

水稻

优质高产

理论与技术

石庆华 主 编
潘晓华 副主编
李木英

中国农业科学技术出版社

水稻优质高产理论与技术

石庆华 主编 潘晓华 李木英 副主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水稻优质高产理论与技术/ 石庆华等编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2002. 6
ISBN 7-80119-582-5

I. 水… II. 石… III. 水稻—栽培 IV. S511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 015326 号

责任编辑	沈银书
责任校对	马丽萍 张京红
出版发行	中国农业科学技术出版社
	邮编: 100081
	电话: (010) 68919708; 68975144
	传真: (010) 62189014
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	北京奥隆印刷厂
开 本	787mm×1 092mm 1/16 印张: 20.5
印 数	1~600 册 字数: 430 千字
版 次	2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷
定 价	40.00 元

前 言

《水稻优质高产理论与技术》是我们课题组近十年来主要研究工作的论文汇编。编写本书的目的是为了促进水稻高产栽培理论与技术的研究，加强与国内外同仁的交流。本书共收编论文 42 篇，其中根系生理与形态研究 8 篇，养分吸收特性与施肥技术 21 篇，干物质生产与灌浆特性 13 篇。主要内容概括如下：

1. 对不同穗型水稻品种的根系形态特征与地上部的关系及根系性状的遗传进行了研究，研究结果为水稻育种提供了根系性状选择的参考指标。研究了杂交水稻根系氮素吸收特性，根系不同呼吸耗氧途径的活力和 P/O 比，根系生长、离子吸收和维持呼吸的能量消耗，从根系养分吸收和能量消耗方面来研究杂交水稻杂种优势的生理基础。

2. 较系统地研究了杂交水稻的养分吸收特性及其与产量形成的关系，并在此基础上，建立了优化施氮系统。该系统可根据不同水稻品种、土壤供氮特性、当地气候条件，推荐优化施氮量和施氮时间。经试验示范，在江西有较好的适应性。

3. 从干物质生产、颖花分化发育、维管束性状与灌浆结实的关系、后期物质转运、茎鞘和籽粒淀粉代谢酶活性等方面来探讨提高杂交水稻、尤其是大穗型杂交水稻组合的结实率的途径，并提出了相应的栽培措施。

本课题组在进行优质高产理论研究的同时，始终把推广应用放在重要的位置。在总结上述研究结果的基础上，还先后编辑出版了“双季稻—冬作高产栽培模式图”和“优质稻高产简化栽培技术模式图”，在全省推广应用后，取得了较好的社会经济效益。

本书中的研究课题来源除 3 项国家自然科学基金和一项中荷科技合作项目外，主要来源于江西省人才基金和江西省重点科技攻关项目。在课题组研究初期，还得到农业厅科技项目的资助。在本书即将出版之际，我们衷心感谢江西省科技厅、农业厅等有关领导对我们课题组的长期帮助和支持。书中收编的论文，也得益于本课题组一批研究生的辛勤工作。最后我们还要感谢戚昌瀚先生和已故的周长信先生多年来对我们的辛勤培养和热心指导。

编 者

2002 年 2 月

目 录

第一部分 水稻根系生理与形态研究

杂交水稻的根系呼吸——四种耗氧途径的活力和P/O比·····石庆华, Ries de Visser (3)	
杂交水稻赣化7号的植株生长、离子吸收和维持呼吸的能量消耗 ·····石庆华, Ries de Visser (9)	
水稻根系性状与地上部的相关及根系性状的遗传研究 ·····石庆华, 黄英金, 李木英等 (17)	
水稻根系性状的遗传研究·····黄英金, 石庆华, 李木英等 (24)	
杂交水稻根系生长优势与吸氮特性关系的研究·····石庆华, 涂起红, 李木英 (32)	
水稻苗期根系营养吸收特性及其 与植株生长关系的研究·····李木英, 石庆华, 徐益群等 (42)	
水稻根系营养吸收特性及其与干物质生产 和稻米品质关系的研究·····李木英, 石庆华, 谭雪明 (49)	
大穗型水稻根系生长特性与产量形成的研究·····石庆华 (58)	

第二部分 水稻养分吸收特性与施肥技术

稻田氮素管理优化系统的应用研究·····石庆华, Ten Berge H F M, 潘晓华 (71)	
不同熟期杂交晚稻的氮素吸收特性与产量形成的研究 ·····石庆华, 潘晓华, 钟旭华等 (76)	
Effects of N on source-sink relations in rice ·····Shi Qinghua, Pan Xiaohua, Zhong Xuhua <i>et al</i> (84)	
Effect of amount and timing of N application on grain yield and dry matter production of hybrid rice with long growth duration·····Zhong Xuhua, Shi Qinghua, Xu Yiqun <i>et al</i> (95)	
Effect of timing and amount of N application on the nitrogen recovery and plant growth	

.....Shi Qinghua, Ten Berge H F M, Zhong Xuhua <i>et al</i>	(103)
杂交早稻吸氮特性与产量形成的研究.....	石庆华, 潘晓华, 钟旭华等 (115)
水稻不同熟期品种的碳、氮代谢研究.....	石庆华 (123)
籼粳杂交稻高产形成机制的研究.....	石庆华, 潘晓华, 肖德兴等 (131)
N 素营养对水稻两优培特的物质生产和产量影响研究初报	
.....	李木英, 潘晓华, 石庆华等 (141)
两系杂交稻营养特性的初步研究.....	石庆华, 潘晓华, 张佩莲等 (146)
籼粳杂交稻的氮素吸收特性及其对“库”“源”特征的影响	
.....	石庆华, 徐益群, 张佩莲等 (153)
施氮对两系杂交晚稻产量和品质的影响.....	石庆华, 程永盛, 潘晓华等 (159)
两系稻始穗期氮、钾营养对谷产量的影响及生理效应.....	潘晓华, 王永锐 (166)
后期施肥对提高两系杂交稻 N31s/P40 (F ₁) 产量的作用初探	
.....	潘晓华, 石庆华, 郭进耀 (171)
威优 64 晚季种植的吸氮规律与施氮技术.....	石庆华, 潘晓华, 钟旭华等 (175)
水稻后期施肥的增产作用及其机理研究概况.....	潘晓华, 石庆华, 王永锐 (180)
无机磷对植物叶片光合作用的影响及其机理的研究进展	
.....	潘晓华, 石庆华, 郭进耀等 (185)
江西省 4 种水稻土养分限制因子的初步研究.....	谭雪明, 石庆华, 潘晓华等 (194)
江西省抚州地区水稻土壤养分限制因子的研究	
.....	谭雪明, 石庆华, 李木英等 (203)
不同肥料及其施肥技术效应的研究.....	谢秋发, 石庆华, 刘经荣等 (209)
早稻全层施肥技术效应研究.....	彭幼红, 石庆华, 李木英等 (214)

第三部分 水稻干物质生产与灌浆特性

大穗型水稻结实期物质运转与积累特性的研究.....	潘晓华 (223)
威优 64 产量因素、群体干物质生产及籽粒灌浆的相互关系	
及其对产量的影响.....	潘晓华, 郭进耀, 石庆华 (233)
两系籼粳杂交稻维管束性状与结实率关系的研究	
.....	肖德兴, 潘晓华, 石庆华 (238)
蔗糖和谷氨酰胺及植物激素对水稻离体培养穗淀粉积累的影响	
.....	潘晓华, 李木英, 熊伟等 (244)

禾谷类作物发育胚乳中淀粉的合成与积累·····	潘晓华, 李木英, 石庆华 (251)
水稻发育胚乳中淀粉的积累及淀粉合成的酶活性变化 ·····	潘晓华, 李木英, 曹黎明等 (258)
两系稻结实期胚乳和茎鞘非结构碳水化合物代谢活性 及其对灌浆结实的影响·····	李木英, 石庆华, 潘晓华等 (268)
两系杂交稻结实期茎鞘物质转运特性及其 对籽粒灌浆影响的初步研究·····	李木英, 潘晓华, 石庆华等 (280)
两系杂交稻穗部解剖特征及其与结实关系的研究 ·····	李木英, 潘晓华, 石庆华 (287)
Potential dry matter production and grain yield of present rice cultivars in the tropics·····	Shi Qinghua, Shigemitsu Akita (294)
鄱阳湖区水稻高产、优质、低耗栽培技术模式的应用研究与推广 ·····	石庆华, 潘晓华, 钟旭华等 (303)
两系法杂交水稻培两优特青双晚栽培的高产特性及栽培对策研究 ·····	潘晓华, 石庆华, 程永盛等 (308)
双杂吨粮生理生态指标及栽培模式研究·····	郭进耀, 石庆华, 潘晓华等 (313)

第一部分

水稻根系生理与形态研究

杂交水稻的根系呼吸—— 四种耗氧途径的活力和P/O比*

石庆华¹ Ries de Visser²

¹ 江西农业大学农学院, 南昌 330045

² 荷兰农业生物和土壤肥料研究所

摘要 对杂交水稻赣化7号和其亲本之一广抗梗2号的根系耗氧特征进行了研究。稻株种植在通气的营养液中, 四种耗氧途径的活力被量化分析。过氧化物酶耗氧占了较大的比例, 龙胆酸可抑制稻根中的过氧化物酶活力。杂交水稻的过氧化物酶和抗氰酸呼吸途径耗氧率比其亲本高50%以上, 杂交水稻和其亲本根系过氧化物酶的耗氧分别占总量的26.5%和22.6%, 细胞色素氧化酶途径分别占35.5%和40.5%, 抗氰酸呼吸途径分别占27.8%和21.7%, 剩余呼吸分别占9.8%和14.9%。按根系耗氧总量计算, 杂交水稻和其亲本的P/O比分别是1.35和1.44。杂交组合的根系和植株相对生长率比其亲本大60%左右, 但根系耗氧量和ATP生产率比其亲本仅分别高18.7%和14.2%。因此, 水稻品种的生长率差异不能用根系呼吸耗氧及P/O比来解释。本研究结果暗示, 植株生长率可能与根系生长过程中的能量消耗有关。

关键词 杂交水稻; 根系; 耗氧途径; P/O比

Root Respiration of Hybrid Rice ——Activities of Four O₂ Uptake Pathways and Apparent P/O Ratio

Shi Qinghua¹ and Ries de Visser²

¹ College of Agronomy, JXAU, Nanchang, 330045

² DLO-Research Institute for Agrobiological Sciences (AB-DLO),
P.O.Box 14, NL-6700 AA, Wageningen, The Netherlands

Abstract The O₂ uptake characteristics of roots of Ganhuo 7 (F₁ hybrid) and one of its parents Guangkang Geng 2 were studied. Plants were grown in aerated nutrient solution. The activities of four O₂-consuming pathways in the roots were quantified. A significant fraction of root O₂ uptake was mediated by a peroxidase. Gentisic acid inhibited this activity in the rice root. Rates of O₂ uptake via peroxidase and alternative path were 50% higher in the F₁ hybrid than in its parent. In roots of the F₁ hybrid and its parent, peroxidase contributed 26.5% and 22.6%, the Cyt path

* 原载江西农业大学学报, 2000, 22 (3): 313~316

35.5% and 40.5%, the alternative path 27.8% and 21.7%, and the residual component 9.8% and 14.9% to total O_2 uptake, respectively. The P/O ratios, as calculated from these data, were 1.35 and 1.44 in the F_1 hybrid and its parent, respectively. The fast-growing F_1 hybrid combined a 60% higher root and plant RGR with a 18.7% higher O_2 uptake and a 14.2% higher root ATP production rate, as compared to its parent. The variety differences in growth rate cannot be ascribed to root O_2 uptake and different P/O ratios of root respiration. The present data suggest intra-specific variation in energy costs of root processes in relation to growth rate.

Key words Hybrid rice; Roots; O_2 uptake pathways; P/O ratio

在高等植物中, 抗氰呼吸途径的活力大小是植株呼吸P/O比变异的主要原因之一^[1, 2], 前人研究认为, 抗氰呼吸途径的P/O比为1, 细胞色素氧化酶呼吸途径的P/O比为3^[1, 3]。水稻根中的过氧化物酶耗氧的多少也影响P/O比的变化, 但至今未见这方面的量化研究报道。杂交水稻的根系具有明显的生长优势和吸氮优势^[4, 5], 为进一步探索其优势的内在机理, 本试验对杂交水稻及其亲本的四种耗氧途径的活力和P/O比进行了研究。

1 材料与方法

1.1 供试材料

选用籼粳杂交稻赣化7号及其母本广抗粳2号作为供试材料。种子在湿滤纸上发芽, 一星期后移至2.5升装有营养液^[6]的培养桶中生长20 d, 营养液进行人工通气, pH5.5左右, 每3 d换一次营养液。植株放置在人工气候室里生长。人工气候室里的温度保持在26~28℃左右, 相对湿度在70%~85%, 光照时间12 h · d⁻¹, 光强为600 $\mu\text{mol} \cdot \text{M}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ 。

1.2 根系呼吸耗氧测定

根系呼吸耗氧用YSI model 5300型生物氧测定仪测定。根系从植株切下后在1小时内测定完毕, 以减少试验误差。预备试验表明, 根系从植株切下后1小时内呼吸耗氧无明显差异。根系呼吸耗氧测定所用的营养液和生长所用的一致, 测定时温度为28℃, 根系干重为30~60 mg, 水杨基氧肟酸(Salicylhydroxamic acid, 文本简称SHAM)被用作抗氰呼吸途径的抑制剂^[1], 龙胆酸作为过氧化物酶呼吸途径的抑制剂^[2, 7], 氰化钾(KCN)作为细胞色素氧化酶呼吸途径的抑制剂, 低浓度的氰化钾($<4 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)对细胞色素氧化酶没有抑制作用, 可用来验证龙胆酸的结果^[2]。所有的试剂均购自于SIGMA公司。

1.3 根系呼吸耗氧的计算公式

根系呼吸耗氧比率可通过下列公式得到

$$V_T = \rho_{alt} V_{alt} + \rho_{cyt} V_{cyt} + v_{pod} + v_{res}$$

公式中 V_T 是指在不加任何抑制剂情况的根系总耗氧; V_{alt} 和 V_{cyt} 是指抑制剂抑制抗氰呼吸途径和细胞色素氧化酶呼吸途径耗氧的量, 也可以说是这两种呼吸途径呼吸耗氧的表观活力; ρ_{alt} 和 ρ_{cyt} 是指抗氰呼吸途径和细胞色素氧化酶呼吸途径耗氧的实际活力 v 和其表观活力 V 的比率($0 \leq \rho \leq 1$); v_{pod} 是指过氧化物酶耗氧; v_{res} 是指SHAM和氰化钾

都不能抑制的剩余呼吸。

2 结果与分析

2.1 水稻根系不同呼吸途径耗氧的量化

由于两个供试材料根系呼吸耗氧的测定方法相同,而且从定性的意义上讲结果是一致的,所以不同呼吸途径耗氧的量化方法仅以赣化7号为例说明。从图1可见SHAM对根系呼吸耗氧的抑制达到54.3%,在加入氰化钾后,根系呼吸耗氧的抑制达到90%左右。在0.3 mM氰化钾浓度下,细胞色素氧化酶呼吸途径已完全被抑制(图2)。在氰化钾存在的条件下,5~10 mM的SHAM可以完全抑制抗氰呼吸途径耗氧(图1)。在不加氰化钾的情况下,低浓度的SHAM(1mM)抑制呼吸的比率比加氰化钾的低,但高浓度的SHAM(≥ 5 mM)抑制呼吸的比率比加氰化钾的要高(图1A)。在玉米等作物的试验中也发现有类似的结果^[2, 7, 8]。测定结果似乎表明,根系抗氰呼吸途径的实际活力(v_{alt})达到54.3%,几乎是其表观活力的一倍左右(图1),但实际上这是不可能的,因为至今还未见氰化钾抑制抗氰呼吸的报道。所以,从图1可知,抗氰呼吸途径耗氧比率应在27.8%,其余部分可能就是过氧化物酶的耗氧了。

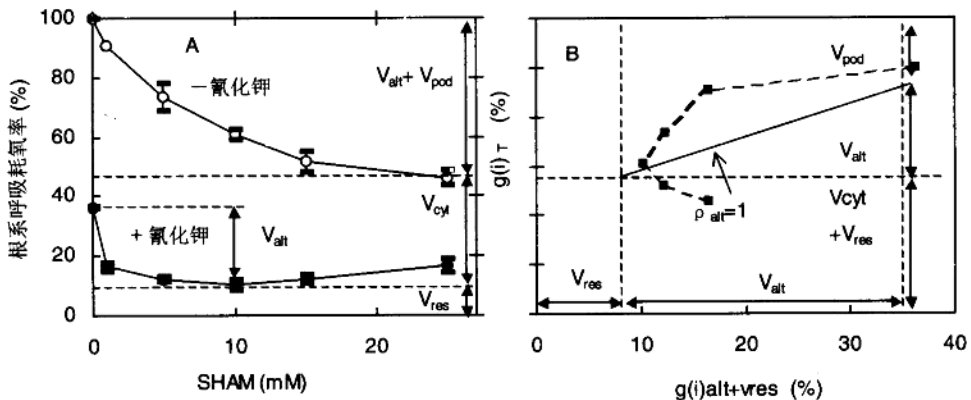


图1 SHAM对水稻根系呼吸耗氧抑制的影响

把单独加SHAM的根系耗氧率作为纵坐标,把加入同样浓度SHAM的抗氰呼吸途径耗氧率作为横坐标,产生非线性关系(图1B)。这种非线性关系只有在过氧化物酶耗氧存在时才会发生^[2]。从图1结果可见,过氧化物酶耗氧的情况确实存在。

氰化钾在不加SHAM的情况下对根系呼吸的抑制比加SHAM的更强(图2A),不加SHAM时氰化钾对根系呼吸耗氧的抑制达到62%,加SHAM时对根系呼吸耗氧的抑制达到35.5%,产生这种现象的原因是 ρ_{cyt} 大于1(图2B)。图2结果表明,过氧化物酶比细胞色素氧化酶对低浓度($< 10 \mu M$)氰化钾更敏感。当氰化钾浓度高于 $10 \mu M$ 时, ρ_{cyt}

等于1,说明低浓度的氰化钾抑制了过氧化物酶的耗氧,当氰化钾浓度高于 $10\text{ }\mu\text{M}$ 以上时,氰化钾抑制的只能是细胞色素氧化酶呼吸。Van der Werf等在*Brachypodium*的根系中也发现低浓度的氰化钾仅对过氧化物酶有抑制作用^[2]。

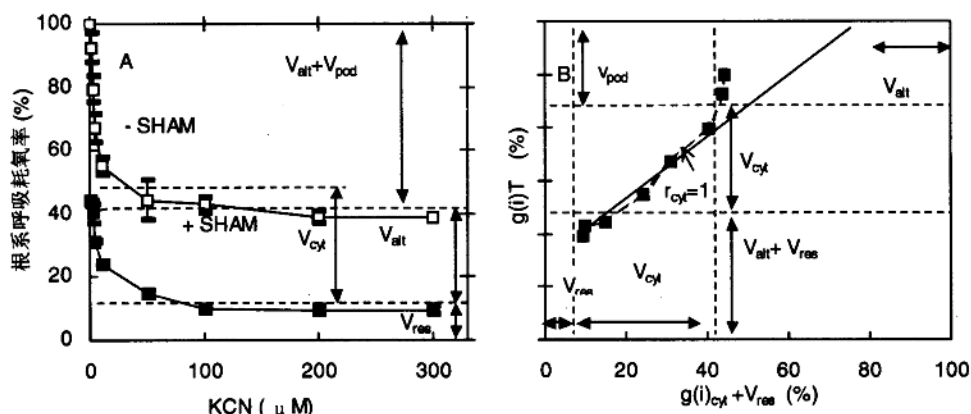


图2 氰化钾对水稻根系呼吸耗氧抑制的影响

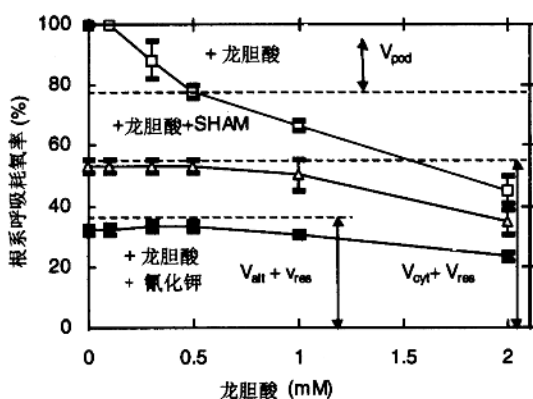


图3 龙胆酸对水稻根系呼吸耗氧抑制的影响

进一步用龙胆酸证实水稻根系中确实存在过氧化物酶的耗氧(图3), 龙胆酸抑制根系耗氧率在24%左右。在本试验中,用 0.5 mM 浓度的龙胆酸抑制过氧化物酶耗氧的效果较好, 浓度超过 0.5 mM , 龙胆酸对抗氰呼吸途径和细胞色素氧化酶呼吸途径均有抑制作用。

2.2 杂交水稻和其亲本根系四种呼吸途径耗氧的差异

图4和表1列出了杂交水稻赣化7号和其母本广抗粳2号的根系和地上部的相对生长率、根系不同呼吸途径的耗氧比率。杂交水稻赣化7号的相对生长率较广抗粳2号有明显的优势,地上部生长率高 66.7% ,根系生长率高 52.1% 。赣化7号和广抗粳2号的根系耗氧分别为 98.2 和 $82.7\text{ nmol O}_2 \cdot \text{g}^{-1}\text{ dry weight} \cdot \text{s}^{-1}$,赣化7号比其亲本高 18.7% 。两个供试材料的细胞色素氧化酶呼吸途径的实际活力基本上和其表现活力一致($\rho_{cyt}=1.0$; 图2B),

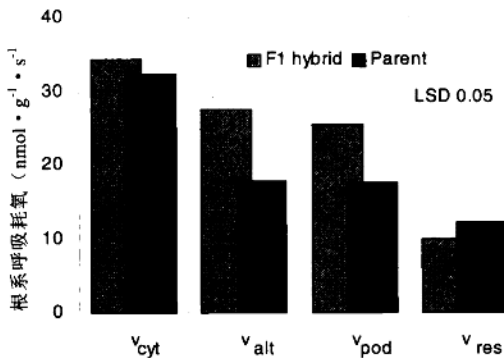


图4 杂交水稻及其亲本根系四种耗氧途径耗氧比率的差异

平均值约为 $33 \text{ nmolO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{dry weight} \cdot \text{s}^{-1}$ (图4)。赣化7号的过氧化物酶耗氧较其亲本多17%(相对值, 表2)或45%(绝对值, 图4), 抗氰呼吸途径耗氧多27%(相对值, 表2)或60%(绝对值, 图4)。过氧化物酶和细胞壁的木质化过程有关, 因此, 杂交水稻较高的过氧化物酶的活性可能与其相对生长率有关。杂交水稻的抗氰呼吸途径耗氧较多, 高抗氰呼吸是

杂交水稻适应性强的生理基础, 如抗伤害、抗低温等。剩余呼吸是指SHAM和氰化钾都不能抑制的呼吸。赣化7号的剩余呼吸稍低于亲本。剩余呼吸的功能目前尚不清楚, 一般认为剩余呼吸不产生ATP^[1, 9]。

表1 杂交水稻及其亲本根系四种耗氧途径的耗氧比率和P/O比
(细胞色素氧化酶途径P/O=3; 抗氰呼吸途径P/O=1; 过氧化物酶呼吸P/O=0; 剩余呼吸P/O=0)

品种	耗氧比率 (%)						P/O比	ATP产生量 ($\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)	RGR ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)	
	V _{cyt}	V _{alt}	V _{res}	V _{pod}	ρ_{cyt}	ρ_{alt}			根系	地上部
赣化7号	35.5	27.8	9.8	26.5	1.05	1.0	1.35	265	0.251	0.260
广抗粳2号	40.5	21.7	14.9	22.6	0.99	1.0	1.44	232	0.165	0.156

杂交水稻赣化7号根系呼吸耗氧的P/O比稍低于其亲本广抗粳2号(表1), 表明, 杂交水稻的高生长率和其P/O比没有关系。赣化7号根系呼吸所产生的ATP数量虽比广抗粳2号多14.2%, 但相对生长率要高59.2%。这种现象暗示着杂交水稻根系生长过程中ATP的利用率较高。虽然 Pooter 等在生长快的植物中也发现类似的现象^[10], 但至今未能解释其原因。

3 小结

3.1 水稻根系呼吸四种耗氧途径的量化可通过SHAM和氰化钾的滴定而获得。根据细胞色素氧化酶和过氧化物酶对不同浓度氰化钾的敏感性不同, 用不同浓度的氰化钾滴定, 可区别这两种耗氧途径的耗氧活力。此外, 龙胆酸在0.5 mM浓度以下可抑制水稻根系中过氧化物酶的活力。

3.2 杂交水稻和其亲本的植株相对生长率差异不能用根系呼吸P/O比来解释。四种根系耗氧途径中, 杂交水稻的抗氰呼吸和过氧化物酶呼吸途径耗氧活力比亲本高。杂交水稻的根系相对生长率比亲本高52.1%, 地上部相对生长率高66.7%, 但杂交水稻的呼吸耗氧仅比亲本多18.7%, ATP生产量仅多14.2%。

参考文献

- 1 Lambers H. Respiration in intact plants and tissues: Its regulation and dependence on environmental factors, metabolism and invaded organisms. In: R Douce, D A Day, eds. *Higher Plant Cell Respiration, Encyclopedia of Plant Physiology* (New Series), 1985, Vol 18. Sprmger-Veriag, Berlin, 418~473
- 2 Van der Werf A, Raaimakers D, Poot P, Lambers H. Evidence for a significant contribution by peroxidase-mediated O_2 uptake to root respiration of *Brachypodium*. *Planta*, 1991, 183: 347~352
- 3 Roberts J K M, Wemmer D, Jardezicy O. Measurements of mitochondria ATP-ase activity in maize root tips by saturation transfer ^{31}P nuclear magnetic resonance. *Plant Physiol.*, 1984, 74: 632~639
- 4 石庆华. 杂交水稻与大型品种根系生长特性影响产量形成的研究初报, 江西农业大学学报, 1984, (2): 71~80
- 5 石庆华, 李木英, 涂起红. 杂交水稻根系生长优势与吸氮特性关系的初步研究, 江西农业大学学报, 1999, 21 (2): 145~148
- 6 Hoagland D R, Snyder W C. Nutrition of strawberry plants under controlled conditions. *Proc Am Soc Hortic Sci.*, 1933, 30: 288~294
- 7 Spreen Brouwer K, Van Valen T, Day D A, Lambeis H. Hydroxamate-stimulated O_2 uptake in roots of *Pisum sativum* and *Zea mays*, mediated by a peroxidase. *Plant Physiol.*, 1986, 82: 236~240
- 8 De Visser R, Blacquiére T. Inhibition and stimulation of root respiration in *Pisum* and *Plantago* by hydroxamate. Its consequences for the assessment of alternative path activity. *Plant Physiol.*, 1984, 75: 813~817
- 9 Wagner A M, Van Emmerik W A M, Zwiers J H, Kaagman H M C M. Energy metabolism of *Petunia hybrida* cell suspensions growing in the presence of antimycin A. In H Lambert, LHW Van der Plas, eds. *Molecular, Biochemical and Physiological Aspects of Plant Respiration*. SPB Academic Publ bv. The Hague, The Netherlands, 1992, 609~614
- 10 Poorter H, Van der Werf A, Atkin OK, Lambers H. Respiratory energy requirements of roots vary with the potential growth rate of a plant species. *Physiol Plant.*, 1991, 83: 469~475

杂交水稻赣化7号的植株生长、离子吸收 和维持呼吸的能量消耗*

石庆华¹ Ries de Visser²

¹ 江西农业大学农学院, 南昌 330045

² 荷兰农业生物和土壤肥料研究所

摘要 对杂交水稻赣化7号和其亲本之一的广抗梗2号的根系生长、离子吸收和维持呼吸所需的能量消耗进行了研究。通过两种方法来决定根系三个部分的能量消耗: 1) 在生长状况下根系呼吸耗氧和相对增长率、离子吸收率的多元回归分析; 2) 通过水稻根系在营养液和去离子水中的耗氧差来决定根系吸收离子所需的能量。两种方法分析取得的结果基本一致。杂交水稻赣化7号的平均相对增长率比亲本高60%, 耗氧多24%, ATP生产量多16%。赣化7号的根系生长耗能系数(1/Y)是26 mmol · g⁻¹干重, 比其亲本少45%。赣化7号和其亲本的离子吸收耗能和维持呼吸耗能系数的差异不显著。

关键词 杂交水稻; 根系生长; 离子吸收; 维持呼吸

Energy Cost for Growth, Ion Uptake and Maintenance of Hybrid Rice Ganhua 7

Shi Qinghua¹ and Ries de Visser²

¹ College of Agronomy, JXAU, Nanchang, 330045

² DLO-Research Institute for Agrobiological Sciences and Soil Fertility
(AB-DLO), P.O.Box 14, NL-6700 AA, Wageningen, The Netherlands

Abstract Respiratory energy costs for growth, ion uptake and maintenance were determined on roots of hybrid rice, Ganhua 7 and one of its parents Guang Kangjing 2. These three components of respiration were determined by two approaches: (i) multiple regression of root respiration on relative growth rate (RGR) and ion uptake rate under plant growth conditions, and (ii) comparison of root respiration and ion uptake in the absence and presence of mineral ions in the root medium. The results obtained by both methods are consistent. On average, roots of the fast-growing F₁ hybrid showed a 60% higher RGR, a 24% higher rate of O₂ uptake, and a 16% higher rate of ATP production than roots of the parent having the same dry weight. The root

* 原载中国水稻科学, 2001, 15 (3): 182~186