

# 紫云英还田对常规红米水稻产量和品质的影响

江学海<sup>1,2</sup> 周维佳<sup>1</sup> 李敏<sup>1</sup> 周彩霞<sup>3</sup> 罗德强<sup>1</sup>  
姬广梅<sup>1</sup> 李立江<sup>1</sup> 丁艳锋<sup>2</sup> 王绍华<sup>2</sup> 李刚华<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 贵州省水稻研究所, 贵阳 550006; <sup>2</sup> 南京农业大学/农业部南方作物生理生态重点开放实验室, 南京 210095; <sup>3</sup> 贵州省盘县淤泥河红米种植合作社, 贵州 盘县 553523; 第一作者: xhjiang@aliyun.com)

**摘 要:**为探明紫云英作绿肥对常规红米水稻品种产量和主要品质指标的影响,以常规地方品种小白占和高原红为材料,于 2014-2015 年在贵州盘县进行紫云英还田 4 个不同肥料处理(T1,紫云英全量还田;T2,全化学氮肥;T3,紫云英全量作底肥、追施 40%化学氮肥;CK,不施肥)的田间试验。结果表明,紫云英全量还田的处理比未施肥对照显著增产,2 个品种 T1、T2 和 T3 处理的产量分别比对照提高 17.5%、45.5%、41.4%和 12.6%、28.4%、23.7%,增产的原因主要得益于有效穗数和每穗粒数的显著增加。紫云英全量还田能优化水稻群体结构,提高成穗率,改善收获指数,降低株高而减小倒伏风险;紫云英全量还田能减少化肥的使用,与 T2 处理相比,T3 处理可减少 60%的化学氮肥;紫云英全量还田还能显著增加整精米率、降低垩白粒率、提高胶稠度。紫云英全量还田技术在贵州山区常规稻优质安全种植上具有良好的应用效果。

**关键词:**紫云英;常规水稻;红米;产量;品质

**中图分类号:**S511.062 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2016)06-0034-04

绿肥能够改善土壤结构,调节作物营养、激素平衡,提高农产品品质<sup>[1]</sup>,并且可减少化学肥料的使用,因而被广泛的应用在绿色和有机农业生产中<sup>[2]</sup>。绿肥对水稻品质的影响主要集中在安全品质方面,对加工品质和食味品质影响的研究不多。绿肥还田可减少水稻对镉、铅、砷和汞等重金属的吸收,增加硒的吸收量,有利于提高蔬菜、水果中的可溶性糖含量,改善营养品质<sup>[3-5]</sup>。紫云英连续翻耕还田,可减少 40%的氮肥用量,大幅提高化学氮肥的效率<sup>[6]</sup>。紫云英与化肥混施,能够显著增加稻谷产量,提高杂交籼稻的每穗粒数和结实率<sup>[7-9]</sup>。贵州西部高海拔山区稻区主要为冬闲田,实行紫云英、水稻轮作。随着市场需求的增加,具有地方特色的常规红米水稻品种种植面积逐年扩大。本文以贵州山区的地方常规红米水稻品种为材料,探讨了紫云英全量还田对常规红米水稻产量和品质的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验点情况

2014-2015 年,试验设在贵州省盘县淤泥河乡中心村(26°02'08"N,104°48'49"E,海拔 1 505 m)。试验田土质为黄泥田,pH 值 5.62,0~20 cm 耕作层养分含量:有机质 32.44 g/kg,碱解氮 64.21 mg/kg,有效磷 10.85 mg/kg,速效钾 118.94 g/kg。试验地属亚热带季风气候,年均温 15.2℃,无霜期 271 d,日照时数 1 593 h,年均

降水量 1 390 mm,活动积温 4 280℃。

### 1.2 供试材料

以地方常规红米水稻品种小白占、高原红作供试材料,种子由贵州盘县淤泥河红米种植合作社提供。

### 1.3 试验方法

紫云英于盛花期(4 月 25 日)翻耕还田,翻耕之前取样,称取紫云英鲜质量,计算得到紫云英还田量为 19 800 kg/hm<sup>2</sup>。水稻于 4 月 10 日播种,5 月 10 日移栽,秧龄 30 d,移栽行株距为 30.0 cm×16.5 cm,每丛栽插 4 株苗。试验设置 4 个处理:T1,紫云英全量翻耕还田,全部作为底肥;T2,紫云英不还田,施化学氮肥(尿素,含氮量 46%)112.5 kg/hm<sup>2</sup>,其中底肥占 60%、蘖肥占 40%;T3,紫云英全量还田作底肥,45 kg/hm<sup>2</sup> 化学氮肥(尿素,占 T2 总施氮量的 40%)作蘖肥;CK,不施肥。T2、T3 处理移栽 5 d 后施蘖肥。小区面积 30 m<sup>2</sup>,小区筑埂覆膜,小区间留排灌沟。3 次重复,完全随机区组设计。

### 1.4 测定项目和方法

收稿日期:2016-08-25

**基金项目:**贵州省农业领域重点项目(黔科合成转字[2015]5021 号);国家公益性行业(农业)专项(201303102);六盘水市农业攻关项目;国家自然科学基金(31360314)

表 1 不同处理对水稻产量结构的影响

品种	处理	有效穗数 (万/hm <sup>2</sup> )	每穗粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)	实际产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
小白占	T1	174.3 b	129.6 b	72.6 ab	25.7 a	4 165.2 b
	T2	207.6 a	135.2 a	70.1 c	25.4 a	5 156.5 a
	T3	190.5 ab	130.6 ab	73.2 a	25.7 a	5 012.0 a
	CK	164.8 c	110.2 c	72.3 b	25.6 a	3 544.5 c
高原红	T1	191.2 b	138.9 b	78.1 b	26.8 a	5 641.8 c
	T2	220.5 a	145.6 a	75.0 c	26.5 a	6 432.5 a
	T3	211.5 a	143.1 a	80.3 a	26.8 a	6 194.2 b
	CK	182.4 b	125.9 c	78.4 b	26.3 a	5 008.0 d

同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;下同。

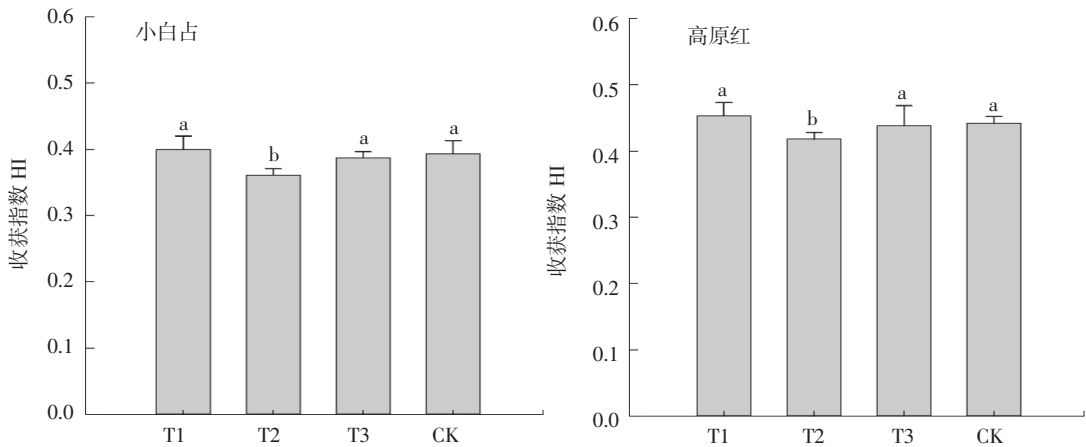


图 1 不同处理对水稻收获指数的影响

成熟期进行测产和产量结构考查,每个小区取 50 丛进行脱粒,晒干簸净后,按照含水率 13.5%折算实际产量。另外,各小区按照丛穗数的平均值,取 5 丛脱粒考种,测定有效穗数、每穗粒数、结实率和千粒重。

各小区于成熟期取样 5 丛(与调查穗数平均值整数相同),按籽粒、穗梗、茎、叶分样装袋,于 105℃杀青 30 min,80℃烘干至恒重,测定各器官干物质量,计算收获指数。

各小区定点 20 丛,分别于返青期(移栽后 10 d)、分蘖期、拔节期、抽穗期和成熟期进行茎蘖消长动态调查。

籽粒收获 2 个月后,采用 GB/T 17891-1999 中的方法测定稻谷的糙米率、精米率、整精米率、胶稠度和直链淀粉含量。

1.5 数据处理

用 Excel 2013 进行数据的录入,用 SPSS17.0 数据处理系统进行统计分析和 LSD 多重比较,用 sigmaplot 10.0 作图。2 年的试验结果趋势基本一致,所有数据均为 2 年的平均数。

2 结果与分析

2.1 产量及产量结构

从表 1 可见,与 CK 相比,紫云英全量还田的处理均能显著提高水稻产量。其中,2 个品种均以 T2 处理最高,分别比 CK 增产 45.5%和 28.4%;T3 和 T1 处理次之,比 CK 分别增产 41.4%、17.5%和 23.7%、12.6%;除小白占品种的 T2 处理与 T3 处理产量差异不显著外,其他处理间差异均达显著水平。

T1、T2 和 T3 处理的有效穗数和每穗粒数比 CK 显著增加,且 T1 与 T2 处理间差异显著;T1 处理对有效穗数和每穗粒数的影响在品种间有差异,小白占的有效穗数明显提高,而高原红的有效穗数增加不显著;2 个品种 T1 处理每穗粒数均比 CK 显著提高;2 个品种 T3 处理的结实率显著高于其他处理,T2 处理的结实率最低;各处理千粒重差异不显著。

2.2 收获指数

收获指数可反映出成熟期群体结构“库源”干物质分配的合理性,小白占和高原红的收获指数分别在 0.36~0.40 之间和 0.42~0.45 之间。从图 1 可见,2 个品种均以 T2 处理的收获指数最低,其余 3 个处理间差异不明显,说明 T2 处理干物质分配在茎叶等营养器官的比重最大。

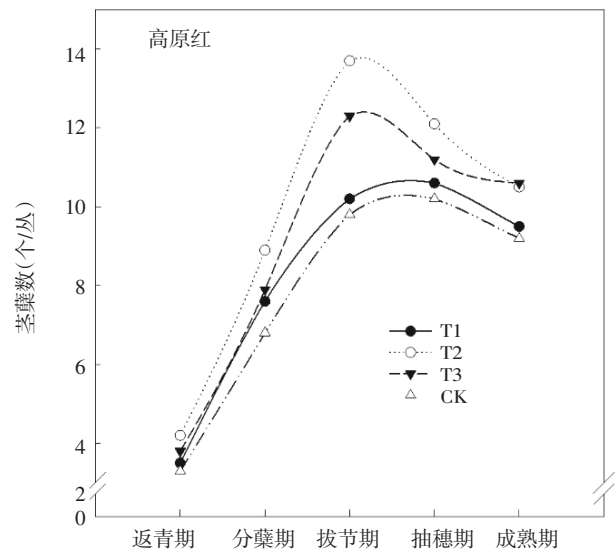


图 2 不同肥料处理水稻的茎蘖消长动态

表 2 不同肥料处理对水稻株高的影响 (cm)

处理	小白占	高原红
T1	127.4 c	105.8 c
T2	140.2 a	119.8 a
T3	130.4 b	115.3 b
CK	125.7 c	103.8 c

T3、T1、CK。2 个品种之间差异显著,小白占株高显著高于高原红。

2.5 稻米品质主要指标状况

从表 3 可见, 稻米品质主要指标不同处理间有差异,2 个品种表现出相同的变化趋势;不同处理间糙米率差异不显著,整精米率、垩白粒率和胶稠度发生了显著的变化,而直链淀粉含量在品种间存在差异。T2 处理整精米率比 CK 显著降低,T1 处理整精米率最高,高原红品种 T3 处理的整精米率显著高于 T2 处理;施用化学氮肥有提高垩白粒率的趋势,垩白粒率从高到低依次为 T2>T3>T1 和 CK;施用化学氮肥还能显著降低稻米的胶稠度,并随着化肥用量增加胶稠度降低幅度越大,小白占和高原红的 T2 处理胶稠度的降幅达 7.4%和 9.6%,T1 处理的胶稠度比 CK 略有增加但不显著。不同处理对高直链淀粉品种小白占的直链淀粉含量有显著影响,但对直链淀粉含量相对较低的品种高原红影响较小。

3 小结与讨论

紫云英绿肥能够改善土壤理化性质,调节土壤肥力,改善供氮营养,提高水稻的产量<sup>[10]</sup>。本试验表明,紫

表 3 不同肥料处理对稻米主要品质的影响

品种	处理	糙米率 (%)	整精米率 (%)	垩白粒率 (%)	胶稠度 (mm)	直链淀粉含量 (%)
小白占	T1	78.95 a	40.27 a	25.63 c	62.93 a	20.69 b
	T2	79.21 a	38.65 c	29.01 a	56.68 b	22.60 a
	T3	80.60 a	39.51 bc	26.78 b	58.19 b	21.15 a
	CK	79.56 a	39.72 b	25.13 c	61.17 a	20.80 ab
高原红	T1	75.61 a	48.65 a	18.38 c	68.48 a	18.86 a
	T2	74.58 a	45.48 c	21.30 a	60.98 c	19.90 a
	T3	76.50 a	46.85 b	19.57 b	64.67 b	19.05 a
	CK	75.50 a	48.13 a	18.53 c	67.44 a	19.05 a

2.3 茎蘖消长动态与群体成穗情况

从图 2 可见,T1 处理与 CK 茎蘖生长速率相近,T2 和 T3 处理茎蘖增长速率显著高于 T1 和 CK;在拔节期(高峰苗)丛茎蘖数从大至小依次为 T2、T3、T1、CK,拔节后茎蘖数下降速率 T2 处理比 T3 处理快。不同处理的成穗率从大至小依次为 CK(93.8%)、T1(93.1%)、T3(86.2%)、T2(76.7%)。

2.4 群体株高

从表 2 可见, 群体株高在不同肥料处理间有显著差异,2 个品种表现出相同的变化趋势;与 CK 相比,T1 处理株高增加不显著,而随着化学氮肥用量的增加,株高明显增高,各处理的株高从高到低依次为 T2、

云英全量还田在分蘖期和幼穗分化期能够有效吸收绿肥释放的氮素,显著增加地方常规红米水稻品种的有效穗数和每穗粒数,优化产量结构。以紫云英鲜质量含氮率 0.34%计<sup>[11]</sup>,常规红米水稻品种肥料利用率约为杂交籼稻的 1.8 倍<sup>[6]</sup>,前者对绿肥更加敏感,这与传统常规水稻品种对氮肥吸收利用特性有关<sup>[12]</sup>;与全化学氮肥处理相比,紫云英还田后,补充施用 40%的化学氮肥,产量水平与之相当,但显著减少了化肥用量。因此,绿肥在常规地方红米水稻品种上应用具有取代或补充化学氮肥的明显优势。

化学氮肥促进分蘖发生的效应显著,无效分蘖的增加降低了干物质向籽粒的转移,收获指数显著低于

紫云英还田处理;常规红米水稻品种分蘖发生能力弱,因此,必要的增施化学氮肥可提高有效穗数,在紫云英全量还田的基础上,适量补充化学氮肥,能够显著提高成穗率,尤其结实率显著高于其他处理,说明紫云英全量还田能够促进干物质向籽粒转移分配,协调源库关系。2个品种株高均高于杂交籼稻品种,特别小白占在生产中常因株高过高引起倒伏而减产,施用化学氮肥显著增加群体株高,减产风险随之增大,而紫云英还田能有效控制株高。

紫云英全量还田能够改善稻米品质中的整精米率、垩白粒率和胶稠度等指标,这与其他研究一致<sup>[7]</sup>,2个品种随着化学氮肥用量的增加,垩白粒率增大。习敏等<sup>[13]</sup>研究认为,氮肥施用量及基肥和穗肥运筹比例减小均会造成垩白粒率增加,尤其对腹白的影响更显著。本试验中直链淀粉含量并没有因化学氮肥减少而显著降低,这与前人研究<sup>[14]</sup>存在差异,可能由品种直链淀粉含量高的遗传特性影响更大而造成,有机氮源和化学氮源对地方常规红米水稻垩白粒率和直链淀粉含量影响的机制还需要进一步研究。

#### 参考文献

- [1] 沈中泉,郭云桃,袁家富. 有机肥料对改善农产品品质的作用及机理[J]. 植物营养与肥料学报,1995,1(2):54-60.
- [2] 李继明,黄庆海,袁天佑,等. 长期施用绿肥对红壤稻田水稻产量和土壤养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(3):563-

570.

- [3] 王允青,张祥明,刘英,等. 施用紫云英对水稻产量和土壤养分的影响[J]. 安徽农业科学. 2004,32(4):699-700.
- [4] 汤文光,唐海明,罗尊长,等. 不同种植模式对稻田土壤重金属含量及晚稻稻米品质的影响 [J]. 作物学报,2011,37 (8): 1 457 - 1 464.
- [5] 张祥明,王允青,刘英,等. 紫云英对水稻晒累积特征和糙米硒含量的影响[J]. 土壤通报,2008,39(5):1 140-1 144.
- [6] 王飞,林诚,林新坚,等. 连续翻压紫云英对福建单季稻产量与化肥氮素吸收、分配及残留的影响 [J]. 植物营养与肥料学报. 2014,20(4):896-904.
- [7] 王伯诚,赖小芳,陈银龙,等. 带籽紫云英翻耕对水稻产量及稻田土壤性质的影响[J]. 南方农业学报,2013,44(3):437-441.
- [8] 高菊生,曹卫东,董春华,等. 长期稻-稻-绿肥轮作对水稻产量的影响[J]. 中国水稻科学,2010,24(6):672-676.
- [9] 陈姣, 吴良欢. 两种野生绿肥对小白菜生长和营养品质的影响 [J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(3): 625-630.
- [10] 王丹英,彭建,徐春梅,等. 油菜作绿肥还田的培肥效应及对水稻生长的影响[J]. 中国水稻科学,2012,26(1):85-91.
- [11] 朱贵平,张惠琴,吴增琪,等. 紫云英不同时期翻耕氮素含量的变化及对后作水稻产量的影响 [J]. 江西农业学报,2011,23(2): 122-124.
- [12] 剧成欣,陶进,钱希阳,等. 不同年代中籼水稻品种的产量与氮肥利用效率[J]. 作物学报,2015,41(3):422-431.
- [13] 习敏,林赵森,赵艳岭,等. 氮肥对梗稻籽粒腹白和心白发生及生化组成的影响[J]. 中国水稻科学,2016,30(2):193-199.
- [14] 黄丽芬,张蓉,余俊,等. 有机栽培对杂交梗稻产量和品质的影响 [J]. 作物学报,2015,41(3):458-467.

## Effects of Total Returning of *Astragalus sinicus* on Yield and Quality of the Conventional Red Rice Varieties

JIANG Xuehai<sup>1,2</sup>, ZHOU Weijia<sup>1</sup>, LI Min<sup>1</sup>, ZHOU Caixia<sup>3</sup>, LUO Deqiang<sup>1</sup>, JI Guangmei<sup>1</sup>, LI Lijiang<sup>1</sup>, DING Yanfeng<sup>2</sup>, WANG Shaohua<sup>2</sup>, LI Ganghua<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Guizhou Rice Research Institute, Guiyang 550006, China; <sup>2</sup> Nanjing Agricultural University/Key Laboratory of Crop Physiology and Ecology in Southern China, Ministry of Agriculture, Nanjing 210095, China; <sup>3</sup> Agricultural Cooperative of Yunihe Local Traditional Red Rice Planting Production in Panxian County, Panxian, Guizhou 553523 China; 1st author: xhjiang@aliyun.com)

**Abstract:** In order to evaluate the effects of total returning of milk vetch on yield and quality of the conventional red rice varieties, a field experiment of different fertilizer treatment (T1, overturning the total milk vetch as base fertilizer; T2, applying nitrogen 112.5 kg/hm<sup>2</sup>; T3, the total mild vetch as base fertilizer and 45 kg/hm<sup>2</sup> nitrogen as tillering fertilizer; CK, no fertilizer) were conducted in 2014-2015, Xiaobaizhan and Gaoyuanhong were used as materials. The results showed that the yield of T1, T2 and T3 of two varieties significantly increased by 17.5%, 45.5%, 41.4% and 12.6%, 28.4%, 23.7% respectively, compared with the CK. The cause of yield increasing is attribute to the increasing of effective panicles per area and spikelets per panicle. The total returning of milk vetch optimized the population structure of rice, promoting the percentage of available tillers and harvest index, improving resistance of lodging by decreasing plant height. The total returning of milk vetch can reduce the dosage of chemical fertilizer, compared with T2, T3 treatment reducing 60% nitrogen fertilizer. As well as, it obviously improved the appearance quality and eating quality through reducing the chalky rice rate, increasing head rice rate and gel consistency. In summary, the total returning of milk vetch has a good application value in developing rice production in mountain area.

**Key words:** *Astragalus sinicus*; conventional rice; red rice; yield; quality