

栽培模式对稻米品质特性的影响

瞿华香¹ 赵萍² 刘洋³ 张玉烛^{3*}

(¹ 江西省农业科学院 农业经济与信息研究所, 南昌 330200; ² 江西省农业科学院 蔬菜花卉研究所, 南昌 330200; ³ 湖南省水稻研究所, 长沙 425000; * 通讯作者: yuzhuzhang@hotmail.com)

摘要:以超级稻组合 88S/1128 和常规优质稻品种湘晚粳 17 号为材料, 探讨了不同栽培模式(旱作覆膜、水作覆膜、旱作不覆膜、常规栽培等)对稻米品质的影响。结果表明, 2 个品种一致表现为旱作覆膜栽培的糙米率、精米率最高, 水作覆膜栽培的整精米率最高; 同一品种不同栽培模式的粒长和长宽比无显著差异, 但覆膜栽培的垩白粒率、垩白大小更高。88S/1128 旱作覆膜与常规栽培相比, 直链淀粉含量降低、胶稠度变小、糊化温度升高; 而湘晚粳 17 号旱作覆膜与常规栽培相比, 直链淀粉含量降低、胶稠度变大、糊化温度降低。2 个品种蛋白质含量表现一致, 均为旱作不覆膜>常规栽培>旱作覆膜>水作覆膜。稻米品质性状变异度最大的为外观品质, 其次为蒸煮食味品质, 碾米品质变异度相对较小。

关键词:水稻; 栽培模式; 稻米品质

中图分类号:S511.048 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2017)01-0031-05

我国是稻米生产和消费大国, 约 2/3 的人口以稻米为主食, 随着人民生活水平的不断提高和膳食结构的改变, 对大米品质的需求越来越高。我国稻米的出口方面, 不仅出口量较少, 价格也因质量问题而十分低廉, 国际市场竞争力低。为了进一步满足人们日益提高的生活需要, 提高我国稻米的国际竞争力, 开拓国际稻米市场, 尤其是在加入 WTO 后的严峻形势下, 高产和优质并举势在必行, 稻米品质改良更是亟待加强。

稻米品质的形成是品种遗传特性和环境条件综合作用的结果, 因此, 稻米品质的改良不是一个简单的生物技术过程, 它既受遗传因素的支配, 又受环境条件和栽培技术等因素的影响。覆膜旱作栽培技术是一项节水、省本、环保及高产的新型稻作技术, 但有关覆膜旱作稻米品质方面的研究报道很少。为了进一步探索不同栽培模式稻米品质的变化, 笔者进行了本试验。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为超级杂交稻组合 88S/1128 和常规优质稻品种湘晚粳 17 号, 分别由国家杂交水稻工程技术研究中心和湖南省水稻研究所提供。88S/1128 属于大穗型超级稻新组合, 湘晚粳 17 号是 2007 年湖南省第 1 个通过审定的、品质达国标 1 级的水稻品种。

1.2 试验设计

试验为栽培模式和试验品种双因素试验。栽培模式设 4 个处理: 旱作覆膜栽培(HF)、水作覆膜栽培(SF)、旱作不覆膜栽培(HBF)和水作不覆膜(即常规栽

培, CK); 试验品种为: 88S/1128 和湘晚粳 17 号。采用随机区组设计, 3 次重复, 共 12 个小区, 小区面积 26 m²。

小区为旱土耕碎后整平成 2 m×13 m 厢块, 1 厢为 1 个小区。覆膜区在厢面上均匀覆盖 Φ=5 mm 薄膜平铺压紧; 不覆膜区厢面上保持裸露。水旱作区用塑料围成田埂, 确保水分不渗透。具体水分管理方式为: 旱作区, 移栽前一直保持土壤干旱, 移栽后灌水 1 次保证秧苗成活, 生育前期保持田间湿润, 以后分别在分蘖盛期、幼穗分化期和抽穗扬花期各灌水 1 次, 其余时间为雨水灌溉, 不进行人为灌水。水作区, 保持常规需水灌溉, 具体按照湖南省水稻高产栽培技术的需水方式灌水。故本试验的旱作栽培有别于传统意义上的纯粹旱土旱作, 实际为一种改良型的旱作栽培方式。

播期为 2008 年 5 月 17 日, 采用软盘旱育秧, 秧田适施起身肥, 小苗移栽(播后 15 d), 移栽规格 19.8 cm×26.4 cm。每 667 m² 施复合肥 75 kg(氮、磷、钾比例为 11:5:9)、尿素 15 kg 作基肥一次性施用。覆膜前喷施除草剂, 并及时防治病虫害, 其他田间管理措施参照湖南省水稻高产栽培技术执行。具体小区设置如表 1: 品种

收稿日期: 2016-09-21

基金项目:江西省农业科学院博士启动基金“栽培条件对香稻香气 2-乙酰-1-吡咯啉形成积累的影响及分子机理研究”(20142CBS004); 江西省科技计划项目“基于多元无线网络的农业生产管理与溯源信息自动获取方法研究”(20144BBF60021)

表 1 田间试验小区设置

重复 I		重复 II		重复 III	
水作	覆膜	旱作	不覆膜	水作	不覆膜
	不覆膜		覆膜		覆膜
旱作	覆膜	水作	不覆膜	旱作	不覆膜
	不覆膜		覆膜		覆膜

表 2 稻米糊化温度(碱消值)分级标准

等级	散裂度	清晰度
1	米粒无影响	米粒似白垩状
2	米粒膨胀,不开裂	米粒白垩状,有不明显粉状环
3	米粒膨胀,少有开裂,环完整或狭窄	米粒白垩状,有明显粉状环
4	米粒膨胀,开裂,环完整并宽大,可见米粒形状	中心棉絮状,环云状
5	米粒开裂或分离,环完整并宽大	中心棉絮状,环渐消失
6	米粒分解与环结合	中心云状,环消失
7	米粒完全消散混合	中心及环消失

高糊化温度:1~3 级,75℃以上;中糊化温度:4~5 级,70℃~74℃;低糊化温度:6~7 级,<70℃。

1 为 88S/1128,品种 2 为湘晚籼 17 号。

1.3 测定项目与方法

收获后,在实验室贮藏 3 个月,取典型样品测定稻米品质,糙米率、精米率、整精米率、垩白粒率、透明度、碱消值、胶稠度、直链淀粉含量、蛋白质含量依据农业部 NY-147-88《米质测定方法》标准测定。所有稻米样品的米质分析在湖南省水稻研究所稻米检测分析室完成。

1.3.1 碾米品质

称取 130.0 g 稻谷,用日本佐竹公司生产的 THU-35A 型出糙机进行出糙,脱壳后称糙米质量,计算出糙率;称取 100 g 糙米,用浙江台州生产的 SDJ-100 型精米出白机进行精白(精白标准为标一米),精碾后称质量,计算精米率;从以上精米中挑出整精米(粒长大于整粒长 2/3 的精米),计算整精米率。重复测定 2 次取平均值。

1.3.2 外观品质

从整精米样品中随机取出整精米 10 粒,排成一直线,首尾紧密相连测粒长,两侧紧密相连测粒宽。粒长/粒宽即为长宽比。垩白粒率、垩白面积的测定按《米质测定方法》进行,即随机取整粒精米 100 粒,测定垩白米粒所占比例;在垩白米粒中随机取 10 粒,测定垩白面积占整个籽粒面积的百分数,垩白度=垩白粒率×垩白大小。透明度用透明度测定仪直接测出。

1.3.3 蒸煮食味品质

1.3.3.1 直链淀粉含量 称取 10 g 左右精米,用 MS 型磨粉机磨成米粉,过 100 目网筛(0.15 mm),倒入纸袋,与标准样一起在室内 37℃下平衡水分 3 d。

1.3.3.2 糊化温度(碱消值) 取 6 粒无破碎、无裂纹、

大小一致、成熟饱满的整精米放入方盒内(5 cm×5 cm×2 cm),加 10.0 mL 1.70%的 KOH 溶液,用玻璃棒将盒内米粒排布均匀,加盖,把方盒小心地平移至 30℃±2℃的恒温箱内保温 23 h,平稳取出方盒,逐粒观察米粒胚乳的分解情况,根据碱消值分级标准,记录其消解级别(移动方盒时防止米粒移动)。

1.3.3.3 胶稠度测定 将米磨成粉并过筛,装袋,与标准样一起在室内 80℃下平衡水分 36 h。称取烘好的粉样 0.1 g,置于 13×100 mm 试管内,加 0.2 mL 百里酚蓝指示剂,用震荡器震荡,使样品充分湿润分散。加 0.2 mol/L KOH 溶液 2.0 mL,再次用震荡器震荡,混匀后立即放入剧烈沸腾的水浴内,用玻璃球盖住试管口,调节水面高度,使沸腾的米胶高度始终维持在试管长度的 2/3 左右,糊化时间为 8 min。糊化完毕后,取出试管,去掉玻璃球,在室温下冷却 5 min。然后在冰水浴中冷却 20 min。在室温 25℃±2℃下,将试管平放在水平台上。不受干扰地静置 1 h 后,量出试管底至冷胶前沿的长度,以 mm 表示,即为胶稠度。米胶长度<40 mm 为硬、40~60 mm 为中、60 mm 以上为软。

1.3.4 营养品质

用凯氏定氮法测定蛋白质含量,仪器为瑞典 FOSS 公司生产的 KJELTEC2300 型克氏自动蛋白质分析仪。称取 0.1 g 左右糙米粉入 foss 消化管中,加 CuSO₄·5H₂O 催化剂 1 片、浓 H₂SO₄ 5 mL,放入消化模块(420℃),盖上废气排气罩,打开通风橱。消化 20 min 左右,溶液变成透明绿色,关闭加热模块,静置 2~3 min 后,把消化管取出冷却。待管内的烟雾完全消失后,打开消化盖,将消化管放入蒸馏装置进行蒸馏,完成后读取仪器显示的测定结果即可。

表 3 不同栽培模式对稻米加工品质的影响

品种	栽培模式	糙米率 (%)	精米率 (%)	整精米率 (%)
88S/1128	旱作覆膜	83.10 a	74.40 a	59.30 c
	水作覆膜	82.60 a	74.10 a	65.30 a
	旱作不覆膜	82.80 a	73.90 a	60.60 b
	常规栽培	82.80 a	73.90 a	60.60 b
湘晚粳 17 号	旱作覆膜	80.80 a	69.20 a	51.60 b
	水作覆膜	79.00 a	67.20 b	54.50 a
	旱作不覆膜	80.00 a	68.80 a	51.70 b
	常规栽培	79.80 a	68.00 ab	52.60 b

表 4 不同栽培模式对稻米外观品质的影响

品种	栽培模式	垩白粒率 (%)	垩白大小 (%)	粒长 (mm)	长宽比	透明度 (级)
88S/1128	旱作覆膜	32.00 ab	13.00 b	7.10 a	3.20 a	2.00 a
	水作覆膜	32.50 a	14.50 a	7.10 a	3.20 a	2.00 a
	旱作不覆膜	31.50 b	10.00 c	7.10 a	3.20 a	1.00 b
	常规栽培	27.50 c	10.00 c	7.10 a	3.20 a	1.00 b
湘晚粳 17 号	旱作覆膜	2.00 a	3.50 b	7.80 a	4.10 b	1.00 a
	水作覆膜	1.50 b	8.00 a	7.80 a	4.10 b	1.00 a
	旱作不覆膜	1.00 c	4.00 b	7.80 a	4.10 b	1.00 a
	常规栽培	1.50 b	4.00 b	7.90 a	4.10 b	1.00 a

1.3.5 数据分析和计算

采用 Excel 2003 进行整理，方差分析和多重比较采用 DPS 7.50 软件进行计算和统计分析。

2 结果与分析

2.1 对稻米加工品质的影响

水稻的加工品质又称为碾米品质，主要包括糙米率、精米率和整精米率。加工品质的好坏直接影响稻米的商品价值。由表 3 可知,2 个品种一致表现为旱作覆膜栽培处理的糙米率和精米率高于水作覆膜、旱作不覆膜和常规栽培。88S/1128 旱作覆膜栽培与水作覆膜栽培、旱作不覆膜栽培、常规栽培相比,糙米率分别提高了 0.50 个、0.30 个和 0.30 个百分点,差异不显著;精米率提高了 0.30 个、0.50 个和 0.50 个百分点;但整精米率降低了 6.00 个、1.30 个和 1.30 个百分点,差异达显著水平。湘晚粳 17 号旱作覆膜栽培与水作覆膜、旱作不覆膜、常规栽培相比,糙米率分别提高了 1.80 个、0.80 个和 1.00 个百分点,差异不显著;精米率分别提高了 2.00 个、0.40 个和 1.20 个百分点;整精米率降低了 2.90 个、0.10 个和 1.00 个百分点,与水作覆膜栽培差异达显著水平。

2.2 对稻米外观品质的影响

稻米外观品质主要包括垩白、粒型和透明度。垩白是稻米胚乳中不透明的部分，它与稻米透明度密切相关,且碎米率高,进而影响整精米率,影响食味,降低稻

米的商品价值,是稻米外观品质的重要因素。表 4 结果表明,2 个品种一致表现为不同栽培模式对稻米外观品质影响差异显著。超级杂交稻 88S/1128 旱作覆膜栽培的垩白粒率,分别比旱作不覆膜、常规栽培提高 0.50 个和 4.50 个百分点,但比水作覆膜降低了 0.50 个百分点,与水作覆膜栽培和旱作不覆膜栽培差异不显著,但显著高于常规栽培。垩白大小以覆膜栽培较高,显著高于旱作不覆膜栽培和常规栽培。覆膜栽培能显著增加稻米的透明度，无论旱作覆膜还是水作覆膜栽培均显著高于常规栽培和旱作不覆膜;粒长和长宽比不同栽培模式之间无显著差异。

湘晚粳 17 号旱作覆膜栽培的垩白粒率比水作覆膜栽培、旱作不覆膜栽培、常规栽培分别提高了 0.50 个、1.00 个和 0.50 个百分点,差异达到显著水平;水作覆膜栽培的垩白大小与旱作覆膜栽培、旱作不覆膜、常规栽培差异显著;粒长、长宽比和透明度不同栽培处理之间差异不显著。

2.3 对稻米蒸煮和食用品质的影响

稻米蒸煮和食用品质是指米饭的理化特性和食味,如光泽度、蓬松性、粘滞性、冷却后的柔软性等,其评定指标包括碱消值(糊化温度)、胶稠度、直链淀粉含量等。直链淀粉含量为食用品质中最重要的因素,可分为高($\geq 25\%$)、中($21\% \sim 24\%$)、低($10\% \sim 20\%$)和极低($\leq 9\%$)四种类型，一般直链淀粉含量太高其米饭较硬,直链淀粉含量太低米饭较软粘,通常以 $17\% \sim 24\%$

表 5 不同栽培模式对稻米蒸煮和食用品质的影响

品种	栽培模式	直链淀粉含量 (%)	胶稠度 (mm)	糊化温度 (级)
88s/1128	旱作覆膜	13.79 a	63.00 c	3.40 a
	水作覆膜	13.23 a	67.00 a	3.00 ab
	旱作不覆膜	13.87 a	71.00 b	2.50 b
	常规栽培	14.11 a	71.00 b	2.90 ab
湘晚籼 17 号	旱作覆膜	13.39 a	74.00 a	4.00 b
	水作覆膜	13.71 a	71.00 b	4.10 b
	旱作不覆膜	12.74 a	61.00 d	4.30 a
	常规栽培	13.47 a	64.00 c	4.30 a

表 6 两个品种不同栽培模式稻米品质性状的变异度

品质性状	88S/1128					湘晚籼 17 号				
	平均值	最大值	最小值	标准差	CV(%)	平均值	最大值	最小值	标准差	CV(%)
糙米率(%)	82.83	83.10	82.60	0.21	0.25	79.90	80.80	79.00	0.74	0.93
精米率(%)	73.98	74.40	73.50	0.38	0.51	68.30	69.20	67.20	0.89	1.30
整精米率(%)	61.23	65.30	59.30	2.77	4.53	52.60	54.50	51.60	1.34	2.56
垩白粒率(%)	30.88	32.50	27.50	2.29	7.41	1.25	2.00	0.50	0.65	51.64
垩白大小(%)	11.88	14.50	10.00	2.25	18.95	4.88	8.00	3.50	2.10	43.01
粒长(mm)	7.10	7.10	7.10	0	0	7.85	8.00	7.80	0.10	1.27
长宽比	3.20	3.20	3.20	0	0	4.13	4.20	4.10	0.05	1.21
直链淀粉含量(%)	13.75	14.11	13.23	0.37	2.71	13.33	13.71	12.74	0.41	3.11
胶稠度(mm)	68.00	71.00	63.00	3.83	5.63	67.50	74.00	61.00	6.03	8.93
糊化温度(级)	2.95	3.40	2.50	0.37	12.53	4.18	4.30	4.00	0.15	3.59
蛋白质含量(%)	9.84	10.29	9.56	0.32	3.20	10.35	10.92	9.74	0.49	4.69
透明度(级)	1.50	2.00	1.00	0.58	38.49	1.25	2.00	1.00	0.50	40.00

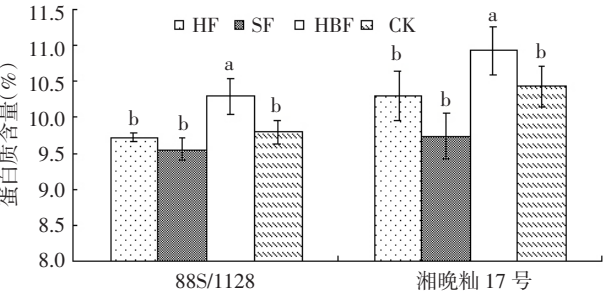


图 1 不同栽培模式对稻米营养品质的影响

为宜，其米饭柔软疏松而有弹性。胶稠度是米胶的长度,分为软(≥61 mm)、中(41~60 mm)、硬(≤40 mm)三个级别。一般糊化温度以碱消值表示,碱消值增加,糊化温度降低,品质变优。

由表 5 可知,2 个品种不同栽培模式的稻米直链淀粉含量无显著差异。88S/1128 旱作不覆膜栽培与常规栽培的胶稠度显著高于水作覆膜栽培和旱作覆膜栽培;旱作覆膜栽培糊化温度高于水作覆膜栽培、旱作不覆膜栽培和常规栽培,且与旱作不覆膜栽培差异达显著水平。湘晚籼 17 号旱作覆膜栽培的胶稠度显著高于水作覆膜栽培、旱作不覆膜栽培和常规栽培,分别增加了 4.23%、21.31%和 15.63%,各处理间差异显著;就糊化温度而言,覆膜栽培与不覆膜栽培相比,无论旱作还

是水作均能显著降低稻米的糊化温度,从而有利于进一步增加该优质稻的蒸煮和食用品质。

2.4 对稻米营养品质的影响

稻米营养成分包括淀粉(约占 90%)、蛋白质(7.0%左右)、脂肪(0.8%)、维生素和矿物质等,目前主要以稻米的蛋白质含量(Protein content)作为营养品质的指标。从图 1 分析可知,88S/1128 的蛋白质含量高低顺序为 HBF>CK>HF>SF;旱作不覆膜分别比常规栽培、旱作覆膜和水作覆膜提高了 5.11%、5.86%和 7.64%,达显著水平。湘晚籼 17 号蛋白质含量高低顺序为 HBF>CK>HF>SF,旱作不覆膜比常规栽培、旱作覆膜和水作覆膜分别增加了 4.70%、6.03%和 12.11%,且差异显著。

2.5 稻米品质性状的变异度分析

由表 6 可知,88S/1128 稻米品质性状变异度最大的为外观品质性状,其中,透明度变异系数高达 38.49%,垩白大小的变异系数达 18.95%;其次为蒸煮食味品质性状,其中,糊化温度的变异系数为 12.53%;第三为碾米品质性状,其中,整精米率变异系数为 4.53%;变异系数最小的也是外观品质,粒长和长宽比的变异系数最小。湘晚籼 17 号稻米品质性状变异度最大的也是外观品质,其中,垩白粒率变异系数高达 51.64%,垩白大小变异系数达 43.01%,透明度变异系

数达 40.00%;其次为蒸煮食味品质性状,其中,胶稠度变异系数为 8.93%。

3 结论与讨论

本研究表明,与水作覆膜、旱作不覆膜及常规栽培稻米相比,参试 2 个品种均一致表现为旱作覆膜的加工品质(糙米率、精米率)略有提高。88S/1128 的糙米率、精米率不同处理间差异不显著,但旱作覆膜栽培的整精米率降低,且与水作覆膜、旱作不覆膜及常规栽培差异显著。湘晚粳 17 号旱作覆膜栽培的精米率显著高于水作覆膜栽培,但整精米率却显著低于水作覆膜栽培。这与李克武等^[1]和杨建昌等^[2]的研究结果类似。

2 个品种一致表现为旱作覆膜、水作覆膜、旱作不覆膜及常规栽培稻米外观品质(粒长、长宽比)差异不显著,但垩白粒率、垩白大小旱作覆膜比常规栽培显著提高。研究还表明,88S/1128 旱作覆膜与常规栽培相

比,直链淀粉含量降低、胶稠度变小、糊化温度升高;而湘晚粳 17 号直链淀粉含量降低、胶稠度变大、糊化温度降低。但杨建昌等^[2]研究表明,旱作覆膜栽培稻米胶稠度较水作显著减小,糊化温度则比水作增加。测定结果表明,2 个品种蛋白质含量一致表现为 HBF>CK>HF>SF,且旱作不覆膜与常规栽培、旱作覆膜和水作覆膜差异显著。

研究还表明,稻米品质性状变异度最大的为外观品质性状,其次为蒸煮食味品质性状,碾米品质性状变异度较小,这与黄发松等^[3]的研究结果相同。

参考文献

- [1] 李克武,易杰忠,董全才. 覆膜旱作稻米品质的初步研究[J]. 中国农学通报,2000,6(5):4-6.
- [2] 杨建昌,王志琴,陈义芳,等. 旱种水稻产量与米质的初步研究[J]. 江苏农业研究,2000,21(3):1-5.
- [3] 黄发松,罗玉坤,庞乾林. 我国优质稻米的生产现状和发展对策[J]. 中国稻米,1998(6):3-6.

Effects on Rice Quality of Different Cultivation Modes

QU Huaxiang¹, ZHAO Ping², LIU Yang³, ZHANG Yuzhu³

(¹ Agricultural Economic and Information Institute, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; ² Vegetable and Flower Institute, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; ³ Hunan Rice Research Institute, Changsha 410125, China; *Corresponding author: yuzhuzhang@hotmail.com)

Abstract: A field experiment was carried out to explore the effects of different cultivation modes on rice quality. The results showed that the brown rice rate and milled rice rate were highest under dry film mulching cultivation, the head rice rate was highest under water film mulching cultivation. There was no significant difference in grain length and length/width ratio of the same variety in different cultivation modes, but the film mulching cultivation had a higher rate of chalky rice rate and chalkiness degree. Compared with CK, 88S/1128 under dry film mulching cultivation has lower amylase content and gel consistency, but higher pasting temperature; Xiangwanxian17 under dry film mulching cultivation has lower amylose content, higher gel consistency and lower pasting temperature. The protein content of two varieties showed dry and no film mulching cultivation > conventional cultivation > dry film mulching cultivation > water film mulching cultivation. The variation degree of rice quality traits showed appearance quality traits > cooking and eating quality traits > milling quality traits.

Key words: rice; cultivation modes; quality

(上接第 30 页)

Analysis of SPAD Value of Rice Leaf and Yield Under Different Soil Fertility and Nitrogen Application

LI Jie, FENG Yuehua*, WANG Xu, MA Jingbiao, WU Yanli, LI Xiangling, YE Yong, HUANG Yougang, MOU Guiting

(College of Agronomy, Guizhou University, Guiyang 550025, China; *Corresponding author: fengyuehua2006@126.com)

Abstract: SPAD value of rice canopy leaves and yield under different soil fertility and nitrogen application were analyzed, Qyou 6 as material. The results showed that the curve relationship between yield and apparent nitrogen supply was very significant, and there was a higher yield for Qyou 6 when apparent nitrogen supply was 575.27 kg/hm². The SPAD value of every growth stage under different soil fertility and nitrogen application was heading stage>jointing stage>maturity stage, and the difference of SPAD value were mainly at heading stage and maturity stage. The differences of SPAD value of four rice canopy leaves of different soil fertility and nitrogen application were mainly in third leaf and fourth leaf. Their SPAD values could be used as parameter to diagnose the nutritional status of nitrogen. The linear relationship between SPAD value and apparent nitrogen supply was significant, and the matching effect of adopting SPAD 13xLA/mean was best. The secondary index of SPAD value obtained from rice canopy leaves could estimate available nitrogen of soil.

Key words: rice; SPAD value; apparent nitrogen supply; available nitrogen; yield