양파 채종재배시 차광망 설치, 하우스 천창개폐, 환기 조건이 채종량에 미치는 영향

손은성¹ · 김경민^{1,2**} · 박규환^{3*}

¹경북대학교 환경원예전공, ²경북대학교 응용생명과학부, ³경북대학교 생태환경시스템학부

Influence of Shading Treatment, Open and Closure of Roofing, and Ventilation Condition to Seed Production in Onion (*Allium cepa*)

Eun Seong Son¹, Kyung-Min Kim^{1,2**}, and Gyu-Hwan Park^{3*}

¹School of Applied Ecological Resources, College of Ecology and Environmental Science,
Kyungpook National University, Sangju, 742-711, Korea

²Division of Plant Biosciences, School of Plant Biosciences, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea.

³Dept. of Ecological & Environmental System, College of Ecological & Environmental Science,
Kyungpook National University, Sangju, 742-711, Korea

Abstract : The purpose of this research was to investigate the influence of shade net and ventilation on the yield production of onion seed in greenhouse. Two onion cultivars, '6701' and '6704', was used for this experiment, and grown in several greenhouses with different type of shade net percentages (0, 35, and 55%) and with or without ventilation. '6701' and '6704' with parameter temperature showed a negative correlation coefficient around 10 o'clock, it was verified little or low correlation as the time progresses. '6701' seed production has been analyzed in a difference humidity condition of the seed production showed high correlation around 14 o'clock. '6701' and '6704' seed production has been analyzed correlation with light intensity, seed production almost showed a negative correlation coefficient. Controlling relative humidity in the greenhouse are important factor to produce onion seed yielding under shading screen and ventilation condition.

Keywords : Onion, Seed production, Shading net, Ventilation

서 언

백합과에 속하는 양파(*Allium cepa* L.)는 재배 역사가 가장 오래된 작물 중에 하나며 기원전 5천년 전에 페르시아에서 일종의 부적으로 쓰여졌다고 한다. 고대 이집트에서는 피라미드의 축조 때에 노동자(노예)들에게 마늘과 함께 양파를 먹였다고 전해지며 종교적으로도 신에게 바칠 정도로 아주 귀하다고 신성한 식물로 여겨졌다. 현대에 들어서 우리 식단에 꼭

필요한 건강양념채소로 많은 소비가 늘고 있다(Kumar et al. 2007, Lim et al. 2002, Ramin 1999). 최근 연구에 의하면 양파가 각종 성인병과 암 예방에 효능이 있다고 밝혀져 양파의 생산 및 재배 면적 또한 늘고 있다(Cho et al. 2010, Pathak 2000). 양파 종자는 퇴화와 변질이 쉽고 종자수명이 짧은 단명 종자이어서 종자의 경제적 수명은 1년, 건조제를 사용할 경우 2년 정도이다. 양파는 파종에서 채종까지 만 2년, 햇수로는 3년이 걸린다. 양질의 양파 종자를 사용하기 위해서는 매년 안정적 양파 종자 생산이 매우 중요하다. 그러나 양파 채종에서 양파의 개화습성은 유한 화서로 한 개의 화구 내 꽃이 완전히 피는데 소요되는 일수는 약 20-30일 정도이다. 양파의 개화 시기는 6월 상순부터 7월 하순까지이며 개화가 완료되어 결실된 종자의 발육 정도가 가시화되는 시기가 하우스 내의 온도가 지나치게 고온이 되는 시기와 일치하

*Corresponding author (E-mail: pgh@knu.ac.kr, Tel: +82-54-530-1205, Fax: +82-54-530-1209)

**Corresponding author (E-mail: kkm@knu.ac.kr, Tel: +82-53-958-6880, Fax: +82-53-958-6880)

(Received on December 13, 2012. Revised on January 5, 2013.

Accepted on January 11, 2013.)

로 경우에 따라 하우스 전체 혹은 부분 차광망을 설치하여 고온과 햇볕에 의한 일소 피해를 예방하고 있다(Huh et al. 2002, Lim et al. 2002). 양파 종자 생산에 있어 가장 중요한 시기가 수분, 수정기인데 수분 매개 층에 의한 교배가 완료되면 종자가 형성될 때 너무 높은 고온으로 종자의 유실현상이 발생하여 채종량의 감소와 안정적 양파 종자 생산이 이루어지지 않는다(Currah 1990, Spurr et al. 2002). 그리고 양파는 타가수정 작물이므로 개화 후 수분을 돕는 관리를 해야 하는데, 소허파, 생선을 이용하여 쇠금파리를 유인하고 대면적 하우스일 때는 양봉 벌을 방사하여 수정율을 높여야 한다고 하였다(Free 1970). 그러나 온실 양파종자 생산 할 때 불량환경 조건인 고온, 환기 불량 하에서 생산 되는 양파종자 생산 연구가 미비한 실정이다(Jang et al. 2002, Ku et al. 2007, Kwon et al. 2002). 따라서 본 연구는 양파 채종재배 때 차광망 설치, 하우스 천창 개폐, 환기 조건이 채종량에 미치는 영향을 구명하고자 연구하였다.

재료 및 방법

양파 재료 및 양파 채종재배

본 시험에 사용한 양파 재료는 2009년 5-6월에 몬산토 코리아(주) 고성농장 노지에서 수확 후 양파 저장고에서 상온으로 3-4개월 저장한 조생종 계통의 '6701' 과 '6704' 사용하였다. 모구 양파 하우스 정식은 같은 해 2009년 10-11월에 비닐 하우스 폭 6 m, 길이 45 m (270 m²), 재식거리 0.47 × 0.25 m 하여 3(A) : 2(B) : 3(A) : 2(B) : 3(A) 줄 수 비율로 '6701' 계통 총 1,520 m², '6704' 계통 총 1,272 m² 각각 정식하였다. 양파는 녹색 식물체 춘화형으로 저온에 감응할 수 있도록 11월에서 2월까지 하우스 측 창을 오후 1시에서 3시까지 2시

간 개폐하면서 관리하였다. 시비는 모구 정식 전 1차 기비와 월동 후 2-3차 추비를 하였으며 시비량(kg/10a)은 1차에 밑거름으로 고토석회 120 kg/10a, 완숙퇴비 3,000 kg/10a, 용성인비 90 kg/10a, 요소 30 kg, 염화가리 30 kg/10a를 살포 하였으며 2-3차에 추비량으로는 각각 2월 15일(2차), 3월 15일(3차)에 요소 30 kg/10a, 염화가리 30 kg/10a를 각각 살포 하였으며 개화기가 시작되는 6월 중순부터 종자가 발육하는 7월 중하순까지 5일 간격으로 충분한 관수를 점적관수를 통해 실시하고 요소 30 kg/10a를 전착제와 함께 엽면시비 하였다(Table 1).

병해충 방제로는 노균병, 흑반병 예방으로 오티바 액상수화제(신젠타)를 살포 하였고 파밤나방, 굴파리 등의 피해를 예방하기 위해 에이팜 유제약제(신젠타)를 사용하였다. 개화 시기는 '6704' 계통 A line (female line)는 2010년 6월 9일, '6704' 계통 B line (male line)는 2010년 6월 7일에 개화가 시작되었으며 '6701' 계통 A line (female line)은 2010년 6월 6일, '6701' 계통 B line (male line)은 2010년 6월 3일에 개화가 시작 되었다. 양파 채종재배에서는 개화가 5% 이상 진행되었을 때 하우스 1동에 양봉벌 1통을 하우스 중앙에 배치하여 수분매개충으로 이용하였다. 예취 및 수확시기는 '6704' 계통 A line과 B line는 8월 3일, '6701' 계통 A line과 B line는 7월 26일에 실시 완료하여 10일 간 건조 및 후숙하여 양파 탈종기를 이용하여 탈립하였다. 탈립된 종자는 계통 별로 무게를 측정하였다.

차광망 설치 및 하우스 천창 개폐

6월 2일에 실험 하우스 12동 중 8동(35% 차광 4동, 55% 차광 4동)에 차광망을 전면 설치하였고 실험하우스 12동 중 천창이 설치된 하우스 6동과 천창이 없는 하우스 6동을 구분

Table 1. Amount of applied fertilizer for transplanting onion bulb in green house.

Fertilizer name	Total amount (kg·(270 m ²) ⁻¹)	Basal fertilization (kg·(270 m ²) ⁻¹)	Additional maturing (kg·(270 m ²) ⁻¹)	
			1st time	2nd time
Lime	40			
Compost	1,000	1,000		
Fused phosphate fertilizer	30	30		
Urea	30	10	10	10
Potassium chloride	30	10	10	10
Additional maturing time			15 Feb.	15 Mar.

하여 ‘6701’ 계통과 ‘6704’ 계통을 각각 정식하여 하였다.

온도, 습도 및 광 측정

하우스에 모구 정식 후 채종 양파 생육 전체 과정에서 하우스 양파의 내외적 환경요인인 온도, 습도, 광도를 조사하기 위하여 HOBO® data loggers (U12-001, USA)를 월동 후 2월 6일에 하우스 1동에 1개씩 설치하였다. HOBO® data loggers의 데이터 조사를 위한 프로그램 설정은 6월 1일부터 8월 6일까지 2시간 간격으로 온도, 습도, 광도 3가지 요소로 하였다. 얻어진 통계치리는 SAS (ver. 9.0) 프로그램으로 상관계수를 구하여 환경요인과 채종량과의 관계를 구명하였다. 통계처리된 양파는 line 별로 12개체를 채취하여 채종량을 조사하였다.

결과 및 고찰

온도 자료를 분석한 결과 천창 개폐를 하지 않고 0% 차광

한 하우스는 10시부터 18시까지의 온도분포는 $28.2 \pm 3.2 - 34.1 \pm 5.9^{\circ}\text{C}$ 이었다. 천창개폐를 하지 않고 35% 차광한 하우스의 온도분포는 $28.1 \pm 4.6 - 31.4 \pm 4.5^{\circ}\text{C}$ 이었다. 천창개폐를 하지 않고 55% 차광한 하우스의 온도분포는 $26.9 \pm 2.7 - 31.7 \pm 4.8^{\circ}\text{C}$ 이었다. 천창 개폐를 하고 0% 차광한 하우스의 온도분포는 $27.0 \pm 3.0 - 32.8 \pm 5.6^{\circ}\text{C}$ 이었다. 천창개폐를 하고 35% 차광한 하우스의 온도분포는 $27.6 \pm 4.2 - 30.3 \pm 4.7^{\circ}\text{C}$ 이었다. 천창개폐를 하고 55% 차광한 하우스의 온도분포는 $27.0 \pm 2.8 - 30.4 \pm 4.3^{\circ}\text{C}$ 이었다(Table 2). 습도 자료를 분석한 결과 천창 개폐를 하지 않고 0% 차광한 하우스는 10시부터 18시까지의 습도 분포는 $51.1 \pm 20.4 - 64.9 \pm 15.5\%$ 이었다. 천창개폐를 하지 않고 35% 차광한 하우스의 습도분포는 $59.3 \pm 19.2 - 68.0 \pm 20.9\%$ 이었다. 천창개폐를 하지 않고 55% 차광한 하우스의 습도분포는 $58.0 \pm 20.3 - 70.4 \pm 15.1\%$ 이었다. 천창 개폐를 하고 0% 차광한 하우스의 습도분포는 $52.7 \pm 18.6 - 65.7 \pm 15.7\%$ 이었다. 천창개폐

Table 2. The comparison of temperature at each other green house.

Item	Ventilation	Shading net (%)	Temperature each o'clock ($^{\circ}\text{C}$)				
			10	12	14	16	18
A	Minus	0	31.2 ± 5.4^z	34.1 ± 5.9	33.8 ± 5.5	31.8 ± 4.6	28.2 ± 3.2
B		35	28.3 ± 4.1	30.8 ± 5.4	31.4 ± 4.5	30.6 ± 4.3	28.1 ± 4.6
C		55	28.9 ± 4.1	31.7 ± 4.8	31.5 ± 4.3	29.7 ± 3.5	26.9 ± 2.7
D	Plus	0	31.1 ± 5.5	32.8 ± 5.6	32.2 ± 4.9	30.3 ± 4.2	27.0 ± 3.0
E		35	27.6 ± 4.2	29.7 ± 4.8	30.3 ± 4.7	29.6 ± 4.2	28.0 ± 3.8
F		55	27.9 ± 4.0	30.2 ± 4.3	30.4 ± 4.3	29.1 ± 3.7	27.0 ± 2.8

^zMean $\pm$ Standard deviation. A : 0% shading net at nonexistent ventilation, B : 35% shading net at nonexistent ventilation, C : 55% shading net at nonexistent ventilation, D : 0% shading net at existent ventilation, E : 35% shading net at existent ventilation, F : 55% shading net at existent ventilation.

Table 3. The comparison of humidity at each other green house.

Item	Ventilation	Shading net (%)	Humidity each o'clock (%)				
			10	12	14	16	18
A	Nonexistent	0	58.1 ± 19.1^z	51.1 ± 20.4	51.5 ± 17.8	55.8 ± 17.4	64.9 ± 15.5
B		35	68.0 ± 20.9	61.7 ± 23.6	59.3 ± 19.2	60.5 ± 17.7	67.2 ± 16.1
C		55	65.5 ± 18.3	58.0 ± 20.3	58.4 ± 17.8	62.8 ± 17.5	70.4 ± 15.1
D	Existent	0	57.5 ± 18.2	52.7 ± 18.6	54.1 ± 16.6	59.1 ± 17.2	65.7 ± 15.7
E		35	68.2 ± 18.0	62.8 ± 19.6	60.9 ± 16.4	63.2 ± 15.7	67.4 ± 14.9
F		55	58.0 ± 28.6	52.5 ± 27.0	52.4 ± 25.6	55.3 ± 26.4	59.5 ± 28.1

^zMean $\pm$ Standard deviation. A : 0% shading net at nonexistent ventilation, B : 35% shading net at nonexistent ventilation, C : 55% shading net at nonexistent ventilation, D : 0% shading net at existent ventilation, E : 35% shading net at existent ventilation, F : 55% shading net at existent ventilation.

를 하고 35% 차광한 하우스의 습도분포는 $60.9 \pm 16.4 - 68.2 \pm 18.0\%$ 이었다. 천창개폐를 하고 55% 차광한 하우스의 습도분포는 $52.4 \pm 25.6 - 59.5 \pm 28.1\%$ 이었다(Table 3). 광도 자료를 분석 한 결과 천창 개폐를 하지 않고 0% 차광한 하우스는 10시부터 18시까지의 광도분포는 $1998.1 \pm 20.2 - 6393.5 \pm 58.3$ Lux 이었다. 천창개폐를 하지 않고 35% 차광한 하우스의 광도분포는 $1073.3 \pm 10.5 - 3944.8 \pm 40.0$ Lux 이었다. 천창개폐를 하지 않고 55% 차광한 하우스의 광도분포는 $805.7 \pm 7.7 - 3267.5 \pm 32.5$ Lux 이었다. 천창 개폐를 하고 0% 차광한 하우스의 광도분포는 $2986.6 \pm 39.3 - 6418.0 \pm 61.3$ Lux 이었다. 천창개폐를 하고 35% 차광한 하

우스의 광도분포는 $2473.2 \pm 33.2 - 4428.3 \pm 52.6$ Lux 이었다. 천창개폐를 하고 55% 차광한 하우스의 광도분포는 $2710.9 \pm 48.7 - 3722.8 \pm 49.4$ Lux 이었다(Table 4). ‘6701’ 계통은 천창개폐를 하지 않은 0% 차광한 하우스에서 천창개폐를 하고 55% 차광한 하우스의 umbel 마다 양파 채종량의 범위는 $1.3 \pm 0.1 - 2.3 \pm 0.2$ g 이었고 3.3 m^2 마다 양파 채종량의 범위는 $54.0 \pm 5.3 - 79.0 \pm 6.7$ g 이었다. ‘6704’ 계통은 천창개폐를 하지 않은 0% 차광한 하우스에서 천창개폐를 하고 55% 차광한 하우스의 umbel 마다 양파 채종량의 범위는 $1.2 \pm 0.0 - 2.1 \pm 0.1$ g 이었고 3.3 m^2 마다 양파 채종량의 범위는 $61.0 \pm 3.9 - 117.0 \pm 10.1$ g 이었다(Table 5). ‘6701’과

Table 4. The comparison of light intensity at each other green house.

Item	Ventilation	Shading net (%)	Light intensity each o'clock (lux)				
			10	12	14	16	18
A	Nonexistent	0	$5,359.5 \pm 55.0^z$	$6,393.5 \pm 58.3$	$5,800.2 \pm 59.3$	$4,850.8 \pm 51.5$	$1,998.1 \pm 20.2$
B		35	$3,847.3 \pm 45.4$	$3,944.8 \pm 40.0$	$3,167.6 \pm 31.2$	$2,398.9 \pm 23.1$	$1,073.3 \pm 10.5$
C		55	$2,478.9 \pm 27.0$	$3,267.5 \pm 32.5$	$2,970.2 \pm 32.2$	$2,307.4 \pm 24.6$	$8,05.7 \pm 7.7$
D	Existent	0	$4,834.9 \pm 50.3$	$6,418.0 \pm 61.3$	$6,265.1 \pm 63.1$	$5,927.0 \pm 65.3$	$2,986.6 \pm 39.3$
E		35	$3,356.4 \pm 43.0$	$4,210.9 \pm 41.2$	$4,087.8 \pm 41.8$	$4,428.3 \pm 52.6$	$2,473.2 \pm 33.2$
F		55	$2,739.7 \pm 24.7$	$3,184.3 \pm 28.5$	$3,325.7 \pm 36.0$	$3,722.8 \pm 49.4$	$2,710.9 \pm 48.7$

^zMean $\pm$ Standard deviation. A : 0% shading net at nonexistent ventilation, B : 35% shading net at nonexistent ventilation, C : 55% shading net at nonexistent ventilation, D : 0% shading net at existent ventilation, E : 35% shading net at existent ventilation, F : 55% shading net at existent ventilation.

Table 5. The comparison of seed yield at each other green house.

Cultivars	Item	Onion seed yield (g)	
		umbel	3.3 m^2
6701	A	1.3 ± 0.1^z	54.0 ± 5.3
	B	2.3 ± 0.2	79.0 ± 6.7
	C	1.9 ± 0.1	73.0 ± 5.9
	D	1.6 ± 0.1	60.0 ± 2.3
	E	1.9 ± 0.3	74.0 ± 8.2
	F	1.5 ± 0.1	62.0 ± 4.2
6704	A	1.2 ± 0.0	61.0 ± 3.9
	B	2.1 ± 0.1	117.0 ± 10.1
	C	1.6 ± 0.1	83.0 ± 6.9
	D	1.4 ± 0.2	69.0 ± 2.5
	E	1.4 ± 0.2	76.0 ± 3.3
	F	1.3 ± 0.1	78.0 ± 2.9

^zMean $\pm$ Standard deviation. A : 0% shading net at nonexistent ventilation, B : 35% shading net at nonexistent ventilation, C : 55% shading net at nonexistent ventilation, D : 0% shading net at existent ventilation, E : 35% shading net at existent ventilation, F : 55% shading net at existent ventilation.

‘6704’는 채종 방법에 따른 하우스 온도의 차이에 대한 채종량은 10시경에 부의 상관관계를 보이거나 시간이 지날수록 상관관이 거의 없는 것으로 분석되었다(Table 6). 본 연구에서는 Currah (1990)는 하우스내의 50℃ 이상의 극한 온도까지 도달하면 종자가 죽고 유실되어 채종량에 영향을 미친다고 보고한 결과와 상이하다. 이는 하우스의 모든 조건이 50℃ 이상이 되지 않아 종자 형성에는 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다.

‘6701’은 채종방법에 따른 하우스 습도의 차이에 대한 채종량은 14시까지의 습도에 따라 고위 정상관을 이루며 그 외 하루 중 시각에서는 대부분 상관관이 없는 것으로 조사 되었다. ‘6704’는 채종방법에 따른 하우스 습도의 차이에 대한 채종량은 하루 동안의 습도에 거의 상관관이 없는 것으로 나타났다(Table 7). 본 연구에서는 Currah (1990)는 양파 채종 재배 때에 umbel이 습도에 아주 민감하다고 보고한 결과와 동일하게 나타났다.

‘6701’과 ‘6704’는 채종방법에 따른 하우스 광도의 차이에 대한 채종량은 하루 중 시각에 따른 광도의 차이는 대부분 부의 상관관이 있는 것으로 나타났다(Table 8). Rabinowitch (1990)는 강한 햇빛이 양파 umbel에 직접적으로 노출되면 양파 채종량이 감소한다고 보고한 결과와 동일하게 나타났다. 또한 고온과 고습 조건에 조우되면 다른 조·중생종에 비해 민감하게 반응 할 뿐만 아니라 종자에 현저한 피해를 입어 채종량이 감소된다는 보고도 있다(Ku et al. 2008).

Fig. 1은 각기 다른 시기의 채종양파의 모습으로 ‘6701’과 ‘6704’의 2개 품종에 개화 및 수분수정 완료 후 종자가 맺혀 가는 모습으로, 특히 ‘6704’ 품종에서 6월 23일은 양파 꽃대의 개화되어 수분수정이 이루어지는 사진이며(Fig. 1A), 7월 4일은 수정 후 10일된 양파의 모습(Fig. 1B), 7월 14일은 20일된 양파의 모습(Fig. 1C), 7월 22일에 30일된 양파의 모습으로 종자가 잘 맺혀있는 것을 확인 할 수 있었다(Fig. 1D).

Table 6. Analysis of correlation coefficient value between types of seed production to temperature.

Cultivars	Type of seed production	Temperature each o'clock (°C)				
		10	12	14	16	18
6701	umbel	-0.58	-0.56	-0.48	-0.24	0.18
	3.3 m ²	-0.73	-0.69	-0.62	-0.40	0.13
6704	umbel	-0.37	-0.32	-0.23	-0.01	0.19
	3.3 m ²	-0.54	-0.49	-0.39	-0.15	0.19

Table 7. Analysis of correlation coefficient value between types of seed production to humidity.

Cultivars	Type of seed production	Humidity each o'clock (%)				
		10	12	14	16	18
6701	umbel	0.88*	0.89*	0.87*	0.73	0.57
	3.3 m ²	0.94**	0.94**	0.93**	0.79	0.56
6704	umbel	0.68	0.67	0.63	0.47	0.46
	3.3 m ²	0.67	0.66	0.58	0.35	0.25

*,**5% and 1% significant, respectively.

Table 8. Analysis of correlation coefficient value between type of seed production to light intensity.

Cultivars	Type of seed production	Intensity each o'clock (lux)				
		10	12	14	16	18
6701	umbel	-0.41	-0.51	-0.62	-0.66	-0.59
	3.3 m ²	-0.59	-0.66	-0.74	-0.72	-0.59
6704	umbel	-0.23	-0.39	-0.54	-0.68	-0.67
	3.3 m ²	-0.35	-0.54	-0.67	-0.74	-0.60

Fig. 1. Growing phase from flowering to ripening onion seeds. (A) 23 June. (B) 4 July. (C) 14 July. (D) 22 July.

적 요

인 용 문 헌

본 연구에서는 양파 채종재배 할 경우 차광망설치와 온실 천창 개폐, 환기 조건이 양파 채종량에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구이었다. 본 연구 결과는 다음과 같다. ‘6701’과 ‘6704’는 채종 방법에 따른 온실 온도의 차이에 대한 채종량은 10시경에 부의 상관관계를 보이거나 시간이 지날수록 상관이 거의 없는 것으로 분석되었다. ‘6701’은 채종방법에 따른 온실 습도의 차이에 대한 채종량은 14시까지의 습도에 따라 고위정상관을 이루며 대부분 상관이 없는 것으로 조사 되었다. ‘6701’과 ‘6704’는 채종방법에 따른 온실 광도의 차이에 대한 채종량은 대부분 부의 상관이 있는 것으로 나타났다. 따라서 양파를 채종 할 경우에는 습도 관리가 영향이 크게 미치는 것으로 생각되었다.

사 사

이 논문은 2011학년도 경북대학교 학술연구지원금에 의하여 연구되었음.

1. Cho J, Bae RN, Lee SK. 2010. Current research status of postharvest technology of onion (*Allium cepa* L.). Kor J Hort Sci Technol 28: 522-527.
2. Currah L. 1990. Pollination biology. H.D. Rabinowitch, and J.L. Brewster. Onions and allied Crops. pp.135-149, CRC Press, Inc. Florida.
3. Free JB. 1970. Insect Pollination of Crops, pp.127, Academic Press, New York.
4. Huh EJ, Cho KS, Kwon YS, Woo JG. 2002. Effects of temperature and photoperiod on bulbing and maturity of spring sown onions in highland. Kor J Hort Sci Technol 43: 587-590.
5. Jang YS, Hyun DY, Kim CW, Lee ET, Cho SK, Choi IH, Jeong BC. 2002. Artificial rearing method of *Lucilia illustris* for pollination vector in onion (*Allium cepa* L.). Kor J Hort Sci Technol 43: 178-182.
6. Ku YG, Kim YU, Park W, Kim CW, Lee ET, Jang YS, Ahn SJ. 2007. Several specific proteins and genes under high temperature and high humidity for seed production of onion (*Allium cepa* L.). Kor J Hort Sci Technol 25 (Suppl. I), 68.

7. Ku Y-G, Park W, Lee E-T, Kim C-W, Kim Y-S, Jang Y-S, Ahn S-J. 2008. Effect of high temperature and humidity on seed production and mother bulb harvesting of onion. Kor J Hort Sci Technol 26: 97-100.
8. Kumar S, Imtiyaz M, Kumar A. 2007. Effect of differential soil moisture and nutrient regimes on postharvest attributes of onion (*Allium cepa* L.). Sci Hort 112: 121-129.
9. Kwon YS, Huh EJ, Cho KS, Jang SW, Woo JG, Kim BS. 2002. Identification for idiotype adapting on onion breeding in highland condition. Kor J Hort Sci Technol 20 (Suppl. I), 67.
10. Levy D, Kedar N. 1970. Effect of ethrel on growth and bulb initiation in onion. Horticultural Science 5:80-82.
11. Lim CH, Park TH, Cho JL, Kang SS. 2002. Effect of daylength and temperature after bolting on flower curd and seed yield of early onion 'Samnamjosaeng'. Kor J Hort Sci Technol 20: 306-308.
12. Pathak CS. 2000. Hybrid seed production in onion. Journal of New Seeds 1: 89-108.
13. Rabinowitch HD. 1990. Seed development. H. D. Rabinowitch, and J. L. Brewster. Onions and allied Crops. pp.151-159, CRC Press, Inc. Florida.
14. Ramin AA. 1999. Storage potential of bulb onions (*Allium cepa* L.) under high temperatures. J Hort Sci Biotech 74: 181-186.
15. Spurr CJ, Fulton DA, Brown PH, Clark RJ. 2002. Changes in seed yield and quality with maturity in onion (*Allium cepa* L. cv. 'Early Cream Gold'). J Agro & Crop Sci 188: 275-280.