

# 促芽肥与杂交中稻再生力关系 及其作用机理

徐富贤 洪松 熊洪

(四川省农业科学院水稻高粱研究所, 四川泸州, 646100)

**摘要** 1991~1993年以2个杂交中稻品种为材料,研究了促芽肥与杂交中稻再生力关系及其作用机理。结果表明,促芽肥不能提高倒2、倒3节位活芽率,可提高倒4、5节位活芽率。再生稻活芽数、有效穗、产量及其穗粒结构分别与促芽肥施用量和母茎鞘干物重呈显著或极显著正相关。促芽肥提高再生力的作用,是通过施氮延缓了头季稻生长后期绿叶衰老速度,提高母茎叶片全氮含量及其净光合速率,增加叶片当时的光合产物向头季稻穗部输入比例,减少先前贮藏于母茎鞘中光合产物向穗部输入量,相对地提高了母茎鞘干物重而增强再生力。促芽肥对提高再生力的效果与母茎鞘干物重有关,当母茎鞘干物重过大或过小时,促芽肥的作用极小。

**关键词** 杂交中稻;再生稻;促芽肥;再生力

关于促芽肥对再生稻的作用问题,国内外已有较多研究<sup>[4~12]</sup>,但其作用机理尚未见报道,而且就促芽肥的作用所得结论各异。如管康林等<sup>[4]</sup>、J. S. Chauhan等<sup>[11]</sup>的研究表明,头季稻收割前施促芽肥对再生芽的作用不大,应该省去。凌启鸿等<sup>[8]</sup>、孙晓辉等<sup>[5]</sup>的研究则认为,在头季稻收割前7~15天施促芽肥,可促进潜伏芽出苗,提高再生稻的每穗粒数和穗重,并成为四川再生稻栽培技术中的一项增产关键措施。马均等<sup>[6]</sup>的报告指出,促芽肥有直接和间接两方面的作用。作者<sup>[7]</sup>曾研究发现,同年不同田块或同田块不同年度间的再生稻,在种植品种相同、栽培管理基本一致情况下,施促芽肥有的增产明显,有的则不然。为此,我们特从再生芽萌发、生长角度着手,研究促芽肥与杂交中稻再生力关系及其作用机理,以期为再生稻的科学施肥提供依据。

## 1 材料和方法

1991年以汕优63为材料,于头季稻收割前15天施不同量尿素(产地泸州天然气化学工业公司,含氮量46%)作促芽肥,小区面积13.3 m<sup>2</sup>,3次重复,随机区组排列,区间筑双埂,走道67 cm。施氮后13天用凯氏法测定各处理叶片含氮量,并按蒋彭炎介绍方法测定光合速率<sup>[1]</sup>。头季稻收割期和收后15天,各区块选择生长整齐一致的稻株50~60苗,测各节位再生芽萌发数和死活数;再生稻成熟时,各区块取5穴考查产量及其穗粒结构。

1992年以汕优63为材料,于孕穗期选择生长整齐一致的稻株进行10个不同去叶处理,以塑造头季稻收割期母茎有不同的茎鞘干物重。每处理去叶25~30苗,重复12次,各去叶

收稿日期:1995-04-27,收到修改稿日期:1996-08-07

处理的不同重复分别挂牌。中稻收割时将其中6重复平泥收割,并测定各处理的茎鞘干物重,其余6个重复蓄留再生稻,再生稻成熟时测定穗部性状。

1993年以汕优63和K优3号为材料,头季稻齐穗后15天(7月26日)进行施氮与不施氮处理(施氮处理每公顷施尿素150公斤),各处理小区面积52.4 m<sup>2</sup>,区间筑双埂。施氮后7天(8月2日)起,每7天各处理取样250~300苗,先将母茎粗度基本一致的分为若干组后,分别考查再生芽死活数、芽重、芽长、母茎鞘干物重。另在头季稻施氮当季,施氮与不施氮处理按母茎粗度分为大、中、小3组,各组分别挂牌350~400苗,并将各组中的50~60苗平泥收割,测定其茎鞘干物重和叶面积,以后分别于8月1、6、11、16日头季稻收割前将中粗组取样40~50苗,测定母茎鞘干物重和叶面积;头季稻收割期各组取80~90苗测各节位再生芽死活数和平均芽重,其余80~90苗蓄留再生稻,再生稻成熟时考查穗粒重。

以上试验中稻及再生稻的其它栽培措施均同大田生产。

## 2 结果与分析

### 2.1 促芽肥与再生力关系

从试验结果表1中可见,不同促芽肥施用量间,相同节位再生芽的活芽率,倒2和倒3节位高达近100%,且差异极小,与施氮量间相关性不显著;而倒4和倒5节则表现为施氮处理明显要比未施氮处理高,处理间差异达显著水平,而且活芽率与施氮量呈极显著正相关。

以上说明,促芽肥不能提高倒2、倒3节位芽成活率,仅能提高倒4、倒5节位芽成活率。因此,促芽肥能促苗增穗和优化穗粒结构(表2)。

表1 促芽肥用量与再生芽萌发的关系

Table 1 Relation between N application for bud development and sprouting of axillary buds.

施尿素 (kg/ha) Urea applied	实查母茎数 Mother culms observed	活芽率(%) Living bud rate(%)			
		倒2节 2nd node from top	倒3节 3rd node from top	倒4节 4th node from top	倒5节 5th node from top
0	158	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	73.0 <sup>c</sup>	51.0 <sup>c</sup>
75	151	100 <sup>a</sup>	99.0 <sup>a</sup>	85.8 <sup>b</sup>	64.7 <sup>b</sup>
112.5	150	100 <sup>a</sup>	98.5 <sup>a</sup>	85.7 <sup>b</sup>	64.8 <sup>b</sup>
150.0	172	100 <sup>a</sup>	98.5 <sup>a</sup>	91.9 <sup>a</sup>	67.2 <sup>b</sup>
187.5	175	98.2 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	91.9 <sup>a</sup>	71.4 <sup>b</sup>
225.0	180	100 <sup>a</sup>	98.4 <sup>a</sup>	94.5 <sup>a</sup>	77.0 <sup>a</sup>
与施N量的相关性 Correlation with Urea applied		-0.3780	-0.4223	0.9526**	0.9697**

注 Note 1. 活芽率 =  $\frac{\text{活芽数}}{\text{实际萌发数}} \times 100\%$

$$\text{Living buds rate} = \frac{\text{no. of living buds}}{\text{no. of sprouted buds}} \times 100\%$$

2. 数据后跟有相同字母表示在0.05水平差异不显著

In each column, data followed by same letter indicates no significant difference at 5% level.

3.  $r_{6, 0.05} = 0.8114^*$ ;  $r_{6, 0.01} = 0.9172^{**}$

## 2.2 促芽肥提高再生力的作用机理

### 2.2.1 母茎鞘干物重与再生力关系

从试验结果表 3 中看出, (1) 头季稻收割前, 倒 2、3 节再生芽的活芽率与母茎鞘干物重没有显著相关性。究其原因, 头季稻收割时倒 2、3 节芽几乎没有死, 如 8 月 16 日收割期, 汕优 63 和 K 优 3 号倒 2 节活芽率均为 100%, 倒 3 节活芽率分别为 98.8% 和 99.0%。这可能与倒 2、3 节芽收前有剑叶、倒 2、倒 3 叶三片绿叶提供丰富的光合产物来源, 且光照条件好有关<sup>[13]</sup>, 不需从母茎中吸收养分。

(2) 头季稻收割前, 平均芽重、芽长及倒 4、5 节芽的活芽率均分别与母茎鞘干物重达显著或极显著正相关。这是因为, 头季稻收前再生芽已逐渐死亡, 如 8 月 2~16 日, 倒 4 节活芽率汕优 63 由 82.1% 下降到 67.8%, K 优 3 号由 89.3% 下降到 75.4%; 倒 5 节活芽率汕优 63 由 47.9% 下降到 38.1%, K 优 3 号由 56.7% 下降到 44.9%。这可能与头季稻生长后期, 倒 4 节以下叶片逐渐死亡, 为再生芽提供的养分来源减少有关。而贮藏于母茎鞘中的光合产物则可供再生芽生长之用。因此, 母茎鞘干物重越高, 其再生芽活芽率越高, 生长速度也越快。(3) 头季稻收割后, 母茎鞘干物重与倒 2 节活芽率相关系数不显著。从测定结果看, 头季稻收割后再生芽死亡较快, 如汕优 63 由 8 月 16 日的 100% 降到 9 月 6 日的 36.8%, K 优 3 号由 100% 降到 31.5%。可能是因倒 2 节芽所处位置相对较高, 上部稻桩失水干枯而引起死亡。(4) 头季稻收后稻桩干物重分别与平均芽重、芽长及倒 3、4、5 节位的活芽率达显著或极显著正相关, 说明头季稻稻桩是倒 3、4、5 节芽继续生长的重要养分来源。故此, 头季稻收割期母茎鞘干物重分别与再生穗粒重及穗粒结构呈极显著正相关(表 4)。

综上所述, 杂交中稻母茎鞘干物重较高, 提高了倒 3、4、5 节位芽的成活率而增加了再生稻有效穗, 同时促进了再生芽生长, 从而优化了再生稻的穗粒结构, 使再生稻高产。

### 2.2.2 促芽肥与母茎鞘干物重关系

促芽肥有两方面作用, 一是延缓头季稻后期叶片衰老速度。据测定, 汕优 63 施促芽肥时, 施氮处理和未施氮处理每苗平均绿叶面积分别为 122.2 cm<sup>2</sup> 和 122.5 cm<sup>2</sup>, 成熟期分别降到 85.3 cm<sup>2</sup> 和 66.7 cm<sup>2</sup>, 两处理前后比值分别为 1:0.72 和 1:0.56; K 优 3 号也表现同一趋势。水稻生长后期保留的绿叶面积越大, 增加了光合源, 可减少贮藏于母茎鞘中的光合产

表 2 促芽肥(尿素)用量(X)与再生稻产量及其穗粒结构关系

Table 2 Relation of dressing for bud development to grain yield and panicle and grain structure of ratooning rice.

Y	回归方程 Regression equation	r	n
头季稻收割期活芽数 No. of living buds at harvest (no./m <sup>2</sup> )	$\hat{Y} = 808.55 + 6.19X$	0.9959**	6
头季稻收后 15 天活芽数 No. of living buds at 15 days after harvest (no./m <sup>2</sup> )	$\hat{Y} = 465.45 + 3.09X$	0.9823**	6
有效穗 Productive panicles (no./m <sup>2</sup> )	$\hat{Y} = 420.45 + 2.25X$	0.9864**	6
每穗实粒数 Filled grain per panicle	$\hat{Y} = 38.10 + 0.33X$	0.9757**	6
结实率(%) Seed setting rate	$\hat{Y} = 74.11 + 0.47X$	0.8743**	6
粒重 Grain weight (g/m)	$\hat{Y} = 207.83 + 5.06X$	0.9897**	6

注 Note:  $r_{0.05} = 0.8114^*$ ;  $r_{0.01} = 0.9172^{**}$ ;

表3 干物重与各节位再生芽成活率和平均单芽重、芽长的相关系数

Table 3 Correlation between dry Weight and Living buds rate, average per bud Weight, per bud length on all nodes of the basic stems.

月日 Month-day	汕优 63 Shan you 63						K 优 3 号 K you 3					
	倒 2 节	倒 3 节	倒 4 节	倒 5 节	芽重	芽长	倒 2 节	倒 3 节	倒 4 节	倒 5 节	芽重	芽长
	2nd node from top	3rd node from top	4th node from top	5th node from top	Bud Weight	Bud Length	2nd node from top	3rd node from top	4th node from top	5th node from top	Bud Weight	Bud Length
8-02	0	0.1972	0.5016*	0.6369**	—	—	0	0.1240	0.4956*	0.5308*	—	—
8-09	0	0.2440	0.5292*	0.7203**	0.7622**	0.6195**	0	0.1183	0.5853*	0.7749**	0.7161**	0.7815**
8-16	0	0.1863	0.5078*	0.6162**	0.7783**	0.7498**	0	0.1205	0.4734*	0.4825*	0.5686*	0.7899**
8-23	0.0344	0.4907*	0.5389*	0.6468**	0.6976**	0.6871**	-0.083	0.5813*	0.7318**	0.5408*	0.7622**	0.4958*
8-30	0.1366	0.5275**	0.5651*	0.6058**	0.7117**	0.6520**	0.4394	0.5032*	0.4885*	0.5096*	0.7783**	0.5174*
9-06	0.1208	0.5107*	0.5002*	0.5177*	0.8013**	0.7014**	0.2114	0.5864*	0.5157*	0.5254*	0.7542**	0.6022*

注: 1.  $r_{18,0.05}=0.4683^*$ ;  $r_{18,0.01}=0.5897^{**}$ 

2. 头季稻收割期 8 月 16 日。Harvesting date of first crop was August, 16.

3. 头季稻留桩高度 40 cm。Height of stubble were 40 cm.

表4 头季稻母茎鞘干物重与再生穗重及穗部性状的相关性

Table 4 The correlation between dry weight of mother stem and panicle weight and panicle characters of the ratooning rice

性状 Character	有效穗 Panicle	着粒数 Grain/ Panicle	实粒数 Grain setting /Panicle	结实率 Seed setting rate	千粒重 1000-grain Weight	每穗重 Weight/ Panicle	每母茎再生穗重 Panicle Weight /mother stem
相关系数(r)	0.5524**	0.5538**	0.4827**	0.3704**	0.4522**	0.6011**	0.5160**

注 Note:  $r_{60,0.01}=0.3248^{**}$ 

表5 头季稻去叶与茎鞘干物重关系

Table 5 Relation between removing leaves of main crop rice and the dry weight of it's mother stem

处理 Treatment	平均重 Average weight(g/stem)	变幅 Range(g/stem)	相对值 Relative value(%)
全留叶 No leaf removed	3.08	2.46-3.93	100 <sup>a</sup>
留倒 1、2、3 叶 Keep 1st 2nd and 3rd leaves from top	2.68	2.20-3.12	87.0 <sup>b</sup>
留倒 1、2 叶 Keep 1st and 2nd leaves from top	2.19	1.77-2.71	71.1 <sup>c</sup>
留倒 1 叶 Keep 1st leaf from top	1.90	1.57-2.25	61.7 <sup>cd</sup>
全去叶 Removing all leaves	1.44	1.07-2.03	46.8 <sup>c</sup>

注: 数据后跟有相同字母表示在 0.05 水平差异不显著

Note: Data followed same letter indicates on significant difference at 0.05 level

物消耗量(表 5)。二是促芽肥提高了叶片全氮含量及其光合速率, 据测定, 促芽肥施用量分别与叶片全氮含量及其光合速率呈极显著正相关, 相关系数分别为 0.9810<sup>\*\*</sup> 和 0.9733<sup>\*\*</sup>, 与徐克章等研究结果一致<sup>[3]</sup>。光合速率的提高, 增加了叶片当时光合产物向头季稻穗部输入的比例, 从而减少了先期贮藏于母茎鞘中的光合产物向穗部的输入量<sup>[2]</sup>。

由于以上两方面的作用, 促芽肥施用后的母茎鞘干物重的变化动态表现为缓慢下降, 比较两个处理回归方程的 b 值可见, 汕优 63 和 K 优 3 号施氮处理茎鞘干物重日下降速度分别为未施氮处理的 26.5% 和 31.7%, 较未施氮处理相对地提高了母茎鞘干物重(图 1)而促进再生稻增产(表 3、4)。这就是促芽肥提高再生力的作用机理所在。

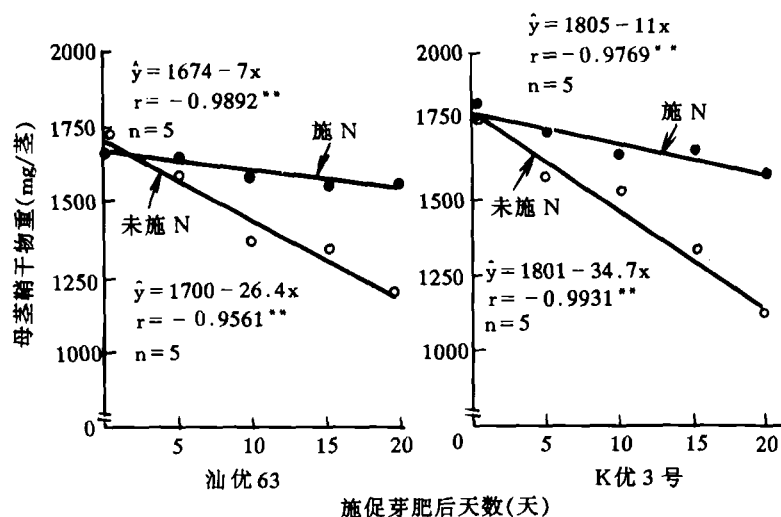


图 1 促芽肥与母茎鞘干物重关系

Fig. 1 Relation between N application for bud development and the dry weight of the basic stems.

### 2.3 促芽肥对再生稻的增产效果与母茎鞘干物重关系

促芽肥与倒 2、3 节活芽率无关(表 1), 对倒 4、5 节活芽率, 平均芽长、芽重及再生稻穗重则有明显作用, 但作用程度与母茎鞘干物重有关。从图 2 中不难看出, 母茎鞘干物重过低和过高时, 施促芽肥的作用甚微, 只有在母茎鞘干物重适中情况下才有显著作用。分析其因, 母茎再生芽萌发后要继续生长成穗, 需要较多的养分, 其来源主要依赖于母茎鞘中贮藏的光合产物(表 3), 施氮只能起到补充养分的作用(图 1)。当母茎鞘干物重过低, 即营养状况极差时, 因“先天不足”而无法“后天补救”; 当母茎鞘干物重过大时, 母茎营养充足, 已完全能满足其再生芽生长所需养分, 施氮也就无多大作用了。因此, 只有当母茎鞘干物重适中时, 即单茎鞘干物重 1.22~1.78 g 范围内, 施促芽肥才会有效<sup>[7]</sup>。

## 3 讨论

3.1 关于促芽肥对再生稻的作用问题, 管康林等(1979)认为, 再生芽萌发初期营养来自稻桩, 头季稻收割前施促芽肥的作用不大, 应该省去<sup>[4]</sup>。马均等(1992)利用<sup>15</sup>N 示踪研究头季稻收割前促芽肥的去向, 认为促芽肥主要分配于头季稻茎鞘中, 对再生稻的作用分直接和间接两方面, 以间接作用为主<sup>[6]</sup>。本研究结果表明, 促芽肥能提高低位芽(倒 4、5 节芽)成活率(表

1), 增加有效穗和优化穗粒结构(表2), 与凌启鸿等、孙晓辉等的研究结果一致<sup>[5,8]</sup>, 并且进一步探明了促芽肥对不同节位再生芽的作用。

综上所述, 促芽肥对再生稻的作用是肯定的, 管康林等认为没有作用是指的直接作用, 尚不够全面。

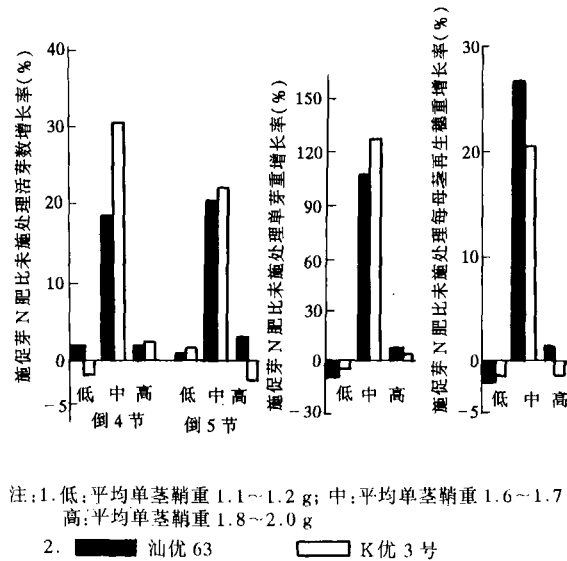


图2 促芽肥对再生稻的增产效果与母茎鞘干物重关系

Fig. 2 Relation between increment of yield from N applying for bud development of the ratooning rice and the dry weight of the basic stems.

3.2 关于促芽肥对再生稻的作用机理, 目前尚无研究报导。我们研究结果证明, 再生芽的生长依赖于贮藏于母茎鞘中的光合产物(表3), 促芽肥对再生芽的作用, 是通过施氮延缓了头季稻生长后期绿叶衰老速度(相对增加了光合源)、增加了母茎叶片全氮含量从而提高了叶片光合速率, 增加了叶片当时的光合产物向穗部的输入比例, 相对的减少了母茎鞘中贮藏的光合产物向穗部的输入量, 即相对提高了母茎鞘干物重(图1)而增产(表4)。

3.3 关于促芽肥对再生稻的作用与母茎鞘干物重关系, 母茎鞘干物重对再生芽的生长和产量构成呈显著正相关(表3、4)。施促芽肥对再生稻的增产效果与母茎鞘干物重关系密切, 当母茎鞘干物重过大或过小时作用甚微, 只有母茎鞘干物重适中情况下施促芽肥才有显著作用(图2)。这可能是促芽肥对再生稻的增产作用在生产上同田不同年度间和同年度不同田块间存在较大差异<sup>[7]</sup>的主要原因。因此, 在再生稻的生产实践中, 于头季稻孕穗期前后增施穗粒氮肥, 即有利于头季稻高产稳产, 又能延迟母茎叶片衰老时间, 从而提高母茎鞘干物重, 进而提高再生稻产量。对头季稻生长过旺, 或因开花期低温为害造成空壳率高而减产的田块, 由于母茎鞘中累积的光合产物相对较多, 其再生稻可少施或不施促芽肥。

## 参 考 文 献

- 1 蒋彭炎、冯来定、俞美玉等, 1989, 中国农业科学, 22(4), 33~40
- 2 肖世和、陈孝、吴兆苏, 1995, 作物学报, 21(2), 155~160

- 3 徐克章、黑田荣喜、平野贡, 1995, 作物学报, 21(2), 171~175
- 4 管康林、陈耀武、肖耀文, 1979, 中国农业科学, (3), 23~30
- 5 孙晓辉、田彦华、任天举, 1982, 四川农业科技, (3), 1~4
- 6 马均、孙晓辉, 1992, 西南农业学报, 5(1), 41~46
- 7 徐富贤、洪松, 1994, 作物研究, 8(4), 14~16
- 8 凌启鸿、苏祖芳、侯康平等, 1989, 中国农业科学, 22(5)
- 9 方文、熊洪、姚文力, 1989, 农牧情报研究, (11), 26--30
- 10 杨开渠, 1958, 农业学报, 9(2), 107~133
- 11 Chauhan, J. S., B. S. Vergara, and F. S. S. Lopez, 1985, IRRI, 102
- 12 Masahiko, 1983, Japan Jour. Crop Sci., 52(1), 15~21
- 13 Garcia, R. N., 1981, B. S. thesis, University of the Philippines at Los Banos, Laguna, Philippines, 49

## Relation between N Applying for Bud Development and Ratooning Ability and It's Mechanism in Hybrid Rice

Xu Fuxian    Hong Shong    Xiong Hong

(Rice and Sorghum Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Luzhou, 646100)

**Abstract**    The relation between N applying for bud development (NABD) and ratooning ability in hybrid mid-rice were studied with the hybrid Shan You 63 and Kei You 3. The results were as follows: The NABD at 15 days after full heading of the main crop could not increase the percentage of alive bud of the 2nd and 3rd nodes from top, but could increase those of 4th and 5th nodes from top. Significant or highly significant positive correlations were observed between alive buds, productive panicles, the yield componets of ratooning rice and the NABD, the dry weight of the basic stems. The reason of the NABD helping to increase grain yield of ratooning rice is that N application increase the dry weight of the basic stems. Effect of the NABD on increasing grain yield of ratooning rice related to the dry weight of the basic stems, the effect are little when the dry weight of the basic stems were very highor low.

**Key words**    Hybrid mid-rice; Ratooning rice; N applicaxtion for bud development; Ratooning ability