

시금치의 육묘배지와 파종 종자량에 따른 수경재배 생육 특성

서종분^{1*} · 정종모¹ · 김선국¹ · 최경주¹ · 김정근¹ · 홍세진²

¹전라남도농업기술원, ²강릉대학교 식물응용과학과

Growth Characteristics of Spinaches by Nursery Media and the Seeding Number Per Plug Tray Cell in Hydroponics

Jong-Bun Seo^{1*}, Jong-Mo Jung¹, Sun-Kook Kim¹, Kyong-Ju Choi¹,
Joung-Geun Kim¹, and Sae-Jin Hong²

Horticultural Research Division, Jeollanam-do ARES, Naju 520-715, Korea

¹Department of Applied Plant Science, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea

Abstract. This study was carried out to develop the stable plug seedling production for hydroponics of spinaches by various nursery media, plug tray size and seed number per plug tray cell. When plant grown in various nursery media, the seeding stand rate was shown in order of granular rockwool with good water retention, granular rockwool > granular rockwool mixed with perlite > cocopeat > perlite > poly urethane foame. Thus, poly urethane foame indicated the lower seedling stand rate. There was no difference in growth of the seedlings and the seeding stand rate by the plug tray size, and no significant difference in the plant height and the number of leaves among the seed number per plug tray cell. But, leaf area of plant in 2 grains seeding per cell was 113.0 cm², was wider in compared with 5 grains seeding of which leaf area was 88.0 cm². Accordingly, the leaf area per plant decreased as more and more the number of seeds per plug tray cell increased. The fresh weight of a plant per plug tray cell was the heaviest with 12.5 g in the 2 grains, and the total fresh weight of plants per cell was 33.9 g in 4 grains seeding, thus it tended to was bigger compared with other treatments. Consequently, given that the number of seeds per cell was decreased, the fresh weight of a plant increased. On the other hand, the total fresh weight per cell showed a tendency to be reducing as more and more the number of seeds per plug tray cell decreased. The yield in the 4 grains seeding was increased by 46% as 14,910 kg·ha⁻¹ in compared with the yield in 2 grains seeding as 10,200 kg·ha⁻¹.

Key words : nutrient film technique, seeding rates, *Spinacia oleracea* L., year-round production

*Corresponding author

서 언

시금치는 저온에 생육이 강한 반면 고온에는 약하여 30°C 이상의 기상환경에서는 생육이 불량하여 추대, 생리장해 등이 발생하게 된다. 특히 여름재배시 고온에 의해 시금치 종자의 발아가 불량(Leskovar 등, 1999; Woo 등, 1996)하고 입고병, 뿌리썩음병 등의 발생이 문제(GARES, 2004)가 되어 고온기 평안지에서는 재배가 어렵다(Morita 등, 1988). 또한 고온기 시금치 직파재배에서는 밀식된 상태에서 발아된 묘가 연약하게 되고 입고병으로 수량이 감소되는 어려움이 많다고

하였는데 이러한 문제점을 해결하기 위해 인위적으로 발아율을 높이기 위한 연구(Katzman 등, 2001; Ku 등, 1996)와 재배시기별 품종선발, 정식재배(Yeoung 등, 2004a), 시설 내 육묘시스템에서의 냉풍에 의한 온도 강화 효과(Suhardiyanto와 Matsuoka, 1992; Woo 등, 1996)에 대한 연구가 이루어지고 있다. 또한 종이 플러그 트레이에 육묘하여 시금치를 정식하여도 재배가 가능하다는 보고(Suzuki와 Takaura, 1994)가 있고 최근에는 시금치의 연중 안정 생산을 위해 재배환경을 인위적으로 조절하여 청정재배가 가능한 수경재배(Seo 등, 2005)방식으로도 재배되고 있다. 또 시금치 수경

재배는 토양재배와는 달리 주년 공정생산이 가능하기 때문에 품종 선택, 육묘, 배양액, 재배 방법 등을 고려하여 재배 되어야 한다.

본 연구는 수경재배에서 시금치를 안정적으로 생산할 수 있는 육묘배지와 생산성 향상을 위한 플러그 cell당 파종한 종자수에 따른 생육반응을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

시금치 수경재배 육묘배지와 육묘 플러그 트레이 셀(cell)당 종자수에 따른 시금치의 생육과 수량에 미치는 영향을 파악하기 위해 전라남도농업기술원(전남 나주시 산포면) 시험포장에서 ‘플라톤’(*Spinacia oleracea* L., Sakata Korea Co., LTD) 품종을 이용하여 실험을 수행하였다.

육묘배지에 따른 시금치 육묘 생육 실험은 육묘 플러그 트레이 105구와 128구에 입상암면(Green wool, 중립면, (주)서울암면), 펠라이트 3호(파라트, (주)삼손), 입상암면과 펠라이트를 1:1(v:v)로 혼합한 배지, 코코피트(Clover, 대영산업), 우레탄스폰지(규격 35mm×35mm×40mm, (주)가화텍) 등 5개의 배지를 각각 충전하였다. 2003년 10월 10일에 충전한 육묘 플러그 트레이 셀당 3~4립의 종자를 파종하였고, 발아 후부터는 아마자키 시금치 전용양액(N-P-K-Ca-Mg, 7.0-2.0-3.0-4.0-2.0me·L⁻¹)으로 pH는 5.8, 양액농도는 EC 1.8dS·m⁻¹로 두상관 수하면서 육묘하여 본엽 4매 내외일 때 육묘의 생육을 조사하였다.

육묘 플러그 트레이의 셀당 종자수에 따른 생육 실험은 2004년 5월 22일 입상암면 배지에 트레이 128구의 셀당 2, 3, 4, 5립씩 종자를 각각 파종하였고, 발아 후부터는 코넬대 시금치 전용양액(N-P-K-Ca-Mg 8.9-1.0-5.5-2.1-1.0dS·m⁻¹)으로 pH는 5.8, 양액농도는 EC 1.8dS·m⁻¹로 두상관수하면서 육묘한 후 6월 8일 본엽 3~4매 때에 스티로폼 정식판에 11×12cm 간격으로 210개의 구멍(Hole)을 뚫어 재배조(길이 240cm×폭 120cm×높이 100cm, 베드 밑면 평면상의 ‘凸’ 높이 5mm, 넓이 30mm, 스티로폼 두께 30mm, 구멍 직경 30mm)를 설치하고 평면상(凸) 위의 구멍에 육묘된 셀을 이식(정식)하였다. 정식 후 순환식 NFT(Nutrient Film Technique) 수경재배 방식으로 재배하였으며, 시금치 전용양액인 코넬대 액으로 공급하였고, 양액의 pH는 5.8, EC는 2.1dS·m⁻¹으로 관리하였다. 시금치의 엽내 질산태질소 함량(Fukuda 등, 1999)을 낮추기 위해 수확 5일 전부터는 양액을 교환하여 지하수로만 공급하였다. 양액은 24시간 자동 타이머를 사용하여 27분 공급, 3분 중단을 반복하면서 공급하였다. 엽색도 측정은 휴대용 엽록소 측정기(SPAD 502, Minolta, Japan)로, 성장점에서 5엽제 아래의 완전히 전개된 잎을 측정하였다.

결과 및 고찰

시금치 수경재배 공정 육묘생산을 위한 육묘배지에 따른 입모율과 육묘의 생육특성을 조사한 결과, 육묘배

Table 1. Comparison of seedling growth of spinach as affected by different nursery media and tray plug size in hydroponics.

Nursery Media and Tray plug size	Seedling stand (%)	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight (g/plant)	Root length (cm)	
Granular rockwool	105 cells	98 a ²	8.1 bc	4.0 b	3.1 b	1.7 cd	0.44 b	8.3 c
	128 cells	99 a	9.2 a	4.3 ab	3.4 ab	1.9 bc	0.49 b	9.9 bc
Granular rockwool +Perlite	105 cells	89 ab	8.9 ab	4.7 ab	3.7 a	2.0 ab	0.60 a	9.3 bc
	128 cells	90 ab	8.7 abc	4.7 ab	3.3 ab	1.7 bc	0.49 b	8.4 c
Perlite	105 cells	70 c	7.9 c	4.3 ab	3.6 a	2.2 a	0.65 a	11.6 ab
	128 cells	71 c	8.2 bc	4.3 ab	3.3 ab	1.9 bc	0.61 a	11.4 ab
Cocopeat	105 cells	86 b	3.8 e	2.7 c	1.8 d	0.8 f	0.11 d	4.4 d
	128 cells	86 b	3.4 e	3.3 c	1.5 e	0.6 f	0.09 d	4.2 d
Poly urethane foam	105 cells	59 d	4.9 d	5.0 a	2.5 c	1.5 d	0.28 c	11.5 ab
	128 cells	58 d	4.0 e	4.5 ab	1.9 d	1.2 e	0.18 d	13.0 a

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5%.

지간의 입모율과 유묘의 생육 차이는 있었으나, 동일 육묘배지에서 트레이 종류에 따른 차이는 없었다(Table 1). 입모율은 보습성이 좋은 입상암면(98% 이상) > 입상암면+펄라이트 혼용 배지(89~90%) > 코코피트(70~71%) > 펄라이트(86%) > 우레탄스펀지(58~59%) 순으로 나타났다. Lee 등(2004)도 우레탄 스펀지에서 입모율이 가장 낮았다는 연구보고를 하였는데 이는 우레탄 스펀지 구조상 수직상의 흡수는 쉬우나 수평으로 물이동이 이루어지지 않고 두상 관수시 트레이 하부로 물이 빠져 표면이 건조되어 발아력이 떨어진 것으로 추정하였다.

육묘의 초장은 입상암면, 입상암면과 펄라이트 혼용, 코코피트가 펄라이트와 우레탄 스펀지에 비해 컸다(Fig. 1). 한편 코코피트는 다른 무기배지에 비해 엽수 등 생육이 상대적으로 부진하였는데 이는 배지내 수분함유율이 높아 근권부의 통기성이 부족하여 생육이 감소된 것으로 생각된다. 한편 시금치 정식시 트레이 근

권부의 응집력은 입상암면과 우레탄스펀지를 제외한 다른 배지는 응집이 되지 않고 정식 베드내에서 쉽게 풀려 정식 후 베드내의 배수구와 배양액통내 순환모터 펌프의 흡입구를 메우는 등의 문제점이 발생되었다. 반면 우레탄스펀지에서는 뿌리생육이 좋고 고형화 되어 재배측면에서 볼 때 발아율을 높일 수만 있으면 NFT 순환식 재배시 시금치 육묘배지로서 가장 유용한 배지라고 생각된다. 이상의 결과로 시금치 수경재배시 육묘배지는 발아율과 초장 등 엽 생육이 좋은 입상암면이 가장 효과적인 것으로 나타났으며, 육묘 플러그 트레이 규격에 따른 차이는 없어 육묘비용 등을 고려하면 128구가 경제적이다 판단된다.

육묘 플러그 트레이 128구의 셀당 종자수에 따른 초장은 20.1~20.7cm로 유의성은 없었고, 주당 엽수 6~7매, 엽장 9.2~9.7cm, 엽폭 4.0~5.1cm로 처리간의 차이는 보이지 않았으며(Table 2). Yeoung 등(2004b)은 재식밀도가 낮을수록 엽장과 엽 신장은 작은 경향

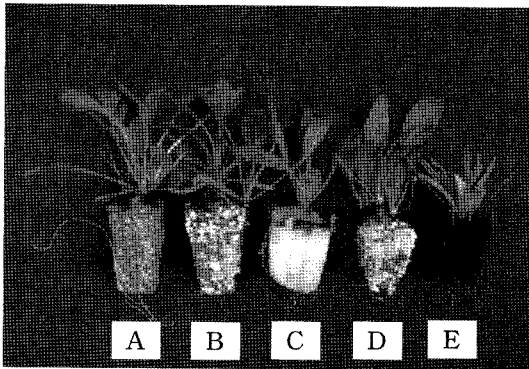


Fig. 1. Comparison of seedling growth of spinach as affected by different nursery media at 25 days after seedling. A, granular rockwool; B, granular rockwool + perlite; C, polyurethane foam; D, perlite; E, cocopeat.



Fig. 2. Comparison of seedling growth of spinach as affected by seed number per plug cell at 25 days after seedling in granular rockwool.

Table 2. Comparison of growth and yield of spinach as affected by seeds number per a cell of plug tray (granular rockwool nursery media) in hydroponics.

Seed number per plug tray cell	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf color SCDSV ^y	Leaf area (cm ² /plant)	Marketable yield (kg · ha ⁻¹)	Yield index
2	20.1	7.0	9.9	4.3	45.2	113.0 a ^z	10,200 b	100
3	20.7	6.0	9.2	4.0	44.1	106.7 ab	13,940 a	136
4	20.7	6.0	9.7	5.1	42.2	105.0 ab	14,910 a	146
5	20.5	7.0	9.7	5.0	41.5	88.0 b	14,250 a	139

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

^ySCDSV specific color difference sensor value (SPAD 502, Minolta, Japan).

Transplanted date was June 8 and harvested date was June 25.

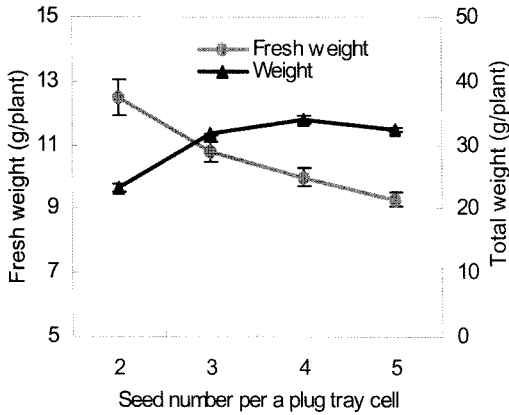


Fig. 3. Comparison of fresh weight of spinach as affected by seed number per a plug tray cell in hydroponics. Vertical bars indicate standard error.

이나 정식 후 수확시 통계적인 유의차는 없다는 내용과 유사하다. 주당 엽 면적에 있어서는 셀당 2립 파종이 113.0cm²으로 5립 파종의 88.0cm²에 비해 넓었다. 따라서 종자수가 많을수록 엽 면적은 작아지는 경향이었는데 이는 같은 육묘 플러그 트레이 셀내에서 입모율과 정식 재식밀도에 따라 생육이 다르게 나타난 결과라고 생각 되어진다. 셀당 시금치 1개체의 생체중 (Fig. 3)은 종자수가 적은 2립이 12.5g으로 5립의 9.3g에 비해 무거웠고, 전체 무게는 4립 파종이 33.9g으로 다른 처리에 비해 큰 경향이였다. 따라서 셀당 종자수가 적으면 식물체 1개체중은 증가되는 반면 전체 생체중은 감소되는 경향을 나타내었다(Fig. 3). 수량은 2립 파종을 제외한 3, 4, 5립 간의 유의성은 없었으나, 2립 파종 10,200kg·ha⁻¹에 비해 4립 파종이 14,910kg·ha⁻¹으로 46% 높았다.

적 요

시금치 수경재배에 적합한 육묘배지 선발과 육묘 플러그 트레이 크기, 육묘 플러그 트레이 셀(cell)당 종자수 조절로 안정 공정 육묘생산을 위한 실험을 수행하였다. 수경재배 육묘배지에 따른 입모율과 육묘의 생육특성을 조사한 결과 입모율은 보습성이 좋은 입상암면 > 입상암면 + 펄라이트 혼용배지 > 코코피트 > 펄라이트 > 우레탄 스펀지 순으로 나타나 우레탄 스펀지의 입모율이 가장 낮았다. 육묘 플러그 트레이 셀당 종자수에 따른 엽 면적은 종자수가 많을수록 적어지고, 셀당

생체중은 2립(12.5g)에 비해 4립(33.9g)이 무거웠다. 따라서 셀당 종자수가 적으면 식물체 1개체중은 증가되지만 전체 셀당 생체중은 감소되는 경향을 나타내었다. 수량은 셀당 2립 파종 10,200kg·ha⁻¹ 비해 4립 파종 14,910kg·ha⁻¹으로 46% 증가되었다.

주제어 : 박막수경, 시금치, 주년재배, 파종량

사 사

이 논문은 2003년도 농림부에서 시행하는 농림기술개발연구과제(103028-02-2-HD110)로 수행한 연구결과입니다.

인 용 문 헌

1. Fukuda, N., M. Miyagi, Y. Suzuki, H. Ikeda, and K. Takayanagi. 1999. Effects of supplemental night lighting and NO₃⁻ exclusion on the growth and NO₃⁻ concentration in the leaf sap of greenhouse-grown spinach under NFT. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 68:146-151.
2. GARES. 2004. Spinach cultivation in summer. Gangwon Agricultural Research and Extension Services. <http://ares.gangwon.kr>.
3. Katzman, L.S., A.G. Taylor, and R.W. Langhans. 2001. Seed enhancements to improve spinach germination. *HortScience* 36:979-981.
4. Ku, J.H., T.I. Kim, and D.W. Jun. 1996. Effect of sodium hypochlorite treatment on germination of spinach seeds. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:357-361.
5. Lee, E.H., J.M. Lee, J.G. Lee. W.B. Kim, and S.Y. Ryu. 2004. Optimum cultivar and solution for summer season hydroponics of spinach in highlands. *J. Kor. Bio-Env. Con.* 13:208-211.
6. Leskovar, D.I., V. Esensee, and H.B. Belefant-Miller. 1999. Pericarp, leachate, and carbohydrate involvement in thermoinhibition of germinating spinach seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124:301-306.
7. Morita, T., H. Kitajima, T. Higashi, and J. Ohta. 1988. Variety test and cultivation method for spinach harvested in summer in plastic green house. *Bulletin of the Kumamoto Agricultural Experiment Station* 13:69-87.
8. Seo, J.B., K.J. Choi, P.R. Ahn, H.K. Lim, and S.J. Hong. 2005. Effect of cultivars and planting distance on growth and yield of spinach for hydroponic cultivation in autumn season. *J. Kor. Bio-Env. Con.* 14:155-159.
9. Suhardiyanto, H. and T. Matsuoka. 1992. Studies on a

- zone cooling system in greenhouse. Environ. Control in Biol. 30:143-151.
10. Suzuki, T. and Y. Takaura. 1994. Studies on transplanting cultivation of spinach by easy transplanter. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 63:368-369 (Abst).
 11. Yeung, Y.R., M.K. Jung, M.R. Lee, S.J. Hong, and C. H. Chun. 2004a. Growth and yield response between direct seeding and transplanting in summer cultivation of spinach in alpine area. J. Kor. Soc. Hort. Sci. Tec. 22:278-282.
 12. Yeung, Y.R., M.K. Jung, G.Y. Jeon, B.S. Kim, and S. J. Hong. 2004b. Selection of cultivars and growth response to planting distance for summer spinach in alpine area. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 22:283-287.
 13. Woo, Y.H., J.M. Lee, and Y.S. Kwon. 1996. Analysis of major enviromental factors and growth response of spinach (*Spinacia oleracea*) as affected by fog system and shading in summer plastic house. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:638-644.