

천연유래 멘톨을 함유한 투명 아크릴 감압성 점착제 제조 및 점착특성

백승석 · 홍세흠 · 황석호[†]

단국대학교 고분자공학과

(2016년 3월 1일 접수, 2016년 4월 6일 수정, 2016년 5월 18일 채택)

Preparation and Adhesion Performance of Transparent Acrylic Pressure Sensitive Adhesives Containing Biomass-derived Menthol Moiety

Seung-Suk Beak, Seheum Hong, and Seok-Ho Hwang[†]

Department of Polymer Science & Engineering, Dankook University, Yongin, Gyeonggi 16890, Korea.

(Received March 1, 2016; Revised April 6, 2016; Accepted May 18, 2016)

초록: 본 연구는 2-ethylhexyl acrylate와 2-hydroxyethyl acrylate 기본 조성물에 천연물질인 menthol로부터 합성한 menthyl acrylate(MnA)와 석유화학 기반 isobornyl acrylate(BOA)의 조성비를 변화시키면서 광중합된 공중합체를 이용하여 자외선 경화형 투명 감압성 점착제를 제조하였다. 시럽의 기본 물성인 고형분 및 분자량 분석뿐만 아니라 제조된 감압성 점착제의 점착특성과 광학특성을 고찰하였다. 모든 아크릴 감압성 점착제는 약 3.5 kg/25 mm의 180° 박리력과 약 0.25 kg의 초기점착력을 BOA와 MnA 조성비에 상관없이 거의 유지하였다. 또한 모든 아크릴 감압성 점착제에서 93% 이상의 광투과도와 1.0% 이하의 haze 값, 그리고 1.0 이하의 색차값을 보여주었다.

Abstract: Transparent acrylic pressure sensitive adhesives (PSAs) were successfully prepared by photopolymerization with 2-ethylhexyl acrylate and 2-hydroxyethyl acrylate as a default constituent and with isobornyl acrylate and biomass-derived menthyl acrylate as a variable constituent. The concentration effect of menthyl acrylate in the acrylic PSAs was investigated on adhesion and the optical properties as well as the characteristics (solid content, and molecular weight) of the syrups were also investigated. Regardless of increasing menthyl acrylate concentration in the acrylic PSAs, the acrylic PSAs exhibited almost the same adhesion performance such as 180° peel strength (~3.5 kg/25 mm) and probe tack (~0.25 kg). All acrylic PSA samples also showed high transmittance (more than 93%), low haze (less than 1.0%) and low color-difference (less than 1.0).

Keywords: pressure sensitive adhesive, menthyl acrylate, photopolymerization, UV-curing, biomass.

서 론

감압성 점착제(pressure sensitive adhesives, PSAs)의 개발은 1845년 외과의사인 Horace Day가 의료목적으로 제조한 점착형 패치가 소개되면서 최초로 시작되었다.¹ 감압성 점착제란 지압과 같은 작은 압력으로 단시간 동안 상온에서 피착면에 점착이 가능하며, 제거시에는 일반적인 점착제와는 다르게 피착면에 잔여물을 남기지 않고 쉽게 제거되는 점착제로 정의되고 있다.^{2,4} 점착제는 반창고 형태를 최초로 시작하여 인체에 무해한 봉합용 점착제까지 발전하였으며, 적용 범위도 메모지와 같은 사무용품에서 자동차, 건설, 전기·전자

등의 산업용 점착제까지 폭넓게 증가되고 있다.⁵⁻⁷ 최근에는 핸드폰과 같은 IT 산업이 발달함에 따라 touch screen panel (TSP)를 사용하는 전자기기의 수요가 급증하여, TSP 내 사용되는 광학용 투명 점착제에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.⁸

산업 전 분야에서 이산화탄소와 같은 온실가스의 문제가 사회적 문제로 대두되면서, 세계 각 국가들은 석유화학 기반 화학물질에 의한 환경파괴를 억제하기 위해서 유해물질이나 환경부하 물질들을 지정하여 제조과정, 취급 및 폐기에 이르기까지 여러 가지 법령이나 규제를 통하여 이들의 사용을 제한하고 있다. 점·점착제 기술개발 분야에서도 이러한 환경부하를 경감할 수 있는 다양한 노력이 진행되고 있으며 특히, 수용성 점착제와 광경화성 점착제 개발이 중점적으로 진행되어 왔다.^{9,10} 특히, 광경화성 점·점착제의 장점은 100% 고형분이기 때문에 유기용제에 의한 환경오염이 적으며 저온 경화

[†]To whom correspondence should be addressed.

E-mail: bach@dankook.ac.kr

©2016 The Polymer Society of Korea. All rights reserved.

가 가능하여 열가소성 플라스틱, 목재, 종이 등 고온에서 경화가 곤란한 기재에도 사용할 수 있는 장점이 있다. 또한 경화속도가 빠르고, 공정이 단순하여 기존의 열중합형에 비해 설비 및 생산성, 그리고 에너지 절감 등의 매우 유리한 측면이 있다.¹¹⁻¹³

재료적인 측면에서, 천연으로부터 유래한 다양한 바이오폐스를 이용한 점착제 제조에 대한 연구결과들이 최근 많이 보고되고 있다. 특히, 변성 콩기름(soybean oil)기반 점착제에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며,¹⁴⁻¹⁶ 그 밖의 바이오매스(starch, proteins, soy protein 등)를¹⁷⁻²⁰ 이용한 점·점착제 개발도 여러 연구기관에서 동시 다발적으로 진행되고 있다.

감압성 점착제의 점착물성은 초기점착력(probe tack), 박리력(peel strength), 응집력(cohesion strength) 등으로 나타낼 수 있고, 단량체의 관능기, 분자량, 가교제 등에 의해서 결정된다. 또한 공중합체를 사용할 경우 단량체의 조성에 따라 점착물성이 변하게 된다.² 따라서 본 연구에서는 고투명 UV-경화형 아크릴 감압성 점착제에 적용되고 있는 석유화학 기반의 아크릴 단량체들 중 일부분을 천연유래 기반 단량체로 대체함으로써 점착제의 환경부하를 최소화하고자 하였다. 천연물에서 추출할 수 있는 멘톨(menthol)을^{21,22} 이용하여 menthyl acrylate(MnA)를 합성하고, 천연유래 단량체를 적용한 고투명 아크릴 감압성 점착제를 제조하여 천연유래 기반 단량체의 함량 변화에 따른 점착제의 점착 및 광학적 물성을 고찰하였다.

실 험

시약 및 재료. 2-Ethylhexyl acrylate(2-EHA; Junsei Chemicals, Japan), 2-hydroxyethyl acrylate(2-HEA; Junsei Chemicals, Japan), isobornyl acrylate(IBOA; Aldrich, USA), DL-menthol(Alfa Aesar, USA)은 정제과정 없이 그대로 사용하였다. 분자량 조절제(chain transfer agent)는 *n*-dodecyl mercaptan(Aldrich, USA)과 광개시제는 1-hydroxycyclohexyl phenyl ketone(Irgacure 184; Ciba specialty chemicals, Switzerland), 그리고 가교제는 1,6-hexanediol diacrylate(HDDA; Aldrich, USA)를 별도의 정제과정 없이 그대로 사

용하였다. 사용된 이형필름(ROL751, ROH751)과 PET 필름(U48)은 (주)도레이 첨단소재 제품을 각각 사용하였다.

Menthyl Acrylate(MnA) 합성. MnA 합성은 기존의 문헌에²³ 따라서 진행하여 투명한 액체 화합물(9.5 g, 수율=70.6%)을 얻었다. ¹H NMR (CDCl₃, 400 MHz): δ 6.39 (dd, 1H), 6.11 (dd, 1H), 5.81 (dd, 1H), 4.77 (m, 1H), 2.05-0.97 (m, 9H), 0.91 (t, 6H), 0.77 (d, 3H); ¹³C NMR (CDCl₃, 100 MHz): δ 165.99, 130.38, 129.16, 74.45, 47.02, 41.00, 34.39, 31.52, 26.45, 23.64, 22.17, 20.87, 16.54; ESI-MS: *m/z* 210.2 [M] + (*Calcd. m/z* 210.16).

시럽(Syrup) 합성. 2구 둥근 플라스크에 단량체인 2-EHA, 2-HEA, MnA, IBOA와 광개시제 및 분자량 조절제를 투입한 후 상온에서 일정한 속도로 교반하면서 고순도 질소 가스로 purging하였다(Table 1). Purging이 완료된 후 고순도 질소 가스 기류하에서 혼합액을 교반하면서 플라스크 외부에 설치된 UV lamp(UV-A black light, λ=315-400 nm)를 일정량 조사하여 공중합체를 중합하였다. 적당한 점도의 혼합액이 형성되었을 때 반응을 종결시키기 위해 초고순도 air 기류하에서 30 분 동안 투입하여 라디칼반응을 종결하였다. 반응이 완료된 후 가교제(0.2 phr)와 광개시제(0.5 phr)를 추가로 투입하여 점착제 필름 제조를 위한 시럽을 제조하였다.

점착제 필름제조. Barcoater를 이용하여 20.0 mm/sec의 속도로 시럽을 일정하게 이형필름 위에 도포한 후 UV lamp(UV-A black light)를 8분 동안 조사시켜 약 100 μm의 점착제 필름을 제조하였다.

단량체 분석. 합성된 단량체의 화학적 구조를 확인하기 위해 JEOL, JNM-LA400 spectrometer(400 MHz)로 ¹H NMR과 ¹³C NMR을 측정하였다. 사용된 용매는 중수소로 치환된 chloroform을 사용하였다. 질량분석은 Agilent사 6100 Series Single Quadrupole LC-Mass spectrometer를 사용하였다.

시럽 특성분석. 합성된 시럽의 분자량은 RI detector가 부착된 Agilent 1260 GPC system(agilent technologies)을 이용하여 분석하였다. 사용한 컬럼은 PLgel 5 μm MIXED-C(agilent technologies)를 25 °C에서 사용하였고, 전개용매는 HPLC용 THF(1 mL/min)를 사용하였다. 분자량 표준물질로 단일분자량의 폴리스티렌이 사용되었다. 시럽 내 고형분 함

Table 1. Formulations of UV-Photopolymerization for the Acrylic PSA Syrups

Sample ID	MnA (mol%)	IBOA (mol%)	2-EHA (mol%)	2-HEA (mol%)	PI ^a (phr)	CTA ^b (phr)
MnA-0	0	25.00	50.00	25.00	0.05	0.01
MnA-25	6.25	18.75	50.00	25.00	0.05	0.01
MnA-50	12.50	12.50	50.00	25.00	0.05	0.01
MnA-75	18.75	6.25	50.00	25.00	0.05	0.01
MnA-100	25.00	0	50.00	25.00	0.05	0.01

^aPhotoinitiator (1-hydroxycyclohexyl phenyl ketone). ^bChain transfer agent (*n*-dodecyl mercaptan).

량(solid content)은 TGA Q50(TA Instruments)를 승온 속도는 30 °C/min로 30~600 °C까지 질소 기류하에서 측정하여 220 °C에서 잔여중량을 백분율로 환산하여 시럽 내 고형분을 계산하였다.²⁴ 시럽의 점도는 small sample adapter가 부착된 Brookfield 점도계(model: DV2T LV TJ0)를 이용하여 상온에서 측정하였다. 시럽의 광경화 거동은 DSC Q2000 with Omnicure S2000(TA Instruments)를 이용하여 질소 기류하에서 210초 동안 70 mW/cm²의 UV 광을 조사하여 측정하였다.

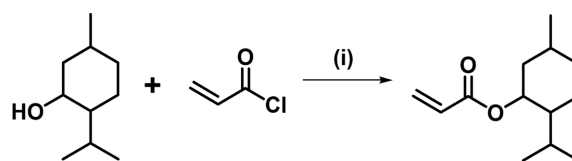
점착제 특성분석. 초기점착력(probe tack) 측정은 TA.XTPlus texture analyzer(texture technology)를 이용하여 깨끗한 probe 끝을 0.5 mm/min의 속도와 100 g의 접촉 하중으로 1초 동안 점착제와 접촉 후 제거하였을 때 필요한 최대 힘을 측정하였다. 박리강도(peel strength) 측정은 한 면이 PET 필름인 점착제를 세척된 소다라임 유리 면에 25 mm 너비로 부착한 후 2 kg 하중의 고무롤러를 왕복 2회 반복하여 부착시켰다. 부착 후 1시간 경과한 후 texture analyzer를 이용하여 상온에서 300 mm/min의 인장속도로 180° 박리력을 측정하였다. 응집력(cohesion strength)은 20×20 mm² 크기의 점착제를 소다라임 유리와 PET 필름에 2 kg 하중의 고무롤러를 왕복 2회 반복하여 부착시킨 후 24시간 동안 점착을 유지한 후 LR30K plus UTM(LLOYD instruments)을 이용하여 50 N의 힘으로 300초 동안 힘을 가했을 때 이동한 거리로 내부응집력을 측정하였다. Gel content를 측정하기 위해 점착제를 속실판 장치기를 이용하여 아세톤을 24시간 동안 환류시켜 미반응 물질을 제거한 후 남아있는 물질의 잔여중량을 측정하여 초기 중량과 비교하여 gel content를 계산하였다. 점착제의 점탄성 거동은 ARES-G2 Rheometer(TA instruments)를 이용하여 30 °C의 온도에서 frequency sweep 실험을 oscillation frequency는 0.1 rad/s에서 100 rad/s까지 측정하였고, temperature sweep 실험은 -60~80 °C의 온도범위에서 oscillation frequency는 6.28 rad/s에서 측정하였다. 점착제의 광학적 특성을 확인하기 위해 Lambda-350 UV/Vis spectrometer(Perkin Elmer)을 이용하여 투과도를 측정하였고, NDH 5000(Nippon Denshoku)를 이용하여 점착제의 haze를 측정하였고, 점착제의 색차측정은 SA 4000(Nippon Denshoku)을 이용하였다. 점착제의 굴절률은 SPA-3DR Prism Coupler(Sairon Technology)를 사용하였으며 광원으로는 632.8 nm 파장의 레이저를 사용하였다.

결과 및 토론

일반적으로 감압성 점착제에 많이 사용되고 있는 석유화학 기반 단량체인 IBOA를 천연유래 아크릴 단량체로 대체하기 위해, 본 연구에서는 천연유래 menthol과 acryloyl chloride간의 염기 존재하에서 친핵성 아실 치환반응을 통하여 MnA를 합성하였다(Scheme 1). 합성한 MnA는 NMR과 LC-Mass를 통해 화학구조를 확인하였다. ¹H NMR 스펙트럼에서 6 ppm 근처의 피크, ¹³C NMR 스펙트럼에서 130 ppm 근처의 피크가 새롭게 나타남으로써 분자구조 내 아크릴기가 있는 것을 확인하였고, LC-mass를 통해 210.2 [M]⁺의 값을 얻어 MnA가 성공적으로 합성되었음을 확인하였다.

점착제 시럽의 분자량은 점착력뿐만 아니라 점착제 필름제조에 많은 영향을 준다. 시럽의 점도는 고형분의 함량 및 중합된 고분자의 분자량 등에 의해서 결정되어 낮은 점도의 시럽은 점착제 필름형성이 어려운 반면에, 높은 점도의 시럽은 고른 코팅면을 유지하기 어렵기 때문에 점착제의 제조공정에서 문제가 발생할 수 있다.^{25,26} 따라서 점착제 필름 제조를 보다 용이하게 하기 위해 제시된 시럽의 점도는 500~40000 cPs가 적절한 것으로 알려져 있다.²⁷ 본 연구에서는 적절한 점도의 시럽을 얻기 위해 광중합시 UV 조사량을 적절히 조절하여 시럽 내 고형분의 함량을 조절함으로써 시료의 분자량은 1030000~1150000 g/mol, 점도는 2500~5400 cPs를 갖는 시럽을 얻었다(Table 2).

감압성 점착제 내 MnA와 IBOA 단량체의 조성비에 따른 중합거동을 확인하기 위해, UV 광조사에 따른 반응엔탈피 변화를 photo-DSC로 측정하여 그 결과를 Figure 1에 나타내었다. MnA의 함량에 상관없이 비슷한 반응엔탈피 거동을 가지고 있음을 확인하였고, 이는 MnA가 본 연구에서 조성된 시럽의 광경화에 영향을 주지 않는 것을 확인하였다. 또한 점



Scheme 1. Reagent and conditions: (i) Et₃N, 0 °C.

Table 2. Characteristics of the Acrylic PSA Syrups

Sample ID	M_n (g/mol)	M_w (g/mol)	PDI	Solid content (%)	Gel content (%)
MnA-0	420000	1150000	2.74	19.04	92.38
MnA-25	410000	1030000	2.51	14.11	92.83
MnA-50	540000	1220000	2.26	14.74	94.30
MnA-75	470000	1040000	2.21	15.62	90.96
MnA-100	520000	1100000	2.11	13.28	93.59

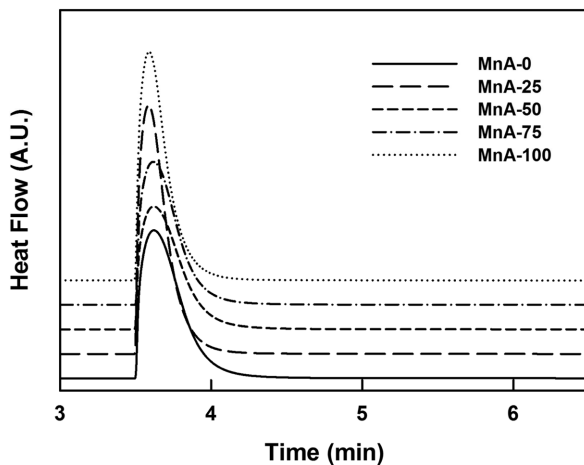


Figure 1. Photo-DSC thermograms of the acrylic PSA syrups with different MnA content.

착제 시럽이 UV에 의해 충분히 경화가 일어났는지 확인하기 위해 점착제 필름의 gel content를 측정하여 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 모든 점착제 샘플들은 90% 이상의 gel content를 보여주고 있다. 아크릴계 감압성 점착제가 대부분 semi-IPN(interpenetrating polymer network) 구조이므로 모든 샘플에서 충분히 경화가 이뤄졌음을 확인할 수 있다.

투명 감압성 점착제 제조에 사용되는 일반적인 아크릴 단량체들 중 IBOA는 분자 내 강직한 bicyclic 화학구조로 인해 감압성 점착제의 내부 응집력을 높이기 위한 강직한 단량체로 주로 사용된다.¹⁰ 본 연구에서 채택된 menthol기도 강직한 cyclohexyl기를 포함하고 있어 IBOA를 대신하여 감압성 점착제의 응집력 향상을 위한 강직한 단량체로 충분히 사용될 수 있을 것으로 판단된다. Figure 2는 점탄성 시험 중 frequency sweep 시험으로 MnA 함량변화에 따른 감압성 점착제의 저장탄성률(G')의 변화를 측정된 결과이다. 감압성 점착제에서 G' 의 증가가 점착력을 증가시키는 것은 이전에 Bikermann²⁸의 의해 제안된 적이 있으며, G' 값이 너무 높아지면 젖음성이 감소하여 초기점착력을 감소시킨다는 연구결과가 보고된 바도 있다.²⁹ 따라서 감압성 점착제의 점착력을 충분히 발현하기 위해서는 점탄성 frequency sweep 실험상에서 low frequency 영역 내에서는 낮은 G' 값을 유지하고 frequency가 증가함에 따라 G' 값이 증가해야 한다고 알려져 있다.³⁰ Figure 2에서 보는 바와 같이 low frequency 영역에서는 상대적으로 낮은 G' 을 보이고 high frequency 영역에서는 높은 G' 을 보이는 전형적인 점착제의 점탄성 거동을 보여주고 있다. High frequency에서 감압성 점착제의 응집력을 유지하는 IBOA 단량체의 함량을 MnA 단량체로 대체하였을 때, 감압성 점착제의 G' 이 거의 변화가 없음을 Figure 2에서 알 수 있다. 이러한 결과를 뒷받침하기 위해 MnA 함량에 따른 응집력 변화를 creep test로 측정하여 Figure 3에 나타내었다. Creep test

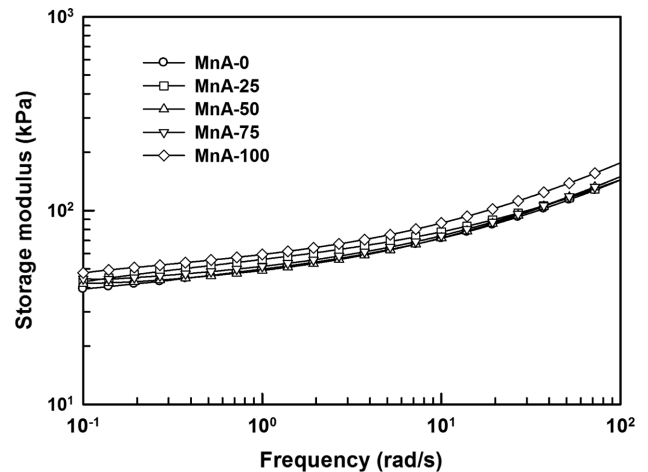


Figure 2. Frequency dependence of storage modulus (G') for the acrylic PSAs with different MnA content.

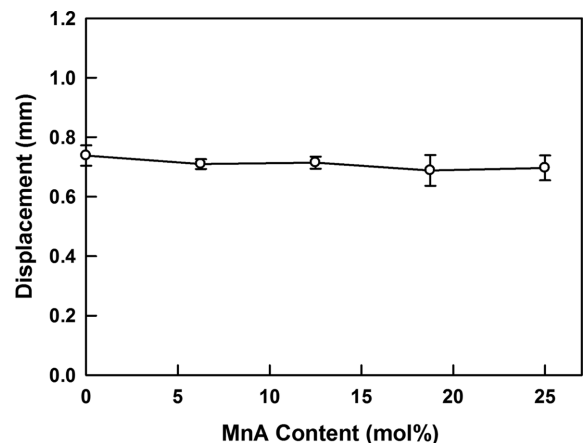


Figure 3. Shear holding power of the acrylic PSAs with different MnA content.

에서 늘어난 변위(displacement) 측정치는 점착제의 응집력 평가에 사용되어지고 있다.³¹ MnA 함량에 따른 점착제의 늘어난 변위가 거의 일정한 것은 점착제의 응집력이 서로 유사하다는 의미이다. 이러한 결과로부터 새롭게 합성한 MnA가 감압성 점착제 내에서 응집력을 충분히 발현하고 있음을 확인할 수 있다.

Figure 4(a)은 일정한 frequency(6.28 rad/s) 조건하에서 온도를 승온시켰을 때 MnA 함량에 따른 감압성 점착제의 G' 을 측정된 결과이다. Figure 4(a)에서 보는 바와 같이 모든 감압성 점착제 샘플이 0 °C 부근부터 일정한 G' 을 유지하는데 이는 광범위한 분자의 운동이 제약을 받는 상태로 힘을 가하면 변형이 일어나지만 힘을 제거하면 제자리로 돌아오는 고무와 같아지는 고무평탄영역에 도달된 것으로 판단된다.³² Figure 4(b)는 온도에 따른 $\tan \delta$ 값으로 최대치가 되었을 때의 온도가 일반적으로 감압성 점착제의 유리전이온도(T_g)이

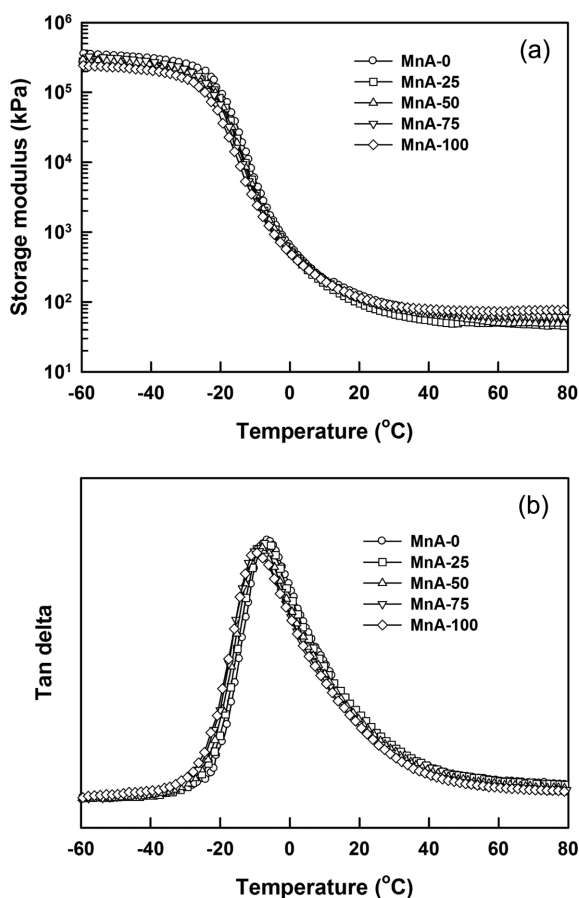


Figure 4. Temperature dependence of storage modulus (a); tan delta (b) for the acrylic PSAs with different MnA content.

다.³³ 가장 이상적인 감압성 점착제의 T_g 는 $-15 \sim 5^\circ\text{C}$ 로 보고 되고 있으며,³⁴ 모든 샘플들이 $-10 \sim 5^\circ\text{C}$ 범위 내에서 나타내고 있어, 감압성 점착제로서의 적절한 T_g 값을 가지고 있는 것을 확인하였다.

점착제의 점착특성을 확인하기 위해 초기점착력과 박리력을 측정하여 Figure 5에 나타내었다. 초기점착력을 확인하고자 probe의 끝을 1초간 점착제에 접촉한 다음 제거하였을 때 박리 시까지 최대의 힘을 나타내었고, 박리력을 확인하기 위

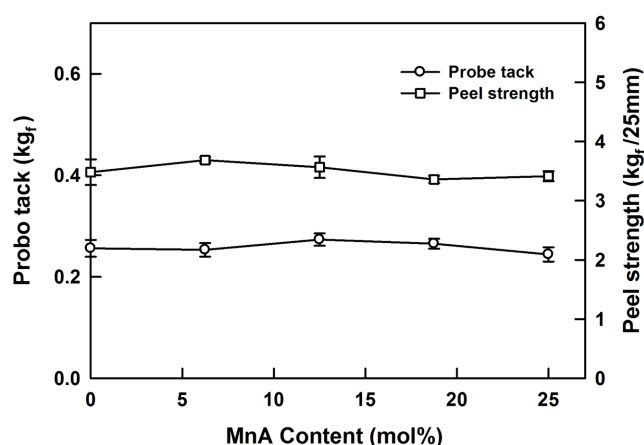


Figure 5. 180° peel strength and probe tack of the acrylic PSAs with different MnA content.

해 180° 박리력을 측정하였다. 점착제의 초기점착력과 박리력은 점착제의 점탄성 거동 중 G' 과 관련이 있다.³⁰ 초기점착력은 짧은 시간 동안 점착제와 접촉하기 때문에 점착제의 젖음성의 영향을 받는다. 이때 점착제의 젖음성은 low frequency 영역에서의 G' 을 통해 예측할 수 있으며, 박리력은 점착제와 피착제가 충분한 접촉시간을 갖기 때문에 박리 시 high frequency(debonding)의 G' 에 영향을 받는다.^{35,36} Figure 2에서 언급한 바와 같이 기존 석유화학기반의 IBOA 단량체 대신 MnA 함량을 증가시켜도 감압성 점착제의 G' 변화는 거의 비슷하였다. 따라서 MnA 함량변화에 따른 초기점착력과 박리력은 거의 유사할 것으로 예상할 수 있으며 이는 Figure 5의 결과에서 확인할 수 있었다.

MnA 단량체의 함량에 따른 감압성 점착제의 광학특성을 확인하기 위해 UV/Vis spectrometer, haze meter, 색차계, 굴절계로 투과도, haze, 색상의 변화, 굴절률을 측정하여 Table 3에 나타내었다. 디스플레이 산업에서 필요로 하는 투명 점착제의 특성값은 투과도 92% 이상, haze 1% 이하, 색상변화 1 이하를 일반적인 가이드라인으로 하고 있으며,³⁷ 모든 감압성 점착제의 투과도는 550 nm 파장에서 93% 이상의 값을 보여주었으며, haze 값도 1.0% 이하로 제조된 감압성 점착제는

Table 3. Color-differences, Transmittances, Haze and Refractive Indexes of the Acrylic PSAs and Glass as Control

Sample ID	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	Transmittance ^a (%)	Haze (%)	RI
MnA-0	96.57	-0.31	0.18	96.57	93.64	0.54	1.496
MnA-25	96.77	-0.33	0.14	96.77	93.46	0.47	1.495
MnA-50	96.72	-0.33	0.14	96.72	93.19	0.49	1.493
MnA-75	96.69	-0.36	0.21	96.69	93.20	0.48	1.492
MnA-100	96.52	-0.32	0.20	96.52	92.96	0.49	1.491
Glass	96.42	-0.34	0.20	96.42		0.23	

+ L^* : white, - L^* : black, + a^* : red, - a^* : green, + b^* : yellow, - b^* : blue. ^aMeasured at 550 nm wavelength.

고투명성을 유지하고 있음을 확인하였다. 또한 색차계를 통하여 광개시제 혹은 그 잔여물로 인한 황변현상의 유무를 유리로 기준소재를 삼아 감압성 점착제와의 ΔE^* 값을 비교한 결과 0.4 이하의 차이를 보여주었다. 이러한 결과는 ΔE^* 의 차이가 3-4 이하면 인간의 시각으로는 구분이 불가능하기 때문에, MnA 단량체의 함량에 따른 감압성 점착제의 색상차는 육안으로 구분할 수 없는 정도의 투명성을 유지하는 것을 확인할 수 있다.³⁸⁻⁴⁰ 색차계의 L^* , a^* , b^* 는 색의 3차원 공간좌표를 의미하며 특히, b^* 값이 60으로 갈수록 황색을 의미한다. MnA 단량체의 함량에 따른 감압성 점착제의 굴절률은 isobornyl기가 menthyl기보다 분자의 크기가 크고, 부피도 큰 화학구조로 인해 MnA 함량이 증가할수록 굴절률은 약간 감소한 것으로 판단된다.

결론

본 연구에서는 식물에서 추출할 수 있는 menthol을 이용하여 menthyl acrylate(MnA) 단량체를 합성 후 2-EHA, 2-HEA 그리고 IBOA와 광중합하여 투명 아크릴계 감압성 점착제를 제조하였다. IBOA/MnA 조성비를 변화시켜 제조한 감압성 점착제의 점착물성인 초기점착력, 박리강도, 응집력 등은 이들의 조성비에 따라 거의 변화가 없었다. 제조된 모든 조성의 감압성 점착제에 있어서 광학적 특성인 광투과도는 93% 이상, haze값은 1% 이하, 그리고 1 이하의 색상변화를 나타내어 광학적 특성도 거의 변화가 없이 높은 투명성을 나타내었다. 따라서 천연유래 바이오매스로부터 유도된 MnA 단량체가 석유화학기반의 IBOA 단량체를 대체하여 점착 특성과 높은 광학적 특성을 요구하는 다양한 디스플레이 산업분야에서 적용될 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글: 본 연구는 글로벌전문기술개발사업(과제번호: 10051899), 경기도 지역협력 연구사업(GRRC 단국 2014-B01)에 의하여 지원되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- W. H. Shecut and H. H. Day, U.S.Patent 3,965 (1845).
- I. Benedek, *Pressure-Sensitive Adhesives and Application*, 2nd Edition, Marcel Dekker, NY, p 1 (2004).
- C. Creton, *Materials Science and Technology: A Comprehensive Treatment*, VCH, Weinheim, p 331 (1997).
- S. M. Taghizadeh and D. Ghasemi, *Iran. Polym. J.*, **19**, 343 (2010).
- I. Webster, *Int. J. Adhes. Adhes.*, **17**, 69 (1997).
- S. A. Riyajan and N. Phewew, *Rubber Chem. Technol.*, **85**, 547 (2012).
- M. Okido, *Adhesion*, **43**, 23 (1999).
- C. H. Park, S. J. Lee, T. H. Lee, and H. J. Kim, *React. Funct. Polym.*, **100**, 130 (2016).
- H. S. Park, *Polym. Korea*, **16**, 693 (1992).
- J. S. Bae, E. K. Park, H. S. Park, and M. S. Pyun, *Polym. Korea*, **17**, 203 (1993).
- R. Mehnert, A. Pincus, I. Janorsky, R. Stowe, and A. Berejka, *UV & EB Curing Technology & Equipment*, John Wiley & Sons, NY, p 1 (1998).
- S.-S. Baek, S.-J. Jang, J.-H. Lee, D.-H. Kho, S.-H. Lee, and S.-H. Hwang, *Polym. Korea*, **38**, 199 (2014).
- M. Nakazawa, *J. Adhes. Soc. Jpn.*, **36**, 28 (2000).
- M. Nogi, S. Iwamoto, A. N. Nakagaito, and H. Yano, *Adv. Mater.*, **21**, 1595 (2009).
- M. Nogi and H. Yano, *Adv. Mater.*, **20**, 1849 (2008).
- C. J. Bettinger and Z. A. Bao, *Adv. Mater.*, **22**, 651 (2010).
- R. E. McPherson, U.S.Patent 6,063,178 (2000).
- C. R. Frihart, *J. Adhes. Sci. Technol.*, **23**, 601 (2009).
- X. S. Sun, U.S.Patent 6,497,760 (2002).
- S. H. Imam, C. Bilbao-Sainz, B.-S. Chiou, G. M. Glenn, and W. J. Orts, *J. Adhes. Sci. Technol.*, **27**, 1972 (2014).
- P. A. Wilbon, F. Chu, and C. Tang, *Macromol. Rapid Commun.*, **34**, 8 (2013).
- N. Civjan, *Natural Products in Chemical Biology*, Wiley, NJ, p 132 (2012).
- S.-S. Baek and S.-H. Hwang, *Polym. Bull.*, **73**, 687 (2016).
- S.-S. Baek, S. W. Lee, and S.-H. Hwang, *Polym. Korea*, **37**, 121 (2013).
- E. Gronewaldt, *Coating*, **5**, 144 (1969).
- A. W. Aubrey, G. N. Welding, and T. Wong, *J. Appl. Chem.*, **10**, 2193 (1969).
- J. Piglowski and M. Kozlowski, *Rheol. Acta*, **24**, 519 (1985).
- J. J. Bikermann, *Trans. Soc. Rheol.*, **2**, 9 (1957).
- Y. C. Leong, L. M. S. Lee, and S. N. Gan, *J. Appl. Polym. Sci.*, **88**, 2118 (1987).
- R. P. Sweet and K. L. Ulman, *Proceed. Intern. Symp. Control. Rel. Bioact. Mater.*, **24**, 621 (1997).
- S.-S. Baek, S.-J. Jang, and S.-H. Hwang, *Int. J. Adhes. Adhes.*, **64**, 72 (2016).
- C. Tan, T. Tirri, and C.-E. Wilen, *Int. J. Adhes. Adhes.*, **66**, 104 (2016).
- A. Asif, W. Shi, X. Shen, and K. Nie, *Polymer*, **46**, 11066 (2005).
- I. Benedek and L. J. Heymans, *Pressure-Sensitive Adhesives Technology*, Marcel Dekker, NY, p 86 (1997).
- M. Michaelis, R. Brummer, and C. S. Leopold, *Eur. J. Pharm. Biopharm.*, **86**, 234 (2014).
- S. M. Taghizadeh and D. Ghasemi, *J. Appl. Polym. Sci.*, **120**, 411 (2011).
- E.-S. Park, J.-W. Par, and H.-J. Kim, *Polym. Sci. Technol.*, **23**, 47 (2012).
- L. Lim, *UV/EB Curable Polymeric Materials*, Korean Studies Information, Paju, 2009.
- R. Seighi, E. Hewlett, and J. Kim, *J. Dent. Res.*, **68**, 1760 (1989).
- M. Gross and J. Moser, *J. Oral Rehabil.*, **4**, 311 (1977).