

水稻强化栽培条件植株的某些生理特性研究

陆秀明, 黄庆, 刘怀珍

(广东省农业科学院水稻研究所, 广东广州 510640)

摘要: 在田间强化栽培条件下, 对常规水稻粤新占和杂交水稻天优372整个生育期的根系活力、植株含氮量以及生育后期的灌浆速率和叶绿素含量变化特点进行研究。结果表明: 水稻强化栽培明显提高了植株的根系活力和灌浆速率; 提高生育后期植株的含氮量及成熟期叶绿素含量, 延缓生育后期叶片衰老, 从而提高了结实率和产量。

关键词: 水稻; 强化栽培; 生理特性; 根系活力; 灌浆速率

中图分类号: S511.42; S157.42 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-411X(2006)02-0005-03

Research of some Physiological Characteristics Under the System of Rice Intensification

LU Xiu-ming, HUANG Qing, LIU Huai-zhen

(Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Science, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Under the system of rice intensification, the root activity, N content of plant in all growing stage, the filling rate and the chlorophyll content in ripening stage were studied by using the conventional rice variety "Yuexinzhan" and hybrid rice combination "Tianyou372". The result showed that the root activity in all growing stage, the N content and filling rate in late growing stage, chlorophyll content in ripening stage were increased, and the leaf senescence was delayed, therefore, the grain setting rate and grain yield were increased under the system of rice intensification.

Key words: rice; intensified cultivation; physiological characteristics; root activity; filling rate

水稻强化栽培体系(system of rice intensification, SRI)是首先在马达加斯加应用并获得高产的一种新的水稻栽培技术。它的主要特点在于: 小苗稀植; 大量施用有机肥; 间歇灌溉, 保持田面湿润; 中耕除草^[1]。近年来, 该技术在亚洲一些国家及我国进行试验, 表现出一定的增产潜力^[2-4], 目前已经在东南亚稻区开始推广应用, 取得较好的社会、经济和生态效益^[5]。水稻强化栽培体系作为一种超高产的栽培技术, 近年来的研究多集中在插植规格及栽培调控方面^[2-4,6-8]。王绍华等^[5]的研究揭示在强化栽培条件下, 水稻根系活力增强, 叶片可溶性糖、非蛋白氮等含量增加, 许凤英等^[9]研究揭示强化栽培可以提高生育后期根系的生理活性及磷含量, 而有关强化栽培条件下植株的含氮量在整个生育期的变化以及

生育后期籽粒灌浆动态方面尚鲜见报道, 本文旨在揭示强化栽培对水稻的根系活力、植株含氮量及籽粒灌浆等生理特点的影响, 以明确水稻强化栽培的应用潜力与高产调控机理。

1 材料与方法

试验在广东省农业科学院水稻研究所大丰基地试验田进行, 2003年早季进行传统栽培(插植规格20 cm × 20 cm, 简称CK)、强化栽培(插植规格30 cm × 30 cm, 简称SRI)比较试验; 强化栽培处理移植叶龄2.8片, 传统栽培移植叶龄4.5片, 小区面积20 m², 裂区设计, 主处理为插植规格, 副处理为品种, 4次重复, 随机区组排列; 传统栽培每穴插2苗, 强化栽培每穴插1苗, 供试品种分别为粤新占、天优372。

收稿日期: 2005-01-26

作者简介: 陆秀明(1967-), 女, 高级农艺师, E-mail: luxiuming87@163.com

基金项目: 农业部——农业结构调整重大技术研究专项(2003-01-03B)

1.1 本田栽培措施

试验田为粘壤土,肥力中等, w (有机质)2.57%、 w (全氮)0.149%、 w (全磷)0.171%、 w (全钾)2.37%、速效氮87.5 mg/kg、速效磷111.1 mg/kg、速效钾230 mg/kg。强化栽培田间管理按下列方法进行:从移植至拔节期,田间仅保持湿润;拔节至抽穗,田间保持1~2 cm水层,以后干湿交替灌溉至排干水。大田生长期人工除草2次。传统栽培从移植至抽穗期,田间保持1~2 cm薄水层,以后干湿交替灌溉至排干水。2003年早季基肥施用量SRI试验区施蘑菇渣15 000 kg/hm²,回青期、分蘖期各追施尿素75 kg/hm²,总施肥量为施纯氮105 kg/hm²,N:P:K质量比为1.0:0.5:1.0。传统栽培试验区除不施蘑菇渣外其他施肥措施与SRI试验区相同。

1.2 调查测定项目

1.2.1 植株全氮量测定 分别于分蘖期、幼穗分化期、齐穗期、乳熟期、成熟期取茎、叶、穗测定整个植株全氮量,植株全氮量测定采用凯氏定氮法^[10]。

1.2.2 根系活力测定 分别于分蘖期、幼穗分化期、齐穗期、乳熟期、成熟期进行根系活力测定,根系活力测定采用 α -萘胺法^[11]。

1.2.3 粒粒灌浆速率测定 在抽穗期对同天抽穗的穗子进行标记,以后每隔7 d选取已标记的5穴穗子进行灌浆速率测定。

1.2.4 穗粒结构和产量调查 收割前每小区取5穴考种,调查每穗穗数、总粒数、实粒数、千粒质量,小区测产。

2 结果与分析

2.1 强化栽培与传统栽培吸氮特点比较

表1显示,在齐穗期之前,粤新占和天优372的含氮量不论是强化栽培(SRI)还是常规栽培(CK),其规律性不明显。齐穗后,不论是粤新占还是天优372,强化栽培的含氮量都高于传统栽培,且SRI粤新占与CK粤新占含氮量差异在齐穗期、成熟期达显著水平,说明强化栽培有延迟后期叶片衰老的作用。

表1 强化栽培在各生育期的含氮量及根系活力¹⁾

Tab. 1 Total N content and root activity at different growing stage under SRI

| 品种 variety | 处理 treatment | w (N)/% | | | | | 根系活力 root activity/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) | | | | |
|---------------------|-----------------|-----------|-------|-------|-------|-------|--|--------|-------|-------|-------|
| | | I | II | III | IV | V | I | II | III | IV | V |
| 粤新占 Yuexinzhan | SRI | 3.53a | 2.31a | 2.17a | 1.68a | 1.27a | 197.0a | 153a | 97.5a | 78.0a | 49.5a |
| 粤新占 Yuexinzhan | CK | 3.20b | 2.57b | 1.82b | 1.58a | 1.15b | 186.0b | 127.5a | 79.5a | 62.2a | 22.5b |
| 天优372 Tianyou372 | SRI | 2.99a | 2.27a | 1.56a | 1.79a | 1.15a | 199.0a | 90.0a | 72.0a | 69.0a | 63a |
| 天优372 Tianyou372 | CK | 3.21b | 2.25a | 1.42a | 1.44a | 1.06a | 190.0a | 70.5a | 54.0a | 60.0a | 49.5a |

1) I:分蘖期 tillering stage, II:分化期 panicle initiation stage, III:齐穗期 full heading stage, IV:乳熟期 milking stage, V:成熟期 ripening stage; 同一品种同列数据后带有相同字母者表示在0.05水平上差异不显著(*t*测验法)

2.2 强化栽培与传统栽培根系活力比较

在2003年早季分别在分蘖期、分化期、齐穗期、乳熟期、成熟期测定强化栽培(SRI)和传统栽培(CK)的根系活力,结果(表1)表明,强化栽培和传统栽培根系活力最强的时期都在分蘖期,随着生育期进展根系活力逐渐减弱,强化栽培的根系活力在整个生育期都强于传统栽培,且随着生育期进展两者间的差异逐渐增大。SRI粤新占的根系活力在分化期、齐穗期、乳熟期比传统栽培的根系活力分别高出20.00%、22.64%和25.46%;在成熟期SRI粤新占甚至比传统栽培高出120.00%,达到显著水平。SRI天优372的根系活力变化规律也跟粤新占一致但差异不显著,说明强化栽培个体生长旺盛,根系发达,群体生长协调,后期叶片不早衰,能保持较多的绿叶面积,有利于光合产物的积累及后期籽粒充实。

2.3 强化栽培与传统栽培灌浆速率比较

2003年早季在齐穗后每隔7 d取穗测定平均灌浆速率,图1结果显示,SRI粤新占与CK粤新占的

灌浆速率在齐穗后7 d没有差别,灌浆速率的峰值出现在齐穗后14 d,且随生育期进展灌浆速率的差距逐渐拉大,SRI粤新占齐穗后14、21 d灌浆速率分别为0.529、0.482 mg·s⁻¹·d⁻¹(s为spixel的缩写),

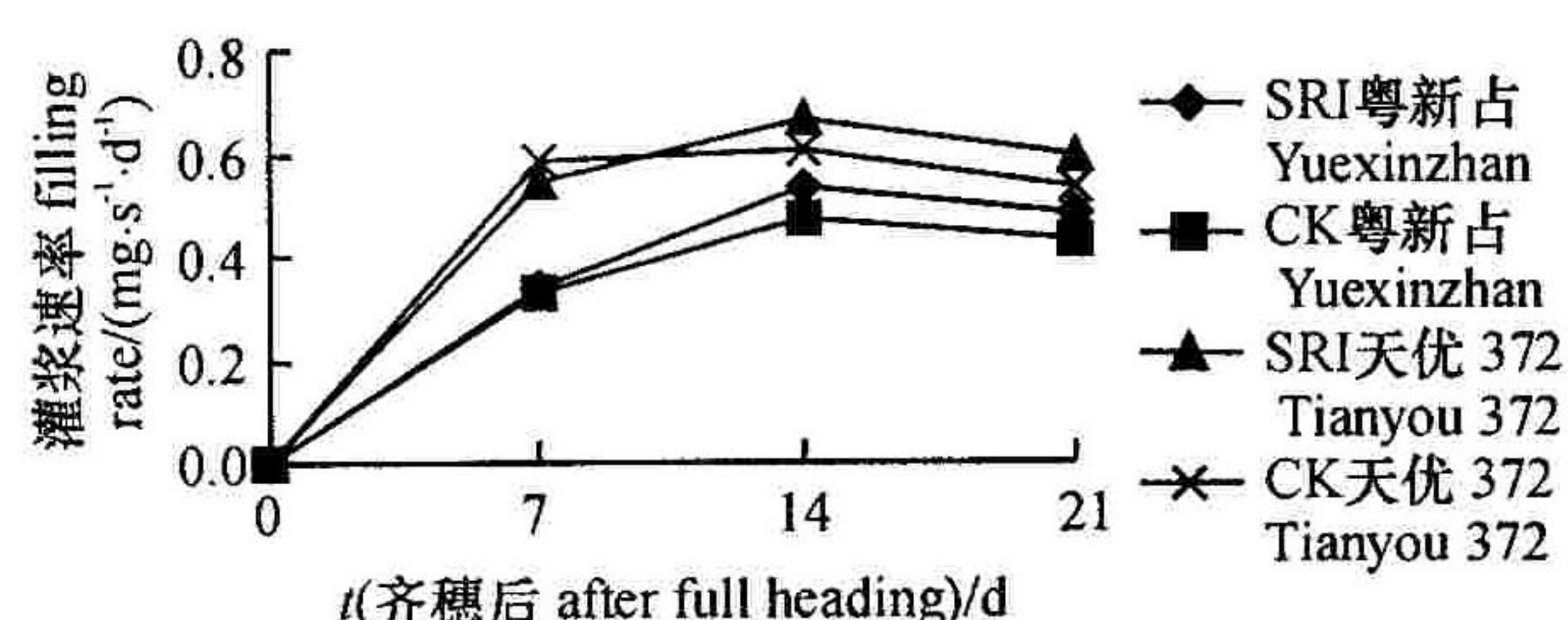


图1 粤新占与天优372在强化栽培条件下的灌浆速率

Fig. 1 Filling rate of Yuexinzhan and Tianyou372 under the system of intensification

分别比传统栽培高11.13%和12.90%,SRI天优372的变化规律同SRI粤新占。说明强化栽培根系活力强,生育后期仍能保持较高的灌浆速率,延长灌浆时间,促进籽粒充实饱满。

2.4 强化栽培成熟期叶绿素质量分数

表2显示,在强化栽培条件下,粤新占和天优372的成熟期剑叶、倒二、倒三叶叶绿素质量分数都

表2 强化栽培成熟期叶绿素质量分数¹⁾

Tab. 2 chlorophyll content in ripening stage of plant under SRI

| 品种 | 处理 | 剑叶 flag leaf | 倒二、倒三叶 3rd and 2nd leaf from top | mg/g |
|------------|-----|-----------------|--|------|
| 粤新占 | SRI | 3.06a | 1.64a | |
| Yuexinzhan | CK | 2.36b | 1.58a | |
| 天优372 | SRI | 4.02a | 2.90a | |
| Tianyou372 | CK | 3.79a | 2.74b | |

1)同一品种同列数据后带有相同字母者表示在0.05水平上差异不显著(*t*测验法);叶片质量为干质量

表3 强化栽培的穗粒结构和产量组成¹⁾

Tab. 3 Grain yield and yield components under SRI

| 品种 | 处理 | 有效穗数 number of effective tiller (hm ⁻²) | 每穗总粒数 total no. of grains per ear | 每穗实粒数 filled grains per ear | 千粒质量 1000-grain mass/g | 结实率 grain set ting rate/% | 成穗率 formation of effective tiller/% | 实割产量 yield (kg.hm ⁻²) | 比对照增产 rate/% |
|------------|-----|--|---|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---|---|-----------------|
| 粤新占 | SRI | 2.123 × 10 ⁶ a | 282.31aA | 213.54aA | 17.53a | 75.51aA | 76.00aA | 9403.80a | 3.5 |
| Yuexinzhan | CK | 2.323 × 10 ⁶ a | 217.23bB | 160.52bB | 18.16b | 61.13bB | 59.14bB | 9084.30a | |
| 天优372 | SRI | 2.261 × 10 ⁶ a | 231.64aA | 149.39aA | 21.49aA | 64.46a | 72.80Aa | 8562.60a | 4.1 |
| Tianyou372 | CK | 2.400 × 10 ⁶ a | 195.08bB | 110.41bB | 22.94bB | 56.67b | 56.90bB | 8223.45a | |

1)同一品种同列数据后带有相同大、小写字母表示在0.01、0.05水平差异不显著

3 讨论与结论

上述试验结果显示,水稻强化栽培取得高产的主要原因在于穗大、粒多、结实率高,其生理基础在于水稻强化栽培促使植株具有强大的根系和较强的根系活力,发达健壮的根系有利于对养分和水分的吸收,促使植株生长旺盛,分蘖增加,这与前人^[8,9]的研究结果一致。在生育后期,较强的根系活力有利于保持较多的绿叶面积、使灌浆速度加快,从而促进籽粒充实饱满,强化栽培的劣势在于够苗时间较长、苗峰推迟,有效穗数不足,影响产量^[4,9]。根据我们的研究^[4],在华南地区,强化栽培的适宜插植规格为30 cm × 30 cm左右,在这个插植密度下可有效平衡SRI群体茎蘖发展不足与水稻群体质量恶化的矛盾,比较容易获得高产。因此,如何促使前期早生快发,尽早够苗、提高千粒质量以促进产量上新台阶是我们今后进行强化栽培研究的重点。

参考文献:

[1] 袁隆平. 水稻强化栽培体系[J]. 杂交水稻, 2001, 16(4):1-3.

[2] 马均, 陶诗顺, 田彦华, 等. 水稻强化栽培试验初报[J].

比传统栽培高,且粤新占剑叶叶绿素质量分数差异达显著水平,天优372倒二、倒三叶叶绿素质量分数差异达显著水平,这可能跟强化栽培群体比较适中,通风透气性较传统栽培好,能保持较多的绿叶面积有关。表明强化栽培可以延缓生育后期叶片衰老,这与前面(表1)所示强化栽培具有较强的根系活力是一致的。

2.5 强化栽培穗粒结构和产量分析

从表3可看出,在强化栽培条件下,粤新占和天优372的有效穗数略少于传统栽培但差异不显著,每穗总粒数、每穗实粒数、结实率、成穗率都大大高于传统栽培,且差异达到极显著水平。实割产量强化栽培高于传统栽培,但差异不显著。千粒质量强化栽培少于传统栽培并达到显著水平。可见,强化栽培高产的原因在于穗大粒多,结实率高。

杂交水稻,2002,17(5):42-44.

[3] 吕世华,任光俊,曾祥忠,等. 优质杂交稻香优1号在强化栽培条件下的生长与产量表现[J]. 西南农业学报, 2001, 14(3):封3.

[4] 陆秀明,黄庆,刘怀珍,等. 水稻强化栽培研究[J]. 华南农业大学学报,2004,25(1):5-8.

[5] 王绍华,曹卫星,姜东,等. 水稻强化栽培对植株生理与群体发育的影响[J]. 中国水稻科学,2003,17(1):31-36.

[6] 郑家国,陆贤军,姜心禄,等. 水稻强化栽培引进创新与四川盆地超高产的技术实践[J]. 西南农业学报,2004, 17(2):163-169.

[7] 马均,吕世华,梁南山,等. 四川水稻强化栽培技术体系研究[J]. 农业与技术,2004,24(3):89-90.

[8] 郑家国,姜心禄. 水稻超高产的突破技术:水稻强化栽培[J]. 四川粮油科技,2003,78(2):8-9.

[9] 许凤英,马均,王贺正,等. 强化栽培条件下水稻的根系特征及其与产量形成的关系[J]. 杂交水稻,2003,18(4):61-65

[10] 中国土壤学会农业化学专业委员会、土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,1983:273-276.

[11] 张志良. 植物生理学实验手册[M]. 北京:高等教育出版社,1998:36-38.

【责任编辑 周志红】