

황 시용방법에 따른 잇꽃 종실의 품질

김민자^{*†} · 김인재^{*} · 남상영^{*} · 이철희^{*} · 송범헌^{**}

^{*}충북농업기술원, ^{**}충북대학교

Effect of Sulfur Fertilization Method on Quality of Safflower Seed

Min Ja Kim^{*†}, In Jae Kim^{*}, Sang Young Nam^{*}, Cheol Hee Lee^{*}, and Beom Heon Song^{**}

^{*}Chungcheongbuk-do ARES, Cheongwon 363-883, Korea.

^{**}Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea.

ABSTRACT : This study was carried out to clarify the effect of sulfur fertilization method on the qualities of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) seed. Sulfur application increased the nitrogen and sulfur content of seed. In nitrogen content, there was no significant difference among sulfur fertilizers, whereas sulfur content was increased by raising ammonium sulfate (AS) amounts by soil application. In application method of AS, there was no significantly difference between foliar application and soil application with 8 kg S/10a. N/S ratio in seed was decreased by sulfur application, and also decreased with the increase of AS amounts by soil application. The contents of lipid and protein were increased by sulfur application. Lipid content was highest in foliar application, and protein content was lowest in AS 4 kg S/10a. By sulfur application, the content of total phenolics and electron donating ability (EDA) were increased by 3.1~4.7% and 3.6~8.5%, respectively compared with control. In content of total phenolics, there was no significant difference among sulfur fertilizers, but EDA was higher in sulfur powder 20 kg/10a and AS 8 kg S/10a than that in other fertilizers. Sulfur application showed positive effects on the qualities of safflower seed. In application effects, AS and foliar application were more efficient than sulfur powder and soil application, respectively.

Key words : safflower, sulfur fertilizer, ammonium sulfate, sulfur powder, N/S ratio, total phenolics, electron donating ability

서 언

잇꽃 (safflower, *Carthamus tinctorious* L.)은 국화과에 속하는 1년생 초본으로, 꽃과 종실이 모두 약용으로 쓰인다. 꽃잎은 홍색색소 (carthamin), 황색색소 (safflor yellow), 지방유 등을 함유하여 예로부터 적색 염료, 화장품 착색료 및 여성들의 통경(通經)이나 어혈(瘀血)을 푸는 약재로 한방에서 널리 사용되었다 (진, 1990; 김, 1992; 김, 1996; 김 등, 1997). 또한 종실은 불포화 필수 지방산인 linoleic acid 함량이 75% 정도로 높아 동맥경화

증의 예방과 치료에 유용할 뿐만 아니라 (한, 1988; 이와 최, 1998; Kim *et al.*, 1999), 골절 및 골다공증에 치유 및 예방효과가 있음이 알려지면서 (Kim *et al.*, 1998; Seo *et al.*, 2000) 최근에는 꽃보다 종실의 수요가 급격히 증가하였다.

황은 식물생육에 필수적이며 다량 요구되는 영양소로서 그 흡수량이 인산과 유사하나, 질소, 인산 및 가리의 중요성이 더 인식되어 이들 성분의 시비는 보편화되어 있지만, 황에 대한 연구 결과는 많지 않은 실정이다. 황 시용으로 땅콩의 수량 증가 (Kim *et al.*, 1987), 딸기의 당함량 향상

† Corresponding author : (Phone) +82-43-219-2638 (E-mail) mj6671@cbares.net

Received July 27, 2004 / Accepted November 6, 2004

(Oh, 1986), 벼의 수량, 조단백질 및 함황아미노산 함량 증가 (Lee & Lee, 1983; Kim *et al.*, 1997), 콩의 함황아미노산 함량 증가로 콩단백질의 영양적 품질향상 (Lim & Eom, 1984), 배추의 수량 증대 및 맛과 향미에 관련되는 성분 함량 증가 (Lee *et al.*, 1993), 마늘의 향기성분 함량 증가 (Park *et al.*, 1997) 등 여러 작물에서 수량 증대 뿐만 아니라 품질 향상에도 효과가 있음이 보고되었다.

잇꽃 재배시에도 황분말 시용으로 종실 수량이 증가하였으며, 적정량은 10a당 20 kg 수준으로 보고되었다 (Park *et al.*, 2000). 그러나 시용한 황분말 대부분이 토양중에 반응하지 않은 채 그대로 남아 있어 비효면에서 비효과적일 뿐만 아니라 토양오염을 유발하는 문제가 발생하였다. 따라서 본 시험에서는 잇꽃 종실의 품질 향상에 효과적인 황 유형, 시용방법 및 시용량을 구명하고자, 함황 비료인 유안의 시용방법 및 시용량을 달리하여 황분말 20 kg/10a 과 종실의 영양적 품질 및 무기이온 흡수에 미치는 효과를 비교 조사하였다.

재료 및 방법

본 시험의 분석용 시료는 2002년에 충북농업기술원에서 '청주재래종' 종자를 시험재료로 황 시용방법을 5가지 처리하여 재배한 뒤 수확된 잇꽃 종실을 사용하였다.

황의 공급은 토양시비와 엽면시비로 구분하여 토양시비는 10a당 황분말 20 kg, 유안 16.5, 33, 49.5 kg (황 환산량으로 4, 8, 12 kg) 각각을 전량 기비로 시용하였다. 엽면시비는 유안 8.3 kg/10a (황 환산량 2 kg/10a)를 0.5% 농도로 개화기를 전후하여 4회에 걸쳐 해뜨기 전에 분무기로 골고루 살포하였다.

수확한 화두를 60°C 열풍건조기에서 건조시킨 후 탈곡하였고, 정선한 종실을 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다. 전질소는 Kjeldahl 법으로, 황은 magnesium nitrate 중량법 (농촌진흥청, 1997)으로 측정했으며, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법으로, 조지방은 Soxhlet 장치 (Soxtec system, 1043 Extraction Unit, Tecator Co.)를 이용하여 정량하였다. 총페놀성 화합물 함량과 항산화 활성 측정은 건조 분말시료 0.5 g에 75% 에탄올 50 ml를 가하여 실온에서 80 rpm으로 shaking해 주면서 24시간 추출한 다음 여과한 것을 분석시료로 사용하였다. 총페놀성 화합물은 Folin-Denis 방법 (Gutfinger, 1981)을 약간 변형시켜 측정하였다. 시험관에 시료 0.2 ml를 취하고 증류수를 가하여 2 ml로 만든 후, 여기에 0.2 ml Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 가하여 잘 혼합한 후 3분간 실온에 방치하였다. 정확히 3분후 Na₂CO₃ 포화용액 0.4 ml를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 4 ml로 만든 후 실

온에서 1시간 방치한 다음 여과하여 상징액의 흡광도를 분광광도계 (UV-2501, Shimadzu)로 725 nm에서 측정하였고, gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총페놀성 화합물의 함량을 구하였다. 항산화 활성은 Choi *et al.* (1999)의 방법을 변형하여 실시하였다. 즉, 각 분석시료 0.1 ml에 1×10⁻⁴ M의 DPPH (1,1, diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma, U.S.A.) 용액 0.9 ml를 가하여 vortex mixer로 균일하게 혼합한 다음 30분간 실온에 방치후 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 이때 비교물질로 합성 항산화제인 BHA (Butylated hydroxyanisole, Sigma, U.S.A.)를 100 ppm 농도로 하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정하였다. 전자공여능 (Electron donating ability, EDA)은 분석시료와 대조구의 흡광도차를 백분율로 표시하였다. 무기영양성분은 perchloric acid 용액으로 습식분해하여 원자흡광광도기 (SpectrAA 220, Varian)로 정량하였다.

결과 및 고찰

종실의 질소, 황 함량 및 질소황 비율

종실의 질소와 황 함량은 Fig. 1에서와 같이 무시용구에 비해 황을 시용한 구에서 높은 경향이였다. 황 처리 간에는 질소 함량은 차이가 없었으나, 황 함량은 유안 49.5 kg/10a에서 가장 높았고, 유안 토양시비량 간에는 시용량이 증가할수록 높아졌다. 시비방법 간에는 토양시비 33 kg/10a와 엽면시비 간에 큰 차이는 없었다. 황 시용으로 종실의 질소 함량이 높아진 것은 황이 식물체내에서 질산의 환원과 단백질의 합성 및 분해 등 질소대사에 관여하기 때

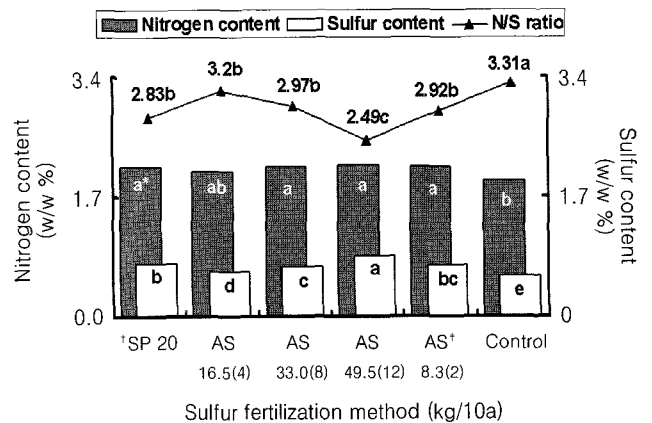


Fig. 1. Content of nitrogen and sulfur and N/S ratio of safflower seed as influenced by the type and amount of sulfur fertilizer. † SP : Sulfur powder, AS : Ammonium sulfate, () : sulfur level, * Foliar application, * DMRT(5%)

문에 질소의 흡수가 증가되었을 것으로 생각되며, 수확기 잇꽃 종실의 질소와 황 함량간의 상관관계는 앞으로 더 세밀한 검토가 이루어져야 할 것이다.

질소/황 비율은 황 영양진단의 지표로 이용되는데, 이는 질소와 황의 대사적 연관성에서 비롯된 것으로 황이 결핍되면 작물의 질소/황 비율이 상승하고 단백질 합성이 저해된다 (Dijkshoorn & Van Wijk, 1967; Daigger & Fox, 1971). 황 시용 결과 잇꽃 종실의 질소/황 비율은 2.49~3.20 범위로 황 시용에 의해 저하되었다. 유안 토양시비 간에는 시용량이 증가할수록 감소하여 유안 49.5 kg/10a에서 크게 저하되었는데, 이는 황 흡수량이 크게 증가한 데에 기인한 결과로 해석된다.

종실의 조지방 및 조단백질 함량

종실의 조지방 함량은 황 시용시 무시용에 비하여 증가하는 경향이었는데 (Table 1), 이는 Singh & Singh (1977)의 보고와는 같았으나, 지방 함량에 대해 일관성 있는 효과가 나타나지 않았다는 Lim & Eom (1984)의 결과와는 차이가 있었다. 황 유형 간에는 유안 엽면시비에서 조지방 함량이 가장 높았던 것을 제외하고는 차이가 없었다. 조단백질 함량은 황 시용시 무시용에 비하여 높았고, 황 유형 간에는 유안 16.5 kg/10a에서 가장 낮았던 것을 제외하고 차이가 없었다.

Table 1. Contents of lipid and protein of safflower seed as influenced by the type and amount of sulfur fertilizer.

Sulfur fertilization method (S level) (kg/10a)	Lipid content (w/w%)	Protein content (w/w%)
† SP 20	22.5 b*	13.1bc
AS 16.5(4)	22.3bc	12.8 c
AS 33.0(8)	22.6 b	13.2ab
AS 49.5(12)	22.6 b	13.4 a
AS† 8.3(2)	23.7 a	13.3ab
Control	22.1 c	12.0 d

† SP : Sulfur powder, AS : Ammonium sulfate.

† Foliar application, * DMRT (5%).

종실의 총페놀성 화합물 함량 및 DPPH를 이용한 항산화 활성 측정

페놀성 물질은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 식물체에 특수한 빛깔을 부여하고, 식물성 식품의 고유한 맛에 관계하며, 미생물의 공격으로부터 보호 및 산화 환원 반응시 기질로 작용한다 (Lee & Lee,

1994). 잇꽃 종실에 강력한 항산화 활성을 갖는 N-feruloylserotonin이라는 페놀성 물질이 존재함을 밝혀졌으며 (Back *et al.*, 1999), 또한 잇꽃 종실, 순 및 꽃잎 추출물에 상당히 많은 페놀성 물질이 함유되어 있어 높은 항산화 활성을 나타낸다고 보고하였다 (Kim *et al.*, 2000). 총 페놀성 화합물 함량은 무시용시 193 mg/g에 비해 황 시용으로 3.1~4.7% 증가되었으나, 황 처리 간에는 차이가 인정되지 않았다 (Fig. 2). 이는 배추에서 황분말 시용으로 페놀성 화합물의 함량이 증가하였으나 황분말 처리량 간에는 큰 차이가 없었다는 Lee *et al.* (1993)의 보고와 유사하였다. 황을 시용하지 않은 종실의 페놀성 화합물 함량 193 mg/g은 Kim *et al.* (2002)의 80% 에탄올 추출물에서 117 mg/g이나 Kim *et al.* (2000)의 메탄올 추출물에서 123 mg/g 보다는 상당히 높았는데, Lee & Lee (1994)가 지적한 바와 같이 실험에 사용된 재료, 방법, 이용한 표준물질 등 여러 요인들이 서로 다른 것에 기인한 것으로 생각된다.

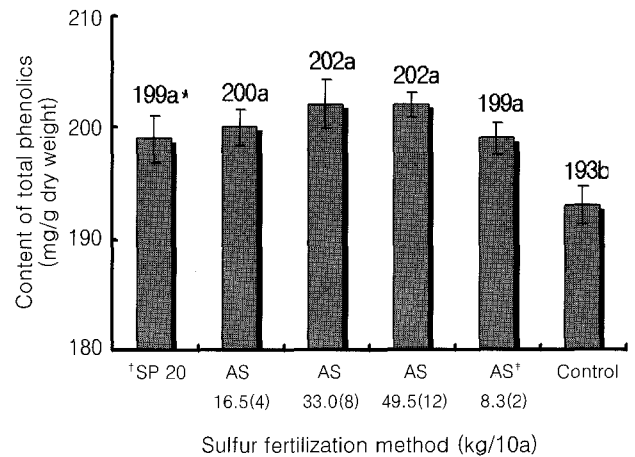


Fig. 2. Content of total phenolics of safflower seed as influenced by the type and amount of sulfur fertilizer. † SP : Sulfur powder, AS : Ammonium sulfate, () : sulfur level, † Foliar application, *DMRT(5%)

황을 시용함으로써 종실의 총페놀성 화합물 함량이 증가하여 황 시용으로 항산화 활성 또한 증가할 것으로 예측되었다. DPPH의 환원성을 이용하여 종실의 항산화 활성을 측정할 결과는 Fig. 3에서와 같이, 황을 시용한 구에서 68.9~73.8%로 무시용구 65.3%에 비해 3.6~8.5% 높아 총페놀성 화합물의 함량과 같은 경향을 나타내었다. 황 처리 간에는 총페놀성 화합물의 함량은 차이가 없었던 반면, 항산화 활성은 유안 33.0 kg/10a에서 가장 높고 황분말 시용시는 이와 유사하였으며, 나머지 처리에서는 다소 낮은 경향을 보였다. 비교물질로 사용한 100 ppm BHA의 항산

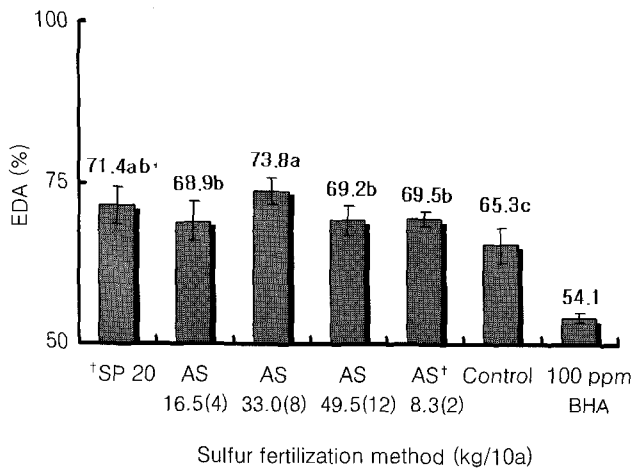


Fig. 3. Electron donating ability of safflower seed as influenced by type and amount of sulfur fertilizer. † SP : Sulfur powder, AS : Ammonium sulfate, () : sulfur level, † Foliar application, * DMRT(5%).

화 활성은 54.1%로 잇꽃 종실의 항산화 활성 65.3~73.8%에 비해 현저히 낮았다. 이러한 결과는 잇꽃 종실에서 분리한 항산화 물질인 N-feruloylserotonin이 α -tocopherol, BHA 및 BHT보다 높은 항산화 활성을 보였다는 Back et al. (1999)의 연구결과와 유사한 결과를 나타냄을 확인할 수 있었다.

종실의 무기영양 성분

종실의 무기영양 성분은 K와 Ca 함량은 황 시용 효과에 없었으며, Mg은 황 시용시 무시용에 비하여 높았으나 황 유형 간에는 차이가 없었고, Na은 유안 49.5 kg/10a와 엽면 시비에서 높았던 것을 제외하고 차이가 없었다 (Table 2).

Table 2. Contents of K₂O, CaO, MgO, and Na₂O of safflower seed as influenced by the type and amount of sulfur fertilizer.

Sulfur fertilization method (S level) (kg /10a)	K ₂ O (w/w%)	CaO (w/w%)	MgO (w/w%)	Na ₂ O (w/w%)
† SP 20	0.40 a *	0.18 a	0.38 a	0.04 b
AS 16.5(4)	0.39 a	0.18 a	0.37ab	0.04 b
AS 33.0(8)	0.41 a	0.18 a	0.38 a	0.04 b
AS 49.5(12)	0.41 a	0.18 a	0.38 a	0.05 a
AS† 8.3(2)	0.39 a	0.19 a	0.38 a	0.05 a
Control	0.39 a	0.18 a	0.36 b	0.04 b

† SP : Sulfur powder, AS : Ammonium sulfate, † Foliar application, * DMRT(5%).

이상의 결과로 볼 때, 잇꽃 재배시 황시용은 종실의 조지방, 조단백질, 총페놀성 화합물의 함량 및 항산화 활성 증대 측면에서 바람직한 시비법임을 알 수 있었으며, 특히 황 유형 간에는 농가에서 관행으로 사용하는 황분말보다는 유안이 효과가 있었으며, 유안 시비방법 간에는 엽면시비가 토양시비보다 효과적이었다.

적 요

잇꽃 종실의 품질 향상에 효과적인 황 시용방법을 구명하고자 황분말 20 kg/10a와 유안의 시용방법 및 시용량을 달리하여 종실의 영양적 품질에 미치는 영향을 비교 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 종실의 질소와 황 함량은 황 무시용구에 비해 시용구에서 높은 경향이였다. 황 처리간에는 질소 함량은 차이가 없었으나, 황 함량은 유안 토양시비량이 증가할수록 높아졌다. 유안 시비방법 간에는 토양시비 33 kg/10a와 엽면시비 간에 큰 차이는 없었다. 질소/황 비율은 황 시용으로 질소/황 비율이 저하되었고, 유안 토양시비 간에는 시용량이 증가할수록 감소하여 유안 49.5 kg/10a 처리시 가장 낮았다.

2. 종실의 조지방과 조단백질 함량은 황 시용시 무시용에 비하여 높았으며, 황 유형 간에는 조지방이 유안 엽면시비에서 가장 높았고, 조단백질이 유안 16.5 kg/10a에서 가장 낮았던 것을 제외하고 차이가 없었다.

3. 총페놀성 화합물 함량과 항산화 활성은 황 시용으로 증가하였다. 황 처리 간에는 총페놀성 화합물 함량은 차이가 없었으나, 항산화 활성은 황분말과 유안 33.0 kg/10a 처리에서 다소 높았다.

LITERATURE CITED

Back NI, Bang MH, Song JC, Lee SY, Park NK (1999) N-feruloylserotonin, antioxidative component from the seed of *Carthamus tinctorius* L. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 42(4):366-368.

Choi OB, Yoo GS, Park KH (1999) Antioxidative and antimicrobial effects of water extracts with *Castanea crenata* leaf tea. Korean J. Food Sci. Technol. 31(4):1128-1131.

Daigger LA, Fox RL (1971) Nitrogen and sulfur nutrition of sweet corn in relation to fertilization and water composition. Agron. J. 63:729-730.

Dijkshoorn W, Van Wijk AL (1967) The sulfur requirements of plants as evidenced by the sulphur-nitrogen ratio in the organic matter. Plant and Soil. 26:129-157.

Gutfinger T (1981) Polyphenols in olive oils. J. Am. Oil Chem. Soc. 58:966-968.

Kim BJ, Back JH, Choi H (1997) Effects of nitrogen and sulfur

- application on yield and contents of amino acids containing sulfur of rice. J. Korean Soc. Soil Sci Fert. 30(2):122-128.
- Kim CB, Park SD, Park NK, Choi DU, Son SG** (1987) Effect of potassium and sulfur powder on the growth of peanut plant in sandy soil of Nak-dong riverside. J. Korean Soc. Soil Sci Fert. 20(2):161-168.
- Kim HJ, Jun BS, Kim SK, Cha JY, Cho YS** (2000) Polyphenolic compound content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29(6):1127-1132.
- Kim JH, Jeon SM, Ku SK, Lee JH, Choi MS, Moon KD** (1998) Effects of diet of Korean safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed powder on bone tissue in rats during the recovery of rib fracture. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27(4):697-704.
- Kim JH, Jeon SM, Park YA, Choi MS, Moon KD** (1999) Effects of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed powder on lipid metabolism in high fat and high cholesterol-fed rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28(3):625-631.
- Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD** (2002) Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower(*Carthamus tinctorius* L.) seed. Korean J. Food Sci. Technol. 34(4):617-624.
- Lee CW, Lee EW** (1983) Growth and nutrients uptake as affected by ammonium sulfate and urea in the paddy rice. Korean J. Crop Sci. 28(4):391-418.
- Lee JH, Lee SR** (1994) Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. Korean J. Food Sci. Technol. 26(3):310-316.
- Lee SH, Kim CB, Park NK, Park SD, Choi BS** (1993) Effect of sulphur on the yield and some quality of chinese cabbage. J. Korean Soc. Soil Sci Fert. 26(4):253-258.
- Lim SU, Eom JW** (1984) Effects of sulfur on yield and nutritive qualities of soybean. J. Korean Soc. Soil Sci Fert. 17(4):356-362.
- Oh WK** (1986) The effect of strawberry compound fertilizer, potassium chloride, potassium sulphate and ammonium nitrate on the yield and quality of strawberry. J. Korean Soc. Soil Sci Fert. 19(1):9-13.
- Park HM, Kim JO, Kang UG, Kang HW, Park KB** (1997) Effects of sulfur and potassium sulfate application on yields and volatile compounds by garlic (*Allium sativum* L.) varieties. RDA. J. Agro-Envir. Sci. 39(2):35-39.
- Park JH, Kim KJ, Park SD, Park M, Lee DH, Choi CL, Choi J** (2000) Effects of sulfur on the chemical properties of soil and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Korean J. Medicinal Crop Sci. 8(4):378-385.
- Seo HJ, Kim JH, Kwak DY, Jeon SM, Ku SK, Lee JH, Moon KD, Choi MS** (2000) The effect of safflower seed powder and its fraction on bone tissue in rib-fractured rats during the recovery. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33(4):411-420.
- Singh M, Singh N** (1977) Effect of sulphur and selenium on sulphur containing amino acids and quality of oil in raya in normal and sodic soil. Indian J. Plant. Physiol. 20 : 56-62.
- 김재길** (1992) 원색천연약물대사전 (상). 남산당. p. 82-83.
- 김창민, 심민교, 안덕균, 이경순** (1997) 중약대사전 (완역). 정담. 서울. 10:6357-6362.
- 김태정** (1996) 한국의 자원식물 VI. 서울대학교출판부. 서울. p. 298.
- 농촌진흥청** (1997) 작물재배생리의 이론과 실험. 문영당. p. 583.
- 이인우, 최진규** (1998) 홍화씨 건강법. 태일. 서울. p. 332.
- 陳存仁** (1990) 圖說 漢方醫藥大事典 II. 송악. 서울. p. 132-133.
- 한대석** (1988) 생약학. 동명사. 서울. p. 477.