

文章编号:1000-8551(2012)08-1178-05

不同施氮量下籼稻生育后期干物质积累及氮素的吸收利用

唐梅 邓国富 莫海玲 于松保 阎勇 陈荣林

(广西农业科学院水稻研究所,广西南宁 530007)

摘要:以早籼稻品种特优 63、晚籼稻品种美优 998 为供试材料,探索籼稻品种在不同施氮量条件下其生育后期的干物质积累及对氮素吸收利用规律。结果表明,增施氮肥可提高籼稻品种生育后期植株各器官(茎鞘、叶、穗)的干物质积累量及氮素的吸收;同时加速植株茎鞘、叶部分干物质及养分向穗部转移;增施氮肥虽导致结实率、千粒重下降,但通过提高穗数,甚至每穗粒数,使产量显著提高。在施纯氮 234.0kg/hm²条件下,早籼、晚籼稻品种的产量比对照分别增产 45.2% 和 36.8%。此外,增施氮肥极显著提高早、晚籼稻品种的氮素吸收利用率。研究表明适当增加施氮量有利于提高籼稻品种产量、氮素的吸收及利用。

关键词:氮肥;籼稻;干物质积累;氮素利用率

EFFECT OF DIFFERENT NITROGEN LEVEL ON DRY MATTER ACCUMULATION AND NITROGEN UPTAKE AT REPRODUCTIVE STAGE OF INDICA RICE

TANG Mei DENG Guo-fu MO Hai-lin YU Song-bao YAN Yong CHEN Rong-lin

(Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007)

Abstract: Two early indica rice varieties of Teyou 63 and Meiyou 998 were employed to study characteristics of the dry matter accumulation and N uptake and utilization of Indica rice at reproductive stage under different N levels. Results showed that high N rate improved the total dry matter accumulation and N content of leaf, panicle, stem and sheath of Indica rice. Meanwhile, it accelerated the dry matter and N transportation from leaf stem and sheath to panicle. Seed setting rate, and 1000-grain weight were significantly reduced by high N rate, however, panicle number and even grain number were significantly improved as well as rice yield. Under the application of pure N 234.0kg/hm² conditions, the yield of Early and late Indica rice increased by 45.2% and 36.8%, respectively. In addition, high N rate significantly increased N use efficiency of early and late Indica rice. These findings suggested that moderate-higher N rate improved rice yield and N use efficiency.

Key words: Nitrogen; Indica rice; Dry matter accumulation; N use efficiency

氮素是影响水稻正常生长最活跃的营养元素之一。水稻对氮素的吸收利用受品种特性、施肥条件、栽培管理措施及环境条件等因素的综合影响。同一个籼稻品种(组合)在不同地区种植,其产量差异较大^[1],对氮素的吸收利用特点亦截然不同^[2,3],因此必须根

据不同生态环境、品种特性确定合理施肥方案,以在获得高产的同时,提高肥料利用率,减少环境污染^[4]。目前,关于氮肥施用量对籼稻干物质积累、氮素的吸收利用等方面的报道较多,张祥明等研究认为早籼 15 干物质积累随施氮量增加而增加^[5];但早籼品种金优

收稿日期:2012-03-02 接受日期:2012-06-12

基金项目:2011 年广西南宁青秀区科学研究与技术开发计划项目(合同编号:2011N15)

作者简介:唐梅(1978-),女,广西全州人,硕士,助理研究员,主要从事水稻育种与高产栽培研究。E-mai:tangmei@gxaas.net

253 随施氮量增加,干物质积累下降而氮素积累量增加^[6];杂交稻各生育期干物质积累量与氮素积累量呈极显著相关性^[7]。而在早、晚籼稻品种干物质积累、氮素吸收等共同特性方面的研究较为缺乏,且针对籼稻品种生育后期方面研究的数据更为稀少。为此,本研究通过广西桂南地区不同施氮量对早、晚籼稻的生育后期干物质积累及氮素吸收利用的影响,初步了解籼稻品种干物质积累特点及氮素吸收利用情况,以为桂南区籼稻生产区提供合理的施氮技术指导。

表 1 试验土壤基本养分状况表

Table 1 Basic nutrient status of tested soils

	pH 值	有机质 OM (g/kg)	全氮 total N (%)	全磷 total P (%)	全钾 total K (%)	速效氮 available N (mg/kg)	速效磷 available P (mg/kg)	速效钾 available K (mg/kg)
早稻 early	6.5	25.8	0.169	0.103	1.121	217	65	100
晚稻 late	6.4	28.04	0.136	0.101	1.710	221	80	104

试验于 2010 年在广西农业科学院水稻研究所试验田进行。早、晚稻试验的前茬作物均为水稻。试验设 4 个氮肥处理,分别为, N1:施纯氮 126.0kg/hm²; N2:施纯氮 180.0kg/hm²; N3:施纯氮 234.0kg/hm²; CK:不施氮肥,磷钾肥施用同其他施氮处理。早稻于 3 月 10 日播种,4 月 6 日移栽。晚稻于 7 月 20 日播种,8 月 8 日移栽。移栽规格为 23.3cm × 16.7cm,每丛单株苗移栽,4 次重复,小区面积 17.5m²。氮肥施用尿素,其施用方式为基肥:蘖肥:穗肥 = 4:4:2。此外,每个处理均施用过磷酸钙 642.9kg/hm²和氯化钾 120.0kg/hm²做基肥,施用氯化钾 120.0kg/hm²做穗肥。水分和病虫害管理按当地常规习惯,各处理一致。

1.2 指标测定

1.2.1 干物重 于齐穗期、成熟期在 4 个重复中各取代表性植株(根据各重复平均有效穗数确定)6 丛,清洗,去根。并分茎鞘、叶、穗 3 部分放入鼓风烘箱中,105℃下杀青 30min,80℃下烘干至恒重,称重。

1.2.2 氮含量测定 将烘干的 6 丛植株的茎鞘、叶、穗粉碎。并采用凯氏定氮法测定样品含氮量。

1.2.3 测产与考种 在成熟期从 4 个重复中均取有代表性植株(根据各重复平均有效穗数确定)4 丛用于考种,考种主要考察穗长、千粒重、实粒数、秕粒数及结实率等指标;并于每个重复的小区实割(不割保护行)6m²,晒干称重并换算成标准含水量计算产量。

1.3 数据计算和统计分析

氮素积累总量:植株(茎鞘、叶、穗)氮积累量的总和。

1 材料与试验方法

1.1 供试材料与试验设计

供试品种早稻为特优 63,晚稻为美优 998。试验土壤均为粘壤土,施基肥前,在试验田用“X”法随机采取 5 个点的 0~15cm 耕层,并进行该土壤样本的养分测定,测得土壤基本养分状况详见表 1。

氮素吸收利用率(%) = (施氮区植株总吸氮量 - 空白区植株总吸氮量) / 施氮量 × 100

以 Excel 进行数据处理和表格绘制;用 DPS 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同施氮量对籼稻产量及其产量构成因素的影响

由表 2 可知,高氮(N3)条件下,早、晚 2 个籼稻品种的产量、穗数、每穗粒数均为最高,其次为 N2、N1,最小的是 CK。与 CK 相比,早籼、晚籼品种 N3 处理的产量分别增产 45.2% 和 36.8%,差异均达到显著水平;结实率、千粒重等指标则随增施氮量的增加呈下降趋势。施氮量与籼稻产量及其构成因素的相关性分析表明(表 3),增施氮肥可显著提高籼稻品种的产量、穗数,甚至每穗粒数,而结实率、千粒重则显著下降。

2.2 不同施氮量对籼稻后期干物质积累及分配的影响

从表 4 中看出,齐穗期或成熟期,早、晚两籼稻品种的干物质积累总量及其植株各器官(茎鞘、叶、穗)的干物质积累量特性基本上一致,即 N3 > N2 > N1 > CK。与 CK 相比,N3 处理的早籼品种的干物质积累总量在齐穗期、成熟期分别提高 65.2%、37.2%,晚籼品种的干物质积累总量在齐穗期、成熟期分别提高 55.5%、40.8%,差异均达到显著水平。

表 2 不同施氮量下籼稻品种产量及其产量构成因素

Table 2 Yield and its components of Indica rice under different N level

处 理 treatment	产量 seed yield (kg/hm ²)	穗数 panicle (m ²)	每穗粒数 filled grain	结实率 filled grain rate(%)	千粒重 1000-grain weight(g)	
早稻 early	CK	6054.5c	150.7c	140.5a	86.2a	28.7a
	N1	6358.7c	165.1c	138.6a	85.2a	28.4a
	N2	7971.2b	199.5b	142.5a	84.0a	28.3a
	N3	8792.1a	221.7a	142.7a	83.1a	28.2a
晚稻 late	CK	6554.5b	248.6d	132.5a	81.7a	19.9a
	N1	6971.2b	271.5c	133.0a	80.0a	19.6b
	N2	8454.6a	317.4b	136.0a	78.2b	19.6b
	N3	8964.2a	343.1a	136.3a	76.5b	19.4b

注:数值后不同字母分别表示处理间差异达5%显著水平。下表均同。

Note: Values followed by different letters in each sampling date means significant at 5% level between treatments. The same as following tables.

表 3 施氮量与籼稻产量及其构成因素的相关性

Table 3 Relationship between N level and yield and its components of Indica rice

	产量 seed yield (kg/hm ²)	穗数 panicle (m ²)	每穗粒数 filled grain	结实率 filled grain rate(%)	千粒重 1000-grain weight(g)
早稻 early	0.8157*	0.8779*	0.3148	-0.9458*	-0.9458*
晚稻 late	0.8500*	0.9014*	0.7923*	-0.9462*	-0.9464*

注:表中数据为R²值,*表示相关显著

Note: Values denote R², * significant at 5% level.

就早、晚2个籼稻品种植株各器官干物重所占总干物重百分比而言,增施氮肥后,齐穗期、成熟期植株茎鞘部分的干物重所占总干物重百分比减少;但植株叶片部分的干物重所占总干物重百分比增加。至于植株穗部分干物重所占总干物重百分比,在齐穗期,早、晚籼稻均呈现出随施氮量的增加其分配比例呈上升的

趋势;在成熟期,植株穗部分干物重所占总干物重百分比在早籼稻品种各施氮量处理间相差不大,而晚籼稻品种则随施氮量增加而减少,晚籼稻品种可能是由于在成熟期籼稻品种的穗部分干物质增长到一定程度后而变得缓慢的关系。

表 4 不同施氮量下不同时期籼稻品种干物质积累及分配

Table 4 Dry matter accumulation and distribution in different periods of Indica rice under different N level

时期 stage	处理 treatment	干物质积累 the dry matter (kg/hm ²)				占总干物重百分比 total dry matter weight percentage (%)			
		总量 total amount	茎鞘 stem and heath	叶 leaf	穗 panicle	茎鞘 stem and heath	叶 leaf	穗 panicle	
早稻 early	齐穗期 heading stage	CK	11089.4c	6900.1b	2271.4d	1917.9e	62.2	20.5	17.3
		N1	14582.3b	7725.1b	3782.2b	3075.0d	53.0	25.9	21.1
		N2	18278.7a	9064.4a	4832.2a	4382.2c	49.6	26.4	24.0
	成熟期 mature stage	CK	13007.3b	4028.6c	1650.0e	7328.6b	31.0	12.7	56.3
		N1	17143.0a	4639.3c	3107.2c	9396.5a	27.1	18.1	54.8
		N2	17260.9a	4542.9c	2989.3c	9728.7a	26.3	17.3	56.4
晚稻 late	齐穗期 heading stage	N3	17850.1a	4735.8c	3085.7c	10028.7a	26.5	17.3	56.2
		CK	10350.1e	6364.3bc	2442.9d	1542.9d	61.5	23.6	14.9
		N1	11828.7e	7050.1abc	2807.2cd	1971.4d	59.6	23.7	16.7
	成熟期 mature stage	N2	13628.7de	7628.6ab	3707.2abc	2292.9d	56.0	27.2	16.8
		N3	16093.0cd	8721.5a	4585.8a	2785.7d	54.2	28.5	17.3
		CK	15750.1cd	5142.9c	2164.3d	8442.9c	32.7	13.7	53.6
成熟期 mature stage	N1	17903.7bc	5700.0c	2732.2cd	9471.5bc	31.8	15.3	52.9	
	N2	20678.7ab	6492.9bc	3492.9bc	10692.9ab	31.4	16.9	51.7	
	N3	22178.8a	7007.2abc	3814.3ab	11357.2a	31.6	17.2	51.2	

研究表明,在相同施氮量条件下,早、晚 2 个籼稻品种的干物质积累总量及其植株茎鞘、叶部分的干物质积累量和植株茎鞘、叶部分的干物重所占总干物重比例基本上都是齐穗期高于成熟期;而穗部分的干物质积累量及干物重所占总干物重百分比,均为齐穗期低于成熟期,在齐穗期、成熟期的干物重所占总干重百分比分别为:茎鞘 > 叶 > 穗、穗 > 茎鞘 > 叶。由此说明籼稻品种在齐穗期和成熟期的干物质积累主要在茎鞘和穗部^[5]。

2.3 不同施氮量对籼稻品种生育后期氮素吸收的影响

表 5 显示,在高氮(N3)条件下早、晚籼稻品种在齐穗期、成熟期植株吸氮总量、植株茎鞘、叶、穗各器官

吸氮量及其含氮量均为最高,其次为 N2、N1,最小为不施氮肥的 CK,仅早籼稻品种在齐穗期穗部分吸氮量处理 N3 比 N2 减少 4.9%,但差异不显著。

相同施氮量条件下,比较了齐穗期与成熟期各籼稻品种的吸氮量和含氮量情况。如表 5 所示,早籼稻品种植株吸氮总量、茎鞘及叶部分的吸氮量和茎鞘、叶部分的含氮量都表现出在齐穗期高于成熟期,但其穗部分的吸氮量及其含氮量则在成熟期高于齐穗期;晚籼稻品种茎鞘、叶片的吸氮量及叶片含氮量在齐穗期高于成熟期,而其植株吸氮总量、穗吸氮量和茎鞘与穗的含氮量则在成熟期高于齐穗期。说明籼稻品种茎鞘叶中的氮素在成熟期向穗转移。

表 5 不同施氮量下 2 个籼稻品种在不同时期的氮吸收量及含量

Table 5 Nitrogen absorption and content in different periods of Indica rice under different N level

品种	时期 stage	处理 treatment	吸氮量 nitrogen absorption (kg/hm ²)				含氮量 nitrogen content (%)		
			总量 total amount	茎鞘 stem and heath	叶 leaf	穗 panicle	茎鞘 stem and heath	叶 leaf	穗 panicle
早稻 early	齐穗期 heading stage	N0	68.4e	24.2d	29.9d	14.3e	0.35de	1.31d	0.75d
		N1	147.0d	43.9e	74.0b	28.1d	0.57b	1.98b	0.91e
		N2	201.5ab	58.8b	102.3a	40.4cd	0.65b	2.12ab	0.92bc
	成熟期 mature stage	N0	79.4e	10.9e	15.5e	53.0c	0.271e	0.93e	0.73d
		N1	145.5d	19.8de	37.7cd	88.0b	0.43cd	1.22d	0.94bc
		N2	164.6cd	24.7d	44.3c	95.6ab	0.54bc	1.48c	0.98abc
晚稻 late	齐穗期 heading stage	N3	183.7bc	27.8d	48.7c	107.2d	0.59b	1.58c	1.07a
		N0	84.2f	27.6d	44.2de	12.4d	0.43d	1.80cd	0.83e
		N1	110.0ef	35.5cd	55.5cd	19.0d	0.50cd	1.97bc	0.95de
	成熟期 mature stage	N2	143.2cde	42.7bc	77.4b	23.1d	0.57bc	2.09ab	1.00cd
		N3	189.8bc	55.9a	103.3a	30.5d	0.66ab	2.25a	1.09bcd
		N0	130.3def	26.2d	23.8e	80.2c	0.50cd	1.09f	0.93de
成熟期 mature stage	N1	177.0bcd	33.4cd	36.0de	107.5b	0.59bc	1.25f	1.13bc	
	N2	221.6b	41.6bc	52.9cd	127.1b	0.64ab	1.52e	1.19b	
	N3	277.9a	51.7ab	65.9bc	160.3a	0.73a	1.73de	1.41a	

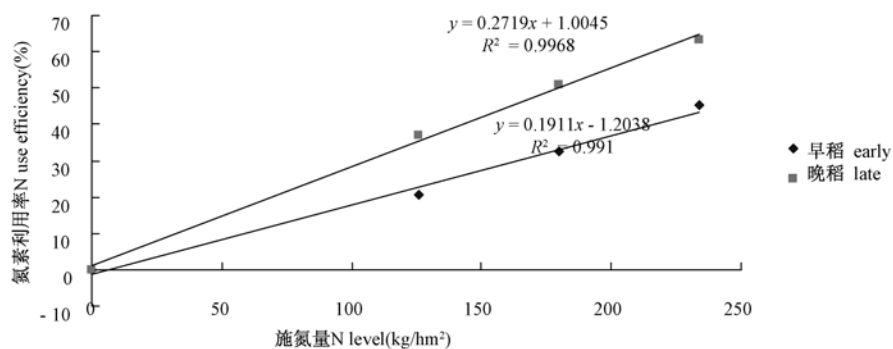


图 1 施氮量与籼稻氮素利用率的相关性

Fig. 1 The relationship between N level and N use efficiency

2.4 不同施氮量与籼稻氮素吸收利用率的影响

从图 1 可以看出,在本试验施氮范围内,施氮量与早、晚籼稻品种氮素吸收利用率均为正相关,且相关系数 R^2 分别为 0.9910、0.9968,达到了极显著水平。表明合理施氮量范围内,增施氮肥可极显著提高早、晚籼稻品种的氮素利用率。

3 讨论

籼稻产量形成过程实质上就是干物质生产与分配的过程^[8]。为了获得高产,必须有一定的植株干物质积累量作为基础。本试验研究表明,增施氮肥有利于籼稻品种在齐穗期、成熟期的干物质积累总量及植株各器官(茎鞘、叶、穗)干物质积累量的提高。这与在籼稻品种八桂香、两优培九、两优 293 上的试验结果一致^[6,9]。此外,适当增加施氮量可提高籼稻品种生育后期叶片部分干物质所占比例,有利于维持后期植株的光合能力,同时也有利于防止早衰,促进光合产物的安全彻底转运,发挥籼稻品种的增产潜力^[10];增施氮肥还使植株茎鞘部分的干物质所占比例减少,加速茎鞘部分的干物质向籽粒中转运^[8,11,13],最终使穗部分干物重提高,为增产奠定了基础。

本研究表明,增施氮肥虽然使结实率、千粒重等产量构成因素指标下降,但提高了籼稻品种的穗数,甚至每穗粒数,进而提高籼稻品种的产量^[6,14~16]。由此可见,在连作稻区,适当增加施氮量主攻有效穗数,是提高籼稻品种产量的关键所在。在本试验条件下,采用施纯氮 234.0 kg/hm²,可提高连作稻的有效穗数,有利于水稻在齐穗期、成熟期的植株吸氮总量、植株茎鞘、叶、穗各器官吸氮量及其含氮量提高,促使植株干物质积累与分配,显著提高籼稻品种的氮素吸收利用率,从而达到增产的目的,这与前人的研究结果类似^[17,18]。

参考文献:

- [1] 敖和军,王淑红,邹应斌,彭少兵,唐启源,方远祥,肖安民,陈玉梅,熊昌明. 超级杂交稻干物质生产特点与产量稳定性研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(7):1927-1936
- [2] Ying J F, Peng S B, Yang G Q. Comparison of high-yield rice in tropical and subtropical environments II. Nitrogen accumulation and utilization efficiency[J]. Field Crops Research, 1998, 57:85-93
- [3] Singh U, Ladha J K, Castillo E G. Genotypic variation in nitrogen use efficiency in medium-and long-duration rice[J]. Field Crops Research, 1998, 58:35-53
- [4] 叶全宝,张洪程,魏海燕,张 瑛,汪本福,夏 科,霍中洋,戴其根,许 轲. 不同土壤及氮肥条件下水稻氮利用效率和增产效应研究[J]. 作物学报, 2005, 31(11):1422-1428
- [5] 张祥明,李泽福,郭熙盛,程生龙,胡 润,刘春盛,叶北朝,丁贤武,何如意,何大斌. 氮素水平对早籼 15 物质积累和分配的影响[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(3):532-533,605
- [6] 江立庚,曹卫星,甘秀芹,韦善清,徐建云,董登峰,陈念平,陆福勇,秦华东. 不同施氮水平对南方早稻氮素吸收利用及其产量和品质的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(4):490-496
- [7] 黄见良,李合松,李建辉,邹应斌,陈开铁. 不同杂交水稻吸氮特性与物质生产的关系[J]. 核农学报, 1998, 12(2):89-94
- [8] 董桂春,李进前,于小凤,周 娟,田 昊,张 燕,张传胜,张岳芳,王余龙. 不同库容量常规籼稻品种物质生产与分配的基本特征[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(6):639-644
- [9] 李迪秦,唐启源,秦建权,张运波,郑华英,杨胜海,陈立军,邹应斌. 施氮量与氮管理模式对超级稻产量和辐射利用率影响[J]. 核农学报, 2010, 24(4):809-814
- [10] 唐启源,邹应斌,米湘成,汪汉林,周美兰. 不同施氮条件下超级杂交稻的产量形成特点与氮肥利用[J]. 杂交水稻, 2003, 18(1):44-48
- [11] 曹显祖,朱庆森. 水稻品种的库源特征及其类型划分的研究[J]. 作物学报, 1987, 13(4):265-272.
- [12] 杨建昌,张文虎,王志琴,刘立军,朱庆森. 水稻新株型与梗/籼杂种源库特征与物质运转的研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(5):465-468
- [13] 屠乃美,周文新,黄见良,肖铁光,邹应斌. 水稻灌浆结实期减源疏库对源库关系的影响[J]. 中国水稻科学, 1998, 12(增刊):21-28
- [14] 慕永红,孙海燕,孙建勇,刘学玲. 不同施氮比例对水稻产量与品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2000(3):18-19
- [15] 赵田径,冯跃华,韩钢钢,董爱玲,潘兴书,宋 碧,樊卫国. 不同施氮量对免耕移栽杂交水稻干物质积累与运转的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(4):1641-1643
- [16] 潘兴书,冯跃华,赵田径,韩钢钢,田晋文. 不同施氮条件下 2 个超级杂交稻干物质生产特性[J]. 江苏农业学报, 2009, 25(4):726-730
- [17] 张洪程,王秀芹,戴其根,霍中洋,许 轲. 施氮量对杂交稻两优培九产量、品质及吸氮特性的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(7):800-806
- [18] 石丽红,纪雄辉,李永华,朱校奇,李洪顺,彭 华,刘昭兵. 施氮量和时期运筹对超级杂交稻植株氮含量与籽粒产量的影响研究[J]. 土壤, 2011, 43(4):534-541

(责任编辑 邱爱枝)