

백련(*Nelumbo nucifera*) 종자의 발아에 미치는 종피의 파상, 온도 및 황산처리 효과

임명희, 김병운, 박용서, 양승렬¹, 송채은², 허복구^{3*}

목포대학교 원예과학과, ¹순천대학교 원예학과, ²원광대학교 원예애완동식물학부, ³(재)나주시천연염색문화재단

Effects of Scarification, Temperature and Sulfuric Acid Treatments on Seed Germination of White Lotus (*Nelumbo nucifera*)

Myung-Hee Im, Byoung-Woon Kim, Yong-Seo Park, Seung-Yul Yang¹,
Chyae-Eun Song² and Buk-Gu Heo^{3*}

Department of Horticultural Science, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

¹Department of Horticulture, Suncheon National University, Suncheon 540-950, Korea

²Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Ixsan 570-749, Korea

³Naju Foundation of Natural Dyeing Culture, Naju 520-931, Korea

Abstract - This study was conducted to determine the effects of scarification temperature, and sulfuric acid treatments on seed germination of white lotus collected from the Muan districts, Jeonnam in Korea. Without scarification, white lotus seeds were not germinated at all at 15 days after seeding. However, seeds sacrificed at basal parts showed 100% germination rate at 25°C 6 days after seeding. All the seeds floated (0.90 g) and soaked (1.18 g) in the water were completely germinated. Especially, the lotus seeds soaked in the water at 25°C showed high germination rate. Seeds treated with 80% sulfuric acid for 40-160 hours were germinated completely within 6 days after seeding. No difference in seed germination rate of white lotus stored up to 0, 12 and 24 months after harvest was observed. Overall results would be useful means for propagation and production of white lotus.

Key words - Scarification, Muan districts, Sulfuric acid, Seed germination, White lotus

서 언

연(蓮)은 연과(Nelumbonaceae), 연속(Nelumbo)의 수생 식물로 아시아 계통의 연인 *Nelumbo nucifera*와 미국 계통의 연인 *Nelumbo pentapetara* 으로 구분된다(Sridhar and Bhat, 2007). 아시아 계통은 한국을 비롯해 베트남, 태국, 인도, 일본, 중국, 필리핀, 오스트레일리아 등 아시아와 대양주에 분포하며 꽃은 홍색과 백색이고, 미국 계통은 북미와 남미 북부, 브라질, 캐나다에 분포하며 꽃은 황색이다(Heo *et al.*, 2010).

극동 아시아에서 연은 종교용, 식용, 약용 및 관상용 등 다양하게 이용되어 왔으며, 출혈 완화 작용, 고지혈증과 다

갈증 해소, 항 해열작용, 항 당뇨작용, 항산화 작용, 암세포 성장억제 등의 치료효과가 보고되고 있다(Bhat and Sridhar, 2008; Heo *et al.*, 2008; Ohkoshi *et al.*, 2007; Ono *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2005; Yen *et al.*, 2006). 연에는 우수한 영양성분과 함께 생리활성물질이 많이 함유되어 있는 것으로 알려지면서, 최근 부가가치 증대를 위해 다양한 가공품이 상품화되었는데(Han and Koo, 1993; Hu and Skibsted, 2002; Katori *et al.*, 2002; Kuo *et al.*, 2005), 차, 면류, 환, 주류, 음료, 화장품, 장류, 반찬류, 미용제품 등 100여 종류 이상이 유통되고 있는 실정이다(Heo *et al.*, 2010).

수생식물로서 꽃과 잎의 아름다움이 돋보이는 연은 수생 및 습지조경용 식물로서의 이용성 또한 증대되고 있다(Shin, 2004; Im *et al.*, 2009b). 연은 이처럼 생리활성

*교신저자(E-mail) : bukgu@naver.com

효과가 높고 식용, 가공 및 관상용으로 이용성이 높아지면서 수요량이 크게 증가하고 있다. 우리나라에서 연 재배 면적은 1996년 91 ha에 불과했던 것이, 2009년에는 721.1 ha로 증가하였고, 연근 생산량도 1996년에 2,097톤에 불과하던 것이 2008년에는 12,563톤으로 연평균 16.1%의 증가율을 보이고 있으며, 최근에는 벼 대체 작물로서 재배도 고려되고 있다(Heo *et al.*, 2010).

연은 이와 같이 다양하게 이용되고 수요가 증가되고 있으나 연을 대량으로 증식시키기 위한 종자 번식에 대한 구체적인 연구는 거의 없는 실정이다. 연 종자는 씨껍질과 배(胚)로 구성되어있는데, 씨껍질은 숨구멍은 매우 작아서 공기와 수분은 자유롭게 드나들 수 없고, 미생물도 침입이 어려워 종자의 수명은 몇 백년이 되어도 유지된다(Heo *et al.*, 2010; Walter, 2011). 이처럼 연 종자의 껍질은 불침수성이므로 발아를 시키기 위해서는 방수성인 종피의 일부를 파상하거나 제거해야 한다(Walter, 2011). 연 종자의 발아 촉진방법에는 펀치를 이용하여 외종피의 끝부분인 제부(臍部)의 제거, 종피의 일부분을 사포나 시멘트에 문질러 상처를 내는 방법, 종자를 황산에서 5시간 동안 침적처리하는 방법 등(Heo *et al.*, 2010; Speichert and Speichert, 2004; Walter, 2011)이 알려져 있으나 이들 처리에 따른 구체적인 방법과 발아정도에 대한 자료는 많지가 않은 실정이다. 또 종피의 일부분에 상처를 내서 발아 시키는 방법은 많은 문헌에 소개되어 있으나 이들 방법은 대량번식에는 부적합한데 비해 황산처리 방법은 일시에 많은 종자의 발아 촉진법으로 유용할 것으로 사료되나 국내산 백련의 발아에 필요한 적정 농도나 시간에 대한 연구는 없는 실정이다.

이에 본 연구는 무안 백련 종자의 발아특성 구명 및 연의 대량 번식을 위한 자료 확보 측면에서 백련 종자를 이용해 종피의 파상부위, 발아 온도, 황산용액 처리농도 및 시간에 따른 종자 무게 변화와 발아율을 조사하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

시료로 이용한 종자는 전남 무안군 일로읍 회산 방죽에 식재되어 있는 백련에서 8월말에 채취한 것을 이용하였다.

종피의 파상처리 및 온도에 따른 발아 반응 실험은 1.10~1.20 g인 종자를 이용하였으며, 종피의 파상처리는

정단부, 배면부, 기부로 구분하여 실시하였다. 정단부와 기부는 전정가위를 이용하여 정단부와 기부 끝 3~4 mm를 제거하였으며, 배면부는 사포(120#)를 이용하여 배유 부분이 살짝 보일 정도로 외종피를 파상하였다. 파종은 300 mL 유리 비이커에 물 200 mL를 채운 다음 자동온도 조절 수조에 넣고 각각 20°C 및 25°C로 조절 한 다음 종자를 넣어 발아를 시켰으며, 물은 3일에 1회씩 교체를 하였다.

종자의 부유 유무와 온도에 따른 발아 반응 실험은 백련 종자를 물에 넣고, 10분 후에 뜬 것과 가라앉은 것으로 구분하였으며, 종이 타월로 물기를 제거한 다음 종경, 횡경 및 무게를 측정하였다. 종피의 파상처리는 정단부 끝을 전술한 것과 같은 방법으로 실시하였으며, 종자를 파종한 비이커는 15, 20, 25 및 30°C로 설정된 수조에 각각 넣고 발아를 시키면서 3일 간격으로 종자무게와 발아율을 조사하였다. 이 때 발아는 첫번째 엽경의 출아를 기준으로 하였다.

황산용액의 처리 농도 및 시간에 따른 발아 반응은 무게가 1.10~1.20 g인 종자를 20, 40, 60 및 80%로 희석한 황산(H₂SO₄) 용액에 40, 80, 120 및 160분간 각각 침지처리한 후 물로 10여 차례 세척 하였다. 황산 용액에 침지한 종자는 25°C 수조에서 발아시키면서 2일 간격으로 종자무게와 발아율을 조사하였다.

종자채취 후 저장기간에 따른 발아반응은 종자를 채취한 직후의 것과 10~34°C의 상온 상태에서 12개월, 24개월 저장한 것을 이용하였다. 종피의 파상처리는 기부를 하였고, 발아온도는 25°C로 조정하였으며, 매일 발아율을 조사하였다.

각각의 처리는 20반복으로 수행하였으며, 통계처리는 평균 ± 표준오차(mean ± SE)로 표기하거나 SAS version 9.1(SAS institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 Duncan의 다중검정방법으로 처리간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

종피 파상 부위 및 온도에 따른 발아 반응

연 종자는 1 mm 두께의 견고한 외종피로 쌓여있어서 물에 침적해 두어도 발아율은 극단적으로 낮아, 종자가 땅속 20°C에서 40년 정도, 10°C에서는 2500년을 생존할 수 있다(Heo *et al.*, 2010). 그러므로 발아를 촉진하기 위해서는 외종피의 일부를 잘라내어 종자대로 물의 침투가 용이하도록 해야 하는데, 어떤 부위에 상처를 냈을 때 발아가

좋은지에 대한 자료는 없는 실정이다. 이와 같은 배경에서 백련 종자의 정단부, 기부 및 배면부를 각각 3-4 mm 정도 파상하여 물속에 넣고 20°C 및 25°C에서 각각 발아시키면서 발아율을 조사한 결과 파상을 하지 않은 것은 온도에 관계없이 15일째까지도 발아가 전혀 이루어지지 않은 반면에 파상을 한 것은 15일째에 85% 이상의 발아율을 나타내었다(Table 1). 온도에 따른 발아율은 20°C 보다는 25°C에서 높은 경향을 나타냈으며, 파상 부위별로는 온도에 관계없이 기부, 배면부, 정단부 순으로 발아세가 좋았다. 특히 기부를 파상한 것은 20°C 처리구의 경우 12일째에, 25°C 처리구는 6일 째에 100%의 발아율을 나타내어 우수하였다. 기부를 파상한 것에서 이처럼 발아세가 좋은 것은 연 종자의 경우 정단부에는 주공과 공동부가 있는 반면에 기부에는 배아접합부, 배축, 발근부가 있으므로(Heo *et al.*, 2010), 파상에 따라 정단부 보다는 기부에서 수분을 빨리 흡수하고, 이것이 발아에 이용되기 때문인 것으로 사료된다.

종자의 부유 유무와 온도에 따른 발아 반응

연 종자를 파종할 때는 미숙 종자의 경우 파종을 해도 발아가 되지 않으므로 종자를 물에 넣어서 가라앉은 것만 사용하는 것이 좋다(Heo *et al.*, 2010)는 보고가 있다. 실제

로 물에 부유된 종자와 침적된 종자간의 무게와 크기 차이를 조사하기 위해 백련의 종자를 물을 담갔을 때 부유한 것과 침적되는 것을 구분하여 무게를 측정한 결과 무게는 물에 뜬 것은 0.90 g이었으나, 가라앉은 종자는 1.18 g으로 침적 종자가 더 무거웠다(Table 2). 부유와 침적된 종자의 길이는 각각 1.53 및 1.57 cm이었으며, 두께는 각각 1.78 및 1.82 cm로 침적된 종자의 크기가 다소 컸다.

부유된 종자와 침적된 종자를 구분하여 파상이 용이한 정단부를 파상 한 후 온도에 따른 발아력을 조사한 결과, 부유 종자도 발아가 되었으나 침적된 종자에서 발아율이 현저히 높게 나타났다(Table 3). 부유 종자와 침적된 종자에서 발아율은 6일째에 각각 60 및 65%, 12일 째에는 75 및 85%, 15일 째에는 80 및 100%를 나타내었다.

백련 종자의 기부를 파상 후 물에 넣어 침적한 후 온도 및 경과일 수에 따른 무게 변화를 조사한 결과, 부유 종자와 침적된 종자 모두 시간이 경과함에 따라 비례해서 무게가 증가하였다(Table 4). 온도별로는 25°C에서 무게 증가가 가장 높았는데, 부유 종자와 침적된 종자의 무게는 6일 째에 각각 2.70 및 3.0 g, 12일 째에 2.96 및 3.25 g, 15일 째에는 3.20 및 3.84 g를 나타내었다. 이와 같이 25°C에서 무게 증가가 많았던 것은 종자 발아율과 관련이 있는데

Table 1. Effects of scarification part and temperature before soaking in water on germination rate of white lotus seeds

Temp. (°C)	Scarification part	Seed germination (%)				
		3	6	9	12	15 days
20	Control	0d ^a	0f	0e	0d	0d
	Germ pore	0d	35e	45d	50c	85c
	Dorsal side	0d	50d	70c	80b	90b
	Base	15c	50d	75b	100a	100a
25	Control	0d	0f	0e	0d	0d
	Germ pore	0d	65c	70c	80b	100a
	Dorsal side	20b	95b	100a	100a	100a
	Base	80a	100a	100a	100a	100a

^aMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. Fresh weight and size of white lotus seeds by seed type

Seed type	Fresh weight (g)	Seed size (cm)	
		Length	Width
Floating seed	0.90 ± 0.08	1.53 ± 0.18	1.78 ± 0.13
Soaking seed	1.18 ± 0.12	1.57 ± 0.16	1.82 ± 0.16

Table 3. Effect of temperature on germination rate of two different seed types in white lotus

Seed type	Temp. (°C)	Seed germination (%)					
		0	3	6	9	12	15 days
Floating seeds	15	0	0d ^z	0h	30d	40e	60f
	20	0	0d	25f	40c	40e	40g
	25	0	10c	60b	70a	75b	80d
	30	0	30a	50c	70a	70c	70e
Soaking seeds	15	0	0d	10g	30d	30f	30h
	20	0	0d	35e	45b	50d	85c
	25	0	0d	65a	70a	85a	100a
	30	0	20b	40d	40c	85a	90b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4. Effect of water temperature on fresh weight of two different seed types in white lotus

Seed type	Temp. (°C)	Seed fresh weight (g)					
		0	3	6	9	12	15 days
Floating seeds	15	0.90b ^z	1.90c	2.25bc	2.26cd	2.48bc	2.50b
	20	0.90b	2.22b	2.33bc	2.40cd	2.50bc	2.80b
	25	0.90b	2.48b	2.70ab	2.84b	2.96ab	3.20a
	30	0.90b	2.27b	2.50b	2.70b	2.80b	2.90b
Soaking seeds	15	1.18a	2.35b	2.63b	2.60bc	2.77b	2.79b
	20	1.18a	2.50a	2.70ab	2.80b	3.02a	3.16a
	25	1.18a	2.65a	3.00a	3.24a	3.25a	3.84a
	30	1.18a	2.56a	2.89ab	2.94b	3.20a	3.20a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

(Table 3), 발아 적온에서는 종자의 생리활성 증가로 수분 흡수가 상대적으로 빠르게 진행되었기 때문인 것으로 사료된다.

황산용액의 처리농도 및 시간에 따른 발아 반응

백련 종자의 발아촉진을 위한 효율적인 파상 방법을 구명하고자 황산 처리 농도 및 시간에 따른 발아율을 조사한 결과, 황산용액 농도가 40% 이하일 때는 황산 용액에 160분을 침지 처리해도 파종 후 10일째까지 발아가 전혀 되지 않았으며, 60% 황산용액에서는 80분 이상을 침지 처리해야지만 발아가 이루어졌다(Table 5). 황산용액 60%에서는 160분을 침지처리해도 파종 후 10일째에도 60%만이 발아를 하였다. 반면에 80% 용액에서는 80-160분을 침지처리하면 파종 후 10일째에는 100% 발아가 되었다. 따라서 많

은 종자를 파종하고자 할 때는 니퍼, 전정가위 등을 이용하여 종피를 파상처리 하는 것 보다는 80% 황산용액에 80-160분 침적 처리를 하면 효과적으로 발아를 촉진시킬 수 있을 것으로 사료된다.

백련 종자를 황산용액에 침지 처리 후 물에 침적시켜 경과 일수에 따른 무게를 조사한 결과 황산 처리농도 40% 이하에서는 8일째 까지도 무게 변화가 없었다(Table 6). 황산 60% 용액에서 40분 이상 침적시킨 것은 침적 직후에 종자 무게가 다소 감소되었으나 물에 침적 시킨 후에는 무게 증가가 뚜렷하게 나타났다. 이는 황산 용액의 처리에 따른 온도 상승의 영향보다는 황산 용액에 침지 처리함으로써 종피의 일부가 황산에 의한 부식으로 얇게 되어 무게가 감소된 것이 주요 원인인 것으로 생각되며, 그로 인해 물의 흡수가 용이해져 무게 증가가 뚜렷해 진 것으로 사료된다.

Table 5. Effect of sulfuric acid treatment on germination rate of the white lotus seeds

Con. of sulfuric acid (%)	Immersion time (min)	Seed germination (%)				
		4	6	8	10 days	
0	0	0	0e ^z	0g	0f	
	40	40	0	0e	0g	0f
		80	0	0e	0g	0f
		120	0	0e	0g	0f
		160	0	0e	0g	0f
60	40	0	0e	0g	0f	
	80	0	0e	35f	50e	
	120	0	0e	45e	55d	
	160	0	0e	55d	60c	
80	40	0	50d	75c	80b	
	80	0	85c	95b	100a	
	120	0	95b	100a	100a	
	160	0	100a	100a	100a	

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 6. Effect of sulfuric acid treatment and soaking time on fresh weight of the white lotus seeds

Sulfuric acid Con. (%)	Soaking time (min)	Seed fresh weight (g)						
		0	2	4	6	8	10 days	
0	0	1.18a ^z	1.18b	1.18c	1.18b	1.18b	1.18b	
	40	40	1.18a	1.18b	1.18c	1.18b	1.18b	1.18b
		80	1.18a	1.18b	1.18c	1.18b	1.18b	1.18b
		120	1.18a	1.18b	1.18c	1.18b	1.18b	1.19b
		160	1.18a	1.18b	1.18c	1.18b	1.18b	1.19b
60	40	0.95b	1.73b	2.12b	2.29a	2.30a	2.32a	
	80	0.90c	2.09ab	2.20b	2.25a	^y	-	
	120	0.90c	2.17ab	2.18b	2.25a	-	-	
	160	0.90c	2.03ab	2.15b	2.21a	-	-	
80	40	1.10ab	1.93b	2.37b	-	-	-	
	80	0.90c	2.26ab	2.46a	-	-	-	
	120	0.90c	2.50a	2.64a	-	-	-	
	160	0.90c	2.52a	2.64a	-	-	-	

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level; ^yGermination.

Table 7. Effect of storage time after harvesting on seed germination of white lotus

Storage time (month)		Seed germination (%)				
		1	2	3	4	5
0	0	15b ^z	80a	90a	95a	100
12	0	20a	80a	90a	90b	100
48	0	15b	75b	90a	95a	100

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

실제로 무게 증가가 뚜렷한 황산 80% 용액 처리구에서는 Table 5에서와 같이 물에 침적한 6일째 이후부터 높은 발아율을 나타내었다.

종자 채취 후 저장기간에 따른 발아 반응

백련 종자를 채취 한 후 곧바로 파종한 것, 1년이 경과된 것, 2년이 경과된 것 간에는 발아율 및 발아세에 차이를 보이지 않았다(Table 7). 연은 교배에 의해 종자가 잘 형성되고, 종자 수명이 길어 신품종을 육성하기가 쉽다(Kasumi and Sakuma, 1988; Park *et al.*, 2009). 그러나 종자 수확을 한 후 이듬해 봄에 파종을 하게 되면 그 해에는 개화가 되지 않고, 무안백련의 경우 실생묘 1그루당 비대근경은 2.7개가 형성되었고, 생체중은 78.8 g에 불과하여 개화가 되지 않고, 비대근경의 수확량이 적다(Im *et al.*, 2009)는 단점이 있다. 그런데도 현재까지 연재배가들은 관행적으로 7-9월에 종자를 수확하여 이듬해 4-6월에 파종을 하여 비대근경을 비대 시킨 다음 그 다음해에 개화용 또는 연근 생산용의 종근(種根)으로 사용해 왔다(Heo *et al.*, 2010). 그런데 본 연구 결과 종자를 수확한 직후에 파종해도 휴면하지 않고 발아가 되는 것으로 나타났으므로 연 종자를 수확 후 곧바로 파종을 하여 1차적으로 비대근경을 비대 시키면 그 다음 해에는 개화용 또는 연근 생산용으로 사용이 가능함을 의미한다는 점에서 매우 의미 있는 결과인 것으로 사료된다. 다만, 파종시기에 따른 생육과 근경과 비대 정도, 근경의 비대 정도에 따른 차년도 개화정도, 생육 및 비대근경의 생산량에 대해서는 추후 구체적인 연구가 필요하다고 생각된다.

적 요

연 종자의 발아 특성을 구명하기 위해 전남 무안산 백련 종자를 이용해 종피의 파상부위, 발아 온도, 황산용액 처리 농도 및 시간별에 따른 종자 무게 변화와 발아율을 조사하였다. 종자를 파상하지 않고 파종한 것은 15일째가 되어도 전혀 발아가 되지 않았다. 그러나 기부를 파상하여 25℃에서 발아를 시킨 것은 6일 만에 100%가 발아 되어 가장 우수한 결과를 보였다. 종자를 물에 침적시켰을 때 물에 뜬 것(0.90 g)과 가라앉은 것(1.18 g) 모두 발아 되었으나 침적된 종자를 25℃에서 발아 시켰을 때 발아세가 가장 좋았다. 황산처리는 80% 용액에서 40-160분간 침적처리 했을

때 6일째에 100%가 발아해 가장 우수한 발아세를 나타내었다. 종자 채취 후 0개월, 12개월 및 24개월 된 것을 파종한 결과 발아세와 발아율에 차이가 없었다. 위와 같은 결과는 연의 종자번식에 도움이 될 것으로 사료된다.

인용문헌

- Bhat, R. and K.R. Sridhar. 2008. Nutritional quality evaluation of electron beam-irradiated lotus (*Nelumbo nucifera*) seeds. *Food Chem.* 107:174-184.
- Han, S.J. and S.J. Koo. 1993. Study on the chemical composition in bamboo shoot, lotus root and burdock. *Korean J. Soc. Food Sci.* 9:82-87 (in Korean).
- Heo, B.G., B.Y. Kim, Y.S. Park, Y.J. Park, S.G. Park, M.H. Im and H.G. Jang. 2010. Principles and practices of lotus culture. Joenang, Seoul, Korea, pp. 106-110 (in Korean).
- Heo, B.G., Y.S. Park, W.N. Hou, M.H. Im, Y.J. Park, H.J. Kim, J.S. Sin and J.Y. Cho. 2008. *In vitro* assay on physiological activities of flower and leaf extracts of red lotus. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 26:331-337 (in Korean).
- Hu, M. and L.H. Skibsted. 2002. Antioxidative capacity of rhizome extract and rhizome knot extract of edible lotus (*Nelumbo nucifera*). *Food Chem.* 76:327-333.
- Im, M.H., B.W. Kim, Y.J. Park, Y.S. Park, Y.K. Yoo and B.G. Heo. 2009a. Characteristics of rhizome growth and leaf emergence for the native white lotus grown in Muan, Jeonnam districts. *J. Life Sci. Nat. Res.* 31:11-21 (in Korean).
- Im, M.H., Y.S. Park, J.Y. Cho, S.G. Park, J.G. Yun, H.G. Jang and B.G. Heo. 2009b. Yield and size of enlarged rhizome among different kinds of white lotus. *Korean J. Plant Res.* 22:42-48 (in Korean).
- Kasumi, M. and Sakuma. 1998. Flowering pollination, fertilization, and seed formation in lotus rhizome plant. *J. Japanese Soc. Hort. Sci.* 67:595-599.
- Katori, M., K. Watanabe, K. Nomura and K. Yoneda. 2002. Cultivar differences in anthocyanin and carotenoid pigments in the petals of the flowering lotus (*Nelumbo* spp.). *J. Japanese Soc. Hort. Sci.* 71:812-817.
- Kuo, Y.C., Y.L. Lin, C.P. Liu and W.J. Tsai. 2005. Herpes simplex virus type 1 propagation in HeLa cells interrupted by *Nelumbo nucifera*. *J. Biomed. Sci.* 12:1021-1034.
- Ohkoshi, E., H. Miyazaki, K. Shindo, H. Watanabe, A. Yoshida and H. Yajima. 2007. Constituents from the leaves

- of *Nelumbo nucifera* stimulate lipolysis in the white adipose tissue of mice. *Planta Med.* 73:1255-1259.
- Ono, Y., E. Hattori, Y. Fukaya, S. Imai and Y. Ohizumi. 2006. Anti-obesity effect of *Nelumbo nucifera* leaves extract in mice and rats. *J. Ethnopharmacol.* 106:238-244.
- Park, S.G., Y.J. Park, S.N. Kwack, Y.S. Park, J.Y. Cho and B.G. Heo. 2009. Effect of cross combination for the lotus plants on the seed development. *J. Life Sci. Nat. Res.* 31: 31-390 (in Korean).
- Park, S.H., T.S. Ham and J.H. Han. 2005. Nutritional contents of beverage from lotus root and evaluation of its physiological function in aorta relation. *Korean J. Oriental Physiol. Pathol.* 19:490-494 (in Korean).
- Shin, S.K. 2004. Studies on the physiology, ecology and cultivation of lotus for the landscaping uses. Ph.D. Thesis, Korea University (in Korean).
- Speichert, G. and S. Speichert. 2004. Encyclopedia of water garden plant. Timber Press, OR. pp. 107-109.
- Walter, P. 2011. Growing *Nelumbo* (Lotus) from seed and seedling cultivation. http://www.victoria-adventure.org/lotus/growing_from_seed.html.
- Yen, G.C., P.D. Duh, H.J. Su, C.T. Yeha and C.H. Wu. 2006. Scavenging effects of lotus seed extracts on reactive nitrogen species. *Food Chem.* 94:596-602.
- (접수일 2011.1.27; 수정일 2011.7.25; 채택일 2011.9.20)