

단고추(피망)育苗時晝夜間溫度差(DIF)가 플러그묘生長과定植後植物의生育에 미치는影響

임기병¹ · 손기철² · 정재동¹ · 김중기³

¹경북대학교 원예학과 · ²건국대학교 원예과학과 · ³중앙대학교 원예육종학과

Influences of Difference between Day and Night Temperatures (DIF) on Growth and Development of Bell Pepper Plants before and after Transplanting

Lim, Ki-Byung¹ · Son, Ki-Cheol² · Chung, Jae-Dong¹ · Kim, Jong-Ki³

¹Dept. of Horticulture, Kyungpook National Univ., Taegu 702-701, Korea

²Dept. of Horticultural Sci., Konkuk Univ., Seoul 133-702, Korea

³Dept. of Horticultural Breeding, Jungang Univ., Ansong 456-756, Korea

Abstract

Plug seedlings of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) were grown for 50 days in controlled environment chambers under 12 hrs per day photoperiodic condition with sixteen different day and night temperature regimes to investigate the possibility of height control. The seedlings were then transplanted to greenhouse to investigate the growth, flowering, and yield afterward. Plant height and stem length of seedlings were mainly affected by day temperature rather than night temperature. Internode elongation was suppressed by a negative DIF and was enhanced by a positive DIF even with the same average daily temperature (ADT). Leaf unfolding rate was influenced more by ADT than by DIF. Fresh and dry weights increased as ADT increased. Leaf area and stem diameter increased until temperature increased up to 24°C day and night temperature and decreased above 24°C. The position at which the first flower was initiated was lowered as ADT increased. The first flower degeneration was not obvious up to 24°C ADT but increased rapidly above 24°C ADT. Seedling compactness (Dry weight per plant height : mg · mm⁻¹) was greater under -DIF than +DIF condition.

In conclusion, DIF treatment was an applicable technique to control stem elongation and growth rate such as leaf unfolding rate and position at which first flower was initiated could be controlled by ADT.

주 제 어 : 피망, 주야온도차, 플러그묘, 줄기신장

Key words : *Capsicum annuum* L., DIF, plug seedling, stem elongation

緒 言

플러그 육묘법의 도입으로 육묘 형태가 자가육묘에서 플러그를 구입하여 재배하는 형태로 바뀌어 가면서 묘생산 업자마다 품질의 차이가 심하여 문제가 되고 있는 실정이다. 플러그묘는 작은 셀내에서 육묘되기 때문에 밀도가 높아 도장의 우려가 크다. 특히 토마토나 고추, 피망과 같은 가지과 작물은 우리나라 시설원예에서 큰 비중을 차지할뿐 아니라 묘 소요량도 많지만, 도장 가능성이 매우 높아 실패할 우려가 많다⁸⁾.

초장은 마디수와 절간장에 의해 결정되며, 도장된 묘는 대체로 세포길이의 신장에 의한 절간신장에 의하여 일어난다^{20, 30)}. 플러그 육묘시 가장 문제되는 도장방지 방법으로는 화학적 방법이나 물리적 방법을 사용할 수 있다^{6, 24, 36)}. 그러나, 식물 생장억제제를 채소류에 사용한다는 것은 인체에 매우 유해할 뿐 아니라 사용이 금지되어 있고⁷⁾, 물리적 방법은 흔들여 주거나 접촉자극 처리를 하여야 하는데, 처리를 시간대별로 자주 해야 하기 때문에 인건비 문제와 이용상의 어려움, 그리고 어린 식물체에 상처를 줄 수 있다^{6, 24, 27, 28, 29, 33)}. 반면 온도를 통한 초장 조절방법은 비록 시기적 제약은 있을 수 있으나 초장조절 방법으로써 가장 효율적인 무공해 방법이 될 수 있다^{14, 16, 18, 22)}. 현재까지, 초장조절을 위해서는 물리적 방법이나 온도, 비료, 수분과 같은 생장에 밀접한 요소들을 통합적으로 이용하는 것이 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다. 이들 요소중 절간신장에 가장 크게 영향을 미치는 온도조건을 규명함으로써 좀더 효과적인 초장조절이 가능할 것이다.

최근에 수행된 많은 연구에서 식물의 형태형성에 미치는 온도의 영향은 식물이 생장하는 온도 비례역 범위(12~28℃)에서 실제적인 주간온도와 야간온도의 독립적인 영향 보다는 주간온도와 야간온도의 차(Difference between day and night temperatures)가 높은 상관관계를 가지는 것으로 보고되어 있다^{14, 18, 37, 38)}. DIF는 주간온도(DT)와 야간온도(NT)의

차가 줄기신장에 어떻게 영향을 미치는가에 대한 양적인 개념으로 정의된다. 실제 시설하에서 육묘시 계절에 따른 환경 변화로 인해 주간과 야간의 온도는 항상 변하게 되고 묘소질도 다르게 나타난다. 이러한 환경변화가 묘소질에 미치는 영향에 대한 주간과 야간온도의 영향을 정량화할 필요가 있다. 주야간 온도 조건들이 플러그묘의 절간신장에 미치는 영향을 정량화 함으로써 육묘의 절간신장을 억제할 수 있는 조건들을 찾을 수 있고 정식 후 발육에 미치는 영향을 동시에 알아낼 수 있을 것이다. 본 실험은 피망 플러그 육묘시 야기되는 도장 문제를 해결하고 육묘시 처한 각각 다른 주야간 온도가 정식후 생장에 미치는 영향을 구명코자 실시하였다.

材料 및 方法

우리나라에서 겨울철에 많이 재배되는 피망 'New Ace' (Takii Seed Co., Japan) 품종을 105셀 사각 트레이에 파종하였다. 실험에 사용된 상토는 SunGro사의 Sunshine #1 상토로써 pH는 6.5, EC는 0.65mS/cm(v/v=1/2)였다. 자엽이 완전히 전개된 뒤부터 주간온도와 야간온도를 각각 16, 20, 24, 28℃로 고정한 생육상을 이용하여 표 1과 같이 처리하였다. 광조건은 형광등과 고압나트륨등을 혼합하여 10,000 lux가 되도록 하고, 일장은 12시간으로 하였다. 관수는 상토가 마르지 않도록 저면관수하였고 시비는 100ppm(질소 기준) 20-10-20 수용성 복합비료(Masterblend, USA)를 주 2회 충분히 관주하였다. 온도처리시 생육상의 온도편차는 ±0.5℃를 넘지 않았으며, 온도변환시 소요시간은 15분을 초과하지 않았다. 온도처리후 처리 개체수의 50%가 개화할 때 1차 생육조사 하였으며, 그후 파종시와 같은 상토가 담긴 직경 20cm 플라스틱 화분에 정식하였다. 정식후 온도조건은 16처리 모두 최고 28℃, 최저 16℃의 온실내에서 재배하였고, 주 3회 120ppm(질소기준) 20-10-20 수용성 복합비료를 시

비하였다. 2차 생육조사는 정식후 40일째 초기수량 및 마디수 등을 조사하였다.

Table 1. Day and night temperatures, DIF, and average daily temperature (ADT) used in this experiment.

		Day temperature(°C)				
		16	20	24	28	
16	DIF	0	+4	+8	+12	
	ADT	16	18	20	22	
Night temp. (°C)	20	DIF	-4	0	+4	+8
	ADT	18	20	22	24	
24	DIF	-8	-4	0	+4	
	ADT	20	22	24	26	
28	DIF	-12	-8	-4	0	
	ADT	22	24	26	28	

結果 및 考察

1. 플러그 육묘시 주야간 온도차 처리가 묘의 생장에 미치는 영향

초장 및 절간장 : 주야간 온도차 처리가 피망 육묘시 초장에 미치는 영향은 표 2와 같다. 초장의 신장은 주간온도의 증가에 따라 급속히 신장하나 야간온도의 증가에 대해서는 그다지 민감하게 반응하지 않았다. 그러나 DIF에 따른 절간장의 변화를 보면 -DIF 조건에서는 초장 및 절간신장이 억제되고 +DIF 조건에서는 촉진되었다(표 2). 제1 절간장에 대한 주야간 영향을 세밀히 분석한 결과, 야간온도가 16~28°C 범위의 일정온도에서 주간온도를 16°C에서 28°C로 증가시키면 초장은 급속히 증가하는데 반해 주간온도를 일정온도에 고정하고 야간온도를 16°C에서 28°C로 증가시키더라도 제 1 절간장은 오히려 감소하였다. Si와 Heins⁴¹⁾는 피망 주야간 온도차(DIF) 처리 실험에서 일평균 온도와 DIF가 증가할수록 절간장은 증가한다고 하였다. 박 등³⁹⁾은 고추 '녹광' 품종의 DIF 처리에서 초장은 주간온

도, 야간온도, 그리고 주간과 야간온도의 상호작용에 의해 영향을 받으나 일평균온도는 영향을 미치지 않는 것으로 보고하였다. 고추와 피망은 절간신장의 고유한 습성으로서, 홀수 절간은 짝수절간에 비해 긴 경향이 있으며, DIF에 대한 반응도 제 1 절간(홀수)이 제 2 절간(짝수)보다 잘 반응하였다. 임 등³⁰⁾은 임파치엔스 플러그 육묘시 DIF 처리에 의한 절간신장 정도를 조사한 결과 주간온도가 증가할수록 절간신장이 급격히 일어나는 것을 확인하였고 아울러 낮은 주간온도에서 야간온도를 증가시키면 절간신장율이 그다지 억제되지 않으나 높은 주간온도에서 야간온도를 증가시키면 절간장이 오히려 감소한다고 하였다. 이러한 결과와 비교하여 볼 때 피망 플러그묘의 DIF 처리에 의한 절간 신장반응은 임파치엔스와 유사하게 반응하며 DIF의 일반적인 이론¹⁶⁾과도 일치하는 것으로 판단된다.

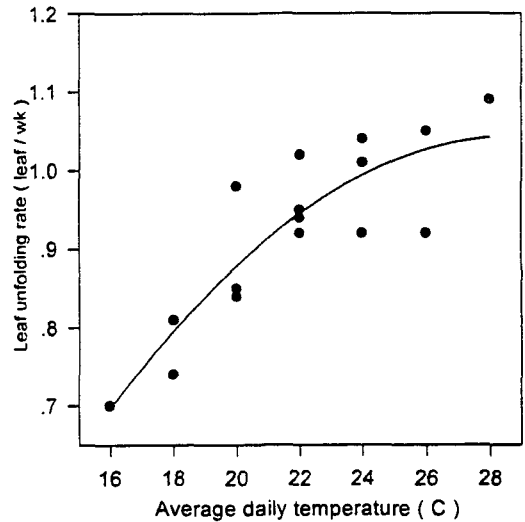


Fig. 1. Effect of DIF on leaf unfolding rate of bell pepper plug seedlings.

엽전개 속도 : 엽전개속도에 대한 주야간 온도차 처리의 반응은 그림 1과 같다. 엽전개속도는 일평균온도에 의해 크게 영향을 받았

Table 2. Effect of DIF on plant height and 1st internode length of bell pepper plug seedlings.

Night temp. (°C)	Plant height (cm)					The 1st internode length (cm)				
	Day temperature (°C)					Day temperature (°C)				
	16	20	24	28	Mean	16	20	24	28	Mean
16	5.2	7.8	13.9	13.8	10.2	1.7	3.0	4.7	4.3	3.4
20	6.4	8.7	15.3	14.5	11.2	2.0	3.2	4.7	3.7	3.4
24	7.7	9.7	16.0	16.5	12.5	2.2	2.9	4.5	4.3	3.5
28	8.0	10.0	15.6	17.1	12.7	2.1	2.5	3.8	4.1	3.1
Mean	6.8	9.1	15.2	15.5		2.0	2.9	4.4	4.1	
DT				
NT				
DT×NT				

.., ., ... Nonsignificant or significant at $P=0.05$, 0.01 , and 0.001 , respectively.

으며 일평균온도 16°C 처리구에서는 주당 0.7매인 반면 28°C 처리구에서는 1.1매로 큰차이를 보였다. 일평균온도의 증가에 따른 엽전개 속도의 증가는 24°C까지 일정한 비율로 증가하다가 그 이상의 온도에서는 다소 둔화되었다. 한편 전반적으로 주간온도가 야간온도보다 크게 작용하였다. 온도는 식물의 엽전개 속도에 매우 크게 영향을 미치는데 Si and Heins⁴¹⁾의 보고에 의하면 엽전개속도는 일평균 온도가 14°C에서 26°C로 증가하면 0.1(매/일)에서 0.2(매/일)로 증가한다고 하였다. 또한 Cucumis³⁴⁾의 엽전개속도는 20°C 항온에서 가장 빠른 것으로 보고되었다. Miller³⁴⁾는 부활절 백합의 개화, 엽수 및 화수는 DIF에 영향을 받지 않고 일평균온도에 영향을 받는다고 하였다. 또한 Dale^{11,12)}은 Phaseolus vulgaris의 엽전개 속도는 0 DIF 조건에서 가장 빨랐다고 하였다. 많은 작물에 대한 결과를 종합해 보면 본 실험의 결과와 마찬가지로, 엽전개속도는 대체로 일평균온도(ADT)에 의해 영향을 받는 것으로 판단된다.

엽면적 : 엽면적에 미치는 DIF의 영향은 표 3과 같다. 엽면적은 엽수와는 달리 주간온도에 의해 영향을 받는 경향이었고, 주간온도가 16°C에서 20°C로 증가함에 따라 엽면적이 증

가하다가 주간온도가 24°C 이상에서는 더 이상 엽면적의 증가하지 않았다. 이러한 경향은 야간온도에서도 동일한 경향으로 나타났으며 주야간 모두 24°C까지는 엽면적이 증가하다가 그 이상의 온도에서는 오히려 감소하는 경향이 있었다. 이러한 결과는 초장과 비슷한 경향이었는데, 아마도 엽면적의 증대는 광합성 능력을 증가시키기도 하지만 광선의 차단으로 인해 하부 조직의 신장생장이 촉진되는 것으로 판단된다. 엽면적에 대한 작물별 온도의 영향은 다양하다. Fuchsia¹⁹⁾의 엽면적은 줄기 신장과 마찬가지로 주간온도가 증가하거나 야간온도가 감소할 때 증가하였고, 부활절 백합의 엽육세포 길이는 주간온도를 14에서 26°C로 증가시키면 증가하였으며²⁰⁾, 오이는 -DIF 처리구가 +DIF 처리구에 비해 엽면적이 적었다¹⁾. 한편 chili pepper는 야온이 13°C 내지 20°C으로 낮고, 주온이 27°C로 높을 때 엽면적이 최대로 되었다¹³⁾. 이와 같이 엽면적은 작물의 종류에 따라 각각 다른 반응을 나타내는데 이는 생육적온과도 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

줄기직경 : 주야간 온도차(DIF) 처리에 의한 줄기직경의 변화는 주야간 모두 24°C에서 가장 양호하였다(표 3). 주야간 모두 16°C에

Table 3. Effect of DIF on stem diameter and leaf area in bell pepper plug seedling.

Night temp. (°C)	Stem diameter (mm)					Leaf area (cm ²)				
	Day temperature (°C)					Day temperature (°C)				
	16	20	24	28	Mean	16	20	24	28	Mean
16	2.5	2.9	3.7	3.5	3.2	—	8.3	12.3	11.7	10.8
20	2.9	3.1	3.7	3.3	3.3	8.3	9.2	12.7	12.2	10.6
24	3.3	3.5	3.7	3.7	3.5	9.8	10.9	12.2	12.8	11.4
28	3.3	3.4	3.6	3.5	3.5	8.2	9.5	11.4	11.4	10.1
Mean	3.0	3.2	3.6	3.5		8.8	9.5	12.2	12.0	
DT			***							
NT			***							
DT×NT			***							

서 24℃까지는 줄기직경이 증가하다가 그 이상의 온도에서는 오히려 감소하는 경향이였다. 이러한 결과는 엽면적과 일치하는 것으로서 줄기 직경은 엽면적과 깊은 관계가 있는 것으로 보인다. 본 실험의 결과에 나타난 특징을 보면, -DIF 처리에 의해 초장신장이 억제된 식물체는 초장신장이 증가된 개체에 비해 줄기직경이 그다지 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 엽면적의 결과와 일치하고 초장이 억제된다고 하여 줄기직경이 증대되는 것이 아닌 것으로 보아 줄기직경은 식물의 최적 생육온도와 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

생체중 및 건물중 : 생체중과 건물중에 대한 주야간 온도처리의 영향은 표 4와 같다. 생체중과 건물중은 초장과는 달리 DIF에 의해 영향을 받지 않고, 줄기직경과 함께 일평균온도에 의해 영향을 받았다. 그러나 일평균온도가 28℃인 처리구에서는 오히려 감소하는 경향이였다. 최 등^{9,10)}은 고추 유묘 생장에 대한 기온과 지온의 실험에서 기온이 13℃보다 18℃에서, 지온은 13℃에서 28℃으로 증가할수록 건물중이 증가한다고 하였다. Agrawal 등¹¹⁾은 오이의 주야 온도처리에서 +DIF 처리보다 -DIF 처리에서 초장을 비롯 건물중과 생체중 공히 감소하였다고 보고하였다. 감자에 대한

주야 온도처리 실험에서 DT/NT=22/14℃(+8 DIF) 처리구와 DT/NT=14/22℃(-8 DIF) 처리구의 비교에서, DT/NT=22/14℃ 처리구의 구중이 DT/NT=18/18(0 DIF) 처리구보다 25% 증가하였고, DT/NT=14/22℃ 처리구는 DT/NT=18/18 처리구보다 'Denali'는 78%, 'Norland'는 51% 구중이 감소하였다고 보고하였다¹⁾. 작물의 종류마다 건물중에

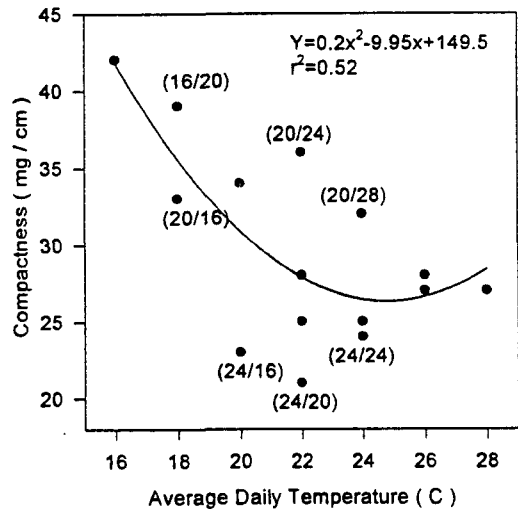


Fig. 2. Effect of ADT on compactness in bell pepper plug seedlings.

Table 4. Effect of DIF on fresh and dry weights of bell pepper plug seedlings.

Night temp. (°C)	Fresh weight (g/plant)					Dry weight (mg/plant)				
	Day temperature (°C)					Day temperature (°C)				
	16	20	24	28	Mean	16	20	24	28	Mean
16	1.7	2.3	3.8	3.7	2.9	220.0	260.0	320.0	350.0	287.5
20	2.2	2.5	3.9	4.0	3.2	250.0	290.0	330.0	400.0	317.5
24	2.6	3.2	4.3	4.7	3.7	260.0	350.0	390.0	450.0	362.5
28	2.4	3.9	4.7	4.0	3.8	230.0	320.0	430.0	460.0	360.0
Mean	2.2	3.0	4.2	4.1		240.0	305.0	367.5	415.0	

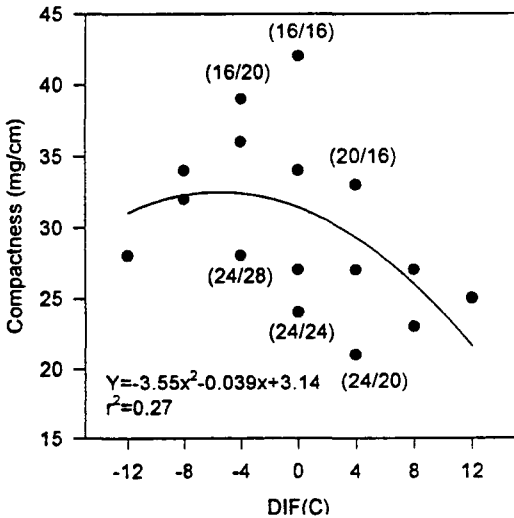


Fig. 3. The relationship between compactness and DIF on *C. annuum* 'New Ace'.

대한 온도처리 결과가 다르게 나타나지만 전반적으로 +DIF가 -DIF보다 건물중이 큰 것으로 나타났다. 그러나 묘전체의 건물중보다 줄기의 단위길이당 건물중(Compactness=DW/height)을 비교해 보면 일평균온도에 의해 크게 좌우되었으며, -DIF가 +DIF보다 크다는 사실을 알 수 있다(그림 2, 3). 피망 유묘의 경우 seedling index는 일평균온도에 의해 영향을 받았는데 일평균온도가 14°C에서 26°C로 증가하면 0.6에서 1.6으로 증가하고 -DIF에서 +DIF로 DIF가 증가할수록 커진다⁴⁾. 이 사실은 조직의 강건성은 -DIF 처리조건에서

더욱 치밀하다는 것을 의미한다. 유묘는 정식 후 스트레스를 적게하고 불량환경 하에서 생존할 수 있어야 하기 때문에 단위 길이당 건물중(Compactness)이 무거워야 할 것으로 생각된다.

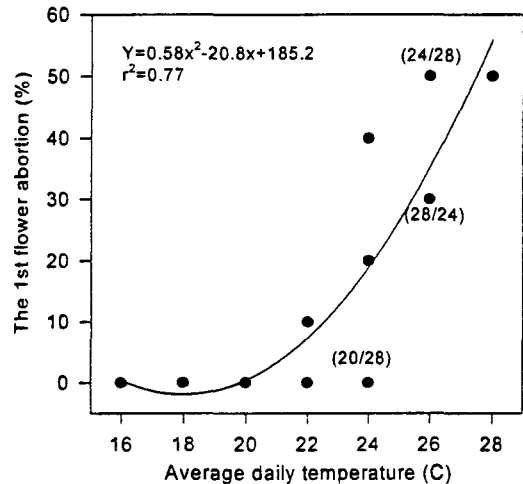


Fig. 4. Effect of average daily temperature on the 1st flower abortion in bell pepper plug seedlings.

제 1번 화 퇴화 : 플러그 육묘시 받은 온도 처리에 의한 제1번 화의 퇴화 정도는 그림 4와 같다. 1번 화의 퇴화는 일평균온도가 24°C에서는 20% 미만이었으나 일평균온도가 증

가하면서 증가하여 일평균온도가 28℃에서는 50% 이상 퇴화되었다. 따라서 일평균온도가 지나치게 높은 조건에서 육묘하면 1번화의 퇴화를 초래하므로 일평균온도가 24℃이하에서 육묘하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2. 정식후 생장과 개화반응

초장 : 육묘시 온도처리에 의해 다르게 생장한 플러그묘를 정식후 40일째 생육조사한 결과는 표 5와 같다. 플러그 육묘시 주야간 온도처리에 의한 초장의 변화와 정식후 40일째 초장의 변화를 비교해 보면 정식전에는 주간온도에 의해 영향을 받았으나 정식후에는 전체 처리간 초장의 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다. 반면 1번 화 착생절위까지의 길이는 육묘시 DT/NT=16/20℃ 처리구에서 6.5cm로 줄기신장이 억제되었으나 정식후에는 52.4cm로서 다른 처리구에 비해 신장율이 현저히 컸다. 특히 주야간온도가 낮은 온도범위(16~20℃)의 처리구에서 신장율이 높은 반면 일평균온도가 24℃이상 처리구에서는 신장율이 감소되었다.

마디수 : 육묘시 받은 주야간 온도처리간 정식후 생육속도는 표 5와 같다. 16~28℃ 범

위의 주야간 온도조합 처리간 마디수의 차이는 인정되지 않았다. 육묘기간(50일) 동안 주야간 온도 처리후 마디수는 일평균온도가 증가할수록 엽전개 속도가 촉진되어 DT/NT=16/16℃ 처리구에서는 6.0로 DT/NT=28/28℃ 처리구의 7.8에 비해 1.8마디가 적었으나 정식 45일후 마디수는 DT/NT=16/16℃와 DT/NT=28/28℃ 처리구에서는 14.9와 14.8로서 마디수에 차이가 없었으며 전체적으로 마디수가 비슷한 양상을 나타내었다. 이러한 결과는 육묘시 생육일수는 같으나 발육이 저하되었던 묘가 정식후 생육적온 범위에서 재배하면 육묘시 발육이 빨랐던 처리구보다 더욱 빨리 발육한다는 것을 의미한다. 임³⁰⁾은 살비아 플러그묘의 주야간 온도처리시 -DIF 조건에서 억제되었던 절간신장 및 생장은 정식후 +DIF 조건의 자연환경에서 생장이 급격히 회복되며 왕성해진다고 하였다. 이러한 현상은 -DIF 조건에서 억제되었던 내생 호르몬 특히 지베렐린의 활성이 급격히 증가하는데 기인된다고 여겨진다.

제 1번 화 착생절위 : 제 1번 화 착생 절위는 각 온도처리마다 다르게 나타났는데(표 6) 일평균온도와 주간온도가 증가할수록 발육속

Table 5. Effect of DIF on plant height and number of nodes at 40 days after transplanting in bell pepper seedlings.

Night temp. (°C)	Plant height (cm)					Number of node				
	Day temperature (°C)					Day temperature (°C)				
	16	20	24	28	Mean	16	20	24	28	Mean
16	48.9	51.1	49.6	47.3	48.2	14.9	14.8	14.0	13.9	14.4
20	52.4	49.2	46.6	47.3	48.9	15.8	14.5	13.9	14.2	14.6
24	51.5	46.8	52.0	49.3	49.9	15.5	14.8	14.3	14.1	14.7
28	42.9	47.6	45.3	50.2	46.5	14.6	14.8	13.8	14.8	14.5
Mean	48.9	48.7	48.4	48.6		15.2	14.7	14.0	14.3	
DT			ns					***		
NT			*					ns		
DT×NT			**					ns		

ns, *, **, *** Nonsignificant or significant at P=0.1, 0.05 and 0.001, respectively.

도(엽전개속도)도 빠를뿐만 아니라 제 1번화의 착생 절위도 낮아졌다. 플러그 육묘시 가장 중요한 요인은 우선 초장조절이 선행되어야 하며 육묘시 초장조절을 위한 온도조건에 의해 개화 및 결실에 부의 효과가 없어야 한다. 최 등¹⁰⁾은 고추육묘시 야간온도 실험에서 야간온도가 증가할수록 화아분화가 촉진된다고 하였고, Rylski⁴⁰⁾도 야간온도가 증가할수록 화아분화 절위가 낮아진다고 보고하였다. 본 실험에서는 전체적으로 일평균온도가 증가할

수록 화아분화 절위가 낮아졌으며, 주간온도가 야간온도에 비해 증가할수록 화아분화가 촉진되는 것으로 나타났다. 이러한 결과의 차이는 최와 Rylski의 경우 야간온도를 중심으로 고찰하였고 본 실험은 주야간의 상호작용을 고찰한 결과에 기인하는 것으로 판단된다. 따라서 피망의 화아분화는 주간온도나 야간온도에 상관없이 일평균온도에 의해 영향을 받는 것으로 판단된다.

Table 6. Effect of DIF on number of nodes and stem length to 1st flower of bell pepper seedlings at 40 days after transplanting.

Night temp. (°C)	Node of first flower					Stem length to the first flower (cm)				
	Day temperature (°C)					Day temperature (°C)				
	16	20	24	28	Mean	16	20	24	28	Mean
16	7.6	7.4	6.2	6.4	6.9	19.6	19.7	18.1	16.2	18.4
20	7.6	7.1	6.4	6.2	6.8	17.5	17.6	19.2	15.2	17.4
24	7.4	6.9	5.8	5.8	6.5	14.6	14.4	15.6	16.5	15.3
28	7.3	6.6	5.5	5.8	6.3	11.7	13.4	15.6	17.1	14.5
Mean	7.5	6.3	6.0	6.1		15.9	16.3	17.1	16.3	
DT			***					**		
NT			**					***		
DT×NT			ns					***		

ns, **, ***, Nonsignificant or significant at $P=0.01$ and 0.001 , respectively.

Table 7. Effect of DIF on flower number and fruit setting per plant of bell pepper seedlings at 40 days after transplanting.

Night temp. (°C)	Number of flower					No. of fruit setting				
	Day temperature (°C)					Day temperature (°C)				
	16	20	24	28	Mean	16	20	24	28	Mean
16	26.4	22.9	25.4	30.0	26.2	5.4	5.4	6.9	9.1	6.7
20	32.2	28.5	23.0	24.2	27.0	4.5	5.8	7.9	7.7	6.5
24	26.8	26.3	28.0	25.5	26.7	7.3	6.0	6.2	6.4	6.6
28	29.0	31.0	28.4	24.1	28.1	7.3	6.6	5.5	5.8	6.3
Mean	28.6	27.2	26.2	26.0		6.1	6.0	6.6	7.3	
DT			ns					ns		
NT			ns					ns		
DT×NT			ns					*		

ns, * Nonsignificant or significant at $P=0.05$ level.

착과수 : 화수와 착과수에 대한 주야간 온도처리 결과는 표 7과 같다. 육묘시 처한 주야간 온도조건에 따른 정식후 착화수와 착과수는 DT/NT=16/28℃(-12 DIF) 처리구는 각각 29.0과 7.3이었고, DT/NT=28/16℃(+12 DIF) 처리구는 30.0과 9.1로서 DIF간 화수의 차이는 없었으나 착과수는 +DIF 조건에서 육묘한 개체가 정식후 다소 양호하였다.

摘 要

피망(*Capsicum annuum* L.) 플러그 육묘시 초장 조절을 위해 주야간 온도차(DIF)에 따른 16조합 처리를 50일간 실시한 뒤 각각의 묘소질에 따른 정식후 생육에 관하여 실험하였다. 주야간 온도차 처리에 따른 피망 플러그묘의 초장은 주간온도가 증가함에 따라 증가하였고, 같은 일평균온도에서는 -DIF에 의해 억제되고, +DIF에 의해 촉진되었다. 엽전개 속도는 DIF처리 효과보다는 일평균온도에 의해 좌우되었고, 생체중 및 건물중은 일평균온도가 증가할수록 증가하였고 야간온도에 비해 주간온도가 크게 영향을 미쳤다. 엽면적과 줄기직경은 주야간온도가 16℃부터 24℃로 증가할 때까지 증가하다가 그 이상의 온도에서는 감소하였다. 육묘시 온도처리에 따른 제 1번 화의 착생절위는 일평균온도가 증가할수록 낮아졌으나 화퇴의 퇴화는 오히려 증가하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 피망육묘시 DIF를 조절하여 육묘시 초장조절이 가능하며 -DIF 처리로 초장이 억제된 유묘일지라도 정식후 +DIF 조건에서 재배함으로써 생육을 촉진시킬수 있었다. 또한 엽전개 속도(생육속도)와 제 1번 화의 화아분화도 일평균온도를 조절함으로써 조절이 가능하며, 적온범위내에서 일평균온도를 증가시킴으로써 화아분화를 촉진시킬수 있다고 판단된다.

引用文獻

1. Agrawal, M., D.T. Krizek, S.B. Agrawal,

G.F. Kramer, E.H. Lee, R.M. Mirecki, and R.A. Rowland. 1993. Influence of inverse day/night temperature on ozone sensitivity and selected morphological and physiological responses of Cucumber. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(5) : 649-654.

2. Bennett, S.M., T.W. Tibbitts, and W. Cao. 1991. Diurnal temperature fluctuation effects on potatoes grown with a 12hrs photoperiod. *Amer. Potato J.* 68 : 81-86.
3. Berghage, R.D. 1989. Modeling stem elongation in *Euphorbia pulcherrima*. Ph. D. dissertation. Michigan State Univ., East Lansing.
4. Berghage, R.E. and R.D. Heins. 1990. Modelling poinsettia stem elongation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 : 14-18.
5. Berghage, R.D., N. Lownds, J.E. Erwin, and R.D. Heins. 1991. Circadian temperature effects on nutrient content of poinsettia leaves. *HortScience* 26 : 713.
6. Biddington, N.L. 1986. The effects of mechanically-induced stress in plants-A review. *Plant Growth Regulat.* 4 : 103-123.
7. Bidinotto, R.J. 1990. The great apple scare. *Reader's Digest*, October.
8. 최관순. 1994. 제 6장. 각 작형의 재배기술. In: 고추, 토마토. 오성출판사. pp. 321-381.
9. 崔周星. 1980. 고추 育苗期の 夜溫이 生育 및 開花結實에 미치는 影響. 慶北大學校 碩士學位 論文集. 12 : 1-24.
10. 崔周星, 嚴永哲, 康庚姬, 李愚升. 1994. 고추 苗 素質에 미치는 苗床의 夜溫 및 育苗口數의 影響. 韓園誌. 35(1) : 1-11.
11. Dale, J.E. 1964. Some effects of alternating temperature on the growth of French bean plants. *Ann. Bot. N. S.* 28 : 127-135.

12. Dale, J.E. 1965. Leaf growth in *Phaseolus vulgaris*. II. Temperature effects and the light factor. Ann. Bot. 29 : 293-308.
13. Dorland, R.E. and F.W. Went. 1947. Plant growth under controlled conditions. VIII. Growth and fruiting of the chili pepper. Amer. J. Bot. 34 : 393-401.
14. Erwin, J.E., 1991. Thermomorphogenesis in plants. Ph. D. thesis. Michigan State Univ., East Lansing.
15. Erwin, J.E., R.D. Berghage, and R.D. Heins. 1991. Circadian temperature effects on plant chlorophyll content. HortScience 26 : 105.
16. Erwin, J.E. and R.D. Heins. 1990. Temperature effects on lily development rate and morphology from the visible bud stage until anthesis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 644-646.
17. Erwin, J.E. and R.D. Heins. 1995. Thermomorphogenic responses in stem and leaf development. HortScience. 30 (5) : 940-949.
18. Erwin, J.E., R.D. Heins, and M.G. Karlsson. 1989. Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum* Thunb. Amer. J. Bot. 76 : 47-52.
19. Erwin, J.E., R.D. Heins, and R. Moe. 1991. Temperature and photoperiod effects on *Fuchsia xhybrida* morphology. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 955-960.
20. Erwin, J.E., P. Velguth, and R.D. Heins. 1994. Diurnal temperature fluctuations affect *Lilium* cell elongation but not division. J. Expt. Bot, 45 : 1019-1025.
21. Grimstad, S.O. and E. Frimanslund. 1993. Effect of different day and night temperature regimes on greenhouse cucumber young plant production, flower bud formation and early yield. Sci. Hort. 53 : 191-204.
22. Heins, R.D. and J.E. Erwin. 1990. Understanding and applying DIF. Greenhouse Grower 8 : 73-78.
23. Jacobsen, L.H., M.G. Amsen, and O.F. Nielsen. 1991. Negative DIF: Mean room temperature control and its effect on short-day plants. Tidsskr. Planteavl 95 : 441-447.
24. Jaffe, M.J. 1973. Thermomorphogenesis: The response of plant growth and development to mechanical stimulation. Planta. 114 : 143-157.
25. Karlsson, M.G., R.D. Heins, J.E. Erwin, R.D. Berghage, W.H. Carlsson, and J.A. Biernbaum. 1989. Irradiance and temperature effects on time of development and flower size in chrysanthemum. Sci. Hort. 39 : 257-267.
26. Kozai, T., S. Kushihashi, C. Kubota, and K. Fujiwara. 1992. Effect of difference between photoperiod and dark period temperatures, and photosynthetic photon flux density on the shoot length and growth of potato plantlets in vitro. J. Jpn. Soc. Sci. 61 : 93-98.
27. Latimer, J.G. 1991. Mechanical conditioning for control of growth and quality of vegetable transplants. HortScience 26 : 1456-1461.
28. Latimer, J.G. 1993. Mechanical conditioning of greenhouse-grown transplants. HortTechnology 3 : 412-414.
29. Latimer, J.G. and P.A. Thomas. 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. HortTechnology 1 : 109-110.
30. 林箕柄. 1996. 晝夜間 溫度差(DIF)에 의한 草花類 Plug 苗의 生長과 開花反應. 慶北 大學校 博士學位 論文集. pp. 26-28.
31. Ludolph, D. 1992. Height control of ornamental plants without chemical growth

- retardents. Ohio Florist's Bul. 748 : 1-4.
32. Marius G.A. L.H. Jacobsen, and J.J. Brondum. 1990. Negative DIF: The effect of temperature drop prior to daybreak on internode length of young tomato seedlings. Tidsskr Planteavl 94 : 503-506
33. Miller, W.B. 1991. Try mechanical stress as a "matural" growth regulator. GrowerTalks 55 : 81-85.
34. Miller, W.B. 1993. Reversed greenhouse temperatures alter carbohydrate status in *Lilium longiflorum* Thunb. 'Nellie White'. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118 : 736-740.
35. Milthorpe, F.L. 1959. Studies on the expansion of the leaf surface. I. The influence of temperature. J. Expt. Bot. 10 : 233-249.
36. Mitchell, C.A., C.J. Severson, J.A. Wott, and P.A. Hammer. 1975. Seismomorphogenic regulation of plant growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 : 161-165.
37. Moe, R. and R.D. Heins. 1990. Control of plant morphogenesis and flowering by light quality and temperature. ActaHort. 272 : 81-89.
38. Moe, R. and R.D. Heins, and J.E. Erwin. 1991. Effect of day and night temperature alterations, and plant growth regulators on stem elongation and flowering of the long-day plant *Campanula isophylla* Morettii. Sci. Hort. 48 : 141-151.
39. 박한영, 손기철, 구은경, 임기병, 김병환. 1996. 주야 온도차(DIF) 처리가 고추 플러그묘의 생육에 미치는 영향. 한국원예학회지 37(5) : 617-621.
40. Rylski, I. 1972. Effect of the early environment on flowering in pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 648-651.
41. Si, Y. and R.D. Heins. 1996. Influence of day and night temperatures on sweet pepper seedling development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4) : 699-704.