

杂交稻赣化2号高产群体的建立与调节*

颜振德 胡承太

(江苏省徐州农业科学研究所)

提 要

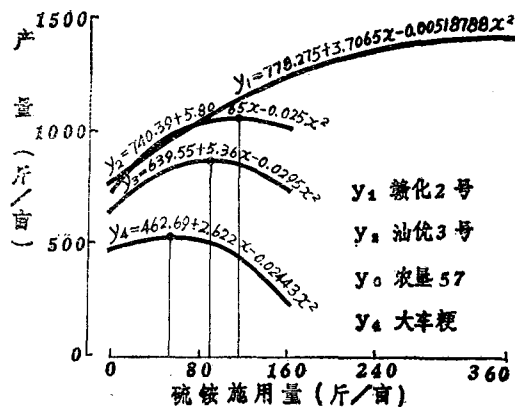
1979—1983连续五年研究杂交水稻赣化2号的栽培特性及高产栽培技术,采取了以早播早栽并建立较大群体夺高产的栽培途径。从实际取得亩产850公斤的资料分析,确立高产群体主要指标:每亩最高茎蘖数40万,最大叶面积指数9—10,一生总干重1650公斤,每亩17万穗,每穗240粒,每亩总粒数4000万,结实率85%,千粒重25—26克。以及在不同条件下实现上述指标相应的看苗诊断和肥水调节的技术措施。

淮北新稻区七十年代大面积旱改水,导致总产提高,但单产很低,长期徘徊。1976年试种杂交稻并逐年扩大,至1984年杂交稻面积已占水稻总面积的71.4%,与此同时结合改进栽培技术和改善稻作生产条件,水稻亩产迅速提高,由1977年的每亩232.5公斤,到1984年已达468.5公斤。其中近150万亩的杂交稻平均亩产过千斤。鉴于水稻生产的发展,寻找更高产的杂交组合,实现更高产的栽培,就成为高产稻区稻作栽培科研的重要课题。

1978年从江西引进赣化2号,五年来不但对赣化2号的生育特性及其在淮北的丰产栽培适应性做了系统性鉴定,同时研究了赣化2号产量优势的生理特点,产量形成过程和不同种植形式的配套技术,研究成果又在徐州的赣榆县朱堵农科站、新沂、邳县、睢宁等县设立了7个示范点,进行验证,现已形成了适用于淮北地区、并正在推广使用的赣化2号高产栽培技术体系。

这一体系的核心是建成数量足够、效能较高的光合生产体系,充分发挥杂交稻的产量优势,本文着重讨论高产群体的建立与调节等问题。

根据对赣化2号产量优势的生理分析结果〔1〕,赣化2号单叶光合速率并无明显优



(注:此图于1985年制版,斤未能改成公斤。其余类同)
图1 不同耐肥型品种在不同施肥条件下的产量表现

本研究根据江苏省农科院水稻高产栽培研究课题进行,工作过程中得到杨立勋、崔继林研究员的大力支持,特此致谢。

本文1984年5月30日收到

势, 而叶面积指数(LAI)及叶面积延续期(LAD)则有显著的优势, 茎秆粗壮, 抗倒、半矮秆、叶直立、株型紧凑、挺拔。通过对其耐肥性的鉴定证明其耐肥能力大于油优3号, 更大于六十年代主栽品种农垦57和五十年代的农家品种大车粳(图1), 因此赣化2号的高产途径是通过早播早栽, 延长光合时间和扩大群体的数量, 以建立较大的光合生产体系, 而夺取高产。

一、基本苗的确立, 分蘖消长与最高茎蘖数的调节

通过稀落谷, 培育多蘖适龄壮秧, 并栽足适龄基本苗数, 是建立高产群体的第一步。赣化2号为中粳晚熟类型, 一生总叶片数17—19片, 光周期受父本影响呈弱感光性, 营养生长期, 有效分蘖期均比早熟中粳长, 分蘖能力高于双亲平均值, 有一定的分蘖优势, 但分蘖成穗率较低, 早播、早栽的情况下每苗带蘖3—4个, 8叶龄移栽, 在高肥条件下每亩成穗数与每亩栽插穴数(x)呈如下关系:

$$\text{成穗数 } y = \frac{x}{0.016876 + 0.049556x}$$

当每亩栽插穴数增加到2万以上对提高单位面积的穗数作用甚微。

分析历年来赣化2号850公斤水平的高产田块, 平均每亩成穗数为17.27万穗, 若令y为17万穗则在淮北的适宜栽插密度的理论值为1.821万穴/亩, 大面积示范田为1.8—2.0万穴/亩。五年来13个高产田平均为1.91万穴/亩, 13个高产田基本苗(包括分蘖)为7.2⁶万/亩。播栽期稍后推迟的田块, 或秧叶龄偏长的田块, 基本苗可增加至9—10万/亩。

培育适龄壮秧关键在稀播, 常规播种量12.5公斤/亩, 8叶龄移栽, 结合其他培育壮秧技术则可获得带蘖3—4个的壮苗, 若栽插叶龄增加至9叶, 单苗叶面积增加, 考虑到赣化2号秧田最适叶面积指数4.2—4.5, 则播量应下降2.5—3.5公斤。所谓最适秧叶龄是指在此秧田群体条件下, 秧田分蘖总数不因叶龄稍有增加而下降。秧苗的移栽适龄还应考虑秧苗的发根力和本田期的生长量, 尤其杂交稻具有前中期的物质生产优势, 栽培上若以总叶片数减去伸长节间数(赣化2号为5—6个伸长节间)再提前1—2叶位, 做为移栽适龄, 这虽然符合生育进程, 但从光合生产的角度看, 过大的苗龄不但发根力差, 返苗期延长, 本田期的积累量减少, 中期稳长的回旋余地也变小了, 因此, 为取得高产稳产, 赣化2号栽培适龄以7—8叶较为适宜, 也就是总叶片数减去伸长节间数提前3—4叶位为移栽适龄。

高产田分蘖数量、动态、往往是中后期群体结构状况的前兆。凡取得高产的均有早发, 早够苗的特点, 列举1980—1983年四个

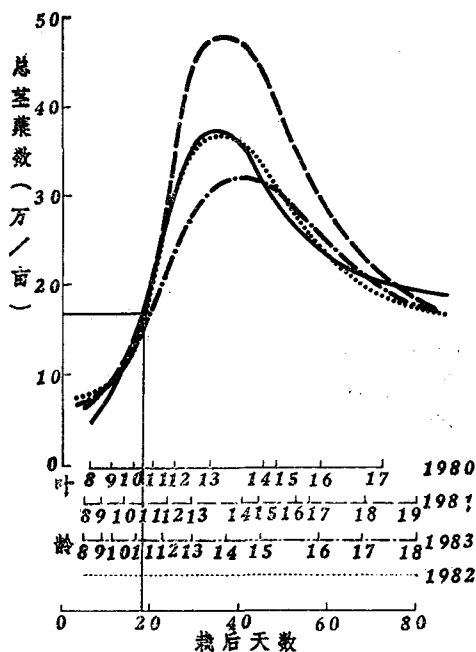


图2 不同年份赣化2号的茎蘖消长动态

典型田块分蘖消长过程于图 2, 四年间达到预定穗数的茎蘖数 (17 万/亩) 均出现在栽后 18 天。叶龄对于同一品种 (组合) 在同一生态区的同一播种栽插季节, 有其相对稳定的一面, 也有年际间变异的一面, 1980、1981、1983 三年总叶片数分别为 17、19、18 (众数) 平均为 18 片, 达到预定穗数的叶龄分别为 10.5、11.0、11.2 叶, 亩产 850 公斤的田块其最高茎蘖数变幅于 31.3—47.8 万/亩, 4 年间 8 个高产田块平均最高茎蘖数 38.7 万/亩, 接近 40 万的经验数。尽管最高茎蘖数有较大的差异, 但高峰期均出现在栽后 35 天 ± 2 天, 进入穗分化期全田总茎蘖数又趋于相近, 均为 29 万/亩 ± 1 万/亩左右, 这是人为烤田调节和群体内在自动调节的结果。

最高茎蘖数受基肥、分蘖肥以及当年气候条件、灌溉水等所制约, 在基肥加分蘖肥不大于 22.5 公斤氮/亩的条件下, 每亩最高茎蘖数 y 与施氮量 x 呈正相关。

以化学氮肥 (硫酸折氮) 做基肥试验结果得方程:

$$y = 21.257 + 0.53135x$$

以有机肥做基肥加无机氮做分蘖肥试验结果得方程

$$y = 15.083 + 0.553x$$

若令 $y = 38.7$ 万/亩, 则前者总施氮量为 16.42 公斤/亩, 后者为 21.36 公斤/亩, 按照 5 年来基追之比计算, 有机肥做基肥的数量为 17.35 公斤/亩, 无机速效氮做分蘖肥的数量应为 3.47 公斤/亩。掌握这样的施肥量, 在淮北中上等肥力的地块上, 可望获得较大的、且便于人为调节的群体。

除合理施肥外, 调节分蘖的有效措施是烤田。其烤田时间、轻重、期限决定于栽后 20—30 天的分蘖势, 赣化 2 号高产田尽管措施上有较大差异, 但栽后 20 天内田块间的分蘖进程是相对稳定的。栽后 30 天以后, 由于 13 叶的出生, 群体基部光强显著降低, 群体对个体的调节逐步起重要作用, 所以确定烤田方案应以 20—25 天的分蘖进程为依据, 这一时期也是田块之间分蘖增长曲线产生较大差异的时期, 1981 年此间分蘖日增 2.22 万/亩, 于栽后 24 天 6 月 15 日始烤, 并持续至 7 月 6 日, 进行重烤田。1983 年此间日增 1.1 万/亩, 则于 6 月 18 日始烤, 采取轻烤田。合理烤田不但可调节分蘖的数量, 同时能调节土壤供氮状况和稻体的碳、氮代谢, 从而增加中期的物质积累。

二、叶面积与中后期冠层结构

适宜的叶面积指数因地理、环境、栽培条件〔2〕、〔3〕、〔4〕、〔8〕、品种类型表现不同, 但随半矮秆株型品种的育成, 最适叶面积指数的数值比以前的老品种提高了〔12〕。

赣化 2 号群体对光能的利用比五、六十年代的品种大为改善, 五十年代品种的消光系数 K 约为 0.5—0.9〔2〕, 赣化 2 号丰产群体的消光系数为 0.398, 南优 3 号则是 0.450, 这表明赣化 2 号应有较大的叶面积指数, 但从

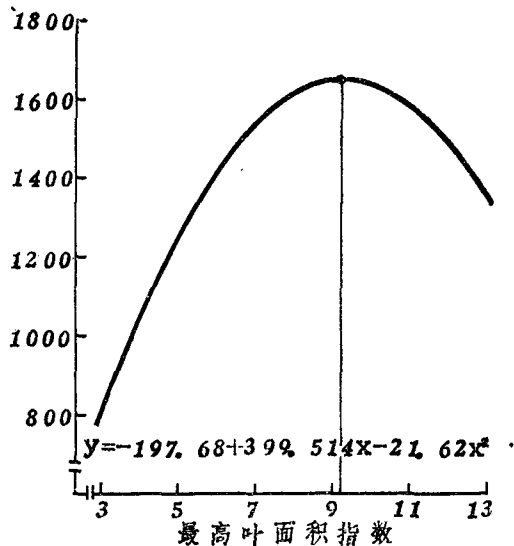


图 3 最高叶面积指数与产量 (斤/亩) 的关系

有利于高产并考虑到该组合的抗病性较差的弱点,它依然存在一个最适的叶面积指数。从不同施肥、栽培处理的实产与其最高叶面积指数进行分析得图3。

最高产量的最适叶面积指数为9.23,这与近年来淮北850公斤以上的高产田块的实测值9—10的幅度是十分吻合的。

由于群体的生产效能往往并不单纯地取决于某一阶段的叶面积或光合时间,而是决定于整个生育时期内叶面积和时间曲线的积分值以及当时的实际生态条件。因此对于水稻高产栽培来说,要求前期增长较快,中期比较平稳,后期不过早衰退,这样叶面积延续期(LAD)大,生物产量高。试以不同年份不同产量水平的田块,实际的叶面积消长过程来看其相对理想的过程。

从图4看,1979年叶面积消长过程属早发早衰型,LAI最大值10.5,叶面积偏大,叶色偏深,后期又遇低温,早衰,全生育期缩短,虽然单产716.25公斤/亩,但未能发挥杂种应有的潜力。1982年由于干旱,井水灌溉,地温前期偏低,整个营养生长期积温也低于常年。因此群体很小,最高LAI只有6.58,属生长不足型,虽然叶面积中期表现平稳,后期气温条件也较好,但前、中期累积量则偏低,没有达到丰产目的。1981、1983两年的生长过程基本相似,高峰期达到一定数量,早发、中稳过程明显,后期LAD较大,未见早衰,因此单产都在850公斤以上,这样的叶面积消长过程属丰产型(图版)。

达到丰产型的目的,首先应具备足够的苗数,一般在最高茎蘖数不低于35万/亩,在此基础上通过促花肥的合理施用作为第二次调节群体数量的有效措施。据五年来的实践,若群体最高茎蘖数低于40万苗/亩(栽后35天)则可通过施用促花肥,扩大顶部三叶的长、宽度,而构成孕穗后叶面积指数达:9—10的标准,若总茎蘖数已达40万苗/亩,但烤田后叶色明显退淡,说明地力或基肥仍不足,要适施、补施促花肥。通过烤田,总茎蘖数仍然超出45万/亩,则是前期肥料偏多,一般不施或晚施少量促花肥。这种以苗数做为穗肥施用的指标,在生产上是简便易行的。

高产不但要求群体叶片有一定数量,还应注意叶片的姿态、角度、配置以改善群体内在的光体系,减少光饱和现象。松岛认为:高产稻叶片应是短、直、厚,目的仍是改善受光态势^[9]。对于杂交水稻,直、厚是共同的,而短则意味着穗型优势受限制。赣化2号叶片厚度较大,齐穗期比叶重达4.6mg/cm²,同期IR24:4.48mg/cm²,穗分化期分别为4.52、4.33mg/cm²。赣化2号叶姿挺拔、顶部三叶与茎秆夹角分别为7.75、10.7、14.0度,适当扩大顶部三叶的长、宽度有利于发挥穗型优势而又不改变受光姿态。按照几年来850公斤高产田的实测结果(表1),顶1叶43.1cm,顶2、3叶相近,约比顶1叶长10cm,抽穗期冠层顶三叶占总叶面积的70%。栽培上一般顶三叶露尖适量施用促花肥,顶2叶面积明显增加,穗型变大,结实率稍有下降,但总实粒数有所增加。

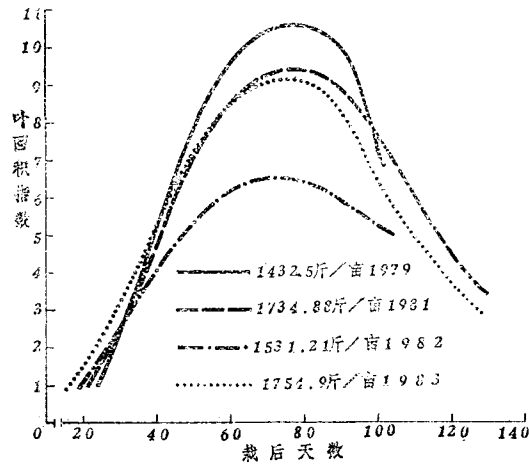
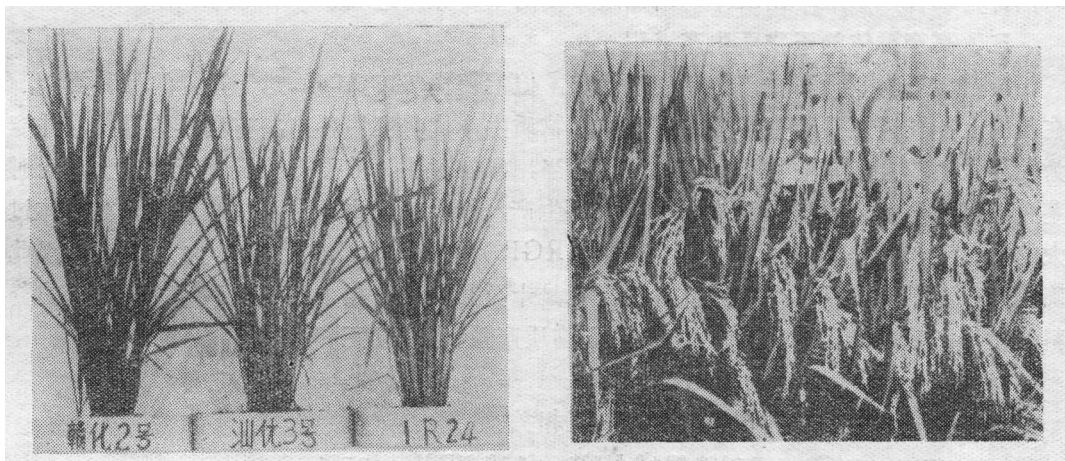


图4 不同年份不同产量水平的赣化2号的叶面积动态



左图：栽后20天长相。

右图：栽后30天长相



左图：栽后45天长相。

右图：成熟期长相

表1 赣化2号单产850公斤田冠层叶片的长宽度 (cm)

年份	顶1叶		顶2叶		顶3叶		顶4叶		田块数
	长	宽	长	宽	长	宽	长	宽	
1980	41.7	2.0	48.8	1.7	50.6	1.30	/	/	1
1981	43.7	2.17	57.7	1.98	53.9	1.52	48.8	1.52	2
1983	43.9	2.30	53.9	1.82	52.9	1.55	48.3	1.54	3
平均	43.1	2.16	53.5	1.83	52.5	1.46	48.6	1.53	/

赣化2号高产田的LAI大,叶层深厚,特别是层高60—100cm之间所占叶面积的比例较多。但由于叶片之间布局合理,基部光强条件依然较好,以图5的实际资料对照殷宏章等(1959)以常规稻为材料所测得的结果〔3〕,有群体叶面积大,冠层叶面积比例高,叶层深厚的特点。随叶层深度增加相对光强下降较少,在群体中、上部(70cm处)相对光强仍有18%,稻田表面实际值为3.0%。从光能利用的角度来看,这也许是稻谷产量水平比20年前增加近一倍的重要原因之一。

三、高产群体的干物质生产进程

杂交稻干物质生产在前中期表现优势,但后期优势下降〔5〕,对于这样的品种类型,在栽培上扬长补短是十分必要的。前中期物质生产优势利用得当,有利群体早发,并能成为壮秆大穗奠定丰富的物质基础。利用不当,早发过头,前期的物质生产量过大,同时茎鞘贮藏不多,光合产物又多用于扩大再生产,就会带来中期稳不住的弊病。在群体过大的情况下,就是不倒伏,相对增长率(RGR)也是低的,空秕率则大大提高。因此确定高产田不同生育阶段的物质生产指标是十分必要的。据多田块次系统生长分析的资料,赣化2号高产田稻谷产量 y 与一生干物质产量 x 呈密切正相关。

$$y = 180.89 + 0.4603x \quad r = 0.8329^{**} \quad n = 18$$

稻谷产量也与抽穗期积累量呈密切正相关

$$y = 360.87 + 0.5389x \quad r = 0.8498^{**} \quad n = 18$$

据上述方程亩产850公斤,一生总干重为1650公斤/亩,抽穗期物质生产量应达1242.35公斤/亩。

要达到这样大的物质生长量,不但要求群体有足够的生长量和较好的素质,栽培上还应通过播期的巧安排,使群体有可能最大限度地同化当地的温光资源。多年的实践证明早播早栽,能更好地利用地区的生态优势,取得较大的营养生长量,充份发挥杂交稻大穗多粒的优势,因此高产的田块大多出现在早播早栽田。

在早季栽培条件下,栽后30天的生长量占一生总干重的14%,穗分化期到抽穗的32天,其干重的增长量几乎为一生干重的一半,栽插至抽穗的累积干重占总干重的75.3%,抽穗后干物质生产量只有一生干重的24.7%,这比南优3号抽穗前生产量占67%的数值增加近一成〔6〕。水稻抽穗后,后期干重的增加主要用于充实谷粒,也就是说,抽穗后

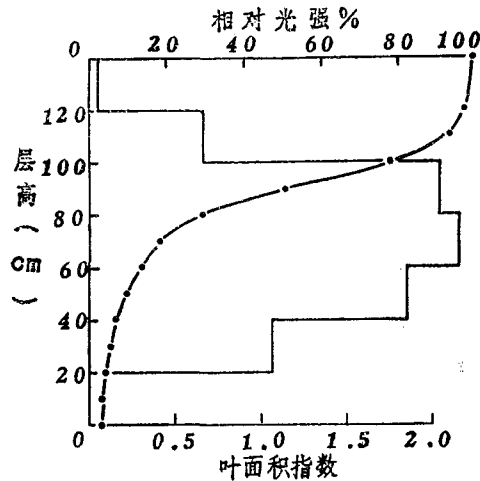


图5 赣化2号高产群体的光强分布

干物质产量转化为谷粒的产量相当于450公斤/亩,而其它的400公斤则是抽穗前光合产物运转的结果,这一部分相当于稻谷产量的47.2%。

掌握物质生产进程的有效措施仍是水肥调节,生长前期当叶面积指数不大的情况下,高氮结合水层,能大大促进RGR,高产的田块可达132mg/g·日,栽后35天以后,一般年份都正处在烤田状态,其RGR只有20—30mg/g·日,但中期复水施穗肥则可再度提高RGR,并达到30—40mg/g·日,气候条件极大地干预RGR,1981年抽穗期间连续阴雨近10天,RGR降到3mg/g·日的低水平。RGR的动态变化可以看出,有的年份不同生育阶段的RGR比较协调,能体现高产田的一般物质生产进程,而有的年份则是烤田不力且施肥次数偏多,前期偏高,中后期偏低。相对生长率的阶段变化显示了群体物质生产的状况,它可作为掌握群体物质生产进程的一个依据。

四、高产田的产量构成因素

在产量构成因素中,粒重是相对稳定的因素,而穗数、每穗粒数和结实率则是变幅较大的,以22个栽培处理的不同产量等级的产量构成因素(粒重除外)与赣化2号产量进行偏相关分析(表2)看出:每穗总粒数与亩穗数在平均水平情况下,产量与结实率达极显著正相关。结实率、每亩穗数在平均水平,产量与每穗总粒数呈极显著正相关。当结实率与每穗总粒数在平均水平上,产量与每亩穗数也呈极显著正相关。在这些偏相关中,产量与穗粒数的相关系数最大,说明由每亩389.15公斤到每亩880.35公斤发挥了穗型优势与增穗的重要性。若将赣化2号分为不同产量等级,389.15—500公斤、500.5—650公斤、650.5—800公斤和800.5公斤/亩以上的四个级别,则产量等级提高,结实率的极差R依次变大,分别为0.77、6.14、8.90、19.77。变异系数C·V·也依次变大,分别为0.596%、2.447%、4.52%、7.132%。说明在800公斤/亩以上的高产田,结实率成了关键因素,变幅之大正是高产稳产的潜力所在。穗粒数在增产中的作用是不容轻视的,但高产田往往有较充足的物质基础和生产量,足穗多粒并不难取得,而结实率则因人为与环境的因素可产生较大的变幅。粒重固然是相对稳定的,常年约一成之差,但对于高产田“一成之差”就是50多公斤的差数,由此可见由低产变高产应主攻穗、粒数,而高产更高产则关键是提高结实率增粒重。在措施上,前者主要是扩大群体的数量,而后者则主要是改善群体的素质。

调节高产田的产量构成因素之间的关系,重要的是确定最适的总粒数,赣化2号单位面积的总粒数的超亲优势极为显著,这与三系杂交稻的特点是共同的^{[10][11]}。赣化2号每亩最适总粒数大于现有三系杂交稻,据几年来的结果分析如图6,以达到最高产量的总粒数作为最适总粒数,则它的理论值为4076万/亩,高产群体掌握这一界限,结实率可达85%以上的水平,使“源”、“库”关系协调发展。

杂交稻推广以来,南优、汕优组合在淮北一亩以上的最高单产750—800公斤的出现较多,但单产850公斤的田块为数甚少,1979年江苏徐州出现单产855.5公斤的高产田

表2 赣化2号产量、每亩穗数、每穗总粒数、结实率之间的偏相关系数

	产 量	每亩穗数	每穗总粒数
每亩穗数	0.9178**		
每穗总粒数	0.9235**	-0.7593**	
结实率%	0.7205**	-0.5421*	-0.7139**

显著差异标准 1% = 0.608, 5% = 0.509, n = 22

表3 1980—1983年赣化2号单产850公斤
高产田的产量构成因素

产量 (公斤/亩)	每亩(万)			每穗 粒数	结实率 (%)	千粒重 (克)
	穗数	总粒数	总实 粒数			
858.07	18.90	3580.6	3357.1	189.45	93.97	26.80
867.44	17.43	4392.4	3567.9	252.0	81.23	24.72
873.30	16.25	4060.9	3422.4	249.9	84.28	25.54
877.45*	16.05	4072.8	3373.9	253.76	82.84	25.32
863.75	18.88	4302.4	3581.7	227.83	83.25	25.19
880.35	16.12	4170.6	3544.5	258.72	84.99	25.87

*穗数偏低

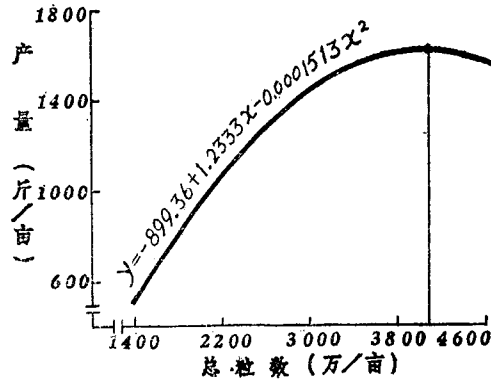


图6 赣化2号每亩适宜的颖花量

[7], 也就是国际水稻所S.S. Virmani等所报道的中国杂交稻最高单产达12.8吨/公顷的高产田块[13]。1980年以来, 由于赣化2号的试验、示范, 单产850公斤的田块已多次出现。现收集有系统记录的, 面积一亩以上的高产田的产量构成因素于表3。

四年间六个田块平均产量870.06公斤/亩, 其穗数平均17.27万/亩, 每穗238.6粒, 每亩总颖花数4096.6万, 结实率85%, 千粒重25.6克, 每亩总实粒数3474万, 这些实际数值对照前面所述的理论值是十分相近的, 说明数据之间的可重演性。

参 考 文 献

- [1] 颜振德、胡承太、王卫国, 1982, 化学杀雄杂交稻赣化2号产量优势的生理分析, 江苏农学院学报, 3(2): 20~25。
- [2] 殷宏章、王天铎等, 1959, 水稻田的群体结构与光能利用, (上海科技出版社1961), 稻麦群体研究论文集33~50。
- [3] 林世成、过益先等, 1963, 水稻不同群体结构的非产特性的研究, 作物学报, 4(2): 363~380。
- [4] 杨立炯、汤玉庚等, 1964, 陈永康晚粳稻“三黑三黄”高产栽培经验的初步分析, 作物学报, 3(2): 113~136。
- [5] 颜振德, 1981, 杂交水稻高产群体的干物质生产与分配的研究, 作物学报, 7(1): 11~18。
- [6] 颜振德, 1978, 杂交水稻在稻麦二熟区的高产栽培技术, 中国农业科学, (2): 26~33。
- [7] 江苏邳县连防公社艾山西大队, 1980, 杂交水稻一季亩产1711斤的栽培, 湖南农业科技, (1): 20~24。
- [8] 武田友四郎、玖村敦彦, 1957, 水稻产量形成的分析(6)物质生产的最适叶面积及其意义, 日本作物学会纪事, 29(1): 31~33。(水稻译丛, 三辑66~68)。
- [9] 松岛省三著, 庞诚译, 1981, 稻作的理论与技术(增订本), 农业出版社, 330。
- [10] 林世成、袁隆平, 1980, Hybrid Rice Breeding in China. IRRI Annu. Rep. Innovative approaches to rice breeding P. P. 35~51。
- [11] Virmani, S. S., R. C. Aquino and G. S. Khush, 1982, Heterosis Breeding in Rice (*Oryza sativa* L.) Theor. Appl. Genet. 63, P.P. 373~380。
- [12] Yoshida, S. Cock, J. H. Parao F. T., 1972, Physiological Aspects of High Yields, IRRI, Rice Breeding P. P. 455~469。
- [13] Virmani, S. S., 袁隆平, G. S. Khush, 1981, Current status of Hybrid Rice Research. International Rice Research Conference. IRRI。

ESTABLISHMENT AND ADJUSTMENT OF HIGH YIELDING COMMUNITY FOR HYBRID RICE GAN-HUA NO. 2

Yen Zhende Hu Chengtai

(*Xuzhou District Institute of Agricultural Science, Jiangsu Province*)

ABSTRACT

Gan-hua no. 2 is a Indica hybrid combination emasculated by chemical. The aspects of yield vigor were closely related to larger photosynthetic area, longer growth period and leaf area duration. Data for years showed that heterosis in yield were mainly due to the increase in total number of spikelets, ripened grains number per unit area and number of spikelets per panicle.

It was found that the vigor of yield was also closely related to seeding and transplanting time. Earlier seeding and transplanting showed highest yield in Xuzhou district Jiangsu Province.

Gan-hua no. 2 has a Ideal plant type. It is a semidwarf combination with erect, thick and longer leaf. Its' extinction coefficient is smaller (about 0.398) in the high yield community. When a leaf area index as high as 10, light distribution within the community is also more. Based upon the data of past years, for obtaining a yield of 13t/ha it is necessary to establish a large community with better utilization of solar energy. The superoptimum leaf area index is about 9-10.

Due to heterosis in the production and storage of dry matter manifested in earlier stage, so, it is important to increase pre-heading storage for high yield culture of Gan-hua no. 2.

Yield components of Gan hua no. 2 for obtaining 13t/ha showed 259 ears/m², 240.0 spikelets per ear, optimum total spikelets about 61000/m², ripened grains 85%, 1000 grains weight 25-26g.