

仙桃市紫云英-早稻肥效研究

王必武, 丁平, 许国雄, 张晴, 专启迪 (湖北省仙桃市土壤肥料工作站, 湖北仙桃 433000)

摘要 [目的]通过开展紫云英-早稻肥效试验,合理确定在早稻作物上施用紫云英后化肥减量水平,为指导仙桃市早稻科学施肥提供依据。[方法]在早稻田设置紫云英-早稻肥效试验,分析各处理间土壤肥力变动情况和产量差异水平,科学建立施用紫云英后早稻施肥指标。[结果]在早稻田施用紫云英,可以降低土壤 pH 和容重,提升土壤速效氮磷钾和有机质含量,提高早稻的养分利用率和经济效益。[结论]在早稻施用紫云英后,以减施 20% 的化肥效果最好、最佳经济施用量为 N 115.2 kg/hm²、P₂O₅ 70.8 kg/hm²、K₂O 98 kg/hm²。

关键词 早稻;紫云英;化肥用量;合理配比

中图分类号 S511.3⁺1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)27-10984-02

Study about Fertilizer Efficiency of *Astragalus sinicus* L.-Early Rice in Xiantao City

WANG Bi-wu et al (Soil and Fertilizer Station of Xiantao City, Xiantao, Hubei 433000)

Abstract [Objective] By conducting *Astragalus sinicus*-early rice experiments, reasonable application of milk vetch on early rice crop fertilizer level, reducing the guidance garden early rice provided the basis for scientific fertilization. [Method] In setting *Astragalus sinicus*-early rice experiments, the changes of soil fertility and yield difference between the groups were analyzed, and scientific application of *Astragalus sinicus*-early rice fertilization index was established. [Result] Applied at waseda milk vetch, the soil pH and bulk density were reduced, soil available NPK and organic matter content was improve, and the early rice nutrient use efficiency and economic benefits were increased. [Conclusion] After the early application of *Astragalus sinicus* to reduce 20% of the chemical fertilizer effect was the best. The optimum economic amount was N 115.2 kg/hm², P₂O₅ 70.8 kg/hm² and K₂O 98kg/hm².

Key words Early rice; *Astragalus sinicus* L.; Application of chemical fertilizer; Reasonable proportion

化肥的大量施用会导致耕地质量下降,土壤腐殖酸化^[1],肥料利用率降低,农产品品质下降等^[2-3],进入环境易造成面源污染^[4-5]。长期以来我国农业生产中过度依赖化肥,加之化肥资源的日益短缺,所以寻找合适的肥源显得尤为重要。绿肥成本低,无公害,有利于保护环境,维持农业生态平衡和农业生产可持续发展^[5]。绿肥以其特有的生物富集性、生物覆盖性、生物适应性在养分供应、改良土壤及防止土壤侵蚀等方面起着独特的作用^[6]。总之,绿肥相比化肥有着诸多优势,而且我国绿肥资源丰富^[7]。紫云英(*Astragalus sinicus* L.)是绿肥中最好的肥源,作为绿肥种植的历史悠久。它与无机肥配施可提高肥料利用率,增加土壤微生物多样性,改善土壤理化性状,提升有机质,促进土壤有机碳的积累,减少 CO₂ 的排放等^[8-12]。基于此,为确定紫云英在早稻生产上施用后适量化肥减量水平,达到改善土壤理化性状、增加土壤有机质含量、提高早稻稻米产量、节本增收目的,笔者于 2011 年在张沟镇设置试验进行了研究。

1 材料与试验方法

1.1 试验地与供试材料 试验地点位于张沟镇新生村 11 组农户向德运早稻田,130°20'23.46" E,30°17'50.16" N,海拔高度 24 m。有机质 40.25 g/kg,碱解氮 181.14 mg/kg,有效磷 9.51 mg/kg,速效钾 95.32 mg/kg,pH 7.4。土壤质地为中壤,地力中等,为中产田。供试品种为湘早籼 143。

1.2 试验设计 设 6 个处理,3 次重复,每个小区 20 m²。处理如下:A:CK(对照),不施任何肥料;B:不施紫云英+100%化肥;C:施紫云英+100%化肥;D:施紫云英+80%化肥;E:施紫云英+60%化肥;F:施紫云英+40%化肥,100%化肥为

当地常规施肥量,即 N 为 144 kg/hm²、P₂O₅ 为 88.5 kg/hm²、K₂O 为 122.5 kg/hm²。氮肥按照基肥:分蘖肥:补蘖肥 3:2:1 分期施入,磷肥、钾肥全部作基肥于水稻插秧前施入。紫云英鲜草翻压量为 30 000 kg/hm²(每千克种子产 1 000 kg 紫云英鲜草,播种量为 30 kg/hm²),分小区进行小型机械脱粒,每个小区完全独立,小小区筑埂,软埂采用中膜包扎以防串水、串肥。

1.3 栽培管理 2011 年 10 月 23 日播种紫云英,各个处理小区播紫云英 60 g 加钙镁磷肥 60 g 拌种,同时施钙镁磷肥 600 g。2012 年 3 月 27 日翻压紫云英。试验田采用早稻直播栽培技术,4 月 11 日试验田施基肥,播种日期 4 月 13 日,播种量为 97.5 kg/hm²。分蘖肥于 4 月 22 日施用,补蘖肥于 4 月 27 日施用,试验田于 7 月 17 日人工收割。早稻的其他如施除草剂病虫害防治等措施与大田生产一致。

1.4 样品分析及测定 在成熟期,选取每个处理具有代表性植株 10 穴,调查 10 穴的株高和有效穗数,然后 10 穴全部脱粒,考察穗粒数、空秕粒数,风干后测定籽粒干质量。各小区单打、单收,风干后测定籽粒干质量。植物样全碳用重铬酸钾容量法-外加热法测定;植物样品经浓 H₂SO₄-H₂O₂ 消化后,全氮、全磷用流动注射分析仪测定,全钾用火焰光度计测定。土壤理化性质用常规方法分析^[13]。

1.5 数据分析 采用 DPS 软件和 Excel2003 进行数据整理和分析,利用 LSD 法进行统计检验。

2 结果与分析

2.1 紫云英配施不同量化肥对土壤理化性质的影响 从表 1 可以看出,相比基础土样,不施肥和使用化肥都使得土壤容重显著增加,而施用紫云英处理则继续维持先前的容重,而且各紫云英处理之间无显著差异,说明种植水稻会使土壤明显紧实,而紫云英显著疏松土壤,有利于保水、保肥和根系生长;种植水稻都显著降低 pH,相比不施肥,施用 100% 化肥虽

然进一步降低 pH,但是没有紫云英处理降低明显,所有的紫云英处理都进一步在 0.05 水平显著降低 pH,紫云英处理间没有显著差异,微碱性土壤 pH 的降低有利于磷等多种元素的活化,并提高土壤微生物活性,增加水稻对养分的吸收;各处理间土壤的有机质含量虽然没有达到显著水平,但可以明显地看出,处理 A 和处理 B 都使得土壤有机质含量有所降低,而所有的紫云英处理都增加了土壤的有机质含量;水稻

的种植使得土壤的碱解氮含量显著降低,但所有的紫云英处理都有效地保持氮的含量,防止氮的过度流失;速效磷含量和速效钾含量有着基本一致的规律,相比基础土样,都表现为不施肥处理显著降低土壤的速效磷钾含量,而所有的施肥处理都明显增加其含量,其中处理 C 和处理 D 对速效磷含量的增加达到显著水平,而所有的紫云英处理都对速效钾含量的增加达到显著水平。

表 1 不同施肥处理对土壤理化性状的影响

处理	容重	pH	有机质	碱解氮	速效磷	速效钾
	g/cm ³	(土:水=1.0:2.5)	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
基础土样	1.25 b	7.40 a	40.25 a	181.14 a	9.51 b	95.32 b
A	1.39 a	7.26 b	38.42 a	115.42 c	7.93 c	72.51 c
B	1.35 a	7.22 b	39.84 a	149.17 b	12.28 ab	125.65 ab
C	1.26 b	7.13 c	40.72 a	181.50 a	14.02 a	149.84 a
D	1.24 b	7.15 c	40.63 a	172.67 a	13.74 a	143.54 a
E	1.26 b	7.14 c	40.44 a	157.65 ab	12.27 ab	132.67 a
F	1.27 b	7.16 c	40.66 a	168.36 a	12.03 ab	136.53 a

注:同列不同小写字母表示差异在 0.05 水平显著。

2.2 紫云英配施不同量化肥对产量及构成因子的影响 从表 2 可以看出,除千粒重和结实率外,所有的施肥处理都对早稻产量和构成因子有显著的促进效果,但过多施肥,除使处理 C 的株高和穗粒数增加外,其他指标都有所降低,而

100% 化肥处理的结实率和千粒重较低的主要原因是单施化肥后水稻有效分蘖增加,有效穗数提高,相应地降低了田间的通透性,影响水稻籽粒后期灌浆,造成水稻千粒重和结实率降低,总体来看,以处理 D 的各项指标最优良,特别是产量

表 2 不同施肥处理对产量及构成因子的影响

处理	株高//cm	有效穗//万穗/hm ²	穗长//cm	穗粒数//个	结实率//%	千粒重//g	产量//kg/hm ²
A	79.6 b	279.6 c	16.7 ab	84.4 c	86.8 a	26.6 a	4 351.0 c
B	87.0 a	370.2 a	17.7 a	103.9 ab	80.1 b	25.6 ab	6 172.0 b
C	90.5 a	371.1 a	18.2 a	115.1 a	82.6 a	25.4 ab	6 671.5 a
D	88.3 a	386.1 a	18.3 a	112.4 a	85.4 a	25.8 ab	7 071.0 a
E	86.4 a	367.4 ab	18.4 a	109.1 ab	83.4 a	26.1 a	6 327.5 b
F	84.2 ab	351.7 b	17.6 a	98.7 b	81.5 ab	26.3 a	5 583.5 bc

注:同列不同小写字母表示差异在 0.05 水平显著。

最突出,相比纯施化肥处理,增产率达 14.6%。

2.3 紫云英配施不同量化肥对氮磷钾吸收的影响 相比不施肥处理,所有的施肥处理使得早稻秸秆和籽粒的氮磷钾含量都有所提高,总体来说植株体内的氮磷钾含量与施肥有很大的相关性。从表 3 可以看出,施肥明显提高氮和钾含量,处理 E 和处理 F 中秸秆和籽粒中的氮和钾含量都高于处理 B,而磷含量则低于处理 B。由此可知,施用紫云英为水稻提供了更加充足的氮和钾,或者说更加有效地防止氮和钾的流失,而磷的有效性较低,紫云英中相对含量较少的磷在腐化的过程中大多被固定,没有化肥在补磷方面的效果迅速。各处理都以 100% 化肥加紫云英的营养含量最高,80% 化肥加

紫云英处理次之。但是,结合表 1 可以得出,配施紫云英提高了作物的养分利用率和土壤的保肥能力。

2.4 紫云英配施不同量化肥对经济效益的影响 以不施肥处理为参照,所有的施肥处理的收益减去不施肥的收益即为施肥和紫云英投入所带来的新增产出。由表 4 可知,处理 D 的产投比最高,而 100% 化肥、40% 化肥加紫云英处理的产投比最低,都只有 0.6 左右,不到处理 D 的 50.0%。由此可知,过多施用化肥和用紫云英来代替化肥都是不可取的。总体来说,在降低 20% 化肥用量的基础上,施用紫云英收益显著提升。

3 结论

研究表明,配施紫云英可以改善土壤理化性状,降低容重,使得土壤更有利于保水、保肥,降低 pH。有研究表明,在酸性土壤上紫云英有利于维持土壤 pH,而在微碱性土壤上有利于降低 pH。这是因为水稻生长的适宜土壤 pH 条件为 5.7~7.0,同时多种养分元素的有效性处于这一范围内^[14-15]。紫云英还田对酸性土壤 pH 的提高作用以及偏碱土壤 pH 的降低作用均有助于后茬水稻的生长^[16]。紫云英和很多有机肥一样,在提高有机质的同时,增加了土壤氮磷

表 3 不同施肥处理对早稻养分含量的影响

处理	秸秆			籽粒		
	N	P	K	N	P	K
A	0.82 b	0.10 ab	1.87 b	1.16 b	0.28 ab	0.27 b
B	1.05 a	0.14 a	2.02 ab	1.32 a	0.33 a	0.31 a
C	1.11 a	0.15 a	2.35 a	1.43 a	0.35 a	0.36 a
D	1.09 a	0.15 a	2.30 a	1.39 a	0.34 a	0.34 a
E	1.07 a	0.12 a	2.19 a	1.35 a	0.32 a	0.33 a
F	1.06 a	0.12 a	2.24 a	1.36 a	0.31 a	0.33 a

注:同列不同小写字母表示差异在 0.05 水平显著。

(下转第 11988 页)

试验结果表明,细果角茴香生物碱对 3 种供试细菌的抗菌活性较强,有开发利用价值。细果角茴香总粗提取物和总生物碱部分除了具有较强的抑菌活性外,还具有广泛的药理作用,如抗流感、抗肿瘤和免疫增强作用等,这些作用还有待于进一步的研究。

参考文献

- [1] 青海省药品检验所. 青海省藏药研究所. 中国藏药[M]. 上海:上海科学技术出版社,1996:343.
- [2] 江苏新医学院. 中药大辞典(上册)[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986:436.
- [3] 孙明学. 大兴安岭森林植物[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2006:3.
- [4] 中国医学科学院药物研究所. 中药志[M]. 北京:人民卫生出版社,1982:276.
- [5] 郎楷永,陈心启,罗毅波,等. 中国植物志(第 17 卷)[M]. 北京:科学出版社,1999:228,388.
- [6] 雒成林,刘锋林. 藏医与中医对手参的应用探讨[J]. 甘肃中医学院报,

2001,18(4):43.

- [7] 国家中医药管理局中华本草编委会. 中华本草. 藏药卷[M]. 上海:上海科学技术出版社,2002:100.
- [8] 张丹,王亚芳,张建军. 藏药旺拉提取物 CE 对亚急性衰老小鼠学习记忆及抗氧化能力的影响[J]. 中国新药杂志,2005,14(11):1301.
- [9] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志. 第一卷[M]. 西宁:青海人民出版社,1997.
- [10] 中国科学院西北高原生物研究所. 藏药志[M]. 西宁:青海人民出版社,1991.
- [11] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986.
- [12] 韩公羽,沈企华. 植物药有效成分的研究与开发[M]. 杭州:杭州大学出版社,1991.
- [13] 邢福国,刘阳. 花生粕总黄酮的提取工艺[J]. 食品研究与开发,2010,31(1):61-63.
- [14] 文怀秀,邵赞,陶燕铎,等. RP-HPLC 法测定藏药细果角茴香原阿片碱的含量[J]. 药物分析杂志,2009,29(1):137-139.
- [15] 中国科学院西北高原生物研究所. 藏药志[M]. 西宁:青海人民出版社,1991:248.

(上接第 10985 页)

钾养分和长效性^[17]。

表 4 不同施肥处理的经济效益

处理	紫云英支出 元/hm ²	稻肥支出 元/hm ²	总投入 元/hm ²	总收入 元/hm ²	效益 元/hm ²	产投比
A	0	0	0	8 006	-	-
B	0	1 907	1 907	11 356	1 444	0.76
C	660	1 907	2 567	12 276	1 703	0.66
D	660	1 526	2 186	13 011	2 819	1.29
E	660	1 144	1 804	11 643	1 832	1.02
F	660	763	1 423	10 274	845	0.59

注:N 价格 5.22 元/kg, P₂O₅ 价格 3.83 元/kg, K₂O 价格 6.67 元/kg, 早稻价格为 1.84 元/kg, 紫云英种籽价格为 12 元/kg, 播种紫云英的劳动成本为 10 元/kg。

配施紫云英还改善了水稻的农艺性状,提高了产量和养分利用率,带来良好的经济效益^[18],其中以处理 D 的效果最好,对比处理 B 区(不施紫云英,施 100% 化肥)产量增加 899.0 kg/hm²,增幅为 14.6%,而且可以节约 20%~40% 化肥施用量,易为农民接受,建议在紫云英一早稻种植区加以推广,推荐最佳经济施用量为 N 115.2 kg/hm²、P₂O₅ 70.8 kg/hm²、K₂O 98 kg/hm²。

参考文献

- [1] 吕家珑,张一平,王旭东,等. 长期单施化肥对土壤性状及作物产量的影响[J]. 应用生态学报,2001,12(4):569-572.
- [2] 黄国勤,王兴祥,钱海燕,等. 施用化肥对农业生态环境的负面影响及对策[J]. 生态环境,2004,13(4):656-660.
- [3] 吴建富,施翔,肖青亮,等. 我国肥料利用现状及发展对策[J]. 江西农业大学学报,2003,25(5):725-727.
- [4] 朱兆良,孙波. 中国农业面源污染控制对策研究[J]. 环境保护,2008,

394(8):4-6.

- [5] 马文奇,张福锁,张卫锋. 关乎我国资源、环境、粮食安全和可持续发展的化肥产业[J]. 资源科学,2005,27(3):33-40.
- [6] 王琴,郭晓彦,张丽霞,等. 紫云英配施不同量化肥对水稻产量及经济效益的影响[J]. 河南农业科学,2013,42(5):77-81.
- [7] 高玲,刘国道. 绿肥对土壤的改良作用研究进展[J]. 北京农业,2007(12):29-33.
- [8] 陈志宏,李晓芳,负旭疆,等. 我国草种质资源的多样性及其保护[J]. 草业科学,2009,26(5):1-6.
- [9] 肖嫩群,沈宝明,谭周进. 紫云英还田方式对烟田土壤微生物及酶的影响[J]. 核农学报,2010,24(1):130-135.
- [10] 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.
- [11] 张璐,张文菊,徐明岗,等. 长期施肥对中国 3 种典型农田土壤活性有机碳库变化的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(5):1646-1655.
- [12] 林新坚,曹卫东,吴一群,等. 紫云英研究进展[J]. 草业科学,2011,28(1):135-140.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2005:265-271.
- [14] 胡霁堂. 植物营养学(上册)[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [15] 冯敏玉,方正,严芳,等. 江西省稻田土壤养分现状[J]. 安徽农业科学,2010,38(25):13764-13766.
- [16] 张珺瑾. 种植利用紫云英对南方稻田土壤肥力形状影响的研究[D]. 北京:中国农业科学院,2011.
- [17] 王璐,吴建富,潘晓华,等. 紫云英和稻草还田免耕抛栽对水稻产量和土壤肥力的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(20):299-303.
- [18] 王杨才,戴波. 紫云英还田对水稻氮肥用量及其产量的影响[J]. 现代农业科技,2010(13):54-58.
- [19] ZHANG H P, LIU Q, PENG J W, et al. Effects of FCMP compound fertilizer on development and yield of early rice [J]. Agricultural Science & Technology, 2012, 13(11):2299-2302
- [20] 王静. 紫云英种植管理技术[J]. 畜牧与饲料科学,2012,34(1):60.
- [21] 刘春增,刘小粉,李本银,等. 紫云英还田对水稻产量、土壤团聚性及其有机碳和全氮分布的影响[J]. 华北农学报,2012(6):224-228.
- [22] 唐杉,王允青,曹卫东,等. 不同还田条件下稻田紫云英氮素释放规律及效应[J]. 安徽农业科学,2013,41(7):2945-2947.