

광조건별 백수오의 종자 발아 특성 및 초기생육 비교

유지혜* · 성은수** · 이재근** · 김철중* · 최재후* · 이기혜* · 황인성*** · 황은비*
임정대**** · 안영섭***** · 박충범***** · 유창연*†

*강원대학교 식물자원응용공학과, **강원대학교 한방바이오연구소, ***(주)식물보호연구소,
****강원대학교 생약자원개발학과, *****농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부

Comparison of the Characteristics of Seed Germination and the First Stage of Growth in *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) by Different Light Conditions

Ji Hye Yoo*, Eun Soo Seong**, Jae Geun Lee**, Chul Joong Kim*, Jae Hoo Choi*, Gi Hye Lee*,
In Seong Hwang***, Eun Bee Hwang*, Jung Dae Lim****, Young Sup Ahn*****,
Chung Berm Park***** and Chang Yeon Yu*†

*Department of Applied Plant Sciences, College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

**Bioherb Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

***Plant Protection Institute, Gimpo 415-802, Korea.

****Department of Herbal Medicine Resource, Kangwon National University, Samcheok 245-907, Korea.

*****Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

ABSTRACT : This study was carried out to compare the characteristics of seed germination and the first stage of growth in *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) by different light conditions such as fluorescent light, dark and light emitting diode (LED). There was not much difference from the germination rate of *C. wilfordii* (Maxim.) in different light conditions for 10 days. The highest of germination rate occurred over 91.11 percentage by LED red condition at 26°C. Also mean germination velocity and promptness index were represented the highest results of 2.3 ea/day and 52.67 under red light, respectively. But mean germination time under both LED red and blue light was represented low data that it takes over three days for germinating of seed. Even though handling both LED red and blue lights, the germination uniformity was not constant. These results may help our understanding of variations in germination characteristics for *C. wilfordii* (Maxim.) seeds treated under different light conditions.

Key Words : *Cynanchum wilfordii* (Maxim.), Germination Rate, Germination Velocity, LED, Light Condition

서 언

백수오 (*Cynanchum wilfordii* (Maxim.))는 박주가리과, 다년생 덩굴성 식물로 백하수오라고도 하며, 큰조롱 (*C. wilfordii* Hemsley) 외에 대근우피소 (*C. bungei* Dence) 및 이엽우피소 (*C. auriculatum* Royle ex Wight)를 기원식물로 한다 (Kim *et al.*, 2005; Hwang *et al.*, 2012). 백수오 재래종은 근수량이 낮고 지주설치에 따른 노동력과 비용 문제로 농가에서 재배를 기피하지만 (Kim *et al.*, 2005), 파종 시기 (Choi *et al.*,

1996), 파종 방법 (Choi, 1998), 비닐피복 재배시 파종방법과 재식밀도 (Kim *et al.*, 2002), 종자 발아율 향상 적정 발아조건 (Hwang *et al.*, 2012) 등 재배를 활성화시켜 농가소득을 높이기 위한 재배기술 연구가 계속 진행되고 있다.

백수오의 번식방법은 일반적으로 근경을 잘라서 번식하는 뿌리 나누기법과 종자를 직파하는 종자번식법이 있다. 뿌리 나누기법은 수확 후 약제로 사용하고 남은 가는 뿌리를 종근으로 사용하는 방법으로 5-7cm 길이로 잘라 심으며 수량 지수가 가장 높다 (Choi *et al.*, 1996, 1998; Kim *et al.*, 2005). 그러

†Corresponding author: (Phone) +82-33-250-6411 (E-mail) cyyu@kangwon.ac.kr

Received 2013 August 5 / 1st Revised 2013 August 11 / 2nd Revised 2013 August 16 / 3th Revised August 20 / Accepted 2013 Revised August 20

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

나 3년생 종근 수확 후의 비상품성 종근을 심는 것보다 종자 직파와 1년생 묘 재배시 총수량은 29 - 55%, 상품성의 근수량은 14 - 17%로 증가하였다. 3년 종근 수확 후 상품성이 없는 잔뿌리를 심으면 오히려 수량이 낮아지며, 백수오 종근으로도 적합하지 않다. 백수오의 생산효율을 높이기 위해서는 백수오 종자를 직파한 후 1년생 묘를 재배·수확하고 이를 다음해의 종근으로 이용하는 것이 가장 적합하다고 보고하였다 (Choi, 1998).

종자 발아에 영향을 미치는 광, 산소, 온도, 수분 등의 외적인 요인과 종자 자체의 미성숙, 공기와 수분의 불투과성, 발아억제 물질 등의 내적 요인에 의해서 발아율과 발아속도가 크게 영향을 받는다. 특히 온도와 광이 가장 중요한 영향을 미치며, 호광성과 혐광성에 따라 광발아 종자와 암발아 종자로 구분할 수 있다 (Bewley and Black, 1982; Kwack and Kang, 1985; Dennis, 1995). 전형적인 광발아 종자인 호광성 종자들은 광 유무 및 광질의 영향을 크게 받으며 (Hwang *et al.*, 2008), 광 파장에 따라 청색광은 엽록소의 합성, 적색광은 줄기와 신초 성장에 중요 요인으로 작용하고 (Smith, 1982; Shin *et al.*, 2008), 광질은 식물체의 잎 형태형성 및 성장, 신초신장, 엽록소 합성에 영향을 미치는 것으로 나타났다 (Moreira and Debergh, 1997; Shin *et al.*, 2008).

현재까지 약용작물의 최적 종자관리에 대한 연구는 미흡한 실정이며, 약용작물의 재배 초기 단계인 입묘과정에서부터 적정 입묘율을 확보해야 하는 (Bewley and Black, 1982; Dennis, 1995; Jeon *et al.*, 2010) 문제점 등을 극복하기 위한 파종 전 종자처리 기술을 확립하고자하는 연구들이 수행되고 있다 (Kang *et al.*, 2004; Yoo *et al.*, 2012).

따라서 본 연구는 약용작물 종자의 발아생리를 규명하기 위해서 백수오의 발아에 필요한 광요구성의 유무와 발아시 적정 광원 및 광원에 따른 초기생육 특성을 연구하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

공시재료는 충청북도 농업기술원에서 10월에 채종하여 건조시킨 백수오 종자를 분양받아 4°C 냉장 보관 후 발아실험을 실시하였다 (Fig. 1).

2. 실험방법

백수오 종자를 이용하여 광조건 fluorescent light (1,700 lux), dark, LED (Light Emitting Diode) 적색광 (630 nm), LED 청색광 (465 nm)을 달리하여 10일간 발아실험을 실시하였다. 처리 온도는 26°C, 습도는 70%를 유지하는 incubator를 이용하였으며, 광주기는 16 light/8 dark로 하였다. 발아시험은 90 × 10 cm의 일회용 플라스틱 Petri Dish에 여과지 2장을 깔고 채종한 백수오를 조건별로 15립 씩 치상한 후, 증류수 5 ml를 매일



Fig. 1. Seeds of *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) for germination tests.

첨가하여 발아실험을 수행하였다. 조사된 자료는 유근이 2 cm 이상 나온 것을 발아된 것으로 간주하였으며 조건별 광처리 후 10일간 처리구별은 3반복으로 실시하였다.

3. 발아특성 조사

백수오의 발아특성을 알아보기로자, 광조건별 평균발아수 (Mean Germination Number, MGN), 발아율 (Germination Rate, GR), 발아세 (Germinative Energy, GE), 평균발아일수 (Mean Germination Time, MGT), 발아균일계수 (Coefficient of Germination Uniformity, CGU), 발아균일도 (Germination Uniformity, GU), 발아속도계수 (Coefficient of Velocity of Germination, CVG), 평균발아속도 (Mean Germination Velocity (No./day), MGv), 발아속도지수 (Promptness Index, PI), 누적발아율 (Cumulative Germination Rate, CGR)을 조사하였다.

4. 초기생육특성 조사

초기생육특성으로 발아초기의 배축장을 조사하였으며, 처리구별로 3반복 실시하여 평균을 구하고 통계처리 하였다.

5. 통계처리

실험결과는 SAS version 9.1 (SAS institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 ANOVA에 의한 Duncan (DMRT, Duncan Multiple Range Test) 다중검정 방법으로 처리간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 광조건별 발아율 및 발아세

광조건별 (fluorescent light, dark, red, blue)에 따른 발아실험을 한 결과, 광조건별로 비슷한 발아율을 나타냈다. 적색광을 처리하였을 때 $91.11 \pm 10.18\%$ 로 가장 높은 발아율을 나타냈으며, 청색광, 암조건, 형광등 순으로 낮은 발아율을 나타냈다 (Table 1, Fig. 2). 이는 Hwang 등 (2012)의 최적 발아온

도 25°C와 -20°C 저온처리시 형광등 광조건에서의 백수오 발아율 83.88 ± 8.8% 보다 7.23% 더 높게 나타났다. 또한 Kang 등 (1999)이 연구한 고추 종자의 발아율도 적색광에서 더 높았으나, 초적색광에서는 오히려 낮게 나타났다. 따라서 백수오는 광의 유무와 광질 등에 크게 영향을 받지 않는 것으로 판단되었다.

전체 발아율은 적색광 처리시 가장 높았지만, 앞선 결과와 다르게, 치상후 일정기간 동안의 발아율인 발아세는 암조건일 때 68.89 ± 3.85로 가장 높았으며 청색광이 가장 낮았다. 광질 중에서는 형광등보다는 적색광이 높은 발아율을 보였다 (Table 1). 발아세는 일정기간 동안 경제적으로 쓸 수 있는 발아량으로 종자의 양부(良否)를 판정하는데 중요하며, 발아세가 큰 것이 작은 것보다 환경에 대한 적응력이 크다.

Figure 3과 같이 광조건별 누적발아율은 치상 후 2-3일 경과 시 발아율이 급격히 증가하였으며, 치상 후 5-6일 이상에서는

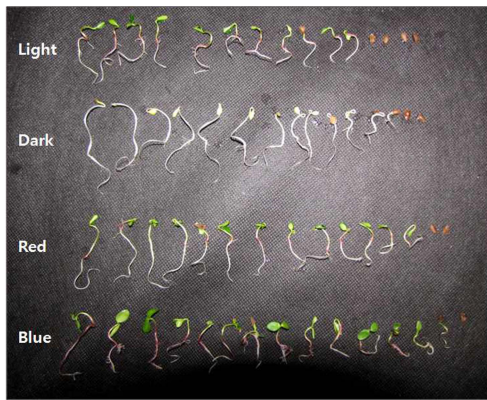


Fig. 2. Germination of *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) by different light conditions at 26°C.

더 이상 발아하지 않는 양상을 보여주었다 (Fig. 3). 치상후 평균발아일수가 지난 후에는 발아수가 증가하지 않는 경향은 Yoo 등 (2012)과 Park 등 (2008)의 연구 결과와 비슷하였다.

광조건별 백수오의 발아율은 적색광 처리시 발아율이 높았을 뿐 다른 광조건과는 비슷한 결과를 보였다.

2. 광조건별 평균발아일수 및 발아속도

광조건별 평균발아일수는 치상 후 2-3일이었으며, LED 적색광과 청색광 처리구는 평균 3일 이상 발아일이 소요되는 것으로 나타났다. 암조건의 평균 발아일수가 가장 빨랐으며, 발아균일도 및 발아균일계수도 높았다. 발아균일성은 암조건에서 0.52 ± 0.09로 가장 균일한 발아 양상을 보여주었으나, 광질에 따라 균일성이 일정치 않았으며, LED 청색광 처리구의 발아균일도가 가장 낮았다 (Table 1).

평균발아속도는 평균발아종자수를 발아일수로 나눈 값을 말하며; 평균발아일수의 역수이다. 광조건별로 평균발아속도는 LED 적색광이 1일 2.28 ± 0.25개로 가장 빨랐으며, LED 적색광과 청색광이 형광등 보다 1일 0.5개 더 빨랐다 (Table 1). LED 처리구의 초기 발아속도는 적색광이 조금 빨랐으며 (Fig. 3), 상추 종자의 적색광 처리와 비슷하였다. 청색광은 백수오 발아시 적색광과 비슷한 초기 발아속도를 보였으나, 상추에서는 적색광과 달리 느리게 진행되었으며 초기 발아율도 낮았다 (Hwang *et al.*, 2008).

이는 본 연구 결과인 LED 처리시 Hwang 등 (2012)이 연구한 백수오 평균발아일수보다 0.5배 빨랐으며, 발아속도 또한 형광등 보다 발아속도가 빠른 것으로 나타났다.

3. 광조건별 초기생육 특성

백수오는 발아 후 암조건에서 초기 생육은 빨랐으나 지속적

Table 1. The germination characteristics of *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) seeds by different light conditions.

Germination	Light conditions			
	Fluorescent light	Dark	Red	Blue
MGN	10.67 ± 2.52 ^d	12.33 ± 1.15 ^c	13.67 ± 1.53 ^a	12.67 ± 1.53 ^{***b}
GR	71.11 ± 16.78 ^d	82.22 ± 7.70 ^c	91.11 ± 10.18 ^a	84.44 ± 10.18 ^b
GE	57.78 ± 20.37 ^c	68.89 ± 3.85 ^a	62.22 ± 3.85 ^b	55.56 ± 21.43 ^d
MGT	2.98 ± 0.12 ^b	2.78 ± 0.12 ^a	3.14 ± 0.11 ^c	3.18 ± 0.54 ^d
CGU	1.92 ± 1.39 ^b	2.14 ± 0.42 ^a	1.13 ± 0.52 ^c	1.03 ± 0.74 ^d
GU	0.78 ± 0.43 ^b	0.52 ± 0.09 ^a	1.12 ± 0.55 ^c	1.41 ± 0.76 ^d
CVG	33.61 ± 1.41 ^b	36.01 ± 1.57 ^a	31.87 ± 1.09 ^d	32.09 ± 5.98 ^c
MGV	1.78 ± 0.42 ^d	2.06 ± 0.19 ^c	2.28 ± 0.25 ^a	2.11 ± 0.25 ^b
PI	43.00 ± 11.00 ^d	52.00 ± 4.58 ^b	52.67 ± 4.93 ^a	48.67 ± 11.72 ^c

*Mean Germination Number; MGN, Germination Rate; GR, Germinative Energy; GE, Mean Germination Time; MGT, Coefficient of Germination Uniformity; CGU, Germination Uniformity; GU, Coefficient of Velocity of Germination; CVG, Mean Germination Velocity (No./day); MGV, Promptness Index; PI.

**Mean ± SD of data obtained from three independent experiments.

***Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test ($p < 0.05$).

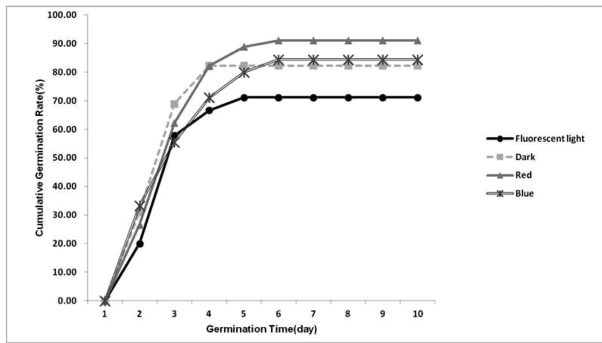


Fig. 3. The cumulative germination rate of *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) by different light conditions.

Table 2. Hypocotyl length in the first stage of growth of *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) by different light conditions.

	Light conditions			
	Fluorescent light	Dark	Red	Blue
Hypocotyl length	5.48 ± 0.28 ^c	6.48 ± 0.35 ^a	5.95 ± 0.80 ^b	4.65 ± 0.77 ^{*d**}

*Mean ± SD of data obtained from three independent experiments.
**Means within a row followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test ($p < 0.05$).



Fig. 4. The first stage of growth in *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) by different light conditions.

으로 광합성을 하지 못하여 고사하였다. LED 적색광이 형광 등이나 LED 청색광보다는 초기생육이 양호하였으며, 배축장도 큰 것으로 나타났다 (Table 2, Fig. 4). 이는 Cho 등 (2008)의 유채의 새싹 재배시 LED 광질이 줄기 신장에 미치는 영향과 비슷하였으며, 치상 후 6일째에 LED 처리가 대조구 형광등보다 줄기 길이가 큰 것을 확인하였다 (Cho *et al.*, 2008).

LED 청색광 처리시 다른 광조건 보다 식물체 줄기가 붉은 빛을 띠는 것이 나타났다 (Fig. 4). 이는 Meng 등 (2004)이 청색광은 CHS (chalcone synthase)와 DFR (dihydroflavonol-

4-reductase)의 발현을 촉진해 anthocyanin 생합성을 조절하는 것으로 보고하였는데, 백수오도 LED 청색광 처리시 줄기가 붉은 빛을 띠는 것은 anthocyanin이 축적된 것으로 추정되었다. 이러한 결과로 작물의 재배 및 이용 목적에 맞추어 광질을 조절하면 기능성 식물 생산 등에 유용할 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(사업번호: PJ008567032013)의 연구비 및 2013년도 강원대학교 기성회 전임교원 기본 연구비지원에 의해서 이루어진 결과이며, 종자를 제공해주신 충청북도 농업기술원에 감사드립니다.

LITERATURE CITED

- Bewley JD and Black M. (1982). Seed : Physiology of development and germination(2nd ed.). Plenum Press. New York City. New York, USA. p.60-198.
- Cho JY, Son DM, Kim JM, Seo BS, Yang SY, Kim BW and Heo BG. (2008). Effect of various LEDs on the seed germination, growth and physiological activities of rape(*Brassica napus*) sprout vegetable. Korean Journal of Plant Resources. 21:304-309.
- Choi IS, Son SY, Cho JT, Park JS, Han DH and Chung IM. (1996). Effect of seeding date on the growth and yield of *Cynanchum wilfordii* Hemsly. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:114-118.
- Choi IS. (1998). Effects of seedling ages on growth and yield of *Cynanchum wilfordii* Hemsly. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 6:121-125.
- Dennis JF. (1995). Dormancy : Manifestations and causes. In Pessaraki M. (ed.). Handbook of plant and crop physiology. CRC Press. New York, USA. p.437-459.
- Hwang HJ, Lee JM, Kim SY and Choi GW. (2008). Seed germination in lettuce affected by light quality and plant growth regulators. Journal of Bio-Environment Control. 17:51-59.
- Hwang IS, Yoo JH, Seong ES, Lee JG, Kim HY, Kim NJ, Lee JD, Ham JK, Ahn YS, Kim NY and Yu CY. (2012). The effect of temperature and seed soaking on germination in *Cynanchum wilfordii* (Maxim.) Hemsly. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:136-139.
- Jeon SH, Son D, Ryu YS, Kim SH, Chung JI, Kim MC and Shim SI. (2010). Effect of presowing seed treatments on germination and seedling emergence in *Taraxacum platycarpum*. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18:9-14.
- Kim MJ, Kim IJ, Nam SY, Lee CH and Song BH. (2002). Effects of sowing method and planting density on growth and root yield of *Cynanchum wilfordii* Hemsly. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 47:418-421.
- Kim MJ, Song BH, Nam SY, Kim IJ, Lee CH and Yun T. (2005). Effects of nonsupporting methods on growth and yield

- of *Cynanchum auriculatum* Royle ex Wight. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 13:268-272.
- Kwack BH and Kang H.** (1985). Effects of specific light qualities on the seed germination of *Amaranthus hypochondriacus*. Journal of the Korean Society for Horticulture Science. 26:158-162.
- Meng XC, Xing T and Wang XJ.** (2004). The role of light in the regulation of anthocyanin accumulation in *Gerbera hybrida*. Plant Growth Regulation. 44:243-250.
- Moreira SMH and Debergh PC.** (1997). The effect of light quality on the morphogenesis of in vitro cultures of *Azorella vidalii* (Wats.) Feer. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 51:187-193.
- Park JY, Yoo CH, Lee IH, Hong SH and Cha JM.** (2008). Effect of broccoli sprouts germination by soaking water condition. Korean Journal of Biotechnology and Bioengineering. 23:551-553.
- Shin KS, Murthy HN, Heo JW, Hahn EJ and Paek KY.** (2008). The effect of light quality on the growth and development of in vitro cultured *Doritaenopsis* plants. Acta Physiologiae Plantarum. 30:339-343.
- Yoo JH, Hwang IS, Seong ES, Lee JG, Kim HY, Kim NJ, Lim JD, Ham JK, Ahn YS and Yu CY.** (2012). The germination characteristics of *Rheum undulatum* L. seeds in treatment conditions. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:393-397.