

육묘 기간에 따른 수박의 묘 소질과 정식 후 생육특성

고바울¹ · 배종향^{1,2} · 황승재³ · 김호철^{1,2*}

¹원광대학교 원예산업학과, ²원광대학교 생명자원과학연구소, ³경상대학교 응용생명과학부 원예학과

Seedling Qualities of Watermelon as Affected by Different Raising Seedling Period and Growth Characteristics after Planting

Ba-Ul Ko¹, Jong Hyang Bae^{1,2}, Seung Jae Hwang³, and Ho Cheol Kim^{1,2*}

¹Department of Horticulture Industry, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

²Institute of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

³Department of Horticulture, Division of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Abstract. This study was carried out to establish qualities of watermelon seedling (*Citrullus lanatus*) according to raising seedling period (RSP; 40, 45, 50, 55, 60, and 65 days) and was carried out to investigate growth characteristics after planting of the seedlings. In seedling qualities according to RSP, Plant height, stem diameter, leaf area of seedling with RSP 65 treatment were significantly increased. Fresh and dry weight in the above of corp showed a significant difference among the seedlings with RSP 40-45, RSP 50-60 and RSP 65 treatment, and that in of root were significantly higher in the seedlings with RSP 40, 45, 65 treatments than with other RSP treatments. S/R ratio was lower in the seedlings with RSP 40 and 45 treatments than with other RSP treatments. RSP affected to the leaf area and S/R ratio of seedling. After 11 weeks after planting of a various seedlings, except that height and node number of plant with 45 RSP treatment was lower than other RSP treatments, other growth characteristics were not significantly different among RSP treatments. Leaf area, fresh weight, dry weight and S/R ratio were lowest in plant with RSP 65 treatment. Relative growth rate and net assimilation rate of planted watermelon tended to decrease and leaf area ratio was continuously increased until 9th week in the all treatments. The lighter and heavier fruit were produced in plants with RSP 40 and RSP 65 treatments (9.7 kg and 9.9 kg) and in RSP 50 and RSP 55 treatments (both 11.0kg), respectively. Fruit sugar contents was highest in fruit with RSP 45 treatment, and was lowest in RSP 50 and RSP 60 treatments. RSP showed a polynomial regression relation with the increment of fruit weight and the weight of harvested fruit. Considering the increment and weight of fruit, the most for RSP of watermelon seedling for planting were 50-55 days.

Additional key words : leaf area ratio, net assimilation rate, relative growth rate

서 론

국내에서는 1992년 공정육묘장 설치지원사업을 기점으로 공정묘의 연중 및 대량 생산이 가능하게 되었다 (Lee 등, 2013). 국내 육묘 시장은 1997년 20ha에서 2014년에는 195ha로 급격히 증가하였고, 2013년 시장 규모가 2,420억 원으로 정도로 보고되었다(MAFRA, 2014). 특히, 채소 묘를 중심으로 발전되어 왔는데 채소류 묘 중 20% 정도가 공정묘로 알려져 있고(KREI, 2011) 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상되고 있다.

하지만 이러한 공정묘의 사용량이 급격히 증가하는 추세에 비해 묘의 규격이 표준화되어 있지 않고 육묘장마다 투여되는 기술, 환경 및 시설 수준이 달라 묘의 품질에서 차이를 나타내고 있다(Kim, 2015). 채소류에서는 우량한 묘를 생산하기 위해 다양한 연구가 진행되었지만 현장에서는 주로 육묘 일수(Kim 등, 1999; Shin 등, 2000)와 생장 조절을 위한 미등록 triazole계 농약(Yun 등, 2007; Zhang 등, 2003)을 다용하고 있다. 특히, 박과 채소에서는 묘의 도장 억제제를 위한 생장억제제 활용에 대한 연구가 많이 진행되었다(Bae, 1999; Kim 등, 1998; Park 등, 2006; Sun 등, 2010). 육묘 일수에 대한 연구는 토마토, 오이, 고추에서 연구가 다수 된 반면에 수박에서는 다른 과채류와 착화 생리, 재배방법이 달라 연구가 매우 미흡하다. 육묘일수에 따른 묘 소질 차이는

*Corresponding author: go-hc@hanmail.net

Received September 8, 2016; Revised December 19, 2016;

Accepted March 7, 2017

정식 후 생육에 영향을 주는 데 긴 육묘 기간보다는 다소 짧은 육묘 기간 동안 자란 묘가 우수하다고 보고되었다(Choi 등, 2002; Huang 등, 1999; Lee 등, 2015; Weston과 Zandra, 1989). 토마토나 오이 재배에서는 육묘 일수에 따라 양성된 묘는 정식 후 뿌리 활착, 생육과 수량에 영향을 주는 것으로 보고되었다(Leskovar 등, 1991; Yu 등, 2002). 이와 같이 공정묘의 적정 육묘일수를 설정하는 것은 정식 후의 생육 안정과 수량 확보 면에서 중요한 요인으로 작용한다(Lee와 Kim, 1999).

따라서 본 연구에서는 정식 후 수박의 생육과 생산성에 육묘 일수에 따른 묘의 소질이 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 육묘 일수에 따른 접목묘 양성

2015년 1월에 전북 정읍시에 소재한 공정육묘장에서 접목묘를 양성하였다. 접목묘 품종은 대목용으로는 ‘동장군(Koregon, Anseong, Korea)’, 접수용으로는 ‘삼복꽃(Hunnong, Pyeongteak, Korea)’을 이용하였다. 육묘 일수는 파종일부터 각 처리별 생산까지의 일수로 하였다. 육묘 일수 설정은 표준 육묘 일수인 50일묘를 기준으로 ± 5 일 간격으로 하였고, 동일한 날짜에 정식하기 위해서 설정된 정식일에서 역산하여 1월 20일(65일 묘), 1월 25일(60일 묘), 1월 30일(55일 묘), 2월 4일(50일 묘), 2월 9일(45일 묘), 2월 14일(40일 묘)로 총 6 시기로 하였다. 접목묘를 생산하기 위해 상토가 충전된 40구 셀트레이에 대목 및 접수 품종을 기계 파종하였다. 파종 후 발아를 위해 주간온도는 $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 야간온도는 $18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 상대습도는 $80\% \pm 5\%$ 로 관리하였다. 대목과 접수가 발아하여 본엽이 1-2매 일 때 합접을 실시한 후 활착을 위해 주간온도를 $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 야간온도를 $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 상대습도 90% 이상으로 제어한 활착실에 5일 동안 두었다. 이후 육묘 기간 중 양분은 공급하지 않았으며, 상토가 마르지 않도록 관수하였다.

2. 육묘 일수에 따라 양성된 묘의 정식 및 관리

2015년 3월 21일에 전라북도 익산시 용안면의 단동비닐하우스(폭 \times 높이=7m \times 3m) 내에 육묘 일수에 따라 양성된 접목묘를 재식하였다. 재식 전 토양에는 기비로 퇴비 2,300kg/10a와 N:P:K=6:5:5kg/10a를 투입하여 경운하였다. 재식 이랑은 폭 2.5m로 하고 재식 간격은 35cm로 하였다. 시험구 배치는 난괴법 5반복으로 하였고, 파괴 조사를 위하여 집구당 처리별 5주를 재식하였다. 정식 후 본엽 5매 이상이 되었을 때 4매 정도를 남기고 원줄기를 적심하였고, 이후 발생한 아들줄기 중 2개만 남기

고 제거하였다. 인공수정은 오전 10시 이전에 수꽃을 따 꽃잎을 제거하여 아들줄기 15-20마디에 착생된 암꽃에 꽃가루를 직접 묻혀주었다. 병충해 관리, 유인, 적과, 관수 등은 농가의 관행적 방법으로 실시하였다.

3. 육묘 일수에 따른 묘와 정식 후 식물체 조사

육묘 일수에 따라 양성된 접목묘를 트레이에서 처리당 10주씩을 무작위로 선발하여 초장, 대목 및 접수의 경경, 마디수, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중 및 건물중, S/R율을 조사하였다. 초장은 줄기를 이용하여 접수 상부의 생장점까지 길이를 측정하였고, 대목과 접수의 경경은 각각 접목부위에서 1cm 아래와 위를 캘리퍼스(500-182, 20mm \times 200mm, Mitutoyo Co., Kawasaki, Japan)로 측정하였다. 엽수는 육안으로 세었고, 엽면적은 엽면적기(LI-3100, LI-COR Co., Lincoln, USA)로 측정하였다. 생체중 및 건물중은 묘를 지상부(Shoot)와 지하부(Root)로 분리한 후 생체중을 측정하고, 72°C 건조기에 2일간 건조시킨 후 건물중을 측정하였다. S/R율은 지상부와 지하부의 건물중을 이용하였다.

정식 후 식물체 특성 조사는 2주 간격으로 집구당 1주(처리별 5주)를 선택하여 묘의 조사 항목과 동일하게 파괴조사를 실시하였다. 정식 후 생장반응을 알아보기 위해 파괴 조사된 자료들을 이용하여 상대생장율, 엽면적률, 순동화율을 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 따라 산출하였다. 정식 후 수박의 비대량은 정식 후 5주째인 유과기의 과실 무게와 11주째인 성숙과의 무게를 측정하여 그 차이로 하였다. 수박묘의 엽면적, S/R율, 육묘 일수와 정식 후 과실의 비대량 및 성숙과 무게 간 관계성을 알아보고자 회귀모형을 작성하였다. 그리고 본 모형은 실제 측정된 성숙과 무게 결과와 비교되어 적정 육묘 일수 범위를 선발하는데 활용하였다.

4. 통계 처리

처리 간 평균 차이는 통계 프로그램 SPSS(12.0 version, IBM Co., USA)을 이용하여 95% 신뢰수준에서 Duncan 다중 검정(Duncan's multiple range test)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 육묘 일수에 따른 수박 묘의 소질

육묘 일수에 따른 양성된 수박 묘의 소질을 살펴보면, 초장은 40일묘에서 8.5cm, 45일묘에서 8.9cm, 50일묘에서 7.8cm, 55일묘에서 8.6cm, 60일묘에서 8.2cm, 65일묘에서 22.6cm를 나타내었다(Table 1). 초장은 40일-60

Table 1. Growth characteristics of watermelon seedlings as affected by raising seedling period.

Raising seedling period (days)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)		Node number (No.)	Leaf area (cm ² /plant)
		Stock	Scion		
40	8.5 b ^c	6.3 a	4.8 a	3.4 b	81.5 b
45	8.9 b	6.1 a	4.8 a	4.0 b	79.9 b
50	7.8 b	6.1 a	4.4 b	4.0 b	120.8 ab
55	8.6 b	6.2 a	5.0 a	3.6 b	94.0 b
60	8.2 b	6.0 a	4.7 a	4.4 ab	95.8 b
65	22.6 a	6.3 a	4.5 b	5.6 a	174.5 a

^aThe means within columns sharing the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Table 2. Fresh and dry weight of watermelon seedlings as affected by raising seedling period.

Raising seedling period (days)	Fresh weight (g/plant)			Dry weight (g/plant)			S/R ratio (C/D)
	Shoot (A)	Root (B)	Total (A+B)	Shoot (C)	Root (D)	Total (C+D)	
40	7.10 c ^z	1.50 a	8.60 bc	1.25 c	0.37 a	1.62 c	3.42 c
45	6.87 c	1.32 ab	8.19 c	1.30 c	0.35 ab	1.65 c	3.76 c
50	8.89 b	1.14 b	10.03 b	1.78 b	0.32 b	2.10 b	5.66 b
55	8.22 b	1.59 a	9.81 b	1.68 b	0.34 ab	2.02 b	4.90 bc
60	8.39 b	0.93 b	9.32 b	1.92 b	0.28 b	2.20 b	6.80 ab
65	16.07 a	1.85 a	17.92 a	3.38 a	0.40 a	3.78 a	8.47 a

^aThe means within columns sharing the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

일 묘간에는 유의한 차이를 나타내지 않았으나 65일 묘에서는 유의하게 길었다. 대목의 경경은 6.0-6.3mm 범위로 유의한 차이를 나타내지 않았지만 접수의 경경은 50일 묘와 65일 묘에서 각각 4.4mm와 4.5mm로 다른 처리구의 4.7-5.0mm보다 짧았다. 마디수는 65일 묘에서 평균 5.6개로 다른 처리구의 3.4-4.4개보다 유의하게 많았다. 엽면적은 40일 묘에서 81.5cm²/plant, 45일 묘에서 79.9cm²/plant, 50일 묘에서 120.8cm²/plant, 55일 묘에서 94.0cm²/plant, 60일 묘에서 95.8cm²/plant 65일묘에서 174.5cm²/plant로 65일 묘, 50일 묘, 나머지 처리구들 간 유의한 차이를 나타내었다.

65일 묘의 초장이 월등히 길었던 것은 생육 단계에 따라 60일 이후에 상배축 신장, 마디 발달, 절간장 신장, 엽의 생성 및 확장이 일어났기 때문으로 생각된다. 따라서 본 연구의 조건에서 수박 육묘 시 60일 이상 재배를 고려할 시 주의가 필요하다. 이는 Choi 등(2002)의 연구에서 토마토 묘는 육묘 일수에 따라 생장량 차이가 크지 않은 반면 오이 묘의 경우 상당한 차이를 나타낸 것과 유사한 것으로 판단되어 동일 육묘장 내에서 다양한 작물의 묘를 생산할 시 작물별 발육 특성 차이를 고려해야 할 것으로 생각된다.

또한 접수의 직경이 얇은 65일 묘와 더불어 50일 묘에

서 엽면적이 넓었던 것은 육묘기간 동안 동화산물 분배를 줄기보다는 잎 기관 형성 및 확장에 많이 이용한 것으로 생각된다. 하지만 55일과 60일 묘에서 이러한 결과가 나타나지 않은 것을 고려하면 50일 묘의 엽면적 특성은 육묘 일수보다는 관리 과정에서 나타난 것으로 보인다.

육묘 일수에 따른 수박 묘의 생체중과 건물중을 살펴 보면, 지상부 생체중은 40-45일 묘, 50-60일 묘, 65일 묘 간 유의한 차이를 나타내었다(Table 2). 하지만 지하부 생체중은 65일 묘와 함께 지상부 생체중이 가벼웠던 40-45일 묘에서도 유의하게 무거웠다. 지상부 및 지하부 건물중은 생체중과 거의 동일한 경향이였다. S/R율은 육묘 일수가 적은 40일과 45일 묘에서 낮았고 육묘 일수가 긴 묘들에서 길었다. 이러한 경향으로 볼 때 접목 후 묘의 생육 단계는 육묘 초기에 뿌리 발달이 활발히 일어나고 50일 이상이 지나면 초기에 비해 지상부 생육이 활발히 일어나며, 60일 이후에는 지상부 생육이 더욱 뚜렷해지는 것으로 생각된다.

육묘 일수에 따라 묘의 엽면적과 S/R율은 모두 정의 상관성을 나타내었다(Fig. 1). 엽면적은 묘의 일수(또는 마디수) 증가량(Table 1)에 큰 영향을 받았고, S/R율은 지상부의 증가량의 영향(Table 2)을 크게 받은 것으로 생각된다.

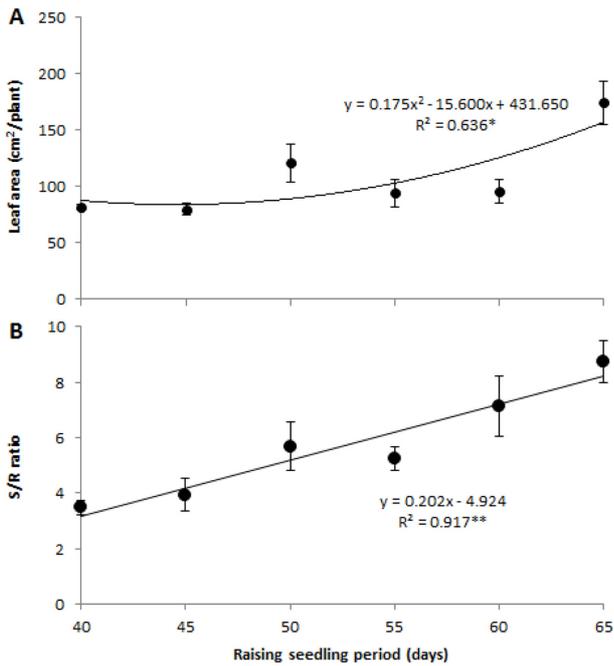


Fig. 1. Regression equation between raising seedling period and leaf area (A), dry weight (B) of watermelon seedlings. Vertical bars represent the standard error of the mean (n = 10).

2. 육묘 일수에 따라 양성된 수박 묘의 정식 후 생육 특성

육묘 일수에 따라 양성된 수박 묘의 정식 11주 후 초장, 마디수, 엽면적 특성을 살펴보면, 초장과 마디수는 45일 묘를 정식한 식물체에서 각각 454.5cm와 48.2개로 가장 낮았던 것을 제외하고 나머지 처리구에서는 차이를 나타내지 않았다(Table 3). 하지만 엽면적은 60일과 65일 묘를 정식한 식물체에서 각각 8749.9cm²/plant와 8643.3cm²/plant로 40-55일 묘를 정식한 식물체의 10,659.3 - 12,720.3cm²/plant에 비해 유의하게 낮았다. 특히, 짧은 육묘 일수에 따라 엽면적이 적었던 묘(Table 1)가 정식 후 더 넓어진 경향이였다. 이는 Ibrahim 등(2013)이 착색 단고추(sweet pepper)에서 짧은 육묘 일수의 묘를 정식하였을 때 엽면적이 더 넓었다는 연구결과와 상당히 일치하였다.

또한 식물체의 생체중과 건물중을 살펴본 결과, 지상부 생체중은 60일과 65일 묘를, 지하부 생체중은 45일과 65일 묘를 정식한 식물체에서 가장 낮았다(Table 4). 그리고 총 생체중도 65일 묘를 정식한 식물체에서 월등히 낮은 경향이였다. 지상부 건물중은 60일과 65일 묘를, 지하부 건물중은 40일과 45일, 60일과 65일 묘를 정식한 식물체에서 유의하게 낮았다. 그리고 총 건물중은 60

Table 3. After planting watermelon seedlings affected by raising seedling period, height, node number, leaf area of plant grown under greenhouse for 11 weeks.

Raising seedling period (days)	Plant height (cm)	Node number (No.)	Leaf area (cm ² /plant)
40	529.7 ab ^z	57.0 a	10,659.3 ab
45	454.5 b	48.2 b	11,539.9 a
50	537.7 ab	52.8 ab	11,466.8 a
55	562.5 a	55.5 ab	12,720.3 a
60	566.6 a	58.5 a	8,749.9 b
65	529.6 ab	51.3 ab	8,643.3 b

^zThe means within columns sharing the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at P ≤ 0.05.

Table 4. After planting watermelon seedlings affected by raising seedling period, fresh and dry weight, S/R ratio of plant grown under greenhouse for 11 weeks.

Raising seedling period (days)	Fresh weight (g/plant)			Dry weight (g/plant)			S/R ratio (C/D)
	Shoot (A)	Root (B)	Total (A+B)	Shoot (C)	Root (D)	Total (C+D)	
40	1245.8 ab ^z	17.3 a	1,263.1 b	167.3 ab	2.9 c	170.2 ab	57.7 ab
45	1297.5 ab	13.5 b	1,311.0 ab	185.9 a	2.8 c	188.7 a	66.4 a
50	1223.3 ab	17.5 a	1,240.8 b	181.9 a	4.4 a	186.3 a	41.3 b
55	1484.5 a	16.5 ab	1,501.0 a	195.3 a	3.5 b	198.8 a	55.8 ab
60	1153.0 b	15.3 ab	1,168.3 b	148.5 b	2.6 c	151.1 b	57.1 ab
65	1084.5 b	13.3 b	1,097.8 b	142.2 b	2.9 c	145.1 b	49.0 b

^zThe means within columns sharing the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at P ≤ 0.05.

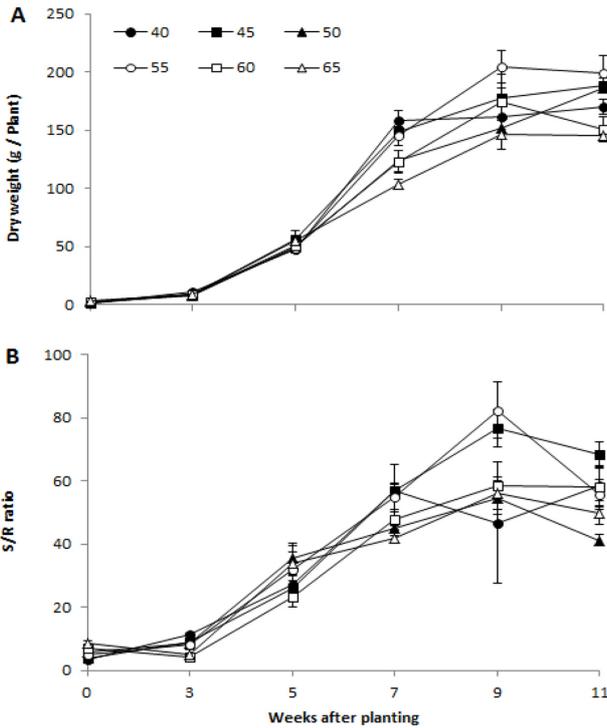


Fig. 2. Change of dry weight (A) and S/R ratio (B) of watermelon plant after planting seedlings affected by raising seedling period (days). Vertical bars represent the standard error of the mean (n = 5).

일과 65일 묘를 정식한 식물체에서 가장 낮은 경향이였다. S/R율은 50일 묘, 65일 묘를 정식한 식물체에서 낮은 경향이였다. 특히, 65일 묘는 다른 처리구들의 묘보다 초장, 마디수, 엽면적, S/R율이 높았는데(Table 1과 2), 정식 11주 후 조사에서는 초장과 마디수는 다른 처리구와 차이를 나타내지 않았고 엽면적은 유의하게 적었고 또한 S/R율이 낮았다. 이러한 결과로 볼 때 65일 묘는 다른 처리구들보다 한 단계 앞선 생육 단계에 있었고, 동일 환경에 정식하였을 때 묘의 지상부 성장량에 필요한 양·수분 흡수량을 확보하기 위해 뿌리부 생장에 집중한 것으로 생각된다.

수박은 토마토, 오이 등과 같이 재배 시 수직으로 유인하여 재배하지 않고 재배 토양 표면에서 덩굴로 재배하는 과종이다. 65일 묘를 정식한 식물체의 엽면적이 급격히 적어지고 노화된 원인으로서는 앞선 생육 단계에 도달하였기 때문으로 생각되기도 하나, 온도 제어가 이루어지지 않는 하우스 재배에서 높은 토양 표면의 온도에 일찍 노출되었기 때문으로도 생각된다. 65일 묘를 정식한 후 나타난 변화를 노화묘에 따른 변화, 또는 앞에서 논한 원인에서 오는 것인지는 더욱 세밀한 연구가 필요해 보인다.

육묘 일수에 따라 양성된 수박 묘의 정식 후 11주 동

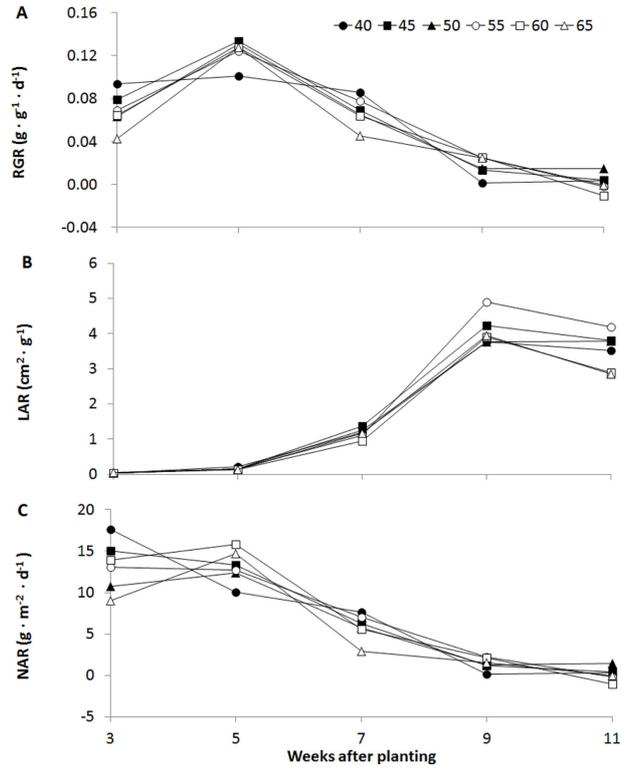


Fig. 3. Change of relative growth rate (RGR, A), Leaf area ratio (LAR, B), and net assimilation rate (NAR, C) of watermelon plant after planting watermelon seedlings affected by different raising seedling period (days).

안의 건물중과 S/R율 변화를 살펴보면(Fig. 2), 건물중은 정식 5주 후부터 육묘 일수 간 차이를 나타내기 시작하였다. 7주째 조사부터 60일과 65일 묘를 정식한 식물체에서 다른 처리구들에 비해 낮은 경향을 보였다. 7주째에 높았던 40일 묘를 정식한 식물체는 이후 증가하지 않는 경향을 보였고, 45-55일 묘를 정식한 식물체에서는 다른 처리구들에 비해 지속적으로 높은 경향을 나타내었다(Fig. 2A). S/R율도 정식 후 5주째부터 처리 간 차이를 뚜렷하게 나타내었다. 7주째 조사에서는 40일, 45일, 55일 묘를 정식한 식물체에서 다른 처리구들에 비해 높은 경향을 나타내었다. 하지만 이후 40일 묘를 정식한 식물체에서는 급격히 낮아지다 다시 상승하였고, 45일과 55일 묘를 정식한 식물체에서는 지속적으로 상승하다 후반기에는 55일 묘에서 급격히 낮아지는 경향을 나타내었다(Fig. 2B).

육묘 일수에 따라 양성된 수박 묘의 정식 후 식물체의 상대성장률, 엽면적률, 순동화률의 변화를 살펴보았다(Fig. 3). 상대성장률은 모든 처리구들에서 정식 후 낮아지는 경향을 나타내었다. 40일 묘를 정식한 식물체에서는 7주째 조사까지 거의 변화를 나타내지 않았지만 다

른 처리구들은 정식 후 초기에 급격하게 상승하는 경향을 보였다. 특히, 3주째 조사에서는 40일 묘를 정식한 식물체에서 $0.094\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 가장 높았고 65일 묘를 정식한 식물체에서 $0.042\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 가장 낮았다. 그리고 다른 처리구들에서는 $0.063\text{-}0.079\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 5주째 조사에서는 40일 묘를 정식한 식물체에서 $0.101\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 가장 낮았고, 다른 처리구들에서는 $0.124\text{-}0.134\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 7주째 조사에서는 3주째 조사와 유사한 경향을 나타내었고, 9주째 조사에서는 40일 묘를 정식한 식물체에서 $0.002\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 가장 낮았고, 55일-65일 묘를 정식한 식물체들에서 $0.025\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 높은 경향을 나타내었다(Fig. 3A).

엽면적률은 모든 처리구에서 7주째 조사부터 상승하다가 9주째 조사에서 가장 높은 경향을 나타내었고 다시 11주째 조사에서 낮아지는 경향이였다. 11주째의 엽면적률에서 3주째의 엽면적률을 뺀 상승분을 보면, 40일, 60일, 65일 묘를 정식한 식물체들에서는 $2.49\text{-}2.86\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ 증가한 반면, 45일과 50일 묘를 정식한 식물체들에서는 $3.74\text{-}3.78\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ 증가하였다. 그리고 55일 묘를 정식한 식물체에서는 $4.17\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 가장 많이 증가하였다(Fig. 3B).

순동화율은 모든 처리구에서 정식 후 낮아지는 경향을 나타내었다. 정식 후 초기 3주째 조사에서는 40일 묘를 정식한 식물체에서 $17.7\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 가장 높았고, 65일 묘를 정식한 식물체에서 $9.0\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 가장 낮았다. 5주째 조사에서는 40일 묘를 정식한 식물체에서 $10.1\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 크게 낮아졌으나 다른 처리구들은 $12.4\text{-}15.8\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 유지되거나 다소 높아졌는데 60일과 65일 묘를 정식한 식물체에서 높은 경향이였다. 7주째에는 5주째 가장 높은 상승 경향을 보였던 65일 묘를 정식한 식물체에서 $2.9\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 으로 다른 처리구들에 비해 급격히 낮아졌다. 9주째에는 40일-45일, 65일 묘를 정식한 식물체들에서 낮은 경향을 나타내었다. 11주째에는 40일-50일과

55일-65일 묘를 정식한 식물체들 간 뚜렷한 차이를 나타내었는데, 55일-65일 묘를 정식한 식물체들에서는 순동화율이 음(-)의 값을 나타내었다(Fig. 3C).

특히, 정식 후 후반기에 엽면적률이 가장 높았던 55일 묘를 정식한 식물체에서도 순동화율이 음(-)의 값을 나타내었다. 이를 고려하면 육묘 일수가 긴 묘들을 정식하였을 때 엽면적 확보도 중요하지만 단위 엽면적당 광합성능력이 순동화율에 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다.

3. 육묘 일수에 따라 양성된 수박 묘의 정식 후 과실 비대 및 품질

육묘 일수에 따라 양성된 수박 묘를 정식하여 생산된 성숙과 특성을 조사하였다. 과중은 40일과 65일 묘에서 생산된 과실에서 $9.7\text{-}9.9\text{kg}$ 으로 가벼웠고, 50일과 55일 묘에서 생산된 과실에서 모두 11.0kg 으로 가장 무거웠다(Table 5). 그리고 과실 길이는 60일 묘에서 생산된 과실에서 32.60cm 로 가장 길었고 65일 묘에서 29.25cm 로 가장 짧았다. 과실 너비는 과실 무게와 유사한 경향을 나타내어 무게가 가벼운 과실은 횡경 비대가 적었던 것으로 생각된다. 과형지수는 60일 묘에서 생산된 과실에서 1.29 로 가장 높았고, 45일 묘에서 생산된 과실에서는 1.22 로 가장 낮았다. 과피 두께는 45일 묘에서 생산된 과실에서 13.92mm 로 가장 두꺼웠고, 40일, 50일 및 65일 묘에서 생산된 과실에서 $12.35\text{-}12.54\text{mm}$ 로 얇은 경향이였다. 과실 품질 평가 요소 중 가장 중요한 과실 당도는 45일 묘에서 생산된 과실에서 12.08Brix 로 가장 높았고, 50일과 60일 묘에서 생산된 과실들에서 11.18Brix 로 낮았다.

육묘 일수에 따른 정식 후 과실 비대량과 성숙과 무게 간 관계성을 알아보기 위해 회귀분석하였다(Fig. 4). 과실 비대량은 정식 후 5주째 착과된 과실 무게를 11주째 수확한 성숙 과실 무게에서 뺀 값이다. 과실 비대량은 육묘 일수별 각각 5.0kg , 5.6kg , 6.5kg , 5.7kg , 5.9kg , 4.9kg 으로 50일 묘를 정식한 식물체의 과실에서 가장 많

Table 5. Fruit characteristics of matured watermelon affected by raising seedling period.

Raising seedling period (days)	Fruit weight (kg)	Fruit length (L, cm)	Fruit diameter (D, cm)	Fruit shape index (L/D)	Peel thickness (mm)	Sugar contents (Brix)
40	9.7 c	30.6 b	24.3 b	1.26 a	12.4 c	11.78 b
45	10.3 b	30.6 b	25.1 a	1.22 c	13.9 a	12.08 a
50	11.0 a	31.9 a	25.6 a	1.25 b	12.5 c	11.18 c
55	11.0 a	31.9 a	25.6 a	1.25 b	13.0 b	11.83 a
60	10.7 ab	32.6 a	25.2 a	1.29 a	12.9 b	11.18 c
65	9.9 c	29.3 c	23.4 b	1.25 b	12.5 c	11.45 b

*The means within columns sharing the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

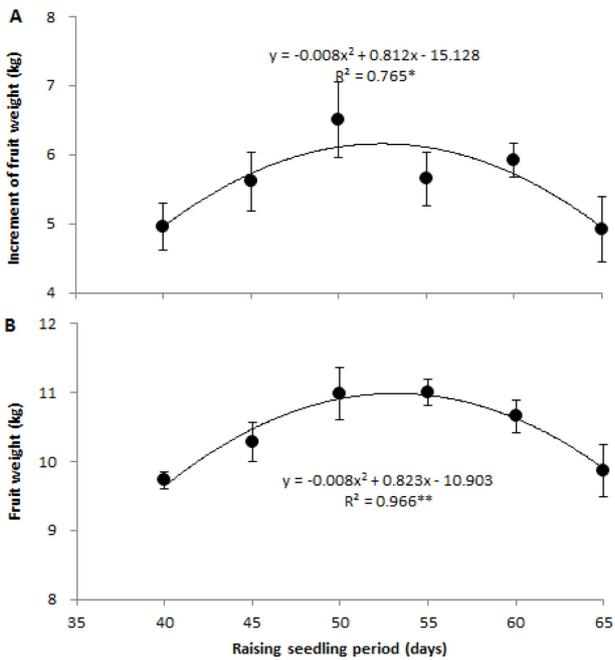


Fig. 4. Regression equation between raising seedling period and increment of watermelon weight (A) and the matured fruit weight (B). A values are fruit weight measured at 11th week minus the fruit weight measured at 5th weeks after planting. Vertical bars represent the standard error of the mean (n = 5).

았고, 40일과 65일 묘를 정식한 식물체의 과실에서 적었다. 특히, 50일 묘를 정식한 식물체의 과실에서 5주째에는 4.5kg으로 가장 가벼웠고, 40일, 65일 묘를 정식한 식물체의 과실에서 각각 4.8kg, 4.9kg으로 55일 묘의 식물체를 제외하고는 무거웠다(자료 미제시). 이러한 결과를 고려하면 40일 및 65일 묘는 정식 후 착과를 위한 임꽃 발생이 다른 처리에 비해 늦었거나 빨랐을 것으로 생각된다. 특히, 65일 묘를 정식한 식물체는 수경이 빨라 착생된 과실의 초기 비대가 빨랐지만 과실 비대에 엽면적이 적고, 이에 따라 낮은 광합성 능력으로 동화산물 생성량이 낮았고(Fig. 2A) 과실로의 동화산물 분배량도 적어 비대량이 적었을 것으로 생각된다.

이에 따라 육묘 일수, 묘의 소질과 정식 후 식물체의 과실 비대량 및 성숙 과실 무게 간 회귀분석한 결과, 묘의 엽면적과 S/R율은 과실 비대량 또는 성숙과 무게와 유의한 관계성을 나타내지 않았다(자료미제시). 하지만 육묘일수는 과실 비대량과 $y = -0.008x^2 + 0.812x - 15.128$ ($R^2 = 0.765^*$), 성숙한 과실 무게와 $y = -0.008x^2 + 0.823x - 10.903$ ($R^2 = 0.966^{**}$)의 다항 회귀 관계를 나타내었다(Fig. 4A와 B). 본 두 회귀식에 따라 육묘 일수가 51일인 묘에서 비대량과 성숙과 과실 무게가 가장 높게 나타났는데 이는 50일과 55일 묘에서 가장 무거운 과실이 생산된 결과(Table 5)와 일치하였다. 그러나 Lee와 Kim(1999)의 연

구 결과인 짧은 육묘 일수의 토마토 묘에서 수확량이 높다는 결과와 Kim 등(1999)의 연구에서 육묘 일수 45일 묘와 60일 묘 간 토마토 상품 수량의 차이가 없었던 결과와는 다소 상의한 결과를 나타내었다. 하지만 이는 작물 종류, 생리적 발육 차이에 따른 착과 방법 및 패턴의 차이 등 다양한 요인이 있을 수 있고, Leskovar 등(1991)의 연구에서 동일 작물이라도 연구 및 재배 현장의 다양한 요인에 의해 성장 및 수량이 변할 수 있다는 결과를 고려하면 향후 육묘 소질에 따른 정식 후 재배 환경, 투여 기술 등 복합적인 면밀한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 육묘 일수에 따른 수박 묘의 소질 차이와 그 묘의 소질 차이가 정식 후 수박의 생육 및 과실 특성에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다. 육묘 일수에 따른 묘의 소질에서 초장, 경경 및 엽면적은 65일 묘에서는 유의하게 높았다. 묘의 지상부 생체중 및 건물중은 40-45일 묘, 50-60일 묘, 65일 묘 간 유의한 차이를 나타내었다. 그리고 지하부는 65일 묘와 40-45일 묘에서 유의하게 높았다. 묘의 S/R율은 40-45일 묘에서 유의하게 낮았다. 육묘 일수는 묘의 엽면적 및 S/R율과 정의상관성을 나타내었다. 육묘 일수에 따른 수박 묘의 정식 11주 후 식물체의 초장 및 마디수는 45일 묘를 정식한 식물체에서 낮았던 것을 제외하고 처리들 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 식물체의 엽면적, 생체중, 건물중, S/R율은 65일 묘를 정식한 식물체에서 가장 낮았다. 정식 후 상대생장률과 순동화율은 모든 처리구들에서 낮아지는 경향을 나타내었다. 그리고 엽면적률은 모든 처리구에서 정식 후 9주째까지 상승하였다. 수확한 과실의 무게는 40일과 65일 묘에서 생산된 과실에서 각각 9.7kg과 9.9kg으로 가벼웠고, 50일과 55일 묘에서 11.0kg으로 무거웠다. 당도는 45일 묘에서 생산된 과실에서 12.1Brix로 가장 높았고, 50일과 60일 묘에서 11.18Brix로 가장 낮았다. 착과 후 육묘 일수는 과실 비대량과 성숙 과실 무게에 유의한 다항 회귀 관계를 나타내었다. 따라서 과실 비대량과 성숙과 무게를 고려 할 때 수박의 적합한 육묘 일수는 50-55일 범위로 생각된다.

추가주제어: 상대생장률, 순동화율, 엽면적률

사 사

본 연구는 농림축산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행되었음.

Literature Cited

- Bae, E.J. 1999. Growth control of vegetable seedlings by plant growth retardant and UV light treatment. PhD Diss. Kyung Hee Univ., Seoul, Korea.
- Choi, Y.H., J.L. Cho, H.C. Rhee, J.K. Kwon, J.H. Lee, and D.K. Park. 2002. Effect of seedling age on growth and yield of tomato and cucumber in forced culture. *J. Korean Soc. Hortic. Sci.* 43:681-685.
- Huang, Y., H. Wang, and T. Sheen. 1999. Influence of plug cell modification on the pan root and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Hawlien-Yasu No.5). *J. Chinese Soc. Hortic. Sci.* 45:192-202.
- Ibrahim, H.M., F.O. Olanatan, and R.O. Oyewale. 2013. Age of seedling at transplanting influenced growth and fruit yield of sweet pepper (*Capsicum annum* L. cv. Rodo). *Net J. Agri. Sci.* 1:107-110.
- Kim, J.S. 2015. Present studies and development plan of vegetable seedling industry in Korea. Master's thesis. Konkuk Univ., Seoul, Korea.
- Kim, S.J., J.M. Lee, and C.K. Kang. 1998. Effects of seed treatment with triazole chemicals on emergence, seedling growth, and adventitious rooting of gourd. *J. Korean Soc. Hortic. Sci.* 39:140-144.
- Kim, Y.B., Y.H. Hwang, and W.K. Shin. 1999. Effect of root container size and seedling age on growth and yield of tomato. *J. Korean. Soc. Hortic. Sci.* 40:163-165.
- Korea Rural Economic Institute (KREI). 2011. Current Status and Development Strategies of Seedling Production. pp. 17. (in Korean)
- Lee, H.K., M.H. Lee, G.S. Park, E.M. Lee, N.B. Jeon, S.D. Seo, P.H. Cho, Y.S. Kim, S.E. Kim, and S.K. Cho. 2015. Effect of seedling type and early transplanting of summer grown seedling on the growth and yield of tomato. *J. Korean Org. Agri.* 23:59-66.
- Lee, J.W. and K.Y. Kim. 1999. Effect of seedling age and transplanting depth on growth and yield of tomato. *J. Korean Soc. Hortic. Sci.* 40:412-415.
- Lee, J.W., Y.C. Kim, Y.A. Jang, and C.H. Chun. 2013. Seedling raising technology of vegetable, p. 127-133. In: Korean Society for Horticultural Science (ed.) History of Korea horticulture. (in Korean)
- Leskovar, D.I., D.J. Cantliffe, and P.J. Stoffella. 1991. Growth and yield of tomato plants in response to age transplant. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 116:416-420.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2014. Study on establishing and legislating seedling management system for protection and development of seedling industry. Sejong, Korea. (in Korean)
- Park, Y.J., B.H. Kang, K.Y. Jung, and J.K. Lee. 2006. Effect of triazole plant bioregulators on seedling growth of 'Honey moon' watermelon. Thesis Collection of Life Science & Research, Kyung Hee Univ. 25:22-28.
- Rural Development Administration (RDA). 2012. Analysis standard for research in agricultural science and technology. pp. 503-504. (in Korean)
- Shin, Y.A., K.Y. Kim, Y.C. Kim, T.C. Seo, J.H. Chung, and H.Y. Park. 2000. Effect of plug cell size and seedling age on seedling quality and early growth after transplanting of red pepper. *J. Korean Soc. Hortic. Sci.* 41:49-52.
- Sun, E.S., H.M. Kang, Y.S. Kim, and I.S. Kim. 2010. Effects of seed soaking treatment of diniconazole on the inhibition of stretching of tomato and cucumber seedlings. *J. Bio-Environ. Control* 19:55-62.
- Weston, L.A. and B.H. Zandra. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. *HortScience* 24:88-90.
- Yu, Y.M., J.W. Lee, K.Y. Kim, Y.C. Kim, S.G. Lee, T.C. Seo, and H.K. Yun. 2002. Effect of seedling age and plug cell size on seedling quality, lateral vine development, and yield in white-spine cucumber. *J. Korean Soc. Hortic. Sci.* 20:5-9.
- Yun, H.K., T.C. Seo, J.W. Lee, and E.Y. Yang. 2007. Effect of triazole growth regulator treatment on the growth of plug seedling and yield of tomato. *J. Bio-Environ. Control* 16:205-209.
- Zhang C.H., I.J. Chun, Y.C. Park, and I.S. Kim. 2003. Effect on the inhibition of over-growth of plug seedling by triazole-type growth regulator treatment. *J. Bio-Environ. Control* 12:139-146.