

생분해성 소재 - PLA

목차

1. 배경
2. 시장 동향
3. PLA 중합 및 특성

1. 배경

- 생분해성 고분자는 토양 매립 시 100%가 자연적으로 분해되는 플라스틱으로, 이는 토양 매립에 따른 환경 부하가 없으며, 석유자원의 고갈이라는 문제가 대두됨에 따라 환경오염 해결 방안의 하나로 매우 각광을 받고 있는 분해성 플라스틱임
- 생분해성 고분자는 천연 고분자, 합성 고분자, 미생물 생산 고분자 및 천연물 고분자와 합성고분자의 블렌드(Blend)로 분류됨(그림 1).
- 이 중 합성에 의한 생분해성 고분자는 poly(caprolactone)(PCL), poly(lactic acid)(PLA), 지방족(aliphatic) polyester, poly(glycolic acid)(PGA) 등이 있으며 생산이 비교적 수월하고, 물성의 조절이 용이하여 다양한 기능을 부여할 수 있어 상업적으로 생산됨
- 이러한 고분자를 이용하여 제조한 섬유를 생분해성 섬유라고 하며 각종 환경 대책과 맞물려 고분자 및 섬유 연구에서 큰 기대를 불러일으키고 있으며 특히 옥수수를 발효하여 유산을 제조하는 방법이 개발된 이후로 PLA 섬유는 다시 주목을 받고 있음
- 하지만 환경 친화적이며 폐기물의 부담이 적은 생분해성 섬유의 장점에도 불구하고 제조의 난점 및 내구성 부족으로 인하여 연구 및 제품 생산은 매우 미미함

1. 배경

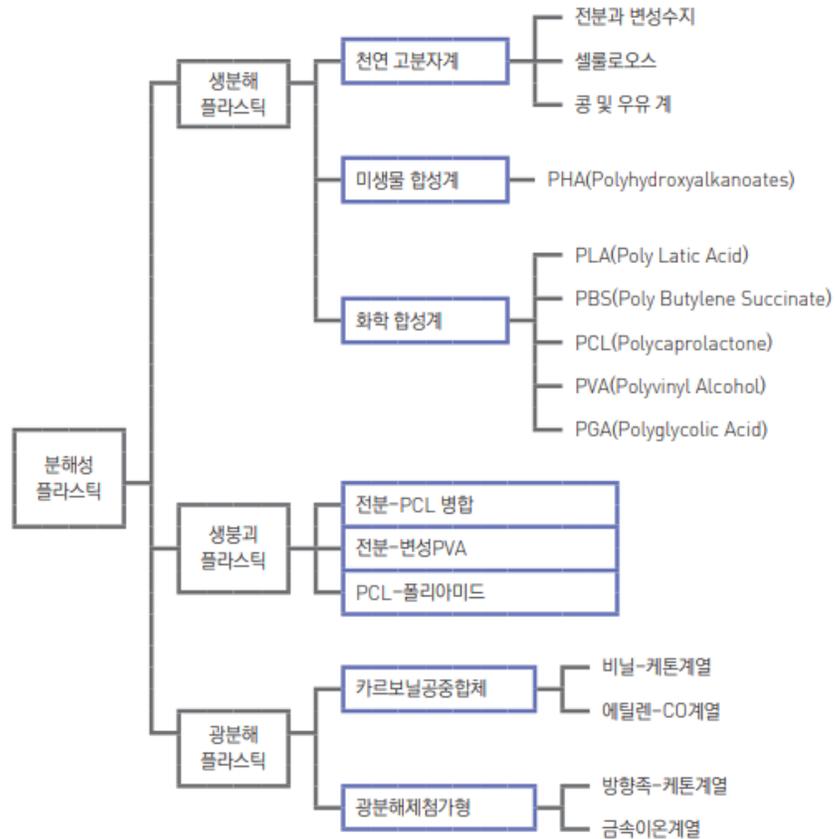


그림 1. 생분해성 플라스틱의 분류

표. 생분해성 섬유의 용도

구분	용도
위생, 의료용	기저귀, 생리용품, 봉합사, 가제 등
가정용품	일용잡화품, 야외 레저용품 등
공업자재	포장재 등
토목, 건축	식생용 Net, 식생용 Mat 등
농업	간이 피복재, 결속 Tape 등
수산업	해초망, 어망 등

2. 시장 규모

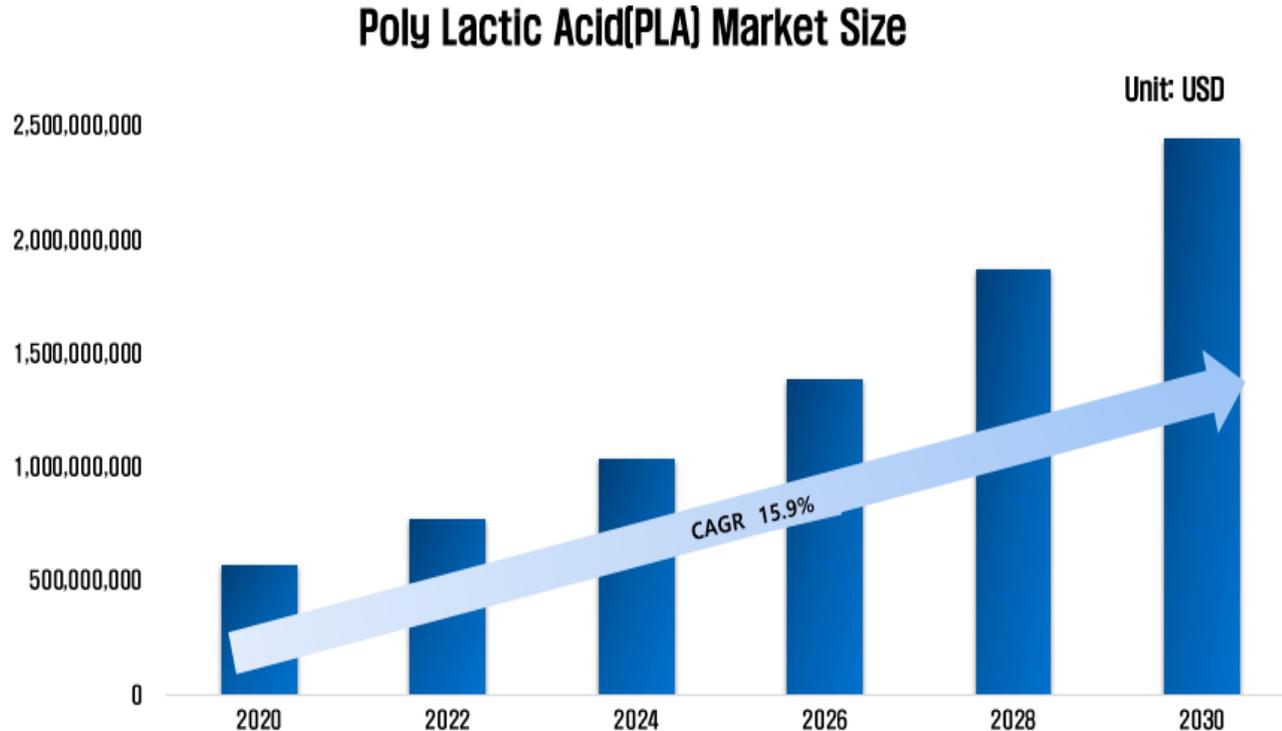


그림 2. PLA 소재 시장 규모

- PLA 소재가 제공하는 새로운 적용 분야는 세계 시장에서도 수익성이 있다고 판단해 앞으로 성장세를 보일 것으로 예측됨
- 통계 조사 보고 매체인 Precedence Research社에 따르면, 2020년 약 5백만 달러의 규모에서 15.9%의 연평균 성장률을 보이며 2030년 약 2,500만 달러 규모로 시장의 성장을 예측함(그림 2)

3. PLA 중합 및 특성

1) PLA 중합법



그림 3. PLA 자연 순환계

- 옥수수는 전분, 부질, 피질 및 섬유질, 배아 등으로 구성되어 있는데, 부질은 단백질 혼합물로서 isopropanol에 의해 zein이 형성됨. zein을 원료로 옥수수 단백질 섬유가 제조되며 옥수수의 65%를 차지하는 전분은 발효에 의해 glucose를 거쳐 PLA의 원료인 lactic acid가 됨
- PLA 중합법은 크게 직접 및 간접 중합법으로 나뉨. 직접 중합법은 용융 중합법과 탈수 축합법이 있다. 용제 중에서 탈수 축합에 의한 중합을 행할 경우 잔존 단량체 제거, 중합 후 단량체와 용제의 분리 공정으로 특별한 공정은 필요없으나 용제의 회수, 정제, 중합물의 재용융에 의한 chip화 공정 필요함
- 간접중합법은 lactic acid를 가열 용융시켜 축매 하에 발생하는 lactide를 감압유법으로 정제 하여 제조한 후, 축매 하에 가열 용융하면 개환되어 분자량 10~20만 정도의 PLA를 얻을 수 있는 방법

3. PLA 중합 및 특성

2) PLA의 특성

- 용점에 있어서의 큰 차이를 제외하고는 poly L-lactic acid는 다른 생분해성 섬유보다도 PET와 가장 유사하다는 특징이 있음
- PLA의 물성은 이성체의 종류, 성형온도, 분자량, 그리고 담금 온도에 따라 달라지며 PLLA의 경우 결정화도가 37%, 열변형 온도가 50~80°C, 그리고 용융온도가 173~178°C임. PLA를 용융 상태에서 급냉하면 폴리스티렌과 비슷한 무색투명한 수지로 되며, 일반적인 열가소성 수지와 같이 섬유나 필름 형태로 만들 수 있음
- PLA의 밀도는 결정화도에 따라 1.248~1.243g/cc를 나타내며 다이옥산, 아세토니트릴, 클로로포름, 메틸렌 클로라이드에는 잘 녹지만, 물과 일반 알코올류에는 녹지 않고 결정화 속도는 PET와 유사하게 느림

4. 개발 동향

- PLA 섬유는 생분해성과 물성 조절이 자유로운 특징이 있어 의류, 재봉사 등 다양한 용도로의 개발이 기대되나 열 수축률이 높고 내열성과 알칼리에 약한 점, 또한 염색에 필요한 다양한 염료가 개발되어 있지 않은 점 등 실용화 시 구체적으로 해결해야 할 문제점이 많음
- 한편, 최근 (주)휴비스社は 단점으로 지적된 내열성을 개선한 PLA 섬유 소재를 연구 개발했다고 보도함



그림 4. (주)휴비스 생분해성 섬유 Life Cycle

참고 문헌

- 한정우, 생분해성 고분자 소재 연구 및 선진 연구 개발 동향
- 생분해성 섬유소재 기술개발동향
- 금오공과대학교, 자연순환형 천연섬유의 전자빔조사를 통한 그린복합재료 물성 향상 연구
- 전효점, '생분해 PET 섬유' 휴비스, '친환경 의류' 신시장연다, 더벨, 2021.04.23
- PRECEDENCE RESEARCH, Polylactic Acid Market (By Raw Material: Corn starch, Sugarcane & sugar beet, Cassava, and Others; By Application: Packaging, Agriculture, Transport, Electronics, Textiles, Others) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends Analysis, Regional Outlook and Forecasts, 2021 - 2030