

田菁及其与硫酸铵混合施用对水稻 对肥料氮和土壤氮的利用

黄志武 廖红

(土化系)

摘要 应用标记 ^{15}N 的田菁和硫酸铵进行一季水稻盆栽试验的结果表明, 1, 田菁和硫酸铵单独施用, 田菁氮素的 17.6% 和 41.8% 分别为稻秆和谷粒利用, 硫酸铵氮素的分别为 15.4% 和 29.0%。这两种肥料氮在谷粒中分布的比例较大, 稻秆和谷粒对田菁氮的利用率都高于硫酸铵氮。2, 施用硫酸铵有促进水稻吸收土壤氮素的作用, 比不施氮对照增加 71.8%, 相反, 施用田菁减弱了水稻对土壤氮的吸收, 比对照减少 37.1%。3, 田菁和硫酸铵混合施用, 除了可使水稻对田菁氮的吸收增加 (5.2%), 对硫酸铵氮的吸收减少 (5.3%) 外, 亦有促进水稻增加吸收土壤氮素的作用。4, 与硫酸铵单独施用的结果相比, 这两种肥料混合施用, 可以在消耗较少量土壤氮素的基础上, 更好地维持水稻生长所需的氮营养供应。

关键词 水稻; 田菁; 硫酸铵; ^{15}N ; 水稻营养; 土壤氮素

田菁是热带、亚热带地区栽培范围较广的一种豆科绿肥作物, 作为肥料施用对水稻生产有良好的作用^[1,2]。然而, 为使其作用能更有效地得到发挥, 还有必要研究田菁的施用对水稻氮素营养的影响。

在网室内进行盆栽试验, 对水稻施用了两种标记 ^{15}N 的肥料, 田菁秸秆和硫酸铵。以硫酸铵为参照, 研究水稻对田菁氮利用的状况, 以及田菁的施用对水稻吸收土壤氮的影响; 也研究了田菁与硫酸铵混合施用后, 每一种肥料氮的有效性, 以及土壤氮被水稻的利用。

1 材料和方法

水稻盆栽试验于 1990 年晚季在华南农业大学土化系网室内进行。

1.1 土壤

赤红壤坡积物发育的水稻土取自广州市石牌地区, 为 0~15 cm 耕层土壤。土壤为中壤土, pH6.4, 有机质 2.0%; 全氮、磷、钾 (N, P, K) 含量分别为 0.104%、0.022%、0.527%; 有效氮为 44.0 ppm^[1]。

1.2 肥料

非标记 ^{15}N 的肥料为硫酸铵、氯化钾、过磷酸钙 (P_2O_5 12.6%) 和田菁秸秆 (全氮 1.83%、碳氮比值 4.9)。

标记 ^{15}N 的肥料为硫酸 (^{15}N 原子百分超为 20.04%) 和田菁桔草 (全氮 1.85%、碳氮比值 6.5, ^{15}N 原子百分超为 3.00%)。在本文中分别用符号“硫酸·”和“田菁·”来表示。

1.3 盆栽试验

塑料小桶每盆装土 2 kg, 按试验方案分别施用田菁和硫酸铵。无论有否标记 ^{15}N , 各处理

1991-11-25 收稿

中田菁的用量为 6.2 g/盆，硫酸用量为 1.81 g/盆。

田菁和硫酸混合施用的处理为：(1) 对照（不施氮肥）；(2) 硫酸*；(3) 田菁*；(4) 硫酸*+田菁；(5) 硫酸+田菁*。每处理重复 3 次。

试验的所有处理都施用肥底，为过磷酸钙 1.0 g/盆+氯化钾 0.4 g/盆。肥底和田菁秸秆（烘干后粉碎）分别与土壤混匀后，按设计用量施用硫酸溶液，再与土壤混匀。肥料施用后即对土壤淹水，土壤淹水 12 天后插植水稻秧苗（品种红源，秧龄 19 天），每盆两穴，每穴 3 株。水稻生育期从 8 月 6 日至 10 月 29 日，生育期间，盆内保持 2cm 水层。

水稻成熟时，沿土表割下茎秆。稻秆和谷粒分别收集，烘干、称重。其后，待盆内土壤一旦风干，即用土钻收集全层土壤样本。

植物和土壤样本分别测定全氮和 ¹⁵N^[3]。

2 结果和讨论

2. 1 田菁和硫酸氮素被水稻利用的状况

2. 1. 1 田菁或硫酸单独施用 一季植稻后，水稻对两种肥料氮素的吸收状况列于表 1

表 1 水稻稻秆和谷粒对标记 ¹⁵N 肥料氮素的吸收

处 理	标记氮施用量	稻秆吸收标记氮量		谷粒吸收标记氮量	
	mg/盆	mg/盆	%	mg/盆	%
硫酸*	380.0	58.5	15.4*	110.3	29.0*
田菁*	114.7	20.2	17.6*	48.0	41.8*
硫酸+田菁*	114.7	37.1	32.3*	37.1	32.3*
硫酸*+田菁	380.0	56.1	14.8*	92.6	24.4*

表 1、表 2，表 3 中，凡右上角标有 “*” 为标记 ¹⁵N 的肥料。
表 1 和表 2 中，“%” 为水稻各部分标记 ¹⁵N 肥料氮量占该标记 ¹⁵N 肥料总施氮量的百分率；右上角的字母表示邓肯氏检验的结果（p=0.05），同一直行中，具有相同字母的两百分数值间差异不显著。

表 2 植稻一季后，标记 ¹⁵N 肥料氮素的平衡状况

处 理	水稻吸收		土壤残留		土壤+水稻		损 失	
	mg/盆	%	mg/盆	%	mg/盆	%	mg/盆	%
硫酸*	168.8	44.4*	55.8	14.7*	224.6	59.1*	155.4	40.9*
田菁*	68.2	59.5*	57.4	50.0*	125.6	109.5*	--10.9	-9.5*
硫酸+田菁*	74.2	64.7*	39.2	34.2*	113.4	38.9*	1.3	1.1*
硫酸*+田菁	148.7	39.1*	62.5	16.5*	211.2	55.6*	168.8	44.4*

表 1 数据表明，田菁单独施用，其氮素的 17.6% 为水稻稻秆所用，41.8% 为稻谷所用；硫酸单独施用，其氮素被稻秆和稻谷的吸收分别为 15.4% 和 29.0%。由此可见，稻秆和谷

粒对田菁氮的利用率都高于硫酸铵氮, 这个趋势在谷粒中的表现更为明显。这结果与黄东迈等人得到的结果——即水稻对有机肥的利用率高于无机肥; 有机肥作基肥对于稻谷的影响远远超过无机肥的结果是相一致的^[3]。

2. 1. 2 田菁和硫酸铵混合施用 表1交叉试验的数据还表明, 标记硫酸铵被水稻稻秆利用的百分率, 由硫酸铵单独施用处理的15.4下降到“硫酸+田菁”处理的14.8; 在谷粒中, 则由29.0下降至24.4。可见, 与田菁混合施用, 硫酸铵被水稻稻秆和谷粒利用的百分率均有所下降, 在谷粒中下降的幅度较大。

与此同时, 田菁单独施用和“硫酸+田菁”两处理田菁氮在稻秆中的分布分别为17.6%和32.3%, 在谷粒中的分别为41.8%和32.3%。由此可知, 田菁和硫酸铵混合施用使田菁氮在稻秆中的分布比例提高, 在谷粒中分布比例有所下降。可见, 硫酸铵的加入, 有利于与其混合施用的田菁氮素在生长前期被水稻的吸收和利用。

2. 1. 3 基肥施用的氮肥在形成水稻经济产量上的作用 由表1和表2的数据算得, 谷粒中肥料氮量(表1)占水稻吸收肥料氮总量(表2)的百分率, 田菁单独施用处理的为70.4。硫酸铵单独施用和硫酸铵与田菁混合施用的结果依次为65.3和58.2。本试验肥料氮素在水稻谷粒分布比重较大的现象说明(1)基肥施用的氮肥在形成水稻的经济产量方面具有重要的作用; (2)尽管施用的氮量为最少, 但田菁单独施用处理仍取得较高的百分比值。这与有机质肥料供应水稻养分需要经过分解, 肥效发挥会较迟, 但较平稳, 因而对水稻谷粒的发育有更明显的影响的现象^[1]是相符合的。

2. 2 不同方法施用田菁和硫酸铵对标记肥料氮素平衡的影响

田菁或硫酸铵单独施用, 植稻一季后(表2), 田菁氮素的水稻利用率和土壤残留率分别为59.5%和50.0%; 相应地, 硫酸铵氮素的为44.4%和14.7%。而且, 田菁氮素的损失不明显, 但硫酸铵氮素的损失高达40.9%。两种肥料相比, 田菁氮素的水稻利用率和在土壤中的维持都优于硫酸铵氮素。

表2数据还表明, 硫酸+田菁”处理田菁氮素的水稻利用率和土壤残留率分别为64.7%和34.2%; 硫酸+田菁处理硫酸铵氮素的水稻利用率和土壤残留率分别为39.1%和16.5%。分别与田菁单独施用或硫酸铵单独施用的处理相比, 田菁与硫酸铵混合施用可使当季水稻对田菁氮素的吸收增加、对硫酸铵氮素的吸收减少; 但田菁氮素在土壤的残留减少而硫酸铵氮素的却得以增加。产生这些现象的可能原因是, 硫酸等化肥的施用促进了土壤中微生物的活动^[4], 可使与其混合施用的田菁分解加快, 有机氮的矿化增加。这样, 既可增加田菁氮素被水稻的吸收, 又可增加其在淹水土壤中损失的机会, 从而导致田菁氮素土壤残留率的减少。与此同时, 田菁的加入和分解, 使与其混合施用的硫酸铵氮素在土壤中被固定的作用得以增强^[7,10], 从而有利于其在土壤中的残留。

与硫酸铵混合施用后, 田菁氮素的损失有所增加, 但损失率仅为1.1%(表2), 这一现象亦说明有机肥料的氮素营养成分在植稻过程中容易得到维持。与此同时, 硫酸铵氮的损失率却由硫酸铵单独施用处理的40.9%上升至“硫酸+田菁”处理的44.4%。产生硫酸铵氮损失率增大的可能原因是, 田菁加入后, 1, 虽然硫酸铵氮被固定的作用会增强, 但部分新固定的铵有效性很高, 固定后很快会重新释放^[5]。这部分释放的有效氮同时受到水稻的吸收和土壤中硝化一反硝化作用的影响; 2, 土壤有机物含量增加, 一方面与硫酸一道促进了土壤微生物的活动, 另一方面使淹水土壤还原性得到提高^[3], 从而增加了有效氮素因硝化一反硝化作用而损失的机会^[10]。

2. 3 施用氮肥对水稻利用土壤氮素的影响

2. 3. 1 田菁或硫酸单独施用 植稻一季后，硫酸单独施用处理的水稻吸收土壤氮量为172.8 mg (表 3)，比不施氮肥的对照水稻吸收的土壤氮量高 72.2mg，增加了 71.8%。这数值也高于该硫酸氮素在土壤中的残留量 (55.8mg, 表 2)，两者之差即因硫酸施用而引起土壤氮量的亏损为 117.0 mg。可见，硫酸单独施用不仅会促进水稻增加对土壤氮素的吸收，而且会引起土壤氮素的较大消耗，从而导致土壤地力的下降。

与此同时，田菁单独施用处理水稻吸收的土壤氮量为 63.3 mg，(表 3)，比对照处理水稻所吸收的土壤氮量低 37.3 mg，降低了 37.1%。这数值虽然比该处理田菁残留在土壤的氮量 (57.4 mg, 表 2) 稍高，但两者相差仅为 5.9 mg。可见，与硫酸的结果不一样，本试验未反映出施用田菁有促进水稻增加吸收土壤氮素的作用，而且土壤氮素的亏损也不大。

2. 3. 2 硫酸与田菁混合施用 从表 3，计算硫酸与田菁混合施用两处理数据的平均值可得，硫酸与田菁混合施用后，(1) 水稻吸收的氮素总量 347.4 mg，稍高于硫酸单独施用处理所得 341.6 mg 的结果；(2) 水稻吸收的土壤氮量为 124.5 mg，比对照处理水稻吸收土壤氮量的结果增加 23.7%，但少于硫酸单独施用处理所得到的增加 71.8%的结果；(3) 水稻吸收的土壤氮量为该处理水稻吸收氮素总量的 35.8%；相应地，硫酸或田菁单独施用处理的结果分别为 50.6%或 48.1%。

综合上述数据可知，硫酸与田菁混合施用植稻，(1) 尽管水稻吸收土壤氮量逊于硫酸单独施用所得的结果，但亦能促进水稻增加对土壤氮素的吸收；(2) 水稻对土壤氮素的依赖程度比硫酸或田菁单独施用处理的要低；(3) 可以在比硫酸单独施用处理消耗较少量土壤氮素的基础上，更好地维持水稻生长所需的氮素营养供应。

表 3 田菁和硫酸的施用对水稻利用土壤氮素的影响

处 理	水稻吸收全氮量	水稻吸收肥料氮量	水稻吸收土壤氮量	
	mg/盆	mg/盆	mg/盆 (%)	增加的百分值
对照	100.6 ^a	—	100.6 ^a (100.0)	—
硫酸 ^a	341.6 ^a	168.8	172.8 ^a (50.6)	71.8 ^a
田菁 ^a	131.5 ^a	68.2	63.3 ^a (48.1)	-37.1 ^a
硫酸+田菁 ^a	345.3 ^a	222.9	122.4 ^a (35.4)	21.7 ^a
硫酸 ^a +田菁	349.4 ^a	222.9	126.5 ^a (36.2)	25.7 ^a

表中括号内的数值为水稻吸收土壤氮量占其吸收全氮量 (土壤+肥料) 的百分数；右上角的字母表示邓肯氏检验的结果 (p=0.05)，同一直行中，具有相同字母的平均数数值间差异不显著。

由此可以认为，在淹水植稻条件下，从提高氮素利用率和维持土壤地力等方面考虑，可以采用有机肥料与氮肥混合施用的方法。

参 考 文 献

1 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海, 上海科学技术出版社, 1981. 62~132
2 陈怀满, 熊毅. 紫云英和稻草对土壤溶液 pH 和 Eh 的影响. 土壤, 1984, 16 (5): 189

- 3 黄东迈等. 水稻对有机、无机态肥料氮和土壤氮的吸收利用探讨. 土壤学报, 1983, 20 (1), 1~10
- 4 蒋和等. 施肥十年后的水稻土微生物学特性和酶活性的研究. 土壤通报, 1990, 21 (6), 265~268
- 5 程贻勋等. 盆栽和田间条件下土壤 ^{15}N 标记肥料氮的转化. 土壤学报, 1989, 26 (2), 124~130
- 6 Bhardwaj K K R, Dev S P. Production and decomposition of *Sesbania cannabina* (Retz) Pers. in relation to its effect on the yield of wetland rice. Tropical Agri, 1985, 62, 233~236
- 7 Broadbent F E, Nakashima T. Nitrogen immobilization in flooded soils. Soil Sci Soc Amer Proc, 1970, 34, 648~652
- 8 Cheng H H, Bremner J M. Denitrification and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soil. 2, A simplified procedure for isotope—ratio analysis of soil nitrogen. Soil Sci Soc Amer proc, 1966, 30, 450~452
- 9 Liu Chungchu. Integrated use of green manure in ricefields in South China. In , Green Manure in Rice Farming. Proceedings of a symposium on sustainable agriculture, IRRI Press, 1988, 319~332
- 10 Savant N K, De datta S K. Nitrogen transformation in wetland rice soils. In: Adv Agron , 1982, 35, 241~302

UTILIZATION OF FERTILIZER AND SOIL N BY RICE WHEN APPLYING SESBANIA WITH AND WITHOUT $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Huang Zhiwu Liao Hong

(Soil and Agrochemistry Department)

Abstract Results of one crop rice pot experiment with labeled ^{15}N *Sesbania* and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ show, 1. with single dressing of *sesbania* or $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, the percentage uptake of *Sesbania*—N by rice straw and grain were 17.6 and 41.8 respectively; of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —N 15.4 and 29.0. So, bigger N distribution of both fertilizers in rice grain was presented; the efficiency of *Sesbania*—N utilized by rice and grain were higher than those of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —N; 2. Application of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ would enhance soil N uptake by rice, as 71.8% increase over the control (no N addition). But applying *Sesbania* reduced rice to absorb soil N, as 37.1% decrease over the control; 3. By mixed application of *Sesbania* and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, the increase of *Sesbania*—N (5.2%) and decrease of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —N (5.3%) uptake by rice were obtained; and the soil N uptake by rice was also enhanced; 4. Compared with the single dressing of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, the mixed application of both fertilizers enhanced rice crops to obtain nitrogen supply better for their growth with less soil N consumption.

Key words Rice; *Sesbania*; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; ^{15}N ; Rice Nutrition; Soil N