

水稻季施肥对后季绿肥物质养分积累的影响^①

潘福霞¹, 鲁剑巍¹, 李小坤¹, 鲁君明², 刘威¹, 魏云霞¹, 耿明建¹, 曹卫东³

(1 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070; 2 湖北省洪湖市大同湖管理区农技中心, 湖北洪湖 434300;

3 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

摘 要: 田间试验条件下, 研究水稻季不同氮、磷、钾肥用量对后季绿肥物质养分积累的影响, 为水稻-紫云英轮作条件下适宜化肥用量的确定提供依据。结果表明, 水稻季施氮、磷、钾肥处理的绿肥鲜草产量分别较不施氮、磷、钾肥处理增加 27.9%~40.9%、12.6%~37.2%、21.4%~46.2%。水稻季不同氮肥处理比较, 施氮处理的氮积累量较不施氮处理增加 48.8%~62.3%, 氮肥(N)用量为 142.4 kg/hm²时, 绿肥碳、氮、钾积累量最高, 氮肥用量为 71.2 kg/hm²时, 绿肥磷积累量最高。水稻季不同磷肥处理比较, 施磷处理的绿肥磷积累量较不施磷处理增加 33.0%~78.3%, 磷肥(P)用量为 49.1 kg/hm²时绿肥的碳、氮、磷、钾积累量均最高。水稻季施钾处理的绿肥钾积累量较不施钾处理增加 22.2%~44.8%, 水稻季钾肥(K)用量为 67.5 kg/hm²和 101.2 kg/hm²时, 绿肥的碳、氮、磷、钾积累量较高, 且两处理间相差较小。本试验条件下, 水稻季氮、磷、钾用量分别为 142.4、49.1、67.5 (或 101.2) kg/hm²时, 绿肥的产量及碳、氮、磷、钾积累量最高, 分别为 15 833 kg/hm²和 929.2、44.6、5.8、45.9 kg/hm²。

关键词: 绿肥; 氮磷钾肥后效; 产量; 养分含量; 养分积累量

中图分类号: S142.1

据统计, 2008 年我国南方冬闲耕地面积为 7.43×10⁶ hm², 占总耕地面积的 36%^[1], 空闲时间长达 4~6 个月, 造成了光热资源的严重浪费。利用冬闲田茬口种植一季豆科绿肥既能通过光合作用和固氮作用增加系统的养分输入^[2-3], 绿肥翻压还田还能替代部分化肥^[4], 改善土壤理化性质, 提高土壤生物活性^[5]。紫云英是南方稻田传统的豆科绿肥, 由于近年来重化肥轻有机肥, 紫云英的研究较少, 而农村劳动力的转移^[6]导致未来农业的发展趋向于轻简化, 因此紫云英的种植只有更简便易行才能大范围推广, 减少施肥次数也是节约劳动力的一个重要方面。诸多研究表明氮、磷、钾肥具有后效^[7-9], 能够被后茬作物利用, 促进其增产^[10-12], 稻-肥轮作或套作是紫云英的主要种植方式^[13], 水稻季不同氮、磷、钾肥用量对紫云英生长的影响罕见报道。农田管理粗放是农村劳动力短缺引发的另一问题, 在紫云英生长期若无人工除草措施, 紫云英与其他绿色植物体 (也可做为绿肥) 共同存在, 其产量及养分积累量状况如何更是无从得知。本文研究了自然条件下, 水稻季不同氮、磷、钾肥用量对后季绿肥物质养分积累的影响, 以期当前生产条件下稻肥

轮作制度中化肥的投入提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试验地点

试验区位于荆州市洪湖大同湖农场, 地处长江中游北岸, 单季稻区。供试土壤为水稻土, 种植水稻前的土壤理化性质如下: pH 6.7, 有机质 39.3 g/kg, 全氮 2.43 g/kg, 速效磷 12.42 mg/kg, 速效钾 138.0 mg/kg。水稻种植后各施肥处理的全氮、速效磷和速效钾含量见表 1 (各处理 pH 值和有机质含量基本与水稻种植前无差异)。水稻品种为“黄华占”, 紫云英品种为“弋江种”。

1.2 试验设计

水稻季设氮、磷、钾肥不同用量处理, 各种肥料均有 4 个水平, 肥料用量及稻谷产量见表 1。每处理两次重复。

水稻收获后, 稻茬留田, 免耕。2009 年 10 月 2 日在原小区上撒播紫云英, 播种量为 37.5 kg/hm², 播种后任其自然生长, 同时还有其他绿色植物生长, 一并视为绿肥。2010 年 4 月 17 日 (紫云英盛花期) 随

①基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项经费项目 (201103005) 资助。

* 通讯作者 (lujianwei@mail.hzau.edu.cn)

作者简介: 潘福霞 (1985—), 女, 山东德州人, 硕士研究生, 研究方向为作物营养施肥与土壤肥力。E-mail: eary2007@163.com

表 1 水稻季不同施肥处理的施肥量、稻谷产量及水稻收获后土壤养分状况

Table 1 Fertilizer application amounts, grain yields and soil nutrient contents after rice season

水稻季施肥处理	水稻季化肥用量 (kg/hm ²)			稻谷产量 (kg/hm ²)	水稻收获后土壤养分含量		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		全氮 (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
N ₀	0	32.7	67.5	6 450	2.38	16.84	143.7
N _{71.2}	71.2	32.7	67.5	7 651	2.55	15.94	135.1
N _{142.4}	142.4	32.7	67.5	8 625	2.66	13.86	129.7
N _{213.6}	213.6	32.7	67.5	8 651	2.64	9.46	126.0
P ₀	142.4	0	67.5	8 049	2.61	6.44	138.2
P _{16.4}	142.4	16.4	67.5	8 300	2.58	9.46	135.8
P _{32.7}	142.4	32.7	67.5	8 625	2.66	13.86	129.7
P _{49.1}	142.4	49.1	67.5	8 651	2.66	17.99	132.4
K ₀	142.4	32.7	0	8 250	2.72	14.69	112.6
K _{33.7}	142.4	32.7	33.7	8 424	2.64	13.36	119.4
K _{67.5}	142.4	32.7	67.5	8 625	2.66	13.86	129.7
K _{101.2}	142.4	32.7	101.2	8 900	2.65	13.04	145.3

机取 3 个 2 m × 3 m 的样方测产, 将紫云英与其他绿肥分开称重, 同时分别取紫云英、其他绿肥地上部样品, 105℃ 杀青 30 min, 60℃ 烘干磨碎后待测。

1.3 测定方法及数据分析

植物样采用重铬酸钾容量法-外加热法测定全碳; 样品采用浓 H₂SO₄-H₂O₂ 法消煮, 流动注射分析仪测定氮、磷含量, 火焰光度计法测定钾含量^[14]。

养分积累量 = 干物质量 × 养分含量

数据在 Excel 中整理, 用 Duncan 新复极差法 ($P < 0.05$ 置信水平下) 检验数据的差异显著性, 以不同字母表示达到显著差异。

2 结果与分析

2.1 水稻季施氮对后季绿肥的影响

2.1.1 产量 水稻季施氮能显著增加后季绿肥的产量 (表 2), 绿肥鲜草总量较不施氮处理增加 27.9%~40.9%, 以 N_{142.4} 处理最高, 达 14 380 kg/hm²。施氮处理的紫云英鲜草产量较不施氮增加 36.2%~48.2%, 其他绿肥增产 0~28.6%。紫云英与其他绿肥产量的比例随前季施氮量的增加而增加, 比值为 3.4~4.6, 说明随水稻季氮肥用量的增加, 紫云英的增产幅度高于其他绿肥。

2.1.2 养分含量及积累量 水稻季施氮对绿肥碳含量无显著影响, 而对氮、磷、钾含量的影响较大 (表 3)。紫云英的氮、钾含量均随前季施氮量的增加而增加, 而磷含量则在 N_{71.2} 水平最高。其他绿肥的养分含量既无明显规律也无显著差异。相同处理的紫云英氮、

表 2 水稻季不同氮肥用量对绿肥鲜草产量的影响 (kg/hm²)

Table 2 Effects of N applied amounts in rice season on fresh yields of green manure

水稻季氮肥处理	紫云英	其他绿肥	总量
N ₀	7 875 b	2 333 b	10 208 c
N _{71.2}	10 792 a	3 000 a	13 792 ab
N _{142.4}	11 667 a	2 713 ab	14 380 a
N _{213.6}	10 725 a	2 333 b	13 058 b

注: 表中同一列数据字母不同表示处理间差异达到 $P < 0.05$ 显著水平, 下表同。

钾含量显著高于其他绿肥, 而磷含量则略低于其他绿肥, 尤其是不施磷处理, 紫云英的磷含量显著低于其他绿肥, 说明其他绿肥对土壤磷的利用能力强于紫云英。另外, N₀ 处理的紫云英磷、钾含量也较低, 可能的原因是: ①紫云英虽具有固氮作用, 但由于其苗期固氮能力较弱, 仍需从土壤中吸收大量氮素, 而 N₀ 处理的土壤中氮素大部分被前季水稻吸收, 残留部分不能满足紫云英的生长需要, 导致植株生长弱小, 对磷、钾的吸收能力也减弱。②养分间存在互作效应, 土壤中氮素缺乏抑制了磷、钾作用的发挥。

从各养分的积累量上看, 不同处理间总碳积累量无显著差异, N_{71.2}、N_{142.4} 处理的碳积累量均为 873 kg/hm², 且高于 N₀、N_{213.6} 处理。水稻季施氮处理的绿肥氮、磷、钾积累量分别较不施氮处理增加 48.8%~62.3%、28.0%~48.0%、20.1%~47.5%, N_{142.4} 处理的氮、钾积累量最高, 分别为 39.1、46.3 kg/hm², N_{71.2} 处理的磷积累量最高, 为 5.1 kg/hm² (图 1)。

表 3 水稻季不同氮肥用量对绿肥养分含量的影响 (干基 %)

Table 3 Effects of N applied amounts in rice season on the nutrient contents of green manure

水稻季氮肥处理	紫云英				其他绿肥			
	C	N	P	K	C	N	P	K
N ₀	45.76 a	1.56 b	0.16 b	2.03 b	47.69 a	1.19 a	0.26 a	1.81 a
N _{71.2}	45.20 a	2.33 a	0.25 a	2.49 a	47.26 a	1.20 a	0.27 a	1.60 a
N _{142.4}	45.19 a	2.35 a	0.23 a	2.51 a	44.83 a	1.27 a	0.29 a	1.79 a
N _{213.6}	45.56 a	2.40 a	0.22 a	2.56 a	47.95 a	1.26 a	0.27 a	1.57 a

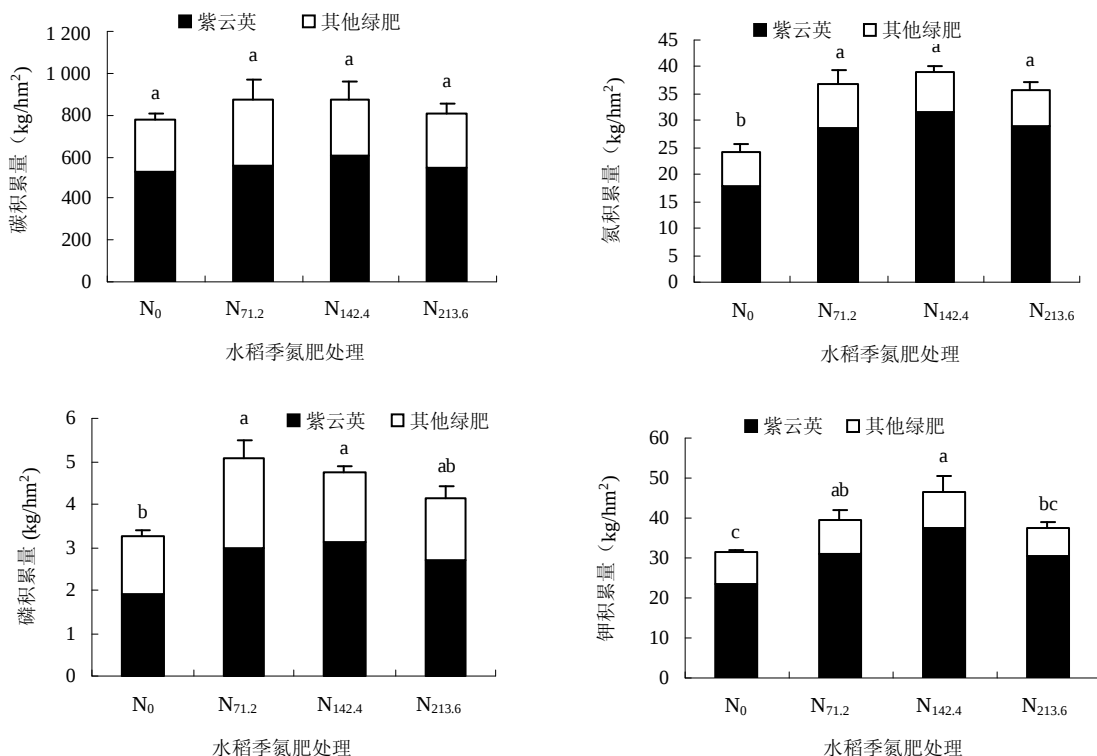
图 1 水稻季不同氮肥用量对绿肥养分积累量的影响 (kg/hm²)

Fig. 1 Effects of N applied amounts in rice season on nutrient accumulations of green manure

2.2 水稻季施磷肥对后季绿肥的影响

2.2.1 产量 绿肥鲜草总产量随水稻季磷肥用量的增加而增加, 较不施磷处理增加 12.6%~37.2%。紫云英鲜草产量也随施磷量增加而增加, 增幅 10.8%~43.2%。其他绿肥的鲜草产量随前季磷肥用量增加呈先增后减的变化, 较不施磷处理增加 12.7%~19.8%, P_{16.4} 处理最高。紫云英与其他绿肥鲜草产量的比值呈先降后升的趋势, P_{16.4} 处理最低, 为 3.7, P_{49.1} 处理最高, 为 5.1 (表 4)。

2.2.2 养分含量及积累量 水稻季施磷对绿肥的碳含量无显著影响 (表 5)。随前季施磷量的增加, 紫云英的氮、磷含量也逐渐增加, 钾含量则略有下降。

其他绿肥的氮含量与前季施磷量无明显相关性, 磷含量则随前季施磷量增加而显著增加, 钾含量随前季施磷量增加而降低。同一处理的紫云英氮、钾含量高于其他绿肥, 而磷含量则低于其他绿肥 (表 5)。

表 4 水稻季不同磷肥用量对绿肥鲜草产量的影响 (kg/hm²)

Table 4 Effects of P applied amounts in rice season on fresh yields of green manure

水稻季磷肥处理	紫云英	其他绿肥	总量
P ₀	9 250 c	2 292 b	11 542 c
P _{16.4}	10 250 bc	2 745 a	12 995 b
P _{32.7}	11 667 ab	2 713 a	14 380 a
P _{49.1}	13 250 a	2 583 ab	15 833 a

表 5 水稻季不同磷肥用量对绿肥养分含量的影响（干基 %）

Table 5 Effects of P applied amounts in rice season on nutrient contents of green manure

水稻季磷肥处理	紫云英				其他绿肥			
	C	N	P	K	C	N	P	K
P ₀	45.71 a	2.15 b	0.17 c	2.61 a	46.65 a	1.28 a	0.20 c	2.02 a
P _{16.4}	44.60 a	2.27 b	0.21 b	2.52 a	45.65 a	1.30 a	0.27 b	1.81 b
P _{32.7}	45.19 a	2.35 ab	0.23 b	2.51 a	44.83 a	1.27 a	0.29 b	1.79 b
P _{49.1}	44.41 a	2.59 a	0.25 a	2.51 a	48.74 a	1.22 b	0.36 a	1.67 b

水稻季施磷处理的绿肥碳积累量较不施磷处理增加 4.9% ~ 12.0%，但处理间差异不显著。绿肥的氮、磷积累量均随水稻季施磷量的增加而增加，分别较不施磷处理增加 11.3% ~ 30.8%、33.0% ~

78.3%，P_{49.1} 处理的氮、磷积累量达 44.6、5.8 kg/hm²。水稻季施磷对后季绿肥钾积累量影响较小，各处理的钾积累量均在 44 kg/hm² 左右，无显著差异（图 2）。

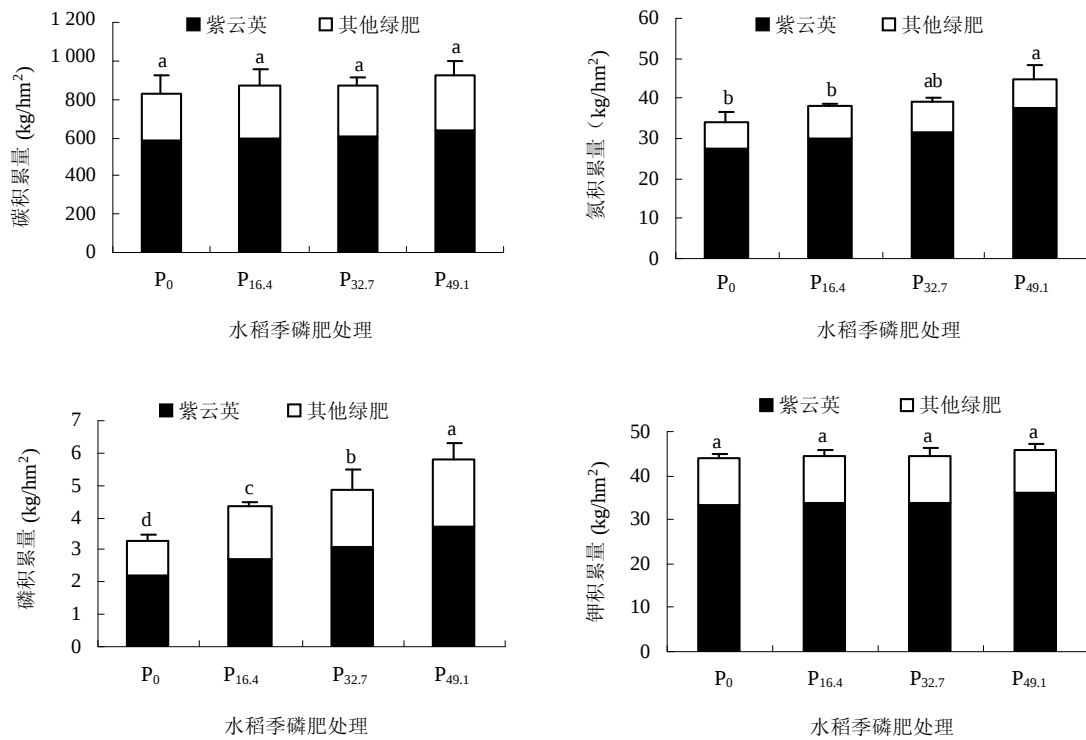


图 2 水稻季不同磷肥用量对绿肥养分积累量的影响（kg/hm²）

Fig. 2 Effects of P applied amounts in rice season on nutrient accumulations of green manure

2.3 水稻季施钾肥对后季绿肥的影响

2.3.1 产量 水稻季施钾处理的绿肥总产量较不施钾处理增加 21.4%~46.2%，K_{67.5} 处理最高。紫云英增产 25.6%~55.6%，其他绿肥增产 8.1%~16.3%，两者产量均以 K_{67.5} 处理最高。紫云英与其他绿肥的产量比值随水稻季钾肥用量的增加而增加，说明随水稻季钾肥用量增加，紫云英增产的幅度高于其他绿肥。

2.3.2 养分含量及积累量 紫云英氮含量随前季施钾量增加而增加，磷、钾含量则无明显差异。

表 6 水稻季不同钾肥用量对绿肥鲜草产量的影响（kg/hm²）

Table 6 Effects of K applied amounts in rice season on fresh yields of green manure

水稻季钾肥处理	紫云英	其他绿肥	总量
K ₀	7 500 c	2 333 c	9 833 c
K _{33.7}	9 417 bc	2 522 b	11 939 b
K _{67.5}	11 667 a	2 713 a	14 380 a
K _{101.2}	11 500 ab	2 660 a	14 160 a

表 7 水稻季不同钾肥用量对绿肥养分含量的影响 (干基 %)

Table 7 Effects of K applied amounts in rice season on nutrient contents of green manure

水稻季钾肥处理	紫云英				其他绿肥			
	C	N	P	K	C	N	P	K
K ₀	44.52 a	2.13 b	0.24 a	2.32 a	47.52 a	1.32 a	0.27 b	1.57 b
K _{33.7}	43.82 a	2.30 ab	0.25 a	2.54 a	45.55 a	1.20 b	0.29 ab	1.68 b
K _{67.5}	45.19 a	2.35 a	0.23 a	2.51 a	44.83 a	1.27 ab	0.29 ab	1.79 b
K _{101.2}	44.16 a	2.38 a	0.23 a	2.46 a	48.07 a	1.25 ab	0.33 a	2.21 a

其他绿肥的磷、钾含量随前季施钾量增加而增加, 氮含量则无明显规律。同一处理的其他绿肥的磷含量略高于紫云英, 而氮、钾含量显著低于紫云英。

水稻季施钾处理的绿肥碳积累量较不施钾处理增加 7.3% ~ 26.0%, K_{67.5}、K_{101.2} 处理的碳积累量达 870

kg/hm² 左右。与不施钾处理相比, 水稻季施钾处理的绿肥氮积累量增加 13.8% ~ 37.1%, 磷积累量增加 17.8% ~ 30.3%, 钾积累量增加 22.2% ~ 44.8%, K_{67.5}、K_{101.2} 处理的养分积累量较高且两处理间差异较小, 氮、磷、钾积累量分别为 39.0、4.8、44.5 kg/hm² 左右 (图 3)。

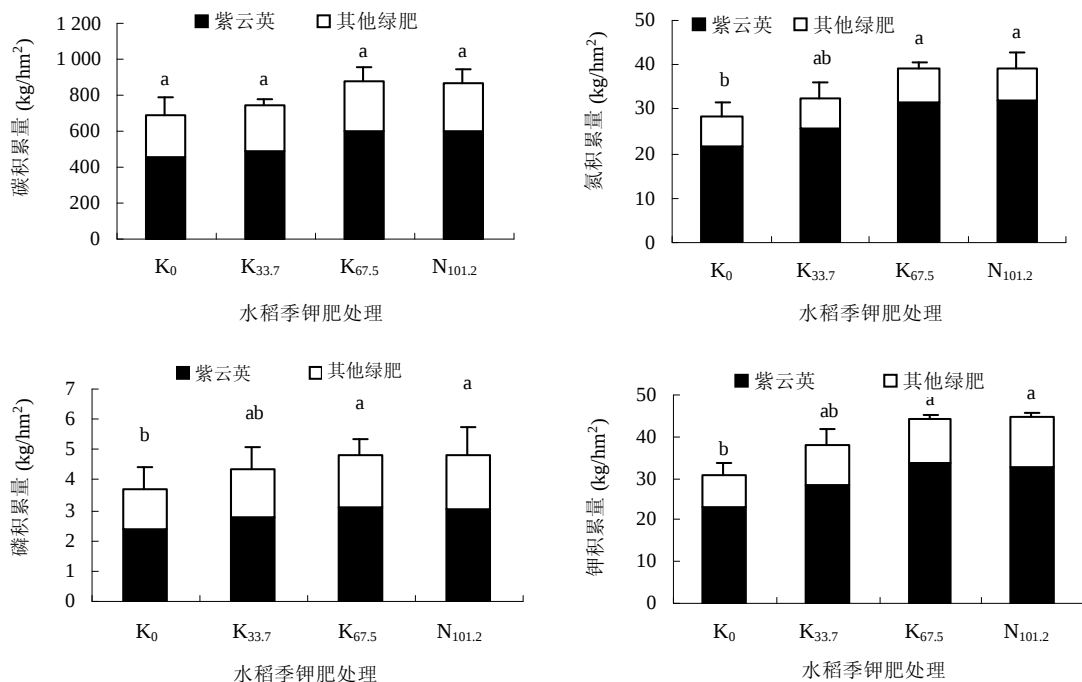
图 3 水稻季不同钾肥用量对绿肥养分积累量的影响 (kg/hm²)

Fig. 3 Effects of K applied amounts in rice season on nutrient accumulations of green manure

3 讨论

3.1 水稻季施肥后效

施肥是作物增产的巨大动力, 而化肥当季利用率低已成为日益关注的问题^[15], 研究表明氮磷钾肥存在后效, 应计算其累积利用率^[11, 16]。紫云英作为一种绿肥作物, 对养分需求量小, 且具有固氮能力^[13], 冬闲田上种植绿肥能够起到保持土壤水分、防止土壤侵蚀、

阻截养分地面淋失的作用^[17], 还能通过根系吸收下层养分, 促进表层土壤的养分富集^[18], 从而达到提高化肥累积利用率的目的。本研究结果也表明, 水稻季施用氮、磷、钾肥均有后效, 能促进后季绿肥生长、增加产量和养分积累量。水稻季施氮、磷、钾肥处理的绿肥氮、磷、钾积累量分别达 35.8 ~ 39.1 kg/hm²、4.3 ~ 5.8 kg/hm²、37.7 ~ 44.7 kg/hm²。绿肥的养分积累量分

别为水稻季肥料用量的 16.7%~51.9%、11.9%~26.9%、4.8%~13.1%, 且所占比例随前季施肥量的增加而减少。

3.2 对农业生产的指导作用

作为绿肥, 要求简单易行, 尽量减少劳动力。由本研究结果可以看出, 在撒种紫云英后无任何人工管理的条件下, 绿肥的种类除了紫云英外, 还有其他绿肥(以看麦娘为主), 其他绿肥的产量占总鲜草产量的 20% 左右, 碳积累量占 25.1%~30.3%, 氮积累量占 15.2%~22.4%, 磷积累量占 28.1%~46.5%, 钾积累量占 17.6%~25.6%, 其他绿肥的产量及养分积累量均占较大比例, 尤其是磷积累量。碳氮比是绿肥腐解的重要指标, 紫云英的碳氮比较低, 以看麦娘为主的其他绿肥碳氮比高于紫云英, 具有调节绿肥碳氮比的作用。且看麦娘是冬季旱地杂草^[19], 不会对水稻生长产生危害, 这对于减少农药的使用以及劳动力的投入也有重要意义。由于本文仅对绿肥季的养分积累状况进行了研究, 并未将水稻季的稻谷及稻草养分积累量综合分析, 因此, 稻肥轮作系统的养分运筹还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 米健, 罗其友, 高明杰. 南方冬作区马铃薯增产潜力与适度规模. 安徽农业科学, 2011, 39(9): 5 124-5 127, 5 174
- [2] 袁嫚嫚, 刘勤, 张少磊. 太湖地区稻田土壤冬绿肥固氮特性研究. 土壤通报, 2010, 41(5): 1 115-1 119
- [3] 孙国庆, 曹亚澄, 施书莲, 杜丽娟, 周克瑜, 邢光熹. 冬季豆科固氮植物固氮量的评估. 土壤, 1997, 29(2): 99-102
- [4] 卢萍, 单玉华, 杨林章, 韩勇. 绿肥轮作还田对稻田土壤溶液氮素变化及水稻产量的影响. 土壤, 2006, 38(3): 270-275
- [5] 林多胡, 顾荣申. 中国紫云英. 福州: 福建科学技术出版社, 2000: 218-238
- [6] 肖玉婕. 中国农村劳动力转移的区域差异研究. 上海: 华东师范大学, 2009
- [7] 李双来, 胡诚, 乔艳, 刘国际, 万炎生, 苏章锋. 潮土性水稻土壤氮肥后效试验研究. 湖北农业科学, 2007, 46(5): 727-729
- [8] 郑剑英, 赵更生, 吴瑞俊. 黄绵土长期施肥后效及对土壤水分的影响. 水土保持学报, 1994, 8(2): 85-90
- [9] 何才富, 孙锡发, 邱古彬. 酸性紫色土长期定位施钾效应及对土壤肥力的影响. 西南农业学报, 1996, 9(4): 46-52
- [10] 党廷辉, 蔡贵信, 郭胜利, 郝明德, 王百群. 用 ^{15}N 标记肥料研究旱地冬小麦氮肥利用率与去向. 核农学报, 2003, 17(4): 280-285
- [11] 侯庆山. 稻-麦轮作制度中磷肥后效研究. 土壤, 2009, 41(2): 324-327
- [12] 朱培立, 黄东迈, 余晓鹤, 王家骥, 储国良, 顾志权. 稻麦轮作制中的钾肥运筹效益. 江苏农业学报, 2000, 16(2): 105-110
- [13] 林多胡, 顾荣申. 中国紫云英. 福州: 福建科学技术出版社, 2000
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2005: 265-271
- [15] 张福锁, 王激清, 张卫峰, 崔振岭, 马文奇, 陈新平, 江荣凤. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924
- [16] 许爱霞. 旱地春小麦氮肥肥效及后效的研究. 兰州: 甘肃农业大学, 2007: 7-9
- [17] 刘晓冰, 宋春雨, Herbert SJ, 邢宝山. 覆盖作物的生态效应. 应用生态学报, 2002, 13(3): 365-368
- [18] 张磊, 欧阳竹, 董玉红, 张志诚, 潘国艳. 农田生态系统杂草的养分和水分效应研究. 水土保持学报, 2005, 19(2): 69-72
- [19] 戈延安, 陈水南, 沈龙元, 张建明, 李强, 钱惠良, 蒋杏泉, 李阿小, 沈金元. 稻茬轻型栽培麦田杂草发生规律及群落组成调查. 上海农业科技, 2000(1): 31-34

Effect of Fertilizer Application of Rice Season on Yield and Nutrition Accumulation of Green Manure

PAN Fu-xia¹, LU Jian-wei¹, LI Xiao-kun¹, LU Jun-ming², LIU Wei¹, WEI Yun-xia¹, GENG Ming-jian¹, CAO Wei-dong³

(1 *Resources & Environment College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China*; 2 *Agricultural and Technical Center, Datonghu Administration District of Honghu City, Honghu, Hubei 434300, China*; 3 *Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China*)

Abstract: Field experiment was carried out to study the applied amounts of N, P, K fertilizers on the yields and nutrient accumulations of green manure in order to decide the optimal fertilizer amounts in the condition of rice-Chinese milk vetch rotation system. The results showed that the fresh grass yields with N, P, K fertilizer treatments increased by 27.9% – 40.9%, 12.6% – 37.2% and 21.4% – 46.2% than no N, P, K fertilizer treatments respectively. Among N fertilizer treatments, N accumulation of the treatments with N fertilizer increased by 48.8% – 62.3% than no N applied, C, N, K accumulation reached to the maximal values with 142.4 kg/hm² N fertilizer applied, P accumulation reached to the maximal value with 71.2 kg/hm² N fertilizer applied. Among P fertilizer treatments, P accumulation of the treatments with P fertilizer increased by 33.0% – 78.3% than no P treatments, C, N, P, K accumulations reached the maximal values with 49.1 kg/hm² P fertilizer applied. K accumulation of the treatments with K fertilizer increased by 22.2% – 44.8% than no K treatments, among K fertilizer treatments, C, N, P, K accumulations reached the maximal values when K fertilizer amount were 67.5 and 101.2 kg/hm² in the rice season, and those two treatments had little difference. Under this experiment condition, the yield and C, N, P, K accumulations of green manure were 15 833 and 929.2, 44.6, 5.8 and 45.9 kg/hm² respectively, while N, P, K fertilizer amounts were 142.4, 49.1 and 67.5 (or 101.2) kg/hm² in the rice season.

Key words: Green manure, Residual effect of N, P, K fertilizer, Yield, Nutrient content, Nutrient accumulation