

## 폐지를 이용한 기능성 육묘지의 제조(제2보)

- 육묘지 적성 시험 -

엄태진\*<sup>1</sup> · 박성배<sup>†</sup>

(2006년 11월 1일 접수: 2007년 1월 30일 채택)

## Development of multipurpose seed paper from waste paper( II )

- Focused on field test of manufactured seed paper -

Tae-Jin Eom \*<sup>1</sup> and Soung-Bae Park<sup>†</sup>

(Received November 1, 2006: Accepted January 30, 2007)

### ABSTRACT

The seed paper was used in farm field recently for a sound young plant. The most of seed paper are made of synthetic non-woven sheet. Therefore, it is very difficult to bio-degrade in soil and is very hard to have some special function, for example keeping herbicide and/or insecticide activity because of its lack of chemical acceptability.

The purpose of this research is manufacture of seedling paper which have a function of herbicide activity from waste paper.

The fiber properties from waste paper were remarkably improved by fine removal with washing and/or flotation process. The paper-making ability for seed paper was enhanced with enzyme treatment of secondary fibers. The paper for seedling must have a good bio-degradation ability in soils. The absorption amount of chemical like as dithiopyr was increased remarkably in enzyme treated base paper. The embossing treatment of base paper was very effective for seed attachment and chemicals retention. And also, the developed seed paper showed a good penetration property of young root through embossed paper.

**Keywords** : seed paper, modified, ONP, MOW, impregnation, dissolving.

---

• 본 논문은 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행된 결과의 일부임.  
• 행정자치부 국가기록원(National Archives & Records service, Ministry of Government, Administration and Home Affairs, Daejeon 302-701, Korea)

\*1 경북대학교 임산공학과(Wood Sci. and Tech. Kyungpook Nat'l. Univ., Daegu 702-701, Korea)

† 주저자(Corresponding author) : E-mail : canfafa@mogaha.go.kr

## 1. 서론

수입농산물에 대하여 경쟁력 있는 농업 즉 차별화된 특화 농업에 대한 요구가 증대되는 것은 최근의 농업환경을 대변하고 있는 것과 같다. 이러한 변화는 농산물 생산자로 하여금 농업의 기계화, 자동화 및 대량생산을 위한 인프라 구축에 대한 필요성 가중시키고 있다. 또한 소비자로부터는 농산물의 고품질화 및 규격화에 대한 요구는 이러한 변화를 보다 가속화시키고 있다. 더불어 농업인구의 고령화는 전업·전문농가의 양산 체제 구축이라는 농업생산형태의 변화를 유도하는 촉매 역할을 하고 있다. 친환경적이고 사용하기 간편한 부자재의 개발은 급변하는 농업환경에 대응할 수 있는 중요한 대안적 요소 중의 하나이다.

현재 농업, 임업 및 원예 등의 중요 생산에 여러 종류의 육묘지(Seed paper)가 사용되고 있다.<sup>1)</sup> 주로 일본에서 제조된 육묘 원지를 가공하여 사용하고 있으나 이는 주로 레이온계 부직포를 베이스로 하고 있기 때문에 사용 후 토양 중에서의 생분해성이 나쁘고 약제 수용성이 낮기 때문에 제초제와 같은 기능성 약제의 탑재가 어려운 단점이 있다.<sup>2-5)</sup> 반면에 종이는 목재 섬유로서 흡착 및 흡수성이 우수하여 제초제 등과 같은 약제의 도입이 용이할 것으로 평가된다.<sup>6,7)</sup>

한편, 우리나라 생활쓰레기의 28%, 사무실 쓰레기의 60%가 폐지로 구성되어<sup>8)</sup> 있기 때문에 육묘지 제조에 폐지를 사용함으로써 폐자원의 효율적인 재활용과 부가가치를 높일 수 있다.

본 연구에 있어서는 전보<sup>9)</sup>의 목재 섬유에 대한 농약 제제의 거동 특성 연구를 통하여 밝혀진 내용을 기초로 하여 기능성 육묘지를 제조하고 제조된 원지의 이차 가공, 물리적 성상 및 종자의 발아 특성에 관하여 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시 재료

#### 2.1.1 육묘지 제조용 원지

공시재료로 사용된 원지는 전보<sup>9)</sup>와 같은 방법으로 제조되었다. 즉, Old News Paper(ONP)와 Mixed

Office Waste(MOW)를 원료로 사용하였으며, 효소를 사용하여 재생펄프의 개질을 시도하였다. 사용된 효소는 Novo社의 Denimax BT로 펄프의 전건중량에 대하여 0.4 IU를 첨가하여 해리한 개질 치료와 무처리 치료를 각각 준비하였다. 폐지의 해리는 고농도 Pulper를 사용하였으며, MOW와 ONP의 치료농도는 각각 12%와 10%로 하여 950 rpm에서 10 min 동안 해리하고 dehydration, washing 및 flotation 처리하여 모두 12종의 DIP(deinked pulp) 원지를 준비하였다.

준비된 12종의 치료 및 ONP와 MOW를 50(wt%) : 50(wt%)으로 혼합한 6종의 치료를 추가하여 총 18종의 육묘 원지를 초지하였다. 육묘용 원지는 KS M 7030에 준하여 원형과 사각 수초지를 각각 초지하였다. 원지의 밀도를 낮추고 비용적을 높여 육묘원지의 유연성을 높이고 종자의 발아와 발아 후 뿌리의 침투성을 증대시키기 위하여 초지 시 압착 탈수 시간을 3분으로 제한하였다.

#### 2.1.2 제초제

제초제로서 (주)경농으로부터 제공받은 Dithiopyr 원제를 사용하였다.

### 2.2 실험 방법

#### 2.2.1 육묘용 원지의 비용적 및 흡수도 측정

육묘용 원지의 비용적은 KS M 7021에 의거하여 sheet의 밀도를 측정하고 비용적을 계산하여 나타내었다.

효소에 의한 ONP 및 MOW의 개질 특성을 검토하기 위하여 콤팩(KS M 7054)과 클램법(KS M 7094)으로 흡수도를 측정하고 결과를 비교 검토하였다.

#### 2.2.2 육묘용 원지의 물성 측정

초지한 육묘용 원지는 KS M 7012에 준한 시험용지의 전처리를 실시하고 동일한 조건에서 KS M 7014, 7017 및 7027에 준하여 인장강도, 파열강도 및 습윤 인장강도를 측정하였다.

#### 2.2.3 종자의 발아율 측정

발아율 측정에는 무, 배추 및 호박 종자를 사용하였으며, 전분계 접착제를 사용하였다. 육묘 원지의 상태

및 약제의 양이 발아에 미치는 영향을 검토하기 위하여 항온·항습기에서 페트리디쉬를 사용하여 35°C 조건에서 실시하였다.

## 2.2.4 육묘원지의 2차 가공

육묘용지를 이용한 발아시험은 종자의 발아율을 높이고 발아된 종자의 뿌리 투과율을 증대시키기 위하여 초지된 육묘 원지에 embossing 처리 하였다.

Embossing 처리는 원지를 습윤 상태와 건조 상태에서 5, 10 kg/cm<sup>2</sup>의 압력을 주어 제조하였다.

# 3. 결과 및 고찰

## 3.1 육묘 원지의 비용적 및 흡수도

### 3.1.1 육묘 원지의 비용적

비용적은 섬유의 밀도에 대비되는 개념으로 sheet가 가지는 bulky한 특성을 나타낸다. 처리 방법에 따른 sheet의 비용적을 조사하기 위하여 sheet의 밀도를 측정하고 비용적을 계산하여 나타내었다 (Table 1).

ONP와 MOW의 밀도를 비교하면 MOW가 높은 것으로 나타났으며 상대적으로 bulky한 특성은 낮은 것으로 나타났다. 지료의 처리 방법에 따른 밀도 차이는 미세분이 제거됨에 따라 낮아지는 경향을 보였는데 MOW에서 이러한 경향이 보다 뚜렷하였다.

sheet의 비용적은 밀도와 반대로 ONP가 MOW 보다 높은 것으로 나타났다. ONP에서 효소처리하지 않은 시료의 경우는 미세분 제거와 관계하여 비용적의 변화는 거의 없었으나, 효소처리 하였을 경우는 상대적으로 높은 비용적을 나타내었다. 효소 처리 후 washing 처리한 시료의 비용적이 상대적으로 높게 나타났다. MOW에서의 비용적 변화율을 살펴보면 효소처리하지 않은 시료의 변화율이 보다 높은 것으로 나타났으며, 효소처리 하였을 경우 flotation처리 시료의 비용적이

처리하지 않은 것에 비하여 높게 나타났다.

이러한 현상은 효소처리에 의하여 미세분의 용이한 제거와 섬유의 유연성 증가에 의하여 비용적이 증가한 것으로 생각된다. 각각의 처리방법에 따른 sheet의 비용적은 washing과 flotation에 의하여 잉크 입자와 미세한 목섬유 조각을 제거하였을 경우 높아지는 경향을 보였으나, ONP의 경우 washing 처리 후 더 높은 것은 과다한 미세분 중 적당량이 제거되었기 때문인 것으로 판단된다. ONP가 MOW에 비하여 bulky 특성이 높게 나타난 것은 재생폐지의 사용율이 높은 ONP의 경우 미세분 양보다 단섬유의 함유량이 높기 때문인 것으로 생각되며, 이에 비하여 비교적 폐지 사용률이 낮은 MOW의 경우 beating에 의해 피브릴이 많이 발생하였기 때문으로 생각된다.

MOW와 ONP를 혼합하여 초지하였을 경우 ONP 혼합 함량의 증가에 따라 비용적이 높게 나타났다. 효소 처리한 시료를 혼합한 것이 효소 처리하지 않은 것에 비하여 비용적이 더 낮은 경향을 보이거나, 효소 처리한 후 flotation 처리한 시료의 비용적이 가장 높은 것으로 나타나 효소에 의한 재생 목재 섬유의 개질을 확인할 수 있었다. 혼합 지료에 의한 비용적의 변화는 비용적율이 높은 ONP에 의하여 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 이는 ONP가 가지는 섬유장 분포의 특성에 영향을 받은 것으로 생각된다.

### 3.1.2 육묘용 원지의 흡수도

콤팩 테스트에서는 미세분 제거가 흡수도와 상관관계를 가지는 것으로 관찰되었다. ONP에서는 효소처리에 의하여 흡수도가 증가하는 경향을 보이거나 MOW에서는 반대로 흡수도가 감소하는 것으로 나타났다 (Fig. 1). 효소처리를 행하였을 경우 탈수와 세척 처리에서는 흡수도 차이가 미미하였으며, 이는 효소에 의한 섬유의 개질에 의한 것으로 생각된다. MOW에서는 비교적 미세분의 함유량이 적어 효소처리하지 않은 시료의 흡수

Table 1. Specific volume of paper sheet

	ONP		MOW		Mixed	
	Water	Enzyme	Water	Enzyme	Water	Enzyme
Dehydration	2.43	2.35	1.87	1.93	2.03	1.91
Washing	2.34	2.78	1.90	1.89	2.00	1.98
Flotation	2.43	2.46	2.04	2.07	2.08	2.14

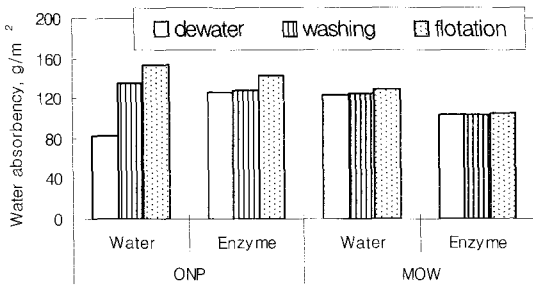


Fig. 1. Water absorbency of paper sheet by Cobb test.

도는 전체적으로 효소 처리한 ONP 수준으로 높게 나타났다. 효소 처리한 MOW의 경우 섬유유연성은 중대되나, 해리 중에 발생하는 생성된 미세분이 효소에 의하여 분해되거나 처리과정 중 제거되어 흡수도가 낮아졌다고 생각된다.

혼합 초지한 sheet의 경우 ONP와 MOW의 중간 정도의 흡수도를 나타내었으며, 효소를 처리하지 않은 시료를 washing 처리한 ONP와 MOW 혼합 시료의 흡수도가 가장 높게 나타났다 (Fig. 2). 이러한 현상은 효소 처리한 시료에서도 비슷한 경향을 나타내었는데 이는 시료 중에 포함된 미세분 함량 차이에 의한 것으로 생각된다.

이상의 콤팩 테스트에 의한 흡수도 실험 결과에서 지료 중에 포함된 단섬유와 적당량의 미세분이 흡수도에 높은 영향을 미치는 것으로 생각되며 이러한 현상은 종이의 강도에 많은 영향을 미칠 것으로 생각된다.

클렘법에서는 콤팩과 달리 지료에 효소를 처리하고, 미세분의 제거율이 높을수록 수분의 전이도가 높은 것으로 나타났다 (Fig. 3). 이러한 결과는 원지의 비용적

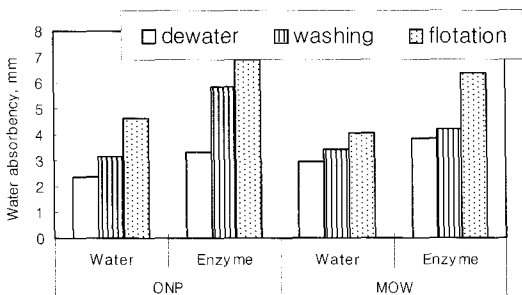


Fig. 3. Water absorbency of paper sheet by Klemm's method.

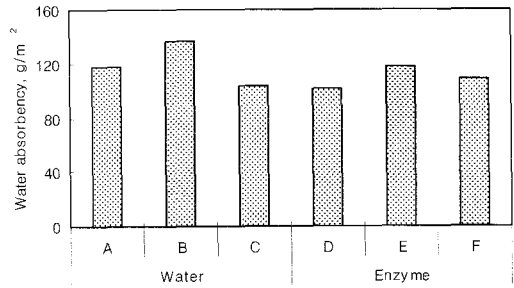


Fig. 2. Water absorbency of paper sheet by Cobb test (Mixed stock).

A & D : dehydration, B & E : washing, C & F : flotation

과 밀접한 관계를 가지는 것으로 생각되며 미세분 함량이 낮은 지료로 초지된 비용적이 높은 지종일수록 수분 전이 정도가 높은 것으로 나타났다. 그러나 이와 같은 수분 전이 정도는 종이가 가지는 수분 함유 정도와는 차이가 있다. 따라서 좋은 육묘 원지가 갖추어야 할 성질로는 수분의 높은 함유량과 빠른 수분의 전이성이라 양쪽 모두를 요구한다고 볼 수 있다. 수분의 전이성은 양호한 수분의 이동을 가져와 종자 발아 후 물 뿌리기 작업으로 인한 복토 상층의 과습을 방지하여 종자의 부식을 방지하기 때문에 육묘지의 성질 중 대단히 중요한 성질이라 볼 수 있다.

혼합 초지 하였을 경우 효소 처리 하였을 때가 효소를 처리하지 않았을 경우에 비하여 높은 전이성을 나타내었으며, ONP에 비하여 MOW가 상대적으로 높은 전이성을 가지므로 이러한 전이성은 효소 처리한 MOW의 전이성에 많은 영향을 받는 것으로 생각된다 (Fig. 4).

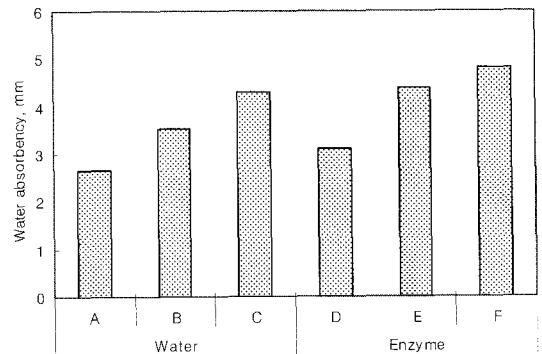


Fig. 4. Water absorbency of paper sheet by Klemm's method (Mixed stock).

A & D : dehydration, B & E : washing, C & F : flotation

### 3.2 육묘 원지의 물성 측정

#### 3.2.1 인장강도 및 파열강도

인장강도와 파열강도 실험결과를 Figs. 5~8에 나타내었다. ONP와 MOW 및 혼합지료의 경우에도 인장강도와 파열강도 모두에서 효소를 처리하여 해리 하였을 경우 강도적 성질의 저하 현상을 나타내었는데 이는 효소처리 및 처리과정 중 미세분의 과다한 제거 때문인 것으로 생각된다. 각각의 처리 시료에 있어 dehydration의 경우는 미세분이 과다하게 많아 강도가 낮은 경향을 보이고 flotation의 경우는 과다한 미세분 제거로 인하여 washing 처리보다 강도가 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 강도적 성질은 열단장과 비파열강도 모두에서 유사한 경향을 보였다. 또한 ONP와 MOW를 혼합하여 초지한 시료의 경우도 동일한 결과를 나타내었다. 인장강도는 ONP에 비하여 MOW가 높게 나타났으나 파열강도의 경우 대등하거나 약간 높은 경향을 나타내었다.

종이를 구성하고 있는 섬유장과 섬유간 결합력이 인장강도에 많은 영향을 미치게 되는데 ONP에서는 많은 양의 미세분에 의하여 섬유간 결합력이 약화되었고 구성하고 있는 섬유장이 짧았기 때문에 MOW보다 낮은 강도를 나타낸 것으로 판단된다. 이에 비하여 상대적으로 미세분의 함량이 낮고 장섬유를 다수 함유한 MOW의 경우는 효소처리에 의한 강도의 감소가 ONP에 비하여 낮은 경향을 나타내었다. 그리고 혼합 초지한 시료의 경우에도 상기에 언급한 것과 같이 미세분과 단섬유간의 관계로 인하여 효소처리 한 시료에서의 보다 낮은 강도를 나타내었다.

혼합초지의 경우 인장강도는 ONP와 MOW의 중간 정도의 값을 나타내며 물로 해리하여 washing 처리한

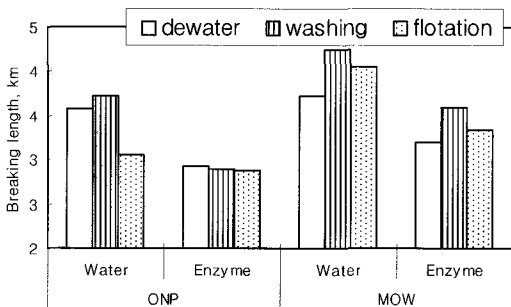


Fig. 5. Breaking length of paper sheet from ONP and MOW.

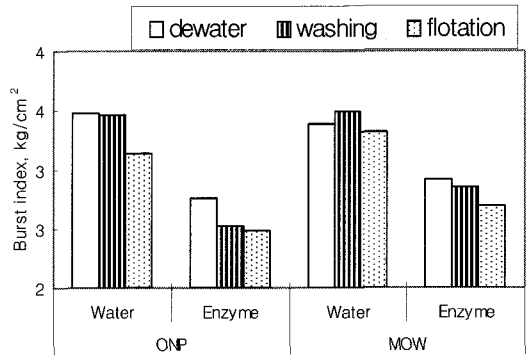


Fig. 6. Burst factor of paper sheet from ONP and MOW.

sheet의 인장강도가 가장 높게 나타났다. 가장 낮은 것은 효소처리 후 지료를 dehydration하여 sheet를 만든 것이나 그 정도의 강도라도 육묘용 원지로서는 충분히 사용 가능하며, ONP에 MOW를 혼합하여 초지 할 경우 강도적 성질의 개선 및 원지의 색상을 보다 부드럽게 만들 수 있어 구매의욕의 상승효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

#### 3.2.2 습윤인장강도

습윤강도의 결과를 Fig. 8 및 9에 나타내었다. ONP와 MOW 비교에서는 ONP에 비하여 MOW의 강도가 높은 것으로 나타났으며, 효소 처리 한 시료의 강도가 높은 것으로 나타났다. 혼합 초지에서 유사한 경향을 보이고 ONP를 dehydration한 시료의 강도가 특이하게

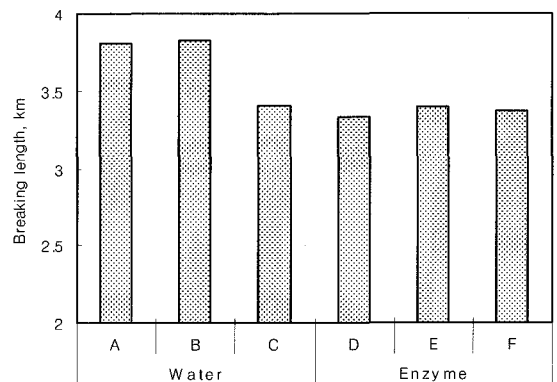


Fig. 7. Breaking length of paper sheet with Mixed stock(ONP : MOW=50:50). A & D : dehydration, B & E : washing, C & F : flotation

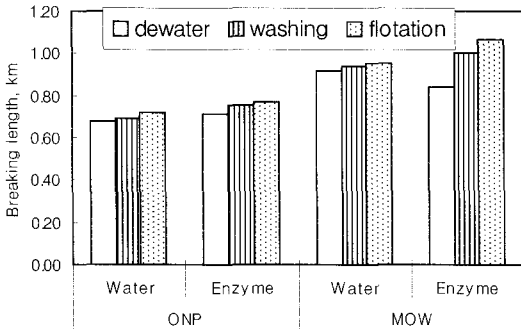


Fig. 8. Wet strength of paper sheet from ONP and MOW.

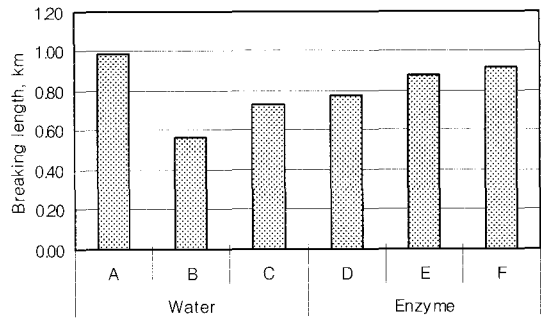


Fig. 9. Wet strength of paper sheet with Mixed stock.

A & D : dehydration, B & E : washing, C & F : flotation

높게 나타났다. 이는 ONP 중에 함유되어 있는 잉크 입자의 소수성과 미세분 그리고 펄프 자료 속에 공존하는 낮은 양의 리그닌이 처리 과정 중에 제거되지 못하고 자료 속에 함유되어 있기 때문으로 생각된다. 미세분을 제거함으로써 습윤강도가 높아진 것은 미세분이 제거되면서 섬유 간 압힘 현상에 의한 입체적인 구조가 보다 많아졌고, 습윤 상태에서 섬유 간에 윤택 작용을 할 수 있는 미세분의 양이 낮아졌기 때문인 것으로 생각된다.

### 3.3 종자의 발아

발아 시험 7일 후 약제를 도입하지 않은 실험접시에 발아가 시작되는 것을 확인할 수 있었다. 각각 동일 농도의 약제를 처리한 시료에서 약제의 종류가 발아에 미치는 영향은 0.01% 약제를 처리하였을 때 약제 처리하지 않은 시료에 비하여 발아가 1일 정도 늦어 졌으나,

약제의 종류에 무관한 것으로 나타났다. 그러나 0.1% 농도의 약제를 처리한 시료의 경우는 처리하지 않은 경우에 비하여 3일 정도 발아가 늦어지는 경향을 보였다. 0.1% 약제 처리 시료 중 제초제인 dithiopyr를 처리한 경우 발아율이 다른 종류의 약제에 비하여 저하되는 것으로 확인되었는데 제초제 성분이 종자의 발아억제를 유도하였다고 생각된다. 또한 발아된 종자의 생육 상태도 약제의 농도가 높아짐에 따라 저조한 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 실험접시에 가한 물에 의하여 원지 중의 약제 성분이 외부로 용출되어 발아 및 생육에 영향을 미친 것으로 판단된다.

종자의 발아는 처리된 약제의 종류나 농도에 의해 영향을 받고 발아가 되었더라도 발생된 뿌리가 육묘원지를 투과하지 못하면 지속적 성장이 불가능한 현상이 관찰되었다. 이러한 현상이 토양 중에서도 발생할 경우

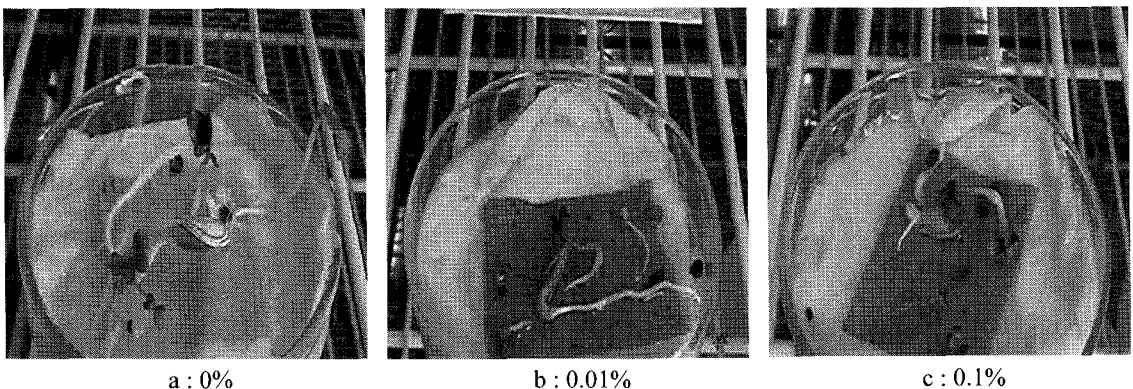


Photo 1. Seed germination on seed paper with dithiopyr.

**Table 2. Breaking length of seed paper with embossing treated(enzyme untreated dehydration ONP stock)**

Breaking length (km)	Non-embossing	Embossing			
		dry (5 kg/cm <sup>2</sup> )	dry (10 kg/cm <sup>2</sup> )	wet (5 kg/cm <sup>2</sup> )	wet (10 kg/cm <sup>2</sup> )
	3.57	1.71	1.01	1.53	0.86

뿌리가 지표면에 집중되어 한발 피해를 입기 쉽고 바람에 의한 피해를 받기 쉬운 등 많은 문제점이 있다고 판단된다. 또한 뿌리가 상호간에 얽혀 있어 종자를 이식할 때 작업 부담이 증가하고 뿌리의 인위적인 과다 절단으로 인하여 종자의 수세가 감소되어 건실한 육묘를 얻기 어렵다고 생각된다. 이상의 결과로 육묘지에 2차적인 가공을 통하여 뿌리의 투과율을 높이는 것이 매우 중요한 요소가 됨을 추정할 수 있다.

### 3.4 육묘 원지의 embossing 가공

뿌리의 투과율을 높이기 위한 원지 가공 방법의 하나로서 육묘원지에 embossing 처리를 하고 물성과 종자의 발아 상태를 확인하였다.

#### 3.4.1 Embossing 처리 원지의 물성

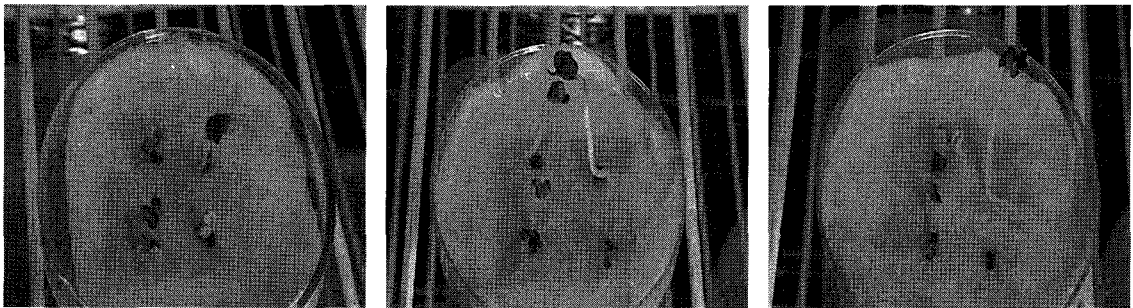
인장강도의 비교는 건조 상태의 원지에 embossing 처리한 것과 습윤 상태의 원지에 embossing 처리한 것을 비교하였으며, embossing 처리 정도에 따른 차이를 알아보기 위하여 embossing에 소요되는 압축 강도를 각각 달리하여 비교하였다. embossing 처리에 가한 압력은 5, 10 kg/cm<sup>2</sup>로 각각 조절하여 시료를 준비하였다 (Table 2).

습윤 상태에서 embossing 처리하는 것이 건조 상태

에서 행하는 것보다 인장강도가 낮게 나타났다. 건조된 상태에서 원지를 embossing 처리를 할 경우 찢김 현상 등으로 강도가 감소하였다고 생각된다. 습윤 상태에서의 처리는 약해진 원지 전체에 상당한 물리적 힘을 가하는 상태가 되기 때문에 건조 상태에서 행한 것보다 강도 저하가 심하였다고 생각된다. 그리고 원지를 습윤 상태에서 embossing 처리를 행하게 되면 종자 접합 전 단계에서 원지의 건조 공정이 필요하게 되어 육묘용 원지의 가격 상승 부담을 유발시키므로 건조 상태에서 처리하는 것이 가장 바람직한 것으로 생각된다.

#### 3.4.2. Embossing 육묘지의 발아 및 뿌리 투과

육묘원지의 2차 가공방법 중 가장 간단하며 저렴한 비용으로 처리할 수 있는 embossing 처리한 육묘지와 처리하지 않은 육묘지의 발아율 시험에서 embossing 처리가 발아율에 미치는 영향은 미미하였다. 그러나 실험 접시에 의한 실험 결과 embossing 처리한 원지는 처리하지 않은 것에 비하여 뿌리의 투과성이 매우 양호함을 확인하였다. 이는 embossing 처리할 경우 육묘원지의 표면에 미세한 상처를 만들어 종자의 뿌리가 보다 쉽게 투과할 수 있도록 하였기 때문이라 생각된다. 이러한 효과는 발아를 위해 살포 되는 물에 의하여 습윤도가 낮아져 그 효과는 배가되는 것으로 생각된다.



a : Non-embossing

b : mild embossing treated

c : strong embossing treated

**Photo 2. Seed germination on embossed seed paper.**

Embossing 처리한 육묘지의 발아 시험 결과를 Photo 2에 나타내었다.

5. 폐지의 해리에 있어 효소를 사용하고 embossing 처리할 경우 종자의 발아 및 뿌리의 투과율이 높아 육묘지의 적용성이 높은 것으로 나타났다.

## 4. 결 론

폐지를 이용하여 육묘지를 제조하였으며 제조된 육묘지의 물리적 성상과 종자의 발아 및 생육에 관련된 사항을 조사하였다. 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. ONP의 비용적이 MOW보다 높게 나타났으며, 효소처리에 의하여 비용적의 증가 뚜렷하였다. 이러한 현상은 효소처리에 의한 미세분의 분해와 각 과정에서 제거된 미세분의 양 및 섬유질의 개질에 따른 것으로 판단된다. 이러한 결과는 육묘원지의 기계적 성질에도 영향을 미친 것으로 나타났다.

2. 콤팩트 테스트의 경우는 섬유의 개질에 영향을 받는 것으로 생각되며, 클램 테스트에서 수분의 전이 정도는 섬유의 개질과 육묘지 중에 잔존하는 리그린, 잉크입자 등과 같은 소수성 물질과 종이 내부의 적층 구조가 더 많은 영향을 미친 것으로 생각된다.

3. 육묘지에 처리된 약제의 농도가 높아질수록 종자의 발아 및 발육에 좋지 못한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4. Embossing 처리에 있어 원지가 건조된 상태로 처리하는 것과 습윤 상태에서 처리하는 것을 비교하였을 때 뿌리 투과율에 미치는 영향이 없어 건조 상태로 처리하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

## 인용문헌

1. Takura Araoka. 「古紙リサイクル再資源化の新開発」. 紙パルプ技術タイムズ, pp. 7-10 (1993).
2. 오병렬, 박영선, 심재완, 강창식, 이형래 : 제제방법별 혼합입제 농약의 특성과 약효, 한국농화학회지, 29(1):90-95 (1986).
3. 이희동, 박승순, 오병렬, 김윤정, 김장역 : 수도용 농약과 요소비료 복합제의 제제 및 생 물효과, 농약과학회지, 32(1):23-27 (1997).
4. 김진화, 오병렬, 오경석, 김성기, 김미혜, 김영구 : 방출 조절형 살충성 농약제제의 특성과 약효에 관한 연구, 한국환경농학회지, 14(3):289-295 (1995).
5. 김진화, 오병렬, 허노열, 박영선 : 천연고분자 화합물을 이용한 방출조절제 농약개발연구, 농시연보, 34(2):89-94 (1992).
6. Tappi CA Report No.60 : Chemical Additives Committee, Tappi (1975).
7. K. Ward Jr. : "Chemical Modification of Papermaking Fibers", Mareel Dekker Inc., New York p. 21 (1973).
8. 펄프 · 廢紙統計年報. 「韓國製紙工業聯合會」 (2002).
9. 박성배, 엄태진, 폐지를 이용한 기능성 육묘지의 제조, Journal of Korea TAPPI, 36(4):41-48 (2004).