

## 矿质营养对稻米品质影响的研究进展

张国发<sup>1</sup>, 崔玉波<sup>2</sup>

(1. 大庆师范学院生命科学系, 大庆 163712; 2. 大庆师范学院教务处, 大庆 163712)

**摘要:** 矿质营养对水稻产量和稻米品质的形成有重要影响, 调控全生育期施肥量和各生育期施肥比例是施肥技术的两个方面。不同类型的矿质营养在稻米品质形成过程中所起的作用不同, 且各种矿质元素间存在一定程度的互作效应, 不仅如此, 矿质营养对稻米品质的影响还存在品种间、品质指标(特性)间的差异。因此, 在优质米生产中, 针对某一主栽品种, 应全面考虑肥料类型、施肥量、前后生育期施肥比例及不同品质指标间的协调关系, 制定施肥方案, 以提高稻米的综合品质。

**关键词:** 矿质营养; 施肥总量; 施肥比例; 稻米品质

中图分类号: S 511

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2007)03-0114-03

## Progress of Effect of Mineral Nutrition on Paddy Rice Quality

ZHANG Guo-fa<sup>1</sup>, CUI Yu-bo<sup>1</sup>

(1. Life Science Department, Daqing Normal University, Daqing 163712; 2. Academic Affair Office, Daqing Normal University, Daqing 163712)

**Abstract:** The mineral nutrition has important influence to yield and quality of the paddy rice. Regulate the fertilizer application proportion during the entire growth period and varies growing priods are two aspects of fertilizer application technique. Different type mineral nutriation plays different role in the paddy rice quality forming process and each kind of mineral substance element has a certain degree interaction. Moreover, its differences to the paddy rice quality also exists among different varieties and the quality indexes. Therefore, kinds of fertilizers, application quantity, the prorportion and the harmonious relationship between quality indexes should be considered comprehensively. And then established suitable scheme to enhance the synthetical quality of paddy rice.

**Key words:** mineral nutrition; fertilizer application quantity; fertilizer application proportion; paddy rice quality

矿质元素, 有作为植物体组成成分的, 有调节植物生理功能的, 也有两种功能兼备的。矿质元素主要存在于土壤中, 由根系吸收进入植物体内, 运输到相应部位加以同化, 供生长发育需要。由于矿质元素对植物的生命活动影响巨大, 而土壤中所含的矿质元素又往往不能完全满足植物的需要, 因此, 施肥就成为提高产量和改进品质的重要措施之一, 调控全生育期施肥量和各生育期施肥比例是施肥技术的两个方面。

### 1 稻米品质的评价体系

稻米品质的形成是品种遗传特性、环境生态条件、栽培技术及加工、贮藏条件综合作用的结果, 因此, 一般将其分为加工品质、外观品质、蒸煮食味品质和营养品质四个方面<sup>[1]</sup>。

加工品质是稻谷在加工过程中表现的特性, 包括糙米率、精米率和整精米率, 依次指稻谷脱壳后的糙米、去掉糠皮和胚的精米及完整精米占试样稻谷的百分率。整精米率是加工品质的核心, 是最具有商业价值的部分。

收稿日期: 2006-12-30

基金项目: 黑龙江省新世纪高等教育教改工程项目

第一作者简介: 张国发(1977-), 男, 黑龙江大庆人, 硕士, 助教, 从事植物生理学教学与研究工作。E-mail: zhgfnao@yahoo.com.cn.



外观品质指糙米或精米的外表物理特性,是稻米交易评级的主要依据。评价指标主要有粒形、透明度和垩白。分别指稻米的长宽比、胚乳的透明程度以及胚乳中的白色不透明部分。

稻米蒸煮食味品质是指在蒸煮过程及食用时稻米所表现的理化特性和感官特性,决定了稻米的消费区域,是稻米品质的核心。最直接的评价方法是进行食味品尝鉴定;控制适当的米水比、蒸煮条件、蒸煮时间蒸出米饭,由训练有素的人员组成品尝小组,鉴定各项食味指标。虽然,这一方法在稻米贸易中仍广泛应用,但因主观偏差较大,不易量化,故通常测定胶稠度、糊化温度和直链淀粉含量(Amylose Content, AC)等理化性状来间接评价稻米蒸煮食味品质。用传统的碘蓝染色法测得的 AC 是由真正的直链淀粉和部分支链淀粉的长链 B 组成。人们发现,在一些直链淀粉含量中等和高含量的品种中,相似 AC 的品种之间在米饭质地上存在较大差异,印度中央食物研究所谷物科学和技术系 Bhattacharya 小组解释为:造成米饭质地差异的真正原因不是直链淀粉含量,而是支链淀粉上长链 B 的长度和多少<sup>[2]</sup>。所以,现在也常用淀粉黏度谱仪模拟日常稻米蒸煮过程测定淀粉黏度值(Rapidvisco-analyzer, RVA)反映蒸煮食味品质。根据 RVA 值不仅可快速鉴定出品种 AC 高低,也可区分出相近 AC 品种间的食味差异,判断出品种食味品质的优劣,一般峰值黏度高、崩解值大、消减值小和糊化温度低的稻米蒸煮食味好<sup>[3~5]</sup>。

稻米营养品质主要受蛋白含量和氨基酸含量的影响,稻米蛋白质的品质是谷类作物中最好的,氨基酸的配比合理,容易消化吸收。精米蛋白质至少有 80% 以上的谷蛋白、10% 的球蛋白、5% 的白蛋白和 5% 以上的醇溶谷蛋白组成。稻米蛋白质含量愈高,营养价值也愈高,但含量过高时,淀粉的糊化温度降低,降低米饭食味。据日本研究结果<sup>[6]</sup>,导致食味下降的主要原因是醇溶谷蛋白含量升高。

## 2 N 素营养对稻米品质的影响

在所有矿质元素中, N 素营养对稻米品质的作用最为直接,影响程度也最大。

一般而言,全生育期施氮量增加,利于稻米加工品质的改善和营养品质的提高,但外观品质变差,蛋白质品质也有所下降<sup>[7~10]</sup>。增加氮肥用量,稻米糊化温度升高,胶稠度以及 RVA 谱的最高黏度值、热浆黏度值、最终黏度值、崩解值降低,米饭变硬偏糙<sup>[9,11,12]</sup>;关于氮肥用量对 AC 的影响,有研究认为生育期氮肥用量增加 AC 呈降低趋势<sup>[10,11]</sup>,也有人

持相反观点<sup>[9]</sup>。

全生育期施氮量相同,分次施用或前肥后移,可以防止水稻早衰,维持根活力和叶片光合能力,在不降低产量的情况下,改善稻米加工品质,但是,由于籽粒灌浆速度加快,从而使垩白粒率和垩白度上升,透明度下降,降低外观品质。不同生育时期施氮或施氮时期后移,对 RVA 影响很小,一般不影响稻米的分级,但会明显降低 AC 和胶稠度,提高籽粒中蛋白质、氨基酸和维生素 B 的含量,且施氮时期越迟影响越大,即粒肥>穗肥>蘖肥>基肥<sup>[7,10,13]</sup>。

## 3 K 素营养对稻米品质的影响

K 素营养对稻米品质的影响仅次于 N 素。试验表明,随着施钾量提高,籽粒饱满度有明显提高,整精米率提高,垩白率和垩白面积降低<sup>[7]</sup>。陆引罡等的研究还表明,增施钾肥能降低叶片的可溶性糖含量,从而提高籽粒的可溶性糖、淀粉、蛋白质和氨基酸总量<sup>[14,15]</sup>。

钾肥分次施用或施用期后移,有增加稻米直链淀粉含量的趋势,淀粉 RAV 谱的最高黏度值和崩解值上升,消减值和回复值下降,从而改善稻米食味<sup>[9]</sup>。

此外,增施钾肥可以提高水稻抗倒伏能力,增强水稻生长后期的抗衰老能力,延长灌浆结实时间,进而提高稻米品质。

## 4 P 素营养对稻米品质的影响

土壤中速效磷含量丰富有利于降低垩白度,改善加工品质(如整精米率)和外观品质。水稻生长初期施用磷肥,能提高水稻产量和外观品质,促进早熟。水稻产量随着施磷肥的增加而明显增加。增施磷肥,可以提高籽粒的可溶性糖和淀粉含量,以及叶片和籽粒的蛋白氮及全氮含量,稻谷中胱氨酸、半胱氨酸、蛋氨酸、含硫氨基酸的含量也有不同程度增加<sup>[15]</sup>。

磷肥施用期和施用量对稻米直链淀粉含量和回复值影响不明显,但对稻米的最高黏度值和崩解值有明显影响,以全部作基肥的处理这两项特征值最高,后期施磷肥最高黏度值有降低的趋势<sup>[11]</sup>。

## 5 钙、镁、硫、硅对稻米品质的影响

水稻生长发育所必需的大量营养元素,除氮、磷、钾外,钙、镁、硫、硅被认为是第二微量元素。

Toshiro 等发现公认的美味水稻品种较普通品种有较高的 Mg/K,认为高 Mg/K 是产生美味米的关键因素<sup>[16]</sup>。国内的研究也证明:施镁提早分蘖,提高分蘖率和分蘖速率,延长分蘖期,延缓剑叶和根系的衰老,提高有效穗结实率和千粒重,增加产量。

施镁肥还可以提高稻米精米率和整精米率,降低垩白粒率和垩白度,增加粗蛋白、总氨基酸、必需氨基酸、赖氨酸、苏氨酸含量。单独施 Mg 对糊化温度有提高作用,施 Ca 可以降低垩白率,施 S 能够降低垩白面积,Mg、Ca、S 三元素配合施用还有增加产量、改良米质、提高淀粉含量的作用<sup>[17,18]</sup>。

硅素是水稻良好生长的必需元素,施用硅肥能够减轻一些金属盐离子的危害,调节养分供应,增强抵抗病虫害、抗倒伏和防止早衰的能力,从而增加水稻产量,提高糙米率和直链淀粉含量,降低垩白米率,改善稻米品质<sup>[19]</sup>。硅、磷及硅、氮、磷复混施用,可以调整硅氮比和硅磷比,提高氮、磷肥利用率,改善大米碾磨品质和外观品质,并可以起到增产效果<sup>[20]</sup>。施硅使水稻裂纹减少,提高整精米率,效果为基施>拔节期>抽穗期>不施硅肥<sup>[21]</sup>。

## 6 微量元素对稻米品质的影响

微量元素在土壤中的含量很低,一般只有百万分之几,但是所起的作用却很大,而且有很强的专一性,是水稻生长所不可缺少的。湖南省优质稻生产技术体系及其应用理论研究协作组的试验中,孕穗和始穗期喷施 0.05% 的钼酸铵溶液,能提高整精米率,降低垩白度。铁、钴、钒、镍等元素也能明显地降低垩白率和垩白度,提高稻米外观品质<sup>[7]</sup>。铜、锌、钼、锰单施或混施会使直链淀粉含量升高,钼与锰配合施用处理则显著提高了蛋白质含量,这主要是由于锰参与光合作用,钼能够提高作物的光合强度和促进硝态氮的同化作用,从而促进蛋白质的合成;铜和锌单施或配合施用则会小幅度地降低稻米中的蛋白质含量<sup>[22]</sup>。

## 7 结束语

综上所述,矿质营养对稻米品质的影响不仅存在品种间、品质指标(特性)间的差异,而且在稻米品质形成过程中,不同类型的矿质营养所起的作用及作用程度也不尽一致,各类矿质元素间还存在一定程度的互作效应(协同或对抗),这进一步证明稻米品质与矿质营养的关系十分复杂,使稻米品质的所有指标都提高是十分困难的,也是不切实际的。因此,在优质米生产中,必须全面考虑肥料类型、施肥量、前后生育期施肥比例及不同品质指标间的协调关系,对不同水稻品种采取不同的管理措施,针对其欠佳的品质特性来确定施肥方案,提高稻米的综合品质。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家标准. 优质稻米 (GB/T17891—1999) [S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
- [2] 舒庆尧, 徐光华, 夏英武, 等. 稻米表观直链淀粉含量研究进展 [J]. 浙江农业学报, 1998, 10(1): 47-54.
- [3] 吴殿星, 舒庆尧, 夏英武. 利用 RVA 谱快速鉴别不同表观直链淀粉含量早籼稻的淀粉粘滞特性 [J]. 中国水稻科学, 2001, 15(1): 57-59.
- [4] Lim S J, Kim D U, Sohn J K. Varietal variation of amylogram properties and its relationship with other eating quality characteristics in rice [J]. Japanese Journal of Crop Science, 1998, 67(3): 268-275.
- [5] Yuji M, Koji O, Michikazu H. Differences in amylase content, amylographic characteristics and storage proteins of grain on primary and secondary rachis branches in rice [J]. Japanese Journal of Crop Science, 2004, 73(1): 77-83.
- [6] 徐一戎. 水稻优质米生产技术与研究 [M]. 哈尔滨: 黑龙江朝鲜民族出版社, 1997. 4-7.
- [7] 湖南省优质米栽培技术研究协作组. 优质米栽培技术体系研究 [J]. 湖南农业科学, 1998, (1): 9-12.
- [8] 徐大勇, 金军, 杜永, 等. 氮磷钾肥运筹对水稻子粒蛋白质和氨基酸含量的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(4): 506-508.
- [9] 金军, 徐大勇, 蔡一霞, 等. 施氮量对水稻主要米质性状及 RVA 谱特征参数的影响 [J]. 作物学报, 2004, 30(2): 154-158.
- [10] 金正勋, 秋太权, 孙艳丽. 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.
- [11] 徐大勇, 金军, 胡耀雄, 等. 氮磷钾肥运筹对稻米直链淀粉含量和淀粉黏滞谱特征参数的影响 [J]. 作物学报, 2005, 31(7): 921-925.
- [12] Toshio T. Relation between mean air temperature during ripening period of rice and amylographic characteristics or cooking quality [J]. Japanese Journal of Crop Science, 1999, 68(1): 45-47.
- [13] Cheong J L. Effects of slow-release fertilizer application on rice grain quality at different culture methods [J]. Korean journal of crop science, 1996, 41(3): 286-294.
- [14] 陆引罡, 周森. 贵州中海拔地区水稻高产中的钾素效应研究 [J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2003, 25(4): 360-362.
- [15] 唐湘如, 余铁桥. 磷钾肥对饲用稻产量和蛋白质含量的影响及其机理研究 [J]. 中国农业科学, 2002, 35(4): 372-377.
- [16] Toshio T. Relationship between mineral element content and rice eating quality [J]. Japanese Journal of Crop Science, 1995, 64(3): 605-611.
- [17] 周立军, 李妮, 张玉焯, 等. 钙镁硫对优质早稻产量和米质的影响 [J]. 湖南农业科学, 2001, (2): 21-23.
- [18] 李晓鸣. 矿质镁对水稻产量及品质影响的研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(1): 125-126.
- [19] 龚玉琴, 杨金明, 白锦红, 等. 硅、硫、锌、锰肥配施对水稻品质及产量的影响 [J]. 土壤肥料, 2004, (6): 17-24.
- [20] 陆福勇, 江立庚, 秦华东, 等. 不同氮、硅用量对水稻产量和品质的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6): 846-850.
- [21] 张学军, 冯卫东, 宋德印, 等. 施用硅钙磷肥对水稻生长产量及品质的研究初报 [J]. 宁夏农林科技, 2001, (1): 31-38.
- [22] 郑传刚. 微量元素对香稻产量和稻米品质的影响 [J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2005, 23(4): 461-463.