

杂交水稻的氮素利用率及根际微生物*

潘映华 李振高 李良谟

(中国科学院南京土壤研究所)

选用新品种是提高水稻产量及其品质的重要技术措施之一。而了解新品种的生物学特性及其对肥料的利用情况,是有效应用新品种的必要条件。为此,研究了杂交稻的氮素利用率及其根际微生物的分布,为进一步了解该品种的生物学特性及其根际微生物在氮素有效性中的作用,提供科学依据。这对合理栽培杂交梗稻,有效施用氮肥,提高氮素利用率,具有重要意义。

一、材 料 和 方 法

(一) 供试材料

1. 供试土壤:采自江苏省农业科学院杂交稻试验地,系发育于黄棕壤的马肝土(属淹育性水稻土),其基本化学性质列于表1。

表1 供 试 土 壤 基 本 化 学 性 质

pH (H ₂ O)	全 氮 (gkg ⁻¹)	全 磷 (P ₂ O ₅ , gkg ⁻¹)	全 钾 (K ₂ O, gkg ⁻¹)	速效磷 (P ₂ O ₅ , mgkg ⁻¹)	速效钾 (K ₂ O, mgkg ⁻¹)	有机质 (gkg ⁻¹)	碱解氮 (N, mgkg ⁻¹)
7.85	1.21	1.52	18.5	156	143	19.2	89.7

2. 供试作物:水稻,品种有:杂交梗稻(3037/02428)、梗稻(02428,父本),籼稻(3037,母本)。

3. 供试肥料:氮肥品种为标记¹⁵N的尿素和硫酸铵,其¹⁵N丰度分别为10.28%和9.27%;施用的磷、钾肥为试剂纯的KH₂PO₄。

(二) 盆栽试验

采用¹⁵N示踪的盆栽试验,以供试3个水稻品系和两种肥料为试验处理,计6个处理,每处理重复3次,全试验共18盆。每盆盛土5kg,按处理分别施¹⁵N—尿素1.7804g和¹⁵N—硫酸铵3.9173g(均含纯氮0.83g);每盆均施KH₂PO₄6.1g(纯P0.83g),所有肥料与土壤充分拌匀,作基肥一次施用。孕穗初期(7月20日)每盆分别追施非标记的硫酸铵1.31g、尿素0.59g、KH₂PO₄2.037g。秧苗由江苏省农科院粮食作物研究所提供;5月10日播种,秧龄30余天,于6月11日插秧,每盆3穴,每穴2株。按常规管理盆栽试验。9月14日收获水稻并考种;将水稻籽粒、植株、根系和土壤分别进行处理,备分析测定。

(三) 分析项目和方法

1. 考种项目:有效穗、株高、穗长;植株、籽粒、根系等干重。

2. 分析植株、籽粒、根系及土壤的全氮量和¹⁵N%;用常规半微量凯氏法测定样品中全氮;

* 国家自然科学基金资助项目。

¹⁵N%用2HT—130型质谱仪分析。

3. 微生物类群:用稀释平板法分别用营养琼脂、马丁氏和改良高氏1号培养基分析根际土壤中的细菌、真菌和放线菌等的数量。用改良瓦克斯曼77号琼脂培养基分析土壤中的好气性自生固氮菌。
4. 微生物生理群:用稀释法分析根际土壤中亚硝酸细菌,培养基为改良的斯蒂芬逊氏培养液。

二、结果与讨论

(一) 不同品系水稻的生育性状比较

对水稻考种的结果表明(表2),无论施用¹⁵N—硫酸铵或¹⁵N—尿素,杂交梗稻的株高均明显高于父本和母本,又以施¹⁵N—硫酸铵的杂交稻株高高于施尿素者。同时还可看出,在施用¹⁵N—硫酸铵的情况下,杂交梗稻的株高、植株干重、籽粒重和根系干重都显著大于父本和母本,施用¹⁵N—尿素者,杂交梗稻的株高、穗长、植株干重和籽粒重都显著高于父本,与母本相比较虽然也有所提高,但差异未达显著程度。总的说来,本试验再次证明杂交梗稻的生育性状远优于父本、母本;而母本在株高、穗长和粒重方面又优于父本。

表2 3个品系水稻成熟期考种结果(每盆)

氮肥类	品 种	有效穗 (个)	株 高 (cm)	穗 长 (cm)	植株干重 (g)	籽 粒 重 (g)	根 系 重 (g)
¹⁵ N—硫酸铵	梗 稻	24.3±4.04	73.8E	19.4d	72.6cd	37.7c	23.1b
	籼 稻	35.3±1.15	83.5CD	22.7bc	73.2cd	49.8b	19.0b
	杂交稻	27.3±1.53	106.4E	24.7ab	91.5a	66.5a	30.1a
¹⁵ N—尿素	梗 稻	21.7±3.1	74.2E	20.5cd	65.2d	35.7c	23.4b
	籼 稻	38.0±4.00	84.0C	23.3ab	77.8bc	58.0ab	20.2b
	杂交稻	30±3.6	99.2B	25.4a	84.6ab	63.5a	21.6b

(二) 不同品系水稻各部分中¹⁵N 含量的分布

3个供试水稻品系在施用不同氮肥时,各器官中¹⁵N 含量的分布状况列于表3。表3表明,不同品系水稻各部分中¹⁵N 含量的分布各不相同。无论施用¹⁵N—硫酸铵或¹⁵N—尿素,在杂交

表3 3个品系水稻各部分中¹⁵ N 含量的分布

氮肥类	品 种	籽 粒		植 株		根 系		总 ¹⁵ mg/盆
		¹⁵ Nmg/盆	占总 ¹⁵ N%	¹⁵ Nmg/盆	占总 ¹⁵ N%	¹⁵ Nmg/盆	占总 ¹⁵ N%	
¹⁵ N—硫酸铵	梗 稻	12.5d	44.2	12.7cd	44.9	3.09abc	10.9	28.3
	籼 稻	14.6cd	50.0	12.3de	42.1	2.27e	7.8	29.2
	杂交稻	19.0abc	61.1	8.78f	28.2	3.32a	10.7	31.1
¹⁵ N—尿素	梗 稻	16.6bcd	44.9	17.2a	46.5	3.22ab	8.70	37.0
	籼 稻	20.4ab	52.4	15.4ab	39.6	2.80abcde	7.20	38.9
	杂交稻	21.5a	55.0	14.5bc	37.3	3.11abcd	7.95	39.1

梗稻和母本的籽粒中¹⁵N 含量明显高于植株和根系中的含量;而父本的籽粒和植株中的¹⁵N 含量相近。这说明杂交梗稻及其母本对肥料氮吸收运转至籽粒的功能强于父本,因而无论施用¹⁵N—硫酸铵或¹⁵N—尿素,杂交梗稻籽粒中¹⁵N 含量显著多于父本;而在杂交梗稻与母本间或

母本与父本间的这种差异不明显。关于¹⁵N 在植株中的分布,以施用硫酸铵的杂交梗稻植株中含量最少,这一结果正好与其株高和植株干重的结果(表2)相反;施用尿素时,杂交梗稻植株中¹⁵N 含量明显低于父本,而与母本的相近。关于根系中¹⁵N 含量,以施硫酸铵的杂交梗稻中含量大于施用硫酸铵的母本。总的说来,3个水稻品系根系中¹⁵N 含量都很低。在每盆¹⁵N 总量方面,凡施用尿素者各品系的¹⁵N 总量均大于施用硫酸铵者。看来,施用尿素有助于提高肥料氮的利用率。

(三) 杂交梗稻的氮素利用率

前面根据植物吸收¹⁵N 的稀释原理,分析了各品系水稻的籽粒、植株、根系等各部分的含氮量及¹⁵N 原子百分超,现再结合各部分的重量和施氮量,分别计算各品系水稻对肥料¹⁵N 的利用率^[1,4]、土壤残留¹⁵N %和¹⁵N 亏缺率,结果列于表4。

表4 3个品系水稻的氮素利用率及其平衡帐

氮 肥 种 类	品 种	N 素利用率%	土壤残留量%	亏缺量%
¹⁵ N—硫酸铵	梗 稻	36.5 D	44.1 A	19.4
	籼 稻	37.6 D	38.5 AB	24.0
	杂交稻	38.8 D	37.7 ABC	23.4
¹⁵ N—尿素	梗 稻	45.0 ABC	20.8 D	34.4
	籼 稻	48.6 A	20.7 D	30.7
	杂交稻	47.5 AB	20.0 D	32.4

由表4可以看出,施用同一种肥料各品系水稻对¹⁵N 的利用率无明显差异;相反,同一品系水稻施用不同肥料时,对¹⁵N 的利用率差异显著;3个品系水稻对尿素氮的利用率都明显高于硫酸铵,前者高达45%—48.6%,后者只有36.5%—38.8%。土壤中残留¹⁵N %也与施用的肥料品种密切相关,以施用¹⁵N—尿素的土壤中残留¹⁵N %明显小于施用¹⁵N—硫酸铵者,这除了与植物对尿素氮的吸收利用较多有关外,还与土壤 PH 较高(7.85)引起的氨挥发损失和其他损失^[5]有关;再从¹⁵N 亏缺率来看,亦以施用尿素各处理的亏缺率大于施用硫酸铵者。尽管如此,从水稻对肥料氮的利用率来看,在该种土壤上杂交梗稻及其父本和母本仍以施用尿素氮为宜。以杂交梗稻为例,施用尿素的,¹⁵N 利用率为47.5%,施硫酸铵的只有38.8%。

(四) 不同品系水稻根际微生物类群及生理群

我们在水稻收获时,分离了根际土壤的微生物类群及生理群数量(表5和表6)。从不同品系水稻根际微生物的数量分布来看,根际中微生物总数及细菌、放线菌和真菌的数量均无明显差异;杂交梗稻根际微生物总数略高于其他品系。3个品系水稻施用尿素时,其根际细菌和放线菌数量略高于施用硫酸铵者。概括说来,肥料品种对微生物类群数量的影响大于水稻品系的影响。

表5 3个品系水稻根际微生物类群的数量

处 理	品 种	细 菌 个/g 干土	放 线 菌 个/g 干土	真 菌 个/g 干土	微生物总数 个/g 干土
¹⁵ N—硫酸铵	梗 稻	8.8×10 ⁶	1.5×10 ⁵	0.47×10 ⁴	8.9×10 ⁶
	籼 稻	8.7×10 ⁶	1.1×10 ⁵	0.79×10 ⁴	8.8×10 ⁶
	杂交稻	9.9×10 ⁶	1.5×10 ⁵	0.39×10 ⁴	1.0×10 ⁷
¹⁵ N—尿素	梗 稻	1.2×10 ⁷	2.0×10 ⁵	0.4×10 ⁴	1.3×10 ⁷
	籼 稻	1.0×10 ⁷	2.3×10 ⁵	1.07×10 ⁴	1.1×10 ⁷
	杂交稻	1.3×10 ⁷	1.7×10 ⁵	0.89×10 ⁴	1.3×10 ⁷

(下转第153页)

建立配肥厂是产业化的关键一着。县级土肥站实行站厂合一,建设起点高、上水平、上规模的年产3万吨以上的配肥厂,以调控平衡本县范围内的配方肥供应。采用转鼓混合造粒工艺。乡农技站建立小型的年产2000吨左右的小型掺混肥厂,掺混肥具有设备简单、规模小、基建投资少、生产成本低、配方灵活等优点。它与当地土壤类型、作物品种相适应,配方灵活性大、针对性强,与农户需要密切结合,工厂可根据农户需求,不受数量限制,随配随供随用。

(四) 加强化肥质量检测

国务院明确化肥质量由农业部门管理,省农林厅已与省工商局联合发文,明确由土肥站进行复混肥农业使用登记检验工作。土肥站要严把质量关,做到凡未经农业使用检验登记的产品,不符合配方要求的配方肥一律不得销售和推广,以确保土肥产业化服务体系的顺利建立。

(五) 做好组织协调工作

土肥产业化是复杂的系统工程,根据我国现行体制,要把原来分属于化工、农资、农业多部门的工作,集中到一个相对独立的体系中,必须做大量的协调组织工作。首先将分属于化工、农资、乡镇的配肥厂联合起来,纳入统一管理网络,由土肥部门提供技术指导和信息。然后由土肥系统(包括乡农技站)积极创造条件,建设配肥厂,生产、供应配方肥,真正实现把“测、配、产、供、施”寓于同一体系或同一组织的产业化服务。其土肥产业化服务体系模式为:

土壤、植株测试—信息网络—肥料配方—配方肥生产—质量检测—农户试用—调整配方—批量生产—按时供应—施用指导。

土壤肥料服务由产中发展为产前、产中、产后的全程服务,由纯技术指导转向产业化服务,逐步建立集测、配、产、供、施于一体的产业化服务体系或经济实体,开拓社会主义市场经济条件下土肥事业发展的新途径。

(上接第146页)

从表6可看出,施用尿素的水稻,其根际中的反硝化菌数、自生固氮菌数都高于施用硫酸铵

表6 3个品系水稻根际微生物群的数量				
处 理	品 种	亚硝酸菌 万/g 干土	反硝化菌 个/g 干土	自生固 N 菌 千/g 干土
¹⁵ N—硫酸铵	梗 稻	2.1	7.1×10 ⁶	0.32
	籼 稻	2.7	6.4×10 ⁶	2.5
	杂交稻	1.8	3.9×10 ⁶	0.26
¹⁵ N—尿素	梗 稻	0.63	9.3×10 ⁶	4.2
	籼 稻	3.4	8.7×10 ⁶	6.5
	杂交稻	1.7	1.1×10 ⁷	7.0

者,特别是杂交梗稻施用尿素,根际中反硝化菌和自生固氮菌的数量分别为施硫酸铵的2.8倍和26.9倍。这也可能与尿素提高了土壤的 pH 值有关。据报道,施用硫酸铵能降低根际 pH^[6];而反硝化菌和自生固氮菌(特别是后者)对 pH 的要求是偏碱的。至于水稻根际中这类微生物的数量与水稻对氮素利用率间的关系,以及不同品系水稻根际对各种氮肥品种引起的 pH 变化及其与微生物的关系等值得进一步研究。(参考文献略)