

참깨 재배조건에 따른 생육과 품질

김동관*† · 국용인*** · 천상욱**** · 강명화** · 이주철** · 김명석* · 박규철*

*전남농업기술원, **전남대학교 생물공학연구소
동신대학교 생물자원산업화지원센터, *호서대학교 식품영양학과

Growth and Seed Quality as Affected by Growing Condition in Sesame

Dong Kwan Kim*†, Yong In Kuk***, Sang Uk Chon****, Myung Hwa Kang**,
Ju Choul Lee**, Myeong Seok Kim*, and Gyu Cheol Bak*

*Jeonnam ARES, Naju 520-715, Korea

**Biotechnology Research Institute, Chonnam University, Gwangju 500-757, Korea

***Biotechnology Industrialization Center, Dongshin University, Naju 520-811, Korea

****Department of Food and Nutrition, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

ABSTRACT : This study was carried out to determine the differences in the growth, grain yield, and seed quality of sesame plant according to seeding date between P.E. vinyl-house and outdoor cultures. Reproductive growth period in vinyl-house culture was shorter than in outdoor culture. Stem length and capsule setting length of sesame were much longer in vinyl-house culture than in outdoor culture. Also, number of capsules per plant and 1,000 grain weight in vinyl-house culture were higher, specially the grain yield was approximately 57% more than in outdoor culture. In vinyl house culture, sesame plants sown on June 8 had longer capsule setting length, more capsules per plant, higher 1,000 grain weight, and higher percent ripened grain at the upper part of the capsule settings than those sown in May 9. They also had higher 1,000 grain weight at the middle and lower part of the capsule settings compared to May 9 seeding. However, no difference in grain yield of in seeding dates was observed. In outdoor culture, sesame plants, which was sown on May 9, had more effective branch number and capsule number per plant compared to those sown on June 8. Though sesame plants sown on May 9 had lower percent ripened grain at the upper and middle part of the capsule settings and lower 1,000 grain weight, the seed yield was similar to those sown on June 8. No difference in chromaticity value L* of sesame seeds between two culture conditions was observed. The a* value was higher in vinyl-house culture than outdoor culture while b* value was higher in outdoor culture. Sesaminol triglucoside content of sesame seeds was higher in vinyl-house culture than in outdoor culture. On the other hand, the content of sesamin and sesamolins from sesame seeds in vinyl-house culture were lower than in outdoor culture.

Keywords : P.E. vinyl-house culture, seeding time, growth, grain yield, seed quality, lignan, sesame, sesamin, sesamolins, sesaminol triglucosides

시설재배 면적이 증대되면서 토양 내 무기양분의 집적 등 많은 문제점이 지적되고 있다. 또한 여름철 유향 시설의 이용효율 증대를 목적으로 생육기간이 짧고 열대성 작물인 참깨를 남부지방 시설내에서 무비 재배하고 있다. 참깨의 시설 재배시 재식밀도, 파종기, 품종 및 시비방법에 대한 연구(농촌진흥청, 2001; 1999)는 일부 진행되었다. 그리고 온도, 일장, 생산지역, 기상환경, 품종, 초형 및 착상부위에 따라 참깨의 향산화 성분, 지방산 등 품질차이에 대한 연구가 진행되었다(Kang *et al.*, 2000a; 2000c; Lee *et al.*, 1981; 1993; Ryu *et al.*, 1996; 1993a; 1993b; Tashiro *et al.*, 1990). 그러나 시설과 노지 재배에 따른 생육과 수량 및 품질 특성에 대한 비교 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이다. 또한 무한화서인 참깨는 영양생장을 하면서 개화, 성숙 등의 발육이 동시에 이루어지기 때문에 개체 당 등숙일수가 길어 수량이 낮으나(Ree *et al.*, 1985) 비가림 재배를 하면 수량 제한요인인 파종기와 등숙 후기의 저온(박과 이, 1982)과 장마철 습해 및 태풍으로 인한 도복 등의 피해를 회피할 수 있어 노지재배에 비해 증수가 기대된다.

따라서 본 연구는 비닐하우스와 노지조건에서 참깨 파종기에 따른 생육과 수량 및 품질의 차이를 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험의 공시품종은 소분지형이고 3과성인 양백개(농촌진흥청, 2000)를 사용하였고, 종자를 benomyl(메노람 수화제)로

†Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2665, (E-mail) dkkim@jares.go.kr
<Received August 29, 2002 >

Table 1. Chemical properties of soil experimented.

| Growing condition | pH (1:5) | E.C. (dS/m) | O.M. (g/kg) | Av. P ₂ O ₅ (mg/kg) | C.E.C. (cmol ⁺ /kg) | Ex. Cation (cmol ⁺ /kg) | | |
|-------------------|-------------|----------------|----------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-------|------|
| | | | | | | K | Ca | Mg |
| P.E. vinyl-house | 7.41 | 0.341 | 2.44 | 941 | 16.09 | 0.47 | 12.27 | 3.35 |
| Outdoor | 7.42 | 0.338 | 2.42 | 954 | 16.12 | 0.44 | 12.47 | 3.32 |

분의소독한 후 각각 2001년 5월 9일과 6월 8일에 무비 파종하였다. 비닐하우스 재배는 딸기를 재배하였던 1 m 간격의 흑색 PE 비닐 멀칭 두둑을 그대로 이용하여 30×18 cm(11,000 주/10a) 재식밀도로 점파(농촌진흥청, 1999)하였고, 노지재배는 딸기를 재배하였던 토양에서 비닐하우스의 비닐을 제거하고 경운·정지 후 흑색 유공 PE 비닐로 멀칭하여 30×10 cm(20,000주/10a) 재식밀도로 점파하였다. 출현 후 본엽 2엽기에 주당 2본으로 유지하였고, 본엽 3엽기에 주당 1본으로 고정하였다. 비닐하우스의 규격은 길이 100 m, 폭 9 m, 동고 3 m, 측고 1.5 m의 이중하우스로 5월 31일에 안쪽 PE 비닐을 제거하였다. 그 밖의 재배방법은 관행에 준하였다. 시험 전 토양 화학성은 농사시험연구조사기준(농촌진흥청, 1995)에 준하여 분석한 결과 Table 1과 같다. 비닐하우스 내 온도는 보정된 자동온도기록계(TR-71S, T&D)를 이용하여 10분 간격으로 측정하여 평균온도를 산출하였고, 노지 온도는 광주기상대 자료를 이용하였다.

종실의 색도는 색차계(JS555, Color Techno. System)를 사용하여 L*값, a*값 및 b*값을 각각 측정하였다. 종실의 세사민과 세사몰린 함량은 참깨를 곱게 갈아 n-hexane으로 3회 반복 추출한 후 분석시료로 사용하였고, 세사미놀 배당체(Sesaminol-triglucoside) 함량 측정을 위해 탈지된 박에 80% 에탄올로 3회 반복 추출한 후 Sep-pack 처리 후 3가지 성분 모두 Table 2의 조건으로 high performance liquid chromatography(HPLC)를 사용하여 분석하였다. 각 성분의 함량은 HPLC를 이용해서 정제하고 NMR로 구조를 확인한 표준품으로 검량선을 작성한 후 계산하였고 모든 처리는 3회 반복하여 측정하였다.

기타 주요 형질은 농사시험연구조사기준(농촌진흥청, 1995)에 준하여 조사하였고, 착색부위별 등숙율, 천립중 및 수량점 유율은 착색부위장을 3등분하여 선단부터 상, 중, 하로 구분하여 조사하였다. 모든 결과는 SAS program을 이용하여 $\alpha=$

0.05에서 DMRT(duncan's multiple range test)에 의해 유의성 검정을 하였다.

결과 및 고찰

생육과 수량

본 시험의 참깨 생육기간동안 순별 평균온도는 Table 3과 같이 비닐하우스 조건이 노지 조건에 비해 1.7~4.0°C 가량 높았다. 노지 조건에서 순별 강우량과 파종기에 따른 생육조건과의 관계를 보면, 5월 9일 파종구는 파종 후 약 1개월간 가뭄으로 입모에 불리한 조건이었으나 파종 직후 관수로 입모와 초기생육이 양호하였고, 개화기인 6월 23일(Table 4) 전·후부터 약 1개월간 강우가 지속되어 생육과 등숙 및 품질에 불리한 조건이었다. 6월 8일 파종구는 파종 후부터 개화기인 7월 17일(Table 4) 전·후까지 지속적인 강우로 생육 초기에 불리한 조건이었으나 개화기 이후 강우량이 적고 일조량이 많아 생육 후기의 조건이 좋았다.

재배조건에 따른 참깨의 생육과 수량특성은 Table 4와 같다. 비닐하우스 재배가 노지 재배에 비해 파종기(5월 9일과 6월 8일)에 따라 개화기는 각각 5, 7일 빠른 반면 성숙기는 각각 4, 18일 늦어 생식생장기간이 각각 9, 25일 길었다. 또한 경장과 착색부위장이 매우 길고 주당 삭수가 많을 뿐만 아니라 천립중이 무거워 수량이 57% 가량 많았다. 이러한 결과는 Lee

Table 2. Operating conditions of HPLC for analysis of lignan compounds.

| Requestes | Conditions |
|--------------|----------------------------|
| Instrument | Young-Rin Associates |
| Column | ODS-5(250 mm × 4.6 φ) |
| Mobile phase | MeOH : Water = 6 : 4 (v/v) |
| Detector | UV 290 nm |
| Flow rate | 0.8 mL/min |

Table 3. Weather conditions during experiment at 2001 year.

| Month | Average temperature (°C) | | Precipitation (mm) | Sunshine hours (hr) | |
|-------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------|------|
| | Outdoor | P.E. vinyl-house | | | |
| May | Middle | 19.7 | 23.7 | 0.0 | 82.3 |
| | Late | 20.7 | 24.0 | 5.8 | 59.2 |
| June | Early | 22.3 | 25.9 | 0.7 | 62.1 |
| | Middle | 22.1 | 25.3 | 76.6 | 32.1 |
| | Late | 22.6 | 25.1 | 168.5 | 13.5 |
| July | Early | 25.3 | 28.3 | 115.9 | 56.5 |
| | Middle | 24.7 | 26.6 | 135.5 | 18.5 |
| | Late | 28.8 | 31.1 | 19.4 | 84.3 |
| Aug. | Early | 27.5 | 29.5 | 61.3 | 46.8 |
| | Middle | 26.3 | 28.0 | 30.1 | 51.6 |
| | Late | 25.1 | 27.4 | 21.8 | 77.1 |
| Sep. | Early | 24.6 | 26.6 | 1.3 | 61.5 |
| | Middle | 22.3 | 25.4 | 110.6 | 66.3 |

Table 4. Growth and yield of sesame by cultivation conditions.

| Growing condition | Seeding date | Flowering date | Maturing date | Stem length (cm) | Capsule setting length (cm) | Branch no. per plant | Capsule no. per plant | 1,000 grain weight (g) | Grain yield (kg/10a) |
|-------------------|--------------|----------------|---------------|------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| P.E. vinyl-house | May 9 | June 18 | Aug. 18 | 192 | 137 | 0.00 | 103 | 2.84 | 133 |
| | June 8 | July 12 | Sep. 18 | 186 | 145 | 0.02 | 143 | 2.94 | 143 |
| | Mean | - | - | 189 | 141 | 0.01 | 123 | 2.89 | 138 |
| Outdoor | May 9 | June 23 | Aug. 14 | 86 | 58 | 0.77 | 64 | 2.66 | 87 |
| | June 8 | July 19 | Aug. 31 | 92 | 59 | 0.12 | 41 | 2.70 | 88 |
| | Mean | - | - | 89 | 59 | 0.45 | 53 | 2.68 | 88 |
| L.S.D.(0.05) | Main plot | | | 6.7 | 4.7 | 0.37 | 6.4 | 0.03 | 9.2 |
| | Sub plot | | | NS | 2.7 | 0.08 | 3.7 | 0.04 | NS |

등(1988)이 고온조건에서 개화가 촉진되고 경장이 길며 주당 삭수가 많다는 보고와 일치하나, 파종에서 성숙기까지 평균기온이 1°C 정도 높아지면 성숙일수는 약 5.5일 정도 단축된다는 보고(Lee *et al.*, 1995)와는 다른 결과이다. 이 같은 차이는 노지 재배만을 기준으로 예측모형을 작성하였기 때문으로 보인다.

파종기에 따른 생육과 수량특성을 보면, 착삭부위장은 비닐하우스 재배의 경우 6월 8일 파종구가 5월 9일 파종구에 비해 긴 반면 경장은 비슷한 경향이었다. 이러한 경향은 개화소요일수가 6월 8일 파종구가 5월 9일 파종구에 비해 6일 가량 짧아 개화 및 착삭기가 낮았을 뿐만 아니라 성숙소요일수가 비슷하여 생식생장기간이 길었기 때문으로 보인다. 그러나 노지 재배의 경우, 6월 8일 파종구가 5월 9일 파종구에 비해 경장은 비슷하고 개화 및 성숙소요일수는 각각 4일과 13일 단축되어 생식생장기간이 9일 짧고 착삭부위장은 파종기간 차이가 없었다. 주당 삭수는 비닐하우스 재배의 경우는 6월 8일 파종구에서 노지 재배의 경우는 5월 9일 파종구에서 많아 재배조건에 따라 다른 경향을 보였고, 천립중은 두 재배조건 모두 6월 8일 파종구에서 무거웠다. 그러나 수량은 파종기간 차이가 없었다. 특히, 비닐하우스 재배의 경우 6월 8일 파종구가 5월 9일 파종구에 비해 주당 삭수가 월등히 많고 천립중이 무거웠

으나 수량에 차이를 보이지 않는 것은 삭당립수와 관계가 있을 것으로 보여지며 지속적인 검토가 있어야 할 것으로 본다.

재배조건에 따른 착삭부위별 등숙율은 Table 5와 같이 차이가 없었으나, 천립중은 비닐하우스 재배가 노지 재배에 비해 착삭 상, 중, 하단부위가 모두 무거웠다.

두 재배양식의 파종기에 따른 착삭 부위별 특성을 보면, 6월 8일 파종구가 5월 9일 파종구에 비해 착삭 상, 중단부위의 등숙율이 다소 높았고, 착삭 중, 하단부위의 천립중이 무거웠다. 그러나 노지 단작 재배의 경우 착삭 상, 중, 하단부위의 등숙율은 각각 21, 73, 85%, 맥후작 재배시 각각 27, 56, 85%이고(김 등, 1995), 5월 20일 파종 재배의 경우 각각 51, 91, 95%이었다는 보고(정, 1976)와 상이한 결과였다. 그리고 착삭 부위별 수량 점유율은 착삭 중단부위가 45%로 가장 높았고, 비닐하우스 재배 6월 8일 파종구를 제외한 기타 처리에서는 착삭 하단부위보다 착삭 중단부위의 수량 점유율이 높았으나 노지 재배시 착삭 상, 중, 하단부위의 수량 점유율이 각각 15, 42, 43%이고(Jung & Kim, 1996), 노지 단작 재배시 각각 8, 37, 55%, 맥후작 재배시 각각 8, 27, 65%씩 점유한다는 보고(김 등, 1995)와 일치하지 않은 결과를 나타내었다. 이러한 차이는 시험당시 기상환경과 깊은 관계가 있을 것으로 보이기 때문에 각 기상 요인이 참깨 착삭부위별 주요형질에

Table 5. Percent ripened grain, 1,000 grain weight and yield according to capsule setting position by cultivation conditions.

| Growing condition | Seeding date | Percent ripened grain (%) | | | 1,000 grain weight (g) | | | Distribution of yield (%) | | |
|-------------------|--------------|---------------------------|--------|-------|------------------------|--------|-------|---------------------------|--------|-------|
| | | Upper | Middle | Lower | Upper | Middle | Lower | Upper | Middle | Lower |
| P.E. vinyl-house | May 9 | 87 | 94 | 94 | 2.74 | 2.90 | 2.90 | 40 | 44 | 16 |
| | June 8 | 93 | 95 | 95 | 2.87 | 3.05 | 3.06 | 23 | 50 | 27 |
| | Mean | 90 | 94 | 95 | 2.81 | 2.97 | 2.98 | 32 | 47 | 21 |
| Outdoor | May 9 | 87 | 93 | 95 | 2.54 | 2.57 | 2.67 | 32 | 46 | 22 |
| | June 8 | 96 | 97 | 97 | 2.30 | 2.63 | 2.86 | 36 | 38 | 26 |
| | Mean | 92 | 95 | 96 | 2.42 | 2.77 | 2.77 | 34 | 42 | 24 |
| L.S.D.(0.05) | Main plot | NS | NS | NS | 0.12 | 0.13 | 0.07 | | | |
| | Sub plot | 1.2 | 1.6 | NS | NS | 0.03 | 0.05 | | | |

미치는 영향에 대한 연구가 좀더 자세하게 이루어져야 할 것으로 생각된다.

종실 품질

재배조건에 따른 종실의 색도는 Table 6과 같이 L*값은 차이가 없었으나 a*값은 비닐하우스 재배에서 b*값은 노지 재배에서 높게 나타났고, 색차(ΔE^*ab)는 근소한 차이를 보였다. 비닐하우스 재배 파종기에 따른 종실의 색도는 통계적 유의차가 없었으나, 5월 9일 파종구가 6월 8일 파종구에 비해 L*값과 b*값이 약간 높아 어느 정도 색차를 보였다. 노지 재배 파종기에 따른 종실의 a*값과 b*값은 차이가 없었으나 L*값은 6월 8일 파종구가 5월 9일 파종구에 비해 높아 파종기간 색차가 현저히 다르게 나타났다. 노지 재배가 비닐하우스 재배에 비해 파종기간 색차가 큰 결과는 Table 3과 같이 파종기별 개화기 이후 강우량과 일조량 등의 차이 때문으로 생각된다.

농산물은 생산지별로 기후적 특성이나 토양적 차이, 생육 특성에 따라 같은 품종이라 하더라도 성분의 차이를 나타낼 수 있으며, 최근 참깨에 함유되어 있는 세사민과 세사몰린 및 세사미놀 배당체 등이 생체내에서 간해독 작용 촉진, 과산화 지

질 생성 억제 및 저밀도 리포 단백질 산화 방지 등(Kang *et al.*, 1998; Kang *et al.*, 2000b)의 다양한 생체 조절 능력이 인정되면서 기능성이 강화된 고 리그난 함유 참깨의 생산이 부각되고 있다. 본 연구에서 비닐하우스 및 노지 재배시 참깨에 함유된 리그난 함량을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 비닐하우스 재배시 수용성 성분인 세사민과 세사몰린에 비해 수용성 성분인 세사미놀 배당체가 높게 함유되어 있는 것으로 나타났다. 노지 재배시에는 비닐하우스 재배와 반대의 경향으로 나타났다. 즉 세사민과 세사몰린 함량이 세사미놀 배당체 함량보다 높게 나타나 노지재배와 비닐하우스 재배간에 성분 차이를 나타낼 수 있을 가능성을 시사하였으나 자세한 메커니즘에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 추정된다. Ryu 등(1993b)이 온도와 일장을 달리하여 참깨를 재배한 결과 주간 30°C와 야간 25°C에서 재배한 참깨가 주간 20°C와 야간 15°C에서 재배한 참깨보다 세사민과 세사몰린 함량이 높고 일장에 의한 영향은 크게 받지 않는 것으로 보고하여 일장보다 온도차이에 의해 특수성분 함량이 크게 영향을 받는 것으로 생각된다(Ryu *et al.*, 1996).

적 요

참깨 재배조건에 따른 생육과 수량 및 품질 차이를 구명하고자 수행한 연구결과는 다음과 같다.

1. 비닐하우스 재배가 노지 재배에 비해 개화기가 빠른 반면 성숙기가 늦어 생식생장기간이 길었다. 또한 경장과 착삭 부위장이 매우 길었다. 한편 주당삭수가 많고 천립중이 무거워 수량이 57% 가량 많았다.

2. 비닐하우스 재배에서는 6월 8일 파종구가 5월 9일 파종구에 비해 착삭부위장이 길었다. 그리고 주당삭수가 많고 천립중이 무거웠다. 또한 착삭 상단부위 등숙율이 높고 착삭 중, 하단부위 천립중이 무거우나 수량은 비슷하였다.

3. 노지 재배에서는 5월 9일 파종구가 6월 8일 파종구에 비해 유효분지수와 주당삭수가 많았다. 그러나 착삭 상, 중단부위의 등숙율이 낮고 천립중이 가벼워 수량은 비슷하였다.

4. 종실의 L*값은 재배조건에 따라 차이가 없었고 a*값은 비닐하우스 재배에서 높았으나 b*값은 노지 재배에서 높게 나타났다. 그리고 파종기간 색차(ΔE^*ab)는 노지 재배에서 가장 높게 나타났다.

5. 비닐하우스 재배에서는 수용성 성분인 세사미놀 배당체 함량이 높고, 노지 재배에서는 세사민과 세사몰린 함량이 높게 나타났다.

인용문헌

정병관. 1976. 적심시기가 참깨 생육 및 수량에 미치는 영향. 전라남도농촌진흥원 시험연구보고서 pp. 254-266.

Table 6. Hunter's color values of sesame seeds by cultivation conditions.

| Growing Condition | Seeding date | Color value of hunter | | | |
|-------------------|--------------|-----------------------|-----|------|----------------|
| | | L* | a* | b* | ΔE^*ab |
| P. E. vinyl-house | May 9 | 60.5 | 3.8 | 18.6 | 3.39 |
| | June 8 | 57.2 | 4.1 | 17.9 | - |
| | Mean | 58.9 | 3.9 | 18.3 | 1.58 |
| Outdoor | May 9 | 56.8 | 3.9 | 19.4 | 5.76 |
| | June 8 | 62.5 | 3.2 | 19.8 | - |
| | Mean | 59.7 | 3.5 | 19.6 | - |
| L.S.D.(0.05) | Main plot | NS | 0.3 | 0.8 | |
| | Sub plot | NS | NS | NS | |

Table 7. Content of lignans in sesame seeds according to cultivation conditions.

| Growing condition | Seeding date | Lignans (mg/100 g seed) | | | |
|-------------------|--------------|-------------------------|-----------|------------------|--------------------|
| | | Sesamin | Sesamolol | STG [†] | Total [‡] |
| P.E. vinyl-house | May 9 | 195.30 | 106.14 | 524.35 | 825.79 |
| | June 8 | 136.97 | 93.06 | 673.60 | 903.63 |
| | Mean | 166.14 | 99.60 | 598.98 | 864.72 |
| Outdoor | May 9 | 271.35 | 123.76 | 395.05 | 790.16 |
| | June 8 | 443.58 | 144.09 | 407.68 | 995.35 |
| | Mean | 357.47 | 133.93 | 401.37 | 892.77 |
| L.S.D.(0.05) | Main plot | 20.14 | 4.61 | 128.11 | NS |
| | Sub plot | 17.49 | NS | NS | 89.74 |

[†]Sesaminol triglucoside, [‡]Sesamin+Sesamolol+STG.

- Jung, B. G., and D. K. Kim. 1996. Effect of foliar application of Boron on growth and yield in sesame. *Korean J. Crop Sci.* 41 : 441-449.
- Kang, M. H., M. K. Oh, J. K. Bang, D. H. Kim, C. H. Kang, and B. H. Lee. 2000a. Varietal difference of lignan contents and fatty acids composition in Korean sesame cultivars. *Korean J. Crop Sci.* 45 : 203-206.
- Kang, M. H., M. Naito, K. Sakai, K. Uchida, and T. Osawa. 2000b. Action of mode sesame lignans in protecting low-density lipoprotein against oxidative stress in vitro. *Life Sciences* 66 : 161-171.
- Kang, M. H., M. Naito, Y. Kawai, and T. Osawa. 1998. Antioxidative effects of dietary defatted sesame flour; In hypercholesterolemia rabbits. *J. Nut.* 129 : 1111-1119.
- Kang, M. H., S. N. Ryu, J. K. Bang, C. H. Kang, D. H. Kim, and B. H. Lee. 2000c. Physicochemical properties of introduced and domestic sesame seeds. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29 : 188-192.
- 김동관, 김용재, 정병관. 1995. 참깨 과중기별 Mg, Zn 및 B의 시용이 주요형질에 미치는 영향. 전남대학교 농업과학기술연구 제 30집 : 9-18.
- Lee, B. H., J. I. Lee, S. T. Lee, and R. K. Park. 1988. Responses of growth and flowering to day length and temperature in sesame cultivars. *Res. Rept. RDA(U&I)*. 30 : 35-40.
- Lee, I. I., S. T. Lee, S. K. Oh, and C. W. Kang. 1981. Breeding of sesame(*Sesame indicum* L.) for oil quality improvement. Fatty acid composition of sesame seeds under different climatic conditions and locations. *Korean J. Crop Sci.* 26 : 90-95.
- Lee, J. I., S. R. Ryu, C. Y. Choi, and H. S. Lee. 1993. Variation of antioxidant content by capsule position in sesame. *Korean J. Crop Breed.* 25(1) : 59-64.
- Lee, J. T., S. H. Yun, M. E. Park, and J. L. Yun. 1995. Effect of air temperature on the growth development in sesame. *RDA. J. Agri. Sci.* 37 : 95-104.
- 농촌진흥청. 2001. 2000 농업과학기술 연구개발결과 농촌지도사업 활용자료. p 71.
- 농촌진흥청. 2000. 2000 주요 농작물품종해설. p. 81.
- 농촌진흥청. 1999. 1998 농업과학기술 연구개발결과 농촌지도사업 활용자료. pp. 112-114.
- 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준. 603p.
- 박찬호, 이정일. 1982. 참깨 품종의 개화반응에 관한 연구. 박찬호 박사 회갑기념논문집 5-13.
- Ree, D. W., and K. Y. Park. 1985. Flowering order and variation of yield characteristics by capsule position in sesame. *Korean J. Crop Sci.* 30 : 69-75.
- Ryu, S. N., C. W. Kang, J. I. Lee, S. T. Lee, K. S. Kim, and B. O. Ahn. 1996. Perspectives of utilization and function of antioxidants in sesame. *Korean J. Crop Sci.* 41 : 94-109.
- Ryu, S. R., J. I. Lee, C. Y. Choi, and S. S. Kang. 1993a. Changes of antioxidant contents during grain filling in different plant types of sesame. *Korean J. Crop Sci.* 38 : 23-30.
- Ryu, S. R., J. I. Lee, and H. S. Lee. 1993b. Effect of temperature and day-length on antioxidants in sesame. *Korean J. Crop Sci.* 38 : 330-335.
- Tashiro, T., Y. Fukuda, T. Osawa, and M. Namiki. 1990. Oil and Minor components of Sesame(*Sesame indicum* L.) strains. *JAOCS* 67 : 508-511.