, et al. Dermal and ocular irritation studies of some phthalates in rabbits. *J Toxicol Res*. 2001;17(2):91-96.
- [7] Lee HS, Lee SJ, Jung SW, Kim HC, Kim EJ, Lee SG, et al. Preparation and characterization of cellulose acetate/poly ethylene glycol blend having high melt processibility. *J Korean Oph Opt Soc*. 2012;17(1):1-10.
- [8] Choua W, Yua D, Yang M, Jou C. Effect of molecular weight and concentration of PEG additives on morphology and permeation performance of cellulose acetate hollow fibers. 2007;57(2):209-219.
- [9] Lee HS, Lee SJ, Jung SW, Kim HC, Kim EJ, Lee SG, et

al. Studies on the cellulose acetate glasses frame sheet. J Korean Oph Opt Soc. 2011;16(1):13-19.

on the current status of spectacle frames standards. J Korean Oph Opt Soc. 2009;14(1):9-15.

[10] Yu DS, Kim IS, Son JS, Sung DY. A comparative study

## Study on the Eco-friend Frame Sheet with Improved Glasses Temple's Insertion-processibility by Blending Plasticizer of High Specific Heat

Young Min Seo<sup>1</sup>, Hae Sung Lee<sup>2</sup>, Sung Jun Lee<sup>2</sup>, Sang Won Jung<sup>2</sup>, Hyun-Chul Kim<sup>2</sup>, Eun joo Kim<sup>2</sup>, Young Jun Go<sup>3</sup>, Jin Hyun Choi<sup>1</sup>, and Se Guen Lee<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Advanced Organic Materials Science & Engineering, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>2</sup>Nano&Bio Research Division, Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology, Daegu 711-873, Korea

<sup>3</sup>Business Planning Team, Korea Optical Industry Support Center, Daegu 712-814, Korea

(Received January 30, 2013; Revised March 12, 2013; Accepted March 16, 2013)

**Purpose:** To improve glasses temple's insert processibility of CA/PEG blend, triacetin with higher specific heat values in the processing temperature range is used as second plasticizer. **Methods:** The total amount of plasticizer is fixed at 30 wt% by CA. To determine optimal CA/PEG/triacetin blend for glasses frame, blends with different composition ratio were examined by various analysis: thermal properties, mechanical properties, glossiness. **Results:** Specific heat of the CA/PEG blend increased as the content of triacetin. In CA/PEG/triacetin blends, as triacetin concentration is increased, glass transition temperature is decreased and heat conservation rate of composites is increased. Furthermore, CA/PEG/triacetin blend exhibited higher mechanical properties and similar gloss characterization with CA/PEG blend. **Conclusions:** It is possible to improve the processibility inserting metal support to CA temple through varying the weight ratio of PEG/triacetin. The extruded sheets of CA/PEG/triacetin blend had better glossiness and mechanical properties than those of CA/PEG blend.

**Key words:** Cellulose acetate, Specific heat, Eco-friendly, Triacetin, Glasses temple's insert processing