

OG9) 농업용 폐비닐을 재활용한 친환경 원예농자재 소재 개발에 관한 연구

이인봉*, 김영철, 안승원
공주대학교 원예학과

1. 서 론

국민소득 증대에 따른 식생활의 개선과 고급화는 농산물의 고품질화를 요구하였고, 이러한 요구에 부응하여 비닐하우스로 대표되는 시설원예가 급속히 발달하였다.

그로 인해 발생하는 농업용 폐비닐은 기하급수적으로 늘어났고, 폐해또한 급격히 증가하고 있는 상태이다.

배출된 폐비닐은 땅에 매립되어 토양의 통수성, 통기성, 영양분의 공급 등을 차단하여 작물 생육의 저해 요인으로 작용하고, 폐비닐의 표면에 남아있는 각종 잔류농약성분이나 중금속 등은 토양과 하천을 오염시키는 원인이 되기도 한다.

많은 문제점을 가지고 있는 원예농업용 폐비닐을 이용가치가 높은 신 자재물질로 재이용하여 중금속등이 전혀 용출되지 않는 본래의 재질로 상용화하는 기술의 발전을 모색하며, 결론적으로 토양과 작물을 보호하는 친환경 농자재 등으로 개발 생산하기를 기대하는 것이 연구과정의 소견이다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 예산군내 집단 원예 농업 지역에서 폐비닐을 수거하여 실행하였으며, 처리하지 않은 폐비닐과, 건식, 습식, 개량습식의 4과정으로 나누어 실험하였다.

건식실험은 준비된 시료(수분+이물질포함)를 용융압출기(Twin screw, 14rpm, 25hp, 외부온도 350℃)에 일정량을 투입하고 용융 될 때까지 3회 반복 투입하였다.

투입시료를 압출한 후, pellet화 하기위해 용융압출기(Single screw, 12rpm, 50hp, 200℃)에 투입하였으나, 이물질이 다량 함유된 관계로 pellet화하지 못하였다. Gel상태의 용융품을 회수한 후 일부를 프레스(200t)에 투입 가로15cm, 세로15cm의 최종 시편을 만들었다.

습식실험은 준비된 시료(수분+이물질포함)를 1000ℓ의 물이 담긴 수조에 수작업으로 투입하여 회전 세척 작업을 10분간 반복 실시한 후, 고속 회전 탈수기(800rpm)로 옮겨, 약 30초간 탈수 공정을 실시하였다.

2차 과정으로 위와 동일한 수조에서 동일한 방식으로 세척, 탈수, 용융압출기(Single screw, 12rpm, 50hp, 외부온도350℃)에서 2차 반복 용융 후 pellet화 하였다.

Pellet 10kg을 계량하여 용융압출기(Single screw, 12rpm, 50hp, 200℃)에서 gel상태로 추출한 후 200t press에 압착하여 최종 시편을 만들었다.

개량된 습식처리실험은 준비된 시료를 1차로 타공망 분리기(80rpm)에 투입하여 시료간

마찰력을 이용 몸체의 이물질을 타공망 분리기 외부로 약 5분간 분출시켰다. 다음으로 회전 살수장치(350rpm)에 투입하여 약 3분간 세척 후 자동 고속 탈수기(800rpm)에 투입하여 수분과 이물질을 분출시켰다.

이를 용융압출기(Twin screw, 14rpm, 25hp, 200℃)에서 2차 반복 용융 후 pellet화 하였다.

Pellet 10kg을 계량하여 용융압출기(Single screw, 12rpm, 50hp, 200℃)에서 gel상태로 추출한 후 200t press에 압착하여 최종 시편을 만들었다.

최종적으로 나온 시편은 농업 및 원예용 자재로서의 효율성을 판단할 수 있는 회분율과 비중, 인장강도, 충격강도에 대한 물성분석과 비소(As), 카드뮴(Cd), 납(Pb), 6가크롬(Cr⁺⁶), 계면활성제(ABS), 시안(Cn), 수은(Hg), 폴리클로리네이티드 비페닐(PCB)등 토양 환경성과 작물에 장애를 유발할 수 있는 중금속 및 환경호르몬을 검출 분석하는데 이용하였다.

인장강도는 KS M 3006, 충격강도는 KS M 3055, 회분율은 GR M 3008 8-3, 비중은 KS M 3016에 의한 시험법으로 시행하였다.

중금속과 환경호르몬 용출 시험기준은 GR규격에 맞추어 시행하였다.

3. 결과 및 고찰

처리하지 않은 폐비닐의 경우 물성과 중금속 및 환경호르몬 등의 검출에서 거의 모든 항목이 비교기준에 부적합한 데이터를 보였다.

건식실험의 물성분석 항목 중 회분율은 56%로서 GR규격인 40%이하에 부적합 성상을 보였으며, 비중 역시 1.4로서 GR규격인 0.95에 부적합한 성상을 보였다. 인장강도 역시 6.8Mpa로서 GR규격에서 고시한 11.8Mpa에 비하여 큰 차이를 보였다. 다만, 충격강도만이 5J/m²로서 GR기준 4.9J/m²에 적합성을 보였다.

건식방법으로 처리한 시료를 중금속과 환경호르몬의 용출시험에 사용하였다.

검출 내용은 PCB는 0.01mg/l로 GR기준에 적합하지 못한 수치를 보였고, As, Cr⁺⁶, ABS, Cd, Pb는 검출은 되었으나 GR기준에 적합한 수치를 보였다. Cn과 Hg는 검출되지 않았다.

습식실험의 물성분석 항목 중 회분율은 42%로서 건식실험의 데이터보다는 향상된 수치를 보였지만 GR기준 40%이하에 적합하지 못했으며, 비중은 1.2로 회분율과 마찬가지로 GR기준에 적합성을 보이지 못했고, 인장강도 역시 8.6Mpa로서 GR기준인 11.8Mpa에 부적합하였다. 건식실험과 마찬가지로 충격강도에서만 5.5J/m²로서 GR기준에 적합한 수치를 나타냈다.

습식방법으로 처리한 시료를 중금속과 환경호르몬의 용출시험에 사용하였다.

검출 내용은 건식처리의 결과와는 다르게 중금속과 환경호르몬이 모든 항목에서 검출되지 않았다.

계량된 습식실험의 물성분석 항목 중 회분율은 13.2%로서 GR기준 40%이하에 적합성을 보였으며, 비중 또한 0.95로서 GR기준 0.95에 적합성을 보였다. 인장강도는 22.6Mpa로,

GR기준 11.8Mpa를 크게 상회하였고, 충격강도 역시 8J/m²로 GR기준인 4.9J/m²에 적합성을 보였다.

개발된 습식방법으로 처리한 시료를 중금속과 환경호르몬의 용출시험에 사용하였다.

검출 내용은 일반적 습식방법과 마찬가지로 중금속과 환경호르몬은 모든 항목에서 검출되지 않았다.

Table 1. Dry extrusion, Wet extrusion and Improved wet extrusion through the analysis of sample physical properties.

	Ash content (%)	Specific gravity (1.0)	Tensile strength (Mpa)	Impact strength (J/m ²)
SA	64	1.6	5.7	4.2
DE	56	1.4	6.8	5
WE	42	1.2	8.6	5.5
IW	13.2	0.95	22.6	8
GR	40 ^z	0.95 ^z	11.8 ^y	4.9 ^y

SA : Sample; DE : Dry extrusion; WE : Wet extrusion; IW : Improved wet extrusion; GR : GR standards

^zUnder the standard; ^yOver the standard.

Table 2. Analysis of detection of heavy metal or endocrine disruptor for Dry extrusion, Wet extrusion and Improved wet extrusion sample.

	As (mg/l)	Cd (mg/l)	Pb (mg/l)	PCB (mg/l)	Cr ⁺⁶ (mg/l)	ABS (mg/l)	Cn (mg/l)	Hg (mg/l)
SA	0.04	0.02	0.17	0.03	0.05	0.5	0	0
DE	0.04	0.01	0.1	0.01	0.04	0.3	0	0
WE	0	0	0	0	0	0	0	0
IW	0	0	0	0	0	0	0	0
GR	0.05 ^z	0.01 ^z	0.1 ^z	0	0.05 ^z	0.5 ^z	0	0

SA : Sample; DE : Dry extrusion; WE : Wet extrusion; IW : Improved wet extrusion; GR : GR standards

^zUnder the standard

4. 요약

개발 습식방법으로 실험한 결과 다른 처리 방법과는 달리, 물리성과 환경성 모든 항목에서 적합함을 나타내었다. 그러므로 원예농업용 페비닐의 저급물리성과 중금속등의 유해물질 검출의 우려로 인한 사용기피를 조금이나마 불식하고 기존에 유해성분 검출로 토양이나 작물에 문제가 됐던 원예농업용 자재를 대체할 수 있는 자재로서의 가능성을 보였다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- 김복영. 1995. 토양중 중금속함량이 파, 상추의 중금속흡수 및 생육에 미치는 영향. 한국환경농학회지. 14(3); 253-262.
- 김지인, 강출일, 오세문. 1985. 참깨에 대한 비닐피복재배시 재초제의 약효 약해규명시험. 농양연구서 시험연구보고서. 224-229.
- 양환승, 문영희, 김낙웅, 이진하. 1987. 폴리에틸렌 멀칭재배시 농약의 토양 및 작물체중 잔류에 관한 연구. - 제1보 토양환경상에 미치는 폴리에틸렌 피복의 영향. 한국잡초학회. 306-314.
- 이규승. 1997. 농업 생태계에 대한 잔류농약의 영향 평가.
- 한국환경자원공사. 1996. 혼합 폐플라스틱 발생실태 및 재활용 기술 현황에 관한 조사연구.
- 한국환경자원공사. 1997. 농업용 멀칭 폐비닐 건식 처리 공정 개발에 관한 연구.
- Feuerriegel U, M Kunsch . R Stahlberg and F Steiger . 1994. The material and energy balance of the thermoselect process The thermoselect process for the degasification and gasihcation of wastes Schweitzer F J (Ed) Efverlag. 69-84.
- Pospisill., F.A Sitek. and R Pfaendner. 1995. polymers Degradation and Stability. 48; 351-358.