

# 폐지를 이용한 기능성 육묘지의 제조 기술 개발(Ⅲ)

엄 태진 · 박 성배\*

경북대학교 임산공학과

## 1. 서 론

최근의 농업환경은 기계화, 자동화 및 대량생산에 대한 필요성이 생산자에게 가중되고 있으며 소비자로부터는 농산물의 고품질화 및 규격화에 대한 요구가 높아지고 있다. 반면 농업인구의 고령화는 농업생산형태의 변화를 유도하는 촉매적 역할을 수행하고 있으며 이러한 변화는 전업·전문농가의 양산 체제를 구축하게 되었다. 급변하는 농업환경의 변화에 보다 적극적으로 대처하기 위하여 농업용 부자재의 개발은 매우 중요한 과제이다. 본 연구에서는 농업뿐 아니라 임업에서도 적극적으로 활용이 가능한 육묘용지를 개발하고자 하였으며, 육묘용지를 개발하는데 있어 폐지를 사용함으로써 자원의 효율적인 이용과 함께 사회적인 문제가 되고 있는 쓰레기 발생량을 줄이고 재생 목재 함유가 가지는 흡수성을 이용하여 개발된 육묘지에 기능성 약제를 도입함으로써 육묘 현장에서 사용되는 농약의 사용량의 절감을 시도하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시 재료

#### 2.1.1 재생펄프의 처리 및 육묘용 원지의 제조

재생펄프는 Old News Paper(ONP)와 Mixed Office Waste(MOW)를 사용하였으며 효소를 사용하여 재생펄프의 개질을 시도하였다. 재생펄프의 개질에는 Denimax BT(Novo Co.)를 사용하여 효소처리 시료로 처리하지 않은 시료를 준비하고 각각을 탈수, 세척 및 부유부상법으로 처리하여 모두 12종의 원료 DIP(deinking pulp)를 제조하였다.

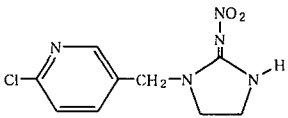
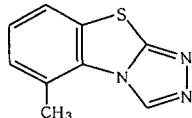
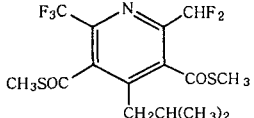
제조된 12종의 시료를 사용하여 육묘지 원지를 초지 하였으며, ONP와 MOW를 50:50으로 혼합하여 무처리 육묘 원지와 효소처리 원지를 초지하였다. 육묘용 원지의 초지는 KS M 7030에 의거하여 원형 초지기와 4각 초지기를 각각 사용하여 초지하였다. 육묘 원지의 초지에 사용된 지료를 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Preparation of DIP from ONP and MOW for seed paper.

	enzyme	paper stock treatment	kind of sheed paper
ONP	non-treatment	dewatering	A
		washing	B
		Flotation	C
	treatment	dewatering	D
		washing	E
		Flotation	F
MOW	non-treatment	dewatering	G
		washing	H
		Flotation	I
	treatment	dewatering	J
		washing	K
		Flotation	L
MIXED*	non-treatment	dewatering	가
		washing	나
		Flotation	다
	treatment	dewatering	라
		washing	마
		Flotation	바

\* MIXED : ONP(50%) + MOW(50%)

Table 2. Chemicals on seed paper.

chemical structure			
name	Imidacloprid	Tricyclazole	Dithiopyr

### 2.1.2 기능성 약제의 선발

육묘원지에 약제 처리는 약제의 농도 조절 및 약제 중의 증량제와 같은 보조제 등

에 따른 영향이 있어 본 연구에서는 농약 원제를 사용하였으며 사용된 원제는 (주)경농으로부터 제공받은 것으로 일반농가에서 살충제(Imidacloprid) 및 살균제(Tricyclazole)와 제초제(Dithiopyr)로 가장 폭넓게 사용되는 약제의 원제를 사용하였다. 이들 약제는 물에 대한 용해도가 낮아 (주)경농에서 제공된 K-100과 NMP를 80:20으로 혼합하여 용매로 사용하였다. 사용된 약제의 특성과 구조를 Table 2에 나타내었다.

## 2.2 실험 방법

### 2.2.1 육묘지의 약제의 함침량 측정

Table 1에 나타난 육묘원지에 기능성을 부여하기 위하여 Table 2에 나타난 약제를 도입하고자 하였다. 선발된 약제를 0.1% 농도의 용액에 초지된 육묘원지를 함침하여 도입하였으며, 용제는 2.1.2에 언급된 전용 용매를 사용하였으며, 도입된 약제의 양은 GC와 HPLC를 사용하여 분석하였다.

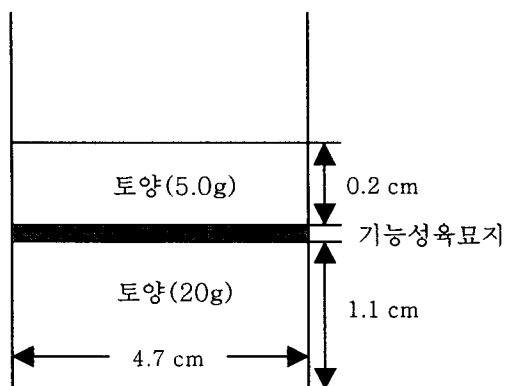


Fig. 1. Soil extract set.

### 2.2.2 약제의 토양 중 용출 실험

Fig. 1과 같은 용출기 set를 사용하여 약제의 토양 중 용출 실험을 실시하였다. 사용된 토양의 물리·화학적 특성은 Table 3에 나타내었다. 약제가 함침된 3×3cm 시료를 넣고 매일 포장용수량의 100% (0.32ml/g)의 수분을 첨가하여 12일간 보관하면서 날마다 set에서 약제가 처리된 육묘지와 토양을 분리하고 분리된 토양을 건조시킨 후 토양 중의 약제를 용출하여 HPLC와 GC를 사용하여 분석하였다.

### 2.2.3 육묘지의 발아 시험

육묘용지를 이용한 발아시험은 종자의 발아율을 높이고 발아된 종자의 뿌리 투과율을 증대시키기 위하여 초지된 육묘 원지에 embossing 처리를 실시하였다. embossing 처리는 원지를 습윤상태와 건조상태에서 5, 10kg/cm<sup>2</sup>의 압력을 주어 제조하였다. 종자를 접착한 육묘지의 발아시험은 예비적으로 페트리 디쉬 상에서 실시하였으

며 35°C 항온기에서 발아 상태와 뿌리 투과율을 관찰하였다.

Table 3. Properties of soil.

Texture	Particle size dist.(%)			pH (1:5)**	O.M (%)	C.E.C (me/100g)
	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)			
SiCL*	16.0	56.9	27.1	6.0	2.1	5.7

\* SiCL : Silty clay loam

\*\* Soil : H<sub>2</sub>O

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 육묘 원지 중의 약제 함침량

각각의 약제들은 GC(Dithiopyr)와 HPLC(Imidacloprid, )를 사용하여 측정하였다. 약제의 함침량은 초지된 원지에서 미세분의 제거율이 높을수록 높아지는 경향을 나타내었으며, 이러한 결과는 원지의 흡수도와 매우 밀접한 관계를 나타내고 있다. ONP가 MOW 보다 높은 함침량을 나타내었으며 효소처리 시료가 효소처리하지 않은 시료에 비하여 높은 함침량을 나타내어 효소에 의한 개질 효과를 확인할 수 있었다(Fig. 2). 약제의 종류에 따른 함침량의 차이는 없는 것으로 판단된다.

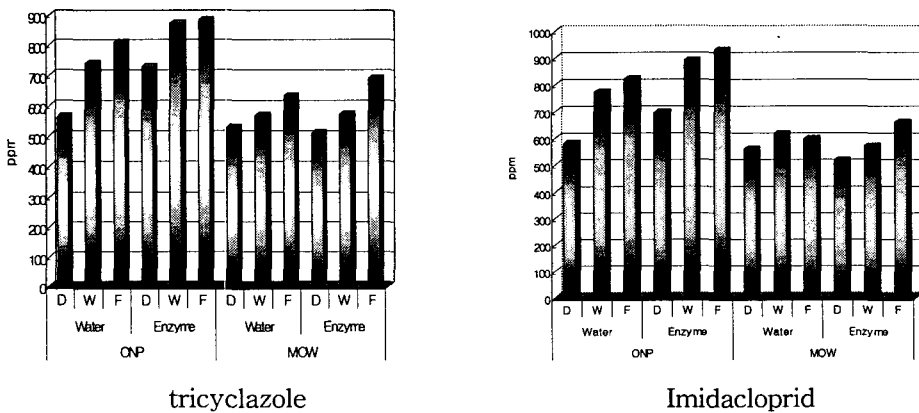


Fig. 2. Content of tricyclazole and Imidacloprid on paper sheet.

### 3.2 약제의 토양 중 용출 실험

약제가 함침된 기능성 육묘지의 토양 환경 중 용출 실험을 통하여, 토양 중으로의 용출 가능성을 확인하게 되었고, 기능성 육묘지의 재질에 따라 함침된 농약의 용출성에 차이가 있음을 확인하였다.

Imidacloprid의 용출실험 결과, ONP재원 중 효소처리를 하지 않은 기능성 육묘지 A, B 그리고 C에서 1일 후 함침 된 농약의 용출률은 각각 76.2%, 75.2% 그리고 85.4%로 나타났고, 효소처리를 한 D와 F는 각각 86.3%와 86.7%로 나타나 효소처리를 하지 않은 기능성 육묘지에서 용출률이 낮았다. 또한 MOW중 효소처리를 하지 않은 G, H 그리고 I의 1일 후 용출률은 각각 96.0%, 95.9% 그리고 97.3%로 나타났으며, 효소처리를 한 J와 L은 각각 97.2%와 97.5%로 나타나 효소처리 유무에 관계없이 비슷한 양상을 나타내었다. 전반적으로 1일 이내에 함침된 약제의 75%이상이 용출 되었으며, ONP가 MOW보다는 용출률이 낮았다. 특히 효소처리를 하지 않은 기능성 육묘지 A와 B에서 상대적으로 낮은 용출률을 보였다.

Tricyclazole의 용출실험 결과, ONP재원 중 효소처리를 하지 않은 기능성 육묘지 A, B 그리고 C에 함침된 농약의 1일 후 용출률이 각각 84.2%, 90.4% 그리고 89.1%로 나타났고, 효소처리를 한 D와 F는 각각 87.5%와 92.7%로 나타나 효소처리의 유무에 상관없이 비슷한 용출률을 보였다. 또한 MOW에 효소처리를 하지 않은 G, H 그리고 I의 1일후 용출률은 96.4%, 93.5% 그리고 90.8%로 나타났고, 효소처리를 한 J와 L은 각각 91.8%와 94.8%로 나타났다. 전반적으로 1일 이내에 함침된 약제의 84.2%이상 용출 되었으며, 효소처리의 유무에 따른 ONP와 MOW의 용출률 차이는 미미하였으나 ONP의 용출률이 상대적으로 낮은 경향을 보였다. 특히 육묘지 A에서 그 경향이 뚜렷하게 나타났다.

Dithiopyr의 용출실험 결과, 기능성 육묘지의 재질 특성에 큰 영향을 받지 않고 전반적으로 용출률이 높았다. ONP재원 중 효소처리를 하지 않은 기능성 육묘지 A, B 그리고 C에 함침된 농약의 1일후 용출률이 88.5%, 96.0% 그리고 97.6%로 나타났고, 효소처리를 한 D와 F는 각각 95.7%와 92.9%로 비슷한 용출률을 나타내었다. 또한 MOW재원 중 효소처리를 하지 않은 G, H 그리고 I의 용출률은 모두 95.5%이상으로 나타났고, 효소처리를 한 J와 L은 각각 98.1%와 97.8%로 나타났다. 전반적으로 1일 이내에 함침된 약제의 90%이상이 용출되었으며 ONP재원과 MOW재원간의 차이는 미미하였다.

기능성 육묘지에 함침된 농약이 토양 환경 중으로 용출 되었을 때의 행동양상을 알아보기 위해, pH 7.0인 일반적인 토양 환경조건에서 공시토양과의 흡착실험을 수행한 결과, imidacloprid (non-ionic polar compound), tricyclazole (ionic basic compound) 그리고 dithiopyr (hydrophobic compound)는 초기 농도의 각각 10%, 55% 그리고 38%가 흡착하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, imidacloprid와 tricyclazole는 기능성 육묘지 중 효소 처리를 하지 않은 ONP가 MOW보다 기능성 육묘지에 함침된 농약의 용출률이 비교적 낮게 나타났으며, dithiopyr은 ONP와 MOW간의 차이가 거의 나지 않았다. 또한 전체적으로 약제별 1일 후 용출률은 dithiopyr > tricyclazole > imidacloprid 순으로 나타났다.

### 3.3 육묘지의 발아 및 발아율 개선 시험

육묘지의 발아율과 뿌리 투과율을 증대시키기 위하여 원지에 embossing 처리를 실시하였다. embossing은 5, 10 kg/cm<sup>2</sup>의 압력을 가하여 각각을 처리하였으며 처리 시 원지를 건조상태와 습윤상태에서 압력을 가하여 실시하고 열단장을 비교하였다(Table 4). 무처리 원지의 열단장 3.57(km)는 embossing 처리 후 50% 이하의 강도를 나타내었으며 건조 상태로 처리하는 것 보다 습윤상태로 embossing 처리하는 것이 보다 낮은 강도를 나타내었다. 습윤 상태에서 embossing 처리할 경우 건조상태에서 보다 높은 원지의 손상과 파괴를 유도하기 때문인 것으로 생각된다. 습윤상태에서 10 kg/cm<sup>2</sup>로 처리하였을 경우 가장 낮은 0.86(km)의 열단장을 나타내었으며 육묘지로서 사용하기에 충분한 강도를 가지는 것으로 판단된다.

Table 4. Breaking length of paper sheet on embossing treatment.

	sheet	embossing (dry, 5kg/cm <sup>2</sup> )	embossing (dry, 10kg/cm <sup>2</sup> )	embossing (wet, 5kg/cm <sup>2</sup> )	embossing (wet, 10kg/cm <sup>2</sup> )
Breaking length	3.57	1.71	1.01	1.53	0.86

embossing 처리된 용지를 사용하여 뿌리 투과에 미치는 영향을 실험하였으며 그

결과를 Picture 1에 나타내었다. embossing 처리 시료의 경우 처리되지 않은 것에 비하여 뿌리 투과율이 대단히 개선된 것을 확인할 수 있었으며, embossing 처리 압력이 높을수록 뿌리의 투과율이 개선되는 결과를 얻었다. embossing 처리로 인하여 강도시험에서와 같이 육묘 원지의 표면 일부가 손상을 받거나 파괴된 상태가 되고 여기에 발아를 돕기 위하여 첨가된 물에 의하여 종이의 습윤강도가 현격히 낮아져 종자에서 발생된 뿌리가 쉽게 육묘원지를 투과하기 때문인 것으로 판단된다.



Non-embossing

eombossing(5 kg/cm<sup>2</sup>)

eombossing(10 kg/cm<sup>2</sup>)

Picture 1. Effect of embossing treatment of paper sheet on root-through.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 폐지를 이용한 육묘용 원지를 제조하고 목재 섬유가 가지는 흡수성을 이용하여 기능성 약제를 탑재하여 육묘지의 기능을 높이고자 하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 약제의 탑재량은 ONP가 MOW에 비하여 높게 나타났으며 효소 처리를 통한 폐목재 섬유의 개질을 통하여 흡수성 증대로 약제의 탑재량을 증가시킬 수 있었다.
2. 약제의 토양 중 용출실험에서 imidacloprid와 tricyclazole는 기능성 육묘지 중 효소 처리를 하지 않은 ONP가 MOW보다 낮게 나타났으며, dithiopyr은 ONP와 MOW간의 차이가 거의 나지 않았다. 또한 전체적으로 약제별 1일 후 용출률은 dithiopyr > tricyclazole > imidacloprid 순으로 나타났다.
3. embossing 처리 육묘용 원지가 embossing 처리하지 않은 원지에 비하여 뿌리 투과율이 높게 나타났다.