

施氮量对超级杂交稻产量和稻米品质的影响

蒋鹏 刘茂 秦俭 熊洪 徐富贤*

(四川省农业科学院水稻高粱研究所/农业部西南水稻生物学与遗传育种重点实验室, 四川 德阳 618000;

第一作者: jiangyipeng137@163.com; * 通讯作者: xu6501@163.com)

摘 要:为探明超级杂交稻在成都平原的适宜施氮量, 达到高产与优质协同, 以超级杂交稻德优 4727、普通杂交稻川优 6203 和常规稻五山丝苗为材料, 于 2016 年在四川德阳进行大田试验, 设置 4 个施氮量(0、120、165、210 kg/hm², 分别记作 N₀、N₁₂₀、N₁₆₅、N₂₁₀), 研究施氮量对水稻产量和稻米品质的影响。结果表明, 超级杂交稻产量随施氮量的增加呈先增加后下降的趋势, 以 N₁₆₅ 处理最高; 普通杂交稻和常规稻产量随施氮量的增加而增加, 以 N₂₁₀ 处理最高, 但与 N₁₆₅ 处理差异不显著。糙米率、整精米率、蛋白质含量随施氮量的增加而提高; 垩白粒率、垩白度对氮肥的响应因品种而异。除普通杂交稻胶稠度外, 施氮量对胶稠度和直链淀粉含量的影响不显著。品种间产量和品质均存在显著差异。与普通杂交稻和常规稻相比, 超级杂交稻产量显著增加, 增产优势主要表现在粒重上。超级杂交稻糙米率、垩白粒率、垩白度、胶稠度显著高于常规稻, 直链淀粉含量和蛋白质含量低于常规稻; 超级杂交稻整精米率显著高于普通杂交稻, 但与常规稻相当。考虑产量和品质两因素, 本试验条件下超级杂交稻选择纯 N 用量 165 kg/hm², 可实现产量和品质的协同提高。

关键词:施氮量; 超级杂交稻; 产量; 稻米品质

中图分类号: S511.062

文献标识码: A

文章编号: 1006-8082(2017)04-0102-05

自 1996 年国家实施超级稻计划以来, 经过 20 多年的努力, 我国超级稻育种取得重要进展, 截至 2016 年, 共有 125 个品种(组合)被农业部认定为超级稻, 累计推广面积达 7 000 万 hm²^[1]。已有的研究表明, 超级杂交稻产量较普通杂交稻和普通常规稻增产 10% 以上^[2-3]。另一方面, 随着我国城乡居民生活水平的提高, 对稻米的需求已由数量型向品质、食味型转变, 且对优质稻米的需求量越来越大。据估计, 2000 年优质稻种植面积达 1 200 万 hm², 占水稻种植面积的 40%, 优质稻谷产量占稻谷总产量的 42%^[4]。可见, 超级杂交稻能否被大面积推广应用, 在很大程度上取决于其稻米品质的优劣。

稻米品质除了受品种自身遗传基因影响外^[5], 还受栽培技术的影响, 尤其是氮肥管理技术^[6-8]。董作珍等^[9]研究认为, 施氮可提高稻米胶稠度、蛋白质含量和总氨基酸含量, 降低消减值。陶进等^[10]研究表明, 随着施氮量的增加, 稻米蛋白质含量、垩白度增加, 崩解值降低, 消减值增大, 食味品质下降。金军等^[11]研究发现, 随着施氮量的增加, 整精米率、粗蛋白含量呈升高趋势, 垩白粒率、垩白度对氮肥的响应因品种而异, 胶稠度随施氮量的增加而变软, 直链淀粉含量对氮素响应不敏感。贺帆等^[6]研究表明, 采用实时实地氮肥管理技术能较好的协调水稻产量和稻米品质的关系。以上研究虽对水

稻品质和产量对氮肥的响应研究较多, 但多是只比较超级杂交稻与普通杂交稻稻米品质的差异, 或是普通杂交稻与常规稻之间的差异, 又或是只有 1 个参试品种, 缺乏优质超级杂交稻、优质普通杂交稻、优质常规稻稻米品质和产量对施氮量响应的研究。为此, 本文以优质超级杂交稻(德优 4727)、优质普通杂交稻(川优 6203)、优质常规稻(五山丝苗)为材料, 研究施氮量对优质水稻产量和稻米品质的影响, 以期对优质水稻高产、高效、优质栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为超级杂交稻德优 4727、普通杂交稻川优 6203 和常规稻五山丝苗。其中, 超级杂交稻德优 4727 由四川省农业科学院水稻高粱研究所提供, 川优 6203 由四川省农业科学院作物研究所提供, 五山丝苗由广东省农业科学院水稻研究所提供。

1.2 试验设计

于 2016 年在四川省德阳市旌阳区进行大田试验。前茬作物为油菜。试验设 4 个施氮量, 分别为 0、120、

收稿日期: 2017-06-19

基金项目: 四川省农业科学院水稻高粱研究所青年基金

表 1 施氮量对超级杂交稻产量及其构成的影响

品种	施氮量	有效穗数 (个/m ²)	每穗粒数 (粒/穗)	结实率 (%)	粒重 (mg/粒)	产量 (t/hm ²)
五山丝苗	N ₀	262.5 c	157.1 c	93.3 ab	22.0 a	7.19 c
	N ₁₂₀	289.2 b	180.4 a	92.8 ab	21.8 a	9.24 b
	N ₁₆₅	313.8 a	169.0 b	90.3 b	21.8 a	9.83 ab
	N ₂₁₀	315.0 a	160.8 bc	96.0 a	21.9 a	10.21 a
	平均	295.1 A	166.8 A	93.1 A	21.9 C	9.12 B
川优 6203	N ₀	212.5 c	133.2 b	95.0 a	29.3 a	7.29 c
	N ₁₂₀	265.0 b	135.8 b	92.3 b	28.8 a	9.45 b
	N ₁₆₅	290.0 a	143.0 b	93.1 ab	28.9 a	10.46 a
	N ₂₁₀	290.8 a	157.4 a	93.6 ab	29.4 a	10.60 a
	平均	264.6 B	142.4 B	93.5 A	29.1 B	9.45 B
德优 4727	N ₀	220.0 b	134.3 a	95.4 a	33.0 a	8.39 b
	N ₁₂₀	262.5 a	135.3 a	92.3 a	32.7 a	10.24 a
	N ₁₆₅	280.0 a	124.4 a	90.3 a	32.2 a	10.90 a
	N ₂₁₀	294.2 a	124.0 a	91.9 a	31.6 a	10.58 a
	平均	264.2 B	129.5 C	92.5 A	32.4 A	10.03 A

同列数据后不同小写字母表示施氮处理间在 0.05 水平差异显著;平均值后不同大写字母表示品种间在 0.01 水平差异显著。下同。

165,210 kg/hm², 记为 N₀、N₁₂₀、N₁₆₅、N₂₁₀。氮肥按基肥:分蘖肥:穗肥=5:2:3 施用;移栽密度为 25.0 丛/m²(20 cm×20 cm),每丛 2 苗,磷肥(P₂O₅)全部做基肥,总用量为 62.5 kg/hm²、钾肥(K₂O)按基肥:穗肥=5:5 施用,总用量为 135 kg/hm²。试验采用裂区设计,施氮量为主区,品种为副区,副区面积 20 m²,3 次重复。主区间作田埂并覆膜,防止肥水串灌,副区间间隔 30 cm。其他管理按当地高产栽培管理进行。于 4 月 10 日播种,5 月 20 日移栽,其中五山丝苗于 7 月 20 日齐穗,8 月 25 日成熟;川优 6203 于 7 月 27 日齐穗,9 月 2 日成熟;德优 4727 于 8 月 1 日齐穗,9 月 4 日成熟。

1.3 测定项目及取样方法

于成熟期按小区穗数平均数取 5 丛代表性植株,剪去根系,计数穗数后,人工脱粒,分成稻草、实粒、空秕粒 3 部分,用于考察每穗粒数、结实率和粒重。此外,每小区调查 20 丛植株穗数,用于计算单位面积有效穗数。收割整个小区植株,每小区单收单晒,折算为 14%含水量后,计为实收产量。参照 GB/T17891-1999 测定糙米率、整精米率、粒长、粒宽、长宽比、垩白粒率、垩白度、胶稠度、直链淀粉含量和蛋白质含量。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2003 软件整理数据,Statistix 8.0 软件进行方差分析,LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 施氮量对超级杂交稻产量的影响

由表 1 可知,施氮量对不同基因型水稻产量影响显著。常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 的产量

随施氮量的增加而提高,N₁₆₅ 处理产量与 N₂₁₀ 处理差异不显著;超级杂交稻德优 4727 的产量随施氮量的增加呈先升高后降低的趋势,以 N₁₆₅ 处理产量最高,为 10.90 t/hm²,3 个施氮处理之间的产量差异不显著。与 N₀ 相比,N₁₂₀、N₁₆₅、N₂₁₀ 处理产量分别增加了 22.1%~29.7%、29.9%~43.5%、26.1%~45.4%,说明施氮可显著提高水稻产量。不同基因型水稻之间产量差异显著。与常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 相比,超级杂交稻德优 4727 产量平均增加了 8.0%。

2.2 施氮量对超级杂交稻产量构成的影响

由表 1 还可以看出,施氮量对不同基因型水稻有效穗数影响显著,随施氮量的增加,有效穗数呈显著增加的趋势,N₁₆₅ 处理的有效穗数与 N₂₁₀ 处理差异不显著;与 N₀ 相比,N₁₂₀、N₁₆₅、N₂₁₀ 处理有效穗数分别增加 10.2%~24.7%、19.5%~36.5%、20.0%~36.8%。与常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 相比,超级杂交稻德优 4727 的有效穗数分别降低了 10.5%、0.2%。施氮量对常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 每穗粒数影响显著,一般以 N₀ 处理每穗粒数最低,说明不施氮肥抑制了每穗粒数的增加;而施氮量对超级杂交稻德优 4727 每穗粒数的影响不显著。不同基因型品种之间每穗粒数差异显著,超级杂交稻德优 4727 每穗粒数较常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 分别减少了 22.2%和 9.1%。施氮量对常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 的影响显著,而对超级杂交稻德优 4727 结实率的影响不显著。与常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 相比,超级杂交稻德优 4727 的结实率分别下降了 0.6 个和 1.0 个百分点,差异不显著。施氮量

表 2 施氮量对超级杂交稻稻米品质的影响

品种	施氮量	糙米率 (%)	整精米率 (%)	垩白粒率 (%)	垩白度 (%)	粒长 (mm)	粒宽 (mm)	长宽比	胶稠度 (mm)	直链淀粉含量 (%)	蛋白质含量 (%)
五山丝苗	N ₀	76.6 c	55.8 a	5.5 a	0.8 ab	6.4 a	2.0 a	3.2 a	77.5 a	17.1 a	7.9 c
	N ₁₂₀	76.7 c	56.1 a	1.0 b	0.3 b	6.6 a	2.0 a	3.3 a	77.5 a	16.9 a	8.8 b
	N ₁₆₅	76.9 b	57.8 a	7.0 a	1.3 a	6.4 a	2.0 a	3.2 a	77.0 a	16.8 a	8.9 b
	N ₂₁₀	77.3 a	58.7 a	3.5 ab	0.5 b	6.5 a	2.0 a	3.3 a	76.0 a	16.7 a	9.3 a
	平均	76.9 B	57.1 A	4.3 B	0.7 C	6.5 C	2.0 B	3.2 B	77.0 B	16.9 A	8.7 A
川优 6203	N ₀	78.1 b	39.3 b	22.5 c	2.3 b	7.7 a	2.0 a	3.9 a	81.5 b	15.8 a	7.4 c
	N ₁₂₀	79.6 a	41.7 ab	29.0 a	3.1 a	7.8 a	2.0 a	3.9 a	80.0 c	15.9 a	8.2 b
	N ₁₆₅	80.3 a	42.3 ab	25.5 b	2.9 ab	7.8 a	2.1 a	3.8 a	83.0 a	16.2 a	8.2 b
	N ₂₁₀	80.5 a	45.7 a	27.0 ab	2.6 ab	7.8 a	2.0 a	3.9 a	82.5 a	15.9 a	8.8 a
	平均	79.6 A	42.2 B	26.0 A	2.7 B	7.8 A	2.0 B	3.9 A	81.8 A	15.9 B	8.1 A
德优 4727	N ₀	78.9 b	51.3 a	29.5 a	3.9 a	7.1 a	2.4 a	3.0 a	81.0 a	15.3 a	7.8 c
	N ₁₂₀	80.0 a	53.7 a	33.5 a	5.3 a	7.1 a	2.4 a	3.0 a	80.5 a	15.2 a	8.3 b
	N ₁₆₅	80.2 a	55.4 a	29.5 a	3.7 a	7.1 a	2.4 a	3.0 a	81.0 a	14.8 a	8.2 b
	N ₂₁₀	80.3 a	56.0 a	25.0 a	3.6 a	7.1 a	2.4 a	3.0 a	81.0 a	15.1 a	8.9 a
	平均	79.8 A	54.1 A	29.4 A	4.1 A	7.1 B	2.4 A	3.0 C	80.9 A	15.1 C	8.3 A

对不同基因型水稻粒重影响不显著,不同基因型水稻之间粒重差异显著。超级杂交稻德优 4727 的粒重较常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 分别增加了 47.9%和 11.3%。

2.3 施氮量对超级杂交稻稻米品质的影响

2.3.1 对加工品质的影响

由表 2 可知,施氮量对不同基因型水稻糙米率和整精米率影响显著。随施氮量的增加糙米率和整精米率呈升高趋势,N₁₆₅ 处理糙米率和整精米率与 N₂₁₀ 处理差异不显著(除五山丝苗糙米率外)。不同基因型之间糙米率和整精米率差异显著,与常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 相比,超级杂交稻德优 4727 糙米率分别增加了 3.8%和 0.3%。超级杂交稻德优 4727 整精米率与常规稻五山丝苗相当,但较普通杂交稻川优 6203 高 28.2%,差异达显著水平。

2.3.2 对外观品质的影响

由表 2 可知,稻米的垩白粒率、垩白度随施氮量的变化趋势因品种而异。其中,施氮量对常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 的垩白粒率、垩白度影响显著,但对超级杂交稻德优 4727 影响不显著。随施氮量的增加,超级杂交稻德优 4727 和普通杂交稻川优 6203 的垩白粒率、垩白度呈先升高后下降的变化趋势,常规稻五山丝苗的垩白粒率、垩白度变化趋势不明显。超级杂交稻德优 4727 的垩白粒率、垩白度分别是常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 的 6.8 倍、5.9 倍和 1.1 倍、1.5 倍。施氮量对不同基因型水稻粒长、粒宽、长宽比无显著影响。不同基因型稻米粒长呈普通杂交稻川优 6203>超级杂交稻德优 4727>常规稻五山丝苗;与常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 相比,

超级杂交稻德优 4727 的粒宽高了约 20%,但其长宽比比其他 2 个品种降低了 6.3%和 23.1%。

2.3.3 对蒸煮食味及营养品质的影响

由表 2 还可知,施氮量对胶稠度和直链淀粉的影响因品种而异。随着施氮量的增加,常规稻五山丝苗胶稠度和直链淀粉含量呈下降趋势,而普通杂交稻川优 6203 和超级杂交稻德优 4727 的胶稠度和直链淀粉含量的变化趋势不明显。超级杂交稻德优 4727 的胶稠度与普通杂交稻相近,但较常规稻五山丝苗高了 5.1%,差异达显著水平。与常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 相比,超级杂交稻德优 4727 的直链淀粉含量分别降低了 10.7%、5.0%。施氮量对不同基因型水稻蛋白质含量影响显著,蛋白质含量随施氮量的增加而提高。不同基因型水稻蛋白质含量呈常规稻五山丝苗 > 超级杂交稻德优 4727 > 普通杂交稻川优 6203 的趋势,但差异不显著。

3 讨论

3.1 不同基因型优质水稻产量对氮肥的响应

氮肥是决定作物产量的最重要因子,其施用量的增加对水稻产量的提高具有极其重要的作用^[12-13],但过量施用氮肥不仅会导致水稻产量下降、氮效率降低,而且还会造成环境污染^[14]。本研究结果表明,施氮量对水稻产量影响显著,超级杂交稻德优 4727 的产量随施氮量的增加呈先增加后下降的趋势,以 N₁₆₅ 处理产量最高,且 N₁₂₀、N₁₆₅ 和 N₂₁₀ 处理之间产量差异不显著,说明超级杂交稻德优 4727 更高产量的获得并不需要投入更多的氮肥,其最佳施氮量为 165 kg/hm²;普通杂交稻川优 6203 和常规稻五山丝苗的产量随施氮量的增加

呈显著增加的趋势,以 N_{210} 处理的产量最高,其增产优势主要表现在单位面积有效穗数上。与普通杂交稻川优 6203 和常规稻五山丝苗相比,超级杂交稻德优 4727 的产量平均增加了 8.0%,其增产优势主要表现在粒重上。超级杂交稻德优 4727 的粒重较普通杂交稻川优 6203 和常规稻五山丝苗分别高了 47.9% 和 11.3%。说明选育高粒重品种是实现水稻超高产的一条重要途径。

3.2 不同基因型优质水稻品质对氮肥的响应

目前,有关施氮量对稻米品质影响的研究较多。张军等^[15]研究发现,随施氮量的增加,稻米出糙率、精米率、整精米率均呈线性增大的趋势。谢黎红等^[16]研究表明,施氮处理稻米的糙米率、精米率、整精米率均明显高于不施氮处理,但施氮处理间差异不显著。本研究中,稻米的糙米率、整精米率随施氮量的增加呈增加趋势,且施氮处理稻米的糙米率、整精米率均显著高于不施氮处理,但不同基因型水稻的糙米率、整精米率对氮肥的响应不一致。超级杂交稻德优 4727 和普通杂交稻川优 6203 的糙米率各施氮处理间差异不显著,五山丝苗施氮处理之间差异显著。氮素对稻米的外观品质具有一定的调控作用。王翠玲等^[17]研究发现,随施氮量的增加,稻米垩白粒率降低。金军等^[18]认为,垩白粒率、垩白度对氮素的响应存在基因型差异,武育梗 3 号的垩白粒率、垩白度随施氮量的增加而增加,汕优 63 的垩白粒率、垩白度则是随施氮量的增加而降低。本研究中,稻米垩白粒率、垩白度对氮素的响应因品种而异。其中,常规稻五山丝苗的垩白粒率、垩白度随氮肥用量变化趋势不明显,一般以 N_{120} 处理相对较低;超级杂交稻德优 4727 和普通杂交稻川优 6203 垩白粒率、垩白度随施氮量的增加呈先增加后下降的趋势,普通杂交稻川优 6203 以 N_{165} 处理较低,超级杂交稻德优 4727 以 N_{210} 处理较低。张洪程等^[19]认为,施氮量增加可使两优培九直链淀粉含量提高,胶稠度增长;而金正勋等^[20]则认为,施氮量增加使稻米直链淀粉含量减少,胶稠度变短。本研究中,施氮量对胶稠度和直链淀粉含量的影响因品种而异。增加施氮量使常规稻五山丝苗的胶稠度变短、直链淀粉含量降低;普通杂交稻川优 6203 和超级杂交稻德优 4727 的胶稠度和直链淀粉含量的变化趋势不明显,其中,普通杂交稻川优 6203 的胶稠度和直链淀粉含量以 N_{165} 处理最高,而超级杂交稻德优 4727 则以 N_0 处理最高。此外,稻米品质还受自身遗传特性的影响。超级杂交稻德优 4727 的糙米率较常规稻

五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 分别高 3.8%、0.3%,整精米率较普通杂交稻川优 6203 高 28.2%,整精米率略低于常规稻五山丝苗。一般而言,糙米率、精米率、整精米率与粒宽呈显著正相关^[20]。本研究中,超级杂交稻德优 4727 的粒宽较常规稻五山丝苗和普通杂交稻川优 6203 高了约 20%,是其糙米率较高的主要原因。此外,稻米加工品质除了受粒型影响外,还受稻米蛋白质含量和垩白粒率、垩白度大小的影响。常规稻五山丝苗垩白粒率、垩白度较优质超级杂交稻德优 4727 分别降低了 85.4% 和 85.0%,蛋白质含量较超级杂交稻德优 4727 高了 4.8%,也就是说常规稻五山丝苗较高的整精米率与其较高的蛋白质含量和较低垩白粒率、垩白度有关。

4 结论

超级杂交稻产量较普通杂交稻和常规稻高,较高的粒重是其增产的重要原因;超级杂交稻产量随施氮量的增加呈先升高后下降的趋势,其最佳施氮量为 165 kg/hm^2 。超级杂交稻糙米率较普通杂交稻和常规稻高,整精米率与常规稻相当。考虑产量和品质两因素,本试验条件下超级杂交稻在成都平原种植,纯 N 用量宜为 165 kg/hm^2 ,可实现产量和品质的协同提高。

参考文献

- [1] 吴俊,邓启云,袁定阳,等. 超级杂交稻研究进展[J]. 科学通报, 2016, 61(35): 3787-3796.
- [2] Zhang Y B, Tang Q Y, Zou Y B, et al. Yield potential and radiation use efficiency of "super" hybrid rice grown under subtropical conditions [J]. *Field Crop Res*, 2009, 114: 91-98.
- [3] Huang M, Zou Y B, Jiang P, et al. Relationship between grain yield and yield components in super hybrid rice [J]. *Agricultural Sciences in China*, 2011, 10(10): 1537-1544.
- [4] 廖西元,陈庆根,庞乾林. 我国优质水稻生产现状与发展对策[J]. 农业技术经济, 2002(5): 32-34.
- [5] 闵捷,朱智伟,章林平,等. 中国超级杂交稻组合的稻米品质分析[J]. 中国水稻科学, 2014, 28(2): 206-210.
- [6] 贺帆,黄见良,崔克辉,等. 实时实地氮肥管理对水稻产量和稻米品质的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(1): 123-132.
- [7] Wang Q, Huang J L, He F, et al. Head rice yield of "super" hybrid rice Liangyoupeijiu grown under different nitrogen rates [J]. *Field Crop Res*, 2012, 134: 71-79.
- [8] 江立庚,曹卫星,甘秀芹,等. 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.
- [9] 董作珍,吴良欢,柴婕,等. 不同氮磷钾处理对浙优 1 号水稻产量、品质、养分吸收利用及经济效益的影响[J]. 中国水稻科学, 2015, 29(4): 399-407.

- [10] 陶进,钱希阳,剧成欣,等.不同年代籼稻品种的米质及其对氮肥的响应[J].作物学报,2016,42(9):1352-1362.
- [11] 金军,徐大勇,蔡一霞,等.施氮量对主要米质性状及 RVA 谱特征参数的影响[J].作物学报,2004,30(2):154-158.
- [12] Cassman K G, Dobermann A, Wallers D T, et al. Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality [J]. *Annu Rev Environ Resour*, 2003,28:315-358.
- [13] Peng S B, Buresh R J, Huang J L, et al. Improving nitrogen fertilization in rice by site-specific N management: a review [J]. *Agron Sustain Dev*, 2010, 30: 649-656.
- [14] Peng S B, Tang Q Y, Zou Y B. Current status and challenges of rice production in China [J]. *Plant Product Sci*, 2009(12):3-8.
- [15] 张军,张洪程,段详茂,等.地力与施氮量对超级稻产量、品质及氮肥利用率的影响[J].作物学报,2011,37(11):2020-2029.
- [16] 谢黎红,叶定池,胡培松,等.氮肥用量和施用方式对水稻“甬优6号”产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(4):789-794.
- [17] 王翠玲,魏中华,刘晴,等.不同施氮处理对不同类型粳稻产量与品质的影响[J].中国稻米,2015,21(1):72-75.
- [18] 张洪程,王秀芹,戴其根,等.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.
- [19] 金正勋,秋太权,孙艳丽,等.氮肥对稻米垩白及蒸煮食味品质特性的影响[J].植物营养与肥料学报,2001,7(1):31-35.
- [20] 杨联松,白一松,张培江,等.谷粒性状与稻米品质相关性研究[J].杂交水稻,2001,16(4):48-54.

Effects of Nitrogen Application Rate on Yield and Grain Quality of Super Hybrid Rice

JIANG Peng, LIU Mao, QIN Jian, XIONG Hong, XU Fuxian*

(Rice and Sorghum Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Southwest Rice Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture, Deyang, Sichuan 618000, China; 1st author: jiangyipeng137@163.com; *Corresponding author: xu6501@163.com)

Abstract: A field experiment was conducted to study the effects of nitrogen application rate on yield and grain quality of super hybrid rice Deyou4727, ordinary hybrid rice Chuanyou 6203 and conventional rice Wushansimiao in Deyang City, Sichuan Province in 2016. The three cultivars were grown under four N treatments (0, 120, 165 and 210 kg/hm² N, named N₀, N₁₂₀, N₁₆₅ and N₂₁₀). The results showed that the yield of super hybrid rice was increased with the increasing of N application rate at first and then decreased; the treatment N₁₆₅ produced the maximum yield. The yields of ordinary hybrid and conventional rice were increased with the nitrogen application rate increasing, the treatment N₂₁₀ recorded the maximum yield, and had no significant difference with treatment N₁₆₅. The brown rice rate, head rice rate and protein content were increased with the nitrogen application rate increasing. The chalky rice rate and chalkiness degree response to nitrogen application rate varied with cultivars. Nitrogen application rate had no significant effects on gel consistency and amylase content except for gel consistency of ordinary hybrid rice. The difference in yield and grain quality among the cultivars were significant. The yield of super hybrid rice was increased by 8.0% compared with ordinary hybrid rice and conventional rice. The higher yield is due to higher grain weight. The brown rice rate, chalky rice rate, chalkiness degree and gel consistency of super hybrid rice were significantly higher than those of conventional rice, but had lower amylase content and protein content. The head rice rate of super hybrid rice was significantly higher than that of ordinary hybrid rice, but slightly lower than that of conventional rice. Considering the yield and grain quality, the optimum nitrogen application rate of 165 kg/hm² was proposed for super hybrid rice Deyou 4727 in Chengdu Plain.

Key words: nitrogen application rate; super hybrid rice; grain yield; quality

(上接第 101 页)

Effects of Consecutive Moldboard Plowing with Straw Chopping and Returning to Field on Soil Physical Properties and Yield of Rice

SUN Guofeng¹, CHEN Liugen^{1,2*}, LIU Hongjiang¹, ZHANG Yuefang¹, SHENG Jing¹, ZHENG Jianchu¹

(¹ Circular Agriculture Research Center, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; ² Jiangsu Collaborative Innovation Center for Modern Crop Production, Nanjing 210095, China; 1st author: sfg515@163.com; *Corresponding author: chenliugen@sina.com)

Abstract: Field experiments for five consecutive years were conducted to investigate the effects of moldboard plowing with straw chopping and returning to field on soil physical properties, grain yield and its component factors in the rice-wheat rotation system. The results showed that moldboard plowing with straw returning (MPS) could reduce the soil bulk density, compactness and the proportion of solid phase, and which could increase soil capillary porosity and the proportion of liquid phase in the arable soil layer compared with moldboard plowing without straw (MP) at rice harvest. Moreover, the average rice yield of five years test of MPS treatment was increased by 428 kg/hm² compared with MP treatment. The increase of yield was due to the increase of effective spike number per plant and grain number per spike. In all, under this experimental condition, the moldboard plowing with straw returning improved soil physical structure of arable layer, and increased rice yield.

Key words: rice-wheat rotation; bulk density; compactness; capillary porosity; three-phase ratio; grain yield