

施氮量对两优培九产量与品质的影响

王秀芹¹, 张洪程¹, 徐巡军², 凌启鸿¹, 戴其根¹, 霍中洋¹, 许 轲¹

(1 扬州大学 农学院, 江苏 扬州 225009; 2 江苏省张家港市农业局, 江苏 张家港 215600)

摘要:在大田条件下,以汕优 63 为对照,研究了不同施氮量对两优培九产量与品质的影响。结果表明:两优培九的产量随施氮量的增加而增加,至中肥处理达最大,高肥处理则显著下降;适当增施氮肥有利于营养品质、加工品质、蒸煮食味品质的提高,而高肥对整精米率、垩白度、直链淀粉含量等主要品质性状均不利。产量和品质在品种间均存在显著差异,4 个氮肥处理水平下,两优培九的产量均高于汕优 63,品质优于汕优 63。

关键词:两优培九;施氮量;产量;品质

中图分类号:S511;S143.1

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2004)01-0009-05

Effects of N-application rate on yield and quality of rice Liangyoupeijiu

WANG Xiu-qin, ZHANG Hong-cheng, XU Xun-jun,

LING Qi-hong, DAI Qi-gen, HUO Zhong-yang, XU Ke

(1 College of Agricultural, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;

2 Agricultural Department of Zhangjiagang City, Jiangsu Province, Zhangjiagang 215600, China)

Abstract: Effect of N-application rate on yield and quality of rice Liangyoupeijiu was studied, in comparison with Shanyou 63 under field conditions. The results showed that the yield increased with the N-application rate, amounted to the greatest level at moderate N level, then descended dramatically at high N level. It is benefit for the nutrition quality, milled quality, steaming and tasty quality to increase N-application rate properly, but not benefit for the head rice rate, chalkiness, amylose and other quality indexes. The difference was significant for the yield and quality between the varieties. Comparing to the rice Shanyou 63, the yield of the rice Liangyoupeijiu was higher and the quality was better at the four nitrogen treatments.

Key words: Liangyoupeijiu; N-application rate; yield; quality

氮肥是影响水稻产量和品质的一个重要因素。联合国粮农组织(FAO)的统计资料表明,发展中国家通过施用化学肥料可使粮食单产提高 55%~57%,总产量提高 30%左右。建国以来,我国化肥的投入与粮食产出间的关系也基本符合这一规律,但我国化肥投入的增加量与粮食产出的增加量的比例却远远高于世界平均水平。大量氮肥的投入,不仅给生态环境带来严重危害,而且直接影响稻米品质的优劣。

关于施氮量对稻米品质的影响,前人的研究结果表明:随施氮量的增加,稻米的出糙率、精米率、整精米率呈下降的趋势^[1,2];垩白率、垩白指数、蛋白质含量呈上升的趋势^[1~3];胶稠度逐渐变短,消减值及糊化开始温度逐渐提高,但直链淀粉含量和最高粘度、最低粘度、最终粘度、下降粘度值、回冷粘滞性恢复值等特性逐渐下降或变小^[5,6]。两优培九为亚种间新型杂交籼稻,本研究设计了不同施氮量处理试验,以

期找出两优培九优质高产的最佳施氮量.

1 材料与方 法

1.1 供试材料

试验分别于 2000、2001 年在扬州大学实验农场大田内进行,土壤为砂壤土,土壤肥力中等,前茬为小麦. 供试材料为两优培九、汕优 63(CK),2 年试验的重复性较好,处理间产量变化趋势一致. 因此,本文重点以 2001 年资料为代表进行分析.

1.2 试验设计

供试品种均于 5 月 13 日播种,6 月 17 日移栽,1 本栽插,栽插行株距为 26.6 cm × 10.6 cm. 磷、钾肥统一在耕翻前匀施,施过磷酸钙 750 kg/hm²,氯化钾 247.5 kg/hm². 根据大面积生产上的施肥实践,设计无肥、低肥、中肥与高肥 4 个施氮量处理,分别为一生施纯氮 0、100、200 和 300 kg·hm⁻². 氮肥运筹,基肥:穗肥为 6:4,基肥:穗肥为 6:4,其中基肥于移栽前统一匀施,分穗肥于移栽后第 5 d 精量匀施,穗肥于叶龄余数 2.5 时一次施入. 每个处理重复 2 次,氮

肥水平间构筑土埂,用塑料薄膜设埋包覆,单灌单排,以防肥水混串.

1.3 测定内容与方 法

成熟期每小区测定理论产量并选取有代表性的 1 m² 割方测实产. 稻谷贮存 1 个月后测定出糙米率、精米率、整精米率、垩白率、垩白大小、垩白度、胶稠度、直链淀粉含量、蛋白质含量和淀粉糊化特性. 测定方法均按国家标准实施.

2 结果与分 析

2.1 施氮量对产量及其构成因素的影响

2000 年两优培九 4 个氮肥处理的产量分别为: 6 934.80、8 214.75、10 093.35、9 018.00 kg·hm⁻² (倒伏 1/3); 汕优 63 为: 6 491.70、7 939.65、9 169.80 和 8 731.80 kg·hm⁻² (倒伏 1/3). 2001 年两品种氮肥处理间产量变化趋势与 2000 年一致,结果见表 1. 由表 1 可知,2001 年两品种产量随施氮量的增加而增长,至中肥处理达最高,高肥处理则明显下降. 高肥处理

表 1 不同施氮处理的产量及其构成因素
Tab. 1 The yield and its component at different N level

品 种 variety	施氮处理 N treatment /(kg·hm ⁻²)	穗数 panicles /(× 10 ⁴ ·hm ⁻²)	每穗粒数 grains per panicle	结实率 seed-setting /%	千粒质量 1 000-grain mass/g	理论产量 theoretical yield/(kg·hm ⁻²)	实产 ¹⁾ harvested yield /(kg·hm ⁻²)
两优培九	0	162.00	197.09	83	26.62	7054.5	7034.7c
Liangyou peijiu	100	208.50	223.63	75	26.04	9106.2	8336.1b
	200	245.25	252.74	67	25.77	10701.2	10351.7a
	300	249.00	220.67	63	24.76	8571.0	8847.9b ²⁾
汕优 63	0	174.00	144.69	88	30.09	6666.5	6562.7d
Shanyou 63	100	235.50	148.96	79	29.58	8197.7	7979.7c
	200	250.35	167.79	78	29.28	9593.6	9323.6a
	300	270.00	153.65	73	28.17	8531.1	8648.3b ²⁾

1)同一品种数据后小写字母不同示差异显著, $LSD_{0.05}$ (两优培九) = 12.27, $LSD_{0.05}$ (汕优 63) = 12.40; 2)为倒伏

由于施氮量过多,于收获前 10 d 倒伏 1/3,从而导致产量下降. 因此,4 种氮肥处理以中肥处理产量最高. 产量在品种间存在显著差异,同一氮肥处理条件下,两优培九的产量高于汕优 63,高产条件下的两优培九比汕优 63 增加 1 028.1 kg·hm⁻². 在 4 个氮肥处理下,两优培九、汕优 63 的中肥比无肥区分别增产 3 318.0 和 2 760.9 kg·hm⁻²,中肥比低肥区分别增产 2 015.6 和 1 343.9 kg·hm⁻². 高产条件下的净氮肥效率(产量净增加量/净吸氮量)分别为 37.68%, 32.28%. 这充分说明两优培九比汕优 63 具有更高

的增产潜力,主要是因为两优培九氮肥利用率较高,即当氮供应量在其所需的范围之内时,水稻能快速增长,获得较高产量. 产量构成因素中,两品种单位面积穗数均随施氮量增大而增加,但其中两优培九中、高肥处理较为接近. 每穗粒数两品种均随施氮量增加而增大至中肥处理达最大值,而高肥处理则均明显减少. 因此,两品种单位面积总库容量(总粒数)均以中肥处理最大. 这是中肥处理产量高的主要原因. 同时,两优培九不同施氮处理总库容量均比汕优 63 相对较大,这也是其相应增产的基本原因.

2.2 施氮量对品质的影响

2.2.1 对加工品质的影响 增施氮肥,供试品种的出糙率、精米率均有上升的趋势,且两优培九的出糙率在 4 个氮肥处理间的差异达显著水平(表 2、3). 整精米率随施氮量的增加而增大,至中肥处理达最大,高肥处理则明显下降. 相关分析表明,两优培九的整精米率与施氮量存在显著的二项式相关($r = 0.998\ 0^*$). 整精米率和精米率在品种间的差异达极显著水平(表 3),在 4 个氮肥处理条件下,两优培九的整精米率和精米率均显著高于汕优 63. 中、高肥处理条件下,两优培九的整精米率比汕优 63 分别高出 26.6%、31.9%. 氮肥与品种对整精米率的互作效应达到极显著的水平.

2.2.2 对营养品质的影响 两优培九与汕优 63 的蛋白质含量随施氮量的增加均呈显著的上升趋势(表 2、3),高肥处理比无肥处理分别高出 20.0%和 50.8%,且两品种蛋白质含量与施氮量呈极显著和显著的线性相关($r = 0.962\ 0^{**}$, $r = 0.932\ 0^*$). 方差分析表明,蛋白质含量在品种间存在显著差异,在 4 个氮肥处理条件下,两优培九的蛋白质含量均极显著高于汕优 63,高肥处理下高出 10.9%. 氮肥与品种对蛋白质的互作效应达到极显著的水平.

2.2.3 对外观品质的影响 施氮量对外观品质的影响较大,供试品种的垩白率、垩白大小和垩白度均随施氮量的增加而增大(表 2、3). 两优培九的垩白率、

垩白度在 4 个氮肥处理间存在显著差异,两指标高肥比无肥处理分别高出 8.32%和 1.34%,而垩白大小在氮肥处理间差异不显著. 相关分析表明,两优培九、汕优 63 的垩白率、垩白度与施氮量均达极显著的线性相关,垩白率与施氮量的相关系数(r)两优培九与汕优 63 分别为 $0.963\ 8^{**}$ 和 $0.981\ 1^{**}$,垩白度与施氮量的相关系数两品种分别为 $0.960\ 6^{**}$ 和 $0.968\ 5^{**}$. 外观品质指标在品种间的差异也均达极显著水平(表 3),在 4 个氮肥处理条件下,汕优 63 的垩白率、垩白面积、垩白度均大于两优培九,高肥处理条件下汕优 63 比两优培九分别高出 86.7%、56.5%、192.3%. 同时品种与氮肥对垩白率和垩白大小的互作效应也分别达极显著和显著水平.

2.2.4 对蒸煮品质的影响 由表 2 可知,两优培九和汕优 63 的直链淀粉含量均随施氮量的增加而呈上升趋势,高肥处理比无肥处理分别高出 15.78%、14.75%. 两品种胶稠度随施氮量的增加而变长,最长达 64.5 mm,最短为 47.5 mm. 相关分析表明,两品种的直链淀粉含量与施氮量均呈极显著的线性相关($r = 0.998\ 6^{**}$, $r = 0.981\ 4^{**}$),两优培九的胶稠度与施氮量存在极显著的线性相关($r = 0.984\ 8^{**}$). 同时由表 3 可知,直链淀粉含量在品种间差异不显著,而胶稠度在品种间的差异达极显著水平,高肥条件下两优培九的胶稠度比汕优 63 长 12.3 mm.

表 2 不同施氮处理的品质指标¹⁾

Tab. 2 The quality index under different N level

品种 variety	施氮处理 N treatment	w(蛋白质 protein) /%	出糙率 brown /%	精米率 milled /%	整精米率 head rice rate /%	w(直链淀粉 amylose) /%	胶稠度 gel consistency /mm	垩白率 chalky ratio /%	垩白大小 chalkiness area /%	垩白度 chalkiness /%
两优培九	0	8.5d	80.0d	69.3b	57.1d	18.8c	56.0b	14.4c	13.4b	1.9c
Liangyou	低 lower	8.6c	80.4 bc	69.4b	66.6c	19.7 bc	58.5b	14.9c	13.4b	2.0c
peijiu	中 moderate	9.3b	80.6b	69.5b	71.7a	20.6 ab	62.5a	19.4b	14.4 ab	2.8b
	高 high	10.2a	81.0a	71.1a	9.5b	21.7a	64.5a	22.7a	14.4a	3.3a
	LSD _{0.05}	0.05	0.54	1.04	0.61	1.44	3.22	0.72	2.44	0.42
汕优 63	0	6.1c	80.1a	67.6a	47.5d	18.7b	47.5b	39.7b	17.8c	7.1c
Shanyou 63	低 lower	6.3c	80.3a	68.2a	50.5c	19.2b	48.6b	40.6b	19.5 bc	7.9 bc
	中 moderate	7.3b	0.6a	69.5a	56.6a	20.8a	49.1 ab	41.0 ab	20.0b	8.2b
	高 high	9.2a	81.1a	69.6a	52.7b	21.5a	52.2a	42.3a	22.5a	9.5a
	LSD _{0.05}	0.77	1.61	1.69	0.46	0.84	3.25	1.67	1.72	0.88

1) 同一品种同列数据后小写字母不同示差异达 0.05 显著水平

表3 稻米品质性状的方差分析¹⁾
Tab. 3 Analysis of variance on rice quality traits

变异来源 source	<i>v</i>	<i>w</i> (蛋 白质 protein)	出糙率 brown	精米率 milled	整精米率 head rice rate	<i>w</i> (直 链淀粉 amylose)	胶稠度 gel consistency	垩白率 chalky ratio	垩白大小 chalkiness area	垩白度 chalkiness
区组间 blk	1	0.98	2.76	0.01	0.56	0.02	0.53	5.12	1.47	1.32
品种间 variety	1	383.07**	26 465.42**	28.23**	2.78	0.46	337.36**	15 032.76**	477.05**	2 166.47**
氮肥间 treatment	3	125.25**	3 194.54**	0.62	7.60*	31.65**	22.62**	174.41**	19.01**	45.08**
品种×氮肥 variety×treatment	3	10.19**	351.18**	4.85*	0.62	0.40	3.46	61.39**	8.12*	4.26
试验误差 error	7									
总变异 total	15									

1) $F_{0.05}(1,7) = 5.59$, $F_{0.01}(1,7) = 12.25$; $F_{0.05}(3,7) = 4.35$, $F_{0.01}(3,7) = 8.45$

2.3 施氮量对淀粉糊化特性的影响

2.3.1 对峰值粘度的影响 淀粉的峰值粘度显示淀粉混合物结合水的能力,它发生在淀粉颗粒溶胀和多聚体逸出导致粘度增加与破裂物重新排列导致粘度降低的平稳点,一般认为峰值粘度越大越好.由图1a可知,两优培九与汕优63的峰值粘度均随施氮量的增加呈下降的趋势,无肥、低肥、高肥处理条件下,汕优63的峰值粘度均高于两优培九,中肥条件下两

品种的峰值粘度值相近.

2.3.2 对通过粘度的影响 一般认为通过粘度越小稻米品质越好.由图1b可知,汕优63的通过粘度值随施氮量的增加呈下降的趋势,而两优培九的通过粘度值随施氮量的增加呈下降的趋势,至中肥处理达最小,高肥处理则显著上升,这可能与两优培九后期倒伏有关.4个氮肥处理条件下,两优培九的通过粘度值均显著小于汕优63.

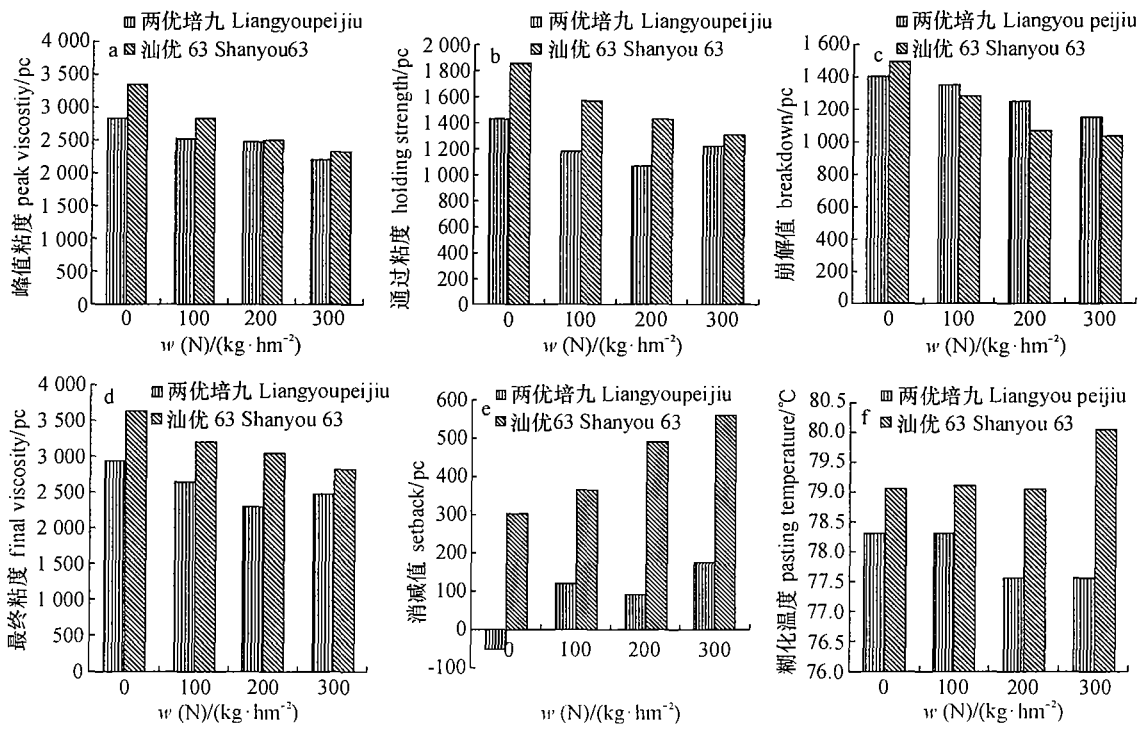


图1 施氮量对淀粉糊化特性的影响

Fig.1 The effect of N treatment on the pasting character of starch

2.3.3 对崩解值的影响 随着淀粉颗粒的进一步崩解,淀粉分子进入溶液并重新排列.该阶段通常表现为粘度衰减至保持强度,即通过粘度.崩解值就是峰值粘度与通过粘度的差值,其值一般越大越好.由图

1e可知,两优培九和汕优63的崩解值均随施氮量的增加呈下降的趋势.低、中、高肥条件下两优培九的崩解值均大于汕优63,而在无肥条件下小于汕优63.

2.3.4 对最终粘度的影响 最终粘度表明了物料在

熟化并冷却后形成粘度或凝胶的能力,其值越小品质越好.由图 1d 可知,汕优 63 的最终粘度随施氮量的增加呈下降的趋势,两优培九的最终粘度随施氮量的增加呈下降的趋势,至中肥处理达最小,高肥处理则显著上升,这可能是由两优培九高肥处理出现倒伏引起的.4 个氮肥处理条件下,汕优 63 的最终粘度均大于两优培九.

2.3.5 对消减值的影响 消减值是最终粘度与峰值粘度的差值,常用于作为米饭硬度的指标,也是越小越好.由图 1e 可知,汕优 63 的消减值随施氮量的增加呈上升的趋势,两优培九的消减值随施氮量的增加先呈上升的趋势,至中肥处理显著下降,高肥处理又显著上升.4 个氮肥处理条件下,汕优 63 的消减值均显著大于两优培九.

2.3.6 对糊化温度的影响 糊化温度是熟化给定试样所需要的最低温度,此温度可能与试样中其他成分的稳定性有关并反映能量的消耗,在品质测定中占有重要的地位,通常认为糊化温度越低品质越好.由图 1f 可知,两优培九在 0 和低肥条件下的糊化温度相等,在中肥和高肥条件下的糊化温度相等,但中、高肥条件下的糊化温度显著低于 0、低肥条件下的糊化温度.汕优 63 在 0、低、中肥条件下糊化温度相等,高肥条件下的糊化温度则显著上升.4 个氮肥条件下的糊化温度,汕优 63 均显著的高于两优培九.

3 讨论

两优培九的穗数、结实率、千粒质量均低于汕优 63,而每穗粒数显著高于汕优 63,所以最终产量较高,

说明两优培九高产的潜力主要在于有较大的库容.

试验结果还表明,蛋白质含量、出糙率、精米率、直链淀粉含量、胶稠度、垩白率、垩白大小、垩白度均随施氮量的增加呈上升趋势,淀粉糊化特性的综合性状随施氮量的增加而逐渐变好,整精米率随施氮量的增加而增大,至中肥处理达最大,高肥处理则显著下降.说明适当增施氮肥有利于营养品质、加工品质、蒸煮品质的提高,而高肥对整精米率、垩白度、直链淀粉含量等主要品质性状均不利.在本试验条件下,两优培九施纯氮量为 200 kg/hm^2 的处理优质与高产的协调性较好.

参考文献:

- [1] 周培南,冯惟珠,许乃霞,等.施氮量和移栽密度对水稻产量及稻米品质的影响[J].江苏农业研究,2001,22(1):27-31.
- [2] 石庆华,程永盛,潘晓华,等.施氮对两系杂交晚稻产量和品质的影响[J].土壤肥料,2000,(4):9-12.
- [3] 张玉烛,马国辉,朱德保,等.栽培因素对食用优质稻垩白的影响[J].作物研究,1999,3:9-13.
- [4] 尹兆友,汪继发,卜建英,等.两系杂交中籼华安 3 号不同密度、施氮量与产量关系的研究[J].杂交水稻,2000,15(增刊):39-41.
- [5] 孙艳丽,沈鹏,金正勋,等.氮素营养对稻米理化特性及淀粉谱特性的影响[J].东北农业大学学报,2002,33(2):134-138.
- [6] 杨泽敏,王维金,蔡明历,等.氮肥施用期及施用量对稻米品质的影响[J].华中农业大学学报,2002,21(5):429-434.

【责任编辑 周志红】