

# 紫云英与化肥配施对水稻产量和土壤养分含量的影响

王琴, 张丽霞, 吕玉虎, 潘兹亮

(信阳市农业科学研究所, 河南 信阳 464000)

**摘要:**为了解紫云英(*Astragalus sinicus*)氮钾和化肥氮钾有效性的异同,进一步明确等量的紫云英氮钾可否代替等量的化肥氮钾,2009年在河南信阳进行了紫云英与化肥配施试验。结果表明,紫云英和化肥配施可增加水稻(*Oryza sativa*)生长量和产量,增加土壤有机质含量,提高土壤速效氮、磷、钾含量。与不施肥和紫云英相比,60%化肥氮钾+40%紫云英氮钾处理水稻产量提高28.7%,土壤有机质增加2.1%,土壤速效氮、磷、钾含量分别增加9.3%、12.7%、15.5%。

**关键词:**水稻;紫云英与化肥配施;产量;土壤养分含量

**中图分类号:**S511.06;S158.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-0629(2012)01-0092-05

\* 1  
近年来,化肥大量施用导致土壤肥力、农产品品质和肥料利用率下降。随经济的快速发展和对绿色、有机食品需求的不断提高,有机肥的施用已引起广泛关注<sup>[1-2]</sup>。研究表明<sup>[3-7]</sup>,有机肥与化肥配施不但可提高作物产量,改善农产品品质,培肥地力,更是保证作物稳定增产和推动农业可持续发展的重要措施。

紫云英(*Astragalus sinicus*)是豆科黄芪属绿肥作物,是一种豫南稻区主要的生物有机肥源,不仅产草量高,而且养分含量高,对改良稻田土壤理化性状,提高土壤肥力有重要作用<sup>[8-12]</sup>。本研究分析豫南稻区化肥与紫云英配施条件下水稻(*Oryza sativa*)产量和土壤肥力变化,旨在为合理施用绿肥,提高土壤肥力,改善生态环境等提供指导。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验于2009年在信阳市农业科学研究所试验园区进行。试验田位于大别山北麓,淮河南岸,32°07' N,114°05' E,处于亚热带和暖温带的地理分界线(秦岭—淮河)上,属亚热带向暖温带过渡区。日照充足,年均1900~2100 h;年均气温15.1~15.3℃,无霜期220~230 d;降水丰沛,年均降水量1109 mm;空气湿润,年均相对湿度

77%。试验地前茬空闲,供试土壤为水稻土,质地轻粘,pH值6.7,有机质2.14%,速效氮71.5 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷16.5 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾78.2 mg·kg<sup>-1</sup>。

**1.2 试验设计** 试验采取单因素随机区组设计,设6个处理:D<sub>1</sub>,不施化肥和紫云英;D<sub>2</sub>,100%化肥;D<sub>3</sub>,80%化肥氮钾+20%紫云英氮钾;D<sub>4</sub>,60%化肥氮钾+40%紫云英氮钾;D<sub>5</sub>,40%化肥氮钾+60%紫云英氮钾;D<sub>6</sub>,20%化肥氮钾+80%紫云英氮钾。化肥为尿素、过磷酸钙、氯化钾配合施用。100%化肥指当地常规施肥量,为N 165 kg·hm<sup>-2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 112.5 kg·hm<sup>-2</sup>、K<sub>2</sub>O 112.5 kg·hm<sup>-2</sup>。氮按照基肥:分蘖肥:孕穗肥=3:2:1分期施入,磷肥、钾肥全部作基施,且磷肥不减量。紫云英氮钾以1000 kg鲜草可提供纯氮3.56 kg,K<sub>2</sub>O 2.89 kg计算。每处理设4次重复,随机排列,共24个试验小区。每小区长3.3 m,宽2.0 m。小区间做埂,上覆黑色塑料薄膜以防止串肥,防杂草。区组间留0.3 m宽沟,便于灌溉排水。

**1.3 紫云英种植与翻压** 绿肥品种为信阳紫云英。2008年8月23日播种,播种量30 kg·hm<sup>-2</sup>。2009年4月20日盛花期翻压。

收稿日期:2011-03-03 接受日期:2011-07-07  
基金项目:公益性行业(农业)科研专项经费项目“绿肥作物生产与利用技术集成研究及示范”(200803029)  
作者简介:王琴(1981-),女,河南驻马店人,研究实习员,硕士,主要从事植物营养与肥料方面的研究。E-mail:wq19810609@163.com  
通信作者:潘兹亮 E-mail:pzl7518@126.com

**1.4 水稻种植** 水稻品种为珍辐糯。2009年4月28日育秧,5月27日移栽,株距16.7 cm,行距20 cm,每蔸2苗,每小区200蔸(合2万蔸·667 m<sup>-2</sup>)。

### 1.5 水稻生长量和土壤养分含量测定

**1.5.1 水稻叶绿素含量** 于水稻分蘖盛期、拔节期和孕穗期,每小区随机选取5蔸,每蔸选1株,用叶绿素仪(SPAD-502型,日本)测量2个叶片(上部第二、三展开叶),在叶片的中上部读取SPAD值。供测量的各株长势一致。

**1.5.2 考种与测产** 考种:2009年9月26日,各小区随机选取5蔸,调查全部5蔸的株高和有效穗数,测量5蔸的全部有效穗穗长。然后5蔸全部脱粒,数穗粒数、空秕粒数。籽粒样品风干后称量。

测产:2009年9月26日,各小区单打单收。风干后,测定籽粒干质量。

**1.5.3 土壤养分含量** 分别在移栽前、分蘖期、拔节期、孕穗期、齐穗期五个生长时期,每小区5点取样法采取土样,取样深度0~20 cm。土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量等按常规方法测定<sup>[13]</sup>。

**1.6 数据处理** 试验数据采用Excel软件进行统计处理,用SAS 8.0进行方差分析和新复极差测验<sup>[14]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 紫云英与化肥配施对水稻株高的影响

施肥显著增加水稻的株高,其中D<sub>4</sub>的株高最高,显著高于其他处理( $P < 0.05$ ),D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>、D<sub>5</sub>、D<sub>6</sub>之间差异不显著( $P > 0.05$ )(图1)。

**2.2 紫云英与化肥配施对水稻叶绿素 SPAD 值的影响** 施肥均能提高水稻叶片的 SPAD 值(表1)。在分蘖盛期,各处理(D<sub>3</sub>除外)均能显著提高水稻叶片的 SPAD 值( $P < 0.05$ ),在孕穗期,各处理(D<sub>2</sub>除外)均能极显著提高水稻叶片的 SPAD 值( $P < 0.01$ ),其中D<sub>4</sub>水稻叶片的 SPAD 值最高。

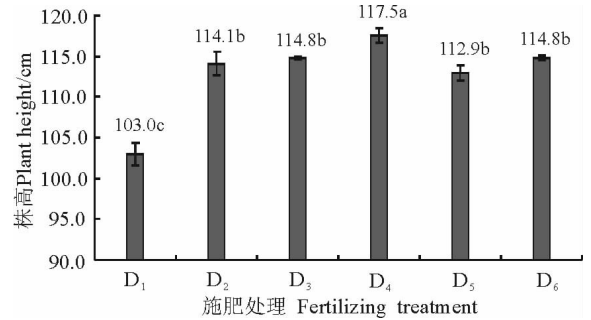


图1 紫云英与化肥配施对水稻株高的影响

Fig. 1 Effects of Chinese milk vetch and fertilizer combined application on plant height of rice

注:不同小写字母间差异显著( $P < 0.05$ )。D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>、D<sub>4</sub>、D<sub>5</sub>和D<sub>6</sub>分别为:不施化肥和紫云英、100%化肥、80%紫云英氮钾+20%化肥氮钾、60%紫云英氮钾+40%化肥氮钾、40%紫云英氮钾+60%化肥氮钾、20%紫云英氮钾+80%化肥氮钾。下图同。

Note: Different letter show significant difference at 0.05 level ( $P < 0.05$ ). D<sub>1</sub>, treatment without fertilizer and Chinese milk vetch; D<sub>2</sub>, all N & K from fertilizer; D<sub>3</sub>, 80% N&K from fertilizer and 20% from Chinese milk vetch; D<sub>4</sub>, 60% N&K from fertilizer and 40% from Chinese milk vetch; D<sub>5</sub>, 40% N&K from fertilizer and 60% from Chinese milk vetch; D<sub>6</sub>, 20% N&K from fertilizer and 80% from Chinese milk vetch. The same below.

表1 紫云英与化肥合理配施对水稻叶片 SPAD 值的影响

Table 1 Effects of Chinese milk vetch and fertilizer combined application on SPAD of rice leaves

处理 Treatment	分蘖盛期 Tillering stage	拔节期 Jointing stage	孕穗期 Booting stage
D <sub>1</sub>	36.83±0.87cB	35.80±1.12dC	34.60±0.27dC
D <sub>2</sub>	40.90±0.24aA	38.25±0.56bcBC	35.60±0.37cBC
D <sub>3</sub>	38.30±0.26bcAB	40.85±0.27aA	35.70±0.22cB
D <sub>4</sub>	40.20±0.95abA	38.10±0.27cBC	37.85±0.26aA
D <sub>5</sub>	40.00±0.34abA	39.95±0.16abAB	36.50±0.14bB
D <sub>6</sub>	40.55±0.31aA	40.15±0.10aA	35.95±0.27cbB

注:同列不同大写字母间差异极显著( $P < 0.01$ ),不同小写字母间差异显著( $P < 0.05$ )。下表同。

Note: Different lower case and capital letters in each column show significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively. The same below.

表 2 紫云英与化肥合理配施对水稻经济性状和产量的影响

Table 2 Effects of Chinese milk vetch and fertilizer combined application on economic character and yield of rice

处理 Treatment	穗长 Ears length/cm	成穗率 Percentage of ear bearing tiller/%	结实率 Seed setting rate/%	有效穗/个·蔸 <sup>-1</sup> Number of effective panicles per stump
D <sub>1</sub>	23.73±0.35	83.3±1.1	85.75±1.97	6.5±0.4cB
D <sub>2</sub>	25.97±0.05	74.8±0.5	84.68±0.27	7.4±0.3bcAB
D <sub>3</sub>	25.64±0.09	71.7±1.8	87.67±1.35	7.6±0.2bAB
D <sub>4</sub>	26.03±0.13	87.8±0.4	86.32±0.39	8.6±0.3aA
D <sub>5</sub>	25.76±0.09	60.3±2.1	87.98±2.02	7.0±0.2bcB
D <sub>6</sub>	25.56±0.17	70.1±1.8	87.03±0.06	7.4±0.3bcAB

处理 Treatment	穗粒数/个·穗 <sup>-1</sup> Number of grain per panicle	千粒重 1 000-grain weight/g	产量 Yield/kg·hm <sup>-2</sup>
D <sub>1</sub>	819.52±6.14dC	28.45±0.20a	6 851.3±195.2cB
D <sub>2</sub>	1 157.89±19.36bcB	28.28±0.12a	8 195.7±155.8bA
D <sub>3</sub>	1 235.90±58.18bAB	28.36±0.19a	8 460.0±177.6abA
D <sub>4</sub>	1 350.49±53.43aA	28.55±0.18a	8 816.3±79.3aA
D <sub>5</sub>	1 126.49±25.51cB	28.58±0.05a	8 533.2±91.9abA
D <sub>6</sub>	1 235.40±47.92bAB	28.20±0.07a	8 497.5±148.5abA

**2.3 紫云英与化肥配施对水稻产量及其构成因素的影响** 水稻产量的高低顺序为 D<sub>4</sub>>D<sub>5</sub>>D<sub>6</sub>>D<sub>3</sub>>D<sub>2</sub>>D<sub>1</sub>(表 2)。施肥的各处理产量均极显著高于 D<sub>1</sub>( $P<0.01$ ),其中 D<sub>4</sub> 的产量显著高于 D<sub>2</sub>( $P<0.05$ )。D<sub>1</sub> 由于未施任何肥料,水稻养分全部来自土壤供给,产量较低。

有效穗的高低顺序为 D<sub>4</sub>>D<sub>3</sub>>D<sub>6</sub>=D<sub>2</sub>>D<sub>5</sub>>D<sub>1</sub>,其中 D<sub>4</sub> 的有效穗数极显著高于 D<sub>1</sub>( $P<0.01$ ),D<sub>3</sub> 显著高于 D<sub>1</sub>( $P<0.05$ )(表 2)。各处理穗粒数的高低顺序为 D<sub>4</sub>>D<sub>3</sub>>D<sub>6</sub>>D<sub>2</sub>>D<sub>5</sub>>D<sub>1</sub>,其中施肥处理均极显著高于 D<sub>1</sub>,D<sub>4</sub> 极显著高于 D<sub>2</sub> 和 D<sub>5</sub>,D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>、D<sub>6</sub> 之间差异不显著( $P>0.05$ )。D<sub>4</sub> 成穗率和穗长均最高。各处理对千粒重影响差异不显著。

**2.4 紫云英与化肥配施对水稻土壤养分含量的影响**

**2.4.1 对土壤有机质的影响** 翻压紫云英后土壤有机质含量呈先降低后升高的趋势,可能是由于在水稻分蘖期翻压的紫云英还没有充分腐熟,水稻生长消耗了部分土壤有机质的缘故。分蘖期后土壤有机质含量缓慢升高,但各时期各处理之间差异不显著(图 2)。

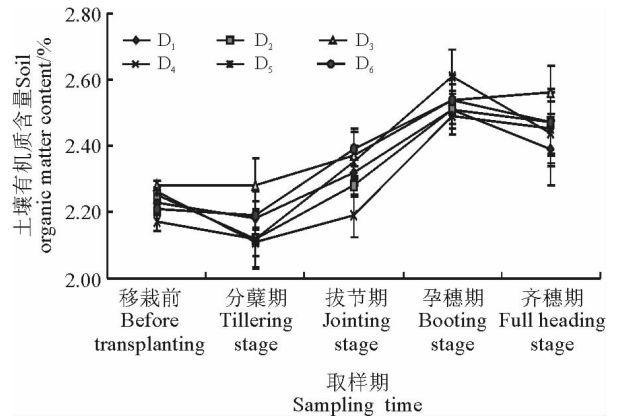


图 2 紫云英与化肥配施对土壤有机质含量的影响  
Fig. 2 Effects of Chinese milk vetch and fertilizer combined application on content of soil organic matter

**2.4.2 对土壤速效氮含量的影响** 各处理的土壤速效氮含量呈现先增加后降低的趋势(图 3)。施肥各处理各时期土壤速效氮含量均大于 D<sub>1</sub>,说明翻压紫云英能提高土壤速效氮含量。施肥处理土壤速效氮含量在水稻拔节后开始下降,是由于水稻进入旺盛生长期,吸收利用速效氮的速率增加。D<sub>1</sub> 由于没有施入任何肥料,土壤速效氮含量变化不明显。水稻分蘖期,D<sub>2</sub> 土壤速效氮含量最高。

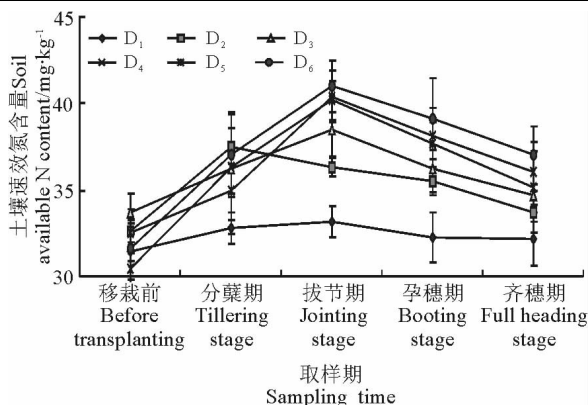


图3 紫云英与化肥配施对土壤速效氮含量的影响  
Fig. 3 Effects of Chinese milk vetch and fertilizer combined application on content of soil available N

2.4.3 对土壤速效磷含量的影响 各处理土壤速效磷呈现先增加后降低的趋势,在水稻孕穗期达到最大,而后开始下降。紫云英含磷量较少,各施肥处理对土壤速效磷含量影响不大,但均大于D<sub>1</sub>(图4)。

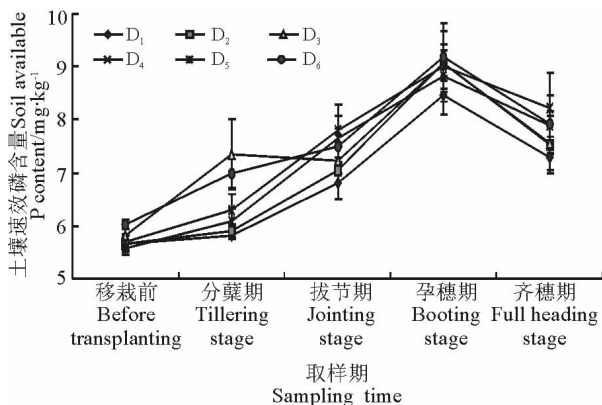


图4 紫云英与化肥配施对土壤速效磷含量的影响  
Fig. 4 Effects of Chinese milk vetch and fertilizer combined application on content of soil available P

2.4.4 对土壤速效钾含量的影响 各处理的速效钾含量从水稻分蘖期以后就开始缓慢下降(图5)。分蘖期前由于紫云英的分解及化肥的施入,土壤速效钾含量增加。随着水稻生长发育,吸肥能力增强,土壤速效钾含量开始下降。翻压紫云英处理由于紫云英腐解不断地释放钾素养分,土壤速效钾含量在水稻整个生育期基本上都高于单施化肥处理和不施肥处理。说明翻压紫云英能为土壤提供钾素营养。

### 3 讨论与结论

紫云英和化肥配施能增加水稻叶片叶绿素 SPAD

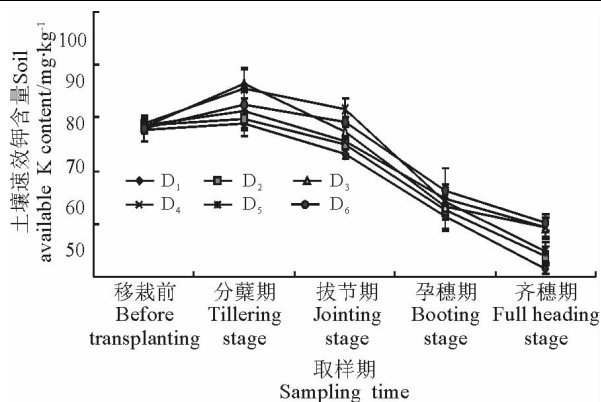


图5 紫云英与化肥配施对土壤速效钾含量的影响  
Fig. 5 Effects of Chinese milk vetch and fertilizer combined application on content of soil available K

值,即增加叶绿素含量,促进光合,进而增加水稻产量。翻压紫云英能增加水稻的穗长、有效穗数等产量构成因素。紫云英和化肥配施能极显著促进水稻生长、提高水稻产量。这与前人研究结论一致<sup>[15-17]</sup>。紫云英和化肥配施能增加土壤有机质含量,提高土壤速效氮、磷、钾含量。王允青等<sup>[18]</sup>、李双来等<sup>[19]</sup>也得到类似结论。

综合各项指标可以看出,与不施化肥和紫云英相比,施60%紫云英氮钾和40%化肥氮钾处理使水稻产量提高了28.7%,土壤有机质增加2.1%,土壤速效氮、磷、钾分别增加9.3%、12.7%和15.5%。说明在水稻田中第1年翻压紫云英绿肥,紫云英氮钾能代替40%的化肥氮钾。

### 参考文献

- [1] 张奇春,王光火,方斌. 不同施肥处理对水稻养分吸收和稻田土壤微生物生态特性的影响[J]. 土壤学报, 2005,42(1):116-121.
- [2] 李本银,黄绍敏,张玉亭,等. 长期施用有机肥对土壤和糙米铜、锌、铁、锰和镉积累的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(1):129-135.
- [3] 徐明岗,李冬初,李菊梅,等. 化肥有机肥配施对水稻养分吸收和产量的影响[J]. 中国农业科学,2008,41(10):3133-3139.
- [4] 彭娜,王开峰,谢小立,等. 长期有机无机肥配施对稻田土壤基本理化性状的影响[J]. 中国土壤与肥料,2009(2):6-10.
- [5] 唐继伟,林治安,许建新,等. 有机肥与无机肥在提高土壤肥力中的作用[J]. 中国土壤与肥料,2006(3):44-47.

- [6] 郑兰君,曾广永,王鹏飞. 有机肥、化肥长期配合施用对水稻产量及土壤养分的影响[J]. 中国农学通报, 2001, 17(3):48-50.
- [7] 李菊梅,徐明岗,秦道珠,等. 有机肥无机肥配施对稻田氨挥发和水稻产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005,11(1):51-56.
- [8] 林多胡,顾荣申. 中国紫云英[M]. 福州:福建科学技术出版社,2000:1-21.
- [9] 杨俊岗,李长喜. 信阳紫云英研究[M]. 北京:农业科学技术出版社,2005:19-20.
- [10] 张辉,曹卫东,吴一群,等. 不同紫云英品种物候期及主要经济性状研究[J]. 草业科学,2010,27(2):109-112.
- [11] 葛天安,叶梅蓉,张昌杰,等. 紫云英高产栽培技术[J]. 草业科学,2005,22(7):23-24.
- [12] 蔡阿瑜,林多胡,陈云平,等. 紫云英青贮研究[J]. 草业科学,1995,12(3):17-18.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000:25-111.
- [14] 胡小平,王长发. SAS 基础及统计实例教程[M]. 西安:西安地图出版社,2001.
- [15] 刘英,王允青,张祥明,等. 紫云英与化肥配施对水稻生长及产量的影响[J]. 安徽农业科学,2008,36:16003-16005.
- [16] 陈秀华,刘正余,金志刚. 以紫云英为绿肥的水稻化学肥料减量效果初探[J]. 上海农业科技,2005(5):91.
- [17] 曾庆利,龚春华,徐永士,等. 紫云英不同翻压量对水稻产量和产值的影响[J]. 湖南农业科学 2009(6):76-77,88.
- [18] 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.
- [19] 李双来,陈云峰,李四斌,等. 水稻相同紫云英翻压量下化肥的合理用量试验[J]. 湖北农业科学,2009,48(7):1592-1593.

## Effects of application of Chinese milk vetch and fertilizer on rice yield and soil nutrient content

WANG Qin, ZHANG Li-xia, LV Yu-hu, PAN Zi-liang

(Xinyang Research Institute of Agricultural Science, Xinyang 464000, China)

**Abstract:** A field experiment was conducted to determine the effects of application of Chinese milk vetch and fertilizer on rice yield and soil nutrient content in 2009 for understanding the possibility of the same amount N and K from Chinese milk vetch instead of the same amount N and K from chemical fertilizer. This study showed that application of Chinese milk vetch and chemical fertilizer increased the rice yield and the soil organic matter, available N, P and K content. The treatment with 60% chemical N and K fertilizer and 40% Chinese milk vetch performed well, and it increased the rice yield by 28.7% and the soil organic matter, available N, P and K content by 2.1%, 9.3%, 12.7% and 15.5%, respectively.

**Key words:** rice; Chinese milk vetch and fertilizer; yield; soil nutrient content

---

Corresponding author: PAN Zi-liang E-mail: pzl7518@126.com