

ベニバナ (*Carthamus tinctorius* L.) における 種子収量および収量構成要素に対する 葉および苞の寄与

林 久喜・花田 毅一

(筑波大学農林学系)

昭和 60 年 7 月 31 日受理

ベニバナは主茎および側枝の先端に頭花を着生し^{4,9)}、花卉中の赤色素(カルサミン)あるいは種子中の油を生産目的として栽培される作物^{9,15)}である。油料作物としての個体当たり種子収量は個体当たり頭果数と頭果当たり種子数ならびに種子一粒重によって決定される。ベニバナで行われた二、三の剪葉実験^{1,8,14)}では剪葉により種子収量が減少したが、これは葉面積が収量に大きく関与していることを示したものである。

一方、開花期におけるベニバナ個体群では、頭果に着生する緑色の苞⁴⁾が、葉と苞の合計面積の15~20%を占め、かつ、受光上有利な高い位置に分布し³⁾、また、光強度 500 W/m²、葉温 23°C 下における光合成速度が完全展開葉で 22~28 mgCO₂/dm²/h、苞で 11~24 mg CO₂/dm²/h で、苞自身もかなり高い光合成能力を持つ(未発表)。さらに、苞の切除が収量を低下させた報告⁸⁾もあり、これらの事実から苞も収量に貢献していることが推察される。また、ベニバナ以外の作物でも、葉以外の緑色器官が収量に貢献している事例^{5,6,13)}が知られている。そこで本実験では、ベニバナの種子登熟期間中における葉および苞の種子収量および収量構成要素に対する役割とその相互関係を知る目的で、葉または苞の切除実験を行い、ベニバナの種子収量に対する葉ならびに苞の物質生産上の役割を検討した。

材 料 と 方 法

品種“もがみべにばな”を用いて、1984年にポット試験を行った。30分間蒸気消毒を行った埴壤土を1/5000 a ワグナーポットに乾土重で1.82 kg 充填し、1ポット当たり高度化成肥料(N, P₂O₅, K₂O各14%含有)15 g、熔成磷肥(P₂O₅ 20%含有)21 gおよび樹皮堆肥100gを全量基肥として施した。5月3日に1ポット当たり6粒播種し、その後間引きを行って1ポット2本植えにし、収穫まで屋外で生

育させた。1日1~2回灌水を行い、土壤水分を最大容水量の70%に維持した。

主茎頭花の開花始期は概ね7月2日であった。開花期の茎長は約65 cm、個体当たり4~5本の一次側枝を着生していた。一次側枝も既に頭花を着け、開花に近い状態にあった。開花始期には主茎および側枝の伸長生長は既に終了しており、葉および苞の面積の拡大も終了していた。7月5日に主茎頭花が開花した個体を対象として、同日、以下の5種類の処理を行った。A区:無処理(対照区)、B区:主茎葉を切除、C区:個体の全葉(主茎葉および側枝葉)を切除、D区:個体の全苞を切除、E区:個体の全葉および全苞を切除。なお、シンクの容量を揃えるため、何れの区の個体も、上位3本の側枝を残して他の側枝は切除した。処理個体数は各区20個体とした。

葉および苞の面積は、処理開始時に主茎頭花が開花した個体を同日10個体採取してLI-COR社製携帯面積計(LI-3000)を用いて測定した。収穫期の調査としては、8月5日に全植物体を採取して70°Cで通風乾燥を行い、茎、葉、頭果および種子の乾物重と種子数を測定した。また、側枝番号は、最上位の側枝を第1側枝とし、下位に向かって第2、第3側枝とした。

結 果

1. 開花始期における茎長、葉数、苞数、葉面積および苞面積(第1表)

開花期における主茎の平均茎長は65 cmで、主茎は平均して27枚の葉と17枚の苞を着生していた。側枝の茎長は平均9 cm程度で、下位節側枝ほど長かった。また、側枝葉数は1側枝当たり6枚内外で、主茎の1/5程度であった。1側枝の葉数は下位節側枝ほど多かったが、側枝頭果の苞数には節位による違いが見られず平均14.6枚であった。なお、主茎、

Table 1. Length of main stem, number of leaves and bracts, area of leaves and bracts, and bract area ratio¹⁾ at the first flowering stage in safflower plants.

Plant part	Stem length (cm)	Number of leaves	Number of bracts	Area of leaves (cm ²)	Area of bracts (cm ²)	Bract area ratio ¹⁾ (%)
Main stem	65.4	27.0	16.9	228.3	11.9	5.0
1st branch ²⁾	7.2	5.0	14.3	8.5	9.4	52.5
2nd branch	9.1	5.9	14.9	11.3	10.4	47.9
3rd branch	10.4	6.7	14.7	13.0	11.3	46.5
Total	—	44.6	60.8	261.1	42.9	14.1

Notes 1) Ratio of bract area to the total area of leaves and bracts.

2) The uppermost branch is referred to as the 1st branch. The branches were numbered in descending order from the top.

3) Each value is the mean of 10 plants.

Table 2. Effects of removal of leaves and/or bracts on dry weight of stem, leaves and heads in safflower plants at maturity. (g)

Plot ¹⁾	Stem		Leaves		Head(s)				Total
	MS ²⁾	B ²⁾	MS	B	MS		B		
					Bracts	Others	Bracts	Others	
A	2.49 (100)	0.30 (100)	1.48 (100)	0.26 (100)	0.15 (100)	1.46 (100)	0.35 (100)	4.90 (100)	11.38 (100)
B	2.48 (99.6)	0.26 (86.7)	0. (0)	0.35 (134.6)	0.15 (100.0)	1.01 (69.2)	0.34 (97.1)	3.11 (63.5)	7.69 (67.6)
C	2.33 (93.6)	0.23 (76.7)	0. (0)	0. (0)	0.14 (93.3)	0.94 (64.4)	0.33 (94.3)	2.41 (49.2)	6.39 (56.2)
D	2.54 (102.0)	0.28 (93.3)	1.65 (111.5)	0.25 (96.1)	0. (0)	1.46 (100.0)	0. (0)	4.55 (92.9)	10.73 (94.3)
E	2.27 (91.2)	0.27 (90.0)	0. (0)	0. (0)	0. (0)	0.89 (61.0)	0. (0)	1.80 (36.7)	5.23 (46.0)

Notes 1) A: no treatment (control), B: leaves on the main stem were removed, C: leaves on the main stem and branches were removed, D: bracts on the main stem and branches were removed, E: all leaves and bracts were removed.

2) MS: main stem, B: branches (sum).

3) The value in the parentheses shows the percentage to the control plot.

側枝とも開花始期にはほとんど全葉が緑色を保っていた。主茎頭果は側枝頭果に比して苞面積が大きかったが、主茎では葉と苞の合計面積に対する苞面積の割合は5%程度と著しく小さかった。一方、側枝では何れも50%程度で著しく大きく、個体全体では14%程度であった。

2. 器官別乾物重 (第2表)

対照区の完熟期における乾物重の割合は、茎が25%、葉15%、頭果60% (うち、苞が4%) であり、頭果の割合が大きかった。葉または苞の切除により全乾物重が対照区に比して顕著に減少し、特に頭果で減少が大きく、中でも苞以外の部位で減少が著しかった。主茎頭果 (苞以外) についてみると全苞切除 (D) 区では対照区と差がみられなかったのに対し、B区、C区およびE区では対照区の61~69%

に減少し、主茎葉の除去が主茎頭果の乾物重を著しく減少させた。側枝頭果も主茎葉切除 (B) によって対照区の64%にまで減少し、全葉切除 (C)、更に全葉・全苞切除 (E) によってそれぞれ49%、37%にまで減少した。側枝頭果では主茎頭果の場合と異なり、全苞切除が約7%減少させた。いずれの処理区においても、処理による側枝頭果の減少率は主茎頭果の減少率よりも大きく、側枝頭果は葉および苞の切除の影響を最も強く受ける器官であった。

3. 種子収量および収量構成要素

第3表には種子収量に及ぼす葉または苞の切除の影響を示した。対照区における種子収量は、主茎に比して側枝で多く、また、側枝では下位節側枝ほど多く、第3側枝は主茎の約1.4倍であった。個体当たりの種子収量は、D区、B区、C区、E区の順に、

Table 3. Effects of removal of leaves and/or bracts on seed yield of the heads of main stem and branches in safflower plants. (g)

Plot ¹⁾	Main stem	1st branch ²⁾	2nd branch	3rd branch	Total
A	0.945 (100) ³⁾	0.983 (100)	1.220 (100)	1.282 (100)	4.430 (100)
B	0.630 (66.7)	0.600 (61.1)	0.700 (57.4)	0.785 (61.2)	2.716 (61.3)
C	0.547 (57.9)	0.420 (42.7)	0.434 (35.6)	0.560 (43.6)	1.960 (44.2)
D	0.945 (100.0)	0.741 (75.4)	1.032 (84.6)	1.378 (107.5)	4.097 (92.5)
E	0.493 (52.2)	0.254 (25.8)	0.245 (20.1)	0.289 (22.5)	1.281 (28.9)

Notes 1), 3): See the notes 1) and 3) in Table 2.

2): See the note 2) in Table 1.

Table 4. Effects of removal of leaves and/or bracts on the components of seed yield of main stem and branches in safflower plants.

Plot ¹⁾	Main stem	1st branch ²⁾	2nd branch	3rd branch	Total
<i>1) Number of seeds</i>					
A	17.3 (100) ³⁾	17.9 (100)	22.8 (100)	24.0 (100)	82.0 (100)
B	14.4 (83.2)	13.0 (72.6)	17.7 (77.6)	19.7 (82.1)	65.0 (79.3)
C	12.7 (73.4)	11.4 (63.7)	12.6 (55.3)	15.4 (64.2)	52.0 (63.4)
D	16.5 (95.4)	12.3 (68.7)	18.1 (79.4)	25.1 (104.6)	71.9 (87.7)
E	16.7 (96.5)	9.5 (53.1)	9.4 (41.2)	10.8 (45.0)	46.3 (56.5)
<i>2) 100-seed-weight (g)</i>					
A	5.77(100)	5.93(100)	5.70(100)	5.60(100)	5.75(100)
B	4.42(76.6)	4.85(81.8)	4.39(77.0)	4.43(79.1)	4.52(78.6)
C	4.40(76.3)	4.43(74.7)	4.05(71.1)	3.88(69.3)	4.14(72.0)
D	6.04(104.7)	6.39(107.8)	6.19(108.6)	5.79(103.4)	6.10(106.1)
E	3.10(53.7)	2.90(48.9)	2.96(51.9)	3.04(54.3)	3.00(52.2)

Notes 1), 3): See the notes 1) and 3) in Table 2.

2): See the note 2) in Table 1.

処理程度が強まるに従って大きく減少した。全苞切除 (D) は影響が最も小さく、特に主茎および第3側枝では全く影響がみられなかった。主茎葉切除 (B) では、主茎、側枝いずれの頭果についても種子収量が対照区の6割程度であった。全葉切除 (C) および全葉・全苞切除 (E) は影響が大きく、個体当たり種子収量が対照区のそれぞれ44% および29%に減少した。また、処理による減少程度は一般に主茎より側枝で大きく、影響が最も強かったE区においては、主茎では対照区の約1/2の種子収量であったが側枝では約1/5であった。

第4表には種子数ならびに種子百粒重に及ぼす葉または苞切除の影響を示した。対照区における種子数は、主茎に比べ側枝で大きく、また、側枝では下位節側枝で大きい傾向があり、第3側枝は第1側枝の1.3倍強であった。一方、種子百粒重は主茎、側枝間に差がなく、全頭果を平均して5.75gであった。

個体当たりの種子数に対し、全苞切除および主茎葉切除は影響が小さく、対照区の80~90%であった。一方、全葉切除では対照区の63%、全葉・全苞

切除で57%にまで種子数が減少した。処理による影響は主茎に比べ側枝で強かった。

いずれの処理区においても、種子百粒重に対する影響の程度に、主茎、側枝間および側枝節位間の差がみられなかった。全頭果の平均値で処理の効果をみると、全葉・全苞切除では対照区の52%、全葉切除および主茎葉切除でそれぞれ72% および79%であり、処理程度が強いほど百粒重の低下が著しかったが、全苞切除では全く低下がみられなかった。

4. 収量および収量構成要素に対する葉および苞の寄与

次式に基づいて種子収量および収量構成要素に対する葉または苞の寄与率を求めた。

$$Y = (X_1 - X_2) / X_1 \times 100$$

ここで、Yは対象とする器官(葉または苞)の収量または収量構成要素に対する寄与率(%)を、 X_1 はその器官を切除しないときの種子収量あるいは収量構成要素の値、 X_2 はその器官を切除したときの種子収量あるいは収量構成要素の値を示す(第5表注)。

Table 5. Contribution (%)¹⁾ of source leaves and/or bracts to the seed yield and yield components of main stem, branches and whole plant in safflower plants.

Contributor ²⁾	Other source parts ³⁾	Main stem	Branches total	Whole plant
<i>1) To seed yield</i>				
leaves of main stem	—	33.3	40.2	38.7
leaves of branches	main stem leaves removed	13.2	32.2	27.8
all leaves	—	42.1	59.4	55.8
	all bracts removed	47.8	75.0	68.7
all bracts	—	0.	9.6	7.5
	all leaves removed	9.9	44.3	34.6
all leaves and bracts	—	47.8	77.4	71.1
<i>2) To number of seeds per head</i>				
leaves of main stem	—	16.8	22.1	20.7
leaves of branches	main stem leaves removed	11.8	21.8	20.0
all leaves	—	26.6	39.1	36.6
	all bracts removed	-1.2	46.5	35.6
all bracts	—	4.6	14.2	12.3
	all leaves removed	-31.5	24.6	11.0
all leaves and bracts	—	3.4	54.1	43.5
<i>3) To 100-seed-weight</i>				
leaves of main stem	—	23.4	20.6	21.4
leaves of branches	main stem leaves removed	0.5	9.6	8.4
all leaves	—	23.7	28.2	28.0
	all bracts removed	48.7	51.5	50.8
all bracts	—	-4.7	-6.6	-6.1
	all leaves removed	29.5	27.9	27.5
all leaves and bracts	—	46.3	48.3	47.8

Notes 1) Contribution (%) of each item presented in the table was calculated by the following formula. leaves of main stem: $(A - B)/A$; leaves of branches (main stem leaves were removed): $(B - C)/B$; all leaves: $(A - C)/A$ (bracts were present) and $(D - E)/D$ (bracts were removed); all bracts: $(A - D)/A$ (all leaves were present) and $(C - E)/C$ (all leaves were removed); all leaves and bracts: $(A - E)/A$.

2) Source part whose contribution percentage is to be calculated.

3) Condition under which the contribution percentage of the item presented in the table is to be calculated to show the presence or absence of the source part other than the contributor.

Bar means that no other source part than the contributor concerned was removed.

個体の全葉・全苞は個体の種子収量の約70%に寄与しており、種子数および種子百粒重への寄与率はそれぞれ44%および48%で、ほぼ同程度であった。また、これらの寄与率は主茎よりも側枝で大きかった。

個体の全葉は苞が存在するとき個体種子収量に約56%寄与していたが、苞が存在しないときは寄与率が高まって69%を示した。種子数に対する全葉の寄

与率は苞の存否にかかわらずほぼ36%であったが、種子百粒重への寄与率は、苞が存在するとき約28%、苞が除去されたときは約51%の高い値を示した。このため、苞が存在するときには収量構成要素の中で種子数への寄与が大きく、苞が存在しないときは種子百粒重への寄与が大きかった。また、種子収量および収量構成要素に対する寄与率はいずれも主茎よりも側枝で高かった。

苞および側枝葉の存在下での主茎葉の寄与率は種子収量に対し約39%であり、種子数、種子百粒重に対してはいずれも21%程度寄与していた。一方、全葉の種子収量に対する寄与率は約56%であり、この数値と上述の主茎葉の寄与率39%から主茎葉の存在下での側枝葉の寄与率は約17%と推測され、側枝葉は主茎葉に比して種子収量に対する寄与率がかなり低いことが推察された。種子数および種子百粒重に対する側枝葉の寄与率を同様に推測すると、それぞれ16%、7%となり、いずれも主茎葉の寄与率よりかなり低く、また、百粒重よりも種子数への寄与率が高かった。

個体当たり種子収量に対する全苞の寄与率は、葉が存在するときは8%と低い値であったが、葉が除去されたときは35%に及ぶ大きな寄与率を示した。また、苞の寄与率は主茎よりも側枝に大きく、特に葉が除去されたときは高い値を示した。種子数に対する寄与率は葉の存否にかかわらず11~12%程度であったが、種子百粒重に対しては葉が除去されたとき苞の寄与率が著しく高まり約28%を示した。

考 察

ペニバナは生育初期をロゼット状態で経過し、次いで主茎節間が伸長して草丈が増大する¹⁵⁾。葉の分化に伴い側芽も順次分化してゆき、最上位にある数個の側芽が著しく伸長する²⁾。開花はまず主茎頭花で起こり、以降上位節から下位節の側枝頭花に向かって順次開花する⁷⁾。種子収量は種子数と種子百粒重とで決定されるが、著者らは、開花後10日頃に種子数が決定され、20日頃には百粒重がほぼ最終値に達することを観察しており(未発表)、種子百粒重に比べ種子数の決定時期が早いことを認めている。一方、本実験において開花期におけるソースとしての葉および苞の合計面積に対する苞面積の比率が、主茎では5%程度、側枝では50%程度、個体当たりでは14%程度を占めていた。また、完熟期におけるソース(葉+苞)とシンク(頭果、ただし苞を除く)の量は、乾物重でそれぞれ2.24gおよび6.36gであった。

いくつかの作物^{11,12)}では光合成産物のソース・シンク単位が存在することが知られている。本実験のペニバナにおいて、種子収量に対する主茎葉の寄与率は主茎頭果に対し約33%、側枝頭果に対して約40%で、後者への寄与が大きく、このことから主茎葉が側枝頭果の登熟にかなりの役割を果たしている

ことが示された。一方、主茎葉除去下での種子収量に対する側枝葉の寄与率は側枝頭果に対して約32%、主茎頭果に対して約13%であり側枝葉は側枝自身の登熟に主要な役割を果たすことが示された。しかし、主茎頭果に対する寄与率もなお無視し得ないものであり、側枝葉は主茎頭果の登熟にも関係しているものと考えられた。

種子収量に対する全苞の寄与率は、他のソースである葉が存在するときは高くなかったが、葉が除去されたときに著しく高い値であった。このとき、種子数に対しては葉の存在が苞の寄与率に影響しなかったが、種子百粒重に対する苞の寄与率は葉が除去されたときは著しく増大して種子収量への寄与が高まった。一方、苞がある時およびない時の種子収量、種子数および種子百粒重に対する葉の寄与率の様相も全く同様であり、このことから苞はソースとして葉と同様な役割を果たす器官であるとみることができる。

苞の切除(D)は第1側枝の種子収量を25%程度、第2側枝で15%程度低下させたが、主茎および第3側枝には影響を及ぼさず、個体の種子収量の減少は約8%にとどまった。PATIL and JADHAV⁸⁾は開花始期にすべての苞を切除したとき、頭果当たりの種子数が11%、種子百粒重が12%低下し、ポット当たりの種子収量が19%低下したことを報告しており、本実験結果より種子収量に対する貢献度が高かった。これは、本実験では側枝頭果数を3個に制限したため、通常よりもシンク量が少ない状態であり、主茎および側枝の葉が着生している状態では苞切除の影響が小さかったものと推察される。

葉が存在しないときの苞の種子収量に対する寄与率は35%であった。葉が存在しない時、葉以外の寄与率、44.2%(=100-55.8)、に占める苞の寄与率、7.5%、の割合は、約17%であり、これに比して実際に観察された苞の寄与率35%はかなり高い値であった。これには、いくつかの作物^{10,11)}で知られているように、ソースの一部が除去された時に、残されたソースの純同化率が上昇することも関与するものと推測される。葉が存在するときの苞の種子収量に対する寄与率は7.5%であった。一方、葉および苞の寄与率は71.1%であり、寄与率からみた(葉+苞)に対する苞の比率は10.5%と計算される。一方、個体でみた(葉+苞)面積に対する比率は14.5%であった。苞は前述のように葉に比して受光上有利な位置にあること、シンクの頭果に近い位置にある

ソースとしての位置上の有利性を有していることから考えると収量に対する貢献度の比率は面積における比率よりも大きいことが期待されるにもかかわらず、むしろ小さかった。この原因の一部として同一光条件下で苞の方が面積当たりの光合成能力が低いことが考えられる。今後、葉と苞の着生角度の違いによる受光能率の差も含めた光合成の差、転流等も含めて検討する必要がある。一方、圃場で生育するベニバナの個体群について葉と照度の分布を調べた結果、全葉面積の半分以上が相対照度 50% 以下の下層に存在していた³⁾。本実験はポット実験であり、下位葉まで受光が良好であったことを考慮すると、圃場で葉が存在するときの種子収量に対する苞の寄与率は本実験で得られた結果よりも高いものと考えられる。

個体の全葉・全苞を切除してもなお、対照区の 29% に当たる収量が得られたが、これは茎部および頭果の表面による光合成と、開花時期までに茎中に蓄積された貯蔵炭水化物の転流による結果であると推察される。

摘 要

ベニバナ個体における種子収量および収量構成要素に対する葉および苞の役割を知る目的で開花始期に葉または苞の切除処理を行った。

1. 葉および苞の合計面積に対する苞面積の比率は、主茎では 5% 程度、側枝では 50% 程度と、側枝でかなり大きい値を示した。また、個体全体では約 14% であった。

2. 完熟期における乾物重の割合は、平均して茎が 25%、葉 15%、頭果 60% (うち苞が 4%) であり、頭果の占める割合が著しく高かった。葉または苞の切除は茎葉に比して頭果の乾物重の増加を抑制し、特に、側枝頭果が顕著に抑制された。

3. 葉または葉と苞の切除処理は種子数および種子百粒重を共に減少させて種子収量を減少させた。種子収量および種子数に対するこの影響は、主茎よりも側枝に著しかった。種子百粒重に対する影響は、主茎と側枝がほぼ同程度であった。

4. 種子収量に対する個体の全葉・全苞の寄与率は約 70% で、全葉・全苞除去区では個体当たり約 1.3 g の種子収量が得られた。これは対照区の 29% に当たり、貯蔵物質並びに茎および頭果表面の光合成によるものと推察された。種子数および種子百粒重に対する全葉・全苞の寄与率はほぼ同程度で、約

45% であった。

5. 種子収量に対する全葉の寄与率は、苞が存在するとき約 56% であり、苞が除去されたときは約 69% と高まった。苞が存在するときの全葉の種子数および種子百粒重に対する寄与率はそれぞれ 37%、28% であった。

全葉のうち、主茎葉は個体の種子収量に約 40% 寄与し、主茎葉の種子収量、種子数、種子百粒重に対する寄与率は側枝葉の寄与率に比して大きかった。また、主茎葉、側枝葉共に主茎頭果と側枝頭果の両者の登熟に寄与していた。

6. 種子収量に対する苞の寄与率は、葉が存在するとき 8% 弱と小さく、葉が除去されると約 35% に及ぶ高い値を示したことから、苞は葉に代わる役割を有することが示唆された。また、葉が除去された時の苞の寄与率は種子百粒重に対して著しく高かった。

謝辞：供試した種子は山形県立農業試験場より分譲していただいた。ここに厚く謝意を表す。

引用文献

1. BEECH, D.F. 1964. The effect of leaf removal on yield attributes of safflower. *Aust. J. Exp. Agri. Animal Husb.* **4**: 215—216.
2. 花田毅・林 久喜 1982. ベニバナにおける側芽の分化発育の経過、特に花芽分化期との関係. *日作紀* **51** (別 2): 175—176.
3. 林 久喜・花田毅・結城勇助 1983. 開花期におけるベニバナの器官別垂直分布について. *日作紀* **52** (別 1): 109—110.
4. ———— 1985. ベニバナ (*Carthamus tinctorius* L.) における土壌水分欠乏が種子収量および収量構成要素に及ぼす影響. *日作紀* **54**: 346—352.
5. 北條良夫・加藤眞次郎・小林宏信 1972. ナタネのさやの光合成活性と稔実に対する寄与. *日作紀* **41**: 420—425.
6. 稲永 忍・玖村敦彦 1974. ナタネの物質生産に関する研究. 第 1 報 生育に伴うナタネ個体群の光合成能ならびに呼吸能の推移. *日作紀* **43**: 261—266.
7. 西川五郎・三上藤三郎・黒田昭太郎 1957. ベニバナ (*Safflower, Carthamus tinctorius* L.) の形態と生育に関する研究. *日作紀* **26**: 51—52.
8. PATIL, V.A. and B.B. JADHAV 1976. Effect of artificial defoliation on yield and yield attributes of safflower. *Indian J. Agric. Sci.* **46**: 415—417.
9. PURSEGLOVE, J.W. 1968. *Tropical Crops. Dicotyledons 1.* Longmans, London. 54—56.
10. 田中 明・藤田耕之輔 1971. トウモロコシの栄養生理学的研究. 第 7 報 乾物生産における Source と Sink の相対的意義の解析. *土肥誌* **42**: 152—156.

11. ——— . ——— 1972. トマトの果実生産における Source と Sink の相対的意義の解析. 第3報 葉または花房切除が光合成産物の移動および乾物生産におよぼす影響. 土肥誌 **43**: 423—428.
12. ——— . ——— 1975. 菜豆の栄養生理学的研究. 第1報 光合成産物の転流よりみた source-sink 関係. 土肥誌 **46**: 157—166.
13. THORNE, G.N. 1965. Photosynthesis of ears and flag leaves of wheat and barley. *Ann. Bot.* **29**: 317—329.
14. URIE, A.L., L.N. LEININGER and D.E. ZIMMER 1968. Effects of degree and time of defoliation on yield and related attributes of safflower. *Crop Sci.* **8**: 747—750.
15. WEISS, E.A. 1971. *Castor, Sesame and Safflower*. Leonard Hili, London. 553—591.

Contribution of Leaves and Bracts to the Seed Yield and Yield Components in Safflower Plants (*Carthamus tinctorius* L.)

Hisayoshi HAYASHI and Kiichi HANADA

(*Institute of Agriculture and Forestry, University of Tsukuba,
Sakura, Niihari, Ibaraki 305*)

Summary

Leaves and/or bracts of safflower plants were removed at the first flowering stage of the head of the main stem, for the purpose of obtaining information as to the contribution of leaves and bracts to seed yield and yield components, i.e. number of seeds per head and 100-seed-weight, during maturity. The results are summarized as follows:

1. The area of bracts is only 5% of the total area of leaves and bracts in the main stem, but it reaches about 50% in the branches. The ratio in the whole plant was about 14% (Table 1).

2. At the maturity, stems, leaves and heads accounted for about 25%, 15% and 60% of the total dry weight, respectively. Removal of leaves and/or bracts decreased the dry weight of heads, especially that of the branches, more remarkably than the dry weight of stems or leaves (Table 2).

3. Removal of leaves or leaves and bracts decreased the seed yield through the reduction of both the number of seeds and 100-seed-weight. Removal of leaves or leaves and bracts affected the seed yield and number of seeds of the head of the branches more remarkably than those of the main stem, and affected 100-seed-weight similarly in the head of the main stem and in the head of the branches (Tables 3, 4).

4. All leaves and bracts contributed to the seed yield of the plant by about 70%. When all leaves and bracts were removed, seed yield of 1.3 g was gained. This seed yield was presumably contributed by the stored photosynthates and the current photosynthates during maturity by the other green parts such as the surface of the stem and head. All leaves and bracts contributed similarly, by about 45%, to the number of seeds and 100-seed-weight (Table 5).

5. The contribution of all leaves to the seed yield was as large as 56% when the bracts were present, and much larger, i.e. about 69%, when the bracts were removed. The contribution of all leaves to the number of seeds and 100-seed-weight was 37% and 28%, respectively, when the bracts were present (Table 5).

6. The leaves of the main stem contributed to the seed yield of the plant by about 40%. The contribution of the leaves of the main stem to seed yield, the number of seeds and 100-seed-weight of the plant was larger than that of the branch leaves. The leaves of the main stem contributed not only to the seed yield of the main stem itself but also to that of the branches. Similarly, the leaves of the branches contributed to both the seed yield of the main stem and that of the branches (Table 5).

7. The contribution of bracts to seed yield was rather small, about 8%, when the leaves were not removed, but it was very large, about 35%, when the leaves were removed (Table 5). The contribution of the bracts to 100-seed-weight when the leaves were removed was especially large. It is suggested, therefore, that the bracts have an ability to substitute for leaves in the ripening of seeds.