

香稻产量和品质形成的温度效应

徐振江, 肖立中, 王维, 唐湘如, 任永浩, 李之林

(华南农业大学农学院, 广东 广州 510642)

摘要:以2个常规香稻品种和1个杂交香稻组合为材料,通过人工气候室控温的方法,研究了不同温度处理对香稻产量和品质的影响。结果表明:灌浆结实期不同温度处理以日均温23℃香稻的产量最高、米质最好、香味得分也最高;高温处理(日均温30℃)使香稻的结实率、实粒数显著降低,虽然千粒质量稍有增加,但最终表现为产量显著降低;高温处理显著降低了精米率、整精米率、直链淀粉含量、碱消值、食味得分和香味得分,而使垩白度增加,胶稠度变硬,从而对香稻品质带来显著影响。

关键词:温度; 香稻; 产量; 品质

中图分类号:S31;S511

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2006)04-0001-04

Effect of Temperature on Yield and Quality of Aromatic Rice

XU Zhen-jiang, XIAO Li-zhong, WANG Wei, TANG Xiang-ru, REN Yong-hao, LI Zhi-lin

(College of Agriculture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Yield and quality of aromatic rice under four different temperature during the grain filling stage were studied by using two conventional aromatic rice cultivars and one hybrid aromatic rice combination. The results showed that yield and quality of aromatic rice of lower temperature (day mean temperature 23℃) treatment were the best, while yield, filled grain rate and filled grains per panicle of aromatic rice under the highest temperature (day mean temperature 30℃) were significantly reduced. The highest temperature treatment increased chalkiness score, while reduced milled rice, head rice, amylose content, alkali value, eating and aroma score, and gel consistency, therefore, influenced the quality of aromatic rice.

Key words: temperature; aromatic rice; yield; quality

香米营养价值高,其蛋白质、脂肪、氨基酸和微量元素含量丰富^[1],价格是普通稻米的1~4倍。随着人们生活水平的提高,香米的市场需求量在逐年增加,我国每年从泰国、巴基斯坦等国家进口大量香米,国外香米占据了国内市场的绝大部分。为此,充分利用我国有利的生态条件,加强香稻育种和栽培研究,提高香稻产量和品质,增强我国香米在国际市场的竞争力,变进口为出口是我国出口创汇农业迫切需要解决的问题。香稻米质受遗传因子、生态因子和栽培措施等方面的影响,在各种生态因子中,气温尤其是灌浆结实期的气温是影响香稻米质的最重要

因子^[2-3]。香米产量和品质形成的温度效应国外有些报道^[4-8]。本研究选用2个优良常规香稻品种和1个优良杂交香稻组合,通过严格的人工气候室控温试验,旨在揭示香稻产量和米质形成的温度效应,为香稻高产、优质栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

2个常规香稻品种桂香占和新香占,以及1个杂交香稻组合优杂五山香(下文统称品种),均由华南农业大学农学院提供。

收稿日期:2005-10-15

作者简介:徐振江(1974—),男,硕士;通讯作者:李之林(1949—),男,教授, E-mail:zhilinli601@hotmail.com

基金项目:广东省农业厅基金资助项目(2001438)

1.2 试验设计

试验于2003年晚季在华南农业大学教学试验农场网室和华南农业大学测试中心人工气候室中进行。7月23日播种,早育秧,8月9日移栽到陶土盆(20 cm × 25 cm,每盆土干质量为8.7 kg)中。每个品种4个温度处理,每个处理种3盆,每盆2穴,每穴2苗,共36盆。各盆栽材料抽穗前放置于网室,抽穗后移入人工气候室,人工气候室处理20 d后再移入网室,于11月10日收获。4个温度处理为:T1:19~23℃,平均21℃;T2:21~25℃,平均23℃;T3:24~28℃,平均26℃;T4:28~32℃,平均30℃。各温度设置中高温持续时间为8:00—20:00,其余时间为低温控制。光照条件按自然光的弱-强-弱变化规律设置:光量子通量密度8:00—12:00为600~650 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 12:00—16:00为900~950 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 16:00—20:00为650~700 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。湿度85%左右。

1.3 测定方法

收获后进行产量、有效穗数、每穗实粒数、结实

率和千粒质量等指标的考查;收获、干燥后储藏3个月,测定米质性状。糙米率、精米率、整精米率、垩白粒率、胶稠度、糊化温度、直链淀粉含量等品质性状的测定按照部颁标准《NY147—88 米质测定方法》^[9]进行;食味品质和香味品质的测定参照《GB/T15682—1995 稻米蒸煮试验品质评定》^[10]进行。

2 结果与分析

2.1 不同温度处理对香稻产量及产量构成的影响

表1的结果表明,3个香稻品种高温处理(T4)比2个低温处理(T1和T2)的结实率、每穗实粒数显著降低,虽然各品种高温处理T4的千粒质量较高,但最终表现为产量最低。各处理的产量大小依次为T2>T1>T3>T4,其中T4处理使桂香占、新香占和优杂五山香分别比T2处理的减产27.9%、22.8%和29.9%。可见,灌浆结实期气温是香稻产量形成过程中重要的环境因子,此期相对较低的气温有利于香稻高产。

表1 不同温度处理对香稻产量及产量构成的影响¹⁾

Tab.1 Effect of different temperature treatments on yield and yield components of three aromatic rice cultivars

品种 cultivar	t/℃	结实率 filled grain percent/%	每穗实粒数 filled grains per panicle	千粒质量 1 000-mass/g	有效穗数 panicles per plant	产量 yield/(g·盆 ⁻¹)
桂香占 Guixiangzhan	19~23	89.29a	96.82a	23.61d	30.75a	56.84b
	21~25	89.17a	97.59a	24.77b	32.07a	61.78a
	24~28	86.18b	94.77b	24.33c	30.08a	49.18c
	28~32	77.54c	90.83c	24.96a	28.77a	44.52c
新香占 Xinxiangzhan	19~23	94.43a	109.59c	16.23c	31.45a	52.05b
	21~25	91.54b	125.47a	16.81b	32.75a	56.15a
	24~28	91.47b	114.92b	15.99d	30.78a	46.44c
	28~32	86.45c	101.12d	17.21a	29.42a	43.35d
优杂五山香 Youzhawushanxiang	19~23	90.66a	123.23a	17.73d	32.42a	53.23b
	21~25	89.47b	111.52b	19.53b	33.53a	63.55a
	24~28	77.14c	92.24c	19.18c	31.52a	52.65b
	28~32	68.73d	76.18d	20.36a	33.19a	44.57c

1)表中同一品种同列数据后字母不同表示在0.05水平差异显著(Duncan's法)

2.2 不同温度处理对香稻品质的影响

2.2.1 加工品质和外观品质 糙米率、精米率和整精米率是稻米加工品质的3个重要指标。表2结果表明,3个香稻品种高温处理(T3和T4)的整精米率显著低于低温处理(T1和T2),高温处理T4的精米率显著低于低温处理(T1和T2)。与T2处理相比,T4处理分别使桂香占、新香占和优杂五山香的整精米率降低了26.20、24.87和22.21百分点。

垩白粒率、垩白度和长宽比是评价稻米外观品

质的重要指标。高温处理(T3和T4)比2个低温处理(T1和T2)的垩白粒率和垩白度显著增加,以T4处理的垩白粒率和垩白度最大。桂香占、新香占和优杂五山香3个香稻品种T4处理垩白度分别比T2处理增加了13.27、44.79和42.98百分点(表2)。

以上结果表明,灌浆结实期高温会使香米的加工品质和外观品质变劣,此时相对较低的气温是获得香米良好加工品质和外观品质的重要环境因子。

表2 不同温度处理对香米加工品质和外观品质的影响¹⁾

Tab. 2 Effect of different temperature treatments on process and apperance qualities of three aromatic rice cultivars

品种 cultivar	t/℃	糙米率 brown rice/%	精米率 milled rice/%	整精米率 head rice/%	垩白粒率 chalky percent/%	垩白度 chalkiness/%	长宽比 length/width
桂香占	19~23	82.36b	74.31b	66.68a	4.73c	0.14d	3.73a
Guixiangzhan	21~25	84.69a	77.15a	66.93a	4.38c	0.10d	3.55a
	24~28	81.47c	74.36b	60.85b	13.74b	2.94b	3.50a
	28~32	81.21c	69.49c	40.73c	25.82a	13.37a	3.43a
新香占	19~23	79.04b	71.62ab	54.27b	1.17c	0.03c	2.94a
Xinxiangzhan	21~25	79.95a	72.31a	64.65a	0.31d	0.01c	3.09a
	24~28	78.59bc	71.25b	43.68c	78.36b	22.9b	3.00a
	28~32	78.12c	70.55c	39.78d	95.32a	44.80a	2.97a
优杂五山香	19~23	81.35b	75.74b	69.31b	5.73c	0.59c	2.92a
Youzhawushanxiang	21~25	82.37a	76.81a	71.05a	4.55c	0.44c	2.96a
	24~28	81.19b	73.17c	61.00d	66.74b	26.24b	2.99a
	28~32	80.32c	71.02d	48.84c	89.25a	43.42a	2.87a

1)表中同一品种同列数据后字母不同表示在0.05水平差异显著(Duncan's法)

2.2.2 蒸煮品质 表3的结果表明,从T1到T4随着温度的升高,碱消值和直链淀粉含量依次降低,米胶长度依次变短,但因品种不同各指标变化幅度差别较大.各处理对常规香稻品种桂香占和新香占直链淀粉含量和胶稠度影响明显大于杂交香稻品种优杂五山香,例如桂香占和新香占的T4处理比T1处理胶稠度分别变短了10.05和12.87mm,而优杂五山香的仅变短了2.05mm.

2.2.3 食味和营养品质 各处理的食味得分依次为

T2>T1>T3>T4(表3).桂香占、新香占和优杂五山香3个香稻品种T4处理的食味得分比T2处理分别降低了13.41、10.22和10.51分.各处理对香味得分的影响与对食味得分的影响大致相同.香米中蛋白质的含量随着温度的升高而增加:T1<T2<T3<T4.桂香占、新香占和优杂五山香T4处理的蛋白含量比T1处理的分别提高了1.59、2.81和1.87百分点.对本试验条件下的蛋白质含量与食味得分相关分析表明,蛋白质含量和食味得分呈显著负相关($r = -6.60^*$).

表3 不同温度处理对香米蒸煮、食味和营养品质的影响¹⁾

Tab. 3 Effect of different tempearture treatments on the boiling, eating and nutritional qualities of three aromatic rice cultivars

品种 cultivar	t/℃	碱消值 alkali value	胶稠度 gel consistency/mm	w(直链淀粉 amylose)/%	香味得分 aroma score	食味得分 eating score	w(蛋白质 protein)/%
桂香占	19~23	6.33a	62.99a	12.35a	74.95b	77.51b	6.35c
Guixiangzhan	21~25	5.27b	61.07a	10.71b	77.46a	80.98a	6.69c
	24~28	4.37c	54.31b	9.68c	65.00c	69.14c	7.63b
	28~32	3.18d	52.94b	8.86d	60.05d	67.57d	7.94a
新香占	19~23	6.40a	65.21a	12.67a	77.11b	74.71b	6.12c
Xinxiangzhan	21~25	5.75b	60.99b	11.74b	79.88a	79.65a	7.22b
	24~28	5.09c	60.51b	7.78c	74.23c	71.07c	8.87a
	28~32	4.73c	52.34c	7.02d	70.82d	69.43d	8.93a
优杂五山香	19~23	5.88a	34.38a	22.51a	76.70b	74.29b	7.59d
Youzhawushanxiang	21~25	5.36b	33.05a	21.28b	79.39a	77.74a	8.44c
	24~28	5.01c	32.60ab	20.57c	74.13c	69.84c	9.03b
	28~32	4.91c	32.35b	19.19d	63.23d	67.23d	9.46a

1)表中同一品种同列数据后字母不同表示在0.05水平差异显著(Duncan's法)

3 讨论与结论

3.1 不同温度处理对香稻产量和品质的影响

相对较低的气温是香米优良品质,尤其是香味形成的重要环境条件. 本研究通过人工气候室严格控温试验,结果表明,灌浆结实期日均温 23 ℃(昼/夜: 25 ℃/21 ℃)最有利于 3 个香稻品种桂香占、新香占和优杂五山香高产和优质的形成;高温处理使结实率、每穗实粒数、糙米率、精米率、整精米率、直链淀粉含量、碱消值、食味得分和香味得分降低,垩白度显著增加,米胶长度变短,从而对香稻产量以及香米的加工品质、外观品质以及蒸煮食味品质产生较大影响.

孙平^[11]的研究结果表明,高温虽然使蛋白质含量增加,但可能使蛋白质的品质降低,从而引起食味变差. 本研究结果表明,香米中蛋白质含量随灌浆结实期温度升高而升高,蛋白质含量与食味得分呈显著负相关.

3.2 香米适宜播期和产地的建议

本研究认为灌浆结实期日平均温度 23 ℃有利于香稻高产和优质的形成. 广州地区 2003 年早稻灌浆结实期(6 月 9 日—7 月 10 日)日平均气温为 29.23 ℃,晚稻灌浆结实期(9 月 30 日—11 月 9 日)日平均气温 24.7 ℃,而且年度之间相差不大. 可见晚季香稻适时晚播有望获得较好品质. 优良的品种、适宜的温度要与良好的生产地结合起来方能获得高产和优质. 因此,香稻优良品种的选择、适宜播期的确定以及良好生产基地的建立是广东省香稻规模化和商品化生产的前提.

参考文献:

- [1] 盛锦山. 全国优质稻米品种简介[J]. 作物品种资源, 1987(1):31-39;1987(2):39-42.
- [2] TOSHIO T. Relation between mean air temperature during ripening period of rice and amylographic characteristics or cooking quality[J]. Jpn Crop Sci, 1999, 8(1): 45-47.
- [3] 孟亚利, 周治国. 结实期温度与稻米品质的关系[J]. 中国水稻科学, 1997, 11: 51-54.
- [4] ASAOKA M, OKUNO K, FUWA H. Effect of environmental temperature at the milky stage on amylose content and fine structure of amylopectin of waxy and non-waxy endosperm starches of rice[J]. Agric Biochem, 1985, 45: 373-379.
- [5] DELA C N, KUMAR I. Effect of temperature during grain development on the performance and stability of cooking quality components of rice[J]. Jpn Breed, 1989, 39: 299-306.
- [6] HE Guang-cun, KOGRE K. Development of endosperm and synthesis of starch in rice grain: III. Starch property affected by temperature during grain development[J]. Jpn Crop Sci, 1990, 59: 340-345.
- [7] LEE J I, KIM J K. Effect of ripening temperature on quality, appearance and chemical quality characteristics of rice grain[J]. Rda Agric Sci Rice, 1996, 38: 1-9.
- [8] LEE K S, KIM Y D. Effect of genotype x soil interaction on rice grain quality in Japonica rice[J]. Intl Rice Res Notes, 1997, 22: 22.
- [9] 中华人民共和国农业部. NY147—88 米质测定方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1988.
- [10] 国家技术监督局. GB/T15682 稻米蒸煮试验品质评定[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.
- [11] 孙平. 蛋白质含量多会降低稻米食味吗: 试析日本产销界关于稻米食味和应否追肥问题的争议[J]. 中国稻米, 1998(5):31-33.

【责任编辑 周志红】