



## 무유화제 유화중합에 의한 전분-아크릴 점착제의 합성에 관한 연구

송수현·김영석\*·조을룡†

\*삼양그룹 식품연구소, 한국기술교육대학교 응용화학공학과  
(2009년 8월 11일 접수, 2009년 8월 17일 수정 및 채택)

### A Study on Synthesis of Starch-acryl Pressure Sensitive Adhesive by Soap-free Emulsion Polymerization

Su Hyun Song, Young Seok Kim\*, and Ur Ryong Cho†

\*Samyang Group, Food R&D Center 63-2, Hwaam-dong, Yuseong-gu, Daejeon, 305-717, Korea  
Department of Applied Chemical Engineering, Korea Institute of Technology and Education 307,  
Gajeon-ri, Byongcheon-myon, Cheoan-si, Chungnam, 330-708, Korea  
(Received August 11, 2009, Revised & Accepted August 17, 2009)

**요약** : 전분을 보호 콜로이드이자 공중합체로 사용하면서 아크릴 단량체인 뷰틸 아크릴레이트, 2-에틸 헥실 아크릴레이트, 아크릴 산을 사용하여 무유화 중합에 의해 점착제를 합성하였다. 전분의 함량이 증가할수록 점착제의 겔 함량은 증가하였고, 결과로서 전분 함량의 증가는 점착력과 유지력의 증가를 가져왔으며, 초기점착력은 감소하는 결과를 보였다. 접촉각 측정에서 점착제의 젖음성은 전분의 하이드록시 그룹에 의한 극성의 증가로 전분 함량이 증가함에 따라 상승하였다. 생분해성을 간접적으로 측정하는 에멀전의 시간에 따른 pH 측정에서 전분의 분해에 의한 유기산의 생성에 의해 전분 함량의 증가에 비례하여 pH가 감소하였다.

**ABSTRACT** : The pressure sensitive adhesives (PSA) were synthesized by soap-free emulsion polymerization of acrylic monomers such as butyl acrylate, 2-ethyl hexyl acrylate, and acrylic acid in the presence of starch as a protective colloid and copolymer. The peel strength and holding power of PSA were increased with starch contents due to the enhancement of gel content. But the initial tackiness of PSA was decreased with starch contents. The contact angle analysis of PSA indicated that the wettability was increased with starch contents owing to the increase of polarity by hydroxy group in starch. In the pH measurement of emulsion with time for biodegradability, the starch in the PSA accelerated the lowering of pH due to the formation of organic acids followed by decomposition of starch.

**Keywords** : soap-free emulsion polymerization, starch, pressure sensitive adhesive, biodegradability

## I. 서 론

최근 환경문제, 안전성 및 공정상의 장점 등으로 수계 아크릴 점착제에 대한 요구가 점점 더 증가하고 있다. 따라서 전 세계적으로 용제형에서 수계형 점착제로 대체되고 있다. 그러나 수계 아크릴 에멀전 점착제는 용제를 사용하여 제조한 점착제에 비해 점착물성이 떨어지고 내수성이 약하고, 점착력의 시간 의존도가 큰 것이 문제점으로 알려져 있다. 내수성이 약한 기존의 수계 아크릴 에멀전 점착제는 사용 중 주위의 수분이나 습기를 흡수하여 가장 흔하게는 백화현상을 보이고 시간이 지날수록 점착물성이 저하된다. 시간 의존도의 정의는 점착 후 시간이 지날수록 점착제 성분이 피착체 표면으로 이동하여 점착력의 변화를 보이는 현상이다. 일반적으로 시간이 지날수록 점착력이 강해져 탈착시 점착 성분이 피착체에 남게

된다. 이러한 원인은 여러 가지가 있으나 그중에서 에멀전 중 합시 사용하는 유화제가 큰 원인이 되는데 일반적으로 유화제는 저분자량이고, 수용성 관능기를 갖고 있으며, 고분자수지와 친화력이 작고, 점착성이 없어 표면으로 쉽게 이동하여 점착력을 떨어뜨리고 외부의 습기와 수분을 쉽게 흡수하는 성질을 갖고 있기 때문이다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 기존에는 경화제를 첨가하는 방법, 다관능성 가교제를 사용하는 방법 등이 사용되어 왔으나, 경화제를 사용할 경우 점착물성이 저하하기 때문에 잉크용이나 코팅용으로는 적당하지만 점착제 용도로는 적당하지 않고, 후 경화에 의한 공정상의 복잡성이 문제가 되고, 대부분 기존의 유화제를 사용함으로써 내수성 약화와 용제계에 비해 점착 물성이 떨어지는 근본적인 문제는 여전히 남아있다. 또한 용제를 사용할 경우 대기오염과 인체에 미치는 나쁜 영향으로 인하여 환경 친화적 무용제 점착제 생산에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>1-3</sup>

† 대표저자 E-mail: urcho@kut.ac.kr

본 연구팀은 전분을 매트릭스로 하여 아크릴 단량체를 그래프트 중합하여 전분-아크릴 중합체를 제조하고 생성된 에멀전과 중합체의 기본물성과 점착물성 등을 측정하여 친환경적이고 에너지 절약적인 중합과정과 점착제를 얻고자 하였다.<sup>4,5</sup> 계속되는 연구로서 유화제의 미셀과 동일한 개념으로 천연 고분자이면서, 생분해성을 가진 전분을 이용한 실험을 하고자 하였다. 전분은 오래전부터 인류가 사용해오던 고분자 재료로서 지구상에 풍부하게 존재하고 가격이 저렴하여 쉽게 얻을 수 있으며 잉여 농산물의 이용과 석유 자원의 절약이라는 측면에서 분해성 물질로 사용할 수 있다. 본 연구에서는 유화제의 사용 없이 전분이 유화제 역할과 매트릭스 고분자로 아크릴 단량체와 그래프트 중합도 하여 유화제로 인한 고분자의 순도 하락을 줄이고 환경 친화적이고 경제성도 좋은 점착제를 얻고자 전분의 첨가량에 따른 중합 안정성과 중합체의 점착물성, 생분해성 등을 조사하였다.<sup>6-8</sup>

## II. 실험

### 1. 시 약

본 실험에서 유화제로서 친환경적인 전분 (Gendex, 삼양 생명공학 연구소)을 사용하였다. 합성에 필요한 단량체는 아크릴계로  $T_g$ 가 낮고 점착성을 부여하는 2-ethyl hexyl acrylate (2-EHA, aldrich)와 n-butyl acrylate (BA, aldrich)와,  $T_g$ 가 높고 응집력을 부여하는 acrylic acid (AA, aldrich)를 사용하였다. 개시제로는 ammonium persulfate (APS, aldrich)를 사용하였다. pH 조절제로는 암모니아수 (ammonia water, aldrich)를 사용하였고, 용매로는 이온교환수 (deionized water)를 사용하였다. 실험에 사용된 모든 시약은 구입한 제품을 별도의 정제과정 없이 사용하였다.

### 2. 실험장치

중합에 사용된 반응기는 용량 1 L 파이렉스 상하 분리형 5구 플라스크를, 교반기는 스테인레스 스틸 재질의 날개가 상하 4개인 패들 타입 교반기를 사용하였다. 모터는 회전 속도가

0~400 rpm 까지 조절되는 것을 사용하였으며 반응온도 조절을 위해 0~100 °C 까지 조절되는 물중탕 항온조를 사용하였다. 온도계와 온도조절기를 사용하였고. 반응도중 증발에 의한 단량체나 물의 손실을 방지하기 위해 환류 냉각기를 설치하고 이음부분은 실리콘 오일을 사용하여 밀폐하였다.

## 3. 실험방법

### 3.1 점착제의 중합

이온교환수에 녹인 전분이 들어있는 1 L 파이렉스 반응기에 아크릴 단량체인 2-EHA, BA, 및 AA와 개시제인 APS를 80 °C에서 연속적으로 3시간 동안 투입하여 seed를 성장시켜 중합하고 동일 온도에서 60분간 숙성하여 전분-아크릴 점착제를 제조하였다. 동일한 방법으로 전분의 함량변화, 모노머의 변화에 따라 전분 아크릴 점착제 에멀전을 제조하였다. Table 1은 점착제 중합을 위한 처방을 나타낸다.

### 3. 측정 및 분석

#### 3.1 고형분 측정

반응 생성물의 고분자 함량은 시료를 1 g을 취하여 150 °C 조건하에서 40분 건조 후 백분율로 환산하였다.

$$\text{고형분 함량 (\%)} = \left( \frac{\text{건조 후 시료의 질량}}{\text{시료의 초기 질량}} \right) \times 100 \quad (1)$$

#### 3.2 점도 측정

TOKIMEC.INC 사의 BF Viscometer를 사용하여 점도를 측정하였다. 온도는 25 °C로 유지하고 rpm은 60으로 설정하여 중합물의 점도를 측정하였다.

#### 3.2 입자경 측정

전분-아크릴 에멀전의 입자 크기를 측정하기 위해 Particle Size Analyzer (Zeta sizer 3000HSA, Malvern instruments)를 사용하였다.

Table 1. Polymerization Recipe with Surfactant and Change of Starch Contents

Run No.	Ingredients	Starch (g)	Surfactant (g)	Monomer (g)			Initiator (g)	pH Controller (g)
	GENEDEX	SDBS	2-EHA	BA	AA	APS	NH <sub>4</sub> OH	
1	-	1.2	20	2.5	77.5	1	1	
2	20	-	20	2.5	77.5	1	1	
3	30	-	20	2.5	77.5	1	1	
4	40	-	20	2.5	77.5	1	1	
5	50	-	20	2.5	77.5	1	1	

### 3.3 겔 함량 측정

60 mL 증류수에 0.2 g Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>를 녹여서 에멀전에 투입하여 에멀전을 응집시킨 후에 메탄올로 침전시켜 여과 후에 고형물을 진공 오븐에 넣고 24시간 동안 60 °C로 건조시켰다. 건조된 침전물은 그 무게를 측정하여 수율을 계산하였으며 건조된 생성물은 막자사발로 갈아서 분말상태로 만든 후 잘 섞어서 건조시킨 생성물 5 g을 채취한 후 클로로포름으로 24시간 동안 Soxhlet 장치로 그래프트되지 않은 미반응 폴리머를 녹여내었다. 클로로포름에 추출되지 않고 남아있는 생성물을 24시간 동안 진공 건조하여 중량을 측정함으로써 gel percent (GP)를 2회 측정하여 평균치를 구하였다.

중합된 polymer = 진공 건조된 반응물의 무게 - 투입 된 전분의 무게

$$GP (\%) = \frac{\text{그래프트된 Polymer의 무게}}{\text{중합된 Polymer의 무게}} \times 100 \quad (2)$$

### 3.4 제타 포텐셜 측정

전분-아크릴 에멀전을 pH에 따른 제타 포텐셜을 측정하기 위해 Zeta Potential Analyzer(Zeta sizer 3000HSA, Malvern instruments)를 사용하여 측정하였다.

### 3.5 접촉각 측정

접촉각은 CAA (Contact Angle Analysis, P300PLUS, SEO)로 측정이 가능한데 주사기를 사용하여 표면에 액체를 떨어뜨리면 고체 표면과 액체 사이의 표면장력 때문에 접촉각을 이루게 된다. 점착제 에멀전 자체의 점도가 크기 때문에 간접적인 방법으로 주사기에 물을 넣어 고체 표면에 떨어뜨려 상대적인 젖음성 및 응집력을 예측할 수 있다. 고체 표면에는 점착제를 30 μm로 캐스팅시킨 후 건조시키며 주사기와 캐스팅시킨 점착제의 간격을 1 cm미만으로 하여 측정하였다.<sup>3</sup> 측정은 각 샘플 당 5회 실시하였고 평균값을 계산하였다.

### 3.6 초기점착력 측정

시험편의 치수는 너비 10~15 mm, 길이 100 mm의 것을 4매를 취하였고 볼의 재질은 KS D 3525에서 규정하는 고탄소 크롬 베어링강 강재 2종을 사용하였으며, 볼의 크기는 1부터 32까지의 크기인 것을 사용하였고 경사판의 각도는 30°로 하였다. 중합된 점착제를 시험편에 어플리케이터 60 μm로 코팅한 다음 120 °C 조건에서 1분간 건조 후 만든 시험편을 볼 구름 시험장치 측정대 위에 설치한 다음, 보조 주행로에는 PET 필름을 시험편 점착면에 붙였고 볼은 이소프로필알콜로 세척한 다음 볼의 크기를 변경시켜 측정부 내에 완전히 정지(5초 이상 볼이 움직이지 않을 것)하는 볼 중의 제일 큰 것을 찾아내어 그 전·후 크기의 볼, 계 3개의 볼을 1회씩, 계 3회 굴려서 제일 큰 볼을 찾아내었다. 측정은 상온에서 실시하였으며 3매 시험

편의 평균치를 구해 초기점착력을 구하였다.

### 3.7 점착력 (Peel Strength) 측정

시험편은 PET 필름을 사용하여 너비와 길이가 각각 25 mm, 250 mm로 되게 절단하여 3매를 채취하였다. 시험편의 표면은 내수 연마지로 가볍게 연마한 다음 이소프로필알콜로 완전히 세척하였다. 세척된 시험편에 중합된 점착제를 사용하여 시험편에 어플리케이터 60 μm로 코팅한 다음 120 °C 조건에서 1분간 건조 후 시험편의 점착면을 아래로 해서 붙여 2 kg 수동식 압착롤러로 1회 왕복하였다. 약 20분 후, 180° peel test 기기를 사용하여 상온에서 300±30 mm/min의 속도로 3매의 시험편에서 측정된 점착력의 평균치를 구하였다.

### 3.8 유지력 (Holding Power) 측정

극성표면을 대변하는 스테인레스스틸과 비극성 표면을 대변하는 PE판에 폭 1 inch (25.4 mm) × 길이 1 inch (25.4 mm)되게 부착시키고 2 Kg의 물로 압착시킨 뒤 1시간 후 500 g의 하중을 가해 상온에서 자연 낙하하는 시간을 측정하였다. Figure 1은 유지력 시험을 위한 장치를 보여주고 있다.

### 3.9 경도 측정

전분-아크릴 점착제의 경도를 측정하기 위해 Time Group사의 Digital Durometer TH 200을 사용하였다.

### 3.10 생분해성 측정

전분의 분해도를 알아보기 위하여 에멀전 200 g에 푸른곰팡이 (carpenteles) 5 g을 넣은 다음, 30 °C, 40%RH에서 시간이 지남에 따라 외관을 관찰하고, DKK. TOA CORPORATION의 pH 미터를 사용하여 pH 변화를 측정하였다.

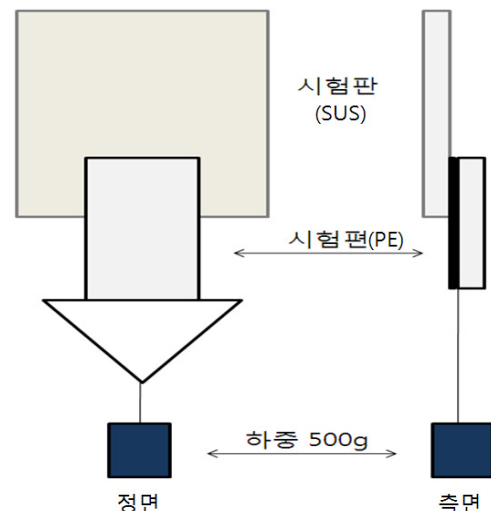


Figure 1. Adhesive performance test method for holding power.

**Table 2. Basic Properties of Starch-acrylic Emulsions**

No.	Solid Content (%)	pH	Viscosity (cps)	Particle Size (nm)
1	40.5	8	26	220
2	40.1	8	27	125
3	40.0	8	25	127
4	40.0	8	32	136
5	40.1	8	27	138

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 점도와 입자경

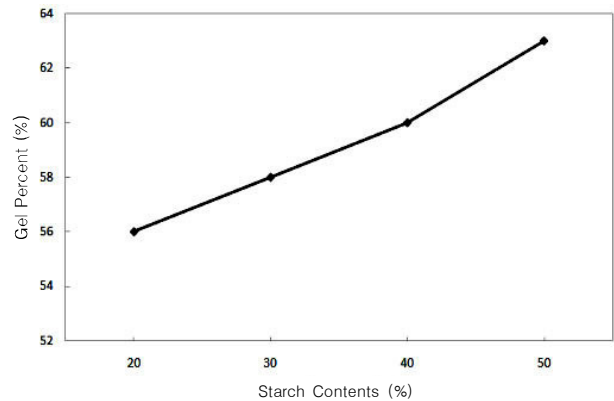
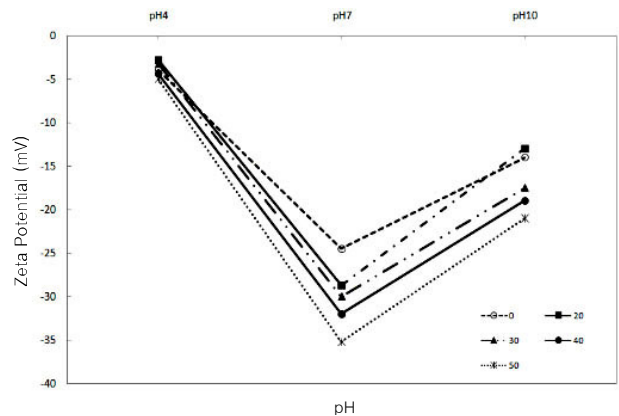
모노머의 비율은 일정하게 유지하고 전분의 함량을 증가시키면서 중합물의 물성 변화를 관찰하였다. Table 2에서 전분의 함량증가에도 중합상태는 매우 안정하였으며 중합물 내의 seed 및 벽면의 scrap도 발생하지 않았다. 반면 전분 함량을 증가시킬 때마다 기본적인 물성인 입자의 크기는 조금씩 커졌으며 중합물의 점도도 동반 상승한다는 것을 알 수 있었다. 이는 전분의 함량이 많아질수록 전분의 자체구조에 있는 -OH 기 많아짐에 따라 용매인 물과의 친화력이 더 좋아지면서 이로 인해 중합물의 입자가 물속에서 팽윤되면서 입자가 커지고 점도가 증가한다는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었고 이러한 결과는 앞선 연구에서 전분을 아크릴 모노머와 그래프트 중합할 때 전분 비율이 증가함에 따라 에멀전의 입자가 커지고 점도가 높아지는 결과와 일치하였다.<sup>4</sup> 유화제를 사용한 것과 전분을 사용한 것의 입자 크기 측정 결과 유화제를 사용한 것 보다 전분을 사용하였을 때 입자 크기가 확연히 작아지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 전분을 유화제로 사용할 때 많은 입자의 생성에 의해 유화제를 사용한 것보다 원천적으로 입자가 작지만 전분의 양이 증가함에 따라 입자가 커지는 것을 확인할 수 있었다.

#### 2. 겔 함량

Figure 2에서 알 수 있듯이 전분 함량이 증가할수록 gel percent는 증가함을 알 수 있었다. 이것은 전분 입자가 중합 중 유화제 역할을 하면서 아크릴 단량체와 그래프트 중합 및 가교 반응을 하여 전분 함량이 증가함에 따라 겔 함량이 증가함을 알 수 있었다. 이러한 결과도 유화제를 사용하면서 아크릴 단량체 대비 전분을 증가하면서 중합하였을 때와 같은 결과를 보여 주었다.

#### 3. 제타 포텐셜

콜로이드 입자의 표면 전하에 의하여 입자의 분산도와 안정

**Figure 2.** The change of gel percent with starch contents.**Figure 3.** The change of zeta potential with starch contents at pH 4, pH 7, and pH 10.

성이 결정되며, 콜로이드 입자를 이용한 많은 공정에서 입자의 분산도를 조절하기 위하여 제타 포텐셜 측정을 시도하고 있다. 물속에 있는 대부분의 입자는 음전하를 지니고 있는데 제타 포텐셜이 0 mV 근처에서는 입자들이 서로 뭉치게 되고 0 mV에서 멀어질수록 입자들은 안정성을 가진다. 전분 함량에 따른 에멀전의 제타 포텐셜 측정으로 에멀전의 안정성을 산성과 중성 및 알칼리 영역에서 관찰하였다. Figure 3에서 전분의 증가에 따라 -OH가 늘어나면서 제타 포텐셜은 점점 값이 작아져서 마이너스 값을 가지게 된다. 입자와 표면 혹은 입자와 입자 사이의 제타 포텐셜이 같은 부호이면 서로 반발력이 작용하고, 다른 부호이면 인력이 작용한다. 따라서 제타 포텐셜이 같은 부호로 최대의 절대치를 가질 때 상호 반발력이 커져서 표면으로부터 입자 분리가 일어나며 입자간 안정성이 유지된다. pH 7에서 제타 포텐셜의 값이 가장 낮은 것을 확인할 수 있으며, 이것은 pH 7에서 상호 반발력이 가장 크고 안정함을 알 수 있다. 또한 전분이 많이 들어 갈수록 안정한 것을 확인할 수 있는데 이것은 전분의 함량이 많을수록 -OH가 늘어나기 때문에 부유물이 전기적으로 안정되어 있고, 인

력이 생기지 않을 충분한 거리를 유지한다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 유사한 연구인 N-vinyl-2-pyrrolidone존체 하에서 은 나노입자 콜로이드의 제조에서 제타 포텐셜이 pH 7과 8사이에서 가장 낮은 값을 나타내는 것과 일치하였다.<sup>9,10</sup>

4. 젖음성

점착제의 젖음성 측정을 위한 접촉각 시험을 하였는데 접촉각이란 액체가 서로 섞이지 않은 물질과 접할 때 형성되는 경계면의 각을 말하며, 특히 기체나 진공상태에서 액체와 고체간의 접촉각은 기체, 액체, 고체 간의 표면에너지의 열역학적 평형을 이루는 것으로 알려져 있다. 접촉각이 크다는 것은 캐스팅한 점착제의 표면장력이 작고 응집력보다는 부착력이 우수하다는 것을 나타내는데 Figure 4의 샘플 당 5회 측정값과 평균값에서 볼 수 있듯이 전분의 함량이 증가할수록 낮은 접촉각을 나타내고 있는데 이는 전분이 가지고 있는 -OH기로 인하여 극성이 증가하면서 표면에 널리 퍼지면서 젖음성이 더 좋아진다는 것을 알 수 있다.

5. 점착제의 물성

점착제의 3대 물성인 초기점착력, 점착력, 유지력의 측정에서 초기점착력(initial tackiness)은 전분의 함량이 증가할수록

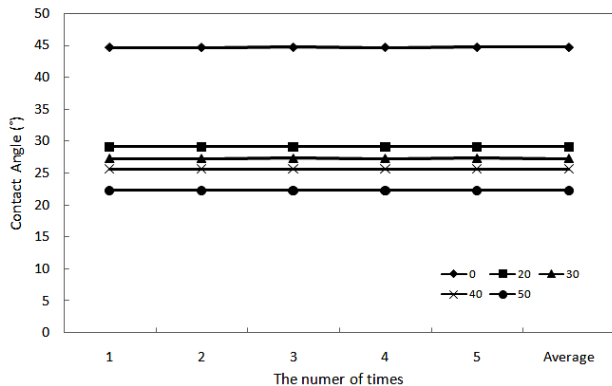
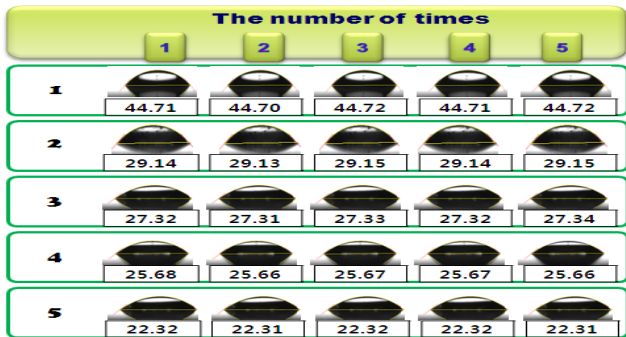


Figure 4. The change of contact angle with starch contents.

감소한다는 것을 Figure 5에 나타내었다. Ball number가 클수록 볼의 무게가 증가하는데 이는 초기점착력이 커서 큰 무게의 볼에 대한 부착력이 큼을 알 수 있다. 부착력과 응집력은 반비례의 관계를 가지고 있으므로 개시제의 함량이 증가할수록 초기점착력은 증가하게 되고 응집력이 떨어짐을 알 수 있다. 또한, 전환율이 감소할수록 초기점착력이 증가함을 알 수 있는데, 이는 적은 분자들이 초기 점착력을 유지하는데 큰 영향을 주는 요소라 볼 수 있다.<sup>4,11-13</sup>

기계적 물성인 점착력은 전분의 함량이 증가할수록 점착력이 좋아지는 것을 Figure 6을 통해 나타내었다. 또한 전분이 함량이 많아질수록 피착면의 표면에 전사가 많이 되었다. 이는 전분이 가지는 -OH가 증가하면서 표면과의 친화력이 우수해져 점착력이 증가하는 것을 알 수 있다. 또 다른 인자로는 전분의 증가에 의한 겔 함량의 증가도 점착제의 점착력을 향상시키는 이유로 판단되었다.<sup>4</sup>

점착제에 장시간에 걸쳐 일정한 하중이 작용되면, 점착제는 유동하여 피착체로부터 점착적으로 박리되어간다. 점착 테이프의 밀리는 저항을 평가하는 방법으로는 유지력이 있다. 피착체에 시험편의 25 mm × 25 mm 부분의 면적을 맞붙여서 물

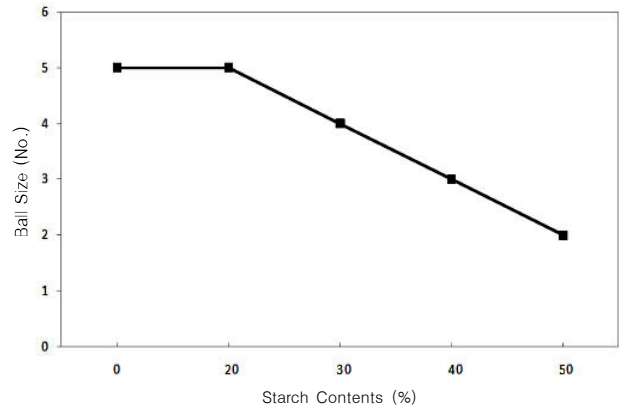


Figure 5. Ball Tack graph with increase of starch contents.

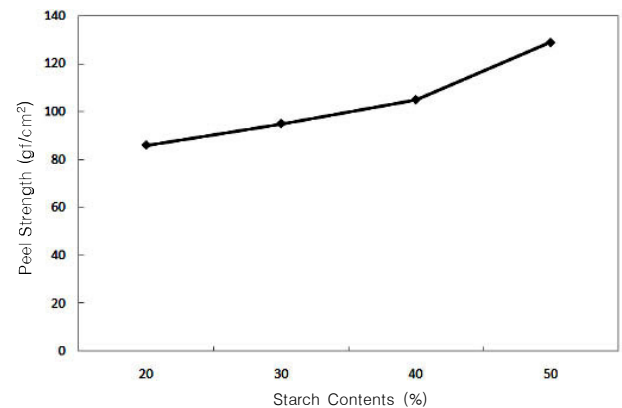


Figure 6. The change of peel strength with starch contents.

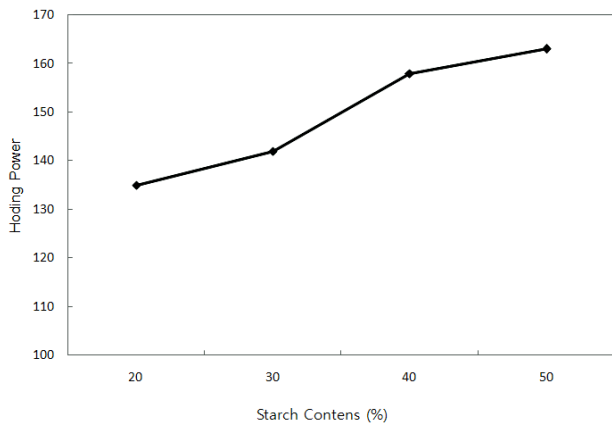


Figure 7. The change of holding power with starch contents.

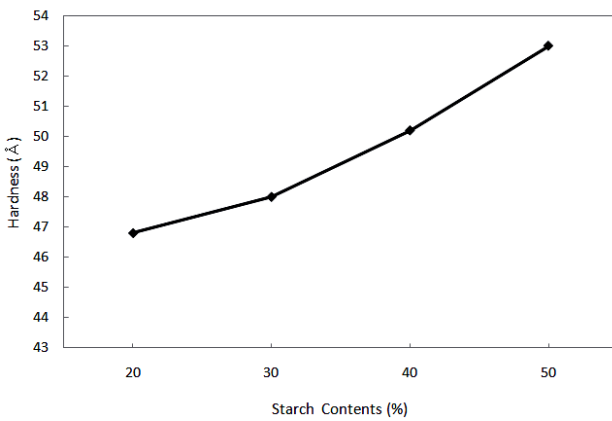


Figure 8. The change of hardness(shore A) with starch contents.

러로 압착한 후 테이프를 직선상으로 늘어뜨린 후 약간의 하중을 가하여 일정 시간이 경과한 후 밀린 거리의 시간을 측정하였다. 일반적으로 유지력은 분자량이 클수록 증가하는데 분자량이 커지면 엉킴에 의해 분자의 운동이 제약을 받아 초기 점착력은 감소하지만 점착제 내부의 응집력이 증가하기 때문에 유지력은 증가하는 것으로 생각된다.<sup>11-13</sup> Figure 7을 보면 전분의 함량이 증가할수록 분자간의 응집력을 강화시켜 유지력이 상승되는 이는 점착력과 마찬가지로 전분의 증가는 고분자의 겔 함량을 증가시키고 분자량을 증가시켜 유지력이 상승하는 것으로 판단된다.

Figure 8에서 전분의 함량이 증가할수록 경도가 증가하는 것을 알 수 있는데 이것은 전분의 함량이 증가할수록 전분 고유의  $T_g$ 는 25 °C로 아크릴 단량체만의  $T_g$ 인 -45 °C보다 높기 때문이며 또한 겔 함량의 증가도 점착제의 경도를 향상시킨다.

### 6. 점착제의 생분해성

생분해성의 측정을 위하여 에멀전 200 g에 푸른곰팡이 5 g을 넣은 다음, 30 °C, 40%RH에서 시간이 지남에 따라 외관을

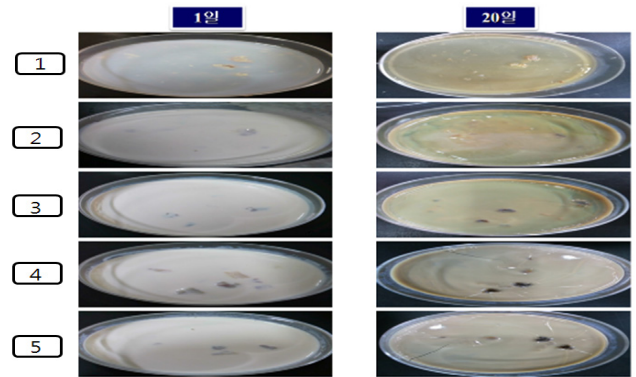


Figure 9. The appearance change of emulsion with starch contents after 20days.

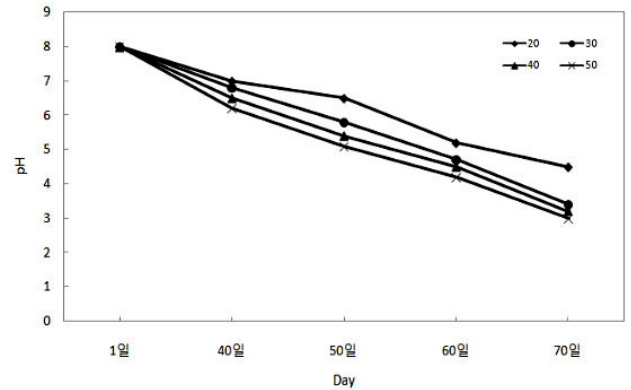


Figure 10. The change in pH of emulsion as a function of time with starch contents.

관찰하고, pH 미터를 사용하여 pH의 변화를 측정하였다. Figure 9에서처럼 전분의 함량이 많을수록 20일 후 에멀전의 외관은 변색되었고 표면은 좋지 않았다. Figure 10에서 시간의 경과에 따라 전분이 분해되면서 유기산이 발생되어 pH가 점점 산성으로 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 전분의 함량이 많을수록 pH의 감소가 더 심하게 일어남을 알 수 있었다.

### IV. 결 론

본 연구는 유화제를 사용하지 않고 전분과 아크릴 모노머 자체로 에멀전 중합을 하여 친환경적인 중합 방법을 연구하고, 또 생성되는 점착제의 필요한 물성을 고려하여 모노머를 선택하였고, 함량 비율도 조절하였다. 실험은 총 전분의 함량을 20%부터 시작하여 마지막 실험에서는 전체 고형분 40% 중에 전분과 아크릴 모노머의 함량을 5:5 까지 맞추었다. 전분의 함량이 증가할수록 중합물의 입자, 점도 및 겔 함량이 증가함을 알 수 있었다. 에멀전의 안전성을 나타내는 제타 포텐셜의 값은 pH 7에서 가장 낮은 값을 보였고 전분의 함량이 증가할수록 생성된 콜로이드가 안정함을 보여 주었다. 또한 접촉

각 시험을 통하여 전분의 함량이 증가할수록 낮은 접촉각을 나타내고 있는데 이는 전분이 가지고 있는 -OH기의 극성으로 인하여 표면과 넓게 접촉하여 젖음성이 더 좋아진다는 것을 알 수 있었다. 전분이 가지고 있는 -OH기가 물성에 많은 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다. 전분의 증가에 따라 peel strength와 유지력은 증가하였으며, 그에 비해 초기접착력은 감소하였다. 이것은 전분 자체가 가지고 있는 높은  $T_g$ 와 겔 함량의 증가로 인하여 물성이 변화함을 알 수 있었다. 생분해성 시험에서 전분 함량의 증가에 따라 시간의 경과에 다른 pH의 감소가 뚜렷하였으며 이는 전분이 분해되면서 발생하는 유기산에 의해 에멀전의 pH가 감소됨을 알 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역 혁신인력양성사업으로 수행된 결과이며 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

1. K. H. Lee and C. G. Cho, "Preparation of Starch-g-PMMA-Copolymer by Emulsion Polymerization", *Polymer (Korea)* **22**, 570 (1998).
2. M. C. Park and M. C. Lee, "The Effects of Polymeric Emulsifier the water-resistance and Time-dependency", *Polymer (Korea)*, **15**, 48 (2004).
3. Y. Y. Park, "Development Trends of Pressure Sensitive Adhesives", *Polymer Science and Technology (Korea)*, **6**, 570 (1995).
4. J. H. Hwang, H. Ryu, and U. R. Cho, "A Study on Starch-acrylic Graft Copolymerization by Emulsion Polymerization", *Elastomer*, **43**, 221 (2008).
5. J. H. Hwang, H. Ryu, Y. S. Kim, and U. R. Cho, Korean patent 10-0858544, (2008).
6. D. Robert and Athey, Jr., "Emulsion Polymer Technology", p. 304, Dekker, New Jersey, 1991.
7. Doratas Satas, "Hand book of Pressure-sensitive Adhesive Technology", p. 604, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1982.
8. E. Bertoft, "On the Nature of Categories of Chains in Amylopectin and Their Connection to the Super Helix Model", *Carbohydrate Polymers*, **57**, 211 (2004).
9. J. K. Lee and S. C. Kim, "A Study the Zeta Potential Measurement and Stability Analysis of Nano Fluids using a Particle Image Processing System", *Institute for Liquid Atomisation and Spray System-Korea.*, **1**, 8 (2003).
10. Y.-H. Kim, "The Effect of Zeta-Potential on the Stabilization of Silver Nanoparticle Colloid Prepared by Alcohol Reduction Method with PVP", *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **14**, 487 (2003).
11. G. Odian, "Principles of Polymerization", 3rd Ed, p. 112, Wiley, New York, 1991.
12. C. H. Lim, Y. J. Jung, and U. R. Cho, "A Study on Synthesis of Acrylic Pressure Sensitive for Polarizer Film by Solution Polymerization", *Elastomer and Composites*, **44**, 175 (2009).
13. C. H. Lim, H. Ryu, and U. R. Cho, "The Effect of Coupling Agent and Crosslinking Agent in the Synthesis of Acrylic Pressure Sensitive for Polarizer Film", *Polymer (Korea)*, **33**, 319 (2009).