

## 해바라기 수집종의 작물학적 특성

김인재\*, 남상영, 이윤호<sup>1</sup>, 김성진<sup>1</sup>, 최성열, 노창우, 이정관, 송인규, 김홍식<sup>1</sup>충청북도농업기술원, <sup>1</sup>충북대학교 식물자원학과**Agronomic Characteristics of Sunflower (*Helianthus annuus* L.)  
Collections****In Jae Kim\*, Sang Young Nam, Yun Ho Lee<sup>1</sup>, Seong Jin Kim<sup>1</sup>, Seong Yel Choi,  
Chang Woo Rho, Jung Gwan Lee, In Gyu Song and Hong Sig Kim<sup>1</sup>**

Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon, 363-880, Korea

<sup>1</sup>Dept. of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

**Abstract** - To evaluate agronomic characteristics for the use of biodiesel crop, 328 collections of sunflower (*Helianthus annuus* L.) were obtained from Genebank in Rural Development Administration (RDA). The necessary days from seeding to emergence of collections were from 7 to 12 days, and the days to flowering were widely distributed from 55 to 86 days. Stem length ranged from 131 to 345 cm with a mean of 259 cm, and the mean maturing days were 35 days. The number of head flower was 1~23 ea per plant, and the mean size of head flower was 17.6 cm with a range from 14.7 to 21.3 cm (72.8%). The mean seed number per head flower was 1,430 ea, and the weight of seed per plant ranged from 23 to 379 g with a mean of 91.4 g. The mean seed length was 11.7 mm with a range from 9.0 to 21.5 mm, and the mean diameter was 6.4 mm. The mean weight of seed per litter, 1000 grain weight and seed weight per plant were 322.5 g, 63.3 g and 204 g, respectively. Variation of number of head per plant was largest and weight of grain per plant was large in next among growth and grain characteristics. At the results of correlation analysis among characteristics, the seed diameter was getting bigger and the days for flowering dates were prolonged in the higher stem length plant, but the days to maturing and growth duration was shortened.

**Key words** - sunflower, collections, agronomic characteristics, *Helianthus annuus* L.

## 서 언

해바라기(*Helianthus annuus* L.)는 국화과의 1년생 초본으로 보통 2~3 m 정도 자라며, 분지는 마디 윗부분에 생긴다. 해바라기의 생육은 품종과 재배환경에 따라 차이가 크다. 꽃은 원줄기와 가지의 선단에 피어 큰 두상화를 형성하며 성장점 부위와 꽃은 향일(向日)운동을 하는 특징이 있으며, 타가수정하여 종의 분화와 품종변이가 커 순도 유지가 어려운 작물이다. 생육기간은 유료작물 중에서 비교적 짧아 채유용은 100~130일, 식용은 90~120일이고 적산온도가 2,600~3,000°C로 비교적 기온이 높고 일조량이 많은 곳에서 잘 자란다(이 등, 1996). 열대에서 온대

북부까지 기후, 토양에 적응력이 넓어 세계적으로 널리 재배되며 생산이 매년 증가하고 있다.

해바라기 종실에는 25~48%(박피종자의 함유율은 50% 내외)의 기름이 함유되어 있고, 유박은 동물사료로, 잎과 줄기는 가축사료나 비료로 이용한다(Arkansa Biofuel Enterprises, 2007; National Sunflower Association, 2009). 우리나라에서는 1963년도에 처음으로 3 ha를 재배하여 1톤이 생산된 것이 시초로, 그 후 정부가 유희지 활용과 식용유 부족대책으로 해바라기 재배 권장시책을 폈지만 품종개발과 재배기술이 뒷받침되지 못하여 크게 확대되지 못하였다(이 등, 1996). 그러나 최근 밀원용, 관상 및 경관작물로 각광을 받으면서 재배면적이 증가하는 추세에 있으며, 국외에서는 고급식용유의 이용뿐만 아니라 바이오디젤로의 이용

\*교신저자(E-mail) : kinjae@korea.kr

도 증가하고 있다.

국내의 해바라기에 관련된 연구는 새싹 성분조성 연구 (Lee *et al.*, 1999), 일장반응의 품종간 차이(Yu *et al.*, 1975), 국내외품종의 생태적 특성 비교(Choi *et al.*, 1976) 및 파종기 이동(Kang *et al.*, 1977) 등에 관한 결과가 보고되었다. 국내에서는 해바라기의 농업적 생산에 관련된 연구결과들은 대부분이 1970년대에 보고되었으며, 최근까지 해바라기에 대한 연구결과들이 거의 보고되지 않고 있는 실정이다.

국외에서는 해바라기의 재배 및 생리(Agurrezbal *et al.*, 2003; Larson *et al.*, 2008; Pleite *et al.*, 2008; Zheljzkov *et al.*, 2008; Zheljzkov *et al.*, 2009), 유전자원 선발 및 품종개발(Hu *et al.*, 2006; Miller *et al.*, 2006)을 포함한 육종(Burke *et al.*, 2002; Leon *et al.*, 2003; Velasco *et al.*, 2004; Shobha Rani & Ravikumar, 2007)에 관련된 연구결과가 많이 보고되고 있으며, 또한 최근 해바라기 오일을 바이오디젤로의 이용 연구결과도 많이 보고되고 있다(Knothe *et al.*, 2005; Vicente *et al.*, 2006; Demirbas, 2007; Shahid & Jamal, 2007; Rakopoulos *et al.*, 2008).

국내의 해바라기에 대한 재배, 생리, 유전자원 탐색 및 육종에 관련된 연구가 국외에 비하여 매우 부족하고, 바이오디젤 작물로의 이용연구도 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 국내외에서 수집된 해바라기 수집종에 대한 작물학적 특성을 구명하여 바이오디젤 작물로서의 국내이용이 가능한 유용자원의 선발, 품종개발 및 재배생산의 기초자료로 활용코자 수행하였다.

### 재료 및 방법

본 시험의 해바라기 유전자원은 농촌진흥청 국립농업유전자원센터로부터 국내외에서 수집된 328종(Table 1)을 분양받아 충청북도농업기술원 식량자원연구과 포장에서 2008년

5월 6일 파종하였고, 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-퇴비 = 12-9-9-1,000 kg/10a를 전량기비로 사용하였다. 시험구는 수집종별 2열씩 5 m로 하여 시험구배치는 단구제로 하였고, 재식거리는 휴폭 60 cm × 주간 30 cm로 하여 4립씩 직파한 후 본엽 3엽기에 1주 1분으로 본수를 조절하였다.

생육조사는 시험구 중 중간생육의 10개체를 조사하여 평균하였으며, 생육기간 중에 출아기, 개화기를 조사하였고, 경장은 지재부에서 줄기 정단까지의 길이, 화관수는 종실이 있는 주당 화관수, 두화크기는 버니어캘리퍼스(CD-20CP, Japan)를 이용하여 측정하였다. 두화당 종실수와 종실중은 총 종실수와 무게를 각각 평균한 값으로 하였다.

수확 후 수량조사를 위해 건조기(WiseVen, Wof-155, Korea)에서 40℃로 48시간 건조 후, 종실크기는 휴대용현미경(Icamscop MV335, Korea)로 측정하였고, 무게는 전자저울(M-29582, 스위스 메틀러사)로 칭량하였다. 종피의 색은 색착계(Konica Minolta, Cm-700d/600d, Japan)를 이용하였고, 종피의 바탕 무늬는 시험자가 달관조사로 이루어졌으며, 그 외 수량구성요소를 농업과학기술 연구조사분석기준(농촌진흥청, 2003)과 농사시험연구조사기준(농촌진흥청, 1983)에 준하였다. 시험결과는 PC용 통계패키지 MYSTAT(최, 2000)를 이용하여 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### 출아와 개화 특성

해바라기 수집종의 파종 후 출아까지의 출아 소요일수는 7~12일이었으며, 88% 정도가 8~11일에 이루어졌는데 (Table 2), 수집종간 약 5일 정도의 차이를 보인 것은 수집종 특성의 차이보다는 포장수분의 많고 적음에 따른 포장조건이 불량한 결과로 판단되었다. 해바라기의 종피는 비교적 두꺼워 종자 흡수량이 커서, 충분한 수분을 공급받아야 종피가 부풀어 터져야 배가 종피를 뚫고 나와 발아가 된

Table 1. Numbers of sunflower collections classified by collective areas

Total	Korea	Bulgaria	China	USA	Russia	Hungary	Romania	The other
328	25	1	5	279	1	2	1	14

Table 2. Emergence periods and ratios of 328 sunflower collections

Periods to emergence	< 7 days	8~9 days	10~11 days	> 12 days
Ratio (%)	2.7	29.6	58.2	9.5

다고 하였다(임 등, 1997).

수집종 해바라기의 출아에서 개화까지의 소요일수는 55~86일로 폭넓게 분포하였다(Table 3). 개화시기가 6월 30일부터 7월 30일에 이르기까지 수집종간 약 1개월 이상의 조만(早晚)의 큰 차이를 보였다. 김(1996)이 해바라기의 개화기가 8~9월이라고 하여 본 시험과 차이를 보였는데, 이는 해바라기의 일반적인 개화기로서 본 시험이 조기 과종에 따른 결과로 판단되었다. 임 등(1997)은 해바라기 잎이 24~28장 정도에서 생식성장 단계로 넘어가는데, 개화의 조만은 영양성장 정도에 주로 좌우되는데 일조시간에 상당히 둔감하며, 8~20시간의 일조시간이면 어느 품종이나 개화할 수 있고 12~14시간의 일조시간이 개화에 가장 좋은 우리나라 7~8월경의 일조시간과 일치한다고 하였다.

**생육특성**

수집종 해바라기의 경장은 Table 4에서와 같이 경장은 전체 평균이 259 cm로 그 분포는 131~345 cm의 변이를 보여 장간종과 단간종간 차이가 매우 컸다. 개화기부터 성숙기까지의 성숙일수는 평균 35일로 가장 짧은 17일에 비해 만숙종은 70일 정도가 길어 큰 폭의 차이를 나타내어 수집종 간에 성숙기의 다양한 차이를 보여 품종개발을 위한 변이의 선발 가능성이 매우 높을 것으로 생각된다. 임 등(1997)이 해바라기는 조생종과 만생종에 따라 성숙기가 크게 다른데, 조생종은 70~80일 후면 개화하여 성숙된다고

하여 본 시험에 이용된 수집종 대부분이 조숙종이었음을 알 수 있었다.

**화관(花冠)의 특성**

두화(頭花)의 특성은 Table 5에서 보는 바와 같이 주당 頭花數는 수집종간 다양한 특성을 보였는데, 분포는 1개~23개로 큰 변이를 보였으며, 작물로써의 가치가 높은 두화수가 1개인 수집종은 31% 정도이었으나, 두화수가 많은 수집종은 작물로써 이용보다는 관상용으로의 개발 이용 가치가 높을 것으로 생각되었다. 두화의 크기는 평균 17.6 cm로 14.7~21.3 cm가 72.8%로 가장 높게 분포하였다. 두화수가 많았던 수집종이 두화 크기가 작은 반면 두화수가 적을수록 두화의 크기는 큰 경향을 보였다. 두화 당 종자수는 평균 1,430개 정도로 860~1,730개의 범위가 66.9% 정도로 가장 높은 분포를 보였다. 두화당 종실중은 평균 91.4 g, 범위는 28~379 g로 넓은 분포를 보였다. 변이계수로 볼 때 주당 두화수와 두화 당 종실중과 종실수가 변이가 컸으나, 두화의 크기는 변이가 작았다. Kim 등(2009)은 수집종이주까지 생육특성에 관한 연구에서 다양한 변이가 품종개발에 좋은 소재 개발에 매우 가능성이 클 것으로 보인다고 하였다.

**종실의 특성**

해바라기 수집종의 종실의 특성은 Table 6과 같았다. 종

Table 3. Flowering periods and ratios of 328 sunflower collections

Periods to flowering	< 62 days	63 ~ 70 days	71 ~ 78 days	> 79 days
Ratio (%)	5.4	72.8	20.0	1.8

Table 4. Growth characteristics of 328 sunflower collections

Growth characteristics	Mean	Min.	Max.	C.V. (%)
Stem length (cm)	258.7 ± 39.6	131	345	15.3
Days to maturity	34.6 ± 16.7	17	87	48.2

Table 5. Head characteristics of sunflower collections

Growth characteristics	Mean	Min.	Max.	C.V. (%)
No. of heads / plant	2.7 ± 2.6	1	23	93.0
Head length (cm)	17.6 ± 3.3	8	28	18.6
No. of seeds / head	1,430 ± 606	424	4,341	42.4
Weight of grains (g) / head	91.4 ± 49.4	28	379	54.1

Table 6. Grain characteristics of 328 sunflower collections

Grain characteristics	Mean	Min.	Max.	C.V. (%)
Grain length (mm)	11.7 ± 1.6	9.0	21.5	13.4
Grain width (mm)	6.4 ± 0.9	4.3	9.5	13.7
Weight of 1 ℓ grains (g)	322.5 ± 52.6	178.0	439.0	16.3
Weight of 1000 grains (g)	63.3 ± 1.9	29.0	155.5	29.6
Weight of grains (g) / plant	204.0 ± 131.0	33.1	590.5	64.2

Table 7. Hunter's color values of grains in 328 sunflower collections

Hunter's color values*	Mean	Min.	Max.	C.V. (%)
L	37.2 ± 16.0**	15.0	76.6	43.1
a	2.0 ± 1.2	-0.3	8.0	62.4
b	7.2 ± 4.7	-0.3	17.0	66.3

\*L : Lightness ranged from (black) to 100 (white), a : Redness ranged from +a (red) to -a (green), b : Yellowness ranged from +b (yellow) to -b (blue).  
 \*\* Mean ± standard error.

실길이는 평균 11.7 mm, 범위는 9.0~21.5 mm 이었으며, 종실 폭은 평균 6.4 mm, 범위는 4.3~9.5 mm로 수집종간 폭 넓은 변이를 보였다. 종실 1 ℓ의 무게는 평균 322.5 g 이었으며, 최소 178 g, 최대 439 g로 261 g의 큰 차이가 있었다. 천립중은 평균 63.3 g이었으며, 수집종 중 가장 작았던 소립종은 29 g이었고, 가장 큰 대립종은 155.5 g로 소립종과 대립종 간 126.5 g의 매우 큰 차이를 보였다. 주당 종실중은 평균 204 g이었으며, 500 g 이상의 수집종도 2.9%가 있어 다수성의 육종재료로 활용가치가 높을 것으로 기대되었다.

이처럼 수집종간 종실의 크기와 천립중, 종실수량 등에 있어 많은 차이를 보이고 분포가 넓은 것은 본 연구에 이용된 수집종들이 다양한 변이를 보인 것으로 해석되며, 해바라기 품종육성의 유용 유전자원으로서의 활용이 기대된다. 울무에서도 수량구성요소 중 천립중이 다양하게 분포함은 울무 품종 육성을 위한 유전자원의 활용 효율성을 제고시키는 유용한 자원의 확보 유지와 더불어 활용도 제고가 기대된다고 하였다(Lee *et al.*, 1997).

**종피 색**

해바라기 수집종의 종자 색은 Table 7과 Fig. 1에서와 같이 매우 큰 차이를 보였다. 명도(L)는 평균 37.2이었고, 범위는 15.0~76.6이었으며, 20이하가 14.1%, 20~39.9의 범위가 42.4%, 40~59.9의 범위가 34.8%, 60이상이 8.7%로 흰색의 종자 보다는 검정색 종자가 더 많이 분포하

였다. 적색도(a)는 최저 -0.3에서 최고 8.0에 이르기까지 넓은 분포를 보였으며, 황색도(b)도 -0.3~17.0의 범위로 적색도에 비해 더 넓은 분포와 변이를 보였다.

종피 색의 특징 중 줄무늬가 있는 것이 70.5%로 줄무늬가 없는 것에 비해 상당히 높은 분포를 보였다. 점무늬가 있는 것은 2.2%로 대부분 점무늬가 없었다(Fig. 2).



Fig. 1. Colors of grains in sunflower collections.

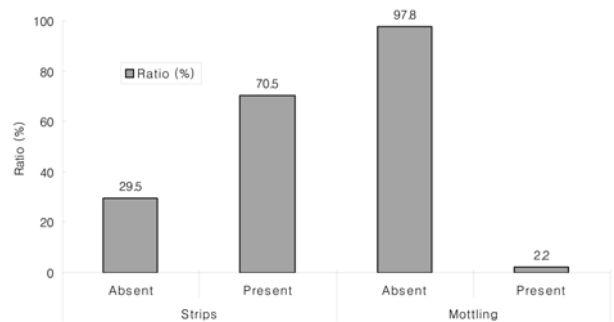


Fig. 2. Frequency distribution of seed strips and mottling in 328 sunflower collections.

Table 8. Correlation coefficients among the growth characteristics and yield components of sunflower collections

Division	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Stem length (A)	-											
Flower stalk length (B)	.21**	-										
No. of flower stalk (C)	.05	-.10	-									
No. of grains / flower stalk (D)	-.06	.39**	.13*	-								
Grain length (E)	.09	.23**	.02	.02	-							
Grain width (F)	.47**	.26**	-.12	-.28**	.36**	-						
Weight of 1 ℓ grain (G)	.14*	-.06	-.06	-.12*	-.28**	.10	-					
Weight of 1000 grain (H)	.02	-.10	-.04	-.10	-.02	.02	-.01	-				
Weight of grain / plant (I)	.06	.51*	.06	.86**	.26**	-.06	-.07	-.04	-			
Flowering to days (J)	.25**	.25**	.09	.15*	.17**	.04	-.16*	-.02	.13*	-		
Maturity to days (K)	-.56**	-.03	.12*	.42**	-.09	-.70**	-.31**	-.02	.37**	-.21*	-	
Growing period (L)	-.49**	.05	.15*	.47**	-.04	-.70**	-.37**	-.03	.42**	.11	.95**	

해바라기 수집종의 형질 간 상관분석 결과는 Table 8과 같다. 경장과 화경장, 종실폍 그리고 개화일수와는 고도의 정의 상관이 있었으나, 성숙일수와 생육일수와는 고도의 부의 상관을 보였다. 즉 경장이 클수록 종실폍은 커지고 개화일수도 길어졌으나, 성숙일수와 생육일수는 짧아졌다. 화경장과 화경당 립수, 종실의 길이와 폭, 개화일수와는 고도의 유의한 정의 상관을 주당 종실중과는 유의한 정의상관이 있었다. 따라서 화경의 크기가 클수록 화경당 립수가 많았으며, 종실의 길이와 폭도 크고, 주당 종실중도 많음을 알 수 있었다.

화경수와 화경당 립수, 성숙일수, 생육일수와 정의 상관이 있었으며, 화경당 립수와 주당 종실중, 성숙일수, 생육일수 간에는 고도의 유의한 정의 상관이 있었으나, 종실폍과는 고도의 부의상관이 있었다. 이는 화경당 립수가 많을수록 주당 종실중과 성숙일수, 생육일수는 많거나 길어지나 종실폍은 작아지는 것으로 판단되었다. 또한 종자길이는 종실 폭과 주당 종실중 그리고 개화일수와는 고도의 유의한 정의 상관을 보인 반면, 1 ℓ중과는 고도의 유의한 부의상관을 나타냈다.

따라서 종자길이가 클수록 종자폭도 커지며 주당 종실중은 무거워지나 종자 1 ℓ의 무게는 적어졌다. 종실폍과 리터중은 성숙일수와 생육일수와는 고도의 유의한 부의 상관을, 주당 종실중과 성숙일수, 생육일수와는 고도의 정의상관을 보였다.

## 적 요

농촌진흥청 국립농업유전자원센터로부터 국내외에서 수집된 해바라기 328종을 분양받아 바이오디젤 가능 작물로

서 특성을 조사한 바 그 결과는 다음과 같다. 해바라기 수집종의 출아소요일수는 7~12일이었으며, 개화 소요일수는 55~86일로 폭넓게 분포하였다. 수집종 해바라기의 경장은 평균이 259 cm로 그 분포는 131~345 cm의 변이를 보였고, 성숙일수는 평균 35일이었다. 주당 頭花數는 1개~23개로 큰 변이를 보였으며, 두화의 크기는 평균 17.6 cm로 14.7~21.3 cm가 72.8%로 가장 높게 분포하였다. 두화당 종자수는 평균 1,430개 정도, 종실중은 평균 91.4 g로 28~379 g로 넓은 분포를 보였다. 종실길이는 평균 11.7 mm, 범위는 9.0~21.5 mm 이었으며, 종실 폭은 평균 6.4 mm, 1 ℓ 무게는 평균 322.5 g이었으며, 천립중은 평균 63.3 g, 주당 종실중은 평균 204 g이었다. 생육 및 종실 특성 중에서 두화 당 종자수의 변이가 가장 컸고, 다음으로 주당종실중의 변이가 컸다. 수집종들의 형질 간 상관분석 결과, 경장이 클수록 종실폍은 커지고 개화일수도 길어졌으나, 성숙일수와 생육일수는 짧았다.

## 사 사

본 연구는 친환경바이오에너지연구사업단이 지원하는 “바이오디젤용 국내자생식물과 외래종 식물 탐색 및 기능성평가 (과제번호 200800101-036-016-001-02-00)”의 연구지원금에 의해 이루어진 것입니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

## 인용문헌

Aguirrezabal, L.A.N., Y. Lavaud, G.A.A. Dosio, N.G.

- Izquierdo, F.H. Andrade, and L.M. González. 2003. Intercepted solar radiation during seed filling determines sunflower weight per seed and oil concentration. *Crop Sci.* 43:152-161.
- Arkansas Biofuel Enterprises. 2007. Crop yields in gallons. Available at <http://home.earthlink/~arkansabiofuels/id33.html>. Arkansas Bio-fuels enterprises, AR.
- Burke, J.M., S. Tang, S.J. Knapp, and L.H. Rieseberg. 2002. Genetic analysis of sunflower domestication. *Genetics* 161: 1257-1267.
- Choi, H.O., I.S. Yu, K.H. Kang, and J.H. Cho. 1976. Studies on some characters of local and introduced varieties of sunflower in two different planting date. *J. Kor. Soc. Crop Sci.* 21:132-135.
- Demirbas, A. 2007. Biodiesel from sunflower oil in supercritical methanol with calcium oxide. *Energy Conservation and Management* 48:937-941.
- Hu, J., J.F. Miller, and B.A. Vick. 2006. Registration of a tricotyledon sunflower genetic stock. *Crop Sci.* 46:2734-2735.
- Kang, K.H. and E.W. Lee. Effects of different planting on plant height, number of leaves, flowering and yield on sunflower (*Helianthus annuus* L.) *Kor. J. Soc. Crop Sci.* 22:98-103.
- Kim, I.J., S.Y. Nam, M.J. Kim, C.W. Rho, J.K. Lee, T. Yun, H.L. Song, and H.S. Kim. 2009. Growth characteristics of castor bean (*Ricinus communis* L.) collections. *Kor. J. Plant Res.* 22:1-4.
- Kim, K.C., J.H. Cho, I.S. Yu, and H.O. Choi. Studies on ecological variation and the yielding capacity of sunflower varieties. *J. Kor. Soc. Crop Sci.* 22:104-111.
- Knothe, G., J.V. Gerpen, and J. Krahl. 2005. The biodiesel handbook. AOCS Press, Champagin, Illinois, USA pp.303.
- Larson, T.D., B.L. Johnson, and R.A. Henson. 2008. Comparison of stay-green and conventional sunflower desiccation in the Northern Great Plains. *Agro. J.* 100:1124-1129.
- Lee, H.S., K.J. Kim, E.S. Lee, and B.Y. Song. 1997. Morphological and growth characteristics of collected Coix lacrymajopbi mayuen STAF in Korea. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 5:56-61.
- Lee, Y.K. 1999. A study on the composition of sunflower seed sprout. *J. of The East Asian of Dietary Life.* 9:74-80.
- Leon, A.J., F.H. Andrade, and M. Lee. 2003. Genetic analysis of seed oil concentration across generations and environments in sunflower. *Crop Sci.* 43:135-140.
- Miller, J.F., T.J. Gulya, and B.A. Vick. 2006. Registration of imidazolinone herbicide-resistant maintainer (HA 442) and fertility restore (RHA 443) oilseed sunflower germplasm. *Crop Sci.* 46:483-484.
- National sunflower association. 2009. National sunflower association : Sunflower seed/kernel. Avail at <http://www.sunflowernsa.com/seed/NSA>. Bismarck. ND.
- Pleite, R., D. Rondanini, R. Garcés, and E. Martínez-Force. 2008. Day-night variation in fatty acids and lipids biosynthesis in sunflower seeds. *Crop Sci.* 48:1952-1957.
- Rakopoulos, C.D., D.C. Rakopoulos, D.T. Hountalas, E. G. Giakoumis and E.C. Andritsakis. 2008. Performance and emissions of bus engine using blends of diesel fuel with biodiesel of sunflower or cottonseed oils derived from Greek feedstock. *Fuel* 87:147-157.
- Shahid E.M. and Y. Jamal. 2008. A review of biodiesel as vehicular fuel. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 12:2484-2494.
- T. Shobha Rani, and R.L. Ravikumar. 2007. Genetic enhancement of resistance to alternaria leaf blight in sunflower through cyclic gametophytic and sporophytic selections. *Crop Sci.* 47:529-536.
- Velasco, L., B. Pérez-Vich, and J.M. Fernández-Matínez. 2004. Use of near-infrared reflectance spectroscopy for selecting for high stearic acid concentration in single husked achenes of sunflower. *Crop Sci.* 44:93-97.
- Vicente, G., M. Matínez, and J. Aracil. 2006. A comparative study of vegetable oils for biodiesel production in Spain. *Energy & Fuels* 20:394-398.
- Yu, I.S., K.H. Kang, and J.H. Cho. 1975. Varietal difference in the photoperiodism of sunflower. *J. Kor. Soc. Crop Sci.* 20:95-99.
- Zheljazkov, V.D., B.A. Vick, M.W. Ebelhar, N. Buehring, B.S. Baldwin, T. Astatkie and J.F. Miller. 2008. Yield, oil content, and composition of sunflower grown at multiple locations in Mississippi. *Agro. J.* 100:635-642.
- Zheljazkov, V.D., B.A. Vick, B.S. Baldwin, N. Buehring, T. Astatkie, and B. Johnson. 2009. Oil content and saturated fatty acids in sunflower as a function of planting date, nitrogen rate, and hybrid. *Agro. J.* 101:1003-1011.
- 농촌진흥청. 1983. 개정 제1편 농사시험연구조사기준. p.138.
- 농촌진흥청. 2003. 제4판 농업과학기술 연구조사분석기준. pp.375-376.
- 이정일, 채영암, 강광희, 조재성. 1996. 삼고 공예작물학. 향문사. pp.92-100.
- 임웅규, 박석근, 유종원, 사동민, 이미순, 임규옥. 1997. 자원식물학. 서일출판사. pp.208-241.
- 최봉호. 2000. NEW MYSTAT. 충남대학교. pp.36-106.

(접수일 2009.8.10; 수락일 2010.1.20)