

파종시기별 홍화의 생장해석

김재철*, 류정기, 김산영¹, 박경석¹

경상북도농업기술원, ¹경상북도농업기술원 신물질연구소

The Growth Analysis of Sowing Times in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Jae-Cheol Kim*, Jung-Gi Ryu, San-Young Kim¹ and Kyeng-Seok Park¹

Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services, Daegu 702-708, Korea

¹Institute of Natural Product Gyeongbuk ARES, Uiseong 769-803, Korea

Abstract - This study was carried out to get the basic data for safflower cultivation according to sowing date by growth analysis for 2 years from 2003 to 2004 at Institute of natural product in Uiseong, G.B.A.R.E.S.. Safflower (Cheongsoo cultivar) was seeded at March 1st, April 1st, May 1st, and July 1st in field. The necessary date for germination was 24 days, when safflower was seeded at March 1st, but it was 8 days which sowed at April 1st and when the seed was sowed at high temperature period, the necessary date for germination was getting short. The necessary date for flowering was the same trend as germination; it took 104 days at March 1st, 79 days at April 1st, 65 days at May 1st, and 58 days at July 1st sowing treatment. The safflower growth was the most vigor when it was sowed at March 1st. T/R (Top/Root) ratio was gently increased during growing season, but when the seed was sowed at July 1st, it was low compare to sowing at March 1st and April 1st. RGR (Relative growth rate) was the highest during shoot growth stage, but it was rapidly decreased after flowering. CGR (Crop growth rate) was increased at branching stage, and the increasing velocity was slightly decreased just before flowering, and it was increased again at flowering and at this stage, CGR was the highest, and then it did not increased. NAR (Net assimilation rate) was the highest at shoot growth stage during growing season, and was the highest which was sowed at March 1st.

Key words - Safflower, Growth analysis

서 언

홍화(잇꽃; *Carthamus tinctorius* L.)는 국화과에 속하는 1년생 또는 월년생 식물로 잇꽃이라고 불리며(이, 1993; 안과 육, 1975), 잎은 호생하고 잎자루가 없으며 잎과 화두에는 날카로운 침이 있는데 잎의 형태와 꽃의 색깔, 꽃봉오리 모양 등이 다양하다(Kim, 2000). 홍화는 동양에서는 주로 꽃잎을 약용으로 이용하였고, 활혈, 통경, 구어 등에 효능이 있어 복통과 부인병에 쓰였고(김 등, 1992; 약품식물학회, 1993). 서양에서는 종자의 기름을 이용하기 위해 재배 육종되어 왔으며, 꽃잎의 붉은 색은 식용색소와 고급염료로 이용하였다(안과 육, 1975). 종자는 활혈과 해독에 효능이 있고 콜레스테롤 과다로 인한 성인병, 중풍, 동맥경화증의 예방과 치료에 유용한 식품으로 알려져 있으며

(김, 1992; 한, 1988) 종자는 불포화 지방산으로 구성되어 있으며 linoleic acid(75%), oleic acid(18%)와 포화지방산의 혼합물(6%)을 함유하고 있다(IPGRI, 1996). 국내에서 홍화재배는 오래 되었으나 재배면적이 그리 많지 않았고 최근에 홍화의 종자가 뼈에 보호 작용이 있다고 하여(Jeon *et al.*, 1998) 재배면적이 가장 많았던 2000년도에 추정 2000 ha에서 200 M/T이 생산되는 등 최근에 면적이 급격히 증가한 작물이다. 농가에서 홍화를 재배 할 때 월동이 가능한 지역은 가을 또는 추운지역은 이른 봄에 파종하여야 하나 파종시기를 놓쳐 4월 이후에 파종하는 농가는 제대로 생육하지 못하고 개화 결실되는 등 파종시기별로 종실과 꽃잎의 수량 차이도 심한 편이다. 홍화에 대한 생리연구는 현재까지 국내에서 연구된 바 없다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 생장해석을 통한 홍화의 생리를 파악하여 재배의 기초 자료로 활용코자 본시험을 수행하였다.

*교신저자(E-mail) : kjc9669@hanmail.net

재료 및 방법

홍화 성장해석에 이용한 공시품종은 “청수홍화”이며 2003년부터 2004년까지 경북농업기술원 신물질연구소 포장에서 2년간 수행하였다. 파종시기는 3월 1일, 4월 1일, 5월 1일, 7월 1일 등 4단계로 파종하였으며 강우의 영향을 받지 않도록 비가림 하우스를 설치하여 재배하였다. 재식거리는 1m 이랑에 2줄, 포기 사이는 10cm로 점파 한 다음 1주 1본으로 솥흙질하여 m²당 재식 밀도를 20본으로 조정하였다. 시비는 파종하기 전에 10a당 질소 10, 인산 7, 칼리 7kg을 뿌린 후 경운하였으며 비닐 피복은 하지 않았다. 비가림하우스는 길이 9m 펜타이트파이프를 이용하여 폭 5m, 높이 2.5m로 설치하여 통풍이 잘 되도록 하였고 관수는 점적호스를 설치하여 적습이 유지되도록 하였다. 조사시기는 파종기별로 15일 간격으로 20주씩 3반복으로 총 60주를 조사하였다. 잎과 줄기 및 뿌리의 건조무게는 105℃에서 6시간동안 건조한 다음 그 중량을 측정하였으며 엽면적은 Olympus사의 엽면적측정기로 측정하였다. 조사항목으로 파종시기에 따라서 발아기, 개화기, 경장, 경직경, 분지수, 엽수, 엽장, 엽면적, 엽폭, 지상부의 무게, 지하부 무게 및 엽중과 엽면적을 조사하였으며 조사방법은 농촌진흥청 조사기준 (농진청, 2003)에 따랐다. 성장해석 분석계산식은 다음과 같다.

$$\text{성장속도(CGR): } \frac{dw}{dt} = \frac{w_2 - w_1}{t_2 - t_1} \text{ (g/m}^2\text{/day)}$$

$$\text{상대성장율(RGR): } \frac{1}{w} \cdot \frac{dw}{dt} = \frac{\ln w_2 - \ln w_1}{t_2 - t_1} \text{ (g/g/day)}$$

$$\text{엽면적지수(LAI): } \frac{L}{P} \text{ (m}^2\text{/m}^2\text{)}$$

$$\text{순동화율(NAR): } \frac{1}{La} \cdot \frac{dw}{dt} = \frac{(w_2 - w_1)(\ln La_2 - \ln La_1)}{(t_2 - t_1)(La_2 - La_1)} \text{ (g/m}^2\text{/hr)}$$

결과 및 고찰

3월 1일부터 단계별로 파종한 홍화의 발아기간 및 개화 소요일수는 Table 1과 같다. 발아기간은 3월 1일 파종은 24일이 소요되었으며 기온이 높아지는 4월 1일은 8일, 5월 1일과 7월 1일 6일로 발아기간은 점점 짧아졌다. 개화기는 3월 1일 파종은 6월 12일, 4월 1일은 6월 19일, 5월 1일 파종은 7월 5일, 7월 1일은 8월 28일로 각각의 개화소요일수는 104일, 79일, 65일과 58일로 고온기로 갈수록 단축되는 경향이었다. IPGRI(1996)는 홍화의 화성은 중일성이며 장일에서 개화가 촉진된다고 보고 한 바 3월 1일 파종과 4월 1일, 5월 1일 파종에서는 파종 후 장일로 갈수록 개화 소요일수가 단축되어 본 시험과 일치하였으나 7월 1일 파종에서는 고온으로 인하여 발아 후 Rosette 과정 없이 생식생장으로 진전되어 개화소요일수가 더욱 단축되는 것으로 보아 홍화는 장일보다 온도에 더 민감한 것으로 생각된다.

파종시기별 생육은 Table 2와 같이 경장은 3월 1일 파종에서 91cm로 가장 컸으며, 7월 1일 파종은 56cm로 가장 짧아 저온기 파종에서 경장이 길었고 고온기 일수록 짧아져 저온기 일찍 파종한 것은 영양생장기간이 길고, 파종시기가 늦을수록 고온으로 영양생장기간은 짧고 생식생장으로 전이가 조기에 일어나는 것으로 보인다. 경직경은 3월 1일과 4월 1일은 8.5mm로 비슷하였고, 고온기로 갈수록 가늘어졌다. 엽장은 10.1cm~11.0cm로 파종기간에 서로 비슷하였으며, 엽폭은 4월 1일 파종이 5.7cm로 가장 넓었고, 3월 1일과 5월 1일 순이며 7월 1일은 3.6cm로 가장 좁았다. 분지수는 3월 1일 파종에서 10.1개로 가장 많았고 4월 1일은 8.2개, 5월 1일은 7.2개였으며 7월 1일 파종은 3.1개로 적게 분지되었다. 전반적으로 생육은 3월 1일과 4월 1일 조기 봄 파종이 양호하였으며 고온기로 갈수록 생육이 불량하였다.

식물체의 지하부에 대한 지상부의 비율을 보면 Fig. 1과 같다. 3월 1일과 4월 1일 및 5월 1일 파종은 T/R율(Top/Root ratio)이 비슷하였으나 7월 1일 파종은 낮았으며 지상부의 비율은 파종시기에 관계없이 지하부에 비하여 모두 높았다. 3월 1일, 4월 1일, 5월 1일 파종에서는 T/R율이 서서히 증가하였으나 7월 1일 파종에서는 파종 후 1개월 인 8월 1일에 급격히 증가하다

Table 1. Number of days to emergence and flowering of safflower

Sowing time	Number of days to emergence* (day)	Flower date	Number of days to flowering* (day)
Mar. 1	24	Jun. 12	104
Apr. 1	8	Jun. 19	79
May 1	6	Jul. 5	65
Jul. 1	6	Aug. 28	58

*From sowing to emergence date.

*From sowing to flower date.

Table 2. The growing of safflower with different sowing time

Sowing time	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaf (No./Plant)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of branches (No./ plant)
Mar. 1	91	8.5	31.0	10.5	4.8	10.1
Apr. 1	88	8.5	31.2	11.0	5.7	8.2
May 1	81	7.2	28.5	10.9	4.0	7.2
Jul. 1	56	5.5	22.4	10.1	3.6	3.1

가 그 이후에는 거의 정체되었으며, 3월 1일과 4월 1일 파종에 비하여 T/R율이 낮았는데 생육기 고온으로 인하여 영양생장에서 생식생장으로 옮겨가는 기간이 짧아 지상부의 성장조건이 둔화된 것으로 추정된다.

Kim 등(1998)의 보고에서 작은 뿌리를 이용하는 작물로 T/R율은 개화기에 가장 높았다고 하였으나 홍화에서는 개화기 이후까지 꾸준히 증가하여 뿌리를 이용하는 작물과 종실을 이용하는 작물간의 T/R율은 차이가 있었다. Kim 등(1994)도 파종기 차이에 의한 콩의 성장해석에서 조파구에서 만파보다 T/R율이 높다하여 홍화의 봄철 파종기에는 T/R율이 높고 여름철(7월 1일) 파종기는 낮아 본 시험과 유사한 결과를 보였다.

상대성장율(RGR; Relative Growth Rate)은 일정 주어진 기간에 작물 개체 또는 군락내 전체의 총건물 생산량으로 Fig. 2와 같다. 일일 개체당 총건물 생산량으로 3월 1일 파종에서 최대 성장량은 파종 75일인 5월 16일로 0.13g이며 개화기에는 가장 낮은 0.05g이 성장되었다. 4월 1일 파종은 파종

후 45일인 5월 16일에 0.17g으로 가장 높은 성장량을 보였으며 개화기에는 0.02g으로 성장량이 적었다. 5월 1일 파종은 파종후 45일인 6월 16일에 0.12g으로 가장 높았으며 개화기 이후에는 0.01g으로 낮았다. 7월 1일 파종은 파종 30일인 8월 1일에 0.17g으로 가장 높았고 개화기 이후는 0.02g으로 다른 파종기에 비하여 성장량이 낮았다. 파종시기별로 대체적인 RGR은 줄기가 신장하는 시기에 가장 높았고 개화기 이후에는 급격히 성장량이 둔화되었다. Kim과 Soung(1975)은 수도 품종의 성장해석에서 RGR은 생육초기에 높고 후기에 낮다 하였고, Park 등(1999)도 메밀의 파종시기가 늦어질수록 RGR이 감소한다고 하였으며 Kim 등(1994)은 콩의 파종기별 RGR은 생육이 진전되면서 감소하였는데 홍화에서도 파종시기에 관계없이 생육초기에 높고 후기로 갈수록 낮아져 같은 결과를 보였다.

성장속도(CGR; Crop Growth Rate)는 하루 중 m²당 건물중의 증가속도이며 Fig. 3과 같다. 홍화의 CGR은 2단계로 크게 나눌 수 있었는데 제1단계는 생육초기 줄기신장기이며 제 2단계

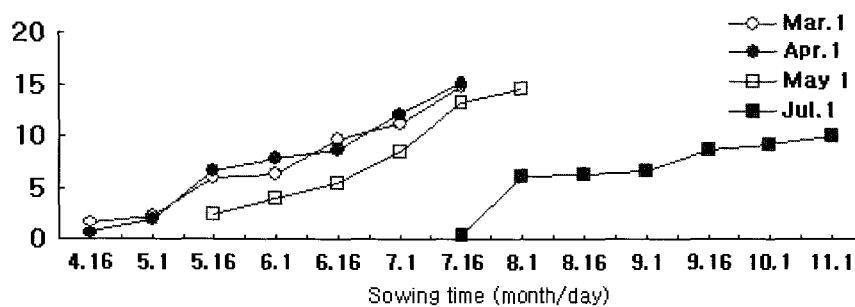


Fig. 1. Changes of T/R ratio with different sowing time on safflower.

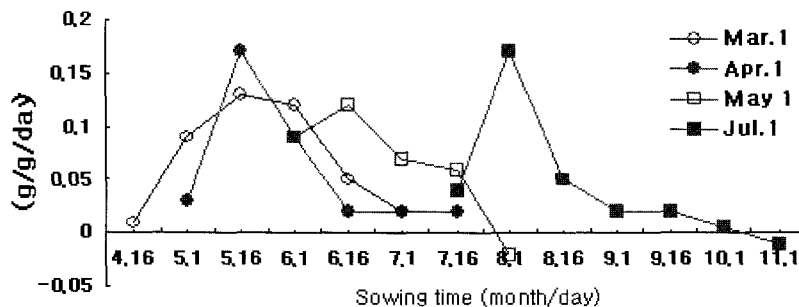


Fig. 2. Changes of RGR with different sowing time on safflower.

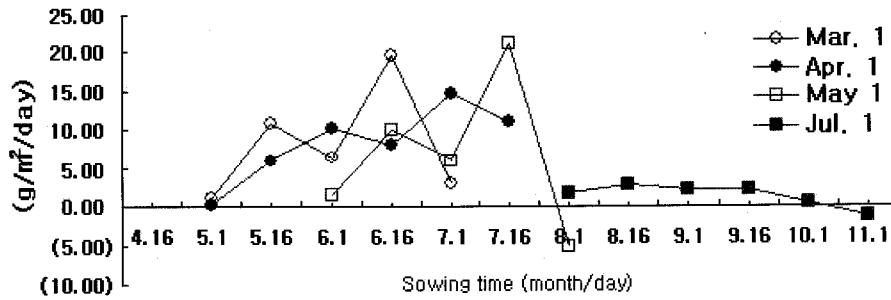


Fig. 3. Changes of CGR with different sowing time on safflower.

는 개화기로 구분되었다. 3월 1일 파종은 4월 16일에 1.1g으로 낮다가 줄기가 신장하는 5월 16일경에 10.8g 높아졌으며, 6월 1일경에는 6.5g으로 성장속도가 다소 완만하다가 개화기 전인 6월 16일경에 19.6g으로 급상승하다가 개화기 이후는 다시 성장속도가 떨어졌다. 4월 1일 파종은 성장곡선의 형태는 3월 1일 파종과 비슷하였으나 성장속도가 다소 낮았으며, 성장속도가 가장 높은 시기는 7월 1일로 파종 후 90일경이었다. 5월 1일 파종은 성장속도의 곡선은 3월 1일 및 4월 1일 파종과 비슷하였으나 성장속도는 3월 1일과 비슷하였고, 성장속도가 가장 높은 시기는 7월 16일로 파종 후 75일경이었으며 그 이후에는 급격히 감소하였다. 7월 1일 파종의 최대 성장속도는 8월 16일 2.7g으로 파종 후 45일경이었으며 성장속도는 전반적으로 3월 1일, 4월 1일, 5월 1일 파종에 비하여 크게 저조하였다. Kim 등(1995)도 작약의 CGR은 지상부와 지하부로 나누어 볼 때 지상부는 줄기의 신장

기에 가장 높았고 지하부는 개화기부터 1개월간이 가장 높다고 하여 본시험과 같은 결과였다.

엽면적지수(LAI; Leaf area index)는 단위면적의 공간 내에 있는 모든 잎의 면적에 단위면적을 나눈 값으로 Fig. 4와 같다. 파종시기별로 LAI의 곡선은 비슷하였으나 3월 1일 파종이 제일 높았고 4월 1일 파종, 5월 1일 파종, 7월 1일 파종 순이었다. 3월 1일과 4월 1일 파종은 엽면적지수 차이가 적었으나 5월 1일과 7월 1일 파종에서는 점차적으로 엽면적지수의 차가 커졌다. 엽면적지수는 개화기에 최대였고 그 이후에는 병해의 발생과 노화된 잎의 탈엽 등으로 엽면적이 다소 감소하였다. Kim과 Sung (1975)은 벼의 LAI는 출수기에 가장 높다하였고 Kim 등(1995)도 작약의 엽면적지수는 개화기에 가장 높아 홍화의 LAI분석 결과와 같았다.

순동화율(NAR; Net Assimilation Rate)은 단위 엽면적

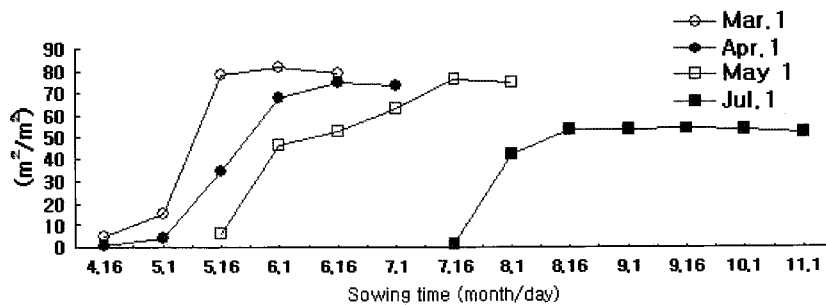


Fig. 4. Changes of LAI with different sowing time on safflower.

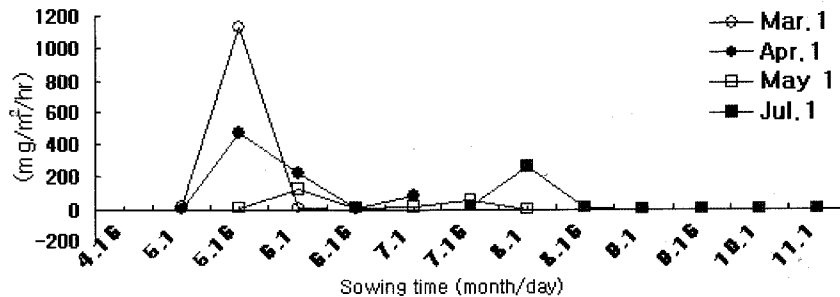


Fig. 5. Changes of NAR with different sowing time on safflower.

당 건물증가 속도로서 물질 생장속도에서의 호흡작용에 의한 물질소모속도를 빼 것이며 Fig. 5와 같다. LAR은 줄기 신장기에 가장 높았는데 3월 1일 파종은 파종 후 75일인 5월 16일에 가장 높았으며, 4월 1일 파종은 파종 후 45일에, 5월 1일 파종은 파종 후 30일, 7월 1일 파종은 파종 후 30일에 가장 높았고 그 이후에는 급격히 감소하였다. 최와 박(2002)은 홍화의 줄기 신장기에 탄저병의 발생이 많다고 하였는데 이시기에 탄저병의 발병은 줄기전체가 고사하므로 순동화율에 미치는 영향이 크게 영향을 받을 것으로 보였다. Kim(1989)은 잣나무 묘목의 생장해석에서 RGR과 NAR은 정의 상관이라 하였는데 홍화의 생육시기별 RGR의 Fig. 2와 NAR의 Fig. 5가 같은 결과였다.

적 요

홍화의 생장해석을 위하여 3월 1일, 4월 1일, 5월 1일 및 7월 1일에 파종한 홍화의 생육상황과 생장분석에 관한 결과는 다음과 같다.

가. 홍화의 발아기간은 저온기 3월 1일 파종에서 발아까지의 소요기간은 24일이었으며, 4월 1일은 8일이었고 고온기로 갈수록 빨라졌다.

나. 개화소요일수도 3월 1일 파종에서는 104일, 4월 1일에서는 79일, 5월 1일과 7월 1일 고온기 파종에서는 각각 65일과 58일로 단축되었으며 파종기별 생육은 3월 1일에 조기 파종한 것이 가장 좋았다.

다. T/R(Top/Root ratio)율은 줄기 신장기부터 수확기까지 완만하게 증가하였으며 7월 1일 파종은 전반적으로 3월 1일파종과 4월 1일 파종에 비하여 T/R율이 낮았다.

라. RGR(Relative Growth Rate)은 줄기가 신장하는 시기에 가장 높았고 개화기 이후는 급격히 생장량이 둔화되었다.

마. CGR(Crop Growth Rate)은 분지시기에 증가하다가 개화직전에 증가속도가 다소 떨어졌으며 개화기에 다시 증가하여 가장 높았다가 그 이후는 둔화되었다.

바. NAR(Net Assimilation Rate)은 줄기신장기에 가장 높았으며 3월 1일에 조기 파종한 것이 가장 높았다.

인용문헌

IPGRI. Safflower *Carthamus tinctorius* L.. 1996. pp. 83.

- Jeon, S.M., J.H. Kim, H.J. Lee, I.K. Lee, K.D. Moon and M.S. Choi. 1998. The effects of korean safflower(*Carthamus tinctorius* L.) seed powder supplementation diet on bone metabolism indices in rats during the recovery of rib fracture. The Korean Nutrition Society. 31(6): 1049-1056.
- Kim, D.H., S.K. Kim, C.H. Heo, D.J. Kang and Y.S. Lee. 1994. analysis as affected by different plant habits and seeding dates in soybean. RDA. J. Agri. Sci 36(2): 113-122.
- Kim, H.Y. and S.D. Soung. 1975. Studies on the dry matter production and growth analysis of the rice plant. Korean journal of crop science. 20: 74-86.
- Kim, J.C. 2000. Major Morphological characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Accessions. Korean J. Plant. Res. 13(3): 213-218.
- Kim, J.C., J.H. Kim, J.G. Ryu, S.D. Park and S.M. Oh. 1998. The Growth Analysis of *Paeonia Lactiflora* PALL. RDA. J. Indus. Crop Sci. 40(2): 30-35.
- Kim, Y.C. 1989. A study on the growth analysis of pinus koraiensis seedlings under various relative light intensities and planting densities. Journal of Korean Forestry Society 78(3): 314-322.
- Park, C.H., H. Kwon, S.Y. Choi, K.C. Lee, K.J. Chang, Y.K. Kang and Y.S. Choi. 1999. Growth analysis of buck wheat influenced by seeding time and planting density. Korean J. Intl. Agri. 11(2): 216-221.
- 김재길. 1992. 천연물대사전. Illustrated natural drugs encyclopedia Vol. 1: 82-83.
- 김재길, 신영제. 1992. 최신약용식물 재배학. 남산당. pp. 314-315.
- 농촌진흥청. 2003. 농작물 표준 조사기준
- 안덕균, 육창수. 1975. 현대본초학. 고문사. pp. 348-359.
- 약품식물학회. 1993. 신·약품식물학. 학창사 pp. 384.
- 이창복. 1993. 대한식물도감. 향문사. pp. 779.
- 최성용, 박경석. 2002. 홍화병해충 발생 소장조사. 농촌진흥청 연구조사보고서. pp. 96.
- 한대석. 1988. 생약학. 동명사. pp. 270-271.

(접수일 2007. 5. 14; 수락일 2007. 11. 28)