

염소계 합성수지 포장재 식별용 진단시약 개발

오재영*

한국건설생활환경시험연구원

Development of Reagent Solution for Identifying the Chloride-based Packaging Materials

Jae Young Oh*

Korea Conformity Laboratories

Abstract In respect of environmental hazard or human safety, the use of the chloride-based packaging materials like polyvinyl chloride (PVC) blister and film, Polyvinylidene chloride (PVDC) laminated film has been restricted with national regulations. In this study, I intended to develop the reagent solution for identifying the chloride-based packaging materials, so that it was made by mixing methanol (CH₃OH) saturated with sodium hydroxide (NaOH) and pyridine as solvent with same ratio. The efficacy of this reagent solution was verified by the analysis of chemical mechanism and experiments that showed the color change (brown) of the specimens. This analysis method using reagent solution is so simple, convenient, inexpensive and immediate that I expect it will be useful in the field of packaging.

Keywords Reagent solution, PVC, PVDC, Chloride-based packaging materials

서 론

폴리비닐클로라이드(PVC) 합성수지는 저렴한 제조비용과 우수한 가공성 및 물리화학적 성능으로 인해 여러 산업분야에서 널리 사용되고 되고 있다. 특히, 포장산업에서는 PVC, PVDC 등 염소계 합성수지의 우수한 가스 및 수분 차단성, 열수축성 등을 활용하여 수축필름이나 배리어필름 등 다양한 포장재로 활용되고 있다¹⁾. 그러나 폴리비닐클로라이드(PVC) 등 염소계 합성수지의 가공시 첨가되는 프탈레이트계 가소제 성분이 인체 내분비계 교란물질(환경호르몬)로 알려지면서 인체 위해성 및 안전성 문제와 함께²⁾, PVC계 복합합성수지의 재활용성 저해 및 소각시 발생될 수 있는 다이옥신에 의한 환경적 유해^{3,4)} 측면에서 전세계적으로 PVC에 대한 규제가 확대되고 있는 추세이며, 국내에서

도 법적 규제를 통해 PVC 첩합(라미네이션)·도포(코팅) 포장재, PVC 수축포장재 및 PVC재질 포장재 사용을 금지하고 있다^{5,6)}.

따라서, 시중에 유통되고 있는 복합다층필름 및 합성수지 포장재에 PVC 재질 사용 여부를 확인하고 규제에 대응할 필요가 있다. 현재 염소계 합성수지 포장재 확인을 위한 가장 일반적인 측정방법으로 연소특성에 따른 관능분석과 SEM-EDX, FT-IR, 연소가스 포집 이온크로마토그래피분석법 등과 같은 기기분석법 있는데, 관능분석은 간이측정방법으로 객관성 및 과학적 신뢰성이 부족하고, 기기분석법은 정확한 확인이 가능하나 고가의 장비와 분석비용을 필요로 한다.

본 연구에서는 고가의 기기 분석대신 간단하고, 비용이 저렴하며, 현장에서 즉시 확인이 가능한 분석기법을 도입하기 위하여 시료에 포함된 염소기(Cl)와의 화학반응에 의한 시료의 변색을 확인함으로써 염소계 포장재 여부를 검증할 수 있는 진단시약을 제조하였으며, 화학 반응 메카니즘 분석 및 실험을 통해 타당성과 실용성을 확인하였다.

*Corresponding Author : Jae Young Oh
Korea Conformity Laboratories, 199, 1st Gasan Digital Road, Gumbcheon-gu, Seoul, 153-803 Korea
Tel : +82-2-2102-2772, Fax : +82-2-856-5636
E-mail : jyoung@kcl.re.kr

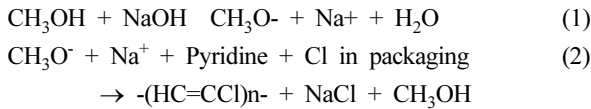
재료 및 방법

1. 재료

가장 일반적인 염소계 포장재로 PVC재질 블리스터 포장재, PVDC 첩합 필름을 구매하였으며, 대조군 실험을 위한 비염소계 포장재로 EVOH 첩합 필름을 구매하였다.

2. 진단시약 제조 및 반응 메카니즘 분석

메탄올(CH₃OH)에 수산화나트륨(NaOH)을 포화상태로 용해시킨 용액을 피리딘(Pyridine)과 동일한 부피 비율로 혼합하여 진단시약을 제조하였다. 화학적 반응 메카니즘은 다음 식에서 나타낸 바와 같으며, Fig. 1은 염소를 포함하는 포장재가 제조된 진단시약과 반응하여 이중결합을 형성하여 발색하는 과정을 보여준다.



CH₃ONa 용액(CH₃O⁻+Na⁺)은 강염기(very strong base)

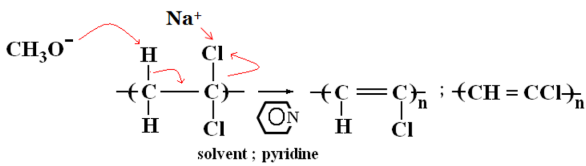


Fig. 1. Chemical reaction of reagent solution with Cl included packaging materials.

로 염소(Cl)가 붙어있는 이웃 탄소의 수소(H, Proton)와 반응하여 메탄올(CH₃OH)로 되고 제거반응에 의하여 이중결합을 형성한다. 이때 이중결합은 고분자 형태를 이루므로 색의 변화(이중결합이 연속으로 있는 형태)를 나타낼 수 있다. 용매로 사용한 피리딘(Pyridine)은 극성용매(polar aprotic solvent)로 반응을 잘 이루어질 수 있게 도와준다.

3. 실험방법

제조한 진단 용액 약 15 ml 를 비이커에 채우고 패키징 시료(PVC 블리스터, PVDC 첩합 필름, EVOH 첩합필름)를 진단시약에 완전히 침지시킨 후, 상온에서 약 15분간 시료의 변색 여부를 관찰하였다.

결과 및 고찰

염소계 및 비염소계 합성수지 포장재를 진단시약에 침지한 결과 염소계 합성수지 포장재는 갈색으로 변색 반응을 나타내었고, 비염소계 합성수지 포장재는 색상의 변화가 없었다(Fig. 2). 이를 통해 제조 용액이 염소계 합성수지 포장재 식별을 위한 진단시약으로서의 유효성을 확인할 수 있었다. 진단시약에 의한 발색 분석기법은 측정이 간단하고, 분석비용이 저렴하며, 현장에서 즉시 확인이 가능하므로 산업현장에서 활용성이 높을 것으로 판단된다. 다만, 투명하거나 밝은 색상의 포장재에 대해서는 적용이 용이하나, 짙고 어두운 유색의 합성수지 포장재에 대해서는 변색 여부 확인이 모호하므로 진단시약으로서의 적용이 어려울 것으로 판단되며, 추가적인 기기 분석법을 통한 확인이 필요할 것으로 여겨진다.

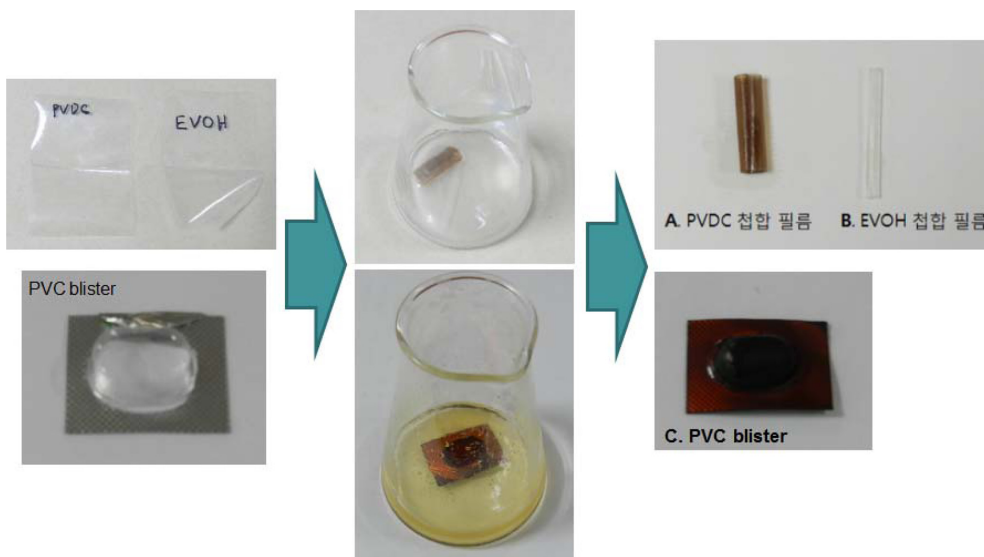


Fig. 2. Brief experimental Results of specimen immersed in the reagent solution to verify the performance of the prepared reagent solution: (A) PVDC laminated film; (B) EVOH laminated film; (C) PVC blister.

요 약

인체 유해성 및 환경적 유해성 문제로 염소계 합성수지 포장재에 대한 사용규제가 강화되고 있다. 본 연구에서는 염소계 합성수지 포장재 여부를 확인하기 위한 진단시약을 개발하고자 하였으며, 메탄올(CH_3OH)에 수산화나트륨(NaOH)을 포화상태로 용해시킨 용액을 피리딘(Pyridine)과 동일 비율로 혼합하여 제조하였다. 진단 용액과 염소기의 화학적 반응 메커니즘 분석 및 발색 실험을 통해 염소계 합성수지 포장재 진단용액으로서의 유효성을 확인하였다. 진단시약에 의한 발색 분석기법은 측정이 간단하고, 분석비용이 저렴하며, 현장에서 즉시 확인이 가능하므로 산업현장에서 활용성이 높을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 환경부 학술연구용역(염소계 합성수지 포장 규

제개선 및 측정방법 표준화 연구, 2013. 7. 23)에 의하여 수행되었음.

참고문헌

1. 김청, 박근실. 2007. 식품포장의 기초와 응용, 도서출판(주)포장산업, 서울, 대한민국, pp. 272, 277.
2. 김청. 2003. 플라스틱 패키징의 기초와 응용, 도서출판(주)포장산업, 서울, 대한민국, pp. 137.
3. Shibamoto, T., Yasuhara, A. and Katami, T. 2007. Dioxin formation from waste incineration, Rev. Environ. Contam. Toxicol. 190: 1-41
4. Yasuhara, A., Katami, T., and Shibamoto, T. 2006. Formation of dioxins from combustion of polyvinylidene chloride in a well-controlled incinerator. 62(11): 1899-906. Epub 2005 Oct 5.
5. 환경부. 2012. 포장재질·포장방법에 관한 기준 등에 관한 규칙.
6. 환경부(고시 제2012-225호). 2012. 제품의 포장재질 및 포장방법에 대한 간이 측정방법.
: 2013.11.08 / : 2013.11.28 / : 2013.12.13