Journal of Environmental Science International
24(12); 1681~1689; December 2015

pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
http://dx.doi.org/10.5322/JESI.2015.24.12.1681

ORIGINAL ARTICLE

우량 수박종자 생산을 위한 적정 성숙일수 및 후숙일수 확립

박은지 · 이규빈 · 박영길 · 서정민[1] · 강점순*

부산대학교 원예생명과학과, [1]부산대학교 바이오환경에너지학과

Establishment of Days after Anthesis(DAA) and Fruit After-ripening Period(FAP) for High-Quality Seed Production of Watermelon

Eun-Ji Park, Gyu-Bin Lee, Young-Gil Park, Jeong-Min Suh[1], Jum-Soon Kang*

Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate days after anthesis (DAA) and fruit after-ripening period (FAP) for seed-harvesting of high quality watermelon seeds. Fruit weight and number of seed per fruit increased according to DAA, while those did not significant about FAP. Ratio of cotyledon at whole seed was higher about 2 to 4% compared to seed coat irrespective of DAA and FAP. Germinability of watermelon was not a significant effect by DAA, however, it had differences by FAP. Percent of germination (PB) was below 50%, when 30 days maturated fruits after anthesis was omitted ripening, while PB was increased to 92% by ripening. In addition, seeds at DAA 40 and FAP 20 were higher general seedling vigors (hypocotyl length, diameter etc.) in BP test. Results indicated that considering seed productivity, it had maximized seed viability at DAA 40 and FAP 20.

Key words : Cotyledon, Germination, Seed coat, Seed harvesting, Viability

1. 서론

수박은 남아프리카 원산으로 2014년 기준 우리나라의 전체 생산액 기준 시장 규모로 보아 약 10,110억 수준으로 과채류 작물 중 가장 높은 시장 가치를 가지고 있으며, 국내 수박 생산량은 686,883톤으로 큰 경제적 가치를 가진 작물이다(Statistics Korea, 2015). 통계청 농업조사결과 재배면적과 국민 1인당 소비량은 점차 줄어들고 있으나, 웰빙 바람으로 고품질의 기능성 수박은 증가될 것으로 예측된다. 고품질의 수박을 생산하기 위해서 접목묘를 이용한 수박 재배에 대한 연구는 활발히 진행되었다(Cho et al., 2007; Colla et al., 2006; Mohamed et al., 2012; Yetisir et al., 2003).

특히, 수박은 종자가격이 비싼 편에 속하기 때문에 고활력의 우량종자를 생산하는 것이 매우 중요하다. 우량종자로 판별하는 두 가지 주된 요인은 발아율과 순도인 반면 종자 품질은 종자의 성숙도와 채종방법에 영향을 받는다(Welbaum and Bradford 1991). 특히, 성숙일수와 후숙일수는 우량종자를 생산하는데 중요한 요인이 된다. 박과작물은 개화수분 후 45일 성숙된 종자가 최고의 활력을 보이며, 발아력이 생성되기까지 개화수분 후 최소일수는 가지 20일, 토마토는 5-10일, 양파는 14일, 고

Received 29 October, 2015; **Revised** 9 December, 2015;
Accepted 10 December, 2015
***Corresponding author** : Jum-Soon Kang, Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 627-706, 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.

추는 10일이 필요하는 등 작물에 따라 적정 성숙일수와 후숙일수는 달라진다(Welbaum and Bradford, 1989).

원예작물에서 수분 후 종자의 건물중이 최대가 되는 시점을 생리적 성숙종자라 하며(Harrington, 1972; Mehta et al., 1993), 일반적으로 성숙일수가 길수록 종자의 발아속도는 빨라지고, 발아율과 수명 등이 좋아진다(Yoo et al., 1996). 반면 생리적 성숙일수보다 일찍 수확하게 되면 배의 발육이 완전하지 않고 축적된 저장양분이 부족하여 발아력이 낮아진다(Salam and Ibrahim, 2014).

종자는 외견상 성숙되어도 발아력이 없는 경우가 있으며, 성숙후의 부가적인 성숙을 후숙(after-ripening)이라 하며, 채소작물에서 채종 후 후숙은 종자의 숙도를 균일하게 하고 충실도를 높여주는 효과가 있다(Lee, 2000; Yoo et al., 1996). 수박종자는 채종 후 일정기간의 휴면성을 가지며 휴면을 타파하기 위해서는 후숙처리가 필요하다.

또한, 종자의 발아성은 종자 성숙과정중의 환경요인과 종자의 성숙일수에 따라 영향을 크게 받는다(Gore et al., 1997; Kkatun et al., 2009; Mahesha et al., 2001; Salam and Ibrahim, 2014). 수박에서 고품질 종자를 생산하기 위해서는 발아력이 높은 최적의 채종조건이 구명되어야 하며, 아울려 채종된 종자를 발아력을 증진시킬 수 있는 종자처리 기술이 확립되어야 한다.

멜론에서 종자 성숙도와 종자발아성과 관계를 규명하였으나(Welbaum and Bradford, 1989; Lee et al., 2000), 수박에서는 우량종자 생산과 밀접하게 관련되어 있는 채종조건을 확립한 한 연구는 없었다. 박과작물에서 수확한 과실의 후숙처리는 미성숙 상태의 배의 생장을 유도하여 발아력에도 관여한다. 따라서 본 연구는 수박종자에서 고품질의 우량종자를 생산하기 위한 최적의 종자 성숙일수와 후숙일수를 구명하기 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1. 성숙일수 및 후숙일수에 따른 발아력 검정

본 실험에 사용된 수박은 스피드꿀(농우바이오) 품종으로, 실험 장소는 경남 창원시 대산면 11월 비닐하우스에서 정식하여 재배하였다. 재식거리는 30 cm로 하였으며, 각 주당 2개의 줄기를 남기고 적심하였고, 인공수분에 의해 과실은 18~23절 사이에 1과만 착과시켰다. 수박의 성숙일수에 따른 발아력을 조사하기 위하여 개화수분 후 30일, 40일, 50일 및 60일간 성숙된 과실을 수확하여 탈종한 후 수세 및 건조시켰다.

또한 수확한 과실의 후숙처리가 발아력에 미치는 영향을 조사하였다. 성숙일수와 후숙처리는 Table 1에 따라 처리일수를 달리하였다.

각각의 성숙일수와 후숙일수별로 처리된 과실을 탈종한 후 수세 및 건조시킨 후 발아력을 조사하였다. 발아조사는 30℃에서 항온기에서 50립씩 3반복으로 치상하여 14일차에 발아력을 검정하였다.

또한 성숙일수와 후숙일수가 수박종자의 활력에 미치는 영향을 조사하기 위해 BP 검정을 실시하였다. BP 검정은 heavy와 regular 용지를 25℃에서 증류수로 1일간 흡습시켰다. 이어서 heavy 용지에 100립의 종자를 동일한 간격으로 치상한 후 regular 용지를 덮어 30℃ 항온기에 종자활력을 조사하였다. 종자활력 조사는 2회에 걸쳐 시행되었으며, 1차 조사는 치상 5일 후 정상묘와 비정상묘, 불발아종자 등을 검정하였고, 최종조사인 2차 조사는 치상 14일 후에 실시하였다. 최종 조사일에는 하배축 길이, 하배축 직경, 뿌리수, 뿌리길이, 생체중 및 건물중을 측정하였다.

통계분석은 SPSS 프로그램(PASW Statistics 18.0)을 이용하여 Ducan의 다중검정으로 실시하였다.

Table 1. Fruit after- ripening period (FAP) according to days after anthesis (DAA)

Days after anthesis (DAA)	Fruit after- ripening period (FAP)
30	0, 10, 20, 30
40	0, 10, 20
50	0, 10
60	0

2.2. 성숙일수 및 후숙일수가 과실무게, 종자수 및 종자충실도에 미치는 영향

품종은 스피드(농우바이오) 였고, 성숙일수와 후숙일수는 실험 1의 방법과 동일하였다. 수분 후의 성숙일수와 후숙일수가 수박의 무게, 종자수, 종자크기, 천립중 및 전체종자 무게에 대한 종피 및 자엽 비율에 미치는 영향을 조사하였다. 수박의 무게, 종자수 및 종자크기 조사는 5개의 과실을 3반복하여 조사하였다. 종자의 종단과 횡단 직경 조사는 vernier calipers(CD-15CP, Mitutoyp Corp., Japan) 를 이용하여 종자의 종/횡단 길이를 측정한 후 그 비율을 나타내었다. 또한 전체종자 무게에 대해 종피의 구성 비율을 조사하기 위해 핀셋으로 100립의 종자를 3반복으로 종피와 자엽을 각각 분리하여 정밀전자저울(AR2140, Ohaus Corp., USA) 천칭한 값을 전체 종자무게에 대한 자엽 및 종피 비율로 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 성숙일수 및 후숙일수에 따른 발아력 검정

원예작물의 종자는 건조저항성 종자(Orthodox seeds)와 난저항성 종자(Recalcitrant seeds)로 분류된다. 건조에 저항성이 있는 종자는 성숙 중반부터 건조 저항성이 서서히 증가하여 성숙후반기에 건조 저항성이 완전히 획득하게 된다. 난저항성 종자는 성숙 후에 종자를 건조시키면 발아력이 상실된다(Harrington, 1972). 수박은 건조저항성 종자로서 종자의 건조중이 최고에 도달했을 때가 채종적기라고 알려져 있다(Ellis et al., 1993; Ellis and Pieta Filho, 1992; Ellis and Roberts, 1980; Gaile, 2008; Gore et al., 1997).

수박 종자를 성숙단계별로 채취하여 발아력을 조사한 결과는 Table 2에서 나타내었다. 수박 종자의 발아성은 개화수분후의 성숙일수보다는 후숙일수에 의해 영향을 받았다. 개화수분 후 30일된 성숙과를 수확하여 후숙시키지 않고 탈종한 종자를 30℃에서 발아시키면 발아율이 50% 미만으로 낮았다. 그러나 이들 종자를 10일간 후숙 처리하면 발아율이 92%로 증진되었다. 또한 20일 후숙처리는 10일과 30일 후숙처리에 비해 초기발아율이 향상되었다. 전반적으로 개화수분 후 40일 성숙과에서 탈종한 종자들이 발아율이 높았으며, 30일간 성숙과에서 탈종한 종자에서는 발아력이 낮았다..

개화수분 후 40일간 성숙종자의 후숙처리는 최종발아

Table 2. Effect of days after anthesis(DAA) and fruit after-ripening periods(FAP) on percent germination of `Speed' watermelon seeds at 30℃

Days after anthesis (DAA)	Fruit after-ripening period (FAP)	Germination (%)	T_{50} (days)
30	0	50.2	3.12
	10	92.0	2.78
	20	94.6	1.82
	30	94.0	1.86
40	0	86.7	1.96
	10	89.1	1.83
	20	96.6	1.76
50	0	92.0	1.89
	10	88.6	1.87
60	0	86.8	1.98
Significance			
DAA (A)		NS [z]	NS
FAP (B)		*	*
A × B		NS	NS

[z] NS, *, Nonsignificant or significant at $P = 0.05$.

율에는 큰 차이가 없었다. 그러나 개화수분 후 50일간 성숙과를 후숙하면 후숙처리 하지 않은 것에 비해 초기발아율과 최종발아율이 약간 감소하는 경향을 보였다. '스피드' 수박종자에서 종자활력을 극대화시킬 수 있는 최적 성숙일수와 후숙일수는 40일간 성숙과를 20일간 후숙 처리였다.

유사한 결과는 멜론(Welbaum and Bradford, 1989)에서 보고되고 있고, 개화수분 후 35일째 건물중이 최대로 도달하는 생리적 성숙상태에 이르지만 종자활력은 60일째까지 지속적으로 증가하여 채종적기는 60일째가 좋다고 하였다.

이와 같이 본 실험에서는 수박의 채종 방법확립에 중요한 단초를 제공하고 있는데, 개화수분 후 40일 성숙과를 조기 수확한 후 20일간 후숙처리 한다면 60일째에 수확하는 것보다 재배노력과 종자 생산단가를 현저히 절감시킬 수 있을 것이다. 또한 토지이용율을 향상시키고 아울러 수박이 성숙하는 과정 중에 직면하게 되는 병해충의 위험성으로부터 탈피하여 채종 효율성이 향상될 것으로 판단된다.

본 실험에서 개화수분 후 30일간 성숙된 종자에서 발아율이 낮았던 원인은 건물중은 최고에 도달하여 생리적으로 성숙되었지만 배가 형태적으로 미숙하여 발아율이 낮았던 것으로 해석된다(Sanhewe and Ellis, 1996). Galao et al.(1991)은 쌍자엽식물의 종자는 수분 후 생리적 성숙단계에서는 배가 발육중인 상태이지만 후숙단계를 거치면서 배 발육이 완성되어 발아력을 가지게 된다고 하였다.

60일 성숙과에서 탈종한 종자는 발아율이 40일과 50일간 성숙종자에 비해 발아율이 약간 감소하는 경향을 보였다. 이는 채종적기보다 늦게 수확하면 종자내의 높은 수분함량에 의하여 과실이 변질되고 종자는 세포막 치유조직의 손상으로 퇴화가 진행된 결과 발아력이 저하된 것으로 풀이된다.

3.2. 성숙일수 및 후숙일수가 과실무게, 종자수 및 종자충실도에 미치는 영향

무한화서에 속하는 대부분의 작물은 성장하여 개화, 결실하는데 수일에서 수개월이 걸리기 때문에 동일한 식물체 내에서도 종자가 동시에 성숙하지 못하는 경우가 많다. 따라서 일시에 수확하게 되게 되면 미숙종자에 성숙종자가 혼재하게 발아력과 저장성에도 영향을 미치게 된다.

Table 3. Effect of seed maturity and after-ripening on fruit weight and seed production of 'Speed' watermelon

Days after anthesis (DAA)	Fruit after ripening period (FAP)	Weight of fruit (g)	No. of seed	Weight of a seed (mg)	
				Fresh weight	Dry weight
30	0	2882.8	244.0	97.7	52.6
	10	3101.5	204.7	89.8	55.5
	20	2716.5	276.3	79.2	46.8
	30	2681.6	289.3	82.7	47.8
40	0	4477.9	327.6	84.2	44.1
	10	4272.6	353.8	81.4	43.8
	20	4041.4	353.6	75.9	54.0
50	0	4333.0	413.1	73.3	40.6
	10	4181.9	340.0	70.2	47.0
60	0	5760.5	378.8	77.0	50.9
Significance					
DAA (A)		*[z]	NS	NS	NS
FAP (B)		NS	NS	NS	NS
A × B		NS	NS	NS	NS

[z] NS, * Nonsignificant or significant at P = 0.001, respectively.

Table 4. Effect of seed maturity and after-ripening on seed size and seed weight of 'Speed' watermelon

Days after anthesis (DAA)	Fruit after ripening period (FAP)	1,000 seed weight (g)	Whole seed weight (mg)	Ratio of coat/seed	Ratio of cotyledon/seed	Seed coat color	Radio of long size/ short size
30	0	51.87±0.18	51.1±0.01	0.44±0.06	0.56±0.06	Light brown	1.59±0.08
	10	51.03±0.05	50.3±0.01	0.48±0.03	0.52±0.03	Dark brown	1.65±0.06
	20	47.07±0.08	47.1±0.01	0.45±0.05	0.55±0.05	Dark brown	1.58±0.12
	30	49.90±0.18	48.2±0.00	0.46±0.04	0.54±0.04	Dark brown	1.67±0.07
40	0	45.03±0.08	59.2±0.05	0.50±0.12	0.50±0.12	Light brown	1.60±0.12
	10	44.43±0.09	49.9±0.01	0.49±0.04	0.51±0.04	Light brown	1.66±0.08
	20	49.00±0.10	45.6±0.00	0.49±0.04	0.51±0.04	Dark brown	1.73±0.13
50	0	42.77±0.12	41.5±0.01	0.49±0.05	0.51±0.05	Dark brown	1.56±0.09
	10	43.20±0.07	48.2±0.00	0.49±0.04	0.51±0.04	Dark brown	1.67±0.08
60	0	47.53±0.05	46.7±0.01	0.48±0.04	0.52±0.04	Dark brown	1.62±0.10
Significance[z]							
DAA (A)		***	NS	**	**		NS
FAP (B)		NS	NS	NS	NS		NS
A × B		*	NS	NS	NS		NS

[z] NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

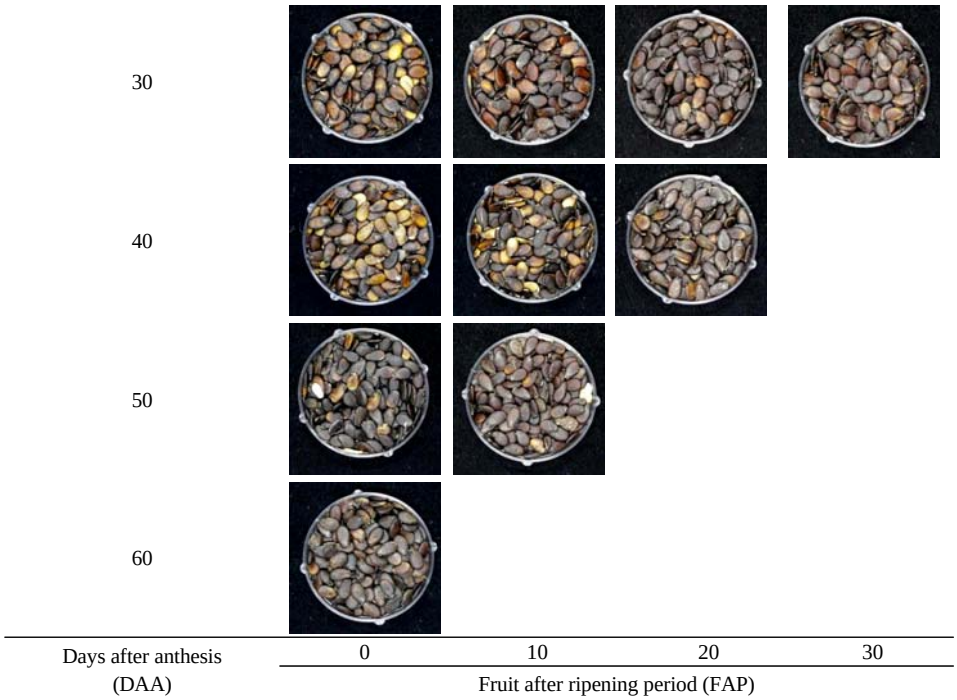

Fig. 1. Changes in morphological seed characteristics as affected by the degree of days after anthesis(DAA) and fruit after-ripening(FAP) of 'Speed' watermelon.

Table 5. Effect of days after anthesis(DAA) and fruit after-ripening periods(FAP) on seed viability of `Speed' watermelon seeds at 30℃

Days after anthesis (DAA)	Fruit after ripening period (FAP)	Viability			
		5 days		14 days	
		Normal (%)	Abnormal (%)	Normal (%)	Abnormal (%)
30	0	66.7	0.0	95.6	4.4
	10	87.8	0.0	96.7	3.3
	20	95.9	1.1	98.9	1.1
	30	94.8	0.0	98.9	1.1
40	0	46.7	1.1	91.1	7.8
	10	80.0	0.0	94.4	4.4
	20	97.8	0.0	100.0	0.0
50	0	92.2	0.0	95.6	4.4
	10	88.9	0.0	98.9	1.1
60	0	92.2	0.0	100.0	0.0
Significance					
DAA (A)		***	NS	**	*
FAP (B)		***	NS	**	**
A × B		***	NS	NS	NS

z NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

수박의 성숙 및 후숙일수를 달리하여 과실무게, 종자 생산량을 조사하였다(Table 3). 개화수분 후 수박의 성숙일수가 경과하면 과실의 무게는 증가하였다. 개화수분 후 30일째에 수확한 수박은 무게가 2,882 g 이였으나 60일째 수확한 수박은 과중이 5,760 g 이었다. 과실당 종자수는 수분 후의 성숙일수(DAA) 및 후숙일수(FAP)에 의해 크게 영향을 받지 않았지만 성숙일수가 길어지면 종자수는 증가하는 경향이나 대략적으로 1과당 280-430개의 종자가 생산되었다. 반면 후숙일수에 의한 차이는 크지 않았다.

전반적으로 성숙일수가 길어지면 종자의 크기는 작아지는 경향을 보였다. 또한 종자는 종단직경이 횡단직경보다 1.5배 정도 긴 장타원형 형태를 유지하였다. 종피색은 채과 직후에 엷은 갈색을 띠었으나 탈종하여 시일이 경과하면 갈색이 유지되었다(Fig. 1).

천립중은 수분 후 성숙일수(DAA)가 경과하면 약간 감소하였다. 이러한 원인은 수분 후 성숙일수가 경과하면 종자수가 증가하여 이에 따라 동화산물이 분산되어 천립중이 감소한 것으로 해석된다. 반면, 성숙 및 후숙일수에 관계없이 수박종자에서 자엽이 차지하는 비율이 종피보다 약간 높았다(Table 4). 종피는 배를 보호하고 휴면성과 저장성을 향상시키는 요인이지만 발아할 때는 기계적 장벽으로 작용한다(Christian, 2012). 종피는 종자 전체 중량비율의 44-50% 차지하였고, 후숙일수가 증가할수록 종피의 비율이 약간 낮아졌다. 그러나 성숙 및 후숙일수에 따라 자엽과 종피의 구성비율에는 유의적인 차이가 없었다.

성숙일수 및 후숙일수를 달리한 수박종자를 BP 검정을 통해 종자활력을 조사하였다(Table 5, 6 및 Fig. 2). 성숙일수 및 후숙일수를 달리하여 5℃에서 1년간 저장한 종자는 성숙일수와 후숙일수에 관계없이 91% 이상의 발아율을 보였다. 이러한 결과는 성숙일수 및 후숙일수를 달리하여 6개월 저장한 후 발아성을 조사한 Table 2 보다는 발아율이 높았다. 그 원인은 수박종자의 휴면성에 기인한 것으로 보여지며, 저온에서 1년간 저장한 종자는 휴면성이 타파되어 전반적으로 발아율이 높았던 것으로 판단된다.

전반적으로 DAA 40일 종자를 20일간 후숙처리하면

Table 6. Effect of days after anthesis(DAA) and fruit after-ripening periods(FAP) on hypocotyl length, hypocotyl diameter, root length, number of root, fresh and dry weight of `Speed' watermelon seeds measured at 14 days after planting

Days after anthesis (DAA)	Fruit after ripening period (FAP)	Hypocotyl length (cm)	Hypocotyl diameter (mm)	Root length (cm)	No. of root	Fresh weight (g)	Dry weight (mg)
30	0	21.32	2.26	6.94	28.20	0.66	19.5
	10	20.80	2.35	7.72	27.60	0.64	20.5
	20	17.60	2.20	5.70	23.20	0.58	17.1
	30	20.90	2.15	7.30	26.40	0.68	17.9
40	0	21.28	2.28	10.38	40.80	0.50	15.7
	10	24.18	1.89	9.74	33.40	0.58	15.6
	20	23.68	2.89	6.68	28.60	0.61	17.6
50	0	18.92	1.96	5.88	30.60	0.45	11.2
	10	11.18	2.50	5.68	23.40	0.53	14.5
60	0	21.42	1.70	6.14	26.40	0.58	17.2
Significance							
DAA (A)		NS [z]	NS	***	*	NS	NS
FAP (B)		NS	NS	*	NS	NS	NS
A × B		NS	NS	***	NS	NS	NS

[z] NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, 0.001, respectively.

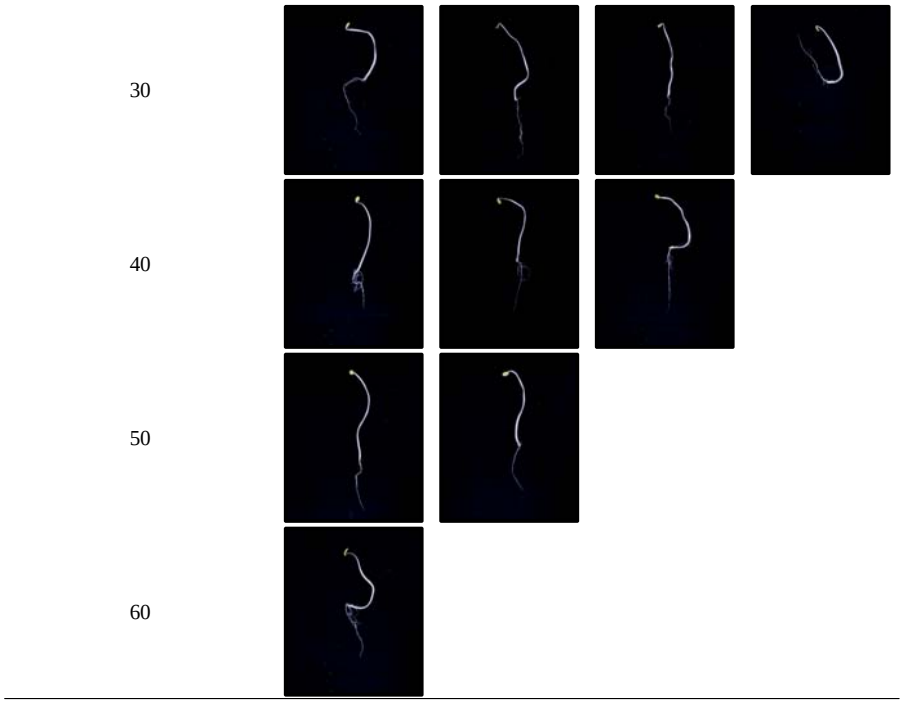

Fig. 2. Changes in seedling growth of `Speed' watermelon seeds. Seedling growth measured 14 days after sowing at 30℃.

치상 후 5일째의 발아세도 높았고, 14일째의 최종발아율도 100%로 높았다. 반면 비정상 발아율은 낮았다. 반면 DAA 30일 종자는 치상 5일째의 발아세가 DAA 40일 및 50일에 비해 낮았다. 또한 종자의 성숙일수가 같더라도 후숙하지 않으며 발아율과 종자활력이 저하되었고, 후숙하면 발아세와 종자활력이 향상되었다.

BP 검정에 의한 유묘활력 정도는 종자의 성숙 및 후숙일수에 따라 차이가 있었다. 치상 후 14일째의 유묘생육은 전반적으로 40일간 성숙종자를 20일간 후숙처리한 종자에서 하배축 길이, 하배축 직경 등 전반적인 유묘활력이 높았다. 반면 유묘의 생체중과 건물중은 종자의 성숙단계 및 후숙일수에 따른 차이는 없었다(Table 6 및 Fig. 2).

이상의 결과에서 수박종자의 발아력은 개화수분 후 성숙 및 후숙일수에 따라 차이가 있었으며, 고품질 우량종자를 생산하기 위한 적합한 채종조건은 수분 후 40일 성숙과를 20일간 후숙시킨 처리였다. 따라서 이러한 결과들은 수박의 채종현장에 직접 활용이 가능할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 수박종자의 성숙 정도와 후숙일수가 발아력에 미치는 영향을 검토하여 적정 채종 방법을 모색하기 위해 수행되었다. 과실무게는 성숙일수가 길어지면 증가하였다. 반면 과실당 종자수는 성숙일수가 길어지면 증가하는 경향이었으나, 후숙일수에 의한 차이는 크지 않았다. 성숙 및 후숙일수에 관계없이 수박종자에서 자엽이 차지하는 비율이 종피보다 약간 높았다. 반면 후숙일수가 증가할수록 전체종자에서 종피의 비율이 약간 낮아졌다. 수박 종자는 개화수분 후의 성숙일수에 큰 영향을 받지 않았지만 후숙 일수에 따라 발아력에 차이가 있었다. 개화수분 후 30일된 성숙과를 후숙처리하지 않으면 50%의 낮은 발아율을 보였으나, 이들 종자를 10일간 후숙 처리하면 발아율이 92%로 증진되었다. 전반적으로 개화수분 후 40일 성숙과에서 탈종한 종자들이 30일 성숙과에서 탈종한 종자에 비해 발아율이 높았다. 또한 BP 검정에 의한 유묘활력 비교에서도 40일간 성숙종자를 20일간 후숙처리한 종자에서 하배축 길이, 하배축 직경 등 전반적인 유묘활력이 높았다. 종자의 생산성을 고려할 때, 종자활력을 극대화시킬 수 있는 최적의 성숙 정도와 후숙 일수는 40일간 성숙된 종자를 20일간 후숙시킨 처리였다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : 213002041SBS20)의 지원에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

Cho, J. D., Kim, J. S., Lee, S. H., Chung, B. N., 2007, Triplex Virion Capture (VC)/RT-PCR for Three Seed Transmissible Tobamoviruses of CGMMV, ZGMMV and KGMMV Occurring on Cucurbitaceae, Research in Plant Disease, 13, 82-87.

Christian, E. J., 2012, Seed development and germination of Miscanthus sinensis, Ph. D. Diss., Iowa State University, Iowa, 59-82.

Colla, G., Roupahel, Y., Cardarelli, M., Rea, E., 2006, Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants, HortScience, 41, 622-627.

Gaile, Z., 2008, Harvest time effect on yield and quality of maize (Zea mays L.) grown for silage, Latvian Journal of Agronomy, 10, 104-111.

Galao, G. A., Jakobseo, K. S., Hughes, D. W., 1991, The controls of late dicot embryogenesis and early germination, Physiologia Plantarum, 81, 280-288.

Gore, S. V., Patil, R. B., Wankhade, G. R., 1997, Effect of maturity period and harvesting time on seed quality in soybean (Glycine max L.) Merill cultivars, Seed Res., 25, 45-49.

Ellis, R. H., Hong, T. D., Jackson, M. T., 1993, Seed production environment, time of harvest, and the potential longevity of seeds of three cultivars of rice (Orvza sativa L.), Annals of Botany, 11, 583-590.

Ellis, R. H., Pieta Filho, C., 1992, The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat, Seed Science Research, 2, 9-15.

Ellis, R. H., Roberts, E. H., 1980, Improved equations for the prediction of seed longevity, Annals of Botany, 45, 13-30.

Harrington, J. F., 1972, Seed storage and longevity, Seed biology, 3, 145-245.

Kkatun, A., Kabir, G., Bhuiyan, A. H., 2009, Effect of harvesting stages on the seed quality of Lentil (Lens culinaris L.) during storage, Bangladesh J. Agric. Res., 34, 565-576.

Lee, S. J., 2000, Effects of seed harvesting period, after-ripening days and priming treatment on germination in melon(Cucumis melo L.) seeds, Master Diss., Miryang University.

Mahesha, C. R., Chaunaveeraswami, A. S., Kurdikeri, M. B., Shekhagrouda, M., Merwade, M. N., 2001, Harvested at different maturity dates, Seed. Res., 29, 98-102.

Mehta, C. J., Kuhad, M. S., Sheoran I. S., Nandwal, A. S., 1993, Studies on seed development, Seed. Res., 21, 89-91.

Mohamed, F., El-Hamed, K., Elwan, M., Hussien, M. A., 2012, Impact of grafting on watermelon growth, fruit yield and quality, Vegetable Crops Research Bulletin, 76, 99-118.

Sanhewe, A. J., Ellis, R. H., 1996, Seed development and maturation in Phaseolus vulgaris. II. Post-harvest longevity in air-dry storage, J. of Exp. Botany, 47, 959-965.

Slam, A. M., Ibrahim, H. I. M., 2014, Effect of harvest time on yield and seed quality of teosinte, Am.-Euras. & J. Agric. Environ. Sci., 14, 1159-1164.

Statistics Korea, 2015, http://kosis.kr.

Welbaum, G. E., Bradford, K. J., 1989, Water relations of seed development and germination in muskmelon (Cucumis melo L.) II. Development of germinability, vigour, and desiccation tolerance, J. of Exp. Botany, 40, 1355-1362.

Welbaum, G. E., Bradford, K. J., 1991, Water relations of seed development and germination in muskmelon (Cucumis melo L.) VI. Influence of priming on germination responses to temperature and water potential during seed development, J. of Exp. Botany, 42, 393-399.

Yetisir, H., Ozdemir, A. E., Aras, V., Candir, E., Aslan, O., 2013, Rootstocks effect on plant nutrition concent -ration in different organ of grafted watermelon, Agr. Sci., 4, 230-237.

Yoo, K. C., Kim, J. H., Yeoung, Y. R., Lee, S. H., 1996, Effects of fruit maturity and afterripening period on the germination of gourd seeds, J. of the Kor. Soc. Hort. Sci., 37, 197-200.