

## 移栽时剪根对水稻光合特性及干物质积累的影响

杜震宇,童淑媛,王海龙,李钟学,魏树成,张季中

(黑龙江农业经济职业学院,黑龙江 牡丹江 157041)

**摘要:**以松-122 为试材,采用田间小区试验的方法,研究了移栽时全部剪除根系、留根 0.5、1.0、1.5、2.0 cm 及不剪根对水稻光合特性及干物质积累的影响。结果表明:移栽时剪根对水稻生育期内叶绿素含量和灌浆期光合特性无降低作用,且与剪根程度无关;移栽时根系长度 1 cm 以上对干物质积累与产量无明显影响,在 1 cm 以下使水稻干物质积累和产量明显降低。

**关键词:**水稻;剪根;光合特性;干物质;育秧

**中图分类号:**S511

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2011)02-0022-04

作物生产能力和同化物向经济器官运转能力是作物产量形成的两个关键因素,产量的高低取决于光合产物的积累与分配。水稻产量形成的过程实质是群体干物质合成、分配与积累的过程<sup>[1-2]</sup>。植物干物质的 90%~95% 来自光合作用,通常认为作物光合能力的大小可通过作物功能叶片的叶绿素含量、表观光合速率、光呼吸及光合酶活性等描述。水稻在灌浆~成熟期间需要大

量光合产物供应,而此时植株的上部叶片也在不断衰老中,光合功能不断衰退,易导致产量下降,所以水稻后期的光合能力通常视为与产量直接相关的指标之一。围绕水稻移栽时的断根现象,有认为其对生长发育有利和不利两种观点,使得人们对不同育秧方式有不同见解,使水稻的育苗方式经历了一系列的变革:断根严重的无底膜营养土育苗→移栽植伤重的盘育苗→根系在移栽时少受损伤的铺底膜营养土育苗→不伤根的钵盘育苗。目前,仍然有很多人认为钵盘育苗使水稻能获得最多根系,是保证高产的育苗方式。

有关水稻移栽时断根对其光合特性和干物质积累的影响鲜有报道,现研究移栽时不同程度断根对水稻干物质积累与光合特性的影响,旨在为育秧方式的采用与创新提供理论依据。

**收稿日期:**2010-12-09

**基金项目:**黑龙江省教育厅高职高专 2010 年度科学技术研究(指导)资助项目(11555051)

**第一作者简介:**杜震宇(1979-),男,吉林省前郭县人,硕士,助教,从事作物栽培研究。E-mail:duzhenyu098@126.com。

**通讯作者:**张季中(1964-),男,黑龙江省宁安县人,硕士,教授,从事作物栽培及农业生态研究。

## Study on the Clusterd Buds Multiplication in Tissue Culture of *Phalaenopsis amabilis*

TAN Wei, YOU Hai-bo, LIU Bo-wen

(Horticultural Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150069)

**Abstract:** The clusterd buds multiplication in tissue culture of *Phalaenopsis amabilis* was studied. The results showed that in the process of clusterd buds multiplication, the culture medium, the growth hormone, the cell division element and the carbohydrate were the most effect factors. The culture medium of improved KC adding with organic matter was superior to the other 3 mediums in number of new leaves, plant height and multiplication coefficient. Therefore, the multiplication culture medium was: improved KC culture medium + NAA 0.5 mg·L<sup>-1</sup> + 6-BA 7 mg·L<sup>-1</sup> + edible sugar 20 g·L<sup>-1</sup> + agar-agar 10 g·L<sup>-1</sup> + the activated carbon 2 g·L<sup>-1</sup>, pH 5.4.

**Key words:** *Phalaenopsis*; tissue culture and rapid propagation; clustered buds; multiplication

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为松-122,适宜吉林省中早熟区域及井水灌溉稻区种植,生育期 132 d。

1.2 试验设计

试验采用营养土早育苗,2 cm×2 cm 的方格稀密度播种,每格 1 粒种子,插秧前挑选生长一致的 4 叶龄秧苗进行剪根处理,共设定 6 个处理,分别为 A1(移栽时去除全部根系)、A2(移栽时剪根,留剩余根长 0.5 cm)、A3(移栽时剪根,留剩余根长 1 cm)、A4(移栽时剪根,留剩余根长 1.5 cm)、A5(移栽时剪根,留剩余根长 2 cm)、以移栽时不剪根为对照(CK)。本田期均在水田地进行小区试验,每小区长 2 m,5 行区,3 次重复,行距 30 cm,株距 20 cm,丛插每穴 3 株,地下水自流灌溉。5 月 24 日插秧。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 叶绿素含量测定 自分蘖末期(6 月 29 日)每 14 d 测量一次,取各处理的剑叶,用丙酮和无水乙醇等体积混合法在室温下浸提,直至叶片全白,用 751 分光光度计在波长 645 和 663 nm 下测定吸光度,用 Aron 法计算叶绿素含量。

1.3.2 光合指标测定 在灌浆期(抽穗后 15 d),选择晴朗无风的天气,在 10:00 用美国拉哥公司(LI-COR)生产的 LI-6400 便携式光合作用测定系统对剑叶进行净光合速率、细胞间隙 CO<sub>2</sub> 浓度、气孔导度、蒸腾速率的测定,测定部位为各叶片的中间部位。测量光合作用的叶室配备红、蓝人工光源(LI6400-02B LED Light Source),试验选择光强 1 000 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>,气温变化

为(25.56±0.35)℃。

1.3.3 干物质积累测定 在分蘖始期、分蘖中期、抽穗期、蜡熟期和完熟期进行。每次取样前调查各处理 20 穴的茎数,从中选择茎数与平均数相同的 3 穴,测定地上部干重。

1.3.4 产量及产量性状测定 水稻收获期测 20 穴的平均茎数,每处理取与平均数一致的 10 穴,带回室内,晾干后分别测定每穴穗数、株高、穗长、穗粒数、实粒数、秕粒数、千粒重,计算理论产量。

理论产量/kg·hm<sup>-2</sup>=(公顷有效穗数×每穗实粒数×千粒重)/(1 000×1 000)

2 结果与分析

2.1 不同剪根处理对水稻叶绿素含量的影响

水稻叶绿素含量是反映光合强度的重要指标,它的多少与产量形成也有着极其密切的关系。有研究表明在一定范围内,水稻叶绿素含量与光合速率之间呈正相关<sup>[3]</sup>,叶绿素含量的差异,主要存在于品种间,同时也受栽培条件所影响。

从表 1 可知,在全生育期内,剪根处理的叶绿素含量基本无显著低于 CK 的趋势,在灌浆期(8 月 10 日)以后剪根处理叶绿素含量高于 CK,但剪根程度与叶绿素含量值变化没有相关关系。叶绿素的衰减程度通常可通过叶片的颜色变化体现,所以叶绿素含量也是衡量叶片衰老的指标之一,灌浆~成熟期(8 月 10 日~9 月 7 日)叶绿素含量开始下降,除处理 A4 下降幅度较大为 37.33%,A1、A2、A3、A5 处理和对照(CK)分别为 19.34%、18.46%、26.14%、21.74%和 23.79%,方差分析表明,各处理与 CK 间无显著差异,说明移栽时期剪根并不引起水稻生育后期的叶片早衰。

表 1 不同剪根处理对水稻叶绿素总量的影响

处理	6 月 29 日	7 月 13 日	7 月 26 日	8 月 10 日	8 月 24 日	9 月 7 日
A1	4.074a	4.883b	3.257ab	5.200ab	4.598b	4.686ab
A2	4.103a	5.311a	3.313ab	5.153ab	4.492b	4.888a
A3	3.893ab	4.741b	3.321ab	5.369a	5.185a	3.965abc
A4	4.192a	4.808b	3.523a	5.387a	4.480b	3.376c
A5	3.431b	5.417a	2.783b	4.921b	5.447a	3.835bc
CK	3.813ab	4.376c	3.540a	4.536c	4.166b	3.458c

注:同列数据后不同字母代表在 α=0.05 水平下的差异显著性。

2.2 不同剪根处理对水稻灌浆期光合特性的影响

2.2.1 不同剪根处理对水稻灌浆期光合速率的影响 光合速率是表示光合特性的重要指标之

一,可以表示光能转化效率,是水稻生物学和经济学产量的基础,但其与产量的关系各研究结果并不一致,有人认为光合速率与产量无关或呈负相关,也有更多的人认为光合速率与产量呈正相关。

由图 1 可见,剪根处理水稻剑叶在灌浆期的净光合速率高于 CK,其中处理 A1 与 CK 间的差异达显著水平( $P < 0.05$ )。

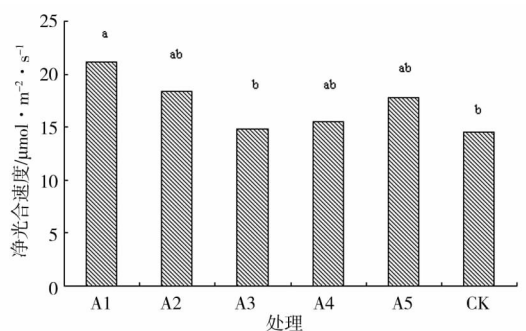


图 1 不同处理在灌浆期的净光合速率比较

2.2.2 不同剪根处理对水稻灌浆期气孔导度和细胞间隙  $\text{CO}_2$  浓度的影响 气孔是水稻叶片上的重要器官,是物质交换的重要通道,气孔导度的降低可以引起光合速率的降低,细胞间隙  $\text{CO}_2$  浓度对叶肉细胞羧化效率有很大的影响。有研究表明细胞间的  $\text{CO}_2$  升高,会使光合作用固定  $\text{CO}_2$  的反应加强,光合速率提高,但长期处于高  $\text{CO}_2$  浓度条件下,水稻的光合强度则降低,这可能与光合产物的反馈抑制有关。

由图 2 和图 3 可知,A2 和 A5 处理的气孔导度均显著高于 CK,其它处理与 CK 间无显著差异,剪根处理对细胞间隙  $\text{CO}_2$  浓度没有显著变化。

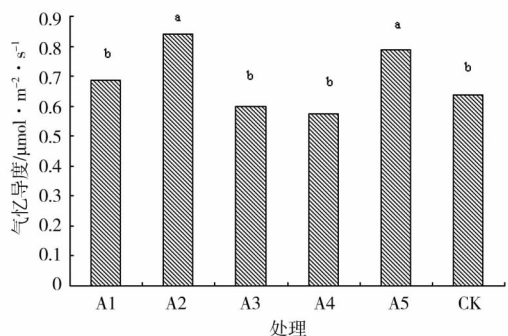


图 2 不同处理在灌浆期的气孔导度比较

2.2.3 不同剪根处理对水稻灌浆期蒸腾速率的影响 蒸腾速率能准确反映植物对水分的利用状况和外渗条件对植物水分消耗的影响,蒸腾速率高预示着叶片光合同化  $\text{CO}_2$  的蒸腾水消耗量大。由图 4 可见,各处理蒸腾速率的差异和气孔导度的差异趋势相似,说明剪根处理蒸腾速率的上升可能是由于气孔导度的增大。

### 2.3 不同剪根处理对水稻干物质积累的影响

水稻产量水平越高,生物产量对产量的作用

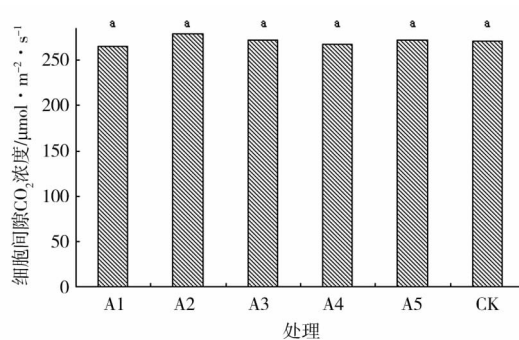


图 3 不同处理在灌浆期的细胞间隙  $\text{CO}_2$  浓度

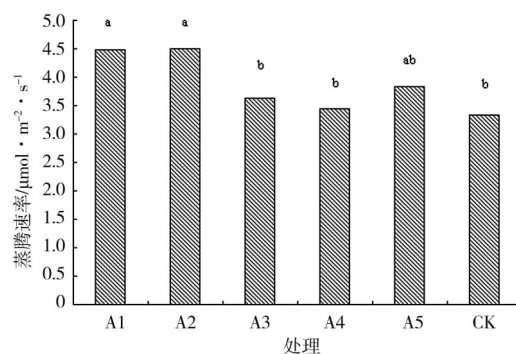


图 4 不同处理在灌浆期的蒸腾速率比较

越大,提高生物产量是水稻获得超高产的物质基础。各处理生育前期干物质积累量无明显差异(见图 5),分蘖中期以后,受分蘖数影响,除 A3 处理外,其它剪根处理的干物质积累量均低于对照。水稻产量高低主要决定于抽穗~成熟期光合生产能力,抽穗后生产的干物质愈多,产量也就愈高。由于 A5 处理在抽穗~完熟期的干物质积累速度较快补充了前期积累较少的干物质,在生育后期干物质积累量明显提高,与对照差别不明显。

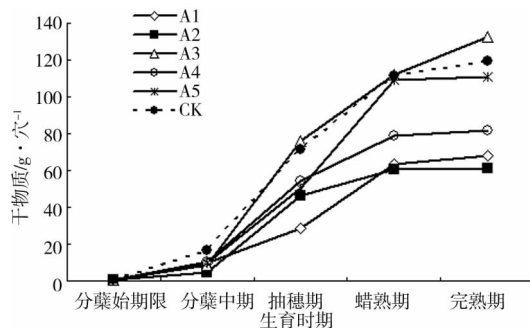


图 5 不同剪根处理的水稻干物质积累动态

### 2.4 不同剪根处理对水稻产量的影响

由图 6 可以看出,剪根处理影响水稻的经济产量。在 A1~A4 处理中,产量的下降随着剪根的严重程度而加重。A4 的产量( $9\ 846.0\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )最

高,高于对照( $9\,493.8\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ),但差异不显著,剪根严重的 A1 处理的产量( $6\,977.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )和 A2 处理( $7\,480.9\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )的产量显著低于对照,而 A3 的产量( $8\,733.1\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )和 A5 的产量( $8\,923.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )与对照相比虽有降低,但差异不显著。

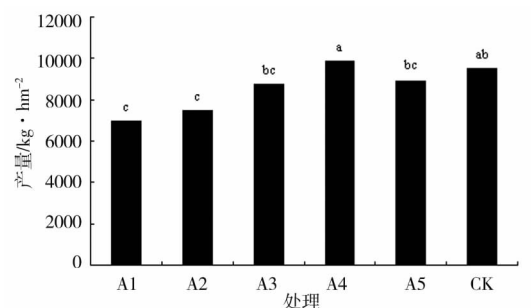


图6 剪根对水稻产量的影响

### 3 结论与讨论

抽穗期以后产量总库容量已确定,源的形态与数量已定型,而源的光合能力是决定抽穗后干物质积累的内在生理基础<sup>[4]</sup>。移栽时剪根不会降低水稻生育期内的叶绿素含量,在抽穗期后更有利于光合产物的形成,剪根处理对生育后期叶绿素含量的下降幅度无明显影响,不会导致叶片早衰。水稻的光合作用是物质生产和产量形成的重要生理基础,水稻灌浆期光合作用对产量的贡献率为60%~100%<sup>[5]</sup>,其中剑叶对产量的贡献最大,此时功能叶光合作用的强弱对水稻的千粒重、产量等影响极大。剪根处理不会降低水稻灌浆期剑叶的光合特性,去除根系有促进水稻灌浆期光合特性的趋势,但与剪根程度没有相关关系。

大野 1976 年的研究结果也表明叶面积对干物质生产的贡献率约为70%,净光合速率的贡献率约为30%<sup>[6]</sup>。虽然移栽时剪根对水稻剑叶的叶绿素含量和光合特性无明显影响,但严重剪根时(A1、A2),水稻地上部干物质积累能力明显降低,并导致产量下降,说明干物质积累对产量形成的作用远远大于光合速率对产量的影响。试验表明移栽时即使根系完全去除,在保证原基不被破坏的前提下,水稻叶绿素含量和灌浆期剑叶的光合特性不会被降低,移栽时根长度保证在1 cm 以上即可使干物质积累和产量不受影响。试验主要以移栽时剪根对水稻干物质的积累和灌浆期光合特性的影响为研究内容,移栽时剪根因根系损伤程度不同对生育进程、分蘖动态、叶片生长发育等均会有不同程度的影响,今后将更全面地研究确定移栽时剪根对水稻生长发育的影响,以准确确定移栽时保证水稻正常生长发育的根系长度。

#### 参考文献:

- [1] 华鹤良,田银芳,张建军,等. 不同类型水稻品种物质生产能力的差异及解析[J]. 耕作与栽培,1998(3):13-16.
- [2] 马均,朱庆森,马文波,等. 重穗型水稻光合作用、物质积累与运转的研究[J]. 中国农业科学,2003,36(4):375-381.
- [3] 刘贞琦,刘振业,马达鹏,等. 水稻叶绿素含量及其与光合速率关系的研究[J]. 作物学报,1984,10(1):57-61.
- [4] 凌启鸿. 水稻群体质量理论与实践[M]. 北京:中国农业出版社,1995:34-44.
- [5] Combrinck S, Gelderblom W C, Spies H S, et al. Isolation and characterization of trichothecins of *Fusarium graminearum* MRC 1125 [J]. Appl Environ Microbio, 1988, 54: 1700-1702.
- [6] 大野义一. 籼稻光合效率的品种间差异和干物质生产[M]. 北京:中国农业出版社,1979:11-108.

## Effect of Root Cutting on Photosynthesis Characteristic and Dry Matter Accumulation of Rice

DU Zhen-yu, TONG Shu-yuan, WANG Hai-long, LI Zhong-xue, WEI Shu-cheng, ZHANG Ji-zhong  
(Heilongjiang Agricultural Economy Professional College, Mudanjiang, Heilongjiang 157041)

**Abstract:** Taking Song-122 as experimental material, based on field micro-plot experiment, the effects of root cutting on photosynthesis characteristic and dry matter accumulation of rice were discussed. The treatments were cutting off the whole root, root length with 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 cm and with the whole root. The results showed that chlorophyll content during the growing period and photosynthesis characteristic in filling period were not declined when root of rice was cut before transplantation, and it was not concerned in the cutting length. There was no effect on dry matter accumulation and yield when root length was longer than 1 cm before transplantation, otherwise, dry matter accumulation and yield were decreased significantly.

**Key words:** rice; root cutting; photosynthesis characteristics; dry matter; raising seedling