

## 품종과 재배조건이 여름철 양액재배 반결구 상추의 생육, 품질 및 잎끝마름증 발생에 미치는 영향<sup>1)</sup>

배종향\* · 유성오  
원광대학교 생명자원과학대학

### **Effects of Cultivars and Cultural Conditions on the Growth, Quality and Occurrence of Tipburn of Butterhead Lettuce during Summer Season**

Bae, Jong Hyang\* · Yoo, Sung Oh  
College of Life Science and Natural Resources,  
Wonkwang Univ., Iksan 570-749, Korea

#### **Abstract**

Butterhead lettuce was grown hydroponically in a plant factory during summer season. To decrease the occurrence of tipburn and increase productivity, optimum cultivars, substrates, gully slope and height, and the amount of irrigation were evaluated in this experiment. Cultivars 'Re x' and 'Flandria' showed higher productivity with less tipburn as compared to the others in spite of lower growth rates and appeared to be suitable cultivars during summer season. Cocopeat showed high productivity due to superior physio-chemical characteristics. Appropriate gully slope which makes nutrient solution easy to flow was shown to be 1 to 2%. The amount of irrigation was appropriate at 2 l/gully. Higher growth of the butterhead lettuce observed when the bed was at a lower position. Low bed was thought to be good for lettuce growth with proper humidity and average temperatures.

---

주제어 : 베드, 관수량, 배지, 기울기, 코코피트

Key words : gully, irrigation amount, medium, gully slope, cocopeat

\* Corresponding author

<sup>1)</sup> 이 논문은 한국과학재단 해외 post-doc. 지원에 의해서 수행되었음.

## 서 론

최근 시설원에 산업의 연구방향은 재배자로 하여금 보다 수월하고, 위생적이며, 일손을 적게 들이는 재배개념이 도입됨에 따라 고품질의 농산물을 생산 할 수 있는 기술개발에 주안점을 두고 있다. 지난 수년간 국내 양액재배 면적은 급속히 확대되어 1998년에 413.9ha에 달하고 그 중 상추를 중심으로 한 엽채류의 재배면적은 15ha를 차지하고 있다. 이러한 엽채류의 생산은 주년 계획생산이 이루어져 가고 있다. 그러나 이들 엽채류는 저온성채소인 관계로 고온기 재배에서는 잎끝마름증(tipburn)과 같은 생리장해가 주요한 재배제한요인이 되고 있다.

여름철 고온기에 시설재배를 할 경우 대표적인 생리장해인 잎끝마름증은 배양액 농도변화, K와 Mg의 이온증가, 대기습도 상승에 따른 수분흡수 감소로 인한 Ca흡수 이동저하가 잎끝마름증 발생률이 높아진다(Huett, 1994).

Nagata와 Stratton(1995) 및 Schlaghauser 등(1987)은 동일한 재배환경조건하에서도 품종의 고유특성에 따라서 잎끝마름증 발생률이 달라진다고 하였고, Bres와 Weston(1992)도 이들의 결과를 뒷받침하고 있다. 이와 같이 상추의 잎끝마름증은 지상부 및 지하부 환경조건과 품종에 따른 차이가 인정되고 있다.

따라서 본 실험은 반결구상추를 여름철 고온기에 재배할 경우 자주 발생하는 잎끝마름증을 경감시키고, 생산성을 향상시키기 위하여 품종, 배지, 베드의 기울기와 높이, 급액량과 같은 재배조건들에 대하여 최적의 조건을 구명하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

실험은 1997년 6월 17일부터 8월 12일까지 벨기에 유럽채소연구개발센터의 벤로온

실에서 수행하였다. 6월 17일 여름용 반결구상추 품종인 Flandria(Rijk Zwaan)를 6월 17일에 파종하여,  $15 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 조절된 발아실로 옮겨 2일 동안 최아시킨 후 육묘실로 옮겼다. 발아후 정식전까지는 물조리개를 이용하여 매일 1회씩 충분량 관수하였다. 정식은 7월 10일에 본엽이 5매 정도 전개했을 때 베드(gully)에 정식하였다. 플라스틱 베드의 규격은  $530 \times 8.0 \times 6.0\text{cm}$ (L×W×H)이며, 베드의 정식구 직경은 7.5cm이며, 정식구간 사이의 간격은 20cm이다(Fig. 1). 베드와 베드와의 간격은 25cm로서 재식밀도는  $18.5\text{주}/\text{m}^2$ 가 되게 하였다. 배양액은 유럽채소연구개발센터에서 자체 개발한 상추 전용배양액(Table 1)을 이용하였고, pH는 pH 자동조절기(Consort co., P914)로 5.5~6.0 내로 조절하였고, EC는 EC 자동조절기(Consort co., K520)로 1.5~1.8mS/cm 범위에서 조절하였다. 배양액공급은 모터펌프에 타이머를 부착하여 1회에 2ℓ를 하루 12회로 나누어 공급하였다.

반결구상추 품종선발실험은 Histor, RZ 42-06, Rex, Flandria(Rijk zwaan), Elvis(L. De Mos), S 3165(S&G Seeds) 및 Milou(Enza)를 공시하였다. 배지실험은 코코피트와 백색피트모스를  $6 \times 5.8\text{cm}$ (높이×직경)의 플라스틱 포트에 채운 시험구(배지량: 120ml)와 압축피트블록 크기를  $5 \times 5 \times 5\text{cm}$ (L×W×H)와  $4 \times 4 \times 4\text{cm}$ (L×W×H) 크기로 하여 공시하였다. 베드의 기울기 실험은 배양액의 공급부위와 배액부위와의 높이를 1%, 2%, 3%로 달리하였고, 급액실험은 베드당 1회에 2ℓ과 4ℓ로 공급하였고, 베드의 높이에 대한 실험은 고설재배는 100cm높이로 베드를 설치하였고, 저설재배는 6.5cm의 높이에 설치하였다.

조사는 8월 12일에 실험을 종료하면서 생체중, 품질(VMV 경매장 품질기준: 결구상태), 잎끝마름증 발생률을 조사하였다. 모든 실험구는 25주 완전잎의배치 3반복으로 배치하였다.

배·유 : 품종과 재배조건이 여름철 양액재배 반결구 상추의 생육, 품질 및 잎끝마름증 발생에 미치는 영향

Table 1. The nutrient solution composition of butterhead lettuce according to the different growth stages (capacity: 1,000 l, concentration: 100 times).

Unit : Kg

Solution	Fertilizer	Growth stages <sup>z</sup>		
		I	II	III
A tank	5 [Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O] NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	50	45	40
	KNO <sub>3</sub>	10	20	20
	Fe-EDDHA	3.4	3.4	3.0
B tank	KNO <sub>3</sub>	30	30	40
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	20	20	20
	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	15	10	10
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	5
	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	10	15	15
	MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	-	0.169	0.169
	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	-	0.115	0.115
	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O	0.200	0.150	0.150
	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	0.025	0.025	0.025
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0.012	0.012	0.012

z I : About 10~15days after planting, II : From I till beginning of heading, III : From II till harvesting.

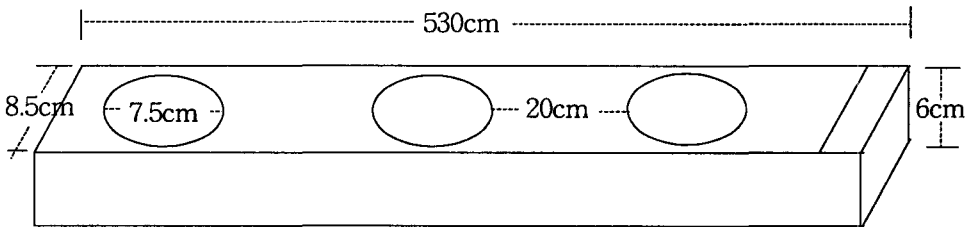


Fig. 1. A schematic diagram of the gully using this experiment.

### 결과 및 고찰

Rijk Zwaan 등 3개 종묘회사로부터 7개 품종을 분양 받아 생육특성을 조사한 결과 생체중은 Elvis가 가장 무거웠으며, 다음이 Histor, RZ42-06, Flandria등이 400g/주 이상 나타냈으며, Rex, S 3165와 Milou는 다른 품종에 비해 가벼운 경향을 보였다. 품질은 Flandria가 8.5로서 결구상태가 가장 우수하였던 반면에 S 3165는

4.0으로서 상품성이 전혀 없었다. 또한 상추의 상품성과 직결되는 잎끝마름증 (tipburn)은 Rex와 Flandria가 각각 6.5%로서 다른 품종에 비해 낮아 상품성이 높은 것으로 나타난 반면 나머지 품종들은 9.0%를 나타냈다(Table 2). 이는 Cresswell(1991)이 언급한 바와 같이 결구상추의 잎끝마름증 현상은 품종의 생육특성에 따라서 그 발생빈도가 달라진다고 했는데, 즉 잎이 부드럽거나 성장속도가 빠르고 결구가 단단

할 때에 많이 발생된다고 하였다. 그 이유는 결구가 이루어지면서 내부잎 부근의 상대습도가 높아 증산량 감소로 인하여 Ca흡수와 이동 저하로 인한 것으로 보인다. 또한 Nagata와 Stratton(1995)은 동일한 환경조건하에서도 Karlo, Ostinata, Rex와 같은 품종은 잎끝마름에 대단히

강하며 이러한 현상은 품종의 유전적 특성에 기인된다고 하였다. 본 실험에서도 Rex와 Flandria가 다른 품종에 비해 생육은 약간 저조하였지만 상품성이 높고, 잎끝마름증 발생률도 적어 여름철 고온기에 적합한 품종인 것으로 나타났다. 베드의 기울기는 베드내로 공급된 배양액

Table 2. Growth, quality and tipburn ratio of butterhead lettuce cultivars grown hydroponically during summer season.

Cultivars	Fresh weight (g/plant)	Quality <sup>z</sup>	Tipburn ratio (%)
Histor	422 ab <sup>y</sup>	6.5 bc	9.0 a
RZ 42-06	414 b	7.5 b	9.0 a
Rex	395 c	8.0 ab	6.5 b
Flandria	402 b	8.5 a	6.5 b
Elvis	432 a	6.5 bc	9.0 a
S 3165	386 c	4.0 d	9.0 a
Milou	399 c	6.5 bc	9.0 a

<sup>z</sup> The value is based on the quality standard of VMV auction(1: Bad, 10: Very good)

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

의 흐름과 직접적인 연관이 있어 작물의 수분흡수와 직결된다고 할 수 있겠다. Table 3은 길이 5.3m의 베드에 기울기를 각각 달리하여 상추의 생육특성을 나타낸 것이다. 생체중은 코코피트 포트에서 기울기 1%와 2%에서 각각 324g와 322g으로서 타 처리구에 비해 가장 무거웠으나 4cm 압축피트모스 블럭은 베드의 기울기에 관계없이 저조하였다. 품질은 각 처리구간에 뚜렷한 경향은 보이지 않았고, 생체중에서와 같이 4cm 압축피트모스 배지가 약간 낮은 수치를 보였지만, 상품성을 잃을 정도까지는 되지 않았다. 잎끝마름증은 코코피트 포트에서 베드기울기 1%와 4cm 압축피트모스 배지에서 베드기울기가 2%와 .3% 처리구에서는 발생되지 않았지만

피트모스 블럭의 베드기울기 3% 처리구에서 7.2%로서 가장 높았다. 이와같이 베드의 기울기에 따른 결구상추의 생육은 1~2% 베드기울기에서 코코피트 포트 배지에 재배했을 때 좋았던 것은 Benoit와 Ceustermans(1995)가 여름철 반결구상추 재배시 베드의 기울기는 2.1%가 적당하다고 보고한 사실로 미루어 보아서 베드의 기울기에 따라 배양액의 흐름이 달라져 결구상추의 근권부 수분 및 양분흡수에 영향을 주었을 것이라고 생각되며, Evans 등(1996)이 코코피트는 다른 배지에 비해 물리, 화학적 특성이 우수하여 작물의 생육에 적합한 것으로 나타났듯이 본 실험에서도 같은 결과를 보였다.

배·유 : 품종과 재배조건이 여름철 양액재배 반결구 상추의 생육, 품질 및 잎끝마름증 발생에 미치는 영향

Table 3. Effect of bed slope on the growth and quality of hydroponically grown butterhead lettuce during summer season.

Substrate	Gully slope (%)	Fresh weight (g/plant)	Quality <sup>z</sup>	Tipburn ratio (%)
Cocopeat	1	323 a <sup>y</sup>	7.0 a	0.0 e
	2	322 a	7.0 a	2.4 cd
	3	312 ab	7.0 a	2.4 cd
Peatmoss	1	293 bc	7.0 a	2.4 cd
	2	291 cd	7.0 a	5.6 ab
	3	288 d	7.0 a	7.2 a
Peat block(4cm)	1	224 e	6.5 b	1.6 d
	2	214 e	6.5 b	0.0 e
	3	211 e	6.5 b	0.0 e
Peat block(5cm)	1	309 ab	7.0 a	1.6 d
	2	303 bc	6.9 a	4.0 bc
	3	285 d	6.9 a	2.4 cd

<sup>z, y</sup> See table 2.

작물이 근권부로 부터 적정양의 배양액을 공급받아야만 정상적인 생육을 할 수 있기 때문에 양액재배에서 급액량 제어는 대단히 중요하다. 배지종류에 따른 급액량이 상추의 생육에 미치는 영향은 코코피트의 전 급액구에서 가장 무거웠던 반면 4cm 압축피트모스 전 급액구에서는 반대로 가벼웠다. 품질은 각 처리구간에 뚜렷한 경향은 없었지만 4cm 압축피트모스 배지의 전급액구에서 낮았다. 잎끝마름증은

피트모스 배지의 3ℓ 급액구가 다른 급액구에 비해 높게 나타났는데 이는 결구상추의 생육이 왕성하게 진행됨에 따라 Ca 이 상추 체내에 적게 흡수 이동되었던 것으로 생각된다. 특히 코코피트 2ℓ와 4cm 압축피트모스 블럭 2ℓ와 4ℓ 급액구에서는 잎끝마름증이 전혀 발생되지 않았던 것은 잎끝마름증을 유발시킬 수 있을 만큼 생육이 왕성하지 못했던 것으로 생각되었다.

Table 4. Effect of irrigation amount on the growth and quality of hydroponically grown butterhead lettuce during summer season.

Substrate	Irrigation amount (ℓ/plant)	Fresh weight (g/plant)	Quality <sup>z</sup>	Tipburn ratio (%)
Cocopeat	2	336 a <sup>y</sup>	7.0 a	4.8 a
	4	222 d	6.5 b	0.0 b
Peatmoss	2	289 b	7.0 a	8.0 a
	4	299 b	7.0 a	7.2 a
Peat block(4cm)	2	250 c	6.5 b	0.0 b
	4	218 d	6.5 b	0.0 b
Peat block(5cm)	2	328 a	7.0 a	7.2 a
	4	296 b	7.0 a	7.2 a

<sup>z, y</sup> See table 2.

동일한 환경조건 하에서 배드의 높이를 달리하였을 때 배드 주변의 온도와 습도의 변화를 나타낸 결과(Fig 2) 평균온도는 고설구가 저설구에 비해 2~3℃ 높았으며,

평균습도는 저설구가 고설에 비하여 약 5~10% 높았다. 이처럼 실내의 기온과 습도는 어느곳이나 동일할 것으로 생각할 수 있지만 배드의 높이에 따라서 이들이

달라짐을 알 수 있었다. 따라서 여름철 고온과 낮은 습도 환경을 자연적으로 극복하기 위해서는 베드의 위치를 낮게 관리해 주는 것이 바람직 할 것으로 생각되며, 생육에 있어서는 생체중의 경우 코코피트 폼트에서 저설구가 다른 처리구에 비해 무거웠던 반면 코코피트와 4cm 압축피트모스 블록 배지의 4l 급액구가 생육이 저조했는데 이는 배지의 종류와 형태에 따라서 물리적 특성이 달라져 급액량이 많은 처리구의 근권부가 통기성이 부족했

기 때문인 것으로 생각된다. 품질은 처리구간에 뚜렷한 차이는 없었지만 코코피트 배지의 4l 급액구와 4cm 압축피트모스 블록은 다른 처리 구에 비해 약간 낮았다. 잎끝마름증은 약간씩 발생되었으나 각 처리간에 유의성은 크게 인정되지 않았다. 이와 같이 베드의 높이에 따른 반결구상추의 생육특성은 저설구가 좋았는데 이는 저설로 인하여 작물주변의 온도와 습도분포가 결구상추의 생육에 적합하게 이루어졌던 것으로 생각되었다.

Table 5. Effect of bed height on the growth and quality of hydroponically grown butterhead lettuce during summer season.

Substrate	Gully height <sup>y</sup>	Fresh weight (g/plant)	Quality <sup>z</sup>	Tipburn ratio (%)
Cocopeat	Low	350 a <sup>x</sup>	7.0 a	0.0
	High	326 ab	7.0 a	0.8
Peatmoss	Low	303 cd	7.0 a	1.6
	High	289 d	7.0 a	2.4
peat block(4cm)	Low	219 e	6.5 b	0.0
	High	220 e	6.5 b	0.8
peat block(5cm)	Low	310 bc	7.0 a	0.8
	High	310 bc	7.0 a	1.6

<sup>z, x</sup> See table 2.

<sup>y</sup> Low and high means that gully height is 6.5cm and 100cm, respectively.

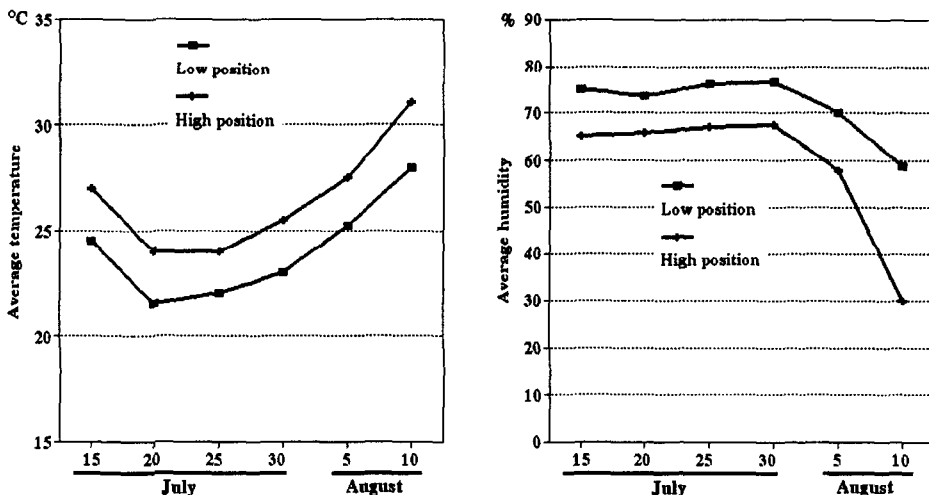


Fig. 2. Changes in average temperature and humidity by different gully height.

## 적 요

여름철 고온기에 반결구상추를 식물공장  
에서 재배할 때 자주 발생하는 잎끝마름  
증 현상을 경감시키고, 생산성을 향상시키  
기 위해 품종, 육묘배지, 베드 기울기, 베  
드위치, 급액량과 같은 최적의 재배조건을  
구명하기 위하여 실험을 수행하였다.

Rex와 Flandria 품종은 다른 품종에 비  
해 비록 생육은 약간 저조했으나 상품성  
이 높고, 잎끝마름증 발생율이 적어 여름  
철 고온기에 적합한 품종인 것으로 나타  
났다. 육묘배지는 물리, 화학적 특성이 우  
수한 코코피트에서 상추의 생육량이 높았  
으며, 근권부에 배양액의 흐름을 원활하게  
해 줄 수 있는 베드의 기울기는 1~2%가  
적당하였다. 급액량은 반결구상추 생육에  
서 베드당 2ℓ가 적합하였다. 베드설치 높  
이에 따른 반결구상추 생육은 베드의 높  
이가 낮을 때가 높을 때보다 좋았다. 이것  
은 베드높이를 낮게 설치함으로써 작물주  
변의 온도와 습도분포가 결구상추의 생육  
에 적합하였기 때문인 것으로 생각되었다.

## 인 용 문 헌

1. Benoit, F. and N. Ceustermans. 1995. Nieuwe potgrondvormen voor NFT kropsla. Proeftuinnieuws. 5(8) : 28-29.
2. Bres, W. and L. A. Weston. 1992. Nutrient accumulation and tipburn in NFT grown lettuce at several potassium and pH levels. HortScience 27(7) : 790-792.
3. Cresswell, G. C. 1991. Effect of lowering nutrient solution concentration at night on leaf calcium levels and the incidence of tipburn in lettuce(var. Gloria). J. Plant Nutri. 14(9) : 913-924.
4. Cresswell, G. C. 1995. Management of tipburn in lettuce. Australian Hydroponic Conference p. 45-49.
5. Evans, M. R., S. Konduru, and R. H. Stamps. 1996. Source variation in physical and chemical properties of coconut cocopeat dust. HortScience 31(6) : 965-967.
6. Huett, D. O. 1994. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and K:Ca ratio in solution. Australian Journal of Agricultural Research 45(1) : 251-267.
7. Nagata, R. T. and M. L. Stratton. 1995. Development of an objective test for tipburn evaluation. Proc. Florida State Horticultural Society 107 : 99-101.
8. Schlaghaufer, B. E., E. J. Holcomb, and M. D. Orzolek. 1987. Effects of supplementary light, solution heating and increased solution Ca levels on lettuce production in the nutrient technique. Applied Agr. Res. 2(2) : 124-129.