

“旺壮重”栽培对双季杂交稻产量形成及生理特性的影响^{*}

邹应斌¹ 黄见良¹ 屠乃美¹ 李合松¹ 黄升平² 张杨珠¹

(¹湖南农业大学, 湖南长沙, 410128; ²湖南省醴陵市农业局, 湖南醴陵 412200)

提 要 1996~1999年在湖南省醴陵市白兔潭镇(N27 29)进行了双季稻“旺壮重”栽培的定位试验(6.67 hm²)和与传统栽培的对比试验。结果表明: (1) 早稻V402单产7981.5~8494.5 kg/hm², 晚稻V198为8481.5~8980.5 kg/hm², 分别比传统栽培增产11.7%和13.3%; (2) 高产水稻群体成穗率高(71.3%~76.8%), 群体内透光好, 净同化率高, 干物质生产量大(4年平均V402为13973.1 kg/hm², V198为15560.6 kg/hm²), 前期干物质生产量大的早发群体与中后期干物质生产量的比例顺调, 但早稻前期干物质生产年间因气温不同有差异(分蘖期占成熟期总干重的10.6%~17.5%); (3) 根系生长量和吸收面积随地上部植株生长迅速增加, 齐穗期早稻接近最大值, 晚稻仍缓慢增加, 但在“旺壮重”栽培条件下, 抽穗后仍具有较强的根系活力与吸收能力, 吸收约占全生育期吸收总量5%的P素和约10%的N素。

关键词 产量; 干物质; 根系活力; 净同化率; 双季稻

Effects of the VSW Cultural Method on Yield Formation and Physiological Characteristics in Double Cropping Hybrid Rice

ZOU Ying-Bin¹ HUANG Jian-Liang¹ TU Nai-Mei¹ LI He-Song HUANG Sheng-Ping²
ZHANG Yang-Zhu¹

(¹Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; ²Liling Agricultural Bureau, Liling, Hunan 412200, China)

Abstract The fixed demonstration field trial (6.67 hm²) by “vigorous root, strong culm and weighty panicle” cultural method (VSW) and the comparative experiment between VSW and traditional cultural method (CK) were conducted in Liling city (N27 29), Hunan province, from 1996 to 1999. The results showed as follows: (1) The yield of VSW was as high as 7981.5~8494.5 kg/hm² for early cropping rice V402, and 8481.5~8980.5 kg/hm² for late cropping rice V198, and increased by 11.7% and 13.3% compared with CK respectively; (2) The characteristics of high yield rice were high earbearing percentage (71.3%~76.8%), better transmission condition, higher assimilation rate and more dry matter production. The early developed population produced more dry weight (DW) resulted in the suitable accumulation of dry matter in middle and late growth periods, but there was a difference among different years in early rice (the ratio of DW at maximum tillering stage to that at ripening stage was 10.6%~17.5%); (3) Root growth rate and its absorbing surface area increased rapidly as the growth of above ground plants, and reached to the maximum value at heading stage for early rice, and increased

* 系国家“九五”重中之重攻关项目(95-001-01)
收稿日期: 2000-01-11, 接受日期: 2000-04-28
Received on: 2000-01-11, Accepted on: 2000-04-28

slowly after heading stage for late rice. Under the VSW conditions, roots showed still stronger activity and absorbing ability, absorbed about 5% P and 10% N after heading.

Key words Yield; Dry matter; Root activity; Net assimilation rate; Double cropping rice

水稻产量的形成过程实质上是光合产物的生产与分配过程。抽穗后的光合作用、光合产物向籽粒分配的比例及输送的强度对产量形成起决定作用^[1-11], 但前期与中后期干物质生产的比例顺调也很重要^[7-10]。有关水稻叶型、穗型、比叶重、冠层结构、根系等品种特性对群体光合作用的影响已有不少研究^[11-6]。但在大田高产栽培条件下, 双季杂交水稻群体光合作用、根系生长及活力、养分吸收量(N、P、K素)等与光合干物质及产量形成的关系等尚缺乏系统研究。本文报道大田高产栽培条件下双季杂交稻的产量形成及若干生理生态特点, 旨在为我国南方双季稻区杂交水稻高产栽培提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料及试验地土壤条件

试验于1996~1999年在湖南省醴陵市白兔潭镇进行。供试材料早稻为杂交稻威优402(记为V402), 晚稻为杂交稻威优198(记为V198)。

试验田土壤为河沙泥重壤土, 耕层土壤深13~14 cm, 含有机质44.6~49.3 g/kg, 全N 2.27~2.69 g/kg, 碱解N 200.2~230.1 mg/kg, 全P 0.56~0.82 g/kg, 有效P 4.7~16.1 mg/kg, 全K 12.98~17.87 g/kg, 缓效K 125.2~203.3 mg/kg, 速效K 38.4~176.8 mg/kg。

1.2 试验设计与观测内容和方法

1.2.1 “旺壮重”栽培的试验经过和方法 旺根、壮秆、重穗(简称“旺壮重”)栽培是通过培育旺健根系, 促进大穗发育和茎秆增粗, 最终达到提高结实率和千粒重以增加穗重的目的。设“旺壮重”栽培高产方定位试验(6.67 hm²)和“旺壮重”(记为T)与传统(记为CK)栽培的对比试验。早稻采用壮秧剂早育秧, 3月18~25日播种, 4月18~25日移栽, 密度1996年为20 cm × 20 cm, 1997~1999年为16.7 cm × 16.7 cm (× 33.3 cm) 宽窄行, 晚稻采用湿润育秧, 6月17~20日播种, 7月18~25日移栽, 密度与早稻相同。早晚稻施肥量相同, 即纯N 165 kg/hm², P₂O₅ 66 kg/hm², K₂O 165 kg/hm²。1996~1997年施肥方法为60%的N肥、100%的P肥作基肥, 40%的N肥, 100%的K肥作分蘖肥、穗肥和粒肥。1998~1999年则将同量的N、P、K肥及Zn、Mn等微量元素肥制成专用复混肥, 于插秧前一次性施入耕层土壤。在分蘖期施用自配的壮秆与分蘖调节剂750 g/hm², 抽穗期施用壮籽剂“谷粒饱”750 g/hm², 加水喷于叶面。自移栽至有效分蘖终止期浅水灌溉, 以后干湿交替间歇灌溉。病虫害防治按当地农业局病虫情报用药防治。传统栽培的施肥量与“旺壮重”法一致, 栽培管理按当地传统进行。

1.2.2 观测内容和方法

1.2.2.1 干物质生产及叶面积动态 在最高分蘖期、孕穗期、齐穗期、成熟期, 定位9块田取样, 测定茎鞘、叶片、穗及籽粒干重及相应的叶面积。每次取平均茎蘖数5蔸, 105℃杀青, 80℃烘48h后称重。

1.2.2.2 植株N、P、K含量动态 结合干物质测定的植株样品, 分器官测定植株的N、P、K含量。N素测定用凯氏定N法, P素测定用磷钼蓝比色法, K素测定用火焰光度计法。

1.2.2.3 光合速率及¹⁴C同化产物的运转与分配 采用透光率为92.5%的无色有机玻璃片

制成内置 ^{14}C 发生器和气流拌动风扇的群体光合作用同化箱, 连续定量加入 $^{14}\text{C-Na}_2\text{CO}_3$ 溶液, 并在箱内 ^{14}C 发生器中转化为 $^{14}\text{C-CO}_2$ 气体, 连续同化4h, 于同化结束时和同化后5d 取样, 按叶片、茎鞘、穗和根称重, 并测定各部位的 ^{14}C 活度, 重复3次。用LI-6200型光合作用系统测定光合速率。用QZ-CZ型数字式照度计测定群体内光照强度。

1.2.2.4 根系生长量和根系活力 在试验小区内预埋160目的锦纶筛网制成的框袋, 分别于分蘖期、孕穗期、乳熟期和黄熟期取样, 测定根系和地上部干物质积累量。同时, 采用 α 萘胺法测定根系氧化力, 用甲烯蓝法测定单菹根系总吸收表面积和活跃表面积, 重复3次。

1.2.2.5 生长发育动态、测产及考种 最高分蘖期调查定位9块田的总苗数, 成熟期调查有效穗数, 同时取平均穗数的样菹10菹, 考查每穗总粒数。用清水漂洗空秕粒, 实粒烘干后称千粒重。用测规5点取样测定产量。

2 结果与分析

2.1 “旺壮重”栽培的群体干物质生产及分配

2.1.1 不同生育时期的群体干物质生产及分配 定位试验结果(表1)4年平均地上部干物质总量V402和V198分别为 13973.1 kg/hm^2 和 15560.6 kg/hm^2 , 最高分蘖期、孕穗期、齐穗期占成熟期总干重V402分别为10.6%~17.5%, 51.0%~53.6%, 69.8%~74.6%, V198分别为16.3%~26.2%, 49.4%~56.7%, 68.0%~77.9%。其中, 分蘖期干物质生产比例表现出较大的年间差异。不同栽培法的试验结果表明, “旺壮重”栽培干物质总量V402为 14830.0 kg/hm^2 , V198为 15552.9 kg/hm^2 , 分别比传统栽培增加6.23%和多9.33%, 但不同生育时期干物质积累的比例两者差异不大。

表1 不同生育时期的干物质生产动态(kg/hm^2)

Table 1 Dry matter production at different growth stage

			最高分蘖期		孕穗期		齐穗期			成熟期	
			Max. tillering stage		Booting stage		Full-heading stage			Ripening stage	
			茎鞘 Shoot	叶片 Leaf	茎鞘 Shoot	叶片 Leaf	茎鞘 Shoot	叶片 Leaf	穗 Panicle	茎鞘叶 Straw	穗 Panicle
A	V402	1996	766.6	770.9	4284.7	2597.3	5604.4	2151.8	1741.8	5805.1	7671.2
		1997	1153.7	1328.5	4815.0	2729.0	6175.5	2214.6	2179.0	6175.5	7990.7
		1998	954.7	951.8	4864.9	2756.6	5974.5	2158.5	1876.5	6147.6	8186.3
		1999	660.8	814.5	4428.8	3034.5	5885.0	2491.0	1594.5	6181.8	7834.0
	V198	1996	1366.5	1549.5	5040.1	3142.5	7183.5	2857.5	1650.1	7225.5	8209.5
		1997	1719.0	1695.0	6063.0	3034.5	7585.5	2751.0	1743.0	7482.0	8013.0
		1998	2041.5	2079.0	5331.2	3583.5	7449.0	3138.0	1704.0	7111.5	8646.0
		1999	1320.1	1207.1	4806.4	2870.7	6420.7	2453.8	1700.7	6667.8	8886.9
B	V402 T	939.2	1025.7	4460.0	2636.8	5939.1	2309.0	1819.2	6612.0	8218.0	
		CK	865.0	974.1	4416.4	2670.0	5298.9	2302.1	1661.9	6554.5	7351.0
	V198 T	1627.3	1703.9	5214.1	3097.0	6434.0	2492.3	2076.4	6836.5	8716.4	
		CK	1394.9	1467.8	4287.2	2780.4	5550.4	2232.9	2000.0	6271.1	7830.4

A. -Fixed demonstration trial; B-Comparison trial between the VSW cultural method and the traditional cultural method (4 years' average value); the same as follows

2.1.2 光合速率及 ^{14}C 同化产物在器官中的分配 1996年用LI-6200型光合作用系统测定乳熟期剑叶光合速率,结果早稻在光量子通量密度为1756~1799 $\mu\text{mol}/\text{qm}^2\text{s}$ 的条件下,“旺壮重”栽培与传统栽培的光合速率分别为19.92和18.12 $\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2\text{s}$,晚稻在光量子通量密度为1440~1451 $\mu\text{mol}/\text{qm}^2\text{s}$ 的条件下,两者分别为17.25和16.82 $\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2\text{s}$ 。为了进一步研究不同栽培法的群体光合作用差异,1997年采用群体光合作用同化箱,应用 ^{14}C - CO_2 示踪技术测定了大田条件下的水稻群体净同化率。结果(表2)表明,孕穗期和乳熟期群体净同化率早稻高于晚稻,“旺壮重”栽培高于传统栽培,提高幅度为8.53%~18.98%。旺壮重栽培条件下,有利于孕穗期 ^{14}C 同化产物在茎鞘中积累,V402和V198在茎鞘中的分配比例分别为45.04%和34.57%,而传统栽培分别为41.0%和15.55%。标记5d后,群体 ^{14}C 同化产物分配于穗部的比例比传统栽培高1.16~2.78个百分点,但至乳熟期这种同化产物运输的促进作用逐渐减弱,两种方法栽培的差异不明显。

表2 群体 ^{14}C 净同化率及在各器官中的分配Table 2 ^{14}C -net assimilation rate of rice population leaf and the partitioning of assimilation products

			^{14}C 同化量 ^{14}C NAR $\text{MBq}/\text{m}^2\text{h}$	CO_2 同化量 CO_2 NAR $\text{MBq}/\text{m}^2\text{h}$	标记结束时 The end of labeling				标记后5d 5d after labeling			
					叶片	茎鞘	穗	根	叶片	茎鞘	穗	根
					Leaf	Stem	Panicle	Root	Leaf	Stem	Panicle	Root
孕穗期	V402	T	16.523	3.610	34.63	45.04	18.74	1.59	5.68	41.46	21.29	2.20
Booting stage	CK		9.310	3.034	38.36	41.01	19.21	1.52	8.14	40.59	19.47	2.07
	V198	T	14.601	3.190	64.36	24.57	10.52	0.53	25.33	26.83	17.01	1.46
		CK	13.012	2.843	77.21	15.55	6.90	0.34	26.05	23.16	15.85	1.44
乳熟期	V402	T	11.781	2.574	55.94	27.12	16.94		12.68	28.23	36.90	
Milking stage	CK		10.124	2.212	52.52	28.93	18.55		10.50	24.24	36.31	
	V198	T	10.779	2.335	37.52	54.70	7.53	0.25	10.62	52.23	11.64	0.99
		CK	9.932	2.170	38.35	54.47	7.01	0.17	11.14	50.12	11.35	0.48

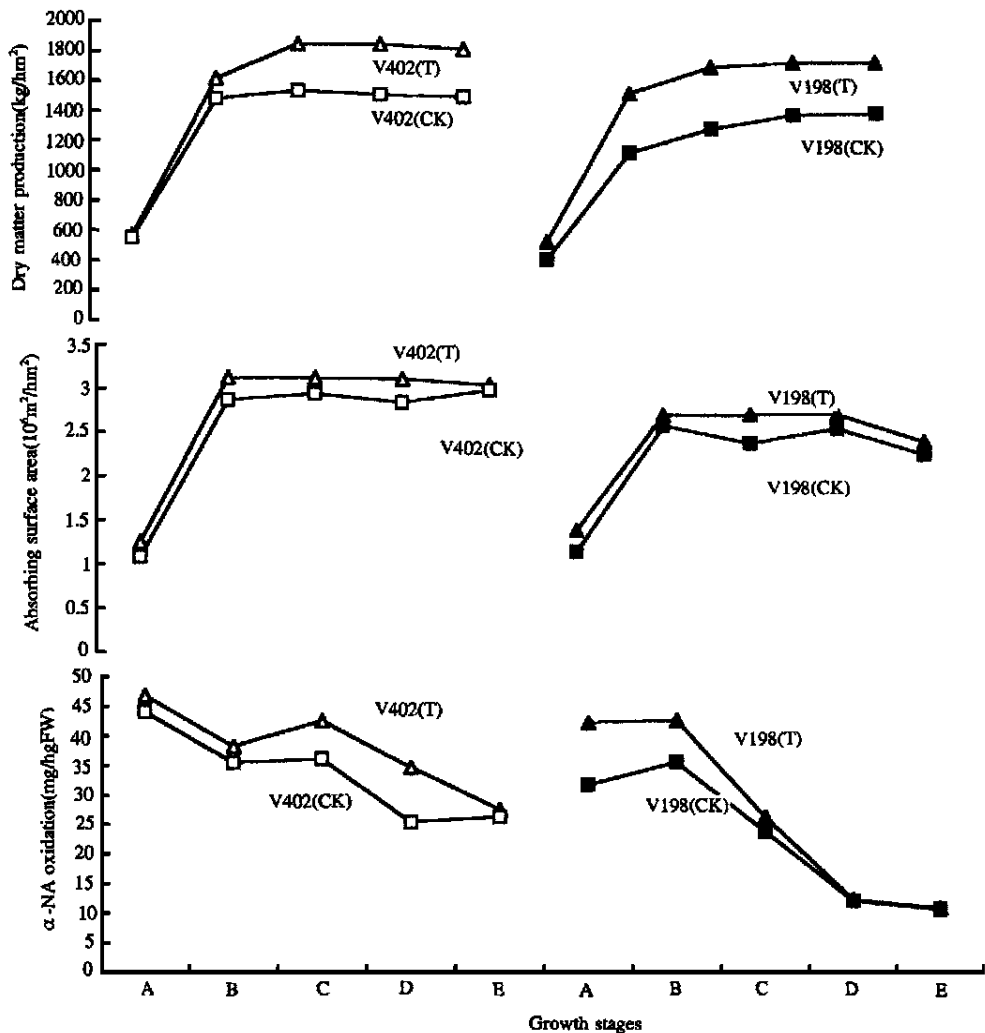
2.2 “旺壮重”栽培的根系生长及活力

2.2.1 根系生长动态及根冠比 水稻移栽后,根系生长量随地上部植株的生长迅速增加,至齐穗期早稻接近最大值,晚稻继续缓慢增加(图1)。全生育期内“旺壮重”栽培条件下根系生长总量V402为1844.3 kg/hm^2 ,V198为1710.4 kg/hm^2 ,两者分别比传统栽培条件下增加20.6%和25.1%。用根冠比表示地上部与地下部生长的相关性,不同栽培法处理间差异不大。“旺壮重”和传统栽培条件在全育期V402分别为0.121和0.111,V198分别为0.107和0.104,幼穗分化期、齐穗期和成熟期两者的根冠比分别为0.141和0.122,0.130和0.123,0.094和0.085。

2.2.2 根系活力及吸收表面积 由图1可以看出,根系吸收表面积自移栽后迅速增加,至孕穗期接近或达到最大值。“旺壮重”栽培条件下,V402和V198的吸收总表面积分别为 3.1296×10^6 、 $2.6864 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{hm}^2$,分别比传统栽培高9.13%和4.55%,根系吸收活跃表面积与总吸收表面积表现出类似的趋势,不同方法栽培的活跃吸收表面积的高峰值均出现在齐穗期。“旺壮重”栽培条件下,V402和V198的活跃吸收表面积分别为 $1.5417 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{hm}^2$ 和 $1.2335 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{hm}^2$,比传统栽培高6.57%和7.73%。

不同生育时期的根系 α -萘胺氧化力以分蘖期最高,随着生长时期的推移, α -萘胺氧化力

逐渐下降。早稻与晚稻下降的速度有差异, 即V 402下降较为平缓, V 198下降速度较快。“旺壮重”栽培条件下, 根系 α -萘胺的氧化力V 402和V 198分别比对照提高4 81%~ 36 21%和1 77%~ 33 13%。



A: Max Tillering stage; B: Booting stage; C: Full heading stage; D: Milking stage; E: Ripening stage

图1 不同生育时期根系的干物质积累、吸收表面积和 α NA氧化力变化动态

Fig 1 Tendency of dry matter production, absorbing surface area and α NA oxidation ability of rice roots in different growth stages

2 3 “旺壮重”栽培的植株N、P、K吸收量

2 3 1 不同生育时期植株N、P、K含量 植株N、P、K含量以分蘖期最高, 依次为孕穗期、齐穗期和成熟期, 早稻与晚稻之间和不同栽培法之间均趋势一致, 其含量差异不大。在最高分蘖期V 402茎鞘中N、P、K含量分别为2 327%~ 2 579%、0 472%~ 0 546%, 3 785%~ 4 025%, 叶片中分别为4 435%~ 4 754%, 0 367%~ 0 406%, 2 516%~ 2 522%。V 198茎鞘和叶片含N量分别为1 824%~ 2 039%和3 676%~ 4 045%, 含P量分

别为0.296%~0.457%和0.251%~0.335%，含K量分别为4.028%~4.227%和2.454%~2.456%。N素在叶片中的含量高于茎鞘，P素在茎鞘和叶片中的含量相接近，K素则是茎鞘中的含量高于叶片。这种不同器官中N素和K素的含量差异一直保持到成熟期。

2.3.2 不同生育时期植株N、P、K的吸收量 假设根系的养分还归于土壤，由各时期地上部干物重与养分含量进一步计算出植株对养分的吸收量。结果表明植株对N、P、K的吸收量“旺旺重”栽培条件下V402分别为153.8、31.9和167.4 kg/hm²，V198分别为158.7、34.9和174.2 kg/hm²，早晚稻均高于传统栽培条件下的养分吸收量(表3)。也就是说，每生产1000 kg 稻谷需吸收的养分量V402分别为17.9~19.0 kg N，3.26~3.50 kg P(或7.95~8.14 kg P₂O₅)和18.6~21.3 kg K(或22.4~25.7 kg K₂O)，V198分别为17.7~18.9 kg N，3.13~3.27 kg P(或7.63~7.98 kg P₂O₅)和21.323.0 kg K(或25.7~27.7 kg K₂O)。尽管各生育时期早晚稻植株养分含量差异不大，但由于晚稻前期生长快，干物质积累量大，吸收的养分量占全生育期总吸收量的比重也就大。其中：最高分蘖期N素吸收量早晚稻分别占43.8%~46.4%和52.3%~64.3%。P素分别为27.6%~28.5%和32.9%~36.7%，K素分别为34.9%~38.1%和58.9%~61.9%。至齐穗期养分累计吸收量占总吸收量的比例N素为85.5%~91.3%，P素为85.4%~99.8%，K素则接近或高于成熟期的总吸收量。说明抽穗后仍有约10%的N素和约5%的P素被根系吸收，这对后期光合作用十分有利，而K素可能是枯死的无效分蘖和下部叶片中的养分未完全被转运到活的茎、叶、穗各器官的缘故，K素积累总量反而减少。

表3 不同生育时期植株对养分的吸收量(kg/hm²，1996~1999年的平均值)

Table 3 Absorption amount of plants nutrients at different growth stage (4 years average)

			最高分蘖期		孕穗期		齐穗期			成熟期	
			Max tillering stage		Booting stage		Full heading stage			Ripening stage	
			茎鞘	叶片	茎鞘	叶片	茎鞘	叶片	穗	茎鞘叶	穗
			Shoot	Leaf	Shoot	Leaf	Panicle	Straw	Grain		
N	V402	T	21.941	45.372	50.677	77.311	57.203	53.782	20.533	59.672	94.158
		CK	22.138	46.312	48.456	72.629	53.750	54.038	21.222	62.092	85.527
	V198	T	33.020	69.048	57.393	80.802	63.597	54.826	26.412	61.039	97.629
		CK	25.263	53.460	49.245	71.701	55.907	50.888	22.115	61.810	88.594
P	V402	T	5.021	4.091	15.988	8.439	21.136	6.215	4.555	9.238	22.725
		CK	3.964	3.494	14.711	7.751	16.030	6.175	3.593	8.618	18.366
	V198	T	7.226	5.572	17.813	9.519	17.607	6.857	5.309	11.027	23.825
		CK	5.004	4.568	12.408	8.380	16.632	5.254	4.550	9.184	19.955
K	V402	T	33.721	24.714	95.116	58.113	111.153	41.487	10.258	147.046	20.309
		CK	34.128	24.135	84.000	52.178	105.477	43.238	9.508	136.178	16.800
	V198	T	65.735	42.053	115.844	63.082	129.504	38.214	11.757	149.042	25.149
		CK	57.628	34.977	107.897	60.735	114.179	38.530	12.911	135.423	21.875

2.4 “旺旺重”栽培法的产量与产量构成

表4表明，在“旺旺重”栽培条件下，定位试验早稻V402千粒重为31.3~32.1g，颖花数为3.57~3.94×10⁴/m²，属于库容量大的群体，且源库关系协调，粒叶比为0.49~0.55，高成穗率群体(71.3%~76.8%)。由于源库关系协调，籽粒充实度好，结实率高(75.4%~80.3%)，收获指数高(52.3%~53.9%)，最终籽粒产量高(7981.5~8494.5 kg/hm²)。晚稻

V 198属典型的穗重型高产组合, 定位试验产量为8481.5~ 8980.5 kg/hm²。高产的原因主要是: (1)穗粒数多、千粒重大、结实率高, 三者分别为148.4~ 153.3, 31.8~ 32.7g, 78.5%~ 83.7%; (2)成穗率高、单株穗重大、收获指数高, 三者分别为70.3%~ 77.7%, 3.33~ 3.59g和51.7%~ 54.9%。“旺壮重”栽培比传统栽培早稻V 402 4年平均增产11.7%, 晚稻V 198增产13.3%。

表4 双季杂交稻产量与产量构成

Table 4 Yield and its component of double cropping hybrid rice

	有效穗数 Effect panicles × 10 ⁴ /hm ²	每穗 粒数 Spikelets /panicle	结实率 Setting grains (%)	粒重 Grains weight (mg)	颖花数 Spikelets × 10 ⁴ /m ²	粒叶比 Spikelets /leaf area	收获指数 Harvesting index (%)	成穗率 Effect tiller panicle (%)	实际产量 Actual yield (kg/hm ²)	
AV 402	1996	312.9	114.1	75.4	31.9	3.57	0.52	52.3	71.3	7981.5 ± 258.3
	1997	353.0	112.7	80.3	31.6	3.87	0.55	53.9	75.7	8382.0 ± 398.7
	1998	343.7	115.0	75.6	32.1	3.94	0.53	52.8	76.8	8494.5 ± 358.5
	1999	304.7	118.9	77.7	31.3	3.62	0.49	53.7	73.3	8464.5 ± 268.9
V 198	1996	239.6	153.3	83.7	32.2	3.77	0.49	53.2	70.3	8619.1 ± 229.5
	1997	255.0	148.4	78.5	31.9	3.78	0.51	51.7	77.7	8481.5 ± 373.5
	1998	251.4	150.2	82.6	31.8	3.82	0.49	54.9	72.8	8964.0 ± 367.5
	1999	266.3	148.9	82.7	32.7	3.96	0.53	54.8	74.6	8980.5 ± 336.7
BV 402	T	326.4	116.4	78.9	32.3	3.80	0.52	54.5	74.6	8558.3 ± 333.9
	CK	315.4	114.9	73.9	32.1	3.61	0.50	52.7	70.6	7664.9 ± 231.3
V 198	T	252.9	149.8	81.2	32.4	3.79	0.51	54.1	73.7	8910.2 ± 169.5
	CK	246.2	146.6	75.9	32.0	3.61	0.50	52.7	71.2	7867.7 ± 213.6

3 结论与讨论

“旺壮重”栽培条件下, 水稻生育前期生长速度加快, 以增加叶面积和较多地截获光能, 积累较多的光合产物, 促进中、后期的穗大、粒多、粒重。同时, 在旺壮重栽培条件下, 孕穗期和乳熟期群体净同化率比传统栽培提高8.53%~ 18.9%, ¹⁴C同化产物分配于穗部的比例提高1.16~ 2.78个百分点, 根系吸收表面积比对照提高9.13%和4.55%, 活跃吸收表面积提高6.57%和7.73%, 表现出高产的生理优势。1997年和1998年双季早稻前期早发群体成穗率高(75.7%~ 76.8%), 群体内部通风透光好, 顶层下30 cm透光率为50.8%, 光合产物积累多, 成熟期地上部干重为14166.2~ 14333.9 kg/hm², 库容量大(颖花量为3.87~ 3.94 10⁴/m², 最终表现为籽粒产量高(8382.0~ 8494.5 kg/hm²)。

高产水稻一生中根系和地上部植株干物质生产因品种和栽培环境不同, 试验结果不尽一致^[1~ 11], 但前期干物质生产与中后期干物质生产有一个配合顺调的共同特点^[7~ 10], 即最高分蘖期、孕穗期、齐穗期分别达到成熟期干物重的20%~ 25%, 50%和70%左右。定位试验早稻三者分别为10.6%~ 17.5%、49.0%~ 53.2%、67.9%~ 74.6%。说明早稻中后期有较高的干物质积累, 而前期积累略显不足, 且年间表现出较大差异。这与我们1989~ 1991年连续3年在同一试验地点进行的双季稻高产低耗高效栽培试验结果颇为相似^[9]。因此, 早稻“旺壮重”栽培法的核心是促进群体早发, 可用分蘖期群体干物质生产量及其占成熟期干物质重

的百分率、LAI、单株分蘖率、成穗率及叶蘖日生长量等作为群体早发的指标。

与早稻比较,晚稻由于插秧后气温高,前中期植株养分吸收快,植株生长量大,容易形成早发群体,对高产栽培十分有利。在最高分蘖期地上部干物质积累量达到 $2916.0 \sim 4120.5 \text{ kg/hm}^2$,占成熟期总干物重的 $16.3\% \sim 26.6\%$ 。但晚稻后期根系吸收能力减弱,容易发生早衰。因此,晚稻“旺壮重”栽培法的核心是改善植株后期营养,增强抽穗后叶片的光合生产能力,提高结实率和千粒重。

植株N、P、K素含量与生育期有关,其中以分蘖期最高,孕穗期次之,成熟期最低。Sarkar(1992)还发现根系的N素吸收量随土壤N素浓度提高而增加,而P素和K素的吸收量不受土壤N素浓度的影响^[12]。水稻吸收的N、P、K的绝对量随产量提高而增加,但不按比例增加。据Yoshida(1981)报道,在日本每生产1000kg糙米吸收 16.1 kg N , 3.6 kg P , 22.0 kg K ,在IRI分别为 20.5 kg N 、 5.1 kg P 、 44.4 kg K ^[13]。本研究结果表明,采用“旺壮重”栽培法,杂交双季早稻每生产1000 kg稻谷吸收 18.6 kg N 、 3.4 kg P 、 19.7 kg K ,杂交晚稻分别为 18.0 kg N 、 3.2 kg P 、 22.3 kg K ,与黄育民(1997)的研究结果一致^[14],稍低于肖恕贤(1982)对杂交稻的测定结果^[15]。

参 考 文 献

- 1 徐正进,陈温福,张龙步等.见:高佩文,谈松主编.水稻高产理论与实践.北京:中国农业出版社,1994.64~72
- 2 村田吉男.作物的群体光合作用与生态.吴尧鹏译.上海:上海科技出版社,1982.272~281
- 3 杨守仁.水稻高产栽培及高产育种论丛.北京:农业出版社,1990.222~230
- 4 杨建昌,朱庆森.中国农业科学,1992,25(4):4~14
- 5 蒋彭炎.作物杂志,1988(4),1~3
- 6 凌启鸿,张洪程.中国农业科学,1993,26(6):1~11
- 7 蒋彭炎.中国稻米,1995,(6):30~32
- 8 凌启鸿,苏祖芳,张海泉.作物学报,1995,21(4):463~469
- 9 邹应斌,周瑞庆.作物研究,1992,6(专刊):1~20
- 10 武田友四郎.日本作物学会纪事,1984,53(1):22~27
- 11 黑田荣喜.日本作物学会纪事,1989,58(3):374~382
- 12 Sarkar, P K; Debnath-NC. *Environment and Ecology*, 1992, 10(2): 440~444
- 13 Yoshida, S. *Fundamentals of Rice Crop Science*, The International Rice Research Institute Press, 1981. 128~133
- 14 黄育民,李义珍,郑景生等.福建省农科院学报,1997,12(3):1~5
- 15 肖恕贤,洪步生.作物学报,1982,8(1):23~32