

유기 적상추 육종 연구

상추 육성 및 선발을 위한 채종 효율 증진을 위한 GA₃ 처리시기 및 농도

류근모* · 이관호**

*장안농장

**한국농수산대학

적 요

유기 적상추 육종에서 상추의 채종효율을 증진하기 위해서는 잎상추의 경우는 14엽기에 GA₃ 20mg/l, 결구상추의 경우 혼합처리인 8+14엽기의 GA₃ 20mg/l 처리가 우수한 것으로 나타났다. GA₃처리에 의한 고사율의 감소로 채종량이 엽상추는 50.9 → 14엽기 61.7g /10a로 21% 증수 할 수 있었으며, 결구상추는 그 효과는 적었으나 8+14엽기에 GA₃ 20mg/l 처리시 무처리에 비해 14.2 → 21.1g /10a로 14.9% 증수효과가 있었다. 특히 결구상추 채종을 위해서는 6월 이후에 파종하는 것이 무름병과 균핵병에 의한 부패율을 경감시킬 수 있었다.

추가주요어 : 잎상추, 결구상추, 육성, 채종, GA₃

I. 연구목적

상추는 국화과의 저온성 작물로 화아분화의 주요인은 온도이며, 화아분화 후 고온장일조

* 유기농 쌈채소 재배 농업인과 쌈채소 육종 전문가가 산학연구로 실시한 연구에서, 연구자는 잎상추와 결구상추에 지베렐린(GA₃) 처리 후 상추 채종효율을 비교 연구한 결과를 토대로 유기농가 뿐 아니라 일반농가에서 자가 채종시 유용하게 사용할 수 있는 방법을 제시하고 있다.

건하에서 추대가 촉진된다고 알려져 있으며, 상추의 채종환경은 개화 및 채종기가 고온건조한 지역이 최적지로 알려져 있다. 국내에 보급되는 상추의 채종은 대부분 해외에서 이루어지고 있는데, 여름채종은 7~9월에 미국, 이태리, 중국, 프랑스 등에서 겨울채종은 호주에서 11~2월에 채종하여 수입되고 있다. 국내에서는 남해안 일대인 비가림하우스에서 일부 잎상추를 채종하고 있다.

특히 미국 캘리포니아는 상추 뿐만 아니라 양배추, 녹색꽃양배추, 꽃양배추 등 주요 채소 작물들의 채종지로 알려져 있다. 상추 채종시 잎상추는 미결구 채종해도 충분하나, 결구상추의 경우 미결구 채종하면 우수계통의 선발이 어렵고, 결구시켜 채종하면 종자의 품질을 높일 수 있으나 양이 적고 노력 및 경비가 많이 든다고 하였다⁸⁾. 즉 추대하기 전에 결구됨으로 그 구의 특성 등을 판정한 구의 상부를 잘라주어서 추대, 개화 및 결실시킨 후에 채종을 하게 된다.

이와같은 방법은 노력이 많이 들고, 갈라준 구가 부패하는 경우가 많아 결주가 많이 발생하는 것이 문제로 되어있다. 상추의 추대와 일장에 관하여 Hiraoka⁵⁾는 일장에 따라서 추대는 품종별 감응성에 차이가 있다고 하였다.

Hiraoka⁶⁾는 상추의 추대는 고온장일조건에서 가장 촉진되고 저온단일조건에서는 억제된다고 하였다. 또한 상추의 추대 촉진에 관하여 Hiraoka⁷⁾ 장일, GA처리가 장일 무처리보다 약 7일 추대가 빨랐으며, 단일 GA처리가 단일 무처리구보다 약 13일 추대가 빨랐다고 하였다. 생장조절제 처리에 의한 추대 유기 및 종자생산량 증대에 관한 여러 보고가 있다^{2,3)}.

또한 Gray 등⁴⁾은 결구가 된 것의 윗부분을 잘라서(cutting) 채종하는 것보다 지베렐린을 처리하는 것이 추대 및 채종량을 증대시킨다고 하였다. 본 시험은 기존에 보고된 것을 기본으로 하여 노력을 절감하고 부패율을 감소시킬 수 있는 방법중에서 GA₃처리에 의한 육종과 선발효율증진을 위한 채종 효율을 모색해보았다.

II. 연구방법 및 내용

공시재료는 잎상추는 '뚝섬적축면' (세미니스코리아, 한국)과 결구상추는 '유레이크' (일동농산, 일본)를 공시하여 정식 후 자연히 고온, 장일이되는 2011년 2월 2일 200공 plug 트레이를 이용하여 파종하였고, 본엽 2~3매 시기인 2월 28일 장안농장 비가림하우스에

정식하였다(표 1). 또한 결구상추의 경우 파종시기에 따른 봄파종과 여름파종을 달리하여 정식 후 온도관리는 야간 15℃이상 유지하였고, 주간에는 30℃가 넘지않도록 관리하였으며, 생육기간동안 상추의 추대에 적합한 적산온도인 1,400℃를 확보하였다(그림 1). 재식 거리는 이랑너비는 120cm로 하였고, 재식거리는 앞상추, 결구상추 공히 30×30cm(2열 재배)로 하였다. 본포 준비는 결구상추 포장인 ‘유레이크’는 N-P-K-퇴비를 75-61-72-15,000 kg/ha, 앞상추인 ‘뚝섬적축면’은 N-P-K-퇴비 200-59-128-15,000 kg/ha를 정식 20일전에 시비하였다. 시험구배치는 처리엽수시기(8엽기, 8+14엽기, 14엽기)를 주구로, 세밀하게 검토할 GA₃ 처리농도(5, 10, 20, 50mg/l)를 세구로 하여 분할구 배치 3반 복으로 하였다. GA₃ 처리는 각각 생육시기(8엽기, 8+14엽기, 14엽기)에 맞추어 농도별 처리하였다. 처리 후 추대시, 개화시 및 제반 특성과 종자량을 조사하였으며 통계처리는 SAS를 이용하였다.

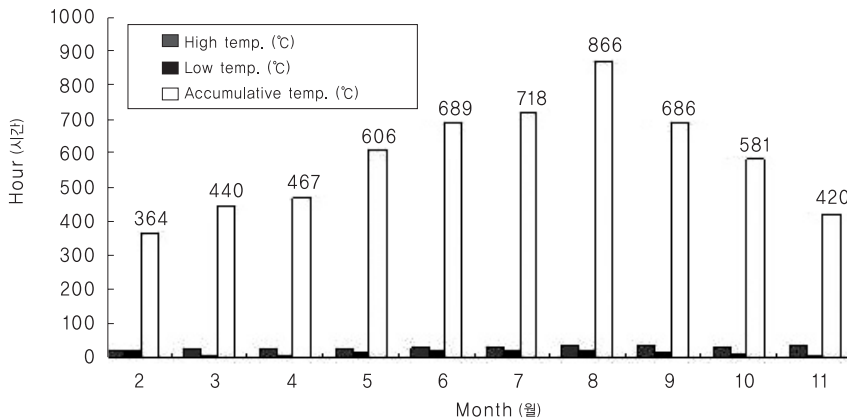


그림 1. 상추 생육기간 중 적산온도

표 1. 정식시 앞상추와 결구상추의 묘소질

품종	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수	엽면적 (cm ² /plant)	생체중 (g)	건물중 (g)	T/R율
뚝섬적축면	0.7	5.0	2.2	2.1	7.5	0.31	0.08	1.7
유레이크	1.2	4.6	1.6	2.9	5.3	0.30	0.07	2.0

Ⅲ. 연구결과 및 재종방법

1. 묘소질

정식시 묘소질을 살펴보면 ‘뚝섬적축면’은 본엽 2매였으며 ‘유레이크’에 3매에 비해 엽신장은 낮은 경향을 나타내었다. 지상부와 지하부의 균형상태인 TR율은 1.7~2.0을 나타내어 묘상태는 양호하였다(표 1). 또한 ‘뚝섬적축면’은 발아 후 정식전까지는 적색발현이 뚜렷하지않아 흡사 청축면상추로 오해를 불러일으킬 정도로 적색발현은 늦게 나타나는 특성을 갖고 있다. 약 정식후 40일 이후부터 뚜렷한 적색발현이 나타나는 우리나라 대표적인 잎상추이다.

표 2. ‘뚝섬적축면’ 잎상추의 GA₃ 처리 후 생육

엽령 <A>	GA ₃ 농도 (mg/l) 	생육			엽수
		초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	
8	5	95.4	28.4	23.0	56.8
	10	104.5	28.2	23.0	67.7
	20	113.5	31.2	22.5	69.0
	50	131.6	32.7	20.7	81.3
8+14	5	101.0	29.0	22.5	62.7
	10	108.7	29.5	23.2	63.0
	20	119.7	31.9	22.2	75.1
	50	137.9	32.5	22.1	81.6
14	5	90.7	29.1	23.3	53.4
	10	102.0	30.5	24.7	53.7
	20	111.3	31.3	26.3	57.9
	50	123.5	31.3	26.7	60.1
control		86.7	26.4	23.9	55.7
A		*	N.S.	N.S.	**
B		**	*	N.S.	**
A*B		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

²Investigation at 84 days after seedling, *, ** P = 0.05, 0.01, N.S.=Non-significant.

표 3. '유레이크' 결구상추의 GA₃ 처리 후 생육

엽령 <A>	GA ₃ 농도 (mg/l) 	생육		
		초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
8엽	5	17.7	25.5	26.3
	10	18.5	27.4	27.9
	20	22.5	26.5	25.4
	50	24.9	26.4	21.2
8+14엽	5	17.9	27.7	27.0
	10	20.2	26.8	26.2
	20	20.9	28.5	27.3
	50	26.4	28.1	23.3
14엽	5	15.5	22.7	27.1
	10	15.8	24.1	27.3
	20	14.9	23.5	27.7
	50	15.0	22.9	26.9
control		14.7	20.3	25.0
A		* ^y	*	N.S.
B		*	*	*
A*B		N.S.	N.S.	N.S.

^zInvestigation at 84 days after seedling, ^y*, ** P = 0.05, 0.01, N.S.=Non-significant.

2. GA₃ 처리 후 생육

정식 30일 후인 4월 1일 8엽기에 도달하여 GA₃를 각각 농도별 처리하였으며 그후 14엽기는 고온 장일에 의한 효과로 생육속도가 빨라 17일 후인 4월 18일 8+14엽기 및 14엽기에 각각 농도별 처리하였다. 처리 후 생육을 조사해본 결과 '뚝섬적측면'은 대조구에 비해 초장에서 GA₃ 처리구 모두 길었으며 처리시기를 보았을 때 8+14엽기 처리시 가장 초장이 길었다. 또한 처리시기별 농도가 높을 수록 초장이 길어지는 경향을 보였다. 엽장과 엽폭은 대조구에 비해 역시 길었으나 처리시기 및 농도에 따라서 큰 차이는 없었다. 엽수의 변화를 보았을때 8엽기와 8+14엽기에 처리하는 것이 엽수가 무처리구에 비해 많았으며 농도가 높을 수록 많았었는데 이것은 GA₃ 처리로 인한 엽수 분화가 많았기 때문으로 생각되

며, 14엽기 이후 처리는 무처리구에 비하여 큰 변화가 없었다(표 2). 따라서 ‘뚝섬적축면’의 경우 8엽기에 처리하고 14엽기에 추가처리하는 것이 생육신장과 엽수 분화에 효과적인 것을 알 수 있었다. 유레이크도 대조구에 비해 초장은 GA_3 처리구 모두에서 길었으며 처리시기를 보았을 때 8+14 엽기 처리시 가장 초장이 길어, ‘뚝섬적축면’과 같은 경향을 보였다. 엽장에서도 8엽기와 8+14엽기처리에서 대조구에 비해 가장 길었으며 14엽기에서는 크지 않았다. 또한 GA_3 처리시기별 처리농도간 차이는 없었다. 이상의 결과로 미루어 보아 GA_3 처리는 8엽기 또는 8엽기처리 후 14엽기에 중복 처리하는 것이 엽상추나 결구상추 공히 생육신장에 영향을 주었으며 14엽기 이후에는 8엽기나 8+14엽기보다 그 효과가 적었음을 알 수 있었다(표 3). 또한 생육과정을 육안으로 관찰하였을 때 처리 후 10일 이후 부터 ‘뚝섬적축면’의 경우 대조구에 비하여 측지 발생이 많아지고 초장신장이 매우 빨라 잎이 벌어지는 경향이 농도가 높을수록 뚜렷한 경향을 볼 수 있었다. 이것은 GA_3 처리로 인하여 측지와 주지 신장이 매우 크기때문에 도장되는 경향을 보였다. 따라서 이 시기이후에는 식물체가 부러지거나 휘지않도록 지주 설치를 해줄 필요성이 있었다. ‘유레이크’는 대조구에 비해서 초장에서 큰차이가 나지 않았으나 GA_3 처리구가 무처리구에 비해서 결구시가 빨라지고 엽색이 열리는 경향을 나타내었다.

3. 추대시 및 채종량

추대시를 살펴보면 ‘뚝섬적축면’의 경우 GA_3 처리구가 무처리구에 비해 빠른 경향을 나타내었으며 8엽기에서 처리하는 것이 다른 처리구에 비해 가장 좋았으며, GA_3 처리 농도가 높을 수록 추대가 빠른 경향을 나타내었다(표 4). 개화는 추대 후 20~30일 이후에 개화가 되기 시작하는데 고온, 장일조건일 수록 더욱 촉진된다고 알려져 있다. 본 시험에서도 추대까지는 GA_3 처리효과가 있었으나 그 후 개화에 미치는 영향은 적었다. 이것은 처리 후 4월말~5월초는 고온, 장일조건으로 개화에 미치는 GA_3 처리효과보다 환경조건이 더욱 큰 영향을 미친 것으로 추정된다. ‘유레이크’도 추대시 까지는 무처리구에 비해 GA_3 처리구가 무처리구에 비해 빠른 경향을 나타내었으며, 농도가 높을 수록 그 효과는 컸다. 그러나 결구상추인 ‘유레이크’는 엽상추인 ‘뚝섬적축면’보다 그 효과가 적었다(표 5). 이것은 결구상추인 경우 생리적으로 결구 후 추대하기 때문에 GA_3 처리가 완벽하게 결구되는 것을 타파하지는 못하였기 때문이다. 이러한 경향은 고사육에서 확연하게 나타나는데 ‘뚝섬

표 4. ‘뚝섬적측면’ 잎상추에 GA₃ 처리시 추대, 개화 소요일수, 고사율 및 채종률

엽령 <A>	GA ₃ 농도 (mg/l) 	추대 소요일수	개화 소요일수	고사율 (%)	채종량 (ml/plant)	채종량 (l /10a)
8	5	99	123	0	7.9	43.9
	10	94	123	0	8.4	46.7
	20	87	123	0	9.7	53.9
	50	72	122	0	10.9	60.6
8+14	5	97	122	0	8.3	46.1
	10	94	122	0	10.1	56.1
	20	87	122	0	10.1	56.1
	50	75	122	0	8.1	45.0
14	5	100	124	16.7	8.6	39.8
	10	96	124	5.6	8.4	44.1
	20	92	123	0	11.1	61.7
	50	86	123	0	10.8	60.0
Control		101	125	8.3	10.0	50.9
A		-	-	-	N.S.	N.S.
B		-	-	-	N.S.	N.S.
A*B		-	-	-	N.S.	N.S.

^zDays to after seedling, ^yDays to after seedling, ^xDue to soft rot and stem rot, N.S.= Non-significant

적측면’의 경우 고사율은 대조구에서 8.3% 정도 나타났고, 8엽기와 8+14엽기 처리에서는 고사주가 발생하지 않고, 추대가 유기되어 채종이 가능하였다. 그러나 본 실험에서 일부 14엽기에 5mg/l 와 20mg/l 에서 일부 고사주가 나타난 것은 포장상태에 따른 문제점으로 판단된다.

‘유레이크’의 경우 고사율은 대조구에 비해서 뚜렷하게 GA₃ 처리효과가 나타나지 않아 전체적으로 처리구가 고사율이 전반적으로 높은 경향을 나타내었으나, 이것은 추대 후 개화기까지 환경조건이 결구 후 추대 및 개화 유기에 적합하지 않아 고사율이 높은 것으로 판단된다. 그러나 8+14엽 처리에서 20mg/l 와 50mg/l 처리구에서는 대조구보다 낮은 경향을 보여 고사율을 최소화하였다. 주당 채종량을 보면 ‘뚝섬적측면’의 경우 8엽기, 8+14엽기, 14엽기간 차이는 없었으며 적어도 20mg/l 이상 처리하여야 대조구보다 채종량이

표 5. '유레이크' 결구상추에 GA₃ 처리시 추대, 개화 소요일수, 고사율 및 채종률

엽령 <A>	GA ₃ 농도 (mg/l) 	추대 소요일수	고사율 (%)	채종량 (ml/plant)	채종량 (l /10a)
8	5	113	41.7	3.8	12.3
	10	111	40.9	3.5	11.5
	20	97	30.6	2.3	8.9
	50	96	37.5	4.4	15.3
8+14	5	107	41.7	4.1	13.3
	10	101	58.3	4.9	11.4
	20	106	26.8	5.2	21.1
	50	97	19.4	2.5	11.3
14	5	113	47.2	1.6	4.7
	10	112	38.1	6.0	20.6
	20	112	66.7	4.9	9.1
	50	99	63.9	6.6	9.6
Control		114	32.9	3.8	14.2
A		-	-	N.S.	N.S.
B		-	-	*Y	*
A*B		-	-	**	**

²Due to soft rot and stem rot*, **P = 0.05, 0.01, N.S.=Non-significant

증가하는 경향을 보였다(표 5). 이러한 경향은 10a당 채종량(주당채종량×고사율×300평 재식주수(5,556주))을 계산하였을때도 같은 경향을 나타내었다. 따라서 잎상추인 '뚝섬적 축면'의 채종효율 증진을 위한 GA₃ 효과는 최소 20mg/l 이상 처리하여야 하며, 8엽기 등 초기처리는 지나친 지상부 생육신장으로 지하부와외 불균형으로 도장되거나 쓰러져 생육상태가 불안하여 14엽기 이후에 처리하는 것이 보다 효과적임을 알 수 있었다. 결구상추인 '유레이크'는 GA₃ 처리 효과는 잎상추에 비하여 이러한 경향은 적었고 8+14엽기에 20mg/l 와 처리하는 것이 효과적이었다. 주당 채종량은 처리농도간 일정한 경향은 나타나지 않았으며, 이것은 채종환경 불량으로 인한 고사주가 많아서 주당 채종량에 영향을 주었기 때문으로 추정된다. 따라서 결구상추 채종시 문제점으로 나타난 GA₃ 처리가 결구상추의 결구억제 효과가 적어서 추대가 미비하였고, 개화기 이후 고온, 다습한 기후와 곰팡이 등에

의한 부패병균의 급증으로 채종시기의 조정이 필요한 것으로 나타났다. Harrington³⁾는 결구상추 채종효율 증진을 위해서 GA₃ 10ppm 의 농도로 4엽기와 8엽기에 처리하는 것이 효과적이었다고 보고하였는데 본시험보다는 저농도와 처리시기가 4엽기로 빠른 것으로 보아 시기와 지역에 따라서 GA 처리효과가 차이가 있음을 알 수 있었다.

또한 잎상추와 결구상추의 정식시기 후 죽는 결주율 등을 조사해보았을 때 잎상추는 시기별 결주율은 2.0~2.4%로 큰차이가 없어서 잎상추는 국내에서 채종시 파종시기에 따른 결주율은 큰차이가 없음을 알 수 있었다. 그러나 결구상추는 봄파종인 2월에 파종하여 생육기인 3월을 지나 6월에 채종하기까지 고사율이 42%로 잎상추에 비해 결주율이 매우 높음을 알 수 있다. 가을 채종을 위해서도 결주율이 11.5%로 같은 경향을 나타내 국내에서 결구상추를 채종시에는 이를 고려한 정식시기를 결정하여 채종효율을 증진하도록 해야 할 것이다(표 6).

표 6. 상추 채종시 정식기에 따른 고사율

구분	정식 시기	생육 및 채종시기	고사율(%)
잎상추	2월	3월~7월	2.4
	6월	7월~11월	2.0
결구상추	2월	3월~7월	42.0
	6월	7월~11월	11.5

²⁾Due to soft rot and stem rot

이상의 결과 상추의 채종효율 증진을 위해서 GA₃ 처리가 잎상추 및 결구상추에 효과가 있었으며, 특히 결구상추의 채종을 위해서 부패병균에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 파종시기를 조정할 필요가 있는데 표 6과 같이 6월에 파종하여 장마기 때 묘를 생육시킨 후 7월 초에 정식하고 영양생장을 시키면 7월말~9월초는 고온과 장일 상태가 되어 자연적으로 추대가 조장되고, 시기적으로 맑고 건조한 날이 계속됨으로써 부패병균에 의한 피해를 최소화하면서 채종이 가능할 것으로 판단되었다³⁾.

4. 채종방법

채종에 대하여 가장 문제가 되는 것은 개화 등숙과 온도와의 관계이다. 일반적으로 고온일수록 개화시기, 종자 성숙도가 저온일 때보다 빠르다. 주당 채종량은 온도 18~23℃에서 가장 많고, 23~28℃에서는 약간 떨어지고, 13~18℃의 저온일 때는 적어진다. 따라서 상추의 개화, 결실에 적합한 온도조건은 18~23℃임을 알 수있다. 한편 채종기와 개화 및 채종량에 대해서도 5월 1일에 파종하여 평균기온 18~22℃ 전후가 되는 9월 중순~10월 하순에 개화 등숙기가 되는 경우가 가장 채종량이 많았다. 추대 개화기가 장마철에 가까우면 다습에 의해 병이 많이 발생하기 쉽고 수정도 불량하기 때문에 비가림 채종법이 권장된다. 비가림재배는 노지에 비해서 결주가 적고, 수확주율이 어느 것이나 70%이상을 차지하며, 채종량이 많고 발아율이 양호한 종자가 채종된다. 채종량에 관한 비료는 질소가 제일이고 다음으로 인산이다. 따라서 재배기간 중에 질소와 인산이 부족하지 않게끔 주의할 필요가 있다. 칼리의 영향은 작지만 칼리가 없는 곳에서는 시비할 필요가 있다. 개화기간은 길어서, 2개월 이상 계속된다. 따라서 소량채종의 경우 계속해서 쌓아간다. 대량채종인 경우는 관모가 열리고, 손으로 만지면 탈립하기 시작할 때 채취하고, 7월 정도 후숙하고 나서 탈립 정제한다.

특히 결구상추의 효과적인 채종을 위해서는 1) 결구엽을 제거하여 결구하지 않도록 하는 방법 3) 결구된 구를 열십자(X)로 잘라주는 방법, 3) 장다리(seed-stalk)형성을 촉진시키기 위하여 지베렐린을 50~100ppm을 사용한다(그림 2, 3, 4, 5).

생육기간동안 습도와 질소의 적절한 공급과 온도는 상추의 종자량, 품질에 영향을 미침으로 유의하여야 하며, 이것은 수확기까지 신경을 써야한다.

IV. 기대효과

본 기술은 장안유기상추를 육종하기 위하여 한국농수산대학교 이관호 교수와 장안농장 류근모 와의 공동의 연구로 진행하였으나 영농을 하면서 연구를 하는것에 있어서 여러 가지 시기를 맞추는 일을 하기에 쉽지는 않았지만 지속적인 연구의 진행으로 몇 년에 걸쳐서 진행하여야할 사업으로 성과를 기대할 수 있는 것이다.



그림 2. 결구상추 '유레이크'의 지베렐린 50ppm 처리후 모습(본엽 6-7매 때 처리)



그림 3. 잎상추 '독섬적축면' 상추 개화 모습

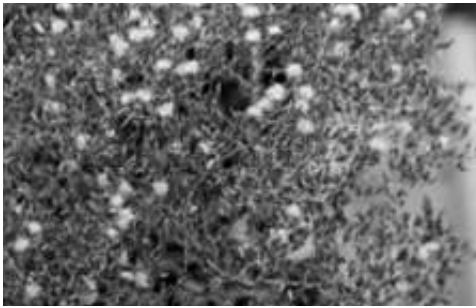


그림 4. 상추 채종적기 모습



그림 5. 채종망에서 후숙하는 모습

유기농가 및 일반재배농가에서 자가 채종시 유용하게 쓸수 있는 기술로 판단되며, 특히 결구형인 결구상추에서 효과가 클것으로 생각되며 반결구형인 로메인, 버터헤드형 상추에도 적용이 가능하며, 잎상추에서도 채종효율 증진을 위해서 효과가 클 것으로 판단된다. 그러므로 장안농장에서는 2011년 채종된 종자의 지속적인 연구채종을 진행하기로 한다.

참고문헌

1. Annual Report of National Alpine Agricultural Experiment Station, 2000. RDA.
2. Franklin, D. F. 1948. Using hormone sprays to facilitate bolting and seed production of hear-headed lettuce varieties. P.A.S.H.S. 51 : 453~456.
3. Harrington, J.F. 1960. The use of gibberellin acid to induce bolting and increase seed yield of tight-heading lettuce. P.A.S.H.S. 51 : 476~479.
4. Gray, D., Steckel, J.R.A., Wurr, D.C.E. and Fellow, J.R. 1986. The effect of application of gibberellins to the parent plant, harvest date and harvest method on seed yield and mean seed weight of crisp head lettuce. Annals of Applied Biology 108. 125~134.
5. Hiraoka, T. 1967a. Ecological studies on salad crops. 1. Effects of temperature, photoperiod and gibberellin spray on bolting, budding and flowering time of head lettuce. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 36(1) : 70~78.
6. ———. 1967b. Ecological studies on salad crops. II. Effects of photoperiod on flower bud differentiation, bolting and heading in lettuce, with special reference to the difference of photoperiod sensibility between varieties on various growing stages. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 36(4) : 411~420.
7. Hiraoka, T. 1969. Ecological studies on salad crops. 1. Effects of combination of temperature on flower bud differentiation, bolting and flowering time of head lettuce. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 38(1) : 42~51.
8. Lee, K. H. 1985. Seeds and saplings production. Kuk-Kuk Univ. press. p.231~241.
9. Shigehiro Tone. 1988. Effect of temperature on growth, flower-bud differentiation and flower stalk development of leaf lettuce. Bull. Yamaguchi Agric Expt. Sta. 40:34~43.
10. 농촌진흥청. 2004. 유전자원특성조사 및 관리요령. 상추. 1-60
11. 농촌진흥청. 2011. 유기종자생산 매뉴얼. 18-28.