

ORIGINAL ARTICLE

청정 땅콩나물 생산을 위한 종자처리기술 확립

박은지 · 이규빈 · 허유 · 손병구 · 최영환 · 이용재 · 박영훈 · 서정민¹⁾ · 강점순*

부산대학교 원예생명과학과, ¹⁾부산대학교 바이오 환경에너지학과

Establishment of Seed Treatment for Healthy Production of Peanut Sprout

Eun-Ji Park, Gyu-Bin Lee, You Heo, Beung-Gu Son, Young-Whan Choi,
Yong-Jae Lee, Young-Hoon Park, Jeong-Min Suh¹⁾, Jum-Soon Kang*

Dept. of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea

¹⁾Dept. of Bio-Environmental Energy, Pusan National University, Miryang, 627-706, Korea

Abstract

The present study was conducted to develop seed treatment for the production of healthy and clean peanut sprout. Dry heat treatment of peanut seeds reduced the incidence of the rot. The seed treatment condition at 52°C for 10 h. was the most efficient without inhibiting seed viability significantly. Seeds were dark cultured at 27°C for up to 9 days. The treatment of Indole-B and gibberellic acid influenced germination, T50, fresh, dry weight, hypocotyl length, hypocotyl length diameter, root length, number of lateral root and epicotyl of peanut sprout. There were no differences in the germinability of peanut seeds between gibberellic acid treatment methods but higher fresh weight was observed in the GA3 solution spray after 2 hour water soaking. The general growth and lateral root development of peanut sprouts were suppressed by Indole-B which is used for inhibiting root formation and promoting hypocotyls. The treatment of gibberellic acid promoted hypocotyl elongation, but it did not influence on the growth of hypocotyls and root system.

Key words : Dry heat treatment, Gibberellic acid, Hypocotyl elongation, Indole-B, Peanut sprouts

1. 서론

땅콩나물(Peanut sprouts)은 현대 웰빙의 새로운 패러다임을 제시하고 있는 대표적인 농산물로 각광받고 있다. 또한 땅콩나물은 100% 자연수에 의해 재배되므로 청정채소로 분류되고 있다. 또한 일반채소에 비해 2 배 이상의 부가가치 실현이 가능(일반채소 10 kg 당 30,000 원 수준)하며, 특히 가공식품, 기능성 식품, 의약품 원료

시장으로 확대 시에는 고수익성이 보장되는 농산업이다 (Kang 등, 2010).

땅콩 나물을 식품소재로 이용하는 국제시장이 증가하고 있음에도 불구하고 땅콩나물의 생산방식은 효율적이지 못하고 해결해야 될 문제점이 산적해 있다. 그 중 가장 큰 문제점으로 지적되고 있는 부분이 부패와 세균형성으로 집약되고 있다. 부패된 땅콩 나물은 건전한 새싹에도 영향을 주기 때문에 경제적 손실이 막대해 진다(Kang

Received 2 February, 2015; Revised 16 March, 2015;

Accepted 20 March, 2015

*Corresponding author: Jum-Soon Kang, Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea
Phone: +82-55-350-5523
E-mail: kangjs@pusan.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© 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.

등, 2011).

종자 무병화를 위한 화학적인 종자처리는 주로 유기 살균제를 이용하여 침지처리, 도말처리, 분의법, 급속습 적법을 사용하였다(Choi, 2005; Jo 등, 2014). 그러나 건 열처리는 다른 화학적, 물리적 종자처리에 비해 고가인 채소종자에 많이 이용되어있다. 그 원인으로는 건열처리는 종피에 있는 병원균뿐만 아니라 종자내부에 있는 병원균까지 완전하게 제거가 가능하고 종자를 침지할 필요가 없으며, 처리 후에도 저장에 용이하기 때문이다. 종자의 건열처리는 다양한 병균의 불활성화에 가장 효과적이고 안정적으로 이용되는 종자처리 기술이다(Kim, 1999; Hwang 등, 2001; Hwang, 2007; Choi 등, 2014). 특히 땅콩나물 생산용으로 이용되는 종자는 인체에 유해한 농약처리가 불가능함으로 친환경적으로 병원균을 불활성화시킬 수 있는 건열처리가 대안으로 제시될 수 있다.

땅콩나물의 세균형성은 생장억제, 영양성분의 감소, 섬유소의 증가, 식미감소, 세균제거를 위한 번거로움, 이용부위의 감소 등 많은 손실을 소비자가 감수해야 하고, 생산자는 상품성 하락으로 생산업체는 경영을 압박하는 요인으로 작용한다. 땅콩나물의 세균발생으로 인하여 야기되는 문제점을 극복하기 위한 방법으로 재배 중에 식물생장조절제 BAP(6-benzylaminopurine, $C_{12}H_{11}N_5$) 또는 BA가 포함된 Indole-B 처리 등이 이용되고 있다(Kang 등, 2007).

본 연구는 발아율과 유묘출현을 억제하지 않으면서 부패균 방제효과가 우수한 건열처리 온도 및 기간을 설정하고, 아울러 세균 형성 억제 및 상품성 증진을 위한 생장조절제의 최적처리 농도를 구명하는데 있다.

2. 재료 및 방법

2.1. 무병화를 위한 건열처리

건열처리 방법은 함수율이 7.6%인 땅콩종자를 30℃에서 7시간 처리한 후, 45℃에서 15시간 처리하고, 이어서 52℃에서 10시간 처리한 종자를 72℃에서 72시간 처리하였다. 이와 같이 건열 처리된 종자를 27℃에서 7일 생육시킨 후 발아율, T_{50} , 부패율, 하배축 길이, 뿌리 길이, 상배축 길이 및 생체중 등에 미치는 영향을 조사하였다.

2.2. 세균발생 억제를 위한 생장조절제 처리 기술

땅콩나물 생산에 신속하고 균일한 발아와 세균발생 억제는 고품질 상품생산과 직결된다. 콩나물 재배에서는 세균발생을 억제하기 위해 생장조절제인 benzyladenopurine (BAP) 또는 BA가 포함된 인돌비 처리 등이 이용되고 있다. 본 실험은 땅콩나물의 발아와 유묘생장반응에 식물생장조절제의 처리효과를 보고자 gibberellic acid (GA_3) 및 Indole B를 사용하였다. Gibberellic acid(GA_3)의 처리농도는 10, 25, 50 mg/L 였고, Indole B는 0.41, 0.83, 1.66% 였다. 각각의 농도로 조성된 이들 용액을 27℃에서 재배하면서 주기적으로 관수하여 생육 3일, 5일, 7일 및 9일차의 발아율, 세균발생 억제 및 하배축 비대 등 생육을 검정하였다.

땅콩나물 생산에 효율적인 생장조절제 공급방법을 구명하고자 50 mg/L의 gibberellic acid(GA_3)를 조성하여 이들 용액에 땅콩종자를 2시간 침지한 다음, 그 후부터 증류수를 공급한 처리와 생장조절제를 첨가된 용액을 지속적으로 공급한 처리 간 발아율과 생육에 미치는 효과를 조사하였다. 실험은 27℃의 땅콩전용 배양기에서 암조건으로 수행되었다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 무병화를 위한 건열처리

Table 1은 온도 및 시간별로 4단계로 건열 처리된 땅콩종자를 27℃에서 각각 발아조사를 시행한 결과이다. 땅콩종자는 건열 처리하여 종자의 발아성을 검정한 결과 72℃에서 72시간 건열처리 하면 종자활력이 퇴화되었다(Table 1). 건열 처리 전 무처리 종자의 발아율은 94.6%였고, 일련의 과정을 거쳐 72℃에서 72시간 건열 처리된 종자도 68.6% 발아하여 과다한 건열처리는 종자활력을 저하시켰다. 또한 대체적으로 건열처리 일수가 길수록 하배축 길이, 뿌리길이, 상배축 길이 및 생체중이 저하되는 경향이 있으나, 유의성은 인정되지 않았다. 건열처리를 하지 않은 무처리 땅콩종자는 발아 및 유묘로 성장하는 과정 중 부패 발생률이 11%이었으나 52℃에서 10시간 건열처리하면 부패 발생률이 0%로 현저하게 감소하였다.

종자의 건열처리는 75℃ 전후의 온도에 종자를 노출

Table 1. Effect of dry heat treatment temperature and duration on percent germination, T₅₀, percent decay and early growth of peanut sprout. Measurements were done at 7 days after seeds sowing at 27°C

Dry heat treatment		Germ. (%)	T ₅₀ (days)	Decay (%)	Growth			
Temp. (°C)	Duration (hr)				Hypocotyl length (cm)	Root length (cm)	Epicotyl length (cm)	Fresh weight (g)
30	0	94.6	0.78	11.1	4.12	5.73	3.34	2.56
	4	100.0	0.82	9.6	4.23	6.21	3.12	2.47
	7	98.1	0.84	10.4	4.34	5.65	3.66	2.62
45	2	100.0	0.68	7.6	3.96	5.45	3.23	2.47
	7	96.8	0.82	6.2	4.32	5.93	3.88	2.67
	15	99.1	0.88	2.2	4.16	5.32	3.65	2.55
52	2	98.2	0.90	1.4	4.01	5.78	3.45	2.43
	5	100.0	0.88	0.4	4.43	5.61	3.56	2.47
	10	100.0	0.91	0	4.24	5.23	3.32	2.54
72	12	89.2	1.21	0	3.86	5.12	2.22	2.41
	36	88.8	1.31	0	3.78	5.44	2.88	2.38
	72	68.6	1.14	0	3.88	5.19	2.67	2.30

시켜 건조한 상태로 처리하는 기술로서 건열처리기간 동안 초기수분함량을 4% 이하로 낮추고 온도를 서서히 올려주어야만 건열처리 피해를 최소화 할 수 있다. 반면 건열처리 온도를 75°C 이상 상승시키면 종자에 부착되어 있는 여러 종류의 병원균이나 바이러스를 사멸시키는 과정에서 종자 자체에도 스트레스 작용하여 종자발아와 발아 후 유묘생육에는 큰 영향을 줄 수 있다고 알려져 있다 (Jun 등, 2014).

그러나 본 연구에서는 건열처리 온도를 30°C에서 45°C, 52°C로 점진적으로 높임으로써 급격한 종자활력 상실문제를 극복할 수 있다. 특히, 열처리는 박과작물과 배추과 작물에서 종자전염병 병원균을 불활성화 할 목적으로 사용되었으나 땅콩종자에서도 적용한 결과 부패 발생률을 0%로 현저하게 저하시킬 수 있다(Table 1). 또한 부패 발생률을 줄이고 종자활력을 유지함과 동시에 땅콩나물의 생육은 크게 저해하지 않은 건열처리 조건은 52°C에서 10 시간 처리가 좋게 나타났다.

3.2. 세균발생 억제를 위한 처리 기술

27°C에서 재배된 땅콩의 발아율은 지베렐린의 처리구와 무처리구 관계없이 100% 발아하였으나 발아속도 T₅₀은 단축되어 신속한 발아에는 유효하였다(Fig. 1). 콩나

물에서 인돌비 처리는 세균발생 억제와 하배축 신장을 촉진한다고 알려져 있는데(Kang, 2007) 땅콩나물에서는 발아율을 저하시켰다. 또한 Indole-B는 처리는 발아 속도인 T₅₀이 무처리구 보다 0.4~1.0 일이 지연되었다.

땅콩나물의 상품성은 세균발생수가 적으면서 하배축 길이는 5 cm 정도, 하배축은 비대가 잘된 것이어야 한다 (Bae 등, 2011). 전체적으로 GA₃ 처리는 하배축의 신장을 촉진하였고, 특히 농도가 높을수록 촉진효과는 현저하였다. GA₃ 10 mg/L처리의 생육 9 일차의 하배축길이는 4.94 cm로 무처리에 1.4 배 증가한 것에 비해, 50 mg/L처리는 하배축이 무처리구보다 1.5 배 이상 길었다 (Table 2).

그러나 GA₃ 처리는 하배축의 비대에 크게 관여하지 못하였으며, 전반적으로 처리농도가 높을수록 하배축의 비대생장이 낮았다. 생육 9 일차의 무처리의 하배축 직경이 4.80 mm인 것에 비해, 10 mg/L처리시에는 4.72 mm, 50 mg/L처리시에 4.39 mm로 0.08 mm ~ 0.41 mm정도 감소하였다. 상배축 신장은 지베렐린 처리에 따라 유의성이 인정되었고, 특히 50 mg/L 처리구에서 상배축 신장이 무처리에 비해 2.4 배 길었다. 또한 지베렐린 처리에 의한 뿌리신장 생장 및 세균발생에는 유의성

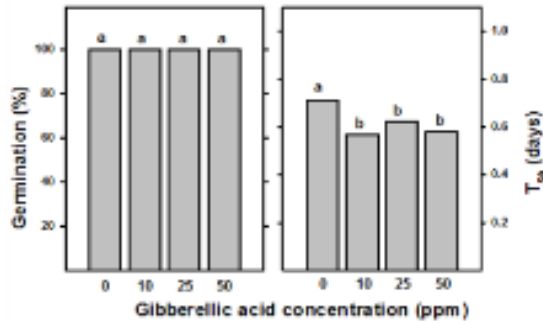


Fig. 1. Effect of gibberellic acid treatment on percent germination and T_{50} of peanut sprout. Seeds were dark cultured at 27°C for up to 9 days. Means in columns are separated by DMRT at $P = 0.05$.

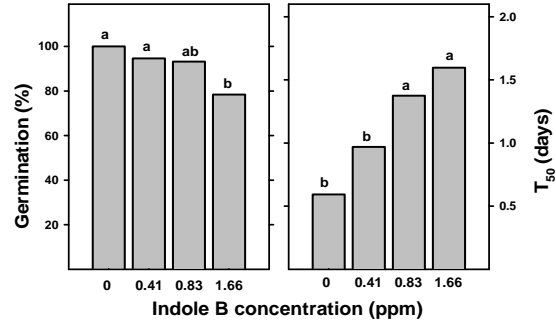


Fig. 2. Effect of Indole B treatment on percent germination and T_{50} of peanut sprout. Seeds were dark cultured at 27°C for up to 9 days. Means in columns are separated by DMRT at $P = 0.05$.

Table 2. Effect of gibberellic acid concentration on hypocotyl length, hypocotyl length diameter, root length, number of lateral root and epicotyl of peanut sprout. Seeds were dark cultured at 27°C for up to 9 days

GA ₃ (mg/L)	Days after seeding			
	3	5	7	9
	<i>Hypocotyl length(cm)</i>			
10	1.64	3.74	4.48	4.94
25	1.46	3.71	3.96	4.93
50	1.58	3.59	4.58	5.12
Untreatment	1.04	2.97	3.28	3.41
LSD(0.05)	0.21	0.22	0.26	0.24
	<i>Hypocotyl diameter(mm)</i>			
10	3.76	4.38	4.55	4.72
25	3.93	4.26	4.42	4.53
50	3.92	3.98	4.24	4.39
Untreatment	4.13	4.34	4.76	4.80
LSD(0.05)	0.13	0.15	0.13	0.22
	<i>Root length(cm)</i>			
10	1.77	2.14	2.24	2.39
25	1.56	2.09	2.09	2.41
50	1.63	1.99	2.01	2.28
Untreatment	1.65	2.10	2.43	2.66
LSD(0.05)	NS	NS	NS	0.20
	<i>No. of lateral root</i>			
10	-	0.67	1.50	7.42
25	-	0.67	1.00	7.36
50	-	0.86	2.92	7.89
Untreatment	-	1.53	2.19	7.44
LSD(0.05)	NS	NS	0.52	NS
	<i>Epicotyl length(cm)</i>			
10	-	0.42	0.73	0.74
25	-	0.12	0.49	0.53
50	-	0.32	0.82	1.30
Untreatment	-	0.10	0.24	0.54
LSD(0.05)	NS	0.12	0.18	0.21

Means in columns were separated by LSD at $P = 0.05$

Table 3. Effect of gibberellic acid with irrigation methods on percent germination, T₅₀, fresh and dry weight of peanut sprout. Seeds were dark cultured at 27°C for up to 8 days

GA ₃ treatment	Germ. (%)	T ₅₀ (days)	Growth	
			Fresh weight(g)	Dry weight(g)
50mg/L WG ^z	98.2	0.57	51.0	7.12
50mg/L GW	98.6	0.60	42.5	7.42
Untreatment	98.4	0.84	40.0	7.72
LSD(0.05) ^y	NS	NS	3.5	NS

^zWG: GA₃ solution spray after 2 hour water soaking; GW: Water spray after 2 hour GA₃ soaking; Untreatment: only water spray.

^yMeans in columns were separated by LSD at P = 0.05.

이 인정되지 않았고, 뚜렷한 차이가 없었다. 따라서 땅콩나물 지베렐린 처리는 하배축의 신장을 촉진하였으나, 세근발생 억제에는 크게 관여하지 못했다.

고등식물의 성장발육에 식물호르몬의 역할은 대단히

중요하며, 지베렐린은 식물의 신장생장을 촉진하며, 사이토키아닌류들은 지상부의 발육을 촉진하나 지하부의 발육은 억제되는 것으로 알려져 있다(Pennazio S., 1975., Han 등, 2003). 반면 옥신류(IAA, NAA, 2,4-D)들은

Table 4. Effect of gibberellic acid with irrigation methods on hypocotyl length, hypocotyl length diameter, root length, number of lateral root and epicotyl of peanut sprout. Seeds were dark cultured at 27°C for up to 9 days

GA ₃ treatment	Days after seeding			
	2	4	6	8
<i>Hypocotyl length(cm)</i>				
50mg/L WG ^z	3.3	4.2	6.1	6.6
50mg/L GW	1.2	1.9	2.7	3.3
Untreatment	0.7	2.0	3.2	3.5
LSD(0.05) ^y	0.3	1.1	1.2	1.3
<i>Hypocotyl diameter(mm)</i>				
50mg/L WG	5.69	5.42	5.55	5.85
50mg/L GW	5.70	6.30	6.51	6.47
Untreatment	3.76	5.73	6.62	6.73
LSD(0.05)	1.10	0.21	0.41	0.32
<i>Root length(cm)</i>				
50mg/L WG	4.5	5.9	6.9	8.4
50mg/L GW	3.3	5.7	6.1	8.5
Untreatment	0.8	3.8	6.5	7.6
LSD(0.05)	0.4	1.2	NS	NS
<i>No. of lateral root</i>				
50mg/L WG	10.7	20.8	44.6	60.1
50mg/L GW	-	12.9	34.7	43.0
Untreatment	-	14.5	34.4	48.3
LSD(0.05)	NS	3.6	NS	11.2
<i>Epicotyl length(cm)</i>				
50mg/L WG	1.4	2.2	5.4	11.7
50mg/L GW	-	1.2	2.1	5.8
Untreatment	-	1.0	1.7	4.0
LSD(0.05)	NS	NS	1.2	2.1

^zWG: GA₃ solution spray after 2 hour water soaking; GW: Water spray after 2 hour GA₃ soaking; Untreatment: only water spray.

^yMeans in columns were separated by LSD at P = 0.05.

Table 5. Effect of indole B concentration on hypocotyl length, hypocotyl length diameter, root length, number of lateral root and epicotyl of peanut sprout. Seeds were dark cultured at 27°C for up to 9 days

Indole B (%)	Days after seeding			
	3	5	7	9
<i>Hypocotyl length(cm)</i>				
0.41	-	-	-	-
0.83	-	-	-	-
1.66	-	-	-	-
Untreatment	1.61	2.88	4.21	4.38
<i>Hypocotyl diameter(mm)</i>				
0.41	-	-	-	-
0.83	-	-	-	-
1.66	-	-	-	-
Untreatment	4.56	5.09	5.24	5.44
<i>Root length(cm)</i>				
0.41	0.64	0.59	0.82	0.90
0.83	0.46	0.58	0.59	0.65
1.66	0.30	0.38	0.42	0.44
Untreatment	4.06	4.14	4.28	5.48
<i>No. of lateral root</i>				
0.41	-	-	-	-
0.83	-	-	-	-
1.66	-	-	-	-
Untreatment	4.11	19.28	19.89	21.42
<i>Epicotyl length(cm)</i>				
0.41	-	-	-	-
0.83	-	-	-	-
1.66	-	-	-	-
Untreatment	-	0.52	1.19	1.72

세포분열 촉진과 아울러 지하부의 발육을 촉진시키지만 지상부의 생육은 억제된다. 이에 따라 지베렐린 처리에서는 세균 발생을 크게 억제시키지 못한 궁극적인 원인으로 해석된다.

땅콩나물의 발아율과 발아속도는 gibberellic acid (GA₃) 공급방법에 따른 차이는 없었으나(Table 3), 땅콩나물의 생체중에는 차이가 있었는데, GA₃ 에 2 시간 동안 침지처리 후 증류수를 공급한 처리의 생체중이 42.5 g 인 것에 비해 증류수에 2 시간 침지한 후 지속적으로 GA₃ 를 공급한 처리의 생체중은 51.0 g으로 1.2 배 증가되었다.

또한 하배축 길이와 상배축 생장은 증류수에 2 시간

침지 후 지속적으로 GA₃ 를 공급한 처리에서 2.0 배 이상 높았다(Table 4). 반면 하배축 직경은 증류수에 2 시간 침지처리 후 증류수 공급처리가 무처리구에 비해 0.8 배 정도 낮았다. 땅콩나물 생산에 적용될 수 있는 성장조절제 공급형태는 증류수에 2 시간 침지처리 한 후 성장조절제를 공급하는 것이 좋은 것으로 나타났다.

인돌비는 IAA 25 ppm + BA 16 ppm 함유되어 있는 콩나물 전용 성장조절제로 콩나물 생산업체에서 사용하는 적량은 4.2% 용액이며, 그 효과는 세균발생 억제와 하배축의 비대촉진 등으로 알려져 있다(Kang, 2007). 콩나물 생산용으로 이용되는 인돌비를 땅콩나물 생산에 활용 가능성을 타진하고자 0.41%, 0.83% 및 1.66% 용액

을 처리하여 생육반응을 검정한 결과는 Table 5 에서 보는 바와 같다.

인돌비 처리는 전반적으로 땅콩나물의 생육을 억제하였다. 인돌비가 처리된 땅콩나물은 처리농도에 관계없이 생육 9 일이 경과하더라도 하배측 길이생장을 억제하여 전반적인 생육이 불량하였다. 또한 인돌비의 처리로 상배측 성장과 세근 발생은 100% 억제되었다. 뿌리신장의 경우 무처리구의 0.2 배에서 0.08 배로 억제되었고, 그 효과는 처리농도가 높을수록 뚜렷하였다.

콩나물의 세근발생 억제 및 하배측 비대축진용으로 이용되는 인돌비는 땅콩나물에서는 생장이 억제되었고 이러한 결과는 콩나물에 비해 땅콩나물은 인돌비의 민감하게 반응한 것에 기인한 것으로 예측되며, 인돌비 처리에 의한 고품질의 땅콩나물을 생산하기 위해서는 처리농도를 낮추는 방안을 강구하는 등, 이에 대한 세밀한 실험이 진행되어야 할 것으로 판단된다.

4. 결론

땅콩종자에 적합한 건열처리 온도 및 기간을 구명하고, 무병건진 종자를 확보할 수 있는 방법을 모색하고자 하였다. 건열처리 온도를 30℃에서 45℃, 52℃로 점진적으로 높임으로써 급격한 종자활력 상실문제를 극복할 수 있다. 또한 부패 발생률을 줄이고 종자활력을 유지함과 동시에 땅콩나물의 생육은 크게 저해하지 않은 건열처리 조건은 52℃에서 10 시간 처리였다.

땅콩나물의 발아와 유묘생장반응에 식물생장조절제의 처리효과를 보고자 gibberellic acid(GA₃) 및 Indole-B를 사용하였다. 발아율과 발아속도는 GA₃ 공급방법에 따른 차이는 없었으나, 땅콩나물의 생육은 증류수에 2 시간 침지처리 후에 지속적으로 GA₃ 를 공급한 처리가 2 시간 GA₃ 용액에 침지처리 후 증류수를 공급한 처리에 비해 생장율이 높았다. 콩나물의 세근발생 억제 및 하배측 비대축진용으로 이용되는 Indole-B는 땅콩나물에서는 생장이 억제되었다.

REFERENCE

AOAC., 1990, Official methods of analysis, 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington D.C., 9, 6.

- Bae, S. B., Ha, T.J., Lee, M. H., Hwang, C. D., Shim, K. B., Park, C. H., Park, K. Y., Baek, I. Y., 2011, Evaluation of Characteristics of Peanut Sprout Using Korean Cultivars, *Kor. J. Crop Sci.*, 56, 394-399.
- Choi, B. S., Lee, J. M., Choi, G. Y., 2014, Post-conditioning periods and seed orientation affects the vigor of cucurbit seeds with dry-heat treatment, *Kor. J. Horti. Sci. Tech.*, 32, 26-32.
- Choi, C. R., Kwak, D. J., Park, M., Song, K. S., Lee, I. G., Kim, J. E., Choi, J., Lee, D. H., 2005, Effect of chemical treatments and electric and magnetic field treatments on germination of onion seeds, *Kor. Soc. Soil Sci. and Ferti.*, 38, 78-84.
- Han, B. H., Goo, D. H., 2003, In Vitro Propagation of Anthurium andreanum 'Atlanta' Developed for Pot Culture, *Korean J. Plant Biotech.*, 30, 179-184.
- Hwang, H. J., 2007, Seed germination of lettuce cultivars affected by dry heat treatment, *Kor. J. Horti. Sci. Tech.*, 25, 45.
- Hwang, S. J., Hong, J. Y., Choi, Y. E., Lee, J. M., 2001, Seed germination of capsicum annuum L. as affected by dry heat treatment, germination media, and storage period, *Kor. J. Horti. Sci. Tech.*, 19, 64.
- Jo, J. S., Hak, J. J., Kim, S. Y., Lee, C. H., 2014, Temperature, light and chemical treatment promoting seed germination of meterostachys sikokiana (Makino) Nakai, *Kor. Association for Flower Industry Development*, 22, 54-59.
- Jun, S. Y., Lee, Y. K., 2014, Effects of heat treatments on the microbial reduction and germination rates of red radish sprout seeds (*Raphanus sativus*), *Kor. J. of Food Preservation*, 21, 544-548.
- Kang, H. I., Kim, J. Y., Kwon, S. J., Park, K. W., Kang, J. S., Seo, K. I., 2010, Antioxidative effects of peanut sprout extracts, *J. Food Sci. and Nutr.*, 39, 941-946.
- Kang, J. S., Lee, J. H., Choi, I. S., 2007, Influence of plant growth regulators on the formation of lateral roots and hypocotyl enlargement in soybean sprouts, *J. Bio-environment Control*, 16, 47-53.
- Kang, J. S., Heo, Y., Kim, S. H., Park, E. J., Choi, J. E., Son, B. G., Choi, Y. H., Lee, Y. J., Park, Y. H., 2011, Effect of seed treatment and light treatment on germination and growth characteristics in peanut sprout, *Kor. J. Horti. Sci. & Tech.*, 29, 202.
- Kim, D. H., Lee, J. M., 1999, Changes of antioxidant

- enzymes activity exposed to ozone in lettuce(*Lactuca sativa*), Kor. J. Horti. Sci. & Tech., 17, 201.
- Ministry for food, agriculture, forestry and fisheries, 2010, Production by year, 56-62.
- Pennazio S., 1975. Effects of Adenine and Kinetin on Development of Carnation Meristem Tips Cultured in Vitro. J. Hort. Sci., 50, 161-164.