

分类号

密级

湖南农业大学

博士学位论文

苎麻雄性不育杂交组合的选育研究

Studies on Breeding of hybrid
combinations using male sterile lines

研究生: 施继卫

指导教师: 李宗道 教授

副导师: 孙福增 教授

专 业: 作物栽培学与耕作学

研究方向: 苎麻育种与栽培

中国·长沙

一九九九年七月

目 录

中文摘要	1
英文摘要	3
引言	6
第一章 苎麻杂种优势及亲子相关研究	8
材料与方法	8
结果与分析	9
1 苎麻杂种优势的表现	9
2 苎麻杂种优势分析	10
2.1 主要经济性状	10
2.2 产量和品质	11
2.2.1 原麻产量	11
2.2.2 纤维支数	13
2.3 杂种优势的显著性测定	13
3 亲子关系分析	13
4 杂种一代本身性状间的相关性	15
小结与讨论	15
第二章 苎麻杂种一代的分离变异研究	17
材料与方法	17
结果与分析	18
1 苎麻杂种一代的分离变异	18
1.1 植物学特征的分离变异	18
1.2 经济性状的分离变异	19
1.3 原麻产量的分离变异	20
1.4 纤维支数的分离变异	21
1.4.1 变异系数	21

1.1.2 分布频率	22
芒麻杂种一代分离变异与产量及品质的关系	23
2.1 形态特征的分离与产量及品质的关系	23
2.2 经济性状的分离与产量及品质的关系	25
小结与讨论	25
第三章 芒麻雄性不育杂交组合的选育	27
1 芒麻杂优组合选育的技术路线	27
2 选育经过	28
3 芒麻杂优组合“川芒七号”等的高产优质特性	29
3.1 杂优组合的产量表现	29
3.1.1 高产稳产性能	29
3.1.2 高产稳产特征	30
3.2 杂优组合的纤维品质	31
3.2.1 外观质量	31
3.2.2 纤维支数	31
4 芒麻杂优组合“川芒七号”等的分离变异	32
4.1 形态特征	32
4.2 产量性状	32
4.3 纤维支数	33
5 芒麻杂优组合“川芒七号”等的制种技术	33
参考文献	35
致谢	37
作者简历	38

苎麻雄性不育杂交组合的选育研究

中文摘要

本研究是作者等承担的四川省科委重点项目“苎麻杂种优势利用研究”中的一个子课题。在攻读博士学位期间,对苎麻品种间的杂种优势及亲子关系、雄性不育杂交组合的分离变异等进行了较为系统的研究,并探讨了杂交组合亲本的选配规律,为正确选择亲本配制组合提供了理论依据。雄性不育杂交组合“D-179”于1998年10月通过了四川省农作物品种审定,定名为“川苎七号”;另一个组合“D-156”也将申报品种审定。

1 苎麻的杂种优势及其亲子相关性

本研究以产量、品质性状差异较大的不育系和恢复系为材料,配成9个杂交组合,研究了杂种 F_1 的经济性状、原麻产量及纤维支数的超亲优势表现;统计分析158个杂交组合的原麻产量及纤维支数的优势表现。结果表明:苎麻杂种优势以原麻产量最为突出,9个组合全部都超过了中亲值,其中亲优势幅度为4.36-31.52%,平均达19.38%;有7个组合超过了大值亲本,优势幅度为1.05-23.2%,平均11.79%。在统计的158个组合中,有65%的组合产量超过“川苎四号”0.25-65.55%,杂种优势十分明显。增产的主要原因是麻茎的增高和增粗,其它经济性状如有效株数、鲜皮出麻率等作用甚微。纤维支数无组合超过大值亲本,超过中亲值的也很少。从亲本各性状对杂种 F_1 代的影响来看,大多数性状均有不同程度的正向效应,尤以纤维支数、原麻产量以及株高茎粗影响最大, F_1 代与中亲值、母本、大值亲本等均有较高的正相关,达显著或极显著水平。 F_1 代单株产量、亩产量与中亲值相关最为密切,其相关系数分别为0.9357和0.8536;株高与小值亲本、茎粗与大值亲本相关最大,相关系数分别为0.8647和0.8822;杂种 F_1 代的纤维支数不仅与中亲值高度相关,其 $r=0.9376$,而且群体平均值接近中亲值,回归方程 $y=-5.41+0.9698x(\text{mp})$,说明纤维支数主要受加性遗传效应的影响,其遗传传递能力较强,预测后代的可靠性大,这是选择亲本配制组合时较好的参考依据。

2 苎麻杂种一代的分离变异

苎麻是基因杂合体,杂种 F_1 代为分离代。通过对9个杂交组合和亲本无性系群体主要性状的分析表明:杂交组合的形态分离以雌蕾色和叶柄色最大,不同组合一般可分为2-5个类型,但均有占大多数的主类型,父母本形态相同或相近的,其后

代主类型所占的比例就大,高的组合可达90%以上。尽管组合形态有分离,但这对产量和品质并无多大的影响,它们之间无明显的连锁关系。数量性状(经济性状、产量及品质)的分离变异,一般组合大于无性系,但组合之间差异很大,也有的组合变异系数接近甚至低于亲本无性系。

3 苧麻雄性不育杂交组合的选育

“川苧七号”和“D-156”是1998年采用苧麻雄性不育“两系”法育成的杂交组合。其育种的设计思想、技术路线、亲本的选配等都具有独到之处。两个组合突出的特点是产量高,川苧七号和D-156分别比对照红皮小麻增产31.62%和65.11%,比川苧四号分别增产27.36%和41.02%;纤维品质好,其平均纤维支数1900支左右;制种简便,不需去雄,在自然隔离条件下,父母本行比按1:4或1:5,二麻在正常时间收获均可获得较高的种子产量。两个组合还具有分离变异小,抗逆性强、适应性广等特点。

【关键词】 苧麻 雄性不育 杂种优势 分离变异

Studies on Breeding of hybrid combinations using male sterile lines

ABSTRACT

A systematic study had been made on heterosis, relationship between parents and F_1 generations, separation of sterile hybrid combinations of ramie cultivars, and selection rules of hybrid combinations had also been discussed to provide the theoretical basis for correctly selecting parents to arrange combinations. The hybrid combination "D-179" has been registered as cultivar "Chuanzhu No. 7", and another combination "D-156" was about to apply for cultivar registration.

1. Heterosis and correlation between parents and their hybrids of ramie

Nine combinations were arranged to study the over-parent heterosis of F_1 generation in economic traits, production and fibre fineness with A lines and B lines between which there were more differences in production and quality traits. The heterosis in production was most outstanding for all of 9 combinations had mid-parent heterosis which ranged from 4.36% to 31.52%, average 19.38%. Furthermore, the production of 7 combinations surpassed that of H_p by 1.05-23.2%, average 11.79%. The heterosis of 153 combinations in fibre production and fineness was statistically studied, and the results showed that the production of 65% combinations was 0.25-65.55% higher than that of "chuanzhu No. 4". It was mainly the increase of stem height and diameter that was responsible for production increase. However, in fibre fineness, no combination had over-parent heterosis, and few had mid-parent heterosis.

Most of parental characters had positive effects on F_1 hybrids to a different degree, especially fibre fineness, production stem height and diameter, in which F_1 generations had significantly or extremely significantly positive correlations with MP , female parent and HP .

Production per plant or production per mu was highly correlated with MP, and the coefficients were 0.9357 and 0.8536, respectively. The correlation coefficient between stem height and LP was 0.8647, and 0.8822 between stem diameter and HP. The fibre fineness of F_1 generations not only had a correlation of 0.9376 with MP, but also their average value of population approached to MP with a regression equation being $y = -5.41 + 0.9698(mp)$, which indicated that the inheritance of fibre fineness was controlled by additive action of genes, and the heteritability was so high that its use for progeny pretesting was reliable.

2. Separation of F_1 generations

Ramie was a heterozygote, so its F_1 generation was separating. Through observing the main characters of 9 combinations and their clone populations, it was showed that the colour of female flower bud or leafstalk had largest segregation, and usually, every combination could be divided into 2-5 types, but there was a type to be the major. When parents had same or similar morphological characters, the proportion of major type in their progeny was higher, even up to over 90%. But, though the phenotypes of combinations segregated, their effects on fibre production and fineness was insignificant, and there was no obvious linkage between them. In the segregation of quantitative traits, such as economic traits, fibre production and quality, combinations were generally more serious than related clones, but it was also reverse for some combinations. Meanwhile, there was obvious difference among combinations.

3. Breeding of hybrid combinations of ramie

"Chuanzhu No. 7" and "D-156" were hybrid combinations bred using male sterile lines in 1998. It was original in the idea and design of breeding, selection of parents, etc. The major advantage of "chuanzhu No. 7" or "D-156" was their high production, which were 31.62% and 65.11% higher than "Hongpaxiaoma", or 27.36% and 41.02% higher than "Chuanzhu No. 4", respectively. Their fibre fineness was 1900 m/g or so. It was no need of artificial castration, so making seed was simple and convenient. In naturally isolated conditions, the proportion of 1:4 or 1:5 of male parent row to female parent row contributed to higher seed production at

normal second harvest. At the same time, these two combinations had other advantages of low segregation, strong stress tolerance, and extensive adaptability.

Candidate for doctor: Shi Jiwei

Advisor: Prof. Li Zongdao

Key words: ramie male sterile heterosis segregation

引 言

苧麻 (*Boehmeria nivea* L) 是荨麻科苧麻属多年生宿根性植物, 其切皮纤维是优良的纺织原料。我国的苧麻种植面积和产量均占全世界的90%以上^[1, 2], 是我国特有的优良天然纤维资源。它不仅可以纯纺, 而且还可与棉、毛、丝、化纤等混纺。其织物具有挺括、凉爽、耐用、易清洗、不易滋生病菌等特点^[3, 4], 深受广大消费者欢迎。苧麻还是我国传统的出口创汇作物。

由于苧麻的多年生和无性繁殖特性, 在长期的进化过程中, 形成了高度的异交特性, 其遗传背景极其复杂, 只能采用无性繁殖才能保持其优良的种性, 有性繁殖后代必然发生性状的分离变异, 导致产量和品质下降^[5, 6, 10, 31, 49]。因而大面积生产上栽培的品种多采用无性繁殖, 近几年我国一些单位先后选育出一批苧麻新品种, 也大多是无性繁殖用种^[10-31]。由于无性繁殖系数低、运输不便、易带病虫等缺点, 给苧麻生产和新品种的推广带来困难。利用苧麻的杂种优势, 选育杂交组合, 生产上应用杂交种子, 就能较好地解决这一问题。

杂种优势是生物界的普遍现象, 利用杂种优势是提高农作物产量的一项经济有效的技术措施, 这在水稻、玉米、高粱、蔬菜等许多作物上已取得十分明显的效果^[10]。苧麻杂种优势利用, 有其独具的特点: (1) 可利用苧麻的无性繁殖特性固定保持亲本性状, 不需要保持系, 直接采用两个亲本杂交, 测配组合, 进行苧麻的“两系”育种。(2) 产量高, 抗性强。作物的杂种优势大多表现在营养体方面, 而苧麻恰是以收获营养体切皮纤维为目的的, 因而, 在产量及其构成产量的主要性状上, 表现出极强的杂种优势。苧麻杂交组合还具有高度的抗逆性如抗病、抗旱、耐瘠等, 这些优良特性是苧麻高产稳产的重要保证。(3) 繁殖速度快, 成本低, 且不易传播病虫害。苧麻种子细小, 一千克种子有1500—2000万粒左右, 这就决定了它具有极高的繁殖系数。制种一亩, 一般可收种15—20kg, 栽培1000—1500亩, 比一般无性繁殖法大100倍。而且成本低, 不易携带传播根腐线虫病、花叶病等苧麻重要的病虫害。(4) 杂交组合推广速度快, 品种(组合)更新周期短, 经济效益高。由于苧麻产销受国际市场左右, 生产起伏不稳, 价格波动很大, 低潮期农民毁麻改种, 高潮时又面临良种种源不足, 无性繁殖不仅成本高, 而且繁殖效率低, 损失有效收获面积, 导致品种的更换过慢, 难以适应苧麻生产的发展。甚至麻农采用自交、混交等杂劣种子, 导致产量和品质大幅度下降。采用杂交组合, 建好制种基地, 只要保持一定面积, 就能及时满足市场需求, 加之制种对原麻产量并无较大影响, 可谓“一

举两得”之事。

但是, 苧麻杂交组合也有其“致命”的缺点, 限制了在生产上的广泛应用。首先, 苧麻品种是异质基因型, 其杂种 F_1 代必然发生性状的分离变异, 特别是纤维支数的分离变异, 降低了原麻的品质, 而目前尚无纯合亲本可用。八十年代初, 中国农科院麻类研究所、华中农业大学、四川省达川地区农科所等单位先后开展了自交纯合研究^[11, 12], 但由于苧麻雌雄同株异位, 长期异交, 其杂合程度相当大, 到目前为止还未见选育出纯合苧麻自交系的报道, 不少学者对此持悲观的态度, 试图采用其它途径获得苧麻纯系^[12-14], 1986年曾有过苧麻花药培养获得单倍体植株的报道^[14], 但却未成气候。随后还有不少探索^[12, 13], 均未获得单倍体绿苗。其次, 苧麻杂交组合产量高但往往纤维支数低, 难于选到“双高”的目标组合。据罗永尧研究, 苧麻 F_1 代超亲组合占82.22%, 比对照种大叶绿增产的组合数达88.89%, 增产幅度为14.23—71.3%, 但纤维支数多为负向优势^[15]。因此, 选育出分离变异小, 高产而又优质的杂交组合, 在理论上和实践上均具有重要的意义。

苧麻杂种优势的利用研究, 最早始于本世纪六十年代。在六十年中期, 四川省达川地区农科所在“川南青皮麻”、“青皮大麻”中发现雄性不育株, 并于七十年代后期选育出比对照达县白麻增产22.9—38.6%的“青白苧”、“大白苧”等杂交组合在生产中推广应用^[16], 但因纤维支数低, 原麻的用途发生变更而逐渐淘汰。九十年代初, 中国农科院麻类研究所、江西省宜春地区农科所等单位采用人工去雄的方法, 培育出“湘苧杂一号”、“赣苧一号”、“赣苧二号”等产量比对照增产25—30%、纤维支数达1800m/g、分离变异较小的优势组合^[16], 但有制种时人工去雄费时费力, 且不易保证杂种真实性的弊病。

本研究是作者等承担的四川省科委重点项目“苧麻杂种优势利用研究”的重要内容之一, 分为三部分: 一、苧麻的杂种优势及其亲子相关研究; 二、苧麻杂种一代的分离变异研究; 三、苧麻高产优质雄性不育“两系”杂交组合的选育。在攻读博士学位期间, 对苧麻品种间杂种优势及亲子关系、苧麻杂交组合的分离变异等进行了较为系统的研究, 探讨了杂交组合亲本选配规律, 为今后正确选择亲本和恰当选配组合提供了理论依据。选育的雄性不育杂交组合“D-179”于一九九八年十月通过了四川省农作物品种审定, 定名为“川苧七号”; 杂交组合“D-156”通过区域试验, 正在进行生产示范, 即将申报品种审定。

第一章 苧麻品种间杂种优势及其亲子相关性研究

苧麻的杂种优势,一些学者曾对此作过研究,但其结论不一。目前有两种不同的观点,一种认为,杂交苧麻可以显著提高产量^[19-26],而且通过利用杂种优势还可以提高单纤维支数^[27];另一种则认为,苧麻是基因杂合体,无论自交或是杂交均产生复杂分离,导致产量品质严重下降,不宜在生产上使用,要保证苧麻的高产优质,唯有无性繁殖^[2,3,10,29,32,36,49]。本研究通过对苧麻杂种优势的测定研究苧麻各主要性状杂种优势的表现及优势大小,明确杂交组合在生产上的应用价值,进一步分析杂种一代经济性状、产量及品质与亲本之间的相关性,探讨亲本选配规律,为苧麻杂优组合的选育提供理论依据。

材料和方法

1 供试材料

试验1 选用产量、品质性状差异较大的雄性不育系C1、C2、C9与父本B2、B4、B23配成9个杂交组合,加上亲本6个,共15个材料。亲本采用无性繁殖,组合用种子繁殖。

试验2 杂交组合共158个,以高产优质品种川苧四号为对照,组合用种子繁殖苗,对照采用无性繁殖苗。

2 田间设计

试验1 采用随机区组排列,重复三次,共45个小区。每个小区长6米,宽2.7米,面积16.2平方米。4行区,行窝距为67×40cm,每行15窝,每小区共栽麻60窝。注意选亲本无性种苗基本一致的个体栽植,每窝1苗,组合苗随机每窝栽1株。试验设在四川省达州地区农科所试验场,试验地地势平坦、排水良好、土壤肥力中等偏上、肥力较为均匀,田间栽培管理施肥与大面积生产相似,注意各处理的一致性,以减少人为误差。

试验2 田间采用顺序排列,不设重复,每隔8个组合设一对照,小区面积为15-20平方米。

3 测定项目

试验1 在一龄二麻工艺成熟期测定每小区经济性状,以苑为单位调查每小区所有苑数的有效株、株高、茎粗等,收获时也以单苑为单位收麻,测定单苑鲜皮重、原麻重,计算单苑鲜皮出麻率,分苑测定单纤维支数,最后计算小区平均值、小区产量为单苑合计值。

株高:麻株基部到生长点的距离。每苑有效株高度的平均值作为单苑株高,再求小区平均值,以厘米表示。

茎粗:麻株中部直径。每苑有效株直径的平均值作为单苑茎粗,再求小区平均值,以厘米表示。

无效株:麻株高度低于群体高度2/3,不能收麻的麻株。

有效株:总分株减去无效株。

试验2 以小区为单位测定各组合及对照种的原麻产量及纤维支数。

4 计算方法

鲜皮出麻率 = (单苑产量 ÷ 单苑鲜皮重) × 100%。

有效株率 = (有效株 ÷ 总分株) × 100%。

纤维支数 $S = (L \div G) \times 0.91$, 式中S表示公制支数, L表示单纤维长度, 单位为米, G表示纤维重量, 单位为克, 0.91为回潮系数。其含义为一克重的纤维单根连接起来的总长度, 有多少米就有多少支。本试验测定原麻中部的纤维支数, 每个样本重复两次。

中亲优势 = $(F_1 - MP) \div MP \times 100\%$, MP为中亲值既双亲平均值。

高亲优势 = $(F_1 - HP) \div HP \times 100\%$, HP为大值亲本值。

对照优势 = $(F_1 - CK) \div CK \times 100\%$, CK为对照值。

结果与分析

1 苎麻杂种优势的表现

从表1-1所列的试验结果可以看出, 苎麻杂种一代与亲本比较, 在大多数性状上均表现出较强的杂种优势, 特别是在产量及构成产量的主要因素如株高、茎粗上

尤其突出。但在有效株数、鲜皮出麻率、纤维支数方面优势不明显或无优势。从表1-1还可看出,不同品种间配制的组合,其优势强弱是不同的,变异最大的是原麻产量,组合间变异系数为14.37%,这有利于通过正确选配亲本选育高产组合。就同一组合而言,性状不同,其优势表现的强弱也不同。为此,研究和分析苧麻杂种一代优势,对获得可利用的强优势组合是有意义的。

表1-1. 苧麻杂交组合及亲本各性状测定的平均值

Table 1-1. Mean measurements of characters of ramie hybrid combinations and corresponding parents

组合及亲本	亩产量 (KG)	纤维支数 (M/G)	株高 (CM)	茎粗 (CM)	亩有效株 (万)	有效株率 (%)	出麻率 (%)	单株产量 (G)
$C_1 \times B_{23}$	37.60	1672.85	180.53	1.02	0.895	80.94	10.21	3.934
$C_{12} \times B_{23}$	28.75	1936.51	168.00	0.89	0.955	75.53	9.28	3.077
$C_{13} \times B_{23}$	31.48	2009.90	164.54	0.90	1.055	75.40	10.42	2.825
$C_1 \times B_{12}$	44.28	1613.35	182.70	1.00	0.987	84.50	10.27	4.172
$C_{12} \times B_{12}$	38.13	1741.95	171.74	0.93	0.994	77.54	10.32	3.836
$C_{13} \times B_{12}$	32.33	1792.46	167.63	0.94	0.883	75.47	10.12	3.584
$C_1 \times B_4$	35.78	1536.83	169.94	0.96	0.905	78.98	9.95	3.953
$C_{12} \times B_4$	35.05	1676.25	168.13	0.95	0.939	81.40	11.09	3.734
$C_{13} \times B_4$	28.83	1854.80	155.48	0.89	0.980	74.90	10.44	2.941
C_1	34.03	1693.35	163.61	0.89	0.955	79.22	10.45	3.563
C_{12}	28.45	1926.20	151.26	0.83	1.027	74.68	9.97	2.552
C_{13}	21.60	2277.00	136.65	0.75	1.322	68.15	9.62	1.575
B_{23}	26.63	1568.55	168.72	0.84	1.009	76.17	12.31	2.424
B_{12}	39.51	1573.01	157.98	0.86	1.083	81.61	11.12	3.489
B_4	24.83	1879.10	147.28	0.85	0.950	74.27	11.83	2.613
亲本平均	29.17	1819.53	154.25	0.84	1.058	75.68	10.88	2.703
组合平均	34.69	1759.43	169.85	0.94	0.955	78.29	10.23	3.562
亲本间CV	22.39	14.83	7.55	5.64	13.09	6.13	9.73	27.38
组合间CV	14.37	8.76	4.79	4.91	5.82	4.32	4.66	13.80

2 杂种优势的分析

2.1 主要经济性状

单位面积上的苧麻纤维产量等于单位面积上的有效株与单株产量之乘积,而单株产量与株高、茎粗、出麻率等经济性状密切相关^[20-21]。据表1-2所示,在9个

组合中,单株产量全部超过了大值亲本值,幅度为2.72—41.91%,平均15.99%;株高均超过了中亲值,其幅度为5.01—13.62%,平均10.15%,有7个组合超过了大值亲本占全部组合的77.78%;杂种一代的茎粗全部超过了大值亲本值。鲜皮出麻率只有一个组合超过了中亲值,占11.11%,无超高亲组合出现。有效株无优势;有效株率的中亲优势组合占77.78%,高亲优势组合占44.44%,但有效株率的优势主要是由于株高、茎粗的增加所致。

表 1-2. 苧麻杂交组合主要经济性状优势测定结果(%)

Table 1-2. Measurements of heterosis in major economic traits of ramie hybrid combinations (%)

组 合 名 称	株 高		茎 粗		有效株		有效株率		出麻率		单株产量	
	中 亲 优 势	超高亲 优 势	中 亲 优 势	超高亲 优 势	中 亲 优 势	中 亲 优 势	超高亲 优 势	中 亲 优 势	中 亲 优 势	超高亲 优 势	中 亲 优 势	超高亲 优 势
C ₁ × B ₂₂₂	5.64	7.00	17.24	14.61	-8.86	4.17	2.17	10.28	31.46	10.62		
C ₂ × B ₂₂₂	5.01	-0.43	5.95	4.71	-6.19	-3.85	-4.78	16.09	23.67	20.57		
C ₃ × B ₂₂₂	7.76	-2.48	12.50	5.88	-9.52	4.49	-1.01	-5.01	41.25	16.54		
C ₄ × B ₂₂	13.62	11.67	14.94	12.36	-3.14	5.07	3.55	-4.82	18.33	17.09		
C ₅ × B ₂₂	11.07	8.71	10.71	9.42	-5.78	-0.78	-4.98	-2.18	26.98	9.95		
C ₆ × B ₂₂	13.79	6.11	17.50	10.59	-26.6	0.79	-7.52	-2.41	41.54	2.72		
C ₁ × B ₄	9.32	3.87	10.35	7.61	-5.04	2.91	-0.30	-10.68	28.01	10.95		
C ₂ × B ₄	12.64	11.15	13.10	11.76	-5.06	9.29	9.00	1.74	44.54	42.91		
C ₃ × B ₄	9.52	5.57	11.25	4.71	-13.70	5.18	0.82	-2.70	40.91	12.55		
平 均	10.15	5.69	12.62	9.09	-9.33	3.03	-0.34	-5.83	32.96	15.99		
优势组 合(%)	100	77.78	100	100	0	77.78	44.44	11.11	100	100		

各性状按优势大小的顺序排列,以组成每亩产量而言,单株产量贡献大于每亩有效株数;以构成单株产量而言,茎粗的作用大于株高,株高的作用大于出麻率。即导致杂交苧麻增产的主要原因是由于麻株的增粗和增高,使单株产量提高所致。

2.2 产量及品质

2.2.1 原麻产量

从表1-3看出,9个组合的产量均超过中亲值,优势幅度在4.36—31.52%之间,其中,优势强的有6个,超过中亲值20%以上。而且有7个组合超过了大值亲本的产量,其幅度为1.05—23.2%,占全部组合的77.78%。这意味着在相同的施肥管理水平下,苧麻杂种一代比它的亲本能够生产更多的纤维,有较强的超亲优势。但

表 1-3. 苧麻杂种一代产量及纤维支数的优势指数(%)

Table 1-3. Coefficients of heterosis in fibre production and fineness of ramie F_1 generations (%)

组 合 名 称	原 麻 产 量			纤 维 支 数	
	中亲值	中亲优势	高亲优势	中 亲 值	中亲优势
$C_1 \times B_{123}$	30.33	23.99	10.51	1786.23	-6.35
$C_{12} \times B_{123}$	27.55	4.36	1.05	1902.65	1.78
$C_{13} \times B_{123}$	24.13	30.47	18.22	2078.52	-3.30
$C_1 \times B_{12}$	36.78	20.39	10.78	1630.95	-1.08
$C_{12} \times B_{12}$	33.98	12.22	-3.61	1747.38	-0.31
$C_{13} \times B_{12}$	30.55	5.81	-22.19	1923.34	-6.79
$C_1 \times B_{13}$	29.43	21.58	4.89	1633.18	-5.90
$C_{12} \times B_{13}$	26.65	31.52	23.20	1749.61	-4.19
$C_{13} \times B_{13}$	23.23	24.11	13.87	1925.47	-3.67
平 均	29.18	19.38	6.30	1819.69	-3.31

注：中亲值单位产量为 kg/亩，支数为 m/g

与生产上大面积种植的品种相比，其优势如何呢？统计近两年所配制的部分杂交组合（表 1-4），产量超过对照种“川苧四号”的有 102 个，占全部组合的 64.56%，幅度为 0.25—65.55%，平均增产 17.34%。可见，苧麻杂种一代在产量性状上优势是相当明显的，这对于选育高产组合是十分有利的。

表 1-4. 苧麻产量、支数优势组合统计

Table 1-4. Statistics of ramie combinations with heterosis in fibre production or fineness

统 计 组 合	麻 龄	数	纤维产量超对照				纤维支数超对照				纤维支数超对照 且超产15%以上	
			个 数	占总组 合的 %	增产幅度 %	平 均 %	个 数	占总组 合的 %	增产幅度 %	平均 %	组合 个数	占总组 合的 %
一龄样	51	29	56.86	0.6-66.07	15.28	5	9.80	0.4-8.72	2.69	1	1.96	
二龄样	30	23	76.67	0.3-64.59	16.02	7	23.31	1.4-16.59	7.16	2	6.67	
三龄样	77	50	64.94	0.8-65.55	19.15	10	12.99	0.1-15.71	4.75	5	6.49	
合 计	158	102	64.56	0.3-65.55	17.34	22	13.92	0.1-15.71	5.05	8	5.06	

注：对照种为川苧四号

2.2.2 纤维支数

纤维支数是衡量苧麻品质优劣的重要指标。苧麻杂种一代纤维支数的优势不明显,多为负向优势(表1-3)。在9个组合中,只有C₁₂×B₂₀₃超过中亲值1.78%,占全部组合的11.11%。其余组合均低于中亲值,其幅度为0.31-6.79%,无超高亲组合出现。再从表1-4来看,在158个组合中,纤维支数超过对照川苧四号的组合有22个,占全部组合的13.92%,其超过幅度为0.05-15.78%,其平均值仅为5.05%。将产量超过川苧四号15%以上、平均纤维支数达到对照水平的组合进行统计,只有8个目标组合,仅占5.06%。说明产量和品质存在矛盾,杂种一代往往高产而不优质。

2.3 杂种优势的显著性测定

苧麻杂种一代与亲本比较是否有真正差异,用成对比较法^[28]对各性状的优劣显著性进行了测定(表1-5)。结果表明,杂种一代与中亲(mp)值比较,各性状均达极显著水平;与大值亲本(p₁)比较,除有效株率不显著外,其余性状都达到极显著水平。纤维支数、每市有效株数、鲜皮出麻率与中亲值比较,虽达显著水平,但为负向优势。这亦说明,苧麻杂种一代在营养体方面表现出极显著的超亲优势,而苧麻经济产量恰是营养体韧皮纤维,所以易于获得较高产量。但对纤维支数提高是十分不利的。如何协调产量品质的矛盾是组合选育成败的关键。

表 1-5. 苧麻杂种F₁代的显著性测验(成对比较法)

Table 1-5. Significance test for ramie F₁ generations

项目	亲本	亩产量 (kg)	纤维支数 (m/g)	株高 (cm)	茎粗 (cm)	有效株 (万)	有效株率 (%)	出麻率 (%)	单株产量 (g)
亲本	F ₁ -mp	5.443	-60.263	16.49	0.106	-0.103	2.61	-0.686	0.859
均值	F ₁ -mp	3.517	-236.027	8.98	0.079	-0.173	0.01	-1.519	0.472
标准	F ₁ -mp	2.644	53.779	5.73	0.031	0.090	2.33	0.621	0.177
差	P ₁ -P ₂	2.824	192.754	7.67	0.029	0.140	3.75	0.768	0.301
F ₁ -MP的t值		6.18**	3.36**	8.64**	10.2**	3.44**	3.36**	3.31*	14.56**
P ₁ -P ₂ 的t值		5.74**	3.67**	3.15**	8.07**	3.70**	0.01	5.94**	4.70**

注: * 为 0.05 显著水平 ** 为 0.01 极显著水平

3 亲缘关系分析

为确定杂种一代各性状与双亲之间的依存关系,提高选配强优组合的预见性和

定向选择亲本,估算了杂交组合各性状亲子之间的相关关系。表1-6列出了母本、父本、大值亲本、小值亲本、中亲值以及两亲之差对杂种一代的影响。

从表中可以看出,亲本对杂种一代的多数性状均有不同程度的正向影响。其中原麻产量、纤维支数、株高、茎粗等受亲本的影响大;鲜皮出麻率受亲本的影响较小,其相关系数不显著,不能用双亲性状值预测杂种一代的可能表现。杂种一代的单株产量和亩产量均与中亲值关系最密切,其亲子相关系数分别为 0.9357 和 0.8536

表 1-6. 苧麻杂种一代与亲本各性状的相关系数

Table 1-6. Correlation coefficient of characters between ramie F_1 generation and corresponding parents

性 状	株 高	茎 粗	有效株	有效株率	出麻率	亩产量	单株产量	纤维支数
母 本	0.8047**	0.7514*	0.6748*	0.1511	-0.1652	0.7165*	0.6893*	0.7618*
父 本	0.3461	0.1870	0.2835	0.7876*	-0.1951	0.5652	0.4934	0.5523
大值亲本	0.5400	0.8622**	0.7623*	0.3538	-0.1951	0.7118*	0.8448**	0.7644*
小值亲本	0.8647**	0.6207	0.4066	0.6987*	-0.1652	0.6311**	0.7647*	0.7307*
中 亲 值	0.7528*	0.7514*	0.7300*	0.7365*	0.2532	0.8536**	0.9357**	0.9376**
双亲之差	-0.4401	-0.2669	0.6393	-0.4367	-0.0223	0.1776	-0.0121	0.3386

注: * 表示0.05显著水平 ** 表示0.01的极显著水平

表 1-7. 苧麻杂种一代产量品质性状(y)与其中亲值(x)的回归

Table 1-7. Regression equations between fibre production or quality traits of ramie F_1 generations(y) and corresponding MP(x)

性 状	回归截距	回归系数	回归方程
纤维支数(m/g)	-5.410	0.9698	$y = -5.41 + 0.9698x$
株 高(cm)	55.416	0.7414	$y = 55.42 + 0.7414x$
茎 粗(cm)	-0.015	1.1440	$y = -0.015 + 1.144x$
单株产量(g)	1.055	0.9276	$y = 1.055 + 0.9276x$
每亩产量(kg)	6.470	0.9678	$y = 6.470 + 0.9678x$

因而选配亲本时要注意双亲产量都要高。杂种一代的纤维支数与中亲值的相关系数 $r=0.9376$ 达极显著水平,其回归方程 $y=-5.41+0.9698x$ (表1-7),杂种一代群体的平均纤维支数大致等于双亲平均值,加性遗传效应起着主导作用,据此可作为亲本选配时预测后代纤维支数的重要依据。表1-6材料还指出,双亲之差对后代影响不大,而中亲值除鲜皮出麻率外各性状均达极显著水平,用中亲值来预测后代的表现(表

1-7) 有较高的可靠性。母本与杂种一代的相关比父本更高,说明杂种一代性状的高低与选用母本有密切的关系。母本的遗传影响大于父本。因此,选育优良的雄性不育系是十分重要的。

4 杂种一代本身性状间的相关性

弄清苧麻杂种一代各性状的相关关系,各性状对产量品质的影响大小,对选配组合将不无好处。其相关系数见表1-8。

表 1-8. 苧麻杂种一代各性状间的相关系数

Table 1-8. Correlation coefficients between characters of ramie F_1 generations

性 状	亩产量	单株产量	株 高	茎 粗	有效株	有效株率	出麻率
单株产量	0.8767**						
株 高	0.5563**	0.5055**					
茎 粗	0.5213**	0.5674**	0.8680**				
有 效 株	-0.0412	-0.4815	-0.2388	-0.4699			
有效株率	0.8788**	0.8176**	0.8029**	0.8415**			
出 麻 率	0.2461	0.1427	-0.0994	0.1823	0.1809	0.3733	
纤维支数	-0.7694*	-0.9185**	-0.5801	-0.7778*	0.5497	-0.7583*	0.2023

注: * 为0.05显著水平, ** 为0.01显著水平

从表1-8可以看出,杂种一代的每亩产量与单株纤维重、株高、茎粗、有效株率等相关达到极显著的水平。因为麻株高大粗壮,无效分株少,单株产量自然高。而单株产量又是构成亩产量的主要性状。再从纤维支数来看,除与有效株有较高的正相关外,与其它性状均为负相关。其中,与亩产量、茎粗呈显著负相关,与单株产量的负相关达极显著水平($r=-0.9185$)。说明一味追求产量的提高,将导致纤维支数的严重下降。在育种实践中,选择分株力较强、麻株较粗壮的组合,一般都有较高的产量性状,再测定纤维支数来决定组合的取舍,在高产中选优质,不失为一条可行的育种路线。

小结与讨论

1. 由杂种一代优势分析可知,各性状都存在不同程度的杂种优势。其中,单株产量、亩产量、株高、茎粗均为正向优势;纤维支数、有效株、鲜皮出麻率多为负

向优势。不同性状表现优势程度大小不一,按中亲优势排序,对每亩产量而言,单株产量>每亩有效株数;从构成单株产量的因素来讲,茎粗>株高>有效株率>鲜皮出麻率。即杂交苧麻增产的主要因素在于麻株的增高和增粗。纤维支数虽多为负向优势,但杂种一代群体平均支数与中亲值相比,下降不多。虽有研究认为,利用杂种优势可以提高纤维支数^[27],但本试验表明,其超亲组合很少,其后代纤维支数的提高也多是以产量下降为代价的。

按照杂种优势理论,两个相异纯系杂交,其杂种优势最大^[44,45]。苧麻是基因杂合体,杂种一代是分离代,其产量和主要经济性状何以会表现出极为显著的超亲优势呢?笔者认为其原因可能是由于,其一,苧麻虽是杂合体,但并不是所有位点上的基因都是杂合的,不同的品种其杂合程度是不同的,不同品种自交性状的分离有较大差异就可证明这一点^[29-33]。当两个品种杂交后,由于基因的互作、累加以及上位性作用,杂种一代就有可能表现出较强的超亲优势。其二,苧麻是个体间的竞争十分强烈的作物,从受精、胚胎形成到种子成熟,都会发生很强的竞争,优势强的得以保存,劣势的多遭淘汰。苧麻种子结实率低,仅10-30%左右,这可能也是其重要原因之一(当然也有许多是未成熟和未受精的)。由于苧麻种子细小,在种子发芽、出苗、生长等过程中,在环境胁迫下,不良个体大多遭自然淘汰,优势株得以保存,因而能保持较强的杂种优势。

2. 从杂种一代亲子关系的分析来看,亲本对杂种一代的多数性状均有不同程度的正向影响。其中,株高、茎粗、产量、纤维支数与中亲值相关最大,达极显著水平可以用双亲预测 F_1 代的可能表现。虽有研究认为,杂种一代纤维支数与父本支数正相关,与母本支数呈负相关; F_1 代原麻产量与母本正相关。宜用高产品种作母本而优质品种作父本。而本试验则指出,杂种后代无论产量还是纤维支数,与母本的相关密切程度明显大于父本,而且与中亲值相关最大。从回归分析来看,杂种一代亩产量 $y=6.67+0.9678x(mp)$ 、杂种优势明显,具有加性、显性及上位性效应。杂种一代的群体平均纤维支数与中亲值接近,说明纤维支数的显性效应不明显,主要受加性遗传效应的影响,其遗传传递力较强,用双亲值预测后代的可靠性高。其回归方程 $y=-5.41+0.9698x(mp)$ 可作为选配亲本时预测后代纤维支数的参考依据。

3. 通过对杂种一代性状相关分析表明,杂种一代每亩产量与单株产量、株高、茎粗、有效株率等相关达极显著水平。而纤维支数除与有效株数有较高的正相关外,与其它性状均为负相关,其中与每亩产量、株粗呈显著负相关,与单株产量呈极显著负相关($r=-0.9185$)。由此暗示,适当降低单株产量,增加有效分株数,可以较好的协调产量与优质的矛盾,使产量和品质在较高的水平上达到统一。

第二章 苧麻杂种一代分离变异的研究

已有较多的研究表明,苧麻品种间杂种一代具有较强的生理优势、产量优势及抗性优势。应用杂交组合可以显著的提高单位面积上的苧麻纤维产量^[10-26]。但由于苧麻品种为异质基因型^[2-6, 20],品种间进行有性杂交,其杂种一代必然发生性状的分离变异,特别是纤维支数的分离,给杂种优势利用带来困难。

对苧麻的分离变异,一些学者曾作过研究,蒋金根等(1981)研究了20个组合的叶形、叶柄颜色、雌蕾颜色和工艺成熟期的变异性^[21]。模占钧等(1984)分析了苧麻杂种一代纤维支数与亲本的关系^[27]。熊和平等(1987)研究了6个组合的经济性状、产量及纤维支数的遗传变异特点^[23]。刘飞虎(1995)报道了3个杂交组合的形态特征、经济性状以及纤维支数的分离变异规律^[49]。这些研究,从一个侧面说明,苧麻杂种一代无论是质量性状(形态特征)还是数量性状(经济性状、产量及品质等)都会发生分离变异。但与亲本无性系比较,其分离变异特别是纤维支数的分离变异严重到何种程度?不同组合、不同性状变异的差异有多大?尚无人作过系统的研究。本研究对比分析了杂交组合与亲本无性系的形态特征、经济性状、产量以及纤维支数的变异差异,其目的旨在为苧麻杂交组合的选育及应用提供理论依据。

材料与方 法

本试验采用产量和纤维支数相差较大的6个亲本材料,配成9个杂交组合,田间采用随机区组排列,重复三次,共45个小区,每区种植60穴,每穴一苗,亲本为无性繁殖苗,组合为种子繁殖苗(同第一章)。另外再增加6个组合调查形态特征分离,每区种植90穴,田间顺序排列,不设重复,与父母本相间种植。

本试验对于杂交组合,每株(蔸)视为一个不同的遗传型个体,在现蕾开花期(一龄二季麻)调查各组合各个体的分离较大的植物学特征:叶形、叶柄色、雌蕾色、叶面皱纹等,并同时观察记载父母本的形态特征。在工艺成熟期调查各组合和亲本无性系每小区每蔸的平均株高、茎粗、每蔸总分株、有效株、无效株等;收获时分蔸测定各小区鲜皮重、干麻重、鲜皮出麻率;纤维支数也以蔸为单位测定。并注意形态特征与产量及纤维支数之间的对应关系,以便分析它们之间的相关性。主要性状的调查记载及测定标准为:

叶 形:测定麻株从上到下7—9叶叶片的长宽,以长宽比确定叶形。长宽比大

于1.2为宽卵形,1.05—1.2为近圆形,0.95—1.05为圆形,0.75—0.95为卵形,小于0.75为长卵形。

叶柄色:日满麻株中上部叶柄色,分为绿色、微红、淡红、红色、深红等色。

雌蕾色:现蕾期观察雌蕾颜色,分为黄白、微红、淡红、红色、深红等色。

皱纹:日满叶面皱纹的多少和深浅,以多、少描述。

株高:麻株生长点离地面的高度,每苑各有效株平均作为单苑值。

茎粗:麻株1/2处的茎直径,每苑有效株平均作为单苑值。

无效株:麻株高度低于群体高度的2/3,不能收麻的麻株。

有效株:总分株数减去无效株。

出麻率:于麻重占鲜皮重的百分数。

本研究以群体的变异系数来度量各组合群体数量性状的变异。并比较组合和亲本无性系各性状的变异大小。

变异系数 $CV = (S \div X) \times 100\%$, 其中 S 为样本标准差, X 为性状单苑平均值。

结果和分析

1 苧麻杂种一代的分离变异

1.1 植物学特征的分离变异

植物的形态特征主要受遗传基因控制,环境对其影响相对较小。植物学性状的分离变异,能较好地反映植物的遗传和变异状况。通过对苧麻杂种一代几个主要代表性状的调查(表2-1),可以看出:

(1) 苧麻杂种一代的形态分离较为复杂,按单一性状进行分类,一般分为1—5个类型,多数性状为2—3个类型。其中,雌蕾色、叶柄色分离较大,类型偏多,叶形次之,叶面皱纹较小。

(2) 同一性状的分离程度因组合而异。分离小的组合主类型可达90%以上,如C26×B8各性状的主类型均达90%以上。

(3) 从杂种后代的分离与亲本的关系来看,一般父母本形态、颜色相同或相近的,后代形态分离较小主类型所占比例较大,具有倾向遗传特性。如父母本雌蕾均为红色的,后代雌蕾红色所占比例大。

试验结果表明, 兰麻杂种一代的分离变异是客观存在的, 但不同组合有很大的差异, 通过亲本的正确选配, 可以选育出分离变异较小、主类型在 90% 以上的恢亲组合。

表 2-1. 兰麻杂种一代主产形态特征的分离变异

Table 2-1. Segregation of major characters of ramie F_2 generations(%)

组合 名称	叶 形			叶 柄 色			雌 蕾 色			叶 面 皱 纹						
	类	频	主 类	类	频	主 类	类	频	主 类	类	频	主 类				
	型	父	母	型	父	母	型	父	母	型	父	母				
$C_1 \times B_{23}$	3	56.28	51.94	51.96	4	41.45	41.45	44.74	4	83.89	83.89	83.89	2	75.66	75.66	75.66
$C_2 \times B_{23}$	3	73.96	73.96	73.96	4	6.08	78.38	78.38	3	86.61	86.61	86.61	2	89.19	89.19	89.19
$C_3 \times B_{23}$	3	44.79	48.96	48.96	3	47.37	47.37	47.37	3	90.21	90.21	90.21	2	85.33	85.33	85.33
$C_4 \times B_2$	3	81.28	56.96	56.96	4	45.10	37.91	45.10	3	86.21	86.21	86.21	2	56.21	43.79	56.21
$C_5 \times B_2$	3	61.55	81.55	81.55	3	81.17	81.17	81.17	3	85.51	85.51	85.51	2	45.16	54.84	54.84
$C_6 \times B_{22}$	3	36.30	55.56	55.56	4	41.29	48.39	48.39	4	90.85	90.85	90.85	2	33.55	66.45	66.46
$C_7 \times B_1$	3	34.57	62.73	62.73	3	34.51	34.51	47.69	3	83.69	83.69	83.69	2	88.73	88.73	88.73
$C_8 \times B_1$	2	85.71	85.71	85.71	3	8.67	86.67	86.67	2	94.81	94.81	94.81	2	96.51	96.51	96.51
$C_9 \times B_1$	3	60.15	32.85	60.18	4	28.19	28.19	59.73	3	89.12	89.12	89.12	2	91.45	91.45	91.45
$C_{10} \times B_6$	2	97.34	97.34	97.34	3	90.18	90.18	90.18	3	94.59	94.59	94.59	2	92.30	92.30	92.30
$C_{11} \times B_{25}$	2	84.87	84.87	84.87	5	36.84	58.97	58.97	3	69.23	22.23	69.23	2	89.87	89.87	89.87
$C_{12} \times B_{25}$	3	41.35	56.62	56.62	4	44.83	51.72	51.72	3	24.05	73.08	73.08	2	45.45	54.55	54.55
$C_1 \times H_6$	2	83.10	83.10	83.10	2	90.00	90.00	90.00	3	70.97	70.97	70.97	2	77.78	22.22	77.78
$C_8 \times B_{25}$	3	86.65	56.65	86.65	4	51.60	41.94	51.60	5	32.25	45.39	48.39	2	86.21	86.21	86.21
$C_4 \times B_{23}$	3	29.35	55.00	55.00	3	71.10	25.90	71.10	4	42.86	42.86	42.86	2	70.10	29.90	70.10
下 均		61.16	68.06	69.86		47.89	56.18	63.53		74.96	76.19	79.33		74.83	71.07	78.28

注: 频父频母值相同者, 该性状父母本特征相同。

1.2 经济性状的分离变异

杂交组合经济性状的变异系数(表 2-2)以单莖有效株最大, 次为出麻率和茎粗, 株高最小。各性状与中亲值比较, 平均变异系数比中亲值大 10-15%。其中鲜皮出麻率差异较大, 平均比中亲值大 14.99%, 次为株高, 平均比中亲值高 14.15%, 茎粗变异系数比中亲值大 12.31%, 单莖有效株大 10.23%。但不同组合之间差异大, 也有比中亲值变异系数小的组合, 如 $C_{12} \times B_{23}$ 组合株高的变异系数为 8.31%, 茎粗变异

系数为12.06%，分别比双亲平均值小18.53%和7.59%，这可能与该组合分离较小有关。

表 2-2. 苧麻杂交组合经济性状的变异系数(%)

Table 2-2. Variation coefficients of economic traits of ramie hybrid combinations(%)

杂 交 组 合	株 高			茎 粗			有 效 株			出 麻 率		
	M P	F ₁	F ₁ 比M P	M P	F ₁	F ₁ 比M P	M P	F ₁	F ₁ 比M P	M P	F ₁	F ₁ 比M P
	(cv)	(cv)	增减(%)	(cv)	(cv)	增减(%)	(cv)	(cv)	增减(%)	(cv)	(cv)	增减(%)
C ₁ × B ₁₀₁	9.59	9.64	0.52	13.32	12.72	-4.50	34.83	39.01	12.00	12.42	14.23	14.57
C ₂ × B ₁₀₃	10.30	8.31	-18.53	13.05	12.06	-7.59	38.54	40.79	5.83	12.40	15.52	27.59
C ₁₀ × B ₁₀₃	5.19	10.26	26.67	12.56	13.54	7.80	35.82	41.62	16.19	13.68	14.67	7.24
C ₁ × B ₁₂	5.62	7.91	-4.12	12.63	13.80	9.26	35.76	35.18	-1.62	15.21	21.67	42.47
C ₁₀ × B ₁₂	9.23	10.58	14.63	12.36	15.13	22.41	38.47	38.90	1.12	15.20	15.50	1.97
C ₁₀ × B ₁₄	7.72	7.79	0.41	11.87	14.33	20.72	36.75	45.01	22.48	16.47	15.37	-6.67
C ₁ × B ₁₄	8.14	11.71	43.86	13.23	17.25	30.39	35.09	43.01	22.67	14.06	16.85	19.84
C ₁₀ × B ₁₄	8.75	9.46	8.11	12.96	14.33	10.57	38.81	40.71	4.89	14.04	16.13	14.88
C ₁₀ × B ₁₄	6.60	9.76	46.76	12.47	15.18	21.73	36.08	39.18	8.59	15.72	17.77	13.04
平 均	8.49	9.49	14.15	12.72	14.26	12.31	36.62	40.37	10.23	14.36	16.44	14.99

1.3 原麻产量的分离变异

以单亲原麻重的变异系数来估测产量性状的分变变异状况，其结果如表2-3。

表 2-3. 苧麻杂种一代及亲本单亲原麻重的变异系数(%)

Table 2-3. Variation coefficient of individual fibre production of ramie F₁ generation and corresponding parents

杂 交 组 合	父 本 (CV)	母 本 (CV)	双 亲 平均值	杂种F ₁ (CV)	F ₁ 比MP高 (%)
C ₁ × B ₁₀₁	42.83	43.19	43.01	41.24	-4.12
C ₂ × B ₁₀₃	42.83	41.51	42.71	44.84	4.99
C ₁₀ × B ₁₀₃	42.82	41.70	42.27	39.88	-5.65
C ₁ × B ₁₂	39.08	43.19	41.14	40.74	-0.98
C ₂ × B ₁₂	39.08	41.51	40.30	40.67	0.92
C ₁₀ × B ₁₂	39.08	41.70	40.39	42.83	6.04
C ₁ × B ₁₄	34.74	43.19	38.97	52.67	35.16
C ₂ × B ₁₄	34.74	41.51	38.13	44.96	17.91
C ₁₀ × B ₁₄	34.74	41.70	38.23	42.76	11.85
平 均	38.89	42.13	40.57	43.40	7.35

从表中可以看出无论组合还是亲本无性系,单产产量的变异系数都比较大,这与产量受多种因素的影响有关。各组合变异系数的平均值为43.4%,分别比父本、母本和中亲值大3.01%、11.6%和6.97%。从不同组合来看,差异很大。高的组合如C₁×B₁,变异系数达到52.67%,比其中亲值高35.16%;低的如C₂×B₂₃,变异系数为39.88%,比中亲值低5.65%。

1.4 纤维支数的分离变异

苧麻纤维支数是衡量纤维品质的重要指标。但它属数量性状,除受品种的遗传特性制约外,环境影响很大^[34-37,50,51]。即使是无性系,稳定性都很差。据研究,同一个无性系品种不同的麻季如头、二、三麻纤维支数相差可达到800—1000支^[34,50];同一季麻不同的收获时期纤维支数相差1000支以上^[35,50];同一苧麻品种高矮、粗细之间支数相差可达500—1700支^[34,37];同一束纤维头、中、尾不同部位相差500—800支^[34]。这些研究表明,无性系品种纤维支数也并非整齐一致,差异也很大。因此,有必要研究杂交组合与亲本无性系在同等栽培条件下群体纤维支数的变异。本研究根据9个杂交组合及亲本无性系各150个单纤维支数分别测定的结果,研究群体纤维支数的变异系数及分布状况。

表 2-4. 苧麻杂交组合与亲本无性系纤维支数的变异系数(%)

Table 2-4. Variation coefficient of ramie fibre fineness (%)

组 合 名 称	变 异 系 数 (%)					显著性测验(F值)	
	父本	母本	中亲值	F ₁	F ₁ 比MP大	F ₁ -父本	F ₁ -母本
C ₁ ×B ₂₃	14.67	17.06	15.87	15.69	-1.13	<1	<1
C ₂ ×B ₂₃	14.67	13.58	14.13	18.33	29.73	1.66*	1.84**
C ₂ ×B ₂₃	14.67	11.97	13.32	15.89	19.51	1.34	1.37
C ₁ ×B ₂	10.57	17.06	13.82	16.14	16.79	2.47**	<1
C ₂ ×B ₂	10.57	13.58	12.08	16.15	33.68	2.88**	1.16
C ₂ ×B ₂	10.57	11.97	11.27	14.99	31.60	2.63**	<1
C ₁ ×B ₄	13.95	17.06	15.51	16.25	4.77	1.29	<1
C ₂ ×B ₄	13.95	13.58	13.77	17.56	27.53	1.80**	1.17
C ₂ ×B ₄	13.95	11.97	12.96	18.74	44.60	2.51**	

1.4.1 变异系数

杂交组合的变异系数为14.99—18.71%,各组合平均为16.64%。双亲无性系品种变异系数的平均值为11.27—15.87%,平均13.64%。前者比后者变异系数大

—1.13—44.6%，平均为21.99%（表2-4）。对组合纤维支数的变异度的显著性测定结果表明， $C_1 \times B_{223}$ 、 $C_1 \times B_2$ 、 $C_6 \times B_{223}$ 三个组合与亲本无性系的变异系数相比，差异均不显著。说明只要亲本选配得当，是可以选择到纤维支数变异系数与无性系品种相当的组合的。

1.4.3 分布频率

苧麻纤维支数在一定范围内变化，分离幅度越小，分布越集中，变异系数就越小，其中均值的代表性也就越强。因此，研究纤维支数的分布规律对苧麻杂种优势的利用具有一定的指导意义。表2-5、表2-6中列出了中支和高支数杂交组合及其亲本亲支数分布频率和累积频率。从中可以看出：

表 2-5. 苧麻杂交组合及亲本纤维支数的分析频率(%)

Table 2-5. Distribution frequency of fibre fineness of ramie and combination and corresponding parents (%)

纤维支数 分布范围 (m.g)	中支数组合 ($C_2 \times B_2$)			高支数组合 ($C_6 \times B_{223}$)		
	母 本	父 本	F ₁ 代	母 本	父 本	F ₁ 代
<1200	0.00	1.09	1.03	0	0	0
1201—1400	1.06	10.87	9.28	0	1.04	0
1401—1600	7.45	53.26	20.62	1.12	7.29	6.60
1601—1800	13.83	17.39	26.80	2.25	16.67	14.28
1801—2000	18.09	15.22	22.68	5.62	23.96	26.37
2001—2200	24.47	2.17	12.37	21.35	27.08	20.88
2201—2400	17.02	0	4.13	25.84	15.03	14.28
2401—2600	10.64	0	2.09	25.84	3.12	8.79
2601—2800	5.23	0	0	14.61	3.12	6.59
>2800	2.12	0	0	3.37	2.09	2.21
平均支数	1926.2	1568.6	1741.9	2277.0	1879.1	2009.9

(1) 杂交组合及亲本群体的纤维支数分布近似正态分布，其最大分布高峰在平均支数附近。支数分布频率最高的三个组距个体累计占群体的60—88.87%，即大部分个体集中在平均支数前后600支的范围内。

(2) 如果F₁代纤维支数变异系数与亲本无性系不显著的话，组合支数的分布状况（分散程度）与无性系近似。反之，则差异较大。如组合 $C_2 \times B_2$ 与父本B₂的变异系数差异十分显著，其纤维支数的分布也明显比其父本B₂要宽广得多。

(3) 平均支数越高，群体中高支数所占的比例越大。如 $C_6 \times B_{223}$ 组合，平均支数

达到2009.9支,群体内1600支以上的个体所占的比例达93.4%,1800支以上所占比例达79.12%。而中支数组合 $C_{22} \times B_{22}$ 的群体中,1600支以上的个体所占比例为69.07%,1800支以上的个体仅占42.27%。

表 2-6. 苧麻杂交组合及亲本纤维支数分布的累积频率(%)

Table 2-6. Accumulation frequency of fibre fineness of ramie hybrid combination and corresponding parents (%)

纤维支数 组 距	中支数组合 ($C_{22} \times B_{22}$)			高支数组合 ($C_{26} \times B_{26}$)		
	母 本	父 本	F ₁ 代	母 本	父 本	F ₁ 代
<1200	0	1.09	1.03	0	0	0
1201—1400	1.06	11.96	10.31	0	1.04	0
1401—1600	8.51	65.22	30.93	1.12	8.33	6.60
1601—1800	22.34	82.61	57.73	3.37	25.00	20.88
1801—2000	40.43	97.82	50.41	8.99	48.96	47.25
2001—2200	61.80	100	92.78	30.34	76.04	68.13
2201—2400	81.92	100	96.91	56.18	91.67	82.41
2401—2600	92.56	100	100	82.02	94.79	91.20
2601—2800	97.88	100	100	96.63	97.91	97.79
>2800	100	100	100	100	100	100

通过分析可见,对纤维支数而言,如果所选组合平均支数不低于对照无性系品种,且两者的变异系数接近或差异不显著的话,杂交组合纤维支数下降很少,生产上完全可以应用。

2 苧麻杂种一代分离变异与产量及品质的关系

2.1 形态特征的分离与产量及品质分离的关系

苧麻杂种一代形态分离较为复杂,形态特征与产量和纤维支数之间有无内在联系呢?选择分离变异较大的叶柄色和雄蕾色,与其产量、纤维支数的关系进行统计分析,其结果是表2-7、表2-8。

表 2-7. 杂种 F_1 代叶柄色变异与产量和纤维支数的关系Table 2-7. Relationship between variants of leafstalk of ramie F_1 generation and fibre production or fineness

杂 交 组 合	叶柄色 类 型	纤 维 支 数			单 莖 产 量		
		类 型 平 均	变 异 系 数	变 异 幅 度	类 型 平 均	变 异 系 数	变 异 幅 度
$C_1 \times B_{III}$	主 类 型	1715.8	16.46	1164—2745	14.13	34.75	5.5—31.4
	变异类型	1607.5	12.72	1212—2170	16.01	39.61	6.1—32.8
$C_{II} \times B_{III}$	主 类 型	2016.3	19.68	1258—3086	12.81	47.78	4.5—43.0
	变异类型	2076.5	12.19	1440—2509	11.83	37.58	4.4—21.0
$C_1 \times B_{II}$	主 类 型	1627.1	17.04	1031—2435	17.84	44.93	5.0—40.6
	变异类型	1619.1	14.56	0982—2447	18.48	40.68	4.0—36.5
$C_{II} \times B_{II}$	主 类 型	1838.5	15.64	1189—2855	12.15	35.25	4.2—22.1
	变异类型	1776.0	16.96	1153—2535	14.34	44.76	4.0—28.5
组 合	主 类 型	1799.4	17.21	1161—2780	14.23	40.67	4.8—34.3
平 均	变异类型	1769.8	14.11	1197—2415	15.16	40.66	4.6—29.7

从表中可以看出, 杂交组合的雌蕾色和叶柄色性状的分离变异与产量和纤维支数关系不大。叶柄色和雌蕾色变异类型和主类型的纤维支数非常接近。从组合平均值来看, 叶柄色主类型的纤维支数为1799.4支, 变异类型的纤维支数1769.8支; 雌

表 2-8. 苧麻杂种 F_1 代雌蕾色变异与产量及纤维支数的关系Table 2-8. Relationship between variants of female flower bud of ramie F_1 generation and fibre production or fineness

杂 交 组 合	雌蕾色 类 型	纤 维 支 数			单 莖 产 量		
		类 型 平 均	变 异 系 数	变 异 幅 度	类 型 平 均	变 异 系 数	变 异 幅 度
$C_1 \times B_{III}$	变异类型	1713.9	14.73	1287—2120	15.43	41.70	6.1—26.0
	主 类 型	1668.1	16.04	1164—2823	14.96	34.79	5.5—32.8
$C_{II} \times B_{III}$	变异类型	1987.9	16.64	1491—2484	12.44	45.71	4.4—21.0
	主 类 型	2022.1	18.65	1258—2730	13.69	64.31	4.5—43.0
$C_1 \times B_{II}$	变异类型	1553.3	17.03	1031—2123	18.11	45.59	6.5—36.5
	主 类 型	1619.6	16.56	0982—2447	18.63	40.22	5.0—40.6
$C_{II} \times B_{II}$	变异类型	1774.8	16.78	1453—2189	13.28	54.87	4.0—28.5
	主 类 型	1816.1	15.46	1153—2855	13.08	37.35	4.2—25.5
组 合	变异类型	1757.5	16.31	1316—2396	14.82	46.97	5.3—28.0
平 均	主 类 型	1781.2	16.68	1139—2714	15.09	44.17	4.8—35.5

紫色主类型的纤维支数1781.2支、变异类型的支数为1757.5支、两种性状的主类型与变异类型二者相差不到30支。有的组合变异类型的纤维支数反而高于主类型。与产量的关系亦是如此，大部分组合变异类型的产量略高于主类型的产量。表中还可看出，变异系数和变异幅度主类型明显大于变异类型，这可能是由于主类型的个体数量大于变异类型，从而增大了主类型的变异范围。

对杂交组合的叶柄色和雌蕊色进行较为详细的分类，与其产量和纤维支数进行统计分析，也未发现它们之间有何关联（本文未列出）。可见，形态特征与其产量和纤维支数并无明显的相关关系，形态分离大的，其产量和支数不一定分离就大。因此，在组合选育中，不要只拘泥于形态特征的分离大小，重点要放在内在质量—纤维支数和产量的提高方面。

2.2 经济性状的分离与产量及品质分离的关系

芒麻杂交组合经济性状的分离变异与其产量和纤维支数的分离变异是否具有相关性？从表2-9中经济性状的变异系数与产量、支数变异系数的相关系数可以看出，经济性状的变异与产量性状的变异存在较高的正相关，有的接近于显著水平，说明经济性状变异大，生长参差不齐，必然会导致单丛间产量差异增大，选育群体生长整齐的杂交组合对提高产量是很有意义的。经济性状的变异与纤维支数的变异呈弱正相关，变异之间的联系不如产量密切。这可能是经济性状不是纤维支数的直接构成因素之故。由此暗示，由群体经济性状的变异度不能完全判定纤维支数的变异大小。

表 2-9. 芒麻杂种一代各性状变异系数间的相关性

Table 2-9. Correlation between variant coefficients of characters of ramie F_1 generation

性 状	纤维支数	株 高	茎 粗	有效株	出麻率
株 高	0.0529	1			
茎 粗	-0.0730	0.6015	1		
有效株	0.2635	0.7217*	0.2784	1	
出麻率	0.1812	-0.1406	0.3881	-0.3191	1
产 量	0.1823	0.4693	0.6015	0.6078	0.2955

小 结 与 讨 论

1. 芒麻杂种一代的形态特征有较为复杂的分离变异现象，不同组合不同性状的

分离变异有明显的差异,一般雌雷色>叶柄色>叶型>叶面皱纹。这些性状均具有一定的细胞遗传特性,父母本形态特征相同或相近的,其杂种一代主类型所占的比例就大,高的组合主类型可达90%以上。通过分析认为,尽管组合形态有分离,但这对产量和纤维支数并没有多大影响,这可能是由于,其一,形态特征与产量和纤维支数并无连锁遗传关系,或者说连锁不紧密,形态特征的分离与产量和纤维支数的分离无关,控制二者发育的基因是不同的,是两种不同的遗传行为。其二,形态上的分离多为质量性状的分离,主要受遗传基因控制,容易表现出来。而产量和纤维支数属数量性状,受环境干扰比较大,其环境变量掩盖了遗传变量。由此说明,不能以形态分离的大小(如颜色性状)来判定纤维产量和品质的分离变异程度。

2. 杂交组合产量性状的分离变异研究结果表明,各性状变异程度以变异系数来衡量,单距产量>有效株数>鲜皮出麻率>茎粗>株高,平均比无性系(中亲值)的变异系数大7—15%。其中,出麻率和株高与无性系差异最大,次为茎粗和有效株,单距产量差异最小。但不同组合之间差异较大,有的组合与亲本无性系无显著差异,有的差异不明显甚至比亲本无性系的变异系数还低。其原因除因亲本本身的纯合度不同,基因的累加、互作效应不同而产生的差异外,还可能与苧麻种子在一系列生长发育过程中,劣势株部分遭淘汰,降低了分离变异有关。

3. 苧麻群体纤维支数近似正态分布,其最大分布高峰在平均数附近,平均支数越大,群体高支数所占的比例越大,变异系数越小,分布越集中。杂交组合一般要比无性系变异要宽广,但组合间差异很大。也有一些组合与无性系差异不显著甚至低于无性系亲本。因此,笔者认为,苧麻杂交组合只要产量突出,平均纤维支数达到1900支左右,变异系数与对照无性系相差不大的话,生产上完全可以应用。

4. 苧麻无性系数数量性状的变异系数因品种而异,对其变异系数进行显著性测定,其差异达到极显著水平(本文未列出)。说明不同无性系品种间数量性状(如产量、品质)的变异系数存在着本质的差异。变异系数小的无性系品种,在苑间环境变异下,能通过其本身基因系统的调节,在较高的水平下保持相对的稳定,使苑间差异降低,群体生长整齐。这也是品种的一种固有特性,是品种稳定性强的一种表现。

第三章 苧麻雄性不育杂交组合的选育

自1992年以来,我们开展了以优质(纤维支数1900m/g左右)、高产(比对照红皮小麻增产30%以上)为主要目标的苧麻杂交组合的选育研究,并成功地选育出D-156、D-179等雄性不育杂交组合。其中,D-179已于1998年10月通过四川省农作物品种审定,定名为“川苧七号”。D-156正在进行生产试验,即将申报品种审定。

“川苧七号”是全国第一个通过审定的雄性不育杂交组合,它的选育成功,解决了苧麻杂交组合产量较高,但品质差(纤维支数低,而且变异大)的难题,使高产优质在更高的水平上统一起来,对苧麻杂种优势的利用,促进我国苧麻生产的发展均具有重要意义。

1 苧麻杂优组合选育的技术路线

目前苧麻杂交组合的选育有两种方法,一是人工去雄法,直接利用两个品种杂交选育组合,利用苧麻雌雄同株异花特性,进行人工去雄制种。具有不受亲本限制,组合选配自如的特点。但苧麻在短日条件下,雌雄蕾均具有连续现蕾开花的特性,制种时一般需去雄多次,花费较多的人力、财力和物力,且不易保证杂种的真实性,大面积生产上应用受到限制。本研究不采用此种方法。二是雄性不育法,利用苧麻无性繁殖特性将雄性不育性状固定保持,不需保持系,直接与品种测配,筛选杂交组合,可以达到费省效宏的目的。但是,我国苧麻品种资源中可供利用的雄性不育材料还很少,特别是缺乏高支数的雄性不育亲本^[43]。因此,首先需要转育、鉴定和筛选产量较高、品质优良、综合农艺性状好、配合力强的雄性不育系,通过对雄性不育系的改良和创新,组建一批产量、品质在较大程度上改进了的雄性不育系中心亲本。在亲本选配上,注重选用茎秆粗壮、纤维支数较高的材料来协调高产与优质的矛盾。父本选用较为纯合(自交一代分离变异较小)的品种来降低性状的分离变异。在组合的鉴定上,重点放在产量和品质性状方面,在高产中选优质,纤维支数只要求其平均值达到1900支左右,与对照相比,即使是负向优势,仍可作为当选组合进一步鉴定。对于分离变异,纤维支数要求与对照无性系变异系数相当或接近,形态分离的大小只作为次要的指标考虑。在性状选择上,高度重视群体生长整齐度、茎秆粗细均匀度、成熟度、莖型株型等重要性仅次于产量品质的性状选择。对于特别突出的组合,采用越级提升、多级试验同步进行等方法加快育种进程。

2 选育经过

1989—1993年,筛选出一批产量较高(亩产100kg以上)、品质优良(纤维支数稳定在1800m/g以上)、配合力较高、不育性状稳定的无花粉型雄性不育系。其中C₄、C₁₃、C₂₆三个雄性不育材料于1997年10月通过了四川省农业厅组织的技术鉴定,为选育高产优质杂交组合奠定了良好的基础。

1992—1995年,利用选育的雄性不育系与优良的品种或材料进行广泛的测配,经组合鉴定试验,代号为D-156、D-163、D-179三个杂交组合表现突出,产量极显著地优于对照“红皮小麻”和“川苎四号”,平均纤维支数在1900m/g以上,而且,农艺性状优良,性状的分离变异也较小。因而申请进行省苎麻区域试验。

1995—1998年,在四川省主产麻区的达县、大竹、邻水、垫江等地进行区域试验和生产试验,进一步对这三个杂交组合进行产量、品质以及适应性等鉴定,并通过了区域试验和生产试验验收。1998年10月经四川省农作物品种审定委员会审定,杂交组合D-179定名为“川苎七号”。

3 杂交组合“川苎七号”等的高产优质特性

3.1 杂优组合的产量表现

3.1.1 高产稳产性能

苎麻杂交组合“川苎七号”、“D-156”具有极强的超亲优势和对照优势。与双亲相比,在同等栽培条件下,“川苎七号”的中亲优势为33.96%,超高亲优势为19.75%;“D-156”的中亲优势为44.06%,超高亲优势为24.01%(一、二龄麻平均值)。

在组合比较试验中,“川苎七号”亩产达153.84千克,分别比对照种“红皮小麻”(CK₁)增产53.21%,比“川苎四号”(CK₂)增产27.36%;“D-156”比“红皮小麻”增产69.04%,比“川苎四号”增产41.02%(表3-1),增产十分突出。

从1995—1997年的区域试验结果(表3-2)可以看出,除大竹点因施肥不足,管理较差,产量普遍较低外,其它各点杂优组合的丰产性表现都较佳。“川苎七号”三年平均比对照种“红皮小麻”增产31.62%,新栽麻(一季)亩产一般为20—50千克,各点平均39.1千克,增产34.97%;成龄麻平均亩产126.1千克,高的试点达150千克以上,平均比对照增产29.94%。杂优组合“D-156”的丰产性尤为突出,各试点产量均居首位,三年各点平均比对照增产65.11%,新栽麻平均产量为44千克,

高的达60千克；二龄麻平均亩产153.14%，高的可达187.7千克；三龄麻的平均亩产为178.77千克，高的可达238.31千克。在高、中、低肥力水平上均表现出极高的增产效果。

表 3-1. 苧麻杂交组合比较试验产量结果

Table 3-1. Comparative experiment of fibre production of ramie hybrid combinations

组 合 名 称	原麻产量 (kg/亩)			增产率 (%)	
	二龄麻	三龄麻	平 均	比 CK ₁	比 CK ₂
川苧七号	150.88	156.79	153.84	53.21	27.36
D-156	168.85	171.83	170.34	69.04	41.02
ck ₁	101.15	99.66	100.41		
ck ₂	115.38	126.20	120.79		

注：CK₁为红皮小麻，CK₂为川苧四号。

表 3-2. 苧麻杂交组合区域试验产量统计

Table 3-2. Statistics of fibre production of ramie hybrid combinations in regional testing

试 验 地 点	试 验 年 份	川苧七号 (kg/亩)	D-156 (kg/亩)	D-163 (kg/亩)	红皮小麻 (kg/亩)
达 县	1995	50.33	58.09	53.06	40.18
	1996	125.09	136.38	110.38	92.23
	1997	112.03	137.82	102.33	55.48
	平均	95.82	110.76	88.59	62.63
大 竹	1995	18.87	23.90	19.89	14.45
	1996	74.39	119.16	82.49	85.92
	1997	87.29	145.23	107.08	84.36
	平均	60.18	96.10	69.82	61.58
宣 汉	1995	50.14	57.74	48.96	40.79
	1996	133.10	169.32	139.43	111.31
	1997	179.41	238.31	186.43	116.54
	平均	120.89	155.12	124.96	89.55
垫 江	1995	37.04	37.78	36.30	20.44
	1996	146.36	187.70	155.53	103.85
	1997	151.06	193.72	151.66	127.22
	平均	111.49	139.73	114.50	83.84
各 点 平 均	1995	39.10	44.38	39.55	28.97
	1996	119.74	153.14	121.96	98.33
	1997	132.45	178.77	136.88	95.90
	平均	97.10	125.43	99.46	74.40
	增产率	31.62	65.11	34.43	

对各组合的显著性测验表明,三个组合与对照品种“红皮小麻”相比,均达到极显著水平,“D-156”与其它两个组合相比,差异也达极显著水平。组合不仅丰产性好,而且其适应性和稳定性都比对照强(表3-3)。杂交组合与地点的互作方差和变异系数都比对照无性系小得多,其原因之一可能是杂交组合具有群体调节和个体调节能力。群体是多态型的,不同基因型个体能适应彼此相异的环境条件,而无性系品种在环境胁迫下,只能依靠个体本身基因系统的自动调节能力^[44]。

在生产试验、示范中,杂交组合“川苧七号”在荣昌、邻水、垫江、宣汉、大竹、达州市等地示范种植1137亩,平均亩产原麻132.27千克,比对照红皮小麻平均增产20.51%,比当地主栽品种增产28.53%。其中,荣昌县种植1050亩,平均亩产为123.6千克,比红皮小麻增产29.4%,在荣昌盘龙镇河口村平均亩产达150千克以上。麻农反映:该组合麻株较整齐、茎秆上下均匀、原麻色泽好、镑脚极短、易清水漂白,手工细花成线,线均匀细长,是编织荣昌夏布的优质原料,深受麻农喜爱。杂交组合“D-156”在荣昌、宣汉、达川、邻水、垫江等地参加生产试验、示范,面积共计202.9亩,平均亩产原麻163.63千克,比红皮小麻增产53.23%,比当地主栽品种增产66.36%。麻农评价“D-156”麻株粗壮、生长整齐均匀、皮层厚、较抗风。

表 3-3. 丰产性和稳定性(适应性)比较

Table 3-3. Comparison of fertility and adaptability among ramie hybrid combinations

杂交 组合 名称	丰 产 性		显 著 性		稳定性(适应性)	
	平均产量 (kg/季亩)	品 种 主 效	5%的显 著水平	1%极显 著水平	品种与地点互作 互作方差	变异系数
川苧七号	41.05	10.18	A	a	3.842	4.77
D-156	51.67	0.47	B	b	0.281	1.03
D-163	41.94	-0.42	B	b	-2.180	0
红皮小麻	31.24	-10.23	C	c	12.220	11.20

3.1.2 高产稳产特征

(1) 经济性状优良

苧麻产量是由株高、茎粗、皮厚、有效株及出麻率等五个主要因素构成的。据四个试点各年份经济性状调查结果表明,杂交组合的经济性状明显优于对照种红皮小麻(表3-4)。“川苧七号”的株高和茎粗尤为明显,分别比对照增加18.2%和

11.3%；“D-156”的株高、茎粗和出麻率更为突出，分别比对照增加24.3%、10%和29.5%，麻株高大粗壮是杂交组合比对照获得更高产量的直接原因。

表 3-4. 杂交组合和对照的经济性状比较

Table 3-4. Comparison of economic traits between ramie hybrid combinations and control

组 合	株 高		茎 粗		有 效 株		有效株率		鲜皮出麻率	
名 称	平均值 cm	比ck 增 %	平均值 cm	比CK 增 %	平均值 个/穴	比CK %	平均值 %	比CK 增 %	平均值 %	比CK 增 %
川芒七号	162.29	18.2	0.89	11.3	7.02	-10.12	68.23	0.05	9.23	1.14
D-156	170.62	24.3	0.88	10.0	6.77	-13.88	68.23	1.12	11.90	29.5
红皮小麻	137.26	0	0.80	0	7.81	0	67.91	0	9.19	0

注：各试点各年份的平均值。

(2) 莖型株型理想

杂交组合“川芒七号”和“D-156”均为深根型品种，根系入土深，吸肥能力强，生长势旺；株型紧凑，叶柄较短，夹角较小，叶片中等大小，有利于通风透光；分株能力较强，群体结构合理。

(3) 抗逆能力强

杂交组合“川芒七号”和“D-156”对苧麻花叶病均具有较高的抗病能力，在各级试验中，均未发现有花叶病症状和其它病害发生，这是和组合的亲本具有较高的抗病性能有关。两个组合麻株的髓部均较小，木质部发达，茎秆强度高、抗倒伏能力强。根系入土深，抗旱性较佳。这些特征无疑是苧麻高产和稳产的重要保证。

3.2 杂优组合的纤维品质

3.2.1 外观质量

杂交组合“川芒七号”和“D-156”原麻外观品质优良。两组合的原麻均为绿白色，有光泽，而且色泽一致，无分离变异，手感纤维较柔软，原麻上斑疵少，锈脚极短。

3.2.2 纤维支数

从各级试验所测的纤维支数（表3-5）来看，两组合的平均纤维支数符合纺织高档苧麻制品的原料要求。“川芒七号”在组合比较试验、区域试验、生产试验中，其平均纤维支数分别为1835支、1901支和1870支；组合“D-156”在组合比较试验、

区域试验,生产试验中的纤维支数分别为1866支、1886支和1849支。两组合虽比对照红皮小麻低300支左右,但已达到优质苧麻原料标准—1800支以上了。

表 3-5. 苧麻杂交组合在各级试验中纤维支数的检测结果

Table 3-5. Measurements of fibre fineness of ramie hybrid combinations at all levels of testings

组 合	麻 龄	组合比较试验				区 域 试 验				生 产 试 验			
		头麻	二麻	三麻	平均	头麻	二麻	三麻	平均	头麻	二麻	三麻	平均
川 苧 七 号	二龄	2330	2160	1480	2181	2019	1762	1958	1913	1960	1679	1856	1832
	三龄	1930	1528	1586	1682	2002	1686	1978	1889	1950	1833	1940	1908
	平均	2130	1844	1533	1835	2011	1724	1968	1901	1955	1756	1898	1870
D-156	二龄	2364	2189	1957	2170	2164	1771	1787	1907	2043	1731	1698	1824
	三龄	1864	1548	1477	1563	2195	1576	1823	1865	2160	1677	1782	1873
	平均	2164	1968	1617	1866	2180	1674	1805	1886	2120	1704	1740	1849
CK1	二龄	2417	2260	2231	2302	2277	1835	2065	2059	2100	2017	2021	2046
	三龄	2321	2014	2061	2132	2550	2037	2177	2256	2221	2011	2108	2108
	平均	2369	2137	2146	2217	2414	1936	2121	2157	2161	2014	2064	2077

注:区域试验和生产试验纤维支数为各点平均值。

4 杂优组合“川苧七号”等的分离变异

4.1 形态特征

苧麻杂交组合“川苧七号”和“D-156”的主要形态特征分离较小。两组合的叶形、叶色、茎色以及麻骨色基本一致,无明显的分离变异现象。叶柄色、雌蕾色分离变异较为明显,据调查,“川苧七号”叶柄红色个体占群体的88.97%,雌蕾红色的个体占91.25%;“D-156”叶柄红色的占90.18%,雌蕾红色的个体占94.59%。

4.2 产量性状

“川苧四号”和“D-156”两组合和对照无性系的产量及主要经济性状的单株性状值的变异系数列于表3-6。从表中可以看出,杂交组合的变异系数与对照无性系比较,差异很小,有些性状的变异系数还低于无性系。“D-156”的变异系数要比“川苧七号”大。

表 3-6. 苧麻杂交组合和对照无性系产量及主要经济性状的变异系数

Table 3-6. Variation coefficient of fibre production and major economic traits of ramie hybrid combinations and control clone

组 合 名 称	单 丛 产 量		株 高		茎 粗		有 效 株		出 麻 率	
	平均值 (G)	C V (%)	平均值 (CM)	C V (%)	平均值 (CM)	C V (%)	平均值 (个)	C V (%)	平均值 (%)	C V (%)
川苎七号	22.18	40.67	172.58	11.61	0.861	14.88	7.02	37.63	11.03	15.63
D-156	25.63	45.07	176.23	13.89	0.883	15.83	6.73	36.19	12.86	17.24
CK ₁	15.88	41.87	147.55	10.70	0.819	13.65	7.81	38.88	10.35	14.41
CK ₂	17.52	39.95	165.20	11.89	0.840	14.20	6.88	35.85	11.09	15.49

注: CK₁为红皮小麻, CK₂为川苎四号

4.3 纤维支数

杂交组合纤维支数的分离变异大小是衡量该组合能否在生产上应用的重要指标之一。在同等条件下, 对杂交组合和对照红皮小麻无性系群体纤维支数的变异系数进行了测定, 其结果如表3-7。

表 3-7. 杂交组合与对照无性系纤维支数的变异系数(二龄麻)

Table 3-7. Variation coefficient of fibre fineness of ramie hybrid combinations and control clone

组 合 名 称	测 定 份 数	样 本 平 均 值	样 本 标 准 差	变 异 系 数
川苎七号	106	2085.1	366.13	16.60
D-156	127	2015.0	361.49	17.94
红皮小麻	119	2282.3	323.83	14.18

从上表可以看出, 杂交组合“川苎七号”和“D-156”群体变异系数分别为16.6%和17.94%, 对照红皮小麻无性系变异系数为14.18%。组合与对照无性系比较接近, 差异不大, 在生产上完全可以应用。

5 杂优组合“川苎七号”等的制种技术

苧麻是异花授粉作物, 一般八月下旬开始现蕾, 九月下旬至十月上旬开花, 雌花着生在植株的上部, 雄花着生于中下部。苧麻雌花开放时, 花粉借助花开放时爆裂的弹力, 散发于空气中。细小的花粉再借风力的传播对雌蕾进行授粉。据研究, 花粉能随风飘移1000米左右。因此, 制种基地宜选择在周围有自然屏障或有树木、

房屋等障碍物的地方，并且在1000米以内不能有其它苧麻品种生长。苧麻杂交组合的制种产量除不同组合差异较大外，父母本生长势的强弱、种植的行比以及二麻收获时期都有很大的影响。据研究，两个组合的父母本行比以1:4或1:5的比例（行距66.7cm），均能较好的授粉结实，获得较高的制种产量，每亩可收获苧麻杂交种子15千克以上（表3-8）。

表 3-8. 苧麻杂交组合不同行比的制种产量

Table 3-8. Seed production of ramie hybrid combination at different proportion of male parent row to female parent row

组 合	性 状	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	平均值
川 苧 七 号 D-156	株产量(g)	2.50	2.25	2.00	1.87	1.87	1.75	2.04
	亩产量(kg)	12.50	15.00	15.00	14.96	15.58	15.00	14.67
	发芽率(%)	79.50	78.50	80.50	77.00	75.00	76.50	77.80
	株产量(g)	2.62	2.37	2.12	2.08	1.92	1.83	2.14
	亩产量(kg)	13.10	15.80	15.90	16.64	16.00	15.68	15.52
	发芽率(%)	85.00	82.50	82.50	80.50	78.00	80.50	81.40

注：二麻收获期为8月1日，两重复平均值。

从收获时期来看（表3-9），二麻收获过早和过迟均会对苧麻种子产量造成不利的影响。收获过早，三麻生长时间长，植株老化，碳氮比高，雄花分化多^[47.48]，但雌花数量减少，而且有一部分种子过早成熟易掉种，产量不高；若二麻收获过迟，三麻生长期缩短，现蕾开花时间推迟，由于后期的低温影响，种子的成熟度差，甚至不能成熟，千粒重低，发芽率降低^[42.03]。本试验结果表明，杂交组合“川苧七号”和“D-156”的父母本在七月下旬末至八月上旬末同期收获，均可获得较高的产量。

表 3-9. 二麻不同收获期对组合制种产量的影响

Table 3-9. Effect of second harvest period on seed production of ramie hybrid combination

收 获 时 间	川 苧 七 号			D-156		
	株产量 (g)	亩产量 (kg)	发芽率 (%)	株产量 (g)	亩产量 (kg)	发芽率 (%)
一期(7月25日)	1.58	12.80	84.0	2.04	16.32	87.0
二期(8月1日)	1.71	13.68	80.5	2.14	17.01	84.5
三期(8月8日)	1.87	15.06	77.0	2.08	16.64	80.5
四期(8月15日)	1.56	12.60	69.5	1.85	14.92	75.5
平 均 值	1.68	13.54	77.7	2.03	16.22	81.9

注：行比为1:4，两重复平均值。

参 考 文 献

- [1] 李宗道,胡久清. 麻类形态学. 湖南科学技术出版社,1987
- [2] 李宗道. 苧麻品种区域化及快速无性繁殖新技术的研究与推广. 湖南农学院学报,1989增刊:83-89
- [3] 李宗道. 麻作的理论与技术. 上海科技出版社,1981
- [4] 濮美珍. 苧麻织物的设计与生产. 纺织工业出版社,1988
- [5] 李宗道. 现代苧麻高产栽培. 上海科学技术出版社,1997:37-43
- [6] 刘飞虎,梁雪妮等. 苧麻育种成就及存在的主要问题. 中国麻作,1998,(2):36-38
- [7] 孙庆祥等. 麻类作物栽培. 金盾出版社,1992
- [8] 郭清泉等. 苧麻新品种湘苧三号选育及光合作用等特性研究. 中国农业科学,1992,(6)
- [9] 秦泰辰. 作物雄性不育化育种. 农业出版社,1993
- [10] 李宗道. 苧麻生理生化与遗传育种. 农业出版社,1993
- [11] 彭定祥. 苧麻自交纯合的选择方法. 华中农业大学学报,1993,(10):106-111
- [12] 刘国民. 苧麻花药离体培养研究. 海南大学学报自然科学版,1994,12(2)
- [13] 李宗道. 苧麻生物技术研究进展. 湖南科学技术出版社,1996
- [14] 颜昌敏,黄剑华. 苧麻花药培养研究初报. 上海农业科技,1986,(4):13-17
- [15] 钟爱平等. 苧麻诱导无融合生殖及其胚胎学初步研究. 作物研究,1994(增刊):79-84
- [16] 戴巩固. 苧麻属无融合生殖种质资源的初步研究. 中国麻作,1991,(2):6
- [17] 戴巩固. 植物无融合生殖及其在苧麻育种中的应用. 中国麻作,1995,(1):16-19
- [18] 熊和平,蒋金根等. 苧麻纯系培育和杂种优势预测研究. 中国农业科学,1995,(10)
- [19] 罗来尧. 苧麻雌性不育性状及其杂种优势利用研究. 遗传,1980,(2):33-35
- [20] 四川省达县地区农科所. 苧麻杂种优势利用的研究初报. 中国麻作,1979,(1):28-32
- [21] 蒋金根,肖之平. 苧麻杂种优势利用的初步研究. 中国麻作,1981,(4):28-32
- [22] 杨 燕,宋 该. 苧麻杂交组合的研究. 西南农业大学学报,1997,(2)
- [23] 罗来尧. 两个苧麻新品系的培育报告. 全国麻类作物学术讨论会论文摘要,1986:30
- [24] 黄完基等. 杂交苧麻生育特性的研究. 全国麻类作物学术讨论会论文集,1992:41
- [25] 施继卫等. 苧麻杂种优势利用研究的几个问题探讨. 中国麻作,1997,(2):44-46
- [26] 蒋金根等. 关于高产优质苧麻新组合V₁₀的几个性状研究. 中国麻作,1995,(4):7
- [27] 杨占均. 杂交苧麻单纤维支数优势分析初报. 中国麻作,1984,(3):27-30
- [28] 莫惠栋. 农业试验统计. 上海科学技术出版社,1984,95-98

- [29] 郭清泉, 刘飞虎. 苧麻自交一代分离变异的研究 · 湖南农学院学报, 1989(增刊): 55-59
- [30] 胡茂兴, 林大厚等. 论苧麻种子繁殖 · 中国麻作, 1989, (4): 21-26
- [31] 梁雪妮, 刘飞虎. 苧麻种胚繁殖与种子繁殖的比较分析 · 作物研究, 1989, (4)
- [32] 莫如枝等. 苧麻种子繁殖的分离现象观察 · 广东农业科学, 1986, (6): 19-20
- [33] 熊和平等. 苧麻品种间杂交组合与其亲本遗传变异的比较研究 · 中国麻作, 1987(4): 16
- [34] 何嵩山. 苧麻纤维细度的研究 · 中国麻作, 1985, (4): 17-22
- [35] 朱该等. 苧麻纤维细度与生长期关系探讨 · 中国麻作, 1986, (1): 31-32
- [36] 王春桃等. 不同限制因子对苧麻纤维细度的影响 · 湖南农学院学报 1989(增刊): 92-102
- [37] 李树节, 邹国秀. 苧麻不同的茎粗与纤维支数的关系研究 · 中国麻作, 1986, (2): 24-25
- [38] 杨盛盛等. 苧麻产量构成因素相互关系的初步分析 · 湖北农业科学, 1965, (2)
- [39] 胡立勇, 彭定祥. 苧麻产量构成因素分析 · 中国麻作, 1998, (2): 12-15
- [40] 熊和平, 蒋金根等. 苧麻产量构成因素主要成分及聚类分析 · 中国麻作, 1993(4): 15-19
- [41] 熊和平, 蒋金根等. 苧麻产量的构成因素和预测方法研究 · 中国麻作, 1992, (3): 5-10
- [42] 张宇. 苧麻种子收获期及预处理对其生活力影响的研究 · 中国麻作
- [43] 中国农科院麻类所主编. 中国苧麻品种志 · 农业出版社, 1989
- [44] 裴新游. 数理遗传与育种. 上海科技出版社, 1987, 458-460
- [45] 高之仁. 数量遗传学 · 四川大学出版社, 1986
- [46] 孙振等. 杂种优势的预测 · 农牧情报研究, 1992, (3): 19-21
- [47] 周瑞阳. 苧麻开花的环剥诱导与短日诱导法的比较研究 · 作物研究(苧麻科学论文集), 1994: 102-105
- [48] 李宗道. 苧麻研究学术文集(中英文版) · 湖南科学技术出版社, 1992
- [49] 刘飞虎. 苧麻杂种一代分离变异研究. 中国麻作, 1995, (2)
- [50] Edithas. Estilo and Leonora C. Valdez, 1983, NSTA Technology. Journal/Jan. -mar
- [51] B. K. Sarma, 1984, Jnte Derelopment Journal(india) V. 4(4) p. 19-21
- [52] JM Dempsey. Flber Crops. Gainesville: The universith presses of Florida, 1975: 101-102
- [53] Seed research(india) Vol. 17(2) 135-139, 1989

致 谢

三年来承蒙恩师李宗道教授和孙福增教授精心指导,使我顺利地完成了学业及毕业论文。恩师的治学态度、敬业精神及对我的谆谆教诲,将使我受益终身。

在研究过程中,得到四川省达川地区农科所朱该研究员、程祥雨研究员、田仁坤副研究员、杨艳等同志的大力支持。本单位的领导在经费上、工作上、生活上给予了诸多关照。湖南农学院大学研究生办和九七级博士生蒋建雄也给了我许多帮助。在此,对帮助我和教育我的老师、同学及同士表示衷心的感谢和深深的敬意。

此外,还要感谢我妻子和亲人从物质上、精神上给我的关怀和鼓励。

作者简历

姓 名：施继卫
姓 别：男
籍 贯：四川巴中市
出生日期：1962年12月18日
技术职务：副研究员
工作简历：

1984年7月于西南农业大学农学系毕业，同期分配到四川省达川地区农科所工作至今。1996年进入湖南农业大学在职攻读作物栽培学与耕作学专业博士学位。

自参加工作以来，一直从事苧麻科研及苧麻生产指导性工作。在工作上任劳任怨，刻苦钻研业务，先后从事过苧麻育种和栽培、苧麻品种资源、苧麻组织培养等研究，积累了较丰富的经验。曾参加和主持农业部、省、地级科研项目八项，现主持四川省科委项目“苧麻杂种优势利用研究”课题。获各种科技成果奖5项，鉴定成果二项。在省级以上刊物发表科研论文6篇，其中，独著或第一作者发表论文3篇。

主要获奖成果：

1. 四川省苧麻品种资源的征集、保存、鉴定与利用的研究
获1988年度四川省科技进步奖三等奖，主研人排名第二
2. 苧麻高产优质优化栽培技术的研究
获1993年达川地区行署科技进步奖二等奖 主持人排名第一
3. 苧麻高产优质新品种“川苧四号”的选育
获1995年度四川省科技进步奖二等奖，主研人排名第七

发表的主要论文：

1. 苧麻高产优质综合农艺措施数学模型及优化方案的研究
《耕作与栽培》1993(4) (第一作者)
2. 苧麻栽培措施对原麻含胶量影响的初步研究
《中国麻作》1993(4) (独著)
3. 苧麻杂种优势利用研究的几个问题探讨
《中国麻作》1997(2) (第一作者)