

药用红花生长发育规律的研究

李隆云 张艳 廖光平 黄天福

(四川省中药研究所, 四川重庆, 630065)

摘要 根据药用红花根、叶、茎、分枝、花及生长中心的变化特点, 将药用红花个体发育过程划分为莲座期、伸长期、分枝期、开花期及种子成熟期5个生育时期, 红花一生有52叶左右, 以伸长期出叶速度最快, 平均每2.0天出一叶, 这一时期形成17叶左右。叶面积在生育前期较小, 至分枝期达最高值(4月中旬, $3074.5 \text{ cm}^2/\text{plant}$, 叶面积指数5.5), 且保持较高叶面积一定时间, 以利于分枝和花的发育。红花在分枝期净同化率高, 平均为 $5.1 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。莲座期, 干物质主要分配到叶部, 占全株干物质的87%—92%, 伸长期约50%的干物质分配到茎部, 分枝末期至开花期有40%左右的干物质分配到分枝, 生育后期主要分配到花部。药用红花一生中发生3次生长中心的转移。当 CGR_r 与 CGR_t 的曲线交叉时, 可作为营养生长向生殖生长转变的依据。

关键词 个体发育规律; 同化器官; 干物质

红花为常用重要中药, 药用部位为管状花(花冠), 为越年生植物。具有活血、散瘀、通经等功效。种子含油量高, 是很好的食用油。四川为药用红花的主要产区, 但产量一直较低, 急需进行品种选育和改进栽培技术。我们在进行高产栽培研究的同时, 根据自然气候条件和药用栽培的要求, 对红花生长发育规律进行了研究, 以便为药用红花高产栽培进行合理促控提供依据。

1 材料和方法

供试材料为“川红1号”, 种植于本所标本园, 土壤为黄壤, pH6.3, 全氮0.08% (凯氏定氮法), 碱解氮(蒸馏法) $15.02 \text{ mg}/100\text{g}$ 土, 全磷0.06% (高氯酸硫酸酸溶-钼锑抗比色法), 速效磷 $1.77 \text{ mg}/100\text{g}$ 土 (碳酸氢钠法), 速效钾 $126.9 \text{ mg}/\text{L}$ (四苯硼钠比浊法)。播种时间为10月底, 栽培管理同大田生产。在生长期每十天取样一次, 随机抽取20—40株于室内烘干 (105°C , 36小时), 称量测定植株各部分干物质重, 测量叶面积、叶片数、绿叶数、枯叶数和株高, 观测生育时期。

2 结果与讨论

2.1 生育时期的研究

根据红花生育特点正确地划分生育时期, 对指导红花高产栽培具有重要的意义^[1,2]。由于各个生育阶段是连续且相互重叠的, 因此, 可根据生长发育特点, 结合生长中心的转移划分生育时期, 以利于在高产栽培中采取合理促控措施。根据红花根、茎、叶、分枝的生长及干物质累积动态与生长中心的转移(图2—4), 将红花的生育时期划分为五个时期:

2.1.1 莲座期 从10月下旬播种到2月中旬, 叶片紧贴于地面, 茎略为伸长。生长中心为叶片和根, 日均干物质累积量为 $27.31 \text{ mg}/\text{plant}$, 叶子占全株干物质重90%以上, 净同

收稿日期: 1993-08-31, 终审完毕日期: 1994-06-22

化率为 $1.7 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$, 到 2 月下旬株高达到 37.2 cm, 叶片数为 19, 叶面积为 $461.6 \text{ cm}^2/\text{plant}$ 。

2.1.2 伸长期 从 2 月下旬至 3 月下旬止。此期分枝开始形成, 肉眼可见, 但不伸长。茎秆急剧伸长, 植株高度达 1m。生长中心为茎、叶和根, 叶片大量形成。日均干物质积累量为 $418.50 \text{ mg/plant} \cdot \text{d}$, 净同化率为 $4.4 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 。

2.1.3 分枝期 从 4 月上旬至 5 月中旬止。叶片全部形成, 叶面积达最大值, 其生长中心转移到分枝和花蕾, 日均干物质积累量为 $1348.53 \text{ mg/plant} \cdot \text{d}$, 净同化率为 $5.1 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 。

2.1.4 开花期 从 5 月下旬至 6 月中旬止。此期持续 30 天左右, 生长中心为花蕾, 植株高度不再增加, 绿叶数逐渐减少, 叶面积下降。日均干物质积累量为 $795.00 \text{ mg/plant} \cdot \text{d}$, 净同化率为 $4.42 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 。

2.1.5 种子成熟期 从 6 月中旬至 7 月上旬止, 持续约一个月左右。生长中心为种子。干物质由分枝和花蕾转移至种子中, 种子不断充实, 直至种子成熟叶片变黄脱落, 最后全株枯死。

2.2 叶的生长

种子的发育与干花产量的形成, 在很大程度上与叶器官发育有关。因此, 在药用红花的生长发育中, 研究叶的生长具有十分重要的意义。

红花叶的数量随生育进程而增加, 一生中共形成 52 叶左右。在个体发育中, 随气温的升高和生育进程, 植株绿叶数不断增加, 至分枝期达最大值 (36 叶), 开花期绿叶数呈直线急剧下降, 但仍拥有 20 叶以上的绿叶。红花叶的枯萎叶数随生育进程而增加, 开花后枯叶数呈直线急剧上升。

红花叶的形成是连续进行的, 叶形成的速度取决于植株生育状况、营养条件及其它外界条件, 以及顶端分生组织的生活力。红花出苗时已具有两片子叶, 第一、二片真叶几乎同时出现, 以后相继生出其它的新叶。

在红花个体发育中, 叶的发生强度 (相邻叶发生的间隔) 因生育时期而异。莲座期、伸长期和分枝期, 分别形成 19、17、16 叶。叶的发生强度相应为 6.8、2.0、3.6 天。由此可见, 以莲座期形成叶片数最多, 伸长期分枝期出叶速度最快。

叶片的枯萎强度以开花期最大, 其次为分枝期, 分别为 1.1、5.3 天。随着生长发育的进程, 其枯叶数和叶的枯萎强度逐渐增大, 至开花期, 已枯叶 29 叶左右。

2.3 叶面积和光合势的变化动态

叶面积是红花光合作用的重要指标, 在个体发育中研究其消长规律, 对指导红花生产具有很大意义。

在红花一生中, 前期叶面积较小, 伸长期逐渐增大, 至分枝期叶面积最大 (四月中旬), 单株叶面积最大为 3074.5 cm^2 , 最高叶面积指数为 5.5。到种子成熟期叶面积大幅度下降, 单株叶面积为 964.9 cm^2 (6 月 8 日) 叶面积指数为 1.7 (图 1)。

光合势与叶面积大小有直接关系, 其消长规律同叶面积。光合势 (红花植株的光合势) 于 4 月 18 日达最大值 ($294 \text{ dm}^2/\text{plant} \cdot \text{d}$), 并保持较大光合势一段时间, 至 5 月 18 日开始呈直线急剧下降。在 4 月中下旬至 5 月上旬保持较大的叶面积和光合势对花蕾的发育和增加干花产量具有非常重要的意义 (图 1)。

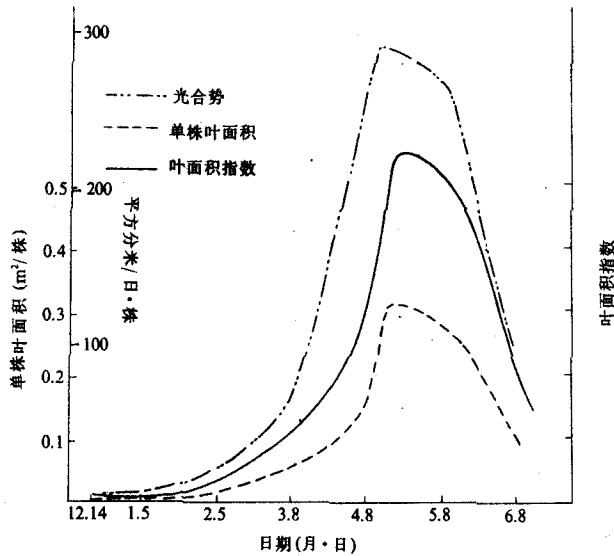


图1 单株叶面积、叶面积指数和光合势的变化动态
Fig. 1 Dynamics of leaf area, leaf area index (LAI) and photosynthetic potential in medicinal safflower plant

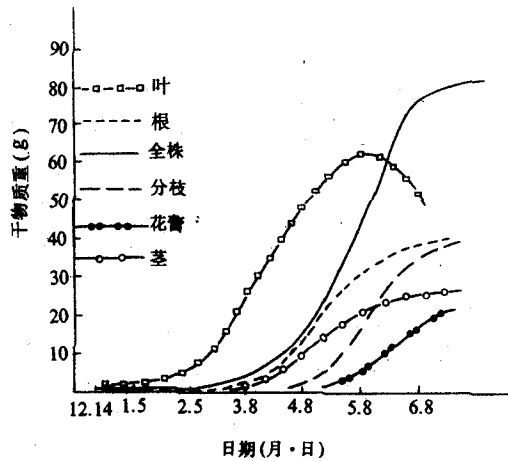


图2 干物质累积动态
Fig. 2 Dynamics of the increase of dry matter in different organ

2.4 干物质累积及其分配

在生育前期, 各器官干物质累积量随生育进程逐渐增加; 叶中的干物质在2月5日后急剧增加, 5月中旬, 由于叶脱落, 干物质重下降; 根则在3—4月干物质急剧增加, 5月份干物质累积速度减缓; 分枝在该器官形成初期, 干物质累积速度较快, 5月中旬后其累积速度减缓; 花蕾和茎秆随生育进程干物质累积逐渐增加。全株的干物质累积规律为: 前期慢, 生育中期(3月中旬—5月底)全株干物质累积量逐渐增加, 后期干物质累积速度减缓, 干物质累积的整个过程呈S曲线(图2)。

在生育前期, 根的干物质日增量较小; 到分枝期干物质日增量达最大(71 mg/plant·d); 到生育后期则逐渐下降。叶的干物质累积动态与根相似, 后期由于叶子脱落, 叶的干物质日增量呈负增量。茎的干物质日增量在4月28日达最大值(511 mg/plant·d), 分枝和花蕾则在5月18日达最大, 其值分别为911 mg/plant·d, 683 mg/plant·d(图3)。

干物质分配率(图4)在生育期间有较大变化。莲座期, 干物质主要分配在叶, 占全株的87%—92%。伸长期全株干物质的50%分配到茎部, 此时生长中心由叶转移到茎部。在分枝末期和开花期, 约有30%—40%的干物质转移到分枝, 生长中心已由茎部转移到分枝。开花末期转移到花蕾的干物质逐渐增加, 光合产物主要用于花的发育和种子的成熟。因此, 可以根据干物质积

累和分配以及生长中心的转移规律, 在生产中采取合理促控措施, 以便夺取红花高产。

2.5 生长率

生长率(CGR)是反映红花个体与群体生长速度的指标, 叶和根的生长率反映了叶和根的生长动态。由图5可见, 根的生长率(CGR_r)最大值为0.51 g/m²·d(3月28日—

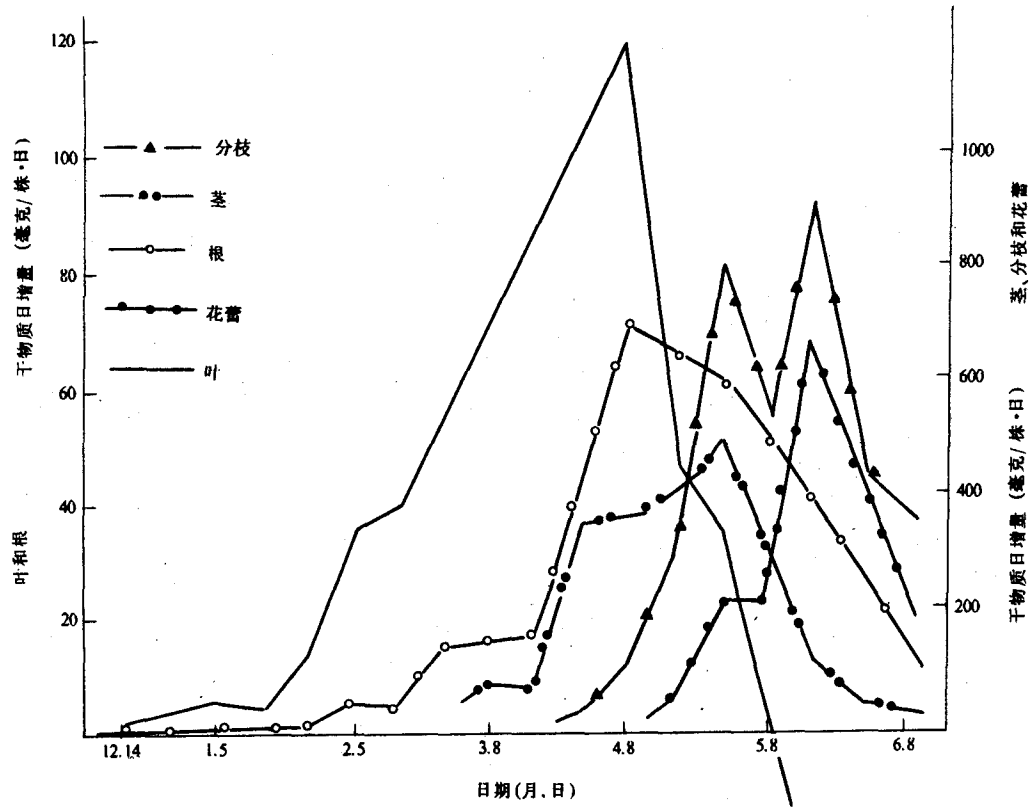


图3 生育期间干物质累积强度

Fig. 3 Intensity of dry matter accumulation during the growing period

4月8日), 叶的生长率 (CGRt) 最大值为 $2.66 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ (2月上旬至2月中旬), 茎的最大生长率为 $3.64 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ (3月28日), 分枝和花蕾的最大生长率分别为 $3.53 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 、 $2.65 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ (5月18日)。由红花生长率的变化动态可以看出, 药用红花从播种至干花收获期间发生三次生长中心的改变。

3 结论

3.1 根据红花的生育特点、干物质累积动态、生长中心的转变和物质代谢等, 将红花生育时期划分为5个阶段: ①莲座期, ②伸长期, ③分枝期, ④开花期, ⑤种子成熟期。

3.2 在分枝初期, 叶片大量形成, 叶面积快速增长, 在4月中旬单株叶面积达最大值 (3074.5 cm^2), 并维持一段时间, 以利于分枝和花的发育。净同化率在4月至5月较高, 平均为 $5.1 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$, 全生育期的净同化率为 $3.3 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 。

3.3 在伸长期前, $\text{CGRt} > \text{CGRr}$ 。在4月中旬, 当 $\text{CGRt} = \text{CGRr}$, 即 CGRr 与 CGRt 的曲线相交时, 可作为红花由营养生长向生殖生长转变的依据。

3.4 在红花生育期间干物质累积量逐渐增加, 分枝初期, 在根和叶中的日均干物质累积量

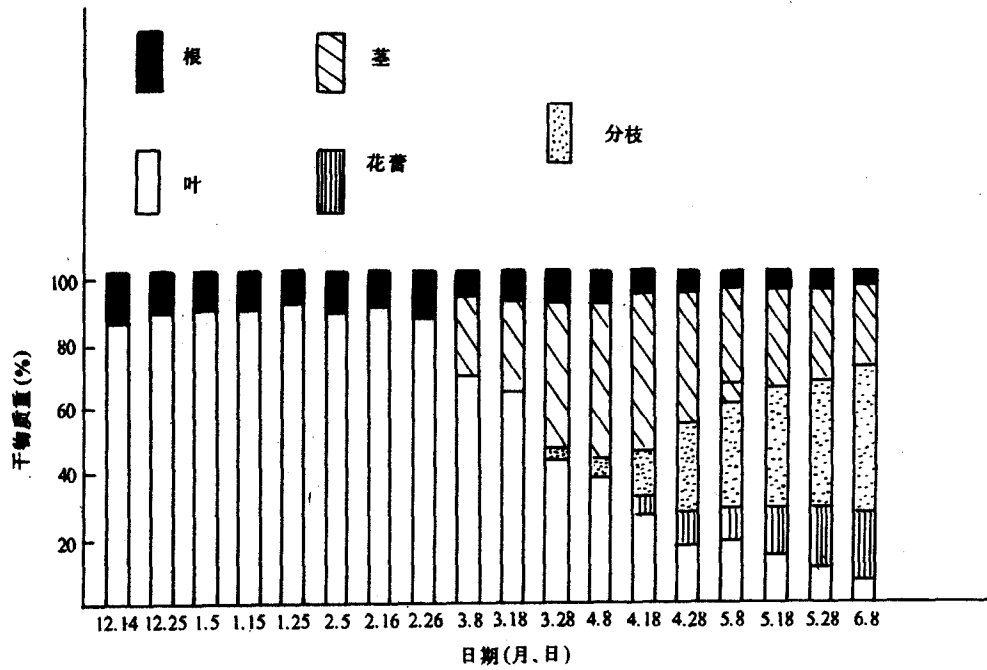


图4 红花干物质分配率的变化动态

Fig. 4 Dynamics of dry matter distribution in different organ(% of whole plant)

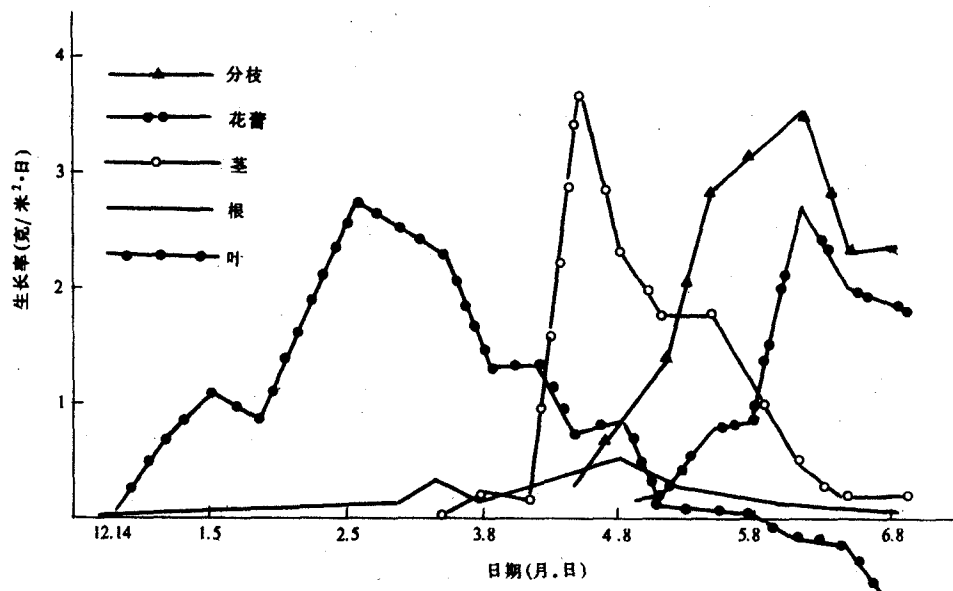


图5 红花生长率的变化动态

Fig. 5 Growth rate in different organ

达到最大值, 到分枝末期, 茎秆中的日均干物质累积量达最大值, 而在分枝和花蕾中的日均干物质累积量到 5 月中旬才达到最大值。

3.5 在伸长初期以前, 60% 以上的干物质主要分配在叶中; 到伸长后期 40% 以上的干物质运输到茎秆中; 在分枝期, 分配到分枝中的干物质占全株的 30% 以上。在生育后期, 光合产物主要运输到种子中, 以供种子发育所需。

3.6 根据根、茎、叶和花蕾的生长特点, 将红花的生长划分为四个生长中心: 叶、茎、分枝和花。

本研究可为在高产栽培中进行合理促控提供依据, 即播种后, 采取各种栽培措施促进叶片尽早形成, 为后期生殖生长奠定良好的物质基础。同时, 通过栽培措施促使红花由营养生长及早转入生殖生长, 在生殖生长阶段适当控制营养生长, 避免营养生长过旺, 促进花蕾的发育, 增加花蕾数和单花干重, 从而获得高产。

参 考 文 献

- 1 吴应祥、黎大爵, 1982, 红花, 农业出版社, 北京, 28—30。
- 2 袁国渊、韩孕周、伍正蓉等, 1989, 红花种质资源及其开发利用, 科学出版社, 北京, 8—118。

Ontogeny of *Carthamus Tinctorius*

Li Longyun Zhang Yan Liao Guangping Huang Tianfu
(Sichuan Institute of Chinese Materia Medica, Chongqing, 630065)

Abstract Based on the increase of roots, leaves, branches and alabastrum, the cumulation of dry matter, the distribution of photosynthetic production, the change of substance metabolism and the displacement of growth centre, the growth of safflower was divided into five stages. There are 52 leaves in the whole life of safflower. At the elongation stage, leaf formation proceeded rapidly with 0.5 leaves / day. There are 17 leaves forming in the elongation stage. Leaf area and increase of dry matter per day in roots and leaves was lower in the early growing stage, and reached the maximum (3074.5 cm² / plant, LAI 5.5 April 18), at branch stage, keeping larger leaf area for some time, so as to facilitate the development of branch and flowers. Net assimilation rate was high at the branch stage, its average value was 5.1 g / m² · d. At the rosette stage, more than 87% dry matters distributed mainly in leaves. At the elongation stage, approximately 50% dry matters distributed in stem. At the late branch and blooming stage, about 40% dry matters in branches, larger portion of dry matters are translocated to the alabastrum, and to the seed in the end. Growth centre of safflower transferred for three times in the whole life. When CGR_t is equal to CGR_r, the crossing of CGR_t and CGR_r curves may be regarded as the evidence of the transfer from vegetation growth to reproduction growth.

Key words Ontogeny; Dry matter; Assimilation organ