

水稻叶片含氮量无损快速测定方法

黄洁^{1,2} 朱德峰² 陈惠哲² 向镜² 张义凯² 王亚梁² 张玉屏^{2*} 河野元信³ 渡桥啓介³

(¹ 长江大学农学院, 湖北 荆州 434020; ² 中国水稻研究所, 杭州 310006; ³ 佐竹公司, 日本广岛 739-8602;

* 通讯作者: cnrriyp@163.com)

摘 要: 采用 CCN6000 水稻叶片氮素快速测定仪, 以籼型常规早稻中早 39 为材料, 研究了水稻叶片氮含量化学分析值、CCN 值及 SPAD 值的关系。结果表明, 早稻倒 1 叶叶片 CCN 值与含氮量呈近 1.0:1.0 的关系, 倒 2 叶叶片 CCN 值与含氮量呈近 1.0:1.1 的关系, 倒 3 叶叶片 CCN 值与含氮量呈近 1.0:1.2 的关系, 倒 1 叶 CCN 值与含氮量之间最为吻合, CCN 值与 SPAD 值显著相关。水稻孕穗期叶片含氮量为倒 3 叶>倒 2 叶>倒 1 叶。研究表明, CCN 值可以作为叶片含氮量的快速诊断依据。

关键词: 水稻; 含氮量; CCN600; 无损检测

中图分类号: S511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2017)02-0018-03

水稻是我国的主要粮食作物, 化肥工业发展及化肥的应用对水稻增产发挥了重要作用。但近年来, 生产上氮肥用量大且效率低, 不仅造成生产成本提高, 还引起肥料利用率下降、病虫害增多和环境污染。迫切需要研究水稻生产减氮增产的施肥方法。根据水稻植株含氮量决定氮肥施用量和施用方法是提高氮肥利用效率途径之一。研究水稻叶片氮含量快速诊断方法对氮肥的精确施用及提高氮肥利用效率具有重要意义^[1-3]。

水稻叶片氮素营养测定方法很多, 广泛采用的是凯氏定氮法和流动注射法, 需要取样、烘干、称量、消煮等系列程序, 能够准确的测出叶片、植株及土壤的氮含量。但这两种测定方法需要离体取样, 工作量大, 且不能及时根据测定结果来计算肥料的增补。在植物氮素含量快速、无损测定方面, 目前国内外主要利用近红外光谱技术快速测量仪, 并已取得了一定成果^[4-5]。

CCN6000 是专用水稻叶片氮含量测定仪器, 其特点是快速简便、无损测氮、直接反映叶片含氮量。CCN6000 可以在不伤害水稻叶片的情况下测定其含氮量, 且不受外界气温和日照条件的影响, 测定简单、时间短、操作性好。但由于 CCN 6000 目前主要在日本应用, 日本主要是粳稻品种, 因此, 笔者基于 CCN 6000 的实用性, 以籼型常规早稻中早 39 为材料, 对照凯氏化学测定与 SPAD 值测定, 以验证 CCN6000 的普适性及其与 SPAD 值的关系。

1 材料与方法

1.1 供试品种

以长江中下游大面积推广的籼型常规早稻中早

39(中国水稻研究所选育)为供试品种。

1.2 试验设计

试验于 2016 年在中国水稻研究所富阳试验基地 C 区进行, 前茬为冬闲田。肥料施用设 2 个处理: 本田期施纯 N 12 kg/667 m²(N12); 不施氮肥(N0)。氮肥按基肥 50%、分蘖肥 30%、穗肥 20%分 3 次施用; 所有处理均施以相同数量的磷肥(过磷酸钙 20 kg/667 m²)和钾肥(氯化钾 10 kg/667 m²), 磷肥作基肥一次性施用, 钾肥作基肥和穗肥各 50%施用。每个处理 3 次重复。

试验随机区组排列, 小区面积 48.36 m²(6.2 m×7.8 m)。3 月 25 日播种, 4 月 20 日移栽, 6 月 16 日(孕穗期)测定叶片氮含量。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 CCN 值

选取主茎, 用 CCN6000 测定倒 1 叶、倒 2 叶和倒 3 叶叶片中部略下方距叶脉 2 mm 左右处的 CCN 值, 不同处理不同叶位各测 15 张叶片, 3 次重复。

1.3.2 SPAD 值

与 CCN6000 测定叶片相对应, 用 SPAD502 测定 SPAD 值。

1.3.3 叶片氮含量

采取 CCN6000 测定的对应叶片, 将样品带回实验室, 放入烘箱烘干, 磨粉, 消化后采用 FOSS2400 测定叶片全氮含量。

收稿日期: 2016-11-23

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-01-26); 国家重点研发计划项目(SQ2016ZY06003823)

表 1 叶片 CCN 值与含氮量化学分析值

叶位	叶片数(张)	肥料处理	N(%)	CCN 值	CCN/N
倒 1 叶	45	N0	3.42±0.23	3.51±0.14	1.01
	45	N12	3.44±0.20	3.60±0.30	1.05
倒 2 叶	45	N0	3.42±0.13	3.91±0.10	1.13
	45	N12	3.96±0.10	4.44±0.17	1.12
倒 3 叶	45	N0	3.43±0.05	4.08±0.17	1.19
	45	N12	3.98±0.12	4.74±0.12	1.19

表 2 不同叶位 CCN 值与 SPAD 值

叶位	叶片数(张)	肥料处理	SPAD 值	CCN 值
倒 1 叶	45	N0	39.7±0.41	3.5±0.14
	45	N12	40.9±1.91	3.6±0.30
倒 2 叶	45	N0	42.9±1.25	3.9±0.10
	45	N12	45.9±1.60	4.4±0.17
倒 3 叶	45	N0	45.1±1.79	4.1±0.17
	45	N12	48.3±1.75	4.7±0.12

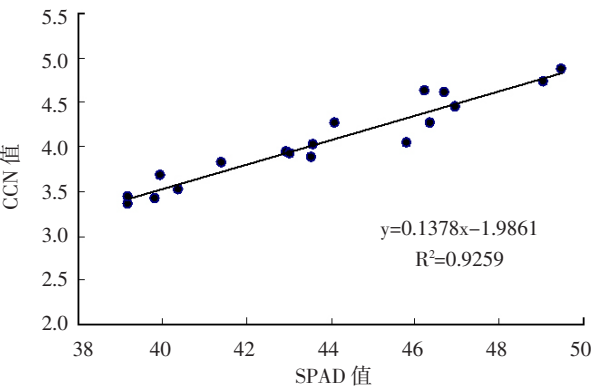


图 1 叶片 CCN 值与 SPAD 值的关系

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2010、SAS 9.0 等软件进行统计分析和作图。

2 结果与分析

2.1 叶片CCN 值与含氮量

从表 1 可知,倒 1 叶、倒 2 叶和倒 3 叶叶片含氮量依次增高,CCN 值与凯氏定氮法分析值趋势一致,N12 和 N0 处理一致,但 N0 处理用凯氏定氮法测出值不同叶位之间差异较小。两种方法叶片氮含量的测定表明,CCN 值与含氮量的相关系数倒 1 叶、倒 2 叶和倒 3 叶分别为 0.9573、0.9236 和 0.9830,达到显著相关,且倒 1 叶测定值与分析值之间基本上接近 1:1,说明 CCN6000 作为叶片氮含量快速测定仪器是可靠的,且以倒 1 叶作为测定对象,CCN 值与分析值最接近。

2.2 叶片 CCN 值与 SPAD 值

为明确 SPAD 值与 CCN 值之间的关系,以叶片的 SPAD 值和对应 CCN 值建立回归方程 $y=0.1387x-$

1.9861 ,决定系数 $R^2=0.9259$,相关系数 $r=0.9622$,SPAD 值与 CCN 值达到显著相关(图 1)。表明叶片叶绿素含量高,叶片含氮量也高,这与实际相符。进一步表明用 CCN6000 来快速测定籼稻叶片含氮量的方法是可行的。

不同施氮处理不同叶位的 SPAD 值和 CCN 值差异明显,N12 处理的 SPAD 值和 CCN 值明显大于 N0 处理,各叶位表现一致(表 2),表明施氮后水稻叶片氮含量增加,叶绿素含量提高,有利于光合作用。比较不同叶位的 SPAD 值和 CCN 值,都表现为倒 3 叶>倒 2 叶>倒 1 叶。SPAD 值变化趋势与江立庚等^[8-10]的研究相符,CCN 值变化趋势与 SPAD 值一致,说明不同叶位氮吸收存在一定差异,CCN6000 快速测定叶片含氮量和进行叶片诊断施肥时,需要根据不同生育时期不同叶位叶片含氮量来确定。

3 结论与讨论

叶片是水稻的主要光合营养器官,其全氮浓度是诊断水稻氮素营养的一个重要指标。获取叶片氮含量的化学分析方法一般是从田间取样,然后在室内进行化学测定,这样的操作无法在时间和空间尺度上满足实时、快速、无损氮素诊断的要求。光谱技术作为一种快速、无损的测量技术,在作物叶片氮素分析方面有着深入的研究和进展^[9]。利用近红外光谱技术快速测量 CCN6000 能通过仪器自动计算,快速直接获得叶片氮含量,且化学分析值与 CCN 值吻合度极高,尤其是倒 1 叶位,基本上是 1:1,说明 CCN6000 在水稻生产中诊断氮素的合理施用有很大的实用价值。

本试验建立的叶片 SPAD 值和 CCN 值的回归模

型决定系数为 0.9259,表明利用 CCN6000 测定的 CCN 值可以达到很高的精度,SPAD 值与 CCN 值有极显著相关性。CCN 值可以作为无损氮检测的重要手段,为叶片氮含量快速检测提供了方法。但由于不同叶位 CCN 值和 SPAD 值存在一定差异,且 CCN 值与含氮量的关系还可能与叶片厚度及测定时期有一定关系,后面需作进一步试验,所以不同生育期监测的叶位值得进一步深入研究。

参考文献

[1] Tanakaa A,Toriyamab K,Kobayashia K. Nitrogen supply via internal nutrient cycling of residues and weeds in lowland rice farming[J]. *Field Crop Res*, 2012, 137: 251-260.

[2] 徐富贤,熊洪,谢戎. 水稻氮素利用效率的研究进展及其动向[J]. *植物营养与肥料学报*,2009,15(5):1 215-1 225.

[3] 彭少兵,黄见良,钟旭华. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略

[J]. *中国农业科学*,2002,35(9):1 095-1 103.

[3] 聂鹏程,袁石林,章伟聪,等. 基于光谱技术的水稻叶片氮素测定仪的开发[J]. *农业工程学报*,2010,26(7):152-156.

[4] 张玉森,姚霞,田永超,等. 应用近红外光谱预测水稻叶片氮含量[J]. *植物生态学报*,2010,34(6):704-712.

[5] 李刚华,薛利红,尤娟,等. 水稻氮素和叶绿素 SPAD 叶位分布特点及氮素诊断的叶位选择 [J]. *中国农业科学*,2007,40(6): 1 127-1 134.

[6] 谭昌伟,周清波,齐腊,等. 水稻氮素营养高光谱遥感诊断模型[J]. *应用生态学报*,2008,19(6):1 261-1 268.

[7] 江立庚,曹卫星,姜东,等. 水稻叶氮量等生理参数的叶位分布特点及其与氮素营养诊断的关系[J]. *作物学报*,2004,30(8):739-744.

[8] 唐建军,何火娇,彭莹琼,等. 水稻不同叶位叶色信息与叶片含氮量的关系研究[J]. *江西农业大学学报*,2014,36(2):261-264.

[9] 王绍华,曹卫星,凌启鸿,等. 水稻叶色分布特点与氮素营养诊断 [J]. *中国农业科学*,2002,35(12):1 461-1 466.

Nondestructive and Rapid Determination Method of Nitrogen Content of Rice Leaves

HUANG Jie^{1,2}, ZHU Defeng², CHEN Huizhe², XIANG Jing², ZHANG Yikai², WANG Yaliang², ZHANG Yuping^{2*}, Motonobu Kawano³, Keisuke Orihashi³

(¹ Changjiang University, Jingzhou, Hubei 434020, China; ² China National Rice Research Institute/State Key Laboratory of Rice Biology, Hangzhou 310006, China; ³ Satake Corporation, Hiroshima 739-8602, Japan; *Corresponding author: cnrriyp@163.com)

Abstract: The relationship of rice leaf nitrogen content, SPAD value and CCN value were studied in the experiment, with rice leaf nitrogen rapid determination instrument of CCN6000, early season *indica* rice zhongzao 39 as material. The results showed that the value measuring by CCN6000 and chemical analysis was similar when the flag leaf was subjected to analyzing. The leaf nitrogen content of rice leaf at panicle initiation stage from high to low was 3rd, 2nd, 1st from the top, and the correlation of the value measured by CCN6000 and SPAD were significant. With the rising of leaf position, leaf nitrogen content decreased at booting stage of rice. CCN value can be used as a basis for nondestructive and rapid determination of nitrogen content in leaves clearly.

Key words: rice; nitrogen content; CCN6000; nondestructive and rapid determination

·—————·
·综合信息·

湖南省 2016 年审定通过的水稻新品种(上)

审定编号 (湘审稻)	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)
2016001	贺优 691	籼型三系杂交稻	湖南六三种业有限公司、湖南省贺家山原种场	贺 50A × TR691	136	623.9
2016002	吉优 390	籼型三系杂交稻	湖南金稻种业有限公司、广东省农业科学院水稻研究所	吉丰 A × 广恢 390	136	622.4
2016003	丰两优 3948	籼型两系杂交稻	合肥丰乐种业股份有限公司	丰 39S × R248	143	589.1
2016004	隆两优 97	籼型两系杂交稻	湖南亚华种业科学研究院、湖南百分农业科技有限公司	隆科 638S × 华恢 97	143	643.1
2016005	广两优 143	籼型两系杂交稻	湖南金健种业科技有限公司、湖南杂交水稻研究中心	广占 63-4S × P143	148	609.1
2016006	兆优 5455	籼型三系杂交稻	深圳市兆农农业科技有限公司	兆 A × R5455	147	601.7
2016007	力两优 1301	籼型两系杂交稻	湖南活力种业科技股份有限公司、湖南农业大学	139S × 0H001	141	596.5
2016008	C 两优华占	籼型两系杂交稻	湖南金色农华种业科技有限公司	C815S × 华占	124	640.2

(下转第 26 页)