

新型栽培技术对水稻产量及稻米品质的影响

陈国军¹ 雷舜² 唐湘如² 梁文立¹ 张建国² 苏章标¹ 符敏^{1*}

(¹ 中山市农业科技推广中心, 广东 中山 528400; ² 华南农业大学农学院, 广州 510642; 第一作者: 673530087@qq.com;

* 通讯作者: fumin2002007@163.com)

摘 要:为探明“增香”栽培技术和“强源活库优米”栽培技术在中山市水稻栽培中的应用效果,对香稻品种象牙香占和美香占实施“增香”栽培技术、对非香稻品种金农丝苗和华航 31 实施“强源活库优米”栽培技术,研究新型栽培技术对水稻产量、品质、干物质积累、光合特性和香稻香气含量等指标的影响,以确保新技术的推广应用效果。结果表明,“增香”栽培和“强源活库优米”栽培处理的水稻品种光合生产能力在生育后期优势明显,促进了水稻生育后期的物质生产和积累;同时,“增香”栽培技术显著提高了香稻籽粒 2-AP 的含量,达到了浓香栽培的目的。

关键词:水稻;增香栽培;强源活库优米栽培

中图分类号:S511.048 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2016)06-0066-05

水稻是我国重要的粮食作物,提高水稻的产量和品质一直是我国水稻育种与栽培的重要目标^[1]。众多学者认为,采取相配套的栽培技术是实现水稻高产优质的关键^[2-4];亦有学者主张“强源活库”的栽培模式^[5-7]。“强源活库优米”栽培技术主要应用于超级稻^[8],对常规稻产量与品质的影响尚未见报道。

香稻因其独特的香味与优良的品质受到各国人民的喜爱。虽然香稻米的价格是普通优质大米的 2 倍多,但其销量仍然在逐年增长^[9]。Buttery 等^[10]测得香米区别于普通稻米的香味成分为 2-乙酰-1-吡咯啉 (2-AP),并且 2-AP 浓度的差异是品种间香味强弱不同的原因。目前大量研究表明,巴斯马蒂型和茉莉香型的香稻,其香味的最重要成分为 2-AP^[10-14]。香味是香稻增值的指标之一,如何在不降低香稻产量的基础上提高香味是各国香稻育种与栽培研究人员探讨的重点^[15]。因此,开展“增香”栽培将有利于提高我国香稻的产业化发展与市场竞争力。

为此,本研究设置了“强源活库优米”栽培和“增香”栽培 2 种技术处理,以 4 个常规稻品种(象牙香占、美香占、金农丝苗和华航 31)为材料,研究了不同栽培技术对常规稻产量与品质性状的影响,以期为中山地区常规稻的高产优质栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验田概况

试验于 2015 年晚季在中山市农业技术推广中心示范田进行。土壤理化性质:有机质 25.34 g/kg,全氮

1.28 g/kg,有效磷 101.34 mg/kg,速效钾 135.04 mg/kg。

1.2 试验材料

供试水稻品种:象牙香占、美香占、金农丝苗和华航 31,均为常规稻品种,前 2 个为香稻品种,后 2 个为非香稻品种,由中山市农业技术推广中心提供。

1.3 试验设计

试验设置 2 个栽培技术处理:对香稻品种实施“增香”栽培技术(IAC)、对非香稻品种实施“强源活库优米”栽培技术(ES)。参照唐湘如等^[16]的方法对香稻品种进行“增香”栽培:稻田基肥由华南农业大学研发的“香稻专用肥”(国家发明专利授权,专利号 ZL 2010 1 0519436.3,含有机肥 10%、尿素 26%、过磷酸钙 50%、氯化钾 12%)750 kg/hm²,基肥、分蘖肥比为 5:3;破口期施用“香稻增香剂”(国家发明专利授权,专利号 ZL 2010 1 0518779.8,含 GA31%、脯氨酸 5%、氯化锌 93%)3 kg/hm²,稀释 500 倍。参照唐湘如等^[17]的方法对非香稻品种进行“强源活库优米”栽培:秧田期施用壮秧剂 50 g/m²,稻田基肥由华南农业大学研发的“超级稻专用肥”1 200 kg/hm²,基肥、分蘖肥比 8:2;齐穗期喷施“超级稻米质改良剂”4.5 kg/hm²,对水 1 125 kg。常规栽培(CK):施用纯氮 180 kg/hm²、氯化钾 225 kg/hm²,基、蘖肥比 6:4;施用 P₂O₅ 90 kg/hm²,作基肥一次性施用。

试验于 7 月 25 日播种,8 月 15 日移栽,每丛栽 4

收稿日期:2016-07-03

基金项目:广东省发展粮食生产专项资金(F15025);广东省农业攻关项目(2004B20101007)

表 1 不同栽培技术条件下水稻的产量性状表现

品种	处理	有效穗数 (10 ⁴ /hm ²)	每穗粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)	实际产量 (t/hm ²)
美香占	IAC	342.68 [*]	151.42	90.20 [*]	19.20	6.97 [*]
	CK	320.21	146.25	84.23	18.98	6.21
象牙香占	IAC	330.18 [*]	142.23	88.60 [*]	20.70	6.97 [*]
	CK	314.73	140.25	81.27	20.61	6.15
金农丝苗	ES	270.90	238.40	93.50 [*]	21.50	8.33
	CK	266.58	235.51	85.12	21.36	7.91
华航 31	ES	293.40	215.80	89.80 [*]	25.80	7.65
	CK	290.12	213.89	85.01	25.68	7.38

*表示同一品种与 CK 差异达到显著水平(α=0.05,LSD 法)。下同。

苗,移栽规格 30 cm×12 cm。小区面积 60 m²,3 次重复,其中 30 m² 用于调查取样,30 m² 用于测产。其他田间管理措施保持一致。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 叶绿素相对含量

分别于分蘖期、孕穗期、齐穗期、成熟期随机选取长势一致的水稻,参照罗一鸣等^[18]的方法,用 SPAD-502 型叶绿素测定仪测定水稻剑叶的叶绿素相对含量 (SPAD)。每片叶片测定上部 1/3、中部、下部 1/3 的 SPAD 值,求其平均值,每小区测定 20 片叶片。计算 SPAD 衰减指数。SPAD 衰减指数=(齐穗期 SPAD-成熟期 SPAD)/齐穗期 SPAD。

1.4.2 净光合速率

分别于分蘖期、孕穗期、齐穗期和成熟期选择晴朗的上午,随机选取长势一致的水稻 9 株,于 9:30 开始使用 LI-6400 便携式光合测定仪(LI-COR 公司,美国)测定稻株最顶端完全展开叶(光量子通量密度设定为 1000 μmol/m²·s)的净光合速率。

1.4.3 干物质

分别于分蘖期、孕穗期、齐穗期和成熟期选取 3 丛水稻样株进行干物质测定,于 105℃下杀青 30 min,80℃下烘干至恒质量,然后称量干物质量,计算干物质积累量。

1.4.4 产量性状

参照黄忠林等^[9]的方法,收获时采用五点取样法,按 1 m² 面积收割产量,3 次重复,并换算成实际产量。每小区测定 100 丛的有效穗数,另随机取 5 丛有效穗数,测定每穗总粒数、结实率和千粒重。

1.4.5 稻米品质

稻谷收获后晒干放置 3 个月后进行品质测定。糙米率由稻谷经砻谷机脱壳后测定,精米率由糙米经过精米机处理后获得。通过垩白观察仪计算垩白粒率和

垩白度。由近红外谷物分析仪测得蛋白质含量和直链淀粉含量。

1.4.6 糙米香气含量

籽粒香气(2-AP)的测定参照李艳红等^[19]的方法,使用 GC-MS QP2010 Plus 型气相质谱联用仪进行测定。

1.5 数据统计与分析

采用 Excel 2003 和 Statistix 8.0 软件进行数据输入和统计分析。

2 结果与分析

2.1 水稻产量性状表现

从表 1 可以看出,与 CK 相比,“增香”栽培技术和“强源活库优米”栽培技术均显著提高了水稻的结实率,约提高 4~9 个百分点。此外,“增香”栽培技术显著提高了香稻的有效穗数和实际产量。其中,美香占和象牙香占的有效穗数较 CK 提高 7.02%和 4.91%,实际产量提高 12.24%和 13.33%,差异达显著水平。

2.2 水稻叶片的净光合速率

从表 2 可以看出,“增香”栽培技术与“强源活库优米”栽培技术保证了水稻叶片前期保持较高的净光合速率,均在分蘖期达到最大值。同时显著提高了水稻叶片后期的净光合速率,有利于光合产物的积累。

2.3 水稻叶片的 SPAD 值及衰减指数

从表 3 可知,在“增香”栽培技术与“强源活库优米”栽培技术下,水稻叶片在前期保持了较高的叶绿素相对含量,同时 SPAD 衰减指数较小,保证了水稻后期的光合作用能力。此外,“增香”栽培技术显著提高了香稻品种成熟期叶片的 SPAD 值。

2.4 水稻的群体干物质积累量

从表 4 可见,“增香”栽培技术和“强源活库优米”栽培技术主要影响水稻成熟期的群体干物质积累量,4

表 2 不同栽培技术下水稻叶片的净光合速率 (μmol/m²·s)

品种	处理	分蘖期	孕穗期	齐穗期	成熟期
美香占	IAC	19.16	16.81	18.64*	16.12*
	CK	19.59	16.59	16.24	14.36
象牙香占	IAC	18.57	17.08	18.44*	17.16*
	CK	18.38	17.57	14.98	15.26
金农丝苗	ES	21.29	18.68	17.38	16.47*
	CK	20.85	19.03	17.52	14.26
华航 31	ES	20.63	19.42	17.15	15.62*
	CK	19.98	19.57	16.89	13.41

表 3 不同栽培技术条件下水稻叶片的 SPAD 值及衰减指数

品种	处理	分蘖期	孕穗期	齐穗期	成熟期	SPAD 衰减指数
美香占	IAC	38.34	36.14	40.98	32.07*	0.22*
	CK	38.17	36.83	39.99	30.54	0.24
象牙香占	IAC	39.81	37.02	39.70*	30.02*	0.24
	CK	37.76	36.05	36.58	27.81	0.24
金农丝苗	ES	40.14	37.16	40.28	32.45	0.19*
	CK	39.85	37.25	39.41	31.01	0.21
华航 31	ES	40.93	38.92	42.12	30.13	0.28
	CK	39.95	38.85	40.95	29.43	0.28

表 4 不同栽培技术条件下水稻的群体干物质积累量 (t/hm²)

品种	处理	分蘖期	孕穗期	齐穗期	成熟期
美香占	IAC	1.19	7.08	9.69	12.59*
	CK	1.03	7.03	9.25	12.01
象牙香占	IAC	1.47	7.29	10.52	13.82*
	CK	1.35	7.12	10.31	12.66
金农丝苗	ES	1.42	7.09	11.71	16.12*
	CK	1.41	7.03	11.09	15.14
华航 31	ES	1.39	7.45	11.85	15.95*
	CK	1.28	7.39	10.98	14.73

表 5 不同栽培技术下水稻的稻米品质性状 (%)

品种	处理	糙米率	精米率	整精米率	蛋白质含量	直链淀粉含量	垩白度	垩白粒率
美香占	IAC	78.93	67.82	58.33*	9.89*	16.26	0.27*	3.69*
	CK	79.61	63.81	52.27	9.36	16.15	0.31	4.29
象牙香占	IAC	79.19	65.42	56.61*	9.27*	17.18	0.21*	2.76*
	CK	80.36	64.93	51.23	8.93	16.87	0.42	5.21
金农丝苗	ES	79.53	62.87	50.77	10.87	18.63	0.14*	2.85*
	CK	80.56	63.21	51.69	10.45	18.47	0.20	3.24
华航 31	ES	80.16	65.05	51.23	10.57	19.12	0.16*	3.11*
	CK	80.26	64.34	52.86	10.27	18.97	0.25	4.12

个水稻品种的群体干物质积累量在成熟期均显著高于各自的 CK。其中,美香占和象牙香占的群体干物质积累量较相应 CK 分别提高 4.83%和 9.16%,金农丝苗和华航 31 的群体干物质积累量分别较对应的 CK 提高 6.47%和 8.28%。

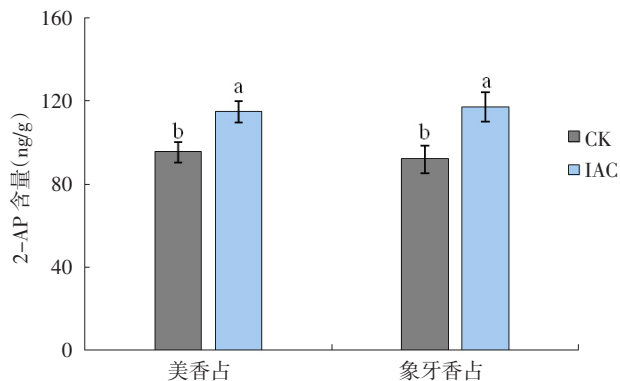
2.5 稻米的品质性状

由表 5 可知,“增香”栽培技术和“强源活库优米”栽培技术均显著降低了稻米的垩白度和垩白粒率,而“增香”栽培技术还显著提高了香稻品种的整精米率和

蛋白质含量。
2.6 “增香”栽培技术下香稻籽粒的 2-AP 含量
由图 1 可知,“增香”栽培技术显著提高了 2 个香稻品种籽粒 2-AP 含量。美香占和象牙香占的籽粒 2-AP 含量比相应 CK 分别提高了 20.21%和 27.18%。

3 讨论与结论

“强源活库”栽培能够优化源、库、流动态,提高水稻群体质量,有利于水稻结实率的提高和光合同化物



不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

图 1 增香栽培技术下香稻籽粒的 2-AP 含量

质的积累^[8]。本研究结果表明,在“强源活库”栽培技术下,水稻品种具有较高的结实率,水稻各时期叶片 SPAD 值和群体干物质积累量较高,特别是在生长发育的后期。说明“强源活库”栽培技术能够增强库的贮藏能力和源的代谢能力,同时减缓了水稻叶片的衰老,保证了后期水稻功能叶的净光合速率,有利于光同化产物的大量合成,从而充实库容量。

“增香”栽培技术能够提高香稻群体的光合能力并减缓功能叶的衰老,有利于生育后期干物质的积累^[9]。本研究结果表明,“增香”栽培能够显著提高香稻品种生育后期的净光合速率和群体干物质积累量,促进了香稻生育后期的物质生产和积累。“增香”栽培技术保证了香稻籽粒 2-AP 的含量,达到了浓香栽培的目的,这跟段美洋等^[10]的研究结果一致。同时“增香”栽培处理下,香稻品种具有较高的整精米率及蛋白质含量,改善了稻米品质。

参考文献

- [1] 谢华安. 华南型超级稻育种及其技术研究进展[J]. 沈阳农业大学学报, 2008, 38(5): 714-718.
- [2] 马群, 林青山, 黄志平, 等. “超级稻强源活库优米”技术的增产效果分析[J]. 中国稻米, 2015, 21(3): 60-61.
- [3] 马国辉. 超级杂交稻高产理论与实践初论 [J]. 中国农业科技导报, 2005, 7(4): 3-8.
- [4] 黎国喜, 田华, 唐湘如, 等. 超级稻“强源活库优米”栽培技术与传统栽培技术的比较[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(9): 106-108.

- [5] 李武, 康靛, 唐湘如, 等. 双季超级稻强源活库优米栽培技术研究 IV. 超级稻专用肥对超级杂交稻源库特性的影响 [J]. 杂交水稻, 2010, 25(2): 73-77.
- [6] 田华, 黎国喜, 袁红梅, 等. 双季超级稻强源活库优米栽培技术研究 II. 物质改良剂对超级稻源库及米质的影响 [J]. 杂交水稻, 2009, 24(1): 78-81.
- [7] 李武, 黎国喜, 钟克友, 等. 双季超级稻强源活库优米栽培技术研究 III. 超级杂交稻不同密度配置条件下的源库特性与产量[J]. 杂交水稻, 2009, 24(5): 66-70.
- [8] 罗一鸣, 田晋元, 林青山, 等. 强源活库优米栽培对华南广适型超级稻产量的影响 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2014, 42(4): 55-60.
- [9] 黄志林, 唐湘如, 王玉良, 等. 增香栽培对香稻香气和产量的影响及其相关生理机制[J]. 中国农业科学, 2012, 45(6): 1 054-1 065.
- [10] Buttery R G, Ling L C, Juliano B O, et al. Cooked rice aroma and 2-acetyl-1-pyrroline[J]. *J Agri Food Chem*, 1983, 31(4): 823-826.
- [11] Paule C M, Powers J J. Sensory and chemical examination of aromatic and nonaromatic rices[J]. *J Food Sci*, 1989, 54(2): 343-346.
- [12] Laksanalamai V, Ilantileke S. Comparison of aroma compound 2-acetyl-1-pyrroline in leaves from pandan[J]. *Cereal Chem*, 1993, 70(4): 381-384.
- [13] Lorieux M, Petrov M, Huang N, et al. Aroma in rice: genetic analysis of a quantitative trait[J]. *Theoretical Applied Genetics*, 1996, 93(7): 1145-1151.
- [14] Jezussek M, Juliano B O, Schieberle P. Comparison of key aroma compounds in cooked brown rice varieties based on aroma extract dilution analyses[J]. *J Agri Food Chem*, 2002, 50(5): 1 101-1 105.
- [15] Mo Z, Li W, Pan S, et al. Shading during the grain filling period increases 2-acetyl-1-pyrroline content in fragrant rice[J]. *Rice*, 2015, 8(1): 9.
- [16] 唐湘如, 潘圣刚, 段美洋, 等. 香稻栽培技术规程[J]. 广东农业科学, 2014, 41(1): 5-7.
- [17] 唐湘如, 黎国喜, 钟克友, 等. 双季超级稻强源活库优米栽培技术研究 V. 双季超级稻强源活库优米栽培的理论与技术[J]. 杂交水稻, 2010, 25(3): 74-78.
- [18] 罗一鸣, 肖立中, 潘圣刚, 等. 香稻专用肥对香稻光合物质生产特征的影响[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(1): 28-32.
- [19] 李艳红, 唐湘如, 潘圣刚, 等. 分蘖期水氮互作对香稻香气、产量及稻米品质的影响[J]. 华北农学报, 2014, 29(1): 159-164.
- [20] 段美洋, 黎国喜, 田华, 等. 增香剂对香稻香气和生理特性的影响 [J]. 华南农业大学学报, 2009, 30(3): 1-3.

Effects of New Cultivation Techniques on Rice Yield and Quality

CHEN Guojun¹, LEI Shun², TANG Xiangru², LIANG Wenli¹, ZHANG Jianguo², SU Zhangbiao¹, FU Min^{1*}

(¹ Agricultural Science and Technology Promotion Center of Zhongshan County, Zhongshan, Guangdong 528400, China; ² College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 1st author: 673530087@qq.com; *Corresponding author: fumin2002007@163.com)

Abstract: A field experiment was conducted to study the effects of increasing aroma cultivation for aromatic conventional rice Xiangyaxiangzhan, Meixiangzhan, cultivation technique characterized by enhancing source, activating sink and improving quality for non

Key words: rice; increasing aroma cultivation; cultivation technique characterized by enhancing source, activating sink and improving quality

·综合信息·

广东省 2016 年审定通过的水稻新品种(上)

审定编号 (粤审稻)	品种名称	类型	选育单位	品种来源	全生育期 (d)	区试产量 (kg/667 m ²)	生试产量 (kg/667 m ²)
2016001	粤新油占	籼型常规稻	广东省农业科学院水稻研究所	粤金油占 / 齐华占	127~129	429.76	464.24
2016002	农晶丝苗	籼型常规稻	广东省佛山市农业科学研究所	三农选 / 粤晶丝苗 2 号	125~128	439.91	463.87
2016003	华航 38 号	籼型常规稻	国家植物航天育种工程技术研究中心 (华南农业大学)	航香 48/ 黄莉占	126~128	424.76	451.43
2016004	南桂占	籼型常规稻	广东省农业科学院水稻研究所	佳辐早占 / 丰华占 // 黄丝占	127~129	461.96	454.24
2016005	五优 1173	籼型三系杂交稻	国家植物航天育种工程技术研究中心 (华南农业大学)	五丰 A × 航恢 1173	123	491.58	482.42
2016006	五优 155	籼型三系杂交稻	广东恒昊农业有限公司、广东省农业科学院水稻研究所	五丰 A × R155	119~120	487.72	471.12
2016007	吉田优 622	籼型三系杂交稻	广东源泰农业科技有限公司、连山壮族瑶族自治县农业科学研究所	吉田 A × 泰 622	122	494.45	484.46
2016008	早优 736	籼型三系杂交稻	广东省农业科学院水稻研究所、广东省金稻种业有限公司	早丰 A × 广恢 736	122	483.13	472.29
2016009	卓优 4 号	籼型三系杂交稻	广东天弘种业有限公司	卓 A × H 恢 4 号	121	487.69	453.24
2016010	吉优 186	籼型三系杂交稻	中国种子集团有限公司三亚分公司、广东省农业科学院水稻研究所	吉丰 A × R186	122~123	459.11	516.68
2016011	安优 208	籼型三系杂交稻	广东省农业科学院水稻研究所、广东省金稻种业有限公司	安丰 A × 广恢 208	120~121	460.30	514.43
2016012	吉优 916	籼型三系杂交稻	广东省农业科学院水稻研究所、广东省金稻种业有限公司	吉丰 A × 广恢 916	118~120	436.26	467.91
2016013	鹏优 6228	籼型三系杂交稻	广东深圳市兆农农业科技有限公司	鹏 A × R6228	123~125	464.00	518.29
2016014	五优粤禾丝苗	籼型三系杂交稻	广东省农业科学院水稻研究所、广东省金稻种业有限公司	五丰 A × 粤禾丝苗	120~121	456.66	491.43
2016015	吉优 360	籼型三系杂交稻	广东省金稻种业有限公司、广东省农业科学院水稻研究所	吉丰 A × 广恢 360	120~121	443.89	498.55
2016016	恒丰优 7166	籼型三系杂交稻	广东粤良种业有限公司	恒丰 A × R7166	123~125	472.84	515.94
2016017	卓优 2 号	籼型三系杂交稻	广东天弘种业有限公司	卓 A × H 恢 2 号	120~121	448.41	467.20
2016018	隆 3 优华占	籼型三系杂交稻	湖南隆平种业有限公司、中国水稻研究所、袁隆平农业高科技股份有限公司	隆 398A × 华占	125~128	476.47	495.23
2016019	和两优 3398	籼型两系杂交稻	深圳市兆农农业科技有限公司	和 620S × R3398	124~127	444.53	470.79
2016020	深优 5113	籼型三系杂交稻	湖南亚华种业科学研究院	深 95A × 华恢 113	123~126	437.32	472.79
2016021	Y 两优 900	籼型两系杂交稻	创世纪种业有限公司	Y58S × R900	130~133	464.73	523.43
2016022	裕优 116	籼型三系杂交稻	广东现代耕耘种业有限公司	裕 A × R7116	125~127	446.30	484.84
2016023	裕优美占	籼型三系杂交稻	广东鲜美种苗发展有限公司	裕 A × 金美占	123~126	464.16	502.77
2016024	群优 766	籼型三系杂交稻	广东源泰农业科技有限公司	群 A × 泰 766	125~128	442.75	507.17
2016025	Y 两优 305	籼型两系杂交稻	国家杂交水稻工程技术研究中心、广东伟丰达农业发展有限公司	Y58S × P305	126~129	457.84	517.65
2016026	甬优 4550	籼粳交三系杂交稻	浙江省宁波市种子有限公司	甬粳 45A × F9250	118~122	424.94	404.56

(下转第 75 页)