

不同类型的水稻组合(品种)干物质生产和光合特性与籽粒充实度的比较^{*}

李荣改 孟祥祯 王玉珍 王振圻 冯瑞光 孟令启 宁文书
(河北省稻作研究所, 唐海 063200)

摘 要 对亚种间杂交稻、品种间杂交稻和常规稻不同类型的水稻组合(品种)的干物质生产和光合特性及其籽粒充实度进行了比较研究。结果表明,在水稻生长发育前期,亚种间杂交稻比品种间杂交稻和常规稻具有更强的干物质生产优势,但生长发育后期干物质生产能力较差,群体净同化率和群体生长率较低,干物质分配不协调,库容量大,早衰,导致亚种间杂交稻的籽粒充实度差。并根据研究结果对如何提高籽粒充实度进行了探讨。

关键词 水稻 干物质生产 光合特性 籽粒充实度

亚种间杂交稻具有较品种间杂交稻强得多的杂种优势,但由于双亲遗传差异较大等原因,亚种间杂交存在着杂种结实率低、植株偏高、生育期偏长、籽粒充实度差等缺陷^[1]。近年来育种工作者围绕这些方面进行了广泛研究,使杂种植株偏高、生育期偏长、结实率较低的问题基本解决,籽粒充实度则成为亚种间杂种优势应用于生产的最后一道难关,虽然对其亦进行了一些研究^[2-5],但研究结果不尽一致。亚种间组合在结实性方面与品种间杂交稻和常规稻有何异同,尚不甚清楚。本研究旨在通过对三系亚种间、品种间杂交组合,两系亚种间、品种间杂交组合,常规水稻品种等5种类型的干物质生产、光合特性和籽粒充实度的比较研究,明确各种类型之间籽粒充实度差异的原因,为选育籽粒饱满的亚种间杂交稻组合提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

三系杂交稻组合为花76-49A/晚轮422(粳/爪)、341A/1216(粳/粳);两系杂交稻组合为93-48S/C8420(粳/爪)、N422S/辽198(爪/粳)、培矮64S/辽198(籼/粳);常规水稻品种冀粳8号等7个水稻组合(品种)。

1.2 试验设计

田间试验在河北省稻作研究所试验田中进行。采用随机区组设计,3次重复。所有参试材

料于 1996 年 4 月 11 日播种,5 月 7 日移栽,单本植,每小区 4 行,行长 2m,株行距为 10cm × 20cm。试验田肥力中等,地力均匀。田间管理同一般大田。

1.3 性状考察方法

干物重的测定,从出穗至成熟采用每隔 5d 取样,每次每重复取 2 株分茎、叶、穗烘干称重的方法进行。第一次取样时,对生长发育一致的 40 株挂牌标记,以便减少取样误差。根据测定结果计算出茎叶干物质转换率、群体净同化率和群体生长率。

从出穗至成熟,采用长宽系数法进行叶面积的测定,结合干物重的测定,计算出叶面积指数,粒叶比,光合势。

籽粒充实度的测定,将烘干的受精粒置于比重为 1 的清水中漂选,下沉者为实粒,用下面的公式计算出籽粒充实度: 籽粒充实度= (受精粒干粒重/ 水漂后饱满粒干粒重) × 100%。

2 结果与分析

2.1 抽穗前物质生产与有关性状的关系

由表 1 可见,抽穗前总干重存在显著的品种间差异,所有杂交稻组合均高于常规品种冀粳 8 号,显示了抽穗前物质生产能力强是杂交稻在物质生产上的一个重要特点。进一步分析还可以看出,粳/ 粳交、爪/ 粳交、粳/ 爪交亚种间杂交组合抽穗前物质生产能力比品种间杂交组合强,为亚种间杂交稻高产奠定了物质基础。

表 1 抽穗前物质生产及有关性状

品 种	总干重 (g/株)	叶 重		茎 重		叶面积 (dm ² /株)	株 高 (cm)	穗 数 (穗/株)	抽穗日数 (d)
		(g/株)	(%)	(g/株)	(%)				
花 76-49A/ L422	25. 03	16. 01	63. 96	9. 02	36. 04	13. 27	104. 33	7. 77	124
93-48S/ C8420	30. 77	17. 27	56. 13	13. 50	43. 87	15. 43	106. 50	8. 07	116
N422S/ 辽 198	28. 53	15. 88	55. 66	12. 65	44. 34	15. 12	117. 75	6. 60	118
N422S/ C418	30. 02	18. 21	60. 66	11. 81	39. 34	16. 46	119. 83	7. 57	116
培矮 64S/ 辽 198	37. 20	19. 31	51. 91	17. 89	48. 09	17. 03	117. 67	7. 87	118
341A/ 1216	28. 98	18. 81	64. 91	10. 17	35. 09	15. 30	106. 50	7. 20	121
冀粳 8 号	20. 38	13. 58	66. 63	6. 80	33. 37	12. 32	94. 33	8. 53	123
平均数	28. 70	17. 01	59. 96	11. 69	40. 02	14. 99	109. 56	7. 80	119. 43
标准差	5. 10	2. 00	5. 53	3. 56	5. 53	1. 67	9. 28	0. 74	3. 26
变异系数	18. 05	11. 78	9. 22	30. 44	13. 82	11. 14	8. 47	9. 55	2. 73

再从茎重和叶重(叶片+ 叶鞘)看,虽然各组合(品种)茎叶干重不同,但占总干重的比例均为 40%和 60%左右,组合(品种)间差异不大。各种类型的杂交组合的单株穗数都低于常规品种冀粳 8 号,而叶面积都大于冀粳 8 号,这显示出高产杂交组合的另一个显著特点。

对抽穗前干物质生产与有关性状作相关分析,结果表明,除总干重的组成部分叶重和茎重外,叶面积和株高与总干重的相关分别达到极显著($r=0.9401$)和显著水平($r=0.7622$),单株穗数和抽穗日数与总干重相关为负值,但没有达到显著水平。从各种类型的组合来看,粳/ 粳交组合培矮 64S/ 辽 198 的叶面积和株高数值均高,其总干物质也最重。通径分析也显示,除叶重和茎重外,对总干物重直接贡献最大的也是叶面积($P_{oi}=0.3446$)和株高($P_{oi}=0.2530$)。

2.2 抽穗后干物质生产、积累、分配与籽粒充实度

干物质生产和积累是杂交组合(品种)获得高产的物质基础,但各器官间干物质的生产与积累是否协调也影响籽粒的生产。从表2可以看出,从出穗至成熟,杂交组合干物质总积累量都高于常规品种,并且穗部干物质分配率也高于常规品种。从各种类型的组合间的相互比较可知,品种间杂交组合(341A/1216)干物质积累总量比亚种间杂交组合(培矮64S/辽198)低,而穗部干物质分配率高,并且茎中分配率亚种间杂交组合比品种间杂交组合高。

表2 出穗至成熟各器官干物质积累与分配(单位:g)

品 种	绿 叶		黄 叶		茎		穗		总积累	
	积累量	分配率	积累量	分配率	积累量	分配率	积累量	分配率	积累量	比对照±%
花76-49A/L422	5.75	17.75	6.60	20.37	3.86	11.91	16.19	49.97	32.40	9.46
93-48S/C8420	5.09	14.41	6.02	17.04	5.60	15.85	18.62	52.70	35.33	19.36
N422S/辽198	5.61	15.49	7.64	21.09	5.09	14.05	17.88	49.36	36.22	22.36
N422S/C418	5.19	14.12	8.46	23.01	0.21	0.57	22.90	62.30	36.76	24.19
培矮64S/辽198	3.29	10.39	7.35	23.20	4.91	15.50	16.13	50.92	31.68	7.03
341A/1216	3.91	10.75	7.53	25.37	1.18	3.98	17.78	59.91	30.40	0.27
冀粳8号(对照)	5.23	17.67	6.28	21.22	3.82	12.91	14.27	48.21	29.60	0.00

相关分析表明,亚种间杂交稻营养器官(茎、叶)和生殖器官(穗)中干物质积累与总干物质积累都为显著正相关,但生殖器官干物质积累与总积累量相关程度低于营养器官与总积累量的相关,营养器官与生殖器官之间呈显著的负相关。表明亚种间杂交稻干物质生产虽然强于品种间组合,但主要是积累于营养器官,穗部的积累量相对降低,器官间分配不够协调。

表3 不同时期干物质相对积累率、干物质转换、库源与籽粒充实度关系

品 种	出穗前积累率(%)	出穗至灌浆盛期积累率(%)	灌浆盛期至成熟积累率(%)	茎叶干物质转换(%)	粒叶比(粒/dm ²)	籽粒充实度(%)
花76-49A/L422	58.48	44.98	-3.46	-6.55	10.38	94.19
93-48S/C8420	72.16	13.95	13.88	27.89	12.14	93.74
N422S/辽198	69.76	25.43	4.82	24.05	14.00	95.38
N422S/C418	60.71	31.32	7.97	14.13	9.33	94.87
培矮64S/辽198	93.70	16.60	-10.30	44.87	12.96	93.77
341A/1216	69.48	28.36	2.16	20.65	11.78	95.06
冀粳8号	54.40	39.54	6.06	-1.32	9.70	97.56

水稻抽穗前干物质生产积累是后期籽粒生长发育和干物质积累的物质基础,抽穗后的干物质生产是籽粒灌浆所需要的主要营养物质。表3表明,亚种间、品种间杂交组合抽穗前物质生产能力均比常规品种强,而抽穗后干物质积累能力均弱于常规品种,但抽穗前营养器官中积累的干物质在抽穗后向籽粒转移量明显高于常规品种,而亚种间、品种间杂交组合籽粒充实度比常规品种差,说明杂交稻籽粒充实度差是由于抽穗后干物质生产不能满足籽粒灌浆的需要。这从反映品种库源关系的指标——粒叶比值可得到证实。亚种间、品种间杂交稻组合的粒叶比高于常规品种,表明杂交稻的库容量比常规品种大,但灌浆后期杂交稻早衰,特别是籼粳亚种间杂交组合发生早衰的时期更早。在成熟期,籼粳亚种间组合培矮64S/辽198叶面积为2.32dm²/株,而品种间组合341A/1216为3.06dm²/株,常规品种冀粳8号为3.71dm²/株,这样使得亚种间杂交稻在灌浆过程中供给正在灌浆籽粒的营养物质不如品种间杂交稻和常规稻

充足, 导致更多籽粒因得不到足够营养而中止发育, 成为秕粒, 因而影响籽粒的充实度。

2.3 各种类型的水稻光合特性的比较

从表 4 可以看出, 亚种间、品种间杂交组合的叶面积指数、光合势均比常规品种高, 而群体净同化率、群体生长率比常规品种低, 表明杂交稻前期营养比较旺盛, 其制造的干物质主要用于茎叶的生长, 而群体生长率即群体干物质生长速率受到了限制。相关分析表明, 群体生长率

表 4 水稻品种(组合)抽穗期光合性状的比较

品 种	叶面积 指 数	光合势 ($\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{m}^{-2}$)	群体净同化率 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)	群体生长率 ($\text{g} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)
花 76-49A/L422	6.63	0.60	5.75	38.12
93-48S/C8420	7.72	0.72	0.82	6.33
N422S/辽 198	7.56	0.67	0.46	3.55
N442S/C418	8.23	0.77	2.69	22.14
培矮 64S/辽 198	8.52	0.81	3.49	29.73
341A/1216	7.65	0.72	5.53	42.30
冀粳 8 号	6.16	0.61	8.90	54.82

与群体净同化率呈极显著的正相关($r = 0.9809$), 与叶面积指数和光合势为微弱的负相关。因此, 在栽培条件基本一致的情况下, 组合间群体净同化率的差异对群体干物质积累速率有极为重要的影响。抽穗期的光合特性对籽粒充实度的影响也有较大的差异。亚种间杂交组合的籽粒充实度主要受群体生长率和群体净同化率的影响, 因而进入孕穗以后, 提高群体净同化率和群体生长率, 可以有效地提高杂交稻籽粒充实度。

3 讨论

利用粳亚种间杂交强大的杂种优势, 是今后超高产育种的重要途径之一, 特别是近年对广亲和特性的深入研究, 给我们展示了美好的前景^[6]。但亚种间杂种一代存在着籽粒充实度差等问题, 影响了其强大优势在生产上的应用。本试验对不同类型的杂交组合的品种的干物质生产、积累和分配的比较研究表明, 在干物质生产上, 营养生长期具有亚种间杂交稻> 品种间杂交稻> 常规稻的特点, 亚种间的杂交组合具有强大的干物质生产能力; 在水稻生长发育后期, 干物质生产能力却与营养生长阶段相反, 亚种间杂交稻的干物质生产能力明显低于品种间杂交稻和常规稻的生产能力, 干物质积累和分配不协调, 而其库容量明显高于品种间杂交稻和常规稻, 导致后期早衰, 从而使籽粒中干物质的积累量减少。这是造成粳籼杂交稻籽粒充实度差的原因之一。

亚种间杂交稻光合特性与品种间杂交稻和常规稻之间的差异也是影响亚种间杂交稻籽粒充实度差的原因之一。亚种间杂交稻在抽穗前群体净同化率低于品种间组合和常规品种, 叶面积指数高于品种间组合和常规品种, 但到成熟时其叶面积指数低于品种间组合和常规品种。因此, 提高亚种间杂交稻前期的群体的净同化率和适当提高后期叶面积指数, 将有利于提高粳籼杂交稻的籽粒充实度。育种的目标是培育出营养生长期有较强的干物质生产优势的品种, 这些品种应具有丰富的营养物质基础的群体, 抽穗期有较高的群体净同化率和茎干物质转换率, 适

宜的后期叶面积指数, 成熟时叶色转换正常, 茎叶中干物质积累少, 尽量多的干物质被转换到籽粒中, 这样才能达到籽粒饱满、高产的目的。

在籼粳亚种间杂交稻生长发育过程中, 自然生态条件、栽培措施、生理和遗传等多种因素, 都对籽粒充实度有影响^[7~9]。本研究只从生理方面对其干物质生产、分配、积累和光合特性进行了研究, 因此有待对其遗传和所需生态条件作进一步研究。

参 考 文 献

- 1 袁隆平, 两系法杂交水稻研究的进展. 中国农业科学, 1990, 23(3): 1~6
- 2 钱月琴, 等. 杂交水稻籽粒充实度问题初探. 植物生理学通讯, 1992, 28(2): 121~123
- 3 顾自奋, 等. 水稻结实率的研究. 中国农业科学, 1981(6): 38~44
- 4 徐秋生, 等. 亚种间杂交稻灌浆特性与籽粒充实度的研究. 杂交水稻, 1994(2): 26~29
- 5 周嘉槐, 等. 杂交水稻空壳率和营养状况的关系. 植物生理学报, 1979, 5(3): 205~207
- 6 李荣改. 利用广亲和品种配制亚种间杂交稻研究. 华北农学报, 1993, 8(3): 117~119
- 7 杨建昌, 等. 亚优2号结实率与谷粒充实度的研究. 江苏农学院学报, 1994, 15(4): 14~18
- 8 顾世梁, 等. 遗传与栽培因素对水稻籽粒充实度等穗部性状影响的研究. 见: 水稻高产理论与实践. 北京: 农业出版社, 1994, 266~270
- 9 李祥洲, 等. 水稻亚种间杂种一代籽粒充实的气温条件研究. 作物学报, 1996, 22(2): 247~250

Comparative Studies on Dry Matter Production, Photosynthetic Characters and Grain Plumpness Among Various Types of Rice

Li Ronggai Meng Xiangzhen Wang Yuzhen Wang Zhenqi

Feng Ruiguang Meng Lingqi Ning Wenshu

(Rice Research Institute of Hebei, Tanghai 063200)

Abstract The dry matter production, photosynthetic characters and grain plumpness of intersubspecific hybrids, intervarietal hybrids and ordinary varieties of rice were studied comparatively. The results showed that the dry matter production of intersubspecific hybrids was greater than that of intervarietal hybrids and ordinary varieties in the early growth stage. But in the later growth period, the weak dry matter production ability, low net assimilation rate and the growth rate of the population, imbalance of dry matter partitioning among organs, big "sink" capacity and premature decay were considered factors to contribute to the illness of grain plumpness. And how to improve the grain plumpness was also discussed according to the results.

Key words: Rice; Dry matter production; Photosynthetic characters; Grain plumpness