

온도 및 차광이 고추냉이의 성장과 주요 병해발생에 미치는 영향¹⁾

김형무 · 은종선 · 나의식
전북대학교 농과대학

Effect of Temperature and Shading on the Growth and Major Disease Incidence of Wasabi (*Eutrema wasabi* Matsum.)

Kim, Hyung-Moo · Eun, Jong-Seon · Rha, Eui-Shik
College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

Abstract

In order to find out the effect of temperature and shading on the growth and major disease infection of *Eutrema wasabi* Matsum., experiments were at growth chamber condition and field. Plant height, petiole and rhizome of wasabi were obvious decreased with increase the temperature, from which the optimum air temperature for the plant growth were estimated to be 17°C. The light intensity of the treatment with 75% shading net was favorable to the length of main rhizome, rhizome weight and whole plant weight. Infection ratio of black leg and soft rot were increased at high temperature condition, however their infection ratio were decreased with increase the shading condition.

키 워 드 : 고추냉이, 온도, 차광, 묵입병, 연부병

Key words : *Eutrema wasabi* Matsum., temperature, shading, black leg, soft rot.

서 언

고추냉이 (*Eutrema wasabi* Matsum.)는 십자화과에 속하는 속근성 다년생 초본식물로써 sinigrin, allylisothiocyanate, butylisothiocyanate, vitamin C 등을 함유하고 있기 때문에 식욕촉진, 부패방지, 살균효과가 우수할 뿐만 아니라 해독, 발한, 이뇨 및 청혈작용이

있어 일본, 대만 및 한국에서 주로 재배되고 있고 이스라엘, 뉴질랜드, 브라질, 태국 등지에서도 식품 및 가공원료로 사용되고 있는 고급 향신료 작물이다^{1, 2, 4, 12)}. 고추냉이의 생태적 특성은 일반 작물과 다른 특이한 환경이 요구되는데 재배 환경 조건은 서늘한 온도와 강한 광선을 받지 않는 반음지에서 주로 재배되며, 수온과 수량의 연중 변화가 적은 지역에서만

¹⁾ 이 논문은 1994년도 농림수산부 특정과제(현장에로분야)에 의하여 연구된 결과의 일부임.

재배가 가능하며 생식용 근경의 생산을 목적으로 재배할 경우 18개월 이상의 생육 기간이 요구된다.

고추냉이의 주산지는 일본의 靜岡縣, 長野縣, 島根縣, 鳥取縣, 東京都, 山梨縣으로 전국 재배 면적이 600 ha이며, 대만의 경우 日人 佐藤昌에 의해 도입된 후 식부면적은 阿里山, 梨山을 중심으로 재배가 성행하고 있으나^{2, 3, 4} 12) 우리 나라의 재배 역사는 불확실하며 식생활의 패턴과 재배 환경의 조건이 다르고 생리 생태, 재배기술 및 병해에 관한 연구가 미흡하여 재배상 많은 어려움이 있다.

최근 일본, 대만 등지에서서의 고추냉이 재배는 고산의 수목 남벌에 의한 산림환경 파괴의 2차피해에 대한 정부의 규제, 특정지역의 재배 선호에 의한 연작피해 및 사회·경제적 변화로 인하여 재배 면적이 감소되어 감에 따라^{2, 4}) 재배 환경조건이 유사한 우리 나라에서도 재배적지가 물색되고 있던 중 전북 무주지방의 일부 농가에서 국부적으로 재배되고 있다. 국민소득의 증가와 식생활의 변화로 인하여 고추냉이의 국내 수요가 점차 증가되고 있어 그 수요를 충족하기 위하여 고추냉이 재배 면적이 증가 추세에 있으나 품질 및 수량이 일본에 비하여 떨어지기 때문에 부족량을 고가의 수입에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 원인은 고추냉이의 작부방식, 재배 기술의 부족도 있지만 적합한 환경조건과 병해에 대한 연구가 미흡한 것도 하나의 원인으로 생각된다.

고추냉이에 발병되고 있는 병해는 *Erwinia carotovora* subsp. *wasabiae*에 의한 軟腐病⁸⁾, *Phoma wasabiae*에 의한 墨人病¹⁶⁾으로 피해를 가장 많이 받고 있으며, 기타 萎縮病⁹⁾, 露菌病¹⁰⁾, 菌核病¹⁰⁾, 輪腐病⁹⁾, 白粉病¹¹⁾ 등이 보고되고 있으나 우리 나라에서 이들 병해에 대한 연구는 아직까지 보고된 바가 없다.

본 연구는 앞으로 국내의 재배면적이 확대될 전망을 예지하고 재배학적, 병리학적 기초 자료를 제공하고자 온도와 광량을 몇 가지 수준으로 처리하여 고추냉이의 생장과 주요 병해발생에 미치는 영향을 연구 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용한 공시 재료는 전라북도 무주군의 재배 독농가에서 채종한, 달마, 품종으로 저온 저장한 종자를 분양 받아 사용하였다. 종자는 휴면 타파를 위하여 종피를 완전히 제거하였고, 이를 다시 무균증류수에 6시간 동안 침지한 다음 페트리디쉬에 습윤된 여지를 깔고 종자를 치상하였으며, 발아 온도는 18℃로 조절하여 묘상에 파종하였다. 유묘를 묘상의 상태로 관리하면서 생육이 건실한 묘를 1995년 3월 15일 포트에 정식하여 실험에 사용하였다. 기온처리 실험은 물고추냉이의 재배 적온인 17℃를 기준으로 하여 발고추냉이 재배의 고추냉이 적온을 규명키 위하여 10, 17, 23℃ 처리구로 구분한 다음 광량을 $0.34 \times 10^4 \text{microeinsteins M}^2/\text{sec}$ 로 조절하여 생육 전기간을 생장상에서 재배 관리하였으며, 차광처리 실험은 판매용 흑색차광막을 사용하여 25, 50, 75% 차광 수준으로 구분하여 실외에서 재배 관리한 다음 9월 15일 조사에 사용하였다. 시험구배치는 완전임의배치 3반복으로 하였으며 조사항목은 초장, 엽병·지하경의 길이와 무게, 식물체의 전체 생체중 등을 조사하였다. 온도와 광량이 고추냉이에 발병하는 주요 병해에 미치는 영향을 구명하기 위하여 고추냉이의 잎과 근경을 대상으로 근경과 잎을 1% 차아염소산소오다액에 10분간 표면 소독후 증류수로 수세한 다음 병원성 실험 재료로 각각 사용하였다. 墨人病菌을 PDA배지 (9cm 페트리디쉬)에서 10일간 배양한 균층에 10ml 증류수를 첨가하여 희석한 포자액을 접종원으로 하였다. 橫木國臣의 방법을 참조하여 접종하고 관리는 20℃의 포화상태로 24시간 보관후 재배하면서 15일후 병원성을 조사하였다. 근경에서 병원성 조사는 0.3cm 직경의 근경을 절단하여 접종액에 침지접종하여 병원성을 조사하였고 잎에서는 접종액을 잎 표면에 떨어트린 후 곤충핀으로 상이 접종하여 병원성을 조사하였다. 연부병은 Masao Goto^{6, 7)}의 방법을 참고하여 yeast extract peptone 액체배지에서 24시간 회전 배양한 후 박

테리아수를 1 ml에 10⁶세포로 조절하여 고추냉이 근경을 침지접종법으로 접종하였다. 접종후 관리는 목입병과 같은 조건으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 고추냉이에 있어 온도의 영향

1) 생장에 미치는 온도의 영향

고추냉이의 생장에 미치는 온도의 영향은 표 1과 같다. 유묘를 정식한 뒤 180일후의 조사에서 온도효과는 23℃구보다 10℃구에서 생육이 비교적 양호하였으나 모든 주요형질은 17℃구에서 가장 우월하였다. 초장은 생육온도에 따라 처리구간 차이가 현저히 인정되었으나 17℃구에서 34.0cm로 가장 좋은 결과를 보였으며, 엽병의 길이와 직경은 17℃구를 정점으로 이보다 온도가 높거나 낮음에 따라 감소되는 경향을 보였으며 23℃구가 10℃구에 비하여 저조하였다. 지하경에 있어서 직경은 10℃, 23℃구간에서는 유의차가 인정되지 않았으나 10℃구에서 비교적 양호하였고 17℃구에서 0.71cm로 가장 양호하였으며, 길이는 각 처리구별로 유의차가 인정되었으며 역시 17℃에서 6.5cm로 가장 길었다. 한 주당 고추냉이의 생체중을 비교한 경우에 있어서 17℃구에서 기타 처리구에 비하여 엽중, 엽병중, 지하경중, 지근중이 모두 가장 무거웠으며 10℃구가 23℃구보다 양호한 경향이었다. 胡²⁾에 의하면 고추냉이의 생육온도는 8-20℃이고 최적온도는 15-18℃라 하였으며 25℃ 이상에서는 생육에 지장을 받고 冬季時 3℃에서 한해를 입는다고 보고하였다. 胡 등⁴⁾에 의하면 고추냉이의 외부환경 실험에서 대만의 고산지대(해발 1200M)를 중심으로 재배한 결과 夏季의 기온은 14℃였으며 동계시에는 5℃에서 생육이 가장 왕성하였다고 보고하였는데 이는 본 연구 결과와 일치하였다. 따라서 온도 차이에 따른 고추냉이의 초장, 엽병 및 지하경의 직경과 길이, 생체중의 변화 경향을 볼 때 고추냉이의 생육적온은 17℃ 전후로 간주되며

이 수치는 일반 작물에 비하여 낮으나 추파용 십자화과 채소와 유사하였다.

2) 병발생에 미치는 온도의 영향

온도가 고추냉이 목입병과 연부병의 발병에 미치는 영향은 표1에 나타난 바와 같다. 온도가 높아짐에 따라서 목입병과 연부병의 병해 발생은 증가하였다. 목입병의 경우 10℃, 17℃, 23℃처리구로 구분하여 병해 발생을 조사한 결과 각각 46.7%, 56.7%, 73.3%의 발병율을 보였다. 본 실험결과 발병율이 가장 높은 것은 23℃구로서 墨入病菌 (*Phoma wasabiae*)의 생육 최적온도인 25℃와 일치하는 것으로서 이는 목입병 병원균의 최적생육적온과 고추냉이의 재배시 고온 조건에서 병해발생율과 상관관계가 있는 것으로 생각된다. 온도와 목입병 발생 관계에 대한 연구보고^{2,14,15,17)}가 다수 있으나 그 중 横木¹⁷⁾는 목입병과 온도와의 실험결과 9℃에서 부터 병원균이 식물체에 침입하기 시작하여 25℃전후 온도에서 병의 발병과 병반의 크기가 가장 크게 형성되었다고 보고했으며, 온도에 따라 병해의 발생과 병반의 형성에 차이가 있다고 하였다. 胡 등⁴⁾에 의하면 고산지역에서 목입병의 발병율은 80%이었으며 줄기에 형성되는 병반의 크기도 1-8cm라 보고하였다. 본 연구와 이들 보고와의 발병율 차이는 실험환경조건의 차로 인정되나 발병의 추이는 개략적으로 같은 경향이었다. 연부병 발생에 미치는 온도의 영향은 10℃, 17℃, 23℃구로 구분하여 병해 발생을 조사한 결과 53.7%, 66.7%, 86.7%의 발병율을 나타냈다. 연부병 발생과 온도와의 관계는 목입병과 같은 양상으로 온도가 상승함에 따라 병해의 발생도 많았다. 鈴木¹⁵⁾은 연부병의 발생조건으로 18-19℃의 수온에서 병해가 격발하며 온도와 연부병 발생과 밀접한 관계가 있다고 하였다. 또 鈴木¹³⁾은 연부병의 발병은 기온이 28℃ 이상에서 격발하며 기온과 수온의 상승이 병해의 발병과 깊은 관계가 있다고 보고하고 20℃ 이상에서 발병이 많아진다고 하였다. 따라서 고추냉이 재배시 연부병을 방지하기 위해서는 생육 기간 온도를 13

-15℃로 유지하여야 한다고 생각된다^{13,17)}. 이와같은 결과를 종합하여 보면 묵입병과 연부병은 두 병원균의 최적생육온도와 병해의 발병율은 일치됨을 알 수 있었다. 또한 병원균의 침입이 묵입병의 경우 9℃부터 침입이 이루어지며 연부병도 고추냉이의 경우 병원균

생육최적 온도인 28℃ 보다 낮은 20℃에서 격발되는데 병원체의 최적 생육온도 보다 낮은 온도에서 침입이 이루어지기 때문에 고추냉이의 생육에 알맞은 저온도에서 재배하여야 할 것으로 생각된다.

Table 1. Comparison of agronomic characteristics of different temperature and disease incidence of wasabi which grown under 0.34×10^3 microeinsteins M^2/sec .

Temp. (°C)	Plant height (cm)	Plant size(cm)				Fresh weight of a wasabi plant(g)				Disease incidence(%)	
		Petiole		Rhizome		Leaf	Petiole	Rhizome	Rootlets	Black leg	Soft rot
		Diameter	Length	Diameter	Length						
10	22.5 ^b	0.41 ^b	9.9 ^b	0.49 ^b	5.7 ^b	1.4 ^b	3.9 ^b	0.48 ^b	0.29 ^b	46.7	53.7
17	34.0 ^a	0.56 ^a	15.4 ^a	0.71 ^a	6.5 ^a	8.0 ^a	10.2 ^a	0.72 ^a	0.56 ^a	56.7	66.7
23	16.2 ^c	0.32 ^{bc}	8.1b ^c	0.35 ^b	3.4 ^c	0.7 ^c	2.5 ^c	0.26 ^c	0.18 ^{bc}	73.3	86.7

z) Duncan's multiple range test with columns at 5% level.

2. 고추냉이에 있어 차광의 영향

1) 생육에 미치는 차광의 영향

차광이 고추냉이의 생육과 주요 병해 발병율에 미치는 영향은 표 2와 같다. 고추냉이의 생육은 차광의 정도가 증가함에 따라 생육의 차이가 인정되었는데 초장의 경우 차광 처리별 유의성이 인정되었으며 75% 차광시 초장이 31.3 cm로 가장 긴 경향이었고 차광의 정도가 낮아짐에 따라 초장은 짧았다. 지하경의 크기에 있어서 75%차광구가 50%, 25%차광구에 비하여 유의성이 인정되었으나 50%와 25%차광구의 처리간에는 유의성이 인정되지 않았다. 지하경의 직경과 무게에 있어서 75%차광구가 기타 처리구에 비하여 양호하였으며 전체 생체중은 75%, 50% 및 25%차광구 처리구간에서는 유의차가 인정되었으며 75%차광구에서 20.1 g로 차광의 효과가 월등히 높았다. 주당 엽수도 차광의 정도가 낮을수록 감소하는 경향이였다. 胡 등⁴⁾은 자연환경상태에서 인위적으로 차광처리를 한 실험결과 75-80%차광이 고추냉이의 생육에 가장 적합한

생육조건이라 하였다. 邱¹²⁾에 의하면 열대지방의 고산지대에서 수목에 의한 차광이 裸地상태의 조건에 비하여 고추냉이의 생육이 저조하다고 하였는데 이는 지리적·생태적 차이인 식생의 결과, 또는 수목과 고추냉이간의 타감작용(allelopathy)⁴⁾ 등에 의한 결과가 아닌가 생각되나 앞으로 이에 대한 기초연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

2) 병발생에 미치는 차광의 영향

차광이 고추냉이의 병해발병에 미치는 영향은 표 2와 같다. 자연광을 25%, 50%, 75%차광처리한 실험구에서 차광이 많았던 75%차광 실험구에서 묵입병과 연부병의 발생이 모두 적었다. 묵입병은 25%, 50%, 75%차광 처리한 실험구에서 각각 80.8%, 70.0%, 63.3%, 연부병은 각각 83.3%, 76.7%, 66.7%의 발병을 보였다. 차광율의 증가에 따라 발병율이 감소하는 경향이였고, 차광의 정도가 감소함에 따라 발병율이 급격히 증가하였다. 鈴木¹³⁾은 연부병의 방제를 위하여는 특히 고온기에 50-80%의 차광으로 온도를 낮추어주는 것이

효과적이라고 하였다. 이와 같은 결과로 보아 묵입병의 경우 강한 광도가 반음지식물의 잎 조직에 자극을 주어 병원균이 용이하게 침입되어 발병하는 것으로 생각되며, 반면 연부병의 경우는 강한 광도로 인하여 온도가 증가함에 따라 병원균의 활성이 높아져 용이하게 조

식을 침입하여 발병되는 것으로 생각된다. 따라서 고추냉이의 병해발생에 있어서 일사량과 온도조건이 병원균의 발병, 성장에 직·간접적으로 영향을 미치는 주요 관건으로 생각되며 추후 이에 관한 기초연구가 이루어져야 할 것으로 본다.

Table 2. Comparisons of agronomic characteristics and disease incidence of wasabi in different shading condition.

Shading ^{a)} (%)	Plant height (cm)	Length of Diameter of Rhizome		Rhizome weight (g/pl.)	Whole plant weight (g/pl.)	No. of leaves/pl.	Disease incidence(%)	
		main rhizome (cm)	main rhizome (cm)				Black leg	Soft rot
25	14.8 ^c	4.6 ^b	0.37 ^c	0.44 ^c	3.9 ^c	5 ^c	80.8	83.3
50	19.1 ^b	5.0 ^b	0.83 ^{ab}	1.09 ^{ab}	7.0 ^b	7 ^{ab}	70.0	76.7
75	31.3 ^a	7.1 ^a	1.02 ^a	1.36 ^a	20.1 ^a	8 ^a	63.3	66.7

a) Shading was controlled with dark polyethylene nets.

적 요

온도 및 광량이 고추냉이의 지상부 및 지하부 성장과 주요 병해발생에 미치는 영향을 조사하기 위하여 성장상의 온도를 10, 17 및 23℃ 처리구로 하고 차광처리조건을 25, 50 및 75%로 조절하여 실험을 수행하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

유묘 정식 180일후 조사결과 초장은 생육온도에 따라 차이가 현저히 인정되었으나 17℃구에서 가장 좋은 결과를 보였으며, 엽병의 길이와 직경은 17℃구를 정점으로 이보다 온도가 높거나 낮음에 따라 감소되는 경향을 보였다. 지하경에 있어서 직경은 10℃, 23℃구간에서는 유의차가 인정되지 않았으며, 17℃구에서 가장 양호하였다. 길이는 각 처리구별로 유의차가 인정되었으며 역시 17℃구에서 가장 길었다.

차광처리 75%구가 50, 25%구에 비하여 지하경의 크기는 유의성이 인정 되었으나 50%와 25%구의 처리간에는 유의성이 인정되지

않았다. 지하경의 직경과 무게에 있어서 75%구가 기타 처리구에 비하여 양호하였으며 전체 생체중은 75%, 50% 및 25% 처리구간에서는 유의차가 인정되었다.

연부병과 묵입병의 발병률은 온도가 증가할수록 증가되었으나 차광량이 많을수록 연부병과 묵입병의 발병율은 감소하는 경향이 있었다.

인용문헌

1. Catherine I. Chadwick, Thomas A. Lumpkin, and Leslie R. Elbersen. 1993. The botany, uses and production of *Wasabia japonica* (Miq.)(Cruciferae) Matsum. Economic botany 47:113-135.
2. 胡敏夫. 1984. 山葵栽培與管理. 臺灣省農業試驗所報告書 pp. 1-17.
3. 胡敏夫. 1985. 山葵之特性與栽培法. 大學圖書出版社 pp. 42-53.

4. 胡敏夫, 邱善美, 劉新裕. 1986. 不同環境對山葵生長與產量之影響. 中華農業研究 35: 292-299.
5. 小室康雄. 1973. 野菜のウイルス. 誠文堂新光社 pp. 174-177.
6. Masao Goto and Kunihiko Matsumoto. 1986. Taxonomic study on soft rot bacteria isolated from diseased rhizomes and roots of wasabi (*Eutrema wasabi* Maxim.). Ann. Phytopath. Soc. Japan 52:69-77.
7. Masao Goto and Kunihiko Matsumoto. 1986. Causal agents associated with the internal black rot syndrome of Japanese horse radish (*Eutrema wasabi* Maxim.). Ann. Phytopath. Soc. Japan 52:59-68.
8. Masao Goto and Kunihiko Matsumoto. 1987. *Erwinia carotovora* subsp. *wasabiae* subsp. nov. isolated from diseased rhizomes and fibrous roots of Japanese horse radish (*Eutrema wasabi* Maxim.). Int. J. Syst. Bacteriol. 37:130-135.
9. 松本邦彦, 杉山正樹, 中田榮一郎. 1985. *Corynebacterium* sp.によるワサヒ"株腐病(新稱). 山口農試研報 37:99-11.
10. 日本植物病理學會. 1980. 日本有用植物病名目録 pp. 73-74.
11. 奥商, 有江麻美, 岸良日出男. 1993. ワサヒ"うとんこ病(新稱). 日植病報 59:601-606.
12. 邱年永. 1974. 藥用植物栽培法. 大學圖書出版社 pp. 9-97.
13. 鈴木春夫. 1976. ワサヒ"主要病害の生態と防除. 植物防疫 30:374-378.
14. 多久田達雄, 廣尺敬之. 1975. ワサヒ"墨入病菌病斑上における柄子殻形成について. 近畿中國農研 50:53-57.
15. 多久田達雄, 尾添茂, 廣尺敬之. 1973. ワサヒ"墨入病葉病斑から維管束しての根莖, 根への病變移行と2,3條件. 日植病報 39: 166-167.
16. 横木國臣. 1936. 山葵墨入病に就て. 日植病報 2:549-560.
17. 横木國臣. 1952. 山葵の病害に關する研究. 島根縣農業試驗場報告書 pp. 1-70.