양파 F₁ 종자생산용 중만생계 웅성불임계통 ‘원예 30006’

김철우^{1*} · 이을태¹ · 최인후¹ · 장영석¹ · 배상경¹ · 서세정²

¹국립식량과학원 바이오에너지작물센터, ²농촌진흥청 기술협력국

Mid-late Male Sterile Line ‘Wonye 30006’ for F₁ Seed Production of Onion (*Allium cepa* L.)

Cheol-Woo Kim^{1*}, Eul-Tai Lee¹, In-Hu Choi¹, Young-Seok Jang¹, Sang-kyeong Bae¹, and Sae-Jung Suh²

¹Bioenergy Crop Research Center, NICS, RDA, Muan 534-833, South Korea

²Technology Cooperation Bureau, RDA, Suwon 441-707, South Korea

Abstract : The production of hybrid onion (*A. cepa* L.) seed is economically feasible using systems of cytoplasmic male sterility (CMS). Therefore, male sterile (A-line) and maintainer (B-line) is essential to development of F₁ hybrids. Male sterile line Wonye30006 was developed by Bioenergy Crop Research Center, National Institute of Crop Science, RDA in South Korea in 2010. The first cross for introduction of CMS was conducted in 2000. Male-sterile parents which were selected from ‘F2-6’ breeding lines were pollinated with male fertile line ‘HMB’ (inbred line). The fertility test was conducted in 2002 and maintainer line ‘Mo2005’ was selected. The proportion of male-sterility plants of F₁ population was 100% for subsequent four backcross generations. ‘Wonye30006’ was named ‘MMS66’ in 2009 and the corresponding male parent was called ‘MMSB66’. As an mid-late maturing type, lodging date is around May 25th. ‘Wonye30006’ has round bulb and the average bulb weight is 184 g. Plant height and stem diameter are 56 cm and 12.4 mm, respectively. Number and the length of flower stalks per mother bulb are 122 cm and 6, respectively. Flowering date is June 4th and flower bud size is 81.2 mm. Wonye30006 will be used for development of F₁ hybrids in breeding program. (no. 4674)

Keywords : Wonye3006, Onion, *Allium cepa*, Male sterile line

서 언

양파(*Allium cepa* L.)는 중요한 양념채소로 백합과 파속(*Allium* spp.)에 속한다. 양파는 세계적으로 재배되는 중요한 작물로 기원전부터 식품으로 이용되어 왔고 최근에 양파의 기능성 성분이 밝혀지면서 양념채소의 역할 뿐만 아니라 양파음료, 즙 등 다양한 가공식품이 개발되어 소비가 증가하고 있다.

국내의 양파 재배면적은 연차간 차이는 있지만 약 2.0~2.2만 ha이고 연간 생산량은 120~150만 톤에 이르고 있다. 또한 양파는 마늘과 더불어 몇 안 되는 노지 월동작물이며 농

가의 소득작물로 중요한 위치를 차지하고 있지만 재배면적의 약 70%가 수입품종에 의해 점유되고 있어 국내 품종의 경쟁력을 향상이 시급하다. 그러나 양파 2년 1세대 타식성 작물로 타 작물에 비해 육종기간이 길고 국내육종회사의 영세성과 육종기반의 미흡, 짧은 육종역사 등을 고려할 때 단기간에 우수한 품종의 개발이 어려운 실정이다. 양파는 육종방법에 따라 고정종 품종(open pollination variety)와 F₁ 품종으로 구분하며 일부 조생종 품종을 제외하고 대부분 F₁ 품종이다. 양파의 F₁종자 생산은 웅성불임(CMS, cytoplasm-genic male sterility)을 이용하고 있으며 F₁ 종자생산에 이용되는 CMS는 2종류가 있으며(Berninger 1965, Jones & Clarke 1943), CMS-S는 ‘Italian Red’에서(Jones & Emsweller 1936) CMS-T는 ‘Jaune paille des Vertus’에서 발견되어(Berninger 1965) 상업적인 종자생산에 널리 이용되고 있다. 양파의 웅성불임계통(A line)은 F₁ 종자생산에 필수적인 교배모본이지만 유지계

*Corresponding author (E-mail: cwkim@korea.kr, Tel: +82-61-450-0193, Fax: +82-61-453-0085)

(Received on July 14, 2014. Revised on October 22, 2014.
Accepted on October 26, 2014.)

통이 집단이나 분리 계통내에 존재한다고 가정하여 웅성불임 유지계통(B line)을 선발하는데 만 4~8년이 소요되어 다양한 F₁ 품종개발의 장애요인이 되고 있다. 그러나 최근 분자마커들이 개발되면서 웅성불임에 관여하는 세포질 판별이 가능해 육종기간과 선발효율이 크게 향상되었다(Engelke et al. 2003, Havey 1995, Kim 2009, Sato 1998). 국립식량과학원 바이오에너지작물센터에서 개발한 웅성불임계통 ‘원예 30006’은 웅성불임 및 유지계통 선발에 분자마커를 이용하여 육종기간을 단축하였다. ‘원예30006’의 숙기는 중만생계통에 속하며 저장성과 구 특성이 우수하여 F₁ 품종 육종기간 단축 및 중만생종 F₁ 품종의 경쟁력을 높일 것으로 기대한다.

재료 및 방법

‘원예30006’의 교배, 채종, 특성평가는 2000~2010년까지 국립식량과학원 바이오에너지작물센터의 시험포장과 비가림 채종하우스에서 수행하였다. 2000년에 중생계통 ‘F2-6’ 집단에서 웅성불임개체를 선발하고 자식계통인 ‘HMB’에서 화분친을 선발하여 최초 교배하고 채종하였다. 유지계통 선발은 분자마커 *orfA501*(Engelke et al. 2003)로 세포질이 CMS-N인 개체들을 선발하여 교배하였다. F₁ 조합들은 9월 중순에 파종하여 2001년 구비대기가 시작되는 4월부터 5월에 걸쳐 채종용 모구를 선발하였다. 모구들은 상온에서 저장한 후 11월 상순에 비가림 채종하우스에 정식하여 2002년 개화기에 F₁ 조합의 임성을 확인한 후 BC₁F₁과 BC₂F₁는 단교배하여 선발하고 BC₃F₁~BC₅F₁은 집단 채종하여 형질을 유지시켰다. ‘원예30006’과 유지계통의 포장선발은 양파 표준재배법에 준

하여 재배하였고 채종모구는 흑색으로 비닐피복하고 재식밀도는 30×40 cm하였다. 교배는 모본(A line)과 부분(B line)의 개화 전에 교배망을 설치하여 화분오염을 방지하고 개화기에 화분매개충인 연두금파리를 방사하여 교배하였다. 시험재료의 수량 및 생육특성검정을 위해 매년 9월 20에 파종하고 11월 10일에 13공 백색 유공필름으로 피복 한 후 정식하였다. 시비량 및 시비법은 양파 표준재배법에 준하였다. 엽수, 초장 등 생육특성은 생육이 정지되는 도복기에 하였으며 구중과 구형지수[(구고×구경)×100]는 수확 건조한 구를 측정하였다. 내한성은 월동 후 묘의 생육상태를 달관 조사하였고 노균병은 3월부터 5월까지 이병주의 발생빈도를 관찰하였다. 채종모구와 채종관련 특성조사는 국립종자원의 양파 특성조사요령(KSVS 2011)과 시험계획서의 조사기준에 준하여 실시하였다.

결과 및 고찰

육성경위

양파 웅성불임계통은 F₁ 품종개발에 필수적인 중간모본이다. ‘원예30006’은 웅성불임계통으로 2000년에 중생계통인 ‘F2-6’집단에서 웅성불임개체를 선발하여 자식계통인 ‘HMB’에서 화분친을 선발하여 교배하였다. 2002년에 F₁ 조합에서 임성을 확인한 후 ‘Mo2005-5’를 선발하여 2004~2010까지 BC₅F₁까지 여교잡하였다. BC₃F₁부터 집단채종하여 특성을 유지하였다. 2009년에 BC₄F₁인Mo2005-1-1-1B-2B를 ‘MMS66’으로 명명하여 모구특성과 채종특성을 평가하였다(Fig. 1). 2010년에 직무육성신품종선정심의회에서 양파 F₁ 종자생산용

Fig. 1. Pedigree diagram of ‘Wonye30006’.

중간모본으로 선정되었고 ‘원예30006’으로 명명하여 2011년 품종보호출원(2011-366)하고 2013년 품종보호등록(제4674)되었다.

생육 및 수량특성

‘원예30006’의 초형은 직립형이고 엽은 녹색으로 양친의 주요 생육특성은 비슷하며 ‘원예30006’의 임성은 불임이고 약색은 갈색인 반면 유지계통인 ‘MMSB66’은 가임이며 약색은 황색이다. 구의 모양은 원형, 구색은 갈색으로 도복기는 5월 25일로 중만생계통에 속한다(Table 1, Fig. 2). ‘원예30006’의 가변특성인 초장과 주당 엽수는 각각 56 cm, 8매이고 엽초경 및 엽초장은 각각 12.4 mm, 12.6 cm로 유지계

통인 ‘MMSB66’과 비슷한 특성을 보였다(Table 1). 양친의 구형지수는 99와 104으로 넓은 타원형의 구형으로 소비자의 선호도가 높은 고구형 F₁ 품종을 육성하는데 유리한 특성을 가지고 있다. ‘원예30006’와 ‘MMSB66’의 구중은 각각 184 g, 182 g으로 중구형의 특성을 가지고 있으며 수량은 4,931 kg/10a 이다(Table 2, Fig. 2).

노균병 저항성, 내한성, 저장성

양파의 노균병은 연작지에 주로 발생하는 저온성 병으로 저온 다습한 환경조건에서 발병이 심하다. ‘원예30006’은 노균병에 대해 저항성은 시험포장에서 육안으로 관찰하였으며 노균병에 다소 저항성이 있는 것으로 관찰되었다. 원예30006

Wonye30006

MMSB66

Wonye30006

MMSB66

Fig. 2. Mother bulb plants and flowers of ‘Wonye30006’ and maintainer line (MMSB66).

Table 1. Plant characteristics of ‘Wonye30006’.

(‘09~’10, Muan)

Cultivar		Plant type	Leaf colour	Bulb shape	Bulb skin colour	Lodging Date	Fertility	Pollen color	Plant height (cm)	LN ^z	PSD ^y (mm)	PSL ^x (cm)
Wonye3000 (MMS66)	♀	Erect	Green	Circular	Brown	May 25	Brown	Male sterile	56	8	12.4	12.6
MMSB66	♂	Erect	Green	Circular	Brown	May 26	yellow	Male fertile	54	7	11.3	12.6

^zLN : leaf number per plant

^yPSD : psedostem diameter

^xPSL : psedostem length

Table 2. Characteristics of mother bulb of ‘Wonye30006’.

(‘09~’10, Muan)

Cultivar		Bulb height (mm)	Bulb diameter (mm)	Bulb index ^z	Bulb weight (g)	Yield (kg/10a)
Wonye30006 (MMS66)	♀	70.7	70.8	99	184	4,931
MMSB66	♂	72.4	69.7	104	182	4,513

^zBulb index = [Bulb height/Bulb diameter]×100

Table 3. Resistance of downy mildew, cold tolerance and storage ability of ‘Wonye30006’. (’09~’10, Muan)

Cultivar		Downy mildew	Cold tolerance	Storage ability
Wonye30006 (MMS66)	♀	MR ²	R	R
MMSB66	♂	MR	R	R

²MR; Moderate resistance, R; Resistance**Table 4.** Flowering characteristics of mother bulb for seed harvesting of ‘Wonye30006’. (’09~’10, Muan)

Cultivar		Flowering date	Flower stalk		Umbel diameter (mm)	Fertility
			Length (cm)	Number /mother bulb		
Wonye 30006 (MMS66)	♀	June 4	122	6	81.2	Male sterile
MMSB66	♂	June 1	118	6	75.5	Male fertile

은 내한성이 강하고 저장성이 좋아 중만생 또는 만생종 F₁ 품종육성에 좋은 교배모본의 특성을 가지고 있다(Table 3).

채종특성

‘원예30006’과 ‘MMSB26’의 개화기는 각각 6월 4일과 6월 1일로 ‘원예30006’의 개화기가 약 3일 정도 늦고 모구 당 화경수는 양친이 6개였으며 화경장은 122 cm로 ‘MMSB66’에 비해 화경이 길었다. 개화성기의 화구의 크기는 81.2 mm로 ‘MMSB66’의 75.5 mm에 비해 더 크다(Table 4).

재배상 유의점

채종용 모구는 수확 후 장기간 저장을 거쳐 채종하우스에 정식하게 되므로 과비로 인한 대구생산은 저장성을 떨어뜨리는 요인이 되므로 표준시비량에 준하여 재배한다. 채종용 모구는 저장 전에 충분히 건조시켜 통풍이 잘되는 실내에 저장해야 한다. 채종모구는 비가림 비닐하우스에 정식하고 밀식할 경우 화경이 도장하여 화경의 관리가 어려우므로 충분한 정식밀도를 유지하여야 한다. 화경 출현 전에 도복 방지망을 설치하여 화경의 도복을 방지하고 개화전에 교배망실을 설치하여 화분오염을 방지한다. 개화기에는 화분 매개충을 충분히 방사하여 수분을 조장하고 통풍이 잘되도록 하여 고온에 의한 피해를 방지한다.

적 요

양파 웅성불임 계통 ‘원예30006’은 2000년에 중생계통인

‘F2-6’집단에서 웅성불임개체를 선발하여 자식계통인 ‘HMB’를 화분친으로 하여 교배하였다. 2002년에 유지계통을 선발하고 2010년까지 5회 여교잡을 하여 계통의 안정성을 확인한 후 ‘MMS66’으로 명명하고 2010년에 직무육성신품종 심사를 거쳐 2011년에 품종보호출원 하였다. ‘원예30006’의 초형은 직립이며 중생종으로 도복기는 5월 25일, 초장 56 cm, 엽수 8매, 엽초경 12.4 mm로 초세가 중간정도이며 엽초경이 가늘다. 구중은 184 g의 중구형에 속하며, 구형지수 99로 원형이다. 저장성과 내한성이 강하고 노균병에 다소 저항성이 있다. 채종모구의 개화기는 6월 4일, 화경수 4개, 화경장 115 cm, 화구폭 86 mm이며 웅성불임 발현이 안정적이다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ008707022014)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

- Berninger E. 1965. Contribution a l'etude de la sterilitie male de l'oignon (*Allium cepa* L.). Ann. Amelior Plant 15: 183-199.
- Engelke T, Terefe D, Tatlioglu T. 2003. A PCR-based marker system monitoring CMS-(S), CMS-(T) and (N)-cytoplasm in the onion (*Allium cepa* L.). Theor. Appl. Genet. 107: 162-167.
- Havey MJ. 1995. Identification of cytoplasm using the

- polymerase chain reaction to aid in the extraction of maintainer lines from open-pollinated populations of onion. Theor. Appl. Genet. 90: 263-268.
4. Jones HA, Clarke AE. 1943. Inheritance of male sterility in the onion and the production of hybrid seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43: 189-194.
 5. Jones H, Emsweller SL. 1936. Male sterile onion. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 34: 582-585.
 6. KSVS. 2011. Test guideline for onion. Korea Seed and Variety Service pp.3-15.
 7. Kim S, Lee E, Cho DY, Han T, Bang H, Patil BS, Ahn YK, Yoon MK. 2009. Identification of a novel chimeric gene, orf725, and its use in development of a molecular marker for distinguishing among three cytoplasm types in onion (*Allium cepa* L.). Theor. Appl. Genet. 118: 433-441.
 8. Sato Y. 1998. PCR amplification of CMS-specific mitochondrial nucleotide sequences to identify cytoplasmic genotypes of onion (*Allium cepa* L.). Theor. Appl. Genet. 96: 367-370.