

# 红麻光合特性和干物质生产的 品种间差异的初步研究<sup>\*</sup>

## I. 净同化率

梁计南 黄丽娜

(农学系)

**摘要** 利用盆栽和大田试验在不同生长季节、不同生长期测定 30 多个红麻品种的净同化率。结果表明,品种间净同化率存在显著差异;目前大面积种植的两个品种的净同化率接近于所测品种的平均值;不同季节测定的净同化率显著正相关,且表明有相似的遗传力;苗期与生长中期的净同化率显著正相关。因此,可以认为在不同季节性气候条件下以及在苗期和生长中期都可能根据净同化率测定值选择和鉴定具较高光合能力的品种或品系,且有可能找出净同化率比目前大面积种植的品种高的品种或品系。

**关键词** 红麻;光合特性;净同化率;品种

前人曾对水稻、小麦、玉米、甘蔗、大豆、马铃薯、黄麻等大田作物的种或品种间光合特性和干物质生产进行过广泛的研究<sup>[1,3,5~9]</sup>。这些研究采用盆栽或大田材料测定净同化率和干物质生产以及用红外线 CO<sub>2</sub> 分析仪直接测定单叶的光合效率等,其结果多是认为作物种或品种间净同化率或光合效率存在显著差异;其中一些研究还分析了品种间光合效率或净同化率与干物质生产乃至产量的关系,以及光合面积与净同化率在决定干物质生产上的重要性。但有关红麻 (*Hibiscus cannabinus* L.) 这方面的研究尚未见报道。因此,本研究拟用 30 多个红麻品种在不同季节、不同生长期研究其叶面积、净同化率等光合特性及干物质生产的变化,了解现有主要红麻品种的这些光合特性及干物质生产的差异,以及光合特性之间及它们与干物质生产的关系,为红麻选育种和高产栽培提供理论依据。但本文(I. 净同化率)只研究红麻品种净同化率的变化。

## 1 试验一 预备试验

**1.1 目的** 大田作物的群体净同化率与种植密度密切相关,例如,黄麻群体的净同化率有随种植密度的增加而减少的趋势<sup>[2]</sup>;水稻和黄麻品种间的光合效率或净同化率在苗期已表现出明显的差异<sup>[1,3]</sup>。因此,本试验拟在苗期测定红麻品种的净同化率(NAR)的变化,首先要决定在什么叶龄期测定较为适宜;另外,为准确反映红麻品种的光合特性,要求盆栽时株间无相互荫蔽的影响,因此要确定株间无相互影响的盆栽密度。

**1.2 材料和方法** 盆栽用盆的口径为 30 cm,深 15 cm,土壤取自稻田,弄碎后去除残茬,每盆装土 4.5 kg,然后加入复合肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:15:15%) 10 g,并与土壤充分混匀。选用品种青皮 3 号和 722,于 1989 年 9 月 5 日播种。分密度试验和叶龄期试验,三次重复,完全随机区组设计。密度试验分 5 处理,处理 1-5 的密度依次为每盆 3、5、7、9、

<sup>\*</sup> 校长基金资助课题

1992-08-24 收稿

12株,于3叶全展时定苗,苗数为各处理密度的两倍,于5叶全展时第一次取样,每盆取1/2麻苗,7天后第二次取余下麻苗作样本;叶龄期试验也分5处理,在3叶全展时定苗,每盆留14株,处理1在4叶全展时第一次取样7株,7天后第二次取余下的7株作样本,处理2~5依次分别于前一处理的第一次和第二次取样后2天取样。调查项目包括叶龄、叶面积[含叶柄,用LI-3000叶积仪(USA)测定]和地上部干物重。用公式  $NAR = \frac{(w_2 - w_1)(\ln l_2 - \ln l_1)}{(t_2 - t_1)(l_2 - l_1)}$  计算单株净同化率<sup>[10]</sup>,用方差分析法和 Duncan 新的多范围检验法比较处理间 NAR 的差异<sup>[4]</sup>。

1.3 结果与分析 用品种青皮3号和722进行的密度和叶龄期试验的结果分别列于表1和表2。

从表1可见,品种青皮3号在每盆栽12株时的NAR最低,与每盆栽3和9株时的NAR有显著差异,其余四种密度间的NAR无显著差异;品种722在不同密度下NAR无显著差异。因此,在叶龄5~8的生长期间,每盆栽3~9株,麻苗不会产生相互荫蔽效应。从表2可见,两品种各叶龄范围间的NAR差异都不显著。换言之,在叶龄3.85~8.20范围内测定麻苗的NAR,可得到满意的结果。综上所述,要想在无株间相互影响的条件下测定红麻苗期的NAR,测定时期可选择在4~8叶龄范围内,每盆栽3~9株。

表1 密度试验 NAR (mg dm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>) 的比较

处理	密度 (株/盆)	青皮3号		722	
		NAR	叶龄范围	NAR	叶龄范围
1	3	77.05 a	4.95~8.15	73.67	5.13~8.14
2	5	71.60 ab	5.23~8.23	73.50	5.33~7.94
3	7	74.87 ab	5.10~7.85	74.60	5.16~7.82
4	9	77.90 a	4.89~7.48	68.49	5.05~7.64
5	12	70.42 b	4.95~7.51	67.36	5.04~7.13
F值		3.956*		1.923	

注:具相同字母的两数据间无显著差异,具不同字母的两数据间差异显著。以下表6和表9同。

表2 叶龄期试验 NAR (mg dm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>) 的比较

处 理	青皮3号		722	
	叶龄范围	NAR	叶龄范围	NAR
1	3.96~6.28	71.2	3.85~5.79	73.8
2	4.51~6.46	73.0	4.57~6.46	67.1
3	4.99~7.29	66.3	5.36~7.19	71.9
4	5.72~7.52	70.9	5.88~7.53	68.5
5	6.33~8.20	71.4	6.12~8.14	72.5
F值		1.514		1.458

## 2 试验二 苗期的净同化率

### 2.1 材料、方法和目的

为探讨红麻品种苗期的NAR的差异和变化,用与实验一相同的盆、实验一给出的测定

适宜叶龄期的盆栽密度, 用盆栽材料测定 30 多个红麻品种的 NAR。土壤取自稻田, 处理、用量和基肥与实验一相同。试验分三期进行。

第一期试验于 1990 年 3 月 21 日播种, 共用 30 个品种, 不设重复, 每盆定苗 10 株, 5 叶全展时第一次取样 5 株, 7 天后第二次取余下的 5 株作样本, 用与实验一相同的方法测定叶面积、干物重和计算 NAR。目的是统观这些品种 NAR 的变化情况。

第二期和第三期试验分别于 1990 年 4 月 30 日和 9 月 6 日播种, 所用品种与第一期试验略为不同。每盆定苗 12 株, 三次重复, 完全随机区组设计。采样、样本处理、计算 NAR 的方法和比较分析方法与实验一相同。

## 2.2 结果与分析

第一期试验结果如表 3。从表 3 可见, 所测品种 NAR 的统计值为:  $\bar{x} \pm s = 51.4 \pm 6.39$   $\text{mg dm}^{-2} \text{d}^{-1}$ ,  $\text{CV}\% = 12.42\%$ , 这表明 NAR 的品种间变化是较大的。青皮 3 号和 722 两品种的 NAR 都低于平均值。这虽然还不能肯定所测 NAR 的差异是各品种固有的特性还是试验误差所致, 但可认为找出比目前种植面积较大的品种青皮 3 号或 722 的 NAR 高的品种的可能性很大。

表 3 30 个红麻品种的 NAR ( $\text{mg dm}^{-2} \text{d}^{-1}$ )

品种号	品 种 名	NAR	品 种 号	品 种 名	NAR
1	青皮 3 号	46.0	16	红麻 8 号	48.7
2	湘红 1 号	52.3	17	新会红麻	48.5
3	印度红麻	45.0	18	辽 7435	51.3
4	新安无刺	52.3	19	粤 74-3	48.8
5	宁选	40.7	20	7804	54.7
6	粤 75-2	64.8	21	台农 1 号	55.4
7	惠阳红麻	63.0	22	6102	57.7
8	非洲裂叶	49.0	23	粤引 83-1	55.2
9	台湾红麻	46.0	24	青皮 1 号	63.3
10	722	41.6	25	马红全叶	47.7
11	粤引 83-22	60.4	26	553	57.2
12	选 16	*	27	511	*
13	来阳红麻	49.1	28	粤 76-1	48.6
14	75-1	55.4	29	粤引 83-20	48.8
15	广西红麻	50.2	30	Bg 52-38	41.1
平均值: 51.4		标准差: 6.39		变异系数: 12.42%	

\* 品种选 16 或 511 因发芽率低, 未获得准确数据。

第二期和第三期试验的结果如表 4、表 5 和表 6 所示。从表 4 和表 5 可见, 两期试验的品种间 NAR 差异都达极显著水平, 而区组间差异都不显著。从表 6 可见, 品种青皮 3 号和 722 在两期试验中的 NAR 都接近于所测品种的平均值。因此, 正如第一期试验表明的一样, 存在比青皮 3 号或 722 的 NAR 较高的品种或基因型。从表 6 还可见到, 第三期试验的 NAR 比第二期试验的高, 这可能是由于气候因素对 NAR 的影响所致<sup>[10]</sup>。据广东省气象局资料 (广州市区), 第二期和第三期试验测定 NAR 期间 7 天内的日平均气温分别为 26.14 和 27.16℃, 日平均太阳辐射能分别为 7.58 和 11.67  $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ , 因此, 较高的日平均气温和太阳辐射能导致第三期试验的 NAR 较高。

表4 第二期试验 NAR 的方差分析表

方差来源	自由度	平方和	均方	F
总和	89	8709.11		
品种间	29	7209.29	248.59	10.205**
区组间	2	86.49	43.47	1.784
误差	58	1142.88	24.36	

表5 第三期试验 NAR 的方差分析表

方差来源	自由度	平方和	均方	F
总和	89	6558.72		
品种间	29	5401.28	186.25	9.987**
区组间	2	75.74	37.87	2.031
误差	58	1081.70	18.65	

表6 红麻品种的 NAR ( $\text{mg dm}^{-2}\text{d}^{-1}$ ) 及比较

第二期试验		第三期试验	
品种号	NAR	品种号	NAR
19	83.1 a	6	91.8 a
6	80.5 ab	3	90.5 a
4	79.2 ab	19	87.0 ab
10	79.1 abc	7	86.6 abc
3	77.2 abc	4	86.5 abc
13	74.0 bcd	15	86.0 abc
7	72.5 bcde	33	84.2 abcd
15	70.1 cdef	17	81.8 bcde
14	66.4 defg	1	79.7 bcdef
20	66.3 defg	13	78.9 cdef
5	66.3 defg	20	77.7 defg
24	66.3 defg	8	76.3 efgh
30	65.3 defg	9	76.0 efghi
26	64.5 efgh	10	75.9 efghi
9	63.7 efgh	14	75.4 efghij
21	63.3 fgh	21	75.3 efghij
1	62.3 fghi	27	74.4 efghij
8	62.2 fghi	24	74.0 efghij
22	62.1 fghi	36	73.5 efghij
17	61.1 fghij	18	72.4 fghij
16	60.8 ghij	5	72.3 fghij
25	60.3 ghij	25	71.6 fghij
18	59.6 ghij	30	71.3 fghijk
33	58.9 ghij	16	70.3 ghijk
36	58.8 ghij	22	70.0 ghijk
37	58.1 ghij	37	69.6 ghijk
38	55.8 ghijk	38	68.9 hijk
2	53.3 ijk	26	67.6 ijk
27	52.5 jk	34	67.2 jk
34	48.0 k	2	63.3 k
$\bar{x}$	65.1	$\bar{x}$	

\*表中第33、34、36、37、38号品种分别为辽34—平、EV71、72—44、72—3和C—12，其他品种号的品种与表3同。

根据表6的数据, 两期试验中各品种按 NAR 大小的排列次序有所不同, 为弄清这种差异的原因及其是否搅乱了对品种间 NAR 差异的估价, 利用表4、表5和表6的资料进一步进行两期试验的 NAR 相关分析、两期试验间 NAR 的方差分析(表7)和利用公式:

$$\text{遗传力}(\%) = \frac{\text{品种变量} - \text{误差变量}}{\text{品种变量}} \times 100^{[1]} \text{计算两期试验的品种 NAR 的遗传力。}$$

分析表明, 两期试验各品种 NAR 的相关程度达极显著水平( $r=0.7352^{**}$ ); 从表7可见, 两期试验 NAR 的品种间、试验间以及品种 $\times$ 试验的交互效应均存在极显著或显著差异; 第二期试验和第三期试验的品种 NAR 遗传力分别是89.34%和89.98%。因此, 两期试验中各品种按 NAR 大小的排列次序的不同, 可能是由于存在品种 $\times$ 试验的交互效应所致, 但由于两期试验间的 NAR 显著正相关和有相近似的遗传力, 这种排列次序不同对估计品种 NAR 的差异影响不大。所以, 根据在不同季节测定麻苗 NAR 的值去选择和鉴定具较高净同化率的品种或基因型是可能的。

表7 第二期与第三期试验间 NAR 的方差分析

方差来源	自由度	平方和	均方	F
总和	179	21169.73		
品种间	29	9666.94	333.34	10.185 <sup>**</sup>
试验间	1	5901.90	5901.90	179.86 <sup>**</sup>
品种 $\times$ 试验	29	1663.14	57.35	1.748 <sup>*</sup>
误差	120	3937.75	32.81	

### 3 试验三 生长中期的净同化率

#### 3.1 材料、方法和目的

本试验选用在试验二中 NAR 表现较高的7个品种和青皮3号, 于1991年4月15日在田间(前作水稻)播种, 行距70 cm, 行长15m, 每品种种一行, 三次重复, 随机区组设计。种肥亩用量为尿素7 kg, 过磷酸钙30 kg, 氯化钾15 kg, 并用火烧土盖种。于5月20日定苗, 留苗间隔30 cm, 定苗后亩追施尿素15 kg。6月30日第一次隔株取样10株, 7天后第二次连续取样10株。测定各样本的叶面积、地上部干物重, 并用与实验一相同的方法计算 NAR 和比较处理间差异。目的是探讨生长中期 NAR 的品种间差异及其与苗期 NAR 的关系。

#### 3.2 结果与分析

8个红麻品种生长中期 NAR 的差异如表8和表9所示, 表9还列出了该试验与试验二中的第二期和第三期试验的对应品种 NAR 的相关程度。

表8和表9清楚表明生长中期品种间 NAR 的差异极显著。由于该田间试验株行距达60 $\times$ 70cm, 可以认为无株间相互荫蔽的影响, 所以能够与试验二的结果相比较。从表9可见, 虽然三期试验按 NAR 大小排列品种的次序不同, 但三期试验之间 NAR 的相关关系是极显著或显著的。据此, 可以认为代表红麻品种光合能力指标的 NAR, 可以在苗期测定, 也可在生长中期测定。前人在研究水稻和黄麻的 NAR 时有相似的结果和见解<sup>[1,3]</sup>。但在苗期利用盆栽材料测定比在大田条件下测定生长中期的 NAR 容易得多。

表8 生长中期 NAR 的方差分析

方差来源	自由度	平方和	均方	F
总和	23	4886.89		
品种间	7	3750.52	535.79	6.687**
区组间	2	14.65	7.33	0.091
误差	14	1121.72	80.12	

表9 生长中期品种间 NAR 比较及其与苗期 NAR 的相关

品种号	NAR (mg dm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )		
	生长中期 (x <sub>1</sub> )	第二期试验 (x <sub>2</sub> )	第三期试验 (x <sub>3</sub> )
4	123.8 a	79.2	86.5
6	120.1 a	80.5	91.8
19	113.1 ab	83.1	87.0
3	110.8 abc	77.2	90.5
7	102.6 bc	72.5	86.6
15	96.5 bcd	70.1	86.0
13	95.9 cd	74.0	78.9
1	84.5 d	62.3	79.7
又	105.9	74.9	85.9

r<sub>1,2</sub> = 0.8943\*\*      r<sub>1,3</sub> = 0.7592\*

从表9还可见到, 生长中期的 NAR 比苗期的大得多。这可能一方面由于测定期间温度和光照等气候条件的影响。据广东省气象局资料 (广州市区), 第二期、第三期试验和试验三测定 NAR 的7天内的日平均温度分别为26.1、27.2和28.8℃, 日平均太阳辐射能分别为7.58、11.67和12.36 MJ·m<sup>-2</sup>。这样, 温度和太阳辐射能较高导致 NAR 也较高。另一方面可能是由于不同生长阶段比叶重的差异所致。据报道, 黄麻生长中后期的比叶重明显地高于苗期, 且比叶重与 NAR 之间存在显著正相关关系<sup>[3]</sup>。

#### 4 讨论

作物的 NAR 的变异是种间或品种间固有的特性, 在种内受矿质营养和水分供应不同的影响, 除此之外, 还受季节性气候条件不同的影响<sup>[1,10]</sup>。本试验证明了红麻品种间 NAR 存在显著差异; 在不同季节中各品种苗期的 NAR 虽然显著相关且表现出相似的遗传力, 但导致各品种的排列次序 (按 NAR 大小) 不同, 这初步证明了红麻品种的 NAR 受季节性气候条件的影响; 另外, 在苗期和生长中期之间 NAR 虽然显著相关, 但绝对值差异较大, 这可能是由于气候条件、株龄或比叶重等的综合作用所致。就本研究而言, 如能进一步在多种气候条件下和多个生长期反复测定品种的 NAR, 就更能准确地反映红麻品种 NAR 的变化趋势。

本试验也初步证实, 红麻品种新安无刺、粤75-2、印度红麻、惠阳红麻和粤74-3等的 NAR 较高, 这只是在无植株间相互荫蔽影响的条件下测定的结果。但在大田生产的群体条件下的表现如何还需作进一步的研究。况且, NAR 较高只反映了光合能力较高, 并不一定是干物质生产较高, 干物质生产还取决于光合面积的大小。至于红麻品种叶面积、比叶重等光合特性、干物质生产的差异以及这些因素之间、这些因素与 NAR 之间的关系, 将用本研

究的其他资料在另文报道。

### 参 考 文 献

- 1 [日] 大野义一 (屠曾平译). 籼稻光合效率的品种间差异和干物质生产. 北京: 农业出版社, 1981
- 2 梁计南, 罗国兴. 黄麻高产栽培理论研究——种植密度与群体光合性状及干物质生产. 华南农学院学报, 1982, 3 (2): 1~12
- 3 梁计南. 黄麻生长、光合特性和干物质生产的品种间差异的初步研究. 中国麻作, 1991 (1): 16~20
- 4 [美] 斯蒂尔 RGD 等 (杨纪珂等译). 数理统计的原理与方法. 北京: 科学出版社, 1979. 134~137
- 5 Buttery B B. Effect of variation in leaf area index on growth of maize and soybean. *Crop Sci*, 1970, 10: 9~13
- 6 Curtis P E *et al.* Varietal effects in soybean photosynthesis and photorespiration. *Crop Sci*, 1969, 9: 323~327
- 7 Dreger R H *et al.* Effect of genotype on the photosynthetic rate of soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Crop Sci*, 1969, : 429~431
- 8 Evans L T *et al.* Some physiological aspects of evaluation in Wheat. *Aust J Biol Sci*, 1970, 23: 725~741
- 9 Irvine J B. Photosynthesis in sugarcane varieties under field condition. *Crop Sci*, 1967, 7: 297~300
- 10 Watson D J. The physiological basis of variation in yield. *Advances in Agronomy*, 1952, 4: 101~145

## STUDY ON VARIETAL DIFFERENCE OF PHOTOSYNTHETIC CHARACTER AND DRY MATTER PRODUCTION IN KENAF (*HIBISCUS CANNABINUS* L.)

### I. NET ASSIMILATION RATE

Liang Jinan      Huang Lina

(Department of Agronomy)

**Abstract** The net assimilation rate (NAR) of more than 30 varieties of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) was measured in different growing seasons and growing stages under pot culture and field condition. The results indicated that, the significantly varietal difference in NAR is found; the NAR of two varieties cultivated in larger acreage recently is in the proximity of the average NAR—value of all varieties used in this experiment; the NAR of varieties in two growing seasons show a positive correlation and a similar heritability; and that a positive correlation is found in NAR between seedling and mid—growing stage. Therefore, it is possible to select and identify the high—photo synthesis—potential varieties or genotypes according to their NAR value either in different growing stages or in different growing seasons. Moreover, it is possible to find out the varieties or genotypes which are higher in NAR than the varieties cultivated in larger acreage recently.

**Key words** Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.); Photosynthetic character; Net assimilation rate; Variety