DOI:10.3969/j.issn.1006-8082.2016.06.007 中国稻米 2016,22(6):30-33

不同施肥处理对“稻花香”食味的影响

田南南[1] 郭海峰[2] 生华[1] 孙跃飞[2] 刘建[1*]

([1]天津农学院 农学与资源环境学院,天津 300384;[2]黑龙江五常市水到渠成水稻种植专业合作社,黑龙江 五常 150299;
[*]通讯作者:13821757926@163.com)

摘 要:以“稻花香”为供试材料,研究了不同施肥处理(T1,常规处理;T2,豆饼处理;T3,豆饼+麦饭石处理)对稻米食味品质的影响。结果表明,T3 处理的整精米率高于 T1 和 T2 处理,垩白粒率表现为 T3>T2>T1,而碎米率表现为 T3<T2<T1。从稻米的成分来看,蛋白质含量表现为 T1>T2>T3 的倾向,3 种处理的直链淀粉含量无显著差异,T3 处理的评分极显著高于 T1 和 T2 处理,T1 和 T2 处理间差异不显著。淀粉糊化特性方面,最高粘度表现为 T2>T3>T1,崩解值表现为 T3>T2>T1,而消减值表现为 T3<T2<T1。品尝试验中,3 个处理在米饭外观上的差异不明显,T2、T3 处理的香气与 T1 处理存在显著差异,T2、T3 处理的综合评价值极显著高于 T1 处理。T2 处理的味道、粘度和硬度与 T1 处理差异不显著,而 T3 处理的味道和粘度与 T1 处理存在显著差异。

关键词:水稻;施肥;食味;食味特性值

中图分类号:S511.062 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2016)06-0030-04

随着国民经济的飞速发展和人民生活水平的提高,人们对稻米品质的要求越来越高。稻米品质主要包括碾米品质、外观品质、蒸煮品质、食味品质、安全品质以及营养品质等多个方面,但概括起来可分为外在品质和内在品质两大方面。外在品质主要包括碾米品质(出糙率、出米率)和外观品质(整精米率、垩白粒率及碎米率),这些品质可通过直接称量或目测即可做出简单判断。其中,外观品质是稻米流通中最为重要的商品品质。内在品质是通过仪器的精确测定或品尝来判断的品质,主要包括食味品质(硬度、粘度和味道等)、安全品质(农药残留和重金属含量)、营养品质(对人体有益的成分含量)等。食味和营养品质主要和育种以及栽培措施有关,而安全品质则与水源及农药的使用存在密切关系。

我国水稻种植面积约为 0.29 亿 hm^2,其中粳稻栽培面积约占 30%。一般来说,粳稻的食味优于籼稻。东北地区是我国重要的粳稻产区,种植面积约占全国粳稻面积的 43%[1],其中黑龙江省粳稻种植面积占北方 14 省的 41.5%,占东北粳稻面积的 58.1%[2]。由此可见,黑龙江省水稻的发展对我国粳稻乃至全国水稻的发展至关重要。黑龙江省迄今为止已审定的香稻品种有 22 个,每年种植面积在 70 万 hm^2 以上[3]。近年来,作为衡量品质优劣的香味性状越来越受到消费者的青睐和市场的欢迎,成为育种家的选育目标之一[4]。五常市作为黑龙江省的香稻主产区,水稻种植历史悠久,因其一直是皇家独享的御贡米而名满天下。该市位于黑龙江省南部,水资源充足,无污染,土壤肥沃,这些得天独厚的自然资源有利于发展有机水稻栽培[5],五常市现在的主栽水稻品种为“稻花香”,栽培面积超过 10 万 hm^2,占全市水稻面积的 90%以上。为此,改善施肥措施,提高“稻花香”的食味品质对五常市乃至黑龙江省的稻米生产具有积极的作用。

目前,国内外有关稻米香味的遗传育种研究已有大量报道[6-12],栽培措施对水稻香味影响的研究也较多[13-17],但发酵豆饼和麦饭石的施用对水稻食味影响的研究未见报道。本试验以“稻花香”为材料,对不同施肥处理下“稻花香”的外观品质和食味品质进行了详细分析,以探讨该品种的优质栽培模式。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为 2015 年生产的“稻花香”。试验设在黑龙江省五常市水到渠成水稻种植专业合作社试验基地(东经 127°15′,北纬 44°92′)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计和田间管理

试验设常规栽培(T1)、豆饼处理(T2)和豆饼+麦饭石处理(T3)共 3 个处理,每个处理 3 次重复。T1 处理只使用化肥,具体施肥方法:底肥全部施复合肥(N:P_2O_5:K_2O=11:12:12),用量为 500 kg/hm^2,缓苗后使用尿

收稿日期:2016-07-29
基金项目:天津市自然科学基金(13JCYBJC 39700)

表 1　不同施肥处理对“稻花香”外观品质的影响

处理	整精米率（%）	垩白粒率（%）	碎米率（%）
T1	71.43 b AB	9.30 C	19.27 A
T2	70.07 b B	16.90 B	12.40 B
T3	72.70 a A	19.23 A	8.07 C

表中数据为各重复的平均值；同列数据后不同大、小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平差异显著。下同。

表 2　不同施肥处理对“稻花香”成分和评分的影响

处理	蛋白质含量（%）	直链淀粉含量（%）	评分（分）
T1	7.57 a A	20.73 a	65.3 b B
T2	6.73 b B	20.67 a	67.3 b B
T3	6.43 c B	20.63 a	74.7 a A

表 3　不同施肥处理对“稻花香”淀粉糊化特性的影响

处理	最高粘度（RVU）	崩解值（RVU）	消减值（RVU）
T1	170.83 c B	62.25 C	10.83 C
T2	217.58 a A	77.75 B	1.08 B
T3	214.17 b A	80.92 A	-11.00 A

素进行追肥，用量为 150 kg/hm²；T2 处理施发酵豆饼 600 kg/hm²，全部作基肥施用；T3 处理：施发酵豆饼 150 kg/hm²，另加麦饭石 350 kg/hm²，全部作基肥。3 个处理在 4 月 8 日采用大棚结合覆膜方式进行育苗，5 月 10 日插秧，10 月 1 日收获，其他田间管理方式均相同。收获后取样自然风干，然后送天津农学院中日合作水稻食味研究中心进行食味分析。

1.2.2　外观、成分和淀粉糊化特性的测定

用韩国砻谷机械产业公司生产的 SY-88-TH 型砻谷机去糙；日本佐竹公司生产的 CBS300AS 型精米机碾成精米，精糙比控制在 90%；日本佐竹公司生产的 RJQI20 型颗粒评定仪测定稻米外观；日本静冈制机公司生产的 PS500 型水稻食味计测定稻米成分和评分；澳大利亚 Newport 公司生产的 RAV-4 型快速粘度分析仪测定淀粉的糊化特性。需要说明的是，颗粒评定仪测定的外观项目较多，为了便于分析和表格的制作，把测定项目归为三类，即整精米（没有任何瑕疵的完整粒）、垩白米（粒型完整，但有心白、腹白或背白以及未熟粒、茶色米）和碎米（米粒不完整、裂腰以及虫伤）。

1.2.3　食味品尝

品尝人员由天津农学院的教师和学生共 20 名组成，以 T1 处理为对照（各品尝评价项目值设为零），不设重复，试验操作遵照日本粮食厅制定的要求进行[18]。

1.3　数据分析

使用 SPSS19.0 软件进行单因素方差分析，平均值的比较采用 Duncan 法，表格的制作用 Excel 来完成。

2　结果与分析

2.1　不同施肥处理对“稻花香”外观品质的影响

从表 1 可以看出，T3 处理的整精米率最高，为 72.70%，T2 处理最低，为 70.07%，T3 处理显著或极显著高于 T1 和 T2 处理，但 T1 和 T2 处理间差异并不显著。垩白粒率表现为 T3>T2>T1，且处理间存在极显著差异。不同处理的碎米率也存在极显著差异，表现为 T1>T2>T3。3 个处理在整精米率、垩白粒率和碎米率上的表现趋势并不一致，但在稻米外观的衡量中，整精米率是最为重要的指标，所以笔者认为，T3 处理的外观优于 T1 和 T2 处理。

2.2　不同施肥处理对“稻花香”的成分和评分的影响

从表 2 可见，T1 处理的蛋白质含量最高，为 7.57%，极显著高于 T2（6.73%）和 T3（6.43%）处理，T2 处理显著高于 T3 处理；直链淀粉含量 3 个处理间无显著差异；评分分值 T3 处理极显著高于 T1 和 T2 处理，而 T1 和 T2 处理间差异不显著。

2.3　不同施肥处理对“稻花香”淀粉糊化特性的影响

从表 3 可以看出，T2 和 T3 处理的最高粘度分别为 217.58 RVU 和 214.17 RVU，极显著高于 T1 处理，T2 处理显著高于 T3 处理；从崩解值来看，T3 处理极显著高于 T2 处理，而 T2 处理又极显著高于 T1 处理；消减值则表现为 T3 处理极显著低于 T2 处理，T2 处理极显著低于 T1 处理。总体来说，T2 与 T3 处理间的差异相对较小，T2、T3 处理与 T1 处理间的差异相对较大。

2.4　不同施肥处理对“稻花香”食味的影响

从表 4 可以看出，施用豆饼以及麦饭石对蒸煮米饭的外观无明显影响，但 T2 和 T3 处理的香气评价值分别为 0.68 和 0.42，显著高于对照 T1 处理，特别是综合评价值，T2 和 T3 处理更是高达 0.84 和 0.74，极显著高于对照 T1 处理。这表明豆饼和麦饭石的施用可增加“稻花香”米饭的香气，提高综合评价值。关于味道、粘度和硬度，T2 处理和 T3 处理的表现不尽相同。在味道方面，T3 处理显著高于 T1 处理，T2 与 T3、T2 与 T1 处理无显著差异。T3 处理的粘度达到 0.89，所有参与品尝人员没有给出负值（数据省略），T3 处理的粘度明显高于 T1 和 T2 处理，T2 处理的粘度虽高于 T1 但无显著差异。在硬度上，T2 处理最高，为 0.58，显著高于 T3 处理，与 T1 无显著差异；T3 处理的硬度是品尝试验中

表 4　不同施肥处理对“稻花香”食味的影响

处理	外观	香气	味道	粘度	硬度	综合评价
T1	0.00 a	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.00 ab	0.00 B
T2	0.00 a	0.68 a	0.42 ab	0.26 b	0.58 a	0.84 A
T3	0.32 a	0.42 a	0.63 a	0.89 a	−0.16 b	0.74 A

出现的唯一负值(−0.16)，但与 T1 处理无显著差异。

3　讨论

稻米的外观品质是育种和栽培中首要考量的一项指标，其中最重要的是整精米率。刘建等[19]研究指出，虽然稻米外观和米饭的食味不相关，但作为最直观的商品品质，整精米率仍是亲本选定、资源材料筛选以及后代选择中非常重要的一项指标。本试验中，T3 处理的整精米率高于 T1、T2 处理，这说明少量施用豆饼并配以麦饭石可以改善“稻花香”的外观品质，提高其商品价值。至于造成 T2 及 T3 处理垩白粒率明显升高和碎米率显著降低的原因仍有待进一步探讨。

稻米成分中蛋白质含量和直链淀粉含量是影响稻米食味的 2 个最主要的因素，蛋白质含量越低食味越好，直链淀粉含量在一定范围内也是越低越好 [19-23]。本试验结果表明，T1 处理的蛋白质含量极显著高于 T2 和 T3 处理，T2 处理显著高于 T3 处理。蛋白质含量的高低主要和氮肥的施用量有关。随着氮肥施用量的增加，特别是后期追肥容易造成籽粒中蛋白质含量的升高[24]。但同一品种直链淀粉含量的高低主要受灌浆期温度的影响，本试验中不同处理的气候条件完全相同，是造成不同处理间直链淀粉含量差异不显著的重要原因。评分是测定蛋白质含量和直链淀粉含量等指标参数后，仪器自动给出的评价结果，可作为参考使用。

稻米淀粉的糊化特性和食味间存在密切联系。能够反映食味品质优劣差异的 RVA 谱特征值较为重要的指标为最高粘度、崩解值和消减值，其共同表现为最高粘度、崩解值相对较高，消减值相对较低的品种，食味品质可能较好[25]。陈能等[26-27]的研究也认为，消减值、崩解值可有效地区分出品种品质的优劣。从表 3 可以看出，T2 处理的最高粘度、T3 处理的崩解值最高，消减值最低的是 T3 处理。而 T1 处理的最高粘度和崩解值最低，消减值最大，这说明 T3 和 T2 处理的食味有可能优于 T1 处理。

食味品质是所有稻米品质中最为重要的一个方面。从本次试验的结果来看，施用豆饼或豆饼+麦饭石确实有利于改善和提升稻花香的香气和食味，这种食味的改善主要是因为豆饼中的氮素含量低于常规施肥，从而造成蛋白质含量降低以及淀粉 RVA 谱特征值的变化，如最高粘度和崩解值升高、消减值降低，最终导致食味的提升。需要说明的是，表 4 中的数据是以参品人员为重复的统计结果，他们是来自全国各地的学生和教师。刘建等[28]研究认为，不同地区品尝员间的食味嗜好性虽存在差异，但基本上是一致的，但参品人员在品尝时的灵敏度和精确度会对试验结果产生影响。统计结果显示，品尝员间在各食味评价项目上均存在着显著差异，为此在今后的品尝试验中加强对参评人员的训练，提高他们品尝的准确性十分必要。此外，豆饼是作物的果实榨油后的产物，作为生物肥是一种高效有机肥，富含氮磷钾元素和其他微量元素，施用后对土壤的酸碱度影响不大，但可改善土壤性状、利于植物生长。麦饭石是一种天然的药物矿石，含有人体所必需的钾、钠、钙、镁、磷等常量元素和锌、铁、硒等人体不可缺少的微量元素。另外，麦饭石对水中的重金属离子 Pb、Hg、Cr、Cd、As 以及病菌等有毒有害物质有较强的吸附作用。因此，施用豆饼和麦饭石对保障稻米的安全性也是毋庸置疑的。关于麦饭石中含有的对人体有益元素在稻米籽粒中的富集情况与常规栽培相比是否存在差异，即麦饭石是否能改善和提高稻米的营养品质尚需进一步研究证实。

参考文献

[1] 潘文博，方福平. 我国东北地区粳稻生产波动测定分析[J]. 农业现代化研究，2008，29(3)：343-346.

[2] 于清涛，肖佳雷，龙江雨，等. 黑龙江省水稻生产现状及其发展趋势[J]. 中国种业，2011，30(7)：12-14.

[3] 聂守军，高世伟，刘晴，等. 黑龙江省香稻品种现状分析[J]. 中国稻米，2015，21(6)：58-61.

[4] 吕艳梅，谭伟平，肖层林. 稻米香味研究综述[J]. 湖南农业科学，2010，40(11)：19-20.

[5] 辛爱华，郑义芳，单莉莉，等. 五常市水稻生产现状与发展的思考[J]. 中国稻米，2005，11(3)：45-46.

[6] Cordeiro G M, Christopher M J, Henry R J, et al. Identification of microsatellite markers for fragrance in rice by analysis of the rice genome sequence[J]. *Mol Breeding*, 2002, 9(4): 245-250.

[7] Jin Q, Waters D, Cordeiro G M, et al. A single nucleotide polymorphism(SNP) marker linked to the fragrance gene in rice(*Oryza sativa* L.) [J]. *Plant Sci*, 2003, 165(2): 359-364.

[8] Bradury L M T, Fitzgerald T L, Henry R J, et al. The gene for fra-

grance in rice[J]. *Plant Biotech J*, 2005, 3(3): 363-371.
[9] 胡培松，唐绍清，顾海华. 水稻香味的遗传研究与育种利用[J]. 中国稻米，2006，12(6)：1-5.
[10] 李金华，王丰，柳武革，等. 水稻粤丰 B 的香味遗传分析与 SSR 标记定位[J]. 分子植物育种，2006，4(1)：54-58.
[11] 王丰，李金华，柳武革，等. 一种水稻香味基因功能标记的开发[J]. 中国水稻科学，2008，22(4)：347-352.
[12] 张涛，张红宇，蒋开锋，等. 水稻香味基因的精细定位[J]. 分子植物育种，2008，6(6)：1 038-1 044.
[13] 肖迪，黄锦霞，唐湘如，等. 镧对香稻糙米香气的影响及其机理研究[J]. 西南农业学报，2009，22(2)：364-367.
[14] 唐湘如，段美洋，黎国喜，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.
[15] 田卡，唐湘如，段美洋. 灌浆成熟期水分对香稻香气及生理特性的影响[J]. 灌溉排水学报，2010，29(6)：90-93.
[16] 黄忠林，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.
[17] 王培，唐湘如，田华，等. 孕穗期水分灌溉处理对香稻香气及生理特性的影响[J]. 广东农业科学，2013，49(8)：1-3.
[18] 食糧庁. 米の食味試験実施要領[M]. 東京，1968：1-27.
[19] 刘建，张欣，崔晶，等. 水稻品质分析仪在食味育种中的应用研究[J]. 种子，2013，32(10)：15-20.
[20] 今井徹. 稲と米，品質を活かす. 農林水産省農業研究センター生物系特定産業技術研究推進機構編[M]. 东京：農林水産技術協会，1990：1-29.
[21] 稲津脩. 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究[R]. 北海道立農業試験場報告. 1988：1-89.
[22] 岩崎哲也. 米の品質評価法 [J]. 農林水産技術研究ヴャーナル，1991，14(4)：14-21.
[23] 松江勇次，原田稔，原田皓二. 北部九州における水稲品種のアミログラム特性，N，P，K 含量と食味との関係[J]. 日作九支報，1989，56(1)：43-44.
[24] 刘建，魏亚凤，徐少安. 水稻生育中期氮肥施用与稻米蛋白质含量及淀粉粘滞性的关系[J]. 江苏农业学报，2005，21(2)：80-85.
[25] 隋炯明，李欣，严松，等. 稻米淀粉 RVA 谱特征与品质性状相关性研究[J]. 中国农业科学，2005，38(4)：657-663.
[26] 陈能，罗玉坤，朱智伟，等. 优质食用稻米品质的理化指标与食味的相关性研究[J]. 中国水稻科学，1997，11(2)：70-76.
[27] 舒庆尧，吴殿星，夏英武，等. 稻米淀粉 RVA 谱特征与食用品质的关系[J]. 中国农业科学，1998，31(3)：25-29.
[28] 刘建，崔晶，张欣，等. 不同地区品尝员粳稻食味品尝评价的差异性研究[J]. 种子，2015，34(4)：90-94.

Influence of Different Fertilization Treatment on Eating Taste of Rice Variety Daohuaxiang

TIAN Nannan[1], GUO Haifeng[2], SHENG Hua[1], SUN Yuefei[2], LIU Jian[1*]
([1] College of Agronomy & Resources and Environment, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; [2] Shuidaoqucheng Professional Cooperative of Rice Cultivation, Wuchang, Heilongjiang 150299; [*]Corresponding author:13821757926@163.com)

Abstract: Taking “Daohuaxiang” as material, using three kinds of fertilization treatment, namely conventional treatment(T1), fermented soybean cake (T2), fermented soybean cake + maifan stone (T3). The results showed that the head rice rate of T3 treatment was significantly higher than that of T1 and T2 treatment, The chalky rice rate was T3>T2>T1, but the broken rice rate was T3<T2<T1. The protein content showed a trend of T1>T2>T3, the amylose content was no significant difference among three treatments, the score of T3 was significantly higher than that of T1 and T2 treatment, but the difference between T2 and T1 treatment was not significant. In terms of starch pasting properties, the peak viscosity was T2>T3>T1, the breakdown was T3>T2>T1, on the contrary, the setback showed a trend of T3<T2<T1. The results of sensory test indicated that there was no significance among three treatments on cooking rice appearance. Compared with T1 treatment, the aroma and comprehensive evaluation of T2 or T3 treatment were significantly or very significantly higher. There was no significant difference between T2 and T1 treatment at taste, viscosity and hardness, but there were significant difference between T1 and T3 treatment at flavor and viscosity.

Key words: rice; fertilization; eating taste; palatability

·综合信息·

上海市 2015 年审定通过的水稻新品种

审定编号（沪审稻）	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 m²）	生试产量（kg/667 m²）
2015001	申优 24	粳型三系杂交稻	上海市农业科学院、上海农科种子种苗有限公司	申 01A × 申繁 24	149.0	668.30	573.00
2015002	秋优 336	粳型三系杂交稻	上海市闵行区农业技术服务中心	秋 15A × R336	155.0	713.40	658.00
2015003	沪香粳 151	粳型常规稻	上海市农业科学院、上海农科种子种苗有限公司	武运粳 7 号 / 武 2699// 太湖香粳	152.5	655.30	637.10
2015004	光明粳 3 号	粳型常规稻	光明种业有限公司	武运粳 19 号 / 扬粳 4227	153.0	701.85	650.00
2015005	秀水 121	粳型常规稻	浙江省嘉兴市农业科学研究院（所）	秀水 134// 秀水 134/GF6	158.6	631.80	620.30

（中稻宣）