

에너지변환 특성을 갖는 온실용 판유리 개발

(Development of Energy Conversion Glass for Greenhouse)

기술의 개요

가. 광변환에 의해 광합성이 증진되는 원리

본 연구에서는 식물의 광합성에 사용 되지 않는 자외선 영역인 300~400nm의 태양광을 광합성에 필요한 600~700nm로 변환시켜, 온실내의 작물에 조사(照射)시켜 줌으로써, 작물의 수확 시기를 앞 당기고 생산량을 증가시

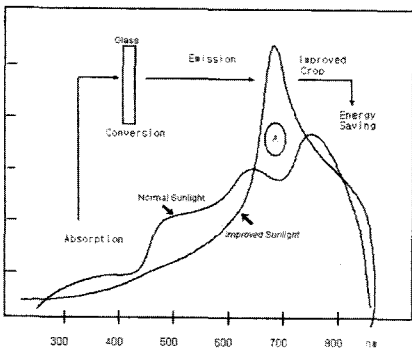


그림 1. 광변환에 의해 광합성이 증진되는 원리

켜, 최종적으로 단위 생산량당 동절기 온실의 에너지 소모량을 절감할 수 있는 원천 기술을 개발한다.

나. 광변환용 판유리

광변환 기능은 형광방출 작용을 이용하여 얻는다. 희토류(란타넘) 산화물 혹은 전이금속 산화물을 적정농도로 다른 유리소지와 함께 혼합, 용융, 유리화하는 방법으로 용융 도핑유리를 만들거나, 희토류금속 알콕사이드 화합물 또는 희토류 금속염을 TEOS와 함께 용매, 안정화제, 촉매등을 사용하는 코팅용액을 만들고 이 코팅용액으로부터 딥코팅(dip coating)법, 스핀코팅법(spin coating), 드레인 코팅법(drain coating) 등을 사용하여 코팅유리를 만든다.

다. 광변환특성 측정

위의 두가지 방법에 의해 제조된 광변환 용융 도핑유리 또는 코팅유리의 광변환 메커니즘 즉, 흡광, 발광 등의 원리를 규명하고, 광변환 효율을 개선하기 위한 유리제조 기술을 개발한다.

연구내용 및 결과

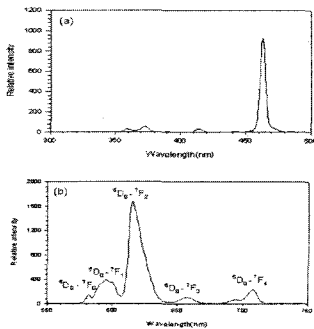
가. 도핑유리

용융 방식의 Eu³⁺의 도핑유리는 0.1~20% 농도 범위까지 함량에 따라 형광 세기는 포화되지 않고 계속 증가하므로 판유리 원료의 생산비 측면을 고려하여 0.5% 내외의 유토폴 함량이 적절한 것으로 판단되었다.

나. 코팅유리

코팅유리에서는 광합성에 유리한 파장의 형광 세기가 티타니아의 활성작용으로 형광방출이 크게 증가시킬 수 있었고, 두꺼운 코팅막에서 형광 세기도 증가하므로 광변환 효율을 높이기 위하여 1μm 내외의 다층 코팅 방법이 가장 유리한 것으로 나타났다.

그림 2. 광변환 유리의 흡수(a)와 방출(b) 스펙트럼

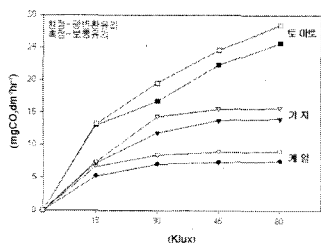


다. 재배실증시험

제조된 유리를 사용하여 소형 온실을 만들어 재배 실험을 실시하였다. 재배 실험을 통하여 유리의 광변환 기능이 식물의 성장과 광합성을 증진하는 것을 확인할 수 있었다. 자광도 식물인 케일의 생육상태가 좋아지고 광합성 능력이 향상되었고, 고광도 식물인 피망, 가지, 토마토에서도 성장과 광합성 능력이 향상되었다.

이 결과로 보아 광변환 유리는 많은 종류의 작물에 적용할 수 있을 것으로 보이며, 특히 동절기의 난방용 에너지 절약 효과가 있고 시설원에 농업의 경쟁력을 높이는 데에도 기여할 것이다.

그림 3. 빛이 어린 채소의 광합성에 미치는 영향



성과 및 활용가능분야

가. 에너지 절약대체, 청정, 자원효과

○ 온실 1동(2천평)당 에너지 절약 추산

- 전력 : 101천원 절약(년간)
- 경유 : 6,572천원 절약(년간)
- 총에너지 : 6,674천원 절약(년간)

○ 국내 총 에너지 절약 규모

온실 면적을 2,000 ha로 예상하고 전량 광변환 온실로 설치할 경우 연간 에너지 절약 규모

- 전력 : 6억원 절약(년간)
- 경유 : 398억원 절약(년간)
- 총에너지 : 404억원 절약(년간)

나. 환경편의성

비닐온실 사용감소로 석유자원 절약 및 환경오염방지에 기여

다. 생산성 향상

광변환 유리로 제작한 소형 재배상에서 작물재배 실험을 한 결과 식물 생육이 촉진되고 광합성 능력이 증가하는 현상을 관찰할 수 있었다. 따라서 작물의 수확량 증가 및 수확시기를 앞당길 수 있을 것으로 예측되므로 25% 정도의 에너지 절약효과가 발생될 것으로 본다.

라. 향후 발전 전망

현재 국내의 유리온실 보급율은 일본 대비 1%, 네덜란드 대비 0.2% 이므로 국내 유리온실 보급현황에 비추어 볼 때 앞으로 유리온실 보급의 성장 가능성이 매우 높다. 세계 최초의 작물 재배용 광변환 판유리를 개발하여 주변 농업국의 기능성 판유리 수요에 대한 수출을 기대할 수 있다.

마. 활용가능분야

- 채소 · 과일작물 재배용 온실
- 화훼 · 특용작물 재배용 온실
- 〈특허출원〉
- 출원명 : 광변환 유리제조 방법과 조성물
- 출원번호 : 제27473호(1998)
- 출원명 : 생산효율이 높은 광변환 온실
- 출원번호 : 제27547호(1998)

