

육묘기 야간 저온이 봄배추의 생육에 미치는 영향

이준구* · 이지원 · 박수형 · 장윤아 · 오상석 · 서태철 · 윤형권 · 엄영철
국립원예특작과학원 채소과

Effect of Low Night-time Temperature during Seedling Stage on Growth of Spring Chinese Cabbage

Jun Gu Lee*, Jiweon Lee, Suhung Park, Yoon-Ah Jang, Sang Seok Oh,
Tae Cheol Seo, Hyeong-Kwon Yoon, and Young-Cheol Um

Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea

Abstract. The growth and bolting characteristics of spring Chinese cabbage cultivars at two night-time temperature treatments such as 5°C and 10°C during seedling stage were investigated to establish a safe environmental management strategy for raising seedlings. The low night-time temperature treatments were applied at 5, 10, and 15 days after sowing and the treatment durations were 5, 10, and 15 days in each of treatment beginning. The growth of seedlings in all the tested cultivars were linearly reduced as the treatment duration was extended and no symptoms of bolting were found. The reduction rate in seedling growth of 'Chunkwang' reached to 59.3% at most by 15 days of 5°C treatment when it be compared to that of control. However, no symptoms of bolting were shown in the treatments of two night-time temperatures until the harvest at 90 days after sowing, indicating that the vernalization effect by low night-time temperature could be mitigated by subsequent day-time optimal temperature management. This study showed that the major spring Chinese cabbage cultivars require more ultimate level of low night-time temperature treatment for the vernalization than this study. It is also supposed that the optimal day-time temperature management can reduce or delay the rate of bolting, even if the seedlings were exposed to short-term low temperature below 5°C during night-time.

Key words : Chinese cabbage, low night-time temperature, bolting, vernalization

서 론

우리나라의 배추 재배는 봄, 고랭지, 김장, 월동배추 등으로 작형이 세분화되어 연중 생산되고 있으며 각각의 재배시기에 맞는 다양한 특성의 배추 품종이 이용되고 있다. 그러나 각 작형에 적합한 품종과 재배기술이 적용되고 있음에도 불구하고 추대, 생리장해 등 재배기간 중 부적절한 환경관리로 인한 품질저하 문제가 지속적으로 제기되고 있는데, 최근의 이상기후로 인하여 이러한 현상은 더욱 빈번하게 발생하고 있다. 특히 봄배추의 경우에는 육묘기가 저온기에 해당하여 저온에 의한 조기 화아분화 위험성이 높고 정식 후에도

고온장일에 의한 추대 촉진으로 생육 및 품질 저하 위험이 상존하고 있다.

배추는 품종에 따라 많은 차이를 보이지만 화아분화가 저온에 의해 유발되며 이후의 고온장일 환경 조건 하에서 화경신장과 개화가 촉진된다(Eguchi 등, 1963; Yamasaki, 1956). 배추의 추대에 관여하는 환경 요인에 대해서는 많은 연구들이 이루어져 왔는데, 일반적으로 13°C 이하의 저온이 중요하게 작용하는 것으로 알려져 있으나(Yamasaki, 1956), 연구자에 따라서 화아분화를 유도하는 임계 온도는 서로 달리 제시되어 왔다(Guttormsen과 Moe, 1985; Heide, 1970; Lorenz, 1946). 또한, 저온처리 후의 일장(Moe와 Guttormsen, 1985)과 광질 및 광도 역시 저온처리 효과의 안정화에 영향을 미치며(Pressman과 Shaked, 1988), 저온에 반응하는 양상 또한 품종간 차이가 존재한다는 사실이

*Corresponding author: goahead1@korea.kr
Received October 15, 2011; Revised December 26, 2011;
Accepted December 28, 2011

알려져 있다(Guttormsen과 Moe, 1985). 저온에 이미 감응하여 화이분화가 이루어진 식물체의 춘화처리 효과는 저온처리 후의 고온과 단일 조건에서 이춘화현상에 의하여 가역적으로 상쇄되기도 한다(Elers와 Wiede, 1984a, 1984b; Napp-Zinn, 1973).

이와 같이 온도와 일장 등의 환경 요인들은 배추의 추대와 생육에 크게 영향을 미치므로 봄배추 재배시 불시추대를 억제하기 위한 연구들이 또한 이루어진 바 있다. 생장조절물질의 처리를 통한 추대 억제(Seong 등, 2003; Pressman과 Aviram, 1986), 교배집단 내의 유전분석(Yoon 등, 1982)과 유전자연관지도의 작성(Zhang 등, 2006; Cheng 등, 2009; Ajisaka 등, 2001) 등을 통해 특정 환경 조건 하에서 추대 위험성이 낮은 품종의 개발 노력 등이 이루어져 왔다.

이와 같이 배추의 추대생리와 관련된 기초 지식은 많은 연구를 통해 알려져 있으나 기상, 작형, 품종 등의 다양한 변화에 대응하여 품질저하의 위험성에 대처할 수 있는 실용적 연구결과는 매우 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 봄배추 육묘 시 실질적으로 노출 가능한 야간 온도를 상정하여 저온처리 시기 및 기간을 달리하고, 정식 후 생육 및 추대 여부를 평가하여 육묘 관리 및 작황 예측을 위한 자료로 활용하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

실험재료로 봄배추 품종인 ‘춘광’(cv. Chungwang, Sakada), ‘춘황’(cv. Chunwhang, Sakada), ‘썬그린’(cv. Sun Green, Seminis Korea), ‘태청봄’(cv. Taecheongbom, Singenta), ‘싱싱봄’(cv. Singsingbom, 동부한농), ‘대통’(cv. Daetong, 농우바이오) 및 ‘력광’(cv. Ryeokgwang, 농우바이오)의 7개 품종을 이용하였다. 육묘기 야간 저온처리에 따른 품종별 생육을 평가하기 위해서 105공 플러그트레이에 상토(홍농바이오 상토 1호)를 충전하고 4월 1일에 품종별로 파종하고 자엽이 전개 한 후 5일째부터 생육상을 이용하여 단계적으로 육묘기 야간 저온처리를 실시하였다.

품종별로 5°C의 야간 저온처리 기간을 0, 5, 10, 및 15일로 달리하여 파종 후 30일째에 육묘 생육을 6월 28일 수확 시점에 최종 생육과 추대 여부를 조사하였다. 일중 야간저온 처리 시간은 오후 6시부터 9시

까지의 15시간 동안이었으며(일장 9시간) 매일 저온처리 후 플러그트레이를 생육상에서 자연광 조건의 육묘 온실로 옮겨 정식일까지 육묘하였다. ‘춘광’ 품종에 대하여서는 별도로 육묘기 야간 동안의 저온처리 온도, 시기 및 기간이 생육에 미치는 복합적인 영향을 구명하고자 하였다. 저온 처리온도는 5°C와 10°C의 2수준, 저온처리 개시는 파종 후 5일(자엽기), 10일(본엽 1~2매기) 및 15일째(본엽 3~4매기)의 3시점, 처리기간은 각 온도와 처리시작 시점에 대하여 5일, 10일 및 15일간의 3수준으로 달리하여 총 30일간 육묘한 후 육묘 생육과 포장재배 후 생육을 조사하였다.

저온처리를 위하여 사용한 생육상은 암조건 하에서 각 처리온도에 맞도록 5°C ± 1°C와 10°C ± 1°C로 설정하였으며 습도는 별도로 조절하지 않았다. 배추의 재배는 표준재배법에 근거하여 실시하였으며, 재배기간 중 별도의 추비는 하지 않았으며 노균병 및 줄나방 방제를 위해 각 1회 약제를 살포하였다.

결과 및 고찰

30일간의 육묘 기간 동안 육묘온실 내 주간 온도 30°C를 넘는 날이 5일이었으며 야간 최저온도는 15°C 이상이 되도록 조절하여 저온에 의해 화이분화가 일어나지 않도록 하였다(Fig. 1A). 이러한 육묘온실의 환경 조건 하에서 품종과 저온처리구별로 생육상을 이용하여 15시간 동안의 야간 저온처리를 하였다. 야간 저온처리 이후에 4월 25일 품종 및 처리구별로 포장에 정식하였는데, 포장 조건하에서 수확 시점까지의 기온 분포는 6월 상순 경 30°C 이상의 주간 최고온도에 조우하였으며 전 포장 재배기간 동안 Yamasaki (1956)가 추대에 중요하다고 밝힌 온도인 13°C 이하의 저온에 노출된 시간은 234시간이었다. 포장에 정식한 후 기온은 평균 15°C 정도에서 변화하였으며 정식 후 3일째의 야간 최저온도가 1일간 5°C 이하로 내려갔으나 이것이 육묘기간 동안의 저온효과에 영향을 주는 정도의 수준으로는 생각되지 않았다(Fig. 1B).

7개 봄배추 품종 모두 5°C의 야간 저온처리 기간이 15일까지 길어짐에 따라 생체중과 엽면적이 유의적으로 크게 저하하였다(Fig. 2). 5일간 5°C의 저온처리에 의하여서도 육묘의 생체중은 대부분의 품종에서 감소되었으며 처리기간이 길어짐에 따라 생체중과 엽면적

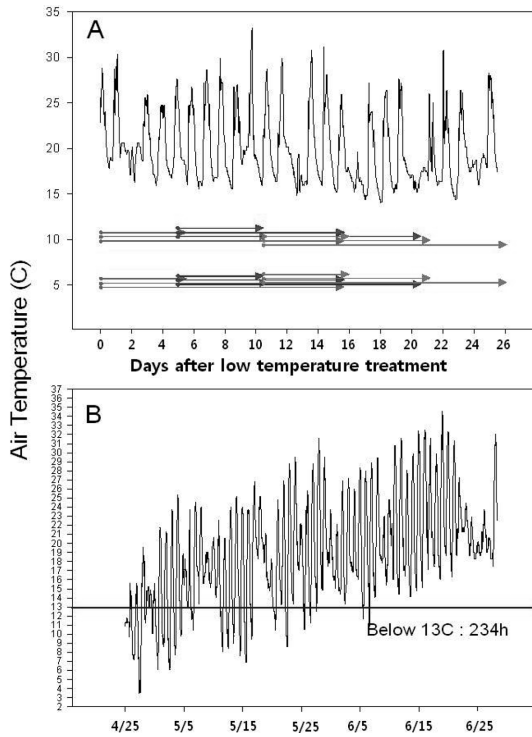


Fig. 1. The fluctuation of air temperature during raising Chinese cabbage seedlings in a glasshouse (A) and during the cultivation period in the field until harvest (B). The horizontal arrows represent the schematic schedule of low night-time temperature treatment period during seedling stage.

은 직선적으로 감소되었다. 배추묘의 생육은 5°C 조건에서 최대 15일간의 야간 저온처리에 의하여 생체중은 대조구의 35.7~45.6%, 엽면적은 31.5~51.8% 수준으로 감소하였다. 따라서 본 실험의 야간 저온처리의 수준은 모든 품종에 있어서 육묘 생육에 크게 영향을 미친 것으로 판단되었다.

육묘 기간 동안의 저온처리 온도와 기간은 육묘 생육에 크게 영향을 미쳤으나 정식 후 수확까지의 기간 동안 배추의 생육은 정상적으로 다시 회복되어 저온처리에 의한 생육 저하 효과가 상쇄되었다(Fig. 3). 6월 28일 수확 시점의 품종별 생육은 엽수에 있어서는 육묘기 저온처리 효과가 없었으며 식물체의 전체 생체중은 ‘력광’ 등 일부 품종에 있어서 대조구에 비해 감소한 경향이었으나 대부분의 품종들의 경우 유의차가 없이 동등한 생체중을 보였다. 또한 모든 품종에 있어서 수확 시점까지 육안으로 확인 가능한 추대경 신장은

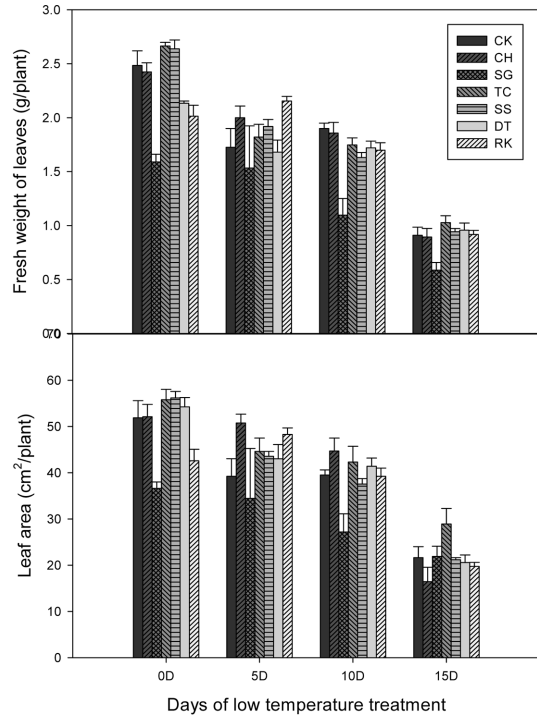


Fig. 2. Fresh weight of leaves (A) and leaf area (B) of 7 different commercial spring Chinese cabbage seedlings after 0, 5, 10, and 15 days of low night-time temperature treatment at 5°C in growth chamber. Vertical bars represent SE of the means.

관찰되지 않아 본 실험에서 상정한 야간 저온의 수준은 초기 추대에 영향을 미치지 않는 범위인 것으로 판단되었다.

‘춘광’ 품종에 있어서 5°C와 10°C의 야간 저온 조건에서 처리 시작시점을 파종 후 5일, 10일 및 15일째로, 처리기간을 5일, 10일 및 15일간으로 복합 처리한 결과, 저온처리 하지 않은 대조구에 비하여 저온처리 온도가 낮을수록, 저온처리 기간이 길수록 육묘의 생육 억제 정도가 증가하였다. 엽수는 야간온도 수준과 처리 시점에 따라 유의적으로 대조구에 비해 감소하였으며 지상부와 지하부 생체중 역시 처리 온도, 저온처리 시점 및 기간 모두에 대하여 부분적으로 영향을 받았다(Table 1).

육묘의 생육을 크게 억제하였던 야간 저온처리의 효과는 포장에 정식 후 대부분 상쇄되었다. 결국중을 제외한 모든 생육지표에 대해서 육묘기 야간 저온처리의 효과는 유의차가 없었으며, 온도가 낮을수록, 기간이

육묘기 야간 저온이 봄배추의 생육에 미치는 영향

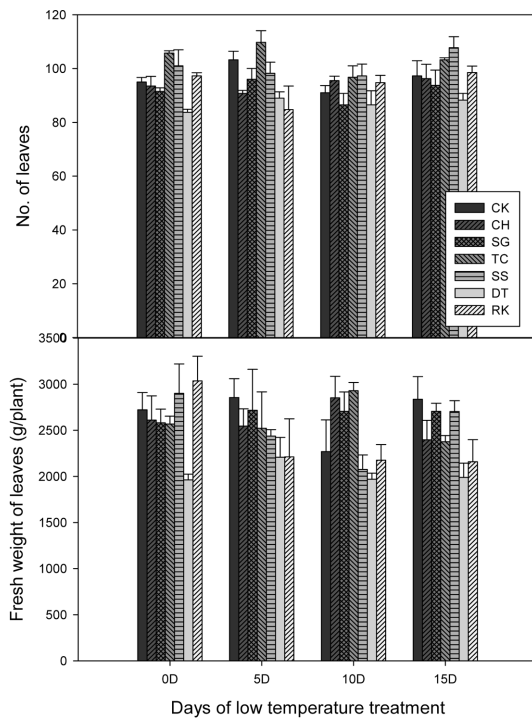


Fig. 3. The growth of 7 different spring Chinese cabbage cultivars at harvest as affected by 0, 5, 10, and 15 days of low night-time temperature treatment at 5°C in growth chamber. Vertical bars represent SE of the means.

길어질수록 전체적인 포장 생육은 저하하는 경향이었으나 생산에 불가능을 초래할 정도의 수준은 아닌 것으로 판단되었다(Table 2). 본 실험에서 최대 15일간의 지속적인 야간 저온처리는 상당히 극단적인 조건을 상정한 것으로서 농업현장에서 이와 같은 극단적인 관리의 사례는 없을 것으로 추정되며, 야간에 5°C에서 15일간 저온에 노출되어도 대조구에 비해 72.3% 정도의 생육을 보여 수확이 가능한 수준으로 판단되었다. 이 결과로부터 농가 현장에서 일부 단기간 야간 저온에 노출되었다고 하여도 정식 후 정상적인 조건에서 생육이 이루어지고 적정 수확기 내에 수확한다면 추대의 위험성은 낮거나 제한적일 것으로 예상할 수 있다.

배추는 화이분화를 위해 저온이 필요하고 화이분화가 추대로 연결되기 위해서는 이후의 장일 조건이 필요한 식물군에 속한다(Napp-Zinn, 1973). 봄배추의 경우 대부분 육묘기가 저온기이고 정식 이후 포장에서도 일부 저온에 조우할 가능성이 높으며 일장이 길어지고 강광 조건이 충족되는 시기와 맞물려 추대의 위험성이

매우 높다고 볼 수 있다. 이러한 추대의 문제는 온도가 상대적으로 낮은 유럽지역에서 더욱 빈번하게 발생할 수 있어 이에 대한 생리적 원인 구명과 방지를 위한 연구가 다수 수행된 바 있다(Elers와 Wiebe, 1984a; 1984b; Guttormsen과 Moe, 1985a; 1985b; Moe와 Guttormsen, 1985).

배추의 추대에 대해서는 Yamasaki(1956)에 의한 13°C 이하의 온도가 중요하게 작용한다는 것이 통설로 받아들여지고 있으나 연구지들에 따라서 이보다 더 낮은 온도가 중요하다고 보고되기도 했다(Heide, 1970). 또한 저온에 조우하는 시점의 묘령이 높을수록 추대는 지연되며 일단 개시된 화이분화는 18~26°C 이상 조건 하에서의 생육기간이 길어짐에 따라 그 효과가 완화될 수 있다고 한다(Guttormsen과 Moe, 1985b; Heide, 1970). 이는 화이분화 유도 온도 이하의 저온에 이미 저온 감응한 식물체의 춘화처리 효과가 없어지게 되는 이춘화현상 때문으로 알려져 있으며(Napp-zinn, 1973), 여러 식물의 경우 단기 고온처리도 이춘화에 효과가 있다(Sachs와 Rylski, 1980)고 알려져 있으나 이춘화에 필요한 온도수준 등의 환경 요인에 대한 객관적 근거는 불충분한 실정이다.

야간 5°C 조건에서 생육단계에 관계없이 15일간 지속적으로 처리하여도 모든 품종에서 추대하지 않고 생산이 가능하였던 본 실험의 결과로부터, 실험에 사용한 봄배추 7품종은 모두 육종과정에서 저온에 대한 화이분화를 극도로 억제한 품종으로 생각된다. 여러 문헌에서 밝힌 것처럼, 생육상 조건에서 실험한 추대 발생의 평균온도 개념은 많이 알려져 있으나 이를 현 시점에서 그대로 적용하기는 어려울 것으로 생각되고, 농업현장의 실제 육묘관리 상황을 상정하여 다시 고찰해야 할 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한 현행 국내 주요 봄배추 품종별 저온감응의 민감도의 차이에 대한 추가 검토가 필요할 것으로 본다. 본 실험에서 야간의 생육상 저온처리 후 주간에는 다시 육묘베드의 자연광 육묘조건으로 이동하였는데 이 과정에서 이춘화 현상에 의해 이미 감응한 저온처리 효과가 상쇄되었다고 판단된다.

일장조건 역시 배추의 화이분화에 크게 영향하는데, 24시간 일장조건만으로도 일부 품종의 경우 저온처리 없이 개화가 가능하며 8시간 이하의 단일조건 하에서는 개화하지 않는다고 알려져 있다(Suge와 Takahashi,

Table 1. The growth of Chinese cabbage ‘Chunkwang’ seedlings as affected low night-time temperature treatment during seedling stage. The values were expressed as the percentage of control.

Night-time temperature (°C) (A)	Timing (Days after sawing) (B)	Duration (Day) (C)	No. of leaves	Fresh weight of leaves	Fresh weight of root	Leaf area		
			% of control					
5	5	5	79.3	59.3	126.0	55.3		
		10	89.7	68.3	95.6	61.7		
		15	86.2	66.6	114.1	58.1		
	10	10	5	89.7	86.2	111.9	81.3	
			10	82.8	64.0	84.1	61.0	
			15	75.9	54.8	78.4	53.9	
		15	5	86.2	79.8	101.8	80.4	
			10	79.3	70.9	78.0	78.5	
			15	86.2	74.2	79.7	79.0	
	10	5	5	89.7	63.9	68.7	64.0	
			10	89.7	80.8	91.2	84.8	
			15	89.7	84.2	78.0	83.9	
		10	5	5	96.6	100.4	93.0	96.2
				10	96.6	96.4	81.1	98.4
				15	89.7	84.0	80.6	82.1
15			5	100.0	92.8	86.3	93.1	
			10	89.7	72.3	106.2	72.8	
			15	93.1	79.2	88.1	88.2	
A			**	**	**	**		
B			ns	**	ns	**		
C			ns	*	*	ns		
A*B			ns	**	**	**		
A*C			ns	ns	**	ns		
B*C			*	**	ns	**		
A*B*C			ns	ns	ns	*		

ns, *, ** Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

1982; Suge, 1984). 일장 조건에 따라 추대에 미치는 임계온도 역시 달라지는데 10시간의 단일 조건 하에서는 15시간의 장일 조건에 비해 추대가 억제된다고 하였다(Moe와 Guttormsen, 1985).

Guttormsen과 Moe(1985a)는 식물체의 연령과 저온 처리 기간이 추대에 지대한 영향을 미치며 추대가 80일 동안 지연되면 구 품질이 좋아지게 된다고 하였는데, ‘춘광’ 품종에서 파종 후 5, 10 및 15일째의 저온처리 시작시점별 처리구에서 모두 추대하지 않고 90일간의 재배 후 정상적인 생산이 가능하며, 현행 배추 품종들에 있어서의 본 실험에서 상정한 야간 저온 수준은 추대에 크게 영향하지 않는 처리범위로 판단되었다. 따라서 본 실험에 이용한 모든 봄배추 품종들은 육묘기 동안의 극단적인 야간 저온 처리에서도 정식 후 정상적인 생육에서 적기 수확이 이루어진다면 실용

적으로 추대가 문제되지 않는 만추대성 품종으로 생각되었다. 봄배추의 추대 방지를 위해서는 육묘기 18°C 정도의 평균온도를 유지하는 것이 좋으나, 저온기 육묘 시 난방비의 절감을 위해 낮은 야간 온도에 불가피하게 단기간 노출되었을 경우 높은 주간온도로 조절하는 것을 하나의 방편으로 생각해 볼 수 있다(Guttormsen과 Moe, 1985b). 그러나 작물과 품종에 따라 이춘화에 관여하는 환경 조건은 상이하므로 실제 추대에는 저온에 조우할 당시의 식물체의 연령, 온도조건 및 일장 등의 많은 요인들이 모두 영향하기 때문에 이에 대한 복합적 효과에 대한 면밀한 검토가 필요하리라 생각된다. 생장억제제의 처리 역시 추대의 방지와 동시에 텃번발생도 억제할 수 있으나(Pressman과 Aviram, 1986) 생장억제제의 처리의 경우 줄기신장도 억제하지만 전체적인 생육도 역시 억제시킬 뿐만 아니라 생산

육묘기 야간 저온이 봄배추의 생육에 미치는 영향

Table 2. The growth of 'Chunkwang' Chinese cabbage at harvest as affected by low night-time temperature treatment during seedling stage. The values were expressed as the percentage of control.

Night-time Temperature (°C) (A)	Timing (Days after sawing) (B)	Duration (Day) (C)	No. of outer leaves	No. of inner leaves	Height of head	Width of head	Fresh weight of head	
			% of control					
5	5	5	77.9	97.7	100.3	87.8	82.0	
		10	84.3	102.8	96.9	93.8	106.0	
		15	94.0	101.0	97.5	97.6	108.9	
	10	10	5	87.6	96.5	90.5	89.3	87.4
			10	80.3	98.8	89.4	88.2	84.2
			15	95.6	99.9	92.3	91.5	80.8
		15	5	76.3	104.4	93.4	96.8	110.0
			10	86.8	99.0	86.0	88.9	90.3
			15	82.7	104.8	91.9	86.5	72.3
10	5	5	91.6	100.8	89.3	93.1	110.4	
		10	93.2	102.6	84.8	87.0	89.0	
		15	96.4	98.8	86.0	93.0	88.3	
	10	10	5	81.1	99.4	88.8	91.9	104.9
			10	82.0	98.8	94.6	97.2	99.4
			15	91.6	104.6	92.9	88.5	98.4
		15	5	84.3	102.4	94.0	91.2	103.8
			10	81.9	98.8	87.7	100.2	102.2
			15	80.3	97.0	91.1	90.0	74.5
A			ns	ns	ns	ns	ns	
B			ns	ns	ns	ns	*	
C			ns	ns	ns	ns	ns	
A*B			ns	ns	ns	ns	ns	
A*C			ns	ns	ns	ns	ns	
B*C			ns	ns	ns	ns	*	
A*B*C			ns	ns	ns	ns	ns	

ns, *, ** Non-significant or significant at P = 0.05 or 0.01, respectively.

물의 안전성에 대한 검토가 필요하므로 사용에 신중을 기할 필요가 있다.

본 실험의 결과로, 시판되는 주요 봄배추 품종에 대한 야간 저온처리의 효과는 육묘 생육과 수량에 일부 영향을 미치지만 생산이 불가능할 정도의 수준은 아니었으며 실제 농업 현장에서의 환경관리의 수준을 고려해 볼 때, 주야간 지속적으로 저온조우가 이루어지지 않는다면 추대의 위험성은 낮다고 보여진다. 배추의 추대는 저온으로 인한 화이분화가 선결되어야 하나, 육묘 기간 중 저온에 노출되었다 하여도 정식 후의 환경 조건이 화경신장에 보다 중요한 요인이 될 수 있을 것으로 추정된다. 따라서 추후 정식 후 온도, 토양수분, 일장, 생육기간 등 추대경 신장에 영향을 미치는 환경 요인에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 주요 봄배추 품종에 대하여 야간 저온처리가 생육 및 추대에 미치는 영향을 평가하여 봄배추 육묘 시 안정 환경관리의 기준을 설정하고자 수행하였다. 시험에는 '춘광' 등 주요 봄배추 7품종을 이용하였으며 생육상을 이용하여 야간에 5°C 및 10°C의 저온처리를 실시하였다. 처리시점은 파종 후 5, 10 및 15일째부터, 처리기간은 각 처리시작 시점부터 5, 10 및 15일간으로 각각 조합 처리한 후 포장에서의 생육 및 추대 여부를 조사하였다. 시험에 사용한 모든 품종에 있어서 최대 5°C에서 15일간의 야간 저온처리에 의하여 육묘생육은 크게 저하하였으나 재배기간 동안 추대는 일어나지 않았으며 정식 90일 후 정상적인 수확이 가능하였다. '춘광' 품종에 대한 육묘기 야간 저

온처리 개시 시점과 처리기간의 복합 처리 결과, 낮은 온도조건으로 어린식물체의 상태에서 처리기간이 길어짐에 따라 묘 생체중이 대조구에 비해 최대 59.3%까지 크게 감소되었다. 반면 저온처리 후 생육이 극도로 억제된 묘는 정식 후 생육이 다시 회복되어 수확 시 생체중은 대조구 대비 72.3~110%의 범위를 나타내어 모든 처리구에서 정상적인 수확이 가능하였다. 또한 5°C 또는 10°C에서 최대 15일간의 육묘기 야간저온 처리에 의한 추대 현상은 관찰되지 않았다. 본 연구를 통해 봄배추 주요 품종에 대한 육묘기 야간저온이 생육에 미치는 영향은 제한적으로 나타났다. 육묘기간 동안 단기간 5°C 이하의 저온에 노출된 경우에도 주간의 적정한 온도관리와 포장에서의 기후조건에 따라 추대를 지연시키거나 방지시킬 수 있을 것으로 생각된다.

주제어 : 배추, 야간 저온처리, 추대, 춘화처리

인 용 문 헌

- Ajisaka, H., Y. Kuginuki, S. Yui, S. Enomoto, and M. Hirai. 2001. Identification and mapping of a quantitative trait locus controlling extreme late bolting in Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis* syn. *campestris* L.) using bulked segregant analysis. *Euphytica* 118:75-81.
- Cheng, Y., J. Geng, J. Zhang, Q. Wang, Q. Ban, and X. Hou. 2009. The construction of a genetic linkage map of non-heading Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *chinensis* Makino). *J. Genet. Genomics* 36:501-508.
- Eguchi, T., T. Matsumura, and T. Koyama. 1963. The effect of low temperature on flower and seed formation in Japanese radish and Chinese cabbage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 82:322-331.
- Elers, B. and H.J. Wiebe. 1984a. Flower formation of Chinese cabbage. I. Response to vernalization and photoperiods. *Sci. Hortic.* 22:219-231.
- Elers, B. and H.J. Wiebe. 1984b. Flower formation of Chinese cabbage. II. Anti-vernalization and short-day treatment. *Sci. Hortic.* 22:327-332.
- Guttormsen, G. and R. Moe. 1985. Effect of plant age and temperature on bolting in Chinese cabbage. *Sci. Hortic.* 25:217-224.
- Heide, O.M. 1970. Seed-stalk formation and flowering in cabbage. I. Day-length, temperature, and time relationships. *Meld. Nor. Landbrukskshoegsk* 49:1-21.
- Lorenz, O.A. 1946. Response of Chinese cabbage to temperature and photoperiod. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 47:309-319.
- Moe, R. and G. Guttormsen. 1985. Effect of photoperiod and temperature on bolting in Chinese cabbage. *Sci. Hort.* 27:49-54.
- Napp-Zinn, K. 1973. Low temperature effect on flower formation: vernalization. *Temperature and Life*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. pp. 171-194.
- Pressman, E. and H. Aviram. 1986. Inhibition of flowering in Chinese cabbage by applying heat and growth retardants to transplants. *Plant Growth Regul.* 4:87-94.
- Pressman, E. and R. Shaked. 1988. Bolting and flowering of Chinese cabbage as affected by the intensity and source of supplementary light. *Sci. Hort.* 34:177-181.
- Sachs, M. and I. Rylski. 1980. The effects of temperature and daylength during the seedling stage on flower-stalk formation in field-grown celery. *Sci. Hort.* 12: 231-242.
- Seong, K.C., J.R. Cho, J.H. Moon, K.Y. Kim, and H.D. Suh. 2003. Effect of triazole chemicals on bolting retardation of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) in spring cultivation. *Hort. Environ. Biotechnol.* 44:434-437 (in Korean).
- Suge, H. 1984. Re-examination on the role of vernalization and photoperiod in the flowering of *Brassica* crops under controlled environment. *Japan J. Breed.* 34:171-180.
- Suge, H. and H. Takahashi. 1982. The role of gibberellins in the stem elongation and flowering of Chinese cabbage, *Brassica campestris* var. *pekinensis* in their relation to vernalization and photoperiod. *Rep. Inst. Agric. Res. Tohoku Univ.* 33:15-34.
- Yamasaki, K. 1956. Thermo-stage for the green plant of Chinese cabbage grown in spring. *Bull. Hortic. Div. Tokai-Kinki Exp. Stn.* 1:31-47.
- Yoon, J.Y., H.K. Pyo, S.S. Lee, and D.G. Oh. 1982. Genetic analyses on heat tolerance, bolting and quantitative characters in Chinese cabbage, *Brassica campestris* ssp. *pekinensis*. *Hort. Environ. Biotechnol.* 23:8-31 (in Korean).
- Zhang, X., J. Wu, J. Zhao, X. Song, Y. Li, Y. Zhang, D. Xu, R. Sun, Y. Yuan, C. Xie, and X. Wang. 2006. Identification of QTLs related to bolting in *Brassica rapa* ssp. *pekinensis* (syn. *Brassica campestris* ssp. *pekinensis*). *Agri. Sci. in China* 5:265-271.