

민들레 종자의 파종전 처리가 발아율 및 입모율에 미치는 영향

전승호* · 손다니엘* · 류영섭*** · 김석현* · 정종일* · 김민철* · 심상인*^{*,**†}

*경상대학교 농학과, **경상대학교 생명과학연구원, ***농립수산식품기술기획평가원

Effect of Presowing Seed Treatments on Germination and Seedling Emergence in *Taraxacum platycarpum*

Seung Ho Jeon*, Daniel Son*, Yeong Seop Ryu***, Seok Hyeon Kim*, Jong Il Chung*, Min Chul Kim* and Sang In Shim*^{*,**†}

*Department of Agronomy, Gyeongsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea.

**Research Institute of Life Sci., Gyeongsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea.

***Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food and Agriculture, Anyang 431-060, Korea.

ABSTRACT : Several presowing seed treatments have been used to facilitate the seed germination and seedling emergence. The study was performed to design a model of presowing seed treatments in *Taraxacum platycarpum*. Germination and seedling growth responses to temperature, drying, chilling, GA₃ and priming were investigated to know the optimum germination conditions and presowing treatment. The optimum temperature condition for germination and seedling growth were 15~20 °C at dark condition. The seeds exposed to infra red light, however, did not germinate. The moisture content of seeds dried at 35°C for 3.5 hours was returned to the level of unimbibed seeds. The germination of seeds dried under dark condition was better than those dried under infra red light. Prechilling treatment imposed for 6 weeks showed higher germination rate than GA₃ treatment or priming. In field test, the highest field emergence was observed in the seeds dried after prechilled for 6 weeks and followed by drying followed by GA₃ > low temperature > KNO₃ priming. Imbibition with 0.1 mM GA₃ solution for 2 hours then drying at 35 for 3.5 hour under dark condition was effective to the practical presowing treatment for *Taraxacum* seeds.

Key Words : Germination, *Taraxacum platycarpum*, Seed, GA₃, Drying, Priming, Imbibition

서 론

전국의 산과 들에서 흔히 볼 수 있는 민들레는 어린잎은 나물로 무쳐 먹고 뿌리는 김치를 담아 먹기도 하며, 뿌리와 잎을 건조 후 가루로 만들어 차로 마시거나, 꽃과 뿌리를 말려 약재로 쓰는데, 기침이나 가래가 심할 때 효과가 좋다. 최근 웰빙에 대한 관심과 함께 민들레의 효능에 대한 관심도 많아지면서 이를 활용한 건강식품이 출시되어 많은 이들의 주목을 받고 있다. 한방에서의 민들레 (*Taraxacum platycarpum*)는 포공영(蒲公英)이란 생약명을 가지는 다년생 식물로서 강장, 해열, 이뇨, 건위, 거담, 해독 등에 사용하였고, 서양에서는 항산화, 항균, 담즙 분비촉진, 항류마티스 및 이뇨를 목적으로 오래전부터 여러 가지 질병에 대하여 민간에서 유용하게 사용하여 온 약용식물 중에 하나이다 (Cho *et al.*, 2003; Jeon *et al.*, 2008; Koo *et al.*, 2004; Park *et al.*, 2008; Sigstedt *et*

al., 2008). 이러한 유용한 이용성에도 불구하고 민들레는 작물화가 진행된 역사가 짧거나 진행 중이기 때문에 이에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 특히 약용작물을 재배하는 과정에서 일어나는 공통적인 문제점은 입모율 불량이라 할 수 있으며, 이를 극복하기 위한방법으로 실내에서 종자를 처리하여 파종하는 방법이 제안되었고 실제 많은 시도가 이루어지고 있다 (Kang *et al.*, 2003; Kang *et al.*, 2004). 그러나 실내실험을 통한 연구가 많음에도 불구하고 그 결과가 농가포장에 적용하는데 여러 가지 어려움이 있다.

종자 발아와 출현에는 여러 가지 요인이 관여하며, 이러한 요인은 크게 종자 자체의 결합에 의한 내적인 요인과 외적 요인으로 구분할 수 있다. 종자 자체가 안고 있는 내적 요인으로는 후숙이 필요한 미성숙종자, 종자의 휴면, 공기와 수분의 불투과성, 발아 억제물질의 함유 등 다양한 형태가 보고되고 있다 (Bewley and Black, 1982a; Dennis, 1995). 이러한 종

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5423 (E-mail) sishim@gsnu.ac.kr

Received 2009 August 24 / 1st Revised 2009 November 9 / 2nd Revised 2009 December 8 / Accepted 2010 January 4

자자체가 가지고 있는 역기능을 극복하기 위하여 후숙, 노화, priming, 저온 및 변온 등과 같은 온도조절, 종피연화 및 박피, hormone 처리 등 아주 많은 방법들이 이용되고 있다 (Bewley and Black, 1994; Chong and Bible, 1995). 반면 외적 요인으로는 파종 이후에 영향을 미치는 온도, 수분, 산소 등 환경 요인이 있으며 이들에 의해 발아율과 발아속도가 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (Bewley and Black, 1982b; Chong and Bible, 1995; Hartmann *et al.*, 1997).

지금까지의 민들레에 대한 연구는 60일 정도의 저온처리에 의해 발아율이 향상되고 평균발아기간이 단축된다는 (Ahn and Choi, 2000) 보고 외에는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 웰빙에 대한 관심과 함께 민들레의 수요가 증가하고 있는 이때 민들레의 입모을 향상시키기 위한 파종전 종자처리를 모형화하여 농가 또는 종자생산업체에서 쉽게 적용할 수 있는 파종전 종자처리방법을 개발하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2006년 4월부터 2008년 8월까지 경상대학교 농업생태학 실험실과 부속농장 온실에서 수행되었다. 실험용 종자는 경남 사천시 사천읍 두량리 일대 감나무 과수원에 자생하고 있는 민들레 종자를 채종, 정선한 후 3°C 냉장고에 보관하면서 실험용 재료로 이용하였다. 종자에 대한 광질과 건조 효과를 확인하고자 Kang과 Yoon (2003)의 방법에 따라 발아 중의 온도와 광조건, 건조방법 및 건조 전의 종자처리로 분리하여 7개의 시험을 수행하여 민들레의 파종전 최적 종자처리 모형을 도출하였다.

1. 최적 발아온도 및 광질처리

최적 발아 온도를 설정하고자 발아온도를 10, 15, 20, 25, 30°C의 5 수준으로 구분하여 암상태에서 실험을 수행하였다. 발아중 광질이 미치는 효과를 구명하고자 1일 12시간동안 20°C에서 450 nm의 청색광, 660 nm의 적색광, 730 nm의 초적색광, 및 빛이 없는 암처리 등 4 처리를 하였는데, 청색광, 적색광 및 초적색광 처리는 LED plate (GF-502S, (주) 좋은 인상)를 이용하였으며, 각광원의 특성은 Fig. 1와 같다.

2. 종자 건조와 광질처리

대량유통을 위한 건조방법을 설정하기 위해 4주간 저온처리된 종자를 35°C에서 4시간 건조시키는 과정에서 암상태 또는 청색, 적색 또는 초적색 LED plate로 빛을 처리한 후 발아실험을 수행하였다. 또한 건조종자를 3시간 정도 물에 불린 후 3°C에 0, 2, 4, 6, 8주 저온처리한 후 발아실험을 수행하였다.

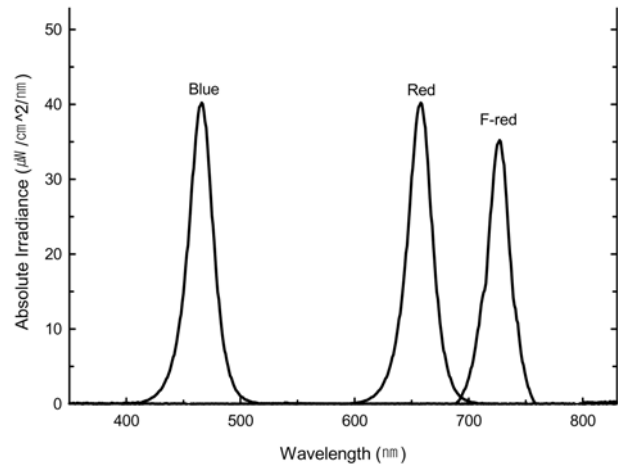


Fig. 1. Spectrum of blue, red and far-red light used in the experiment. Spectral property was measured by spectroradiometer (Li-1800, Li-COR).

3. GA₃ 및 priming 처리

선행 연구에서 저온처리의 효과는 있으나 처리기간이 상당히 길어 이를 줄이기 위해 GA₃의 처리 농도와 기간을 농도를 0, 0.01 또는 0.1 mM로 하고 처리기간을 0, 1, 2, 4, 8시간으로 처리한 후 발아실험을 수행하였다. 종자의 수분 흡수를 조절하는 것으로 알려진 priming 처리가 발아에 미치는 영향을 알기 위해 KNO₃와 Ca(NO₃)₂를 이용하여 처리농도를 0, 50, 100, 200, 400 mM으로 하고 처리기간을 0, 4, 8, 12시간으로 처리한 후 발아실험을 수행하였다.

4. 저온처리 온도 및 기간

이상의 발아실험의 결과로부터 도출된 최적 종자처리가 출현율 증대로 이어질 수 있는가를 검토하고자 무처리, 6주간 저온처리 후 무건조, 6주간 저온 처리한 후 35°C에서 3.5시간 건조, 0.1 mM의 GA₃ 용액에 2시간 침종 후 건조 및 50 mM의 KNO₃ 용액에 6시간 침종 후 건조 등 5개 처리로 구분하여 상토 (푸르미, (주)서울바이오)로 채워진 128구 tray에 cell당 1립씩 파종한 후 2 mm 정도 복토하였다.

5. 최적 종자처리와 입모을 검증

파종후부터 1~2일 간격으로 저면관수하여 수분을 공급하였다. 자엽이 완전히 전개된 후 제 1 본엽이 육안으로 식별되는 것을 조사하여 출현개체비율로 환산·표시하였다. 발아실험은 흡습지 1매를 간 직경 9 cm의 petri dish에 50개의 종자를 치상한 후 처리를 가하거나 처리종자 50개를 치상하고는 매일 수분을 공급하는 방법으로 수행하였다. 발아 실험은 3반복으로 수행하였으며, 기타 실험절차는 ISTA rule (1985)에 준하여 실시하였다.

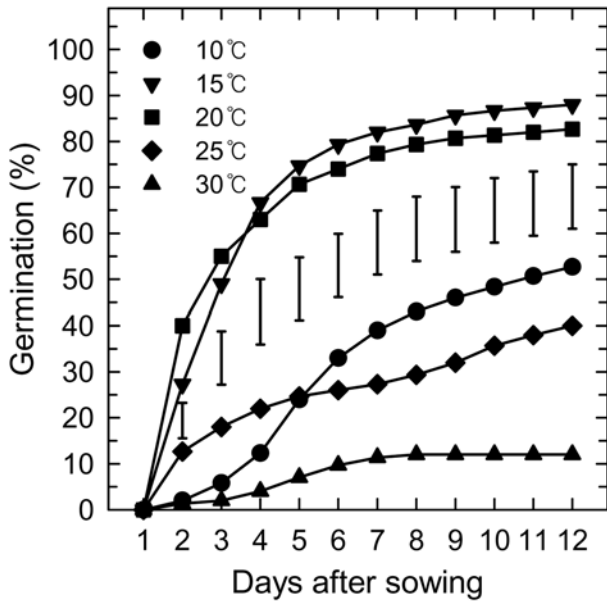


Fig. 2. Germination rate of *Taraxacum platycarpum* seeds under different temperature conditions. Vertical or no-vertical bars represent LSD_{.05} or non-significant difference for the same days.

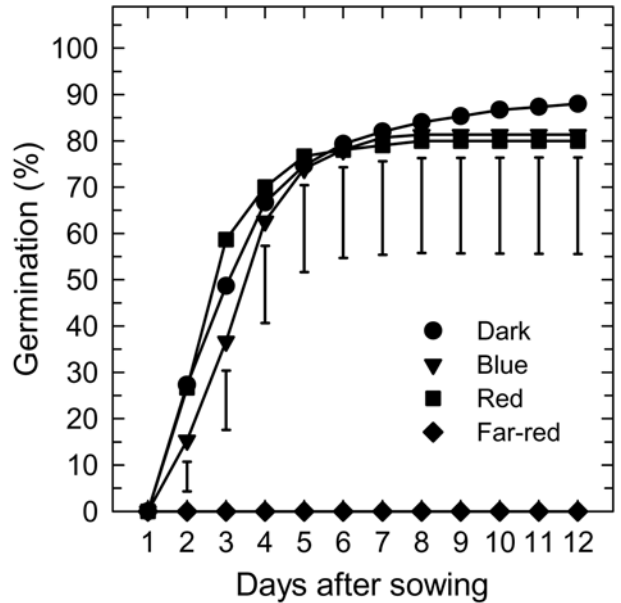


Fig. 3. Germination rate of *Taraxacum platycarpum* seeds placed under different light quality during germination. Vertical or no-vertical bars represent LSD_{.05} or non-significant difference for the same days.

결과 및 고찰

1. 최적 발아온도 및 광질처리 효과

민들레 종자의 최적 발아온도를 알고자 10°C에서 30°C까지 5°C 간격으로 발아율을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 발아율은 15°C와 20°C에서 가장 높고 30°C에서 가장 낮았으며, 10°C와 25°C에서는 이들의 중간 정도로 나타났다. 따라서 민들레는 15~20°C에서 발아율이 가장 높기 때문에 남부지역에서는 5월중, 중부지방에서는 늦어도 6월 상순까지 본포에 파종이 되어야 할 것으로 판단된다. 발아중의 광질이 민들레 종자의 발아에 미치는 영향은 Fig. 3과 같다. 민들레 종자는 발아중 초적색광 처리에 의하여 발아가 전혀 이루어지지 않은 반면, 청색광, 적색광 또는 암상태에서는 80% 이상 발아되는 것으로 나타났다. 민들레 종자는 폭이 2 mm 이하여서 복토를 하더라도 6 mm 이하로 매몰되기 때문에 적색광보다는 초적색광이 많은 상태에 처하게 된다 (Kang *et al.*, 2004). 그러므로 파종 후부터 유묘출현까지 검은 차광막으로 차광을 하는 것이 유묘 출현율을 높이는 방법이라 할 수 있다.

2. 종자 건조와 광질처리 효과

건조시간과 건조중 광질처리에 따른 발아율은 Fig. 4와 같다. 3°C에서 4주간 저온처리된 민들레 종자를 35°C에서 3.5시간 정도 건조하면 원래의 함수율로 되돌아가는 것으로 나타났다 (Fig. 4 (A)). 상기와 같이 저온처리된 종자를 건조시 청색

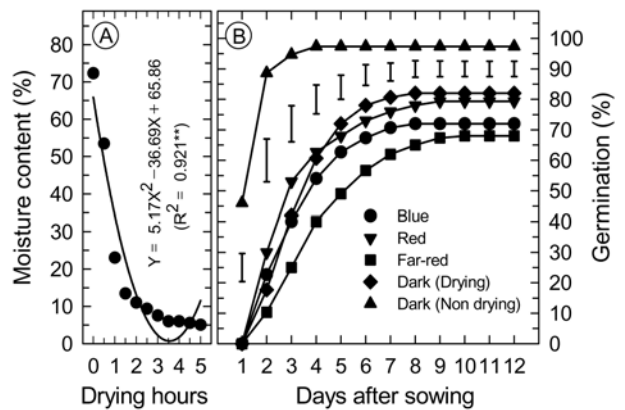


Fig. 4. Changes of moisture content of *Taraxacum platycarpum* seeds during drying affected by drying period (A) and germination rate of *Taraxacum platycarpum* seeds dried under different light quality (B). Vertical or no-vertical bars represent LSD_{.05} or non-significant difference for the same days.

광, 적색광, 초적색광, 암상태에서 건조하여 20°C 암상태에서 발아실험을 수행한 결과는 Fig. 4 (B)와 같다. 처리 후 건조하지 않는 종자보다는 처리 후 건조된 종자는 발아율이 현저히 낮았다. 건조된 종자는 초적색광보다 청색광, 적색광을 조사하거나 암상태에서 건조할 경우 발아율이 높았다. 이러한 결과로부터 파종전 처리가 이루어진 민들레 종자는 건조하지 않고 그대로 파종하거나 불가피하게 건조하여야 할 경우에는 암상태, 청색광 또는 적색광을 조사하면서 건조하여야 할 것이다.

Table 1. Germination rate of *Taraxacum platycarpum* as influenced by imbibition period and concentration of GA₃.

Parameters	Days after sowing					
	2	4	6	8	10	12
	%					
Concentration (mM; C)						
0.00	14.3	51.1	74.1	84.5	86.5	86.8
0.01	22.0	56.9	77.3	84.5	86.3	86.5
0.10	21.3	59.5	74.9	84.5	88.3	88.8
LSD.05	5.0	4.1	ns	ns	ns	ns
Imbibition period (hours; I)						
0	10.7	42.0	69.1	84.2	86.9	86.9
1	16.4	48.9	73.1	84.0	86.7	88.0
2	25.3	64.7	79.3	85.6	88.7	88.7
4	25.1	65.3	80.7	86.4	88.2	88.2
8	18.4	58.2	75.1	82.4	84.7	85.1
LSD.05	6.4	5.3	4.8	2.8	2.6	3.2
C × I	ns	*	ns	ns	ns	ns

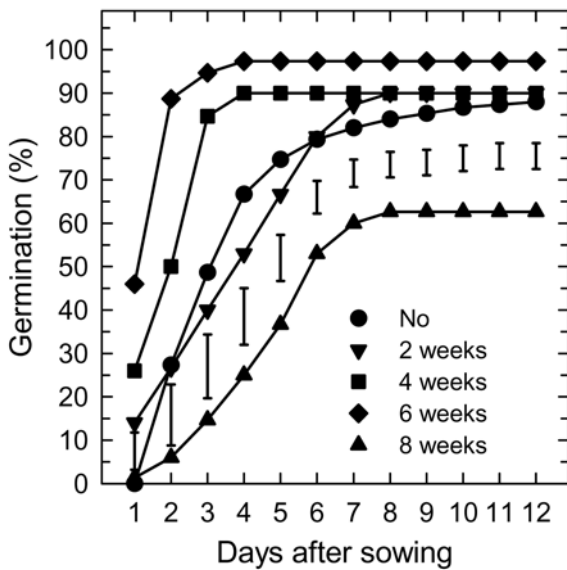


Fig. 5. Effect of prechilling treatment on germination rate of *Taraxacum platycarpum*. Vertical or non-vertical bars represent LSD_{0.05} or non-significant difference for the same days.

유통 또는 저장의 안정성을 확보하기 위하여 처리종자를 건조시켜야만 하므로 만들레는 처리종자를 건조시키지 않고 그대로 파종하거나 건조시에는 처리의 편리함 때문에 청색광과 적색광을 조사하는 것보다는 암상태에서 건조한 후에 5월중에 파종한 후 차광막으로 피복하는 방법이 합리적이라 할 수 있다.

3. 발아전 저온 처리, GA₃ 및 priming 처리 효과

발아에 미치는 저온처리의 효과를 구명하기 위하여 무처리

또는 3°C에 2, 4, 6, 8주간 처리한 후 발아율의 변화를 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 발아율은 6주간 저온처리시 가장 높고, 4주, 무처리와 2주, 8주 저온처리 순으로 감소하였다. 따라서 만들레 종자는 4주에서 6주 정도로 저온 처리할 경우 입모율이 향상될 것으로 판단된다. 그러나 4~6주간의 저온처리는 처리기간이 상당히 길어 이를 단축할 수 있는 방법을 찾고자 저온처리의 대체 효과가 있는 것으로 알려진 GA₃의 처리농도 및 기간별 발아율을 조사한 결과는 Table 1과 같다. GA₃의 처리농도와 처리기간 간에는 치상 후 4일차를 제외하고는 상호작용이 없었기 때문에 GA₃ 처리농도와 기간의 단순효과만 있는 것으로 분석되었다. GA₃ 처리농도에서의 발아율을 보면 치상 후 4일까지는 무처리보다는 처리시 높았으며, 그 이후에는 농도간 차이가 없었다. 처리기간의 영향으로는 무처리 또는 처리기간이 가장 긴 8시간 처리에서는 최종발아율이 가장 낮아서 GA₃는 0.01~0.1 mM에 2~4시간 처리가 바람직한 방법인 것으로 판단된다. 이러한 결과로부터 GA₃ 처리에서의 발아율은 4~6주간의 저온처리보다 낮은 것으로 나타나 입모율 향상을 위해서는 저온처리가 합리적인 것으로 판단되나, 두 처리간 처리기간의 장단과 발아율의 고저를 고려하여 선택 기간의 단순효과만 있는 것으로 사료된다. 종자의 수분흡수를 조절하는 효과가 있는 priming 처리가 발아율에 미치는 영향을 조사하고자 0, 50, 100, 200, 400 mM의 KNO₃과 Ca(NO₃)₂ 용액에 0, 4, 8, 12시간 침종할 경우 발아율에 미치는 영향을 조사하였던 바 Fig. 6에서와 같이 KNO₃와 Ca(NO₃)₂ 간에는 발아율에 차이를 보이지 않았다. KNO₃를 이용한 priming 처리에서 처리 농도와 기간이 만들레 종자의 발아율에 미치는 영향은 Table 2와 같다. 상기 GA₃ 처리에서와 같이 KNO₃를

Table 2. Germination rate of *Taraxacum platycarpum* as influenced by priming to KNO₃.

Parameters	Days after sowing					
	2	4	6	8	10	12
	%					
Concentration (mM; C)						
0	19.3	63.3	75.2	79.5	85.0	86.2
50	22.5	67.8	80.3	84.8	88.0	89.5
100	20.8	67.3	80.2	83.5	88.3	88.5
200	14.3	63.0	79.5	83.8	86.8	87.7
400	10.3	58.5	76.7	81.8	86.3	87.0
LSD.05	8.0	ns	ns	ns	ns	ns
Imbibition period (hours; I)						
0	3.3	49.3	64.0	68.7	77.3	79.3
4	18.9	70.9	83.6	88.0	90.7	90.9
8	25.4	72.0	83.7	86.5	89.2	89.7
12	22.1	63.7	82.1	87.6	90.4	91.1
LSD.05	7.2	7.9	3.9	4.3	4.0	4.5
C × I	ns	ns	ns	ns	ns	ns

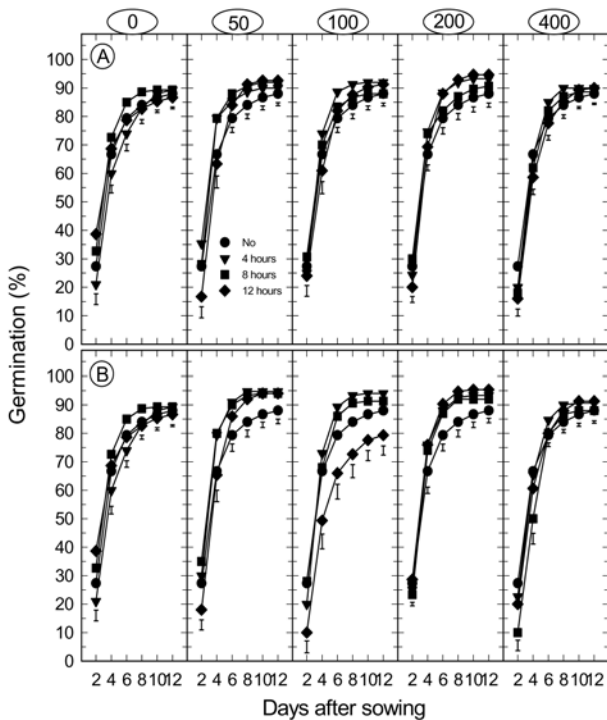


Fig. 6. Germination rate of *Taraxacum platycarpum* seeds as affected by presowing KNO₃ (A) and Ca(NO₃)₂ (B) treatment. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same days.

이용한 priming 처리에서도 처리 농도와 기간 간에 상호작용이 없이 이들의 단순효과만 있는 것으로 나타났다. 이러한 처리요인의 단순효과 중에서 처리농도는 2일차를 제외하고는 처

리간 차이가 없었다. 처리기간 간에는 무처리보다는 처리를 할 경우 발아율이 높았으나 4, 8 또는 12시간 처리 간에는 차이가 없었다.

4. 포장 입모율에 대한 종자처리 효과

종자처리는 발아율의 향상에 많은 도움이 되나 농경지에 파종되었을 때 실내에서 계측된 발아율과 일치하지 않는 경우가 종종 발생된다. 실내실험에서의 최적 결과가 포장에서도 재현 되도록 하기 위하여 위의 실험결과로부터 나온 몇 가지 종자처리가 실험실의 growth chamber에서 아닌 실제 포장시험에서 발아에 영향을 미치는지를 조사한 결과는 Fig. 7과 같다. 6주간 저온처리 후 바로 파종한 종자에서 가장 높고 무처리 종자에서 가장 낮았던 반면 여타 처리는 큰 차이를 보이지 않았는데, GA₃ 저온처리 후 건조, KNO₃ 처리 순으로 발아율이 높았다. 그러나 농경지에서의 민들레 종자의 입모율 향상을 위해서는 6주간 저온처리 후 바로 파종하는 것이 가장 좋았으나, 종자의 유통과 저장과정에서의 안전성을 고려할 경우 건조해야 하므로 노력과 시간의 절약을 위해 GA₃ 처리 후 건조시킨 종자를 이용하는 것이 다량처리에 더욱 유리 할 것으로 보인다.

이상의 결과로 민들레 종자의 파종전 처리 모형화한 것은 Fig. 8과 같다. 즉, 농가 또는 종자생산업체에서 민들레의 입모율 향상시키기 방법으로 20°C의 GA₃ 0.1 mM 용액에 2시간 처리된 종자를 35°C에서 3.5시간 암상태에서 건조시킨 과정으로 처리모형을 요약할 수 있다.

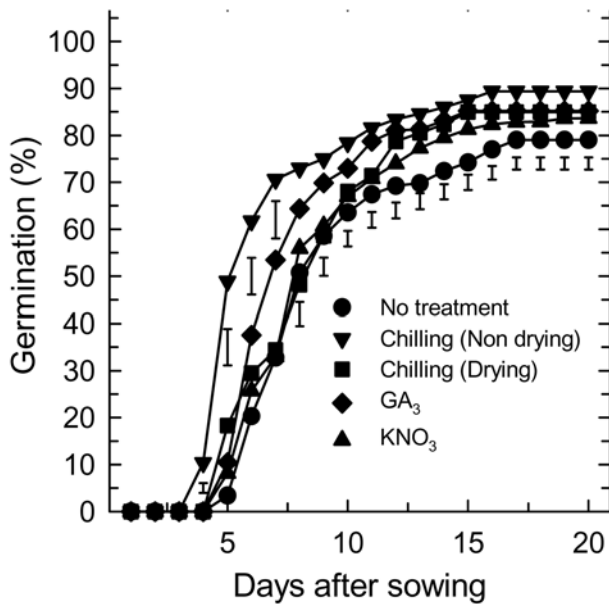


Fig. 7. Germination rate of *Taraxacum platycarpum* seeds as affected by presowing the other treatments.

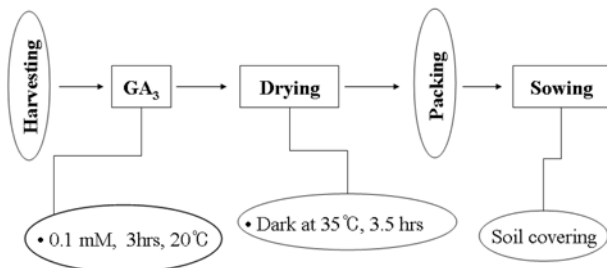


Fig. 8. Proposed model of presowing seed treatment of *Taraxacum platycarpum*.

LITERATURE CITED

- Ahn YH and Choi KY. (2000). The comparisons of germination characteristic in native *Taraxacum* spp. and *Traxacum officinale* seeds. Korean Journal of Ecology. 14:199-204.
- Bewley JD and Black M. (1982a). Seeds: Physiology of development and germination (2nd eds). Plenum Press. New York. USA. p. 60-198.
- Bewley JD and Black M. (1982b). Seeds: Physiology of development and germination (2nd eds). Plenum Press. New York. USA. p. 276-339.
- Bewley JD and Black M. (1994). Seeds: Physiology of development and germination (2nd eds). Plenum Press. New York. USA. p. 199-271.
- Chong C and Bible BB. (1995). Germination and emergence. p. 85-146. In M. Pessarakli (ed.). Handbook of plant and crop physiology. Marcel Dekker, Inc., New York. USA.
- Cho SY, Oh YJ, Park JY, Lee MK and Kim MJ. (2003). Effect of Dandelion (*Taraxacum officinale*) leaf extracts on hepatic antioxidative system in rats fed high cholesterol diet. Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition. 32:458-463.
- Dennis Jr. FG. (1995). Dormancy: Manifestations and Causes. p. 437-459. In M. Pessarakli (ed.). Handbook of plant and crop physiology. Marcel Dekker, Inc., New York. USA.
- Hartmann HT, Kester DE, Davies Jr. FT and Geneve RL. (1997). Plant propagation: Principles and practices (6th eds.). Prentice Hall. New Jersey. USA. p. 40-104.
- Jeon HJ, Kang HJ, Jung HJ, Kang YS, Lim CJ, Kim YM and Park EH. (2008). Anti-inflammatory activity of *Taraxacum officinale*. Journal of Ethnopharmacology. 115:82-88.
- ISTA. (1985). International rules for seed testing. International Seed Testing Association. Seed Science Technology. 13:299-355.
- Kang JH, Jeon BS, Yoon SY, Lee SW and Chung JI. (2003). Pre-sowing treatments to improve germination of intact seeds in burcucumber (*Sicyos angulatus* L.). Korean Journal of Crop Science 48:169-172.
- Kang JH and Yoon SY. (2003). A proposed model for presowing seed treatments to promote germination and seedling emergence. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 11:321-328.
- Kang JH and Yoon SY. (2004). Analysis on practicality of seed treatments for medicinal plants published in Korean scientific journals. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:328-341.
- Koo HN, Hong SH, Song BK, Kim CH, Yoo YH and Kim HM. (2004). *Taraxacum officinale* induces cytotoxicity through TNF-alpha and IL-alpha secretion in Hep G2 cells. Life Science. 74:1149-1157.
- Park JY, CM, Kim JJ and Song YS. (2008). Hepatoprotective activity of Dandelion (*Taraxacum officinale*) water extract against D-galactosamine-induced Hepatitis in rats. Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition. 37:177-183.
- Shen ZH, Parrish DJ, Wolf DD and Welbaum GE. (2001). Stratification in switchgrass seeds is reversed and hastened by drying. Crop Science. 41:1546-1551.
- Sigstedt SC, Hooten CJ, Callewaert MC, Jenkins AR, Romero AE, Pullin MJ, Kornienko A, Lowrey TK, Slambrouck SV and Steelant WF. (2008). Evaluation of aqueous extracts of *Taraxacum officinale* on growth and invasion of breast and prostate cancer cells. International Journal of Oncology. 32:1085-1090.