

노화수분, NaCl 및 CO₂ 처리가 황기의 자가불화합성 타파에 미치는 영향

김영국*, 김동휘, 박춘근, 여준환, 안영섭, 박호기
국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과

Effect on Breaking of Self-Incompatibility by Old-Flower Pollination, NaCl and CO₂ Treatment in *Astragalus membranaceus* Bunge

Young Guk Kim*, Dong Hwi Kim, Chun Geon Park, Jun Hwan Yeo, Young Sup Ahn and Ho Ki Park
Medicinal Crops Research Division, Department of Herbal Crop Research Nat'l Ins. of Horticultural & Herbal
Science, RDA, Bisanri 80, Eumseong, Chungbuk 369-873, Korea

Abstract - This study was conducted to break down the self-incompatibility of *Astragalus membranaceus* Bunge by old-flower pollination, NaCl and CO₂ treatment. The old-flower pollination in green house produced fertilization during the 1st and 2nd day after flowering from early September to early October, but almost no fertilization in late August. The most successful pollination occurred in late September at the 1st day after flowering when pod setting was 33.3% and that of seed set was about 86.2%. The old-flower pollination in field showed pod setting for the control group from late August to early October, but no seed set except the days of mid-September and late September. The most successful pollination occurred in late September during the 2nd day of flowering when the percentage of pod setting was 39% and that of seed set was 94.9%. The wrapping in field set pods from late August to early October, but did not set seeds except in mid and end of September. The percentage of pods was 39% and percentage of seeds was 94.9% about flowering after first day in end of September. by field culture. The best result from NaCl treatment was achieved when 1% NaCl treatment in green house produced 21.3% of pod setting in early October and 66.7% of seed set in late September. In field, NaCl 5% treatment produced best result with 7.3% of pod setting and 90.9% of seed set in mid-September. No differences were observed between the CO₂ 700ppm treatment and the control group.

Key words - *Astragalus membranaceus*, old-flower pollination, Self-incompatibility, NaCl, CO₂

서 언

황기(*A. membranaceus* Bunge)는 다년생 초본 식물로 뿌리를 한약재로 이용하지만 종자로 번식하는 콩과에 속하는 작물이다. 황기의 뿌리에는 astragaloside I-VIII 등의 saponin, isoflavonoid 류와 amino acid 인 γ -amino-butyric acid 등을 함유하고 있으며(Masaki *et al.*, 1994), 심장수축운동 및 강심작용, 관상혈관 및 전신 말초혈관이 확장되며, 혈압을 낮추고 이뇨, 진정작용 등의 효과가 있다(王鐵生 等, 1988). 특히, 국내산 황기에 γ -aminobutyric acid 성분이 들어 있어 일본이나 중국산보다 혈압강하작용

의 효능이 뛰어나다고 알려져 있다(加藤勝久, 1989). 이처럼 황기는 당귀, 지황, 작약, 구기자, 천궁, 오미자 등과 같이 국내에서 재배되는 중요한 10대 전락 약용작물 중의 하나이다(농림부, 2007).

황기에는 황기, 제주황기(*A. membranaceus* Bunge var. *alpinus* Nakai), 몽고황기(*A. mongholicus*) 등이 있는데, 식물체의 형태는 각각 다르지만 체세포 염색체수는 모두 $2n=2x=16$ 으로 관찰되었다(Kim *et al.*, 2006). 국내에서는 *A. membranaceus* Bunge를 재배하고 그 뿌리를 약용으로 이용하고 있다. 황기는 종자로 번식을 하며 자가불화합성의 특성을 가지고 있는 작물로서(Kim *et al.*, 2008), 황기의 자가불화합성 타파에 관한 연구결과는 아직 없다.

*교신저자(E-mail) : kimyk@rda.go.kr

식물의 자가불화합성은 식물 꽃의 암수술이 정상적이지만 자식 했을 때 종자가 형성되지 못하는 현상으로 Brewbaker (1959)는 71과(科)에 걸쳐 250속 이상이 자가불화합성을 가지고 있으며, 꽃이 피는 식물의 거의 절반 정도 이상이 된다고 하였다(Boris and Joshua, 2001, Nathanael *et al.*, 2002). 자가불화합성 식물은 같은 꽃 내의 화분과는 수정하지 않고 다른 꽃의 화분과 수정함으로써 근친에 의한 교배를 억제하고 타가수분에 의해 번식한다(Chung, 1994).

식물 순계 유지를 위해 자가불화합성의 일시적 타과방법(Nettancourt, 1978)으로는 화학약품의 처리(Gonai and Hinata, 1969), 주두에 대한 전기 또는 기계적 자극(Ito, 1981), 온도처리(Matsubara, 1980), Mentor pollen application 방법(Tatebe, 1979) 및 CO₂처리 방법(Dhaliwal *et al.*, 1981) 등의 여러 가지 방법들이 학자들에 의하여 연구 되어 왔다.

이상의 자가수분타과 방법을 이용하여 국내에서 재배하는 황기의 우수한 형질을 가진 모본의 순계를 유지 증식하는 방법을 구명하여 품종 육성의 기초 자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

본시험은 2007년 국립식량과학원 시험포장과 비닐하우스내에서 수행하였다. 공시품종 풍성황기를 이용하여 노지와 포트로 나누어 파종하였으며, 재식거리는 노지 및 포트 각각 15×10 cm로 하였다. 기타 재배법은 농촌진흥청 표준 재배법에 준하였다. 황기의 자가불화합성을 타과하기 위하여 노화수분처리, NaCl 처리 및 CO₂ 처리를 하였다.

노화수분처리는 개화 당일, 개화 후 1일 및 개화 후 2일로 나누어 처리 하였다. 수분 방법은 화경에 꽃봉오리가 맺히기 시작할 때 미리 봉지씌우기를 하고 개화 당일, 개화 1일 후, 2일 후에 각각 봉지를 벗기고 같은 식물체내의 다른 꽃가루로 인공수분을 한 뒤에 다시 봉지를 씌우고 결실기에 조사를 하였다.

NaCl 처리도 화경이 생기기 시작할 때 미리 봉지를 씌워 두었다가 개화 당일에 봉지를 벗기고 NaCl 1%, 5% 및 10%를 황기 꽃의 주두에 소형 분무기로 살포한 후 다시 봉지를 씌워 두었다가 결실기에 조사를 하였다.

처리 시기는 노화수분, NaCl 처리 모두 8월 하순, 9월

상순, 중순, 하순 및 10월 상순에 처리별 각각 꽃 100개 이상을 처리하였다.

CO₂ 처리는 국립식량과학원 인공기상실의 CO₂ 챔버를 이용하여 대기 상태의 CO₂ 농도와 700 ppm 처리구로 나누어 개화직전의 황기 식물체를 각각 15일간 처리하였다. CO₂ 조절은 챔버를 이용하였고, CO₂ 가스는 순도 99.99%를 이용하였다. 챔버 내의 광도는 900 μmol m⁻² s⁻¹ 이고, 온도는 26°C(최고 30°C/최저 23°C)로 조절하였으며, 습도는 70~80%, 일장은 12시간의 조건을 유지하였다. 조사 내용은 결핵율과 결실율을 각각 조사하였다. 실험결과통계처리는 SAS enterprise guide 4.0 program을 이용하여 p<0.05 수준에서 DMRT(Duncan's multiple range test)로 처리간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

노화수분

황기의 노화수분 효과를 보기 위해 비닐하우스에서 포트 재배한 황기와 자연상태의 노지에서 재배한 황기의 꽃에 인공수분한 결과는 다음과 같다. 비닐하우스내 포트 시험을 한 결과(Table 1), 봉지 씌우기로 자가수분을 유도한 꽃의 결핵율은 9월 상순 1.9% 및 10월 상순에 7.5%의 결핵율을 보였고, 험당 종자 결실율은 9월 상순에 맺힌 꼬투리에서는 100%의 결실율을 보였으나 10월 상순에 맺힌 꼬투리는 결실이 되지 않았고, 다른 시기에 봉지씌우기를 한 꽃은 꼬투리가 전혀 맺히지 않아 결실도 되지 않았다.

개화 당일 인공수분을 한 처리에서는 8월 하순은 결핵이 전혀 이루어지지 않았고, 9월 상순에는 꼬투리가 2% 정도 맺혔으나 결실은 되지 않았다. 9월 중순에는 결핵율이 17.9%로 결실율은 100%였고, 9월 하순과 10월 상순에는 꼬투리가 약 33% 정도 맺히고 결실율은 각각 86%, 83%로, 유의성 검정결과도 9월 하순과 10월 상순처리는 다른 시기의 처리와 유의적 차이가 인정되었다.

개화 후 1일에 인공수분한 꽃은 8월 하순에는 결핵율과 결실율이 2.0%로 아주 낮았고, 9월 상순에는 결핵율이 20.8%였으나, 9월 중순과 하순의 결핵율은 26.8%로 다른 시기보다 높아서 8월 하순, 9월 상순 및 10월 상순과 유의적 차이가 인정되었다. 결실율은 10월 상순이 100%로 9월 중순과 하순의 77.3%, 72.7%보다 높게 결실되어 유의성이 인정되었다.

Table 1. Effect of seed set by old flower pollination of *Astragalus membranaceus* Bunge in green house

	Control		Flowering of the day		Flowering after First day		Flowering after second day	
	Pods rate	Seeds rate [†]	Pods rate	Seeds rate	Pods rate	Seeds rate	Pods rate	Seeds rate
End of Aug.	0.0c [‡]	0.0b	0.0c	0.0c	2.0d	2.0c	0.0d	0.0c
Early of Sep.	1.9b	100.0a	2.0c	0.0c	20.8b	81.8b	19.6b	90.0a
Mid of Sep.	0.0c	0.0b	17.9b	100.0a	26.8a	77.3b	25.0a	75.0b
End of Sep.	0.0c	0.0b	33.3a	86.2b	26.8a	72.7b	12.5c	90.0a
Early of Oct.	7.5a	0.0b	32.6a	83.3b	11.3c	100.0a	23.3a	7.1c

[†]Seeds rate : No. of seeds/no. of pods

[‡]The same letter in a column are not significantly different at 0.05 probability of DMRT.

Table 2. Effect of seed set by old flower pollination of *Astragalus membranaceus* Bunge in field condition

	Control		Flowering of the day		Flowering after First day		Flowering after second day	
	Pods rate	Seeds rate [†]	Pods rate	Seeds rate	Pods rate	Seeds rate	Pods rate	Seeds rate
End of Aug.	6.0c [‡]	0.0c	0.0c	0.0d	1.0d	100.0a	1.0d	100.0a
Early of Sep.	2.0d	0.0c	14.0b	71.4c	3.0d	100.0a	2.0d	100.0a
Mid of Sep.	10.0b	50.0b	13.0b	84.6b	22.0b	100.0a	4.0c	75.0b
End of Sep.	5.0c	100.0a	30.0a	100.0a	39.0a	94.9b	15.0a	100.0a
Early of Oct.	25.0a	4.0c	1.0c	100.0a	13.0c	100.0a	11.0b	54.5c

[†]Seeds rate : No. of seeds/no. of pods

[‡]The same letter in a column are not significantly different at 0.05 probability of DMRT.

개화 후 2일에 인공수분한 꽃은 9월 중순이 25.0%로 결협율이 가장 높았으며, 10월 상순의 결협율과는 유의성이 없었으나, 다른 처리시기와는 유의적인 차이를 보였다. 결실율에서는 8월 하순에서는 결협이 되지 않았고, 9월 상순과 하순 이 각각 90.0%로 가장 높았다.

이상의 결과로 미루어 보아 비닐하우스내에서는 9월 하순과 10월 상순에 개화 당일 인공수분하는 것이 노화수분하는 것보다 결협율이 높고, 결실율이 양호하여 더 효과적인 것으로 나타났다.

노지의 자연 상태에서 노화수분을 한 결과(Table 2), 봉지씌우기를 한 대비구에서는 시기에 따라 결협율은 2%에서 25%까지 나타났으며, 결실율은 8월 하순과 9월 상순에는 결실이 되지 않았으며, 9월 중순 및 하순에는 결협된 것 중에서 각각 50%와 100% 결실이 되었다.

개화 당일 인공수분한 꽃에서는 9월 하순에 결협율이 30%를 보였으며, 결실율도 100%를 나타내어 다른 시기에 비해서 결협율이 가장 높아 유의성이 인정되었다.

개화 후 1일 인공수분한 꽃에서도 9월 하순에 결협율이 39%로 가장 높아서 다른 시기와 유의성이 인정되었고, 결

실율 94.9%로 양호하였다.

개화 후 2일의 노화수분 처리에서도 9월 하순의 결협율이 15%, 결실율 100%로 다른 시기보다 높았으나 개화 당일이나 개화 후 1일 인공수분한 처리구보다는 결협율이 낮았다.

개화 후 수분시기와 관련하여 Kim 등(2001)은 *L. longiflorum* 'Gelria' × *L. cernuum* 교잡은 주두 수분법에서 개화 당일 처리한 주두 수분을 제외하고, 개화 후 1일, 개화 후 2일 및 3일 후에 수분시켰을 때 착과가 이루어졌으나, 정상적 배를 함유한 종자는 없었다고 보고하였다.

본 시험에서는 비닐하우스와 노지의 수분 시기에 따라 결협율의 차이를 보였는데, 비닐하우스에서는 9월 하순과 10월 상순에 개화 당일 인공수분을 하고, 노지에서는 9월 하순에 개화 당일과 개화 후 1일에 인공수분하는 것이 결협율과 결실율이 높이는 것으로 판단된다.

NaCl 처리

황기의 자가불화합성 타파를 위하여 하우스내 포트와 노지에서 자라는 황기 식물체의 꽃에 NaCl을 처리한 결과는

다음과 같이 나타났다.

하우스내에서 처리(Table 3)한 결과 NaCl 1% 처리구는 8월 하순에는 결협되지 않았고, 결협율은 10월 상순에서 21.3%로 가장 높았으나 결실율은 6.3%로 가장 낮게 나타났다. 결실율은 9월 중순에서 80%로 가장 높았으나 결협율은 7.1%로 낮았으며, 9월 하순에서 결협율 14.8% 및 결실율 66.7%로 NaCl 1% 처리 중 결협과 결실이 양호한 것으로 나타났다.

NaCl 5%에서는 9월 중순에 결협율 1.2%, 결실율 100%였고, 10월 상순에 결협율 14.0%를 보였지만 결실은 되지 않았다. 또한, NaCl 10%에서 10월 상순에 5.9%의 결협율을 나타내었지만 결실은 되지 않았으며, 나머지 처리기간에서는 결협이 전혀 일어나지 않았다.

노지에서 처리기간에 따른 NaCl 농도 차이에 의한 결협율 및 결실율을 분석한 결과(Table 4) NaCl 1%에서 9월 중순의 결협율이 7.3%로 가장 높았으며, 결실율은 90.9%를

보였다. 그러나 9월 하순에는 결협율이 2.0%로 낮았으며, 결실도 이루어지지 않았다. NaCl 5%에서는 8월 하순과 9월 상순에서 결협율이 1.3%, 결실율은 각각 50%와 100%를 나타내었으며, 9월 중순 및 하순에서는 결협이 전혀 형성되지 않았다. 또한, 10월 상순에는 결협율은 4.7%를 보였으나, 결실은 되지 않은 것으로 나타났다. NaCl 10%에서는 NaCl 5%처리구와 마찬가지로 8월 하순과 9월 상순에서 결협율이 1.3%, 결실율은 각각 50%와 100%를 나타내었고, 10월 상순에서 결협율 2.0%였으나 결실은 되지 않았고 9월 중순과 하순에는 전혀 결협 및 결실이 되지 않았다.

이상의 결과로 미루어 볼 때 비닐하우스 내에서는 9월 하순에 NaCl 1%를 처리하고, 노지에서는 9월 중순에 NaCl 5% 처리가 가장 양호한 것으로 나타났다.

자가불화합성의 일시적 타파 방법 중 하나인 NaCl 처리법에서 윤(1996)은 평지 여름 재배 무 F₁품종 '원교 108호'의 양친인 25- 계통과 27- 계통에 있어 자가불화합성의

Table 3. Effect of seed set by NaCl treatment of *Astragalus membranaceus* Bunge in green house

	Conc. of NaCl					
	1%		5%		10%	
	Pods rate	Seeds rate [†]	Pods rate	Seeds rate	Pods rate	Seeds rate
End of Aug.	0.0d [‡]	0.0d	0.0b	0.0b	0.0b	0.0a
Early of Sep.	9.3c	40.0c	0.0b	0.0b	0.0b	0.0a
Mid of Sep.	7.1c	80.0a	1.2b	100.0a	0.0b	0.0a
End of Sep.	14.8b	66.7b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0a
Early of Oct.	21.3a	6.3d	14.0a	0.0b	5.9a	0.0a

[†]Seeds rate : No. of seeds/no. of pods

[‡]The same letter in a column are not significantly different at 0.05 probability of DMRT.

Table 4. Effect of seed set by NaCl treatment of *Astragalus membranaceus* Bunge in field cultivation

	Conc. of NaCl					
	1%		5%		10%	
	Pods rate	Seeds rate [†]	Pods rate	Seeds rate	Pods rate	Seeds rate
End of Aug.	4.0b [‡]	100.0a	1.3c	50.0c	1.3b	50.0b
Early of Sep.	4.7b	71.4b	1.3c	100.0a	1.3b	100.0a
Mid of Sep.	0.0d	0.0d	7.3a	90.9b	0.0c	0.0c
End of Sep.	2.0c	0.0d	0.0d	0.0d	0.0c	0.0c
Early of Oct.	6.0a	22.2c	4.7b	0.0d	2.0a	0.0c

[†]Seeds rate : No. of seeds/no. of pods

[‡]The same letter in a column are not significantly different at 0.05 probability of DMRT.

일시적 타파 효과를 인정할 수 없었다고 보고하였다. 조 (1990)는 수분 전 4% NaCl 용액 주두처리 및 4% NaCl + 3% CO₂ 혼용처리는 높은 협당 종자수를 형성하여 자가불화합성 약화에 효과적이라고 하였다.

본 시험에 있어서 NaCl 처리시기에 따라 차이를 보였으며, 비닐하우스에서는 NaCl 1%, 노지에서는 5% 처리가 효과적으로 나타났다.

CO₂ 처리

황기의 자가불화합성 타파를 위하여 CO₂ 농도는 자연상태의 농도와 700 ppm을 처리한 결과(Fig. 1) 결협율은 대조구가 3.3%, CO₂ 처리구는 2.5%로 처리 간 차이가 인정되었으며, 결실율에 있어 대조구 및 CO₂ 처리구 각각 100%와 60.9%를 보여 처리간 유의성이 인정되었으나, 결협율이 극히 미비하였다.

협당 립수는 각각 3.5개와 3.2개로 처리 간에 유의성이 인정되지 않은 것으로 나타났다.

자가불화합성의 일시적 타파 방법 중 하나인 CO₂ 처리에 대하여 Park와 Jung(1983)은 무에 있어 CO₂의 농도는 계통의 자가불화합성의 정도에 따라 다르며, 자가불화합성이 강한 계통은 높은 CO₂ 농도로 처리해야 하며, 같은 CO₂ 농도에 있어서는 자가불화합성이 약한 계통이 더 많은 자식종자를 생산한다고 하였다. 본 시험에서 CO₂ 700 ppm으로 처리한 결과 자가불화합성을 타파하는 효율이 낮은 것으로 나타났다.

적 요

황기의 자가불화합성 타파를 위한 노화수분 처리, NaCl

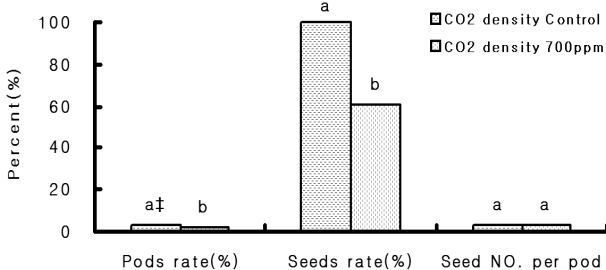


Fig. 1. Effect of seed set by CO₂ density treatment in growth chamber of *Astragalus membranaceus* Bunge. ‡The same letter in a column are not significantly different at 0.05 probability of DMRT.

처리 및 CO₂ 처리에 대한 결과를 요약하면 다음과 같다.

비닐하우스에서 노화수분은 8월 하순에는 거의 수정이 되지 않았으며, 9월 상순부터 10월 상순까지는 개화 당일 부터 개화 후 2일까지 수정되었고, 9월 하순 개화 당일 수 분한 것이 결협율 33.3%, 결실율 86.2%로 가장 양호하였다. 노지에서 노화수분은 대조구는 8월 하순부터 10월 상순까지 결협은 되었으나, 9월 중순과 9월 하순을 제외하고 결실이 되지 않았으며, 9월 하순의 개화 후 1일에 결협율 39%, 결실율 94.9%로 가장 양호하였다. NaCl 처리는 비닐하우스에서는 1% 농도 처리가 결협율은 10월에서 21.3%로 가장 좋았으나, 결실율은 9월 하순 66.7%로 가장 양호하였고, 노지에서는 NaCl 농도 5%에서 결협율 7.3%, 결실율 90.9%로 가장 양호하였다. 식물생육상을 이용하여 CO₂ 700 ppm을 처리한 결과 무처리구와 큰 차이 없었다.

결론적으로 황기 자가불화합성 타파를 위하여 9월 중하순에 자화가 아닌 자가화를 개화당일 또는 개화 후 1일에 인공수분해주거나 NaCl 1~5%를 처리해주면 자가불화합성을 타파할 수 있다고 사료된다.

인용문헌

- Boris, I and J.R. Kohn. 2001. Evolutionary relationship among self-incompatibility RNases. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98:13167-13171.
- Brewbaker, J.L. and N. Shapiro. 1959. Homozygosity and S gene mutation. *Nature*. 183:1209-1210.
- Chung, I.K. 1994. Molecular genetic studies on gametophytic self-incompatibility in Tomato (*Lycopersicon peruvianum*). Ph. D. thesis. University of Tokyo.
- Dhaliwal, A.S., C.P. Malik and M.B. Singh. 1981. Overcoming incompatibility in *Brassica campestris* L. by carbon dioxide, and dark fixation of the gas by self- and cross-pollinated pistils. *American Journal of Botany*. 48:227-233.
- Gonai, H. and K. Hinata. 1969. Studies on self-incompatibility in *Brassica*. Influence of organic solvents on seed fertility. *Japanese Journal of Breeding*. 19. Supplement. 1:153-154.
- Ito, S. 1981. Feasible selfed seed production methods in self-incompatible crucifer lines. In Chinese cabbage 345-355. *Proceeding of First International Symposium, Tokyo, The Asian Vegetable Research and Development Center*.
- Kim, S.Y., H.W. Choi, C.S. Kim, J.S. Sung, J.K. Lee and J.W. Bang. 2006. Cytogenetic Analyses of *Astragalus* Species.

- Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14(4):250-254.
- Kim, Y.G., H.S. Yu, N.S. Seong, H.K. Park and S.Y. Son. 2008. Self-incompatibility and embryo development in Astragali Radix. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16(5): 287-293.
- Kim, Y.J., S.M. Park and J.H. Kim. 2001. Pollination methods for overcoming pre-fertilization incompatibility in interspecific crosses between *Lilium longiflorum* 'Gelria' and *L. cernuum* Native in Korea. Korean Journal of Horticultural Science & Technology. 19(3):373-377.
- Lim, J.H., D.C. Jin, J.S. Sung, K.H. Bang, O.T. Kim, S.W. Cha and H.W. Park. 2007. Discrimination of *Astragalus membranaceus* (Fisch) Bunge from *A. membranaceus* (Fisch) var. *mongholicus* (Bunge) with SCAR Marker. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15(1):51-55.
- Masaki, A., K. Eiji, K. Yoshinobu and Y. Takashi. 1994. Chemical evaluation of Astragali radix. Natural Medicines. 48(4):244-252.
- Matsubara, S. 1980. Overcoming self-incompatibility in *Raphanus sativas* L. with high temperature. Journal of the American Society for Horticultural Science. 105(6):842-846.
- Nathanael, R.H., R.T. Yamane and A.F. Iezzoni. 2002. Self-compatibility in tetraploid sour cherry (*Prunus cerasus* L.). Sex Plant Reprod. 15:39-46.
- Nettancourt, D.D. 1978. Incompatibility in angiosperms. Springer-Verlag. Berlin.
- Park, H.G. and H.B. Jung. 1983. Effect of CO₂ on temporary breaking of self-incompatibility in radish(*Raphanus sativus* L.). Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 24(3):181-187.
- Tatebe, T. 1979. Studies on the physiological mechanism of self-incompatibility in Japanese radish. Effect of recognition pollen on self-incompatibility. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 43(2):195-198.
- Yoon, W.M. 1996. Temporary breaking of self-incompatibility for parental line multiplication of 'Wongyo 108' F₁ hybrid radish. Korean Journal of Breeding. 28(1):92-97.
- 류달영, 염도희. 1972. 무궁화의 자가불화합기구에 관한 기초연구. 한국원예학회지.
- 조성대. 1990. 배추 내훈계와 교배후대에서 자가불화합 유전인자의 활력변이 및 CO₂와 NaCl 처리에 대한 반응. 경희대학교 석사학위 논문.
- 王鐵生 等 22人. 1988. 中國藥用植物栽培學. 農業出版社. pp. 691-696.
- 加藤勝久. 1989. 植物遺傳資源 集成. 第 4 卷 講談社 サイエンスティフィク. p. 1438.
- 농림부. 2007. 2006 특용작물생산실적.

(접수일 2009.4.7; 수락일 2009.10.1)